연구보고서

관리대상 유해물질 선정을 위한 산업체 노출평가 및 사회성·경제성 평가 연구

김치년·노재훈·김태윤·피영규
김강윤·박만철·김현수·김기연
배문주 · 조만수

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요 약 문

1. 과제명 : 관리대상 유해물질 선정을 위한 산업체 노출평가 및 사회성·경제성 평가 연구

2. 연구 필요성 및 목적

○ 최근 산업보건 분야나 환경보건 분야에서는 노출량에 근거한 유해성·위험성 평가에 따라 화학물질관리에 중점을 두고 있다. 취급 또는 사용물질의 독성으로만 작업장내의 유해화학물질 관리가 이루어질 수 있으나 실질적으로 근로자들이 유해물질에 노출되어 나타나는 건강장해를 예방하기 위해서는 산업체 노출평가 및 사회경제성 평가를 위한 법적 관리수준 검토가 필요하다.

○ '사회성·경제성 평가'란 유해성·위험성이 상당하여 관리가 필요하다고 판단되는 화학물질에 대하여 규제에 따른 사회적·경제적 비용과 편익에 대한 타당성·적합성을 조사·분석하는 일련의 과정을 의미한다. 사회성 · 경제성 평가는 대상 화학물질의 관리 수준 변경 시, 사회 · 경제적으로 타당한 합리적인 관리수준인가를 평가하고 관리수준 변경에 따른 영향을 평가함으로써, 정부의 규제수준에 따른 영향을 분석하는 단계이다.

○ 따라서 사회성 · 경제성 평가를 실시하여 대상 화학물질의 관리수준 변경 시 사업장에 미치는 추가적인 부담 및 비용과 직업병 감소 등의 사회 · 경제적 편익의 비교를 통한 규제의 타당성 및 적합성 등을 고려하여 평가하는 것이 중요하다.

○ 본 연구는 노출기준 설정 화학물질을 대상으로 관리대상 유해물질 선정 기준을 적용한 결과, 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 수행하였다. 산업체 노출 평가(작업환경측정 등) 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준을 변경(관리대상 유해물질 선정)의 적정성을 검토하여 관리대상 유해물질을 추가 지정함으로써 근로자의 직업병 예방에 기여하고자 하였다.

○ 또한 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준을 조사·분석하고 선행 연구 결과 관리대상 유해물질 중 일반건강장해에 해당이 되는 화학물질 6종(산화질소, N-뷰틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소뷰틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대한 지속적 관리 여부를 검토하고자 하였다.

3. 연구 내용 및 방법

○ 연구대상 화학물질

- 연구대상 화학물질은 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 14종(알파-메틸 스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물(플루오라이드 이온으로 존재하는 물질), 메틸아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠)과 예비대상물질 3종(삼차-부틸알콜, 아소프로필 에테르, 텔레늄과 그 화합물)을 대상으로 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 물질을 선정하였다.
- 대상 화학물질은 문헌 고찰을 통해 인체영향에 대해 정량 및 정성적 분석을 실시하였고 유해성 유무를 확인하였다. 인체 및 동물 독성시험자료를 활용하여 정량적으로 위해도 결정에 필요한 독성값(RfC_{worker})을 제안하며 발암 · 비발암성에 대한 유해도를 각각 조사하였다.

○ 산업체 노출평가 및 위험성 평가

- 작업환경측정, 현장실태조사, 근로자 설문조사 자료 등 실제 작업현장에서의 노출양상과 근로자들이 의견을 연구에 포함하였다. 취급사업장수 및 취급량(또는 유통량)은 고용노동부의 “작업환경실태조사(5년 주기)” 또는 환경부의 “화학물질유통량조사(4년 주기)” 자료를 활용하여 조사하였고, 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준한 방법으로 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경 측정·분석을 실시하였다. 시료채취 및 분석은 KOSHA GUIDE에서 제시하는 방법을 활용하되 KOSHA GUIDE에서 제시하는 방법이 없을 경우 선진 외국의 측정·분석 방법을 활용하였다.
- 노출평가는 작업환경측정 자료를 활용하여 근로자의 노출양상을 파악하고 노출기준 초과 가능성을 산출하고 노출수준의 수용가능성을 결정하였다. 산업위생통계는 미국산업위생학회(AIHA)에서 개발한 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 노출기준 초과 확률, 95% 백분위수 점추정치를 산출하였다.
- 위험성평가는 2014년도 산업체 노출 평가 결과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐을 포함한 19종에 대해 RfC(worker)값을 적용하였고, 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하여 평가하였다.

○ 사회 경제성 평가

- 대상화학물질 17종과 2014년도 관리대상 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐을 포함한 19종에 대해 2014년도 선행 연구(“특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성

평가 연구")결과에서 제시된 표준화된 방법을 준용하여 관리대상 유해물질 선정 시 예상되는 사회적 편익 및 사업장에서의 발생되는 경제적 비용 등을 고려한 사회성·경제성 평가를 실시하였다.

○ 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토

- 산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸에 대한 우리나라 산업안전보건법 및 화학물질관립법 등의 규제수준과 선진외국의 화학물질 관련 법령과 선행연구 결과 등을 활용하여 법적관리 존치 여부를 확인하였다.
- 규제수준별로 동일한 화학물질에 대한 노출 근로자 수, 사용량, 유통량, 노출 수준, 직업병 발생 현황, 국내외 노출기준의 수준 등에 대한 기본정보를 정리하였고, 최근 3년간 작업환경측정결과에 대한 전산자료를 파악하여 그 수준을 분석 하였다.

○ 선진 외국 산업보건영역의 화학물질 관리수준 조사 및 분석

- 미국, 일본, 독일, 유럽연합(EU) 등의 화학물질관련 법령 및 각종 제도를 조사하고, 특히 각국의 근로자 건강보호를 위한 산업안전보건 관련 법령 등의 관리체계 및 관리방법에 대해서 구체적으로 파악하였다. 또한, 외국의 화학물질 관리체계는 규제수준별(노출평가, 건강진단, 유해성 정보전달 등)로 가급적 구분하고 규제대상 화학물질에 대한 선정기준, 절차 및 선정방법 등을 조사하였다.

4. 연구결과

○ 산업체 노출평가 및 위험성 평가

- 연구대상물질 17종과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐을 포함한 19종에 대한 유해성 확인, 노출 평가

및 위험성 평가를 실시하였다. 노출 평가 결과 알파-메틸 스티렌의 산술평균은 0.461 ppm으로 대수정규 모수적 통계량의 노출기준(50 ppm) 초과율 상한치는 0.33%이었고, 푸르푸릴 알콜은 평균 0.253 ppm, 노출기준(10 ppm) 초과율 상한치는 1.60%이었다. 무기불화물은 플루오라이드 이온으로 존재하는 물질로 측정하였고, 평균 0.02 ㎎/㎥, 노출기준(2.5 ㎎/㎥)의 초과율 상한치는 0.33%이었다. 메틸 아크릴레이트는 평균 0.059 ppm, 노출기준(2 ppm)의 초과율 상한치는 0.423%이었고, 큐멘은 평균 0.542 ppm으로 노출기준(50 ppm)의 초과율 상한치는 0.702%이었다. 이소프로필 에테르는 평균 3.719 ppm으로 노출기준의 초과율 상한치는 0.342% 이었고, 1,2-디클로로프로판은 평균 17.151 ppm, 노출기준(75 ppm)의 초과율 상한치는 5.80%, 인듐은 평균 0.007 ㎎/㎥으로 노출기준(0.1 ㎎/㎥)의 초과율 상한치는 26.809 % 이었다. 크로톤알데하이드와 이피엔은 연구기간 동안 국내 취급사업장이 없어 작업환경측정을 미실시하였다. 위험성평가 결과 알파-메틸 스티렌은 RfC_{worker}값을 34.76% 초과하였고, 푸르푸릴 알콜은 0.014%, 메틸 아크릴레이트는 10.536%, 큐멘은 0.254%, 이소프로필 에테르는 53.451%, 1,2-디클로로프로판 61.141%, 인듐 65.938% RfC_{worker}값을 초과하였다.

○ 사회 경제성 평가

- 연구대상물질 17종 및 1,2-디클로로프로판, 인듐의 사회성·경제성 평가에서 비용항목은 임시작업/단시간 작업 시 설비 특례로 국소배기장치 및 밀폐설비를 설치하지 않아도 되는 경우,(산업안전보건기준에 관한 규칙 제423조, 제424조), 작업환경측정을 실시하지 않는 경우(산업안전보건법 시행규칙 제 93조)를 특례로 비용항목에서 제외 시켜 비특례, 특례로 구분하여 분석하였다. 편익비용비는 미특례 2.0 이상을 관리대상물질로 제안하였다. 편익비용비는 인듐(3.5),

1,2-디클로로프로판(3.5), 메틸메타크릴레이트(2.5), 메틸 아크릴레이트(2.5), 큐멘(2.5), 푸르푸릴 알콜(2.2), 알파-메틸 스티렌(2.2), 나프탈렌(2.1), 이소포론(2.1), 노말-프로필 알콜(2.0), 무기 불화물(2.0) 순으로 높았다. 작업환경 실태조사 결과 편익 비용비가 2.0 이상인 물질의 사업장수, 취급·노출근로자수, 취급량은 인듐 37개소, 167명, 872톤 이었고 1,2-디클로로프로판은 343개소 134명, 44,852톤이었다. 메틸메타크릴레이트는 323개소 취급근로자수 909명, 취급량은 71,931톤 이었고, 메틸 아크릴레이트는 47개소, 취급근로자수 552명, 취급량은 25,939톤이었다. 큐멘은 166개소 취급근로자수는 1,351명, 취급량 21,603톤이었고, 푸르푸릴 알콜은 57개소, 취급근로자수 491명, 취급량 11,906톤, 알파-메틸 스티렌은 20개소, 취급근로자수 430명, 취급량 75,405톤, 나프탈렌은 88개소 취급근로자수 5,854명, 취급량 30,477,738톤이었다. 이소포론은 149개소, 취급근로자수 1,696명, 취급량 5,784톤이었고, 노말-프로필 알콜은 87개소, 취급근로자수 917명, 취급량 3,866톤이었다. 무기 불화물은 70개소, 취급근로자수 339명, 취급량 1,473톤 이었다.

○ 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토

- 관리 대상물질 중 일반 건강장해 수준에 해당하는 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부에 대해서는 해당물질의 국내·외 (EU, 미국, 일본, 영국, 독일) 규제수준을 확인하고, 정성적/정량적 정보를 검토 후 노출 수준을 평가하여 타당성을 검증하였다. 그 결과, 일산화질소는 국내 측정, 특검 및 노출기준 설정물질이고, 산화성 가스로 질식 가능의 외국발생 사례가 있었고, 또한 미국, 독일에서도 규제를 하고 있어 지속적 관리대상 유해물질로 제안하였다. 초산 계열 4종(n-초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 초산 메틸)은 인체 유해성은 낮은 수준이나 국내 취급 및 노출량이 높다. 미국, 영국, 독일에서는 규제물질이고 일본 안위법은 국내 규

제수준과 유사하게 유기용제로 관리 되고 있어 관리대상 유해물질로 지속을 제안하였다. 산화마그네슘은 영국(WEL)과 독일(MAK)에서 규제적 노출기준을 최근 강화하였고 국내 작업환경측정결과 노출기준을 초과한 발생이 있어 관리대상 유해물질로 유지하는 것을 제안하였다. 또한 선진외국(EU, 미국, 일본, 영국, 독일) 산업보건 영역의 화학물질 관리수준을 5가지 카테고리 1. 제조 등의 금지물질(황린성냥 외 10종의 화학물질), 2. 제조 등의 허가물질(디아니시딘과 그 염 외 10종의 화학물질), 3. 허용기준 대상물질 (2-브로모프로판 외 11종의 화학물질), 4. 작업환경측정 대상물질 (디메틸아민 외 17종의 화학물질), 5. 특수건강진단 대상물질 (석면 외 15종의 화학물질)로 구별하여 국내외 관리수준을 분석하였다.

5. 기대효과 및 활용방안

- 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질 중 산업체 노출 실태(작업환경측정)가 실시되지 않은 물질 14종에 대하여 국내 산업계의 취급 현황 및 노출평가 등의 자료를 제공함으로서 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상의 개편 및 추가편입을 위한 과학적 근거를 제공하고 유해물질 관리체계를 구축하는데 활용될 수 있다.
- 2014년도 산업체 노출 평가 결과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐에 대한 사회성·경제성 평가 실시하여 법적 관리 수준의 변경에 근거 자료를 확보하였다.
- 관리대상 유해물질 중 일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대해 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부를 판단할 수 있는 근거 자료로 활용 가능하다.
- 선진외국(EU, 미국, 일본, 영국, 독일) 산업보건 영역의 화학물질 관리수준과 국내 화학물질 관리수준의 비교·분석을 통하여 국내 화학

물질 규제정책에 참고자료로 활용 가능하다.

6. 중 심 어

노출평가, 산업안전보건법, 관리대상물질, 측정대상물질, 1,2-디클로로프로판, 인듐, 메틸메타크릴레이트, 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 푸르푸릴 알콜, 알파-메틸 스티렌, 나프탈렌, 이소포론, 노말-프로필 알콜, 무기 불화물

7. 참고문헌 및 연락처

- 고용노동부. 산업안전보건법, 령 및 시행규칙. 2015
- 고용노동부. 화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정. 고용노동부 예규 제66호. 2014
- ACGIH, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, Cincinnati, OH, ACGIH; 2015, p10-65

연구책임자 : 연세대학교 산업보건연구소 김치년 교수
연구원 담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이권섭 팀장
연락처 : T) 042-869-0312 F) 042-863-8361 E) lks0620@hanmail.net

차 례

요 약 문 ····· i

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구목적 및 필요성 ····· 1
2. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석 ····· 11
3. 연구목적 ····· 27

Ⅱ. 연구내용 및 방법 ····· 31
1. 연구내용 및 범위 ····· 32
2. 연구방법 ····· 39
3. 연구추진계획 ····· 137

Ⅲ. 연구결과 ····· 139
1. 대상 화학물질 17종의 유해성 및 취급실태 ····· 139
2. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 노출평가 ····· 309
3. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 위험성평가 ····· 350
4. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 사회성·경제성 평가 ··· 407
5. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 관리수준 제안 ····· 425
6. 관리대상물질 6종의 지속적 관리 여부 검토 ····· 444
7. 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준 ····· 521

Ⅳ. 결론 ····· 762

Ⅴ. 기대효과 및 활용방안 ····· 765
1. 기대효과 ····· 765
2. 활용방안 ····· 767

참고문헌 ····· 768

Abstract ····· 845

부록 ····· 848

표 차례

<표 1> 산업안전보건법상 화학물질 관리 조항 ····· 6
<표 2> 연구대상 화학물질 14종 및 예비대상 화학물질 3종 ····· 10
<표 3> 관리대상 유해물질(167종) 분포 현황 ····· 23
<표 4> 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종 및 예비 대상 물질 3종 33
<표 5> 건강 유해성 조사를 위한 항목 ····· 39
<표 6> 주요기관의 유해성·위험성 평가 보고서 ····· 40
<표 7> 건강유해성 조사를 위한 데이터베이스 목록 ····· 42
<표 8> 대상 물질의 인체 영향에 대한 유해성 확인 단계 ····· 43
<표 9> 주요 기관별 인체 발암 분류 등급 ····· 45
<표 10> 흡입단위위험도(IUR)값을 이용한 RfCworker 변환 방법 ····· 48
<표 11> 경구경사값(SF)의 흡입단위위험도(IUR) 변환 방법 ····· 49
<표 12> BMDL10 등 발암성 시험값을 이용한 RfCwork값 산정 방법 50
<표 13> 비발암성 물질의 용량-반응평가 적용 사례-흡입독성 자료를 이용한 경우 ····· 52
<표 14> 비발암성 물질의 용량-반응평가 보정계수 통일화 지침 ····· 53
<표 15> 경구독성 시험에서 시험동물별 보정계수 ····· 54
<표 16> 미국 환경보호청의 RfC를 사용하여 RfCwork를 보정하는 방법 ····· 56
<표 17> 작업장 기본특성 파악을 위한 정보 수집내용 ····· 59
<표 18> 연구대상 물질(14종) 및 추가 대상물질(3종) 국내 취급현황 ·· 61
<표 19> 연구대상 물질(14종) 및 추가 대상물질(3종)의 작업환경측정 및 분석법 ····· 63

<표 20> OSHA Method 07의 알파-메틸 스티렌 시료채취 및 분석방법 64
<표 21> NIOSH Method 1501의 알파-메틸 스티렌 시료채취 및 분석방법 ····· 65
<표 22> NIOSH Method 2505의 푸르푸릴 알콜 시료채취 및 분석방법 66
<표 23> NIOSH Method 2539의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법 68
<표 24> NIOSH Method 3516의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법 69
<표 25> OSHA Method 81의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법 · 70
<표 26> NIOSH Method 2537의 메틸메타크릴레이트 시료채취 및 분석방법 ····· 72
<표 27> OSHA Method 94의 메틸메타크릴레이트 시료채취 및 분석방법 73
<표 28> NIOSH Method 7902의 무기불화물 (Fluorides) 시료채취 및 분석방법(1) ····· 74
<표 29> NIOSH Method 7906의 무기불화물 (Fluorides) 시료채취 및 분석방법(2) ····· 75
<표 30> OSHA Method 92의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법 77
<표 31> NIOSH Method 1459의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법 78
<표 32> OSHA Method 07의 큐멘 시료채취 및 분석방법 ····· 80
<표 33> OSHA Method PV2137의 큐멘 시료채취 및 분석방법 ····· 81
<표 34> NIOSH Method 1501의 큐멘 시료채취 및 분석방법 ····· 82
<표 35> NIOSH Method 1459의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법 83
<표 36> OSHA Method 07의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법 ··· 85
<표 37> NIOSH Method 1402의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법 86
<표 38> NIOSH Method 1405의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법 87
<표 39> OSHA Method 07의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법 · 89
<표 40> NIOSH Method 1401의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법 90

<표 41> NIOSH Method 1405의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법 91
<표 42> OSHA Method 35의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법 ····· 93
<표 43> NIOSH Method 5515의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법 ····· 94
<표 44> NIOSH Method 5506의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법 ····· 95
<표 45> NIOSH Method 2508의 이소포론 시료채취 및 분석방법 ····· 97
<표 46> NIOSH Method 2556의 이소포론 시료채취 및 분석방법 ····· 98
<표 47> OSHA Method 07의 이소포론 시료채취 및 분석방법 ····· 99
<표 48> NIOSH Method 5012의 이피엔 시료채취 및 분석방법 ····· 101
<표 49> NIOSH Method 5034의 트리부틸 포스페이트 시료채취 및 분석 방법 ····· 103
<표 50> NIOSH Method 2002의 디메틸아미노벤젠 시료채취 및 분석방법 104
<표 51> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 삼차-부틸알콜의 측정 및 분석법 ····· 105
<표 52> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 삼차-부틸알콜의 측정 및 분석법 106
<표 53> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 이소프로필 에테르의 측정 및 분석법 ····· 107
<표 54> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 이소프로필 에테르의 측정 및 분석법 ····· 108
<표 55> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법 · 109
<표 56> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법 (1) ·· 110
<표 57> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법 (2) ·· 110
<표 58> 화학물질 19종에 대한 유통 현황 조사 ····· 139
<표 59> 화학물질 19종에 대한 작업환경실태조사 현황 ····· 141
<표 60> 알파-메틸 스티렌의 실태조사 및 자체조사 ····· 154
<표 61> 각국의 α-Methyl styrene 노출기준 ····· 157

<표 62> 푸르푸릴 알콜의 실태조사 및 자체조사 ····· 161
<표 63> 각국의 Furfuryl alcohol 노출기준 ····· 163
<표 64> 크로톤알데히드의 실태조사 및 자체조사 ····· 169
<표 65> 각국의 Crotonaldehyde 노출기준 ····· 171
<표 66> 메틸메타크릴레이트의 인체 노출 시 악영향 ····· 183
<표 67> 메틸메타크릴레이트의 실태조사 및 자체조사 ····· 185
<표 68> 각국의 Methyl methacrylate 노출기준 ····· 188
<표 69> 무기불화물 (Fluorides)의 실태조사 및 자체조사 ····· 194
<표 70> 각국의 Fluorides 노출기준 ····· 196
<표 71> 급성 독성 데이터 ····· 199
<표 72> 메틸 아크릴레이트의 실태조사 및 자체조사 ····· 207
<표 73> 각국의 Methyl acrylate 노출기준 ····· 210
<표 74> 큐멘의 실태조사 및 자체조사 ····· 218
<표 75> 각국의 Cumene 노출기준 ····· 220
<표 76> 디아세톤 알콜의 실태조사 및 자체조사 ····· 223
<표 77> 각국의 Diaceton alcohol 노출기준 ····· 225
<표 78> 노말-프로필 알콜의 실태조사 및 자체조사 ····· 231
<표 79> 각국의 n-propyl alcohol 노출기준 ····· 233
<표 80> 나프탈렌의 실태조사 및 자체조사 ····· 239
<표 81> 각국의 Naphthalene 노출기준 ····· 242
<표 82> 이소포론의 실태조사 및 자체조사 ····· 250
<표 83> 각국의 Isophorone 노출기준 ····· 253
<표 84> 이피엔의 실태조사 및 자체조사 ····· 264
<표 85> 각국의 이피엔 노출기준 ····· 267
<표 86> 트리부틸 포스페이트의 실태조사 및 자체조사 ····· 271

<표 87> 각국의 Tributyl phosphate 노출기준 ····· 274
<표 88> Rat and Mouse Oral and Intraperitoneal LD50 Values for Xylidine ····· 277
<표 89> 각국의 Dimethylaminobenzene 노출기준 ····· 286
<표 90> 삼차-부틸알콜의 실태조사 및 자체조사 ····· 295
<표 91> 각국의 tert-Butanmol 노출기준 ····· 297
<표 92> 이소프로필 에테르의 실태조사 및 자체조사 ····· 300
<표 93> 각국의 Isopropyl ether 노출기준 ····· 302
<표 94> 텔레늄과 그화합물의 실태조사 및 자체조사 ····· 306
<표 95> 각국의 Tellurium - Compounds (as Te) 노출기준 ····· 308
<표 96> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 노출평가 결과 ····· 312
<표 97> 알파-메틸 스티렌 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 315
<표 98> 푸르푸릴 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 317
<표 99> 메틸메타크릴레이트 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 320
<표 100> 무기 불화물 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 322
<표 101> 메틸 아크릴레이트 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 324
<표 102> 큐멘 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 326
<표 103> 디아세톤 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 328
<표 104> 노말-프로필 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 330
<표 105> 나프탈렌 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 332
<표 106> 이소포론 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 334
<표 107> 트리부틸 포스페이트 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 337
<표 108> 디메틸아미노벤젠 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 339
<표 109> 삼차-부틸알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 341

<표 110> 이소프로필 에테르 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 343
<표 111> 텔레늄과 그 화합물 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 345
<표 112> 인듐 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 347
<표 113> 1,2-디클로로프로판 노출평가 결과에 대한 통계분석 ····· 349
<표 114> 14종 물질에 대한 용량-반응 관계 관련 자료 ····· 350
<표 115> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 RfCworker 산출 값 ····· 363
<표 116> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 위험성 평가 연구결과 ····· 371
<표 117> 알파-메틸 스티렌 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 374
<표 118> 푸르 푸릴알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 376
<표 119> 메틸메타크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 379
<표 120> 무기 불화물 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 381
<표 121> 메틸 아크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 383
<표 122> 큐멘 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 385
<표 123> 디아세톤 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 387
<표 124> 노말프로필 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 389
<표 125> 나프탈렌 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 391
<표 126> 이소포론 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 393
<표 127> 트리부틸 포스페이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ···· 396
<표 128> 디메틸아미노벤젠 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 398
<표 129> 삼차-부틸알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 400
<표 130> 텔레늄과 그 화합물 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 402
<표 131> 이소프로필 에테르의 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ···· 404
<표 132> 1,2-디클로로프로판의 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ··· 405

<표 133> 인듐의 위험성평가 결과에 대한 통계분석 ····· 406
<표 134> 각 부문별 델파이 설문결과 ····· 413
<표 135> 대상물질별 최종 델파이 설문결과 (종합) ····· 415
<표 136> 물질별 총 편익 산출결과 ····· 419
<표 137> 물질별 사회·경제성 평가 결과 ····· 423
<표 138> 관리대상 유해물질(167종) 분포 현황 ····· 444
<표 139> 일산화질소의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 447
<표 140> 일산화질소에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 450
<표 141> n-초산 부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 452
<표 142> n-초산부틸에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 455
<표 143> 초산 프로필의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 457
<표 144> 초산 프로필에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 459
<표 145> 초산 이소부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 462
<표 146> 초산 이소부틸에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 464
<표 147> 산화마그네슘의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 466
<표 148> 산화마그네슘에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 470
<표 149> 초산 메틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 472
<표 150> 초산 메틸에 대한 국내외 직업적 노출기준 ····· 476
<표 151> 산업안전보건법 상 6종 물질의 규제수준 ····· 496
<표 152> 국내 타법에 의한 6종 물질의 관리수준 ····· 496
<표 153> 국외 근로자 건강보호 법령에 의한 관리대상 유해물질 6종의 관리수준 ····· 498
<표 154> 선진외국의 관리대상 유해물질 6종에 대한 직업적 노출기준 ··· ····· 502
<표 155> 선진외국의 관리대상 유해물질 6종에 대한 직업적 노출기준

특이사항 ····· 503
<표 156> 국외 타법령에 의한 관리대상 유해물질 6종의 관리수준 ···· 504
<표 157> 건강유해성 등급별 가중치 분류(KOSHA GUIDE W-6-2012) ····· 507
<표 158> 관리대상 유해물질 6종의 건강유해성 등의 분류 결과 ····· 508
<표 159> EURAM의 인체영향 점수(H code) 분류 ····· 509
<표 160> 관리대상 유해물질 6종의 EURAM의 인체영향 점수(H code) · 510
<표 161> 국내·외 직업병 발생 여부에 대한 가중치 ····· 511
<표 162> 관리대상 유해물질 6종의 국내외 직업병 발생 여부 ····· 512
<표 163> 관리대상 유해물질 6종의 주요 인체 영향 ····· 512
<표 164> 노출가능성 정보에 대한 가중치 ····· 513
<표 165> 관리대상 유해물질 6종의 국내 취급사업장 수 ····· 514
<표 166> 관리대상 유해물질 6종의 국내 노출근로자 수 ····· 515
<표 167> 관리대상 유해물질 6종의 국내 연간 취급량 ····· 515
<표 168> 일산화질소의 최근 5년간 작업환경측정 결과 ····· 518
<표 169> 관리대상 유해물질 6종의 최종 요약 ····· 518
<표 170> 화학물질관련 소관부처와 관련법령 ····· 521
<표 171> 유해인자의 관리 구분 ····· 529
<표 172> 제조 등의 금지물질 ····· 531
<표 173> 제조 등의 허가대상 물질 ····· 534
<표 174> 건강관리수첩 발급대상 화학물질 등 ····· 537
<표 175> 작업환경측정대상 유해인자 ····· 544
<표 176> 특수건강진단 대상 업무 ····· 546
<표 177> 국제연합(EU)의 Class Division(구분) ····· 565
<표 178> EU의 화학물질 및 제품과 관련된 지침 ····· 571

<표 179> EU Directive76/769/EEC 대상 화학물질 목록(금지물질) ···· 574
<표 180> EU Directive 76/769/EEC 대상 화학물질 목록(제한물질) ·· 583
<표 181> EU의 직업적 노출기준 ····· 587
<표 182> EU의 SVHC 허가대상물질(31종) ····· 591
<표 183> EHCA의 추가 등재된 SVHC 후보물질 목록 ····· 596
<표 184> EHCA의 SVHC 165개 물질(163종) ····· 598
<표 185> 추가된 EHCA의 SVHC 5종 물질 ····· 609
<표 186> 미국 OSHA 산업보건기준에 대한 검토와 승인과정 ····· 634
<표 187> 일본의 화학물질 관련 법령 및 목적 ····· 641
<표 188> 일본 통산산업성 제1종 특정화학물질 ····· 645
<표 189> 일본 통산산업성 제2종 특정화학물질 ····· 647
<표 190> 일본 통산산업성 제1종 감시화학물질 ····· 650
<표 191> 일본의 작업환경측정 대상 작업장 ····· 678
<표 192> 일본의 분진에 대한 노출기준 ····· 684
<표 193> 영국의 산업안전보건관련 규제 수위(박두용 등, 2004) ····· 692
<표 194> 영국의 화학물질관련 규정 ····· 693
<표 195> 금지물질과 금지내용 ····· 699
<표 196> 노출감시 대상물질 및 주기 ····· 702
<표 197> 건강감시 대상물질 및 공정 ····· 703
<표 198> 영국의 작업장 노출기준 예시 ····· 708
<표 199> 영국의 화학물질관련 검토와 제·개정 과정 ····· 713
<표 200> 선진 외국 산업보건 영역의 화학물질 관리 수준 ····· 738
<표 201> 제조 등의 금지물질의 국내외 관리수준 비교 ····· 740
<표 202> 제조 등의 허가물질 국내외 관리수준 비교 ····· 741
<표 203> 허용기준 대상물질 국내외 관리수준 비교 ····· 743

<표 204> 작업환경측정 대상물질 국내외 관리수준 비교 744
<표 205> 특수건강진단 대상물질 국내외 관리수준 비교 753

그림 차례

[그림 1] 유해성 관리 우선순위 선정 과정 ····· 4
[그림 2] 산업안전보건상에서의 유해성 및 위험성 관리 체계 ····· 5
[그림 3] 노출경로에 따른 물질의 분배, 축적, 배설과정 ····· 7
[그림 4] 연구내용의 틀 ····· 31
[그림 5] 산업안전보건법상 화학물질 관리 현황 ····· 36
[그림 6] 발암성물질의 용량-반응평가 절차 ····· 47
[그림 7] 비발암성 평가의 흡입 노출 시 경로 ····· 55
[그림 8] 평균과 표준편차의 추정과 시료수의 관계 ····· 58
[그림 9] 작업환경 실태 예비조사 Sheet ····· 60
[그림 10] 대수정규분포에서 산술평균과 기하평균 ····· 112
[그림 11] 관리 수준 변경 시나리오 결정 ····· 117
[그림 12] 사회·경제성 평가 절차 모식도 ····· 129
[그림 13] 연구 전체의 추진 체계 ····· 137
[그림 14] 관리기준 및 분석 방법 설정을 위한 추진 계획 체계 ····· 138
[그림 15] 화학물질관리법상 화학물질 관리체계 ····· 522
[그림 16] EU의 화학물질관리 수준 요약 ····· 610
[그림 17] 미국의 공기 중 오염물질 기준(PELs) ····· 625
[그림 18] 미국의 화학물질관리 수준 요약 ····· 641
[그림 19] 일본의 관리농도 ····· 681
[그림 20] 일본의 직업적 노출기준(ROEL, 2015) ····· 682
[그림 21] 일본의 화학물질관리 수준 요약 ····· 691
[그림 22] 영국의 화학물질관리 수준 요약 ····· 716

[그림 23] 화학물질관리법령 및 관련 시행령(윤조덕 등, 2013) ····· 718
[그림 24] 독일의 TRGs 900 ····· 730
[그림 25] 독일의 TRGs 905 ····· 730
[그림 26] 독일의 MAK & BAT values(2014) ····· 731
[그림 27] 독일의 화학물질관리 수준 요약 ····· 736

Ⅰ. 서 론

1. 연구목적 및 필요성

전 세계적으로 1,500만 종 이상의 화학물질이 상업적으로 이용되고 있다. 약 6만~7만여 종에 달하는 화학물질이 정기적으로 우리 일상생활에서 사용되고 있으며, 200~1,000여 종의 화학물질은 매년 1톤 이상 생산되고 있다. 산업의 발전과 함께 화학물질의 수와 사용량은 최근 급속히 늘어나는 추세이며 우리나라에서 유통되고 있는 화학물질의 수도 약 43,000종에 달하는 등 산업화된 현대 사회에서 화학물질은 없어서는 안 될 필수요소가 된 지 오래이다. 화학제품은 생활을 향상시키고 개선하기 위해 전 세계적으로 널리 이용 되고 있으나, 이러한 이점에도 불구하고 사람이나 환경에 유해한 영향을 가져올 가능성이 있어, 국내는 물론 선진외국의 대부분의 국가 또는 기관들은 화학물질의 유해성을 분류하고, 자국의 화학물질관련 법령이나 산업안전보건 또는 직업안전보건 법령 등에서 화학물질을 체계적으로 관리할 수 있도록 지속적으로 관련 법률이나 규정을 제·개정하여 왔다.

유해화학물질에 노출되지 않는 것이 가장 안전한 작업환경이지만 현실적으로 불가능한 경우가 있고 또한 측정 및 분석 기술의 발달로 다양한 물질 또는 미량 농도의 검출이 가능해졌다. 따라서 검출된 수준이 근로자에게 어떤 영향을 미치는지 또는 작업환경관리 수준은 어느 정도인지 파악하여 직업적 노출기준을 제시하는 것이 더욱 중요해졌다. 과거 국내의 경우 물질별로 노출기준의 제·개정 연구는 진행되어 왔지만 전체적인 틀에서 이루어진 연구는 없어 일부만이 개선되는 효과만 가져왔다. 또한 기준 자체만을 고려한 연구로 이루어져 노출기준 고시에 다양한 정보제공 및 최신성에는 다소 문제가 있었다. 최근 국내의 노출기준 고시는 기준 자체만을 제공하기 보다는 근로자의 알권리와 정보

제공의 측면을 강조하고 있다.

고용노동부는「화학물질의 유해성・위험성 평가에 관한 규정(고용노동부 예규 제66호)」을 제정하였다. 고용노동부 예규 제66호에서 유해성은 화학물질의 독성 등 인체에 영향을 미치는 화학물질의 고유한 성질로 정의하고 위험성은 근로자가 유해성이 있는 화학물질에 노출됨으로써 건강장해가 발생할 가능성과 건강에 영향을 주는 정도의 조합으로 정의하고 있다. 따라서 유해성·위험성 평가는 화학물질의 독성에 대한 연구 자료, 국내 산업계의 취급 현황, 근로자 노출 수준 및 그 위험성, 사회성·경제성 평가 등을 조사·분석하고 인체에 미치는 유해한 영향을 추정하여 법적 관리 필요성 및 관리 수준 검토의 과정이라 할 수 있다.

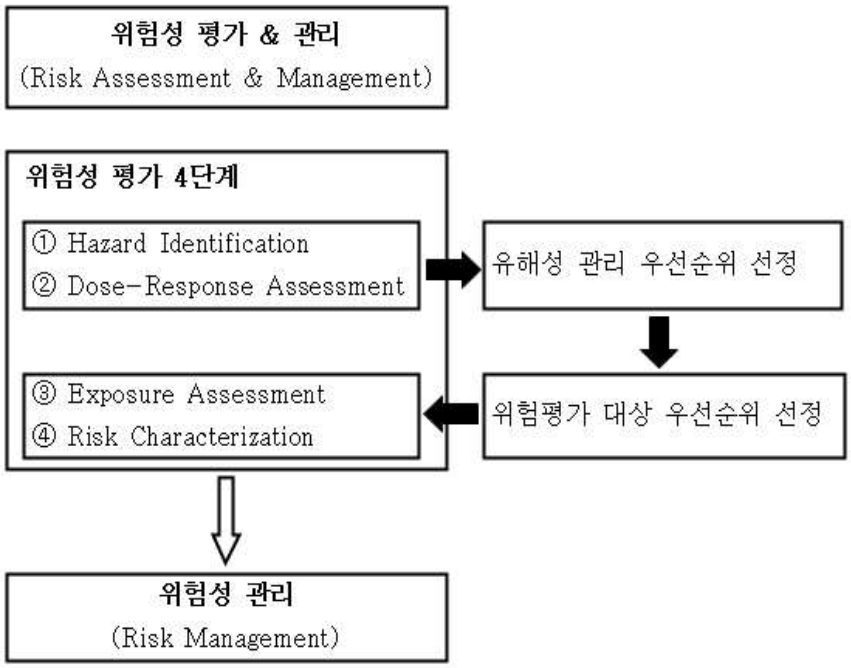
유해성·위험성 평가의 궁극적 목적은 평가의 결과를 위험성 관리(risk management)를 위한 유용한 정보로써 사용하기 위한 것이라 할 수 있고, 노출평가 과정을 거쳐 얻어진 평가치는 여러 사회제도적인 문제와 기술적, 경제적인 문제들과 함께 고려하여 정책 결정의 수단으로 이용하고 동시에 질병의 예방 및 건강한 삶의 유지 그리고 위해 요인의 저감을 위한 과학적 토대를 마련하는데 있다.

최근에는 수많은 화학물질에 대하여 산업보건 분야나 환경보건 분야에서 노출량에 따른 유해성·위험성 평가에 중점을 두고 있다. 독성에 따른 화학물질의 유해성관리는 작업장내의 유해화학물질관리 등으로 이루어 질 수 있지만 실질적으로 근로자들이 유해물질에 노출되어 나타나게 되는 건강장해를 예방하기 위해서는 산업체 노출평가 및 사회경제성 평가를 위한 법적 관리수준 검토가 필요하다. 선진외국의 경우 규제수준과 노출기준 제·개정을 위한 유해성·위험성 평가가 지속적으로 이루어지는 상황을 비추어 볼 때 본 연구용역의 필요성은 매우 높다. 또한 유해성·위험성 평가를 통하여 작업장 내 화학물질 노출의 인체영향에 대한 종합적이고 계량적인 정보를 제공할 수 있어 국민, 정부, 기업 등 각 주체간의 의견 교환이 수월해지고 국민의 신뢰 획득에 기여할 수 있으며

합리적 규제기준을 제시할 수 있다.

유해성·위험성 평가는 화학물질 관리수준의 과학적 근거제공을 목적으로 기존의 정성적 평가와 더불어 계량적 평가 값을 제시함으로써 작업환경관리 및 화학물질관련 정책수립에 있어서 그 활용도가 매우 높다. 따라서 타당성, 신뢰성이 높은 유해성·위험성 평가 결과를 확보하는 작업은 효과적인 화학물질관련 정책안과 근로자의 노출 관리방안을 도출하는데 매우 중요하다. 다시 말해 불확실성이 적은 유해성·위험성 평가 결과 확보가 중요한데, 이는 복잡하고 고차원적인 유해성·위험성 평가의 수학적 모형에 의해서 결정되기 보다는 다양한 관련 학문분야로부터 도출되는 근본적인 과학적 자료의 질적 수준과 해석에 의존하였다고 할 수 있다. 특히 신뢰도가 높은 유해성 자료의 수집과 근로자의 노출양상(exposure profile)이 얼마나 대표성을 가지냐가 불확실성을 줄이는 가장 확실한 방법이다.

화학물질에 대한 근로자들의 건강보호를 위해서는 물질 자체의 독성(toxicity) 평가하는 유해성(hazard) 관리가 필요하다. 고용노동부 예규 제10호에서 유해성은 화학물질의 독성 등 인체에 영향을 미치는 화학물질의 고유한 성질로 정의하고 있다. 산업보건의 예방활동은 작업장 내에 존재하는 건강유해인자를 예측하고 인지, 평가, 관리하는 것으로 노출을 명확히 확인하고 특성을 평가하여 이에 따른 직업건강 관리의 우선순위가 결정이 된다. 아래 그림에서 볼 수 있듯이 위험관리에 있어 유해성 관리가 우선적으로 이루어져야 한다.

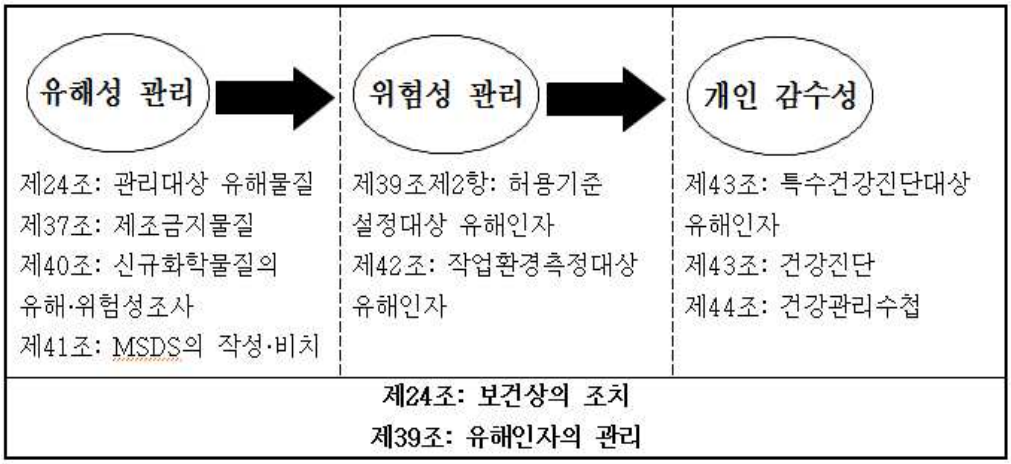


[그림 1] 유해성 관리 우선순위 선정 과정

산업안전보건법 제39조(유해인자 관리 등) 및 시행규칙 제81조(유해인자의 분류·관리)에서는 제조 등 금지물질, 제조 등 허가물질, 노출기준 설정 대상 유해인자, 허용기준 설정 대상 유해인자, 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 분류하고 있다. 그 밖에 10개 조항에서는 집행, 관리를 위한 세부 규정을 정하는 조항이다. 화학물질 관리는 원칙적으로 사업주 스스로 화학물질의 취급 등에 따른 건강 장애의 위험을 평가하고 그 결과에 따라 노출 방지 대책을 강구하는 것으로 산업안전보건법 제5조(사업주의 의무), 제23조(안전조치) 및 제24조(보건조치)에서 사업주에게 근로자의 건강 장해를 일으킬 우려가 있는 인자에 대하여 지속적으로 유해·위험요인에 대한 실태를 파악하고 이를 평가하여 관리·개선하는 등 필요한 조치를 강구하도록 하고 있다.

산업안전보건법상에서 유해성 관리에 해당하는 조항은 관리대상 및 특별관

리대상 물질, 제37조의 제조 등의 금지, 제38조의 제조 등의 허가, 제40조의 신규화학물질의 유해·위험성조사 그리고 제41조의 물질안전보건자료의 작성·비치 등으로 구성되어 있다. 작업환경 및 근로자 보건관리 전체에 해당하는 것은 제24조의 보건상의 조치와 제39조의 유해인자관리이다. 아래의 그림과 같이 유해성 관리를 시작으로 화학물질 관리는 시작되고 있다.



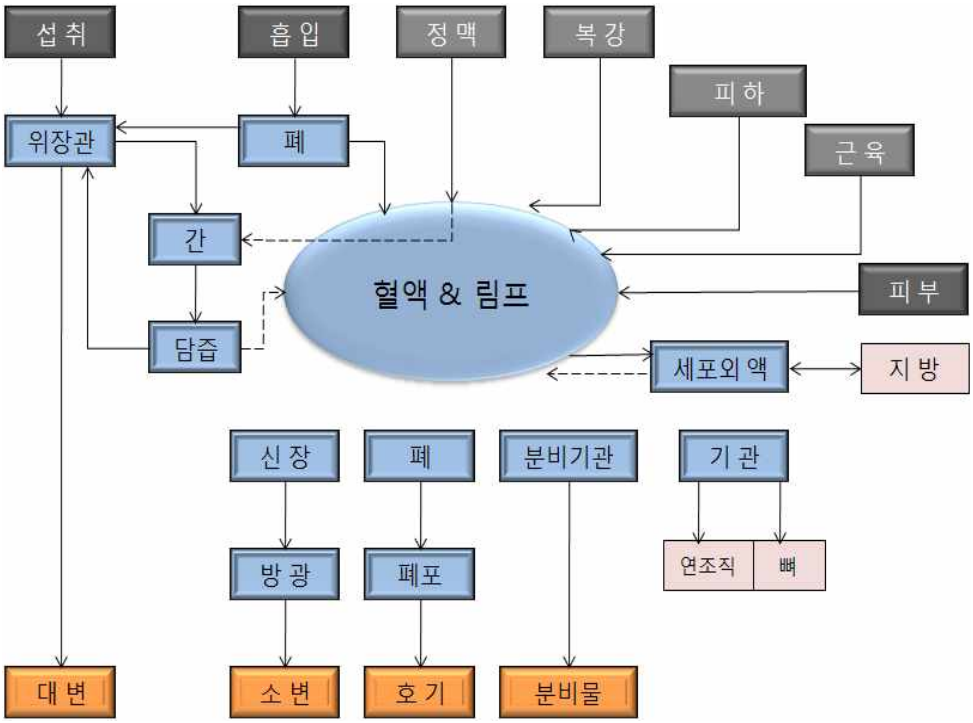
[그림 2] 산업안전보건상에서의 유해성 및 위험성 관리 체계

산업안전보건법 제정 이후 규제수준별 화학물질은 개별로 시행령, 시행규칙 및 고시 개정을 통하여 삭제되거나 추가되어 왔다. 그러나 보다 체계적인 규제수준별 구분을 위하여 동법 제39조에 의한 유해성·위험성평가 후 그 해당물질을 제조 등의 금지, 제조 등의 허가, 허용기준 대상물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정 대상물질로 분류하기 위한 기준의 필요성이 제기되었다. 따라서 전체적인 틀에서 외국의 화학물질 관리체계와 비교 검토하는 것이 필요하다. 고용노동부는 화학물질 노출로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위해 아래 표와 같은 11개 법조항에 근거하여 화학물질을 분류하고 관리하도록 하고 있다.

<표 1> 산업안전보건법상 화학물질 관리 조항

연번	근거조항	화학물질 분류
1	법 제24조	관리대상 유해물질
2	법 제24조	특별관리대상 유해물질
3	법 제37조	제조 등 금지물질
4	법 제38조	제조 등 허가물질
5	법 제39조	유해인자의 관리
6	법 제39조제2항	노출기준 설정대상 유해인자
7	법 제39조의2	허용기준 대상 유해물질
8	법 제41조	물질안전보건자료 및 경고표시 대상 유해인자
9	법 제42조	작업환경측정대상 유해인자
10	법 제43조	특수건강진단대상 유해인자
11	법 제44조	건강관리 수첩

화학물질의 관리방법 산정에 있어 유해성과 함께 노출경로에 대한 고려도 필요하다. 사업장에서 사용되는 유해물질은 일반적으로 흡입노출 기여율이 지배적이지만 유기물의 경우에는 피부흡수로 인한 노출 가능성이 높은 경우도 있다. 산업 유해물질의 작업장 노출 기준은 호흡으로 체내에 흡수되는 양만을 고려하기 때문에 피부흡수 가능물질의 노출기준이 낮은 농도로 엄격해지면 피부흡수 경로의 기여도는 노출기준이 낮아진 만큼 증가하게 된다. 따라서 향후 효과적인 유해물질 관리를 위해서는 작업자의 노출경로에 따른 유해성도 함께 평가해주는 것이 필요하다. 아래의 그림은 노출경로에 따른 흡수물질의 분배 및 배설 양상을 도식화한 그림이다.



[그림 3] 노출경로에 따른 물질의 분배, 축적, 배설과정

‘사회성·경제성 평가’란 유해성·위험성이 상당하여 관리가 필요하다고 판단되는 화학물질에 대하여 규제에 따른 사회적·경제적 비용과 편익에 대한 타당성·적합성을 조사·분석하는 일련의 과정을 의미하며, 사회성・경제성 평가는 대상 화학물질의 관리 수준의 변경 시, 사회・경제적으로 타당한 합리적인 관리수준인가를 평가하고 관리수준 변경에 따른 영향을 평가함으로써, 정부의 규제수준에 따른 영향을 분석하는 단계이다. 즉, 사회성・경제성 평가는 대상 화학물질의 관리수준 변경에 따른 사업장에 미치는 추가적인 부담과 비용, 직업병 감소 등에 따른 사회・경제적 편익, 비용과 편익의 비교를 통한 규제의 타당성 및 적합성 등을 고려하여 평가하는 중요한 단계라고 할 수 있다. 따라서 유해성・위험성 평가 등을 통해 대상 화학물질의 산업보건법상 관리기준의 상향조정이

필요할 경우 사회성・경제성 평가를 통해 비용-편익 면에서의 가능성을 검토하는 것이다.

산업안전보건법 제39조제1항(유해인자의 분류기준)에서는 화학물질의 건강유해성에 따라 발암성 물질, 생식세포 변이원성 물질, 생식독성 물질, 특정 표적장기 독성 물질, 특정 표적장기 독성 물질 등과 같이 특성에 따라 12가지로 분류하고 있다. 이러한 화학물질 유해성에 따라 건강영향도 다르게 나타난다. 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등) 및 시행규칙 제81조 내지 제81조의3으로 고용노동부장관은 유해위험성평가 등의 결과에 따라 금지물질, 허가물질, 관리 대상물질, 작업환경측정대상 유해인자, 노출기준 설정대상 유해인자를 선정하는 것이다. 현재 산업안전보건법에서 다루고 있는 관리물질 현황은 아래 그림과 같다. 고용노동부령(시행규칙 81조의3, 유해성·위험성 평가대상 선정기준 등)을 근거로 근로자가 유해물질에 노출 시 변이원성, 흡입독성, 생식독성, 발암성 등의 건강장해 발생이 의심되는 유해인자 등에 대하여 산업체 노출평가 및 사회·경제성 평가가 필요하다.

본 연구는 국내 취급량이 많고 취급 시 근로자 건강장해가 우려되어, 관리대상물질(또는 작업환경측정대상물질)로 지정 또는 분류 등 규제의 필요성이 예측되는 물질 중에 화학물질 실무 평가위원회를 통하여 선정된 대상물질 14종(예비대상 화학물질 6종)을 연구대상으로 하였다. 이들 물질들의 유해성 및 취급현황은 아래의 표와 같다. 연구대상 화학물질은 우리나라 고용노동부의 고시(화학물질 및 물리적인자의 노출기준, 노동부 고시 제2013-38호)에 노출기준은 규정되어 있으나 법적으로 측정대상 물질이 아니기 때문에 작업환경평가 및 검진 자료가 부족한 실정이다.

본 연구는 화학물질 평가 실무위원회에서 화학물질의 유해성, 취급사업장수, 취급근로자수, 취급량 등 노출 가능성을 고려하여 산안법상 관리 수준 변경 우선 검토가 필요하다고 선정한 화학물질 14종(예비물질 6종)을 대상으로 산업체

노출 평가(시료채취 및 분석) 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리수준 변경(관리대상 유해물질 선정) 제안하고자 하였다.

<표 2> 연구대상 화학물질 14종 및 예비대상 화학물질 3종

구분	연번	화학물질명	합계총점 (유해성총점+노출가능성총점)	CMR* 분류정보	취급현황		
					사업장수 (개소)	취급근로자수 (명)	취급량 (톤)
연구대상물질 (14종)	1	알파-메틸 스티렌	73	C2	20	430	75,405
	2	푸르푸릴 알콜	68	C2	57	491	11,906
	3	크로톤알데히드	67	C2, M2	7	59	2,020
	4	메틸메타크릴레이트	67	R2	323	909	71,931
	5	무기 불화물 (Fluorides)	65	R2	70	339	1,473
	6	메틸 아크릴레이트	59	M2	47	552	25,939
	7	큐멘	56	C2 C1B(NTP)	166	1,351	21,603
	8	디아세톤 알콜	55	R2	252	1,946	2,054
	9	노말-프로필 알콜	55	R2	87	917	3,866
	10	나프탈렌	55	C2	88	5,854	30,477,738
	11	이소포론	54	C2	149	1,696	5,784
	12	이피엔	52	R2	13	31	138
	13	트리부틸 포스페이트	48	C2	10	43	5,297
	14	디메틸아미노벤젠	46	C2	7	77	8
추가대상물질 (3종)	15	삼차-부틸알콜	46	R2	39	357	233,905
	16	이소프로필 에테르	41	R2	7	70	828
	17	텔레늄과 그 화합물	41	R2	7	124	388
후보대상물질 (2종)	18	1,2-디클로로프로판	-	C1, R2	343	2292	44,852
	19	인듐	-	-	37	432	872

*: C 발암성, M 생식세포 변이원성, R 생식독성

2. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석

(1) 인듐, 1,2-디클로로프로판 관련 선행 연구

■ 2014년 연구: 산안법 상 관리수준 결정을 위한 산업체 노출평가 연구

○ 연구목적

2013년 안전보건공단 연구용역 “노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리 수준 결정을 위한 유해성 평가”에서 화학물질 관리 우선순위 방법을 결정하고 위험성에 따라 1~20 등급으로 분류하였다. 본 연구는 2013년 유해성 평가에서 관리 우선순위가 높다고 선정한 물질을 대상으로 사업장 노출평가를 실시하여 근로자 건강 위험성을 판단하고 위험 수준에 따라 산안법상 관리수준을 제안하였다. 2013년 연구과제가 연구대상 물질을 선정하기 위한 사전 연구였다면, 본 연구는 2013년 연구의 후속 연구로 연구대상 물질별 노출평가를 통해 유해·위험성 평가를 실시하고 정책제안을 하였다.

본 연구의 목적은 노출기준 설정 대상 유해인자 중에서 산안법상 관리 수준 변경 검토가 필요하나 산업체 노출 실태(작업환경측정)가 실시되지 않은 연구대상 9종 화학물질을 대상으로 노출 평가(작업환경측정 및 사용 실태조사)를 실시하여 산안법상 관리수준 변경 제안하고자 하였다.

○ 연구방법

9 종 화학물질(화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 7종 화학물질 및 전문가 연구회의에서 추가 결정된 2종 화학물질): 노말-부틸글리시딜에테르, 와파린, 염화벤질, 디부틸프탈레이트, 벤조피렌, 1,2-디클로로프로판, 인듐, 메틸 아크릴레이트, 시클로헥실아민을 연구대상물질로 하였다. 문헌 고찰을 통해 해당 화학물질들에 의한 인체영향에 대해 정량 및 정성적 분석을 통해 유해성 유무

를 확인하였다. GHS 지침의 DB 선정체계에 따라 인체영향에 대한 유해성 자료를 조사하였다.

인체 유해영향을 인체독성시험자료 혹은 동물독성시험자료를 활용, 정량적으로 평가하여 작업장에서 물질들에 노출로 인한 근로자 위해도 결정에 활용될 독성값(최대무유해용량 NOAEL, 최소유해용량 LOAEL, 혹은 대안값)을 제안하며 발암 비발암성에 대한 유해도를 각각 조사하였다. 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준한 방법으로 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경측정·분석 실시하였다. 2차 정밀 문헌조사를 통한 독성값 및 노출평가에서 산출된 근로자 노출량을 근거로 노출에 따른 작업자 집단에서 유해반응의 발생률(위험도)을 추정하였다. 우리나라 산업안전보건법상 관리되고 있는 규제수준과 미국, 일본 등과 같은 선진외국의 규제수준을 비교·분석하였다.

노출평가에서 산출된 근로자 노출량을 근거로 노출에 따른 근로자 집단에서의 위험도를 결정하여 결과에 따라 산업안전보건법 상 규제수준의 적정성을 검토하고, 근로자의 건강장해 예방을 위하여 적절한 관리 수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준의 제안하였다.

○ 연구결과

연구대상 물질 9종에 대하여 유해성 확인 및 용량반응 평가를 하였고, 노출평가를 실시하여 위험성 결정을 하였다. 용량-반응평가 결과 노말-부틸글리시딜에테르은 0.09 ppm(만성독성), 0.11 ppm(생식독성)이고, 와파린은 0.01 mg/㎥(만성독성), 0.007 mg/㎥(발달독성)이고, 염화벤질 0.1 ppm(만성독성), 0.4 ppm(발달독성)이고, 디부틸프탈레이트 1.3 mg/㎥(만성독성), 2 mg/㎥(생식독성)이고, 벤조피렌은 0.005 ug/㎥(발암성)이고, 1,2-디클로로프로판은 0.004 ppm(만성독성)이고, 인듐 0.05 mg/㎥(만성독성)이고, 메틸 아크릴레이트 0.071 ppm(만성독성)이고, 시클로헥실아민 0.5 ppm이었다.

노출평가 및 위험도결정 결과에서 노말-부틸글리시딜에테르는 0.082

ppm(0.050 - 0.124 ppm)으로 노출기준 10 ppm을 초과 확률은 0.1%이하이었고, 평균 위험도는 0.4이었다. 와파린은 모두 불검출이었다. 염화벤질은 0.03 ppm (불검출 - 0.1877)으로 노출기준 1 ppm을 초과 확률이 0.3%이하이었고, 평균 위험도는 0.9이었다. 벤조피렌은 국내 취급사업장은 없어 노출평가를 실시하지 못하였다. 디부틸프탈레이트는 0.002 mg/㎥(불검출 - 0.022 mg/㎥)으로 노출기준 5 mg/㎥을 초과 확률은 0.1%이하이었고, 평균위험도는 0.006이었다. 1,2-디클로로프로판은 23.43 ppm (0.06 - 327.09 ppm)로 노출기준 75 ppm을 초과 확률이 23%이었고, 위험도 초과율이 99.9%이었다. 인듐(총분진)은 18.6%이 노출기준 0.1 mg/㎥을 초과하였으며, 인듐(호흡성 분진)은 23.7%가 노출기준 0.01 mg/㎥을 초과하였다. 메틸 아크릴레이트는 0.105 ppm(0.129 - 0.2388 ppm)으로 노출기준 2 ppm을 초과 확률이 0.1%이하이었고, 평균위험도 0.8이었다. 시클로헥실아민은 모두 불검출이었다.

노말-부틸글리시딜 에테르의 노출기준을 TWA 10 ppm에서 TWA 3 ppm으로 변경할 것을 제안하였다. 인듐은 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 지정하고 노출기준을 TWA 0.1 mg/㎥에서 0.01 mg/㎥(호흡성)으로 변경할 것을 제안하였다. 1,2-디클로로프로판은 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 지정하고 노출기준을 TLV-TWA 75 ppm, STEL 110 ppm에서 TLV-TWA 10 ppm, STEL 철회할 것을 제안하였다.

■ 2012년 안전보건공단 연구용역: 난용성 인듐화합물의 노출실태 및 관리방안 연구 Ⅱ

○ 연구목적

본 연구는 ITO 및 IZO target 제조업, 패널 디스플레이 제조업(LCD, LED, OLED, 박막태양전지 등) 및 인듐 재생산업 등 다양한 산업분야에 사용되고 있

는 인듐 및 인듐 화합물의 노출평가를 실시하여 정책수립 및 필요한 관리대책을 마련하고 관리대상유해물질 편입 필요성 여부 등을 위한 자료를 제공 하였다.

○ 연구방법

연구대상 사업장 중 투명전도성 산화막에 사용되는 ITO 및 IZO target 제조와 관련된 5개 사업장, 패널 디스플레이 제품을 생산하는 사업장 3개소 및 인듐 재생산업 5개 사업장을 대상으로 연구를 실시하였다. 인듐에 노출되고 있는 근로자를 대상으로 총 분진 중 인듐과 호흡성분진 중 인듐을 평가하였으며, 인듐의 공기중 입경분포를 personal cascade impactor를 이용하여 평가하였다.

인듐, 산화인듐, ITO 및 IZO 시료는 마이크로웨이브파 회화기와 질산을 사용하여 전처리하였으며, 인듐 분석은 유도결합플라즈마 분광광도계(ICP) 및 유도결합플라즈마-질량분석기(ICP-MS)로 분석하였다. ICP의 표준시료 농도범위는 0~8 ㎍/mL 범위에서 분석하였으며, ICP-MS는 0~300 ng/mL의 범위에서 분석하였다.

○ 연구결과

Target 제조업에서는 제조사의 공법, 기술력에 따라 분진에 차이가 있었으나 가공·연마 공정부터는 연구대상사업장의 분진크기 분포가 유사하였다. 연구대상 사업장의 공기 중 인듐 분진 분포는 10 ㎛ 미만으로 호흡성분진이 대부분이었다. 총분진 중 인듐 농도는 연구대상 시료 중 18.6% 에 해당하는 24건의 시료가 노출기준(100 ㎍/㎥)을 초과하였으며, 호흡성 분진 중 인듐은 23.7%가 노출기준(10 ㎍/㎥)을 초과하였다. 인듐 재생업 파쇄공정의 공기 중 분진크기 분포는 2개 사업장 모두 10 ㎛ 미만으로 호흡성 분진이 대부분이었다. 총 분진

중 인듐 농도는 연구대상 시료 중 26.1%가 노출기준을 초과하였고 호흡성 분진은 26.9%가 노출기준을 초과하였다.

패널 디스플레이 산업의 target 세정작업의 공기 중 분진크기 분포는10 ㎛ 미만으로 호흡성분진이 대부분이었으나 target 교체작업은 10 ㎛ 이상의 분진으로 평가되었다. 총분진 중 인듐 농도는 연구대상 시료 중 4.6%의 시료가 노출기준 초과하였으며, 호흡성 분진은 8.4%가 노출기준을 초과하였다.

- 인듐 노출평가 요약
  (1) 총분진 중 인듐: 타켓 제조업 18.6%, 재생업 파쇄기 공정 26.1%, 패널 디스플레이 산업 4.6%가 노출기준(100 ㎍/㎥)을 초과
  (2) 호흡성 분진 중 인듐: 타켓 제조업 23.7%, 재생업 파쇄기 공정 26.9%, 패널 디스플레이 산업 8.4%가 노출기준(10 ㎍/㎥)을 초과
  (3) 입경분포 확인: 타켓 제조업, 인듐 재생 산업, 패널 디스플레이 공정 모두에게서 노출되는 대부분의 인듐 분진이 10 um 이하로 확인

■ 2011년 안전보건공단 연구용역: 난용성 인듐화합물의 노출실태 및 관리방안 연구 Ⅰ

○ 연구목적

인듐의 수·출입, 취급 및 유통현황, 취급업종, 작업공정 및 취급근로자 수 등을 파악하고 작업환경측정·분석방법을 개발하고자 하였다.

○ 연구방법

인듐 사업장을 방분 조사하여 인듐 유통과 관련된 산업 간의 흐름을 파악하고, 각 산업에서의 인듐 생산 및 사용량을 추정. 측정·분석방법은 미국과 영국에서 사용하고 있는 방법을 기초로 제시하였다.

○ 연구결과

- 인듐 취급현황: 국내 생산량(인듐 140 톤, ITO 700 톤), ITO 소비량 950 톤, ITO 사용량 300 톤 추정, 인듐 재생 약 500 톤하고 있다.
- 직업적 노출: 인듐제련업, 산화인듐 및 ITO 제조업, 디스플레이 산업, 인듐 재생업의 근로자에서 직업적 노출이 있다.
- 측정 및 분석방법: ICP 또는 ICP/MS를 이용한 측정 및 분석방법이 정밀도 및 정확도 평가에서 우수하다.

(2) 연구대상(실태조사 및 측정대상)물질 14종 관련 노출평가 선행 연구

■ 2010년 연구용역: 화학물질의 노출기준 제·개정(II)

- 노말-프로필 알콜, 프로필렌이민

○ 연구목적

노말-프로필 알콜과 프로필렌이민에 대한 선진외국의 노출자료 검토와 작업환경측정을 통하여 노출실태를 파악하고, 노출원, 노출인원, 사용실태 등을 파악하여 국내 실정에 맞는 노출기준 개정(안)을 마련하고 근로자들의 건강보호에 필요한 기초 자료를 제시하는 것이 본 연구의 목적이었다.

○ 연구결과

- 근로자 노출수준: 본 연구에서 실시한 노말-프로필 알콜의 국내 작업환경 실태조사에서 총 44개의 개인/지역(16/28)시료를 측정한 결과 개인시료는 불검출에서 7.610 ppm, 지역시료는 불검출에서 5.402 ppm이었고 본 연구에서 제안하는 100 ppm에 훨씬 미치지 못하는 수준이었다.

구분	단위작업장소	시료채취시간	농도		노출 기준(안) ppm	평가
			시간가중평균	8시간 시간가중평균		
A 사업장	반응 및 분석 (개인)	09:30～16:34	0.041	0.031	100	미만
		09:30～16:34	0.017	0.013		미만
		09:50～16:40	0.018	0.014		미만
	반응기 (지역)	09:35～16:37	3.285	2.464		미만
		09:35～16:37	5.402	4.052		미만
		09:35～16:37	0.798	0.599		미만
		09:35～16:37	0.661	0.496		미만
	분석실(지역)	09:50～16:40	0.018	0.014		미만
B 사업장	상도 부스(개인)	08:15～15:45	0.012	0.009		미만
		08:15～15:45	0.094	0.071		미만
	상도 부스(지역)	08:15～15:45	0.015	0.011		미만
	Mixing Room(개인)	08:21～15:50	0.027	0.020		미만
		08:21～15:50	0.012	0.009		미만
	Mixing Room(지역)	08:21～15:50	0.032	0.024		미만
C 사업장 1 일차	투입(개인)	10:00～16:30	7.610	5.708		미만
	투입(지역)	10:05～16:30	0.180	0.135		미만
		10:08～16:30	0.332	0.249		미만
	혼합기(지역)	10:08～16:35	0.822	0.617		미만
		10:08～16:35	1.234	0.926		미만
		10:10～16:35	0.887	0.665		미만
	타 혼합기(지역)	10:10～16:35	0.484	0.363		미만
		10:10～16:35	0.174	0.131		미만
C 사업장 2 일차	투 입(지 역)	10:30～17:03	0.163	0.122		미만
	혼합기(지역)	10:30～17:03	0.251	0.188		미만
		10:35～17:10	1.154	0.866		미만
		10:35～17:10	0.385	0.289		미만
	타 혼합기(지역)	10:35～17:10	0.337	0.253		미만
		10:35～17:10	0.404	0.303		미만
		10:35～17:10	0.112	0.084		미만
	세 척(지 역)	10:35～17:10	0.076	0.057		미만

- 노출기준 개정(제정)안

국내 노말-프로필 알콜 취급 근로자의 상기도 호흡기계 자극 예방과, 중추신경장해를 예방할 수 있는 100 ppm로 노출기준을 개정하는 것이 필요하다. 또한 자극, 마취, 만성적이고 비가역적인 조식 손상의 자료 불충분으로 STEL 삭제와 함께 피부흡수의 위험성의 근거자료 불충분으로 피부 경고(Skin notation) 삭제를 제안하였다.

■ 2006년 연구용역: 노출기준 제·개정 연구 - 이피엔

○ 연구목적

본 연구에서는 이피엔에 대한 외국 선진국의 기준에 대한 정보를 입수하여 동물 및 인체에 대한 영향을 분석 평가하고 국내 작업현장에 대한 작업환경과 근로자 노출실태를 파악한 다음 규제영향분석 등을 통하여 우리나라의 여러 가지 기술적, 경제적 여건과 부합되는지 기존의 노출기준을 재평가하여 새로운 노출기준을 제안 하였다. 이렇게 분석된 정보들을 정책 입안자, 근로자 및 사용자가 쉽게 보고 이해할 수 있도록 정리하여 이피엔에 대한 각종 정보를 한눈에 볼 수 있도록 이피엔에 대한 산업보건편람을 작성하는데 있었다.

○ 연구결과

- 근로자 노출수준: 사업장 근로자 이피엔 노출농도는 국내 기준 500 $\mu g/m^3$ 보다도 훨씬 낮은 수준이었다.

시료채취 시기	작업 내용	시료채취방법	시료수	검출 시료수	농도(㎍/㎥)		
					범위	기하평균	산술평균
1차	배합 포장	개인시료	8	3	0-4.47	3.10	2.95
		지역시료	2	1	0-2.00	-	-
		소계	10	4	0-4.47	2.67	2.83
2차	배합 포장	개인시료	8	2	0-0.13	0.11	0.11
		지역시료	2	1	0-0.05	-	-
		소계	10	3	0-0.13	0.07	0.07
3차	포장	개인시료	8	3	0-0.41	0.27	0.29
		지역시료	2	1	0-0.08	-	-
		소계	10	4	0-0.41	0.20	0.23
총계			30	11	0-4.47	0.41	1.14

- 노출기준 개정(제정)안

항목	현행	개정안 제안
공기 중 질량농도	▪ TWA 0.5 mg/㎥	▪ TWA 0.1 mg/㎥
기타 표기	▪ Skin	▪ Skin 현행유지 ▪ 『흡입성 입자물질』 삽입 ▪ 『콜린에스테라제 저해물질 (BEI_A)』 삽입

(3) 일반 건강장해에 해당하는 6종 관리대상 유해물질 관련 선행연구

■ 2014년 연구용역: 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구

○ 연구 목적

근로자에게 건강장해를 유발할 우려가 있는 화학물질을 산업안전보건법에 따른 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자로 지정하여 법적 규정에 따라 작업환경 및 노출수준을 관리할 필요가 있다.

따라서 해당 법적 관리가 필요한 물질의 유해성 수준 및 물질 선정 기준을 마련하여 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 지정이 체계적으로 이루어져야 하였다.

본 연구의 목적은 국내·외 화학물질 관련 법령에 따른 법적 관리물질 선정기준, 화학물질 우선순위 선정기법 및 기 수행된 선행연구 고찰을 통해 산업안전보건법상 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 선정기준(안)을 마련하고자 하였다. 또한, 제안된 관리대상 유해물질 등의 선정기준(안)을 통해 정책적인 반영을 목표로 하였다.

○ 연구 방법

본 연구에서에서의 평가대상 화학물질은 「화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2013-38호)」을 대상으로 CAS No.가 확인된 물질 597종(중복제거 26종)을 선정하였다. 국내·외 법적 규제물질 선정근거 및 선정기준 조사 및 국내 유사선행연구 검토를 통해 공통적으로 고려한 항목들을 도출하였다. 모집단으로 선정된 화학물질 597종을 대상으로 KOSHA MSDS 유해성 DB

와 EU CLP 유해성 DB 그리고 유독물고시 유해성 DB를 활용하여 화학물질 우선순위 기법인 EURAM과 2013년 선행연구(김치년 등, 김형아 등)에서 제안한 유해성평가를 위한 가중치를 적용하여 「건강장해 수준」별 건강 유해성항목 분포현황을 비교·분석하여 「상당한 건강장해」에 해당되는 유해성항목을 도출하였다.

2013년 선행연구(김치년 등, 김형아 등) 자료를 바탕으로 직업적 노출로 인한 사망 사례, 기타 사회적으로 문제가 되었던 물질로 인한 국내·외 직업병 발생 사례 등을 문헌 조사를 통해 확인한 후 만성질환을 세분화 하여 가중치를 부여하였다. 2013년 선행연구(김치년 등, 김형아 등) 자료를 바탕으로 물리·화학적 특성, 작업환경측정결과 자료, 작업환경실태 조사자료 등을 활용하여 국내 산업계의 취급실태 파악 및 노출가능성 등을 점수화하여 평가하였다.

유해성 평가 결과를 바탕으로 총점 대신 최대값으로 전체 물질에 대해 건강유해성별 등급을 결정한 후, 동일한 등급 내에서 유해성평가 결과와 직업병 발생 여부 항목의 가중치를 합산한 건강유해성 순위와 노출가능성 평가 순위를 합산하여 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자의 우선관리 후보물질 순위를 선정 및 제안하였다. 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질 선정 시 관리대상 유해물질 선정근거에 활용된 유해성 및 노출 가중치를 동일하게 적용함으로써 분류 결과에 대한 일관성 및 신뢰성을 확보하였다. 또한 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질 선정 시 측정방법·분석방법 유무, 작업환경측정 대상 유해인자 해당 여부를 고려하여 선정하였다.

○ 연구결과

연구 결과의 산출물로 구축된 『관리대상 유해물질 선정 기준』을 활용하여 노출기준 설정 화학물질(645종) 및 직업병 발생화학물질(171종)을 대상으로 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질을 제안하였다. 기존

관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 물질을 제외한 관리대상 유해물질 후보물질은 312종이 해당되었으며 그 중 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질은 128종으로 확인되었다. 이 중 상당한 건강장해 제 1그룹(최대값 7점)에 해당되는 후보물질을 대상으로 건강유해성 및 노출 가능성 여부를 통해 우선순위를 산정한 결과, 관리대상 유해물질 후보물질은 알파-메틸 스티렌(98-83-9), 알릴 염화물(107-05-1), 푸르푸릴 알콜(98-00-0), 메틸메타크릴레이트(80-62-6), 메틸 아크릴레이트(96-33-3) 등 108종이 해당되었으며, 이 중 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질은 알파-메틸 스티렌(98-83-9), 알릴 염화물(107-05-1), 푸르푸릴 알콜(98-00-0), 메틸메타크릴레이트(80-62-6) 등 62종이 추가로 제안되었다.

<표 3> 관리대상 유해물질(167종) 분포 현황

건강장해		화학물질명(CAS No.)
중대한 건강 장해	제1그룹 (max10)	산화에틸렌(CAS 75-21-8) 외 10종
	제2그룹 (max9)	에피클로로하이드린(CAS 106-89-8) 외 36종
상당한 건강 장해	제1그룹 (max7)	알릴글리시딜에테르(CAS 106-92-3)외 60종
	제2그룹 (max6)	크레졸(CAS 1319-77-3) 외 28종
	제3그룹 (max5)	포스핀(CAS 7803-51-2) 외 9종
	제4그룹 (max4)	메틸 n-아밀케톤(CAS 110-43-0) 외 12종
일반 건강 장해	제1그룹 (max2)	산화질소(CAS 10102-43-9), N-부틸 아세트산(CAS 123-86-4)
	분류자료 없음	노말-프로필아세트산(CAS 109-60-4), 아세트산 아이소부틸(CAS 110-19-0), 산화마그네슘(CAS 1309-48-4), 아세트산 메틸(CAS 79-20-9)

■ 2010년 연구용역: 산업안전보건법 상 화학물질 규제수준별 기준 마련 및 선정 타당성 등에 관한 연구

○ 연구목적

본 연구의 목적은 산업안전보건법 유해성·위험성평가를 통한 화학물질의 적정구분을 위하여 화학물질 규제수준별 기준을 마련하고 선진외국과 우리나라와 규제수준별 화학물질의 비교를 통하여 어느 정도 일치되는지 그 타당성을 검증하는데 있다.

○ 연구방법

산업안전보건법 상 화학물질의 규제수준별 기준을 마련하고 선정 타당성을 검증하기 위하여 아래와 같은 항목에 대한 문헌조사 등을 실시하였다.

첫째, 산업안전보건법 상 규제수준에 따른 화학물질의 기본정보 구축을 위하여 화학물질 제·개정과 관련된 법령의 연혁과 건강유해성, 노출근로자 수, 유통량 및 사용량 등의 자료를 확보하였다.

둘째, 국제기구 등을 포함한 국내외 선진외국의 화학물질 관련 규정 등의 검토를 통하여 화학물질 규제를 위한 분류기준 등을 확인하였다.

셋째, 국내외 화학물질의 규제수준별 비교를 위하여 산업안전보건법과 미국, 영국, 일본 등 선진외국에서 규정하고 있는 화학물질을 그 수준별로 정보화하였다.

넷째, 확보된 건강유해성 정보, 노출근로자 수, 유통량 및 사용량 등의 자료를 기반으로 우리나라 화학물질 규제수준별 기준을 마련하였다.

다섯째, 산업안전보건법상 관리되고 있는 규제수준별 화학물질과 미국, 영국, 일본 등 선진외국의 규제수준별 화학물질과 공통으로 규제하고 있는 대상물질

을 확인하여 그 타당성을 검정하였다.

○ 연구결과

우리나라 유해성·위험성평가를 통해 구분되는 화학물질의 규제 특성을 살펴보면 화학물질 자체를 규제하는 제조 등의 금지와 제조 등의 허가제도가 있고 화학물질을 적정하게 관리하기 위한 관리대상 유해인자의 규정이 산업안전보건기준에 관한 규칙 내에 마련되어 있다. 또한 이들 화학물질을 관리하기 위한 수단으로 허용기준 및 작업환경측정제도와 그에 수반되는 화학물질 노출기준이 마련되어 있다.

화학물질 자체를 규제하는 수단인 제조 등의 금지와 제조 등의 허가제도는 그 특성상 미국, 일본 등의 선진 외국과 같이 유해성·위험성평가를 바탕으로 해당 화학물질을 제·개정하지 않으며 대부분 국제기구 등에 의한 권고, 사회적 물의 여부 등에 의해 필요시 부분적으로 추가하고 있는 것으로 보인다. 또한, 국내·외 관련규정도 상당히 포괄적인 기준으로만 제시하고 있어 제조 등의 금지 또는 허가물질의 그 기준은 다소 포괄적으로 제시하였다. 또한, 외국의 경우 화학물질로 인한 근로자의 건강보호를 위한 도구 성격인 작업환경측정과 특수건강진단 등에 해당 물질의 신규 규제를 위하여 유해성·위험성평가를 수행하지 않는 것으로 보인다. 이는 유해성·위험성평가의 본연의 취지가 화학물질 관리에 대한 규제에 중심을 두고 있다는 의미로 관리대상 유해물질에 대한 기준과 그 구분을 위한 평가도구도 마련하였다. 다만, 우리나라의 경우 관리대상 유해물질과 작업환경측정 대상물질이 동일하고 금년에 관리대상 유해물질만을 연구하는 과제가 동시에 수행되고 있어 작업환경측정 대상물질에 대한 기준으로 제시하였다. 그 기준과 평가항목으로는 크게 건강유해성 정보 등을 통한 유해성(Hazard)과 유해성·위험성평가결과 노출수준, 유통량 및 사용량 등의 노출(Exposure)을 주요 요인으로 구성하였고, 기타요인으로 직업병 발생 수준, 선진

외국의 규제 수준 등의 항목도 포함하였다. 따라서 신규로 유해성·위험성평가가 이루어지는 경우 화학물질의 규제수준 구분을 위하여 평가도구를 통한 그 수준은 파악할 필요가 있고 해당 기준에 대한 적정한 구분을 위하여 화학물질평가실무위원회와 화학물질평가심의위원회의 역할이 필요한 것으로 보인다.

한편, 화학물질 규제수준별 선정 타당성은 선진외국의 규제수준별 화학물질과 산업안전보건법 상 규제되고 있는 화학물질을 비교하여 확인한 결과 제조 등의 금지는 약 91%, 제조 등의 허가는 77%의 다소 높은 일치율을 보였고, 허용기준 대상물질과 작업환경측정 대상물질의 경우 각각 83%와 95%의 타당성이 있는 것으로 나타났다. 다만, 국제기구 및 선진외국 등에서 규제하고 있는 화학물질과 우리나라 규제수준별 화학물질의 수평형 비교로 그 타당성을 제시하는 것에는 다소 한계가 있었고, 각국의 규제수준별 대상 화학물질도 가급적 유사한 수준으로 선별하고자 하였으나 사업주 위반 시 처벌 수준, 강제성과 권고성 여부, 기록 보존 의무 및 규제 이행 주기 등의 차이는 존재할 수 있다는 제한점은 있다.

3. 연구목적

본 연구는 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종(알파-메틸스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물(플루오라이드 이온으로 존재하는 물질), 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠)을 대상으로 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 산업체 노출 평가(작업환경측정 등) 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준 변경의 적정성을 검토하여 관리대상 유해물질(및 작업환경측정 대상 유해인자) 추가 지정 여부에 대한 제안을 목표로 하였다.

본 연구의 세부 목표는 다음과 같다.

① 인체 유해영향을 인체독성시험자료 혹은 동물독성시험자료를 활용, 정량적으로 평가하여 유해성 결정에 활용될 독성값(무유해 용량 NOAEL, 최소유해용량, LOAEL, 혹은 대안값)을 제시하고, 필요시 독성참고치를 산출하여 제시하였다.

② 연구 대상 화학물질에 대한 국내 산업장에서의 사용 및 노출 현황 조사 하였다. 연구대상 화학물질에 대한 노출 근로자 수, 제조·취급·사용량, 유통량, 국내·외 노출기준의 수준 등에 대한 기본정보를 구축 하였다.

④ 연구대상 화학물질에 대한 노출평가 및 사회경제성 평가 결과에 따라 산업안전보건법 상 규제수준의 적정성을 검토하고, 근로자의 건강장해 예방을 위하여 적절한 관리 수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준(또는

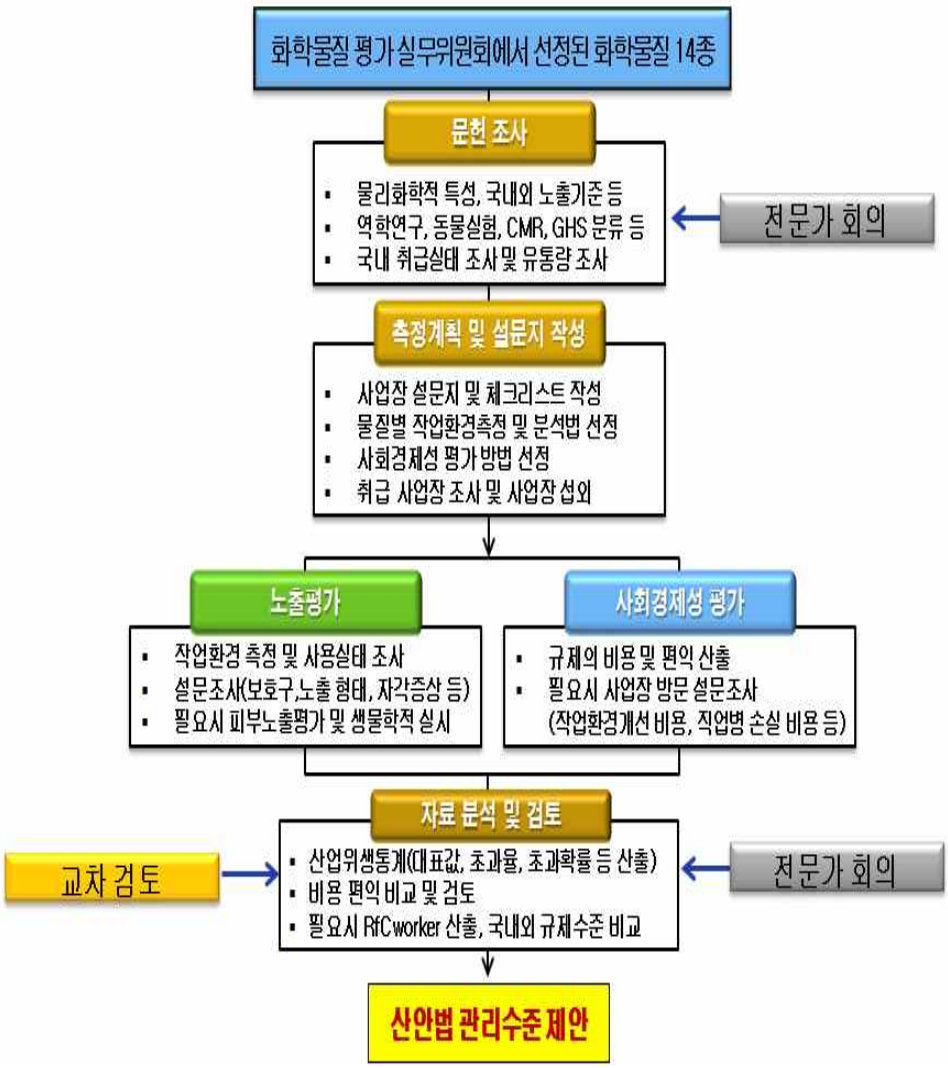
노출기준 개정)의 제안 하였다.

⑤ 2014년도 산업체 노출 평가 결과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐에 대하여 관리대상 유해물질로 편입시 예상되는 산업재해예방 효과 및 사업장에서 발생하는 경제적 부담 등을 분석하고 사회성·경제성 평가 실시하였다.

⑥ 미국, 일본, 독일, EU 등 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준 조사·분석을 통하여 산안법의 화학물질 규제 타당성 검정 및 체계적이고 과학적인 규제기준을 제안하였다.

⑦ 선행 연구 결과 관리대상 유해물질 중 일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대해 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토하여 산안법상 관리수준을 제안하였다.

Ⅱ. 연구내용 및 방법



[그림 4] 연구내용의 틀

1. 연구내용 및 범위

1) 산업체 노출평가 및 사회성·경제성 평가 대상물질

본 연구는 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종(알파-메틸스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물(플루오라이드 이온으로 존재하는 물질), 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠) 및 추가 대상물질 3종(삼차-부틸알콜, 아소프로필 에테르, 텔레늄과 그 화합물)을 대상으로 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 산업체 노출 평가(작업환경측정 등) 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준을 변경의 적정성을 검토하여 관리대상 유해물질(작업환경측정 대상 유해인자) 추가 지정 여부에 대하여 제안하였다.

아래의 표는 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종 및 추가 대상 물질 3종이다.

<표 4> 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종 및 예비 대상 물질 3종

연번	화학물질명	국내 법적 규제현황	합계총점 (유해성총점+노출가능성총점)	CMR 분류정보	취급현황			비고
					사업장수 (개소)	취급근로자수 (명)	취급량 (톤)	
1	알파-메틸 스티렌	-	73	C2	20	430	75,405	연구대상
2	푸르푸릴 알콜	o 화학물질관리법 -유독물질	68	C2	57	491	11,906	연구대상
3	크로톤알데히드	o 화학물질관리법 -유독물질	67	C2, M2	7	59	2,020	연구대상
4	메틸메타크릴레이트	-	67	R2	323	909	71,931	연구대상
5	무기불화물 (Fluorides)	o 화학물질관리법 -유독물질	65	R2	70	339	1,473	연구대상
6	메틸 아크릴레이트	o 화학물질관리법 -유독물질	59	M2	47	552	25,939	연구대상
7	큐멘	-	56	C1B	166	1,351	21,603	연구대상
8	디아세톤 알콜	-	55	R2	252	1,946	2,054	연구대상
9	노말-프로필 알콜	-	55	R2	87	917	3,866	연구대상
10	나프탈렌	-	55	C2	88	5,854	30,477,738	연구대상
11	이소포론	-	54	C2	149	1,696	5,784	연구대상
12	이피엔	o 화학물질관리법 -유독물질	52	R2	13	31	138	연구대상
13	트리부틸 포스페이트	-	48	C2	10	43	5,297	연구대상
14	디메틸아미노벤젠	-	46	C2	7	77	8	연구대상
15	삼차-부틸알콜	-	46	R2	39	357	233,905	추가
16	이소프로필 에테르	-	41	R2	7	70	828	추가
17	텔레늄과 그 화합물	-	41	R2	7	124	388	추가

○ 유해성 정보 수집 및 분석

문헌 고찰을 통해 해당 화학물질들에 의한 인체영향에 대해 정량 및 정성적 분석을 통해 유해성 유무를 확인하였다. 필요시 국내외 현장 조사를 통해 화학물질의 유통현황 및 규제수준을 조사하였다. 인체 유해영향을 인체독성시험자료 혹은 동물독성시험자료를 활용, 정량적으로 평가하여 작업장에서 물질들에 노출로 인한 근로자 위해도 결정에 활용될 독성값(무유해용량 NOAEL, 최소유해용량 LOAEL, 혹은 대안값)을 제안하며 발암 비발암성에 대한 유해도를 각각 조사하였다.

모든 물질에 대한 최근 ACGIH의 TLV documentation을 번역 하였다. 또한 각 물질에 대해 GHS 분류체계를 이용 유해도를 산정하였다.

○ 산업체 노출 평가

작업환경측정자료 분석, 현장실태조사, 작업환경측정, 근로자 설문조사 등 실제 작업현장에서의 노출양상과 근로자들이 의견을 연구에 포함하였다. 취급 사업장수 및 취급량(또는 유통량)은 고용노동부의 “작업환경실태조사(5년 주기)” 또는 환경부의 “화학물질유통량조사(4년 주기)” 자료를 활용하여 조사하였다. 또한 수출입 현황도 조사하였다.

주요 취급공정에서의 노출수준은 표본으로 선정한 사업장을 대상으로 작업환경측정을 실시하여 파악 하였다.

산업체 노출 평가는 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준한 방법으로 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경측정·분석 실시하였다. 시료채취 및 분석은 KOSHA GUIDE에서 제시하는 방법을 활용하되 KOSHA GUIDE에서 제시하는 방법이 없을 경우 선진 외국의 측정·분석 방법을 활용하였다.

대상 화학물질 14종을 2개의 소그룹으로 분류하여 각 7종씩 수행하였다.

○ 작업환경측정결과의 산업위생통계

작업환경측정 자료를 활용하여 근로자의 노출양상을 파악하고 허용기준 초과 가능성 산출하고 노출수준의 수용가능성을 결정하였다. 사업장 또는 근로자 개인에 따라 가변적으로 변동하는 측정 자료를 요약하거나 분류하여 상위 노출그룹에 대한 노출특성을 파악하였다. 산업위생통계는 미국산업위생학회에서 개발한 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 노출기준 초과 확률, 95% 백분위수 점추정치(95th Percentile Point Extimate) 등을 산출하였다.

○ 선진외국 산업보건영역의 화학물질 관리수준 조사·분석

미국, 일본, 독일, 유럽연합(EU) 등에서 화학물질관련 법령 및 각종 제도를 조사하고, 특히 각국의 근로자 건강보호를 위한 산업안전보건 관련 법령 등에서 관리체계 및 관리방법에 대해서 구체적으로 파악하고자 하였다. 특히 외국의 화학물질 관리체계는 규제수준별(노출평가, 건강진단, 유해성 정보전달 등)로 가급적 구분하고 규제대상 화학물질에 대한 선정기준, 절차 및 선정방법 등을 조사하였다.

○ 관리수준 제안

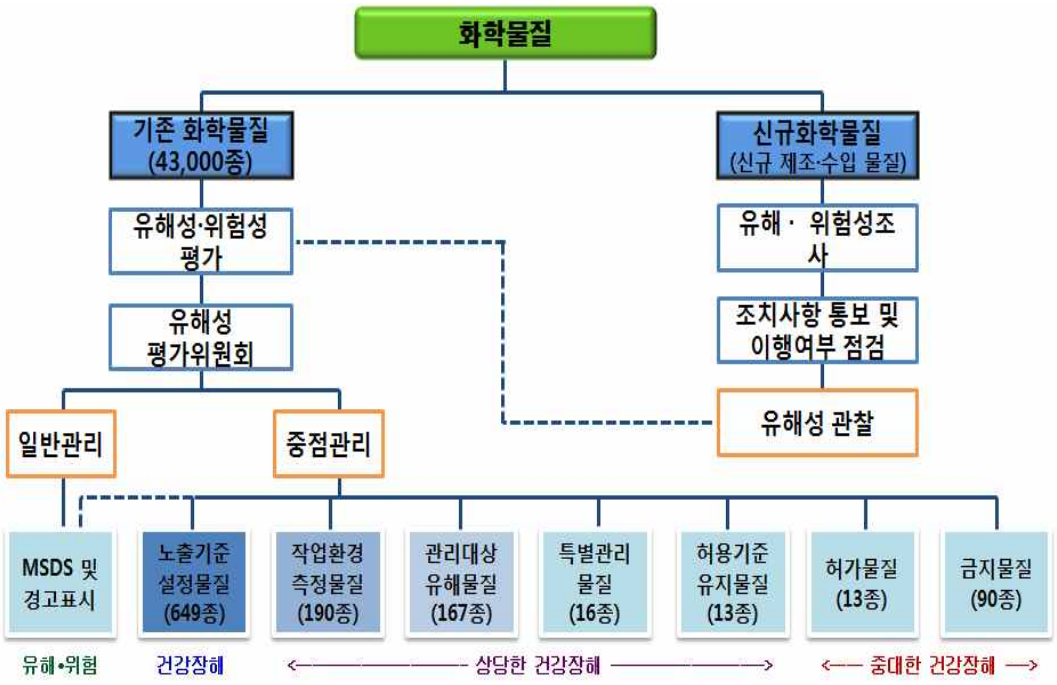
노출평가에서 산출된 근로자 노출량을 근거로 노출에 따른 근로자 집단에서의 위험도를 결정하여 결과에 따라 산업안전보건법 상 규제수준의 적정성을 검토하고, 근로자의 건강장해 예방을 위하여 적절한 관리 수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준의 제안하였다.

- 화학물질의 유해성 종류 및 유해성 정도를 기준으로 법적 관리 필요성 여부를 검토할 후보 물질을 선정하였다.

- 대상물질의 노출기준, 화학물질명, 작업환경측정법 등을 산안법 내 고시, 규칙, 법규 등에서 일치하는지 타당성을 검토하여 노출기준 개정에 필요내용을 제시하였다.

- 산업안전보건법상의 법적 관리대상 화학물질로 규정할 필요성이 있는지 평가하였다.

- 법적 관리 필요성이 있는 경우에 아래 그림과 같이 노출기준 만 선정된 물질을 관리대상, 작업환경측정대상, 특별관리물질 등 적절한 관리수준을 선정하였다.



[그림 5] 산업안전보건법상 화학물질 관리 현황

○ 사회·경제성 평가

대상 화학물질 19종에 대하여 선행 연구(2014년 연구용역 “특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구”)에서 제안된 표준화된 사회성·경제성 평가 방법 및 본 연구진이 제안한 평가방법을 준용하여 관리대상 유해물질 선정시 예상되는 사회적 편익 및 사업장에서의 발생되는 경제적 비용 등을 고려한 사회성·경제성 평가 실시한다.

- 법적 규제로 인한 사회·경제적 손실 및 대체물질의 기술적 적용 가능성 등을 고려한 소요비용을 분석한다.
- 관리대상물질, 작업환경측정 대상물질 등과 같은 법적 관리수준 변경에 따른 직업병 감소, 화재·폭팔 감소 등의 편익을 분석한다.
- 연구대상 물질에 대하여 사회·경제성 평가를 실시하고 그 결과와 유해성·위험성 평가 결과를 함께 고려하여 법적 관리대상으로의 편입 또는 재편할 화학물질을 최종 선정한다.
- 사회경제성 평가 책임자(해당 분야 전문가)와 담당자를 지정하여 연구원과 협의하여 표준 사회경제성 평가 매뉴얼을 작성한다.
- 필요시 사회경제성 평가 기법에 대한 타 연구기관과의 정보공유 및 협력을 하고 평가 매뉴얼에 따라 연구를 수행한다.

2) 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토

2014년도 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구에서 관리대상 유해물질 중 일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대해 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토를 위하여 1단계 : 규제수준에 따른 화학물질의 기본정보를 확인, 2단계 : 국내외 화학물질규제를 위한

분류 기준 등을 파악, 3단계 : 국내외 화학물질별 규제수준을 비교하여 관리대상 화학물질 편입에 대한 적정성, 4단계 측정결과를 통한 위험도를 확인 하였다.

- 규제수준에 따른 화학물질의 기본정보를 확인

산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸에 대한 우리나라 산업안전보건법 상 화학물질 규제수준별(제조 등의 금지, 제조 등의 허가, 허용기준, 관리대상, 특별관리대상, 측정, 특수건강진단, 노출기준)을 확인하고자 하였다. 그리고 6종 물질에 대한 독성 등에 대한 정보는 선행연구 결과를 활용하며, 규제수준별로 동 화학물질에 대한 노출 근로자 수, 사용량, 유통량, 노출 수준, 직업병 발생 현황, 국내외 노출기준의 수준 등에 대한 기본정보를 정리하고자 하였다. 특히, 노출 수준의 경우 관리대상 유해물질의 지속가능 여부 등을 확인하는데 중요한 자료가 되므로 최근 3년간 작업환경측정결과에 대한 전산자료를 파악하여 그 수준을 분석 하였다.

- 국내외 화학물질규제를 위한 분류 기준 등을 파악

국내와 국제기구 및 선진외국의 화학물질 관련 법령 등을 고찰하여 6종의 화학물질의 규제수준별 기준을 확인 하였다.

- 국내외 화학물질별 규제수준을 비교

6종의 관리대상 유해물질에 대한 우리나라 산업안전보건법상 관리되고 있는 규제수준과 미국, 영국, 일본 등 선진외국의 규제수준별 화학물질의 정보를 확보하여 상호 비교할 예정이다. 이 경우 각국의 규제수준별 대상 화학물질은 우리나라와 제도와 제정배경, 사회·문화적 입법 특성 등의 차이로 가급적 유사한 수준으로 선별하여 비교 하였다.

2. 연구방법

(1) 유해성 확인 및 RfC_{worker} 결정

건강유해성 조사는 아래 표에 주어진 바와 같이 총 13항목으로 나누어 조사하였다.

<표 5> 건강 유해성 조사를 위한 항목

한계치 유무	항목	우선순위
한계치 有 (독성)	경구 급성독성	• Rat, GLP, OECD TG을 우선순위로 함
	경피 급성독성	
	흡입 급성독성	• 흡입독성에서는 물질의 성상에 따라 가스, 증기, 분진미스트로 분류함 • Rat, GLP, OECD TG, 4시간 노출을 우선순위로 하며, 노출시간이 4시간이 아닌 경우 환산하여 4시간 노출값을 제시
	표적장기 전신독성 (1회노출)	• 단회 또는 반복노출에 대한 질병 • 일시적인 호흡기계, 중추 또는 말초신경계 또는 그 밖의 장기에 미치는 영향 • 부검시 관찰되는 증상 및 영향 • 생명을 유지하는 장기에서의 세포사의 증거 • 장기의 현저한 기능장해 및 생체장기의 기능장해 등
	표적장기 전신독성 (반복노출)	
	흡인유해성	• 감작후의 화학폐렴 및 다양한 정도의 폐손상 자료를 제시
한계치 有 (자극)	피부 부식성/자극성	• Rabbit, GLP, Draize test, OECD TG을 우선순위로 함
	심한 눈 손상/자극성	
	호흡기과민성	• guinea pig, GLP, OECD TG을 우선순위로 함
	피부 과민성	
한계치 無	발암성	• IARC, ACGIH, EC 1907-2006, NTP자료를 우선순위로 하며, 동물실험보다는 인체 역학 자료를 우선순위로 제시
	생식세포변이원성	• *In vitro* 보다는 *in vivo* 실험에 우선순위로 하며, 포유류 보다는 사람의 세포에서의 평가, 체세포 보다는 생식세포를 이용한 실험에 우선순위로 함 • 양성의 반응을 보일 경우 실험방법 및 근거가 충분한 자료에 우선순위로 함
	생식독성	• 생식독성은 크게 생식독성, 수유독성, 발생독성으로 나누어서 평가하며, 독성이 있다고 평가되면 실험방법 및 근거가 충분한 자료에 우선순위로 함

대상 물질의 유해성 확인을 위한 자료는 KOSHA GIDE(W-6-2011) 화학물질의 유해성·위험성 평가지침에서 제시하고 있는 주요 기관에서 제공하고 있는 유해성·위험성 평가 보고서를 중심으로 수집하였다. 아래 표 7과 같다.

<표 6> 주요기관의 유해성·위험성 평가 보고서

연번	기관 또는 보고서명	홈페이지
1	OECD SIDS	http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDSIDS/indexcasnumb.htm
2	ECB Report	http://esis.jrc.ec.europa.eu/index.php?PGM=ora)
3	ECHA ANNEX XV Report	http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/transitional-measures/annex-xv-transitional-reports
4	US EPA IRIS Report	http://www.epa.gov/IRIS/
5	US ATSDR Toxicological Profile	http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp#I
6	일본 NEDO Report	http://www.safe.nite.go.jp/risk/riskhykdl01.html
7	일본 후생노동성 유해성 평가 보고서	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc09.htm

지침에 제시된 기관 제공 보고서 이외에도 국내외에서 대표적으로 이용되고 있는 독성 데이터베이스를 이용하여 대상 물질의 물리화학적 특성자료, 국·내외 독성실험 자료, 역학연구 자료 등을 수집, 선별하였다. 단계별 자료 수집 절차는 다음과 같다.

- OECD, IARC(International Agency for Research on Cancer), IPCS(International Program on Chemical Safety) 등 국제기구에서 발간되는 화학물질 유해성·위험성 평가 보고서를 검색하여 해당 자료 수집 및 평가

- 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH), 일본 후생노동성, 유럽화학물질청(ECHA) 등 각 국가 정부보고서 및 데이터베이스를 검색하여 해당 자료 수집 및 평가

- 국내 화학물질 관련 정부부처 및 산하기관의 보고서 및 데이터베이스를 이용하여 자료 수집 및 평가

- 국내 GLP 인증기관의 자료 중 관련 자료의 유무를 검토하고 기업비밀과 무관한 경우 이에 대한 자료제공을 요청하여 수집

- 최근 학술지에 개제된 인체독성 관련 연구자료 또는 역학조사 결과보고서를 이용하여 수집 건강유해성 조사를 위한 데이터베이스 목록은 아래 표와 같다.

<표 7> 건강유해성 조사를 위한 데이터베이스 목록

국내외 독성 데이터베이스 목록
- OECD Screening Information Data Set (SIDS)
- International Uniform Chemical Information Database (IUCLID)
- National Library of Medicine (NLM)
- National Library of Medicine/Agency for Toxic Substances and Disease Registry(NLM/ATSDR)
- National Library of Medicine/Chemical Carcinogenesis Research Information System(NLM/CCRIS)
- National Library of Medicine/genetic toxicology(NLM/ GENETOX)
- National Library of Medicine/Hazardous Substances Data Bank(NLM/HSDB)
- International Programme on Chemical Safety(IPCS INCHEM)
- RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) by CCOH
- CorpoRate Solution From Thomson Micromedex (TOMES)
- TLVs and BEIs by American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)
- Environmental Protection Agency's IntegRated Risk Information System (IRIS)
- International Agency for Research on cancer(IARC)
- National Toxicology Program(NTP)
- National Institute of Technology and Evaluation(NITE)
- European chemical Substances Information System(ECB-ESIS)
- IRPTC(International Register of Potentially Toxic Chemicals)
- IPCS (International Programme on Chemical Safety)
- 기타 물질안전보건자료, 보고서 및 관련 논문

유해성 확인은 아래의 표와 같이 세부 분야별로 시행한 후, GHS 인체 영향 분류 항목별 인체 영향 등급을 결정하였다.

<표 8> 대상 물질의 인체 영향에 대한 유해성 확인 단계

단계	과정	세부 조사 내용
1단계	역학 연구 검색	- 사람을 대상으로 원인물질과 영향간의 인과관계를 추론하는 역학 연구 검색을 실행하게 되며, 그 결과를 이용하여 동물 실험결과나 보조적 단기실험결과와 함께 그 물질의 독성을 확증. - 사람에 대한 적절한 독성 종말점과 관련된 노출수준에 대한 정보가 있다면, 역학연구는 용량-반응평가의 근거자료로도 이용함. - 정량적인 역학연구 자료가 존재하였다면 동물에서 사람으로의 외삽이 필요하지 않으며, 위험성 평가시 동물자료보다 우선순위에 두고 동물자료는 보충적인 정보로 이용.
2단계	동물 실험 연구 검색	- 만성독성이나 발암성에 대한 실험동물(in vivo test)연구 결과 검색을 수행하여 그 물질이 발암성은 없으나 독성을 지니는 물질과, 독성과 발암성을 함께 지니는 물질로 구분. - 동물 실험에서 독성 또는 발암성에 대해 양성으로 판정되면 항상 그렇지는 않지만 사람에게 있어서 동일한 독성이나 발암위험의 가능성을 갖는다고 추정. - 대부분의 화학물질에 있어서 역학 연구의 한계성 때문에 실험동물 결과를 통해 위험성을 유추. 실험 동물자료에서 적절한 독성 종말점(toxic endpoint)에 대한 무관찰영향수준(NOAEL) 또는 최저관찰영향수준(LOAEL)에 관한 정보가 있다면, 정량적인 용량-반응 평가의 근거자료로도 이용.
3단계	보충 연구 검색	- 독성에 관한 보충적인 정보를 제공하는 것으로서, 시험관 실험(in vitro test)결과, 약물동력학적연구, 구조-활성 상관관계(structure-activity relationship) 연구결과등을 검색. - 대사작용 및 다른 약물동력학적 연구는 특정성분의 독성 작용기전(mechanism of action)에 대한 정보를 제공. 동물과 사람의 대사작용을 비교하여 인체 독성 잠재성을 예측할 수 있고, 사람에 있어 동일한 독성을 나타내는 용량을 추정하는 것이 가능. - 시험관내(in vitro test)실험은 화학물질의 잠재적·생물학적 활성에 대한 정보를 제공하며, 임의의 화학물질과 구조적으로 관련성이 있는 다른 화학물질의 구조-활성 상관관계(structure-activity relationship)는 대상 화학물질의 가능한 독성에 대한 정보를 제공.
4단계	유해성 분류	- 역학연구, 실험동물연구 및 보충 연구 자료를 바탕으로 특정 화학물질의 인체 독성 유발 가능성 평가.

KOSHA GIDE(W-6-2011) 화학물질의 유해성·위험성 평가지침에 따라 유해성 확인은 양-반응평가와 연계될 수 있도록 가능하다면 발암성과 비발암성 각 유해성 별로 BMDL 또는 NOAEL/LOAEL 등 수치화된 유해성 평가값을 선정하였다. 대상 물질의 유해성 확인 자료에 의한 수치화된 유해성 평가값 선정 과정은 다음과 같다.

- 신뢰도를 확인한 유해성 자료 중 신뢰도가 높은 자료를 바탕으로 각 독성 항목의 NOAEL, LOAEL 또는 BMDL값 결정하였다.

- 각 평가결과에 있어 근거가 되는 연구 자료의 신뢰성과 민감한 독성반응을 근거로 급성 독성 물질, 피부 부식성 또는 자극성 물질, 눈 손상 또는 자극성 물질, 호흡기 과민성 물질, 피부 과민성 물질, 발암성 물질, 생식세포 변이원성 물질, 생식독성 물질, 특정표적장기독성 물질(1회 및 반복노출), 흡인유해성 물질 등 건강유해성 평가 항목을 우선적으로 고려하여 유해성과 그 정도를 정량화하여 제시하였다.

또한 수집된 유해성 자료에 근거하여 인체 발암 유발 등급을 결정하였다. 인체 발암 등급 결정은 유해화학물질이 인체에 암을 유발시킬 수 있는가를 결정하는 과정으로 발암성에 대한 증거를 검색하고, 그 증거들에 가중을 두어 인체 발암 유발 등급을 결정하는 단계이다. 발암성 증거의 가중치 평가 결과를 바탕으로 오염물질의 인체 발암 등급을 평가하였다. 대상유해화학물질에 대한 다양한 증거 자료를 바탕으로 물질의 독성이나 발암성을 확증하게 된다. 수집한 증거자료를 종합하여 그 증거의 가중(weight of evidence)에 따라 오염물질의 유해성(발암성)을 분류하는데 각 나라별 기관별로 다른 체계를 가지고 있다. 아래 표는 각 나라별 기관별 발암물질의 분류 등급을 제시한 것이다.

본 연구에서는 국제암기구(IARC)의 인체 발암 등급 체계를 우선적으로 적용하였으며, 국제암기구 자료 부재시에는 미국 환경보호청(US EPA) 자료를 그 다음 단계로 인용하였다. 아래 표에 주요기관별 인체 발암 분류 등급을 정리하였다.

<표 9> 주요 기관별 인체 발암 분류 등급

국제 암 기구 (IARC)	미국 환경보호청 (US EPA)	유럽 공동체 (EEC)	독일	노르웨이
1. Carcinogenic to Humans	A. Human Carcinogen	1. Known to be Carcinogenic to Man "May cause Cancer"	A1. Carcinogenic in Man	Ⅰ. Sufficient Evidence of Carcinogenicity
2A. Probably Carcinogenic to Humans	B. Probable Human Carcinogenic	2. Regarded as if Carcinogenic to Man 'May cause Cancer"	A2. Animal Carcinogen	Ⅱ. Limited Evidence of Carcinogenicity
2B. Possibly Carcinogenic to Humans	B1. Limited Evidence B2. Sufficient Evidence	3. Concern for Man Owing to Possible Carcinogenic Effect	B. Suspect Carcinogen	
3. Not Classifiable as to its Human carcinogenicity	C. Possible Human Carcinogenic			
4. Probably Not Carcinogenic to Humans	D. Not Classifiable as to Human			
	E. Evidence of Non -Carcinogenicity for Humans			

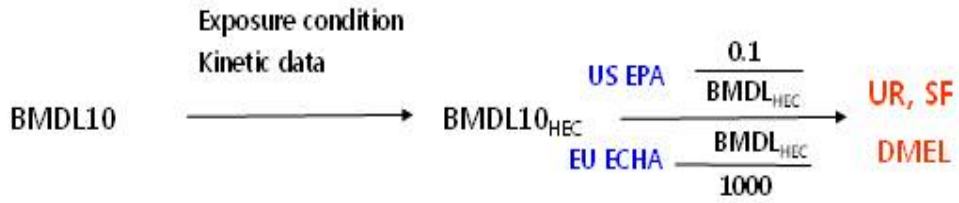
○ RfC_{worekr} 산출

본 연구에서는 KOSHA GUIDE(W-6-2011) 화학물질의 유해성·위험성 평가 지침에 따라 평가 대상 물질의 인체 영향에 대한 용량-반응평가를 실시하여 필요시 RfC_{worker} 산출하였다.

■ 발암성 물질에 대한 용량-반응평가

발암성 평가는 실험동물에서 얻은 발암 최소 영향값 또는 사람의 역학조사에서 얻는 상대 발암위험 등의 자료를 이용하여 위험성 결정에 사용될 수 있는 수치화된 정보를 제공하는 과정이다. 주로 동물실험에서의 얻은 발암 최소 영향값을 이용하여 수치화된 값을 구하는 데, 미국의 EPA에서는 흡입단위위험도(Inhalation unit risk) 또는 경구 발암경사값(Oral slope factor)을 제공하고 있어 많은 나라 또는 기관에서 이 값을 기초로 하여 용량-반응평가를 실시하고 있다.

한편, 최근 유럽연합에서는 REACH 제도를 도입하여 화학 산업계에 대량생산 및 고려물질에 대하여 유해성・위험성 평가를 요구하고 있으며, 통일된 유해성・위험성 평가지침을 제공하고 있다. 미국 EPA에서 제공하는 단위위험도 및 경구 경사값을 구할 수 없는 경우에는 유럽연합에서 제공하는 방법을 준용하여 발암성 물질의 용량-반응평가를 실시할 수 있다. 아래 그림에 발암성물질의 용량-반응평가 절차를 도식화 하였다.



[그림 6] 발암성물질의 용량-반응평가 절차

- 흡입단위위험도(Inhalation Unit Risk)를 이용한 RfCwork 결정

미국 환경보호청(US EPA)에서 제공하는 흡입단위위험도(Inhalation Unit Risk ; IUR) 값을 이용 가능한 경우에는 이 값을 이용하여 발암성물질의 용량-반응평가를 실시하였다. 다만, 단위위험도값은 70㎏의 성인이 1일 24시간 계속해서 70년간 (안정상태에서) 노출했을 경우의 위험도로 작업장 위험성평가에 작용하기 위해서는 변환이 필요하다. 국내 작업장에서의 위험도 평가를 위해 단위위험도값의 변환은 아래와 같이 2단계로 실시하였다. 첫 번째 단계는 단위위험도 값을 작업장단위위험도로 변환하는 과정이며, 두 번째 단계는 작업장에서 허용 가능한 농도 즉, 위험도 10^{-4}에서의 농도를 구하는 단계이다. 여기서는 작업장 유해성 평가값을 미국 EPA에서 사용하는 참고농도(RfC, Reference concentration), 유럽연합의 DNEL/DMEL과 구분하기 위하여 작업장참고농도(RfCwork, workplace reference concentration)라고 하였다.

<표 10> 흡입단위위험도(IUR)값을 이용한 RfC_{worker} 변환 방법

단계	변환방법1)
1단계 $UR_{workplace}$	IUR_{work} = IUR /CF 여기서 CF는 (Option 1) $\left(\frac{\text{미국성인1일호흡량}}{\text{한국근로자8시간호흡량}} * \frac{\text{미국성인연노출일}}{\text{한국근로자연노출일}} * \frac{\text{미국성인노출기간}}{\text{한국근로자노출기간}}\right) / \left(\frac{\text{미국성인체중}}{\text{한국근로자체중}}\right)$ $= \left(\frac{20m^3}{10m^3} * \frac{365days}{260days} * \frac{70years}{40years}\right) / \left(\frac{70kg}{60kg}\right) = 4.2$ 따라서 IUR_{work} = IUR / 4.2 예: unit risk가 1 x 10^{-6} per $\mu g/m^3$인 경우 IUR_{work} = 1 x 10^{-6} / 4.2 per $\mu g/m^3$ = 2.4 x 10^{-7} per $\mu g/m^3$
2단계 **$RfC_{workercarcinogen}$**	RfC_{work} = 1 x 10^{-4} / IUR_{work} = 1 x 10^{-4} / (IUR /4.2) 예: inhalation unit risk가 1 x 10^{-6} per $\mu g/m^3$인 경우 IUR_{worker} = 2.4 x 10^{-7} per $\mu g/m^3$ 이므로 10^{-4} 위험성 농도 = 1 x 10^{-4} /(2.4 x 10^{-7} per $\mu g/m^3$) = 417 $\mu g/m^3$ = 0.4 mg/m^3

1) UR값의 변환에 있어서 체중에 대한 보정을 위해 2가지 Option을 제시하였다. Option 1은 체중에 별도의 변화식을 사용하지 않고 보정하는 것이며, Option 2는 체중에 대한 보정을 실시하지 않는 것이다. 동물에서의 자료를 사람에게 변환할 때 경구독성자료를 이용할 경우에는 일반적으로 체중의 3/4을 보정하고, 흡입독성자료를 이용하지 않을 경우에는 별도로 보정하지 않는데, 경구독성의 경우 체중의 비율을 반올림할 경우 60 kg의 경우와 70 kg의 경우의 차이는 거의 무시할 수 있기 때문에 Option 2도 같이 제시하였다.

- 경구경사(Oral slope Factor)값을 이용한 RfC_{worker} 결정

경구경사값(Oral Slope Factor; SF)는 미국 환경보호청(US EPA)에서 제공하는 발암성 물질 평가값으로 발암성 물질을 경구로 흡수한 경우의 단위위험도를 나타낸다. 흡입 단위위해도(IUR)가 제공되지 않고 경구경사값(Oral Slope Factor)만 제공되는 경우에는 경구경사값(Oral slope factor)을 먼저 흡입단위위험도(Inhalation Unit Risk)로 변환한 후, 흡입단위위험도(IUR) 값을 이용한 RfC_{work} 결정 과정에 따라 작업장참고농도(RfC_{worker})값을 구하였다. 아래 표에 공식이 정리되어 있다.

<표 11> 경구경사값(SF)의 흡입단위위험도(IUR) 변환 방법

IUR = (SF * CF2 * IR) / BW IUR : Inhalation Unit Risk (per $\mu g/m^3$) SF : Oral slope factor (per mg/kg-day) IR: Inhalation rate per day ($20m^3$/day) BW : Body weight (70kg) CF2 : Conversion Factor (0.001mg/μg) ※ 여기서 IR은 성인표준 안정시 호흡율로 20 m^3/day가 적용되며, BW는 미국 성인 평균체중인 70kg이 적용된다.

- DNEL 값을 이용한 RfC_{worker} 결정

DNEL값은 유럽연합에서 수행된 발암성 용량-반응평가값이다. DNEL은 작업장 근로자에 적용하기 위한 값과 일반인에게 적용하기 위한 값이 있을 수 있다. 작업장 근로자에게 적용하기 위한 $DNEL_{work}$이 제공되는 경우에는 별도의 변환계수를 적용하지 않고 이 값을 RfC_{work}로 직접 적용할 수 있다. 다만, 이 경우에도 외삽비율을 확인하여 외삽비율이 1 : 10^4수준으로 변환하여 적용하였다. $DNEL_{work}$이 제공되지 않고 DNEL만 이용 가능한 경우에는 노출특성을 보정하고 외삽비율을 1 : 10^4 수준으로 변환하여 적용하였다.

- $BMDL_{10}$ 값을 이용한 RfC_{worker} 결정

평가 대상 물질에 대한 미국 환경보호청(US EPA), 유럽연합 ECHA 등의 신뢰성이 확보된 기관에서 제공하는 흡입단위위험도(IUR), 경구경사값(SF) 또는 DNEL값은 없으나, 발암성에 대한 용량-반응평가 자료가 존재하여 $BMDL_{10}$ 값을 추정할 수 있는 경우가 있다. 이와 같이 $BMDL_{10}$ 등의 값이 있는 발암성 물질에 대해서는 다음의 표의 방법에 준하여 작업장참고농도(RfC_{work})값을 구하였다.

<표 12> $BMDL_{10}$ 등 발암성 시험값을 이용한 RfC_{work}값 산정 방법

Steps		T25	$BMDL_{10}$
POD	Relevant Dose descriptor	20 ㎎/㎏/day (rat, oral)	10 ㎎/㎏/day (rat, oral)
Step 1	Route-specific bioavailability 50% oral / 100% inhalation	0.5	0.5
	Adjustment for route 0.8ℓ/min/㎏, 8h = 0.384 ㎥/㎏/8hr	1/0.384	1/0.384
	Activity rest/light activity	6.7/10	6.7/10
	Occupational lifetime exposure 7/5 * 70/40 = 2.45	2.45	2.45
	Step 1 correction summary	20 * 0.5 * 1/0.384 * 6.7/10 * 2.45 = 42.8 ㎎/㎥	10 * 0.5 * 1/0.384 * 6.7/10 * 2.45 = 21.4 ㎎/㎥
Step 2	allometric acalling	4	4
	low dose extrapolation(10^{-4} risk) 1/25,000 for T25 1/10,000 for DMDL10	2500	1000
	Step 2 correction summary	42.8 / (4 * 2500) = 0.004 ㎎/㎥	21.4 / (4 * 1000) = 0.005 ㎎/㎥

■ 비발암성 물질에 대한 용량-반응평가

비발암성 물질의 용량-반응평가는 NOAEL/LOAEL 또는 BMD값을 이용하여 무영향기준농도를 정하는 과정이다. 비발암성 평가의 경우에도 발암성 평가에서와 유사하게 외국 기관에서 제공하고 있는 용량-반응평가값을 얻을 수 있

다. 즉, 미국 EPA에서는 RfC 또는 RfD값을 제공하고 있으며, 유럽연합의 ECHA에서도 일부 물질에 대하여 DNEL 값을 제공하고 있다. 그러나 비발암성 평가의 경우에는 기관별로 보정계수의 적용 시 기관별 차이가 발암성평가보다는 크기 때문에 외국기관에서 제공하는 용량-반응평가값의 직접적인 적용은 권고되지 않는다. 미국 EPA의 RfC값 계산방법, 유럽연합 ECHA의 DNEL 산정방법, 일본 후생노동성에서의 평가수준 산정방법이 서로 다르기 때문에 어떤 기관에서 제공하는 용량-반응평가값을 사용하는지에 따라 평가값이 달라지기 때문이다. 즉, 일반적으로 같은 NOAEL값을 사용하여 용량-반응평가를 실시하면 RfC보다 DNEL은 11.8배, 평가수준은 29.4배 높게 나게 됨을 알 수 있다. 이와 같이 나타나는 이유는 일차적으로 EPA에서는 70㎏의 일반인이 1일 24시간 365일간 (안정상태에서) 70년간 노출을 기준으로 RfC 또는 RfD를 구하고 있어 노출조건이 작업장 조건과 다르기 때문이다. 불확실성 계수의 적용에 있어서도 동물시험결과의 사람에 대한 외삽의 경우 미국, 유럽연합, 일본 모두 다른 값을 적용하고 있다. 사람 간 감수성의 차이에 대한 보정에 있어서도 EPA는 10, 유럽연합은 5, 일본은 1을 적용하고 있으며, 시험기간에 대한 불확실성에 있어서도 기관별로 차이가 나타나고 있다. 아래 표에 적용사례를 정리하였다.

<표 13> 비발암성 물질의 용량-반응평가 적용 사례-흡입독성 자료를 이용한 경우

Step		RfC	$DNEL_{workplace}$	평가수준
POD	NOAEL	NOAEL 100 ㎎/㎥ (rat, inhalation) 1일 6시간, 주 5일 13주 반복 노출	NOAEL 100 ㎎/㎥ (rat, inhalation) 1일 6시간, 주 5일 13주 반복 노출	NOAEL 100 ㎎/㎥ (rat, inhalation) 1일 6시간, 주 5일 13주 반복 노출
Quantitative correction	$NOAEL_{adj}$	6/24 * 5/7 * 0.83/0.83 = 0.17	NOAEL * 6/8 * 5/5 * 0.83/1.25 = 0.5NOAEL	NOAEL * 6/8 * 5/5 * 0.83/1.25 = 0.5NOAEL
	$NOAEL_{hec}$	1 (0.14 if affect on ET_j)	1 (0.14 if affect on ET_j)	-
	$NOAEL_{correction}$	0.17NOAEL	0.5NOAEL	0.5NOAEL
Uncertain correction	Interspecies	3	2.5	10
	Intraspecies	10	5	1
	Duration	3	2	1
	Severity	1	1	1
	Quality	1	1	1
	Final	0.17/100 * NOAEL	0.5/25 * NOAEL	0.5/10 * NOAEL
Result		0.17 ㎎/㎥	2 ㎎/㎥	5 ㎎/㎥

따라서 특히 비발암성 평가에 있어 연구자별 보정계수의 적용에 있어 통일된 기준의 제시가 중요하다. 여기서는 연구자간의 보정계수의 적용에 대한 편차를 줄이기 위하여 미국 EPA, 유럽연합 ECHA, 일본 후생노동성의 방법을 종합하여 우리나라에 적합한 기준농도를 제시하고자 하였다. KOSHA GIDE(W-6-2011) 화학물질의 유해성·위험성 평가지침에서는 작업장참고농도(RfC_{work}, workplace reference concentration)는 유럽연합의 DNEL을 기본으로 하여 미국 EPA 방식을 보완하여 아래 표의 방법을 기본으로 하여 전문가의 판단에 따라 구하는 것을 제안하고 있어, 본 연구에서도 이에 따라 수행하였다.

<표 14> 비발암성 물질의 용량-반응평가 보정계수 통일화 지침

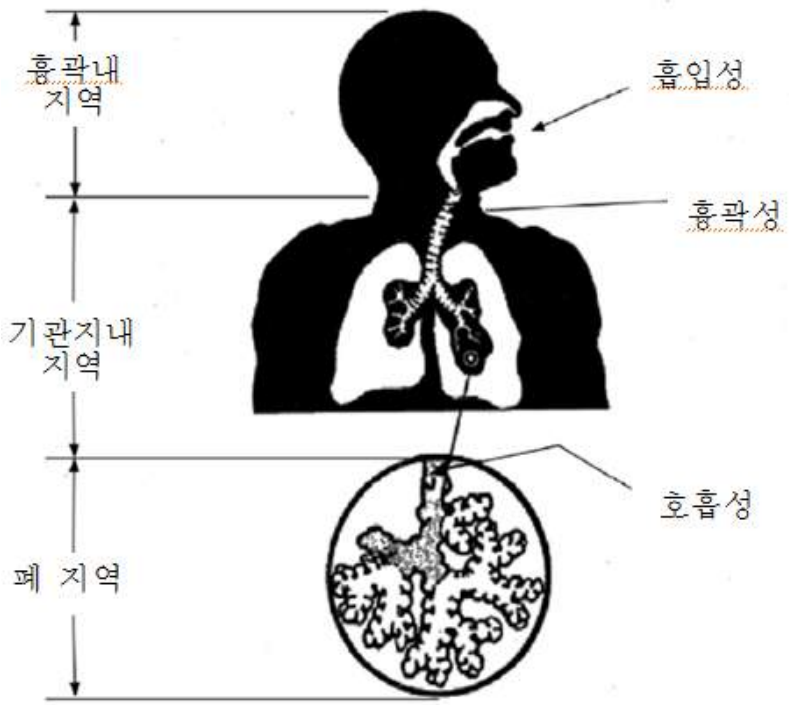
Step			RfC_{work}
POD	NOAEL		NOAEL 100 ㎎/㎥ (rat, inhalation) 1일 6시간, 주 5일 13주 반복 노출
Quantitative correction	$NOAEL_{adj}$		6/8 * 5/5 * 0.83/1.25 = 0.5
	NOAELhec		1 (0.14 if affect on ET_j)
Uncertain correction	Interspecies		3
	Intraspecies		5
	Duration	≥ 4 week	6
		≥ 13 week	2
		≥ 6 month	1
	Severity	NOAEL, BMD	1
		LOAEL	5
	Quality		1

위 표 14에 제시된 방법을 적용할 경우, $NOAEL_{adj}$값의 $NOAEL_{hec}$값으로의 환산은 노출이 경구로 이루어질 때와 흡입으로 이루어질 때 서로 다르다. 먼저 경구로 이루어질 경우 동물시험자료를 사람에 적용할 경우 독성물질의 동태학적 차이는 체중의 3/4승에 비례하는 것으로 알려져 있다. 따라서 즉, $\frac{(BW_{hum}/BW_{ani})}{(BW_{hum}/BW_{ani})^{0.75}} = (\frac{BW_{hum}}{BW_{ani}})^{0.25}$ 에 따라서 적용된다. 시험동물별 보정계수(DAF)는 다음 표와 같다.

<표 15> 경구독성 시험에서 시험동물별 보정계수

Species	Weight (kg)	보정계수 (DAF)	사람 체중	
			70kg	60kg
Mouse	0.03	7	6.95	6.69
Rat	0.25	4	4.09	3.94
Hamster	0.11	5	5.02	4.83
Guinea Pig	0.8	3	3.06	2.94
Rabbit	2	2.4	2.43	2.34
Monkey	4	2	2.05	1.97
Dog	18	1.4	1.40	1.35

흡입으로 노출될 경우에는 영향을 주는 장소에 따라서 보정계수가 달라진다. 예를 들어 화학물질이 Extrathoracic region에 영향을 줄 경우, $\frac{(VE/SA)_{ani}}{(VE/SA)_{hum}}$의 값이 0.14로 NOAELhec값을 구하기 위해 $NOAEL_{adj}$에 0.14를 곱해야 하지만, Tracheobronchial Region에 영향을 줄 경우와 Pulmonary Region에 영향을 줄 경우에는 $\frac{(VE/SA)_{ani}}{(VE/SA)_{hum}}$의 값이 각각 1.4와 1.6으로 $NOAEL_{hec}$가 $NOAEL_{adj}$보다 높게 된다. 입자상 물질의 보정계수는 $\frac{(F*VE/SA)_{ani}}{(F*VE/SA)_{hum}}$이며, 전신독성을 일으키는 물질의 보정계수는 $\frac{(Hb/g)_{ani}}{(Hb/g)_{hum}}$으로 모두 기본값이 1이다. 따라서 흡입독성의 경우, 다음 그림과 같이 입자의 상태, 독성을 일으키는 장소에 대해 주의가 필요하다.



[그림 7] 비발암성 평가의 흡입 노출 시 경로

미국 환경보호청(US EPA)에서 제공하는 RfC 값을 사용하여 RfC_{work}를 구하고자 하는 경우 특히 주의가 필요하다. 먼저 RfC는 70㎏의 성인이 1일 24시간 계속해서 노출되었을 했을 경우의 무영향농도이다. 따라서 우리나라 작업장에서 사용하기 위해서는 우리나라 실정에 따른 보정이 필요하다. 60㎏의 근로자가 1일 8시간 노출 시의 작업장 참고농도는 아래 표의 절차에 따라 산출하였다. RfC를 국내 작업장 값으로 변환하였다면, 불확실성 계수의 적용에 대해서 다시 검토하여야 하였다. 특히 최근 미국 EPA에서는 비발암성 평가에 대한 기준 및 적용이 달라지고 있어 이전에 평가한 화학물질에 대한 RfC의 사용은 더욱 신중하여야 하였다. 아래 표에 RfC_{worker}를 보정하는 방법을 공식화 하였다.

<표 16> 미국 환경보호청의 RfC를 사용하여 RfC_{work}를 보정하는 방법

RfC_{work} = RfC * CF * UFC[2)]

여기서 CF 는

$$= \left(\frac{\text{미국성인1일호흡량}}{\text{한국근로자8시간호흡량}} * \frac{\text{미국성인연노출일}}{\text{한국근로자연노출일}}\right) / \left(\frac{\text{미국성인체중}}{\text{한국근로자체중}}\right)$$

$$= \left(\frac{20m^3}{10m^3} * \frac{365days}{260days}\right) / \left(\frac{70kg}{60kg}\right) = 2.4$$

or

$$= \frac{\text{미국성인1일호흡량}}{\text{한국근로자8시간호흡량}} * \frac{\text{미국성인연노출일}}{\text{한국근로자연노출일}}$$

$$= \frac{20m^3}{10m^3} * \frac{365days}{260days} = 2.8$$

UFC는 불확실성 계수 적용 보정

(2) 산업체 실태조사 및 노출평가

노출평가의 목적이 작업자의 노출수준 파악을 통한 유해성·위험성 평가인 경우에는 지역 시료 모니터링 또는 개인 시료 모니터링을 통한 노출평가 방식으로 활용하였다.

노출 실태조사는 작업자가 근무하는 작업환경에서의 유해화학오염물질의 분포현황을 파악하기 위한 활동으로 크게 예비조사와 작업환경조사로 구분하여 실시하였다.

---

2) UR값의 변환에 있어서 체중에 대한 보정을 위해 2가지 Option을 제시하였다. Option 1은 체중에 별도의 변화식을 사용하지 않고 보정하는 것이며, Option 2는 체중에 대한 보정을 실시하지 않는 것이다. 동물에서의 자료를 사람에게 변환할 때 경구독성자료를 이용할 경우에는 일반적으로 체중의 3/4을 보정하고, 흡입독성자료를 이용하지 않을 경우에는 별도로 보정하지 않는데, 경구독성의 경우 체중의 비율을 반올림할 경우 60㎏의 경우와 70㎏의 경우의 차이는 거의 무시할 수 있기 때문에 Option 2도 같이 제시하였다.

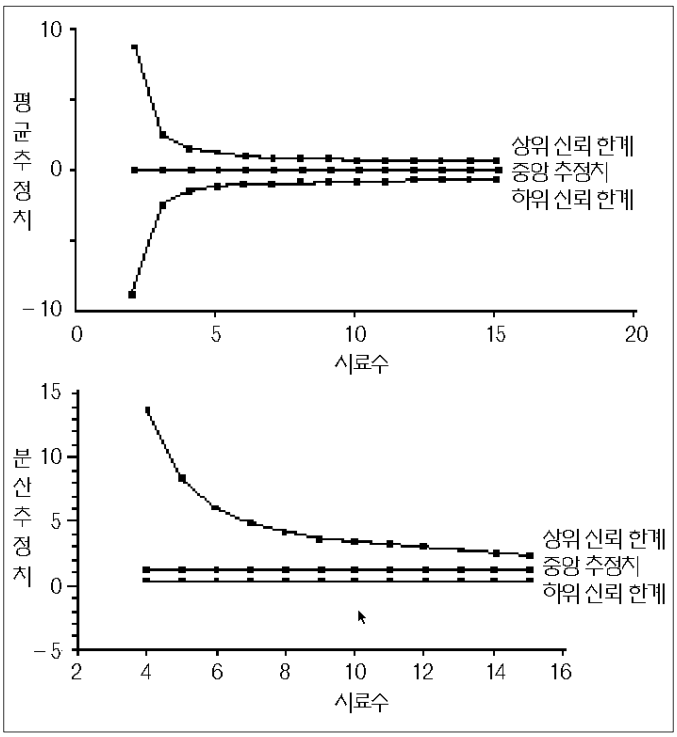
가) 대상 사업장 선정

국내외 선행 연구와 유통량 조사 또는 작업환경실태조사 자료를 검토하여 근로자의 노출이 높을 것으로 추정되는 사업장을 물질별로 5개소 내외를 선정하여 노출 실태조사를 실시하였다. 문헌조사, 유통망 조사 등을 통해 대상물질의 취급이 서비스업 등에서 취급하는 것으로 확인될 경우 노출평가 대상 선정 시 서비스업 등의 사업장을 포함시켰다.

노출평가 과정에서 노출양상의 확인은 유사노출군의 노출에 대한 다양한 특성을 규명하기 위하여 노출 및 노출변이에 대한 자료를 요약하고, 노출 수용여부를 평가하는 과정으로 노출 실태조사 자료는 시간적, 공간적 변이에 따라 불확실성이 존재하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 의도적으로 최고 노출상황을 가정하여 큰 노출범위에서 가장 높은 추정치를 사용하는 것이 필요하였다. 이러한 과대평가 결과가 직업적 노출기준과 비교하여 수용 가능하면 그 노출은 수용 가능한 것으로 판단할 수 있었다.

노출양상이란 유사노출군에 의해서 표현되어지는 노출의 요약된 윤곽으로 노출의 중앙 집중성을 평가해주는 대표값과 노출의 폭이나 변동을 이해하는데 있다. 산업위생전문가의 전문적 판단에 대한 신뢰도가 공정에 대한 경험이 많을수록 증가하듯이, 측정의 신뢰도는 측정 시료수가 많을수록 증가하게 된다. 측정 시료수가 적을수록 실제 분포를 나타내는 노출양상의 윤곽에 대한 신뢰도는 떨어진다.

적정 시료개수는 유사노출군당 최소한 6회 이상을 무작위 측정하는 것을 원칙으로 하며, 노출분포의 합리적 추측은 일반적으로 10개 이상, 분포 적합성의 철저한 검증은 30개 이상이 있어야 하였다. 아래 그림은 모집단의 정규분포에서의 평균과 표준편차를 추정하는데 시료수가 미치는 영향을 나타낸 그림이다.



[그림 8] 평균과 표준편차의 추정과 시료수의 관계

본 연구에서는 대상 물질당 5개 사업장에서 6개 이상의 시료를 채취하여 대상 물질별로 최소 30개 이상의 시료채취를 하는 것을 목표로 하였다. 사업장에 따라 취급 근로자가 부족하거나 사업장 특성상 적정 시료수의 채취가 불가능한 경우 대상물질의 노출이 추정되는 곳에서 추가적으로 지역시료를 채취하여 근로자에 대한 대상물질 노출 개연성을 확인하였다. 지역 측정은 고정된 장소에서 측정하게 되어 개인 노출을 정확히 반영하지 못하는 단점이 있으나, 공정설비로부터 방출되는 농도, 환경인자에 대한 배경수준, 급성 독성물질의 최고농도 검출, 계절적 변이, 환기 효율을 평가하는데 활용될 수 있다.

나) 예비조사

산업안전보건법 시행규칙 제93조의 3 및 노동부고시 작업환경 측정 및 정도관리규정에 의하여 각 작업장의 예비조사는 작업환경을 측정하기 전, 작업장을 방문하여 측정대상 작업장의 공정에 대한 설명 및 현장 방문을 수행하였다. 또한, 과거 작업환경측정 결과를 토대로 측정하고자 하는 화학물질이 노출될 수 있는 공정 및 작업을 예측하는데 활용하며, 비정기적 또는 정기적으로 고농도에 노출될 수 있는 작업이 있는지 파악 및 이를 토대로 8시간에 대한 노출평가를 위한 작업환경측정 전략을 수립하였다.

작업환경측정 전략 수립을 위해서 제조, 취급, 사용 등과 같은 작업장 기본 특성에 대한 정보 수집이 필요하다. 작업환경내 노출 가능한 유해인자와 노출형태 파악하기 위하여 필요한 자료 확보는 아래 표와 같이 작업장 순회와 근로자, 관리자, 기술자의 면담을 통해 작업장 기본 특성 파악에 필요한 정보를 수집하며, 아래 그림과 같은 작업환경 실태 예비조사 체크리스트를 활용하여 예비조사를 실시하였다.

<표 17> 작업장 기본특성 파악을 위한 정보 수집내용

수집방법	정보의 형태
작업장 순회(시설 순시와 관찰)	작업 및 공정, 직무, 개인보호구 착용 유무, 노출관리, 환경인자, 직독식 측정기구
근로자, 관리자, 기술자의 면담	직무, 작업 내용, 보건문제, 공정, 노출관리, 유지, 환경인자,
의료 및 안전담당자와 면담	보건문제, 문제의 양상, 작업내용, 노출력, 환경인자
문서 확인	표준공정, 표준작업 과정, 생산량, 인사기록, 검진기록, 공학, 환경보고서, 공정흐름도, 과거 작업환경, 화학적인자 목록, 사용량, 업무, 직업력, 공학적 관리의 이행, 과거 환경 모니터링 결과, 과거 생물학적 모니터링 결과

다음의 그림은 작업환경 실태 예비조사 Sheet를 제시한 것이다.

물질 명: 작업장 명:

No.	부서 또는 공정명	유해화학 물질명 (상품명)	제조 또는 사용여부	사용용도	월, 취급량 (kg, 톤)	비고

[그림 9] 작업환경 실태 예비조사 Sheet

다) 작업환경 본측정

예비조사를 통해 각 화학물질을 사용하는 작업장을 확인하고, 측정은 확인이 이루어진 작업장에서 산업안전보건법 시행규칙 제93조의 3(작업환경측정방법)에 의하여 정상적인 작업이 이루어지고 있는 근무일에 업무를 시작하는 시점에서부터 업무를 종료하는 시간 내에 점심시간을 제외하고 6시간 이상을 측정하였다.

작업환경측정시의 측정지점의 선정은 산업안전보건법 시행규칙 제93조의 3(작업환경측정방법)에 의하여 각 화학물질이 사용 또는 발생하고 있다고 확인한 단위작업장소(해당 공정 및 작업)에서 각 유해화학물질에 최고 노출된 근로자에게 개인시료를 측정하며, 또한 유해화학물질 발생원 근처에서 지역시료를 측정하였다. 작업환경 측정과 더불어 근로자들을 대상으로 설문조사를 실시하여 작업현장에서의 근무 조건을 파악함으로서 기초자료로 참조하였다.

○ 연구대상물질의 국내 취급현황

2014년 작업환경실태조사 결과에서 연구대상 화학물질의 취급현황은 아래 표와 같다. 아래 사업장 리스트를 토대로 방문 또는 유선상으로 취급여부를 확인하여 노출평가 대상 사업장을 선정하였다.

<표 18> 연구대상 물질(14종) 및 추가 대상물질(3종) 국내 취급현황

연번	화학물질명	용도	2014년 작업환경실태조사 결과		
			사업장 수 (개소)	취급 근로자수 (명)	취급 량 (톤)
1	알파-메틸 스티렌	폴리에스테르 및 알키드 수지 제조 가소제	20	430	75,405
2	푸르푸릴 알콜	셀룰로즈 에스테르류, 에스테르류 등 제조	57	491	11,906
3	크로톤알데히드	노르말-부틸알콜 제조, 유류 정제 시의 용매	7	59	2,020
4	메틸메타크릴레이트	메트아크릴산폴리메틸 중합체 제조	323	909	71,931
5	무기불화물 (Fluorides)	불소화합물의 분쇄, 건조, 가소 제강 등	70	339	1,473
6	메틸 아크릴레이트	종이류의 코팅용, 플라스틱 피막 치과용 등	47	552	25,939
7	큐멘	아세톤, 페놀, 아세토페논, 알파-메틸 스티렌 등 합성	166	1,351	21,603
8	디아세톤 알콜	유지류 및 탄화수소류의 용제	252	1,946	2,054
9	노말-프로필 알콜	용제 유기물질의 합성	87	917	3,866
10	나프탈렌	좀벌레, 나방 구산제 및 염료 제조	88	5,854	30,477 ,738
11	이소포론	제초제 화학물질 제조의 중간체	149	1,696	5,784
12	이피엔	진드기 살충제 등	13	31	138
13	트리부틸 포스페이트	락카류, 플라스틱 및 비닐 수지류의 가소제 광석에서 중금속 추출	10	43	5,297
14	디메틸아미노벤젠	염료 제조	7	77	8
15	삼차-부틸알콜	인공 사향 제조에 원료	39	357	233,905
16	이소프로필 에테르	수지의 용제, 추출제, 페인트 박리제로 사용	7	70	828
17	텔레늄과 그 화합물	반도체 산업 또는 열전기 또는 저장 베터리 제작에 첨가 사용	7	124	388

(3) 연구 대상물질(14종) 및 추가 대상물질(3종)의 작업환경 측정 및 분석방법

연구 대상 화학물질 14종(알파-메틸 스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기불화물, 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠) 및 추가 대상물질 3종(삼차-부틸알콜, 이소프로필 에테르, 텔레늄과 그 화합물)의 선진 외국의 측정·분석 방법은 아래 표와 같다. 연구 대상물질별 국내외 시료채취 및 분석방법을 비교・분석하고, 필요시 국내 실정에 적합한 더 나은 측정 및 분석 방법을 개발하여 제시하고 활용하였다. 노출평가시 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경측정·분석하고 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준하여 실시하였다.

<표 19> 연구대상 물질(14종) 및 추가 대상물질(3종)의 작업환경측정 및 분석법

연번	화학물질명	CAS 번호	측정 및 분석법	분석기기
1	알파-메틸 스티렌	98-83-9	OSHA 07, NIOSH 1501	GC-FID
2	푸르푸릴 알콜	98-00-0	NIOSH 2505	GC-FID
3	크로톤알데히드	4170-30-3	NIOSH 2539, NIOSH 3516, OSHA 81	GC/FID GC-MS HPLC/UV
4	메틸메타크릴레이트	80-62-6	NIOSH 2537, OSHA 94	GC/FID
5	무기불화물 (Fluorides)		NIOSH 7902, NIOSH 7906	ISE IC-CD
6	메틸 아크릴레이트	96-33-3	NIOSH 1459, NIOSH 2552, OSHA 92	GC/FID
7	큐멘	98-82-8	NIOSH 1501, OSHA PV2137, OSHA 07	GC/FID
8	디아세톤 알콜	123-42-2	NIOSH 1402, NIOSH 1405, OSHA 07	GC/FID
9	노말-프로필 알콜	71-23-8	NIOSH 1405, NIOSH 1401, OSHA 07	GC/FID
10	나프탈렌	91-20-3	NIOSH 5515, NIOSH 5506, OSHA 35	GC/FID HPLC/UV
11	이소포론	78-59-1	NIOSH 2508, NIOSH 2556, OSHA 07	GC/FID
12	이피엔	2104-64-5	NIOSH 5012	GC/FPD
13	트리부틸 포스페이트	126-73-8	NIOSH 5034	GC/FPD
14	디메틸아미노벤젠	1300-73-8	NIOSH 2002	GC/FID GC/NSD
15	삼차-부틸알콜	75-65-0	NIOSH 1400, OSHA 07	GC/FID
16	이소프로필 에테르	108-20-3	NIOSH 1618, OSHA 07	GC/FID
17	텔레늄과 그 화합물	13494-80-9	NIOSH 7301, NIOSH 7303, NIOSH 7300, NIOSH 9102 OSHA ID 121, OSHA ID 132SG	ICP/AES AA/GF

■ 연구대상 물질 (1) : 알파-메틸 스티렌 (CAS No. 98-83-9)

알파-메틸 스티렌 측정 및 분석법은 OSHA 07과 NIOSH 1501에서 시험법이 권고되고 있다. NIOSH 1501 방법과 OSHA 07 방법 모두 charcoal tube로 시료를 채취하여 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 알파-메틸 스티렌을 분석하는 방법이다.

<표 20> OSHA Method 07의 알파-메틸 스티렌 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 3 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 mL을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 uL 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 μm df

#07 by OSHA

<표 21> NIOSH Method 1501의 알파-메틸 스티렌 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 30 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 30일 (at 5℃) 4. 공시료 : 시료 세트의 10%의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : CS_2 1mL을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 1 uL (split : 5:1) 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 40 ℃ 10℃/min 승온 230℃ (hold 10min) 5. 운반가스: 헬륨, 2.6 mL/min 6. 칼럼 : 30m × 0.32-mm i.d.1-μm film 100% PEG 또는 그와 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.036 - 3.57 ug/sample 9. 검출한계 : 0.6 ug/sample

NMAM #1501 by NIOSH

■ 연구대상 물질 (2) : 푸르푸릴 알콜 (CAS No. 98-00-0)

푸르푸릴 알콜의 측정 및 분석법은 NIOSH 2505으로 권고하고 있으며, OSHA에서는 공식적인 측정 및 분석법을 제공하지 않고 있다. 아래 표는 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 측정 및 분석법이다. NIOSH 2505 방법은 Porapak Q 흡착 튜브로 시료를 채취하여 아세톤으로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 푸르푸릴 알콜을 분석하는 방법이며, 검출한계는 시료 당 0.01 ug 이다.

<표 22> NIOSH Method 2505의 푸르푸릴 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Porapak Q) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.05 L/min 4) 총량 : 최소 - 3 L 최대 - 25 L (at 10 ppm) 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 적어도 일주일 (at 25℃) 4. 공시료 : 시료 세트의 2-10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 아세톤 1mL을 넣고, 15분간 보관 3. 주입량 : 5 uL 4. 온도 - 도입부 : 225 ℃ 검출부 : 225 ℃ 칼 럼 : 200 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 질소 50 mL/min 6. 칼럼 :stainless steel, 1 m x 3-mm OD, packed with 50/80 mesh Porapak Q 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.12 - 3.6 ug/sample 9. 검출한계 : 0.01 ug/sample

NMAM #2505 by NIOSH

■ 연구대상 물질 (3) : 크로톤알데히드 (CAS No. 4170-30-3)

크로톤알데히드의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 2539, NIOSH Method 3516 그리고 OSHA Method 81에서 시험법이 권고되고 있다. 각각의 분석법에서는 고체, 액체, 여과채취로 서로 다른 방법으로 시료를 채취하였다. NIOSH Method 2539에서는 Toluene으로 탈착하여 GC/FID 또는 GC/MS를 사용하여 크로톤알데히드를 분석하고, NIOSH Method 3516에서는 Differential Pluse Polarography을 이용하여 크로톤알데히드를 분석하였다. OSHA Method 81에서는 아세토니트릴 3 mL에서 60분 초음파 추출 후, 0.1% 인산을 넣은 물과 아크릴로니트릴을 6:4로 혼합한 이동상을 이용하여 HPLC/UV로 분석하였다. 세 가지의 분석법에 대한 검출한계를 비교하였을 때, OSHA Method 81로 분석하는 것이 가장 유용한 것으로 볼 수 있다.

<표 23> NIOSH Method 2539의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착 튜브 (XAD-2, 120 mg/60 mg) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.05L/min 4) 총량 : 5 L 2. 운반 : 25℃ 이하로 보관하여 운반 3. 시료안정성 : 최소 7일 (25℃) 4. 현장공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장 공시료 필요 5. 시료공시료 : 세트당 6개의 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID 또는 MS 로 분석 2) 기기 : GC/FID, GC/MS 2. 탈착 방법 : Toloene 1 ㎖을 넣고, 60분간 초음파 3. 주입량 : 1 L 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 280 ℃ 칼 럼 : 70 ℃ (hold 1min) 6℃/min 승온 100℃ (hold 2min) 30℃/min 승온 260℃ 5. 운반가스: 헬륨, 0.5 mL/min 6. 칼럼 : 15m × 0.32-mm, capillary, 1μm film 6% cyanopropyl-phenyl, DB-1301 또는 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 검출한계 : 2 ug/sample

NMAM #2539 by NIOSH

<표 24> NIOSH Method 3516의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 액체 채취 2) 기구 및 채취제 : 임핀저 3) 시료채취유량: 0.1 ~ 0.2 L/min 4) 총량 : 최소- 1 L (at 2 ppm) 최대- 49 L 2. 운반 : 8℃로 보관하여 운반 (채취 후 4시간 이내 분석 못 할 시) 3. 시료안정성 : 최소 7일 (8℃) 최대 4시간 (25℃) 4. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : 적하수은 전극을 지시전극으로 사용하여 전압-전류 곡선을 측정하고 해석 2) 기기 : Differential Pluse Polarography 2. 수은방울 낙하 시간: 1sec 3. 투과율: 5 mV/s 4 .투과 범위: -0.6 ~ -1.2V 5. 범위: 35 ~ 139 ug/sample

NMAM #3516 by NIOSH

<표 25> OSHA Method 81의 크로톤알데히드 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과 채취 2) 기구 및 채취제 : open face air monitoring cassette containing two glass fiber filters (2,4-dinitrophenylhydrazine/ phosphoric acid) 3) 시료채취유량: 0.1 L/min 4) 총량 : 6ℓ 2. 운반 : -20℃로 보관하여 운반	1. 원리 및 기기 1) 원리 : HPLC를 이용하여 분리 후 UV로 검출 2) 기기 : HPLC/UV 2. 탈착 방법 : 아세토니트릴 3mL에서 60분 초음파 추출 3. 주입량 : 15 ㎕ 4. 이동상 : acetonitrile / water containing 0.1% phosphoric acid 4:6, 1 mL/min 5. 칼럼 : 25 cm × 4.6-mm I.D. 6. 검출기 : UV 365nm 7. 검출한계 : 0.56 ug/sample

#81 by OSHA

■ 연구대상 물질 (4) : 메틸메타크릴레이트 (CAS No. 80-62-6)

메틸메타크릴레이트의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 2537와 OSHA Method 94에서 시험법이 권고되고 있다. NIOSH Method 2537에서는 XAD-2로 시료를 채취하며, OSHA Method 94에서는 TBC로 코팅된 charcoal tube로 시료를 채취하였다. NIOSH Method 2537에서는 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 메틸메타크릴레이트를 분석하고, OSHA Method 94에서는 Toluene으로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 분석을 하였다. 두 방법에서는 칼럼 온도를 승온으로 분석하는데, NIOSH Method 2537에서는 칼럼의 초기 온도를 50℃에서 시작하여 150 ℃까지 8 ℃/min씩 승온으로 분석하고, OSHA Method 94에서는 칼럼의 초기 온도를 120 ℃에서 시작하여 150 ℃까지 5 ℃/min씩 승온으로 분석하였다.

NIOSH Method 2537의 검출한계는 시료 당 0.4 ug이고 OSHA Method 94의 검출한계는 시료 당 1.852 ug으로 NIOSH Method 2537이 검출한계의 용이성을 보여주어 NIOSH Method 2537으로 분석하는 것이 OSHA Method 94으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 26> NIOSH Method 2537의 메틸메타크릴레이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1 .채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (XAD-2, 400/200 mg) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.05L/min 4) 총량 : 최소 - 1L (at 100 ppm) 최대 - 8 L 2. 운반 : 드라이아이스에 보관하여 운반 3. 시료안정성 : 7일 (at 25℃) 31일 (at 5℃) 4. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : CS_2 2㎖을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 50 ℃ (hold 3min) 8 ℃/min 승온 150 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 5.0 mL/min 6. 칼럼 : 30m x 0.53 mm I.D,, capillary, 3um film crossbonded® 35% diphenyl-65% dimethyl polysiloxane 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.9-8240 ug/sample 9. 검출한계 : 0.4 ug/sample

NMAM #2537 by NIOSH

<표 27> OSHA Method 94의 메틸메타크릴레이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube coated TBC) 3) 시료채취유량: 0.05 L/min 4) 총량 : 3ℓ 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : Toluene 1mL를 넣고 30분간 보관 3. 주입량 : 1㎕ (split 5.4:1) 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 120 ℃ 5 ℃/min 승온 150 ℃ (hold 5min) 5. 가스 : 수소, 1.35 ml/min 5. 칼럼 : 60 m × 0.32-mm I.D., capillary SPB™ -1 (4.0-㎛ film thickness) 6. 검출한계 : 1.852 ug/sample

#94 by OSHA

■ 연구대상 물질 (5) : 무기불화물 (Fluorides)

무기불화물은 플루오라이드 이온으로 존재하는 물질을 측정하였고 측정 및 분석법은 NIOSH Method 7902와 NIOSH Method 7906에서 시험법이 권고되고 있다. 두 분석법 모두다 여과+액체 채취 방법을 사용하고 있으나, 분석하는 원리 및 기기는 다르다. NIOSH Method 7902는 ISE를 이용하여 NaOH, 물, TISAB를 이용하여 탈착하고, NIOSH Method 7906는 이온크로마토그래피를 이용하여 8 mM Na_2CO_3과 1 mM $NaHCO_3$로 탈착하여 분석하였다.

<표 28> NIOSH Method 7902의 무기불화물 (Fluorides) 시료채취 및 분석방법(1)

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과채취+액체채취 2) 기구 및 채취제 : FILTER + TREATED PAD 3) 시료채취유량: 1 - 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 12 L 최대 - 800 L (at 2.5 mg/㎥) 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 안정 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : 이온전극을 이용하여 분석 2) 기기 : ISE 2. 탈착 방법 : FILTER : NaOH에 용해 후, 물50 mL+TISAB로 추출 TREATED PAD : 물50 mL+TISAB로 추출 3. 범위 : 0.03 - 1.2 mg/sample 4. 검출한계 : 3 ug/sample

NMAM #7902 by NIOSH

<표 29> NIOSH Method 7906의 무기불화물 (Fluorides) 시료채취 및 분석방법(2)

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과채취+액체채취 2) 기구 및 채취제 : PRE FILTER + TREATED FILTER 3) 시료채취유량: 1 - 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 15 ℓ 최대 - 1000 ℓ 2. 운반 : 4℃로 보관하여 운반 3. 시료안정성 : 최소 14일 4. 공시료 : 시료 세트당 최소3개의 현장시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : 이온크로마토그래피를 이용하여 분석 2) 기기 : 이온크로마토그래피(IC) 2. 탈착 방법 : 8 mM Na2CO3 / 1 mM NaHCO3, 1.0 mL/min 3. 주입량 : 50 uL 4. 칼럼 : Pre-column, anion-exchange column and suppressor column 5.. 범위 : 0.4 - 8 mg/L 6. 검출한계 : 0.1 mg/L

NMAM #7906 by NIOSH

■ 연구대상 물질 (6) : 메틸 아크릴레이트(CAS No. 96-33-3)

메틸 아크릴레이트의 측정 및 분석법은 OSHA 92과 NIOSH 1459에서 시험법이 권고되고 있다. NIOSH 1459 방법과 OSHA 92 방법 모두 charcoal tube로 시료를 채취하여 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 메틸 아크릴레이트를 분석하는 방법이다.

GC/FID를 이용한 분석 과정에서 OSHA 92 방법은 칼럼의 온도를 승온으로 분석하고 NIOSH 1459 방법은 칼럼의 온도를 등온으로 분석하며, OSHA 92 방법의 검출한계는 시료 당 1.682 ug이고 NIOSH 1459 방법의 검출한계는 시료 당 10 ug으로 OSHA 92 방법이 검출한계의 용이성을 보여주어 OSHA 92 방법으로 분석하는 것이 NIOSH 1459 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 30> OSHA Method 92의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.05 L/min 4) 총량 : 12ℓ(at 10 ppm) 2. 운반 : 저온 운반 3. 시료안정성 : 확인 안 됨. 4. 공시료 : 시료 세트당 최소 1개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 ml을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 10 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 50 ℃ 5 ℃/min 승온 100 ℃ (hold 8min) 25 ℃/min 승온 275 ℃ ((hold 8min) 5. 운반가스: 수소, 1.2 ml/min(split 12.5:1) 6. 칼럼 : 60 m × 0.32-mm i.d. capillary SPB-5 7. 검출한계 : 1.682 ug/sample

#92 by OSHA

<표 31> NIOSH Method 1459의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.02 L/min 4) 총량 : 최소 - 1 ℓ 최대 - 5 ℓ(at 10 ppm) 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 확인 안 됨. 4. 공시료 : 시료 세트당 2-10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1㎖을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 5 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 225 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 70 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 30 ml/min 6. 칼럼 : 10 ft x 1/8-in, 50/0 FFAP 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 35-350 ug/sample 9. 검출한계 : 10 ug/sample

NMAM #1459 by NIOSH

■ 연구대상 물질 (7) : 큐멘(CAS No. 98-82-8)

큐멘의 측정 및 분석법은 OSHA 07, OSHA PV2137 그리고 NIOSH 1501에서 시험법이 권고되고 있다. OSHA 07, OSHA PV2137 그리고 NIOSH 1501 방법 모두 charcoal tube로 시료를 채취하였다. OSHA 07, NIOSH 1459 방법은 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 큐멘을 분석하는 방법이고, OSHA PV2137 방법은 CS_2 와 DMF를 99:1로 혼합한 용매로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 큐멘을 분석하는 방법이다. GC/FID를 이용한 분석 과정에서 OSHA PV2137와 NIOSH 1459 방법 모두 칼럼의 온도를 승온으로 분석하였다. OSHA PV2137 방법은 컬럼의 초기 온도를 70 ℃에서 시작하여 180 ℃까지 15 ℃/min 씩 승온으로 분석하고, OSHA 1501 방법은 컬럼의 초기 온도를 40 ℃에서 시작하여 230 ℃까지 10 ℃/min 씩 승온으로 분석하였다.

OSHA PV2137 방법의 검출한계는 시료 당 0.296 ug이고 NIOSH 1501 방법의 검출한계는 시료 당 0.6 ug으로 OSHA PV2137 방법이 검출한계의 용이성을 보여주어 OSHA PV2137 방법으로 분석하는 것이 NIOSH 1501 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다. OSHA PV2137 방법으로 분석하는 것이 NIOSH 1501 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 32> OSHA Method 07의 큐멘 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 mL을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 uL 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 μm df

#07 by OSHA

<표 33> OSHA Method PV2137의 큐멘 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 24 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 와 DMF를 99:1로 혼합한 용매 1 mL 사용 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 225 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 70 ℃ 15 ℃/min 승온 180 ℃ (hold 2min) 5. 가스 : 수소, 30 mL/min 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm ZB Wax(1m df) capillary column 6. 검출한계 : 0.296 ug/sample

#PV2137 by OSHA

<표 34> NIOSH Method 1501의 큐멘 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 30 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 30일 (at 5℃) 4. 공시료 : 시료 세트의 10%의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : CS_2 1mL을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 1 uL (split : 5:1) 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 40 ℃ 10℃/min 승온 230℃ (hold 10min) 5. 운반가스: 헬륨, 2.6 mL/min 6. 칼럼 : 30m × 0.32-mm i.d.1-μm film 100% PEG 또는 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.039 - 3.46 ug/sample 9. 검출한계 : 0.6 ug/sample

NMAM #1501 by NIOSH

<표 35> NIOSH Method 1459의 메틸 아크릴레이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.02 L/min 4) 총량 : 최소 - 1 ℓ 최대 - 5 ℓ(at 10 ppm) 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 확인 안 됨. 4. 공시료 : 시료 세트당 2-10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 ㎖을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 5 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 225 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 70 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 30 ml/min 6. 칼럼 : 10 ft x 1/8-in, 50/0 FFAP 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 35-350 ug/sample 9. 검출한계 : 10 ug/sample

NMAM #1459 by NIOSH

■ 연구대상 물질 (8) : 디아세톤 알콜

디아세톤 알콜의 측정 및 분석법은 OSHA 07, NIOSH 1402, 그리고 NIOSH 1405 방법에서 시험법이 권고되고 있다.

OSHA 07, NIOSH 1402, 그리고 NIOSH 1405 방법 모두 charcoal tube로 시료를 채취하였다. OSHA 07 방법은 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 디아세톤 알콜을 분석하는 방법이고, NIOSH 1402 방법과 NIOSH 1405 방법은 5% 2-propanol을 CS_2에 혼합한 1 mL을 넣은 용매로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 다이세톤 알콜을 분석하는 방법이다.

GC/FID를 이용한 분석 과정에서 NIOSH 1402 방법과 NIOSH 1405 방법 둘다 5% 2-propanol을 CS_2에 혼합한 1 mL을 용매로 분석하는데 NIOSH 1402 방법은 칼럼의 온도를 80 - 120 ℃ 등온으로 분석하고 NIOSH 1405 방법은 칼럼의 온도를 초기기 온도를 35 ℃에서 시작하여 60 ℃까지 5 ℃/min 씩 승온으로 분석한 후, 120 ℃까지 10 ℃/min씩 승온으로 분석하였다.

NIOSH 1405 방법의 검출한계는 시료 당 1 ug이고 NIOSH 1402 방법의 검출한계는 시료 당 0.11 mg으로 NIOSH 1405 방법이 검출한계의 용이성을 보여주어 NIOSH 1405 방법으로 분석하는 것이 NIOSH 1402 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 36> OSHA Method 07의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 ml을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 ㎕ 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 ㎛

<표 37> NIOSH Method 1402의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 냉동으로 보관 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 2-propanol 5%와 CS_2를 혼합한 1㎖을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 5 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 - 300 ℃ 칼 럼 : 80 - 120 ℃ 5. 운반가스: 질소 또는 헬륨, 30 mL/min 6. 칼럼 : 3 m x 2-mm ID, 10% SP-1000 on 80/100 mesh Supelcoport 또는 그와 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 1.1 - 4.7 mg/sample 9. 검출한계 : 0.01 mg/sample

<표 38> NIOSH Method 1405의 디아세톤 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 최대 7일 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 2-propanol 5%와 CS_2를 혼합한 1㎖에 넣고 탈착 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 220 ℃ 검출부 : 250 - 300℃ 칼럼 : 35 ℃ (hold 7min) 5℃/min 승온 60 ℃ (hold 5min) 10℃/min 승온 120 ℃ ((hold 3min) 5. 운반가스: 헬륨, 4 mL/min 6. 칼럼 : 30 m x 0.32-mm ID,, Capillary, 0.5 μm film PEG, DBwax 또는 그와 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 9 - 3,260 ug/sample 9. 검출한계 : 1 ug/sample

■ 연구대상 물질 (9) : 노말-프로필 알콜

노말-프로필 알콜의 측정 및 분석법은 OSHA 07, NIOSH 1401, 그리고 NIOSH 1405 방법에서 시험법이 권고되고 있다.

OSHA 07, NIOSH 1401, 그리고 NIOSH 1405 방법 모두 charcoal tube로 시료를 채취하였다. OSHA 07 방법은 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 노말-프로필 알콜을 분석하는 방법이고, NIOSH 1401 방법은 1% 2-propanol을 CS_2에 혼합한 1mL을 넣은 용매로 탈착하고 NIOSH 1405 방법은 5% 2-propanol을 CS_2에 혼합한 1 mL을 넣은 용매로 탈착하여 GC/FID를 사용하여 노말-프로필 알콜을 분석하는 방법이다.

GC/FID를 이용한 분석 과정에서 NIOSH 1401 방법과 NIOSH 1405 방법 둘 다 소량의 2-propanol을 CS_2에 혼합한 1 mL을 용매로 분석하는데 NIOSH 1401 방법은 칼럼의 온도를 75 ℃ 등온으로 분석하고 NIOSH 1405 방법은 칼럼의 온도를 초기기 온도를 35 ℃에서 시작하여 60 ℃까지 5 ℃/min 씩 승온으로 분석한 후, 120 ℃까지 10 ℃/min씩 승온으로 분석하였다.

NIOSH 1405 방법의 검출한계는 시료 당 1 ug이고 NIOSH 1401 방법의 검출한계는 시료 당 0.01 mg으로 NIOSH 1405 방법이 검출한계의 용이성을 보여주어 NIOSH 1405 방법으로 분석하는 것이 NIOSH 1401 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 39> OSHA Method 07의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1 mL을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 ㎕ 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 ㎛ df

<표 40> NIOSH Method 1401의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 냉동으로 보관 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 2-propanol 1%와 CS_2를 혼합한 1㎖에 넣고 탈착 3. 주입량 : 5 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 - 300 ℃ 칼 럼 : 75 ℃ 5. 운반가스: 질소 또는 헬륨, 20 mL/min 6. 칼럼 : 3 m x 2-mm ID, 10% SP-1000 on 80/100 mesh Chromosorb WHP 또는 그와 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 2.5 - 10 mg/sample 9. 검출한계 : 0.01 mg/sample

<표 41> NIOSH Method 1405의 노말-프로필 알콜 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Coconut shell charcoal tube) 3) 시료채취유량: 0.01 - 0.2 L/min 이하 4) 총량 : 최소 - 1 L 최대 - 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 14 - 30일 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 2-propanol 5%와 CS_2를 혼합한 1㎖에 넣고 탈착 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 220 ℃ 검출부 : 250 - 300℃ 칼 럼 : 35 ℃ (hold 7min) 5℃/min 승온 60 ℃ (hold 5min) 10℃/min 승온 120 ℃ ((hold 3min) 5. 운반가스: 헬륨, 4 mL/min 6. 칼럼 : 30 m x 0.32-mm ID,, Capillary, 0.5 μm film PEG, DBwax 또는 그와 유사한 것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 8 - 3,020 ug/sample 9. 검출한계 : 1 ug/sample

■ 연구대상 물질 (10) : 나프탈렌

나프탈렌의 측정 및 분석법은 NIOSH 5515, NIOSH 5506, 그리고 OSHA 35 방법에서 시험법이 권고되고 있다.

NIOSH 5515와 OSHA 35 방법은 GC를 이용하여 분리한 후 FID로 나프탈렌을 분석하고 NIOSH 5506 방법은 HPLC를 이용하여 분리 후 UV파장에서 나프탈렌을 검출하는 방법이다. OSHA 35방법은 Chromosorb 106 tubes로 시료를 채취하여 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 나프탈렌을 분석하는 방법이고, NIOSH 5515 방법은 37-mm PTFE 여과지와 XAD-2 흡착 튜브로 시료를 채취하여 5% 2-propanol을 혼합한 CS_2로 탈착하고 GC/FID를 사용하여 나프탈렌을 분석하는 방법이다. NIOSH 5506 방법은 37-mm PTFE 여과지와 XAD-2 흡착 튜브로 시료를 채취하여 아세토니트릴 5mL에서 30 - 60분 초음파 추출로 탈착하여 HPLC를 이용하여 분리 후 UV파장에서 나프탈렌을 검출하는 방법이다.

NIOSH 5515 방법의 검출한계는 시료 당 0.3 - 0.5 ug이고, NIOSH 5506 방법의 검출한계는 시료 당 0.2 - 0.8 ug이다. 그리고 OSHA 35 방법의 검출한계는 시료 당 4 ug으로 NIOSH 5515 방법과 NIOSH 5506방법이 검출한계의 용이성을 보여주어 NIOSH 5515 방법 또는 NIOSH 5506방법으로 분석하는 것이 OSHA 35 방법으로 분석하는 것 보다 더 유용하다.

<표 42> OSHA Method 35의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (Chromosorb 106 tubes) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 17일 이상	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : CS_2 1 ml에 넣고 탈착 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 120 ℃ 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 칼럼 : 10 ft × 1/8 in., stainless steel, packed with 3% SP-2100 on 100/120 8. 검출한계 : 4 ug/sample

<표 43> NIOSH Method 5515의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과 채취 및 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 여과지 (2-µm, 37-mm PTFE) + 흡착튜브 (XAD-2) 3) 시료채취유량: 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 200 L 최대 - 1000 L 2. 운반 : 여과지를 culture tubes에 넣고, 흡착 튜브는 culture tubes와 알루미늄 호일에 감싸 0 ℃로 보관 하여 운반 3. 시료안정성 : 열과 UV 광선으로 보호 4. 공시료 : 시료 세트당 2 - 10개의 현장 공시료 필요 5. 시료 공시료 : 6 - 10개의 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 2-propanol 5%와 CS_2를 혼합한 1㎖을 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 4 ㎕ (split 10:1) 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 130 ℃ 4℃/min 승온 290 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 1 mL/min 6. 칼럼 : 30 m x 0.32-mm ID, fused silica capillary,1-µm DB-5 7. 검출기 : FID 8. 검출한계 : 0.3 - 0.5 ug/sample

<표 44> NIOSH Method 5506의 나프탈렌 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과 채취 + 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 여과지 (2-µm, 37-mm PTFE) + 흡착튜브 (XAD-2) 3) 시료채취유량: 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 200 L 최대 - 1000 L 2. 운반 : 여과지를 culture tubes에 넣고, 흡착 튜브는 culture tubes와 알루미늄 호일에 감싸 0 ℃로 보관 하여 운반 3. 시료안정성 : 열과 UV 광선으로 보호 4. 공시료 : 시료 세트당 3 - 10개의 현장 공시료 필요 5. 시료 공시료 : 6 - 10개의 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : HPLC를 이용하여 분리 후 UV파장에서 검출 2) 기기 : HPLC/UV 2. 탈착 방법 : 아세토니트릴 5mL에서 30 - 60분 초음파 추출 3. 주입량 : 10 - 50 ㎕ 4. 이동상 : acetonitrile / water, 1 mL/min 5. 칼럼 : 250 x 4.6-mm, reversed-phase, 5-µm C18 6. 검출기 : UV 254nm fluorescence (254nm -(excitation) 425 nm - (emission)) 7. 검출한계 : 0.20 - 0.80 ug/sample

■ 연구대상 물질 (11) : 이소포론

이소포론의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 2508, NIOSH Method 2566 그리고 OSHA Method07에서 시험법이 권고되고 있다. 세가지 방법은 모두 GC/FID를 사용하여 분석하며, NIOSH Method 2508과 OSHA Method07에서는 CS_2로 탈착하고 이와 달리, NIOSH Method 2566에서는 디에틸에테르로 탈착하였다.

OSHA 07 방법은 GC/FID를 활용하여 활성탄관에 포집된 유기용제를 추출하는 방법으로 다양한 유기용제 분석에 일반적으로 사용되는 방법이다. OSHA 07 시험법은 이소포론 분석을 포함하여 76개 유기용제에 대하여 포괄적으로 적용하고 있으며, NIOSH의 각 유기용제의 분석방법을 일반화한 방법이라고 소개하고 있다.

세 가지 방법에서는 검출한계가 가장 용이한 NIOSH Method 2556으로 분석하는 것이 가장 유용하다고 할 수 있다.

<표 45> NIOSH Method 2508의 이소포론 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (petroleum-based charcoal, 100mg/50 mg) 3) 시료채취유량: 0.01 - 1 L/min 4) 총량 : 최소 - 2 L (at 25 ppm) 최대 - 25 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 최소 7일 (at 25 ℃) 4. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : CS_2 1 mL를 넣고, 30분간 보관 3. 주입량 : 5 uL 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 ℃ 칼 럼 : 160 ℃ 5. 운반가스: 질소 또는 헬륨, 30mL/min 6. 칼럼 : 4 m x 3-mm glass, 10% SP2100/0.1% Carbowax 1500 on 100/120 Supelcoport 또는 그와 유사한것 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.2 - 10 mg/sample 9. 검출한계 : 0.02 mg/sample

<표 46> NIOSH Method 2556의 이소포론 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (XAD-4, 80 mg/40 mg) 3) 시료채취유량: 0.01 - 1 L/min 4) 총량 : 최소 - 2L (at 25 ppm) 최대 - 25L 2. 운반 : 차가운 상태로 보관하여 운반 3. 시료안정성 : 최소 14일 (at 5℃) 4. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 디에틸에테르 1mL를 넣고, 30분 보관, 1.5시간마다 교체 3. 주입량 : 1 uL 4. 온도 - 도입부 : 240 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 50 ℃ (hold 0.5min) 10 ℃/min 승온 225 ℃ (hold 3min) 5. 운반가스: 헬륨, 3.0 mL/min 6. 칼럼 : Capillary, fused silica 30-m x 0.32-mm ID; 1 μm film crossbond carbowax- PEG for acidic compounds 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 6 - 831 ug/sample 9. 검출한계 : 1 ug/sample

<표 47> OSHA Method 07의 이소포론 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (charcoal tube; 100 mg/50 mg) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10 L 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS_2 1mL를 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 uL 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 μm df

■ 연구대상 물질 (12) : 이피엔

이피엔의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 5012에서 시험법이 권고되고 있다.

NIOSH Method 5012에서는 필터를 이용하여 이피엔을 채취하고, 이소옥탄 15 mL에 탈착 한 후, GC/FPD를 사용하여 분석할 것을 제시하고 있다. FPD는 주석, 붕소, 비소 및 크롬과 같은 화합물과 금속을 포함한 황 또는 인을 분석하는데 사용하는 분석 기법이다.

NIOSH Method 5012의 검출한계 수준을 보면 매우 용이한 것으로 추정할 수 있으며, 이피엔의 분석에 대해 유용하게 쓰일 것으로 예상된다.

<표 48> NIOSH Method 5012의 이피엔 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과 채취 2) 기구 및 채취제 : 필터 (glass fiber) 3) 시료채취유량: 1 - 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 15 L(at 0.5 mg/㎥) 최대 - 700 L 2. 현장대처: 시료채취 1시간 이내에 바이알에 필터 보관 3. 운반 : 바이알에 보관하여 운반 4. 시료안정성 : 최소 7일 (at 25 ℃)	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FPD로 분석 2) 기기 : GC/FPD 2. 탈착 방법 : 이소옥탄 15 mL에 탈착 3. 주입량 : 5 uL 4. 온도 - 도입부 : 215 ℃ 검출부 : 215 ℃ 칼 럼 : 205 ℃ 5. 운반가스: 질소 또는 헬륨, 60 mL/min 6. 칼럼 : 2 m x 6-mm glass, packed with 3% OV-1 on 100/120 mesh Gas Chrom Q 7. 검출기 : FPD 8. 범위 : 6 - 170 ug/sample 9. 검출한계 : 2 ng/sample

■ 연구대상 물질 (13) : 트리부틸 포스페이트

트리부틸 포스페이트의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 5034에서 시험법이 권고되고 있다. NIOSH Method 5034에서는 필터로 트리부틸 포스페이트를 채취하는데, 만약 기온이 23℃ 이상일 때는 2단 카세트를 이용하여 2개의 필터로 채취하였다.

NIOSH Method 5034에서는 GC/FPD를 사용하여 분석할 것을 제사하고 있는데, FPD는 주석, 붕소, 비소 및 크롬과 같은 화합물과 금속을 포함한 황 또는 인을 분석하는데 사용하는 분석 기법이다. NIOSH Method 5034의 검출한계는 2 ug으로 용이하게 나타나므로 이와 같은 분석 방법으로 분석하는 것이 유리할 것이다.

<표 49> NIOSH Method 5034의 트리부틸 포스페이트 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 여과 채취 2) 기구 및 채취제 : 필터 (0.8-μm mixed cellulose ester membrane) 23 ℃ 이상일 때, 2단 카세트 사용 3) 시료채취유량: 1 - 3 L/min 4) 총량 : 최소 - 2 L (at 0.5 ppm) 최대 - 100 L 2. 운반 : 2단 카세트 사용시 카세트를 분리시켜 카세트를 단단히 밀봉하여 운반 3. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FPD로 분석 2) 기기 : GC/FPD 2. 탈착 방법 : 디에틸에테르 10 mL에 탈착 3. 주입량 : 5 uL 4. 온도 - 도입부 : 240 ℃ 검출부 : 240 ℃ 칼 럼 : 150 ℃ 5. 운반가스: 헬륨, 70 mL/min 혼합 공기 150 mL/min 6. 칼럼 : 6-ft x 1/8 in ID stainless steel, with 3% OV-101 on 100/120 mesh Supelcoport 7. 검출기 : FPD 8. 범위 : 6 -1500 ug/sample 9. 검출한계 : 2 ug/sample

■ 연구대상 물질 (14) : 디메틸아미노벤젠

디메틸아미노벤젠의 측정 및 분석법은 NIOSH Method 2002에서 시험법이 권고되고 있다. NIOSH Method 5012에서는 Silica gel 흡착 튜브를 이용하여 채취하고, 95% 에탄올에 탈착 후, 초음파로 1시간 동안 추출하여 GC/FID를 사용하여 분석 할 것을 제시하고 있다.

<표 50> NIOSH Method 2002의 디메틸아미노벤젠 시료채취 및 분석방법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착 튜브 (silica gel, 150 mg/75 mg) 3) 시료채취유량: 0.02 - 0.2 L/min 4) 총량 : 최소 - 3 L 최대 - 20 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료안정성 : 7일 이상 4. 공시료 : 시료세트당 2-10개의 현장공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 95% 에탄올에 탈착 후, 초음파로 1시간 추출 3. 주입량 : 5 uL 4. 운반가스: 질소 또는 헬륨, 25 mL/min 5. 온도 : 도입부 : 230 ℃ 검출부 : 235 ℃ 칼 럼 : 170 ℃ 6. 칼럼 : stainless steel, 0.6 m x 3-mm OD, packed with 80/100 mesh Chromosorb 103 7. 검출기 : FID 8. 범위 : 0.1 - 3 mg/sample 9. 검출한계 : 결정된 것 없음

■ 연구대상 물질 (15) : 삼차-부틸알콜

삼차-부틸알콜의 측정 및 분석법은 미국 NIOSH에서 #1400를 제안하고 있다. NIOSH #1400 시험법은 활성탄 튜브를 이용하여 시료를 포집하고, 1% 2-부탄올을 넣은 이황화탄소로 탈착한 후 GC/FID로 분석하는 시험법이다.

<표 51> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 삼차-부틸알콜의 측정 및 분석법

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 고체채취 2) 기구 및 채취제 : 고체흡착관 (coconut shell charcoal, 150 mg/75 mg) 3) 시료채취 유량 : 0.01 - 0.2 L/min 4) 총량 : 0.1 - 1 L[1] 0.3 - 3 L[2] 1.0 - 10 L[3] 2. 운반 : 차가운 상태로 3. 시료의 안정성 : 알려지지 않음, 냉장고에 저장 4. 공시료 : 시료세트당 2 -10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 1% 2-부탄올이 함유된 CS2 1 mL 3. 주입량 : 5 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 200 ℃ 검출부 : 250 - 300 ℃ 칼 럼 : 65 - 70 ℃ 5. 운반가스 : 질소 또는 헬륨, 30 ml/min 6. 칼럼 : glass, 2 m x 4-mm ID, 0.2% Carbowax 1500 on 60/80 Carbopack C 및 이와 상당한 칼럼 7. 추정 검출한계 : 0.01 mg[2] 8. 정밀도 : 0.065 - 0.075

NMAM #1400 by NIOSH

<표 52> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 삼차-부틸알콜의 측정 및 분석법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (charcoal tube (100/50 mg sections)) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10ℓ 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS2 1 ml을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 ㎕ 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm 4DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 ㎛ df

#07 by OSHA

■ 연구대상 물질 (16) : 이소프로필 에테르

이소프로필 에테르의 측정 및 분석법은 미국 NIOSH에서 #1618를 제안하고 있다. NIOSH #1618 시험법은 활성탄 튜브를 이용하여 시료를 포집하고, 이황화탄소로 탈착한 후 GC/FID로 분석하는 시험법이다.

<표 53> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 이소프로필 에테르의 측정 및 분석법

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 고체채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착관 (coconut shell charcoal, 100 mg/50 mg) 3) 시료채취 유량 : 0.01 - 0.05 L/min 4) 총량 : 최소 - 0.1 L (500 ppm에서) 최대 - 3 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료의 안정성 : 30일 (5 ℃에서) 4. 공시료 : 시료세트당 2 -10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : GC/FID 2. 탈착 방법 : 1 mL CS2 ; 30분 동안 방치 3. 주입량 : 1 ㎕ 4. 온도 - 도입부 : 250 ℃ 검출부 : 300 ℃ 칼 럼 : 35 ℃ (1분) - 150 ℃까지 승온(10 ℃/분) 5. 운반가스 : 헬륨, 1-2 ml/min 6. 칼럼 : Capillary, fused silica, 30-m x 0.32-mm ID;3um film 100% dimethyl siloxane 7. 범위 : 2 - 651 ug(capillary column) 1000 - 2000 ug(packed column) 8. 검출한계 : 0.2 ug 9. 정밀도 : 0.014

NMAM #1618 by NIOSH

<표 54> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 이소프로필 에테르의 측정 및 분석법

시 료 채 취	분 석 개 요
1.채취 1) 방법 : 고체 채취 2) 기구 및 채취제 : 흡착튜브 (charcoal tube (100/50 mg sections)) 3) 시료채취유량: 0.2 L/min 4) 총량 : 10ℓ 2. 운반 : 일반적인 방법	1. 원리 및 기기 1) 원리 : GC를 이용하여 분리한 후 FID로 분석 2) 기기 : FID 검출기가 부착된 GC 2. 탈착 방법 : CS2 1 ml을 넣고, 30분간 방치 3. 주입량 : 10 ㎕ 4. 가스 : 헬륨, 질소, 수소, 공기 5. 칼럼 : 60-m × 0.32 mm DB-1 capillary column with 1m df 또는 a 60-m × 0.32 mm DB-Wax capillary column with 1 ㎛ df

#07 by OSHA

■ 연구대상 물질 (17) : 텔레늄과 그화합물

텔레늄의 측정 및 분석법은 미국 NIOSH에서 #7300, #7302 및 #7304를 제안하고 있다. NIOSH #7300은 핫플레이트을 이용하여 전처리 한 후 ICP-AES를 이용한 분석법이다. NIOSH #7302 및 #7304 시험법은 전처리에서 마이크로웨이브를 이용한 회화방법이다. 미국 OSHA에서는 ID121, ID132SG를 제안하고 있고 ID132SG 분석법은 부분적으로 검토된 방법이고 흑연로를 이용한 방법이다.

<표 55> 미국 NIOSH에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 여과포집 2) 기구 및 채취제 : 필터 (0.8-µm, cellulose ester membrane, or 5.0-µm, polyvinyl chloride membrane) 3) 시료채취 유량 : 1 - 4 L/min 4) 총량 : 최소 - 25 L 최대 - 2000 L 2. 운반 : 일반적인 방법 3. 시료의 안정성 : 안정함 4. 공시료 : 시료세트당 2 -10개의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : ICP-AES를 이용한 분석 2) 기기 : ICP-AES 2. 회화시약 : 진한 질산과 진한 과염소산를 4:1로 혼합한 액 5 ml ; 필요하다면 2 ml 씩 추가함 3. 회화조건 : 실온에서 30분 ; 150 °C에서 거의 건조될 때 까지 4. 최종용액 : 4% 질산, 1% 과염소산 25ml 5. 파장 : 214 6. 추정 검출한계 : 0.078 ng/MCE filter, 0.078 ng/MCE filter 7. 정밀도 : Percent RSD 2.67 (MCE filter, 3 x LOD) Percent RSD 7.49 (PVC filter, 3 x LOD)

NMAM #7300 by NIOSH

<표 56> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법 (1)

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 여과포집 2) 기구 및 채취제 : 필터 (0.8-μm, cellulose ester membrane) 3) 시료채취 유량 : 2 L/min 4) 총량 : 최소 - 480 L 최대 - 960 L 2. 공시료 : 시료세트당 1개 이상의 현장 공시료 필요	1. 원리 및 기기 1) 원리 : AAS, ICP-AES를 이용한 분석 2) 기기 : AAS, ICP-AES 2. 회화시약 : 진한 질산 3 - 5 ml 3. 최종용액 : 4% 질산, 25ml 4. 검출한계 : 0.05 ug/ml 5. 정밀도 : 자료없음

ID-121 by OSHA

<표 57> 미국 OSHA에서 제안하고 있는 텔레늄의 측정 및 분석법 (2)

시 료 채 취	분 석 개 요
1. 채취 1) 방법 : 여과포집 2) 기구 및 채취제 : 필터 (0.8-μm, cellulose ester membrane) 3) 시료채취 유량 : 1.5 - 2.0 L/min 4) 총량 : 100 - 1000 L	1. 원리 및 기기 1) 원리 : 흑연로 장착된 AAS를 이용한 분석 2) 기기 : 흑연로 장착된 AAS 2. 파장 : 214.3 3. 회화시약 : 진한 질산 5 ml

ID-132SG by OSHA

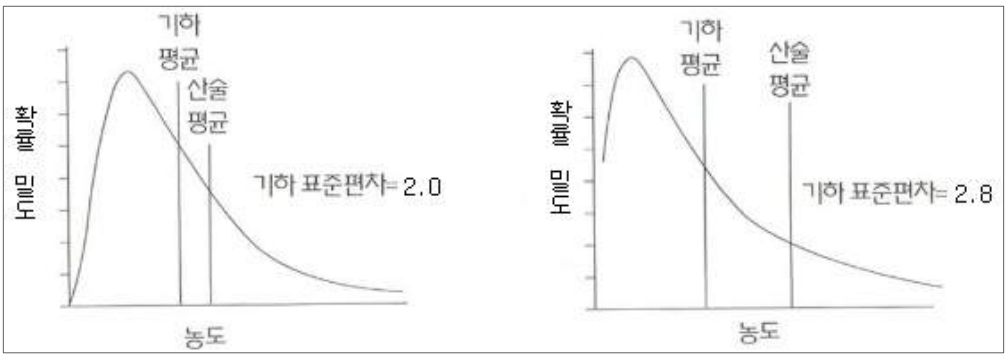
(4) 작업환경측정결과에 대한 산업위생통계

작업환경측정 자료를 활용하여 근로자의 노출양상을 파악하고 허용기준 초과 가능성 산출하였다. 노출기준 또는 규제수준 결정하고 판단하는데 있어 단순히 측정값과 노출기준만을 비교하는 것만으로는 근로자의 노출수준의 수용가능성을 결정하는데 어려움이 있다. 근로자의 노출은 사업장 또는 근로자 개인에 따라 가변적으로 변동하기 때문에 수집된 측정 자료를 요약하거나 분류하는 과정이 필요하다. 미국산업위생학회에서 개발한 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하면 복잡한 계산과정의 수고 없이 노출기준 초과 확률, 95% 백분위수 점추정치(95th Percentile Point Extimate) 등의 산업위생 통계 결과를 산출하였다.

- 정규성 검증

정규분포는 연속형 확률분포 중에서 가장 널리 사용되는 분포로 가우스 분포(Gauss distribution)라고도 하며, 확률밀도함수(probability density fuction)로 정의할 수 있다. 일반적으로 자료들이 정규분포를 하였다면 산술평균과 표준편차를, 자료들이 대수정규분포를 하였다면 기하평균과 기하표준편차를 사용하지만, 산업위생분야에서는 이와 다르게 대수정규분포 자료에서 산술평균을 사용하였다.

대부분의 산업위생의 측정값들은 경험적으로 대수정규분포를 하는 것으로 알려져 있고, 대수정규분포 자료에서 기하평균은 중앙값과 같은 값으로 항상 산술평균 보다 낮기 때문에 기하평균은 보건학적 의미에서 노출을 과소추정 할 우려가 있어 사용되지 않는다. 또한, 이러한 차이는 분포의 변이가 커질수록 커지게 되어 더욱 노출을 과소 추정하게 된다. 아래 그림은 대수정규분포에서 산술평균과 기하평균과의 관계를 보여준다.



[그림 10] 대수정규분포에서 산술평균과 기하평균

자료가 대수 정규분포를 하는지 입증하기 위한 방법으로는 대수확률도표, Shapiro & Wilk검정(이하 “W 검정”이라 함)을 가장 많이 활용하고 있다. 대수확률도표는 자료가 대수정규분포를 하는지 여부를 확인하는 가장 간단하고 직접적인 방법이다. 도표가 대수정규 산포도에서 일직선을 형성하면 유의하게 대수정규분포를 함을 의미하며, 기하평균과 기하표준편차를 구하는데 이용할 수 있다. W 검정은 표본수(n)이 50 이하일때 정규 또는 대수정규자료의 적합성을 검증하는데 가장 강력한 방법중 하나이다.

- 노출 대표값 산출

노출 대표값은 측정결과의 노출양상을 함축적으로 이해할 수 있게 하여 준다. 노출 대표값의 선정은 노출분포의 산술평균을 추정하는 방법을 사용하였다. 산업위생분야의 대부분의 측정결과는 대수정규분포를 하며, 대수정규분포에서의 기하평균은 산술평균 보다 항상 낮은 값으로 보건학적 측면에서 노출을 과소평가 할 우려가 있어 사용하지 않는다.

노출분포에서 산술평균을 추정하는 방법으로는 단순 산술평균(mean), t-분포 신뢰구간(t-Distribution Confidence Limits), 최소분산불편추정법(Minimum Variance Unbiased Estimate, MVLE), Land의 정확한 신뢰구간(Land‘s

"Exact" Confidence Limits)이 있다.

- 단순 산술평균과 t-분포 신뢰구간

산술평균은 계산이 쉬운 장점이 있으나 다른 추정법에 비해 변동이 더 많다는 단점이 있다. 특히, 표본수가 클수록 기하 표준편차의 분포 클수록 다른 추정법에 비해 더 변동이 커진다. 따라서 산술평균은 표본수가 15이하로 적고 기하표준편차가 2 이하일때 사용될 수 있으며, 표본수가 30이상으로 커질 경우 t-분포 신뢰구간을 사용하였다. t-분포 신뢰구간은 자료가 대수정규분포 보다는 정규분포에 가깝고 표본수가 30 이상이거나 기하표본편차가 1.5 이하일때 잘 적용된다.

- 최소분산불편 추정법과 Land의 정확한 신뢰구간

최소분산불편 추정법과 Land의 정확한 신뢰구간은 대수정규분포에서 산술평균 점 추정하는 방법 중 가장 선호되는 방법이다.

- 노출기준 초과확률 검정

산업위생전문가는 급성물질의 노출과 관련된 건강위해의 특성을 규명하거나, 직업적 노출기준을 초과하는 여부를 판단할 때 노출양상의 상위부분을 이해하는 것이 매우 중요하다. 95% 백분위수 점추정치(95th Percentile Point Extimate)와 95%의 상위 신뢰한계(upper confidence limit)를 구하는 것은 노출양상의 수용 여부를 판단할 수 있게 해준다. 95% 백분위수 점추정치가 직업적 노출기준 보다 작다는 것은 노출양상의 모든 노출 중 95%가 직업적 노출기준 미만이라는 것을 뜻하였다. 그러나 백분위수 추정치와 관련된 불확실성이 있기 때문에 불확실성을 계산하기 위해서는 상위 신뢰한계를 계산하여야 하였다.

예를 들어, 95% 백분위수 점추정치가 4.88 mg/㎥이고 직업적 노출기준이 5 mg/㎥이라면 모든 노출 중 95%가 직업적 노출기준 보다 작다고 기대할 수 있

지만 이때, 95% 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계가 직업적 노출기준 이상으로 나온다면 노출의 95%가 직업적 노출기준 미만이라고 확신할 수 없다. 이럴 때는 노출양상에서 노출의 얼마만큼의 분율이 직업적 노출기준을 초과할 것인지 알기 위해 초과분율(Exceedance Fraction)을 계산하였다.

노출분포에서 95% 백분위수 점추정치가 추정되고, 그 추정치의 불확실성은 신뢰한계를 계산함으로써 정량화 된다. UTL95%, 95%은 분포의 95 백분위수에 대한 95% UCL을 의미하는 것이다. 노출양상의 경우 분포에서 노출의 95%이상을 95%확신하는 노출 수준이다. 만약, 직업적 노출기준이 UTL95%, 95% 보다 크다면, 이것은 노출의 95%가 직업적 노출기준 미만이라는 것을 최소한 95% 확신하는 것이다.

상위 신뢰한계를 구하는데 하나의 문제점은 표본의 크기가 적을 경우 검정력이 낮고 백분위수 추정치 주변에 매우 넓은 신뢰한계 값의 결과를 얻게 된다.

- 초과분율 및 초과분율의 신뢰한계 계산

초과분율은 직업적 노출기준 보다 초과할 확률을 추정한 값이다. 이 추정치와 관련된 오차를 알기위해 신뢰한계를 계산하였다.

(5) 관리대상 후보물질 19종 대상 사회경제성 평가

가) 사회경제성 평가의 의의

- 사회성·경제성 평가는 대상 화학물질의 관리 수준의 변경시, 사회·경제적으로 타당한 합리적인 관리수준인가를 평가하고 관리수준 변경에 따른 영향을 평가함으로써, 정부의 규제수준에 따른 영향을 분석하는 단계이다.

- 즉, 사회성·경제성 평가는 유해성·위험성이 상당하여 관리가 필요하다고 판단되는 화학물질에 대하여, 규제에 따른 사회적·경제적 비용과 편익에 대한 타당성·적합성을 조사·분석하는 일련의 과정으로 본다.

- 해당 화학물질이 근로자의 건강에 유해할 수 있다고 판단되는 경우, 표준화된 평가방법을 통해 신속하게 해당 화학물질의 법적 관리 수준의 변경 및 추가가 가능하도록 하게 한다.

- 사회성·경제성 평가는 비용편익분석을 토대로 하고 있으며, 이는 얼마만큼의 규제가 필요하고 어떻게 희소한 자원을 사회적으로 가장 가치 있는 곳에 투자할 것인가에 대한 의사결정을 하는데 있어서 긴요한 정보를 제공한다.

- 따라서 대상 화학물질의 관리 수준의 변경시 정책담당자들이 합리적인 의사결정을 내리고 국민적 합의의 도출을 용이하게 하기 위해서는 사회성·경제성 평가가 포괄적이고 구체적으로 이루어져야 한다.

- 사회성·경제성 평가는 비용편익분석에 중점을 두어 화폐가치화 할 수 있는 항목은 가능한 한 비용편익분석에 포함하여야 하고, 화폐화 할 수 없는 부분에 대해서는 정성적인 평가를 포함해야 한다.

(2) 사회경제성 평가 및 측정방법

가) 사회경제성 평가 방법

① 해당 화학물질의 관리 수준 변경 시나리오 구성

- 근로자 건강예방적 측면에서 대상 화학물질의 관리수준을 어떤 수준으로 변경할지를 결정해야한다.

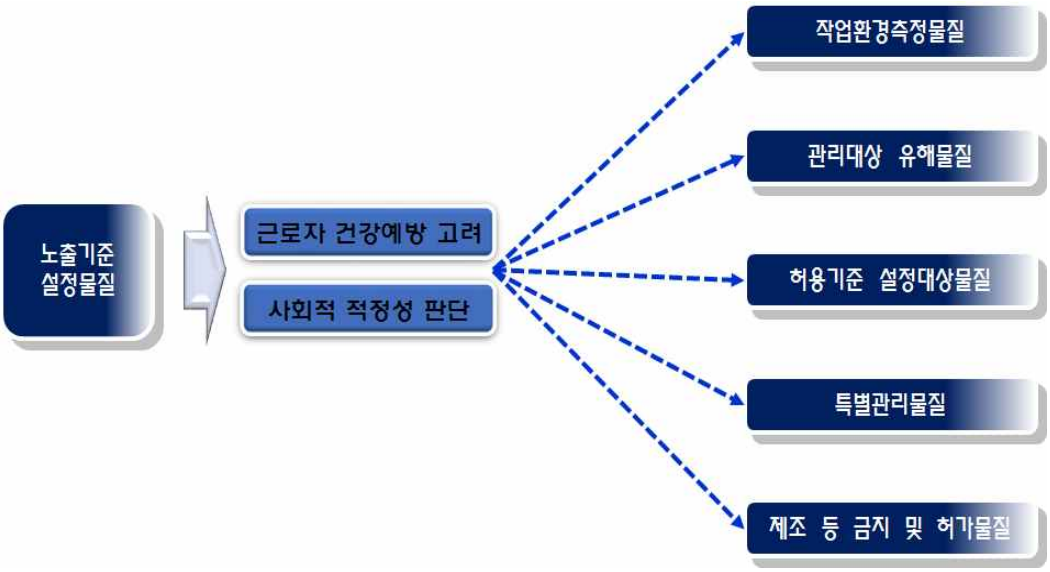
- 산업안전보건법상 화학물질 관리수준에 따라 해당 물질 사업체에서 준수해야 할 관리 및 조치 사항이 상이해지므로, 우선적으로 적정 변경 시나리오를 구성해야 한다.

- 시나리오 구성시 화학물질의 현재 관리 및 조치사항과 추가적으로 발생되는 모든 경우를 고려해야 한다.

- 예를 들어, 노출기준 설정물질은 작업환경측정물질, 관리대상유해물질, 허용기준 설정대상물질, 특별관리물질, 제조 등 금지 및 허가물질로 변경되는 경우 등으로 시나리오를 작성할 수 있다.

- 또한 대상 화학물질이 적용예외나 특례기준에 해당되었거나, 변경하고자 하는 관리수준에서 적용예외나 특례기준을 적용받을지에 따라 비용항목이 달라지므로 시나리오 작성시 이를 고려해야 한다.

- 본 연구의 경우 기존 노출기준 설정물질(19종)을 대상으로 추가적인 검토를 통해 적용예외나 특례기준을 포함한 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시 시나리오를 설정한다.



[그림 11] 관리 수준 변경 시나리오 결정

② 분석기간 설정

- 해당 화학물질의 관리수준을 변경할 경우 변경되는 한 시점에 그 효과가 발생하기보다는 일정기간이 지난 후에 나타나는 경우가 일반적이므로 분석기간을 설정한다.

- 투자되는 비용이 초기에 많이 발생되는 반면 편익은 장기간에 걸쳐 그 효율이 증가하므로 분석기간을 설정하여 사회적 편익에 대한 추이를 관찰한다.

- 본 연구의 경우 10년 장기적 기준으로 해당 화학물질의 비용 및 편익 측정 시 이를 고려하여 적용한다.

나) 비용평가 및 측정 방법

비용항목 설정 및 측정 방법의 경우 특례를 받지 않는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경과 특례를 받는 관리대상 유해물질로 변경 등 두 가지 시나리오를 고려하여 제시한다.

여기서 제시된 특례를 받는 관리대상 유해물질의 경우 산업안전보건법 시행규칙 제93조 “작업환경측정 대상 작업장 등”, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제423조 “임시작업”, 제424조 “단시간작업”에 근거하여 화학물질을 취급하는 사업장에서 일시적(월 24시간 미만인 작업)으로 또는 단시간 작업(1일 1시간 미만인 작업)을 실시하는 경우를 말한다.

이 경우 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하지 않아도 되며 작업환경측정을 실시하지 않는다. 해당 화학물질을 취급하는 다른 사업장과 비교시 발생되는 비용이 상이해지므로 본 시나리오도 고려하여 평가 및 측정시 적용한다. (단, 대상물질이 특별관리물질 또는 허가대상물질일 경우는 제외한다.)

○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제423조 (임시작업인 경우의 설비 특례)

① 사업주는 실내작업장에서 관리대상 유해물질 취급업무를 임시로 하는 경우에 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하지 아니할 수 있다.
② 사업주는 유기화합물 취급 특별장소에서 근로자가 유기화합물 취급업무를 임시로 하는 경우로서 전체환기 장치를 설치한 경우에 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하지 아니할 수 있다.
③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 관리대상 유해물질 중 별표 12에 따른 특별관리물질을 취급하는 작업장에는 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하여야 한다.
<개정 2012.3.5.>

○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제424조 (단시간작업인 경우의 설비 특례)

① 사업주는 근로자가 전체환기장치가 설치되어 있는 실내작업장에서 단시간 동안 관리대상 유해물질을 취급하는 작업에 종사하는 경우에 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하지 아니할 수 있다.
② 사업주는 유기화합물 취급 특별장소에서 단시간 동안 유기화합물을 취급하는 작업에 종사하는 근로자에게 송기마스크를 지급하고 착용하도록 하는 경우에 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하지 아니할 수 있다.
③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 관리대상 유해물질 중 별표 12에 따른 특별관리물질을 취급하는 작업장에는 제422조에 따른 밀폐설비나 국소배기장치를 설치하여야 한다.
<개정 2012.3.5.>

○ 산업안전보건법 시행 규칙 제93조 (작업환경측정 대상 작업장 등)

① 법 제42조제1항에서 "고용노동부령으로 정하는 작업장"이란 별표 11의4의 작업환경측정 대상 유해인자에 노출되는 근로자가 있는 작업장을 말한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 작업환경측정을 하지 아니할 수 있다. 1. 안전보건규칙 제420조제8호에 따른 임시 작업 및 같은 조 제9호에 따른 단시간 작업을 하는 작업장(고용노동부 장관이 정하여 고시하는 물질을 취급하는 작업은 제외한다) 2. 안전보건규칙 제420조제1호에 따른 관리대상 유해물질의 허용소비량을 초과하지 아니하는 작업장(그 관리대상 유해물질에 관한 작업환경측정만 해당한다) 3. 안전보건규칙 제605조제2호에 따른 분진작업의 적용 제외 작업장(분진에 관한 작업환경측정만 해당한다) 4. 그 밖에 작업환경측정 대상 유해인자의 노출 수준이 노출기준에 비하여 현저히 낮은 경우로서 고용노동부장관이 정하여 고시하는 작업장 ② 보건진단기관이 보건진단을 실시하는 경우에 제1항에 따른 작업장의 유해인자 전체에 대하여 고용노동부장관이 정하는 방법에 따라 작업환경을 측정하였을 때에는 사업주는 법 제42조에 따라 해당 측정주기에 실시하여야 할 해당 작업장의 작업환경측정을 하지 아니할 수 있다.

① 비용항목의 확인

- 화학물질의 관리수준 변경에 따른 비용은 규제준수를 위해 소요되는 제반자원의 규모를 의미한다.

- 사업주들이 부담해야 하는 비용은 화학물질 관리수준 변경으로 인한 관리 및 조치 비용으로서, 관리수준 변경에 따른 그 항목도 달라진다.

- 규제로 인해 발생될 수 있는 비용항목을 확인하는 절차이며, 항목설정은 세부적으로 고려되어야 한다.

- 산업안전보건기준에 관한 규칙에 근거하여 특례를 받는 경우 비용 항목내 국소배기장치 및 밀폐설비 관련 설치·유지관리 비용은 제외한다.

- 관리수준 변경에(노출기준설정물질 → 관리대상 유해물질) 따른 사업장내 작업환경 개선을 위해 발생할 수 있는 비용은 항목은 다음과 같다.

▶ 특례를 받지 않는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시

< 비용 항목 확인>

- **국소배기장치 설치 및 유지관리비용**
- **밀폐설비 설치 및 유지관리비용**
- **보호구 및 보호복 지급 및 유지관리비용**
- **세척시설, 용기 등의 화학물질 관리를 위해 소요되는 비용**
- **유해위험방지계획서 작성비용**
- **특별안전·보건교육 비용**
- **작업환경측정비용**
- **특수건강진단비용**

▶ 특례를 받는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시

< 비용 항목 확인>

- **보호구 및 보호복 지급 및 유지관리비용**
- **세척시설, 용기 등의 화학물질 관리를 위해 소요되는 비용**
- **유해위험방지계획서 작성비용**
- **특별안전·보건교육 비용**
- **특수건강진단비용**

② 비용평가 및 측정방법

- 비용평가 및 측정 방법과 항목별 발생 비용의 경우 2014년도 안전보건공단 연구용역 “특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성•경제성 평가 연구”에서 제안된 방법을 준용하여 실시한다.

- 평가 및 측정방법도 관리수준 변경에 따라 특례를 받지 않을 경우와 특례를 받을 경우 두 가지 시나리오로 제안한다.

- 비용항목 산출시 10년 장기적 기준으로 분류하여 평가 및 측정한다.

▶ 특례를 받지 않는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시

<비용 산출방법>

- **각 항목별 산출방법 정리**

국소배기장치 설치 및 유지관리비용

= {(1개당 설치비용 x 개수) + 기타비용 + 면적비용 + (유지관리비 x 개수)} x 국소배기장치 설치비율(*))

밀폐설비 설치 및 유지관리비용

= {(1개당 설치비용 x 개수) + 기타비용 + 면적비용 + (유지관리비 x 개수)} x 밀폐설비 설치비율

보호복 및 보호구 지급비용

= 내구용품 비용 + 소모품 비용

세척시설 및 용기 등 관리비용

= 세척시설 및 용기구입 및 유지관리비용

유해위험방지계획서 작성비용

= {1건당 작성비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수}

특별안전·보건교육 비용

= {1건당 시행비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용 x 인원수) x 연간시행건수}

작업환경측정 평균 비용

= (1건당 작성비용 + 1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수

특수건강진단 비용

= (1건당 진단비용 + 1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수 x 연간 진단인원수 + 서류 보존비용

• 총 비용 산출 방법

= (국소배기장치 설치 및 유지관리비용*10) + (밀폐설비 설치 및 유지관리비용*10) + (보호복 및 보호구 지급비용*10) + (세척시설 및 용기 등 관리비용*10) + (유해위험방지계획서 작성비용*10) + (특별안전·보건교육 진행비용*10) + (작업환경측정 및 결과보존비용*10) + (특수건강검진 및 결과보존비용*10)

▶ 특례를 받는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시

<비용 산출방법>

• 각 항목별 산출방법 정리

보호복 및 보호구 지급비용

= 내구용품 비용 + 소모품 비용

세척시설 및 용기 등 관리비용

= 세척시설 및 용기구입 및 유지관리비용

유해위험방지계획서 작성비용

= {1건당 작성비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용)} x 연간시행건수

특별안전·보건교육 비용

= {1건당 시행비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용 x 인원수)} x 연간시행건수

특수건강진단 비용

= [{1건당 진단비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용)} x 연간시행건수 x 연간 진단인원수]

• 총 비용 산출 방법

= (보호복 및 보호구 지급비용*10) + (세척시설 및 용기 등 관리비용*10) + (유해위험방지계획서 작성비용*10) + (특별안전·보건교육 진행비용*10) + (작업환경측정 및 결과보존비용*10) + (특수건강검진 및 결과보존비용*10)

다) 편익 평가 및 측정 방법

① 편익의 항목

- 화학물질 관리수준 변경시 발생될 결과를 예측하여 잠재적 편익을 확인하는 단계로서 세부적으로 고려되어야 한다.

- 화학물질의 관리수준의 변경으로 인한 편익의 항목은 크게 직업병감소 효과와 기타 안전사고 감소 효과로 구분된다.

- 직업병 감소 효과는 적절한 화학물질의 관리수준의 변경을 통해 화학물질로 인한 직업병이나 업무상 질병의 발생을 감소함으로써 근로자의 건강개선에 긍정적 영향을 끼치는 효과를 의미한다.

- 기타 안전사고 감소 효과는 폭발·화재·누출 및 2차 노출의 예방을 통한 안전사고 감소시키는 것을 의미한다.

- 직업병 감소 및 기타 안전사고 감소 효과는 산업안전보건 전문가를 대상으로 델파이 설문기법을 통해 그 효과를 측정한다.

- 편익항목 산출시 10년 장기적 기준으로 분류하여 평가 및 측정한다.

② 편익 평가 및 측정 방법

▶ 델파이 설문조사

- 학계, 산업계(작업환경측정기관, 노총, 경총, 일반 산업체 포함), 정부공공기관 등 다양한 산업안전보건 전문가 50명을 대상으로 하여 작성된 델파이 설문조사지 배포를 통해 관리수준 변경에 따른 사회적 편익을 측정한다.

- 델파이 설문조사의 경우 우선적으로 1차 설문지 배포 후 결과를 취합 하여 다시 설문 대상자들에게 2차 배포를 실시하여 해당 결과의 95% 신뢰구간을 본 평가 측정치로서 적용한다.

- 편익 항목별 관리수준 변경에 따라 발생될 사회적 편익의 효과 예측치를 평가 (설문지 회수건수의 경우 50건 회수를 목표로 수행)

<편익 산출방법>

- **각 항목별 산출방법 정리**

직업병 감소 효과

= 연간 산재보상보험 지급액 * 연간 전체 재해자 중 화학물질로 이한 직업병 관련 질병자수 비율 * 직업병 감소 효과 * 분석기간

◎ 연간 산재보상보험 지급액 (2013년 고용노동부 산업재해통계자료 이용)
= 연간 산재보상보험 지급액(직접손실비) + 연간 산재보상보험 지급액(간접손실비)
* 산업재해통계자료는 가장 최근 것을 근거로 한다.

◎ 연간 전체 재해자 중 화학물질로 인한 직업병 관련 질병자수 비율
(2013년 고용노동부 산업재해통계자료 이용)
= 화학물질로 인한 질병자수 / (사망자수 + 부상자수 + 업무상 질병 이환자수)
* 화학물질로 인한 질병자수는 산업재해통계자료내 이황화탄소, TCE, 유기용제류, 벤젠, 타르, 염화비닐, DI, 석면, 특정화학물질, 연, 수은, 크롬, 카드뮴, 망간, 직업성 피부질환, 직업성암, 직업병 기타 총계를 합하여 적용한다.

◎ 직업병 감소 효과
= 다양한 분야의 산업안전보건 전문가 50명 대상 델파이 설문조사 결과를 이용
* 최소 50명 이상의 전문가를 대상으로 하여 델파이 설문조사를 실시한다.

화재•폭팔•누출 등 사고 감소 효과

= 연간 화학물질 1종당 산재보상 손실비용 * 화재/폭발/누출 감소 효과 * 분석기간

◎ 연간 화학물질 1종당 산재보상 손실비용
(2013년 고용노동부 산업재해통계자료; 2014년 고용노동부 작업환경실태조사자료)
= (연간 화학물질로 인한 업무상 사고자의 산재보상보험 지급액(직접손실비)
+ 연간 화학물질로 인한 업무상 사고자의 산재보상보험 지급액(간접손실비))
/ 사업체에서 사용,제조 및 취급 중인 주요 화학물질 수
* 산업재해통계자료 및 작업환경실태조사 자료는 가장 최근 것을 근거로 한다.

◎ 화재/폭발/누출 감소 효과
= 다양한 분야의 산업안전보건 전문가 50명 대상 델파이 설문조사 결과를 이용

*** 최소 50명 이상의 전문가를 대상으로 하여 델파이 설문조사를 실시한다.**

• 총 편익 산출 방법

= (직업병 감소 및 시너지 효과 측정 결과 * 10) + (화재•폭팔•누출 등 사고 감소 및 시너지 효과 측정 결과 * 10)

(3) 사회경제성 평가 결과 비교

- 비용과 편익 측정결과 비교를 위해 순현재가치, 편익비용비 두 가지 선정하였다.
- 평가 결과를 토대로 물질별 사회적 편익이 높은 순으로 서열화하여 평가한다.

가) 순편익

- 순편익(Net benefit)은 어떤 행위를 함으로써 인해 받는 편익에서, 그 행위를 할 때 발생되는 비용을 뺀 것을 말한다.
- 총 편익에서 총 비용을 뺀 순이익이 0보다 높을수록 경제적인 합리성이 있다고 판단한다.

나) 편익비용비

- 편익비용비(Benefit-Cost ratio, B/C)를 사용하여 규제를 평가할 경우에는 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합(작업환경측정 및 관리대상물질의 모든 의무가 포함되는 미특례의 경우)으로 나누어 그 비율이 2이상이면 규제를 시행하고 반대로 2이하이면 시행하지 않는다. 이러한 근거는 2014년 안전보건공단 연구용역 특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구에 근거하여 진행하였다.

○ 즉, B/C기준은 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

- 편익비용비를 사용하여 규제가 사회적 순편익을 증대시키는지의 여부를 파악할 수 있고, 따라서 이 규제가 시행되어야 하는지를 파악할 수 있다.



[그림 12] 사회•경제성 평가 절차 모식도

(6) 선진외국 산업보건영역의 화학물질 관리수준 조사·분석

미국, 일본, 독일, 유럽연합(EU) 등의 화학물질 관련 정부 사이트 등을 중점적으로 활용하고, 한국산업안전보건공단에서 수행된 연구보고서 등에서 제시한 참고문헌도 조사하였다. 각 국의 산업안전보건관련법령에 대하여 화학물질관리와 관련된 주요사항을 모두 파악하여 세부 시행령, 시행규칙, 관련 고시 및 지침을 조사하고, 선진외국의 규제 대상 화학물질에 대한 선정기준, 절차 및 방법 등에 대한 규제 여부를 확인하기 위하여 각국의 법령 등을 인터넷을 통하여 검색할 예정이다. ILO, OECD 등의 국제기구는 물론 EU의 경우 각종 Directive, 미국은 유해화학물질관리법(Toxic Substances Control Act, TSCA), 직업안전보건법(Occupational Safety and Health Act), 미연방규정으로는 1910. : Occupational Safety and Health Standards를 조사하고, 일본은 통상산업성의 화학물질심사규제법(The law concerning the evaluation of chemical substances and regulation of their manufacture, etc, 화심법)과 후생노동성의 노동안전위생법을 독일은 화학물질법(Chemikaliengesetz) 등에 대한 내용을 구체적으로 연구하여 화학물질에 대한 관리수준을 조사하고 분석하였다.

■ 국·내외 규제수준 조사

○ 국내 규제수준 조사

산업안전보건법의 제39조 제1항 및 제41조에 따른 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 의해 한국산업안전보건공단(Korea Occupational Safety and Health Agency, KOSHA) 화학물질 정보 검색 DB를 활용하여 유해 위험성 분류 항목인 물리적 위험성 및 건강유해성, 환경유해성 등을 검색하였다. 그

리고 제39조[고용노동부고시 제 2013-38호]에 의한 노출기준, 산업보건기준에 관한 규칙[제22조, 41조, 42조 관련 별표 1]에 의한 관리대상유해물질, 제38조 제1항에 의한 허가 대상 물질, 제37조 제1항 관련 제조 등의 금지 유해물질, 고용노동부고시 제2013-38호에 의한 발암성 물질 등을 조사하였다.

유해화학물질관리법 제32조에 따라 환경부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 지정·고시한 취급제한/금지물질, 제31조에 따라 대통령령이 정하는 관찰물질, 제3장 유해화학물의 안전관리 등 제1절 유독물 등의 관리에 의해 대통령령으로 정하는 유독물을 화학물질정보시스템(National Chemical Information System)을 활용하여 법규사항을 검색하였다.

위험물안전관리법의 제2조 및 제3조 관련한 위험물 및 지정수량, 시행령 [별표1]에 의거한 제1류 산화성 고체, 제2류 가연성 고체, 제3류 자연발화성 물질 및 금수성 물질, 제4류 인화성 액체, 제5류 자기반응성 물질, 제6류 산화성 액체를 소방방재청 국가 위험물정보시스템을 활용하여 법규사항을 검색하였다.

○ 국외 규제수준 조사

국외 규제수준 조사 내용은 아래와 같으며, 필요시 OSHA 또는 NIOSH 등의 국외 산업보건기관 및 단체를 방문하여 규제 수준 및 근거를 조사하였다.

- 미국 : TSCA; CERCLA; OSHA-PEL; NIOSH-REL; ACGIH-TLV; AIHA-WEEL
- 일본 : 화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률(화심법)(Law Concerning the Evaluation of Chemical Substances and Regulation of Their Manufacture, etc.); 후생노동성 노동안전위생법상의 관리농도/산업위생학회의

권고기준

· EU : Regulation(EC)1907/2006 concerning REACH; 위험물질의 분류, 포장 및 표시에 관한 규칙, 규정 및 행정상 조항 설정에 관한 법령(Directive 67/548/EEC); 특정 위험 물질 및 제재의 유통 및 사용 제한 법령(Directive 76/769/EEC)의 개정안

· 독일 : MAK(Maximum Concentration Values)

· 영국 : WEL(Workplace Exposure Limit)

· 스웨덴 : OEL(Occupational Exposure Limit)

· 프랑스 : OEL(Occupational Exposure Limit)

· 노르웨이 : 노르웨이 제품규제법 (Norweigian Product Regulation, PoHS)

· 스웨덴 : 화학물질 금지에 관한 법령(개정안)

· 중국 : 화학물질최초수입 및 유독화학물질 수출입 환경 관리규정 (Regulations for Environmental Management on the First Import of Chemicals and the Import and Export of Toxic Chemicals)

· 인도 : 유해화학물질 제조, 수입 등에 관한 법률(MANUFACTURE, STORAGE AND IMPORT OF HAZARDOUS CHEMICAL RULES)

■ 관리수준 제안 방법

화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 연구대상 물질을 대상으로 노출평가와 사회경제성 평가를 수행하고 이 결과를 종합적으로 검토하여 산안법상 관리수준을 제안하였다. 대상물질의 화학물질명, 구조식 등의 산안법내 일치화를 검토하고 노출기준 개정 필요한 경우 국내외 노출기준과 비교·분석하여 과학적 근거를 제시하였다. 필요시 용량-반응 평가를 실시하여 $RfC_{(worker)}$ 산출하여 노출 실태조사 결과와 비교함으로써, 노출기준 제·재정이 필요한 물질내지 관리의 강화가 필요한 물질 등의 정책결정을 위한 기초자료로 활용하였다. $RfC_{(worker)}$는 근로자의 노출과 비교가 가능한 보수적 관점의 노출기준으로 활용이 가능하여, 노출양상의 상위 신뢰한계가 $RfC_{(worker)}$ 보다 낮은 경우 근로자의 노출 위험을 수용 가능한 수준으로 판단할 수 있다.

노출평가와 유해성·위험성 평가의 결과에서 도출된 근로자에 대한 노출잠재성, 취급량에 따라 방법으로 관리 수준 제안하며, 최종 관리 수준 제안은 각계의 관련 전문가들과 의견을 수렴하여 결정하였다.

(7) 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토

일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대해 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부 검토를 위한 3단계별 연구는 아래와 같은 방법으로 확인하였다.

○ 규제수준에 따른 화학물질의 기본정보를 확인

6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)의 관리대상 유해물질에 대한 모든 자료를 고용노동부 홈페이지, 법제처, 고용노동부 발간자료 및 한국산업안전보건공단에서 수행된 연구보고서 등을 활용하여 확인하고자 하였다. 또한, 규제수준별 모든 화학물질에 대한 노출 근로자 수, 사용량은 2014년도에 수행한 작업환경 일제조사 자료를 산업안전보건연구원이 제공하여 정보를 확보하였다.

한편, 6종의 관리대상 유해물질은 작업환경측정대상물질로 노출수준은 한국산업안전보건공단의 작업환경측정결과 데이터베이스를 활용하여 참고하고자 하였다. 그리고 국외 노출기준의 자료는 미국산업위생전문가협의회(American Conference of Industrial Hygienists, ACGIH)의 노출기준(Threshod Limit Values, TLVs), 미국연방규정(Code of Federal Regulation, CFR)의 허용노출기준(Permissible Exposure Limits), 일본산업보건학회(Japan Society of Occupational Health, JSOH)의 직업적 권고노출기준(Recommended Occupational Exposure Limits, ROEL) 등의 자료를 활용하고 그 밖에 외국의 노출기준은 국제노동기구(International Labour Organization, ILO)의 화학물질 노출기준(Chemical Exposure Limits) 사이트를 참고하였다. 국내외 직업병 발생현황은 그간 발간된 학술지나 연구보고서 등 관련 문헌[3]조사를 통한 자료의

수집 및 분석을 하고 인터넷 등에서 제공되는 정보를 활용하였다.

○ 국내외 화학물질규제를 위한 분류 기준 등을 파악

국내의 경우 환경부의 화학물질관련법령, 소방방재청의 위험물안전관리법을 대상으로 검토하였다. 그리고 해외 각국의 정부 부처 사이트 등 방문하여 화학물질 규제를 위한 분류기준 또는 선정기준 등을 파악하며, 선진외국은 EU의 경우 각종 Directive, 미국은 유해화학물질관리법(Toxic Substances Control Act, TSCA), 유해물질운송법(Hazardous Materials Transportation Act), 직업안전보건과 관련된 미연방규정으로는 직업안전보건규정(Occupational Safety and Health Standards)에 대해 조사하고자 하였다. 또한, 일본은 화학물질심사규제법(The law concerning the evaluation of chemical substances and regulation of their manufacture, etc)과 후생노동성의 노동안전위생법을 영국은 Control of Substances Hazardous to Health(COSHH) Regulation과 CHIP(Substances or mixtures of substances classified as dangerous to health under the Chemicals (Hazard Information and Packaging for Supply) Regulations을 검토하였다.

○ 국내외 화학물질별 규제수준을 비교

산업안전보건법에서 관리되고 있는 규제수준별 화학물질에 대한 정보는 최신성을 유지하기 위하여 법제처 홈페이지에서 자료를 확인하였다. 유럽연합(European Union, EU)의 경우 EU의 이사회 지침(Council Directive 76/769/EEC)과 Council Directive89/677/EEC, Directive1999/43/EEC, Council

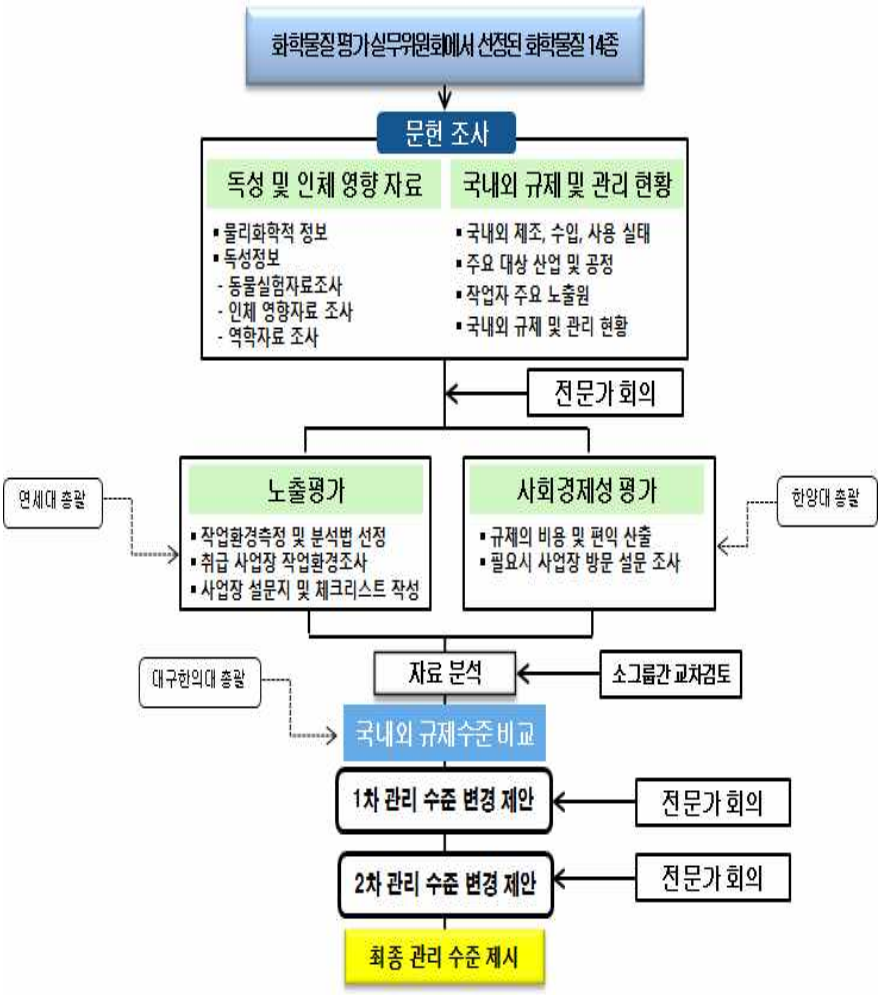
3) 1. 고용노동부, 산업안전보건공단에서 발행되는 보고서 및 간행물, 2. 한국산업위생학회, 한국환경보건학회, 대한산업의학회, 대한예방의학회 등에서 발간되는 학술지

Directive 98/24/EC, Council Directive 2000/39/EC, Council Directive(80/1107/EEC을 파악하여 규제수준별 물질을 확인할 예정이다. 선진외국에 대한 규제수준별 화학물질은 미국의 경우 미국연방규정(OSHA CFR)을 대상으로 특별관리 대상물질과 허용노출기준(OSHA CFR 1910. Subpart Z Table Z-1) 자료를 파악하여 이를 활용하였다. 일본은 노동안전위생법에서 규제되고 있는 제조 등의 금지, 제조 등의 허가, 유기용제, 특정화학물질과 관리농도를 확인하고, 화학물질의 심사 및 제조의 규제에 관한 법률에서는 제1종, 제2종 특정화학물질의 기준과 대상물질을 파악하였다. 영국의 경우 건강을 위한 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002)에서 규정하고 있는 금지물질(Prohibited substances, Import prohibited, Supply prohibited, Prohibited for specified purposes)과 노출감시(Monitoring exposure), 건강감시(Health surveillance) 등에 대한 물질을 파악하고 작업환경측정대상물질과 비교를 위하여 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs)에서 제시하고 있는 화학물질정보를 활용하였다. 스웨덴의 경우 작업환경법(Swedish Work Environment Act)의 하위 규정으로는 직업노출기준과 공기 중 오염물질의 측정(Occupational Exposure Limit Values & Measures Against Air Contaminants)편에서 제조금지와 허가대상물질의 목록을 확보하였다.

3. 연구추진계획

(1) 연구추진체계

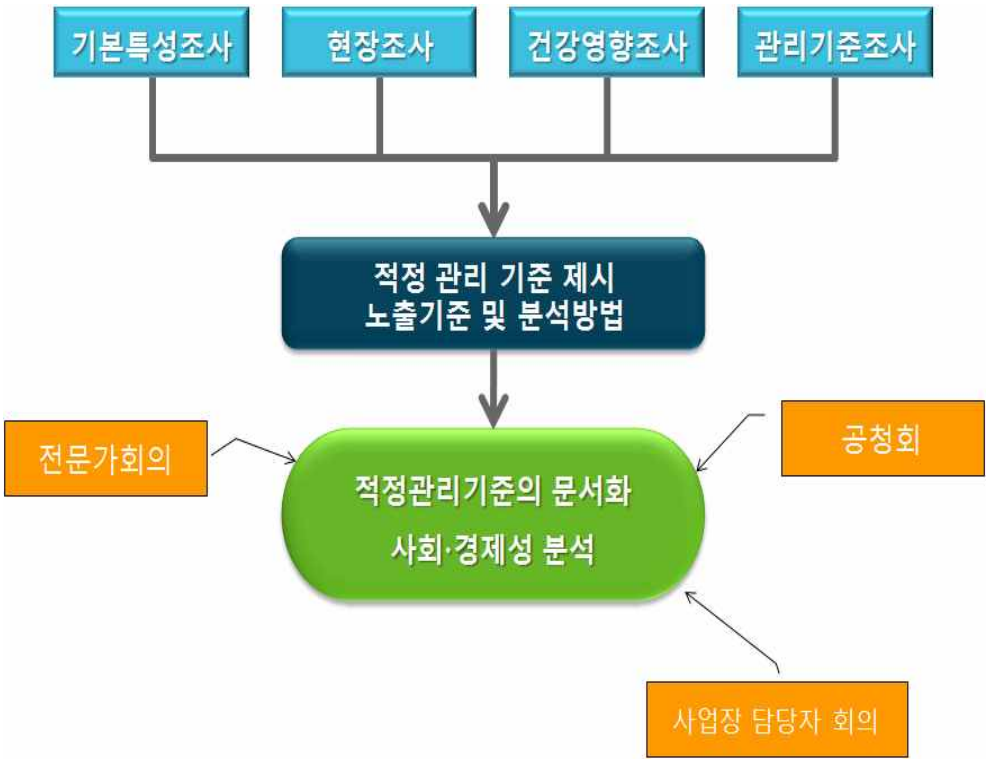
본 연구를 추진하기 위한 계획 체계도는 다음 그림 12와 같다.



[그림 13] 연구 전체의 추진 체계

문헌조사로부터 시작 노출평가 및 사회·경제성 평가를 수행하였다. 노출평가(exposure assessment)는 현장실태조사 및 노출분포 확인(exposure estimation)를 통해 진행하고, 사회·경제성 평가는 선행연구에서 제시된 표준화된 사회·경제성 평가 방법에 따라 추진하였다. 이 과정 단계 단계마다 전문가회의, 자문회의 및 간담회, 교차검토 등을 거쳐 의견을 수렴하고 최종 산안법상 관리수준을 제안 하였다.

적정한 관리기준을 제시하기 위하여 본 연구의 중요한 단계 중 하나인 사회·경제성 분석을 좀 더 세부적으로 정리하면 다음 그림 13과 같다.



[그림 14] 관리기준 및 분석 방법 설정을 위한 추진 계획 체계

Ⅲ. 연구결과

1. 대상 화학물질 17종의 유해성 및 취급실태

대상화학물질 17종과 사회경제성평가 후보 대상물질 2종(1,2-디클로로프로판, 인듐)을 포함한 19종에 대한 유통량 현황과 작업환경실태조사 현황은 다음과 같다.

<표 58> 화학물질 19종에 대한 유통 현황 조사

순번	물질명	취급 근로자수	제조 사업장 수	수입 사업장 수	취급 사업장 수	수출 사업장 수
1	1,2-디클로로프로판	29,767	4	5	42	4
2	인듐	19,488	5	5	14	2
3	알파-메틸 스티렌	3,545	1	11	23	0
4	푸르푸릴 알콜	24,910	5	25	96	7
5	크로톤 알데하이드	29	0	1	0	0
6	메틸메타크릴레이트	76,402	39	56	287	31
7	무기 불화물 (Fluorides)	14,467	1	27	55	6
8	메틸 아크릴레이트	567,739	8	19	95	3
9	큐멘	809,446	1	26	190	2
10	디아세톤 알콜	자료 없음				
11	노말-프로필 알콜	60,431	3	38	61	2
12	나프탈렌	77,799	7	49	101	6

13	이소포론	14,695	2	19	86	4
14	이피엔	자료 없음				
15	트리부틸 포스페이트	60,847	0	12	56	0
16	디메틸 아미노 벤젠	자료 없음				
17	삼차-부틸알콜	6,429	2	18	14	2
18	이소프로필 에테르	1,694	0	8	14	0
19	텔레늄과 그 화합물	1,617	1	3	4	1

<표 59> 화학물질 19종에 대한 작업환경실태조사 현황

순번	물질명	사업장 수 (개소)	취급근로자수 (명)	취급량 (톤)	용도
1	1,2-디클로로프로판	343	2292	44,852	용제 얼룩제거제 화학물질의 중간제품 훈증제
2	인듐	37	432	872	베어링의 경도를 높이는 합금 유리와 유리 또는 유리와 금속의 봉합제 트랜지스터 및 적외선 탐지기
3	알파-메틸 스티렌	20	430	75,504	폴리에스테르 및 알키드 수지 제조 가소제
4	푸르푸릴 알콜	57	491	11,906	셀룰로즈 에스테르류, 에스테르류 등 제조
5	크로톤 알데하이드	7	59	2,020	노르말-부틸알콜 제조, 유류 정제시의 용매
6	메틸메타크릴레이트	323	909	71,931	아크릴판, 아크릴 주조, 아크릴 표면 코팅에 사용하는 메트아크릴산폴리메틸 중합체의 생산
7	무기 불화물 (Fluorides)	70	339	1,473	불소화합물의 분쇄, 건조, 가소 제강 등
8	메틸 아크릴레이트	47	552	25,939	종이류의 코팅용, 플라스틱 피막 치과용 등
9	큐멘	166	1351	21,603	아세톤, 페놀, 아세토페논, 알파-메틸 스티렌 등 합성
10	디아세톤 알콜	252	1946	2,054	유지류 및 탄화수소류의 용제
11	노말-프로필 알콜	87	917	3,866	용제 유기물질의 합성
12	나프탈렌	88	5854	30,477,738	좀벌레, 나방 구산제 및 염료 제조
13	이소포론	149	1696	5,784	제초제 화학물질 제조의 중간체
14	이피엔	13	31	138	진드기 살충제 등
15	트리부틸 포스페이트	10	43	5,297	락카류, 플라스틱 및 비닐 수지류의 가소제 광석에서 중금속 추출
16	디메틸 아미노 벤젠	7	77	8	염료 제조
17	삼차-부틸알콜	39	357	233,905	플라스틱, 락카, 셀룰로즈 에스테르 등 화학물질 제조의 중간체
18	이소프로필 에테르	7	70	828	용제 화학물질의 중간제품
19	텔레늄과 그 화합물	7	124	388	도자기, 유리의 착색제 은제품에 검은 색을 나타내게 하는 시약

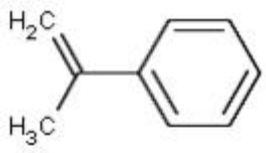
1) 알파-메틸 스티렌(α-Methyl styrene)

CAS: 98-83-9

동의어: AMS;Alpha-methylstyrene;Isopropenylbenzene;
1-Methyl-1-phenylethylene;β - Phenylpropene;
2-Phenylpropene; Benzene, (1-methylethenyl)-

분자식: C_9H_{10}

화학구조 :



(1) 물리화학적 특성

AMS 날카로운 방향성 냄새이고 중합가능하고 무색인 액체이다. 보고된 냄새 역치는 0.05 pm 보다 낮고 10 ppm을 넘는다(Amoore와 Hautala, 1983; Ruth, 1986; Warshawsky, 2001; Wolf 등, 1956). AMS는 흔히 TERT-BUTYL CATECHOL과 같은, 중합 방지제의 첨가에 의해 안정화 된다(Lewis, 1993; Kirk-Othmer, 1978; ChemFinder, 2005). 화학 및 물리적 특성 포함(Weast 등, 1987; Lewis, 1993; Gerarde, 1960; Boublik 등, 1984):

분자량: 118.18

비중y: 0.9082 (20°C에서)

녹는점: -23.21°C

끓는점: 165.38°C

증기압력: 1.9 torr (25℃에서)
20℃에서의 공기포화: 2500 ppm
인화점: 83.89℃, 밀폐시
폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)
자연발화온도: 573℃
용해도 : 물에 불용성; 알콜과 에테르에 용해
25℃ 와 760 torr 전환: 1 ppm = 4.83 mg/㎥; 1 mg/㎥ = 0.2 ppm

(2) 동물 실험

급성/아만성

흰쥐에게서 4900 mg/kg 의 LD_{50}이 보고되고 있다(ITII, 1982; Wolf 등, 1956). 토끼 피부 LD_{50}은 16 ml/kg고가 3000 ppm의 LCLo (lowest inhalation concentration causing death)가 6시간동안의 흰쥐의 노출에 근거하여 알려져 있다(UNEP, 2002). 토끼의 연구는 희석된 AMS가 피부와 눈에 약간 자극적인 것으로 나타났다 (Rylova, 1955; Wolf 등, 1956). 수컷과 암컷 B6C3F1 MICE는 하루 6시간, 주5일의 기간으로 12일간 0, 600, 800 또는 1000 ppm의 AMS를 전신 흡입으로 노출 시켰다(Morgan 등, 1999). 노출 후 1000 ppm 그룹의 24마리 중 5마리의 죽음을 확인하였고 , 800 ppm 그룹의 18마리 중 10마리, 그리고 600 ppm 그룹의 18마리 중 한 마리의 죽음으로 확인하였다. 중증의 간 괴사는 쥐의 초기 죽음의 전형적인 종류였다. 모든 수컷, 암컷 쥐는 첫 노출 6시간 이후 즉각 검사하였을 때 진정된 것으로 보였으나, 2번째 주에는 순응된 것으로 보였고 더 이상 진정되지 않았다. 노출된 5일과 12일이 지난 후 AMS-노출 그룹을 비교하면 수컷 쥐의 몸무게는 암컷 쥐를 제외하고 상당히 감소하였다. 노출 12일이 지난 후 간 무게는 크게 증가하고 연결된 비장의 무게가 모든 농도에서 암컷 수컷 모두 상당히 감소하였다. 노출의 첫날과 5일이 지난 후 전체

간 글루타디온은 모든 농도에서 암컷 쥐는 상당히 감소하였고 수컷의 모든 농도는 5일간의 600 ppm은 제외하고 상당히 감소하였다. 암컷과 수컷 Fischer-344(F-344) 흰쥐(5/sex/group)은 0, 600, 1000 ppm AMS를 매일 6시간씩 12일간의 흡입에 의해 노출되었다(Morgan 등, 1999). 어떤 사망 또는 진정작용은 AMS에 노출된 쥐에서 발견되었다.

간의 무게는 600 또는 1000 ppm을 12일간 노출 시킨 후 암컷과 수컷 모두 상당히 증가되었다. 증가된 hyaline droplet 축적은 모두 농도 그룹의 수컷 쥐에서 발견되었다. 유의 미세한 병병은 다른 조직 검사에서 발견되었다.

최종 연구에서는 AMS 농도 0, 125, 250, 500 ppm에 9일 동안 하루 6시간씩 노출된 암수 F-344 흰쥐 또는 수컷 NCI-Black-Reiter(NBR) 흰쥐(α2μ-globulin deficient strain)들은 신장에 유리모양의 방울의 축적이 증가된 것이 관찰 되었다.

250와 500 ppm의 그룹에서 수컷 F-344 흰쥐의 신장 세뇨관에서 유리 모양의 방울의 증가 축적이 관찰되었다. 유리질 용적 신장병 또는 기타 화학 관련 효과는 암컷 F-344 흰쥐 또는 NBR 흰쥐에 존재 하지 않았다(Morgan 등, 1999).

아만성

0, 40, 200, 1000 mg/kg/day 의 용량으로 올리브 오일에 AMS를 조합하여 반복 투여 및 생식 / 발달 독성 테스트 수컷/암컷 흰쥐들 (각각 10마리 / 성별 / 그룹별)을 에서 44 일 동안 (UNEP, 2002; 마츠우라, 날짜 기입 생략) 실험을 실시했다. 200~1000 mg/kg 그룹의 조직학적 검사에서는 남녀 흰쥐 모두 간세포의 호 산성 변화를 보여 주었다.

수컷 흰쥐의 경우: 세뇨관 상피의 호 염기성 변화 및 유리방울의 증가, 유리 방울과 수컷 흰쥐의 세뇨관 상피의 호 염기성 변화의 증가. 암컷 흰쥐들의 내부의 있는 위축의 림프구의 침투 1000 mg/kg 그룹에서는 수컷 흰쥐의 방광

점막 상피의 증식, 지방층 모양을 띤 방울의 증가가 나타났다.

이 연구의 저자들은 간, 부신 및 신장의 변화와 대사 적응의 결과가 스트레스와 관련하는지 여부를 검토했다. 1000 mg/kg 투여 그룹에서는 수컷 흰쥐의 체중 증가 억제를 보여 주었고, 암컷 흰쥐들의 경우 경미하지만 임신 기간의 후반부에 체중 증가의 억제를 보여주었다. 이 연구들을 바탕으로, 반복 투여 독성은 200 mg/kg/일의 NOAEL을 도출 할 수 있다. 8시간 이상 분산 투약하는 것이 아니라 실험하는 기간 동안만의 제한이 있기 때문 TLV 노출과 선량률 차이를 추정하는데 어려움이 있고, TLV 설정시 응용 프로그램이 한정 되어 있다.

미국 국립 독성 프로그램 (NTP, 2007)는 수컷과 암컷 F-344 흰쥐들의 AMS의 독성을 특성화하기 위해 14 주간의 흡입 시험을 실시했다. 흰쥐 (10/성별/그룹) 0, 75, 150, 300, 600, 1000 ppm의 AMS에서 14 주 동안 1 일 6 시간, 주 5 일 동안 실험했다.

모든 흰쥐가 연구하는 마지막까지 생존하고 모든 그룹의 체중은 챔버 컨트롤과 유사하게 나타났다.

절대 신장 체중은 수컷은 1000 ppm 암컷은 600~1000 ppm에서 크게 증가했다. 대폭적인 증가 간 중량 농도에서 수컷 ≥150 ppm에서 암컷 ≥600 ppm 것으로 나타났다. 부신 방울 축적의 발생률은 챔버 컨트롤과 마찬가지로 나타났다. 그러나 컨트롤에 비교하여 600~1000 pm 에 노출된 수컷에서 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

수컷 흰쥐의 신장에서 α2μ 글로불린의 축적이 관찰되었고 이로 기능이 활발히 이루어 졌다. 그러나 이 효과는 인간과 관련된 것으로 보이지는 않는다. 12 주째 실험 차, 소변 화학의 실험에서 300 ppm의 수컷과 600과 1000 ppm의 수컷, 암컷 둘 다 신장 독성의 농도에 관련한 증가를 보여 주었다.

간 체중의 변화는 조직 병리학 적 변화가 없는 경우에 발생했음을 알 수 있고, 이 연구를 위한 적정수준은 NOAEL은 암컷은 600 ppm 에서 신장 독성

의 상승에 따라 300 ppm으로 보고 있다. 수컷과 암컷 B6C3F1 흰쥐 (10/성별/군)는 14주에서 일주일에 5일, 하루에 6시간, 0, 75, 150, 300, 600. 1000 ppm의 AMS (NTP, 2007)에서 관찰하였다. 1000 ppm 그룹에서 두 암컷 흰쥐들은 3일째 되는 날 사망했다.

수컷의 최종 평균 체중은 600 ppm 것을 ≥과 암컷의 75, 300, 1000 ppm의 챔버 컨트롤보다 유의하게 낮았다. 암컷은 최종 평균 체중의 감소가 지속적으로 있었지만, 두 성별을 고려하면 300 ppm 이상에서 일정하게 유의한 감소가 있었다.

심한 진정 중등도 (수컷에게만)는, 운동 실조는 1000 ppm의 흰쥐에서 관찰되었다. 터미널 유의 기관 무게의 변화는 ≥300 ppm에서 암컷이 ≥150 ppm에서 수컷의 무게 비율의 증가 포함되어 있음을 알 수 이따. 600~1000 ppm의 암컷의 발정주기 길이는 컨트롤과 비교 시 더 길었다. 코에 병리 조직학적 변화(피부 위축 / 화생과 동맥 위축 및 증식을 포함)는 노출된 모든 레벨단계에서 일어났다. 호흡기도 상피의 유리 변성 발생률이 유의하게는 150 ppm 이상 단계에서 암컷들이 늘어났다. 조직 병리학적 변화는 남녀 모두 600과 1000 ppm의 AMS에서 발생했다.

흰쥐 들은 약 100일간 AMS 621 ppm에서 실험한 결과 특정 비타민과 동물성 단백질이 유지되고는 있으나 많이 부족한 상태로 버티고 있었다(Rylova, 1955; Blinova와 Rylova, 1957). 폐렴, 폐 농양 및 비장 비대가 관찰되었다. 207 ppm을 농도에서 공동의 일부 기능 손실이 인정되었다. 암수컷 흰쥐들 AMS 증기의 2에서 800 ppm 7 개월 동안 1 일 5 시간씩 노출 소변 양의 감소, 소변에서 단백질의 증가 및 폐의 조직학적 변화, 간, 신장, 심장, 뇌 및 비장 (Korbakova와 Fedorova, 1964) 에 의해 기능이 저하됨을 알 수 있었다.

흰쥐들은 3개월 동안, 0.01, 0.1 그리고 1 ppm의 농도의 AMS 흡입 노출 되었으며 혈액 안에서의 핵산과 소변의 코프로포르피린이 1 ppm에서만 반응을 보였다(Cusev와 Minaev, 1967). 이 두 후자의 연구는 평가 보고서에서는 초기

의 높은 생산량 화학 물질에 대한 검사 정보 데이터 설정을 리포트 하지 않았다. 또한 유사하게 발생되는 사례들의 결과는 AMS의 독성물학 다른 공표 된 연구에서는 확인되지 않았다. 따라서 TLV응용프로그램(어플리케이션)의 개발에는 한계가 있다.

만성/발암성

그룹 당 10~25마리의 흰쥐와 그룹 당 5 - 10마리의 기니피그 모두 6개월 이상의 기간 동안 일주일에 5차례, 하루 7시간의 200, 600, 800, 3000 ppm 의 AMS 증기에 반복해서 노출되었다. 흰쥐 나 기니피그의 종은 밝혀지지 않았다. (Wolf 등, 1956). 두 종류 모두 3000 ppm 증기에 노출된 후 많은 수가 사망했다. 149 차례의 노출 이 후의 흰쥐에서 600, 800 ppm 증기에 노출된 후 간과 신장의 무게가 증가한 것으로 관찰되었다. 기니피그의 경우 간의 무게는 600, 800 ppm증기에 노출 후, 신장의 무게는 800 ppm 증기에 노출된 후에 증가하였다. 원숭이와 토끼는 가장 낮은 두 수치의 AMS 증기에만 노출되었고, 600, 800 ppm 증기에 노출된 그룹에서 한 마리 암원숭이가 149차례의 노출 이후에도 부작용이 없는 것으로 보여 졌다. 토끼의 경우 600 ppm 에서 우울증이 증가하고 사망률이 약간 증가한 것으로 나타났다. 모든 종의 동물들이 200 ppm의 수치로 197일 이상 139회 노출되었을 때, 조혈조직을 포함하여 특이 반응이 나타나지 않은 것으로 나타났다(Wolf 등, 1956).

암수 각 50마리의 흰쥐를 105 주간 일주일에 5 차례, 하루 6시간 동안 0, 100, 300, 1000 ppm의 AMS 압축 증기를 흡인하도록 하였다(NTP, 2007) 노출된 암수 흰쥐의 생존률은 감압조정실의 수치와 비슷했다. 1000 ppm에서의 암수 흰쥐의 평균 체중은 연구 2년 차의 그룹보다 적었다. 1000 ppm에서 두 마리의 수컷과 300 ppm에서 한 마리의 수컷에서 세뇨관 암종이 관찰되었다. 또한 300 ppm에서의 한 마리 수컷에서 세뇨관 선종이 나타났다. 연구 2년 차의 300, 1000 ppm에서의 수컷 흰쥐에서 종양이 발견된 것과 신장 종양과 많은 연

관을 가지는 α2μ-globulin 이 3개월 간 신장에 축적되었다는 것이 발견된 것 때문에 추가적인 단계의 신장 부위가 준비되었고, 병소 과형성 또는 선종을 가진 수컷 흰쥐가 추가적으로 확인되었다. 1000 ppm에서의 수컷 흰쥐의 세뇨관 선종과 복합 암종 발생률은 단일과 단계 부위가 결합할 때 조정실의 것에 비해 월등히 높았다. 1000 ppm에서의 수컷 흰쥐와 300 ppm이상에서의 암컷 흰쥐에서 신장돌기의 무기화 발생률이 현저히 증가하였다. 조정실에 비해 1000 ppm에서의 수컷 흰쥐 단핵세포백혈병 발생률이 크게 높았다. 암수 모든 노출 그룹에서 비강 내의 기저세포 과다 형성이 크게 증가하였고, 1000 ppm에서 암수 모두 그리고 300 ppm에서의 암컷 흰쥐에서 후각 상피 조직의 퇴화 발생률이 증가하였다(NTP, 2007). 이 연구의 비발암 효과를 위한 NOAEL은 100 ppm으로 이는 300과 1000 ppm에서의 암컷 흰쥐의 신장돌기의 무기화 증가에 근거하였다.

B_6C_3 F_1 암수 흰쥐 각 50 마리를 105 주간 일주일에 5 차례, 하루 6시간 동안 0, 100, 300, 1000 ppm의 AMS 압축 증기를 흡인하도록 하였다(NTP, 2007). 노출된 암수 흰쥐의 생존률은 감압조정실의 수치와 비슷했다. 600 ppm에서의 수컷 흰쥐의 평균 체중은 연구 전체의 조정 그룹보다 적었고, 600 ppm에서의 암컷 흰쥐는 13주 후 적어졌다. 300 ppm에서의 암수 흰쥐의 평균 체중은 대부분의 연구에서 감압 조정실의 것보다 적었지만, 연구가 끝날 무렵 회복되었다. 간세포 선종이나 복합 간세포 암종은 100~ 600 ppm에서의 수컷 흰쥐와 모든 수치에서의 암컷 흰쥐에서 현저하게 증가하였다. 간세포 선종은 모든 수치에서의 암컷 흰쥐에서 현저히 증가하였고, 암수 모든 그룹에서 수치를 넘어선 발생률을 보였다. 간세포 암종과 간의 호산성 병소가 600 ppm의 암컷 흰쥐에서 크게 증가하였다. 암수 모든 노출 그룹에서 후각 상피 조직의 변질과 후각 상피 조직 위로 가로놓인 분비샘의 과다형성 발생률이 증가하였다. 부가적으로, 300, 600 ppm에서의 수컷 흰쥐에서 후각 상피 조직의 위축 발생률이 증가하였다. 감압조정실의 것에 비해 600 ppm에서의 암컷 흰쥐에게서 심각한

신장병 발생률이 증가하였다. 또한 수컷 흰쥐에게서 전위의 상피 조직의 과다 형성이 나타났다(NTP, 2007).

유전 독성

1~333 ㎍/plate의 범위에 걸쳐한 테스트한 AMS는 TA97, TA98, TA100, TA1535 살모넬라 티피뮤리움 테스터 균주에서 S9 대사 활성화 효소의 유무와 상관없이 돌연변이를 유발하지 않았다(Zeiger 등, 1992).

Norppa 와 Vainio (Norppa와 Vainio1, 983)는 외인성 대사 활성화 시스템 없는 인간 전혈 림프구 배양에서 자매염색분체교환(SCE)의 유도가 가능한 스티렌과 같은 메틸화된 스티렌을 발견했다.

SCE가 유도된 스티렌은 용량 의존적 방식으로 증가되었지만, 확실한 SCE 효과가 보여진 AMS는 용량 의존적으로 증가하지 않았다. AMS는 사용가능한 농도의 범위내에서 SCEs/cell의 평균수를 두 배로 할 수는 없었다.

AMS는 AROCLOR 유도된 RAT의 간 S9 혼합물의 첨가유무에 관계없이 다섯 시간 동안 0, 0.05, 0.075, 0.10, 0.125, 또는 0.15 µL/ml/plate의 농도의 체외(시험관)에서 노출된 중국 햄스터의 난소 세포에서 그 돌연변이 비율이 크게 증가하지 않았다(Amoco Corp, 1991).

그러나, AMS는 S9가 있는 50~149.9 µg/mL의 농도에 노출되어 배양된 중국 햄스터의 난소 세포에서 SCEs 의 빈도수가 크게 증가했다; 활성화 없이는 SCEs의 의미 있는 증가는 발견하지 못했다(NTP, 2007).

최대 251.3 µg/mL의 농도에 있는 AMS는 S9활성화의 유무와 상관없이 염색체 이상을 유발하지 않았다(NTP, 2007).

생체 실험에서, 3개월 흡입연구의 결론을 얻은 수컷 MICE의 혈액 샘플에서 관찰된 소핵적혈구의 농도는 중요하지 않았다(0, 75, 150, 300, 600, 1000 ppm) (NTP, 2007). 그러나, 소핵적혈구의 확실한 증가는 1000 ppm 그룹의 암컷 MICE의 혈액에서 관찰되었다.

생식/발생독성

파일럿 기형 검사 연구에서 암컷 흰쥐에게 임신 1일에서 15일까지, 옥수수 기름 또는 250 ㎎/㎏ AMS 옥수수 기름을 복강 주사 하였다(Hardin 등, 1981). 임신 21일째에, 생쥐는 죽었고 자궁내부를 조사하였다. AMS 투여군 에서는 재흡수의 발생이 상당히 증가했고, 태아의 성비가 암컷의 현저한 부족으로 변화했다. 어떤 기형 유발 물질 또는 물질 조직에서 치료 관련 조직 병리학적 변화는 관찰되지 않았다(Hardin 등, 1981; Shell Oil Co, 1988).

OECD 연합 반복 선량과 생식/발생 독성 선별검사에서, 암컷 흰쥐는 AMS를 경구 위관을 통해 교미 14일전부터 3번의 수유일까지 0, 40, 200, 1000 mg/kg/을 투여 받았다(UNEP, 2002). 반면에 수컷 흰쥐는 동일 용량을 최대 44일 동안 경구로 투여 받았다(그룹/성별 당 동물의 수는 보고되지 않았다). 이러한 교배 지수, 수태 지수, 임신 기간, 황체 또는 착상의 수, 착상지수, 임신 지수, 분만 지수나 출산과 같은 생식 변수에 대해 어떤 효과가 관찰되지 않았다. 명백한 독성의 징후를 드러낸 1000 ㎎/㎏ 그룹의 두 어미는, 자신의 새끼를 보육하지 않았고 이틀이내에 모두 새끼를 잃었다.

저자는 모성과 부성이 NOAELs 200 mg/kg/day 암컷에게, 수컷에게 1000 mg/kg/day for males, F1 새끼에게 1000 mg/kg/day 라고 했다(UNEP, 2002).

지난 B6C3F1 mice (10/성별/ 그룹)에 대한 National Toxicology Program 14주 연구에서는 14주까지 일주일에 5일 그리고 하루에 6시간동안 0, 75, 150, 300, 600, 1000 ppm 노출된 암컷 MICE의 발정주기 길이가 현저히 그들의 컨트롤보다 길어졌다고 묘사했다(NTP, 2007). National Toxicology Program 14주 연구에서 흰쥐의 발정주기의 길이는 유의미한 차이가 없었다(NTP, 2007). AMS에 노출된 MICE 혹은 흰쥐에서는 또 다른 생식의 종점(endpoints)에 영향이 없었다(생식기의 무게와 정액 변수를 포함하여).

흡수, 분포, 대사, 배설

최근 연구에서 AMS가 스티렌과 유사한 대사 경로에 의해 생체 내에서 변환됨을 시사하는 내용에 대한 증거를 제공했다(Morgan 등, 1999). 7-메틸 스티렌-7,8-에폭 사이드(α-메틸스티렌 산화물 또는 AMSO)의 형성 과정 결과 AMS가 간세포 질속 미립 질 효소의 산화를 유발시켰다(Morgan 등, 1993, 1999).

Bardodej과 Bardodejova (Bardodej와 Bardodejova ,1970) 는 화학물질을 흡입한 사람의 소변과 Rat 과 개들의 AMS의 구강 복용을 통한 소변을 테스트하였다. Atrolactic acid, a methyl derivative of mandelic acid는 시험한 모든 종류의 소변에서 발견되었다.

Ajzvert (Ajzvert, 1975)는 Atrolactic acid 의 동물과 사람들의 흡입 또는 피부흡수에 대한 AMS의 양적 변화에 대해 연구했다. 저자는 소변의 atrolactic acid 이 AMS노출의 유용한 생물학적 결정요인이 될 수 있다고 제시했다. Atrolactic acid에 2주 동안 흡입으로 500 ppm 노출된 흰쥐에게서 AMS가 유일한 양적 대사물을 찾아냈다.

흰쥐에게 투여된 정맥 내 AMS(11 mg/kg)의 투여량 중 90% 이상이 72시간 동안 배출 되었다 (De Costa 등, 2001).투여량 중에 86%가 소변으로 배설되었으며 호흡으로 2.2 % 와 대변으로 1.9% 배설 되었다. 쥐에게 AMS를 고용량 경구 투여한 후 대사 후 소변에서 측정 하였다 :

2-phenyl-1,2-propanediol glucuronide(소변 방사능의 50%), S-(2-hydroxy-2-phenylpropyl)-N-acetylcysteine(13%), 2-phenyl-1,2-propanediol(3%), 과 2-phenylpropionic acid (1%).

이러한 연구결과는 글리콜 또는 glucuronide을 대사산물로써 AMS 노출의 잠재적 마커로 고려할 가치가 있다고 제안하고 있다. NTP에서는 쥐들의 AMS에 대한 대사와 화학적 성향에 대한 연구를 했다(NTP, 2007). 정맥(10 mg/kg), 경구(1000 mg/kg) 및 흡입(300, 900 ppm for doses of 131 and 340 mg/kg, respectively) 시험은 호흡과 배설물을 통해 적은 량이 배출되며 소변이 배설의

주요 경로임을 보여 준다. AMS는 쥐의 몸에 잘 분포 된 후 생쥐의 코 흡입노출과 혈액의 농도는 감소하여 > 6 μg AMS/mL였으며 노출 종료 7시간 후 300 ppm(5.5 시간 동안) 에서 < 1.0 μg/mL의 결과를 보였다. 300, 900 ppm의 흡입 노출에 대한 각각의 제거 반감기는 5 시간과 2.8시간으로 추정 되었다(NTP, 2007). 비록 atrolactic acid와 2-phenylpropionic acid 또한 존재 했지만 AMS 흡입 노출에 의한 혈액의 주요 대사산물은 2-phenyl-1,2-propanediol 이었다(NTP, 2007).

흡입과 정맥주입을 통한 AMS의 주요 소변 대사산물은 2-phenyl-1,2-propanediol와 atrolactic acid 의 glucuronide 화합물이다(NTP, 2007). AMS와 사람 간 슬라이스 배양의 주요 대사물질로 2-phenyl-1,2-propanediol을 주목 해야 하였다(De Costa 등, 2001).

이 새로운 정보는 2-phenylpropionic acid가 산화되어, aldehyde 형성, atrolactic acid 또는 glucuronid 복합체의 형성, mercapturate 또는 glutathione 결합과 초기 에폭시를 포함 AMS를 위한 제안 된 대사 경로를 제안합한다(NTP, 2007).

(3) 사람대상의 연구

자원봉사자들에게 AMS 노출에 대한 제한적 흡입시험을 실시했다. 짧은 시간 주기 > 600, 200, 100, 50, or < 10 ppm였으며 200 ppm 에서는 불쾌한 강한 냄새, 100 ppm에서는 강하지만 참을 수 있는 정도의 냄새가 보고되었다. 600 ppm이상에는 AMS에 대한 냄새가 아주 강하며 눈과 코에 강한 자극이 나타났다. 50 ppm에서는 AMS의 존재는 감지할 수 있지만 자극은 없었다(Wolf 등, 1956).

Mackinson등은 AMS에 대한 노출이 눈에 자극, 피부, 상부 호흡기에 대한 자극으로 이어질 것으로 보고 있다(Mackinson 등, 1981; Warshawsky, 2001).

AMS생산은 밀폐 생산 공정과 샘플링 및 용기 충전작업에 대한 직업적 노출로 제한된다(UNEP, 2002). 개인 노출 수준들은 일본 내 두 생산 공정에서 측정하였으며 드럼충진 과 탱크 충진 평균 10.1 mg/㎥(2.1 ppm)이었으며 각각 6.7 mg/㎥(1.4 ppm), 3.4 mg/㎥(0.7 ppm)를 나타냈다(UNEP, 2002). AMS의 일일 섭취량은 1.2 ㎎/㎏/day 추정되었다(UNEP, 2002).

저자는 또한 피부 노출 위험의 최소 노출량을 0.1 ㎎/cm^2/day 로 추정했다. 또 다른 저자는 피부 접촉은 노출에 있어서 중요한 경로가 될 수 있다고 밝혔다(Samimi와 Falbo, 1982).

(4) 취급 실태조사

AMS는 polymerization monomer, acrylonitrilebutadiene-styrene(ABS), 고무 열가소성 수지, 및 α-methyl styrene-butadiene elastomer의 제조에 있어서, 중합 성 단량체로서 이용된다. (Lewis, 1993; Morgan 등, 1999).

AMS 적당한 중합속도와 제품 선명도를 다양한 수지와 코팅으로 향상시킨다(NTP, 2007). 1988년, The Stanford Research Institute(SRI, 1988)는 미국의 6곳의 생산자를 통해 연간 131 million pound의 AMS를 생산한 것으로 추정했다. 큐멘페놀 생산의 부산물로서는 실질적 생산에 포함 되지 않았다. Polystyrene 공장에서의 AMS에 대한 개인 노출은 평균 41 ppb이다(Samimi와 Falbo, 1982). 전기 절연 제조 공장의 압출 영역에서 1 ppb의 AMS 농도가 보고 되었다(Cocheo 등, 1983).

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 알파-메틸 스티렌을 실제 취급하는 사업장은 3개소, 취급근로자 10명, 연간 취급 량 3,646.50 톤으로 조사되었다.

<표 60> 알파-메틸 스티렌의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장 수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	20	0	-	-	-	-
자체조사	3	3	-	-	3,646.50	10
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	23	3	0	0	3,646.5	10

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

α-methyl styrene (AMS) 의 TLV - TWA 10 ppm (48 mg/㎥)을 권고하며 상부 호흡 기관, 신장 독성과, 불리한 생식 효과에 염증의 가능성을 최소화하기 위한 것이다. 흰쥐의 만성흡입 연구에서, 100 ppm의 no-observed adverse-effect level (NOAEL) 값을 얻을 수 있었으며 이는 300 ppm과 1000 ppm에서 암컷의 신장돌기 석화 작용이 증가되는 것을 근거로 했다(NTP, 2007). 인체 실험 데이터에서는 AMS 증기가 200 ppm 이상에서 눈과 상부 호흡기관에 강렬하게 자극적이라는 것을 보고하였다(Wolf 등, 1956). 설치류의 14주 관찰 연구는 NOAEL 300 ppm과 함께 신장 독성의 높은 표시를 확인하여 주었다(NTP, 2007). AMS의 만성흡입과 아만성의 흡입 연구는 노출된 동물들에서 코 상피의 영향을 보고하였다.

코의 조직 병리학적 변화는 생쥐의 모든 노출 수준에서 발생(위축증/후각 상피 화생 및 Bowman의 글랜드 위축과 증식을 포함)최대 14 주 동안 노출되었다. 같은 연구에서, 호흡기관의 상피가 150 ppm이나 그 이상에 노출된 여성들에게 히알린변성의 발병률이 상당히 증가되었다. 또한 , 비슷한 효과를 100,

300과 600 ppm 에 2년간 노출된 mice에게 볼 수 있었다(NTP, 2007). 2년의 Rat에 대한 연구에서, 코의 기저 생포 증식의 발병률은 노출된 남성과 여성의 그룹모두 에서 상당히 증가되었다. 그리고 후각 상피 변성의 발병률은 1000 ppm의 남성과 여성, 300 ppm의 여성에서 증가 되었다(NTP, 2007).

수컷 흰쥐들의 1,000 ppm에서의 2년간의 연구에 따르면 신장 세뇨관 선종과 암(combined) 의 발생률의 증가를 보였다(NTP, 2007), 600 ppm에서는 암컷 생쥐 간의 간세포 암종과 상피성 암이 증가 하였다. 그리고 암컷 생쥐(NTP, 2007)는 모든 용량(100, 300, 600 ppm)에서 간세포 선종 및 암종 (combined)의 발생 빈도가 증가하여 A3를 표시, 인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물 발암성 물리로 확정, 표기는 적합하다. 이 만성 흡입 연구 결과는 다음과 같은 이유로 TLV를 위해 얻을 수 있는 절대값 적용 가능성을 제한했다. 수컷 흰쥐의 신장 효과는 수컷 Rat의 특성에 따른 것이고 사람 건강과의 관계를 고려하지 않았다. 그리고 암컷 Mice의 간 종양 발병률 증가의 결과는 종양의 높은 발생 빈도, 높은 변동성, 과거와 최근의 내용에 혼동 했을 가능성이 있다. 피부에 대해 충분한 데이터를 이용할 수 없었으며 , SEN 표기 또는 TLV-STEL 를 권장하였다.

TLV - TWA, 10 ppm (48 mg/㎥)

TLV 설정근거 : URT irr; kidney dam; female repro dam

A3－Confirmed Animal Carcinogen with Unknown Relevance to Humans

TLV설정 근거 : 상부 호흡기 자극; 신장 손상; 여성의 생식체계 손상.

- TLV의 역사

1959 - 1963: TLV - TWA, 100 ppm

1964 - 1978: TLV - CEILING, 100 ppm

1979: 제안: TLV - TWA, 50 ppm; TLV - STEL, 100 ppm

1981 - 현재: TLV - TWA, 50 ppm; TLV - STEL, 100 ppm

2007: 제안: TLV - TWA, 20 ppm; A3,
인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물발암성 물질
2008: 제안: TLV - TWA, 5 ppm; A3,
인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물발암성 물질
2009: 제안: TLV - TWA, 10 ppm; A3,
인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물발암성 물질
2010: 채택: TLV - TWA, 10 ppm; A3,
인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물발암성 물질

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표와 같다.

<표 61> 각국의 α-Methyl styrene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	50	240	100	485	2				
ACGIH	10				A3				
Australia	50	242	100	483					
Austria	50	246	100	492					
Belgium	50	246	100	492					
Canada - Ontario	50		100						
Canada - Québec	50	242	100	483					
Denmark	50	240	100	480					
European Union	50	246	100	492					
France	25	123	100	492					
Germany (MAK)	50	250	100	500		D			
Hungary		246		492					
Ireland	50	246	100	492					
Italy	50	246	100	492					
Japan									
Latvia	50	246	100	492					
New Zealand	50	242	100	483					
People's Republic of China									
Poland		240		480					
Singapore	50	242	100	483					
South Korea	50	240	100	485					
Spain	50	246	100	492					
Sweden	20	98	50	245					
Switzerland	50	250	100	500					
The Netherlands		20							
USA - NIOSH	50	240	100	485					
USA - OSHA			100	480					
United Kingdom	50	246	100	491					

2) 푸르푸릴 알콜(Furfuryl alcohol)

CAS number: 98-00-0
동의어 : 2-Furylmethanol; 2-Hydroxymethylfuran
분자식 : $C_5H_6O_2$

(1) 물리화학적 특성

Furfuryl alcohol은 빛과 공기에 노출 시 갈색 혹은 붉은색으로 변하는 무색의 액체이다. 냄새에 대한 역치는 8 ppm에서 보고되고 있다.(Amoore, J.E와 Hautala, E, 1983)

화학적 및 물리적 특성은 다음과 같다:(U.S. Department of Transportation, 1985; NIOSH, 1988)

분자량 : 98.10
비중 : 1.1282 (20 ℃)
융점 : -14.44 ° C
끓는점 : 170 ℃
증기압 : 31.8 ℃에서 1 토크
인화점 : 밀폐 시 65 ℃, 개방 시 75 ℃
폭발 한계 : 공기 중 일 때 저점 1.8 %, 고점 16.3 %,
자연 발화 온도 : 490 ℃
용해성 : 알콜, 벤젠, 클로로포름, 에테르에 용해. 물과 혼화. 파라핀 계 탄화수소에 용해
반응성 : 강산과의 혼합에 폭발적으로 반응 할 수 있다.

25℃ 와 760 토르에서의 변환 계수 : 1 ppm = 4.01 mg/㎥ ; 1 mg/㎥ =

0.250 ppm

(2) 동물 실험

급성

푸르푸릴 알콜 700 ppm에 흡입 노출된 쥐들 중 16%가 4 시간 노출 후 사망하였으며 25%가 8 시간 노출 후 사망했다(Comstock, 1952). 눈자극과 졸음, 흥분 효과를 보인다(Woods, L.A.; Seever, M.H, 1954-1956). NIOSH 에서는 6시간 LC_{50}값으로 생쥐는 397 ppm 랫은 85 ppm으로 근사치를 추정하였다(NIOSH, 1997).

원숭이는 260 ppm에서의 불분명한 부작용으로부터 자극을 받았다. Jacobson 등(Jacobson 등, 1958)의 Furfuryl alcohol, 아닐린과 하이드라진 혼합물 독성 연구 결과에 따르면 Furfuryl alcohol vapor 에 4시간 노출된 흰쥐에게서 LC_{50}이 233 ppm 인 것을 발견했다

Erdmann(Erdmann, 1902)의 보고에 따르면 푸르푸릴 알콜의 과다 사용은 개와 토끼에게 호흡곤란, 체온저하, 메스꺼움, 타액 분비, 설사, 현기증 및 이뇨증상을 일으켰다. 동물 실험은 해당 액체의 복용관련 사망률과 피부를 통한 흡수를 잘 보여준다(NIOSH, 1997).

아만성

흰쥐와 생쥐가 19 ppm의 furfuryl alcohol에 하루 6시간, 주 7일, 6주간 노출되었을 Eo 유의한 독성징후는 나타나지 않았다; 병리학적으로 폐의 울혈은 큰 세포 변화 없이 관찰되었다. 생존자의 체중 증가는 대조군과 유사하였다(Comstock, 1952). 눈에 관한 자극은 명확하게 관찰되지 않았다.

Furfuryl alcohol에 하루 6시간, 주5일, 4~16주 동안 25, 50, 100 ppm 에 흡입 노출된 흰쥐들의 경우 체중증가 감소와 두 가지 고용량에서 미토콘드리아의

손상을 시사하는 뇌의 생화학적 변화, 아교세포변성, 조기탈수 증상을 보였다(Savolainen와 Pfaffli, 1983).

약물 동태 / 대사 연구

Fine 과 Wills(Fine와 Wills, 1950)에 따르면 푸르푸릴 알콜과 생리적 연구 약물은 신체의 대부분에 걸쳐 균일하게 분포 및 특수 셀 구조의 특정 효소에 작은 효과가 있었다.

(3) 사람대상의 연구

Furfuryl alcohol 증기의 두 가지 연구에 대해 검토하였다. Apol(Apol, 1973)은 10.8 ppm에서 15분 동안 불편함이 없음을 얘기했으나 15.8 ppm에서는 심한 눈물 흘림이 발생했다. 포름알데히드의 0.33 ppm 존재했다.

Burton 과 Rivera(Burton와 Rivera 1972)는 3명의 노동자에게 8시간 동안 5 또는 6 ppm에서 안구자극, 두통, 메스꺼움 또는 현기증이 없음을 발견했으며 다른 노동자는 명백한 부작용 없이 8 ppm의 농도까지 지정되지 않은 기간 동안 노출시켰고 최대 16 ppm의 Furfuryl alcohol vapor에 위험성이 없다고 결론을 내렸다. 최대 16 ppm의 Furfuryl alcohol vapor에 위험이 없다고 결론을 내렸다(Burton와 Rivera 1972).

Erdmann(Erdmann, 1902)은 3명에게 주어진 5% 수용액 중에서 0.6~1.0 그램 Furfuryl alcohol의 단일 흡입 투여량은 호흡 속도를 자극했다고 보고했다. Mastromatteo(Mastromatteo, 1965)는 Furfuryl alcohol에 과다 노출 시 기도의 염증에 대해 보고했다.

(4) 취급 실태조사

향료, 습윤제, 파운드리코어, 폴리머 실란트와 시멘트, 염료 및 수지에 대한 용매로서 사용된다.

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 푸르푸릴 알콜을 실제 취급하는 사업장은 8개소, 취급근로자 431명, 연간 취급 량 11,742.56톤으로 조사되었다.

<표 62> 푸르푸릴 알콜의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	57	8	44	5	11,742.56	431
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	57	8	44	5	11,742.56	431

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

Furfuryl alcohol에 대한 눈과 호흡계의 자극을 최소화하기 위해 10 ppm(40 mg/㎥)의 TLV-TWA와 15 ppm(60 mg/㎥)의 TLV-STEL의 직업적 노출을 권장하였다. Furfuryl alcohol의 피부 적용 후 동물 연구에서 보고 된 사망률은 흡수와 독성의 가능성을 보여주고 있다. 충분한 데이터가 없기에 SEN 또는 발암 성 표기를 권장 할 수 없다.

TLV - TWA, 10 ppm (40 mg/㎥); TLV - STEL, 15 ppm (60 mg/㎥), Skin

인간의 데이터는 10 ppm까지 Furfuryl alcohol 농도를 나타내며(Apol, 1973), 아마도 15 ppm의 농도에서도 큰 눈 자극 없이 사용 할 수 있을 것이다(Burton 와 Rivera 1972). 따라서 TLV - TWA 10 ppm 과 TLV - STEL 15 ppm을 권고하였다. 이러한 제한은 호흡기계 자극에 대한 가능성을 최소화하였다. Furfuryl alcohol의 피부흡수로 인한 동물의 사망률에 근거하여 SKIN표시를 권고하였다. 충분한 데이터가 없기에 SEN 또는 발암 성 표기를 권장 할 수 없다. 따라서 15 ppm을 TLV-STEL 10 ppm을 TLV-TWA를 권고하였다. 이러한 제한은 자극의 가능성을 최소화해야하였다. 푸르푸릴 알콜의 피부 흡수로 인해 동물이 사망률에 따라 피부의 표기는 권장하였다(NIOSH, 1997). 충분한 데이터가 없어 SEN이나 발암성 표기는 권장 사용할 수 없다.

1960-1972 : TLV-TWA 50 ppm
1971 : 제안 : TLV-TWA 5 ppm
1973-1981 : TLV-TWA 5 ppm
1976-1981 : TLV-STEL, 10 ppm
1976년-현재 : SKIN 표기
1980 : 제안 : TLV-TWA, 10 ppm. TLV-STEL 15 ppm
1982년-현재 : TLV-TWA, 10 ppm. TLV-STEL 15 ppm

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 63와 같다.

<표 63> 각국의 Furfuryl alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	10	40	15	60	2			Yes	
ACGIH	10		15					Yes	
Australia	10	40	15	60				Yes	
Belgium	10	41	15	61				Yes	
Canada - Ontario	10		15					Yes	
Canada - Québec	10	40	15	60				Yes	
China		40		60					
France	10	40						Yes	
Germany (MAK)								Yes	
Ireland	5	20	15	60				Yes	
Japan-JSOH	5								
Malaysia	10								
Mexico	10		15					Yes	
New Zealand	10	40	15	60				Yes	
Poland		30		60				Yes	
Spain	5	20	15	61				Yes	
Sweden	5	20	10	40				Yes	
USA - NIOSH	10	40	15	60				Yes	
USA - OSHA	50	200							

3) 크로톤알데히드(Crotonaldehyde)

CAS 번호 : 4170-30-3

동의어 : 2-Butenal; Crotonic aldehyde; ? -Methyl acrolein; Propylene aldehyde; trans-2-Butenal

분자식 : C_4H_6O

구조식 : 

(1) 물리화학적 특성

크로톤알데히드는 자극적이고 숨막히게 하는 냄새가 나는 가연성, 무색의 가동성의 액체이다. 공기 또는 빛과의 접촉 시, 크로톤알데히드의 색은 옅은 노란색으로 변하였다.

냄새 역치는 0.12 ppm으로 보고되었다(Amoore와 Hautala, 1983). 화학 및 물리적 특성은 다음과 같다(Merck & Co, 1996) :

분자량 : 70.09

비중 : 20 ° C에서 0.8531

녹는 점 : -76.5 ° C

끓는점 : 104 ° C

증기 압력 : 20 ° C에서 30 torr

증기 밀도 : 2.41 (공기 = 1.0)

인화점 : 개방된 컵에서 12.78 ° C,

폭발 한계 : 공기 중에서 저점 2.95 %; 고점, 15.5 %

용해도 : 20 ° C의 물에서 18.1 g / 100 g

5 ° C의 물에서 19.2 g/100 g ; 대부분의 유기 용제를 모든 비율로 혼합

25 ° C와 760 torr에서 변환인자 : 1 ppm=2.85 ㎎/㎥ ; 1 mg/㎥=0.35 ppm

크로톤알데히드는 가연성이 높고 화재의 위험성이 있다. 시판품은 트랜스 이성질체이다.

(2) 동물 실험

급성

크로톤알데히드를 몸에 바르게 한 기니피그의 LD_{50}은 26 mg/kg이었다(Smyth와 Carpenter, 1944). Skog(Skog, 1950) 저지방성의 알데히드 얼마간의 독성을 비교하여 아크롤레인 중독과 같은 증상을 크로톤알데히드가 만들어 낼 수 있다는 것을 규명했다. LC_{50}은 흰쥐가 크로톤알데히드 1500 ppm에 30분 동안 노출된 것이다. 1500 ppm에서 치명적인 노출 후에 흰쥐의 폐부종이 관찰되었다. Rinehart(Rinehart, 1967)는 600 ppm에 30분간 노출된 것이 LC_{50}이며, 이는 Skog(Skog, 1950)에 의해 발견된 것보다 상당히 작은 값이다.

Rinehart(Rinehart, 1967)는 크로톤알데히드의 급성독성이 아크롤레인보다 약 5배 이하이나, 포스겐과 아크롤레인과 폐부 깊숙이 유사한 자극을 줄 거라고 생각했다. Rinehart(Rinehart, 1967)는 100 ppm의 크로톤알데히드가 흰쥐에게 4시간동안 노출된다면 치명적인 농도가 된다는 것을 알았다. 10 ppm에서 200분간 단일 노출한 결과 폐기능이 변화되었다. 흰쥐는 1650 ppm의 노출에서 호흡곤란, 홍분 단계, 및 말기 경련을 드러내며 10분을 생존하지 못했다(Rinehart, 1967).

크로톤알데히드는 흰쥐의 기도에 강력한 알파, 베타 - 불포화 알데히드 중 하나였다(아크롤레인 및 포름알데히드 보다 약간 덜 자극적이다)(Steinhagen, 1984). 비록 생쥐들 사이의 호흡패턴에 차이가 있지만 10 분의 호흡 저하

(RD50) 값은 비슷하여 무리를 주는 것은 분명했다(Swiss - Webster = 3.5 ppm; B6C3F1 생쥐 = 4.9 ppm)(Steinhagen, 1984)

크로톤알데히드의 10분 RD_{50}값은 수컷과 암컷의 흰쥐에서 각각 23.2와 20.5 ppm로 나타났다(Babiuk, 1985). Babiuk 등(Babiuk 등, 1985)은, RD_{50} 데이터가 상용화되기엔 많은 변수가 있다고 결론 내렸다. 공기 중 화학물질의 잠재적인 인간 감각기관에 대한 자극의 평가에서 생쥐는 알데히드에 의한 자극에 흰쥐보다 훨씬 더 반응했다.Schaper(Schaper, 1993)는 생쥐 RD_{50} 및 TLV 간의 일관된 (r2 = 0.88 ~ 0.90)의 관계가 있다고 40개 화합물에 대한 평가로 결론지었다.

스위스 웹스터 생쥐 (r^2 = 0.90) 수컷의 TLV과 RD_{50} 사이의 높은 상관관계를 이용하여 TLV는 0.1 ppm으로 부합시키려 했다(Schaper, 1993).Schaper(Schaper, 1993)는 40개 화합물의 평가를 통해 생쥐 RD_{50}과 TLV 사이에 일관성 있는 관계(r^2 = 0.88~0.90)가 있다는 결론을 내렸다. 수컷 스위스 웹스터 생쥐의 TLV 와 RD_{50} 사이의 높은 상관관계(r2 = 0.90)를 이용하면 TLV(0.03×3.5 ppm)는 0.1 ppm 이하에 해당하였다(Schaper, 1993). Steinhagen과 Barrow는 크로톤알데히드의 2 ppm의 TLV에 대해 지적했다. 생쥐 RD_{50}값과의 관계에 기반을 둔 큰 값들과 다른 알데히드는 일치 하지 않았다.

발암성

크로톤알데히드와 크로톤알데히드를 통해 대사되는 N-nitrosopyrrolidine를 통해 F344쥐의 발암성에 대해 비교 하였다. 흰쥐그룹에게 각각 113 또는 84주 동안 각각 크로톤알데히드(0.6 또는 6.0 mmol)와 N-nitrosopyrrolidine(0.6 mmol)을 마시게 하였다. 저농도에서 크로톤알데히드는 27마리 중 9마리의 흰쥐에게 종양 병변을 유발했다; 9마리의 Rat에게 양성결절이 있었으며 2마리 흰쥐에게 간세포암을 발생시켰다.

크로톤알데히드는 고농도에서 23마리 중 10마리에게 중간정도에서 심각한 간 손상까지 일으켰다. 이 흰쥐에서 발암 또는 양성병변은 관찰되지 않았다. 이

그룹의 남은 13마리 흰쥐에서는 변형 간세포 증식이 발견되었다. 종양 및 병소의 발생률은 동시 대조군에 비해 유의하게 높았다. N-Nitrosopyrrolidine은 23마리의 흰쥐 중 20마리에게 간세포암을, 23마리의 흰쥐 중 16마리에게 간종양을, 23마리 흰쥐 전부에게 간세포 변형을 유발했다(Chung 등, 1986). 따라서, 크로톤알데히드는 N-nitrosopyrrolidine보다 덜 강력한 간 발암 물질로 나타난다.

유전 독성 연구

크로톤알데히드로 인한 박테리아 돌연변이 유발력에 관한 보고서에서 Cooper 등(Cooper 등, 1987)은 크로톤알데히드가 Salmonella typhimurium strain TA100에서 돌연변이를 유발하지 않는다고 결론 내렸다. Neudecker 등(Neudecker 등, 1989)은 그러나 유사한 연구에서 동일한 테스터 유형(광범위한 예비 배양 조건을 이용하여) 화합물은 직접 작용한 돌연변이라고 결론 내렸다. (크로톤알데히드는 초파리에게 클라스토제닉이었다. 열성인 반성형질을 만드는 치사량의 돌연변이 유발력과 유전이다). 크로톤알데히드 DNA 부가물로는 배양된 중국햄스터 난소세포(Neudecker 등, 1990), rat간세포(Eisenbrand, 등. 1995), 인간섬유 아세포(Wilson, 등 1991), 임파 아구 세포(Eisenbrand 등, 1995)등이 있다. 디옥시구아노신(Eder 와 Hoffman, 1992; Chung 와 Hecht, 1983)에 대한 크로톤알데히드의 반응은 명확하고, 저분자량 알파, 베타 - 불포화 카보닐과 관련을 관찰하는 것이 일반적이다(Eder 등, 1990).

약물 동력학 /물질 대사 연구

발암이 유도된 크로톤알데히드의 메커니즘은 DNA-단백질 교차결합 성질과 강하게 관련되어 있다(Kuykendall와 Bogdanffy. 1992). 크로톤알데히드 노출로 유도된 생화학적 손상의 범위는 표적조직에서 글루타티온 상태에 의존하며, 감소될 때에는 감소된 글루타티온에 명백한 세포의 독성이 선행된다. LD_{50}에서,

비경구적인 크로톤알데히드는 글루타티온이 대조군과 비교하여 약 30% 줄었을 때, 수컷 F344 흰쥐의 간 시트크롬 P-450과 시트크롬 C 환원효소는 각각 33%, 77% 줄었다(Cooper 등, 1992).

(3) 사람대상의 연구

Sim과 Pattle(Sim와 Pattle, 1957)은 4.1 ppm의 크로톤알데히드에서 15 분의 노출은 코와 상부 호흡기를 매우 자극했으며, 지원자들이 30초 후 눈물을 흘렸다고 보고했다. 다른 한편으로는, Rinehart(Rinehart, 1967)는 15 ppm의 동일한 노출기간은 강하지만 참을 수 없는 냄새는 아닌 것으로 감지되었으며, 더 짧은 노출에는 자극이 보고되지 않았다고 하였다. 45 ppm에서의 짧은 노출에서는 몇 초 후 매우 불쾌한 자극이 있음이 입증되었다. 분석의 차이는 이러한 불일치에 영향을 미치는 요인이 될 수 있다. 크로톤알데히드의 산업상의 노출로 인한 각막손상의 8가지 경우에 48시간 안에 치료를 완료하면 치유 된다; 노출이 특별히 심각하지 않았을 때(Grant, 1986).

(4) 취급 실태조사

크로톤알데히드는 유기 합성에 사용되며, 부탄올과 부틸 알데히드의 제조에 있어서 연료 가스 중의 경고제와 같이 사용된다.

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 크로톤알데히드를 실제 취급하는 사업장은 1개소, 취급근로자 29명, 연간 취급 량 750톤으로 조사되었다.

<표 64> 크로톤알데히드의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	7	1	5	1	750	29
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	7	1	5	1	750	29

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

0.3 ppm의 TLV - Ceiling(0.86 mg/㎥)은 크로톤알데히드에 대한 직업적 노출에 추천하며, 주로 포름알데히드를 위한 TLV - Ceiling의 조사로서 인간의 눈과 상부호흡기의 자극에 대한 상당히 많은 데이터가 존재하였다(현재 포름알데히드의 TLV용 문서를 참조 하시오).

이 값은 눈과 상부호흡기에 급속한 자극의 가능성을 최소화 하려고 했었다. SKIN 표기법은 크로톤알데히드 처치를 위한 26 mg/kg 체중의 기니피그의 피부 LD_{50} 기반하였다. 인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물 발암성 물질로 확인 된 A3 표기는 식수에 크로톤알데히드를 113 주 동안 치료 쥐의 간세포 암과 양성 결절의 유도에 따라 할당된다. SEN또는 발암지표의 사용을 권할 만큼 충분한 데이터가 없었다.

TLV - CEILING 0.3 ppm (0.86 mg / ㎥), 피부, A3

크로톤알데히드라는 화학물질에 노출된 자원봉사자들의 제어된 흡입시험의 결과에서 의심한 차이들은 이 화합물에 대한 인간의 자극농도를 해석하는 것을 어렵게 만들었다(Rinehart, 1967; Sim와 Pattle, 1957). 이러한 차이는 사용하는 두 가지 방법 사이의 분석불일치에 기인하고 있다(ACGIH, 1982). 산업적인 경

험이나 추가적인 임상실험이 아닌 보고서가 발견되었다.

생쥐의 RD_{50} 프로토콜(Steinhagen, 1984) 에 나타나는 결과는 Reinhart에 게재된 결론보다 Sim과 Pattle의 결론에 더 잘 나타나있다(Sim와 Pattle, 1957). 알데히드(Schaper, 1993)와 관련된 TLV와 생쥐 RD_{50} 관계에서 작업장의 공기중 크로톤알데히드 농도를 0.1 ppm으로 관리하는 것은 다른 자극물과 일치하였다는 것을 의미하였다. 이것은 ACGIH에서 급성 자극물에 대한 TLV-Ceiling 값을 결정해왔던 것을 말하였다. 크로톤알데히드는 유전적 동물발암물질이고, A3(인간에게는 확실하지 않고, 동물에는 발암성이 확인된 물질)로 분류되어 있다. 크로톤알데히드는 급격한 자극, 눈물샘 자극, 그리고 30초이내 4.1 ppm(Sim와 Pattle, 1957)의 농도에 노출되면 상부호흡기 자극을 주는데, 이것은 생쥐 RD_{50}의(Steinhagen, 1984) 포름알데히드 분석에서의 현상과 동등하며, 포름알데히드에 대한 TVL-Ceiling 제한 유추방법에 의해 0.3 ppm의 TLV-Ceiling값이 적용되고, 이처럼 사람의 눈과 상부호흡기 자극에 대한 데이터가 상당히 많다(현재 권고 되어 있는 포름알데히드에 대한 TLV자료) 기니피그의 경피에 대한 LD_{50}값(Smyth, 1944)을 보면, 피부표기법은 적절한 것으로 보여 진다. SEN 표기법을 권고할만한 충분한 데이터는 없었다.

TLV의 역사

1965: 제안: TLV - TWA, 2 ppm

1967-1997: TLV - TWA, 2 ppm

1976-1986: TLV - STEL, 6 ppm

1987: TLV - STEL, 취소

1995: 제안: A3, 인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물발암성 물질

1997: 제안: TLV - CEILING, 0.3 ppm; Skin; A3

1998-현재: TLV - CEILING, 0.3 ppm; Skin; A3

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 65와 같다.

<표 65> 각국의 Crotonaldehyde 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	2	6			2		2	Yes	
ACGIH			C0.3		A3			Yes	
Australia	2	5.7							
Belgium			0.3	0.87					
Canada - Ontario			C0.3					Yes	
Canada - Québec	2	5.7							
China				12					
Germany (MAK)					3B		3B	Yes	
Ireland			C0.3						
Malaysia			C0.3						
New Zealand	2	5.7			A3			Yes	
Poland		6		12				Yes	
Singapore	2	5.7							
Spain									
Sweden									
Switzerland									
The Netherlands									
USA - NIOSH	2								
USA - OSHA	2	6							

4) 메틸메타크릴레이트(Methyl methacrylate)

CAS 번호 : 80-62-6
동의어 : Methacrylic acid methyl ester; Methyl alpha-methyl-acrylate; Methyl-2methylpropenoate; Methyl-2-methyl-2-propenoate; 2-Methyl-2-propenoic acid methyl ester; MMA
분자식 : $C_5H_8O_2$
구조식 : $H_2C=C(CH_3)COOCH_3$

(1) 물리화학적 특성

메틸메타아크릴산(MMA) 모노머는 독특한 과일향, 자극적인 냄새가 난다. 냄새 한계치는 0.05 ppm에서 높게는 0.34 ppm으로 보고되어진다(Amoore, 1983; Hellman, 1974). 물리화학적 성질은 다음과 같다(IARC, 1979).

분자량(Molecular weight) : 100.13
비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.945
녹는점(Melting point) : -48℃
끓는점(Boiling point) : 101℃일 때 760 torr
증기압(Vapor pressure) : 25.5℃일 때 40 torr
인화점(Flash points) : 10℃(open cup)
폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.1%, 상한, 12.5% (공기비)
용해도(Solubility) : 혼합 에탄올, 디에틸에테르, 아세톤, 물에는 약간의 수용성(20°C에서 16 g/L)

반응성(Reactivity) : 반응성이 강함; 안정성이 없음
단위 전환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때
1 ppm=4.1 mg/㎥, 1 mg/㎥ = 0.24 ppm

모노머는 빛, 열, 산소, 전리방사선, 중합용 촉매인 과산화벤조일에 의해 중합될 수 있다. 상업적 MMA(순도 99.8%)는 물(0.05%), 메타크릴산(0.005 %), 그리고 조기 중합을 방지하기 위한 안정제(10～100 ppm의 2,4dimethyl-6-tert-butylphenol, 하이드로퀴논 또는 파라메톡시페놀 등)가 포함되어있다.

(2) 동물 실험

MMA의 독성학은 상세히 검토되었으며(Stringer, 1995) TLV 설정에 이용되는 자료만 여기에 인용하였다.

급성

흰쥐의 급성 경구 LD_{50}은 7800 ㎎/㎏, 토끼의 가장 낮은 경구 치사량은 6600 ㎎/㎏로 보고된다. 개에게 5 ml/kg (4700 mg/kg)의 경구 양 또는 3시간 동안 41 ppm 흡입하게 하여 저혈압, 중추신경계 우울증, 간과 신장의 손상, 호흡 정지 발생을 계산하였다(Spealman, 1945; Homsy, 1972.). Spealman 등(Spealman, 1945) 5시간동안 48 ppm 의 노출은 9에서 15마리의 생쥐가 죽을 수 있다고 계산하였다. 각각 1.5시간동안 41에서 47 ppm, 15일 또는 8일 동안 하루 0.5에서 1.5시간동안이 비슷한 결과를 얻어내는 동안 Spealman 등(Spealman, 1945)은 공기실에서 즉시 MMA를 측정하지 않았고, 프로토콜 아래 증기의 총 공기 부피와 물질의 양을 기초로 공기 중 MMA 농도를 즉시 측정했다. 현재 데이터와 1945년 결과간의 차이는 MMA 분석 양 보다 노출의 계산이 대부분 설명되었

다.(아래에 설명) RD_{50} 분석 결과 30분 노출 동안 740부터 33,000 ppm까지 다양하고, 동시 제어로 25 % 미만으로 호흡 속도를 지속적으로 감소되는 농도 연구는 없었다(Stadler, 1993). 기록 될 때, 감소된 호흡률은 생쥐 중 일부에게만 관찰되었고, 그것은 단지 초기 일시적 성질이었다(Stadler, 1993; Deichman, 1941) 단 5시간의 MMA 증기 노출은 흰쥐, 토끼, 기니피그에게 치명적인 것을 발견했다. Innes and Tansy(Innes, 1981)는 60분 동안 모노머 증기 400 ppm에 노출된 쥐를 노출 신경 활성의 감소를 기록했다. 흰쥐는 4시간, LC_{50}이 7093 ppm으로 기록되었다(Tansy, 1980). 수컷 Sprague‐Dawley 흰쥐를 7일간 8시간씩 MMA 1000 ppm에 노출 시킨 후, 폐 섬유증, 부종, 및 기관의 파괴, 섬모상피 세포 파괴의 초기 징후가 나타났다(Tansy, 1980). Rhesus 원숭이가 22 시간 동안 지정되지 않은 농도를 흡입 할 때, 급성 폐부종으로 사망; 부검 결과 소엽 중심 괴사하였다(Kessler, 1977). 7.5 또는 37.5 g/kg MMA 적용은 부분 자극의 증거와 사망을 알아보기 힘들었다(Spealman, 1945; Cavelier와 Jelen, 1981). 토끼 눈에 확실한 결막 자극, 충혈, 유루증을 유발하기 위해 0.1에서 0.5 mL를 반복적으로 한 방울씩 떨어뜨렸다(Spealman, 1945; Cavelier와 Jelen, 1981; Castellino, 1969). MMA는 기니피그의 피부에 영향을 미치며(Lawrence, 1974; Chung, 1977; Nyquist, 1972; Nethercott, 1983; Clemmensen, 1984) 이후의 시험 양에 따라, 부분의 괴사 및 염증은(Mohr, H. 1958) 흰쥐에서와 마찬가지로(Gad, 1986; Descotes, 1988) 토끼에게도 발생하였다(Spealman, 1945).

아만성

Spealman 및 동료(Spealman, 1945)는 0.5에서 3시간씩 매일 15일 동안 10,000에서 11,000 ppm의 MMA 노출이 쥐와 개의 죽음을 일으키는 원인이라고 보며 그러나, 기니피그는 살아남았다고 보고했다. 누적독성의 증거는 없었다. MMA 중독의 증상은 중추 억제 (운동 실조, 감소 호흡)를 포함; 호흡 정지로 인한 죽음으로 나타났다. 병리 조직학적 검사에서는 폐 부종과 급성 폐기종

으로 밝혀졌다. Tansy 등(Tansy, 1980) 3개월 동안 하루 7시간, 주 5일, MMA 116 ppm 흡입한 수컷 쥐에게 섬유화와 폐 부종, 간 괴사가 발견되었다. 반복적으로 흡입한 생쥐와 흰쥐를 나누어 나타낸 결과이다.(Tansy, 1980) 수컷과(Tansy, 1980) 암컷(McLaughlin, 1979) 생쥐에게 400 또는 1520 ppm을 160시간 또는 하루 4시간, 주 5일 2주간 각각 흡입시켰을 때, 저자는 간 괴사(Tansy, 1980) 또는 생쥐의 간, 폐, 신장, 심장 에 부작용이 없는 것을 발견했다(Tansy, 1980). 흰쥐와 생쥐는 500, 1000, 2000, 3000 또는 5000 ppm을 하루 6시간동안, 주 5일 14주 동안 흡입했다(NTP, 1986). 농도에 따라 사망률을 기록하였다; 모든 흰쥐는 500 ppm에 노출되었을 때 사망하였고, 연화증과 신경교증과 함께 각각 cerebellar congestion이 초기와 후기 사망에서 발견되었다. 농도가 증가함에 따라 후각 상피 괴사가 있었고, 코선반에 화생과 염증이 생쥐에게 발생하였다. 신장 피질 괴사, 관형변형, 간괴사는 수컷 생쥐에게 나타났다. 500 또는 1000 ppm 흡입 시 생쥐 또는 흰쥐는 사망하지는 않았지만 체중이 감소하였다(NTP, 1986). 수컷 비글에게 100 또는 400 ppm을 하루 6시간, 3개월간 주 5일 동안 흡입한 후 대조군에 비해 (심혈 관계의 변화, 호흡, 또는 조직학적 매개변수를 포함) 부작용이 없었다(Smith, 1979).

만성/발암성

MMA가 혼합된 식수에 최대 2000 ppm 2년 동안 노출 된 흰쥐의 치료와 관련된 병리학을 밝히는데 실패했다(Borzelleca, 1964). 하지만, 피하(Laskin, 등, 1954; Lavorgna, 1972) 또는 복강에 최대 39개월 동안 중합 MMA는 임플란트는 지역 섬유 육종과 관련이 있다. 16주 동안 주 3일 MMA를 노출 시킨 후 종양 증가와 관련한 치료는 밝힐 수 없었다(Oppenheimer, 1955). 국제암연구소(IARC)(IARC, 1974; IARC, 1987)는 이러한 화합물의 발암성을 평가하기엔 데이터가 불충분하다고 간주했다. F344 / N 흰쥐와 B6C3F1 생쥐를 대상으로 MMA 평생 흡입 생물 검정법은 미국 국립 독성 프로그램에 의해 수행되었다

(NTP, 1986; Chan, 1988). 수컷 흰쥐는 0, 500, 또는 1000 ppm; 암컷 흰쥐는 0, 250 또는 500 ppm; 그리고 수컷과 암컷 생쥐는 0, 500, or 1000 ppm에 노출되었다. 생쥐 또는 흰쥐에게 발암성 증거는 없었다.

MMA의 흡입은 수컷과 암컷의 흰쥐와 생쥐의 비강 및 후각 감각 상피의 변성 (위축)의 염증과 노출 된 생쥐에서 농도에 따라 비강의 상피증식/변형과 연관이 있었다(NTP, 1986; Chan, 1988). 1995년 Rohm과 HaasIn는 하루 6시간, 주5일 104주 동안 0, 25, 100, 또는 400 ppm MMA에 노출된 수컷과 암컷 F344 흰쥐의 폐, 간, 신장, 난소 무게가 증가된 것과 관련한 생물학적 분석을(참고 10) 검토했다; 그러나 모든 조직 검사에서 발암성에 대한 증거는 없었다. 수컷 흰쥐는 100 또는 400 ppm에서 코 앞쪽 선종이 생겼다. 상부 호흡기, 후각 상피는 주 타겟 조직이다. 코 장애의 무독성량(NOAEL)은 25 ppm이다(Stringer, 1995).

생식/발달

Tansy 와 Kendall(Tansy, 1979) 116 또는 400 ppm에 60시간 동안 증기를 흡입한 임신한 생쥐의 기형을 유도하는 연구에 실패하였다. Sprague - Dawley 흰쥐에게 5, 10, 15일 최대 0.44 ㎖/㎏의 복강 내 주사(인간의 건강 위험 평가를 위한 관련이 없는 경로)로 골격이상을 증가시키는데 실패하였고, 감소된 태아의 체중을 기록되었지만, 모체 상태에 대한 내용은 언급하지 않았다(Singh, 1972; Autian, 1975). Solomon 등(Solomon, 1993)은 6일에서 15일 임신한 CD 흰쥐에게 하루 6시간동안 0, 99, 304, 1178,또는 2028 ppm MMA 증기에 노출시켰다. 노출 동안 모체의 체중, 음식소비 감소가 모든 동물에게 발생 하였다. 분명 모체의 MMA 중독과 관련된 농도에도 불구하고, 발생 독성의 모든 측면에서 치료 관련한 변화는 없었다. 6에서 15일 임신 한 쥐가 하루 17 또는 54분 동안 26,800 ppm의 MMA를 흡입 할 때, 산모 (체중과 사료 소비 감소) 및 태아(체중 감소의 징후는 머리에서 엉덩이 길이 감소, 지연된 경화, 혈관종 증가)

독성이 관찰되었다(Nicholas, 1979). 임신 6에서 15일 동안 하루 2시간 1,330 ppm 흡입한 임신한 생쥐의 자손에서 기형에 대한 증거는 없었다(McLaughlin, 1978).

유전독성 연구

Salmonella typhimurium strains TA1535, TA1537, TA1538, TA98, TA100에 1 mg/plate MMA 첨가, 쥐의 간 신진대사 활성 시스템 존재 또는 부재 , 돌연변이 유발 반응을 유도하는 데 실패했다(NTP, 1986; Lijinsky, 1980; Waegemaekers, 1984). 박테리아 치사율이 80%에 농도가 도달 할 때까지 S. typhimurium strain TM677에서 어떤 돌연변이 활동도 검출되지 않았다(Poss, 1979). 250 mg/kg 경구 투여 후 크라스토닉 작용은 4일 동안 하루 125 mg/kg 경구 투여한 생쥐의 골수에 검출되지 않았다(Hachitani, 1981). Anderson 등(Anderson, 1979)은 흰쥐의 골수에서 염색체 손상에서 증가 용량과 관련을 확인 할 수 없었다.

약물 동태 / 대사 연구

뇌 100 ppm, 단일 노출 프로토콜, Raje 등 흰쥐의 피 MMA 농도(0.11 mg/ml), 폐 20.6 ìg/g), 그리고 뇌(25.2 ìg/g) 기간은 독립적임을 발견했다 (노출 최대4시간 이후). 농도가 증가할 때 10%에서 20%의 MMA는 메타아크릴 산에서 carboxylesterase으로 상피세포에 의해 가수 분해 되어 상부기도에 침착된다(Stringer, 1995). MMA는 상응하는 알데히드를 관내에 산화시킨 주요 알콜을 생산하기 위한 히드록실화의 대상이다. 알데히드는 피루브산, 크렙스 트라이 카복실산 사이클 입사 중간 대사산물 deformylation을 rodents에 시행 하였다(Pantucek, 1969). 경구의 88%를 완전히 산화시키는 methyl 14C-methacrylate 화합물 양(5.7 mg/kg)은 이산화탄소를 제거하고 약 1%의 본 화합물은 바뀌지 않는다(Bratt와 Hathway, 1977). 소변의 대사산물은 7%에서

14%의 양이며(Crout와 Loyd, 1982) methyl malonate와 succinate, hydroxyisobutyrate, and 2-formyl propionate(Bratt와 Hathway, 1977)와 미세한 양의 mercapturic acid를 포함하고 본 화합물은 이동하였다(Delbressine 등, 1981). 투여량의 약 3%가 특히 methyl malonic acid으로부터 지방산의 지방성분으로 24시간 인체에 남아있다(Crout와 Loyd, 1982). 개와 토끼의 가수분해는 매우 빠르다; 33 mg/kg/min, 혈액 반감기는 30~41초이다(Paulet와 Vidal, 1975) 14C-MMA 25~50 ㎎/kg의 주입에 이어, 강아지 혈액 내에서 화합물의 농도는 3~7분(McLaughlin 등, 1973) 이내검출 분석 한계보다 적었다(erks 등, 1977).

(3) 사람대상의 연구

MMA의 임상 독성이 검토되었다(IARC, 1987). MMA는 폴리 MMA 플라스틱 또는 플라스틱 먼지에 잔류하는 모노머 등이 존재할 때 피부와(Schwartz, 1957) 눈 및 점막 자극과 관련 있다. 직업적 알레르기 피부염의 많은 경우에는 MMA에 책임이 있다. 과민성은 종종 MMA의 접착제 및 잉크와 접촉의 결과이다. MMA에 피부 접촉은 단기 (그러나 어떤 경우에는 오히려 영구) 감각 이상, 가역적 피부염과 과민성 반응으로 이어질 수 있다. 천식은 잔류 MMA를 포함한 분진에 대한 노출과 연관된 되었지만, 실제로는 기존 천식이 먼지 또는 잔류 단량체의 직업적 노출에 의해 악화되었는지를 야기했는지 명확하지 않다. MMA 공장 작업자는 두통, 통증, 피로, 수면 장애, 과민성, 기억력 감소를 호소했다(Coleman, 1991, 1993; Rosensteel, 1975; Nyquist, 1958; Jordan, 1975; Fries, 1975; Conde-Salazar, 1988).

MMA에 대한 민감성 위험이 높은 직업은 혼합 MMA의 접착제를 사용하거나 MMA 플라스틱 및 보철을 성형 치과 의사, 치과 기술자, 의사, 수술실 직원을 포함하였다(Coleman, 1991,1993; Rosensteel, 1975; Nyquist, 1958; Jordan,

1975; Fries, 1975; Conde-Salazar, 1988).

MMA는 본래 인간 피부를 통해 흡수되고, 10억분의 1의 양이 소변으로 배출 될 수 있다(Rajaniemi, 1989). 폴리 MMA 시멘트는 인공 관절 치환술에 사용 된 후 마이크로그램의 양이 환자의 혈액에 존재하였다(Pfaffli, 1985; Svartling 등, 1986; Eggert 등, 1980; Wenda 등, 1988; Crout 등, 1979). 최대 순환 농도는 주입 후 30초~120초 이내이다(Wenda, 1988; Crout 등 1979). 혈액에서 반감기는 47분~55분이다(Svartling 등, 1986; Crout 등, 1982; Crout 등, 1979). 흡수된 MMA는 인간의 골수 지방성분에 축적하는 경향이 있다(Willert 등, 1973). 0.4 ppm~112 ppm의 MMA (8 시간 TWA)에 노출 된 근로자에서, 혈액, 혈청 및 소변 메탄올 농도 및 공기 중 MMA 수준 사이 선형 관계가 있었지만, 흡입한 1.5% MMA는 소변의 메탄올로 설명 될 수 있다(Mizunuma 등, 1993). MMA는 혈액에서의 60초 이내에 나타나며(Karpov, 1954), 밀리그램의 양의 호기로 그대로 제거된다(Eggert 등, 1980). 코넷티컷 노동부의 산업보건 연구에서(Coleman, 1991-1993) 작업장 공기 중 MMA 농도는 일반적으로 30~65 ppm으로 높은 값을 나타냈다. 농도는 170~250 ppm에 도달 할 때 자극이 언급되었지만, 작업자들은 불편 없이 약 200 ppm의 수준까지 견딘다. 한 지역의 grab sample은 2300 ppm의 농도를 나타내었고, 이 공기 농도는 공장 작업자들이 분명 견딜 수 없는 농도이다. 현장 작업자들은 8 시간동안 100 ppm일 경우 불편하지 않다고 하였다. 대조적으로, Karpov(Karpov, 1954) 125~200 ppm 사이 농도에서 점막 자극이 보고되었고; 허용 수준은 12 ppm으로 제안되었다. 또 다른 러시아 보고서는(Makarov 등, 1981) 직업적 MMA 노출과 함께 여성의 인슐린 수준, 프로락틴, 순환 성장 장애 관련 있지만 이러한 변화는 비슷한 농도에 노출 남성에게는 없었다. 이러한 러시아인의 기능과적이고 체계적인 MMA 중독 관찰은 신뢰할 수 있는 분석 데이터와 비교 그룹이 부족하고 높은 작업장 노출 수준을 현재 코호트에서 변화를 발견되는데 실패하여 적합하지 않다. 고관절 교체 수술에 종사하는 병원의 운영 제품군에 산업 안전 보건

에 대한 미국 국립 연구소(NIOSH)(NIOSH, 1997)에 의해 실시된 건강 위험 평가는 3~ 77 ppm으로 공기 중 MMA가 발견되었다. MMA 골시멘트를 혼합하는 외과 조수는 이 물질 작업 특성상 가끔 냄새와 일시적 안구 자극이 있다고 말했다. 자극의 정도가 나타나고 국립 산업 안전 보건 연구소(NIOSH)(NIOSH, 1997)는 MMA 노출이 수술실 직원의 건강에 위험을 주지 않는다고 결론을 내렸다. 수술 골시멘트 MMA에 의한 저혈압은 심장마비를 오게 하였다(Lee, 1974.) 적어도 하나의 사망 요인으로 비경구적 MMA노출이 기인하였다(Kepes 등, 1972; Walker 등, 1991). 1933년에서 1946년까지 두 개의 서로 다른 생산 및 중합 시설 (MMA 포함) 아크릴레이트 모노머에 적어도 10 개월 동안 노출되었던 Rohm and Haas의 아크릴 시트 제조 공정의 2,524명의 백인 남성 직원들 사이에서 대장과 직장의 암 사망률을 증가가 언급되었다. 노출 추정은 작업 기록 및 평가 척도에 따라 이루어졌으며, 저자는 아크릴레이트 노출에서 MMA 노출을 구분하기 어려웠다. 초과 직장암은 초과 대장암과 같은 노출 범주로 관련 있었다. 미국 아크릴 섬유 공장 두 곳에서의 근로자 1561명과 2671이 초당 1 ppm 노출되었다는 연구이다. 미국전체와 미국 Cyanamid 코호트의 모든 암 사망률은 동일하다; 사망률은 대장암과 직장암이 예상보다 적었다(Collins 등, 1989.) 2178명의 근로자의 ICI 코호트에 대한 초기 데이터는(Tomenson와 Bonner, 1994) 방광암 약간 상승 (SMR = 1.6), 직장암 감소 (SMR = 0.82) 대장의 증가는 없다(SMR = 1.05). 특히, 호흡기 암은 예상보다 낮음(SMR = 0.89) 가장 높은 노출의 코호트(Tomenson와 Bonner, 1994) 분명히 가장 낮은 노출의 코호트에서 증가(SMR = 2.16).(Collins 등, 1989) 국립 산업 안전 보건 연구소(NIOSH)(Cromer와 Kronoveter, 1976)는 폴리 MMA 시트 제조 5개 공장에서 노동자의 잠재적 증기 MMA노로 인한 건강에 미치는 영향에 대한 연구를 실시했다. 교대 근무의 심각한 영향(징후, 혈압, 호흡 기능 검사, 헤모글로빈 및 백혈구 수, 소변, 혈액 화학)을 확인할 수 없었다. 데이터는(일부 피부에서 가능한 변경 및 신경계 징후, 소변 검사 결과, 혈청 트리글리 세라이드) 혈

청 글루코스 및 혈액 요소 질소, 콜레스테롤, 알부민, 총 빌리루빈 값에 대하여 높은 노출 그룹이 발생할 수 있다고 제안을 변경하였으나 관찰되는 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. MMA는 점막(표 1)에 대한 급성 자극이지만, 조사 횟수는 호흡기 및 폐 기능에 대한 잠재적 부작용을 고려하였다. 일부 그룹에서는 20분 간격으로 62~601 ppm의 간헐적 노출을 반복 후, TWA 50 ppm (N = 91)까지 반복 노출 후(Andrews 등, 1979), 또 추가 노출 후 만성 폐 독성 또는 기능결함의 제안이 없었다(N = 10)(Lindberg 등, 1991). 다른(Mizunuma 등, 1993) 연구에는 근로자 19%가 112 ppm까지 노출되었을 때 기침과 목의 불편함이 증가했다; 가벼운 기도 폐쇄 (최대 호기양 50에서 상당한 감소 입증) 40명의 근로자 (32명은 10년 이상) TWA 50 ppm 이상 노출; 그러나 NOAEL의 반응 또는 확인, 개인 모니터링 데이터 부족으로 결론에서 배재했다(Marez 등, 1993). 454명 중 MMA과 스티렌에 동시 노출된 근로자 (95 ppm까지)강제 호기량(FEV1)은 대상 683명 중 두배 높았고(Jedrychowski, 1982) 흡연에 대한 노출로 불확실하며 데이터 해석에 문제가 있다(Stringer, 1995). 일련의 연구에서, 만성 MMA 흡입 후 후각 상피의 염증이 유발했다(Stringer, 1995; NTP, 1986; Chan 등, 1988). Schwartz 등.(Schwartz 등, 1989) (주로 에틸 아크릴 레이트, 부틸 아크릴 레이트 및 메틸 메타 크릴 레이트에 노출) 나이, 성별, 인종, 흡연이 일치하는 대조군 77명 비교(근로자 총 731명)연구를 펜실베니아 대학 냄새 식별 테스트를 사용하여 비교하였다. 노출은(고용의 지속 기간에 직책 점수를 곱함) "누적 노출 점수"로 측정 하였다. 최근 에틸 아크릴 레이트 및 아크릴산 공장의 농도는 각각 0.01~56 ppm의 범위였고, 아크릴산과 에틸 아크릴 레이트는 각각 TWA 10 ppm, 5 ppm보다 적은 값이였다. 누적 MMA노출과 후각 기능 장애(비흡연자 교차비 13.5)간에 관련을 기록했다; 그러나, 영구 염증, 임상 반응보다는 일시적인 생리적 장애, 마지막 노출로부터 증가한 시간의 교차비 감소를 제안했다. MMA 호흡기 과민성 천식의 수는(Kennes 등, 1993; Pickering 등, 1986; Lozewicz 등, 1985) 다양한 노출로, 결과는 매우 다양했고

(TWA 100 ppm 만성 노출 후)인구의 0.4% 이상 포함되지 않았다(Donaghy 등, 1991). 따라서, MMA는 명확하게 급성 호흡기 자극, 잠재적 피부 과민 유발 물질이며(Magnusson와 Mobacken, 1972; Magnusson 등, 1969), 호흡기 과민 보고는 명확하지 않다(Kennes 등, 1981; Savonius 등, 1993; Pickering 등, 1986; Lozewicz 등, 1985; Donaghy 등, 1991). 치과 기술자(Donaghy 등, 1991; Seppalainen와 Rajaniemi, 1984), 바닥 작업자(Lindberg 등, 1991), 외과의사(Eggert 등, 1977) 그리고 제조작업자(Della Torre 등, 1982)는 MMA에 직접 피부 접촉시 감각이상이 나타났다. 감소된 감각 신경 말단 전도 속도는 MMA-유도독성을 가리킨다(Lindberg 등, 1991). 이러한 결핍은 신경세포와 세포막 지질안에 MMA확산의 결과로 나타난다(Mohr, 1958). 환자의 정상 반응 시간 때문에 이러한 경우 해석하기 어렵다(Lindberg 등, 1991). 비교적 작은 변화와 비정상적인 말초 신경 전도 매개 변수의 수(Lindberg 등, 1991), 여러 혼합 화학물 노출(Lindberg, 등, 1991; Donaghy 등, 1991; Seppalainen와 Rajaniemi, 1984)을 발견, 반복적인 부상(Della Torre 등, 1982) 또는 다른 원인과 기존 조건이 기여할 가능성이 있다.

<표 66> 메틸메타크릴레이트의 인체 노출 시 악영향

No. in Study	Concentration	Route/Duration	Effects	Ref. No.
350	5 to 130 ppm	Inhalation, chronic	Mucous membrane irritation, skin rash	5
67	5 to 130 ppm	Inhalation, chronic	Depressed leukocyte count	5
NS*	170 to 250 ppm	Inhalation, chronic	Mucous membrane irritation	66
NS	Unknown; occupational	Inhalation	Subcutaneous edema exposure during poly-methyl methacrylate production	67
20	5% in paraffin and olive oil	Patch test	90% erythema; 75% local irritation	68
7	20% in olive oil	Patch test	one	69
30	99% in oil applications	Two topical	15% developed con- tact sensitization 16-18 days after initial exposure	19
50	100%	Patch test/48 hours	30% developed mild erythema; 20% clear sensitization	11
13	Topical contact with bone cement	Patch test, 10% in olive oil	53% contact dermatitis	70
1	Topical dental	Patch test cement	Contact dermatitis, erythema, edema	71
4	Topical dental cement	Patch test	100% contact dermatitis, edema, erythema	72
1	Dust from sawing polymethyl methacrylate plastic	Occupational inhalation/skin contact	Cutaneous vesicular reaction	73
1	Polymethyl methacrylate dust	Occupational inhalation/ocular	Asthma	74
1	Acrylic bone cement	Skin	Persistent dermatitis	75
NS	Topical contact with 3% to 5% methyl methacrylate in polymethyl methacrylate	Skin	Contact dermatitis, paresthesia	76–80
NS	Topical contact with 3% to 5% methyl methacrylate in polymethyl methacrylate	Skin	Contact dermatitis	81–83
NS	Cross sensitization with ethyl methacrylate	Skin	Contact dermatitis	84
2	Topical contact with bone cement	Skin	Contact dermatitis	85
106	Topical contact with dental composite resins	Skin	Eczema, 19% skin irritation, 15% atopic	86
57	Topical contact with dental composite resins	Skin/patch test	Allergic contact dermatitis/10% confirmed allergy	87–89
293	Topical contact with acrylic monomers	Skin	17% contact dermatitis	90
2	5% in petrolatum	Patch test	Hand eczema	91
82	5% in petrolatum/ dental resins/ anaerobic sealants	Patch test	13% sensitized during 5-year period	92
6	Acrylic sealants/ 10% petrolatum	Patch test reaction with hydroxyethyl methacrylate and ethylene glycol dimethacrylate	50% contact dermatitis; MMA cross	93

* NS = Not specified.

(4) 취급 실태조사

MMA는 후에 메탄올로 처리한 Methacrylamide sulfate를 통한 Acetone cyanohydrin로부터 주로 합성된다. 또 다른 방법으로는 Isobutene 또는 tert-butanol의 산화를 이용하는 것이다. MMA는 폴리메틸메타아크릴산(poly MMA) 중합체 (중합조건으로 고온 또는 저온) 생산에 사용되며, 아크릴 시트, 아크릴 성형, 투명 플라스틱(Lucite®, Perspex®, Plexiglas®) 및 압출 분말, 아크릴 표면과 종이 코팅, 라텍스 페인트, 인쇄 잉크, 바닥 광택제, 치과 수복물 접착 시멘트, 외과 임플란트 제조에 사용된다.(IARC, 1979) 또한 콘크리트 합침으로 사용된다. 미국의 생산 데이터는 일부 400,000,000킬로그램의 MMA가 매년 사용되는 것을 알 수 있다.(Gerry, 1983) 가장 MMA 노출이 높은 직장은 아크릴 시트 제조(8 시간 TWA 0.4~130 ppm),(Cromer, 1976; Mizunuma, 1993) 낮은 곳은 장식 제품 (20~90 ppm), 강화 플라스틱 시트 생산 (2~40 ppm), 정제(10 ppm), 모노머 합성(< 5 ppm)이다.(Cromer, 1976) 관절성형술, 외과(1.4~2.2 ppm) 및 마취(0.5 ppm)가 일반적으로 수술실에서 MMA에 노출되지만,(Vedel, 1981) MMA 농도는 laminar air flow 장치가 없는 위쪽으로 50 ppm 내지 100의 범위 일 수 있다(Darre, 1992). 제어가 될 때 이러한 suites의 다양한 활동 동안의 노출(11 ppm)은 4.8 ppm으로 상당히 감소될 수 있다 (Vedel, 1981). McLaughlin 등(1979) 고관절 대치술 중에 수술실 모노머의 공기 농도는 280 ppm보다 높음, 15초 이내 시멘트 혼합 값, 안정적인 곳의 대기 MMA 수준은 2 분 이내에 50 ppm, 6분 이내에 약 2 ppm으로 감소했다고 보고했다.

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 메틸메타크릴레이트를 실제 취급하는 사업장은 124개소, 취급근로자 401명, 연간 취급 량 51,531.19톤으로 조사되었다.

<표 67> 메틸메타크릴레이트의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	124	21	94	9	51,531.19	86
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	171	111	60	-	-	323
합계	295	132	154	9	51,531.19	409

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

MMA의 TLV-TWA는 50 ppm (205 mg/㎥)으로 직업적 노출이 권고되었다. TLV - TWA는 동물 생물학적 정량과 MMA에 노출된 근로자로부터 보고된 눈과 호흡과민상태, 폐부종, 후각 기능 손상, 폐결핵 발생을 최소화하기 위하여 의도된 것이다. 또한 TLV - STEL 100 ppm (410 mg/㎥)은 100 ppm 초과 노출시 기도와 눈에 자극을 줄이기 위해 권고된 것이다. SEN표기는 MMA에 노출로 확인된 알레르기 피부염, 홍반, 부종에 따라 나뉜다.

폐의 민감성을 나타낸 MMA 데이터는 불확실하다. 인체 발암성 물질로 분류되지 않음, A4인 MMA에 만성 노출 된 근로자의 제한된 역학 연구와 MMA에 노출된 흰쥐와 생쥐에서 음성 반응을 보였다. “피부” 경고표지는 TLV-STEL 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다.

TLV - TWA, 50 ppm (205 mg/㎥); TLV - STEL, 100 ppm (410 mg/㎥)

A4 – Not Classifiable as a Human Carcinogen: SEN

MMA는 눈과 상부 호흡기 자극을 일으키며, 그것은 잠재적으로 피부 감작과 호흡기 과민성이다. 동물의 만성 반응 부족,(Stringer, 1995; NTP, 1986; Chan 등, 1988) 공기 중 MMA에 만성적으로 노출된 근로자들의 역학 조사가 제한적이며, A4로 인체 발암물질로 분류 할 수 없다. 후각 상피(rodent NOEL

25 ppm)(Stringer, 1995)와 후각 기능의 부작용이 인정 되었다. 따라서, 흰쥐의 아만성 LOAEL(116 ppm),(Tansy 등, 1980; Tansy 등, 1980) 만성 NOAEL(25 ppm),(Stringer, 1995; Chan, 등, 1988) 후각기능 장애(Schwartz 등, 1989), 50 ppm보다 높은 농도에 반복된 노출 후 폐결함(Mizunuma 등, 1993; Karpov, 1954; NIOSH, 1997; Jedrychowski, 1982; Schwartz 등, 1989)을 기반으로 TLV - TWA 50 ppm이 권고되었다. 이 때, STEL 100 ppm은 신장에서 빠르게 제거 되는 양이며(Svartling 등, 1986) 100 ppm을 초과하는 노출 후 눈과 상부 호흡기 자극을 줄이기위한 것이다(Cromer와 Kronoveter, 1976; Coleman, 1991-1993; Mizunuma 등, 1993) MMA는 인간 알레르기 피부염, 홍반에 기초하고, MMA 피부 노출시 부종과 관련하여 민감제로 지정되었다.(표 1). 공기중 MMA가호흡기 과민성을 유발할 수 있다는 확실한 증거는 없다. TLV위원회의 결론은 이 글에 설명 된 피하 또는 복강 내 MMA 보형물은 발암성 연구의 결과를 주었으며, 부분 조직 반응("이물 육종")은 화학적으로 유도된 종양보다 폴리 MMA를 독성학적으로 주입하였을 때 만성 물리적 자극을 주었기 때문이다.

"피부" 경고표지는 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다. 권고되는 TLV는 과민성 또는 이전에 감작된 개인 알레르기 반응에 취약 근로자를 보호할 수 있다; 따라서, 노출 은 권고되는 TLV 보다 낮게 유지되어야하였다.

TLV의 역사

1963: 제안: TLV - TWA, 100 ppm
1965 - 현재: TLV - TWA, 100 ppm
1976 - 1986: TLV - STEL, 125 ppm
1985: 제안: Withdraw TLV - STEL
1987: TLV - STEL withdrawn 1995: Proposed: A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen
1996: A4 carcinogen

1999: 제안: TLV - TWA, 50 ppm; TLV - STEL, 100 ppm; A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen; Sensitizer (SEN)

2000: TLV - TWA, 50 ppm; TLV - STEL, 100 ppm; A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen; SEN

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 68와 같다.

<표 68> 각국의 Methyl methacrylate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	50	205	100	410					
ACGIH	50		100		A4				Sen
Australia	50	208	100	416				Yes	Sen
Canada - Ontario	50		100						Sen
China		100							
France	50	205	100	410					
Germany (MAK)	50	210	100	420		C			Sh
Ireland	50		100						
Italy	50		100						
Japan-JSOH									Aw2S2
Malaysia	100								
Latvia		10							
New Zealand	50	208	100	416					
Poland		100		300		Ft			Sen
Singapore	100	410							
South Korea	50	205	100	410					
Spain	50	208	100	416				Yes	Sen
Sweden	50	200	150	600					Sen
Switzerland	50	210	100	420					
USA - NIOSH	100	410							
USA - OSHA	100	410							
United Kingdom	50	208	100	416					R43

5) 무기불화물(Fluorides)

동의어 : Fluorure, FLUORIDE ION, 1-chloro-1-nitropropane

(1) 물리화학적 특성

무기불화물은 자연에 널리 분포되어있으며 불소는 지각의 0.039%를 차지하였다. 주요 플루오르화물 미네랄은 형석(CaF_2)과 빙정석(Na_3ALF_6)이다. (Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998). 인광석(인회석, 인산칼슘)은 일반적으로 불소를 함유하고, 불소 화합물의 원천이다(Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998). 무기불화물의 속성은 아래와 같다(Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998).

알칼리 금속의 무기불화물은 불화 나트륨(NaF; 비중: 2.558, 녹는점: 988℃, 끓는점 : 1695℃)과 같이 일반적으로 물에 용해된다. 알칼리 토금속은 불화칼슘(CaF_2; 녹는점: 1402°C; 끓는점: 약 2500°C)과 같이 불용성이거나 드물게 물에 용해된다. 사불화실리콘(SiF_4; 끓는점: -86°C)과 불화 우라늄(UF_6; 승화점 64°C)과 같이 높은 원자가의 무기불화물의 일부는 휘발성이다. 많은 복잡한 무기불화물은 예를 들어 붕산(HBF_4), 플루오르인산(H_2PO_3F), 플루오규산(H_2SiF_6), 그리고 그들의 염; 소듐알루미늄플로라이드(Na_3AlF_6); 또는 빙정석이다.

무기불화물의 대부분의 독성은 플루오라이드 이온의 존재로 인한 것이며, 불화황(SF_6)과 플루오르화텔루륨(TeF_6)은 불소 함량 제안 보다 현저하게 독성이 작거나 높다.

(2) 동물 실험

급성

흰쥐의 플루오린화나트륨 LD_{50}값은 31~101 mg F/kg body weight/day이다. 이 값은 다른 균주 및 무게 및 strains , 무게와 위관 마시는 물에 따라 다르다. 생쥐는 LD_{50} 44.3 mg F/kg/day이다(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1991).

만성/발암성

US NTP 2년 동안 마시는 물에 대한 연구에서 남성과 여성 Fischer 344 흰쥐와 B6C3F1 생쥐는 0, 25, 100, 157 ppm의 불화나트륨이 나타났다(NTP, 1990). 발암성 증거는 4~130 수컷 생쥐, 다른 성의 생쥐 또는 암컷 흰쥐에서 찾기 어려웠다.

유전 독성

불화나트륨은 살모넬라 분석에서는 음성이였으며 생쥐의 림프종 분석에서는 양성이었다(NTP, 1990). 두 테스트는 배양된 중국 햄스터의 ovary cell에서 염색체 이상과 자매염색분체 변형의 증가를 유도하였으며 반대 결과 독성학적 endpoints를 각각 얻어낼 수 있었다(NTP, 1990).

(3) 사람대상의 연구

불소의 독성효과는 Roholm의 3그룹(전신 급성, 일반적으로 섭취), 국부 부식(점막과 피부, 만성)으로 보며, 뼈 변형, 치아의 얼룩에 이르기까지이다(Roholm, 1937). Largent는 수용성 불화물의 인간에게 치명적인 용량인 약 2.5g이라고 추정했다(Largent, 1961). 그러나 Roholm은 작은 양인 9 mg/kg을 섭취하였을 때 죽음을 야기하였다고 하였다(Roholm, 1937). 먼지나 미스트 형

태의 플루오르화염 섭취로 인한 급성 중독은 거의 기록되지 않았다(Largent, 1961).

Williams는 마그네슘 주조 공장의 흄은 10 mg/㎥ 이상의 농도이며, 자극적이며 코피의 원인이 된다고 기록했다(Williams, 1942). 2.5 mg/㎥ 이하의 농도가 영향이 없다고 본다. 잠정적 제한으로 2 mg/㎥으로 제안되어진다. 불화나트륨을 사용하는 철강산업에서 Markuson은 3 mg/㎥ 이상의 노출 2.5 hours/day 이상은 바람직하지 않다고 생각했다(Markuson, 1947). Elkins는 5 mg/㎥의 농도시 눈과 호흡기 연결의 자극과 메스꺼움이 발생된다고 기록했다(Elkins, 1959). 또한 1 mg/㎥ 이하 농도에서 용접공의 코피와 비강을 기록했다. 그러나 제안된 소변의 플루오르화물의 농도(2-9mg/L)는 실제 노출보다 훨씬 높았다. Roholm, 빙정석 근로자들에 대한 연구에서는 위, 장, 순환, 호흡기 및 신경증상, 피부 발진과 관련된 불만들이 기록되어있다(Roholm, 1937).

작업실의 먼지의 전형적인 농도는 22~48 mg/㎥, 무기 불화물의 농도는 11 mg/㎥에서 24 mg/㎥ 수준이다. 그는 몇 년 동안 무기 불화물 섭취 0.2~0.35 mg/kg/day로 인한 골경화증이라고 결론 내렸다. 이것은 평균 근로자들은 14~25 mg/day와 일치하였다.

Collings 등. 작업실에서 무기 불화물의 농도는 2.4 mg/㎥ 초과시 “높음”, 10 mg/㎥초과시 “과도” 하였다고 간주된다(Collings, 1952).

Derryberry 등은 뼈 변형이 없는 작업자 그룹은 무기 불화물의 평균 농도가 2.65 mg/㎥이였으며, 반면 뼈의 변형은 평균 3.38 mg/㎥ 노출된 작업자 17명에게 발견되었다(Derryberry, 1963).

Agate 등은 알루미늄 공장 노동자들에게서 x-ray 이상이 많았다. 공기 농도는 0.1-2.6 mg/㎥이었다(Agate, 1949). Largent는 단 한 가지 원인으로 불소침착증이며, 장애는 포함하지 않는다고 결론지었다(Largent, 1961).

섭취와 배설의 제한된 데이터는 무기 불화물저장과 불소 침착증과 관련된다고 수많은 연구자들은 말했다. Machle과 Largent는 섭취되는 수용성 무기 불화

물은 60%이상이며 6 mg/day 유지되어진다고 보고하였다(Machle와 Largent, 1943). 이후에 Largent는 3 mg/day 섭취로부터 축적되는 것을 알아냈다(Largent, 1952).

Hodge는 20~80 mg/day의 섭취는 10~20년간 심한 불소침착증을 유발하였다고 보고하였다(Hodge, 1960). Princi에 따르면 성인은 5 ppm의 무기 불화물이 포함된 물을 병에 걸리지 않고 소비할 수 있다고 말했다(Princi, 1960). Hodge는 무기 불화물 8 ppm이 들어있는 먹는 물은 10% 골경화증 발생을 일으킬 수 있다고 보고하였다(Hodge, 1960). 그러나 Waldott는 플루오르화물 5, 3, 2 ppm의 물 경우를 들었다(Waldbott, 1961).

Princi와 Largent는 소변에서의 무기 불화물은 5-8 mg/day가 안전하다고 간주하였다(Princi, 1960; Largent, 1961). Hodge에 따르면, 5 mg/L는 골경화증을 유발하지 않는다고 하였다(Hodge, 1960). Deeryberry 등은 골밀도 증가를 보인 17명의 작업자는 평균 소변의 무기 불화물 농도가 5.18 mg/L였다(Derryberry, 1963). 3.6-9mg/day의 소변의 농도가 나타난 Agate 그룹은 비정상적 x-ray가 발견되었으며 장애는 없었다(Agate, 1949).

Kaltreider 등은 알루미늄 smelting에서 작업자의 무기 불화물 노출에 대한 pot room의 두 가지 연구가 보고되었다(Kaltreider, 1972). 10년 동안 노출된 후 주요 107명의 근로자들은 2.4~6.0 mg/㎥의 높은 농도와 밀접하게 관련 있었다.

심각한 골경화증을 완화하기 위해서는 척주 유동성을 제한하고, 노출의 15년 후 검출되었다. 소변의 무기 불화물은 평균 8~10 mg/L이다.

두 번째 공장의 팟 룸의 231명의 작업자들은 노출이 덜하며, 뼈에서 불소는 나타나지 않았다. 데이터가 없는 작업장은 공기 중 무기 불화물 농도로 하였다. 그러나 소변샘플은 교대 끝과 1주 노동시간의 끝에 주어졌으며 무기 불화물은 1967년에는 10.4 mg/L, 1970년에는 3.0 mg/L이다. 교대 전 농도는 1966년 3.4 mg/L 그리고 1970년에는 1.4 mg/L로 나타났다.

IARC는 먹는 물에서의 무기 불화물 농도 범위는 많은 연구에서 사람의 노

출과 다른 암의 비율 또는 전체 암 비율과 무기 불화물의 노출간의 서로간의 일관된 양성을 보여주지 않는다.

이렇듯, IARC는 먹는 물 속 무기 불화물은 인간의 발암성 증거로 평가되기에는 불충분하다고 결론 내렸다(International Agency for Research on Cancer, 1987).

(4) 취급 실태조사

단일 및 복합 무기 불화물은 상업적 용도로 다양하게 발견된다. 불화 나트륨은 방부제, 살충제, 살균제, 쥐약, 치약, 마시는 물 첨가제; vitreous enamels, 카제인 접착제, 코팅 용지, 전기 도금, 유리, 에나멜의 제조와 자외선과 적외선 장비에 대한 창에 사용된다(Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998).

불화칼슘은 불화수소의 원천이며 전자, 레이저, 융제, 세라믹과 윤활제로 사용된다(Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998). 소듐알루미늄플루오르드는 알루미늄의 전해질로 중요하다(Merck & Co. Inc, 1996). 규불화나트륨(Na2SiF6)은 세탁물 산화제로써 알루미늄과 베릴륨(Lewis, 1997)이 사용된다.

마그네슘 플루오규산염(MgSiF6)는 콘크리트 경화제 및 방수로 사용된다. (Elvers, B.; Hawkins, S. 2001) 다른 금속의 무기 불화물은 비슷하게 사용하였다.

CuF_2는 고 에너지 베터리, SnF_2는 치약으로, 우라늄 농축으로 UF_6, ZnF_2는 함침 목재로 이용된다(Kroschwitz와 Howe-Grant, 1998; Merck & Co., Inc와 Fluoride. In, 1996).

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 무기 불화물를 실제 취급하는 사업장은 57개소, 취급근로자 268명, 연간 취급 량 252톤으로 조사되었다.

<표 69> 무기불화물 (Fluorides)의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	72	9	60	3	252	54
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	69	51	11	7	-	217
합계	141	60	71	10	252	271

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

무기 불화물의 TLV-TWA는 2.5 mg/㎥으로 불소로 인한 뼈의 변형을 최소화하기 위하여 무기 불화물에 대하여 직업적 노출이 권고되었다. 또한 눈과 호흡기 자극으로부터 보호하기 위함이다. 무기 불화물에 노출시킨 수컷 흰쥐와 골육종과 관련된 2년 동안 불화나트륨이 포함된 물을 암컷, 수컷 흰쥐와 생쥐에게 노출시켜 다른 발암성이 없음을 구분하여 표기, 인체 발암 물질로 분류할 수 없는 A4로 분류하였다. “피부” 또는 “SEN” 경고표지와 TLV-STEL의 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다. 불소는 BEIs가 권고되었다.

무기 불화물은 눈과 호흡 기관의 자극의 원인이다. 무기 불화물의 지나친 양의 장기간 흡수는 불소증의 원인이다. 밀도 3.38 mgF/㎥에서 최소한 증가하는 한계치에 관한 연구를 기반으로 자극적인 자극과 뼈 변형 장애의 잠재성을 최소화하기 위해 TLV-TWA 2.5 mg/㎥으로 권고하였다(Derryberry, 1963).

몇 가지 데이터는 엄격히 준수하는 경우 불소증의 거의 모든 과정을 보호하는 것을 보여주고 있다. Hodge와 Smith는 미국 NIOSH의 검토에서 가능한 데이터를 지원받아 NIOSH REL과 TLV 무기 불화물의 기준을 결정했다

(Hodge, 1977).

Hodge와 Smith는 임신한 여성 또는 그들의 자손에 악영향을 미치지 않는다는 아래 산업적 노출이 일어난다고 믿었다. (Hodge, 1977; NIOSH, 1997)그들은 불소증을 유발하는 데는 심한 노출로부터의 호흡 시스템에서 보고된 영향으로 나타냈다(Hodge, 1977).

기본적으로 무기 불화물은 음성 동물 연구에서 인체발암 물질로 분류 할 수 없음인 발암성 표기 A4로 지정된다(NTP, 1990). 충분한 데이터는 Skin 또는 SEN 표기법 또는 TLV-STEL를 추천할 수 없다.

독자는 최근 편집된 “Documentation of the TLVs and BEIs"의 화학물질 TLVs소개에서 Excursion Limits에 익숙할 것으로 예상된다. 무기 불화물은 BEIs 권고 물질이다.

TLV의 역사

1946~1947: MAC - TWA, 2.5 mg/㎥, as F

1948~현재: TLV - TWA, 2.5 mg/㎥, as F

1995: 제안: A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen

1996 - 현재: TLV - TWA, 2.5 mg/㎥, as F; A4

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 70와 같다.

<표 70> 각국의 Fluorides 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부(NaF/Na_3AlF_6)		2.5							
ACGIH		2.5			A4				
Australia		2.5							
Austria									
Belgium		2.5							
Canada - Ontario		2.5							
Canada - Québec		2.5							
Denmark		2.5		5					
European Union									
France		*2.5*							
Germany (AGS)		1[1)]		4[1)]					
Germany (DFG)		1[1)]		4[1)]					
Hungary									
Ireland		2.5							
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand		2.5							
People's Republic of China		2							
Poland		2							
Singapore		2.5							
South Korea		2.5							
Spain									
Sweden									
Switzerland		1[1)]		4[1)]					
The Netherlands				2					
USA - NIOSH		2.5							
USA - OSHA		2.5							

[1)] inhalable aerosol

6) 메틸 아크릴레이트(Methyl acrylate)

CAS 번호 : 96-33-3

동의어 : Acrylic acid, methyl ester; Methyl propenoate; Methyl-2-propenoate; Methyl prop-2-enoate; Methoxycarbonylethylene; Propenoic acid, methyl ester; 2-Propenoic acid, methyl ester

분자식 : $C_4H_6O_2$

구조식 : CH_2=CHCOOCH_3

(1) 물리화학적 특성

메틸 아크릴레이트는 투명하고, 무색, 휘발성 액체로 지독한 냄새가 난다. 냄새 한계치는 4.8 ppb로 보고되어진다(Amoore와 Hautala, 1983). 물리화학적 성질은 다음과 같다(IARC, 1979; Bisesi와 Esters. In, 1994; Dutch Expert Committee for Occupational Standards, 1989; Murphy와 Davies, 1993).

분자량(Molecular weight) : 86.09

비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9561

녹는점(Melting point) : -75℃

끓는점(Boiling point) : 70℃일 때 608 torr; 80.6℃일 때 760 torr

증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 65 torr; 28℃일 때 100 torr

증기밀도(Vapor density) : 2.97 (공기=1.0)

인화점(Flash points) : -2.8℃(open cup)

폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.8%, 상한, 25% (공기비)

용해도(Solubility) : 알콜, 에테르, 다른 유기용매; 물에는 약간의 수용성

반응성(Reactivity) : 열, 스파크, 불꽃에 노출되었을 때 폭발 위험;

산화 물질과 열혈히 반응;
발열 반응으로 과산화물을 형성

분해산물(Decomposition products) : 가열시 자극적이고 매운 연기를 방출

단위 전환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm = 3.52 mg/㎥, 1 mg/㎥ = 0.28 ppm

(2) 동물 실험

메틸 아크릴레이트는 흡입, 피부, 구강 경로에 의한 독성이 있다. 그것은 피부, 눈, 점막에 자극성이 있다(Bisesi, 1994; Murphy와 Davies, 1993; Autian, 1975; Kennedy, 1991).

급성

아래의 표는 동물에서 메틸 아크릴레이트와 관련된 독성 데이터를 요약한 것이다. 일반적으로 급성으로 인한 전신 작용은 높은 메틸 아크릴레이트의 노출은 흡입, 국소 또는 동물에게 정맥 주사를 통해 빠른 호흡(15~40분에 정상으로 감소)과 급성 저혈압(4~5분 회복)으로 나타난다. 마지막 단계에서는 호흡곤란, 청색증, 경련이 특징이다. 호흡 부진으로 동물이 죽을 수 있으며 심장마비 가능성도 있다(Murphy와 Davies, 1993; Autian, 1975; Treon, 1949).

<표 71> 급성 독성 데이터

Species	Dose	Effect
Rat	300 mg/kg	LD_{50}
Rat	277 mg/kg	LD_{50}
Mouse	827 mg/kg	LD_{50}
Rabbit	280 mg/kg	LD_{LO}
Rabbit	200 mg/kg	LD_{50}
INHALATION		
Rat	1350 ppm	LC_{50}, 4-hour
Rat	1000 ppm	LC_{50}, 4-hour
Mouse	9300 mg/m^3	LD_{LO}
Rabbit	2522 ppm	LC_{LO}, 1-hour
Human	75 ppm	TC_{LO}; nose, eye, pulmonary irritation
TOPICAL, SKIN		
Rat	1300 mg/kg	LD_{50}
Rabbit	1.3 ml/kg	LD_{50}
Rabbit	10 mg/24-hour	Irritation
Rabbit	1243 mg/kg	LD_{50}
OCULAR		
Rat	578 ppm/49-hour	Irritation
Rabbit	19 mg	Irritation

Treon 등(Treon, 1949)은 흰쥐, 토끼, 기니피그 원숭이는 1일~130일 동안 공기 중 메틸 아크릴레이트에 다양한 농도에서 7시간 노출되었다. 흰쥐 237 ppm, 기니피그와 토끼 95 ppm, 원숭이 31 ppm일 때 사망하지 않았다. 토끼와 기니피그는 237 ppm 흡입시, 흰쥐는 578 ppm 흡입시 사망하였다. 모든 동물들은 최고 농도에 노출되었을 때 점막의 고통, 혼수, 호흡 곤란, 경련; 폐의 미세한 증거, 부종, 심장근육, 간 및 신장의 퇴행성 변화가 부검시 나타났다. 노출이 종료 된 후 살아남은 동물들은 2개월간 어떠한 치료에도 조직학적 변화를 보이지 않았다. 280 mg/kg의 경구 투여량은 토끼에게 치명적이었다.

Oberly and Tansy(Oberly와 Tansy, 1985) LC_{50}값을 결정하기 위해 메틸 아크릴레이트 증기에 Sprague-Dawley 흰쥐를 대조군과 함께 주 5일 4시간씩 노출시켰다. LC_{50} 은 1350 ppm이다.(95% 신뢰구간, 1161~1570 ppm) 중독 증상은 눈, 코, 호흡기 자극을 포함; 힘든 호흡; 쓰러짐, 귀와 발의 창백함이다.

Ghanayem 등(Ghanayem 등, 1985)은 치료는 심한 위독성을 야기했다고 보고하였다. 위 접힘 정도에 따라 분문동의 부종을 수반하며 위장의 크기가 증가하였다. 위장 독성은 메틸 아크릴레이트와 메틸 아크릴레이트 대사산물, 옥수수기름과(carboxylesterase 가수분해 아님) 관련된 것으로 나타났다.

메틸 아크릴레이트는 피부와 점막에 가역적인 자극을 일으킨다. 토끼의 피부를 통한 경피흡수는 LD_{50}은 1.3 ml/kg의 결과를 야기했다(Moore, 등, 1988) 토끼에 표시된 국소(가역)염증과 자극의 결과; 2.67시간동안 34.4 ml/kg의 양에는 토끼가 살아남았다(Smyth와 Carpenter,1948).

Suvorov(Suvorov, 1973)는 반복적인 1%의 메틸 아크릴레이트 심한 영양실조와 괴사가 토끼 피부에 발생되었으며 특히 외막에는 가역적이였다. 투여 60일, 림프구 세포의 축적과 비만의 증가는 표피와 외막의 완전한 파괴가 있었다. 기니피그에게 메틸 아크릴레이트 국소적용은 메틸 아크릴레이트 및 관련 화합물에 교차 반응으로 피부 과민성을 야기하였다(Parker, D.; Turk, J.L, 1983; Turk, 등, 1986). 흥미로운 것은 메틸 아크릴레이트에 대한 면역 억제는 모노아크릴레이트와 trimethlol propane triacrylate의 다양한 전처리에 의해 기니피그에서 유도된 것이다(Turk 등, 1986; Parker 등, 1985). 메틸 아크릴레이트는 피부노출과 함께 특이적 항체의 생산을 유도하고, 따라서 면역 화합물이다(Bull 등, 1987).

아만성

Treon 등은 토끼에게 메틸 아크릴레이트를 경구로 23 mg/kg/day(0.1배의 급성 치사량)을 주 5일 총 24번 투여하였다. 그 결과 미세한 병변의 증거 없이 성장과 체중 증가가 지연되었다(Treon 등, 1949).

어린 수컷 Sprague-Dawley 흰쥐는 하루 4시간, 주 5일, 32일 이상(총 128시간) 공기 중 메틸 아크릴레이트에 110 ppm 노출 되었을 때 신체나 조직 무게, 혈액, 대사 성능 또는 동시 대조군에 비해 자발적인 창자 활동의 특이한 차이

를 보이지 않았다. 두 그룹의 사망, 어떠한 종양이나 다른 이상도 없었다 (Oberly와 Tansy, 1985).

3개월 동안 흡입한 Sprague-Dawley 흰쥐에서 135 ppm(519 mg/㎥)는 체중 감소 및 폐와 간의 중량 증가로 인한 최대 농도로 보고되었다(Rohm & Haas Co, 1985).

만성/발암성

수컷과 암컷 Sprague - Dawley 흰쥐에게 2 년간 주 5일 하루 5시간씩 메틸 아크릴레이트 0, 15, 45 또는 135 ppm을 전신에 흡입시키는 연구를 수행했다 (Rohm & Haas Co, 1985; Reininghaus 등, 1991). 우선, 아크릴산 메틸 자극성으로 인해 체중이 증가되는 정상상태와 달리 노출이 높은 그룹은 체중 증가에 약간의 과도 지연이 있었다. 노출 진행 동안에는 농도와 관련한 신경성 상피 세포의 위축, 폐와 후각 비강 상피 세포 사이의 전이 지역에서 세포 증식이 발생했다. 노출이 중간이나 높은 그룹의 모든 수컷과 암컷 흰쥐는 후각과 섬모세포의 손실이 있었다. 모든 노출 그룹에서 각막 혼탁과 혈관신생이 발견되었다. 이러한 모든 변화는 메틸 아크릴레이트의 자극성 때문이라고 본다. 혈액 매개변수, 총 조직학적 검사 및 소변 검사에 의한 수명 또는 전신 독성의 영향은 표시가 전혀 없었다. 양성 뇌하수체 종양에서 통계적으로 유의 한 증가는 남녀 모두에 대해 보고되었고, 상피 및 백혈병 종양은 수컷 쥐에서 발견되었다; 그러나, 투여 양-반응과는 관계가 없다. 수컷 쥐의 피하 조직의 연부 조직 육종은 발견되었지만, 이러한 종양이 자발적으로 발생하기 때문에 부수적인 것으로 간주하고, 용량 -반응 관계의 징후는 없었다. 저자는(Rohm & Haas Co, 1985; Reininghaus 등, 1991) 메틸 아크릴레이트의 NOEL은 15 ppm의 아래이며; 부틸 아세테이트에 대한 NOEL은 135 ppm의 미만이라고 결론 내렸다(Rohm & Haas Co, 1985; Reininghaus 등, 1991) Lomonova 등(Lomonova 등, 1980). 다양한 동물에서 만성 노출 연구 및 메틸 아크릴레이트의 경우에 가장 현저한 부

작용은 하루 3시간 노출과 일주일 중 하루(노출시간자유)였다.

생식/발달

잠재적 기형 또는 메틸 아크릴레이트의 생식 효과에 대한 데이터는 게시되지 않았다.

유전 독성

메틸 아크릴레이트는 세균에서 발견될 수 있는 유전자 돌연변이를 유도하는 것으로 나타나지 않는다. 이는 독성 투여량은 포유 동물에게 생체 내 소핵이 유도되지 않으며, 시험관 내 높은 세포 독성을 일으키는 수준에서 포유 동물 세포 내의 돌연변이 및 염색체 이상을 유도하였다(Murphy와 Davies, 1993) In the Salmonella- microsome 평가에서, 메틸 아크릴레이트는 Aroclor 1254 또는 phenobarbital-induced S9 mix.와 함께든 아니든 돌연변이를 유발하지 않았다.(Zeiger 등, 1987; Waegemaekers 등, 1984) 테스트는 초파리 유충에 노출시킨 후, 성별과 연관된 열성 돌연변이 분석에서 음성이였다(Zimmering 등, 1989) Moore 등.(Moore 등, 1988). 메틸 아크릴레이트는 다른 연구에서, 생쥐의 림프종 세포에서 염색체 이상 상당수 생산되었다(Moore 등, 1988; Amtower, 1986; Millis 등, 1988). Oberly 등(Oberly, 1993) 메틸 아크릴레이트 노출이 있는 AS52 세포에서 유전자 돌연변이가 없었고 생쥐 림프종 분석에서 작은 콜로니의 유사한 돌연변이가 발견되었다. 따라서 다른 연구 결과를 바탕으로, 저자는(Oberly, 1993) AS52 분석은 생쥐의 림프종 분석으로 염색체 돌연변이 확인을 위한 민감성이 없다고 결론지었다. McCarthy 등(McCarthy 등, 1994) 시험관 내에서 메틸 아크릴레이트와 발견되지 않은 부가 형성된 DNA를 발견하였다. Moore 등(Moore 등, 1991) 단일층 또는 현탁액에서 성장한 중국 햄스터 의 난소 세포에 메틸 아크릴레이트를 첨가하거나 상당수의 HGPRT-deficient 돌연변이 유도에 실패했지만 clastogen으로써 움직임이 나타났다(Moore 등, 1991;

Doerr 등, 1988; Parker 등, 1988; Ishidate 등, 1981). 메틸 아크릴레이트는 외인성 활성화 없이 7.5 μg/ml~15 μg/ml의 폐 세포에서 배양된 중국 햄스터 일탈 행동을 유도하였다(Ishidate 등, 1981). clastogenic 활동은 비경 주입 후 생쥐 골수의 염성 적혈구에서 삼중 염색체 및 소핵 이상 증가에 의해 확인되었다(총량, 37.5~300 mg/kg)(Przybojewska 등, 1984). 그러나, Sofuni 등(Sofuni 등, 1984) 생체 내가 아닌 체외에서 생쥐 골수를 메틸 아크릴레이트가 clastogenic 수 있다는 증거가 발견되었다. 생체 내 실험에서(비노출 대조군과) 8주된 DDY 생쥐는 3시간 동안 메틸 아크릴레이트를 흡입했다. 대퇴골 세포 및 소핵 다염성 적혈구를 24시간 후에 채취했다. 소핵 다염성 적혈구 수는 증가하지 않았다.

약물 동력학 /물질 대사 연구

14C로 표시된 메틸 아크릴레이트를 흰쥐에 경구 또는 복강 내 단일 용량(100 ㎎/kg)을 투여하였다. 72시간 내에 발생된 라벨의(90%) 손실이 빠르게 일어난 후에 라벨의 대부분은(복강 내) 1시간 투여와 2시간(경구) 투여 시 간, 신장 및 폐와 연관되었다. 메틸 아크릴레이트는 대부분 호기 (> 59%)와 소변(10% - 50%)으로 대사와 배설이 이루어졌다. 주 배설은 이산화탄소를 통한 배설이다(48시간 투여량의 54%). 다음으로 소변으로의 배설; 두 개의 주요 소변 대사물은 N-acetyl-S-(2methylcarboxyethyl)cysteine와 N-acetyl-S-(2carboxyethyl) cysteine이다(Sapota, 1988; Sapota, 1993). 라벨 된 메틸 아크릴레이트는 어린 기니피그의 경구(34 mg/kg)나 복강 내(25 mg/kg) 또는 국소적 요법(46 mg/kg)으로 투여되었다(Seutter, 1981). 경구 1회 투여 후 가장 빠르게 분해가 발생되었고 다음은 복강 내 주입이었다. 내부 장기에 2 시간 완전히 주입, 24~48시간 내 대부분의 기관은 경구 투여 후 방사성 물질을 잃었다. 방사능의 22.6%가 24 시간 내에 소변으로 라벨 된 이산화탄소로 배출되었다(Seutter, 1981). Kopecky등(Kopecky 등, 1985)은 흰쥐에서 메틸 아크릴레이트의 생체 내 변화를 연구했다. 소변에서 thioesters의 양은 가장 낮았고. 두

mercapturic acids (2-carboyethylmercapturic and 2 alkoxycarbonyl ethyl mercapturic acids)은 증가했다. sulphurcontaining 대사물의 존재를 제안했다. 이러한 관찰은 Delbressine 등(Delbressine 등, 1981)의 연구 결과를 확인시켜준다. 생쥐에게 메틸 아크릴레이트를 주 5일 3주간 복강 내 투여하고 소변에서 상당한 양의 mercapturic acids가 생성되었다; 이는 메틸 아크릴레이트의 생체 내 변화 동안 글루타티온은 에틸렌 기에 추가, Michael-type반응으로 인한 것으로 가정하였다. Vodicka 등(Vodicka 등, 1990) 간에서 황 농도가 특히 감소된 Wistar 수컷 흰쥐의 6 시간 흡입 실험을 통해 발견했다; 이러한 결과는 glutathione sulfhydryl 감소가 메틸 아크릴레이트의 급성 독성 영향이나 glutathione이 메틸 아크릴레이트 대사를 해독하는 역할을 하는 것임을 시사하였다. Stott 와 McKenna(Stott와 McKenna, 1985) 신성 대사산물이 생성되는 비점막의 메틸 아크릴레이트의 광범위한 가수분해 때문에 생체 내 생쥐, 개, 토끼 코의 carboxylesterase 활동이 메틸 아크릴레이트의 노출과 함께 발생된다고 보고했다. 이 대사는 노출 후 후각 상피 세포의 병변을 일으킬 수 가능성이 있을 뿐만 아니라 전신의 영향을 미칠 수 있다. 메탄올은 포름알데히드로 산화되었다.

(3) 사람대상의 연구

대부분의 데이터는 메틸 아크릴레이트의 인체 노출 결과에 이용할 수 없다. 주로 동물 연구의 결과에 기초하여 피부와 점막에 자극 및 피부 감작제로서 설명되어진다(표 1). 또한, 메틸 아크릴레이트의 고농도 노출은 동물에서 혈압과 호흡에 영향을 주지만 인간의 급성 중독 증후군을 뒷받침하는 증거는 없었다 (Murphy와 Davies, 1993; Autian, 1975; Oberly, 1985; Cavelier 등; Cavelier 등, 1981). 메틸 아크릴레이트에 교차반응은 없었다. 30일 후, 1%, 5%, 와 20% 메틸 아크릴레이트는 다시 적용되었다. 각각의 대상에서 0, 3, 4 자극을 찾음.

Milton 등(Milton 등, 1996) 8주간 텍사스 화학 공장에서 크로스 오버 연구가 보고되었다. 이전의 노출이 최소한인 산업 위생사, 부분적 노출 근로자 생산근로자를 대상으로 시험되었다. 메틸 아크릴레이트의 생성 주기 사이 2주간의 소요시간이 있었기 때문에 각 개인에게 그들 스스로가 비노출 대조군이 될 수 있었다. 참고로, 만성 폐쇄성 폐 질환을 가진 사람으로 인해 한 노동자가 참여하는 것을 거부하였고 기관지 확장제 치료의 사용되지 않았다. TWA 개인 샘플링, 지역 샘플링 및 작업 별 최대 노출 샘플링은 12 시간 교대 동안 형성되었다. 노출이 가장 높은 직업군의 평균 노출은 2 ppm, 최대 12.6~30 ppm, 지속적 2~5분이다. 지역 샘플링은 0.6 ppm으로 최소 17.2 ppm으로 최대 5.4 ppm의 평균 레벨을 발견했다. 최대 노출은 "샘플링"의 작업 중(115 ppm까지), "억제제"(122 ppm까지) 동안 발생했다. 대상은 각막이 변화하는 생산 8 주 후에 대한 연구는 안과 의사에 의해 조사 되었다. 아무도 주목하지 않았다. 모든 대상자는 보통의 안검염이였고 연구를 통해 결막염 초기로 진단되었다. 또한 강도 및 증상을 매일 기록하게 하였다. 증상 기록은 산업 위생 측정과 동시간에 발생되지 않았다. 통계적으로는 유의하지 않았지만, 노출이 높은 그룹의 교대 끝에 낮은 군에 비해 (1.4/100) 눈 자극의 증가가 발생 (4.4/100)하였다. 기타 보고 된 증상은 피로를 제외하고, 낮은 발생과 강도였다. 메타콜린의 변화가 작고 감소하는 경향으로 설명했지만, 가장 큰 증가는 메틸 아크릴레이트 이전에 직업적 노출이 없는 산업 위생사가 유일한 대상이었다. 참고로 모든 실험자의 50 % 및 60 %는 연구 시작 시 기관지 문제가 있었다. 최대 유량에 대한 교차비는 노출이 높은 두 그룹에 대한 1.4 (95 % 신뢰 구간, 0.77-2.6)로 추정된다. 연속 변수로 분석 한 결과, 이는 0.008 % ± 0.02 %로 감소 될 것으로 추정되었다.

(4) 취급 실태조사

메틸 아크릴레이트는 1944년에 상업적으로 널리 사용되었다. 1984년 미국 3대 주요 생산품이 있었다. 근로자는 플라스틱 공장, 실험실 종사자, 치과 수술실에서 잠재적으로 메틸 아크릴레이트에 노출되었다.

메틸 아크릴레이트는 섬유의 방적을 촉진하기 때문에 아크릴 및 모다아크릴 섬유의 제조에 주로 사용되었다. 아크릴 섬유는 의류와 가정 가구에 사용되었으며 모다아크릴 섬유는 난연성 직물의 제조에 사용되었다. 또한 모다아크릴은 페인트 롤러, 전지 분리막, 보호복에 사용되었다. 메틸 아크릴레이트 중합체 및 공중합체는 미국에 의해 허용되었다. 접착제, 수지와 중합체 코팅, 종이 및 판지의 구성성분으로써 식품과 접촉될 수 있다.

메틸 아크릴레이트는 샴푸 열가소성 코팅, 접착제, 실란트 및 양성 계면활성제의 제조에 사용되어왔다. 또한 의학 및 치과 보철물, 콘택트 렌즈 및 라텍스 코팅, 직물 및 바닥 마감재 등 다른 특수 플라스틱을 생산하는데 사용된다. 산업 폐수나 농약의 분해 및 정화에 역할을 할 수 있으며 메틸 아크릴레이트는 신선한 파인애플 퓨레의 휘발성분에서도 확인되었다.

Davy와 Braden(Davy, 1991) 치과용 레진에서 메틸 아크릴레이트 모노머 0.05%를 발견했다.

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 메틸 아크릴레이트를 실제 취급하는 사업장은 26개소, 취급근로자 85명, 연간 취급 량 9,600톤으로 조사되었다.

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 메틸 아크릴레이트를 실제 취급하는 사업장은 26개소, 취급근로자 85명, 연간 취급 량 9,600톤으로 조사되었다.

<표 72> 메틸 아크릴레이트의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	47	21	20	6	9,600	75
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	17	7	10	-	-	12
합계	64	28	30	6	9,600	87

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

메틸 아크릴레이트의 TLV-TWA는 2 ppm(7 mg/㎥)으로 직업적 노출이 권고되었다. 개인 샘플링 농도 평균 2 ppm과 지역 평균 값 5.4는 TWA 12시간 노출된 작업자의 눈, 피부 그리고 점막의 급성과 만성 자극의 잠재성을 최소화하기 위한 값이다. 게다가, 흡입 생물학적 정량은 비관측 역효과 수준 15 ppm 이하에서 비점막 자극이 발견되었다. 피부 경고표지는 기니피그에게 메틸 아크릴레이트를 충분히 피부 흡수 시킨 다음 권고되었다. 메틸 아크릴레이트의 피부 적용은 기니피그와 인간에게 피부 과민증 발생시 SEN 으로 경고하였다. A4는 인체 발암 물질로 분류 할 수 없음의 표기로 양성 뇌하수체 종양과 상피세포와 백혈병 종양이 보고되었으며 흡입 노출 된 쥐에서 종양 반응의 결과로 구분된다. TLV-STEL을 권고하기에 유용한 자료가 충분하지 않다.

SEN; Skin

TLV - TWA, 2 ppm (7 mg/㎥)

A4－Not Classifiable as a Human Carcinogen

다른 아크릴레이트와 비교하여, 메틸아크릴산은 동물에 경구, 국소 및 흡입 노출에 의해 대부분의 급성 독성 동족체이다(Murphy와 Davies, 1993; Autian, 1975; Oberly, 1985). 그것은 피부와 점막 자극이며, 동물의 피부 감작이다. 평생 흡입 연구에서, 쥐 (Reininghaus 등, 1991) NOEL은 (부틸 아세테이트는 135 ppm 미만)15 ppm 미만이었다. 15 ppm에서 영향은 각막과 코 점막의 불투명도 및 신생 혈관의 가역적인 자극이다. 피부 실험 외에 인간 데이터를 이용할 수 없고, 메틸 아크릴레이트는 피부 증감제 이며 적당한 자극이 있는 것으로 드러났다. 그리고 단기간 코호트 연구에서 TWA 2~5 ppm 아래 수준에서 몇몇의 이전 비노출군은 노출 후 기관지 반응 증가와 눈 자극을 보였다(Cavelier와 Jelen, 1981; Milton 등, 1996). 급성 인체 연구를 바탕으로 TLV - TWA 2 ppm은 권고되어진다(Milton 등, 1996). the rodent 만성 독성 생물학적 정량 (Reininghaus 등, 1991), 메틸 아크릴레이트의 영향으로 인한 각막, 피부, 점막의 잠재적 급성과 만성 자극을 최소화하기 위한 것이다. 발암성 표기 A4, 인간 발암성에 분류되지 않음, the rodent 생물학적 정량의 결과로써 권고되어 진다 (Bull 등, 1987; Rohm & Haas Co, 1985). 용량 -반응은 관계없이 양성 뇌하수체 종양, 상피 종양 및 백혈병이 확인 되었다. 피부 표기법은 동물 연구에서 발견된 화합물의 상당한 급성 경피 흡수(급성 자극 속성에도 불구하고)때문에 권장하였다(Seutter와 Rijntjes, 1981).

SEN은 동물(Parker와 Turk, 1983; Turk 등, 1986; Parker 등, 1985; Bull, 1987)과 인간(Cavelier 등, 1981)에게 메틸 아크릴레이트에 의해 유도된 감작을 바탕으로 표기법이 구분된다(Cavelier 등, 1981). TLV 권장은 반드시 가능한 과민성 또는 이전에 감작 된 개인에 알레르기 반응으로부터 취약 근로자를 보호 할 수 있다; 따라서, 노출은 가능한 권고되는 TLV 아래로 유지 되어야 하였다. TLV-STEL의 권고하기에 유용한 자료가 충분하지 않다.

TLV의 역사

1957-1999: TLV-TWA, 10 ppm

1961 - 현재: Skin notation

1994: 제안: TLV-TWA, 2 ppm; Skin; A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen

1997-현재: TLV-TWA, 2 ppm; Skin; A4

1999: 제안: Sensitizer (SEN) notation

2000-현재: TLV-TWA, 2 ppm; Skin; SEN; A4

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 73와 같다.

<표 73> 각국의 Methyl acrylate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	2	7						Yes	
ACGIH	2				A4			Yes	DSen
Australia	10	35						Yes	Sen
Belgium	2	7.2						Yes	
Canada - Ontario	2							Yes	
Canada - Québec	2	7						Yes	Sen
Germany (MAK)	5	18	5	18					Sh
Ireland	5	18	10	36				Yes	
Italy	2	7	10	35					
Japan-JSOH	2								
New Zealand	10	35						Yes	Sen
China		20							
Poland		14		28				Yes	Sen
Spain	2	7.2						Yes	Sen
Sweden	10	35	15	50				Yes	Sen
USA - NIOSH	10	35						Yes	
USA - OSHA	10	35						Yes	

7) 큐멘(Cumene)

CAS 번호 : 98-82-8
동의어 : Cumol; Isopropylbenzene; 2-Phenylpropane
분자식 : C_9H_{12}

(1) 물리화학적 특성

큐멘은 무색이며, 자극적이고, 향기로운 냄새를 가지고 있다. 냄새 역치는 0.03~0.05 ppm으로 보고되고 있다. 큐멘은 가연성이며, 화재위험 물질이다 (1989. American Industrial Hygiene Association:). 물리화학적 성질은 다음과 같다:(Cavender, 1994: Aromatic Hydrocarbons.)

분자량(Molecular weight) : 120.19
비중(Specific gravity) : 25℃일 때 0.86
녹는점(Melting point) : - 96℃
끓는점(Boiling point) : 152.7℃
증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 8 torr
인화점(Flash points) : 39℃(closed cup)
자연발화점(Autoignition temperature) : 424℃
폭발 한계: 하한, 0.9%; 상한, 6.5% (공기 중)
용해도(Solubility) : 물에는 불용성이며 대부분의 유기용제에는 혼합된다.
단위 전환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때
1 ppm=4.92 mg/㎥; mg/㎥ = 0.2 ppm

(2) 동물 실험

큐멘의 독성학 검토되었으며, TLV의 유도에 사용되는 데이터만을 여기에 인용된다(Standring, 1990).

급성

큐멘의 급성 독성은 경구, 경피, 흡입 치사성 연구를 근거로 하고 있다. 한 종류의 동물을 대상으로 피부 및 눈 민감성에 대한 결과는 찾을 수 없었다. 생쥐의 호흡기계 내에서 자극 유발을 관찰할 수 있었다. 저농도의 경우 신경계 운동 저하 및 행동 변화를 유발하며, 고농도에서는 무의식 상태에서 운동장애, 혼수상태 및 호흡곤란이 발생하게 된다(Standring, 1990).

큐멘의 LD_{50}은 위스타 쥐의 경우 1400 mg/kg, Sprague-Dawley (Wolf, 1956) 쥐는 2700 mg/kg, Sherman 쥐에서는 (Monsanto, 1978). 2910 mg/kg과 불특정 동물에서는 (Smyth, 1951) 8620 mg/kg으로 보고되고 있다. 임신 중독 증상은 부진, 의식 그리고 혼수상태가 발생되며, 부검결과 폐렴, 폐부종 및 출혈, 위정관 염증 및 간 변색이 나타났다(Wolf, 1956,; Monsanto, 1978).

피부의 LD_{50}은 불특정 쥐의 경우 10.6 g/kg과 (Smyth, 1951)뉴질랜드 흰 토끼는 3.16 g/kg으로 보고되고 있다(Monsanto, 1978). 간, 신장 및 비장 변색; 위장 염증이 총 부검결과 폐출혈이 나타났다(Monsanto, 1978).

흰 토끼의 귀 내부와 복부를 면도한 후 큐멘을 희석하여 2~4주 동안 1일 1회 투여했을 경우 피부 자극성이 유발되었다(홍반, 괴사, 각질 제거) ; 투여용량은 보고서에 언급되지 않았다(Wolf, 1956). 뉴질랜드 흰 토끼를 대상으로 24시간 동안 0.5 ml의 쿠멘 투여 시 피부 내 약간의 자극이 나타났다: 약간의 탈지 및 피부의 박리 증상이 관찰되었다(Monsanto, 1978). 기니피그를 대상으로 피부 감각증상 극대화 실험에서는 관련 증상이 보고되지 않았다(Werner, 1944).

드레이즈 테스트를 통해 안구 자극 시 미세한 감각증세가 관찰되었다. 토끼

안구 내 큐멘을 두 방울 투여하였을 때, 결막 자극증상이 발생되었지만, 각막 손상은 나타나지 않았다(Wolf, 1956). 뉴질랜드 흰 토끼의 안구 내 24시간 동안 0.1 ml 투여 시 홍반 및 방전 증상이 나타났다. 하지만, 120시간 이후 증상은 완전히 사라졌다(Monsanto, 1978).

큐멘 흡입 노출에 따른 LC_{50}은 흰쥐의 경우 7시간 노출 시 2000 ppm,(Huels Report No May 27, 1994) 불특정 쥐의 경우 4시간 노출 시 8000 ppm인 것으로 발견되었다(Smyth, 1951). 3577 ppm에서 6시간 동안 6마리의 쥐를 대상으로 노출 시 한 마리도 죽지 않았다(Monsanto, 1978). 생쥐의 임상 증상은 혼수상태, 운동 장애, 반사 신경 손실, 호흡곤란 등이 관찰되었다: 부검 결과 지방 퇴화 내 비장, 간, 신장 및 셀룰러 변화 등이 나타났다(Huels Report No. 1988).

큐멘에 급성 노출은 행동의 변화와 신경계의 우울증의 징후를 생성 할 수 있다. 100, 500 또는 1000 ppm의 큐멘의 Fischer 344 쥐의 싱글 6 시간 흡입 노출은 비정상적인 걸음걸이, 발가락 핀치 반사를 감소하고 1 시간 노출 후 2 배의 최고 농도에서 직장 온도를 감소시켰다(Cushman, 1995). 이 효과는 6시간 및 24시간 노출 후 해결되었다.

2000, 4000 또는 8000 ppm에서의 흡입에 의한 CFW 쥐의 급성 노출(20 분)을 제작하고, PPM은 보행과 이동성의 혼란은 반사 신경 손상을 입힌 정신 운동 협조 및 다른 신경 행동 변화를 극복 감소하고 각성을 감소시켰다(Tegeris, 1994). 큐멘은 쥐의 호흡 억제 생물 검정법에 자극물, 이는 체간 플레디스모그래프 쥐에서 호흡률에 50 % 억제를 생성 화학의 농도를 결정하였다.

89가지 화학물질과 추가 50가지 물질을 대상으로 한 실험에서 생쥐와 인간 실험자에게서 감각 자극성에 대한 높은 상관성 0.03 RD50 및 TLV와 함께 입증되었다. Swiss-Webster 생쥐를 대상으로 호흡반응을 관찰하기 위해 30분 동안 큐멘 노출 실험을 근거로 했을 때, RD_{50}은 2490 ppm으로 조사되었다(Alarie, 1973). 본 결과는 알킬기 사슬 길이 및 효능에 기반 하여, 다른 알킬벤젠의 결과와 일치했다.

아만성

일반적으로, 아만성 실험 결과 경미하거나 중간 정도의 독성은 큐멘에 500 ppm 노출 시 호흡 노출에 대한 여러 연구 및 경구 노출 실험에서 462 mg/kg으로 나타났다. Wolf 등(Wolf, 1956) 462 mg/kg을 740 mg때문에 적당한 증가로 신장 무게의 경미한 증가를 발견, Wistar쥐에게 경구 투여하여 27 주 주 5일 처리했다. 악영향은 154 mg/kg/day까지 발생되지 않았다. 쥐와 토끼를 대상으로 실시한 흡입 연구(Fabre 등, 1955)에서 150일 동안 주 6일 하루 500 ppm의 큐멘에 노출 시켰을 때, 충혈, 폐, 간, 신장 질환이 발생하였다. Jenkins 등(Jenkins 등, 1970)은 3, 7, 30 ppm의 큐멘을 쥐, 개, 기니피그 또는 원숭이를 대상으로 지속적으로 투여하였을 때, 체중 증가 또는 혈액(백혈구 수, 적혈구 수, 혈색소)에서 변화가 발견되지 않았다. 6주 동안 한주에 5일씩 하루 8시간 244 ppm에 흡입 노출 시켰을 때, 네 가지 실험동물에서는 아무런 변화가 발생하지 않았으며, 기니피그의 경우 체중감량이 관찰되었다. Cushman 등(1995)은 13주 동안 주 5일 하루 6시간에 걸쳐 0, 500, 100, 500, 1200 ppm의 농도를 Fischer 344 쥐 암컷과 수컷을 대상으로 흡입 노출 시켰다. 초기 연구에서 실험동물에서 백내장이 발생하였고, 그 원인이 불분명 하여 두 번째 연구를 실시하였다. 큐멘 500, 1200 ppm의 농도에서 저독성을 유발하였다. 무 관찰 효과 수준은 100 ppm으로 조사되었다. 조사 결과 다음과 같은 효과가 관찰되었다.

- 500 ppm 및 1200 ppm 노출 시 활동성 증가
- 1200 ppm 노출 시 반사 신경 감소
- 1200 ppm 노출 시 눈 주변 경련
- 500 ppm 및 1200 ppm 노출 시 물 섭취량 증가
- 500 ppm 및 1200 ppm 노출 시 백혈구, 림프구 및 혈소판 증가
- 1200 ppm 노출 시 총 단백질, 알부민, 글로불린, 칼슘, 인 증가
- 1200 ppm 노출 시 눈 주변 붓기 증가
- 500 ppm 및 1200 ppm 노출 시 간, 신장, 신장 주변 장기 무게 증가

체중 또는 청각 뇌간 반응에 의해 측정 된 청각 기능의 변화의 경우 어떠한 변화도 관찰되지 않았다. 신장 근위 세뇨관의 증가 및 상피 세포의 비대, 간질은 수컷 쥐에게서 500 및 1200 ppm 노출 시 관찰되었으며, 인간의 신장 독성과는 관련되지 않았다. 대조군과 비교 시 고환의 정자 또는 부고환의 정자 수에서 차이가 나타나지 않았다.

만성/발암성

Cumene의 발암성 연구는 구할 수 없었다.

발달/생식

Cumene에 대한 일부 발달 연구는 일반적으로 악영향을 기록하는데 실패했다. 위에서 언급 한 Cushman 외(Cushman 등, 1995) 연구진의 연구는 쥐의 정자 생성의 변화를 찾지 못했다.

Darmer와 연구진들은 임신기간 중의 Sprague-Dawley 흰쥐가 0, 100, 500, 1000 ppm의 cumene에 6~15일 동안 하루 6시간 흡입 노출 되었을 때, 태아 독성 및 발달 독성에 대한 증거를 찾지 못했다.

또한 Darmer(Darmer 등, 1997)의 연구진은 임신기간 중의 New Zealand white rabbits이 0, 500, 1200, 2300 ppm의 cumene에 6~18일 동안 하루 6시간 노출되었을 때, 태아 독성 및 발달 독성에 대한 어떤 증거도 찾지 못했다.

이 연구에서, 어미의 식사 소비는 500 ppm 이하에 노출 시 감소되었다. 500 ppm에서 통계적으로 유의한 외부변화(머리의 반상출혈)가 증가했다. 하지만, 이 증상은 고용량에서 관찰되지 않았고 과거 통제 값의 범위 내로 고려되었다. 기형 발생의 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

따라서, 결론적으로 Cumene은 기형 발생 물질이 아니다. U.S EPA는 유해물질의 일부분으로써 위의 연구들을 검토한 후 생식 독성 연구들을 요청하지 않았다(통제법, 법령 4절 실험규칙.)(U.S. Environmental Protection Agency:

1988).

유전 독성 연구

현재까지 큐멘은 출판된 모든 유전독성의 peer-reviewed test에서 부정적이었다. 큐멘은 햄스터 난소 세포를 대상으로 에임스 시험을 실시한 결과(Florin, 1980; Lawlor, 1987) 돌연변이 또는 염색체 이상이 나타나지 않았다(Putnam, 1987; Yang, 1987). 이것은 마우스 배아 세포의 세포 변형 및 쥐의 간세포 내 예정에 없는 DNA합성을 유도하지 않았다(Putnam, 1987; Curren, 1987). 큐멘은 생체 내 마우스 소핵 시험에서 부정적이었다(Gulf Life Sciences Center, 1985).

약 동력학/대사 연구

쥐에게서, C-labeled cumene 은 경구 및 흡입을 통해 투여되었고 각각의 루트에서 급격하게 흡수되었다(Research Triangle Institute 1976). 방사성 표시가 된 화합물의 90% 정도가 72시간 내에 주로 복합 대사산물로 요 중으로 배출되었다.

주요 요중 대사산물들은 2-phenylpropan-2-pl, 2-phenylpropane-1, 2-diol, 2-phenylpropionic acid이다. 또한 나머지 소량은 대변과 호흡으로 배출되었다. 투여 후 Cumene과 대사산물은 지방에 가장 많은 양으로, 그 다음 신장, 간, 뼈 순으로 폭넓게 분포되었다. 오직 하나의 연구만이 Cumene의 피부 흡수를 측정한 것으로 보고되고 있다(Valette와 Cavier, 1954). 이 연구는 cumene과 eserine 흡수 및 쥐 근육의 자극을 위한 수단으로써의 용매를 사용했다.

(3) 사람대상의 연구

인간의 큐멘 독성에 대한 보고는 없었다(Senczuk와 Litewka, 1976). 사람에 대한 한 연구는 7시간 동안 49, 98, 147 ppm의 큐멘을 오직 머리로만 노출시켜 흡입을 통한 흡수를 측정했다. 노출된 흡입 흡수의 50%가 보고되었다. 뇨 중 2-phenylpropan-2-ol가 흡입 농도와 비례하였다.

(4) 취급 실태조사

큐멘의 경우 주로 아세톤 및 페놀 제조에 사용되고 있으며, 아세톤, 페놀 및 메틸 스티렌 제조에도 사용되고 있다. 상업적 용도로서는, 에나멜 및 페인트 용 희석제와 같은 일부 석유계 용매 및 높은 옥탄의 항공유의 구성성분으로도 사용되어지고 있다. 1993년, 미국에서는 큐멘 생산을 위한 산업 능력이 대략 5,700,000,000 파운드에 달했다고 보고되었다. 화학물질 제조 시 발생되는 직업적 노출 농도는 폐쇄 시스템 내 생산 및 후속반응에서 낮은 것으로 보고되었다. 미국 내 큐멘을 생산하는 근로자 10명과 취급 근로자 2명을 대상으로 작업장 내 86개 지역을 대상으로 지역시료 채취 결과, 평균값이 1 ppm 이하로 조사되었다. 동일한 측정지역에서 총 1487명을 대상으로 실시한 1973년과 1984 측정결과에서 90%가 1 ppm 이하였으며, 99%는 3 ppm 이하로 나타났다. 그 중 6개의 시료의 농도범위는 4~30 ppm으로 관찰되었다(Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 1995).

자동차 배출 가스 내 발생 농도가 가장 낮은 환경 대기 오염물질로 조사되었다(Grosjean와 Fung, 1984; Lonneman 등, 1979). 일반적으로 비 흡연자에 비해 흡연을 하는 병원 근로자(비직업 노출 근로자)와 화학물질 제조업 근로자의

혈액 및 호흡 내에서 더 높은 농도가 발견 되었다(.Brugnone 등, 1989).

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 큐멘을 실제 취급하는 사업장은 58개소, 취급근로자 318명, 연간 취급 량 444.8239톤으로 조사되었다.

<표 74> 큐멘의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	168	20	124	24	444.8239	109
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	82	40	22	20	-	211
합계	250	60	146	44	444.8239	320

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

TLV-TWA 50 ppm(246 mg/㎥)은 큐멘 직업적 노출에 따른 눈, 피부, 호흡기계 자극 및 중추 신경계 관련 질환의 발병 최소화를 위해 권고하고 있다. 본 수치는 급성 신경계 관련 질환을 유발하는 농도수준 보다 훨씬 낮은 농도이다. 피부, SEN, 발암성 또는 STEL 표기에 대한 충분한 데이터는 존재하지 않았다.

TLV-TWA, 50 ppm(246 mg/㎥)

눈, 피부, 호흡기도 자극, 중추 신경계 우울증 등을 인용한 동물 연구를 근거로 할 때, (Standring와 Wolf, 1956; Monsanto 1978) 큐멘에 대해 TLV-TWA 50 ppm이 권고된다. 이 농도는 생쥐의 호흡곤란 생물검정에 근거하여 사람에게 근소한 자극을 줄 것으로 예상되는 75 ppm 이하이다(Schaper, 1993; Nielsen, 1982). 또한 50 ppm 이하의 TWA 농도는 급성 신경계 변화가 발생되

는 수준보다 상당히 낮다. 해당 물질의 많은 양을 대상으로 보았을 때, 국소 투여 후에 전신 중독을 유발할 수 있다(Monsanto 등, 1951). 피부 표기법은 권고되지 않는다. SEN 및 발암 그리고 TLV-STEL 표기를 권고하기에 충분한 데이터를 구할 수 없다.

독자는 경우에도 TLV-TWA 위의 Excursion Limits를 위한 TLV와 BEIs 문서의 최신 버전 화학 물질 TLV 개요에서 제한에 관한 내용을 참조해야 한다.

■ 각국의 노출기준

각국의 노출기준 아래의 표 75과 같다.

<표 75> 각국의 Cumene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	50	245			2			Yes	
ACGIH	50								
Australia	25	125	75	375				Yes	
Belgium	20	100	50	250				Yes	
Canada - Québec	50	246						Yes	
EU-IOELV	20	100	50	250				Yes	
France	20	100	50	250					
Ireland	20	100	50	250				Yes	
New Zealand	25	125	75	375				Yes	
Poland		100		250				Yes	
Spain	20	100	50	250				Yes	
Sweden	25	120	35	170				Yes	
The Netherlands		100		250				Yes	
USA - NIOSH	50	245						Yes	
USA - OSHA	50	245						Yes	

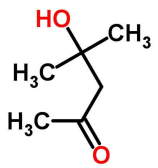
8) 디아세톤 알콜(Diaceton alcohol)

CAS: 123-42-2

동의어: Diketone alcohol; 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone

분자식: $C_6H_{12}O_2$

구조식:



(1) 물리화학적 특성

디아세톤 알콜은 무색, 인화성 액체이다. 악취서한도는 0.28 ppm으로 알려져 있다(Amoore & Hautala, 1983). 물리화학적 성질은 다음과 같다(Merck & Co, 1996; US DOT CHRIS, 1985; NIOSH, 1988).

분자량(Molecular weight) : 116.16

비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9406

녹는점(Melting point) : -43℃

끓는점(Boiling point) : 168℃

증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 1.2 torr

인화점(Flash points) : 52 ℃(closed cup); 61 ℃(open cup)

폭발 하한값(Lower explosion limit) : 1.8 %(공기비)

폭발 상한값(Upper explosion limit) : 6.9 %(공기비)

용해도(Solubility) : 알콜류, 방향족 및 할로겐족 탄화수소, 에스테르 및

물과 잘 섞임.

단위 변환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm = 4.74 ㎎/, 1 ㎎/㎥ = 0.211 ppm

(2) 동물 실험

급성 독성

디아세톤 알콜은 주로 마취제와 항 경련제로 사용된다(Keith, 1931). 생쥐, 토끼와 고양이에게 1~3시간동안 2100 ppm으로 흡입 노출 시 불안과 흥분, 점막 자극 기간 후에 졸음을 생산하였다(von Oettingen, 1943). 1500 ppm에서 8시간 노출에도 죽지 않았다(Smyth와 Carpenter, 1948).

중독(혼수상태) 증상은 현저한 혈압 감소, 근육이완, 결막 반사의 부족과 호흡을 빠르게 감소시킨다. 토끼에서 3 ml/kg(diacetone alcohol/bw)의 정맥 주사, 4 ml/kg의 근육 주사 또는 5 ml/kg 경구 투여는 혼수상태와 호흡 기관의 두드러진 감소 현상을 보였다(Walton, 1928). 래트에서 2 ml/kg 디아세톤 알콜을 1회 경구 투입 후 여러 날 동안 지속적인 용혈성 반응(용혈에 의한 세포질, 종양, 림프구 수 증가를 보인 간)을 가진다. 일주일 안에 완벽한 회복이 가능하다(Keith, 1932). 동물 실험에 기초하여 디아세톤 알콜은 아세톤과 비교하여 계통적 독성(systemically toxic)이 약 2배로 나타난다.

(3) 사람대상의 연구

Silverman 등은 디아세톤 증기에 100 ppm의 농도에서 15분간 노출된 사람의 감각 반응을 조사하였다(Silverman 등, 1946). 또한, 이 농도에서 연구 대상은 불쾌한 냄새와 맛, 목과 코의 따가움을 호소하였다. 100 ppm, 50 ppm의 농

도에 노출 시 수없이 많은 호소자들이 발생하였기 때문에 더 신뢰할 수 있는 노출 안전농도가 제안되었다. 그러나 많은 연구대상들이 100 ppm에 하루 8시간 동안 근무하였다. 장기간 또는 반복적으로 액체에 접촉 시 피부염을 일으킬 수 있다.(Silverman 등, 1982)

(4) 취급 실태조사

디아세톤 알콜은 니트로셀룰로스, 셀룰로스아세테이트, 셀룰로이드, 색소, 왁스, 지방 및 오일의 용매로 사용됨. 또한 부동액 및 브레이크 유압제로 사용된다.

용도 : 특수도료(우레탄 도료의 고비점 용제로 사용), 잉크, 신너 등 사용

제조사업장 : KCC 페인트(우레탄도료), 조광요턴(코팅제), 제비표, 노루표 페인트, 경도화학공업(주) 등

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 디아세톤 알콜을 실제 취급하는 사업장은 17개소, 취급근로자 73명, 연간 취급 량 24.55톤으로 조사되었다.

<표 76> 디아세톤 알콜의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	150	17	54	79	24.55	73
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	150	17	54	79	24.55	73

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

디아세톤 알콜의 TLV-TWA는 50 ppm(238 mg/㎥)는 눈, 호흡기계, 접촉성 피부염, 피부염 및 악취 등에 대한 잠재적 위험성을 최소화하기 위해 권고되었다. “피부”, “SEN” 또는 발암성 및 TLV-STEL의 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다.

TLV-TWA, 50 ppm(238 mg/㎥)

100 ppm에 노출된 사람에게서 눈과 코, 목 따가움을 보인다(Silverman 등, 1946). 50 ppm의 TLV- TWA는 디아세톤 알콜에 권고되었다. 피부흡수 주의표시(Skin), 감작 주의표시(SEN), 발암성, TLV-STEL은 충분히 이용할만한 자료가 없어 권고되지 않았다.

1954: TLV-TWA, 50 ppm 제안

1956 - 현 재: TLV-TWA, 50 ppm

1976 - 1986: TLV - STEL, 75 ppm

1987: TLV - STEL, 삭제

■ 각국의 노출기준

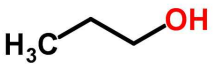
각국의 Diaceton alcohol 노출기준은 아래의 표 77와 같다.

<표 77> 각국의 Diaceton alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	50	240							
ACGIH	50								
Australia	50	238							
Austria	50	240							
Belgium	50	241							
Canada - Ontario	50	240	75	360					
Canada - Québec	50	238							
Denmark	50	240	100	480					
European Union									
France	50	240							
Germany -MAK	20	96	40	192				Yes	
Hungary									
Ireland	50	240	75	360					
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand	50	238							
People's Republic of China		240							
Poland		240							
Singapore	50	238							
Spain	50	240							
Sweden	25	120	50	240					
Switzerland	20	96	40	192					
The Netherlands									
USA - NIOSH	50	240							
USA - OSHA	50	240							
United Kingdom	50	241	75	362					

9) 노말-프로필 알콜(n-Propyl alcohol)

CAS 번호 : 71-23-8
동의어 : Ehtyl carbinol; Propan-1-ol; n-Propanol
분자식 : C_3H_8



구조식 :

(1) 물리화학적 특성

노말프로필 알콜은 무색, 인화성 액체이며, 달콜함 냄새를 갖고 있다. 악취서한도는 2.6~40 ppm으로 알려져 있다(Amoore & Hautala, 1983; Lington 등). 물리화학적 성질은 다음과 같다(Merck & Co, 1996; NIOSH, 1988).

분자량(Molecular weight) : 60.09
비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.8053
녹는점(Melting point) : -127 ℃
끓는점(Boiling point) : 97.2 ℃
증기압(Vapor pressure) : 20 ℃일 때 15 torr
인화점(Flash points) : 152 ℃(closed cup)
폭발 하한값(Lower explosion limit) : 2.1 %(공기비)
폭발 상한값(Upper explosion limit) : 13.5 %(공기비)
용해도(Solubility) : 알콜, 에테르 및 물에 쉽게 용해됨

단위 변환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm = 2.46 ㎎/㎥ , 1 ㎎/㎥ = 0.4 ppm

(2) 동물 실험

급성

Smyth와 동료들은(Smyth 등, 1954; Smyth와 Carpenter, 1948) 흰쥐의 LD_{50}을 찾았다. n-propanol은 1.9 g/kg, 2-propanol은 5.8 g/kg; 토끼의 n-propanol 급성 구강 LD_{50}은 2.8 g/kg이다(Munch , 1972). Munch 와 Schwartze(Munch와 Schwartze, 1925)는 토끼의 정상과 이성질체알콜 경구치사량(24 시간 이내에 죽음)이 각각 3.5와 10 ml/kg이라는 데이터를 인용했다. Wallgren(Wallgren, 1960)은 흰쥐에게 n-propanol 보다 어떤 독성을 더 가진 2-propanol을 찾았다. 흰쥐에게 에게 6.5 g/kg의 경구치사량을 준뒤 수분 후 코마상태에 빠졌고 투여 후 2~18시간 내에 사망했다(Lington와 Bevan, 1994).

Lington 과 Bevan(Lington와 Bevan, 1994)은 1938년 보고서를 인용 어떤 Mice가 n-propanol 증기에 노출되었을 때 깊은 혼수상태가 24,500 ppm에서 60분과 4100 ppm에서 240분 발생한 것을 발견하였다. 운동실조증은 3250 ppm에서 90~120분 나타났다. 2-propanol vapor와 함께 깊은 혼수상태는 24,500 ppm에서 100분 과 3,250 ppm에서 460분 나타났다. 변형과 노출시간과에 따라 Mouse 호흡 저하50 테스트(RD50): CF1 Mice 4,780 ppm에서 5 분 동안 ; SW 마우스 12,704 ppm에서 10 분 동안 ; CF1 마우스 13,660 ppm에서 30 분 동안(Muller와 Greff, 1984;Kane와 Dombroske, 1980; Kristiansen 등, 1986).

이러한 데이터를 바탕으로, 근로자들을 호흡기 자극으로부터 보호하기 위하여 143~410 ppm 의 직업적 노출한계가 제안되었다(Schaper, 1993). 24시간 노출된 토끼 피부의 LD_{50}값은 5.04 ml/kg (4.06 g/kg)과 6.7g/kg(Industrial Hygiene Foundation of America, 1962)으로 알려졌으며 n-Propanol은 토끼의

피부를 자극하지 않았다(Lington와 Bevan ,1994). 0.1 ml 의 n-propanol 은 토끼눈의 결막낭에 주입하면 심각한 결막염, 홍채염, 각막 혼탁 및 궤양을 생산하였다(Lington 외, 1994; Smyth 외 1954).

만성 / 발암

한 연구에서 n-propanol을 18마리 흰쥐에 0.3 ml/kg 씩 매주 두배씩 투여하였다, 총용량은 50 mL, 평균생존시간은 570일 이었다. 중증 간 손상 및 증식에 더하여 다섯 악성 종양(골수성 백혈병2, 간 육종 2, 간 세포 암 1)과 열개의 양성 종양을 관찰 하였다. 발견된 종양 중 3개가 양성이었으나 악성은 아니었다(Gibel와 Lohs, 1975). 3마리의 흰쥐은 피하주사로 총 6mL(0.06 mL/kg, 매주 두 번)의 투여량을 맞았다. 이 경로는 보통의 작업장 노출과는 관련이 없다. 다섯 개의 악성종양과 7개의 양성 종양을 포함한 15개의 간 육종이 확인되었다(Gibel 등 , 1975).

이러한 실험은 저자가 실험 설계에 대한 충분한 정보를 제공하지 않았기 때문에 해석하기가 어려웠다. 또한, 대조군 흰쥐는 피하 연구에서 테스트 흰쥐 보다 3주 전에 죽었다.

유전독성

n-propanol은 배양된 Chinese hamster의 V79 세포 또는 microsomal activating system의 유무로 효모에서 소핵, 자매염색분체 교환에 실패했고, 독성농도에서 오히려 돌연변이화 되었다.

생식 / 발생 독성

임신 1~19 일의 Sprague-Dawley 흰쥐 에게 n-propanol을 7000 또는 10,000 ppm 일 7시간 노출 시켰을 때 비정상적인 태아와 새끼의 수가 증가하고 태아의 평균 체중은 감소하였다; 임산부독성 또한 마취에 의해 체중이 감소하였으며, 음식 및 물소비도 감소하였다고 보고되었다. 3500 ppm의 유사 노출들에 대해서도 발달이나 모체독성의 증거가 명백했다(Nelson, 1988). 수컷 Sprague-Dawley 흰쥐 가 3500 또는 7000 ppm에 일7시간 6주 동안 노출되었을 때 노출되지 않은 암컷 과 교미를 해도 높은 농도에 노출된 수컷의 수정률은 두드러지게 감소했다(Nelson외, 1985). 임신기간 전반에 걸쳐 일7시간, 3500 또는 7000 ppm을 흡입한 암컷흰쥐의 새끼들은 꼬리가 휘거나 체중증가가 감소한 새끼의 수가 증가 했다. 이러한 변화는 농도 변화 에 집중 된 쥐들의 명백한 모태독성을 도출되었다. 새끼들의 행동에 대한 통제는 큰 차이를 유발하지 않았다.

n-propanol 발달독성에 대한 무영향관찰 수준은 3500 ppm 이었다(Nelson 등, 1988; Nelson 등, 1985). 신생아 흰쥐에 n- 프로판올(출생 후 5~8일)을 일시 많은 양 (높은 사망률을 유발하기에 충분한) 투여 중, 비정상적인 중추 신경 시스템 이 나타난 증거가 있었다(Grant와 Samson, 1984).

흡수, 분포, 대사, 및 배설

노출 1분 내에 흰쥐의 혈액 속 n-propanol과 투여용량 사이의 선형 관계가 있었다(LeBlanc와 Kalant H, 1975). 7000 ppm에서 일7시간 10~19일 동안 노출된 기간 동안 흰쥐의 혈액속의 n-propanol 의 증가는 없었다(Nelson와 Brightwell,1988). Scheuplein와 Blank(Scheuplein와 Blank, 1971)는 지방족 알콜에 대한 인간 표피투과상수에 대해 표로 만들었다(methanol에서 octanol로 150배 증가하였다).

n- 프로판올에 대한 투과 계수 및 분배 계수는 물에 대한 것과 거의 동등

했다 (0.2와 0.12; 0.88 과 0.6). n-propanol과 알콜과 용매사이의 상호 작용에 대한 상당한 증거가 있다. 순환 n-propanol 레벨은 종래 에탄올 노출에 의해 영향을 받지 않지만 알콜 중독에 대한 명확한 교차내성이 있었다. 이는 알콜의 흡수, 대사, 배포에 기인하지 않았다(LeBlanc와 Kalant, 1975). n-propanol은 흰쥐에 대한 사염화탄소 독성약효를 증가시키는 제한된 능력을 가지고 있다. 인간에게도 경우에도 특별한 경우에 발생할 수 있다.

(3) 사람대상의 연구

한 사망자의 원인으로는 n-propanol의 급성 섭취가 있었다(Durwald와 Degen, 1956). 후각 상실과 정상적 후각 기관 집단과 관련된 인간의 실험 연구는 냄새 역치 범위 10~100 ppm 과 눈과 코에 대한 자극 역치범위는 4,000~16,000 ppm로 나타났다(Cometto-Muniz와 Cain, 1998).

미국 환경 보호청 (EPA)(U.S. EPA, 1992)은 인간의 피부투과계수 (1.3 × 10-3cm/시간)에 대한 값을 구했으며 경험치 (1.7 × 10-3cm/시간)는 사람의 복부 부검에서 얻어진 피부를 이용하여 측정 하였다(Blank 등, 1967; Scheuplein와 Blank, 1973).

(4) 취급 실태조사

노말-프로필 알콜은 왁스, 식물성 오일, 레진, 셀룰로즈 에스테르 및 에테르 등의 용제로 사용된다. 부동액, 광택제 및 탈지제로 사용되며, 화학중간제로 사용된다. 최근에는 의료종사자의 살균제로도 사용된다(Lubbe 등, 2001). NIOSH에서는 8시간 시간가중평균으로 1.6~57 ppm이 라벨인쇄나 생산 공정에서 노출된다고 보고하였다(Ruhe, 1998).

수출현황 : 2009년 현재 649 톤

수입현황 : 2009년 현재 10,205 톤

취급 사업장 수 : 19개(2009년 현재)

취급량 : 1,549 톤(2009년 현재)

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 노말-프로필 알콜을 실제 취급하는 사업장은 21개소, 취급근로자 60명, 연간 취급량 1300 L로 조사되었다.

<표 78> 노말-프로필 알콜의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	86	3	4	69	1.3	29
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	25	18	7	-	-	-
합계	111	21	11	69	1.3	29

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

노말-프로필 알콜은 산업적 용도로 사용되는 알콜류 중 하나이다. 노말-프로필 알콜에 노출된 직업적 노출 기준으로 권고된 TLV-TWA 100 ppm은 감작기관의 자극성에 대한 동물 모델과 2-propanol(IPA)의 구조활성관계를 근거로 하였다. 발암성에 대한 생물학적 분석에서는 적절한 자료 불충분으로 A4인(인

체 발암성 분류되지 않음)에 해당된다. 주어진 높은 농도에 대한 피부노출은 체계적인 독성결과로 도출되었다. 노말-프로필 알콜은 “피부”에 대한 표시를 하지 않았다. 또한 “감작성(sensitizer)” 또는 “피부” 표시 또는 “TLV_STEL”를 권고하지 않았다.

TLV-TWA : 100 ppm(246 ㎎/㎥)-근거 :눈 자극; 상부 호흡기 자극

A4 : 인체 발암성 분류되지 않음.

n-propanol은 고농도노출에서 동물에게 마취를 일으킨다. 그것은 2-propanol과 같은 많은 생물학적반응을 나타낸다(Browning, 1965). 급성 동물실험들은 n-propanol 이 2-propanol 과 RD50연구들의 설명 보다 더 많은 독성이 있음을 보여준다. 100 ppm으로 TLV-TWA 권장하였다.

두개의 유사동물 발암성에 대한 생물학적 정량의 발견을 통해 간육종에 대한 초과위험을 발견했지만 실험설계 및 단일 용량 수준에 대한 불충분한 정보로 A3 등급의 부여를 하지 않았다; 따라서, A4, 인체 발암 물질로 분류 할 수 없음이다.

1966 제안 : TLV-TWA, 200 ppm

1968~2006 : TLV-TWA, 200 ppm

1974~2003 : Skin 표기

1976~2003 : TLV-STEL, 250 ppm

1999 제안 : A3; 사람과는 알 수 없지만 동물 발암성 물질; Skin 표기 철회

2002 제안 : TLV-TWA, 200 ppm; A3; TLV-STEL 없음; Skin 표기를 철회

2003 제안 : TLV-TWA 200 ppm의; TLV-STEL, 400 ppm; A3; 피부 철회

2004 : TLV-TWA 200 ppm의; TLV-STEL, 400 ppm의; A3; 피부 철회

2005 제안 : TLV-TWA 100 ppm; TLV-STEL, 200 ppm; A4

2006 제안 : TLV-TWA 100 ppm; A4

■ 각국의 노출기준

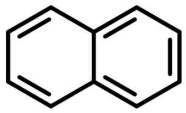
각국의 n-propyl alcohol 노출기준은 아래의 표 79와 같다.

<표 79> 각국의 n-propyl alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	200	500	250	625				Yes	
ACGIH	100				A4			Yes	
Australia	200	492	250	614				Yes	
Belgium	100	250						Yes	
Canada - Québec	200	492	250	614				Yes	
China		200		300					
France	200	500							
Germany (AGS)									
Germany (DFG)									
Ireland	10							Yes	
Italy									
Japan									
Latvia		10							
New Zealand	200	492	250	614					
Poland		200		600					
Singapore	200	492	250	614					
Spain	200	500	400	1000				Yes	
Sweden	150	350	250	600					
Switzerland	200	500							
The Netherlands	200							Yes	
USA - NIOSH	200	500	250	625					
USA - OSHA	200	500							
United Kingdom	200	500	250	625					

10) 나프탈렌(Naphthalene).

CAS: 91-20-3
동의어: Albocarbon; Naphthalin, Naohthene; Tar camphor
분자식: $C_{10}H_8$
구조식:



(1) 물리화학적 특성

나프탈렌은 일반적으로 백색 박편 결정형으로 존재하며 강한 콜타르 냄새를 가지고 있다. 악취서한도는 0.84 ppm으로 알려져 있다(Amoore & Hautala, 1983). 상온에서 박편은 휘발되며, 물리화학적 성질은 다음과 같다(US ATSDR, 1990; Gosselin 등, 1984; Srivastava & Nath, 1969).

분자량(Molecular weight) : 128.19
비중(Specific gravity) : 20℃일 때 1.145
녹는점(Melting point) : 80.5 ℃
끓는점(Boiling point) : 218 ℃
증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 0.054 torr
포화증기농도(Saturated vapor concentration) : 20 ℃일 때 약 100 ppm
인화점(Flash points) : 79 ℃(closed cup); 88 ℃(open cup)
폭발 하한값(Lower explosion limit) : 0.9 %(공기비)

폭발 상한값(Upper explosion limit) : 5.9 %(공기비)
용해도(Solubility) : 물 - 20 ℃일 때 31.7 ㎎/L, 벤젠, 알콜, 에테르 및 아세톤에 용해됨.
단위 변환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm = 5.24 ㎎/㎥ , 1 ㎎/㎥ = 0.191 ppm

(2) 동물 실험

나프탈렌의 독성은 상세히 검토되었다.(U.S. Agency for Toxic Substances and DiseaseRegistry, 1990; Gosselin, 1990)

급성

나프탈렌은 흰쥐일 경우 경구 LD_{50}이 약 1.8 g/kg이다(Gosselin, 1990). 흰쥐에게 이틀간 1 g/kg 투여 시 눈에 영향을 준다. 생쥐의 피하 LD_{50}은 약 5.1 g/kg이다(Gosselin, 1990). 토끼에게 5일 동안 경구 2000 mg/kg/day 투여시 백내장이 발견되었으며(Srivastava와 Nath 등, 1969) 심지어 하루나(Rossa와 Pau 등) 이틀간(Van Heyningen와 Pirie, 1976) 1000 mg/kg 투여 시에도 백내장이 발생되었다.

아만성

토끼는 최대 20 일 동안 1 g naphthalene/kg/day을 반복적으로 주었을 때 렌즈와 안구체액의 갈변, 망막의 변성과 백내장이 나타났다(Sandmeyer, 1981).

만성/발암성

다른 메틸이나 에틸레이트 나프탈렌 11종 나프탈렌 솔루션 0.02% 국소 적용은 암컷 생쥐에게 피부 종양을 유도하는데 실패하였다(Schmeltz 등, 1978). 생

쥐는 6개월 간 하루 6시간 30 ppm의 나프탈렌 대기에 노출되었다. 이러한 노출은 폐선종의 상당한 증가를 유발하지 않았다; 그러나 다수의 폐포 선종의 발생률이 증가하는 것을 조직 병리학적 검사에서 발견 할 수 있었다(Adkins, 1986).

흰쥐에게 하루 한번, 주 6번 투여하고, 각 흰쥐에게 총 10 g의 경구 량을 700일 이상 동안 투여했다. 어떠한 독성영향 또는 발암성도 발견되지 않았다. 대조군은 본 연구에 사용되지 않았다(Schmal, 1955).

2년 동안 흡입 연구에서, 수컷과 암컷 생쥐는 하루 6시간, 주5일 0, 10, 30 ppm의 나프탈렌에 노출되었다(U.S. NTP, 1992). 수컷에게는 나프탈렌 노출과 관련된 종양의 발생 증가는 없었다. 폐포/세기관지 선종의 발생 빈도는 30 ppm 암컷 그룹(28/134,21%)이 다른 군(5/68, 7%)과 비교하였을 때 상당한 증가를 보였다. 두 성별의 코에서 나프탈렌은 염증, 후각 상피 화생, 호흡기 상피 세포의 증식과 발생 및 손상 정도가 관련이 있었다. 두 성별 모두 나프탈렌 노출 시 만성 염증과 관련이 있었다. 미국 NTP(U.S. NTP, 1992)에서는 수컷과 암컷 생쥐에서 나프탈렌의 발암성에 대한 증거가 없다고 결론 내렸다.

생식/발달 독성

생쥐 배아 동안 300 mg/kg/day에서 나프탈렌의 경구 투여는 동시 대조군에 비해 리터당 살아있는 자손의 수를 감소시켰다. 수컷 생쥐에게 90일 이나 133 또는 267 mg/kg/day가 주어졌을 때, 고환에 악영향을 식별할 수 없었다(Shopp, 1984). 인간에게 나프탈렌의 이동 속도는 최소 두 개의 보고서에 나타나있다(Anziulewicz, 1959; Zinkham와 Childs, 1958).

유전독성 연구

햄스터나 흰쥐의 간 대사 시스템에서 Salmonella typhimurium 균주 TA98, TA100, TA1535, TA1537(Sandmeyer, 1981; McCann, 1975; Kraemer 등, 1974)

UTH 8414, or UTH 8413(Connor, 1985)에서 나프탈렌으로 인한 돌연변이가 발생되지 않았다. 배양된 embryonic rodent(Freeman, 1973; Rhim, 1974) 또는 유선(Tonelli, 1979)세포에서 나프탈렌이 돌연변이를 유발하였다는 증거도 연구에서 발견되지 않았다. 나프탈렌은 염색체 이상과 자매 염색분체 교환의 유도 시 배양된 중국 햄스터의 난소 세포에 양성을 나타냈다(U.S.NTP, 1992).

약물 동력/대사연구

rodents(Comer, 1954; Bakke, 1985)와 인간(Zuelzer와 Apt, 1949; Mackell, 1951; Buckpitt, 1984)에게 나프탈렌 생물전환이 보고되었다. 나프탈렌 섭취 후(Zuelzer와 Apt, 1949; Mackell, 1951), 나프톨은 인간의 소변에서 발견되었으며 독성의 생성 전에 간과 폐의 마이크로 활성화를 필요로 하였다. 2-naphthoquinones은 용혈성, 1,2-naphthoquinones은 토끼의 백내장(Gosselin, 1984) 그리고 the glutathione adducts of naphthalene-1,2-oxide는 폐 독성과 관련이 있었다(Buckpit 등, 1984). 일부 38% 투여에서 나프탈렌은 생쥐의 소변에서 배출되었다. 나프탈렌 경구 투여 후, 1-and 2-naphthols, 1,2-dihydroxynaphthalene-1,2-diol,1-naphthylsulfuric acid, and 1-naphthylglucuronide은 생쥐와 토끼(Comer와 Young, 1954), 생쥐(Comer와 Young, 1954; Bakke, 1985)의 소변에서 나타났다. 위장과 미생물에 대해 적어도 소변의 methyl thioglucuronide 과 naphthol glucuronide 대사 생산은 부분적으로 관련이 있다(Bakke, 1985).

(3) 사람대상의 연구

나프탈렌의 인간 급성 치사량은 5~15 g으로 추정된다(Gosselin 등, 1984). 어떠한 사람은 6 g에도 살아남는 반면 어떤 사람들은 2 g에도 사망하였다(Sollmann, 1957; Gidron와 Leurer, 1956). Flury와 Zernik(Flury와 Zernik,

1931)와 Sandmeyer(Sandmeyer, 1981)에 따르면 나프탈렌 증기 흡수는 두통, 식욕 부진, 구역질의 원인이 된다고 하였다. 광학 신경염, 각막 손상, 신장 손상도 있다고 보고했다. Ghetti 와 Mariani(Ghetti와 Mariani, 1956)는 약 5년간 나프탈렌 노출이 있던 21명의 근로자들 중 8명이 렌즈 혼탁이 있었다고 보고했고, 다른 근로자들에게서도 확인되었다(Adams, 1930; Meyer, 1902; Stokinger와 Mountain, 1963). 나프탈렌 증기 노출에 의해 백내장이 발생되었다는 보고는 미국에서 찾을 수 없다. ATSDR(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1990)에서는 상대적으로 많은 양의 나프탈렌 섭취 시 심한 용혈성 빈혈과 혈색소 뇨가 발생되었다(Zuelze와 Apt 등, 1949). glucose-6-phosphate dehydrogenase 활성의 선천성 결핍을 바탕으로 아시안, 아랍, 라틴, 미국인과 아프리카인들 중에서 더 일반적이라는 사실을 알았다(Stokinger와 Mountain, 1963; Dacie, 1967). 남성은 특히 민감하다.

Robbins(Robbins, 1951)는 초과 약 15 ppm의 작업실 공기에서 나프탈렌의 농도가 눈에 띄게 자극적이라는 것을 보고하였다. 나프탈렌은 구충제로 인간에게 수 십년 동안 가장 치명적인 급성(74 mg/kg)보다 낮은 21 mg/kg/day을 성인이 0.1~0.5 g, 매일 하루 3번씩 섭취하였다고 보고했다(Matorova, 1982). 나프탈렌이 들어있는 의류나 담요의 사고 시 아기에게 급성 용혈을 일으킬 수 있으며, 치명적이라고 하였다.(Cock, 1957; Grigor 등, 1966) 오일리 차량에 의해 나프탈렌은 경피 흡수 및 전신 중독이 있을 수 있다. 피부염(Fanburg, 1940)은 감작된 근로자에게 설명된다.

(4) 취급 실태조사

석유로부터 추출(콜타르로부터 분류 증류된)되는 나프탈렌의 약 30 %는 미국에서 생산. 결정형 나프탈렌은 화장실의 탈취제로 사용되고, 산업장에서는 섬광제로 사용된다. 또한 나프톨 제조가 포함되는 살충제 카바메이트 제조 및 할

로겐화 나프탈렌 제조에 사용된다. 나프탈렌 및 그 유도체는 목재 보존제, 염료, 폭발제, 방충제 및 윤활유 등에 사용된다. 미국의 생산량은 1988년 현재 143,000 metric tons으로 알려져 있다(US ATSDR, 1990).

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 나프탈렌을 실제 취급하는 사업장은 22개소, 취급근로자 485명, 연간 취급 량 3,941톤으로 조사되었다.

<표 80> 나프탈렌의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	86	8	15	63	3,941	25
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	15	14	1	-	-	460
합계	101	22	16	63	3,941	485

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

TLV-TWA 10 ppm(52 ㎎/㎥), TLV-STEL 15 ppm(79 ㎎/㎥)은 나프탈렌에 대한 직업적 노출을 위해 권고되었다. 이 수치는 백내장, 시신경염, 렌즈 혼탁 및 망막박리 악화를 포함하는 안구독성 및 눈 및 호흡기도 자극성을 최소화하기 위한 기준으로 설정되었다. 그 외 두통, 식욕저하, 메스꺼움 및 빈혈과 같은 혈액 질환을 포함하는 가역적 영향도 포함되었다. 또한 피부접촉 및 피부흡수에 따른 조직 독성도 포함되었다. 설치류에 대한 발암성의 제한적 증거, 암컷

생쥐 및 수컷 생쥐에서의 폐 선종 또는 흰쥐에서의 2년간 노출실험 결과가 제한적인 것을 근거로 A4 즉, 인체 발암성은 분류되지 않음으로 권고되었고, "감작성(SEN)" 역시 충분한 자료의 이용이 불가능하여 권고되지 않았다.

피부

TLV-TWA 10 ppm(52 ㎎/㎥); TLV-STEL 15 ppm(79 ㎎/㎥)

A4 : 인체 발암성 분류되지 않음.

나프탈렌은 안구자극 그리고 흡입 시 급성 용혈을 일으킨다(Hanssler, 1964; Irle, 1964; Naiman와 Kosoy, 1964). 인간의 피에 유도된 나프탈렌은 황달, 빈혈, 헤모글로빈 감소, 적혈구 용적 및 감소가 특징 이였다. 인간의 심한 나프탈렌 중독 결과로는 혈색소 뇨, 메트 헤모글로빈혈증, 핵 황달로 인한 사망이 있다. 살아남은 사람들 중에서는 급성 핵 황달, 합병증이 있었다(Gosselin 등, 1984). 나프탈렌 노출은 동물과 인간에게서 백내장을 발생시켰다. 안구 자극은 15 ppm에서 일어났다(Robbins, 1951) 그리고 지속적인 노출은 안구 독성을 야기 시켰고, TLV - TWA 10 ppm, TLV - STEL 15 ppm이 권고되었다. 이러한 값은 안구 독성에 대한 잠재성을 최소화하기에 충분히 낮아야 하며 나프탈렌이 유도된 혈액 독성과 관련하여 근로자 TLV는 안전하지는 않다고 알려졌다. 나프탈렌 흡입 시 개인의 감작성은 매우 넓은 범위가 존재하며 작은 양에도 급성 용혈을 유발하였다.(Valaes 등, 1963) 나프탈렌 피부 접촉 시 인간 전신 중독(Cock, 1957; Grigor, 1966; Dawson 등, 1958; Schafer, 1951), 피부 표기는 적절하다고 간주된다.

나프탈렌에 노출된 암컷 생쥐에게 발암성 증거가 존재하지만 수컷 생쥐와 흰쥐의 성별모두에게서 발암성에 대한 증거는 없었다(Adkins, 1986; U.S. NTP, 1992). 따라서 나프탈렌은 A4, 인간 발암 물질로 분류 되지 않음으로 구분되며 "SEN" 표기를 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다.

1963: 제안: TLV-TWA, 10 ppm

1965 - 현재; TLV-TWA, 10 ppm

1976- 현재: TLV-STEL, 15 ppm
1992- 현재: Skin notation [omitted from TLV/BEI booklet years
1995: 제안: A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen
1996- 현재: TLV-TWA, 10 ppm; TLV-STEL, 15 ppm; Skin; A4

■ 각국의 노출기준

각국의 Naphthalene 노출기준은 아래의 표 81과 같다.

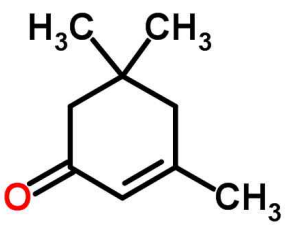
<표 81> 각국의 Naphthalene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	10	50	15	75	2			Yes	
ACGIH	10				A3			Yes	
Australia	10	52	15	79					
Austria	10	50							
Belgium	10	53	15	80					
Canada - Ontario	10		15						
Canada - Québec	10	52	15	79					
Denmark	10	50	20	100					
European Union	10	50							
France	10	50							
Germany-MAK	0.1	0.5[1)]	0.1	0.5[1)]	2		3B	Yes	
Hungary		50							
Ireland	10	50	15	75					
Italy	10	50							
Japan									
Latvia	10	50							
New Zealand	10	52	15	79					
People's Republic of China		50		75					
Poland		20		50				Yes	
Singapore	10	52	15	79					
Spain	10	53	15	80					
Sweden	10	50	15	80					
Switzerland	10	50							
The Netherlands		50		80					
USA - NIOSH	10	50	15	75					
USA - OSHA	10	50							

[1)] inhalable aerosol

11) 이소포론(Isophorone)

CAS: 78-59-1
동의어:Isoacetophorone; Isoforon;
α-Isophorone; 3,5,5-trimethyl-2- cyclohexene-1-one
분자식: C9H14O
구조식:



(1) 물리화학적 특성

이소포론은 옅은 노랑색을 띄는 액체로써 페퍼민트 또 캠퍼 냄새를 나타낸다. 악취서한도는 0.20 ppm으로 알려져 있다(Amoore & Hautala, 1983). 물리화학적 성질은 다음과 같다(US ATSDR, 1990; Krasavage 등, 1982).

분자량(Molecular weight) : 138.21
비중(Specific gravity) : 0.9229
녹는점(Melting point) : -8.1 ℃
끓는점(Boiling point) : 215.3 ℃

증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 0.3 torr
인화점(Flash points) : 84 ℃(closed cup)
폭발 하한값(Lower explosion limit) : 0.8 %(공기비)
폭발 상한값(Upper explosion limit) : 3.5 %(공기비)
증기비중(Vapor density) : 4.77(air = 1)
포화증기농도(Saturated vapor concentration) : 약 340 ppm
용해도(Solubility) : 물에 약간 녹음(1.2 g/100 ㎖); 에탄올, 에테르 및 아세톤에 용해됨
단위 변환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm = 5.71 ㎎/㎥ 1 ㎎/㎥ = 0.175 ppm

상업적인 이소포론에는 1-3%의 β-isophorone (3,5,5-trimethyl-3-cyclo- hexene-1-one)이 이성질체로 포함되어 있음.

(2) 동물 실험

급성

이소포론의 동물에 관한 급성 독성 연구는 점막의 자극, 가끔씩 폐 염증 및 중추신경계의 이상을 보여준다. 사망의 결과는 주로 이소포론의 고농도 노출과 연관된 마취 효과에서 나타난다(Fairhall, L.T.: 1957).

6시간동안 흡입된 이소포론에 노출된 쥐의 최소 치사농도는 885 ppm이었다. 표시된 폐에 충혈이 죽은 쥐에서 관찰되었다(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: 1989). 이소포론에 6시간 619 ppm에 노출된 쥐, 기니피그, 또는 mice는 약간의 눈물흘림이 있었지만, 결과적으로 죽음이 나타나지는 않았다(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: 1989).

이소포론에 대하여 보고된 경구 치사량 LD_{50}은 수컷 흰쥐 2,700 mg/kg, 암

컷 흰쥐 2,100 mg/kg, 수컷 mice 2,200 mg/kg 이다(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: 1989). 죽은 쥐의 부검에서 위장, 폐, 신장, 부신, 췌장에서 염증이 나타났다. 복강치사량 LD_{50}은 mice 400 mg/kg, rat 400 ~800 mg/kg이었다(Krasavage, W.J.; 1982).

이소포론은 토끼의 눈에 각막혼탁, 눈꺼풀과 결막의 염증, 고름을 생기게 하였다.(Truhaut, R.; 1972) 토끼의 24시간 피부 치사량 LD_{50}은 1,390mg/kg이다.(Union Carbide Corporation: 1975)

아만성

10마리의 수컷 흰쥐과 10마리의 기니피그 성별을 섞어 하루에 8시간, 일주일에 5일씩 총 6주간 25~500 ppm의 이소포론을 노출시켰다(Smyth, Jr., H.F.;1942). 결과에 대한 발표는 종이나, 제어된 데이터를 구분하지 않았다

성장 지연 및 사망에 관련된 농도는 100 ppm 이상인 것으로 보였다. 연구기간 동안 죽어진 동물들은 폐와 신장에 심각한 손상을 보였다. 살아남은 동물들은 폐, 간, 신장에 문제가 있었다. 그러나 손상은 농도에 관련되지 않았다. 25 ppm에서는 아무런 영향을 보이지 않았다.(Smyth, Jr., H.F.;1942) 그러나 Rowe와 Wolfe(Rowe, V.K.; Wolfe, M.A.: 1963)의 검토는 연구(Smyth, Jr., H.F.;1942)가 불순물이 섞인 이소포론을 사용했다고 보고하고 농도가 실제로 사용하는 것 보다 높거나 낮을 수 있다고 결론지었다.

Topping 등(Topping, D.C.; 1994), 연구에서 10마리 수컷과 10마리 암컷 흰쥐 1일 8시간, 주당 5일씩 총 4~6달 동안 500 ppm 이소포론에 노출 되었을 때, 실험동물 중 세 마리가 죽었고, 아무런 통제를 하지 않았다. 눈과 피부 자극은 유일한 다른 효과를 보고했다.

이소포론 나타난 자극물의 특성은 67 ppm 또는 90 ppm(19 ppm 또는 49 ppm아니다) 에서 백혈구 수의 감소를 생산하기 때문에 단일 4시간 노출 신체 전체에 스트레스에 작용 하였다(Brondeau, M.T.; 1990).

만성/발암성

10마리의 수컷과 암컷의 토끼 그룹에 이소포론을 하루에 8시간, 1주일에 5일 이상 18개월 동안 250 ppm 농도로 흡입 노출 시켰다. 이 제한된 연구는 종양의 징후가 없는 오직 코와 염증 결막을 생기게 했다(Topping, D.C.; Morgott, D.A.; David, R.M.; et al.: 1994).

Bucher 등은 관리된 작용물질인 이소포론의 생물학적 정량을 흰쥐와 Mice 그룹에 대한 옥수수기름의 강제적 영양공급을 통해 103주, 주당 5일, 50 동물의 성별 간 종간 시험을 통해 관리된 작용물질인 이소포론의 생물학적 정량에 대한 NTP의 결과를 보고하였다(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986). 선택된 투여량은 250~500 mg/kg/day 그리고 순도는 94~97%였다. 강제사육에 의한 트라우마는 실험동물의 25%가 죽음을 초래했다. 조기 사망에 대한 몇몇의 제안으로 인해 고용량의 수컷 흰쥐 의 테스트 요인이 있었다. 체중증가는 실험동물간의 비교했을 때, 약간 우울했지만, 이소포론을 통한 독성에 관한 임상적인 징후는 없었다. 이소포론과, 강제적 영양 공급에 대한 증식, 비 증식 둘 다의 변화는 수컷 흰쥐 의 신장에서 볼 수 있었다. 관 모양의 세포 선종 선암의 경우 수컷 흰쥐의 발생빈도는 크게 복용량에 관련 방식으로 증가하였다. Mineraliztion, 특히 배관의 수질 복용량이 수컷 흰쥐은 증가하고, 암컷 흰쥐 은 감소되었다.

신장병은 모든 수컷 흰쥐에서 공통적으로 발생하였고, 암컷 흰쥐은 투여량은 약간 증가하였다. 포피 gland의 고용량의 수컷 흰쥐 다섯 가지의 암 종이 발견되었다. 반면에 제어를 하지 않거나 저용량 그룹에서는 발견되지 않았다. 다른 종양 또는 비 종양 병변에 대한 수컷, 암컷 흰쥐 은 NTP에서 이소포론 투여에 관련 된 것으로 고려하지 않았다. 수컷 mice에 있어서 일부 종양 유형은 투여된 동물에게서 아주 조금 증가 하였다. 이들은 간세포 선종 및 암 종, 종양, 악성 림프종을 포함했다. 다른 증식성 또는 비 증식성 병변 치료에서 수컷과, 암컷 mice에서 증가한 것으로 나타나지 않았다(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe,

W.M.: 1986).

생식/발달독성

10마리의 수컷과 암컷 흰쥐을 1일 6시간, 1주일에 5일 총 3개월 간 이소포론 500 ppm을 증기에 노출시켰다. 동물들은 노출된 동물들과 노출되지 않은 동물들과 어울리게 되었다(Topping, D.C.; Morgott, D.A.; David, R.M.; et al.: 1994). 새끼에는 이상은 없었고, 각각의 암컷들은 7~10살 어렸다.

표준기형연구에서는(Bio/Dynamics, Inc.: 1984), F344 임신한 22마리의 흰쥐 그룹과 CD-1 mice 0(대조군), 25, 50, 115 ppm 1일 6시간 임신한 기간 6~15일 동안 노출시켰다. 모성독성은 체중 감소와 음식 섭취로 표시, 두 종의 가장 높은 농도에서 보고되었다. 통계적으로 유의한 차이는 태아의 외형, 골격, 또는 내장 요소가 제어한 그룹 간에 차이를 보이지 않았다.

유전독성

NTP는 이소포론의 유전 독성 연구를 수행하였다. 대상 실험동물은 S-9의 쥐나 햄스터 간에서 결핍에 있어 살모넬라의 비활성화 분석에 있었다(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986). 이러한 연구 결과는 2개의 다른 실험실 연구에서 확인되었다(European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: 1989).

S-9의 결핍인 NTP mouse의 림프종 분석은 약한 양성이었고(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986), 그러나 연구는 다른 곳에서 L5178Y/TK+/ mouse 림프종 연구는 S-9 없이도 음성이었다(O'Donoghue, J.L.; Haworth, S.R.; Curren, R.D.; et al.: 1988).

이소포론도 중국 햄스터 난소 세포 안의 부재에 자매 염색분체 교환을 위한 것은 아니지만 S-9의 존재를 유도했다(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986). 주요 간세포의 mice와 계획되지 않은 DNA 합성 소핵 연구에서는 둘 다

이소포론에 대해 음성반응이었다(O'Donoghue, J.L.; Haworth, S.R.; Curren, R.D.; et al.: 1988).

약동학 / 대사 연구

Wistar 흰쥐 또는 뉴질랜드 토끼는 이소포론이 들어가 있는 올리브 오일 1 g/kg, 대사 물질 이소포론의 글루 쿠로니드를 포함했고, 5.5디메틸-2시클로헥산-1-1-3-카르복실 산, 디하이드로이소포론을 기관 내 삽관을 받았다(Dutertre - Catella, H.; Nguyen, P.; Dang, Q.; et al.: 1978). 흰쥐의 경구로 이소포론이 췌장, 위, 부신, 비장, 간에 들어갔다(Rowe, V.K.; Wolfe, M.A.: 1963).

흡입 경로로, 이소포론은 신장, 부신, 간, 췌장, 뇌에서 발견되었다(Dutertre - Catella, H.; Nguyen, P.; Dang, Q.; et al.: 1978). 흰쥐의 복강 내 이소포론은 간, 고환, 부고환 글루타시온 수준을 감소시켰다(Gandy, J.; Millner, G.C.; Bates, H.K.; et al.: 1990). 이소포론 투여 후, 정모 세포에 삼중 에틸 메탄의 결합이 향상되었다.

저자는(Gandy, J.; Millner, G.C.; Bates, H.K.; et al.: 1990) 화학적으로 외국의 화학 물질로 인한 생식 세포 돌연변이의 상승 작용을 위한 메커니즘이 될 수 있는 남성의 생식 기관에 글루타시온 수준의 저하를 유도하는 것이 좋.

(3) 사람대상의 연구

Smyth와 Seaton(Smyth, Jr., H.F.; Seaton, J.: 1940) 지원한 사람들에게 40, 85, 200, 400 ppm의 이소포론을 눈, 코, 목에 노출시킨 경험을 보고했다.

메스꺼움, 두통, 현기증, 실신, 만취, 현기증의 약간의 고통이 있었고, 200~400 ppm에서는 질식할 상태의 결과를 나타냈다. 자극과 마약 행동의 증상은 40~85 ppm의 농도로 감소하였다. 유용한 경고 특성은 200~400 ppm 이라고 말했다.

Silverman 등(Silverman, L.; Schulte, H.F.; First, M.W.: 1946). 이소포론 증기가 눈, 코, 목에 15분간 25 ppm을 자연스럽게 지원자들에게 노출시킨 것을 보고했다. 8시간 허용 수준은 10 ppm이라고 판정했다. ACGIH(Ware, G.D.: 1973)에서 제공한 정보는 10 ppm 때 노출된 노동자들의 농도 1~4 ppm으로 줄었고, 하지만, 더 이상의 피로와 불안과 불만을 막기 위해 부적절한 것이라고 밝혔다.

(4) 취급 실태조사

이소포론은 폴리비닐레진, 니트로셀룰로즈 레진, 에폭시 및 알키드레진 및 폴리아크릴레이트의 용제 및 지방, 오일 및 검 등의 용제로 사용되는 불포화 사이클릭 케톤 류의 하나이다. 주 사용용도는 롤러코팅 등에 적용되는 비닐레진 용제이다.(U.S. National Toxicology Program: 1986) 그 외 살충제, 제조체 등에 사용되는 화학 중간체로 사용되며, 1988년 현재 세계적으로 매년 92,000 톤이 생산된다(European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: 1989).

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 이소포론을 실제 취급하는 사업장은 24개소, 취급근로자 174명, 연간 취급량 약 160,000 톤으로 조사되었다.

<표 82> 이소포론의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	150	20	28	102	11,742.56	153
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	5	4	1	-	-	21
합계	155	24	29	102	11,742.56	174

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

이소포론의 직업적 노출농도는 TLV-C 5 ppm(28 ㎎/㎥)으로 권고되었다. 이 값은 눈, 코, 목에 대한 자극성 및 자발적 참여자 및 근로자를 대상으로 한 마취, 피로, 불안증 증상 보고를 근거로 하여 이를 최소화하기 위한 기준으로 권고되었다. 이소포론은 직접적인 발암영향이나 종양발생 가능성은 없지만 랫트 및 mice에 103주간 위관에 삽입하여 실험한 결과를 근거로 동물에 발암영향이 있는 A3로 분류하였다. 피부, 감작성 표시 또는 TLV-STEL은 자료 불충분으로 권고되지 않았다.

TLV-Ceiling 5 ppm(28 ㎎/㎥)

A3 - 동물에 발암성 있음.

Silverman 등(Silverman, L.; Schulte, H.F.; First, M.W.: 1946)은 report를 기초로 하여 보고했다. 그리고 다른 정보(Ware, G.D.: 1973)를 5~8 ppm에 직장 공기 TWA농도 피로의 문제와 관련이 있고, 1~4 ppm으로 이소포론의 주변 농도의 감소와 관련이 있었다. 이소포론의 Ceiling 값은 5 ppm으로 제안했

다.

NTP는 보고서(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986)에서 “몇몇“ 또는 “애매한“ 발암성의 증거를 수컷 흰쥐과 수컷 mice, 결론지었고, ACGIH는 작업장의 위험요소 최소화하여 데이터를 고려했기 때문에 그 결과 수컷 rat에서 신장 종양이 잘 알려진 α-2-u-globulininduced 병증이다.

쥐의 균주 (NCI.Black.Reither)에서 즉, 저 분자량 단백질 형태의 간을 합성할 수 없고, 남성 F344 흰쥐에서 생산 신경 병증은 비 활성화이었다(Dietrich, D.R.; Swenberg, J.A.: 1991).

저자는(Dietrich, D.R.; Swenberg, J.A.: 1991) "이소포론 노출 쥐의 신장 질환의 원인" α2u globulin의 존재하였다고 결론을 수컷 rat에만 특정했다. 작은 무게는 또한 특정 mouse의 종양에서 한계 증가의 결과를 받아졌다; 그런 종양들의 NTP 및 히스토리 데이터베이스의 변수 높은 발병률과 암컷 mice 및 수컷 mice 에서 종양이 없는 것은 종양의 발생이 이소포론의 투여와 관련이 없는 것을 제안했다(Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: 1986).

이러한 결론은 동일한 데이터에서 유럽 전문가 그룹에서 출판한 것과 일치하였다(European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: 1957). 이소포론에 관련된 유전 독성 활동이 거의 없는 발암물질과 잠재적 발암물질, 세포 분열, 또는 다른, 임계값 메커니즘을 통해 매개 될 것이라고 말했다.

따라서, 이소포론은 인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물 발암성 물질로 확인 된 A3로 표기하는 것이 좋다.

1946 - 1947: MAC - TWA, 25 ppm

1948 - 1975: TLV - TWA, 25 ppm

1971: 제안된: TLV - TWA, 10 ppm

1974: 제안된: TLV - TWA, 5 ppm

1975: 제안된: TLV - CEILING, 5 ppm

1976 - 현재까지: TLV - CEILING, 5 ppm

1994: 제안된: A3, 인간에 대한 관련성이 알려지지 않은 동물 발암성 물질
1995: TLV - CEILING, 5 ppm; A3

■ 각국의 노출기준

각국의 Isophorone 노출기준은 아래의 표 83과 같다.

<표 83> 각국의 Isophorone 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부			C5	C25	2				
ACGIH			C5		A3				
Australia			C5	C28					
Austria	2	11	2	11					
Belgium			5	28					
Canada - Ontario			C5						
Canada - Québec			C5	C28					
Denmark	5	25	5	25					
European Union									
France			5	25	Ca3				
Germany -MAK	2[1)]	11[1)]	4[1)]	22[1)]	3B				
Hungary									
Ireland			C5	C25					
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand			C5	C28	A3				
People's Republic of China				C30					
Singapore			5	28					
Spain			5	29					
Sweden			C5	C30					
Switzerland	2	11	4	22					
The Netherlands									
USA - NIOSH	4	23							
USA - OSHA	25	140							
United Kingdom			5	29	R40				

[1)] inhalable aerosol

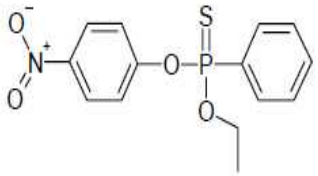
12) 이피엔(이피엔)

CAS 번호 : 2104-64-5

동의어 : O-Ethyl O-p-nitrophenyl phenylphosphonothioate;
O-Ethyl-O-(4-nitrophenyl) phenylthiophosphonate

분자식 : $C_{14}H_{14}NO_4PS$

구조식 :



(1) 물리화학적 특성

이피엔은 불연성을 가지며, 황색 또는 갈색의 고체 결정 물질이다. 물리화학적 성질은 다음과 같다(NIOSH & OSHA, 1978; Merck Inc, 1996; Hayes & Laws, 1991).

분자량(Molecular weight) : 323.31

비중(Specific gravity) : 25℃일 때 1.268

녹는점(Melting point) : 36℃

끓는점(Boiling point) : 179℃

증기압(Vapor pressure) : 100℃일 때 0.0003 torr

용해도(Solubility) : 아세톤, 알콜, 에트리기, 톨루엔에는 용해, 물에는 불용성

반응성(Reactivity) : 강한 산화제와 접촉시 화재 및 폭발 발생; pH 7에서 천천히 가수 분해

분해생성물(Decomposition products) : 이피엔 분해시 독성 가스 및 증기

방

출 이피엔은 벤젠기로서 파라티온과 분자 구조상 밀접한 관련이 있으며, 상

온에서는 분자의 결정성이 에틸기로서 나타난다.

(2) 동물 실험

이피엔의 동물실험 관련 문헌은 1991년도에 요약되었으며, 재등록을 지원하기 위해 실시된 연구는 1998년에 공식적으로 요약되었다.

급성

이피엔은 높은 경구 독성의 유기 인 화합물이다. 땅콩기름에 이피엔을 혼합하여 흰쥐에게 위관 투여 결과 경구 LD_{50}값은 수컷 36 mg/kg, 암컷 7.7 mg/kg으로 나타났다(Gaines, 1969). 이피엔 경구 투여량은 암컷 2-50, 수컷 2-75 mg/kg으로 나타났다(Hodge et al, 1954). 경피에서 LD_{50}값은 흰쥐에 등에 아세톤을 피부에 도포시켰을 때, 230과 25 mg/kg으로 수컷, 암컷 흰쥐에서 각각 관찰되었다(Gaines, 1969). 토끼를 대상으로 한 경피 실험에서 LD_{50}은 30 mg/kg 이였으며(Lehman, 1952), 피부 노출 치사량은 수컷 30-50 mg/kg 이였고 암컷은 150-900 mg/kg으로 나타났다(Hodge et al, 1954). 흰쥐에게 1시간 동안 흡입 노출 시켰을 때, LC_{50}값은 106 mg/㎥으로 보고되었다(NIOSH, 2002).

흰쥐의 뇌, 혈장 및 적혈구 콜린 에스테라제 활성 억제 및 회복력 감소 크기는 이피엔을 25 mg/kg 경구 투여 시켰을 때 발생되었다(Frawley et al, 1952). 뇌 내부 콜린 에스테라제 억제는 최대 4-24시간 노출 후에 발생되어 2주 뒤에 정상적으로 회복되었다 ; 혈장 내 콜린에스테라제 억제는 4시간 동안 노출시켰을 때, 발생되었으며, 72시간 후에 정상적으로 회복되었다. 그리고 RBC의 경우 24시간 노출시켰을 때 억제되었으며, 4주 후에 정상적으로 돌아왔다.

이피엔은 신경계에 영향을 발생시킨다. 아트로핀화 된 암탉을 대상으로 LD_{50}에 상응하는 이피엔 용량을 투여하였을 때, 다리 부위에서 이상증상이 발생되었다. 통증은 48시간 이상 지속되었으며, 추가적으로 일반적인 콜린성 증상이 발생되었다(Durham et al, 1956). 또 다른 연구에서는 아트로핀화 된 암탉을 대상으로 이피엔을 피하 투여하였을 때, 20 mg/kg에서는 발생되지 않았고, 40 mg/kg 또는 그 이상의 용량에서 신경독성이 유발되었다(Gaines, 1969). 신경독성 운동장애는 이피엔을 경구 투여 후 생쥐에게서 관찰되었다. 20 mg/kg 유사 농도수준에서 생쥐를 대상으로 경구 투여하였을 때, 29일 후 신경독성 및 운동성 실조증과 같은 증상이 발생되었다(El-Sabae et al, 1977). 이피엔은 자체적으로 말라 티온에 의해 독성이 증강된다. 이피엔과 말라티온에 대한 경우 LD_{50} 값은 흰쥐를 대상으로 옥수수 기름내 위관 공급을 실시하였을 때, 각각 65, 1400 mg/kg으로 관찰되었다. 거의 동일한 용량 (25(말라티온):1(이피엔) 비율을 함께 투여했을 때 10배로 독성이 증강하는 것으로 나타났다(Frawley, 1957). 마찬가지로, 개를 대상으로 이피엔을 투여시켰을 때, 치사량은 200 mg/kg이였으며, 50-100 mg/kg을 투여하였을 때 심각한 증상이 유발되었다; 하지만, 100 mg/kg의 말라티온을(말라티온 LD_{50}의 10%) 동시에 투여한 경우에는 2 mg/kg의 이피엔은 100% 치사율을 발생시킨다. 상승작용은 이피엔에 의해 말라티온의 가수분해 해독 억제 작용을 발생시키는 것으로 나타났다(Murphy & DuBois, 1957).

아만성

흰쥐를 대상으로 125 ppm(6.25 mg/kg/day)의 이피엔을 90일 동안 투여시켰다(EPA, 1996). 125 ppm 농도 수준으로 노출 시켰을 경우, 혈장과 뇌의 콜린에스테라제 활성이 감소되었으며, 암컷의 경우 성장억제가 발생되었다. 그리고 RBC, 헤모글로빈, 적혈구 감소의 경우 암컷, 수컷 모두에게서 발견되었다. 25 ppm (1.25 mg/kg/day)에 노출 시 적혈구 콜린에스테라제가 크게 억제되었다. 5 ppm (0.25 mg/kg/day) 의 경우 아무런 부작용이 나타나지 않았다(EPA, 1996). 실험용 흰쥐를 대상으로 5 ppm에 8주 동안, 25 ppm에 2주 동안 노출시켰을 때, 뇌, 혈적 그리고 적혈구의 콜린에스테라제 억제가 발생하였다(Frawley et al, 1952). 흰쥐를 대상으로 이피엔을 30일 동안 노출 시켰다(Hodege et al, 1954). 수컷의 경우 0, 100, 300, 600 ppm (5, 15, or 30 mg/kg/day)노출시키고, 암컷은 0, 35, 100, 300 ppm (2, 5, or 15 mg/kg/day)을 각각 노출시켰다. 그 결과 흥분성과 떨림이 증가하였고, 수컷은 600 ppm에서 암컷은 300 ppm에서 사망하는 것을 관찰할 수 있었다. 그리고 체중감소의 경우 수컷은 300 ppm에서 암컷은 100 ppm에서 관찰되었다. 쥐를 대상으로 한 비교 연구에서는 35%의 상업적으로 공식화된 일정한 결과를 나타냈다.

30마리의 암컷, 수컷 흰쥐를 대상으로 사료 내에 이피엔을 0, 0.2, 1, 5, 25 ppm 수준에서 1, 3, 6, 13 주 동안 노출 시켰다. 이를 통해 콜린에스테라제 뿐만 아니라 알리에스테라제와 뇌, 혈철, 하학선의 활동성을 평가하였다(DuBois & Kinoshita, 1968). 13주 후 뇌 콜린에스테라제 활성은 5 또는 25 ppm의 어느 하나에도 영향을 받지 않았다; 간 콜린에스테라제의 경우 5 ppm을 노출 시킨 암컷 흰쥐의 67%에서 변화가 관찰되었으며, 25 ppm에 노출된 대상에서는 62%에서 변화가 발견되었다; 그리고 혈청 콜린에스테라제는 25 ppm을 노출시킨 암컷 흰쥐 78%에서 확인할 수 있었다. 0.2 ppm과 1 ppm을 노출시킨 흰쥐의 조직에서는 아무런 변화가 관찰되지 않았다. 1 ppm 이상을 농도수준에서 1주 동안 노출 시켰을 때, 투여량과 관련하여 간 및 혈청 알리에스테라제의 활동성

이 억제되었다. 또 다른 연구의 경우, 흰쥐를 대상으로 먹이에 5 ppm 혹은 그 이상의 이피엔을 투여하여 13주 혹은 그 이상 노출 시켜 콜린에스테라제 활성(뇌, 혈장, RBC) 발생을 확인하였다(Suzuki, 1973).

개를 대상으로 한 실험에서는 90일 동안 3 mg/kg/dy의 이피엔을 캡슐 내에 넣어 경구 투여 시켰다(EPA, 1996). RBC, 뇌의 콜린에스테라제 활성이 감소하였다; RBC, 헤모글로빈, 그리고 헤마토크릿 감소가 암컷, 수컷 모두에게서 발견되었다; 그리고 두 마리의 수컷에게서 췌장 선방 세포의 위축은 3 mg/kg/day에서 관찰되었다. 1 mg/kg/day의 이피엔을 투여 하였을 때는 혈청 콜린에스테라제 억제와 관련된 영향이 발견되지 않았다. 0.3 mg/kg/day 에서는 혈청 콜린에스테라제 활성에서 아무런 효과가 나타나지 않았다.

이피엔 아만성 노출의 경우 암탉에서 신경 독성 지연성이 발생되었다. 암탉을 대상으로 실시한 신경 독성 지연성에 관련된 연구에서 이피엔을 캡슐화 시켜 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 0.5, 5.0, 10 mg/kg 농도에서 90일 동안 투여하였으며, 30일 동안 관찰하였다(Abou-Donia, 1983). 투여 종료 후 30일 동안 암탉에서 대부분 운동성 상실이 관찰되었다. 임상 상태의 심각도 관찰결과, 섭취 용량에 따라 결과가 달리 나타났으며, 소량을 섭취한 암탉의 경우 운동성 상실이 발견되었고, 많은 양을 섭취한 경우 마비 혹은 죽음이 발생되었다. 매일 0.01 mg/kg 이피엔을 공급한 암탉의 경우 보행이나 행동에 아무런 영향이 나타나지 않았다.

이러한 결과는 EPA의 요약 연구에서 확인되었다(EPA, 1996). 암탉을 대상으로 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 mg/kg/day의 농도 수준에서 90일동안 경구 노출시켰다. 대상동물에서는 신경독성 지연성이 관찰되었다; 조직 병리학적 결과는 연구 종료 후 실시하였다. 운동성 장애의 경우 2.5, 5.0 mg/kg/day 또는 그 이하의 용량에서 관찰되었다. 신경계 영향은 0.1 mg/kg에서 나타났으며, 0.01에서는 아무런 영향이 나타나지 않았다. 복구 연구 결과에 따르면 175 mg/kg의 용량을 투여하였을 때, 모든 암탉에서 심한 척추 손상이 발생되었고, 1/3 만이 운

동 장애의 징후가 나타났다. 척추 손상의 경우 투여 90일 이후에 회복되었다.

고양이를 대상으로 하여 22.5, 45, 112.5, 225 mg/kg(0.2에서 5.0 시간 동안 경피 LD_{50} of 45 mg/kg)을 단일 노출 시켰으며, 0.5, 1.0, 2.0 mg/kg 농도 수준에서 반복 노출 시켰을 때, 신경독성 지연성이 발생되었다(Abou-Donia et al, 1983). 피부 단일 노출량 9.0 mg/kg과 피부 반복 노출량 0.1 mg/kg에서는 아무런 영향이 나타나지 않았다. 고양이의 경우 암탉에 비해 신경독성 지연성이 약 10배 덜 민감하게 나타냈다.

만성/발암성

2년 동안 암컷, 수컷 흰쥐를 대상으로 수컷의 경우 50, 150, 450 ppm(5, 15, or 45 mg/kg), 암컷의 경우 0, 25, 75, 225 ppm(2, 8, or 25 mg/kg)의 이피엔을 각각 경구 노출 시켰다(Hodge et al, 1954). 수컷의 경우 450 ppm, 여성 225 ppm 농도 수준에서 간헐적인 떨림과 약간의 성장억제가 발생하였다. 가장 많은 양의 섭취한 쥐에게서 성장 억제가 발생되었다. 시험결과 이피엔과 관련하여 기타 조직 변화나 발암의 증거는 나타나지 않았다. 새끼 강아지와 어른 강아지를 대상으로 1년 동안 2.8-5.0 mg/kg의 이피엔에 노출시켰다; 첫 증상은 구토 및 설사, 그 다음으로는 보행 장애 및 체중 감소; 신경계 조직의 병리학적 변화가 관찰되었다(Homma, 1972). 1년 동안 0.1, 0.5, 2.0 mg/kg의 용량을 투여한 강아지에게서 아무런 신경관련 영향이 나타나지 않았다. 적혈구 콜린에스테라제 활성은 2.0 에서는 영향을 나타냈지만, 0.5 mg/kg에서는 아무런 영향이 발견되지 않았다(Hodge et al, 1954).

수컷 양을 대상으로 1 mg/kg/day의 이피엔을 180일 동안 노출시킨 결과, 아무런 신경독성의 임상증상이 관찰되지 않았으며, 조직학적 변화도 발생하지 않았다. 그리고 명확한 신경독성 에스테라제 측정이 나타나지 않았다(Soliman et al, 1983).

75 또는 150 ppm의 이피엔을 6주 동안 노출 시켰을 때, 부분적으로 간 절제

술과 디 에틸 니트로 사민 전처리 후 쥐에게서 발암성이 관찰되지 않았다(Kato et al, 1995).

유전독성 연구

이피엔은 일반적으로 유전적 활동에서는 영향을 발생시키지 않았다. 이피엔은 살모넬라 티피뮤리움을 다섯 테스터 균주를 대상으로 돌연변이 실험에서 반응이 나타나지 않았으며, 대장균의 복귀 분석에서도 활동이 발견되지 않았다(24). 살모넬라 / 마이크로솜 계에서 활성이 나타나지 않았고, 대두 부분 테스트에서 모호한 결과가 나타났다(Fuji & Inove, 1983).

생식/발달독성 연구

이피엔을 생쥐를 대상으로 임신 6일에서 16일 내에 단일 위관 투여 (1, 3, 6, 12 mg/kg) 하였다(Courtney et al, 1985). 최대 투여 수준에서 죽은 임신 생쥐를 대상으로 한 연구결과, 이피엔은 내이 신경독성 및 태아의 치사, 기형의 증가가 발생하지 않았다. 이피엔은 어미 생쥐를 대상으로 하였을 때, 독성 용량 수준에서 기형을 유발하지 않았다(1, 3, or 6 mg/kg). 이피엔을 25, 75 ppm 수준에서 흰쥐 3세대를 걸쳐 노출시킨 결과, 생식에 아무런 영향이 관찰되지 않았다. 150 ppm의 이피엔을 경구투여 시킨 어미 흰쥐분석 결과에서 새끼 수, 모유 수유 및 새끼 생존 수 등이 감소하였다. 어미쥐와 새끼쥐에게 150 ppm의 이피엔 노출시 사망률 증가, 성장률 저하, 과다 노출시 임상 증상 증가 등이 발생하였다(E.L du Pont de Nemous & Co, 1981).

흡수, 분포, 대사, 배설

이피엔은 쉽게 경구 또는 경피 노출에 흡수된다. 흰쥐를 대상으로 1.5 mg/kg의 이피엔을 경구투여 시켰을 때, 방사능의 농도는 간, 신장 및 폐에서 발견되었다. 투여량이 초과한 암컷 및 수컷의 경우 투여량의 61-68%은 소변으로 배출 되었으며, 7-21%은 대변으로 배설되었다. 신진대사의 경우 암컷, 수컷의 총

투여량이 각각 68.2%와 60.6%에 달했으며, 대사산물이 본질적으로 소변으로 모두 배출되었다; 해당 배설물 값은 6.7%와 17.2%였다. 혈장에서 반감기는 암수컷 모두 대략 5시간 정도이다. 혈장 반감기는 동역학 과정에서 수컷 및 암컷 각각 33.6시간, 38.6시간 이였다. 흰쥐를 대상으로 24시간 동안 3회 간격으로 0.72와 0.072 mg/kg의 이피엔을 투여하였으며, 소변으로 p-nitrophenol이 14%와 26%의 용량이 배출되었다(Bradway et al, 1977). 이피엔은 최종 투여 후 혈액에서 검출되지 않았지만, 3일 후 지방 조직에서 검출되었다.

흰쥐에게 21일 동안 450 ppm의 이피엔을 사전 조정하였다. 17.3 mg/kg을 단일 경구 투여 후 소변으로 53.4 %가 배출되었다. 총 58.1%가 회복되었으며, 총 72시간의 실험 기간 동안 소변으로 26.1%가 배설되었다. 방사능 흔적은 신체 조직에만 남아 있었다. 실험 첫날 24시간 동안 채취한 소변 내 방사능은 O-ethyl methylphosphonothioic acid(44%), O-ethyl phenyl phosphonic acid (26%), phenylphosphonic acid(23%)이 포함되었다. 유사한 결과는 흰쥐의 배설물에서 얻을 수 있었다. 이피엔은 완전히 대사되어 쥐에게서는 완전히 제거 되었다. 암탉을 대상으로 두 가지 무조건과 두 이피엔 조건에서 연구를 실시하였다. 2.5 mg/kg 이피엔을 21일 동안 노출 후 94-100% 회수율이 나타났으며, 72시간 동안 4 mg/kg 노출시 신경독성이 발생하였다. 조건화 된 닭 또는 무조건 닭에서 유의한 차이는 배설에서도 발견되지 않았다. 소량의 14C는 위장 및 간에서 존재하는 대부분의 신체 조직으로부터 회수되었다. 뇌와 척추에서 미량의 양이 발견되었다. 대조적으로, 닭을 대상으로 50 mg/kg 이피엔을 단일 경구 투여 시킨 결과 천천히 대사되어 배설되었다. 투여량의 65% 만이 72시간 테스트 중 배설하여 제거되었으며, 14C(약 16%) 나머지의 대부분은 위장관 으로 부터 회수 하였다. 쥐의 분뇨 추출물 중 다섯 가지 대사물질이 포함되어 있다(49-60%). 또한, 4%, 10% 의 이피엔과 소량의 이피엔 옥슨 및 아미노(0.1%, 0.8%)는 발견되었다. 14C의 잔류물은 대부분이 근육, 지방, 폐, 간, 신장에 남아 있었다. 따라서, 50 mg/kg의 용량은 이피엔의 해독 간 대사 용량을 초과했을

가능성이 있다.

고양이를 대상으로 실험결과, 도포 부위 내 14C의 손실로 인해 단일 투여된 20 mg/kg이 피부 내 흡수되었다(Abou-Donia et al, 1983). 흡수 된 방사능은 대부분 소변으로 배출되었다; 3.2%의 경우 대변으로 배출되었다. 고양이를 대상으로 10일 동안 매일 0.5 mg/kg 주사를 투여했을 때, 총 투여량의 62%는 소변으로 제거되었다. 따라서, 신진대사와 독성 동태는 쥐와 닭의 사이에서 위치할 것으로 보인다. 흰쥐와 유사하게, 이피엔은 주로 소변으로 배설된다. 그러나, 닭과 마찬가지로 고양이의 조직에서 특히 신경조직에서 이피엔이 지속적으로 발견되었다.

이피엔은 p-nitropenol의 가수분해 제거를 통해 마이크로 옥시다제 및 중독에 의해 촉매 탈황하여 산화 중독을 유발하였다(Bradway et al, 1977; Hitchcock & Murphy, 1967). 또한, 나타난바와 같이 이피엔의 가분 분해 중독 속도는 이피엔 독성과 성별, 나이 차이와 밀접한 상관관계가 있다(Neal & DuBois, 1965). 니트로기를 추가로 포유동물, 조류, 어류의 간 및 신장, 비장, 폐, 적혈구의 효소에 의해 아미노 그룹으로 환원 될 수 있다. 발생된 아민은 콜린에스테라제의 약학 억제제지만, 생체 내 중독 감소의 중요성은 알 수 없다(Hitchcock & Murphy, 1967). 활성화 및 이피엔의 열화 간으로 한정되지 않는다. 시험관 연구에서는 쥐의 뇌뿐만 아니라 활성화 및 분해 능력을 보여준다(Forsyth & chambers, 1989).

(3) 사람대상의 연구

사례/중독 연구

급성 중독 및 사망은 이피엔 섭취률에 따라 발생된다(Gallo & Lawryk, 1991). 한 경우, 50%의 이피엔을 약 200 ml 섭취할 경우 프랄리독심과 아트로핀 치료에도 불구하고 혼수, 축동, 발한, 혈변, 폐부종 또는 죽음까지 초래할 수

있다(Hosaka & Yamaura, 1976). 또 다른 경우, 이피엔이 포함 된 500 ml 용액은 46세 사망된 농부의 위장관에서 일반적인 경련과 심폐 마비가 발생된다(Shiozaki et al, 1977). 이피엔 중독에 따른 다음과 같은 징후와 증상이 보고된 바 있다: 쉽게 피로를 느낌, 체중 감소, 근육 위축, 가슴통증, 색맹증(Komoto et al, 1973; Petty, 1958)

관찰 연구

연구대상의 경우 미시시피 애리조나면에 공중 및 지상 근로자를 대상으로 관찰하였다. 호흡기 노출은 8시간 작업시간에 따라 11 ㎍의 조종사, 15 ㎍의운반사 그리고 39 ㎍의 지상 근무자를 평균하여 나타내었다. 신호기수 근무자의 호흡기 노출은 근무시간동안 8시간 평균 317 ㎍으로 조사되었다. 평균 8시간 동안 피부 노출은 조종사가 21 mg, 운반사가 6.5 mg, 신호기수가 117.7 mg, 지상 근무자가 7.5 mg으로 나타났다. 어떤 콜린성 증상은 보고되지 않았다(Atallah YH; Cahill WP; Whitacre DM: 1982).

실험 연구

옥수수 기름 내 젤라틴 캡슐을 통해 3 mg 이피엔/day를 다섯 명의 자원 봉사자에게 주었을 때, 혈장이나 적혈구 콜린에스테라 활동이 영향을 받았다; 어떤 임상효과는 관찰 및 보고되지 않았다(Moeller & Rider, 1962). 투여량을 6 mg 이피엔/day로 증가시켜 47일 동안 관찰결과 혈장 및 적혈구의 콜린에스테라제 활동에서 아무런 영향이 없었다. 어떠한 임상영향이 관찰 및 보고되지 않았다(Moeller & Rider, 1962). 투여량을 9 mg 이피엔/day으로 더 증가시켜 56일 동안 관찰결과 2주 후 콜린에스테라제 활동 감소가 발생되었으며, 3주 뒤에도 계속적인 활동 감소가 관찰되었다. 적혈구의 콜린에스테라제 감소 수준은 혈장과 유사했지만 즉시 발생하지는 않았다. 이전 연구에서는 44일 동안 6 mg 이피엔/day와 16 mg malathion/day를 투여했을 경우, 적혈구 및 혈장 콜린에

스테라제 모두 감소하였다. 말라티온 해독의 억제는 이피엔의 의한 것으로 생각된다(Rider et al, 1959).

(4) 취급 실태조사

이피엔은 1949년 살충제 및 진드기 구충제로서 처음 사용되었다. 목화 바구미 및 인시류 해충 제어에 기타 살충제와 조합하여, 45% 용제로서 사용되었다(Atallah et al, 1982). 미국의 경우 이피엔 사용을 금지시켰다(EPA, 1998).

2010-2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 이피엔을 실제 취급하는 사업장은 0개소, 취급근로자 0명, 연간 취급 량 0톤으로 조사되었다.

<표 84> 이피엔의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	13	0	7	6	-	-
자체조사	5	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	18	0	7	6	0	0

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

이피엔은 과거 목화 바구미와 인시류 해충 제거를 위해 사용되는 유기인계

살충제이다. 현재는 미국에서 등록되어 있지 않다. 이피엔의 첫 번째 생물학적 반응은 콜린에스테라제 효소의 활성을 감소시킨다. 흰쥐 및 개를 대상으로 실시한 반복 경구 노출에서 적혈구 콜린에스테라제 활성의 무 영향 범위는 0.25-1.0 mg/kg으로 나타났다. 제어된 실험 조건하에서, 6 mg의 이피엔을 경투여 시켰을 때, 인간에서는 적혈구 콜린에스타레제 활성에서 영향을 주지 않았지만, 9 mg 투여 시 영향이 발생되었다. 6 mg의 경구 투여량은 체중 70 kg, 10㎥의 공기 교환을 가정하였을 때, 흡입 노출 0.6 mg/㎥에 대응하는 수치이다. 직업적 노출에 따른 이피엔의 TLV-TWA은 0.1 mg/㎥으로 권장된다. 해당 수치는 콜린성 중상과 노동자의 다른 부작용 및 생물학적 효과의 발생을 방지하기 위한 것이다. 인간 및 동물 연구로부터 얻어진 악영향 무 관찰수준(NOAEL)은 근로자 집단에서 적혈구의 아세틸 콜린에스테라제 활성 감소를 발생시키는 예상되지 않는 용량에 의해 유도된다. 본 접근법은 상당한 적혈구의 아세틸 콜린에스테라제 억제는 한명의 취급 근로자에게서 발생하지 않게 하기 위해 생물학적 노출지수와 동일하게 설정하였다.

토끼를 대상으로 실시한 동물실험 결과 낮은 노출량에서도 치사 상태가 나타나 Skin 표기를 적용하였다. 인간 또는 동물에 대한 SEN 표기에 대한 데이트는 충분하지 않아 권고되지 않았다. 쥐를 대상으로 수명 시험 연구 결과 종양이 발생되지 않았다. 따라서, 이피엔은 A4,로서 인체 발암 미 분류 물질로서 표기하였다. TLV-STEL에 대한 충분한 데이터는 존재하지 않았다. 이피엔 직업적 노출에 대한 자세한 설명은 아세틸 콜린에스테라제 BEI를 참조하면 된다.

TLV-TWA, 0.1 mg/㎥, Inhalable particulate mass

Skin A4 Not Classifiable as a Human Carcinogen

이피엔의 첫 번째 반응은 콜린에스테라제 효소활성의 감소를 포함하였다. 인간을 대상으로 하였을 때, 9 mg을 경구 노출 시켰을 때, 적혈구 콜린에스테라제의 유의한 감소가 발생하였고, 6 mg 노출 시 발견되지 않았다(Moeller & Rider, 1962). 인간에게서 관찰된 결과는 쥐와 개에서도 유사하게 나타났다

(EPA, 1996). 따라서, 이피엔 직업적 노출에 따른 TLV-TWA는 0.1 mg/㎥(흡입성 분진)으로 권장하였다. 해당 수치는 콜린성 증상과 취급 근로자의 다른 부작용 및 생물학적 효과 발생을 최소화시키기 위해 권장된다. 인간 및 동물 연구로부터 얻어진 악영향 무관찰수준(NOAEL)은 근로자 집단에서 적혈구의 아세틸 콜린에스테라제 활성 감소를 발생시키는 예상되지 않는 용량에 의해 유도된다. 본 접근법은 상당한 적혈구의 아세틸 콜린에스테라제 억제는 한명의 취급 근로자에게서 발생하지 않게 하기 위해 생물학적 노출지수와 동일하게 설정하였다. 예상되는 포화 증기 농도는 상당한 TLV의 노출에 기여할 수 있기 때문이다. TWA와 손실된 증발 입자 포집은 미립자와 증기 상 농도 모두 고려하여 총 부유농도를 합산하여 측정동안 합산하여 결정할 수 있다.

유기 인계 중독 증상은 동물 피부 노출 다음 설정되었기 때문에 피부 표기가 할당된다. SEN 표기 및 TLV-STEL은 인간과 동물 모두에게 적절한 데이터가 존재하지 않아 권고되지 않았다. 이피엔에 대한 동물 실험결과 흰쥐에게 지속적으로 경구투여 시킨 결과 종양이 관찰되지 않았다. 따라서, 인체내 화학물질 조사결과 A4로서 발암성 미분류 물질로서 표기되었다. 이피엔 직업적 노출에 따른 추가적인 사항은 아세틸 콜린에스테라제의 BEI를 참고하였다.

1956-2002: TLV-TWA, 0.5 mg/㎥
1961-현재: 피부표기
1978-1985: TLV-STEL, 2 mg/㎥
1984 제안: TLV-STEL 철회
1986: TLV-STEL 철회
2002 제안: TLV-TWA, 0.1 mg/㎥, 호흡성 분진; 피부; A4
2003: TLV-TWA, 0.1 mg/㎥, 호흡성 분진, 피부, A4

■ 각국의 노출기준

각국의 이피엔 노출기준은 아래의 표 85과 같다.

<표 85> 각국의 이피엔 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부		0.1[1)]						Yes	
ACGIH		0.1[1)]			A4			Yes	
Australia		0.5						Yes	
Austria		0.5[1)]		5[1)]				Yes	
Belgium		0.1						Yes	
Canada - Ontario		0.1						Yes	
Canada - Québec		0.1						Yes	
Denmark		0.1		0.2				Yes	
France		0.5						Yes	
Germany (AGS)		0.5[1)]		1[1)]				Yes	
Germany (DFG)		0.5[1)]		1[1)]				Yes	
People's Republic of China		0.5						Yes	
Singapore		0.1						Yes	
Spain		0.1							
Sweden								Yes	
Switzerland		0.5[1)]						Yes	
The Netherlands								Yes	
USA - NIOSH		0.5						Yes	
USA - OSHA		0.5						Yes	
United Kingdom								Yes	

[1)] inhalable aerosol

13) 트리부틸 포스페이트(Tributyl phosphate)

CAS: 126-73-8
동의어: Phosphoric acid tributyl ester; TBP; Tri-n-butyl phosphate
분자식: $C_{12}H_{27}O_4P$
구조식: $(C_4H_9O)_3P=O$

(1) 물리화학적 특성

TBP는 투명한 무색, 무취의 액체이다. 화학 및 물리적 특성은 다음과 같다 (Merck & CO Inc, 1996; IPCS, 1991).

분자량(Molecular weight) : 266.32
비중(Specific gravity) : 0.976 (25℃ 에서)
녹는점(Melting point) : <-80 ℃
끓는점(Boiling point) : 289 ℃ (분해)
증기압(Vapor pressure) : 25℃에서 0.067 토르(공기 중 88 ppm에서 포화)
인화점(Flash points) : 146 ℃(closed cup)
용해도(Solubility) : 물에 약간 용해; 혼화 유기 용제
분해 생성물(Decomposition products) : 비점 이하로 가열 될 때, 부텐 및 인산이 형성 된다.
단위 전환계수(Conversion factor) :. 25℃, 760 torr일 때
1 ppm = 10.88 mg/㎥; 1 mg/㎥ = 0.092 ppm

(2) 동물 실험

TBP 독성의 광범위한 검토는 WHO의(IPCS, 1991) 화학적 안전에 관한 국제 프로그램과 the Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie)에 의해 발표되었다(BG Chemie, 1990) 이러한 데이터는 아래에 언급되어 있는 TLV의 유도에만 이용된다.

급성

TBP에 대한 흰쥐의 단일 경구 LD_{50}값은 3 g/kg(Smyth & Carpenter, 1944), 1390-3000 mg/kg. 생쥐에 대한 경구 LD_{50}값은 400-1240 mg/kg. 복막 조직내 TBP에 대한 LD_{50}값은 흰쥐에서 800-1600 mg/kg 이고 생쥐에서 100-200 mg/kg이다. Chambers 와 Casida(Chambers & Casida,1967)는 흰색 생쥐를 대상으로 복막 조직내 TBP 1 g/kg을 옥수수 기름에 혼합하여 투여하였다. 이 치료로 의해 발생된 마비는 0.5 mg/kg d-tubocurarine의 투여 후 비교 관찰하였다. Suzuki 등은(1977) 흰쥐를 대상으로 복막 조직 내 TBP를 20 mg/kg과 5배 수준인 266 mg/kg을 투여하였을 때, 콜린에스테라제 억제(21% at doses of 16 - 66 mg/kg) 와 b-glucuronidase 자극 활동 억제가 발생된다고 보고하였다. 80 mg TBP/kg 단일 정맥 내 주입은 1시간 뒤 가벼운 마취를 야기했다; 100 mg/kg은 8분~10분의 마취를 발생 시켰으며, 완전 호흡 정지 한 후, S-Metasystox같은 의 주입 후에 TBP에 대한 토끼의 피부에 관한 LD_{50}의 값은 3100 mg/kg 이상이었다. Smyth 와 Carpenter(1944)는 알비노 토끼의 복부의 피부에 0.01 ml의 도포 후에 초기 피부자극을 관찰했다. 또한 Smyth 와 Carpenter(1944)는 액체 TBP의 점안 후 토끼의 안구 부상을 관찰했다. 흰쥐에게서 TBP에 대한 6시간 흡입 LC_{50}값은 123 ppm으로 보고되었고, 고양이에게서 4~5시간의 흡입 LC_{50}의 값은 227 ppm이었다.

아만성

18주의 연구에서, Laham 등은(1985) Sprague - Dawley 흰쥐에게 TBP를 위관을 통해 주 5일, 하루 한번 씩 투여하였다. 낮은 용량의 동물들은 연구기간 동안 200 mg/kg/day을 투여하였고, 고용량 동물들은 처음 6 주 동안 300 mg/kg/day을 투여하였다. 나머지 12주 동안은 350 mg/kg/day를 투여시켰다. 조직 병리학적 검사의 모든 동물들은 방광 상피세포의 증식 확산을 나타냈다.

유전독성 연구

Hanna 와 Dyer(1975)는 TBP 0.011 몰 수준에서 Salmonella typhimurium, Escherichia coli, Drosophila 등에서 돌연변이에 대한 증거를 관찰하지 못했다. 대부분의 연구에서는 TBP가 돌연변이를 유발하지 않는다고 보고하고 있지만 (International Programme on Chemical Safety: 1991,

Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie): 1990), 러시아의 한 연구자의 경우 TBP 독성 리뷰를 통해 S-typhimurium TA 1535와 TA 1538의 500, 1000 μg/plate에서 신진대사 활동 없이 돌연변이가 유발된다고 보고하였다(Gafieva & Chudin, 1986).

(3) 사람대상의 연구

TBP의 15 mg/㎥에 노출 된 근로자는 오심과 두통을 호소하였다 (Mastromatteo, 1964). 고립 된 인간의 피부에 대한 시험관 연구는 TBP가 경피에 대한 높은 침투력을 보유하였다는 것을 알게 해주었다. (Marzulli et al, 1965) 여러 저자는 TBP가 인간의 피부, 점막, 눈, 코 및 호흡기에 자극 효과가 있다는 결론을 내렸다(IPCS, 1991; BG Chemie, 1990). 시험 관내 프로토콜을 이용하여, 헤이즈 및 사바는 TBP가 인체내 혈장 콜린에스테라제 활성에 약간의 억제 효과를 가지고 있다는 것을 발견했다(IPCS, 1991).

(4) 취급 실태조사

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 트리부틸 포스페이트를 실제 취급하는 사업장은 0개소, 취급근로자 0명, 연간 취급 량 0 톤으로 조사되었다.

<표 86> 트리부틸 포스페이트의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	10	0	4	6	-	-
자체조사	-	2	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	10	2	4	6	0	0

(5) 노출기준

■ ACGIH의 TLV 권고사항

트리페닐 인산염과 유사함에 따라 0.2 ppm (2.2 mg/㎥)의 TLV - TWA가 트리부틸 인산염(TBP)에 대한 직업적 노출에 권장된다. (현재의 트리페닐 인산염에 대한 TLV Document를 참조하여라) 이 값은 두통, 구역질, 그리고 눈, 피부, 점막과 상기도 자극에 대한 가능성을 최소화하기 위한 것이다. 또한, 마취 및 콜린성 영향으로부터 보호하는 넓은 마진을 제공해야 하였다. 피부, SEN, 또는

발암 표기법 또는 TLV-STEL를 권고하는 것에 있어서 충분한 데이터를 사용할 수 없었다. 독자들은 생물학적 모니터링에 대한 정보를 제공하기 위해 아세틸 콜린 에스테라제에 대한 BEI 문서를 참고 하였다.

TLV-TWA, 0.2 ppm (2.2 mg/㎥)

TBP는 인간과 실험동물의 피부 및 눈에서 자극성을 유발하였다(IPCS, 1991; BG Chemie, 1990). 반복된 TBP의 경구 투여는 쥐의 방광상피에 병리학적 변화를 야기 시켰다. 부족한 데이터 감안할 때, TBP에 대한 TLV를 설정하는 것은 어렵다. TBP의 LD_{50}은 트리페닐 인산염과 거의 같다. 트리페닐 인산염과 달리 TBP는 피부를 자극하며, 마취제이다. TBP는 트리페닐 인산염 동족체와 비교할 때 약한 콜린 에스테라 제 억제제이다. (트리페닐 인산염의 현재 TLV 용 문서를 참조해)

TBP에 대한 역학적 데이터자료의 부재를 감안할 때, TBP와 트리페닐 인산염에 대한 일반적인 TLV-TWA가 정당해 보인다. 따라서, 0.2 ppm으로 TBP에 대한 TLV-TWA를 권고하였다.

본 수치는 트리페닐 포스페이트와 동일한 수치이면 ppm으로 나타낸다. 0.2 ppm이라는 수치는 취급 근로자에게서 구역질 및 두통 등 악영향 등이 유발되는 농도보다 훨씬 낮게 설정하였다. 피부, SEN, 또는 발암 표기법 또는 TLV-STEL을 권고하기 위한 충분한 데이터를 나타나지 않았다. 독자들은 아세틸 콜린에스테라제의 생물학적 모니터링에 대한 자세한 정보는 BEI Document를 참조하였다.

1966: 제안됨: TLV - WA, 0.4 ppm

1968 - 1980: TLV - WA, 0.4 ppm

1979: 제안: TLV - WA, 0.2 ppm TLV - TEL, 0.4 ppm

1981 - 1985: TLV - TEL, 0.4 ppm

1981 - 현재: TLV - WA, 0.2 ppm

1984: 제안: 철수 TLV - TEL

1986: TLV - TEL 철회

■ 각국의 노출기준

각국의 Tributyl phosphate 노출기준은 아래의 표 87와 같다.

<표 87> 각국의 Tributyl phosphate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	0.2	2.5			2				
ACGIH		5[1)]			A3				
Australia	0.2	2.2							
Austria		2.5		5					
Belgium	0.2	2.2							
Canada - Ontario	0.2								
Canada - Québec	0.2	2.2							
Denmark	0.2	2.5	0.4	5					
European Union									
France	0.2	2.5							
Germany-MAK	1	11	2	22	4	C		Yes	
Hungary									
Ireland	0.2								
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand	0.2	2.2							
People's Republic of China									
Poland									
Singapore	0.2	2.2							
Spain	0.2	2.2							
Sweden									
Switzerland	0.2	2.5	0.4	5					
The Netherlands									
USA - NIOSH	0.2	2.5							
USA - OSHA		5							
United Kingdom		5		5	R40				

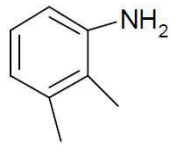
[1)] inhalable fraction and vapour

14) 디메틸아미노벤젠(Dimethylaminobenzene)

CAS: 1300-73-8

동의어: Aminodimethylbenzene; Aminoxylene; Dimethylaniline

분자식: C_7H_7Cl

구조식: 

(1) 물리화학적 특성

크실리딘은 여섯 가지 이성체 유형으로 존재하였다. 상용적인 크실리딘은 2,4- , 2,5- , 2,6- 의 이성질체가 특징이 되는 이성질체의 혼합물이다. 크실리딘은 약간의 방향족 아민 냄새가 나는 갈색의 액체에 옅은 노란색이다. 0.024 mg/㎥ (0.005 ppm)(Ruth, 1986)의 냄새 역치가 보고되었다. 물리화학적 특성은 다음 사항은 다음과 같다.(U.S NLM)

분자량(Molecular weight) : 121.18

비중(Specific gravity) : 0.97~0.99 (commercial)

녹는점(Melting point) : -36℃

끓는점(Boiling point) : 213℃~226℃ (commercial)

증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 1torr 미만

인화점(Flash points) : 94.5℃(commercial)

용해도(Solubility) : 물에는 제한적으로 녹으며 알콜 및 에테르와 혼합될 수 있음.

단위 전환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm= 4.9 mg/㎥ 1 mg/㎥ = 0.2 ppm

(2) 동물 실험

급성

아래의 표는 문헌에 보고된 크실리딘의 이성체에 대한 다양한 LD_{50} 값을 열거한 것이다.(Vernot 등, 1977; Lindstrom 등, 1969; Weisburger 등, 1978; Short 등, 1983; U.S. NTP, 1990; Parton 등, 1990) 급성 흡입 독성은 오직 2,4-이성체에 대해서만 시험되었다. 7시간 동안 노출된 마우스들에 대한 LC_{50}은 149 ppm 이다(Sirbely, 1947).

고양이에게서 크실리딘 이성질체의 메트 헤모글로빈 형성 활성이 아닐린보다 낮았다. 가장 높은 활성은 2,5- , 3,5- 크실리딘이었다. 2,3- , 2,4- , 2,6- , 3,4- 크실리딘의 메트 헤모글로빈 반응에서는 유의한 차이가 없었다. 0.25 mmol/kg (30 mg/kg)의 2,4-크실리딘 단일 정맥 주사는 15마리의 고양이의 혈액 내 평균 메트 헤모글로빈 농도 6.3 %를 초래했다. 반면에 같은 양의 아닐린은 평균 메트 헤모글로빈 농도 61.6 %를를 초래했다.(Mclean 등, 1969) 쥐에 대해 7일간 25, 50, 100, 250 mg/kg 2,4-크실리딘의 일일 경구 투여는 간 무게의 용량 반응 증가와 간에서의 글루코오스-6-인산의 저하를 일으켰다. 10mg/kg의 양은 효과가 없었다.(Grasso 등, 1974) 간의 심한 손상(담 관 증식, 확대, 간세포의 괴사)은 7일 동안 400 mg/kg이 투여된 쥐에게서 초래됐다 (Gopinath, 1980).

<표 88> Rat and Mouse Oral and Intraperitoneal LD_{50} Values for Xylidine (mg/kg doby weight)

	Oral		Intraperitoneal	
	Rat	Mouse	Rat	Mouse
2,3-Xylidine	930[A]	1070[A]	-	-
2,4-Xylidine	470[A]	250[A]	545[C]	420[C]
	1259[B]	-	600[C]	490[C]
2,5-Xylidine	1300[A]	840[A]	770[C]	800[C]
	-	-	848[C]	872[C]
2,6-Xylidine	1230[A]	710[A]	NDA[G]	
	1050[D]	750[F]		
	1250[E]			
3,4-Xylidine	810[A]	710[A]	-	-
3,5-Xylidine	710[A]	420[A]	-	-

[A] *Vernot et al. 1977;* [B] *Lindstrom et al. 1978;* [C] *Weisburger et al. 1978;* [D] *Short et al. 1983*

[E] *U.S. NTP. 1990;* [F] *Parton et al. 1990;* [G] *NDA = Not data available.*

고양이에게 24시간 동안 2000 mg/kg 의 2,4-크실리딘 피부 도포는 두드러진 메트 헤모글로빈 혈증을 일으켰고, 지속적인 100 mg/kg 의 피부 도포는 점진적인 중추 신경계 우울증, 운동 실조증, 식욕 부진, 구토, 황달, 메트 헤모글로빈 혈증을 일으켰다(Sirbely, 1947).

아만성

위관 영양법을 통해 20일 동안 매일 2,4- , 2,6-크실리딘 이성체가 수컷 F344 쥐에게 투여되었다(Short 등, 1983). 일일 투여량은 급성 LD_{50}의 4분의 1

이었다(117 또는 157 mg/kg 2,4 , 2,6-이성체). 2,4-이성체는 체중 감소, 간과 신장의 비대, 간세포 괴사, 담도 증식을 일으켰다. 2,6- 이성체에 의해 생성된 유일한 효과는 비장 혈청증이었다.

수컷 SD 쥐는 일주일 동안 2,4- , 2,5- , 2,6-이성체를 위관 영양법을 통해 100 mg/kg 의 용량으로 투여 받았다. 이어서 3주 동안 500 mg/kg 의 용량이 투여 되었다(Magnusson 등, 1979). 이러한 투여 용법은 간 무게의 증가, 망상내피 시스템의 증식, 간세포의 확대, 간의 글리코겐 및 글루코스-6-포스파타제의 감소, 그리고 간에서의 P-450 마이크로 단백질과 glucuronyltransferase의 증가를 생성하였다. 효과는 2,4-크실리딘이 투여된 동물에게서 가장 현저하게 나타났다. 마이크로 시토크롬 P-450은 2,6-크실리딘이 투여된 동물에게서는 증가하지 않았다. 수컷과 암컷 SD 쥐 다섯 그룹에게 위관 영양법을 통해 2,4-, 2,5-, 2,6- 크실리딘을 투여하였다(Magnusson 등, 1971). 일일 투여 용량은 20, 100, 500 mg/kg이며 20, 100 mg/kg은 4주 동안 투여되었고 반면에 500 mg/kg은 2주 동안 투여되었고 700 mg/kg까지 증가시켰다. 500, 700 mg/kg 의 용량은 사망, 체중감소, 헤모글로빈과 헤마토크리트의 감소 및 간세포 necroses를 일으켰다. 적용된 모든 양에서 간의 무게가 증가했고, 이는 2,4-크실리딘이 투여된 쥐에게서 가장 분명했고, 2,6-크실리딘이 투여된 쥐에게서는 불확실했다.

수컷, 암컷 비글 강아지 각각 한 그룹에게 위장 튜브를 통해 4주 동안 매일 2, 10, 50 mg/kg의 2,4-, 2,5-, 2,6-크실리딘을 투여했다(Magnusson 등, 1971). 10, 50 mg/kg의 용량에서 구토를 나타냈고 50 mg/kg 의 용량에서는 간의 영향(bromophthalein 보유의 증가, 간의 무게 증가 및 지방 변성)을 나타내었는데 이는 2,6-크실리딘이 투여된 개에게서 가장 심했다. 무 영향 용량은 2 mg/kg이었다. 크실리딘의 간 독성에 대해 개가 쥐보다 10배 더 민감할 것으로 밝혀졌다.

만성/발암성

마우스, 쥐, 토끼, 고양이, 개를 대상으로 44주 동안 주 5회, 일일 7시간 45 ppm의 2,4-크실리딘 증기의 노출은 모든 종에 대하여 사망 및 간 손상을 일으켰다. 고양이, 개, 마우스는 메트 헤모글로빈 및 하인츠 소체의 수가 높았다 (Svirbely, 1947).

쥐, 기니피그, 토끼, 고양이를 대상으로 10주 동안 주 5회, 일일 7시간 50~142 ppm의 증기의 노출은 사망, 폐렴, 심장과 간 그리고 신장 세포의 변성을 증가시켰다. 다른 모든 종과 달리 고양이는 17.4 ppm을 견뎠다. 고양이는 간 독성이 나타났다. 원숭이와 고양이 두 마리를 대상으로 7.8 ppm 농도수준에서 92일 동안 노출시켰을 때, 아무런 영향이 나타나지 않았다. 가장 민감한 동물에 대한 안전 기준은 7.8~17.4 ppm 사이에 위치하는 것으로 발견되었다(Treon, 1950).

두 그룹의 25마리 수컷 CD 쥐들은 2,4-크실리딘 HCI가 함유된 식사를 다음과 같은 투여 용법(3개월 2000 ppm, 2개월 250 ppm, 추가로 500 ppm 13개월 또는 3개월 4000 ppm, 2개월 500 ppm, 추가로 500 ppm 13개월)에 따라 먹였다. 이 실험의 조건 하에서, 2,4-크실리딘 HCI는 수컷 CD 쥐에게 암을 유발하지 않았다(Weisburger 등, 1978).

25마리 수컷 CD-1 마우스 및 암컷 CD-1 마우스들은 18개월 동안 125 또는 250 ppm의 2,4-크실리딘 HCI가 함유된 식사를 먹였다(Weisburger 등, 1978). 모든 동물들은 21개월 후에 희생되었다. 수컷 마우스들에게서 종양 발생의 증가는 없었지만, 고용량 군의 암컷들에게는 폐 종양의 수가 현저하게 증가하였다.

두 그룹의 25마리 수컷 CD 쥐들은 2,4-크실리딘 HCI가 함유된 식사를 다음과 같은 두 가지 투여 용법(5개월 6,000 ppm, 추가로 13개월 3,000 ppm 또는 5개월 12,000 ppm, 추가로 13개월 6,000 ppm)에 따라 먹였다. 쥐들은 추가의 6개월 동안 관찰되었다. 대조군에 비해 2,5-크실리딘 HCI는 수컷 CD 쥐에게 암

을 유발하지 않았다(Weisburger 등, 1978).

25마리 수컷 CD-1 마우스 및 암컷 CD-1 마우스들은 18개월 동안 6,000 또는 12,000 ppm의 2,4-크실리딘 HCI가 함유된 식사를 먹였다. 수컷들은 낮은 용량에서 혈관 종양의 현저한 증가가 나타났다(Lindstrom 등, 1969).

미국 국립 독성 프로그램(U.S. NTP, 1990) 보고서는 CD 쥐와 2,6-크실리딘에 대한 발암성 연구 결과를 설명했다. 사육하기 전 임신 수유 이전의 부모 세대들에게 300, 1000, 3000 ppm이 함유된 식사를 먹였다. 이유 후 수컷과 암컷 각각 56마리의 자손 그룹은 104주 동안 300, 1000, 3000 ppm의 2,6-크실리딘이 함유된 식사를 먹였다. 상위 세대에 의한 독성 데이터는 제공되지 않았다.

자손들에게서 수컷에 대해 중간 및 고용량 그룹에서 낮은 생존률이 있었고, 암컷에게는 오직 고용량 그룹에서 나타났다. 체중증가는 고용량 그룹의 수컷과 암컷에게서 감소되었다. 2,6-크실리딘은 각 성별의 쥐에게서 발암성이 나타났는데, 특히 3000 ppm 수준에서 선종 및 비강암의 발생정도가 현저하게 증가했다. 이 농도는 대략 지난 몇 주 동안 150~200 mg/kg/day에 노출한 성인 쥐에게서 추정되었고, 수컷과 암컷 쥐의 피하 섬유종과 섬유 육종의 증가된 발생 빈도가 나타났다(U.S. NTP, 1990; Hardisty 등 1983).

유전 독성

크실리딘의 모든 이성체는 에임스 테스트를 이용하여 점 돌연변이에 대한 테스트가 진행되었다. 개별적인 이성체에 대한 연구 결과는 항상 일치하진 않았지만, 대부분의 연구자들은 신진대사 활성화 후 살모넬라 티피뮤리움 T100의 이성체들을 발견했다(Zimmer 등, 1980; Florin 등, 1980; Epler 등, 1979; Nohmi 등, 1984; Chung 등, 1981).

중국 햄스터의 난소 세포에서 2,6-크실리딘은 염색체 이상과 자매 염색분체 교환을 생성했다(Galloway 등, 1987).

2,6-크실리딘은 Fischer-344 쥐들의 간세포 내 예상치 않은 DNA 합성 및

S-phase 합성을 유도하지 않았다(Mirsalis 등, 1989).

고초균을 이용한 Rec-assay에서 2,3- , 2,5- , 2,6- , 3,4- , 3,5- 이성체들은 부정적이었고 2,4-크실리딘은 긍정적이었다.(20) 중국 햄스터의 V79 폐 섬유아세포 및 신진대사 활성을 이용한 DNA파괴 시험에서 2,5- , 2,4-크실리딘은 활성을 나타내지 않았다(Zimmer 등, 1980).

200 mg/kg의 경구 투여 또는 100 mg/kg의 복강 내 주사 후(Seiler, 1977), 2,4- , 2,5- , 3,4-이성체가 수컷 마우스의 고환에서의 DNA합성을 억제하였다. 2,3- , 2,6- , 3,5-크실리딘에서는 억제 작용이 발견되지 않았다.

3일 동안 0, 75, 375 mg/kg의 2,6-크실리딘이 투여된 수컷 ICR 마우스에게서는 골수안의 MPE 발생 빈도가 증가하지 않았다(Parton 등, 1990).

발달/생식

발달/생식에 관한 연구 정보는 찾을 수 없다.

약동학/대사 연구

크실리딘의 이성체에 의해 유도된 간 독성들은 종의 차이가 있었다. 2,4-이성체는 쥐에게서 간독성을 나타냈지만 개에게서는 상대적으로 무해했다. 2.6-크실리딘은 쥐에게서 간 병변을 생성하지 않았지만 강아지의 간에서 지방 변성의 잠재적인 유도체였다. 신진 대사의 분기 경로는 종 특이 병리학에 책임이 있다(Short 등, 1989).

개의 2,4-크실리딘의 대사는 주로 ortho-히드록시 유도체, 6-히드록시-2,4-디메틸 아닐린이 특징인 반면, 쥐의 2,4-크실리딘은 주로 N-아세텔-4-아미노-3-메틸 벤조산으로 대사했다. 쥐와 개의 2,6-크실리딘의 주요 대사는 4-히드록시-2,6-디메틸 아닐린이다. 쥐와 개 모두 10일의 기간 동안 2,4-크실리딘 및 2,6-크실리딘에 대한 총 소변 배설에서 어떠한 차이점도 증명하지 못했다. 2,4-크실리딘 노출 후 전체 대사 배설은 개보다 쥐에게서 몇 배 이상이었다(Short

등, 1989).

(3) 사람대상의 연구

근로자의 중독 사례나 역학연구에 대한 보고서는 없다. 40 ppm의 크실리딘의 1시간 노출은 인간에게 심한 독성 효과를 나타낼 것이며, 5 ppm보다 더 큰 농도에서의 장기간 노출은 불만족스러운 상태를 나타낼 것으로 시사되었다(Goldblatt, 1955).

미국 국립 직업안전위생연구소에 의하면(Goldblatt MW: 1955), 생명과 건강에 직접적으로 위험한 수준은 50 ppm이다.

(4) 취급 실태조사

크실리딘은 염료, 의약품, 기타 유기화합물의 제조의 원재료로 사용된다. 작업장은 인체 노출의 주된 원인일 것으로 보인다(예를 들어, 화학 중간체로 사용되는 곳 또는 최초로 생산되는 곳에서 크실리딘의 흡입 및 피부 접촉). 일반적인 인구의 노출은 크실리딘을 포함하는 담배 연기의 흡입, 오염된 표면 및 마시는 물의 섭취 및 접촉(사용 공정 및 제조 시설의 방출로 인한 결과), 염료 또는 의약품의 최종 제품에 남아있는 잔류 물질과의 접촉 등 일지도 모른다.

(5) 노출기준

상용적인 크실리딘은 2,4- , 2,5- , 2,6- 의 이성질체가 특징이 되는 이성질체의 혼합물이다. 크실리딘은 염료, 의약품, 기타 유기화합물의 제조에 사용된다.

크실리딘은 독성 및 독성 효과가 아닐린과 유사하다. 크실리딘의 간 독성과 메트 헤모글로빈 형성 활동은 아닐린보다 더 적다. 고양이는 크실리딘의 메트 헤모글로빈 형성에 가장 민감한 종이다. 2,4-xylidine의 0.25 mmol/kg (30 mg/kg)이 6.3%으로 나타났다. 개는 쥐에게서 나타나는 간 독성 효과보다 열 배 더 민감한 것으로 관찰되었다.

아만성 공급 연구에서, 쥐는 10 mg/kg/day, 개는 2 mg/kg/day 의양에서 무영향 수준이었다. 만성 흡입 연구에서, 44주 동안 주 5일, 하루 7시간 45 ppm의 투여는 개, 고양이, 토끼, 쥐, 마우스의 간독성이 나타났다. 17.4 ppm의 투여는 토끼, 기니피그, 쥐에게서는 무 영향 수준이었지만 고양이에게선 간독성이 나타났다. 고양이와 쥐를 대상으로 하여 7.8 ppm의 농도 수준에서 92일 동안 하루 7시간 노출 시켰을 때, 아무런 영향이 관찰되지 않았다. 5 ppm(24.8 mg/m^3)의 만성 노출은 메트 헤모글로빈 형성 및 간 독성 효과에 무 영향 수준이 될 것으로 보인다. 그러나, 신진 대사 활성과 함께 크실리딘의 모든 이성질체는 약간의 유전독성 작용을 초래했다. 만성 공급 연구에서 18개월 동안 250 ppm의 2,4-xylidine 투여는 암컷 마우스들에게서 폐종양을 초래했고, 104주 동안 3000 ppm의 2,6-xylidine 투여는 쥐의 종양의 증가를 초래했다. 결론적으로, 크실리딘(혼합 이성질체)은 암을 포함한 모든 효과를 방지하기 위해 TLV-TWA 0.5 ppm과 A3(동물 발암성이 확인되었고 인간에게는 관련성이 없는)의 표기법이 권고된다. 2,4-xylidine에 반복적으로 피부 도포가 된 고양이에게서 보여 졌던 중추 신경계 영향과 메트 헤모글로빈 형성을 근거로 할 때, 피부 표기법이 보증된다. “피부” 또는 “SEN” 경고표지와 TLV-STEL의 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다. 메트 헤모글로빈 유도인자에 대한 BEI는 크실리딘 노출 모니터링을 통해 구할 수 있다.

TLV-TWA, 0.5 ppm(2.48 mg/㎥) ; Skin

A3 Confirmed Animal Carcinogen with Unknown Relevance to Humans

크실리딘은 독성이 있으며 아닐린의 독성효과와 유사하다. 크실리딘의 간 독

성과 메트 헤모글로빈 형성 활성은 아닐린보다 더 낮다. 고양이는 크실리딘의 메트 헤모글로빈 형성에 가장 민감한 종이다. 2,4-xylidine의 0.25 mmol/kg (30 mg/kg)이 6.3%으로 나타났다 (McLean 등, 1969). 개는 쥐에게서 나타나는 간독성 효과보다 열 배 더 민감한 것으로 관찰되었다. 아만성 공급 연구에서, 쥐는 10 mg/kg/day(Grasso P; Wright M; Gangolli SD; Hendy RJ: 1974), 개는 2 mg/kg/day 의 양에서 무 영향 수준이었다(Magnusson 등, 1971). 만성 흡입 연구에서(Treon 등, 1950), 44주 동안 주 5일, 하루 7시간 45 ppm의 투여는 개, 고양이, 토끼, 쥐, 마우스의 간독성이 나타났다. 17.4 ppm의 투여는 토끼, 기니피그, 쥐에게서는 무 영향 수준이었지만 고양이에게선 간독성이 나타났다. 고양이와 쥐를 대상으로 하여 7.8 ppm의 농도 수준에서 92일 동안 하루 7시간 노출 시켰을 때, 아무런 영향이 관찰되지 않았다. 5 ppm(24.8 mg/m^3)의 만성 노출은 메트 헤모글로빈 형성 및 간 독성 효과에 무 영향 수준이 될 것으로 보인다. 그러나, 신진 대사 활성과 함께 크실리딘의 모든 이성질체는 약간의 유전독성 작용을 초래했다. 만성 공급 연구에서 18개월 동안 250 ppm의 2,4-xylidine 투여는 암컷 마우스들에게서 폐종양을 초래했고(Weisburger 등, 1978), 104주 동안 3000 ppm의 2,6-xylidine 투여는 쥐의 종양의 증가를 초래했다. 결론적으로, 크실리딘(혼합 이성질체)은 암을 포함한 모든 효과를 방지하기 위해 TLV-TWA 0.5 ppm과 A3(동물 발암성이 확인되었고 인간에게는 관련성이 없는)의 표기법이 권고된다. 2,4-xylidine에 반복적으로 피부 도포가 된 고양이에게서 보여 졌던 중추 신경계 영향과 메트 헤모글로빈 형성을 근거로 할 때, 피부 표기법이 보증된다(Svirbely, 1947). “피부” 또는 “SEN” 경고표지와 TLV-STEL의 권고하기에는 유용한 자료가 충분하지 않다.

크실리딘에 대한 구체적인 BEI는 존재하지 않는다. 그러나, 생물학적 모니터링을 통한 메트 헤모글로빈 유도체의 더 자세한 BEI 기록 정보가 언급된다.

1959-1981 : TLV-TWA, 5 ppm

1961-현재 : 피부 표기법

1976-1981 : TLV-STEL, 10 ppm
1980 : TLV-TWA, 2 ppm(제안)
1982-1989 : TLV-TWA, 2 ppm
1988 : TLV-TWA, 0.5 ppm; A2(제안)
1990 : TLV-TWA, 0.5 ppm; A2
1995 : A3(제안)
1996-2001 : TLV-TWA, 0.5 ppm; A3
2001 : TLV-TWA, 0.5 ppm; Inhalable aerosol and vapor; Skin; A3 (제안)
2002 : TLV-TWA, 0.5 ppm; Inhalable aerosol and vapor; Skin; A3

■ 각국의 노출기준

각국의 Dimethylaminobenzene 노출기준은 아래의 표 89와 같다.

<표 89> 각국의 Dimethylaminobenzene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	0.5	2.5			2			Yes	
ACGIH	0.5[1)]				A3			Yes	
Australia	0.5	2.5			2			Yes	
Austria	5	25	20	100				Yes	
Belgium	0.5	2.5						Yes	
Canada - Québec	0.5	2.5			A2			Yes	
Denmark	0.5	2.5	1	5				Yes	
France	2	10							
Hungary		25						Yes	
Ireland	0.5[1)]	2.5[1)]						Yes	
New Zealand	0.5	2.5			A3			Yes	
Poland		10						Yes	
Singapore								Yes	
Spain	0.5	2.5							
Sweden								Yes	
Switzerland	2	10						Yes	
The Netherlands									
USA - NIOSH	2	10						Yes	
USA - OSHA	5	25						Yes	

[1)] inhalable fraction and vapour

15) 삼차-부틸알콜

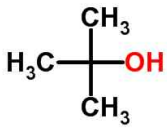
CAS 번호 : 75-65-0

동의어 : t-Butanol; tertiary-Butanol; tert-Butyl alcohol; 2-Methyl-2-propanol;

Trimethylcarbinol

분자식 : C4H10O

구조식 :



(1) 물리화학적 특성

실온에서 녹는점과삼차 부탄올이 무색, 휘발성액체(1)로써 또는 무색, 장뇌 비 유사한 냄새를 가진 흡습성 고체로 기술되어져 있다. 냄새 한계는 47 ppm 으로 보고되어 지고있다(3). 인화성이고 화재에 위험할 수 있다. 다음의 물리화학적 성질을 포함한다.

분자량(Molecular weight) : 74.1

비중(Specific gravity) : 0.776

녹는점(Melting point) : 25.7 ℃

끓는점(Boiling point) : 82.41 ℃

증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 42 torr

증기밀도(Vapor density) : 2.55 (공기= 1)

인화점(Flash points) : 11.4 ℃ (Closed cup)

폭발한계(Explosive limit) : 하한치, 2.4%; 상한치, 8% (공기 중 부피)

용해도(Solubility) : 물, 에틸 알콜 및 에틸 에테르에 용해; 대부분의 일반 유기용매에 혼합

단위 변환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때 1 ppm = 3.03 ㎎/㎥, 1 ㎎/㎥ = 0.33 ppm

(2) 동물 실험

급성

랫드에서, 운동실조(TD50)를 나타내는 단일 경구 투여량은 530 mg/kg인 반면 급성 경구 LD50은 3500 mg/kg이다. 토끼의 급성경구실험에서, LD100은 4.5 ml/kg으로 보고되었다. LD50은 3557 mg/kg 및 마취량 TD50은 1408 mg/kg이다. 개에게 1.5몰 삼차-부탄올의 1회 35 ml의 양은 메탄올, 에탄올 및 노말프로파놀보다 더 독성을 나나냈다. 수컷 Sprague-Dawley rats와 암컷 albino guinea pigs에서 4일 동안 매 8시간씩 0.2에서 0.8 mg/kg의 삼차-부탄올 복강 투여에 수반하여 동물이 죽지는 않았지만, 저체온증 및 체중감소의 결과를 나타냈다. 삼차-부탄올의 투여를 그친 후 80%의 동물에게서 경련을 경험했다. 수컷 DBA/2J 마우스에게 7일 동안 3.4 g/kg/day을 투여하거나 랫드에게 1회 1.34 g/kg 경구 투여를 하면, 저체온증은 분명하다. 삼차-부탄올 철회 후 24에서 48시간 연구에서 마우스는 복잡한 학습 및 행동 장애를 보였다. 비록 성체 암컷 Wistar 랫드에서 4 또는 6g/kg의 1회 경구투여는 중추신경계 쇠퇴의 증상이 발견되었지만 간 중성지방, 콜레스테롤 및 인지질 농도에서의 변화는 감지되지 않았다. Beaugue 등은 성체 암컷 Wistar 랫드에 투여된 물에 용해된 1850 mg/kg의 삼차-부탄올 1회 구강 용량에서 처치 후 2와 5시간에서 컨터롤 수치의 180%까지 간 중성지방 농도가 증가하는 것을 발견했다. 20시간 사후-

처리에서 간 중성지방 수준은 커터롤의 330% 까지 증가함. 혈당이 거의 두배가 되었고 저자는 삼차부탄올에의 급성 노출이 간 지방산 섭취를 향상하고 간 합성과 저밀도 지단백 분비를 억제한다고 결론지었다. 급성 삼차 부탄올 노출 전 만성 에탄올 노출(20일 동안 6g/kg/day)은 삼차부틸 톨루엔 실조에 내성의 향상을 설명하고 있다. 생리식염수에 5.7% w/v 삼차 부탄올의 1회 경구 투여가 5일 동안 매일 8시간 반복하여 수반되었고, 4일 이내 중독의 증상을 야기했다.

랫드 뇌 사이클릭 아데노신 모노포스페이트 수준에서 급성 삼차부탄올의 영향은 에탄올 처리 후에 수반되는 것과 비슷하였다.

수컷 Sprague - Dawley 랫드 각각 5 및 3일 500 및 2000 ppmdml 흡입은 신장 및 간의 사이트크롬 P-450 농도를 증가시켰다. 6.8 및 10 mmol/kg (500 - 750 mg/kg) 삼차부탄올의 1회 복강내 투여 후 1에서 9일까지 수컷 Swiss - Webster 마우스의 한 공기 중 3.7 mg/L의 삼차부탄올 농도의 지속적 흡입은 신체 의존성을 나타내는 에탄올에서의 것보다 4에서 5배에 이르고 있다. 5.9 mg/L(약 1900 ppm)의 농도 흡입은 매우 유독하다. (떨림, 중추신경계 과잉민감성, 자연적 경련으로 특정지워지는) 심한 철회 신드롬은, 어떤 경우 사망을 야기하는, 마우스에게서 삼차 부탄올 흡입을 제거한 후 3에서 5시간 사이에 발생하였다.(19) 7시간 동안 10,000 ppm의 흡입은 심한 괴사를 나타내고, 여섯 마리 중 다섯 마리의 암컷 Sprague - Dawley 랫드의 사망을 가져왔다. 동물에 있어 삼차부탄올 의존성 및 철회의 급속한 전개를 보여주는 것은 고려할 만하지만, 인간에 있어 이런 보고는 없다.

아급성

15일 동안 화합물을 먹은 암컷 Swiss - Webster 마우스에 있어 하루 최대 한계 농도은 7 g/kg/day에 상당하는 1.0% (w/v)이다. 신장, 요관 및 방광은 설

치류에 있어 삼차부탄올의 지속적인 경구 복용의 목표 조직이다.

10마리의 암수 F344/N 랫드에 90일 동안 그들의 음용수에 35 에서 260, 495 에서 510, 758에서 803, 1451에서 1598, 및 3500 에서 3588 mg/kg/day 삼차부탄올을 주었을때 최고 농도에서 모든 수컷과 6마리의 암컷이 죽었다.

양 의존적 운동실조, 무기력 및 체중 감소가 기록되었다. 요산결정이 최대 둘 투여량이 주어진 살아남은 것들의 소변에서 발견되었고 소변량은 감소되고 증가된 담산이 최고 복용량에서 관찰되었다.

요도관에서의 결석이, 이들 조직의 팽창되고 두꺼워짐에 따라, 부검에서 발견되었다. 10마리씩의 암수 B6C3F1 마우스에게 90일 동안 319에서 568, 726에서 941, 1565 에서 1731, 2838 에서 4362,및 6247 에서 7475 mg/kg/day의 삼차-부탄올을 주었을때 10마리의 수컷 중 6마리와 열 마리의 암컷 중 4마리가 최고 투여량에서 사망했다. 체중 증가의 감소와 요관 비정상이 최고 투여량에서 관찰되었다; 방광 과도 상피의 과형성과 염증이 최대량에서 발생했다. 양 종에서 (1%) 가장 낮은 비 관찰 영향 수준은 수컷에서 발생했다.

만성/발암성

50마리 암컷 ddN 마우스의 면도된 피부에 16.6 %의 삼차- 부탄올의 100 적용 후(개시제인 4- 니트로 퀴놀린 -1- 옥사이드의 20 전처리 적용 후) 단지 한 개의 종양(편평 상피암)이 나타났다. 150일(100복용에 상응하는)에서 더 명백한 피부 손상은 없었다 (단일 종양 이외) 350일까지 50중 두 마리의 마우스에서 처치된 곳에 짓무름이 발생했다. 미국국립독성프로그램(NTP)는 암수 F344/N 랫드와 B6C3F1 마우스에 음료수를 적용하는 삼차부틸 생애 연구를 마쳤다. 랫드에 노출 수준은 90에서 180, 200에서 330, 및 420 에서 650 mg/kg/day 이고 마우스에서는 510에서 540, 020 에서 1040, and 2070 에서 2110 mg/kg/day 이다.

노출

NTP 는 신장세관 선종/암종의 증가된 발생율을 기초하여 수컷 래트에서 발암활동의 일부 증거가 있다고 결론지었다. 암컷 래트에서 섬취된 삼차 부탄올의 발암 증거는 없다.

NTP 는 갑상선 난포 세포 선종/암종에 있어 미미하게 증가된 수컷 마우스에서 발암성의 증거는 모호했다고 결론 지었다. 암컷에 있어 갑상선종의 증가의 증거는 일부있다.

수컷 랫드은 신장세관 석회화로 고통을 받았고, 암수 둘에 있어 과도 상피과형성 및 분명한 신장해로 발전했다. 방광에서 만성 염증과 과형성이 마우스에서 발생되었다.

생식/발달

Swiss - Webster 마우스 정자에 고농도(87 mmol까지)의 삼차 부탄올의 추가는 정충의 시험관 수정 용적의 영향으로 실패했다.(26) 2000, 3500 및 5000 ppm 삼차 부탄올(순도 99% 이상)을 하루 7시간(200, 350 및 500 mg/kg/day에 상응하는) 흡입한 1에서 19 임신기간을 가진 임신한 Sprague - Dawley 랫드에서 산모체중 증가에 있어 농도 의존적 감소를 경험했다.

모성 음식 소비가 첫 2주 노출 동안 최대 농도에서 감소되었다. 태아의 체중은 연구된 모든 농도에서 감소되었고 골격 변이의 수는 컨터롤에 비하여 처치된 양에 따라 증가되었다. 임신한 Swiss - Webster 마우스에 0, 0.5, 0.75 및 1%(w/v) 삼차 부탄올(3-7g/kg/day에 상당하는)을 6에서 20일의 임신기간에 유동식으로 제공 했을 때 모성체중증가와 신생아 체중은 용량 의존적으로 감소했다. 최대량은 10일 동안 새끼의 체중에 있어 거의 50%가 감소 하는것과 관련되고, 눈을 뜨는 것은 2에서 4일 지연되었다.

다양한 시험(정위반사, 오픈-필드, 절벽 회피)에서 행동기형이 관찰되었다. 이유전 수양모에 보다 더 활동적이었다. 친모에서 보다 저자는 마우스에 있어

선천적인 행동장해가 삼차부탄올이 에탄올보다 4내지 5배 더 잠재성이 있다고 결론지었다.

이 경구투여량은 삼차 부탄올 30,000 ppm의 흡입에 상당한다. 신생Long - Evans 랫드는 급속한 뇌 성장(4-7일) 기간 동안 0.6 에서 2.69 g/kg/day의 삼차 부탄올이 주어졌다. 이들 동물은 분명하게 중독되었다(혈중 삼차부탄올 =48.2 ± 13.1mg%).

처치 중단으로 에탄올 중단으로 보여준 것보다 더 긴 기간 동안 전신 떨림과 대발작이 발생되었다. 뇌대 체중비에 있어 중요한 감소가, 정상 뇌 성장의 억제에 기여하여, 이들 실험의 결과이다.

유전독성 연구

Neurospora crassa 에 30분 동안 1.75 moles/L의 첨가가 세포의 84%를 죽였지만 돌연변이를 야기하는데는 실패했다.

삼차부탄올은 Schizosaccharomyces pombe (strain P1)과 배양된 V79 Chinese hamster 세포에 중간 정도의 독성으로 여겨지지만, 돌연변이성 반응을 끌어내는데는 실패했다. Waldren은 hybrid human-Chinese hamster ovary cell line에서 인간 크로모솜 No 11의 short arm을 위한 삼차 부탄올 돌연변이성을 발견했다.

삼차 부탄올은 랫드 간 후 미토콘드리아 상청 프랙션 및 배양된 L5178Y 마우스 림프종 세포의 tk+/tk- 3.7.2C 이형집합체 존재 부존재 둘 다 Salmonella typhimurium에서 돌연변이성이 아니다. 유전독성 반응을 나타내는 것보다 오히려 삼차 부탄올은 전리방사선의 염색체이상유발과 돌연변이 작용으로부터 마우스 백혈병 L5178Y cells 단일-스트랜드 DNA, doublestrand DNA를 보호한다.

이들 영향은 삼차 부탄올의 수산기 라디칼 소거활성 성질에 기인된다.

약물동력/대사 연구

물에서 삼차부탄올의 단일 위 적하에 수반하여 투여량의 35%는 개의 소화관으로부터 흡수되어 진다.

랫드에서 경구 및 장관외 투여 투여 후 삼차부탄올의 순환농도는 1에서 4시간 사후노출사이 급속하게 증가되고 처치 후 20시간 까지 최고치가 유지된다.

1일에서 2.5일 동안 5.7% w/v 삼차부탄올의 경구 투여로 처치한 랫드의 혈중 알콜 수준은 125에서 150 mg%에 다다르고 이 혼합물을 제거하는데는 18에서 26시간이 소요된다. 경구처치 5일 후 삼차부탄올의 순환농도는 거의 60에서 100 mg%에 이른다. 랫드 및 기니어피그에 4일에 걸친 다중 복강 주입은 마지만 투여 후 1에서 4시간 후 최대혈중수준을 나타낸다.; 반감기는 4에서 6시간이다.

5일 동안 하루 6시간 삼차-부탄올 500 ppm의 흡입은 랫드에서 1 mmol의 혈청 수준을 나타낸다. 3일 동안 2000 ppm의 흡입은 이 값의 9배 혈청 수준을 나타낸다. 이 동물데이터는 삼차부탄올이 급격하게 자신의 대사와 그것의 내성개발을 야기한다는 것을 제안하고 있다. 예를 들면, 한번의 8-mmol/kg(600 mg/kg) 복강내 투여는 성인 수컷 Swiss - Webster 마우스에서 8에서9시간 내에 제거되지만 삼차-부타놀 흡입 3일 후 일부 투여량은 3시간이내 제거된다. 반복 노출 후 가속된 제거는 간 약물 대사 효소에 기인한다. 랫드와 마우스 둘 다에서 삼차 부탄올의 투여된 양과 혈중 알콜 농도는 선형 상관관계에 있다. 마우스가 9일 동안 계속적으로 삼차부탄올을 흡입했을 때, 환경 농도에 있어 점진적인 증가가 노출의 첫째날에 달성된 동일 혈중 알콜 농도를 유지하는데 필요하다. 랫드 혈액에서 삼차부탄올의 제거는 9.1시간의 반감기를 처음 주문하고 있다.

삼차부탄올은 알콜 탈수소효소의 기질은 아니지만 in vivo and in vitro에서 랫드 간 마이크로솜 효소에 의해 포름할데히드, 아세톤 및 글루쿠르니드 conjugate로 대사되어 진다.

투여량의 93%는 자유 삼차 부탄올 또는 glucuronide로 소변으로 배설된다; 투여량의 2~10는 소변에서 나타나고 아세톤으로 호기 중에서 나타난다. 혈중 아세톤 농도 최고치는 노출 후 16에서 27시간 사이에 발생하고 분류된 알콜로부터 유도된 $^{14}CO_2$는 입김에 나타난다.

그러므로 부모 알콜, 글루쿠로니드 및 아세톤은 삼차-부탄올로 처치된 랫드의 소변에서 제거된다. 삼차부탄올은 다른 일반 용제의 대사를 억제할 수 있고 그것들의 독성을 강하게 할 수 있다.

The World Health Organization (WHO)는 다중 오피오이드 수용체의 선택적 결합, 호기성대사에서 영향과 전자 운반, 뇌세포 막 지질 이중층에서약물학적 작용과 프로스타글란딘 화학을 포함하여 삼차부탄올의 작용의 생화학적 메카니즘의 포괄적 검토을 편집하고 있다.

(3) 사람대상의 연구

삼차부탄올이 5명의 지원자 피부에 적용되었을 때 약한 발적과 충혈(국부 및 작은 혈관의 팽창)이 발생했다. 에탄올에 접촉 알러지를 가진 다섯명의 환자 중 알러지성 습진작용의 연구에서 삼차부탄올의 국부적용은 알러지 반응을 이끌어 내는데 실패했다. 적어도 알러지 접촉성 피부염의 일례에서 얼굴, 목, 팔 및 가슴에 폭넓은 소양, 발적, 소낭성 분출물이 있고 이는 삼차 부탄올의 국부 도포에 기인한다.

The Cosmetic Ingredient Review Panel은 삼차부탄올의 인간 및 동물 자료가 눈 자극성 이지만 화장품에 사용된 삼차 부탄올의 안전성을 지지하기에는 불충분하다는 것을 제안했다. 세계보건기구는 삼차부탄올이 인간피부에 약한 자극이 있고, 인간에서 어떤 다른 영향 및 중독의 보고는 없다고 결론지었다.

(4) 취급 실태조사

삼차 부탄올은 이소부틸렌의 수화반응으로 생산된다; 이소부탄으로부터 산화 프로필렌을 생산하는 동안 형성된다. 삼차-염화부틸 및 삼차-페놀부틸의 합성에 사용된다. 탈수소 인자로써 그리고 화학물질의 중간제와 약품, 향수(인공 사향) 제조에서 원료물질로 작용한다. 화학산업에서 용제로 사용된다. 삼차 부탄올은 에탄올의 승인된 변성제이고 가솔린의 특허된 노킹방지제이다. 이외 용도는 부양제, 향미 및 페인트 제거제의 제조에 포함되어 사용된다. 1986년 두 곳의 국내 장소에서 삼차-부탄올 제품을 포함하고 있다.

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 삼차-부틸알콜을 실제 취급하는 사업장은 5개소, 취급근로자 15명, 연간 취급/생산량은 0.48 톤으로 조사되었다.

<표 90> 삼차-부틸알콜의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	39	5	18	16	0.48	15
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	39	5	18	16	0.48	15

(5) 노출기준

비록 간과 요로관 비정상이 동물실험에서 삼차부탄올의 고농도 투여 후 발생했지만 이 영향은 또한 분명히 중추신경계 저하와 관련되어 나타난 여향이

다.

산업, 음식 및 화장품에서 다년간 사용 후에 그와 같은 영향의 증거는 없다.

비록 엄청나게 높은 환경 농도가 설치류의 눈, 상기도 및 점막에 극성이라는 보고가 없다. 동물 약물동력학자료는 삼차부탄올이 대사되고 단지 매우 천천히 제거된다는 것을 보여준다. 랫드에서 20시간 이상이 요구되고 제거율은 에탄올 것의 6에서 7%이다.

100 ppm의 TLV - TWA은 삼차부탄올에 노출된 근로자에 있어 괴사의 잠재적 위험을 최소화하는 것으로 권고하고 있다. 자극성 및 시스템적 독성이 없다는 것은 이 농도의 20배까지 TLV - STEL을 못하게 하였다.

시스테믹 영향에 기여한 충분한 양의 삼차부탄올이 피부를 침투한다는 증거는 없다. 그러므로 Skin notation이 권고되지 않았다

설치류와 인간 발암성은 동물과 인간 발암을 형성하는게 부적절하다. 그러므로 A4, 인간 발암성으로 분류되지 않았다. Skin 과 SEN notation에 유용하리 많큼 유용한 자료가 없다.

1959 - 현재: TLV - TWA, 100 ppm
1976 - 1992: TLV - STEL, 150 ppm
1992: 제안: TLV - STEL, 철회
1993: TLV - -STEL, 철회
1994: Proposed: A4, Not Classifiable as a Human Carcinogen
1995 - present: TLV - TWA, 100 ppm; A4

<표 91> 각국의 tert-Butanmol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	100								
ACGIH	100				A4				
Alberta - Canada	100								
Australia	100		150						
Belgium	100								
Brazil	78								
British Columbia - Canada	100				A4				
Czech Republic		300		600				Yes	
Finland	50		75					Yes	
France - VL	100								
Germany - MAK	20		80			C			
Hong Kong	100				A4				
Japan - JSOH	50								
Malaysia	100								
Mexico	100		150						
Netherlands	100		200						
New Zealand	100		150						
Poland		300		450		Ft			
Quebec - Canada	100								
South Africa - DOL RL	100		150						
Spain	100		150						
Sweden	50		75					Yes	
United Kingdom	100		150						
USA - NIOSH	100		150						
USA - OSHA	100								

16) 이소프로필 에테르

CAS 번호 : 108-20-3
동의어 : Diisopropyl ether
분자식 : C6H14O
구조식 : (CH3)2CHOCH(CH3)2

(1) 물리화학적 특성

이소프로필 에테르는 선명한 액체로 에테르와 같은 냄새를 가지고 있다. 물리화학적 성질은 다음과 같다(Kirwin, C.J; 1981, Merck & Co., Inc; 1996, U.S. National Institute for Occupational Safety and Health/Occupational Safety and Health Administration; 1978).

분자량(Molecular weight) : 102.17
비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.7258
녹는점(Melting point) : - 60℃
끓는점(Boiling point) : 68-69℃
증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 119 torr
인화점(Flash points) : -27.78℃(closed cup; -9℃, open cup)
폭발한계점(Explosive limits) : 하한, 1.4%; 상한, 7.9% (공기 중)
용해도(Solubility) : 물에는 약간 수용성(20℃일 때 0.2%)이며 알콜 및 에테르 혼합일 경우 쉽게 과산화물을 형성하고 열 혹은 충격을 가할 때 폭발
단위 전환계수(Conversion factor) : 25℃, 760 torr일 때

1 ppm=4.17 mg/m^3; 1 mg/m3 = 0.240 ppm

(2) 동물 실험

급성

이소프로필 에테르의 치명적인 최소한의 경구 투여는 토끼의 경우 5 ~ 6.5g/kg이다(Machle, W 등; 1939). 빠르고, 강하게 중독된다. 사망은 억제작용으로 인한 호흡 부전이다(Machle, W 등; 1939).

이소프로필 에테르의 급성 경구 LD_{50}은 쥐의 경우 4.6 ~ 11.4 g/kg이다 (Kirwin, C.J.; Sandmeyer, E.E.; 1981)

아만성

Machle 등의 동물 실험 연구에서는 이소프로필 에테르의 고농도시 사망하거나 혼수상태 외에 다른 독성 영향은 관찰되지 않았다. 원숭이, 토끼, 기니피그를 대상으로 10,000 ppm의 증기 농도에서 반복 노출시(20일, 매일 1시간 노출) 중독현상과 우울함을 보였으며 혈액이나 체중 변화는 관찰되지 않았다. 20일 동안 매일 3시간 1000 ppm에 노출되었을 경우 유해 효과는 없었다. 액체의 이소프로필 에테르는 급성 경구 LD_{50}은 쥐의 경우 4.6 ~ 11.4 g/kg이다 (Kirwin, C.J.; Sandmeyer, E.E.; 1981)

(3) 사람대상의 연구

Silverman 등(Silverman 등; 1946). 500ppm에서 15분 동안 노출된 그룹은 자극적인 노출로 간주되지 않는다고 밝혔다. 300ppm에서 실험 그룹 약 3분의 1이 불쾌한 냄새가 난다 하였으며, 800 ppm에서 5분 동안 노출된 대부분 의 그룹은 눈과 코에 자극을 느꼈다. 또한 냄새는 에틸 에테르 보다 더 자극적이

고 불쾌하였다(Kirwin, C.J.; Sandmeyer, E.E.; 1981).

(4) 취급 실태조사

이소프로필 에테르는 인쇄 작업 시 사용하는 혼합유기화합물 (이소프로필 알콜, 클리너, 수정액 등)의 사용으로 인해 이소프로필 에테르가 발생한다. 또한, 테이프 생산 작업에서 테이프 접착력을 높이기 위해 사용하기도 한다. 보통 국소배기 장치가 설치가 되어있기 때문에 노출 위험이 많지는 않지만 직접 사용하므로 노출 위험성이 있다. 이외 용도는 시약으로 학교, 회사, 실험실에 판매한다.

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 이소프로필 에테르를 실제 취급하는 사업장은 22개소, 취급근로자 36명, 연간 취급/생산량은 166.7 톤으로 조사되었다.

<표 92> 이소프로필 에테르의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	7	3	4	-	78.2	15
자체조사	26	13	13	-	63.4	13
K2B	8	6	2	-	25.1	8
합계	41	22	19	-	166.7	36

(5) 노출기준

제한된 인간 연구를 근거로 할 때(Kirwin, C.J.; Sandmeyer, E.E.; 1981, Silverman 등; 1946), TLV-TWA 250 ppm과 TLV-STEL 310 ppm은 이소프로필 에테르 노출로 인한 눈과 코의 자극 또는 불쾌한 냄새를 최소화하기 위해 권고된다. 피부, SEN 및 발암성 표기를 권고하기에 충분한 데이터는 존재하지 않다.

1966 - 1972: TLV - TWA, 500 ppm
1979: 제안: TLV - TWA, 250 ppm
1973 - 현재: TLV - TWA, 250 ppm
1976-현재: TLV - STEL, 310 ppm

■ 각국의 노출기준

<표 93> 각국의 Isopropyl ether 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부	250								
ACGIH	250		310						
Alberta - Canada	250		310						
Australia	250		310						
Belgium	250		310						
British Columbia - Canada	250		310						
France - VL	250								
Germany - MAK	200		400			C			
Hong Kong	250		310						
Ireland	250		310						
Malaysia	250								
Mexico	250		310						
Netherlands	250		500						
New Zealand	250		310						
Norway	125								
Poland		1000		1300					
Quebec - Canada	250		310						
South Africa - DOL RL	250		310						
Spain	250		310						
United Kingdom	250		310						
USA - NIOSH	500								
USA - OSHA	500								

17) 텔레늄과 그 화합물

CAS 번호 : 13494-80-9
동의어 : Tellurium

(1) 물리화학적 특성

준금속의 텔레늄은 은백색이고, 윤기가 흐르고, 결정형 고체 및 어두운 회색에서 갈색의 비결정형 파우더이다. 다음의 화학적 및 물리적 성질을 포함한다

원자번호 : 52
원자량 : 127.60
비 중 : 6.00 20°C에서 (비결정형); 6.25 20°C에서 (결정형)
녹는 점 : 450°C
끓는 점 : 990°C (비결정형); 1390°C (결정형)
용해도 : 물, 벤젠 및 이황화탄소에 비용해; 질산과 진한 또는 발연 황산에 반응

텔레늄의 주 화합물은 분안정한 기체인 수소화텔루라이드(H_2Te), 할로겐화물, 산화물, 황화물, 아텔루루산염, 텔루루산염을 포함한다.

이들 화합물에서 텔레늄원자가가 2, 4 및 6가와 수소화텔루라이드는 텔레늄 원소, 그 염 화합물을 위한 TLV에 포함되지 않는다.

(2) 동물 실험

보고된 문헌에서 텔레늄 원소, 그 염 및 다른 유도체의 조절된 흡입 연구는

없었으며 생물학적 이용 가능한 유용한 자료도 없었다.

급성

폐렴과 용혈성 빈혈이 급성 텔레늄 중독의 중요한 특징이다. Geary 등은 산화텔루륨(TeO2)이 텔레늄원소보다 랫트에서 기관내 점적 후 더 독성이 강하다는 것을 발견했지만 입자 크기가 중요한 요인인 것으로 나타난다. 굵은 크기의 50 mg에서는 살았지만 미세한 산화 텔레늄 40 mg의 기관점적에서 사망하였다. 게다가 덜 미세한 산화 텔레늄 뿐만 아니라 텔레늄 100 mg 투여 또한 사망을 일으켰다. 급성 노출의 장기간 후유증은 대조군과 대비하여 처치된 동물에게서 체중증가를 감소시키는 것을 포함한다. 노출 후 180일에서 폐섬유화의 증거는 없다.

동물에게서 급성 경구 및 장관외 투여시 텔레늄 중독은 불안, 떨림, 반사적 행동반응의 감소, 마비, 경련, 졸림, 혼수상태 및 사망을 초래한다. 혈뇨가 신속하게 모든 동물에게서 발생했다. 수소화텔루라이드(H2Te)는 폐자극 및 혈관내 용혈을 일으키는 높은 독성을 보여준다. 수소화텔루라이드(H2Te) 가스는 아주 불안정하고 그것의 독성은 폐자극 및 혈관 내 용혈을 일으키는 수소화셀레니아드와 비슷하지만, 실제 산업적 유해성으로써의 발생은 의심스럽다.

만성

아텔루루산염, 텔루루산염 화합물은 25에서 50 ppm의 농도에서 랫트의 음식으로 투여 되었을때 독성이 있었다. 반면 텔루늄 원소는 1500 ppm까지 먹인 후에 성장에 약간의 영향이 나타났다. 젖은 뗀 랫트에 10,000 ppm의 텔루늄 원소를 식이와 함께 먹이면 부분 탈수질과 미엘린초의 재생에 의해 특정화된 신경장애가 발현된다. 이것은 텔루륨의 계속적 투여에도 불구하고 기능적 재생이 발생한다는 가치있는 것이다.

생식/발달

임신한 랫트에 텔레늄 500에서 3000 ppm까지 식이적 투여는 태아의 뇌병증의 발생율을 증가시키는 결과를 가져온다.

약물동력/대사 연구

텔레늄은 단지 천천히 대사되고, 그것의 제거는 소변, 땀 및 호기를 통하여 메틸텔루라이드로 제거된다. 텔레늄은 간, 비장 및 신장에 집중된다.

(3) 사람대상의 연구

두 명의 사망자가 요관 카테트에 의한 2 g의 소디움 텔루라이트로 처치된 후 발생되었다. 이 환자들은 구토, 호흡곤란, 청색증, 의식깜빡, 인사불성 및 신장통증의 경험 후 처치 6시간 후 사망했다. 부검에서 급성 지방 변질과 간 부종이 나타났다.

산업장에서 텔레늄과 그 화합물에 노출된 근로자에 있어 심각한 질병 및 사망에 대한 보고는 없다.

신체적 불편함과 졸림, 신경성 식욕 부진증, 오심 및 금속 맛과 호기와 땀에서 마늘 같은 냄새를 포함하고 있다. 이들 중 후자는 더 문제이다.

비록 마늘 같은 냄새가 체내로 텔레늄을 흡수했다는 신호일지라도 그것은 다른 증상과 질병이 임박했다는 것을 나타내지는 않는다. 일부 근로자는 아주 불쾌한 냄새를 발견하고 그것을 사회적 핸디캡으로 여길 수 있지만 그것은 마음의 문제인 것이 아니다.

Steinberg 등은 텔레늄 흄에 22개월 노출된 철 주조 근로자에게서 노출농도

는 0.01~ 0.1 mg/m^3, 최고치 0.74 mg/m^{3}을 알아냈다. 증산은 숨과 땀에서 마늘 같은 냄새, 입마름, 금속 맛과 졸림이다. 일시적인 메스꺼움이 62명 근로자 중 2명에 의해 경험되었다. 두 근로자는 흄의 원인에 가까운데서 임무를 할당받았다.

Cerwenka 와 Cooper(14) 는 텔루륨이 셀레늄보다 덜 유독하지만 텔루루산염은 셀레늄염보다 더 독성이 강하다고 결론지었다.

텔레늄의 일반적인 산업장에서 경험은 높은 농도의 독성과 관련되어져 있다; 그러나 이 저자에 따르면 잠재적 만성 영향에 대해 더 연구가 필요하다고 한다.

디메틸 텔루라이드에 기인된 텔레늄 호기에 대한 감수성은 넓은 개인적 변이를 보여주는 것으로 고려된다.

(4) 취급 실태조사

텔레늄 원소는 구리, 철 및 강철, 가황 처리된 고무; 유리나 세라믹에 색조원으로 열전기 장치; 저장 배터리에 첨가되어 사용된다. 일부 텔레늄 화합물 합금은 반도체 산업에 사용된다.

2010~2014년도 작업환경측정 등록 프로그램(K2B), 2014년도 작업환경실태조사를 근거로 현장방문 또는 전화조사를 통해 확인한 결과 텔레늄을 실제 취급하는 사업장은 1개소, 취급근로자 4명, 연간 취급/생산량은 96 톤으로 조사되었다.

<표 94> 텔레늄과 그화합물의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	8	1	4	2	96	-
자체조사	-	-	-	-	-	-

K2B	–	–	–	–	–	–
합계	8	1	4	2	96	0

(5) 노출기준

텔레늄과 그화합물의 급성 경구 및 장관외 중독은 청색증과 졸림, 떨림, 반사적 행동반응의 감소, 마비, 경련, 졸림, 혼수상태 및 사망을 나타낸다. tellurite는 tellurate보다 거 유독하다는 것을 제안했다.

22개월 동안 주조 근로자의 텔레늄흄 노출 농도는 0.01에서 0.1 mg/m^3 범위에 있고, 근로자의 건강에 악영향을 근로자 97%에서 발견할 수 없었다. 따라서 텔레륨 흄에 노출된 근로자의 검사 결과에 기초하여 0.1 mg/m^3 TLV - TWA가 텔레늄원소와 그화합물 (수소화텔레늄 제외)에 대해 권고된다.

비록 이 농도에 매일 직업적 노출이 안전한 것으로 여겨지지만 일부 노출된 근로자 사이의 마늘같은 냄새를 야기하는 시스테믹한 중독은 피해야 한다. 수소화텔루륨은 배제되었는데 그것은 다른 화합물에 비해 보다 큰 독성을 가지고 있기 때문이다. 피부, 과민성 또는 발암성 고지 또는 TLV - STEL을 권고하기에 충분한 자료가 없다.

노출기준 변천사

1946: MAC - TWA, 0.01 mg/m^3

1947: MAC - TWA, 0.1 mg/m^3

1948 - 현재: TLV-TWA, 0.1 mg/m^3

<표 95> 각국의 Tellurium - Compounds (as Te) 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부		0.1							
ACGIH		0.1							
Alberta - Canada		0.1							
Australia		0.1							
Belgium		0.1							
British Columbia - Canada		0.1							
Czech Republic		0.1		0.5					
Finland		0.1		0.3					
France - VL		0.1							
Ireland		0.1							
Malaysia		0.1							
Mexico		0.1							
New Zealand		0.1							
Norway		0.1							
Poland		0.01		0.03					
Quebec - Canada		0.1							
South Africa - DOL RL		0.1							
Spain		0.1							
Sweden		0.1							
United Kingdom		0.1							
USA - NIOSH		0.1							
USA - OSHA		0.1							

2. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 노출평가

대상 화학물질 17종과 인듐, 1,2-디클로로프로판 측정결과를 산업위생통계로 분석한 결과 노출기준(OEL) 초과율(%)은 다음과 같다.

알파-메틸 스티렌의 최대치는 6.6471 ppm, 최소치는 0.00229 ppm로 평균 0.461 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 0.332으로 나타났다.

푸르푸릴 알콜의 최대치는 3.8865 ppm, 최소치는 0.00424 ppm로 평균 0.253 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 1.600으로 나타났다.

크로톤 알데하이드는 연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 미실시하였다.

메틸메타크릴레이트의 최대치는 0.2477 ppm, 최소치는 0.00132 ppm로 평균 0.029 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.1로 나타났다.

무기 불화물의 최대치는 0.0787 ㎎/㎥, 최소치는 0.001 ㎎/㎥로 평균 0.020 ㎎/㎥ 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 0.330으로 나타났다.

메틸 아크릴레이트의 최대치는 0.8035 ppm, 최소치는 0.00131 ppm로 평균 0.059 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대

수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 0.423 으로 나타났다.

큐멘의 최대치는 10.2161 ppm, 최소치는 0.00226 ppm로 평균 0.542 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 0.702 으로 나타났다.

디아세톤 알콜의 최대치는 0.06717 ppm, 최소치는 0.01781 ppm로 평균 0.035 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

노말-프로필 알콜의 최대치는 0.0402 ppm, 최소치는 0.0217 ppm로 평균 0.028 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

나프탈렌의 최대치는 0.75852 ppm, 최소치는 0.02376 ppm로 평균 0.095 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

이소포론의 최대치는 0.0568 ppm, 최소치는 0.00958 ppm로 평균 0.023 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

이피엔은 연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 미실시하였다.

트리부틸 포스페이트의 최대치는 0.0008 ppm, 최소치는 0.0001 ppm로 평균 0.00 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

디메틸 아미노 벤젠의 최대치는 0.00277 ppm, 최소치는 0.0014 ppm로 평균 0.002 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

삼차-부틸알콜의 최대치는 0.1559 ppm, 최소치는 0.0085 ppm로 평균 0.018 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

이소프로필 에테르의 최대치는 124.501 ppm, 최소치는 0.0008 ppm로 평균 3.719 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 0.342 으로 나타났다.

텔레늄과 그화합물의 최대치는 0.0018 ㎎/㎥, 최소치는 0.0001 ㎎/㎥로 평균 0.001 ㎎/㎥ 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 < 0.1, UCL 95%는 < 0.00 으로 나타났다.

1,2-디클로로 프로판의 최대치는 327.0988 ppm, 최소치는 0.1309 ppm로 평균 17.151 ppm 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 16.984 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 0.535, UCL 95%는 5.807 으로 나타났다.

인듐의 최대치는 1.19 ㎎/㎥, 최소치는 0.0007 ㎎/㎥로 평균 0.077 ㎎/㎥ 이었다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 45.924 % 이었고, 대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율 LCL 95%는 8.281, UCL 95%는 26.809 으로 나타났다.

대상 화학물질 17종과 인듐, 1,2-디클로로프로판 노출평가 결과는 아래 표와 같다.

<표 96> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 노출평가 결과

순번	물질명	노출기준 (OEL)	시료수(n)	산술평균	표준편차	정규모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	기하평균 (GM)	기하표준 편차(GSD)	대규정규 모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	
									LCL	UCL
1	알파-메틸 스티렌	50 ppm (240 mg/㎥)	30	0.461	1.377	0.000	0.007	12.548	< 0.1	0.332
2	푸르푸릴 알콜	10 ppm (40 mg/㎥)	30	0.253	0.759	0.000	0.025	8.248	< 0.1	1.600
3	크로톤 알데하이드	작업환경측정 미 실시								
4	메틸메타크릴레이트	50 ppm (205 mg/㎥)	30	0.029	0.054	0.000	0.006	6.267	< 0.1	< 0.1
5	무기 불화물 (Fluorides)	2.5 mg/㎥	30	0.020	0.022	0.000	0.008	5.068	< 0.1	0.330
6	메틸 아크릴레이트	2 ppm (7 mg/㎥)	30	0.059	0.193	0.000	0.004	6.141	< 0.1	0.423
7	큐멘	50 ppm (245 mg/㎥)	30	0.542	1.948	0.000	0.012	13.486	< 0.1	0.702
8	디아세톤 알콜	50 ppm (240 mg/㎥)	30	0.035	0.011	0.000	0.033	1.349	< 0.1	< 0.000
9	노말-프로필 알콜	200 ppm (500 mg/㎥)	30	0.028	0.004	0.000	0.028	1.157	< 0.1	< 0.000

순번	물질명	노출기준 (OEL)	시료수(n)	산술평균	표준편차	정규모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	기하평균 (GM)	기하표준 편차(GSD)	대규정규 모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	
									LCL	UCL
10	나프탈렌	10 ppm (50 ㎎/㎥)	30	0.095	0.171	0.000	0.055	2.218	< 0.1	< 0.000
11	이소포론	5 ppm(C) (25 ㎎/㎥(C))	30	0.023	0.012	0.000	0.020	1.638	< 0.1	< 0.000
12	이피엔	작업환경측정 미 실시								
13	트리부틸 포스페이트	0.2 ppm (2.5 ㎎/㎥)	30	0.000	0.000	0.000	0.000	1.806	< 0.1	< 0.000
14	디메틸 아미노 벤젠	0.5 ppm (2.5 ㎎/㎥)	18	0.002	0.000	0.000	0.002	1.194	< 0.1	< 0.000
15	삼차-부틸알콜	100 ppm (300 ㎎/㎥)	30	0.018	0.026	0.000	0.014	1.660	< 0.1	< 0.000
16	이소프로필 에테르	0.1 ㎎/㎥	40	3.719	19.845	0.000	0.038	13.477	< 0.1	0.342
17	텔레늄과 그 화합물	250 ppm (1025 ㎎/㎥)	12	0.001	0.001	0.000	0.000	2.501	< 0.1	< 0.000
	1,2-디클로로프로판	75 ppm (350 ㎎/㎥)	36	17.151	60.589	16.984	1.088	7.715	0.535	5.807
	인듐	0.1 ㎎/㎥	28	0.077	0.020	45.924	0.024	4.144	8.281	26.809

1) 알파-메틸 스티렌

알파-메틸 스티렌 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 반응기에 투입된 알파-메틸 스티렌에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ BPA 생산 공장에서 6.6471 ppm으로 가장 높게 나타났다. 알파-메틸 스티렌에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 알파-메틸 스티렌을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.002292 ppm을 적용하였다. 알파-메틸 스티렌에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.461 ppm(최소 0.00229 ~ 최대 6.6471 ppm)으로 모두 노출기준 50 ppm 이하였다. 표준편차는 1.377 ppm, 기하평균은 0.007 ppm, 기하표준편차는 12.548 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.021%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 1.854 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 3.52 ppm으로 나타났다.

알파-메틸 스티렌 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 97> 알파-메틸 스티렌 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

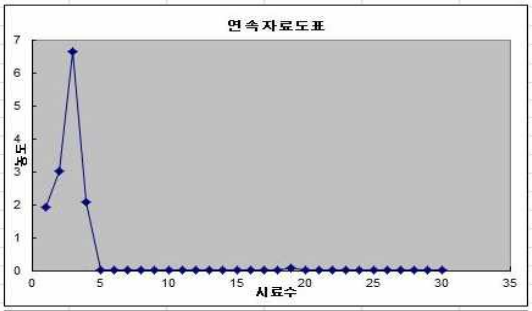
자료설명:	1.36
AMS	
TLV-TWA	
50	
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)	
1.9184	
3.0269	
6.6471	
2.0738	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.0931	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	
0.002292	

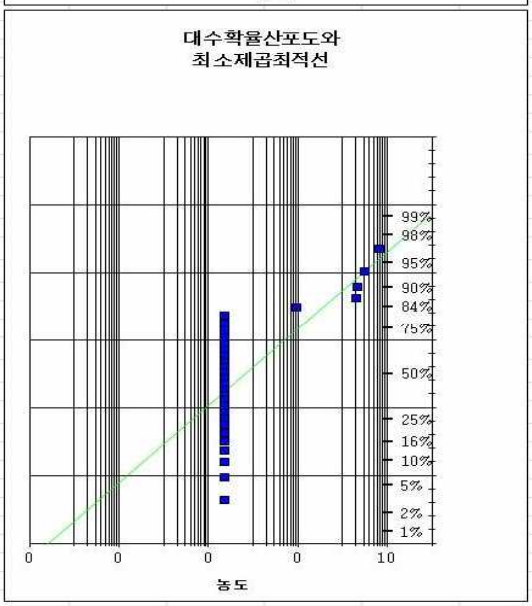
기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	6.6471
최소 (min)	0.00229
범위	6.64481
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.461
중앙값	0.002
표준편차 (s)	1.377
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.998
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.530
기하평균 (GM)	0.007
기하표준편차 (GSD)	12.548

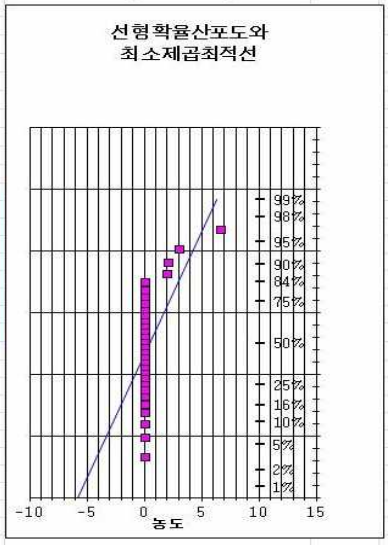
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	0
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No

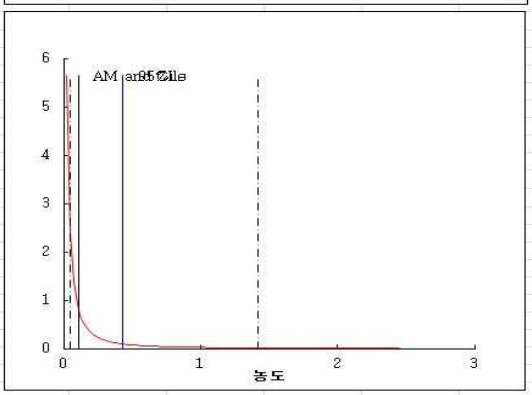
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.111
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.047
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	1.42
95번째 백분위수	0.433
$UTL_{95\%,95\%}$	1.854
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.021
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	0.332

정규모수적 통계량	
평균	0.461
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.033
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.888
95번째 백분위수 - Z	2.725
$UTL_{95\%,95\%}$	3.52
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









2) 푸르푸릴 알콜

푸르푸릴 알콜 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 푸르푸릴 알콜을 경화제와 혼합 및 투입하는 과정에서 푸르푸릴 알콜에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 특수주물 공장에서 3.8865 ppm으로 가장 높게 나타났다. 푸르푸릴 알콜에 대한 사업장별 측정결과는 부록 1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 푸르푸릴 알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.1347 ppm을 적용하였다. 푸르푸릴 알콜에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.253 ppm(최소 0.00424 ~ 최대 3.8865 ppm)으로 모두 노출기준 10 ppm 이하였다. 표준편차는 0.759 ppm, 기하평균은 0.025 ppm, 기하표준편차는 8.248 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.229%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 2.728 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 1.94 ppm으로 나타났다.

푸르푸릴 알콜 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 98> 푸르푸릴 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

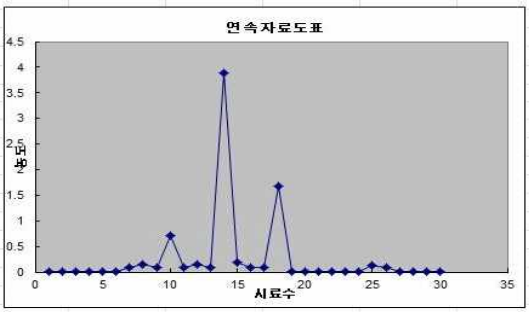
자료설명: 1.36

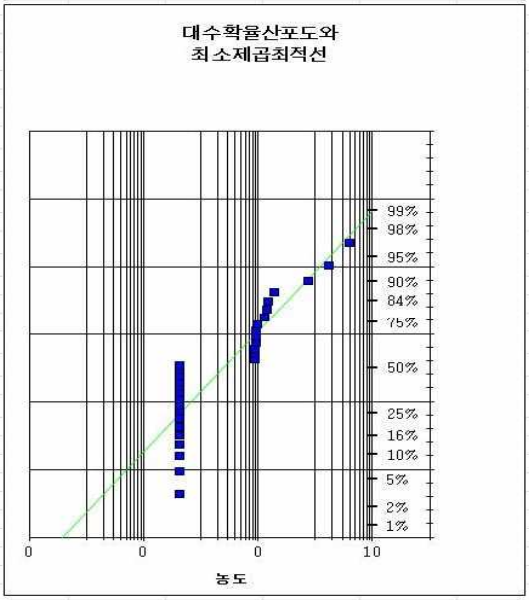
Furfuryl alcohol

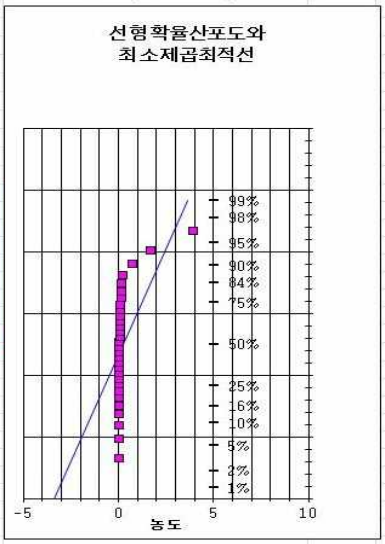
TLV-TWA
10

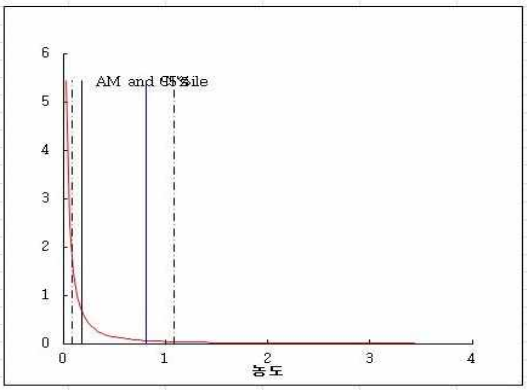
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.0857
0.1508
0.0879
0.723
0.0945
0.1408
0.0902
3.8865
0.1877
0.0914
0.0847
1.6844
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.1249
0.0886
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	3.8865
최소 (min)	0.00424
범위	3.88227
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.253
중앙값	0.004
표준편차 (s)	0.759
대수변환자료의 평균 (LN)	-3.681
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.110
기하평균 (GM)	0.025
기하표준편차 (GSD)	8.248
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.189
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.092
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	1.09
95번째 백분위수	0.811
$UTL_{95\%,95\%}$	2.728
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.229
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	1.600
정규모수적 통계량	
평균	0.253
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.018
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.488
95번째 백분위수 - Z	1.501
$UTL_{95\%,95\%}$	1.94
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









3) 크로톤알데히드

연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 미실시하였다.

4) 메틸메타크릴레이트

메틸메타크릴레이트 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 반응기에 투입된 메틸메타크릴레이트에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장에서 0.2477 ppm으로 가장 높게 나타났다. 메틸메타크릴레이트에 대한 사업장별 측정결과는 부록 1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 메틸메타크릴레이트을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00132 ppm을 적용하였다. 메틸메타크릴레이트에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.029 ppm(최소 0.00132 ~ 최대 0.2477 ppm)으로 모두 노출기준 50 ppm 이하였다. 표준편차는 0.054 ppm, 기하평균은 0.006 ppm, 기하표준편차는 6.267 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.349 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.15 ppm으로 나타났다.

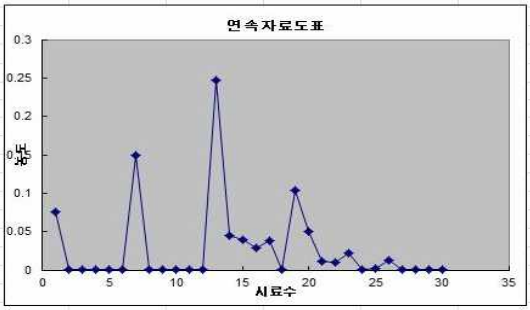
메틸메타크릴레이트 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

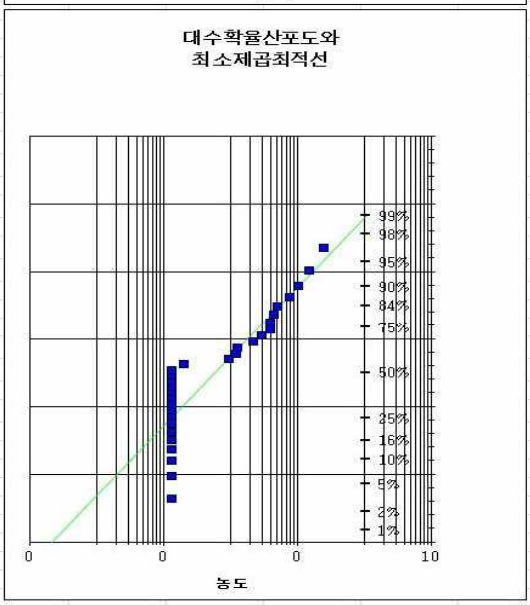
<표 99> 메틸메타크릴레이트 노출평가 결과에 대한 통계분석

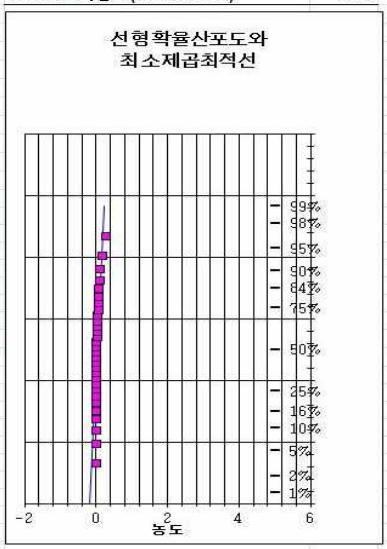
산업위생통계

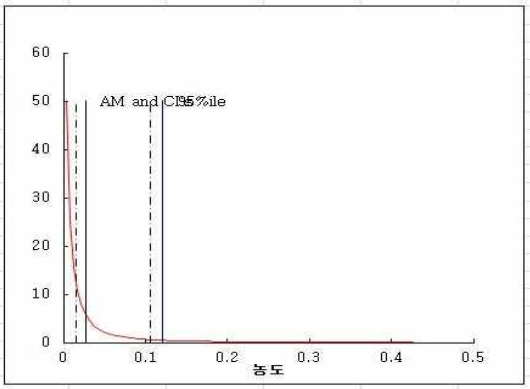
자료설명:	1.36
MMA	
TLV-TWA	
50	
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)	
0.0761	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.1492	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.2477	
0.045	
0.0392	
0.0292	
0.0385	
0.001320038	
0.1033	
0.0508	
0.012	
0.0095	
0.0221	
0.001320038	
0.002	
0.0128	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	
0.001320038	

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.2477
최소 (min)	0.00132
범위	0.24638
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.029
중앙값	0.001
표준편차 (s)	0.054
대수변환자료의 평균 (LN)	-5.127
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.835
기하평균 (GM)	0.006
기하표준편차 (GSD)	6.267
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	1
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.015
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.11
95번째 백분위수	0.122
$UTL_{95\%,95\%}$	0.349
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
정규모수적 통계량	
평균	0.029
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.012
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.045
95번째 백분위수 - Z	0.118
$UTL_{95\%,95\%}$	0.15
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









5) 무기 불화물 (Fluorides)

무기 불화물 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 믹스탱크에 투입시 무기 불화물에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 산업에서 0.0787 ㎎/㎥으로 가장 높게 나타났다. 무기 불화물에 대한 사업장별 측정결과는 부록 1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 무기 불화물를 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.001 mg/m^3을 적용하였다. 무기 불화물에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.020 mg/m^3 (최소 0.001 ~ 최대 0.0787 mg/m^3)으로 모두 노출기준 2.5 mg/m^3 이하였다. 표준편차는 0.022 mg/m^3, 기하평균은 0.008 mg/m^3, 기하표준편차는 5.068 mg/m^3으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.021%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.3 mg/m^3이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.07 mg/m^3으로 나타났다.

무기 불화물 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 100> 무기 불화물 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

자료설명: 1.36

Fluoride

TLV-TWA
2.5

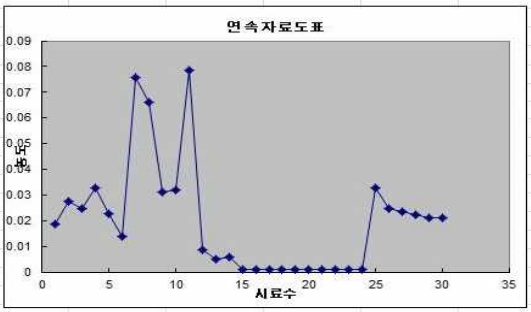
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0188
0.0274
0.0247
0.0329
0.0229
0.0139
0.0756
0.0661
0.0313
0.0318
0.0787
0.0085
0.005
0.0058
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.0329
0.0249
0.0234
0.0224
0.0212
0.0212

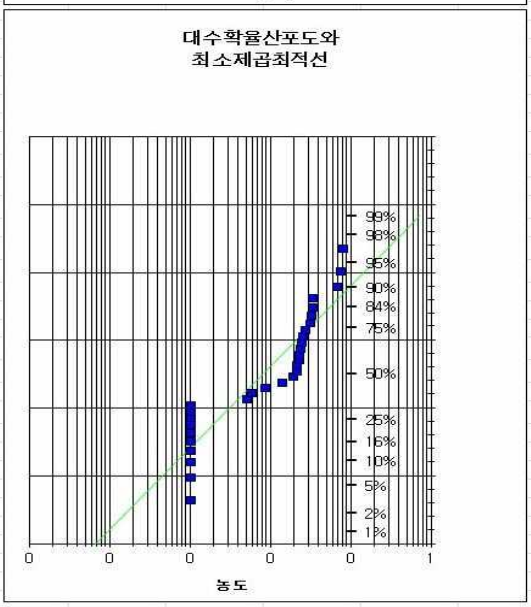
기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.0787
최소 (min)	0.001
범위	0.0777
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.020
중앙값	0.020
표준편차 (s)	0.022
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.805
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.623
기하평균 (GM)	0.008
기하표준편차 (GSD)	5.068

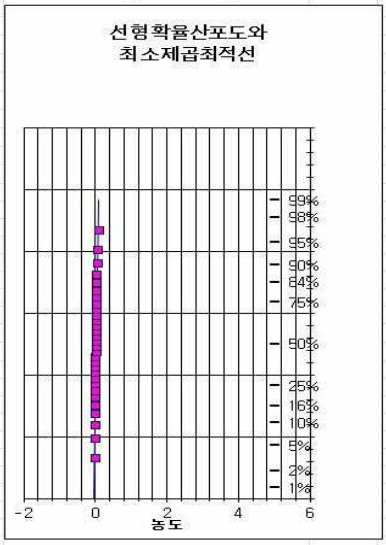
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	1
정규분포 (a = 0.05)?	No

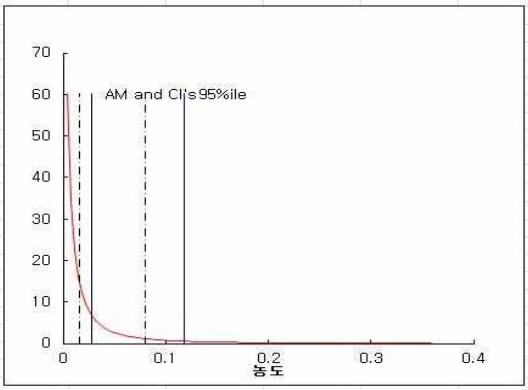
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.016
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.08
95번째 백분위수	0.118
$UTL_{95\%,95\%}$	0.300
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.021
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	0.330

정규모수적 통계량	
평균	0.020
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.013
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.027
95번째 백분위수 - Z	0.056
$UTL_{95\%,95\%}$	0.07
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









6) 메틸 아크릴레이트

메틸 아크릴레이트 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 메틸 아크릴레이트 중합탱크 점검 시 메틸 아크릴레이트에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 산업에서 0.8035 ppm으로 가장 높게 나타났다. 메틸 아크릴레이트에 대한 사업장별 측정결과는 부록 1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 메틸 아크릴레이트을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00131 ppm을 적용하였다. 메틸 아크릴레이트에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.059 ppm(최소 0.00131 ~ 최대 0.8035 ppm)으로 모두 노출기준 2 ppm 이하였다. 표준편차는 0.193 ppm, 기하평균은 0.004 ppm, 기하표준편차는 6.141 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.031%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.224 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.49 ppm으로 나타났다.

메틸 아크릴레이트 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 101> 메틸 아크릴레이트 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

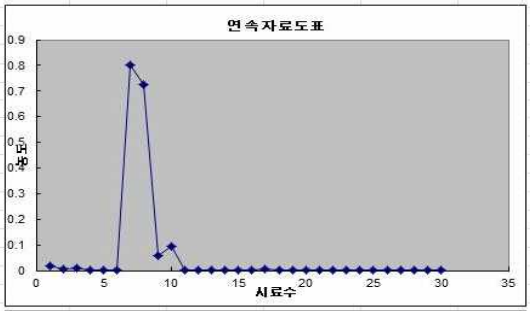
자료설명: 1.36

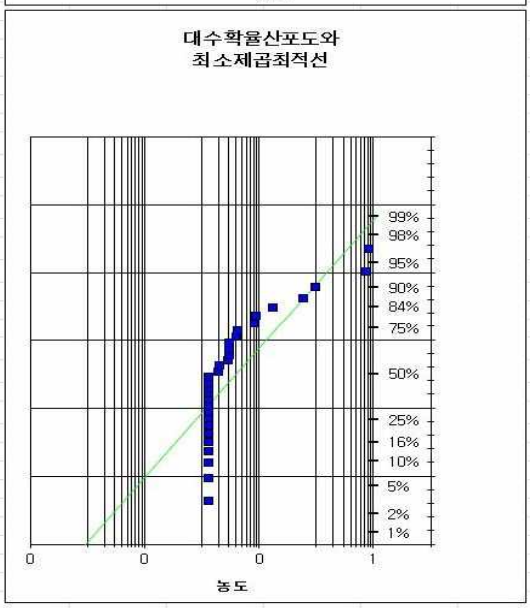
MA

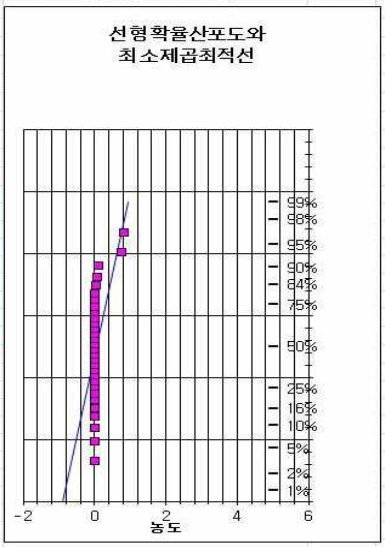
TLV-TWA
2

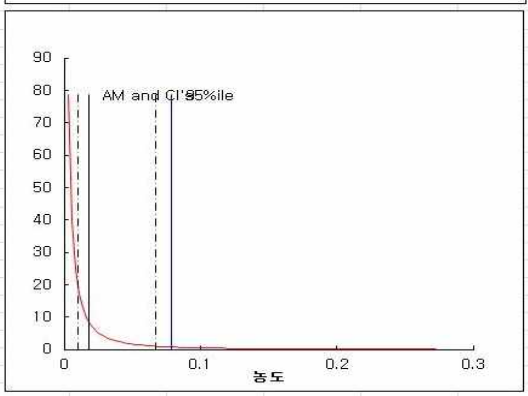
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0174
0.008
0.0085
0.00131
0.00131
0.00131
0.8035
0.7239
0.0579
0.0933
0.00131
0.00131
0.002
0.0019
0.0028
0.003
0.0042
0.004
0.0029
0.003
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.8035
최소 (min)	0.00131
범위	0.80219
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.059
중앙값	0.002
표준편차 (s)	0.193
대수변환자료의 평균 (LN)	-5.526
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.815
기하평균 (GM)	0.004
기하표준편차 (GSD)	6.141
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.018
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.010
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.07
95번째 백분위수	0.079
$UTL_{95\%,95\%}$	0.224
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.031
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	0.423
정규모수적 통계량	
평균	0.059
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-0.001
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.118
95번째 백분위수 - Z	0.376
$UTL_{95\%,95\%}$	0.49
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









7) 큐멘

큐멘 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 반응기에 투입된 큐멘에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ Bisphenol A(BPA) 생산 공장에서 10.2161 ppm으로 가장 높게 나타났다. 큐멘에 대한 사업장별 측정결과는 부록 1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 큐멘을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00226 ppm을 적용하였다. 큐멘에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.542 ppm(최소 0.00226 ~ 최대 10.2161 ppm)으로 모두 노출기준 50 ppm 이하였다. 표준편차는 1.948 ppm, 기하평균은 0.012 ppm, 기하표준편차는 13.486 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.065%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 3.763 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 4.87 ppm으로 나타났다.

큐멘 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 102> 큐멘 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

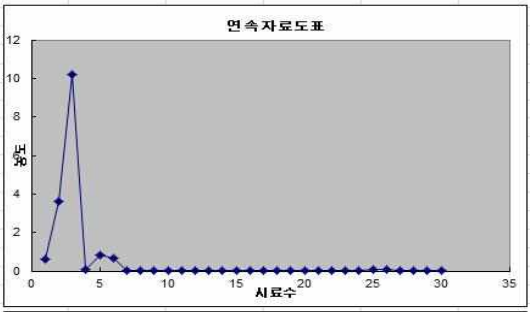
자료설명: 1.36

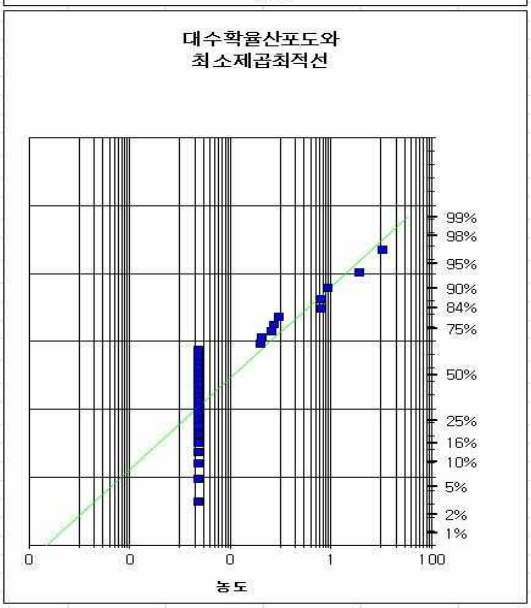
Cumene

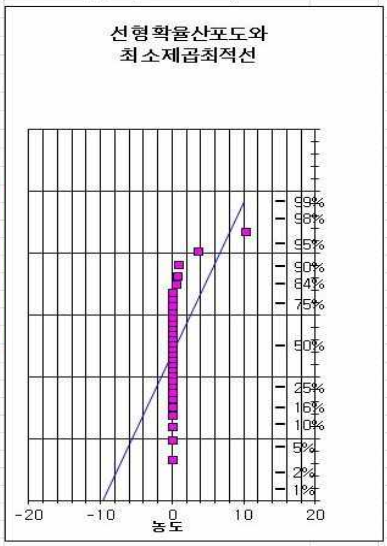
TLV-TWA
50

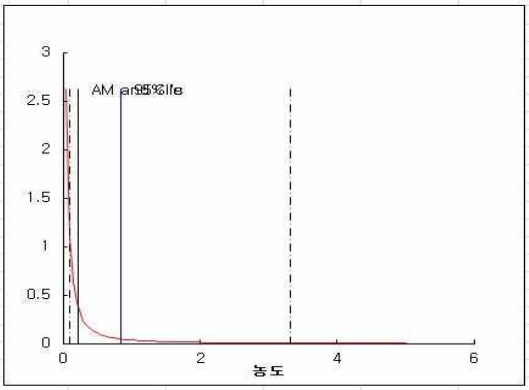
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.626
3.5963
10.2161
0.0656
0.8266
0.6469
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.0422
0.0402
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.0707
0.0886
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	10.2161
최소 (min)	0.00226
범위	10.2138
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	0.542
중앙값	0.002
표준편차 (s)	1.948
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.450
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.602
기하평균 (GM)	0.012
기하표준편차 (GSD)	13.486
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.222
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.093
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	3.33
95번째 백분위수	0.843
$UTL_{95\%,95\%}$	3.763
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.065
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	0.702
정규모수적 통계량	
평균	0.542
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-0.062
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	1.146
95번째 백분위수 - Z	3.746
$UTL_{95\%,95\%}$	4.87
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









8) 디아세톤 알콜

디아세톤 알콜 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 일정시간간격으로 분사하여 디아세톤 알콜에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 금속인쇄에서 0.0672 ppm으로 가장 높게 나타났다. 디아세톤 알콜에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1 과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 디아세톤 알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.007534 ppm을 적용하였다. 디아세톤 알콜 에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.035 ppm(최소 0.0178 ~ 최대 0.0672 ppm)으로 모두 노출기준 50 ppm 이하였다. 표준편차는 0.011 ppm, 기하평균은 0.033 ppm, 기하표준편차는 1.349 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규분포는 적합하고 정규분포는 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.065 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.06 ppm으로 나타났다.

디아세톤 알콜 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 103> 디아세톤 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

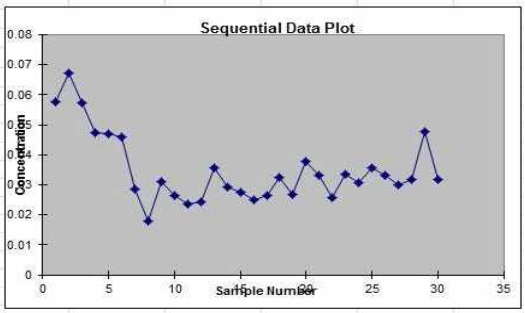
Data Description:

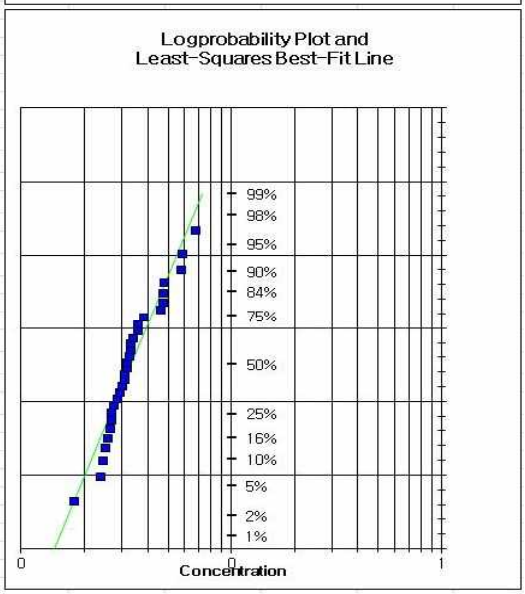
DAA

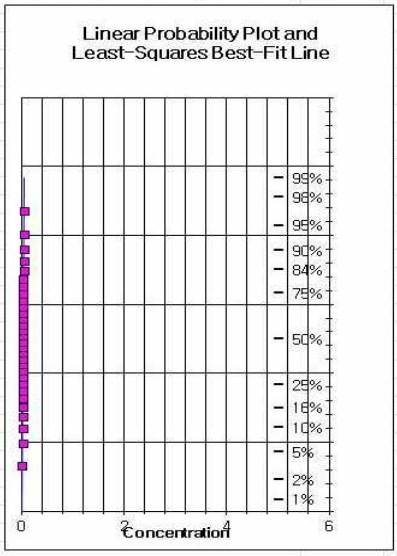
TLV-TWA
50

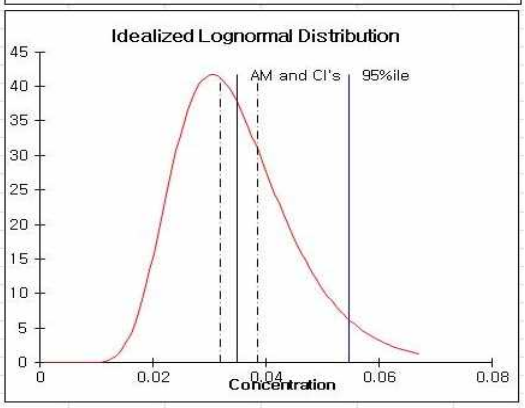
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.057740767
0.067179161
0.057267482
0.047206978
0.046849984
0.045966022
0.028606884
0.017811833
0.03095171
0.026592315
0.023749111
0.024205825
0.035615667
0.02935886
0.027476882
0.024920893
0.02645922
0.032472679
0.026753806
0.037941762
0.03312376
0.025762925
0.033658014
0.03068819
0.035639677
0.033040951
0.02992388
0.031878706
0.047698215
0.031878706

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0671792
Minimum (min)	0.0178118
Range	0.0493673
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.035
Median	0.032
Standard deviation (s)	0.011
Mean of logtransformed data (LN)	-3.399
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.299
Geometric mean (GM)	0.033
Geometric standard deviation (GSD)	1.349
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.949
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.875
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.035
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.032
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.039
95th Percentile	0.055
$UTL_{95\%,95\%}$	0.065
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.035
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.031
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.038
95th Percentile - Z	0.054
$UTL_{95\%,95\%}$	0.06
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









9) 노말-프로필 알콜

노말-프로필 알콜 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 수지를 녹이기 위해 투입된 노말-프로필 알콜에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 화학에서 0.0402 ppm으로 가장 높게 나타났다. 노말-프로필 알콜에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 노말-프로필 알콜 을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00328 ppm을 적용하였다. 노말-프로필 알콜에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.028 ppm(최소 0.02172 ~ 최대 0.04022 ppm)으로 모두 노출기준 200 ppm 이하였다. 표준편차는 0.004 ppm, 기하평균은 0.028 ppm, 기하표준편차는 1.157 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하였다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.039 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.04 ppm으로 나타났다.

노말-프로필 알콜 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 104> 노말-프로필 알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석

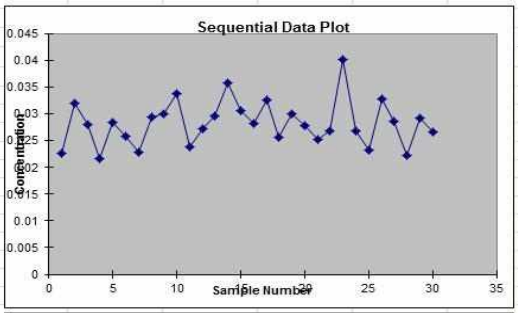
Industrial Hygiene Statistics

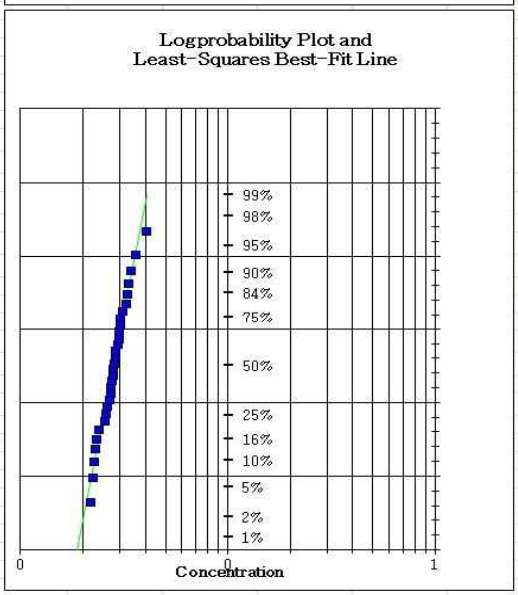
Data Description:
n-Propyl alcohol

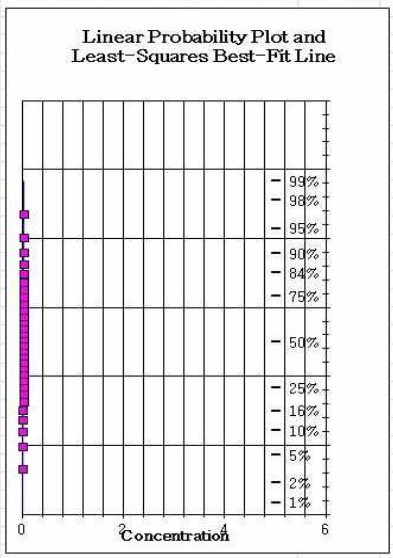
TLV-TWA
200

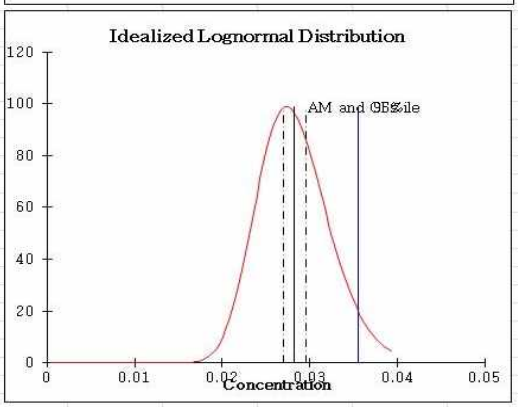
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.022560681
0.031995148
0.027932272
0.021725101
0.028382793
0.025878429
0.022932051
0.029484065
0.029959615
0.033772656
0.023814053
0.027316119
0.029719938
0.035721079
0.030702415
0.02814388
0.032587651
0.025620636
0.03005387
0.027862442
0.025233909
0.026882356
0.040222472
0.026882356
0.02317043
0.032859882
0.028687198
0.022312265
0.029149895
0.026577846

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0402225
Minimum (min)	0.0217251
Range	0.0184974
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.028
Median	0.028
Standard deviation (s)	0.004
Mean of logtransformed data (LN)	-3.576
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.146
Geometric mean (GM)	0.028
Geometric standard deviation (GSD)	1.157
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.977
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.960
Normal (a = 0.05)?	Yes
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.027
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.030
95th Percentile	0.036
$UTL_{95\%,95\%}$	0.039
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.027
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.030
95th Percentile - Z	0.035
$UTL_{95\%,95\%}$	0.04
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









10) 나프탈렌

나프탈렌 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 석유수지 접착제 생산의 원부원료로 사용된 나프탈렌에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 인더스트리에서 0.7586 ppm으로 가장 높게 나타났다. 나프탈렌에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 나프탈렌을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.009 ppm을 적용하였다. 나프탈렌에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.095 ppm(최소 0.0238 ~ 최대 0.7586 ppm)으로 모두 노출기준 10 ppm 이하였다. 표준편차는 0.171 ppm, 기하평균은 0.055 ppm, 기하표준편차는 2.218 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.325 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.47 ppm으로 나타났다.

나프탈렌 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 105> 나프탈렌 노출평가 결과에 대한 통계분석

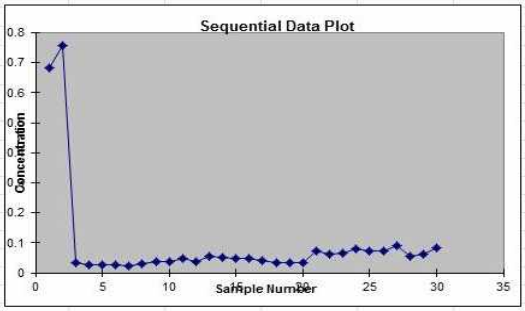
Industrial Hygiene Statistics

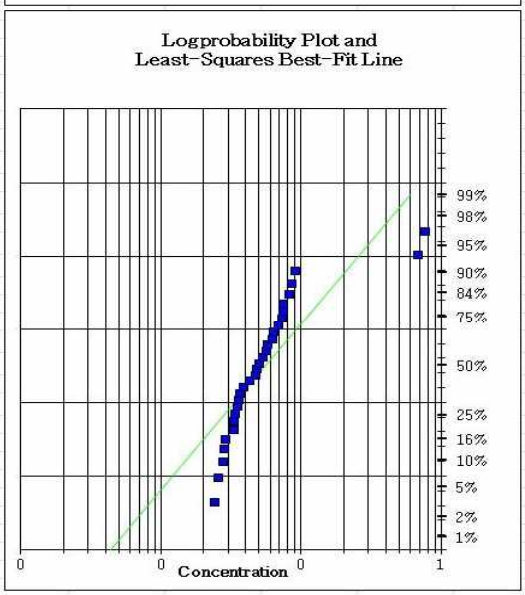
Data Description:
Naphthalene

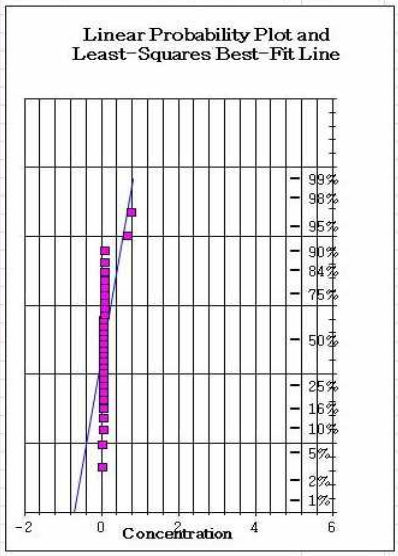
TLV-TWA
10

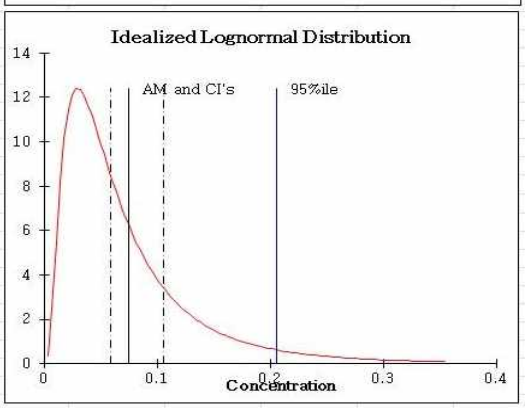
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.680918452
0.758524679
0.032697001
0.02761571
0.025229168
0.027803572
0.023762355
0.028782571
0.036523246
0.035762345
0.047354277
0.038575114
0.056281723
0.052896356
0.04957668
0.046594624
0.042738518
0.034815085
0.033202951
0.032511223
0.07249124
0.062376183
0.067476123
0.081278057
0.074182911
0.073358656
0.089219987
0.056429736
0.061703543
0.084644603

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.7585247
Minimum (min)	0.0237624
Range	0.7347623
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.095
Median	0.048
Standard deviation (s)	0.171
Mean of logtransformed data (LN)	-2.892
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.796
Geometric mean (GM)	0.055
Geometric standard deviation (GSD)	2.218
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.744
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.381
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.075
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.059
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.105
95th Percentile	0.206
$UTL_{95\%,95\%}$	0.325
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.095
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.041
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.148
95th Percentile - Z	0.376
$UTL_{95\%,95\%}$	0.47
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









11) 이소포론

이소포론 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 스크린 인쇄 과정에 포함된 이소포론에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 스크린 인쇄에서 6.6471 ppm으로 가장 높게 나타났다. 이소포론에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 이소포론을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.0035 ppm을 적용하였다. 이소포론에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.023 ppm(최소 0.0095 ~ 최대 0.0568 ppm)으로 모두 노출기준 5 ppm 이하였다. 표준편차는 0.012 ppm, 기하평균은 0.020 ppm, 기하표준편차는 1.638 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.060 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.05 ppm으로 나타났다.

이소포론 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 106> 이소포론 노출평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

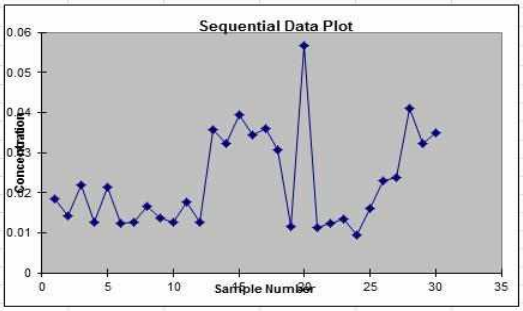
Data Description:

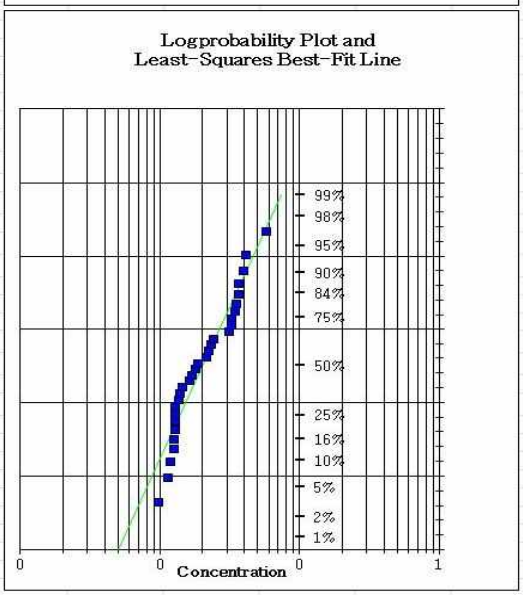
Isophoron

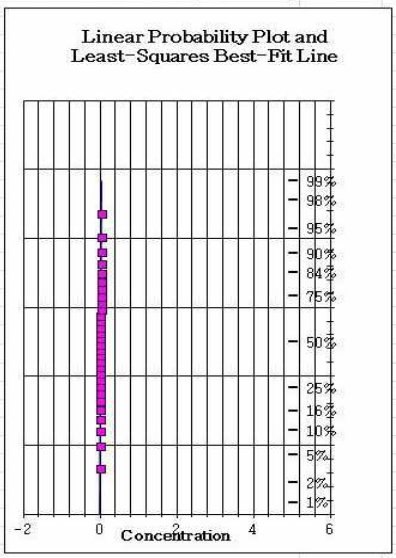
TLV-TWA
5

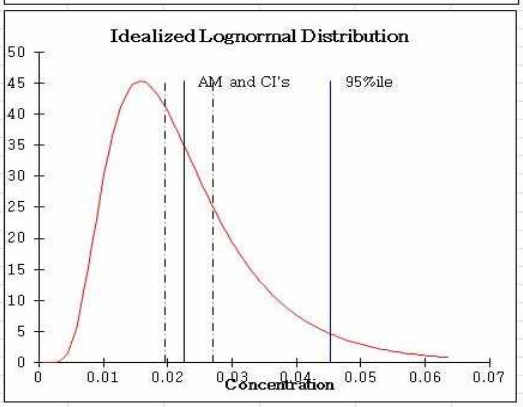
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.018415552
0.014203485
0.022068224
0.012655237
0.021362041
0.012362292
0.01270582
0.0167058
0.013668382
0.012616968
0.017688494
0.01270582
0.035890525
0.032343206
0.039454124
0.0343397
0.036123581
0.03073498
0.011607786
0.056855101
0.011212963
0.012487164
0.013510702
0.009583172
0.015997215
0.023027381
0.023884214
0.041080848
0.032296264
0.034932693

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0568551
Minimum (min)	0.0095832
Range	0.0472719
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.023
Median	0.018
Standard deviation (s)	0.012
Mean of logtransformed data (LN)	-3.904
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.493
Geometric mean (GM)	0.020
Geometric standard deviation (GSD)	1.638
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.917
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.866
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.023
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.020
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.027
95th Percentile	0.045
$UTL_{95\%,95\%}$	0.060
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.023
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.019
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.026
95th Percentile - Z	0.042
$UTL_{95\%,95\%}$	0.05
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









12) 이피엔

연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 미실시하였다.

13) 트리부틸 포스페이트

트리부틸 포스페이트 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 반응기에 투입된 트리부틸 포스페이트에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 한국 ○○캠에서 0.0008 ppm으로 가장 높게 나타났다. 트리부틸 포스페이트에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 트리부틸 포스페이트을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00118 ppm을 적용하였다. 트리부틸 포스페이트에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.000 ppm(최소 0.0001528 ~ 최대 0.0008418 ppm)으로 모두 노출기준 0.2 ppm 이하였다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은 0.000 ppm, 기하표준편차는 1.806 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.001 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.00 ppm으로 나타났다.

트리부틸 포스페이트 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 107> 트리부틸 포스페이트 노출평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

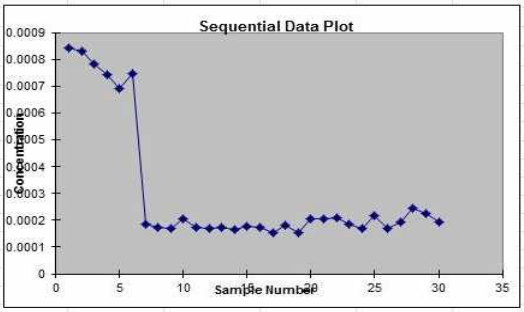
Data Description:

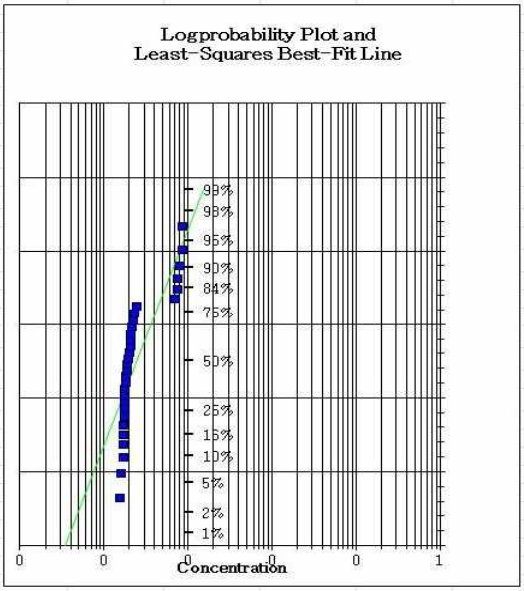
TBP

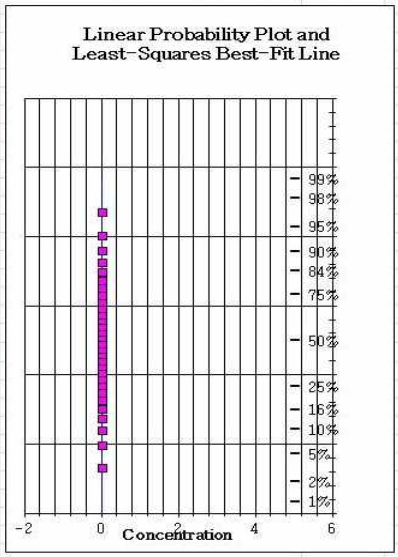
TLV-TWA
0.2

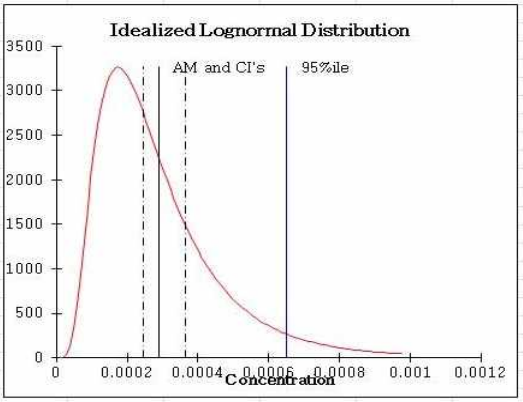
Sample Data (max n = 50)
No less-than (<) or greater-than (>)
0.000841818
0.000831289
0.000783283
0.000745921
0.000691947
0.000747599
0.000185369
0.00017436
0.000168498
0.000203971
0.000174885
0.000168498
0.000172805
0.000165901
0.000178757
0.000171987
0.000155266
0.000181435
0.000152817
0.000206727
0.000204124
0.000210845
0.000184216
0.00017039
0.000215973
0.0001683
0.000195587
0.000243579
0.000226624
0.00019297

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0008418
Minimum (min)	0.0001528
Range	0.000689
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.000
Median	0.000
Standard deviation (s)	0.000
Mean of logtransformed data (LN)	-8.309
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.591
Geometric mean (GM)	0.000
Geometric standard deviation (GSD)	1.806
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.658
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.585
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
95th Percentile	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.001
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
95th Percentile - Z	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









14) 디메틸아미노벤젠

디메틸아미노벤젠 취급 사업장 3개소를 대상으로 측정한 결과 적착제 내 일부 함유된 디메틸아미노벤젠에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 솔○○A에서 0.0028 ppm으로 가장 높게 나타났다. 디메틸아미노벤젠에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 디메틸아미노벤젠을 취급하는 3개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 18개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.001187 ppm을 적용하였다. 디메틸아미노벤젠에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.002 ppm(최소 0.00149 ~ 최대 0.00277 ppm)으로 모두 노출기준 0.5 ppm 이하였다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은 0.002 ppm, 기하표준편차는 1.194 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하였다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.003 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.00 ppm으로 나타났다.

디메틸아미노벤젠 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 108> 디메틸아미노벤젠 노출평가 결과에 대한 통계분석

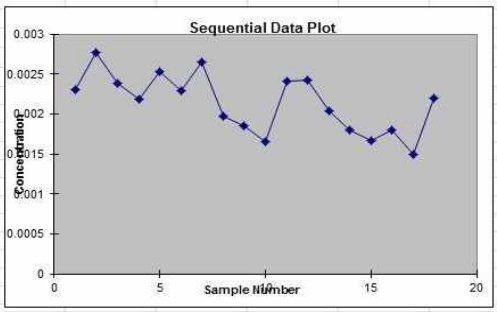
Industrial Hygiene Statistics

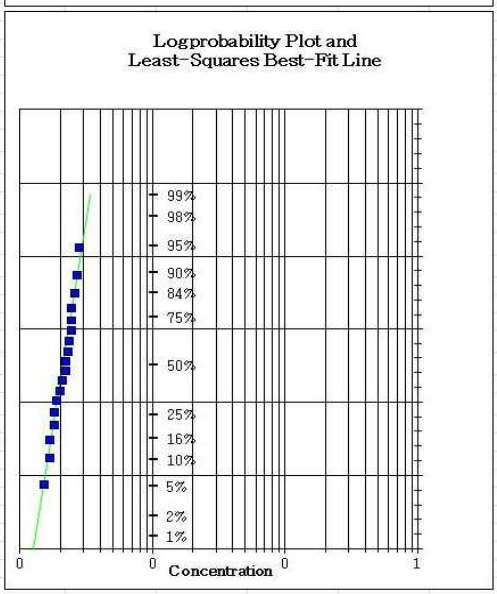
Data Description:
Dimethylaminobenzene

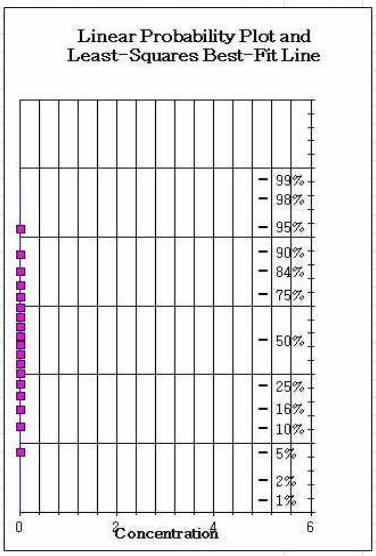
TLV-TWA
0.5

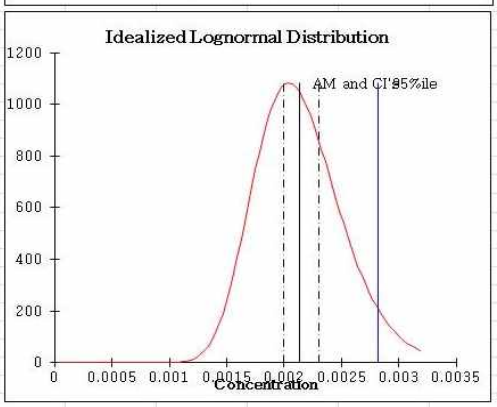
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.002310991
0.002777633
0.002387387
0.002188438
0.002533981
0.002292649
0.002650219
0.001978588
0.001851755
0.001660194
0.002410372
0.002430129
0.00204466
0.001796823
0.001665594
0.001796823
0.001497352
0.002196117

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	18
Maximum (max)	0.0027776
Minimum (min)	0.0014974
Range	0.0012803
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.002
Median	0.002
Standard deviation (s)	0.000
Mean of logtransformed data (LN)	-6.163
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.178
Geometric mean (GM)	0.002
Geometric standard deviation (GSD)	1.194
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.961
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.969
Normal (a = 0.05)?	Yes
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.002
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.002
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.002
95th Percentile	0.003
$UTL_{95\%,95\%}$	0.003
Percent above TLV-TWA(%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.002
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.002
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.002
95th Percentile - Z	0.003
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









15) 삼차-부틸알콜

삼차-부틸알콜 취급 사업장 5개소를 대상으로 측정한 결과 반응물질로 첨가된 삼차-부틸알콜에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 정밀화학에서 0.15591 ppm으로 가장 높게 나타났다. 삼차-부틸알콜에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 삼차-부틸알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.004083 ppm을 적용하였다. 삼차-부틸알콜에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.018 ppm(최소 0.008515 ~ 최대 0.15591 ppm)으로 모두 노출기준 100 ppm 이하였다. 표준편차는 0.026 ppm, 기하평균은 0.014 ppm, 기하표준편차는 1.660 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.044 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.08 ppm으로 나타났다.

삼차-부틸알콜 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 109> 삼차-부틸알콜 노출평가 결과에 대한 통계분석

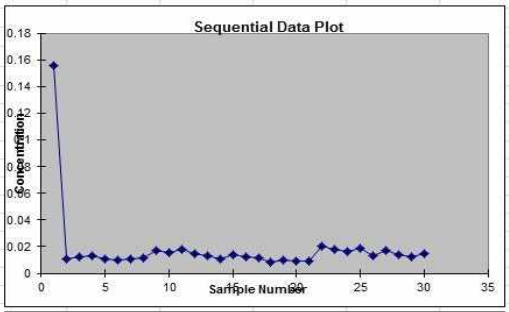
Industrial Hygiene Statistics

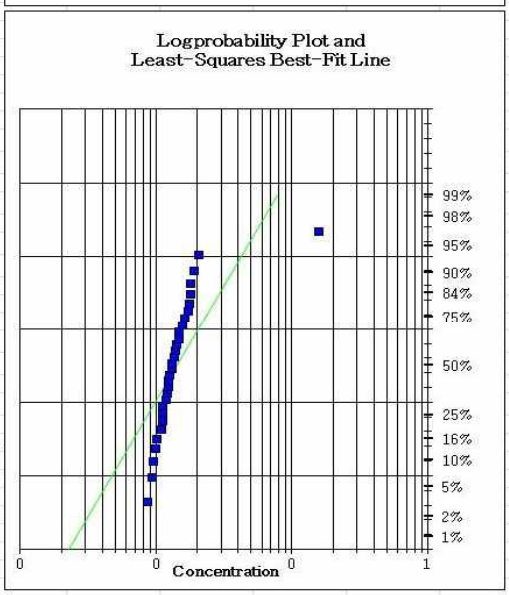
Data Description:
tert-butyl alcohol

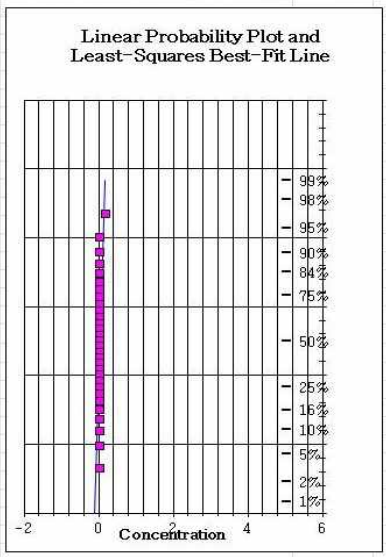
TLV-TWA
100

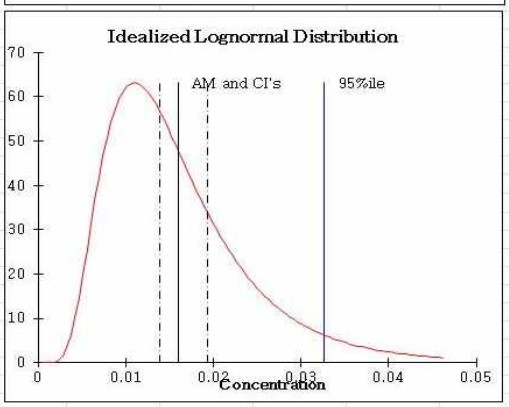
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.155917441
0.011010284
0.012099843
0.013051516
0.011010284
0.010057012
0.010755416
0.01167422
0.017047552
0.015609807
0.017870538
0.01455746
0.012847431
0.011095508
0.014082761
0.012104191
0.012004976
0.008515158
0.009895994
0.009388507
0.009211365
0.020565301
0.017675961
0.016202965
0.018761327
0.013451518
0.017531076
0.013710201
0.012434833
0.014451293

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.1559174
Minimum (min)	0.0085152
Range	0.1474023
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.018
Median	0.013
Standard deviation (s)	0.026
Mean of logtransformed data (LN)	-4.256
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.507
Geometric mean (GM)	0.014
Geometric standard deviation (GSD)	1.660
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.619
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.284
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.016
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.014
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.019
95th Percentile	0.033
$UTL_{95\%,95\%}$	0.044
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.018
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.010
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.026
95th Percentile - Z	0.061
$UTL_{95\%,95\%}$	0.08
Percent aboveTLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









16) 이소프로필 에테르

이소프로필 에테르 취급 사업장 8개소를 대상으로 측정한 결과 시약병 투입 과정에서 이소프로필 에테르에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 ○○ 화금에서 124.501 ppm으로 가장 높게 나타났다. 이소프로필 에테르에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 이소프로필 에테르을 취급하는 8개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 40개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.000886 ppm을 적용하였다. 이소프로필 에테르에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 3.719 ppm(최소 0.00089 ~ 최대 124.501 ppm)으로 모두 노출기준 250 ppm 이하였다. 표준편차는 19.845 ppm, 기하평균은 0.038 ppm, 기하표준편차는 13.477 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.037%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 9.614 ppm이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 45.89 ppm으로 나타났다.

이소프로필 에테르 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 110> 이소프로필 에테르 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

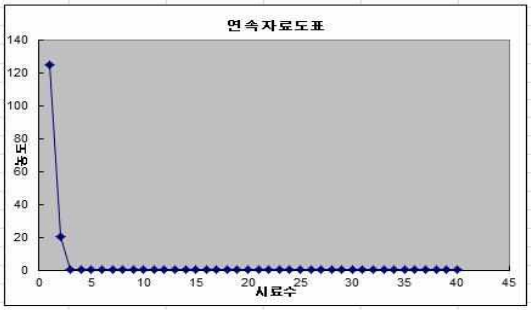
자료설명: 1.36

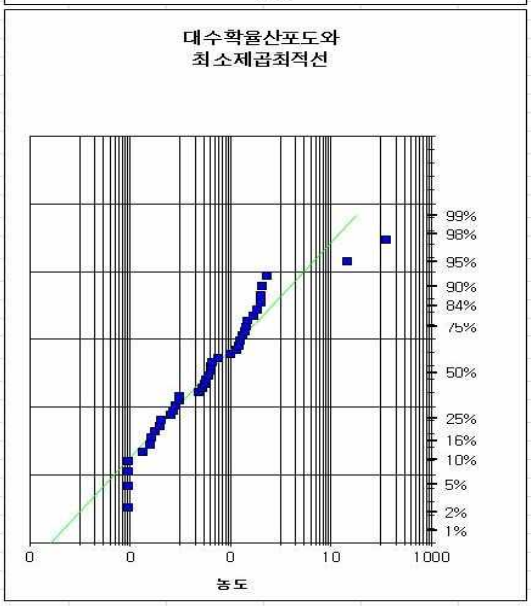
IPE

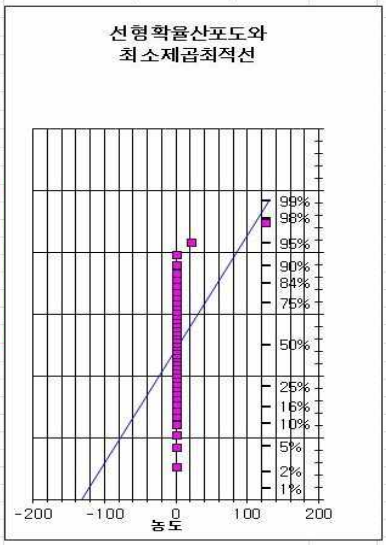
TLV-TWA
250

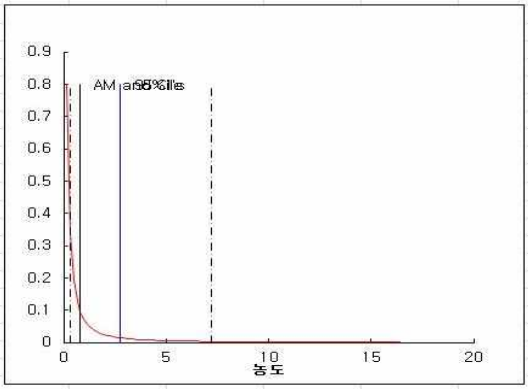
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
124.5008
20.2616
0.0388
0.0305
0.0233
0.2153
0.1404
0.3298
0.0954
0.0275
0.0423
0.4085
0.3875
0.5085
0.004
0.1657
0.1486
0.1313
0.1949
0.2746
0.0062
0.0039
0.0094
0.000886236
0.000886236
0.0031
0.0071
0.0091
0.3912
0.0078
0.0017
0.0025
0.0026
0.000886236
0.000886236
0.2049
0.0545
0.0408
0.0348
0.0311

기술통계	
시료수 (n)	40
최대 (max)	124.501
최소 (min)	0.00089
범위	124.5
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000
평균	3.719
중앙값	0.037
표준편차 (s)	19.845
대수변환자료의 평균 (LN)	-3.264
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.601
기하평균 (GM)	0.038
기하표준편차 (GSD)	13.477
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.778
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.354
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	7.21
95번째 백분위수	2.759
$UTL_{95\%,95\%}$	9.614
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.037
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	0.342
정규모수적 통계량	
평균	3.719
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-1.568
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	9.005
95번째 백분위수 - Z	36.363
$UTL_{95\%,95\%}$	45.89
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	0.000









17) 텔레늄과 그 화합물

텔레늄과 그 화합물 취급 사업장 2개소를 대상으로 측정한 결과 텔레늄을 정제하는 과정에서 텔레늄에 노출위험이 있는 작업형태로 이루어진 고려○○A에서 0.00187 mg/m^3으로 가장 높게 나타났다. 텔레늄에 대한 사업장별 측정결과는 부록 별첨1과 같다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 텔레늄을 취급하는 2개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 12개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00009 mg/m^3을 적용하였다. 텔레늄에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.001 mg/m^3 (최소 0.00161 ~ 최대 0.00187 mg/m3)으로 모두 노출기준 0.1 mg/m^3 이하였다. 표준편차는 0.001 mg/m^3, 기하평균은 0.000 mg/m^3, 기하표준편차는 2.501 mg/m^3으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.004 mg/m^3이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 0.00%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계(UTL95%,95%)는 0.00 mg/m^3으로 나타났다.

텔레늄과 그 화합물 노출평가 결과에 대한 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 111> 텔레늄과 그 화합물 노출평가 결과에 대한 통계분석

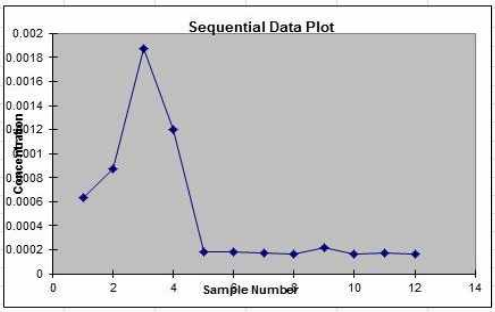
Industrial Hygiene Statistics

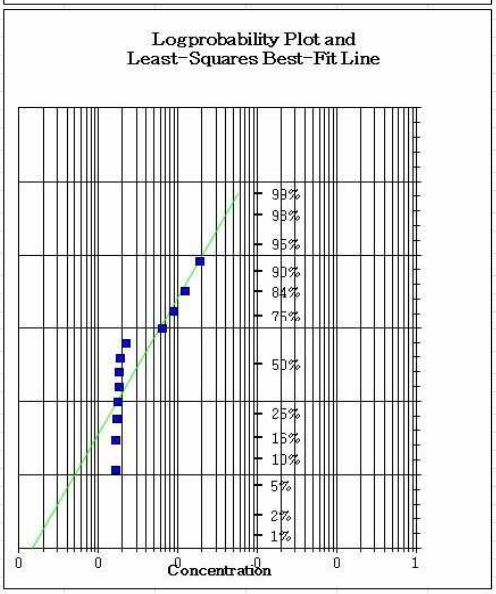
Data Description:
tellurium&compounds

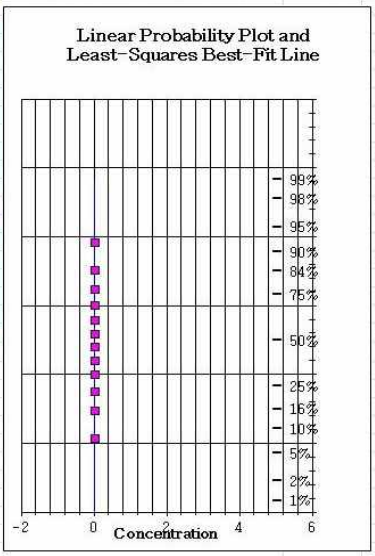
TLV-TWA
0.1

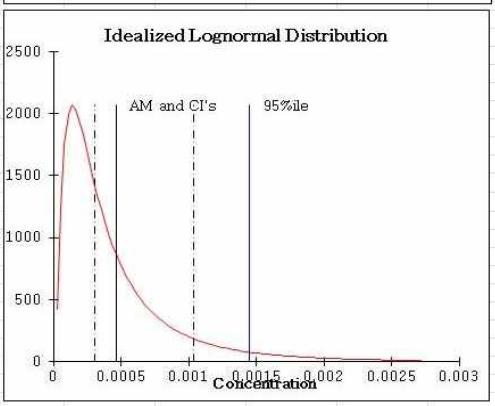
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.000630123
0.000874783
0.001874271
0.001205769
0.000183487
0.000179757
0.000172317
0.000161883
0.000217233
0.000166167
0.000176024
0.000162272

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	12
Maximum (max)	0.0018743
Minimum (min)	0.0001619
Range	0.0017124
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
Mean	0.001
Median	0.000
Standard deviation (s)	0.001
Mean of logtransformed data (LN)	-8.045
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.917
Geometric mean (GM)	0.000
Geometric standard deviation (GSD)	2.501
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.745
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.690
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.001
95th Percentile	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.004
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>TLV-TWA	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.001
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.001
95th Percentile - Z	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above TLV-TWA (%>TLV-TWA)	0.000









18) 인듐

인듐은 2014년 연구용역(노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리 수준 결정을 위한 유해성 평가) 결과를 바탕으로 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 진행하였다.

인듐을 대상으로 측정한 총 28개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.0007 mg/m^3을 적용하였다. 인듐에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.077 mg/m^3(최소 0.0007 ~ 최대 1.19 mg/m^3)으로 표준편차는 0.221 mg/m^3, 기하평균은 0.024 mg/m^3, 기하표준편차는 4.144 mg/m^3으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 정규분포는 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 15.641%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계($UTL_{95\%,95\%}$)는 0.583 mg/m^3이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 45.924%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계($UTL_{95\%,95\%}$)는 0.57 mg/m^3으로 나타났다.

인듐 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 112> 인듐 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

자료설명: 1.36

Indium

TLV-TWA
0.1

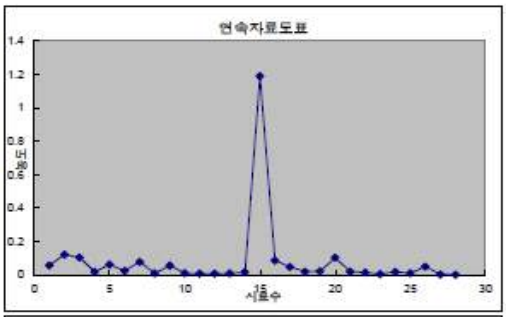
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0567
0.121
0.104
0.0187
0.0615
0.0242
0.0784
0.0088
0.0555
0.0097
0.0068
0.0083
0.0094
0.0163
1.19
0.0867
0.0469
0.0199
0.021
0.103
0.0197
0.014
0.0048
0.0187
0.0101
0.0493
0.0031
0.0007

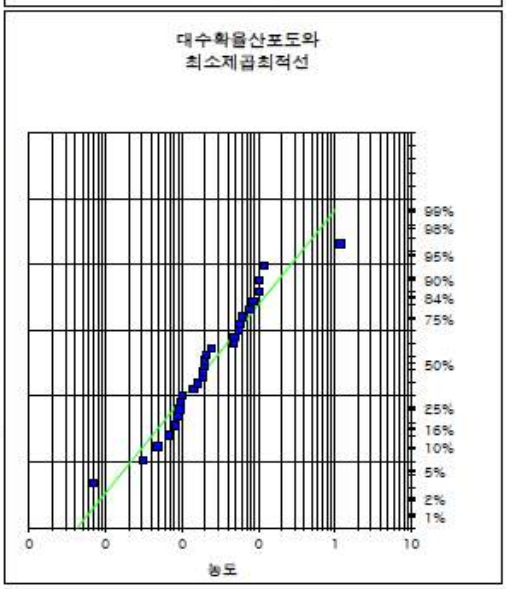
기술통계	
시료수 (n)	28
최대 (max)	1.19
최소 (min)	0.0007
범위	1.1893
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	14.286
평균	0.077
중앙값	0.020
표준편차 (s)	0.221
대수변환자료의 평균 (LN)	-3.738
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.422
기하평균 (GM)	0.024
기하표준편차 (GSD)	4.144

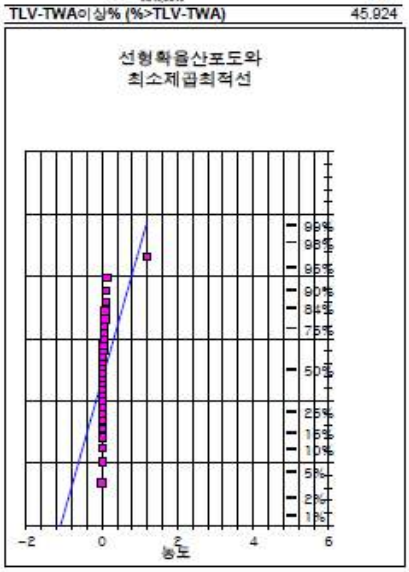
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	Yes
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No

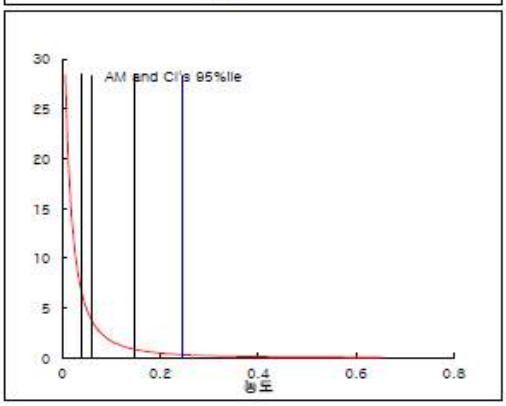
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.061
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.038
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.15
95번째 백분위수	0.247
$UTL_{95\%,95\%}$	0.583
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	15.641
LCL1,95% %>TLV-TWA	8.281
UCL1,95% %>TLV-TWA	26.809

정규모수적 통계량	
평균	0.077
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.006
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.148
95번째 백분위수 - Z	0.441
$UTL_{95\%,95\%}$	0.57
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	45.924









19) 1,2-디클로로프로판

1,2-디클로로프로판은 2014년 연구용역(노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리 수준 결정을 위한 유해성 평가) 결과를 바탕으로 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 진행하였다.

1,2-디클로로프로판을 대상으로 측정한 총 36개의 결과를 적용하여 노출평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.1309667 mg/m^3을 적용하였다. 1,2-디클로로프로판에 대한 작업환경측정에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 17.151 mg/m^3(최소 0.1309667 ~ 최대 327.0988 mg/m^3)으로 표준편차는 60.589 mg/m^3, 기하평균은 1.088 mg/m^3, 기하표준편차는 7.715 mg/m^3으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규분포와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 1.913%이며, 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계($UTL_{95\%,95\%}$)는 89.376 mg/m^3이다. 정규 모수적 통계량 노출기준 초과율은 16.984%였으며 95번째 백분위수 점추정치의 상위 신뢰한계($UTL_{95\%,95\%}$)는 147.89 mg/m^3으로 나타났다.

1,2-디클로로프로판 산업위생통계는 아래 표와 같다.

<표 113> 1,2-디클로로프로판 노출평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

자료설명: 1.36

1,2-DCP

TLV-TWA 75

측정자료 (max n = 50)
No less-than (<) or greater-than (>)

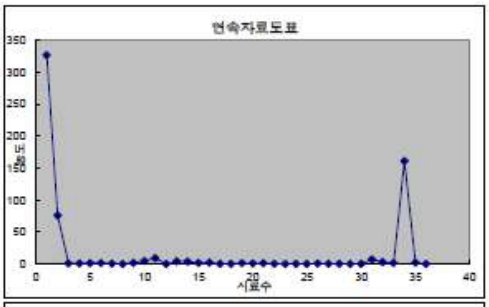
327.0988
76.023
0.9675
0.9486
1.4062
1.5424
0.7535
0.1309667
1.8383
4.7853
9.1759
0.1309667
4.0099
3.6384
1.7545
2.3453
0.1309667
0.1309667
1.3584
0.0567
1.2561
0.1309667
0.1309667
0.1309667
0.1959
0.5079
0.3929
0.1309667
0.1309667
0.1309667
7.0639
3.1916
1.4065
161.4805
1.0059
0.1309667

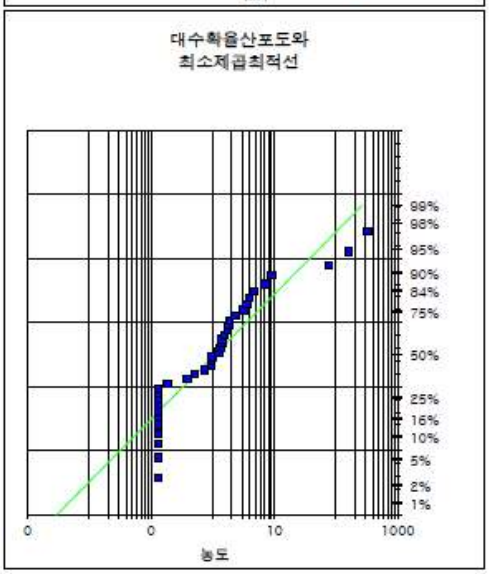
기술통계	
시료수 (n)	36
최대 (max)	327.0988
최소 (min)	0.1309667
범위	326.9678333
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	8.333
평균	17.151
중앙값	1.112
표준편차 (s)	60.589
대수변환자료의 평균 (LN)	0.084
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.043
기하평균 (GM)	1.088
기하표준편차 (GSD)	7.715

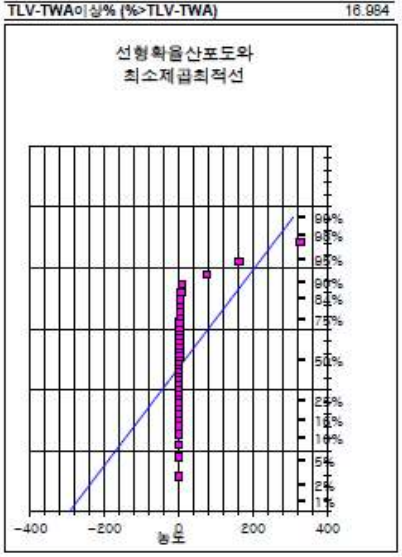
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No

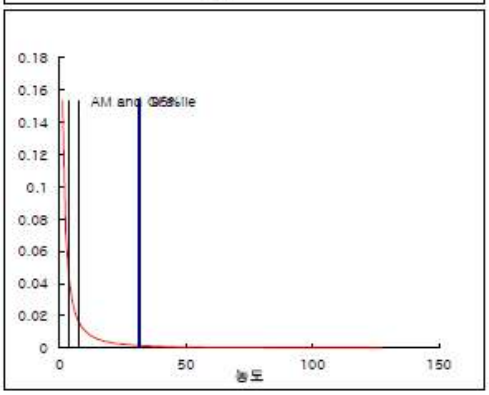
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	7.441
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	3.871
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	31.66
95번째 백분위수	31.347
$UTL_{95\%,95\%}$	89.376
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	1.913
LCL1,95% %>TLV-TWA	0.535
UCL1,95% %>TLV-TWA	5.807

정규모수적 통계량	
평균	17.151
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.089
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	34.212
95번째 백분위수 - Z	116.819
$UTL_{95\%,95\%}$	147.89
TLV-TWA이상% (%>TLV-TWA)	16.984









3. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 위험성평가

1) RfC worker 산출을 위한 용량-반응관계 결과

RfC worker 산출을 위한 노출경로에 따른 연구대상 14종 물질에 대한 용량-반응 관련 자료는 아래의 표 112와 같다.

<표 114> 14종 물질에 대한 용량-반응 관계 관련 자료

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참고문헌
1	**알파-메틸 스티렌 (98-83-9)**	NOAEL > 100 mg/kg bw/d	OECD Guideline 422 (Combined Repeated Dose Toxicity Study with the Reproduction / Developmental Toxicity Screening Test)	oral (Histological changes in liver and kidneys of both sexes and in thymus of female 흰쥐. Increase in GPT in male 흰쥐.)	ECHA CHEM
		NOAEC= 300 ppm	OECD Guideline 413 (Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day)	inhalation (dney & liver)	

2	**푸르푸릴 알콜 (98-00-0)**	NOAEL= 53 mg/kg bw/day	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral (haematological and microscopic liver changes in males at 82 and 160 mg/kg)	ECHA CHEM
		LOAEC= 2 ppm(nasal lesion) NOAEC= 16 ppm(systemic effect)	EPA OPPTS 870.3465 (90-Day Inhalation Toxicity)	inhalation	
3	**크로톤알데히드 (4170-30-3)**	NOAEL= 2.5 mg/kg bw	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral	ECHA CHEM
		LOAEL= 1.2 mg/m^3 air	no guideline	inhalation (according to motor activity and blood hemoglobin levels)	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참 고 문헌
4	메틸메타크릴레이트 (80-62-6)	NOAEL >= 124.1 mg/kg bw/day	no guideline	oral (based on fluid consumption and body weight)	ECHA CHEM
		NOAEC= 500 ppm	OECD Guideline 453 (Combined Chronic Toxicity / Carcinogenicity Studies)	inhalation (Gross pathology, Histopathology (organ effects))	
		NOAEC= 104 mg/m^3 air (= 25 ppm)	OECD Guideline 453 (Combined Chronic Toxicity / Carcinogenicity Studies)	inhalation (local effects-Histopathology, olfactory epithelium)	
5	무기 불화물 (Fluorides)	LOAEL= 4 mg/kg bw/day NOAEL= ca. 25 mg/kg bw/day	EPA OPP 83-5 (Combined Chronic Toxicity / Carcinogenicity)	oral (No neoplastic changes associated with NaF were observed.)	ECHA CHEM
		NOAEL= 25 ppm	OECD Guideline 407 (Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral (teeth and bone mineral changes, gan weight changes)	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참고문헌
6	메틸 아크릴레이트 (96-33-3)	NOAEL= 5 other: mg/kg	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral (Effects on kidney weight)	ECHA CHEM
		NOAEC= 0.082 mg/L air	OECD Guideline 413 (Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day)	inhalation (body weight change and organ weight changes (lung and liver))	
7	큐멘 (98-82-8)	NOEL= > 535.8 mg/kg bw/day	no guideline	oral (Only significant finding was increased testis at 224.8 mg/kg/d, however, there was no dose-response relationship.)	ECHA CHEM
		NOAEC= 125 ppm	OECD Guideline 413 (Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day)	inhalation (haematology; clinical chemistry; organ weights)	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참고문헌
8	디아세톤 알콜 (123-42-2)	NOAEL= 100 mg/kg bw/day	OECD Guideline 422 (Combined Repeated Dose Toxicity Study with the Reproduction / Developmental Toxicity Screening Test)	oral	ECHA CHEM
		NOAEL= 250 mg/kg bw/d	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral	
		NOAEC= 1,041 mg/m^3 air	OECD Guideline 412 (Repeated Dose Inhalation Toxicity: 28/14-Day)	inhalation (systemic toxicity)	
9	노말-프로필 알콜 (71-23-8)	NOAEC= 8,000 mg/m^3 air	OECD Guideline 413 (Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day) 1981	inhalation	ECHA CHEM
		NOAEC= 1,000 ppm	OECD Guideline 412 (Repeated Dose Inhalation Toxicity: 28/14-Day)	inhalation	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참 고 문헌
10	나프탈렌 (91-20-3)	NOAEL= 100 mg/kg bw/day	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral (Lesions in kidneys (male 흰쥐) and thymus glands (female 흰쥐) were observed at highest dosage groups.)	ECHA CHEM
		NOAEL= 100 mg/kg bw/day	OECD Guideline 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral (Signs of discomfort and physiologic disorders, predominantly in male mice. Mortality 7/60 animals)	
		NOAEC= 2 ppm	OECD Guideline 413 (Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day)	inhalation (minor histopathological changes in the nasal epithelium.)	
		NOEL < 1 ppm	EPA OPP 81-3 4-week Inhalation	inhalation	
		NOEL= 300 mg/kg bw/day	OECD Guideline 411 (Subchronic Dermal Toxicity: 90-Day Study)	dermal	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참고문헌
11	이소포론 (78-59-1)	NOAEL= 500 mg/kg bw/day (female mice) >=1000 mg/kg bw/day (male mice)	Repeated Dose Toxicity, U.S. NTP	oral	ECHA CHEM
		NOAEL= 500 mg/kg bw/day (male/female rat)	Repeated Dose Toxicity, U.S. NTP	oral male: 1000 mg/kg bw/day: reduced body weight gain; female: 1000 mg/kg/day: one of ten females died	
		NOAEC < 208 mg/m^3 air	Repeated Dose Inhalation Toxicity	inhalation (changes in haematological parameters and reduced liver weights)	
		NOAEC < 1436 mg/m^3 air	Chronic Inhaltion Toxicity Study	inhalation (slight conjunctivitis, slight irritation of nasal mucosa; microvacuolization of livers)	

순번	물질명 (Cas No.)	Endpoint	비고	노출경로 (표적기관)	참고문헌
12	이피엔 (2104-64-5)	NOAEL=1,000 mg/kg-day	-	subchronic dermal toxicity	NIOSH (2009-147)
		NOEL=0.01 mg/kg/day	-	신경독성	IRIS
13	트리부틸 포스페이트 (126-73-8)	NOEL=500 ppm (= 75 mg/kg bw)	EPA OTS 798.2650 (90-Day Oral Toxicity in Rodents)	oral	ECHA CHEM
		NOEL = 500 mg/kg bw	-	oral(rabbit, 14d, gavage)	
14	디메틸아미노벤젠 (1300-73-8)	NOAEL= 20 mg/kg	-	흰쥐 - gavage (4 weeks), an increased liver weight	ECHA CHEM

2) RfC worker 산출결과

알파-메틸 스티렌은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 신장 및 흉선조직 손상과 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 139.44 mg/m^{3}이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 알파-메틸 스티렌의 경구 독성(신장 및 흉선조직 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 1 ppm이다.

푸르푸릴 알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 손상과 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 73.9 mg/m^{3}이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 푸르푸릴 알콜의 경구 독성(간 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 3 ppm이다.

크로톤알데히드는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 헤모글로빈 감소가 나타났으며, NOAEL(worker)은 3.49 mg/m^{3}이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 크로톤알데히드의 경구 독성(헤모글로빈 감소)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.2 ppm이다.

메틸메타크릴레이트는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 장기 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 697.2 mg/m^{3}이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 메틸메타크릴레이트의 경구 독성(장기 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 28 ppm이다.

무기 불화물은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 뼈 내부의 미네랄 변화와

같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 34.86 mg/m3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 플루오라이드의 경구 독성(뼈 내부의 미네랄 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 2 ㎎/㎥이다.

메틸 아크릴레이트는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 신장 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 6.97 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 메틸 아크릴레이트의 경구 독성(신장 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.3 ppm이다.

큐멘은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 장기 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 6.97 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 큐멘의 경구 독성(장기 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 6 ppm이다.

디아세톤 알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 생식기능 손상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 139.44 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 디아세톤 알콜의 경구 독성(생식기능 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 1 ppm이다.

노말프로필 알콜은 흰쥐를 이용한 흡입독성 시험에서 중추신경계 손상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 1394.4 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 노말

프로필 알콜의 흡입독성(중추신경계 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfC(worker)는 20 ppm이다.

나프탈렌은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 생식기능 유해영향이 나타났으며, NOAEL(worker)은 76.68 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 나프탈렌의 경구독성(생식기능 장해)을 예방하기 위한 작업자 RfC(worker)는 2 ppm이다.

이소포론은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 수컷은 체중이 감소하였으며 암컷은 사망에 이르는 것으로 나타났으며, NOAEL(worker)은 697.2 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 이소포론의 경구독성(체중감소 및 사망)을 예방하기 위한 작업자 RfC(worker)는 4 ppm이다.

이피엔은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 신경 독성이 나타났으며, NOAEL(worker)은 1.39 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 이소포론의 경구독성(신경 독성)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.2 mg/m^3이다.

트리부틸 포스페이트는 토끼를 이용한 경구독성 시험에서 체중 변화증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 1162 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 트리부틸 포스페이트의 경구독성(체중변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 6 ppm이다.

디메틸아미노벤젠은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게가 증가하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 27.89 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계

수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 디메틸아미노벤젠의 경구독성(간 무게 증가)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.4 ppm이다.

삼차-부틸알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게 및 콜레스테롤이 증가하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 418.32 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 삼차-부틸알콜의 경구독성(간 무게, 콜레스테롤 증가)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 8 ppm이다.

텔레늄과 그 화합물은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게 증가와 몸무게가 감소하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 348.6 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 90(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 텔레늄과 그 화합물의 경구독성(간 무게 증가, 몸무게 감소)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 4 mg/m^3이다.

이소프로필 에테르는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 성 기능 저하와 고환이 위측하는 증상이 나타났으며, LOAEL(worker)은 920.304 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 90(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6, NOAEL을 사용하지 못함으로 인한 불확실성 5)을 적용하였다. 이소프로필 에테르의 경구독성(성 기능 저하, 고환 위축)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 2 ppm이다.

1,2-디클로로프로판은 흰쥐를 이용한 흡입독성 시험에서 비강점막 과식증이 발생하였으며, LOAEC(worker)은 2.88 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 150(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2, NOAEL을 사용하지 못함으로 인한 불확실성 5)을 적용하였다. 1,2-디클로로프로판의 흡입독성(비강점막 과식증)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.004 ppm이다.

인듐은 흰쥐를 이용한 흡입독성 시험에서 호흡기 자극, 폐부종, 폐독성이 나타났으며, LOAEC(worker)은 7.0 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 150(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2, NOAEL을 사용하지 못함으로 인한 불확실성 5)을 적용하였다. 인듐의 흡입독성(호흡기 자극, 폐부종, 폐독성)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.05 mg/m^3이다.

<표 115> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 RfCworker 산출 값

순번	물질명 (Cas No.)	유해영향	노출경로	실험 종	POD	UF	$RfC_{(Worker)}$	TLV-TWA
1	알파-메틸 스티렌 (98-83-9)	신장 및 흉선조직 손상	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 139.44 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	5 ㎎/㎥ (1 ppm)	240 ㎎/㎥ (50 ppm)
2	푸르푸릴 알콜 (98-00-0)	간 손상	경구	Rat	NOAEL(worker) : 73.9 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	12 ㎎/㎥ (3 ppm)	40 ㎎/㎥ (10 ppm)
3	크로톤알데히드 (4170-30-3)	헤모글로빈 감소	경구	Rat	NOAEL(worker) : 3.49 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	0.6 ㎎/㎥ (0.2 ppm)	6 ㎎/㎥ (2 ppm)
4	메틸메타 크릴레이트 (80-62-6)	장기 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 697.2 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	116 ㎎/㎥ (28 ppm)	205 ㎎/㎥ (50 ppm)

5	무기 불화물 (Fluorides) (7681-49-4)	뼈 내부 미네랄 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 34.86 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	2 ㎎/㎥	2.5 ㎎/㎥
6	메틸 아크릴레이트 (96-33-3)	신장 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 6.97 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	1 ㎎/㎥ (0.3 ppm)	7 ㎎/㎥ (2 ppm)
7	큐멘 (98-82-8)	장기 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 174.3 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	29 ㎎/㎥ (6 ppm)	245 ㎎/㎥ (50 ppm)
8	디아세톤 알콜 (123-42-2)	생식기능 손상	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 139.44 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	5 ㎎/㎥ (1 ppm)	240 ㎎/㎥ (50 ppm)
9	노말-프로필 알콜	중추신경계 손상	흡입	Rat (f & m)	NOAEL(worker) :1394.4 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3	50 ㎎/㎥ (20 ppm)	500 ㎎/㎥ (200 ppm)

	(71-23-8)					intraspecis : 5 Duration : 2		
10	나프탈렌 (91-20-3)	생식기능 방해	경구	Rat	NOAEL(worker) :76.68 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	13 ㎎/㎥ (2 ppm)	50 ㎎/㎥ (10 ppm)
11	이소포론 (78-59-1)	수컷: 체중감소 암컷 : 사망	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 697.2 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	23 ㎎/㎥ (4 ppm)	25 ㎎/㎥(C) 5 ppm(C)
12	이피엔 (2104-64-5)	신경 독성	경구	Rat	NOAEL(worker) : 1.39 ㎎/㎥ (EPA IRIS)	6 interspecies : 3 Duration : 2	0.2 ㎎/㎥	0.1 ㎎/㎥
13	트리부틸 포스페이트	체중 변화	경구	Rabbit	NOAEL(worker) : 1162 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3	65 ㎎/㎥ (6 ppm)	2.5 ㎎/㎥ (0.2 ppm)

	(126-73-8)					Duration : 6		
14	디메틸아미노벤젠 (1300-73-8)	간 무게 증가	경구	Rat	NOAEL(worker) : 27.89 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	2 ㎎/㎥ (0.4 ppm)	2.5 ㎎/㎥ (0.5 ppm)
15	삼차-부틸알콜 (75-65-0)	간 무게 증가 콜레스테롤 증가	경구	Rat	NOAEL(worker) : 418.32 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	23 ㎎/㎥ (8 ppm)	300 ㎎/㎥ (100 ppm)
16	텔레늄과 그 화합물 (7446-07-3)	간 무게 증가 몸무게 감소	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 348.6 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	90 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 6	4 ㎎/㎥	0.1 ㎎/㎥
17	이소프로필에테르 (108-20-3)	성기능 저하 고환 위축	경구	Rat	LOAEL(worker) : 920.304 ㎎/㎥ (ECHA CHEM)	90 interspecies : 3 Duration : 6	10 ㎎/㎥ (2 ppm)	1025 ㎎/㎥ (250 ppm)

						Severity : 5		
	1,2 - 디클로로프로판 (78-87-5)	비강점막 과식증 발생	흡입	Rat	LOAEC(wokrer) : 2.88 mg/㎥ (US EPA)	150 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2 Severity : 5	0.02 mg/㎥ (0.004 ppm)	350 mg/㎥ (75 ppm)
	인 듐 (7440-74-6)	호흡기 자극 폐부종, 폐독성	흡입	Rat	LOAEC(workrer) : 7.0 mg/㎥ (Leach et al, 1961)	150 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2 Severity : 5	0.05 mg/㎥	0.1 mg/㎥

3) 위험성평가 결과

대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 위험성 평가는 다음과 같다.

알파-메틸 스티렌은 기술통계 분석결과 산술평균은 0.461 ppm(최소 0.00229 ~ 최대 6.6471 ppm)이었다. 표준편차는 1.377 ppm, 기하평균은 0.007 ppm, 기하표준편차는 12.548 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.645%, UCL1,95% 7.444% 이었다.

푸르푸릴 알콜은 기술통계 분석결과 산술평균은 0.253 ppm(최소 0.00424 ~ 최대 3.8865 ppm)이었다. 표준편차는 0.759 ppm, 기하평균은 0.025 ppm, 기하표준편차는 8.248 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.236%, UCL1,95% 4.654% 이었다.

크로톤알데히드는 해당 취급사업장 측정 미실시로 위험성 평가를 실시하지 않았다.

메틸메타크릴레이트의 기술통계 분석결과 산술평균은 0.029 ppm(최소 0.00132 ~ 최대 0.2477 ppm)이었다. 표준편차는 0.054 ppm, 기하평균은 0.006 ppm, 기하표준편차는 6.267 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.1% 미만이었다.

무기 불화물에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.020 ㎎/㎥(최소 0.001 ~ 최대 0.0787 ㎎/㎥)이었다. 표준편차는 0.022 ㎎/㎥, 기하평균은 0.008 ㎎/m3, 기하표준편차는 5.068 ㎎/㎥으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.465%이었다.

메틸 아크릴레이트에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.059 ppm(최소 0.00131 ~ 최대 0.8035 ppm)이었다. 표준편차는 0.193 ppm, 기하평균은 0.004 ppm, 기하표준편차는 6.141 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.152%, UCL1,95% 3.803%이었다.

큐멘에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.542 ppm(최소 0.00226 ~ 최대

10.2161 ppm)이었다. 표준편차는 1.948 ppm, 기하평균은 0.012 ppm, 기하표준편차는 13.486 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.142%, UCL1,95% 3.684%이었다.

디아세톤 알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.035 ppm(최소 0.0178118 ~ 최대 0.0671792 ppm)이었다. 표준편차는 0.011 ppm, 기하평균은 0.033 ppm, 기하표준편차는 1.349 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

노말프로필 알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.028 ppm(최소 0.0217251 ~ 최대 0.0402225 ppm)이었다. 표준편차는 0.004 ppm, 기하평균은 0.028 ppm, 기하표준편차는 1.157 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

나프탈렌에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.095 ppm(최소 0.0237624 ~ 최대 0.7585247 ppm)이었다. 표준편차는 0.171 ppm, 기하평균은 0.055 ppm, 기하표준편차는 2.218 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.1% 미만이었다.

이소포론에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.023 ppm(최소 0.0095832 ~ 최대 0.0568551 ppm)이었다. 표준편차는 0.012 ppm, 기하평균은 0.020 ppm, 기하표준편차는 1.638 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

이피엔은 해당 취급사업장 측정 미실시로 위험성 평가를 실시하지 않았다.

트리부틸 포스페이트에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.000 ppm(최소 0.0001528 ~ 최대 0.0008418 ppm)이었다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은 0.000 ppm, 기하표준편차는 1.806 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

디메틸아미노벤젠에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.002 ppm(최소 0.0014974 ~ 최대 0.0027776 ppm)이었다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은

0.002 ppm, 기하표준편차는 1.194 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

삼차-부틸알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.018 ppm(최소 0.0085152 ~ 최대 0.1559174 ppm)이었다. 표준편차는 0.026 ppm, 기하평균은 0.014 ppm, 기하표준편차는 1.660 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

이소프로필 에테르에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 3.719 ppm(최소 0.00089 ~ 최대 124.501 ppm)이었다. 표준편차는 19.845 ppm, 기하평균은 0.038 ppm, 기하표준편차는 13.477 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 2.875%, UCL1,95% 12.914%이었다.

텔레늄과 그 화합물에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.001 mg/m^3(최소 0.0001619 ~ 최대 0.0018743 mg/m^3)이었다. 표준편차는 0.001 mg/m^3, 기하평균은 0.000 mg/m^3, 기하표준편차는 2.501 mg/m^3으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 0.1% 미만, UCL1,95% 0.000% 미만이었다.

1,2-디클로로프로판에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 17.151 ppm(최소 0.1309 ~ 최대 327.0988 ppm)이었다. 표준편차는 1.112 ppm, 기하평균은 1.088 ppm, 기하표준편차는 7.715 ppm으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 98.342%, UCL1,95% 99.9% 미만이었다.

인듐에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.077 mg/m^3(최소 0.0007 ~ 최대 1.19 mg/m^3)이었다. 표준편차는 0.020 mg/m^3, 기하평균은 0.024 mg/m^3, 기하표준편차는 4.144 mg/m^3으로 나타났다. 대수정규 모수적 통계량 RfCworker 초과율은 LCL1,95% 19.782% 미만, UCL1,95% 42.674% 미만이었다.

<표 116> 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-디클로로프로판에 대한 위험성 평가 연구결과

순번	물질명	시료수(n)	평균	표준편차	RfC_{worker} 이상 % (% > RfC_{worker})	기하평균 (GM)	기하표준편차 (GSD)	대규정규 모수적 통계량 RfC_{worker} 초과율(%)	
								LCL1	UCL
1	알파-메틸 스티렌	30	0.461	1.377	34.760	0.007	12.548	0.645	7.444
2	푸르푸릴 알콜	30	0.253	0.759	0.014	0.015	8.248	0.236	4.654
3	크로톤알데히드	위험성평가 미 실시							
4	메틸메타크릴레이트	30	0.029	0.054	0.000	0.006	6.267	< 0.1	< 0.1
5	무기 불화물 (Fluorides)	30	0.020	0.022	0.000	0.008	5.068	< 0.1	0.465
6	메틸 아크릴레이트	30	0.059	0.193	10.536	0.004	6.141	0.152	3.803
7	큐멘	30	0.542	1.948	0.254	0.012	13.486	0.142	3.684
8	디아세톤 알콜	30	0.035	0.011	0.000	0.033	1.349	< 0.1	< 0.000
9	노말-프로필 알콜	30	0.028	0.004	0.000	0.028	1.157	< 0.1	< 0.000

10	나프탈렌	30	0.095	0.171	0.000	0.055	2.218	< 0.1	< 0.1
11	이소포론	30	0.023	0.012	0.000	0.020	1.638	< 0.1	< 0.000
12	이피엔	위험성평가 미 실시							
13	트리부틸 포스페이트	30	0.000	0.000	0.000	0.000	1.806	< 0.1	< 0.000
14	디메틸 아미노 벤젠	18	0.002	0.000	0.000	0.002	1.194	< 0.1	< 0.000
15	삼차-부틸알콜	30	0.018	0.026	0.000	0.014	1.660	< 0.1	< 0.000
16	이소프로필 에테르	40	3.719	19.845	53.451	0.038	13.477	2.875	12.914
17	텔레늄과 그 화합물	12	0.001	0.001	0.000	0.000	2.501	< 0.1	< 0.000
	1,2-디클로로프로판	36	17.151	1.112	61.141	1.088	7.715	98.342	>99.9
	인듐	28	0.077	0.020	54.938	0.024	4.144	19.782	42.674

(1) 알파-메틸

알파-메틸은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 신장 및 흉선조직 손상과 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 139.44 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 알파-메틸 스티렌의 경구 독성(신장 및 흉선조직 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 1 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 알파-메틸 스티렌을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.002292 ppm을 적용하였다. 알파-메틸 스티렌에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.461 ppm(최소 0.00229 ~ 최대 6.6471 ppm)이었다. 표준편차는 1.377 ppm, 기하평균은 0.007 ppm, 기하표준편차는 12.548 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 2.408%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 34.760%이었다.

알파-메틸 스티렌 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 115>와 같다.

<표 117> 알파-메틸 스티렌 위험성평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

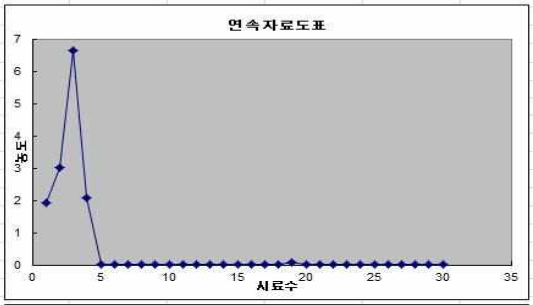
자료설명: 1.36

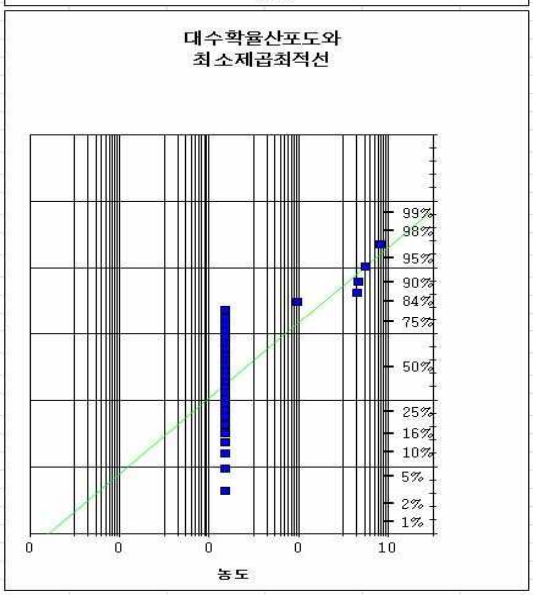
AMS

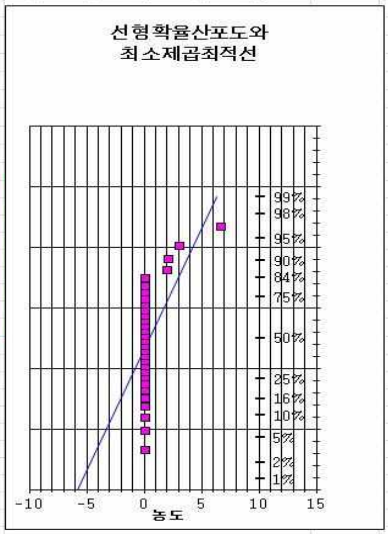
RfC(worker)
1

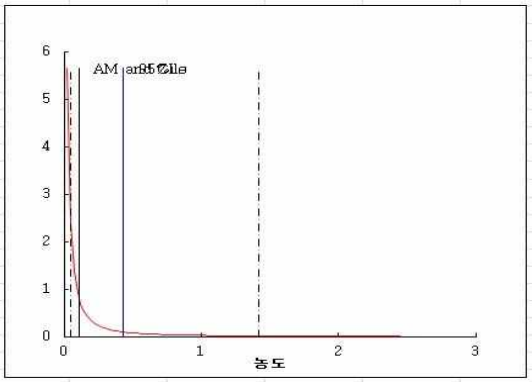
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
1.9184
3.0269
6.6471
2.0738
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.0931
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292
0.002292

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	6.6471
최소 (min)	0.00229
범위	6.64481
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	13.333
평균	0.461
중앙값	0.002
표준편차 (s)	1.377
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.998
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.530
기하평균 (GM)	0.007
기하표준편차 (GSD)	12.548
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	0
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.111
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.047
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	1.42
95번째 백분위수	0.433
$UTL_{95\%,95\%}$	1.854
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	2.408
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	0.645
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	7.444
정규모수적 통계량	
평균	0.461
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.033
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.888
95번째 백분위수 - Z	2.725
$UTL_{95\%,95\%}$	3.52
Rfc(worker)이상% (%>Rfc(worker))	34.760









(2) 푸르푸릴 알콜

푸르푸릴 알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 손상과 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 73.9 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 푸르푸릴 알콜의 경구 독성(간 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker 3 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 푸르푸릴 알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.004235 ppm을 적용하였다. 푸르푸릴 알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.253 ppm(최소 0.00424 ~ 최대 3.8865 ppm)이었다. 표준편차는 0.759 ppm, 기하평균은 0.025 ppm, 기하표준편차는 8.248 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.189%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.253%이었다.

푸르푸릴 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 116>와 같다.

<표 118> 푸르푸릴 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

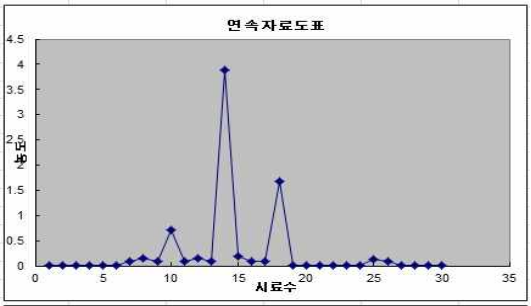
자료설명: 1.36

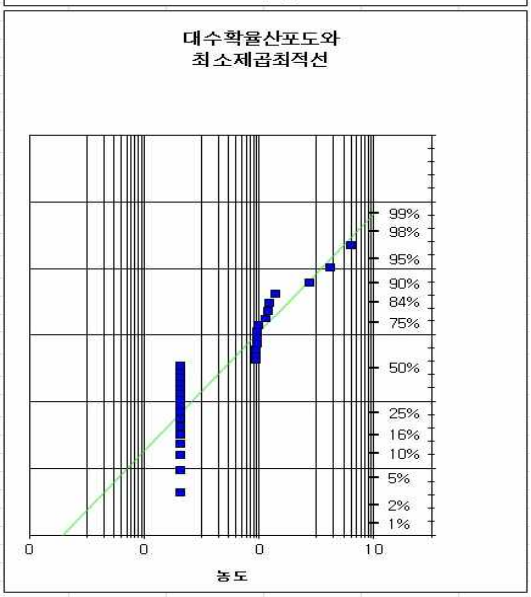
Furfuryl alcohol

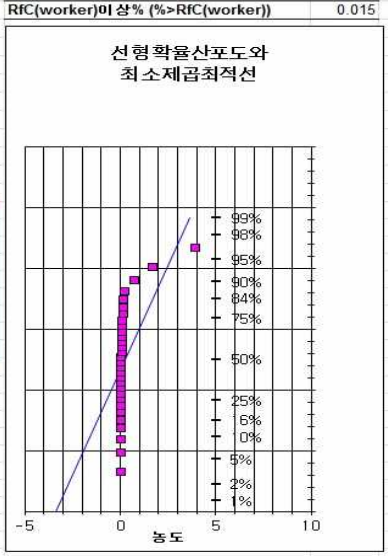
RfC(worker)
3

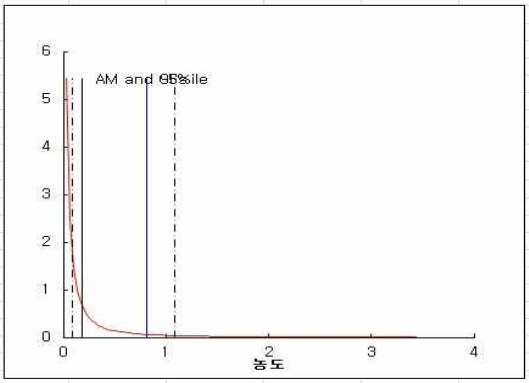
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.0857
0.1508
0.0879
0.723
0.0945
0.1408
0.0902
3.8865
0.1877
0.0914
0.0847
1.6844
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235
0.1249
0.0886
0.004235
0.004235
0.004235
0.004235

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	3.8865
최소 (min)	0.00424
범위	3.88227
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	3.333
평균	0.253
중앙값	0.004
표준편차 (s)	0.759
대수변환자료의 평균 (LN)	-3.681
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.110
기하평균 (GM)	0.025
기하표준편차 (GSD)	8.248
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.189
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.092
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	1.09
95번째 백분위수	0.811
$UTL_{95\%,95\%}$	2.728
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	1.175
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	0.236
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	4.654
정규모수적 통계량	
평균	0.253
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.018
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.488
95번째 백분위수 - Z	1.501
$UTL_{95\%,95\%}$	1.94
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.015









(3) 크로톤알데히드

연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 수행하지 못해 위험성 평가 실시하지 않음

(4) 메틸메타크릴레이트

메틸메타크릴레이트는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 장기 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 697.2 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 메틸메타크릴레이트의 경구 독성(장기 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 28 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 메틸메타크릴레이트를 취급하는 9개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.001320038 ppm을 적용하였다. 메틸메타크릴레이트에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.029 ppm(최소 0.00132 ~ 최대 0.2477 ppm)이었다. 표준편차는 0.054 ppm, 기하평균은 0.006 ppm, 기하표준편차는 6.267 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

메틸메타크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 117>와 같다.

<표 119> 메틸메타크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석

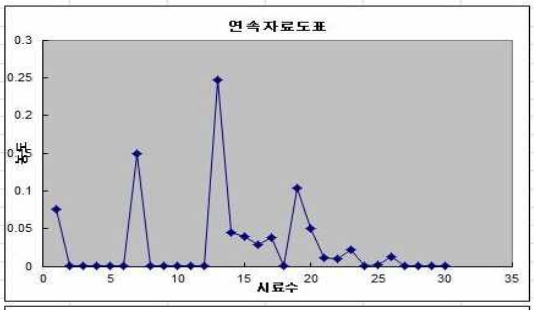
산업위생통계

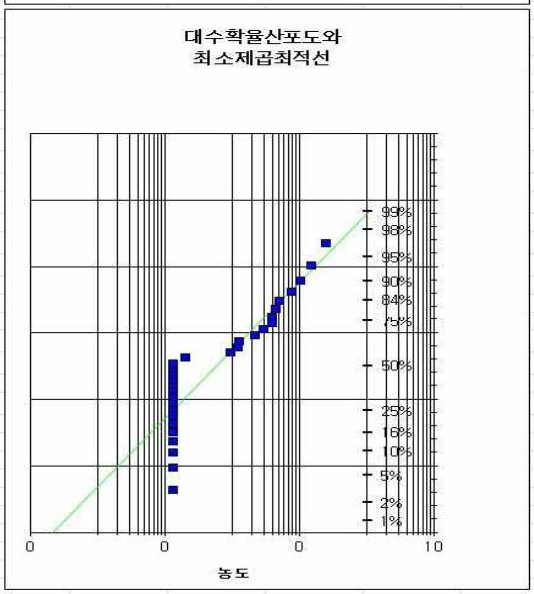
자료설명:MMA 1.36

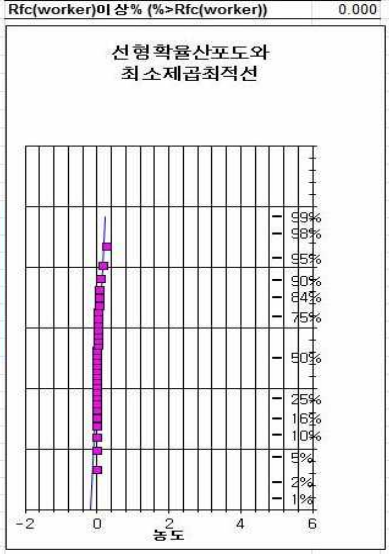
RfC(worker)
28

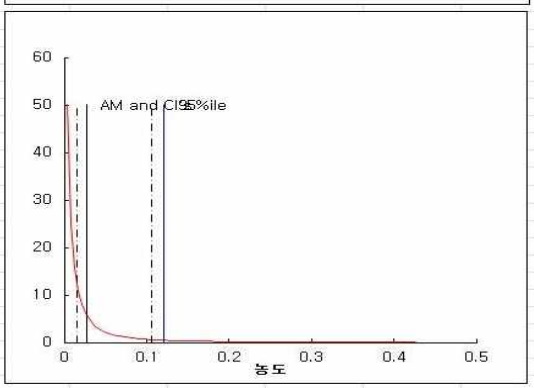
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0761
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.1492
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.2477
0.045
0.0392
0.0292
0.0385
0.001320038
0.1033
0.0508
0.012
0.0095
0.0221
0.001320038
0.002
0.0128
0.001320038
0.001320038
0.001320038
0.001320038

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.2477
최소 (min)	0.00132
범위	0.24638
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.000
평균	0.029
중앙값	0.001
표준편차 (s)	0.054
대수변환자료의 평균 (LN)	-5.127
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.835
기하평균 (GM)	0.006
기하표준편차 (GSD)	6.267
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	1
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.015
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.11
95번째 백분위수	0.122
$UTL_{95\%,95\%}$	0.349
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
정규모수적 통계량	
평균	0.029
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.012
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.045
95번째 백분위수 - Z	0.118
$UTL_{95\%,95\%}$	0.15
Rfc(worker)이상% (%>Rfc(worker))	0.000









(5) 무기 불화물 (Fluorides)

무기 불화물는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 뼈 내부의 미네랄 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 34.86 ㎎/㎥이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 무기 불화물의 경구 독성(뼈 내부의 미네랄 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 2 ㎎/㎥이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 무기 불화물을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.001 mg/m^{3}을 적용하였다. 무기 불화물에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.020 mg/m^3(최소 0.001 ~ 최대 0.0787 mg/m^3)이었다. 표준편차는 0.022 mg/m^3, 기하평균은 0.008 mg/m^3, 기하표준편차는 5.068 mg/m^{3}으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.035%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

무기 불화물 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 118>와 같다.

<표 120> 무기 불화물 위험성평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

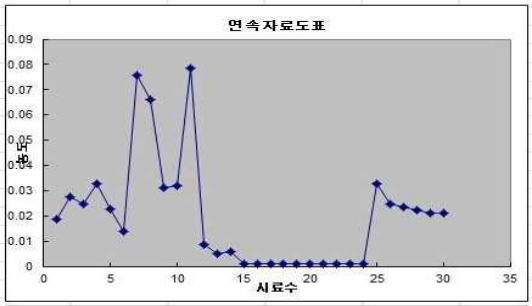
자료설명: 1.36

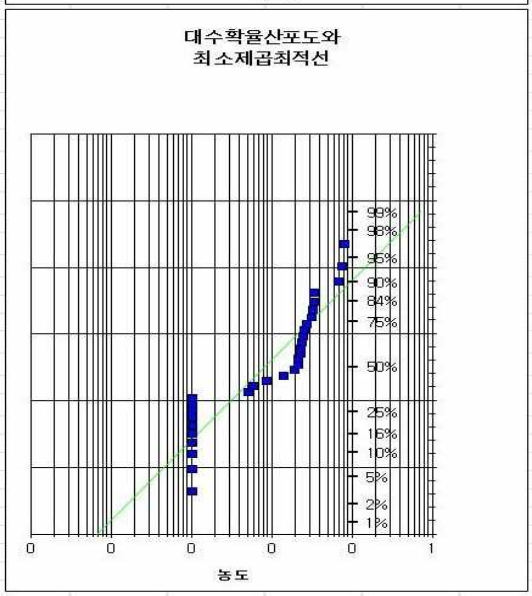
Fluoride

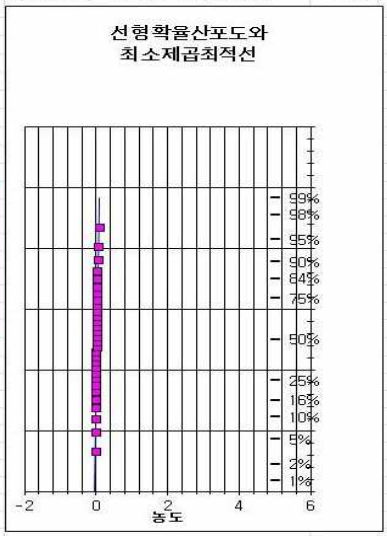
RfC(worker)
2

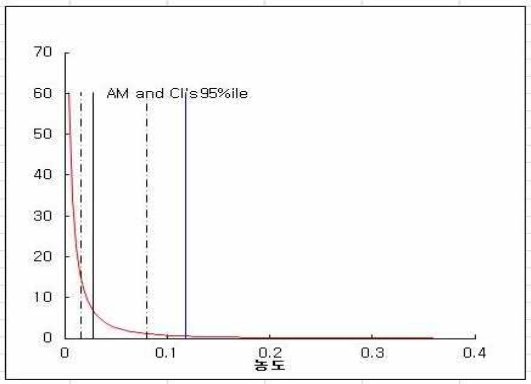
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0188
0.0274
0.0247
0.0329
0.0229
0.0139
0.0756
0.0661
0.0313
0.0318
0.0787
0.0085
0.005
0.0058
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.0329
0.0249
0.0234
0.0224
0.0212
0.0212

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.0787
최소 (min)	0.001
범위	0.0777
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.000
평균	0.020
중앙값	0.020
표준편차 (s)	0.022
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.805
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.623
기하평균 (GM)	0.008
기하표준편차 (GSD)	5.068
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	1
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.016
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.08
95번째 백분위수	0.118
$UTL_{95\%,95\%}$	0.300
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.035
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	0.465
정규모수적 통계량	
평균	0.020
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.013
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.027
95번째 백분위수 - Z	0.056
$UTL_{95\%,95\%}$	0.07
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.000









(6) 메틸 아크릴레이트

메틸 아크릴레이트는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 신장 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 6.97 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 메틸 아크릴레이트의 경구 독성(신장 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.3 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 메틸 아크릴레이트를 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00131 ppm을 적용하였다. 메틸 아크릴레이트에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.059 ppm(최소 0.00131 ~ 최대 0.8035 ppm)이었다. 표준편차는 0.193 ppm, 기하평균은 0.004 ppm, 기하표준편차는 6.141 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.862%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 10.536%이었다.

메틸 아크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 119>와 같다.

<표 121> 메틸 아크릴레이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석

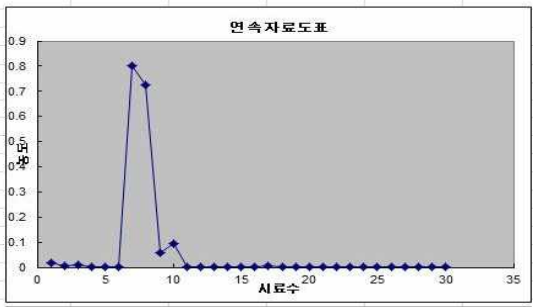
산업위생통계

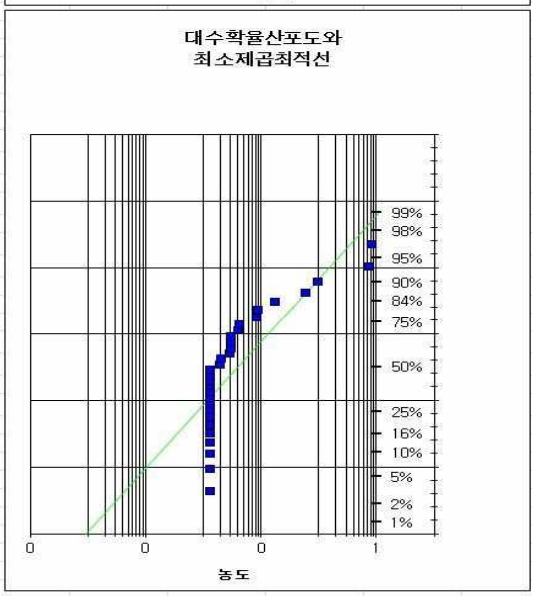
자료설명:MA 1.36

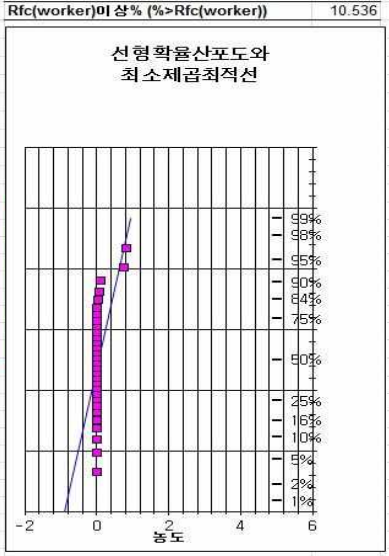
RfC(worker)
0.3

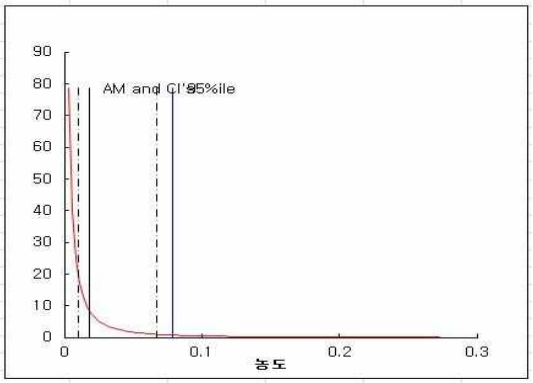
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.0174
0.008
0.0085
0.00131
0.00131
0.00131
0.8035
0.7239
0.0579
0.0933
0.00131
0.00131
0.002
0.0019
0.0028
0.003
0.0042
0.004
0.0029
0.003
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131
0.00131

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	0.8035
최소 (min)	0.00131
범위	0.80219
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	6.667
평균	0.059
중앙값	0.002
표준편차 (s)	0.193
대수변환자료의 평균 (LN)	-5.526
대수변환자료의 표준편차 (LN)	1.815
기하평균 (GM)	0.004
기하표준편차 (GSD)	6.141
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.018
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.010
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.07
95번째 백분위수	0.079
$UTL_{95\%,95\%}$	0.224
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.862
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	0.152
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	3.803
정규모수적 통계량	
평균	0.059
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-0.001
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	0.118
95번째 백분위수 - Z	0.376
$UTL_{95\%,95\%}$	0.49
Rfc(worker)이상% (%>Rfc(worker))	10.536









(7) 큐멘

큐멘은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 장기 무게 변화와 같은 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 6.97 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 큐멘의 경구 독성(장기 무게 변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker 는 6 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 큐멘을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00226 ppm을 적용하였다. 큐멘에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.542 ppm(최소 0.00226 ~ 최대 10.2161 ppm)이었다. 표준편차는 1.948 ppm, 기하평균은 0.012 ppm, 기하표준편차는 13.486 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.821%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.254%이었다.

큐멘의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 120>와 같다.

<표 122> 큐멘 위험성평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

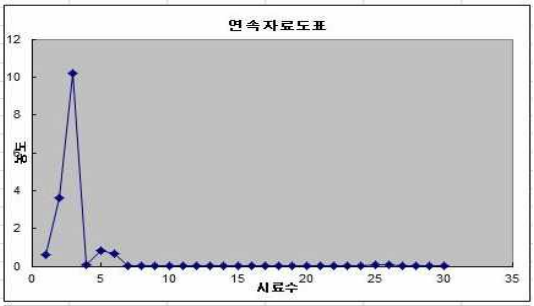
자료설명: 1.36

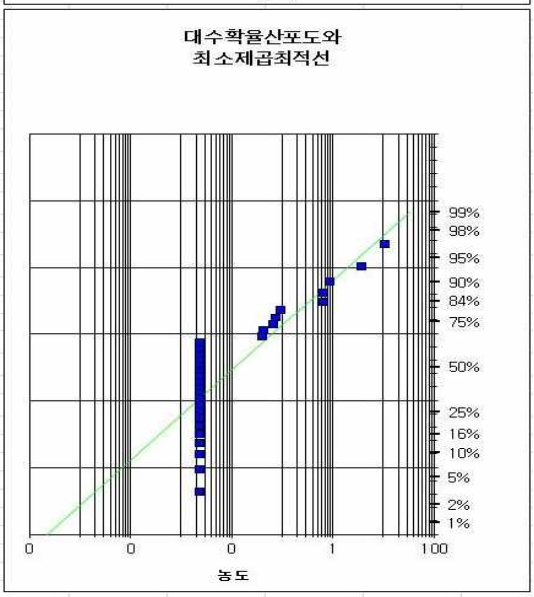
Cumene

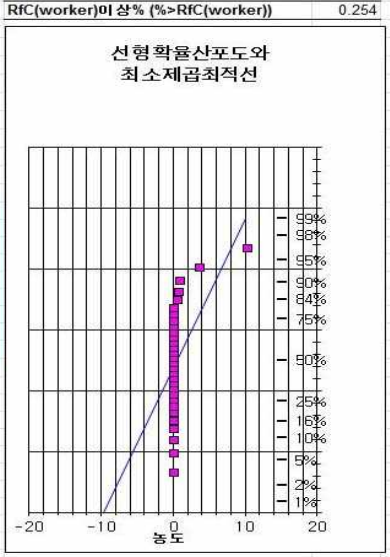
RfC(worker)
6

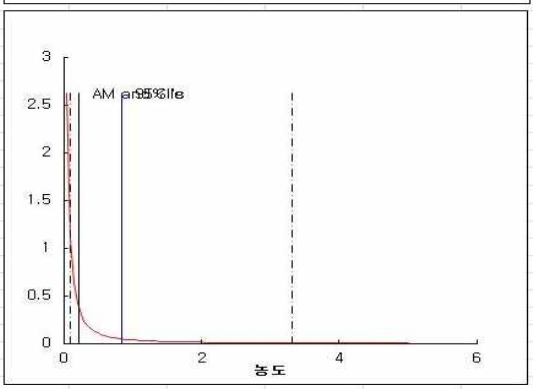
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.626
3.5963
10.2161
0.0656
0.8266
0.6469
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.0422
0.0402
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226
0.0707
0.0886
0.00226
0.00226
0.00226
0.00226

기술통계	
시료수 (n)	30
최대 (max)	10.2161
최소 (min)	0.00226
범위	10.2138
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	3.333
평균	0.542
중앙값	0.002
표준편차 (s)	1.948
대수변환자료의 평균 (LN)	-4.450
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.602
기하평균 (GM)	0.012
기하표준편차 (GSD)	13.486
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.222
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.093
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	3.33
95번째 백분위수	0.843
$UTL_{95\%,95\%}$	3.763
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.821
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	0.142
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	3.684
정규모수적 통계량	
평균	0.542
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-0.062
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	1.146
95번째 백분위수 - Z	3.746
$UTL_{95\%,95\%}$	4.87
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	0.254









(8) 디아세톤 알콜

디아세톤 알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 생식기능 손상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 139.44 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 디아세톤 알콜의 경구 독성(생식기능 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker 는 1 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 디아세톤 알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.007534796 ppm을 적용하였다. 디아세톤 알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.035 ppm(최소 0.0178118 ~ 최대 0.0671792 ppm)이었다. 표준편차는 0.011 ppm, 기하평균은 0.033 ppm, 기하표준편차는 1.349 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

디아세톤 알콜의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 121>와 같다.

<표 123> 디아세톤 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석

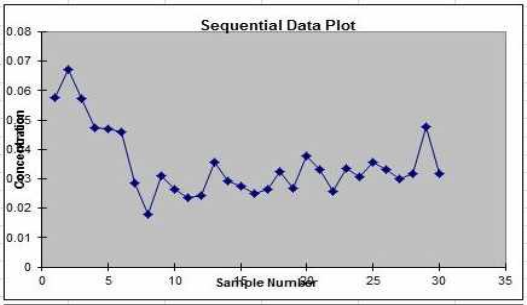
Industrial Hygiene Statistics

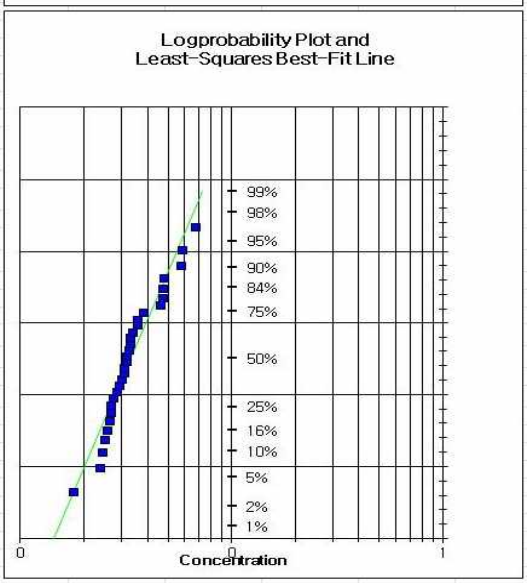
Data Description:
DAA

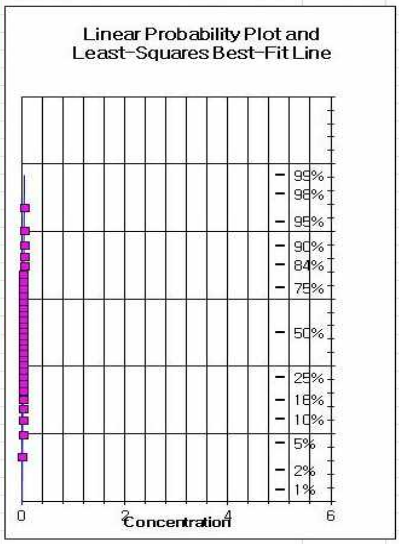
RfC(worker)
1

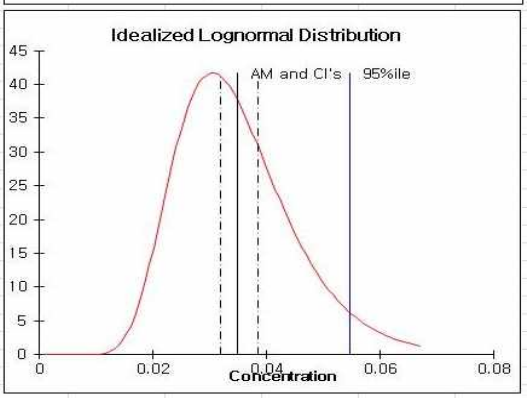
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.057740767
0.067179161
0.057267482
0.047206978
0.046849984
0.045966022
0.028606884
0.017811833
0.03095171
0.026592315
0.023749111
0.024205825
0.035615667
0.02935886
0.027476882
0.024920893
0.02645922
0.032472679
0.026753806
0.037941762
0.03312376
0.025762925
0.033658014
0.03068819
0.035639677
0.033040951
0.02992388
0.031878706
0.047698215
0.031878706

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0671792
Minimum (min)	0.0178118
Range	0.0493673
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.035
Median	0.032
Standard deviation (s)	0.011
Mean of logtransformed data (LN)	-3.399
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.299
Geometric mean (GM)	0.033
Geometric standard deviation (GSD)	1.349
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.949
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.875
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.035
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.032
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.039
95th Percentile	0.055
$UTL_{95\%,95\%}$	0.065
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.035
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.031
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.038
95th Percentile - Z	0.054
$UTL_{95\%,95\%}$	0.06
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(9) 노말프로필 알콜

노말프로필 알콜은 흰쥐를 이용한 흡입독성 시험에서 중추신경계 손상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 1394.4 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 노말프로필 알콜의 흡입독성(중추신경계 손상)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 20 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 노말프로필 알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.00329 ppm을 적용하였다. 노말프로필 알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.028 ppm(최소 0.0217251 ~ 최대 0.0402225 ppm)이었다. 표준편차는 0.004 ppm, 기하평균은 0.028 ppm, 기하표준편차는 1.157 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

노말프로필 알콜의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 122>와 같다.

<표 124> 노말프로필 알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

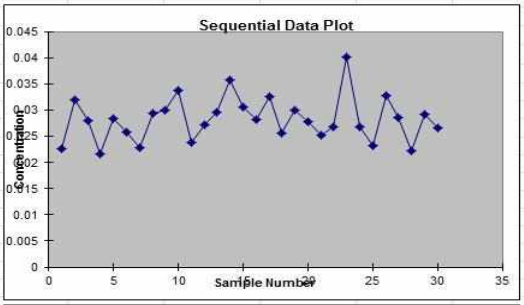
Data Description:

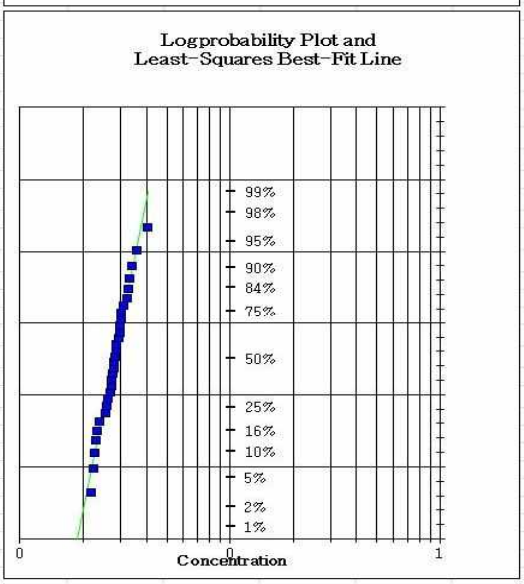
n-Propyl alcohol

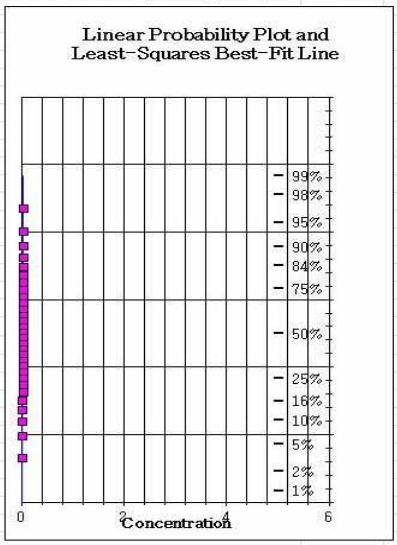
RfC(worker)
20

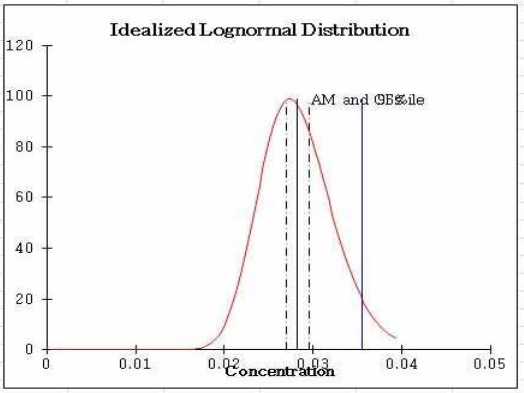
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.022560681
0.031995148
0.027932272
0.021725101
0.028382793
0.025878429
0.022932051
0.029484065
0.029959615
0.033772656
0.023814053
0.027316119
0.029719938
0.035721079
0.030702415
0.02814388
0.032587651
0.025620636
0.03005387
0.027862442
0.025233909
0.026882356
0.040222472
0.026882356
0.02317043
0.032059882
0.028687198
0.022312265
0.029149895
0.026577846

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0402225
Minimum (min)	0.0217251
Range	0.0184974
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.028
Median	0.028
Standard deviation (s)	0.004
Mean of logtransformed data (LN)	-3.576
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.146
Geometric mean (GM)	0.028
Geometric standard deviation (GSD)	1.157
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.977
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.960
Normal (a = 0.05)?	Yes
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.027
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.030
95th Percentile	0.036
$UTL_{95\%,95\%}$	0.039
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worl	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.028
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.027
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.030
95th Percentile - Z	0.035
$UTL_{95\%,95\%}$	0.04
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worl	0.000









(10) 나프탈렌

나프탈렌은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 생식기능 유해영향이 나타났으며, NOAEL(worker)은 76.68 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 6(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 나프탈렌의 경구독성(생식기능 장해)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 2 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 나프탈렌을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.009 ppm을 적용하였다. 나프탈렌에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.095 ppm(최소 0.0237624 ~ 최대 0.7585247 ppm)이었다. 표준편차는 0.171 ppm, 기하평균은 0.055 ppm, 기하표준편차는 2.218 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

나프탈렌의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 123>와 같다.

<표 125> 나프탈렌 위험성평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

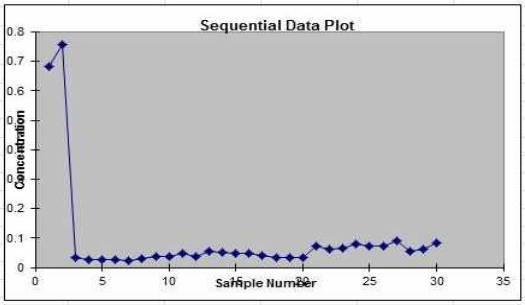
Data Description:

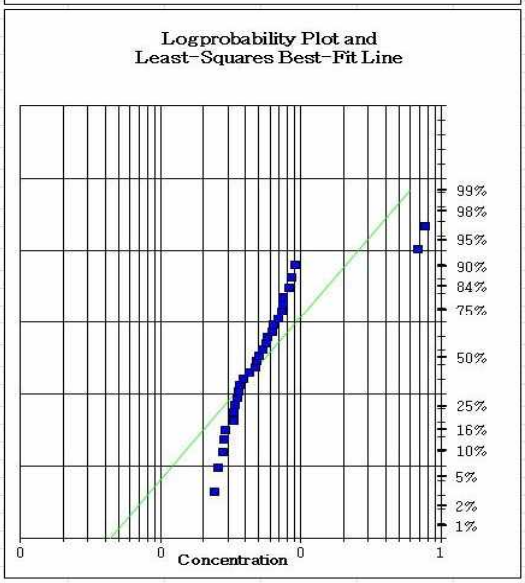
Naphthalene

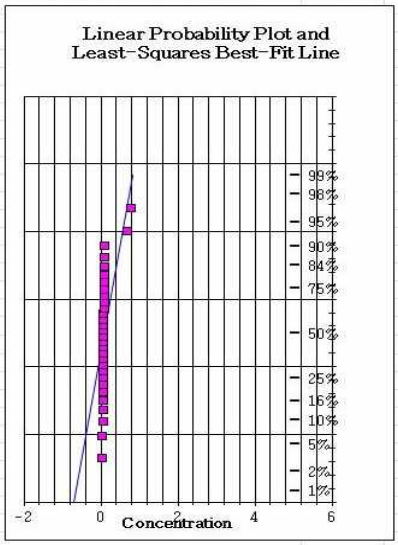
RfC(worker)
2

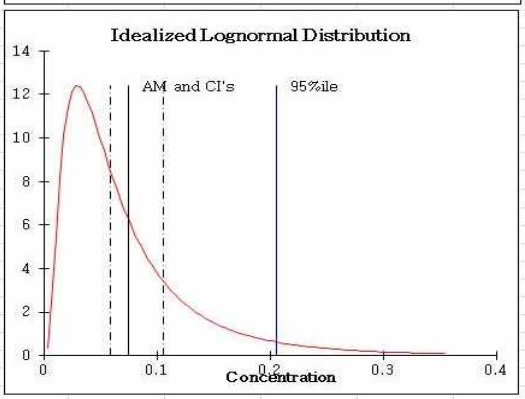
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.680918452
0.758524679
0.032697001
0.02761571
0.025229168
0.027803572
0.023762355
0.028782571
0.036523246
0.035762345
0.047354277
0.038575114
0.056281723
0.052896356
0.04957668
0.046594624
0.042738518
0.034815085
0.033202951
0.032511223
0.07249124
0.062376183
0.067476123
0.081278057
0.074182911
0.073358656
0.089219987
0.056429736
0.061703543
0.084644603

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.7585247
Minimum (min)	0.0237624
Range	0.7347623
Percent aboveRfC(worker) (%>RfC(worker))	0.000
Mean	0.095
Median	0.048
Standard deviation (s)	0.171
Mean of logtransformed data (LN)	-2.892
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.796
Geometric mean (GM)	0.055
Geometric standard deviation (GSD)	2.218
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.744
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.381
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.075
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.059
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.105
95th Percentile	0.206
$UTL_{95\%,95\%}$	0.325
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.095
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.041
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.148
95th Percentile - Z	0.376
$UTL_{95\%,95\%}$	0.47
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(11) 이소포론

이소포론은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 수컷은 체중이 감소하였으며 암컷은 사망에 이르는 것으로 나타났으며, NOAEL(worker)은 697.2 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 30(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 이소포론의 경구독성(체중감소 및 사망)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 4 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 이소포론을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.0035 ppm을 적용하였다. 이소포론에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.023 ppm(최소 0.0095832 ~ 최대 0.0568551 ppm)이었다. 표준편차는 0.012 ppm, 기하평균은 0.020 ppm, 기하표준편차는 1.638 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

이소포론의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 124>와 같다.

<표 126> 이소포론 위험성평가 결과에 대한 통계분석

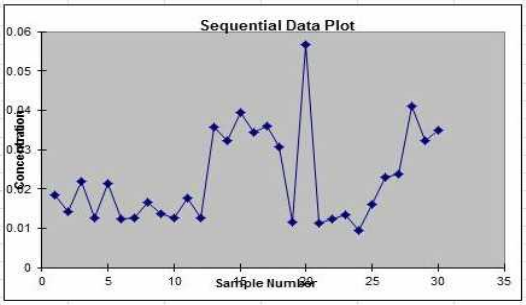
Industrial Hygiene Statistics

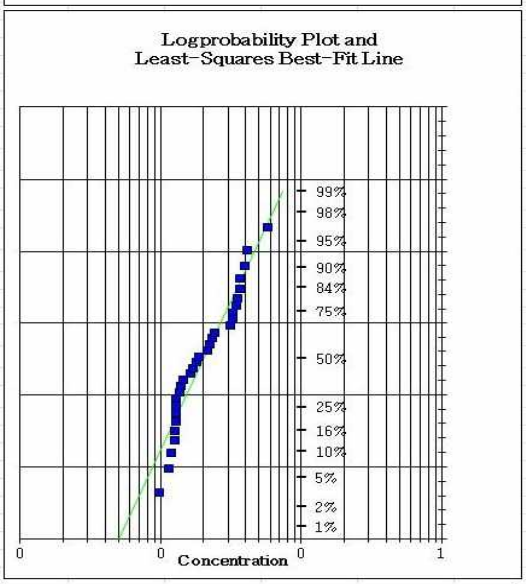
Data Description:
Isophoron

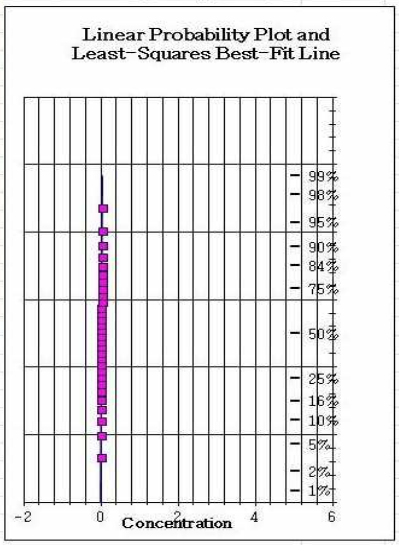
RfC(worker)
4

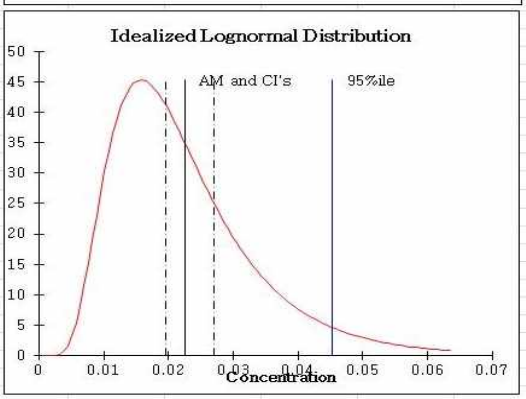
Sample Data (max n = 50)
No less-than (<) or greater-than (>)
0.018415552
0.014203485
0.022068224
0.012655237
0.021362041
0.012362292
0.01270582
0.0167058
0.013668382
0.012616968
0.017688494
0.01270582
0.035890525
0.032343206
0.039454124
0.0343397
0.036123581
0.03073498
0.011607786
0.056855101
0.011212963
0.012487164
0.013510702
0.009583172
0.015997215
0.023027301
0.023884214
0.041080848
0.032296264
0.034932693

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0568551
Minimum (min)	0.0095832
Range	0.0472719
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.023
Median	0.018
Standard deviation (s)	0.012
Mean of logtransformed data (LN)	-3.904
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.493
Geometric mean (GM)	0.020
Geometric standard deviation (GSD)	1.638
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.917
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.866
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.023
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.020
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.027
95th Percentile	0.045
$UTL_{95\%,95\%}$	0.060
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worl	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.023
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.019
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.026
95th Percentile - Z	0.042
$UTL_{95\%,95\%}$	0.05
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worl	0.000









(12) 이피엔

연구기간동안 국내 취급 사업장이 없어 측정을 수행하지 못해 위험성 평가 실시하지 않음

(13) 트리부틸 포스페이트

트리부틸 포스페이트는 토끼를 이용한 경구독성 시험에서 체중 변화증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 1162 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 2)을 적용하였다. 트리부틸 포스페이트의 경구독성(체중변화)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 6 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 트리부틸 포스페이트를 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.001187242 ppm을 적용하였다. 트리부틸 포스페이트에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.000 ppm(최소 0.0001528 ~ 최대 0.0008418 ppm)이었다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은 0.000 ppm, 기하표준편차는 1.806 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

트리부틸 포스페이트의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 125>와 같다.

<표 127> 트리부틸 포스페이트 위험성평가 결과에 대한 통계분석

Industrial Hygiene Statistics

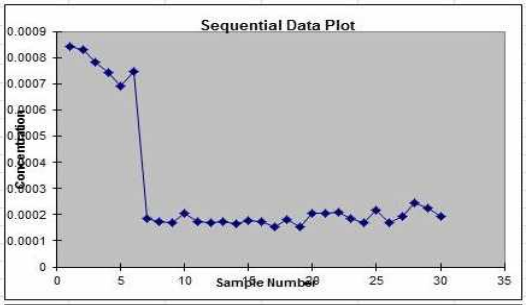
Data Description:

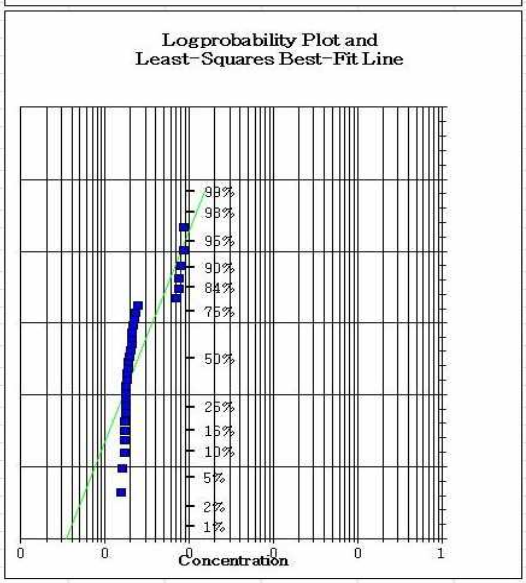
TBP

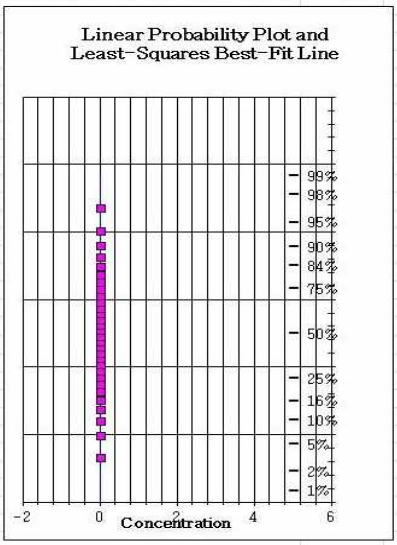
RfC(worker)
6

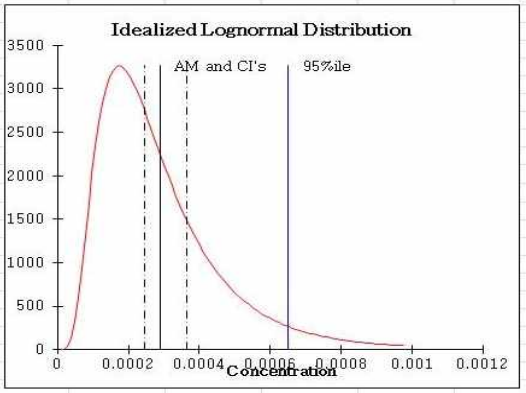
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.000841818
0.000831289
0.000783283
0.000745921
0.000691947
0.000747599
0.000185369
0.00017436
0.000168498
0.000203971
0.000174885
0.000168498
0.000172805
0.000165901
0.000178757
0.000171987
0.000155266
0.000181435
0.000152817
0.000206727
0.000204124
0.000210845
0.000184216
0.00017039
0.000215973
0.0001683
0.000195587
0.000243579
0.000226624
0.00019297

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.0008418
Minimum (min)	0.0001528
Range	0.000689
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.000
Median	0.000
Standard deviation (s)	0.000
Mean of logtransformed data (LN)	-8.309
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.591
Geometric mean (GM)	0.000
Geometric standard deviation (GSD)	1.806
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.658
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.585
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
95th Percentile	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.001
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
95th Percentile - Z	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(14) 디메틸아미노벤젠

디메틸아미노벤젠은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게가 증가하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 27.89 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 디메틸아미노벤젠의 경구독성(간 무게 증가)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 0.4 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 디메틸아미노벤젠을 취급하는 3개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 18개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.000558374 ppm을 적용하였다. 디메틸아미노벤젠에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.002 ppm(최소 0.0014974 ~ 최대 0.0027776 ppm)이었다. 표준편차는 0.000 ppm, 기하평균은 0.002 ppm, 기하표준편차는 1.194 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

디메틸아미노벤젠의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 126>와 같다.

<표 128> 디메틸아미노벤젠 위험성평가 결과에 대한 통계분석

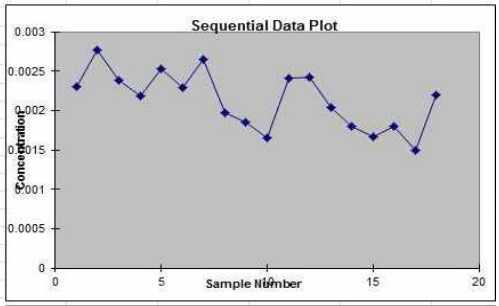
Industrial Hygiene Statistics

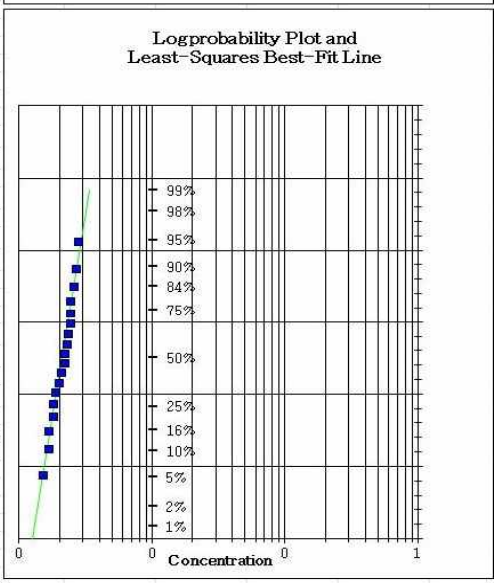
Data Description:
Dimethylaminobenzene

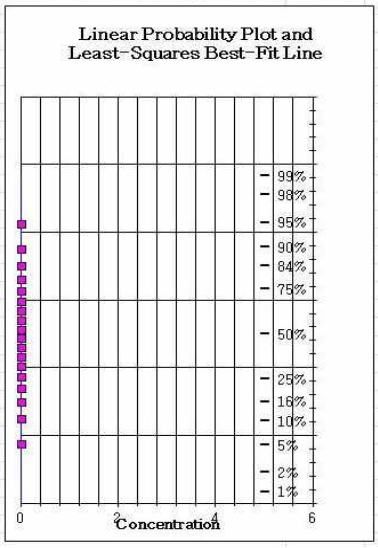
RfC(worker)
0.4

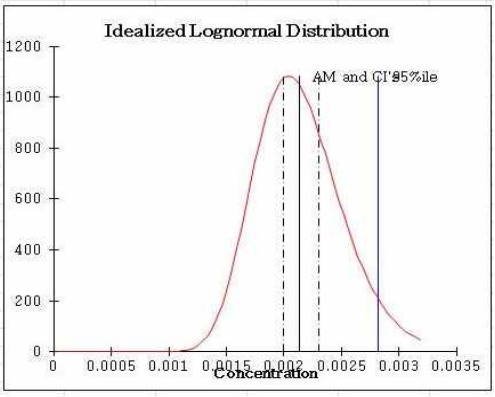
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.002310991
0.002777633
0.002387387
0.002188438
0.002533981
0.002292649
0.002650219
0.001978588
0.001851755
0.001660194
0.002410372
0.002430129
0.00204466
0.001796823
0.001665594
0.001796823
0.001497352
0.002196117

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	18
Maximum (max)	0.0027776
Minimum (min)	0.0014974
Range	0.0012803
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.002
Median	0.002
Standard deviation (s)	0.000
Mean of logtransformed data (LN)	-6.163
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.178
Geometric mean (GM)	0.002
Geometric standard deviation (GSD)	1.194
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.961
Lognormal (a = 0.05)?	Yes
W-test of data	0.969
Normal (a = 0.05)?	Yes
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.002
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.002
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.002
95th Percentile	0.003
$UTL_{95\%,95\%}$	0.003
Percent above RfC(worker)(%>RfC(work	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.002
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.002
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.002
95th Percentile - Z	0.003
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(15) 삼차-부틸알콜

삼차-부틸알콜은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게 및 콜레스테롤이 증가하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 418.32 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 18(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 삼차-부틸알콜의 경구독성(간 무게, 콜레스테롤 증가)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 8 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 삼차-부틸알콜을 취급하는 5개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 30개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.004083648 ppm을 적용하였다. 삼차-부틸알콜에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.018 ppm(최소 0.0085152 ~ 최대 0.1559174 ppm)이었다. 표준편차는 0.026 ppm, 기하평균은 0.014 ppm, 기하표준편차는 1.660 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

삼차-부틸알콜의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 127>와 같다.

<표 129> 삼차-부틸알콜 위험성평가 결과에 대한 통계분석

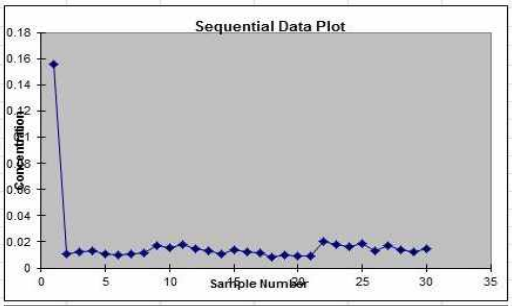
Industrial Hygiene Statistics

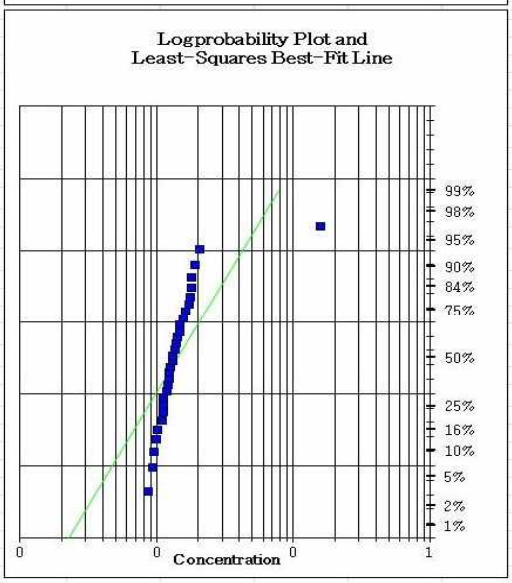
Data Description:
tert-butyl alcohol

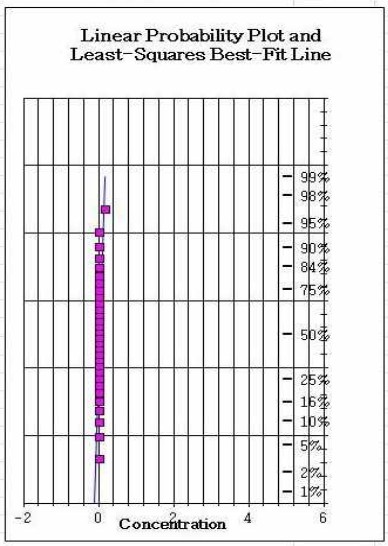
RfC(worker)
8

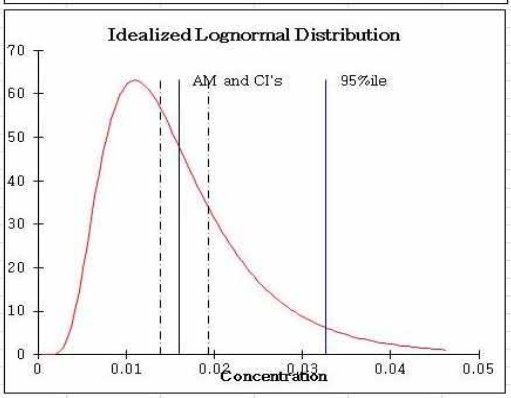
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.155917441
0.011010284
0.012099843
0.013051516
0.011010284
0.010057012
0.010755416
0.01167422
0.017047552
0.015609807
0.017870538
0.01455746
0.012847431
0.011095508
0.014082761
0.012104191
0.012004976
0.008515158
0.009895994
0.009388507
0.009211365
0.020565301
0.017675961
0.016202965
0.018761327
0.013451518
0.017531076
0.013710201
0.012434833
0.014451293

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	30
Maximum (max)	0.1559174
Minimum (min)	0.0085152
Range	0.1474023
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.018
Median	0.013
Standard deviation (s)	0.026
Mean of logtransformed data (LN)	-4.256
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.507
Geometric mean (GM)	0.014
Geometric standard deviation (GSD)	1.660
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.619
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.284
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.016
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.014
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.019
95th Percentile	0.033
$UTL_{95\%,95\%}$	0.044
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.018
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.010
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.026
95th Percentile - Z	0.061
$UTL_{95\%,95\%}$	0.08
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(16) 텔레늄과 그 화합물

텔레늄과 그 화합물은 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 간 무게 증가와 몸무게가 감소하는 증상이 나타났으며, NOAEL(worker)은 348.6 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 90(종간 불확실성 계수 3, 종내 불확실성 계수 5, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6)을 적용하였다. 텔레늄과 그 화합물의 경구독성(간 무게 증가, 몸무게 감소)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 4 mg/m^3이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 텔레늄과 그 화합물을 취급하는 2개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 12개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.0001971153 mg/m^3을 적용하였다. 텔레늄과 그 화합물에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 0.001 mg/m^3(최소 0.0001619 ~ 최대 0.0018743 mg/m^3)이었다. 표준편차는 0.001 mg/m^3, 기하평균은 0.000 mg/m^3, 기하표준편차는 2.501 mg/m^3으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 0.000%이었다.

텔레늄과 그 화합물의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 129>와 같다.

<표 130> 텔레늄과 그 화합물 위험성평가 결과에 대한 통계분석

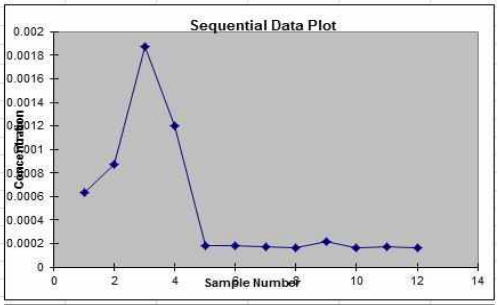
Industrial Hygiene Statistics

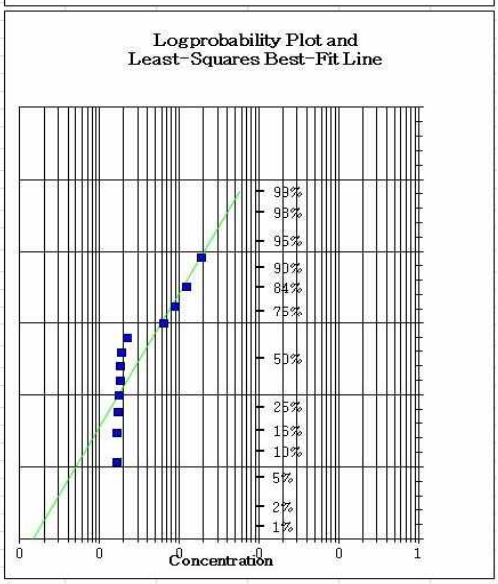
Data Description:
Tellurium&compounds

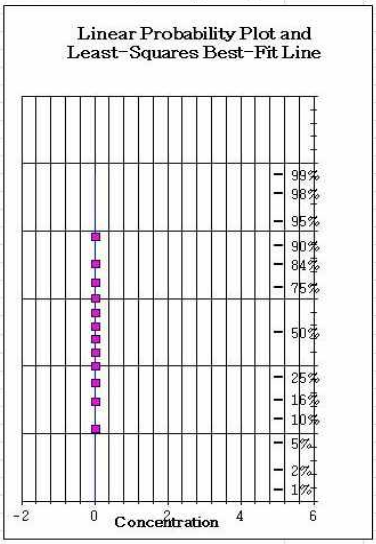
RfC(worker)
4

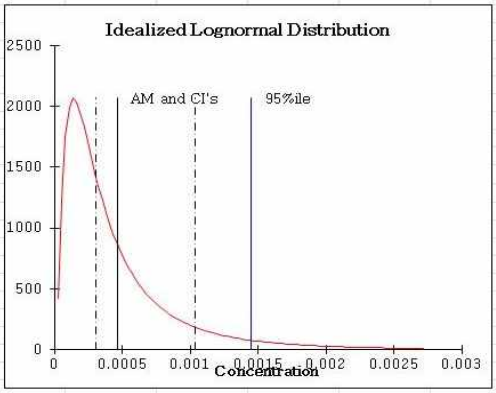
Sample Data (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
0.000630123
0.000874783
0.001874271
0.001205769
0.000183487
0.000179757
0.000172317
0.000161883
0.000217233
0.000166167
0.000176024
0.000162272

DESCRIPTIVE STATISTICS	
Number of samples (n)	12
Maximum (max)	0.0018743
Minimum (min)	0.0001619
Range	0.0017124
Percent above RfC(worker) (%>RfC(worker)	0.000
Mean	0.001
Median	0.000
Standard deviation (s)	0.001
Mean of logtransformed data (LN)	-8.045
Std. deviation of logtransformed data (LN)	0.917
Geometric mean (GM)	0.000
Geometric standard deviation (GSD)	2.501
TEST FOR DISTRIBUTION FIT	
W-test of logtransformed data (LN)	0.745
Lognormal (a = 0.05)?	No
W-test of data	0.690
Normal (a = 0.05)?	No
LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	0.000
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.001
95th Percentile	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.004
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.1
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	<0.000
NORMAL PARAMETRIC STATISTICS	
Mean	0.001
$LCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.000
$UCL_{1,95\%}$ - t statistics	0.001
95th Percentile - Z	0.001
$UTL_{95\%,95\%}$	0.00
Percent above RfC(worker) (%>RfC(wor	0.000









(17) 이소프로필 에테르

이소프로필 에테르는 흰쥐를 이용한 경구독성 시험에서 성 기능 저하와 고환이 위축하는 증상이 나타났으며, LOAEL(worker)은 920.304 mg/m^3이다. 또한 동물 실험 자료 사용에서 발생되는 자료의 불확실성을 고려하기 위해 총 90(종간 불확실성 계수 3, 시험 기간에 대한 불확실성 계수 6, NOAEL을 사용하지 못함으로 인한 불확실성 5)을 적용하였다. 이소프로필 에테르의 경구독성(성 기능 저하, 고환 위축)을 예방하기 위한 작업자 RfCworker는 2 ppm이다.

산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 이소프로필 에테르를 취급하는 8개소의 사업장을 대상으로 측정한 총 40개의 결과를 적용하여 위험성평가를 진행하였다. 불검출은 LOD값 0.000886236 ppm을 적용하였다. 이소프로필 에테르에 대한 기술통계 분석결과 산술평균은 3.719 ppm(최소 0.00089 ~ 최대 124.501 ppm)이었다. 표준편차는 19.845 ppm, 기하평균은 0.038 ppm, 기하표준편차는 13.477 ppm으로 나타났다.

분포 적합성 검정 결과 대수정규와 정규분포 모두 적합하지 않았다.

대수정규 모수적 통계량에서 이론적 독성 참고치인 RfCworker 초과확률은 6.409%이었다. 정규 모수적 통계량에서 RfCworker 초과확률은 53.451%이었다.

이소프로필 에테르의 위험성평가 결과에 대한 통계분석은 아래 <표 128>와 같다.

<표 131> 이소프로필 에테르의 위험성평가 결과에 대한 통계분석

산업위생통계

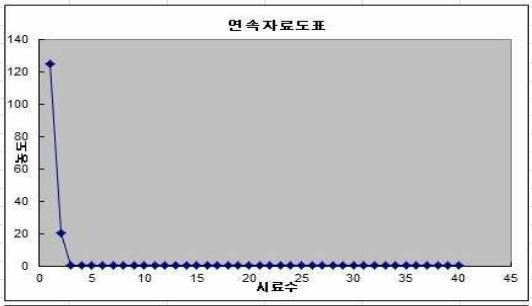
자료설명: 1.36

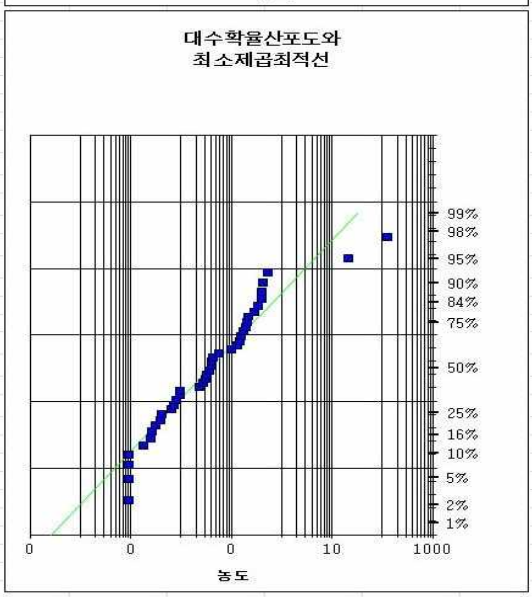
IPE

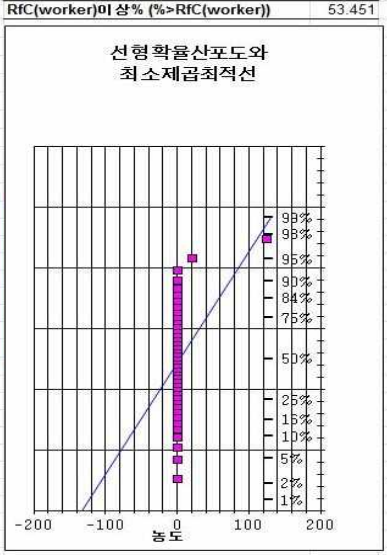
RfC(worker)
2

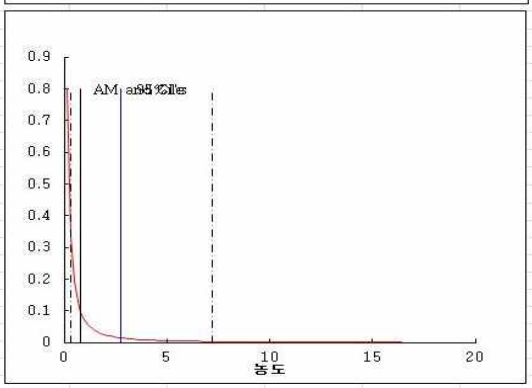
측정자료 (max n = 50) No less-than (<) or greater-than (>)
124.5008
20.2616
0.0388
0.0305
0.0233
0.2153
0.1404
0.3298
0.0954
0.0275
0.0423
0.4085
0.3875
0.5085
0.004
0.1657
0.1486
0.1313
0.1949
0.2746
0.0062
0.0039
0.0094
0.000886236
0.000886236
0.0031
0.0071
0.0091
0.3912
0.0078
0.0017
0.0025
0.0026
0.000886236
0.000886236
0.2049
0.0545
0.0408
0.0348
0.0311

기술통계	
시료수 (n)	40
최대 (max)	124.501
최소 (min)	0.00089
범위	124.5
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	5.000
평균	3.719
중앙값	0.037
표준편차 (s)	19.845
대수변환자료의 평균 (LN)	-3.264
대수변환자료의 표준편차 (LN)	2.601
기하평균 (GM)	0.038
기하표준편차 (GSD)	13.477
분포적합성검정	
대수변환자료의 W-검정 (LN)	1
대수정규분포 (a = 0.05)?	No
자료의 W-검정	0
정규분포 (a = 0.05)?	No
대수정규 모수적 통계량	
추정된 산술평균 - MVUE	0.778
$LCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	0.354
$UCL_{1,95\%}$ - Land's "Exact"	7.21
95번째 백분위수	2.759
$UTL_{95\%,95\%}$	9.614
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	6.409
$LCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	2.875
$UCL_{1,95\%}$ %>RfC(worker)	12.914
정규모수적 통계량	
평균	3.719
$LCL_{1,95\%}$ - t 통계	-1.568
$UCL_{1,95\%}$ - t 통계	9.005
95번째 백분위수 - Z	36.363
$UTL_{95\%,95\%}$	45.89
RfC(worker)이상% (%>RfC(worker))	53.451





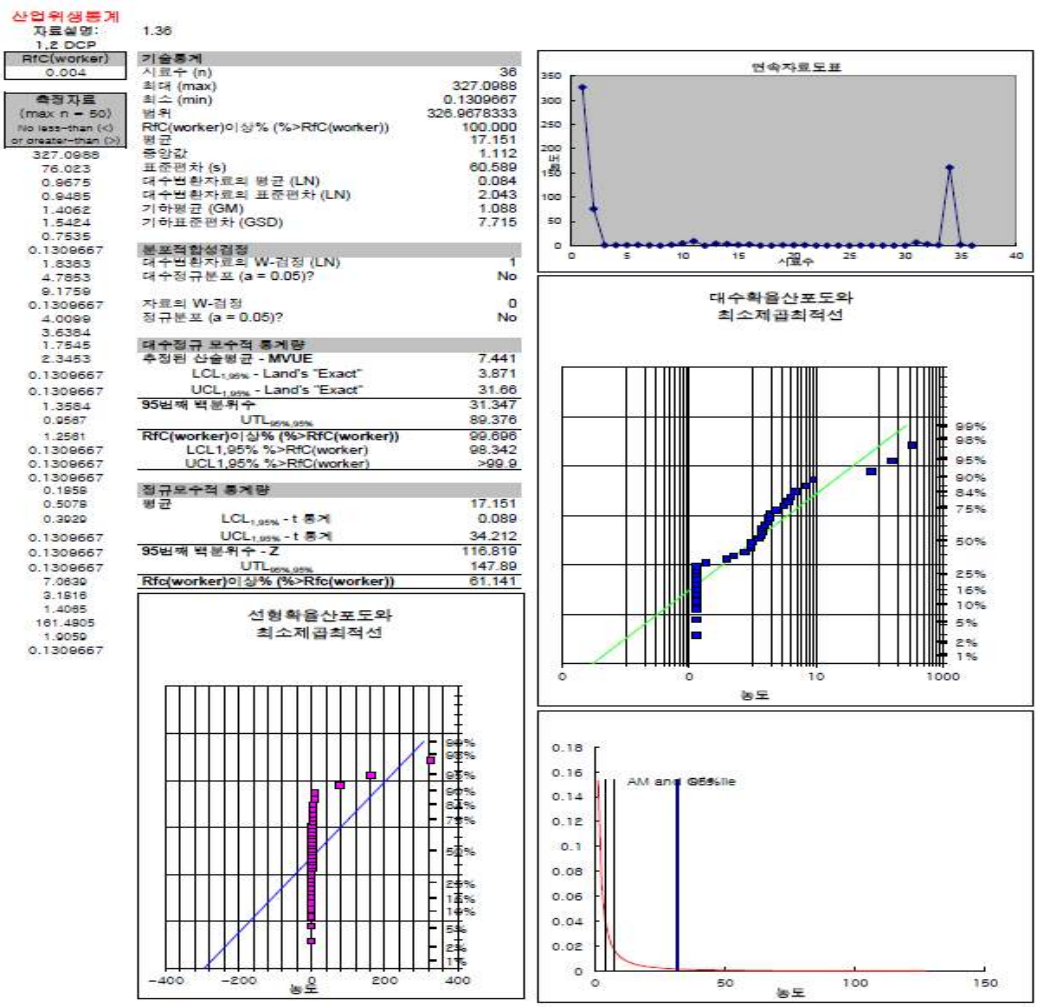




(18) 1,2-디클로로프로판

1,2-디클로로프로판은 2014년 연구용역(노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리 수준 결정을 위한 유해성 평가) 결과를 바탕으로 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 진행하였다.

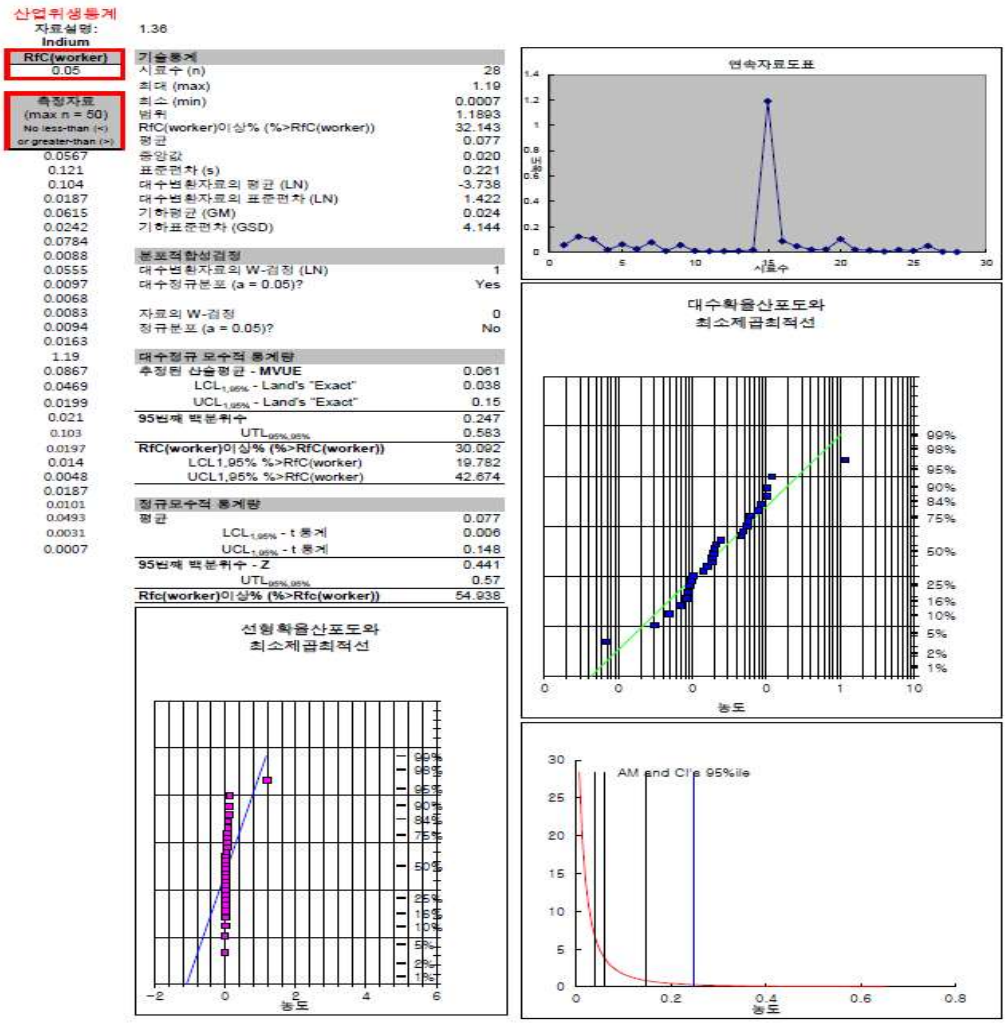
<표 132> 1,2-디클로로프로판의 위험성평가 결과에 대한 통계분석



(19) 인듐

인듐은 2014년 연구용역(노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리 수준 결정을 위한 유해성 평가) 결과를 바탕으로 산업위생통계 스프레이트 시트를 이용하여 진행하였다.

<표 133> 인듐의 위험성평가 결과에 대한 통계분석



4. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 사회성·경제성 평가

1) 비용-편익 측정결과

(1) 비용 측정결과

▶ 특례를 받지 않는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경 시

비용 측정결과의 경우 2014년 안전보건공단 연구용역내 설문결과를 준용하여 산출하였다. 각 항목별 책정된 수치는 델파이 설문지(비용 부분) 및 전화인터뷰, 견적요청 자료를 통해 얻어진 결과치이다.

아래와 같이 각 항목별 산출결과를 정리하였을 때, 국소배기장치 관련 비용은 11,491,291,818원(10년 기준), 밀폐설비 관련 비용은 10,673,943,750원(10년 기준), 보호복 및 보호구 관련 비용은 95,709,941원(10년 기준), 세척시설 및 용기 비용은 89,322,222원(10년 기준), 유해위험방지계획서 작성비용은 63,269,593원(10년 기준) 이며 특별안전보건교육 비용은 190,589,077원(10년 기준), 작업환경 측정비용은 57,088,437원(10년 기준)이고 특수건강진단 관련 비용은 63,000,697원(10년 기준)으로 산출되었다.

특례를 받지 않는 관리대상 유해물질로 관리수준을 변경하였을 경우 발생될 10년 기준 총 비용은 22,722,317,353 원으로 측정되었다.

<비용 산출결과>

단위 : 원

• 각 항목별 산출결과 정리

국소배기장치 설치 및 유지관리비용

= {(1개당 설치비용 x 개수) + 기타비용 + 면적비용 + (유지관리비 x 개수)} x 국소배기장치 설치비율(*))

= 1,149,129,182

국소배기장치 설치 및 비용	설치갯수	14
	비용(1개 당)	87,555,977
	면적비용	22,221,818
	기타비용	7,200,000
	유지관리비용(1개 당)	3,722,050

* 국소배기장치 설치비율은 전체 87.9% (국소배기장치 설치갯수/ 전체 국소배기장치 업체 개수)

밀폐설비 설치 및 유지관리비용

= {(1개당 설치비용 x 개수) + 기타비용 + 면적비용 + (유지관리비 x 개수)} x 밀폐설비 설치비율

= 1,067,394,375

밀폐설비 설치 및 비용	설치갯수	93
	비용(1개 당)	11,166,667
	면적비용	9,500,000
	기타비용	7,200,000
	유지관리비용(1개 당)	833,333

* 밀폐설비 설치비율은 전체 12.1% (밀폐설비 설치갯수/ 전체 밀폐설비 업체 개수)

보호복 및 보호구 지급비용

= 내구용품 비용 + 소모품 비용

= 9,570,994

보호구 및 보호복 비용	내구용품	3,693,608
	소모품	5,877,386

세척시설 및 용기 등 관리비용

= 세척시설 및 용기구입 및 유지관리비용

= 8,932,222

세척시설 용기 등 비용	세척시설 용기 구입 및 유지관리비용	8,932,222

유해위험방지계획서 작성비용

= {1건당 작성비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수}

= 6,326,959

유해위험 방지 계획서 작성	시행방법(자체/대행)	(55%/45%)
	비용(1건 당)	5,075,000
	소요시간(1건 당)	29
	연간 시행건수	3
	1인당 작업생산량손실	3,516,667

* 1인 시간당 임금비용 : 14,558

특별안전·보건교육 비용

= {1건당 시행비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용 x 인원수) x 연간시행건수}
= 19,085,908

특별안전 보건교육	시행방법(자체/위탁)	(71%/29%)
	비용(1건 당)	365,695
	소요시간(1건 당)	8
	연간 시행건수	9
	교육인원	17

* 1인 시간당 임금비용 : 14,558

작업환경측정 평균 비용

= (1건당 작성비용 + 1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수
= 5,708,844

작업환경 측정비용	측정대상 해당유무	
	시행방법(자체/위탁)	(0%/100%)
	비용(1건 당)	2,560,279
	소요시간(1건 당)	12
	연간 시행건수	2
	서류 보존비용(30년)	722,727

* 1인 시간당 임금비용 : 14,558

특수건강진단 비용

= (1건당 진단비용 + 1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수 x 연간 진단인원수 + 서류 보존비용
= 6,300,070

특수건강진단 비용	진단대상근로자 해당유무	17
	비용(1건 당)	468,557
	소요시간(1건 당)	3
	연간 시행건수	5
	서류 보존비용(30년)	804,545

* 1인 시간당 임금비용 : 14,558

• 총 비용 산출 결과

= (국소배기장치 설치 및 유지관리비용*10) + (밀폐설비 설치 및 유지관리비용*10) + (보호복 및 보호구 지급비용*10) + (세척시설 및 용기 등 관리비용*10) + (유해위험방지계획서 작성비용*10) + (특별안전·보건교육 진행비용*10) + (작업환경측정 및 결과보존비용*10) + (특수건강검진 및 결과보존비용*10)

= 11,491,291,818 + 10,673,943,750 + 95,709,941 + 89,322,222 + 63,269,593 + 190,859,077 + 54,920,256 + 63,000,697

▶ 특례를 받는 관리대상 유해물질로 관리수준 변경시

각 항목별 측정결과 정리시 보호복 및 보호구 관련 비용은 95,709,941원(10년 기준), 세척시설 및 용기 비용은 89,322,222원(10년 기준), 유해위험방지계획서 작성비용은 63,269,593원(10년 기준) 이며 특별안전보건교육 비용은 190,589,077원(10년 기준)이고 특수건강진단 관련 비용은 63,000,697원(10년 기준)으로 산출되었다.

각 항목별 측정방법에 따라 산출결과 대상 화학물질이 특례를 받는 관리대상 유해물질로 관리수준을 변경하였 때 발생될 10년 기준 총 비용은 **502,161,530** 원으로 산출되었다.

<비용 산출결과>

• 각 항목별 산출결과 정리

단위: 원

보호복 및 보호구 지급비용

= 내구용품 비용 + 소모품 비용

보호구 및 보호복 비용	내구용품	3,693,608
	소모품	5,877,386

세척시설 및 용기 등 관리비용

= 세척시설 및 용기구입 및 유지관리비용

세척시설 용기 등 비용	세척시설 유지관리비용	147,413,533
	용기 구입 및 유지관리비용	8,932,222

유해위험방지계획서 작성비용

= {1건당 작성비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수}

유해위험 방지 계획서 작성	시행방법(자체/대행)	(55%/45%)
	비용(1건 당)	5,075,000
	소요시간(1건 당)	29
	연간 시행건수	3
	1인당 작업생산량손실	3,516,667

특별안전·보건교육 비용

= {1건당 시행비용 + (1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용 x 인원수) x 연간시행건수}

특별안전 보건교육	시행방법(자체/위탁)	(71%/29%)
	비용(1건 당)	365,695
	소요시간(1건 당)	8
	연간 시행건수	9
	교육인원	17

특수건강진단 비용

= (1건당 진단비용 + 1건당 소요시간 x 1인 시간당 임금비용) x 연간시행건수 x 연간 진단인원수 + 서류 보존비용

특수건강진단 비용	진단대상근로자 해당유무	17
	비용(1건 당)	468,557
	소요시간(1건 당)	3
	연간 시행건수	5
	서류 보존비용(30년)	804,545

• **총 비용 산출 방법**

= (보호복 및 보호구 지급비용*10) + (세척시설 및 용기 등 관리비용*10) + (유해위험방지계획서 작성비용*10) + (특별안전·보건교육 진행비용*10) + (특수건강검진 및 결과보존비용*10)

= 95,709,941 + 89,322,222 + 63,269,593 + 190,859,077 + 63,000,697

(2) 편익 측정결과

▶ 델파이 설문조사 결과정리

- 학계, 산업계(작업환경측정기관, 노총, 경총, 일반 산업체 포함), 정부공공기관 등 다양한 산업안전보건 전문가 대상으로 델파이 설문지 배포결과 전체 50부 설문지 중 46개가 회신되었으며 회수율은 90%로 산출되었다(정부공공기관: 75%, 학계: 94.4%, 산업계: 100%).

- 부처별 델파이 설문결과는 <표>에 정리하여 나타냈다. 그 결과 직업병 저감율은 정부공공기관이 31.61%, 학계가 23.57%, 산업계 30.18%로 정부공공기관이 가장 높은 직업병 감소효과가 조사되었고, 화재폭발 감소효과는 정부공공기관 24.24%, 학계 18.22%, 산업계 27.43%로 산업계에서 가장 높게 분석되었다. 설문 조사 결과 조사대상 물질들을 관리대상으로 편입하여 관리 수준을 강화하는 경우 전반적으로 직업병 저감율 및 화재폭발 감소효과에 대한 각 부문별 응답 비율 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

- <표 132>는 대상 물질별 최종 델파이 설문 조사 결과를 정리한 것이다. 분석결과 1,2-디클로로프로판이 직업병 감소효과 47.01%, 화재폭발 감소효과

35.39%로 가장 높을 것으로 설문되었고, 텔레늄과 그 화합물이 (직업병 감소효과 : 19.09%, 화재폭발 감소효과 : 15.34%) 가장 낮은 효과가 나타날 것으로 응답되었다.

<표 134> 각 부문별 델파이 설문결과

연번	물질명	부문	직업병 감소효과(%)	화재/폭발 감소효과(%)
1	알파-메틸 스티렌	정부공공기관	31.58	21.92
		학계	22.06	18.71
		산업계	32.33	29.46
2	푸르푸릴 알콜	정부공공기관	33.67	25
		학계	22.53	20.29
		산업계	32.78	31.15
3	크로톤 알데하이드	정부공공기관	27.42	21.75
		학계	19.53	17.12
		산업계	25.36	30.74
4	메틸메타크릴레이트	정부공공기관	33.17	34.75
		학계	24.65	19.82
		산업계	31.79	34.03
5	무기 불화물 (Fluorides)	정부공공기관	27.25	15.58
		학계	22.35	13.35
		산업계	30.1	20.16
6	메틸 아크릴레이트	정부공공기관	40.82	33.33
		학계	24.35	19.71
		산업계	35.94	34.19
7	큐멘	정부공공기관	38.83	30.33
		학계	26.29	20.71
		산업계	33.79	29.43
8	디아세톤 알콜	정부공공기관	28	21.92
		학계	22.53	19.82
		산업계	25.34	25.02
9	노말-프로필 알콜	정부공공기관	30.5	24.75
		학계	22.35	18.94
		산업계	27.89	26.38
10	나프탈렌	정부공공기관	27.58	20.08
		학계	25.83	17
		산업계	30.89	24.56

11	이소포론	정부공공기관	31.25	27.58
		학계	22.18	16.06
		산업계	28.98	25.41
12	이피엔	정부공공기관	20.25	15.58
		학계	21.06	17.29
		산업계	24.38	26.16
13	트리부틸 포스페이트	정부공공기관	24	20
		학계	20.71	14.41
		산업계	25.78	23.72
14	디메틸 아미노벤젠	정부공공기관	20.75	18
		학계	19.12	15.12
		산업계	24.48	23.91
15	삼차-부틸알콜	정부공공기관	26.08	23.17
		학계	20.35	19.12
		산업계	22.45	27.83
16	이소프로필 에테르	정부공공기관	27.25	23.83
		학계	19.76	19.12
		산업계	24.52	28.03
17	텔레늄과 그 화합물	정부공공기관	18.83	14.83
		학계	17.59	12.23
		산업계	20.87	18.95
18	1,2-디클로로프로판	정부공공기관	56.92	39.58
		학계	37.65	28.29
		산업계	46.47	38.29
19	인듐	정부공공기관	56.42	28.5
		학계	36.94	19.12
		산업계	49.22	23.84

<표 135> 대상물질별 최종 델파이 설문결과 (종합)

연번	물질명	직업병 감소효과(%)		화재/폭발 감소효과(%)	
		Mean	SD	Mean	SD
1	알파-메틸 스티렌	28.66	±14.13	23.36	±12.83
2	푸르푸릴 알콜	29.66	±16.43	25.48	±14.95
3	크로톤 알데하이드	24.10	±14.00	23.20	±15.07
4	메틸메타크릴레이트	29.87	±16.71	29.53	±17.67
5	무기 불화물 (Fluorides)	26.57	±14.99	16.36	±10.98
6	메틸 아크릴레이트	33.70	±17.71	29.07	±19.95
7	큐멘	32.97	±17.24	26.82	±18.36
8	디아세톤 알콜	25.29	±12.83	22.25	±12.34
9	노말-프로필 알콜	26.91	±14.68	23.35	±13.90
10	나프탈렌	28.1	±14.50	20.54	±11.87
11	이소포론	27.47	±14.41	23.02	±11.66
12	이피엔	21.89	±12.64	19.68	±12.81
13	트리부틸 포스페이트	23.49	±13.70	19.38	±10.17
14	디메틸 아미노벤젠	21.45	±10.59	19.01	±9.99
15	삼차-부틸알콜	22.96	±11.76	23.37	±13.93
16	이소프로필 에테르	23.84	±10.58	23.66	±14.81
17	텔레늄과 그 화합물	19.09	±9.99	15.34	±9.75
18	1,2-디클로로프로판	47.01	±19.29	35.39	±17.80
19	인듐	47.52	±18.79	23.82	±13.57

▶ 각 항목별 편익 산출결과

항목별 산출결과는 아래와 같으며 편익의 경우 모든 항목에 따른 금액은 동일하게 적용되었다. 따라서 물질별 총 편익의 산출 결과의 차이는 사회적 편익에 대한 델파이 설문 조사 결과에 의해 결정된다.

<편익 산출결과>

단위 : 원

• 각 항목별 산출결과 정리

직업병 감소 효과

= 연간 산재보상보험 지급액 * 연간 전체 재해자 중 화학물질로 이한 직업병 관련 질병자수 비율 * 직업병 감소 효과 * 분석기간

= 18,977,170,000,000 * 0.001 * 물질별 델파이 설문결과 적용 * 10

◎ 연간 산재보상보험 지급액 (2013년 고용노동부 산업재해통계자료 이용)
= 연간 산재보상보험 지급액(직접손실비) + 연간 산재보상보험 지급액(간접손실비)
* 산업재해통계자료는 가장 최근 것을 근거로 한다.
= 3,795,434,000,000 + 15,181,736,000,000

◎ 연간 전체 재해자 중 화학물질로 인한 직업병 관련 질병자수 비율
(2013년 고용노동부 산업재해통계자료 이용)
= 화학물질로 인한 질병자수 / (사망자수 + 부상자수 + 업무상 질병 이환자수)
* 화학물질로 인한 질병자수는 산업재해통계자료내 이황화탄소, TCE, 유기용제류, 벤젠, 타르, 염화비닐, DI, 석면, 특정화학물질, 연, 수은, 크롬, 카드뮴, 망간, 직업성 피부질환, 직업성암, 직업병 기타 총계를 합하여 적용한다.
= 81 / (1,929 + 82,803 + 6,788)

◎ 직업병 감소 효과
= 물질별 직업병 감소 효과 관련 델파이 설문결과 이용

화재•폭발•누출 등 사고 감소 효과

= 연간 화학물질 1종당 산재보상 손실비용 * 화재/폭발/누출 감소 효과 * 분석기간

= 342,333,588 * 물질별 델파이 설문결과 적용 * 10

◎ 연간 화학물질 1종당 산재보상 손실비용

(2013년 고용노동부 산업재해통계자료; 2014년 고용노동부 작업환경실태조사자료)

= (연간 화학물질로 인한 업무상 사고자의 산재보상보험 지급액(직접손실비) + 연간 화학물질로 인한 업무상 사고자의 산재보상보험 지급액(간접손실비)) / 사업체에서 사용,제조 및 취급 중인 주요 화학물질 수

* 산업재해통계자료 및 작업환경실태조사 자료는 가장 최근 것을 근거로 한다.

= (16,795,790,756 + 233,107,728,581) / 730

◎ 화재/폭발/누출 감소 효과

= 물질별 화재·폭발·누출 감소효과 관련 델파이 설문결과 이용

• 총 편익 산출 방법

= (직업병 감소 효과 측정 결과 * 10) + (화재·폭팔·누출 등 사고 감소 효과 측정 결과 * 10)

▶ 물질별 총 편익 산출결과

아래 <표 134>는 대상물질별로 분석기간을 고려한 총 편익 산출결과를 정리한 것이다. 알파-메틸 스티렌 총 편익 산출결과의 경우 48,919,631,778원으로 산출되었다. 푸르푸릴 알콜은 50,688,581,365원이고 크로톤알데하이드는 41,272,069,646원으로 나타났다. 메틸메타크릴레이트의 총 편익은 57,596,978,589원 이다. 무기 불화물은 10년 기준 45,169,677,998원 이며 메틸 아크릴레이트 57,596,978,589원으로 분석되었다. 큐멘의 총 편익은 56,293,860,805원, 디아세톤 알콜은 43,238,247,056원, 노말-프로필 알콜은 45,996,821,852원이고 나프탈렌은 47,899,325,214원으로 각각 산출되었다. 이소포론 경우 총 편익은 46,926,089,127원으로 분석되었고, 이피엔은 37,439,356,133원으로 나타났다. 트리부틸 포스페이트의 경우 40,116,412,646원으로 산출되었으며, 디메틸 아미노벤젠은 36,667,747,322원으로 관찰되었다. 삼차-부틸알콜은 39,363,169,171원 이고, 이소프로필 에테르는 40,851,126,432원, 텔레늄과 그 화합물은 32,587,961,944원으로 각각 분석되었다. 1,2-디클로로프로판의 경우에는

80,168,530,912원이며, 인듐은 80,629,036,280원으로 나타났다.

19종 물질에 대한 총 편익 산출 결과 인듐에서 가장 높은 총 편익이 관찰되었고, 텔레늄과 그 화합물이 가장 낮은 총 편익을 보이는 것으로 분석되었다.

<표 136> 물질별 총 편익 산출결과

<단위 : 원>

연번	물질명	직업병 감소 효과	폭발·화재·노출 감소효과	총 편익
1	알파-메틸 스티렌	48,119,940,516	799,691,262	48,919,631,778
2	푸르푸릴 알콜	49,816,315,382	872,265,983	50,688,581,365
3	크로톤 알데하이드	40,477,855,722	794,213,924	41,272,069,646
4	메틸메타크릴레이트	56,601,814,848	995,163,741	57,596,978,589
5	무기 불화물 (Fluorides)	44,609,620,248	560,057,750	45,169,677,998
6	메틸 아크릴레이트	56,601,814,848	995,163,741	57,596,978,589
7	큐멘	55,375,722,122	918,138,683	56,293,860,805
8	디아세톤 알콜	42,476,554,822	761,692,234	43,238,247,056
9	노말-프로필 알콜	45,197,472,924	799,348,928	45,996,821,852

<표 136> 물질별 총 편익 산출결과 (계속)

<단위 : 원>

연번	물질명	직업병 감소 효과	폭발·화재·노출 감소효과	총 편익
10	나프탈렌	47,196,172,024	703,153,190	47,899,325,214
11	이소포론	46,138,037,207	788,051,920	46,926,089,127
12	이피엔	36,765,985,965	673,370,168	37,439,356,133
13	트리부틸 포스페이트	39,453,312,486	663,100,160	40,116,412,646
14	디메틸 아미노벤젠	36,026,971,171	650,776,151	36,677,747,322
15	삼차-부틸알콜	38,563,135,576	800,033,595	39,363,169,171
16	이소프로필 에테르	40,041,165,162	809,961,270	40,851,126,432
17	텔레늄과 그 화합물	32,063,164,553	524,797,391	32,587,961,944
18	1,2-디클로로프로판	78,957,012,344	1,211,518,568	80,168,530,912
19	인듐	79,813,597,673	815,438,607	80,629,036,280

2) 19종 물질별 사회·경제성 평가 결과

물질별 최종 사회·경제성 평가 결과를 아래 <표 135>에 정리하였다. 19종 물질별 순편익 평가 결과 알파-메틸 스티렌 순편익은 26,197,314,425원(미특례), 48,417,470,248원(특례)으로 분석되었다. 푸르푸릴 알콜의 순편익은 27,966,264,012원(미특례), 50,186,419,835원(특례)으로 나타났으며, 크로톤알데하이드는 18,549,752,293(미특례), 40,769,908,116원(특례)으로 평가되었다. 메틸메타크릴레이트는 34,874,661,236원(미특례), 57,094,817,059원(특례)로 측정되었다. 무기 불화물은 22,447,360,645원(미특례), 44,667,516,468원(특례)로 분석되었고 메틸 아크릴레이트는 34,874,661,236원(미특례), 57,094,817,059원(특례)로 나타났다. 큐멘의 경우 33,571,543,452원(미특례), 55,791,699,275원(특례)로 평가되었으며 디아세톤 알콜은 20,515,929,703원(미특례), 42,736,085,526원(특례)로 관찰되었다. 노말-프로필 알콜은 23,274,504,499원(미특례), 45,494,660,322원(특례)로 나타났고 나프탈렌의 25,177,007,861원(미특례), 47,397,163,684원(특례)로 각각 산출되었다. 이소포론의 순편익은 24,203,771,774원(미특례), 46,423,927,597원(특례)으로 분석되었으며 이피엔은 14,717,038,780원(미특례), 36,937,194,603원(특례)로 관찰되었다. 트리부틸 포스페이트의 순편익 17,394,095,293원(미특례), 39,614,251,116원(특례)로 평가되었고 디메틸아미노벤젠은 13,955,429,969원(미특례), 36,175,585,792원(특례)으로 측정되었다. 삼차-부틸알콜은 16,640,851,818원(미특례), 38,861,007,641원(특례)으로 산출되었으며, 이소프로필 에테르는 18,128,809,079원(미특례), 40,348,964,902원(특례)로 나타났다. 텔레늄과 그 화합물의 경우 순편익이 9,865,644,591원(미특례), 32,085,800,414원(특례)으로 산출되었다. 1,2-디클로로프로판은 순편익이 57,446,213,559원(미특례), 79,666,369,382원(특례)로 분석되었다. 인듐은 57,906,718,927원(미특례), 80,128,874,750원(특례)로 산정되었다.

대상물질 19종별 편익비용비 분석결과 알파-메틸 스티렌이 미특례일 경우 2.2, 특례는 97.4로 나타났고, 푸르푸릴 알콜은 2.2(미특례), 100.9(특례)로 평가되었다. 크로톤 알데하이드는 1.8(미특례), 82.2(특례)이며 메틸메타크릴레이트는

2.5(미특례), 114.7(특례)로 분석되었다. 무기 불화물은 2.0(미특례), 90.0(특례)이고 메틸 아크릴레이트는 2.5(미특례), 114.7(특례), 큐멘은 2.5(미특례), 112.17(특례), 디아세톤 알콜은 1.9(미특례), 86.1(특례)로 각각 산출되었다. 노말-프로필 알콜의 편익비용비는 미특례시 2.0, 특례시 91.6으로 나타났다. 나프탈렌의 경우 2.1(미특례), 95.4(특례)이고 이소포론은 2.1(미특례), 93.4(특례), 이피엔은 1.6(미특례), 74.6(특례), 트리부틸 포스페이트는 1.8(미특례), 79.9(특례)로 평가되었다. 디메틸 아미노벤젠의 편익비용비는 1.6(미특례), 73.0(특례)이고 삼차-부틸알콜은 1.7(미특례), 78.4(특례)으로 분석되었다. 이소프로필 에테르와 텔레늄과 그 화합물은 각각 1.8(미특례), 81.4(특례), 1.4(미특례), 64.9(특례)로 각각 산정되었다. 1,2-디클로로프로판의 경우 3.5(미특례), 159.6(특례), 인듐은 3.5(미특례), 160.6(특례)으로 나타났다.

최종적으로 사회경제성 평가 결과 인듐이 가장 높은 순편익과 편익비용비가 산출되는 것으로 평가되었으며, 텔레늄과 그 화합물이 가장 낮은 순편익과 편익비용비를 보이는 것으로 분석되었다.

<표 137> 물질별 사회·경제성 평가 결과

<단위 : 원>

물질명	총편익	총비용		순편익 (총편익-총비용)		편익비용비	
		미특례	특례	미특례	특례	미특례	특례
인듐	80,629,036,280	22,722,317,353	502,161,530	57,906,718,927	80,126,874,750	3.5	160.6
1,2-디클로로프로판	80,168,530,912	22,722,317,353	502,161,530	57,446,213,559	79,666,369,382	3.5	159.6
메틸메타크릴레이트	57,596,978,589	22,722,317,353	502,161,530	34,874,661,236	57,094,817,059	2.5	114.7
메틸 아크릴레이트	57,596,978,589	22,722,317,353	502,161,530	34,874,661,236	57,094,817,059	2.5	114.7
큐멘	56,293,860,805	22,722,317,353	502,161,530	33,571,543,452	55,791,699,275	2.5	112.1
푸르푸릴 알콜	50,688,581,365	22,722,317,353	502,161,530	27,966,264,012	50,186,419,835	2.2	100.9
알파-메틸 스티렌	48,919,631,778	22,722,317,353	502,161,530	26,197,314,425	48,417,470,248	2.2	97.4
나프탈렌	47,899,325,214	22,722,317,353	502,161,530	25,177,007,861	47,397,163,684	2.1	95.4
이소포론	46,926,089,127	22,722,317,353	502,161,530	24,203,771,774	46,423,927,597	2.1	93.4

<표 137> 물질별 사회·경제성 평가 결과 (계속)

<단위 : 원>

물질명	총편익	총비용		순편익 (총편익-총비용)		편익비용비	
		미특례	특례	미특례	특례	미특례	특례
노말-프로필 알콜	45,996,821,852	22,722,317,353	502,161,530	23,274,504,499	45,494,660,322	2.0	91.6
무기 불화물 (Fluorides)	45,169,677,998	22,722,317,353	502,161,530	22,447,360,645	44,667,516,468	2.0	90.0
디아세톤 알콜	43,238,247,056	22,722,317,353	502,161,530	20,515,929,703	42,736,085,526	1.9	86.1
크로톤 알데하이드	41,272,069,646	22,722,317,353	502,161,530	18,549,752,293	40,769,908,116	1.8	82.2
이소프로필 에테르	40,851,126,432	22,722,317,353	502,161,530	18,128,809,079	40,348,964,902	1.8	81.4
트리부틸 포스페이트	40,116,412,646	22,722,317,353	502,161,530	17,394,095,293	39,614,251,116	1.8	79.9
삼차-부틸알콜	39,363,169,171	22,722,317,353	502,161,530	16,640,851,818	38,861,007,641	1.7	78.4
이피엔	37,439,356,133	22,722,317,353	502,161,530	14,717,038,780	36,937,194,603	1.6	74.6
디메틸 아미노 벤젠	36,677,747,322	22,722,317,353	502,161,530	13,955,429,969	36,175,585,792	1.6	73.0
텔레늄과 그 화합물	32,587,961,944	22,722,317,353	502,161,530	9,865,644,591	32,085,800,414	1.4	64.9

5. 대상 화학물질 17종 및 인듐, 1,2-DCP의 관리수준 제안

1) 알파-메틸 스티렌 (98-83-9)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : TWA 50 ppm, STEL 100 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 10 ppm
• NIOSH: 50 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 흡인 유해성 : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2,</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량: 118.18
• 비중: 0.9082 (20° C에서)
• 녹는점: -23.21° C
• 끓는점: 165.38° C
• 증기압력: 1.9 torr (25° C에서) 20° C에서의 공기포화: 2500 ppm
• 인화점: 83.89° C, 밀폐시
• 폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.332</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.645</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">7.444</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>26,197,314,425</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">특례(10년)</td><td>48,417,470,248</td><td>특례(10년)</td><td>97.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2) 물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 7순위
미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.2, 특례: 97.4)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

2) 푸르푸릴 알콜 (98-00-0)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : TWA 10 ppm, STEL 15 ppm)
• 화학물질관리법
-유독물질</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: (노출기준 : TWA 10 ppm, STEL 15 ppm)
• OSHA: 50 ppm; NIOSH: (노출기준 : TWA 10 ppm, STEL 15 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 급성 독성(경구) : 구분3
• 급성 독성(경피) : 구분3
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분2
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량 : 98.10
• 비중 : 1.1282 (20 ℃)
• 융점 : -14.44 ° C
• 끓는점 : 170 ℃
• 증기압 : 31.8 ℃에서 1 토크
• 인화점 : 밀폐 시 65 ℃, 개방 시 75 ℃
• 폭발 한계 : 공기 중 일 때 저점 1.8 %, 고점 16.3 %,</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">1.600</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.236</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">4.654</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>27,966,264,012</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.2</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>50,186,419,835</td><td>특례(10년)</td><td>100.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2), 화학물질 관리법 유독물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 6순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.2, 특례: 100.9)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

3) 크로톤알데히드 (4170-30-3)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 2 ppm)
• 화학물질관리법
-유독물질</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: CO.3 ppm
• OSHA: 2 ppm; NIOSH: 2 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 급성 독성(경구) : 구분3
• 급성 독성(경피) : 구분2
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분1
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1
• 피부 과민성 : 구분1
• 생식세포 변이원성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량 : 70.09
• 비중 : 20 ° C에서 0.8531
• 녹는 점 : -76.5 ° C
• 끓는점 : 104 ° C
• 증기 압력 : 20 ° C에서 30 torr
• 증기 밀도 : 2.41 (공기 = 1.0)
• 인화점 : 개방된 컵에서 12.78 ° C,
• 폭발 한계 : 공기 중에서 저점 2.95 %; 고점, 15.5 %</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>18,549,752,293</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>40,769,908,116</td><td>특례(10년)</td><td>82.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2), 화학물질 관리법 유독물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 13순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.8, 특례: 82.2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

4) 메틸메타크릴레이트 (80-62-6)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : TWA 50 ppm, STEL 100 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 50 ppm
• OSHA: 100 ppm; • NIOSH: 100 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 호흡기 과민성 : 구분1
• 피부 과민성 : 구분1생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 인화성 액체 : 구분2</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 100.13
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.945
• 녹는점(Melting point) : -48℃
• 끓는점(Boiling point) : 101℃일 때 760 torr
• 증기압(Vapor pressure) : 25.5℃일 때 40 torr
• 인화점(Flash points) : 10℃(open cup)
• 폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.1%, 상한, 12.5% (공기비)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>34,874,661,236</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>57,094,817,059</td><td>특례(10년)</td><td>114.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 3순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.5, 특례: 114.7)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

5) 무기 불화물(Fluorides) (7681-49-4)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준(NaF/ Na_3AlF_6) : 2.5 mg/m^3)
• 화학물질관리법
-유독물질</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 2.5 mg/m^3
• OSHA: 2.5 mg/m^3; NIOSH: 2.5 mg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)
• 급성 독성(경구) : 구분3
• 급성 독성(경피) : 구분2
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1
• 생식세포 변이원성 : 구분2
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 42
• 비중(Specific gravity) : 2.8
• 녹는점(Melting point) : 993℃
• 끓는점(Boiling point) : 1700℃
• 인화점(Flash points) : 자료없음
• 폭발 한계값(Explosive limits) : 자료없음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.330</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC$_{worker}$
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.465</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>22,447,360,645</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>44,667,516,468</td><td>특례(10년)</td><td>90.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2), 화학물질관리법 유독물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 11순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.0, 특례: 90.0)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

6) 메틸 아크릴레이트 (7681-49-4)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 2 ppm)
• 화학물질관리법
-사고대비물질</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 2 ppm
• OSHA: 10 ppm; NIOSH: 10 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">돌연변이원성2 (M2)
• 급성 독성(경구) : 구분3
• 급성 독성(경피) : 구분4
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분3
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1
• 피부 과민성 : 구분1
• 생식세포 변이원성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 86.09
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9561
• 녹는점(Melting point) : -75℃
• 끓는점(Boiling point) : 70℃일 때 608 torr; 80.6℃일 때 760 torr
• 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 65 torr; 28℃일 때 100 torr
• 증기밀도(Vapor density) : 2.97 (공기=1.0)
• 인화점(Flash points) : -2.8℃(open cup)
• 폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.8%, 상한, 25%
(공기비)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.423</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.152</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">3.803</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>34,874,661,236</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>57,094,817,059</td><td>특례(10년)</td><td>114.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">돌연변이원성2(M2), 화학물질관리법 사고대비 물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 4순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.5, 특례: 114.7)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

7) 큐멘 (98-82-8)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 50 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 50 ppm
• OSHA: 50 ppm; NIOSH: 50 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성1B (C1B)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 흡인 유해성 : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2,</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량: 118.18
• 비중: 0.9082 (20° C에서)
• 녹는점: -23.21° C
• 끓는점: 165.38° C
• 증기압력: 1.9 torr (25° C에서) 20° C에서의 공기포화: 2500 ppm
• 인화점: 83.89° C, 밀폐시
• 폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.332</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.645</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">7.444</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>33,571,543,452</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>55,791,699,275</td><td>특례(10년)</td><td>112.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성1B(C1B)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 5순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.5, 특례: 112.1)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

8) 디아세톤 알콜 (123-42-2)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 50 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 50 ppm
• OSHA: 50 ppm; NIOSH: 50 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 116.16
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9406
• 녹는점(Melting point) : -43℃
• 끓는점(Boiling point) : 168℃
• 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 1.2 torr
• 인화점(Flash points) : 52 ℃(closed cup); 61 ℃(open cup)
• 폭발 한계(explosion limit): 하한, 1.8 %(공기비) 상한, 6.9 %(공기비)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>20,515,929,703</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>42,736,085,526</td><td>특례(10년)</td><td>86.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 12순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.9, 특례: 86.1)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

9) 노말-프로필 알콜 (71-23-8)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : TWA 200 ppm, STEL 250 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 100 ppm
• OSHA: 200 ppm; NIOSH: 200 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)

• 급성 독성(경구) : 구분4
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 흡인 유해성 : 구분2</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 60.09
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.8053
• 녹는점(Melting point) : -127 ℃
• 끓는점(Boiling point) : 97.2 ℃
• 증기압(Vapor pressure) : 20 ℃일 때 15 torr
• 인화점(Flash points) : 152 ℃(closed cup)
• 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 2.1 % ; 상한, 13.5 %</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>23,274,504,499</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>45,494,660,322</td><td>특례(10년)</td><td>91.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 10순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.0, 특례: 91.6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

10) 나프탈렌 (91-20-3)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : TWA 10 ppm, STEL 15 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 10 ppm
• OSHA: 10 ppm; NIOSH: (노출기준 : TWA 10 ppm, STEL 15 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 급성 독성(경구) : 구분4
• 피부 과민성 : 구분1
• 발암성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 128.19
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 1.145
• 녹는점(Melting point) : 80.5 ℃
• 끓는점(Boiling point) : 218 ℃
• 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 0.054 torr
• 인화점(Flash points) : 79 ℃(closed cup); 88 ℃(open cup)
• 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 0.9 % ; 상한, 5.9 % (공기비)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>25,177,007,861</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.1</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>47,397,163,684</td><td>특례(10년)</td><td>95.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 8순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.1, 특례: 95.4)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

11) 이소포론 (78-59-1)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : C5 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: C5 ppm
• OSHA: 25 ppm
• NIOSH: 4 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)

• 급성 독성(경구) : 구분4
• 급성 독성(경피) : 구분4
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 128.19
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 1.145
• 녹는점(Melting point) : 80.5 ℃
• 끓는점(Boiling point) : 218 ℃
• 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 0.054 torr
• 인화점(Flash points) : 79 ℃(closed cup); 88 ℃(open cup)
• 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 0.9 % ; 상한, 5.9 %</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>24,203,771,774</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>2.1</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>46,423,927,597</td><td>특례(10년)</td><td>93.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 9순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 2.1, 특례: 93.4)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

12) 이피엔 (2104-64-5)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 0.1(I) mg/m3)
o 화학물질관리법
-유독물질</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 0.1(I) mg/m3
• OSHA: 0.5 mg/m3
• NIOSH: 0.5 mg/m3</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)

• 급성 독성(경구) : 구분2
• 급성 독성(경피) : 구분3
• 급성 독성(흡입: 분진/미스트) : 구분1
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 323.31
• 비중(Specific gravity) : 25℃일 때 1.268
• 녹는점(Melting point) : 36℃
• 끓는점(Boiling point) : 179℃
• 증기압(Vapor pressure) : 100℃일 때 0.0003 torr
• 용해도(Solubility) : 아세톤, 알콜, 톨루엔에는 용해, 물에는 불용성
• 반응성(Reactivity) : 강한 산화제와 접촉시 화재 및 폭발 발생 (pH 7)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfCworker
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">작업환경측정 미 실시</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>14,717,038,780</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>36,937,194,603</td><td>특례(10년)</td><td>74.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2), 화학물질 관리법 유독물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 17순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.6, 특례: 74.6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

13) 트리부틸 포스페이트 (126-73-8)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 0.2 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 5(IFV) mg/m3
• OSHA: 5 mg/m3; NIOSH: 0.2 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 급성 독성(경구) : 구분4
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분2
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 266.32
• 비중(Specific gravity) : 0.976 (25° C 에서)
• 녹는점(Melting point) : <-80 ° C
• 끓는점(Boiling point) : 289 ° C (분해)
• 증기압(Vapor pressure) : 25° C에서 0.067 토르
• 인화점(Flash points) : 146 ° C(closed cup)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfCworker
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>17,394,095,293</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>39,614,251,116</td><td>특례(10년)</td><td>79.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 15순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.8, 특례: 79.9)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

14) 디메틸아미노벤젠 (1300-73-81)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 0.5 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 0.5(IFV) ppm
• OSHA: 5 ppm; NIOSH: 2 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 흡인 유해성 : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2,</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량: 118.18
• 비중: 0.9082 (20° C에서)
• 녹는점: -23.21° C
• 끓는점: 165.38° C
• 증기압력: 1.9 torr (25° C에서) 20° C에서의 공기포화: 2500 ppm
• 인화점: 83.89° C, 밀폐시
• 폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.332</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.645</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">7.444</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>13,955,429,969</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>36,175,585,792</td><td>특례(10년)</td><td>73.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 18순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.6, 특례: 73.0)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

15) 삼차-부틸알콜 (1300-73-8)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 100 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 100 ppm
• OSHA: 100 ppm; NIOSH: 100 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분4
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 74.1
• 비중(Specific gravity) : 0.8
• 녹는점(Melting point) : 25℃
• 끓는점(Boiling point) : 83℃
• 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 4.1 torr
• 인화점(Flash points) : 11 ℃
• 폭발한계점(Explosive limits) : 하한, 2.4 %; 상한, 8 % (공기 중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>16,640,851,818</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>38,861,007,641</td><td>특례(10년)</td><td>78.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 16순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.7, 특례: 78.4)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

16) 이소프로필 에테르 (108-20-3)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 250 ppm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 250 ppm
• OSHA: 500 ppm; NIOSH: 500 ppm</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">생식독성2 (R2)
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량(Molecular weight) : 102.17
• 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.7258
• 녹는점(Melting point) : - 60℃
• 끓는점(Boiling point) : 68-69℃
• 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 119 torr
• 인화점(Flash points) : -27.78℃(closed cup; -9℃, open cup)
• 폭발한계점(Explosive limits) : 하한, 1.4%; 상한, 7.9% (공기 중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.342</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC_{worker}
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">2.875</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">12.914</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>18,128,809,079</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>40,348,964,902</td><td>특례(10년)</td><td>81.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">생식독성2(R2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 14순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.8, 특례: 81.4)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

17) 텔레늄과 그 화합물 (108-20-3)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 0.1 mg/m^3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 0.1 mg/m^3
• OSHA: 0.1 mg/m^3; NIOSH: 0.1 mg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">발암성2 (C2)
• 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 발암성 : 구분2
• 흡인 유해성 : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2,</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량: 118.18
• 비중: 0.9082 (20° C에서)
• 녹는점: -23.21° C
• 끓는점: 165.38° C
• 증기압력: 1.9 torr (25° C에서) 20° C에서의 공기포화: 2500 ppm
• 인화점: 83.89° C, 밀폐시
• 폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">< 0.1</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">0.332</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC$_{worker}$
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.645</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">7.444</td></tr>
<tr><td colspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>9,865,644,591</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>32,085,800,414</td><td>특례(10년)</td><td>64.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">발암성2(C2)물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 19순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 1.4, 특례: 64.9)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 보류</td></tr>
</table>

18) 1,2 - 디클로로프로판 (78-87-5)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 75 ppm)
• 위험물안전관리법 -4 류 제1석유류(비수용성액체) 200 L
• 폐기물관리법 - 지정폐기물</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 10 ppm
• OSHA: 75 ppm; NIOSH: 0.05 mg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">직업병 발생
• 인화성 액체 : 구분2
• 급성 독성(경구) : 구분4
• 급성 독성(흡입: 증기) : 구분4
• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 피부 과민성 : 구분1
• 발암성 : 구분1A (IARC 진행 중)
• 생식독성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
• 만성 수생환경 유해성 : 구분3</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량 : 112.99
• 비중 : 20℃에서 1.159
• 녹는점 : -100℃ (-70℃에서 굳어진다)
• 끓는점 : 95℃ ~ 96℃
• 증기압 : 20℃에서 39.5 torr
• 인화점 : 16℃. closed cup; 21℃,open cup
• 폭발한계 : lower, 3.4%; upper, 14.5%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">0.535</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">5.807</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC$_{worker}$
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">98.342</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">>99.9</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>57,446,213,559</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>3.5</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>79,666,369,382</td><td>특례(10년)</td><td>159.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">직업성발생 물질, 위험물안전관리법 제1석유류, 폐기물관리법 지정폐기물 물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 2순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 3.5, 특례: 159.6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

19) 인듐 (7440-74-6)

<table>
<tr><td colspan="2">국내 법적 규제현황</td><td colspan="6">• 노출기준설정대상 (노출기준 : 0.1 mg/m^3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">외국 관리수준/
외국 노출기준</td><td colspan="6">• ACGIH: 0.1 mg/m^3
• NIOSH: 0.1 mg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">GHS에 의한 CMR 및
건강유해성 분류 결과</td><td colspan="6">직업병 발생

• 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2
• 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
• 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2</td></tr>
<tr><td colspan="2">물리화학적 특성</td><td colspan="6">• 분자량 : 114.82
• 비중 : 20 ℃일 때 7.3
• 어는점 : 156.6 ℃
• 끓는점 : 2000 ℃
• 증기압 : 25 ℃일 때 0.1 mmHG
• 인화점 : 자료없음
• 폭발 한계 : 자료없음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
노출기준
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">8.281</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">26.809</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대수정규
모수적
통계량
RfC$_{worker}$
초과율(%)</td><td>LCL1,95%</td><td colspan="6">19.782</td></tr>
<tr><td>UCL1,95%</td><td colspan="6">42.674</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">사회성 · 경제성
평가 결과</td><td rowspan="2">순편익</td><td>미특례(10년)</td><td>57,906,718,927</td><td rowspan="2">편익
비용
비</td><td>미특례(10년)</td><td>3.5</td></tr>
<tr><td>특례(10년)</td><td>80,126,874,750</td><td>특례(10년)</td><td>160.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">변경의 타당성</td><td colspan="6">직업성발생 물질이며, 사회성·경제성 평가 결과 관리대상 우선순위 1순위, 미특례(10년) 편익·비용비(미특례: 3.5, 특례: 160.6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">법적 관리수준 제안</td><td colspan="6">노출기준설정대상→관리대상물질로 변경 제안</td></tr>
</table>

6. 관리대상물질 6종의 지속적 관리 여부 검토

1) 관리대상물질 6종의 지속관리 필요성 및 기본적 정보

이은정 등(2014)이 수행한 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구는 우선 평가대상물질인 노출기준설정물질 597종을 대상으로 개선된 유해성 평가 가중치와 노출가능 평가 가중치를 적용하여 건강장해별(최대값 1~10)로 구분하였다. 그 결과 6종(산화질소, N-뷰틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소뷰틸, 산화 마그네슘, 아세트산 메틸)의 화학물질이 아래 표와 같이 일반 건강장해로 분류되어 「산업안전보건법」 상 관리대상 유해물질로의 지속적 관리에 대한 검토가 필요하다.

<표 138> 관리대상 유해물질(167종) 분포 현황

건강장해		화학물질명(CAS No.)
중대한 건강장해	제1그룹(max10)	산화에틸렌(CAS 75-21-8) 외 10종
	제2그룹(max9)	에피클로로하이드린(CAS 106-89-8) 외 36종
상당한 건강장해	제1그룹(max7)	알릴 글리시딜 에테르(CAS 106-92-3)외 60종
	제2그룹(max6)	크레졸(CAS 1319-77-3) 외 28종
	제3그룹(max5)	포스핀(CAS 7803-51-2) 외 9종
	제4그룹(max4)	메틸 n-아밀 케톤(CAS 110-43-0) 외 12종
일반 건강장해	**제1그룹(max2)**	**산화질소(CAS 10102-43-9), N-뷰틸 아세트산 (CAS 123-86-4)**
	분류자료 없음	**노말-프로필 아세트산(CAS 109-60-4), 아세트산 아이소뷰틸(CAS 110-19-0), 산화 마그네슘**

		(CAS 1309-48-4), 아세트산 메틸(CAS 79-20-9)

2) 관리대상 유해물질의 6종에 대한 특성

관리대상 유해물질 6종의 지속적 관리 여부 검토를 위해서는 물질의 기본적 정보 파악이 선행되어야 한다. 따라서 각각 물질에 대한 특성, 취급 현황, 작업환경측정결과, 동물영향, 인체영향, 각국의 규제 수준 등에 대해 정리하여 수록한다.

(1) 일산화질소

가. 물질의 특성

일산화질소는 무색의 기체이며 쏘는 듯한 달콤한 냄새가 난다. 고농도의 일산화질소는 공기 중에서 즉시 갈색으로 변한다.

○ 성분 : 일산화질소(Nitric Oxide)
○ 이명 : 질소 산화물, 산화 질소, NITRIC OXIDE, 일산화질소, Nitric monoxide
○ CAS 번호 : 10102-43-9
○ 물리적 상태 : 가스
○ 색상 : 무색
○ 냄새 : 달콤한 냄새
○ 분자량 : 30.01
○ 분자식 : NO
○ 녹는점 : -163.6℃
○ 증기압 : 45,600 mmHg at -94.8℃

○ 증기 밀도(공기=1) : 1.04
○ 비중(물=1) : 1.27
○ 용해도 : 7.4 ml/100 ml, 0℃)
○ 옥탄올/물 분배계수 : 자료 없음
○ 자연발화온도 : 자료 없음
○ 분해온도 : 자료 없음
○ 점도 : 0.0188 cP

나. 취급 및 노출 현황

가) 제조 또는 취급 현황

○ 국내 제조 및 취급량

2014년 제조업체 실태조사 결과 일산화질소의 취급량은 연간 233,509톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2014년 제조업체 실태조사에서 우리나라 일산화질소에 대한 취급 근로자수는 3,782명으로 조사되었다.

○ 제조 또는 사용용도

일산화질소는 질산제조, 레이온 표백, 안정제 등에 사용된다.

나) 노출경로

일산화질소는 흡입, 눈 또는 피부접촉을 통해서 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정 결과

최근 5년간 일산화질소의 작업환경측정 결과 매년 평균 300여건 이상을 측정

하였으며, 평균은 2014년 8.80 ppm으로 가장 높았고 2013년에 2.72 ppm으로 가장 낮았다. 2010년부터 2015년까지 일산화질소의 최소값은 0.0006 ppm 이었으며, 최대값은 23 ppm이었다. 우리나라의 일산화질소의 노출기준은 25 ppm이고 최근 5년간 노출기준 초과는 발생하지 않았다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 영국의 WEL, 일본의 관리농도와 ROEL, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때 초산 프로필의 최대값은 노출기준을 초과하지 않는 수준이었지만, 독일의 MAK(0.5 ppm)을 적용했을 때에는 기준초과 발생을 다소 보였다.

<표 139> 일산화질소의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	318	5.922355	7.2258454	.0007	22.0000	0.0%
2011	325	6.510803	7.3275065	.0010	23.0000	0.0%
2012	330	5.623151	6.4088598	.0002	22.0000	0.0%
2013	483	2.719576	4.8403968	.0006	21.0000	0.0%
2014	117	8.796400	4.4988337	1.0842	23.0000	0.0%

라. 동물 영향

가) 급성

일산화질소는 동물에서 메트헤모글로빈을 형성하므로 청색증을 유발시킨다. 사람에 대한 작용은 보고된 바 없다. 마우스를 5,000 ppm 농도에 6~8분 동안 노출시키면 치사된다. 2,500 ppm 농도에 12분 노출시켜도 역시 치사된다. 2~3분 후에 청색증이 나타나고 빨간 안저가 회청색으로 변하고 이어서 호흡곤란과 마비 및 경력이 유발된다. 혈액을 분광검사하면 메트헤모글로빈이 형성되었

음을 알 수 있다. 일산화질소는 공기 중에서 자연적으로 변한다. 따라서 공기 중에 일산화질소가 있는 경우 반드시 이산화질소도 함께 존재한다. 그러나 50 ppm 이하의 농도에서는 이 반응이 느리기 때문에 이산화질소의 농도는 무시할 정도이다. 일산화질소와 이산화질소에 함께 노출되는 경우의 증상은 일산화질소에 의해서 매트헤모글로빈이 형성되기 이전에 나타난다. 이산화질소는 눈, 코, 목을 자극하고 뒤늦게 폐수종을 유발한다.

개를 24분 동안 5,000 ppm에 노출시키면 동맥 내 산소가 감소하고, 메트헤모글로빈 농도가 증가하며, 이산화탄소의 순환이 증가한다. 일산화질소를 20,000 ppm의 농도에 개를 노출시키면 15분에서 50분 내에 폐부종을 동반하며 치사된다. 일산화질소를 마우스에 322 ppm으로 노출시키면 6시간 후에 메토헤모글로빈이 60% 발생된다. 기니아 피그에 175 ppm으로 노출시켰을 때 생존하였지만 메트헤모글로빈혈증이 나타났지만 논란이 있다.

마. 인체 영향

Gray & Bodansky는 이전의 von Oettingen의 연구에 근거하여 일산화질소의 노출은 명백히 메트헤모글로빈혈증과 관계가 있다고 강조했다. 몇몇의 실험자 원자들에게 85%에서 93%의 일산화질소를 0.33, 0.5, 1, 5 ppm을 흡입시켰을 때 일산화질소 자체만으로 인체에 영향은 주지 않았다. 1.5%의 질산에 중독된 두 환자의 사례가 있었는데 2명 모두 청색증과 메트헤모글로빈혈증이 있었고 한 환자는 마취 후 18시간이 지나 심장마비로 사망했고 또 다른 환자는 100%의 산소를 투여한 후 회복된 사례가 있다.

가) 단기 노출 시 인체 유해성

일산화질소는 공기 중에서 이산화질소로 급변한다. 이산화질소는 일산화질소보다 더 독성이 강하여 심한 호흡곤란이 노출 후 여러 시간이 지난 다음 나타

난다. 이산화질소는 눈, 코, 목 및 피부를 자극한다.

나) 장기 노출 시 인체영향

일산화질소에 장기간 노출 영향을 잘 알려져 있지 않다.

바. 각국의 규제 현황

가) 법적 규제수준

일산화질소는 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질, 특수건강진단 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당된다. 또한, 환경부 화학물질관리법 상 사고대비물질로 구분되어 있다.

또한, 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 및 유럽연합의 위험문구와 안전문구가 해당되지 않았다. 외국의 경우 일산화질소는 미국의 직업안전보건기준과 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었으며, 환경적으로는 미국의 유해물질 정보전달 기준, 포괄적 환경대응책임보상법 및 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에 해당된다.

나) 노출기준

1968년에 동물실험결과 이산화질소의 약 1/5 수준의 독성을 감안하여 천정치로서 5 ppm으로 산정하였다. 그런 이유로 1968년 이래 잠재적인 호흡기 자극, 청색증, 저산소증을 최소화하기 위하여 TLV-TWA를 25 ppm으로 설정하였다. 일산화질소 중독은 일산화탄소와 이산화질소와 혼합되었을 때 유효하다.

피부흡수와 감작, 발암성 및 단기간 노출기준(STEL)은 충분한 자료가 없으므로 표기하지 않는다.

선진외국의 일산화질소에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 프랑스 VL은 시간가중평균치로 모두 25 ppm을 설정하고 있다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 일산화질소

에 대한 시간가중평균치를 0.5 ppm으로 상당히 강화하여 규정하고 있다.

한편, 영국 WEL, 일본 ROEL에서는 직업적 노출기준을 별도로 규정하고 있지 않았다.

<표 140> 일산화질소에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

고용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15 min	MC	ROEL	MAK	TRG	VME	VLCT
482	25	·	·	25	·	25	·	25	·	·	·	·	·	·	0.5	·	25	30

(2) n-초산 부틸

가. 물질의 특성

n-초산 부틸은 무색의 가연성 액체로서 과일냄새가 난다. 공업용은 90~92%의 순도를 가지며 시약용으로도 사용된다.

○ 한글물질명 : n-초산 부틸

○ 영문물질명(IUPAC명, CA명) : Butyl acetate

○ 이명(異名) : Acetic acid, butylL ESTER, Acetic acid n-butyl ester, Butyl acetate, 1-Butyl acetate, Butyl ethanoate

○ CAS번호 : 123-86-4

○ 화학물질군 : 에스테르

○ 상온상태 : 액체

○ 색상/투명도 : 무색

○ 냄새 : 과일/ 플로랄/ 달콤한 냄새, 바나나 냄새, 취기한계 물 중 검지:

0.066 mg/kg, 0.043 mg/kg, 33.13 mg/m^3, 7 ppm(하한계), 94.66 mg/m^3, 20 ppm(상한계)

○ 분자식 : $C_6H_{12}O_2$

○ 분자량 : 116.16

○ 끓는점 : 126.1℃

○ 녹는점 : -78℃

○ 증기압 : 11.5 mm Hg(25℃)

○ 비중 : 0.8826(20℃/20℃)

○ 증기밀도 : 4

나. 취급 및 노출 현황

가) 제조 또는 취급현황

○ 국내 취급량

2014년 제조업체 실태조사 결과 n-초산부틸의 취급량은 545,619톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2004년 제조업체 실태조사에서 우리나라 취급사업장은 9,142개소이며 총 47,191명의 근로자가 노출되고 있는 것으로 조사되었다.

○ 제조 또는 사용용도

n-초산 부틸은 비트로 셀룰로우즈, 유지류, 수지류, 왁스의 용제로 사용된다. 락카, 플라스틱, 사진 필름과 인조가죽 제조 시에도 활용된다.

나) 노출경로

n-초산 부틸은 흡입, 섭취 또는 경피흡수를 통해서 인체 내 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정 결과

최근 5년간 n-초산 부틸의 작업환경측정 결과 매년 평균 9,000여건 이상을 측정하였으며, 2014년은 2,898건으로 나타났다. n-초산 부틸의 평균 노출농도는 2014년 3.89 ppm으로 가장 높았고 2010년과 2011년에는 1.3 ppm 내외, 2012년과 2013년은 1.2 ppm 내외를 기록하였다. 2010년부터 2015년까지 n-초산 부틸의 최소값은 0.0001 ppm 이었으며, 최대값은 144.61 ppm이었다. 우리나라의 n-초산 부틸의 노출기준은 150 ppm이고 최근 5년간 노출기준 초과는 발생하지 않았다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 영국의 WEL, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때 n-초산 부틸의 최대값은 노출기준을 초과하지 않았지만 일본의 관리농도 및 ROEL(100 ppm), 독일의 MAK(100 ppm)의 기준은 일부 초과하는 것으로 나타났다.

<표 141> n-초산 부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	9,092	1.393258	3.2889172	.0000	110.3424	0.0%
2011	9,585	1.314427	2.7902878	.0001	72.9476	0.0%
2012	9,561	1.213671	3.1218579	.0002	120.4000	0.0%
2013	9,544	1.275432	3.1233652	.0001	72.3137	0.0%
2014	2,898	3.890155	6.6418811	1.0001	144.6150	0.0%

라. 동물 영향

가) 급성

n-초산 부틸에 기니아 피그를 3,300 ppm에 노출시켰을 때 눈의 자극증상이

나타나고 7,000 ppm에 노출되면 700분 이내 마취되며 810분 내에 치사된다.

나) 아만성

n-초산 부틸에 고양이를 4,200 ppm에 6시간 씩 6일 동안 노출시키면 무력증, 체중감소, 약간의 혈액소견상의 변화가 발생된다.

마. 인체 영향

n-초산 부틸에 200 ppm에 노출되면 목에 자극이 오고 300 ppm에서는 심한 목에 자극이 감지되며 자극을 호소한다. 400~600 ppm에 2~3시간 노출되어도 마취작용은 나타나지 않지만 액체가 눈에 침입하면 자극증상이 나타난다. n-초산 부틸에 단기간 증기로 노출되면 눈, 코와 목에 자극정상이 나타난다. 심하게 과 노출이 되면 힘이 빠지거나 졸림과 무의식 현상이 나타난다. n-초산 부틸에 만성 전신증상은 아직 보고되지 않았지만 미약한 피부자극과 관계가 있다. Iregrean(1993)에 따르면 근로자가 n-초산 부틸에 만성적으로 노출되면 결막 자극, 가슴 수축 느낌과 기침이 동반된다고 보고하였다. 한편, 33살의 작업자가 탱크 벽의 세척작업을 하면서 20분간 48%의 n-초산 부틸에 노출된 사례 보고의 경우 약 7500 ppm의 n-초산 부틸에 노출되었다. 그 작업자는 상기도 자극과 가슴 답답함을 느꼈고 졸림과 미약한 운동 손상을 보였지만 5시간 이후 완전히 회복되었다.

가) 단기 노출 시 인체 유해성

n-초산 부틸에 단기간 노출되면 눈, 코 및 목이 자극되며 아주 고농도에 노출되게 되면 졸음, 의식상실 등 중추신경계 억제증상이 유발된다.

나) 인체 발암성

ACGIH, OSHA, NTP, EU CLP 등은 n-초산 부틸에 대한 인체발암성을 표

기하지 않았다.

바. 각국의 규제 수준

가) 법적 규제 현황

n-초산 부틸은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당되지만 특수건강진단 대상물질에는 해당되지 않는다. 또한, 국민안전처 위험물안전관리법 상 4류 제2석유류(비수용성액체)로 구분되어 있다.

또한, n-초산 부틸은 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 해당물질은 아니었지만, 유럽연합의 위험문구와 안전문구는 관련이 있었다.

외국의 경우 n-초산 부틸은 미국의 직업안전보건기준, 영국의 유해물질관리규정, 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었으며, 일본 노동안전위생법상 유기용제로 분류되어 관리되고 있었다. 환경적으로는 미국의 유해물질 정보전달 기준, 포괄적 환경대응책임보상법 및 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에 해당된다.

나) 노출 기준

원자화된 n-초산 부틸에 대한 랏트의 챔버 내 동물실험 결과 LC_{50}이 낮은 수준인 156 ppm으로 나타났다. 그러나 작업장의 노출은 대부분 n-초산 부틸이 거의 증기형태로 발생되며 원자화되어 직접적으로 노출되어 발생되기는 어렵다. 따라서 원자화된 n-초산 부틸에 대한 동물실험에서 볼 수 있는 독성은 실제 작업장에 적용되기는 어려울 수 있다. 150 ppm의 TLV-TWA는 n-초산 부틸에 대한 눈, 코점막의 잠재적 자극을 최소화하기 위해 권장된다. 이는 실험자원자들이 20분간 200에서 300 ppm에 노출되었을 때 보고된 결과를 바탕으로 한 것이다. TLV-STEL이 200 ppm으로 권장되는 것은 실험자원자들이 20분간 200에서 300 ppm에 노출되었을 때 점막 자극을 근간으로 설정된 것이다. 토끼

와 기니아 피그에 높은 증기압으로 n-초산 부틸을 적용하였을 때 시스템적인 독성이 이끌어 내지 못하여 피부흡수에 대한 표시는 보장하지 못한다.

감작과 발암성 구분은 충분한 자료가 확보되지 못하여 별도로 표기하지는 않는다.

선진외국의 n-초산 부틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중평균치로 모두 150 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 200 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK의 경우 다른 국가와는 달리 n-초산 부틸에 대한 시간가중평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있다.

<표 142> n-초산부틸에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

고용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15-min	MC	ROEL	MAK	TRG	VME	VLCT
472	150	200	.	150	.	150	200	150	200	.	150	200	100	100	100	.	150	200

(3) 초산 프로필

가. 물질의 특성

초산 프로필은 무색의 액체이며 연한 과일냄새가 난다.

○ 성분 : 초산 프로필 (n-Propyl acetate)

○ CAS 번호 : 109-60-4

○ 유럽연합 번호 : 203-686-1

○ 물리적 상태 : 액체

○ 외관 : 투명

○ 색상 : 무채색

○ 냄새 : 과일향

○ 분자량 : 102.12

○ 분자식 : $CH_3CO_2CH_2CH_2CH_3$

○ 끓는점 : 216°F (102℃)

○ 어는점 : -139°F (-95℃)

○ 증기압 : 23 mmHg at 20℃

○ 증기밀도(공기=1) : 3.5

○ 비중(물=1) : 0.8878

○ 물 용해도 : 1.6% at 25℃

○ 휘발성 : 100%

○ 취기한계 : 20 ppm

○ 증발율 : 2.3 (초산뷰틸=1)

○ 용매 가용성 : 가용성 : 알콜, 에테르, 케톤류, 에스터, 오일, 탄화수소류

나. 취급 및 노출현황

가) 제조 또는 취급 현황

○ 국내 제조 및 취급량

2014년 제조업체 실태조사에서 초산 프로필의 취급량은 6,637톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2014년 제조업체 실태조사에서 우리나라 초산 프로필에 대한 취급사업장소는 90개소로 나타났으며 취급 근로자 수는 961명으로 조사되었다.

○ 제조 또는 사용용도

초산 프로필은 용제, 향료 및 향수에 사용된다.

나) 노출경로

초산 프로필은 흡입, 눈 또는 피부접촉을 통해서 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정 결과

최근 5년간 초산 프로필의 작업환경측정은 2010년 78건으로 시작하여 2011년, 2012년, 2013년 150여건 정도를 측정하였으며, 2014년은 가장 적은 73건의 측정이 있었다. 초산 프로필의 평균농도는 2014년 7.50 ppm으로 가장 높았고 2012년에 3.41 ppm으로 가장 낮게 나타났다. 2010년부터 2015년까지 초산 프로필의 최소값은 0.0019 ppm 이었으며, 최대값은 68.16 ppm이었다. 우리나라의 초산 프로필의 노출기준은 200 ppm이고 최근 5년간 노출기준 초과는 발생하지 않았다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 영국의 WEL, 일본의 관리농도와 ROEL, 독일의 MAK, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때도 초산 프로필의 최대값은 노출기준을 초과하지 않는 수준이었다.

<표 143> 초산 프로필의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	78	6.402876	11.4214872	.0546	54.1637	0.0%
2011	127	5.549733	11.8688533	.0009	68.1561	0.0%
2012	166	4.531244	9.1973483	.0290	60.8698	0.0%
2013	189	3.405123	8.8543506	.0019	52.9317	0.0%
2014	73	7.495298	9.9937300	1.0019	46.9665	0.0%

라. 동물 영향

가) 급성

고양이를 24,500 ppm 농도에 30분 노출되면 치명적이고 고양이는 9,000 ppm에 5시간 그리고 마우스는 6,000 ppm에 5시간 노출되면 마취된다. 고양이를 2,600 ppm에 노출되면 침을 흘리고 눈을 자극한다.

마. 인체 영향

사람에서는 만성중독이나 전신 중독이 보고된 바 없다. 액체가 피부에 오래 동안 반복 접촉하면 탈지작용으로 건조하고 구열이 생긴다.

가) 단기 노출 시 인체 유해성

초산 프로필은 눈, 코, 목을 자극한다. 지나치게 과도 노출되면 중추신경 억제증상으로 무력감, 졸음, 의식불명이 생긴다.

나) 장기 노출 시 인체 유해성

초산 프로필은 피부를 자극한다.

다) 인체 발암성

ACGIH, OSHA, NIOSH, NTP, IARC, EU CLP에서는 초산 프로필에 대한 인체 발암성을 표시하기에 충분한 자료가 존재하지 않는다.

바. 각국의 규제 수준

가) 법적 규제 현황

초산 프로필은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당되지만 특수건강진단 대상물질에는 해당되지 않는다. 또한, 국민안전처 위험물안전관리법 상 4류 제2석유류(비수용성액체)로

환경부 폐기물관리법 상 지정폐기물로 분류되어 있다.

또한, 초산 프로필은 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 해당물질은 아니었지만, 유럽연합의 위험문구와 안전문구는 관련이 있었다.

외국의 경우 초산 프로필은 미국의 직업안전보건기준, 영국의 유해물질관리규정, 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었으며, 일본 노동안전위생법상 유기용제로 분류되어 관리되고 있었다. 환경적으로는 미국의 유해물질 정보전달 기준, 포괄적 환경대응책임보상법 및 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에 해당된다.

나) 노출기준

초산 프로필은 눈과 호흡기를 심하게 자극하지 않을 정도로 노출기준의 수준을 결정하였다. 선진외국의 초산 프로필에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중평균치로 모두 200 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 150 ppm으로 규정하고 있다. 그러나 독일의 MAK의 경우 다른 국가와는 달리 시간가중평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있다.

<표 144> 초산 프로필에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

고용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15-min	MC	OEL	MC	OEL	VME	VLCT(VLE)
653	200	250	.	200	.	200	250	200	250		200	250	200	200	100	.	200	.

(4) 초산 이소부틸

가. 물질의 특성

초산 이소부틸은 아세테이트 에스터(Ester)의 과일향을 가진 무색의 투명한 인화성 액체이다. 물리화학적 성상은 아래와 같다

○ 성분 : 초산 이소부틸 (Isobutyl acetate)
○ CAS 번호 : 110-19-0
○ 유럽연합 번호 : 203-745-1
○ 물리적 상태 : 액체
○ 외관 : 투명
○ 색상 : 무채색
○ 냄새 : 과일향
○ 분자량 : 116.16
○ 분자식 : $C_6H_{12}O_2$, $CH_3COOCH_2CH(CH_3)_2$
○ 끓는점 : 243°F (117℃)
○ 어는점 : -146°F (-99℃)
○ 증기압 : 13-15 mmHg at 20℃
○ 증기 밀도(공기=1) : 4.0
○ 비중(물=1) : 0.8712
○ 물 용해도 : 0.6%
○ 휘발성 : 100%
○ 취기한계 : 0.5 ppm
○ 증발율 : 1.72 (초산부틸=1)
○ 점도 : 0.711cP at 21℃
○ 용매가용성 : 가용성 : 알콜, 에테르, 프로필렌 글리콜, 아세톤, 유기용제

○ 유의어 : Acetic acid, isobutyl ester : 2-Methylpropyl acetate

나. 취급 및 노출현황

가) 제조 또는 취급현황

○ 국내 제조 및 취급량

2014년 제조업체 실태조사에서 초산 이소부틸의 취급량은 70,259톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2014년 제조업체 실태조사에서 우리나라 초산 이소부틸에 대한 취급 사업장은 75개소로 적은 수준이었으나, 노출 근로자 수는 4,662명으로 확인되었다.

○ 제조 또는 사용용도

초산 이소부틸은 주로 락커, 향료에 용제로 사용되며 조미료도 사용된다.

나) 노출경로

초산 이소부틸은 흡입, 눈 또는 피부접촉을 통해서 인체 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정결과

최근 5년간 초산 이소부틸의 작업환경측정 결과 매년 평균 300여건 정도를 측정하였으며, 2014년은 113건의 측정실적을 보였다. 초산 이소부틸의 평균 노출농도는 2014년 2.59 ppm으로 가장 높았고 2012년에 평균 0.87 ppm으로 가장 낮게 나타났다. 2010년부터 2015년까지 초산 이소부틸의 최소값은 0.0004 ppm이었으며, 최대값은 58.71 ppm이었다. 우리나라의 초산 이소부틸의 노출기준은 150 ppm이고 최근 5년간 노출기준 초과는 발생하지 않았다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 영국의 WEL, 일본의 관리농도와 ROEL, 독일의 MAK, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때도 초산 이소부틸의 최대값은 노출기준을 초과하지 않는 수준이었다.

<표 145> 초산 이소부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	303	1.809106	4.8335357	.0044	58.7050	0.0%
2011	331	1.545932	3.9437063	.0007	47.4419	0.0%
2012	364	.872043	1.6236203	.0004	14.6020	0.0%
2013	320	1.709808	4.8294045	.0005	51.1850	0.0%
2014	113	2.585649	1.8392277	1.0050	9.4141	0.0%

라. 동물 영향

가) 급성

6마리의 쥐를 8000 ppm의 초산 이소부틸에 4시간 동안 노출시켰을 때 치명적이었다. 쥐를 21,000 ppm에 15분 노출시켰을 때 모든 동물에서 치명적이었으며 3000 ppm에서 6시간 동안은 독성의 증상이 없었다. 초산 이소부틸은 n-초산 부틸보다 덜 자극적이라고 보고되었다. 토끼에 대한 초산 이소부틸의 급성 경구 LD_{50}은 4800 mg/kg으로 보고되었다.

마. 인체 영향

가) 급성

초산 이소부틸에 급성을 노출되면 눈, 코, 목을 자극하고 심할 때에는 무력감, 졸음, 의식불명 등 중추신경 억제증상이 나타난다.

나) 만성

초산 이소부틸에 만성으로 노출되면 피부를 자극한다.

(다) 발암성

ACGIH, NIOSH, IARC, NTP, EU CLP, OSHA 등에서는 초산 이소부틸에 대한 인체 발암성을 표시하기에 충분한 자료가 존재하지 않는다.

바. 각국의 규제수준

가) 법적 규제 현황

초산 이소부틸은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당되지만 특수건강진단 대상물질에는 해당되지 않는다. 또한, 초산 프로필은 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 해당물질은 아니었지만, 유럽연합의 위험문구와 안전문구는 관련이 있었다.

외국의 경우 초산 이소부틸은 미국의 직업안전보건기준, 영국의 유해물질관리 규정, 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었으며, 일본 노동안전위생법상 유기용제로 분류되어 관리되고 있었다. 환경적으로는 포괄적 환경대응책임보상법 및 비상계획에 해당되는 물질이다.

나) 각국의 노출 기준

동물실험에서 초산 이소부틸은 n-부틸아세테이트(토끼 급성 경구 LD_{50} : 7400 mg/kg)보다 급성영향을 기준으로 다소 독성이 있는 것으로 지적되었다. 한편, 비교 연구에서 저농도의 초산 이소부틸의 노출은 n-부틸아세테이트보다 독성이 덜한 것으로 지적되었다.

이들 자료를 검토하여 시각 및 상기도 자극에 대한 위험을 최소화하기 위하여 초산 이소부틸에 대한 150 ppm의 TLV-TWA가 권고된다. 현재 STEL은 제시되지 않았다.

OSHA는 초산 이소부틸에 대한 PEL-TWA를 150 ppm으로 설정했다. 초산 이소부틸은 PEL이 변하지 않고 있는 160가지 물질중의 하나이며 1989 OSHA의 공기오염물질 PEL에 대한 기준 제정시 평가되지 않았다. PEL은 ACGIH

TLV권고와 일치한다. NIOSH는 OSHA PEL과 마찬가지로 초산 이소부틸에 대해 150 ppm의 REL-TWA를 설정하였으며 7500 ppm의 IDLH 값을 설정하였다.

선진외국의 초산 이소부틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중평균치로 모두 150 ppm을 설정하고 있었고 단시간 노출기준은 우리나라와 프랑스 VL이 200 ppm, 영국 WEL이 187 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가중평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있었다.

한편, 일본 ROEL의 경우 초산 이소부틸에 대하여 별도로 직업적 노출기준을 규정하고 있지 않다.

<표 146> 초산 이소부틸에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

고용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15-min	MC	ROEL	MAK	OEL	VME	VLCT
36	150	200	.	150	.	150	.	150	.	.	150	187	.	.	100	.	150	200

(5) 산화 마그네슘

가. 물질의 특성

산화 마그네슘은 흰색, 무취의 미세입자이다.

○ 성분 : 산화마그네슘(Magnesium Oxide)

○ CAS 번호 : 1309-48-4
○ 물리적 상태 : 고체, 분말
○ 색상 : 흰색
○ 냄새 : 무취
○ 분자량 : 40.32
○ 분자식 : MgO
○ 끓는점 : 3600℃
○ 어는점 : >10939℃
○ 증기압 : 0.3 Hg at 1727℃
○ 증기 밀도(공기=1) : 비해당
○ 비중(물=1) : 2.5-3.6
○ 옥탄올/물 분배계수 : 자료 없음
○ 안정성 : 분말은 물에 약가용성, 산 용해성, 알콜에 불수용성

나. 취급현황

가) 제조 또는 취급현황

○ 국내 제조 및 취급량

2014년 제조업체 실태조사 결과 산화 마그네슘의 연간 취급량은 5,157,239톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2014년 제조업체 실태조사에서 우리나라 산화 마그네슘 취급 사업장은 898개소이었고, 노출근로자 수는 17,003명으로 확인되었다.

○ 제조 또는 사용용도

산화 마그네슘은 내화도가니, 내화 벽돌, 마그네시아 시멘트 등에 사용되며, 사료, 비료, 단열재 및 벽판재료의 성분, 석유 첨가물, 옥시산화물 및 옥시황화물 시멘트의 성분, 펄프 및 종이 제조 시약 등에도 활용된다.

나) 노출경로

산화 마그네슘은 흡입을 통해서 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정결과

최근 5년간 산화마그네슘의 작업환경측정 결과 6종의 물질 중 가장 많은 측정실적(112건~22,224건)을 보였다. 산화마그네슘의 평균 노출농도는 2014년이 2.05 ppm으로 가장 높았고 2013년에 0.42 ppm으로 가장 낮았다. 2010년부터 2015년까지 산화마그네슘의 최소값은 0.0001 mg/m^3 이었으며, 최대값은 35.13 mg/m^3 으로 나타났다. 우리나라의 산화마그네슘의 노출기준은 25 mg/m^3 이며, 2010년에 노출기준 초과율은 0.1% 이었고 2014년에는 0.9%로 나타나 6종 가운데 유일하게 노출기준 초과를 보였다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 , 일본의 관리농도와 ROEL, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때 최대값은 노출기준을 초과하지 않는 수준이었지만, 영국의 WEL(10 mg/m^3), 독일의 MAK(4 mg/m^3)을 초과하는 경우가 발생되었다.

<표 147> 산화마그네슘의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	22224	.100742	.5312402	.0000	15.1370	0.11%
2011	13941	.053914	.2743842	.0000	8.9162	0.0%
2012	14855	.043819	.2044333	.0000	8.4560	0.0%
2013	18904	.041928	.2129110	.0000	8.8180	0.0%
2014	112	2.046023	3.2740300	1.0047	35.1348	0.9%

라. 동물 영향

가) 급성

1928년 Drinker & Drinker의 보고에 의하면 산화 마그네슘 흄을 10%의 이산화탄소와 혼합하여 고양이에게 노출시키는 연구를 수행하였다. 노출은 15분에서 3시간 동안 흡입된 마그네슘의 범위는 21~156 mg이었다. 그 결과 산화아연 흄에 노출된 실험결과와 유사한 결과를 보였으며 이 두 연구에서 산화마그네슘 흄에 노출된 동물에게서 미약한 저체온증을 보였다. 고농도로 3시간 동안 산화마그네슘 흄을 흡입한 고양이에게서 노출 챔버로 부터 꺼냈을 때 확실한 호흡곤란이 나타났으며 만졌을 때 차가움이 있었고 기면상태이었다. 이 동물은 산화마그네슘 흄을 중단시켰을 때 빠르게 정상으로 회복되었다. 3시간동안 산화마그네슘 흄을 흡입한 고양이의 생검 결과 폐는 정상이었다. 조금 더 최신의 동물실험결과로는 광석을 가마에 굽는 동안 발생하는 마그네사이트 분진에 6개월간 노출시킨 결과 랏트와 토끼의 폐에 미약한 조직의 변화가 관찰되었지만 노출농도에 대한 자료가 부족하여 출간되지는 못했다.

나) 만성

Stenback 등은 햄스터에게 산화마그네슘을 기관 삽관으로 매주 2 mg, 30주 동안 투여한 후 100주 에 동물을 관찰한 결과 보고된 결과가 통계적으로 유의하지는 않았지만, 분진을 흡입한 대부분의 동물에게서 대조군에 비해 조직학적 림프종이 발견되었다. NIOSH는 이를 근거로 산화마그네슘 분진의 노출은 암의 위험이 있을 것으로 추정하였다.

다) 변이원성

Ames 아세이 검사결과 산화마그네슘은 돌연변이에 대한 결과는 음성으로 나타났다.

마. 인체 영향

산화마그네슘은 눈과 코를 가볍게 자극한다. Browning에 의하면 산업적 노출로 결막염, 코 점막염 등을 보고한 바 있으며, 농도를 알 수 없지만 산화마그네슘에 노출된 95명의 근로자에게서 눈과 코의 자극을 확인할 수 있었다. Hartman 등은 주물을 생산하는 7명의 근로자에게서 열적 증상을 확인할 수 있었지만 생산시스템을 변경한 후 산화마그네슘 흄이 감소됨에 따라 그 증상도 멈췄다고 한다.

산화마그네슘 분진에 노출된 95명의 근로자들은 눈과 코의 가벼운 자극증상을 호소하였고, 혈청 내 마그네슘 농도는 대상자의 60^에서 정상치인 3.5 mg% 이상으로 나타났다. 실험적으로 새로 발생하는 마그네시아 훈증기에 노출된 근로자들은 금속열이 발생되었다. 증상으로는 감기와 비슷하며 발열, 기침, 가슴 압박감, 백혈구 증가가 나타난다. 사업장에서는 마그네슘 자체로 인하여 비가역적인 영향을 관찰했다는 충분한 근거는 없다.

가) 단기 노출 시 인체 유해성

산화마그네슘에 급성 노출되면 눈과 코를 자극하고 금속열이 발생한다. 금속열의 증상은 오한, 발열, 두통, 가슴 답답함, 기침, 무력감, 피로감이 있고 코 속과 입이 마르며 근육통, 구역 및 구토가 발생된다.

나) 장기 노출 시 인체영향

산화마그네슘에 장기간 노출 영향을 잘 알려져 있지 않다.

다) 인체 발암성

ACGIH에서는 산화마그네슘에 대한 인체 발암성을 A4-인간 발암성으로 분류 불가로 구분하였다.

바. 각국의 규제수준

가) 법적 규제 현황

산화마그네슘은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당되지만 특수건강진단 대상물질에는 해당되지 않는다. 또한, 환경부 폐기물관리법 상 지정폐기물로 분류되어 있다.

또한, 산화마그네슘은 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 및 유럽연합의 위험문구와 안전문구는 관련이 없으며, 미국의 유해물질 정보전달 기준, 포괄적 환경대응책임보상법, 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에도 해당되지 않았다.

외국의 경우 산화마그네슘은 미국의 직업안전보건기준, 영국의 유해물질관리규정, 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었다. 다만, 일본 노동안전위생법상은 별도로 관리하고 있지 않았다.

나) 각국의 노출 기준

산화마그네슘 흄은 눈과 코에 미약한 자극을 주는 것으로 보고되었다. 실험자원자들에게 고농도로 산화마그네슘 흄을 노출시키면 금속열이 발생되었다. 이러한 현상은 고농도이거나 불특정한 노출수준에서 발생된다. Kuschner 등은 무영향 관찰수준을 1시간 이내 사람에게 노출되었을 때 약 100 mg/m^3으로 보고하였다. 이러한 단시간 연구와 불확실성을 고려하여 산화마그네슘의 직업적 노출을 흡입성 분진으로서 TLV-TWA를 10 mg/m^3으로 권고한다. 비록 잠재적인 발암성에 대한 실험적 증거는 불충분하지만 교란인자에 대한 논란이 있으므로 인간 발암성으로 분류 불가인 A4로 권고한다. 피부흡수와 감작, 단기간 노출기준(STEL)은 충분한 자료가 없으므로 표기하지 않는다.

선진외국의 산화 마그네슘에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, ACGIH TLV(흡입성 분진), 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 10 mg/m^3으로 설정하고 있다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가

중 평균치를 4 mg/m^3(흡입성 분진), 1.5 mg/m^3(호흡성 분진)으로 강화하여 규정하고 있고, 영국도 WEL도 흡입성 분진으로 10 mg/m^3, 호흡성 분진으로 4 mg/m^{3}으로 우리나라 보다 강하게 규제하고 있다.

한편, NIOSH REL과 일본 ROEL은 산화마그네슘에 대하여 별도로 직업적 노출기준을 규정하고 있지 않았다.

<표 148> 산화마그네슘에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : mg/m^3)

고용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	C	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	STEL	TWA	TWA	15-min	MC	ROEL	MAK	OEL	VME	VLCT
272	10			15				10			104				4 1.5		10	

(6) 초산 메틸

가. 물질의 특성

초산 메틸은 고휘발성이며, 기분 좋은 냄새를 가진 무색의 액체이다. 냄새의 역치는 4.6 ppm으로 보고되어 있다. 화학적, 물리적 성질은 다음과 같다.

○ 성분 : 초산 메틸 (Methyl acetate)

○ CAS 번호 : 79-20-9

○ 유럽연합 번호 : 201-185-2

○ 물리적 상태 : 액체

○ 색상 : 무채색

○ 물리적 상태 : 휘발성 액체
○ 냄새 : 과일향
○ 분자량 : 74.09
○ 분자식 : $C_3H_6O_2$
○ 끓는점 : 135°F (57℃)
○ 어는점 : -144°F (-98℃)
○ 증기압 : 216 mmHg at 25℃
○ 증기 밀도(공기=1) : 2.6
○ 비중(물=1) : 0.9330
○ 물 용해도 : 243g/ℓ at 20℃
○ 취기한계 : 200 ppm
○ 증발율 : 11.8(초산뷰틸=1)
○ 점도 : 0.366 cP at 21℃
○ 옥탄올/물 분배계수 : 0.18
○ 용매가용성 : 가용성 : 알콜, 에테르, 아세톤, 벤젠, 클로로포름, 탄화수소류

나. 취급 및 노출현황

가) 제조 또는 취급현황

○ 국내 제조 및 취급량

2014년 제조업체 실태조사 결과 초산 메틸의 연간 취급량은 282,411톤으로 조사되었다.

○ 노출 근로자수

2014년 제조업체 실태조사에서 우리나라 초산 메틸의 취급사업장은 1,884개소이며, 노출근로자 수는 2,823명으로 확인되었다.

○ 제조 또는 사용용도

초산 메틸은 가향제, 래커의 용제, 페인트제거제에 사용된다. 또한 초산 메틸은 나무의 증류로부터 얻을 수 있는 혼합유기용제인 메틸아세톤의 주요한 구성성분으로서 과거에 광범위하게 사용되었다.

나) 노출경로

초산 메틸은 흡입, 눈 또는 경피흡수를 통해서 침입이 가능하다.

다. 작업환경측정결과

최근 5년간 초산 메틸의 작업환경측정은 400건에서 700건의 실적을 보였다. 초산 메틸의 노출농도 평균은 2014년이 6.40 ppm으로 가장 높았고 2013년에 3.86 ppm으로 가장 낮았다. 2010년부터 2015년까지 초산 메틸의 최소값은 0.0001 ppm 이었으며, 최대값은 62.50 ppm으로 나타났다. 우리나라의 초산 메틸의 노출기준은 250 ppm이고 최근 5년간 노출기준 초과는 발생하지 않았다. 한편, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV와 영국의 WEL, 일본의 관리농도와 ROEL, 독일의 MAK, 프랑스의 VL의 기준을 적용했을 때도 최대값은 노출기준을 초과하지 않는 수준이었다.

<표 149> 초산 메틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	노출기준 초과율
2010	449	4.209581	7.3215419	.0029	55.3950	0.0%
2011	467	4.809076	9.1420354	.0001	74.1056	0.0%
2012	550	4.122288	10.0709972	.0032	127.5003	0.0%
2013	700	3.861039	7.3693157	.0001	62.4995	0.0%
2014	663	6.396461	8.7237189	1.0002	62.1130	0.0%

라. 동물 영향

가) 급성

토끼에서 초산 메틸의 경구 LD_{50}은 3,700 mg/kg이다. 고양이가 초산 메틸에 5000 ppm으로 노출되면 20분 내에 눈자극과 유연증이 나타났다. 18,500 ppm을 흡입한 고양이는 호흡곤란, 경련과 서서히 회복되는 마취작용을 보였다. 54,000 ppm을 흡입한 후에는 1에서 9분 내에 치사되었다.

나) 아만성

고양이를 초산 메틸 6,600 ppm을 8일 동안 반복적으로 흡입시켰을 때 체중 감소, 쇄약, 혈액학적 변화와 폐자극을 보였다. 또한 일부 치사도 보고되었다.

마. 인체 영향

Fairhall(8)은 초산 메틸에 고농도로 노출되면 상, 하기도와 눈 점막이 자극되는 것을 보고하였다. 그러나 아밀아세테이트(amyl acetate)와 같이 일부 동족체처럼 마취성이 있지는 않았다. von Oettingen은 이 증기에 노출된 작업자에서 눈과 신경교란과 관련된 2사례를 보고하였는데 눈의 염증, 신경자극, 가슴 답답함과 같은 영향이 관찰되었다. 따라서 초산 메틸은 시신경의 위축을 발생시키는 메틸 알콜과 유사함을 알 수 있었다.

Henderson과 Haggard는 체내에서 초산 메틸의 가수분해에 의해 형성되는 메탄올 자체가 독성이 있음을 제안하였다. 초산 메틸의 대사가수분해로서 메탄올과 아세트산은 노출수준과 직접적으로 비례한다. 초산 메틸의 노출감시 방법으로서 요중 메탄올의 측정은 유용한 것으로 알려져 왔다.

초산 메틸 용액에 지속적은 노출은 피부건조, 균열과 피부자극을 야기시킬 수 있다. Sandmeyer와 Kirwin은 산업적으로 200 ppm이하에 노출될 경우 계통적 장애나 자극의 사례가 발생되지 않는 것으로 보고하였다.

가) 단기 노출 시 인체 유해성

초산 메틸에 급성 노출되면 눈, 코, 호흡기 및 피부자극이 유발된다. 고농도에 장기간 노출된다면 두통, 졸음이오고 의식을 잃는 경우도 있다. 시력장해를 유발하기도 한다.

나) 장기 노출 시 인체영향

초산 메틸에 장기간 노출되면 피부를 자극한다.

다) 인체 발암성

ACGIH, NIOSH, OSHA, NTP, IARC, EU CLP 등에서는 초산 메틸에 대한 인체 발암성을 표시하기에 충분한 자료가 존재하지 않는다.

바. 각국의 규제수준

가) 법적 규제 현황

초산 메틸은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질 및 노출기준 설정물질에 해당되지만 특수건강진단 대상물질에는 해당되지 않는다. 또한, 국민안전처 위험물안전관리법 상 4류 제2석유류(비수용성액체)로, 환경부 폐기물관리법 상 지정폐기물로 구분되어 있다.

또한, 초산 메틸은 로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서 해당물질은 아니었지만, 유럽연합의 위험문구와 안전문구는 관련이 있었다. 환경적으로는 미국의 유해물질 정보전달 기준, 포괄적 환경대응책임보상법 및 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에 해당되지 않는다.

외국의 경우 초산 메틸은 미국의 직업안전보건기준, 영국의 유해물질관리 규정, 독일의 유해물질법에서 규정상 직업적 노출기준으로 관리되고 있었으며, 일본 노동안전위생법상 유기용제로 분류되어 관리되고 있었다.

나) 각국의 노출 기준

초산 메틸은 노출작업자와 실험동물에서 점막과 눈을 자극한다. 또한 고농도로 노출된 실험동물에서 혼수를 야기 시킨다. 초산 메틸은 메틸포르메이트(methyl formate)와 같은 동족체와 유사한 것처럼 노출수준과 비례하여 메탄올로 대사된다. 따라서 실험동물에서 메탄올의 독성학적 성상에 근거하여 초산 메틸에 대해 TLV-TWA를 200 ppm으로 STEL을 250 ppm으로 권고하였다.

OSHA에서는 초산 메틸에 대해 피부명시와 함께 PEL-TWA를 200 ppm으로 15분 STEL을 250 ppm으로 설정하였다. OSHA는 폐, 눈, 피부자극과 혼수의 위험으로부터 작업자를 보호할 수 있는 제한치로 이를 결정하였다. OSHA의 PEL은 권고된 ACGIH의 TLV와 일치한다.

NIOSH는 초산 메틸에 대해 OSHA PEL과 일치하게 REL-TWA를 200 ppm으로 STEL을 250 ppm으로 설정하였다. NIOSH는 이 물질에 대해 IDLH 값을 10,000 ppm으로 설정하였다.

초산 메틸은 살모넬라 분석에서 음성이었다. NTP는 초산 메틸에 대해 장기간 독성학적 연구와 발암영향에 관한 연구를 수행하지 않았다.

선진외국의 초산 메틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중평균치로 모두 200 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 150 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가중 평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있다.

<표 150> 초산 메틸에 대한 국내외 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

공용노동부고시 No	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
				OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15-min	MC	OEL	MAK	OEL	VME	VLCT (VLE)
498	200	250	.	200	.	200	250	200	250	·	200	250	.	200	100	.	200	250

3) 관리대상 유해물질 6종 물질의 물질안전보건자료의 주요 정보

한국산업안전보건공단에서는 17,537종의 화학물질에 대한 물질안전보건자료를 확보하고 있으며 물질안전보건자료 작성 시 포함되어야 할 항목 16종[4]에 대하여 구체적인 내용을 제시하고 있고, 대부분의 물질에 대해 최신화가 되어 있다.

이에 일산화질소, n-초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 산화마그네슘, 초산 메틸의 6종 물질에 대하여 16개의 항목 중에 관리대상 유해물질로 결정을 위해 파악할 필요가 있는 유해성·위험성과 독성에 관한 정보를 발췌하여 수록하기로 한다.

(1) 일산화질소

4) 1.화학제품과 회사에 관한 정보, 2.유해성·위험성, 3.구성성분의 명칭 및 함유량, 4.응급조치요령, 5.폭발·화재시 대처방법, 6.누출사고시 대처방법, 7.취급 및 저장방법, 8.노출방지 및 개인보호구, 9.물리화학적 특성, 10.안정성 및 반응성, 11.독성에 관한 정보, 12.환경에 미치는 영향, 13.폐기 시 주의사항, 14.운송에 필요한 정보, 15.법적규제 현황, 16.그 밖의 참고사항

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

- 산화성 가스 : 구분1
- 고압가스 : 압축가스
- 급성 독성(흡입: 가스) : 구분3
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

- 그림문자



- 신호어 : 위험
- 유해·위험문구

H270 : 화재를 일으키거나 강렬하게 함 ; 산화제

H280 : 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음

H331 : 흡입하면 유독함

H370 : 신체 중에 손상을 일으킴

- 예방조치문구

- 예방

P220 : 의복·가연성 물질로부터 격리·보관하시오.

P244 : 감압 밸브에 그리스와 오일이 묻지 않도록 하시오.

P260 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를 흡입하지 마시오.

P261 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.

P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.

P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.

P271 : 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.

- 대응

P304+P340 : 흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.

P307+P311 : 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P311 : 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P321 : 처치를 하시오.

P370+P376 : 화재 시 안전하게 처리하는 것이 가능하면 누출을 막으시오.

- 저장

P403 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하시오.

P403+P233 : 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.

P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.

P410+P403 : 직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 곳에 보관하시오.

- 폐기

P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오

다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)

- 보건 : 자료 없음
- 화재 : 자료 없음
- 반응성 : 자료 없음

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보

자료 없음

나) 건강 유해성 정보

- 급성독성

경구 : 자료 없음

경피 : 자료 없음

흡입 : 가스 LC_{50} 870 ppm 4 hr Rat

- 피부부식성 또는 자극성 : 자료 없음
- 심한 눈손상 또는 자극성 : 자료 없음
- 호흡기과민성 : 자료 없음
- 피부과민성 : 자료 없음
- 발암성
  - 산업안전보건법 : 자료 없음
  - 고용노동부고시 : 자료 없음
  - IARC : 자료 없음
  - OSHA : 자료 없음
  - ACGIH : 자료 없음
  - NTP : 자료 없음
  - EU CLP : 자료 없음
- 생식세포변이원성 : 자료 없음
- 생식독성 : 자료 없음
- 특정 표적장기 독성(1회 노출) : 사람에서 급성 폐수종 및 메트헤모글로빈 생성을 일으킴.
- 특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음
- 흡인유해성 : 자료 없음

(2) n-초산 부틸

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

- 인화성 액체 : 구분2

- 급성 독성(흡입: 증기) : 구분3
- 급성 독성(흡입: 분진/미스트) : 구분3
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

- 그림문자



- 신호어 : 위험
- 유해·위험문구
  - H225 : 고인화성 액체 및 증기
  - H331 : 흡입하면 유독함
  - H335 : 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
  - H370 : 신체 중에 손상을 일으킴
  - H371 : 신체 중에 손상을 일으킬 수 있음
- 예방조치문구

- 예방

P210 : 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연

P233 : 용기를 단단히 밀폐하시오.

P240 : 용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.

P241 : 폭발 방지용 전기·환기·조명·장비를 사용하시오.

P242 : 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.

P243 : 정전기 방지 조치를 취하시오.

P260 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오.

P261 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.
P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.
P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.
P271 : 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.
P280 : (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.
- 대응
P303+P361+P353 : 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 .
P304+P340 : 흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
P307+P311 : 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P309+P311 : 노출되거나 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P311 : 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P312 : 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P321 : 처치를 하시오.
P370+P378 : 화재 시 불을 끄기 위해 (…) 을(를) 사용하시오.
- 저장
P403+P233 : 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.
P403+P235 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.
P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.
- 폐기
P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)
• 보건 : 2

- 화재 : 3
- 반응성 : 0

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보

- 자료 없음

나) 건강 유해성 정보

- 급성독성

경구 : LD_{50} 14130 ㎎/㎏ Rat

경피 : LD_{50} 17600 ㎎/㎏ Rabbit

흡입 : 증기 LC_{50} 2000 ppm Rat (미스트 LC50=0.74mg/L/4H)

- 피부부식성 또는 자극성 : 사람에서 약한 자극을 일으킴.
- 심한 눈손상 또는 자극성 : 회복 가능한 각막 혼탁 및 결막의 발적을 일으킴
- 호흡기과민성 : 자료 없음
- 피부과민성 : 피부 과민성 음성
- 발암성

- 산업안전보건법 : 자료 없음
- 고용노동부고시 : 자료 없음
- IARC : 자료 없음
- OSHA : 자료 없음
- ACGIH : 자료 없음
- NTP : 자료 없음
- EU CLP : 자료 없음

- 생식세포변이원성 : 자료 없음
- 생식독성 : 생식독성이 없다고 보고됨.

- 특정 표적장기 독성 (1회 노출) : 사람에서 중추신경 장해, 폐수종, 호흡기계 자극을 일으킴.
- 특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음
- 흡인유해성 : 자료 없음

(3) 초산 프로필

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

- 인화성 액체 : 구분2
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

- 그림문자



- 신호어 : 위험
- 유해·위험문구

H225 : 고인화성 액체 및 증기
H335 : 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
H336 : 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
H370 : 신체 중에 손상을 일으킴
H371 : 신체 중에 손상을 일으킬 수 있음

● 예방조치문구

- 예방

P210 : 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연

P233 : 용기를 단단히 밀폐하시오.

P240 : 용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.

P241 : 폭발 방지용 전기·환기·조명·장비를 사용하시오.

P242 : 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.

P243 : 정전기 방지 조치를 취하시오.

P260 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오.

P261 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.

P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.

P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.

P271 : 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.

P280 : (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.

- 대응

P303+P361+P353 : 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오.

P304+P340 : 흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.

P307+P311 : 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P309+P311 : 노출되거나 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P312 : 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P321 : 처치를 하시오.

P370+P378 : 화재 시 불을 끄기 위해 사용하시오.

- 저장

P403+P233 : 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.
P403+P235 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.
P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.
- 폐기
P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

(다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)
• 보건 : 1
• 화재 : 3
• 반응성 : 0

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보 : 자료 없음
나) 건강 유해성 정보
• 급성독성
경구 : LD_{50} 8700 ㎎/㎏ Rat
경피 : LD_{50} 17720 ㎎/㎏ Rabbit
흡입 : LC_{50} 8000 ppm 4 hr Rat
• 피부부식성 또는 자극성 : 토끼를 이용한 시험 결과 약한 자극성
• 심한 눈손상 또는 자극성 : 토끼를 이용한 시험 결과 약한 자극성
• 호흡기과민성 : 자료 없음
• 피부과민성 : 자료 없음
• 발암성
- 산업안전보건법 : 자료 없음
- 고용노동부고시 : 자료 없음
- IARC : 자료 없음

- OSHA : 자료 없음
- ACGIH : 자료 없음
- NTP : 자료 없음
- EU CLP : 자료 없음

• 생식세포변이원성 : 자료 없음
• 생식독성 : 자료 없음
• 특정 표적장기 독성 (1회 노출) : 사람에서 기도 자극성 및 중추 억제를 일으킴. 간장에 영향을 일으킴.
• 특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음
• 흡인유해성 : 자료 없음

(4) 초산 이소부틸

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

• 인화성 액체 : 구분2

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

• 그림문자



• 신호어 : 위험
• 유해·위험문구

H225 : 고인화성 액체 및 증기

• 예방조치문구

- 예방

P210 : 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연

P233 : 용기를 단단히 밀폐하시오.

P240 : 용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.

P241 : 폭발 방지용 전기·환기·조명·장비를 사용하시오.

P242 : 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.

P243 : 정전기 방지 조치를 취하시오.

P280 : (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.

- 대응

P303+P361+P353 : 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 .

P370+P378 : 화재 시 불을 끄기 위해 사용하시오.

- 저장

P403+P235 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.

- 폐기

P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

(다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)

- 보건 : 1
- 화재 : 3
- 반응성 : 0

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보 : 자료 없음

나) 건강 유해성 정보

- 급성독성

경구 : LD_{50} 15400 ㎎/㎏ Rat

경피 : LD_{50} 17400 ㎎/㎏ Rabbit

흡입 : LC_{50} 8000 ppm 4 hr Rat

- 피부부식성 또는 자극성 : 토끼에서 약한 자극을 일으킴.
- 심한 눈손상 또는 자극성 : 토끼에서 중정도의 자극을 일으킴. 약한 안 자극성.
- 호흡기과민성 : 자료 없음
- 피부과민성 : 사람 및 동물의 피부 과민성 시험 결과 음성
- 발암성

- 산업안전보건법 : 자료 없음
- 고용노동부고시 : 자료 없음
- IARC : 자료 없음
- OSHA : 자료 없음
- ACGIH : 자료 없음
- NTP : 자료 없음
- EU CLP : 자료 없음

생식세포변이원성: 자료 없음

생식독성 : 자료 없음

특정 표적장기 독성 (1회 노출) : 자료 없음

특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음

흡인유해성 : 자료 없음

(5) 산화 마그네슘

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

자료 없음

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

● 그림문자 : 자료 없음

● 신호어 : 자료 없음

● 유해·위험문구 : 자료 없음

● 예방조치문구

- 예방 : 자료 없음
- 대응 : 자료 없음
- 저장 : 자료 없음
- 폐기 : 자료 없음

다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)

● 보건 : 자료 없음

● 화재 : 자료 없음

● 반응성 : 자료 없음

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보

자극, 저 체온, 또는 발열, 구역, 구토, 설사, 두통, 호흡곤란 자극, 구역, 구토, 설사, 위통, 두통, 졸음, 현기증, 조정(기능)손실 자극, 피부장애 자극

나) 건강 유해성 정보

● 급성독성

경구 : 자료 없음

경피 : 자료 없음

흡입 : 자료 없음

● 피부부식성 또는 자극성 : 인체/약한 자극

- 심한 눈손상 또는 자극성 : 인체/약한자극
- 호흡기과민성 : 자료 없음
- 피부과민성 : 자료 없음
- 발암성
  - 산업안전보건법 : 자료 없음
  - 고용노동부고시 : 자료 없음
  - IARC : 자료 없음
  - OSHA : 자료 없음
  - ACGIH : A4
  - NTP : 자료 없음
  - EU CLP : 자료 없음
- 생식세포변이원성 : 자료 없음
- 생식독성 : 자료 없음
- 특정 표적장기 독성 (1회 노출) : 자료 없음
- 특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음
- 흡인유해성 : 자료 없음

(6) 초산 메틸

가. 유해성·위험성

가) 유해성·위험성 분류

- 인화성 액체 : 구분2
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1

나) 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

• 그림문자



• 신호어 : 위험

• 유해·위험문구

H225 : 고인화성 액체 및 증기

H335 : 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

H370 : 신체 중에 손상을 일으킴

• 예방조치문구

- 예방

P210 : 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연

P233 : 용기를 단단히 밀폐하시오.

P240 : 용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.

P241 : 폭발 방지용 전기·환기·조명·(...)·장비를 사용하시오.

P242 : 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.

P243 : 정전기 방지 조치를 취하시오.

P260 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오.

P261 : (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.

P264 : 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.

P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.

P271 : 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.

P280 : (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.

대응

P303+P361+P353 : 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 .

P304+P340 : 흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운

자세로 안정을 취하시오.

P307+P311 : 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P312 : 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

P321 : 처치를 하시오.

P370+P378 : 화재 시 불을 끄기 위해 사용하시오.

- 저장

P403+P233 : 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.

P403+P235 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.

P405 : 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.

- 폐기

P501 : (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

다) 유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성(NFPA)

- 보건 : 2
- 화재 : 3
- 반응성 : 0

나. 독성에 관한 정보

가) 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보 : 자료 없음

나) 건강 유해성 정보

- 급성독성

경구 : LD_{50} >5000 ㎎/㎏ Rat

경피 : LD_{50} >5000 ㎎/㎏ Rat

흡입 : 증기 LCLo 32000 ppm 4 hr Rat

- 피부부식성 또는 자극성 : 사람 및 토끼에게서 비자극성
- 심한 눈손상 또는 자극성 : 토끼에서 안 자극성 시험 결과 심한 자극성(각

막, 홍채의 자극, 결막의 발적, 부종, 출혈)

- 호흡기과민성 : 자료 없음
- 피부과민성 : 기니피그 시험에서 음성
- 발암성
  - 산업안전보건법 : 자료 없음
  - 고용노동부고시 : 자료 없음
  - IARC : 자료 없음
  - OSHA : 자료 없음
  - ACGIH : 자료 없음
  - NTP : 자료 없음
  - EU CLP : 자료 없음
- 생식세포변이원성 : 흰쥐를 이용한 소핵시험 결과 음성
- 생식독성 : 자료 없음
- 특정 표적장기 독성 (1회 노출) : 사람에서 기도 및 인두 자극, 현기증, 두통, 불안정한 보행 및 두 눈의 시각 소실, 시신경 위축, 좌목의 맹점 확대, 우목의 시야 협착, 마취 작용을 일으킴.
- 특정 표적장기 독성 (반복 노출) : 자료 없음
- 흡인유해성 : 자료 없음

3) 관리대상물질 6종의 지속적 관리 여부 검토 결과

관리대상물질 6종에 대하여 고용노동부의 산업안전보건법, 환경부 화학물질관리법 및 국민안전처 위험물안전관리법 등 국내 법적 규제 현황을 우선 파악하였다. 또한, 국외 법적 규제 현황으로 근로자 건강보호 관련 법령으로 ILO 협약 제170호, EU Directives, 미국의 경우 OSHA 연방규정(Code of Federal Regulation) 1901 Subpart Z 1910.1003에 허용노출기준(Permissible Exposure

Limits, PELs)이 제정된 540여종 물질, 영국도 근로자 건강보호를 위한 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002)은 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs) 대상 물질을 검토하였다. 독일도 사업장내 작업환경 중 발생하는 화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 유해물질법(GefStoffV: Gefahrstoffverordnung)의 측정대상, 유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 MAK(400여종)에 해당되는지 확인하였고, 일본 노동안전위생법상 특정화학물질, 유기용제, 작업환경측정 대상 여부를 조사하였다.

한편, 직업적 노출기준의 수준 조사를 위하여 우리나라 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준에서 제시된 수준과 미국 산업안전보건청(OSHA)의 허용노출기준(Permissible Exposure Limits, PELs), 미국정부산업위생전문가 협의회(ACGIH)의 서한도(Threshold Exposure Limits, TLVs), 일본은 노동안전위생법 상 관리농도와 직업적 권장노출기준(Recommended Occupational Exposure Limits, ROEL)을 확인하였다. 또한, 영국의 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs), 독일의 최대허용농도(Maximum Allowable Concentrations, MAKs) 및 프랑스의 노출기준도 조사하여 비교하였다.

또한, 직업적 건강보호 이외에 환경 및 국제 협약으로 미국의 유해물질 정보전달 기준(Hazard Communication Standard, HCS), 포괄적 환경대응책임보상법(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980, CERCLA), 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법(Emergency Planning and Community Right-to-know Act, EPCRA)에 관리대상 유해물질 6종이 해당되는지 파악하였다. 그리고 건강 및 인체유해성에 대하여 급성독성, 자극성, 과민성, 흡입유해성, 생식세포변이원성, 생식독성, 발암성, 특정표적장기독성(반복노출)으로 총 12개 항목과 EURAM에서 제안하는 인체유해성 확인을 위한 변수들도 확인하였다. 그 밖에 국내외 직업병 정보와 노출가능성에 대한 정보(국내 취급장 수, 국내 노출 근로자 수, 국내 취급량)도 파악하여 수록하였

다. 앞서 제시한 작업환경측정결과는 관리대상 유해물질 6종에 대하여 비교하기 쉽게 요약 정리하였다.

(1) 관리대상물질 6종에 대한 국내 법적 규제 현황

가. 산업안전보건법

이은정 등(2014)이 선정한 일반 건강장해에 해당하는 6종(산화질소, N-뷰틸아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소뷰틸, 산화 마그네슘, 아세트산 메틸)의 물질은 산업안전보건법 상 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질, 특수건강진단 대상물질, 노출기준 설정물질에 다소 다르게 명기되어 본 과제에서는 관리대상 유해물질에 기록된 일산화질소(Nitric oxide, CAS No 10102-43-9), n-초산 부틸(n-Butyl acetate, CAS No 123-86-4), 초산 프로필(n-propyl acetate, CAS No 109-60-4), 초산 이소부틸(Isobutyl acetate, CAS No 110-19-0), 산화 마그네슘(Magnesium oxide, CAS No 1309-48-4). 초산 메틸(Methyl acetate, CAS No 79-20-9)로 명명하기로 한다.

특이사항으로 초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 산화 마그네슘, 초산 메틸은 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상물질, 노출기준 설정물질이지만 특수건강진단 대상물질에는 포함되어 있지 않았다.

한편, n-초산 부틸의 경우 작업환경측정 대상물질에는 초산 부틸로, 노출기준 설정물질에는 노말-초산부틸로 서로 다르게 명기되어 다소 통일할 필요는 있는 것으로 생각된다.

<표 151> 관리대상물질 6종 물질의 산업안전보건법 상 규제수준

물질명	산화질소	N-뷰틸 아세트산	노말-프로필 아세트산	아세트산 아이소뷰틸	산화 마그네슘	아세트산 메틸
CAS No.	10102-43-9	123-86-4	109-60-4	110-19-0	1309-48-4	79-20-9
물질구분	가스류	유기화합물	유기화합물	유기화합물	금속	유기화합물
관리대상 유해물질	일산화질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
작업환경측정 대상 물질	일산화질소	초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
특수건강진단 대상 물질	일산화질소	-	-	-	-	-
노출기준 설정물질	일산화질소	노말-초산 부틸	노말 프로필 아세테이트	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸

나. 환경부 및 국민안전처 소관 법령

관리대상 유해물질 6종에 대하여 환경부의 화학물질관리법 및 폐기물관리법, 국민안전처의 위험물안전관리법에 대한 관리수준을 파악하였다. 화학물질관리법의 사고대비물질에 일산화질소가 해당되었고, 폐기물관리법 상 초산이소프로필, 산화마그네슘, 초산 메틸은 지정폐기물로 분류되었다. 또한, 위험물안전관리법 상 n-초산부틸, 초산 이소프로필 및 초산 메틸은 4류 제1 및 제2 석유로 구분되었다.

<표 152> 국내 타법에 의한 6종 물질의 관리수준

물질명	일산화질소	n-초산 부틸	초산 이소프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
화학물질관리법	사고대비 물질	-	-	-	-	-

위험물안전관리법	-	4류 제2석유류(비수용성액체)	4류 제1석유류(비수용성액체)	-	-	4류 제1석유류(비수용성액체)
폐기물관리법	-	-	지정 폐기물	-	지정 폐기물	지정 폐기물

(2) 관리대상물질 6종에 대한 국외 법적 규제 현황

가. 근로자 건강보호 관련 법령

ILO협약 제170호(작업장에서의 화학물질 사용상 안전에 관한 협약)의 주요 내용은 제2조 노출에서 사용자는 관계당국 또는 관계당국에 의하여 허가 또는 승인받은 기관에 의하여 국내 또는 국제기준에 따라 제정된 노출한계 내 작업환경의 평가 및 관리를 위한 노출기준을 초과하지 않는 범위 내에서 근로자가 화학물질에 노출되지 않도록 하여야 하도록 하고 있으며 그 물질을 특별히 규정하지 않아 본 연구대상 관리대상 유해물질 6종은 해당하지 않는다고 평가하였다. 또한, 산업안전보건관련 지침은 Directive 89/391가 있으며 화학적, 생물학적, 물리적 요인에 대한 지침도 마련되어 있다. 또한, EU 이사회 지침의 경우에도 화학적, 물리적 및 생물학적인자의 노출과 관련된 위험으로부터 작업근로자의 보호와 관련된 지침과 직업적 노출기준과 관련된 19종의 화학물질에 대한 직업적 노출기준에도 본 연구대상 물질은 포함되지 않았다.

미국의 경우 OSHA 연방규정(Code of Federal Regulation) 1901 Subpart Z 1910.1003에 허용노출기준(Permissible Exposure Limits, PELs)이 제정된 540여 종 물질에 대하여는 사업주에게 근로자의 노출농도가 허용노출기준을 넘지 않도록 규정하고 있으며, 영국도 근로자 건강보호를 위한 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002)은 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs)에 제시되어 있는 물질은 유해성평가(Risk assessment)를 하도록 되어 있고, 독일도 사업장내 작업환경 중 발생하는 화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 유해물질법(GefStoffV:

Gefahrstoffverordnung)에서 측정대상을 유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 MAK(400여종)으로 규정하고 있다. 일본은 노동안전위생법상 화학물질에 대한 근로자의 건강보호를 위하여 특정화학물질 및 유기용제를 지정하여 관리하고 있으며 작업환경측정과 연계하여 운영하고 있다.

따라서 n-초산부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 초산메틸은 미국의 직업안전보건기준, 일본의 노동안전위생법, 영국의 유해물질관리 규정, 독일의 유해물질법에서 관리하고 있는 물질로 판단하는 것이 타당하다고 생각된다. 또한, 일산화질소는 미국의 직업안전보건기준과 독일의 유해물질법에서, 산화마그네슘은 상기된 규정과 영국의 유해물질관리 규정의 관리대상물질이다. 또한, 우리나라 산업안전보건법과 유사한 일본은 노동안전위생법상 n-초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 초산 메틸 4종을 유기용제로 관리하고 있었다.

<표 153> 국외 근로자 건강보호 법령에 의한 관리대상 유해물질 6종의 관리수준

물질명	일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
ILO 협약	-	-	-	-	-	-
EU Directives	-	-	-	-	-	-
미국 OSH Standards	PEL*	PEL	PEL	PEL	PEL	PEL
일본 안위법	-	유기용제**	유기용제	유기용제	-	유기용제
영국 COSHH	-	WEL	WEL	WEL	WEL	WEL
독일 유해물질법	MAK	MAK	MAK	MAK	MAK	MAK

* 29 CFR 29 1910(Occupational Safety & Health Standards) Subpart Z(Toxic and Hazardous Substances) 1910.1000 Air contaminants. TABLE Z-1 공기 중 오염물질에 대한 기준(Limits for Air Contaminants, Permissible Exposure Limits)

** 일본 노동안전위생법 유기용제 중독 예방규칙 대상물질

*** 영국 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002)은 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs)

**** 유해물질법(GefStoffV: Gefahrstoffverordnung)에서 측정대상을 유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 MAK

나. 각국의 직업적 노출 기준

일산화질소에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 25 ppm을 설정하고 있지만, 독일의 경우 MAK은 다른 국가와는 달리 일산화질소에 대한 시간가중 평균치를 0.5 ppm으로 상당히 강화하여 규정하고 있다. 한편, 영국 WEL, 일본 ROEL에서는 직업적 노출기준을 별도로 규정하고 있지 않았다. n-초산 부틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 150 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 200 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK의 경우 다른 국가와는 달리 n-초산 부틸에 대한 시간가중 평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있다. 초산 프로필에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 200 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 150 ppm으로 규정하고 있다. 그러나 독일의 MAK의 경우 다른 국가와는 달리 시간가중 평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있다. 초산 이소부틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 동일하게 150 ppm을 설정하고 있었고 단시간 노출기준은 우리나라와 프랑스 VL이 200 ppm, 영국 WEL이 187 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가중평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있었다. 한편, 일본 ROEL의 경우 초산 이소부틸에 대하여 별도로 직업적 노출기준을 규정하고 있지 않다.

산화 마그네슘에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, ACGIH TLV(흡입성 분진), 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 10 mg/m^3으로 설정하고 있다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가중 평균치를 4 mg/m^3(흡입성 분진), 1.5 mg/m^3(호흡성 분진)으로 강화하여 규정하고

있고, 영국도 WEL도 흡입성 분진으로 10 mg/m^3, 호흡성 분진으로 4 mg/m^3으로 우리나라 보다 강하게 규제하고 있다. 그러나 NIOSH REL과 일본 ROEL은 산화마그네슘에 대하여 별도로 직업적 노출기준을 규정하고 있지 않았다. 초산메틸에 대한 직업적 노출기준은 우리나라, 미국 OSHA PEL, NIOSH REL, ACGIH TLV, 영국 WEL, 일본 ROEL, 프랑스 VL은 시간가중 평균치로 모두 200 ppm을 설정하고 있고 단시간 노출기준은 150 ppm이었다. 그러나 독일의 MAK은 다른 국가와는 달리 시간가중 평균치를 100 ppm으로 강화하여 규정하고 있었다.

<표 154> 선진외국의 관리대상 유해물질 6종에 대한 직업적 노출기준

(단위 : ppm)

비교대상 물질	우리나라			미국							영국 WEL		일본		독일		프랑스	
				OSHA PELs		NIOSH RELs		ACGIH TLVs										
	TWA	STEL	C	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL	C	TWA	15-min	MC	OEL	MAC	TRG	VME	VLCT (VLE)
일산화질소	25			25		25		25			.		-	-	0.5		25	30
n-초산 부틸	150	200		150	.	150	200	150	200	.	150	200	100	100	100	.	150	200
초산 프로필	200	250		200	.	200	250	200	250	.	200	250	200	200	100	.	200	.
초산 이소부틸	150	200		150	.	150	.	150	.	.	150	187	-	-	100	.	150	200
산화마그네슘(mg/m^3)	10			15		.	.	10[5]			10[6] 4		-	-	4[7] 1		10	
초산 메틸	200	250		200	.	200	250	200	250	.	200	250	.	200	100	.	200	250

5) 흡입성 분진(Inhalable dust)

6) 10 mg/m^3(Inhalable dust) 4 mg/m^3(fume and respirable dust)

7) 4 mg/m^3(Inhalable fraction) 1 mg/m^3(respirable fraction), Pregnancy risk group C(There is no reason to fear damage to the embryo or foetus

<표 155> 선진외국의 관리대상 유해물질 6종에 대한 직업적 노출기준 특이사항

노동부고시 No	우리나라		미국						영국 WEL		일본		독일		프랑스 VL	
			OSHA PEL		NIOSH REL		ACGIH TLV									
	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타	피부흡수표시	기타
일산화질소						Irrit eye		BEI_M[8]						D[9]		
n-초산 부틸						〃		*[10]						C[11]		
초산 프로필						〃								D		
초산 이소부틸						〃		*						C		
산화 마그네슘				총분진		총분진		Inha A4		Inha Resp				Inha Resp C		
초산 메틸						Irrit eye								C		

when MAK and BAT values are observed.)

8) Biological Exposure Indices Methhemoglobin

9) Pregnancy risk group D(There is no reason to fear damage to the embryo or foetus when MAK and BAT values are observed.)

10) TLV와 Documentation을 철회하고 Butyl acetate(isomer)로 명명 예정(Notice of Intended Changes)

11) Pregnancy risk group C(Either there are no data for an assessment of damage to the embryo or foetus)

다. 환경 및 국제 협약

직업적 건강보호 이외의 국외 타 규정으로 미국의 유해물질 정보전달 기준(Hazard Communication Standard, HCS), 포괄적 환경대응책임보상법(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980, CERCLA), 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법(Emergency Planning and Community Right-to-know Act, EPCRA)에 관리대상 유해물질 6종이 해당되는 것으로 파악되었다. 유해물질 정보전달 기준과 비상계획 및 지역사회의 알권리에 관한 법에 해당하는 물질은 일산화질소였으며, 포괄적 환경대응책임보상법은 일산화질소, n-초산부틸, 초산이소부틸이 해당되었다.

로테르담 협약, 스톡홀름 협약, 몬트리올 의정서에 해당하는 물질은 없었으며, n-초산부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸 및 초산메틸은 유럽연합의 위험문구와 안전문구가 해당되었다.

<표 156> 국외 타법령에 의한 관리대상 유해물질 6종의 관리수준

물질명		일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
미국	OSHA	250lb	-	-	-	-	-
	CERCLA	10lb	5000lb	-	5000lb	-	-
	EPCRA	10lb	-	-	-	-	-
협약 및 의정서	로테르담협약	-	-	-	-	-	-
	스톡홀름협약	-	-	-	-	-	-
	몬트리올의정서	-	-	-	-	-	-
EU	확정 분류	-	R10, R66, R67	F; R11 Xi; R36 R66	F; R11 R66	-	F; R11 Xi; R36 R66

물질명		일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
				R67			R67
	위험 문구	-	R10, R66, R67	R11, R36, R66, R67	R11, R66	-	R11, R36, R66, R67
	안전 문구		S2, S25	S2, S16, S26, S29, S33	S2, S16, S23, S25, S29, S33	-	S2, S16, S26, S29, S33

(3) 건강 및 인체유해성에 대한 확인

본 연구대상인 6종의 관리대상 유해물질에 대한 건강유해성 및 인체유해성을 정밀하게 재확인하였다. 건강유해성의 경우 2014년 이은정 등의 선행연구에서 급성독성, 자극성, 과민성, 흡입유해성, 생식세포변이원성, 생식독성, 발암성, 특정표적장기독성(반복노출)으로 총 12개 항목으로 각 항목의 점수는 최대 10점까지 유해성 정도를 등급화하여 점수를 부여하였다. 또한 연구대상 화학물질 선정에 활용하기는 하였지만 인체 유해성을 재확인하는 차원에서 EURAM에서 제안하는 인체 유해성 분류결과에 대한 점수 부여 방법을 활용하였다. 인체영향에 대한 평가는 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성, 반복노출, 급성독성, 자극성, 피부과민성에 대한 분류결과에 근거하여 결정된 화학물질의 고유한 유해성 문구(R-phrase)를 이용하여 0~10점 사이의 점수를 할당하며, 한 물질에 대하여 여러 독성으로 인해 복수의 유해성 문구(R-phrase)가 정해진다면 이 중 가장 점수가 높은 결과를 선택하게 된다.

건강유해성에 대한 결과를 확인한 결과 초산프로필과 초산메틸이 9점으로 가장 높았고 n-초산 부틸이 6점, 산화마그네슘이 5점이었으며 초산 이소부틸과 산화마그네슘은 0점으로 나타났다. 선행 연구의 경우 GHS 건강유해성 등급별 점수로 도출된 「상당한 건강장해」 해당 GHS 건강유해성 항목을 대상으로 노출기준설정물질 597종의 건강유해성 GHS 분류 분포현황을 조사한 결과, 아래 표와 같이 GHS 건강유해성 등급별 점수 부여방법을 제안한 바 있다. 점수 부여는 단순 GHS 분류뿐만 아니라 그림문자 및 경고표시를 반영한 것으로 제안

한 유해성 등급별 점수 부여 방법은 건강장해에 따라 점수를 1~10을 부여하였다. 이 중 CMR 구분 1(1A, 1B)로 분류되는 물질은 「중대한 건강장해」를 일으키는 물질로 구분하였으며, 급성독성 3, 4로 분류되는 물질은 「일반 건강장해」를 일으키는 물질로 구분하였고, 그 외 과민성 및 자극성 등으로 분류되는 물질은 「상당한 건강장해」를 일으키는 물질로 구분한 바 있다.

한편, EURAM에 대한 인체유해성에 대한 결과는 n-초산 부틸이 8점으로 가장 높았고 초산 프로필과 초산 메틸이 6점 이었으며 일산화질소 2점, 산화마그네슘은 0점으로 나타났다.

<표 157> 건강유해성 등급별 가중치 분류(KOSHA GUIDE W-6-2012)

No.	유해성 항목	유해성 등급별 점수 부여						
		구분1	구분2	구분3	구분4	자료 없음	분류되지않음	해당없음
1	급성 경구	4	3	2	1	0	0	0
2	급성 경피	4	3	2	1	0	0	0
3	급성 흡입(가스, 증기, 분진)	4	3	2	1	0	0	0
4	피부 자극성	6	6	-	-	0	0	0
5	심한 눈 손상	6	6	-	-	0	0	0
6	호흡기 또는 피부 과민성	7	-	-	-	0	0	0
7	흡인성 호흡기 유해성	4	2	-	-	0	0	0
8	생식세포 변이원성	10	9	-	-	0	0	0
9	발암성	10	9	-	-	0	0	0
10	생식독성	10	9	-	-	0	0	0
11	표적장기전신독성(1회)	3	2	1	-	0	0	0
12	표적장기전신독성(반복)	6	5	-	-	0	0	0

<표 158> 관리대상 유해물질 6종의 건강유해성 등의 분류 결과

화학물질명	물리적 위험성	발암성	변이원성	생식독성	급성독성(경구)	급성독성(경피)	급성독성(흡입:가스)	급성독성(흡입:증기)	급성독성(흡입:분진/미스트)	피부부식성/피부자극성	심한눈손상성/눈자극성	호흡기민성	피부과민성	특정표적장기성독(1회노출)	특정표적장기성독(반복노출)	흡인유해성	점수
일산화질소	산화성가스 1 고압가스 : 압축가스						3[12]							1[13]			5
n-초산 부틸	인화성액체 2							3	3					1-3[14]			6
초산 프로필	인화성액체 2										2			1-3[15]			9
초산 이소부틸	인화성액체 2																0
산화마그네슘	-																0
초산 메틸	인화성액체 2										2[16]			1-3[17]			9

12) LC_{50} 870 ppm 4 hr Rat
13) 사람에서 급성 폐수종 및 메트헤모글로빈 생성
14) 사람에서 중추신경 장해, 폐수종, 호흡기계 자극
15) 사람에서 기도 자극성 및 중추 억제를 일으킴. 간장에 영향
16) 토끼에서 안 자극성 시험 결과 심한 자극성(각막, 홍채의 자극, 결막의 발적, 부종, 출혈)
17) 사람에서 기도 및 인두 자극, 현기증, 두통, 불안정한 보행 및 두 눈의 시각 소실, 시신경 위축, 좌목의 맹점 확대, 우목의 시야 협착, 마취 작용

<표 159> EURAM의 인체영향 점수(H code) 분류

발암성	유전독성	생식독성	호흡기과민성	반복독성	급성독성	자극성	피부과민성	점수(HEF)
H350	H340	H360	-	-	-	-	-	10
H351	H341	H361, H362	-	-	-	-	-	9
-	-	-			-	-	-	8
-	-	-	H334	H372	-	-	-	7
-	-	-		H373	-	H314, H318	H317	6
-	-	-	-	-	-	H315, H319, H335, H336	-	5
-	-	-	-	-	-	-	-	4
-	-	-	-	-	H300, H310, H330	-	-	3
-	-	-	-	-	H301, H311, H331	-	-	2
-	-	-	-	-	H302, H312, H332	-	-	1
-	-	-	-	-	-	-	-	0

<표 160> 관리대상 유해물질 6종의 EURAM의 인체영향 점수(H code)

물질명	발암성	유전독성	생식독성	호흡기과민성	반복독성	급성독성	자극성	피부과민성	점수(HEF)
일산화질소	-	-	-	-	-	2	-	-	2
n-초산 부틸	-	-	-	-	-	2	6	-	8
초산 프로필	-	-	-	-	-	-	6	-	6
초산 이소부틸	-	-	-	-	-	-	-	-	0
산화마그네슘	-	-	-	-	-	-	-	-	0
초산 메틸	-	-	-	-	-	-	6	-	6

(4) 국내외 직업병 정보

관리대상 유해물질 6종에 대한 국외 직업병 발생 여부는 ACGIH TLV Documentation을 활용하였다(ACGIH, 2011). 또한, 국내 직업병의 경우 1992년~2010년 국내 직업병 발생물질 자료(양정선 등, 2011), 2014년 1차 화학물질 평가 실무위원회 회의자료(KOSHA, 2014)를 활용하여 정리한 이은정 등(2014)의 자료를 참고하였다.

관리대상 유해물질 6종에 대한 국내·외 직업병 발생 물질에 대한 가중치는 직업적 노출에 의한 사망 사고 사례(ACGIH), 국내 사망 사고 발생 사례, 직업적 노출에 의한 비가역적 건강영향 보고 사례(ACGIH), 만성질환의 사례는 15점을 부여하며, 직업적 노출에 의한 가역적 건강영향 보고 사례(ACGIH)는 10점으로 부여한 바 있다(이은정 등, 2014).

<표 161> 국내·외 직업병 발생 여부에 대한 가중치

건강장해	분류 기준	가중치
중대한 건강장해	직업적 노출에 의한 국외 사망 사고 사례(ACGIH) 직업적 노출에 의한 국내 사망 사고 발생 사례 직업적 노출에 의한 비가역적 건강영향 보고사례(ACGIH) 직업적 노출에 의한 국내 만성질환의 사례(암 등)	10
상당한 건강장해	직업적 노출에 의한 국내 만성질환의 사례(접촉성 피부염 등)	7
	직업적 노출에 의한 가역적 건강영향 보고사례(ACGIH)	
일반 건강장해	직업적 노출에 의한 급성질환의 사례	2

일산화질소는 자체만으로 인체에 영향은 주지 않는다. 그러나 1.5%의 질산에 중독된 두 환자의 사례가 있었는데 2명 모두 청색증과 메트헤모글로빈혈증이 유발된 점을 감안하여 가중치를 부여하였다. n-초산 부틸의 경우 작업자가 탱크 벽의 세척작업을 하면서 20분간 48%의 n-초산 부틸에 7,500 ppm으로 노출되어 상기도 자극과 가슴 답답함을 느꼈고 졸림과 미약한 운동 손상을 보였지

만 5시간 이후 완전히 회복됨을 감안하여 가역적인 건강영향 보고사례로 판단하였다. 산화마그네슘은 산업적 노출로 결막염, 코 점막염 등과 이 물질에 노출된 95명의 근로자에게서 눈과 코의 자극이 보고되어 역시 가역적인 건강영향 보고사례로 판단하였다. 초산 메틸에 고농도로 노출되면 상, 하기도와 눈 점막의 자극과 이 증기에 노출된 작업자에서 눈과 신경교란과 관련된 2사례의 보고를 감안하여 역시 가역적인 건강영향 사례로 구분하였다.

<표 162> 관리대상 유해물질 6종의 국내외 직업병 발생 여부

화학물질명(국문)	일산화질소	n-초산부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화마그네슘	초산 메틸
외국의 직업적 노출에 의한 사망 사고 사례	△	-	-	-	-	-
국내 사망 사고 발생 사례	-	-	-	-	-	-
외국의 직업적 노출에 의한 비가역적 건강영향 보고 사례	-	-	-	-	-	-
만성질환의 사례	-	-	-	-	-	-
외국의 직업적 노출에 의한 가역적 건강영향 보고 사례	-	○	-	-	○	○
가중치(2014/2015)	(0/5)	(0/7)	(0/0)	(0/0)	(0/7)	(0/7)

아래 표는 관리대상 유해물질 6종에 대하여 동물과 인체에 미치는 영향을 정리한 것이다.

<표 163> 관리대상 유해물질 6종의 주요 인체 영향

화학물질명	주요 인체 영향
일산화질소	• 동물 : 호흡기 자극, 청색증, 안저 변화, 호흡곤란 및 마비, 폐부종, 메트헤모글로빈 혈증 • 인체 : 메트헤모글로빈 혈증
n-초산 부틸	• 동물 : 눈자극, 무력증, 체중감소 • 인체 : 눈, 코, 목 및 피부 자극, 미약한 운동 손상(회복)

초산 프로필	• 동물 : 눈 등 호흡기 자극, 고농도 마취 • 인체 : 눈, 코, 목 자극, 과노출 시 무력감, 졸음 등 중추신경계 억제증상
초산 이소부틸	• 동물 : 눈, 코, 목 자극 • 인체 : 눈, 코, 목 자극, 과노출 시 무력감, 졸음 등 중추신경계 억제증상
산화마그네슘	• 동물 : 미약한 저체온증 • 인체 : 눈과 코 자극, 결막염 및 코 점막염, 금속열
초산 메틸	• 동물 : 눈 자극, 호흡곤란, 폐자극, 체중감소 • 인체 : 상하기도, 눈 점막, 신경자극, 시신경 위축

(5) 노출가능성에 대한 정보

노출수준 평가를 위한 노출가능성 변수 도출을 위해 국내 취급장 수, 국내 노출 근로자 수, 국내 취급량의 자료를 2009년 작업환경 실태조사와 2014년 작업환경실태조사를 바탕으로 본 연구대상 관리대상 유해물질 6종 물질별로 확인하였다. 2009년 및 2014년 작업환경실태조사에서 국내 취급장 수, 노출 근로자 수, 취급량 정보가 제시된 연구대상 6종의 관리대상 유해물질은 아래 표와 같이 선행연구(김치년 등 2013, 김형아 등, 2013) 및 이은정 등(2014)의 결과를 바탕으로 그 기준에 따라 가중치를 부여하였다.

<표 164> 노출가능성 정보에 대한 가중치

고려 항목	기준	구분1	구분2	구분3	구분4	구분5	구분외
국내 취급장 수	취급장 수 (개소)	300 이상	100이상, 300미만	50이상, 100미만	5이상, 50미만	5미만	-
	가중치	10	8	6	4	2	0
국내 노출 근로자 수	노출근로자 수 (명)	300 이상	100이상, 300미만	50이상, 100미만	5이상, 50미만	5미만	-
	가중치	10	8	6	4	2	0
국내 취급량 (또는 유통량)	연간 취급량 (ton)	1000 이상	10이상, 1000미만	1이상, 10미만	0.1이상, 1미만	0.1미만	-
	가중치	20	16	12	8	4	0

가. 관리대상 유해물질 6종의 국내 취급사업장 수

앞서 언급한 바와 같이 국내 취급사업장 수의 가중치는 0~10까지 부여되며, 전반적으로 2009년 작업환경 실태조사 대비 2014년 작업환경 실태조사 결과 국내 취급사업장 수가 증가된 것으로 나타났다.

2014년 기준으로 물질별로는 n-초산 부틸이 9,142개소(가중치 10)로 가장 많았고 그 다음으로 산화마그네슘 898개소(가중치 10), 초산 메틸 716개소(가중치 10) 순 이었으며, 일산화질소 취급사업장이 18개소(가중치 4)로 가장 적었다.

<표 165> 관리대상 유해물질 6종의 국내 취급사업장 수

년도 \ 화학물질명(국문)		일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
2009	사업장 수	3	7,010	14	297	152	136
	가중치	2	10	4	8	8	8
2014	사업장 수	18	9,142	90	75	898	716
	가중치	4	10	6	6	10	10
평균	사업장 수	11	5,384	52	186	525	426
	가중치	4	10	6	8	10	10

나. 관리대상 유해물질 6종의 국내 노출 근로자 수

국내 노출 근로자 수의 가중치는 0~10까지 부여되며, 역시 전반적으로 2009년 작업환경 실태조사 대비 2014년 작업환경 실태조사 결과 국내 노출 근로자 수가 증가된 것으로 나타났다.

2014년 기준으로 국내 노출 근로자 수를 물질별로 구분해보면 n-초산부틸이 47,191명(가중치 10)으로 가장 많았고 그 다음으로 산화마그네슘 17,003명(가중치 10), 초산 이소부틸 4,662명(가중치 10) 순 이었다. 특이하게 일산화질소의 경우 취급사업장 수가 적은데 비해 노출근로자 수는 3,782명으로 많게 조사되었다.

<표 166> 관리대상 유해물질 6종의 국내 노출근로자 수

화학물질명(국문) / 년도		일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
2009	노출근로자 수(명)	46	31,804	80	1,245	1,730	864
	가중치	4	10	6	10	10	10
2014	노출근로자 수(명)	3,782	47,191	951	4,662	17,003	2,823
	가중치	10	10	10	10	10	10
평균	노출근로자 수(명)	1,914	26,332	515	2,954	9,367	1,844
	가중치	10	10	10	10	10	10

다. 관리대상 유해물질 6종의 국내 연간 취급량

국내 연간 취급량의 가중치는 0~20까지 부여되며, 특이하게 2009년 작업환경 실태조사의 경우 취급량이 모두 0톤으로 조사되었다. 이는 자료가 소수점으로 조사되었으나 전달 받은 원시 자료가 톤 단위의 취급량이 아니라서 이러한 현상이 발생한 것으로 판단된다. 2014년 작업환경 실태조사 결과 국내 연간 취급량은 상당한 것으로 나타났다.

2014년 기준으로 물질별 연간 취급량은 국내 취급사업장 수 및 국내 노출 근로자 수의 결과와 달리 산화마그네슘이 5,157,239톤으로 가장 많게 조사되었다. 이는 금속으로 비중이 높아 이러한 현상이 발생된 것으로 판단된다. 그 다음 순으로는 n-초산부틸이 545,619톤, 초산 메틸 282,411톤이었으며, 일산화질소의 경우도 연간 취급량이 233,509톤으로 조사되었다. 한편, 가중치는 2009년 모두 0에서 2014년 모두 20으로 대폭 증가하였다.

<표 167> 관리대상 유해물질 6종의 국내 연간 취급량

화학물질명(국문) / 년도		일산화 질소	n-초산 부틸	초산 프로필	초산 이소부틸	산화 마그네슘	초산 메틸
2009	취급량(톤)	0	0	0	0	0	0
	가중치	0	0	0	0	0	0

2014	취급량(톤)	233,509	545,619	6,637	70,259	5,157,239	282,411
	가중치	20	20	20	20	20	20
평균	취급량(톤)	116,755	181,873	3,318	35,129	2,578,619	141,205
	가중치	20	20	20	20	20	20

(6) 작업환경측정결과

2010년부터 2014년까지 최근 5년간 관리대상 유해물질 6종에 대하여 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등)에 의해 수행된 결과를 분석하였다.

최근 5년간 일산화질소의 작업환경측정 결과 평균 노출수준은 2.72~6.51 ppm이었고, 최대값의 범위는 21.0~23.0 ppm 이었다. 우리나라 고용노동부의 노출기준 초과는 발견되지 않았으나 최대값의 경우 25 ppm을 육박하고 있었다. 다만, 가장 규제수준이 높은 독일의 MAK(0.5 ppm)을 적용했을 때에는 최대값에서 기준초과가 다수 발생하였다. n-초산 부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과 평균 노출수준은 1.21~3.89 ppm이었고, 최대값의 범위는 72.31~144.6 ppm 이었다. 우리나라 고용노동부의 노출기준 초과는 발견되지 않았으나 역시 최대값의 경우 노출기준의 수준에 근접하였다. 가장 규제수준이 높은 독일의 MAK(100 ppm)을 적용했을 때에는 최대값의 경우 2010년, 2011년 및 2014년에서 기준초과가 발생하였다. 최근 5년간 초산 프로필의 작업환경측정 결과 평균 노출수준은 3.40~7.49 ppm이었고, 최대값의 범위는 52.93~68.15 ppm 이었다. 우리나라 고용노동부의 노출기준과 가장 규제수준이 높은 독일의 MAK(100 ppm)을 적용했을 때에도 노출기준 초과가 발생되지는 않았다. 초산 이소부틸의 최근 5년간 작업환경측정 결과 평균 노출수준은 0.87~2.58 ppm으로 낮은 수준이었고, 최대값의 범위는 9.41~58.70 ppm 이었다. 우리나라 고용노동부의 노출기준과 가장 규제수준이 높은 독일의 MAK(100 ppm)을 적용했을 때에도 노출기준 초과가 발생되지는 않았다. 최근 5년간 산화마그네슘의 작업환경측정 결과 평균 노출수준은 0.04~2.04 mg/m^3 이었고, 최대값의 범위는 8.45~35.13 mg/m^3 으로 우리나라 고용노동부의 노출기준 초과는 2010년과 2015년에 발생되었다. 한편, 규제수준이 높은 독일의 MAK(4 mg/m^3)을 적용했을 때에는 최대값에서 최근 5년간 모두 초과가 발생되었다. n-초산 메틸의 최근 5년간 작업

환경측정 결과 평균 노출수준은 3.86~6.39 ppm이었고, 최대값의 범위는 55.39~127.5 ppm 이었다. 우리나라 고용노동부의 노출기준 200 ppm 초과는 발견되지 않았으나 가장 규제수준이 높은 독일의 MAK(100 ppm)을 적용했을 때에는 최대값의 경우 2012년에서 기준초과가 발생되었다.

<표 168> 일산화질소의 최근 5년간 작업환경측정 결과

년도	일산화질소			n-초산 부틸			초산 프로필			초산 이소부틸			산화마그네슘			초산 메틸		
	평균	최대값	노출 기준*	평균	최대값	노출 기준	평균	최대값	노출 기준	평균	최대값	노출 기준	평균	최대값	노출 기준	평균	최대값	노출 기준
2010	5.92	22.00	25/ 0.5	1.39	110.34	150/ 100	6.40	54.16	200 /100	1.80	58.70	150/ 100	.10	15.13	10/ 4	4.20	55.39	200 /100
2011	6.51	23.00	25/ 0.5	1.31	72.947 6	150/ 100	5.54	68.15	200 /100	1.54	47.44	150/ 100	.05	8.91	10/ 4	4.80	74.10	200 /100
2012	5.62	22.00	25/ 0.5	1.21	120.40	150/ 100	4.53	60.86	200 /100	.87	14.60	150/ 100	.04	8.45	10/ 4	4.12	127.50	200 /100
2013	2.72	21.00	25/ 0.5	1.27	72.313 7	150/ 100	3.40	52.93	200 /100	1.70	51.18	150/ 100	.04	8.81	10/ 4	3.86	62.49	200 /100
2014	8.79	23.00	25/ 0.5	3.89	144.61	150/ 100	7.49	46.96	200 /100	2.58	9.41	150/ 100	2.04	35.13	10/ 4	6.39	62.11	200 /100

* 노출기준은 우리나라 노출기준/가장 규제수준이 높은 국가의 노출기준

(6) 관리대상 유해물질 6종에 대한 결론

일산화질소는 산업안전보건법 상 작업환경측정 대상물질, 특수건강진단 대상물질, 노출기준 설정물질에 포함되어 있다. 건강 및 인체 유해성이 다른 물질에 비해 낮은 수준이라 할지라도 일산화질소는 산화성 가스로서 과다 노출 시 근로자에게 질식이 유발될 수 있다. 또한 국내 취급사업장 수는 6종의 물질 중에 가장 낮은 수준이지만 외국에서 질식사가 발생 되었던 물질이라는 점, 미국과 독일의 규제성의 직업적 노출기준으로 관리하고 있는 점, 가장 규제수준이 강화된 독일의 직업적 노출기준을 적용했을 때 초과된 점 등을 감안할 때 지속적으로 관리대상 유해물질에 포함되어야 한다. 초산 계열의 4종 물질(n-초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 초산 메틸) 역시 건강 및 인체유해성은 낮은 수준이다. 그러나 국내 취급사업장 수, 노출 근로자 수 및 취급량이 상당하며, 미국, 영국 및 독일에서 역시 규제수준의 직업적 노출기준으로 관리하고 있고, 독일의 경우 노출기준의 수준을 강화한 점, 그리고 특히 노동안전위생법에서 우리나라 산업안전보건법의 관리대상 유해물질과 규제수준이 유사한 유기용제로 4종 물질 모두 법적 관리하고 있음을 감안할 때 역시 관리대상 유해물질로 존치시킬 필요가 있다. 산화마그네슘은 입자로 노출되고 흡입 시 호흡기 및 점막자극과 금속열을 유발시킨다. 2014년 작업환경 실태조사 결과 국내 취급사업장 수, 노출근로자 수, 및 취급량이 가장 높은 수준이었고, 특히 우리나라 작업환경측정결과 노출기준 초과 발생이 있었으며, 영국의 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits)과 독일의 최대허용농도(Maximum Allowable Concentrations, MAK)의 노출기준이 강화된 점을 고려할 때 관리대상 유해물질로 포함되어 관리되는 것이 바람직하다.

<표 169> 관리대상 유해물질 6종의 최종 요약

물질명	법적규제				건강유해성				노출가능성			노출평가	
	국내		국외		건강 유해성	인체 유해성	직업병	건강영향	취급 사업장	노출 근로자	취급량	국내 기준 초과	국외 기준 초과
	산안법	타법	관리대상	노출기준									
일산화질소	측특노*	화관	-	PM	5	2	5	○	4	10	20	×	◎
n-초산 부틸	측노	위험	안위	PWM*	6	8	7	△	10	10	20	×	○
초산 프로필	측노	위험/폐기	안위	PWM	9	6	0	△	6	10	20	×	×
초산 이소부틸	측노		안위	PWM	0	0	0	△	6	10	20	×	×
산화마그네슘	측노	-	-	PWM/ A4	0	0	7	△	10	10	20	○	◎
초산 메틸	측노	위험/폐기	안위	PWM	9	6	7	△	10	10	20	×	○

* 측 : 작업환경측정 대상물질, 특 : 특수건강진단 대상물질, 노 : 노출기준 설정물질

* P : US Permissible Exposure Limits, W : UK Workplace Exposure Limits, M : Germany Maximum Allowable Concentrations

7. 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준

1) 국내 화학물질 관리체계

우리나라에서 화학물질의 규제를 목적으로 하는 법률로는 「독물 및 극물에 관한법률」이 그 효시라고 할 수 있다 이 법률은 보건사회부 법률로서 제정 공포되었는데 그 당시 우리나라는 산업화 초기단계로서 환경문제에 그다지 심각함을 느끼지 못하였다. 현행법상 화학물질은 그 성상 및 이용목적에 따라 아래 표에서 보는 바와 같이 다양한 법률로 관리되고 있다. 현재 여러 개의 부처의 개의 법률이 존재하며 환경부의 「화학물질관리법」, 고용노동부의 「산업안전보건법」, 소방방재청의 「위험물안전관리법」, 보건복지부 식품의약품안전처의 「약사법」, 농림축산식품부의 「농약관리법」 등이 대표적인 화학물질 관련 법률이다(임성철, 2014). 그 이외의 부처로는 국민안전처, 미래창조과학부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 기획재정부 등이 있다. 그러나 건강과 관련된 화학물질과 관련된 법령은 고용노동부의 「산업안전보건법」과 환경부의 「화학물질관리법」이 대표적이다.

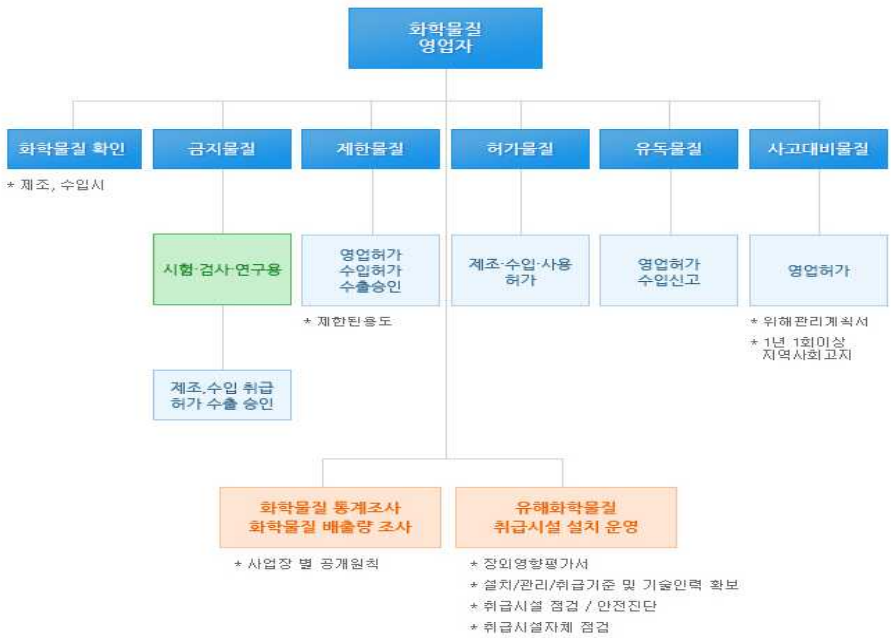
<표 170> 화학물질관련 소관부처와 관련법령

소관 부처	법령명
고용노동부	산업안전보건법
환경부	화학물질관리법, 화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률, 수질환경보전법, 자연환경보전법, 토양환경보전법, 폐기물관리법, 대기환경보전법, 먹는물관리법
소방방재청	위험물안전관리법
국민안전처	소방기본법, 소방시설공사업법, 소방시설설치유지법
미래창조과학부	원자력법
농림축산식품부	농약관리법, 사료관리법, 비료관리법
보건복지부	식품위생법, 약사법, 화장품법, 마약류관리에관한법률
산업통상자원부	고압가스안전관리법, 대외무역법, 액화석유가스의안전

소관 부처	법령명
	관리및사업법, 오존층보호를위한특정물질의제조규제등에관한법률, 화학무기금지를위한특정화학물질의제조, 수출입,규제등에관한법률, 품질경영및공산품안전관리법
기획경제부	관세법
행정자치부	총포,도검,화약류등단속법

(1) 환경부 화학물질관리법

환경부에서 “유해화학물질”이란 유독물, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다. 고용노동부의 산업안전보건법처럼 화학물질관리체계가 구분되어 있으며 아래 그림과 같은 체계를 갖는다.



[그림 15] 화학물질관리법상 화학물질 관리체계

가. 유독물질

“유독물질”은 유해성이 있는 화학물질로서 대통령령이 정하는 기준에 따라 환경부장관이 정하여 고시한 물질로 법에 정의되어 있다. 대통령령이 정하는 기준은 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률 시행령 [별표 1] 유독물질의 지정기준[18]에 제시되어 있다.

한편, 유독물은 과산화나트륨 등 723종이 지정되어 있으며, 부록에 수록하였다.

18) 가. 설치류에 대한 급성경구독성 : 시험동물 수의 반을 죽일 수 있는 양(LD50)이 킬로그램당 300밀리그램(300 mg/kg) 이하인 화학물질, 나. 설치류에 대한 급성경피독성 : 시험동물 수의 반을 죽일 수 있는 양(LD50)이 킬로그램당 1,000밀리그램(1,000 mg/kg) 이하인 화학물질, 다. 설치류에 대한 급성흡입독성 : 1) 기체나 증기로 노출시킨 경우 시험동물 수의 반을 죽일 수 있는 농도(LC50, 4hr)가 2,500피피엠(2,500 ppm) 이하이거나 리터당 10밀리그램(10 mg/L) 이하인 화학물질, 2) 분진이나 미립자로 노출시킨 경우 시험동물 수의 반을 죽일 수 있는 농도(LC50, 4hr)가 리터당 1.0밀리그램(1.0 mg/L) 이하인 화학물질, 라. 피부부식성/자극성 : 피부에 3분 동안 노출시킨 경우 1시간 이내에 표피에서 진피까지 괴사(壞死)를 일으키는 화학물질, 마. 어류, 물벼룩 또는 조류에 대한 급성독성 : 1) 어류에 대한 급성독성 시험에서 시험어류 수의 반을 죽일 수 있는 농도(LC50, 96hr)가 리터당 1.0밀리그램(1.0 mg/L) 이하인 화학물질, 2) 물벼룩에 대한 급성독성 시험에서 시험물벼룩 수의 반에게 유영저해를 일으킬 수 있는 농도(EC50, 48hr)가 리터당 1.0밀리그램(1.0 mg/L) 이하인 화학물질, 3) 조류(藻類)에 대한 급성독성 시험에서 시험조류의 생장률을 반으로 감소시킬 수 있는 농도(IC50, 72hr 또는 96hr)가 리터당 1.0밀리그램(1.0 mg/L) 이하인 화학물질, 바. 어류, 물벼룩 또는 조류에 대한 만성독성 : 어류, 물벼룩 또는 조류에 대한 만성독성 시험에서 무영향농도 또는 이에 상응하는 영향을 주는 농도(ECx)가 리터당 0.01밀리그램(0.01 mg/L) 이하인 화학물질, 사. 반복노출독성 : 1) 사람에 대한 사례연구 또는 역학조사로부터 반복노출에 의해 사람에게 중대한 독성을 일으킨다는 신뢰성 있고 양질의 증거가 있는 화학물질, 2) 시험동물을 이용한 적절한 시험으로부터 일반적으로 낮은 수준의 노출농도에서 사람의 건강과 관련된 중대하거나 또는 강한 독성영향을 일으켰다는 소견에 기초하여 반복 노출에 의해 사람에게 중대한 독성을 일으킬 가능성이 있다고 추정되는 화학물질, 아. 변이원성 : 1) 사람에 대한 역학조사연구에서 양성인 증거가 있는 물질로서 사람의 생식세포에 유전성 돌연변이를 일으키는 것으로 알려진 화학물질, 2) 포유동물을 이용한 유전성 생식세포 변이원성시험에서 양성인 화학물질, 3) 포유동물을 이용한 체세포 변이원성시험에서 양성이고, 생식세포에 돌연변이를 일으킬 수 있는 증거가 있는 화학물질, 4) 사람의 생식세포에 변이원성 영향을 보여주는 시험에서 양성인 화학물질, : 자. 발암성 : 1) 사람에게 발암성이 있다고 알려져 있는 물질로서 주로 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 화학물질, 2) 사람에게 발암성이 있다고 추정되는 물질로서 주로 시험동물에게 발암성 증거가 충분한 물질이거나 시험동물과 사람 모두에게서 제한된 발암성 증거가 있는 화학물질, 차. 생식독성 : 1) 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 판단할 만한 증거가 있는 화학물질, 2) 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 추정할 만한 동물시험 증거가 있는 화학물질

나. 허가물질

"허가물질"이란 위해성이 있다고 우려되는 화학물질로서 환경부장관의 허가를 받아 제조·수입·사용하도록 제25조에 따라 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과의 협의와 제7조에 따른 화학물질평가위원회의 심의를 거쳐 고시한 것을 말한다.

제19조(허가물질의 제조·수입·사용 허가 등)에서는 허가물질을 제조·수입·사용하려는 자는 다음 각 호[19]의 자료를 제출하여 미리 환경부장관의 허가를 받도록 하고 있다. 다만, 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제25조에 따른 허가유예기간에는 그러하지 아니하다.

화학물질관리법 제25조(허가물질의 지정)에 따라 환경부장관은 유해성심사 및 위해성평가 결과 위해성이 있다고 우려되는 화학물질과 다음 각 호[20]의 어느 하나에 해당하는 화학물질에 대하여는 관계 중앙행정기관의 장과의 협의와 평가위원회의 심의를 거쳐 제조·수입·사용 전에 환경부장관의 허가를 받아야 하는 허가물질로 지정하여 고시할 수 있다. 이 경우 환경부장관은 대통령령으로 정하는 바에 따라 허가를 받지 아니하고 제조·수입·사용할 수 있는 기간(이하 이 조에서 "허가유예기간"이라 한다)을 부여할 수 있다.

다. 제한물질 또는 금지물질

화학물질관리법 상 "제한물질"이란 특정 용도로 사용되는 경우 위해성이 크다고 인정되는 화학물질로서 그 용도로의 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용을 금지하기 위하여 제27조에 따라 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과의 협의와 제7조에 따른 화학물질평가위원회의 심의를 거쳐 고시한 것을

19) 1. 제조·수입·사용을 하려는 자의 명칭, 소재지 및 대표자, 2. 화학물질의 명칭, 분자식·구조식 등 화학물질의 식별정보, 3. 화학물질의 용도, 4. 화학물질의 위해성, 5. 허가물질의 대안 분석 및 실행가능성, 6. 허가물질의 대체 계획

20) 1. 사람에게 암, 돌연변이, 생식능력 이상 또는 내분비계에 장애를 일으키거나 일으킬 우려가 있는 물질, 2. 사람 또는 동식물의 체내에 축적성이 높고, 환경 중에 장기간 잔류하는 물질, 3. 제1호 및 제2호의 물질과 동등한 수준 또는 그 이상의 심각한 위해를 줄 수 있는 물질

말한다. 제한물질은 제20조(제한물질 수입허가 및 유독물질 수입신고 등)에 따라 제한물질을 수입하려는 자는 해당 제한물질의 용도가 명확하고 적정한 관리가 가능한 경우에 한하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 허가를 받아야 하고, 유독물질을 수입하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 유독물질의 종류와 용도 등을 환경부장관에게 신고하여야 한다. 다만, 시험용·연구용·검사용 시약을 그 목적으로 사용하기 위하여 수입하려는 경우 등 대통령령으로 정하는 경우에는 예외규정을 적용하고 있다.

"금지물질"이란 위해성이 크다고 인정되는 화학물질로서 모든 용도로의 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용을 금지하기 위하여 제27조에 따라 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과의 협의와 제7조에 따른 화학물질평가위원회의 심의를 거쳐 고시한 것을 말한다. 제18조(금지물질의 취급금지)에서는 누구든지 금지물질을 취급하여서는 안 되며, 금지물질에 해당하는 시험용·연구용·검사용 시약을 그 목적으로 제조·수입·판매하려는 자가 환경부령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 허가를 받은 경우는 그러하지 아니하다. 구체적인 화학물질목록은 별첨에 수록하였다.

화학물질관리법 제27조(제한물질 또는 금지물질의 지정)에 따라 환경부장관은 화학물질이 다음 각 호[21]의 어느 하나에 해당되는 경우 관계 중앙행정기관의 장과의 협의와 평가위원회의 심의를 거쳐 대통령령으로 정하는 바에 따라 해당 화학물질을 제한물질 또는 금지물질로 지정하여 고시하도록 하고 있으며, 제2항에 환경부장관은 제한물질 또는 금지물질을 지정하려는 경우에는 제한물질 또는 금지물질로 지정하려는 화학물질의 명칭 및 지정예정 시기 등을 관보나 인터넷 홈페이지를 통하여 미리 예고하도록 하고 있으나 해당 화학물질로 인하여 사람의 건강이나 환경에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있다고 판단되어 긴급 대응이 필요한 경우에는 그러하지 아니하다.

21) 1. 유해성심사 및 위해성평가 결과 위해성이 있다고 인정되는 경우, 2. 국제기구 등이 위해성이 있다고 인정하는 경우, 3. 국제협약 등에 따라 제조·수입 또는 사용이 금지되거나 제한되는 경우, 4. 제26조제1호의 사유로 지정 해제된 허가물질에 해당하는 경우

제3항에 환경부장관은 제한물질 또는 금지물질을 지정·고시하는 경우 제한물질 또는 금지물질의 명칭, 용도에 따른 금지의 내용 등을 포함하여야 하고 있으며, 이는 시행령 제20조(제한물질 또는 금지물질의 지정 고시)에 따라 환경부장관은 제한물질 또는 금지물질을 지정하려는 경우에는 해당 화학물질을 대체할 수 있는 물질 또는 신기술 등 대체 가능성 여부와 해당 화학물질의 용도로부터 발생하는 사회경제적 영향을 함께 고려하고, 해당 화학물질의 제조·수입·사용자 등으로부터 의견수렴 절차를 거쳐야 하며, 제한물질 또는 금지물질을 지정하기 위하여 필요한 경우에는 미리 사회경제성분석서를 작성하여야 한다. 이 경우 해당 화학물질에 대하여 위해성평가를 실시하지 아니한 경우에는 위해성평가를 함께 실시하여야 한다.

한편, 제한물질은 말라카이트 그린니트펜 등 총 12종을 지정하고 있으며 구체적인 물질은 별표에 수록하였다.

라. 사고대비물질

"사고대비물질"이란 화학물질 중에서 급성독성(急性毒性)·폭발성 등이 강하여 화학사고의 발생 가능성이 높거나 화학사고가 발생한 경우에 그 피해 규모가 클 것으로 우려되는 화학물질로서 화학사고 대비가 필요하다고 인정하여 제39조에 따라 환경부장관이 지정·고시한 화학물질을 말한다.

화학물질관리법 제39조는 사고대비물질의 지정과 관련된 조항으로 환경부장관은 화학사고 발생의 우려가 높거나 화학사고가 발생하면 피해가 클 것으로 우려되는 다음 각 호[22]의 어느 하나에 해당하는 화학물질 중에서 대통령령으로 정하는 바에 따라 사고대비물질을 지정·고시하여야 하며, 제40조(사고대비물질의 관리기준)에서는 사고대비물질을 취급하는 자는 외부인 출입관리 기록 등

22) 1. 인화성, 폭발성 및 반응성, 유출·누출 가능성 등 물리적·화학적 위험성이 높은 물질, 2. 경구(經口) 투입, 흡입 또는 피부에 노출될 경우 급성독성이 큰 물질, 3. 국제기구 및 국제협약 등에서 사람의 건강 및 환경에 위해를 미칠 수 있다고 판명된 물질, 4. 그 밖에 화학사고 발생의 우려가 높아 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 물질

환경부령으로 정하는 사고대비물질의 관리기준을 준수하도록 하고 있다.

마. 화학물질의 관리에 관한 기본계획 수립 및 화학물질관리위원회

가) 화학물질의 관리에 관한 기본계획

환경부의 화학물질관리법 제6조(화학물질의 관리에 관한 기본계획)에서는 환경부장관은 유해성·위해성이 있는 화학물질을 효율적으로 관리하기 위하여 5년마다 화학물질의 관리에 관한 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립하여야 하고, 기본계획을 수립하거나 변경하는 경우 미리 관계 중앙행정기관의 장과 협의한 후 제7조에 따른 화학물질관리위원회의 심의를 거쳐야 하며, 기본계획에는 다음 각 호의 사항[23]이 포함되어야 한다.

나) 화학물질관리위원회

화학물질관리위원회는 화학물질관리법 제7조에 따라 기본계획의 수립 등 화학물질 관리와 관련한 중요 사항을 심의하기 위하여 환경부장관 소속으로 화학물질관리위원회(이하 "관리위원회"라 한다)를 두며, 관리위원회는 위원장과 부위원장 각 1명을 포함한 30명 이내의 위원으로 구성한다. 관리위원회 위원장은 화학물질 관리업무를 주관하는 환경부 소속 고위공무원단에 속하는 공무원 중에서 환경부장관이 지명하고, 부위원장은 위원 중에서 위원장이 임명하거나 위촉하며, 관리위원회 위원은 화학·환경·보건 등 관련 분야의 학식과 경험이 풍부한 전문가와 화학물질 관련 업계의 대표 및 관련 분야의 업무를 담당하는 공무원 중에서 환경부장관이 임명하거나 위촉한다.

화학물질관리위원회의 심의사항은 시행령 제3조에 언급되어 있으며 다음 각 호[24]의 사항을 심의한다.

---

23) 1. 화학물질 관리정책의 목표와 이를 달성하기 위한 전략, 2. 화학물질 관리를 위한 주요 추진시책과 추진계획, 3. 화학물질의 관리현황과 향후 전망, 4. 화학물질 관리를 위한 각종 사업의 시행에 드는 재원조달 방안, 5. 화학물질 관리와 관련한 기관 및 국제기구 등과의 협력계획, 6. 화학사고에 대비한 훈련·교육, 7. 화학사고 대응 및 사후조치에 관한 기관별 역할 및 공조체계, 8. 화학사고 대응 및 사후조치에 필요한 자원 및 인력·장비 등의 동원 방법, 9. 그 밖에 화학물질 관리 및 화학사고 대응을 위하여 필요한 사항

24) 1. 법 제6조제2항에 따른 기본계획의 수립 및 변경에 관한 사항, 2. 법 제7조제6항에 따른

바. 화학물질 확인

화학물질관리법 제9조에 의한 화학물질 확인은 화학물질을 제조하거나 수입하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 해당 화학물질이나 그 성분이 다음 각 호[25]의 어느 하나에 해당하는지를 확인(이하 "화학물질확인"이라 한다)하고, 그 내용을 환경부장관에게 제출하여야 한다.

(2) 산업안전보건법

우리나라 화학물질에 대한 관리는 10개의 법 조항에 근거하여 개별 제도로 관리하게 되는 시스템으로 구축되어 있다. 이중 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리)는 제목과 같이 제조 등 금지물질, 제조 등 허가물질, 산업안전보건기준에 관한 규칙의 관리대상 유해물질, 작업환경측정대상 유해인자 및 노출기준 설정대상 유해인자를 분류하고 관리하는 행적적인 법 조항이다. 나머지 9개의 개별제도는 화학물질을 집행(관리, 감독)하는 것으로 해당 조항에 따라 세부적으로 규정되어 있다.

가. 화학물질관리 제도

가) 제도 개요

분야별 전문위원회(이하 "전문위원회"라 한다)의 구성·운영에 관한 사항, 3. 법 제17조제5항에 따른 유해화학물질의 제조·수입 등의 중지명령의 해제에 관한 사항, 4. 법 제39조에 따른 사고대비물질의 지정·고시에 관한 사항, 5. 법 제47조에 따른 화학사고 특별관리지역의 지정 및 관리에 관한 사항, 6. 제6조에 따른 배출량조사 대상 화학물질에 관한 사항, 7. 화학물질의 안전관리에 관한 사항, 8. 화학사고의 대비 및 대응에 관한 사항, 9. 유해성 또는 위해성이 있는 화학물질의 관리 등에 관한 사항, 10. 유해화학물질을 대체할 수 있는 물질에 관한 사항, 11. 화학물질 관련 국제협약의 이행 및 국제협력에 관한 사항, 12. 그 밖에 화학물질 관리 등과 관련하여 환경부장관이 심의에 부치는 사항

25) 1. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 기존화학물질, 2. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제4호에 따른 신규화학물질, 3. 유독물질, 4. 허가물질, 5. 제한물질, 6. 금지물질, 7. 사고대비물질

유해인자로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위하여 고용노동부장관은 작업장 내 취급 화학물질 및 물리적인자 등에 대하여 유해·위험성을 평가하고 그 결과에 따라 체계적으로 분류 및 관리를 하도록 하고 있다.

(가) 유해인자의 분류

유해인자로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위하여 유해인자의 관리로 노동부장관은 작업장 내 취급 화학물질 및 물리적인자 등에 대하여 유해·위험성을 평가하고 그 결과에 따라 체계적으로 분류 및 관리를 하도록 하고 있다. 법 제39조제1항에서 고용노동부장관은 근로자의 건강장해를 유발하는 화학물질 및 물리적 인자등을 노동부령이 정하는 분류기준[26]에 따라 분류하고 관리하도록 하고 있으며, 시행규칙 제81조(유해인자의 분류·관리)에 따른 분류기준이 제시되어 있다.

(나) 유해인자의 관리

한편, 고용노동부장관은 상기 표에 따른 분류기준에 해당하는 유해인자를 「유해인자 노출실태조사[27]」 및 법 「유해성·위험성 평가」 등의 결과에 따라 다음 표의 물질 또는 인자로 정하여 관리하도록 하고 있다.

<표 171> 유해인자의 관리 구분

관리구분	근거조항
제조 등 금지물질	법 제37조
제조 등 허가물질	법 제38조

26) 제81조 (유해인자의 분류·관리) ① 법 제39조제1항에서 "고용노동부령으로 정하는 분류기준"이란 별표 11의2와 같다.

27) 고용노동부장관은 제2항에 따른 유해인자의 관리에 필요한 자료를 확보하기 위하여 유해인자의 취급량·노출량, 취급 근로자 수, 취급 공정 등을 주기적으로 조사(이하 "유해인자 노출실태조사"라 한다)할 수 있다.

관리구분	근거조항
허용기준 대상물질	법 제39조의 2
관리대상 유해물질	보건규칙 제166조제1호
작업환경측정대상 유해인자	시행규칙 제93조제1항
특수건강진단대상 유해인자	별표 12의2 제1호 내지 제3호
노출기준 설정대상 유해인자	법 제39조제2항

(다) 유해성·위험성 평가

고용노동부장관은 유해인자가 근로자의 건강에 미치는 유해성·위험성을 평가하고 그 결과를 관보 등에 공표할 수 있도록 하고 있으며 유해성·위험성을 평가할 대상 물질의 「선정기준 및 평가방법」 등에 관하여 필요한 사항은 아래 사항과 같다. 유해성・위험성 평가 대상 선정기준[28]은 시행규칙 제81조의3에 제시되어 있다.

(라) 노출기준 등

법 제39조 제2항에 의하면 유해인자의 노출기준을 정하여 관보 등에 고시하도록 되어 있으며, 시행규칙 제81조의2(노출기준의 설정 등)에 따라 고용노동부장관은 노출기준 설정 대상 유해인자의 노출기준을 정하는 경우에는 아래 사항을 고려하도록 하고 있다.

① 해당 유해인자에 따른 건강장해에 관한 연구・실태조사의 결과

② 해당 유해인자의 유해성・위험성의 평가 결과

③ 해당 유해인자의 노출기준 적용에 관한 기술적 타당성

28) ① 유해성・위험성 평가 대상 선정기준 ; 유해성・위험성 평가가 필요한 유해인자, 노출 시 변이원성(變異原性), 흡입독성, 생식독성(生殖毒性), 발암성 등 근로자의 건강장해 발생이 의심되는 유해인자, 그 밖에 사회적 물의를 일으키는 등 유해성・위험성 평가가 필요한 유해인자, ② 위에서 선정된 유해인자에 대한 유해성・위험성 평가는 노동부장관이 정하는 유해성・위험성 시험기준에 따라 실시하여야 하며 유해성・위험성 시험 전문연구기관을 지정하여 유해인자의 유해성・위험성 평가를 대행하게 할 수 있다.

나. 제조 등 금지물질

가) 제도 개요

산업안전보건법 제37조(제조 등의 금지)에서는 직업성암 유발 확인물질 등 인체에 극히 유해한 물질[29]의 제조·사용을 근원적으로 금지시킴으로써 근로자 건강보호를 도모하기 위하여 근로자의 보건상 특히 해로운 물질 약 71종을 제조·수입·양도·제공 또는 사용을 금지하고 있다. 그러나 시험 및 연구[30]를 위하여 제조·수입 또는 사용하는 경우는 예외를 인정하고 있다.

<표 172> 제조 등의 금지물질

시행령 제29조제1항 제1호 내지 제8호(11종)	황린성냥, 백연을 함유한 페인트, 폴리클로리네이티드터페닐, 4-니트로디페닐과 그염, 악티노라이트석면, 안소필라이트석면, 트레모라이트석면, 베타-나프틸아민과 그염, 청석면, 갈석면, 벤젠을 함유하는 고무풀
시행령 제29조제1항 제9호 (화학물질관리법에 의한 금지물질 60종)	2-나프틸아민 등<별첨 2 참조>
시행령 제29조제1항 제10호(기타)	현재까지 고시로 정한 물질 없음

나) 제조 등의 금지물질의 제도 정의, 종류 및 규제

제조 등의 금지물질의 제도에 대한 정의는 산업안전보건법 제37조 제1항에

29) 제조등의 금지물질 해당 기준은 직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 보건상 특히 해롭다고 인정되는 물질과 제39조의 규정에 의하여 유해·위험성을 평가하거나 제40조의 규정에 의하여 유해·위험성을 조사한 유해인자 가운데 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질이다.

30) "시험·연구 목적"이라 함은 실험실 또는 연구실에서 물질분석 등을 위하여 금지유해물질을 시약용으로 사용하거나 그 밖의 용도로 조제하는 경우

“직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 보건에 특히 해롭다고 인정되는 물질”과 “유해성·위험성이 평가된 유해인자나 제40조에 따라 유해성·위험성이 조사된 화학물질 가운데 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질”로 규정되어 있다. 사업주의 구체적인 준수사항은 산업안전보건기준에 관한규칙 제3편 보건기준 제3장에 금지유해물질에 의한 건강장해의 예방편에 금지유해물질에 대한 시설·설비의 허가 기준 등을 규정하고 있다.

다) 제조 등의 금지물질의 제도개선 연혁

(가) 제정

1982년 8월 9일 산업안전보건법 제23조(제조금지 유해물질) 법 제28조의 규정에 의하여 제조를 금지하는 유해물질은 ① 황린성냥, ② 벤지딘과 그 염, ③ 4-아미노디페닐과 그 염, ④ 4-니트로디페닐과 그 염, ⑤ 비스(클로로메틸)에테르, ⑥ 베타-나프틸아민과 그 염, ⑦ 벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 용량의 비율이 5퍼센트이하인 것을 제외한다)로 규정하였다. 다만, 조사·연구의 목적으로 제조하는 경우에는 예외로 한다는 규정도 있었다. 제정사유로는 새로운 화학물질로 인한 직업병 증가로 제조 또는 취급과정에서 근로자에게 중대한 건강장해를 유발하고 있어 유해물질에 대한 제조금지 대상물질을 정하는 것이었다.

(나) 제1차 개정(1986. 4. 8)

제2호인 벤지딘 베이스 및 벤지딘 황산염을 벤지딘과 그 염으로 개정하였는데 개정 사유로는 근로자의 보건상 특히 해로운 물질로서 제조가 금지되는 유해물질중 벤지딘과 그 염을 벤지딘 베이스 및 벤지딘 황산염으로 대체하고, 제조 또는 사용이 제한되는 유해물질에 벤지딘 염산염을 추가한다는 것이었다.

(다) 제6차 개정(1990. 7.14)

전문을 개정하였으며 제29조(제조 등의 금지 유해물질)에 제조·수입·양도·제공 또는 사용이 금지되는 유해물질을 ① 황린 성냥, ② 벤지딘과 그 염(벤지딘 염산염을 제외), ③ 4-아미노디페닐과 그 염, ④ 4-니트로디페닐과 그

염, ⑤ 비스-(클로로메틸)에테르, ⑥ 베타-나프틸아민과 그 염, ⑦ 벤젠을 함유하는 고무풀(함유된 용량의 비율이 5퍼센트 이하인 것을 제외). ⑧ 제2호 내지 제6호의 1의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외), ⑨ 기타 보건상 해로운 물질로서 정책심의 위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질로 규정하였다. 개정사유로는 근로자의 보건상 해로운 물질로서 제조금지 대상이 되는 물질과 제조 또는 사용허가를 받아야 할 물질의 범위를 정하는데 있었다.

(라) 제16차 개정(1997. 5.16)

제1항제2호의 “벤지딘과 그 염(벤지딘 염산염을 제외)”을 “벤지딘과 그 염”으로 개정하고 제1항 제6의2호를 신설하여 청석면 및 갈석면을 추가하였다. 개정사유로는 현재 허가대상으로 규정된 물질중 발암성이 높은 것으로 입증된 벤지딘염산염, 청석면 및 갈석면을 금지대상물질로 관리수준을 상향조정하였다.

(마) 제25차 개정(2003. 6.30)

“벤지딘과 그 염”을 “백연을 함유한 페인트(함유된 용량비율이 5퍼센트 이하인 것을 제외)”로, “4-아미노디페닐과 그 염”을 “폴리클로리네이티드터페닐(PCT)”로 “비스-(클로메틸)에테르”를 “악티노라이트석면, 안소필라이트석면 및 트레모라이트석면”으로 변경하였고 “유해화학물질관리법 제11조제1항의 규정에 의한 제조·수입 또는 사용금지 물질”을 제1항 제9호에 신설하였다. 개정사유로는 유해화학물질관리법 제11조에 의한 금지물질(벤지딘, 4-아미노디페닐,비스-(클로로메틸)에테르, DDT 등 총55종)과 중복되는 물질을 제9호로 정리하고, 국제적으로 근로자의 안전과 보건을 보장하기 위해 제조·금지하고 있는 물질을 추가한다는데 있었다.

(바) 전면개정(2009. 7.30)

현행은 기존의 제2호 및 제3호를 삭제하여 제29조에 아래와 같이 규정하고 있으며 규제대상물질은 11종으로 확인되었다.

다. 제조 등 허가대상물질

가) 제도 개요

산업안전보건법 제38조(제조 등의 허가)에 금지물질과 유사한 유해·위험성을 가지고 있지만 화학 산업에서 대체물질이 개발되어 있지 않거나, 금지를 시킬 경우 산업에 커다란 영향을 미치는 것으로 우려되는 석면 등 13종의 유해물질을 허가대상 유해물질로 지정하고 있다.

<표 173> 제조 등의 허가대상 물질

제조·사용 허가대상 (총 13종)	중량 비율 1% 이상	디클로로벤지딘과 그염, 알파-나프틸아민과 그염, 크롬산 아연, 오르토-톨리딘과 그 염, 디아니시딘과 그염 , 베릴륨, 비소 및 그 무기 화합물, 크롬광, 휘발성 콜타르피치, 황화니켈, 염화비닐, 석면
	중량 비율 0.5% 이상	벤조트리클로리드
해체·제거 허가대상	중량 비율 1% 이상	석면이 함유된 설비 또는 건축물

나) 제조 등의 허가대상물질의 정의, 종류 및 규제

제조 등의 허가대상물질에 대한 정의도 산업안전보건법 제38조 제1항에 “직업성 암을 유발하는 것으로 확인되어 근로자의 보건에 특히 해롭다고 인정되는 물질 등”으로 규정하고 있다. 제조 등의 허가제도는 제조 또는 사용하고자 하는 경우 사전에 해당 사업주가 시설·설비 등을 적절하게 갖추고 고용노동부장관의 허가를 받아야 한다. 사업주의 구체적인 준수사항은 산업안전보건기준에 관한규칙 제3편 보건기준 제2장에 허가대상 유해물질 및 석면에 의한 건강장해의 예방편에 허가대상 유해물질에 대한 시설·설비의 허가 기준 등을 규정하였다.

다) 제조 등의 허가대상물질의 제도개선 연혁

(가) 제정(1982. 8. 9)

산업안전보건법 시행령 제24조(유해물질의 제조 또는 사용제한)에 “법 제28조의 규정에 의하여 다음 각 호의 물질[31]을 제조 또는 사용하고자 하는 자는 노동부령이 정하는 설비와 작업방법의 기준에 따라야 한다”로 최초 제정되었다. 제정 사유로는 화학물질로 인한 직업병 증가로 제조 또는 취급·사용과정에서 근로자에게 중대한 건강장해를 유발하고 있어 유해물질에 대한 허가 대상물질을 정하는데 있었다.

(나) 제1차 개정(1986. 4. 8) : 전문개정

역시 제24조(유해물질의 제조 또는 사용제한)에 “다음 각 호의 물질[32]을 제조 또는 사용하고자 하는 자와 제23조 각호의 물질을 사용하고자 하는 자는 노동부령이 정하는 설비와 작업방법의 기준에 따라야 하며, 그가 제조 또는 사용하고자 하는 물질에 관하여 노동부장관에게 사전에 신고하여야 한다.”로 전문개정을 하였으며 개정 사유로는 근로자의 보건상 특히 해로운 물질로서 제조가 금지되는 유해물질 중 벤지딘과 그 염을 벤지딘 베이스 및 벤지딘 황산염으로 대체하고, 제조 또는 사용이 제한되는 유해물질에 벤지딘 염산염을 추가한다는데 있었다.

(다) 제6차 개정(1990. 7.14) : 전문개정

시행령 제30조(허가대상 유해물질)를 “법 제38조제1항의 규정에 의하여 제조 또는 사용허가를 받아야 하는 유해물질은 다음 각 호[33]와 같다”로 개정하였고

31) 1. 디클로로벤지딘과 그 염, 2. 알파-나프틸아민과 그 염, 3. 염소화 비페닐(PCB), 4. 오르토-톨리딘과 그 염, 5. 디아니시딘과 그 염, 6. 베릴륨, 7. 벤조트리클로리드, 8. 제1호 내지 제6호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다), 9. 제7호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 0.5퍼센트 이하인 것을 제외한다)

32) 1. 디클로로벤지딘과 그 염, 2. 알파-나프틸아민과 그 염, 3. 염소화비페닐(PCB), 4. 오르토-톨리딘과 그 염, 5. 디아니시딘과 그 염, 6. 베릴륨, 7. 벤지딘 염산염, 8. 벤조트리클로리드, 9. 제1호 내지 제7호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다), 10. 제8호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 0.5퍼센트 이하인 것을 제외한다)

33) 1. 디클로로벤지딘과 그 염, 2. 알파-나프틸아민과 그 염, 3. 염소화 비페닐(PCB), 4. 오로

개정 사유로는 근로자의 보건상 해로운 물질로서 제조금지 대상이 되는 물질과 제조 또는 사용허가를 받아야 할 물질의 범위를 정하는데 있었다.

(라) 제16차 개정(1997. 5.16)

제7호 벤지딘 염산염을 삭제하고 제9호에 “석면”을 “석면(청석면 및 갈석면을 제외한다)”로 추가하였다. 개정 사유로는 현재 허가대상으로 규정된 물질중 발암성이 높은 것으로 입증된 벤지딘염산염, 청석면 및 갈석면을 금지대상물질로 관리수준을 상향 조정하는데 있었다.

(마) 제25차 개정(2003. 6.30) : 전문개정

제30조(허가대상 유해물질)를 법 제38조제1항의 규정에 의하여 제조 또는 사용허가를 받아야 하는 유해물질을 14종[34]으로 확대하였다. 개정 사유로는 PCB는 유해화학물질관리법상의 금지물질이므로 삭제하고, ACGIH(미국정부산업위생전문가협의회)에서 강력한 발암성물질로 규정한 13종 가운데 현행 금지물질인 벤지딘 등 6종을 제외한 크롬산아연 등 7종을 허가물질에 새로 추가하며 제2항을 신설하여 법 제38조제1항의 규정에 의하여 해체·제거 허가를 받아야 하는 유해물질은 설비 또는 건축물에 함유된 석면(석면이 함유된 중량비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다)으로 석면 함유설비 및 건축물의 해체·제거 시 허가를 받아야 하는 물질의 범위를 명확히 규정하였다.

(바) 전문개정 : 2009. 7.30

토-톨리딘과 그 염, 5. 디아니시딘과 그 염, 6. 베릴륨, 7. 벤지딘 염산염, 8. 벤조트리클로리드, 9. 석면,10. 제1호 내지 제7호의 1의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다), 11. 제8호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 0.5퍼센트 이하인 것을 제외한다), 12. 기타 보건상 해로운 물질로서 정책심의위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 유해물질

34) 1. 디클로로벤지딘과 그 염, 2. 알파-나프탈아민과 그 염, 3. 크롬산 아연, 4. 오로토-톨리딘과 그 염, 5. 디아니시딘과 그 염, 6. 베릴륨, 7. 비소 및 그 무기 화합물, 8. 크롬광(열을 가하여 소성처리 하는 경우에 한한다), 9. 6가크롬, 10. 휘발성 콜타르피치, 11. 황화니켈, 12. 염화비닐, 13. 벤조트리클로리드, 14. 석면(악티노라이트석면, 안소필라이트석면, 트레모라이트석면, 청석면 및 갈석면을 제외한다), 15. 제1호 내지 제12호의 1의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1퍼센트 이하인 것을 제외한다), 16. 제13호의 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 0.5퍼센트 이하인 것을 제외한다), 17. 기타 보건상 해로운 물질로서 노동부장관이 정하는 유해물질

이후 6가 크롬을 삭제하고 현재 아래와 같이 13종의 물질을 규정하고 있다.

라. 건강관리수첩 제도

가) 제도 개요

건강관리수첩제도는 장기간 잠복기를 거쳐 직업병으로 발병할 수 있는 석면 등 14종 등의 유해화학물질을 취급·제조하는 업무에 일정기간 이상 종사한 근로자를 대상으로 정기적으로 무료 건강진단을 실시하여 직업병으로의 이환을 조기에 예방하는데 목적이 있으며, 1990년에 제도를 도입하여 건강관리수첩 발급업무는 한국산업안전보건공단에 위탁하여 관리하고 있다.

<표 174> 건강관리수첩 발급대상 화학물질 등

구분	대상 업무	종사기간
1	베타-나프틸아민 또는 그 염을 제조하거나 취급하는 업무	3개월 이상
2	벤지딘 또는 그 염을 제조하거나 취급하는 업무	3개월 이상
3	석면 또는 석면방직제품을 제조하는 업무	3개월, 1년[35] 및 10년 이상[36] 등
4	비스-(클로로메틸) 에테르를 제조하거나 취급하는 업무	3년 이상
5	벤조트리클로리드를 제조(태양광선에 의한 염소화반응에 의하여 제조하는 경우만 해당한다)하거나 취급하는 업무	3년 이상
6	화비닐을 중합(重合)하는 업무 또는 밀폐되어 있지 않은 원심분리기를 사용하여 폴리염화비닐(염화비닐의 중합체를 말한다)의 현탁액(懸濁液)에서 물을 분리시키는 업무, 염화비닐을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지·보수하는 업무	4년 이상
7	크롬산·중크롬산 또는 이들 염을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무	4년 이상
8	삼산화비소를 제조하는 공정에서 배소(焙燒) 또는 정제를 하는 업무나 비소가 함유된 화합물의 중	5년 이상

구분	대상 업무	종사기간
	량 비율이 3퍼센트를 초과하는 광석을 제련하는 업무	
9	제철용 코오크스 또는 제철용 발생를 제조하는 업무(코크스로 또는 가스발생로 상부에서의 업무 또는 코크스로에 접근하여 하는 업무만 해당한다)	6년 이상
10	베릴륨 또는 그 화합물을 제조하거나 취급하는 업무	기타[37]
11	갱내에서 동력을 사용하여 암석 등을 굴착 하는 작업 등	3년 이상 종사 등
12	카드뮴 또는 그 화합물을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무	5년 이상
13	벤젠을 제조하거나 사용하는 업무(석유화학 업종만 해당한다), 벤젠을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지·보수하는 업무	6년 이상
14	니켈 (니켈카르보닐을 포함) 또는 그 화합물을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무	5년 이상

나) 건강관리수첩 대상물질의 기준 및 규제

건강관리수첩제도는 장기간 잠복기를 거쳐 직업병으로 발병할 수 있는 석면 등 14종(시행규칙 별표 14의2)의 유해화학물질을 취급·제조하는 업무에 일정 기간 이상 종사한 근로자의 직업병 이환을 조기에 예방하는데 목적이 있다.

다) 건강관리수첩 대상물질의 제도개선 연혁

산업안전보건법의 규정에 따라 발암성물질 노출 근로자에 대한 이직 또는 퇴직 후 추적관찰을 위한 건강관리 수첩 교부 제도를 1992년 7월 1일부터 시행하

35) 석면함유제품(석면방직제품은 제외한다)을 제조하는 업무, 석면함유제품(석면이 1퍼센트를 초과하여 함유된 제품만 해당한다. 이하 다목에서 같다)을 절단하는 등 석면을 가공하는 업무, 설비 또는 건축물에 분무된 석면을 해체·제거 또는 보수하는 업무, 석면이 1퍼센트 초과하여 함유된 보온재 또는 내화피복제(耐火被覆劑)를 해체·제거 또는 보수하는 업무

36) 설비 또는 건축물에 포함된 석면시멘트, 석면마찰제품 또는 석면개스킷제품 등 석면함유제품을 해체·제거 또는 보수하는 업무

37) 제조하거나 취급하는 업무에 종사한 사람 중 양쪽 폐부분에 베릴륨에 의한 만성 결절성 음영이 있는 사람

고 있다. 우리나라도 발암성물질 노출 근로자들에 대한 관리 체계로서 퇴직 후 정기적인 검진 제도를 마련해 놓고 있다. 벤지딘염산염, 석면, 염화비닐, 크롬류, 삼산화비소, 제철용 코우크스 등 11가지 물질을 제조하거나 취급하는 업무에 종사한 근로자들에 대하여 퇴직 후에도 지속적으로 건강을 관리하고, 직업병을 조기발견, 조치하도록 하기 위함이다.

건강관리수첩 교부대상 물질로 11종을 규정하였다가 2005년 10월 7일부터 3종을 추가하였는데 11종 중 3종류가 중금속이고 카드뮴과 니켈이 추가되었다. 그 후 석면이 사회적으로 문제됨에 따라 2009년 8월 석면 등 발급대상 업무를 대폭 세분화하였다.

마. 허용기준 제도

가) 제도 개요

발암성물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자로서 대통령령으로 정하는 것에 대하여는 작업장 내 유해인자의 노출 농도를 노동부령으로 정하는 허용기준 이하로 유지하여야 한다. 이에 해당하는 물질은 총 13종[38]이 해당된다.

나) 허용기준 대상물질의 제도의 정의, 종류 및 해당 규제

허용기준 대상물질의 정의는 법 제39조의 2 제1항에 발암성물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자로 규정하고 있다. 사업주는 항상 그 허용기준 유지를 위해서 별도의 노력이 필요하며 위반 시 천만원 이하의 과태료를 부여받게 된다.

38) 1. 납 및 그 무기 화합물, 2. 니켈(불용성 무기 화합물), 3. 디메틸포름아미드, 4. 벤젠, 5. 2-브로모프로판, 6. 석면, 7. 6가크롬 화합물(불용성 및 수용성), 8. 이황화탄소, 9. 카드뮴 및 그 화합물, 10. 톨루엔-2,4-디이소시아네이트, 11. 트리클로로에틸렌, 12. 포름알데히드, 13. 노말헥산

다) 허용기준 대상물질의 제도개선 연혁

2005년 1월 외국인근로자 노말헥산 집단 중독사고를 계기로 작업환경측정제도의 운영상 문제점이 부각됨에 따라 현행 작업환경측정제도 전반의 문제점을 분석하여 작업환경측정제도 혁신방안을 마련할 필요성 대두된다. 이후 2005년 3월에 작업환경측정 혁신위원회를 구성하고 총 11차례 회의(2005.3.4~12.28) 및 공청회(2005년 11월)를 거쳐 혁신안이 마련되게 된다. 혁신안에는 노출기준 설정물질 중 발암성·고독성 물질이나 사회적 물의를 일으킨 물질에 대한 허용기준 설정 등 작업환경측정제도 개선방안이 제기되었다. 그 이유로는 현재 698종의 유해인자에 대하여 노출기준을 마련하여 사업주로 하여금 준수토록 권고하고, 동 기준을 초과한 경우 시설·설비 등을 개선토록 하고 있으나, 이는 근로자가 유해요인에 노출된 후 사후적으로 대응하는 방식이므로 근로자 건강보호에 한계가 있다는 것이다. 따라서 발암성물질 및 직업병 유발로 사회적 물의를 일으킨 유해인자를 선정하여 사업주에게 작업장 내 노출농도를 허용기준(유해인자의 노출농도를 정하고, 사업주가 그 기준이하로 유지하도록 법적 의무를 부과하는 기준) 이하로 유지·관리토록 의무를 부과하고 이를 위반한 사업주는 과태료 등을 부과하자는 내용이었다. 그 이후 작업환경측정제도 혁신 위원회에서 제시된 혁신안의 많은 부분이 산업안전보건법에 반영되게 되는데 작업환경측정제도와 관련된 주요 내용은 산업안전보건법 제42조의 2(작업환경측정 신뢰성평가)와 동법 제42조 7항의 지정측정기관의 작업환경측정·분석능력의 평가, 그리고 동법 제39조 2(유해인자 허용기준의 준수)이다(노동부, 2007).

(가) 산업안전보건법의 신설

혁신안을 바탕으로 2006년 8월 노동부는 허용기준과 관련하여 사업주의 유해인자 노출수준 준수의무 강화와 관련된 산업안전보건법(안) 제39조의 2를 마련하게 된다. 문제점으로는 현재 698종의 유해인자에 대한 노출기준을 마련하여

사업주로 하여금 준수토록 권고하고 이를 초과한 경우 시설·설비 등을 개선토록 하고 있으나 근로자가 유해·위험요인에 노출된 후 사후적으로 대응함에 따라 근로자를 건강보호에 한계를 지적하였다. 따라서 발암성물질 및 직업병 유발로 사회적 물의를 일으킨 유해인자를 선정하여 작업장 내 노출농도를 일정기준 이하로 유지토록 사업주에게 의무를 부과하고, 이를 위반하는 경우 1천만원 이하의 과태료를 부과하여 발암성물질 등 유해·위험성이 높은 유해인자에 대한 관리를 강화함으로써 근로자 건강보호 및 직업병 예방에 기여하고자 아래와 같은 안을 입법예고 하였다. 노·사, 학계 전문가, 작업환경측정기관 등으로 구성된『작업환경측정제도 혁신위원회』논의(2005. 3~12) 및 공청회(2005.11)를 거친 사항이다.

이후, 2007년 7월 27일에 산업안전보건법 일부 개정 법률안이 법률 제8562호로 아래와 같이 공포되며 시행일을 2009년 1월 1일로 하였다.

바. 관리대상 유해물질 제도

가) 제도 개요

산업안전보건법 제24조(보건상의 조치)와 관련하여 기존의 화학물질 중 관리대상유해물질은 168종이며 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준 제1장에서 설비기준, 국소배기장치의 성능, 작업방법, 관리, 보호구 등을 관리하도록 하고 있다(노동부 2015). 제1장에서는 관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방, 제1절 통칙 제 166조 정의에서 “관리대상 유해물질"이란 법 제24조제1항 제1호에 따른 원재료·가스·증기·분진 등으로서 유기화합물, 금속류, 산·알칼리류, 가스상태 물질류 등 별표 12에서 정한 물질을 의미한다. 또한, 특별관리물질을 규정하고 있으며, 이 물질은 규정한 제439조에 따라 취급일지 작성[39] 및

39) 제439조(특별관리물질의 취급일지 작성) 사업주는 별표 12에 따른 특별관리물질을 취급하는 경우에 물질명·사용량 및 작업내용 등이 포함된 특별관리물질 취급일지를 작성하여 갖추어 두어야 한다

제440조[40]에 따라 이 물질이 특별관리물질이라는 사실을 근로자에게 알려야 한다는 규정이 있다.

나) 관리대상 유해물질의 정의, 종류 및 해당 규제

관리대상 유해물질의 정의는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조 제1호에 “관리대상 유해물질"이란 법 제24조제1항제1호에 따른 원재료·가스·증기·분진 등으로서 유기화합물, 금속류, 산·알칼리류, 가스상태 물질류 등 별표 12에서 정한 물질로 되어 있다. 또한, "특별관리물질"이란 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 11의2제1호나목에 따른 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질로서 별표 12에서 특별관리물질로 표기된 물질[41]을 말한다.

사업주의 구체적인 준수사항은 산업안전보건기준에 관한규칙 제3편 보건기준 제1장에 관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방편에 관리대상 유해물질에 대한 시설·설비의 허가 기준 등을 규정하였다.

다) 관리대상 유해물질의 제도개선 연혁

관리대상 유해물질제도는 일본의 노동안전위생규칙이 배경이 되었으며 1990년 산업보건기준에 관한 규칙 제정되면서 보건규칙상 특정화학물질(제1류 물질 9종, 제2류 물질 37종, 제3류 물질 9종) 53종과 유기용제(제1종 유기용제 7종, 제2종 유기용제 40종, 제3종 유기용제 7종) 54종으로 총107종의 물질이 관리되고 있었다. 그러나 산업형태와 노동구조가 급격하게 변화함에 따라 새로운 화학물질로 인한 직업병을 예방하기 위하여 관리대상 유해물질에 대한 지정기준

40) 제440조(특별관리물질의 고지) 사업주는 근로자가 별표 12에 따른 특별관리물질을 취급하는 경우에는 그 물질이 특별관리물질이라는 사실과 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 11의2에 따른 발암성 물질, 생식세포 변이원성 물질 또는 생식독성 물질 등 중 어느 것에 해당하는지에 관한 내용을 게시판 등을 통하여 근로자에게 알려야 한다.

41) 벤젠, 1,3-부타디엔, 1-브로모프로판, 2-브로모프로판, 사염화탄소, 에피클로로히드린, 트리클로로에틸렌, 페놀, 포름알데히드, 납 및 그 무기 화합물 , 니켈 및 그 화합물(불용성화합물만 특별관리물질), 안티몬 및 그 화합물(삼산화안티몬만 특별관리물질), 카드뮴 및 그 화합물, 6가크롬만 특별관리물질, 황산(pH 2.0 이하인 강산은 특별관리물질), 산화에틸렌

및 물질 재분류 용역(유해물질의 선정·노출기준 설정 등 관리체계에 관한 연구, 한국산업위생학회)을 2002년 5월부터 10월까지 실시하였다. 이 연구용역을 근간으로 유해화학물질관리를 체계화하고, 작업환경취약 사업장의 유해요인별 관리를 통해 근원적인 작업환경 개선을 유도하기 위하여 노출기준이 설정된 물질(698종) 중에서 정량적·정성적 요인에 따라 관리대상 유해물질을 선정하되 국내에서 사용하지 않는 마젠타, 오라민 등 15종의 물질은 삭제하고, 독성 등이 커서 규제가 필요한 물질 76종을 추가하여 총 168종의 관리대상 유해물질 선정하여 2003년 7월 산업보건기준에 관한 규칙 편에서 정하고 있는 관리대상 유해물질을 확대하였다.

사. 작업환경측정제도

가) 제도 개요

작업환경측정은 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등)에서 관리하고 있으며 작업장의 유해인자 발생수준이나, 근로자에게 노출되는 정도를 측정하여 작업환경의 개선 등 적절한 대책을 강구함으로써, 근로자의 건강을 보호하기 위함에 그 목적이 있다. 측정대상 작업장은 작업환경측정대상 유해인자 190종에 노출되는 근로자가 있는 작업장이며, 대부분 지정측정기관 위탁하여 실시하고 있다. 측정횟수는 30일 이내, 6월에 1회 이상[42], 3월에 1회 이상 측정[43], 1년에 1회 이상[44] 측정을 하도록 하고 있어 측정결과가 상당히 중요한 것을 알 수 있다.

42) 정기적인 측정 주기
43) 화학적인자 측정치가 노출기준을 2배이상 초과하는 경우 및 발암성물질 측정치가 노출기준을 초과
44) 최근 1년간 공정설비, 작업방법의 변경 등이 없고 측정결과 최근 2회연속 노출기준 미만인 경우

<표 175> 작업환경측정대상 유해인자

유해인자의 분류		종류
화학적인자	유기화합물	113종
	금속류	23종
	산 및 알칼리류	17종
	가스상 물질류	15종
	시행령 제30조 규정에 의한 허가대상 유해물질	13종
	금속가공유	1종
분진	광물성, 곡물, 면, 목, 용접흄, 유리섬유	6종

나) 작업환경측정 대상물질의 제도개선 연혁

1982년 작업환경측정은 물질 자체로의 규제가 아니고 해당 작업장으로 규제하였다. 그 내용으로는 분진, 소음, 특정화학물질, 유기용제, 연업무, 산소결핍장소 등 일본의 노동안전위생법상 작업환경측정 대상과 유사하였다. 그 이후 현저히 덥거나 차가운 옥내작업장을 확대(1986년 11월 11일)하고 갱내 작업장도 대상으로 확대하였다. 이후 1992년에 코우크스를 제조 또는 사용하는 작업장을 작업환경측정 대상으로 확대하였으며 2003년 7월 7일에 아래와 같이 전문개정을 하게 된다.

법 제42조제1항에서 "노동부령이 정하는 작업장"이라 함은 별표 11의3의 작업환경측정 대상 유해인자에 노출되는 근로자가 있는 작업장을 말한다. 다만, 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 작업환경측정을 실시하지 아니할 수 있다. <개정 2003.7.7>

1. 보건규칙 제11장의 규정에 의한 임시작업 및 단시간작업을 행하는 작업장(발암성물질을 취급하는 작업을 제외한다)

2. 보건규칙 제11장의 규정에 의한 관리대상 유해물질의 허용소비량을 초과하지 아니하는 작업장(그 관리대상유해물질에 관한 작업환경측정에 한한다)

3. 보건규칙 제2장의 규정에 의한 분진작업의 적용제외 작업장(분진에 관한 작업환경측정에 한한다)

개정 사유로는 작업환경측정대상 작업장을 산업보건기준에 관한 규칙에 맞도록 개정하면서 명확히 하고, 연업무, 4 알킬연, 유기용제, 특정화학물질 등을 모두 관리대상물질로 일원화하고 유해물질을 미량 사용하거나 간헐적 작업 등으로 인해 건강상 유해성이 적다고 판단되는 경우 측정을 면제하는 것 이었다.

한편, 2003년 산업안전보건법 시행규칙(작업환경측정 대상 작업장)이 전면 개정되면서 작업환경측정의 횟수가 다원화 되는데 기존의 6개월에 1회의 획일적인 규제에서 3월, 6월 및 1년에 1회로 탄력적으로 운영을 하게 된다. 이 경우 발암성물질이 노출기준을 초과할 때 3월에 1회 이상 측정을 하도록 되어 있어 2003년에 발암성물질에 대한 기준이 필요하게 되었다. 따라서 작업환경측정 대상물질 중 발암성물질의 기준을 작업환경측정 및 정도관리 규정에서 제시하고 있으며 그 내용은 “영 제30조의 규정에 의한 허가대상물질 13종”과 보건규칙 별표7의 규정에 의한 벤젠 등 발암성 표시물질 9종“이었다.

아. 특수건강진단 제도

가) 제도 개요

특수건강진단이라 함은 산업안전보건법 시행규칙 제98조 제3호에 [표 2]에 해당하는 업무에 종사하는 근로자에 대하여 사업주가 실시하는 건강진단이라고 규정하고 있다.

사업장 근로자의 질병을 조기에 발견하여 신속 조치함으로써 근로자 건강유지증진에 기여하기 위하여 산업안전보건법 제43조(특수건강진단)에 의거 특수건강진단을 분진 및 화학물질 등 직업병 발생 원인이 되는 유해인자 185종(시행규칙 별표12의2), 물리적인자 8종[45] 및 야간작업 2종[46]에 노출되는 업무에

45) 1) 안전보건규칙 제512조제1호부터 제3호까지의 규정의 소음작업, 강렬한 소음작업 및 충격소음작업에서 발생하는 소음, 2) 안전보건규칙 제512조제4호의 진동작업에서 발생하는

종사하는 근로자 대하여 정기적으로 실시하도록 하고 있다.

<표 176> 특수건강진단 대상 업무

특수건강진단 대상 업무		분류	종류
1	유기화합물	화학적 인자	108종
2	금속류	화학적 인자	19종
3	산 및 알칼리류	화학적 인자	8종
4	가스상태 물질류	화학적 인자	14종
5	영 제30조의 규정에 의한 허가대상 물질	화학적 인자	13종
5	금속가공유	화학적 인자	1종
6	분진	화학적 인자	6종
7	물리적인자	물리적인자	8종
8	야간작업	기타	2종

특수건강진단은 작업공정에서 당해 유해인자에 노출되는 모든 근로자에 대하여는 관련 유해인자별로 작업환경측정 결과 노출기준을 초과공정의 당해 유해인자 노출근로자, 직업병유소견자가 신규로 발생한 유해부서의 동일 작업 근로자, 특수건강진단 또는 임시건강진단을 실시한 결과 당해 유해인자에 대하여

진동, 3) 안전보건규칙 제573조제1호의 방사선, 4) 고기압, 5) 저기압, 6) 유해광선(자외선, 적외선, 마이크로파 및 라디오파)

46) 가. 6개월간 오후 10시부터 다음날 오전 6시까지 계속되는 작업을 월 평균 4회 이상 수행하는 경우, 나. 6개월간 오후 10시부터 다음날 오전 6시 사이의 시간 중 작업을 월 평균 60시간 이상 수행하는 경우

특수건강진단실시 주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자에 대하여는 다음 회에 한하여 특수건강진단 실시주기를 1/2로 단축하도록 하고 있다.

자. 노출기준 제도

(1) 제도 개요

노출기준의 설정으로 노동부장관은 법 제39조제2항에 따라 유해인자의 노출기준을 정하여 관보 등에 고시해야 하는데 유해인자의 노출기준을 정하는 때에는 그 유해인자에 의한 건강장해에 관한 연구·실태조사의 결과, 그 유해인자의 유해·위험성 평가결과, 그 유해인자의 노출기준 적용에 관한 기술적 타당성을 고려하도록 하고 있다(시행규칙 제81조의2). 우리나라는 화학물질 698종에 대한 노출기준을 설정하여 사업주로 하여금 작업장의 유해인자에 대한 작업환경개선기준과 작업환경측정결과의 평가기준으로 활용하도록 하고 있다. 79년에 노동청 예규로 제정하여 운영하다 1986년 324종, 1988년 697종에서 1998년에 현재의 698종으로 확대하였으며 2005년에 수행한 화학물질 86종의 노출기준을 2007년에 개정·고시하였으며 2008년부터 지속적으로 개정하여 최종 715종의 물질이 관리되고 있다(고용노동부, 2014).

가) 노출기준 대상물질의 제도개선 연혁

노동부는 1986년 12월 '화학물질 및 물리적인자의 노출기준'이라는 노동부 고시(제86-45호)를 제정하면서 미국정부산업위생전문가협의회(ACGIH)의 허용기준(TLVs)을 그대로 수용하여 기존 유해물질의 노출기준을 105종에서 324종으로 확대하여 공포하게 된다. 324종의 노출기준은 1988년 다시 697종으로 확대된 고시(노동부 고시 제88-69호)가 공포되게 된다. 그 이후 5차례(1988.12; 1991.3; 1998.1; 2002.2; 2002.5)에 걸쳐 개정이 이루어졌으나, 이때의 개정은 일

부 발암성물질 또는 사회적으로 물의가 야기된 물질(석면, 벤젠, 2-브로모프로판 등)에 대한 것이 전부였다. 또한, 697종의 노출기준은 근로자의 건강장해를 예방할 수 있는 적정수준 인지에 대한 문제제기가 있어 2006년부터 국내에서 주로 취급하는 화학물질 및 건강장해우려가 높은 물질을 대상으로 노출기준 제·개정 연구가 수행되었으며 이중 40여종의 물질에 대한 노출기준 제·개정 연구가 완료되어 노동부 노출기준이 개정되었고(화학물질 및 물리적인자의 노출기준, 노동부 고시 제 2008-65호), 현재도 다른 물질에 대해서도 추가적으로 노출기준을 개정하고자 작업이 진행 중인 상황이다.

발암성물질의 노출기준과 관련해서는 2007년 6월 8일 발암성물질로 확인된 물질 중 6가크롬 화합물을 6가크롬 불용성 무기 화합물로 보다 명확히 하였으며 2008년 6월 17일 베릴륨 및 그 화합물을 발암성물질로 확인된 물질로 추가하였고 벤조트리클로라이드, 크롬산 연, 내화성 세라믹섬유, 스티론티움 크로메이트 4종을 발암성 추정물질(A2)로 추가하였다.

차. 물질안전보건자료 및 경고표지 제도

가) 제도 개요

산업안전보건법 제41조 제1항에 따른 물질안전보건자료로 근로자에게 자신이 취급하는 화학물질의 유해·위험성 등을 알려줌으로써 근로자 스스로 자신을 보호하도록 하여 화학물질 취급 시 발생될 수 있는 산업재해나 직업병을 사전에 예방하고 불의의 사고에도 신속히 대응하도록 하기 위해 사업주에게 화학물질의 성분·안전보건상의 취급주의사항 등 16가지 항목을 작성하여 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 또는 비치하여야 한다. 노동부는 국내유통 화학물질 38,300여종에 대하여 한국산업안전보건공단을 통해 한글 MSDS 데이터베이스를 구축하여 인터넷으로 제공하고 있다. 또한, 경고표지의 부착으로 사업주는 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제를 취급하는 근로자의 안전·보건을

위하여 이를 담은 용기 및 포장에 경고표시를 하도록 하고 있다(산업안전보건법 제41조제2항). 경고표지는 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제 단위로 작성하여 이를 담은 용기 또는 포장에 부착하여야 한다. 한편, 우리나라도 국제적인 동향에 발맞춰 화학물질 분류와 경고표지 통일화에 대한 대응방안이 수년 전부터 연구되어 지고 있는데 GHS에서의 분류 및 경고표지 방법 및 국내기준과의 비교(임철홍 등, 2001), 화학물질의 유해성 분류 및 경고표시의 국제적 통일방안 연구(김윤신 등, 2004), 화학물질관리 국제동향 및 대응방안 마련을 위한 정책 연구(박종태 등, 2006), GHS에 대응한 화학물질 분류 및 표지정보의 제공(노영만 등, 2007, 권경옥 등, 2007) 등 기초연구가 수행된 바 있다.

나) MSDS 및 경고표시 대상 유해인자의 화학물질 제도개선 연혁

1996년 7월 1일 산업안전보건법 제41조 물질안전보건자료의 작성 및 비치 규정에 의해 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제재를 제조・사용・운반 또는 저장하고자 하는 사업주는 물질안전보건자료를 작성하여 사업장에 비치하고, 이를 양도시 함께 제공토록 관련 규정을 신설하였다.

제41조 (물질안전보건자료의 작성·비치등) ①사업주는 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제(대통령령이 정하는 제제를 제외한다. 이하 같다)를 제조·수입·사용·운반 또는 저장하고자 할 때에는 미리 다음 각호의 사항을 기재한 자료(이하 "물질안전보건자료"라 한다)를 작성하여 취급근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 또는 비치하여야 한다.

1. 화학물질의 명칭
2. 안전·보건상의 취급주의 사항
3. 환경에 미치는 영향
4. 기타 노동부령이 정하는 사항

②사업주는 제1항의 규정에 의한 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제를 취급하는 근로자의 안전·보건을 위하여 경고 표식를 부착하고, 근로자에 대한 교육을 실시하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.

③제1항의 규정에 의한 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제를 양도 또는 제공하는 경우에는 물질안전보건자료를 함께 양도 또는 제공하여야 한다.
④노동부장관은 제1항의 규정에 의한 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제를 취급하는 근로자의 안전·보건을 유지하기 위하여 필요하다고 인정할 때에는 사업주에게 물질안전보건자료의 제출을 명하거나 물질안전보건자료상의 취급주의 사항등의 변경을 명할 수 있다.
⑤사업주는 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제를 취급하는 작업공정별로 관리요령을 게시하여야 한다.
⑥노동부장관는 근로자의 안전·보건의 유지를 위하여 필요한 경우에는 물질안전보건자료와 관련된 자료를 근로자 및 사업주에게 제공할 수 있다.
⑦물질안전보건자료의 작성·제출, 경고표식 기타 필요한 사항은 노동부령으로 정한다.<개정 1996.12.31>

2) 외국의 화학물질관리 수준

(1) 국제적 화학물질 관리

국제적 화학물질관리는 크게 국제노동기구(International Labor Organization, ILO)의 협약(Conventions)과 국제연합(UN)의 번호·분류, OECD 고생산량 화학물질(HPV chemicals)점검 계획이 해당된다. 또한 POPs(스톡홀름)조약, CICADs(Concise International Chemical Assessment Documents), EHC(Environmental Health Criteria), ICSC(International Chemical Safety Cards) 등이 있으며, 그 밖에 PEC Assessment Reports, CEPA-PSAP(Priority Substances Assessment Program), ATSDR 독성학적 프로필(Toxicological Profiles)이 존재한다.

ILO의 화학물질에 관한 협약 170호에서도 유해물질의 분류체계와 정의가 국가 혹은 공공기관에 의해 만들어져 규정화 할 것을 원칙으로 제시하고 있다. 이번 연구는 근로자 건강보호를 위하여 선진외국의 각종 해당 법령의 개별제도에서 화학물질 관리수준에 대한 내용을 파악하는 일이다. 이런 과정에는 반드시 각국의 화학물질관리가 어떻게 이루어지고 있는지 파악할 필요가 있다.

가. 국제노동기구(ILO)의 화학물질관리

ILO의 협약 중 산업보건 분야와 관련된 협약은 화학물질에 관한 협약으로 ILO협약 제13호(백연), ILO협약 제136호(벤젠), ILO협약 제139호(발암물질), ILO협약 제162호(석면), ILO협약 제170호(화학물질)이 있으며, 위생 및 작업환경 등에 관한 협약으로는 ILO 협약 제120호(상업 및 사무부분의 위생협약), ILO 협약 제148호(공해·소음 및 진동에 기인하는 작업환경에 관한 협약), ILO 협약 제155호(산업안전 및 보건과 작업환경에 관한 협약), ILO 협약 제161호

(산업보건기구에 관한 협약), ILO 협약 제176호(광산안전・보건에 관한 협약)이 있다. 본 보고서에서는 ILO협약 제170호(화학물질)과 ILO협약 제139호(발암물질)을 구체적으로 다루도록 한다.

가) 협약 제170호(작업장에서의 화학물질 사용상 안전에 관한 협약)

국제노동기구 총회는 국제노동기구 이사회가 1990년 6월 6일 제네바에서 소집한 제77차 회기에서 화학물질의 악영향으로부터 근로자를 보호함으로써 일반대중과 환경의 보호도 강화할 수 있다는 점을 유의하고 근로자는 그들이 작업장에서 사용하는 화학물질에 대한 정보를 알 필요 및 권리를 가지고 있음에 유의하고 다음 각 호[47]를 통해 화학물질에 의해 유발되는 질병과 상해 발생의 예방 또는 감소가 필수적임을 고려하였다.

국제노동기구, 국제연합 환경프로그램 및 세계보건기구간에 화학물질 안전에 대한 국제프로그램 내에서 뿐만 아니라 국제연합 식량농업기구와 국제연합 산업개발기구와의 협력의 필요성을 고려하고, 이 기구들이 공포한 관련 협약 및 권고, 규약(Code) 및 지침을 유의하여 회기 의사일정의 다섯 번째 의제인 작업장에서의 화학물질 사용 안전에 관한 제안을 채택하기로 결정하고 이 제안이 국제협약의 형식을 취할 것을 결의하여 화학물질 협약을 1990년 6월 25일 채택한다.

ILO협약 제170호의 주요 내용은 제2조 노출에서 사용자는 관계당국 또는 관계당국에 의하여 허가 또는 승인받은 기관에 의하여 국내 또는 국제기준에 따라 제정된 노출한계 내 작업환경의 평가 및 관리를 위한 노출기준을 초과하지 않는 범위 내에서 근로자가 화학물질에 노출되지 않도록 하여야 하고 유해화학

47) ① 모든 화학물질에 대하여 위험성을 측정하기 위한 평가를 실시, ②작업장에서 사용되는 화학물질에 대한 정보를 공급자로부터 얻을 수 있는 장치를 사용자에게 제공함으로서 화학물질의 위험으로부터 근로자를 보호할 수 있는 효과적인 프로그램을 실행할 수 있도록 함, ③작업장에서 화학물질에 대한 정보와 적절한 예방조치를 근로자에게 제공하므로써 근로자들이 보호프로그램에 효과적으로 참여할 수 있도록 함, ④화학물질이 안전하게 사용될 수 있도록 보장하기 위해 그러한 프로그램에 대한 원칙을 수립

물질에 대한 근로자의 노출을 평가하여야하며 안전보건상 필요 시 또는 관계당국의 지시가 있을 경우 유해화학물질에 대한 근로자의 노출을 감시하고 기록하여야 하며 작업환경과 유해화학물질을 사용하는 근로자의 노출에 대한 감시기록은 관계당국이 정하는 기간 동안 이를 보존하여야 하며 이 기록은 근로자 및 그 대표자가 열람할 수 있도록 하도록 규정하고 있다. 한편, 제6조에서는 화학물질 분류체계를 갖도록 하고 있다. 본 과제와 관련하여 충분한 참고자료가 될 수 있기에 전문을 수록하도록 한다.

I

제1절 범위 및 정의

[제1조] 1. 이 협약은 화학물질이 사용되는 모든 부문의 경제활동에 적용된다.

2.이 협약을 비준하는 회원국의 권한 있는 기관은 가장 대표적인 노사단체와 협의를 거쳐, 관련 위험평가 및 적용될 보호조치에 기초하여

㈎ 다음과 같은 경우에는 특정부문의 경제활동, 사업, 또는 제품을 이 협약의 적용에서 제외시킬 수 있다.

⑴ 중요한 성격의 특수한 문제가 발생할 경우

⑵ 국내법률 및 관행에 따라 수반되는 전반적인 보호가 협약의 규정을 완전히 적용한 결과로 생기는 보호에 못지않을 경우

㈏ 근로자의 안전과 보건에 해가 되지 않는 한, 경쟁자에게 정보가 노출됨으로서 사용자의 사업에 해를 끼칠 수 있는 비밀정보를 보호하기 위한 특수규정을 만들어야 한다.

3. 이 협약은 정상적이거나 합리적으로 예측 가능한 사용 조건하에서 유해한 화학물질에 근로자를 노출시키지 않는 물품에 대해서는 적용되지 아니한다.

4. 이 협약은 유기체에는 적용되지 아니하나 유기체에서 유도된 화학물질에는 적용된다.

[제2조] 이 협약에

㈎ ‘화학물질’이라 함은 화학적 성분 및 화합물, 그리고 그에 따른 자연적이거나 합성적인 혼합물을 의미한다.

㈏ ‘유해한 화학물질’이라 함은 제6조에 따라 유해한 물질로 분류되었거나 그 물질의 유해도를 표시하는 관련 정보가 존재하는 모든 화학물질을 포함한다.

㈐ ‘작업장에서의 화학물질 사용’이라 함은 다음 각 호를 포함하여 근로자를 화학물질에 노출시킬 수 있는 모든 작업 활동을 의미한다.

⑴ 화학물질의 생산

⑵ 화학물질의 취급

⑶ 화학물질의 보관

⑷ 화학물질의 운송

⑸ 화학물질의 폐기 및 처리

⑹ 작업활동에 의한 화학물질의 방출

⑺ 화학물질을 위한 기기 및 용기의 정비, 보수 및 청소

㈑ ‘경제활동 부문’이라 함은 사회봉사를 포함하여 근로자가 고용된 모든 부문을 의미한다.

㈒ ‘물품’이라 함은 제조과정에서 특정한 형태나 설계로 형성되는 물건 또는 자연형태로 있으면서 그것의 사용이 그것의 형태나 설계에 전부 또는 일부 의존하는 물건을 의미한다.

㈓ ‘근로자 대표’라 함은 1971년 근로자대표 협약에 따라 국내 법률이나 관행에 의해 그렇게 인정된 사람을 의미한다.

제2절 일반원칙

[제3조] 가장 대표적인 노사단체는 이 협약 규정을 시행하기 위해 취할 조치에 대해 협의하여야 한다.

[제4조] 회원국은 국내조건과 국내관행의 견지에서 가장 대표적인 근로자단체와 협의하여 작업장에서의 화학물질 사용 안전에 관한 일관된 정책을 수립,

시행하고 정기적으로 재검토하여야 한다.

[제5조] 권한 있는 기관은 안전 및 보건상 입증되었을 경우, 특정 위험 화학물질의 사용을 금지 또는 제한하거나 그러한 화학물질을 사용하기 전에 사전 통고 및 허가를 의무화 할 수 있는 권한을 가져야 한다.

제3절 분류 및 관련 조치

[제6조] 분류체계

1. 화학물질이 초래하는 고유의 보건 및 신체상 위험의 유형과 정도에 따라 모든 화학물질을 분류하고 화학물질의 위험여부를 판단하는데 필요한 정보의 적당성을 평가하기 위한 적절한 체계 및 특정기준은, 국내 또는 국제 기준에 따라 권한이 있는 기관이나 권한이 있는 기관이 승인 또는 인정한 기구에 의해 수립되어야 한다.

2. 두 가지 이상의 화학물질로 구성된 혼합물의 유해성은 성분 화학물질 고유의 위험에 기초한 평가에 의해 결정될 수 있다.

3. 화학물질 운송 시에는 그러한 체계와 기준에 있어 위험물 운송에 관한 국제연합 권고를 고려하여야 한다.

4. 분류체계 및 이의 적용은 점진적으로 확대되어야 한다.

[제7조] 라벨 및 표시

1. 모든 화학물질은 그 성분을 나타낼 수 있도록 표시되어야 한다.

2. 유해한 화학물질은 근로자가 쉽게 이해할 수 있도록 추가로 라벨을 붙여 화학물질의 분류, 그것이 갖는 유해성, 그리고 준수해야 할 안전 예방책에 관한 필수정보를 제공하여야 한다.

3. ㈎1항과 2항에 따른 화학물질에 대한 표시 및 라벨의 요건은 국내법률 및 국제기준에 따라 권한 있는 기관 또는 권한 있는 기관이 승인하거나 인정한 기구에 의해 수립되어야 한다.

㈏화학물질 운송 시에는 그러한 요건에 있어 위험물 운송에 관한 국제연

합 권고를 고려하여야 한다.

[제8조] 화학물질 안전 자료서(data sheets)

1. 유해한 화학물질에 대해서는, 그것의 정체, 공급자, 분류, 위험성, 안전 예방책 및 응급절차에 관한 자세한 필수정보가 수록된 화학물질 안전자료서가 사용자에게 제공되여야 한다.

2. 화학물질 안전자료서의 준비 기준은 국내기준 또는 국제기준에 따라 권한있는 기관이나 권한있는 기관이 승인 또는 인정한 기구에 의해 수립되어야 한다.

3.화학물질 안전자료서상에 화학물질 또는 화학물질을 지칭하는데 사용되는 보편적인 이름은 라벨에 사용된 이름과 동일하여야 한다.

[제9조] 공급자의 책임

1. 화학물질의 공급자는 그것이 제조업자이건 수입업자이건 또는 유통업자이건, 다음을 보장하여야 한다.

㈎ 화학물질의 특성에 대한 지식과 가용 정보에 대한 조사를 바탕으로서 제6조에 따라 그러한 화학물질을 분류하거나 아래 3항에 따라 평가할 것

㈏ 제7조 1항에 따라 그러한 화학물질의 정체를 나타낼 수 있도록 표시할 것

㈐ 제7조 2항에 따라 그들이 공급하는 유해한 화학물질에 라벨을 붙일 것

㈑ 제8조 1항에 따라 그러한 유해한 화학물질에 대한 화학물질 안전자료서를 준비하고 사용자에게 공급할 것

2. 유해한 화학물질의 공급자는 안전 및 보건과 관련한 새로운 정보가 나올 때마다 국내법률 및 국내관행에 부합하는 방법으로 수정된 라벨과 화학물질 안전자료서를 준비하여 사용자에게 공급하도록 보장하여야 한다.

3. 제6조에 따라 아직 분류되지 않은 화학물질의 공급자는 그것이 유해한 화학물질인지를 판단하기 위해 가용정보에 대한 조사를 바탕으로 그들이 공급하는 화학물질의 정체를 밝히고 그 특성을 평가하여야 한다.

제4절 사용자의 책임

[제10조] 성분표시(identification)

1. 사용자는 제7조의 요건에 따라 작업장에서 사용되는 모든 화학물질에 라벨을 부착하거나 표시하도록 보장하여야 하며, 제8조의 요건에 따라 화학물질 안전자료서가 준비되고 근로자 및 근로자 대표가 이를 이용할 수 있도록 보장하여야 한다.

2. 제7조의 요건에 따라 라벨이 부착되거나 표시되지 않았거나 제8조의 요건에 따라 화학물질 안전자료서가 제공되지 않은 화학물질을 받는 사용자는, 공급자 또는 기타 합리적으로 가용한 출처로부터 관련 정보를 입수하여야 하며 그러한 정보가 입수되기 전까지는 그 화학물질을 사용해서는 아니 된다.

3. 사용자는 제6조에 따라 분류되거나 제9조 3항에 따라 규정되고 평가되며, 제7조에 따라 라벨이 부착되거나 표시된 화학물질만을 사용하도록 보장하여야 하며, 화학물질 사용시 필요한 모든 예방책을 취하도록 보장하여야 한다.

4. 사용자는 작업장에서 사용되는 유해한 화학물질에 대하여 적절한 화학물질 안전자료서를 상호 참조한 기록을 유지하여야 한다. 이 기록은 모든 당해 근로자 및 근로자 대표가 이용할 수 있어야 한다.

[제11조] 화학물질의 이동

화학물질을 다른 용기나 장비로 이동시킬 경우 사용자는 화학물질의 정체, 그 사용에 따른 위험성 및 준수해야 할 안전 예방책을 근로자에게 알려줄 수 있는 방법으로 내용물을 표시하도록 보장하여야 한다.

[제12조] 노출

사용자는

㈎ 국내기준 또는 국제기준에 따라 권한 있는 기관이나 권한 있는 기관이 승인 또는 인정한 기구에 의해 수립된 작업환경의 평가 및 통제를 위한 노출한계 또는 기타 노출 기준을 초과하는 한도까지 근로자가 화학물질에 노출되지 않도록 보장하여야 한다.

㈏ 유해한 화학물질에 대한 근로자의 노출을 평가하여야 한다.

㈐ 근로자의 안전과 보건을 보호하기 위해 필요할 경우 또한 권한 있는 기관에 의해 규정된 경우, 유해한 화학물질에 대한 근로자의 노출을 감시하고 기록하여야 한다.

㈑ 작업환경의 감시 기록 및 유해한 화학물질을 사용하는 근로자의 노출 기록을 권한 있는 기관이 규정한 기간 동안 보존하고, 근로자와 근로자 대표가 이 기록을 이용할 수 있도록 보장하여야 한다.

[제13조] 운영 통제

1. 사용자는 작업장에서의 화학물질 사용으로 인해 발생되는 위험을 평가하고 다음과 같은 적절한 방법을 이용하여 그러한 위험으로부터 근로자를 보호하여야 한다.

㈎ 위험을 제거 또는 최소화시키는 화학물질의 선택

㈏ 위험을 제거 또는 최소화시키는 기술의 선택

㈐ 적절한 공학 제어조치의 사용

㈑ 위험을 제거 또는 최소화시키는 작업 체계와 관행의 채택

㈒ 적절한 산업 위생조치의 선택

㈓위와 같은 조치로 충분치 않을 경우, 근로자에 대한 개인 보호장비와 의복의 무상 공급 및 적절한 정비와 그 사용을 보장하기 위한 조치의 시행

2. 사용자는

㈎ 근로자의 안전 및 건강을 보호할 수 있도록 유해한 화학물질에 대한 노출을 제한하여야 한다.

㈏ 응급처치를 제공하여야 한다.

㈐ 응급사태에 대처할 수 있는 준비를 갖추어야 한다.

[제14조] 폐기

더 이상 필요치 않은 유해한 화학물질과 내용물은 들어있지 않지만 유해한 화학물질이 잔여할 수 있는 빈 용기는 국내법률 및 국내관행에 따라 안전 및

보건, 그리고 환경에 대한 위험을 제거 또는 최소화시킬 수 있는 방법으로 처리하거나 폐기하여야 한다.

[제15조] 정보 및 훈련

사용자는

㈎ 작업장에서 사용되는 화학물질에의 노출과 연관된 유해성에 대해 근로자에게 알려야 한다.

㈏ 라벨과 화학물질 안전자료서에 제공된 정보를 입수하고 사용하는 방법을 근로자에게 가르쳐야 한다.

㈐ 근로자에 대한 지침을 준비함에 있어, 작업장에 당해되는 특정한 정보와 함께 화학물질 안전자료서를 그 기초로 사용하되 이 지침은 적절한 경우 문서 작성되어야 한다.

㈑ 작업장에서의 화학물질 사용 안전을 위해 지켜야하는 관행과 절차에 대하여 근로자를 지속적으로 훈련하여야 한다.

[제16조] 협력

사용자는 그들의 책임 완수에 있어 작업장에서의 화학물질 사용 안전에 관련하여 근로자 또는 근로자 대표와 가능한 한 긴밀히 협력하여야한다.

제5절 근로자의 의무

[제17조] 1. 근로자는 사용자의 책임 완수에 있어 가능한 한 긴밀히 사용자와 협력하여야 하며 작업장에서의 화학물질 사용 안전과 관련된 모든 절차 및 관행을 준수하여야 한다.

2. 근로자는 작업장에서의 화학물질 사용으로부터 자신 및 다른 사람에게 미칠 수 있는 위험을 제거 또는 최소화시키기 위해 모든 합리적인 조치를 취하여야 한다.

제6절 근로자 및 근로자 대표의 권리

[제18조] 1. 근로자는 그들의 안전이나 보건에 급박하고 심각한 위험이 있다고 믿을만한 합리적인 정당성이 있는 경우 화학물질의 사용으로 인한 위험으로부터 스스로 이탈할 권리를 가져야 하며, 자신의 감독자에게 즉시 이를 알려야 한다.

2. 위 항의 규정에 따라 위험으로부터 스스로 이탈하거나 이 협약에 따른 여타의 권리를 행사한 근로자는 부당한 대우로부터 보호받아야 한다.

3. 당해 근로자와 그 대표는 다음 각호를 누릴 권리를 가져야 한다.

㈎ 작업장에서 사용되는 화학물질의 정체, 그러한 화학물질의 위험성, 예방조치, 교육 및 훈련에 관한 정보

㈏ 라벨 및 표지에 수록된 정보

㈐ 화학물질 안전자료서

㈑ 이 협약에 따라 기록이 요구되는 여타의 정보

4. 화학 혼합물 성분의 특정한 정체가 경쟁자에게 노출되면 사용자의 영업에 손해가 초래될 경우, 사용자는 3항에 의해 요구된 정보를 제공함에 있어서 제1조 2(나)항에 따라 권한 있는 기관에 의해 승인된 방법으로 그 정체를 보호할 수 있다.

제7절 수출국의 책임

[제19조] 수출하는 회원국에서 작업장에서의 안전 및 보건상의 이유로 유해한 화학물질의 전부 또는 일부 사용이 금지되는 경우, 수출회원국은 이러한 사실과 그 이유를 수입국에게 통지하여야 한다.

[제20조] 이하 표준최종규정(비준등록, 효력발생, 회원국에 대한 비준의 통보, 폐기, 개정의 심의, 정본)

고용노동부는 협약 170호를 2003년 4월에 비준한 바 있다.

나) 협약 제139호(발암성물질)

ILO 협약 제139호 제2조에서 제1항은 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자가 작업도중 노출될 수 있는 발암성물질 및 약품을 비발암성물질이나 약품 또는 보다 덜 유해한 물질이나 약품으로 대체하기 위하여 모든 노력을 기울여야 하며 대체물질이나 약품 선정 시에는 발암성, 중독성 및 기타 성질을 고려하여야 하고 제2항은 발암성물질 또는 약품에 노출되는 근로자의 수와 그와 같은 노출의 지속기간 및 정도는 안전성과 부합하는 최소의 기준까지 줄여야 한다. 또한 ILO협약 제139호 제3조에서는 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자들이 발암성물질이나 약품에 노출되지 않도록 보호하기 위한 조치를 명시하여야 하며 적절한 기록체계를 설립하여야 한다고 규정하고 있다.

ILO협약 제139호 제5조에서는 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자들에게 고용기간 동안 그리고 고용계약이 끝난 후에도 직업상의 위험과 관련된 노출의 정도를 측정하고 건강상태를 관리하기 위하여 필요한 건강진단이나 생물학적 검사 및 기타 검사가 제공될 수 있도록 보장하는 조치를 취하여야 한다고 규정하고 있다. 구체적인 내용은 아래와 같다.

발암성물질 및 약품에 기인하는 작업상 위험예방 및 통제에 관한 협약(1974년)제139호 협약

효력발생 : 1976년 6월 10일 (34개국 비준)

국제노동기구의 총회는 국제노동기구 사무국의 이사회에 의하여 제네바에 소집되어, 1974년 6월 5일 제59차 회의를 개최하고, 1960년의 방사선으로부터의 보호 협약 및 권고와 1971년의 벤젠협약 및 권고를 주목하고, 발암성물질 및 약품으로부터의 보호에 관한 국제기준을 설정하는 것이 바람직하다는 것을 고려하고, 국제노동기구와 협력관계에 있는 기타 국제기구, 특히 세계보건기구 및 국제 암연구소의 관련된 규정을 고려하여, 회기 의사일정의 다섯번째 의제인 발암성물질 및 약품에 기인되는 작업상의 위험예방 및 통제에 관한 제안을 채택할 것을 결의하고, 이러한 제안이 국제협약의 형식을 취하여야 할 것을 결정

하고, 1974년의 작업상 암 협약이라고 부를 다음 협약을 1974년 6월 24일 채택한다.

[제1조] 1. 이 협약을 비준하는 각 회원국은 작업상 노출이 금지되거나 또는 승인이나 통제되어야 하는 발암성물질 및 약품, 그리고 이 협약의 기타 규정이 적용되는 물질 및 약품을 정기적으로 정하여야 한다.

2. 금지의 예외는 각각의 경우마다 준수하여야 하는 조건을 명시한 증명서 발급에 의하여서만 인정될 수 있다.

3. 본 조의 제1항에서 요구하는 물질 및 약품에 대한 결정을 내릴 때에는 국제노동기구사무국에서 설정한 관행 관례집 또는 지침서에 실린 가장 최근의 정보 및 기타 해당기구에서 제공하는 정보를 고려하여야 한다.

[제2조] 1. 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자가 작업도중 노출될 수 있는 발암성물질 및 약품을 비발암성물질이나 약품 또는 보다 덜 유해한 물질이나 약품으로 대체하기 위하여 모든 노력을 기울여야 한다. 대체 물질이나 약품 선정시에는 발암성, 중독성 및 기타 성질을 고려하여야 한다.

2. 발암성물질 또는 약품에 노출되는 근로자의 수와 그와 같은 노출의 지속기간 및 정도는 안전성과 부합하는 최소의 기준까지 줄여야 한다.

[제3조] 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자들이 발암성물질이나 약품에 노출되지 않도록 보호하기 위한 조치를 명시하여야 하며 적절한 기록체계를 설립하여야 한다.

[제4조] 이 협약을 비준하는 각 회원국은 발암성물질이나 약품에 노출되었거나 또는 노출가능성이 있는 근로자들이 관련된 위험과 취하여야 할 조치들에 관한 모든 이용 가능한 정보를 제공받을 수 있도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

[제5조] 이 협약을 비준하는 각 회원국은 근로자들에게 고용기간 동안 그리고 고용계약이 끝난 후에도 직업상의 위험과 관련된 노출의 정도를 측정하고 건강상태를 관리하기 위하여 필요한 건강진단이나 생물학적 검사 및 기타 검사

가 제공될 수 있도록 보장하는 조치를 취하여야 한다.

[제6조] 본 협약을 비준하는 각 회원국은,

㈎ 법령이나 기타 국내관행 및 여건에 부합하는 방법에 따라, 그리고 관련된 사용자단체와 근로자 단체를 가장 잘 대표하는 단체들과의 협의를 거쳐 이 협약의 실행에 필요한 조치를 취하여야 한다.

㈏ 국내 관행에 따라 본 협약의 준수의무를 수행할 사람 또는 단체를 명시하여야 한다.

㈐ 본 협약의 제규정이 제대로 적용되고 있는 지를 감독하기 위한 적절한 감시기구를 제공하거나 또는 감시가 올바르게 수행되고 있음을 확인하여야 한다.

[제7조] 이하 표준최종규정(비준등록, 효력발생, 폐기, 회원국에 대한 비준의 통보, 국제연합에 대한 통보, 개정의 심의, 개정협약의 효력, 정본)

다) ILO 기타 협약

또한, ILO 협약 제162호(석면)는 제162호 제15조 제1항 석면노출기준 설정규정이 있으며, 제15조 제2항은 과학적인 지식에 기초, 석면노출기준 검토 및 개정에 대해 규정이 있다. 제15조 제3항의 노출기준 내로 준수하고 있음을 확신, 가능한 낮은 수준으로 유지하기 위한 적절한 조치의 규정이 있다. ILO협약 제162호 제21조(건강 검진)의 제1항 근로자의 건강검진 권리와 제2항의 무료, 근무시간 중 실시규정, 제3항의 근로자의 건강진단결과에 대한 알 권리, 제4항의 석면노출에 결과, 장해로 인해 정상근무 불가능시 수입유지수단 제공규정, 제5항의 석면에 의한 직업병보고체계의 개발규정이 있다.

한편, ILO협약 제36호(벤젠) 제2조 제1항은 벤젠 또는 벤젠함유제품 보다 독성이 적거나 또는 덜 유해한 대체제품이 사용가능한 경우에는 언제나 그 제품을 사용하여야 하고 동 조 제1항에서 벤젠의 생산, 화학적 합성을 위한 벤젠의 사용, 원동기용 연료로서의 벤젠 사용, 실험실에서 수행되는 분석 또는 연구 작업 등의 경우에는 적용하지 아니한다. 이러한 규정은 독성이 강한 벤젠의 사용

을 가급적 제한하고 부득이 당해물질을 사용할 필요가 있는 분야에 대하여는 예외적으로 허용하고자 하는 규정이다. ILO협약 제36호 제4조 제1항은 벤젠 및 벤젠함유제품의 사용은 국내법령으로 정해진 일정한 작업공정에서는 금지되어야하는 것으로 규정하고 있다. 또한 제2항은 그와 같은 금지조치는 적어도 용제 또는 희석제로서 벤젠 또는 벤젠함유제품을 사용하는 경우에도 적용되며 작업공정이 밀폐방식으로 행한 경우나 또는 이와 마찬가지로 안전한 기타작업방법이 존재하는 경우는 예외규정을 적용하고 있다.

나. 국제연합(UN)의 번호·분류

위험물의 안전 수송을 확보하기 위한 수송 요건의 국제 조화를 도모하는 것을 목적으로 하고, ECOSOC(The Economic and Social Council of the United Nations; 국제연합(UN) 경제사회이사회) 하부 조직인 UNCOETDG(The United Nations Committee of Experts on the Transport Dangerous Goods ; 국제연합(UN) 위험물 수송 전문가 위원회)가 「위험물 수송에 관한 권고」(UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods·Model Regulations)를 작성하였다. 이 권고는 육, 해, 공의 모든 수송에 있어서 위험물 수송 규칙의 기준이 되고 IMO(International Maritime Organization ; 국제 해상기관)의 IMDG Code(International Maritime Dangerous Goods Code ; 국제해상위험물 규정), ICAO(International Civil Aviation Organization ; 국제 민간 항공기 기관)의 ICAO TI(ICAO Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air ; ICAO 항공 위험물 수송 기술 지침) 등은 선박안전법, 항공법 등에 폭넓게 수용되고 적용되고 있다.

국제연합 권고의 위험물 리스트는 UN 번호, 수송물에 표시해야 할 라벨(Label)에 대응한 위험물 클래스(Class) 아래 같이 분류하고 있으며 해당물질은 약 2,300여종이다.

<표 177> 국제연합(EU)의 Class Division(구분)

구분	분류
1. 화약류	1.1 일제 폭발의 위험성을 갖는 물질 및 물품 1.2 일제 폭발의 위험성이 없지만 비산 위험성을 갖는 물질 및 물품 1.3 일제 폭발의 위험성은 없지만 화재의 위험성 및 소규모의 폭발성 혹은 소규모의 비산 위험성의 어느 한쪽 또는 양쪽의 위험성을 갖는 물질 및 물품 1.4 중대한 위험성을 나타내지 않는 물질 및 물품 1.5 일제 폭발의 위험성을 갖지만 극히 둔감한 물품 1.6 일제 폭발의 위험성을 갖지 않고 극히 둔감한 물품
2. 가스류	2.1 인화성 가스 2.2 비 인화성, 비독성 가스 2.3 독성 가스
3. 인화성 액체	
4. 가연성 고체, 자연 발화성 물질, 수반응 가연성 물질	4.1 가연성 고체, 자기반응성 물질 4.2 자연 발화성 물질 4.3 수 반응 가연성 물질(물과 접하고 인화성 가스(gas)를 발생한 물질)
5. 산화성 물질 및 유기화 산화물	5.1 산화성 물질 5.2 유기 과산화물
6.독물 및 감염성 물질	6.1 독물 6.2 감염성 물질
7. 방사성 물질	
8. 부식성 물질	
9. 그 밖의 위험한 물질 및 물품	

다. OECD 고생산량 화학물질(HPV chemicals)점검 계획

HPV(High Production Volume) chemicals란 OECD 가맹국에 있어 1개국에서도 연간의 제조량이 1,000 톤을 초과한 경우 그 물질을 고생산량 물질로서

HPV 점검 사업의 후보 명부에 게재하고 있다. 이러한 물질의 유해성 자료(hazard data)와 노출데이터를 수집하고 초기평가를 행한 프로그램으로 OECD 가맹 각국에 의하고 실시되고 있다. 이 초기 평가를 행한 data set를 SIDS(Screening Information Data Set)라고 하고 그 평가 보고서를 SIAR(SIDS Initial Assessment Report)이라고 한다. 현재 약 500 물질의 평가가 이미 수행되었으며 일부의 SIAR이 공표되고 있다.

라. POPs(스톡홀름)조약

POPs(Persistent Organic Pollutants ; 잔류성 유기오염물질)이란 난분해성, 생물 축적성, 장거리 이동성 및 독성을 갖는 물질이다. POPs의 환경에 방출되는 것을 절감하기 위한 국제적인 범위로 2001년 5월에 「POPs 조약(Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants : 잔류성 유기 오염물질에 관한 스톡홀름 조약)」이 채택되었다. 이 조약은 2004년 2월 17일에 조약 발효의 필수 조건인 50개국의 의결을 모아 2004년 5월 17일에 발효되었다. 조약 제7조에 의하면 조약 가입국은 가입 후 2년 이내에 조약의 의무를 이행하기 위한 실시계획을 추진하여야 한다.

마. CICADs(Concise International Chemical Assessment Documents)

WHO(세계보건기구), ILO(국제노동기구) 및 UNEP(국제 연합 환경 계획)에 의하여 구성된 IPCS(International Program on Chemical Safety ; 국제화학 물질 안전성 계획)에 의하여 작성 및 출판되고 있는 화학물질의 위험성평가와 관련된 문서가 있다. 세계 각국이나 국제기관으로 작성된 평가 문서 또는 EHC(Environmental Health Criteria)를 기초로 위해성 평가를 위해 중요한 정보가 집약되어 있다. 이 평가서는 IPCS로부터 발간되고 WHO IPCS의 홈페이

지에 전문이 공개되고 있다.

바. EHC(Environmental Health Criteria)

WHO(세계보건기구), ILO(국제노동기구) 및 UNEP(국제 연합 환경 계획)에 의하여 구성된 IPCS(International Program on Chemical Safety ; 국제화학 물질 안전성 계획)에 의하여 작성 및 출판되고 있는 평가 문서로서 광범위한 화학물질 및 화학물질군에 관한 기초 과학적 위해성 평가 정보를 제공하고 있다.

사. ICSC(International Chemical Safety Cards)

WHO(세계보건기구), ILO(국제노동기구) 및 UNEP(국제 연합 환경 계획)에 의해 구성된 IPCS(국제화학물질 안전성계획 ; International Program on Chemical Safety)에 의하여 작성된 화학물질의 안전성의 card로 알려져 있다. 화학물질의 노출에 의한 위해의 발생을 방지하기 위하여 실제로 화학물질을 다루는 현장의 작업자, 관리자등을 대상으로 화학물질에 관하여 알기 쉬운 용어로 간결하게 기재되어 있다.

아. ICCA/고생산량 화학물질(HPV chemicals)점검 계획

1998년으로부터 시작되고 있는 ICCA(International Council of Chemical Association ; 국제화학공업협회) HPV 이니셔티브(Initiative)는 주로 북미, 유럽, 일본의 화학 기업에 의한 자주적인 점검 활동이고 고생산량 기존 화학물질에 관한 국제 정합성이 받아들일 수 있던 데이터 초기 유해성 평가서의 수집·정비를 하고 세계 각 지역에서 행해지고 있는 평가(Assessment) 활동 기업에 의한 자주 관리 활동 등의 이유로 과학적 근거를 제공하고 있다. 특히 OECD-HPV

점검 프로그램에 있어서 점검 작업의 가속화는 지대한 공헌을 하고 있고 향후 산업계에 의한 지속적인 공헌이 가능할 것으로 보인다. ICCA HPV 이니셔티브의 대상물질은 북미, 유럽, 일본 중 2 개 이상의 지역에서 HPV로 되어 있는 물질 또는 OECD-HPV 점검 프로그램 조사 결과 충분히 관심이 있는 물질로 구성되고 있으며 총 1,428종의 물질인 것으로 알려져 있다.

자. ATSDR 독성학적 프로필(Toxicological Profiles)

미국 ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry ; 유해물질·질병 등록국)에서는 화학물질의 유해·위험성 순위를 선정하기 위하여 1987년도에 The first priority로써 ATSDR 목록과 EPA 목록을 포함하여 100여종 물질을 선정하였다. 1988년도에 The second priority로써 100여종 물질을 추가로 선정한 후, 1989년도와 1990년도에 The third & fourth lists로 25물질을 선정하고 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, 이하 EPA)의 국가우선순위물질목록(National Priorities List, 이하 NPL) 636물질을 선정하였다. 총 861물질의 화학물질 가운데 1995년도부터 275물질에 대하여 2년 주기로 우선순위를 선정하여 발표하고 있으며, 2011년 물질 관리 우선순위 1위인 비소를 비롯하여 783순위까지 제시하고 있다.

이 우선순위 목록의 목적은 모든 NPL의 유해 폐기물 지역에서 발생되는 물질들의 순위를 부여하여 어떠한 물질들이 ATSDR에서 제공하고 있는 독성학적 개요에 포함 대상이 되는지를 선정하기 위한 지침을 설정하는데 있다. 본 목록에 열거되어 있는 각 물질은 ATSDR에서 제공하고 있는 독성학적 개요에 포함 대상이 될 수 있는 후보 물질이고, 이 우선순위 목록화 알고리즘은 NPL 지역에서의 발견 빈도, 독성, 인간에게 노출 시 발생될 수 있는 잠재적 건강 유해성에 근거하여 물질들에 대해 우선순위를 매긴다.

차. CEPA－PSAP(Priority Substances Assessment Program)

CEPA(Canadian Environmental Protection Act ; 캐나다 환경 보호법)는 사람의 건강이나 환경에 위독한 위험을 가져오는 물질에 대하여 우선적으로 위험성 평가(risk assessement)를 수행한 물질로 PSL(Priority Substances List) 이 작성되고 있다. 이를 근거로 하여 EC(Environment Canada ; 캐나다 환경부) 및 HC(Health Canada ; 캐나다 보건관련 부처)에 의하여 PSAP (Priority Substances Assessment Program ; 우선 화학물질 평가 계획)이 실행되고 있다. PSL1(1989년 공표, 44 물질)의 환경 및 인체 건강에 관계한 평가가 1994년까지 완료되었고 평가서가 공표되었다. 그 후 PSL2(1995년 공표, 25 물질)의 평가가 실시되고 있다.

카. PEC Assessment Reports

1977년 1월 1일부터 1990년 2월 28일까지 오스트레일리아(Australia)에서 제조, 수입된 기존 화학물질이 AICS(Australian Inventory of Chemical Substances)라고 불리는 inventory에 수록되고 있고, 그 물질은 4만종 이상이다.

오스트레일리아(Australia) 1989년 공업화학품신고·심사법은 NICNAS (National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme)이라 불리우며 규제하고 있는 본국에 의하여 이들 기존 화학물질의 중에서 건강·환경의 영향이 있는 우선 기존 화학물질(PEC ; Priority Existing Chemicals)이 선정된다. PEC에 선정되면 그 물질을 제조, 수입하고 있는 사업자는 평가의 신청 및 정보 제공이 요구되며 취합된 정보 등을 기초로 NICNAS를 중심으로 평가보고서를 작성한다. 평가에는 예비적 평가(Preliminary)와 완전한 평가(Full)가 있고, 예비적 평가는 유해성평가(Hazard assessment)를 의미하며 완전한 평가

는 위험성평가(Risk assessment)를 의미한다.

(2) 유럽연합(EU)의 화학물질 관리

가. 유럽 상업용 기존 화학물질 명부(EINECS)

기존 화학물질의 위험성평가(Risk assessment) 및 관리에 관한 이사회 지침(93/793/EEC, 1993년 채택)에 의하여 1971년 1월 1일으로부터 1981년 9월 18일의 사이 EU지역 내에서 유통되고 있던 100,204개의 화학물질을 목록화한 것으로, 이 목록에 게재되고 있는 물질은 EU 지역 내에 있어서「기존 화학물질」라고 정의되었고 그 이후에 상시된 물질은 신규 화학물질이라 지칭한다. 각각의 물질 또는 물질군은 EINECS(European Inventory of Existing Commercial Substances)번호, IUPAC 명칭 및 CAS 번호가 부여되고 있다. 우리나라의 경우 2015년 6월 3일, 환경부는 「기존화학물질」에 대해 개정한 고시를 발표하면서 개정 내용은 화학물질관리법 시행 이전에 종전의 유해법에 따라 유해성심사가 완료되어 유독물질로 지정된 화학물질을 기존화학물질로 간주하는 규정 신설하였다. 유해성심사 후 3년이 경과('12.1.1~3.31)된 물질 고시(72종)이며, 유해성심사가 완료('12.1.1~'14.12.31)된 물질 (878종)이다. 물질 목록이 방대하여 본 보고서에는 수록하지 않는다.

나. 유럽연합(EU)의 화학물질과 제품에 관련된 지침

유럽연합의 화학물질 EU 지침(Directive)은 유럽연합 각국의 개별규제 법안에 대하여 최소한의 지침을 제공한다는 점에서는 의미가 있으나 유럽연합의 법령에서는 안전보호 조항을 두어 회원국들이 EU 규정보다도 강화된 규정을 시행하도록 권고하고 있다. 또한, EU의 화학물질 분야의 규제는 회원국 간의 규

정조화를 강조하고 있으며 분류 및 표시, 신규물질의 통보, 사용제한, 유해성 및 위해성 평가에 있어 회원국 간에 조화를 강조하고 있다.

<표 178> EU의 화학물질 및 제품과 관련된 지침

법령	명칭	조항	규제내용
○ 분류 및 표시에 관한 법령			
67/548/EEC	Council Directive on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances	100A (95)	EU내 유해물질의 규제에 관한 기본 법령 ·분류 및 표시에 관한 기준 ·신규물질의 위해성평가 ·유해물질 목록
88/379/EEC(1999/45EC로 대체)	Council Directive on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packing and labelling of dangerous preparations	100A (95)	·화학조제물(preparations)에 대한 분류 및 표시기준 ·농약(plant protection products)에 대한 분류 및 표시 규정 ·물질안전자료(safety data sheet)에 대한 규정
○ 화학물질 및 제품의 유통 및 사용 규제에 관한 법령			
76/769/EEC	Council Directive on the approximation of laws, regulations	100 (95)	예를 들면 다음의 제품에 대한 유통 및 사용금지(banning) 또는 제한(restriction)에 관한 법령

법령	명칭	조항	규제내용
	and administrative provisions relating to the restrictions on the marketing and use of certain dangerous sustances and preparations		· PCP, 일반인에 대한 CMR물질, 특정 염화물질, 크레오소트, PCB/PCT, 장난감에 함유된 벤젠, 직접피부접촉을 수반하는 제품에 함유된 니켈, 특정 석면섬유, 에어로졸 용기에 포함되는 발화성 물질 등
76/769/EEC	Council Directive on the approximation of laws, relating to cosmetic products	100A (95)	화장품의 표시 및 사용을 포함한 유통에 관한 법령 · 금지물질 및 제품 목록 · 착색, 방부, 일사보호용으로 허용되는 물질목록 및 제한사항 · 허용기준(limit values) · 표시 요건 · 정보제공 의무
79/117/EEC	Council Directive prohibiting the placing on the market and use of plant protection products containing certain active substances	100 (94)	농약에 포함되는 특정 유효성분의 유통 및 사용 금지 법령 ·알킬/알릴-수은 화합물 ·알드린,디엘드린 및 헵타클로 등의 지속성 유기 화학물질
91/414/EEC	Council Directive concerning the placing of plant protection products on the market	43 (37)	농약 및 이에 함유된 유효성분의 승인절차에 관한 법령 ·허가물질 목록 ·사용요건(application requirements)
98/8/EC	Directive of the European Parliament and of the Council	100A (95)	살생제(biocidal products)의 유통절차에 관한 규정 ·승인절차

법령	명칭	조항	규제내용
	concerning the placing of biocidal products on the market		·저유해물질에 대한 간소절차 ·2000년 5월 14일 이전의 신규 물질
88/378/EEC	Council Directive on the approximation of the laws concerning the safety of toys	"NEW METHOD"	다음 최소요건을 규정하는 법령 ·발화성 및 폭발성 ·장난감에 함유된 화학성분
○ 기타규제			
2455/92	Council Regulation(EEC) concerning the export and import of certain dangerous chemicals	-	유해물질의 수출입에 관한 절차 ·Prior Informed Consent(PIC절차) : 수입국에 대한 통보 의무 ·EU내 규제물질 목록 ·분류 및 표시 ·FAO 및 UNEP의 자발적 국제협의에 기초
793-93	Council Regulation(EEC) on the evaluation and control of the risks of existing substances	100A (95)	기존화학물질에 대한 체계적위해성평가의 수행을 위한 규정 ·EINECS에 명시된 물질 ·생산/수입이 년간 100톤이상인 물질 ·관리우선순위 화학물질 ·원국간의 의무분배 내역

다. EU의 지침과 금지 및 제한 화학물질

유럽연합에서 금지 또는 사용이 제한 된 화학물질로 위험물질의 판매 및 사용을 규제하고 있는 화학물질에 대하여 EU의 이사회 지침(Council Directive 76 /769/EEC)에서 유해화학물질 및 조제품의 금지 및 규제의 틀을 설정하고

있다. 회원국들로 하여금 이러한 위험 물질과 조제품이 시장에만 출품되고 정해진 조건에 따라서만 사용되도록 보장할 수 있는 조치를 취하도록 하고 있다. 이 목록은 이사회 지침(Council Directive 76/769/EEC) 부록(Annex I)에서 보건 또는 환경에 대한 영향을 이유로 PCB, PCT, 벤젠, 석면, 수은화합물, 비소화합물, 카드뮴 등 발암성, 변이원성, 생식독성물질을 중심으로 규제하고 있으며 최근에는 피부자극성물질도 추가하고 있는 것으로 보인다. 취급금지물질은 아래 표와 같이 제시되어 있다.

<표 179> EU Directive76/769/EEC 대상 화학물질 목록(금지물질)

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
PCB PCB 함유 혼합물질 (폐오일 포함, 중량비 0.005% 이상)	모든 용도	1336-36-3	사용금지
Polychlorinated terphenyls(PCTs) PCT 함유 혼합물질 (폐오일 포함, 중량비 0.005% 이상)	모든 용도	61788-33-8	사용금지
Chloro-1-ethylene (monomer vinyl chloride)	에어로졸 추진제	75-01-04	사용금지
Tris (2,3 dibromopropyl)phosphate	섬유(fiber)제품	126-72-7	사용금지
Benzene	장난감	71-43-2	사용금지(농도 5mg/장난감kg초과하는 경우) 유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
Crocidolite	대상 섬유 함유 제품	12001-28-4	사용금지
Amosite	대상 섬유 함유 제품	12172-73-50	사용금지
Anthophylite asbetos	대상 섬유 함유 제품	77536-67-5	사용금지
Actinolite asbestos	대상 섬유 함유 제품	77536-66-4	사용금지
Tremolite asbestos	대상 섬유 함유 제품	77536-68-6	사용금지
Chrysolite	대상 섬유 함유 제품	12001-29-5	사용금지 (단,일부 면제의 경우에 대하여 2008년 1월 1일 전에 재검토 예정)
Tris-aziridinyl-phosphinoxide	직물제품	5455-55-1	사용금지
Polybromobiphenyls(PPB)	직물제품	59536-65-1	사용금지
사포닌이 포함된 칼라하(Soap bark) powdes 및 그 유도체	게임도구 용도로 사용하는 제품	K-2005-01-23	사용금지
크리스마스로즈(helleborus viridis 및 helleborus niger) 뿌리의 파우더	게임도구 용도로 사용하는 제품	K-2005-01-24	사용금지
여로(Veratrum album) 및 참여로(Veratrum nigrum) 뿌리의 파우더	게임도구 용도로 사용하는 제품	K-2005-01-25	사용금지
벤지딘 및 그 유도체	게임도구 용도로 사용하는	K-2005-01-26	사용금지

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
	제품		
o-nitrobenzaldehyde	게임도구 용도로 사용하는 제품	552-89-6	사용금지
Wood powder	게임도구 용도로 사용하는 제품	K-2005-01-27	사용금지
Ammonium sulphide	게임도구 용도로 사용하는 제품	12135-76-1	사용금지
Ammonium hydrogen sulphide	게임도구 용도로 사용하는 제품	12124-99-1	사용금지
Ammonium polysulphide	게임도구 용도로 사용하는 제품	12259-92-6	사용금지
Methyl bromoacetate	게임도구 용도로 사용하는 제품	96-32-2	사용금지
Ethyl Bromoacetate	게임도구 용도로 사용하는 제품	105-36-2	사용금지
Propyl bromoacetate	게임도구 용도로 사용하는 제품	35223-80-4	사용금지

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
Butyl bromoacetate	게임도구 용도로 사용하는 제품	18991-98-5	게임 도구의 용도로 사용하는 제품에서 사용금지
2-naphthylamine 및 그염	모든 용도	91-59-8	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지
Benzidine	모든 용도	92-87-5	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지
4-nitrobiphenyl	모든 용도	92-93-3	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지
4-aminobiphenyl	모든 용도	92-67-1	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비)이상의 농도로 사용금지
neutral anhtdrous carbonate PB CO3	페인트	598-63-0	사용금지
trilead-bis(carbonate)-dihydroxide 2Pb CO3-Pb(OH)2,	페인트	1319-46-6	사용금지
Lead sulphates: PbSO4	페인트	7446-14-2	사용금지
PbxSO4	페인트	15739-80-7	사용금지
di-μ=oxo-di-n-butylstanniohy-droxyborane	모든 용도	75113-37-0	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비)이

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
			상의 농도로 사용금지
Pentachlorophenol	모든 용도	87-86-5	유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비)이상의 농도로 사용금지. (단, 목재방부재, 섬유가공, 건축용 방부재의 용도에 한해서는 프랑스, 아일랜드, 포르투갈, 영국의 경우 사용금지를 선택적으로 적용)
Cadmium	착색제, 안정제, 도금의 용도	7440-43-9	사용금지 어떠한 용도이든 카드뮴 함량이 플라스틱 물질의 0.01%(중량비) 초과시 유통 금지
Monomethyl-tetrachlorodiphenylmethane	모든 용도	76253-60-6	사용금지
Monomethyl-dichlorodiphenylmethane	모든 용도		사용금지
Monomethyl-dibromodiphenylmethane	모든 용도	99688-47-8	사용금지
Nickel	장신구	7440-02-0	사용금지 (단, 니켈농도 0.05%미만인 경우 제외)
Chloroform	소비자용품,	67-66-3	농도 0.1%(중량

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
	산업용 세정제		비)이상 사용금지
Carbon tetrachloride	소비자용품, 산업용 세정제	56-23-5	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
1,1,2 Trichloroethane	소비자용품, 산업용 세정제	79-00-5	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
1,1,2,2 Tetrachloroethane	소비자용품, 산업용 세정제	79-34-5	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
1,1,2,2 Tetrachloroethane	소비자용품, 산업용 세정제	630-20-6	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
Pentachloroethane	소비자용품, 산업용 세정제	76-01-7	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
1,1 Dichloroethylene	소비자용품, 산업용 세정제	75-35-4	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
1,1,1 Trichloroethane	소비자용품, 산업용 세정제	71-55-6	농도 0.1%(중량비)이상 사용금지
Hexachloroethane	비철금속 제조 및 가공	67-72-1	사용 금지
Alkanes, C10-C13, chloro (short-chain chlorinated paraffins)	모든 용도	85535-84-8	물질 그 자체로서 또는 1%이상 농도로 사용금지
Azocolourants	직물(textile), 가죽		사용금지 농도 0.1(중량비) 이상인 아조염료는 가죽, 직물제품의 착색목적으

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
			로 사용금지
Diphenylether, pentabromo derivative	모든 용도	32534-81-9	물질 자체로서 또는 0.1%(중량비) 이상 농도로 사용금지
Diphenylether, octabromo derivative	모든 용도	32536-52-0	물질 자체로서 또는 0.1%(중량비)이상 농도로 사용 금지
Nonylphenol	산업용 세정제, 가정용 세정제, 유화제, 제지, 개인위생용품, 화장품, 농약제형제	104-40-5	0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지
Nonylphenol ethoxylate	산업용 세정제, 가정용 세정제, 유화제, 제지, 개인위생용품, 화장품, 농약제형제	9016-45-9	0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지
Benzidine 및 그 염	모든 용도		유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비)이상의 농도로 사용금지
4-aminobiphenyl 염	모든 용도		유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비)이

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
			상의 농도로 사용금지
Mercury compound	수은 0.0005%(중량비)이상 함유된 축전지/배터리 방오제, 목재 방부재, 섬유가공, 산업용 살균제		사용금지(단, 수은 2%이하 함유 단추전지는 제외)
Arsenic compounds	방오제, 목재방부재, 산업용 살균제		사용금지
Organostannic compounds	방오제, 산업용 살균제의 용도에서		사용금지
Pentachlorophenol 염과 esters	모든 용도		유통되는 물질/혼합물질의 0.1%(중량비) 이상의 농도로 사용금지. (단, 목재방부재, 섬유가공, 건축용 방부재의 용도에 한해서는 프랑스, 아일랜드, 포르투갈, 영국의 경우 사용금지를 선택적으로 적용)

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
Cadmium 의 compounds	착색제, 안정제, 도금		사용금지 어떠한 용도이든 카드뮴 함량이 플라스틱 물질의 0.01%(중량비) 초과시 유통금지
Nickel 의 화합물	장신구		사용금지 (단, 니켈농도 0.05%미만인 경우 제외)
Directive 67/548/EEC(위험 물질의 분류, 포장, 표시에 관한 법, 규제, 그리고 행정상의 규정, Directive 93/21/EEC와 96/54/EC에 의해 기술적인 증진이 적용됨)의 article2 (2)의 정의와 annex VI의 기준에 따라 위험물질로 간주된 액체물질(Liquid substances) 또는 혼합물질	장식용품, 게임도구		사용금지
Directive 67/548/EEC의 Annes I 1)에 나타낸 물질 중 발암성 물질로 분류되어 있고 독성(T)의 라벨이 표시되어 있는 물질	소비자용품		사용금지
Directive 67/548/EEC의 Annex I에 나타낸 물질들 중 돌연변이성 물질로 분류되어 있고, 유전적 손상을 일으킬 수 있음(R46)의 라벨이 표시되어 있는 물질	소비자용품		사용금지
Directive 67/548/EEC의 Annex I에 나타낸 물질들 중 돌연변이성 물질로 분류되어 있고, 출생률(번식력)에 손상을 일으킬 수 있음(R60)의 라벨이 표시되어 있는	소비자용품		사용금지

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
물질 또는 태아에게 위해성을 줄 수 있음(R61)의 라벨이 표시되어 있는 물질			

제한물질은 아래 표와 같이 제시되어 있다.

<표 180> EU Directive 76/769/EEC 대상 화학물질 목록(제한물질)

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
creosote	목재처리	8001-58-9	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
creosote oil	목재처리	61789-28-4	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
distillates(coaltar), naphthalene oils	목재처리	84650-04-4	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
creosote oil, acenaphthene fraction	목재처리	90640-84-9	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
distillates(coal tar), upper	목재처리	65996-91-0	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
anthracene oil	목재처리	90640-80-5	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
tar acids, coal, crude	목재처리	65996-85-2	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
creosote, wood	목재처리	8021-39-4	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)

화학물질	용도(제품)	CAS No.	규제내용(기준)
low tempterature tar oil, alkaline	목재처리	122384-78-5	사용금지 (단, 산업시설, 전문가, 재사용을 위한 처리는 제외)
Cement	시멘트	K-2005-01-37	사용금지 (단, 기계에 의하여 단독으로 이루어지고, 폐쇄형 완전자동화공정(피부접촉 없음)에서의 사용시 제외)
Directive 67/548/EEC의 Annex I에 나타낸 물질들 중 돌연변이성 물질로 분류되어 있고, 유전적 손상을 일으킬 수 있음(R46)의 라벨이 표시되어 있는 물질	소비자용품		사용금지 (단, 연료, 그림물감 용도로의 사용은 제외)
Directive 67/548/EEC의 Annex I에 나타낸 물질들 중 돌연변이성 물질로 분류되어 있고, 유전적 손상을 일으킬 수 있음(R46)의 라벨이 표시되어 있는 물질	소비자용품		사용금지 (단, 연료, 그림물감 용도로의 사용은 제외)
Directive 67/548/EEC의 Annex I에 나타낸 물질들 중 돌연변이성 물질로 분류되어 있고, 출생률(번식력)에 손상을 일으킬 수 있음(R60)의 라벨이 표시되어 있는 물질 또는 태아에게 위해성을 줄수 있음(R61)의 라벨이 표시되어 있는 물질	소비자용품		사용금지 (단, 연료, 그림물감 용도로의 사용은 제외)

라. EU의 지침과 산업보건

유럽연합 산업안전보건관련 지침에는 근로자의 산업안전보건에 관해서 이른바 기본지침(Directive 89/391 of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work-"Framework Directive") 외에 다음과 같은 화학적, 물리적, 생물학적 요인 등에 관한 지침[48]이 있다.

화학물질에 대해서는 EU의 개별지침으로 Council Directive 1998/24/EC가 있다. 이것은 사업장에서 화학적 인자와 관련된 위해로부터 근로자의 안전과 건강보호에 관한 것을 규정하고 있다. 이 지침의 목적은 사업장에서 화학물질을 사용하거나 노출되는 근로자의 건강과 안전을 보호하기 위한 최소한의 요건을 규정하고 있다 여기에 규정하고 있는 내용은 모든 화학물질에 적용할 수 있는 일반적인 원리에 관한 것이다. 이 지침이 적용하고 있는 범위는 사업장에서 근로자가 화학물질에 대한 직업적 노출기준(Occupational Exposure Limit Values)과 생물학적 노출평가기준(Biological Limit Values)에 대한 것, 유해한 화학물질로부터 위험을 평가하고 예방하는 사업주의 의무와 예방대책, 근로자에 대한 정보제공과 교육훈련 등이다 사업주가 수행하는 위험성 평가방법은 환경과 공공보건을 보호하는 데에도 적합하여야 한다. 이 지침의 핵심적인 특징

48) 화학물질에 대한 직업적 노출기준(Directive 2009/161/EU-indicative occupational exposure limit values), 작업장에서의 석면에 대한 노출(Directive 2009/148/EC-exposure to asbestos at work), 발암물질 또는 변이원성물질(Directive 2004/37/EC-carcinogens or mutagens at work), 작업장에서의 화학물질에 대한 노출위험(Directive 98/24/EC-risks related to chemical agents at work), 인공광선방사(Directive 2006/25/EC-artificial optical radiation), 전자기장 및 전자기파(Directive 2004/40/EC-electromagnetic fields and waves), 소음(Directive 2003/10/EC-noise), 진동(Directive 2002/44/EC-vibration), 전리방사선(Directive 96/29/Euratom-ionizing radiation), 작업장에서의 생물학적 인자(Directive 2000/54/EC-biological agents at work), 표시화면장치(Directive 90/270/EEC-display screen equipment), 수작업에 의한 화물 취급(Directive 90/269/EEC-manual handling of loads), 지표 및 지하에서의 광물채굴산업 근로자의 안전보건의 보호 개선을 위한 최저 조건(Directive 92/104/EEC - mineral-extracting industries, Directive 92/91/EEC - mineral-extracting industries - drilling)

은 한편으로는 지역사회에서 노출기준으로 일정기간 동안에 작업자가 흡입하는 화학물질의 농도에 대한 지표와 범주를 정하는 것이고 다른 한편으로는 생물학적 평가기준으로 관련된 인자의 인체 내에서의 농도의 범주를 정하는 것이다 이 지침은 이러한 기준치를 설정하는 방법을 제시하고 있다 또한 회원국들은 자국 내의 노출한계를 설정하도록 하고 있다 게다가 기중을 초과하는 상황에 대한 조치에 대한사업주의 의무를 두도록 하고 있다. 한편, 유럽연합은 European directives concerning the protection of workers(EU Council Directive 89/391)를 통하여 유럽 연합의 각국이 이 지침에 따라서 근로자의 건강보호를 위한 제도를 갖추도록 하고 있다 이에 따라 유럽 연합의 여러 국가들은 EU 지침에 따라서 자국의 근로자 건강보호 위한 제도를 정비하였다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 화학물질에 관해서는 그 구체적인 내용은 각 국가마다 차이가 있다.

마. EU 지침과 작업환경측정 및 건강진단

특정 위험물질 및 제재의 유통 및 사용 제한에 관한 회원국의 법, 규제 및 행정 조치 등에 관하여 1982년 11월 22일의 Council Directive 82/806/EEC에 따라 벤젠은 고독성의 물질로 분류하였으며, 1989년 12월 21일의 Council Directive89/677/EEC에서 납 화합물의 사용은 규제되어야 할 것이 제안되었다. 한편, 1999년 5월 25일의 유럽의회 및 이사회의 Directive1999/43/EEC에 따라 6가 크롬 및 그 화합물, 카드뮴 및 그 화합물에 대한 제한 내용이 추가되었다.

또한, EU 이사회 지침 (Council Directive 80/1107/EEC)로서 1980년 11월 27일에 제정된 화학적, 물리적 및 생물학적인자의 노출과 관련된 위험으로부터 작업 근로자의 보호(Protection of workers from the risks related to exposure to chemical, physical and biological agents at work)와 관련된 지침에서는 다음 물질[49]에 대하여 작업환경측정 등을 규정하고 있으며, 건강진단 실시물질은

11종[50]으로 제시하고 있다.

바. EU 지침과 직업적 노출기준(Occupational Exposure Limits, OELs)

2009년에 직업적 노출기준과 관련된 EU 의회 지침 Council Directive 98/24/EC와 Directive 2000/39/EC과 관련하여 19종의 화학물질[51]에 대한 직업적 노출기준을 마련하였다. 이후 List of indicative OELs(Directive 2006/15/EC)와 List of indicative OELs(Directive 2009/161/EU)에서도 제시되었으나 물질은 동일하게 구성되어 있다.

<표 181> EU의 직업적 노출기준

CAS (1)	NAME OF AGENT	LIMIT VALUES				Notation (2)
		8 hours (3)		Short term (4)		
		mg/m³ (5)	ppm (6)	mg/m³	ppm	
68-12-2	N,N Dimethylformamide	15	5	30	10	skin
75-15-0	Carbon disulphide	15	5	-	-	skin
80-05-7	Bisphenol A (inhalable dust)	10	-	-	-	-

49) ⑤ Acrylonitrile⑥ Asbestos ⑦ Arsenic and compounds ⑧ Mercury and compounds ⑨ Nickel and compounds ⑩ chloroform ⑪ paradichlorobenzene ⑫ carbon tetrachloride

50) ① Acrylonitrile ② Asbestos ③ Arsenic and compounds ④ Benzene ⑤ Cadmium and compounds ⑥ Mercury and compounds ⑦ Nickel and compounds ⑧ Lead and compounds ⑨ chloroform ⑩ paradichlorobenzene ⑪ carbon tetrachloride

51) ① N,N Dimethylformamide② Carbon disulphide③ Bisphenol A (inhalable dust)④ Methyl methacrylate⑤ Methylacrylate⑥ Vinyl acetate⑦ Phenol⑧ 2-Methoxyethanol⑨ 2-Methyoxyethyl acetate⑩ 2-Ethoxy ethanol⑪ 2-Ethoxyethyl acetate⑫ 1,4 Dioxane⑬ Ethylacrylate⑭ Methylisocyanate⑮ n-Methyl-2-pyrrolidone⑯ Tertiary-butyl-methyl ether⑰ Mercury and divalent inorganic mercury compounds including mercuric oxide and mercuric chloride (measured as mercury)⑱ Sulphuric acid (mist)⑲ Hydrogen sulphide

CAS (1)	NAME OF AGENT	LIMIT VALUES				Notation (2)
		8 hours (3)		Short term (4)		
		mg/㎥ (5)	ppm (6)	mg/㎥	ppm	
80-62-6	Methyl methacrylate	-	50	-	100	-
96-33-3	Methylacrylate	18	5	36	10	-
108-05-4	Vinyl acetate	17.6	5	35.2	10	-
108-95-2	Phenol	8	2	16	4	skin
109-86-4	2-Methoxyethanol	-	1	-	-	skin
110-49-6	2-Methyoxyethyl acetate	-	1	-	-	skin
110-80-5	2-Ethoxy ethanol	8	2	-	-	skin
111-15-9	2-Ethoxyethyl acetate	11	2	-	-	skin
123-91-1	1,4 Dioxane	73	20	-	-	-
140-88-5	Ethylacrylate	21	5	42	10	-
624-83-9	Methylisocyanate	-	-	-	0.02	-
872-50-4	n-Methyl-2-pyrrolidone	40	10	80	20	skin
1634-04-4	Tertiary-butyl-methyl ether	183.5	50	367	100	-
	Mercury and divalent inorganic mercury compounds including mercuric oxide and mercuric chloride (measured as mercury) (7)	0.02	-	-	-	-
7664-93-9	Sulphuric acid (mist) (8) (9)	0.05	-	-	-	-
7783-06-4	Hydrogen sulphide	7	5	14	10	-

(1) CAS: Chemical Abstract Service Registry Number.

(2) A skin notation assigned to the occupational exposure limit value indicates the possibility of significant uptake through the skin.

CAS (1)	NAME OF AGENT	LIMIT VALUES				Notation (2)
		8 hours (3)		Short term (4)		
		mg/m³ (5)	ppm (6)	mg/m³	ppm	

(3) Measured or calculated in relation to a reference period of 8 hours time-weighted average (TWA).

(4) Short-term exposure limit (STEL). A limit value above which exposure should not occur and which is related to a 15-minute period unless otherwise specified.

(5) mg/m^3 : milligrams per cubic metre of air at 20 °C and 101,3 KPa.

(6) ppm: parts per million by volume in air (ml/m^3).

(7) During exposure monitoring for mercury and its divalent inorganic compounds, account should be taken of relevant biological monitoring techniques that complement the IOELV.

(8) When selecting an appropriate exposure monitoring method, account should be taken of potential limitations and interferences that may arise in the presence of other sulphur compounds.

(9) The mist is defined as the thoracic fraction.

사. 유럽연합(EU)의 REACH(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)

화학물질의 등록, 평가 및 허가제도(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals, 이하 REACH)의 도입 배경은 지금까지 10만종에 이르는 기존물질에 대한 평가 책임이 정부에 있었으나 현재까지 총체적인 평가가 완료된 건은 50여종 미만에 불과하여, 조속한 평가를 위해 기업에게 기존 화학물질 평가 책임을 전가하는 것으로 평가 절차는 등록을 통해 이루어지도록 하고 있다. 약칭으로 REACH 제도로 불리는 이 새로운 제도는 기존물질의 양

과 타입에 따라 등록, 평가, 허가 등의 절차를 도입하고 시험자료를 포함한 유해성 자료와 위해성 평가서의 제출을 기업에게 요구하고 있어 신규물질 유해성 평가에 필요한 시험 자료 등을 기업에게 요구하는 현재의 시스템을 기존물질에 확대 적용 및 일부 소비자용 공산품에도 확대되어 국내 화학기업 뿐 아니라 화학물질을 사용한 공산품을 EU로 수출하는 국내 기업에도 큰 영향을 미치게 된다. REACH 제도의 이해를 돕기 위해 환경부 REACH 도움센터에 번역본을 화학물질관리와 관계된 허가 등의 일부를 수록하고자 한다.

REACH 제도는 EU의 기존화학물질 목록(EINECS[52])에 등재된 10만종의 기존 화학물질을 대상으로 하고 있으며 고분자는 제외된다. 현재 EU의 화학물질 관련 기본 법령은 “The Dangerous Substances Directive 67/548/EEC(DSD)”이며, 기존화학물질과 신규화학물질 관리 체제가 이원화되어 있다.

가) 허가

REACH 규칙상의 허가제도는 고위험물질(Substances of Very High Control, SVHC)의 리스크를 적절하게 관리하고 경제적 기술적으로 실행 가능한 경우 점진적으로 이들 물질을 적절한 대체물질 또는 대체기술로 교체하도록 하면서 역내시장의 양호한 기능을 확보하는 것을 목적으로 하고 있다.

허가 대상이 되는 것은 부속서 X VI에 게재된 물질로 위험물지침에 따라 CMR물질, PBT 물질, vPvB 물질로 분류되는 물질 및 그와 동등하게 사람의 건강 또는 환경에 대하여 심각한 영향을 미칠 수 있다는 과학적 증거가 존재하는 물질이다. ECHA는 어떠한 물질을 부속서 에 포함시킬 것인지를 결정하기 전에 회원국 위원회의 의견을 고려하여 우선물질이 그에 포함되도록 유럽위원회에 권고하여야 한다. 원칙적으로 PBT 또는 vPvB의 특성을 가지는 물질, 광범위하게 사용되는 물질, 다량으로 사용되는 물질이 우선되어야 한다. 다만 물질의 사용용법과 관련하여 EU의 현행법령에 따라 그 리스크가 적절히 관리되

52) European Inventory of Existing Commercial chemical Substances

고 있는 경우에는 해당 사용용법에 대한 허가요건이 면제될 수 있다.

REACH 허가 과정은 우려 수준이 매우 높은 특성을 갖는 물질을 사용, 유통하고자 하는 경우 해당 용도에 대한 허가를 받도록 하는 절차이다. 허가 신청 시 작성된 대체물질 또는 대체공정 등에 대한 정보를 고려하여, 이들 물질의 사용으로 인한 위해도가 충분히 통제되고 있거나, 사회-경제적 기준에 따라 타당한지를 평가한다. 허가 시스템에 선정된 물질은 EC에서 이 물질의 사용으로 인한 위해도 통제가 충분한 수준인지 또는 이 물질의 사용으로 인해 발생하는 위해도를 정당화할 수 있는 사회-경제적 편익 등에 관해 결정할 필요가 있을 정도로 매우 높은 우려가 되는 유해 특성을 갖는 물질이다. 일반적으로 매우 심각하고, 비가역의 영향을 인체에 유발하는 CMR 범주 1, 2 물질 ; 생물체에 축적되면서 비가역의 영향을 유발하는 PBT 및 vPvB 물질의 안전성을 확보하기 위하여, CMR, PBT, vPvB 물질과 등가의 우려 수준을 갖는 심각하거나 비가역의 영향을 유발하는 물질 역시 개별 근거에 기초하여 확인할 수 있다. 예를 들자면 CMR 기준에는 해당하지 않는 내분비계 장애물질을 들 수 있다(EC, 2004).

ECHA(유럽화학물질관리청)에서 발표한 2015년 6월 15일 현재 SVHC 후보대상물질 31종은 아래 표와 같다.

<표 182> EU의 SVHC 허가대상물질(31종)

물질명	CAS No.	해당 독성	허가 유예기간
4,4′-Diaminodiphenylmethane(MDA)	101-77-9	(C)MR	2014. 08. 21
5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene(Musk xylene)	81-15-2	vPvB	2014. 08. 21
Benzyl butyl phthalate(BBP)	85-68-7	CM(R)	2015. 02. 21
Bis(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP)	117-81-7	CM(R)	2015. 02. 21
Dibutyl phthalate(DBP)	84-74-2	CM(R)	2015. 02. 21

물질명	CAS No.	해당 독성	허가 유예기간
Diisobutyl phthalate	84-69-5	CM(R)	2015. 02. 21
Diarsenic pentaoxide	1303-28-2	(C)MR	2015. 05. 21
Diarsenic trioxide	1327-53-3	(C)MR	2015. 05. 21
Lead chromate	7758-97-6	(C)M(R)	2015. 05. 21
Lead chromate molybdate sulphate red (C.I. Pigment Red 104)	12656-85-8	(C)M(R)	2015. 05. 21
Lead sulfochromate yellow (C.I. Pigment Yellow 34)	1344-37-2	(C)M(R)	2015. 05. 21
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	(C)MR	2015. 08. 21
Hexabromocyclododecane (HBCDD) and all major diastereoisomers identified: Alpha-hexabromocyclododecane Beta-hexabromocyclododecane Gamma-hexabromocyclododecane	25637-99-4 3194-55-6 134237-50-6 134237-51-7 134237-52-8	PBT	2015. 08. 21
Tris(2-chloroethyl)phosphate	115-96-8	CM(R)	2015. 08. 21
Trichloroethylene	1979-01-06	(C)MR	2016. 04. 21
Arsenic acid	7778-39-4	(C)MR	2017. 08. 22
Bis(2-methoxyethyl) ether	111-96-6	CM(R)	2017. 08. 22
Formaldehyde, oligomeric reaction products with aniline	25214-70-4	(C)MR	2017. 08. 22
Acids generated from chromium trioxide and their oligomers. Names of the acids and their oligomers: Chromic acid, Dichromic acid, Oligomers of chromic acid and dichromic acid.	7738-94-5 13530-68-2	(C)MR	2017. 09. 21
Ammonium dichromate	7789-09-05	(C)(M)(R)	2017. 09. 21
Chromium trioxide	1333-82-0	(C)(M)R	2017. 09. 21
Potassium chromate	7789-00-6	(C)(M)R	2017. 09. 21
Potassium dichromate	7778-50-9	(C)(M)(R)	2017. 09. 21
Sodium chromate	7775-11-03	(C)(M)(R)	2017. 09. 21

물질명	CAS No.	해당 독성	허가 유예기간
Sodium dichromate	7789-12-0 10588-01-9	(C)(M)(R)	2017. 09. 21
1,2-Dichloroethane	107-06-2	(C)MR	2017. 11. 22
2,2′-dichloro-4,4′-methylenedianiline	101-14-4	(C)MR	2017. 11. 22
Dichromium tris(chromate)	24613-89-6	(C)MR	2019. 01. 22
Pentazinc chromate octahydroxide	49663-84-5	(C)MR	2019. 01. 22
Potassium hydroxyoctaoxodizincatedichromate	11103-86-9	(C)MR	2019. 01. 22
Strontium chromate	7789-06-02	(C)MR	2019. 01. 22

나) 제한(Restriction)

당해 물질의 제조, 사용 또는 출시로 인하여 사람의 건강 또는 환경에 수용불가능한 리스크가 초래되고 EU 차원에서 이에 대처하여야 할 필요가 있는 경우 새로운 제한이 도입되거나 수정될 수 있다. 초기에는 제한지침의 내용이 그대로 유지된다. 제한의 대상의 예로는 벤젠 석면 등이 있다 제한의 대상이 되는 물질은 제한의 조건을 따르지 않고는 제조, 출시, 사용 할 수 없다.

REACH의 제한 과정은 해당물질의 제조, 사용 또는 유통으로 인하여 인체건강 및 환경에 EC 수준에서 보고가 될 필요가 있는 허용할 수 없는 수준의 위해를 유발할 수 있는 물질에 대한 안전 확보 과정이다. 즉 EC 수준으로 보고될 필요가 있을 정도로 인체건강 및 환경에 허용할 수 없는 위해를 유발하는 해당물질의 제조, 사용 및 유통에 대하여 이를 금지하거나 조건을 부여하는 절차로 특히 기존의 법령인 76/769/EEC 운영 경험 및 기존 화학물질에 대한 규정(793/93/EEC)에 따른 EC 수준의 위해도 저감 전략 운영 경험에 기초하고, 이를 면밀히 분석한 결과에 기초하여 제안되었다. 물질에 대한 제한이란 해당물질의 제조, 사용 또는 유통을 금지 또는 조건을 부여하는 것으로, 제조업자, 수입업자 및 하부 사용자에 의해 이미 수행된 것 이상의 위해도 저감조치가 필요하다고 판단되면 이를 이행 가능하고 EC 수준으로 도입할 수 있도록 한다.

만약 해당 물질의 제조, 사용 또는 유통(활동)이 부속서 XVI또는 XVII에 해당한다면, 제한은 모든 제조업자, 수입업자, 하부 사용자 및 유통업자들에게 적용될 수 있다. 제한 절차는 해당 물질이 허용할 수 없는 위해 유발이 우려되면 제한 대상물질로 제안하고 이에 대해서 EC 수준에서 제한이 실제로 필요한지를 제한 보고서 등을 토대로 검토하여 제한 내용을 작성하는 일련의 과정으로 진행된다. 특히 제한 대상물질의 제안은 집행위원회 및 회원국에서 제기할 수 있으며, 관련 제한 서류는 집행위원회의 요청에 부합하여 Agency및 회원국에서 작성하게 된다. 이를 통해 허용할 수 없는 위해를 입증해야 해야 하고,이를 통해서 제한 여부가 결정된다. 이들 제한 내용은 다른 법령과 중복되지 않는 범위에서 설정되어야 한다.

REACH 법령집의 제한과 관련된 부속서 XVII은 Directive76/769/EC에 포함되어있던 제한 내용을 정리 통합한 내용을 비롯한 기타 모든 제한 내용이 포함되며, 이외에도 스톡홀름 협약 및 UNECE 조약에 따라 국제적으로 합의된 잔류성 유기오염물질(POPs)에 대한 모든 제한 내용이 포함 된다.

모든 물질은 물질 등록 의무와는 관계없이 제한이 적용될 수 있다.제한 내용은 부속서에서 역치량이 규정된 경우가 아니라면, 그 양과 관련 없이 모든 활동에 적용된다. 그러나 연구 개발 과정에서 제한 물질을 사용하거나, 연간 1톤 미만의 양으로 연구 개발 과정에 기반한 제품 및 과정의 경우에는 제외가 적용된다. 특히 POPs물질은 실험실 규모에서의 연구 및 참고 표준물질로서의 사용인 경우에만 면제된다.

집행위원회 또는 회원국은 해당물질 그 자체, 제재 내 물질 또는 아티클 내의 물질의 제조, 사용 또는 유통 등으로 인해 EC수준에서 보고될 필요가 있는 위해도 수준이며, 허용할 수 없는 위해도 수준으로 인체 건강 또는 환경 위해도가 나타나는지에 대해 입증해야한다. 예를 들어 다음과 같은 경우 제한 과정이 시작된다.

▪ 제조업자, 수입업자 및 하부사용자의 화학물질 안전성 평가 보고서에서 동

일한 활동에 대해서 서로 다른 위해도 관리 조치를 권고하고 있고 이들 위해도 관리 조치에 대해 허용가능한 기준이 확인되어야할 필요가 있는 경우

▪ 해당물질에 대한 평가 결과 EC 수준에서의 조치가 필요하다고 나타나는 경우[53]

▪ 위험물질을 대량 사용하여, 환경으로의 배출이나 환경을 통한 인체 간접노출의 증거가 있는 경우

▪ 제조업자, 수입업자에 의해 권고되고 있거나, 이미 하부 사용자에 의해 이행되고 있는 위해도 저감조치가 인체건강 및 환경 보호에 충분하지 않다고 하는 증거가 제시되어 EC수준의 이슈가 제기되는 경우

REACH의 제한 대상 목록은 부속서 XVII에 정리되어 있으며, 현재에는 Directive76/769/EC에 포함된 제한 내용이 기본으로 포함되어 있다. 총 50여종의 물질이 제시되어 있지만 근로자 건강을 위한 물질은 약 40종[54]이 해당된다.

53) 가장 우려가 되는 수준의 연구 선정 결과, 분류 표지 결과 또는 DNEL(derivednoeffectlevel)선정 결과 등에 대해서, 해당물질 그 자체, 제재 내 물질 또는 아티클 내의 물질의 제조업자, 수입업자가 작성한 위험성 평가 결과가 서로 상당한 차이를 보이는 경우 예를 들어 공기 흡입, 물 섭취, 식품 섭취, 해당물질을 배출하는 아티클 및 제재의 취급 과정 등을 통한 동시 노출과 같이 서로 다른 발생원으로 인해 복합적 인체 노출이 발생하는 경우

54) Polychlorinatedbiphenyls(PCB), Polychlorinatedterphenyls(PCT), 0.005%이하 제외, 2 Chloro-1-ethylene(Vinylchloride), Tris(2,3-dibromopropyl)phosphate, Benzene, Asbestosfibre, Crocidolite(청석면), Amosite(갈석면), Anthophyliteasbestos(직섬석석면), Actinoliteasbestos(양기석석면), Tremoliteasbestos(투각섬석면), Chrysotile(온석면), Tris(aziridinyl)phosphinoxide, Polybromobiphenyls(PBB), 사포닌이 함유된 칼라하(SoapBar)파우더 및 그 유도체, Benzidine and its salts, o-nitrobenzaldehyde, Ammonium sulphideandammonium hydrogen sulphide, Volatileestersofbromoaceticacids, Methylbromoacetate, 2-naphthylamine and its salts, 4-nitrobiphenyl, 4-aminobiphenylanditssalts, Leadcarbons:PbCO3, Leadsulphates, Mercury compound, Arseniccompound, Organostanniccompound, di-μ-oxo-di-n-butylstanniohy, droxyborane, Pentachlorophenol, Cadmium, anditscompounds, Monomethyl-tetrachlorodiphenyl methane, Monomethyl-dichloro-diphenylmethane, Monomethyl-dibromo-diphenylmethane, Nickel, anditscompound, Chloroform, CarbontetrachlorideCASNo56-23-5, 1,1,2Trichloroethane, 1,1,2,2Tetrachloroethane, 1,1,1,2Tetrachloroethane, Pentachloroethane, 1,1Dichloroethylene, 1,1,1Trichloroethane, hexachloroethan, Azocolourants, Diphenylether,pentabromo, Cement(6가 크롬을 함유한 경우), Toluene, Trichlorobenzene, Polycyclic-aromatic hydrocarbons(PAH)[1)]

아. EU REACH의 고 우려 물질(SVHC)

2014년 12월 17일, 유럽화학물질청(European CHemicals Agency; 이하 ECHA)은 발암성, 돌연변이성, 생식독성 등의 특징을 갖는 고위험성 우려물질(Substances of Very High Concern; 이하 SVHC) 후보 목록 및 SVHC 목록을 아래와 같은 내용으로 개정하였다. SVHC로서 환경에 심각하게 유해한 영향을 미치거나, 그와 동등한 수준의 영향이 우려됨을 감안하여 1종의 물질 Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)을 추가 지정하였으며, 아래 표와 같이 SVHC 후보 목록에 6종의 물질 추가 등재시켰다.

<표 183> EHCA의 추가 등재된 SVHC 후보 물질

No	물 질 명	CAS No.	포함 사유
1	Cadmium fluoride	7790-79-6	발암성(Article 57 a); 돌연변이성(Article 57 b); 생식독성(Article 57 c); 인체에 심각하게 유해한 영향을 미치거나, 그와 동등한 수준의 영향이 우려됨(Article 57 f)
2	Cadmium sulphate	10124-36-4; 31119-53-6	발암성(Article 57 a); 돌연변이성(Article 57 b); 생식독성(Article 57 c); 인체에 심각하게 유해한 영향을 미치거나, 그와 동등한 수준의 영향이 우려됨(Article 57 f)
3	2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylphenol(UV-320)	3846-71-7	PBT (Article 57 d); vPvB(Article 57 e)
4	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol(UV-328)	25973-55-1	PBT (Article 57 d); vPvB(Article 57 e)
5	2-ethylhexyl10-ethyl-4,4-dioctyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithi	15571-58-1	생식독성(Article 57 c)

No	물 질 명	CAS No.	포함 사유
	a-4-stannatetradecanoate(DOTE)		
6	reaction mass of 2-ethylhexyl10-ethyl-4,4-dioctyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoateand2-ethylhexyl10-ethyl-4-[[2-[(2-ethylhexyl)oxy]-2-oxoethyl]thio]-4-octyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate(reaction mass of DOTE and MOTE)	–	생식독성(Article57 c)

*PBT(Persistent, Bioaccumulative and Toxic) : 잔류성, 생물농축성, 독성이 강한 물질
*vPvB(very Persistent and very Bioaccumulative) : 고잔류성·고생물농축성

ECHA는 6종의 새로운 SVHC를 허가후보물질(신고대상물질) 목록에 추가시켰으며, 이로써 허가후보 목록에는 총 163종(165개)의 물질이 등재되었다. 2015년 6월 15일 목록에 포함된 2종의 물질[55]을 함유하는 완제품 생산자 및 수입자는 완제품 내 함유된 SVHC가 완제품 생산자 또는 수입자 당 연간 1톤 이상인 경우 및 완제품 내 함유된 SVHC가 중량 대비 0.1%를 초과하는 경우 모두에 해당 되는 경우 6개월 내에 ECHA에 신고하여야 한다.

55) 1. 1,2-benzenedicarboxylic acid, di-C6-10-alkyl esters; 1,2-benzenedicarboxylic acid, mixed decyl and hexyl and octyl diesters with ≥ 0.3% of dihexyl phthalate (EC No. 201-559-5)/생식독성(Article 57 c), 2. 5-sec-butyl-2-(2,4-dimethylcyclohex-3-en-1-yl)-5-methyl-1,3-dioxane [1], 5-sec-butyl-2-(4,6-dimethylcyclohex-3-en-1-yl)-5-methyl-1,3-dioxane [2] [covering any of the individual stereoisomers of [1] and [2] or any combination thereof]/vPvB (Article 57 e)

<표 184> EHCA의 SVHC 165개 물질(163종)

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
1	4,4′-Diaminodiphenylmethane(MDA)	101-77-9	O	2014.8.21	Car.
2	Dibutylphthalate(DBP)	84-74-2	O	2015.2.21	Rep.
3	5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene(muskxylene)	81-15-2	O	2014.8.21	vPvB
4	Bis(2-ethyl(hexyl)phthalate)(DEHP)	117-81-7	O	2015.2.21	Rep.
5	Hexabromocyclododecane(HBCDD)andallmajor diastereoisomersidentified	25637-99-4and 3194-55-6	O	2015.8.21	PBT
	(α - HBCDD)	134237-50-6	O		
	(β-HBCDD)	134237-51-7	O		
	(γ-HBCDD)	134237-52-8	O		
6	Alkanes,C10-13,chloro(ShortChainChlorinatedParaffins)	85535-84-8			PBT, vPvB
7	Benzylbutylphthalate(BBP)	85-68-7	O	2015.2.21	Rep.
8	Anthracene	120-12-7			PBT
9	Cobaltdichloride	7646-79-9			Car.Rep.
10	Diarsenicpentaoxide	1303-28-2	O	2015.5.21	Car.
11	Diarsenictrioxide	1327-53-3	O	2015.5.21	Car.
12	Sodiumdichromate	-	O	2017.9.21	Car. Mut. Rep.
	(dihydrate)	7789-12-0	O	2017.9.21	
	(anhydrous)	10588-01-9	O	2017.9.21	
13	Bis(tributyltin)oxide	56-35-9			PBT
14	Leadhydrogenarsenate	7784-40-9			Car.Rep.
15	Triethylarsenate	15606-95-8			Car.
16	Anthraceneoil	90640-80-5			Car. PBT,
17	Anthraceneoil,anthracenepaste, distn.lights*	91995-17-4			Car.Mut. PBT, vPvB
18	Anthraceneoil,anthracenepaste, anthracene fraction	91995-15-2			Car.Mut. PBT, vPvB

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
19	Anthraceneoil,anthracene-low	90640-82-7			Car.Mut. PBT, vPvB
20	Anthraceneoil,anthracenepaste	90640-81-6			Car.Mut. PBT, vPvB
21	Coaltarpitch,hightemperature	65996-93-2			Car. PBT, vPvB
22	Aluminiosilicate,RefractoryCeramicFibres	-			Car.
23	ZirconiaAluminosilicate,RefractoryCeramicFibres	-			Car.
24	2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	O	2015.8.21	Car.
25	Diisobutylphthalate(DIBP)	84-69-5	O	2015.2.21	Rep.
26	Leadchromate	7758-97-6	O	2015.5.21	Car.Rep.
27	Leadchromatemolybdatesulphatered(C.I.PigmentRed104)***	12656-85-8			Car.Rep.
28	Leadsulfochromateyellow(C.I.PigmentYellow34)***	1344-37-2			Car.Rep.
29	Tris(2-chloroethyl)phosphate	115-96-8	O	2015.8.21	Rep.
30	Acrylamide	79-06-01			Car.Mut.
31	Trichloroethylene	79-01-6	O	2016.4.21	Car.
32	Boric acid, (crude natural)	10043-35-3			Rep.
	Boricacid	11113-50-1			Rep.
33	Disodiumtetraborate,anhydrous (borax)	1303-96-4			Rep.
	Disodiumtetraborate,anhydrous	1330-43-4			
		12179-04-3			
34	Tetraborondisodiumheptaoxide, hydrate	12267-73-1			Rep.
35	Sodiumchromate	7775-11-3	O	2017.9.21	Car.Mut. Rep.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
36	Potassiumchromate	7789-00-6	O	2017.9.21	Car.Mut.
37	Ammoniumdichromate	7789-09-5	O	2017.9.21	Car.Mut. Rep.
38	Potassiumdichromate	7778-50-9	O	2017.9.21	Car.Mut. Rep.
39	Cobalt(Ⅱ)sulphate	10124-43-3			Car.Rep
40	Cobalt(Ⅱ)dinitrate	10141-05-6			Car.Rep
41	Cobalt(Ⅱ)carbonate	513-79-1			Car.Rep
42	Cobalt(Ⅱ)diacetate	71-48-7			Car.Rep
43	2-methoxyethanol	109-86-4			Rep.
44	2-ethoxyethanol	110-80-5			Rep.
45	Chromiumtrioxide	1333-82-0	O	2017.9.21	Car.Mut
46	Acidgeneratedfromchromiumtrioxideand theiroligomer Groupcontaining: Chromicacid Dichromicacid Oligomerofchronicacidanddichromicacid	7738-94-5135 30-68-2 notyet assigned	O	2017.9.21	Car.
47	2-ethoxyethylacetate	111-15-9			Rep.
48	Strontiumchromate	7789-06-2	O	2017.7.22	Car.
49	1,2-Benzenedicarboxylicacid,di-C7-11-branched andlinearalkylesters(DHNUP)	68515-42-4			Rep.
50	Hydrazine	302-01-2			Car.
	Hydrazinehydrate	7803-57-8			
51	1-methyl-2-pyrrolidone	872-50-4			Rep.
52	1,2,3-trichloropropane	96-18-4			Car.Rep.
53	1,2-Benzenedicarboxylicacid,di-C6-8-branchedalkylesters,C7-rich(DIHP)	71888-89-6			Rep.
54	Dichromiumtris(chromate)	24613-89-6	O	2019.1.22	Car.
55	Potassiumhydroxyoctaoxodizincatedi-chromate	11103-86-9	O	2019.1.22	Car.
56	Pentazincchromateoctahydroxi	49663-84-5	O	2019.1.22	Car.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
	de				
57	AluminosilicateRefractoryCeramicFibres(RCF)	-			Car.
58	ZirconiaAluminosilicateRefractoryCeramicFibres (Zr-RCF)	-			Car.
59	Formaldehyde,oligomericreactionproductswithaniline(technicalMDA)	25214-70-4	O	2017.8.22	Car.
60	Bis(2-methoxyethyl)phthalate	117-82-8			Rep.
61	2-Methoxyaniline;o-Anisidine	90-04-0			Car.
62	4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenol,(4-tert-Octylphenol)	140-66-9			Art.57 (f), equivalentlevel
63	1,2-Dichloroethane	107-06-2	O	2017.8.22	Car.
64	Bis(2-methoxyethyl)ether	111-96-6	O	2017.8.22	Rep.
65	Arsenicacid	7778-39-4	O	2017.8.22	Car.
66	Calciumarsenate	7778-44-1			Car.
67	Trileaddiarsenate	3687-31-8			Car.Rep.
68	N,N-dimethylacetamide(DMAC)	127-19-5			Rep.
69	2,2′-dichloro-4,4′-methylenedianiline(MOCA)	101-14-4	O	2017.8.22	Car.
70	Phenolphthalein	77-09-8			Car.
71	LeadazideLeaddiazide	13424-46-9			Rep.
72	Leadstyphnate	15245-44-0			Rep.
73	Leaddipicrate	6477-64-1			Rep.
74	1,2-bis(2-methoxyethoxy)ethane(TEGDME;triglyme)	112-49-2			Rep.
75	1,2-dimethoxyethane;ethyleneglycoldimethylether (EGDME)	110-71-4			Rep.
76	Diborontrioxide	1303-86-2			Rep.
77	Formamide	75-12-7			Rep.
78	Lead(II)bis(methanesulfonate)	17570-76-2			Rep.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
79	1,3,5-tris(oxiranylmethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione(TGIC)	2451-62-9			Mut.
80	1,3,5-tris[(2Sand2R)-2,3-epoxypropyl]-1,3,5-triazine-2,4,6-(1H,3H,5H)-trione(β-TGIC)	59653-74-6			Mut.
81	4,4′-bis(dimethylamino)benzophenone (Michler′sketone)	90-94-8			Car.
82	N,N,N′,N′-tetramethyl-4,4′-methylenedianiline (Michler′sbase)	101-61-1			Car.
83	[4-[[4-anilino-1-naphthyl][4-(dimethylamino)phenyl]methylene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]dimethylammoniumchloride (C.I.BasicBlue26)*[with≥ 0.1%ofMichler′sketone(ECNo.202-027-5)orMichler′sbase(ECNo.202-959-2)]*	2580-56-5			Car.
84	[4-[4,4′-bis(dimethylamino)benzhydrylidene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]dimethylammoniumchloride (C.I.BasicViolet3)*[with≥ 0.1%ofMichler′sketone(ECNo.202-027-5)orMichler′sbase(ECNo.202-959-2)]*	548-62-9			Car.
85	4,4′-bis(dimethylamino)-4′′-(methylamino)tritylalcohol*[with≥ 0.1%ofMichler′sketone(ECNo.202-027-5)orMichler′sbase(EC*	561-41-1			Car.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
	No.202-959-2)]				
86	α , α -Bis[4-(dimethylamino)phenyl] -4 (phenylamino)naphthalene-1-methanol (C.I.SolventBlue4)*[with≥ 0.1%ofMichler's ketone(ECNo.202-027-5)orMichler'sbase(ECNo.202-959-2)]*	6786-83-0			Car.
87	Hexahydromethylphthalicanhydride[1],Hexahydro-4-methylphthalicanhydride[2],Hexahydro-1-methylphthalicanhydride[3],Hexahydro-3-methylphthalicanhydride[4]*[Theindividualisomers[2],[3]and[4](includingtheircis-andtrans-stereoisomericforms)andallpossiblecombinationsoftheisomers[1]arecoveredbythisentry]*	25550-51-0, 19438-60-9, 48122-14-1, 57110-29-9			-
88	6-methoxy-m-toluidine(p-cresidine)	120-71-8			Car.
89	Cyclohexane-1,2-dicarboxylicanhydride[1],cis-cyclohexane-1,2-dicarboxylicanhydride[2],trans-cyclohexane-1,2-dicarboxylicanhydride[3][Theindividualcis-[2]andtrans-[3]isomersubstancesandallpossiblecombinationsofthecis-andtrans-isomers[1]arecoveredbythisentry]	85-42-7,13149-00-3, 14166-21-3			-
90	Pyrochlore,antimonyleadyellow	8012-00-8			Rep.
91	Henicosafluoroundecanoicacid	2058-94-8			vPvB

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
92	4-Aminoazobenzene	60-09-3			Car.
93	Silicicacid,leadsalt	11120-22-2			Rep.
94	Leadtitaniumzirconiumoxide	12626-81-2			Rep.
95	Leadmonoxide(leadoxide)	1317-36-8			Rep.
96	o-Toluidine	95-53-4			Car.
97	3-ethyl-2-methyl-2-(3-methylbutyl)-1,3-oxazolidine	14860-04-2			Rep.
98	Dibutyltindichloride(DBTC)	683-18-1			Rep.
99	Leadbis(tetrafluoroborate)	13814-96-5			Rep.
100	Leaddinitrate	10099-74-8			Rep.
101	Silicicacid(H2Si2O5),bariumsalt(1:1),lead-doped[withlead(Pb)contentabovetheapplicablegenericconcentrationlimitfor'toxicityforreproduction'Repr.1A(CLP)orcategory1(DSD);thesubstanceisamemberofthegroupentryofleadcompounds,withindexnumber082-001-00-6inRegulation(EC)No1272	68784-75-5			Rep.
102	Trileadbis(carbonate)dihydroxide	1319-46-6			Rep.
103	4,4′-methylenedi-o-toluidine	838-88-0			Car.
104	Diethylsulphate	64-67-5			Car.Mut.
105	Dimethylsulphate	77-78-1			Car.Mut.
106	N,N-dimethylformamide	68-12-2			Rep.
107	4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenol,ethoxylated[coveringwell-definedsubstancesandUVCBsubstances,polymersandhomologues]	-			-
108	4-Nonylphenol,branchedandlinear[substanceswithalinearand/orbranchedalkylchainwithacarbonnumberof9covalentlyboundinposition4tophenol,cov	-			-

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
	eringalsoUVCB-andwell-definedsubstanceswhichincludeanyoftheindividualisomersoracombination				
109	Furan	110-00-9			Car.
110	Leadoxidesulfate	12036-76-9			Rep.
111	Leadtitaniumtrioxide	12060-00-3			Rep.
112	Bis(pentabromophenyl)ether(decabromodiphenylether;DecaBDE)	1163-19-5			PBT
113	Dinoseb(6-sec-butyl-2,4-dinitrophenol)	88-85-7			Rep.
114	1,2-Diethoxyethane	629-14-1			Rep.
115	N-methylacetamide	79-16-3			Rep.
116	Tetraleadtrioxidesulphate	12202-17-4			Rep.
117	Aceticacid,leadsalt,basic	51404-69-4			Rep.
118	Phthalato(2-)]dioxotrilead	69011-06-9			Rep.
119	Tetraethyllead	78-00-2			Rep.
120	N-pentyl-isopentylphthalate	776297-69-9			Rep.
121	Pentaleadtetraoxidesulphate	12065-90-6			Rep.
122	Heptacosafluorotetradecanoicacid	376-06-7			vPvB
123	Tricosafluorododecanoicacid	307-55-1			vPvB
124	1-bromopropane(n-propylbromide)	106-94-5			Rep.
125	Dioxobis(stearato)trilead	12578-12-0			Rep.
126	Pentacosafluorotridecanoicacid	72629-94-8			Rep.
127	Methoxyaceticacid	625-45-6			Rep.
128	Methyloxirane(Propyleneoxide)	75-56-9			Car.Mut.
129	Trileaddioxidephosphonate	12141-20-7			Rep.
130	o-aminoazotoluene	97-56-3			Car.
131	4-methyl-m-phenylenediamine (toluene-2,4-diamine)	95-80-7			Car.
132	Diisopentylphthalate	605-50-5			Rep.
133	1,2-Benzenedicarboxylicacid,dipentylester,branchedandlinear	84777-06-0			Rep.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
134	Biphenyl-4-ylamine	92-67-1			Car.
135	Fattyacids,C16-18,leadsalts	91031-62-8			Rep.
136	Orangelead(leadtetroxide)	1314-41-6			Rep.
137	4,4′-oxydianilineanditssalts	101-80-4			Car.Mut.
138	Diazene-1,2-dicarboxamide(C,C′-azodi(formamide))	123-77-3			-
139	Sulfurousacid,leadsalt,dibasic	62229-08-7			Rep.
140	Leadcyanamidate	20837-86-9			Rep.
141	Cadmium	7440-43-9			Car.
142	Ammoniumpentadecafluorooctanoate(APFO)	3825-26-1			Rep.PBT
143	Pentadecafluorooctanoicacid(PFOA)	335-67-1			Rep.PBT
144	Dipentylphthalate(DPP)	131-18-0			Rep.
145	4-Nonylphenol,branchedandlinear,ethoxylated [substanceswithalinearand/orbranchedalkylchainwithacarbonnumberof9covalentlyboundinposition4tophenol,ethoxylatedcoveringUVCB-andwell-definedsubstances,polymersandhomologues,whichincludeanyoftheindividualisomersand/or combitisthereof]	-			-
146	Cadmiumoxide	1306-19-0			Car.
147	Cadmiumsulphide	1306-23-6			Car.
148	Disodium3,3′-[[1,1′-biphenyl]-4,4′-diylbis(azo)]bis(4-aminonaphthalene-1-sulphonate)(C.I.DirectRed28)	573-58-0			Car.
149	Disodium4-amino-3-[[4′-[(2,4-diaminophenyl)azo][1,1′-biphenyl]-4-yl]azo]-5-hydroxy-6-(phenylazo)naphthalene-2,7-disulphonate(C.I.Direct	1937-37-7			Car.

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
	Black38)				
150	Dihexylphthalate	84-75-3			Rep.
151	Imidazolidine-2-thione(2-imidazoline-2-thiol)	96-45-7			Rep.
152	Leaddi(acetate)	301-04-2			Rep.
153	Trixylylphosphate	25155-23-1			Rep.
154	1,2-Benzenedicarboxylicacid,dihexylester,branched andlinear	68515-50-4			Rep.
155	Sodiumperborate;perboricacid,sodiumsalt	11138-47-9 -			Rep.
156	Sodiumperoxometaborate	7632-04-04			Rep.
157	Cadiumchloride	10108-64-2			Mut., Rep.
158	Cadmiumsulphate	10124-36-4, 31119-53-6			Car., Mut., Rep.
159	2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylphenol(UV-320)	3846-71-7			PBT, vPvB
160	2-ethylhexyl10-ethyl-4,4-dioctyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate(DOTE)	15571-58-1			Rep.
161	reactionmassof2-ethylhexyl10-ethyl-4,4-dioctyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoateand2-ethylhexyl10-ethyl-4-[[2-[(2-ethylhexyl)oxy]-2-oxoethyl]thio]-4-octyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate(reactionmassofDOTEandMOTE)	-			Rep.
162	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol(UV-328)	25973-55-1			PBT, vPvB
163	Cadmiumfluoride	7790-79-6			Car.,

번호	물질명	CAS. No	허가 물질	허가 (유예기간)	포함사유
					Mut., Rep.
164	1,2-benzenedicarboxylicacid,di-C6-10-alkylesters; 1,2-benzenedicarboxylicacid,mixed decylandhexylandoctyldiesters with ≥ 0.3%ofdihexylphthalate(ec201-559-5)	68515-51-5, 68648-93-1			Rep.
165	5-sec-butyl-2-(2,4-dimethylcyclohex-3-en-1-yl)-5-methyl-1,3-dioxane[1],5-sec-butyl-2-(4,6-dimethylcyclohex-3-en-1-yl)-5-methyl-1,3-dioxane[2][coveringanyoftheindividualstereoisomersof[1]and[2]oranycombinationthereof]	-			vPvB

한편, ECHA는 5종의 새로운 SVHC를 허가후보물질(신고대상물질) 목록에 추가시켰으며, 이로써 허가후보 목록에는 총 168종의 물질이 등재되었다.

2015년 12월 17일 목록에 포함된 5종의 물질을 함유하는 완제품 생산자 및 수입자는 아래의 두 가지 조건 모두 해당 되는 경우 6개월 내에 ECHA에 신고하여야 한다.

· 완제품 내 함유된 SVHC가 완제품 생산자 또는 수입자 당 연간 1톤 이상인 경우

· 완제품 내 함유된 SVHC가 중량 대비 0.1%를 초과하는 경우

만약 이미 해당 용도로 등록된 물질이거나 노출을 차단할 수 있다면, 신고 의무를 면제 받는다. 완제품 내 물질 신고와 관련된 신고서류 작성 및 제출방법에 관한 매뉴얼은 ECHA 웹페이지에서 확인 가능하다.

<표 185> 추가된 EHCA의 SVHC 5종 물질

No	물 질 명	CAS No.	포함 사유
1	Nitrobenzene	98-95-3	생식독성(Article 57 c);
2	2,4-di-tert-butyl-6-(5-chlorobenzotriazol-2-yl)phenol (UV-327)	3864-99-1	vPvB(Article 57 e)
3	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(tert-butyl)-6-(sec-butyl)phenol (UV-350)	36437-37-3	vPvB(Article 57 e)
4	1,3-propanesultone	1120-71-4	발암성(Article 57 a)
5	Perfluorononan-1-oic-acid and its sodium and ammonium salts	375-95-1 21049-39-8 4149-60-4	생식독성(Article 57 c); PBT(Article 57 d)

자. EU-RAR(EU-Risk Assessment Report)

EU(European Union ; 유럽 연합)에서는 기존 화학물질의 위해성 평가 및 관리에 관한 이사회 지침(93/793/EEC, 1993년 채택)에 근거하여 아래 4단계로 기존 화학물질의 위해성평가 및 관리에 집중하고 있다.

Step1 : 자료 수집 ; 1990년부터 1994년까지 연간 1000t 이상 제조 또는 수입된 화학물질(HPV chemicals) 및 10~1000t 사이에 제조·수입된 화학물질(LPVchemicals)에 관한 자료 수집

Step2 : 우선 순위 부여 ; Step1의 자료를 기초로 하여 인체나 환경에 영향을 주는 가능성이 있는 물질 4개에 대하여 우선 목록을 작성

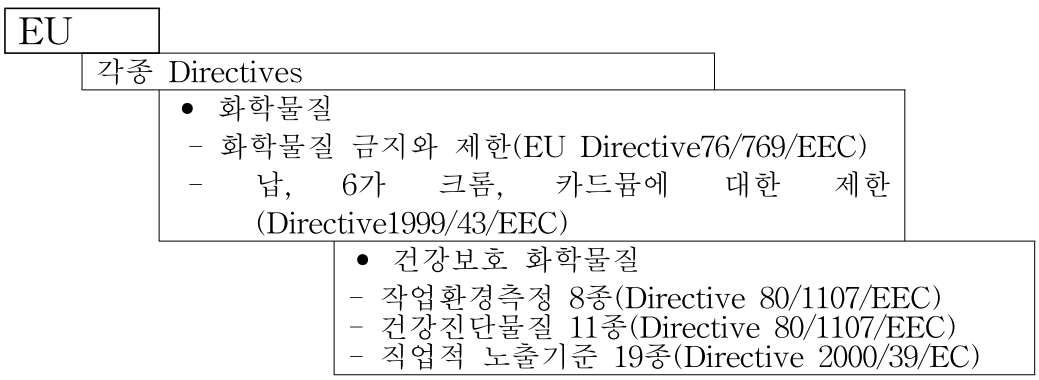
Step3 : 위해성 평가 ; 상기의 우선 목록에 기재된 화학물질에 대하여 위원회 지침(94/1488/EC) 및 TGD(Technical Guidance Documents)에 근거하여 위해성 평가를 실시

Step4 : 위해성 저감 ; 위해성 저감에 대한 TGD의 작성이나 법적 규제에 의한 위해성 저하 실시

차. EU의 화학물질관리 요약

EU는 화학물질 및 제품과 관련된 지침이 다수 존재한다. 이를 구분하면 분류 및 표시에 관한 지침, 화학물질 및 제품의 유통 및 사용 규제에 관한 지침, 기타규제 관련 지침이 있다.

EU Directive76/769/EEC에 따라 화학물질 자체에 대한 규제는 금지물질과 제한물질이 있다. 산업안전보건관련 지침은 Directive 89/391가 있으며 화학적, 생물학적, 물리적 요인에 대한 지침도 마련되어 있다. 또한, EU 이사회 지침(Council Directive 80/1107/EEC)로 화학적, 물리적 및 생물학적인자의 노출과 관련된 위험으로부터 작업 근로자의 보호와 관련된 지침에서는 작업환경측정 대상 화학물질 등을 규정하고 있으며, 건강진단 실시대상 화학물질도 11종으로 알려져 있다. 또한, 직업적 노출기준과 관련해서 Council Directive 98/24/EC와 Directive 2000/39/EC에 19종의 화학물질에 대한 직업적 노출기준도 마련되어 있다.



[그림 16] EU의 화학물질관리 수준 요약

(3) 미국의 화학물질 관리

미국의 화학물질과 관련된 기관으로 산업안전보건청(OSHA)와 환경청(EPA), 수송부(The department of Transportation, DOT) 등이 있다. 특히, 미국 연방정부차원에서 화학물질관리와 관련된 법령은 18개에 이르며 사업장의 화학물질 관리는 사실상 미국산업안전보건청에서 관리하는 직업안전보건법(OSHAct)이며, 발암성물질과 관련되어 추가적으로 파악할 필요가 있는 법으로는 유해화학물질관리법(Toxic Substances Control Act, TSCA)과 유해물질운송법(Hazardous Materials Transportation Act, HMTA)이 있으며 주요내용으로는 화학물질의 표시와 분류, 유해성 조사 및 심사 등이다.

가. 유해화학물질관리법

이 법은 우리나라의 화학물질관리법, 일본 통상산업부의 화학물질 심사 및 제조 규제법과 거의 유사한 목적으로 규정된 법률로서 특정분야가 아닌 일반적인 산업 및 상업적 용도의 화학물질을 규제하는 법은 유해물질관리법(Toxic Substance Control Act, TSCA)이다. 역사적으로는 1970년 President's Council on Environmental Quality에서는 유독물질에 관하여 증가하는 문제를 해결하기 위하여 법령이 제안되었다. 대중의견 수렴 및 논쟁을 거쳐 약 6년 후, 의회에서는 1976년 가을 유해화학물질관리법을 제정하였다. 한편, 유해화학물질관리법 제6조에 따라 EPA는 여러 권한을 가진다. 즉, 인체 및 환경에 비합리적 위해도(Unreasonable risk)가 있거나 유발할 수 있는 화학물질 및 혼합물의 제조(수입을 포함), 처리공정, 사용 및 상업적 유통 및 폐기를 규제할 수 있다. EPA는 어떠한 법령의 결과를 결정한 후 비합리적 위해도를 유발하는 물질에 대해서 제조, 상업적 유통 등을 금지하거나, 용도를 제한하거나 라벨링을 의무화하거나

다른 규제 내용을 적용할 수 있다. 6조에 따른 규제를 위해서, EPA는 이 물질이 “인체 건강 또는 환경에 비합리적 위해도가 있거나 유발할 수 있다”는 결론을 짓는 합리적 근거가 있음을 규명해야 한다. 여기서 비합리적 위해도란 비용-편익 기준을 고려한 것으로 규제 시 인체 건강 및 환경에 대한 화학물질의 영향 및 인체 노출 정도, 화학물질의 편익 및 대체물의 이용가능성 및 규정으로 인한 경제적 영향 등을 모두 고려하여 평가한다. 또한 유해화학물질관리법은 충분한 인체 및 환경 보호를 하면서 기업체에는 "최소한의 부담을 주는" 규제를 하도록 권고하고 있다(US EPA, 2004).

미국의 화학물질관리법의 기본구조는 3가지 정도로 요약 될 수 있다 첫째 화학물질의 제조자는 해당 화학물질이 인체 및 환경에 미치는 영향에 관한 자료를 작성 제출하여야 할 책임이 있다 둘째 정부 즉 환경보호국(Environmental Protection Agency, EPA)는 인체 건강 및 환경에 피해를 초래하는 불합리한 리스크 특히 급박한 리스크를 방지하기 위하여 화학물질의 상업적 제조·사용·유통 및 처분에 관한 총체적인 규제권한을 갖는다. 셋째 정부의 규제권한은 기술개발에 있어서 불필요한 경제적 장애를 초래하는 방식으로 행사되어서는 아니 된다(박성철, 2014). 화학물질관리법의 가장 핵심을 이루는 조항은 제4조 제4조 및 제6조로 구체적인 내용은 박성철(2014)이 번역한 내용을 수록하도록 한다. 이에 따르면 EPA는 인체 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래할 수 있는 화학물질 또는 실질적인 양으로 생산되어 실질적으로 환경에 유출되거나 인체에 노출되는 화학물질에 대한 평가를 요구할 수 있고 제 조 신규화학물질에 대한 규제 즉 사전심사(Pre-Manufacture Review; PMR) 권한을 가지며 인체 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래하는 물질의 제조가공 유통 사용 또는 처분을 제한하거나 금지할 수 있다(제6조).

가) 화학물질 평가

화학물질관리법의 제정목적 중의 하나는 화학물질의 제조자나 가공자에게 당

해 물질이 인체 및 환경에 미치는 영향에 대한 적절한 자료를 작성하여야 할 책임을 지우는 데 있다. 제4조에 따르면 화학물질이 불합리한 리스크를 초래하거나 화학물질이 인체나 환경에 노출될 수 있을 정도로 실질적인 양으로 생산되는 경우, EPA는 제조자 또는 가공자에게 안정성 및 환경성에 관한 자료를 작성할 것을 요구하는 규칙을 제정할 수 있다.

(가) 평가의 요건

EPA는 화학물질 또는 혼합물질의 제조·유통·가공·사용 또는 처리 등의 활동이 인체 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래할 수 있고 화학물질 또는 혼합물질의 제조·유통·가공·사용 또는 처리 등의 활동이 인체 건강 또는 환경에 미치는 영향을 합리적으로 예측하거나 판단할 수 있는 자료와 경험이 충분하지 못하며 이러한 자료를 생산하기 위하여 해당 화학물질 또는 혼합물질에 대한 평가가 필요하다고 판단하는 경우 당해 물질에 대한 평가를 요구하는 규칙을 제정할 수 있다.

EPA는 전술한 바와 같이 불합리한 리스크가 인정되는 경우 외에도 노출을 근거로 화학물질에 대한 평가를 요구할 수 있다 즉 는 화학물질 또는 혼합물질이 실질적인 양 으로 생산되고 있거나 생산될 것이고 당해물질이 실질적인 양으로 환경에 유출되거나 유출될 것으로 합리적으로 예측할 수 있거나 또는 인체가 당해 물질에 중대하거나 실질적으로 노출되고 있거나 노출될 수 있으며 당해 물질의 제조 유통 가공 사용 또는 처리 등의 활동이 인체 건강 또는 환경에 미치는 영향을 합리적으로 예측하거나 판단할 수 있는 자료와 경험이 충분하지 못하며 이러한 자료를 생상하기 위하여 당해 물질에 대한 평가가 필요하다고 판단하는 경우 당해 물질에 대한 평가를 요구하는 규칙을 제정할 수 있다. 즉 이는 명문으로 실질적인 생산 및 실질적이거나 중대한 노출 을 요구하고 있다 따라서 여기에서 요구되는 노출의 수준은 불합리한 리스크를 이유로 평가를 요구하는 경우에 있어서의 노출 보다 높은 수준의 입증을 요하는 것이

라고 할 수 있다 과거 EPA는 실질적인 노출 또는 유출을 엄격하게 수치화하는 것은 가능하지도 않고 바람직하지도 않으며 생산 및 노출에 대한 판단은 각각의 화학물질에 대하여 개별적으로 이루어져야 한다는 입장을 견지하였기 때문에 실질적인이라는 개념을 정량화하지 않았다 그러다가 1995년 5월 EPA는 실질적인 생산 유출 노출을 정량화하는 최종정책성명을 공표하였다 여기에서는 실질적인 생산 유출 및 인체 노출을 판단하기 위한 기준으로 정량한계기준을 제시하고 있다.

(나) 평가의 내용

EPA는 이상의 평가요건 중 하나를 충족하는 것으로 판단하는 경우 의견수렴절차를 거쳐 당해 물질에 대한 평가를 요구하는 규칙을 제정한다. 이 규칙은 평가대상 화학물질 또는 혼합물질 평가결과의 생산기준 기존물질의 경우 평가결과의 제출기한 등을 명시하는 것이어야 한다. EPA는 평가의 유형과 수량을 결정함에 있어서 광범위한 재량을 갖는다. 즉 평가결과의 생산기준에는 인체건강 또는 환경에 미칠 수 있는 영향, 화학물질의 성질 평가방법 등이 포함되는데 인체 건강 또는 환경에 미칠 수 있는 영향에는 발암성, 돌연변이유발성, 기형유발성, 행동장애성, 그 밖에 인체건강 또는 환경에 불합리한 리스크를 초래할 수 있는 영향이 포함될 수 있고, 화학물질의 성질 평가방법에는 잔류성, 급성독성, 아급성독성, 만성독성과 그밖에 리스크를 초래할 수 있는 성질이 포함될 수 있으며 화학물질의 성질 평가방법에는 역학적 연구 직렬적 계층적 실험 시험관실험 동물실험 등이 포함될 수 있다.

나) 사전제조신고

모든 화학물질에 대해 그 유해성으로 인하여 인체 및 환경의 피해를 최소화하며 화학물질의 제조・생산・보관・유통・사용하는 전 과정에서 위해성을 조사하고, 등록하여 국가적인 차원에서 체계적인 화학물질관리를 기반을 조성하

고자 하는 취지를 가지고 있다. 따라서 제조 전에 제조자는 당해 화학물질의 위해성을 평가하도록 함으로써 사용 중에 인체 및 환경에 미칠 위해성을 예방하고 이미 존재하던 기존화학물질에 대해서도 잘 알려지지 않은 위해성이 있을 수 있기 때문에 제조업체에게 잠재적인 위해성을 심사 받도록 명할 수 있도록 하고 있다. 이러한 규정은 산업안전보건법의 신규화학물질 유해·위험성 조사와 기존화학물질의 유해·위험성평가 제도와 유사하다고 볼 수 있으며 환경부 유해화학물질관리법에서 규정하고 있는 신규화학물질의 유해성심사 기존화학물질의 위해성평가와도 일맥 상통한다.

신규화학물질을 처음으로 제조 또는 수입하려는 자는 우선적으로 당해 물질이 화학물질관리법 목록(Inventory)에 등재되어 있는지를 확인하여야 한다(제5조). 당해 물질이 화학물질관리법 목록에 등재되어 있는 경우에는 즉시 제조 또는 수입할 수 있으나 등재되어 있지 않은 경우에는 해당 물질이 의 적용대상에서 제외되는지 여부 혹은 에 따른 규제의 면제대상에 포함되는지 여부를 확인하여야 한다. 확인결과 당해 물질이 화학물질관리법의 제외대상도 면제대상도 아닌 경우 당해 물질을 제조 또는 수입하고자 하는 자는 사전제조신고 절차(Pre-Manufacture Review, PMR)를 밟아야 한다.

(가) 유해화학물질관리법 목록

EPA는 미국 내에서 상업적으로 제조 또는 가공되는 화학물질의 자료를 수입하여 이를 등재한 목록을 공표하도록 하고 있는데 이를 유해화학물질관리법목록 이라고 한다. 이는 화학물질을 기존화학물질과 신규화학물질로 구분하는 기초가 된다. 즉 유해화학물질관리법 목록에 등재되어 있는 화학물질은 기존화학물질로 그 외의 화학물질은 신규화학물질로서 제5조에 따른 PMN의 적용대상이 되는 것이다 1977년 처음으로 유해화학물질관리법 목록이 작성되었을 당시 그 목록에 등재되기 위해서는 화학물질이면서 1975년 미국 내에서 상업적인 목적으로 제조 수입 가공되었으며 목록에서 특별히 제외될 사유가 없는 것으로서

목록보고규칙(Inventory Reporting Regulations)에 따라 보고할 수 있는 화학물질이어야 한다 한편 EPA는 주기적으로 상업적 용도로 제조 또는 수입되지 않는 화학물질을 유해화학물질관리법 목록에서 제외 삭제하게 되며 후술하는 바와 같이 PMN 심사를 거친 일정한 화학물질을 새롭게 유해화학물질관리법 목록에 등재하게 된다. 이러한 절차에 따라 유해화학물질관리법 목록은 현 시점에서 유통되는 화학물질의 목록을 유지하게 되는 것이다.

(나) PMN의 요건

제조자 또는 수입자가 제출하는 PMN은 아래의 사항들을 포함하는 것이어야 한다. 화학물질의 확인정보 사용용법의 유형 제조량 부산물 노출되는 근로자 처리의 방식 또는 방법 등에 관한 정보로서 알려져 있거나 합리적으로 알아낼 수 있는 수준의 것 제출자의 점유 또는 관리 상태에서의 해당 물질이 인체 건강 또는 환경에 미치는 영향에 관한 평가 자료 그 밖에 해당 물질이 인체 건강 또는 환경에 미치는 영향에 관한 자료로서 신고자가 알고 있거나 합리적으로 알아낼 수 있는 수준의 것 유해화학물질관리법은 화학물질의 제조자와 가공자가 해당 물질이 인체 건강 및 환경에 미치는 영향에 관한 적절한 자료를 생산할 책임이 있음을 전제하고 있다. 특이한 것은 앞에서 살펴본 제4조에 따라 EPA가 제정하는 규칙의 적용을 받는물질을 제외하고는 EPA가 PMN신고자에게 과 함께 일정한 평가 결과를 제출할 것을 요구할 수 없다는 점이다.

(다) PMN의 심사

EPA는 PMN을 제출받은 날로부터 90일 이내에 PMN을 심사하여야 한다. EPA는 심사 과정에서 신고자가 제출한 정보와 EPA가 보유하고 있는 데이터베이스 및 문헌 등을 토대로 궁극적으로 EPA는 자체의 전문적인 판단으로 당해 신규물질의 제조 가공 유통 사용 및 처리에 관한 잠재적인 리스크를 평가하여야 한다.

다) 유해화학물질의 규제

EPA는 화학물질의 제조·유통·가공·사용 또는 처리가 인체 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래하고 있거나 초래할 것이라고 판단하는 경우 당해 리스크로부터 보호하기 위하여 당해 물질의 제조 등을 금지하거나 수량을 제한하거나 표시를 하도록 하는 등 당해 물질의 제조 등을 규제하는 규칙을 제정할 수 있다 제6조 리스크가 불합리한지 여부를 판단하기 위하여 EPA는 해당 화학물질에 대한 리스크평가를 실시하여야 한다. 이에 따라 EPA가 규칙을 제정함에 있어서는 인체 건강 및 환경에 대한 영향 인체 및 환경에 대한 노출의 정도 해당 물질의 편익과 대체물질의 이용가능성 규칙의 제정으로 인한 합리적으로 예측 가능한 경제적 영향 등을 고려하여야 한다. EPA는 불합리한 리스크가 있다고 판단하는 경우 당해 리스크에 대한 대응으로 적합하면서도 가장 부담이 적은 규제방식을 선택하여야 한다. 유해화학물질관리법 시행 이후 이에 따라 EPA가 규제한 화학물질은 6개 밖에 없다. 한편 EPA는 특정 제조자 또는 가공자가 비의도적으로 화학물질이 인체 건강 또는 환경에 대하여 불합리한 리스크를 초래하도록 하는 방식으로 화학물질을 제조 또는 가공하고 있다고 판단할 만한 합리적인 근거가 있는 경우에도 일정한 규제조치를 할 수 있다.

기존화학물질 규제(Existing Chemical Regulation)는 제6조에 의거 EPA는 건강 또는 환경에 부당한 위해를 제기하는 기존화학물질을 규제할 전권을 갖는다. 이 조항에 의거 EPA는 화학물질의 제조, 사용, 가공, 처리 또는 배분에 대한 필요시 직접금지를 포함한 통제 및 제한을 하게 되며 이것이 EPA의 가장 극도의 규제권한이다. EPA는 화학물질의 제조, 사용 또는 처리 과정에서 건강 또는 환경에 부당한 손상위해가 발생할 수 있고, 그 위해가 EPA나 기타기관에 의해서 다루어질 수 없다고 생각되어 질 때, 해당 화학물질을 규제하기 위한 제6조의 규칙제정을 개시하여야 한다. 인지된 위해가 부당한 것이지 여부를 결정하기 위해 EPA는 화학물질의 위해평가를 실시해야 한다. 제6조에 따라 요구

되는 위해/편익 비교 시 건강 및 환경에의 영향, 인류 및 환경에의 노출범위, 화학물질의 편익과 대체품의 가용여부, 규칙으로 인한 합리적으로 확인할 수 있는 경제적 영향 등이 고려되어야 한다.

제6조에서는 다음과 같은 내용으로 여러 규제 내용이 제안된 바 있으나 다른 법으로 이관되거나 적절한 통제 조치가 개발되는 등의 이유로 철회되어 현재 6가지 항목에 대한 규제 내용이 확인되었다. 다만, 납, 금속가공유 및 다이옥신은 아래와 같은 제한조건의 특수성을 감안하여 대상물질에는 제외하였다.

① Lead(40CFR745) : 납 유해성 저감 프로그램 이행 (예 : 주택 매매시 납 함유 페인트에 대한 통지 필요)

② 금속가공유(Metal working fluids)(40 CFR747) : 금속가공유 또는 이러한 용도로 사용될 수 있는 제품을 생산하는 경우, nitrosating agent첨가 금지

③ Water Treatment Chemicals, chromium (40CFR 749) : 6가 크롬 화합물의 냉각탑에서의 사용금지

④ PCBs(40CFR761) : 제조, 처리, 상업적 유통 금지

⑤ Asbestos(40CFR 763) : 3일부 제품 내 제조, 사용, 유통 금지(Roofing felt millboard, roll board;commercial, corrugated, specialty paper, 신규 사용)

⑥ Dioxin(40CFR 766) : 6지정된 물질을 생산, 수입하는 경우, 다이옥신 함유 여부를 파악하기 위해 분석 방법 및 샘플링 계획/결과 등을 작성하여 제출해야 함

나. 직업안전보건법(Occupational Safety and Health Act)

작업장에서 근로자에게 안전하고 건강한 조건을 만드는 것을 목적으로 1970년에 제정된 법률이다. 또한, 1970년에 OSHA의 설립과 함께 연방정부는 사업장에서의 수많은 화학적 유해요인 목록은 현재 개별적으로 규정된 위험요인들이 20개가 넘는다. 제정된 법적 기준(Standard)은 일반산업(General industry)의

경우 29 CFR 1910. Subpart Z, 조선업(Shipyard employment)은 29 CFR 1915. Subpart Z, 건설업(Construction industry)은 29 CFR 1926 Subpart Z로 구분된다.

미국직업안전보건법에 의한 연방규정의 경우 우리나라의 산업안전보건법과 다소 차이가 있지만 근로자 안전보건규정(Occupational safety & health standard)에서는 특별관리 대상 28종과 발암성물질 13종으로 구분과 작업환경 측정대상의 주기가 명확히 규정된 11종과 허용노출기준을 설정하여 자율적인 작업환경측정 체계를 유도하고 있으며 의학적 건강감시 물질도 우리나라에 비해 다소 적게 규제되어 있다. 이는 대상물질 선정기준과 우선순위가 직업안전보건법 제6조에 따라 산업안전보건청은 연방에서 합의된 기준을 근거로 하여 연방정부의 기준을 정하도록 하고 있으며 산업안전보건청은 기준설정시의 관심있는 개인, 사업주, 노동자 조직 대표, 국가에서 인정한 기준개발 조직, 보건복지부장관, 국립산업안전보건연구소(The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH), 주정부 또는 정당의 해당부서, 노동부 등의 의견수렴을 통해 자문위원회의 권고안을 요구할 수 있다. 따라서 미국 직업안전보건법에 의한 화학물질의 추가 등은 서론(타당한 법적 직권, Pertinent legal authority), 화학물질의 확인, 생산과 사용(Chemical identification, production, and use), 건강영향(대사(Metabolism), 비발암성 건강영향(Noncarcinogenic health effect (acute, renal, pulmonery, skeletal, reproductive / developmental, and other effects), 변이원성(Mutagenicity), 발암건강영향(Carcinogenic health effect)을 크게 고려하고 있으며 정량적 위해성 평가(Quantitative risk assessment), 위해의 심각성(Significance of risk), 규제영향분석(Regulatory impact analysis), 최종기준의 영향과 요약(Summary and impact of the final standards)을 통해 최종기준(Final standards)을 마련하게 되며 화학물질의 규제수준별 기준은 마련되어 있지 않다.

가) 직업안전보건기준과 화학물질

미국 OSHA는 유해한 물질에 대하여 29 CFR 29 1910(Occupational Safety & Health Standards)에서 규제하고 있으며 특히 Subpart Z(Toxic and Hazardous Substances)에서는 아래 물질에 대하여 세부적인 규제규정을 가지고 있다.

1910.1000 Air contaminants.
1910.1001 Asbestos.
1910.1002 Coal tar pitch volatiles;
1910.1003 13 Carcinogens (4-Nitrobiphenyl,etc.).
1910.1004 alpha-Naphthylamine.
1910.1005 [삭제]
1910.1006 Methyl chloromethyl ether.
1910.1007 3,3′-Dichlorobenzidine (and its salts).
1910.1008 bis-Chloromethyl ether.
1910.1009 beta-Naphthylamine.
1910.1010 Benzidine.
1910.1011 4-Aminodiphenyl.
1910.1012 Ethyleneimine.
1910.1013 beta-Propiolactone.
1910.1014 2-Acetylaminofluorene.
1910.1015 4-Dimethylaminoazobenzene.
1910.1016 N-Nitrosodimethylamine.
1910.1017 Vinyl chloride.
1910.1018 Inorganic arsenic.
1910.1020 Access to employee exposure and medical records.
1910.1025 Lead.

1910.1027 Cadmium.
1910.1028 Benzene.
1910.1029 Coke oven emissions.
1910.1030 Bloodborne pathogens.
1910.1043 Cotton dust.
1910.1044 1,2-dibromo-3-chloropropane.
1910.1045 Acrylonitrile.
1910.1047 Ethylene oxide.
1910.1048 Formaldehyde.
1910.1050 Methylenedianiline.
1910.1051 1,3-Butadiene.
1910.1052 Methylene Chloride.
1910.1096 Ionizing radiation.
1910.1200 Hazard communication.
1910.1201 Retention of DOT markings, placards and labels.

여기에는 전리방사선(Ionizing radiation)등 물리적 인자, Bloodborne pathogens 등 생물학적 인자와 화학물질 총 28종[56]에 대하여 물질별로 별도의 규정이 마련되어 있다. 또한, 납, 카드뮴 그리고 석면은 조선업 및 건설업에 대하여는 별도의 규정을 가지고 있다.

나) 직업안전보건기준과 발암성물질

56) 2-Acetylamino- fluorene, Acrylonitrile, 4-Aminodi-phenyl, Arsenic-Inorganic, Asbestos, Benzene, Benzidine, 1,3 Butadiene, Cadmium, Bis-Chloro- Methylether, Coke Oven Emissions, 1,2-Dibromo-3- Chloropropane, 3,3'-Dichloro- Benzidine, 4-Dimethyl- aminoazo- benzene, Ethyleneimine, Ethylene Oxide, Formaldehyde, Lead(Lead in Construction), Methylene- dianiline, Methyl chloromethyl ether, Methylene chloride, Alpha- Naphthylamine, Beta- Naphthylamine, 4-Nitrobiphenyl, N-Nitroso- dimethylamine, Beta-Propiolactone, Chromic Acid, Vinyl Chloride

미연방규정 29 CFR 1910에서는 유해한 물질에 대하여 직업안전보건기준에서 규제하고 있으며 특히 Subpart Z(Toxic and Hazardous Substances)의 1910.1003은 13개의 발암성물질[57]을 규정하고 허가 받은 자에 한하여 허용하고 있어 우리나라의 제조 등의 허가대상물질과 유사한 수준이다. 한편 발암성물질에 대해서 조선업[58]과 건설업[59]에서 석면과 6가 크롬을 지정하고 있다.

다) 직업안전보건기준과 작업환경측정

29 CFR 1910에서 별도의 항목으로 분리되어 특별히 관리되고 있는 물질은 앞서 언급한 바와 같이 28종이며, 그 중 법적 측정 의무를 규정하고 있는 물질은 아래의 11종[60]이다.

라) 직업안전보건기준과 건강관리

미국에서는 모든 산업에 대하여 건강관리(Medical program)를 실시하고 OSHA의 일반 산업기준은 독성이 있거나 위험한 물질에 대하여 CFR 29의 1910에 건강감시 의무를 지우고 있으며 Subpart Z(Toxic and Hazardous Substances)에 의한 특별관리대상물질 28종[61]이 해당된다. 또한, OSHA는 아래의 화학적 유해인자[62]에 대한 의무적인 의학적 감시(Mandated Medical

57) ① 4-Nitrobiphenyl ② alpha-Naphthylamine ③ methyl chloromethyl ether ④ 3,3'-Dichlorobenzidine (and its salts) ⑤ bis-Chloromethyl ether ⑥ beta-Naphthylamine ⑦ Benzidine ⑧ 4-Aminodiphenyl ⑨ Ethyleneimine ⑩ beta-Propiolactone ⑪ 2-Acetylaminofluorene ⑫ 4-Dimethylaminoazo-benzene ⑬ N-Nitrosodimethylamine

58) Shipyard Employment(1915.1001 Asbestos, 1915.1026 Chromium (VI)

59) Construction Industry(1926.1101 Asbestos, 1926.1126 Chromium (VI))

60) Asbestos (crysotile, crocidolite, tremolite, anthophylite, actinolite), Vinyl chloride, Inorganic arsenic, Lead, Benzene, Coke oven emissions, Cotton dust, 1,2-dibromo-3-chloropropane, Acrylonitrile, Ethylene oxide, Formaldehyde

61) 구체적인 물질은 허용기준 대상물질 편에 수록

62) ① 2-Acetylamino-fluorene② Acrylonitrile③ 4-Aminodi-phenyl④ Arsenic-Inorganic⑤ Asbestos⑥ Benzene⑦ Benzidine⑧ 1,3 Butadiene⑨ Cadmium⑩ Bis-Chloro-Methylether⑪ Coke Oven Emmissions ⑫ 1,2-Dibromo-3- Chloropropane ⑬ 3,3'-Dichloro- Benzidine⑭ 4-Dimethyl-aminoazo-benzene⑮ Ethyleneimine⑯ Ethylene Oxide⑰ Formaldehyde⑱ Lead⑲ Methylene- dianiline⑳ Methyl chloromethyl

Surveillance)를 수행하도록 하고 있으며 검사주기는 배치 전, 정기, 사고성노출 시, 이직 시 또는 퇴직 시로 표현된다.

마) 직업안전보건기준과 직업적 노출기준

미연방규정에서는 허용노출기준(Permissible Exposure Limits, PELs)이 제정된 540여종 물질에 대하여 구체적인 측정의무와 주기가 부여되어 있지는 않으나 사업주에게 근로자의 노출농도가 허용노출기준을 넘지 않도록 규정하고 있다. 1910.1000 TABLE Z-1 공기 중 오염물질에 대한 기준)Limits for Air Contaminants)이며, TABLE Z-2에는 Benzene 등의 화학물질에 대한 8시간 시간가중평균(8-Hour time weighted average), 수용 가능한 천정치(Acceptable ceiling concentration), 및 수용 가능한 최대치(Acceptable maximum peak above the acceptable ceiling concentration for an 8-hr shift)에 대한 농도와 최대 노출기간(Maximum duration)이 표시되어 있다. TABLE Z-3는 광물성 분진(Mineral Dusts)에 대한 기준이 제시되어 있다. 제사한 내용을 부록에 수록하였다.

TABLE Z-1. - LIMITS FOR AIR CONTAMINANTS

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m(3) (b)(1)	Skin designation
Acetaldehyde	75-07-0	200	360	
Acetic acid	64-19-7	10	25	
Acetic anhydride	108-24-7	5	20	
Acetone	67-64-1	1000	2400	
Acetonitrile	75-05-8	40	70	
2-Acetylaminofluorene; see 1910.1014	53-96-3			
Acetylene dichloride; see 1,2-Dichloroethylene.				

[그림 17] 미국의 공기 중 오염물질 기준(PELs)

한편, 미국 산업위생전문가협의회(American Governmental Industrial

ether㉑ Methylene chloride㉒ Alpha- Naphthylamine㉓ Beta- Naphthylamine㉔ 4-Nitrobiphenyl㉕ N-Nitroso-dimethylamine㉖ Beta-Propiolactone㉗ Chromic Acid㉘ Vinyl Chloride

Hygienist, ACGIH)의 노출기준(Threshold Limit Values)은 “대부분의 근로자가 매일 노출되어도 건강장해를 일으키지 않는 공기 중 농도”로 정의된다. 우리나라를 포함한 대부분의 국가가 벤치마킹을 하는 기준으로 그 대상물질은 약 700여종에 달한다.

바) OSHA의 유해성 정보전달기준

또한 미연방규정과 관련된 기준으로는 29 CFR 1910.1200 Hazard Communication Standard가 있다. 이는 유해물질 정보전달 기준으로 해석될 수 있으며 화학물질의 분류, 경고표지, 안전보건자료 및 교육 등 다양한 형태로 주지시킨다. 경고표지는 근로자에게 화학물질의 정보를 제공하며 사업주 및 안전보건전문가 등에게도 정보를 제공한다. 라벨에서 정의하는 유해 위험성은 물리적 위험성에 연소성 액체, 압축가스, 폭발성물질, 인화성물질, 유기과산화물, 산화제, 자연발화성물질, 불안정한물질 또는 물과 반응하는 물질이며, 건강유해성에 발암성물질, 독성물질, 고독성물질, 생식독성물질, 과민성물질, 간독성물질, 신경독성물질, 조혈계 영향물질, 폐독성물질, 피부, 눈 점막유해물질이다. 한편, 미국산업안전보건청은 유해성 주지 기준에 제조업자 및 수입업자가 작업장에 있는 화학물질의 유해성을 평가하고 사업주는 근로자에게 노출될 수 있는 유해화학물질에 대한 정보를 종업원에게 제공하도록 하고 있으며 이 내용은 작업장의 알 권리(Worker right to know)로 알려져 있다. 이 규정에는 물리적 유해성으로 가연성 액체, 압축가스, 폭발물, 가연물, 유기과산화물, 산화제, 자연발화물, 불안정(반응성) 또는 물과 반응하기 쉬운 과학적으로 근거가 있는 화학물질에 대한 기준을 마련하고 있으며 건강에 대한 유해성으로 발암성물질, 유독 또는 고독성물질, 생식독성물질, 부식성물질, 감작성물질, 간장독성물질, 신장독성물질, 신경독성물질, 조혈기계물질과 간, 피부, 눈 또는 점막을 손상시키는 화학물질에 대한 기준도 제시되고 있다. 미국에서는 HCS외에 산업장에서 자체적으로 개발한 ANSI 라벨 및 HMIS 라벨도 있다. 특히, 이 규정은 화학물질의 위

해성과 근로자들을 위한 적절한 보호방법을 전달하도록 되어 있다. 여기에는 유해물질 목록의 보존 작업장에서 용기의 라벨링 MSDS(Material Safety Data Sheets)의 준비와 배포에 관한 사항들이 포함되어있다

다. OSHA의 화학물질의 기준 제·개정절차

OSHA 기준제정에 대하여 상원에는 '비공식적'인 과정을 제안하였고, 반대로 하원 대표들은 '공식적'인 기준제정과 좀 더 엄격하고 실질적인 증거 검증을 제안하였다. 최종적으로 상·하원합동위원회 위원들은, 비공식인 기준제정을 채택하되, 실질적인 과학적 검증을 위해 필요하다면 공청회를 시행하는 절충안을 채택하였다. 1970년 직업안전보건법이 기획되고 OSHA가 설립됨에 따라 근로자 건강보호라는 법목적을 성취하기 위한 중요한 방법이 보건과 안전기준을 제정하는 것이었다. OSHA의 기준과 관련하여 의회는 기준을 첨가하거나 삭제하고 수정할 필요성을 인지하고 그것을 수행하기 위해 특별한 절차를 직업안전보건법(OSHAct) 제6조에 포함시켰다. 주요 내용으로는

가) 안전보건기준의 공포(미국 직업안전보건법 제6조 제1항)

장관은 산업안전보건기준의 제정이 특별히 지칭된 근로자의 안전이나 보건의 향상에 기여하지 못할 것이라고 스스로 결정하지 않는 한 미연방법 제5편 제5장이나 본조의 다른 항에 관계없이 법의 시행일로 부터 2년 이내에 산업안전보건기준으로서 국가적 합의기준이나 연방기준을 공포하여야 한다는 것이다. 이 경우 당해 기준들이 서로 상충될 때에는 장관은 관련 근로자의 안전이나 보건을 최대로 확보할 수 있는 방향으로 기준을 공포하도록 하였다.

나) 안전보건기준의 공포 절차(미국 직업안전보건법 제6조 제2항)

장관은 아래와 같은 절차를 거쳐 산업안전보건기준을 공포, 수정 또는 폐지

시킬 수 있다.

❶ 장관은 관계자, 사업주 또는 근로자 단체를 대표하는 자, 국가적으로 인정된 기준제정 기관, 보건교육후생부 장관, 연구원 주 또는 주정부 기관 등이 장관에게 서면으로 제출한 정보나 장관이 개발하였거나 이용할 수 있는 정보를 근거로 법의 목적을 수행하기 위해 법령의 제정이 필요하다고 결정하는 경우 법 제7조에 따라 임명된 자문위원회의 권고안을 제출하도록 요청할 수 있다. 장관은 보건교육후생부 장관의 발의안을 연구, 실증, 실험결과를 포함한 장관이나 교육후생부 장관이 개발한 모든 정보와 함께 자문위원회에 제출하여야 한다. 자문위원회는 임명된 날로부터 90일 이내에 공포될 자문위원회에 관한 규칙이나 장관이 관련 규정을 통하여 추후 지정할 기간 내에 권고안을 장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 제출기간은 270일을 초과할 수 없다.

❷ 장관은 산업안전보건 기준을 제정·개정 또는 폐지하고자 하는 경우 그 제안기준을 연방관보로 발간하여야 하며 관계자가 서면으로 자료나 의견을 제출 할 수 있도록 30일간의 기한을 주어야 한다. 임명된 자문위원회를 통하여 장관이 기준을 제정하기로 결정한 경우 장관은 자문위원회가 권고안을 제출한 날 또는 장관이 자문위원회에 권고안을 제출하도록 지정한 기한 종료일로부터 60일 이내에 기준안을 제안하여야 한다.

❸ 제2호에 따른 서면자료 또는 의견 제출기간 내에 관계자는 제안기준에 대한 이의신청과 함께 관련된 공청회를 개최하도록 요구하는 서류를 사유서와 함께 장관에게 제출 할 수 있다. 장관은 이의 신청 접수기간 종료일로부터 30일 이내에 이의신청과 공청회의 개최가 요구된 산업안전보건기준 및 공청회의 시간과 장소 등을 연방관보에 게재하여야 한다.

❹ 제2호에 따른 서면자료나 의견제출 기한의 종료일로부터 60일 이내 또는 제3호에 따른 공청회의 종료일로부터 60일 이내에 장관은 제정·개정 또는 폐지를 결정한 산업안전보건기준을 발간하거나 발간을 유보하는 결정을 하여야한다. 이 경우 장관이 필요에 따라 관련 사업주나 근로자에게 당해 기준의 존재와 그 내용을 알리고 관련 사업주에게 사업주 자신 및 근로자와 관련된 기준의 요구사항을 숙지할 기회를 제공하고자 하는 경우 90일 범위 내에서 시행일을 연기하도록 하는 조항을 당해 규칙에 포함시킬 수 있다.

❺ 이 조항에 따라 장관이 독성물질이나 유해인자에 대한 기준을 공표하는 경우 당해기준은 실현가능한 범위내에서 가용한 최대의 증거를 근거로 모든 근로자가 작업 중 정기적으로 노출되는 경우, 당해 기준을 준수할 경우에는 건강장해나 기능장해를 야기시키지 않을 수 있는 가장 타당한 것이어야 한다. 이 조항에 따른기준의 개발은 연구, 실증, 실험 또는 기타 적절한 정보를 근거로 하여야 한다. 근로자에게 최고수준의 안전 및 보건상의 보호를 제공하는 것 이외에, 장관은 당해분야의 이용 가능한 최신 과학자료, 기준의 실현가능성 및 법과 기타 안전보건 관련법에서 얻어진 경험등도 고려하여야 한다. 공포될 기준은 권고기준과 그에 따른 준수사항을 가능한 객관적으로 표현하여야 한다.

❻ 사업주는 이 조항에 따라 제정된 기준이나 규칙에 대하여 예외를 허용토록 임시명령을 장관에게 요청할 수 있다. 당해 임시명령은 사업주의 제7호에 따른 신청서가 아래의 사항에 적합한 경우에 한하여 허가되어야 한다.

가. 전문인력이나 기술자의 부재 또는 장비의 부족으로 인하여 당해 기준의 효력을 발생하는 날까지 기준을 준수할 수 없거나, 기준 준수에 필요한 시설의 시공이나 변경이 당해 기준의 시행일까지 완성되지 못하는 경우

나. 사업주가 기준에 수록된 유해인자로부터 근로자를 보호하기 위하여 가능한 모든 수단을 취하고 있는 경우

다. 사업주가 최단 시간내에 기준 준수를 실현할 수 있는 효율적인 계획을 가지고 있는 경우

본 항에 따라 인가된 임시명령은 당해 명령이 유효한 기간 동안 사업주가 채택·시행하여야 할 실행방안 수단·방법·운용 및 과정을 기술하고 있어야 하며, 당해 기준의 준수를 위하여 사업주가 채택하여야 할 계획도 상세히 포함되어야 한다. 당해 임시명령은 근로자에게 통보되고 공청회 기회를 제공한 후에만 허가될 수 있다. 이 경우 장관은 임시명령을 유효하도록 하기 위하여 공청회를 통한 결정될 때 까지 잠정명령을 내릴 수 있다. 모든 임시명령은 1년 이내의 범위에서 기준의 준수를 위하여 필요로 하는 기간동안만 유효하다. 다만 다음 각목의 경우는 예외로 한다.

가. 이 호의 요구조건이 계속 충족되고 있는 경우

나. 임시명령 종료일 90일 전에 갱신신청을 서면으로 제출한 경우, 다만 갱신 신청은 2회까지만 가능하며 갱신기간은 180일을 초과할 수 없다.

❼ 제6호에 따른 임시명령의 신청서는 아래의 사항이 포함되어야 한다.

가. 사업주가 예외를 요구하는 기준의 조항이나 일부조항

나. 해당 분야 유자격 전문가의 의견을 근거로 한 기준이나 일부 기준을 준수할 수 없는 사유

다. 기준에 수록된 유해인자로부터 근로자를 보호하기 위하여 사업주가 취하고 있거나 취할 단계적 조치 및 조치기간

라. 기준의 준수를 위하여 취하고 있거나 취할 단계적 조치에 대한 설명 및 기준 준수 가능 예정일

마. 근로자 대표에게 신청서 사본의 통보, 일반 공지사항을 게시하는 장소에의 신청서 요약내용 및 당해 신청서의 열람장소 게시 또는 기타 적절한 방법으로 신청 사실을 근로자에게 통지하였음을 증명하는 서류. 이 경우 당해 증명서에는 근로자에 대한 통지 방법이 기술되어 있어야 하며, 통지내용에는 근로자가 장관에게 공청회를 요구할 수 있는 권리가 있음을 알리는 사항도 포함되어야 한다.

❽ 장관은 근로자의 건강과 안전에 기여할 수 있는 새롭고 진보된 기술의 실증이나 입증을 위한 장관이나 보건교육후생부장관의 승인실험에 사업주가 참여하는 것이 필요하다고 인정하였거나 보건교육후생부장관이 증명하는 경우에는 기준이나 일부 기준에 대하여 예외를 인정할 수 있다.

❾ 이항에 따라 공포된 기준은 노출되고 있는 모든 유해인자, 관련 증상 및 적절한 응급처치 요령, 안전한 사용이나 폭로의 조건 및 예방 사항을 근로자가 알 수 있도록 하는 표시 및 기타 적절한 형태의 경고의 사용 등을 정하여야 한다. 필요한 경우에는 당해 기준은 유해인자에 대하여 사용할 수 있는 적절한 개인보호구나 대책 또는 기술적 방안 등을 정하여야 한다. 작업환경측정과 당해 장소에서의 근로자의 노출측정 및 그 기간 등에 대하여도 정하여야 한다. 또한 필요한 경우 당해 기준에는 근로자의 건강이 노출에 의하여 악영향을 받았는지를 가장 효과적으로 결정하기 위하여 유해인자에 노출된 근로자를 대상으로 사업주 자신이나 사업주의 비용으로 실시해야 할 건강진단의 형태와 빈도도 포함되어야 한다. 이 경우 당해 건강진단이 보건후생부장관의 결정에 따라 연구 성격인 경우에는 보건후생부장관이 그 비용을 부담할 수 있다. 건강진단이나 검사의 결과는 장관이나 보건교육후생부장관에게만 제공하고 근로자의 요구가 있을 경우 근로자를 관리하는 의사에게만 제공한다. 장관은 기준의 공포후 습득한 경험, 정부 또는 의학적 및 기술적 발전을 근거로 보건교육후생부장관의 동의를 얻어 미연방 법전 제5편 제553조에 따라 표시 적절한 경고 및 기타 작업환경 측정, 건강진단 등과 관련된 지속적 요구사항을 개정할 수 있다.

❿ 장관이 공포한 규칙이 기존의 국가적 합의기준과 상이한 경우 장관은 규칙이 법의 목적수행을 위하여 국가적 합의기준 보다 효율적이라고 판단되는 사유를 연방관보에 규칙과 함께 게재하여야 한다.

⓫ 장관은 미연방 법전 제5편 제5장의 요건에 관계없이 장관의 결정에 따라 다음 각 호에 해당하는 경우 연방관보 발간 후 즉시 효력을 발생할 수 있는 긴급 임시 기준을 제정할 수 있다.

가. 근로자가 독성이 있거나 물리적으로 유해하다고 결정된 물질 또는 새로운 유해인자에 노출되어 중대한 위험에 처하게 된 경우

나. 위험으로부터 근로자를 보호하기 위하여 긴급임시 기준이 필요한 경우

⓬ 긴급임시기준은 제13호에 따라 제정된 기준으로 대체하기 전까지만 그 효력을 발생하여야 한다.

⓭ 긴급임시기준을 연방관보에 게재한 경우 장관은 제b항에 따른 절차를 거쳐야 하며 연방관보에 게재된 기준은 절차상에 제안기준으로 간주한다.

⓮ 사업주는 이 조항에 따라 공포된 기준에 대하여 예외를 인정하는 규칙이나 명령 제정을 장관에게 요청할 수 있다. 이러한 경우 근로자에게 요청사항을 통보하고 공청회에 참여 할 수 있는 기회를 주어야 한다. 장관은 필요한 장소에 대한 점검 및 청문회를 개최한 후 발의 사업주가 사용하고 있거나 사용하겠다고 제안한 조건, 실행방안, 수단, 방법, 운용 또는 과정이 기준을 준수하였을 때와 동일하게 안전하고 쾌적한 근로나 근로장소를 보장한다는 충분한 근거를 제시하였다고 문서상으로 결정하는 경우 당해 법령이나 명령을 제정하여야 한다. 이 경우 결정된 규칙이나 명령이 관련기준과 상이한 경우에는 사업주가 유지하여야 할 조건과 채택 활용하여야 할 실행방안, 수단, 방법 및 과정을 명기하여야 한다. 그리고 당해 규칙이나 명령은 발간 6개월 이후에는 언제든지 사업주나 근로자 또는 장관의 신청에 의하여 본 항에서 발간에 대하여 정한 방법에 따라 개정 또는 폐지될 수 있다.

⓯ 장관은 법에 따라 기준을 공포하거나 규칙, 명령 또는 결정을 내리는 경우, 예외나 기간연장을 승인하는 경우, 타협이나 경감을 시행하는 경우 또는 벌금을 결정하는 경우에는 항시 당해 행위에 대한 사유를 연방관보에 함께 게재하여야 한다.

⓰ 이 조항에 따라 발간된 기준에 의하여 불리한 영향을 받게되는 자는 당해 기준이 공포된 후 60일 이내에 당사자가 거주하거나 그 사업장을 관할하는 미연방 고등법원에 당해 기준의 적법성에 이의를 제기하는 청원을 서면으로 제출할 수 있다. 청원서의 제출자체는 법원의 명령에 의하지 아니하고는 기준의 유예로 간주될 수 없다. 장관의 결정은 전반적으로 서류가 충분한 증거에 의해 입증되는 경우 최종결정으로 간주되어야 한다.

⓱ 이 조항에 따른 기준의 설정 시 우선순위를 결정하는 경우 장관은 특정한 산업, 교역, 기술, 직업, 작업장 또는 작업환경에 대하여 강제적인 안전보건기준이 필요한지를 고려하여야 한다. 장관은 당해 강제기준 설정의 우선순위를 결정시 보건교육후생부장관의 권고도 참고하여야 한다.

라. 직업안전보건법에 의한 미연방규정의 허용노출기준 개정 절차

앞서 언급한 바와 같이 미연방규정 29CFR 1910,1000의 Table Z에는 사업주가 반드시 준수해야할 화학물질 등의 허용노출기준이 제시되어 있다. 1988년 OSHA는 400개 이상의 물질에 대한 새로운 허용노출기준(Permissible Exposure Limits, PELs)과 수정된 PELs을 제안하여 법률제정을 요구하였으나 최근 20년간 24개 물질에 대한 특별한 기준만을 마련하였다. 직업안전보건법 제6조에 따라 산업안전보건청은 법적으로 직업안전보건기준을 마련하여 왔으며 여러 과정을 거쳐 1989년 법으로 정해지게 되었다.

가) 대상물질 선정기준과 우선순위

직업안전보건법 제6조에 따라 OSHA는 연방에서 합의된 기준을 근거로 하여 연방정부의 기준을 정하였다. OSHA는 ACGIH의 TLVs에 기준을 둔 최초 기준을 공표하게 된다. OSHA는 기준설정시의 관심 있는 개인, 사업주, 노동자 조직 대표, 국가에서 인정한 기준개발 조직, 보건복지부장관, 국립산업안전보건연구소(NIOSH), 주정부 또는 정당의 해당부서, 노동부 등의 의견수렴을 할 수 있고 자문위원회의 권고안을 요구할 수 있다. 그러나 법규와 대법원에서는 현저한 건강장해의 위험을 증명할 때만 기준으로 결정한다. 우선순위는 긴급히 기준설정이 필요할 때와 보건복지부장관(DHHS)의 권고에 기반을 두고 설정된다.

나) 과학적 근거

OSHA의 기준은 연구, 시범, 실험, 근로자에 대한 최상의 안전보건학적인 보호, 가장 최근의 과학적 지표에 근거한다. 기준은 근로자가 평생동안 유해인자에 계속적으로 노출되어도 보건 또는 기능장해를 겪지 않도록 설정된다. 이 기준은 과학적 문헌(인간 연구와 동물연구 포함), 다른 나라에 존재하는 노출기준, 다른 기관이나 연구소로부터의 정보(NIOSH, EPA, IARC, ACGIH) 등을 광범위하게 고찰하여 설정한다.

OSHA에서 설정한 허용기준의 형태는 a. PELs : 8시간 평균가중치로 표현되는 최대허용기준, b. Action level : 8시간 평균가중치로 표현되는 기준, c. STEL : 15분간의 평균가중치로 표현되는 최대허용농도, d. Ceiling level : 어느 순간이라도 초과해서는 안 되는 최대허용농도, Excursion limit : 특정 시간동안의 평균가중치로서 표현되는 최대허용기준이다.

다) 경제적인 요인

OSHA는 제안된 기준의 경제적 영향을 산업별로 평가한다. 경제요인에 대한 OSHA의 고려는 규제완화조치인 행정명령 12291에 기초한다.

라) 실행가능성

OSHA는 제안된 기준의 기술적 가능성을 산업별로 고려한다. 기술적 가능성이 있다고 고려되면 기술적 관리를 실행하는데 필요한 경제적 요인이 고려된다. 통상적으로 미국산업안전보건청의 분석결과는 기준에 관한 문서 중 규제영향분석(Regulatory Impact Analysis)에 제시하게 된다.

마) 문서 / 논리적 근거

법규에 의해 미국산업안전보건청은 연방관보(Federal Register)에 기준의 설정, 수정, 철회 이유를 발표하여야 한다.

• 1992년 카드뮴(Cadmium)의 문서(documentation) 예 - 서론(Introduction) 타당한 법적 직권(Pertinent legal authority) - 화학물질의 확인, 생산과 사용(Chemical identification, production, and use) - 건강영향(Health effects) ・대사(Metabolism) ・비발암성 건강영향(Noncarcinogenic health effect (acute, renal, pulmonery, skeletal, reproductive / developmental, and other effects) ・변이원성(Mutagenicity) ・발암건강영향(Carcinogenic health effect) - 정량적 위해성 평가(Quantitative risk assessment) - 위해의 심각성(Significance of risk) - 규제영향분석(Regulatory impact analysis) - 최종기준의 영향과 요약(Summary and impact of the final standards) - 최종기준(Final standards)

바) 규제

직업안전보건법은 작업장 감독, 위반 시 소환, 민사벌칙과 벌금, 근로자의 사

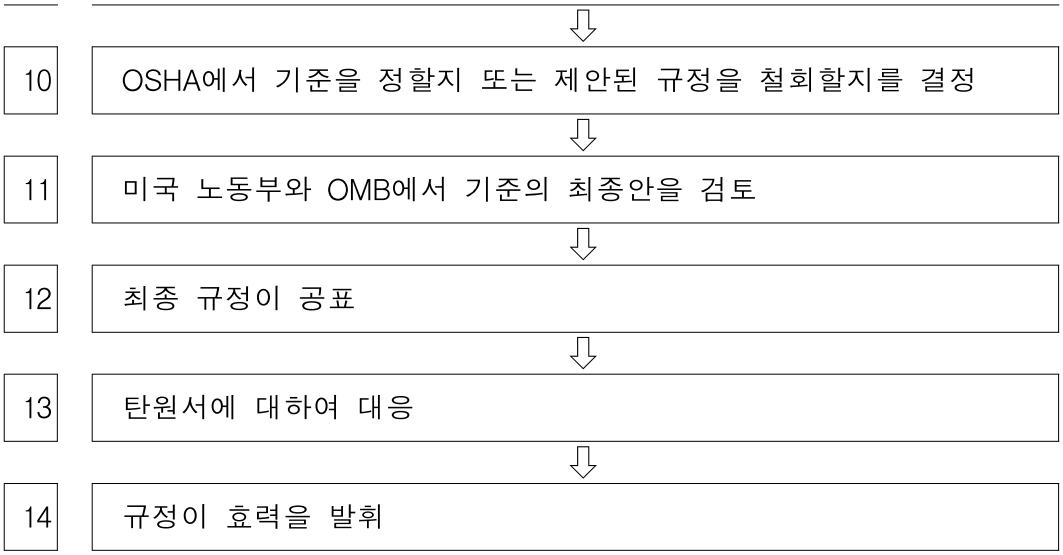
망을 초래한 고의적인 경우 형사벌칙 등 다양한 규제기능이 있다.

사) 검토와 승인과정

산업보건기준에 대한 검토와 승인과정은 아래 표와 같은 절차로 진행된다.

<표 186> 미국 OSHA 산업보건기준에 대한 검토와 승인과정

1	OSHA에서 기준에 필요하다고 생각되는 정보를 제공받거나 제안
⇩	
2	이 정보는 검토와 권고를 위해 자문위원회(advisory committee)에 제출
⇩	
3	예산관리실(Office of Management and Budget, OMB)에 검토를 요청 기관과의 협조를 거쳐 연방관보(Federal Register)의 반기별 규정 의제(semiannual regulatory agenda)의 공고로 발표
⇩	
4	제안된 규정제정의 예정공고가 연방관보(Federal Register)에 발간
⇩	
5	기관간의 협조 속에 의견 수렴
⇩	
6	공청회 개최
⇩	
7	제안된 규정이 연방관보(Federal Register)에 발간
⇩	
8	이익집단이 의견이나 반대이유를 서류로 제출 대중 청문회 요구 가능
⇩	
9	공청회 결과 수렴



아) 개정과정

기준은 위의 단계를 거쳐 수정되거나 철회될 수 있다.

자) 실행

기준은 법정에서 문제가 되지 않는 한 공표 후 90일 이내에 효력을 발휘한다.

마. OSHA의 석면법규개정의 역사와 법규과정에서 소개된 일부 특이사항

앞서 기준제정 과정 및 절차에 대해서 논한 바 있다. 발암성물질 중 가장 대표적인 석면에 대하여 실제 어떤 형태로 허용노출기준이 개정되는지 Martonik 등(2001, AIHAJ 62:208-217)이 미국산업위생학회에 게재된 내용을 역사별로 요약하였다.

석면은 1968년 ACGIH TLV를 근거로, OSHA에서 1971년 12 f/cc(PEL-TWA)로 기준 설정(일반산업에 적용)을 하였다. 1994년 기준이 포함

하고 있는 내용은 공학적 개선, 특별작업실무, 노출감시, 호흡보호구, 의학감시, 유해성정보전달 등 이었다.

석면 허용기준의 제·개정의 사유로는 첫째, 석면노출에 따른 건강영향에 대해 많이 알려지고, 둘째, 측정과 제어기술의 발달, 셋째, 노동자 대표로부터의 압력, 넷째, OSHA와 다른 정부기관 내 규제정책의 변화, 다섯째, 특정 규제활동의 법정에서의 승소 등이었다.

가) 1970년대 석면관련 규정

1971년 5월 29일 OSHA: 1968년 ACGIH TLVs를 근간으로 석면을 포함한 많은 유해물질에 대한 일반산업용 PEL 목록을 발간하였다. 1971년 4월 17일에는 1970년 ACGIH TLVs를 근간으로 건설업을 위한 PEL 목록을 발간하였다. 이 당시 기준은 12 f/cc이었다.

AFL-CIO(American Federation of Labor and Congress of Industrial Organizations)가 근로자의 석면 노출을 감소시키기 위한 진정서를 제출하였다. 이는 석면관련 질병의 대량 발생을 근거로 한 것이다. 석면긴급임시기준(Asbestos emergency temporary standards, ETS)는 호흡보호구 선택을 위한 조항을 포함한 호흡보호구 사용을 위한 여러 설명서를 포함하였다. 첫 석면 ETS는 공공과 의회의 석면 유해성에 대한 관심이 저변에 깔려 있었기 때문에 이의가 제기되지 않았다. 1983년까지 OSHA는 두 번째 석면 ETS를 출간하였다. 석면의 경우 다른 물질과 비교할 때, OSHA의 Rulemaking 시간은 183일(1972년 1월)로 다른 벤젠이나 비소의 4년, 1,3-butadiene, methylene chloride(MC)의 10년에 비해 빠른 시간 안에 해결된 경우이다. 분량 면에서도 석면의 Final standard preamble은 단지 2 페이지인 반면 MC는 106 페이지에 달한다. 그 내용에는 Final standard preamble의 채택, 기각 등의 이유나 설명이 들어있지 않았다. 이 기준에는 석면의 노출수준을 즉각 5 f/cc로 낮추고, 2 f/cc로 낮추는 것은 1976년 7월까지로 연기하기로 하였다. 1972년 기준에는 여

러 부가적인 조항도 포함되어 있는데, 의학적인 Removal protection이 그중 중요한 조항이었다. 법정은 1976년 2 f/cc로 낮추는 것과 모니터링(Monitoring)의 기록·보존기간을 3년으로 하는데 대한 자세한 설명을 OSHA에 요청함. OSHA는 재고하지 않았고, 이때 이 문제는 미결상태이었다. 법정의 요청에 따라 정책적인 판단과 경제적으로 실현 가능한 rule을 고려하게 된다.

1975년 10월 모니터링과 보호기술(Protective technology)의 발전으로 인해, 충분한 의학적, 과학적 근거를 축적해 왔으며, 이는 인간 발암성(Human carcinogen)으로 석면을 지정하는 정당한 근거가 된다. 이 기준은 일반산업(General industry)에만 적용하고, 건설작업은 포함시키지 않았다. 제안된 기준의 가장 큰 특징은 0.5 f/cc이었다는 것이다. 0.5 f/cc에 대해 입법부의 일부 국회의원은 실현 불가능하다는 이유로 반대하였다. 여기에 조선과 건설 사업장의 대표자들도 가세하였고 노동자대표들과 일부 산업위생사 그룹에서만 이 기준에 대해 지지하였다.

나) 1980년대 석면 규정

1983년 6월 International Association of Mechanist & Aerospace(IAMA) 근로자들은 OSHA에 2번째 석면 ETS에 대한 진정서 제출한다. 16개 다른 Union에서 IAMA 근로자와 연합하였다 진정서에는 기준을 낮추고, work practice requirement를 수정하고, 그 외 보호 규정을 삽입하는 내용이 포함되었다. 1983년 11월 PEL을 0.5 f/cc로 낮춘 ETS를 OSHA에서 발간. 이 ETS에는 질병의 심각한 위험(Grave danger)을 보여주는 수적 평가가 포함되어 있다. 정량적인 위험성 평가(Quantitative risk assessment)는 석면의 ETS PEL을 2 f/cc에서 0.5 f/cc로 낮춤으로써 210명의 암 사망을 예방할 것으로 예측(근로자의 암 사망률을 근거로 계산할 때)하였다. 이 때 정량적인 위험성 평가는 새롭게 법규정에 이용된 것으로써 연구에 대한 철저한 고찰과 용량-반응 관계 모델의 개발, 관찰범위 밖의 조건에서의 위험성 평가 등이 포함되어 있다. 석면정보협회

(the Asbestos Information Association, AIA)에서 진정서 제출하였고 법정은 1984년 3월 ETS를 기각되었는데 이유 중 하나는 ETS를 정당화하기 위한 OSHA의 정량적 위험성 평가의 사용은 문제가 있다고 지적하였다.

1984년 4월 OSHA에서 NPRM publication과 함께 ETS 제출하였다. 여기에는 1984년 3월의 ETS에 포함되었던 것보다 자세한 조항이 포함되었다. 공청회가 개최되었고, 많은 분량의 의견이 수용되었다.

2년 후인 1986년 6월에 최종 석면 기준(Final asbestos standard)이 출간되었다. 하나는 일반산업(29 CFR 19100.1001), 또 하나는 건설 사업장(29 CFR 1926.1101)이었다. 그전 기준이 사업장이나 제조업체에 의해 수행되어 왔던 반면, 이 기준은 근로자들에 의해 수행되었다. 구조물의 파괴나 폐기물 회수, 물질의 제거 또는 Encapsulation, 유지/보수 등과 같은 Construction activity가 이 기준에 포함되었다. "One Innovation in 1986" 석면 노출 근로자의 initial monitoring(작업을 시작하기 전 실시하는 monitoring)이 기준에 포함되었다. 1986년 standard는 사업주가 초기노출(initial exposure)에 대한 "objective data(factual information)"를 사용하도록 허용하였다(예를 들어, 석면이 함유된 생산품 중 잘 묶여 있어서(well-bound) 부서지지 않은 경우 석면이 함유된 빌딩의 노출수준을 결정(initial monitoring)하는데 objective data가 사용). 1986년 2개의 final asbestos standard는 OSHA의 정량적인 위험성 평가를 근거로 0.2 f/cc로 낮췄다. 이는 45년 이상 일하는 근로자중 7,815명의 암 사망을 예방하는 효과. 2 f/cc농도에서 45년 동안 석면에 노출된 근로자의 암 위험율은 근로자 1,000명당 약 3명이며, 이는 "유의(significant)"한 수준이라고 하였다. 그러나 이 PEL은 중대한 위험이 있음에도 불구하고 기술적 또는 경제적으로 불가능한 수준으로 해석되었다. 흡연에 대하여 석면에 노출된 근로자에게 매우 위험하고 흡연과 석면노출간의 상승효과를 유발한다고 보고되었다.

1988년 2월 법정은 OSHA에 PEL을 1 f/cc로 했을 때 기술적으로 불가능한 이유를 설명하도록 요청하고, AFL-CIO에 동의. OSHA는 특정조항을 채택하지

않기 위한 이유를 적절히 설명하지 못했고, 이 때문에 그 조항에 대한 재고를 명령받았다. 이 후 1988년 9월에 OSHA는 석면기준에 excursion limit 1 f/cc를 추가하였다.

다) 1990년대 석면관련 규정

1990년 1월 OSHA는 PEL 기준을 0.1 f/cc로 낮추는 문제, 석면 해체작업을 위한 특별 작업 실무 요구, 유지, 보수 작업, 빌딩 소유주는 빌딩내 석면 유해성에 대한 정보전달에 대한 책임 등을 제안하였다. 1980년대 EPA는 공공건물과 상업건물에서 석면으로 인한 환경위험에 대한 규칙을 만들기 위해 노력해 왔다. EPA는 OSHA뿐 아니라 보험사, 제조회사, 컨설턴트, 주정부, 노동조합, 관심그룹사이의 "정책적 의견교환(policy dialogues)"를 개최하여 합의사항으로는 석면의 존재는 빌딩 서비스 근로자가 알 권리가 있고 비 합의사항으로는 위험성이 근로자에게 얼마나 큰지 빌딩에서 석면함유물질을 어떻게 확인하고 감시해야 하는지였다. 이러한 논의는 OSHA가 정책을 반영하는데 도움이 되었다. OSHA는 석면이 있는 모든 빌딩에 대한 감시를 요구하였으며 이 안에 대해 노동조합이 권고하였다. 빌딩 소유주의 감시나 확인에 대한 이러한 일련의 해답들은 총체적인 감시 요구보다 비용이 적을 것과 정부기관은 이러한 접근이 근로자를 효과적으로 더 잘 보호할 수 있을 것으로 확신하였다.

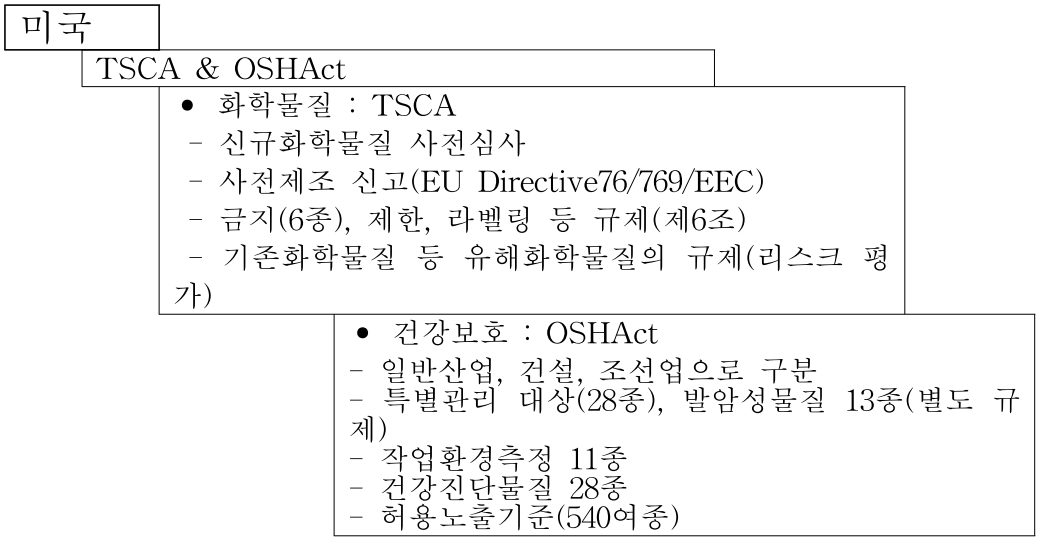
1994년 8월 OSHA는 2개의 최종 석면 기준(일반 사업장, 건설 사업장)을 출간하였는데 PEL은 0.1 f/cc이고 모든 근로자는 석면의 유해성에 대한 정보에 대해 알려고 해야 하며, 빌딩 소유주는 석면 확인과 석면에 접촉할 가능성이 있는 근로자에 대한 책임을 가지며 근로자는 모든 잠재적 위험에 대해 알아야 한다는 것 이었다. 건설 기준은 석면의 건물 자재 검사(building material test)를 요구하지 않았다. 그러나 소유주나 고용인은 1981년 이전에 설치된 것에 대하여 모든 단열재 또는 표면물질을 뿌리거나, 펴 바르는 작업에 대해서는 석면이 사용되지 않았음을 증명하기 위해서는 자료가 필요했다. 검사되지 않은 것

은 석면이 함유된 것으로 간주하였다. 그 내용으로는 work practice/training(의무 조항), 석면 분진이 발생되는 공정에 대해서는 밀폐 또는 격리, 밀폐된 공간에서 사용할 때는 작업장 음압을 형성하여 사용, 환기, 장애물 또는 격리 방법, 6 ㎜ 두께의 프라스틱 같은 물질로 된 글로브 백(glove bag)을 이용하여 석면을 다루거나, 혼합, 제거 또는 바르거나 청소할 때 노출제어를 위해 습식방법 사용이었다.

바. 미국의 화학물질관리 요약

화학물질을 규제하는 법은 유해물질관리법(Toxic Substance Control Act, TSCA)이며, EPA는 인체 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래할 수 있는 화학물질 또는 실질적인 양으로 생산되어 실질적으로 환경에 유출되거나 인체에 노출되는 화학물질에 대한 평가를 요구할 수 있고 신규화학물질에 대한 규제 즉 사전심사 권한과 건강 또는 환경에 대한 불합리한 리스크를 초래하는 물질의 제조가공 유통, 사용 또는 처분을 제한하거나 금지할 수 있다. 금지물질은 6종으로 알려져 있다.

근로자 건강보호와 관련해서는 미국은 OSHA 연방규정(Code of Federal Regulation) 1901 Subpart Z 1910.1003에서 13종의 발암성물질을 제시하고 있으며 마찬가지로 CFR 1910.1001, Asbestos에서 1910.1052, Methylene chloride까지 28종을 법적 규제대상으로 선정하여 각 물질마다 특별한 규정으로 관리하고 있다. 또한 법적 측정의무를 규정하고 있는 물질은 11종으로 알려져 있으며, 28종에 대하여 의학적 감시(Mandated Medical Surveillance)를 수행하도록 하고 있다. 그리고 허용노출기준(Permissible Exposure Limits, PELs)이 제정된 540여종 물질에 대하여는 사업주에게 근로자의 노출농도가 허용노출기준을 넘지 않도록 규정하고 있다.



[그림 18] 미국의 화학물질관리 수준 요약

(3) 일본의 화학물질 관리

일본에서 화학물질에 대한 관리는 다양한 부처에서 상당히 많은 법률이 제정되어 있다. 법령별 주요 목적을 살펴보면 아래 표와 같이 요약될 수 있다.

<표 187> 일본의 화학물질 관련 법령 및 목적

법령명	목적
화학물질의 심사 및 제조등의 규제에 관한 법률(화심법)	난분해성의 성상, 또는 사람의 건강을 손상시키는 우려가 있는 화학물질에 의한 환경의 오염을 방지(277종)
특정화학 물질의 환경에의 배출량의 파악 등 및 관리의 개선의 촉진에 관한 법률(화관법)	사람의 건강을 손상시키거나 또는 동식물의 서식 혹은 생육에 지장을 미치는 물질의 관리 및 개선
독물 및 극물 단속법	사람이나 동물이 마시거나 흡입하거나 피부나 점막

법령명	목적
	에 부착한 때에 생리적 기능에 위해를 주는 그 정도가 심한 것으로 독물의 단속
노동안전위생법	노동자의 안전과 건강을 확보하고 쾌적한 직장 환경의 형성을 촉진
화학 병기 금지법	화학 병기의 개발, 생산, 저장 및 사용의 금지 및 폐기에 관한 조약 유지
오존층 보호법	Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer의 목적으로 약 90물질을 규제
대기오염방지법	대기 환경을 보전
수질오염방지법	공공용수 및 지하수의 수질 오탁의 방지
유해물질을 함유한 가정용품의 규제에 관한 법률	유해물질을 함유한 가정용품에 대하여 보건·위생상 유해물질의 함유량 등에 대하여 필요한 규제(20종)

그러나 근로자 건강보호를 목적으로 하는 화학물질 관련 법령과 가장 연관이 있는 것은 「화학물질심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률」과 「노동안전위생법」이다. 일본은 경제산업성이 1973년 「화학물질심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률(이하 “화심법”“이라 한다)」을 제정하였으며, 특히 근로자의 건강보호를 위해 노동성이 1977년 「노동안전위생법」 개정 시 유해성 평가제도를 도입하였다. 노동안전위생법은 특정화학물질에 의한 위험의 예방에 대한 법령과 유기용제에 의한 중독에 대한 방호와 관련된 법령, 납중독에 대한 방호에 관련된 법령 등이 포함되어 있다. 법령은 후생노동성 관할이며 확인, 표지부착, 기업 내의 운송, 저장, 취급, 사용, 폐기 등의 모든 상황에 영향을 미친다. 작업장에서의 화학물질의 사용에 관한 이들 규칙들은 국가차원에서 집행된다.

가. 화학물질의 심사 및 제조의 규제에 관한 법률

일본에서는 1960년대 말부터 화학물질 안전관리에 대한 중요성을 인식하였고, 1973년 화학물질로 인한 환경오염의 피해를 막기 위하여 세계 최초로 「화

학물질의 심사 및 제조의 규제에 관한 법률」(The Law Concerning the Evaluation and Regulation of Manufacture etc. of Chemical Substances)'을 만들었다. 이 법은 산업용 신규화학물질의 유해성에 대한 사전평가와 관리를 규정하는 세계최초의 화학물질관리법이라 할 수 있다. 일본은 2차 세계대전 이후 PCBs, 수은, 카드뮴 등과 같이 환경에서 분해되지 않고 농축되어 인체에 악영향을 주는 물질로 인해 수많은 환경재앙을 경험하였기 때문에, PCBs와 같은 성질을 갖는 화학물질로부터 인체를 보호하고자 화심법을 도입하였다. 그리고 1986년에 개정을 하였고, 2003년도에 새로운 시대의 요구에 따라 개정을 하게 되었다. 최근 들어서 개정을 하게 된 계기는 화학 물질 관리에 대한 국제 동향과 OECD 보고 때문이며, 그 세부적인 내용으로는 1) 화학 물질의 동식물에 대한 영향을 미치는 심사 및 규제 제도 도입 2) 난분해성 고농축성의 기존 화학물질에 관한 규제 도입 3) 대기 중에 방출 가능성을 심사하는 제도의 도입 4) 사업자가 입수했던 유해성 정보의 보고를 의무화 하는 것이다.

법과 제도의 의무사항을 보면 법령은 후생노동성의 관할에 있으며 확인, 표지부착, 기업 내의 운송, 저장, 취급, 사용, 폐기 등의 모든 상황에 미치고, 작업장에서의 화학물질의 사용에 관한 이들 규칙들은 국가차원에서 집행된다. 화학공장의 점검은 전반적인 경험을 지닌 점검자에 의해 부정기적으로 수행된다. 화학물질의 표지부착은 국가 법령에 의한다. 잠재적 위험성의 분류, 확인과 적합한 관리 수단은 고용주의 책임이며, 기술정보시트는 고용주에 의하여 취급된다. 화학물질의 제조업자와 수입업자는 소관관청에 신화학물질의 조성에 대한 정보를 공급할 것이 요구된다. 이러한 정보는 표지부착 필요가 요구되었을 때 표지에 나타난다. 「노동안전위생법」에서는 화학안전에 대한 교육을 사업주가 제공할 것을 요구한다. 교육은 또한 연구기관이나 다른 조직체에 의하여 수행된다.

화심법은 난분해성이며, 사람의 건강에 해가 되는 화학물질에 의한 환경오염을 방지하기 위해서 1973년에 제정된 법률로서 신규 화학물질을 사전에 심사

및 규제하는 제도이며, PCB등과 같이 난분해성 고축적성의 성질을 가지고 있고, 장기 독성이 있는 화학물질을 특정 화학 물질(현재는 이를 제1종 특정화학물질)로 지정을 하였으며 제조 수입에 관련된 허가제를 시행하고 있다. 그 후 난분해성과 장기 독성이 있는 축적성 물질에 대해서도 법규를 제정할 필요성이 제기가 되었으며, 1986년에 개정이 되었고 지정화학물질과 제2종 특정화학물질 제도가 도입이 되었다. 그리고 2003년 개정된 내용에 따르면, 동식물에 미치는 영향을 규제하고 심사하는 제도와 대기 중에 방출 가능성을 고려한 심사 제도가 새롭게 도입이 되었다.

법 목적으로는 난분해성의 성질과 상태를 보유하고 또한 사람의 건강을 손상킬 우려가 있는 화학물질에 의한 환경의 오염을 방지하기 위해 1973년에 제정되었고 난분해성이며 고농축성을 보유하고 또한 만성 독성을 보유할 우려가 있는 화학물질을 특정화학물질로 지정하고, 제조·수입에 관해서는 허가제 등 필요한 조치를 강구하고자 제정하였다. 그 후에 고농축성은 아니지만 난분해성이고 또한 만성독성을 보유할 우려가 있는 물질에 대해서도 환경 중에서 잔류의 정도에 따라서 규제의 필요가 생긴 것에 대해서 법령을 개정하면서 필요한 규제 조치를 강구하기 위해서 제도를 마련하게 되었다.

일본은 과거 신규화학물질만을 사전심사의 대상으로 규정하여 제조, 수입 사업자로 하여금 제조 수입신고 시에 물질의 구조식 물리화학적 성상, 용도, 제조 수입예정량 등의 정보를 제출하도록 의무화하고 있었다. 2009년 개정법은 이에서 더 나아가 일반 기존 화학물질에 대해서도 제조 수입량을 신고하도록 의무화함과 아울러 일정한 경우 유해성정보를 제출하도록 규정하고 있다 물론 해당 물질의 리스크에 대한 입증책임을 사업자가 지는 것은 아니지만 일정한 정보의 제출책임을 부과하는 것으로 RECAH 규칙상의 등록제도와 유사한 것으로 이해될 수 있다.

가) 제1종 특정화학물질

제1종 특정화학 물질이란 다음 중 어느 하나에 해당하는 화학물질로 정령에 의하여 정해진 것이다.

① 자연적 작용에 의한 화학적 변화가 생기거나 또는 생물의 체내에 축적되기 쉬운 것 또는 계속적으로 섭취된 경우에는 사람의 건강을 손상시키는 우려가 있는 것

② 자연적 작용에 의하여 화학적으로 변화한 물질로서 ①의 성상을 갖는 것

제1종 특정화학 물질은 그 화학물질의 제조, 수입의 허가제, 사용의 제한 등의 조치가 부과되고 있다. 다만, 시험 연구용으로서 사용된 경우는 예외이다.

제1종 특정화학물질은 난분해성, 고축적성 및 장기독성 또는 고차보식동물에의 만성독성을 갖는 화학물질이 법령으로 지정되며 조치의 내용으로는 제조 또는 수입의 허가, 사용의 제한, 법령지정제품의 수입제한, 물질지정 등의 경우 회수 등 조치명령 등이 규정되어 있다.

<표 188> 일본 통산산업성 제1종 특정화학물질

No	물질명
1	폴리염화비페닐
2	폴리염화나프탈렌
3	헥사 클로로 벤젠
4	1,2,3,4,10,10-헥사(hexa) 클로로(chloro)-1,4,4a,5,8,8a-헥사(hexa) 히드로(hydro)-에키소-1,4-엔드(end)-5,8-디메타노나후타렌(이명 알도린)
5	1,2,3,4,10,10-헥사(hexa) 클로로(chloro)-6,7-에폭시(epoxy)-1,4,4a,5,6,7,8,8a-오쿠타히도로-에키소-1,4-엔드(end)-5,8-지메타노나후타렌(이명 딜도린)
6	1,2,3,4,10,10-헥사(hexa) 클로로(chloro)-6,7-에폭시(epoxy)-1,4,4a,5,6,7,8,8a-오쿠타히도로-엔드(end)-1,4-엔드(end)-5,8-지메타노나후타렌(이명 엔드(end) 인)
7	1,1,1-트리 클로로(chloro)-2,2-비스(vis)(4-클로로(chloro) 페닐(phenyl)) 에탄(ethane)(이명 DDT)
8	1,2,4,5,6,7,8,8-오쿠타클로로-2,3,3a,4,7,7a-헥사(hexa) 히드로(hydro)-4,7-

No	물질명
	메타노-1H-인덴(indene), 1,4,5,6,7,8,8-헤푸타쿠로로-3a,4,7,7a-테트라(tetra) 히드로(hydro)-4,7-메타노-1H-인덴(indene) 및 이러한 류연 화합물의 혼합물(이명 쿠롤덴 또는 헤푸타쿠롤)
9	비스(vis)(트리 브틸(butyl) 주석(tin))=옥시드(oxid)
10	N,N′-지토릴-팔라듐(palladium)-페닐렌(phenylene) 디아민(diamine), N-트릴(trill)-N′-크시릴(xylyl)-팔라듐(palladium)-페닐렌(phenylene) 디아민(diamine) 또는 N,N′-지키시릴-팔라듐(palladium)-페닐렌(phenylene) 디아민(diamine)
11	2,4,6-트리-터샤리(tertiary)-브틸(butyl) 페놀(phenol)
12	폴리(poly) 클로로(chloro)-2,2-디메틸(dimethyl)-3-메치리덴비시쿠로[2.2.1]헤푸탄(이명 토키사펜)
13	도데카쿠로로펜타시쿠로[5.3.0.0.2,60.3,90.4,8]데칸
14	2,2,2-트리 클로로(chloro)-1,1-비스(vis) (4-클로로(chloro) 페닐(phenyl))에틸알콜(ethanol)(이명 켈센 또는 지코홀)
15	헥사(hexa) 클로로(chloro) -1,3-디엔(diene)
16	2,-(2H-1,2,3-벤조트리아졸(benzotriazole)-2-일)-4,6-디-tert-부틸(butyl) 페놀(phenol)

(가) 제조, 수입 허가

제1종 특정화학물질을 제조 또는 수입하려고 하는 자는 경제산업대신의 허가를 받아야 한다. 제1종 특정화학물질은 그 자체가 환경을 오염시키고 당해 물질이 원인이 되어 사람들의 건강에 피해를 줄 우려가 있기 때문에 제조 및 수입이 원칙적으로 금지되며 일정한 요건을 충족하는 경우에 한하여 예외적으로 금지가 해제된다. 허가는 일본 내에서의 수요를 감안하여 판단하고 있는데 수요를 채우기 위해 필요하다고 인정되는 경우가 아니면 제조 및 수입을 금지하고 있다 이는 곧 시장경제원리에 따라 수요 및 공급이 결정되는 것은 아님을 의미한다. 통상의 경찰허가 제도와는 달리 수요예측에 근거하는 일종의 계획허가라고 할 수 있다 이와 같이 엄격한 규제가 부여된 것은 제1종 특정화학물질의 존재 자체가 위험하기 때문이다. 실제로 제1종 특정화학물질의 제조 및 수입은 국회의 결의로 사실상 금지되어 있으며 시험연구 용도로 소량만 수입되고

있다.

(나) 사용 제한

일정한 요건을 충족하는 제1종 특정화학물질은 정령으로 정하는 용도 이외의 용도로의 사용이 금지된다. 즉 당해 용도에 관하여 다른 물질에 의한 대체가 곤란할 것 그리고 당해 용도에 당해 제 종 특정화학물질이 사용됨으로써 당해 제1종 특정화학물질에 의한 환경오염이 발생하여 사람의 건강에 관한 피해 또는 생활 환경동식물의 생식 또는 생육에 관한 피해를 발생시킬 우려가 없을 것이라는 요건을 충족하는 경우에 그러하다 또한 제1종 특정화학물질을 업으로 사용하려는 자는 사업소별로 미리 주무대신에게 신고하여야 한다.

나) 제2종 특정화학물질

제2종 특정화학물질이란 아래 중 하나에 해당하고 또한, 그 제조, 수입, 사용 등의 상황에서 현재 광범위한 환경 중에 상당히 잔류성이 강하거나 또는 향후 그 상황이 예측되는 화학물질로 정령으로 정해진 것이다.

① 자연적 작용에 의한 화학적 변화가 생기거나 또는 계속적으로 섭취된 경우에는 사람의 건강을 손상시키는 우려가 있는 것

② 자연적 작용과 화학적으로 변화한 물질이 ①의 성상을 갖는 것

제2종 특정화학 물질은 그 화학물질의 제조 및 수입 예정 수량 및 실적 수량의 신고, 용기 등에 환경오염을 방지하기 위한 조치 등의 표시 의무 등이 부과되고 있다.

<표 189> 일본 통산산업성 제2종 특정화학물질

No	물질명
1	트리클로로에틸렌(trichloroethylene)
2	사염화에틸렌(tetrachloro ethylene)

No	물질명
3	4염화 탄소
4	트리페닐 주석(tin)=디메칠디치오칼바마토
5	트리페닐 주석(tin)=플루오르화물(fluoride)
6	트리페닐 주석(tin)=아세타토
7	트리페닐 주석=염화물
8	트리페닐 주석=수산화물(hydroxide)
9	트리페닐 주석 지방산 염
10	트리페닐 주석=클로로아세타토
11	트리 부틸 주석=메타 구리 라드(Gerhard von Rad)
12	비스(vis)트리부틸주석
13	트리 부틸 주석=플루오르화물(fluoride)
14	비스트리 부틸주석
15	트리 부틸 주석
16	트리 부틸 주석=담뱃대의 설대 라드(Gerhard von Rad)
17	비스(트리 부틸 주석)=뚜껑 라드(Gerhard von Rad)
18	알킬(alkyl)=아쿠리라토·메틸(methyl)=메타(meta) 구리 라드(Gerhard von Rad)·트리 부틸(butyl) 주석(tin)=메타(meta) 구리 라드(Gerhard von Rad) 공중합물(알킬(alkyl)
19	트리 부틸 주석
20	비스(vis)(트리 부틸 주석=말레(Male) 아트(art)
21	트리 부틸 주석=염화물
22	트리 부틸 주석=시클로펜탄 카르복시 라드(Gerhard von Rad) 및 이 류연 화합물의 혼합물
23	트리 부틸 주석(tin)=1,2,3,4,4a,4b,5,6,10,10a-데카(deca) 히드로(hydro)-7-이소프로필(isopropyl)-1,4a-디메틸(dimethyl)-1-페난트렌(phenanthrene) 카르복시(carboxy) 라드(Gerhard von Rad) 및 이 류연 화합물의 혼합물(별명 트리 부틸(butyl) 주석(tin) 로진(rosin) 염)

(가) 제조, 수입신고

제2종 특정화학물질을 제조 또는 수입하는 자 또는 정령으로 정하는 제품으로 제2종 특정화학물질이 사용된 제품을 수입하는 자는 제2종 특정화학물질의 제조 및 수입의 예정수량 실제수량 제2종 특정화학물질 사용제품의 수입 예정

수량 실제수량 등을 경제산업대신에게 신고하여야 한다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 법에서 직접적인 조치명령을 인정하고 있다는 점이다. 환경오염으로 인해 인체 건강과 관련된 피해 또는 생활환경동식물의 생식 및 생육과 관련된 피해가 발생하는 것을 방지하기 위하여 대신이 제 종 특정화학물질의 제조 수입 및 제 종 특정화학물질 제품의 수입을 제한할 필요가 있다고 인정하는 때에는 신고된 예정수량의 변경을 명할 수 있다.

(나) 취급상의 조치

주무대신은 제2종 특정화학물질별로 제2종 특정화학물질의 제조사업을 하는 자업으로 제2종 특정화학물질 또는 제2종 특정화학물질 제품을 사용하는 자 그 밖에 업으로 제2종 특정화학물질 또는 제품을 취급하는 자가 그로 인한 환경오염을 방지하기 위하여 취하여야 하는 조치에 관한 기술상의 지침을 공표하고 필요가 있다고 인정하는 경우에는 그 자에게 기술상의 지침을 감안하여 그로 인한 환경오염을 방지하기 위하여 필요한 조치에 관하여 필요한 권고를 할 수 있다.

나) 감시화학물질

(가) 감시화학물질의 지정

일반화학물질에 대한 유해성평가 결과 난분해성 및 고축적성이 있는 것으로 판명된 화학물질 중에서 예컨대 사람 또는 고차포식동물에 대한 장기독성을 갖고 있는 화학물질은 제 종 특정화학물질로 지정되지만 그러한 장기독성의 유무가 판명되기 위해서는 오랜 기간이 소요되기 때문에 장기독성의 유무가 판명되기 이전까지는 감시화학물질로 지정되어 일정한 감시조치의 대상이 된다. 즉 감시화학물질이란 기존화학물질 중 난분해서 및 고축적성이 있는 것으로 판명되었으나 인체 또는 고차포식동물에 대한 장기독성의 유무가 불분명한 화학물질로 대신이 지정하는 물질을 말한다.

(나) 제1종 감시화학물질의 종류

제1종 감시화학물질이란 기존 화학물질 중 제1종 특정화학물질로 의심 되는 물질이라고 판정되고 화심법 제2조 제9항의 규정에 근거하여 공시된 물질이다. 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항의 신고의 의무가 부과되어 있다. 또한, 환경오염이 생기는 우려가 있다고 예상된 경우 등에 해당되는 제1종 감시화학물질의 제조 또는 수입의 사업을 운영한 자에게 유해성의 조사(계속적으로 섭취된 경우에 있어서 사람의 건강 또는 고차원 보식 동물의 서식 또는 생육에 미치는 영향에 관한 조사)와 그 결과의 보고를 지시할 수 있다. 또한, 시험 연구용에 제조 또는 수입을 행한 경우에는 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항에 예외규정이 있다.

<표 190> 일본 통산산업성 제1종 감시화학물질

No	물질명
1	Mercury oxide
2	1-tert-Butyl-3,5-dimethyl-2,4,6-trinitrobenzene
3	1,5,9-Cyclododecatriene
4	Cyclododecane
5	Cyclododecane, 1,2,5,6,9,10-hexabromo
6	1,1-Bis(tert-butyl)-3,3,5-trimethylcyclohexane peroxide
7	Stannane, tetraphenyl-
8	Benzene, 1,3,5-tribromo-2-(2,3-dibromo-2-methylpropoxy)-
9	Phosphonothioic acid, phenyl-, O-(2,4-dichlorophenyl) O-ethyl ester
10	Benzene, 1,3,5-tris(1,1-dimethylethyl)-
11	폴리(poly) 브로모(bromo) 비페닐(biphenyl)
12	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, dimer
13	2-이소푸로필비시쿠로[4.4.0]데칸 또는 3-이소프로필비시쿠로[4.4.0]데칸
14	[1,1′-Biphenyl]-4-ol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-

No	물질명
15	1,4-Diisopropylnaphthalene
16	Naphthalene, triisopropyl-
17	삭제
18	Phenol, 2-(5-chloro-2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1,1-dimethylethyl)-
19	염소화 파라핀(paraffin)
20	디에틸(diethyl) 비페닐(biphenyl)
21	수소화 텔페닐
22	디벤질(dibenzyl) 톨루엔(toluene)
23	트리 에틸(ethyl) 비페닐(biphenyl)
24	N,N-Dicyclohexan-1-yl(1,3-benzothiazol-2-ylsulfanyl)amine
25	Phenol, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1-dimethylethyl)-6-(1-methylpropyl)-
26	2,4-Di-tert-butyl-6-[(2-nitrophenyl)diazenyl]phenol
27	Perfluoro(1,2-dimethylcyclohexane)
28	2,2′,6,6′-Tetra-tert-butyl-4,4′-methylenediphenol
29	펠훌오로도데칸 산
30	펠훌오로토리데칸 산
31	펠훌오로테토라데칸 산
32	펠훌오로펜타데칸 산
33	펠훌오로헤키사데칸 산
34	펠훌오로헤푸탄
35	퍼플루오로 옥탄(octane)
36	2,2,3,3,4,4,5-헤푸타훌오로-5-(퍼플루오로 브틸(butyl)
37	4-sec-Butyl-2,6-di-tert-butylphenol

(다) 제조, 수입 신고

감시화학물질을 제조, 수입하려는 자는 매년 제조 및 수입의 실제수량과 용도를 경제산업대신에게 신고하여야 하는데 이는 감시화학물질로 인한 환경오염 상황을 전국적으로 파악하기 위한 것이다 그리고 대신은 시간이 많이 드는 장

기독성의 평가를 대신하여 예비적인 독성평가를 실시하고 그 결과에 기초하여 필요에 따라 사업자에 대하여 당해 화학물질이 환경 중으로 방출되지 않도록 필요한 지도 및 조언을 할 수 있다.

(라) 유해성조사지시

대신은 예비적 독성평가의 실시 결과 감시화학물질의 제조·수입·사용에 있어서 환경오염이 발생할 우려가 있다고 인정되는 경우에는 제조 및 수입 사업자에게 장기독성에 관한 조사를 실시하도록 하고 그 결과를 보고하도록 지시할 수 있는데 이를 유해성조사지시 라고 한다. 유해성조사의 결과 장기독성이 있는 것으로 판명되면 신속하게 제 종 특정화학물질로 지정하여 당해 화학물질의 제조 수입사용을 원칙적으로 금지하여야 한다. 그러나 장기독성이 없는 것으로 판명된 경우에는 계속해서 감시할 필요가 없기 때문에 감시화학물질의 지정을 취소하게 된다. 유해성조사에 필요한 비용의 부담과 관련해서는 기본적으로 관련사업자들이 공평하게 부담하여야 하지만 필요한 경우에는 경제산업 대신 당해 유해성조사에 드는 비용 부담 방법 및 비율에 관한 기준을 정할 수 있다 이때 비용부담의 방법 및 비율은 화학물질 제조 및 수입의 상황을 종합적으로 감안하여 결정하여야 하고 이러한 기준은 어디까지나 사업자 간의 이해 조정을 원활하게 하기 위한 것인바 법으로 강제하여서는 아니 된다.

(마)정보의 제공

감시화학물질을 제조, 사용 또는 취급하는 자는 당해 물질을 다른 사업자에게 양도하거나 제공하는 경우 그 상대방에 대하여 당해 물질의 명칭 및 당해 물질이 감시화학물질이라는 정보를 제공하도록 노력하여야 한다.

(바) 제2종 감시화학물질 및 지정 화학물질

제2종 감시화학물질 및 지정 화학물질이란 제2종 특정화학 물질로 의심되는 물질이라고 판정되고, 제2종 감시화학물질에 있어서는 화심법 제2조 제9항과 지정 화학물질에 있어서는 구화심법 제2조 제4항의 규정에 근거하여 공시된 물질이다. 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항의 신고의 의무가 부과된다. 또한, 환경의 오염에 의하거나 사람의 건강에 관계된 피해가 생기는 우려가 있다고 예상되는 경우 등에 제2종 감시화학물질의 제조 또는 수입의 사업을 운영한 자에게 유해성의 조사(계속적으로 섭취된 경우에 있어서 사람의 건강에 미치는 영향에 관한 조사)와 그 결과의 보고를 지시할 수 있다. 또한, 시험 연구용에 제조 또는 수입을 행한 경우에는 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항의 신고가 예외될 수 있다. 감시물질은 총 120종의 물질과 지정물질은 801종으로 알려져 있다.

(사) 제3종 감시화학물질

제3종 감시화학물질이란 제1종 특정화학 물질 또는 제2종 특정화학 물질에 해당될 의심이 있는 것과 화심법 제2조 10항의 규정에 근거하여 공시된 물질이다. 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항의 신고의 의무가 부과된다. 또한, 환경의 오염에 의하거나 생활환경 동식물의 서식 또는 생육에 관계된 피해가 생기는 우려가 있다고 예상된 경우 등에 제3종 감시화학물질의 제조 또는 수입의 사업을 운영한 자에게 유해성의 조사(계속적으로 섭취 또는 이것에 조사된 경우에 있어서 생활환경 동식물의 서식 또는 생육에 미치는 영향에 관한 조사)와 그 결과의 보고를 지시할 수 있다. 또한, 시험 연구용에 제조 또는 수입을 행한 경우에는 제조 또는 수입 수량 및 그 밖에 정해진 사항의 신고의 의무는 예외가 가능하다. 2013년 7월 현재 144종의 물질이 공시되어 있다.

다) 신규화학물질의 심사 및 규제

(가) 사전심사의 대상이 되는 신규화학물질의 범위

신규화학물질이란 일반화학물질 제1종 특정화학물질, 제2종 특정화학물질, 우선평가화학물질, 감시화학물질, 규제대상외 물질 이외의 화학물질을 말한다. 신규화학물질에 대해서는 제조 및 수입 이전에 행정청의 심사를 받도록 하고 있으며 이와 관련하여 신고제를 채택하고 있다. 즉 신규화학물질을 일본에서 제조 또는 수입하려는 자는 후생노동대신, 경제산업대신 및 환경대신에게 신고하여야 한다. 다만 외국에서 신규화학물질을 신고하고 신고한 신규화학물질이 규제대상외 물질이라는 취지의 통지를 받은 자가 당해 신규화학물질을 수입하려는 경우 시험연구를 위하여 신규화학물질을 제조 수입하는 경우 시약으로서 신규화학물질을 제조 또는 수입하는 경우 예정되어 있는 제조 등의 취급 방법 등으로 보아 환경오염이 발생할 우려가 없는 경우로서 정령으로 정하는 경우 에 해당한다는 취지를 대신으로부터 확인받고 제조 및 수입하는 경우 1년간 국내에서 제조 수입할 예정수량이 정령으로 정하는 수량 1톤 이하인 경우로서 사람의 건강 등에 피해 발생의 우려가 없다는 취지를 대신으로부터 확인받고 제조 수입하는 경우 신규화학물질이 고분자화학물질로서 그에 따른 환경오염이 발생하여 사람의 건강에 피해를 발생시킬 우려가 없는 것으로 대신이 정하는 기준에 해당한다는 취지를 대신으로부터 확인받고 제조, 수입하는 경우에는 신고할 필요가 없다.

(나) 사전심사의 내용

신규화학물질은 그 안전성이나 위험성이 명확하지 않기 때문에 제조 및 수입을 하려는 자에게 신고를 하고 사전심사를 받도록 하고 있다 대신은 신고를 받은 날로부터 개월 이내 외국으로부터의 신고에 대해서는 4개월 이내 에 분해성 축적성, 인체장기독성 및 생태독성의 유무에 대하여 공동으로 심사하고 심사결과에 따라 기초 자료는 신고자 기업 사업자가 제출하고 당해 신규화학물질이 화학물질의 분류 중 어디에 해당하는지를 판정한 후 신고자에게 통지한다. 다만 1년간 제조 수입 예정수량이 톤 이하인 경우 신고자는 신고를 하는 때에 심

사의 특례를 신청할 수 있다 이러한 경우 사전심사에서 당해 화학물질이 난분해성은 있지만 고축적성이 없다는 취지의 판정 및 통지를 받고 사람의 건강 또는 생활환경동식물 의 생식 및 생육에 피해 발생의 우려가 없다는 취지를 대신으로부터 확인받음으로써 독성 여부에 대한 심사 없이 확인된 수량의 범위 내에서 당해 화학물질을 제조 및 수입할 수 있다. 이러한 심사 절차에 따라 신규화학물질은 제1종 특정화학물질, 우선평가화학물질, 규제대상외 물질 어떤 분류에 해당되는지 불분명한 물질 등으로 판정받게 된다. 제1종 특정화학물질에 해당하는 경우에는 법 제5장에 따라 제1종 특정화학물질에 관한 규제를 받게 되고 우선평가화학물질에 해당하는 경우에는 법 제4장에 따라 우선평가화학물질에 관한 규제를 받게 된다. 그리고 어떠한 분류에도 해당되지 않는 규제대상외 물질에 대해서는 대신은 공동성령으로 정하는 바에 따라 지체 없이 당해 화학물질의 명칭을 공시하여야 한다. 규제대상외 물질로 판정받으면 동일한 화학물질을 제조 및 수입하려고 하는 자는 다시 신고를 하지 않더라도 자유롭게 제조, 수입할 수 있다.

라) 일반화학물질의 규제

(가) 일반화학물질이란 화학물질심사규제법 제정된 1973년 이전에 이미 상업적인 목적으로 제조, 수입되고 있는 물질로서 통상 상업대신이 공시한 기존화학물질명부에 기재되어 있는 화학물질을 말하는 것으로 약 만 종으로 알려져 있다. 종래에는 이들 일반화학물질에 대해서는 우리나라와 마찬가지로 국가가 직접 그 유해성을 평가하고 그 결과에 따라 특정화학물질이나 감시화학물질로 지정할 수 있도록 하고 있었을 뿐 일반화학물질 자체에 대해서는 별다른 규제를 하고 있지 않았다. 그러다가 2009년 개정법에서는 종래 기존화학물질 의 명칭을 일반화학물질로 개정하는 한편 일반화학물질을 포함하는 모든 화학물질을 톤 이상 제조하거나 수입하는 자로 하여금 매년 전년도의 제조 및 수입수량을 경제산업대신에게 신고하도록 의무화하고 있다. 이는 국가가 모든 일반화학물

질을 평가하는 것은 불가능하였기 때문에 보다 효과적인 유해성평가를 위하여 일반화학물질을 제조 수입하는 사업자에 대해서도 매년 당해 화학물질의 수량을 신고하도록 하고 경우에 따라서는 유해성 정보의 제출을 요구할 수 있도록 한 것이다.

마) 우선평가화학물질에 관한 조치

2009년 개정법에서는 우선평가화학물질 이라는 새로운 화학물질 분류를 신설하고 있다. 우선평가화학물질의 신설에 따라 종래의 제2종 및 제3종 감시화학물질은 폐지되었다. 종래의 제2종 및 제3종 감시화학물질은 제조, 수입의 수량 용도 등을 감안하여 필요에 따라 우선평가화학물질로 지정된다.

(가) 우선평가화학물질의 지정

우선평가화학물질이란 일반화학물질 및 톤 이상의 신규화학물질에 대하여 유해성 평가 실시 결과 계속적으로 섭취할 경우 인체 건강을 해칠 우려가 있는지 여부는 분명하지 않으나 인체 건강에 피해를 줄 우려가 있는지 여부에 대한 평가를 우선적으로 실시할 필요가 있는 것으로 인정되는 화학물질로서 대신이 지정하는 화학물질을 말한다. 우선평가화학물질에 대해서는 관련 정보의 수집 및 안전성 평가를 단계적으로 진행하고 그 결과 사람 또는 동식물에 대한 악영향이 염려되는 화학물질은 제2종 특정화학물질로 지정되어 제조 및 사용 등의 규제를 받게 된다 이때 필요한 경우에는 우선평가화학물질을 제조 수입하려는 사업자에게 유해성 정보 독성 데이터 상세용도 등 의 제출을 요구할 수 있으며 취급 사업자에 대해서도 사용 용도의 보고를 요구할 수 있다.

(나) 우선평가화학물질의 신고

우선평가화학물질을 제조 또는 수입하는 자는 매년 전년도의 제조수량 및 수입수량 등을 경제산업대신에게 신고하여야 한다. 다만 시험연구용으로 제조, 수

입하는 경우와 톤 이하의 경우에는 그러하지 아니하다.

(다) 유해성조사지시

대신은 우선평가화학물질의 제조 등의 상황 등을 고려하여 사람의 건강에 피해를 줄 우려가 있어 유해성에 대한 판정을 실시할 필요가 있는 것으로 인정되는 때에는 제조 등의 사업자에 대하여 유해성 조사를 실시하도록 하고 그 결과를 보고하도록 지시할 수 있다

(라) 정보제공 의무

우선평가화학물질을 취급하는 자는 우선평가화학물질을 다른 사업자에게 양도하거나 제공하는 때에 상대방에게 당해 우선평가화학물질의 명칭 등에 관한 정보를 제공하도록 노력하여야 한다.

바) 화심법 관련 기존 화학물질 안전성(분해성·농축성)점검

기존 화학물질의 안전성 점검에 대하여 경제산업성이 직접 분해성·농축성의 점검을 행하고 있으며 물질은 약 1,600종으로 알려져 있다.

사) 화심법 관련 기존 화학물질 안전성(독성)점검

후생노동성은 기존 화학물질 점검 사업의 일환으로 국립의약품식품위생연구소를 중심으로 각주63)와 같은 독성시험을 실시하고, 화학물질의 안전성점검을 진행함과 동시에 OECD/HPVc(High Production Volume chemicals ; 고생산량 화학물질)점검 프로그램(program)에 협력하고 있다. 우리나라의 경우 환경부에서 협력하고 있는 것으로 알려져 있다. 지금까지 약 277종의 물질의 점검이 이

63) ① 1회 투여 독성 시험 ·복귀 변이 시험, ② 28일간 반복 투여 독성 시험 ·염색체 이상 시험, ③ 90일간 반복 투여 독성 시험 ·소핵 시험, ④ 반복 투여 독성·생식 발생 독성 병합 시험, ⑤ 52 주간 반복 투여 독성 시험, ⑥ 간이 생식 독성 시험 ·신생아 투여 시험, ⑦ 1세대 생식 독성 시험 ·최기형성 시험

루어진 것으로 알려져 있다.

아) 화심법 관련 우선평가대상 화학물질 선정

화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률(쇼와 48년 법률 제117호) 제2조 제5항에 근거하여 우선평가화학물질에 대해서 다음과 같이 공지되었다. 2015년 4월 1일부로 14종의 물질을 우선평가화학물질로 지정했다. 해당 물질은, 2014년 11월 28일에 개최된 "2014년도 제7회 약사·식품 위생 심의회 약사 분과회 화학물질 안전대책회의 화학물질조사회, 2014년도 제2차 화학물질 심의회 안전대책회의 제149회 중앙환경심의회 환경보건회의 화학물질 심사 소위원회" 및 2014년 12월 19일에 개최된 "2014년도 제8회 약사·식품 위생 심의회 약사 분과회 화학물질 안전대책회의 화학물질조사회, 2014년도 제3회 화학물질심의회 안전대책회의 제150회 중앙환경심의회 환경보건회의 화학물질심사 소위원회"에서 우선평가화학물질에 상당한다고 판정된 물질이다. 이 물질들은 2015년도 접수(2014년도 실적)의 제조 수량 등의 신고에 대해서는 일반화학물질로 신고를 해야 하며, 내년도부터는 우선평가화학물질로 신고를 해야 한다.

나. 노동안전위생법

가) 노동안전위생법 개요

노동자의 안전과 건강을 확보하고 쾌적한 직장 환경의 형성을 촉진하는 것을 목적으로 1972년에 제정되었다.

(가) 노동안전위생법

1972년 제정된 「노동안전위생법」은 근로자의 인간존중이라는 기본적인 이념에 기초하여 직장에서 근로자가 안전과 건강을 확보하는 것, 쾌적한 작업환경 형성을 촉진하는 것을 목적으로 하고 있는 것으로, 노동안전위생의 기본법

이라 할 수 있는 법률이다.

(나) 노동안전위생법시행령(소47정령 제318호)

노동안전위생법의 규정에 의거하여, 용어의 정의, 법의적용 범위 등을 정한 총리령이다.

(다) 노동안전위생규칙(소47노동부령 제32호)

노동안전위생규칙은 통칙, 안전기준, 위생기준 및 특별 규제의 4편으로 이루어져있다. 제 1편 통칙은 노동 안전위생법의 시행 규칙적인 성격을 가지고 있고, 안전 위생 관리체제, 근로자 교육, 면허 등에 대해서 정하고 있다. 제 3편 위생 기준은 유해한 작업 환경, 보호구, 공기용적 및 환기 등 위생 기준 일반에 대해서 정하고 있다.

(라) 노동안전위생규칙 이외 상세한 시행규칙

보일러 및 압력용기 안전규칙, 크레인 등 안전규칙, 곤돌라 안전규칙, 유기용제중독 예방규칙, 납중독 예방규칙, 4알킬연 중독예방 규칙, 특정 화학물질 등 장해예방 규칙, 고기압 작업 안전위생규칙, 전리방사선 장해방지 규칙, 산소 결핍증 등 방지규칙, 사무소 위생기준 규칙, 분진장해방지 규칙, 제조 시 등 검사대행기관 등에 관한 규칙, 기계 등 검정규칙, 노동안전 컨설턴트 및 노동위생 컨설턴트 규칙, 방독마스크의 규격, 방진 마스크의 규격 등의 규칙이 있다.

후생노동성은 유해화학물질에 대하여 리스크 평가를 수행하고 건강장해 발생의 위해정도가 높은 작업 등에 대하여는 위해의 정도 등에 따라 특별규칙에 의한 규제 등을 행하는 형태로 규제한다. 따라서 화학물질에 의한 노동자의 건강장해 방지에 관계된 리스크 평가 검토회를 개최하여 리스크의 평가를 수행하고 그와 관련된 대책의 방향성에 관한 검토를 수행한다. 검토회의 보고서는 약 50여 페이지로 구성되며 그 내용으로는 개정의 근거와 화학물질의 물리화학적 특

성 등이며 선진외국의 노출기준 검토 등이며, 리스크 평가는 노동안전위생규칙에 근거한 유해물질 노출 작업 보고를 기초로 추출한 일정한 작업장에 대하여 작업 종사자에 대한 개인 노출량의 측정 등을 시행하고 이러한 측정의 결과를 일본 산업위생학회 또는 미국 ACGIH에서 권고한 노출기준 등에 입각하여 설정한 평가치와 비교하는 형태가 화학물질 개편 체제이다.

화학물질과 관련된 조항으로는 제22조에 사업주는 원재료, 가스, 증기, 분진, 소음, 진동, 병원체 등에 의한 건강장해방지를 위한 필요한 조치를 강구하여야 한다(산안법 제24조와 유사). 사업주가 강구하여야 하는 조치사항은 후생노동성령으로 정하고 있으며 노동법령으로 정한 건강장해 예방규칙은 우리나라의 산업안전보건기준에 관한 규칙과 유사한 유기용제중독예방규칙, 특화칙, 분진칙, 연칙, 고기압칙 등이 있다.

구체적으로는 법 제55조(제조 등의 금지), 법제56조제1항(제조의 허가), 법 제57조제1항(표시 등) 이다. 제조가 금지되고 있는 물질은 제조, 수입, 양도, 제공 또는 사용이 금지되는 물질이며, 제조 허가가 필요한 물질은 제조 전에 후생노동장관의 허가를 얻는 것을 의무화하고 있는 물질이며, 이 물질을 양도 또는 제공한 때에 MSDS의 교부가 의무화되고 있다. 표시대상으로 된 물질은 용기 또는 포장에 명칭 및 성분 등의 표시가 의무 부여 되어 있는 물질이다. MSDS 교부의 대상 물질은 양도 또는 제공한 때에 MSDS를 교부 하는 것이 의무화되고 있는 물질이다. 노동안전위생법의 유해물질 관리체제는 우리나라의 산업안전보건법의 다소 유사한 부분이 있다.

나) 노동안전위생법과 화학물질관리

(가) 제조 등의 금지

노동안전위생법 제55조(제조 등의 금지)에 규정되어 있으며 제조 등의 금지 물질은 근로자에게 중증의 건강 장해를 일으키는 것으로 정령으로 정하는 것은

제조, 수입, 양도, 제공 또는 사용해서는 안 된다. 대상물질은 8종으로 아래와 같다.

① 황린
② 벤지딘(benzidine) 및 그 염
③ 4-아미노디페닐 및 그 염
④ 석면
⑤ 4-니트로디페닐 및 그 염
⑥ 비스(vis)(클로로(chloro) 메틸(methyl))에테르(ether)
⑦ 베타(beta)-나프틸아민(naphtylamine) 및 그 염
⑧ 벤젠(benzene)를 함유한 고무풀

이미 상기 모든 물질은 우리나라 산업안전보건법상 제조 등의 금지물질에 모두 포함되어 있다.

(나) 제조 등의 허가

노동안전위생법 제56조 제1항(제조 등의 허가)에 규정되어 있으며 제조 등의 금지물질은 노동자에게 중증의 건강장해를 일으킬 우려가 있는 것으로, 정령으로 정하는 것을 제조하려고 하는 사람은 후생노동성령으로 정하며, 미리 후생노동대신의 허가를 받아야 한다. 대상물질은 노동안전위생법 시행령 제17조 별표 제3의1호에 정해져 있다. 한편, 노동안전위생법 제57조의 2제1항에 의하여 이 물질을 양도 또는 제공한 때에 MSDS의 교부가 의무화되고 있다. 특이한 것은 허가대상물질이 특정화학물질이 제1류 물질로 관리되고 있다는 것이다. 대상물질은 아래와 같다.

① 디클로로벤지딘 및 그 염
② 알파-나프틸아민(naphtylamine) 및 그 염
③ 염소화 비페닐(이명 PCB)
④ 오르토(ortho)-트리진(gin) 및 그 염

⑤ 디아니시딘 및 그 염
⑥ 베릴륨(beryllium) 및 그 화합물
⑦ 벤조(benzo) 트리 염화물(chloride)

일본의 제조 등의 허가대상은 우리나라보다 규제 대상이 적은 것으로 조사되었다.

(다) 표시 의무대상 물질

노동안전위생법 제57조제1항의 규정에 의하여 용기에 넣고 또는 포장하고 양도하고 또는 제공한 자는 그 용기 또는 포장에 명칭 및 성분 등을 표시한 것이 의무화되고 있다. 대상물질은 정령 제17조 별표 제3 제1호 및 정령 제18조에 의하고 정해져 있다. 대상물질은 103종이며 자료가 방대하여 본 보고서에는 수록하지 않는다.

(라) MSDS 의무대상 물질

노동안전위생법 제57조(문서의 교부)로 노동안전위생법 시행령으로 대상 화학물질이 정해져 있다. 노동안전위생법 제57조 제2항의 규정에 의하여 양도 또는 제공한 때에 화학물질 MSDS를 교부 하는 것이 의무가 되는 물질로 노동안전위생법 시행령 제17조 별표 제3제1호 및 동제 18조의 2 별표 제9에 제시되어 있다. 대상물질은 약 640종인 것으로 알려져 있다.

(마) 건강관리 수첩

행정구역 노동국장은 다른 중증의 건강장해가 생길 우려가 있는 업무로 정령으로 정한 것에 종사하고 후생 노동성령으로 정한 요건에 해당한 자에 대하여 이직 또는 이직의 후 해당 업무에 관계된 건강관리수첩을 교부하도록 하고 있다. 대상 업무는 아래와 같이 12종으로 구성하여 관리하고 있다.

① 벤지딘(benzidine) 및 그 염

② 베타(beta)-나프틸아민(naphtylamine) 및 그 염
③ 분진 작업(진폐법 제30호)
④ 크롬(chrome)산 및 중크롬(chrome)산 및 이러한 염
⑤ 3산화비소
⑥ 코크스(coke) 또는 제철용 발생로 가스(gas)를 제조한 업무
⑦ 비스(vis)(클로로(chloro)메틸(methyl))에테르(ether)
⑧ 베릴륨(beryllium) 및 그 화합물
⑨ 벤조(benzo) 트리 염화물(chloride)
⑩ 염화 비닐(vinyl)
⑪ 석면
⑫ 디아니시딘 및 그 염

(바) 특정화학물질

노동안전위생법 및 노동안전위생법시행령의 규정에 근거하여 특정화학물질 등 장해예방 규칙을 총 10장으로 관리하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 특정화학물질 제1류 물질은 허가대상물질에 해당되며 허가대상물질을 관리하기 위한 규정이 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙처럼 별도의 장으로 관리하지 않으며 특정화학물질 등 장해 예방 규칙 편에 수록되어 있다. 일본 노동안전위생법은 최근 특정화학물질에 신규로 니켈 화합물(니켈카르보닐을 제외하고, 가루상태의 물건에 한함)과 포름알데히드를 추가로 규제하였다. 특정화학물질은 크게 제1류(7종), 제2류(40종), 제3류 물질(8종)로 구분되어 있으며 제2류 물질은 특정 제2류물질, 오라민 등, 관리 제2류 물질로 세부적으로 구분된다. 한편, 제3류 물질은 제3류 물질 등의 화학물질의 종류와 규제와 다르며, 우리나라와 동일하게 특별관리물질은 별도로도 구분하고 있다.

한편, 염소화비페닐, 산화에틸렌, 코크스로, 브롬화메틸, 벤젠, 1,3-부타디엔, 니트로글리콜, 황산디에틸, 1,3-프로판술톤에 대하여는 특수한 작업으로 규정하

여 각 물질에 관계된 특수한 작업 등의 관리 규정(제5장의 2)을 마련하고 있어 우리나라도 노동안전위생법과 그 체제가 유사한 점을 감안할 때 특별관리대상 물질 등에 대하여 그 물질의 특성에 따라 제·개정할 필요가 있다. 특이한 것은 특정화학물질 제1류 물질이 허가대상물질이며 허가대상물질을 관리하기 위한 규정이 특정화학물질 등 장해예방 규칙 편 내에 존재한다는 것이다. 특정화학물질 등 장해예방 규칙의 구성 체계는 아래와 같다.

제1장 총칙(제1조 ·제2조)
제2장 제조 등에 관계된 조치(제3조-제8조)
제3장 사용 후처리(제9조-제12조의 2)
제4장 누출의 방지(제13조-제26조)
제5장 관리(제27조-제38조의 4)
제5장의 2 특수한 작업등의 관리(제38조의 5-제38조의 18)
제6장 건강 진단(제39조-제42조)
제7장 보호구(제43조-제45조)
제8장 제조 허가 등(제46조-제50조의 2)
제9장 특정화학 물질 및4 알킬(alkyl) 연등 작업 주임자 기능 강습(제51조)
제10장 보고(제52조·제53조)

특정화학물질은 제1류 물질, 제2류 물질, 특정 제2류 물질, 오라민 등 물질, 관리 제2류 물질, 제3류 물질, 제3류 물질 등, 특별관리물질 총 8개 물질 체계로 구분되어 있다.

① 제1류 물질(제조 등의 허가물질) ; 7종[64]
② 제2류 물질 ; 40종 [65]

64) 디클로로벤지딘 및 그 염, 알파-나프틸아민 및 그 염, 염소화 비페닐(PCB), 오르토 톨루이딘 및 그 염, 디아니시딘 및 그 염, 베릴륨 및 그 화합물, 벤조트리틀로라이드

65) 1. 아크릴아미드를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 아크릴아미드의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
2. 아크릴로니트릴을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 아크릴로니트릴의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
3. 알킬수은 화합물을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 알킬수은 화합물의 함유량이 중량의 1

퍼센트 이하의 것을 제외한다.
4. 에틸렌이민을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 에틸렌이민의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
5. 산화에틸렌을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 산화에틸렌의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
6. 염화비닐을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 염화비닐의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
7. 염소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 염소의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
8. 오라민(auramine)를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 오라민의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
9. 오르토(ortho)-프탈로디니트릴을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 오르토(ortho)-프탈로디니트릴의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
10. 카드뮴 및 그 화합물을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 카드뮴 및 그 화합물의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
11. 크롬산 및 그 염을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 크롬산 및 그 염의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
12. 클로로메틸메틸에테르를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 클로로메틸메틸에테르의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
13. 오산화바나듐을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 오산화바나듐의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
14. 코울타르(coal tar)를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 코울타르의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
15. 산화프로필렌을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 산화프로필렌의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
16. 시안화칼륨을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 시안화칼륨의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
17. 시안화수소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 시안화수소의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
18. 시안화나트륨을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 시안화나트륨의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
19. 3·3‘-디클로로-4·4’-다아미노디페닐메탄을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 3·3‘-디클로로-4·4’-다아미노디페닐메탄의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
19의 2. 1·1-디메틸히드라진을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 1·1-디메틸히드라진의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
20. 브롬화메틸을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 브롬화메틸의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
21. 중크롬산 및 그 염을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 중크롬산 및 그 염의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
22. 수은 및 그 무기 화합물(황화수은을 제외, 이하 동일)을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 은 및 그 무기 화합물의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
23. 톨루엔디이소시아네이트를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 톨루엔디이소시아네이트의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
23의2. 니켈 화합물(니켈카르보닐 제외, 가루상태의 물건에 한함, 이하 동일)을 함유한 제제 그

③ 특정 제2류 물질 ; 제2류 물질 중 23종[66]

④ 오라민 등 물질 ; 2종(오라민과 마젠타)

⑤ 관리 제2류 물질 ; 제2류 물질 중 15종[67]

밖의 물건. 다만, 니켈화합물의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.

24. 니켈카르보닐을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 니켈카르보닐의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
25. 니트로글리콜을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 니트로글리콜의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
26. 파라-디메틸아미노아조벤젠을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 파라-디메틸아미노아조벤젠의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
27. 파라-디니트로클로로벤젠을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 파라-디니트로클로로벤젠의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
27의2. 비소 및 그 화합물(아르신 및 비화갈륨을 제외, 이하 동일)을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 비소 및 그 화합물의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
28. 불화수소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 불화수소의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
29. 베타-프로피오락톤을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 베타-프로피오락톤의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
30. 벤젠을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 벤젠의 함유량이 용량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
31. 펜타클로로페놀과 그 염을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 펜타클로로페놀과 그 염의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
31의2. 포름알데히드를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 포름알데히드의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
32. 마젠타(magenta)를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 마젠타의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
33. 망간 및 그 화합물(알칼리성 산화망간을 제외, 이하 동일)을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 망간 및 그 화합물의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
34. 요오드화메틸을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 요오드화메틸의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
35. 황화수소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 황화수소의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
36. 황산디메틸을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 황산디메틸의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.

66) 1. 아크릴아미드, 2. 아크릴로니트릴, 3. 에틸렌이민, 4. 산화에틸렌, 5. 염화비닐, 6. 염소, 7. 클로로메틸메틸에테르, 8. 산화프로필렌, 9. 시안화수소, 10. 시안화나트륨, 11. 3.3디클로로4.4디아미노디페닐메탄, 12. 1.1디메틸히드라진, 13. 브롬화메틸, 14. 톨루엔디이소시아네이트, 15. 니켈카르보닐, 16. 파라디메틸아미노아조벤젠, 17. 파라니트로클로로벤젠, 불화수소, 18. 베타프로피오락톤, 19. 벤젠, 20. 포름알데히드, 21. 요오드화메틸, 22. 황화수소, 23. 황산디메틸

67) 1. 알킬수은화합물, 2. 오르토프탈로디니트릴, 3. 카드뮴과 그 화합물, 4. 크롬산과 그 염,

⑥ 제3류 물질 ; 8종[68]

⑦ 제3류 물질 등 ; 총 23종[69]

⑧ 특별관리물질 ; 총 19종[70]

특화칙과 유기용제 중독예방규칙의 내용을 번역하여 정리하였다. 일본은 독일과 비교할 때, 대상 물질명과 수를 명확히 정해 놓고 있으며 관리 규정 내용이 매우 자세하고 기술적인 내용이 많다는 특징이 있다. 특히 특화칙 제5의 2장에서는 특정 물질에 대한 작업관리 규정을 두고 있어 해당 물질만의 특별한 관리규정을 설정해 놓은 특징이 있다.

한편, 염소화 비페닐(PCB) 등에 관계된 조치, 산화에틸렌 등에 관계된 조치,

---

5. 오산화바나듐, 6. 코울타르, 7. 시안화칼륨, 8. 시안화나트륨, 9. 중크롬산과 그 염, 10. 수은 및 그 무기 화합물, 11. 니켈화합물, 12. 니트로글리콜, 13. 비소 및 그 화합물, 14. 펜타클로로페놀과 그 염, 15. 망간과 그 화합물

68) 1. 암모니아를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 암모니아의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
2. 일산화탄소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 일산화탄소의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
3. 염화수소를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 염화수소의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
4. 질산을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 질산의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
5. 아황산가스를 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 아황산가스의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
6. 페놀을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 페놀의 함유량이 중량의 5 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
7. 포스겐을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 포스겐의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.
8. 황산을 함유한 제제 그 밖의 물건. 다만, 황산의 함유량이 중량의 1 퍼센트 이하의 것을 제외한다.

69) 1. 아크릴아미드, 2. 아크릴로니트릴, 3. 에틸렌이민, 4. 산화에틸렌, 5. 염화비닐, 6. 염소, 7. 클로로메틸메틸에테르, 8. 산화프로필렌, 9. 시안화수소, 10. 3·3'-디클로로-4·4'-다아미노디페닐메탄, 11. 1·1-디메틸히드라진, 12. 브롬화메틸, 13. 톨루엔디이소시아네이트, 14. 니켈카르보닐, 15. 파라-디메틸아미노아조벤젠, 16. 파라-디니트로클로로벤젠, 17. 불화수소, 18. 베타프로피오락톤, 19. 벤젠, 20. 포름알데히드, 21. 요오드화메틸, 22. 황화수소, 23. 황산디메틸

70) 1. 에틸렌이민, 2. 산화에틸렌, 3. 염화비닐, 4. 오라민, 5. 크롬산 및 그 염, 6. 클로로메틸메틸에테르, 7. 코울타르, 8. 산화프로필렌, 9. 3·3'-디클로로-4·4'-다아미노디페닐메탄, 10. 1·1-디메틸히드라진, 11. 중크롬산 및 그 염, 12. 니켈 화합물, 13. 니켈카르보닐, 14. 파라-디메틸아미노아조벤젠, 15. 비소 및 그 화합물, 16 베타-프로피오락톤, 17. 벤젠, 18. 포름알데히드, 19. 마젠타

코크스로에 관계된 조치, 훈증 작업(브롬화 메틸)에 관계된 조치, 검댕(Soot[71]), 벤젠 등에 관계된 조치, 1,3-부타디엔 등에 관계된 조치, 니트로글리콜에 관계된 조치, 황산디에틸 등에 관계된 조치에 대하여는 특수한 작업(제5장의 2) 등의 관리편으로 별도로 구성하여 각 물질에 관계된 조치를 규정하고 있다. 본 보고서에서는 특별관리대상물질과 연관성이 있는 PCB와 에틸렌 옥사이드, 코크스로, 벤젠, 1,3-부타디엔 부분만 번한하여 수록하도록 한다.

가. 염소화 비페닐 등에 관계된 조치(제38조의 5)

사업주는 PCB 등을 다루는 작업에 노동자를 종사시키는 때에는 다음에 규정한 내용을 준수하여야 한다.

① 당일 작업시작 전 PCB 등이 들어있는 용기의 상태 및 해당용기를 보관하는 장소의 PCB 등에 의한 오염의 유무를 점검

② 전 호의 점검을 행한 경우에 이상이 있을 경우 해당 용기를 보수하고 누설된 PCB 등을 닦아내는 등 필요한 조치를 강구

③ PCB 등을 용기에 넣거나 또는 용기로부터 추출한 때에는 해당 PCB 등이 누설되지 않도록 해당 용기의 주입구 또는 배기구에 직결할 수 있는 구조의 기구를 이용하고 행한다.

또한 사업주는 PCB 등의 운반, 저장 등에 사용한 용기로 PCB 등이 부착하고 있는 것에 관해서는 해당 용기가 보기 쉬운 부분에 그 취지를 표시하도록 하고 있다.

나. 에틸렌옥사이드(ethylene oxide) 등에 관계된 조치

사업주는 령 별표 제3 제2호 5에 언급한 물질 및 동호37에 언급한 물질로 동호5에 관계된 「에틸렌 옥사이드 등」을 이용하는 멸균작업에 노동자를 종사시키는 경우에 다음에 정한 규정을 따를 때에는 제5조의 규정에 관계없이 국소

71) 발암성 확인물질인 PAHs를 관리하기 위한 것으로 보인다.

배기 장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기장치를 설치할 필요가 없다.

① 노동자가 그 속에 들어가지 못하는 구조의 멸균기를 이용한 것

② 멸균기에는 에어(air) 배급량(ration) 등의 충전된 멸균기의 내부를 감압한 후에 대기에 개방하고 멸균기의 내부의 에틸렌옥사이드 등의 농도를 감소시킬 수 있는 것

③ 멸균기의 내부에 에틸렌 옥사이드 등을 충전한 작업을 시작하기 전에 멸균기의 비등이 닫혀 있는 것을 점검한 것

④ 에틸렌 옥사이드 등이 충전과 멸균기의 비등을 열기 전에 노동자가 행한 에어(air) 배급량(ration)의 순서를 정하고 이것에 의해 작업을 행한 것

⑤ 멸균 작업을 행한 옥내 작업장에 관해서는 충분한 통풍을 행하기 위하여 전체환기장치의 설치 그 밖에 필요한 조치를 강구한 것

다. 코크스로(coke oven)에 관계된 조치(제38조의 13)

사업주는 코크스로 상에 있거나 또는 코크스로에 접하거나 코크스(coke) 제조의 작업에 노동자를 종사시키는 때는 다음에 정한 규정을 준수하여야 한다.

① 코크스로에 석탄 등을 송입한 장치, 코크스로에서 코크스(coke)를 압출한 장치, 코크스를 소화기에 유도한 장치 또는 소화에 대하여는 이러한 운전실의 내부에 코크스로 등으로부터 발산한 특정화학 물질의 가스, 증기 또는 분진(이하 이 항에 있어「코크스로 발산물」이라고 함)이 유입하지 않는 구조의 것으로 할 것

② 코크스로의 석탄 등의 송입구 및 코크스로에서 코크스가 압출된 장소에 코크스로 발산물을 밀폐한 설비, 국소 배기 장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기 장치를 설치할 것

③ 전호의 규정에 의하고 설치한 국소배기장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기장치 또는 코크스의 소화를 하기 위한 설비에는 스크러버(scrubber)에 의한 제진 방식 또는 여과제진방식에 의한 제진장치 또는 이들과 동등 이상의 성능

을 갖는 제진장치를 설치할 것

④ 코크스로에 석탄 등을 송입한 때의 코크스로의 내부의 압력을 감소시키기 위하여 상승관부에 필요한 설비를 설치하는 등의 조치를 강구할 것

⑤ 상승관과 상승관의 뚜껑판과의 접합부에서 코크스로 발산물이 누출한 것을 방지하기 위하여 상승관과 상승관의 뚜껑판과의 접합면을 밀접시키는 등의 조치를 강구할 것

⑥ 코크스로에 석탄 등을 송입한 경우에 있어서 송입구의 뚜껑의 개폐는 노동자가 코크스로 발산물에 의하여 오염된 것을 방지하기 위하여 격리실에서의 원격 조작을 할 것

⑦ 코크스로 상에 있거나 또는 코크스로에 접하고 행하는 코크스 제조의 작업에 대하여 다음 사항에 관하여 노동자가 코크스로 발산물에 의하여 오염되는 것을 방지하기 위하여 필요한 작업 규정을 정하고 이것에 의해 작업을 행할 것

가. 코크스로에 석탄 등을 송입한 장치의 조작

나. 제4호의 상승관부에 설치된 설비의 조작

다. 뚜껑을 닫았던 석탄 등의 송입구와 해당 뚜껑과의 접합부 및 상승관과 상승관의 뚜껑 판과의 접합부에 있어서 코크스로 발산물의 누출의 유무의 점검

라. 석탄 등의 송입구의 뚜껑에 부착한 물건의 제거 작업

마. 상승관의 내부에 부착한 물건의 제거 작업

바. 보호구의 점검 및 관리

사. 상기 규정에 언급한 것 이외에 노동자가 코크스로 발산물에 의하여 오염되는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치

제7조 제1항 제1호로부터 제3호까지 및 제8조의 규정은 전항 제2호의 국소배기 장치에 대하여 제7조 제2항 제1호 및 제2호 및 제8조의 규정은 전항 제2호의 푸시풀(push pull)형 환기 장치에 관하여 준용한다.

라. 벤젠(benzene) 등에 관계된 조치

사업주는 벤젠 등을 용제로서 다루는 작업에 노동자를 종사시켜서는 안 된다. 다만, 벤젠 등을 용제로서 다루는 설비를 밀폐식의 구조로 하거나 또는 해당 작업을 작업 중의 노동자의 신체에 벤젠 등이 직접 접촉하지 않는 방법으로 행하게 하거나 또는 해당 작업을 행한 장소에 울타리 식 후드(hood)의 국소 배기 장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기 장치를 설치한 때에는 이 범위를 적용받지 않는다.

마. 1·3-부타디엔(butadiene) 등에 관계된 조치

사업주는 1·3-부타디엔 또는 1,3-부타디엔의 중량 1퍼센트를 초과하고 함유한 제제 그 밖의 제재(이하 「1·3-부타디엔 등」이라 한다)를 제조하거나 다루는 설비로부터 시료를 채취하거나 또는 해당 설비의 보수 점검을 행한 작업에 노동자를 종사시키는 때는 다음에 규정을 준수하여야 한다.

① 1·3-부타디엔 등을 제조하거나 또는 다루는 설비로부터 시료를 채취하거나 또는 해당 설비의 보수 점검을 행한 작업장소에 1·3-부타디엔 등의 가스의 발산원을 밀폐한 설비, 국소배기장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기 장치를 설치할 것. 다만, 1·3-부타디엔 등의 가스의 발산원을 밀폐한 설비, 국소배기장치 또는 푸시풀형 환기장치의 설치가 현저하게 곤란한 경우 또는 임시의 작업을 행한 경우는 전체환기 장치를 설치하고 또는 노동자에 호흡용 보호구를 사용시키는 등 노동자의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 강구한 때에는 이 범위를 적용받지 않는다.

② 1·3-부타디엔 등을 제조하거나 또는 다루는 설비로부터 시료를 채취하거나 또는 해당 설비의 보수점검을 행하는 작업장소에는 다음 사항을 작업에 종사한 노동자가 보기 쉬운 부분에 게시할 것

가. 1·3-부타디엔 등을 제조하거나 또는 다루는 설비로부터 시료를 채취하고 해당 설비의 보수 점검을 행한 작업장의 취지

나. 1·3-부타디엔 등의 인체에 미치는 작용

다. 1·3-부타디엔 등의 취급 위의 주의 사항

라. 사용해야 할 보호구

③ 1·3-부타디엔 등을 제조하거나 또는 다루는 설비에서 시료를 채취하거나 또는 해당 설비의 보수점검을 행하는 작업장소에 있어 평상시 작업에 종사한 노동자에 관하여 1월을 초과하지 않는 기간마다 다음 사항을 기록하고 이것을 30년간 보존할 것

가. 노동자의 성명

나. 종사한 작업의 개요 및 해당 작업에 종사한 기간

다. 1·3-부타디엔 등에 의하고 현저하게 오염된 사태가 생긴 때는, 그 개요 및 사업주가 강구한 응급의 조치의 개요

④ 1·3-부타디엔 등을 제조하거나 다루는 설비로부터 시료를 채취하고 해당 설비의 보수점검을 행한 작업에 노동자를 종사시키는 사업주는 사업을 폐지하려고 할 때에는 특별 관리 물질 등 관계기록 등 보고서(양식 제11호)에 전호의 작업의 기록을 첨부하고 관할 노동기준 감독서장에게 제출할 것

제7조 제1항 및 제8조의 규정은 전항 제1호의 국소 배기 장치에 관하여, 제7조 제2항 및 제8조의 규정은 동호의 푸시풀(push pull)형 환기 장치에 관하여 준용한다. 다만, 전항 제1호의 국소배기장치가 옥외에 설치된 것인 경우에는 제7조 제1항 제4호 및 제5호의 규정, 전항 제1호의 푸시풀(push pull)형 환기장치가 옥외에 설치된 것인 경우에는 동조 제2항 제3호 및 제4호의 규정은 준용하지 않는다.

(사) 특정화학물질 지정 및 규제 절차

후생노동성은 평성 19년 12월의 특정화학물질 장애예방 규칙 등에 포름알데히드(formaldehyde), 1,3－부타디엔(butadiene), 황산 디에틸(diethyl))의 규정을 개정하였다. 포름알데히드(formaldehyde), 1,3-부타디엔(butadiene) 및 황산 디

에틸(diethyl)에 관계된 노동자의 건강장해 방지대책 강화를 목적으로 노동안전위생법시행령의 일부를 개정한 정령(평성 19년 정령 제375호)이 평성 19년 12월 14일에 공포되었다. 또한 특정화학 물질 장애 예방 규칙 등의 일부를 개정한 성령(평성 19년 후생 노동성령 제155호)와 관련된 그 밖에 관계 고시가 평성 19년 12월 28일에 공포되었다. 이들 개정된 성령·고시는 일부 규정을 제외하고 평성 20년 3월 1일으로부터 시행되었다.

가. 개요 등

평성 18년도 화학물질에 의한 노동자의 건강장해 방지에 관계된 리스크(risk) 평가 검토회의 보고서 및 그에 근거한 행정 조치에 관하여 후생노동성이 평성 19년 4월 6일에 아래와 같은 내용으로 발표하였다.

화학물질에 의한 노동자의 건강장해의 방지에 대하여 후생노동성은 유해 화학물질에 관하여 리스크 평가를 수행하였으며 건강장해 발생의 리스크가 높은 작업등에 대하여는 리스크의 정도 등에 따라 특별규칙에 의한 규제 등을 행하는 것이 필요하기 때문에 평성 18년 1월에 노동안전위생규칙을 개정하고 새롭게 노동자의 화학물질의 노출실태를 파악하기 위한 유해물 노출작업보고제도를 창설했다. 이 보고의 대상이 된 화학물질에 의한 노동자의 건강에 미치는 리스크(risk)를 전문적으로 평가·검토하기 위하여 평성 18년 9월부터 「화학물질에 의한 노동자의 건강장해 방지에 관계된 리스크(risk) 평가 검토회」(의장 : 앵정 하루히코 중앙 노동재해방지협회 노동 위생 조사 분석 센터 소장)를 개최하고 에피클로로히드린(epichlorohydrin), 염화 벤질(benzyl),1,3-부타디엔(butadiene), 포름알데히드(formaldehyde) 및 황산 디에틸(diethyl) 5종의 물질에 대하여 리스크(risk)의 평가를 수행하고 또 그것과 관련된 대책의 방향성에 관하여 검토를 하였다. 검토회의 보고서는 약 50여 페이지로 구성되어 있다. 내용으로는 검토회에서 검토한 개정의 근거와 화학물질(포름알데히드(formaldehyde), 1,3-부타디엔(butadiene) 및 황산 디에틸(diethyl))의 물리화학적 특성 등이다.

나. 보고서 내용(리스크 평가의 기법의 개요)

리스크 평가는 노동안전위생규칙(소화 47년 노동성 령제32호)제95조의 6에 근거한 유해물 노출 작업 보고를 기초로 추출한 일정한 작업장에 대하여 작업 종사자에 대한 개인 노출량의 측정 등을 시행하고 이러한 측정의 결과를 일본 산업위생학회 또는 ACGIH가 권고한 노출기준 등(대다수의 노동자가 그 농도에 매일 반복 노출되지만 그 근로 생애를 통하여 건강에 악영향을 받는 것이 없다고 생각된 조건)에 입각하여 설정한 평가치와 비교한다.

① 포름알데히드(formaldehyde)

도장, 배합, 시료 채취(sampling) 등의 작업에 대하여 평가치를 초과한 개인 노출량이 측정되었다. 이러한 이유로 사업주는 설비의 밀폐화 또는 국소배기장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기장치의 설치, 작업환경측정의 실시 등을 실시하는 것이 당연한 것으로 판단된다. 후생노동성은 그를 위한 노동안전위생 관계법령의 정비(노동안전위생법시행령 별표 제3의 제3류 물질로 하는 것)를 검토해야 한다.

② 1,3-부타디엔(butadiene)

1,3-부타디엔의 제조공정 및 합성고무 제조공정에 있어서 시료채취(sampling), 보수, 점검, 분해, 조립, 수리 등의 작업은 평가치를 초과한 개인 노출량이 측정되었다. 따라서 사업주는 이러한 작업에 대하여 설비의 밀폐화 또는 호흡용 보호구의 사용 등을 행하는 것이 당연하고 후생노동성은 노동안전위생 관계법령의 정비를 검토해야 한다.

③ 황산 디에틸(diethyl)

황산 디에틸(diethyl)은 수지 제조공정에 있어서 촉매로서 사용한 혼합 교반,

혼련, 가열 등의 작업은 평가치를 초과한 개인 노출량이 측정되었다. 따라서 사업주는 이러한 작업에 있어서 설비의 밀폐화 또는 국소배기장치 또는 푸시풀(push pull)형 환기장치의 설치를 하는 것이 당연하고 후생노동성은 노동안전위생 관계법령의 정비를 검토해야 한다.

④ 에피클로로히드린(epichlorohydrin)

평가치를 초과한 개인 노출량은 측정되지 않았지만 유해성이 높은 물질이기 때문에 사업주는 이미 노동안전위생 관계법령에 정해져 있는 노동자의 건강장해를 예방하기 위한 조치를 철저하게 준수하는 것이 당연하며 후생노동성은 그에 대한 지도를 계속해서 행하여야 한다.

⑤ 염화 벤질(benzyl)

평가치를 초과한 개인 노출량은 측정되지 않았지만 유해성이 높은 물질이기 때문에 사업주는 이미 노동안전위생 관계법령에 정해져 있는 노동자의 건강장해를 예방하기 위한 조치를 철저하게 하는 것이 당연하다. 국가는 그를 위한 지도를 계속해서 행할 것이다.

이렇듯 일본은 화학물질의 적절한 관리를 위하여 유해물질 노출량 등을 파악하여 노출기준을 초과하거나 그 유해성이 높은 경우 리스크 평가를 통하여 보고서를 작성하며 그 규제가 타당할 경우 특정화학물질에 포함시켜 규제하고 있다.

(아) 유기용제 중독 예방규칙

노동안전위생법(법률 제57호) 및 노동안전위생법시행령(정령 제318호)의 규정에 근거하고 동법을 실시하기 위하여 유기용제중독예방규칙을 9장으로 구성하여 관리하고 있다.

제1장 총칙(제1조-제 4조)

제2장 설비(제5조-제13조)

제3장 환기장치의 성능 등(제14조-제18조의 3)

제4장 관리(제19조-제27조)

제5장 측정(제28조-제28조의 4)

제6장 건강진단(제29조-제31조)

제7장 보호구(제32조-제34조)

제8장 유기용제의 저장 및 빈 용기의 처리(제35조·제36조)

제9장 유기용제 작업 주임자 기능 강습(제37조)

한편, 유기용제는 노동안전위생법 시행규칙에 물질명이 제시되어 있으며 제1종, 제2종, 제3종 유기용제의 구분은 유기용제 편에 제시되어 있다. 총 54종[72]의 물질로 구성되어 있다.

(자) 작업환경측정

노동안전위생법 상 작업환경측정은 제65조[73]와 관련이 있으며 그 목적은 작

72) 아세톤, 이소 부틸 알콜, 이소프로필 알콜, 이소 펜틸 알콜, 에틸 에테르, 에틸렌글리콜에틸 에테르, 에틸렌글리콜에틸 에테르 아세테이트, 에틸렌글리콜-노말-부틸)에테르, 에틸렌글리콜모노메틸에테르(이명 메틸 셀로솔브), 오르토-디클로르벤젠, 크실렌, 크레졸, 클로르벤젠, 클로로포름, 초산 이소부틸, 초산 이소프로필, 초산 이소 펜틸, 초산 에틸, 초산 노말-브틸, 초산 노말-프로필, 초산 노말-펜틸(별명 초산 노말-아밀), 초산 메틸, 4염화 탄소, 시클로 헥사놀, 시클로헥사논, 1·4-디옥산, 1·2-디클로로에탄(이명 이염화에틸렌), 1·2-디클로로에틸렌, 디클로로메탄, N·N-디메틸포름아미드, 스틸렌, 1·1·2·2-테트라클롤에탄, 테트라클로로에틸렌, 테트라하이드로퓨란, 1·1·1-트리클로로에탄, 트리클로로에틸렌, 톨루엔, 이황화탄소, 노말 헥산, 1-부타놀, 2-부타놀, 메틸알콜, 메틸이소브틸케톤, 메틸에틸케톤, 메틸시클로 헥사놀, 메틸시클로헥사논, 메틸-노멀-브틸 케톤, 가솔린, 콜타르 나프타(흡수제나프타를 포함), 석유 에테르, 석유 나프타, 석유 벤진, 테레빈기름, 미네랄 스피리트

73) ① 사업주는 유해한 업무를 행하는 옥내 작업장, 기타 작업장으로 정령(대통령령과 동등)으로 정하는 것에 대하여 후생노동성령으로 정하는 바에 따라 필요한 작업환경측정을 실시하고 그 결과를 기록하여야 한다.
② 전항의 규정에 의한 작업환경측정은 후생노동대신이 정하는 작업환경측정기준에 따라 실시하여야 한다.
③ 후생노동대신은 제1항의 작업환경측정실시에 필요한 작업환경측정지침을 공표하여야 한다.
④ 후생노동대신은 전항의 작업환경측정지침을 공표한 경우에 사업주 또는 작업환경측정기관

업환경의 관리를 위한 측정이며 측정 여부에 대해서만 제제(제65조 제1항은 6월 이하의 징역 또는 50만엔 이하 벌금, 제65조 제5항은 50만엔 이하의 벌금)하며 기준초과 여부는 벌칙의 대상이 아니다. 작업환경측정대상사업장은 노동안전위생법 시행령 제21조에 아래와 같이 언급하고 있으며 법적 작업환경측정 대상은 10개 작업장이 해당된다.

제21조(작업환경측정 대상 작업장) 법 제65조제1항의 법령으로 정한 작업장은 다음과 같다.

1. 토석, 암석, 광물, 금속 또는 탄소의 분진을 현저하게 발산하는 옥내 작업장으로 후생노동성령으로 정한 것
2. 여름의 더위, 한랭 또는 다습의 옥내 작업장으로 후생노동성령으로 정한 것
3. 현저한 소음을 발한 옥내 작업장으로 후생 노동성령으로 정한 것
4. 갱내의 작업장으로 후생 노동성령으로 정한 것
5. 중앙 관리 방식의 공기 조화 설비(공기를 정화하고 그 온도, 습도 및 유량을 조절하고 공급하는 것을 할 수 있는 설비를 말한다.)를 설치하고 있는 건축물의 실로 사무소용으로 제공된 것
6. 별표 제2에 언급한 방사선 업무를 행하는 작업장으로 후생노동성령으로 정한 것
7. 별표 제3제1호 또는 제2호에 언급한 특정 화학물질을 제조하거나 취급하는 옥내 작업장(동호15에 언급한 물질 또는 동호37에 언급한 물질로 동호15에 관계된 것을 제조하거나 취급하는 작업으로 후생노동성령으로 정한 것을 행하는 것을 제외한다.), 석면 등을 취급하거나 또는 시험 연구를 위해 제조한 옥내 작업장 또는 코크스로(coke oven) 상에 있어 또는 코크스로에 접하고 코크스

등에 당해 지침에 관하여 필요한 지도를 실시할 수 있다.

⑤ 도도부현 노동기준국장은 작업환경개선에 의하여 근로자의 건강을 유지할 필요가 있다고 인정될 때에는 노동위생지도의의 의견을 기초로 노동성령으로 정하는 바에 의하여 사업주에게 작업환경측정의 실시 이외에 기타 필요한 사항을 지시할 수 있다.

제조의 작업을 행한 경우의 해당 작업장

8. 별표 제4 제1호로부터 제8호까지 제10호 또는 제16호에 언급한연 업무(원격 조작에 의하고 행한 격리실에 있어서 것을 제외한다.)를 실시하는 옥내작업장

9. 별표 제6에 언급한 산소 결핍 위험 장소에 있어 작업을 실시하는 경우의 해당 작업장

<표 191> 일본의 작업환경측정 대상 작업장

작업장의 종류 (노동안전위생법시행령 제21조)		관계규칙	측정항목	측정주기	기록보존 연도
○1	토석, 암석, 광물, 금속 및 탄소의 분진을 현저히 발산하는 옥내작업장	분진칙(則) 26조	공기 중의 분진농도, 분진의 유리규산 함유율	6개월 이내마다 1회씩	7
2	서열(暑熱)한랭, 다습한 옥내작업장	안전위생칙 607조	기온, 습도, 복사열	15일 이내마다 1회씩	3
3	심한 소음이 발생하는 옥내사업장	안전위생칙 590조, 591조	등가소음수준	6개월 이내마다 1회씩	3
4	갱내의 작업장 (1)탄산가스가 정체, 정체할 위험이 있는 작업장	안전위생칙 592조 603조 612조	공기 중의 탄산가스농도	1개월 이내마다 1회씩	3
	(2)28도C를 넘거나 넘을 위험이 있는 작업장		기온	15일 이내마다 1회씩	3
	(3)환기시설이 있는 작업장		환기량	15일 이내마다 1회씩	3
5	중앙관리방식 공기조절설비가 갖추어진 건축물에 속한 방으로 사무실용	사무소칙 54조 55조	공기 중의 CO 및 CO2함유율 실온, 외부기온, 상대습도	2개월 이내마다 1회씩	3
6	방사선업무 작업장 (1)방사선업무 관리구역	전리(電離)칙	외부방사선에 의한 線量當量率	1개월 이내마다 1회씩(注 4)	5
	○(2)방사성물질취급작업실 (3)갱내의 핵원료 물질		공기 중의	1개월	5

작업장의 종류 (노동안전위생법시행령 제21조)		관계규칙	측정항목	측정주기	기록보존 연도
	채굴 작업장		방사성물질농도	이내마다 1회씩	
○7	제1류 및 제2류의 특정 화학물질의 제조·취급하는 옥내작업장	특정 화학칙 36조	공기 중의 제1類물질및제2류물질농도	6개월 이내마다 1회씩	3 특별관리 물질은 30년간
○8	일정한 납작업 옥내작업장	연칙 52조	공기 중 납농도	1년 이내마다 1회씩	3
9 (注 2)	산소결핍위험장소에서 작업하는 경우의 해당 작업장	산소결핍칙 3조	공기 중 산소농도 <유화수소발생 위험장소의 경우는 유화수소농도도 같이>	당일 작업 개시 전	3
○10	제1종 유기용제 및 제2종 유기용제를 제조·취급하는 옥내작업장	유기용 제칙 28조	공기 중 해당유기용제농도	6개월 이내마다 1회씩	3

10. 별표 제6의 2에 언급한 유기용제를 제조하거나 또는 취급하는 업무로 후생노동성령으로 정한 것을 실시하는 옥내 작업장

(注)1. 작업장의 종류의 란에 ○표시가 된 작업장은 지정작업장으로 측정은 작업환경측정사 및 작업환경측정기관이 실시해야 한다.

2. 산소결핍위험작업에 대한 작업장 측정은 산소결핍위험작업책임자가 하도록 한다.

3. 시설, 설비, 작업공정 및 작업방법을 변경한 경우에는 지체 없이 바로 측정한다.

4. 방사선업무를 시행하는 관리구역이나 방사선장치를 고정해서 사용하게 하는 경우, 사용방법 및 차단물질의 위치가 일정한 경우와 3.7기가베크렐 이하의 방사선을 장착한 기기를 사용할 경우에는 6개월 이내마다 1회 측정한다.

(차) 근로자 건강진단

일본의 노동안전위생법 상 근로자 건강진단은 후생노동성령 노동안전위생법 제66조에 의한 법적 건강진단으로 정기집단건강진단의 형태로 실시된다. 특수건강진단 대상 화학물질은 분진, 유기용제, 연, 4-알킬연, 특정화학물질이 해당된다. 따라서 작업환경측정대상물질 편에서 제시된 유기용제와 특정화학물질은 특수건강진단 대상 규제수준으로 파악되었다. 한편, 통달(通達)로 제시되어 있는 특수건강진단과 관련된 업무 중 화학물질과 관련된 업무는

① 망간화합물염기산성 산화망간에 한함)을 취급하는 업무 또는 그 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

② 황린을 취급하는 업무 또는 인화합물의 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

③ 유기인제를 취급하는 업무 또는 그 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

④ 아황산가스를 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑤ 이황화탄소를 취급하는 업무 또는 그 가스를 발산하는 장소에 있어서의 업무(유기용제 업무와 관련되는 것을 제외)

⑥ 벤젠의 니트로아미드화합물을 취급하는 업무 또는 그러한 가스 및 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑦ 지방족인 염화 또는 브롬화화합물(유기용제로서 법규에 규정되고 있는 것을 제외)을 취급하는 업무 또는 그러한 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑧ 비소 또는 그 화합물(삼산화비소제외)을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑨ 페닐수은화합물을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑩ 알킬수은 화합물(알킬기가 메틸기 또는 에틸기인 것을 제외)을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑪ 크롤나프탈린을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑫ 옥소를 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑬ Western Red Cedar, Thuja standishii, Clethra barbinervis 또는 나왕의 분진등을 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑭ MDI를 취급하는 업무 또는 이 가스 혹은 증기를 발산하는 장소에 있어서의 업무

⑮ 크로르프로마진 등 페노치아진계 약제를 취급하는 업무가 있었다.

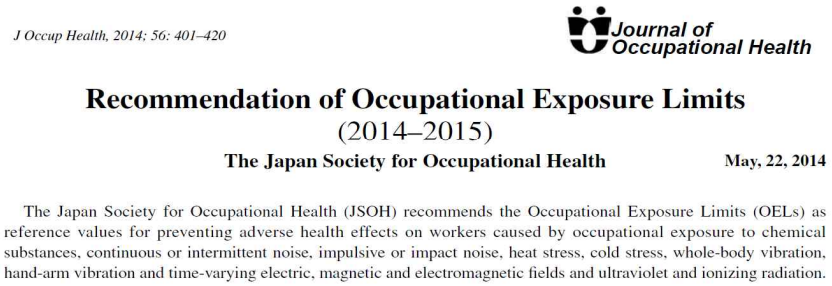
(카) 관리농도와 직업적 권장노출기준

일본의 경우 작업환경측정대상물질은 관리농도인 법적기준으로 관리한다.

物の種類	管理濃度
一　土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じん	次の式により算定される値 E＝3.0／(0.59Q＋1) この式において、E及びQは、それぞれ次の値を表すものとする。 E　管理濃度 （単位mg／m3） Q　当該粉じんの遊離けい酸含有率 （単位パーセント）
二　アクリルアミド	○・三mg／m3
三　アクリロニトリル	二ppm
四　アルキル水銀化合物(アルキル基がメチル基又はエチル基である物に限る。)	水銀として○・○一mg／m3
五　エチレンイミン	○・五ppm
六　エチレンオキシド	一ppm
七　塩化ビニル	二ppm
八　塩素	○・五ppm
九　塩素化ビフェニル(別名PCB)	○・一mg／m3
十　カドミウム及びその化合物	カドミウムとして○・○五mg／m3
十一　クロム酸及びその塩	クロムとして○・○五mg／m3
十二　五酸化バナジウム	バナジウムとして○・○三mg／m3
十三　コールタール	ベンゼン可溶性成分として○・二mg／m3
十三の二　三酸化砒ひ素	砒ひ素として○・○○三mg／m3
十四　シアン化カリウム	シアンとして三mg／m3
十五　シアン化水素	三ppm

[그림 19] 일본의 관리농도

그러나 Japanese Journal of Industrial Health에서 제시하는 직업적 권장노출기준(Recommended Exposure Limits, ROELs)은 민간학술단체이기 때문에 제정된 농도를 강제적으로 적용시킬 만한 권한을 갖지 못한다.



J Occup Health, 2014; 56: 401–420

Journal of Occupational Health

Recommendation of Occupational Exposure Limits
(2014–2015)

The Japan Society for Occupational Health **May, 22, 2014**

The Japan Society for Occupational Health (JSOH) recommends the Occupational Exposure Limits (OELs) as reference values for preventing adverse health effects on workers caused by occupational exposure to chemical substances, continuous or intermittent noise, impulsive or impact noise, heat stress, cold stress, whole-body vibration, hand-arm vibration and time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields and ultraviolet and ionizing radiation.

[그림 20] 일본의 직업적 노출기준(ROEL, 2015)

일본의 직업적 권장노출기준은 화학물질[74]에 대한 직업적 노출기준

74) Acetaldehyde, Acetic acid, Acetic anhydride, Acetone, Acrylaldehyde, Acrylamide, Acrylonitrile, Allyl alcohol, 2-Aminoethanol, Ammonia, Aniline, o-Anisidine, p-Anisidine, Antimony and compounds(as Sbexcept Sbexcept Stibine), Arsenic and compounds(as As), Arsine, Benzene, Beryllium and compounds, Boron trifluoride, Bromine, Bromoform, 1-Bromopropane, 2-Bromopropane, Buprofezin, Butane, 1-Butanol, 2-Butanol, Butyl acetate, t-Butyl alcohol, Butylamine, Cadmium and compounds(as Cd), Calcium cyanide(as CN), Carbaryl, Carbon dioxide, Carbon disulfide, Carbon monoxide, Carbon tetrachloride, Chlorine, Chlorobenzene, Chlorodifluoromethane, Chloroethane, Chloroform, Chloromethane, Chloromethyl methyl ether (technicalgrade), Chloropicrin, Chromium and compounds(as Cr), Chromium Metal, Chromium (III) compounds, Chromium (VI) compounds, Certain Chromium (VI) compounds, Cobalt and compounds(as Co), Cresol(all isomers), Cyclohexane, Cyclohexanol, Cyclohexanone, Diazinon, Diborane, Dibutyl phthalate, o-Dichlorobenzene, p-Dichlorobenzene, 3,3'-Dichloro-4,4'-diaminodiphenyl-methane (MBOCA), Dichlorodifluoromethane, 1,1-Dichloroethane, 1,2-Dichloroethane, 2,2'-Dichloroethyl ether, 1,2-Dichloroethylene, Dichloromethane, 1,2-Dichloropropane, 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane, Diethylamine, Di(2-ethylhexyl)phthalate, Diethyl phthalate, N,N-Dimethyl acetamide, Dimethylamine, N,N-Dimethylaniline, N,N-Dimethylformamide(DMF), Dimethyl sulfate, 1,2-Dinitrobenzene, 1,3-Dinitrobenzene, 1,4-Dinitrobenzene, 1,4-Dioxane, Diphenylmethane-4,4'-diiso-cyanate(MDI), Dusts, Ethyl acetate, Ethylamine, Ethyl benzene, Ethylenediamine, Ethylene glycol monoethyl ether, Ethylene glycol monoethyl ether acetate, Ethylene glycol monomethyl ether, Ethylene glycol monomethyl ether acetate, Ethylene oxide, Ethylenimine, Ethyl ether, Etofenprox,

(Occupational exposure limits for chemical substances)이 있으며, 분진은 1, 2, 3종으로 구분하여 호흡성분진과 총분진에 대한 노출기준이 구분되어 있다. 분진의 경우 아래 표와 같이 제시되어 있다.

Fenitrothion, Fenobucarb, Fenthion, Flutolanil, Formaldehyde, Formic acid, Fthalide, Furfural, Furfuryl alcohol, Gasoline, Glutaraldehyde, Heptane, Hexachlorobutadiene, Hexane, Hexane-1,6-diisocyanate (HDI), Hydrazine (anhydrous) and Hydrazine hydrate, Hydrogen chloride, Hydrogen cyanide, Hydrogen fluoride, Hydrogen selenide, Hydrogen sulfide, Indium and compounds, Iodine, Isobutyl alcohol, Isopentyl alcohol, Isopropyl alcohol, Isoprothiolane, Lead and compounds (as Pb except alkyl lead compounds), Lithium hydroxide, Malathion, Maleic anhydride, Manganese and compounds (as Mnexcept organic compounds), Man-made mineral fibers(Ceramic fibers, Micro glass fibers, Glass wool fibers, Rock wool fibers, Slag wool fibers), Mepronil, Mercury vapor, Methacrylic acid, Methanol, Methyl acetate, Methyl acrylate, Methylamine, Methyl bromide, Methyl n-butyl ketone, Methylcyclohexane, Methylcyclohexanol, Methylcyclohexanone, Methyl methacrylate, 4,4'-Methylenedianiline, Methyl ethyl ketone, Methyl isobutyl ketone, N-Methyl-2-pyrrolidone, Methyltetrahydrophthalic anhydride, Nickel, Nickel carbonyl, Nickel compounds (Total dusts) (as Ni), Nickel compounds, soluble, Nickel compounds, not soluble, Nickel smelting dusts, Nitric acid, p-Nitroaniline, Nitrobenzene, p-Nitrochlorobenzene, Nitrogen dioxide, Nitroglycerin, Nitroglycol, Nonane, Octane, Oil mist, mineral, Ozone, Parathion, Pentachlorophenol, Pentane, Pentyl acetate, All isomers, Perfluorooctanoic acid, Phenol, m-Phenylenediamine, o-Phenylenediamine, p-Phenylenediamine, Phosgene, Phosphine, Phosphoric acid, Phosphorus (yellow), Phosphorus pentachloride, Phosphorus trichloride, Phthalic anhydride, o-Phthalodinitrile, Picric acid, Platinum, soluble salts (as Pt), Polychlorobiphenyls, Potassium cyanide (as CN), Potassium hydroxide, Propyl acetate, Propylene imine, Pyridaphenthion, Rhodium (Soluble compounds, as Rh), Selenium and compounds (as Se, except SeH2 and SeF6), Silane, Silver and compounds (as Ag), Sodium cyanide (as CN), Sodium hydroxide, Styrene, Sulfur dioxide, Sulfuric acid, Sulfur monochloride, 1,1,2,2-Tetrachloroethane, Tetrachloroethylene, Tetraethoxysilane, Tetraethyl lead (as Pb), Tetrahydrofuran, Tetramethoxysilane, Thiuram, Titanium dioxide (nanoparticle, as Ti), Toluene, Toluene diisocyanates, Trichlorhon, o-Toluidine, 1,1,1-Trichloroethane, 1,1,2-Trichloroethane, Trichloroethylene, Trichlorofluoromethane, 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane, Tricyclazole, Trimellitic anhydride, 1,2,3-Trimethylbenzene, 1,2,4-Trimethylbenzene, 1,3,5-Trimethylbenzene, Trinitrotoluene (all isomers), Turpentine, Vanadium compounds(Ferrovanadium dust, Vanadium pentaoxide), Vinyl chloride, Xylene (all isomers and their mixture), Zinc oxide fume

<표 192> 일본의 분진에 대한 노출기준

구분	분진	OEL (mg/m^3)	
		호흡성분진	총분진
1종	Activated charcoal, Alumina, Aluminum, Bentonite, Diatomite, Graphite, Kaolinite, Pagodite, Pyrites, Pyrite cinder, Talc	0.5	2
2종	Dusts containing less than 3% cry stalline silica, Bakelite, Carbon black, Coal, Cork dust, Cotton dust, Iron oxide, Grain dust, Joss stick material dust, Marble, Portland cement, Titanium oxide, Zinc oxide	1	4
3종	Limestone‡ , Inorganic and organic dusts other than Classes 1 and 2	2	8

또한 생물학적 모니터링에 대한 직업적 노출기준(Occupational exposure limits based on biological monitoring)[75]도 공개되어 있으며, 직업성 발암물질(Occupational Carcinogens)은 Group 1[76], Group 2A[77], Group 2B[78]로 구분하

75) Acetone, 2-Butoxyethanol and 2-Butoxyethyl acetate, Cobalt and inorganic compounds(except cobalt oxides), Chlorobenzene, 3,3'-Dichloro-4,4'-diaminodiphenyl-methane (MBOCA), Dichloromethane, Hexane, Indium and compounds, Lead and compounds(except alkyl lead compounds), Mercury and compounds(except alkyl mercury compounds), Methanol, Methylethylketone, Methyl isobutyl ketone, Phenol, Polychlorobiphenyls (PCBs), Styrene, Tetrahydrofuran, Toluene, Trichloroethylene, Xylene

76) 4-Aminobiphenyl, Arsenic and compounds*, Asbestos, Benzene, Benzidine, Benzotrichloride, Bis (chloromethyl) ether, 1,3-Butadiene, Cadmium and compounds*, Chromium (VI) compounds*, Coal-tar pitch volatiles, Coal-tars, 1,2-Dichloropropane†, Erionite, Ethylene oxide, Ionizing radiation Mineral oils (untreated and mildly treated), 2-Naphthylamine, Nickel smelting dusts*, Offset printing process†, Shale olis, Silica (crystalline), Soots, Sulphur dichlordiethyl, Tobacco smoke, Talc containing asbestiform fibers, 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin, Vinyl chloride, Wood dust

77) Acrylamide, Acrylonitrile, Benzal chloride, Benzo [a] pyrene, Benzyl chloride,

고 있다. 한편, 직업성 감작물질은 기도 Group 1[79], Group 2[80]과 피부 Group

Beryllium and compounds*, Chloromethyl methyl ether (technical grade), 4-Chloro-o-toluidine, Creosotes, 1,2-Dibromoethane, 3,3'-Dichloro-4,4'-diaminodiphenylmethane (MBOCA), Diethyl sulphate, Dimethyl sulphate, Dimethylcarbamoyl chloride, Direct Black 38, Direct Blue 6, Direct Brown 95, Epichlorohydrin, Formaldehyde, Glycidol, Indium and compounds (inorganic, hardly soluble), Polychlorinated biphenyls (PCB), Styrene oxide, o-Toluidine, 1,2,3-Trichloropropane, Tris (2,3-dibromopropyl) phosphate, Vinyl bromide, Vinyl fluoride

78) Acetamide, Acetoaldehyde, o-Aminoazotoluene, p-Aminoazobenzene, Amitrole, Antimony trioxide, o-Anisidine, Auramine (technical grade), Benzyl violet 4B, 2,2-Bis (bromomethyl) propane-1,3-diol, Bitumens, Bromodich-loromethane, β-Butyrolactone, Carbon black, Carbon tetrachloride, Catechol, Chlordane, Chlordecone (Kepone), Chlorendic acid, Chlorinated paraffins, p-Chloroaniline, Chloroform, 1-Chloro-2-methylpropene, 3-Chloro-2-methylpropene, Chlorophenoxy acetic acid herbicides*, p-Chloro-o-phenylenediamine, Chloroprene, Chlorothalonil, CI acid red 114, CI basic red 9, CI direct blue 15, Citrus red No. 2, Cobalt and compounds*, p-Cresidine, N,N'-Diacetyl benzidine, 2,4-Diaminoanisole, 4,4'-Diaminodiphenyl ether, 2,4-Diaminotoluene, 1,2-Dibromo-3-chloropropane, 2,3-Dibromopropan-1-ol, p-Dichlorobenzene, 3,3'-Dichlorobenzidine, 3,3'-Dichloro-4,4'-diaminodiphenyl ether, 1,2-Dichloroethane, 1,3-Dichloropropane (technical grade), Dichlorvos, Diepoxybutane, Di (2-ethylhexyl) phthalate, 1,2-Diethylhydrazine, Diglycidyl resorcinol ether, Diisopropyl sulfate, p-Dimethylaminoazobenzene, 2,6-Dimethylaniline, 3,3'-Dimethylbenzidine (o-Tolidine), N,N-Dimethylformamide, 1,1-Dimethylhydrazine, 3,3'-Dimethoxybenzidine (o-Dianisidine), 2,4-(or 2,6-) Dinitrotoluene, 1,4-Dioxane, Disperseblue 1, DDT, 1,2-Epoxybutane, Ethyl acrylate, Ethylbenzene, Ethyl methanesulphonate, Ethylene thiourea, Ethylenimine, (2-Formylhydrazino)-4-(5-nitro-2-furyl)thiazole, Furan, Gasoline, Glycidaldehyde, Hexachlorocyclohexanes, HC blue No. 1, Heptachlor, Hexamethylphosphoramide, Hydrazine, Isoprene, Lead and compounds (inorganic)*, Magenta (containing CI basic red 9), Man-made mineral fibers (Ceramic fibers, Micro glass fibers), 2-Methylaziridine (Propylene imine), 4,4'-Methylene bis (2-methylaniline), 4,4'-Methylenedianiline, Methyl mercuries, 2-Methyl-1-nitroanthraquinone, N-Methyl-N-nitrosourethane, Mirex, Nickel compounds (except nickel carbonyl and nickel smelting dusts)*, 2-Nitroanisole, Nitrobenzene, Nitrilotriacetic acid and its salts, Nitrogen mustard-N-oxide, 5-Nitroacenaphtene, Nitromethane, 2-Nitropropane, N-Nitrosodiethanolamine, N-Nitrosomorpholine, Oil orange SS, Phenyl glycidyl ether, Polybrominated biphenyls, Polychlorophenols (technical grades), Ponceau 3R, Ponceau MX, 1,3-Propane sultone, β-Propiolactone, Propylene oxide, Styrene, Tetrachloroethylene, Tetrafluoroethylene, Tetranitromethane, 4,4'-Thiodianiline, Thiourea, Toluene diisocyanates, Trichloroethylene, Trypane blue, Urethane, Vinyl acetate, 4-Vinylcyclohexene, 4-Vinylcyclohexene diepoxide

1[81], Group 2[82], Group 3[83]로 구분한다.

다. 기존 화학 물질의 유해성 평가·리스크 평가 추진

기존 화학물질의 평가에 관한 조치로서는 정부에서 화학물질 심사규제법의 유해성 항목에 관련된 안전성 점검을 비롯하여 종래로부터 유해성·리스크의 평가에 관한 시책을 실시해 왔다. 또, 사업자에 있어서는 국제적인 협력 아래 대량 생산량 화학물질에 관한 유해성정보 등을 파악하는 조치 외에 개별 사업자나 사업자 단체를 통한 유해성정보의 수집, 독성시험 등 안전성 확인의 자주적 조치가 행해지고 있다. 그렇지만 대상으로 해야 할 기존 화학물질의 수는 상당히 많아서 구미를 포함하여 각 국에 있어 지금까지 조치가 진행되고 있지만, 지금까지 평가가 이루어진 화학물질은 국제적으로도 대부분 없다. 이러한 상황에 입각하여 OECD에서도 국제적인 협조 아래 평가의 우선순위가 높다고 생각되는 대량 생산 화학물질에 관한 유해성 평가의 조치가 진행되어 왔다. 근래에는 사업자의 자주적 조치와 연계·협력한 형태로 프로그램의 가속화가 도모되고

79) Beryllium*, Cobalt*, Colophony (Rosin)*, Diphenylmethane-4,4'-diisocyanate (MDI), Glutaraldehyde, Hexane-1,6-diisocyanate, Methyltetrahydrophthalic anhydride, Phthalic anhydride, Platinum*, Toluene diisocyanates*, Trimellitic anhydride

80) Chlorothalonil, Chromium*, Ethylenediamine, Formaldehyde, Maleic anhydride, Methyl methacrylate, Nickel*, Piperazine

81) Aniline, Benzoyl peroxide, Chlorothalonil, Chromium*, Cobalt*, Colophony (Rosin)*, 4,4'-Diaminodiphenylmethane 2,4-Dinitrochlorobenzene (DNCB), Epichlorohydrin, Formaldehyde, Glutaraldehyde, Hydrazine*, Mercury*, 4,4'-Methylenedianiline, Nickel*, p-Phenylenediamine, Platinum*, Resorcinol, Sodium ethylmercury 2-sulfidobenzoate (Thimerosal), Thiuram, Tri (propylene glycol) diacrylate, N,N',N''-Tris (β-hydroxyethyl)-hexahydro-1,3,5-triazine, Turpentine*, m-Xylylendiamine

82) Acrylamide, Benomyl, Beryllium*, Buthyl acrylate, Copper*, Dibutyl phthalate, Dichloropropane, Dicyclohexylcarbodiimide, Ethylene oxide, Ethylenediamine, Hydroquinone, Iodine*, Maleic anhydride, Methyl acrylate, Methyl methacrylate, Picric acid†, Polyvinyl chloride plasticizers*, Rodium*, Toluene diamine*, Toluene diisocyanates*, Usnic acid

83) m-Chloroaniline, o-Phenylenediamine, m-Phenylenediamine

있다. 화학물질 전체의 리스크 관리를 생각하면 지금까지의 정부에 의한 기존 화학물질의 안전성 점검이나 사업자에 의한 대량 생산량의 기존 화학물질에 관한 국제적인 협력 가운데에서의 조치 등에 입각하여 사업자 및 정부는 서로 충분히 연대하면서 기존 화학물질의 유해성 평가 등을 계획적으로 실시하는 것이 당연하다. 이와 같은 사고방식에서 사업자 및 정부는 각자의 역할에 따라서 아래와 같은 조치를 진행하는 것이 필요하다. 사업자는 실제로 화학물질을 제조하여 다루고 있는 자로서 기존 화학물질의 유해성 평가에 대해서도 신속하게 조치를 진행하는 것이 기대된다. 그 때, 그 조치를 한층 실효 있는 것으로 하기 위해 국제적인 조치로 얻을 수 있던 정보를 활용하면서 생산량 등에 따랐던 적절한 우선순위를 매기고 간이 평가 수법을 활용하는 대상 화학물질의 엄선, 관계 사업자간이 적절한 분담 등을 하면서 적극적으로 조치를 진행하는 것이 중요하다. 또, 그 조치의 성과 등은 관계자에 있어서 리스크 평가·관리의 조치에 이바지하는 것이 되는 것으로 사업자는 그 대외적인 공포를 진행하는 것이 중요함과 함께 전술에 대한 유해성정보의 보고 제도를 통하여 정부에 적절하게 보고하는 것이 요구된다. 정부는 다수의 관계자가 다종다양한 화학물질을 광범위하고 다양하게 이용하고 있는 것에 입각하여 종합적으로 리스크 평가·관리를 진행하는 것이 당연하다. 이 때문에 기존 화학 물질의 유해성 평가에 대해서도 전체의 조치가 원활 또한 효율적으로 진행되도록 관계성이 긴밀한 연대 아래 기존 화학물질의 안전성 점검 등을 신속하게 진행함과 함께 간이 평가 수법도 포함한 새로운 유해성 평가 수법의 개발, 평가에 필요한 인재의 육성·시험 기관의 충실 강화 등의 환경 정비를 진행한 것이 당연하다. 또, 정부는 기존 화학물질의 리스크 평가의 추진을 위해 환경 모니터링의 충실, 노출 예측 모델의 개발, 리스크 평가 수법의 정비 등의 조치를 한층 촉진해야 한다. 또한, 사업자의 조치에서 얻을 수 있는 정보와 정부 스스로가 수집·취득한 정보를 관계자가 폭넓게 공유할 수 있도록 체계적으로 데이터베이스의 정비 등을 하는 것이 당연하다.

라. 화학물질 제·개정 관련 위원회

일본은 노동안전위생법상 화학물질의 관리를 위하여 법 제6조(노동재해방지계획의 책정)에 후생노동장관은 “노동정책심의회”의 의견을 듣고 노동재해의 방지를 위한 주요한 대책에 관한 사항과 그 밖에 노동재해의 방지에 대하여 중요한 사항을 정한 계획을 수립하도록 하고 있다. 또한, 제7조에는 “후생노동장관은 노동재해의 발생 상황, 노동재해의 방지에 관한 대책의 효과 등을 고려하고 필요가 있다고 인정한 때에는 노동정책심의회의 의견을 듣고 노동재해방지계획을 변경하여야 한다”라는 2개의 조항을 근거로 하여 화학물질에 대한 규제를 노동정책심의회의 하부 조직인 “검토회”를 통하여 제·개정하고 있다. 일본은 최근 특정화학물질에 그 대상물질을 확대하고 관리농도를 개정하였는데 그 대상물질이 대부분 발암성물질이었다. 우리나라도 발암성물질의 유해위험성 평가를 통한 타당한 발암성물질을 지정하여 관리대상물질에 발암성물질을 추가할 필요가 있다.

마. 기존화학물질의 유해성조사(법 제57조의 4)

후생노동장관은 화학물질로 다른 중증의 건강장해가 노동자에게 발생될 우려가 있는 물질에 대하여 해당 화학물질에 의한 노동자의 건강장해를 방지하기 위하여 필요가 있다고 인정하는 때에는 후생노동성령으로 정한 규정에 의하여 해당 화학물질을 제조, 수입 또는 사용하고 있는 사업주[84] 또는 그 밖에 후생노동성령으로 정한 사업주에 대하여 정령으로 정한 유해성의 조사(해당 화학물질이 노동자의 건강장해에 미치는 영향에 관한 조사를 말한다.)를 실시하고 그

84) (법제57조의 사제1항의 후생노동성령으로 정한 사업주) 제34조의 19 법제57조의 사제1항의 후생 노동성령으로 정한 사업주는 창시자의 다른 중증의 건강장해가 노동자에게 발생될 우려가 있는 화학물질을 제조하고, 수입하고, 또는 사용한 것이 있는 사업주와 한다.

결과를 보고해야 할 것을 지시[85] 할 수 있다.

위 규정에 의한 지시는 화학물질에 관한 유해성의 조사에 관한 기술 수준, 조사를 실시한 기관의 정비 상황, 해당 사업주의 조사의 능력 등을 종합적으로 고려하여 후생노동장관이 정한 기준에 따르고 이행한 것으로 한다.

후생노동장관은 제1항의 규정에 의한 지시를 행하려고 할 때에는 미리 후생노동성령으로 정한 기준에 의하여 학식 경험자의 의견을 듣지 않으면 안 된다. 이 경우 의견을 요구된 학식 경험자는 해당 지시에 대하여 알 수 있던 비밀을 누설하여서는 안 된다. 다만, 노동자의 건강장해를 방지하기 위하여 부득이한 경우는 예외로 한다.

유해성의 조사를 행한 사업주는 그 결과에 근거하여 해당 화학물질에 의한 노동자의 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 조치를 신속하게 강구하지 않으면 안 된다.

한편, 후생 노동 장관은 법제57조의 사제1항의 규정에 의한 지시에 의하여 화학물질의 유해성의 조사의 결과에 관하여 사업주로부터 보고를 받았던 때에는 그 내용을 해당 보고를 받았던 후 1년 이내에 노동정책심의회에 보고한 것으로 하고 있다. 앞서 언급한 바 있지만 우리나라의 경우 기존 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가에 대한 근거 규정은 마련되어 있다. 그러나 전혀 유해성·위험성평가가 전혀 이루어지고 있지 않는데 그 이유로는 유해성·위험성 평가에 대한 세부 고시가 없는 것이 큰 부분을 차지하고 있는 것으로 보인다. 일본의 경우 화학물질 등에 의한 위험성 또는 유해성 등의 조사 등에 관한 지침, 화학물질 등에 의한 노동자의 건강장해 방지에 관계된 리스크(risk) 평가 실시 요령이 명확히 제시되어 있어 주기적으로 발암성물질 등에 대한 유해성·위험성 평가와 리스크 평가가 이루어지고 있다. 일본의 화학물질 등에 의한 위험성 또

85) ① 화학물질의 유해성의 조사의 지시(시행규칙 제34조의 18) 법제57조의 사제1항의 규정에 의한 지시는 유해성의 조사를 행하는 것이 당연한 화학물질의 명칭, 해당 조사를 행한 것이 당연한 이유, 해당 조사의 방법 그 밖에 필요한 사항을 기재한 문서에 의하고 행한 것으로 한다.

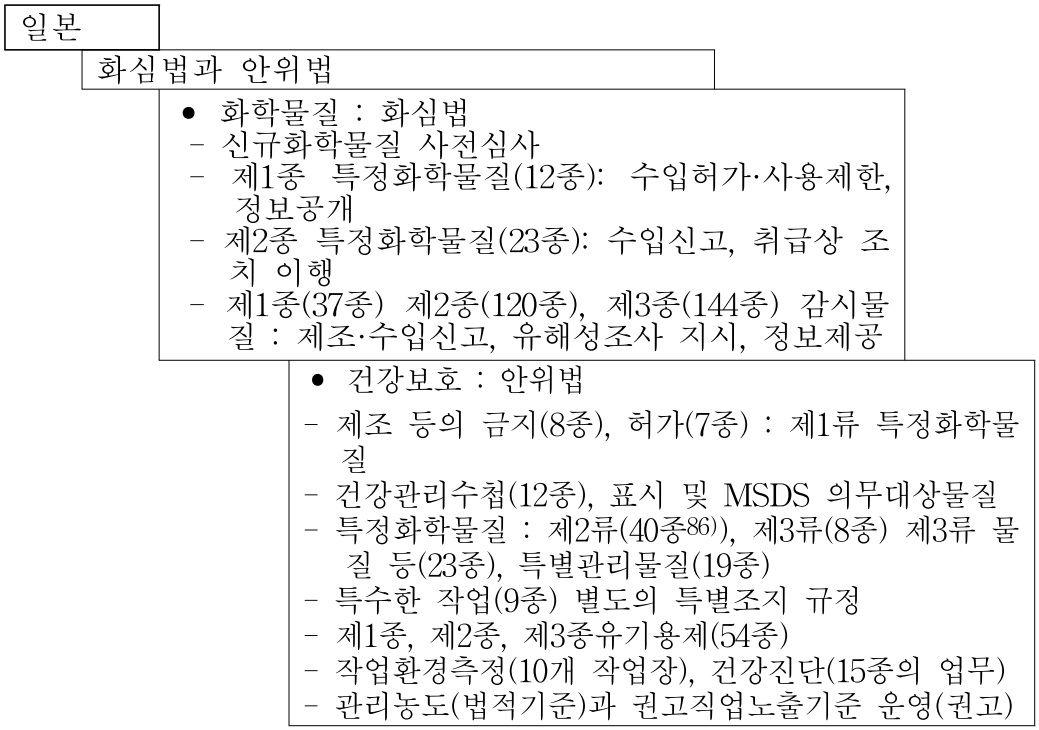
는 유해성 등의 조사 등에 관한 지침에는 ① 취지, ② 적용, ③ 실시내용, ④ 실시체제, ⑤ 실시시기, ⑥ 대상의 선정, ⑦ 관련 정보, ⑧ 위험성 또는 유해성의 특성, ⑨ 리스크의 판정, ⑩ 리스크 감소 조치의 검토 및 실시, ⑪ 기록으로 구성되어 있다.

한편, 일본은 화학물질 등에 의한 근로자의 건강장해 방지와 관련된 리스크 평가의 책임은 후생노동대신에게 있으며 평가 실시 요령은 지침에 제시되어 있다. 주요 내용으로는 ① 리스크 평가 취지, ② 용어의 정의, ③ 리스크 평가 개요, ④ 유의사항이 있으며 리스크 평가 실시 방법은 ① 유해성의 종류 및 그 정도의 파악, ② 양-반응 관계 등의 파악, ③ 노출 상황의 파악, ④ 리스크의 판정으로 구성되어 있다.

바. 일본의 화학물질관리 요약

일본의 경우 화학물질에 대한 관리와 관련해서는 화학물질의 심사 및 제조의 규제에 관한 법률이 있으며 이 법은 신규화학물질의 유해성에 대한 사전평가와 관리를 규정하고 있다. 제1종 특정화학물질은 12종이며, 제조, 수입허가를 받아야 하며 사용제한도 가능하다. 또한, 제2종 특정화학물질은 23종이고 제조, 수입신고와 더불어 취급상의 조치를 이행해야 한다. 제1종 감시화학물질은 37종이고 제조, 수입신고와 유해성조사 지시 가능 및 정보를 제공하도록 노력해야 한다. 제2종 감시화학물질은 120종이고 유해성조사 지시가 가능하며 지정물질은 801종이다. 제3종 감시화학물질은 144종으로 알려져 있다.

노동안전위생법상 화학물질에 대한 근로자의 건강보호를 위하여 제조 등의 금지(8종), 제조 등의 허가(7종), 건강관리수첩(11종), 작업환경측정, 건강진단, 특정화학물질 및 유기용제, 작업환경평가기준(관리농도) 등 우리나라 산업안전보건법과 유사한 화학물질관리체제를 가지고 있다. 특히, 벤젠 등 9종의 물질에 대해서는 특별관리조치를 이행하도록 별도로 규정하는 특징이 있다.



[그림 21] 일본의 화학물질관리 수준 요약

(5) 영국의 화학물질 관리

영국은 작업보건안전법(Health and Safety at Work etc. Act HASAW)을 1974년에 제정하였으며 이 법을 집행하기 위한 정부기구로 산업안전보건위원회(Health and Safety Commission, HSC)와 산업안전보건청(Health and Safety Executive, HSE)을 설립하였다. 작업보건안전법은 근로자 및 다른 사람의 안전·보건을 보장하는 조치와 모든 근로자의 작업에 있어서 합리적으로 실행 가능한 만큼까지의 보건, 안전 및 복지를 보장해야 하는 의무는 사업주의 의무가 된다."라고 규정하고 있다.

86) 특정 제2류 물질(23종), 오라민 등 물질(2종), 관리 제2류 물질(15종)

영국의 보건안전과 관련된 법규는 법(Act), 시행령(Regulation), Order(명령), 기술기준(ACoPs, Approved Codes of Practice) 및 지침(Guidance)이 상하 체계를 이루고 있다. 법(Act)은 원칙적으로 그 나라의 의회에서 발의하고 제정한다. 그러나 행정부나 사회단체 또는 구민의 법 제안이나 제정을 청원할 수 있다. 시행령(Regulations)은 법(Act) 및 Order의 위임이나 근거에 의거하여 안전보건위원회(Health and Safety Commission, HSC)가 제정하고 노동부장관을 거쳐 의회에 제출하여 승인을 받도록 되어있다. 시행령은 사실상 효력면에서 차이가 없다.

명령(Order)은 법 및 시행령의 위임이나 근거에 의거하여 내각에서 발하는 집행명령으로 주로 행정절차에 관한 내용이다. 권장기술기준(Approved codes of practice, ACoPs)은 시행규칙/규정을 보완하기 위하여 만든 일종의 지침기준이다. 이 기준은 강제로 적용되는 것은 아니고, 이 기준에 의하여 처벌을 할 수 있는 것도 아니지만 특별한 법률적 지위를 가진다. 만약 사업주가 작업장안전보건법 위반으로 기소되었는데 이 기준을 따르지 않았음이 입증되는 경우 법정은 사업주에게 과실이 있다고 판결할 근거로 채택될 수는 있다. 지침(Guidance)은 HSW Act의 해석 및 업무수행을 위한 기술적인 지침으로서 사업장의 적용 및 집행에 있어서 강제력이 있거나 의무적인 것은 아니다.

<표 193> 영국의 산업안전보건관련 규제 수위(박두용 등, 2004)

Act	Health and Safety at Work etc. Act			
	Regulation	시행규칙(법적 성격)		
		ACoPs	기술기준	
			Standards	기준/표준

영국은 1972년 로벤스 보고서에 기초하여 1974년에 독립된 산업안전보건법(Health and Safety at Work etc. Act 1974, HSWA)을 제정하였고 이의 집행기구로 보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)과 보건안전위원회

(Health and Safety Committee, HSC)를 운영하고 있다. 그러나 영국이 산업안전보건 관련 법령은 다른 어떤 나라보다 많이 가지고 있다. 2004년 11월 현재 HSE에서 관장하는 산업안전보건 시행령(Regulation)은 총 497개에 이른다. 시행령(Regulation)은 HWSA에 근거하여 HSC가 제정하지만 의회에 제출하여 승인을 받도록 되어있고, 사실상의 효력면에서 법과 동등하다. 영국의 시행령(Regulation)은 우리나라와는 달리 산업안전보건법(HWSA)와 개별조항에 있어서 연관성이 전혀 없다. 우리나라의 법체계로 치자면 별개의 독립된 법으로 보면 된다. 따라서 영국에서 산업안전보건법은 HWSA와 Regulation을 합쳐서 498개가 있는 셈이다(박두용 등, 2004).

영국에서 화학물질과 관련된 규정(Regulations)은 크게 5개가 있으며 기타 The Management of Health and Safety at Work Regulations 1999, PPE at Work Regulations, Noise at Work Regulation 등이 있으나 화학물질과는 상관없으므로 조사에서는 제외하기로 한다.

<표 194> 영국의 화학물질관련 규정

규제 수위	규정명
규정 (Regulation)	Control of Substances Hazardous to Health(COSHH) Regulation 2002
	Substances or mixtures of substances classified as dangerous to health under the Chemicals (Hazard Information and Packaging for Supply)(CHIP) 2002
	Control of Asbestos at work Regulation 2002
	Control of Lead at work Regulation 2002
실행지침 (ACoPs 107)	The Control of exposure to carcinogens

그 중 화학물질과 가장 관련이 있는 규정은 Control of Substances Hazardous to Health(COSHH) Regulation 2002, Substances or mixtures of

substances classified as dangerous to health under the Chemicals(Hazard Information and Packaging for Supply)(CHIP) 2002 등이며 우리나라, 일본 등과 같이 석면과 납은 별도의 물질로 규정하여 세부적으로 관리하고 있다.

가. CHIP 규정(Substances or mixtures of substances classified as dangerous to health under the Chemicals Regulations)

CHIP Regulation 4에서는 특징 물질에 대하여 금지하고 있으며 협약국 이외에서 들어오는 2-naphthylamine, benzidine, 4-aminodiphenyl, 4-nitrodiphenyl 및 이 물질들의 염(Salts), 이 물질들을 0.1% 이상 함유한 모든 물질과 백린(White phosphorus)으로 만들어진 성냥 물질과 물건들은 수입을 금지하고 있다. 이를 위반하였을 경우 안전보건규정이 아닌 관세 및 소비세 관리법(Customs and Excise Management Act 1979)에 의해 처벌되며 개인은 사업장에서의 사용과정 동안 사용을 위해 관련된 물질 또는 물건들을 공급해서는 안되며 개인은 사업장에서 사용과정 동안 벤젠 또는 벤젠을 함유한 물질을 공급해서는 안 된다.

또한, CHIP Regulation 7에서는 인체에 유해한 물질들의 노출방지 또는 조절하도록 하고 있다.

가) 모든 사업주들은 근로자들이 인체에 유해한 물질에 노출되는 것을 방지하거나 이에 대한 실행이 합리적으로 가능하지 않을 경우에는 적절히 조절되도록 해야 한다.

나) 위의 예방 의무를 따르기 위해서 우선적으로 대체를 통해 작업장에서 인체에 유해한 물질의 사용을 통한 위험을 제거하거나 줄여야한다.

다) 인체에 유해한 물질의 노출을 막는 것이 합리적으로 실행가능하지 않을 경우에, 사업주는 활동에 적합하고 위해성 평가와 일치하는 보호수단을 적용함으로써 다음의 의무[87]를 우선순위에 따라 이행해야 한다.

라) 앞에 언급된 수단들은 “인체에 유해한 물질과 그런 물질들을 포함하는 폐기물의 안전한 취급과 저장 및 운반”, “적절한 보존 절차의 채택”, “작업과 관련된 다음의 항목[88]들을 최소한도로 줄임”, “적절한 일반 환기를 포함한 작업 환경의 조절”, “적합한 세척기구를 포함한 적절한 위생학적 조치” 들이 포함된다.

(마) 가항의 일반적인 원칙에 따라, 발암원이나 변이원에 노출을 막는 것이 합리적으로 실행가능하지 않은 경우에 사업주는 다항에서 요구되는 것에 추가하여 다음의 조치[89]들을 적용해야 한다.

(바) 가항의 일반적인 원칙에 따라, 생물학적 인자에 대한 노출을 막는 것이 합리적으로 실행될 수 없는 경우, 사업주는 다항에서 요구되는 것에 추가하여 다음의 조치[90]들을 적용해야 한다.

(사) 가항의 일반적인 원칙에 따라 최대 노출기준이 설정된 물질의 노출이 있는 곳에서 그 물질의 흡입이 관련되어있다면 기준이하로 노출이 되도록 조절

87) 1. 적절한 작업 과정과 체계, 공학적 제어의 설계와 사용, 적합한 작업 장비와 재료의 준비와 사용, 2. 적합한 환기 시스템과 적절한 조직적인 수단을 포함한 근원으로부터의 노출 조절, 3. 다른 수단으로 적합한 노출의 조절이 이루어질 수 없는 경우에는 (a)와 (b)에 해당되는 수단이외에 적절한 개인 보호 장비의 준비

88) 노출 대상 근로자의 수, 노출 수준과 기간, 작업장에 존재하는 인체에 유해한 물질의 양

89) 1. 합리적으로 실행 불가능하지만 않는다면, 공정과 취급 시스템의 완전한 밀폐, 2. 발암원이나 변이원에 오염될 수 있는 지역에서의 식사, 마시기, 흡연의 금지, 3. 규칙적인 간격과 필요한 경우에는 언제든지 마루와 벽 및 다른 표면의 청소, 4. 발암원이나 변이원에 오염될 수 있는 지역과 설비의 고안과 적합하고 충분한 경고 표시, 5. 밀폐되어있고 확실하게 명칭이 표기된 컨테이너를 포함한 발암원 또는 변이원의 저장, 취급 및 배치

90) 1. Schedule 3의 Part Ⅳ에 제시된 생물학적 유해물질 표시를 포함하여 적합하고 충분한 경고표시, 2. 적절한 제거 및 소독 절차의 구체화, 3. 적절한 처리 후에, 안전하고 확인가능한 용기의 사용 및 오염된 폐물의 안전한 수집과 저장 및 폐기를 위한 수단 마련, 4. 일차적인 물리적 제한 이외에, 필요하고 기술적으로 가능한 경우에는 작업장에서 사용되는 생물학적 인자의 존재를 위한 테스트, 5. 그런 물질을 포함하는 생물학적 인자나 물질의 사용과 운반에 관한 절차를 구체화, 6. 가능하다면, 노출되거나 노출될 가능성이 높은 생물학적 인자에 대해 근로자가 면역이 되어 있지 않은 경우에는 효과적인 백신 제조, 7. 작업장에서의 생물학적 인자의 우발적인 이동 또는 방출을 예방하고 줄이기 위한 목적에 부합하는 적절하고 적합한 세척 및 화장실 설비, 생물학적 인자에 오염될 위험이 있는 곳에서의 먹기, 마시기 및 흡연의 금지와 화장품의 이용을 포함한 위생학적 수단의 마련, 8. 그룹 3 또는 4의 생물학적 인자에 감염되거나 감염이 의심되는 환자나 동물이 있는 경우에 사업주는 감염의 위험을 적절히 조절하기 위해 Schedule3의 Part Ⅱ에 제시된 것들로부터 가장 적합한 조절과 격리 수단을 선택해야한다.

해야한다.

(아) 가항의 일반적인 원칙에 따라 직업적 노출기준이 승인된 물질에 대한 노출이 있는 곳에서는 흡입이 관련된다면 직업적 노출기준이 초과되지 않거나 직업적 노출기준이 초과된 곳에서는 사업주가 기준을 초과한 이유를 확인하고 가능한 빨리 상황을 개선할 적절한 행동을 취하도록 하여 노출조절이 적절히 이루어져야한다.

(자) 이 규정에 따라 사업주가 제공하는 개인보호 장비는 목적에 부합해야 하며 개인보호 장비 아이템에 적용되는 개인보호장비 규정 2002(Personal Protective Equipment Regulations 2002)의 조항에 따라야 한다. 또는 호흡성 보호장비의 경우 위에 언급된 조항이 없을 때에는 집행부(Executive)에 의해 승인된 형태이거나 승인된 표준과 일치해야한다.

(차) 이 규정의 조항에 따라 Schedule 3은 생물학적 인자를 갖고 있는 작업과 관련하여 영향을 갖는다.

(카) 이 규정에서 적합한 물질의 속성과 인체에 유해한 물질에 대한 노출의 속성 및 정도와 관련되며 적절히 그에 상응하게 해석되어야 한다.

나. Control of Substances Hazardous to Health(COSHH) Regulation

건강을 위한 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations, 5th Edition)은 총 21개 조항과 10개의 별표, 그리고 3개의 부록으로 구성되어 있다. 사업주의 일반적인 의무사항으로 유해물질을 작업 중 사용하는 근로자 및 다른 사람에게 위험성평가, 노출 관리, 건강감시 등을 행하도록 하고 있다.

가) 대상 범위

제2조에 건강유해물질(Substance hazardous to health)의 정의로서 CHIP에

의해 Very toxic, toxic, harmful, corrosive or irritant로 분류된 물질 및 제제, HSC에서 WELs로 승인한 물질들 ; 'EH40/2005 Workplace Exposure Limits'에 발표된 물질들, 인체에 유해성을 줄 수 있는 생물학적 유해인자(Biological agents), 공기 중 8시간가중평균 농도(TWA)가 10 ㎎/㎥ 이상인 흡입성 먼지 inhalable dust), 공기중 8시간가중평균 농도(TWA)가 4 ㎎/㎥ 이상인 호흡성 먼지respirable dust), 공기 중 산소농도 저하를 가져 올 수 있는 질소, 알곤 등 비활성 가스와 인화성 가스를 포함한 질식제(Asphyxiants), 위 항목에 해당하지 않지만 화학적 독성학적 특성으로 인해 사업장에서 취급될(is used or present) 경우 건강 위험성을 발생시킬 가능성이 있는 물질 7개로 규정되어 있다(최상준 등, 2013).

한편, 발암성물질이란 CHIP regulation 4에 의하여 위험화학물질로 분류된 물질의 발암성 구분 1(Category 1) 또는 구분(Category 2)에 해당하는 물질 또는 제품을 의미하며 Schedule 1에 제시되어 있는 목록 또는 건강에 영향을 줄 수 있는 Schedule 1에 상술한 공정의 물질로 정의하고 있다.

나) 발암성물질의 종류(Other Substances & Processes to which the definition of "Carcinogen" Relates[91])

영국 COSHH 상 발암성물질은 물질, 공정 등을 포함하고 있다. 특이한 것은 다른 나라와는 달리 고무 흄, 가죽 분진, 아우라민 제조 등이 발암성물질로 편입되어 있다는 것이다. 이러한 규정이 의미하는 것은 발암성물질이 그 나라에서 사회적으로 문제가 되거나 직업성 암 발생이 우려되어 그 나라의 사회적 문화적 특성에 맞게 규제된다는 것이다. 발암성물질과 그 공정은 아래와 같이 규정되어 있다.

아플라톡신(Aflatoxins), 비소(Arsenic), 아우라민 제조(Auramine manufacture), 하소(Calcineing), 소결(sintering) 또는 니켈 구리물질의 제련

91) SCHEDULE 1 Regulation 2(1)

(smelting of nickel copper matte) 또는 산 침출(acid leaching) 또는 배소물질의 전기적 정련(electrorefining of roasted matter), 코울 검댕, 코울타르, 피치와 코울타르 흄(Coal soots, coal tar, pitch and coal tar fumes), 경목분진(Hardwood dusts), IPA 제조(Isopropyl alcohol manufacture, 강산 공정), 부츠나 신발제조의 전처리와 마무리 과정에서 발생되는 가죽 분진(Leather dust in boot and shoe manufacture, arising during preparation and finishing), 마젠타 제조(Magenta manufacture), 머스타드 가스(Mustard gas ([beta], [beta]′-dichlorodiethyl sulphide), 고무 제조와 가공과정에서 발생하는 고무공정 분진과 고무 흄(Rubber manufacturing and processing giving rise to rubber process dust and rubber fume), 사용된 엔진오일Used engine oils), polychlorodibenzodioxins(2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PeCDD, 1,2,3,4,7,8-HxCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDD, 1,2,3,7,8,9-HxCDD, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, OCDD), polychlorodibenzofurans(2,3,7,8-TCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 1,2,3,4,7,8-HxCDF, 1,2,3,7,8,9-HxCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDF, 2,3,4,6,7,8-HxCDF, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF, 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF, OCDF)

변이원성 물질(mutagen)의 정의는 CHIP에 의해 변이원성 분류가 'Category 1', 'Category 2'로 지정된 물질 또는 제제로 되어 있다.

다) 적용제외 물질

첫째, 타 규정[92]에 의해 적용받는 경우, 둘째, 방사성, 폭발성, 가연성 물질(방사성 물질의 경우 'Ionising Radiation Regulations (IRR)'에 의해 적용받고, 폭발성 또는 가연성 물질은 'Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations(DSEAR)'에 의해 적용), 셋째, 의학적 혹은 치과적 치료 목적으로 섭취되는 물질이다.

92) The Coal Mines (Respirable Dust) Regulations 1975, the Control of Lead at Work Regulations 2002, the Control of Asbestos at Work Regulations 2002

라) 금지물질(Prohibited substances)

협약국 이외에서 들어오는 다음의 물질과 물건들은 수입이 금지 된다:

① 2-naphthylamine, benzidine, 4-aminodiphenyl, 4-nitrodiphenyl 및 이 물질들의 염(Salts), 이 물질들을 0.1% 이상 함유한 모든 물질

② 백린(White phosphorus)으로 만들어진 성냥

개인은 사업장에서의 사용과정 동안 또는 사용을 위해 Schedule 2[93]의 항목 11에 의해 금지되는 경우가 아니라면 벤젠 또는 벤젠을 함유한 물질을 공급해서는 안 된다.

(가) 특별한 목적의 금지

아래 표와 같은 물질의 사용은 특별한 목적으로 금지되어 있다.

<표 195> 금지물질과 금지내용

물질명	금지내용
• 2-나프틸아민; • 벤지딘; • 4-아미노디페닐l; • 4-니트로디페닐l; -그 염과 이 물질 포함된 혼합물, 0.1% 이상 포함된 것을 의미한다.	모든 목적의 제조와 사용 금지
모래 또는 규산이 포함된 기타 물질	블라스팅 제품을 위한 연마
• 자연사, 지르코늄 실리케이트, 소성화된 중국 점토, 소성화된 알루미늄 내화점토, 규선선, 소성화된	금속 주물을 만들기 위해 부분 물질로의 사용

93) 금지 물질들은 규정 2에 전체 목록이 나와 있으며 발암성물질과 관련된 금지 항목은 다음과 같다: (a) 2-naphthylamine, benzidine, 4-aminodiphenyl, 4-nitrodiphenyl 및 이 물질들의 염(Salts), 이 물질들을 0.1% 이상 함유한 모든 물질의 제조 및 사용의 금지, (b) (a) 항목의 4가지 물질들의 수입, (c) 산업 공정 및 연구, 개발, 분석 목적 이외의 벤젠 사용. 자동차 연료(motor fuels) 및 폐기물을 제외하고 벤젠을 0.1% 이상 함유하고 있는 모든 물질에 대한 사용 금지.

물질명	금지내용
알루미나, 감람석을 제외한 3% 이상의 규산 • 블라스팅 공정 또는 내화재 등으로부터 축정된 기타물질 또는 분진 등	
이황화탄소	고무를 이용한 옷 방수를 위한 콜드 경화 공정 사용
백유(white oil), 완전한 동물성 또는 식물성오일, 혼합동물-식물성오일 이외의 오일	자동 회전 회전체에 오일의 사용
자연사 이외의 석영 또는 분말화된 부싯돌 또는 토양	도기의 장식과 제조에 사용
적어도 80%의 규산이 포함된 내화물질의 분말 또는 분진	80% 규산이 포함되어 내와 물질로 구성된 제품 또는 내화벽돌, 규산 벽돌의 사용
백린(White phosphorus)	성냥 제조
시안화수소	특별히 예방책이 강구된 장소를 제외한 훈증
벤젠과 0.1% 이상의 벤젠이 혼합된 물질, 아래는 예외 • 자동차 연료는 지령 85/210/EEC 준용 • 폐기는 지령 75/442/EEC 준용	예외 • 산업공정 • 화학분석 목적의 연구 및 개발
• 클로로포름 • 사염화탄소 • 1,1,2-트리클로로에탄 • 1,1,2,2-테트라클로로에탄 • 1,1,1,2-테트라클로로에탄 • 펜타클로로에탄 • 염화비닐리덴 • 1,1,1-트리클로로에탄 – 질량 당 0.1% 이상 포함된 물질 • 의약 및 화장품 생산은 제외	직물과 표면세척과 같이 확산이 가능한 작업에 사용

마) 요구사항(Requirements)

(가) 위험성 평가(Risk assessment)

규정 6에 의하여 사업주는 건강에 유해한 물질에 노출되는 근로자에 대하여 위험성평가를 실시하여야 하며 규정에 합당한 과정을 거쳐야 한다. 이 평가에는 CHIPS 규정에 의하여 물질 공급업자에게 제공받은 정보도 포함되어야 하며 작업 시스템을 변경되거나 건강감시의 결과 등으로 더 이상 평가가 정확하지 않다고 생각되는 경우에는 정기적으로 재조사 하여야 한다. 또한 이 평가에서는 HSE (reg.6(2)(f)) 규정에 의한 직업적 노출기준(영국에서는 작업장노출기준[Workplace exposure limits]를 의미)을 고려하여야 한다.

(나) 노출의 관리 또는 방지(Prevention or control of exposure)

규정 7에 의하여 사업주는 근로자가 유해한 물질에 노출되는 것을 방지하여야 하며 만일 이것이 합리적인 실행이 어려운 경우 근로자의 노출을 충분히 관리하여야 한다.

(다) 관리 수단(Use of control measures)

사업주는 합리적으로 적정하게 관리수단을 사용하거나 적용하여야 한다(reg.8(1)). 또한 사업주는 관리수단을 올바르게 사용하여야 하며 결함이 있는 장비 등은 보고하여야 한다(reg.8(2)).

(라) 관리수단의 검사와 유지(Maintenance and testing of control measures)

규정 9에 의하여 사업주는 효과적인 작업 등을 위하여 관리수단을 유지하여야 한다(reg.9).

(마) 노출감시(Monitoring exposure)

위험성 평가가 의미하는 것은 필요시 작업장의 노출측정을 의미하는 것이며

규정 10에 의하여 노출관리 또는 노출을 방지할 수 없는 경우에는 반드시 모니터링을 수행하여야 한다. 모니터링은 반드시 정기적으로 수행하여야 하며 노출의 영향이 있는 상황이 발생된 경우에도 이행하여야 한다(reg.10(4)).

<표 196> 노출감시 대상물질 및 주기

물질 또는 공정	최소 주기
염화비닐 단량체	HSE에서 승인된 절차를 따르거나 지속적 감시
크롬전해공정의 용기로부터 발산되는 분무액, 3가크롬 제외	매 14일

(바) 노출감시 방법

근로자의 흡입노출 위험을 감시하는 방법으로 가장 많이 사용하는 도구는 개인시료 채취기(personal air sampling pumps)이다. 이 장비는 유량을 조정할 수 있으며 재충전된 펌프를 작업자의 옷깃에 부착하게 된다. 이 후 필터나 활성탄과 등의 포집매체를 통한 공기의 체적을 파악하게 된다. 보통 펌프는 일반적으로 8시간 또는 전 작업시간 동안 채취하게 되며 시료매체는 단순한 분진인 경우 중량분석을 실시하고 더 심도 있는 분석이 필요하다면 인증된 실험실을 통해 분석하게 된다. 개인시료 채취기는 미국(Gillian, USA, SKC, USA)과 영국장비(Casella Measurement, UK))가 있다.

(사) 건강감시(Health surveillance)

규정 11에 의하여 사업주는 건강에 유해한 물질에 노출될 가능성이 있는 근로자에 대하여 사업주는 건강보호를 위하여 적절한 건강감시를 하여야 한다고 규정하고 있다. 동법 Schedule 6에 건강감시 대상이 되는 유해물질목록 15종[94]

94) ① 염화비닐 단량체(Vinyl chloride monomer)② 니트로 또는 페놀의 아미노 유도체 (Nitro or amino derivatives of phenol)③ 벤젠 또는 벤젠의 동형이성체(benzene or its homologues)④ 크롬산칼륨, 중크롬산칼륨, 크롬산나트륨 또는 중크롬산나트륨(Potassium

이 제시되어 있다. 그리고 건강감시결과는 지정된 양식으로 40년간 보관하여야 하는 것으로 되어 있고, 정기적으로 12개월 내에 건강감시를 지정된 의사(Relevant doctor)로부터 받도록 되어 있다.

또한, 사업장 석면관리 규칙(Control of Asbestos at work Regulation 2002)에는 건강기록과 의학적 감시에 대하여모든 사업주는 석면에 노출되는 근로자에 대한 건강기록을 규정된 방식으로 40년간 유지할 것을 규정하고 있고, 사업장 납 관리규칙(The Control of Lead at Work Regulations 2002)에서도 의학적 감시와 관련하여 제10조1에 의하여 모든 사업주는 납에 노출되는 근로자에 대해서 지정된 의사로 하여금 적절한 의학적 감시를 받을 수 있도록 규정하고 있다.

<표 197> 건강감시 대상물질 및 공정

물질명	공정
염화비닐 단량체	제조, 생산, 매립, 보관, 유출, 운송, 사용과 중합
니트로 또는 페놀의 아미노 유도체와 벤젠 또는 벤젠의 동형이성체	니트로 또는 페놀의 아미노 유도체와 벤젠 또는 벤젠의 동형이성체 제조, 이러한 물질을 사용하여 폭발물의 제조
크롬산칼륨, 중크롬산칼륨, 크롬산나트륨 또는 중크롬산나트륨	제조
오르토-톨리딘, 디아니시딘과 이염화벤진딘과 그 염	제조

chromate, potassium dichromate, sodium chromate or sodium dichromate)⑤ 오르토-톨리딘(Ortho-tolidine)⑥ 디아니시딘과 그 염(dianisidine and dand their salts)⑦ 디클로로벤진딘과 그 염(dichlorobenzidine and their salts)⑧ 아우라민(Auramine)⑨ 마젠타(Magenta)⑩ 이황화탄소(Carbon disulphide⑪ 이황화이염(Disulphur dichloride) ⑫ 벤젠(벤졸 포함)⑬ 사염화탄소(carbon tetrachloride)⑭ 트리클로로에틸렌(trichlorethylene)⑮ 피치(Pitch)

물질명	공정
아우라민과 마젠타	제조
이황화탄소, 이황화이염, 벤젠, 벨졸 포함, 사염화탄소와 트리클로로에틸렌	이 물질이 사용된 공정, 또는 증기의 발산, 탄성고무의 제조 등
피치	결합제로서 피치를 포함한 슬러리, 코크, 코울분진, 코울을 구성하는 연료 블록의 제조

(아) 정보, 교육과 훈련(Information, instruction and training)

규정 12에 의하여 모든 사업주는 모든 유해물질에 노출되고 있는 근로자에 대하여 각주[95]와 같이 합당하고 충분한 정보, 교육과 훈련을 제공하여야 한다.

(자) 기록·보관(Record keeping)

사업주는 5명 또는 그 이상의 근로자들에 대하여는 반드시 위험성 평가결과를 기록하여야 한다(reg.6(4)).

다. 발암성물질 노출 관리(The Control of exposure to carcinogens, ACoP)

발암성물질에 대한 노출을 예방하는 것이 합리적으로 수행가능하지 않다면, 사업주는 아래 규정의 모든 조치들을 실행해야 한다. 이것은 공정과 취급 시스템의 완전한 밀폐여부와 상관없이 규정을 준수하여야 한다.

가) 노출 방지(Prevention of exposure)

암의 치명적이면서 종종 불가역적인 특성에 비추어 사업주의 첫 번째 목표는

95) 유해물질에 포함되어 있는 세부물질, 건강에 위험이 있는 물질 명, 그 물질에 대한 직업적 노출기준, 최고 노출기준 또는 유사노출기준, 물질안전보건자료, 그 물질의 유해성과 관련된 규정, 위해성 평가 결과, 작업장의 다른 근로자 또는 해당 근로자 자신을 보호할 수 있는 행동이나 예방방법 등

발암성물질에 대한 노출을 방지해야하는 것이다. 발암성물질들은 사용되어서는 안되며 만일 사업주가 유해성이 없거나 덜한 물질로 대체할 수 있다면 공정은 시행될 수 있다. 하지만, 사업주는 반드시 가능한 대체 화학물질의 발암성, 독성 및 특성들을 고려해야한다.

사업주는 시작 시점 또는 어떤 과정이나 행위의 부분으로서 발암성물질의 사용을 피하기 위해 발암성물질을 포함한 부산물, 중간물, 폐기물 또는 잔류물 및 그런 물질들이 사용되는 조건들을 피하기 위해, 화학물질 생산을 위한 합성 경로를 선택해야한다.

나) 노출관리(Control of exposure)

보다 안전한 대체 물질이나 대체공정이 현실적으로 가능하지 않다면, 사업주는 반드시 적절한 노출관리를 수행하고 유지해야한다. 이 실행지침은 적절한 관리의 의미에 대한 안내를 하고 있다. 발암성물질의 경우 사업주가 가능한 낮은 수준으로 노출을 조절하는 것이 특히 중요하다. 이는 다양한 형태의 암과 관련된 높은 사망위험 때문이며 노출 수준이 (개인 질환의 중증도가 아닌) 노출 집단의 암 발생 가능성에만 영향을 준다는 사실 때문이다.

다) 관리방법(Control measures)

사업주는 발암성물질 노출을 관리하기 위한 방법을 선택하고자 할 때 관리방법의 첫 번째 선택은 완전히 밀폐된(enclosed) 시스템을 사용하는 것이어야하며 이것이 이루어질 수 없는 경우 공장, 공정 또는 작업 시스템은 발암성물질의 형성이 최소한으로 되거나 억제 및 차단될 수 있도록 설계되고 운영되어야한다. 이는 공정과 취급 시스템의 부분적인 밀폐 , 적절한 구역별(local) 배기물질 환기 시스템, 전체 환기 등이며 작업장내의 관리방법은 다른 작업장의 위험을 양산하는 방법으로 적용되어서는 안된다.

라) 사용, 저장, 표지 및 폐기(Use, storage, labelling and disposal)

사업주는 작업장 내 발암성물질의 사용을 공정에 필요한 최소한으로 사용되도록 하고 가능하다면 밀폐된 컨테이너에 저장하여 운반하고 시각적으로 분명한 경고 및 유해성 표시를 해야 한다. 경우에 따라서는 노출관리를 적절히 하기 위해 소량을 자주 취급하는 것보다 대용량을 적절히 저장하는 것이 더 나을 수도 있다. 표지를 분명하게 하고 전문가에 의해 제거될 때 까지 발암성 폐기물을 확실히 저장하거나 다른 근로자에게 위험이 되거나 외부 환경을 오염시키지 않는 방법으로 현장에서 소각하는 등의 방법을 이용해야한다.

발암성물질의 노출이 일어날 수 있는 지역을 분명히 확인하고 그 지역 및 외부로 오염이 발생하지 않도록 해야 한다. 노출 가능성이 있는 사람들의 수와 노출기간은 작업에 필요한 최소한으로 한다. 필수작업자가 아닌 경우는 제외시켜야 한다.

마) 오염에 대한 예방책(Precautions against contamination)

발암성물질의 오염 위험이 있는 지역에 대해서 사업주는 다음의 사항을 확실히 해야 한다.

① 근로자들은 해당 지역에서 먹거나 마시거나 흡연을 하거나 또는 화장품을 사용하지 않는다.

② 적절한 경고 표시들이 눈에 잘 띄도록 한다.

③ 근로자들 및 다른 이들이 먹고, 마시고 흡연할 수 있는 발암성물질의 오염 위험이 없는 구획을 따로 마련한다.

④ 벽, 문 및 다른 표면의 오염을 제거하는 절차를 포함하여 적절한 위생학적 방법들을 현장에 배치한다.

⑤ 적절한 세척 설비를 제공하여 발암성물질에 노출된 근로자가 높은 수준의 개인위생을 유지하도록 한다. 이는 적절한 노출관리를 확실히 하고 발암성물질의 퍼짐을 피하는 데 필요하다.

바) 개인 보호구(Personal protective equipment)

모든 환경에서 사업주는 노출수준, 사용환경, 물질의 유해성에 대한 정보 및 현재의 기술수준에 비추어 실행 가능한 범위 내에서 개인보호구 이외의 방법으로 노출을 방지하거나 적절히 관리해야한다. 하지만 개인보호구(예: 장갑, 옷, 흡입보호구 등)는 다른 관리방법들이 그 자체로 노출을 적절히 제어하지 못한다면 2차 보호방법으로 사용될 수 있다. 만약 개인보호구 및 의복의 사용이 불가피하다면, 예를 들어 설비 고장 또는 유지 작업, 사업주는 개인보호구에 대한 기준에 관해 실행지침 및 흡입보호구의 사용에 적용되는 고려사항들을 따라야 한다.

사) 발암성물질의 종류

발암성물질로 분류되거나 발암성물질로 간주되는 유해한 물질들에 대한 노출의 조절에 관한 추가적인 안내는 Appendix 1에 나와 있으며 이물질은 EU의 R45 및 R49를 의미하며 부록 1에 수록하였다.

라. COSHH에 의한 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits)

영국의 작업장 노출기준은 Health and Safety Commission에 의해 인증된 기준이며 The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002의 규정에 의하여 노출기준을 준수하도록 되어 있다. 영국은 경제적 요소를 고려한 MEL(Maximum Exposure Limits, 57종)은 어떤 경우라도 강제로 그 이하로 유지하여야 하는 반면 OES(Occupational Exposure Standard, 457종)는 합리적으로 실행 가능한 한도 내에서 적절한 조치를 취하도록 하였으나 2005년부터 WEL(Workplace exposure Limits, 396종)로 통합하면서 초과해서는 안 되는 기준의 개념으로 변경하였고 초과 시 위험성 평가(Risk assessment), 건강검진

등을 수행하도록 하였다. 아래 표는 작업장 노출기준의 사례이다.

<표 198> 영국의 작업장 노출기준 예시

Table 1: List of approved workplace exposure limits (WELs)

Substance	CAS Number	Workplace exposure limit				Comments
		Long-term exposure limit (8-hr TWA reference period		Short-term exposure limit (15 minute reference period)		The Carc, Sen and Sk notations are not exhaustive. Notations have been applied to substances identified in IOELV Directives
		ppm	$mg.m^{-3}$	ppm	$mg.m^{-3}$	
Acetaldehyde	75-07-0	20	37	50	92	
Acetic anhydride	108-24-7	0.5	2.5	2	10	
Acetone	67-64-1	500	1210	1500	3620	
Acetonitrile	75-05-8	40	68	60	102	
o-Acetylsalicylic acid	50-78-2	-	5	-	-	
Acrylaldehyde (Acrolein)	107-02-8	0.1	0.23	0.3	0.7	
Acrylamide	79-06-1	-	0.3	-	-	Carc, Sk
Acrylonitrile	107-13-1	2	4.4	-	-	Carc, Sk
Allyl alcohol	107-18-6	2	4.8	4	9.7	Sk
Aluminium alkyl compounds		-	2	-	-	
Aluminium metal inhalable dust respirable dust	7429-90-5	 - -	 10 4	 - -	 - -	

(5) 영국의 화학물질의 기준 제·개정절차

영국은 기본적으로 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health Regulations)가 작업장에서의 유해물질노출을 관리하기 위한 법적 틀을 만들었다. 앞서 언급한 바와 같이 영국은 2005년 WELs로 직업적 노출기준을 통합하였으나 MEL과 OES에 대한 자료만 확보되어 이에 대한 내용을 수록하도록 한다.

가) 대상물질 선택기준과 우선순위

1989년 안전보건위원회 HSC(Health and Safety Commission's)의 독성물질 자문위원회(Advisory Committee on the Toxic Substances(ACTS)가 OEL을 설정하기 위한 기본 프로그램을 설정하였다. ACTS는 독성화학물질 실무 그룹(Working Group on the Assessment of Toxic Chemicals, WATCH)과 연계되어 있으며 WATCH는 OEL 설정을 위하여 검토되어야 하는 화학물질 목록을 작성하였다. WATCH와 ACTS는 OEL의 확립을 위한 물질의 우선순위를 정하는데 몇 가지 사항을 고려한다. 고려될 첫째 요소는 현재의 과학 지식과 관심의 정도이고 둘째 검토사항은 화학물질과 관련 있는 자료와 증거를 모으고 새롭게 갱신하는데 걸리는 소요시간, 마지막으로 그러한 평가를 수행하기 위한 자원의 가용성 등이다.

나) 과학적 근거

직업적 노출기준의 설정은 OES(Occupational Exposure Standards)와 MEL(Maximum Exposure Limits) 모두 WATCH에 의한 모든 관련 기초문헌에 대하여 포괄적인 고찰과 과학위원회에 의한 평가, 상급위원회에서의 인정에 그 근거를 두고 있다. HSE(Health and Safety Executive)내에서 전문가에 의해 기본적인 검토 작업이 주로 수행되고 있다. 이들 전문가들은 독성학자, 산업위생학자, 화학분석가, 역학자와 산업의학자들로 구성된 연구팀으로 구성된다.

자료검색은 모든 표준 데이터베이스를 이용하여 수행되고, 관련 산업장과의 접촉을 통하여 접근 가능한 독성학적, 노출자료, 산업보건자료를 얻는다. 그 후 내부평가와 외부평가를 거쳐 위원회에 제출된다.

다) 경제요인

과학적인 요소와 사회경제적인 요소와의 구분을 위한 노력이 충분히 이루어진다. 우선 무영향 관찰수준(No Abservable adverse effect level, NOAEL) 또는 역치(threshold)를 확인하고 건강에 기초를 둔 OES의 설정여부를 고려하여

이것이 과학적, 경제적, 실제적으로 접근가능한지에 대하여 분석한다. 만일 OES를 정할 수 없다면 경제요소를 고려하는 MEL을 정해야 한다.

라) 실행가능성

직업적 노출기준(OEL)의 설정에 없어서는 안 될 조건은 정확한 표본추출과 분석방법이다. HSE 방법과 때때로 OES, 그리고 미국의 NIOSH에 의해 정확성이 검증된 다른 방법들을 주로 쓴다.

마) 문서 / 논리적 근거

1981년과 1990년 사이에 HSE는 22 Toxic Review (TRs)를 편찬하여 특정한 물질 또는 물질그룹에 대한 가용한 독성학적 정보를 철저하고 비판적으로 검토하였다. 1990년 이전에 비해 최근에는 TRs이 다소 달라졌는데 주요 차이점은 작업장 노출과 관련된 영향과 연구에 중점을 둔다는 것이다. 그러나 독성정보에 대한 비판적인 평가는 변하지 않았다.

바) 규제

관련법규는 1974년의 산업안전보건법에 의해 부여된 강력한 권한으로 HSE의 감독관에 의해 시행된다.

사) 검토 및 승인과정

참여 그룹(Groups Involved)

COSHH 규정의 도입 이후 OEL를 설정하는 과정은 WATCH가 주도한다. WATCH는 3자(tripartite)위원회로 구성되는데 OEL을 확립하는데 있어 과학적 근거를 일차적으로 고려하지만 사회경제학적 요소도 같이 고려한다. WATCH는 상급위원회인 ACTS에 OEL을 제안한다. 이 제안서는 투표가 아니라 합의에 의하여 만들어진다. WATCH로부터의 모든 제안서는 ACTS에 의해 검토된

다. 일반적으로 ACTS는 OES 제안서를 보증하고 HSE의 권고에 따라 MEL의 수준을 결정한다. MEL이 고려되기 전에 현재 노출수준과 관리방법에 대한 광범위한 평가를 한다. ACTS 제안서가 HSC에 의해 입법화되기 전에 보통 관련 회사와 노조가 상의한다. MEL은 COSHH 규정의 개정을 필요로 하는데 제안된 수정사항은 공식적인 Consultation Document에 기록된다. 이렇게 하여 합의된 안이 만들어지면 OESs는 별도의 과정을 거치는데 이것은 HSC에 의해 승인되지만 법규에는 포함되지 않기 때문이다.

① 한계설정(Limits Setting)

OELs는 2가지 형태가 있다. OES와 MEL이다. 이 둘의 주요 차이점은 OES는 건강위험이 전혀 없는 수준으로 설정되지만 MEL은 근로자의 건강 뿐 아니라 사회경제적인 요소를 고려한다는 것이다. 물론 MEL확립의 일차적 관심도 근로자보호이지만 질병의 위험이 존재한다고 볼 수 있다. 'Criteria Documents'는 고려중인 물질에 대하여 물질명(Identification), 물리화학적 성상(Physico-chemical properties), 발생, 생산 및 사용(Occurrence, production and use), 노출과 흡수(Exposure and uptake), 측정(Measurement), 독성(Toxicology), 특수 위험군(Groups at extra risk), 부족한 정보(Deficiencies in knowledge base), 기준의 근거와 권고수준(Basis and recommendation for a limit), 현재의 노출기준(Existing exposure limits), 참고문헌(References)의 정보를 제공한다.

② OES의 설정

WATCH의 우선 특정물질에 있어서 OES가 필요한지를 판단해야 한다. OES가 설정되기 위해서는 다음의 세 가지 기준이 충족되어야 한다. 첫째 기준은 합리적인 확실성을 가지고 그 농도에 매일 노출된다고 하더라도 근로자 건강에 장해를 주지 않는 참고기간의 평균농도에 대하여 과학적 증거를 가지고 확인해

야 한다. 둘째 기준은 첫 번째 기준의 농도보다 더 높은 농도에 대한 노출은 그 기간 동안 건강에 장단기의 심각한 영향을 나타내지 않아야 하고 초과노출의 원인을 확인하고 고칠 수 있어야 한다. 세 번째 기준은 OES준수가 현실적으로 실현가능성이 있다는 증거가 있어야 한다. 첫 번째 기준은 OES 설정에 있어 기본적인 것으로 그 이상에서는 건강에 중대한 악영향이 있지만 그 아래에서는 아무런 악영향이 없다는 허용기준을 의미한다. WATCH는 NOAEL을 설정하는데 있어 모든 관련된 과학적 증거를 고려한다. 인간노출 자료가 우선적으로 평가되지만 인간노출의 자료가 제한적이거나 존재하지 않을 때도 있다. 그 다음에는 동물에 대한 시험으로부터 얻은 독성자료에 신뢰성을 둔다. 두번째 기준은 기준 1에서의 OES 설정치를 넘을 가능성에 관한 것이다. 사업주가 현실적인 방법으로 노출수준을 OES 설정치로 낮출 수 있다면 OES이상의 노출도 허용될 수 있다. 세 번째 기준은 OES 기준에 대한 사업장의 현실성을 고려한다. 즉 사업장이 합리적으로 OES 기준을 준수할 수 있는가 하는 것이다. 모든 세 가지 기준이 충족되면 잠정적인 OES는 OES 권고기준이 되고 WATCH는 ACTS에 권고를 제출하여 그 후에 HSC로 권고된다. 공고하여 의견 수렴한 후 HSC는 OES를 EH40에 있는 Approved Occupational Exposure Standards의 표 2에 추가한다.

③ MEL의 설정

OES 기준이 정해지기 전에 3가지 기준 모두 충족되어야 한다. 만일 어느 하나라도 충족되지 않는다면 그 물질은 MEL의 대상물질이 된다. 유전독성 발암성물질과 호흡기 감작물질들과 같은 경우는 신뢰성 있게 NOAEL을 결정할 수가 있다. 그러한 경우에 OES는 정해질 수가 없으며 MEL을 정해야 한다. 그 물질은 다음과 같은 MEL 기준을 충족해야 한다.

- 기준 4 : 어떤 물질이 OES 기준 1과 또는 2에 충족되지 않고 그 물질에 노출되는 것은 근로자에게 심각한 건강장해를 나타낼 수 있다.

• 기준 5 : OES 기준 1, 2를 충족하더라도 사회경제적인 요인에 의하여 그것보다 높은 값으로 정해야할 때가 있다. 단, 현실성 있는 노출 관리방안이 있어야 한다. 만일 근로자에 대한 심각한 건강장해가 없다면 그 물질은 OES로 재평가되거나 기준이 정해지지 않는다.

기준 5는 사회·경제적인 요소와 과학적 요소를 같이 고려한다. ACTS는 비용에 대한 근로자의 건강위험과 노출을 감소시키려는 노력에 대하여 조절한다. ACTS는 HSC에 MEL 기준을 권고한다. HSC는 MEL을 정부에 제출하고, 그 후 의회의 승인을 받아야 한다.

(아) 개정과정

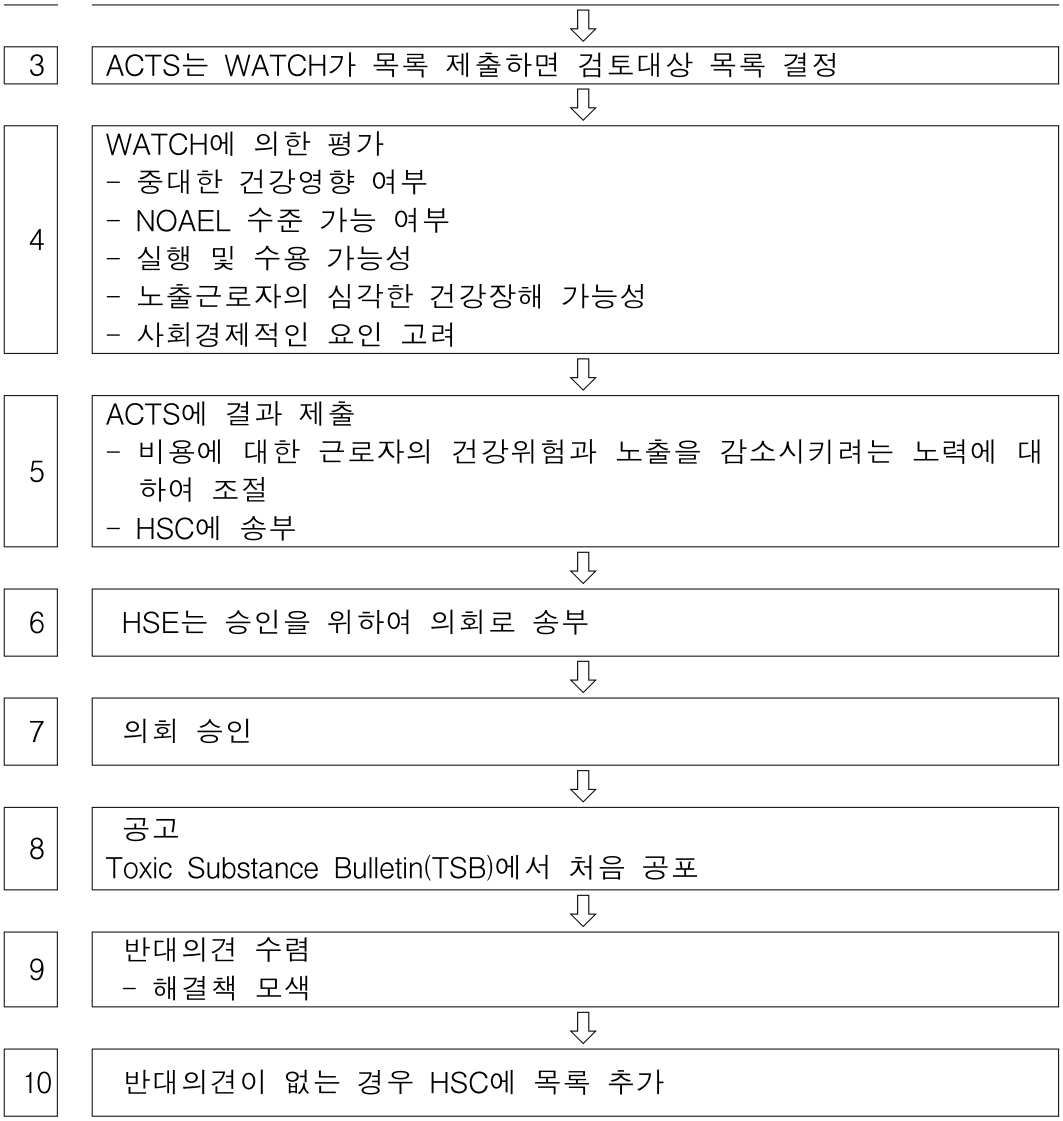
OES와 MEL은 개정과정을 거치는데 개정과정은 서로 간에 법 규정이 약간씩 다르기 때문에 개정과정이 약간씩 다르다. 제안된 OES는 Toxic Substance Bulletin(TSB)에서 처음 공포된다. TSB에는 제안된 OES기준뿐 아니라 독성학적, 역학적 연구결과 요약이 수록된다.

(자) 실행

물질의 선택과 우선순위 결정, 과학적 연구, 경제적 요소와 공개검토와 같은 과정들이 OEL을 실행하는데 있어 모두 중요한 역할을 한다.

<표 199> 영국의 화학물질관련 검토와 제·개정 과정

1	안전보건위원회 HSC(Health and Safety Commission's) - 독성물질 자문위원회(Advisory Committee on the Toxic Substances(ACTS) · 독성화학물질 실무 그룹(Working Group on the Assessment of Toxic Chemicals, WATCH)과 연계
	⇩
2	WATCH는 검토되어야 하는 화학물질 목록을 작성



(차) 화학물질 관리 위원회 등

1989년 안전보건위원회 HSC(Health and Safety Commission's)의 독성물질 자문위원회(Advisory Committee on the Toxic Substances(ACTS)가 구성되어 있다. 또한, ACTS는 독성화학물질 실무그룹(Working Group on the

Assessment of Toxic Chemicals, WATCH)과 연계되어 있으며 모든 화학물질에 대하여 권한을 가진다[96]. 2008년 4월부터는 HSC와 HSE(Health and Safety Executive)가 통합되면서 HSC의 기능이 HSE의 이사회(Board)로 이관되었으며 기존의 HSE 운영주체는 고위경영팀(The Senior Management Team)이 담당하고 실질적인 사업을 관리하는 역할을 수행하고 있다.

바. 영국의 화학물질관리 요약

가) 화학물질관리 규제

영국은 화학물질에 대한 Substances or mixtures of substances classified as dangerous to health under the Chemicals(Hazard Information and Packaging for Supply)(CHIP)이며 5종에 대해서 금지하고 있으며, 인체에 유해한 물질들의 노출방지 또는 관리를 하도록 하고 있고 그 내용으로는 안전한 취급, 저장 및 운반, 환기, 위생 및 개인보호구에 대한 조치가 있다. 발암성이나 변이원성 물질은 추가조치가 적용된다.

근로자 건강보호를 위한 유해물질관리 규정(The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002)은 금지물질(Prohibited substances, Import prohibited, Supply prohibited, Prohibited for specified purposes)을 CHIP 5종 및 특별금지 20종으로 규정하고 있으며, 제6조와 관련하여 작업장 노출기준(Workplace Exposure Limits, WELs)에 제시되어 있는 물질은 유해성 평가(Risk assessment)를 하도록 되어 있지만 특별히 2종의 물질에 대하여는 노출감시(Monitoring exposure)를 하도록 되어있다. 또한 의학적 감시(Health surveillance)가 필요한 물질은 16종으로 되어 있으며, 석면(The Control of Lead at Work Regulations, 2002)과 납(The Control of Lead at Work Regulations, 2002)에 대하여 별도의 규정을 보유하고 있다. 특히 발암성물질

96) 자료원 ; AIHA, An International Review of Procedures for Establishing Occupational Exposure Limits, VA; AIHA & CMA; 1996.p 39-111

노출관리의 경우 ACoP로 관리한다.



[그림 22] 영국의 화학물질관리 수준 요약

(5) 독일의 화학물질물질 관리

독일은 유해화학물질로 인한 위험으로부터 근로자를 보호하기 위한 구체적인 법의 틀은 화학물질 자체의 위험특성에 대한 조사와 평가, 등록, 유동 등에 대한 일반적인 규정이며 환경부에서 관장하는 화학물질법(Chemikaliengesetz: ChemG)에 규정되어 있다. 이 법은 1982년에 유해물질로부터 건강과 환경을 보호하기 위하여 제정되었다. 이 법의 가장 기본적인 목적은 신규화학물질이 판매되어 유동되기 전에 건강과 환경에 대한 위험성을 평가하여 사전에 위험을 방지하기 위한 것이었다. 한편, 사업장내 작업환경 중 발생하는 화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 법령은 유해물질법(GefStoffV: Gefahrstoffverordnung)이다. 화학물질법은 연방환경부에서 관할하며 화학물질로 인한 환경 및 인체에

미치는 영향을 방지하기 위한 환경법의 일종이며 유해물질법(GefStoffV)은 작업장에서 발생하는 유해위험화학물질로부터 근로자의 안전과 건강을 보호하기 위한 법이다. 한편, 사업장 유해물질관리 법령 관련하여 산업안전보건법(Arbeitsschutzgesetz) 분야 관련 법령들로는 다음과 같은 법령[97]들이 있다(윤조덕 등, 2013).

가. 화학물질관리법(Chemikaliengesetz)

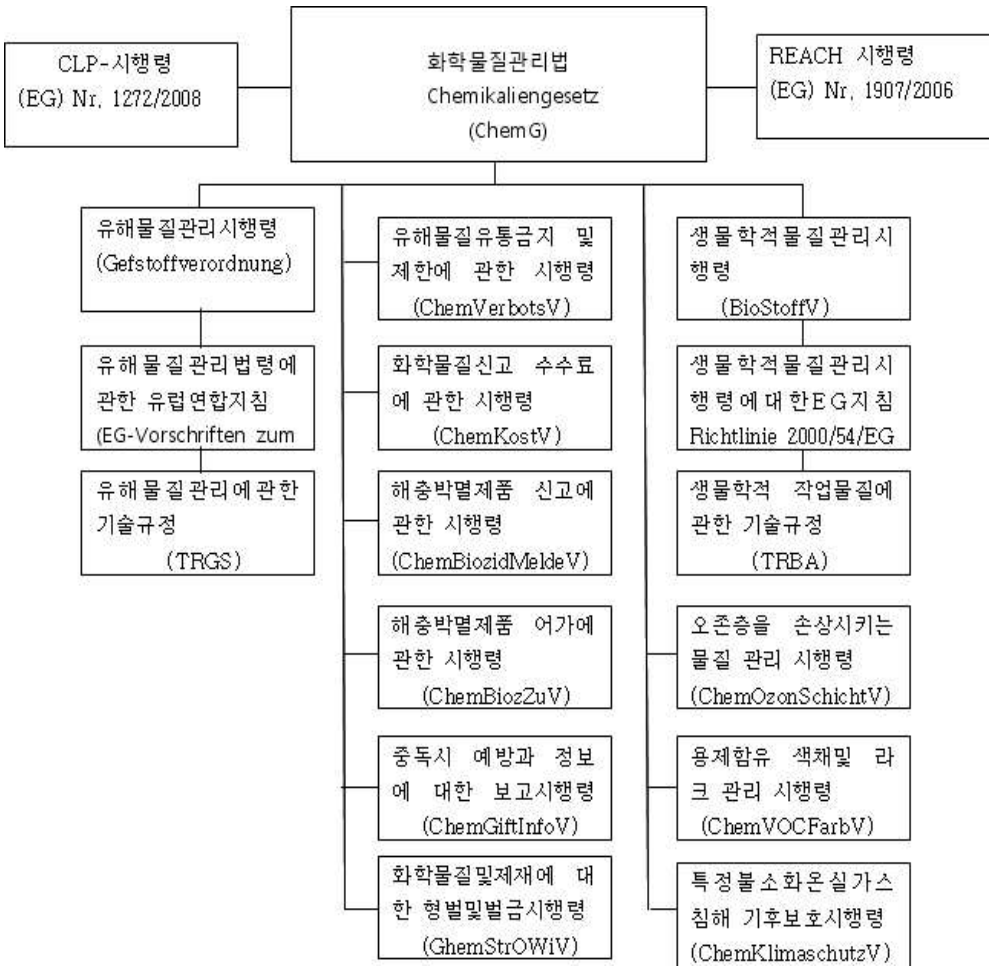
독일에서 일반적 환경에서 산업 및 상업적으로 유통되는 화학물질에 대한 관리법은 1980년에 공포된 화학물질법(Chemikaliengesetz)이다. 이 법은 유해물질과 그 조합물(Zubereitungen)로부터 발생하는 인간과 환경의 영향을 최소화하고 보호하기 위한 것, 특히 유해한 영향을 인식할 수 있도록 하고 그것을 방지하며 그 발생을 예방하는 것을 목적으로 하고 있다(화학물질법 제1조). 동법에서 정의하고 있는 화학물질이란 '오염물질(Verunreinigungen) 및 상품화에 필요한 보조물질을 포함하여, 그것이 자연적으로 생기거나 산출되는 것과 같은 화학원소 또는 화학물(chemische Verbindungen)'을 말하며(동법 제3조 제1호), 조합물이란 '둘 또는 그 이상의 물질로 구성되어 있는 혼합물, 화합물 또는 용액'으로 정의되어 있다(동법 제3조 제4호). 그렇지만 다른 특별법에서 규제되고 있는 다수의 화학물질은 이 법의 적용을 받지 않는다(동법 제2조).

화학물질관리법을 시행하기 위한 다음과 같은 시행령[98]들이 있다(윤조덕 등,

97) 가내공업법 (Heimarbeitsgesetz, HAG), 모성보호법 (Mutterschutzgesetz), 청소년노동보호법 (Jugendarbeitsschutzgesetz), 산업의학적건강검진에 관한 시행령(Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge), 인가가 필요한 설비에 대한 시행령(Verordnung über genehmigungsbeduerftige Anlagen, 4. BImschV), 대형화학물질사고관리시행령(Stoefallverordnung, 12. BImSchV), 공기에 대한 기술적 사용안내서(Technische Anleitung Luft, TA Luft), 연방배출물관리법 (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG), 핵물질관리법 (Atomgesetz), 방사선보호에 관한 시행령(Strahlenschutzverordnung, StrlSchV), 화재예방관리시행령 (Brandschutzverordnug), 위험물운반관리법 (Gefahrgutbeförderungsgesetz, GGBefG), 도로 및 철도/궤도에서 위험물운반관리 시행령(Gefahrgutverordnung Strasse und Schiene, GGVSE)

98) 유해물질관리에 관한 시행령, 유해물질 유통 금지 및 제한에 관한 시행령, 화학물질 신고 수수료에 관한 시행령, 해충박멸제품의 신고에 관한 시행령, 해충박멸제품의 및 기타 해충

2013)



[그림 23] 화학물질관리법령 및 관련 시행령(윤조덕 등, 2013)

나. 유해물질법(GefStoffV: Gefahrstoffverordnung)

박멸 제품과 이에 영향을 미치는 물질에 대한 화학 물질관리법적 절차의 허가에 관한 시행령, 중독시 예방과 정보를 위한 보고의무에 관한 시행령, 오존층을 손상시키는 물질 관리에 관한 시행령, 용제함유 색채 및 라크 관리 시행령, 신규화학물질 평가절차에 관한 시행령, 좋은 실험실 실습원칙 준수의 관청감독절차에 관한 시행령, 물질 및 제재에 대한 형벌 및 벌금 부과에 관한 시행령, 생물학적물질관리 시행령, 생물학적물질관리 시행령에 대한 유럽연합 지침, 유해물질관리에 관한 유럽연합 지침, 화학물질의 분류, 라벨링 및 포장에 관한 유럽연합, 화학물질의 등록, 평가, 인가 및 제한에 관한 유럽연합 시행령

가) 유해물질법 개요

1986년 제정하여 제조 및 수입업자에게 의무이행을 부여하고 있다. 생산 또는 판매 시에 발생할 수 있는 화학물질의 유해한 영향으로부터 근로자와 대중을 보호하며 위험물질과 합성물의 판매, 상표, 취급 및 포장에 대한 사항을 정하고 있다. 관련 EU지침(Directives)을 시행하는 내용도 포함하고 있다. 위반 시의 벌칙을 명시하고 있으며 여러 "기술기준"을 제정하는 작업장 유해물질자문위원회(사회단체, 제조자, 판매자, 중간상인, BG, 연방대표자, 주대표자, 의학전문가 및 과학 전문가로 구성) 설립을 명시하고 있다. 또한 위험하고 발암 가능성이 있는 물질에 노출될 수 있는 근로자에 대한 예방의학적인 건강진단과 당해 화학물질에 노출 가능성이 있는 장소를 조사하는 조건을 기술하고 있다.

나) 유해물질법과 산업보건

이 법에서는 사업주에게 사업장 특성에 맞는 예방보호조치를 상세하게 마련할 수 있도록 하는 융통성을 제공하고 있다. 이 영역에 대한 지침에서 가능한 위험에 대한 평가에 관한 법률과 점차적인 보호(Graduated protection)에 관한 개념을 사업주에게 제공하고 있다. 유해물질 자문 위원회(Committee on Dangerous Substances, AGS)32)에 의해서 규정된 기술지침(technical rule, TRGS)을 채택할 수 있도록 하며, 이법의 구체적인 실행을 위한 많은 기술기준이 채택되어 있다. 관련 또한 위험하고 발암 가능성이 있는 물질에 노출될 수 있는 근로자에 대한 당해 화학물질에 노출 가능성이 있는 장소를 조사하는 조건을 기술하고 있다. 제18조에 공기 중으로 발생하는 한 가지 또는 그 이상의 유해물질을 완전히 배제하지 못할 경우에는 그 양이 작업장 최대 허용농도(MAK)보다 적은지 또는 초과하는지를 조사하고, 측정된물질의 농도에 따라 측정 주기를 다르게 정해 일정수준 이하일 경우 측정이 면제되는 등 공학적 개선을 우선적으로 유도하고 있다. 공기 중으로 발생되는 400여종과 발암성물질 56

종의 유해인자에 대하여 작업장 최대허용농도를 정하고 사업주는 작업환경측정 중에 발생하는 유해인자의 농도가 최대허용농도를 초과하지 않도록 관리하고 82개 유해물질에 대하여 사업주가 건강진단을 실시하도록 하고 있다.

다) 유해물질법과 화학물질관리

독일법에서 유해물질(Hazardous substance)의 정의는 유해물질 법령 3조에서 구분하고 있는 유해물질의 정의를 따르고 있으며 추가적으로 폭발성 물질을 포함시키고 있다. 또한 사용 혹은 제조 과정에서 발생하는 물질들이 3조의 정의에 해당하거나 폭발성을 갖고 있을 경우 그 물질들 역시 유해물질로 분류된다(최상준 등, 2013). 제2조는 (1) 법령에서 의미하는 유해물질의 정의는 다음과 같다.

1. 3조에 따른 유해물질(hazardous substances)과 제재(preparation)
2. 폭발성 물질, 제재, 그리고 제품(articles),
3. 사용이나 제조 과정에서 1과 2에 해당하는 물질이 발생하거나 배출될 수 있는 물질, 제재, 그리고 제품
4. 1부터 3에 이르는 기준을 만족하지는 않지만 물리화학적 특성, 독성학적인 특성 그리고 작업현장에 존재하거나 사용되는 방식 때문에 노동자의 안전과 건강을 위협할 수 있는 물질들
5. 노출기준(occupational exposure limit)을 갖고 있는 모든 물질들

(2) preparation이라는 말의 정의는 Directive 1999/45/EC 의 Article 2(1b)를 따른다.

(3) section 4에 따른 발암물질, 돌연변이성 물질, 그리고 생식독성 물질은 다음의 정의를 따른다.

1. 유해물질의 분류, 포장 및 표기에 관한 법, 규칙, 그리고 행정적 조항을 최적화한 Classification Council Directive 67/548/EEC, 27 June 1967의 Annex VI (최종 Directive 2009/2/EC로 개정됨)에 따라 발암물질, 돌연변이 물질, 그리고

생식독성 물질로 분류하는 기준에 적합한 물질들,

2. 1번에 의한 물질을 하나 이상 함유한 경우 그 물질의 농도가 발암물질, 돌연변이 물질 혹은 생식독성물질로 분류할 수 있는 농도 기준을 초과한 제재.

3. article 20 paragraph 4에 따른 규칙과 지식에서 발암성, 돌연변이성, 그리고 생식독성이 있다고 확인된 물질, 제재, 그리고 제품

제3조(유해 성상) sentence 2에 따른 하나 이상의 특징을 나타내면 그 물질이나 제재는 유해하다.

1. 산소가 없이도 고체, 액체, 반죽 혹은 젤리 상태에서 급속히 가스를 발생시키고 발열적으로 반응하면 폭발성이 있다고 정의할 수 있다. 그리고 부분적 밀폐 상황과 같은 특정한 테스트 조건 하에서 폭발하거나 급격히 연소하한다면 역시 폭발성이 있다고 분류할 수 있다.

2. 산화성이 있다는 것은 물질 자체로는 가연성이 없지만 가연성 물질이나 제재와 접촉하여 주로 산소를 방출함으로써 화재의 위험이나 심각성을 현저히 증가시키는 경우를 말한다.

3. 극인화성이란(Extremely inflammable)

a) 액체 상태일 때 극히 낮은 인화점을 갖고 있고 끓는점이 낮거나

b) 가스상으로 공기와 혼합된 상태에서 일상적인 온도와 압력 수준에서 폭발하는 경우를 말한다.

4. 고인화성이란(Highly inflammable)

a) 일상적인 온도 수준에서 에너지의 주입 없이도 공기 중에서 온도가 올라가고 종국에는 발화하는 경우,

b) 고체 상태에서 인화원의 작용에 의해 쉽게 발화되고 위험한 방식으로 계속해서 타는 경우,

c) 액체 상태에서 매우 낮은 인화점을 갖는 경우,

d) 물 혹은 습도가 높은 공기와 접촉할 경우 극히 인화성이 높은 가스를 위험한 수준으로 발생시키는 경우를 말한다.

5. 인화성이란 액체 상태에서 낮은 인화점을 보일 경우를 말한다.

6. 고독성은 매우 적은 양(Very small quantities)을 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수된 경우 사망에 이르게 하거나 급성 혹은 만성적인 건강 영향을 미치는 경우를 말한다.

7. 독성은 적은 양(small quantities)을 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수된 경우 사망에 이르게 하거나 급성 혹은 만성적인 건강 영향을 미치는 경우를 말한다.

8. 유해성은 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수된 경우 사망에 이르게 하거나 급성 혹은 만성적인 건강 영향을 미치는 경우를 말한다.

9. 부식성은 접촉시 살아 있는 조직을 파괴시키는 경우를 말한다.

10. 자극성은 부식시키지 않는 상태에서 피부나 점막 등에 짧게 혹은 긴 시간이나 반복적인 접촉을 통해서 염증을 일으키는 경우를 말한다.

11. 감작이란(Sensitizing), 흡입되거나 피부를 통해 흡수될 경우, 지나치게 민감한 반응을 보이게 되고 다음의 노출에서도 특징적인 장애를 보이는 것을 말한다.

12. 발암성이란 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수되어 암을 발생시키거나 암의 빈도를 증가시키는 것을 말한다.

13. 생식독성이란 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수되어

a) 자손에게 비유전적인 손상을 일으키거나 그와 같은 손상의 빈도를 증가시키거나

b) 남성이나 여성의 생식 기능이나 생식 능력을 저해시키는 것을 말한다.

14. 돌연변이성이란 흡입 혹은 섭취하거나 피부를 통해 흡수되어 유전적인 손상을 일으키거나 그와 같은 손상의 빈도를 증가시키는 것을 말한다.

15. 환경에 위험한 것은 그 물질 자체 혹은 그 물질의 전환물질(conversion product)이 물, 흙, 공기, 기후, 동물, 식물, 혹은 미생물과 같은 자연계 상태를 변형시키기에 충분해서 즉각적으로 혹은 결과적으로 환경에 위험한 것을 말

한다.

제5조에서는 사업주가 유해물질을 취급하는 작업을 실시하기 전에 반드시 위험성평가(Risk assessment)를 실시할 것을 요구하고 있다(Ordinance Article 7. Basic Obligation (1). 위험성 평가의 항목에는 물질이나 제재의 유해한 성질, 물리화학적인 특성, 안전과 건강 보호를 위한 조치, 모든 경로를 통한 노출의 특성, 대체 가능성, 작업 및 공정 조건, 노출기준, 예방 조치의 효과, 그리고 예방적 검진 등의 자료에서 얻어진 자료 등이 취합되어야 한다(Article 6. Information Gathering and Risk Assessment (1) 1. ~8.).

제6조에서는 paragraph 1 sentence 2 number 4에 따라 대체의 가능성에 대한 테스트 결과를 명시해야 하며 Article 9나 Article 10에 따라 예방적 조치가 실시되어야하는 곳에 기술적으로 가능한 대체를 생략한 경우에는 그것을 합리적으로 설명할 수 있는 내용을 기록해야 한다.

사업주는 6조 (1)항 4호에 따른 대체 테스트의 결과에 근거하여 가급적이면 대체를 수행해야 한다. 즉, 사업주는 유해한 물질이나 공정을 무해하거나 덜 해로운 물질, 제재, 혹은 제품으로 교체하여 특정 사용 조건에 있는 근로자들의 건강과 안전을 도모해야 한다고 명시하고 있으며 이와 같은 의무가 사업주의 기본적인 의무에 해당되고 있다.

제7조는 유해 물질 취급으로 인한 위험을 제거해야 하는 기본적 의무가 실행되기 어렵다면 그 위험을 최소화하기 위해 필요한 노력이 실행되어야 한다(Hazardous Substances Ordinance Section 3. Risk Assessment and Basic Obligations. Article 7. Basic Obligations). 위험을 줄이기 위해서는 적절한 공정과 해당 공정에 맞는 제어 기술을 도입하는 것, 배출물질이 적거나 없도록 하는 것, 최신의 작업 장비와 재료를 사용하는 등의 노력들이 포함되며 위험원에서의 통합적 예방조치를 강구하는 것, 그리고 선행의 노력에도 위험이 예방되지 않을 경우 노동자들에게 개인보호구를 지급하고 사용토록 하는 것 등이 포함된다. 물론 개인보호구의 지급과 사용은 필요한 최소한의 용도로 제한되어

야 한다. 이상과 같은 노력은 또한 정기적으로 점검되어야 하는데 예를 들어, 기술적 예방 조치들의 성능과 효과는 최소 3년마다 한 번씩 점검해야 한다. 점검의 결과는 기록되고 문서화되어야 한다.

제8조는 일반적 보호조치로 제1항에 사업주는 유해물질이 포함되는 활동에 대하여 다음과 같은 보호조치[99]를 취해야 하고 있으며, 제2항은 사업주는 다음 사항을 보장[100]해야 한다고 명시되어 있다. 제3항은 사업주는 제6조에 따른 위험성 평가의 결과에 따라 근로자가 유해물질에 노출될 수 있는 작업구역에서 음식을 먹거나 음료를 마시지 않도록 확인해야 한다. 사업주는 활동을 시작하기 전에 음식을 먹거나 음료를 마실 수 있는 적절한 구역을 정해야 한다. 제4항에 사업주는 폐기물을 처리하는 동안에도 밀폐 가능한 용기를 사용하여 유해물질의 안전한 저장, 취급과 운반이 보장되도록 확인해야 하며, 제5항은 사업주는 유해물질이 인간 건강이나 환경에 위협을 가하지 않는 방식으로 보관되거나 저장되도록 확인해야 한다. 고용주는 어떠한 오용이나 부정확한 사용이라도 막도록 효과적인 예방조치를 취할 것이다. 특히, 용기의 형태나 내용물에 대한 기술로 인해 음식물로 오해를 일으킬 수 있는 용기에 유해물질을 보관하거나 저

99) 1. 작업장의 적절한 설계와 적절한 작업조직, 2. 유해물질이 포함되는 활동을 위한 적절한 작업 도구 및 작업장에서 근로자의 건강과 안전을 보장하기 위한 적절한 유지보수 절차 제공, 3. 유해물질에 노출되거나 노출 가능성이 있는 근로자의 수 제한, 4. 노출 기간과 수준의 제한, 5. 특히 오염을 피하기 위한 적절한 위생조치와 규칙적인 작업장 청소, 6. 활동을 지속하기 위하여 요구되는 양적 측면에서, 작업장에서 접하는 유해물질의 제한, 7. 작업장에서 유해물질과 유해물질이 포함된 폐기물의 안전한 취급, 저장, 운반을 위한 예방조치를 포함하여, 근로자의 건강과 안전을 해치지 않거나 위험성을 가능한 낮추는 적절한 작업방법과 공정

100) 1. 이용되는 모든 물질과 제제를 식별할 수 있다, 2. 유해물질과 제제가 회사 안에서 라벨링되며, 분류, 취급 중 위험성 및 취해야 할 안전조치에 대한 적절한 정보가 라벨 안에 포함되어 있다; 선택된 라벨은 가급적이면 지침 67/548/EEC 또는 지침 1999/45/EC의 규정 (EC) No. 1272/2008, 또는 이 규정의 transitional 조항을 준수해야 한다, 3. 장치와 배관은 최소한 그 안에 들어 있는 유해물질과 이들의 위험성을 확실하게 식별할 수 있도록 라벨링되어 있다. 이는 다른 법 조항에 따른 다른 라벨링 의무에 영향을 미치지 않을 것이다. 사업주는 문장 1의 의무를 충족하지 못하는 한 언급된 물질과 제제가 포함되는 활동을 수행해서는 안 된다. 문장 1의 2 번은 연구개발 목적이나 과학적 교육 목적으로 새롭게 제조되며 아직 테스트되지 않은 물질에는 적용되지 않는다. 이러한 물질을 이용하여 작업할 때에는 근로자의 노출을 피해야 한다.

장해서는 안 된다. 유해물질은 질서 정연하게 정리되어야 하며 의약품, 음식 또는 동물사료 첨가물을 포함하여, 의약품, 음식 또는 동물사료와 인접한 곳에 보관하거나 저장해서는 안 된다. 유해물질을 방출하고 즉시 사용하기 위하여 보관하고 있는 경우, 명확하게 눈에 잘 띄며 잘 읽을 수 있도록 제2항에 따른 라벨을 적용해야 한다. 제6항은 사업주는 더 이상 필요하지 않은 유해물질과 여전히 유해물질의 잔량이 들어 있을 수 있는 빈 용기를 안전하게 취급하고, 작업장에서 제거하며 적절하게 저장하거나 폐기하도록 확인해야 한다로 규정하고 있으며, 제7항에 사업주는 독성, 고독성, 1 또는 2 등급 발암성, 1 또는 2 등급 변이원성, 혹은 1 또는 2 등급 생식독성으로 분류되는 물질과 제제가 지식이 있고 신뢰할 수 있는 사람만이 접근 가능한 방식으로 밀폐 보관되거나 저장되도록 확인해야한다. 이러한 물질과 제제 및 호흡기 감작 물질과 제제가 포함되는 활동은 지식이 있고 특별 훈련을 받은 사람만이 수행해야 한다. 1번과 2 번 문장은 주유소의 연료에는 적용되지 않는다. 마지막 제8항은 부록 I의 2-5 번에 따른 유해물질이 포함되는 활동에 대하여, 제 6-18항 및 부록 I의 2-5 번의 관련 조항을 따르도록 하고 있다.

제9조는 추가적 보호조치로 제1항의 경우 만약 제 8항에 따른 일반적 보호조치가 흡입, 피부 흡수 또는 섭취로 인한 위험성을 상쇄하기에 적절하지 않다면, 사업주는 제6조에 따른 위험성 평가에 기반하여 필수적인 추가적 조치를 제 2-7 항에 따라 취할 것이다. 이는 특히 다음과 같은 경우[101] 적용될 것으로 규정하고 있다. 제2항은 사업주는 다음과 같은 경우[102] 유해물질이 밀폐된 시스템에서 제조되도록 확인하도록 하고 있다. 제3항은 만약 직업적 노출기준이 초

101) 1. 직업적 노출기준 또는 생물학적 기준 값이 초과됨, 2. 피부 흡수성이 있거나 피부나 눈을 손상시키는 유해물질에 대하여, 피부 또는 눈 접촉의 위험이 있음, 또는 3. 직업적 노출기준이 없고 생물학적 기준 값이 없는 유해물질에 대하여, 제 3조에 따라 이들에게 배정된 유해성과 흡입 노출로 인한 위험성이 존재한다고 가정할 수 있음

102) 1. 제 7조 제 3항에 따른 유해물질을 사용 중 건강과 안전에 대한 유해성이 없거나 유해성이 더 낮은 물질, 제제, 제품 또는 공정으로 대체하는 것이 기술적으로 불가능하며, 그리고 2. 유해물질 흡입 노출로 인한 근로자의 위험성이 증가한다. 만약 밀폐 시스템 적용이 기술적으로 불가능하다면 고용주는 state of the art에 따라 그리고 제 7조 제 4항을 준수하여 근로자의 노출을 가능한 줄이도록 해야 한다.

과된다면, 고용주는 지체 없이 제6조에 따라 새롭게 위험성 평가를 실시하고 직업적 노출기준을 준수하기 위하여 적절한 추가적 보호조치를 취해야 한다. 만약 모든 기술적 및 조직적 보호조치를 취하였음에도 불구하고 직업적 노출기준을 따를 수 없다면, 사업주는 지체 없이 개인 보호구를 제공해야 한다. 이는 특히 해체, 재건축 및 유지보수 작업에 적용된다. 제4항에서는 만약 피부 흡수성이 있거나 피부나 눈을 손상시키는 유해물질에 대하여 기술적 및 조직적 보호조치를 취하였음에도 불구하고 피부나 눈 접촉 위험성이 존재한다면, 사업주는 지체 없이 개인 보호구를 제공해야 하도록 하고 있으며, 제5항은 사업주는 근로복이나 보호복을 평상복과 따로 보관할 수 있도록 해야 하고 유해물질로 오염된 작업복을 세탁하도록 하고 있고, 제6항은 고용주는 근로자에 대한 위험성이 증가하는 작업구역에는 작업이나 특정

업무를 수행하기 위하여 이러한 구역에 출입해야 하는 근로자만이 출입하도록 적절한 조치를 취하도록 하고 있다. 제7항은 만약 단 한 명의 작업자만이 유해물질이 포함되는 활동을 수행한다면, 사업주는 추가적 보호조치를 취하거나 적절한 감독을 실시할 것이다. 이는 기술적 도구를 이용해서도 보장될 수 있도록 하고 있다.

제10조는 발암성, 변이원성 및 생식독성이 있는 유해물질이 포함되는 활동에 대한 특별보호조치로서 제1항은 1 또는 2 등급 발암성, 변이원성 및 생식독성이 있는 유해물질이 포함되는 활동의 경우, 고용주는 제 2항과 무관하게 제 3-5 항의 조항들을 추가적으로 실행하도록 하고, 부록 II의 6 번의 특별 조항도 따르도록 하고 있다. 제2항은 제 3-5항은 다음과 같은 경우[103] 적용되지 않음을 명시하고 있으며, 제3항은 1 또는 2 등급의 발암성, 변이원성 및 생식독성이 있는 유해물질이 포함되는 활동을 수행한다면 사업주는 다음내용[104]을 실시하

103) 1. 제20조 제 4항에 따른 직업적 노출기준이 발표되었고, 이를 준수하였으며, 작업장 측정 또는 다른 적절한 노출 확인 방법으로 이것이 확인됨, 또는 2. 제20조 제 4항의 공정 또는 물질에 대한 특이적 기준에 따라 수행하는 활동

104) 1. 작업장 측정 또는 다른 적절한 확인 방법으로 근로자의 노출을 확인한다. 이는 예측할 수 없는 사건 또는 사고로 인하여 증가된 노출 수준을 신속하게 인지하기 위한 것이기도

도록 하고 있다. 제4항의 경우 1 또는 2 등급의 발암성, 변이원성 또는 생식독성이 있는 유해물질에 대한 근로자의 노출이 상당히 증가할 것으로 예상할 수 있으며, 이러한 노출을 제한하기 위해 가능한 추가적인 보호조치들이 이미 모두 소진된 활동의 경우, 사업주는 근로자나 근로자 대표단체와 협의한 후, 근로자의 노출 기간을 가능한 줄이고 이러한 활동을 하는 동안 근로자의 보호를 보장하기 위한 조치를 취해야 한다. 고용주는 영향을 받는 근로자에게 개인 보호구를 제공해야 하며 이러한 근로자는 노출이 증가된 모든 기간 동안 이러한 보호구를 착용하도록 하고 있다. 제5항은 1 또는 2 등급의 발암성, 변이원성 및 생식독성이 있는 유해물질이 포함되는 활동이 작업구역 안에서 수행된다면, 이곳으로부터 배기되는 공기를 작업구역으로 돌려보내서는 안 된다. 당국이나 법정 재해보험기관에서 인정하는 공정이나 도구를 이용하여 이러한 물질을 적절하게 공기로부터 제거하였다면, 이는 해당되지 않을 것이다. 이 경우 공기는 발암성, 변이원성 및 생식독성이 있는 유해물질이 근로자가 호흡하는 공기로 들어가지 못하도록 처리 또는 정화하도록 하고 있다.

다. 유해물질법과 작업환경측정 및 건강진단

유해물질법에서 작업환경측정은 “제18조(측정의 의무)에 의해 공기 중으로 발생되는 1가지 또는 그 이상의 유해물질을 완전히 배제하지 못할 경우에는 그 양이 작업장 최대 허용농도보다 적은지 또는 초과하는지를 조사해야 한다.”로 규정하고 있다. 측정대상은 유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 MAK(작업장 최대 허용농도 : 8 TWA 규정물질 : 400여종), TRK 규정물질 : 56종(발암물질,

---

하다.

2. 근로자가 이러한 유해물질에 노출되거나 노출 가능성이 있는 유해 구역의 범위를 설정하고, 경고 및 안전표지를 설치한다. 여기에는 지침 2007/30/EC에 의해 개정된 (OJ L 165 of 27.6.2007, p. 21), 작업장 안전 및/또는 건강 표지제공을 위한 최소 요건에 대한 1992년 6월 24일자 위원회 지침 92/58/EEC의 부록 II, 3.1번에 따른 (OJ L 245 of 26.8.1992, p. 23) 금지 표지 "관계자 외 출입 금지 " 및 "금연"이 포함된다.

발암추정물질)이며, 측정주기는 허용농도의 1배 이상은 개선 후 재측정, 허용농도의 1/2~1배는 16주 이내 재측정, 허용농도의 1/4~1/2는 32주 이내 재측정, 허용농도의 1/4이하는 64주 이내 혹은 영구적 안전 예상시 측정 면제(설비나 공정 변경 시 재측정실시)가 가능하다.

한편, 독일의 경우 독일은 근로자들의 건강관리를 위하여 우리나라의 특수건강진단제도와 유사한 '산업의학적인 예방건강진단(Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung)'제도를 가지고 있다(김용규 등, 2007). 건강진단대상자 선정은 유해물질 사용 작업장과 유해작업이 기준[105]이 된다. 건강진단 주기는 유해물질과 유해작업의 유해성 정도에 따라 그리고 건강진단 대상자 연령에 따라, 짧게는 2개월에서 길게는 60개월 이내의 간격으로 정해져 있으며, 건강진단 의사의 판단에 따라 개개 건강진단 대상자에 대한 건강진단 주기를 조정한다.

라. 유해물질법과 기술기준(Technishe Regeln für Gefahrstoffe, TRGS)

독일에서 유해물질 취급에 대한 기술기준은 주로 유해물질 시행령(Hazardous substances ordinance)에 근거한다. 유해물질 시행령의 적용에 중요한 시행은 유해물질에 대한 기술기준(TRGS)에 의해서 제공된다. 이것들은 유해물질 자문위원회에 의해서 만들어지며 안전 기술적, 노동 의학적, 위생 학문적 및 노동 과학적 요건을 정한 규칙이라고 할 수 있다.

이들 기술규정들은 다음과 같은 기구들을 통하여 제정된다. 사업장안전 기술규정(TRBS)은 사업장안전시행령(Betriebssicherheitsverordnung) 제24조에 의거하여 설치된 공법적 자문기구인 사업장안전위원회(Ausschuss fü Betriebssicherheit)에서 조사, 정리하여 연방노동사회부의 인가를 받아 연방노

105) 건강진단대상으로 규정되어있는 유해물질의 농도가 1/4 MAK-Value를 넘는 작업장에서 일하는 근로자, 건강진단대상으로 규정되어있지 않는 유해물질 가운데 새로이 학술적으로 인정된 발암물질의 농도가 1/4 MAK-Value를 넘는 작업장에서 일하는 근로자, 유해물질 리스트에 포함된 물질, 건강진단대상으로 규정되어있는 유해 작업을 하는 근로자, 산재보상보험조합(BG)에서 특별히 건강진단이 필요하다 인정되는 근로자

동사회부 관보에 공포할 수 있다. 유해물질 기술규정(TRGS)은 유해물질관리 시행령(Gefahrstoffverordnung) 제20조에 의거하여 설치된 공법적 자문기구인 유해물질위원회(Ausschuss für Gefarhstoffet)에서 조사, 정리하여 연방노동사회부의 인가를 받아 연방노동사회부 관보에 공포할 수 있다. 생물학적 작업물질 기술규정(TRBS)은 생물학적작업물질 시행령(Biostoffverordnung) 제17조에 의거하여 설치된 공법적 자문기구인 생물학적 작업물질위원회(Ausschuss fü biologische Arbeitsstoffe)에서 조사, 정리하여 연방노동사회부의 인가를 받아 연방노동사회부 관보에 공포할 수 있다. 사업장설치 기술규정(ASR)은 사업장 설치 시행령(Arbeitsstättenverordnung) 제7조에 의거하여 설치된 공법적 자문기구인 사업장안전위원회에서 조사, 정리하여 연방노동사회부의 인가를 받아 연방노동사회부 관보에 공포할 수 있다(윤조덕 등, 2013).

유해물질 자문위원회에서는 사회적 파트너들의 일치된 의견을 따른다. 그리고 이 위원회에서 채택된 것은 경제노동성에 의해서 연방정부의 고시로 공포된다. 취해지는 대책의 범위는 사용하는 유해물질의 분류에 따라서 다르다. 예를 들어 발암성물질인 경우에는 어떤 노출이라도 최신의 기술수준에 따라서 예방해야 한다. 반면에 자극제인 경우에는 직업노출한계(OELs)를 지치면 충분하다. 기술지침은 유해화학물질 시행규칙에서 요구하는 기술의 최신상황을 구체적으로 기술하고 있다.

종류로는

① TRGS 001 위험물질 규칙에 관계된 기술적 규제의 구조－총칙, 구성, 개관 및 위험물질 기술 규칙

② TRGS 900 작업장 한계치

③ TRGS 901 작업장에 있어서 공기 중의 한계치에 관한 근거 및 해설

④ TRGS 903 생물학적 한계 치

⑤ TRGS 905 발암성, 변이원성 또는 생식 독성 물질의 리스트

⑥ TRGS 907 감작성 물질의 리스트가 있다.

Stoffidentität			Arbeitsplatzgrenzwert		Spitzenbegr.		Ände-rung
Bezeichnung	EG-Nr.	CAS-Nr.	ml/m³ (ppm)	mg/m³	Überschrei-tungsfaktor	Bemerkungen	Monat/ Jahr
2-Amino-2-methylpropanol (AMP)	204-709-8	124-68-5	1	4,6	2 (I)	AGS, 11	07/13
2-Aminonaphthalin-1-sulfonsäure	201-331-5	81-16-3		6 E	4(II)	AGS	01/06
N-(4-Aminophenyl)anilin	202-951-9	101-54-2	0,91	7 E	2 (II)	H, Sh, Y, AGS	09/14
2-Aminopropan	200-860-9	75-31-0	5	12	=2=(I)	DFG, Y	05/09
1-Aminopropan-2-ol (MIPA)	201-162-7	78-96-6	2	5,8	2 (I)	AGS, 11	07/13
Amitrol (ISO)	200-521-5	61-82-5		0,2 E	8(II)	DFG, Y, H	07/13
Ammoniak	231-635-3	7664-41-7	20	14	2(I)	DFG, EU, Y	12/07
Anilin	200-539-3	62-53-3	2	7,7	2(II)	DFG, H, Y, Sh, 11	07/13
Arsin	232-066-3	7784-42-1	0,005	0,016	8(II)	AGS	04/07
Atrazin (ISO)	217-617-8	1912-24-9		1 E	2 (II)	DFG, Y	07/13
Azinphos-methyl (ISO)	201-676-1	86-50-0		0,2 E	8(II)	DFG, H	01/06
Bariumverbindungen, löslich (außer Bariumoxid und Bariumhydroxid)				0,5 E	1(I)	EU, 13, 10, 15	12/07
Baumwollstaub				1,5 E	1(I)	DFG, 4, Y	01/06
Benzothiazol-2-thiol	205-736-8	149-30-4		4 E		DFG, Y	01/06

[그림 24] 독일의 TRGs 900

독일의 경우 화학물질법(Chemical Acts)의 하위규정인 위험물질의 기술 규칙(TRGs[Technical Rules], 905)에서 규제하고 있는 발암성물질의 목록이 393종에 달한다.

* - Änderung Januar 2009 (s. auch Anhang VI Teil 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008)

	Bezeichnung	Index-Nr.	EG-Nr.	CAS-Nr.	K	M	R_F	R_E	Hinweise
	Acetaldehyd	605-003-00-6	200-836-8	75-07-0	3				A_VI VO1272/2008
	Acetamid	616-022-00-4	200-473-5	60-35-5	3				A_VI VO1272/2008
	N-[2-(3-Acetyl-5-nitrothiophen-2-ylazo)-5-diethylaminophenyl]acetamid	616-117-00-0	416-860-9				3		A_VI VO1272/2008
	Acrylamid	616-003-00-0	201-173-7	79-06-1	2	2	3		A_VI VO1272/2008, H
	Acrylnitril	608-003-00-4	203-466-5	107-13-1	2				A_VI VO1272/2008, H
	Alachlor (ISO)	616-015-00-6	240-110-8	15972-60-8	3				A_VI VO1272/2008
	Aldrin (ISO)	602-048-00-3	206-215-8	309-00-2	3				A_VI VO1272/2008, H
	Alkane, C10-13-, Chlor-	602-080-00-8	287-476-5	85535-84-8	3				A_VI VO1272/2008
	1-Allyloxy-2,3-epoxy-propan	603-038-00-1	203-442-4	106-92-3	2	-	3	-	TRGS905, a(K3,M3,R_F3), b
	4-Aminoazobenzol	611-008-00-4	200-453-6	60-09-3	2				A_VI VO1272/2008

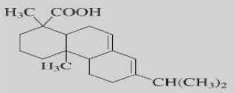
[그림 25] 독일의 TRGs 905

마. 독일의 직업적 노출기준(MAK and BAT Values)

작업장 노출기준인 독일 DFG "Lisk of Mak and BAT Values" 등이 있다. 화학물질 목록이 방대하여 수록하지는 않는다.

a. Substances with MAK values and substances listed in Sections II b and III to XV

MAK values which were established on the condition that the working week exceeds 40 hours have been retained with no change in the toxicological evaluation.

Substance [CAS number]	Formula	MAK ml/m³ (ppm)	MAK mg/m³	Peak limitation	H;S	Carcinogen category	Pregnancy risk group	Germ cell mutagen categ.	Vapour pressure in hPa at 20°C
Abietic acid [514-10-3]		see Section II b			Sh[15]				
Acacia melanoxylon	see Woods								
★ **Acetaldehyde** [75-07-0]	H_3C-CHO	50[17]	91	I(1)[16]		5	C	5	
Acetamide [60-35-5]	$H_3C-CO-NH_2$	–	–	–		3B	–		
Acetic acid [64-19-7]	$H_3C-COOH$	10	25	I(2)			C		
Acetic acid methyl ester	see Methyl acetate								
Acetic acid 2-propoxy-ethyl ester	see Ethylene glycol monopropyl ether acetate								
Acetic anhydride [108-24-7]	$H_3C-CO-O-CO-CH_3$	5	21	I(1)			D		4
Acetoacetic acid ethyl ester [141-97-9]	$H_3C-CO-CH_2-COO-CH_2-CH_3$	see Section II b							
Acetone [67-64-1]	$H_3C-CO-CH_3$	500 see Section XII	1200	I(2)			B[18]		240
Acetonitrile [75-05-8]	H_3C-CN	20	34	II(2)	H		C		96.6
Acetyl acetone	see 2,4-Pentanedione								
Acetylene black	see Carbon black								

[그림 26] 독일의 MAK & BAT values(2014)

바. 독일의 화학물질의 기준 제·개정절차

유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 2종류의 직업적 노출기준으로 관리한다. 최대허용농도(MAK, Maximum Allowable Concentrations)는 400여종의 물질에 대한 기준을 규정하고 사업주에게 MAK 값을 초과하지 않을 책임을 부과한다. 또한, 기술노출기준(TRK, Technical Exposure Limits)은 56종의 발암성물질, 돌연변이성물질 등에 대한 기준으로 사업주는 TRK 기준보다 가능한 낮게 유

지하여야 한다. 사업장의 화학물질 유해성 조사를 위한 위원회(Commission for the investigation of Health Hazard of chemical Compounds in the Work Area)에서는 작업장에서 사용되는 화학물질의 최대 허용가능한 기중 농도(MAK)를 설정한다. 위원회에 의해 공표된 MAK은 독일 연방정보의 위험한 물질에 대한 법령에 지침을 제시하는데 유용하게 사용된다.

가) 물질 선택기준과 우선순위

위원회에서 MAK 설정을 위한 물질을 선택한다. 위원회의 회원인 독일 화학산업에서 근무하고 있는 과학자들로부터 자문을 구한다. 위원회는 근로자에 있어서 예방 가능한 의학적 문제의 중요성에 따라 선택하며 위원회 회원들은 선택된 화학물질과 관련하여 건강에 미치는 영향을 연구한 결과를 제공한다. 자문은 산업계 또는 정부에서도 제안할 수 있다. 우선순위는 정부 부처의 추천에 따라 작업자의 건강을 보호하기 위한 것으로 결정한다. MAK 값을 설정하는데 물질들의 일차적인 영향이 고려되나 작업장에서 실질적인 기준들이 고려되기도 한다.

나) 과학적 근거

MAK 값은 현재의 지식으로는 일반적으로 근로자의 건강에 장해를 주지 않는 작업장 공기 중에 존재하는 화학물질의 최대농도로 정의된다. MAK을 설정하는 위원회는 연구소 산하에 있는데 이 연구소의 헌장에는 다음과 같은 내용이 있다. ① 위원회는 작업장에서 독성물질에 의한 근로자의 건강장해를 예방하기 위해서 과학적인 토대를 연구할 책임을 가지고 있다. ② 위원회는 제약없이 학문적 자유를 가지고 연구한다.(물질의 선택과 우선순위를 정하는데 자유롭지만 산업계나 정부가 요구하는 물질을 연구해야 할 의무가 있으며 복지부와 노동부의 요구에 우선권이 있다. ③ 특히 위원회는 활동에 있어 가능하면 투명성을 보장하기 위하여 주어진 절차에 따라 운영한다. ④ 위원회에서는 오

로지 과학적인 논의만이 있을 수 있다. ⑤ 보건전문가만이 위원회의 토론에 참여할 수 있다. 위원회에서 MAK 값을 설정하기 위해서 해당 물질의 직업보건과 독성영역과 관련된 정보를 얻어야 한다. 원칙적으로 동물실험보다 인체의 경험이 다른 자료에 비해 우선적으로 다루어진다. 기타 기준의 설정으로 첫째, Technical Exposure Limits(TRKs)는 발암성, 돌연변이성 화학물질, 작업장에서 보호를 위한 지침으로 가스, 증기, 기중 입자 농도, 잠재적인 건강위험을 완전히 배제할 수는 없다. 둘째, Biological Tolerance Value(BAT)는 화학물질, 그의 대사물의 최대허용량, 건강한 개인에 있어서 천정치(Ceiling value), 혈중과 소변에서의 측정값으로 설정, 8시간 가중치로서 적용, 작업장 공기 중 화학물질 농도는 실제로 변동한다는 것을 고려하여 최대치 설정하고 단기 노출기준(Short-term excursion limit)을 설정한다. MAK 값을 가진 화학물질의 기타 효과도 구분하여 정리하는데 감작과 피부흡수의 효과, 발암성 정도, 임신에 대한 잠재적 영향, 돌연변이 등이다.

다) 경제요인

위원회는 MAK 값을 정하기 위해서 경제적인 요인이 아니라 과학적인 요인에 근거한다.

라) 실행가능성

사업주는 작업장에서 MAK, BAT, TRK를 지켜야 할 책임이 있다. TRK에 대하여 사업주는 기준보다도 가능한 더 낮게 유지해야 한다.

마) 문서 / 논리적 근거

위원회에서는 새로운 항목이나 변경에 대해 1년 전에 사전 공고하고 공식적인 출판, 또는 인정된 출판물을 통해 산업보건 관련 조직에 정보를 제공한다. 새로운 기준이나 달라진 내용들에 대한 위원회의 권고는 매년 MAK value 목

록에 제시된다.

바) 규제

독일연방정부에서 MAK 값을 규제농도로 작업장에 부과된다. 사업주는 MAK 값을 초과하지 않을 책임이 있으며 연방정부의 감독관을 통해 작업장을 측정하고 모니터할 책임이 있다.

사) 검토 및 승인과정

위원회에서는 매년 MAK와 BAT를 검토하고 결과들은 발행물에 의하여 출간된다. 동시에 결과들은 노동 사회부(우리나라의 노동부)에 통보되며 여기서 위원회의 추천 등에 의해 법률로 제정한다. 목록들은 산업안전과 기술보장을 위한 연방위원회(Federal Committee for occupational safety and technical security, LASI), 독일산업연맹(Federal of German Industries), 산재 보험 연합회(Central Association of industrial injuries insurance institutes), 독일노동조합연맹(German Trade Union Federation) 등의 부서와 단체에 의해 재검토되고 검정된다.

아) 개정과정

MAK 항목의 출간과 더불어 위원회에서는 개정 또는 제정 목록들이 1년 전에 공고(6월)된다. 개정된 수치들을 고려해서 위원회는 간행물에 새로운 값들에 따라 수치를 고지한다. 새로운 목록에 대한 고지는 위원회로부터 다음해 2월까지 새로운 서면상의 보고서로 의견을 받는다. 위원회는 5월까지 회신된 보고서에 대하여 대응한다. 문제가 해결되지 않으면 위원회는 자문을 위해서 1 명 이상의 전문가에게 요청하며 신규 또는 수정된 목록에 대한 과학적인 근거가 충분하지 않으면 재검토는 다음해로 연기된다. 응급 시는 건강장해를 피하기 위하여 상급 규정에 의해서 조기 공고가 가능하며 이 경우 위원회는 일반적인 고

지 등의 절차를 거치지 않고 긴급히 시행할 수 있다. 이러할 경우에는 정보를 제공받는 곳에 자세한 과학적인 이유를 제시하여야 한다.

자) 실행

관련 단체들은 공식적인 변경에 대하여 통지를 받는다. 사업주는 독일산업연맹이나 노동부로부터 정보를 제공받는다.

차) 화학물질 관리 위원회 등

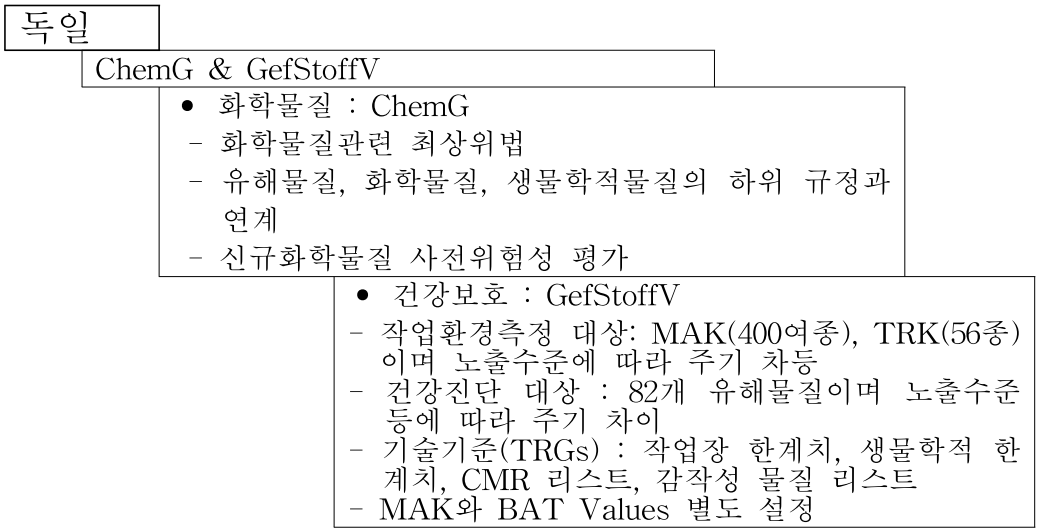
유해물질법에 의한 유해물질 자문 위원회(Committee on Dangerous Substances, AGS)32)에 의해서 규정된 기술지침(Technical rule, TRGS)을 채택할 수 있도록 하며 사업장의 화학물질 유해성 조사를 위한 위원회(Commission for the investigation of Health Hazard of chemical Compounds in the Work Area)가 있다.

사. 독일의 화학물질관리 요약

독일은 화학물질의 규제는 환경부의 화학물질법(Chemikaliengesetz: ChemG)에 규정되어 있다. 화학물질법은 화학물질관련 최상위법이며 유해물질, 화학물질, 생물학적물질 등의 수많은 하위 규정과 연계되어 있다. 주요 내용으로는 신규화학물질 사전위험성 평가 등이 있다.

사업장내 작업환경 중 발생하는 화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 법령은 유해물질법(GefStoffV: Gefahrstoffverordnung)이다. 측정대상은 유해물질법상 화학물질(GefstofV)중 MAK(400여종), TRK(56종)이며, 건강진단의 경우 82개 유해물질에 대하여 농도가 1/4 MAK을 넘는 작업장에서 일하는 근로자, 건강진단대상으로 규정되어있지 않는 유해물질 가운데 새로이 학술적으로 인정된 발암물질의 농도가 1/4 MAK 등이 대상이 된다. 기술기준으로는 TRGS 900

작업장 한계치, TRGS 903 생물학적 한계치, TRGS 905 발암성, 변이원성 또는 생식 독성 물질의 리스트, TRGS 907 감작성 물질의 리스트가 있으며, 작업장 노출기준인 독일 DFG "Lisk of MAK and BAT Values" 등이 있다.



[그림 27] 독일의 화학물질관리 수준 요약

(6) 선진 외국 산업보건 영역의 화학물질물질 관리 수준 요약

EU는 화학물질과 관련된 산업보건관련 지침은 Directive 89/391가 있으며 화학적, 생물학적, 물리적 요인에 대한 지침도 마련되어 있다. 또한, EU 이사회 지침 (Council Directive 80/1107/EEC)로 화학적, 물리적 및 생물학적인자의 노출과 관련된 위험으로부터 작업 근로자의 보호와 관련된 지침에서는 작업환경 측정 대상 화학물질 등을 규정하고 있으며, 건강진단 실시대상 화학물질도 11종으로 알려져 있다. 또한, 직업적 노출기준과 관련해서 Council Directive 98/24/EC와 Directive 2000/39/EC에 19종의 화학물질에 대한 직업적 노출기준

도 마련되어 있다. 미국의 경우 근로자 건강보호와 관련해서는 OSHA 연방규정에서 13종의 발암성물질을 제시하며 그 규정에 따라 관리하고 있으며, 석면 등 28종을 법적 규제대상으로 선정하여 각 물질마다 특별한 규정으로 관리하고 있다. 또한 법적 측정의무를 규정하고 있는 물질은 11종으로 알려져 있으며, 28종에 대하여 의학적 감시를 수행하도록 하고 있다. 그리고 허용노출기준이 제정된 540여종 물질에 대하여는 사업주에게 근로자의 노출농도가 허용노출기준을 넘지 않도록 규정하고 있다.

일본은 노동안전위생법상 화학물질에 대한 근로자의 건강보호를 위하여 제조 등의 금지(8종), 제조 등의 허가(7종), 건강관리수첩(11종), 작업환경측정, 건강진단, 특정화학물질 및 유기용제, 작업환경평가기준(관리농도) 등 우리나라 산업안전보건법과 유사한 화학물질관리체제를 가지고 있다. 특히, 벤젠 등 9종의 물질에 대해서는 특별관리 조치를 이행하도록 별도로 규정하는 특징이 있다. 영국의 경우 근로자 건강보호를 위한 유해물질관리 규정에서 금지물질을 CHIP 5종 및 특별금지 20종으로 규정하고 있으며, 작업장 노출기준에 제시되어 있는 물질은 유해성평가를 실시하여야 하고, 특별히 2종의 물질에 대하여는 노출감시를 하도록 되어있다. 또한 의학적 감시가 필요한 물질은 16종으로 되어 있으며, 석면과 납에 대하여 별도의 관리규정을 보유하고 있다. 독일은 사업장내 화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 법령은 유해물질법이며, 측정대상은 유해물질법상 화학물질 중 MAK(400여종), TRK(56종)이며, 건강진단의 경우 82개 유해물질에 대하여 농도가 1/4 MAK을 넘는 작업장에서 일하는 근로자, 건강진단대상으로 규정되어있지 않는 유해물질 중 새롭게 학술적으로 인정된 발암물질의 농도가 1/4 MAK 등이 대상이 된다. 기술기준으로는 TRGS 900 작업장 한계치, TRGS 903 생물학적 한계치, TRGS 905 발암성, 변이원성 또는 생식 독성 물질의 리스트, TRGS 907 감작성 물질의 리스트가 있으며, 작업장 노출기준인 MAK 등이 있다.

<표 200> 선진 외국 산업보건 영역의 화학물질 관리 수준

국가명	화학물질 관련 규제	건강보호 관련 규제
EU	• 금지와 제한 Directive • 납, 6가 크롬, 카드뮴 제한	• 건강보호 화학물질(Directive) - 작업환경측정 8종 - 건강진단물질 11종 - 직업적 노출기준 19종
미국	• TSCA - 금지(6종), 제한, 라벨링 등 규제 - 기존화학물질 등 유해화학물질의 규제	• OSHA CFR - 일반산업, 건설, 조선업으로 구분 - 특별관리 대상(28종), 발암성물질 13종(별도 규제) - 작업환경측정 11종 - 건강진단물질 28종 - 허용노출기준(540여종)으로 규제
일본	• 화심법 - 제1종(12종) 및 제2종 특정화학물질(23종) - 제1종(37종) 제2종(120종), 제3종(144종) 감시물질	• 안위법 - 제조 등의 금지(8종), 허가(7종) : 제1류 특정화학물질 - 건강관리수첩(12종), 표시 및 MSDS 의무 대상물질 - 특정화학물질 : 제2류(40종 특정 제2류 물질(23종), 오라민 등 물질(2종), 관리 제2류 물질(15종), 제3류(8종) 제3류 물질 등(23종), 특별관리물질(19종) - 특수한 작업(9종) 별도의 특별조지 규정 - 제1종, 제2종, 제3종 유기용제(54종) - 작업환경측정(10개 작업장), 건강진단(15종의 업무) - 관리농도(법적기준)과 권고직업노출기준 운영(권고)
영국	• CHIPs - 금지 : 5종 - 인체 유해물질의 노출방지·관리(취급, 저장 및 운반, 환기, 개인위생 및 보호구) - 발암성이나 변이원성물질은 추가조치 이행	• COSHH - 금지물질(5종) 및 특별금지(20종) - 유해물질 노출시 위험성평가,) 이행, 정보·교육 및 훈련, 기록·보관 - 정기적 노출감시(2종), 건강감시물질(16종) - 발암성물질 노출관리(ACoP) - 작업장노출기준 제정(RA 이행) - 석면 및 납의 경우 별도 규정 존재
독일	• ChemG - 유해물질, 화학물질, 생	• GefStoffV - 작업환경측정 대상: MAK(400여종),

국가명	화학물질 관련 규제	건강보호 관련 규제
	물학적물질의 하위 규정과 연계 - 신규화학물질 사전위험성 평가	TRK(56종)이며 노출수준에 따라 주기 차등 - 건강진단 대상 : 82개 유해물질이며 노출수준 등에 따라 주기 차이 - 기술기준(TRGs) : 작업장 한계치, 생물학적 한계치, CMR 리스트, 감작성 물질 리스트 - MAK and BAT Values도 별도 설정

(7) 국내외 산업보건 영역의 화학물질물질 관리 수준 비교

산업안전보건법에 의한 제조 등의 금지물질, 제조 등의 허가물질, 허용기준 대상물질, 작업환경측정 대상물질 및 특수건강진단 대상물질을 물질별로 국내외 관리수준을 비교하였다.

가. 제조 등의 금지물질의 국내외 관리수준

산업안전보건법에 의한 제조 등의 금지물질을 유럽연합, 미국, 일본, 영국 및 독일과 비교하였다. 백연을 함유한 페인트의 경우 국제노동기구 협약에 의해 금지된 물질로서 제조 등의 금지물질로 분류되어 있다. 우리나라에서 제조 등의 금지물질에 포함되어 있지는 않지만 선진외국에서 제조 등의 금지물질로 규제하고 있는 물질은 영국에서 우리나라 산업안전보건법 상 황린성냥이 금지되어 있는 것과 유사하게 백린(성냥 제조로 한정)을 규제하고 있었고, 금속가공유의 성격인 백유(White oil), 완전한 동물성 또는 식물성오일, 혼합동물-식물성오일 이외의 오일을 금지하고 있었으나 자동회전 회전체에 그 오일을 사용하는 것으로 제한하고 있었다. 또한, 이황화탄소는 고무를 이용한 옷 방수를 위한 콜드경화공정에 사용하는 것으로 제한적으로 금지시키고 있었고 시안화수소의 경우도 특별히 예방책이 강구된 장소를 제외한 훈증으로 제한되어 있었는데 이러

한 특성은 국가별 규제정책의 차이에 기인된 것으로 판단된다.

<표 201> 제조 등의 금지물질의 국내외 관리수준 비교

화학물질명	EU	미국	일본	영국	독일	비고
황린성냥			○			
백연을 함유한 페인트						ILO 협약
폴리클로리네이티드터페닐	○					
4-니트로디페닐	○		○	○	○	
악티노라이트석면	○	○	○			
안소필라이트석면	○	○	○			
베타-나프틸아민과 그염	○		○	○	○	
청석면	○	○	○			
갈석면	○	○	○			
트레모라이트석면	○	○	○			
벤젠을함유하는고무풀			○			
White phosphorus(백린)로 만들어진 성냥				○		미규제
이황화탄소				○		미규제
백유, 완전한 동물성 또는 식물성오일, 혼합동물-식물성오일 이외의 오일				○		미규제
시안화수소				○		미규제

나. 제조 등의 허가물질의 국내외 관리수준 비교

우리나라 산업안전보건법에 의한 제조 등의 허가물질을 EU, 미국, 일본, 영국 및 독일의 관리수준과 비교하였다. 주로 일본에서 제조 등의 허가대상물질 수준으로 관리하고 있는 물질은 국내에서도 제조 등의 허가대상 물질로 규제하

고 있었으며, 국내에서만 제조 등의 허가대상물질로 규정하고 있는 물질은 크롬광, 크롬산 아연, 황화니켈이 있었다. 한편 유럽연합의 ECHA (유럽화학물질관리청) 발표한 SVHC 후보대상물질은 31종이며 1종(Arsenic acid)을 제외하고 30종[106]은 우리나라 허가물질에 포함되어 있지 않다.

<표 202> 제조 등의 허가물질 국내외 관리수준 비교

화학물질명	EU	미국	일본	영국	독일	비고
디아니시딘과 그염			○			
디클로로벤지딘과 그염		○	○			
베릴륨 및 그 화합물			○			
벤조트리클로리드			○		○	
비소 및 그 무기 화합물	○					
알파-나프틸아민과 그염			○			
염화 비닐						
오르토-톨리딘과 그 염			○			

106) 4,4'-Diaminodiphenylmethane(MDA), 5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene(Musk xylene), Benzyl butyl phthalate(BBP), Bis(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP), Dibutyl phthalate(DBP), Diisobutyl phthalate, Diarsenic pentaoxide, Diarsenic trioxide, Lead chromate, Lead chromate molybdate sulphate red(C.I. Pigment Red 104), Lead sulfochromate yellow(C.I. Pigment Yellow 34), 2,4-Dinitrotoluene, Hexabromocyclododecane (HBCDD) and all major diastereoisomers identified: Alpha-hexabromocyclododecane Beta-hexabromocyclododecane Gamma-hexabromocyclododecane, Tris(2-chloroethyl)phosphate, Trichloroethylene, Arsenic acid, Bis(2-methoxyethyl) ether, Formaldehyde, oligomeric reaction products with aniline, Acids generated from chromium trioxide and their oligomers. Names of the acids and their oligomers: Chromic acid, Dichromic acid, Oligomers of chromic acid and dichromic acid, Ammonium dichromate, Chromium trioxide, Potassium chromate, Potassium dichromate, Sodium chromate, Sodium dichromate, 1,2-Dichloroethane, 2,2'-dichloro-4,4'-methylenedianiline, Dichromium tris(chromate), Pentazinc chromate octahydroxide, Potassium hydroxyoctaoxodizincatedichromate, Strontium chromate

크롬광(열을가하여소성처리하는경우만해당한다)						국내만 규제
크롬산 아연						국내만 규제
황화니켈						국내만 규제
휘발성 콜타르피치				○		

다. 허용기준 대상물질의 국내외 관리수준 비교

우리나라 산업안전보건법에 의한 허용기준 대상물질을 EU, 미국, 일본, 영국 및 독일의 허용기준 대상물질의 수준과 유사한 관리수준으로 비교하였다. 대부분의 물질을 선진외국에서도 허용기준 대상물질 수준으로 관리하고 있었으나 2-브로모프로판과 n-헥산의 경우 우리나라에서만 특이하게 규제하고 있는 물질로 나타났으나 이 물질은 우리나라에서 직업병으로 인하여 사회적 물의가 크게 야기되었던 물질이다.

우리나라에서 규제되고 있지 않은 허용기준 대상물질은 총 14종이었으며, 1,3-부타디엔과 산화에틸렌은 미국, 영국 및 일본에서 허용기준 대상물질 수준으로 규제하고 있었고, 우리나라에서는 관리대상 유해물질로 구분하여 관리하고 있었다. 또한, 1,3-부타디엔과 산화에틸렌의 경우 미국에서는 28종의 특별관리물질에 해당되어 우리나라 허용기준 대상물질 이상으로 관리하고 있었고 실질적으로 미국의 허용노출기준이 우리나라 허용기준과 유사한 규제수준으로 관리되고 있지만 그 물질을 아래 표에 나열하지 않고 부록으로 제시하였다. 일본의 경우 검댕, 니트로글리콜, 브롬화 메틸, 염화 벤질, 에피클로로하이드린, 황산디에틸은 특정화학물질에서 특별히 별도의 규정으로 관리하는 물질이었다.

<표 203> 허용기준 대상물질 국내외 관리수준 비교

화학물질명	EU	미국	일본	영국	독일	비고
2-브로모프로판						국내만 규제
6가크롬 화합물	○			○		
니켈(불용성 무기 화합물)				○		
납(연)과 그 무기 화합물	○	○		○		
디메틸포름아미드				○		
벤젠	○	○				
이황화탄소						국내만 규제
카드뮴 및 그 화합물	○	○				
톨루엔-2,4-디이소시아네이트						
트리클로로에틸렌				○		
포름알데히드	○	○	○			
n-헥산						국내만 규제
1,3-부타디엔		○	○	○		미국 특별관리
산화에틸렌		○	○	○		미국 특별관리
아크릴로니트릴		○		○		
디클로로메탄		○		○		
Coke oven emissions		○	○			
면분진		○				
클로로메틸 메틸에테르		○				미국 특검대상
β-프로피오락톤		○				미국 특검대상
검댕			○			일본 특별관리
니트로글리콜			○			일본 특별관리
브롬화 메틸			○			일본 특별관리
염화 벤질			○			일본 특별관리

화학물질명	EU	미국	일본	영국	독일	비고
에피클로로하이드린			○			일본 특별관리
황산디에틸			○			일본 특별관리

라. 작업환경측정 대상물질의 국내외 관리수준 비교

우리나라 산업안전보건법에 의한 작업환경측정 대상물질을 EU, 미국, 일본, 영국 및 독일의 선진외국의 유사한 규제 수준의 물질을 확인하였다. 그 결과 대부분의 작업환경측정 대상물질을 선진 외국에서도 작업환경측정 대상으로 관리하고 있었다. 우리나라에서만 특이적으로 작업환경측정 대상물질로 규정하고 있는 물질로는 금속가공유, 용접흄, 트리클로로아세트산, 1-브로모프로판, 아크릴산, 비닐 아세테이트, 디에탄올아민, 1,1-디클로로-1-플루오로에탄으로 파악되었으며, 우리나라에서 규제하고 있지 않은 작업환경측정 대상물질로는 일본 노동안전위생법에 의한 작업환경측정 대상물질 17종(가솔린, 콜타르나프타, 석유에테르, 석유나프타, 석유벤진 등의 석유류와 초산이소펜틸, 초산 노말-펜틸의 초산계열의 물질)이 있었다.

<표 204> 작업환경측정 대상물질 국내외 관리수준 비교

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
디메틸아민		○		○	○	
1,2-에폭시프로판		○		○	○	
2-디에틸아미노에탄올		○				
개미산		○		○	○	
과산화수소		○		○	○	
디에틸아민		○		○	○	
메틸 아민		○				

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
바륨및그가용성화합물		○		○	○	
백금및그화합물		○		○	○	
브롬화 수소		○		○	○	
산화마그네슘		○		○	○	
셀레늄 및 그 화합물		○		○	○	
수산화 칼륨				○	○	
수산화나트륨		○		○	○	
시안화칼슘		○		○	○	
알릴글리시딜에테르		○				
암모니아		○		○	○	
에탄올 아민		○		○	○	
에틸렌글리콜모노부틸에테르아세테이트		○				
에틸아민		○		○	○	
은및그화합물		○		○	○	
이산화티타늄		○		○	○	
인산		○		○	○	
초산		○				
초산 메틸		○	○	○	○	
초산 부틸		○	○	○	○	
초산 이소부틸		○	○	○	○	
초산 이소프로필		○	○	○	○	
초산 프로필		○	○	○	○	
초산에틸		○	○	○	○	
트리에틸아민		○	○			
프로필렌 이민		○				
1,1,2,2-테트라클로로에탄		○	○			
1,1,2-트리클로로에탄		○				

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
1,2,3-트리클로로프로판		○				
1,2-디클로로에틸렌		○	○	○	○	
1,3-부타디엔		○		○	○	
1,4-디옥산		○	○	○	○	
2,3-에폭시-1-프로판올		○				
2-메톡시에탄올	○	○		○	○	
2-메톡시에틸아세테이트	○	○		○	○	
2-부톡시에탄올		○		○	○	
2-에톡시에탄올	○	○		○	○	
2-에톡시에틸아세테이트	○	○		○	○	
2-헵타논		○		○	○	
황화수소		○	○	○	○	
구리(분진 흄 및 미스트에 한함)		○		○	○	
구리(흄)		○		○	○	
글루타르알데히드				○	○	
니켈(불용성 무기 화합물)	○	○		○	○	
니트로 글리세린		○				
니트로글리콜		○	○			
니트로메탄		○		○	○	
니트로벤젠		○		○	○	
디니트로톨루엔		○				
디메틸아닐린		○		○	○	
디메틸포름아미드	○	○		○	○	
디에틸렌 트리아민		○		○	○	
디에틸에테르		○	○	○	○	
디이소부틸케톤		○		○	○	
디클로로메탄		○	○	○	○	

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
디클로로플루오로메탄		○		○	○	
디하이드록시벤젠		○		○	○	
말레산 언하이드라이드		○		○	○	
망간과 그 화합물		○	○	○	○	
메틸 알콜		○	○	○	○	
메틸 에틸 케톤		○	○	○	○	
메틸 이소부틸 케톤		○	○	○	○	
메틸 클로라이드		○		○	○	
메틸 n-부틸케톤		○	○	○	○	
메틸렌 비스페닐 이소시아네이트		○		○	○	
메틸시클로헥사놀		○	○	○	○	
메틸클로로포름		○	○	○	○	
무수초산(무수 아세틱엑시드)		○		○	○	
무수프탈산		○		○	○	
불소		○		○	○	
불화수소(불산)		○	○	○	○	
브롬		○		○	○	
브롬화 메틸		○	○	○	○	
사염화탄소	○	○	○	○	○	
산화에틸렌		○	○	○	○	
삼수소화 비소	○	○		○	○	
수은과 그 화합물	○	○	○			
스토다드 솔벤트		○				
스티렌		○		○	○	
시안화나트륨			○			
시안화수소		○	○	○	○	
시안화칼륨		○	○	○	○	

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
시클로헥사논		○	○	○	○	
시클로헥사놀		○	○	○	○	
시클로헥산		○		○	○	
아닐린 및 그 동족체		○		○	○	
아세토니트릴		○		○	○	
아세톤		○	○	○	○	
아세트알데히드		○		○	○	
아연 및 그 화합물		○				
아크릴로니트릴	○	○	○	○	○	
아크릴아미드		○	○	○	○	
아황산가스		○	○			
안티몬과 그 화합물		○		○	○	
알루미늄과 그 화합물		○		○	○	
에틸 벤젠		○		○	○	
에틸 아크릴레이트		○		○	○	
에틸렌 글리콜				○	○	
에틸렌 클로로하이드린		○		○	○	
에틸렌이민		○	○			
에피클로로하이드린		○		○	○	
염소		○	○	○	○	
염화 수소		○	○	○	○	
오산화바나듐(분진 및 흄에 한함)		○	○	○	○	
오존		○		○	○	
요오드		○				
요오드화 메틸		○	○	○	○	
이산화질소		○				
이소부틸 알콜		○	○	○	○	

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
이소아밀 알콜		○	○			
이소프로필 알콜		○	○	○	○	
이염화 에틸렌		○		○	○	
이황화탄소	○	○	○	○	○	
일산화질소		○				
일산화탄소		○	○	○	○	
주석 및 그화합물				○	○	
지르코니움 화합물		○		○	○	
질산		○	○	○	○	
철 및 그 화합물		○		○	○	
초산 이소아밀		○				
코발트 및 그 무기 화합물		○		○	○	
크레졸		○	○			
크실렌(오르토, 메타, 파라이성체)		○	○	○	○	
텅스텐과 그 화합물						
테트라하이드로퓨란		○	○	○	○	
톨루엔		○	○	○	○	
톨루엔-2,6-디이소시아네이트			○	○	○	
트리클로로메탄		○	○	○	○	
페놀	○	○	○	○	○	
포스겐		○	○	○	○	
포스핀		○		○	○	
피리딘		○		○	○	
하이드라진		○		○	○	
헥사메틸렌 디이소시아네이트				○	○	
헵탄		○		○	○	
황산	○	○	○			

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
황산 디메틸		○	○	○	○	
N.N-디메틸아세트아미드		○		○	○	
n-부틸알콜		○	○	○	○	
o-디클로로벤젠		○	○	○	○	
o-메틸 시클로헥사논		○		○	○	
p-니트로아닐린		○				
p-니트로클로로벤젠		○	○	○	○	
sec-부틸알콜		○	○	○	○	
클로로벤젠	○	○	○	○	○	EU paradichlorobenzene
퍼클로로에틸렌		○		○	○	
곡물분진		○		○	○	
광물성 분진		○	○	○	○	
면분진		○		○	○	
목분진		○		○	○	
유리 섬유 분진		○		○	○	
금속가공유(혼합용매추출물)						국내만 규제
용접흄			○			
트리클로로아세트산						국내만 규제
1-브로모프로판						국내만 규제
아크릴산						국내만 규제
비닐 아세테이트						국내만 규제
디에탄올아민						국내만 규제
1,1-디클로로-1-플루오로에탄						국내만 규제
비스페놀A(호흡성)	○			○	○	국내 미규제
메틸 메트아크릴레이트	○			○	○	국내 미규제
메틸아크릴이트	○			○	○	국내 미규제

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	기타
n-메틸-2-리로리돈	○			○	○	국내 미규제
비닐아세테이트	○			○	○	국내 미규제
아우라민			○			국내 미규제
o-프탈로디니트릴			○			국내 미규제
클로로메틸메틸에테르		○	○			국내 미규제
4,4-디아미노-3,3-디클로로디페닐메탄			○			국내 미규제
ρ-디메틸아미노아조벤젠			○			국내 미규제
β-프로피오락톤			○			국내 미규제
마젠타			○			국내 미규제
가솔린			○			국내 미규제
초산 이소 펜틸			○			국내 미규제
초산 노말-펜틸			○			국내 미규제
1·2-디클로로에탄			○			국내 미규제
콜타르 나프타			○			국내 미규제
석유 에테르			○			국내 미규제
석유 나프타			○			국내 미규제
석유 벤진			○			국내 미규제
테레빈 기름			○			국내 미규제
미네랄 스피리트			○			국내 미규제

마. 특수건강진단 대상물질의 국내외 관리수준 비교

EU, 미국, 일본, 영국 및 독일의 특수건강진단 대상물질별 관리수준과 국내 특수건강진단 대상의 물질을 비교하였다. 그 결과 우리나라에서만 특이적으로 특수건강진단 대상물질로 관리하고 물질은 1,2,3-트리클로로프로판, 1-브로모프로판, 2,3-에폭시-1-프로판올, 2-에톡시에틸아세테이트, 2-헵타논, 구리(분진 흄

및 미스트), 글루타르알데히드, 니트로 글리세린, 니트로메탄, 니트로벤젠, 디니트로톨루엔, 디메틸아닐린,디에틸렌 트리아민, 디이소부틸케톤, 디클로로플루오로메탄, 디하이드록시벤젠,말레산 언하이드라이드, 무수초산(무수 아세틱엑시드), 무수프탈산, 불소, 메틸 클로라이드, 브롬, 스토다드 솔벤트, 시클로헥산, 아닐린 및 그 동족체, 아세토니트릴, 알루미늄과 그 화합물, 에틸 벤젠, 에틸 아크릴레이트, 에틸렌 글리콜, 에틸렌 클로로하이드린,에피클로로하이드린, 오존, 요오드, 이산화질소, 일산화질소, 주석 및 그 화합물, 지르코니움 화합물, 철 및 그 화합물, 코발트 및 그 무기 화합물, 텅스텐과 그 화합물, 트리클로로아세트산, 포스핀, 피리딘, 하이드라진, 헥사메틸렌 디이소시아네이트,헵탄, N.N-디메틸아세트아미드, p-니트로아닐린, 금속가공유, 2-부톡시에탄올아세테이트, 4,4-디아미노-3,3-디클로로디페닐메탄, 테레핀유, o-프탈로디니트릴, p-디메틸아미노아조벤젠으로 파악되었다.

일본의 경우 후생노동법에서 화학물질과 관련된 업무로 규정하고 있으며 우리나라와 달리 특이적으로 건강진단을 실시하고 있는 물질과 관련된 업무는 ① 황린을 취급하는 업무 또는 인화합물의 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ② 유기인제를 취급하는 업무 또는 그 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ③ 벤젠의 니트로아미드화합물을 취급하는 업무 또는 그러한 가스 및 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ④ 지방족인염화 또는 브롬화화합물(유기용제로서 법규에 규정되고 있는 것을 제외)을 취급하는 업무 또는 그러한 가스 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ⑤ 페닐수은화합물을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ⑥ 크롤나프탈린을 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ⑦ 옥소를 취급하는 업무 또는 그 가스, 증기 혹은 분진을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ⑧ Western Red Cedar, Thuja standishii, Clethre barbinervis 또는 나왕의 분진등을 발산하는 장소에 있어서의 업무, ⑨ 크로르프마진 등 페노치

아진계 약제를 취급하는 업무로 총 9가지가 있었다. 미국은 직업안전보건법에 의한 미연방규정에서 우리나라와 달리 특이적으로 건강진단을 실시하고 있는 물질로는 2-Acetylamino-fluorene, Bis-Chloro-Methylether, 4-Dimethyl-aminoazo-benzene, Ethyleneimine, Methylene-dianiline 5종 이었다. 영국은 작업안전보건법에 의한 COSHH 규정에서 우리나라와 달리 특이적으로 건강진단을 실시하고 있는 물질로는 니트로 또는 페놀의 아미노 유도체(Nitro or amino derivatives of phenol), 크롬산칼륨, 중크롬산 칼륨, 크롬삼 나트륨 또는 중크롬산 나트륨(Potassium chromate, potassium dichromate, sodium chromate or sodium dichromate)과 이황화이염이 있었다. 이렇듯 자국의 특성에 맞게 특수건강진단 대상물질을 선정하여 운용하고 있는 것을 알 수 있다.

<표 205> 특수건강진단 대상물질 국내외 관리수준 비교

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
석면(모든형태)	○	○				금지
벤지딘		○				금지
펜타클로로페놀						금지
bis-(클로로메틸)에테르						금지
β-나프틸아민		○				금지
디아니시딘과 그염				○	○	허가
디클로로벤지딘과 그염				○	○	허가
베릴륨 및 그 화합물			○			허가
벤조트리클로리드						허가
비소 및 그 무기 화합물	○	○	○			허가
알파-나프틸아민과 그염		○				허가
염화 비닐		○	○	○	○	허가

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
오르토-톨리딘과 그 염				○	○	허가
크롬광(열을 가하여 소성 처리하는 경우만 해당한다)						허가
크롬산 아연						허가
황화니켈						허가
휘발성 콜타르피치						허가
납(연)과 그 무기 화합물	○	○	○			
벤젠	○	○		○	○	
아크릴로니트릴	○	○	○			
카드뮴 및 그 화합물	○	○	○			
사염화탄소	○		○	○	○	
수은과 그 화합물	○		○			
트리클로로메탄	○		○			
니켈(불용성 무기 화합물)	○		○			
1,3-부타디엔		○				
클로로메틸 메틸에테르		○				
β-프로피오락톤		○				
디클로로메탄		○	○			
산화에틸렌		○	○			
마젠타				○		
아우라민				○		
이황화탄소			○	○		
트리클로로에틸렌			○	○		
2-브로모프로판			○			
6가크롬 화합물			○			
디메틸포름아미드			○			

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
톨루엔-2,4-디이소시아네이트			○			
포름알데히드			○			
헥산			○			
1,1,2,2-테트라클로로에탄			○			
1,2-디클로로에틸렌			○			
1,4-디옥산			○			
황화수소			○			
니트로글리콜			○			
디에틸에테르			○			
망간과 그 화합물			○			
메틸 알콜			○			
메틸 에틸 케톤			○			
메틸 이소부틸 케톤			○			
메틸 n-부틸케톤			○			
메틸렌 비스페닐 이소시아네이트			○			
메틸시클로헥사놀			○			
메틸클로로포름			○			
불화수소(불산)			○			
브롬화 메틸			○			
스티렌			○			
시안화나트륨			○			
시안화수소			○			
시안화칼륨			○			
시클로헥사논			○			
시클로헥사놀			○			

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
아세톤			○			
아세트알데히드			○			
아연 및 그 화합물			○			
산화아연 분진(호흡성분진)			○			
아크릴아미드			○			
아황산가스			○			
안티몬과 그 화합물			○			
에틸렌이민			○			
염소			○			
염화 수소			○			
오산화바나듐(분진 및 흄에 한함)			○			
요오드화 메틸			○			
이소부틸 알콜			○			
이소프로필 알콜			○			
일산화탄소			○			
질산			○			
크레졸			○			
크실렌(오르토, 메타, 파라이성체)			○			
테트라하이드로퓨란			○			
톨루엔			○			
톨루엔-2,6-디이소시아네이트			○			
페놀			○			
포스겐			○			
황산			○			
황산 디메틸			○			

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
n-부틸알콜			○			
o-디클로로벤젠			○			
p-니트로클로로벤젠			○			
sec-부틸알콜			○			
클로로벤젠			○			
1,1,2-트리클로로에탄			○			
1,2,3-트리클로로프로판						국내만 규제
1-브로모프로판						국내만 규제
2,3-에폭시-1-프로판올						국내만 규제
2-메톡시에탄올			○			
2-메톡시에틸아세테이트			○			
2-부톡시에탄올			○			
2-에톡시에탄올			○			
2-에톡시에틸아세테이트						국내만 규제
2-헵타논						국내만 규제
구리(분진 흄 및 미스트)						국내만 규제
글루타르알데히드						국내만 규제
니트로 글리세린						국내만 규제
니트로메탄						국내만 규제
니트로벤젠						국내만 규제
디니트로톨루엔						국내만 규제
디메틸아닐린						국내만 규제

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
디에틸렌　트리아민						국내만 규제
디이소부틸케톤						국내만 규제
디클로로플루오로메탄						국내만 규제
디하이드록시벤젠						국내만 규제
말레산　언하이드라이드						국내만 규제
무수초산(무수 아세틱엑시드)						국내만 규제
무수프탈산						국내만 규제
불소						국내만 규제
메틸 클로라이드						국내만 규제
브롬						국내만 규제
삼수소화　비소			○			화합물
스토다드 솔벤트						국내만 규제
시클로헥산						국내만 규제
아닐린 및 그 동족체						국내만 규제
아세토니트릴						국내만 규제
알루미늄과 그 화합물						국내만 규제
에틸 벤젠						국내만 규제
에틸 아크릴레이트						국내만 규제
에틸렌 글리콜						국내만 규제
에틸렌 클로로하이드린						국내만 규제

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
에피클로로하이드린						국내만 규제
오존						국내만 규제
요오드						국내만 규제
이산화질소						국내만 규제
이소아밀 알콜			○			펜틸알콜
이염화 에틸렌			○			디클로로에탄
일산화질소						국내만 규제
주석 및 그 화합물						국내만 규제
지르코니움 화합물						국내만 규제
철 및 그 화합물						국내만 규제
초산 이소아밀			○			초산펜틸
코발트 및 그 무기 화합물						국내만 규제
텅스텐과 그 화합물						국내만 규제
트리클로로아세트산						국내만 규제
포스핀						국내만 규제
피리딘						국내만 규제
하이드라진						국내만 규제
헥사메틸렌 디이소시아네이트						국내만 규제
헵탄						국내만 규제
N.N-디메틸아세트아미드						국내만 규제

화학물질(국문)	EU	미국	일본	영국	독일	비고
o-메틸 시클로헥사논			○			시클로헥사논
p-니트로아닐린						국내만 규제
퍼클로로에틸렌			○			
금속가공유						국내만 규제
2-부톡시에탄올아세테이트						국내만 규제
4,4-디아미노-3,3-디클로로디페닐메탄						국내만 규제
4알킬연			○			
가솔린			○			
삼산화비소			○			화합물
염소화비페닐						금지
테레핀유						국내만 규제
o-프탈로디니트릴			○			
p-디메틸아미노아조벤젠						국내만 규제
광물성 분진			○			분진
용접흄			○			분진
곡물분진						국내만 규제
면분진						국내만 규제
목분진			○			분진
유리 섬유 분진						국내만 규제

바. 노출기준 대상물질의 국내외 관리수준 비교

우리나라 노출기준 설정 대상물질은 규제의 성격이 권고수준이며, 제조 등의 금지, 제조 등의 허가, 허용기준 대상물질, 작업환경측정 대상물질, 관리대상 유해물질 등에 해당하는 모든 물질을 포괄하고 있고, 노출기준만 제정된 화학물질을 선별하여 외국의 직업적 권고기준과 비교하는 것은 큰 의미가 없다고 생각된다. 또한, 외국의 직업적 노출기준과 우리나라 고용노동부 고시에 의한 노출기준을 정리한 결과 그 물질의 목록 수가 천여종 넘어 자료가 매우 방대하여 수록하지 않기로 한다.

Ⅳ. 결론

산업의 발전과 함께 화학물질의 수와 사용량은 최근 급속히 늘어나는 추세이며 약 43,000종에 달하는 화학물질이 우리나라에 유통되고 있다. 기존의 산업보건 분야에서는 근로자들의 건강 보호를 위해 노출량에 따른 유해성·위험성 평가에 중점을 두고 있다. 유해성·위험성 평가는 화학물질 관리수준의 과학적 근거제공을 목적으로 기존의 정성적 평가와 더불어 계량적 평가 값을 제시하였으나, 이는 실질적으로 근로자들이 유해물질에 노출되어 나타나게 되는 건강장해를 예방하기 위한 산업체 노출평가 또는 사회경제성 평가에 대한 검토는 부족한 실정이다. '사회성·경제성 평가'란 유해성·위험성이 상당하여 관리가 필요하다고 판단되는 화학물질에 대하여 규제에 따른 사회적·경제적 비용과 편익에 대한 타당성·적합성을 조사·분석하는 일련의 과정을 의미하며, 대상 화학물질의 관리수준 변경 시 사업장에 미치는 추가적인 부담과 비용과 직업병 감소 등의 사회·경제적 편익, 비용과 편익의 비교를 통한 규제의 타당성 및 적합성 등을 고려하여 평가하는 중요하다.

본 연구는 노출기준 설정 대상 유해인자를 대상으로 관리대상 유해물질 선정 기준을 적용한 결과, 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 산업체 노출 평가 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준을 변경의 적정성을 검토하여 관리대상 유해물질을 추가적으로 제안하고자 하였다. 또한 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준 조사·분석하고 선행 연구 결과 관리대상 유해물질 중 일반건강장해에 해당이 되는 화학물질 6종(산화질소, N-뷰틸 아세트산, N-프로필 아세트산, 아세트산 아이소뷰틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대한 지속적 관리 여부를 검토하고자 하였다.

연구대상 화학물질은 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 14종(알파-메틸스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물(플루

오라이드 이온으로 존재하는 물질), 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, n-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠)과 예비 대상물질 3종(삼차-부틸알콜, 아소프로필 에테르, 텔레늄과 그 화합물), 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐을 포함한 19종을 대상으로 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 선정하였다.

연구 대상 화학물질에 대한 국내 취급 산업장에서 노출 평가 및 위험성 평가를 실시하였고, 사회성·경제성 평가에서 비용항목은 임시작업/단시간 작업 시설비 특례로 국소배기장치 및 밀폐설비를 설치하지 않아도 되는 경우, 작업환경측정을 실시하지 않는 경우를 특례로 비용항목에서 제외 시켜 비특례, 특례로 구분하여 분석하였다. 편익비용비는 미특례 2.0 이상인 1,2-디클로로프로판(직업병발생물질, 위험물안전관리법 제1석유류, 폐기물관리법 지정폐기물, 미특례:3.5, 특례:159.6) , 인듐(직업병발생물질, 미특례:3.5, 특례:160.6), 메틸메타크릴레이트(생식독성2(R2), 미특례:2.5, 특례:114.7), 메틸 아크릴레이트(돌연변이원성2(M2), 화학물질관리법 사고대비물질, 미특례:2.5, 특례:114.7), 큐멘(발암성1B(C1B), 미특례:2.5, 특례:112.1), 푸르푸릴 알콜(발암성2(C2), 화학물질관리법 유독물질, 미특례:2.2, 특례:100.9), 알파-메틸 스티렌(발암성2(C2), 미특례:2.2, 특례:97.4), 나프탈렌(발암성2(C2), 미특례:2.1, 특례:95.4), 이소포론(발암성2(C2), 미특례:2.1, 특례:93.4), n-프로필 알콜(생식독성2(R2), 미특례:2.0, 특례:91.6), 무기 불화물(생식독성2(R2), 화학물질관리법 유독물질, 미특례:2.0, 특례:90.0)을 관리대상물질로 제안하였다.

관리대상 유해물질 6종의 지속적 관리 여부 검토는 관리 대상물질 중 일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종에 대한 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부에 대해서는 해당물질의 국내·외 (EU, 미국, 일본, 영국, 독일) 규제수준을 확인하고, 정성적/정량적 정보를 검토 후 노출 수준을 평가하여 타당성을 검증하였다. 일산화질소는 건강 및 인체 유해성이 다른 물질에 비해 낮은 수준이라

할지라도 산화성 가스로서 과다 노출 시 근로자에게 질식이 유발될 수 있다. 또한 외국에서 질식사가 발생 되었된 물질이라는 점, 규제성의 직업적 노출기준으로 관리하고 있는 점 등을 감안할 때 지속적으로 관리대상 유해물질에 포함되어야 한다. 초산 계열의 4종 물질(n-초산 부틸, 초산 프로필, 초산 이소부틸, 초산 메틸)의 건강 및 인체유해성은 낮은 수준이나 국내 취급사업장 수, 노출 근로자 수 및 취급량이 상당하며, 미국, 영국 및 독일에서 규제수준의 직업적 노출기준으로 관리·강화한 점, 우리나라 산업안전보건법의 관리대상 유해물질과 규제수준이 유사한 유기용제로 4종 물질 모두 법적 관리하고 있음을 감안할 때 역시 관리대상 유해물질로 존치시킬 필요가 있다. 산화마그네슘은 국내 취급사업장 수, 노출근로자 수, 및 취급량이 가장 높고, 작업환경측정결과 노출기준 초과 발생이 있었으며, 영국의 작업장 노출기준(WEL)과 독일의 최대허용농도(MAK)의 노출기준이 강화된 점을 고려할 때 관리대상 유해물질로 포함하는 것을 제한하였다.

선진외국(EU, 미국, 일본, 영국, 독일) 산업보건 영역의 화학물질 관리수준을 제조 등의 금지물질(황린성냥 외 10종의 화학물질), 제조 등의 허가물질(디아니시딘과 그 염 외 10종의 화학물질), 허용기준 대상물질 (2-브로모프로판 외 11종의 화학물질), 작업환경측정 대상물질 (디메틸아민 외 17종의 화학물질), 특수건강진단 대상물질 (석면 외 15종의 화학물질)로 구별하여 국내외 관리수준을 분석하여 제시하였다.

Ⅴ. 기대효과 및 활용방안

1. 기대효과

이 연구는 화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 화학물질 14종(알파-메틸스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물, 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠) 및 추가 화학물질 3종(삼차-부틸알콜, 이소프로필 에테르, 텔레늄과 그화합물)을 대상으로 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질을 대상으로 산업체 노출 평가(작업환경측정 등) 및 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준 변경의 적정성을 검토하여 관리대상 유해물질(및 작업환경측정 대상 유해인자) 추가 지정 여부에 대한 제안하는데 목표를 두었다.

본 연구는 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질 중 산업체 노출 실태(작업환경측정)가 실시되지 않은 물질 14종 연구대상 물질에 대하여 국내 산업계의 취급 현황 및 노출평가 등의 자료를 제공함으로서 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해물질의 재편 및 추가편입을 위한 과학적 근거를 제공하고 유해물질 관리체계를 구축하여 궁극적으로 화학물질 취급근로자의 건강보호와 직업병 예방에 기여하고자 하였다.

2014년도 산업체 노출 평가 결과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판은 2011년 일본 오사카 교정인쇄사업장의 인쇄 작업 시 세척제로 사용하여 노출 근로자 17명에게 담관암이 발생하여 사회적으로 많은 물의를 일으키고 있으며 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 1,2-디클로로프로판를 기존의 발암등급인 Group 3 (not classifiable as to carcinogenicity to humans)에서 Group 1 (Carcinogenic to humans)으로

변경을 예정하고 있어 이번 연구에서 관리대상물질 또는 특별관리물질로 규제를 제안함으로써 해당 근로자들의 건강보호가 기대된다. 또한 인듐도 반도체업종에서 사용하는 물질로 최근 직업병 이 발생하여 관리대상물질로 규제를 권고하여 향후 반도체업종의 근로자 건강보호에 많은 기여가 있을 것으로 기대하였다.

2. 활용방안

연구성과 활용구분 (해당항목에 (V) 표시)	1. 논문게재 및 발표	☑	2. 특허 출원·등록 등	☐
	3. 후속사업추진	☑	4. 사업계획 반영	☐
	5. 법·제도 등 반영	☑	6. 기타목적활용(교육, 연구)	☐
	7. 단행본 발간	☑	8. 일간지 등 보도 및 기사 게재	☐
	9. 기타	☐		
연구성과 활용계획	연구대상 물질 14종(알파-메틸 스티렌, 푸르푸릴 알콜, 크로톤알데히드, 메틸메타크릴레이트, 무기 불화물, 메틸 아크릴레이트, 큐멘, 디아세톤 알콜, 노말-프로필 알콜, 나프탈렌, 이소포론, 이피엔, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠) 화학물질에 대한 유해성 분류 및 독성에 대한 연구 자료와 국내 산업계의 취급 현황 등을 조사·분석한 자료를 제공함으로서 향후 이 분야에 대한 산업보건 관리방안 설정에 활용될 것으로 기대된다. 본 자료는 연구대상 물질에 대한 노출평가 및 사회·경제성 평가를 실시함으로써 산안법상 관리수준 변경(관리대상 유해물질 또는 특별관리물질 지정 등)을 위한 근거 자료로 활용될 수 있다. 2014년도 산업체 노출 평가 결과 관리대상 유해물질 후보물질로 제안된 1,2-디클로로프로판, 인듐에 대한 사회성·경제성 평가 실시하여 법적 관리 수준의 변경에 근거 자료로 활용하였다. 선행 연구 결과 관리대상 유해물질 중 일반 건강장해에 해당하는 화학물질 6종(산화질소, N-부틸 아세트산, 노말-프로필 아세트산, 아세트산 아이소부틸, 산화마그네슘, 아세트산 메틸)에 대해 관리대상 유해물질로의 지속적 관리 여부를 판단할 수 있는 근거 자료로 활용될 수 있다. 필요시 용량-반응 평가를 실시하여 $RfC_{(worker)}$ 산출 결과를 제공함으로써 우선적으로 관리가 필요한 물질 또는 노출기준 제·재정이 필요한 물질내지 관리의 강화가 필요한 물질 등의 정책결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 미국, 일본, 독일, EU 등의 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준과 국내 화학물질 관리수준의 비교·분석을 통하여 국내 화학물질 규제정책에 참고자료로 활용 될 수 있다. 해당 화학물질을 취급하는 사업장에 대해 근로자 노출 평가(작업환경측정 및 사용 실태조사)를 실시하여 산안법상 관리수준 변경(관리대상 유해물질 또는 특별관리물질 지정 등)에 활용하였다.			

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법, 령 및 시행규칙. 2015

고용노동부. 화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정. 고용노동부예규 제66호. 2014

국립환경과학원고시(available from : URL: http://www.nier.go.kr/)

국제암연구기구(available from : URL http://monographs.iarc.fr/E NG/Classification/crthalllist.php)

김기연, 노영만, 김화일, 김태윤, 정우진. 허용기준 기 설정 대상 유해인자의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 2014

김치년 등. 노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리수준 결정을 위한 유해성 평가(I) 2013

김승원, 최상준, 피영규 등. 작업환경측정에 있어서 위험성평가 기법 적용에 관한 연구, 한국산업안전보건공단, 2014

김치년, 노재훈, 원종욱, 양지연, 김태현, 김현수, 김기연, 정우진. 산안법 상 관리수준 결정을 위한 산업체 노출평가 연구. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2014

김치년, 노재훈, 원종욱, 한돈희, 김기연, 김현수, 이신영. 화학물질의 노출기준 제·개정(Ⅱ) 1) 노출기준 개정 : 노말-프로필 알콜·프로필렌이민. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2010

김태윤, 이은정, 김주찬. 특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구. 2014

미국발암성물질(available from : URL :http://w ww.osha.g ov/pls /oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10007&p_table=STANDARDS)

미국 허용노출기준 (available from : URL :http://www.osha.gov/ pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD S&p_id=9992)

미국환경부(available from : URL :http://www.epa.gov/ncea/iris/s earch_hum an.htm)

박상희 등. 유해성·위험성 평가대상물질의 우선순위 선정 연구(Ⅱ)(2011)

박희찬 등. 유해·위험성 평가를 위한 우선평가대상물질 목록작성 연구(2007)

신용승 등. 취급제한·금지물질 지정방안 연구(2005)

안규동 등. 노출기준 설정 등 관리체계에 관한 연구(2002)

양정선 등. 관리대상유해물질의 선정 타당성 및 재편여부 등 관리방안에 대한

연구(2011)

원정일, 신창섭, 김기환, 박종태, 조기홍. 노출기준 제·개정 연구(3종) - 디메틸아미노벤젠, p-tert-부틸톨루엔, 2,4,6-트리니트로톨루엔 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 2006

유럽화학물질청 (available from :URL:http://echa.europa.eu/home nasp)

윤조덕 등. 화학물질의 위험성평가기법 조사를 위한 연구, 한국산업안전보건공단, 2013

이권섭, 조지훈, 최진희, 신현화, 양정선. 산업안전보건법에 의한 관리대상물질 유해물질 선정의 타당성 연구. 한국산업위생학회지 2009;19(2):139-155

이성배, 김현영, 강민구, 조은상, 이경렬. 유기용제 (큐멘) 노출로 유발되는 신경독성에 관한 연구. 2007

이은정 등. 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구 (2014)

이은정, 피영규, 박준호, 박은우, 장재은. 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2014

일본통상산업성, 화학물질의 심사 및 제조 등 규제에 관한 법률. 1974

일본경제산업성, 화학물질관리정책

일본후생노동성(available at ;http://www.mhlw.go.jp/)

임성철, 화학물질관리법제에 관한 연구, 성균관대학교 일반대학원 석사논문, 2014

작업안전보건법, 영국(available from : URL :http://en.wikipedia.org/wiki/Health_and_Safety_at_Work_Act)

최상준, 피영규 등. 관리대상 화학물질의 안전보건기준 연구, 한국산업안전보건공단, 2013

피영규 등. 발암성, 변이원성, 생식독성물질에 대한 관리체계 연구, 한국산업안전보건공단, 2008

피영규 등. 발암성물질 적용기준 및 관리방안 연구, 한국산업안전보건공단, 2009

피영규 등. 산업안전보건법 상 화학물질 규제수준별 기준 마련 및 선정 타당성 등에 대한 연구, 한국산업안전보건공단, 2011

환경부. 화학물질관리법 및 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률, 2015

Aarstad, K.; Zahlsen, K.; Nilsen, O.G.: Inhalation of Butanols: Changes in the Cytochrome P-450 Enzyme System. Arch. Toxicol. 8(Suppl):418-21(1985).

Abbondandolo A; Bonatti S; Corsi C; et al.: The use of organic solvents in mutagenicity testing. Mutat Res 79:141 - 150(1980).

Abou-Donia MB: Toxicokinetics and metabolism of delayed neurotoxic organophosphorus esters. Neurotoxicology 4(1):113-13 0(1983).

Abou-Donia MB; Graham DG; Kinnes CG: Sensitivity of the cat to delayed neurotoxicity induced by o-ethylo-4-nitrophenyl phenylphosphonothioate. Toxicol Appl Pharmacol 68:54-65 (1983).

ACGIH, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, Cincinnati, OH, ACGIH; 2015,p10-65

Adams, D.R.: A Study of the Correlation Between the Biochemical and Intra-Ocular Changes Induced in Rabbits by the Administration of Naphthalene. Br. J.Ophthalmol. 14:545-576 (1930)

Adkins, Jr., B.; VanStee, E.W.; Simmons, J.E.; Eustis, S.L.: Oncogenic Response of Strain A/J Mice to Inhaled Chemicals. J. Toxicol. Environ. Health 17:311 - 322(1986).

Agate, J.N.; Bell, C.H.; Boddie, G.F.; et al.: Industrial Fluorosis, p. 19. Medical Research Council Memoran-dum No. 22. His Majesty's Stationery Office, London (1949).

Ajzvert LG: Determination of urinary atrolactic acid as a test of

alpha-methyl styrene exposure. Gig Truda Prof Zabol 3:38 - 41(1975).

Amdur, M.L.: Tellurium Oxide, An Animal Study in Acute Toxicity. Arch. Ind. Health 17:665 - 67(1958).

Amdur, M.L.: Tellurium: Accidental Exposure and Treatment with BAL in Oil. Occup. Med. 3:386 (1947).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Documentation of the Threshold Limit Values, 4th ed., p. 107. ACGIH, Cincinnati, OH (1982).

Amoco Corp: CHO/HGPRT Mutation Assay with Confirmation, Final Report. Submission to EPA (TSCA Submission). EPA Doc No 86-910000976, Fiche No OTS0529953 (1991).

Amoore JE; Hautala E: Odor as an aid to chemical safety: odor thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. J Appl Toxicol 3(6):272-290 (1983).

Amtower, A.L.; Brock, K.H.; Doerr, C.L.; et al.: Genotoxicity of Three Acrylate Compounds in L5178Y Mouse Lymphoma Cells. Environ. Mutagen. 6(Suppl. 6):4 (1986).

Anderson, B.E.; Zeiger, E.; Shelby, M.D.; et al.: Chromosome Aberration and Sister Chromatid Exchange Test Results with 42 Chemicals. Environ. Mol.

Mutagen. 16:55 - 137(1990).

Anderson, D.; Longstaff, E.; Ashby, J.: An Assessment of the Carcinogenic and Mutagenic Potential of Methyl Methacrylate. Toxicol. Appl. Pharmacol. 48:A29 (1979).

Anderson, Jr., R.A.; Reddy, J.M.; Joyce, C.; et al.:Inhibition of Mouse Sperm Capacitation by Ethanol. Biol. Reprod. 27:833 - 40(1982).

Andrews, C.P.; Smith, J.D.; Johanson, W.G.: Pulmonary Effects of Methyl Methacrylate Vapor Exposure in Dental Students. Clin. Res. 27:759A (1979).

Anziulewicz, J.A.; Dick, H.J.; Chiarulli, E.E.: Transplacental Naphthalene Poisoning. Am. J. Obstet. Gynecol. 78:519 - 521(1959)

Apol, A.: Health Hazard Evaluation, Western Foundry Co., Tigard, OR. HHE #72-116-85; NTIS Pub. No. PB-232-586. U.S. National Technical Information Service, Springfield, VA (1973); as cited by NIOSH in reference 6.

Atallah YH; Cahill WP; Whitacre DM: Exposure of pesticide applicators and support personnel to o-ethyl- (4-nitrophenyl) phenylphosphonothioate (EPN). Arch Environ Cont Toxicol 11:219-225 (1982).

Autian, J.: Structure-Toxicity Relationships of Acrylic Monomers. Environ. Health Perspect. 11:141 - 152(1975).

Babiuk, C.; Steinhagen, W.H.; Barrow, C.S.: Sensory Irritation Response to Inhaled Aldehydes After Formaldehyde Pretreatment. Toxicol. Appl. Pharmacol. 79:143-149 (1985).

Baker, R.C.; Sorenson, S.M.; Deitrich, R.A.: The in vivo Metabolism of Tertiary Butanol by Adult Rats. Alcoholism. Clin. Exp. Res. 6:247 - 51(1982).

Bakke, J.; Struble, C.; Gustafsson, J.A.; et al.: Catabolism of Premercapturic Acid Pathway Metabolites of Naphthalene to Naphthols and Methylthio-Containing Metabolites in 흰쥐.Proc.Natl.Acad.Sci.(USA)82:668 - 671(1985).

Bardodej Z; Bardodejova E: Biotransformation of ethyl benzene, styrene, and alpha-methyl styrene in man. Am Ind Hyg Assoc J 31:206 - 209(1970).

Beaugue, F.; Clement, M.; Nordmann, J.; Nordmann, R.: Liver Lipid Disposal Following t-Butanol Administration to Rats. Chem. Biol. Interact. 38:45 - 1(1981).

Bellin, S.I.; Edmonds, Jr., H.L.: The Use of tert-Butanol in Alcohol Dependence Studies. Proc. West. Pharmacol. Soc. 19:351 - 54(1976).

Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie): Toxicological Evaluations--Potential Health Hazards of Existing Chemicals, Vol.1, pp.297-310. Springer-Verlag, NewYork(1990).

Bio/Dynamics, Inc.: Inhalation Teratology Study in Rats and Mice. Final Report Project 323772. Submitted to Chemical Manufacturers Association. CMA, Washington, DC (1984).

Bisesi, M.S.: Esters. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th ed., Vol. 2, Part D, Toxicology, pp. 3000 - 3003. G.D. Claytonand F.E. Clayton, Eds. JohnWiley&Sons, NewYork(1994).

Blank IH; Scheuplein RJ; MacFarlane DJ: Mechanism of percutaneous absorption. III. The effect of temperature on the transport of non-electrolytes across the skin. J Invest Dermatol 49:582-589 (1967).

Bleyman, M.A.; Thurman, R.G.: The Swift Increase in Alcohol Metabolism: Comparative Studies with Other Alcohols. In: Currents in Alcoholism, Vol. 7, pp.115 - 121. M. Galanter, Ed .Grune&Stratton ,NewYork (1980).

Blinova TA; Rylova ML: Toxic effects of styrene and alphamethyl styrene. Sb Rab Toks Gos Nauchno Issled. Inst Gig Truda Prof Zabol 6:6. Abstract in Chem Abstr 55:9669d (1957).

Borzelleca, J.; Larson, P.; Hennigar, Jr., G.; et al.: Studies on the Chronic Oral Toxicity of Monomeric Ethyl Acrylate and Methyl Methacrylate. Toxicol. Appl. Pharmacol. 6:29 - 36(1964).

Boublik T; Fried V; Hala E: The Vapour Pressures of Pure Substances, 2nd

Ed. Elsevier, Amsterdam (1984).

Boyland, E.; Chasseaud, L.F.: The Effect of Some Carbonyl Compounds on Rat Liver Glutathione Levels. Biochem. Pharmacol. 19:1526 - 1528(1970).

Bradway DE; Shafik TM; Lores EM: Comparison of cholinesterase activity, residue levels and urinary metabolite excretion of 흰쥐exposed to organ ophosphorus pesticides .J Agric Food Chem 25: 1353-1358 (1977).

Bratt, H.; Hathway,D.: Fate of Methyl Methacrylate in 흰쥐. Br.J.Cancer36:114 - 119(1977).

Brondeau, M.T.; Bonnet, P.; Guenier, J.P.; et al.: Adrenal-Dependent Leucopenia after Short-Term Exposure to Various Airborne Irritants in 흰쥐.J.Appl.Toxicol.10:83 - 86(1990).

Brondeau, M.T.; Bonnet, P.; Guenier, J.P.; et al.:Adrenal-Dependent Leucopenia after Short-Term Exposure to Various Airborne Irritants in Rats. J. Appl. Toxicol. 10:83-86 (1990).

Browning E: Toxicity and metabolism of industrial solvents, 2nd ed. Elsevier, Amsterdam (1965).

Bucher, J.R.; Huff, J.; Kluwe, W.M.: Toxicology and Carcinogenesis Studies of Isophorone in F344 Rats and B6C3F1 Mice. Toxicology 39:208-219 (1986) and U.S. National Toxicology Program Technical Report 291 (NTP

TR 291) (January 1986).

Buckpitt, A.R.; Bahnson, L.S.; Franklin, R.B.: Hepatic and Pulmonary Microsomal Metabolism of Naphthalene to Glutathione Adducts: Factors Affecting the Relative Rates of Conjugate Formation. J. Pharmacol. Exp. Ther. 231:291 - 300(1984).

Bull, J.E.; Henderson, D.C.; Turk, J.L.: Immunogenicity of Acrylate Chemicals Assessed by Antibody Induction. Int. Arch. Allergy Appl. Immunol. 83:310 - 314(1987).

Burton, D.J.; Rivera, R.O.: Health Hazard Evaluation, May Foundry, Salt Lake City, UT. HHE #72-10-15; NTIS Pub. No. 229-118. U.S. National Technical Information Service, Springfield, VA (1972); as cited by NIOSH in reference 6.

Byean WH; Hyun HH; Lee SY: Mutagenicity of pesticides in the Salmonella/ microsome system. Korean J Microbiol 14:128-134 (1976).

Castellino, N.; Colicchio, G.: Experimental Research on the Acute Toxicity of Methyl Methacrylate. Folia Med. 52:337 - 347(1969).

Cavelier, C.; Jelen, G.; Herve-Bazin, B.; et al.: Irritation and Allergy to Acrylates and Methacrylates: 1. Common Monoacrylates et Monomethacrylates. Ann. Derm. Venerol. 108:549 - 556(1981).

Cederbaum, A.I.; Cohen, G.: Oxidative Demethylation of t-Butyl Alcohol by Rat Liver Microsomes. Biochem. Biophys. Res. Commun. 97:730 - 36(1980).

Cederbaum, A.I.; Qureshi, A.; Cohen, G.: Production of Formaldehyde and Acetone by Hydroxyl-Radical Generating Systems During the Metabolism of Tertiary Butyl Alcohol. Biochem. Pharmacol. 32:3517 - 524(1983).

Cerwenka, Jr., E.A.; Cooper, W.C.: Toxicology of Selenium and Tellurium and Their Compounds. Arch. Environ. Health 3:189 - 00(1961).

Chambers, H.W.; Casida, J.E.: Protective Activity of Nicotinic Acid Derivatives and Their 1-Alkyl-2 and 1- Alkyl 6-Pyridones Against Selected Neurotoxic Agents. Toxicol. Appl. Pharmacol. 10:105-118 (1967).

Chan, P.C.; Eustis, S.L.; Huff, J.E.; et al.: Two-Year Inhalation Carcinogenesis Studies of Methyl Methacrylate in 흰쥐 andMice:InflammationandDegenerationofNasalEpithelium.Toxicology52:237 - 252(1988).

Charles JM; Farmer J: Disposition of an oral dose of O-ethyl-O-p-nitrophenyl phenylphosphonothioate (EPN) in the rat. Toxicol Appl Pharmacol 48:A38 (1979).

ChemFinder: ChemFinder.com Database and Internet Searching. Cambridge Soft Corporation, Cambridge, MA. Online at: http://chemfinder.cambridgesoft.com/reference/chemfinder.asp.Accessed:

07/08/2005 (2005).

Chen, K.C.; Dorough, H.W.: Glutathione and Mercapturic Acid Conjugations in the Metabolism of Naphthalene and 1-Naphthyl N-Methyl Carbamate (Carbaryl). Drug Chem. Toxicol. 2:331-354 (1979).

Chrzanowski R.L; Jelinek AG: Metabolism of phenyl carbon-14-labeled O-ethyl O-(4-nitrophenyl) phenylphosphonothioate in the rat and in hens at toxic and subtoxic dose levels. J Agric Food Chem 29:580-587 (1981).

Chung KT; Fulk GE; Andrews AW: Mutagenicity testing of some commonly used dyes. Appl Environ Microbiol 42:641 - 48(1981).

Chung, C.; Giles, Jr., A.: Sensitization Potentials of Methyl, Ethyl, and n-Butyl Methacrylates and Mutual Cross-Sensitivity in Guinea Pigs. J. Invest. Dermatol. 68:187 - 190(1977).

Chung, F.L.; Hecht, S.S.: Formation of Cyclic N2-Adducts by Reaction of Deoxyguanosine with alpha-Acetoxy-N-nitrosopyrrolidine, 4-Carboxy-nitrosaminobutanol or Crotonaldehyde. Cancer Res. 43:1230~1235 (1983).

Chung, F.L.; Tanaka, T.; Hecht, S.S.: Induction of Liver Tumors in F344 흰쥐byCrotonaldehyde.CancerRes.46(3):1285-1289(1986).

Clemmensen, S.: Cross-Reaction Patterns in Guinea Pigs Sensitized to Acrylic Monomers Drug Chem. Toxicol. 7:527 - 540(1984).

Cocheo V; Bellomo ML; Bombi GG: Rubber manufacture: sampling identification of volatile pollutants. Am Ind Hyg Assoc J 44:521 - 527(1983).

Cock, T.C.: Acute Hemolytic Anemia in the Neonatal Period. Am. J. Dis. Child. 94:77-79 (1957).

Coleman, A.L.: Letter to the TLV Committee from State of Connecticut, Labor Department, Occupational Health Section (March 15, 1963); cited In: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 6thed., p. 1029 - 1033. ACGIH, Cincinnati, OH (1991 - 1993).

Collings, G.H.; Fleming, R.B.L.; May, R.; Bianconi, W.O.: Absorption and Excretion of Inhaled Fluorides. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 6:368-373 (1952).

Collins, J.J.; Page, L.C.; Caporossi, J.C.; et al.: Mortality Patterns Among Men Exposed to Methyl Methacrylate. J. Occup. Med. 31:41 - 46(1989).

Comer, E.D.; Young, L.: Biochemical Studies of Toxic Agents: 7 The Metabolism of Naphthalene in Animals of Different Species. Biochem. J. 58:647 - 655(1954).

Cometto-Muniz JE; Cain WS: Trigeminal and olfactory sensitivity: comparison of modalities and methods of measurement. Int Arch Occup Environ Health 71:105-110 (1998).

Comstock, C.C.; Oberst, F.W.: Inhalation Toxicity of Aniline, Furfuryl alcohol, and Their Mixtures in 흰쥐and Mice. Research Report No.139. U.S. Army Chemical Center, ChemicalCorps., Medical Laboratories, MD (1952); ascited by NIOSH inreference 6.

Conde-Salazar, L.; Guimaraens, D.; Romero, L.V.: Occupational Allergic Contact Dermatitis from Anaerobic Acrylic Sealants. Contact Dermatitis 18:129 - 132(1988).

Connor, T.H.; Thiess, J.C.; Hanna, H.A.; et al.: Genotoxicity of Organic Chemicals Frequently Found in the Air of Mobile Homes. Toxicol. Lett. 25:33 - 40(1985).

Cooper, K.O.; Witz, G.; Witmer, C.: The Effects of alpha, beta-Unsaturated Aldehydes on Hepatic Thiols and Thiol-Containing Enzymes. Fund. Appl. Toxicol. 19:343~349 (1992).

Cooper, K.O.; Witz, G.; Witmer, C.M.: Mutagenicity and Toxicity Studies of Several alpha, beta-Unsaturated Aldehydes in the Salmonella typhimurium Mutagenicity Assay. Environ. Mutagen. 9(3):289-295 (1987).

Cornish HH; Adefuin J: Potentiation of carbon tetrachloride toxicity by aliphatic alcohols. Arch Environ Health 14:447 - 449(1967).

COSHH, The Control of Substances Hazardouse to Health Regulations 2002

(available at ;http://en.wikipedia.org/wiki/COSHH#Prohibited_substances)

Cosmetic Ingredient Review Panel: Final Report on the Safety Assessment of t-Butyl Alcohol. J. Am. Coll. Toxicol. 8:627 - 41(1989).

Courtney KD; Andrews JE; Springer J; Dalley L: Teratogenic evaluation of the pesticides baygon, carbofuran, dimethoate and EPN. J Environ Sci Health B20:373-406 (1985).

Cromer, J.; Kronoveter, K.: A Study of Methyl Methacrylate Exposures and Employee Health. DHEW (NIOSH) Pub. No. 77-119; NTIS Pub. No. PB-274-789. National Technical Information Service, Springfield, VA (November 1976).

Crout, D.H.G.; Corkill, J.A.; James, M.L.; et al.: Methyl Methacrylate Metabolism in Man. The Hydrolysis of Methyl Methacrylate to Methacrylic Acid During Total Hip Replacement. Clin. Orthop. 141:90 - 95(1979).

Crout, D.H.G.; Loyd, E.J.; Singh, J.: Metabolism of Methyl Methacrylate: Evidence for Metabolism by the Valine Pathway of Catabolism in Rat and Man. Xenobiotica 12:821 - 829(1982).

Cusev I; Minaev AA: Hygienic normalizations of alphamethyl styrene in the atmosphere. Biol Deistvic Gig Znachenic Atmos 10:217. Abstract in Chem Abstr 69:69526t (1967).

Dacie, J.V.: The Haemolytic Anemias, Congenital and Acquired, Part IV, Drug-Induced Haemolytic Anemias, Paroxysmal Nocturnal Haemoglobinuria, Haemolytic Disease of the Newborn, 2nd ed. Grune & Stratton, New York (1967).

Daniel, M.A.; Evans, M.A.: Quantitative Comparison of Maternal Ethanol and Maternal Tertiary Butanol Diet on Postnatal Development. J. Pharmacol. Exp. Ther.222:294 - 00(1982).

Darre, E.; Jorgensen, L.G.; Vedel, P.; et al.: Breathing Zone Concentrations of Methylmethacrylate Monomer During Joint Replacement Operations. Pharmacol. Toxicol. 71:198 - 200(1992).

Davy, K.W.M.; Braden, M.: Residual Monomer in Acrylic Polymers. Biomaterials 12:540 - 544(1991).

Dawson, J.P.; Thayer, W.W.; Desforges, J.F.: Acute Hemolytic Anemia in the Newborn Infant Due to Naphthalene Poisoning: Report of Two Cases with Investigations into the Mechanism of the Disease. Blood 13:1113-1125 (1958).

De Costa KS; Black SR; Thomas BF; et al.: Metabolism and disposition of alpha-methyl styrene in 흰쥐.DrugMetabDispos29:166 - 171(2001).

Dearfield, K.L.; Harrington - Brock, K.; Doerr, C.L.; etal. :Genotoxicityin Mouse Lymphoma Cells of Chemicals Capable of Michael Addition.

Mutagenesis 6:519 - 525 (1991).

Deichman, W.B.: Toxicity of Methyl, Ethyl, and n-Butyl Methacrylate. J. Ind. Hyg. Toxicol. 23:343 - 351(1941).

Delbressine, L.P.C.; Seutter - Berlage, F.; Seutter,E.: Identification of Urinary Mercapturic Acids Formed from Acrylate, Methacrylate and Crotonatein the Rat. Xenobiotica 11:241 - 247(1981).

Della Torre, L.; Valsecchi, F.; Sala, C.; et al.: Methyl Methacrylate: Assessing the Occupational Hazard and Health Effects in a Factory Manufacturing Polymethyl Methacryalte Sheet. Lav. Um. 30:72 - 79(1982).

DeMeio, R.H.: I. The Toxicity of Ingested Elementary Tellurium for Rats and Rat Tissues. J. Ind. Hyg. Toxicol. 28:229 - 32(1946).

DeMeio, R.H.: Tellurium. II. Effect of Ascorbic Acid on the Tellurium Breath. J. Ind. Hyg. Toxicol. 29:393 - 95(1947).

Derks, C.M.; D'Hollander, A.A.; Lafabregues-Guy, M.T.; et al.: Some Aspects of Pulmonary Excretion of Methyl Methacrylate Monomer (MMM) in Dogs. J. Surg. Res. 22:9 - 15(1977).

Derryberry, O.M.; Bartholomew, M.D.; Fleming, R.B.L.: Fluoride Exposure and Worker Health. Arch. Environ. Health 6:503-514 (1963).

Descotes, J.: Identification of Contact Allergens: The Mouse Ear Sensitization Assay. J. Toxicol. Cutaneous Ocul. Toxicol. 7:263 - 272(1988).

Dickey, F.H.; Cleland, G.H.; Lotz, C.: The Role of Organic Peroxides in the Induction of Mutations. Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 35:581 - 86(1949).

Dietrich, D.R.; Swenberg, J.A.: NCI-Black-Reiter (NBR) Male Rats Fail to Develop Renal Disease Following Exposure to Agents that Induce α-2μ -Globulin(α-2μ) Nephropathy. Fund. Appl. Toxicol. 16:749 - 62(1991).

Doerr, C.L.; Brock, K.H.; Dearfield, K.L.; Moore, M.M.: Induction of Chromosome Aberrations in Chinese Hamster Ovary and Mouse Lymphoma Cells. Environ. Mutagen. 11(Suppl. 11):30 (1988).

Doerr, C.L.; Harrington-Brock, K.; Moore, M.M.: Micronucleus, Chromosome Aberration and SmallColony TK Mutant Analysis to Quantitate Chromosomal Damage in L5178Y Mouse Lymphoma Cells. Mutat. Res. 222:191 - 203(1989).

Donaghy, M.; Rushworth, G.; Jacobs, J.M.: Generalized Peripheral Neuropathy in a Dental Technician Exposed to Methyl Methacrylate Monomer. Neurology 41:1112 - 1116(1991).

DuBois KP; Kinoshita FK: Influence of induction of hepatic microsomal enzymes by phenobarbital on toxicity of organic phosphate insecticides. Proc Soc Exp Biol Med 129:699-702 (1968).

Duckett, S.: Fetal Encephalopathy Following Ingestion of Tellurium. Experientia 26:1239 - 241(1970).

Durham WF; Gaines TB; Hayes WJ: Paralytic and related effects of certain organic phosphorus compounds. AMA Arch Ind Health 15:326-330 (1956).

Durwald W; Degen W: Eine todliche vergiftung mit n-propyl alkohol. Arch Toxikol 16:85 (1956).

Dutch Expert Committee for Occupational Standards: Health-Based Recommended Occupational Exposure Limit for Methyl Acrylate. WGD Secretariaat, Voorburg, The Netherlands (1989).

Dutertre-Catella, H.; Nguyen, P.; Dang, Q.; et al.:Metabolic Transformation of the 3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-one (Isophorone). Toxicol. Environ. Res.1:209-216 (1978).

E.I. du Pont de Nemous & Co.: Three-generation, 6-litter reproduction study in 흰쥐with EPN, Haskell Laboratory Report No.373-81. DuPont, Newark, DE(1981).

Eder, E.; Hoffman, C.: Identification and Characterization of Deoxyguanosine-Crotonaldehyde Adducts. Formation of 7,8-Cyclic Adducts and 1,N2,7,8-Bis Cyclic Adducts. Chem. Res. Toxicol. 5(6):802-808 (1992).

Eder, E.; Hoffman, C.; Bastian, H.; et al.: Molecular Mechanisms of DNA Damage Initiated by alpha, beta-Unsaturated Carbonyl Compounds as Criteria for Genotoxicity and Mutagenicity. Environ. Health Perspect. 88:99 106 (1990).

Eggert, A.; Eckert, W.; Seidel, H.: The Excretion of Methyl Methacrylate from Bone Cement through the Lungs. Arch. Orthop. Trauma Surg. 97:221 - 224(1980).

Eggert, A.; Huland, H.; Ruhnke, J.; Seidel, H.: Penetration of Methyl Methacrylate Monomer in Blood Circulation Following Hip Joint Prosthesis Surgery in Man. Chirurg. 45:236 - 242(1974).

Eggert, A.; Seidel, H.; Whittmann, D.H.: Beitrag zur Pharmakokinetik von Methylmethacrylate Monomer aus Knochenzementen. Chirurg. 48:316 - 318(1977).

Eisenbrand, G.; Schuhmacher, J.; Golzer, P.: The Influence of Glutathione and Detoxifying Enzymes on DNA Damage Induced by 2-Alkenals in Primary Rat Hepatocytes and Human Lymphoblastoid Cells. Chem. Res. Toxicol. 8(1):40-46 (1995).

Elkins, H.B.: Chemistry of Industrial Toxicology, pp. 72-73. John Wiley & Sons, NewYork (1959).

Elovaara, E.; Kivisto, H.; Vainio, H.: Effects of Methyl Methacrylate on

Non-Protein Thiols and Drug Metabolizing Enzymes in Rat Liver and Kidneys. Arch. Toxicol. 52:109 - 121(1983).

El-Sabae AH; Soliman SA; Elamayem MA; AhmedNS: Neurotoxicity of organophosphorus insecticidesleptophos and EPN. J Environ Sci Health B12:269-288 (1977).

Elvers, B.; Hawkins, S. (Eds.): Fluorides. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6th ed., Electronic Release. Wiley-VCH, Germany (2001). Online at: http://www3.interscience.wiley.com.

Epler JL; Rao TK; Guerin MR: Evaluation of feasibility of mutagenic testing of shale oil products and effluents. Environ Health Perspect. 30:179 - 184(1979).

Erdmann, E.: Coffee Oil and Physiological Action of the Furfuryl alcohol Which It Contains. Arch. Exp. Pathol. Pharmacol. 48:233 - 261(1902); as cited by NIOSH inreference 6.

Estlander, T.; Rajaniemi, R.; Jolanki, R.: Hand Dermatitis in Dental Technicians. Contact Dermatitis 10:201 - 205(1984).

European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: Isophorone. Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 10. ECETOC, Brussels (1989).

European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: Isophorone. Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 10. ECETOC, Brussels (1989).

Fairhall, L.T.: Industrial Toxicology. Williams & Wilkins, Baltimore (1957).

Fanburg, S.J.: Exfoliative Dermatitis Due to Naphthalene. Arch. Dermatol. 42:53-58 (1940).

Farli, M.; Gasperini, M.; Francalanci, S.; etal.: Occupational Contact Dermatitis in Two Dental Technicians. Contact Dermatitis 22:282 - 287(1990).

Fine, E.H.; Wills, J.H.: Pharmakologic Studies of Furfuryl alcohol. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 1:625 - 632(1950).

Fisher, A.A.: Allergic Sensitization of the Skin and Oral Mucosa to Acrylic Denture Materials. JAMA 156:238 - 242(1954).

Fisher, A.A.: Cross Reactions Between Methyl Methacrylate Monomer and Acrylic Monomers Presently Used in Acrylic Nail Preparations. Contact Dermatitis 6:345 - 368(1980).

Fisher, A.A.: Paresthesia of the Fingers Accompanying Dermatitis Due to Methyl Methacrylate Bone Cement. Contact Dermatitis 5:56 - 57(1978).

Fisher, A.A.: Permanent Loss of Finger Nails from Sensitization and

Reaction to Acrylic in a Preparation Designed to Make Artificial Nails. J. Dermatol. Surg. Oncol. 6:70 - 71(1980).

Fisher, A.A.; Fransk, A.; Glick, H.: Allergic Sensitization of the Skin and Nails to Acrylic Plastic Nails. J. Allergy 28:84 - 88(1957).

Fisher, A.A.; Reactions to Acrylic Bone Cement in Orthopedic Surgeons and Patients. Cutis 37:425 - 426(1986).

Florin I; Rutberg L; Curvall M; Enzell C: Screening of tobacco smoke constituents for mutagenicity using the Ames test. Toxicology 18:219 - 232(1980).

Flury, F.; Zernik, F.: Schadliche Gase, pp. 290-291. J. Springer, Berlin (1931).

Foiles, P.G.; Akerkar, S.A.; Miglietta, L.M.; et al.: Formation of Cyclic Deoxyguanosine Adducts in Chinese Hamster Ovary Cells by Acrolein and Crotonaldehyde. Carcinogenesis 11(11):2059-2061 (1990).

Forsyth CS; Chambers JE: Activation and degradation of the phosphorothionate insecticides parathion and EPN by rat brain. Biochem Pharmacol 38:1597-1608 (1989).

Foussereau, J.; Benezra, C.; Maibach, H.I.; etal.: Occupational Contact Dermatitis, pp. 226 - 227.Munksgaard,Copenhagen(1982).

Foussereau, J.; Cavelier, C.; Protois, J.P.; et al.: Contact Dermatitis from Methyl Methacrylate in an Above-Knee Prosthesis. Contact Dermatitis 20:69 - 70(1989).

Frawley JP; Fuyat HN; Hagan EC; et al.: Markedpotentiation in mammalian toxicity from simultaneous administration of two anticholinesterase compounds. JPharmacol Exp Ther 121:96-106(1957).

Frawley JP; Hagan EC; Fitzhagh OG: A comparative pharmacological and toxicological study of organic phosphate-anticholinesterase compounds. J Pharmacol Exp Ther 105:156-165 (1952).

Freeman, A.E.: Transformation of Cell Cultures as an Indication of the Carcinogenic Potential of Chemicals. J. Natl. Cancer Inst. 51:799-807 (1973).

Fries, I.B.; Fisher, A.; Salvati, E.A.: Contact Dermatitis in Surgeons from Methyl Methacrylate Bone Cement. J. Bone Joint Surg. 7:547 - 549(1975).

Fujii T; Inove T: Mutagenicity testing of chemical mutagens in the soybean test systems. Environ Exp Bot 23:97-101 (1983).

G.D. Clayton and F.E. Clayton, Eds. John Wiley & Sons, New York (1994).

Gad, S.C.; Dunn, B.J.; Dobbs, D.W.; et al.: Development and Validation of an Alternative Dermal Sensitization Test: The Mouse Ear Swelling Test (MEST). Toxicol. Appl. Pharmacol. 84:93 - 114(1986).

Gafieva, Z.A.; Chudin, V.A.: Evaluation of the Mutagenic Activity of Tributyl Phosphate on Salmonella typhimurium. Gig.i.Sanit. 9:81 (Russian) (1986).

Gaillard, D.; Derache, R.: Effect of some Aliphatic Alcohols on the Mobilization of Different Lipid Fractions in Rats. (French). Food Cosmet. Toxicol. 4:515 - 20(1966).

Gaines TB: Acute toxicity of pesticides. Toxicol Appl Pharmacol 14:515-534 (1969).

Gallo MA; Lawryk NJ (Eds.): Organic PhosphorusPesticides. Academic Press Inc., New York (1991).

Galloway SM; Armstrong MJ; Ruben C; Colman S: Chromosome aberrations and sister chromatid exchanges in Chinese hamster ovary cells: Evaluations of 108 chemicals. Environ Mol Mutagen (Suppl.10) 1 - 175(1987).

Gandy, J.; Millner, G.C.; Bates, H.K.; et al.: Effects of Selected Chemicals on the Glutathione Status in the Male Reproductive System of Rats. J. Toxicol. Environ. Health 29:45-57 (1990).

Geary, Jr., D.L.; Myers, R.C.; Nachreiner, D.J.;Carpenter, C.P.: Tellurium and Tellurium Dioxide:Single Endotracheal Injection to Rats. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 39:100 - 09(1978).

Gerarde HW: Toxicology and Biochemistry of Aromatic Hydrocarbons, pp 129 - 133.Elsevier,NewYork(1960).

Gerry, R.; Bakker, J.; Shimosato, J.: Methyl Methacrylate. Chemical Economics Handbook. Stanford Research Institute International. Sec. 6745421I. SRI, Stanford, CA (1983).

Ghanayem, B.I.; Maronpot, R.R.; Mathews, H.B.: Ethyl Acrylate Induced Gastric Toxicity. Toxicol. Appl. Pharmacol. 80:336 - 344(1985).

Ghetti, G.; Mariani, L.: Ocular Alterations Caused by Naphthalene-Clinical and Experimental Research. Med. Lavoro 47:533-538 (1956).

Gibel W; Lohs KH; Wildner GP: Experimental study on cancerogenic activity of propanol-1, 2-methylpropanol and 3-methylbutanol-1. Arch Geschwulsforsch 45(1):19 - 24(1975).

Gidron, E.; Leurer, J.: Naphthalene Poisoning. Lancet 1:228-230 (1956).

Goldblatt MW: Research in industrial health in the chemical industry. Br J Ind Med 12:1 (1955).

Gopinath C; Prentice DE; Street AE; Crook D: Serum bile acid concentration in some experimental liver lesions of rat. Toxicology 15:113 - 127(1980).

Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C.: Clinical Toxicology of Commercial Products, 5th ed., Section II, Ingredients Index, p. 129. Williams & Wilkins, Baltimore (1984).

Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C.: Clinical Toxicology of Commercial Products, 5th ed., Section III, Therapeutics Index, pp. 307-310. Williams & Wilkins, Baltimore (1984).

Grant KA; Samson HH: n-Propanol induced microcephaly in the neonatal rat. Neurobehav Toxicol Teratol 6(2):165 - 169(1984).

Grant, K.A.; Samson, H.H.: Ethanol and Tertiary Butanol Induced Microcephaly in the Neonatal Rat:Comparisons of Brain Growth Parameters. Neurobehav. Toxicol. Teratol. 4:315 - 21(1982).

Grant, W.M.: Toxicology of the Eye, 3rd ed., pp. 284~285. Charles C. Thomas, Springfield, IL (1986).

Grasso P; Wright M; Gangolli SD; Hendy RJ: Liver response tests. IX. Cytopathological changes in the enlarged but histologically normal rat liver. Food Cosmet Toxicol 12:341 - 350(1974).

Grigor, W.G.; Robin, H.; Harley, J.D.: An Australian Varient on "Full-Moon" Disease. Med. J. Aust. 2:1229-1230 (1966).

Guerra, L.; Vincenzi, C.; Peluso, A.M.; et al.: Prevalence and Sources of

Occupational Contact Sensitization to Acrylates in Italy. Contact Dermatitis 28:101 - 103(1993).

Guill, M.A.; Odom, R.B.: Hearing Aid Dermatitis. Arch. Dermatol. 114:1050 - 1051(1978).

Hachitani, N.; Takeya, A.; Takazawa, Y.: Mutagenicity Study on Environmental Substances. 3. Ames Test and Mouse Bone Marrow Micronucleus Test on Acrylic Resin Monomer and Other Additives. Nippon Koshu Eisei Zasshi 29:236 - 239(1981).

Hanna, P.J.; Dyer, K.F.: Mutagenicity of Organophos - phorus Compounds in Bacteria and Drosophila. Mutat. Res. 28:405-420 (1975).

Hanssler, H.: Lebensbedrohliche Naphthalinvergiftung bei einem Saugling durch Vaporindampfe. Dtsch. Med. Wochenschr. 89:1794-1797 (1964)

Hardin BD; Bond GP; Sikov MR; et al.: Testing of selected workplace chemicals for teratogenic potential. Scand J Environ Health 7(Suppl 4):66 - 75(1981).

Hardisty JF; Montgomery CA; Kornreich M: Carcinogenesis bioassay of 2,6-xylidine in 흰쥐(AbstractNo.296). Toxicologist 3:74 (1983).

Harris, D.K.: Health Problems in the Manufacture and Use of Plastics. Br. J. Ind. Med. 10:255 - 268(1953).

Harris, R.N.; Anders, M.W.: Effect of Fasting, Diethyl Maleate and Alcohols on Carbon Tetrachloride-Induced Hepatotoxicity. Toxicol. Appl. Pharmacol.

Hayes Jr WJ, Laws Jr ER(Eds). Handbook of Pesticide Toxicology, Vol. 2, Classes of Pesticides, pp. 1084-1086. Academic Press. New York (1991).

Health Hazard Evaluation, Hospital for Special Surgery, New York City, NY. Hazard Evaluation and Technical Assistance Report No. 77-112-447. In: NIOSH Criteria Documents Plus CD-ROM. DHHS (NIOSH) Pub. No. 97-106; NTIS Pub. No. PB-502082. National Technical Information Service, Springfield, VA (1997).

Hellman, T.M.; Small, H.: Characterization of the Odor Properties of 101 Petrochemicals Using Sensory Methods. J. Air Pollut. Control Assoc. 24:979 - 982(1974).

Hitchcock M; Murphy SD: Enzymatic reduction of O,O-(4-nitrophenyl) phosphorothioate, O,O-diethyl O-(4-nitrophenyl) phosphate, and O-ethyl O-(4-nitrophenyl) benzene thiophosphate by tissues from mammals, birds, and fishes. Biochem Pharmacol 16:1801-1811 (1967).

Hodge HC; Maynard EA; Hurwitz L; et al.: Studies of the toxicity and of the enzyme kinetics of ethyl p-nitrophenyl thionobenzene phosphonate (EPN). J Pharmacol Exp Ther 112:29-39 (1954).

Hodge, H.C.: Notes on the Effects of Fluoride Deposition on Body Tissues. Arch. Ind. Health 21:350-352 (1960).

Hodge, H.C.; Smith, F.A.: Occupational Fluoride Exposure. J. Occup. Med. 19:12-39 (1977).

Homma S: Clinical symptoms and fundus findings in dogs intoxicated experimentally by organophosphorus pesticides. Rinsho Ganka 27:1163-1164 (1972).

Homsy, C.; Tullos, H.; Anderson, M.; et al.: Some Physiological Aspects of Prosthesis Stabilization with Acrylic Polymer. Clin. Orthop. 83:317 - 328(1972).

Hosaka Y; Yamaura A: Electroencephalograms in a case of acute fatal intoxication due to an organophosphorus pesticide. Rinsho Noha 18:655-656 (1976).

Hoshino, H.; Chihara, G.; Fukuoka, F.: Detection of Potential Weak Carcinogens and Procarcinogens. II. Carcinogenicity of Tertiary Butyl Hydroperoxide. Gann 61:121 - 24(1970).

Industrial Hygiene Foundation of America: Range-finding toxicity tests for normal propanol for Celanese Corporation. Industrial Hygiene Foundation of America, Inc., Mellon Institute of Industrial Research, Pittsburgh, PA (1962).

Innes, D.L.; Tansy, M.F.: Central Nervous System Effects of Methyl Methacrylate Vapor. Neurotoxicology 2(3):515 - 522(1981).

International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 19, Acrylic Acid, Methyl Acrylate, Ethyl Acrylate and Polyacrylic Acid, pp. 52 - 57.IARC,Lyon,France(1979).

International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man, Suppl. 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs, Volumes 1 to 42, pp.208-210. IARC, Lyon, France(1987).

International Programme on Chemical Safety: Environmental Health Criteria 112, Tri-n-butyl Phosphate. World Health Organization, Geneva (1991).

International Technical Information Institute (ITII): Toxic and Hazardous Industrial Chemicals Safety Manual. Tokyo, Japan (1982).

IPCS. 2001. Principles for evaluating health risks to reproduction associated with exposure to chemicals, Environmental Health Criteria No. 225.

Irle, U.: Akute Hamolytisch Anamie durch Naphthalin-Inhalation bei zwei Fruhgeborenen undeinem Neugeborenen. Dtsch. Med. Wochenschr. 89:1798 - 1800(1964).

Ishidate, M.; Sofuni, T.; Yoshikawa: Chromosomal Aberration Tests in vitro as a Primary Screening Tool for Environmental Mutagens or Carcinogens. Gann 27:95 - 108(1981).

Jacobson, K.H.; Rinehart, W.E.; Wheelwright, H.J.; et al.: The Toxicology of an Aniline - Furfurylalcohol - Hydrazine Vapor Mixture. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 19:91 - 100 (1958).

Jedrychowski, W.: Styrene and Methyl Methacrylate in the Industrial Environment as a Risk Factor in Chronic Obstructive Lung Disease. Int. Arch. Occup. Environ. Health 51:151 - 157(1982).

Jordan, W.P.: Cross-Sensitization Patterns in Acrylate Allergies. Contact Dermatitis 1:13 - 15(1975).

Kaltreider, N.L.; Elder, M.J.; Cralley, L.V.; Colwell, M.O.: Health Survey of Aluminum Workers with Special Reference to Fluoride Exposure. J. Occup. Med. 14:531-541 (1972).

Kamil, I.A.; Smith, J.N.; Williams, R.T.: Studies in Detoxication. The Metabolism of Aliphatic Alcohols. The Glucuronic Acid Conjugation of Acyclic Aliphatic Alcohols. Biochem. J. 53:129 - 36(1953).

Kane LE; Dombroske BS; Alarie Y: Evaluation of sensory irritation from some common industrial solvents. Am Ind Hyg Assoc J 41:451 - 455(1980).

Kanerva, L.; Estlander, T.; Jolanki, R.: Allergic Contact Dermatitis from Dental Composite Resins Due to Aromatic Epoxy Acrylates and Aliphatic Acrylates. Contact Dermatitis 20:201 - 211(1989).

Kanerva, L.; Estlander, T.; Jolanki, R.: Sensitization to Patch Test Acrylates. Contact Dermatitis 18:10 - 15(1988).

Kanerva, L.; Estlander, T.; Jolanki, R.; et al.: Occupational Allergic Contact Dermatitis Caused by Exposure to Acrylates During Work with Dental Prostheses. Contact Dermatitis 28:268 - 275(1993).

Karpov, B.D.: Methyl Methacrylate from the Viewpoint of Labor Hygiene. Saint. 10:25 - 28(1954).

Kassis, V.; Vedel, P.; Darre, E.: Contact Dermatitis to Methyl Methacrylate. Contact Dermatitis 11:26 - 28(1984).

Kato T; Ogiso T; Kato K; et al.: Lack of promoting activity of four pesticides on induction of preneoplastic liver cell foci in 흰쥐.TeratogCarcinogMutagen151:251-257(1995).

Keall, J.H.H.; Martin, N.H.; Tunbridge, R.E.: A Report of Three Cases of Accidental Poisoning by Sodium Tellurite. Br. J. Ind. Med. 3:175 - 76(1946).

Keith, H.M.: Effect of Diacetone Alcohol on the Liver of the Rat. Arch.

Pathol. Lab. Med. 13:704-712 (1932).

Keith, H.M.: The Effect of Diacetone Alcohol on the Liver of the Rat. Proceedings of the Staff Meetings of the Mayo Clinic. 6:716 - 717(1931).

Kennedy, G.L.; Graepel, G.J.: Acute Toxicity in the Rat Following Either Oral or Inhalation Exposure. Toxicol. Lett. 56:317 - 326(1991).

Kennes, B.; Garcia-Herreros, P.; Dierckx, P.:Asthma from Plexiglas Products. Clin. Allergy 11:49 - 54(1981).

Kepes, E.; Underwood, P.; Beesey, L.:Intraoperative Death Associated with Acrylic Bone Cement. JAMA 222:576 - 577(1972).

Kessler, M.J.; Kupper, J.L.; Brown, R.: Accidental Methyl Methacrylate Inhalation Toxicity in a Rhesus Monkey (Macaca mulatta). Lab. Anim. Sci. 27:388 - 390(1977).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed, Vol 14, p 44. John Wiley & Sons, New York (1978).

Kirkpatrick DT; Price HC; Patrick KR; et al.: Urinary metabolite assessment in F-344 흰쥐 following exposure to α-methylstyrene. The Toxicologist 15:260 (1995).

Komoto M; Kikuchi N; Pukami Y: Cases of apparent pesticide poisoning

accompanied by myopathy. Rinsho Ganka 27:751-755 (1973).

Kopecky, J.; Linhart, J.; Stiborova, A.; Smejkal, J.: Biotransformation of Acrylic Acid Esters in the Rat. Pracov Lek. 37:126 - 129(Englishabstract)(1985).

Korbakova AI; Fedorova VI: Alpha-methyl styrene toxicity. Abstract in Chem Abstr 63:17016h (1964).

Kotlovsky, Y.V.; Bekerev, V.E.; Batchmanova, G.I.; Ivanov, V.V.: Interaction of Acrylates with the Microsomal Oxidation System in Rat Liver Tissue. Voprosy. Med. Khimii. 31:74 - 77 (Englishabstract) (1985).

Kotlovsky, Y.V.; Grishanova, A.Y.; Mishin, V.M.; Bachmanova, G.I.: Role of Rat Liver Microsomal Fraction in Metabolism of Methylmethacrylate to Formaldehyde. Voprosy Med Khimii. 34:14 - 17(1988).

Kraemer, M.; Bimboes, D.; Greim, H.: S. typhimurium and E. coli to Detect Chemical Mutagens. Arch. Pharmacol. 284:R46 (1974)

Krasavage, W.J.; O'Donoghue, J.L.; Divincenzo, G.D.: Ketones. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 3rd Rev. ed., Vol. 2C, Toxicology, pp. 4722 - 4723,4786 - 4787. G.D. Clayton and F.E.Clayton, Eds. John Wiley&Sons, NewYork (1982).

Krasavage, W.J.; O'Donoghue, J.L.; DiVincenzo, G.D.:Ketones. In: Patty's

Industrial Hygiene and Toxicology, 3rd Rev. ed., Vol. 2C, Toxicology, pp. 4754 - 4756.JohnWiley&Sons,NewYork(1982).

Kristiansen U; Hansen L; Nielsen GD; et al.: Sensory irritation and pulmonary irritation of cumene and n-propanol: mechanisms of receptor activation and desensitization. Acta Pharmacol Toxicol 59:60 - 72(1986).

Kroschwitz, J.E.; Howe-Grant, M. (Eds.): Fluorides Pitch. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed. John Wiley & Sons, NewYork (1998). Online at: http://www.jws-edck.wiley.com.

Kuykendall, J.R.; Bogdanffy, M.S.: Efficiency of DNA Histone Crosslinking Induced by Saturated and Unsaturated Aldehydes in vitro. Mutat. Res. 283(2):131~136 (1992).

Lafleur, M.V.M.; Loman, H.: Influence of Anoxic Sensitizers on the Radiation Damage in Biologically Active DNA in Aqueous Solution. Int. J. Radiat. Biol.41:295 - 02(1982).

Laham, S.; Long, G.; Broxup, B.: Induction of Urinary Bladder Hyperplasia in Sprague - awley Rats Orally Administered Tri-n-butylPhosphate. Arch. Environ.Health 40:301-06 (1985).

Lampert, P.; Garro, F.; Pentschew, A.: Tellurium Neuropathy. Acta. Neuropathol. 15:308 - 17(1970).

Largent, E.J.: Fluorosis, the Health Aspects of Fluorine Compounds. Ohio State University Press, Columbus, OH (1961).

Largent, E.J.: Rates of Elimination of Fluoride Stored in the Tissues of Man. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 6:37-42 (1952).

Laskin, D.; Robinson, I.; Weinmann, J.: Experimental Production of Sarcomas by Methyl Methacrylate Implants. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 87:329 - 332(1954).

Lasne C; Gu ZW; Venegas W; et al.: The in vitro micronucleus assay for detection of cytogenetic effects induced by mutagen-carcinogens: comparison with the in vitro sister-chromatid exchange assay. Mutat Res 130:273 - 282(1984).

Lavorgna, J.; Burstein, N.; Schiller, A.; et al.: The Carcinogenesis of Plastics Used in Orthopedic Surgery. An Assessment of the Incidence in 흰쥐and the Possible Relevance to Man. Clin.Orthop.Rel.Res. 88:223 - 227 (1972).

Lawrence, W.H.; Malik, M.; Autian, J.: Development of a Toxicity Evaluation Program for Dental Materials and Products. II. Screening for Systemic Toxicity. J. Biomed. Mat. Res. 8:11 - 34(1974).

LeBlanc AE; Kalant H: Ethanol-induced cross tolerance to several homologous alcohols in the rat. Toxicol Appl Pharmacol 32:123 - 128(1975).

Lehman AJ: Chemicals in foods: a report to the association of the food and drug officials on current developments. Part II, pesticides, Sec. III. subacute and chronic toxicity. Assoc Food Drug Off USQ Bull 16:47-53 (1952).

Lewis RJ Sr: The Condensed Chemical Dictionary, 12th Ed, p 780. Van Nostrand Reinhold, New York (1993).

Lewis, Sr., R.J. (Ed.): Fluorides. Hawley's Condensed Chemical Dictionary, 13th ed. In: Comprehensive Chemical Contaminants Series CD-ROM. Van Nostrand Reinhold, New York (1997).

Lezenius, A.: Ein fall von Naphthalinkatarakt am Mansonen. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 40:129 (1902).

Lide, D.R. (Ed.):Fluoride. Handbook of Chemistry and Physics, 81st ed. CRC Press, Boca Raton, FL (2000). Online at: "http://www.knovel.com/knovel/Databook.html"

Lide, D.R.; Frederikse, H.P.R. (Eds.): Tellurium. In:Handbook of Chemistry and Physics, 77th ed. CRC Press, Boca Raton, FL (1996).

Lijinsky, W.; Andrews, A.: Mutagenicity of Vinyl Compounds in Salmonella typhimurium. Teratogen. Carcinogen. Mutagen. 1:259 - 267(1980).

Lindberg, E.; Iregren, A.; Malmberg, P.; et al.: Halsorisker vid Exponerig for Methylmethadrylat (MMA) -en Pilotstudie. Under sokningsrapport19. Arbet

smiljoinsinstitutet, Solna(1991); review edin reference10.

Lindstrom HV; Bowie WG; Wallace WG; et al.: The toxicity and metabolism of mesidine and pseudocumidine in rats. J Pharmacol Exp Therap 167:223 - 34(1969).

Lington AW; Bevan C: Alcohols. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th Rev. ed., Vol. II, Part D, Toxicology, pp. 2585-2760. G.D. Clayton and F.E. Clayton, Eds. John Wiley & Sons, New York (1994).

Lomonova, G.V.; Gritsevsky, M.A.; Klimova, E.I.; Malysheva, E.B.: Effect of Exposure Regimen on the Development of Chronic Intoxication by Methyl Acrylate and Methyl Methacrylate. Gig. Sanit. 1:34 - 36(Englishabstract)(1980).

Lozewicz, S.; Davison, A.G.; Hopkirk, A.; et al.: Occupational Asthma Due to Methyl Methacrylate and Cyanoacrylates. Thorax 40:836 - 839(1985).

Lubbe J; Ruffieux C; van Melle G; Perrenoud D:Irritancy of the skin disinfectant n-propanol. Contact Dermatitis 45:226-231 (2001).

Lyon RC; McComb JA; Schreurs J; et al.: A relationship between alcohol intoxication and the disordering of brain membranes by a series of shortchain alcohols. J Pharmacol Exp Therap 218:669-675 (1981).

Machle, W.; Largent, E.J.: The Absorption and Excretion of Fluoride. II. The

Metabolism of High Levels of Intake. J. Ind. Hyg. Toxicol. 25:112-123 (1943).

Mackell, J.V.; Rieders, F.; Brieger, H.; et al.: Acute Hemolytic Anemia Due to Ingestion of Naphthalene Moth Balls. I. Clinical Aspects. Pediatrics 7:722-727(1951).

Mackinson FW; Stricoff RS; Partridge LJ Jr: NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards. DHHS (NIOSH) Publication No 81-123 (3 Vols). Washington, DC: US Government Printing Office (1981).

Magnusson G; Bodin NO; Hansson E: Hepatic changes in dogs and rats induced by xylidine isomers. Acta Pathol Microbiol Scand [A] 79:639 - 48(1971).

Magnusson G; Majeed SK; Down WH; et al.: Hepatic effects of xylidine isomers in 흰쥐.Toxicology12:63 - 74(1979).

Magnusson, B.; Mobacken, H.: Allergic ntact Dermatitis from Acrylate Printing Plates in a Printing Plant. Berufsderm. 20:138 - 142(1972).

Makarov, I.; Makarenko, K.; Desjatnikova, N.: Adipogenic Effect of Some Industrial Poisons. Gig. Tr. Prof. Zabol. 12:29 - 31(1981).

Marez, T.; Edme, J.L.; Boulenguez, C.; et al.: Bronchial Symptoms and Respiratory Function in Workers Exposed to Methyl Methacrylate. Br. J.

Ind. Med. 50:894 - 897(1993).

Mark, H.F.; Othmer, D.F.; Overberger, C.G.; Seaborg, G.T.: Butyl Alcohols. In: Kirk - thmerEncyclopediaofChemicalTechnology,3rded.,Vol.4,pp.338 - 45.JohnWiley&Sons,NewYork(1978).

Marks, Jr., J.G.; Bishop, M.E.; Willis, W.F.: Allergic Contact Dermatitis to Sculptured Nails. Arch. Dermatol. 115:100 (1979).

Markuson, K.E.: The Use of Sodium Fluoride in the Manufacture of Steel. Ind. Med. 16:434-436 (1947).

Marzulli, F.N.; Callahan, J.F.; Brown, D.W.C.: Chemical Structure and Skin Penetrating Capacity of a Short Series of Organic Phosphates and Phosphoric Acid. J. Invest. Dermatol. 44:339-344 (1965).

Marzulli, F.N.; Callahan, J.F.; Brown, D.W.C.:Chemical Structure and Skin Penetrating Capacity of a Short Series of Organic Phosphates and Phosphoric Acid. J. Invest. Dermatol. 44:339 - 44(1965).

Sabine,J.C.; Hayes,F.N.: Anticholinesterase Activity of TributylPhosphate. Arch.Ind.Hyg. Occup.Med. 6:174 - 77(1952).

Mastromatteo, E.: Personal communication to ACGIH(1964).

Mastromatteo, E.M.: Recent Occupational Health Experiences in Ontario. J.

Occup. Med. 7:502 - 511(1965);ascitedbyNIOSHinreference6.

Matorova, N.I.: Data on Establishing the Maximum Permissible Concentration of Naphthalene and Chloronaphthalene in Reservoir Water. Gig. Sanit. 11:78-79 (1982).

Matsuura I; Fujii K; Tsuchitani M; et al.: Combined Repeated Dose and Reproductive/Developmental Toxicity Screening Test of 1-Methylethenylbenzene by McCann, J.; Choi, E.; Yamasaki, E.; et al.: Detection of Carcinogens as Mutagens in the Salmonella/Microsome Test: Assay of 300 Chemicals. Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 72:5135 - 5139(1975).

McCarthy, T.J.; Hayes, E.P.; Schwartz, C.S.; Witz, G.: The Reactivity of Selected Acrylate Esters Toward Glutathione and Deoxyribonucleosides in vitro: Structure-Activity Relationships. Fund. Appl. Toxicol. 22:543 - 548(1994).

McComb, J.A.; Goldstein, D.B.: Quantitative Comparison of Physical Dependence on Tertiary Butanol and Ethanol in Mice: Correlation with Lipid Solubility. J.Pharmacol. Exp. Ther. 208:113 - 17(1979).

McLaughlin, R.E.; Barkalow, J.A.; Allen, M.S.: Pulmonary Toxicity of Methyl Methacrylate Vapors: An Environmental Study. Arch. Environ. Health 34:336 - 338(1979).

McLaughlin, R.E.; DiFazio, C.A.; Hakala, M.; et al.: Blood Clearance and

Acute Pulmonary Toxicity of Methyl Methacrylate in Dogs after Simulated Arthroplasty and Intravenous Injection. J. Bone Joint Surg. 55:1621 - 1628(1973).

McLaughlin, R.E.; Reger, S.I.; Barkalow, J.A.; et al.: Methyl Methacrylate. A Study of Teratogenicity and Fetal Toxicity of the Vapor in the Mouse. J. Bone Joint Surg. 60A:355 - 358(1978).

McLean S; Starmer GA; Thomas J: Methemoglobin formation by aromatic amines. J Pharm Pharmacol 21:441-450 (1969).

Merck & Co., Inc.: Crotonaldehyde. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. S. Budavari, M. O=Neil, A. Smith, et al. (Eds.): Chapman & Hall, New York (1996).

Merck & Co., Inc.:: Diacetone Alcohol. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. S. Budavari, M. O'Neil, A. Smith, et al. (Eds.): Chapman& Hall, NewYork (1996).

Merck & Co., Inc.: EPN. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. S Budavari, M O''Neil, A Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, NewYork (1996).

Merck & Co., Inc.: Fluoride. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. S. Budavari, M. O''Neil, A. Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, NewYork (1996).

Merck & Co., Inc.: n-Propanol. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. Budavari S; O'Neil M; Smith A; et al. (Eds.). Chapman & Hall, NewYork (1996).

Merck & Co., Inc.: tert-Butanol. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12.1. S. Budavari, M. O'Neil, A. Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, NewYork (1996).

Merck & Co., Inc.: Tributyl Phosphate. In: The Merck Index, 12th edition on CD-ROM, Version 12.1. S. Budavari, M. O'Neil, A. Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, NewYork (1996).

Meyer, R.T.: The Medical Significance of Lenticular Opacities (Cataract) Before the Age of Fifty. N. Engl. J. Med. 252:622-628 (1955)

Millis, S.; Brock, K.; Dearfield, K.; Moore, M.M.: Mutagenicity of Six Acrylate Compounds in L5178Y Mouse Lymphoma Cells. Environ. Mutagen. 11(Suppl. 11):70 (1988).

Milton, D.K.; Amsel, J.; Enders, L.; Garrett, G.B.: Medical Surveillance for Mucosal and Respiratory Irritation During Methyl Acrylate Production. Submitted for publication (Harvard School of Public Health and Hoechst Celanese Corporation) (1996).

Mirsalis JC; Tyson CK; Steinmetz KL; et al.: Measurement of unscheduled

DNA synthesis and sphase synthesis in rodent hepatocytes following in vivo treatment: testing of 24 compounds. Environ Mol Mutagen 14(3):155 - 164(1989).

Mizunuma, K.; Kawai, T.; Yasugi, T.; et al.: Biological Monitoring and Possible Health Effects in Workers Occupationally Exposed to Methyl Methacrylate. Int. Arch. Occup. Environ. Health 65:227 - 232(1993).

Moeller HC; Rider JA: Plasma and red blood cell cholinesterase activity as indications of the thresh-old of incipient toxicity of ethyl-p-nitrophenyl thionobenzenephosphonate (EPN) and malathion in human beings. Toxicol Appl Pharmacol 4:123-130 (1962).

Mohr, H.: Pathologic Anatomy and Causal Genesis of Tissue Changes Due to Autopolymerizing Methacrylate. Z. Ges. Exp. Med. 130:41 - 69(1958).

Moore, M.M.; Amtower, A.; Doerr, C.L.; et al.: Genotoxicity of Acrylic Acid, Methyl Acrylate, Ethyl Acrylate, Methyl Methacrylate, and Ethyl Methacrylate in L5178Y Mouse Lymphoma Cells. Environ. Mol. Mutagen. 11:49 - 63(1988).

Moore, M.M.; Parker, L.; Huston, J.; et al.: Comparison of Mutagenicity Results for Nine Compounds Evaluated at the HGPRT Locus in the Standard and Suspension CHO Assays. Mutagenesis 6:77 - 85(1991).

Morgan DL; Mahler JF; Kirkpatrick DT; et al.: Characterization of inhaled

alpha-methylstyrene vapor toxicity for B6C3F1 mice and F-344 흰쥐.Toxicol Sci 47:187 - 194(1999).

Morgan DL; Mahler JF; Price HC; et al.: Styrene inhalation toxicity studies in mice. II. Sex differences in susceptibility of B6C3F1 mice. Fundam Applied Toxicol 21:317 - 325(1993).

Moriya M; Onta T; Watanause K; et al.: Further mutagenicity studies on pesticides in bacterial reversion ion assay systems. Mutat Res 116:185-216 (1983).

Muller J; Greff G: Rescherche de relations entre toxicite de molecules d'interet industriel et proprietes physico-chemiques: test d'irritation des voies aeriennes superieures applique a quatre familles chimiques. [Relation between the toxicity of molecules of industrial value and their physico-chemical properties: test of upper airway irritation applied to four chemical groups.] Food Chem Toxicol 22(8):661 - 664(inFrench)(1984).

Munch JC: Aliphatic alcohols and alkyl esters: narcotic and lethal potencies to tadpoles and to rabbits. Ind Med Surg 41:31 - 33(1972).

Munch, J.C.; Schwartze, E.W.: Narcotic and Toxic Potency of Aliphatic Alcohols Upon Rabbits. J. Lab. Clin. Med. 10:985 - 96(1925).

Murphy SD; DuBois KP: Quantitative measurement of inhibition of the enzymatic detoxification of malathion by EPN (ethyl p-nitrophenyl

thionobenzenphosphonate). Proc Soc Exp Biol Med 96:813-818 (1957).

Murphy, S.R.; Davies, J.H.: Methyl Acrylate Health Effects Overview. In: Health Effect Assessments of the Basic Acrylates. CRC Press, Boca Raton, FL (1993).

Myhr, B.; McGregor, D.; Bowers, L.; et al.: L5178Y Mouse Lymphoma Cell Mutation Assay Results with 41 Compounds. Environ. Mol. Mutagen. 16:138 - 167(1990).

Naiman, T.L.; Kosoy, M.H.: Red Cell Glucose-6- Phosphate Dehydrogenase Deficiency --ANewly Recognized Cause of Neonatal Jaundice and Kemicterus in Canada. Can.Med.Assoc .J.91:1243-1249(1964).

National Toxicology Program (NTP): NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of alpha-methyl styrene (CAS No 98-83-9) in F-344/N Neal RA; DuBois KP: Studies on the mechanism of detoxification of cholinergic phosphorothioates. J Pharmacol Exp Ther 148:185-192 (1965).

Nelson BK; Brightwell WS; Burg JR: Comparison of behavioral teratogenic effects of ethanol and n-propanol administered by inhalation to 흰쥐.NeurobehavToxicolTeratol7:779 - 783(1985).

Nelson BK; Brightwell WS; Krieg EF: Developmental toxicology of industrial alcohols: a summary of 13 alcohols administered by inhalation to

rats. Toxicol Ind Health 6:373-387 (1990).

Nelson BK; Brightwell WS; MacKenzie-Taylor DR; et al.: Teratogenicity of n-propanol and isopropanol administered at high inhalation concentrations to 흰쥐.FoodChemToxicol26:247 - 254(1988).

Nelson, B.K.; Brightwell, W.S.; Khan, A.; et al.: Lack of Selective Developmental Toxicity of Three Butanol Isomers Administered by Inhalation to Rats. Fund. Appl. Toxicol. 12:469 - 79(1989).

Nethercott, J.R.; Jakubovic, H.R.; Pilger, C.; et al.: Allergic Contact Dermatitis Due to Urethane Acrylate in Ultraviolet Cured Inks. Br. J. Ind. Med. 40:241 - 250(1983).

Neudecker, T.; Eder, E.; Deininger, C.; et al.: Crotonaldehyde is Mutagenic in Salmonella typhimurium TA100. Environ. Mol. Mutagen. 14(3):146-148 (1989).

Nicholas, C.; Lawrence, W.; Autian, J.: Embryotoxicity and Fetotoxicity from Maternal Inhalation of Methyl Methacrylate Monomer in 흰쥐.Toxicol.Appl.Pharmacol.50:451 - 458(1979).

Nohmi T; Yoshikawa K; Nakadate M; et al.: Mutations in Salmonella typhimurium and inactivation of Bacillus subtilis transforming DNA induced by phenylhydroxylamine derivatives. Mutat Res 136:159 - 168(1984).

Norppa H; Vainio H: Induction of sister-chromatid exchanges by styrene analogues in cultured human lymphocytes. Mutat Res 116:379 - 387(1983).

Nyquist, G.: Sensitivity to Methyl Methacrylate. Trans. Royal Sch. Dent. 1:36 - 51(1958).

Nyquist, G.; Koch, G.; Magnusson, B.: Contact Allergy to Medicaments and Materials Used in Dentistry. III. Sensitization and Sensitivity Study in Guinea Pigs on Methyl Methacrylate Used in a Dentifrice. Odont. Rev. 23:197 - 204(1972).

Oberly, R.; Tansy, M.F.: LC50 Values for 흰쥐Acutely Exposed to Vapors of Acrylic and MethacrylicAcid Esters. J.Toxicol.Environ.Health 16:811 - 822(1985).

Oberly, T.J.; Huffman, D.M.; Scheuring, J.C.; Garriott, M.L.: An Evaluation of 6 Chromosomal Mutagens in the AS52/XPRT Mutation Assay Utilizing Suspension Culture and Soft Agar Cloning. Mutation Res. 319:179 - 187(1993).

O'Donoghue, J.L.; Haworth, S.R.; Curren, R.D.; et al.: Mutagenicity Studies on Ketone Solvents: Methyl Ethyl Ketone, Methyl Isobutyl Ketone and Isophorone. Mutat. Res. 206:149 - 161(1988).

Oppenheimer, B.; Oppenheimer, E.; Danishefsky, I.; et al.: Further Studies of Polymers as Carcinogenic Agents in Animals. Cancer Res. 15:333 - 340(1955).

Oral Administration in 흰쥐 Mitsubishi Chemical Safety Institute Ltd, Kashima Laboratory (Datenotgiven). Englishtranslation provided by RLewis (2008).

Pantucek, M.: On the Metabolic Pathway of Methyl Methacrylate. FEBS Lett. 2:206 (1969).

Parker, D.; Long, P.V.; Bull, J.E.; Turk, J.L.: Epicutaneous Induction of Tolerance with Acrylates and Related Compounds. Contact Dermatitis 12:146 - 154(1985).

Parker, D.; Turk, J.L.: Contact Sensitivity to Acrylate Compounds in Guinea Pigs. Contact Dermatitis 9:55 - 60(1983).

Parker, L.; Brock, K.; Dearfield, K.; Moore, M.: Mutagenicity of Six Acrylate Compounds in Chinese Hamster Ovary Cells Grown in Suspension. Environ. Mutagen. 11(Suppl. 11):82 (1988).

Parmeggiani, L. (Ed.): tert-Butyl Alcohol. In:Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 3rd ed., p. 110. International Labour Organization, Geneva(1983).

Parton JW; Beyers JE; Garriott ML; Tamura RN: The evaluation of a multiple dosing protocol for the mouse bone-marrow micronucleus assay using benzidine and 2,6-xylidine. Mutat Res 234:165-168 (1990).

Paulet, G.; Vidal, M.: De la Toxicite de Quelques Esters Acryliques et Methacryliques de l'Acrylamide et des Polyacrylamides. Arch. Mal. Prof. 36:58 - 60(1975).

Pegum, J.S.; Medhurst, F.A.: Contact Dermatitis from Penetration of Rubber Gloves by Acrylic Monomer. Br. Med. J. 2:141 - 143(1971).

Pfaffli, P.; Svartling, N.: Assay of Methyl Methacrylate in Blood Samples by Headspace Capillary Gas Chromatography. J. Chromatogr. 345:386 - 389(1985).

Pickering, C.A.C.; Brainbridge, D.; Birtwistle, I.H.; et al.: Occupational Asthma Due to Methyl Methacrylate in an Orthopaedic Theatre. Br. Med. J. 292:1362 - 1363(1986).

Plasterer, M.R.; Bradshaw, W.S.; Booth, G.M.; et al.: Developmental Toxicity of Nine Selected Compounds Following Prenatal Exposure in the Mouse: Naphthalene, p-Nitrophenol, Sodium Selenite, Dimethyl Phthalate, Ethylenethiourea and Four Glycol Ether Derivatives. Toxicol. Environ. Health 15:25-38 (1985).

Poso, H.; Poso, A.R.: Inhibition by Aliphatic Alcohols of the Stimulated Activity of Ornithine Decarboxylase and Tyrosine Aminotransferase Occurring in Regenerating Rat Liver. Biochem. Pharmacol. 29:2799 - 803(1980).

Poss, R.; Thilly, W.; Kaden, D.: Methylmethacrylate is a Mutagen for Salmonella typhimurium. J. Bone Joint Surg. 61A:1203 - 1207(1979).

Potokar, M.; Grundler, O.J.; Huesner, A.; et al.: Studies on the Design of Animal Tests for the Corrosiveness of Industrial Chemicals. Food Chem. Toxicol. 23:615 - 617(1985).

Princi, F.: Fluorides: A Critical Review. III. The Effects on Man of the Absorption of Fluoride. J. Occup. Med. 2:92-99 (1960).

Przybojewska, B.; Dziubaltowska, E.; Kowalski, Z.: Genotoxicity Effects of Ethyl Acrylate and Methyl Acrylate in the Mouse Evaluated by the Micronucleus Test. Mutat. Res. 135:189 - 191(1984).

Rajaniemi, R.; Pfaffli, P.; Savolainen, H.: Percutaneous Absorption of Methyl Methacrylate by Dental Technicians. Br. J. Ind. Med. 46:356 - 357(1989).

Rajaniemi, R.; Tola, S.: Subjective Symptoms Among Dental Technicians Exposed to the Monomer Methyl Methacrylate. Scand. J. Work Environ. Health 11:281 - 286(1985).

Raje, R.R.; Ahmad, S.; Weisbroth, S.H.: Methylmethacrylate: Tissue Distribution and Pulmonary Damage in 흰쥐 Following Acute Inhalation .Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol. 50:151 - 154 (1985).

Reininghaus, W.; Koestner, A.; Klimisch, H.G.: Chronic Toxicity and

Oncogenicity of Inhaled Methyl Acrylate and n-Butyl Acrylate in Sprague - Dawley 흰쥐.FoodChem.Toxicol.29:329 - 339(1991).

Reuvers, A.P.; Greenstock, C.L.; Borsa, J.; Chapman, J.D.: Studies on the Mechanism of Chemical Radioprotection by Dimethyl Sulphoxide. Int. J. Radiat. Biol. 24:533 - 36(1973).

Rhim, J.S.: Evaluation of an in vitro Assay System for Carcinogens Based on Prior Infection of Rodent Cells with Nontransforming RNA Tumor Virus. J. Natl. Cancer Inst. 52:1167-1173 (1974).

Rider JA; Moeller HC; Swader J; Devereaux RC: A study of the anticholinesterase properties of EPN and malathion in human volunteers. Clin Res 7:81-82 (1959).

Rinehart, W.E.: The Effect on 흰쥐 ofSingleExposurestoCrotonaldehydeVapor.Am.Ind.Hyg.Assoc.J.28:561-566(1967).

Robbins, M.C.: Determination of Naphthalene in Air. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 4:85-87 (1951).

Rohm & Haas Co.: Two-Year Inhalation Study of Methyl Acrylate in 흰쥐,Vol.I and II. Report A 0135/1530. Institute for Biological Research, Koln, FRG (1985).

Roholm, K.: Fluorine Intoxication. A Clinical Hygiene Study with a Review

of the Literature and Some Experimental Investigations. H.K. Lewis & Co., London(1937).

Roots, R.; Okada, S.: Protection of DNA Molecules of Cultured Mammalian Cells from Radiation-Induced Single-Strand Scissions by Various Alcohols and SH Compounds. Int. J. Radiat. Biol. 21:329 - 42(1972).

Rosensteel, R.E.; Thoburn, T.W.: Health Hazard Evaluation Toxicity Determination Report. NIOSH TR HHE 74 53 179.6P. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati (1975).

Rossa, V.; Pau, H.: Is the Experimental Naphthalene Cataract a Model for Human Senile Cataract? Graefes. Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 226:291-293 (1988).

Rowe, V.K.; Wolfe, M.A.: Ketones. In: Industrial Hygiene and Toxicology, 2nd ed., Vol. II, pp. 1763-1765. F.A. Patty, Ed. John Wiley & Sons, New York (1963).

Ruhe RL: Health Hazard Evaluation: Fill in the name and city of company (e.g., McCourt Label Co., Bradford, PA). HETA-83-266-1391; 1983. In: NIOSH Health Hazard Evaluations 1981 - 1989 CD-ROM. DHHS (NIOSH) Pub.No.98-138. National Institute for Occupational Safety and Health,Cincinnati, OH (1998).

Ruhe RL: Health Hazard Evaluation: Fill in the name and city of company

(e.g., McCourt Label Co., Bradford, PA). HETA-83-266-1391; 1983. In: NIOSH Health Hazard Evaluations 1981-1989 CD-ROM. DHHS (NIOSH) Pub. No. 98-138. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH (1998).

Ruth JH: Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances: a review. Am Ind Hyg Assoc 47(3):A142 - 151(1986).

Rylova ML: Toxic action of styrene and alpha-methyl styrene. Gig Sanit 5:21. Abstract in Chem Abst 49:127 (1955).

S. Budavari M. O'Nell A. Smith et al. Merck & Co., Inc.: Diacetone Alcohol. In: The Merck Index. 12th edition on CD-ROM, Version 12:1. (Eds): Chapman & Hall, New York. (1996)

Samimi B; Falbo L: Monitoring of workers' exposure to low levels of airborne monomers in a polystyrene production plant. Am Ind Hyg Assoc J 43:858 - 862(1982).

Samitz, M.H.; Shumunes, E.: Occupational Dermatoses in Dentists and Allied Health Personnel. Cutis 5:180 - 184(1969).

Sandmeyer, E.E.: Aromatic Hydrocarbons. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 3rd Rev. ed., Vol. 2B, Toxicology, pp. 3333-3343. G.D. Clayton and F.E. Clayton, Eds. John Wiley & Sons, New York (1981).

Sapota, A.: The Disposition and Metabolism of Methyl Acrylate in Male Wistar Albino 흰쥐. Pol. J.Occup.Med.Environ.Health 6:185 - 193(1993).

Sapota, A.: The Disposition of 2,3[14C]Methyl and 2,3[14C]-2-Ethylhexyl Acrylate in Male Wistar Albino 흰쥐.Arch.Toxicol.62:181 - 184(1988).

Savolainen, H.; Pfaffli, P.: Neurotoxicity of Furfuryl alcohol Vapor in Prolonged Inhalation Exposure. Environ. Res. 31:420 - 427(1983).

Savonius, B.; Heskinen, H.; Tuppurainen, M.; et al.: Occupational Respiratory Disease Caused by Acrylates. Clin. Exp. Allergy 23:416 - 424(1993).

Scailteur, V.; Lauwerys, R.: In vivo and in vitro Oxidative Biotransformation of Dimethylformamide in Rat. Chem. Biol. Interact. 50:327 - 37(1984).

Schafer, W.B.: Acute Hemolytic Anemia Related to Naphthalene. Report of a Case in a Newborn Infant. Pediatrics 7:172-174 (1951).

Schaffarzick, R.W.; Brown, B.J.: The Anticonvulsant Activity and Toxicity of Methylparafynol (Dormison) and Some Other Alcohols. Science 116:663 - 65(1952).

Schaper M: Development of a database for sensory irritants and its use in establishing occupational exposure limits. Am Ind Hyg Assoc J 54:488-544 (1993).

Scheuplein RJ; Blank IH: Mechanism of percutaneous absorption. iv. penetration of nonelectrolytes (alcohols) from aqueous solutions and from pure liquids. J Invest Dermatol 60:286-326 (1973).

Scheuplein RJ; Blank IH: Mechanism of percutaneous absorption. iv. penetration of nonelectrolytes (alcohols) from aqueous solutions and from pure liquids. J Invest Dermatol 60:286 - 326(1973).

Scheuplein RJ; Blank IH: Permeability of the skin. Physiol Rev 51:702-747 (1971).

Schmal, D.: Prufung von Naphthalin und Anthracen auf Carcenogene Wirkungan Ratten. Zeit. Krebsforsch 60:697 - 710(1955).

Schmeltz, I.; Tosk, J.; Hilfrich, J.; et al.: Bioassays of Naphthalene and Alkyl Naphthalenes for Co-Carcinogenic Activity. Relation to Tobacco Carcinogenesis. In: Carcinogenesis, Vol. 3,Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, pp. 47-60. P.W.Jones and R. Freudenthal, Eds. Raven Press, NewYork (1978)

Schwartz, B.S.; Doly, R.L.; Monroe, C.; et al.: Olfactory Function in Chemical Workers Exposed to Acrylate and Methacrylate Workers. Am. J. Public Health 79:613 - 618(1989).

Schwartz, L.: Dermatitis from Synthetic Resins. Arch. Ind. Health 15:239 - 255(1957).

Seiler JP: Inhibition of testicular DNA synthesis by chemical mutagens and carcinogens. Preliminary results in the validation of a novel short-term test. Mutat Res 46:305 - 10(1977).

Seppalainen, A.; Rajaniemi, R.: Local Neurotoxicity of Methyl Methacrylate Among Dental Technicians. Am. J. Ind. Med. 5:471 - 477(1984).

Seutter, E.; Rijntjes, N.W.: Whole Body Autoradiography after Systemic and Topical Administration of Methyl Acrylate in the Guinea Pig. Arch. Dermatol. Res. 270:273 - 284(1981).

Shell Oil Co: Testing of Selected Workplace Chemicals for Teratogenic Potential. Submission to EPA (TSCA Submission). EPA Doc No 88-8100188, Fiche No OTS0204918 (1988).

Shellow, H.: Sensitization to Acrylic Denture Materials. JAMA 156:1527 (1954).

Shiozaki H; Kuwahara R; Tsujita E; et al.: Two cases of autopsies victims of acute intoxication by organophosphorus pesticides, EPN and dichlorvos. Iryo q 31:161-163 (1977).

Shopp, G.M.; White, Jr., K.L.; Holsapple, M.P.; et al.: Naphthalene Toxicity in CD-1 Mice: General Toxicology and Immunotoxicology. Fund. Appl. Toxicol. 4:406-419 (1984).

Short CR; Hardy ML; Barker SA: The in vivo oxidative metabolism of 2,4- and 2,6-dimethylaniline in the dog and rat. Toxicology 57(1):45 - 58(1989).

Short CR; King C; Sistrunk PW; Kerr KM: Subacute toxicity of several ring-substituted dialkylanilines in the rat. Fundam Appl Toxicol 3:285-292 (1983).

Silverman, L.; Schulte, H.F.; First, M.W.: Further Studies on Sensory Response to Certain Industrial Solvent Vapors. J. Ind. Hyg. Toxicol. 28:262-268 (1946).

Sim, V.M.; Pattle, R.E.: Effect of Possible Smog Irritants on Human Subjects. JAMA 165:1908~1957 (1957).

Singh, A.; Lawrence, W.; Autian, J.: Embryonic-Fetal Toxicity and Teratogenic Effects of a Group of Methacrylate Esters in 흰쥐.J.Dent.Res.51:1632 - 1638(1972).

Skog, E.: A Toxicological Investigation of Lower Aliphatic Aldehydes. Part I. Toxicity of Formaldehyde, Acetaldehyde, Propionaldehyde, Butylaldehyde, as Well as of Acrolein and Crotonaldehyde. Acta. Pharmacol. 6:299-318 (1950).

Smith, J.M.; Cruzan, G.; Drees, J.A.; et al.: Methyl Methacrylate: Subchronic, Chronic and Oncogenic Inhalation Safety Evaluation Studies. Toxicol. Appl. Pharmacol. 48:A30 (1979).

Smyth Jr HF; Carpenter CP: Further experience with the range-finding test in the industrial toxicology laboratory. J Ind Hyg Toxicol 30:63-68 (1948).

Smyth Jr HF; Carpenter CP; Weil CS; Pozzani UC: Range-finding toxicity data. Arch Ind Hyg Occup Med 10:61 - 68(1954).

Smyth, H.F.; Carpenter, C.P.: Further Experience with the Range-Finding Test in the Industrial Toxicology Laboratory. J. Ind. Hyg. Toxicol. 30:63 - 68(1948).

Smyth, Jr., H.F.; Carpenter, C.P.: The Place of the Range Finding Test in the Industrial Toxicology Laboratory. J. Ind. Hyg. Toxicol. 26:269-273 (1944).

Smyth, Jr., H.F.; Seaton, J.: Acute Response of Guinea Pigs and Rats to Inhalation of the Vapors of Isophorone. J. Ind. Hyg. Toxicol. 22:477-483 (1940).

Smyth, Jr., H.F.; Seaton, J.; Fischer, L.: Response of Guinea Pigs and Rats to Repeated Inhalation ofVapors of Mesityl Oxide and Isophorone. J. Ind. Hyg.Toxicol. 24:46-50 (1942).

Smyth, Jr., J.F.; Carpenter, C.P.: The Place of the Range Finding Test in the Industrial Toxicology Laboratory. J. Ind. Hyg. Toxicol. 26:269-273 (1944).

Snell, D.; Harris, R.A.: Impairment of Avoidance Behavior Following

Short-Term Ingestion of Ethanol, tertiary-Butanol, or Pentobarbital in Mice. Psychopharmacology 69:53 - 7(1980).

Sofuni, T.; Hayashi, M.; Matsuoka, A.; et al.: Cytogenetic Effects of Gaseous and Volatile Chemicals on Mammalian Cells in vitro and in vivo. Eisei Skikerso Hokoki. 102:84 (English abstract) (1984).

Soliman SA; Svendsgaard D; Farmer JD; et al.: Sixmonth daily treatment of sheep with neurotoxic organophosphorus compounds. Toxicol Appl Pharmacol 69:417-431 (1983).

Sollmann, T.A.: Manual of Pharmacology, 8th ed. W.B. Saunders, Philadelphia (1957)

Solomon, H.M.; McLaughlin, J.E.; Swenson, R.E.; et al.: Methyl Methacrylate. Inhalation Developmental Toxicity Study in 흰쥐.Teratology48:115 - 125(1993).

Spealman, C.R.; Main, R.J.; Haag, H.B.; Larson, P.S.: Monomeric Methyl Methacrylate. Studies on Toxicity. Ind. Med. 14:292 - 298(1945).

SRI International: 1986 Directory of Chemical Producers, United States of America, p. 519. Stanford Research Institute International, Menlo Park, CA(1986).

Srivastava, S.K.; Nath, R.: Metabolic Alterations in Experimental Cataract.

Part I. Inhibition of Lactate Dehydrogenase and Appearance of o-Diphenol Oxidase in Cataractous Lens of Naphthalene Fed Rabbits. Indian J. Med. Res. 57:225-227(1969)

Stadler, J.C.: Inhalation Sensory Irritation (RD50) Study in Mice with Selected Methacrylates and Methacrylic Acid. Haskell Laboratory, E.I. duPont de Nemours & Co. Methacrylate Producers Association, Inc., Washington, DC (1993).

Stanford Research Institute (SRI): Directory of Chemical Producers United States. SRI, Palo Alto, CA (1988).

Steinberg, H.H.; Massari, S.C.; Miner, A.C.; Rink, R.:Industrial Exposure to Tellurium: Atmospheric Studies and Clinical Evaluations. J. Ind. Hyg. Toxicol. 24:183 - 192(1942).

Steinhagen, W.H.; Barrow, C.S.: Sensory Irritation Structure-Activity Study of Inhaled Aldehydes in B6C3F1 and Swiss Webster Mice. Toxicol. Appl. Pharmacol. 72:495-503 (1984).

Stokinger, H.E.; Mountain, J.T.: Test for Hypersusceptibility to Hemolytic Chemicals. Arch. Environ. Health 6:495-502 (1963).

Stott, W.T.; McKenna, M.J.: Hydrolysis of Several Glycol Ether Acetates and Acrylate Esters by Nasal Mucosal Carboxylesterase in vitro. Fund. Appl. Toxicol. 5:399 - 404(1985).

Stringer, D.A. (Ed.): Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 30. Methyl Methacrylate. CAS No. 8062-6. European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals. Brussels, Belgium (February 1995).

Sugiyama S; Igarashi T; Ueno K.; et al.: NAD-coupled enzymatic oxidation of O-ethyl O-p-nitrophenyl phenylphosphonothioate (EPN) to its oxygen analog with liver microsomes of 흰쥐. Jpn JPharmacol 37:242-252(1985).

Suvorov, A.P.: On the Repeated Action of Low Methylacrylate Concentrations on the Skin. Farm I Toxsik. 36:107 - 109(Englishabstract)(1973).

Suzuki Y: Toxicological study of ethyl-p-nitrophenylphosphonothioate (EPN). Its toxicity criteria and a study of the changes in anticholinesterase action during chronic oral ingestion. J Med Soc Toho20:126-144 (1973).

Suzuki, Y.; Kikuchi, H.; Kato, C.; et al.: Effect of Alkyl Phosphates on b-Glucuronidase in 흰쥐: Release of b-Glucuronidase from Liver Microsomesin to Serum. Biochemical Pharmacol. 26:881-885 (1977).

Svartling, N.; Pfaffli, P.; Tarkkanen, L.: Blood Levels and Half-Life of Methyl Methacrylate after Tourniquet Release During Knee Arthroplasty. Arch. Orthop. Traum. Surg. 105:36 - 39(1986).

Svirbely JL: Xylidine: Its toxicity and potential dangers as compared with

those of aniline and an appraisal of the potential hazards from its use in blending gasoline. U.S. National Institutes Health Bull. No. 188:13. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1947).

Tanii, H.; Hashimoto, K.: Structure-Toxicity Relationships of Acrylates and Methacrylates. Toxicol. Lett. 11:125 - 129(1982).

Tansy, M.F.; Hohenleitner, F.J.; Landin, W.E.; et al.: Chronic Biological Effects of Methyl Methacrylate Vapor. II. Body and Tissue Weights, Blood Chemistries and Gross Metabolic Performance in the Rat. Environ. Res. 21:108 - 116(1980).

Tansy, M.F.; Hohenleitner, F.J.; White, D.K.; et al.: Chronic Biological Effects of Methyl Methacrylate Vapor. III. Histopathology, Blood Chemistries and Hepatic Biliary Function in the Rat. Environ. Res. 21:117 - 125(1980).

Tansy, M.F.; Kendall, F.M.: Update on the Toxicity of Inhaled Methyl Methacrylate Vapor. Drug Chem. Toxicol. 2(4):315 - 330(1979).

Tansy, M.F.; Landin, W.E.; Kendall, F.M.: LC50 Values for 흰쥐Acutely Exposed to MethylMethacrylate Monomer Vapor. J.Dent.Res .59:1074(1980).

Thurman, R.G.; Pathman, D.E.: Withdrawal Symptoms from Ethanol: Evidence Against the Involvement of Acetaldehyde. In: The Role of Acetaldehyde in the Action of Ethanol, pp. 217 - 31. K.O. Lindros and C.J.P. Eriksson, Eds. Finnish Foundationon Alcohol Studies ,Helsinki (1975).

Thurman, R.G.; Winn, K.; Urquhart, B.: Rat Brain Cyclic AMP Levels and Withdrawal Behavior Following Treatment with t-Butanol. In: Biological Effects of Alcohol. H. Begleiter, Ed. Adv. Exp. Med. Biol. 126:271 - 81(1980).

Tomenson, J.A.; Bonner, S.M.: A Cohort Study of Employees in Perspex Plants. ICI Acrylics, Wilton Centre, Middlesborough, Cleveland, U.K. (1994); reviewed in reference 10.

Tonelli, Q.: Transformation of Cultured Mouse Mammary Glands by Aromatic Amines and Amides and Their Derivatives. Cancer Res. 39:1784-1792 (1979)

Topping, D.C.; Morgott, D.A.; David, R.M.; et al.: Ketones. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th ed., Vol. II, Part C, Toxicology pp. 1848 - 1851.

Topping, D.C.; Morgott, D.A.; David, R.M.; et al.: Ketones. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th ed., Vol. II, Part C, Toxicology pp. 1848 - 1851. G.D. Clayton and F.E. Clayton, Eds. JohnWiley & Sons, NewYork (1994).

Treon JF; Sigmon HE; Wright H; et al.: The toxic properties of xylidine and monomethylaniline. Arch Ind Hyg Occup Med 1:506 - 524(1950).

Treon, J.F.; Sigmon, H.; Wright, H.; Kitzmiller, K.V.: The Toxicity of

Methyl and Ethyl Acrylate. J. Ind. Hyg. Toxicol. 31:317 - 326(1949).

Truhaut, R.; Dutertre-Catella, H.; Nguyen, P.: Study of the Toxicity of an Industrial Solvent, Isophorone. Irritating Capacity with Regard to the Skin and the Mucosae. J. Environ. Toxicol. 5:31-37 (1972).

Turk, J.L.; Parkers, D.; Long, P.V.; Bull, J.E.: Induction of Immunologic Tolerance: Desensitization to Occupational Allergens. J. Allergy Clin. Immunol. 78:1082 - 1085(1986).

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Draft Toxicological Profile for Fluorides, Hydrogen Fluoride, and Fluorine (F), p. 21. ATSDR, PHS, USDHHS, Atlanta, GA (July 1991).

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile for Isophorone. ATSDR/TP-89/15. ATSDR, U.S. Public Health Service, Atlanta, GA (1989).

U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile for Naphthalene and 2-Methylnaphthalene. ATSDR TP-90-18. USPHS, ATSDR, Atlanta, GA (December 1990)

U.S. Department of Transportation, U.S. Coast Guard: Chemical Hazard Response Information System, Vol .II. COMDTINST M16465.12A. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1985).

U.S. Department of Transportation, U.S. Coast Guard: Furfuryl alcohol. In: Chemical Hazard Response Information System, Vol. II. COMDTINST M16465.12A. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1985).

U.S. Department of Transportation, U.S. Coast Guard: Chemical Hazard Response Information System, Vol. II. COMDTINST M16465.12A. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1985).

U.S. Environmental Protection Agency: Dermal exposure assessment: principles and applications. EPA/600/8-91/011B. U.S. EPA, Office of Research and Development, Washington, DC (1992).

U.S. Environmental Protection Agency: Ethyl pnitrophenyl phenylphosphorothioate (EPN) [CAS 2104-64-5]. Integrated Risk Information System (IRIS) Substance File. U.S. EPA, Washington, DC; 1996. Online at: http://www.epa.gov/IRIS/subst/0236.htm accessed 09/02.

U.S. Environmental Protection Agency: Status of pesticides in registration, re-registration and special review. EPA 738-R-98-002. USEPA, Washington, DC (1998).

U.S. National Institute for Occupational Health/Occupational Safety and Health Administration: Occupational Health Guideline for EPN; 1978. In: Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards. F.W. Mackison, R.S. Stricoff, L.J.Partridge, Jr., Eds. DHHS (NIOSH) Pub. No. 81-123. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. (1981).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health. Phosphonothioic acid, phenyl-, O-ethyl O-(pnitrophenyl) ester. In: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances CD-ROM, Issue 2002-1. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Ontario, Canada (2002).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health/Occupational Safety and Health Administration: Occupational Health Guideline for Propyl Alcohol (September 1978). In: Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards. Mackison FW; Stricoff RS; Partridge Jr LJ (Eds.). DHHS (NIOSH) Pub. No. 81-123; NTIS Pub. No. PB-83-154-609. National Technical Information Service, Springfield, VA (1981).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Criteria for a Recommended Standard -Occupational Exposure to Furfuryl alcohol. DHEW(NIOSH) Pub.No. 79-133;1979. In: NIOSH Criteria Documents Plus CD-ROM. DHHS(NIOSH) Pub.No.97-106; NTISPub.No. PB-502-082. U.S. National Technical Information Service, Spring field, VA(1997).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Occupational Safety and Health Guideline for Diacetone Alcohol. In: Occupational Safety and Health Guidelines for Chemical Hazards. DHHS (NIOSH) Pub. No. 89-104, Suppl. II-OHG. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1988).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Xylidine In:

Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHs). Online at: http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlh-1.html NIOSH, Cincinnati, OH (1994).

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Xylidine In: Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHs). Onlineat: http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlh-1.html NIOSH, Cincinnati, OH (1994).

U.S. National Library of Medicine: tert-Butanol. In:Hazardous Substances Data Bank. Toxicology Data Network (TOXNET). Online at:http://toxnet.nlm.nih.gov/

U.S. National Library of Medicine: Xylidine. In: Hazardous Substances Data Bank. Toxicology DataNetwork (TOXNET). Online at: http://toxnet.nlm.nih.gov/

U.S. National Toxicology Program: NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Isophorone (CAS No. 78-59-1) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies). NTP TR291. DHHS (NIH) Pub. No. 86-2547. NTP, U.S. National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC (1986).

U.S. National Toxicology Program: NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of t-Butyl Alcohol (CAS No. 75-65-0) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). NTP TR 436. NIH

Pub. No. 95-3167. U.S. Dept. Health and Human Services, Research Triangle Park, NC (May1995).

U.S. National Toxicology Program: Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Naphthalene (CAS No. 91-20-3) in B6C3F1 Mice (Inhalation Studies). NTP TR-410; DHHS (NIH) Pub. No. 91-3141. NTP, U.S. National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC (1992)

U.S. National Toxicology Program: Toxicology and Carcinogenesis Studies of 2,6-Xylidine in Charles River CD 흰쥐.Technical Report No.278.Pub. DHHS(NIH) No.90-2534. NTP, Research Triangle Park,NC (1990).

U.S. National Toxicology Program: Toxicology and Carcinogenesis Studies of Methyl Methacrylate (CAS No. 80-62-6) in F344/N 흰쥐and B6C3F1 Mice (Inhalation Studies). NTP Technical Report Series No.314.DHHS(NIH)Pub.No.87-2570. NTP, Research Triangle Park, NC (1986).

U.S. National Toxicology Program: Toxicology and Carcinogenesis Studies of Sodium Fluoride (CAS No.7681-49-4)in F344/N 흰쥐and B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). Technical Report Series No.393. DHHS(NIH) Pub. No.91-2848. NTP, Research Triangle Park, NC (1990).

Union Carbide Corporation: Ketones. Technical Booklet No. F-41971A. Union Carbide Corp., Chemical Plastics Division, New York (1975).

United Nations Environment Programme (UNEP): Screening Information

Data Set for High Production Volume Chemicals Initial Assessment Report for 7th SIAM -(1-Methylethenyl) benzene, Vol7,3 .UNEP Chemicals (IRPTC), Chatelaine, Switzerland (2002).

US Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Toxicological Profile for Isophorone. ATSDR/TP-89/15. ATSDR, US Public Health Service, Atlanta, GA (1989).

US Environmental Protection Agency. Status of pesticides in registration, re-registration and special review. EPA 738-R-98-002 USEPA. Washingyon DC (1998)

US National Institute for Occupational Health/Occupational Safety and Health Administration : Occupational Health Guideline for EPN; 1978. In: Occupational Helath Guidelines for Chemical Hazards. FW Macjubson, RS Stricoff LJ Partridge Jr. Eds. DHHS (NIOSH) Pub. No. 81-123 US. Governmental Printing Office, Washington DC (1981)

US National Library of Medicine : Xylidine. In : Hazardous Sunstances Data bank. Toxicology Data Network(TOXNET) online at : http://toxnet.nlm.nih.gov/

Valaes, T.; Doxiadis, S.A.; Fessas, P.: Acute Hemolysis Due to Naphthalene Inhalation. J. Pediatr. 63:904-915 (1963).

Van Heyningen, R.; Pirie, A.: Naphthalene Cataract in Pigmented and Albino

Rabbits. Exp. Eye Res. 22:393 - 394(1976)

Vandekar, M.: Anaesthetic Effect Produced by Organophosphorus Compounds. Nature 179:154 - 155,London(1957).

Vedel, P.; Schwarz-Lausten, G.S.: Air Concentration of Methyl Methacrylate Monomer During Total Hip Replacement Operations. Ugeskr. Laeger. 143:2734 - 2735(1981).

Vernot EH; MacEwen ID; Haun CG; Kinkead ER: Acute toxicity and skin corrosion data for some organicand inorganic compounds and aqueous solutions. Toxicol Appl Pharmacol 42:417-423 (1977).

Vodicka, P.; Gut, I.; Frantik, E.: Effects of Inhaled Acrylic Acid Derivatives in 흰쥐.Toxicology65(1):209 - 221(1990).

von Oettingen, W.F.: Aliphatic Alcohols. Public Health Bull. 281:138 (1943).

von Wartburg, J.P.: The Metabolism of Alcohol in Normals and Alcoholics: Enzymes. In: The Biology of Alcoholism, Vol. 1, pp. 63 - 02.B.KissinandH.Begleiter,Eds.Plenum,NewYork(1971).

Waegemaekers, T.; Bensink, M.: Nonmutagenicity of 27 Aliphatic Acrylate Esters in the Salmonella Microsome Test. Mutat. Res. 137:95 - 102(1984).

Waldbott, G.L.: The Physiologic and Hygienic Aspects of the Absorption of

Inorganic Fluorides. Arch. Environ. Health 2:155-167 (1961).

Waldren, C.: Detection of Chromosome Deletions and Non-Disjunction Produced by Environmental Agents in Cultured Somatic Mammalian Cells. Mutat. Res. 97:234 (1982).

Walker, A.M.; Cohen, A.J.; Loughlin, J.E.; et al.: Mortality and Cancer of the Colon or Rectum Among Workers Exposed to Ethyl Acrylate and Methyl Methacrylate. Scand. J. Work Environ. Health 17:7 - 19(1991).

Wallgren H: Relative intoxicating effects on rats of ethyl, propyl and butyl alcohols. Acta Pharmacol Toxicol 16:217-222 (1960).

Walton, D.C.; Kehr, E.F.; Loevenhart, A.S.: A Comparison of the Pharmacological Action of Diacetone Alcohol and Acetone. J. Pharmacol. 33:175-183 (1928).

Walton, D.C.; Kehr, E.F.; Loevenhart, A.S.: A Comparison of the Pharmacological Action of Diacetone Alcohol and Acetone. J. Pharmacol. 33:175 - 183(1928).

Ware, G.D.: Communication to Chairman, TLV Committee. Western Electric Co., Kearny, PA (June 26, 1973).

Warshawsky D: Polycyclic and Heterocyclic Aromatic Hydrocarbons. In: Patty's Toxicology, Vol 1 - 9,5th Ed. EBingham, BCohrssen, CHPowell

(Eds).John Wiley & Sons, NewYork (2001).

Weast RC; Astle MJ; Beyer WH (Eds): CRC Handbook of Chemistry and Physics, 68th Ed, p C-49. CRC Press, Boca Raton, FL (1987).

Webster, S.H.: Volatile Hydrides of Toxicological Importance. J. Ind. Hyg. Toxicol. 28:167 - 82(1946).

Weisbrodt, N.W.; Kienzle, M.; Cooke, A.R.:Comparative Effects of Aliphatic Alcohols on the Gastric Mucosa. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 142:450 - 454(1973).

Weisburger EK; Russfield AB; Homburger F; et al.: Testing of twenty-one environmental aromatic aminesor derivatives for long-term toxicity or carcinogenicity. J Environ Pathol Toxicol 2:325-356 (1978).

WEL, List of approved workplace exposure limits, 2007

Wenda, K.; Scheuermann, H.; Weitzel, E.; et al.: Pharmacokinetics of Methyl Methacrylate Monomer During Total Hip Replacement in Man. Arch. Orthop. Trauma Surg. 107:316 - 321(1988).

Willert, H.; Frech, H.; Bechtel, A.: Measurements of the Quantity of Monomer Leaching Out of Acrylic Bone Cement into the Surrounding Tissues During the Process of Polymerization. Am. Chem. Soc., Div. Org. Coat. Plast. Chem. 33:370 (1973).

Williams, C.R.: Atmospheric Contamination from the Casting of Magnesium. J. Ind. Hyg. Toxicol. 24:277 - 280(1942).

Wilson, V.L.; Foiles, P.G.; Chung, F.L.; et al.: Detection of Acrolein and Crotonaldehyde DNA Adducts in Cultured Human Cells and Canine Peripheral Blood Lymphocytes by 32 P-Postlabeling and Nucleotide Chromatography. Carcinogenesis 12(8):1483-1490 (1991).

Wolf MA; Rowe VK; McCollister DD; et al.: Toxicological studies of certain alkylated benzenes and benzene. AMA Arch Ind Health 14:387 - 398(1956).

Wood, J.M.; Laverty, R.: Physical Dependence Following Prolonged Ethanol or t-Butanol Administration to Rats. Pharmacol. Biochem. Behav. 10:113 - 19(1979).

Woodruff, R.C.; Mason, J.M.; Valencia, R.; et al.: Chemical Mutagenesis Testing in Drosophila. V. Results of 53 Coded Compounds Tested for the U.S. National Toxicology Program. Environ. Mutagen. 7(5):677-702 (1985).

Woods, L.A.; Seever, M.H.: Physiological Data on Furfuryl alcohol. Project 1011-B, Report No. 2. The Quaker Oats, Co., Chicago, IL (1954 - 1956);as cited by NIOSH in reference 6.

Yojay, L.; Yojay, R.; Mardones, J.: Acetone Blood Levels after t-Butanol Administration in Rats. IRCS Med. Sci. 10:215 (1982).

Zeiger E; Anderson B; Haworth S; et al.: Salmonella mutagenicity tests: results from the testing of 311 chemicals. Environ Mol Mutagen 19(Suppl. 21):2 - 41(1992).

Zeiger, E.; Anderson, B.; Haworth, S.; et al.: Salmonella Mutagenicity Tests. III. Results from the Testing of 225 Chemicals. Environ. Mutagen. 9(Suppl 9): 1 - 109(1987).

Zimmer D; Mazurek J; Petzold G; Bhuyan BK:Bacterial mutagenicity and mammalian cell DNA damage by several substituted anilines. Mutat Res 77:317 - 26(1980).

Zimmering, S.; Mason, J.M.; Valencia, R.: Chemical Mutagenesis Testing in Drosophila. Environ. Mol. Mutagen. 14:245 - 251(1989).

Zinkham, W.H.; Childs, B.: A Defect of Glutathione Metabolism in Erythrocytes from Patients with a Naphthalene-Induced Hemolytic Anemia. Pediatrics 22:461-471 (1958).

Zuelzer, W.W.; Apt, L.: Acute Hemolytic Anemia Due to Naphthalene Poisoning. A Clinical and Experimental Study. JAMA 141:185 - 190(1949).

Abstract

1. Objectives

This study aims to make contribution to preventing workers from developing occupational diseases by carrying out the industrial exposure assessment and social/economic assessment on chemical substances of which control levels shall be changed according to the Industrial Safety and Health Act, reviewing if such change of those control levels is appropriate based on the Industrial Safety and Health Act, and by additionally designating harmful substances to be controlled.

2. Methods

The target chemical substances were selected out of the chemical substances that the chemical substance assessment committee decided to change their control levels according to the Industrial Safety and Health Act.

We included in this study the aspects of exposure in actual work places and workers' opinions. As for sample collection and analysis, we used a method presented in the KOSHA GUIDE and the measurement/analysis methods used in other advanced countries.

The social/economic assessment was performed considering the social benefits expected upon the selection of controlled harmful substances as well as the economic costs incurred from work places.

With regard to the six chemical substances, we summarized their basic

information on the number of workers exposed to the same chemical substance for each control level, its usage, distribution amount, exposure level, status of occupational diseases occurred, exposure standards at home and abroad, and analyzed their levels by figuring out the results of measuring work environments for the recent three years.

3. Results

We identified the harmfulness of target substances and carried out the exposure assessment and risk assessment. When it comes to the exposure assessment, we calculated a exceedance probability of exposure limit and an estimated 95 percentile by using the Industrial Hygiene Statistics Spreadsheet. As a result of the risk assessment, we found that α-methyl styrene exceeded the RfCworker value by 34.76%, and furfuryl alcohol by 0.014%, methyl acrylate by 10.536%, cumene by 0.254%, isopropyl ether by 53.451%, 1,2-Dichloropropane by 61.141%, Indium by 65.938%, respectively.

As a result of social/economic assessment, the benefit-cost ratio was rated from highest to lowest as follows: Indium (3.5), 1,2-Dichloropropane (3.5), methyl meta acrylate (2.5), methyl acrylate (2.5), cumene (2.5), furfuryl alcohol (2.2), α-methyl styrene (2.2), naphthalene (2.1), isophorone (2.1), n-propyl alcohol (2.0), and inorganic fluoride (2.0) in order.

Out of the substances to be controlled, we reviewed whether to continuously manage the six chemical substances corresponding to general health hazard as the harmful substances to be controlled. We have proposed nitrogen monoxide for the continuously controlled harmful substance, because it is a substance set to domestic measurement, special examination and exposure limit and also controlled in the United States and Germany,

and have also proposed four acetate-based substances and magnesium oxide for the continuously controlled harmful substance, given that they are controlled in advanced countries overseas.

4. Conclusions

This study can be used to provide scientific grounds for reorganization and additional inclusion of harmful substances subject to control and other harmful substances subject to working environment measurement by offering materials on the status of treatment and exposure assessment on the chemical substances of which control levels must be changed according to the Industrial Safety and Health Act, and also used to build up the system for controlling harmful substances.

This study can be also used as evidentiary materials for judging whether to continuously control the harmful substances for six chemical substances corresponding to general health hazards out of harmful substances to be controlled.

Key words: Exposure Assessment, Occupational Safety and Health Act, GHS, Indium, 1,2-Dichloropropane, methyl meta acrylate, methyl acrylate, cumene, furfuryl alcohol, α-methyl styrene, naphthalene, isophorone, n-propyl alcohol, fluoride

부 록

[부록 1]

대상 화학물질 17종에 따른 사업장 측정결과

1. 알파-메틸 스티렌

1-1) ○○테크 사출공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

ABS수지를 주원료로 자동차내부 부품을 생산하는 업체로 ABS수지 내에 40 ~70 %의 알파-메틸 스티렌이 함유되어있다.



② 유해인자 발생실태

ABS수지(알파-메틸 스티렌40~70%) 이용하여 사출작업 시 알파-메틸스틸렌에 노출

③ 작업장 상황

가. 사출작업 시, 플라스틱수지의 열분해 산물에 의한 유해물질 노출가능성 있음

나. ABS수지(알파-메틸 스티렌40~70%)의 월 사용량은 5 ton

다. 작업형태는 2교대 근무로 1일 12시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○테크 사출공장의 알파-메틸 스티렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
사출	사출작업자	4	8시간	연속	개인	8:50~16:00	1	0.0931	50	미만
	사출기1			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만
	사출기2			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만
	사출기3			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만
	사출기4			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만
	사출기5			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만
	사출기6			연속	지역	8:50~16:00	1	불검출	50	미만

1-2) ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 중합공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

• 원료투입공정 - ABS의 주원료인 아크릴로니트릴, 부타디엔, 스티렌 모노머를 탱크로리나 이송 배관을 통해 입고시켜 저장탱크에 보관한 후 중합공정에 투입하는 공정

• 중합공정 - 부타디엔 가스와 반응 개시제를 부타디엔 반응기에 투입하여 일정온도 및 압력 하에서 중합하여 라텍스를 제조하고, 제조한 PBL(poly butadiene latex)은 스티렌모노머, 아크릴로니트릴 및 유화제 등의 부원료와 용매인 물을 ABS 반응기에 투입하여 유화중합에 의한 ABS 라텍스를 생산하는 공정

SM 입고 - 반응시설 - 저장시설 - 응집시설 - 탈수시설 - 건조시설 - 제품저장시설 - 제품포장시설 - 출하

② 유해인자 발생실태

ABS 중합공정에서는 아크릴로니트릴, 부타디엔, 스티렌 등이 있음

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없음

나. AMS 일 사용량은 5.000 kg (중합공정 중간생성물)

다. 4인 1조로 4명 필드근무자로 구성되며 4조3교대 근무 중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 중합공장의 알파-메틸 스티렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
ABS	필드근무자	4	8시간 (4조3교대)	연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크			연속	지역	9:10~16:20	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크			연속	지역	9:10~16:20	1	불검출	50	미만
	탱크 주입구			연속	지역	9:15~16:20	1	불검출	50	미만
	탱크 주입구 옆			연속	지역	9:15~16:20	1	불검출	50	미만
	탱크 사다리			연속	지역	9:15~16:20	1	불검출	50	미만
	반응기 옆			연속	지역	9:15~16:20	1	불검출	50	미만

1-3) ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

• 원료 입고 및 투입 공정 - 주원료인 스티렌은 라인으로 SM공장에서 입고되며, 용해제인 에틸벤젠은 탱크로리로 기타 부원료는 지대로 입고되어 저장시설에 저장되었다가 반응기 에 투입된다.

• 반응 공정 - 혼합된 원료는 반응기에 투입되어 얼마간의 중합을 형성하면서 생산제품에 따라 2차, 3차, 4차의 중합 반응기를 거치면서 중합이 이루어진다. 이때 각 반응기는 제품을 만들기 위하여 적당한 중합온돌 조절되어야 하며 발생되는 중합열은 각 반응기 자체에 설계된 열전달 시스템에 의해 손쉽게 제거된다.

SM, AN 입고 - 고무용해시설 - 반응시설 - 휘발시설 - 압출시설 - 건조시설 - 제품저장시설 - 제품포장시설 - 출하

② 유해인자 발생실태

ABS 원료 입고 및 투입 공정에서는 스티렌, 에틸벤젠이 있다, 반응 공정 발생하는 유해인자로는 스티렌, 에틸벤젠이 있다.

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없음

나. AMS 일 사용량은 111.862 kg (폴리에스테르 및 알키드수지 제조)

다. 4인 1조로 4명 필드근무자로 구성되며 4조3교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS)생산 공장의 알파-메틸 스티렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
ABS	필드근무자	4	8시간 (4조3교대)	연속	개인	9:00~16:00	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~16:00	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크 옆			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	탱크 주입구			연속	지역	9:05~16:10	1	불검출	50	미만
	탱크 주입구 옆			연속	지역	9:05~16:10	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크 반응기			연속	지역	9:05~16:10	1	불검출	50	미만
	AMS 탱크 사다리			연속	지역	9:05~16:10	1	불검출	50	미만

1-4) ○○ Bisphenol A(BPA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

반응공정 → 조촉매 제조 공정 → 탈수 공정 → 결정화 공정 → 탈펜탄 공정 → 정류/프릴링 공정 → 탈페놀 공정 → 벤트 스크럽 공정

② 유해인자 발생실태

반응 : 반응기에 투입된 알파-메틸 스티렌에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며, 첨가제 넣는 작업만 함

나. 작업형태는 SAMPLING STRAINER 진행

다. 연간 2억 14,20 ton의 알파-메틸 스티렌 사용, 4조3교대로 작업

라. 국소배기장치 없음

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Bisphenol A(BPA) 생산 공장의 알파-메틸 스티렌 측정결과

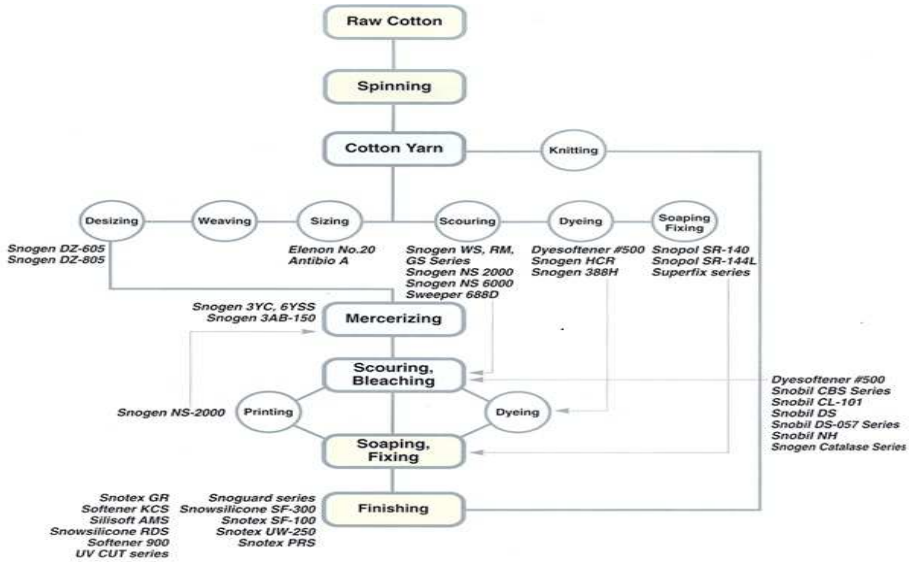
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
큐멘/페놀	필드근무자	4	8시간 (일근)	연속	개인	09:05~16:15	1	1.9184	40	미만
	필드근무자			연속	개인	09:05~16:15	1	3.0269	40	미만
	필드근무자			연속	개인	09:06~16:16	1	6.6471	40	미만
	필드근무자			연속	개인	09:06~16:16	1	2.0738	40	미만
	탱크주입구			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크주입구			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크뒤			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크뒤			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크앞			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크앞			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크왼쪽			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만
	탱크왼쪽			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	40	미만

1-5) ○○젠 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○젠 사업장은 섬유/산업용 계면활성제, 아크릴수지, 우레탄사지 생산업체로 아크 릴에멀전을 원료로 사용하며 알파-메틸스틸렌이 함유되어 있다.



② 유해인자 발생실태

아크릴에멀젼을 사용하는 공정중 투입과정에서 알파-메틸스틸렌에 노출

③ 작업장 상황

가. 투입 작업 시 노출 가능성이 있음, 국소배기장비가 설치되어 있다.

나. 아크릴에멀젼(알파-메틸 스티렌)의 월 사용량은 2 ton

다. 작업형태는 주간 8시간 근무, 실제 작업시간은 1일 30분에서 1시간 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○젠 사출공장의 알파-메틸 스티렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
투입	투입작업자1	2	8시간	연속	개인	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입작업자2			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입공정1			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입공정2			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입공정3			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입공정4			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만
	투입공정5			연속	지역	9:30~15:35	1	불검출	50	미만

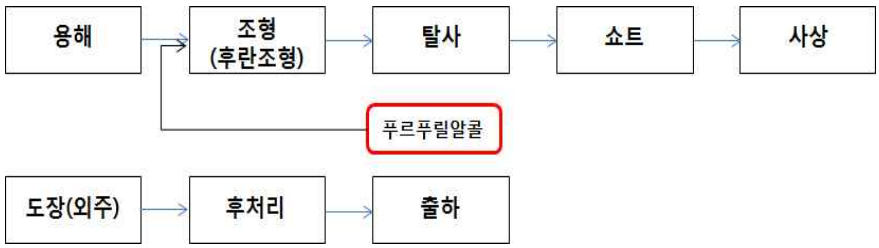
2. 푸루푸릴알콜

2-1) ○○금속공업

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○금속공업은 주물사업장으로 금속을 녹여 쇳물을 일정한 틀 속에 부어 굳혀서 제품을 만드는 사업장이다. 그중 조형작업에서 조형몰드의 강도를 증가시키기 위해 경화제와 함께 사용한다.



② 유해인자 발생실태

조형 작업 중 후란조형 작업 시 후란수지(푸루푸릴알콜 42~52%)와 경화제를 3대1비율로 혼합하여 조형 틀에 투입하는 작업으로 작업자가 푸루푸릴알콜에 노출

③ 작업장 상황

가. 작업자가 직접 투입하는 작업으로, 노출 가능성이 있음, 작업자는 작업 시, 보호구 착용

나. 후란수지 사용량은 월 4 ton

다. 1일 8시간 작업으로 후란조형 작업이 있을시 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○금속공업 공장의 푸루푸릴알콜 측정결과

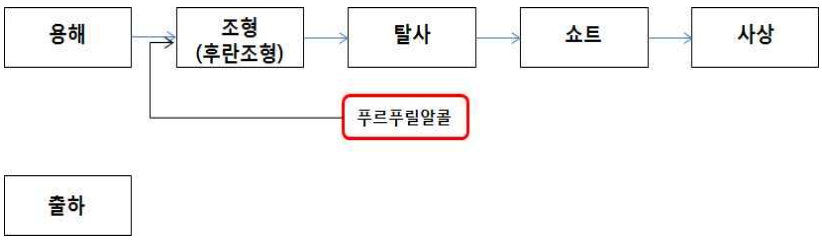
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
후란 조형	조형작업자	2	8시간	연속	개인	9:10~16:20	1	0.723	10	미만
	조형작업자			연속	개인	9:10~16:20	1	0.0857	10	미만
	후란조형기1			연속	지역	9:10~16:20	1	0.1408	10	미만
	후란조형기2			연속	지역	9:10~16:20	1	0.1508	10	미만
	작업대1			연속	지역	9:10~16:20	1	0.0879	10	미만
	후란수지탱크1			연속	지역	9:10~16:20	1	불검출	10	미만
	후란수지탱크2			연속	지역	9:10~16:20	1	0.0945	10	미만

2-2) ○○특수주물

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○특수주물은 주물사업장으로 금속을 녹여 쇳물을 일정한 틀 속에 부어 굳혀서 제품을 만드는 사업장이다. 그중 조형작업에서 조형몰드의 강도를 증가시키기 위해 경화제와 함께 사용한다.



② 유해인자 발생실태

조형 작업 중 후란조형 작업 시 후란수지(푸루푸릴알콜 42~52%)와 경화제를 3대1비율로 혼합하여 조형 틀에 투입하는 작업으로 작업자가 푸루푸릴알콜에 노출

③ 작업장 상황

가. 작업자가 직접 투입하는 작업으로, 노출 가능성이 있음, 작업자는 작업 시, 보호구 착용

나. 후란수지 사용량은 월 1 ton

다. 1일 8시간 작업으로 후란조형 작업이 있을 시, 작업 실시

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○특수주물 공장의 푸루푸릴알콜 측정결과

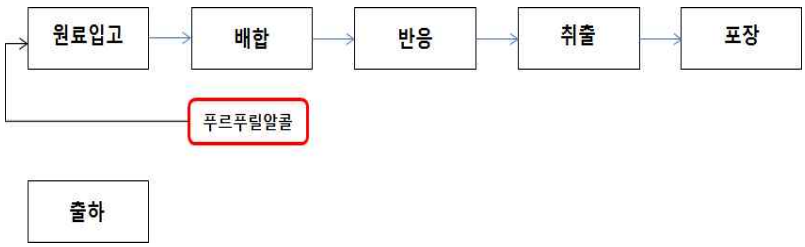
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
후란 조형	조형작업자1	2	8시간	연속	개인	9:40~16:50	1	0.0902	10	미만
	조형작업자2			연속	개인	9:40~16:50	1	3.8865	10	미만
	후란조형기1			연속	지역	9:40~16:50	1	0.1877	10	미만
	후란조형기2			연속	지역	9:40~16:50	1	0.0914	10	미만
	후란조형기3			연속	지역	9:40~16:50	1	0.0847	10	미만
	후란수지탱크1			연속	지역	9:40~16:50	1	1.6844	10	미만
	후란수지탱크2			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	10	미만

2-3) ○○화성

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○ 화성은 접착제 및 합성수지의 제조 및 판매를 하는 업체로 제품 중 후란수지제품을 생산할 때 푸루푸릴알콜을 주원료로 제품을 생산한다.



② 유해인자 발생실태

합성수지를 생산하는 사업장으로 후란수지 생산 시 푸루푸릴알콜을 주원료로 다른 원료와 화학반응을 거쳐 후란수지를 배합•반응 작업 시, 투입된 푸루푸릴알콜에 작업자 노출

③ 작업장 상황

가. 원재료를 자동 투입하는 작업으로, 노출의 위험성이 적음,
작업자는 작업 시 보호구 착용

나. 푸루푸릴알콜 사용량은 월 100 ton

다. 3조3교대작업 후란수지생산 작업이 있을시 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○화성 공장의 푸루푸릴알콜 측정결과

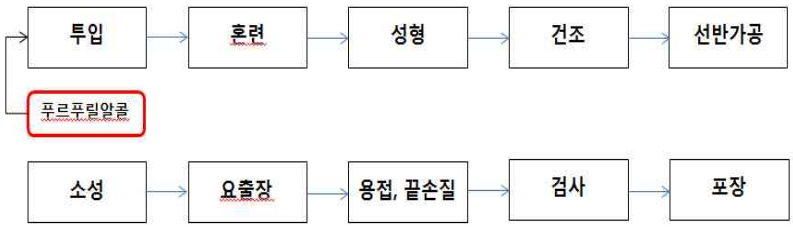
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
반응	반응작업자	1	8시간	연속	개인	9:40~16:50	1	0.0886	10	미만
	2층반응기1			연속	개인	9:40~16:50	1	불검출	10	미만
	2층반응기2			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	10	미만
포장	1층반응기1			연속	지역	9:40~16:50	1	0.1249	10	미만
	1층반응기2			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	10	미만
	푸루푸릴알콜 탱크			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	10	미만
	푸루푸릴알콜 탱크			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	10	미만

2-4) ○○내화 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○내화 공장에서는 푸르푸릴 알콜을 혼합물질로 사용하고, 혼합물질 안에 푸란수지 15%안에 푸르푸릴 알콜이 포함되어있다. 1일 1회 투입하고, 1회 투입 시, 800 kg - 1ton 투입하며, 연간 대략적으로 20ton 정도 사용한다.



② 유해인자 발생실태

직접적으로 푸르푸릴 알콜 물질을 탱크에 투입함으로, 투입 시 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 원재료에 15%로 함유 되었으나, 직접투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성이 있음

나. 1일 1회 사용 푸르푸릴 알콜 15% 함유된 혼합물질을 연간 20ton 사용

다. 1인 1조로 1명 필드근무자로 구성되며 3조3교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○내화 공장의 푸르푸릴 알콜 측정결과

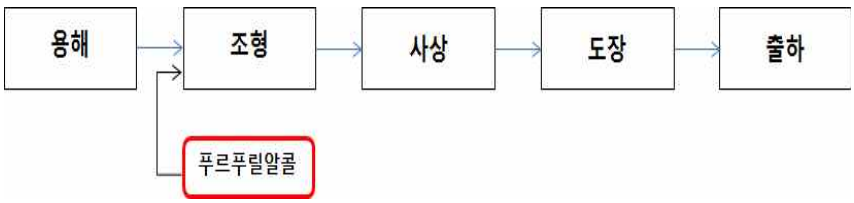
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
1공장	필드근무자	1	8시간 (3조3교대)	연속	개인	10:30~16:30	1	불검출	10	미만
	투입탱크 옆			연속	지역	10:30~16:30	1	불검출	10	미만
	투입탱크 주위			연속	지역	10:30~16:30	1	불검출	10	미만
	중합공정			연속	지역	10:30~16:30	1	불검출	10	미만
	혼합물질 저장탱크			연속	지역	10:30~16:30	1	불검출	10	미만
	혼합물질 저장탱크 옆			연속	지역	10:30~16:30	1	불검출	10	미만

2-5) ○○주물공업

○ 사업장 개요

① 작업공정

철과물을 녹여 조형물을 생산하는 사업장으로 조형물 생산 시, 틀에 맞게 고정하기 위해 푸루푸릴알콜이 함유되어진 푸란수지 사용



② 유해인자 발생실태

푸란수지 투입작업 시, 공기 중에 유해인자가 노출되어 노출의 위험이 있음

③ 작업장 상황

가. 자동화 되어진 배관을 통해 투입되어 노출의 위험은 다소 낮음

나. 푸르푸릴 알콜이 함유(40-50%)되어진 푸란수지 연간 10ton 가량 사용

다. 1일 8시간의 근무형태(조형작업이 있을 시, 작업)

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 주물공업 공장의 푸루푸릴알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
조형 작업	필드근무자	2	8시간	연속	개인	09:15~16:25	1	불검출	10	미만
	약품보관소			연속	지역	09:15~16:25	1	불검출	10	미만
	약품보관소			연속	지역	09:15~16:25	1	불검출	10	미만
	원료투입구			연속	지역	09:15~16:25	1	불검출	10	미만
	원료투입구			연속	지역	09:15~16:25	1	불검출	10	미만
	원료투입구			연속	지역	09:15~16:25	1	불검출	10	미만

3. 크로톤알데히드

<표> 크로톤알데히드의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	7	1	5	1	750	29
자체조사	-	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	7	1	5	1	750	29

크로톤알데히드의 경우 실태조사 및 K2B자료에 의거하여 조사를 실시하였고, 7개소 사업장 중, 6개소 사업장은 현재 취급 및 사용이 중단되었으며, 1개소 사업장만이 취급 및 사용을 하고 있는 것으로 조사되었다. 앞서 조사되어진 1개소 사업장을 대상으로 측정을 실시하려 했으나, 사업장의 영업비밀상 사업장 방문이 불가피하게 되어 측정을 진행하지 못하였다.

4. 메틸메타크릴레이트

4-1) ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 수지공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA를 주원료로 중합방식은 현탁중합 및 BATCH TYPE을 적용

원재료입고 → 중합 → 메이크업 → 드라이 → 압출 → 포장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합, 메이크업 : 반응기에 투입된 MMA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험은 없으며, 주입구 벨브 조작 작업만을 실시

나. 원재료의 투입은 차량운전업체 쪽에서 진행

다. 연간 약 8ton의 MMA를 부원료로 사용, 4조3교대로 작업

라. 옥외작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 수지공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	1	8시간 (일근)	연속	개인	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank사다리			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank주입벨브			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank압력계			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만

4-2) ○○ Methylmethacrylate-Butadiene-Styrene(MBS) 수지공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA를 부원료로 반응기에 투입 후, 유화중합에 의한 Latex 생산

원재료입고 → 중합 → 응집, 건조 → 저장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합 : 반응기에 투입된 MMA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험은 없음

나. 원재료의 투입은 차량운전업체 쪽에서 진행

다. 연간 약 9000ton의 MMA를 부원료로 사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Methylmethacrylate-Butadiene-Styrene(MBS) 수지공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

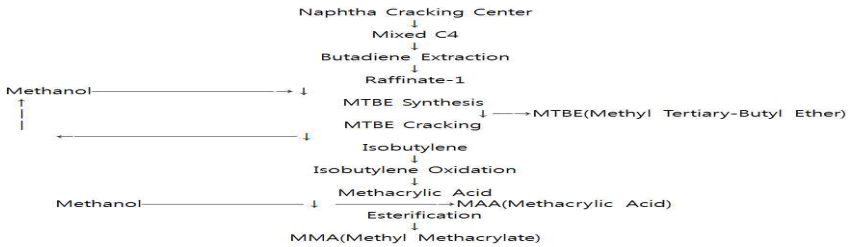
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	1	8시간 (일근)	연속	개인	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank사다리			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank주입벨브			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank압력계			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank주입구			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만

4-3) ○○ Methylmethacrylate(MMA) 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA의 제조 공정은 일본 스미모토화학과 일본 촉매가 개발하여 공업화한 이소부틸렌 기상산화법(C4 직산법)을 이용하여 생산을 하고 있음. 이소부틸렌 기상 산화법은 공해물질이 발생하지 않으며 고품질의 MMA를 생산 함. C4 잔사유에서 추출한 이소부틸렌을 기상에서 산화시켜 MAA(메탈크릴산)을 제조하여 생산하며 MAA(메탈크릴산)를 메탄올로 에스테르화 시켜 MMA를 생산 함



② 유해인자 발생실태

직접적으로 물질을 취급하진 않지만 점검을 하는 가운데 MA중합탱크 점검 시 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없으나 가끔 샘플 채취 작업 시 노출 위험

나. MMA 월사용량은 3.918톤

다. 2인 1조로 2명 필드근무자로 구성되며 4조3교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Methylmethacrylate(MMA) 공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

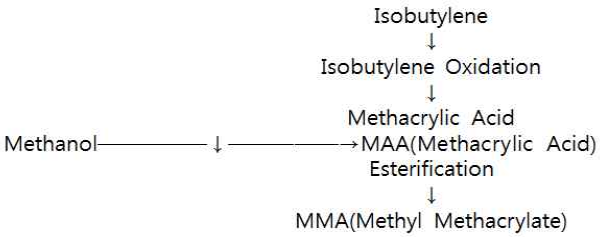
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
MMA3	필드근무자	4	8시간 (4조3교대)	연속	개인	9:00~16:00	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~16:00	1	불검출	50	미만
	MMA탱크			연속	지역	9:00~16:00	1	불검출	50	미만
	MMA탱크 옆			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA반응기			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA주입구			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만

4-4) ○○ Methylmethacrylate(MMA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

이소부틸렌 기상 산화법은 공해물질이 발생하지 않으며 고품질의 MMA를 생산 함. C4 잔사유에서 추출한 이소부틸렌을 기상에서 산화시켜 MAA(메탈크릴산)을 제조하여 생산하며 MAA(메탈크릴산)를 메탄올로 에스테르화 시켜 MMA를 생산 함.



② 유해인자 발생실태

Raffinate-1중의 (40-45 WT % I-C4)가 합성반응기에서 메탄올과 반응을 한 후 생산 된 MTBE가 분해 반응기를 거치면서 MMA(메틸메타크릴레이트)의 원료가 되는 I-C4가 생성되어 원료로 사용 됨.

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없으나 가끔 샘플 채취 작업 시 노출 위험

나. MMA 월사용량은 6.333톤

다. 2인 1조로 2명 필드근무자로 구성되며 4조3교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Methylmethacrylate(MMA) 생산 공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
MMA2	필드근무자	5	8시간 (4조3교대)	연속	개인	9:00~16:10	1	0.1492	50	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA탱크			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA탱크 옆			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA반응기			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만
	MMA주입구			연속	지역	9:00~16:10	1	불검출	50	미만

4-5) ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA와 MA를 주원료로 중합방식은 현탁중합 및 BATCH TYPE을 적용

원재료입고 → 중합 → 메이크업 → Solution Tank → 드라이 → 압출 → 포장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합, 메이크업 : 반응기에 투입된 MMA, MA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며, 메이크업탱크에 첨가제 넣는 작업만 함

나. 1일 10회 메이크업 탱크에 첨가제 넣는 작업함

다. 월 4400ton의 MMA사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
1공장	필드근무자	2	8시간 (일근)	연속	개인	09:47~16:50	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	09:48~16:50	1	불검출	50	미만
	메이크업탱크앞			연속	지역	09:40~16:50	1	불검출	50	미만
	메이크업탱크뒤			연속	지역	09:41~16:50	1	불검출	50	미만
	저장 탱크왼쪽			연속	지역	09:40~16:50	1	불검출	50	미만

4-6) ○○ MPEGMA 합성·생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

부원료인 에스테르화합물 MMA를 에스테르교환 반응을시켜 SpecialtyAcrylate인 MPEGMA를 제조하는 공정으로 시멘트의 강도와 유동화 재를 위해 첨가되는 polymer 제품 생산 함

반응원료 및 촉매투입 → 혼합→ 가열 → 반응 → 정제 → 회수 → 저장→ 출하

② 유해인자 발생실태

직접적으로 물질을 취급하진 않지만 점검을 하는 가운데 MMA적화 공정에서 MMA에 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 부원료로 사용되는 MMA의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출 위험성이 적으며 점검 작업을 주로 함

나. 월 130ton의 MMA사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ MPEGMA 합성·생산 공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	1	8시간 (교대)	연속	개인	07:40~14:00	1	0.0761	50	미만
	메이크업 탱크 앞			연속	지역	07:40~14:10	1	불검출	50	미만
	저장 탱크 앞쪽			연속	지역	07:45~14:05	1	불검출	50	미만
	밸브함 옆			연속	지역	07:47~14:07	1	불검출	50	미만
	반응기 뒤			연속	지역	07:50~14:07	1	불검출	50	미만
	반응기 옆			연속	지역	07:50~14:07	1	불검출	50	미만

4-7) ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA와 MA를 주원료로 중합방식은 현탁중합 및 BATCH TYPE을 적용

원재료입고 → 중합 → 메이크업 → Solution Tank → 드라이 → 압출 → 포장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합, 메이크업 : 반응기에 투입된 MMA, MA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며 메이크업탱크에 첨가제 넣는 작업만 함

나. 연간 1440ton의 MA사용

다. 4조3교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
2공장	필드근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	08:00~14:20	1	0.2477	50	미만
	반응기 탱크 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	반응기 탱크 앞			연속	지역	08:00~14:20	1	0.045	50	미만
	반응기 탱크 뒤			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0392	50	미만
	투입 배관1 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0292	50	미만
	투입 배관2 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0385	50	미만
	투입 배관3 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만

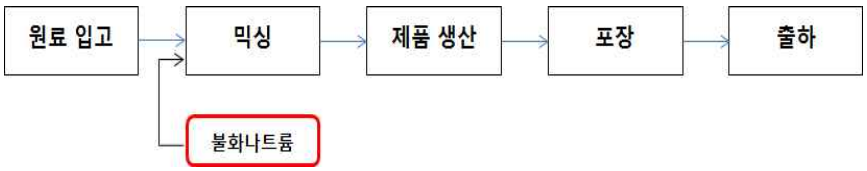
5. 무기 불화물 (Fluorides)

5-1) ○○베르그

○ 사업장 개요

① 작업공정

철강 사업장의 슬러브, 철강, 철근 등의 케스팅 주조에 불화나트륨을 취급하는 사업장으로, 주력 제품으로는 MOLD FLUX이고, 이 제품의 주역할은 철과물의 주형과 응고간의 윤활작용을 하는데 사용되어 진다. 또한 대기로부터 용강표면을 차단하여 보온 및 재산화 방지에도 사용되어진다.



② 유해인자 발생실태

불화나트륨을 믹싱탱크에 투입 시, 노출 위험의 가능성 있음

③ 작업장 상황

가. 불화나트륨 투입 시. 파우더 형태의 포장물에서 투입하기 때문에 노출위험 있음

나. 불화나트륨의 연간 사용량은 약 200ton 가량 사용 됨

다. 3조3교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○베르그의 가스상 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(mg/m3)	노출기준(mg/m3)	측정농도평가결과
생산 공장	필드 근무자	2	8시간(3조3교대)	연속	개인	09:00~15:10	1	0.0234	2.5	미만
	필드 근무자			연속	개인	09:00~15:10	1	0.0249	2.5	미만
	믹싱탱크 앞			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0329	2.5	미만
	재활용통 옆			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0212	2.5	미만
	환풍기 옆			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0179	2.5	미만
	배전기 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0212	2.5	미만
	환풍기 옆			연속	지역	09:00~15:10	1	0.02	2.5	미만
	샘플링 탱크1 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0166	2.5	미만
	샘플링 탱크1 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.018	2.5	미만
	포장기 옆			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0181	2.5	미만
	배전기 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0224	2.5	미만
	포장기 옆			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0194	2.5	미만
	샘플링 탱크2 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0164	2.5	미만
	샘플링 탱크2 위			연속	지역	09:00~15:10	1	0.0194	2.5	미만

<표> ○○베르그의 입자상 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
ABS	필드근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	환풍기 옆			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	믹싱탱크 앞			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	믹싱탱크 옆			연속	개인	9:10~16:15	1	불검출	50	미만
	믹싱탱크 뒤			연속	지역	9:10~16:20	1	불검출	50	미만
	재활용통 옆			연속	지역	9:10~16:20	1	불검출	50	미만
	배전기 위			연속	지역	9:15~16:20	1	불검출	50	미만

5-2) ○○산업

○ 사업장 개요

① 작업공정

불화나트륨을 취급하는 사업장으로, 자동차 엔진이나 철과물들의 불순물을 제거하는 약품을 생산하는 사업장



② 유해인자 발생실태

불화나트륨을 믹싱탱크에 투입 시, 노출 위험의 가능성 있음

③ 작업장 상황

가. 불화나트륨 투입 시. 파우더 형태의 포장물에서 투입하기 때문에 노출위험 있음

나. 불화나트륨의 연간 사용량은 약 900ton 가량 사용 됨

다. 1일 8시간 일근 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○산업의 가스상 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m3)	노출 기준 (mg/m3)	측정 농도 평가 결과
생산 공장	필드 근무자	1	8시간 (3조3교대)	연속	개인	09:10~15:00	1	0.0188	2.5	미만
	약품보관대			연속	개인	09:10~15:00	1	0.0274	2.5	미만
	혼합기 옆			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0247	2.5	미만
	혼합기 뒤			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0329	2.5	미만
	혼합기 앞			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0229	2.5	미만
	혼합기 펌프			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0139	2.5	미만

<표> ○○산업의 입자상 무기 불화물 측정결과

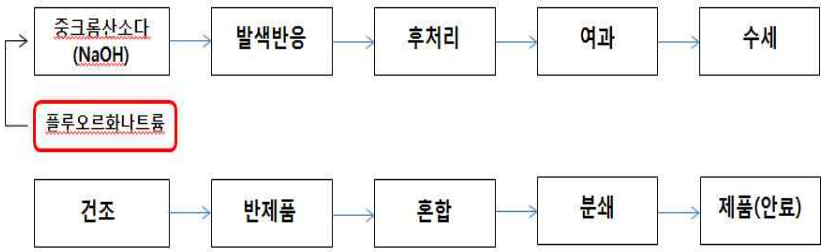
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
ABS	필드근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	09:10~15:00	1	0.0085	50	미만
	약품보관대			연속	개인	09:10~15:00	1	0.0756	50	미만
	약품보관대			연속	개인	09:10~15:00	1	0.0661	50	미만
	혼합기 앞			연속	개인	09:10~15:00	1	0.0313	50	미만
	혼합기 옆			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0318	50	미만
	혼합기 뒤			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0787	50	미만
	배전기 위			연속	지역	09:10~15:00	1	0.0014	50	미만

5-3) ○○정밀화학

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○정밀화학에서는 무기 불화물을 페인트 재료가 되는 안료를 만들 때 사용한다. 공정 당 약 9kg 정도 들어가는데 보통 4~5개 공정을 가동. 1일 평균 40~45kg 정도 사용하고, 연간 5.8ton 정도 사용



② 유해인자 발생실태

직접적으로 무기 불화물 물질을 탱크에 투입함으로, 투입 시 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 원재료 무기 불화물을 직접투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성이 있음

나. 1일 1회 사용 무기 불화물을 4~5개의 공정에서 연간 5.8 ton 사용

다. 2인 1조로 2명 필드근무자로 구성되며 3조3교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 정밀화학의 무기 불화물 측정결과

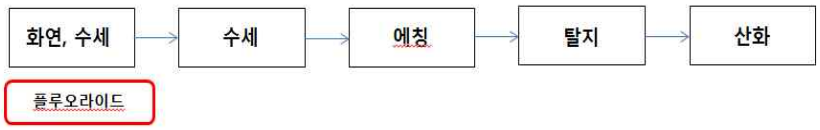
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m3)	노출 기준 (mg/m3)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	2	8시간 (3조3교대)	연속	개인	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	필드근무자			연속	개인	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	투입탱크			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	투입탱크			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	반응조			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	혼합탱크			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만
	혼합탱크			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	2.5	미만

5-4) ○○금속

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○금속 공장에서는 무기 불화물을 알루미늄 표면 처리제로 사용하고, 한달에 50g/L 정도 사용한다. 연간 440L 정도 사용한다.



② 유해인자 발생실태

직접적으로 무기 불화물을 취급하지 않고 자동 투입 되므로 물질을 투입 시에는 노출 위험 없지만, 안전 보호구를 착용하고 작업을 하지만, 작업 시 노출이 발생할 수 있음

③ 작업장 상황

가. 자동화 투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 없지만, 작업 시 노출이 발생할 수 있음

나. 1달에 50g/L 사용하고, 연간 약 440L 사용

다. 2인 1조로 1명 필드근무자로 구성되며 1조1교대 근무 중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○금속의 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m3)	노출 기준 (mg/m3)	측정 농도 평가 결과
생산	수세 공정 1	1	8시간 (1조1교대)	연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	수세 공정 2			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	화연 공정 1			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	화연 공정 2			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	연질양극 산화 공정 1			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	경질양극 산화 공정 2			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만
	화학물질보관소			연속	지역	9:50~16:00	1	불검출	2.5	미만

5-5) ○○○닉스

○ 사업장 개요

① 작업공정

반도체 사업장으로 LAL15 및 LAL50의 공정에서 웨이퍼 세정작업 시. 무기불화물이 발생한다. LAL15와 LAL50에는 (NH4)F와 HF가 함유되어 있다.



② 유해인자 발생실태

전 공정의 흐름이 자동화 시스템을 갖추고 있어 노출위험 없음

③ 작업장 상황

가. LAL15와 LAL50의 세정액은 자동화 시스템에 의해 노출위험 없음

나. LAL15는 월간 22,000L, LAL50은 월간 4,000L 사용

다. 4조3교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표 > ○○○닉스의 가스상 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m3)	노출 기준 (mg/m3)	측정 농도 평가 결과
1공장	필드 근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	개인	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	지역	11:30~17:50	1	0.0058	2.5	미만
	DWS 공정			연속	지역	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
3공장	ETCH 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	0.005	2.5	미만
	DWS 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	불검출	2.5	미만

<표> ○○○닉스의 입자상 무기 불화물 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m3)	노출 기준 (mg/m3)	측정 농도 평가 결과
1공장	필드 근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	개인	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	지역	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
	DWS 공정			연속	지역	11:30~17:50	1	불검출	2.5	미만
3공장	ETCH 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	불검출	2.5	미만
	ETCH 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	불검출	2.5	미만
	DWS 공정			연속	지역	13:50~20:10	1	불검출	2.5	미만

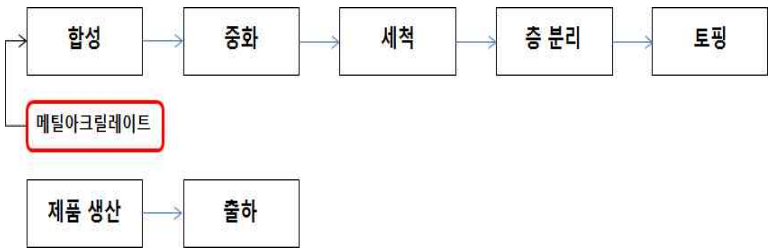
6. 메틸 아크릴레이트

6-1) ○○산업

○ 사업장 개요

① 작업공정

MA를 부원료로 사용하며, 산화방지제 용도로 사용



② 유해인자 발생실태

직접적으로 물질을 취급하진 않지만, MA 중합탱크 점검 시 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 부재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없음

나. MA를 부원료로 년간 7800ton 가량 사용

다. 3조 2교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○산업의 메틸 아크릴레이트 측정결과

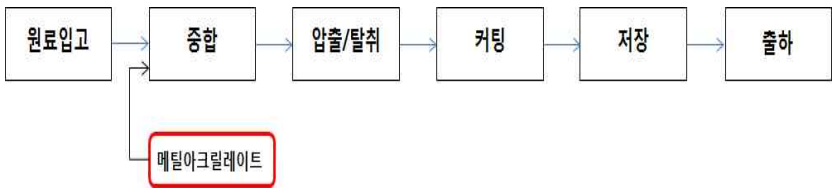
부서/공정	단위 작업 장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
생산 1공장	필드근무자	1	8시간 (3조2교대)	연속	개인	09:00~15:30	1	0.8035	10	미만
	필드근무자			연속	개인	09:00~15:30	1	0.4236	10	미만
	중합탱크 뒤			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	난관			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	압력계 옆			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	압력계 옆			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	중합탱크 투입구			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	중합탱크 투입구			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	중합탱크 조작기기 위			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만
	중합탱크 조작기기 위			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	10	미만

6-2) ○○MRC

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA를 주원료로 사용하며, MA를 부원료로 PMMA 플라스틱 제품을 생성할 때 사용



② 유해인자 발생실태

직접적으로 물질을 취급하진 않지만, MA 저장탱크 점검 또는 MA 주입시. 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 부원료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없음

나. MA를 부원료로 년간 1500ton 가량 사용

다. 4조 3교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○MRC의 메틸 아크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산 3공장	필드근무자	1	8시간 (4조3교대)	연속	개인	09:10~15:30	1	0.0174	10	미만
	탱크펌프설비			연속	지역	09:10~15:30	1	불검출	10	미만
	탱크 주입구			연속	지역	09:10~15:30	1	불검출	10	미만
	탱크 밸브1			연속	지역	09:10~15:30	1	0.008	10	미만
	탱크밸브2			연속	지역	09:10~15:30	1	0.0085	10	미만
	탱크 압력계			연속	지역	09:10~15:30	1	불검출	10	미만

6-3) ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA와 MA를 주원료로 중합방식은 현탁중합 및 BATCH TYPE을 적용

원재료입고 → 중합 → 메이크업 → Solution Tank → 드라이 → 압출 → 포장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합, 메이크업 : 반응기에 투입된 MMA, MA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며, 메이크업탱크에 첨가제 넣는 작업만 함

나. 1일 10회 메이크업 탱크에 첨가제 넣는 작업함

다. 월 280ton의 MA사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장의 메틸 아크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
1공장	필드근무자	2	8시간 (일근)	연속	개인	09:47~16:50	1	불검출	50	미만
	필드근무자			연속	개인	09:48~16:50	1	불검출	50	미만
	메이크업탱크앞			연속	지역	09:40~16:50	1	불검출	50	미만
	메이크업탱크뒤			연속	지역	09:41~16:50	1	불검출	50	미만
	저장 탱크왼쪽			연속	지역	09:40~16:50	1	불검출	50	미만

6-4) ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

MMA와 MA를 주원료로 중합방식은 현탁중합 및 BATCH TYPE을 적용

원재료입고 → 중합 → 메이크업 → Solution Tank → 드라이 → 압출 → 포장 → 출하

② 유해인자 발생실태

중합, 메이크업 : 반응기에 투입된 MMA, MA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며
메이크업탱크에 첨가제 넣는 작업만 함

나. 연간 132ton의 MA사용,

다. 4조3교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ PolyMethylmethacrylate(PMMA) 생산 공장의 메틸 아크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
2공장	필드근무자	1	8시간(4조3교대)	연속	개인	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	반응기 탱크 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.002	50	미만
	반응기 탱크 앞			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0019	50	미만
	반응기 탱크 뒤			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	투입 배관1 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	투입 배관2 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	투입 배관3 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	약품보관함 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	약품보관함 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만
	탱크밸브1 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0028	50	미만
	탱크밸브2 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.003	50	미만
	탱크밸브3 옆			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0042	50	미만
	탱크 조작기1 위			연속	지역	08:00~14:20	1	0.004	50	미만
	탱크 조작기2 위			연속	지역	08:00~14:20	1	0.003	50	미만
	탱크 조작기3 위			연속	지역	08:00~14:20	1	0.0029	50	미만
	반응기 주변 창틀			연속	지역	08:00~14:20	1	불검출	50	미만

6-5) ○○첨가제

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○첨가제는 메틸 아크릴레이트를 주원료로 하여 플라스틸 산화방지제를 생산하는 업체이다.



② 유해인자 발생실태

점검등의 작업은 작업자의 직접적인 노출은 없지만, MA적하 공정에서 MA에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출 위험성이 적으며 점검 작업을 주로 함

나. 메틸메타크릴레이트는 월 66ton 사용

다. 작업형태는 2교대 근무로 1일 12시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○첨가제의 메틸메타크릴레이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
사출	반응-MA1	2	8시간	연속	개인	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	반응-MA2			연속	개인	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	반응기옆1			연속	지역	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	반응기옆2			연속	지역	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	테이블1			연속	지역	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	테이블2			연속	지역	9:35~16:45	1	불검출	2	미만
	소화전위1			연속	지역	9:40~16:50	1	불검출	2	미만
	소화전2			연속	지역	9:40~16:50		불검출	2	미만
	소화전3			연속	지역	9:40~16:50		불검출	2	미만
	반응기뒤1			연속	지역	9:40~16:50		불검출	2	미만
	반응기뒤2			연속	지역	9:40~16:50		불검출	2	미만
	반응기뒤3			연속	지역	9:40~16:50		불검출	2	미만

7. 큐멘

7-1) ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 수지공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

반응공정 → 조촉매 제조 공정 → 탈수 공정 → 결정화 공정 → 탈펜탄 공정 → 정류/프릴링 공정 → 탈페놀 공정 → 벤트 스크럽 공정

② 유해인자 발생실태

반응 : 반응기에 투입 된 큐멘에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며 첨가제 넣는 작업만 함

나. 연간 2ton의 큐멘 사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Acrylonitrile-Butadiene-Styrene(ABS) 수지공장의 큐멘 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	1	8시간 (일근)	연속	개인	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	큐멘 드럼통 앞			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	큐멘 드럼통 뒤			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:12~15:33	1	불검출	50	미만

7-2) ○○ Methylmethacrylate-Butadiene-Styrene(MBS) 수지공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

반응공정 → 조촉매 제조 공정 → 탈수 공정 → 결정화 공정 → 탈펜탄 공정 → 정류/프릴링 공정 → 탈페놀 공정 → 벤트 스크럽 공정

② 유해인자 발생실태

반응 : 반응기에 투입 된 큐멘에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 큐멘을 자동투입을 하지만, 투입 전 큐멘 드럼통 개봉 시,
개인노출 위험 있음

나. 드럼통 개봉은 하루 평균 1~2통 개봉 작업

다. 연간 1ton의 큐멘 사용, 4조3교대로 작업

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Methylmethacrylate-Butadiene-Styrene(MBS) 수지공장의 큐멘 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	1	8시간 (일근)	연속	개인	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank옆			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank사다리			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank주입벨브			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank압력계			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만
	Tank주입구			연속	지역	09:00~15:30	1	불검출	50	미만

7-3) ○○ Bisphenol A(BPA) 생산 공장

○ 사업장 개요

① 작업공정

반응공정 → 조촉매 제조 공정 → 탈수 공정 → 결정화 공정 → 탈펜탄 공정 → 정류/프릴링 공정 → 탈페놀 공정 → 벤트 스크럽 공정

② 유해인자 발생실태

반응 : 반응기에 투입된 큐멘에 노출위험

③ 작업장 상황

가. 원재료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성 없으며 첨가제 넣는 작업만 함

나. 작업형태는 SAMPLING STRAINER 진행

다. 연간 4억 92,00 ton의 큐멘 사용, 4조3교대로 작업

라. 국소배기장치 없음

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ Bisphenol A(BPA) 생산 공장의 큐멘 측정결과

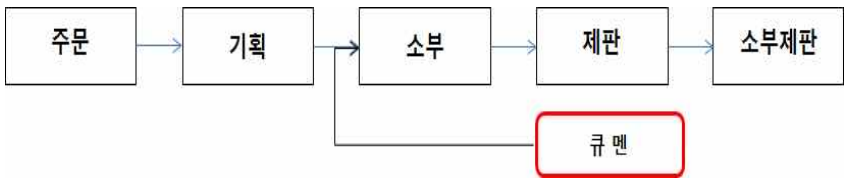
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
큐멘/페놀	필드근무자	4	8시간 (일근)	연속	개인	09:05~16:15	1	3.5963	50	미만
	필드근무자			연속	개인	09:05~16:15	1	10.2161	50	미만
	필드근무자			연속	개인	09:06~16:16	1	0.626	50	미만
	필드근무자			연속	개인	09:06~16:16	1	0.0656	50	미만
	탱크주입구			연속	지역	09:06~16:16	1	0.8266	50	미만
	탱크주입구			연속	지역	09:06~16:16	1	0.6469	50	미만
	탱크 뒤			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만
	탱크 뒤			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만
	탱크 앞			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만
	탱크 앞			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만
	탱크왼쪽			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만
	탱크왼쪽			연속	지역	09:06~16:16	1	불검출	50	미만

7-4) ○○하우스

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○ 하우스는 인쇄 사업장으로 소부공정에서 원고를 바탕으로 도안된 필름을 편집하고 판에 옮기는 작업을 한다. 소부를 마친 인쇄판을 기계에 걸고 운전하면 인쇄물이 나오고 이것을 비닐과 종이에 밀착시키는 코팅과정을 거쳐 인쇄물이 완성된다.



② 유해인자 발생실태

소부 작업 시 사용되는 혼합 유기화합물(현상액70ℓ/월, 수정액1ℓ/월등) 사용으로 큐멘이 발생

③ 작업장 상황

가. 소부작업은 자동과 수동 작업 두 종류의 작업이 있으며, 수동 작업 시, 더 많은 유해물질에 노출 됨

나. 현상액 70ℓ/월 수정액 1,ℓ/월사용중

다. 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○하우스의 큐멘 측정결과

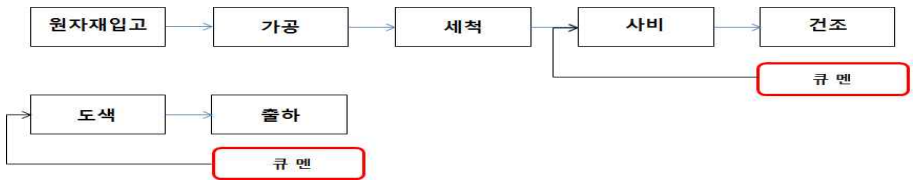
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
소부	소부작업자1	2	8시간	연속	개인	10:00~17:10	1	0.0422	50	미만
	소부작업자2			연속	개인	10:00~17:10	1	0.0402	50	미만
	자동소부기옆1			연속	지역	10:00~17:10	1	불검출	50	미만
	자동소부기옆1			연속	지역	10:00~17:10	1	불검출	50	미만
	수동소부기1			연속	지역	10:05~17:15	1	불검출	50	미만
	수동소부기2			연속	지역	10:05~17:15	1	불검출	50	미만
	수동소부기3			연속	지역	10:05~17:15	1	불검출	50	미만

7-5) ○○기공

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○ 기공은 인덱스 제품의 케이스를 생산하는 업체로, 기계가공이 끝난 제품의 녹 방지를 위한 사비작업과 도색작업에서 페인트에 신너를 희석해서 사용한다.



② 유해인자 발생실태

사비/도색 작업 시 페인트와 신너 등, 혼합유기화합물 사용으로 작업 시, 큐멘 발생

③ 작업장 상황

가. 사비작업은 붓으로 도장을 하고 있으며, 도색작업은 에어를 이용한 분무도장을 하고있다. 국소배기설비가 설치되어 있다.

나. 페인트 80ℓ/월 신너 20,ℓ/월사용중

다. 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○기공의 큐멘 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
도색	도색작업자	1	8시간	연속	개인	10:10~17:20	1	0.0707	50	미만
	작업대1			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	50	미만
	작업대2			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	50	미만
	페인트저장소1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	50	미만
	페인트저장소2			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	50	미만
	건조기1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0886	50	미만
	건조기2			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	50	미만

8. 디아세톤 알콜

8-1) ○○ 금속인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

스프레이 분무식 → 열건조(금속표면 인쇄에 사용됨)

② 유해인자 발생실태

스프레이 분무 및 열건조가 이루어지므로 냄새는 매우 심하나 다른 물질사용도 있으므로 해당 디아세톤 알콜에 의한 냄새라고만 보기는 어려움.

- 투입시간 : 일정시간간격으로 분사하는 형태임.
- 취급량 : 180 L/일 * 10 % = 18 L/일연 4.3 톤

③ 작업장 상황

해당물질 때문으로 단정하기는 어려우나 냄새가 매우 심함.



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 금속인쇄의 디아세톤 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄	인쇄기	13	8시간 (일근)	불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	50	미만
	인쇄기			불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	50	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	50	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	50	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	50	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	50	미만

8-2) ○○페인트

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 혼합 → 제품출하 → 포장

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출

- 투입시간 : 회당 20-30 초.
- 취급량 : 연 2톤

③ 작업장 상황

해당 디아세톤 알콜의 원료 투입은 매우 단시간에 진행되기 때문에 노출시간이 극히 짧고 노출농도 또한 매우 낮을 것으로 예측 됨



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○페인트의 디아세톤 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
혼합	혼합기	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	11:30-15:40	1	불검출	50	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	50	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	50	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	50	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	50	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	50	미만

8-3) ○○유리섬유

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 혼합 → 바인더 제조 → 생산라인 투입

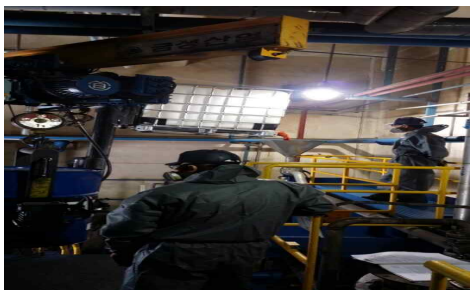
② 유해인자 발생실태

간헐적으로 해당 제품 투입 및 혼합시 노출

- 투입시간 : 회당 5시간 정도 작업
- 취급량 : 연 6.7톤

③ 작업장 상황

해당 디아세톤 알콜의 원료 투입은 간헐적으로 이루어지고, 해당물질이 1-5% 혼합된 형태의 바인더로 생산되며, 혼합작업은 하루에 2회 이루어지고 작업자 1명이 하루 5시간정도 작업을 진행한다. 디아세톤 알콜의 원료투입은 정기적으로 이루어지는 작업은 아니며, 필요시 이루어지는 작업형태이다.





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○유리섬유의 디아세톤 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
바인더 믹싱	바인더 믹싱	2	5시간 (일근)	불규칙	개인	10:25-14:12	1	불검출	50	미만
	바인더 믹싱			불규칙	개인	10:25-14:12	1	불검출	50	미만
	바인더 믹싱			불규칙	지역	10:30-14:12	1	불검출	50	미만
	바인더 믹싱			불규칙	지역	10:30-14:12	1	불검출	50	미만
	바인더 믹싱			불규칙	지역	10:35-14:12	1	불검출	50	미만
	바인더 믹싱			불규칙	지역	10:35-14:12	1	불검출	50	미만

8-4) ○○화학약품

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 소분 → 포장

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출.

- 투입시간 : 회당 1-4시간 작업
- 취급량 : 연 400-600 L

③ 작업장 상황

드럼통으로 들어오는 화학약품을 소분하여 판매하는 작업. 사람이 직접 드럼통에 있는 약품을 소분하여 작은 사이즈로 옮기는 작업. 간헐적으로 이루어지는 작업이기 때문에 연 사용량이 많지 않고 노출량이 크지 않음.



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○화학약품의 디아세톤 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
OR-Plant	OR-Plant	4	8시간 (일근)	불규칙	개인	09:00-15:20	1	불검출	50	미만
	OR-Plant			불규칙	개인	09:00-15:20	1	불검출	50	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	50	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	50	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	50	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	50	미만

8-5) ○○금속제조

○ 사업장 개요

① 작업공정

도장반 : 스프레이 용제를 분무하는 과정에서 금속에 도장 실시. 피니싱과정에서 접착력과 화학물질 저항성을 높이기 위해 도장실시

엔진분해/조립 : 엔진분해 및 조립시 금속 해체를 쉽게 하기 위한 용제로 사용함. 오일상태로 분무 후 일정시간 방치하면 나사 등을 분해하기 용이함. 나사 등의 마모 및 균열방지 효과. 윤활유의 한 종류

② 유해인자 발생실태

필요시 간헐적으로 사용, 노출

- 투입시간 : 도장반 : 회당 10-20분. 엔진분해/조립 : 회당 1-2분
- 취급량 : 연 0.24 Kg

③ 작업장 상황

도장반 : 매우 간헐적으로 이루어지는 작업으로 회당 10-20분정도의 작업이 이루어짐. 연간 사용량 매우 적음

엔진분해/조립 : 금속해체 작업시 나사의 마모나 균열 등을 방지할 목적으로 사용하나 분해/조립작업시에도 육안관찰 후 마모나 균열 등의 위험이 없다고 판단되면 해당 윤활유를 분무하지 않고 작업이 이루어지기도 하므로 매우 제한적으로 사용됨. 나사분해작업 전 윤활유 분무 후 일정시간 방치

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○금속제조의 디아세톤 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
도장반	도장반	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:55-11:50	1	불검출	50	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	50	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	50	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	50	미만
F100	엔진 분해/조립	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	11:10-11:50	1	불검출	50	미만
	엔진 분해/조립			불규칙	지역	11:10-11:50	1	불검출	50	미만

9. 노말-프로필 알콜

9-1) ○○금속인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

스프레이 분무식 → 열건조(금속표면 인쇄에 사용됨)

② 유해인자 발생실태

스프레이 분무 및 열 건조가 이루어지므로 냄새는 매우 심하나, 다른 물질 사용도 있으므로 해당 노말프로필 알콜에 의한 냄새라고만 보기는 어려움.

- 투입시간 : 일정시간간격으로 분사하는 형태임
- 취급량 : 180 L/일 * 10 % = 18 L/일연 4.3 톤

③ 작업장 상황

해당물질 때문으로 단정하기는 어려우나 냄새가 매우 심함



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○금속인쇄의 노말-프로필 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄	인쇄기	13	8시간 (일근)	불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	200	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	200	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	200	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	200	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	200	미만

9-2) ○○페인트

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 혼합 → 제품출하 → 포장

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출

- 투입시간 : 회당 20-30 초.
- 취급량 : 연 1.6 톤

③ 작업장 상황

해당 노말프로필 알콜의 원료 투입은 매우 단시간에 진행되기 때문에 노출시간이 극히 짧고 노출농도 또한 매우 낮을 것으로 예측 됨



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○페인트의 노말-프로필 알콜 측정결과

부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
혼합	혼합기	1	8시간(일근)	불규칙	개인	11:30-15:40	1	불검출	200	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	200	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	200	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	200	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	200	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	200	미만

9-3) ○○화학약품

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 소분 → 포장

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출.

- 투입시간 : 회당 1-4시간 작업
- 취급량 : 연 400-600 L

③ 작업장 상황

드럼통으로 들어오는 화학약품을 소분하여 판매하는 작업. 사람이 직접 드럼통에 있는 약품을 소분하여 작은 사이즈로 옮기는 작업. 간헐적으로 이루어지는 작업이기 때문에 연 사용량이 많지 않고 노출량이 크지 않음.



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○화학약품의 노말-프로필 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
OR-Plant	OR-Plant	4	8시간 (일근)	불규칙	개인	09:00-15:20	1	불검출	200	미만
	OR-Plant			불규칙	개인	09:00-15:20	1	불검출	200	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	200	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	200	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	200	미만
	OR-Plant			불규칙	지역	09:00-15:20	1	불검출	200	미만

9-4) ○○화학

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 혼합 → 중간재 생산 → 포장/출하

PVC 안정제로 쓰이는 중간재 생산에 활용되는 용제로써 수지를 녹이기 위해 투입되는 물질임

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출

- 투입시간 : 회당 1-2분 이하 작업
- 취급량 : 연 1.2 톤

③ 작업장 상황

1회 투입시간은 약 1-2분 정도 걸림. 즉 근로자의 직접적 노출시간은 1-2분 정도임. 해당 노말프로필 알콜에 의한 냄새라고 단정하기는 어려우나 투입되는 장소의 탱크 주변에서 냄새가 많이 발생됨





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○화학의 노말-프로필 알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
2F	반응기	4	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:20-16:20	1	불검출	200	미만
	반응기			불규칙	개인	10:20-16:20	1	불검출	200	미만
	반응기			불규칙	지역	10:20-16:20	1	불검출	200	미만
	반응기			불규칙	지역	10:20-16:20	1	불검출	200	미만
	반응기			불규칙	지역	10:20-16:20	1	불검출	200	미만
	반응기			불규칙	지역	10:20-16:20	1	불검출	200	미만

9-5) ○○종이인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

□□잉크제품 내 노말프로필 알콜이 포함되어 있으며, 해당 잉크제품이 종이박스에 분사되면서 인쇄되는 형태로 사용됨. 분사량이 매우 소량

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출.

- 투입시간 : 자동 연속 분사
- 취급량 : 연 240 mL

③ 작업장 상황

연속 투입되는 형식이나 자동으로 분사되며, 근로자들이 주변에서 상시 작업하는 것이 아니기 때문에 노출가능성은 매우 낮음





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○종이인쇄의 노말-프로필 알콜 측정결과

부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
인쇄기	인쇄기	1	8시간(일근)	불규칙	개인	08:30-14:30	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	지역	08:30-14:30	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	지역	08:30-14:30	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	지역	08:30-14:30	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	지역	08:30-14:30	1	불검출	200	미만
	인쇄기			불규칙	지역	08:30-14:30	1	불검출	200	미만

10. 나프탈렌

10-1) ○○ 금속제조

○ 사업장 개요

① 작업공정

열처리반 : 나프탈렌이 포함된 스프레이를 분사 후 방치. 금속 코팅을 통해 금속변색방지용

② 유해인자 발생실태

필요시 간헐적으로 사용. 노출.

- 투입시간 : 열처리반에서 20-30초 분무
- 취급량 : 연 50 mL

③ 작업장 상황

매우 간헐적으로 이루어지는 작업으로 회당 20-30초정도의 분무작업이 이루어짐. 연간 사용량 매우 적음

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 금속제조의 나프탈렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
열처리직	열처리반	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:45-11:50	1	불검출	10	미만
	열처리반			불규칙	지역	10:45-11:50	1	불검출	10	미만
	열처리반			불규칙	지역	10:45-11:50	1	불검출	10	미만
	열처리반			불규칙	지역	1045-11:50	1	불검출	10	미만
	열처리반			불규칙	지역	10:45-11:50	1	불검출	10	미만
	열처리반			불규칙	지역	40:45-11:50	1	불검출	10	미만

10-2) ○○ 용접봉

○ 사업장 개요

① 작업공정

용접봉 제조시 윤활제 투입시 윤활제에 포함되어 있음

분쇄 → 믹싱 → 윤활제 투입 (V 믹싱) → 제품출하 → 포장

② 유해인자 발생실태

필요 시, 간헐적으로 사용, 노출

- 투입시간 : 일 8시간 작업
- 취급량 : 연 1.68 톤

③ 작업장 상황

분쇄에서 포장까지 소요되는 시간 : 1시간 30분 소요

분쇄 : 1~2회 분쇄작업(회당 10-15분 소요)

나프탈렌이 타지 않고 미세하게 분쇄하기 위해 영업비밀물질 첨가

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 용접봉의 나프탈렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
윤활유 제조	윤활유 제조 (분쇄)	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	13:40-16:20	1	불검출	10	미만
	윤활유 제조 (분쇄)			불규칙	지역	13:40-16:20	1	3.57	10	미만
	윤활유 제조 (일반믹싱)			불규칙	지역	13:40-16:20	1	3.98	10	미만
	윤활유 제조 (일반믹싱)			불규칙	지역	13:40-16:20	1	불검출	10	미만
	윤활유 제조 (V믹싱)			불규칙	지역	13:40-16:20	1	불검출	10	미만
	윤활유 제조 (V믹싱)			불규칙	지역	13:40-16:20	1	불검출	10	미만

10-3) ○○렌즈

○ 사업장 개요

① 작업공정

렌즈흑칠 작업(도장/도포작업), 렌즈 테두리의 빛반사를 방지하기 위해 붓으로 먹칠작업을 수행(수작업)

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 일 8시간 작업
- 취급량 : 연 3 Kg

③ 작업장 상황

나프탈렌이 2.3 % 포함된 제품을 용기에 덜어 도장/도포하는 작업. 배기시설은 작업대 우편에 있고, 배기시설내부에는 먹칠된 렌즈 건조가 이루어지고 있음



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○렌즈의 나프탈렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
흑칠공정	흑칠공정	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:00-17:00	1	불검출	10	미만
	흑칠공정			불규칙	개인	10:00-17:00	1	불검출	10	미만
	흑칠공정			불규칙	지역	10:00-17:00	1	불검출	10	미만
	흑칠공정			불규칙	지역	10:00-17:00	1	불검출	10	미만
	흑칠공정			불규칙	지역	10:00-17:00	1	불검출	10	미만
	흑칠공정			불규칙	지역	10:00-17:00	1	불검출	10	미만

10-4) ○○ 인더스트리

○ 사업장 개요

① 작업공정

C9 석유수지 접착제 생산시 원부원료로 사용

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 24시간 연속작업
- 취급량 : 연 3,600톤 생산

③ 작업장 상황

C9 탄화수소를 공급받아 화학설비공정을 통해 최종 나프탈렌이 포함된 석유수지가 생산되며, C9공정에 전반적으로 냄새(석유)가 심함.



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 인더스트리의 나프탈렌 측정결과

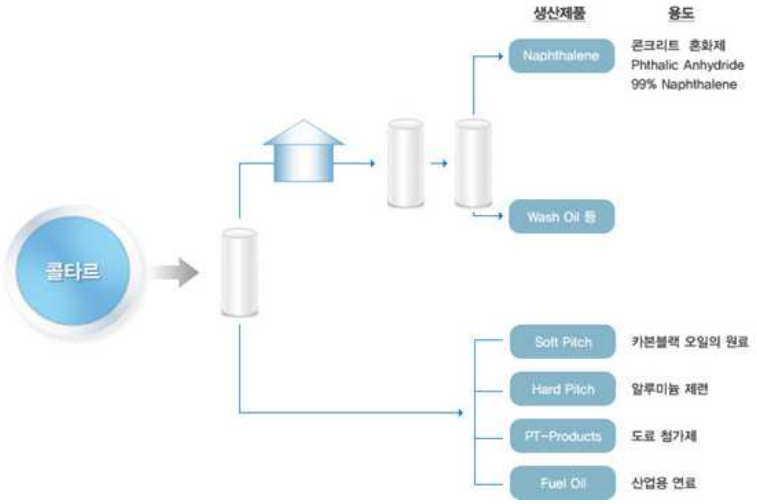
부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
C9	원료투입	1	4조3교대	규칙	지역	10:54-16:04	1	불검출	10	미만
	원료투입			규칙	지역	10:54-16:04	1	불검출	10	미만
	증류타워			규칙	지역	10:54-16:04	1	불검출	10	미만
	증류타워			규칙	지역	10:54-16:04	1	불검출	10	미만
	중화			규칙	지역	10:58-16:01	1	불검출	10	미만
	중화			규칙	지역	10:58-16:01	1	불검출	10	미만

10-5) ○○ 화학공업

○ 사업장 개요

① 작업공정

콜타르를 투입하여 최종 생산품으로 콘크리트 혼화제에 이용되는 나프탈렌을 제조함.



② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 24시간 연속작업
- 취급량 : 연 2,000톤 생산

③ 작업장 상황

화학설비공정을 통해 최종 나프탈렌을 생산하는 사업장임. 설비를 통해 공급되고 있고, 근로자는 하루 1-2회 현장을 돌아보는 정도이므로 노출가능성은 희박함

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 화학공업의 나프탈렌 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
제조	원료투입	1	4조3교대	규칙	지역	10:43-16:20	1	불검출	10	미만
	원료투입			규칙	지역	10:43-16:20	1	불검출	10	미만
	타워공정			규칙	지역	10:45-16:20	1	불검출	10	미만
	타워공정			규칙	지역	10:49-16:20	1	불검출	10	미만
	타워공정			규칙	지역	10:52-16:20	1	불검출	10	미만
	타워공정			규칙	지역	10:52-16:20	1	불검출	10	미만

11. 이소포론

11-1) ○○ 금속인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

스프레이 분무식 → 열건조(금속표면 인쇄에 사용됨)

② 유해인자 발생실태

스프레이 분무 및 열건조가 이루어지므로 냄새는 매우 심하나 다른 물질 사용도 있으므로 해당 이소포론에 의한 냄새라고만 보기는 어려움.

- 투입시간 : 일정시간간격으로 분사하는 형태임.
- 취급량 : 180 L/일 * 10 % = 18 L/일연 4.3 톤

③ 작업장 상황

해당물질 때문으로 단정하기는 어려우나 냄새가 매우 심함.



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 금속인쇄의 이소포론 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄	인쇄기	13	8시간 (일근)	불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	개인	08:30-14:40	1	불검출	5	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	5	미만
	인쇄기 전			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	5	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	5	미만
	열건조로			불규칙	지역	08:30-14:40	1	불검출	5	미만

11-2) ○○페인트

○ 사업장 개요

① 작업공정

원료투입 → 혼합 → 제품출하 → 포장

② 유해인자 발생실태

간헐적으로 필요시 오전시간에 투입하는 과정에서 노출

- 투입시간 : 회당 20-30 초
- 취급량 : 연 680 kg

③ 작업장 상황

해당 이소포론의 원료 투입은 매우 단시간에 진행되기 때문에 노출시간이 극히 짧고 노출농도 또한 매우 낮을 것으로 예측됨



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○페인트의 이소포론 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
혼합	혼합기	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	11:30-15:40	1	불검출	5	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	5	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	5	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	5	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	5	미만
	혼합기			불규칙	지역	11:30-15:40	1	불검출	5	미만

11-3) ○○ 금속제조

○ 사업장 개요

① 작업공정

도장반 : 스프레이 용제를 분무하는 과정에서 금속에 도장 실시. 피니싱과정에서 접착력과 화학물질 저항성을 높이기 위해 도장 실시

엔진분해/조립 : 엔진분해 및 조립시 금속 해체를 쉽게 하기 위한 용제로 사용함. 오일상태로 분무 후 일정시간 방치하면 나사 등을 분해하기 용이함. 나사 등의 마모 및 균열방지 효과. 윤활유의 한 종류

② 유해인자 발생실태

필요 시, 간헐적으로 사용. 노출.

- 투입시간 : 도장반 : 회당 10-20분. 엔진분해/조립 : 회당 1-2분
- 취급량 : 연 12 Kg

③ 작업장 상황

도장반 : 매우 간헐적으로 이루어지는 작업으로 회당 10-20분정도의 작업이 이루어짐. 연간 사용량 매우 적음

엔진분해/조립 : 금속해체 작업시 나사의 마모나 균열 등을 방지할 목적으로 사용하나 분해/조립작업시에도 육안관찰 후 마모나 균열 등의 위험이 없다고 판단되면 해당 윤활유를 분무하지 않고 작업이 이루어지기도 하므로 매우 제한적으로 사용됨. 나사분해작업 전 윤활유 분무 후 일정시간 방치

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 금속제조의 이소포론 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
도장반	도장반	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:55-11:50	1	불검출	5	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	5	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	5	미만
	도장반			불규칙	지역	10:55-11:50	1	불검출	5	미만
F100	엔진 분해/조립	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	11:10-11:50	1	불검출	5	미만
	엔진 분해/조립			불규칙	지역	11:10-11:50	1	불검출	5	미만

11-4) ○○정밀 스크린

○ 사업장 개요

① 작업공정

스크린 인쇄를 주로 하는 사업장으로써 작업시 이소포론이 포함되어 있음. 잉크 첨가제로 사용되는데 잉크 건조 지연제 역할을 함

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 간헐적으로 사용됨. 1일 1시간이내
- 취급량 : 연 18 L(1말)

③ 작업장 상황

인쇄실의 작업자는 6명이고, 스크린 인쇄에 따른 이소포론을 포함한 화학물질에 전반적으로 노출되고 있음. 보호구 미착용





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○정밀 스크린의 이소포론 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄실	인쇄기	6	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:00-11:00	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	개인	9:00-11:00	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	지역	9:00-11:00	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	지역	9:00-11:00	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	개인	9:00-11:00	1	불검출	5	미만
	인쇄기			불규칙	지역	9:00-11:00	1	불검출	5	미만

11-5) ○○스크린 인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

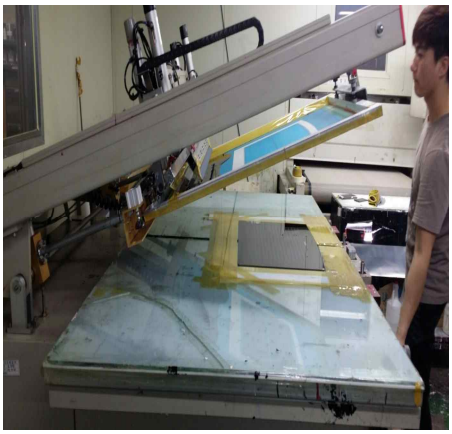
스크린 인쇄를 주로 하는 사업장으로써 작업시 이소포론이 포함되어 있음. 간판이나 블라인드 작업이 이루어짐

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 하루 8시간 작업
- 취급량 : 연 360 kg

③ 작업장 상황

작업자는 2명이고, 스크린 인쇄에 따른 이소포론을 포함한 화학물질의 노출이 많은 편임





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○스크린 인쇄의 이소포론 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄실	인쇄실	2	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:15-16:00	1	불검출	5	미만
	인쇄실			불규칙	개인	9:15-16:00	1	불검출	5	미만
	인쇄실			불규칙	지역	9:15-16:00	1	불검출	5	미만
	인쇄실			불규칙	지역	9:15-16:00	1	불검출	5	미만
	인쇄실			불규칙	개인	9:15-16:00	1	불검출	5	미만
	인쇄실			불규칙	지역	9:15-16:00	1	불검출	5	미만

12. 이피엔

<표> 이피엔의 실태조사 및 자체조사

구분	대상 사업장수	사용	미사용	폐업 또는 번호 불분명	총 사용량 (톤/년)	취급(노출) 근로자수
실태조사	13	0	7	6	-	-
자체조사	5	-	-	-	-	-
K2B	-	-	-	-	-	-
합계	18	0	7	6	0	0

이피엔의 경우 실태조사 및 K2B자료에 의거하여 조사를 실시하였고, 13개소 사업장 중, 7개소 사업장은 현재 취급 및 사용이 중단되었으며, 6개소 사업장은 폐업 또는 번호 불분명으로 조사되었다. 위의 조사내용과 같이 측정을 진행할 대상사업장이 없어 측정을 진행하지 못하였다.

13. 트리부틸포스페이스

13-1) 한국 ○○캠

○ 사업장 개요

① 작업공정

투입 → 믹싱 → 소분 → 포장

윤활유 제조 시, 고형화 방지용으로 투입

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 하루 1-2분 투입. 월 1회 사용
- 취급량 : 연 120 kg

③ 작업장 상황

작업자는 2명이고, 윤활유 고형화 방지용으로 월 1회 단시간 투입함. 노출 미약함





○ 작업환경측정 결과

<표> 한국 ○○캠의 트리부틸 포스페이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄실	작업대	2	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:02-16:05	1	불검출	0.2	미만
	작업대			불규칙	지역	9:04-16:05	1	불검출	0.2	미만
	작업대			불규칙	지역	9:04-16:05	1	불검출	0.2	미만
	작업대			불규칙	지역	9:04-16:05	1	불검출	0.2	미만
	작업대			불규칙	지역	9:04-16:05	1	불검출	0.2	미만
	작업대			불규칙	지역	9:04-16:05	1	불검출	0.2	미만

13-2) ○○ 켐텍

○ 사업장 개요

① 작업공정

투입 → 믹싱 → 포장

계면활성제 제조시 소량사용

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 2-3일에 한번씩 작업.
- 취급량 : 연 1.5 톤

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 원료투입에 약 30분 소요





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 켐텍의 트리부틸 포스페이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
원료 투입	원료투입	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:39-12:01	1	불검출	0.2	미만
	원료투입			불규칙	지역	10:39-12:01	1	불검출	0.2	미만
	원료투입			불규칙	지역	10:39-12:01	1	불검출	0.2	미만
	원료투입			불규칙	지역	10:39-12:01	1	불검출	0.2	미만
	포장			불규칙	지역	10:42-12:01	1	불검출	0.2	미만
	포장			불규칙	지역	10:42-12:01	1	불검출	0.2	미만

13-3) ○○젠

○ 사업장 개요

① 작업공정

투입 → 믹싱 → 포장

계면활성제 제조시 소량사용

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 간헐적 사용. Tank에 주입(투입시간 : 15분)
- 취급량 : 연 1.5 톤(월 100-200 kg)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 원료투입에 약 15분 이하 소요

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○젠의 트리부틸 포스페이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
계면 활성제	배합	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만
	배합			불규칙	개인	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만
	배합			불규칙	지역	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만
	배합			불규칙	지역	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만
	배합			불규칙	지역	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만
	배합			불규칙	지역	09:25-15:40	1	불검출	0.2	미만

13-4) ○○피텍

○ 사업장 개요

① 작업공정

투입 → 믹싱 → 포장

소포제 제조 시, 사용

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 월 1회 Tank에 투입(투입시간 : 15분)
- 취급량 : 연 10.8 톤(회당 900 kg)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 원료투입에 약 30분 소요



○ 작업환경측정 결과

<표> ○○피텍의 트리부틸 포스페이트 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
소포제	투입	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	09:30-11:55	1	불검출	0.2	미만

13-5) ○○텍

○ 사업장 개요

① 작업공정

투입 → 믹싱 → 포장(소포제 제조시 사용)

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 월 0.5-1 회 Tank에 투입(투입시간 : 10-15분)
- 취급량 : 연 1.0 톤이하(1-2개월에 1회)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 원료투입에 약 10-15분 소요

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○텍의 트리부틸 포스페이트 측정결과

부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
소포제	투입	1	8시간(일근)	불규칙	개인	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만
	투입			불규칙	지역	10:05-11:45	1	불검출	0.2	미만

14. 디메틸아미노벤젠

14-1) 솔○○ A

○ 사업장 개요

① 작업공정

재료 투입 → 절단 → 접착 → 제품출하 및 포장(악기 부품 제조)

접착제내 디메틸아미노벤젠이 일부 함유됨

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 일 1-4시간 정도 작업(접착제로 사용됨).
- 취급량 : 연 2.4 L(월 200 mL 사용)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 같은 공간 내 4명이 작업하고 있음. 다른 화학물질과 함께 노출되고 있으며 전체적으로는 본드 냄새가 조금 나고 있음

○ 작업환경측정 결과

<표> 솔○○ A의 디메틸아미노벤젠 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
접착	접착	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:30-16:00	1	불검출	0.5	미만

14-2) 솔○○ B

○ 사업장 개요

① 작업공정

재료 투입 → 절단 → 접착 → 제품출하 및 포장(악기 부품 제조)

접착제 내 디메틸아미노벤젠이 일부 함유됨

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 일 1-4시간 정도 작업(접착제로 사용됨).
- 취급량 : 연 2.4 L(월 200 mL 사용)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 같은 공간내 4명이 작업하고 있음. 다른 화학물질과 함께 노출되고 있으며 전체적으로는 본드냄새가 조금 나고 있음

○ 작업환경측정 결과

<표> 솔○○ B의 디메틸아미노벤젠 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
접착	접착	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	9:20-16:15	1	불검출	0.5	미만

14-3) ○○직

○ 사업장 개요

① 작업공정

재료 투입 → 절단 → 접착 → 제품출하 및 포장(악기 부품 제조)

접착제 내 디메틸아미노벤젠이 일부 함유됨

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 일 1-4시간 정도 작업(접착제로 사용됨)
- 취급량 : 연 2.4 L(월 200 mL 사용)

③ 작업장 상황

작업자는 1명이고, 같은 공간내 4명이 작업하고 있음. 다른 화학물질과 함께 노출되고 있으며 전체적으로는 본드냄새가 조금 나고 있음

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○직의 디메틸아미노벤젠 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
접착	접착	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만
	접착			불규칙	지역	10:00-11:05	1	불검출	0.5	미만

15. 삼차-부틸알콜

15-1) ○○금속프린팅

○ 사업장 개요

① 작업공정

금속프린팅 : 자동 분무

스틸드럼제작시 잉크에 함유되어 있음

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 연속 자동분무. 인쇄 통만 교체하면 자동으로 분무되는 형태임
- 취급/생산량 : 연 360 mL

③ 작업장 상황

스틸드럼 제작시 인쇄에 사용되는 잉크에 일부(1 %미만) 포함되어 있음

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○금속프린팅의 삼차-부틸알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
인쇄	프린팅	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:33-16:51	1	불검출	100	미만
	프린팅			불규칙	지역	9:34-16:52	1	불검출	100	미만
	프린팅			불규칙	지역	9:36-16:52	1	불검출	100	미만
	프린팅			불규칙	지역	9:36-16:53	1	불검출	100	미만
	프린팅			불규칙	지역	9:39-16:53	1	불검출	100	미만
	프린팅			불규칙	지역	9:39-16:53	1	불검출	100	미만

15-2) ○○약품

○ 사업장 개요

① 작업공정

약품 제조 시, 간헐적으로 투입.

투입 → 믹싱 → 약제품 출하 및 포장

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 20초내로 투입완료됨
- 취급/생산량 : 연 15 Kg

③ 작업장 상황

매우 간헐적으로 해당 약품 제조시 투입되며, 지난 2년동안의 총 취급량은 31.84 kg이었음. 투입시간 또한 20초 이내이므로 노출가능성은 매우 적음





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○약품의 삼차-부틸알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
믹싱	투입	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	10:18-11:50	1	불검출	100	미만
	투입			불규칙	지역	10:18-11:50	1	불검출	100	미만
	투입			불규칙	지역	10:18-11:50	1	불검출	100	미만
	믹싱			불규칙	지역	10:18-11:50	1	불검출	100	미만
	믹싱			불규칙	지역	10:18-11:50	1	불검출	100	미만
	포장			불규칙	지역	10:18-11:50	1	불검출	100	미만

15-3) ○○ PVC인쇄

○ 사업장 개요

① 작업공정

PVC 상·하수관 제작시 인쇄에 사용

투입 → 인쇄 → 건조 → 제품출하 및 포장

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 연속 자동분무에 의한 자동마킹, 인쇄 통만 교체하면 자동으로 분무되는 형태임
- 취급/생산량 : 연 1 L

③ 작업장 상황

자동 분무형태로 연속진행되며 자동마킹 후 건조로를 거쳐 제품의 출하 및 포장이 진행됨





○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ PVC인쇄의 삼차-부틸알콜 측정결과

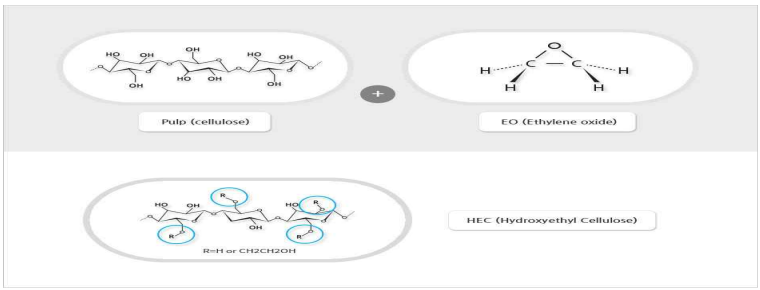
부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
인쇄	인쇄	1	8시간(일근)	불규칙	개인	9:23-14:26	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	9:23-14:26	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	9:23-14:26	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	9:23-14:26	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	9:23-14:26	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	9:23-14:26	1	불검출	100	미만

15-4) ○○정밀화학

○ 사업장 개요

① 작업공정

- HEC(hydroxyethylcellulose) 합성에 사용됨
- 반응물질로 삼차-부틸알콜이 첨가됨



② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 반응기내 라인을 통해 자동 투입되고 나머지 슬러리화된 물질을 다시 회수하여 반응을 진행하기 때문에 일반적인 작업과정에서 따로 투입이 이루어지기 어려움. 2-3달에 10-20톤 정도의 손실이 발생되기 때문에, 2-3달에 1회 10-20 톤을 투입함.
- 취급/생산량 : 연 10,000톤의 HEC 생산(그중 연 72톤의 삼차-부틸알콜이 투입됨)

③ 작업장 상황

라인을 통해 투입되기 때문에 실제로 근로자가 현장에서 노출될 가능성은 비정상적인 보수작업이외에는 없음. 보수작업은 외부 하청업체 근로자가 담당

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○정밀화학의 삼차-부틸알콜 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
3F	DC-32	1	8시간 (일근)	불규칙	지역	16:30-17:28	1	불검출	100	미만
	DC-32			불규칙	지역	16:30-17:28	1	불검출	100	미만
	DC-32			불규칙	지역	16:30-17:28	1	불검출	100	미만
1F	PUMP (회수설비 펌프)			불규칙	지역	16:40-17:52	1	불검출	100	미만
	PUMP (회수설비 펌프)			불규칙	지역	16:40-17:52	1	불검출	100	미만
	PUMP (회수설비 펌프)			불규칙	지역	16:40-17:52	1	불검출	100	미만

15-5) ○○ 파이프

○ 사업장 개요

① 작업공정

PVC 상·하수관 제작 시, 인쇄에 사용

투입 → 인쇄 → 건조 → 제품출하 및 포장

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 연속 자동분무에 의한 자동마킹, 인쇄 통만 교체하면 자동으로 분무되는 형태임.
- 취급/생산량 : 연 1 L - 1.5 L

③ 작업장 상황

자동 분무형태로 연속진행되며 자동마킹 후 건조로를 거쳐 제품의 출하 및 포장이 진행됨

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 파이프의 삼차-부틸알콜 측정결과

부서/공정	단위작업장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
인쇄	인쇄	1	8시간(일근)	불규칙	개인	10:18-15:50	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	10:18-15:50	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	10:18-15:50	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	10:18-15:50	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	10:20-11:50	1	불검출	100	미만
	인쇄			불규칙	지역	10:20-11:50	1	불검출	100	미만

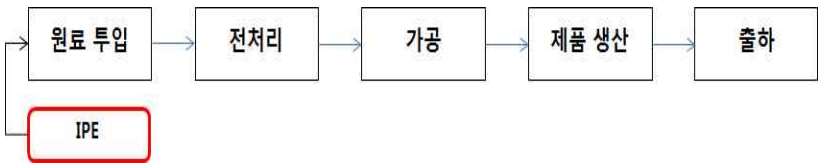
16. 이소프로필 에테르

16-1) ○○에너지(주)

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○ 화학의 부산물(폐기물)인 IPE가 함유되어진 원료를 구입하여 재활용 공정을 통해 재생연료, 정제연료를 생산하는 공정으로 IPE를 주원료로 사용함



② 유해인자 발생실태

공정라인의 자동화로 인해 직접적인 노출은 없지만, 탱크로리에서 원료를 주입 할 때, 노출의 위험의 가능성이 있음

③ 작업장 상황

가. 원료의 자동투입으로 인하여 직접적인 노출의 위험성은 거의 없음

나. IPE가 함유되어진 폐기물 월간 140ton 가량 취급

다. 교대근무 없이 1일 8시간 일근 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○에너지(주)의 이소프로필 에테르 측정결과

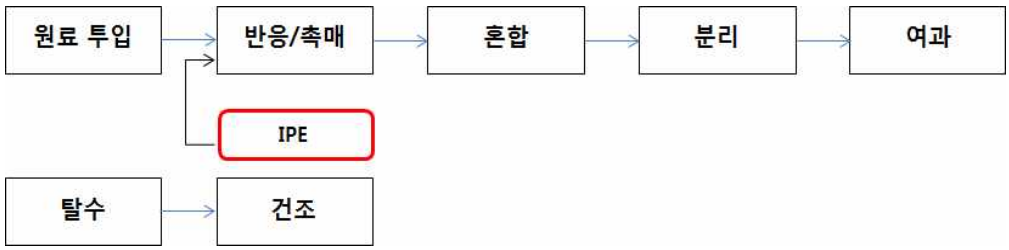
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산 공장	필드 근무자	1	8시간 (일근)	연속	개인	08:30~14~35	1	0.2153	500	미만
	필드 근무자			연속	개인	08:30~14~35	1	0.3298	500	미만
	원료주입구			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0022	500	미만
	원료주입구			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0954	500	미만
	원료주입구 뒤			연속	지역	08:30~14~35	1	불검출	500	미만
	원료주입구 뒤			연속	지역	08:30~14~35	1	불검출	500	미만
	원료주입구 옆			연속	지역	08:30~14~35	1	불검출	500	미만
	원료주입구 옆			연속	지역	08:30~14~35	1	불검출	500	미만
	자동 배관			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0275	500	미만
	자동 배관			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0172	500	미만
	주입 밸브			연속	지역	08:30~14~35	1	0.1404	500	미만
	주입 밸브			연속	지역	08:30~14~35	1	0.13	500	미만
	주입 펌프			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0111	500	미만
	주입 펌프			연속	지역	08:30~14~35	1	0.0035	500	미만

16-2) ○○제약

○ 사업장 개요

① 작업공정

약품을 제조 할 때, 주원료를 투입하고 반응을 일으키기 위한 촉매재로 IPE 단일 물질을 투입하는 공정



② 유해인자 발생실태

근로자가 직접적으로 물질을 취급하진 않지만, IPE가 투입 된 반응기 주변에서 노출위험의 가능성이 있음

③ 작업장 상황

가. 자동화 되어진 공정으로 근로자에 노출 될 가능성은 적음

나. 단일물질의 100% IPE를 월 10ton 가량 사용

다. 3조 2교대의 근무형태

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○제약의 이소프로필 에테르 측정결과

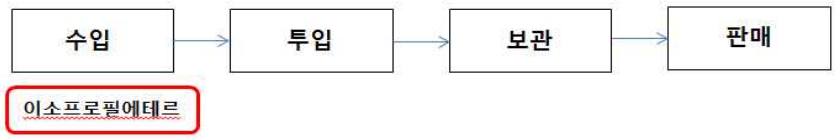
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
반응 1공정	필드근무자	1	8시간 (3조2교대)	연속	개인	08:50~14:50	1	0.0031	500	미만
	1층 반응기1			연속	지역	08:50~14:50	1	0.0071	500	미만
	1층 반응기1 배전기			연속	지역	08:50~14:50	1	불검출	500	미만
	1층 반응기2			연속	지역	08:50~14:50	1	불검출	500	미만
	1층 반응기2 배전기			연속	지역	08:50~14:50	1	0.0078	500	미만
반응 2공정	필드근무자	1	8시간 (3조2교대)	연속	개인	08:50~14:50	1	0.0091	500	미만
	2층 반응기1			연속	지역	08:50~14:50	1	불검출	500	미만
	2층 반응기2			연속	지역	08:50~14:50	1	0.0034	500	미만
	2층 반응기3			연속	지역	08:50~14:50	1	0.3912	500	미만

16-3) ○○화금

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○화금 공장에서는 이소프로필 에테르를 드럼통에 수입을 해서, 시약병에 투입 및 보관하여 시약으로 판매한다. 학교, 회사, 실험실 등 여러 곳에 판매한다. 연간 2ton 정도 판매한다



② 유해인자 발생실태

자동화 기계로 투입이 되는 공정이지만, 시약병을 직접 다루면서 작업을 하므로 이소프로필 에테르 물질에 노출 위험

③ 작업장 상황

가. 자동화기계지만, 투입과정에서 직접적인 노출의 위험성이 있음

나. 매일 작업은 하지 않고 이소프로필 에테르 시약이 판매가 다 되었을 경우, 시약병에 담는 작업을 함 연간 2ton 정도 판매

다. 3인 1조로 3명 필드근무자로 구성되며 1조1교대 근무중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○화금의 이소프로필 에테르 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	2	8시간 (3조3교대)	연속	개인	9:30~16:40	1	124.5008	500	미만
	필드근무자			연속	개인	9:30~16:40	1	20.2616	500	미만
	공정벨트			연속	지역	9:30~16:40	1	0.0388	500	미만
	투입공정			연속	지역	9:30~16:40	1	0.0305	500	미만
	시약임시보관			연속	지역	9:30~16:40	1	0.0233	500	미만
	투입공정			연속	지역	9:30~16:40	1	0.0303	500	미만
	작업공정 주위			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만

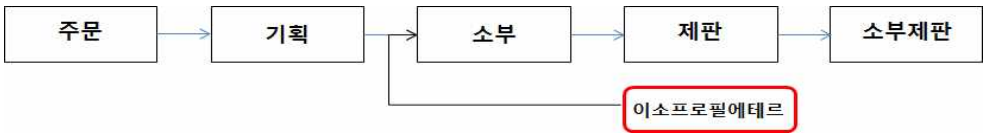
16-4) ○○프린테크

○ 사업장 개요

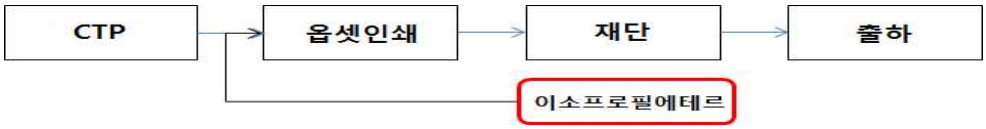
① 작업공정

○○ 프린테크는 옵셋인쇄 사업장으로 인쇄 주문이 들어오면, 소부공정에서 원고를 바탕으로 도안된 필름을 편집하고 판에 옮기는 작업을 한다. 소부를 마친 인쇄판을 기계에 걸고 운전하면 인쇄물이 나오고 이것을 비닐과 종이에 밀착시키는 코팅과정을 거쳐 옵셋 인쇄물이 완성된다.

*소부공정



*인쇄공정



② 유해인자 발생실태

소부, 인쇄작업시 사용하는 혼합유기화합물(IPA, 클리너, 수정액등)의 사용으로 이소프로필 에테르 발생

③ 작업장 상황

가. 작업시 국소배기를 실시중이나 노출의 위험성 있음

나. 혼합유기화합물의 사용량은 옵셋인쇄시 IPA,,클리너,잉크 등 1000ℓ사용하며, 소부작업 시, 현상액 40ℓ, 수정액 1ℓ, 클리너1ℓ사용중

다. 1일 8시간 근무 중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○프린테크의 이소프로필 에테르 측정결과

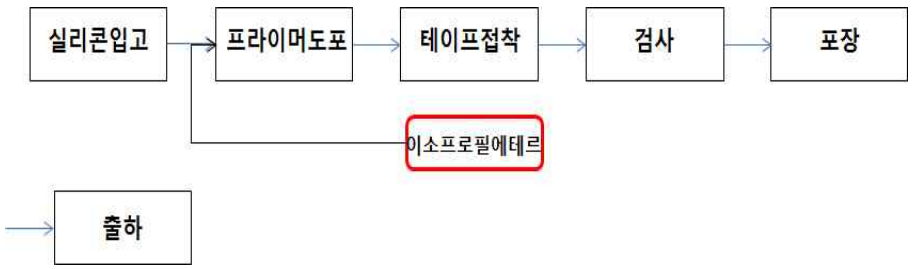
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
소부	소부작업자1	2	8시간	연속	개인	10:20~17:20	1	불검출	500	미만
	소부작업자2			연속	개인	10:20~17:20	1	불검출	500	미만
	소부실1			연속	지역	10:20~17:20	1	0.0348	500	미만
	소부실2			연속	지역	10:25~17:35	1	0.0408	500	미만
	소부실3			연속	지역	10:25~17:35	1	불검출	500	미만
	소부실4			연속	지역	10:25~17:35	1	불검출	500	미만
	소부실5			연속	지역	10:25~17:35	1	불검출	500	미만
	소부실6			연속	지역	10:25~17:35	1	0.2049	500	미만
옵셋 인쇄	인쇄작업자1	2	8시간	연속	개인	10:25~17:35	1	0.0177	500	미만
	인쇄작업자2			연속	개인	10:25~17:35	1	불검출	500	미만
	인쇄실1			연속	지역	10:30~17:40	1	0.0201	500	미만
	인쇄실2			연속	지역	10:30~17:40	1	0.0311	500	미만
	인쇄실3			연속	지역	10:35~17:45	1	0.0545	500	미만
	인쇄실4			연속	지역	10:35~17:45	1	불검출	500	미만

16-5) ○○인텍

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○인텍 사업장은 센서(마이크)를 생산하는 업체로 실리콘 판이 입고되면, 실리콘 프라이머를 도포하고 그 위에 테이프를 접착한 제품을 포장하는 작업이다. 실리콘 프라이머는 실리콘판과 테이프의 접착력을 높이기 위해 사용된다.



② 유해인자 발생실태

도포 작업 시, 실리콘 프라이머 사용으로 이소프로필 에테르에 노출

③ 작업장 상황

가. 도포 작업 시 작업장 내에 국소배기장치가 설치되어있어 작업자의 유해물질 노출위험성은 적음

나. 도포 작업 시 실리콘 프라이머를 에어로 분무하여 사용하며, 월 500g정도 사용으로 소량 사용된다.

다. 작업자 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○인텍의 이소프로필 에테르 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업자수	작업형태/실작업시간	발생시간(주기)	측정위치(작업자명)	측정시간(시작~종료)	측정횟수	측정치(ppm)	노출기준(ppm)	측정농도평가결과
도포	도포작업자1	2	8시간	연속	개인	9:30~16:40	1	0.0017	500	미만
	도포작업자2			연속	개인	9:30~16:40	1	0.0025	500	미만
	국소배기장치위1			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	국소배기장치위2			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	작업대1			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	작업대2			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	작업대3			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	작업대4			연속	지역	9:30~16:40	1	불검출	500	미만
	도포작업장1			연속	지역	9:33~16:43	1	불검출	500	미만
	도포작업장2			연속	지역	10:25~17:35	1	불검출	500	미만
	도포작업장3			연속	지역	10:30~17:40	1	0.0026	500	미만
	도포작업장4			연속	지역	10:30~17:40	1	불검출	500	미만
	도포작업장5			연속	지역	10:35~17:45	1	불검출	500	미만
	도포작업장6			연속	지역	10:35~17:45	1	불검출	500	미만

16-6) ○○피씨(주)

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○피씨(주) 사업장은 의약품을 제조하는 업체로서 의약품중간체를 생산하는 2단계 공정에서 이소프로필 에테르가 투입된다. 제품이 출하되기까지는 3단계 공정을 거친다.

*2단계공정



② 유해인자 발생실태

이소프로필 에테르의 투입작업이나, 저장, 운반등의 과정에서 작업자가 이소프로필 에테르에 노출

③ 작업장 상황

가. 의약품중간체를 생산하는 2단계작업에서 이소프로필 에테르가 사용 되며, 이소프로필 에테르가 투입되는 작업은 일정하지 않아, 생산 작업이 있는 상황에서 투입된다. 작업이 있을 때는 8시간정도 작업을 하며, 반응기에 투입 후 작업자에 노출 가능성은 적다.

나. 이소프로필 에테르는 연간 9ton정도 사용

다. 작업자는 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 피시(주)의 이소프로필 에테르 측정결과

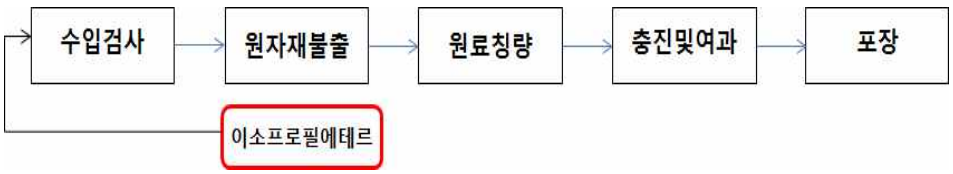
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
창고	지게차1	4	8시간	연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차2			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차3			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차4			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	IPE보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0062	500	미만
	IPE보관창고2			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0039	500	미만
	IPE보관창고3			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	IPE보관창고4			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0094	500	미만
	IPE보관창고5			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	IPE보관창고6			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	IPE보관창고7			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	IPE보관창고8			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만

16-7) ○○순약공업

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○순약공업은 시약용 제품을 수입하여 소분하여 판매하는 업체로 이소프로필 에테르를 드럼통으로 수입하여 소분하는 과정에서 근로자가 이소프로필 에테르에 노출될 수 있다. ○○순약공업은 을 3200ℓ/년 수입하여 제품을 생산



② 유해인자 발생실태

이소프로필 에테르의 소분작업이나, 저장, 운반등의 과정에서 작업자가 이소프로필 에테르에 노출

③ 작업장 상황

가. 현재 이소프로필 에테르의 소분작업이 없어 측정은 창고에서 저장, 운반 등의 작업자에 대하여 실시

나. 이소프로필 에테르는 연간 3200ℓ정도 소분하여 판매됨

다. 작업자는 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○순약공업의 이소프로필 에테르 측정결과

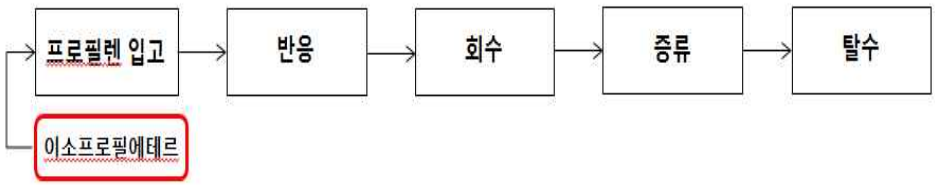
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
창고	창고작업자1	2	8시간	연속	개인	10:10~17:20	1	0.1657	500	미만
	창고작업자2			연속	개인	10:10~17:20	1	0.1486	500	미만
	지게차1			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차2			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	제품창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0039	500	미만
	제품창고2			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0095	500	미만
	제품창고3			연속	지역	10:10~17:20	1	0.1313	500	미만
	제품창고4			연속	지역	10:10~17:20	1	0.0804	500	미만
	제품창고5			연속	지역	10:10~17:20	1	0.2746	500	미만
	제품창고6			연속	지역	10:10~17:20	1	0.1949	500	미만
	제품창고7			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	제품창고8			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만

16-8) ○○ 2AA

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○ 2AA 공장에서는 이소프로필 에테르를 수입을 해서, 이소프로필 알콜 중간생성물로 생성하고, 단시간 작업을 한다. 연간 사용량은 약 100ton정도 된다.



② 유해인자 발생실태

자동화 기계로 투입이 되는 공정이므로, 직접적인 작업이 없으므로 노출 위험이 적음

③ 작업장 상황

가. 자동화기계로 투입이 되고, 직접적인 노출이 없기 때문에 위험성이 적음

나. 매일 작업은 하지 않고 단시간 작업을 하고 있음 연간 100ton 정도 사용을 함

다. 4인 1조로 4명 필드근무자로 구성되며 4조3교대 근무 중

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○ 2AA의 이소프로필 에테르 측정결과

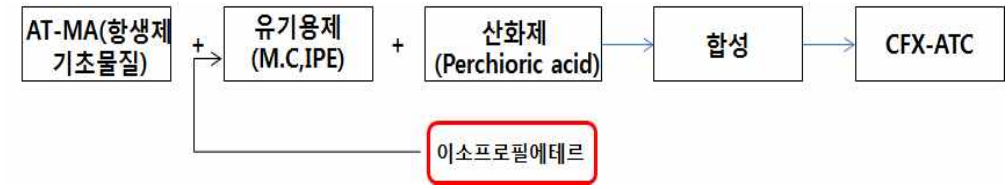
부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
생산	필드근무자	2	8시간 (3조3교대)	연속	개인	9:00~15:20	1	0.0022	500	미만
	필드근무자			연속	개인	9:00~15:20	1	불검출	500	미만
	반응기			연속	지역	9:00~15:20	1	불검출	500	미만
	투입 탱크			연속	지역	9:00~15:20	1	불검출	500	미만
	투입 탱크			연속	지역	9:00~15:20	1	불검출	500	미만
	투입구			연속	지역	9:00~15:20	1	불검출	500	미만

16-9) ○○정밀화학

○ 사업장 개요

① 작업공정

○○정밀화학은 의약품제조업체로, 제3세대 세파계 항생제, 경구용 제제를 생산하는 업체이다. 이소프로필 에테르는 전 단계 의약품 원료 합성 공정에서 사용되며 화학합성을 위한 용매제 및 제품의 수분제거 용도로 사용된다.



② 유해인자 발생실태

이소프로필 에테르의 보관이나, 운반, 합성작업등에서 이소프로필 에테르에 노출

③ 작업장 상황

가. 현재 이소프로필 에테르의 합성작업이 없어 측정은 창고에서 저장, 운반 등의 작업자에 대하여 실시

나. 이소프로필 에테르는 화학합성을 위한 용매제 및 수분제거제로 사용되며, 연간 190,000㎏ 사용

다. 작업자는 1일 8시간 근무

○ 작업환경측정 결과

<표> ○○정밀화학의 이소프로필 에테르 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (ppm)	노출 기준 (ppm)	측정 농도 평가 결과
창고	창고작업자1	4	8시간	연속	개인	10:10~17:20	1	0.0423	500	미만
	창고작업자2			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차1			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	지게차2			연속	개인	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.4085	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.3875	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	0.5085	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만
	보관창고1			연속	지역	10:10~17:20	1	불검출	500	미만

17. 텔레늄과 그 화합물

17-1) 고려○○ A

○ 사업장 개요

① 작업공정 (산화 텔레늄 생산)

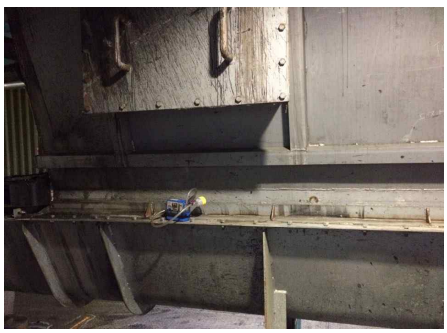
TeO2 + 2NaOH = Na2TeO3(aq) + H2O
→ 황산으로 중화하여 Te를 다시 oxide로 침전 →
Na2TeO3(aq) + H2SO4 = TeO2 + Na2SO4
TeO2 (Te 70-80 %)

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 4조 3교대. 1조 8시간 근무
- 취급/생산량 : 연 96 톤 생산

③ 작업장 상황

작업자는 3명이고, 텔레늄을 정제하여 70-80 %의 순도를 가진 산화텔레늄으로 생산하고 있음





○ 작업환경측정 결과

<표> 고려○○ A의 텔레늄 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m^3)	노출 기준 (mg/m^3)	측정 농도 평가 결과
TE공장	TE 공장	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	8:33-15:51	1	0.0006	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	8:34-15:52	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	8:36-15:52	1	0.0009	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	8:36-15:53	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	8:39-15:53	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	8:39-15:53	1	불검출	0.1	미만

17-2) 고려○○ B

○ 사업장 개요

① 작업공정

TeO2 + 2NaOH = Na2TeO3(aq) + H2O
→ 황산으로 중화하여 Te를 다시 oxide로 침전 →
Na2TeO3(aq) + H2SO4 = TeO2 + Na2SO4
TeO2 (Te 70-80 %)

② 유해인자 발생실태

- 투입시간 : 4조 3교대. 1조 8시간 근무
- 취급/생산량 : 연 96ton 생산

③ 작업장 상황

작업자는 3명이고, 텔레늄을 정제하여 70-80 %의 순도를 가진 산화텔레늄으로 생산하고 있음





○ 작업환경측정 결과

<표> 고려○○ B의 텔레늄 측정결과

부서/공정	단위 작업 장소	작업 자수	작업형태/실작업시간	발생 시간 (주기)	측정 위치 (작업 자명)	측정시간 (시작~종료)	측정 횟수	측정치 (mg/m^3)	노출 기준 (mg/m^3)	측정 농도 평가 결과
TE공장	TE 공장	1	8시간 (일근)	불규칙	개인	9:05-16:15	1	0.0019	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	9:05-16:15	1	0.0012	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	9:05-16:15	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	9:05-16:15	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	9:05-16:15	1	불검출	0.1	미만
	TE 공장			불규칙	지역	9:05-16:15	1	불검출	0.1	미만

[부록 2]

K2B자료에 따른 전국 측정결과

※ 메틸메타크릴레이트

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ Methylmethacrylate (K2B 자료를 중심으로)

연도	Methylmethacrylate		
	총계	불검출	검출
2010	235	143	92
2011	267	127	140
2012	212	155	57
2013	205	139	66
2014	186	116	70

■ 2010년 자료

검출된 시료는 92건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0064 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸메타크릴레이트의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

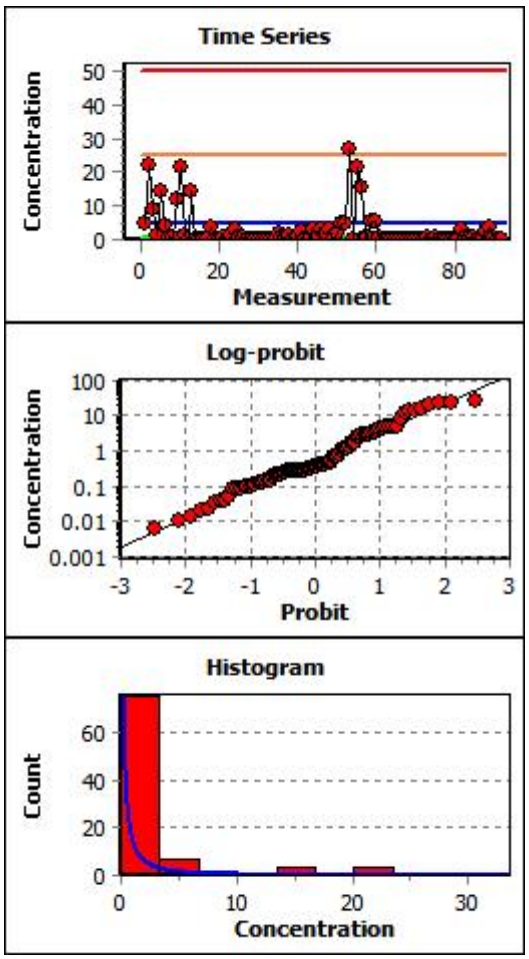
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.53 ppm 이었고, 기하표준편차는 6.39 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	92
min =	0.00640000
max =	26.84600000
median =	0.37930000

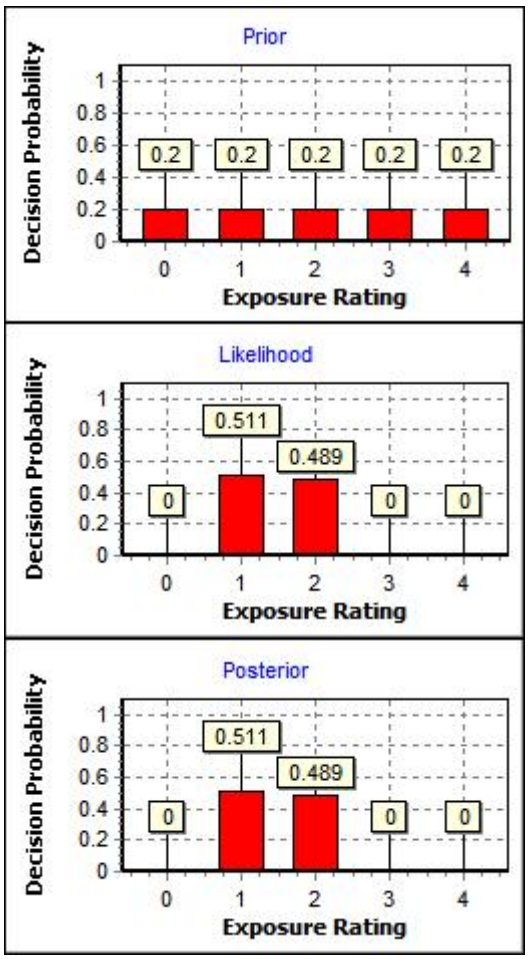
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	2.58332610
sd =	5.34800490
gm =	0.52809195
gsd =	6.38581810

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	11.15040800	95%LCL = 7.14560140	95%UCL = 19.26768900
ExcFrac =	0.00705753	95%LCL = 0.003	95%UCL = 0.018

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	15.31632000	95%LCL = 8.65700000	95%UCL = 26.84600000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.032

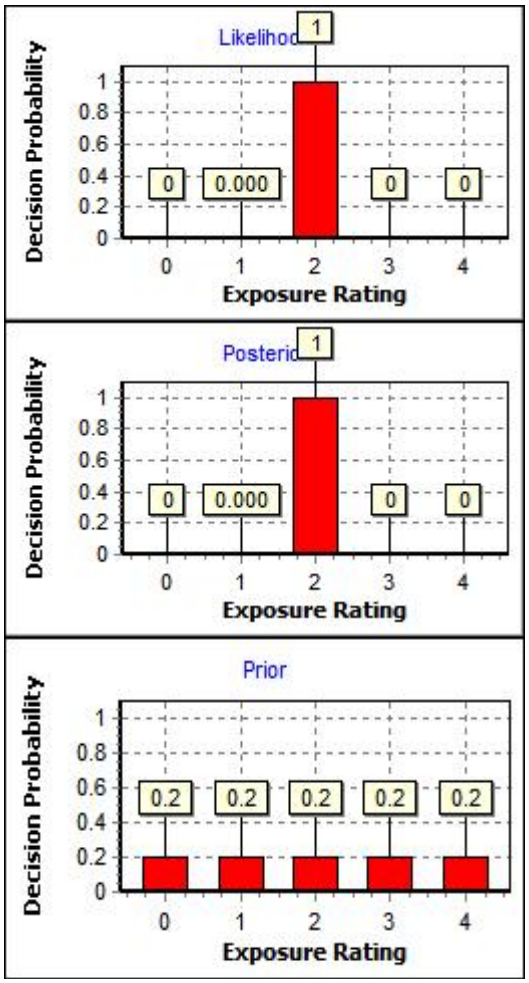

Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
20
40
60
80
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
60
40
20
0
0
10
20
30
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸메타크릴레이트 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 51.1 %로 가장 높았고, 10-50 % 수준의 노출을 보일 가능성이 48.9 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된

NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2011년 자료

검출된 시료는 139건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0045 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸메타크릴레이트의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

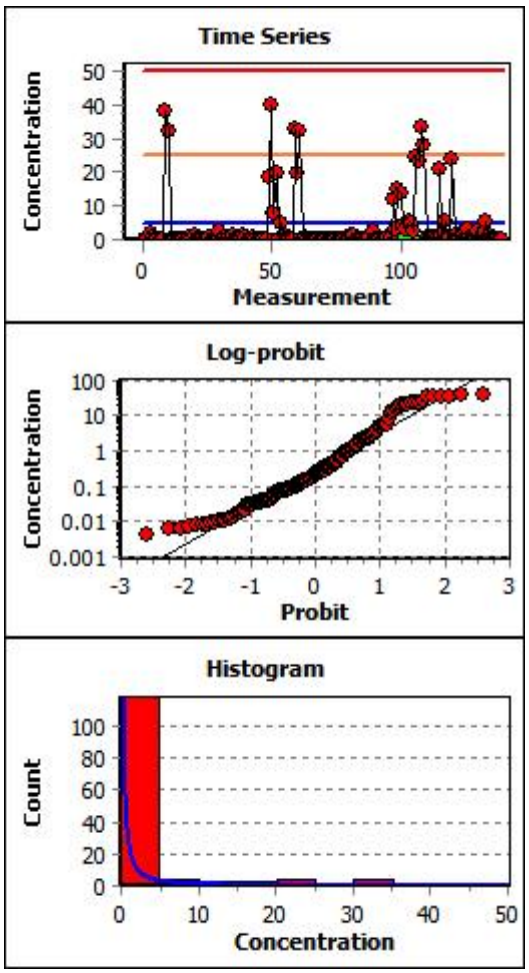
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.3 ppm 이었고, 기하표준편차는 11 이였다.

ORDER STATISTICS	
n =	139
min =	0.00450000
max =	40.25850000
median =	0.20660000

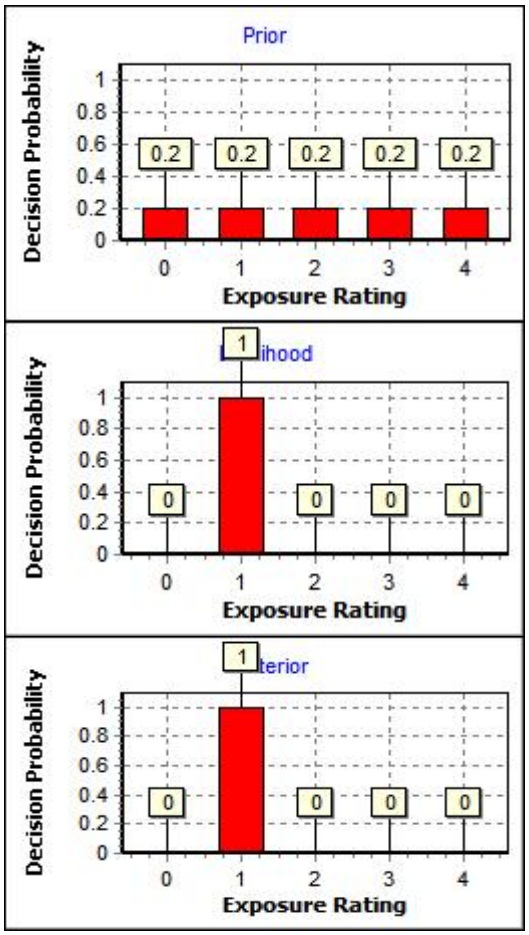
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	3.71804150
sd =	8.62695570
gm =	0.30092977
gsd =	11.00481000

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	15.55494300	95%LCL = 9.67464590	95%UCL = 27.33004300
ExcFrac =	0.01650931	95%LCL = 0.009	95%UCL = 0.030

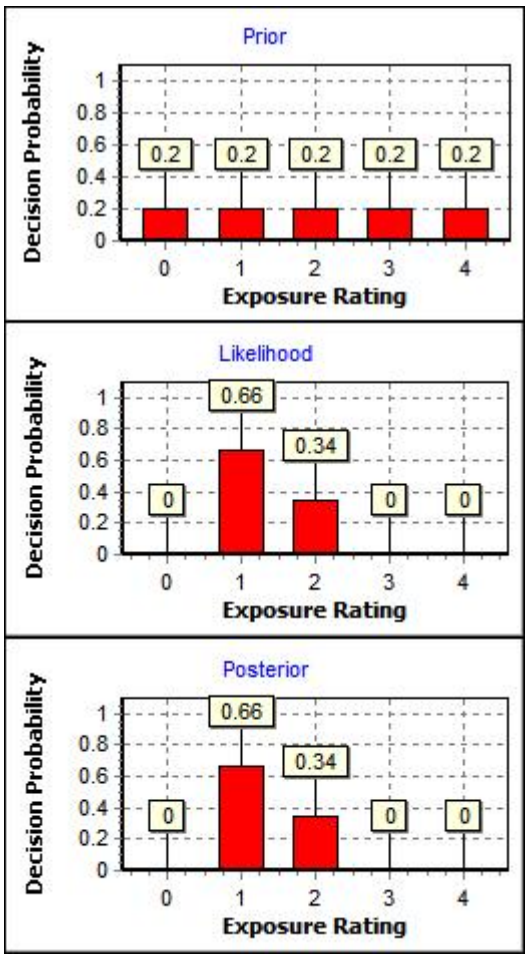
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	26.45704500	95%LCL = 19.91000000	95%UCL = 33.27840000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.021


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
50
100
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30
40
50
Concentration

베이시안 통계결과는 노출농도가 노출기준 50 ppm의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 66 %로 평가되었고, 50-100 % 수준으로 발생될 가능성은 34 % 로 평가되었다.



■ 2012년 자료

검출된 시료는 57건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0113 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸메타크릴레이트의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.78 ppm 이었고, 기하표준편차는 9.20 이었다.

ORDER STATISTICS

n =	57
min =	0.01130000
max =	43.25100000
median =	0.55170000

DESCRIPTIVE STATISTICS

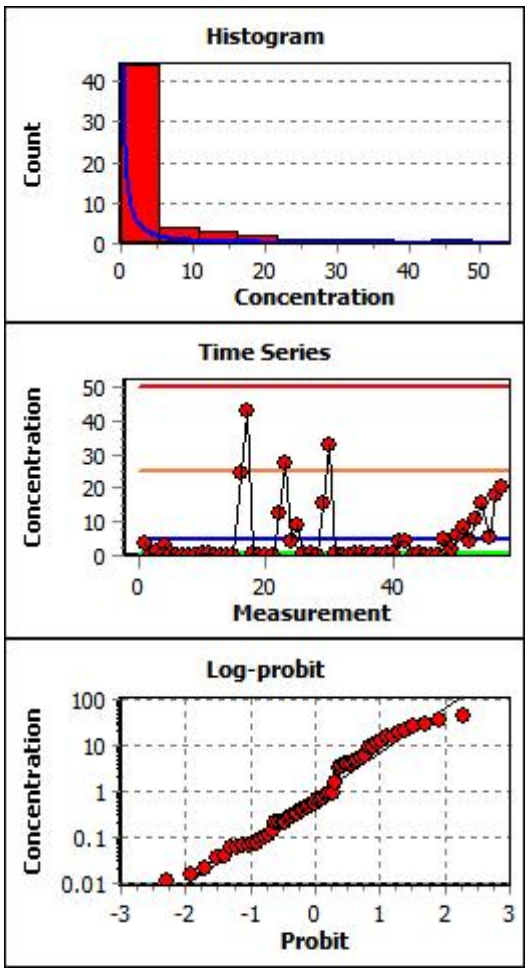
mean =	5.05296670
sd =	9.10907920
gm =	0.78054860
gsd =	9.19795270

COMPLIANCE STATISTICS

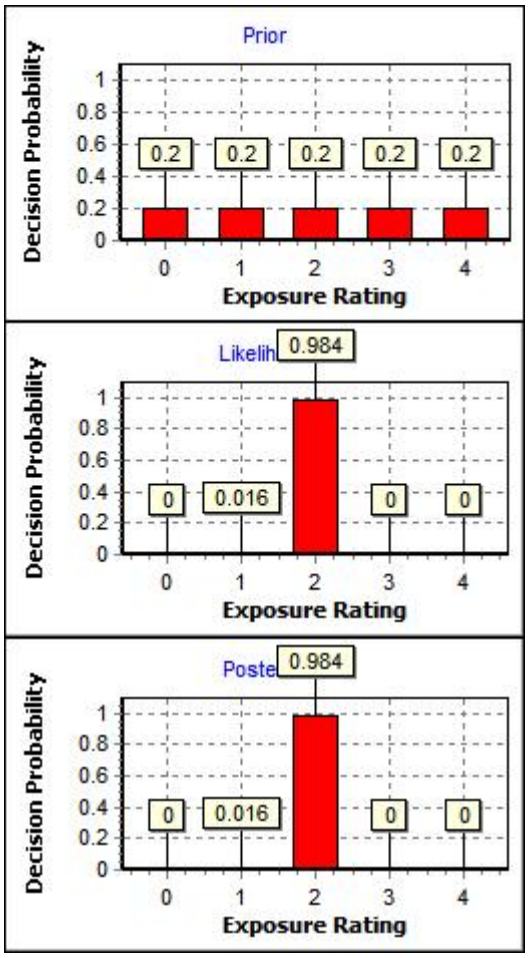
X0.95 =	30.03806300	95%LCL = 15.50572100	95%UCL = 71.21111600
ExcFrac =	0.03042142	95%LCL = 0.013	95%UCL = 0.066

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

X0.95 =	26.20428500	95%LCL = 15.63200000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.051

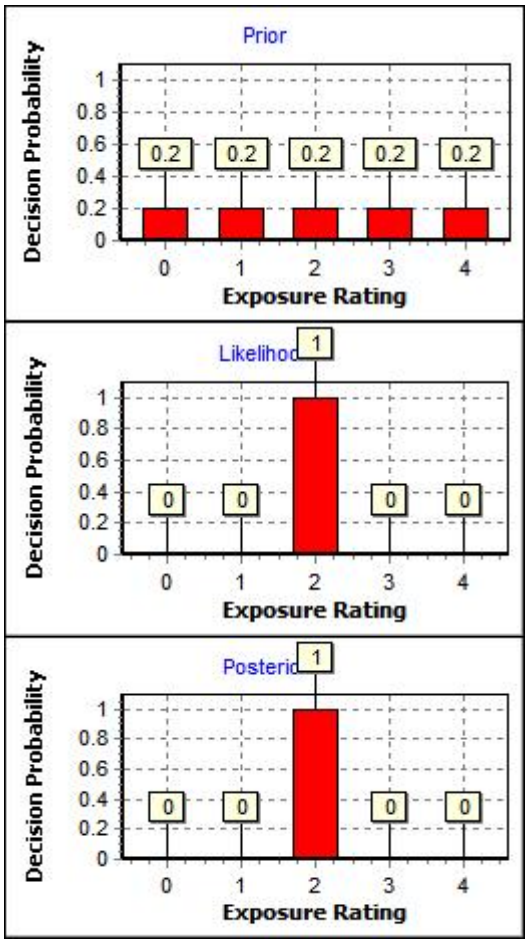

Histogram
Count
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
Concentration
Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
20
40
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit

베이시안 통계결과는 국내 메틸메타크릴레이트 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 1.6 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성은 98.4 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된

NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2013년 자료

검출된 시료는 66건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸메타크릴레이트의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

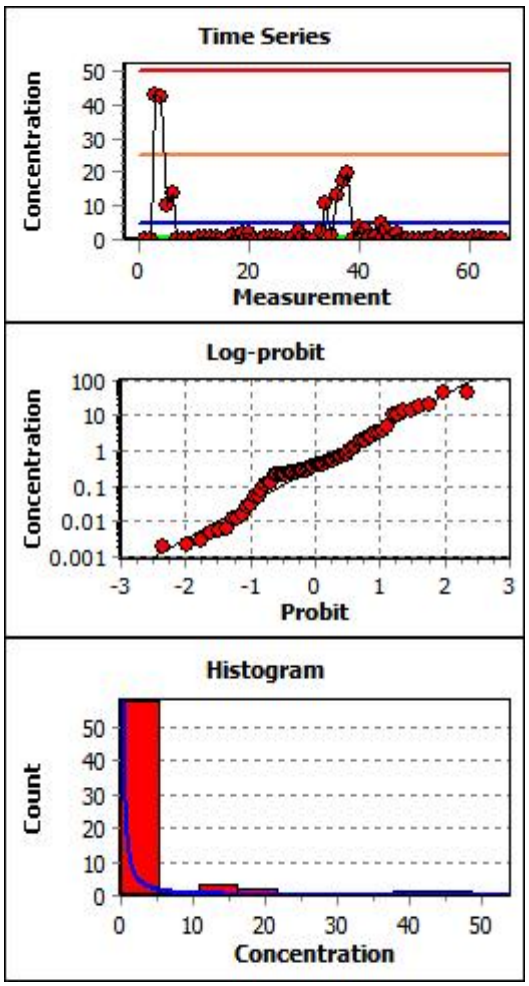
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.37 ppm 이었고, 기하표준편차는 10.54 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	66
min =	0.00190000
max =	43.07300000
median =	0.38245000

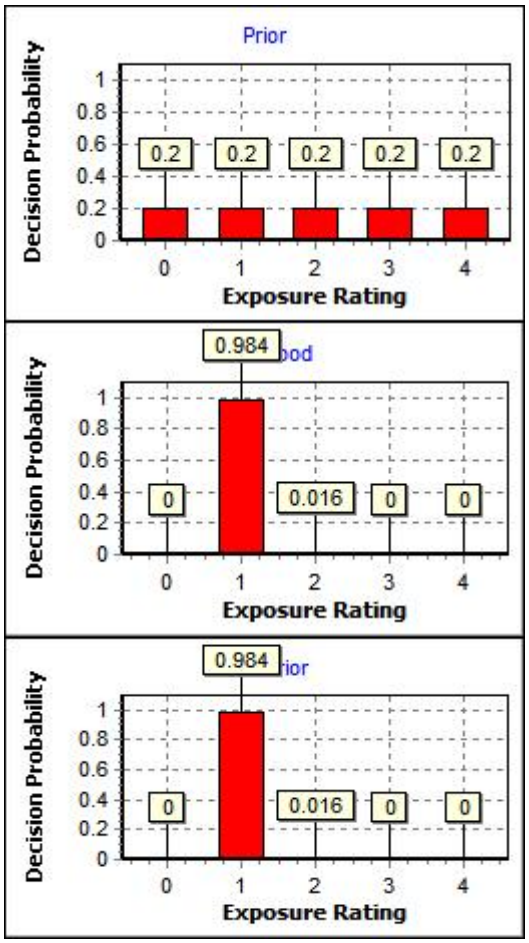
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	3.19412580
sd =	8.14068400
gm =	0.36666852
gsd =	10.54263800

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	17.66140400	95%LCL = 9.15424180	95%UCL = 40.94662700
ExcFrac =	0.01845285	95%LCL = 0.007	95%UCL = 0.043

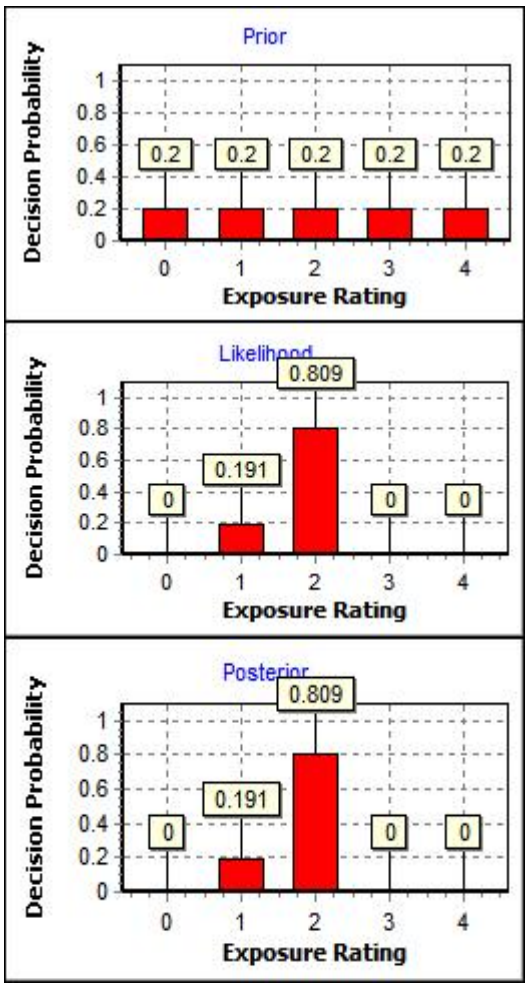
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	17.71326000	95%LCL = 10.96340000	95%UCL = 43.07300000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.044


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
20
40
60
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸메타크릴레이트 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 98.4 %, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 1.6 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 19.1 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 80.9 %인 것으로 나타났다.



■ 2014년 자료

검출된 시료는 70건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.003 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸메타크릴레이트의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.6 ppm 이었고, 기하표준편차는 5.20 이었다.

ORDER STATISTICS

n =	70
min =	0.00300000
max =	34.23000000
median =	0.45220000

DESCRIPTIVE STATISTICS

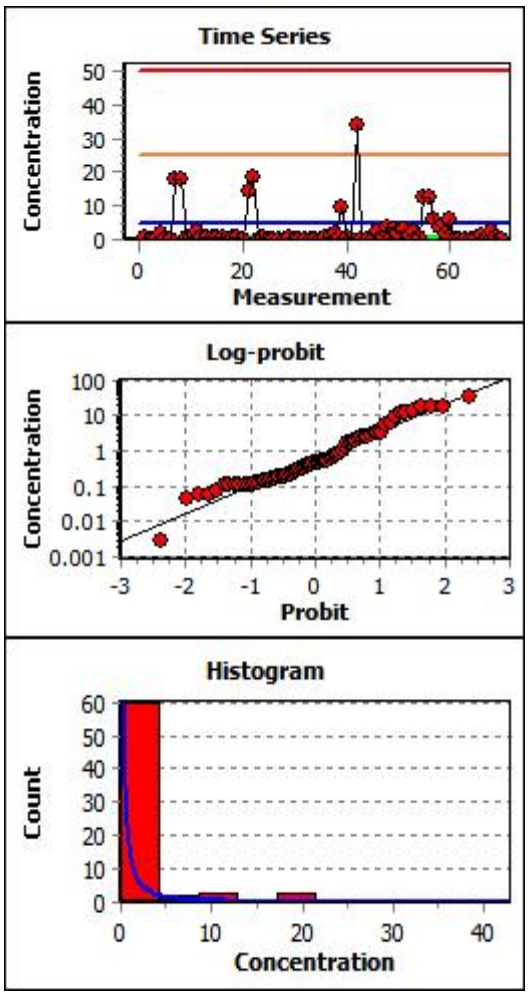
mean =	2.79014430
sd =	5.88106730
gm =	0.60149951
gsd =	5.91920270

COMPLIANCE STATISTICS

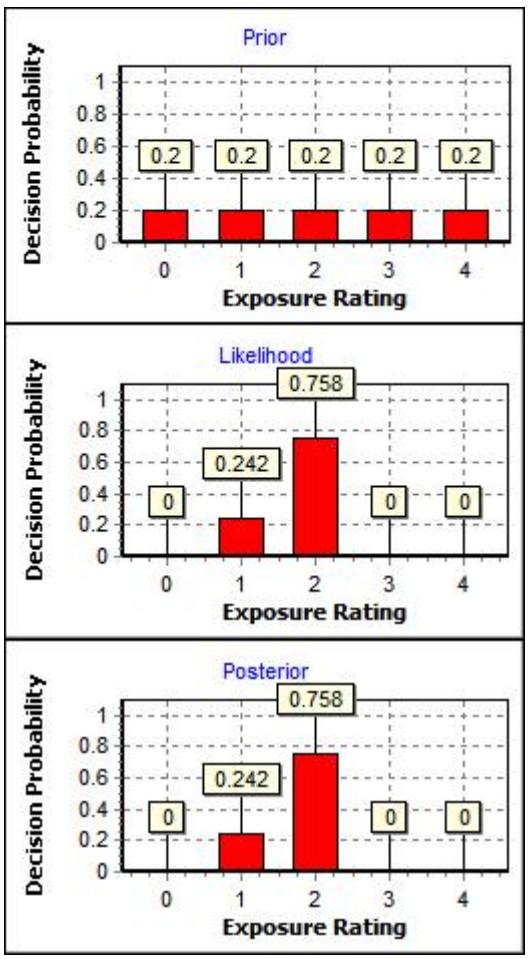
X0.95 =	11.21006900	95%LCL = 6.92348790	95%UCL = 20.70327600
ExcFrac =	0.00646202	95%LCL = 0.002	95%UCL = 0.019

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

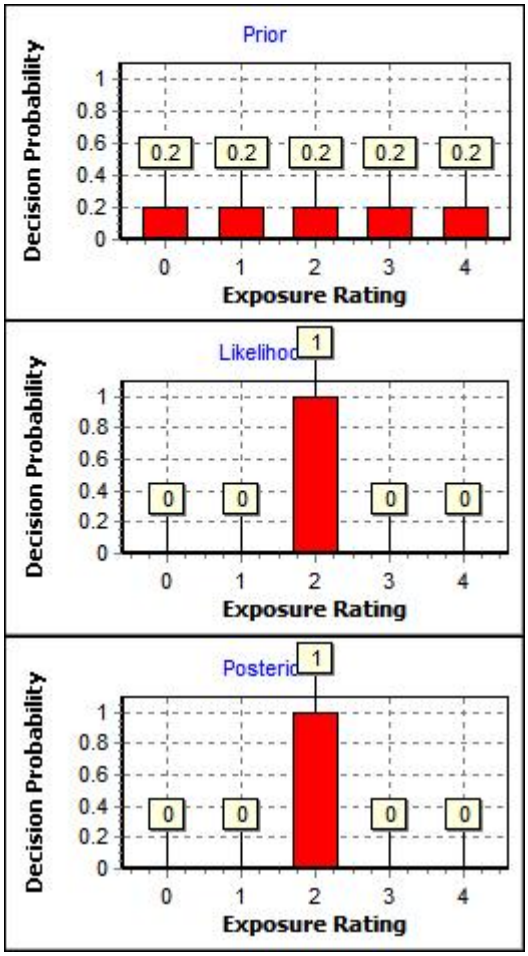
X0.95 =	17.72000000	95%LCL = 9.78170000	95%UCL = 34.23000000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.042


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
20
40
60
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸메타크릴레이트 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 24.2 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성은 75.8 % 수준으로 평가되었다.



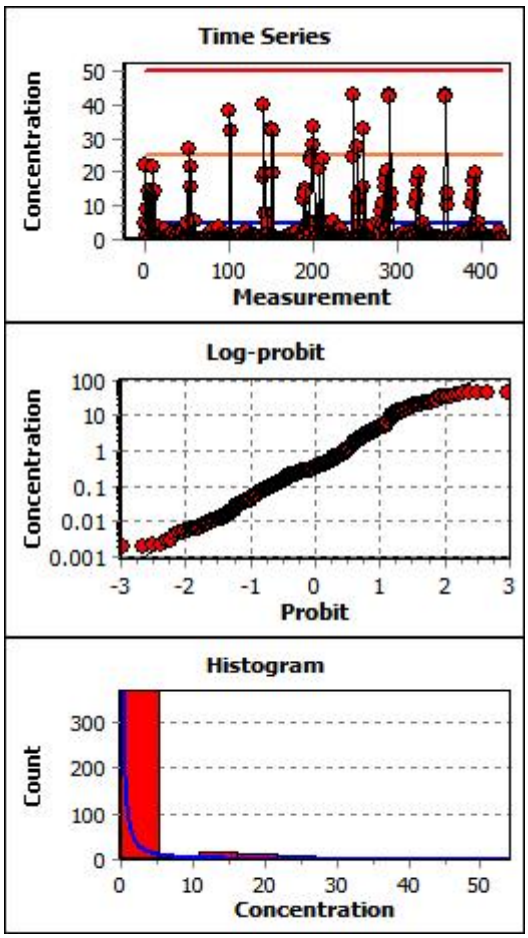
반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %인 것으로 나타났다.



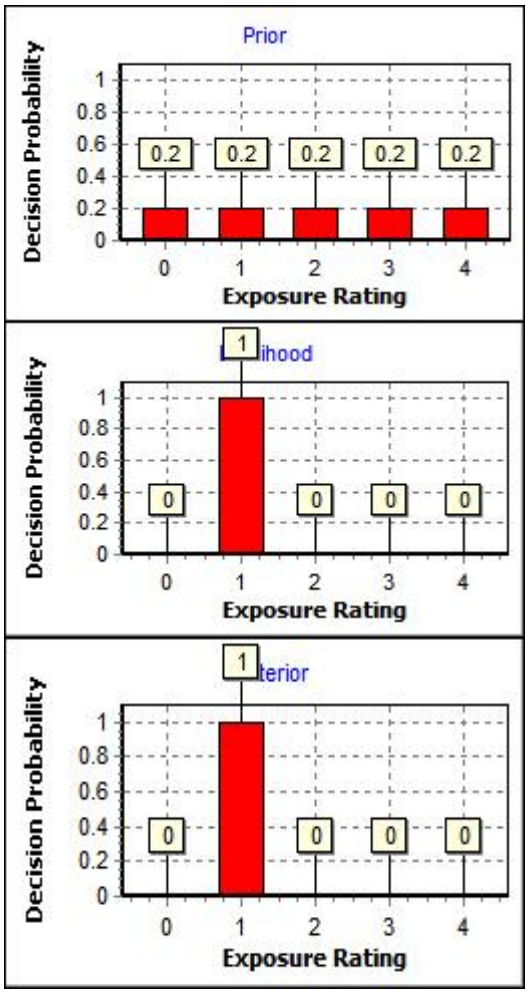
■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

총 424개의 메틸메타크릴레이트에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.41 ppm, 기하표준편차 9.55 이었다.

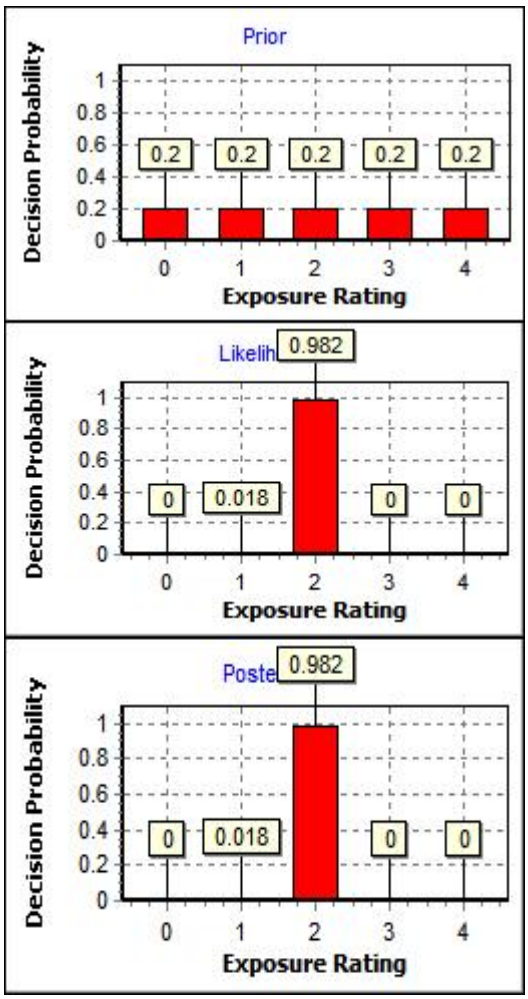
ORDER STATISTICS			
n =	424		
min =	0.00190000		
max =	43.25100000		
median =	0.34720000		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	3.46132260		
sd =	7.90001960		
gm =	0.41220273		
gsd =	9.55297680		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	16.88259000	95%LCL = 12.96471100	95%UCL = 22.58795700
ExcFrac =	0.01674805	95%LCL = 0.012	95%UCL = 0.024
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	21.33618000	95%LCL = 18.30090000	95%UCL = 28.03110000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.009


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
300
400
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
300
200
100
0
0
10
20
30
40
50
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸 아크릴레이트 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(30 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 1.8 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 98.2 %인 것으로 나타났다.



※ 무기 불화물 (Fluorides)

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본 연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ 무기 불화물(Fluorides) (K2B 자료를 중심으로)

연도	무기 불화물(Fluorides)		
	총계	불검출	검출
2010	140	115	25
2011	130	95	35
2012	234	163	71
2013	416	326	90
2014	518	398	120

■ 2010년 자료

총 144건 중 검출된 시료는 25건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00015 ppm을 일괄 적용하였다.

무기 불화물의 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0003 ppm이었고, 기하표준편차는 5.58이였다.

ORDER STATISTICS

n =	144
min =	0.00015000
max =	0.09470000
median =	0.00015000

DESCRIPTIVE STATISTICS

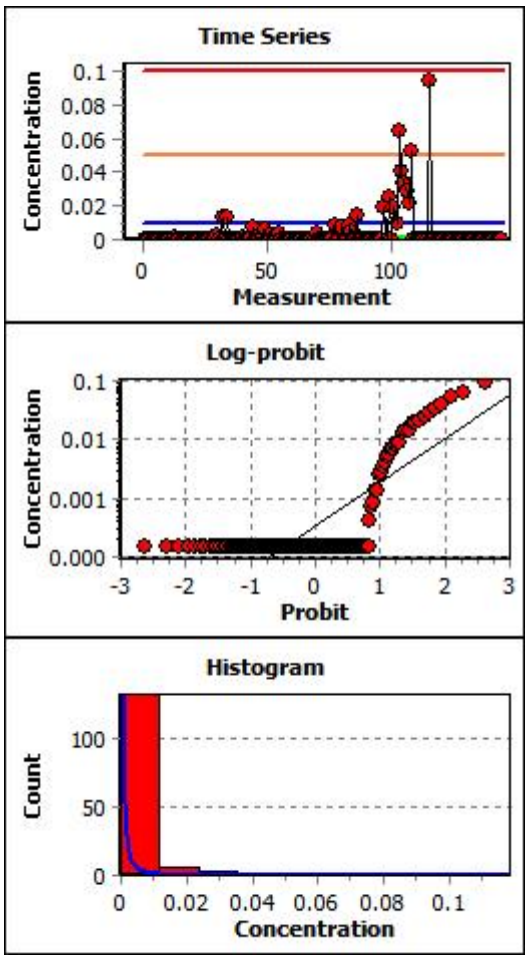
mean =	0.00363924
sd =	0.01192137
gm =	0.00033445
gsd =	5.58445160

COMPLIANCE STATISTICS

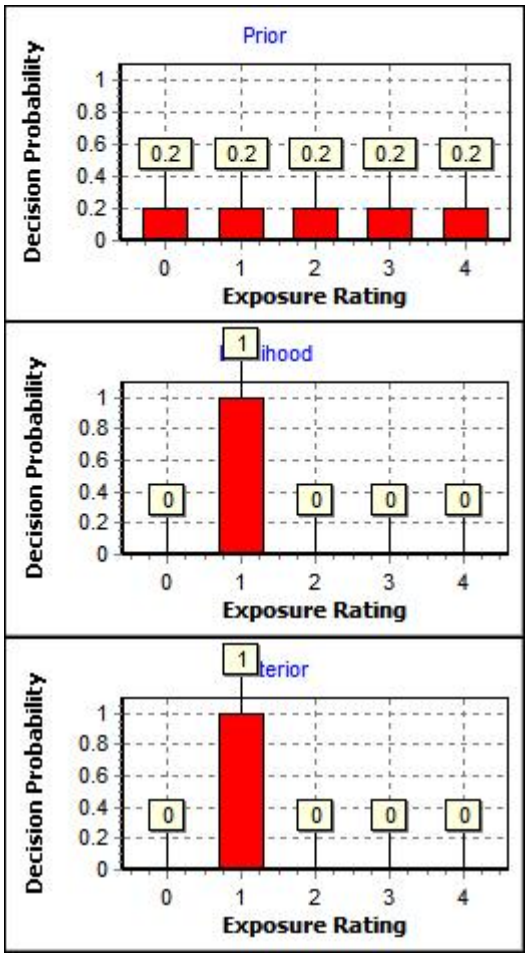
X0.95 =	0.00566380	95%LCL = 0.00404992	95%UCL = 0.00841228
ExcFrac =	0.00045946	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

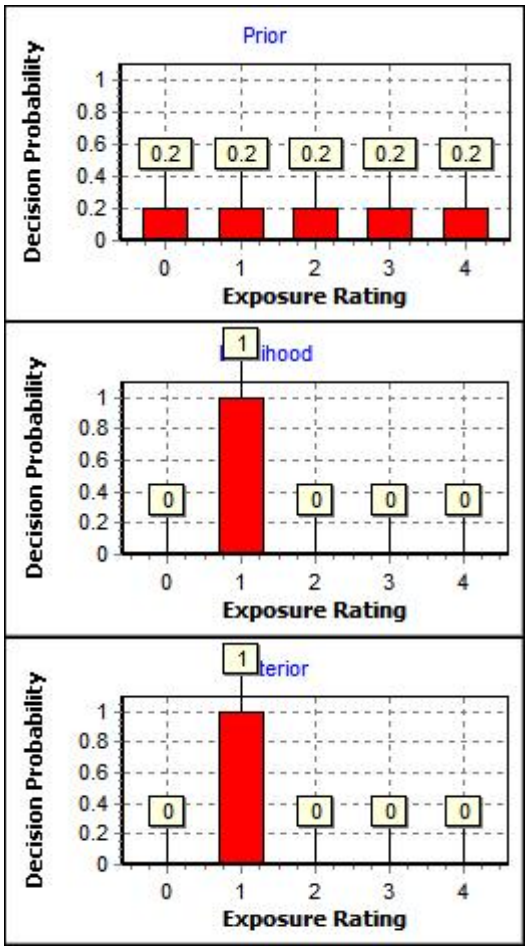
X0.95 =	0.02225200	95%LCL = 0.01320000	95%UCL = 0.05266000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.021


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
50
100
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
50
0
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2011년 자료

총 130건 중 검출된 시료는 35건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00015 ppm을 일괄 적용하였다.

무기 불화물의 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0003 ppm 이었고, 기하표준편차는 4.69였다.

ORDER STATISTICS

n =	130
min =	0.00015000
max =	0.05510000
median =	0.00015000

DESCRIPTIVE STATISTICS

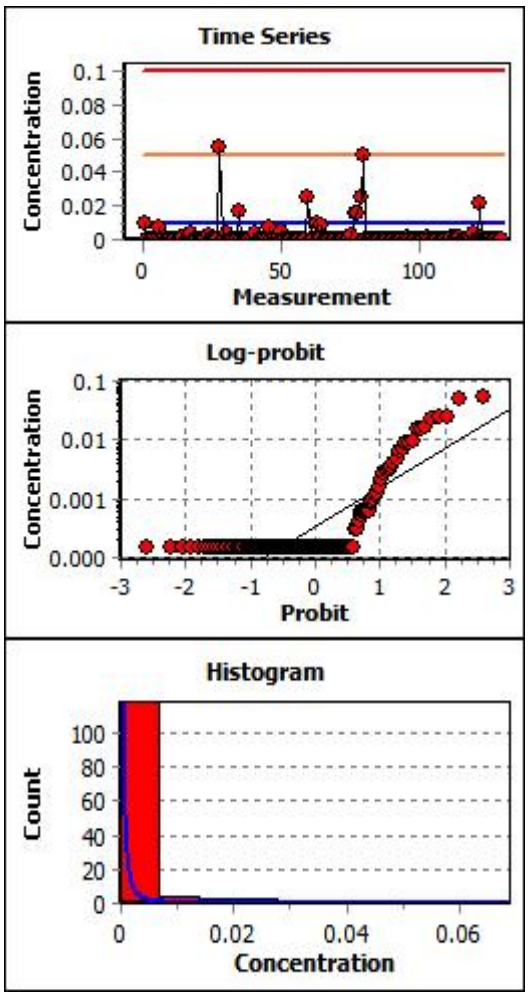
mean =	0.00240654
sd =	0.00770625
gm =	0.00033514
gsd =	4.69456980

COMPLIANCE STATISTICS

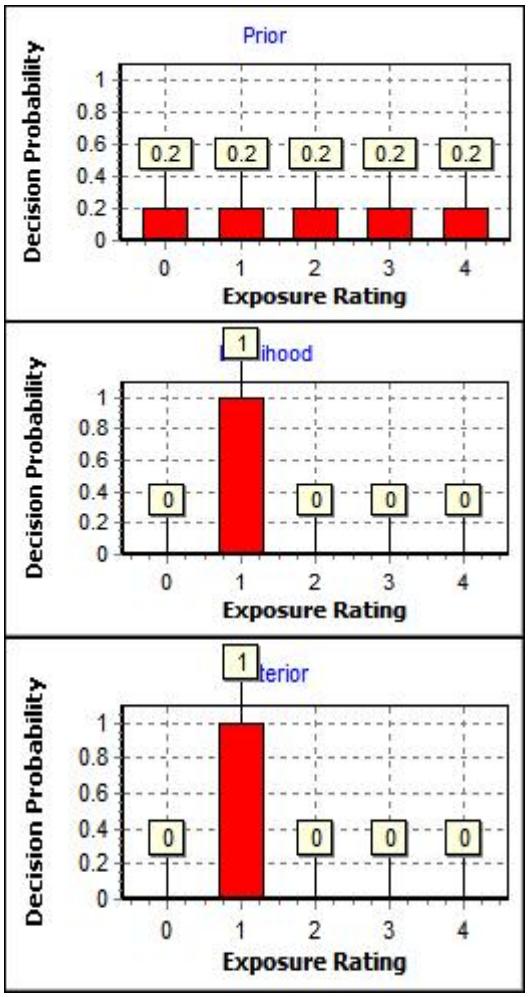
X0.95 =	0.00426583	95%LCL = 0.00310690	95%UCL = 0.00621158
ExcFrac =	0.00011439	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

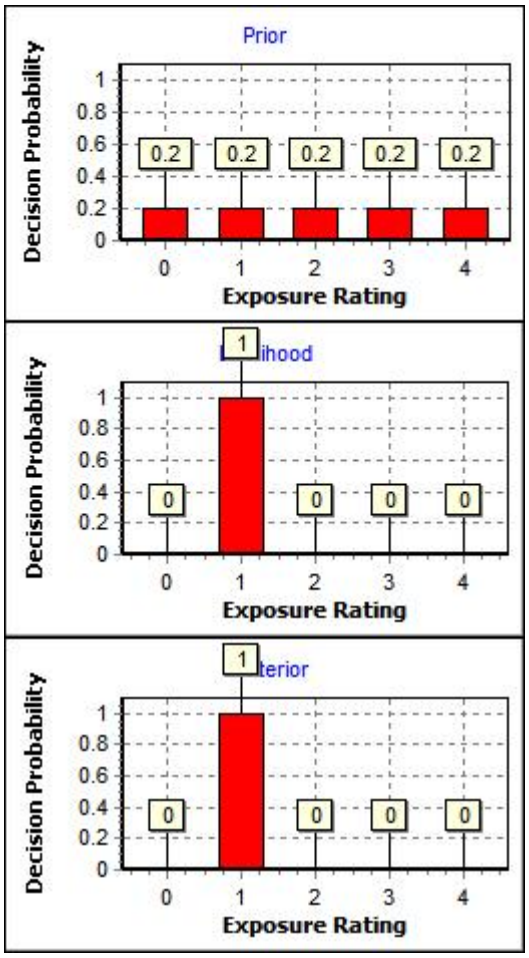
X0.95 =	0.01570000	95%LCL = 0.00700000	95%UCL = 0.02500000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.023


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
50
100
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
80
60
40
20
0
0
0.02
0.04
0.06
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2012년 자료

총 234건 중 검출된 시료는 71건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00015 ppm을 일괄 적용하였다.

무기 불화물의 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

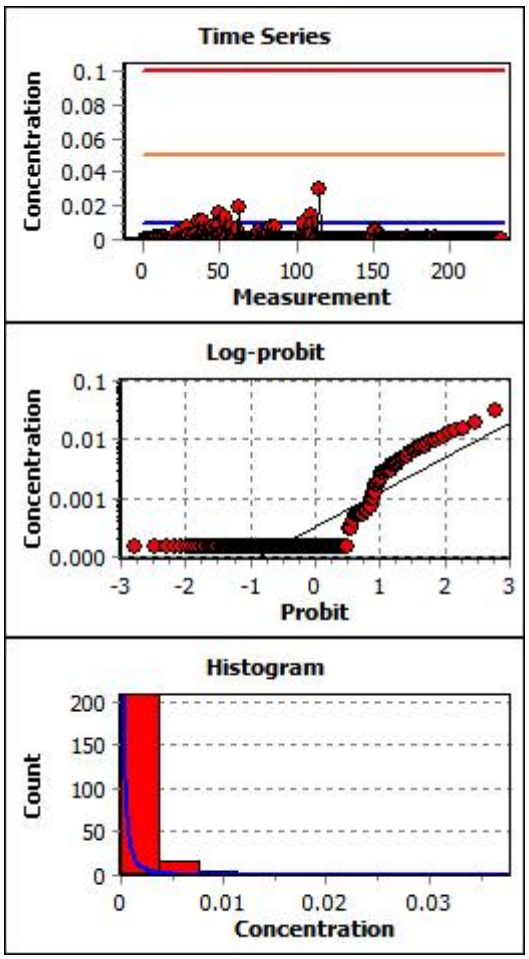
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0003 ppm 이었고, 기하표준편차는 3.93이였다.

ORDER STATISTICS	
n =	234
min =	0.00015000
max =	0.03030000
median =	0.00015000

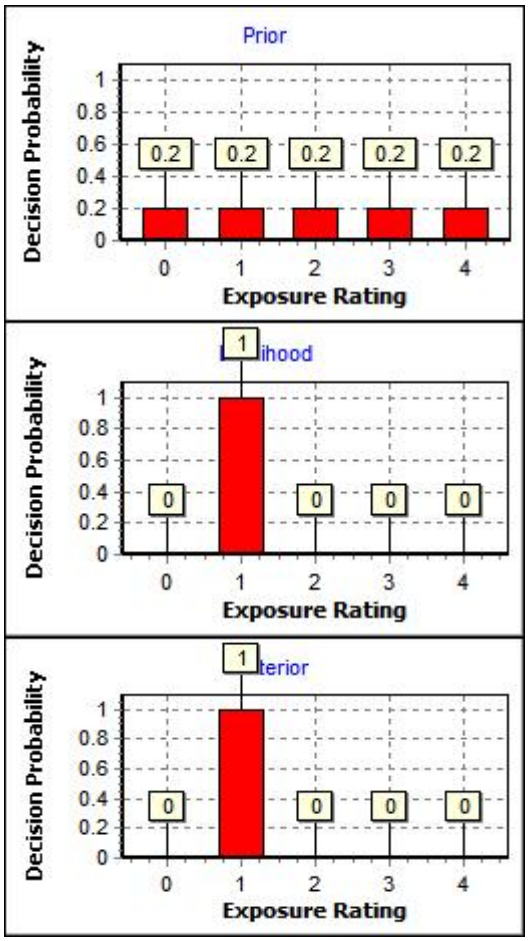
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00132372
sd =	0.00334308
gm =	0.00032680
gsd =	3.93475530

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00311111	95%LCL = 0.00251596	95%UCL = 0.00396475
ExcFrac =	0.00001469	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

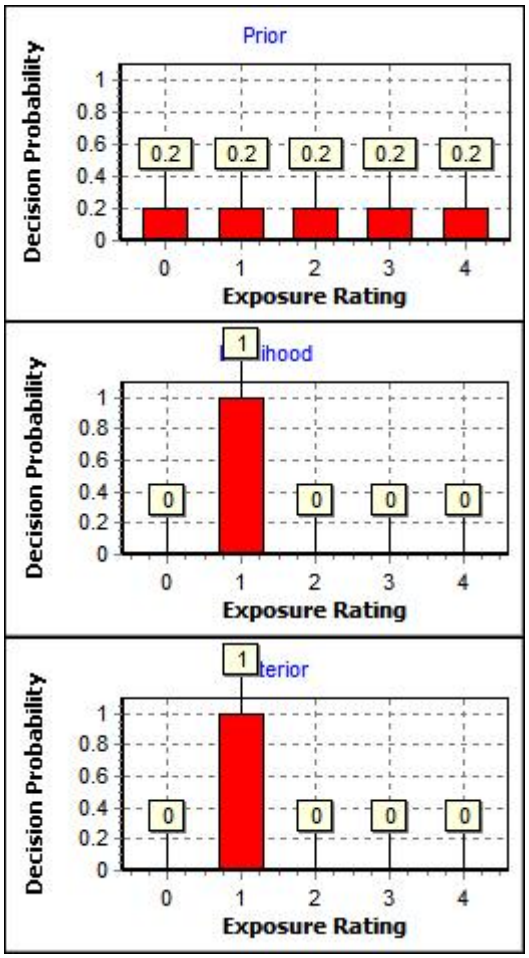
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00750000	95%LCL = 0.00510000	95%UCL = 0.01020000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.013


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
50
100
150
200
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
200
150
100
50
0
0
0.01
0.02
0.03
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2013년 자료

총 416건 중 검출된 시료는 90건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00015 ppm을 일괄 적용하였다.

무기 불화물의 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

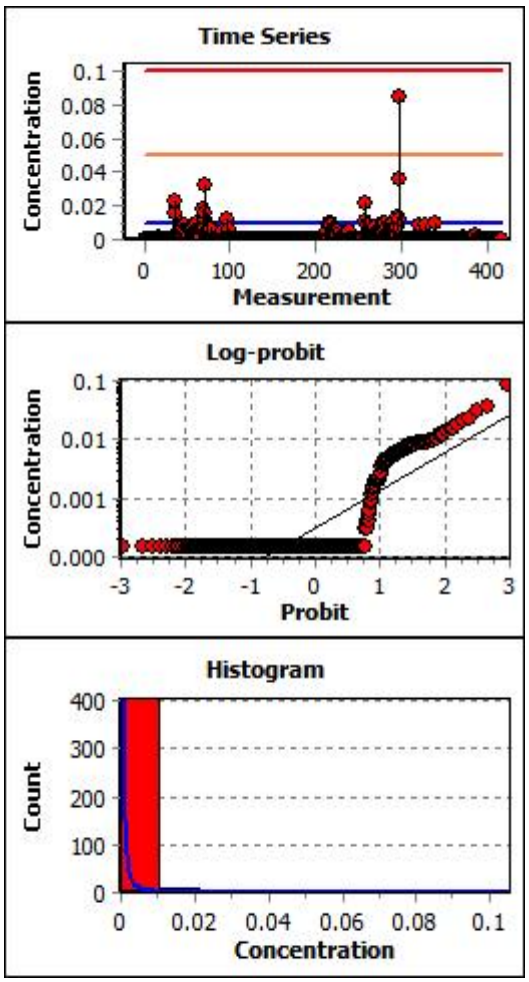
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0003 ppm 이었고, 기하표준편차는 4.41이였다.

ORDER STATISTICS	
n =	416
min =	0.00015000
max =	0.08420000
median =	0.00015000

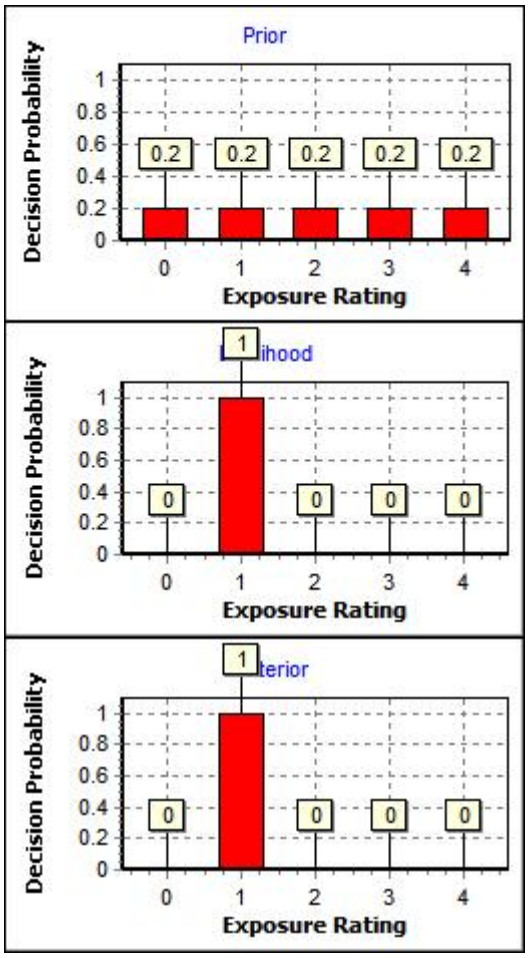
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00173200
sd =	0.00560460
gm =	0.00031168
gsd =	4.41255270

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00358285	95%LCL = 0.00300715	95%UCL = 0.00434549
ExcFrac =	0.00005062	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

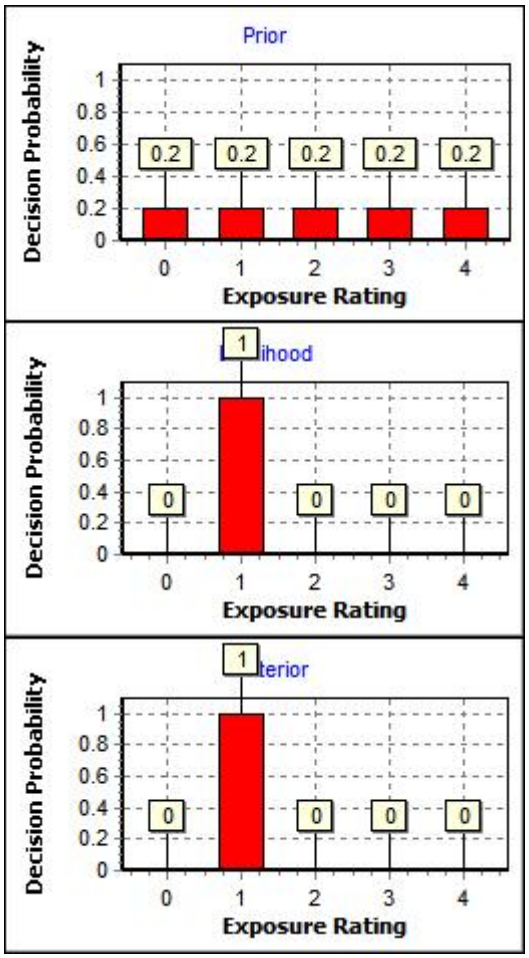
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00897000	95%LCL = 0.00810000	95%UCL = 0.01020000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.009


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
100
200
300
400
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
400
300
200
100
0
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2014년 자료

총 518건 중 검출된 시료는 120건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00015 ppm을 일괄 적용하였다.

무기 불화물의 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

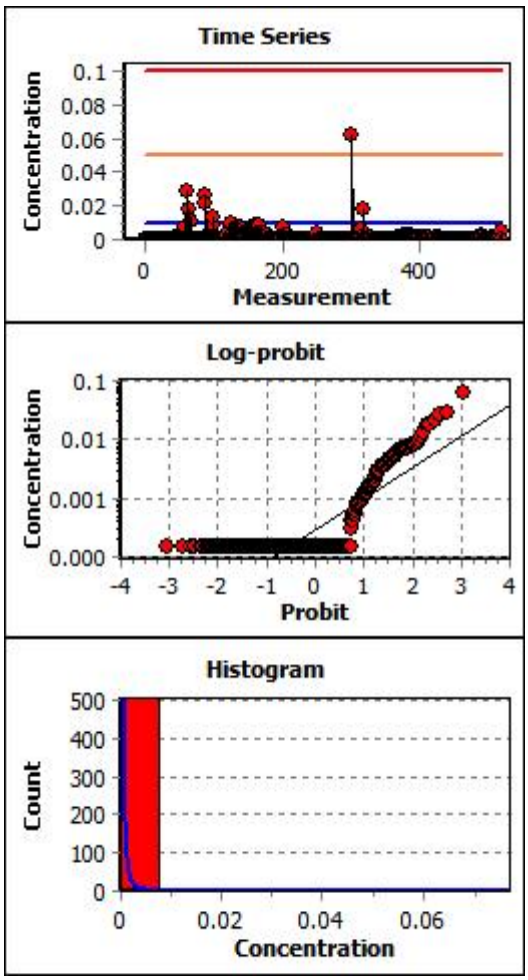
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0003 ppm 이었고, 기하표준편차는 3.44였다.

ORDER STATISTICS	
n =	518
min =	0.00015000
max =	0.06185000
median =	0.00015000

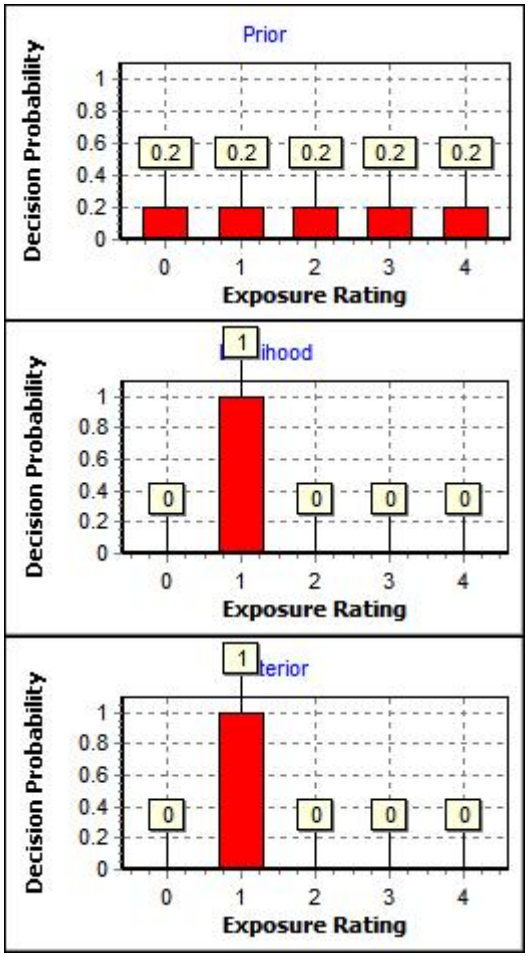
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00107722
sd =	0.00382305
gm =	0.00027708
gsd =	3.44342110

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00211812	95%LCL = 0.00185793	95%UCL = 0.00244479
ExcFrac =	0.00000096	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

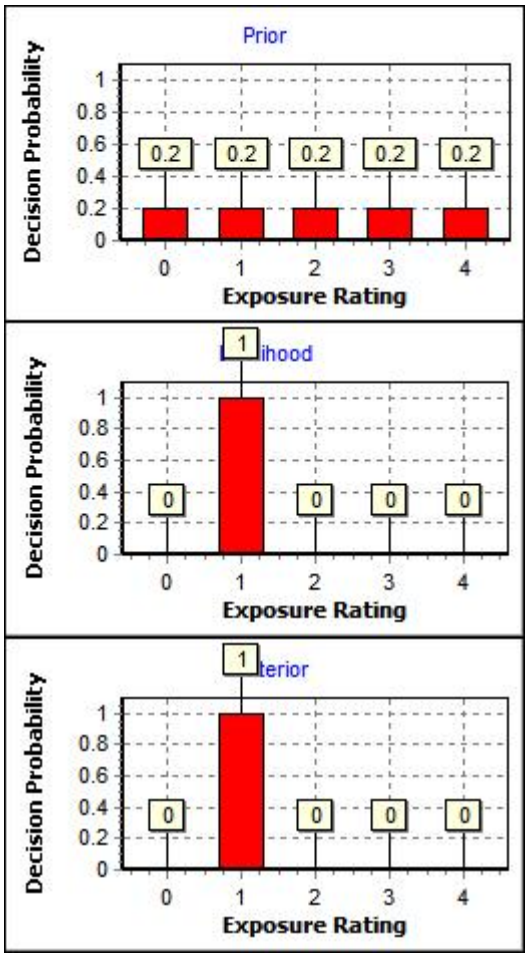
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00526000	95%LCL = 0.00400000	95%UCL = 0.00690000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.007


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
200
400
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Probit
Histogram
Count
500
400
300
200
100
0
0
0.02
0.04
0.06
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



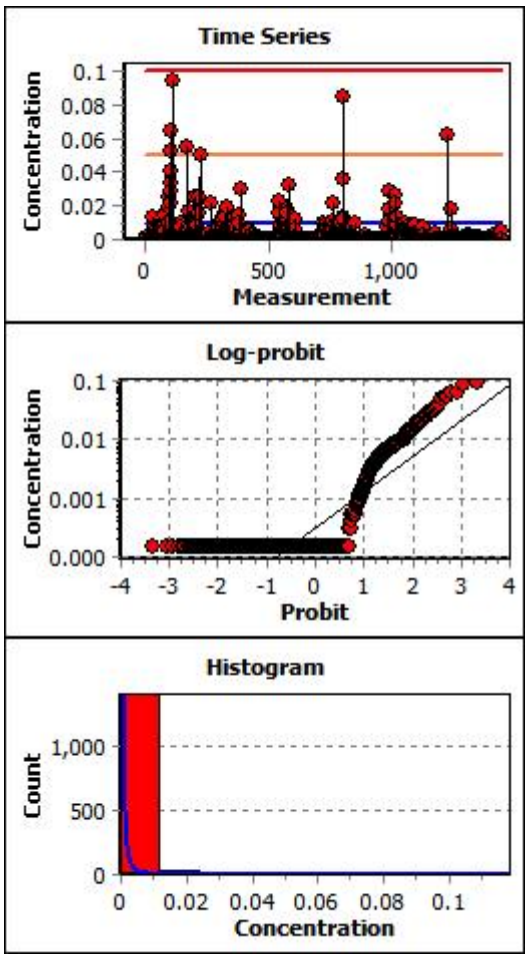
반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



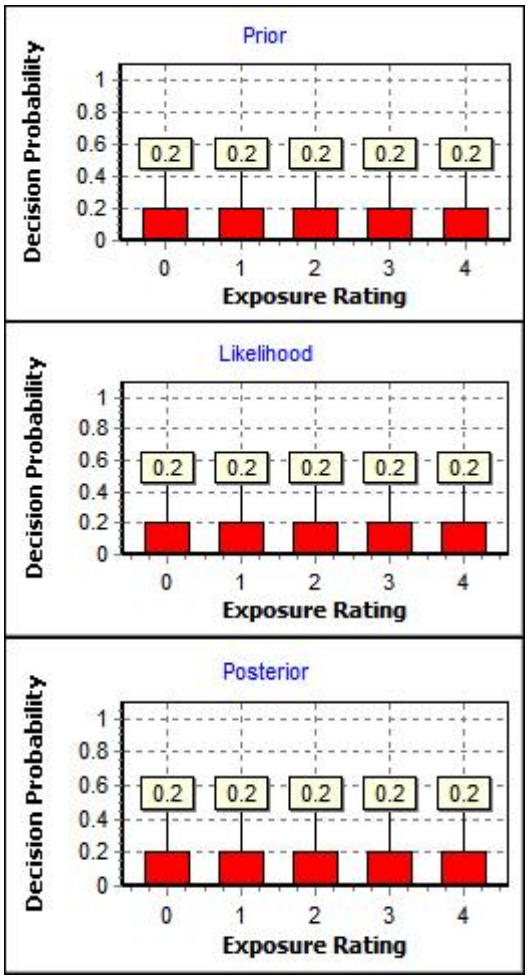
■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

총 106개의 무기 불화물에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.031 ppm, 기하표준편차 1.88 이었다.

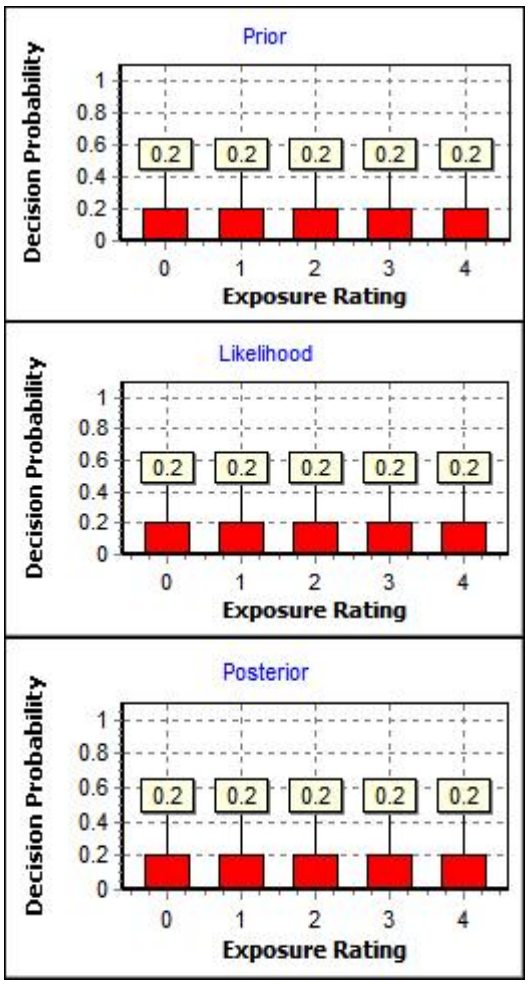
ORDER STATISTICS			
n =	1442		
min =	0.00015000		
max =	0.09470000		
median =	0.00015000		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.00168180		
sd =	0.00600835		
gm =	0.00030520		
gsd =	4.11337550		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00312568	95%LCL = 0.00285116	95%UCL = 0.00344120
ExcFrac =	0.00002107	95%LCL = <0.001	95%UCL = >0.999
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00824000	95%LCL = 0.00730000	95%UCL = 0.00910000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.003


Time Series
Concentration
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
500
1,000
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Probit
Histogram
Count
1,000
500
0
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 무기 불화물 노출기준인 0.1 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1 %이하, 1-10 %, 10-50 %, 50-100 %, 100 %이상 모든 영역의 수준으로 노출될 가능성이 각각 20 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 0.1 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.08 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1 %이하, 1-10 %, 10-50 %, 50-100 %, 100 %이상 모든 영역의 수준으로 노출될 가능성이 각각 20 %로 나타났다.



※ 메틸 아크릴레이트

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ Methyl Acrylate (K2B 자료를 중심으로)

연도	Methyl Acrylate		
	총계	불검출	검출
2010	33	30	3
2011	21	20	1
2012	21	20	1
2013	20	17	3
2014	11	11	0

■ 2010년 자료

총 33건 중 검출된 시료는 2건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0263 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸 아크릴레이트의 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.03 ppm 이었고, 기하표준편차는 1.72였다.

ORDER STATISTICS

n =	33
min =	0.02630000
max =	0.18500000
median =	0.02630000

DESCRIPTIVE STATISTICS

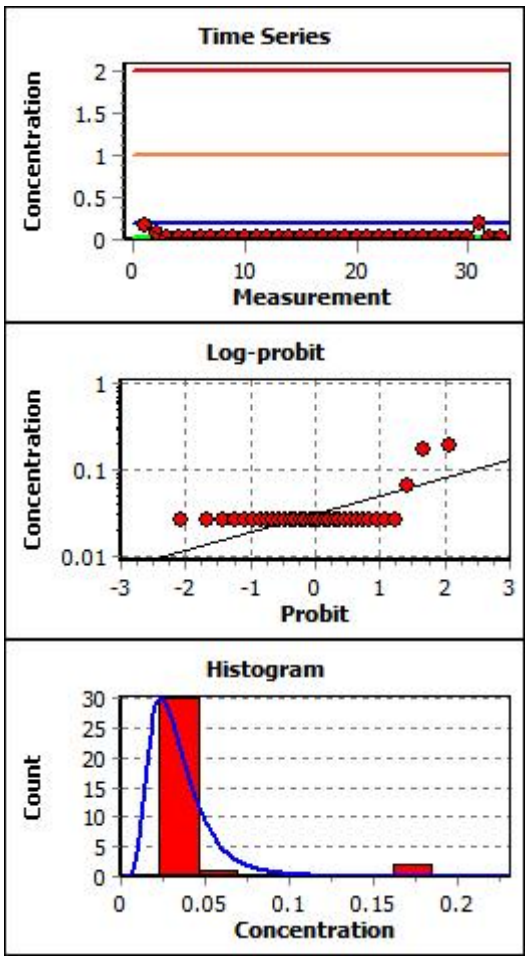
mean =	0.03657576
sd =	0.03668862
gm =	0.03034337
gsd =	1.61718400

COMPLIANCE STATISTICS

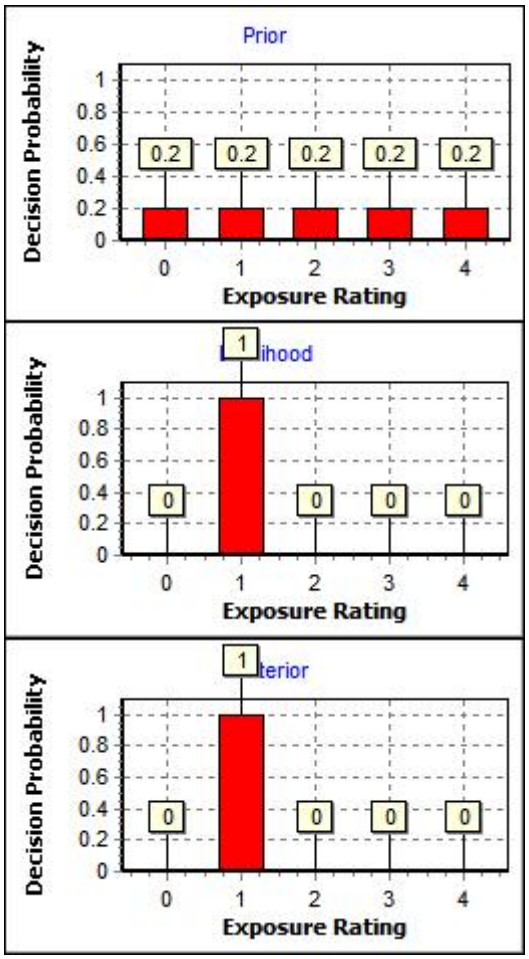
X0.95 =	0.06690723	95%LCL = 0.05576391	95%UCL = 0.08677845
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

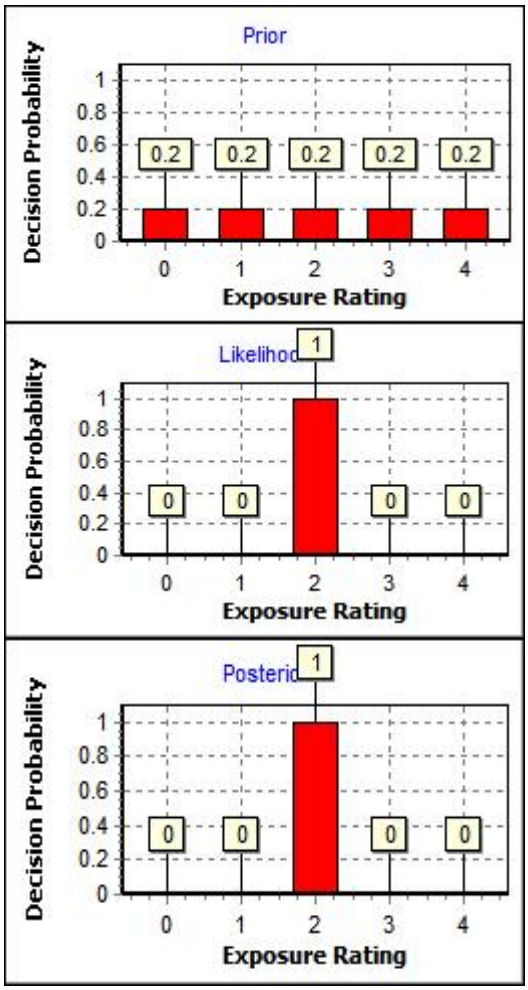
X0.95 =	0.15185000	95%LCL = 0.02630000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.087


Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
30
25
20
15
10
5
0
0
0.05
0.1
0.15
0.2
Concentration

베이시안 통계결과는 노출농도가 노출기준 2 ppm의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 2 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.3 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2011년 자료

2011년 메틸 아크릴레이트 측정결과는 총 21개였으며 이중 검출된 시료는 1개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0263 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸 아크릴레이트의 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.03 ppm 이었고, 기하표준편차는 2.21였다.

ORDER STATISTICS

n =	21
min =	0.02630000
max =	0.97930000
median =	0.02630000

DESCRIPTIVE STATISTICS

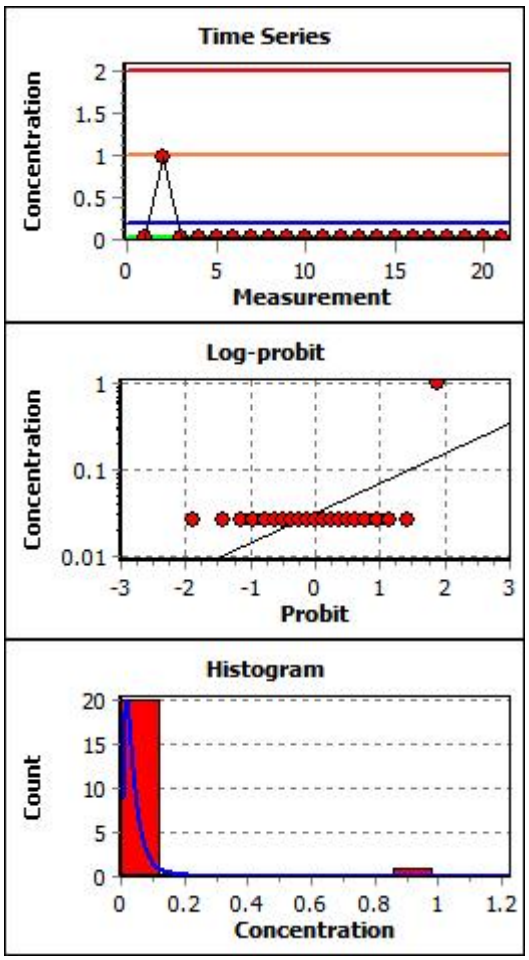
mean =	0.07168095
sd =	0.20796165
gm =	0.03124377
gsd =	2.20197090

COMPLIANCE STATISTICS

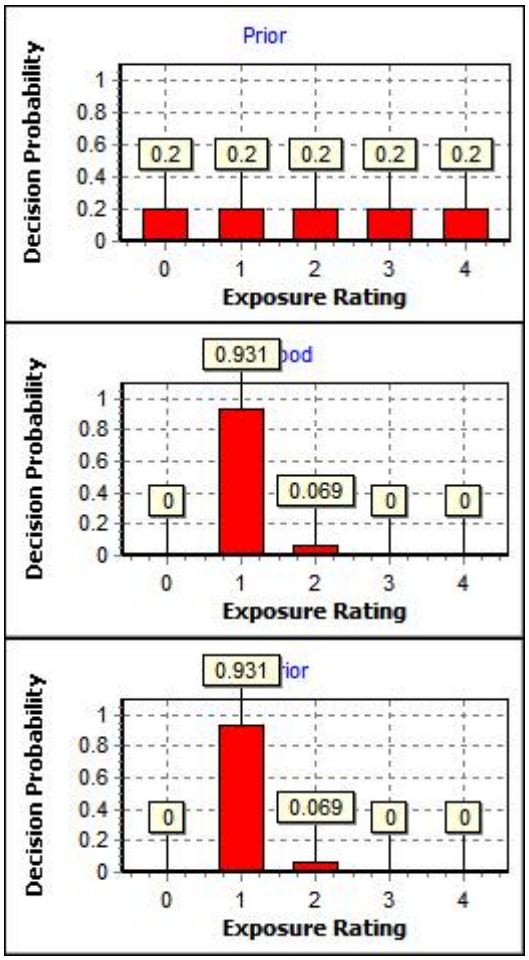
X0.95 =	0.11446914	95%LCL = 0.07955221	95%UCL = 0.20303440
ExcFrac =	0.00000007	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

X0.95 =	0.45515000	95%LCL = 0.02630000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.133

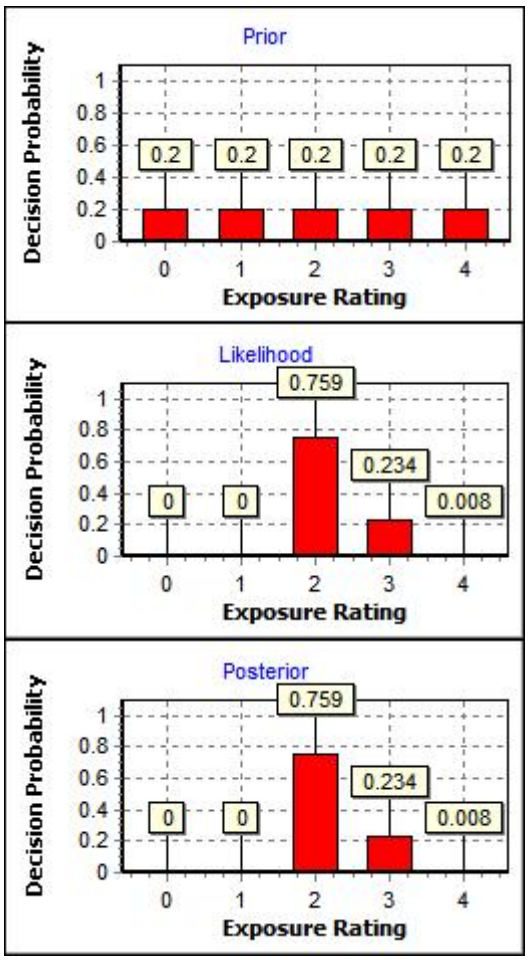

Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
0
5
10
15
20
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
20
15
10
5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸 아크릴레이트 노출기준인 2 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 93.1 %로 가장 높았고, 10-50 % 수준의 노출을 보일 가능성이 6.9 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 2 ppm 대신 본 연구에서 수행된

NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.3 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 발생될 가능성이 75.9 %로 평가되었고, 50-100 % 수준으로 노출될 가능성은 23.4 %였다. 또한 RfC_{worker}값을 초과할 가능성도 0.8 % 있는 것으로 나타났다.



■ 2012년 자료

2012년 메틸 아크릴레이트 측정결과는 총 21개였으며 이중 검출된 시료는 1개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0263 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸 아크릴레이트의 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.028 ppm 이었고, 기하표준편차는 1.427였다.

ORDER STATISTICS

n =	21
min =	0.02630000
max =	0.13420000
median =	0.02630000

DESCRIPTIVE STATISTICS

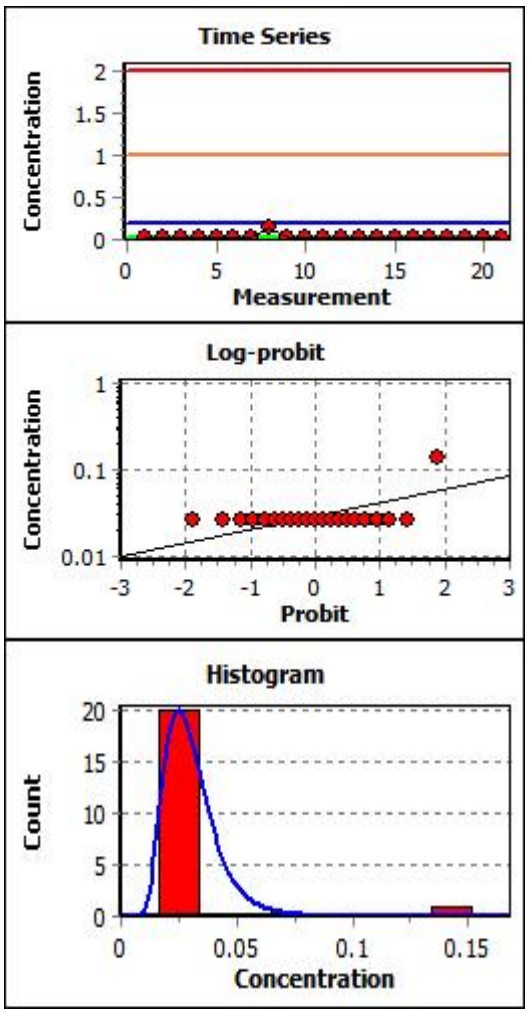
mean =	0.03143810
sd =	0.02354571
gm =	0.02842237
gsd =	1.42709840

COMPLIANCE STATISTICS

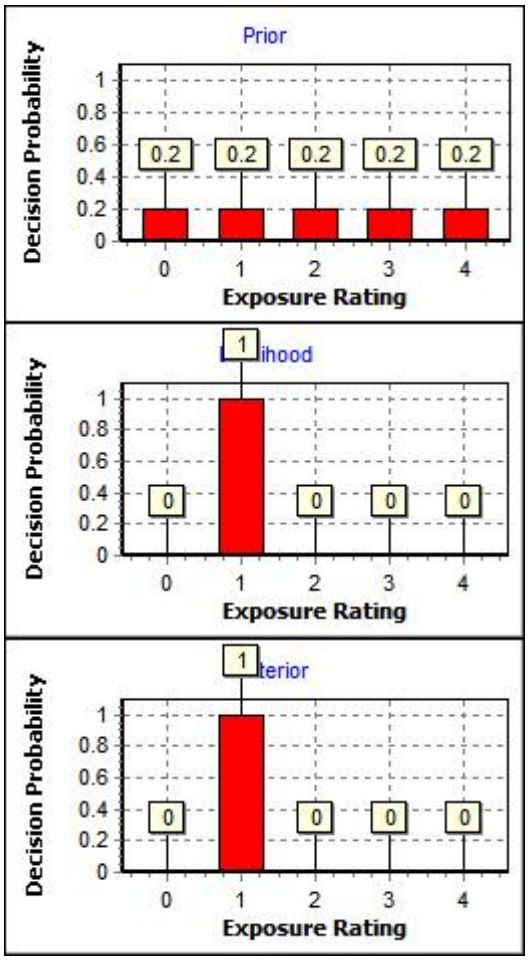
X0.95 =	0.05101960	95%LCL = 0.04330458	95%UCL = 0.06604966
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

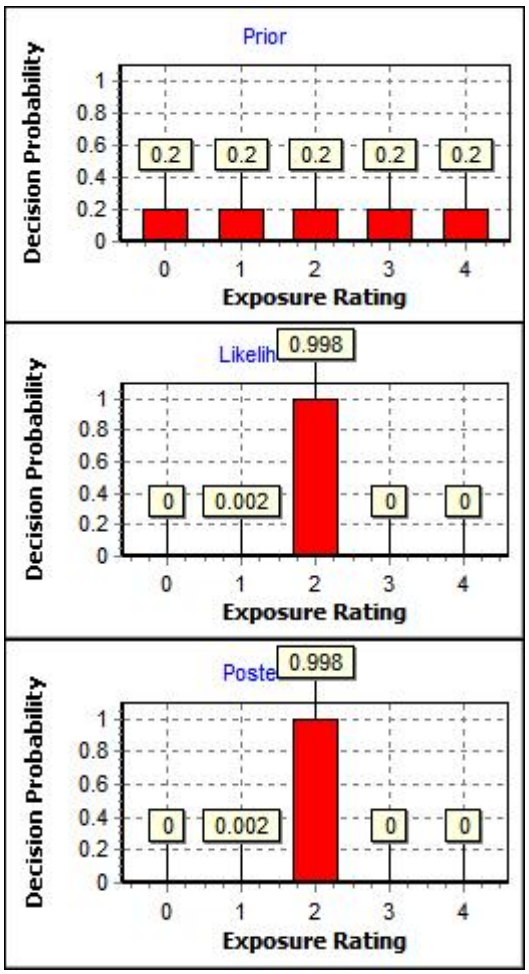
X0.95 =	0.07485500	95%LCL = 0.02630000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.133


Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
0
5
10
15
20
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
20
15
10
5
0
0
0.05
0.1
0.15
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸 아크릴레이트 노출기준인 2 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 2 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.3 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 발생될 가능성이 99.8 %로 평가되었고, 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 0.2 %인 것으로 나타났다.



■ 2013년 자료

2013년 메틸 아크릴레이트 측정결과는 총 20개였으며 이중 검출된 시료는 3개, 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0263 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸 아크릴레이트의 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.037 ppm 이었고, 기하표준편차는 2.663였다.

ORDER STATISTICS

n =	20
min =	0.02630000
max =	0.62200000
median =	0.02630000

DESCRIPTIVE STATISTICS

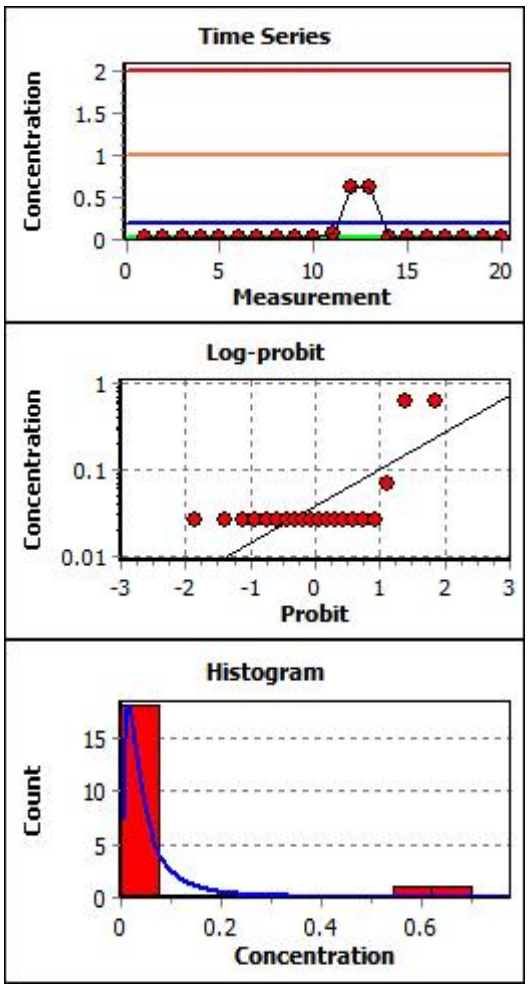
mean =	0.08770500
sd =	0.18210934
gm =	0.03782610
gsd =	2.66273800

COMPLIANCE STATISTICS

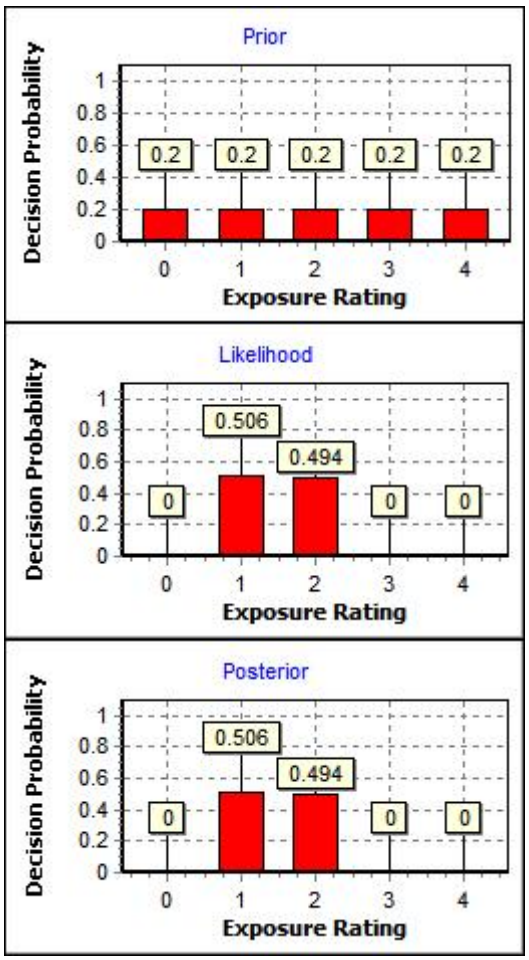
X0.95 =	0.18943354	95%LCL = 0.11955081	95%UCL = 0.39525606
ExcFrac =	0.00002544	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.002

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

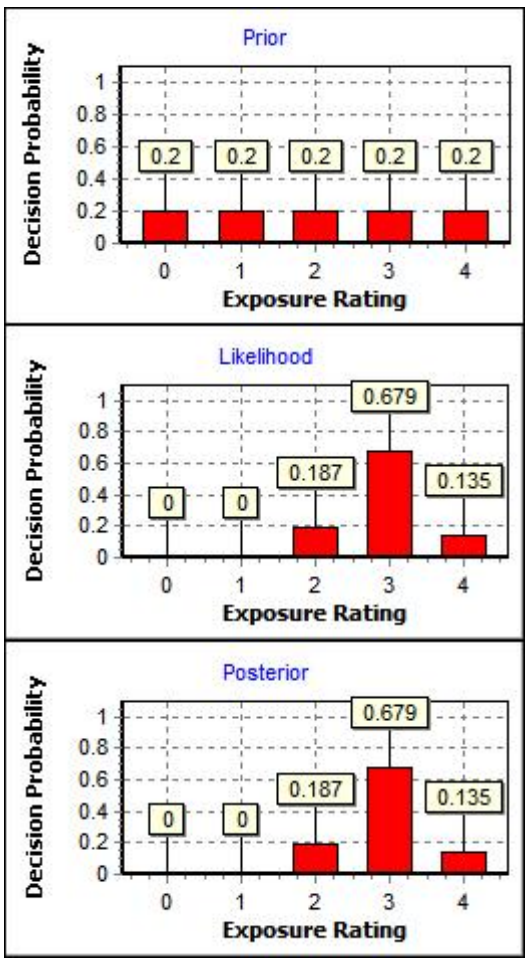
X0.95 =	0.61950000	95%LCL = 0.02630000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.139


Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
0
5
10
15
20
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
15
10
5
0
0
0.2
0.4
0.6
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸 아크릴레이트 노출기준인 2 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 50.6 %, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 49.4 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 2 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.3 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50 % 수준으로 발생될 가능성이 18.7 %로 평가되었고, 50-100 % 수준으로 노출될 가능성이 67.9 %인 것으로 나타났다. 또한 RfC_{worker}값을 초과할 가능성도 13.5 %로 나타났다.



■ 2014년 자료

2014년 메틸 아크릴레이트 측정결과는 총 11개였으며 이중 검출된 시료는 없었고 모두 불검출이었다. 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0263 ppm을 일괄 적용하였다.

메틸 아크릴레이트의 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.0263 ppm 이었고, 기하표준편차는 1.0였다.

ORDER STATISTICS

n =	11
min =	0.02630000
max =	0.02630000
median =	0.02630000

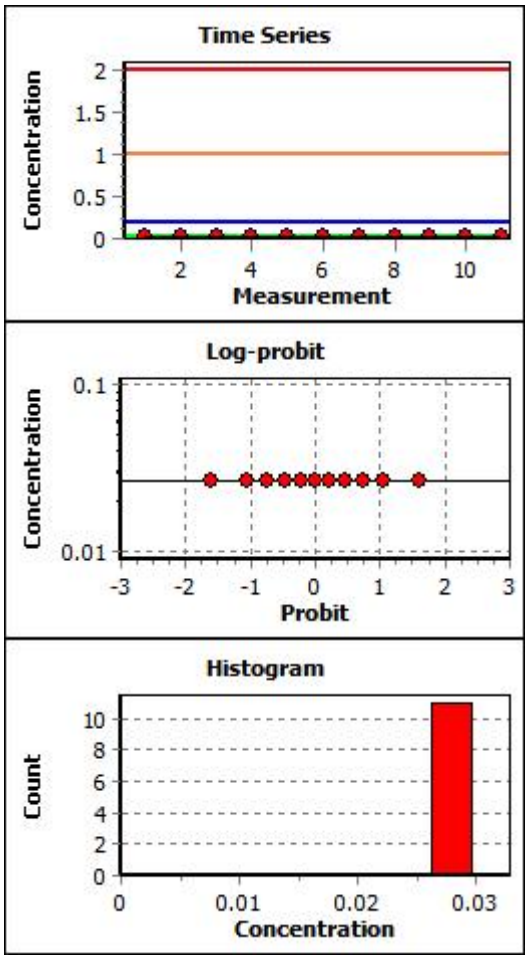
DESCRIPTIVE STATISTICS

gm =	0.02630000
gsd =	1.00000000

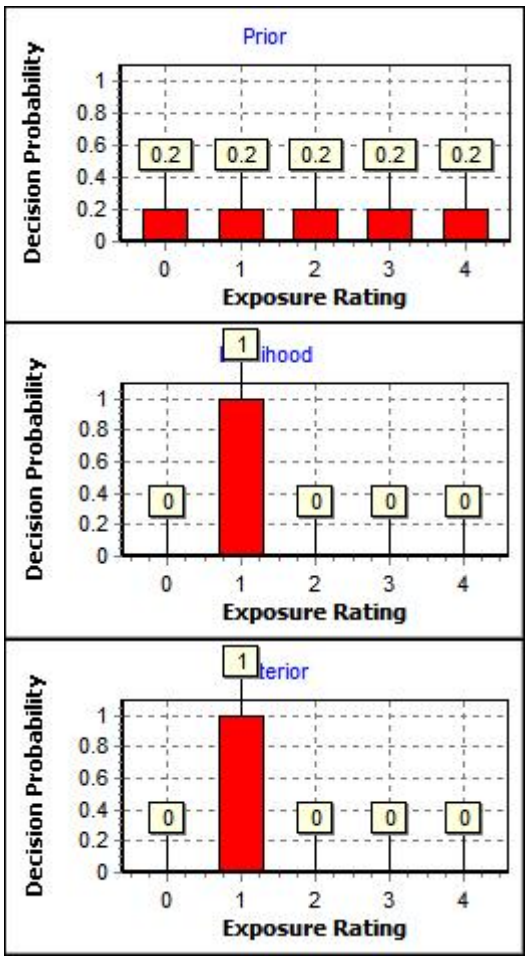
COMPLIANCE STATISTICS

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

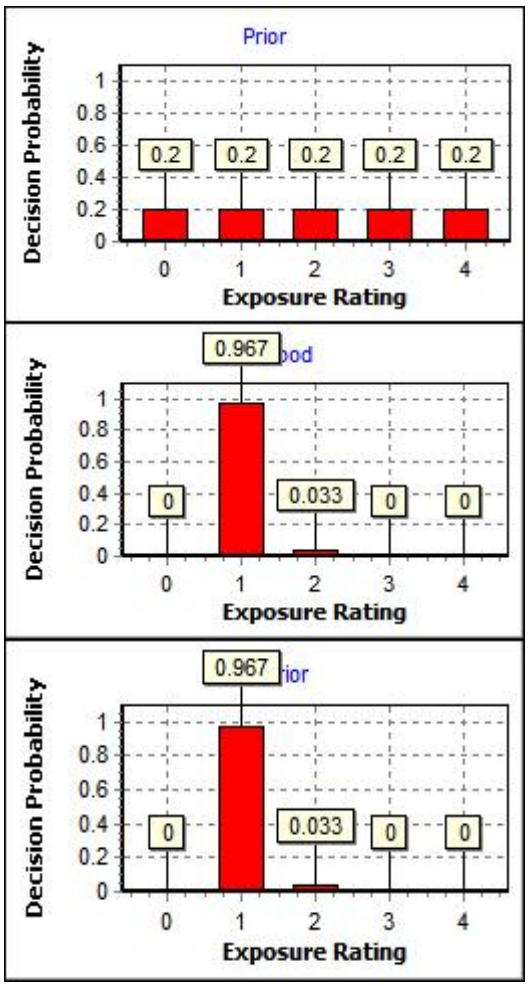
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.238


Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
2
4
6
8
10
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
10
8
6
4
2
0
0
0.01
0.02
0.03
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 메틸 아크릴레이트 노출기준인 2 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 2 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(0.3 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 96.7 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 3.3 %인 것으로 나타났다.



■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

총 106개의 메틸 아크릴레이트에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.031 ppm, 기하표준편차 1.88이었다.

ORDER STATISTICS

n =	106
min =	0.02630000
max =	0.97930000
median =	0.02630000

DESCRIPTIVE STATISTICS

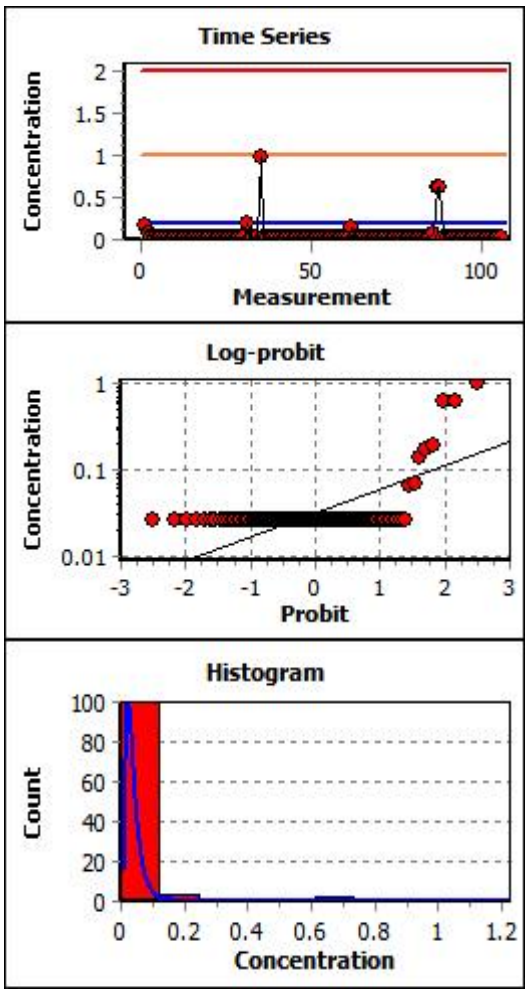
mean =	0.05109340
sd =	0.12370372
gm =	0.03094349
gsd =	1.88041920

COMPLIANCE STATISTICS

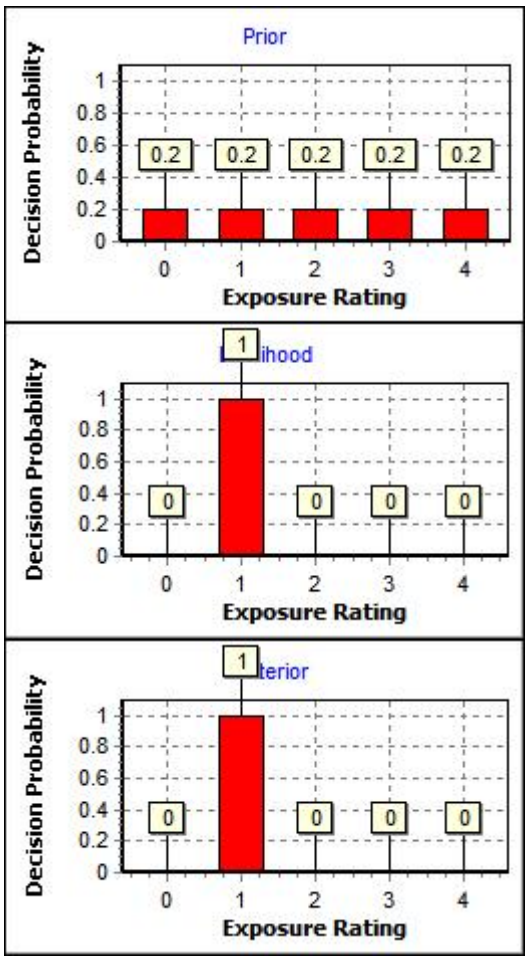
X0.95 =	0.08744164	95%LCL = 0.07585967	95%UCL = 0.10389384
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

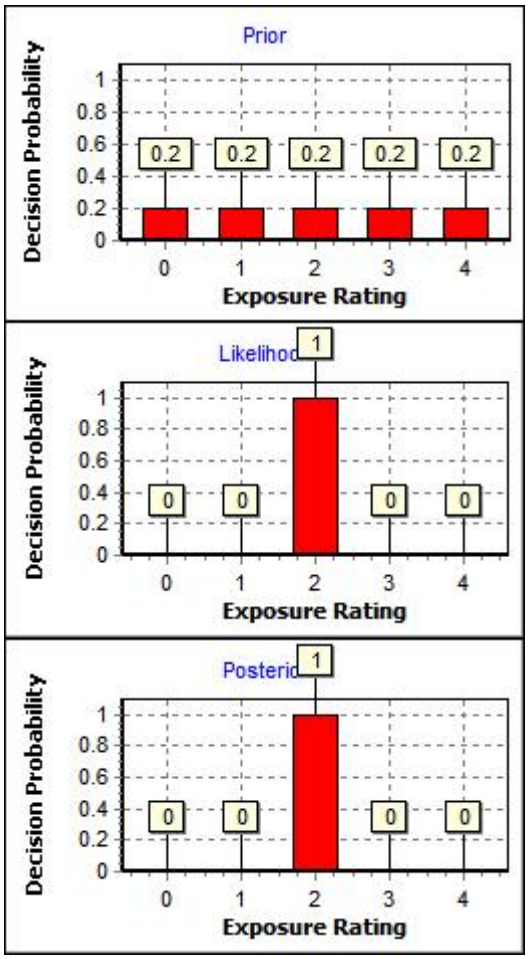
X0.95 =	0.14076000	95%LCL = 0.02630000	95%UCL = 0.62200000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.028


Time Series
Concentration
2
1.5
1
0.5
0
0
50
100
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
80
60
40
20
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
Concentration

국내 노출기준인 2 ppm을 기준으로 하여 베이시안 통계분석을 수행한 결과 전반적으로 불검출 수준으로 낮게 노출되고 있었으며, 표준편차에 따른 위험성을 감안하더라도 노출기준의 1-10 %수준으로 나타날 가능성이 100 %인 것으로 평가되었다.



본 연구에서 수행된 RfCworker값을 기준으로 하여 평가한 결과에서도 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



※ 큐멘

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본 연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ Cumene (K2B 자료를 중심으로)

연도	Cumene		
	총계	불검출	검출
2010	312	108	204
2011	273	150	123
2012	283	70	213
2013	350	136	214
2014	294	140	154

■ 2010년 자료

총 312건 중 검출된 시료는 204건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

큐멘의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.052 ppm 이었고, 기하표준편차는 13.77 이었다.

ORDER STATISTICS

n =	312
min =	0.00190000
max =	2.24900000
median =	0.18200000

DESCRIPTIVE STATISTICS

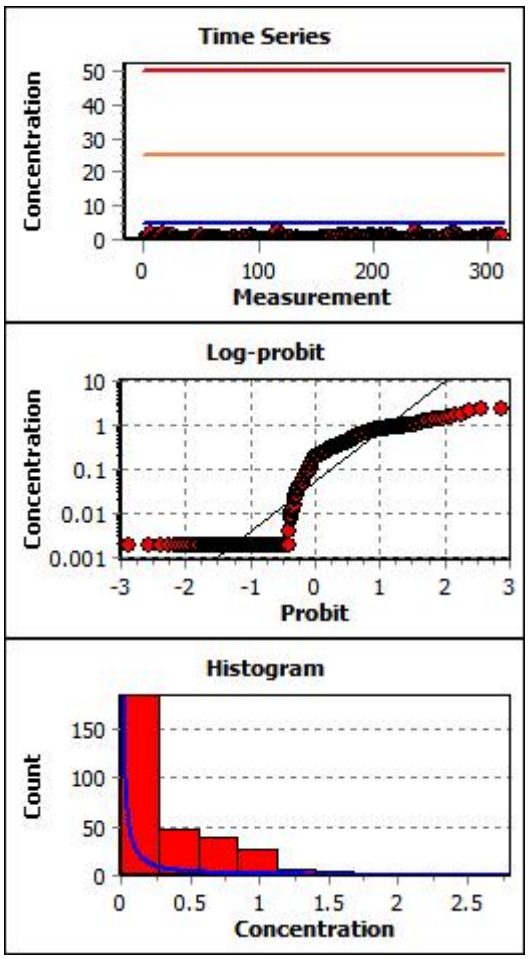
mean =	0.33396026
sd =	0.42265537
gm =	0.05229434
gsd =	13.76724900

COMPLIANCE STATISTICS

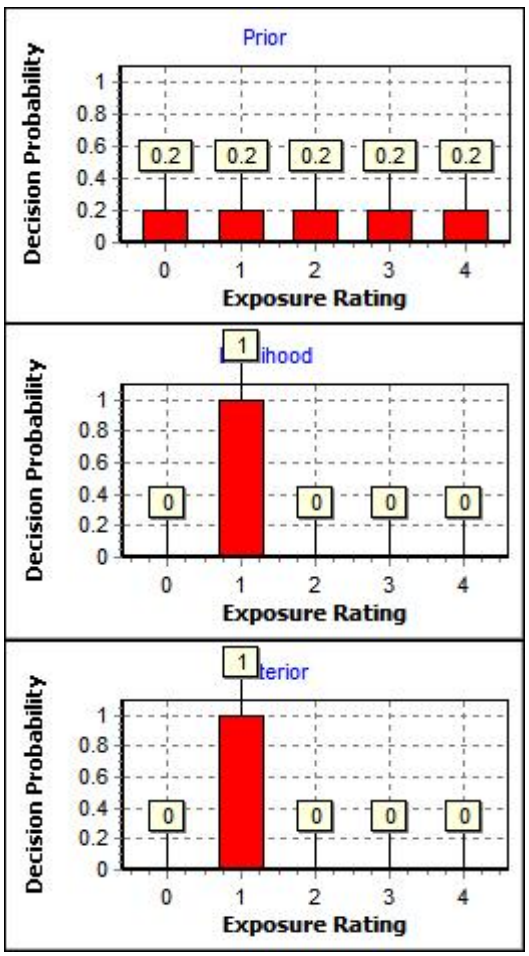
X0.95 =	3.90713370	95%LCL = 2.74229330	95%UCL = 5.82053680
ExcFrac =	0.00443358	95%LCL = 0.002	95%UCL = 0.008

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

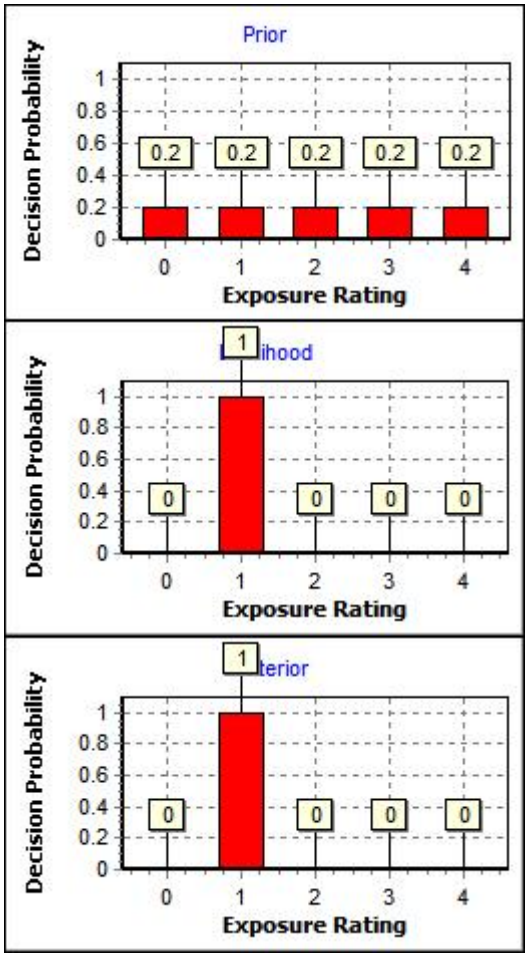
X0.95 =	1.09040000	95%LCL = 0.97300000	95%UCL = 1.39100000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.012


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
300
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
150
100
50
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2011년 자료

총 273건 중 검출된 시료는 123건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

큐멘의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.014 ppm 이었고, 기하표준편차는 11.10 이었다.

ORDER STATISTICS

n =	273
min =	0.00190000
max =	1.99600000
median =	0.00190000

DESCRIPTIVE STATISTICS

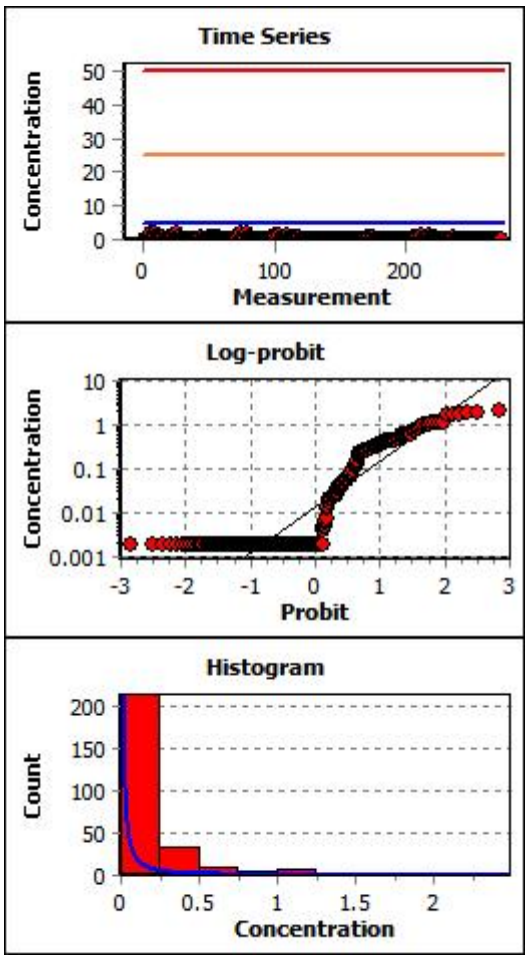
mean =	0.16182308
sd =	0.34102781
gm =	0.01360621
gsd =	11.09605900

COMPLIANCE STATISTICS

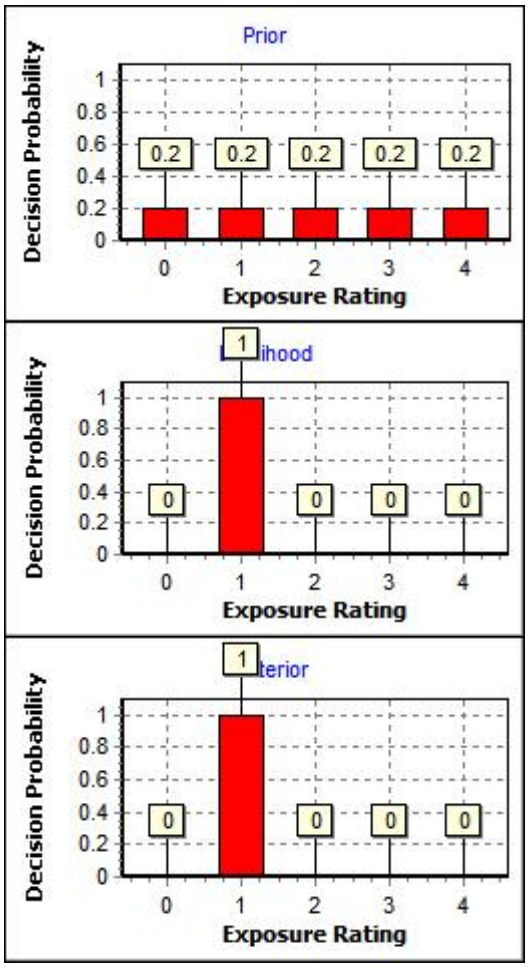
X0.95 =	0.71291820	95%LCL = 0.50412171	95%UCL = 1.05536380
ExcFrac =	0.00032344	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

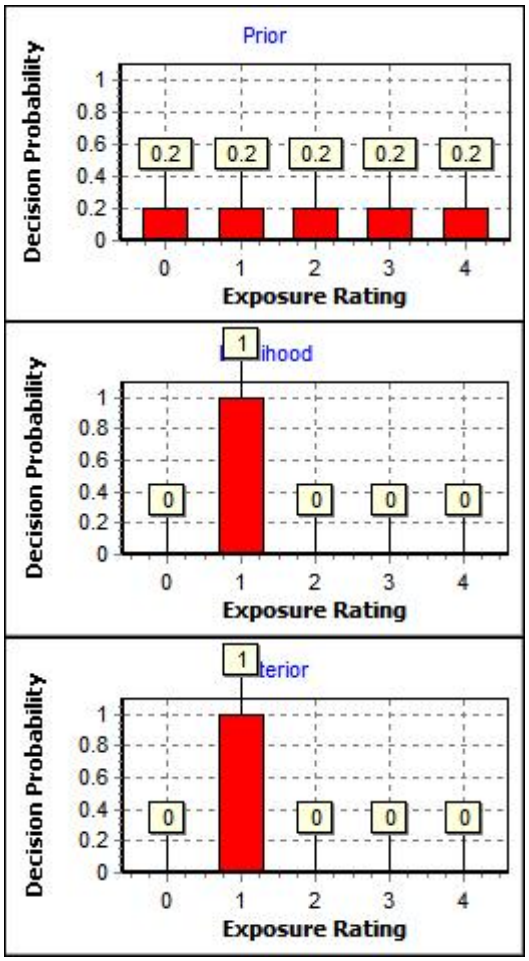
X0.95 =	0.89210000	95%LCL = 0.61200000	95%UCL = 1.10900000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.013


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
200
150
100
50
0
0
0.5
1
1.5
2
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2012년 자료

총 283건 중 검출된 시료는 213건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

큐멘의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

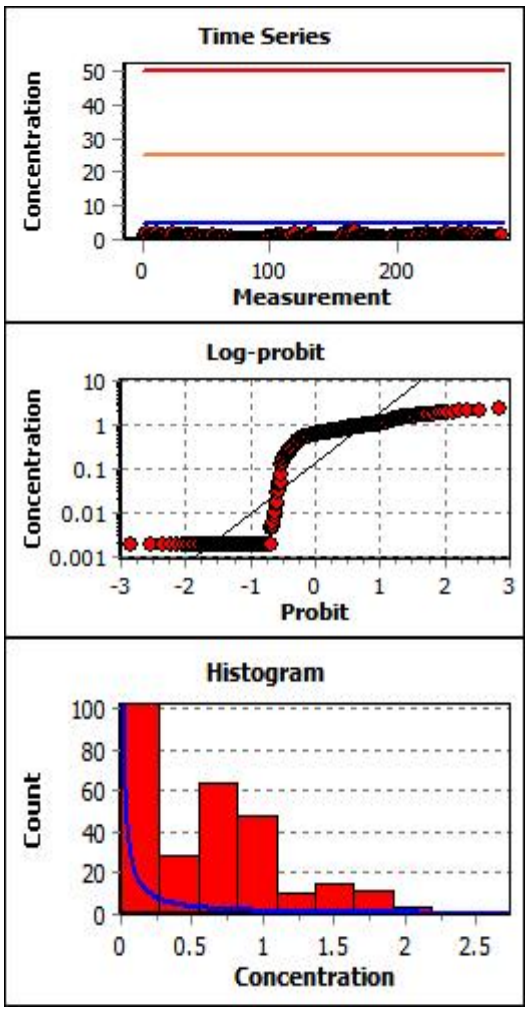
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.014 ppm이었고, 기하표준편차는 14.20이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	283
min =	0.00190000
max =	2.19300000
median =	0.60600000

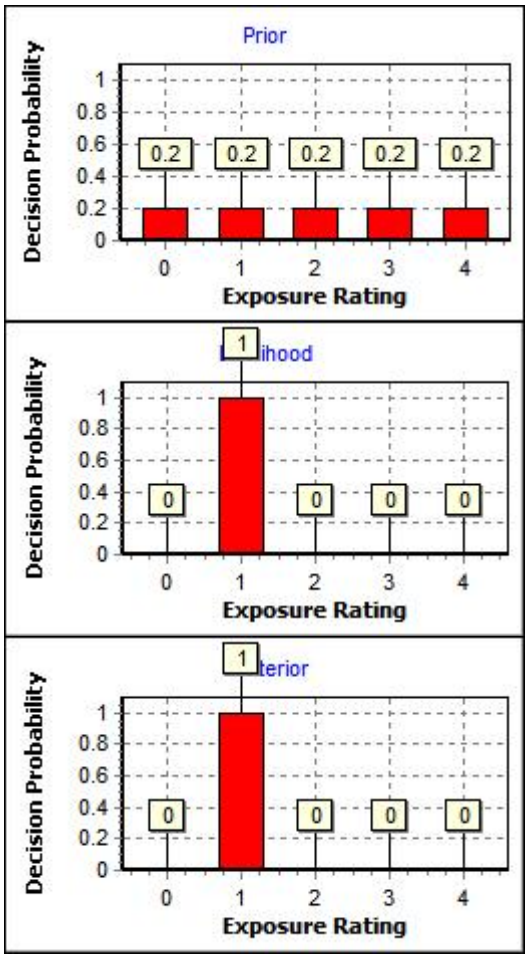
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.59373216
sd =	0.52976631
gm =	0.13709684
gsd =	14.20057200

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	10.77880300	95%LCL = 7.39508400	95%UCL = 16.47932700
ExcFrac =	0.07719306	95%LCL = 0.059	95%UCL = 0.099

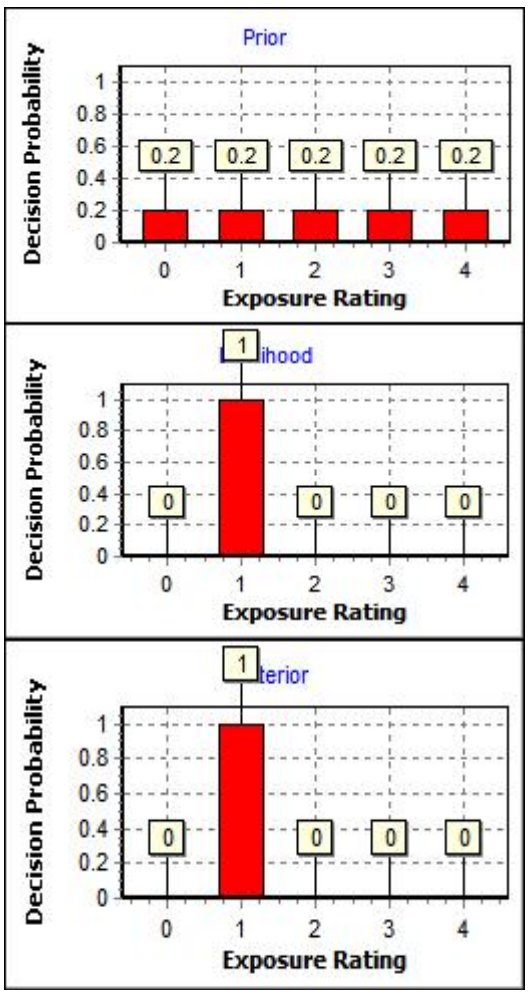
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.66910000	95%LCL = 1.51200000	95%UCL = 1.77900000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.013


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
80
60
40
20
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



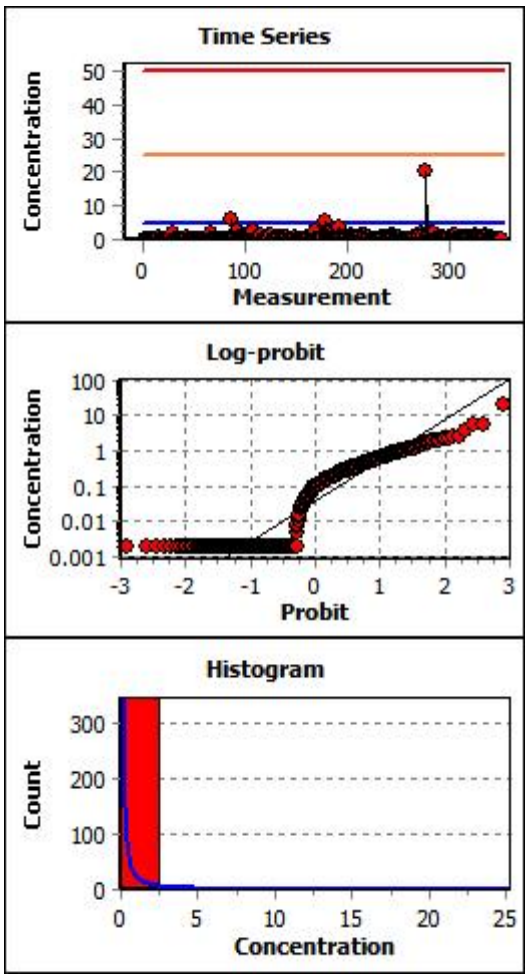
■ 2013년 자료

총 350건 중 검출된 시료는 214건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

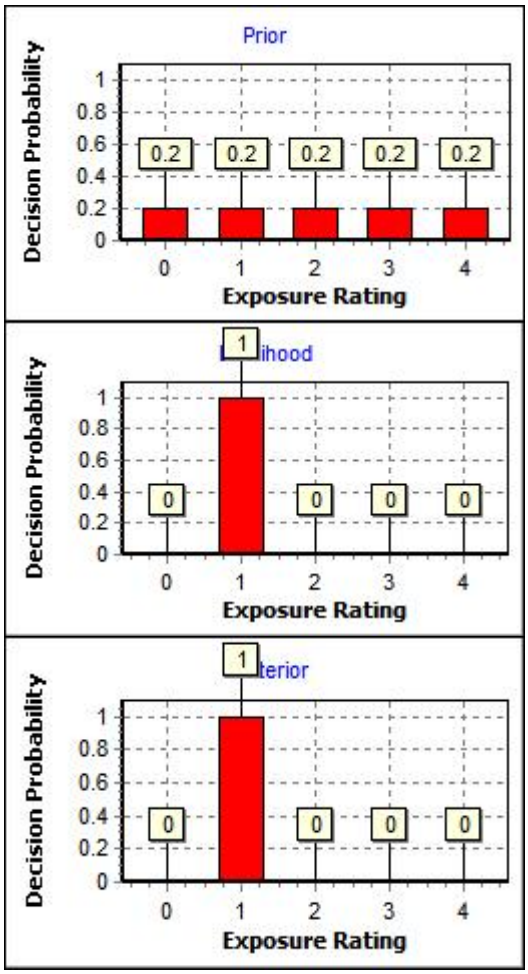
큐멘의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.04 ppm 이었고, 기하표준편차는 13.93이였다.

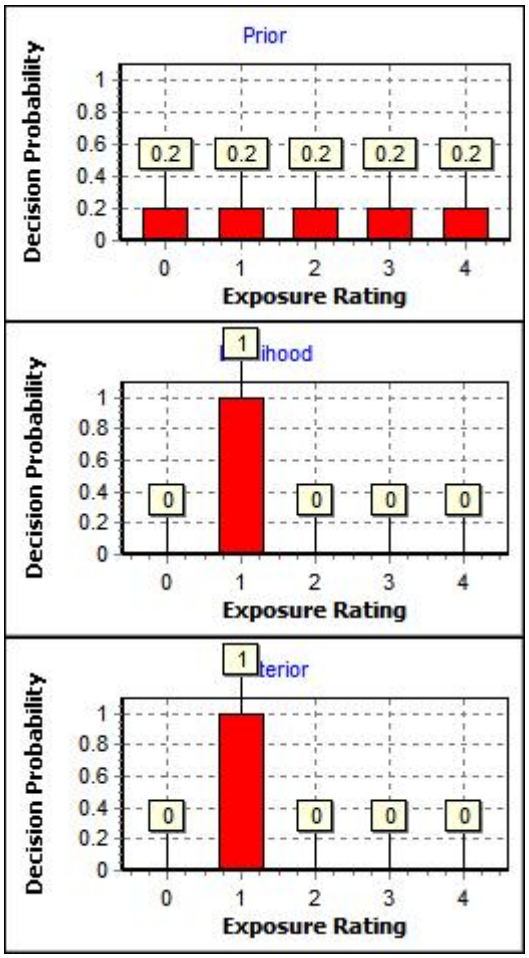
ORDER STATISTICS			
n =	350		
min =	0.00190000		
max =	20.21100000		
median =	0.09750000		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.38558971		
sd =	1.23740820		
gm =	0.03975172		
gsd =	13.93449600		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	3.02960520	95%LCL = 2.16243150	95%UCL = 4.41561390
ExcFrac =	0.00337191	95%LCL = 0.002	95%UCL = 0.006
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.46200000	95%LCL = 1.15300000	95%UCL = 2.02300000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.010


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
300
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



■ 2014년 자료

총 294건 중 검출된 시료는 154건이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0019 ppm을 일괄 적용하였다.

큐멘의 노출기준인 50 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

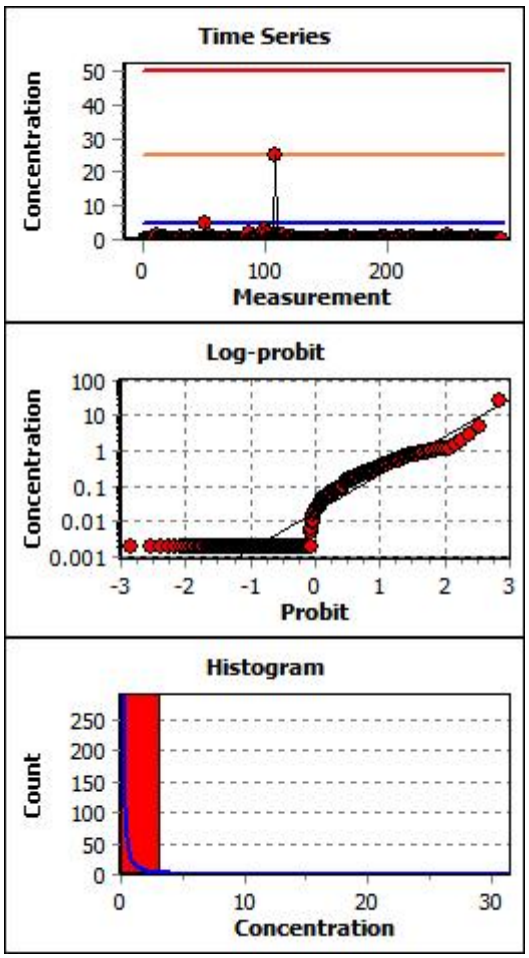
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.02 ppm 이었고, 기하표준편차는 11.59 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	294
min =	0.00190000
max =	25.15900000
median =	0.01750000

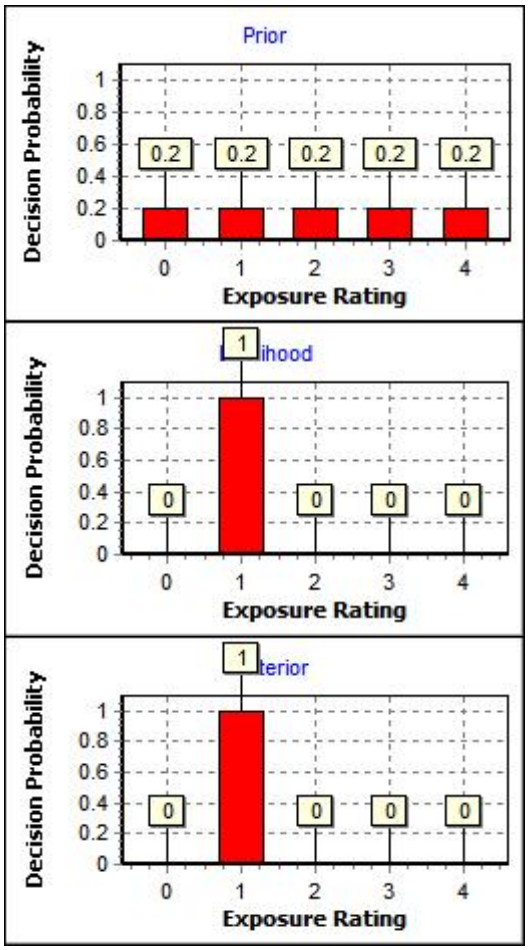
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.26708435
sd =	1.51890920
gm =	0.02005909
gsd =	11.59066800

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.12919700	95%LCL = 0.80326462	95%UCL = 1.65489570
ExcFrac =	0.00070640	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.001

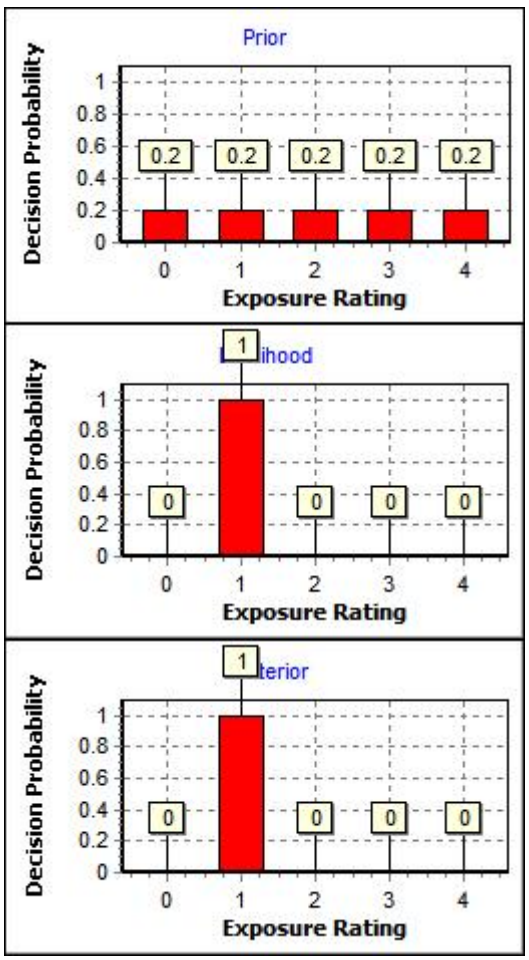
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.89260000	95%LCL = 0.73500000	95%UCL = 1.13800000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.012


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
100
200
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
250
200
150
100
50
0
0
10
20
30
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



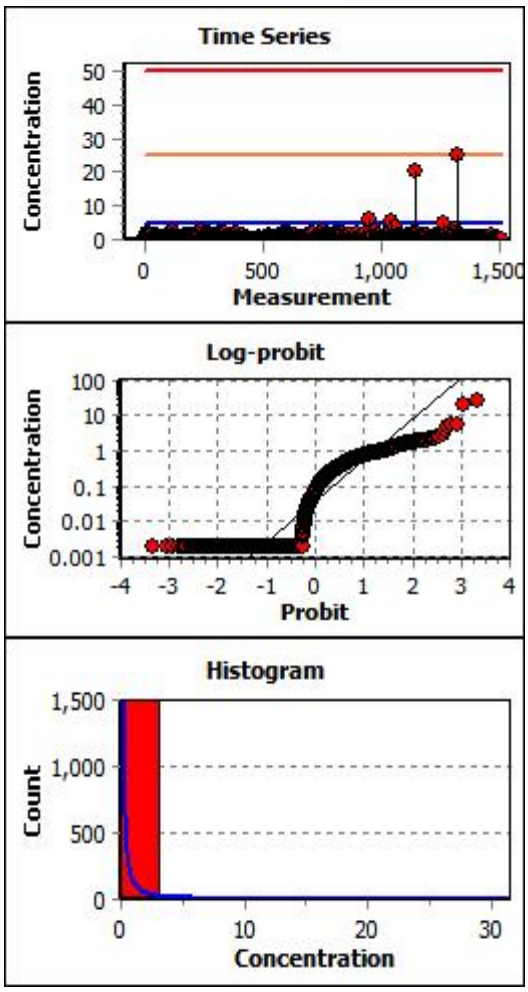
반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 평가되었다.



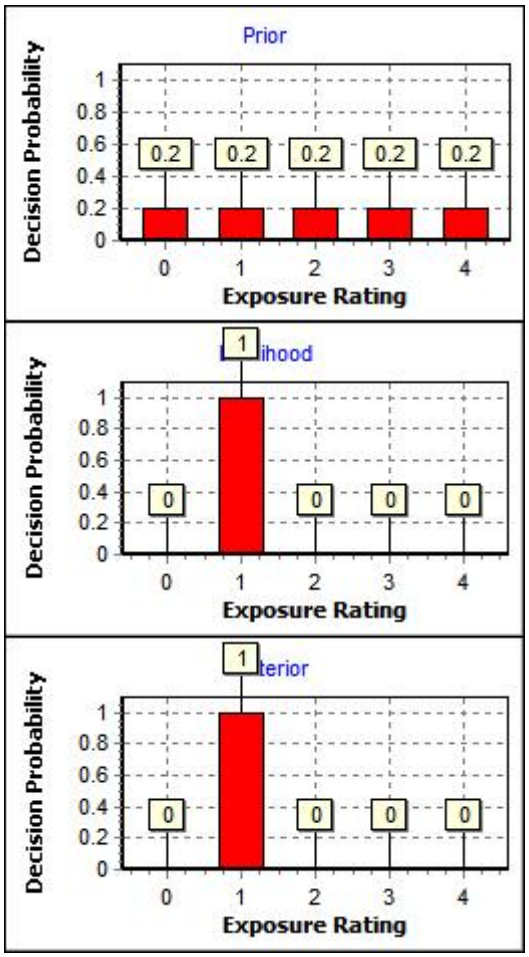
■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

총 1512개의 큐멘에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.04 ppm, 기하표준편차 14.47 이었다.

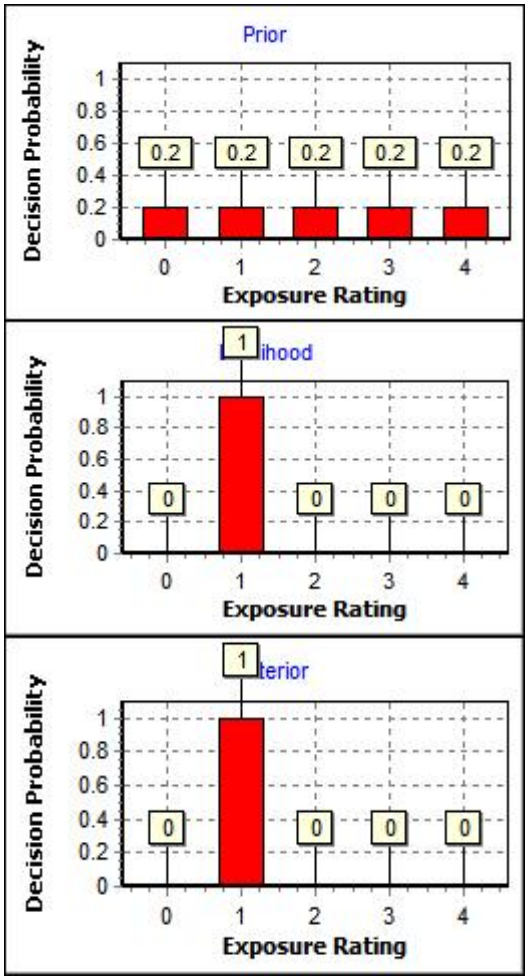
ORDER STATISTICS			
n =	1512		
min =	0.00190000		
max =	25.15900000		
median =	0.06750000		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.35044557		
sd =	0.96452904		
gm =	0.03825933		
gsd =	14.46638100		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	3.10119690	95%LCL = 2.61376360	95%UCL = 3.70914190
ExcFrac =	0.00362026	95%LCL = <0.001	95%UCL = >0.999
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.28180000	95%LCL = 1.15300000	95%UCL = 1.44200000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.002


Time Series
Concentration
50
40
30
20
10
0
0
500
1,000
1,500
Measurement
Log-probit
Concentration
100
10
1
0.1
0.01
0.001
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Probit
Histogram
Count
1,500
1,000
500
0
0
10
20
30
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 큐멘 노출기준인 50 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10 %수준으로 노출될 가능성이 100 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 50 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(6 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 %수준으로 노출될 가능성이 100%로 나타났다.



※ 노말-프로필 알콜

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ n-propyl alcohol (K2B 자료를 중심으로)

연도	n-propyl alcohol		
	총계	불검출	검출
2010	5	4	1
2011	6	4	2
2012	16	3	13
2013	22	8	14
2014	30	23	7

■ 2010년 자료

총 5건 중 검출된 시료는 1건이었고, 나머지는 모두 불검출 이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0042 ppm을 일괄 적용하였다.

n-propyl alcohol의 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

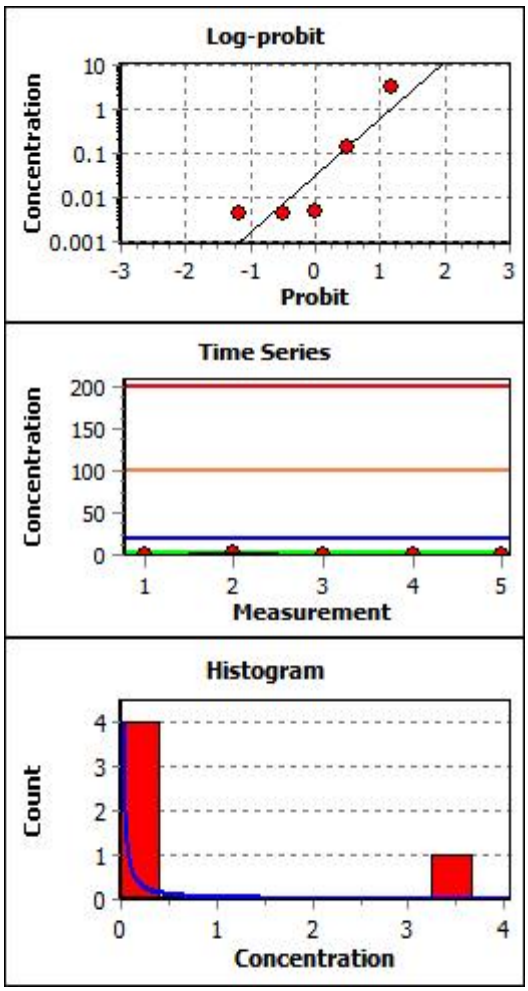
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.033 ppm 이었고, 기하표준편차는 19.32였다.

ORDER STATISTICS	
n =	5
min =	0.00420000
max =	3.24550000
median =	0.00470000

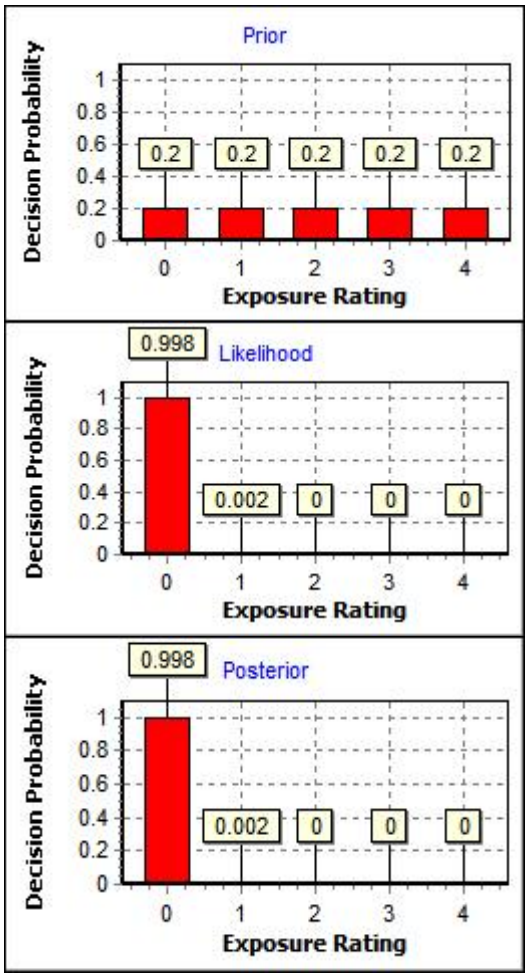
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.67890000
sd =	1.43589620
gm =	0.03299288
gsd =	19.31660600

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	4.30305010	95%LCL = 0.37180190	95%UCL = 8378.90850000
ExcFrac =	0.00163295	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.144

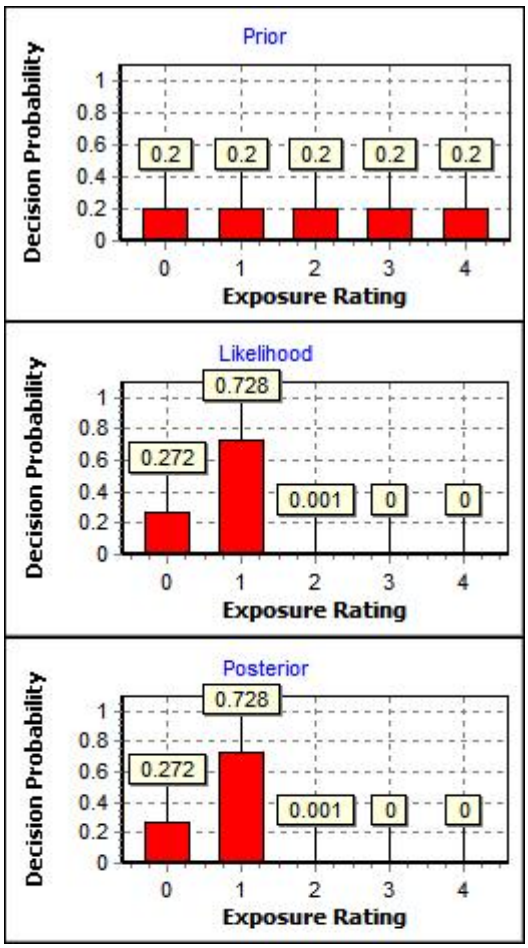
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.451


Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Time Series
Concentration
200
150
100
50
0
1
2
3
4
5
Measurement
Histogram
Count
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
Concentration

베이시안 통계결과는 노출농도가 노출기준 200 ppm의 1% 이하로 발생될 가능성이 99.8%, 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 0.2 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 200 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(20 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1% 이하 수준으로 발생될 가능성이 27.2% 이고, 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 72.8 %이고, 10-50% 수준으로 발생될 가능성이 0.1%로 평가되었다.



■ 2011년 자료

2011년 n-propyl alcohol 측정결과는 총 6개였으며 이중 검출된 시료는 2개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0045 ppm을 일괄 적용하였다.

n-propyl alcohol의 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

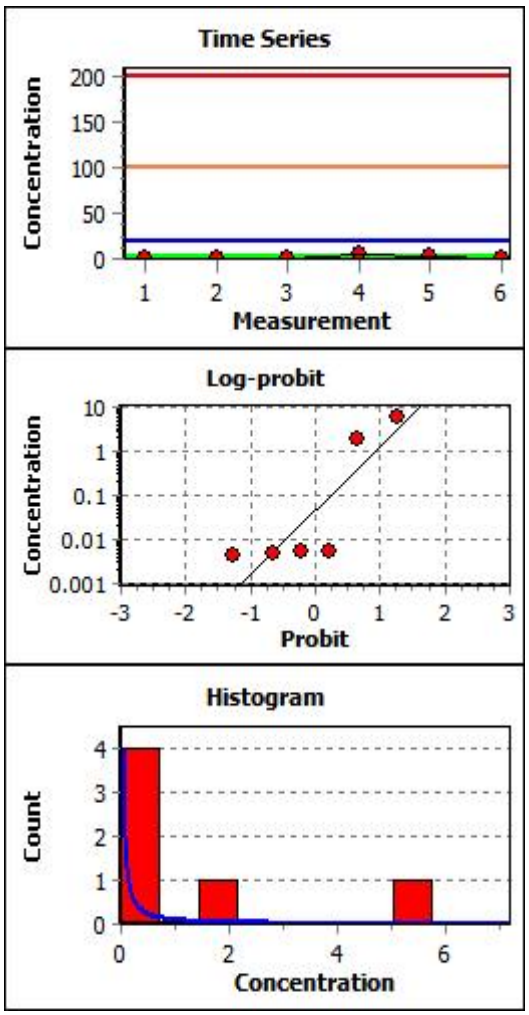
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.044 ppm 이었고, 기하표준편차는 28.86였다.

ORDER STATISTICS	
n =	6
min =	0.00450000
max =	5.74790000
median =	0.00560000

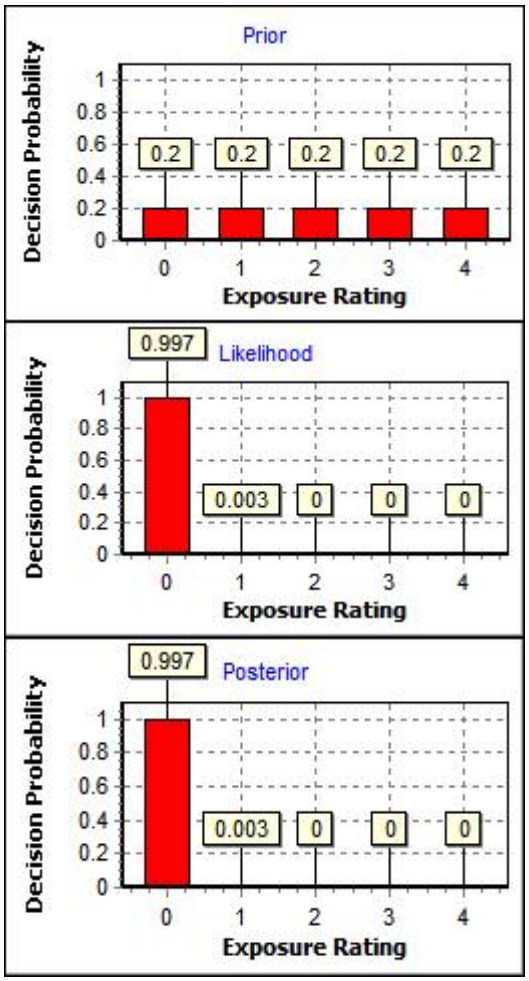
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	1.27845000
sd =	2.31735190
gm =	0.04415057
gsd =	28.86321700

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	11.14816600	95%LCL = 0.83702414	95%UCL = 11478.75100000
ExcFrac =	0.00614715	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.155

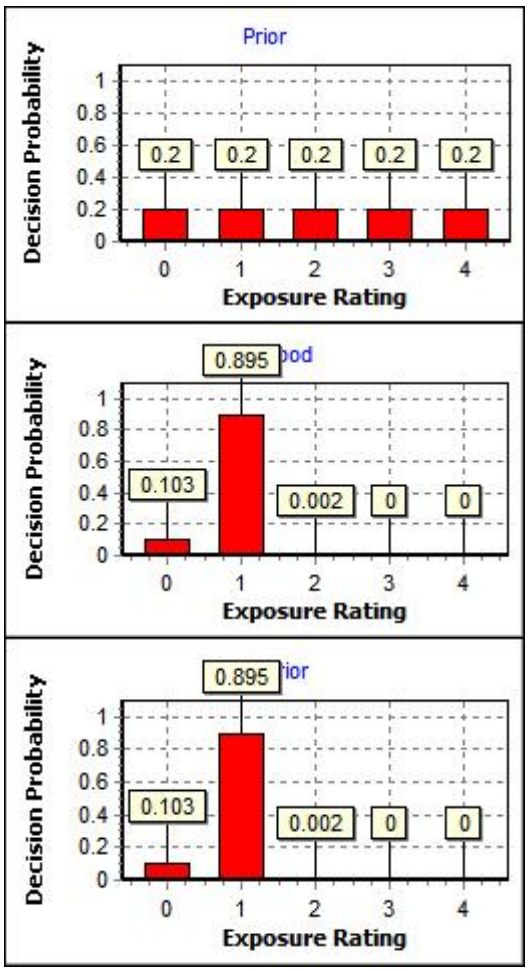
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.393


Time Series
Concentration
200
150
100
50
0
1
2
3
4
5
6
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
4
3
2
1
0
0
2
4
6
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 n-propyl alcohol 노출기준인 200 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1 % 이하 수준으로 노출될 가능성이 99.7 %로 가장 높았고, 1-10 % 수준의 노출을 보일 가능성이 0.3 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 200 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(20 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1 % 이하수준으로 발생될 가능성이 10.3 %로 평가되었고, 1-10 % 수준으로 노출될 가능성은 89.5 %였고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성은 0.2 %.로 나타났다.



■ 2012년 자료

2012년 n-propyl alcohol 측정결과는 총 16개였으며 이중 검출된 시료는 13개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0047 ppm을 일괄 적용하였다.

n-propyl alcohol의 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

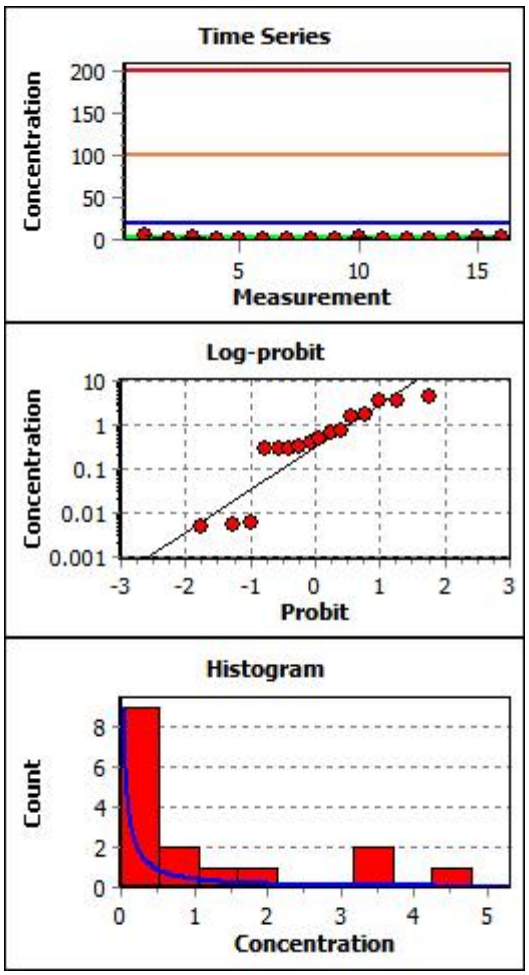
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.32 ppm 이었고, 기하표준편차는 9.36 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	16
min =	0.00470000
max =	4.24950000
median =	0.42360000

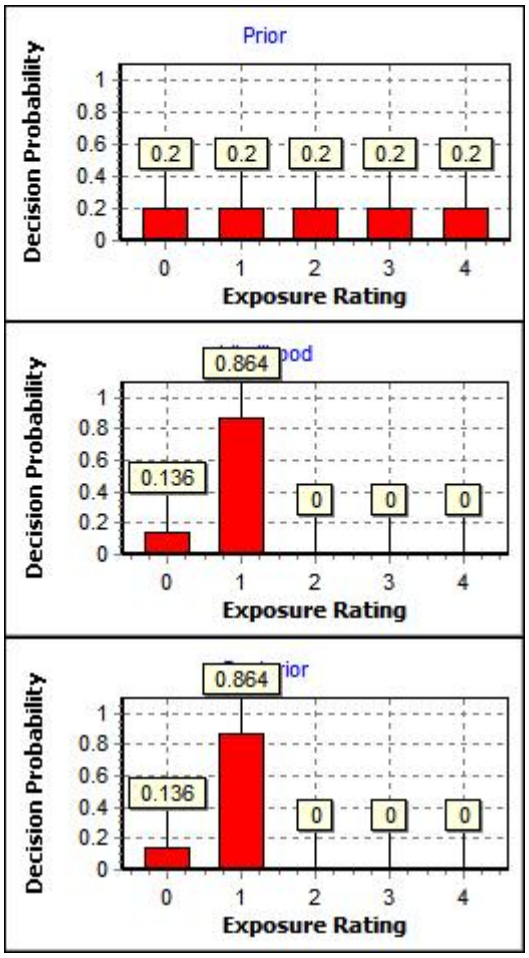
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	1.11408750
sd =	1.39470500
gm =	0.32019956
gsd =	9.36393800

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	12.69024500	95%LCL = 3.99232560	95%UCL = 90.65297600
ExcFrac =	0.00200265	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.028

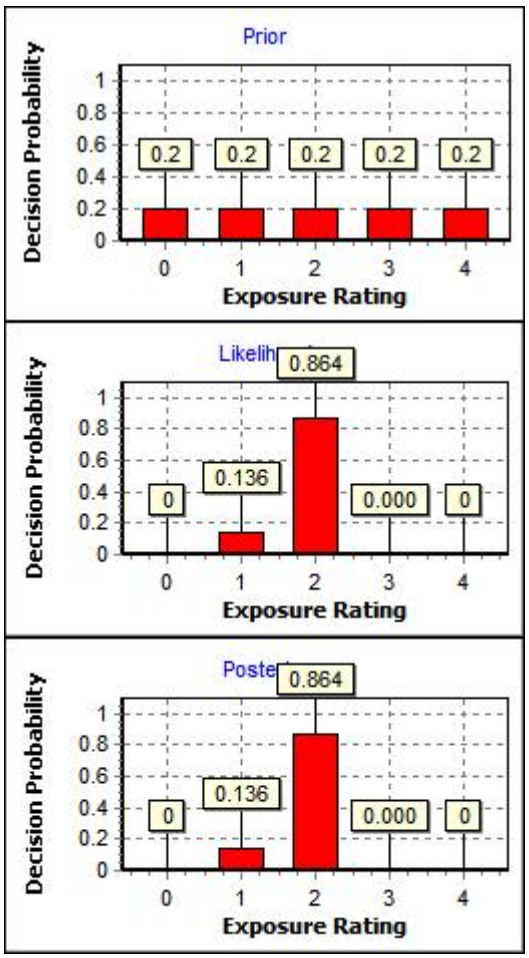
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.171


Time Series
Concentration
200
150
100
50
0
5
10
15
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
8
6
4
2
0
0
1
2
3
4
5
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 n-propyl alcohol 노출기준인 200 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1% 이하수준으로 노출될 가능성이 13.6% 였고, 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 86.4 %로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 200 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(20 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 13.6 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 86.4 %인 것으로 나타났다.



■ 2013년 자료

2013년 n-propyl alcohol 측정결과는 총 22개였으며 이중 검출된 시료는 14개, 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0055 ppm을 일괄 적용하였다.

n-propyl alcohol의 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

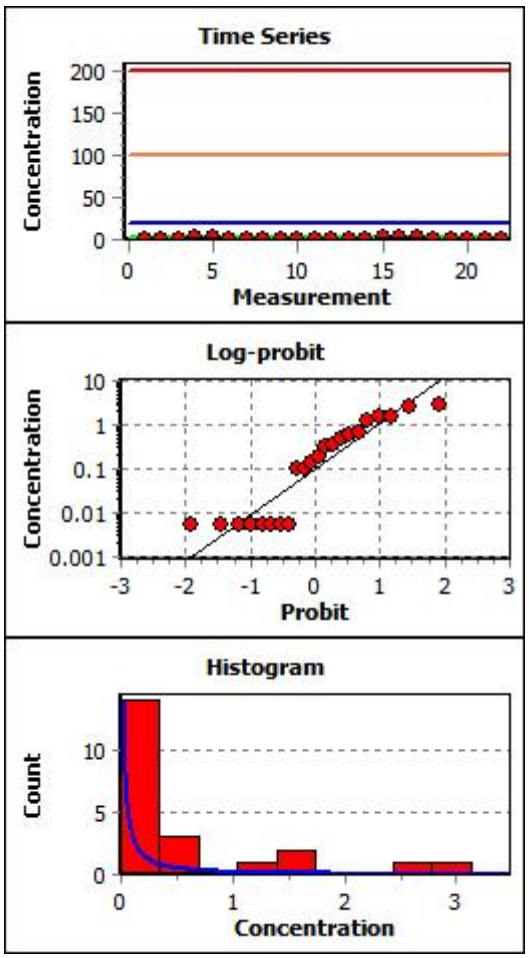
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.099 ppm 이었고, 기하표준편차는 11.14였다.

ORDER STATISTICS	
n =	22
min =	0.00550000
max =	2.78120000
median =	0.15695000

DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.56880000
sd =	0.82684158
gm =	0.09926124
gsd =	11.14362100

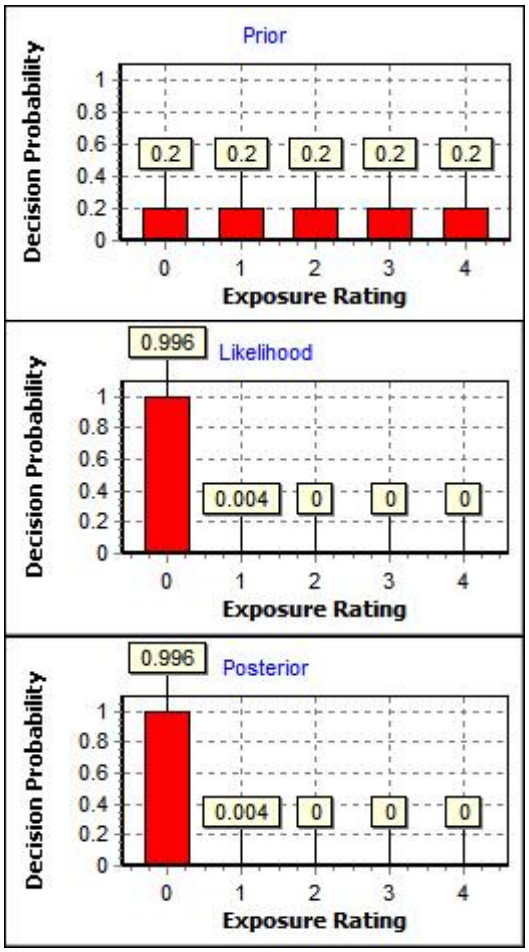
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	5.23766880	95%LCL = 1.76149790	95%UCL = 28.59200300
ExcFrac =	0.00080018	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.011

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	2.62352000	95%LCL = 1.46230000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.127



베이시안 통계결과는 국내 n-propyl alcohol 노출기준인 200 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1%로 이하로 노출될 가능성이 99.6% 이었고, 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 0.4 % 나타났다.

반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 200 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(20 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 99.6 %로 평가되었고, 10-50 % 수준으로 노출될 가능성이 0.4 %인 것으로 나타났다.



■ 2014년 자료

2014년 n-propyl alcohol 측정결과는 총 30개였으며 이중 검출된 시료는 7개였고, 나머지는 모두 불검출이었다. 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0054 ppm을 일괄 적용하였다.

n-propyl alcohol의 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

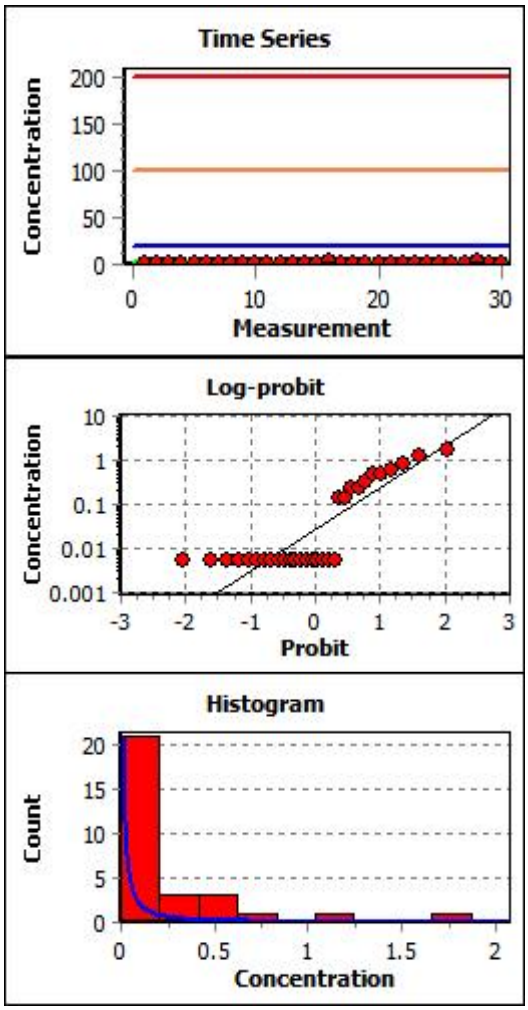
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.027 ppm 이었고, 기하표준편차는 8.788 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	30
min =	0.00540000
max =	1.66240000
median =	0.00560000

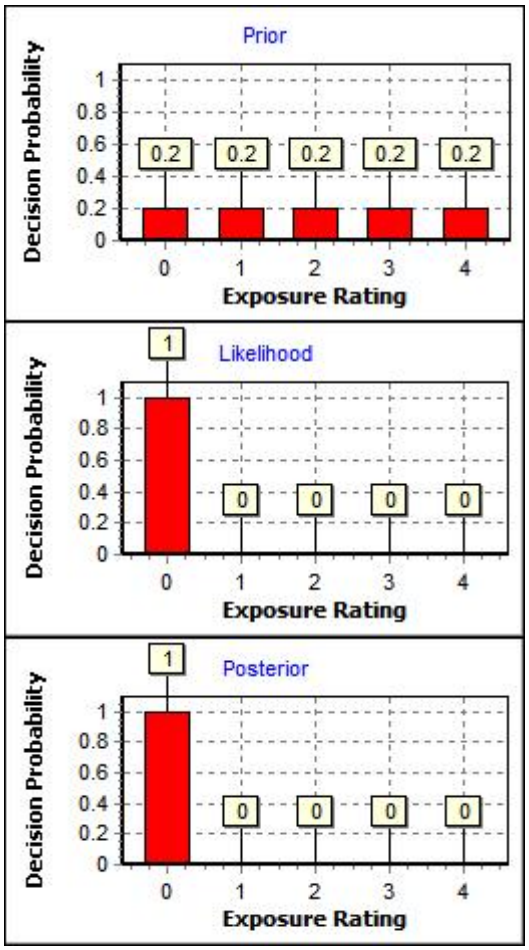
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.21346667
sd =	0.39809714
gm =	0.02720053
gsd =	8.78820150

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.97116452	95%LCL = 0.41157815	95%UCL = 3.38871710
ExcFrac =	0.00002099	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

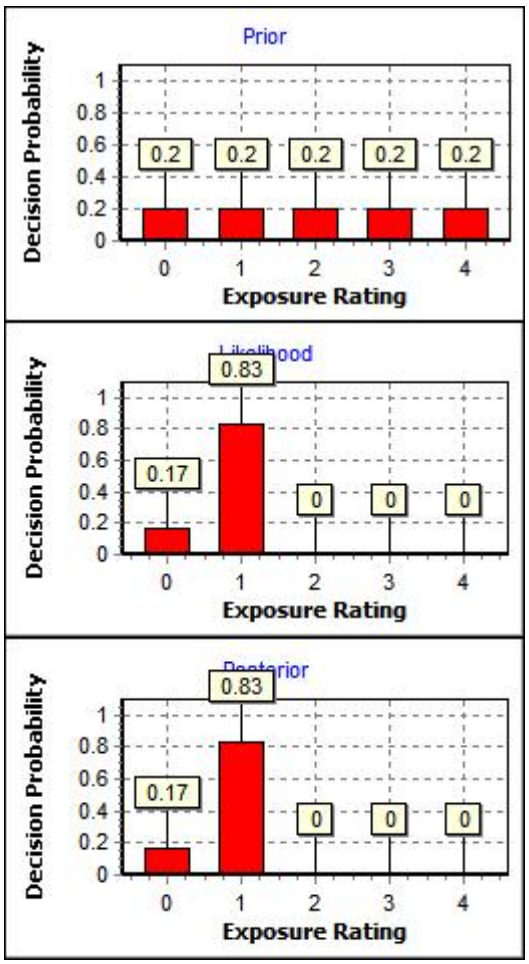
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.21350000	95%LCL = 0.47720000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.095


Time Series
Concentration
200
150
100
50
0
0
10
20
30
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
20
15
10
5
0
0
0.5
1
1.5
2
Concentration

베이시안 통계결과는 n-propyl alcohol 노출기준인 200 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1 % 이하 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 200 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(20 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 노출기준의 1%로 이하 수준으로 발생될 가능성이 17%였고, 1-10 % 수준으로 발생될 가능성이 83 %로 인 것으로 나타났다.



■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

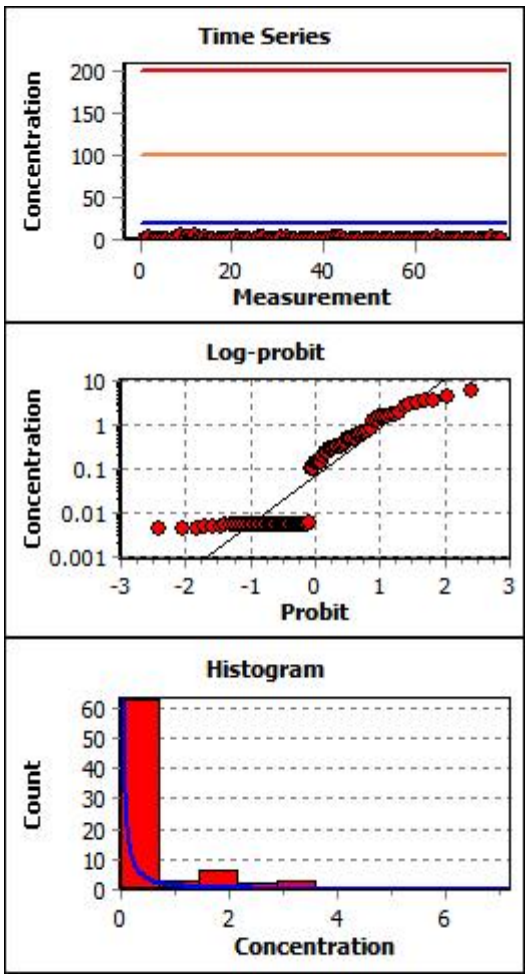
총 79개의 n-propyl alcohol에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.067 ppm, 기하표준편차 12.46이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	79
min =	0.00420000
max =	5.74790000
median =	0.13020000

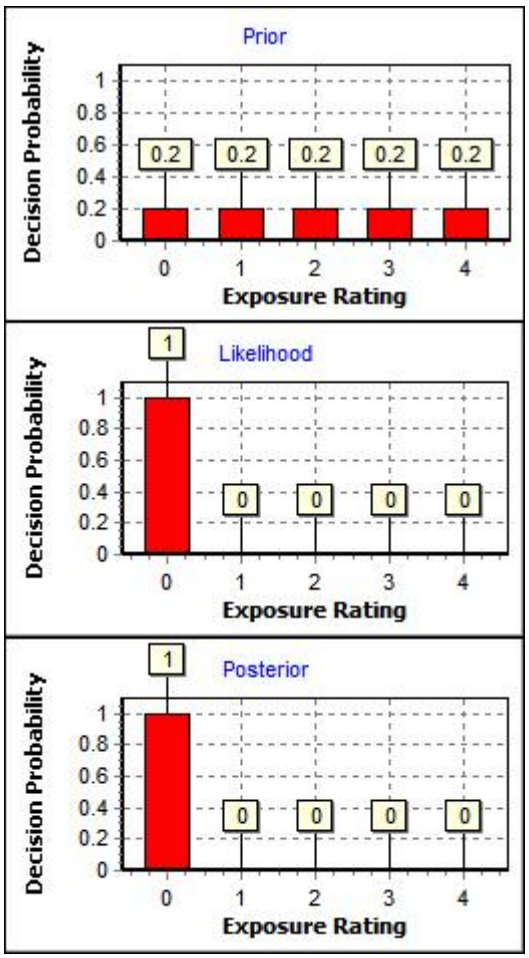
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.60516709
sd =	1.10216450
gm =	0.06749985
gsd =	12.45541800

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	4.27727560	95%LCL = 2.23696990	95%UCL = 9.63546330
ExcFrac =	0.00076353	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.003

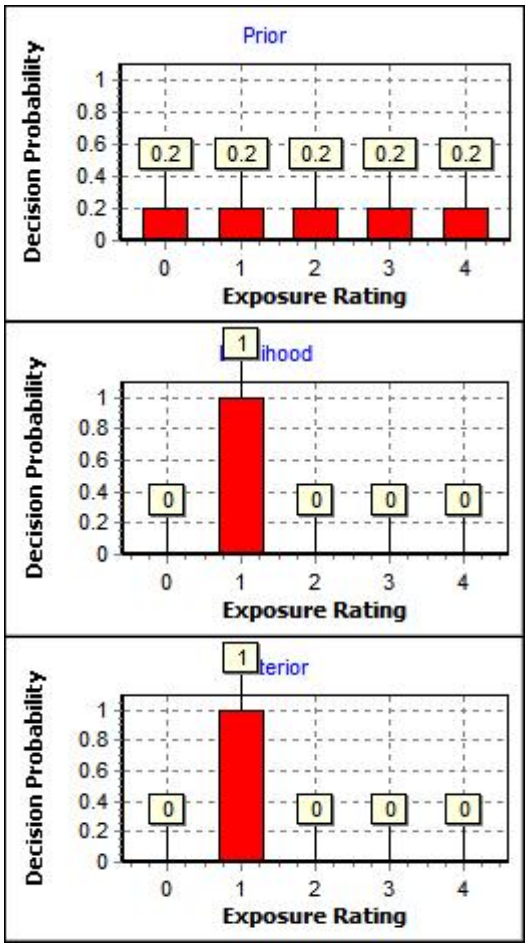
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	3.33878000	95%LCL = 1.90230000	95%UCL = 5.74790000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.037


Time Series
Concentration
200
150
100
50
0
0
20
40
60
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
0.001
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
60
50
40
30
20
10
0
0
2
4
6
Concentration

국내 노출기준인 200 ppm을 기준으로 하여 베이시안 통계분석을 수행한 결과 전반적으로 불검출 수준으로 낮게 노출되고 있었으며, 표준편차에 따른 위험성을 감안하더라도 노출기준의 1 %이하 수준으로 나타날 가능성이 100 % 인 것으로 평가되었다.



본 연구에서 수행된 RfC_{worker}값을 기준으로 하여 평가한 결과에서도 1-10 % 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



※ 나프탈렌

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ Naphthalene (K2B 자료를 중심으로)

연도	Naphthalene		
	총계	불검출	검출
2010	52	4	48
2011	88	37	51
2012	137	74	63
2013	84	49	35
2014	137	44	93

■ 2010년 자료

총 52건 중 검출된 시료는 48건이었고, 나머지는 모두 불검출 이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.000027 ppm을 일괄 적용하였다.

Naphthalene의 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.00057 ppm 이었고, 기하표준편차는 4.667였다.

ORDER STATISTICS

n =	52
min =	0.00002700
max =	0.14661500
median =	0.00045050

DESCRIPTIVE STATISTICS

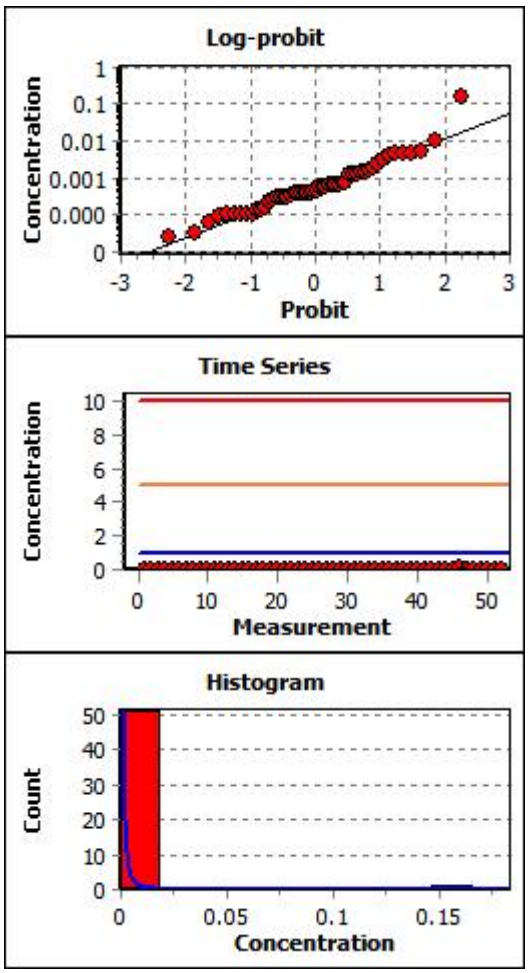
mean =	0.00399733
sd =	0.02024728
gm =	0.00057158
gsd =	4.66608740

COMPLIANCE STATISTICS

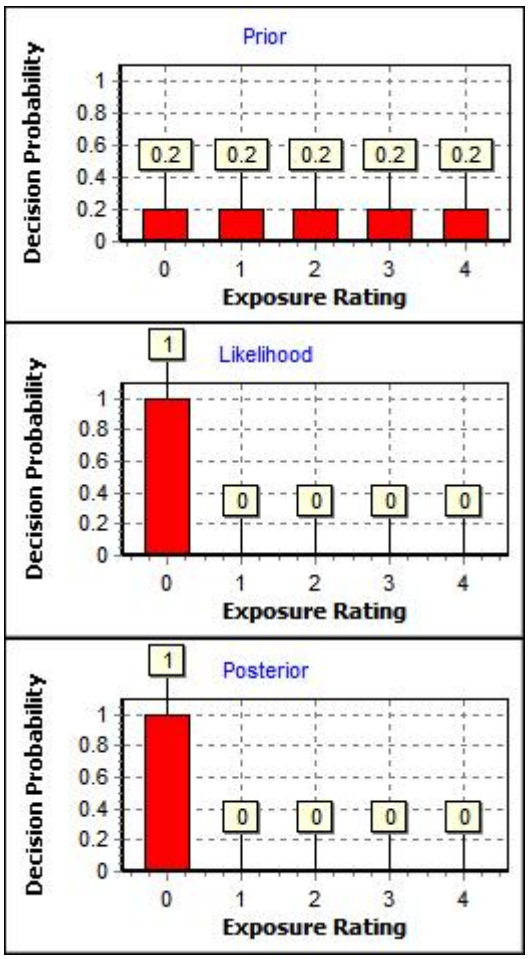
X0.95 =	0.00720289	95%LCL = 0.00446819	95%UCL = 0.01354495
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

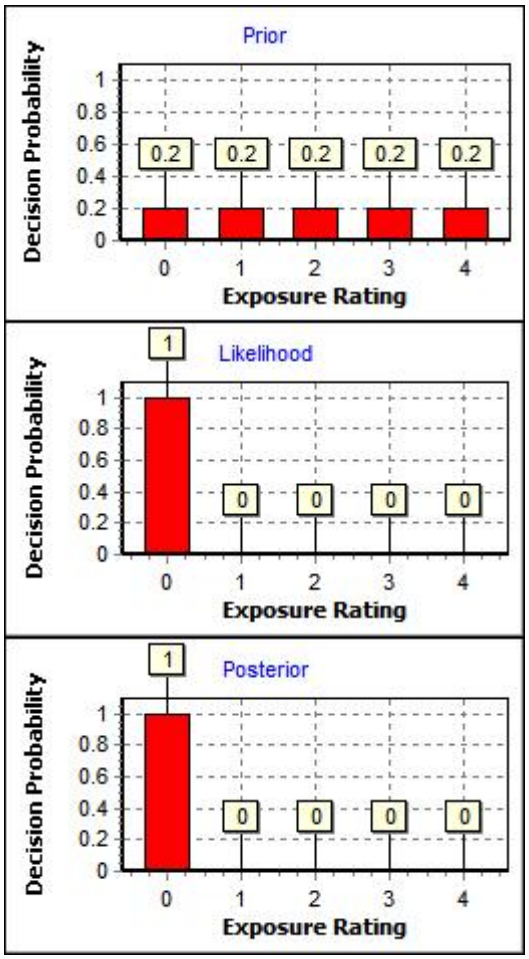
X0.95 =	0.00509990	95%LCL = 0.00442100	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.056


Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
0.001
0.000
0
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
10
20
30
40
50
Measurement
Histogram
Count
50
40
30
20
10
0
0
0.05
0.1
0.15
Concentration

베이시안 통계결과는 노출농도가 노출기준 10 ppm의 1% 이하로발생될 가능성이 100%로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 10 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1% 이하 수준으로 발생될 가능성이 100% 로 평가되었다.



■ 2011년 자료

2011년 Naphthalene 측정결과는 총 88개였으며 이중 검출된 시료는 51개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00005 ppm을 일괄 적용하였다.

Naphthalene의 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

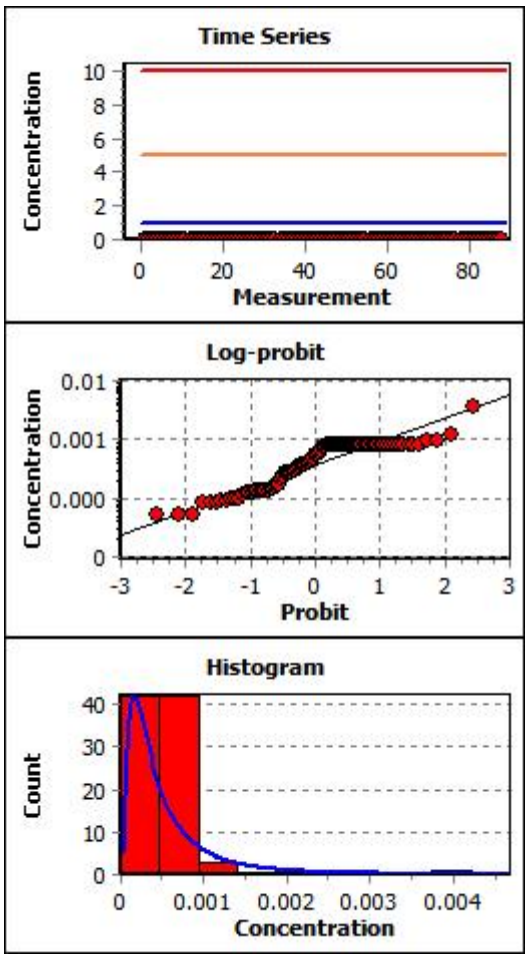
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.00037 ppm 이었고, 기하표준편차는 2.536 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	88
min =	0.00005000
max =	0.00374000
median =	0.00054000

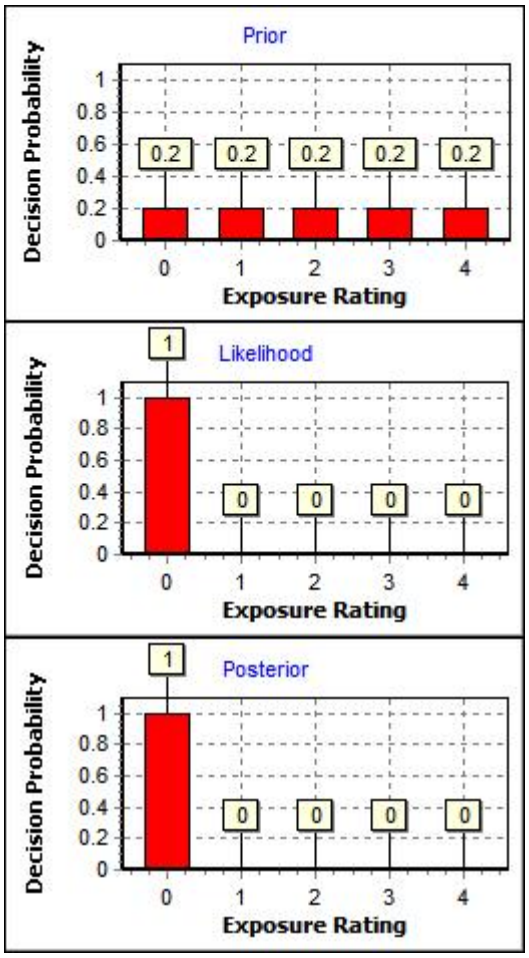
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00052943
sd =	0.00046712
gm =	0.00036868
gsd =	2.53604380

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00170409	95%LCL = 0.00135793	95%UCL = 0.00225918
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

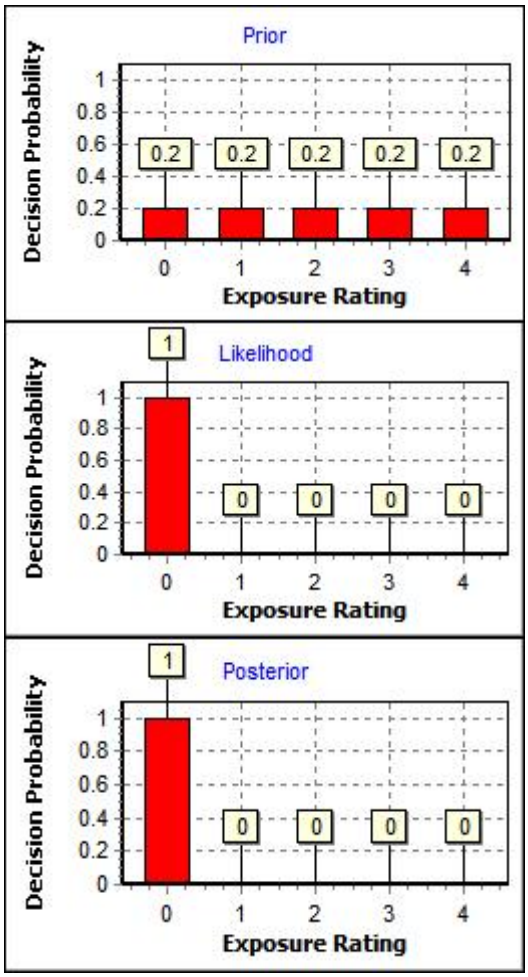
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00080600	95%LCL = 0.00079000	95%UCL = 0.00374000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.034


Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
20
40
60
80
Measurement
Log-probit
Concentration
0.01
0.001
0.000
0
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
40
30
20
10
0
0
0.001
0.002
0.003
0.004
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Naphthalene 노출기준인 10 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1 % 이하 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 10 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1 % 이하수준으로 발생될 가능성이 100 %로 나타났다.



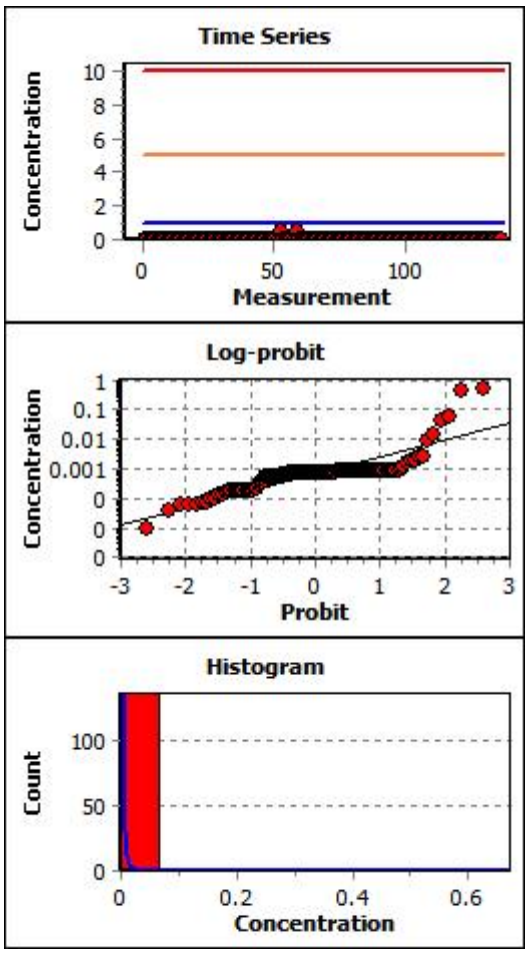
■ 2012년 자료

2012년 Naphthalene 측정결과는 총 137개였으며 이중 검출된 시료는 63개 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00001 ppm을 일괄 적용하였다.

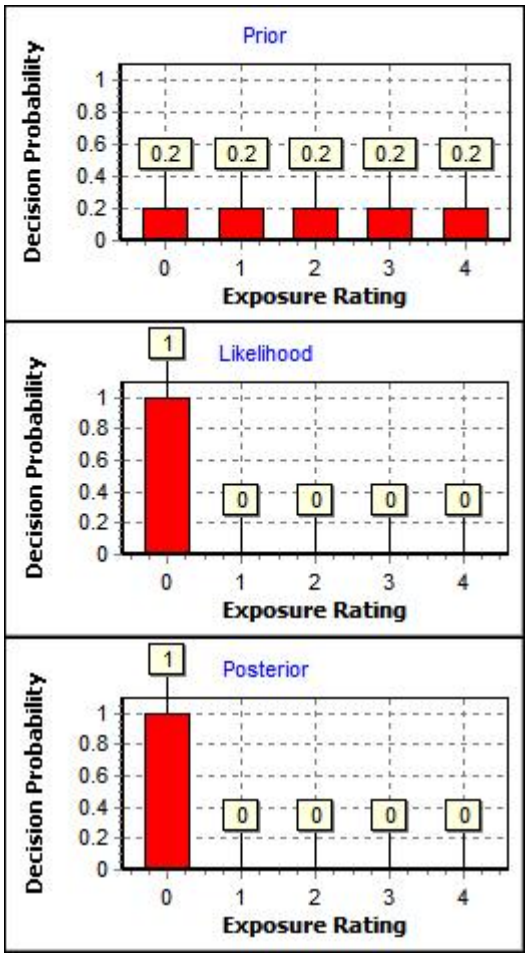
Naphthalene의 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.32 ppm 이었고, 기하표준편차는 9.36였다.

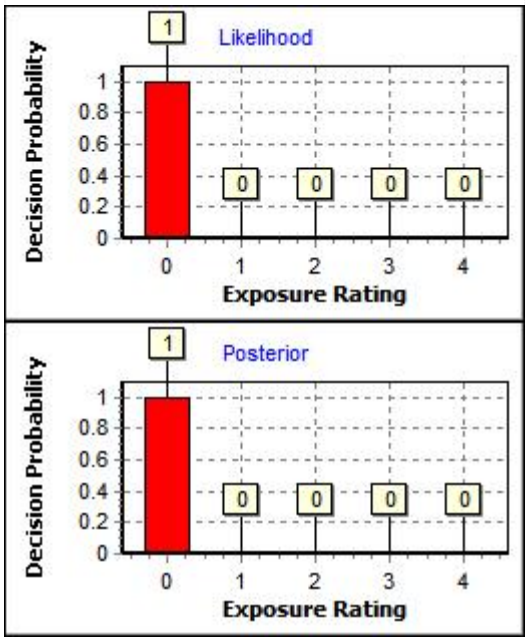
ORDER STATISTICS			
n =	137		
min =	0.00001000		
max =	0.53686200		
median =	0.00077300		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.00851696		
sd =	0.05844908		
gm =	0.00064434		
gsd =	3.77143450		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00572095	95%LCL = 0.00438699	95%UCL = 0.00783610
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00242050	95%LCL = 0.00122100	95%UCL = 0.05289800
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.022


Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
50
100
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
0.001
0
0
0
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
100
50
0
0
0.2
0.4
0.6
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Naphthalene 노출기준인 10 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1% 이하수준으로 노출될 가능성이 100% 로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 10 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1 % 이하 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 인 것으로 나타났다.



■ 2013년 자료

2013년 Naphthalene 측정결과는 총 84개였으며 이중 검출된 시료는 35개, 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00003 ppm을 일괄 적용하였다.

Naphthalene의 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

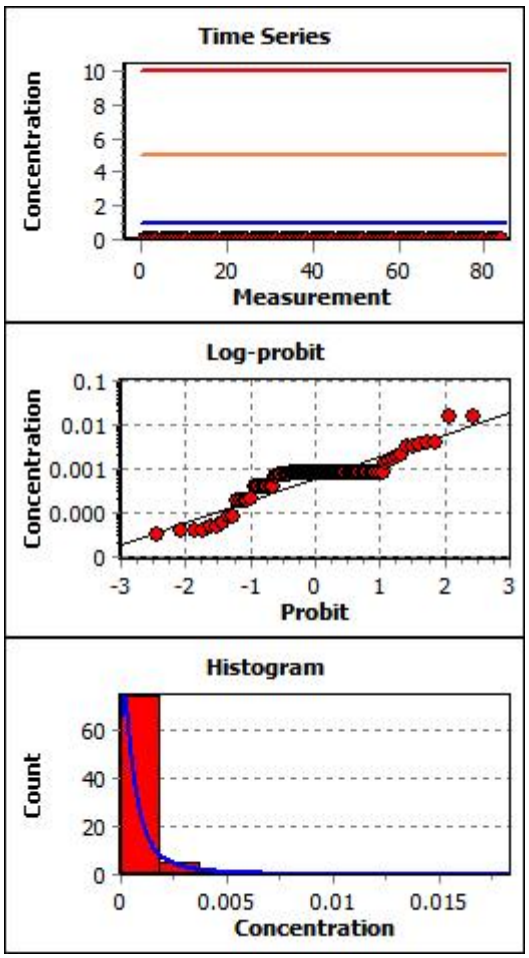
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.00061 ppm 이었고, 기하표준편차는 3.16였다.

ORDER STATISTICS	
n =	84
min =	0.00003000
max =	0.01460000
median =	0.00079300

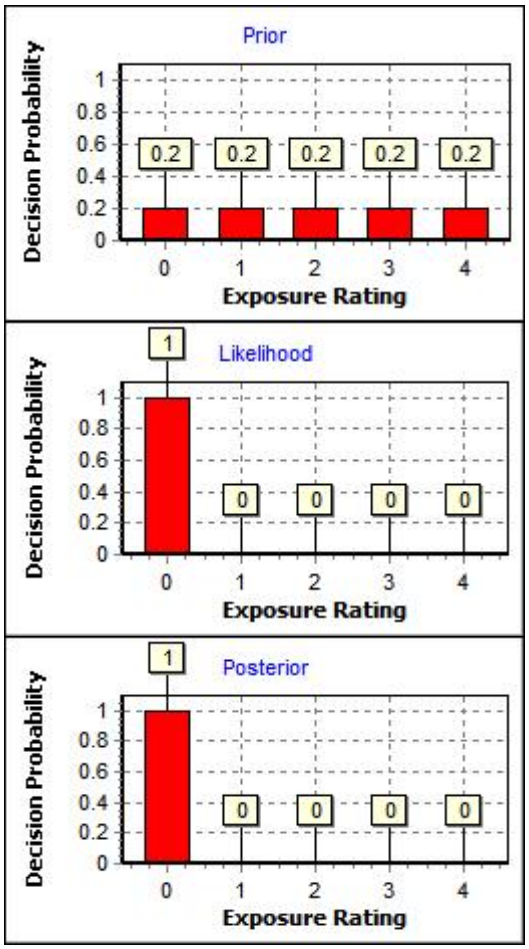
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00117705
sd =	0.00224129
gm =	0.00061401
gsd =	3.15755190

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00407015	95%LCL = 0.00305332	95%UCL = 0.00581980
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

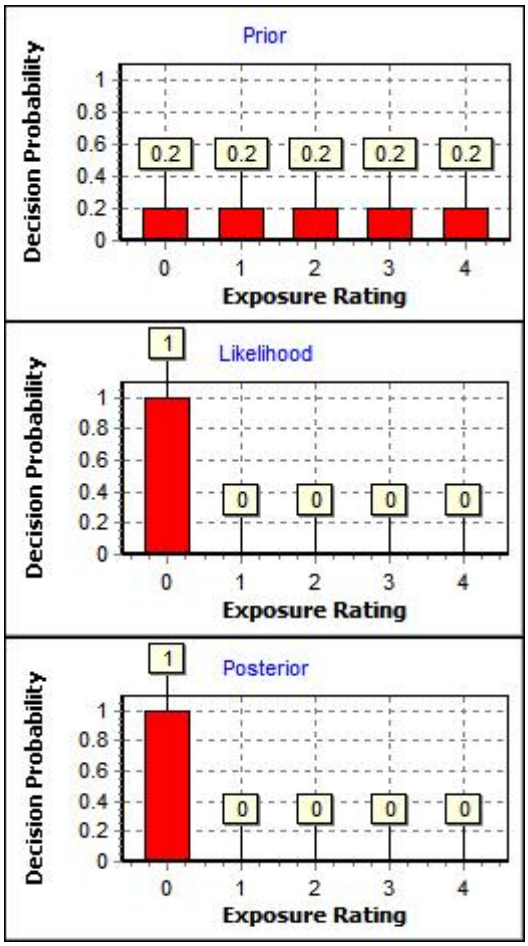
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00373680	95%LCL = 0.00190800	95%UCL = 0.01460000
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.035


Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
20
40
60
80
Measurement
Log-probit
Concentration
0.1
0.01
0.001
0.000
0
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
60
40
20
0
0
0.005
0.01
0.015
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Naphthalene 노출기준인 10 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1%로 이하로 노출될 가능성이 100% 로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 10 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 1 % 이하 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 나타났다.



■ 2014년 자료

2014년 Naphthalene 측정결과는 총 233개였으며 이중 검출된 시료는 93개였고, 나머지는 모두 불검출이었다. 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.000001 ppm을 일괄 적용하였다.

Naphthalene의 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

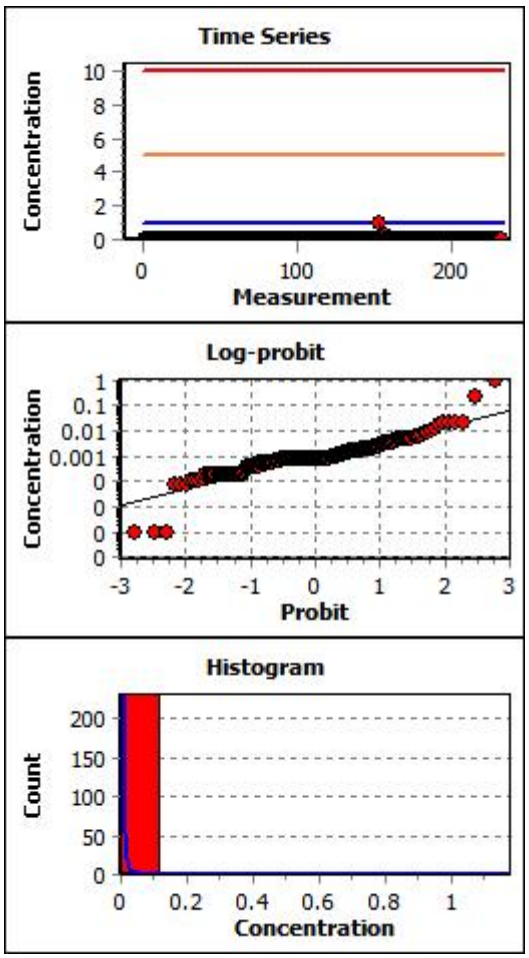
기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.00092 ppm 이었고, 기하표준편차는 4.156였다.

ORDER STATISTICS			
n =	233		
min =	0.00000100		
max =	0.93912300		
median =	0.00082700		

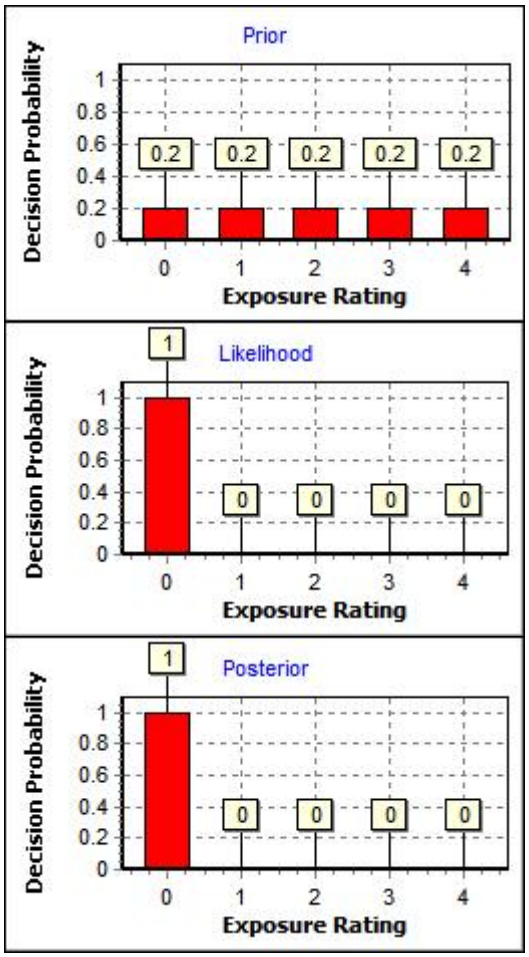
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.00677173		
sd =	0.06321920		
gm =	0.00091955		
gsd =	4.15590980		

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00957817	95%LCL = 0.00766956	95%UCL = 0.01232498
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

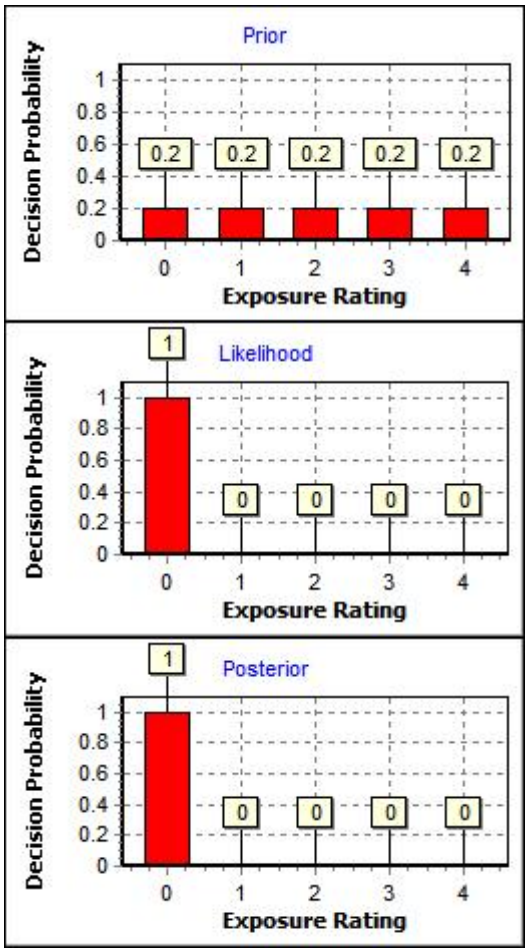
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00669540	95%LCL = 0.00496000	95%UCL = 0.01907600
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.013


Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
100
200
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
0.001
0
0
0
0
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
200
150
100
50
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Concentration

베이시안 통계결과는 Naphthalene 노출기준인 10 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1 % 이하 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 10 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 노출기준의 1%로 이하 수준으로 발생될 가능성이 100 %로 나타났다.



■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

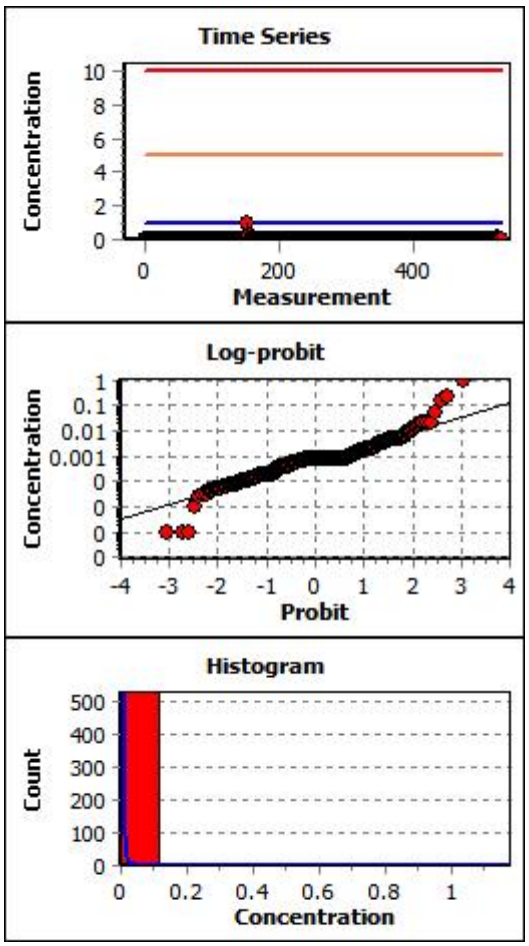
총 532개의 Naphthalene에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.00064ppm, 기하표준편차 3.74이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	532
min =	0.00000100
max =	0.93912300
median =	0.00078400

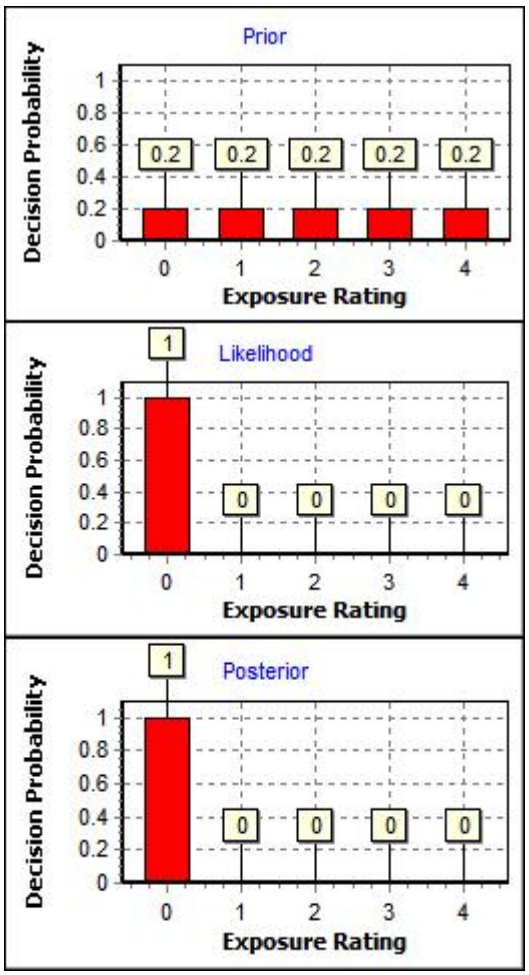
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.00380999
sd =	0.04241614
gm =	0.00064239
gsd =	3.74850760

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00564669	95%LCL = 0.00491518	95%UCL = 0.00656469
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.001

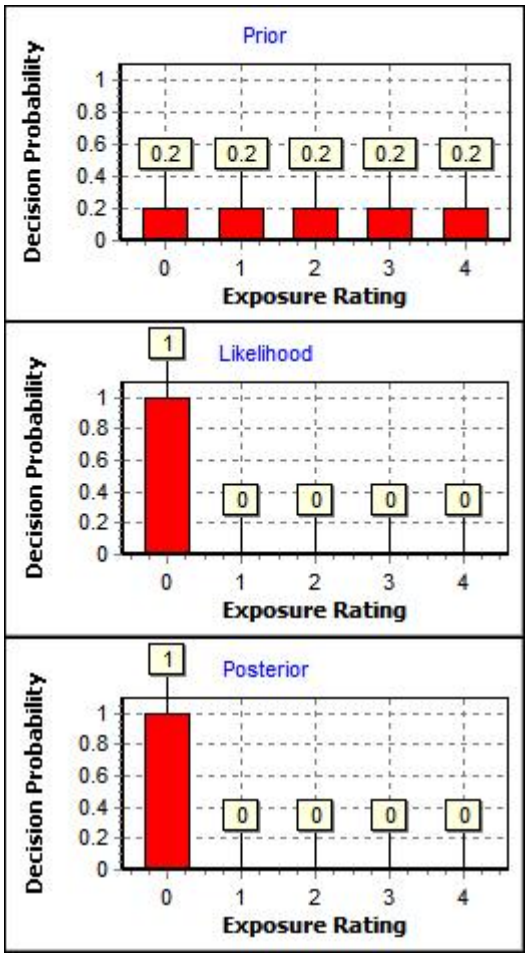
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	0.00473670	95%LCL = 0.00419700	95%UCL = 0.00572300
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.007


Time Series
Concentration
10
8
6
4
2
0
0
200
400
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
0.001
0
0
0
0
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Probit
Histogram
Count
500
400
300
200
100
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Concentration

국내 노출기준인 10 ppm을 기준으로 하여 베이시안 통계분석을 수행한 결과 전반적으로 불검출 수준으로 낮게 노출되고 있었으며, 표준편차에 따른 위험성을 감안하더라도 노출기준의 1 %이하 수준으로 나타날 가능성이 100 % 인 것으로 평가되었다.



본 연구에서 수행된 RfC_{worker}값을 기준으로 하여 평가한 결과에서도 노출기준 1 % 이하 수준으로 노출될 가능성이 100 %로 나타났다.



※ 이소포론

■ K2B 측정결과 자료의 베이시안 통계분석법을 이용한 노출양상

본 연구에서는 기존 작업환경측정 자료를 활용하여 측정데이터가 가지고 있는 잠재적 위험성을 평가하여 반영하기 위하여 모델링을 수행하였으며 이러한 잠재적 위험성을 평가하는데 있어 기존에 사용되었던 몬테카를로 시뮬레이션이 잠재적 위험성에 대한 무작위(random) 위험성을 나타내는 반면 본 연구에서 사용한 IHDA(IH Data Analyst)는 베이시안 통계분석법을 이용하여 데이터가 가지고 있는 표준편차로 위험성을 반영하고 있다.

■ Isophorone(K2B 자료를 중심으로)

연도	Isophorone		
	총계	불검출	검출
2010	19	2	17
2011	2	0	2
2012	9	0	9
2013	14	7	7
2014	7	4	3

■ 2010년 자료

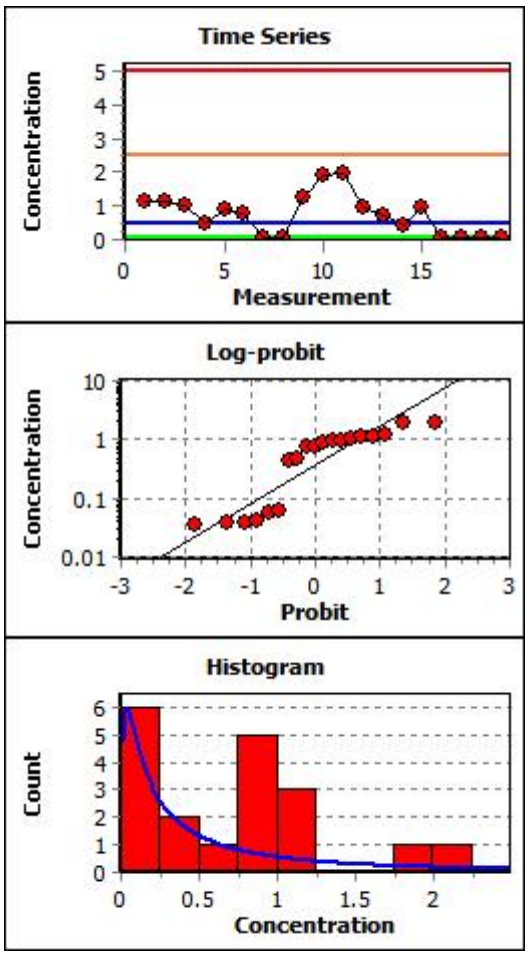
총 19건 중 검출된 시료는 17건이었고, 나머지는 모두 불검출 이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0352 ppm을 일괄 적용하였다. Isophorone의 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다. 기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.358 ppm 이었고, 기하표준편차는 4.59였다.

ORDER STATISTICS	
n =	19
min =	0.03520000
max =	1.99380000
median =	0.76260000

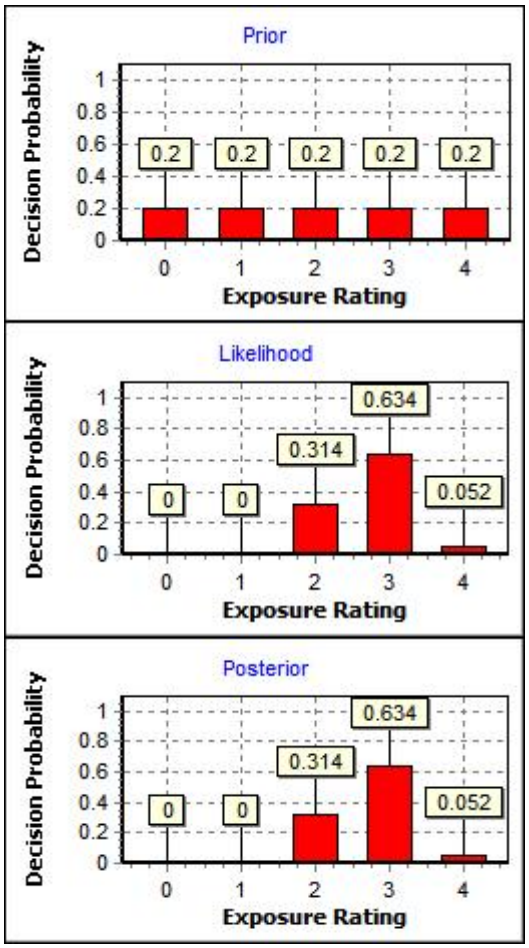
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.72662632
sd =	0.61361999
gm =	0.35843802
gsd =	4.59098070

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	4.39793250	95%LCL = 2.11286640	95%UCL = 14.39497800
ExcFrac =	0.04188814	95%LCL = 0.010	95%UCL = 0.133

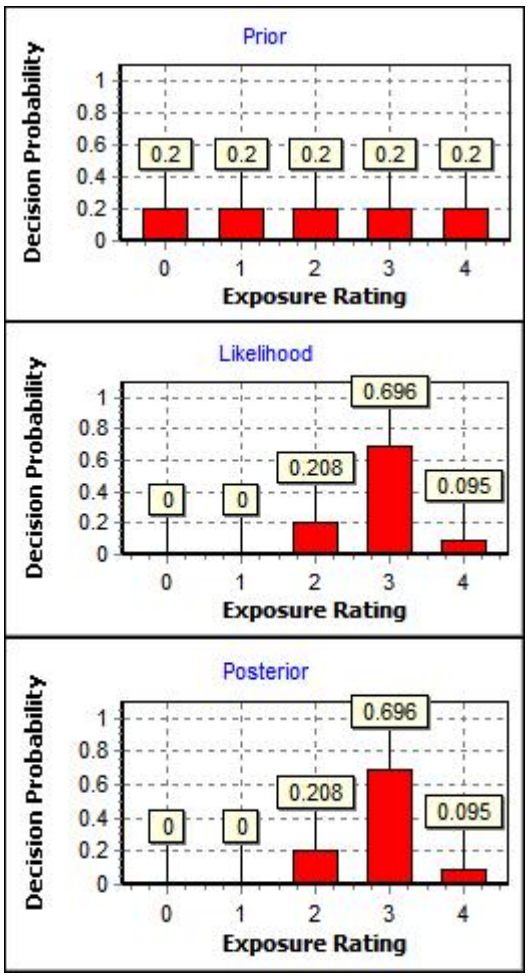
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.96869000	95%LCL = 1.14360000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.146


Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
0
5
10
15
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
6
5
4
3
2
1
0
0
0.5
1
1.5
2
Concentration

베이시안 통계결과는 노출농도가 노출기준 5 ppm의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 31.4% 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 63.4% 였고, 5.2% 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 5 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(4.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 20.8 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 69.6 % 였고, 9.5 % 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



■ 2011년 자료

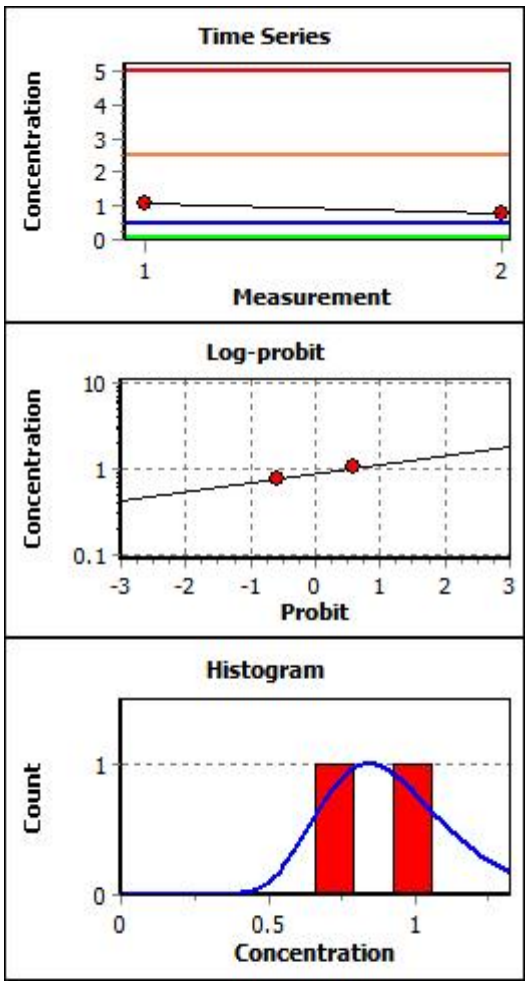
2011년 Isophorone 측정결과는 총 2개였으며 이중 검출된 시료는 2개였고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.748 ppm을 일괄 적용하였다. Isophorone의 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다. 기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.887 ppm이었고, 기하표준편차는 1.273 이었다

ORDER STATISTICS	
n =	2
min =	0.74800000
max =	1.05240000
median =	0.90020000

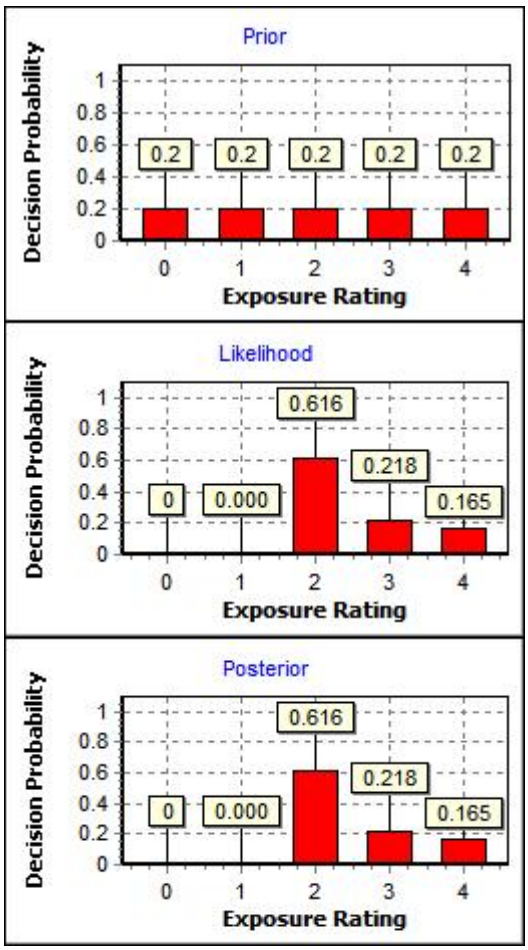
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.90020000
sd =	0.21524330
gm =	0.88724022
gsd =	1.27306110

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.31983080	95%LCL = 0.99504934	95%UCL = 502.78546000
ExcFrac =	0.00000000	95%LCL = <0.001	95%UCL = <0.431

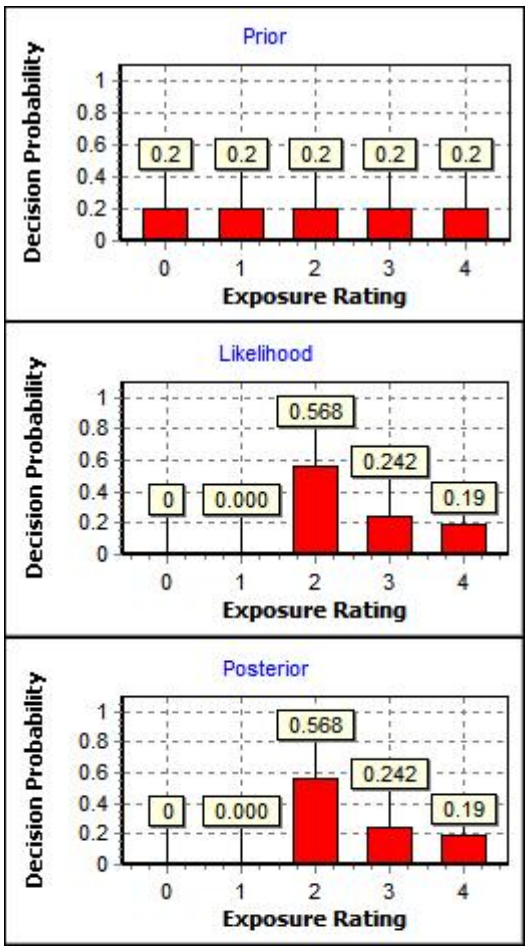
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.776


Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
1
2
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
1
0
0
0.5
1
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Isophorone 노출기준인 5 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 61.6 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 21.8 % 였고, 16.5 % 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 5 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(4.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 노출기준의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 56.8 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 24.2 % 였고, 19 % 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



■ 2012년 자료

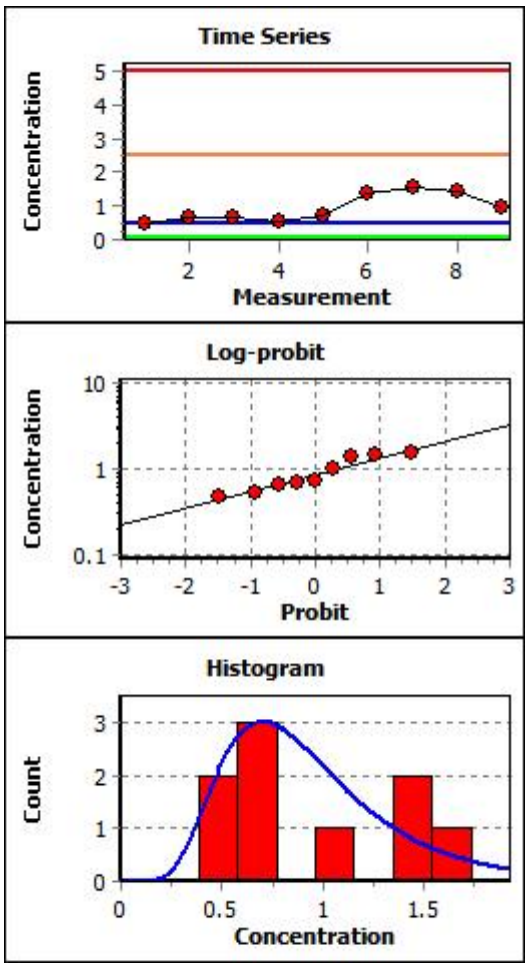
2012년 Isophorone 측정결과는 총 9개였으며 이중 검출된 시료는 9개 이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.00001 ppm을 일괄 적용하였다. Isophorone의 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다. 기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.85 ppm 이었고, 기하표준편차는 1.55 이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	9
min =	0.47540000
max =	1.54130000
median =	0.72550000

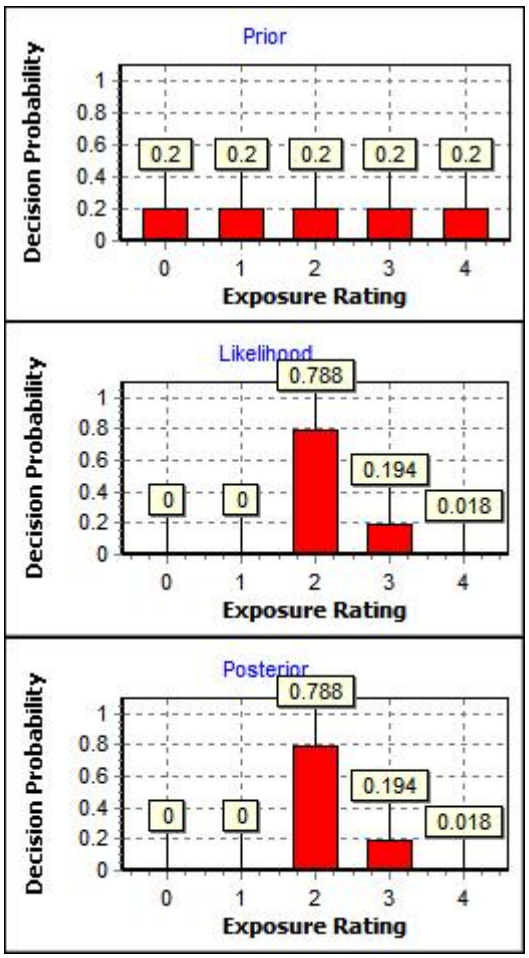
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.93122222
sd =	0.41194227
gm =	0.85379455
gsd =	1.55483650

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.76471570	95%LCL = 1.32166460	95%UCL = 3.25349230
ExcFrac =	0.00003106	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.013

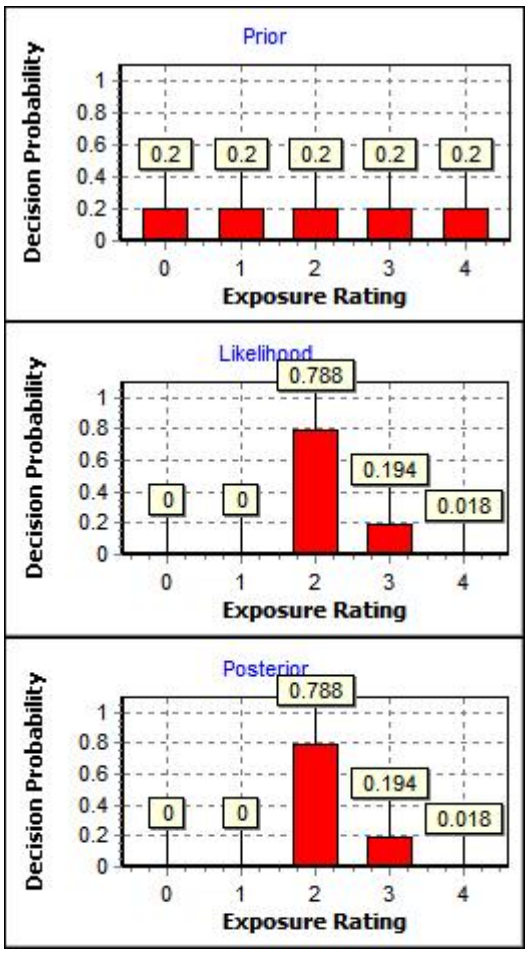
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.283


Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
2
4
6
8
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
3
2
1
0
0
0.5
1
1.5
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Isophorone 노출기준인 5 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 78.8 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 19.4 % 였고, 1.8 % 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



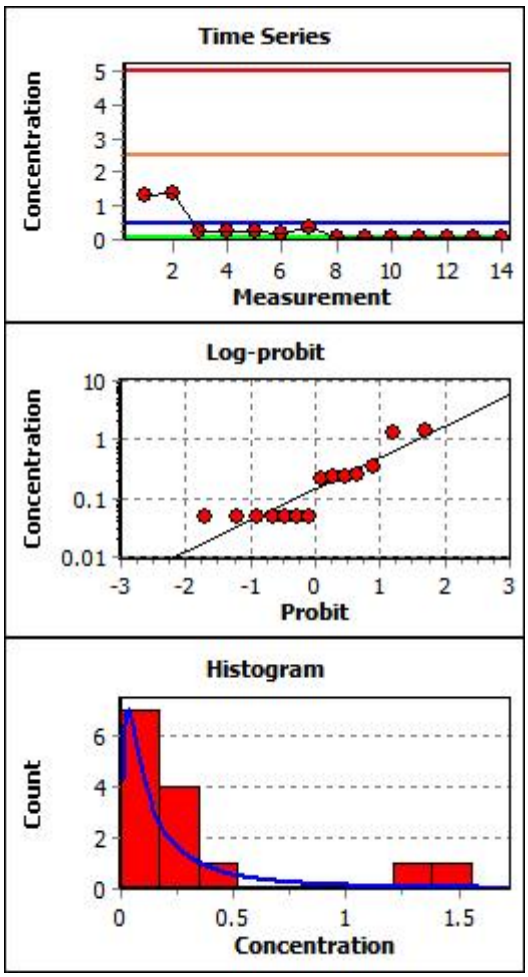
반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 5 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(4.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값노출기준의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 78.8 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 19.4 % 였고, 1.8 % 가 초과될 가능성이 있다고 평가되었다.



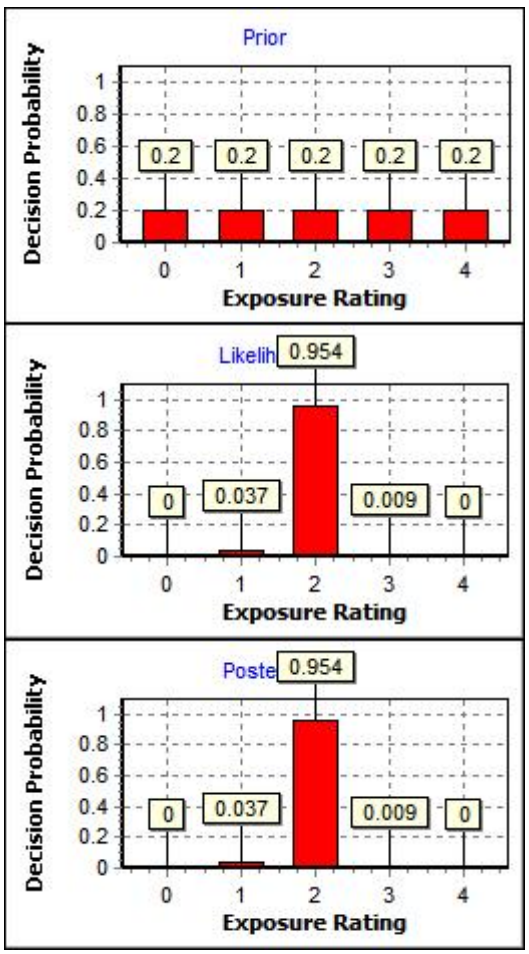
■ 2013년 자료

2013년 Isophorone 측정결과는 총 14개였으며 이중 검출된 시료는 7개, 나머지는 모두 불검출이었고, 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0472 ppm을 일괄 적용하였다. Isophorone의 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다. 기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.14 ppm 이었고, 기하표준편차는 3.46이였다.

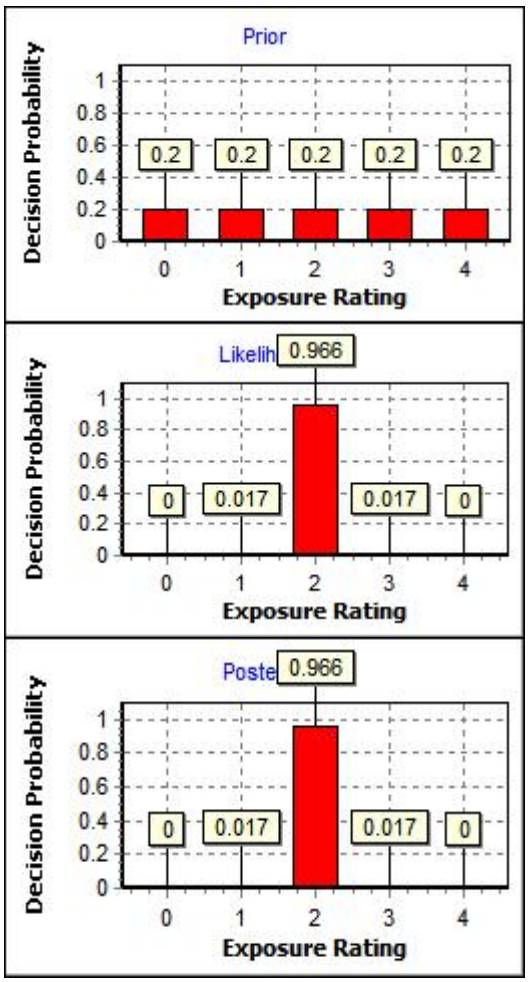
ORDER STATISTICS			
n =	14		
min =	0.04720000		
max =	1.38110000		
median =	0.12705000		
DESCRIPTIVE STATISTICS			
mean =	0.30632143		
sd =	0.44802273		
gm =	0.13975284		
gsd =	3.46102260		
COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.07733790	95%LCL = 0.54626970	95%UCL = 3.58790580
ExcFrac =	0.00198020	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.033
NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.193


Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
2
4
6
8
10
12
14
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
6
4
2
0
0
0.5
1
1.5
Concentration

베이시안 통계결과는 국내 Isophorone 노출기준인 5 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10% 이하로 발생될 가능성이 3.7% 이였고, 10-50% 이하로 발생될 가능성이 95.4 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 0.9 % 로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 5 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(4.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 노출기준의 1-10% 이하로 발생될 가능성이 1.7% 이였고, 10-50% 이하로 발생될 가능성이 96.6 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 1.7 % 로 평가되었다.



■ 2014년 자료

2014년 Isophorone 측정결과는 총 7개였으며 이중 검출된 시료는 3개였고, 나머지는 모두 불검출이었다. 불검출 시료에 대하여는 LOD의 1/2값인 0.0461 ppm을 일괄 적용하였다.

Isophorone의 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 통계분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

기초통계결과는 아래와 같다. 기하평균은 0.113 ppm 이었고, 기하표준편차는 2.99 이었다.

ORDER STATISTICS

n =	7
min =	0.04610000
max =	0.39850000
median =	0.04830000

DESCRIPTIVE STATISTICS

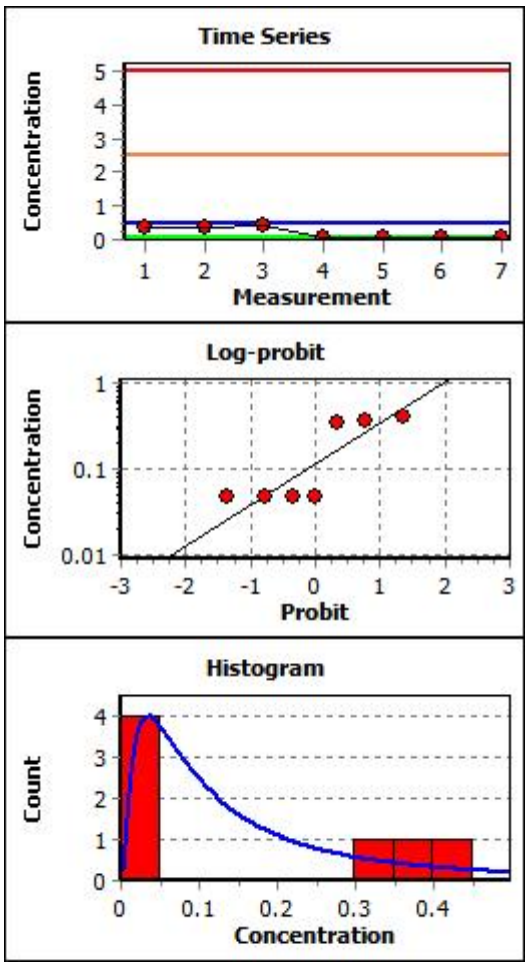
mean =	0.18351429
sd =	0.17083363
gm =	0.11333233
gsd =	2.98589400

COMPLIANCE STATISTICS

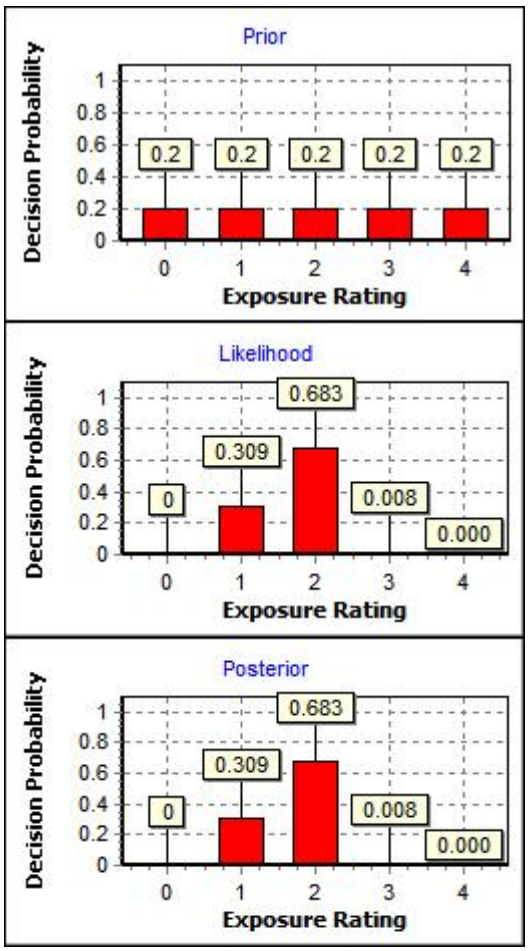
X0.95 =	0.68525339	95%LCL = 0.31004323	95%UCL = 4.66800880
ExcFrac =	0.00026828	95%LCL = <0.001	95%UCL = 0.047

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS

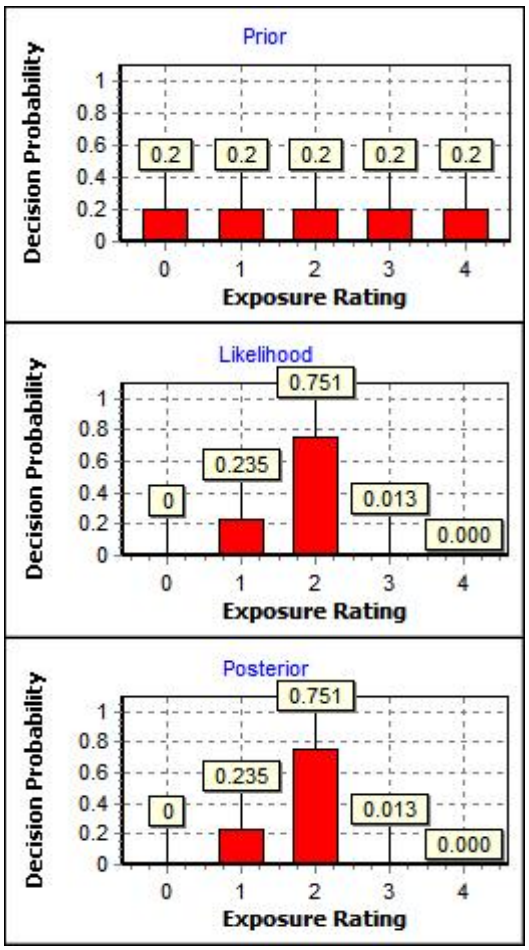
X0.95 =	NA	95%LCL = NA	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.348


Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5
6
7
Measurement
Log-probit
Concentration
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
4
3
2
1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
Concentration

베이시안 통계결과는 Isophorone 노출기준인 5 ppm을 기준으로 평가한 결과, 노출기준의 1-10% 이하로 발생될 가능성이 30.9 % 였고, 10-50% 이하로 발생될 가능성이 68.3 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 0.8 % 로 평가되었다.



반면 베이시안 통계분석에서 노출기준 5 ppm 대신 본 연구에서 수행된 NOAEL 값을 이용한 RfC_{worker}값(2.5 ppm)을 활용한 평가에서는 RfC_{worker}값의 노출기준의 1-10% 이하로 발생될 가능성이 23.5 % 였고, 10-50% 이하로 발생될 가능성이 75.1 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 1.3 % 로 평가되었다.



■ 2010년부터 2014년 자료 통합 평가

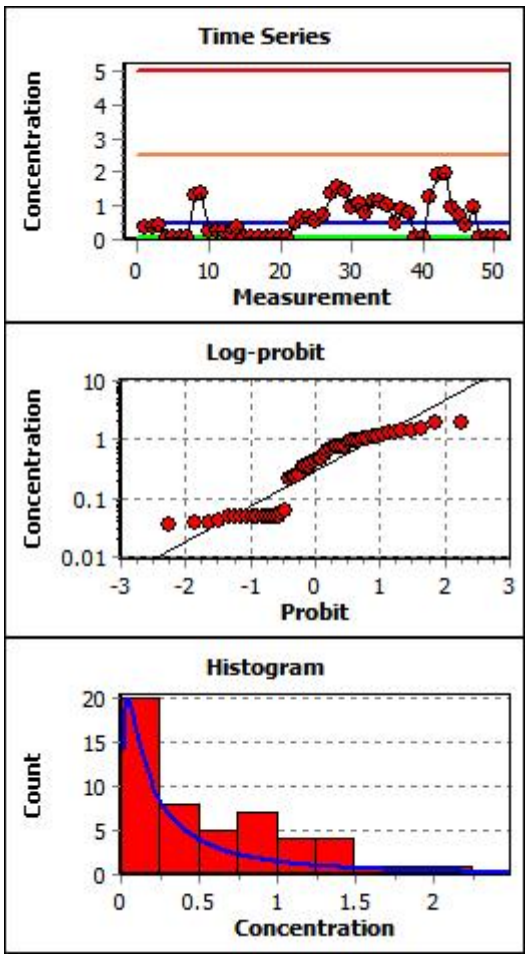
총 51개의 Isophorone에 대한 작업환경측정결과를 토대로 평가한 결과 기하평균 0.285ppm, 기하표준편차 4.06이었다.

ORDER STATISTICS	
n =	51
min =	0.03520000
max =	1.99380000
median =	0.42110000

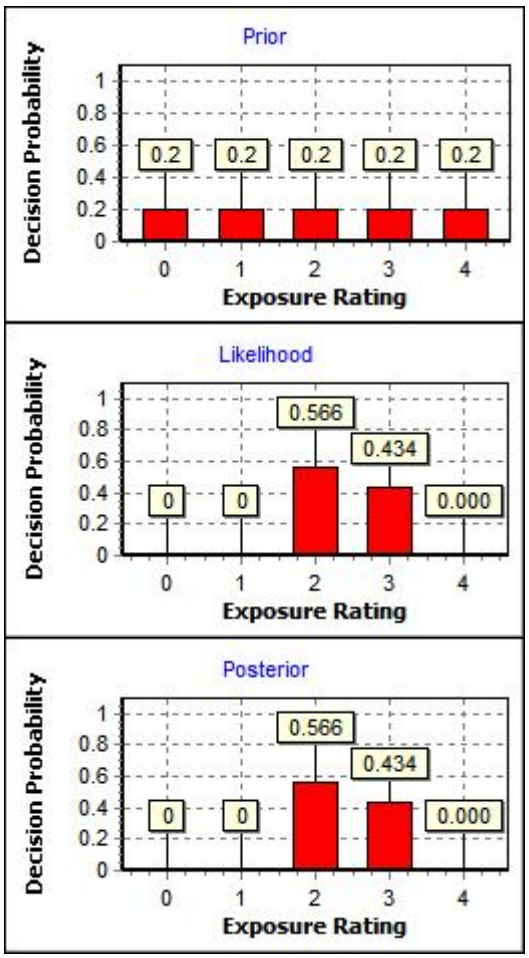
DESCRIPTIVE STATISTICS	
mean =	0.57961569
sd =	0.54476982
gm =	0.28539360
gsd =	4.05873230

COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	2.85921260	95%LCL = 1.84425200	95%UCL = 5.11362020
ExcFrac =	0.02047874	95%LCL = 0.007	95%UCL = 0.052

NON-PARAMETRIC COMPLIANCE STATISTICS			
X0.95 =	1.53633000	95%LCL = 1.35310000	95%UCL = NA
ExcFrac =	0.000	95%LCL = 0.000	95%UCL = 0.057

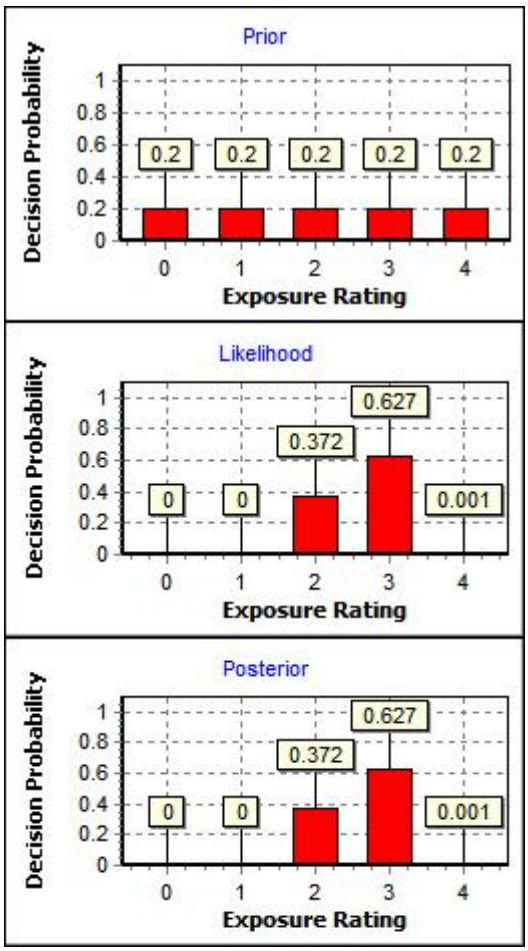

Time Series
Concentration
5
4
3
2
1
0
0
10
20
30
40
50
Measurement
Log-probit
Concentration
10
1
0.1
0.01
-3
-2
-1
0
1
2
3
Probit
Histogram
Count
20
15
10
5
0
0
0.5
1
1.5
2
Concentration

국내 노출기준인 5 ppm을 기준으로 하여 베이시안 통계분석을 수행한 결과 전반적으로 불검출 수준으로 낮게 노출되고 있었으며, 표준편차에 따른 위험성을 감안하더라도 노출기준의 10-50% 이하로 발생될 가능성이 56.6 % 였고, 50-100% 이하로 발생될 가능성은 43.4 % 로 평가되었다



본 연구에서 수행된 RfC_{worker}값을 기준으로 하여 평가한 결과에서도 노출

기준의 50-100% 이하로 발생될 가능성이 37.2 % 였고, 10-50% 이하로 발생될 가능성은 62.7 % 로 평가되었고, 노출기준 초과 발생될 가능성이 0.1 %로 평가되었다.



[부록 3]

산안법상 관리 수준 변경(노출기준설정물질→관리대상물질)에 대한 규제의 편익 측정 및 평가를 위한 설문지

-델파이 2회 설문-

안녕하십니까?

산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등)에 따라 화학물질의 법적 관리수준 결정을 위한 연구용역을 연세대학교 주관으로 실시하고 있습니다. 관리대상 유해물질 선정 기준 적용 결과, 산안법상 관리 수준 변경이 필요한 화학물질 19종을 대상으로 사회성·경제성 평가를 실시하여 산안법상 관리 수준을 변경(관리대상 유해물질 선정)의 적정성을 검토하고자 합니다.

관리대상 후보로 선정된 19종 물질은 아래와 같습니다.

설문대상 19종 화학물질

구분	후보 유해물질
사회적 이슈물질 - 2종 -	인듐, 1,2-디클로로프로판
발암1B(C1) - 1종 -	큐멘
발암2(C2) - 7종 -	알파-메틸스티렌, 푸르푸릴 알코올, 크로톤알데하이드 나프탈렌, 이소포론, 트리부틸 포스페이트, 디메틸아미노벤젠
생식독성2(R2) - 8종 -	메틸메타크릴레이트, 플루오라이드, 디아세톤 알코올, n-프로필 알코올, 이피엔, 삼차부틸 알콜, 이소프로필에테르, 텔레늄과 그 화합물
돌연변이원성2(M2) - 1종 -	메틸 아크릴레이트

해당 물질이 기존 산업안전보건법령에서 규제하고 있는 수준에서 변경(노출기준설정물질→관리대상물질)될 경우 예상되는 경제·사회적 편익을 델파이 설문(2회)으로 진행하고자 합니다. 응답해주신 내용이 향후 안전보건 사고 및 질병 예방을 위한 정책 수립을 위한 중요한 정책 자료로 반영될 수 있도록 조사에 협조해 주실 것을 간곡히 부탁드립니다.

고용노동부·안전보건공단 연구원·연세대학교·한양대학교·부산가톨릭대학교

문의(실무 담당자) : 부산가톨릭대학교 오성업 010-4846-7917 <kris005@nate.com>

※ 본 조사의 결과는 통계법 제33조에 의거하여 비밀이 보장되며, 설문에 대한 모든 응답과 개인적인 사항은 철저히 무기명으로 처리되고, 통계분석의 목적 이외에는 절대 사용되지 않습니다.

연구책임자: 김치년(연세대학교, 02-2228-1907, onkim@yuhs.ac)
연구담당자: 오성업(부산가톨릭대학교, 010-4846-7917, kris005@nate.com)

※ 2차 설문지에 답을 기입하시어 파일의 이름을 "설문지_소속_성명"으로 변경하신 후에 연구담당자 오성업 연구원(부산가톨릭대학교, 010-4846-7917, kris005@nate.com)에게 이메일로 회신해주시기 부탁드립니다.

※ 소정의 자문료(2회 설문응답에 한함, 10만원)를 지급하고자 하오니 신분증사본과 통장사본을 메일(kris005@nate.com)이나 팩스(051-510-0638)보내주시기 바랍니다.

※ 본 조사는 델파이기법에 의존하고 있습니다. 선생님께서 설문 해주신 1차 의견을 종합한 결과를 다시 모든 선생님들께 제공해드린 후, 선생님의 견해를 재차 여쭈어 보는 2차 델파이를 진행할 것입니다. 1차와 2차 델파이에 응해주신 수고에 대하여는 약소하지만 소정의 자문료(10만원)를 지급해드릴 예정 입니다. 우리나라 사업장의 화학물질관리와 관련된 산업보건의 증진에 노력을 아끼지 않고 계시는 선생님의 헌신에 진심으로 감사의 말씀을 올립니다.

안녕하십니까. 연세대학교 김치년입니다. 바쁘시겠지만 9월 30일 오전까지 2차 설문지 송부 부탁드리겠습니다. 보고 일정이 촉박한 관계로 가급적 추석 연휴 전에 보내주시면 감사하겠습니다

* 본 설문에서는 19종의 화학물질 관리수준의 변경으로 인해 발생될 경제·사회적인 편익을 4가지 항목 (직업병 감소, 직업병 감소 시너지효과, 화재·폭발·누출 등 사고감소, 화재·폭발·누출 등 사고감소 시너 효과)으로 구분하여 평가 및 측정하고자 합니다.

* 연구대상 19종 물질에 대한 아래 참고 자료를 확인하시어 [표 8]에 설문하시기 바랍니다.

〈참고자료〉

표번호	내용
[표 1]	근로자 호흡독성 참고값
[표 2]	유통현황조사 결과
[표 3]	작업환경실태조사 결과
[표 4]	법적규제현황/물리화학적특성/GHS 분류
[표 5]	산업위생통계 분석을 통한 측정결과의 노출기준 초과율 분석
[표 6]	산업위생통계 분석을 통한 측정결과내 유해성·위험성평가 결과 적용시 초과율 분석 (이론적 호흡독성 참고치 RfC_{worker} 적용,)
[표 7]	선정 19가지 물질에 대한 1차 설문 결과

* 대상물질에 대한 추가적인 검토내용이 필요하신 경우 아래쪽 [부록]을 확인하시어 설문하시면 됩니다.

* 델파이 1차 설문결과[표 7] 및 참고자료를 검토하셔서 최종적으로 [표 8]에 물질에 대한 각 항목별 저감율을 설문해주시면 됩니다.

[표 1] 설문대상 19가지 물질에 대한 RfC_{worker}(이론적 호흡독성 참고치)산출 결과 및 노출기준 비교

순번	물질명 (Cas No.)	유해영향	노출경로	실험 종	POD	UF	RfC (Worker)	TLV-TWA
1	1,2 - 디클로로프로판 (78-87-5)	비강점막 과식증 발생	흡입	Rat	LOAEC(wokrer) : 2.88 mg/㎥ (US EPA)	150 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2 Severity : 5	0.02 mg/㎥ (0.004 ppm)	350 mg/㎥ (75 ppm)
2	인 듐 (7440-74-6)	호흡기 자극 폐부종, 폐독성	흡입	Rat	LOAEC(workrer) : 7.0 mg/㎥ (Leach et al, 1961)	150 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2 Severity : 5	0.05 mg/㎥	0.1 mg/㎥
3	알파-메틸 스티렌 (98-83-9)	신장 및 흉선조직 손상	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 139.44 mg/㎥ (ECHA CHEM)	300 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	5 mg/㎥ (1 ppm)	240 mg/㎥ (50 ppm)
4	푸르푸릴알코올 (98-00-0)	간 손상	경구	Rat	NOAEL(worker) : 73.9 mg/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	12 mg/㎥ (3 ppm)	40 mg/㎥ (10 ppm)
5	크로톤알데하이드 (4170-30-3)	헤모글로빈 감소	경구	Rat	NOAEL(worker) : 3.49 mg/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	0.6 mg/㎥ (0.2 ppm)	6 mg/㎥ (2 ppm)
6	메틸메타크릴레이트 (80-62-6)	장기 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 697.2 mg/㎥ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	116 mg/㎥ (28 ppm)	205 mg/㎥ (50 ppm)
7	플루오라이드 (7681-49-4)	뼈 내부 미네랄 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 34.86 mg/㎥ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	2 mg/㎥	2.5 mg/㎥

[표 1] 설문대상 19가지 물질에 대한 RfC_{Worker}(이론적 호흡독성 참고치)산출 결과 및 노출기준 비교(계속)

순번	물질명 (Cas No.)	유해영향	노출경로	실험 종	POD	UF	RfC (Worker)	TLV-TWA
8	메틸 아크릴레이트 (96-33-3)	신장 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 6.97 mg/m³ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	1 mg/m³ (0.3 ppm)	7 mg/m³ (2 ppm)
9	큐멘 (98-82-8)	장기 무게 변화	경구	Rat	NOAEL(worker) : 174.3 mg/m³ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	29 mg/m³ (6 ppm)	245 mg/m³ (50 ppm)
10	디아세톤 알콜 (123-42-2)	생식기능 손상	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 139.44 mg/m³ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	5 mg/m³ (1 ppm)	240 mg/m³ (50 ppm)
11	n-프로필 알콜 (71-23-8)	중추신경계 손상	흡입	Rat (f & m)	NOAEL(worker) :1394.4 mg/m³ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	50 mg/m³ (20 ppm)	500 mg/m³ (200 ppm)
12	나프탈렌 (91-20-3)	생식기능 방해	경구	Rat	NOAEL(worker) :76.68 mg/m³ (ECHA CHEM)	6 interspecies : 3 Duration : 2	13 mg/m³ (2 ppm)	50 mg/m³ (10 ppm)
13	이소포론 (78-59-1)	수컷: 체중감소 암컷 : 사망	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 697.2 mg/m³ (ECHA CHEM)	30 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 2	23 mg/m³ (4 ppm)	25 mg/m³(C) 5 ppm(C)

[표 1] 설문대상 19가지 물질에 대한 RfC_{Worker}(이론적 호흡독성 참고치)산출 결과 및 노출기준 비교(계속)

순번	물질명 (Cas No.)	유해영향	노출경로	실험 종	POD	UF	RfC (Worker)	TLV-TWA
14	이피엔 (2104-64-5)	신경 독성	경구	Rat	NOAEL(worker) : 1.39 mg/m³ (EPA IRIS)	6 interspecies : 3 Duration : 2	0.2 mg/m³	0.1 mg/m³
15	트리부틸 포스페이트 (126-73-8)	체중 변화	경구	Rabbit	NOAEL(worker) : 1162 mg/m³ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	65 mg/m³ (6 ppm)	2.5 mg/m³ (0.2 ppm)
16	디메틸아미노벤젠 (1300-73-8)	간 무게 증가	경구	Rat	NOAEL(worker) : 27.89 mg/m³ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	2 mg/m³ (0.4 ppm)	2.5 mg/m³ (0.5 ppm)
17	삼차부틸 알코올 (75-65-0)	간 무게 증가 콜레스테롤 증가	경구	Rat	NOAEL(worker) : 418.32 mg/m³ (ECHA CHEM)	18 interspecies : 3 Duration : 6	23 mg/m³ (8 ppm)	300 mg/m³ (100 ppm)
18	텔레늄과 그 화합물 (7446-07-3)	간 무게 증가 몸무게 감소	경구	Rat (f & m)	NOAEL(worker) : 346.6 mg/m³ (ECHA CHEM)	90 interspecies : 3 intraspecis : 5 Duration : 6	4 mg/m³	0.1 mg/m³
19	이소프로필에터르 (108-20-3)	성기능 저하 고환 위축	경구	Rat	LOAEL(worker) : 920.304 mg/m³ (ECHA CHEM)	90 interspecies : 3 Duration : 6 Severity : 5	10 mg/m³ (2 ppm)	1025 mg/m³ (250 ppm)

[표 2] 선정 19가지 물질에 대한 유통 현황 조사

순번	물질명	취급 근로자수	제조 사업장 수	수입 사업장 수	취급 사업장 수	수출 사업장 수
1	1,2-디클로로프로판	29,767	4	5	42	4
2	인듐	19,488	5	5	14	2
3	알파 메틸스티렌	3,545	1	11	23	0
4	푸르푸릴 알코올	24,910	5	25	96	7
5	크로톤 알데하이드	29	0	1	0	0
6	메틸메타 크릴레이트	76,402	39	56	287	31
7	플루오라이드	14,467	1	27	55	6
8	메틸 아크릴레이트	567,739	8	19	95	3
9	큐멘	809,446	1	26	190	2
10	디아세톤알코올	자료 없음				
11	n-프로필알코올	60,431	3	38	61	2
12	나프탈렌	77,799	7	49	101	6
13	이소포론	14,695	2	19	86	4
14	이피엔	자료 없음				
15	트리부틸 포스페이트	60,847	0	12	56	0
16	디메틸 아미노 벤젠	자료 없음				
17	삼차부틸 알콜	6,429	2	18	14	2
18	이소프로필에테르	1,694	0	8	14	0
19	텔레늄과 그 화합물	1,617	1	3	4	1

[표 3] 선정 19가지 물질에 대한 작업환경실태조사 현황

순번	물질명	사업장수(개소)	취급근로자수(명)	취급량(톤)	용도
1	1,2-디클로로프로판	343	2292	44,852	용제 얼룩제거제 화학물질의 중간제품 훈증제
2	안료	14	19,488		베어링의 경도를 높이는 합금 유리와 유리 또는 유리와 금속의 봉합제 트랜지스터 및 적외선 담지기
3	알파 메틸스티렌	20	430	75,504	폴리에스테르 및 알키드 수지 제조 가소제
4	푸른푸릴 알코올	57	491	11,906	셀룰로즈 에스테르류, 에스테르류 등 제조
5	크로톤 알데하이드	7	59	2,020	노르말-부틸알코올 제조, 유류 정제 시의 용매
6	메틸메타 크릴레이트	323	909	71,931	아크릴판, 아크릴 주조, 아크릴 표면 코팅에 사용하는 메트아크릴산폴리메틸 중합체의 생산
7	플루오라이드	70	339	1,473	불소화합물의 분석, 건조, 가소 제강 등
8	메틸 아크릴레이트	47	552	25,939	종이류의 코팅용, 플라스틱 피막 치과용 등
9	큐멘	166	1351	21,603	아세톤, 페놀, 아세토페논, 알파-메틸스티렌 등 합성
10	디아세톤알코올	252	1946	2,054	유지류 및 탄화수소류의 용제
11	n-프로필알코올	87	917	3,866	용제 유기물질의 합성
12	나프탈렌	88	5854	30,477,738	좀벌레, 나방 구산제 및 염료 제조
13	이소포론	149	1696	5,784	제초제 화학물질 제조의 중간체
14	이피엔	13	31	138	진드기 살충제 등
15	트리부틸 포스페이트	10	43	5,297	락카류, 플라스틱 및 비닐 수지류의 가소제 광석에서 중금속 추출
16	디메틸 아미노 벤젠	7	77	8	염료 제조
17	삼차부틸 알콜	89	357	283,905	플라스틱, 락카, 셀룰로즈 에스테르 등 화학물질 제조의 중간체
18	이소프로필에테르	7	70	828	용제 화학물질의 중간제품
19	텔레늄과 그 화합물	7	124	388	도자기, 유리의 착색제 은제품에 검은 색을 나타내게 하는 시약

[표 4] 선정 19가지 물질에 대한 국내 법적 규제현황 및 물리·화학적특성, GHS 분류

순번	물질명	국내 법적 규제현황	물리·화학적 특성	GHS 분류
1	1,2-디클로로프로판	o 위험물안전관리법 -4류 제1석유류 (비수용성액체) 200L o 폐기물관리법 -지정폐기물	· 분자량 : 112.99 · 비중 : 20℃에서 1.159 · 녹는점 : -100℃ (-70℃에서 굳어진다) · 끓는점 : 95℃ ~ 96℃ · 증기압 : 20℃에서 39.5 torr · 인화점 : 16℃, closed cup; 21℃,open cup · 폭발한계 : lower, 3.4%; upper, 14.5%	· 인화성 액체 : 구분2 · 급성 독성(경구) : 구분4 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분4 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 피부 과민성 : 구분1 · 발암성 : 구분1A · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1 · 만성 수생환경 유해성 : 구분3
2	인듐		· 분자량 : 114.82 · 비중 : 20 ℃일 때 7.3 · 어는점 : 156.6 ℃ · 끓는점 : 2000 ℃ · 증기압 : 25 ℃일 때 0.1 mmHg · 인화점 : 자료없음 · 폭발 한계 : 자료없음	· 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2
3	알파 메틸스티렌		· 분자량: 118.18 · 비중: 0.9082 (20° C에서) · 녹는점: -23.21° C · 끓는점: 165.38° C · 증기압력: 1.9 torr (25° C에서) 20° C에서의 공기포화: 2500 ppm · 인화점: 88.89° C, 밀폐시 · 폭발한계: 고점 6.1%; 저점1.9% (공기중)	· 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 흡인 유해성 : 구분1 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2,
4	푸르푸릴 알코올	o 화학물질관리법 -유독물질	· 분자량 : 98.10 · 비중 : 1.1282 (20 ℃) · 융점 : -14.44 ° C · 끓는점 : 170 ℃ · 증기압 : 31.8 ℃에서 1 토크 · 인화점 : 밀폐 시 65 ℃, 개방 시 75 ℃ · 폭발 한계 : 공기 중 일 때 저점 1.8 %, 고점 16.3 %,	· 급성 독성(경구) : 구분3 · 급성 독성(경피) : 구분3 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분2 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1

[표 4] 선정 19가지 물질에 대한 국내 법적 규제현황 및 물리·화학적특성, GHS 분류 (계속)

순번	물질명	국내 법적 규제현황	물리·화학적 특성	GHS 분류
5	크로톤 알데하이드	o 화학물질관리법 -유독물질	· 분자량 : 70.09 · 비중 : 20 ° C에서 0.8531 · 녹는 점 : -76.5 ° C · 끓는점 : 104 ° C · 증기 압력 : 20 ° C에서 30 torr · 증기 밀도 : 2.41 (공기 = 1.0) · 인화점 : 개방된 컵에서 12.78 ° C, · 폭발 한계 : 공기 중에서 저점 2.95 %: 고점, 15.5 %	· 급성 독성(경구) : 구분3 · 급성 독성(경피) : 구분2 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분1 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1 · 피부 과민성 : 구분1 · 생식세포 변이원성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
6	메틸메타 크릴레이트		· 분자량(Molecular weight) : 100.13 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.945 · 녹는점(Melting point) : -48℃ · 끓는점(Boiling point) : 101℃일 때 760 torr · 증기압(Vapor pressure) : 25.5℃일 때 40 torr · 인화점(Flash points) : 10℃(open cup) · 폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.1%, 상한, 12.5% (공기비)	· 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 호흡기 과민성 : 구분1 · 피부 과민성 : 구분1생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1 · 인화성 액체 : 구분2
7	플루오라이드	o 화학물질관리법 -유독물질	· 분자량(Molecular weight) : 42 · 비중(Specific gravity) : 2.8 · 녹는점(Melting point) : 998℃ · 끓는점(Boiling point) : 1700℃ · 인화점(Flash points) : 자료없음 · 폭발 한계값(Explosive limits) : 자료없음	· 급성 독성(경구) : 구분3 · 급성 독성(경피) : 구분2 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1 · 생식세포 변이원성 : 구분2 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1

[표 4] 선정 19가지 물질에 대한 국내 법적 규제현황 및 물리·화학적특성, GHS 분류 (계속)

순번	물질명	국내 법적 규제현황	물리·화학적 특성	GHS 분류
8	메틸 아크릴레이트	o 화학물질관리법 -사고대비물질	· 분자량(Molecular weight) : 86.09 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9561 · 녹는점(Melting point) : -76℃ · 끓는점(Boiling point) : 70℃일 때 608 torr; 80.6℃일 때 760 torr · 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 65 torr; 28℃일 때 100 torr · 증기밀도(Vapor density) : 2.97 (공기=1.0) · 인화점(Flash points) : -2.8℃(open cup) · 폭발 한계값(Explosive limits) : 하한, 2.8%, 상한, 25% (공기비)	· 급성 독성(경구) : 구분3 · 급성 독성(경피) : 구분4 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분3 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분1 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1 · 피부 과민성 : 구분1 · 생식세포 변이원성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1 · 인화성 액체 : 구분2
9	큐멘		· 분자량(Molecular weight) : 120.19 · 비중(Specific gravity) : 25℃일 때 0.86 · 녹는점(Melting point) : - 96℃ · 끓는점(Boiling point) : 152.7℃ · 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 8 torr · 인화점(Flash points) : 39℃(closed cup) · 자연발화점(Autoignition temperature) : 424℃ · 폭발 한계: 하한, 0.9%; 상한, 6.5% (공기 중)	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 발암성 : 구분1B · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1 · 흡인 유해성 : 구분1
10	디아세톤알코올		· 분자량(Molecular weight) : 116.16 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.9406 · 녹는점(Melting point) : -43℃ · 끓는점(Boiling point) : 168℃ · 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 1.2 torr · 인화점(Flash points) : 62 ℃(closed cup); 61 ℃(open cup) · 폭발 한계(explosion limit): 하한, 1.8 %(공기비) 상한, 6.9 %(공기비)	· 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
11	n-프로필알코올		· 분자량(Molecular weight) : 60.09 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.8053 · 녹는점(Melting point) : -127 ℃ · 끓는점(Boiling point) : 97.2 ℃ · 증기압(Vapor pressure) : 20 ℃일 때 15 torr · 인화점(Flash points) : 162 ℃(closed cup) · 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 2.1 % ; 상한, 13.5 %	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 흡인 유해성 : 구분2

[표 4] 선정 19가지 물질에 대한 국내 법적 규제현황 및 물리·화학적특성, GHS 분류 (계속)

순번	물질명	국내 법적 규제현황	물리·화학적 특성	GHS 분류
12	나프탈렌		· 분자량(Molecular weight) : 128.19 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 1.145 · 녹는점(Melting point) : 80.5 ℃ · 끓는점(Boiling point) : 218 ℃ · 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 0.054 torr · 인화점(Flash points) : 79 ℃(closed cup); 88 ℃(open cup) · 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 0.9 % ; 상한, 5.9 % (공기비)	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 피부 과민성 : 구분1 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
13	이소포론		· 분자량(Molecular weight) : 138.19 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 1.145 · 녹는점(Melting point) : 80.5 ℃ · 끓는점(Boiling point) : 218 ℃ · 증기압(Vapor pressure) : 25℃일 때 0.054 torr · 인화점(Flash points) : 79 ℃(closed cup); 88 ℃(open cup) · 폭발 한계(explosion limit) : 하한, 0.9 % ; 상한, 5.9 %	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 급성 독성(경피) : 구분4 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
14	이피엔	o 화학물질관리법 -유독물질	· 분자량(Molecular weight) : 323.31 · 비중(Specific gravity) : 25℃일 때 1.268 · 녹는점(Melting point) : 86℃ · 끓는점(Boiling point) : 179℃ · 증기압(Vapor pressure) : 100℃일 때 0.0003 torr · 용해도(Solubility) : 아세톤, 알콜, 톨루엔에는 용해, 물에는 불용성 · 반응성(Reactivity) : 강한 산화제와 접촉시 화재 및 폭발 발생 (pH 7)	· 급성 독성(경구) : 구분2 · 급성 독성(경피) : 구분3 · 급성 독성(흡입: 분진/미스트) : 구분1 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1
15	트리부틸 포스페이트		· 분자량(Molecular weight) : 266.32 · 비중(Specific gravity) : 0.978 (25° C 에서) · 녹는점(Melting point) : <-80 ° C · 끓는점(Boiling point) : 289 ° C (분해) · 증기압(Vapor pressure) : 25° C에서 0.067 토르 · 인화점(Flash points) : 146 ° C(closed cup)	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분2 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2

[표 4] 선정 19가지 물질에 대한 국내 법적 규제현황 및 물리·화학적특성, GHS 분류 (계속)

순번	물질명	국내 법적 규제현황		GHS 분류
16	디메틸 아미노벤젠		· 분자량(Molecular weight) : 121.18 · 비중(Specific gravity) : 0.97~0.99 (commercial) · 녹는점(Melting point) : -36℃ · 끓는점(Boiling point) : 213℃~226℃ (commercial) · 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 1torr 미만 · 인화점(Flash points) : 94.5℃(commercial)	· 급성 독성(경구) : 구분4 · 급성 독성(경피) : 구분4 · 급성 독성(흡입: 증기) : 구분2 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 발암성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분2
17	삼차부틸 알콜		· 분자량(Molecular weight) : 74.1 · 비중(Specific gravity) : 0.8 · 녹는점(Melting point) : 25℃ · 끓는점(Boiling point) : 83℃ · 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 4.1 torr · 인화점(Flash points) : 11 ℃ · 폭발한계점(Explosive limits) : 하한, 2.4 %; 상한, 8 % (공기 중)	· 급성 독성(흡입: 증기) : 구분4 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)
18	이소프로필에테르		· 분자량(Molecular weight) : 102.17 · 비중(Specific gravity) : 20℃일 때 0.7256 · 녹는점(Melting point) : < 60℃ · 끓는점(Boiling point) : 68-69℃ · 증기압(Vapor pressure) : 20℃일 때 119 torr · 인화점(Flash points) : -27.78℃(closed cup; -9℃, open cup) · 폭발한계점(Explosive limits) : 하한, 1.4%; 상한, 7.9% (공기 중)	· 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극)
19	벨레늄과 그 화합물		· 분자량(Molecular weight) : 169.6 · 비중(Specific gravity) : 6.67 - 6.07 · 녹는점(Melting point) : 778℃ · 끓는점(Boiling point) : 1245℃ · 증기압(Vapor pressure) : 자료없음 · 인화점(Flash points) : 자료없음 · 폭발한계점(Explosive limits) : 자료없음	· 급성 독성(경구) : 구분3 · 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 · 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 · 생식독성 : 구분2 · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(호흡기계 자극) · 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분2

[표 5] 산업위생통계 분석을 통한 측정결과의 노출기준(OEL) 초과율(%)

순번	물질명	노출기준 (OEL)	시료수 (n)	최대치 (max)	최소치 (min)	산술평균	표준편차	정규모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	기하평균 (GM)	기하표준편차(GSD)	대규정규 모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	
											LCL1,95%	UCL1,95%
1	1,2-디클로로프로판	75 ppm (350 mg/㎥)	36	327.0988	0.1309	17.151	60.589	16.984	1.088	7.715	0.585	5.807
2	인듐	0.1 mg/㎥	28	1.19	0.0007	0.077	0.020	45.924	0.024	4.144	8.281	26.809
3	알파 메틸스티렌	50 ppm (240 mg/㎥)	30	6.6471	0.00229	0.461	1.377	0.000	0.007	12.548	< 0.1	0.832
4	푸르푸릴 알코올	10 ppm (40 mg/㎥)	30	3.8865	0.00424	0.253	0.759	0.000	0.025	8.248	< 0.1	1.600
5	크로톤 알데하이드	작업환경측정 미실시										
6	메틸메타 크릴레이트	50 ppm (205 mg/㎥)	30	0.2477	0.00182	0.029	0.054	0.000	0.006	6.267	< 0.1	< 0.1
7	플루오라이드	2.5 mg/㎥	30	0.0787	0.001	0.020	0.022	0.000	0.008	5.068	< 0.1	0.330
8	메틸 아크릴레이트	2 ppm (7 mg/㎥)	30	0.8035	0.00131	0.059	0.193	0.000	0.004	6.141	< 0.1	0.423
9	큐멘	50 ppm (245 mg/㎥)	30	10.2161	0.00226	0.542	1.948	0.000	0.012	13.486	< 0.1	0.702
10	디아세톤알코올	50 ppm (240 mg/㎥)	30	0.0671792	0.0178118	0.035	0.011	0.000	0.033	1.349	< 0.1	< 0.000

[표 5] 산업위생통계 분석을 통한 측정결과의 노출기준(OEL) 초과율(%) (계속)

순번	물질명	노출기준 (OEL)	시료수 (n)	최대치 (max)	최소치 (min)	산술평균	표준편차	정규모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	기하평균 (GM)	기하표준 편차(GSD)	대규정규 모수적 통계량 노출기준 초과율(%)	
											LCL1,95%	UCL1,95%
11	n-프로필알코올	200 ppm (500 mg/㎥)	90	0.0402225	0.0217251	0.028	0.004	0.000	0.028	1.157	< 0.1	< 0.000
12	나프탈렌	10 ppm (50 mg/㎥)	90	0.7585247	0.0237624	0.095	0.171	0.000	0.055	2.218	< 0.1	< 0.000
13	이소포론	5 ppm(C) (25 mg/㎥(C))	90	0.0568551	0.0095832	0.023	0.012	0.000	0.020	1.638	< 0.1	< 0.000
14	이피엔	작업환경측정 미실시										
15	트리부틸 포스페이트	0.2 ppm (2.5 mg/㎥)	90	0.0008418	0.0001628	0.000	0.000	0.000	0.000	1.806	< 0.1	< 0.000
16	디메틸 아미노 벤젠	0.5 ppm (2.5 mg/㎥)	18	0.0027776	0.0014974	0.002	0.000	0.000	0.002	1.194	< 0.1	< 0.000
17	삼차부틸 알콜	100 ppm (300 mg/㎥)	90	0.1559174	0.0085152	0.018	0.026	0.000	0.014	1.660	< 0.1	< 0.000
18	이소프로필에터르	0.1 mg/㎥	40	124.501	0.00089	3.719	19.845	0.000	0.038	13.477	< 0.1	0.842
19	텔레늄과 그 화합물	250 ppm (1025 mg/㎥)	12	0.0018743	0.0001619	0.001	0.001	0.000	0.000	2.501	< 0.1	< 0.000

[표 6] 작업환경측정 결과를 통한 유해성·위험성평가 결과(이론적 호흡독성 참고치 RfC_{worker} 적용,)

순번	물질명	시료수(n)	최대치 (max)	최소치 (min)	평균	표준편차	RfC_{worker} 이상 % (% > RfC_{worker})	기하평균 (GM)	기하표준편차 (GSD)	대규정규 모수적 통계량 RfC_{worker} 초과율(%)	
										LCL1,95%	UCL1,95%
1	1,2-디클로로프로판	36	327.0988	0.1309	17.151	1.112	61.141	1.088	7.715	98.842	>99.9
2	인듐	28	1.19	0.0007	0.077	0.020	54.938	0.024	4.144	19.782	42.674
3	알파 메틸스티렌	30	6.6471	0.00229	0.461	1.377	34.760	0.007	12.548	0.645	7.444
4	푸르푸릴 알코올	30	3.8865	0.00424	0.253	0.759	0.014	0.015	8.248	0.286	4.854
5	크로톤 알데하이드	위험성평가 미실시									
6	메틸메타 크릴레이트	30	0.2477	0.00132	0.029	0.054	0.000	0.006	6.267	< 0.1	< 0.1
7	플루오라이드	30	0.0787	0.001	0.020	0.022	0.000	0.008	5.068	< 0.1	0.465
8	메틸 아크릴레이트	30	0.8035	0.00131	0.059	0.193	10.536	0.004	6.141	0.152	3.803
9	큐멘	30	10.2161	0.00226	0.542	1.948	0.254	0.012	13.486	0.142	3.684
10	디아세톤알코올	30	0.0672	0.0178118	0.035	0.011	0.000	0.033	1.349	< 0.1	< 0.000
11	n-프로필알코올	30	0.0402	0.0217251	0.028	0.004	0.000	0.028	1.157	< 0.1	< 0.000
12	나프탈렌	30	0.7585	0.0237624	0.095	0.171	0.000	0.055	2.216	< 0.1	< 0.1
13	이소포론	30	0.0569	0.0095832	0.023	0.012	0.000	0.020	1.638	< 0.1	< 0.000
14	이피엔	위험성평가 미실시									
15	트리부틸 포스페이트	30	0.0008	0.0001528	0.000	0.000	0.000	0.000	1.806	< 0.1	< 0.000
16	디메틸 아미노 벤젠	18	0.0028	0.0014974	0.002	0.000	0.000	0.002	1.194	< 0.1	< 0.000
17	삼차부틸 알콜	30	0.1559	0.0065152	0.018	0.026	0.000	0.014	1.660	< 0.1	< 0.000
18	이소프로필에테르	40	124.501	0.00089	3.719	19.845	53.451	0.038	13.477	2.875	12.914
19	텔레늄과 그 화합물	12	0.0019	0.0001619	0.001	0.001	0.000	0.000	2.501	< 0.1	< 0.000

[표 7] 선정 19가지 물질에 대한 1차 설문 결과

C.M.R 구분	관리대상 설정 후보물질	직업병 저감율 (%)	직업병 감소 시너지효과 발생비율 (%)	화재/폭발/누출사고 감소율 (%)	화재/폭발/누출사고 감소 시너지효과 발생비율 (%)
직업병 발생	1,2-디클로로프로판	51.58	46.32	40.18	33.51
직업병 발생	인듐	53.08	47.33	24.32	25.92
C2	알파 메틸스티렌	34.77	29.27	25.93	25.78
C2	푸르푸릴 알코올	33.96	33.07	29.05	27.44
C2, M2	크로톤 알데하이드	28.46	26.56	27.6	25.85
R2	메틸메타 크릴레이트	32.95	29.87	30	28.39
R2, M2	플루오라이드	30.72	28.95	19.09	18.66
M2	메틸 아크릴레이트	37.04	36.18	31.78	29.97
C2	큐멘	36.53	36.90	27.56	26.67
R2	디아세톤알코올	27.76	25.71	26.02	24.69
R2	n-프로필알코올	28.78	27.85	24.93	24.07
C2	나프탈렌	32.06	34.79	22.38	21.86
C2	이소포론	30.37	29.97	22.92	22.94
R2	이피엔	25.91	23.82	23.66	21.82
C2	트리부틸 포스페이트	26.47	25.69	20.71	20.38
C2	디메틸 아미노 벤젠	25.01	20.95	21.88	18.78
R2	삼차부틸 알콜	24.87	21.03	26.57	23.05
R2	이소프로필에테르	28.33	23.83	27.52	24.89
R2	텔레늄과 그 화합물	21.86	17.27	16.52	17

[표 8] 선정 19가지 물질에 대한 2차 사회적 편익 설문항목

C.M.R 구분	관리대상 설정 후보물질	직업병 저감율 (%)	직업병 감소 시너지효과 발생비율 (%)	화재/폭발/누출사고 감소율 (%)	화재/폭발/누출사고 감소 시너지효과 발생비율 (%)
직업병 발생	1,2-디클로로프로판				
직업병 발생	인듐				
C2	알파 메틸스티렌				
C2	푸르푸릴 알코올				
C2, M2	크로톤 알데하이드				
R2	메틸메타 크릴레이트				
R2, M2	플루오라이드				
M2	메틸 아크릴레이트				
C2	큐멘				
R2	디아세톤알코올				
R2	n-프로필알코올				
C2	나프탈렌				
C2	이소포론				
R2	이피엔				
C2	트리부틸 포스페이트				
C2	디메틸 아미노 벤젠				
R2	삼차부틸 알콜				
R2	이소프로필에테르				
R2	텔레늄과 그 화합물				

설문대상물질 19종 관련 추가 정보

○ 건강유해성

○ 국외 관리 수준

[1,2-디클로로프로판]

○ 건강 유해성

국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 1,2-디클로로프로판을 기존의 발암등급인 Group 3 (not classifiable as to carcinogenicity to humans)에서 Group 1 (Carcinogenic to humans)으로 변경을 예정하고 있다(IARC, 2014).

일본 교정 인쇄 부문에서 1991년에서 2006년까지의 기간에 1년 이상 근무한 남성 62명을 조사했다. 2011년 12월에 정리한 단계에서, 11명이 담관암이 발병, 그 중 6명은 사망한 것으로 확인되었다. 사망률은 전국 평균의 2,900배로, 직업과의 관계가 있는 직업병으로 분명하게 밝혀진 것이다. 발병자는 전원이 염소계의 유기용제인 1, 2-디클로로프로판(1, 2-Dichloropropane)에 7년 내지 17년간 노출되고, 10명은 이 약품에 1년 내지 13년간 노출되었다. 두 물질 모두 동물 실험 등에서 발암물질로 확인되었으며, 이 회사에서의 발병자는 현재, 17명(그 중 8명은 사망)으로 판명되고 있다(Shinji Kumagai, 2012)

○ 노출수준

1,2-디클로로프로판 산업위생통계(K2B 프로그램 등록 자료)

'10년 작업환경측정		'11년 작업환경측정		'12년 작업환경측정		'13년 작업환경측정	
시료수(n)	29	시료수(n)	33	시료수(n)	36	시료수(n)	64
최대(max)	42.83	최대(max)	15.57	최대(max)	11.15	최대(max)	22.49
최소(min)	불검출	최소(min)	불검출	최소(min)	불검출	최소(min)	불검출
범위	42.82	범위	15.56	범위	11.14	범위	22.48
노출기준 초과율(%)	0.0	노출기준 초과율(%)	0.0	노출기준 초과율(%)	0.0	노출기준 초과율(%)	0.0
평균	6.273	평균	2.783	평균	1.705	평균	1.576
중앙값	0.010	중앙값	0.410	중앙값	0.427	중앙값	0.504
표준편차	11.872	표준편차	4.321	표준편차	3.014	표준편차	3.504
기하평균	0.203	기하평균	0.460	기하평균	0.380	기하평균	0.230
기하표준편차	29.393	기하표준편차	10.966	기하표준편차	7.255	기하표준편차	10.597

○ 2014년 연구용역 노출평가 결과

1,2-디클로로프로판의 노출평가 결과 23.43ppm(0.06 - 327.09ppm)으로 측정시료의 15%가 노출기준 75ppm을 초과하였다. 노출기준 초과 가능성 확률은 23%이었다. 1,2-디클로로프로판 사업장에 따라 위험도가 차이가 보이기는 하지만, 모든 사업장에서의 평균 위험도가 100을 초과하고 있어 사업장 전체적인 노출 관리가 필요한 것으로 분석되었다.

ACGIH에서는 자극 및 체중 영향을 줄이기 위해 2005년 노출기준 75ppm에서 10ppm으로 권고하였고, 급성독성, 아만성독성의 불충분한 자료 근거에 따라 STEL을 철회하였다. 1,2-디클로로프로판의 STEL은 대부분 국가에서 적용하고 있지 않고 있다. 1,2-디클로로프로판 산안법상 관리수준을 아래와 같이 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 지정할 것을 제안하고, TWA를 75ppm에서 10ppm로 강화와 STEL 지정 철회를 제안하였다.

○ 국외 관리 수준

각국의 1,2-디클로로프로판 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Skin Desig	Sensitization	Repro Tox.	Mutagenicity
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	75	350	110	510					
ACGIH TLV	10				A4		Sen		
Australia	75	347	110	508					
Belgium	10		47						
Brazil	59		110						
Canada - Alberta	75		110						
Canada - British Columbia	75		110				Sen		
Canada - Ontario	75	347	110	508					
Canada - Quebec	75	350	150	700					
China		350		500					
Finland	75		120						
France - VL	75		350						
Germany - MAK					3B				
IARC					3				
Ireland	10	46							
New Zealand	75	347	110	508					
Poland		50							
Singapore	75	347	110	508					
Spain	75	352	110	517					
Switzerland	75	350							
USA - OSHA	75	350							

[인듐]

○ 건강 유해성

사람에 대한 건강 장해에 대해서는, 일본에서 2003년 이후 7 건의 증례가 보고되어 있으며, Chonan 등(2007)은 인듐 폐질환 발생사업장에 대한 초기 인듐 건강진단 결과 대상자 남성 108명중 18명이 만성 기침/담, 4명이 곤봉 손가락 증상을 보였으며, 23명(21%)이 고해상도전산화단층촬영(HRCT)에서 망상음영 또는 연마유리형 음영(ground glass appearance, GGA)의 간질성 변화, 14명(13%)은 기종성 변화, 6명이 구속성 호흡 기능 장해, 4명이 폐색성 호흡기기능 장해를 보고하였다.

1990년대 이후 인듐이 반도체 산업의 원료로 사용되면서 그 사용량이 기하급수적으로 증가하면서, 일본과 미국, 중국 등에서 연이어 인듐 관련 폐질환의 직업병 사례가 보고되고 있다. 일본에서 1994년부터 1997년까지 ITO target제조 연마공정에서 일한 근로자에게서 간질성 폐렴(Interstitial pneumonia)으로 인한 양측성 기흉(Bilateral pneumothorax)으로 사망이 나타났으며, 그 원인이 인듐인 것으로 추정되었다(Homma et al., 2003). 1997년(당시 27살) 마른기침과 숨이 차는 증상을 호소했다(Omae et al., 2011). 흉부방사선과 흉부 CT 검사결과, 흉막하 벌집모양의 폐(Subpleural honeycomb)와 폐의 전영역에 간유리 음영(Ground glass appearance, GGA)과 청진기상으로 Fine crackle음과 High-pitched squeaks가 나타났고, 곤봉지(Clubbed finger)가 있었다. 비디오흉강경생검(Video- assisted thoracoscopic lung biopsy, VATS)에서 미세입자 함유의 확장된 세포질과 함께 적혈구, 피브린, 콜레스테롤, 대식세포 등으로 채워진 폐포가 발견되었다. 림포구(Lymphocytes)와 형질세포(Plasma cell)는 세포간극(Interstitial spaces)에 스며들어 있었고, 수많은 미세 입자들이 발견되었다. 입자 크기는 대개 1 μm이하였고, 성분분석에서 인듐과 주석이 검출되었다. 이 환자는 ITO 먼지 노출로 인한 간질성 폐렴으로 진단되었다. 사망 1년 전의 혈중 인듐(혈청-인듐, In-S)은 290 ng/mL이었다. 대조군의 혈 중 인듐(In-S)은 평균 0.1 ng/mL라고 한다. 또한 1994년부터 1998년까지 같은 공장에서 일했던 30살의 남자도 ITO에 노출되었으며, 1997년 마른기침과 운동 중 호흡장애(Exertional dyspnea)가 나타났다(Homma et al., 2005). 흡연 경력은 3년간 하루 10개피이었다. 흉부 X선과 CT 검사결과, 간유리 음영 등 폐에 몇 가지 증상이 나타났다. VATS검사결과, 세기관지에 섬유화 및 폐포내 대식세포가 축적되는 확산성 폐포렴과 함께 수많은 콜레스테롤 cleft와 이물질형의 거대세포가 발견되었다. 거대세포와 대식세포에서 갈색 미립자가 발견되었는데 성분은 인듐과 주석으로 밝혀졌다. In-S은 51 ng/mL(정상치 <3 ng/mL)이었다. KL-6(간질성 폐질환의 지표)는 799 U/mL였다(정상치 <500 U/mL). 이 환자는 다른 부서로 재배치된 후 폐질환 진행이 멈췄다.

미국의 49세 비흡연 남성에게서 인듐에 대한 영향이 1999년부터 수소로 작업을 시작한지 9개월 만에 운동 시 호흡곤란 증세가 나타났다. 고해상 컴퓨터 단층촬영(High Resolution Computed omography, HRCT) 결과, 여러 가지 폐질환 증상이 나타났고, 특히 폐포 단백증(Pulmonary Alveolar roteinosis, PAP)이 별견 되었다. 2005년 초, 이 작업자가 근무하던 작업장의 인듐분쇄공정에서 측정한 지역시료의 공기 중 인듐농도는 미국국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)의 권고기준인 0.1 mg/m3를 초과하였다. 이 환자는 2006년 10월 PAP로 인한 호흡곤란으로 사망하였다.

○ 노출수준

연구대상 사업장의 공기 중 인듐 분진 분포는 10 ㎛ 미만으로 호흡성분진이 대부분이었다. 총 분진 중 인듐 농도는 연구대상 시료 중 18.6%에 해당하는 24건의 시료가 노출기준(100 ㎍/㎥)을 초과하였으며, 호흡성 분진 중 인듐은 23.7%가 노출기준(10 ㎍/㎥)을 초과하였다. 흡입성 인듐 노출 작업장에서의 만성(폐) 독성 위험도는 전체적으로 높은 수준은 아니나, mixing, finishing 등 호흡성 인듐이 비산될 수 있는 공정에서의 작업자 위험도 1.0에 근접되고, 제95백분위 위험값은 1.0을 초과하고 있어, 고 노출 가능 공정의 집중 관리가 필요할 것으로 분석되었다.

Target 제조업의 총 분진 노출평가 결과 (국내 노출기준, 100 ㎍/㎥)

Process	n	Airborne Indium Concentration, ㎍/㎥						
		AM	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Powder	12	56.7	104	22.1	3.8	19.8	2.7	366.9
Mixing	9	121	164	54.7	3.8	47.3	13.1	502.1
Molding	12	104	117	38.3	6.7	67.4	1.4	376.0
Sintering	15	18.7	23.6	11.5	2.5	9.4	4.5	92.4
Polishing	31	61.5	65.6	33.8	3.4	35.0	3.1	215.8
Bonding	33	24.2	28.5	16.1	2.6	17.4	0.9	165.0
Finishing	17	78.4	70.4	39.1	4.4	68.4	4.0	250.5
Total	129	56.9	81.8	25.3	3.77	23.6	0.9	502.1

Target 제조업의 호흡성 분진 노출평가 결과 (일본 노출기준, 10 ㎍/㎥)

Process	n	Airborne Indium Concentration, ㎍/㎥						
		AM	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Powder	15	8.8	9.7	5.6	2.7	4.8	0.8	37.0
Mixing	12	55.5	130.0	10.2	5.5	6.5	1.1	448.6
Molding	12	9.7	20.7	2.8	6.6	3.1	0.0	74.9
Sintering	17	6.8	11.0	2.8	3.8	3.2	0.5	41.5
Polishing	39	8.3	11.5	3.8	4.0	4.1	0.2	61.1
Bonding	26	9.4	22.8	3.6	3.4	3.1	0.8	118.9
Finishing	14	16.3	19.1	6.2	5.3	4.26	0.2	57.8
Total	135	13.5	42.4	4.2	4.2	4.05	0.0	448.6

인듐 재생업의 총 분진 노출평가 결과 (국내 노출기준, 100 ㎍/㎥)

Process	n	Indium Concentration, ㎍/㎥						
		AM	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Pulverization	4	1190	932	823	3.1	1240	194	2090
Dissolution	2	86.7	94.7	55.0	4.3	86.7	19.7	153.7
Substitution	8	46.9	74.1	23.9	3.1	22.6	5.9	227.6
Electrolysis	3	19.9	22.1	10.1	5.2	13.3	1.7	44.5
Casting	6	21.0	14.3	17.2	2.1	16.3	5.6	45.8
Total	23	239	566	38.9	6.1	26.3	1.7	2090

인듐 재생업의 호흡성 분진 노출평가 결과 (일본 노출기준, 10 ㎍/㎥)

Process	n	Indium Concentration, μg/m³						
		AM	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Pulverization	6	103	86.9	43.5	9.3	104	0.5	254
Dissolution	2	19.7	6.2	19.2	1.4	19.7	15.4	24.1
Substitution	8	14.0	31.3	4.4	3.5	2.8	2.3	91.4
Electrolysis	4	4.8	2.7	4.2	1.9	4.5	1.9	8.3
Casting	6	18.7	37.8	5.3	4.4	3.9	1.3	95.9
Total	26	34.7	59.6	8.7	5.5	4.3	0.5	254

Panel display 제조업의 총 분진 노출평가 결과(국내 노출기준, 100 ㎍/㎥)

Process	n	Indium Concentration, ㎍/m³						
		Mean	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Exchange targets	15	10.1	10.9	4.0	5.6	7.0	0.2	31.5
Target oleaning	7	49.3	73.2	20.0	4.3	20.3	4.5	206.8
Total	22	22.6	44.2	6.6	6.0	7.9	0.2	206.8

Panel display 제조업의 호흡성 분진 노출평가 결과 (일본 노출기준, 10 ㎍/㎥)

Process	n	Indium Concentration, ㎍/m³						
		AM	SD	GM	GSD	Median	Min.	Max.
Exchange targets	17	3.1	4.4	1.7	3.1	1.8	0.3	18.1
Target oleaning	7	7	3.9	10.4	4.1	2.8	1.1	30.5
Total	24	24	6.7	2.2	3.2	2.0	0.3	30.5

○ 국외 관리 수준

각국의 인듐 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Skin Desig.	Sensit i-zati on	Repro. Tox.	Mutage-nicity
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부		0.1							
ACGIH TLV		0.11)							
Australia		0.1							
Austria		0.12)		0.22)					
Belgium		0.1							
Canada - Alberta		0.1							
Canada - British Columbia		0.1							
Canada - Ontario		0.1							
Canada - Quebec		0.1							
China		0.1		0.3					
Denmark		0.1		0.2					
Finland		1							
Ireland		0.1		0.34)					
Japen		0.013)							
Malaysia		0.1							
Mexico		0.1		0.3					
Netherlands		0.1							
New Zealand		0.1							
Singapore		0.1							
Spain		0.1							
Sweden		0.1							
Switzerland		0.12)							
USA - NIOSH		0.1							
UK		0.1		0.3					

[알파 메틸스티렌]

○ 건강유해성

자원봉사자들에게 AMS 노출에 대한 제한적 흡입시험을 실시했다. 짧은 시간 주기 > 600, 200, 100, 50, or < 10 ppm였으며 200 ppm 에서는 불쾌한 강한 냄새, 100 ppm에서는 강하지만 참을 수 있는 정도의 냄새가 보고되었다. 600 ppm이상에는 AMS에 대한 냄새가 아주 강하며 눈과 코에 강한 자극이 나타났다. 50 ppm에서는 AMS의 존재는 감지할 수 있지만 자극은 없었다(Wolf 등, 1956).

Mackinson등은 AMS에 대한 노출이 눈에 자극, 피부, 상부 호흡기에 대한 자극으로 이어질 것으로 보고 있다(Mackinson 등, 1981; Warshawsky, 2001). AMS생산은 밀폐 생산 공정과 샘플링 및 용기 충전작업에 대한 직업적 노출로 제한된다(UNEP, 2002). 개인 노출 수준들은 일본 내 두 생산 공정에서 측정 하였으며 드럼충진 과 탱크 충진 평균 10.1 mg/㎥(2.1 ppm)이었으며 각각 6.7mg/㎥(1.4 ppm), 3.4 mg/㎥(0.7ppm)를 나타냈다(UNEP, 2002). AMS의 일일 섭취량은 1.2 mg/kg/day 추정되었다(UNEP, 2002).

저자는 또한 피부 노출 위험의 최소 노출량을 0.1 mg/cm2/day 로 추정했다. 또 다른 저자는 피부 접촉은 노출에 있어서 중요한 경로가 될 수 있다고 밝혔다(Samimi와 Falbo, 1982).

○ 국외 관리 수준 조사

각국의 α-Methyl styrene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/㎥	ppm	mg/㎥					
고용노동부	50	240	100	485	2				
ACGIH	10				A3				
Australia	50	242	100	483					
Austria	50	246	100	492					
Belgium	50	246	100	492					
Canada - Ontario	50		100						
Canada - Québec	50	242	100	483					
Denmark	50	240	100	480					
European Union	50	246	100	492					
France	25	123	100	492					
Germany (MAK)	50	250	100	500		D			
Hungary		246		492					
Ireland	50	246	100	492					
Italy	50	246	100	492					
Japan									
Latvia	50	246	100	492					
New Zealand	50	242	100	483					
People's Republic of China									
Poland		240		480					
Singapore	50	242	100	483					
South Korea	50	240	100	485					
Spain	50	246	100	492					
Sweden	20	98	50	245					
Switzerland	50	250	100	500					
The Netherlands		20							
USA - NIOSH	50	240	100	485					
USA - OSHA			100	480					
United Kingdom	50	246	100	491					

[푸르푸릴 알코올]

○ 건강유해성

Furfuryl alcohol 증기의 두 가지 연구에 대해 검토하였다. Apol(Apol, 1973)은 10.8 ppm에서 15분 동안 불편함이 없음을 얘기했으나 15.8 ppm에서는 심한 눈물 흘림이 발생했다. 포름알데히드의 0.33 ppm 존재했다.

Burton 과 Rivera(Burton와 Rivera 1972)는 3명의 노동자에게 8시간 동안 5 또는 6 ppm에서 안구자극, 두통, 메스꺼움 또는 현기증이 없음을 발견했으며 다른 노동자는 명백한 부작용 없이 8 ppm의 농도까지 지정되지 않은 기간 동안 노출시켰고 최대 16 ppm의 Furfuryl alcohol vapor에 위험성이 없다고 결론을 내렸다. 최대 16 ppm의 Furfuryl alcohol vapor에 위험이 없다고 결론을 내렸다(Burton와 Rivera 1972).

Erdmann(Erdmann, 1902)은 3명에게 주어진 5% 수용액 중에서 0.6~1.0 그램 Furfuryl alcohol의 단일 흡입 투여량은 호흡 속도를 자극했다고 보고했다. Mastromatteo(Mastromatteo, 1965)는 Furfuryl alcohol에 과다 노출 시 기도의 염증에 대해 보고했다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Furfuryl alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg / m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	10	40	15	60	2			Yes	
ACGIH	10		15					Yes	
Australia	10	40	15	60				Yes	
Belgium	10	41	15	61				Yes	
Canada - Ontario	10		15					Yes	
Canada - Québec	10	40	15	60				Yes	
China		40		60					
France	10	40						Yes	
Germany (MAK)								Yes	
Ireland	5	20	15	60				Yes	
Japan-JSOH	5								
Malaysia	10								
Mexico	10		15					Yes	
New Zealand	10	40	15	60				Yes	
Poland		30		60				Yes	
Spain	5	20	15	61				Yes	
Sweden	5	20	10	40				Yes	
USA - NIOSH	10	40	15	60				Yes	
USA - OSHA	50	200							

[크로톤 알데하이드]

○ 건강유해성

Sim과 Pattle(Sim와 Pattle, 1957)은 4.1 ppm의 크로톤 알데히드에서 15 분의 노출은 코와 상부 호흡기를 매우 자극했으며, 지원자들이 30초 후 눈물을 흘렸다고 보고했다. 다른 한편으로는, Rinehart(Rinehart, 1967)는 15 ppm의 동일한 노출기간은 강하지만 참을 수 없는 냄새는 아닌 것으로 감지되었으며, 더 짧은 노출에는 자극이 보고되지 않았다고 하였다. 45 ppm에서의 짧은 노출에서는 몇 초 후 매우 불쾌한 자극이 있음이 입증되었다. 분석의 차이는 이러한 불일치에 영향을 미치는 요인이 될 수 있다. 크로톤알데히드의 산업상의 노출로 인한 각막손상의 8가지 경우에 48시간 안에 치료를 완료하면 치유 된다; 노출이 특별히 심각하지 않았을 때(Grant, 1986).

○ 국외 관리 수준

각국의 Crotonaldehyde 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutagenicity	Skin Desig.	Sensitization
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	2	6			2		2	Yes	
ACGIH			C0.3		A3			Yes	
Australia	2	5.7							
Belgium			0.3	0.87					
Canada - Ontario			C0.3					Yes	
Canada - Québec	2	5.7							
China				12					
Germany (MAK)					3B		3B	Yes	
Ireland			C0.3						
Malaysia			C0.3						
New Zealand	2	5.7			A3			Yes	
Poland		6		12				Yes	
Singapore	2	5.7							
Spain									
Sweden									
Switzerland									
The Netherlands									
USA - NIOSH	2								
USA - OSHA	2	6							

[메틸메타크릴레이트]

○ 건강유해성

MMA의 임상 독성이 검토되었다(IARC, 1987). MMA는 폴리 MMA 플라스틱 또는 플라스틱 먼지에 잔류하는 모노머 등이 존재할 때 피부와(Schwartz, 1957) 눈 및 점막 자극과 관련 있다. 직업적 알레르기 피부염의 많은 경우에는 MMA에 책임이 있다. 과민성은 종종 MMA의 접착제 및 잉크와 접촉의 결과이다. MMA에 피부 접촉은 단기 (그러나 어떤 경우에는 오히려 영구) 감각 이상, 가역적 피부염과 과민성 반응으로 이어질 수 있다. 현식은 잔류 MMA를 포함한 분진에 대한 노출과 연관된 되었지만, 실제로는 기존 현식이 먼지 또는 잔류 단량체의 직업적 노출에 의해 악화되었는지를 야기했는지 명확하지 않다. MMA 공장 작업자는 두통, 통증, 피로, 수면 장애, 과민성, 기억력 감소를 호소했다(Coleman, 1991, 1993; Rosensteel, 1975; Nyquist, 1958; Jordan, 1975; Fries, 1975; Conde-Salazar, 1988).

미국 아크릴 섬유 공장 두 곳에서의 근로자 1561명과 26710이 초당 1 ppm 노출되었다는 연구이다. 미국 전체와 미국 Cyanamid 코호트의 모든 암 사망률은 동일하다; 사망률은 대장암과 직장암이 예상보다 적었다(Collins 등, 1989.) 2178명의 근로자의 ICI 코호트에 대한 초기 데이터는(Tomenson와 Bonner, 1994) 방광암 약간 상승 (SMR = 1.6), 직장암 감소 (SMR = 0.82) 대장의 증가는 없다(SMR = 1.05). 특히, 호흡기 암은 예상보다 낮음(SMR = 0.89) 가장 높은 노출의 코호트(Tomenson와 Bonner, 1994) 분명히 가장 낮은 노출의 코호트에서 증가(SMR = 2.16).(Collins 등, 1989) 국립 산업 안전 보건 연구소(NIOSH)(Cromer와 Kronoveter, 1976)는 폴리 MMA 시트 제조 5개 공장에서 노동자의 잠재적 증기 MMA노로 인한 건강에 미치는 영향에 대한 연구를 실시했다. 교대 근무의 심각한 영향(징후, 혈압, 호흡 기능 검사, 헤모글로빈 및 백혈구 수, 소변, 혈액 화학)을 확인할 수 없었다. 데이터는(일부 피부에서 가능한 변경 및 신경계 징후, 소변 검사 결과, 혈청 트리글리 세라이드) 혈청 글루코스 및 혈액 요소 질소, 콜레스테롤, 알부민, 총 빌리루빈 값에 대하여 높은 노출 그룹이 발생할 수 있다고 제안을 변경하였으나 관찰되는 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. MMA는 점막(표 1)에 대한 급성 자극이지만, 조사 횟수는 호흡기 및 폐 기능에 대한 잠재적 부작용을 고려하였다. 일부 그룹에서는 20분 간격으로 62~601 ppm의 간헐적 노출을 반복 후, TWA 50 ppm (N = 91)까지 반복 노출 후(Andrews 등, 1979), 또 추가 노출 후 만성 폐 독성 또는 기능결함의 제안이 없었다(N = 10)(Lindberg 등, 1991).

○ 국외 관리 수준

각국의 Methyl methacrylate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	50	205	100	410					
ACGIH	50		100		A4				Sen
Australia	50	208	100	416				Yes	Sen
Canada - Ontario	50		100						Sen
China		100							
France	50	205	100	410					
Germany (MAK)	50	210	100	420		C			Sh
Ireland	50		100						
Italy	50		100						
Japan-JSOH									Aw2S2
Malaysia	100								
Latvia		10							
New Zealand	50	208	100	416					
Poland		100		300		Ft			Sen
Singapore	100	410							
South Korea	50	205	100	410					
Spain	50	208	100	416				Yes	Sen
Sweden	50	200	150	600					Sen
Switzerland	50	210	100	420					
USA - NIOSH	100	410							
USA - OSHA	100	410							
United Kingdom	50	208	100	416					R43

[플루오라이드]

○ 건강유해성

Williams는 마그네슘 주조 공장의 흄은 10 mg/㎥ 이상의 농도이며, 자극적이며 코피의 원인이 된다고 기록했다(Williams, 1942). 2.5 mg/㎥ 이하의 농도가 영향이 없다고 본다. 잠정적 제한으로 2 mg/㎥으로 제안되어진다. 불화나트륨을 사용하는 철강산업에서 Markuson은 3 mg/㎥ 이상의 노출 2.5 hours/day 이상은 바람직하지 않다고 생각했다(Markuson, 1947). Elkins는 5 mg/㎥의 농도시 눈과 호흡기 연결의 자극과 메스꺼움이 발생된다고 기록했다(Elkins, 1959). 또한 1 mg/㎥ 이하 농도에서 용접공의 코피와 비강을 기록했다. 그러나 제안된 소변의 플루오르화물의 농도(2~9mg/L)는 실제 노출보다 훨씬 높았다. Roholm, 빙정석 근로자들에 대한 연구에서는 위, 장, 순환, 호흡기 및 신경증상, 피부 발진과 관련된 불만들이 기록되어있다(Roholm, 1937).

작업실의 먼지의 전형적인 농도는 22~48 mg/㎥, 플루오르화물의 농도는 11 mg/㎥에서 24 mg/㎥ 수준이다. 그는 몇 년 동안 플루오르화물 섭취 0.2~0.35 mg/kg/day로 인한 골경화증이라고 결론 내렸다. 이것은 평균 근로자들은 14~25 mg/day와 일치하였다.

Collings 등. 작업실에서 플루오르화물의 농도는 2.4 mg/㎥ 초과시 "높음", 10 mg/㎥초과시 "과도"하였다고 간주된다(Collings, 1952).

Derryberry 등은 뼈 변형이 없는 작업자 그룹은 플루오르화물의 평균 농도가 2.65mg/㎥이였으며, 반면 뼈의 변형은 평균 3.38mg/㎥ 노출된 작업자 17명에게 발견되었다(Derryberry, 1963).

Agate 등은 알루미늄 공장 노동자들에게서 x-ray 이상이 많았다. 공기 농도는 0.1-2.6mg/㎥이었다(Agate, 1949). Largent는 단 한 가지 원인으로 불소침착증이며, 장애는 포함하지 않는다고 결론지었다(Largent, 1961).

Kaltreider 등은 알루미늄 smelting에서 작업자의 플루오르화물 노출에 대한 pot room의 두 가지 연구가 보고되었다(Kaltreider, 1972). 10년 동안 노출된 후 주요 107명의 근로자들은 2.4~6.0 mg/㎥의 높은 농도와 밀접하게 관련 있었다. 심각한 골경화증을 완화하기 위해서는 척주 유동성을 제한하고, 노출의 15년 후 검출되었다. 소변의 플루오르화물은 평균 8~10 mg/L이다.

두 번째 공장의 팟 룸의 231명의 작업자들은 노출이 덜하며, 뼈에서 불소는 나타나지 않았다. 데이터가 없는 작업장은 공기 중 플루오르화물 농도로 하였다. 그러나 소변샘플은 교대 끝과 1주 노동시간의 끝에 주어졌으며 플루오르화물은 1967년에는 10.4 mg/L, 1970년에는 3.0 mg/L이다. 교대 전 농도는 1966년 3.4 mg/L 그리고 1970년에는 1.4 mg/L로 나타났다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Fluorides 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부 (NaF/ Na3AlF6)		2.5							
ACGIH		2.5			A4				
Australia		2.5							
Austria									
Belgium		2.5							
Canada - Ontario		2.5							
Canada - Québec		2.5							
Denmark		2.5		5					
European Union									
France		2.5							
Germany (AGS)		1)		4)					
Germany (DFG)		1)		4)					
Hungary									
Ireland		2.5							
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand		2.5							
People's Republic of China		2							
Poland		2							
Singapore		2.5							
South Korea		2.5							
Spain									
Sweden									
Switzerland		1)		4)					
The Netherlands				2					
USA - NIOSH		2.5							
USA - OSHA		2.5							

1) inhalable aerosol

[메틸 아크릴레이트]

○ 건강유해성

주로 동물 연구의 결과에 기초하여 피부와 점막에 자극 및 피부 감작제로서 설명되어진다(표 1). 또한, 메틸 아크릴레이트의 고농도 노출은 동물에서 혈압과 호흡에 영향을 주지만 인간의 급성 중독 증후군을 뒷받침하는 증거는 없었다(Murphy와 Davies, 1993; Autian, 1975; Oberly, 1985; Cavelier 등; Cavelier 등, 1981). 이전의 노출이 최소한인 산업 위생사, 부분적 노출 근로자 생산근로자를 대상으로 시험되었다. 메틸 아크릴레이트의 생성 주기 사이 2주간의 소요시간이 있었기 때문에 각 개인에게 그들 스스로가 비노출 대조군이 될 수 있었다.

참고로, 만성 폐쇄성 폐 질환을 가진 사람으로 인해 한 노동자가 참여하는 것을 거부하였고 기관지 확장제 치료의 사용되지 않았습니다. TWA 개인 샘플링, 지역 샘플링 및 작업 별 최대 노출 샘플링은 12 시간 교대 동안 형성되었다. 노출이 가장 높은 직업군의 평균 노출은 2 ppm, 최대 12.6~30 ppm, 지속적 2~5분이다. 지역 샘플링은 0.6 ppm으로 최소 17.2 ppm으로 최대 5.4 ppm의 평균 레벨을 발견했다. 최대 노출은 "샘플링"의 작업 중(115 ppm까지), "억제제"(122 ppm까지) 동안 발생했다. 대상은 각막이 변화하는 생산 8 주 후에 대한 연구는 안과 의사에 의해 조사 되었다. 아무도 주목하지 않았다. 모든 대상자는 보통의 안검염이였고 연구를 통해 결막염 초기로 진단되었다. 또한 강도 및 증상을 매일 기록하게 하였다. 증상 기록은 산업 위생 측정과 동시간에 발생되지 않았다. 통계적으로는 유의하지 않았지만, 노출이 높은 그룹의 교대 끝에 낮은 군에 비해 (1.4/100) 눈 자극의 증가가 발생 (4.4/100)하였다. 기타 보고 된 증상은 피로를 제외하고, 낮은 발생과 강도였다. 메타콜린의 변화가 작고 감소하는 경향으로 설명했지만, 가장 큰 증가는 메틸 아크릴레이트 이전에 직업적 노출이 없는 산업 위생사가 유일한 대상이었다. 참고로 모든 실험자의 50 % 및 60 %는 연구 시작 시 기관지 문제가 있었다. 최대 유량에 대한 교차비는 노출이 높은 두 그룹에 대한 1.4 (95 % 신뢰 구간, 0.77-2.6)로 추정된다. 연속 변수로 분석 한 결과, 이는 0.008 % ± 0.02 %로 감소 될 것으로 추정되었다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Methyl acrylate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	2	7						Yes	
ACGIH	2				A4			Yes	DSen
Australia	10	35						Yes	Sen
Belgium	2	7.2						Yes	
Canada - Ontario	2							Yes	
Canada - Québec	2	7						Yes	Sen
Germany (MAK)	5	18	5	18					Sh
Ireland	5	18	10	36				Yes	
Italy	2	7	10	35					
Japan-JSOH	2								
New Zealand	10	35						Yes	Sen
China		20							
Poland		14		28				Yes	Sen
Spain	2	7.2						Yes	Sen
Sweden	10	35	15	50				Yes	Sen
USA - NIOSH	10	35						Yes	
USA - OSHA	10	35						Yes	

[큐멘]

○ 건강유해성

인간의 큐멘 독성에 대한 보고는 없었다(Senczuk와 Litewka, 1976). 사람에 대한 한 연구는 7시간 동안 49, 98, 147 ppm의 큐멘을 오직 머리로만 노출시켜 흡입을 통한 흡수를 측정했다. 노출된 흡입 흡수의 50%가 보고되었다. 뇨 중2-phenylpropan-2-ol가 흡입 농도와 비례하였다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Cumene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	50	245			1B			Yes	
ACGIH	50								
Australia	25	125	75	375				Yes	
Belgium	20	100	50	250				Yes	
Canada - Québec	50	246						Yes	
EU-IOELV	20	100	50	250				Yes	
France	20	100	50	250					
Ireland	20	100	50	250				Yes	
New Zealand	25	125	75	375				Yes	
Poland		100		250				Yes	
Spain	20	100	50	250				Yes	
Sweden	25	120	35	170				Yes	
The Netherlands		100		250				Yes	
USA - NIOSH	50	245						Yes	
USA - OSHA	50	245						Yes	

[디아세톤 알코올]

○ 건강유해성

Silverman 등은 디아세톤 증기에 100 ppm의 농도에서 15분간 노출된 사람의 감각 반응을 조사하였다(Silverman 등, 1946). 또한, 이 농도에서 연구 대상은 불쾌한 냄새와 맛, 목과 코의 따가움을 호소하였다. 100 ppm, 50 ppm의 농도에 노출 시 수없이 많은 호소자들이 발생하였기 때문에 더 신뢰할 수 있는 노출 안전농도가 제안되었다. 그러나 많은 연구대상들이 100 ppm에 하루 8시간 동안 근무하였다. 장기간 또는 반복적으로 액체에 접촉 시 피부염을 일으킬 수 있다.(Silverman 등, 1982)

○ 국외 관리 수준

각국의 Diaceton alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/㎥	ppm	mg/㎥					
고용노동부	50	240							
ACGIH	50								
Australia	50	238							
Austria	50	240							
Belgium	50	241							
Canada - Ontario	50	240	75	360					
Canada - Québec	50	238							
Denmark	50	240	100	480					
European Union									
France	50	240							
Germany -MAK	20	96	40	192				Yes	
Hungary									
Ireland	50	240	75	360					
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand	50	238							
People's Republic of China		240							
Poland		240							
Singapore	50	238							
Spain	50	240							
Sweden	25	120	50	240					
Switzerland	20	96	40	192					
The Netherlands									
USA - NIOSH	50	240							
USA - OSHA	50	240							
United Kingdom	50	241	75	362					

[n-프로필알코올]

○ 건강유해성

한 사망자의 원인으로는 n-propanol의 급성 섭취가 있었다(Durwald와 Degen, 1956). 후각 상실과 정상적 후각 기관 집단과 관련된 인간의 실험 연구는 냄새 역치 범위 10～100 ppm 과 눈과 코에 대한 자극 역치범위는 4,000～16,000 ppm로 나타났다(Cometto-Muniz와 Cain, 1998).

미국 환경 보호청 (EPA)(U.S. EPA, 1992)은 인간의 피부투과계수 (1.3 × 10-3cm/시간)에 대한 값을 구했으며 경험치 (1.7 × 10-3cm/시간)는 사람의 복부 부검에서 얻어진 피부를 이용하여 측정 하였다 (Blank 등, 1967; Scheuplein 와 Blank, 1973).

○ 국외 관리 수준

각국의 n-propyl alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	200	500	250	625				Yes	
ACGIH	100				A4			Yes	
Australia	200	492	250	614				Yes	
Belgium	100	250						Yes	
Canada - Québec	200	492	250	614				Yes	
China		200		300					
France	200	500							
Germany (AGS)									
Germany (DFG)									
Ireland	10							Yes	
Italy									
Japan									
Latvia		10							
New Zealand	200	492	250	614					
Poland		200		600					
Singapore	200	492	250	614					
Spain	200	500	400	1000				Yes	
Sweden	150	350	250	600					
Switzerland	200	500							
The Netherlands	200							Yes	
USA - NIOSH	200	500	250	625					
USA - OSHA	200	500							
United Kingdom	200	500	250	625					

[나프탈렌]

○ 건강유해성

나프탈렌의 인간 급성 치사량은 5~15 g으로 추정된다(Gosselin 등, 1984). 어떠한 사람은 6 g에도 살아남는 반면 어떤 사람들은 2 g에도 사망하였다(Sollmann, 1957; Gidron와 Leurer, 1956). Flury와 Zernik(Flury와 Zernik, 1931)와 Sandmeyer(Sandmeyer, 1981)에 따르면 나프탈렌 증기 흡수는 두통, 식욕 부진, 구역질의 원인이 된다고 하였다. 광학 신경염, 각막 손상, 신장 손상도 있다고 보고했다. Ghetti 와 Mariani(Ghetti와 Mariani, 1956)는 약 5년간 나프탈렌 노출이 있던 21명의 근로자들 중 8명이 렌즈 혼탁이 있었다고 보고했고, 다른 근로자들에게서도 확인되었다(Adams, 1930; Meyer, 1902; Stokinger와 Mountain, 1963). 나프탈렌 증기 노출에 의해 백내장이 발생되었다는 보고는 미국에서 찾을 수 없다. ATSDR(U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1990)에서는 상대적으로 많은 양의 나프탈렌 섭취 시 심한 용혈성 빈혈과 혈색소 뇨가 발생되었다(Zuelze와 Apt 등, 1949). glucose-6-phosphate dehydrogenase 활성의 선천성 결핍을 바탕으로 아시안, 아랍, 라틴, 미국인과 아프리카인들 중에서 더 일반적이라는 사실을 알았다(Stokinger와 Mountain, 1963; Dacie, 1967). 남성은 특히 민감하다.

Robbins(Robbins, 1951)는 초과 약 15 ppm의 작업실 공기에서 나프탈렌의 농도가 눈에 띄게 자극적이라는 것을 보고하였다. 나프탈렌은 구충제로 인간에게 수 십년 동안 가장 치명적인 급성(74 mg/kg)보다 낮은 21 mg/kg/day을 성인이 0.1~0.5 g, 매일 하루 3번씩 섭취하였다고 보고했다(Matorova, 1982). 나프탈렌이 들어있는 의류나 담요의 사고 시 아기에게 급성 용혈을 일으킬 수 있으며, 치명적이라고 하였다.(Cock, 1957; Grigor 등, 1966) 오일리 차량에 의해 나프탈렌은 경피 흡수 및 전신 중독이 있을 수 있다. 피부염(Fanburg, 1940)은 감작된 근로자에게 설명된다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Naphthalene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	10	50	15	75	2			Yes	
ACGIH	10				A3			Yes	
Australia	10	52	15	79					
Austria	10	50							
Belgium	10	53	15	80					
Canada - Ontario	10		15						
Canada - Québec	10	52	15	79					
Denmark	10	50	20	100					
European Union	10	50							
France	10	50							
Germany-MAK	0.1	0.51)	0.1	0.51)	2		3B	Yes	
Hungary		50							
Ireland	10	50	15	75					
Italy	10	50							
Japan									
Latvia	10	50							
New Zealand	10	52	15	79					
People's Republic of China		50		75					
Poland		20		50				Yes	
Singapore	10	52	15	79					
Spain	10	53	15	80					
Sweden	10	50	15	80					
Switzerland	10	50							
The Netherlands		50		80					
USA - NIOSH	10	50	15	75					
USA - OSHA	10	50							

1) inhalable aerosol

[이소포론]

○ 건강유해성

Smyth와 Seaton(Smyth, Jr., H.F.: Seaton, J.: 1940) 지원한 사람들에게 40, 85, 200, 400 ppm의 이소포론을 눈, 코, 목에 노출시킨 경험을 보고했다.

메스꺼움, 두통, 현기증, 실신, 만취, 현기증의 약간의 고통이 있었고, 200~400 ppm에서는 질식할 상태의 결과를 나타냈다. 자극과 마약 행동의 증상은 40~85 ppm의 농도로 감소하였다. 유용한 경고 특성은 200~400 ppm 이라고 말했다.

Silverman 등(Silverman, L.: Schulte, H.F.: First, M.W.: 1946). 이소포론 증기가 눈, 코, 목에 15분간 25 ppm을 자연스럽게 지원자들에게 노출시킨 것을 보고했다. 8시간 허용 수준은 10 ppm이라고 판정했다. ACGIH(Ware, G.D.: 1973)에서 제공한 정보는 10 ppm 때 노출된 노동자들의 농도 1~4 ppm으로 줄었고, 하지만, 더 이상의 피로와 불안과 불만을 막기 위해 부적절한 것이라고 밝혔다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Isophorone 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부			C5	C25	2				
ACGIH			C5		A3				
Australia			C5	C28					
Austria	2	11	2	11					
Belgium			5	28					
Canada - Ontario			C5						
Canada - Québec			C5	C28					
Denmark	5	25	5	25					
European Union									
France			5	25	Ca3				
Germany -MAK	2[1)]	11[1)]	4[1)]	22[1)]	3B				
Hungary									
Ireland			C5	C25					
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand			C5	C28	A3				
People's Republic of China				C30					
Singapore			5	28					
Spain			5	29					
Sweden			C5	C30					
Switzerland	2	11	4	22					
The Netherlands									
USA - NIOSH	4	23							
USA - OSHA	25	140							
United Kingdom			5	29	R40				

[1)] inhalable aerosol

[이피엔]

○ 건강유해성

급성 중독 및 사망은 EPN 섭취량에 따라 발생된다(Gallo & Lawryk, 1991). 한 경우, 50%의 EPN을 약 200 ml 섭취할 경우 프랄리독심과 아트로핀 치료에도 불구하고 혼수, 축동, 발한, 혈변, 폐부종 또는 죽음까지 초래할 수 있다(Hosaka & Yamaura, 1976).

또 다른 경우, EPN이 포함 된 500 ml 용액은 46세 사망된 농부의 위장관에서 일반적인 경련과 실폐 마비가 발생된다(Shiozaki et al, 1977). EPN 중독에 따른 다음과 같은 징후와 증상이 보고 된 바 있다: 쉽게 피로를 느낌, 체중 감소, 근육 위축, 가슴통증, 색맹증(Komoto et al, 1973; Petty, 1958)

○ 국외 관리 수준

각국의 EPN 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	㎎/㎥	ppm	㎎/㎥					
고용노동부		0.1[1]						Yes	
ACGIH		0.1[1]			A4			Yes	
Australia		0.5						Yes	
Austria		0.5[1]		5[1]				Yes	
Belgium		0.1						Yes	
Canada - Ontario		0.1						Yes	
Canada - Québec		0.1						Yes	
Denmark		0.1		0.2				Yes	
France		0.5						Yes	
Germany (AGS)		0.5[1]		1[1]				Yes	
Germany (DFG)		0.5[1]		1[1]				Yes	
People's Republic of China		0.5						Yes	
Singapore		0.1						Yes	
Spain		0.1							
Sweden								Yes	
Switzerland		0.5[1]						Yes	
The Netherlands								Yes	
USA - NIOSH		0.5						Yes	
USA - OSHA		0.5						Yes	
United Kingdom								Yes	

1) inhalable aerosol

[트리부틸 포스페이트]

○ 건강유해성

TBP의 15 mg/㎥에 노출 된 근로자는 오심과 두통을 호소하였다 (Mastromatteo, 1964). 고립 된 인간의 피부에 대한 시험관 연구는 TBP가 경피에 대한 높은 침투력을 보유하였다는 것을 알게 해주었다. (Marzulli et al, 1965)

여러 저자는 TBP가 인간의 피부, 점막, 눈, 코 및 호흡기에 자극 효과가 있다는 결론을 내렸다(IPCS, 1991; BG Chemie, 1990). 시험 관내 프로토콜을 이용하여, 헤이즈 및 사바는 TBP가 인체내 혈장 콜린에스테라제 활성에 약간의 억제 효과를 가지고 있다는 것을 발견했다(IPCS, 1991).

○ 국외 관리 수준

각국의 Tributyl phosphate 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/㎥	ppm	mg/㎥					
고용노동부	0.2	2.5			2				
ACGIH		51)			A3				
Australia	0.2	2.2							
Austria		2.5		5					
Belgium	0.2	2.2							
Canada - Ontario	0.2								
Canada - Québec	0.2	2.2							
Denmark	0.2	2.5	0.4	5					
European Union									
France	0.2	2.5							
Germany-MAK	1	11	2	22	4	0		Yes	
Hungary									
Ireland	0.2								
Italy									
Japan									
Latvia									
New Zealand	0.2	2.2							
People's Republic of China									
Poland									
Singapore	0.2	2.2							
Spain	0.2	2.2							
Sweden									
Switzerland	0.2	2.5	0.4	5					
The Netherlands									
USA - NIOSH	0.2	2.5							
USA - OSHA		5							
United Kingdom		5		5	R40				

1) inhalable fraction and vapour

[디메틸 아미노벤젠]

○ 건강유해성

근로자의 중독 사례나 역학연구에 대한 보고서는 없다. 40 ppm의 크실리딘의 1시간 노출은 인간에게 심한 독성 효과를 나타낼 것이며, 5 ppm보다 더 큰 농도에서의 장기간 노출은 불만족스러운 상태를 나타낼 것으로 시사되었다(Goldblatt, 1955).

미국 국립 직업안전위생연구소에 의하면(Goldblatt MW: 1955), 생명과 건강에 직접적으로 위험한 수준은 50 ppm이다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Dimethylaminobenzene 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcino genicity	Repro. Tox.	Mutage -nicity	Skin Desig.	Sensiti -zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	0.5	2.5			2			Yes	
ACGIH	0.5[1]				A3			Yes	
Australia	0.5	2.5			2			Yes	
Austria	5	25	20	100				Yes	
Belgium	0.5	2.5						Yes	
Canada - Québec	0.5	2.5			A2			Yes	
Denmark	0.5	2.5	1	5				Yes	
France	2	10							
Hungary		25						Yes	
Ireland	0.5[1]	2.5[1]						Yes	
New Zealand	0.5	2.5			A3			Yes	
Poland		10						Yes	
Singapore								Yes	
Spain	0.5	2.5							
Sweden								Yes	
Switzerland	2	10						Yes	
The Netherlands									
USA - NIOSH	2	10						Yes	
USA - OSHA	5	25						Yes	

1) inhalable fraction and vapour

[삼차부틸 알콜]

○ 건강유해성

삼차부탄올이 5명의 지원자 피부에 적용되었을 때 약한 발적과 충혈(국부 및 작은 혈관의 팽창)이 발생했다. 에탄올에 접촉 알러지를 가진 다섯명의 환자 중 알러지성 습진작용의 연구에서 삼차부탄올의 국부적용은 알러지 반응을 이끌어 내는데 실패했다. 적어도 알러지 접촉성 피부염의 일례에서 얼굴, 목, 팔 및 가슴에 폭넓은 소양, 발적, 소낭성 분출물이 있고 이는 삼차 부탄올의 국부 도포에 기인한다.

The Cosmetic Ingredient Review Panel은 삼차부탄올의 인간 및 동물 자료가 눈 자극성 이지만 화장품에 사용된 삼차 부탄올의 안전성을 지지하기에는 불충분하다는 것을 제안했다. 세계보건기구는 삼차부탄올이 인간피부에 약한 자극이 있고, 인간에서 어떤 다른 영향 및 중독의 보고는 없다고 결론지었다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Tert-Butyl alcohol 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부		300		450					
ACGIH		300		450					
Australia		300							
German Democratic Republic		200		400					
Germany, Federal Republic of		300		600					
Belgium		300							
Italy		250							
Netherlands		300							
Sweden		150		250					
Switzerland		300							
United Kingdom		300		450					
USA - NIOSH		300		450					
USA - OSHA		300		450					

[이소프로필에테르]

○ 건강유해성

Silverman 등 500ppm에서 15분 동안 노출된 그룹은 자극적인 노출로 간주되지 않는다고 밝혔다. 300ppm에서 실험 그룹 약 3분의 1이 불쾌한 냄새가 난다 하였으며, 800ppm에서 5분 동안 노출된 대부분 의 그룹은 눈과 코에 자극을 느꼈다. 또한 냄새는 에틸 에테르 보다 더 자극적이고 불쾌하였다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Isopropyl ether 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부	250	1025	310	1320					
ACGIH	250		310						
Austria	5	22	20	88					
Australia	250	1040	310	1300					
German Democratic Republic	200								
United Kingdom(WEL)	250	1060	310	1310					
EU	250	1050							
Belgium	25	108							
USA - NIOSH	500								
USA - OSHA	500								

[텔레늄과 그 화합물]

○ 건강유해성

두 명의 사망자가 요관 카데트에 의한 2그람의 소디움 텔루라이트로 처치된 후 발생되었다. 이 환자들은 구토, 호흡곤란, 청색증, 의식깜빡, 인사불성 및 신장통증의 경험 후 처치 6시간 후 사망했다. 부검에서 급성 지방 변질과 간 부종이 나타났다.

산업장에서 텔루륨과 그 화합물에 노출된 근자자에 있어 심각한 질병 및 사망에 대한 보고는 없다. 신체적 불편함과 졸림, 신경성 식욕 부진증, 오심 및 금속 맛과 호기과 땀에서 마늘 같은 냄새를 포함하고 있다. 이들 중 후자는 더 문제이다.

비록 마늘 같은 냄새가 체내로 텔루늄을 흡수했다는 신호일지라도 그것은 다른 증상과 질병이 임박했다는 것을 나타내지는 않는다. 일부 근로자는 아주 불쾌한 냄새를 발견하고 그것을 사회적 핸디캡으로 여길 수 있지만 그것은 마음의 문제인 것이 아니다.

Steinberg 등은 텔루륨 흄에 22개월 노출된 철 주조 근로자에게서 노출농도는 0.01~ 0.1 mg/m3, 최고치 0.74 mg/m3을 알아냈다. 증산은 숨과 땀에서 마늘같은 냄새, 입마름, 금속 맛과 졸림이다. 일시적인 메스꺼움이 62명 근로자 중 2명에 의해 경험되었다. 두 근로자는 흄의 원인에 가까운데서 임무를 할당받았다.

Cerwenka 와 Cooper 는 텔루륨이 셀레늄보다 덜 유독하지만 텔루루산염은 셀레늄염보다 더 독성이 강하다고 결론지었다. 텔루륨의 일반적인 산업장에서의 경험은 높은 농도의 독성과 관련되어져 있다; 그러나 이 저자에 따르면 잠재적 만성 영향에 대해 더 연구가 필요하다고 한다.

디메틸 텔루라이드에 기인된 텔루륨 호기에 대한 감수성은 넓은 개인적 변이를 보여주는 것으로 고려된다.

○ 국외 관리 수준

각국의 Tellurium 노출기준

Agency/Jurisdiction	TWA		STEL		Carcinogenicity	Repro. Tox.	Mutage-nicity	Skin Desig.	Sensiti-zation
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
고용노동부		0.1							
ACGIH		0.1							
Austalia		0.1							
UK (WEL)		0.1							
USA - NIOSH		0.1							
USA - OSHA		0.1							

[부록 4] 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 의한 유독물질(2015.3.12. 환경부고시 제2015-29호)

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-1	과산화 나트륨[Sodium peroxide; 1313-60-6] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-2	과산화 수소[Hydrogen peroxide; 7722-84-1] 및 이를 6% 이상 함유한 혼합물
97-1-3	과산화 우레아[Urea peroxide; 124-43-6] 및 이를 17% 이상 함유한 혼합물
97-1-4	구아자틴[Guazatine; 13516-27-3]과 그 염류 및 그 중 하나를 구아자틴으로서 3.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-5	글루타르알데히드[Glutaraldehyde; 111-30-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-6	글리시딜 아크릴산[Glycidyl acrylate; 106-90-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-7	나트륨[Sodium; 7440-23-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-8	날레드[Naled; 300-76-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-9	사산화납(lead tetraoxide), 황산납(lead sulfate), 염기성탄산납(basic lead carbonate)을 제외한 납화합물(Lead compounds) 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, 초산납(lead acetate), 알킬화납(lead alkyls), 아지드화납(lead azide), 이초산납(lead di(acetate)), 메탄술폰산납(lead(II) methansulfonate), 인산납(lead phosphate(3:2)), 스티핀산납(lead styphate)의 경우는 이를 0.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-10	니켈 카르보닐[Nickel carbonyl; 13463-39-3] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-11	니코틴[Nicotine; 54-11-5]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-12	니트로벤젠[Nitrobenzene; 98-95-3] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-13	다이아미다포스[Diamidafos; 1754-58-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-14	다이아지논[Diazinon; 333-41-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-15	다이아펜티유론[Diafenthiuron; 80060-09-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-16	다이알리포스[Dialifos; 10311-84-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-17	더불유에스시피[WSCP; 31512-74-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-18	데카메트린[Decamethrin; 52918-63-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-19	도딘[Dodine; 2439-10-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-20	드라족솔론[Drazoxolon; 5707-69-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-21	디-n-부틸아민[Di-n-butylamine; 111-92-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-22	디넥스[Dinex; 131-89-5] 및 이를 0.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-23	디노브톤[Dinobuton; 973-21-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-24	디노셉[Dinoseb; 88-85-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-25	디노캡[Dinocap; 39300-45-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-26	디노텁[Dinoterb; 1420-07-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-27	디디티[DDT; 50-29-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-28	디메탄[Dimetan; 122-15-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-29	디메토에이트[Dimethoate; 60-51-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-30	디메톤-S-메틸술폰[Demeton-S-metylsulfone; 17040-19-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-31	디메톤-메틸[Demeton-methly; 8022-00-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-32	디메톤[Demeton; 8065-48-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-33	디메틸란[Dimetilan; 644-64-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-34	디메틸빈포스[Dimethylvinphos; 2274-67-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-35	디메폭스[Dimefox; 115-26-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-36	디브롬화 디콰이트[Diquat dibromide; 85-00-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-37	디술포톤[Disulfoton; 298-04-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-38	디에스피[DSP; 3078-97-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-39	디엔오시[DNOC; 534-52-1]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-40	디엘드린[Dieldrin; 60-57-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-41	디엠에이비[DMAB; 74-94-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-42	디옥사벤조포스[Dioxabenzofos; 3811-49-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-43	디옥사캅[Dioxacarb; 6988-21-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-44	디옥사티온[Dioxathion; 78-34-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-45	디이소시안산이소포론[Isophoronediisocyanate;4098-71-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-46	디이소시안산 헥사메틸렌[Hexamethylene diisocyanate; 822-06-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-47	디코폴[dicofol; 115-32-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-48	디크로토포스[Dicrotophos; 141-66-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-49	디클로로아세트산[Dichloroacetic acid; 79-43-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-50	디클로르보스[Dichlorvos; 62-73-7] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-51	디클로펜티온[Dichlofenthion; 97-17-6] 및 이를 3% 이상 함유한 혼합물
97-1-52	디티아논[Dithianone; 3347-22-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-53	디티오피르[Dithiopyr; 97886-45-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-54	디파시논[Diphacinone; 82-66-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-55	디페나쿰[Difenacoum; 56073-07-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-56	디페노코나졸[Difenoconazole; 119446-68-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-57	라살로시드[Lasalocid; 25999-31-9] 염류 및 이를 2% 이상 함유한 혼합물
97-1-58	레스메트린[Resmethrin; 10453-86-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-59	렙토포스[Leptophos; 21609-90-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-60	로테논[Rotenone; 83-79-4] 및 이를 2% 이상 함유한 혼합물
97-1-61	리누론[Linuron;330-55-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-62	헥사클로로시클로헥산[HCH; 608-73-1] 및 이를 1.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-63	말라티온[Malathion; 121-75-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-64	말레산히드라지드[Maleichydrazide;123-33-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-65	말로노니트릴[Malononitrile; 109-77-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-66	머스타드 가스[Mustard gas; 505-60-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-67	메디노텁 아세트산[Medinoterb acetate; 2487-01-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-68	메르캅토아세트산[Mercaptoacetic acid; 68-11-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-69	메카밤[Mecarbam; 2595-54-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-70	메클로르에타민[Mechlorethamine; 51-75-2]과 그 염산염 및 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-71	메타술포캅[Methasulfocarb; 66952-49-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-72	메타아미도포스[Methamidophos; 10265-92-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-73	메타아크릴로니트릴[Methacrylonitrile;126-98-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-74	메타알데히드[Metaldehyde; 108-62-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-75	메토밀[Methomyl; 16752-77-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-76	메티다티온[Methidathion; 950-37-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-77	메티오캅[Methiocarb; 2032-65-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-78	메틸 비닐 케톤[Methyl vinyl ketone; 78-94-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-79	메틸 아폭시드[Methyl aphoxide; 57-39-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-80	메틸알콜[Methylalcohol;67-56-1] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-81	메틸 에틸 케톤[Methyl ethyl ketone; 78-93-3] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-82	메틸 클로로아세트산[Methyl chloroacetate; 96-34-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-83	메틸 트리티온[Methyl trithion; 953-17-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-84	메틸히드라진[Methylhydrazine; 60-34-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-85	메포스폴란[Mephosfolan; 950-10-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-86	멕사카베이트[Mexacarbate; 315-18-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-87	모넨신[Monensin; 17090-79-8]과 그 염류 및 그 중 모넨신으로서 8% 이상 함유한 혼합물
97-1-88	모노크로토포스[Monocrotophos; 6923-22-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-89	몰리네이트[Molinate; 2212-67-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-90	무기시안 화합물[Inorganic cyanide compounds] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물. 다만, 베를린청(Ferric ferrocyanide), 페로시안염(Ferrocyanide, salts), 페리시안염(Ferricyanide, salts) 및 그 중 하나를 함유한 혼합물은 제외
97-1-91	무기아연 염류[Inorganic zinc, salts] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, 탄산 아연(Zinc carbonate) 및 뇌산 아연(Zinc fulminate)은 제외
97-1-92	무기은 염류[Inorganic silver, salts] 및 이를 25%이상 함유한 혼합물. 다만, 염화 은(Silver chloride) 및 뇌산 은(Silver fulminate)은 제외
97-1-93	무기주석 염류[Inorganic tin, salts] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-94	무수 크롬산[Chromic anhydride; 1333-82-0] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-95	바미도티온[Vamidothion; 2275-23-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-96	발연황산[Fuming sulfuric acid; 8014-95-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-97	벤디오캅[Bendiocarb; 22781-23-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-98	벤술라이드[Bensulide; 741-58-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-99	벤젠[Benzene; 71-43-2] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-100	벤젠아세토니트릴[Benzeneacetonitrile; 140-29-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-101	벤족시메이트[Benzoximate; 29104-30-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-102	벤지딘[Benzidine; 92-87-5]과 그 염류 및 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-103	벤프라캅[Benfuracarb; 82560-54-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-104	벤플루랄린[Benfluralin;1861-40-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-105	보밀[Bomyl; 122-10-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-106	브로노폴[Bronopol; 52-51-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-107	브로디파쿰[Brodifacoum; 56073-10-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-108	브로마디올론[Bromadiolone; 28772-56-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-109	브로모-2-프로판온[Bromo-2-propanone; 598-31-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-110	브로모포스-에틸[Bromophos-ethyl; 4824-78-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-111	브롬[Bromine; 7726-95-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-112	브롬에탈린[Bromethalin; 63333-35-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-113	브롬화 메틸[Methyl bromide; 74-83-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-114	브롬화 수소[Hydrogen bromide; 10035-10-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-115	브토카르복심[Butocarboxim; 34681-10-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-116	브펜캅[Bufencarb; 8065-36-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-117	블라스티시딘-에스[Blasticidin-S; 2079-00-7]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-118	비나파크릴[Binapacryl; 485-31-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-119	비소[Arsenic; 7440-38-2] 또는 그 화합물과 비소화합물을 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-120	비스(2-에틸헥실)아민[Bis(2-ethylhexyl)amine; 106-20-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-121	비스(2-클로로에틸)에테르[Bis(2-chloroethyl)ether; 111-44-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-122	비스(클로로메틸)에테르[Bis(chloromethyl)ether; 542-88-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-123	비스티오세미[Bisthiosemi; 39603-48-0〕 및 이를 2% 이상 함유한 혼합물
97-1-124	비스티오시안산 메틸렌[Methylene bisthiocyanate; 6317-18-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-125	사산화 오스뮴[Osmium tetroxide; 20816-12-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-126	사염화 탄소[Carbon tetrachloride; 56-23-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-127	산화트리헥실포스핀,산화트리-n-옥틸포스핀,산화디옥틸모노옥틸디헥실포스핀의혼합물[Mixtureoftrihexylphosphineoxide,tri-n-octylphoshineoxide,dioctylmonooctyldihexylphosphineoxide] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-128	산화 펜브타틴[Fenbutatin oxide; 13356-08-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-129	산화프로필렌[Propyleneoxide;75-56-9]및이를0.1%이상함유한혼합물
97-1-130	산화니켈[Nickel oxide; 12035-36-8/monoxide; 1313-99-1] 및 황화니켈류[Nickel sufide; 12035-72-2/subsulfide; 16812-54-7]와 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-131	살리노마이신[Salinomycin; 53003-10-4]과 그 염류 및 이를 살리노마이신으로서 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-132	삼염화 인[Phosphorus trichloride; 7719-12-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-133	세레진[Cerezin; 2346-99-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-134	셀레늄[Selenium; 7782-49-2] 또는 그 화합물과 셀렌화합물을 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-135	셀로시딘[Cellocidin; 543-21-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-136	수산화 나트륨[Sodium hydroxide; 1310-73-2] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-137	수산화 칼륨[Potassium hyroxide; 1310-58-3] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-138	수산화 트리아릴주석[Triaryl tin hydroxide] 및 그 염류(수산화트리아릴 주석의 무수물을 포함한다)와 그 중 하나를 2% 이상 함유한 혼합물
97-1-139	수산화 트리알킬주석[Trialkyl tin hydroxide]과 그 염류(산화트리알킬주석을 포함한다) 및 트리부틸주석화합물(tributyltin compound), 또는 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-140	수은[Mercury; 7439-97-6] 또는 그 화합물과 수은화합물을 1% 이상 함유한 혼합물. 다만 황화 제이수은(Mercuric sulfide), 요오드화 제일수은(Mercuric iodide), 오레인산 수은(Mercuric oleate), 아미노 염화 제이수은(Amino mercury(II) chloride), 뇌산 제이수은(Mercury(II) fulminate) 및 그 중 하나를 함유한 혼합물은 제외
97-1-141	술포텝[Sulfotep; 3689-24-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-142	술프로포스[Sulprofos; 35400-43-2] 및 이를 3% 이상 함유한 혼합물
97-1-143	쉬라단[Schradan; 152-16-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-144	스트리시닌[Strychnine; 57-24-9]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-145	시안아미드[Cyanamide; 420-04-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-146	시클로니트[Cyclonite; 121-82-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-147	시클로헥시미드[Cycloheximide; 66-81-9] 및 이를 0.2% 이상 함유한 혼합물
97-1-148	시클로헥실아민[Cyclohexylamine; 108-91-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-149	싸이티오산[Cythioate; 115-93-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-150	싸이프로디닐[Cyprodinil; 121552-61-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-151	싸이프로푸람[Cyprofuram; 69581-33-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-152	싸이플루트린[Cyfluthrin; 68359-37-5] 및 이를 0.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-153	싸이할로쓰린[Cyhalothrin; 68085-85-8] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-154	싸이헥사틴[Cyhexatin; 13121-70-5] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-155	아나바신[Anabasin; 494-52-0]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-156	아닐린[Aniline; 62-53-3] 및 그 염류를 25%이상 함유한 혼합물
97-1-157	아미노캅[Aminocarb; 2032-59-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-158	아미도티오산[Amidothioate; 54381-26-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-159	아미톤[Amiton; 78-53-5]과 그 옥살산염 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-160	아세트산 디노셉[Dinoseb acetate; 2813-95-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-161	아세트산 에틸[Ethyl acetate; 141-78-6] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-162	아세트산 탈륨[Thallium acetate; 563-68-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-163	아염소산 나트륨[Sodium chlorite; 7758-19-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-164	아조시클로틴[Azocyclotin; 41083-11-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-165	아지드화 나트륨[Sodium azide; 26628 -22-8] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-166	아진포스-메틸[Azinphos-methyl; 86-50-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-167	아질산 염류[Nitrous acid, salts] 및 이를 25%이상 함유한 혼합물
97-1-168	아크롤레인[Acrolein; 107-02-8] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-169	아크린아트린[Acrinathrin; 101007-06-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-170	아크릴로니트릴[Acrylonitrile; 107-13-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-171	아크릴아미드[Acrylamide; 79-06-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-172	아폭사이드[Aphoxide; 545-55-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-173	아폴레이트[Apholate; 52-46-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-174	아피단[Aphidan; 5827-05-4] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-175	안투[Antu; 86-88-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-176	무기 안티몬 화합물[Inorganic antimony compounds] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물. 다만, 산화 안티몬(Antimony(V) pentoxide, Antimony(IV) tetroxide), 황화안티몬(Antimony(V) pentasulfide, Antimony(III) trisulfide), 안티몬산(HSbO3) 염류(Antimonic(V) acid, salts), 피그먼트 브라운 24(C.I. Pigment Brown 24), 피그먼트 옐로우 53(C.I. Pigment Yellow 53) 및 이를 함유한 혼합물과 잔화안티몬(Antimony(III) trioxide)을 함유한 혼합물은 제외
97-1-177	알독시캅[Aldoxycarb; 1646-88-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-178	알드린[Aldrin; 309-00-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-179	알디캅[Aldicarb; 116-06-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-180	알라니캅[Alanycarb; 83130-01-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-181	알릭시캅[Allyxycarb; 6392-46-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-182	알릴 알콜[Allyl alcohol; 107-18-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-183	알킬 아닐린[Alkyl aniline] 및 그 염류를 25%이상 함유한 혼합물
97-1-184	암모니아[Ammonia; 7664-41-7] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
97-1-185	에디펜포스[Edifenphos; 17109-49-8] 및 이를 2% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-186	에르고칼시페롤[Ergocalciferol; 50-14-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-187	에비비트[Ebivit; 67-97-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-188	에이시티피[ACTP; 79456-26-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-189	에토프로포스[Ethoprophos; 13194-48-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-190	에티오펜캅[Ethiofencarb; 29973-13-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-191	에티온[Ethion; 563-12-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-192	에피클로로히드린[Epichlorohydrin; 106-89-8] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-193	엔도술판[Endosulfan; 115-29-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-194	엔도탈[Endothal; 145-73-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-195	엔도티온[Endothion; 2778-04-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-196	엔드린[Endrin; 72-20-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-197	엠엔에프에이[MNFA; 5903-13-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-198	염소산 염류[Chloric acid, salts] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물. 다만, 폭발약은 제외
97-1-199	염화 2,3-에폭시프로필트리메틸암모늄[2,3-Epoxypropyltrimethylammonium chloride; 3033-77-0]' 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-200	염화 N-알킬디메틸벤질암모늄[N-Alkyldimethylbenzylammonium chloride] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-201	염화 메틸[Methyl chloride; 74-87-3] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-202	염화 부틸트리페닐포스포늄[Butyltriphenylphosphonium chloride; 13371-17-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-203	염화 수소[Hydrogen chloride; 7647-01-0] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
97-1-204	염화 시안[Cyanogen chloride; 506-77-4] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-205	염화 에틸[Ethyl chloride; 75-00-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-206	염화 클로르포늄[Chlorphonium chloride; 115-78-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-207	염화 o-톨루엔술폰산[o-Toluenesulfonyl chloride; 133-59-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-208	염화 티오닐[Thionyl chloride; 7719-09-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-209	염화 황[Sulfur chloride; 10025-67-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-210	오마딘[Omadine; 1121-31-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-211	오메토에이트[Omethoate; 1113-02-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-212	오산화 인[Phosphorus pentoxide; 1314-56-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-213	오염화 인[Phosphorus pentachloride; 10026-13-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-214	오황화 인[Phosphorus pentasulfide; 1314-80-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-215	옥사밀[Oxamyl; 23135-22-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-216	옥시디메톤-메틸[Oxydemeton-methyl; 301-12-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-217	옥시디프로포스[Oxydeprofos; 2674-91-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-218	옥시염화 인[Phosphorus oxychloride; 10025-87-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-219	왈파린[Warfarin; 81-81-2]과 그 염류 및 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-220	요오드화 메틸[Methyl iodide; 74-88-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-221	요오드화 수소[Hydrogen iodide; 10034-85-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-222	이미다클로프리드[Imidacloprid; 105827-78-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-223	이미벤코나졸[Imibenconazole; 86598-92-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-224	이보텐산[Ibotenic acid; 2552-55-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-225	이사조포스[Isazofos; 42509-80-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-226	이소벤잔[Isobenzan; 297-78-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-227	이소부틸아민[Isobutylamine; 78-81-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-228	이소티오시안산 메틸[Methyl isothiocyanate; 556-61-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-229	이소티오에이트[Isothioate; 36614-38-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-230	이소펜포스[Isofenphos; 25311-71-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-231	이소플루오르페이트[Isofluorphate; 55-91-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-232	이속사티온[Isoxathion; 18854-01-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-233	이솔란[Isolan; 119-38-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-234	이염화 1-[2-[에틸[4-[4-[4-[에틸(2-피리디노에틸)아미노]-2-메틸페닐아조]벤조일아미노]페닐아조]-3-메틸페닐]아미노]에틸]피리디늄[1-[2-[Ethyl[4-[4-[4-[ethyl(2-pyridinoethyl)amino]-2-methylphenylazo]benzoylamino]phenylazo]-3-methylphenyl]amino]ethyl]pyridinium dichloride; 163831-67-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-235	이옥시닐[Ioxynil; 1689-83-4] 및 이를 3% 이상 함유한 혼합물
97-1-236	이프로벤포스[Iprobenfos; 26087-47-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-237	이플루오르화 암모늄[Ammonium bifluoride; 1341-49-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-238	이피엔[이피엔; 2104-64-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-239	이황화 탄소[Carbon disulfide; 75-15-0] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-240	인[White phosphorus; 12185-10-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-241	인화 아연[Zinc phosphide; 1314-84-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-242	인화 알루미늄[Aluminum phosphide; 20859-73-8] 및 그의 분해촉진제를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-243	제타 싸이퍼메트린[Zeta cypermethrin; 52315-07-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-244	지람[Ziram; 137-30-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-245	질산 탈륨[Thallium nitrate; 10102-45-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-246	질산[Nitric acid; 7697-37-2] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
97-1-247	치노메티오나트[Chinomethionat; 2439-01-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-248	카구로포스[Cargurophos; 106870-78-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-249	카두사포스[Cadusafos; 95465-99-9] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-250	카드뮴화합물[Cadmium compounds] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, 염화카드뮴(Cadmium chloride), 탄산카드뮴(cadmium carbonate), 불화붕소산카드뮴(cadmium fluoroborate), 질산카드뮴(cadmium nitrate), 산화카드뮴(cadmium oxide), 황산카드뮴(cadmium sulfate), 황화카드뮴(cadmium sulfide)의 경우 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-251	카바놀에이트[Carbanolate; 671-04-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-252	카바릴[Carbaryl; 63-25-2] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-253	카보술판[Carbosulfan; 55285-14-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-254	카보페노티온[Carbophenothion; 786-19-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-255	카보푸란[Carbofuran; 1563-66-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-256	칼륨[Potassium; 7440-09-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-257	칼륨과 나트륨의 합금[Alloy of potassium and sodium; 11135-81-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-258	*칼탑[Cartap; 15263-53-3]과 그 염류 및 그 중 칼탑으로서 2% 이상 함유한 혼합물*
97-1-259	캄페클로르[Camphechlor; 8001-35-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-260	켑타폴[Captafol; 2425-06-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-261	켑탄[Captan; 133-06-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-262	쿠마클로르[Coumachlor; 81-82-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-263	쿠마테트라릴[Coumatetralyl; 5836-29-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-264	쿠마퍼릴[Coumafuryl; 117-52-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-265	쿠미토에이트[Coumithoate; 572-48-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-266	퀴날포스[Quinalphos; 13593-03-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-267	퀴노클라민[Quinoclamine; 2797-51-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-268	크레졸[Cresol; 1319-77-3] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-269	크로톡시포스[Crotoxyphos; 7700-17-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-270	크로톤알데히드[Crotonaldehyde; 4170-30-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-271	*크롬산 염류[Chromic acid, salts] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물. 다만 크롬산납을 70% 이하 함유한 것은 제외*
97-1-272	*크리미딘[Crimidine; 535-89-7]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물*
97-1-273	크리올라이트[Cryolite; 15096-52-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-274	크실레놀[Xylenol; 1300-71-6] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-275	크실렌[Xylene; 1330-20-7] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-276	클로로메틸 메틸 에테르[Chloromethyl methyl ether; 107-30-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-277	클로로술폰산[Chlorosulfonic acid; 7790-94-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-278	클로로아세트산[Chloroacetic acid; 79-11-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-279	클로로타로닐[Chlorothalonil; 1897-45-6] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-280	클로로파시논[Chlorophacinone; 3691-35-8] 및 이를 0.025% 이상 함유한 혼합물
97-1-281	클로로포름[Chloroform; 67-66-3] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-282	클로로프로뮤리트[Chloropromurite; 5836-73-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-283	클로로피크린[Chloropicrin; 76-06-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-284	클로로히드린[Chlorohydrin; 96-24-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-285	클로르단[Chlordan; 57-74-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-286	*클로르디메폼[Chlordimeform; 6164-98-3]과 그 염류 및 그 중 클로르디메폼으로서 3% 이상 함유한 혼합물*
97-1-287	클로르메포스[Chlormephos; 24934-91-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-288	클로르티오포스[Chlorthiophos; 21923-23-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-289	클로르펜빈포스[Chlorfenvinphos; 470-90-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-290	클로르피리포스[Chlorpyrifos; 2921-88-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-291	클로에토캅[Cloethocarb; 51487-69-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-292	터브포스[Terbufos; 13071-79-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-293	테닐클로르[Thenylchlor:96491-05-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-294	테미빈포스[Themivinphos; 35996-61-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-295	테브펜피라드[Tebufenpyrad:119168-77-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-296	*테트라알킬 납[Tetraalkyl lead] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물*
97-1-297	테트라클로로에틸렌[Tetrachloroethylene; 127-18-4] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-298	톨루엔[Toluene:108-88-3] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-299	*톨루엔디아민[Toluenediamine]과 그 염류 및 그 중 하나를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, 톨루엔-2,4-디아민(Toluene-2,4-diamine)과 이것의 황산염(Toluene-2,4-diamine sulfate)의 경우 이를 0.1% 이상' 함유한 혼합물*
97-1-300	*톨루이딘[Toluidine]과 그 염류 및 그 중 하나를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, o-톨루이딘(o-Toluidine)의 경우 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물*
97-1-301	톨릴플루아니드[Tolylfluanid; 731-27-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-302	트랄로메트린[Tralomethrin; 66841-25-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-303	트리스(도데실벤젠술폰산) 1,1'-이미노디(옥타메틸렌)디구아니디늄[1,1'-Iminodi(octamethylene)diguanidinium tris(dodecylbenzenesulfonate); 99257-43-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-304	트리아미포스[Triamiphos; 1031-47-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-305	트리아자메이트[Triazamate; 112143-82-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-306	트리아조포스[Triazophos; 24017-47-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-307	트리클로로나트[Trichloronat; 327-98-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-308	트리클로로아세트산[Trichloroacetic acid; 76-03-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-309	트리클로로에틸렌[Trichloroethylene; 79-01-6] 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물
97-1-310	트리클로르폰[Trichlorfon; 52-68-6] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-311	트리페닐포스핀[Triphenylphosphine;603-35-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-312	트리플루라린[Trifluralin; 1582-09-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-313	트리플루오로보란[Trifluoroborane; 7637-07-2] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-314	트리플릭산[Triflic acid; 1493-13-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-315	티람[Thiram; 137-26-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-316	티오나진[Thionazin; 297-97-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-317	티오디캅[Thiodicarb; 59669-26-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-318	티오메톤[Thiometon; 640-15-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-319	티오세미카르바지드[Thiosemicarbazide; 79-19-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-320	티오시아노아세트산 에틸[Ethyl thiocyanoacetate; 5349-28-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-321	티오시클람[Thiocyclam; 31895-21-3] 및 이를 3% 이상 함유한 혼합물
97-1-322	티오파녹스[Thiofanox; 39196-18-4] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-323	*파라콰트 염류[Paraquat, salts] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물*
97-1-324	파라티온-메틸[Parathion-methyl; 298-00-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-325	파라티온[Parathion; 56-38-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-326	팜퍼[Famphur; 52-85-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-327	퍼플루오로옥탄산 테트라메틸암모늄[Tetramethylammonium perfluorooctanenoate; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-328	페나미포스[Fenamiphos; 22224-92-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-329	페나자퀸[Fenazaquin; 120928-09-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-330	페노티오캅[Fenothiocarb; 62850-32-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-331	페녹사프롭-피[Fenoxaprop-p; 71283-80-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-332	페놀[Phenol; 108-95-2] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
97-1-333	페니트로티온[Fenitrothion;122-14-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-334	*페닐렌디아민[Phenylenediamine; 25265-76-3] 및 그 염류를 25% 이상 함유한 혼합물*
97-1-335	페닐히드라진[Phenylhydrazine; 100-63-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-336	펜발러레이트[Fenvalerate; 51630-58-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-337	펜술포티온[Fensulfothion; 115-90-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-338	펜캅톤[Phencapton; 2275-14-1] 및 이를 1.5% 이상 함유한 혼합물
97-1-339	*펜타클로로페놀[Pentachlorophenol; 87-86-5]과 그 염류 및 그 중 펜타클로로페놀로서 1% 이상 함유한 혼합물*
97-1-340	펜토에이트[Phenthoate; 2597-03-7] 및 이를 3% 이상 함유한 혼합물
97-1-341	펜티온[Fenthion; 55-38-9] 및 이를 2% 이상 함유한 혼합물
97-1-342	펜피록시메이트[Fenpyroximate; 134098-61-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-343	포노포스[Fonofos; 944-22-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-344	포레이트[Phorate; 298-02-2] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-345	포르말린[Formalin; 50-00-0] 및 포름알데히드로서 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-346	포르모티온[Formothion; 2540-82-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-347	포메탄에이트[Formetanate; 22259-30-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-348	포살론[Phosalone; 2310-17-0] 및 이를 2.2% 이상 함유한 혼합물
97-1-349	포스겐[Phosgene; 75-44-5] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-350	포스멧[Phosmet; 732-11-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-351	포스아세팀[Phosacetim; 4104-14-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-352	포스티아제이트[Fosthiazate; 98886-44-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-353	포스티에탄[Fosthiethan; 21548-32-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-354	포스파미돈[Phosphamidon; 13171-21-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-355	포스폴란[Phosfolan; 947-02-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-356	포스핀[Phosphine; 7803-51-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-357	폴펫[Folpet; 133-07-3] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-358	푸라티오캅[Furathiocarb; 65907-30-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-359	푸르푸랄[Furfural; 98-01-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-360	푸지티온[Fujithion; 3309-87-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-361	프로메캅[Promecarb; 2631-37-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-362	프로토에이트[Prothoate; 2275-18-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-363	프로파르지트[Propargite; 2312-35-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-364	프로파퀴자포프[Propaquizafop; 111479-05-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-365	프로파포스[Propaphos; 7292-16-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-366	프로페노포스[Profenofos;41198-08-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-367	프로페탐포스[Propetamphos; 31218-83-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-368	프로폭서[Propoxur; 114-26-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-369	프탈산 수소 테트라메틸암모늄[Tetramethylammonium hydrogen phthalate; 79723-02-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-370	플로쿠마펜[Flocoumafen; 90035-08-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-371	플루디옥소닐[Fludioxonil; 131341-86-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-372	플루발린에이트[Fluvalinate;69409-94-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-373	플루술파미드[Flusulfamide;106917-52-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-374	플루싸이트린에이트[Flucythrinate; 70124-77-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-375	플루아지남[Fluazinam; 79622-59-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-376	플루오로규산[Fluorosilicic acid; 16961-83-4]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-377	플루오로붕산[Fluoroboric acid; 16872-11-0] 및 그 염류를 25%이상 함유한 혼합물. 다만, 플루오로붕산 1-에틸-3-메틸-1H-이미다졸리움(1-Ethyl-3-methyl-1H-imidazolium, tetrafluoroborate(1-); 143314-16-3)은 제외
97-1-378	플루오로아세토-p-브로모아닐린[Fluoroaceto-p-bromoaniline; 351-05-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-379	플루오로아세트산[Fluoroacetic acid; 144-49-0]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-380	플루오로아세트아미드[Fluoroacetamide; 640-19-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-381	플루오르화 나트륨[Sodium fluoride; 7681-49-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-382	플루오르화 수소[Hydrogen fluoride; 7664-39-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-383	플루오르화 술퍼릴[Sulfuryl fluoride; 2699-79-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-384	플루오르화 칼륨[Potassium fluoride; 7789-23-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-385	피라조티온[Pyrazothion; 108-35-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-386	피라족손[Pyrazoxon; 108-34-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-387	피라클로포스[Pyraclofos; 89784-60-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-388	피로인산 테트라에틸[Tetraethyl pyrophosphate; 107-49-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-389	피리다벤[Pyridaben; 96489-71-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-390	피리미닐[Pyriminil; 53558-25-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-391	피리미캅[Pirimicarb; 23103-98-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-392	피리미테이트[Pyrimitate; 5221-49-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-393	피리미포스-에틸[Pirimiphos-ethyl; 23505-41-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-394	피시비[PCBs; 1336-36-3] 및 이를 0.005% 이상 함유한 혼합물. 다만, 치환된 염소수가 3개 미만인 경우는 제외
97-1-395	피크릭 산[Picric acid; 88-89-1] 및 그 염류를 25% 이상 함유한 혼합물. 다만, 폭발약은 제외
97-1-396	피프로닐[Fipronil; 120068-37-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-397	피프록타닐 염류[Piproctanyl salts] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-398	핀돈[Pindone; 83-26-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-399	할로겐화 히단토인[Halogenated hydantoin ; 16079-88-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
97-1-400	할펜프록스[Halfenprox; 111872-58-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-401	헥사에틸 테트라포스페이트[Hexaethyl tetraphos-phate; 757-58-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-402	헥사클로로시클로펜타디엔[Hexachlorocyclopentadiene; 77-47-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-403	헵타클로르[Heptachlor; 76-44-8] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-404	헵테노포스[Heptenophos; 23560-59-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-405	황산[Sulfuric acid; 7664-93-9] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
97-1-406	황산 디메틸[Dimethyl sulfate; 77-78-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-407	황산 디에틸[Diethyl sulfate; 64-67-5] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-408	황산 탈륨[Thallium sulfate; 7446-18-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-409	히드라진[Hydrazine; 302-01-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-410	히드라진 수화물[Hydrazine hydrate] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-411	히드록실아민[Hydroxylamine; 7803-49-8]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-412	2-나프틸아민[2-Naphthylamine; 91-59-8]과 그 염산염 및 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-413	2,4-디[2,4-D; 94-75-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-414	2,4-디니트로아닐린[2,4-Dinitroaniline; 97-02-9] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-415	2,4-디니트로페놀[2,4-Dinitrophenol; 51-28-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-416	N-(1,3-디메틸부틸-N′-페닐-p-페닐렌디아민)[N-(1,3-Dimethylbutyl)-N′-phenyl-p-phenylenediamine; 793-24-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-417	p-디메틸아미노벤젠디아조 술폰산[p-Dimethylaminobenzenediazo sulfonate; 150-70-9]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-418	1,2-디브로모에탄[1,2-Dibromoethane; 106-93-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-419	1,2-디브로모-3-클로로프로판[1,2-Dibromo-3-chloropropane; 96-12-8] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-420	2,3-디브로모프로판 니트릴[2,3-Dibromopropane nitrile; 4554-16-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-421	3,3-디아세톡시-1-프로펜[3,3-Diacetoxy-1-propene; 869-29-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-422	O,O-디에틸 O-1-페닐-3-트리플루오로메틸피라졸-5-일티오인산[O,O-Diethyl O-1-phenyl-3-trifluoromethylpyrazol-5-ylphosphorothioate; 122431-24-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-423	4,4′-디이소시안산 디페닐메탄[Diphenylmethane 4,4′-diisocyanate; 101-68-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-424	1,1-디클로로-1-니트로에탄[1,1-Dichloro-1-nitroethane; 594-72-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-425	2,4-디클로로-6-니트로페놀[2,4-Dichloro-6-nitrophenol; 609-89-2]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-426	4-(2,4-디클로로-3-메틸벤조일)-1,3-디-디메틸-5-피라졸산 나트륨[Sodium 4-(2,4-Dichloro-3-methylbenzoyl)-1,3-di-dimethyl-5-pyrazolate; 172343-40-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-427	1,3-디클로로-2-프로판올[1,3-Dichloro-2-propanol; 96-23-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-428	1,3-디클로로프로펜[1,3-Dichloropropene; 542-75-6] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-429	삭제
97-1-430	4,4′-디피리딜[4,4′-Dipyridyl; 553-26-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-431	4-메르캅토페닐 메탄 술폰산[4-Mercaptophenyl methane sulfonate; 62262-84-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-432	1,1′-메틸렌비스[4-이소시아나토시클로헥산][1,1′-Methylenebis[4-isocyanatocyclohexane]; 5124-30-1]및 이를 25%

고유번호	화학물질의 명칭
	이상 함유한 혼합물
97-1-433	2-메틸프로판니트릴[2-Methylpropanenitrile; 78-82-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-434	1,4-벤조퀴논[1,4-benzoquinone; 106-51-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-435	2-부틴-1,4-디올[2-Butyne-1,4-diol; 110-65-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-436	2-n-부틸-벤조[d]이소티아졸-3-one[2-n-Butyl-benzo[d]isothiazol-3-one; 4299-07-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-437	N-부틸피롤리딘[N-Butylpyrrolidine; 767-10-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-438	2-브로모에탄올[2-Bromoethanol; 540-51-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-439	1-브로모-2-클로로에탄[1-Bromo-2-chloroethane; 107-04-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-440	4-브로모-2-(4-클로로페닐)-1-(에톡시메틸)-5-(트리플루오로메틸)피롤-3-카보니트릴[4-Bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-(ethoxymethyl)-5-(trifluoromethyl)pyrrole-3-carbonitrile; 122453-73-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-441	2-비닐피리딘[2-Vinylpyridine; 100-69-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-442	4-비닐피리딘[4-vinylpyridine; 100-43-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-443	N,N'-비스(3-아미노프로필)-1,2-에탄디아민[N,N'-Bis(3-aminopropyl)-1,2-ethanediamine; 10563-26-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-444	N,N-비스(2-에틸헥실)-[(1,2,4-트리아졸-1-일)메틸]아민[N,N-Bis(2-ethylhexyl)-[(1,2,4-triazol-1-yl)methyl]amine; 91273-04-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-445	4-아미노비페닐[4-Aminobiphenyl; 92-67-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-446	4-아미노비페닐 염산염[4-Aminobiphenyl hydrochloride; 2113-61-3] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-447	p-아미노아조벤젠[p-Aminoazobenzene; 60-09-3] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-448	m-아미노클로로벤젠[m-Aminochlorobenzene; 108-42-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-449	4-아미노피리딘[4-Aminopyridine; 504-24-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-450	tert-알킬(C=12-14)아민, 1-아미노-9,10-디히드로-9,10-디옥소-4-(2,4,6-트리메틸아닐리노)-안트라센-2-술폰산[Amine,tert-alkyl(C=12-14),1-amino-9,10-dihydro-9,10-dioxo-4-(2,4,6-trimethylanilino)-anthracene-2-sulfonic acid; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-451	N-알킬 톨루이딘[N-Alkyl toluidine] 및 그 염류를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-452	3-에톡시프로필아민[3-Ethoxypropylamine; 6291-85-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-453	1-클로로-2-니트로프로판[1-Chloro-2-nitropropane; 2425-66-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-454	2-클로로벤젠아민[2-Chlorobenzenamine; 95-51-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-455	2-클로로에탄올[2-Chloroethanol; 107-07-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-456	4-(2-클로로에틸)몰포린 염산[4-(2-Chloroethyl)morpholine hydrochloride; 3647-69-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-457	2-클로로피리딘[2-Chloropyridine; 109-09-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-458	(E)-N-[(6-클로로-3-피리딜)메틸]-N-시아노-N-메틸아세트아미딘[(E)-N-[(6-Chloro-3-pyridyl)methyl]-N-cyano-N-methylacetamidine; 135410-20-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-459	2,2,6,6-테트라메틸-4-아미노피페리딘과 도데실아크릴산, 테트라데실 아크릴산 혼합물의 반응생성물[2,2,6,6-Tetramethyl-4-aminopiperidine reaction product with mixture of dodecyl acrylate and tetradecyl acrylate; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-460	1,1,2,2-테트라브로모에탄[1,1,2,2-Tetrabromoethane; 79-27-6] 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물
97-1-461	p-톨릴 디요오도메틸 술폰[p-tolyl diiodomethyl sulfone; 20018-09-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-462	S,S,S-트리부틸 삼티오인산[S,S,S-Tributyl phosphorotrithioate; 78-48-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-463	2,4,5-티[2,4,5-T; 93-76-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-464	2-프로펜아미드 중합체와 클로로메탄, 디메틸아민, 포름알데히드의 반응 생성물[2-Propenamide hompopolymer reaction products with chloromethane, di-methylamine and formaldehyde; 70750-20-8] 및 이를 1% 이상 함유한

고유번호	화학물질의 명칭
	혼합물
97-1-465	N-2-프로페일-2-프로펜-1-아민[N-2-Propenyl-2-propen-1-amine; 124-02-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-466	2-프로핀-1-올[2-Propyn-1-ol; 107-19-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-467	폴리(헥사메틸렌비구아니드)의 염산염[Poly(hexamethylenebiguanide) hydrochloride; PHMB; 27083-27-8, 32289-58-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-468	2-히드라지노에탄올[2-Hydrazinoethanol; 109-84-2]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-469	3-히드록시-4-[(2-히드록시-1-나프틸)아조]-1-나프탈렌술포나토(3-)[1-[[2-히드록시-5-[(r-메톡시페닐)아조]페닐]아조]-2-나프토라토(2-)]크롬산(2-) 이나트륨[Disodium[3-hydroxy-4-[(2-hydroxy-1-naphthyl)azo]-1-naphthalenesulfonato(3-)][1-[[2-hydroxy-5-[(r-methoxyphenyl)azo]phenyl]azo]-2-naphtholato(2-)]chromate(2-); 30785-74-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
97-1-470	3-[(프롭-1-엔-2-일)페닐]프롭-2-일 이소시안산[3-[(Prop-1-en-2-yl)phenyl]prop-2-yl isocyanate; 2094-99-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-471	13-cis-레틴산[13-cis-Retinoic acid; 4759-48-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
97-1-472	4-메르캅토메틸-3,6-디티아-1,8-옥탄디티올[4-Mercaptomethyl-3,6-dithia-1,8-octanedithiol; 131538-00-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-473	테플루트린[Tefluthrin; 79538-32-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
97-1-474	1,6-비스(2,3-에폭시프로폭시)나프탈렌[1,6-Bis(2,3-epoxypropoxy)naphthalene; 27610-48-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
98-1-475	디클로로(페닐)포스핀[Dichloro(phenyl)phosphine; 644-97-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
98-1-476	2-티에닐아세토니트릴[2-Thienylacetonitrile; 20893-30-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
98-1-477	N-(2-아미노에틸)-1,3-프로판디아민[N-(2-Aminoethyl)-1,3-propanediamine; 13531-52-7] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
98-1-478	아세톤 티오세미카르바존[Acetone thiosemicarbazone; 1752-30-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
98-1-479	4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린)[4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline); 101-14-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
98-1-480	트리부틸아민[Tributylamine; 102-82-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
98-1-481	(에폭시에틸)벤젠[(Epoxyethyl)benzene; 96-09-3] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
98-1-482	니트로펜[Nitrofen; 1836-75-5] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
98-1-483	염화 2-클로로에틸디에틸암모늄[2-Chloroethyldiethylammonium chloride; 869-24-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
98-1-484	플루퀸코나졸[Fluquinconazole; 136426-54-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
98-1-485	테부피림포스[Tebupirimfos; 96182-53-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
98-1-486	인독사캅[Indoxacarb; 173584-44-6]. 다만, 이를 함유한 혼합물은 제외
98-1-487	팜옥사돈[Famoxadone; 131807-57-3]. 다만, 이를 함유한 혼합물은 제외
98-1-488	1,1'-(1,3-페닐렌디카르보닐)비스(메틸아지리딘)[1,1'-(1,3-Phenylenedi carbonyl)bis(methyl aziridine); 7652-64-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
98-1-489	에틸 5,5-디페닐-2-이소사졸린-3-카르복실레이트[Ethyl 5,5-diphenyl-2-isoxazoline-3-carboxylate; 163520-33-0]. 다만, 이를 함유한 혼합물은 제외
99-1-490	1-메틸프로필아민[1-Methylpropylamine; 13952-84-6] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
99-1-491	1-클로로-2-니트로벤젠[1-Chloro-2-nitrobenzene; 88-73-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-492	2-푸란메탄올[2-Furanmethanol; 98-00-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-493	염화 벤질디메틸옥타데실암모늄[Benzyldimethyloctа- decylammonium chloride; 122-19-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-494	(2-히드록시에틸)암모늄 메르캅토아세트산[(2-Hydroxyethyl)ammonium mercaptoacetate; 126-97-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
99-1-495	3,3,4,4-테트라클로로테트라히드로티오펜 1,1-디옥시드[3,3,4,4-Tetrachlorotetrahydrothiophene 1,1-dioxide; 3737-41-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-496	에스펜발러레이트[Esfenvalerate; 66230-04-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-497	클로로벤질레이트[Chlorobenzilate; 510-15-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
99-1-498	트리스(2,3-디브로모프로필)포스페이트[Tris(2,3-dibromopropyl)phosphate; 126-72-7] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
99-1-499	퍼메트린[Permethrin; 52645-53-1]. 다만, 이를 함유한 혼합물은 제외
99-1-500	4-니트로톨루엔[4-Nitrotoluene; 99-99-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
99-1-501	아미트롤[Amitrole; 61-82-5] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
99-1-502	피비비[PBBs; 59536-65-1] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
99-1-503	3-도데실-1-(2,2,6,6-테트라메틸-4-피페리디닐)-2,5-피롤리딘디온[3-Dodecyl-1-(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)-2,5-pyrrolidinedione; 79720-19-7] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
99-1-504	디에틸에스테르 클로로인산[Phosphorochloridic acid diethyl ester; 814-49-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
99-1-505	퍼플루오로시클로펜텐[Perfluorocyclopentene; 559-40-0] 및 이를 20% 이상 함유한 혼합물
99-1-506	중크롬산[Dichromic acid; 13530-68-2] 또는 그 염류 및 중크롬산 염류를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2000-1-507	트리테트라메틸암모늄 4,5-디히드로-5-옥소-1-(4-술포페닐)-4-[(4-술포페닐)아조]-1H-피라졸-3-카르복실산[Tritetramethylammonium 4,5-dihydro-5-oxo-1-(4-sulfophenyl)-4-[(4-sulfophenyl)azo]-1H-pyrazole-3-carboxylate; 131013-81-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2000-1-508	프로피오노니트릴[Propiononitrile; 107-12-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2000-1-509	**수산화 세트리모늄[Cetrimonium hydroxide; 505-86-2]과 세트리모늄 염류[Cetrimonium, salts; 112-02-7, 57-09-0, 124-23-2 등] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물**
2000-1-510	1,4-디클로로-3-부텐-2-온[1,4-Dichloro-3-buten-2-one; 69711-44-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2000-1-511	2-히드록시-4,4′-디클로로디페닐에테르[2-Hydroxy-4,4′-dichlorodiphenyl ether; 3380-30-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2000-1-512	N,N-디메틸-N-2-프로페닐-2-프로펜-1-염화아미늄과 테트라페닐보레이트(1-)나트륨의 반응생성물[N,N-Dimethyl-N-2-propenyl-2-propen-1-aminium reaction products with sodium tetraphenylborate(1-); 153965-50-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2000-1-513	디이소프로필 잔토젠폴리술파이드[Diisopropyl xanthogenpolysulphide; 137398-54-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2000-1-514	1,3-디히드로-1,3-디옥소-2H-이소인돌-2-헥산퍼옥소산[1,3-Dihydro-1,3-dioxo-2H-isoindole-2-hexaneperoxoic acid; 128275-31-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-515	노닐페놀류[Nonylphenols; 25154-52-3, 104-40-5, 84852-15-3, 139-84-4, 136-83-4]와 4-tert-옥틸페놀[4-tert-Octylphenol; 140-66-9] 및 그 중 하나를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-516	디메칠디치오카밤산 나트륨[Sodium dimethyldithiocarbamate; 128-04-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-517	트리페닐인산[Triphenylphosphate; 115-86-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-518	1,2-이염화에탄[1,2-Dichloroethane; 107-06-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2001-1-519	염화비닐[Vinyl chloride; 75-01-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2001-1-520	산화에틸렌[Ethylene oxide; 75-21-8] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2001-1-521	트리클로로아세토니트릴[Trichloroacetonitrile; 545-06-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2001-1-522	염화2-메틸-2-프로페노일[2-Methyl-2-propenoylchloride;920-46-7]및이를1%이상함유한 혼합물
2001-1-523	1,1′-(p-톨릴이미노)디프로판-2-올[1,1′-(p-Tolylimino)dipropan-2-ol; 38668-48-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-524	헥사플루오로-1,3-부타디엔[Hexafluoro-1,3-butadiene; 685-63-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2001-1-525	1,1,1-트리플루오르-N-[(트리플루오로메틸)술포닐]메탄술폰아미드 리튬염[1,1,1-Trifluoro-N-[(trifluoromethyl)sulfonyl] methanesulfonamide lithium salt; 90076-65-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2002-1-526	2,2′-티오디에탄티올[2,2′-Thiodiethanethiol; 3570-55-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2002-1-527	1-사이클로헥실-1H-피롤-2,5-디온[1-Cyclohexyl-1H-pyrrole-2,5-dione; 1631-25-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2002-1-528	N′-[3-(디메틸아미노)프로필]-N,N-디메틸프로판-1,3-디아민[N′-[3-(Dimethylamino)propyl]-N,N-dimethylpropane-1,3-diamine; 6711-48-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2002-1-529	수산화 테트라메틸암모니움[Tetramethylammonium hydroxide; 75-59-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2002-1-530	피리딘-트리페닐보란(1/1)[Pyridine-triphenylborane(1/1); 971-66-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2002-1-531	N-[3-(옥시라닐메톡시)페닐]-N-(옥시라닐메틸)옥시란메탄아민[N-[3-(Oxiranylmethoxy)phenyl]-N-(oxiranylmethyl)oxiranemethanamine; 71604-74-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2002-1-532	N-[2-메틸-4-(옥시라닐메톡시)페닐]-N-(옥시라닐메틸)옥시란메탄아민[N-[2-Methyl-4-(oxiranylmethoxy)phenyl]-N-(oxiranylmethyl)oxiranemethanamine; 110656-67-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2002-1-533	N-알킬(C=8~22) 폴리트리메틸렌폴리아민, 카르복시메틸 유도체., 나트륨염[N-Alkyl(C=8~22) polytrimethylenepolyamines, carboxymethyl derivs., sodium salt; 97659-53-5] 및 이를 25% 이상 함유하는 혼합물
2002-1-534	1,3-디-2-프로페닐-2-(2-프로페닐옥시)벤젠, 에폭시화[1,3-Di-2-propenyl-2-(2-propenyloxy)benzene, epoxidized; 부여안됨] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2003-1-535	2,2′-[메틸렌비스[(2,6-디메틸-4,1-페닐렌)옥시메틸렌]]비스옥시란[2,2′-[Methylenebis[(2,6-dimethyl-4,1-phenylene)oxymethylene]]bisoxirane; 93705-66-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-536	테트라이소시아나토실란[Tetraisocyanatosilane; 3410-77-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2003-1-537	[4-[α-[4-(디메틸아미노)페닐]벤질리딘]시클로헥사-2,5-디엔-1-일리딘]디메틸암모늄 클로라이드[4-[α-[4-(Dimethylamino)phenyl]benzylidene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]dimethylammonium chloride; 569-64-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-538	노말-프로필 클로로포름산[n-Propyl chloroformate; 109-61-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-539	염화테트라메틸암모늄[Tetramethylammonium chloride; 75-57-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2003-1-540	불화 트리에틸암모늄[Triethylammonium fluoride; 73602-61-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-541	포름알데히드 1,3-벤젠디메탄아민과 페놀의 중합체[Formaldehyde polymer with 1,3-benzenedimethanamine and phenol; 57214-10-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-542	1,3-벤젠디메탄아민, N-(2-페닐에틸) 유도체[1,3-Benzenedimethanamine, N-(2-phenylethyl) derivs.; 404362-22-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2003-1-543	Benzophenone hydrazone[벤조페논 히드라존; 5350-57-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2004-1-544	에피클로로히드린, 2-메르캡토에탄올, 황화 나트륨과 티오우레아의 반응생성물[Reaction products of epichlorohydrin, 2-mercaptoethanol, sodium sulfide and thiourea; 553664-68-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2004-1-545	염화메탄술포닐[Methanesulfonyl chloride; 124-63-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2004-1-546	3a,4,4a,5,8,8a,9,9a-옥타히드로-4,9:5,8-디메타노-1H-벤즈[f]인덴과 4,4a,4b,5,8,8a,9,9a-옥타히드로-1,4:5,8-디메타노-1H-플루오렌의 혼합물[Mixture of 3a,4,4a,5,8,8a,9,9a-Octahydro-4,9:5,8-dimethano-1H-benz[f]indene(7158-25-0) and 4,4a,4b,5,8,8a,9,9a-Octahydro-1,4:5,8-dimethano-1H-fluorene(35184-08-8)] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-547	3,3'-디클로로벤지딘[3,3'-Dichlorobenzidine; 91-94-1]과 그 염류 및 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
2005-1-548	에틸 카바메이트[Ethyl carbamate; 51-79-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2005-1-549	4-클로로-3-히드록시부티로니트릴[4-Chloro-3-hydroxybutyronitrile; 105-33-9, 127913-44-4, 84367-31-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-550	N-에틸-N'-[(1-디에틸아미노)프로필리덴]티오우레아[N-Ethyl-N'-[(1-diethylamino)propylidene]thiourea; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-551	디페닐 이오도늄과 7,7-디메틸-2-옥소비사이클로[2.2.1]헵탄-1-메탄술폰산의 염류(1:1)[Diphenyl iodonium salt with 7,7-dimethyl-2-oxobicyclo[2.2.1]heptane-1-methanesulfonic acid(1:1); 214534-44-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2005-1-552	도데실 또는 테트라데실 N-(2,2,6,6-테트라메틸-4-피페리디닐)-β-알라닌[Dodecyl or tetradecyl N-(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)-β-alanine; 119530-69-7, 119530-70-0)] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-553	5H-1,2-옥사티올, 2,2-디옥시드[5H-1,2-Oxathiole, 2,2-dioxide; 21806-61-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-554	N,N'-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아와 1,1'-옥시비스[2-클로로에탄]의 중합체[N,N'-Bis[3-(dimethylamino)propyl]urea polymer with 1,1'-oxybis[2-chloroethane]; 68555-36-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2005-1-555	염화 트리부틸테트라데실포스포늄[Tributyltetradecylphosphonium chloride; 81741-28-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2006-1-556	비스(2-에틸헥실) 프탈레이트[Bis(2-ethylhexyl) phthalate; 117-81-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2006-1-557	디부틸프탈레이트[Dibutyl phthalate; 84-74-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2006-1-558	부틸벤질 프탈레이트[Butylbenzyl phthalate; 85-68-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-559	4-브로모-2-(4-클로로페닐)-5-(트리플루오로메틸)-1H-피롤-3-카르보니트릴[4-Bromo-2-(4-chlorophenyl)-5-(trifluoromethyl)-1H-pyrrole-3-carbonitrile; 122454-29-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-560	디메틸 설파이드 보란[Dimethyl sulfide borane; 13292-87-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-561	베톡사진[Bethoxazin; 163269-30-5] 및 이를 2.5% 이상 함유한 혼합물
2008-1-562	2,2'-(9-옥타데세닐이미노)비스에탄올[2,2'-(9-Octadecenylimino)bisethanol; 25307-17-9] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
2008-1-563	염화 트리플루오로아세틸[Trifluoroacetyl chloride; 354-32-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2008-1-564	[3-(히드록시-kO)-4-[[2-(히드록시-kO)-1-나프탈렌일]아조-kN1]-7-니트로-1-나프탈렌술포나토(3-)][4-(히드록시-kO)-3-[[2-(히드록시-kO)-5-니트로페닐]아조-kN1]-7-(페닐아미노)-2-나프탈렌술포나토(3-)]크롬산(3-), 이수소 나트륨[[3-(Hydroxy-kO)-4-[[2-(hydroxy-kO)-1-naphthalenyl]azo-kN1]-7-nitro-1-naphthalenesulfonato(3-)][4-(hydroxy-kO)-3-[[2-(hydroxy-kO)-5-nitrophenyl]azo-kN1]-7-(phenylamino)-2-naphthalenesulfonato(3-)]chromate(3-), sodium dihydrogen; 874299-51-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-565	[3-(히드록시-kO)-4-[[2-(히드록시-kO)-1-나프탈렌일]아조-kN1]-7-니트로-1-나프탈렌술포

고유번호	화학물질의 명칭
	나토(3-)][4-(히드록시-kO)-3-[[2-(히드록시-kO)-5-니트로페닐]아조-kN1]-8-[(2-히드록시-5-니트로페닐)아조]-7-(페닐아미노)-2-나프탈렌술포나토(3-)]크롬산(3-), 이수소 나트륨 [[3-(hydroxy-kO)-4-[[2-(hydroxy-kO)-1-naphthalenyl]azo-kN1]-7-nitro-1-naphthalenesulfonato(3-)][4-(hydroxy-kO)-3-[[2-(hydroxy-kO)-5-nitrophenyl]azo-kN1]-8-[(2-hydroxy-5-nitrophenyl)azo]-7-(phenylamino)-2-naphthalenesulfonato(3-)]chromate(3-), sodium dihydrogen; 874299-52-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-566	[μ-[4-(히드록시-kO)-3,8-비스[[2-(히드록시-kO)-5-니트로페닐]아조-kN1]-7-(페닐아미노-kN)-2-나프탈렌술포나토](5-)]비스[3-(히드록시-kO)-4-[[2-(히드록시-kO)-1-나프탈렌일]아조-kN1]-7-니트로-1-나프탈렌술포나토(3-)]중크롬산(5-), 삼수소 이나트륨[μ-[4-(Hydroxy-kO)-3,8-bis[[2-(hydroxy-kO)-5-nitrophenyl]azo-kN1]-7-(phenylamino-kN)-2-naphthalenesulfonato](5-)]bis[3-(hydroxy-kO)-4-[[2-(hydroxy-kO)-1-naphthalenyl]azo-kN1]-7-nitro-1-naphthalenesulfonato(3-)]dichromate(5-), disodium trihydrogen; 874299-53-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-567	N,N,N-트리메틸메탄아미늄과 3,3'-[[6-[(2-히드록시에틸)아미노]-1,3,5-트리아진-2,4-디일]비스[이미노(2-메틸-4,1-페닐렌)아조]]비스[1,5-나프탈렌디술폰산]의 염(4:1)[N,N,N-Trimethylmethanaminium salt with 3,3'-[[6-[(2-hydroxyethyl)amino]-1,3,5-triazine-2,4-diyl]bis[imino(2-methyl-4,1-phenylene)azo]]bis[1,5-naphthalenedisulfonic acid] (4:1); 131013-83-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-568	염화 코코 알킬(2,3-디히드록시프로필)디메틸 암모늄 3-포스페이트, 나트륨 염[Quaternary ammonium compounds, coco alkyl(2,3-dihydroxypropyl)dimethyl, 3-phosphates (esters), chlorides, sodium salts; 173010-79-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-569	N,N,N-트리메틸메탄아미늄과 6-아미노-4-히드록시-3-[[7-술포-4-[(4-술포페닐)아조]-1-나프탈렌일]아조]-2,7-나프탈렌디술폰산의 염(4:1)[N,N,N-Trimethylmethanaminium salt with 6-amino-4-hydroxy-3-[[7-sulfo-4-[(4-sulfophenyl)azo]-1-naphthalenyl]azo]-2,7-naphthalenedisulfonic acid(4:1); 116340-05-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-570	2-프로펜산, 테트라히드로-2-옥소-3-퓨란일[Tetrahydro-2-oxo-3-furanyl 2-propenoate; 328249-37-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-571	1,3-비스[(아크릴아미도메톡시)메틸]우레아[1,3-Bis[(acrylamidomethoxy)methyl]urea; 30417-37-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2008-1-572	1-(3,3-디메틸시클로헥실)에틸 에틸 말론산[1-(3,3-Dimethylcyclohexyl)ethyl ethyl malonate; 478695-70-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-573	N-데실-N,N-디메틸-1-데칸아미늄 카보네이트[N-Decyl-N,N-dimethyl-1-decanaminium, carbonate; 148812-65-1, 148788-55-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-574	트리플루오로메탄술폰산 (4-메톡시페닐)디페닐술포늄[(4-Methoxyphenyl)diphenylsulfonium trifluoromethanesulfonate; 116808-67-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-575	4-메틸벤젠술폰산[4-(1,1-디메틸에톡시)페닐]디페닐술포늄[[4-(1,1-Dimethylethoxy)phenyl]diphenylsulfonium 4-methylbenzenesulfonate; 161453-44-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-576	2,4,6-트리스(1-메틸에틸)벤젠술폰산 트리페닐술포늄[Triphenylsulfonium 2,4,6-tris(1-methylethyl)benzenesulfonate; 197447-16-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-577	이황화 비스(2,3-에피티오프로필)[Bis(2,3-epithiopropyl) disulfide; 98485-71-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-578	포름알데히드와 디메틸벤젠, 2-에틸-2-(히드록시메틸)-1,3-프로판디올의 중합체[Formaldehyde, polymer with dimethylbenzene and 2-ethyl-2-(hydroxymethyl)-1,3-propanediol; 146058-40-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2008-1-579	1-메틸-2-[(1,2,2-트리메틸비시클로[3.1.0]헥스-3-일)메틸]시클로프로판메탄올[1-Methyl-2-[(1,2,2-trimethylbicyclo[3.1.0]hex-3-yl)methyl]cyclopropanemethanol; 198404-98-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-580	8-시클로헥사데센-1-온[8-Cyclohexadecen-1-one; 3100-36-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-581	옥소비스(펜탄-2,4-디오나토-O,O')바나듐[Oxobis(pentane-2,4-dionato-O,O')vanadium; 3153-26-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-582	2-프로파논과 5-아미노-1,3,3-트리메틸시클로헥산메탄아민의 반응생성물[2-Propanone reaction products with 5-amino-1,3,3-trimethylcyclohexanemethanamine, reduced; 156105-38-3] 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
2008-1-583	아세톤 시아노히드린[Acetone cyanohydrin; 75-86-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2008-1-584	요오드화 트리부틸메틸포스포늄[Tributylmethylphosphonium iodide; 1702-42-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2008-1-585	황산 비스(3-디메틸아미노-7-히드록시-8-메틸-5-페닐페나지늄)[Bis(3-dimethylamino-7-hydroxy-8-methyl-5-phenylphenazinium) sulfate; 149057-64-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2008-1-586	말레이미드[Maleimide; 541-59-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2009-1-587	4,4′-디이소시아나토-3,3′-디메틸-1,1′-비페닐[4,4′-Diisocyanato-3,3′-dimethyl-1,1′-biphenyl; 91-97-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-588	아닐린과 1,4-비스(클로로메틸)벤젠의 공중합체와 2,5-퓨란디온의 반응생성물[2,5-Furandione reaction products with aniline-1,4-bis(chloromethyl)benzene copolymer; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-589	2-[[(3-에테닐페닐)메톡시]메틸]옥시란과 2-[[(4-에테닐페닐)메톡시]메틸]옥시란의 혼합물[Mixture of 2-[[(3-ethenylphenyl)methoxy]methyl]oxirane(113538-79-7) and 2-[[(4-ethenylphenyl)methoxy]methyl]oxirane(113538-80-0); 부여안됨] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2009-1-590	퍼옥시네오데칸산 3-히드록시-1,1-디메틸부틸[3-Hydroxy-1,1-dimethylbutyl peroxyneodecanoate; 95718-78-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-591	2,2′-디메틸벤지딘[2,2′-Dimethylbenzidine; 84-67-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-592	부탄니트릴[Butanenitrile; 109-74-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-593	1,1,2,2-테트라플루오로-3-(1,1,2,2-테트라플루오로에톡시)프로판[1,1,2,2-Tetrafluoro-3-(1,1,2,2-tetrafluoroethoxy)propane; 16627-68-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-594	질산 디페닐요오도늄[Diphenyliodonium nitrate; 722-56-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2009-1-595	염화 디메틸술파모일[Dimethylsulfamoyl chloride; 13360-57-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2009-1-596	4-옥소-1-아다만틸옥시카르보닐디플루오로메탄 술폰산 트리페닐술포늄[Triphenylsulfonium 4-oxo-1-adamantyloxycarbonyldifluoromethane sulfonate; 913269-98-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-597	삼염화 포스포릴, o-페닐페놀과 페놀의 반응생성물[Reaction products of phosphoryl trichloride, o-phenylphenol and phenol; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2009-1-598	디페닐[(페닐티오)페닐]술포늄 헥사플루오로포스페이트(1-)[Diphenyl[(phenylthio)phenyl]sulfonium hexafluorophosphate(1-); 68156-13-8] 및 이를 50% 이상 함유한 혼합물
2009-1-599	트리클로산[Triclosan; 3380-34-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-600	[3-(2-에틸헥실옥시)프로필아민]트리페닐보론[[3-(2-Ethylhexyloxy)propylamine]triphenylboron; 250578-38-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-601	2-(2,4-디메틸-3-시클로헥센-1-일)-5-메틸-5-(1-메틸프로필)-1,3-디옥산[2-(2,4-Dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)-5-methyl-5-(1-methylpropyl)-1,3-dioxane; 117933-89-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-602	7,7-디메틸-2-옥소비시클로[2.2.1]헵탄-1-메탄술폰산 트리페닐술포늄(1:1)[Triphenylsulfonium 7,7-dimethyl-2-oxobicyclo[2.2.1]heptane-1-methanesulfonate (1:1); 227199-92-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-603	펜타에리스리톨 테트라키스(3-메르캅토부타노에이트)와 펜타에리스리톨 트리스(3-메르캅토부타노에이트)의 혼합물[Mixture of pentaerythritol tetrakis(3-mercaptobutanoate)(31775-89-0) and pentaerythritol tris(3-mercaptobutanoate)(1027326-93-7); 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-604	플루오르화 리튬[Lithium fluoride; 7789-24-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-605	염화 클로로[디메틸 9,9-디히드록시-3-메틸-2,4-디(2-피리디닐-κN)-7-[(2-피리디닐-κN)메틸]-3,7-디아자비시클로[3.3.1]노난-1,5-디카르복실레이트-κN3, κN7]철(1+)[Iron(1+), chloro[rel-1,5-dimethyl (1R,2S,4R,5S)-9,9-dihydroxy-3-methyl-2,4-di(2-pyridinyl-κN)-7-[(2-pyridinyl-κN)methyl]-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonane-1,5-dicarboxylate-κN3, κN7]-, chloride (1:1), (OC-6-63)-; 478945-46-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-606	2-메틸-1,2-벤즈이소티아졸린-3-온[2-Methyl-1,2-benzisothiazolin-3-one; 2527-66-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-607	리튬 비스[에탄디오에이토 (2-)-κO1,κO2]디플루오로포스페이트(1-)[Lithium bis[ethanedicato(2-)-κO1,κ

고유번호	화학물질의 명칭
	O2]difluorophosphate(1-); 678966-16-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-608	에틸렌 메르캅토아세테이트[Ethylene mercaptoacetate; 123-81-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-609	황산니켈[Nickel sulfate; 7786-81-4] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2010-1-610	하이드로퀴논[Hydroquinone; 123-31-9] 및 이를 2.5% 이상 함유한 혼합물
2010-1-611	톨루엔 디이소시아네이트[Toluene diisocyanate; 26471-62-5, 584-84-9, 91-08-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2010-1-612	퍼플루오로옥탄술폰산 칼륨[Potassium perfluorooctanesulfonate; 2795-39-3] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2010-1-613	과산화 벤조일[Benzoyl peroxide; 94-36-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-614	N,N-디메틸벤젠아민 테트라키스(펜타플루오로페닐)보레이트(1-)[N,N-Dimethylbenzenamine tetrakis(penta fluorophenyl)borate(1-); 118612-00-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-615	1,3,3,4,4,5,5-헵타플루오로시클로펜텐[1,3,3,4,4,5,5-Heptafluorocyclopentene ; 1892-03-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-616	(3-이소시아나토프로필)트리메톡시실란[(3-Isocyanatopropyl)trimethoxysilane; 15396-00-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2011-1-617	플루오르화 암모늄[Ammonium fluoride; 12125-01-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-618	브롬화에틸트리페닐포스포늄[Ethyltriphenylphosphoniumbromide;1530-32-1]및이를25%이상 함유한 혼합물
2011-1-619	2,2'-[1,3-페닐렌비스(옥시메틸렌)]비스[옥시란][2,2'-[1,3-Phenylenebis(oxymethylene)]bis[oxirane]; 101-90-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2011-1-620	4,4'-에틸리덴디페닐 디시아네이트[4,4'-Ethylidenediphenyl dicyanate; 47073-92-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-621	5-[1-(2,3-디메틸페닐)에틸]-1H-이미다졸[5-[1-(2,3-Dimethylphenyl)ethyl]-1H-imidazole; 86347-14-0] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2011-1-622	2,2'-비스(트리플루오로메틸)벤지딘[2,2'-Bis(trifluoromethyl)benzidine; 341-58-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-623	4,4'-메틸렌비스[N-(1-메틸프로필)시클로헥산아민][4,4'-Methylenebis[N-(1-methylpropyl)cyclohexanamine];154279-60-4]및이를25%이상함유한 혼합물
2011-1-624	2-아미노티오페놀[2-Aminothiophenol ; 137-07-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-625	1,4-디클로로-2-(1,1,2,3,3,3-헥사플루오로프로폭시)-5-니트로벤젠[1,4-Dichloro-2-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy)-5-nitrobenzene; 130841-23-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-626	4,4'-[이소프로필리덴비스(4,1-페닐렌옥시)]디아닐린[4,4'-[Isopropylidenebis(4,1-phenyleneoxy)]dianiline; 13080-86-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-627	트리페닐술포늄, 2-(트리플루오로메틸)벤젠술포네이트(1:1)[Triphenylsulfonium, 2-(trifluoromethyl)benzenesulfonate(1:1); 425670-97-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-628	2,2,3,3,4,4-헥사플루오로-4-[(트리플루오로에테닐)옥시]부탄산 메틸 중합체[2,2,3,3,4,4-Hexafluoro-4-[(trifluoroethenyl)oxy]butanoic acid, methyl ester homopolymer, hydrolyzed; 661476-43-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2011-1-629	N,N'-비스(4-아미노페닐)-N,N'-디메틸에틸렌디아민[N,N'-Bis(4-aminophenyl)-N,N'-dimethylethylenediamine; 29103-75-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-630	1,4-비스(4-아미노페닐)피페라진[1,4-Bis(4-aminophenyl)piperazine; 7479-12-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-631	9-페닐아크리딘[9-Phenylacridine; 602-56-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2012-1-632	9-(3-메틸페닐)아크리딘[9-(3-Methylphenyl)acridine; 294847-79-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-633	(2S)-2-카바모일피롤리딘-1-카르복실산 벤질[Benzyl (2S)-2-carbamoylpyrrolidine-1-carboxylate; 34079-31-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-634	(η5-2,4-시클로펜타디엔-1-일)트리스(N-메틸메탄아미나토)지르코늄[(η5-2,4-Cyclopentadien-1-yl)tris(N-methylmethanaminato)zirconium; 33271-88-4] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2012-1-635	트리페닐(페닐메틸)포스포늄 1,1,2,2,3,3,4,4,4-노나플루오로-N-메틸-1-부탄술폰아미드(1:1)[Triphenyl(phenylmethyl)phosphonium 1,1,2,2,3,3,4,4,4-nonafluoro-N-methyl-1-butanesulfonamide(1:1); 332350-93-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-636	α-[2-[비스(2-히드록시에틸)아미노]프로필]-ω-히드록시폴리[옥시(메틸-1,2-에탄디일)]과α-히드로-ω-히드록시폴리(옥시-1,2-에탄디일)의에테르(1:2),모노-C_{12-16}-알킬에테르[α-[2-[Bis(2-hydroxyethyl)amino]propyl]-ω-hydroxypoly[oxy(methyl-1,2-ethanediyl)]etherwithα-hydro-ω-hydroxypoly(oxy-1,2-ethanediyl)(1:2),mono-C_{12-16}-alkylethers;176022-82-5]및이를 25%이상함유한 혼합물
2012-1-637	3,3'-디메톡시-[1,1-비페닐]- 4,4'-디아민[3,3'-Dimethoxy -[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine; 119-90-4] 및 그 염산염과 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-638	2,4-디메틸-2-(5,6,7,8-테트라히드로-5,5,8,8-테트라메틸-2-나프탈레닐)-1,3-디옥소란[2,4-Dimethyl-2-(5,6,7,8-tetrahydro-5,5,8,8-tetramethyl-2-naphthalenyl)-1,3-dioxolane; 131812-67-4, 131812-52-7, 131812-51-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-639	(2E)-1,4-디클로로-2-부텐[(2E)-1,4-Dichloro-2-butene; 110-57-6] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-640	삼산화 이붕소[Diboron trioxide; 1303-86-2] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2012-1-641	2,2-디브로모프로판디아미드[2,2-Dibromopropanediamide; 73003-80-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-642	2-클로로아크릴로니트릴[2-Chloroacrylonitrile; 920-37-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-643	폴리헥사메틸렌구아니딘의 인산염 [Polyhexamethyleneguanidine phosphate; PHMG phosphate; 89697-78-9] 및 폴리헥사메틸렌구아니딘의 염산염[Polyhexamethyleneguanidine hydrochloride; PHMG chloride; 57028-96-3]과 그 중 하나를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-644	5-클로로-2-메틸-4-이소티아졸린-3-온[5-Chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one; 26172-55-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-645	2-메틸-4-이소티아졸린-3-온[2-Methyl-4-isothiazolin-3-one; 2682-20-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-646	염화 디데실디메틸암모늄[Didecyldimethylammonium chloride; 7173-51-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-647	4,6-디클로로피리미딘[4,6-Dichloropyrimidine; 1193-21-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-648	리튬 테트라플루오로(옥살라토)포스페이트[Lithium tetrafluoro(oxalato) phosphate; 521065-36-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-649	시트르산 수소 니켈(2가)[Nickel(2+) hydrogen citrate; 18721-51-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2012-1-650	클로로아세트산 헥사히드로-2-옥소-3,5-메타노-2H-시클로펜타[b]퓨란-6-일[Hexahydro-2-oxo-3,5-methano-2H-cyclopenta[b]furan-6-yl chloroacetate; 869795-96-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-651	수산화 N1,N1,N1,N4,N4,N4-헥사부틸-1,4-부탄디아미늄[N1,N1,N1,N4,N4,N4-Hexabutyl-1,4-butanediaminium, hydroxide (1:2); 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-652	에마멕틴[Emamectin; 119791-41-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2012-1-653	메타아크릴산 3-클로로-2-히드록시프로필[3-Chloro-2-hydroxypropyl methacrylate; 13159-52-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2013-1-654	시트르산 코발트(2가) (2:3)[Citric acid cobalt(2+) (2:3); 866-81-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-655	비-7-옥사비시클로[4.1.0]헵탄[Bi-7-oxabicyclo[4.1.0]heptane; 141668-35-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-656	(8-퀴놀리노라토-κN1,κO8)리튬[(8-Quinolinolato-κN1,κO8)lithium; 850918-68-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-657	N,N′-디페닐구아니딘 브롬산염[N,N′-Diphenylguanidine hydrobromide; 93982- 96-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-658	다이렉트 블랙 38[C.I. direct black 038; 1937-37-7] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-659	다이렉트 브라운 95[C.I. direct brown 095; 16071-86-6] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-660	글리시돌[Glycidol; 556-52-5] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-661	2-니트로톨루엔[2-Nitrotoluene; 88-72-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-662	2,2′-[옥타히드로-4,7-메타노-1H-인덴디일)비스(메틸렌옥시메틸렌)]디옥시란[2,2′-[Octahydro-4,7-methano-1H-indenediyl)bis(methyleneoxymethylene)]dioxirane;50985-55-2]및이를1%이상함유한 혼합물
2013-1-663	2-프로펜산 2-[2-[(2-에틸헥실)옥시]에톡시]에틸[2-[2-[(2-Ethylhexyl)oxy]ethoxy]ethyl 2-propenoate; 117646-83-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-664	2-프로펜산 (3-페녹시페닐)메틸[(3-Phenoxyphenyl)methyl 2-propenoate; 409325-06-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-665	트리스(4-메틸페닐)술포늄과 1-[(3-히드록시트리시클로[3.3.1.13,7]데실)메틸] 2,2-디플루오로-2-설포아세테이트 (1:1)의 염[Tris(4-methylphenyl)sulfonium salt with 1-[(3-hydroxytricyclo[3.3.1.13,7]dec-1-yl)methyl] 2,2-difluoro-2-sulfoacetate (1:1); 1233844-88-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-666	메탄술폰산[Methanesulfonic acid; 75-75-2] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2013-1-667	퀴놀린[Quinoline; 91-22-5] 및 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-668	1,2-옥사티올란, 2,2-디옥사이드[1,2-Oxathiolane, 2,2-dioxide; 1120-71-4] 및 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-669	이산화 염소[Chlorine dioxide; 10049-04-4] 및 1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-670	비스(디에틸아미노)실란[Bis(diethylamino)silane; 27804-64-4] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2013-1-671	트리실일아민[Trisilylamine; 13862-16-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-672	1-클로로-N,N-디에틸-1,1-디페닐-1-(페닐메틸)포스포아민[1-Chloro-N,N-diethyl-1,1-diphenyl-1-(phenylmethyl)phosphoramine; 82857-68-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-673	리튬 이플루오로(옥살라토)보레이트(1-) [Lithium difluoro(oxalato)borate(1-); 409071-16-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-674	리튬 비스(플루오로술포닐)이미드[Lithium bis(fluorosulfonyl)imide; 171611-11-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-675	2,3-디브로모-1-프로판올[2,3-Dibromo-1-propanol; 96-13-9] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2013-1-676	2,2′-[1,2-에탄디일비스(옥시)]비스에탄아민과 구아니딘 염산염의 중합체[2,2′-[1,2-Ethanediylbis(oxy)]bisethanamine polymer with guanidine monohydrochloride; 374572-91-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-677	리튬 디플루오로포스페이트[Lithium difluorophosphate; 24389-25-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-678	1-에틸-1-메틸피롤리디늄과 1,1,1-트리플루오로-N-[(트리플루오로메틸)술포닐]메탄술폰아미드의 염(1:1)[1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium salt with 1,1,1-trifluoro-N-[(trifluoromethyl) sulfonyl]methanesulfonamide(1:1); 223436-99-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2013-1-679	트리페닐메틸륨 테트라키스(펜타플루오로페닐)보레이트(1-)[Triphenyl methylium tetrakis(pentafluorophenyl)borate(1-); 136040-19-2] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

고유번호	화학물질의 명칭
2013-1-680	3-브로모-2-메틸-1-프로펜[3-Bromo-2-methyl-1-propene; 1458-98-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-681	(4-히드록시페닐)메틸(1-나프탈레닐메틸)술포늄 테트라키스(펜타플루오로페닐)보레이트(1-)[(4-Hydroxyphenyl)methyl (1-naphthalenylmethyl)sulfonium tetrakis(pentafluorophenyl)borate(1-); 938451-30-0] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-682	비스(2,4,4-트리메틸펜틸)포스피노디티오산[Bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinodithioic acid; 107667-02-7] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-683	2-클로로-3-트리플루오로메틸피리딘 [2-Chloro-3-trifluoromethylpyridine; 65753-47-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-684	트리스(트리메틸실릴)포스핀[Tris(trimethylsilyl)phosphine; 15573-38-3] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-685	심클로센[Symclosene; 1,3,5-Trichloro- 1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione; 87-90-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-686	트리글리시딜 이소시아누레이트[Triglycidyl isocyanurate; 1,3,5-Tris(oxiranylmethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione; 2451-62-9] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-687	2-옥틸-3(2H)-이소티아졸론[2-Octyl-3(2H)-isothiazolone; 26530-20-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-688	트로클로센 나트륨[Troclosene sodium; 1,3-Dichloro-1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione sodium salt; 2893-78-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-689	디클로로에테닐메틸실란[Dichloroethenylmethylsilane; 124-70-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-690	2,3,3,3-테트라플루오로-2-[1,1,2,3,3,3-헥사플루오로-2-(헵타플루오로프로폭시)프로폭시]프로판산암모늄염[2,3,3,3-Tetrafluoro-2-[1,1,2,3,3,3-hexafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propoxy]propanoicacid,ammoniumsalt; 13043-05-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-691	1,3-벤젠디메탄티올[1,3-Benzenedimethanethiol; 41563-69-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-692	1-데실피리디늄 비스(플루오로술포닐)이미드[1-Decylpyridinium bis(fluoro sulfonyl)imide; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-693	1,3-부타디엔[1,3-Butadiene; 106-99-0] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-694	*N,N*-디메틸포름아미드[*N,N*-Dimethylformamide:68-12-2]및이를0.3%이상함유한 혼합물
2014-1-695	2,4-디니트로톨루엔[2,4-Dinitrotoluene; 121-14-2] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-696	2-에톡시에탄올[2-Ethoxyethanol; 110-80-5] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2014-1-697	2-이미다졸리딘티온[2-Imidazolidinethione; 96-45-7] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2014-1-698	2-메톡시에탄올[2-Methoxyethanol; 109-86-4] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2014-1-699	4,4′-메틸렌디아닐린[4,4′-Methylenedianiline; 101-77-9] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-700	1-메틸-2-피롤리디논[1-Methyl-2-pyrrolidinone; 872-50-4] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물
2014-1-701	**1,2,3,4-테트라히드로이소퀴놀린[1,2,3,4-Tetrahydroisoquinoline; 91-21-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-702	**과포름산[Performic acid; 107-32-4] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-703	**5-클로로-2,4,6-트리플루오로피리미딘[5-Chloro-2,4,6-trifluoropyrimidine; 697-83-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-704	**염화 [4-(1,1-디메틸에틸)페닐]트리페닐포스포늄[[4-(1,1-Dimethylethyl) phenyl]triphenylphosphonium chloride; 236408-49-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-705	**데카클로로테트라실란[Decachlorotetra silane; 13763-19-4] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-706	**2-에톡시-2,4,4,6,6-펜타플루오로-2λ^5,4λ^5,6λ^5-1,3,5,2,4,6-트리아자트리포스포린[2-Ethoxy-2,4,4,6,6-pentafluoro-2λ^5,4λ^5,6λ^5-1,3,5,2,4,6-triazatriphosphorine; 33027-66-6] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-707	**3,3′-이미노디(프로필아민)[3,3′-Imino di(propylamine); 56-18-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물**
2014-1-708	**디메틸(옥틸)아민[Dimethyl(octyl)amine; 7378-99-6] 및 이를 25%이상 함유한 혼합물**

고유번호	화학물질의 명칭
2014-1-709	[(1,2,3,4,5-η)-1-메틸-2,4-시클로펜타디엔-1-일]트리스(N-메틸메탄아미나토)지르코늄[[(1,2,3,4,5-η)-1-Methyl-2,4-cyclopentadien-1-yl]tris(N-methylmethanaminato)zirconium; 959974-09-5] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2014-1-710	[1,1'-비페닐]-2-올과 옥시란의 중합체 [[1.1'-Biphenyl]-2-ol polymer with oxirane; 917924-18-6] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-711	플루오르화 테트라메틸암모늄 [Tetramethylammonium fluoride; 373-68-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-712	3,4,5,6-테트라클로로-1,2-벤젠디카르보니트릴[3,4,5,6-Tetrachloro-1,2-benzenedicarbonitrile; 1953-99-7] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-713	플루오로황산 리튬[Lithium fluoro sulfate; 13453-75-3] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-714	3-부톡시프로필아민[3-Butoxypropylamine; 16499-88-0] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2014-1-715	플루오르화 망간 칼륨 규소[Manganese potassium silicon fluoride; 부여안됨] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-716	염화 히드록시 수소화 수지산 스트론튬 솔포[프탈로시아니나토]구리 착화합물[Strontium, chloro hydroxy hydrogenated resin acids [29H,31H-, phthalocyaninato (2-)-kN29,kN30, kN31,kN32]copper sulfo derivs. complexes; 1039756-60-9] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-717	1-메틸피롤리딘[1-Methylpyrrolidine; 120-94-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-718	산화 코발트 리튬 망간 니켈[Cobalt lithium manganese nickel oxide; 182442-95-1] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-719	2,6-디이소프로필페닐 이소시아네이트[2,6-Diisopropylphenyl isocyanate; 28178-42-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-720	4,4'-[1,3-프로판디일비스(옥시)]비스벤젠아민[4,4'-[1,3-Propanediylbis(oxy)] bisbenzenamine; 52980-20-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-721	4,4'-[1,5-펜탄디일비스(옥시)]비스벤젠아민[4,4'-[1,5-Pentanediylbis(oxy)] bisbenzenamine; 2391-56-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
2014-1-722	(E)-2-도데세날[(E)-2-Dodecenal; 20407-84-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
2014-1-723	2-아미노에탄올과 암모니아의 반응생성물[2-Aminoethanol reaction products with ammonia by-products from; 68910-05-4] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물

[부록 5] 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 의한 제한물질

1. 제한물질(제4조제1항 관련)

고유번호	화 학 물 질 의 명 칭	제한내용
06-5-1	말라카이트 그린[Malachite green; 10309-95-2]의 염류 및 그 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	조경용 및 섬유염색용 염료를 제외한 용도로는 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-2	브롬화메틸[Methylbromide;74-83-9] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물	검역법에 의한 소독기준에서 정해진 검역용을 제외한 용도로는 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-3	사염화탄소[Carbontetrachloride;56-23-5] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물	옥외살충제용으로는 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-4	수산화 트리알킬주석[Trialkyl tin hydroxide]과 그 염류(산화 트리알킬주석을 포함한다) 및 트리부틸주석 화합물(tributyltin compound), 또는 그 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	1. 다음 각 호의 1에 해당하는 용도로는 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지한다. 가. 선박법 제2조의 규정에 의한 한국선박(단, 군함·경찰용선박은 제외한다) 및 어선법 제2조 규정에 의한 어선의 방오도료용 나. 해양오염방지법에 의한 해양시설과 항만법에 의한 항만시설중 일부 또는 전부가 해수와 접촉하거나 접촉할 수 있는 구조물 또는 지설물, 어망, 어구의 방오도료용 다. 산림법에 의한 목재방부처리용 라. 냉각수살균제용
06-5-5	폼알데하이드[Formaldehyde; 50-00-0] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물	가구용 무늬목, 직물, 3세이하 유아용제품, 도배용품, 피혁가공용 연제의 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-6	노닐페놀[Nonylphenols; 25154-52-3, 104-40-5, 84852-15-3, 139-84-4, 136-83-4, Nonylphenol ethoxylates; 9016-45-9] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물	가정용 세척제, 잉크, 페인트의 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-7	백석면[Chrysotile; 12001-29-5] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물	석면시멘트제품(지붕·천장·벽 및 바닥재용) 및 석면마찰제품(「자동차관리법」상의 자동차용)의 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-8	납[Lead; 7439-92-1] 및 이를 0.06% 이상 함유한 혼합물	13세 이하 어린이 목재장난감의 페인트 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지 금속 장신구 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-9	카드뮴[Cadmium, 7440-43-9] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물	금속장신구 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-10	크로뮴(6+)화합물[Chromium(6+) compounds 18540-29-9] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물	물탱크 방청도료 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-11	트리클로로에틸렌[Trichloroethylene, 79-01-6] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물	가정용 세정제 및 에어러졸 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-5-12	테트라클로로에틸렌[Tetrachloroethylene, 127-18-4] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물	가정용 세정제 및 에어러졸 용도로 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지

2. 총칭으로 지정된 제한물질의 구체적 목록(제4조제2항 관련)

고유번호	물질명		CAS No.
06-5-1	말라카이트 그린[Malachite green]의 염류 및 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물		***
	1	Malachite green	10309-95-2
	2	Malachite green phosphotungstomolybdate	61725-50-6
	3	Malachite green phosphomolybdate	68083-41-0
	4	Malachite green chloride	569-64-2
	5	Malachite green oxalate	2437-29-8
	6	Malachite green oxalate	18015-76-4
	7	기타 말라카이트 그린의 염류	-
	8	1~7까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-
06-5-4	수산화 트리알킬주석[Trialkyl tin hydroxide]과 그 염류(산화 트리알킬주석을 포함한다) 및 트리부틸주석화합물(Tributyl tin compound) 또는 그 중 하나를 0.1% 이상 함유한 혼합물		***
	1	Bis(tributyltin) phthalate	4782-29-0
	2	Tributyltin hydroxide	1067-97-6
	3	**Tributyltin salicylate**	4342-30-7
	4	Tributyltin oxide ; bis(tributyltin)oxide ; TBTO	56-35-9
	5	Tributyltin chloride ; TBTCL	1461-22-9
	6	Tributyltin fluoride ; TBTF	1983-10-4
	7	Tributyltin hydride	688-73-3
	8	Tributyltin laurate	3090-36-6
	9	Tributyltin maleate	4027-18-3
	10	Tributyltin methacrylate	2155-70-6
	11	**Octyl acrylate-methyl methacrylate-tributyltin methacrylate copolymer**	67772-01-4
	12	**Bis(tributyltin) meso-2,3-dibromosuccinate**	31732-71-5
	13	기타 수산화트리알킬주석의 염류 및 트리부틸주석화합물	-
	14	1~13까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-
06-5-6	노닐페놀[Nonylphenols, Nonylphenol ethoxylates] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물		***
	1	Nonylphenol	25154-52-3
	2	4-Nonylphenol	104-40-5
	3	4-Nonylphenol, branched	84852-15-3
	4	3-Nonylphenol	139-84-4
	5	2-Nonylphenol	136-83-4
	6	Nonylphenol polyethylene glycol ether ; nonylphenol ethoxylate	9016-45-9
	7	1~6까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-
06-5-10	크로뮴(6+)화합물[Chromium(6+) compounds] 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물		**18540-29-9**
	1	Ammonium chromate	7788-98-9
	2	Chromium(III) chromate	24613-89-6
	3	Chromium(VI) oxide; chromium trioxide	1333-82-0
	4	Chromyl dichloride	14977-61-8
	5	Copper chromate	13548-42-0
	6	Dichromic acid	13530-68-2
	7	Lead(II) chromate	7758-97-6
	8	Lithium chromate	14307-35-8

고유번호	물질명		CAS No.
	9	Magnesium chromate	13423-61-5
	10	Potassium chlorochromate	16037-50-6
	11	Ammonium dichromate	7789-09-5
	12	Potassium chromate	7789-00-6
	13	Potassium dichromate	7778-50-9
	14	Sodium chromate	7775-11-3
	15	Sodium dichromate	10588-01-9
	16	Strontium chromate	7789-06-2
	17	Zinc chromate	13530-65-9
	18	Zinc dichromate	14018-95-2
	19	Barium chromate	10294-40-3
	20	Calcium chromate	13765-19-0
	21	Calcium dichromate	14307-33-6
	22	기타 크로뮴(6+)화합물	-
	23	1~22까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-

[부록 6] 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 따른 금지물질

1. 금지물질(제5조제1항 관련

번호	화 학 물 질 의 명 칭	금지내용
06-4-1	니트로펜[Nitrofen;1836-75-5]및이를0.1%이상함유한혼합물질	제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을금지
06-4-2	다이알리포스[Dialifos;10311-84-9]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-3	디디티[DDT;50-29-3]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-4	디메토에이트[Dimethoate;60-51-5]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-5	디술포톤[Disulfoton;298-04-4]및이를5%이상함유한혼합물질	〃
06-4-6	디엘드린[Dieldrin;60-57-1]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-7	렙토포스[Leptophos;21609-90-5]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-8	모노크로토포스[Monocrotophos;6923-22-4]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-9	메타아미도포스[Methamidophos;10265-92-6]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-10	비산납[Leadarsenate;7784-40-9]및이를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-11	비스(2-클로로에틸)에테르[Bis(2-chloroethyl)ether; 111-44-4] 및 이를 0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-12	비스(클로로메틸)에테르[Bis(chloromethyl)ether; 542-88-1] 및 이를 0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-13	벤지딘[Benzidine;92-87-5]과그염류및그중하나를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-14	스트리시닌[Strychnine;57-24-9]과그염류및그중하나를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-15	아세트산탈륨[Thalliumacetate;563-68-8]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-16	아세트산페닐수은[Phenylmercury acetate; 62-38-4] 및 이를 1%이상 함유한혼합물질	〃
06-4-17	아크린아트린[Acrinathrin;101007-06-1]및이를25%이상함유한혼합물질	〃
06-4-18	안투[Antu;86-88-4]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-19	알드린[Aldrin;309-00-2]및이를0.1%이상함유한혼합물질	제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을금지
06-4-20	알디캅[Aldicarb;116-06-3]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-21	옥타브로모디페닐 옥사이드[Octabromodiphenyl oxide; 32536-52-0] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-22	이소벤잔[Isobenzan;297-78-9]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-23	인화알루미늄[Aluminiumphosphide;20859-73-8] 및 그의 분해촉진제를 1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-24	엔도술팬[Endosulfan;115-29-7]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-25	엔드린[Endrin;72-20-8]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-26	질산탈륨[Thalliumnitrate;10102-45-1]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-2	청석면[Crocidolite; 12001-28-4], 갈석면[Amosite; 12172-73-5], 안소필라이트석면	동 물질 및 이를 1%이상

7	[Anthophyllite asbestos; 77536-67-5], 악티놀라이트석면[Actinolite asbestos; 77536-66-4], 트레몰라이트석면[Tremolite asbestos; 77536-68-6] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물질	함유한 제품은 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반, 사용을 금지
06-4-28	캄페클로르[Camphechlor;8001-35-2]및이를1%이상함유한혼합물질	제조, 수입, 판매, 보관·저장,운반,사용을금지
06-4-29	클로로벤질레이트[Chlorobenzilate;510-15-6]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-30	클로로피크린[Chloropicrin;76-06-2]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-31	클로르단[Chlordan;57-74-9]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-32	클로르디메폼[Chlordimeform;6164-98-3]과 그 염류 및 그 중 클로르디메폼으로서 3%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-33	캡타폴[Captafol;2425-06-1]및이를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-34	캡탄[Captan;133-06-2]및이를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-35	트리스(2,3-디브로모프로필)포스페이트[Tris(2,3-dibromopropyl)phosphate;126-72-7]및이를0.1%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-36	트리플루라린[Trifluralin;1582-09-8]및 이를 1%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-37	파라콰트염류[Paraquat,salts]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-38	파라티온-메틸[Parathion-methyl;298-00-0]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-39	파라티온[Parathion;56-38-2]및이를1%이상함유한혼합물질	제조, 수입, 판매, 보관·저장,운반,사용을금지
06-4-40	포스파미돈[Phosphamidon;13171-21-6]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-41	플루아지남[Fluazinam;79622-59-6]및 이를25%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-42	플루오로아세트아미드[Fluoroacetamide;640-19-7] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-43	피라클로포스[Pyraclofos;89784-60-1]및이를25%이상함유한혼합물질	〃
06-4-44	피리미닐[Pyriminil;53558-25-1]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-45	피비비[PBBs;59536-65-1]및이를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-46	피시비[PCBs; 1336-36-3] 및 이를 0.005%이상 함유한 혼합물질. 다만, 치환된 염소수가 3개 미만인 경우는 제외	〃
06-4-47	페닐수은트리에탄올암모늄붕산[Phenylmercuric triethanolammoniumborate] 및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-48	펜타브로모디페닐 옥사이드[Pentabromodiphenyl oxide; 32534-81-9] 및 이를 0.1%이상 함유한 혼합물	〃
06-4-49	펜타클로로페놀[Pentachlorophenol; 87-86-5]과 그 염류 및 그 중 펜타클로로페놀로서 1%이상 함유한 혼합물질	〃
06-4-50	펜피록시메이트[Fenpyroximate;134098-61-6]및이를25%이상함유한혼합물질	〃
06-4-5	헥사클로로시클로헥산[HCH;608-73-1]및이를1.5%이상함유한혼합물질	〃

1		
06-4-52	헵타클로르[Heptachlor;76-44-8]및이를6%이상함유한혼합물질	〃
06-4-53	황산탈륨[Thalliumsulfate;7446-18-6]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-54	2-나프틸아민[2-Naphthylamine;91-59-8]과그염산염및그중하나를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-55	1,2-디브로모에탄[1,2-Dibromoethane;106-93-4]및이를50%이상함유한혼합물질	〃
06-4-56	1,2-디브로모-3-클로로프로판[1,2-Dibromo-3- chloropropane;96-12-8]및이를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-57	4-아미노비페닐[4-Aminobiphenyl;92-67-1]과그염산염및그중하나를0.1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-58	2,4,5-티[2,4,5-T;93-76-5]및이를1%이상함유한혼합물질	〃
06-4-59	오산화비소[Arsenicpentoxide;1303-28-2]및이를0.1%이상함유한혼합물질	동물질과이를0.1%이상함유한혼합물질및그중하나를처리한목제품등모든용도로제조,수입,판매,보관·저장,운반,사용을금지
06-4-60	석면이1%이상함유된탈크[Talc,14807-96-6]	제조,수입,판매,사용을금지

2. 총칭으로 지정된 금지물질의 구체적 목록(제5조제2항 관련)

고유번호	물 질 명		CAS No.
06-4-13	**벤지딘[Benzidine ; 92-87-5]과 그 염류 및 그 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물**		***
	1	Benzidine	92-87-5
	2	Benzidine dihydrochloride	531-85-1
	3	Benzidine hydrochloride	14414-68-7
	4	Benzidine sulfate (1:1)	531-86-2
	5	Benzidine sulfate	21136-70-9
	6	기타 벤지딘의 염류	-
	7	1~6까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-
06-4-14	**스트리시닌[Strychnine; 57-24-9]과 그 염류 및 그 중 하나를 1%이상 함유한 혼합물**		***
	1	Strychnine	57-24-9
	2	Strychnine arsenate	10476-82-1
	3	Strychnine dimethylarsinate	10476-87-6
	4	Strychnine glycerophosphate	1323-31-5
	5	Strychnine hydrochloride	1421-86-9
	6	Strychnine phosphate	509-42-2
	7	Strychnine sulphate	60-41-3
	8	Strychnine sulfate pentahydrate	60491-10-3
	9	기타 스트리시닌의 염류	
	10	1~9까지의 화학물질 중 하나를 1%이상 함유한 혼합물	-
06-4-32	**클로르디메폼[Chlordimeform ; 6164-98-3]과 그 염류 및 그 중 클로르디메폼으로서 3%이상 함유한 혼합물**		***
	1	Chlordimeform	6164-98-3
	2	Chlordimeform hydrochloride	19750-95-9
	3	기타 클로르디메폼의 염류	-
	4	1~3까지의 화학물질 중 클로르디메폼으로서 3%이상 함유한 혼합물	-
06-4-37	**파라콰트 염류[Paraquat salts] 및 이를 1%이상 함유한 혼합물**		***
	1	Paraquat dichloride	1910-42-5
	2	Paraquat-dimethylsulfate	2074-50-2
	3	기타 파라콰트 염류	-
	4	1~3까지의 화학물질 중 하나를 1%이상 함유한 혼합물	-
06-4-49	**펜타클로로페놀[Pentachlorophenol ; 87-86-5]과 그 염류 및 그 중 펜타클로로페놀로서 1%이상 함유한 혼합물**		***
	1	Pentachlorophenol	87-86-5
	2	Pentachlorophenol sodium salt; sodium pentachlorophenolate; NaPCP	131-52-2
	3	Pentachlorophenol potassium salt; potassium pentachlorohenolate	7778-73-6
	4	**Pentachlorophenol copper salt; copper bis(pentachlorophenolate); PCP-Cu**	2917-31-9
	5	**Pentachlorophenol zinc salt; zinc bis(pentachlorophenolate); PCP-Zn**	2917-32-0
	6	Tributyltin pentachlorophenolate	3644-38-0
	7	기타 펜타클로로페놀의 염류	-
	8	1~7까지의 화학물질 중 펜타클로로페놀로서 함유한 1%이상 함유한 혼합물	-
06-4-54	**2-나프틸아민[2-Naphthylamine; 91-59-8]과 그 염산염 및 그 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물**		***
	1	2-Naphthylamine	91-59-8
	2	2-Naphthylamine hydrochloride	612-52-2
	3	1~2까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-
06-4-57	**4-아미노비페닐[4-Aminobiphenyl; 92-67-1]과 그 염산염 및 그 중 하나를 0.1%이상**		***

고유번호	물 질 명		CAS No.
	함유한 혼합물		
	1	4-Aminobiphenyl	92-67-1
	2	4-Aminobiphenyl hydrochloride	2113-61-3
	3	1~2까지의 화학물질 중 하나를 0.1%이상 함유한 혼합물	-

[부록 7] 화학물질관리법상 사고대비물질(시행규칙 별표 10)

번호	사고대비물질명	적용범위	CAS 번호
1	포름알데하이드 (Formaldehyde)	포름알데하이드 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000050-00-0
2	메틸하이드라진 (Methyl hydrazine)	메틸 하이드라진 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000060-34-4
3	포름산 (Formic acid)	포름산 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000064-18-6
4	메탄올 (Methanol)	메탄올 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	000067-56-1
5	벤젠(Benzene)	벤젠 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	000071-43-2
6	염화메틸(Methyl chloride)	염화메틸 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000074-87-3
7	메틸아민(Methylamine)	메틸아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000074-89-5
8	시안화수소(Hydrogen cyanide)	시안화수소 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000074-90-8
9	염화비닐(Vinyl chloride)	염화비닐 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	000075-01-4
10	이황화탄소(Carbon disulfide)	이황화탄소 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	000075-15-0
11	산화에틸렌(Ethylene oxide)	산화에틸렌 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	000075-21-8
12	포스겐(Phosgene)	포스겐 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000075-44-5
13	트리메틸아민(Trimethylamine)	트리메틸아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000075-50-3
14	산화프로필렌(Propylene oxide)	산화프로필렌 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	000075-56-9
15	메틸에틸케톤(Methyl ethyl ketone)	메틸에틸케톤 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000078-93-3
16	메틸 비닐 케톤 (Methyl vinyl ketone)	메틸 비닐 케톤 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000078-94-4
17	아크릴산(Acrylic acid)	아크릴산 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000079-10-7
18	메틸아크릴레이트(Methyl acrylate)	메틸 아크릴레이트 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000096-33-3
19	니트로벤젠(Nitrobenzene)	니트로벤젠 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000098-95-3
20	파라-니트로톨루엔 (p-Nitrotoluene)	파라-니트로톨루엔 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000099-99-0
21	염화 벤질(Benzyl chloride)	염화 벤질 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000100-44-7
22	아크롤레인(Acrolein)	아크롤레인 및 이를 1.0% 이상 함유한 혼합물질	000107-02-8
23	알릴 클로라이드(Allyl chloride)	알릴 클로라이드 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000107-05-1
24	아크릴로니트릴(Acrylonitrile)	아크릴로니트릴 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	000107-13-1
25	에틸렌디아민 (Ethylenediamine)	에틸렌디아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000107-15-3

번호	사고대비물질명	적용범위	CAS 번호
26	알릴알콜(Allyl alcohol)	알릴알콜 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000107-18-6
27	메타-크레졸(m-Cresol)	메타-크레졸 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물질	000108-39-4
28	톨루엔(Toluene)	톨루엔 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	000108-88-3
29	페놀(Phenol)	페놀 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물질	000108-95-2
30	노말-부틸아민(n-Butylamine)	노말-부틸아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000109-73-9
31	트리에틸아민(Triethylamine)	트리에틸아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000121-44-8
32	아세트산에틸(Ethyl acetate)	아세트산에틸 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000141-78-6
33	시안화나트륨(Sodium cyanide)	시안화나트륨 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질. 다만, 베를린청(Ferric ferrocyanide)·황혈염(Potassium ferrocyanide)·적혈염(Potassium ferri-cyanide) 및 그 중 하나를 함유한 혼합물질은 제외한다.	000143-33-9
34	에틸렌이민(Ethylenimine)	에틸렌이민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000151-56-4
35	톨루엔-2,4-디이소시아네이트(Toluene-2,4-diisocyanate(TDI))	톨루엔-2,4-디이소시아네이트 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000584-84-9
36	일산화탄소(Carbon monoxide)	일산화탄소 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000630-08-0
37	아크릴일 클로라이드(Acrylyl chloride)	아크릴일 클로라이드 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000814-68-6
38	인화 아연(Zinc phosphide)	인화 아연 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	001314-84-7
39	메틸에틸케톤 과산화물(Methyl ethyl ketone peroxide)	메틸에틸케톤 과산화물 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	001338-23-4
40	디이소시안산 이소포론(Isophorone diisocyanate)	디이소시안산 이소포론 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	004098-71-9
41	나트륨(Sodium)	나트륨 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007440-23-5
42	염화수소(Hydrogen chloride)	염화수소 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질	007647-01-0
43	플루오르화수소(Hydrogen fluoride)	플루오르화수소 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	007664-39-3
44	암모니아(Ammonia)	암모니아 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질	007664-41-7
45	황산(Sulfuric acid)	황산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질	007664-93-9
46	질산(Nitric acid)	질산 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물질	007697-37-2
47	삼염화인(Phosphorus trichloride)	삼염화인 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007719-12-2
48	플루오린(Fluorine)	플루오린 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007782-41-4
49	염소(Chlorine)	염소 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007782-50-5
50	황화수소(Hydrogen sulfide)	황화수소 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007783-06-4

번호	사고대비물질명	적용범위	CAS 번호
51	아르신(Arsine)	아르신 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	007784-42-1
52	클로로술폰산(Chlorosulfonic acid)	클로로술폰산 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	007790-94-5
53	포스핀(Phosphine)	포스핀 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	007803-51-2
54	옥시염화인 (Phosphorus oxychloride)	옥시염화인 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	010025-87-3
55	이산화염소(Chlorine dioxide)	이산화염소 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	010049-04-4
56	디보란(Diborane)	디보란 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	019287-45-7
57	산화질소(Nitric oxide)	산화질소 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	010102-43-9
58	니트로메탄(Nitromethane)	니트로메탄 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000075-52-5
59	질산암모늄(Ammonium nitrate)	질산암모늄 및 이를 33% 이상 함유한 혼합물질	006484-52-2
60	헥사민(Hexamine)	헥사민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000100-97-0
61	과산화수소(Hydrogen peroxide)	과산화수소 및 이를 35% 이상 함유한 혼합물질	007722-84-1
62	염소산칼륨(Potassium chlorate)	염소산칼륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	003811-04-9
63	질산칼륨(Potassium nitrate)	질산칼륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	007757-79-1
64	과염소산칼륨 (Potassium perchlorate)	과염소산칼륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	007778-74-7
65	과망간산칼륨 (Potassium permanganate)	과망간산칼륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	007722-64-7
66	염소산나트륨(Sodium chlorate)	염소산나트륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	007775-09-9
67	질산나트륨(Sodium nitrate)	질산나트륨 및 이를 98% 이상 함유한 혼합물질	007631-99-4
68	사린(O-Isopropyl methyl phosphonofluoridate)	사린 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000107-44-8
69	염화시안(Cyanogen chloride)	염화시안 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000506-77-4

[부록 8] OSHA CFR PELs 대상 물질

1. Table Z-1

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Acetaldehyde	75-07-0	200	360	
Acetic acid	64-19-7	10	25	
Acetic anhydride	108-24-7	5	20	
Acetone	67-64-1	1000	2400	
Acetonitrile	1975-05-08	40	70	
2-Acetylaminofluorene; see 1910.1014	53-96-3			
Acetylene dichloride; see 1,2-Dichloroethylene				
Acetylene tetrabromide	79-27-6	1	14	
Acrolein	107-02-8	0.1	0.25	
Acrylamide	1979-06-01		0.3	X
Acrylonitrile; see 1910.1045	107-13-1			
Aldrin	309-00-2		0.25	X
Allyl alcohol	107-18-6	2	5	X
Allyl chloride	107-05-1	1	3	
Allyl glycidyl ether (AGE)	106-92-3	(C) 10	(C) 45	
Allyl propyl disulfide	2179-59-1	2	12	
alpha-Alumina	1344-28-1			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Aluminum Metal (as Al)	7429-90-5			
Total dust			15	
Respirable fraction;			5	
4-Aminodiphenyl see 1910.1011	92-67-1			
2-Aminoethanol; see Ethanolamine				
2-Aminopyridine	504-29-0	0.5	2	
Ammonia	7664-41-7	50	35	
Ammonium sulfamate	7773-06-0			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
n-Amyl acetate	628-63-7	100	525	
sec-Amyl acetate	626-38-0	125	650	
Aniline and homologs	62-53-3	5	19	X
Anisidine (o-,p-isomers)	29191-52-4		0.5	X
Antimony and compounds (as Sb)	7440-36-0		0.5	
ANTU (alpha Naphthylthiourea)	86-88-4		0.3	
Arsenic, inorganic compounds (as As) see 1910.1018	7440-38-2			
Arsenic, organic compounds (as As)	7440-38-2		0.5	
Arsine	7784-42-1	0.05	0.2	
Asbestos; see 1910.1001	Varies with compound			
Azinphos-methyl	86-50-0		0.2	X
Barium, soluble compounds (as Ba)	7440-39-3		0.5	
Barium sulfate	7727-43-7			

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Benomyl				
Total dust	17804-35-2		15	
Respirable fraction			5	
Benzene; See 1910.1028; See Table Z-2 for the limits applicable in the operations or sectors excluded in 1910.1028(j)	71-43-2			
Benzidine; See 1910.1010	92-87-5			
p-Benzoquinone; see Quinone				
Benzo(a)pyrene; see Coal tar pitch volatiles				
Benzoyl peroxide	94-36-0		5	
Benzyl chloride	100-44-7	1	5	
Beryllium and beryllium compounds (as Be)	7440-41-7	See Annotated Z-2		
Biphenyl; see Diphenyl				
Bismuth telluride, Undoped				
Total dust	1304-82-1		15	
Respirable fraction			5	
Boron oxide	1303-86-2			
Total dust			15	
Boron trifluoride	7637-07-02	(C) 1	(C) 3	
Bromine	7726-95-6	0.1	0.7	
Bromoform	75-25-2	0.5	5	X
Butadiene (1,3-Butadiene); See 29 CFR 1910.1051; 29 CFR 1910.19(l)	106-99-0	1 ppm / 5 ppm STEL		
Butanethiol; see Butyl mercaptan				
2-Butanone (Methyl ethyl ketone)	78-93-3	200	590	
2-Butoxyethanol	111-76-2	50	240	X
n-Butyl-acetate	123-86-4	150	710	
sec-Butyl acetate	105-46-4	200	950	
tert-Butyl-acetate	540-88-5	200	950	
n-Butyl alcohol	71-36-3	100	300	
sec-Butyl alcohol	78-92-2	150	450	
tert-Butyl alcohol	75-65-0	100	300	
Butylamine	109-73-9	(C) 5	(C) 15	X
tert-Butyl chromate (as CrO3)(m); see 1910.1026	1189-85-1			
n-Butyl glycidyl ether (BGE)	2426-08-06	50	270	
Butyl mercaptan	109-79-5	10	35	
p-tert-Butyltoluene	98-51-1	10	60	
Cadmium (as Cd); see 1910.1027	7440-43-9			
Calcium Carbonate				
Total dust	1317-65-3		15	
Respirable fraction			5	
Calcium hydroxide				
Total dust	1305-62-0		15	
Respirable fraction			5	
Calcium oxide	1305-78-8		5	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Calcium silicate	1344-95-2			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Calcium sulfate	7778-18-9			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Camphor, synthetic	76-22-2		2	
Carbaryl (Sevin)	63-25-2		5	
Carbon black	1333-86-4		3.5	
Carbon dioxide	124-38-9	5000	9000	
Carbon disulfide	75-15-0	See Annotated Z-2		
Carbon monoxide	630-08-0	50	55	
Carbon tetrachloride	56-23-5	See Annotated Z-2		
Cellulose	9004-34-6			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Chlordane	57-74-9		0.5	X
Chlorinated camphene	8001-35-2		0.5	X
Chlorinated diphenyl oxide	55720-99-5		0.5	
Chlorine	7782-50-5	(C) 1	(C) 3	
Chlorine dioxide	10049-04-4	0.1	0.3	
Chlorine trifluoride	7790-91-2	(C) 0.1	(C) 0.4	
Chloroacetaldehyde	107-20-0	(C) 1	(C) 3	
a-Chloroacetophenone (Phenacyl chloride)	532-27-4	0.05	0.3	
Chlorobenzene	108-90-7	75	350	
o-Chlorobenzylidene malononitrile	2698-41-1	0.05	0.4	
Chlorobromomethane	74-97-5	200	1050	
2-Chloro-1,3-butadiene; See beta-Chloroprene				
Chlorodiphenyl (42% Chlorine) (PCB)	53469-21-9		1	X
Chlorodiphenyl (54% Chlorine) (PCB)	11097-69-1		0.5	X
1-Chloro-2,3-epoxypropane; See Epichlorohydrin				
2-Chloroethanol; See Ethylene chlorohydrin				
Chloroethylene; see Vinyl chloride				
Chloroform (Trichloromethane)	67-66-3	(C) 50	(C) 240	
bis(Chloromethyl) ether; see 1910.1008	542-88-1			
Chloromethyl methyl ether	107-30-2			
see 1910.1006				
1-Chloro-1-nitropropane	600-25-9	20	100	
Chloropicrin	1976-06-02	0.1	0.7	
beta-Chloroprene	126-99-8	25	90	X
2-Chloro-6-(trichloromethyl)pyridine	1929-82-4			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Coal dust (less than 5% SiO2, respirable		See Annotated		

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
fraction)		Z-3		
Coal dust (greater than or equal to 5% SiO2 respirable fraction)		See Annotated Z-3		
Coal tar pitch volatiles (benzene soluble fraction), anthracene, BaP, phenanthrene, acridine, chrysene, pyrene)	65966-93-2		0.2	
Cobalt metal, dust, and fume (as Co)	7440-48-4		0.1	
Coke oven emissions; see 1910.1029				
Copper	7440-50-8			
Fume (as Cu)			0.1	
Dusts and mists (as Cu)			1	
Cotton dust(l), see 1910.1043			1	
Crag herbicide (Sesone)				
Total dust	136-78-7		15	
Respirable fraction			5	
Cresol, all isomers	1319-77-3	5	22	X
Crotonaldehyde	123-73-9 4170-30-3	2	6	
Cumene	98-82-8	50	245	X
Cyanides (as CN)	Varies with compound		5	X
Cyclohexane	110-82-7	300	1050	
Cyclohexanol	108-93-0	50	200	
Cyclohexanone	108-94-1	50	200	
Cyclohexene	110-83-8	300	1015	
Cyclopentadiene	542-92-7	75	200	
2,4-D (Dichlorophen-oxyacetic acid)	94-75-7		10	
Decaborane	17702-41-9	0.05	0.3	X
Demeton (Systox)	8065-48-3		0.1	X
Diacetone alcohol (4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone)	123-42-2	50	240	
1,2-Diaminoethane; see Ethylenediamine				
Diazomethane	334-88-3	0.2	0.4	
Diborane	19287-45-7	0.1	0.1	
1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP); see 1910.1044	1996-12-08			
1,2-Dibromoethane; see Ethylene dibromide				
Dibutyl phosphate	107-66-4	1	5	
Dibutyl phthalate	84-74-2		5	
o-Dichlorobenzene	95-50-1	(C) 50	(C) 300	
p-Dichlorobenzene	106-46-7	75	450	
3,3'-Dichlorobenzidine;	91-94-1			
see 1910.1007				
Dichlorodifluoromethane	75-71-8	1000	4950	
1,3-Dichloro-5,5-dimethyl hydantoin	118-52-5		0.2	
Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT)	50-29-3		1	X
1,1-Dichloroethane	75-34-3	100	400	
1,2-Dichloroethane; see Ethylene dichloride				
1,2-Dichloroethylene	540-59-0	200	790	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	㎎/㎥ (b)(1)	Skin designation
Dichloroethyl ether	111-44-4	(C) 15	(C) 90	X
Dichloromethane; see Methylene chloride				
Dichloromono fluoromethane	75-43-4	1000	4200	
1,1-Dichloro-1-nitroethane	594-72-9	(C) 10	(C) 60	
1,2-Dichloropropane; see Propylene dichloride				
Dichlorotetrafluoroethane	76-14-2	1000	7000	
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7		1	X
Dicyclopentadienyl iron	102-54-5			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Dieldrin	60-57-1		0.25	X
Diethylamine	109-89-7	25	75	
2-Diethylaminoethanol	100-37-8	10	50	X
Diethyl ether; see Ethyl ether				
Difluorodibromomethane	75-61-6	100	860	
Diglycidyl ether (DGE)	2238-07-05	(C) 0.5	(C) 2.8	
Dihydroxybenzene; see Hydroquinone				
Diisobutyl ketone	108-83-8	50	290	
Diisopropylamine	108-18-9	5	20	X
4-Dimethylaminoazo-benzene; see 1910.1015	1960-11-07			
Dimethoxymethane; see Methylal				
Dimethyl acetamide	127-19-5	10	35	X
Dimethylamine	124-40-3	10	18	
Dimethylaminobenzene; see Xylidine				
Dimethylaniline (N,N-Dimethylaniline)	121-69-7	5	25	X
Dimethylbenzene; see Xylene				
Dimethyl-1,2-dibromo-2,2-dichloroethylphosphate	300-76-5		3	
Dimethylformamide	1968-12-02	10	30	X
2,6-Dimethyl-4-heptanone; see Diisobutyl ketone				
1,1-Dimethylhydrazine	57-14-7	0.5	1	X
Dimethylphthalate	131-11-3		5	
Dimethyl sulfate	77-78-1	1	5	X
Dinitrobenzene (all isomers)			1	X
(ortho)	528-29-0			
(meta)	99-65-0			
(para)	100-25-4			
Dinitro-o-cresol	534-52-1		0.2	X
Dinitrotoluene	25321-14-6		1.5	X
Dioxane (Diethylene dioxide)	123-91-1	100	360	X
Diphenyl (Biphenyl)	92-52-4	0.2	1	
Diphenylmethane diisocyanate; see Methylene bisphenylisocyanate				
Dipropylene glycol methyl ether	34590-94-8	100	600	X
Di-sec octyl phthalate (Di-(2-ethylhexyl) phthalate)	117-81-7		5	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Emery	12415-34-8			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Endrin	72-20-8		0.1	X
Epichlorohydrin	106-89-8	5	19	X
이피엔	2104-64-5		0.5	X
1,2-Epoxypropane; see Propylene oxide				
2,3-Epoxy-1-propanol; see Glycidol				
Ethanethiol; see Ethyl mercaptan				
Ethanolamine	141-43-5	3	6	
2-Ethoxyethanol (Cellosolve)	110-80-5	200	740	X
2-Ethoxyethyl acetate (Cellosolve acetate)	111-15-9	100	540	X
Ethyl acetate	141-78-6	400	1400	
Ethyl acrylate	140-88-5	25	100	X
Ethyl alcohol (Ethanol)	64-17-5	1000	1900	
Ethylamine	1975-04-07	10	18	
Ethyl amyl ketone (5-Methyl-3-heptanone)	541-85-5	25	130	
Ethyl benzene	100-41-4	100	435	
Ethyl bromide	74-96-4	200	890	
Ethyl butyl ketone (3-Heptanone)	106-35-4	50	230	
Ethyl chloride	75-00-3	1000	2600	
Ethyl ether	60-29-7	400	1200	
Ethyl formate	109-94-4	100	300	
Ethyl mercaptan	1975-08-01	(C) 10	(C) 25	
Ethyl silicate	1978-10-04	100	850	
Ethylene chlorohydrin	107-07-3	5	16	X
Ethylenediamine	107-15-3	10	25	
Ethylene dibromide	106-93-4	See Annotated Z-2		
Ethylene dichloride (1,2-Dichloroethane)	107-06-2	See Annotated Z-2		
Ethylene glycol dinitrate	628-96-6	(C) 0.2	(C) 1	X
Ethylene glycol methylacetate; see Methylcellosolve acetate				
Ethyleneimine; see 1910.1012	151-56-4			
Ethylene oxide; see 1910.1047	75-21-8			
Ethylidene chloride; see 1,1-Dichlorethane				
N-Ethylmorpholine	100-74-3	20	94	X
Ferbam	14484-64-1			
Total dust		.....	15	
Ferrovanadium dust	12604-58-9	.....	1	
Fluorides (as F)	Varies with compound	.....	2.5	
Fluorine	7782-41-4	0.1	0.2	
Fluorotrichloromethane (Trichlorofluoromethane)	75-69-4	1000	5600	
Formaldehyde; see 1910.1048	50-00-0			
Formic acid	64-18-6	5	9	
Furfural	1998-01-01	5	20	X
Furfuryl alcohol	98-00-0	50	200	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Grain dust (oat, wheat barley)			10	
Glycerin (mist)				
Total dust	56-81-5		15	
Respirable fraction			5	
Glycidol	556-52-5	50	150	
Glycol monoethyl ether; see 2-Ethoxyethanol				
Graphite, natural respirable dust	7782-42-5	See Annotated Z-3		
Graphite, synthetic				
Total dust			15	
Respirable Fraction			5	
Guthion; see Azinphos methyl				
Gypsum	13397-24-5			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Hafnium	7440-58-6		0.5	
Heptachlor	76-44-8		0.5	X
Heptane (n-Heptane)	142-82-5	500	2000	
Hexachloroethane	67-72-1	1	10	X
Hexachloronaphthalene	1335-87-1		0.2	X
n-Hexane	110-54-3	500	1800	
2-Hexanone (Methyl n-butyl ketone)	591-78-6	100	410	
Hexone (Methyl isobutyl ketone)	108-10-1	100	410	
sec-Hexyl acetate	108-84-9	50	300	
Hydrazine	302-01-2	1	1.3	X
Hydrogen bromide	10035-10-6	3	10	
Hydrogen chloride	7647-01-0	(C) 5	(C) 7	
Hydrogen cyanide	74-90-8	10	11	X
Hydrogen fluoride (as F)	7664-39-3	See Annotated Z-2		
Hydrogen peroxide	7722-84-1	1	1.4	
Hydrogen selenide (as Se)	7783-07-05	0.05	0.2	
Hydrogen sulfide	7783-06-04	See Annotated Z-2		
Hydroquinone	123-31-9	.....	2	
Iodine	7553-56-2	(C) 0.1	(C) 1	
Iron oxide	1309-37-1		10 (fume)	
Isomyl acetate	123-92-2	100	525	
Isomyl alcohol (primary and secondary)	123-51-3	100	360	
Isobutyl acetate	110-19-0	150	700	
Isobutyl alcohol	78-83-1	100	300	
Isophorone	78-59-1	25	140	
Isopropyl acetate	108-21-4	250	950	
Isopropyl alcohol	67-63-0	400	980	
Isopropylamine	75-31-0	5	12	
Isopropyl ether	108-20-3	500	2100	
Isopropyl glycidyl ether (IGE)	4016-14-2	50	240	
Kaolin	1332-58-7			

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Ketene	463-51-4	0.5	0.9	
Lead inorganic (as Pb);	7439-92-1			
see 1910.1025				
Limestone				
Total dust	1317-65-3		15	
Respirable fraction			5	
Lindane	58-89-9		0.5	X
Lithium hydride	7580-67-8		0.025	
L.P.G. (Liquified petroleum gas)	68476-85-7	1000	1800	
Magnesite				
Total dust	546-93-0		15	
Respirable fraction			5	
Magnesium oxide fume - Total Particulate	1309-48-4		15	
Malathion - Total dust	121-75-5		15	X
Maleic anhydride	108-31-6	0.25	1	
Manganese compounds (as Mn)	7439-96-5		(C) 5	
Manganese fume (as Mn)	7439-96-5		(C) 5	
Marble				
Total dust	1317-65-3		15	
Respirable fraction			5	
Mercury (aryl and inorganic) (as Hg)	7439-97-6	See Annotated Z-2		
Mercury (organo) alkylcompounds (as Hg)	7439-97-6	See Annotated Z-2		
Mercury (vapor) (as Hg)	7439-97-6	See Annotated Z-2		
Mesityl oxide	141-79-7	25	100	
Methanethiol; see Methyl mercaptan				
Methoxychlor - Total dust	72-43-5		15	
2-Methoxyethanol; (Methyl cellosolve)	109-86-4	25	80	X
2-Methoxyethyl acetate (Methyl cellosolve acetate)	110-49-6	25	120	X
Methyl acetate	79-20-9	200	610	
Methyl acetylene (Propyne)	74-99-7	1000	1650	
Methyl acetylene propadiene mixture (MAPP)		1000	1800	
Methyl acrylate	96-33-3	10	35	X
Methylal (Dimethoxy-methane)	109-87-5	1000	3100	
Methyl alcohol	67-56-1	200	260	
Methylamine	74-89-5	10	12	
Methyl amyl alcohol; see Methyl Isobutylcarbinol				
Methyl n-amyl ketone	110-43-0	100	465	
Methyl bromide	74-83-9	(C) 20	(C) 80	X
Methyl butyl ketone; see 2-Hexanone				
Methyl cellosolve; see 2-Methoxyethanol				
Methyl cellosolve acetate; see				

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	㎎/㎥ (b)(1)	Skin designation
2-Methoxyethylacetate				
Methyl chloride	74-87-3	See Annotated Z-2		
Methyl chloroform (1,1,1-Trichloro-ethane)	71-55-6	350	1900	
Methylcyclohexane	108-87-2	500	2000	
Methylcyclohexanol	25639-42-3	100	470	
o-Methylcyclohexanone	583-60-8	100	460	X
Methylene chloride	1975-09-02	See Annotated Z-2		
Methyl ethyl ketone (MEK); see 2-Butanone				
Methyl formate	107-31-3	100	250	
Methyl hydrazine (Monomethylhydrazine)	60-34-4	(C) 0.2	(C) 0.35	X
Methyl iodide	74-88-4	5	28	X
Methyl isoamyl ketone	110-12-3	100	475	
Methyl isobutyl carbinol	108-11-2	25	100	X
Methyl isobutyl ketone; see Hexone				
Methyl isocyanate	624-83-9	0.02	0.05	X
Methyl mercaptan	74-93-1	(C) 10	(C) 20	
Methyl methacrylate	80-62-6	100	410	
Methyl propyl ketone; see 2-Pentanone				
alpha-Methyl styrene	98-83-9	(C) 100	(C) 480	
Methylene bisphenyl isocyanate (MDI)	101-68-8	(C) 0.02	(C) 0.2	
Mica; see Silicates		See Annotated Z-3		
Molybdenum (as Mo)	7439-98-7			
Soluble compounds			5	
Insoluble Compounds - Total dust			15	
Insoluble Compounds				
Monomethyl aniline	100-61-8	2	9	X
Monomethyl hydrazine; see Methyl hydrazine				
Morpholine	110-91-8	20	70	X
Naphtha (Coal tar)	8030-30-6	100	400	
Naphthalene	91-20-3	10	50	
alpha-Naphthylamine; see 1910.1004	134-32-7			
beta-Naphthylamine; see 1910.1009	91-59-8			
Nickel carbonyl (as Ni)	13463-39-3	0.001	0.007	
Nickel, metal and insoluble compounds (as Ni)	7440-02-0		1	
Nickel, soluble compounds (as Ni)	7440-02-0		1	
Nicotine	1954-11-05		0.5	X
Nitric acid	7697-37-2	2	5	
Nitric oxide	10102-43-9	25	30	
p-Nitroaniline	100-01-6	1	6	X
Nitrobenzene	98-95-3	1	5	X
p-Nitrochlorobenzene	100-00-5		1	X
4-Nitrodiphenyl; see 1910.1003	92-93-3			
Nitroethane	79-24-3	100	310	
Nitrogen dioxide	10102-44-0	(C) 5	(C) 9	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Nitrogen trifluoride	7783-54-2	10	29	
Nitroglycerin	55-63-0	(C) 0.2	(C) 2	X
Nitromethane	75-52-5	100	250	
1-Nitropropane	108-03-2	25	90	
2-Nitropropane	79-46-9	25	90	
N-Nitrosodimethylamine; see 1910.1016				
Nitrotoluene (all isomers)		5	30	X
o-isomer	88-72-2			
m-isomer	1999-08-01			
p-isomer	99-99-0			
Nitrotrichloromethane; see Chloropicrin				
Octachloronaphthalene	2234-13-1		0.1	X
Octane	111-65-9	500	2350	
Oil mist, mineral	8012-95-1		5	
Osmium tetroxide (as Os)	20816-12-0		0.002	
Oxalic acid	144-62-7		1	
Oxygen difluoride	7783-41-7	0.05	0.1	
Ozone	10028-15-6	0.1	0.2	
Paraquat, respirable dust	4685-14-7		0.5	X
	1910-42-5			
	2074-50-2			
Parathion	56-38-2		0.1	X
Particulates Not Otherwise Regulated (PNOR)(l)				
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
PCB; see Chlorodiphenyl (42% and 54% chlorine)				
Pentaborane	19624-22-7	0.005	0.01	
Pentachloronaphthalene	1321-64-8		0.5	X
Pentachlorophenol	87-86-5		0.5	X
Pentaerythritol				
Total dust	115-77-5		15	
Respirable fraction			5	
Pentane	109-66-0	1000	2950	
2-Pentanone (Methylpropyl ketone)	107-87-9	200	700	
Perchloroethylene (Tetrachloroethylene)	127-18-4	See Annotated Z-2		
Perchloromethyl mercaptan	594-42-3	0.1	0.8	
Perchloryl fluoride	7616-94-6	3	13.5	
Petroleum distillates (Naphtha) (Rubber Solvent)		500	2000	
Phenol	108-95-2	5	19	X
p-Phenylene diamine	106-50-3		0.1	X
Phenyl ether, vapor	101-84-8	1	7	
Phenyl ether-biphenylmixture, vapor		1	7	
Phenylethylene; see Styrene				
Phenyl glycidyl ether (PGE)	122-60-1	10	60	
Phenylhydrazine	100-63-0	5	22	X

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
Phosdrin (Mevinphos)	7786-34-7		0.1	X
Phosgene (Carbonyl chloride)	75-44-5	0.1	0.4	
Phosphine	7803-51-2	0.3	0.4	
Phosphoric acid	7664-38-2		1	
Phosphorus (yellow)	7723-14-0		0.1	
Phosphorus pentachloride	10026-13-8		1	
Phosphorus pentasulfide	1314-80-3		1	
Phosphorus trichloride	7719-12-02	0.5	3	
Phthalic anhydride	85-44-9	2	12	
Picloram	1918-0-21			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Picric acid	88-89-1		0.1	X
Pindone (2-Pivalyl-1,3-indandione)	83-26-1		0.1	
Plaster of paris	26499-65-0			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Platinum (as Pt) Metal	7440-06-04			
Soluble Salts			0.002	
Portland cement	65997-15-1			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Propane	74-98-6	1000	1800	
beta-Propriolactone: see 1910.1013	57-57-8			
n-Propyl acetate	109-60-4	200	840	
n-Propyl alcohol	71-23-8	200	500	
n-Propyl nitrate	627-13-4	25	110	
Propylene dichloride	78-87-5	75	350	
Propylene imine	75-55-8	2	5	X
Propylene oxide	75-56-9	100	240	
Propyne: see Methylacetylene				
Pyrethrum	8003-34-7		5	
Pyridine	110-86-1	5	15	
Quinone	106-51-4	0.1	0.4	
RDX: see Cyclonite				
Rhodium (as Rh), metal fume and insoluble compounds	7440-16-6		0.1	
Rhodium (as Rh), soluble compounds	7440-16-6		0.001	
Ronnel	299-84-3		15	
Rotenone	83-79-4		5	
Rouge				
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Selenium compounds (as Se)	7782-49-2		0.2	
Selenium hexafluoride (as Se)	7783-79-1	0.05	0.4	
Silica, amorphous, precipitated and gel	112926-00-8	See Annotated Z-3		
Silica, amorphous, diatomaceous earth,	61790-53-2	See Annotated		

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
containing less than 1% crystalline silica		Z-3		
Silica, crystalline cristobalite, respirable dust	14464-46-1	See Annotated Z-3		
Silica, crystalline quartz, respirable dust	14808-60-7	See Annotated Z-3		
Silica, crystalline tripoli (as quartz), respirable dust	1317-95-9	See Annotated Z-3		
Silica, crystalline tridymite, respirable dust	15468-32-3	See Annotated Z-3		
Silica, fused, respirable dust	60676-86-0	See Annotated Z-3		
Silicates (less than 1% crystalline silica)				
Mica (respirable dust)	12001-26-2	See Annotated Z-3		
Soapstone, total dust		See Annotated Z-3		
Soapstone, respirable dust		See Annotated Z-3		
Talc (containing asbestos): use asbestos limit: see 29 CFR 1910.1001		See Annotated Z-3		
Talc (containing no asbestos), respirable dust	14807-96-6	See Annotated Z-3		
Tremolite, asbestiform; see 1910.1001		See Annotated Z-3		
Silicon				
Total dust	7440-21-3		15	
Respirable fraction			5	
Silicon carbide				
Total dust	409-21-2		15	
Respirable fraction			5	
Silver, metal and soluble compounds (as Ag)	7440-22-4		0.01	
Soapstone		See Annotated Z-3		
Sodium fluoroacetate	62-74-8		0.05	X
Sodium hydroxide	1310-73-2		2	
Starch				
Total dust	9005-25-8		15	
Respirable fraction			5	
Stibine	7803-52-3	0.1	0.5	
Stoddard solvent	8052-41-3	500	2900	
Strychnine	57-24-9		0.15	
Styrene	100-42-5	See Annotated Z-2		
Sucrose				
Total dust	57-50-1		15	
Respirable fraction			5	
Sulfur dioxide	7446-09-05	5	13	
Sulfur hexafluoride	2551-62-4	1000	6000	
Sulfuric acid	7664-93-9		1	
Sulfur monochloride	10025-67-9	1	6	
Sulfur pentafluoride	5714-22-7	0.025	0.25	
Sulfuryl fluoride	2699-79-8	5	20	

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	㎎/㎥ (b)(1)	Skin designation
Systox; see Demeton				
2,4,5-T (2,4,5-tri-chlorophenoxyacetic acid)	93-76-5		10	
Talc; see Silicates		See Annotated Z-3		
Tantalum, metal and oxide dust	7440-25-7		5	
TEDP (Sulfotep)	3689-24-5		0.2	X
Tellurium and compounds (as Te)	13494-80-9		0.1	
Tellurium hexafluoride (as Te)	7783-80-4	0.02	0.2	
Temephos	3383-96-8			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
TEPP (Tetraethyl pyrophosphate)	107-49-3		0.05	X
Terphenyls	26140-60-3	(C) 1	(C) 9	
1,1,1,2-Tetrachloro-2,2-difluoroethane	1976-11-09	500	4170	
1,1,2,2-Tetrachloro-1,2-difluoroethane	76-12-0	500	4170	
1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5	5	35	X
Tetrachoroethylene; see Perchloroethylene				
Tetrachloromethane; see Carbon tetrachloride				
Tetrachloronaphthalene	1335-88-2		2	X
Tetraethyl lead (as Pb)	78-00-2		0.075	X
Tetrahydrofuran	109-99-9	200	590	
Tetramethyl lead, (as Pb)	75-74-1		0.075	X
Tetramethyl succinonitrile	3333-52-6	0.5	3	X
Tetranitromethane	509-14-8	1	8	
Tetryl (2,4,6-Trinitrophenylmethylnitramine)	479-45-8		1.5	X
Thallium, soluble compounds (as Tl)	7440-28-0		0.1	X
4,4'-Thiobis (6-tert,Butyl-m-cresol)	96-69-5			
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Thiram	137-26-8		5	
Tin, inorganic compounds (except oxides) (as Sn)	7440-31-5		2	
Tin, organic compounds (as Sn)	7440-31-5		0.1	
Titanium dioxide - Total dust	13463-67-7		15	
Toluene	108-88-3	See Annotated Z-2		
Toluene-2,4-diisocyanate (TDI)	584-84-9	(C) 0.02	(C) 0.14	
o-Toluidine	95-53-4	5	22	X
Toxaphene; see Chlorinated camphene				
Tremolite		See Annotated Z-3		
Tributyl phosphate	126-73-8		5	
1,1,1-Trichloroethane; see Methyl chloroform				
1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	10	45	X
Trichloroethylene	1979-01-06	See Annotated Z-2		
Trichloromethane; see Chloroform				
Trichloronaphthalene	1321-65-9		5	X

Substance	CAS No. (c)	ppm (a)(1)	mg/m³ (b)(1)	Skin designation
1,2,3-Trichloropropane	96-18-4	50	300	
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane	76-13-1	1000	7600	
Triethylamine	121-44-8	25	100	
Trifluorobromomethane	75-63-8	1000	6100	
2,4,6-Trinitrophenol;see Picric acid				
2,4,6-Trinitrophenyl-methyl nitramine; see Tetryl				
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	118-96-7		1.5	X
Triorthocresyl phosphate	78-30-8		0.1	
Triphenyl phosphate	115-86-6		3	
Turpentine	8006-64-2	100	560	
Uranium (as U)	7440-61-1			
Soluble compounds			0.05	
Insoluble compounds			0.25	
Vanadium	1314-62-1			
Respirable dust (as V2O5)			(C) 0.5	
Fume (as V2O5)			(C) 0.1	
Vegetable oil mist				
Total dust			15	
Respirable fraction			5	
Vinyl benzene; see Styrene				
Vinyl chloride; see 1910.1017	1975-01-04			
Vinyl cyanide; see Acrylonitrile				
Vinyl toluene	25013-15-4	100	480	
Warfarin	81-81-2		0.1	
Xylenes (o-, m-, p-isomers)	1330-20-7	100	435	
Xylidine	1300-73-8	5	25	X
Yttrium	7440-65-5		1	
Zinc chloride fume	7646-85-7		1	
Zinc oxide fume	1314-13-2		5	
Zinc oxide				
Total dust	1314-13-2		15	
Respirable fraction			5	
Zinc stearate				
Total dust	557-05-1		15	
Respirable fraction			5	
Zirconium compounds (as Zr)	7440-67-7		5	

2. Table Z-2

Substance	8-hour time weighted average	Acceptable ceiling concentration	Acceptable maximum peak above the acceptable ceiling concentration for an 8-hr shift	
			Concentration	Maximum duration
Benzene[a](Z37.40-1969)	10ppm	25ppm	50ppm	10minutes.
Beryllium and beryllium compounds (Z37.29-1970)	2ug/m(3)	5ug/m(3)	25ug/m(3)	30minutes.
Cadmiumfume[b](Z37.5-1970)	0.1mg/m(3)	0.3mg/m(3)		
Cadmiumdust[b](Z37.5-1970)	0.2mg/m(3)	0.6mg/m(3)		
Carbon disulfide (Z37.3-1968)	20ppm	30ppm	100ppm	30minutes.
Carbon tetrachloride (Z37.17-1967)	10ppm	25ppm	200ppm	5min. in any 3hrs.
Chromicacidandchromates(Z37-7-1971)[c]		1mg/10m(3)		
Ethylene dibromide (Z37.31-1970)	20ppm	30ppm	50ppm	5minutes.
Ethylene dichloride (Z37.21-1969)	50ppm	100ppm	200ppm	5min. in any 3hrs.
Fluoride as dust (Z37.28-1969)	2.5mg/m(3)			
Formaldehyde: see 1910.1048				
Hydrogen fluoride (Z37.28-1969)	3ppm			
Hydrogen sulfide (Z37.2-1966)		20ppm	50ppm	10mins. once only if no other meas. exp. occurs.
Mercury (Z37.8-1971)		1mg/10m(3)		
Methyl chloride (Z37.18-1969)	100ppm	200ppm	300ppm	5mins. in any 3hrs.
Methylene Chloride: see 1910.1052				
Organo (alkyl) mercury (Z37.30-1969)	0.01mg/m(3)	0.04mg/m(3)		
Styrene (Z37.15-1969)	100ppm	200ppm	600ppm	5mins. in any 3hrs.
Tetrachloroethylene	100ppm	200ppm	300ppm	5mins. in any 3hrs.
Toluene (Z37.12-1967)	200ppm	300ppm	500ppm	10minutes
Trichloroethylene (Z37.19-1967)	100ppm	200ppm	300ppm	5mins. in any 2hrs.

3. Table Z-3 Mineral Dusts

물질명	mppcf [a]	mg/m^3
Silica: Crystalline		
Quartz(Respirable)	250 [b] $\%SiO_2+5$	$10mg/m^3$ [e] $\%SiO_2+2$
Quartz(Total Dust)		$30mg/m^3$ $\%SiO_2+2$
Cristobalite: Use ½ the value calculated from the count or mass formulae for quartz.		
Tridymite: Use ½ the value calculated from the formulae for quartz.		
Amorphous, including natural diatomaceous earth	20	$80mg/m^3$ $\%SiO_2$
Silicates (less than 1% crystalline silica):		
Mica	20	
Soapstone	20	
Talc (not containing asbestos)	20 [c]	
Talc (containing asbestos) Use asbestos limit		
Tremolite, asbestiform (see 29 CFR 1910.1001)		
Portland cement	50	
Graphite (Natural)	15	
Coal Dust:		
Respirable fraction less than 5% SiO_2		$2.4mg/m^3$ [e]
Respirable fraction greater than 5% SiO_2		$10mg/m^3$ [e] $\%SiO_2+2$
InertorNuisanceDust: [d]		
Respirable fraction	15	5mg/m3
Total dust	50	15mg/m3

〈〈 연 구 진 〉〉

연구기관 : 연세대학교 산업보건 연구소

연구책임자 : 김치년 (연구교수, 보건학박사, 연세대학교)

연 구 원 :

노재훈(교수, 보건학박사, 연세대학교)

김태윤(교수, 행정학박사, 한양대학교)

피영규(교수, 보건학박사, 대구한의대학교)

김강윤(대표이사, 보건학박사, ㈜힐스이노베이션)

박만철(대표이사, 보건학박사, ㈜힐스이노베이션)

김현수(팀장, 보건학박사, 동국대학교 일산병원)

김기연(교수, 공학박사, 농학박사, 부산가톨릭대학교)

배문주(연구교수, 보건학박사, 연세대학교)

조만수(선임연구원, 공학석사, 부산가톨릭대학교)

연구상대역 : 이권섭(팀장, 산업안전보건연구원 화학물질센터)

〈〈 연 구 기 간 〉〉

2015. 3. ~ 2015. 11.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2015년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

관리대상 유해물질 선정을 위한 산업체 노출평가 및 사회성·경제성 평가 연구

(2015-연구원-1046)

발 행 일 : 2015년 10월 30일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 권 혁 면
연구책임자 : 김 치 년
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (305-380)대전 유성구 엑스포로 339번길 30
전 화 : (042) 869-0312
F A X : (042) 863-8361
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr