

# OSH

# 2008. 5 RESEARCH BRIEF

안전보건 연구동향 Vol. 9

2008년 5월 1일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 박두용 | ISSN 1976-345X | TEL 032-5100-757



## 기획특집

국가안전관리전략의 최근 동향(VIII)  
나노물질의 유해성과 미국 NTRC의 10대 중점과제

## 연구동향

직업성호흡기질환에 대한 역학적 고찰  
미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향 (I)

## 정책·법

일본 제1차 노동재해방지계획  
유럽의 최신 작업장 소음관리 논의 동향



산업안전보건연구원



있는 모습 그대로 사랑하며 함께 하는 즐거움,  
우리집입니다.

학교로 향하는 아이들의  
니팔꽃같은 얼굴에도  
사랑의 무거운 책임을 지고  
현관문을 나서는 아버지의 기침 소리에도  
어머니의 겸허한 이마에도  
아침은 환히 빛나고 있습니다.

-이해인의 『다시 시작하는 기쁨으로』 중에서-



# CONTENTS

04

## 기획특집

국가안전관리전략의 최근 동향(VIII)

나노물질의 유해성과 미국 NTRC의 10대 중점과제

20

## 연구동향

[연구논문] 미국과 독일의 산재예방을 위한 감독 체계 및 인력 현황 고찰

소음에 대한 작업환경측정 및 특수건강진단 결과의 분석

[리뷰논문] 직업성호흡기질환에 대한 역학적 고찰

[요약논문] 화학물질 사용작업장 호흡용보호구 사용실태 조사 및 관리방안 연구

방폭전기기계 · 기구 선정 기준 등 안전관리에 관한 연구

[연구기관] 연구원 2008년 연구과제 - 안전공학분야 연구과제 소개

미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향(I)

50

## 정책 · 법

일본 제11차 노동재해방지계획

유럽의 최신 작업장 소음관리 논의동향

62

## 통계프리즘

핀란드의 산업재해 및 직업병 통계현황 2003~2005

63

## 안전보건활동

직업병 역학 조사 - 직업성 천식으로 인한 사망

Case study - 설비의 파손부 관찰을 통한 재해원인 분석

산업안전보건 국내외 소식





박두용 원장 |  
산업안전보건연구원

# 국가안전관리전략의 최근 동향(VIII)

기획특집

애초에 이 글을 쓰기 시작한 것은 당시 국가안전관리 전략과 정책에 대해서 논의했던 사항들과 그 배경들에 대해 여러 사람들과 공유하는 것이 좋겠다고 생각했기 때문이었다. 논의했던 사항이라고 해서 꼭 여러 사람들이 합의했거나 그런 것은 아니었다. 전반적인 흐름이나 동향, 그리고 법리나 안전관리 체계에 대해서 연구를 진행해 오면서 여러 가지 토론과 논의가 있었지만 보고서를 정리하거나 이 글을 쓰는 동안 필자의 주관적 해석과 주장 그리고 생각이 많이 반영되었다.

그런데 연구진이나 외부의 모든 전문가가 전적으로 동의하는 확실한 결론이 하나 있었으니 그것은 바로 “사고와 상해에 대한 통계생산체계의 구축과 자료의 전산화 및 공유”였다. 물론 이번 연구에서 구체적인 방법론과 세부추진방안을 제시했다기보다는 그 필요성과 원칙을 제시한 것에 불과하다고 볼 수 있다, 그렇지만 구체적인 방법에 기술적인 난관이 있는 것은 아니기 때문에 정책적 의지만 있다면 이 문제는 쉽게 해결이 될 수도 있는 문제라고 본다. 이번 호에서는 그 이야기를 하고자 한다. 이번 호에 실린 사고 및 손상에 대한 통계 부분은 대부분 국가안전관리 전략 연구 보고서에서 발췌한 것이며, 이 부분은 주로 서울의대 이진석 교수팀에서 연구한 것임을 밝혀 둔다.

## 국가안전관리 전략 2 : 사고 및 손상에 대한 통계생산체계 구축과 자료의 전산화 및 공유

### ■ 배경 및 필요성

올바른 처방을 내리기 위해서는 무엇보다 문제가 무엇인지를 정확히 알아야 한다. 여기에서 문제라고 하는 것의 핵심은 사고의 크기와 특성 그리고 원인일 것이다. 원인을 정확히 알아야 효과가 있는 대책을 세울 수 있

다. 그런데 원인을 파악하기 위해서는 먼저 무슨 사고가 어디에서 얼마나 일어나는지, 그리고 누가 어떤 피해를 얼마나 보고 있으며, 사고를 일으킨 자는 누구인지 등 사고의 특성에 대한 정보가 있어야 한다.

사고대책을 마련하는 최소한의 기본적인 정보는 필수조건이며, 아주 상세한 정보는 충분조건이라고 볼 수 있다. 다시 말해서 사고정보는 사고예방대책 수립의 필요충분조건이라고 볼 수 있다. 물론 예방대책을 실현하는 데는 현실 가용가능한 자원의 제약이라는 한계가 있기 마련이다. 그러나 이러한 제약과 다른 대안 등에 대한 정보가 충분하다면 현실적인 자원제약이 문제가 되지 않는다. 따라서 적어도 이론적으로는 정보만 충분하다면 주어진 자원으로 최대의 효과를 거둘 수 있는 사고예방대책을 수립할 수 있다. 더구나 한정된 자원(인력, 기술, 자원, 시간 등)으로 사고예방 효과를 거두기 위해서라면 사고규모, 사고빈발 정도, 그리고 사고피해의 심각도 등에 대한 정확한 정보가 반드시 있어야 한다. 그래야 올바른 자원의 배분과 투입량을 결정할 수 있기 때문이다.

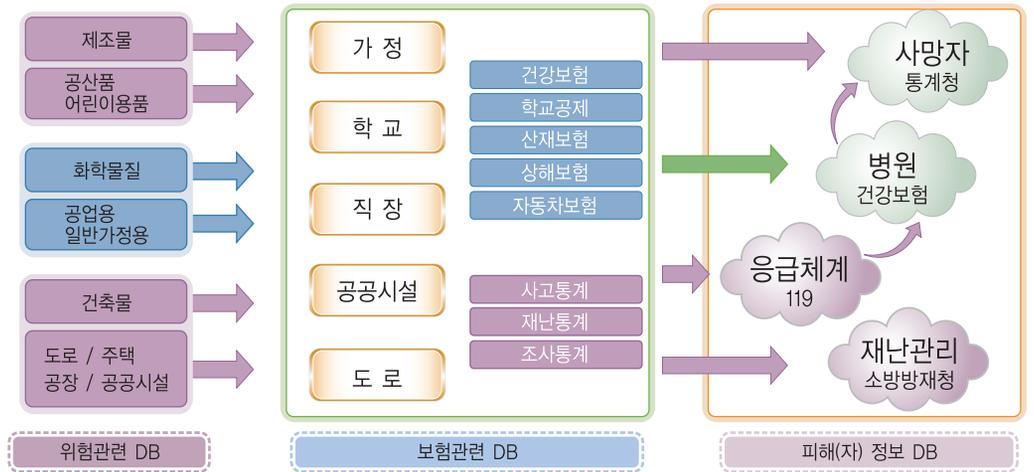
사고규모 및 특성 파악에 대한 필요성에 대해서는 더 이상 구구절절이 말할 필요가 없을 것 같다. 다음과 같이 몇 가지로 정리하고 사고통계의 현황과 내용에 대해 살펴보기로 한다.

- ➔ 계획, 집행, 평가의 근거
- ➔ 예산의 효율적 배분
- ➔ 합리적인 판단
- ➔ 위험생산자의 사회적 책임강화 근거
- ➔ 이해당사자의 안전에 대한 권리강화
- ➔ 사회적 합의(consensus)의 근거
- ➔ 소통의 근거

## ■ 안전사고 정보와 사고 및 손상관련 통계

안전사고 발생 위험에 대한 정보와 사고 및 손상관련 정보나 통계자료에 대한 종류와 구분은 <그림 1>과 같다.

먼저 사고가 발생하기 이전 단계에서 각종 기계, 기구, 건물, 설비, 시설물, 에너지(가스, 전기), 물질(화학물질, 병원성 생물체) 등의 잠재적 위험도(potential hazard) 및 그 분포도에 관련된, 소위 위험정보나 위험관련 통계 및 DB가 있다. 관련 정보 및 통계자료는 크게 안전성 시험결과 또는 성능시험결과에 대한 것과 제품이나 시설물에 관련된 사고통계 또는 그 통계로부터 추정(평가)된 위험도에 대한 정보이다. 사고와 관련된 통계는 대부분 신고 또는 조사를 통하여 집계된 사고통계와 관련보험통계가 있다. <그림 1>의 가운데 부분에서 볼 수 있듯이 사고관련 통계 DB와 사고통계 및 조사통계가 여기에 해당한다. 마지막으로 119에 의해 구조가 이루어진 사고 및 응급실에서 집계된 사고손상 자료 그리고 통계청에 집계된 사망자료 등이 있다.



[그림 1] 안전사고 관련 DB 및 사고와 손상에 관련된 DB

앞에서도 이미 말한 바 있지만 우리나라 안전관리의 가장 기본적인 문제 중의 하나는 사고 및 위험에 대한 현황파악이나 사고를 유발하는 근본적인 원인 및 문제점 파악이 미흡하다는 것이다. 이 연구가 이루어지기까지 우리나라에서 사고로 인한 전체규모 및 세부사항에 대한 분석이 거의 이루어진 적이 없었다는 것이 이를 단적으로 보여준다.

그 동안 사고분석이나 통계자료의 생산은 대개 분야별로 이루어지고 있었다. 예를 들어, 산재 통계는 산재보상보험의 요양을 받은 근로자만을 대상으로 하고 있다. 2005년 기준으로 업무상 사고로 인한 산재요양근로자는 76,518명이며, 업무상 사고로 인한 사고사망자는 2,493명이었다. 그러나 본 연구에서 건강보험자료를 분석한 결과 '일하다가 다친 경우는 2,782,491건으로 현재의 산재통계상 업무상 사고자의 36배에 달하는 것으로 나타났다. 이것은 국민의 입장에서 볼 때 현행의 산재통계만으로는 우리나라 전체에서 일하다가 발생한 사고에 대한 규모는 물론 그 세부 사항도 파악이 불가능하다는 것을 말한다.

한편 경찰청과 교통안전공단에서 집계하고 있는 교통사고 통계는 경찰에 신고된 것을 대상으로 집계하고 있다. 따라서 교통사고분석도 이 자료에 의존하고 있다. 그러나 자동차보험에 의한 교통사고자는 경찰에 신고된 교통사고 건수의 4배에서 5배에 이르며, 건강보험으로 처리된 교통사고 건수까지 포함하면 여기에서 2배정도 더 늘어난다. 역시 국민의 입장이거나 국가적인 차원에서 사고 예방대책을 수립하는데 필요한 교통사고 통계가 부실하다는 것을 알 수 있다. 초, 중, 고등학교에서의 사고통계 역시, 학교공제회 등을 통하여 일부 집계되고 있으나 일부분에 불과하여 전체 학교에서 발생하는 안전사고 규모는 파악되지 않고 있는 실정이다.

우리나라에서 1년에 사고로 인하여 병원에서 치료받은 환자는 12,380,330명에 이르며 이 중에서 일하다 다치거나 교통사고로 인한 사고를 제외하여도 618,734명에 달했다. 하지만 이에 대한 구체적인 사고유형 및 기인물에 대해서는 파악조차 제대로 되지 않고 있는 실정이다. 따라서 국가 안전관리 대책을 수립하거나 안전관리에 대한 적절한 자원의 배분 및 우선순위조차 정하기 어려운 실정에 있다.

■ 안전사고 관련 국내 통계 DB 현황

● 부처별 안전사고 관련 자료 수집 현황

2007년 조사 당시 우리나라 정부부처에서 보유하고 있는 안전사고 통계 DB의 종류 및 생산시스템은 통계청의 사망원인통계원시자료, 질병관리본부의 손상감시자료수집 분석시스템, 소비자의 소비자위해정보시스템, 교육과학기술부 학교안전공제회의 보상금지급, 보건복지가족부의 보육시설사고 발생과 비용부담현황 및 청소년수련시설사고현황, 문화체육관광부의 유원시설 안전사고현황, 경찰청의 교통사고 통계와 범죄정보관리시스템, 소방방재청의 긴급구조활동정보시스템, 국토해양부의 항공조사현황 및 도로교통사고 DB, 노동부의 산업재해 DB와 해양안전심원 시설 안전사고현황, 농림부의 농작업안전사고감시 DB 등 이었다.

관련부처 및 기관별로 생산 또는 관리하고 있는 안전사고 통계현황에 대해 연구팀이 조사한 바를 정리하면 <표 1>과 같다. 조사대상은 정부부처 및 유관기관에서 공식적으로 제공하는 안전사고 관련 자료에 국한한 것이다. 이 표를 보는 순간 독자들은 종류나 양적인 측면에서 적지 않은 사고관련 통계가 생산되거나 생산시스템이 구축(?)되어 있다는 것에 놀랄 것이다. 그리고는 사고통계가 부실하거나 거의 없다는 필자의 말에 속았다는 느낌이 들지도 모르겠다.

그러나 표를 면밀하게 살펴보면 이러한 통계가 필요하다고 법령이나 관련 규정에 명시되어 있을 뿐이거나 그에 따라 일부 되는대로(?) 통계를 집계하고 있는 정도에 불과한 것들이 한두 가지가 아님을 쉽게 알 수 있을 것이다. 이런 규정을 법령에서 살펴보면 대개 다음과 같이 표현되고 있다. “~하여야 한다” 또는 “~할 수 있다”. 이와 같은 규정이 있다는 것과 실제로 또는 취지나 목적에 맞게 그렇게 하고 있는가 하는 것과는 별개의 문제이다. 또한 그러한 자료가 생산되고 있다는 것과 그러한 자료가 실체를 제대로 반영하고 있는가 하는 것은 별개의 문제다.

<표 1> 관련 부처 및 기관별 손상 통계와 관련된 사항

부처	관련부서	부서 사명	DB	보유
국토해양부	항공철도조사위원회 (철도조사팀)	항공, 철도사고 예방 재발 방지	미보유	
	항공철도조사위원회 (항공조사팀)		보유	항공조사현황
	도로교통안전관리공단	교통안전 교육, 홍보, 연구 및 교통안전정책 및 대책 수립	보유	교통사고통계분석시스템
	교통안전공단	통합 도로교통사고 DB전산망 구축 및 관리 업무, 교통안전연차보고서 및 교통안전백서 등 대외지원 업무, 교통사고 원인 및 통계분석에 관한 업무 등	미보유	도로교통사고 DB
	중앙해양안전심판원	중앙 해양 안전 심판원 및 지방 해양 안전 심판원	보유	해양안전심판시스템
노동부	안전보건정책과	산업재해에 관하여 조사하고 이에 관한 통계를 유지 관리	보유	산업재해 DB
	한국산업안전공단	산업재해 발생빈도 등 예방사업기초자료 제공	보유	재해자 DB
	근로복지공단	산업재해보상보험법에 의거하여 근로자의 업무상 재해를 신속공정하게 보상하고 이에 필요한 보험시설을 설치·운영	보유	NIS, RIS

부처	관련부서	부서 사명	DB	보유
지식경제부	에너지안전과	가스/전기/송유관등 에너지분야 안전관리, 에너지 분야 안전에 대한 지도점검 및 홍보	미보유	
	한국전기안전공사	전기안전사고 자료 수집 및 분석, 데이터베이스의 유지보수	보유	전기안전관리 정보시스템
	한국가스안전공사	가스로 인한 사고를 원인 분석하여 대내외에 홍보함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하고자 함	보유	가스사고통계
농림수산식품부	농촌사회여성팀, 협동조합과	농업인 복지, 건강보험 및 안전공제, 농업인(농작업) 재해공제 지원	미보유	
	농촌진흥청	농작업재해 감시체계 및 안전관리시스템 구축	보유	농작업안전사고감시
통계청	인구동향과	전국민 사망원인의 통계 분석	보유	사망원인통계 원시자료
보건복지가족부	아동안전권리팀	아동안전사고 사망 및 발생감소위한 정책 개발	미보유	
질병관리본부	만성병조사팀	만성병에 관한 조사 및 역학조사, 통계의 생산 및 보급, 만성병감시 전산망개발 및 운영	보유	1) 손상감시자료수집 분석 시스템 2) 심층응급실자료 입력
식품의약품안전청	의약품안전정책과	식품안전과 의약품 오염용 예방 정책 수립	미보유	소비자원자료 활용
소비자원	위해정보팀	소비자의 생명, 신체 및 재산상의 위해 방지	보유	소비자위해정보시스템
교육과학기술부	교육단체협력팀	안전공제회 법률 제정관련 기초자료 조사	미보유	
	학교안전공제회	학교교육활동 중에 사고로 인한 학생의 손해를 보상	보유	보상금지급
보건복지가족부	보육산업정책과	보육지원	보유	보육시설사고발생 및 비용부담현황
문화체육관광부	관광산업과	유원시설 육성 및 지원	보유	유원시설 안전사고 현황
경찰청	교통안전담당관실	교통사고 조사와 교통안전 정책 수립	보유	교통사고통계
	수사국	범죄 통계 및 수사자료의 분석	보유	범죄정보관리시스템
소방방재청	U119과	구조구급 법령과 제도의 연구, 구조구급기술의 연구 및 개발 보급, 재난현장의 응급조치	보유	긴급구조활동정보시스템
	화재조사팀	화재통계 및 주요화재 사례 분석 연구	미보유	
지자체 소방방재본부	구조구급과	구조구급관련 업무, 대응기획업무	보유	구급현장정보

한편 안전사고 관련 통계자료와 그로 인한 인적 피해, 즉 사고손상의 정도를 파악하기 위하여 의료이용 정보와 연계되는지 여부를 파악한 결과는 <표 2>와 같다. 이와 같은 분석을 통해서 다음과 같은 문제점들이 파악되었다.

- 사고의 종류, 사고날짜 및 시간에 대한 정보는 대부분의 자료원에서 제공
- 사고 시 근무여부 및 활동, 사고관련 도구에 대한 정보는 거의 없음
- 사고비용에 대한 정보는 일부 자료원에서만 제공
- 의료이용에 관한 정보는 미흡
- 손상종류에 대한 진단명과 치료종류, 입원기간은 자료원의 30% 정도가 제공
- 그 외 일상생활제한일수, 치료비용, 장애양상에 대한 정보는 대부분 미제공

〈표 2〉 기관별 안전사고 정보 및 의료이용 정보

자료원 (손상통계 DB)	안전사고 정보							의료이용 정보								
	사고 종류 원인	사고 날짜	사고 시간	근무 여부	사고 시 활동	사고 관련 도구 기구	사고비 용	손상 종류 진단 명	치료 종류	내원 일	퇴원 일	장애 양상	손상 중도	일상 생활 제한 일수	입원 기간	치료 비용
사망원인통계	✓	✓	✓					✓								
손상감시자료수집 분석시스템	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓				✓
심층 응급실 자료입력	✓			✓	✓	✓		✓		✓	✓					✓
소비자위해정보시스템	✓	✓				✓										✓
보유시설사고발생 및 비용부담현황	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓							✓
안전공제회운영현황 (보상금 지급 안전사고실태)	✓	✓	✓				✓	✓								✓
청소년수련시설사고현황	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
유원시설안전사고현황	✓	✓	✓			✓										
교통사고통계	✓	✓	✓				✓						✓			
교통사고통계분석시스템																
도로교통사고(DB예정)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									
해양안전심판시스템	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									
철도조사현황(DB 명 미정)																
항공조사현황	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
산업재해 DB	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
재해자 DB	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
NIS, RIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
농작업안전사고감시	✓							✓						✓		✓
전기안전관리정보시스템	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓			
가스사고통계	✓	✓	✓		✓	✓	✓									
긴급구조활동정보시스템	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓							
구급현장정보																
범죄정보관리시스템	✓	✓	✓													

● **국내 안전사고 통계 DB 문제점**

| 문제점 1 생산체계 미흡 또는 부족 |

일부 안전사고 DB는 최근에 구축되었거나 또는 최근에 구축하여 시스템은 있으나 데이터가 수집되지 않고 있거나 현재 계획 중인 상태에 있는 것이 많았다.

### | 문제점 2 비체계적인 시스템 |

서로 다른 자료원을 사용하는 정부부처간은 물론이고 같은 자료원을 쓰는 정부부처와 부서 간에도 사용하고 있는 DB의 구조나 변수가 통일되지 않아 상호 연계가 되지 않는 문제가 있다. 각 부처나 부서 자체에서는 문제가 없을지 모르지만 국가적인 차원에서 보면 안전사고 관련 DB가 구축되지 못하는 결과를 낳고 있다. 비체계적인 문제는 앞으로 DB의 종류와 양이 많아질수록 더욱 심각한 문제가 발생할 것이다. 보통 상호 연계가 되지 않는 DB를 연계시키는 것보다 새로 DB를 구축하는 비용이 더 적게 들어갈 정도로 상호 충돌되거나 연계가 부족한 DB문제는 국가적인 차원에서 보면 엄청난 자원의 손실문제를 안고 있는 것이다. 그야말로 국소최적, 전체최악(local optimized, system failure)의 전형적인 사례라고 볼 수 있다.

### | 문제점 3 DB 내용부실(제한적인 정보) |

대부분의 자료원에서 사고 종류, 날짜 및 시간 등 기본적인 정보이외에 사고분석 및 예방에 필요한 정보인 사고의 기인물(도구나 시설 등), 사고 시 활동 등에 대한 정보가 부족하며, 특히 사고비용에 대한 정보는 일부 자료원에서만 제한적으로 제공하고 있을 뿐이다. 모든 사고 DB에서 사고비용에 대한 정보를 제공할 수는 없겠지만 최소한 다른 보험통계 등과 연계분석이 가능하도록 하는 방안을 열어 놓아야 할 것이다.

### | 문제점 4 의료이용에 관한 정보제공 부족 |

사고관련 DB의 30%정도가 손상종류에 대한 진단명과 치료종류, 입원기간에 대한 정보를 제공하고 있으나 그 외의 일상생활제한일수, 치료비용, 장애양상에 대한 정보는 대부분 제공하지 않고 있다.

### | 문제점 5 상이한 데이터 정의와 분류 |

각각의 사고관련 통계 DB별로 변수의 정의가 달라 상호연계 및 심층분석이 거의 불가능한 실정이다. 몇 가지 대표적인 예를 살펴보면 다음과 같다.

- **손상의 정의** : 사망원인통계는 모든 손상으로 인한 사망을, 손상감시자료 수집분석시스템은 모든 손상으로 인한 의료이용을 기준으로 손상을 정의하고 있다. 소비자위해정보시스템은 물건의 결함으로 인한 손상을, 교육시설에서 제공되는 자료는 학교, 유치원, 수련시설에서의 손상을, 각종 교통사고 관련기관에서 제공되는 자료는 도로교통, 해양사고, 항공사고, 철도 사고를 손상으로 정의하고 있고 산업재해는 4일 이상의 요양을 요하는 재해를 손상으로 정의하고 있다.

- **사고 기전 분류** : 사망원인통계의 경우, 사망으로 이어지기 쉬운 치명적인 사고기전을 주로 다루고, 손상감시자료의 경우에는 주로 의료이용을 하는 비치명적인 사고를 다루고 있다. 한편 운수사고의 경우, 사망원인통계와 응급의료정보망에서는 보행자, 차량, 자전거, 오토바이 등으로 분류하고 있고, 퇴원환자조사는 차량을 승용차, 밴, 버스, 트럭으로 더 세분화하고 있다. 교통사고통계는 보행자를 제외하고 이륜차, 승용차, 승합차, 화물차, 특수차로 분류하고 있어 각각 서로 다른 분류체계를 가지고 있다.



- **중증도** : 손상감시자료에서는 응급실 사망, 입원, 귀가로 분류한 반면에 교통사고통계에서는 5일간 치료, 3주간 치료, 30일 이내 사망을 기준으로 네 가지, 즉 사망, 중상, 경상, 부상신고로 분류하고 있다.
- **사고 발생 장소** : 사망원인통계, 손상감시자료 및 소비자위해정보시스템, 구급현장정보는 대체로 유사한 분류체계를 갖고 있다. 그러나 특수 자료원, 예를 들어 보육시설자료, 교통사고, 해양 및 항공자료 등은 각각의 사고성격에 맞는 발생장소분류를 갖고 있어 자료원별 비교가 어렵다. 한편 사망원인통계의 경우 사고장소라기 보다는 사망한 장소를 기록하고 있어 대부분 사망장소가 병원으로 기재되는 경우가 많아 사고 발생장소 개념과는 거리가 있다.
- **사고 시 활동** : 사망원인통계는 사고발생시 활동에 대한 정보가 단지 근무여부로 한정되어 있으며, 손상감시자료의 경우는 이보다는 세분화되어 있다. 보육 및 교육시설자료와 해양안전자료는 특수한 환경에 따라 활동이 분류되어 있다.

**| 문제점 1 + 5 대표성의 문제 |**

사망원인통계원시자료(전국민대상)와 질병관리본부의 손상감시자료수집분석시스템(표본추출: 국민건강영양조사, 응급의료정보망, 퇴원환자조사)과 같이 일부 전수조사가 이루어지는 것을 제외하고는 사고 및 손상관련 자료를 능동적으로 수집하는 것이 아니라 신고에 의해 접수된 자료를 집계하거나 또는 보상이 이루어진 경우에 대해서만 자료를 수집하기 때문에 자료수집 대상 집단의 대표성이 떨어지는 문제가 발생한다. 대표성이 떨어지면 사고규모나 내용, 즉 문제의 크기 및 원인 등에 왜곡이 일어날 수 있어 엉뚱한 진단을 하게 되고 엉뚱한 진단은 잘못된 사고예방대책을 수립하는 결과를 초래하게 된다. 현재 이것이 우리나라의 사고예방대책을 마련하는데 있어서 가장 크고 시급한 문제점 중의 하나라고 생각된다.

**■ 이번 호를 마치며**

연재가 길어지면서 글을 쓰는 필자가 서서히 지쳐간다는 느낌이 든다. 글을 읽는 독자들은 오죽할까? 이번 호에서 서둘러 DB이야기를 모두 끝내고, 다음 호에서 국가안전관리 전략 및 정책에 대한 원칙을 정리하면서 연재를 마치려고 계획했었는데 DB이야기가 약간 길어졌다. 사고 및 손상관련 DB가 중요하기도 하고 DB부분은 주로 서울의대 이진석 교수팀이 연구한 것을 옮겨 신다보니 필자 마음대로 글의 내용과 길이를 재단하기가 어려웠다. 또한 이틈에 사고 및 손상관련 DB부분을 한번 훑어보는 것도 좋을 것 같아서 자료를 중심으로 나열해 보았다. 다음 호에서는 해외에서 사고 및 손상관련 DB를 어떻게 구축하고 관리하고 있는지 대표적인 사례를 살펴보고 그 다음 호에서 국가안전관리 전략 및 정책의 원칙을 정리하면서 '국가안전관리전략의 최근동향' 연재를 마칠 계획이다. ☺



이병훈 교수  
서울대학교 약학대학

# 나노물질의 유해성과 미국 NTRC의 10대 중점과제

## 기획특집

최근에는 과학, 의학뿐만 아니라 생활용품 등에도 나노물질이 널리 사용되고 있다. 하지만 독특한 물리화학적 특성들로 인해 나노물질을 생산·취급·연구하는 근로자들에게 새로운 위험요인이 되고 있다. 따라서 본 고에서는 나노물질의 사용실태와 유해성 평가(Risk Assessment) 관련 문헌을 고찰해 보고 미국 NIOSH NTRC (Nano Technology Research Center)의 10대 중점과제를 소개하고자 한다.

### ■ 나노기술의 현황 및 전망

나노는 난쟁이를 뜻하는 그리스어 나노스(nanos)에서 유래하였다. 1 나노미터(nm)는 10억 분의 1 m로서 사람 머리카락 굵기의 10만 분의 1, 대략 원자 3~4개의 크기에 해당한다. 나노기술은 100만 분의 1을 뜻하는 마이크로를 넘어서는 미세한 기술로서 1981년 스위스 IBM 연구소에서 원자와 원자의 결합상태를 볼 수 있는 주사형 터널링 현미경(Scanning Tunneling Microscope)을 개발하면서부터 본격적으로 등장하였고, 미국·일본 등의 선진국에서는 1990년대부터 국가적 연구과제로 삼아 연구해 오고 있다. 한국에서는 2001년 7월 “나노기술종합발전계획”이 수립되고 2002년 12월 “나노기술개발촉진법”이 제정된 이후 2010년까지 기계구조용 소재, 환경·에너지 응용소재, IT 응용소재, BT 응용소재의 전략분야에서 세계 5위권의 핵심원천기술을 확보하여 선진국대비 80% 이상 수준으로 핵심기술역량을 높이는 계획을 수립한 바 있다.

나노기술(nanotechnology)은 기존재료의 결정립, 제2상, 기공 등을 수백 나노미터 크기 이하로 제어·조합함으로써 물성이 현저히 향상되거나 새로운 물성을 나타내는 top-down 공정의 나노기술과, 나노메타스케일에서 물질구조를 합성·제어하여 새로운 물성과 기능이 창조되는 bottom-up 공정의 나노기술을 모두 포함한다.<sup>1)</sup> 2006년 한국과학기술평가원(KISTEP)에서 발간된 「나노소재 기술영향평가 보고서」에 따르면 미국의 나노비즈니스 얼라이언스(Nano Business Alliance)는 반도체를 제외한 나노기술산업의 세계시장이 2001년 460억 달러에서 2010년에는 1조

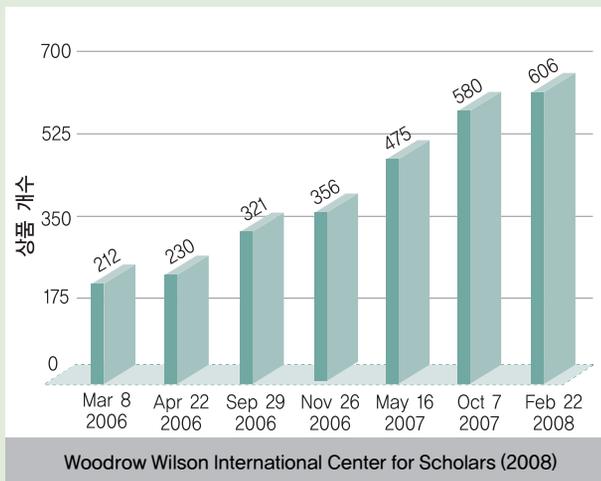
1) 나노소재 기술영향평가자료집, 한국과학기술평가원, 2006



달러로 연평균 30% 이상 성장할 것으로 예상하고 있다. 미국과학재단(NSF)은 향후 10년에서 15년 이내에 나노관련 산업의 규모는 1조 달러 규모로 급성장할 것으로 예측하였다. Lux Research는 나노기술을 응용한 제품시장이 2004년 당시 전세계 제조업부문의 0.1% 이하인 130억 달러 수준이었지만 2014년에는 15%까지 성장해 2조6천억달러에 이를 것으로 전망하였다. 2014년 나노기술 제품의 산업시장은 IT 산업규모와 같아지고, BT 산업보다 10배 이상 크게 될 전망이다.<sup>2)</sup>

### ■ 나노물질의 사용실태

나노기술이 발달함에 따라 나노기술을 이용한 소비재 상품이 크게 증가하고 있다. 2008년 2월 22일 현재 Woodrow Wilson International Center for Scholar에서 발행한 “Nanotechnology Consumer Products Inventory”<sup>3)</sup>에는 모두 606종의 상품이 등록되어 있으며 이는 조사가 처음 시작된 2006년 3월의 212건에 비해 약 3배가량 증가한 수치이다. 제품군으로는 Health and Fitness로 분류된 건강관련제품이 369건으로 가장 많고, Home and Garden, Electronics and Computers로 분류



[그림 1] 나노소재를 이용한 소비재 사용현황

된 제품군이 다수를 차지하고 있다. 특히 눈에 띄는 것은 Food and Beverage가 58건으로 전체 제품군의 약 10%의 큰 비중을 차지하고 있다. 또한 소재별로 보면 은나노가 143건으로 가장 많고 그 다음으로 fullerene 등을 포함하는 탄소나노, 그리고 zinc, titanium, silica 등이 뒤를 잇는다.

### ■ 나노물질에 대한 노출

나노물질의 사용이 증가함에 따라, 작업장에서의 노출 및 일반인에서의 노출 또한 증가하고 있다. 일반인의 노출은 나노물질을 함유한 제품으로부터의 노출이며, 나노물질을 사용한 선크림이나 의복으로부터의 노출을 대표적으로 들 수 있다. 직업적 노출은 나노물질을 가공, 포장 등 취급하는 공정 전반에서 일어난다. 그 예로는 나노물질 생산 챔버의 청소 시 누출, 여과장치의 잔유물 누출, 스프레이 건조 시 누출, 공장이나 운송 중 누출사고, 재해 등을 들 수 있다. 작업장에서의 나노물질 생산은 대부분 밀폐된 시스템에서 이루어지기 때문에 노출 가능성이 적고 포장, 운송, 청소 때 더 노출 가능성이 높으며, 일반적인 나노물질 노출에 비해 고농도로 노출 될 가능성이 있다. <표 1, 2>는 일반시민과 작업장에서의 노출 발생원, 노출집단, 노출경로 등을 나타내고 있다.<sup>4)</sup>

Aitken et al에 따르면 대학, 연구소나 회사에서 노출근로자에 대한 정보를 파악할 수 없는 등 나노물질에 노출되는 사람에 대한 현황에 대해서는 아직 연구결과가 부족하여 파악되지 않고 있으며, 국내에서 또한 나노 환경노출에 대한 기본적인 조사나 작업장에서 근로자의 노출영향에 관한 연구가 되어 있지 않다.<sup>5)</sup> 또한 TLV(Threshold Limit Value) 나 TWA(Time-Weighted Average) 등의 나노물질에 대한 노출 기준이 없기 때문에 근로자에서의 위험성을 제대로 파악하기가 어렵다. 근로자의 경우 나노물질이 포함된 공기 및 생산과정에서 나노물질에 상시로 노출되기 때문에 위험성이 일반인에 비해 크다고 볼 수 있다. 따라서 현재 나노물질별 작업장 노출기준을 마련하는 것이 시급하다.

2) 나노소재 기술영향분석보고서, 한국과학기술연구원, 2006

3) Woodrow Wilson International Center for Scholars, Project on Emerging Nanotechnologies ([http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis\\_draft/](http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/), 2008년 3월8일 최종접속)

4) 윤종식, 나노입자에 의한 잠재된 건강상위험과 보건학적 논점, 2007

5) R. J. Aitken, K. S. Creely, and C. L. Tran, Nanoparticles: an occupational hygiene review. Sudbury, Suffolk, Grande-Bretagne. HSE, 100p. <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr274.pdf>. (2004)

〈표 1〉 일반인의 나노물질 노출원 및 노출경로

제품 형태	누출 또는 노출발생원	노출집단	노출경로
나노물질 함유된 선 크림	소비자가 피부에 바름	소비자	피부흡수
	소비자에 의한 방출 (비눗물 세척 후 상수도 유입)	일반인	섭취
	선크림 용기 폐기 (잔유물의 소각 또는 매립)	일반인	흡입 또는 섭취
차량 배출물을 녹이기 위한 나노촉매 첨가제	연소배출물의 공기중 배출 (그후 물에 침전)	일반인	흡입 또는 섭취
페인트, 코팅제	마모, 폐기	소비자, 일반인	피부흡수, 흡입 또는 섭취
의복	의복착용, 세척, 폐기	소비자, 일반인	피부흡수
전자제품	사용 최종단계 또는 재활용시 방출	소비자, 일반인	피부흡수, 흡입 또는 섭취
스포츠용품	사용 최종단계 또는 재활용시 방출	소비자, 일반인	피부흡수, 흡입 또는 섭취

〈표 2〉 근로자의 나노물질 노출원 및 노출경로

합성 공정	입자의 형성	노출원 또는 근로자 직업	노출경로
가스 상	공기중	양압의 반응기에서 직접 노출	흡입
		반응기내 백필터에서 제품 회수시 노출	흡입, 피부
		건조 분말의 가공, 포장	흡입, 피부
		장비의 청소/유지관리	흡입, 피부
콜로이드/마모	액체, 부유물	액체 부유물이 건조되어 분말화 될 때/건조 분말의 가공, 포장	흡입, 피부
		건조 분말의 가공, 포장	흡입, 피부
		장비의 청소/유지관리	피부

■ 나노물질의 유해성

● 안전성 측면에서 본 나노물질의 특성

나노물질은 나노미터 크기의 범주에서 조각·분석하고 이를 제어함으로써 새롭거나 개선된 물리적, 화학적, 생물학적 특성을 나타내는 소재, 소자 또는 시스템을 말하며, 이를 만들어내는 과학기술을 나노기술이라 하고, 이를 이용하여 새로운 기능, 뛰어난 특성을 이끌어내는 기술을 나노소재기술이라고 한다. 최근 나노(소재)기술이 미래의 기술로 각광받

고, 다양한 분야에서 나노물질을 이용한 제품이 개발되고 이를 활용하려는 시도는 나노물질이 갖고 있는 고유한 물리·화학적 특성 중 크기, 모양, 표면화학적 성질 등에 기인한다. 하지만 나노물질의 이와같은 성질은 인체영향이 기존물질의 그것과 전혀 다른 새로운 형태로 나타나게 하며, 이런 점들은 지금까지의 독성학적 이론을 벗어난 새로운 개념의 정립을 요구하고 있다. 나노물질의 독성은 다음의 몇 가지 면에서 기존의 독성학적 개념과 일치하지 않는 부분이 있다.

**첫째**, 기존의 용량-반응관계(Dose-Response)와 달리 서로 다른 크기의 나노입자의 독성은 용량보다 표면적에 더 큰 영향을 받는다. 예를들어, 생쥐에게 서로 다른 크기의 TiO<sub>2</sub> 입자를 주입하였을때 염증유발 효과는 같은 용량을 주더라도 입자의 크기에 따라 독성이 다르게 나타나며, 입자의 크기에 관계없이 표면적이 같으면 같은 정도의 독성이 나타난다.<sup>6)</sup> 일반적으로 입자가 나노사이즈로 되면 질량대비 표면적이 급격히 증가하여 화학반응에서의 촉매역할을 수행하기 좋은 환경이 된다. 따라서 나노입자의 독성을 평가할 때에는 중량뿐만 아니라 표면적도 고려해야 한다.

**둘째**, 같은 나노물질이라도 뇌-혈액관문을 통과할 수 있는 능력은 표면전하에 큰 영향을 받는다. 즉, 같은 종류, 같은 크기의 나노물질도 표면전하에 따라 신경계에 미치는 영향은 다르게 나타난다.<sup>7)</sup>

**셋째**, 나노물질의 독성은 크기뿐 아니라 그 모양에도 영향을 받는다. 예를들면 single walled carbon nanotube (SWCNT; 1~4 nm), ultrafine carbon black(UfCB; 14.3 nm), SiO<sub>2</sub>(2.14 μm)에 의한 폐의 염증 및 섬유화는 입자의 크기와 형태의 영향을 받는다.<sup>8)</sup>

현재까지 나노물질의 독성 및 유해성에 관한 연구보고 수준은 아직 초보적인 수준이고 지금까지 많이 연구된 미세입자들은 나노입자보다 크기가 수십~수천배 크며 실제 나노기술로 만들어진 물질은 이러한 미세입자 단일성분으로 구

6) Oberdorster, G, Oberdorster, E, Oberdorster J (2005) Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. Environ. Health Perspect., 113, 823-839.  
 7) Lockman, PR, Koziara, JM, Mumper, RJ, Allen, DD (2004) Nanoparticle surface charges alter blood-brain barrier integrity and permeability. J Drug Target., 12, 635-41.  
 8) Shvedova, AA, Kisin, ER, Mercer, R, Murray, AR, Johnson, VJ, Potapovich, AI, Tyurina, YY, Gorelik, O, Arepalli, S, Schwegler-Berry, D, Hubbs, AF, Antonini, J, Evans, DE, Ku, BK, Ramsey, D, Maynard, A, Kagan, VE, Castranova, V, Baron, P. (2005) Unusual inflammatory and fibrogenic pulmonary responses to single-walled carbon nanotubes in mice. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 289, L698-708.



성된 것이 아니기 때문에 나노물질의 독성을 기존의 독성학적 개념으로 이해하기는 상당히 어렵다. 따라서 나노기술의 발달로 나노독성(nanotoxicology)이란 새로운 영역이 만들어졌으며 이 분야의 연구는 새로운 패러다임의 정립이 필요한 분야이다. 본 보고서에서 다루고자 하는 궁극적인 내용은 나노물질에 의한 인체 건강영향이지만 이를 평가하기 위해서는 나노물질의 위해성평가(risk assessment)가 선행되어야 하고, 위해성평가를 위해서는 나노물질의 유해성(hazard)과 노출(exposure)에 관한 정보가 충분히 제공되어야 하는데 아직 이에 대한 충분한 데이터가 축적되어있지 않다. 따라서 본 고에서는 나노물질이 사람에게 노출될 수 있는 경로에 따른 흡수의 특성을 살펴보고, 흡수되었을 때 발생할 수 있는 독성을 중심으로 기술하고자 한다.

● 호흡기를 통해 흡수된 나노물질의 호흡기 독성

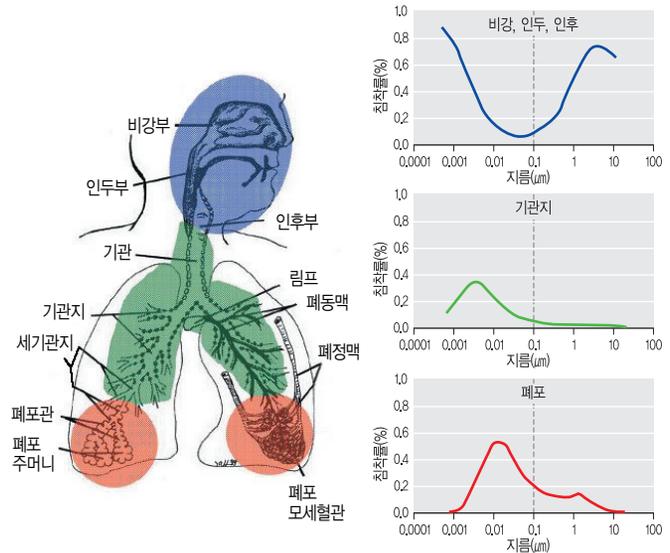
1) 호흡기 노출에 따른 나노물질의 흡수

나노물질이 독성학적 측면에서 중요한 이슈는 나노물질의 미세한 입자크기와 이에 따른 표면적의 증가이다. 호흡기를 통한 독성발현에서 가장 중요한 요인 중 하나는 흡입된 입자의 폐포 도달 가능성인데, [그림 2]에서 보듯이 1nm 입자는 90%가 코와 상기도부위(nasopharyngeal region)에, 10%가 기도 및 기관지부위(tracheobronchial region)에 침착되며 폐포에는 전혀 도달하지 못하는 반면, 5nm의 입자는 세 부분에 고루(약 30%씩) 분포하고, 20nm 정도 되면 폐포에 50%정도 도달할 수 있어 크기를 기준으로 보면 가장 큰 독성을 유발할 수 있는 조건이다.

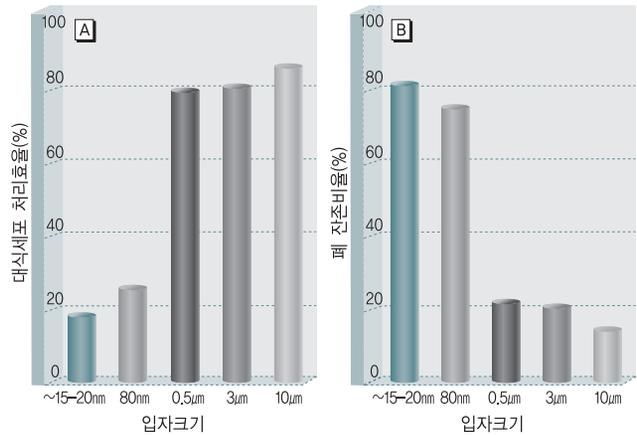
일반적으로 폐포에 도달된 입자상 물질은 폐포 대식세포에 의해 처리되고 이는 다시 호흡기의 점막과 섬모에 의한 기계적 배출기전(mucociliary escalation)에 의해 체외로 배출된다. 입자의 폐포에서의 반감기는 흰쥐에서 70일, 사람에서 700일정도 되는데 얼마나 빨리 처리되는가는 대식세포가 입자상물질을 얼마나 잘 감지하여 그곳으로 이동하는가에 달려있어 보통 입자 침착 후 6~12시간 정도면 대식세포에 의해 처리되기 시작한다.

대식세포가 입자를 처리하는 속도는 입자의 크기에 비례한다. 그림에서 보는바와 같이 입자가 작을수록 폐포 대식세포

포에 의해 감지되어 처리되는 효율은 떨어지고 반대로 폐의 상피세포나 간질액에 흡수되는 비율은 높아진다. [그림 3]



[그림 2] 호흡기 노출시 입자상 물질의 크기에 따른 예상 침착부위



[그림 3] 흡입된 입자상물질의 크기별 대식세포 처리효율(A) 및 폐 잔존비율(B)

2) 나노물질에 의한 산화스트레스 및 염증반응 유발

폐로 흡수된 나노물질에 의해 산화스트레스와 염증반응이 유발되는 것은 많은 연구에서 보고되고 있다. 무독하다고 알려진 polystyrene(64nm)은 동물실험과 세포실험 모두에서 호흡기 염증과 관련된 다양한 지표를 변화시켰고 염증유발의 원인으로 알려진 활성산소종의 생성을 증가시켰다. 특히 폐에서 염증세포의 증가는 투여한 polystyrene의 표면적에 비례하였다.<sup>9)</sup>

9) Brown DM, Wilson MR, MacNee W, Stone V, Donaldson K. (2001) Size-dependent proinflammatory effects of ultrafine polystyrene particles: a role for surface area and oxidative stress in the enhanced activity of ultrafines. Toxicol Appl Pharmacol. 175, 191-199.

나노입자는 산화스트레스를 유발하고 그 결과 지방과산 화물이나 산화형 글루타치온을 생성한다. 이와같이 세포내의 산화환원평형이 산화쪽으로 변화하게 되면 다양한 반응이 일어나게 되는데 그중 하나는 염증반응의 중요한 조절물질인 NF- $\kappa$ B의 활성화와 이에 의해 조절되는 많은 염증관련 단백질(TNF- $\alpha$ , IL-8, IL-2, IL-6, GM-CSF, ICAM-1, E-selectin 등)의 합성이다.

### 3) 나노물질에 의한 호흡기 독성

흰쥐에서 미세한 나노입자와 같은 화학물질이 이 보다 큰 입자에 비해 호흡기 독성을 증가시킨다는 여러 연구결과가 보고된 바 있다. 입자의 크기와 표면적이 미치는 영향을 고려하여 수행한 몇 가지의 연구결과를 종합해보면 다음과 같다.<sup>10)</sup>

- i) Nano quartz particle(50nm)는 fine quartz particle(400nm)에 비해 호흡기독성이 훨씬 강하다. 즉, 같은 용량을 투여했을 때 나타나는 호흡기 독성은 입자의 크기에 반비례한다.
- ii) Nano-sized TiO<sub>2</sub>(250nm×30nm), fine-sized TiO<sub>2</sub>(300nm), TiO<sub>2</sub> nanoscale dot particle(10nm)의 호흡기 독성에는 큰 차이가 없다. 즉, 입자의 크기가 독성을 결정하는 단독 요인은 아니다.
- iii) Alumina와 amorphous silica를 처리한 TiO<sub>2</sub>는 그렇지 않은 TiO<sub>2</sub>에 비해 호흡기 독성이 증가한다. 즉, 노출표면의 처리는 입자의 독성을 변화시킬 수 있다.

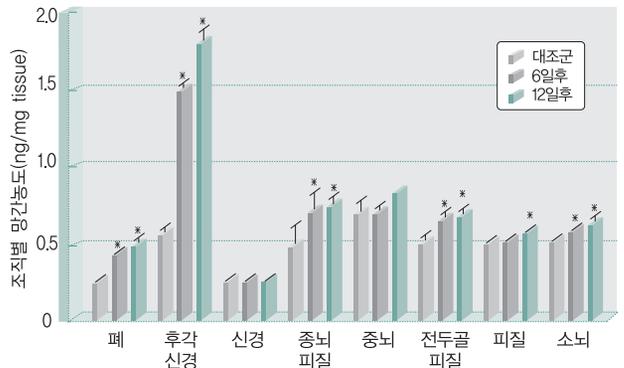
따라서 나노물질은 입자의 수와 크기 분배, 표적장기로의 분포, 입자의 표면 처리, 나노 입자의 응집되는 정도, 입자의 표면 극성, 입자 형태와 전자적인 잠재성, 입자 형성 방법 등 다양한 요인에 서로 다른 정도의 호흡기 독성을 유발한다.

### ● 호흡기를 통해 흡수된 나노물질의 신경 독성

#### 1) 호흡기를 통해 흡수된 나노물질의 신경계 이동

1940년대 초 30nm 크기의 바이러스를 원숭이에 비강흡입시키는 연구결과를 통해 코로 흡입된 나노물질이 후각망울을 경유해서 신경계로 유입될 수 있는 가능성을 확인하였다.<sup>11)</sup> 최근 Oberdörster는 흰쥐를 36nm 크기의 나노입

자에 노출시켰을 때 흡입 후 1일 쯤부터 후각망울에 나노물질이 많이 유입된 것을 확인하였고,<sup>12)</sup> 이같은 현상은 유사한 다른 실험에서도 비슷하게 재현되었다.<sup>13)</sup> 따라서 호흡기를 통한 나노입자의 신경독성 가능성은 매우 크다고 할 수 있다. [그림 4]



[그림 4] MnO<sub>2</sub> aerosols(3~8nm)을 흡입시킨 후 조직별 Mn 농도 분포

#### 2) 나노물질의 신경계 이동에 있어서 입자크기의 중요성

호흡기를 통해 나노물질이 신경계로 유입되는 정도는 입자의 크기에 따라 다르며, 입자가 큰 경우에는 앞에서 서술한 경로에 따라 유입되지 않음이 밝혀졌다. 이는 이전의 연구들에서 전자현미경을 통해 후각신경을 관찰한 결과 신경돌기(axon)의 직경이 100~200nm에 불과하기 때문이다.

#### 3) 나노물질의 신경독성

나노입자가 신경계에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 연구는 아직까지는 많이 이루어져 있지 않으나, 나노입자의 독성학이 주목을 받으면서 최근 나노입자의 신경독성에 대한 발표들도 나오고 있다. Campbell은 대기오염으로 인한 입자들에 대한 노출의 증가가 흰쥐의 뇌에 어떤 영향을 미치는지를 면역에 대한 지표들의 증가를 가지고 연구를 하였다. 흰쥐를 초미세입자와 미세입자에 노출시켰을 때 뇌에서의 NF- $\kappa$ B, TNF- $\alpha$ , IL-1 등 염증관련 지표가 모두 증가하는 것을 확인하였다.<sup>14)</sup>

10) Tsuji, JS, Maynard, AD, Howard, PC, James, JT, Lam, CW, Warheit, DB, and Santamaria, AB (2006) Research strategies for safety evaluation of nanomaterials, part IV: risk assessment of nanoparticles. Toxicol Sci, 89, 42-50.  
 11) Howe, HA, Bodian, D (1940) Portals of entry of poliomyelitis virus in the chimpanzee. Proc Soc Exp Biol Med 43, 718-721.  
 12) Oberdörster, G, Sharp, Z, Atudorei, V, Elder, A, Gelein, R, Kreyling, W, et al. (2004) Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. Inhal Toxicol 16, 437-445.  
 13) Elder, A, Gelein, R, Silvia, V, Feikert, T, Opanashuk, L, Oberdörster, G, et al. (2006) Translocation of Inhaled Ultrafine Manganese Oxide Particles to the Central Nervous System. Environ. Health Perspect. 114, 1172-1178.  
 14) Campbell A, Oldham M, Becaria A, Bondy SC, Meacher D, Sloutas C, et al. (2005) Particulate matter in polluted air may increase biomarkers of inflammation in mouse brain. Neurotoxicology 26, 133-140.



● 나노물질의 경피흡수에 따른 건강영향

1) 물질투과 장벽으로서의 피부역할

피부는 인체에서 가장 큰 장기이면서 외부물질에 가장 먼저 노출되는 경로이기도 하다. 피부는 표피와 진피로 나누어지며 표피는 다시 각질층, 유극층, 기저층으로 구성되어 있다. 이들은 물질투과에 대한 보호역할을 하므로 일반적인 상황에서 피부는 외부물질에 노출되었을 때 튼튼한 장벽의 역할을 한다. 나노물질의 경우, 경피흡수를 위한 약물전달체에 응용되고 있으며, 피부보호를 위한 제품에 zinc oxide 나 titanium oxide 등이 포함되어 사용되고 있기 때문에, 나노물질에 대한 피부노출은 상당한 중요성을 가진다고 할 수 있다.

2) 나노물질의 피부투과

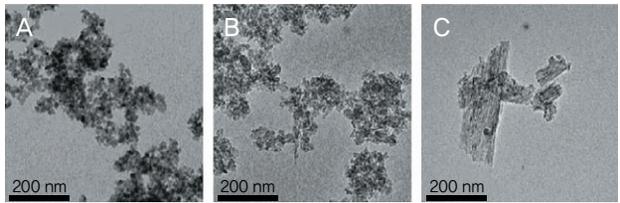
Tinkle 등은 beryllium이 흡수되는 경로로서 피부를 가정하고 공초점현미경을 통해 0.5~1 μm 입자를 관찰하였다. 피부를 비튼 상황에서 Be 입자는 각질층을 통과하여 표피 혹은 진피까지 도달한다.<sup>15)</sup> 진피에 도달한 입자가 전신순환계로 이행하는가 하는 실험도 진행되었는데, Oberdörster 등은 석면 섬유가 임파절로 흡수되어 전신순환계로 이행하는 것을 관찰하였다. 피부가 손상 받은 경우에는 각질층이 보호장벽으로 작용할 수 없으므로 위에서 언급한 입자보다 훨씬 큰 입자들까지도 피부를 통해서 흡수될 수 있다.

3) 나노물질의 피부독성

가) titanium oxide에 의한 피부의 독성

anatase TiO<sub>2</sub>(20nm; 112~153m<sup>2</sup>/g; 그림 5A)와 rutile TiO<sub>2</sub>(3.2nm; 112m<sup>2</sup>/g; 그림 5C)를 비교해보면 rutile TiO<sub>2</sub>는 anatase TiO<sub>2</sub>에 비해 입자크기가 작지만 응집력이 강해 밀집된 형태를 띠어 표면적은 거의 비슷하다. anatase TiO<sub>2</sub>와 rutile TiO<sub>2</sub>가 인간의 피부섬유아세포에 미치는 독성을 비교해본 결과, anatase TiO<sub>2</sub>는 rutile TiO<sub>2</sub>에 비해 100배 정도 강한 세포독성이 나타났고 이는 anatase TiO<sub>2</sub>의 활성

산소종 생성과 밀접한 관계가 있음이 확인되었다.<sup>16)</sup>



[그림 5] TiO<sub>2</sub>의 전자현미경 사진.  
(A) anatase, (B) anatase/rutile (60/40), (C) rutile TiO<sub>2</sub>.

나) 탄소 나노입자에 의한 피부의 세포독성

탄소 나노튜브와 같은 나노입자는 넓은 표면적을 가지며, 높은 전기전도도와 강도를 갖는다. multi-wall carbon nano-onions(MWCNO)와 multi-wall carbon nanotubes (MWCNT)를 인간의 피부 섬유아세포에 노출시켜 나노물질의 독성기전을 연구해본 결과 탄소나노입자는 농도 의존적이지는 않지만 명백히 세포생존율에 영향을 미치고 동일한 실험계에서 염증반응에 관여하는 유전자의 발현을 변화시켰다.<sup>17)</sup> MWCNT와 MWCNO 사이의 독성 차이를 살펴보면, MWCNT가 세포에 더 큰 영향을 주는 것으로 생각된다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 탄소나노입자의 세포독성은 나노물질 자체의 구조와 노출 양 등이 모두 중요한 인자로서 작용한다고 생각할 수 있다.

다) 탄소나노입자에 의한 피부의 염증유발

MWCNT를 인간의 케라틴형성세포에 처리하여 cytokine의 분비와 노출시간에 따른 독성 변화를 연구하였다. 이 실험에서 나노입자는 노출시간에 비례하여 자극의 지표인 IL-8이 증가하는 경향을 보이고, 용량 의존적으로 세포의 생존율이 감소하고 있음이 확인되어 탄소나노입자가 피부자극을 일으킨다고 추론할 수 있다. 노출시간에 의존적으로 독성이 증가한다는 것은 MWCNT가 축적효과를 나타낸다고 생각할 수 있다.<sup>18)</sup>

15) Tinkle, SS, Antonini, JM, Rich, BA, Roberts, JR, Salmen, R, DePree, K, and Adkins, EJ (2003) Skin as a route of exposure and sensitization in chronic beryllium disease. *Environ. Health Perspect.* 111, 1202-1208.  
 16) Sayes, CM, Wahi, R, Kurian, PA, Liu, Y, West, JL, Ausman, KD, Warheit, DB, Colvin, VL (2006) Correlating nanoscale titania structure with toxicity: a cytotoxicity and inflammatory response study with human dermal fibroblasts and human lung epithelial cells. *Toxicol Sci.* 92, 174-185  
 17) Ding, L, Stilwell, J, Zhang, T, Elboudwarej, O, Jiang, H, Selegue, JP, Cooke, PA, Gray, JW, Chen, FF (2005) Molecular characterization of the cytotoxic mechanism of multiwall carbon nanotubes and nano-onions on human skin fibroblast. *Nano Lett.* 5, 2448-2264.  
 18) Monteiro-Riviere, NA, Nemanich, RJ, Inman, AO, Wang, YY, Riviere, JE (2005) Multi-walled carbon nanotube interactions with human epidermal keratinocytes. *Toxicol. Lett.* 155, 377-384.

● **나노물질의 경구흡수에 따른 건강영향**

1) 나노물질의 경구노출 경로

나노물질이 경구로 노출될 수 있는 경로는 크게 두 가지로, 첫째는 호흡기로 노출된 나노물질이 인후부나 기관지에 걸려 기계적으로 배설되면서 다시 소화기계로 재유입될 수 있고, 둘째는 나노물질을 함유한 음식, 물을 섭취하거나 나노물질을 이용한 화장품, 의약품 혹은 약물전달체를 복용하는 것이다.

2) 나노물질의 경구 흡수

아직 나노물질의 경구투여에 따른 독성을 시험한 연구결과는 많지 않으나 대부분의 경우 나노물질의 위장관 흡수는 입자의 표면화학적 특성, 용해도, 입자크기에 의해 결정되고 소화기를 통과하여 빠르게 배설되고 된다고 알려져 있다.

■ 미국의 근로자 건강장해 예방을 위한 대책

● **NIOSH의 Nano Technology Research Center(NTRC)**

미국의 NIOSH에서는 나노물질을 다루는 작업과 관련된 질병 및 손상을 예방하는데 선도적인 역할을 하고 있으며 2004년에 NTRC를 설립하여 이 분야 연구발전을 주도하고 있다. NIOSH 나노기술연구의 목적은 기관간에 나노기술 연구결과를 공유할 수 있는 도구를 만들고, 새로운 기술개발 및 연구를 촉진 할 수 있는 가이드라인을 만드는 데 있다. 이를 위해 근로자의 나노물질 노출 및 노출에 따른 영향, 나노기술의 제어를 위한 짜임새있고, 다차원적이며, 시의적절한 연구를 수행하고 있다.

● **NTRC의 4대 목표**

NTRC는 다음과 같은 4대 목표를 설정하고 이러한 목표를 달성하기 위해 중장기적인 전략을 세우고 있다.

● **NTRC 10대 중점과제**

NTRC는 지식격차가 존재하는 분야의 연구를 수행하고, 전략과 제안을 수립하기 위하여 다음의 10가지 중점과제를 선정하여 수행하고 있다. [그림 6]

① **Toxicity and Internal Dose**

- 입자의 표면적은 질량보다 노출측정에 있어서 적절한 것인가?
- 폐 내 나노입자의 높은 축적물은 기실에서 세포, 조직, 혈관으로의 나노입자의 이동과 제거에 영향을 주는가?
- 나노입자는 혈류에 존재하면서 다른 장기로 이동할 수 있는가?
- 어떤 기전으로 나노입자가 활성산소를 생성시키는가?
- 만약 나노입자가 피부를 투과한다면 작업자에게 부작용을 일으킬 수 있는가?

② **Risk Assessment**

- 흡입된 나노입자의 거동과 체내 다른 장기로 이동 증가 가능성을 설명하기 위해 현재 사용되는 설치류 폐 노출 모델의 확장
- 내재용량과 생물학적 반응 사이의 관계에 대해 설명하기 위한 모델 연구
- 다수의 타당성 있는 용량-반응 모델로부터 위해성 추정을 통합하기 위한 최고 수준의 통계적 방법 개발

목표	중장기 전략
나노물질로 인해 작업중 발생할 수 있는 질병 및 손상에 대한 이해	- 나노물질의 상대적 독성 및 건강영향 - 작업장내 공기중 나노입자 측정기술 - 예측가능한 동물모델을 통한 유해성, 용량반응성 및 위해성 평가
나노기술을 이용한 작업장 질병 및 손상 방지	- 나노기술을 이용한 방진복, 흡음재, 방화재, 배기가스 저감 촉매제 개발 - 응급상황 대처를 위한 나노기술기반 센서 및 통신장비 개발 - 착용가능한 센서 및 실시간 위험감지시스템 개발 - 나노기술기반 연료전지, lab-on-chip, optoelectronic device 개발
중재 및 권고를 통한 건강한 작업장 유지 및 증진	- 적용가능 최상의 기술을 이용한 가이드라인 개발 - 공학적 제어, 보호장구, 작업장에서의 노출한계 및 관리에 대한 연구결과 해석
국내외 협력을 통한 작업장 안전 및 건강 증진	- 정보의 발전 및 배포 - 작업장에서의 건강 및 안전교육



③ Epidemiology and Surveillance

- 나노물질을 다루는 작업장에 대한 산업안전조사
- 나노물질을 생산, 사용하는 모든 작업장에서는 정성적인 유해성 결정을 위한 수요조사(needs assessment)

④ Engineering Controls and PPEs

- 나노입자의 작업적 노출을 통제하기 위한 공학적 조절 방법
- 방독면 및 기타 개인보호장구의 개발

⑤ Measurement Methods

- 나노물질을 생산하는 제어된 실험실 환경을 수립하고 크기와 모양(구조와 형태)을 측정하는 기계효율성의 평가
- 실시간으로 대기 중 나노입자 에어로졸을 모니터링하는 기계의 평가
- 에어로졸의 표면적을 측정하는 혁신적인 방법을 연구하고 다른 모양과 크기의 나노입자에 대한 비교할 만한 결과를 제공하는가를 연구
- 나노에어로졸의 크기분포, 표면적, 농도를 측정하는 직독식 측정기 개발

⑥ Exposure Assessment

- 나노물질 생산자와 최종사용자에서의 정성적, 정량적 노출평가조사

⑦ Fire and Explosion Safety

- 구체적인 연구는 아직 시작하지 않고 관련문헌을 참고하여 연구방법의 개발을 시작

⑧ Recommendations and Guidance

- “Approaches to Safe Nanotechnology : An Information Exchange with NIOSH” 출간

⑨ Communication and Education

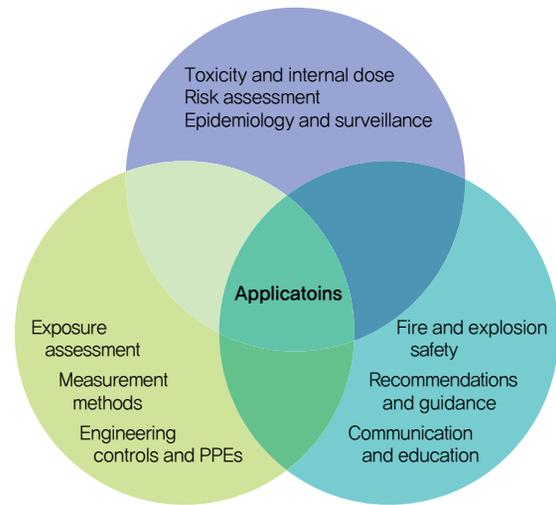
- NIOSH 홈페이지에 나노기술연구에 관해 심도 있게 다룬 웹페이지 제작 및 유지
- 나노기술에 대한 전반적인 정보 및 NTRC 연구프로그램을 담은 책자의 제작 및 배포
- 나노입자에 대한 자료를 포함하는 온라인 정보기반 구축

- 나노기술에 관한 국제학회 지원

- 작업장에서의 나노물질 노출에 대한 가이드라인 및 권고를 설정하는 자료 개발

⑩ Application

- 진보된 보호장구나 센서 등을 만드는 나노기술 적용에 관한 국내외 많은 연구 프로젝트에 연구비를 지원



[그림 6] NTRC의 10대 중점과제

■ 결론 및 제언

나노물질은 과학, 의학뿐만 아니라 생활용품 등 우리 주변에서 널리 사용되고 있으나 독특한 물리적 특성들로 인해 나노물질을 생산하고 이용하는 작업자들은 새로운 위험에 처하게 될 수도 있다. 나노물질의 유해성(hazard)에 대해서는 많은 실험적 데이터를 통해 확인할 수 있으나 근로자에 대한 유해성평가(risk assessment)를 위해서는 아직 해결해야 할 많은 과제가 존재한다. 국내현실과 선진국의 사례를 종합하여 우리에게 필요한 중점과제 및 우선순위를 도출하여 시급한 분야부터 단계적으로 해결해 갈 수 있는 정책수립이 요구된다. ㉞

# 미국과 독일의 산재예방을 위한 감독 체계 및 인력 현황 고찰

삶의 질 향상을 지향하는 미래의 복지 국가라는 개념에서 산업재해 예방은 중요한 이슈로 작용하게 될 것이다. 따라서 효과적인 산재예방 조직체계와 제도를 구축하기 위해 산업안전보건체계가 발달되어 있는 선진 국가 중 미국 및 독일을 대상으로 감독 인력의 현황과 역할을 자세하게 살펴보고자 한다.

## ■ 서론

국민 생활수준의 향상과 복지의 추구를 지향하는 현대국가에 있어서 국민의 생명과 안전 및 건강보호를 위한 국가의 역할은 이전보다 더욱 중요하게 인식되어지고 있다. 그 중에서도 경제활동인구가 하루의 대부분을 보내는 산업현장에서의 안전과 보건이라는 문제는 개인의 복지라는 문제를 넘어서서 가족과 사회, 그리고 국가에게까지 손실을 미칠 수 있는 중요한 사안이라고 할 수 있다. 즉, 현대 사회에서 근로자의 생활과 안전에 지대한 영향을 미치고 있는 것은 다름 아닌 산업현장에서의 재해와 직업병의 문제이며 이는 비단, 산업현장에서만 고민해야 할 사안이 아니라는 것이다. 이러한 이유로 산업현장에서의 사고와 질병을 예방하기 위한 사회적, 국가적인 노력이 반드시 필요하며 많은 선진 국가에서는 이를 중요한 대상으로 보고 오래 전부터 노력을 기울여왔다. 하지만 산업안전보건의 문제를 해결하기 위한 접근방법은 각 나라의 역사적 사회적 경제적 배경에 따라 달라질 수 있다. 따라서 각 국가의 배경에 맞는 조직과 행정체계를 가지고 적절한 예산 및 인력을 통해 산업재해 예방의 토대를 구축하는 것이 산업안전보건 문제해결의 핵심적인 사안이 된다.

우리나라의 산업안전보건관리 제도와 조직 및 체계에 대한 문제 제기는 예전부터 지속적으로 이루어져왔고 이에 대한 연구들도 부분적으로 수행되고 있다. 그러나 대부분이 매우 정성적인 방향을 제시하거나 단편적인 외국의 자료들을 통해 심정적인 비교를 하는 수준에 그치고 있다. 즉, 구체적이고 실질적인 데이터를 조사하고 이를 토대로 우리나라 실정에 어떠한 조직과 체계가 맞는 것인지, 국가 예산의 어느 정도를 투입해야 하는 것인지, 어느 정도의 인력으로 사업장을 관리해나가야 하는 지 등에 대한 가이드라인을 제시하기에는 역부족이었다고 파악된다. 우리나라는 특히, 산재예방 서비스체계가 정부 중앙부처이며 법적인 권한을 가지는 노동부와 산업안전보건 관련 기술적 지원을 하지만 법적인 권한이 거의 없는 한국산업안전공단으로 크게 나누어져 있어서 적절한 조직과 운영체계를 어떻게 세우느냐에 대한 문제가 항상 논의의 대상이었다고 할 수 있다.

그러므로 본 고에서는 향후 복지국가라는 개념에서 중요한 이슈로 작용할 산업재해 예방을 위한 효과적인 조직체계와 제도를 구축하기 위한 기초 작업으로서 산업안전보건관리가 발달되어 있는 국가 중 미국 및 독일을 대상으로 하여 특별히 감독 인력의 현황과 역할을 자세하게 살펴보



변혜정 연구원 |

서울대학교 보건환경연구소

기로 하겠다. 물론 각국의 역사적인 발전과정이나 여러 가지 상황들이 다양하기 때문에 직접적으로 비교하는 것은 무리이겠지만, 기존의 미비했던 데이터를 최대한 취합하여 제시함으로써 우리나라의 제도 개선에 필요한 정량적이고 실질적인 자료를 제시한다는 데에 의의가 있다고 하겠다. 이 내용을 조사하기 위해서 각 국가별 정부 공식 홈페이지에 제시된 보고서와 관련 문헌, 논문 등을 통해서 각 국가의 산업안전보건 행정체계를 우선적으로 파악하였고, 그 체계를 적절하게 운영하기 위해 현장에서 법집행을 직접적으로 수행하는 감독관의 인력 현황은 문헌 뿐 아니라 각 국가의 관련 담당자나 산업안전보건 업무를 수행하고 있는 사람들과 지속적으로 접촉하는 방법으로 취합하였다.

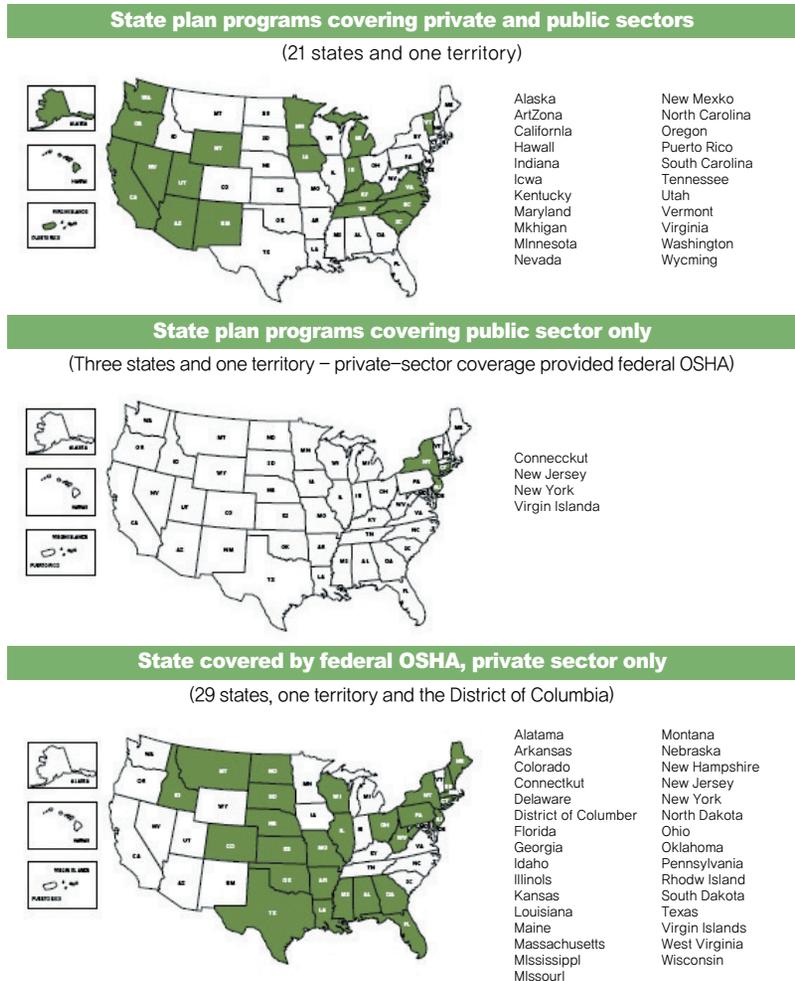
Administrative Programs), 건설국(Directorate of Construction), 협력 및 주정부관리국(Directorate of Cooperative and State Programs), 교육훈련국(Directorate of Training and Education), 감독관리국(Directorate of Enforcement Programs), 평가 및 분석국(Directorate for Evaluation and Analysis), 정보기술국(Directorate of Information Technology), 과학기술 및 의학국(Directorate of Science, Technology and Medicine), 기준 및 지도 관리국(Directorate of Standards and Guidance) 등으로 구성되어 있다. 이중 감독관리국(DEP)은 근로감독관이 OSHA 기준에 따라 사업장을 잘 감독할 수 있는 방법과 사업주가 해야 할 일에 대한 가이드라인 제시 등을 수행하고 있다. 주정부는 주의 크기와 환경특성에 따라 행정체계 등이 모두 다르기 때문에 일괄적으로 말하기는 어렵지만 대체로 연방 OSHA의 체계와 크게

## ■ 미국의 산재예방 행정체계 및 감독 업무 현황

### ● 행정체계

미국의 산업안전보건 관련 국가 행정조직은 크게 연방정부와 주정부 차원으로 나누어지고 대표적으로 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Agency)을 두고 있다. 연방정부의 정책에 따라 연방 OSHA의 승인을 받은 경우 주정부가 독자적으로 산업안전보건법(State OSH Act)을 제정하고 자체 산업안전보건 행정체계를 갖추어 프로그램을 운영하도록 장려하고 있는 것이 특징이다. 2007년 11월 현재, 21개의 주(state)와 1개의 준주(territory)가 공공 및 민간 부문 모두에 대해 주계획(state plan)을 가지고 안전보건 감독을 자체 실시하고 있으며 3개의 주와 1개의 준주는 공공부문만 독자적으로 관리하고 민간부문에 대해서는 연방 OSHA에서 관리하고 있다. 기타의 29개 주는 연방 OSHA의 관리를 맡고 있다(그림 1).

연방 OSHA는 방대하고 복잡한 조직으로 시기별로 조금씩 변화를 보이거나 현재는 행정 관리국(Directorate of



[그림 1] 미국내 자체 주계획 운영현황

다르지 않은 범위 내에서 구성되어 있다고 보면 된다. 연방 및 주정부의 OSHA에서는 사업장에 대한 현장 감독을 수행하고 결과에 대한 소환장 발급이나 벌금 부과 등의 업무를 수행하고 있으며 상담업무나 기타 산재예방을 위한 다양한 활동들, 즉 산업안전보건교육 등을 제공함으로써 건강한 작업습관을 유도하는 일들을 주로 하고 있다.

● 연방 및 주정부의 감독 체계 및 인력 현황

산업안전보건법이 사업장에서 실제적으로 집행되도록 하는 데에 있어 가장 중요한 것 중의 하나는 정부의 관리감독(inspection)이다. 노동감독 혹은 근로감독(labor inspection)은 대부분의 나라에서 노동부 등의 정부조직 아래에 전반적인 노동행정시스템을 갖추어 진행하는 것이 보통이다. 근로감독에는 산업안전보건만이 들어가는 것은 아니며, 작업조건, 강제노동, 어린이노동, 고용관계, 사회안정 및 성차별, 불공정고용 등의 사항 등이 포함되며, 나라별로는 감독관 한 사람이 이 모든 내용을 행하기도 하고 근로감독관과 산업안전보건감독관을 구분하여 특별히 산업안전보건에 관련한 기술적인 사항은 별도로 수행하기도 한다.

우리가 관심을 가지고 있는 부분은 근로자의 안전과 보건을 위한 기술적인 감독을 수행하는 감독관의 현황을 파악하고자 하는 것이므로 앞으로 논의되는 감독관이라 함은 산업안전보건 관련 감독관을 지칭한다고 보면 된다. 물론, 나라의 특성별로 한 명의 감독관이 근로감독과 산업안전보건감독을 다 수행하는 경우도 있는데 이 경우는 따로 명시하도록 하겠다.

〈표 1〉 연도별 OSHA FTE Staff 수와 관리대상 사업장 수 추이

연도	연간평균 근로자수	연간평균 사업장수	OSHA FTE Staff <sup>1)</sup>	OSHA FTE 1명이 관리하는 사업장수	OSHA FTE 1명이 관리하는 근로자수
1975	67,801,400	3,947,740	2,435	1,621	27,845
1980	73,395,500	4,544,800	2,951	1,540	24,871
1985	96,314,200	5,305,500	2,239	2,370	43,017
1990	108,657,200	6,076,400	2,425	2,506	44,807
1995	115,487,841	7,040,677	2,196	3,206	52,590
2000	129,877,063	7,879,116	2,259	3,488	57,493
2005	131,571,623	8,571,144	2,208	3,882	59,589

산업안전보건감독관 수를 살펴보기 이전에 우선, 연방 OSHA 전체 인원과 관리 대상 사업장 및 근로자수를 비교한 내용이 〈표 1〉에 제시되어 있다. 5년 단위로 보았을 때 OSHA가 설립된 바로 후인 1975년에 비해 2005년의 평균 근로자수와 사업장 수는 2배 이상 증가했으나 OSHA의 FTE 직원의 수는 227명이 감소하였다. 따라서 1 FTE staff가 관리하는 사업장과 근로자의 수 또한 2배 이상 증가하여 사업장 및 근로자에 대한 전반적인 관리업무의 부담이 점점 가중되고 있음을 보여주고 있다.

미국의 경우는 산업안전보건감독관이 별도로 있고 전문 분야별로 안전과 보건도 나누어 감독 업무를 수행하도록 하고 있다. 주정부의 내용에 따라서 감독 업무의 절차나 기준들이 조금 상이할 수는 있으나 기본적으로 통보 없이 현장을 방문하여 점검을 하고 이에 대해 소환장(citation)을 발부하거나 벌금(penalty)을 부과하는 절차를 가진다. 모든 사업장을 즉각적으로 다 점검한다는 것은 한정된 인원으로 거의 불가능한 일이기 때문에 OSHA에서는 점검 우선순위(inspection priorities)를 두어 가장 나쁜 경우부터 점검할 수 있도록 체계를 세워 두었다. 그 우선순위는 ①사망이나 심각한 신체적 상해가 예상되는 상황인 급박한 위험(Imminent danger), ②사망이나 3명 이상의 근로자가 병원에 입원하는 경우인 재난과 사망사고(Catastrophes and fatal accidents), ③공식적으로 근로자가 불안정하거나 불건강을 유도하는 작업환경에 대해 민원(complaint)과 문의(referral)를 하는 경우, ④점검절차에 따라 파악된 특정한 고위험 사업장, 작업 장소, 직업 혹은 위험물질에 대한 계획된 점검(Programmed inspection), ⑤이전에 사업주가 소환 받은 위반사항에 대한 개선여부를 보는 사후점검(Follow up inspections) 등의 순서이다.

미국 연방정부와 주정부의 산업안전보건감독관의 구체적인 현황 및 활동사항에 대한 자료는 1971년부터 1991년까지와 2001년부터 2006년까지의 두 부분으로 나누어 찾을 수 있었다. OSHA가 설립된 이후 법집행 프로그램(enforcement program)은 4단계로 발전하였다. 1971~1976년까지는 직원, 점검, 위반건수와 벌금이 급격히 증가하다가 1977~1980년에 이르러서는 양보다는 점검의 질을

1) Full Time Equivalent(FTE)는 직원수를 뜻하는 것이 아니라 전일(全日)근로시간으로 환산한 값으로, 말하자면 1 FTE는 전일 근무를 하는 1명의 직원이 수도 있고 혹은 매일 1시간씩 일하는 8명이 될 수도 있음.

위주로 하지는 방침 하에 새로운 정책과 평가 방법 등이 만들어지고 보건 감독관이 증가하였다. 1981~1985/1986년 동안에는 OSHA의 방침이 바뀌어 “대립보다는 협력 (cooperation rather than confrontation)”이라는 기치 아래 감독관 수의 감소, 현장보다는 기록 위주의 감독이 중심이 되어 점검 수는 늘어났으나 위반건수나 벌금은 감소하였다가 1985/1986~1991년에 와서는 다시 질적인 점검을 중시하는 방향으로 분위기가 바뀌면서 위반 건수와 벌금이 크게 증가하게 된다. 이 시기 동안의 미국 전체 산업안전보건 감독관 수와 안전과 보건 점검에 소요된 시간들이 <표 2>에 제시되었다. 시기별로 볼 때 산업안전보건감독관의 수가 증가와 감소를 거듭하지만, 1973년에 비해 1991년에는 총 567명에서 1,133명으로 약 2배가 증가되어 있다. 점검 한 건당 소요시간도 계속 늘어나서 1991년에는 1983년보다 안전은 10시간에서 17시간으로, 보건의는 34시간에서 43시간으로 증가하여 점검에 좀 더 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다.

<표 2> 연도별 미국 산업안전보건감독관 수와 점검시간 추이

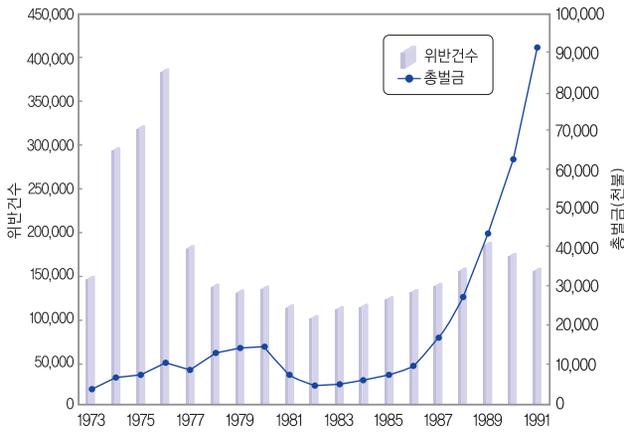
연도	산업안전보건감독관 (명)			점검당 시간	
	합계	안전	보건	안전	보건
1973	567	492	75		
1974	754	634	120		
1975	1,102	897	205		
1976	1,281	967	314		
1977	1,353	869	484		
1978	1,422	899	523		
1979	1,441	884	557		
1980	1,469	899	570		
1981	1,287	803	484		
1982	1,003	638	365		
1983	1,160	724	436	10	34
1984	1,040	648	392	10	32
1985	1,027	643	384	10	32
1986	975	612	363	11	33
1987	999	594	405	12	33
1988	1,153	692	461	13	32
1989	1,038	627	411	15	37
1990	1,207	693	514	16	41
1991	1,133	646	487	17	43

미국 OSHA의 감독관들이 사업장에서 점검하여 발견한 사항을 지역사무소에 보고하면 지역사무소장은 소환장을 발급할 것인지 벌금을 부과할 것인지를 결정하게 되며 위반의 종류는 다음과 같다.

- 사망이나 심각한 신체적 상해를 일으킬 잠재적 우려가 있는 중대한 위반(Serious Violation)
- 업무상 안전보건과 직접적인 연관성은 있지만 아마도 사망이나 심각한 신체적 상해를 일으키지는 않을 것으로 보이는 경미한 위반(Other-Than-Serious Violation)
- 사업주가 의도적으로 그리고 알면서 저지르는 고의적 위반(Willful Violation)
- 어떤 기준이나 규정 등에 대해 재점검을 실시했을 때 비슷한 위반사항이 발견되는 반복적 위반(Repeat Violation)
- 이전의 위반 사항에 대해서 개선을 하지 못했을 경우 민사 사건(civil penalty)으로 분류되어 기존에 개선하기로 했던 날짜부터 위반이 계속되는 일별로 벌금이 부과되는 개선 실패(Failure-to-Abate)

각 위반별로 벌금이 규정으로 정해져 있어서 고의적 위반과 반복적 위반은 최대 \$70,000, 나머지 위반들은 최대 \$7,000까지 벌금을 각각 부과하고 있다.

미국의 경우 최초의 산업안전보건법이 제정되었을 당시 부터 약 15년간은 경미한 사고에 대한 위반과 벌금 부과가 많았기 때문에 사고의 건수는 많았으나 벌금 자체는 크게 높지 않았다. 하지만 1987년 이후 경미한 사고보다는 중대한 사고나 고의적, 반복적 사고에 대한 위반건수가 상당한 비율을 차지하면서 부터 건수 자체는 크게 차이를 보이지 않으나, 벌금 금액은 크게 높아졌다[그림 2]. 따라서 OSHA의 정책 자체가 사업장에서 자체적인 관리가 가능한 경미한 사고보다는 심각한 유해원인이 있거나 사망을 일으킬 수 있는 고위험 사업장을 관리하는 데에 중점을 두고, 그 외에는 사업장에서 자체적으로 관리하는 방향으로 나아가고 있음을 짐작할 수 있다.



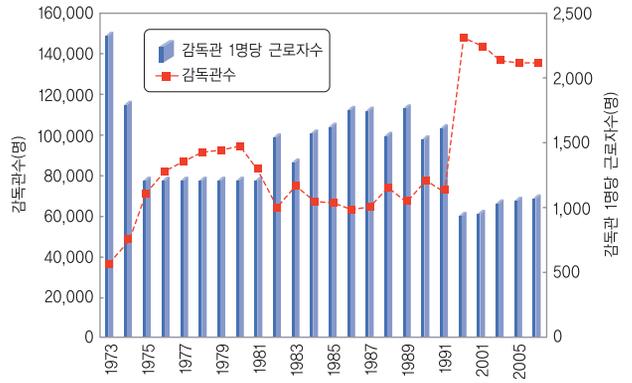
[그림 2] 연도별 미국 OSHA 감독 결과 위반건수와 총 벌금의 관계

그 이후 약 10년간의 데이터는 구하기가 어려웠고 2001년부터는 각 주별 산업안전보건감독관에 대한 구체적인 데이터를 검토할 수가 있었다. 산업안전보건감독관의 총 수는 1991년 1,133명에서 10년이 흐른 2001년에 와서는 거의 2배인 2,238명으로 증가하였다. 하지만 2001년 이후로는 계속 감소하여 2004년 2,138명, 2005년 2,117명 그리고 2006년에는 2,112명 정도이다. 산업안전보건감독관을 연방과 주정부로 나누어 생각해볼 때 연방 OSHA의 감소폭이 주정부보다 조금 더 큰 것으로 나타난다. 연방과 주정부 OSHA의 산업안전보건감독관 수와 점검 횟수가 <표 3>에 나타나 있다. 감독관의 수는 조금씩 감소하고 있는 반면, 감독 횟수는 증가하는 것으로 나타났고 연방 및 주정부 OSHA가 비슷한 비율을 보인다.

<표 3> 연도별 미국의 산업안전보건감독관 수와 점검 횟수 추이

연도	산업안전보건감독관 (명)			안전보건 점검횟수 (회)		
	합계	연방	주	합계	연방	주
2000	2,306	1,037	1,269	91,914	36,350	55,564
2001	2,238	860	1,378	92,263	35,941	56,322
2004	2,138	861	1,277	97,821	39,146	58,675
2005	2,117	827	1,290	96,127	38,783	57,344
2006	2,112	818	1,294	96,956	38,589	58,367

[그림 3]은 1973년부터 2006년까지 미국 산업안전보건감독관 인력 및 감독관 1명당 관리하는 근로자수의 추이를 대표화한 것이다. 1990년대에 비해서 2000년 이후 산업안전보건감독관의 수는 크게 증가하기는 했으나 점점 감소하고 있고, 2006년 점검 대상 근로자수는 약 68,892명 정도로 상당히 많은 것으로 나타났다.



[그림 3] 연도별 미국 산업안전보건감독관 인력 및 1명당 담당 근로자수 현황

## 독일의 산재예방 감독 인력 및 예산 현황

### ● 행정체계

독일의 경우 산업안전보건 행정체계에 독특한 부분이 있다. 기본적으로 독일의 산업안전보건 관련 체계는 연방정부와 주정부, BG(Berufsgenossenschaften)의 세 단위로 구분된다. 독일은 미국과 같이 연방국가의 형태이기는 하나 산업안전보건에 관한 개별법이 다수 존재하고 행정과 집행 체계도 연방정부와 주정부로 이원화되어 있는데다가 BG라는 동업조합 형태의 산재보험조합이 산업안전보건의 중추적인 역할을 하고 있다. 연방정부는 법제정과 정책의 수립을 관장하고 감독과 조연을 담당하고 실질적인 산업안전보건 관련 기술적 지원은 BG에서 담당하고 있는데, 이는 우리나라의 노동부와 한국산업안전공단과 비슷하여 자주 비교되곤 한다. 하지만, 독일의 BG는 산재예방, 재활 및 보상 기능을 모두 수행하고 있고 기술지도와 감독에 필요한 재해 예방규정(UVV)을 제정할 수 있는 의무와 권한을 가짐으로써 사업장에 대한 법적인 감독권한과 벌금 부과가 가능한 점, 그리고 재정 자체를 가입 사업주가 전적으로 부담하는 민간조직의 형태라는 점 등이 우리나라의 한국산업안전공단과는 확연히 다른 점이라고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 기술적인 부분에서 정부의 주요 조직 이외의 조직을 두고 산업안전보건에 관해 접근한다는 점에서 매우 흡사하기 때문에 여러 가지로 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

BG도 크게 산업부문, 농업부문, 공공부문의 세 부분으로 나뉘고 산업분야 BG(HVBG)가 가장 중요하다. HVBG는 2006년 현재 업종과 지역으로 구분된 26개의 단위 산재보

협조합으로 구성되고 14개의 업종별로 구분하여 운영하고 있다. 현재 가입 사업장 수는 3,003,122개소이고 근로자수는 30,252,851명이다. 원래는 단위 산재보험조합의 수가 35개였으나 단계적으로 축소하여 현재 26개를 유지하고 있다. 광업, 토사석업, 가스, 장거리 열전송 및 수도업, 금속업, 정밀기계 및 전기기술업, 화학업, 목재업, 종이 및 인쇄업, 섬유 및 가죽업, 식품 및 기호업, 건설업, 상업 및 사무업, 운수업, 의료업 등의 14개 업종이 있고 대부분의 산업을 다 포함한다고 볼 수 있다.

● HVBG의 감독 체계 및 인력 현황

실제 제조업 등의 산업안전보건분야의 기술적인 지원을 수행하는 곳이 HVBG이고 무엇보다 제조업에 대한 감독과 법집행의 역할은 대단히 크다고 할 수 있다. 따라서 산업분야 BG 내에는 각 업종별 BG마다 기술감독관(Technischer Aufwachsdienste)을 두고 BG에서 제정하여 승인받은 재해예방규정이 단위 사업장에서 제대로 지켜지는 지를 감사할 권리와 의무를 가진다. 재해예방규정을 지키지 않는 사업장의 경우 시정명령을 내릴 수 있으며 그 위반 정도가 심각한 경우에는 사업장의 한 부서 혹은 전체의 생산을 중단시킬 수도 있다. 또한, 사업주와 근로자에 대한 상담 및 지원의 역할도 수행하는데 최근에 이러한 역할이 대단히 강화되고 있다. 예를 들어, 위험분석 장치의 개발 및 활용, 산업안전보건 예방조치들을 사업장 차원에서 실행하는 데에 따른 구체적 상담, 사업장 안전담당자들의 질적 고양(교육) 등이 이에 속하고 특히, 중소기업 사업장들의 산업안전보건체제의 정착을 위한 지원이 지속적으로 강조되고 있다.

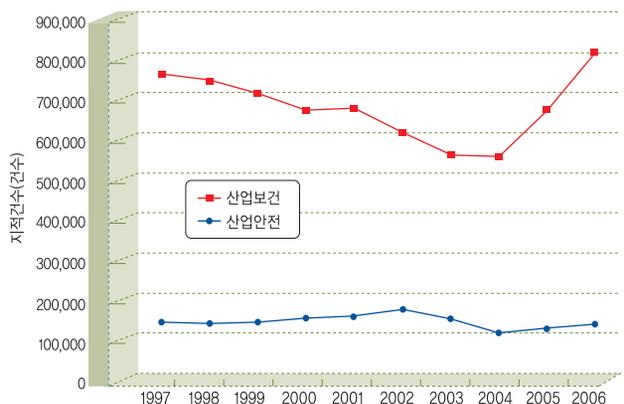
산업부문 BG가 사업장의 기술적인 감독을 얼마나 중요하게 생각하는 지는 인원수의 증가 비율만 봐도 알 수 있다. 전체 BG 인원수의 약 절반가량이 기술감독관이고 연도별 인원도 최근 들어서는 거의 변화가 없지만 감소하는 추세는 보이지 않고 있다. 업종별로 보았을 때는 2006년의 데이터를 보면, 건설부문의 기술감독관이 가장 많고(471명), 그 다음이 금속부문(348명), 상업 및 사무부문(291명), 음식부문(134명), 운수부문(119명) 등의 순을 보이고 있다. 기술감독관 1명이 담당하는 근로자수는 2006년 약 16,031명으로 추정된다.

독일 HVBG의 기술감독관 등이 수행하는 업무 현황은 2006년도에 총 332,553개 사업장에 대해 602,983회의 점

검을 실시하였고 이 중에서 안전사항이 미흡하다고 지적된 건수는 918,268건이었고 사고조사는 44,790건으로 상당히 활발한 활동을 하고 있음을 알 수 있다. 안전 등이 미흡하다고 지적된 사항들에 대해서는 특별히 1997년부터 산업안전과 산업보건을 나누어 [그림 4]에 제시하였다.

〈표 4〉 연도별 독일의 산업분야 BG에 속한 기술감독관 현황

연도	Technical inspectors	Other Technical Field Staff	Occupational Physician, scientific staff	Administrative Staff	Total
1986	1,251	173	96	1,048	2,567
1987	1,288	180	82	1,053	2,603
1988	1,338	197	93	1,089	2,717
1989	1,364	225	98	1,126	2,813
1990	1,537	258	114	1,183	3,092
1991	1,703	294	187	1,393	3,577
1992	1,833	350	200	1,428	3,811
1993	1,921	373	217	1,591	4,102
1994	1,972	378	215	1,628	4,193
1995	2,004	404	227	1,588	4,223
1996	2,046	405	263	1,666	4,380
1997	2,048	424	270	1,623	4,365
1998	2,053	406	315	1,700	4,474
1999	2,035	395	323	1,672	4,425
2000	2,043	393	316	1,609	4,361
2001	2,052	399	317	1,634	4,402
2002	2,043	386	334	1,608	4,371
2003	2,045	395	349	1,606	4,395
2004	2,020	408	340	1,626	4,394
2005	1,961	425	362	1,549	4,297
2006	1,884	405	400	1,526	4,215



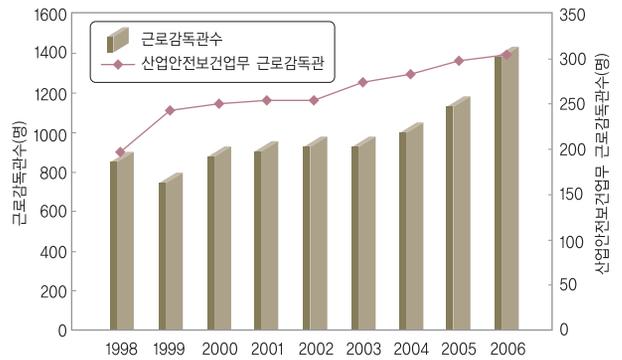
〈그림 4〉 연도별 독일 HVBG의 안전 및 보건 지적건수의 연도별 추이

산업보건과 관련한 지적사항은 연도별로 큰 차이가 없으나 산업안전과 관련한 사항은 2004년 이후로 크게 증가하고 있음을 알 수 있다. 2006년도 자료를 보면 가장 큰 비중을 차지하는 업종은 역시 건설업으로 전체 안전사항 미흡 지적건수의 63.2%를 차지하고 있었다. 그 다음은 금속업(11.3%), 식품 및 기호업(8.6%), 상업 및 사무업(5.9%) 등의 순이었다. 반면에 일상적인 안전점검 때 하는 권고(advice)를 제외하고 사업장에 대해 조언 및 상담을 수행한 횟수는 그 양상이 좀 달라서, 2001년 이후 계속 증가하는 추세를 보여 2006년에는 2001년에 비해 산업보건 관련 권고는 약 5배, 산업안전 관련 권고는 약 3배 정도 증가하였다. 즉, HVBG의 경우 일차적인 목적이 예방에 있다는 것을 보여준다.

### ■ 우리나라와의 비교 및 맺음말

우리나라의 경우는 감독 권한이 이원화되어 있다고 볼 수 있다. 즉, 노동부 소속으로 사업장에 대해 산업안전보건법을 집행하며 그 결과에 따라 위반사항에 대해 사법경찰관으로서의 직무를 하는 산업안전보건업무담당 근로감독관과 정부출연기관인 한국산업안전공단에 소속되어 사업장에 대해 직접적으로 건설, 안전, 보건 등과 관련한 기술지도를 수행하지만 법적인 권한은 없는 기술직 직원들이 있다. 산업안전보건업무 근로감독관은 기술직, 이공계열 전공자, 기타 산업안전보건에 관한 학식과 경험이 있는 자를 우선적으로 배치하도록 되어 있다. [그림 5]에서 보듯이 노동행정을 담당하는 근로감독관 수에 비해서 산업안전보건업무 근로감독관 수는 2006년 현재 약 21%에 불과하고 절대적인 숫자도 미국이나 독일에 비해 차이가 많이 남을 알 수 있다. 특히, 산업안전보건업무 근로감독관은 수도 모자란데 2007년 11월 현재, 정원의 약 87%인 298명만 감독관 업무에 종사하고 있다. 즉, 대부분의 감독관이 노사관계나 근로감독 등의 업무에 종사하고 산업안전보건업무를 전문으로 하는 감독관의 비율은 매우 미미하다는 것을 알 수 있다.

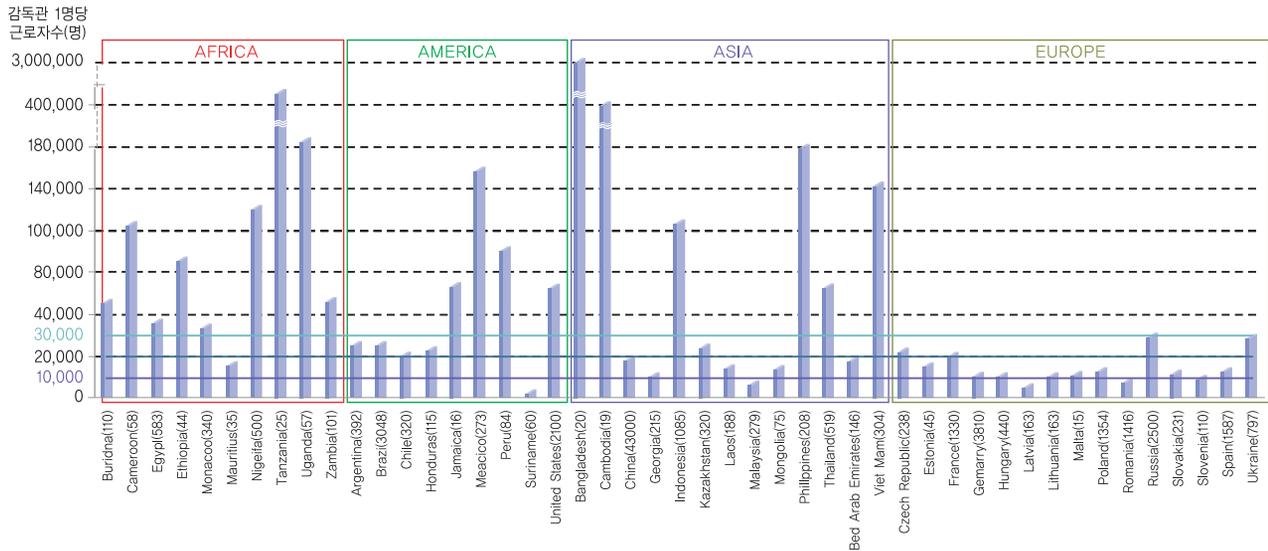
감독관처럼 법적인 권한을 가지고 있지는 않지만 정부의 준공무원 신분으로 현장에서 기술지도를 수행하고 있는 한국산업안전공단의 직원도 사실은 우리나라 사업장에서 산업안전보건법이 제대로 집행될 수 있도록 하는 업무를 하고



[그림 5] 노동부 근로감독관과 산업안전보건업무 감독관 수 비교

있다. 1987년 368명으로 시작하여 2007년 현재 1,319명으로 구성되어 있으나 이 수에는 기술직뿐만 아니라 관리직과 연구직 등도 포함되어 있으므로 사업장 감독업무를 수행하는 인력이라고 단적으로 말하기는 어렵다. 또한 독일의 BG 처럼 법적인 감독권한이나 제재 요건을 갖추고 있지 않아서 현장에서의 법집행을 실현하기 위한 강제력이 조금 떨어지는 것이 사실이다.

ILO(International Labor Office)에서는 2006년도에 “Strategies and Practice for Labour Inspection”이라는 의제 하에 나라의 수준별로 “적절한 감독관의 수(sufficient number of inspectors)”를 제시하였다. 물론 각 나라별로 충분한 감독관의 수라는 것이 여러 가지 우선순위에 따라 달라질 수 있겠지만 일단 ILO에서는 사업장의 크기와 수, 그리고 노동인력의 수 등을 기준으로 제시했다고 밝히고 있다. 감독관 수에 대한 benchmark는 선진국의 경우 근로자 10,000명당 감독관 1명, 산업화가 진행 중인 나라의 경우 근로자 15,000명당 감독관 1명, 개발도상국의 경우 근로자 20,000명당 감독관 1명, 그리고 아직 산업화가 안 된 나라는 근로자 40,000명당 감독관 1명을 제안하고 있다. 물론 이 감독관은 산업안전보건 기술감독관만을 의미하는 것이 아니라 넓은 의미의 노동 혹은 근로감독관을 의미하는 것임을 알아야 하겠다. 하지만 이러한 benchmark를 살펴봄으로써 각 나라의 현황을 일정한 기준을 가지고 비교해볼 수 있다는 점에서 시사하는 바가 적지 않아 옮겨보았다. 다음의 [그림 6]은 감독관 1명이 감독할 수 있는 근로자수를 나라별로 그래프화해서 ILO에서 제시한 것을 가져온 것이다. 미국과 독일의 예를 들지 않더라도 이 그래프에서 볼 때 우리나라의 감독 인력은 아직까지 미흡한 수준임을 알 수 있다.



[그림 6] 나라별 감독관 1명당 근로자수 비교(ILO, 2006)

근로자의 인권 뿐 아니라 작업환경에 대한 감독관의 긍정적인 효과(positive impact)는 두말 할 나위없이 중요하다. 즉, 효과적으로 감독 업무를 수행하여 법에서 요구하는 바를 실현시킬 수 있는 강제력이 실효성을 발휘할 때 근로자들의 안전보건 수준도 함께 향상될 수 있는 강한 힘을 받을 수 있다. 이를 위해서는 감독 업무가 조직적이고 체계적으로 이루어져야 하고 감독관의 질을 보장하는 것도 중요하지만 그 무엇보다 현장을 가급적 자주 방문하고 근로자들을 접촉할 수 있는 인원이 확보되어 있는가가 관건이라고 볼 수 있다. 그러한 점에서 감독관 인력의 수라는 것은 그 국가의 산재예방을 위한 노력의 적절한 지표(indicator)가 된다. 인원대비 근로자의 수가 과하면 현장에 대한 접근성이 떨어지고 따라서 우선순위에 따라 중요한 순서대로 일을 처리한다고 해도 놓치는 부분들이 생기며 우선순위가 높은 사업장에 대해서도 시간을 두고 충분한 대응을 할 여유를 가질 수 없게 되므로 효과적인 감독 업무를 수행할 수 있는 여건이 되기 어렵다. 근로감독 혹은 산업안전보건감독이라는 것은 해당하는 국가의 문화적, 사회적, 정치적 배경이나 역사, 그리고 행정적인 체계 등에 따라서 상당히 달라질 수 있는 부분이기 때문에 직접적인 비교를 한다는 것은 무리한 일이나, 단적으로 감독관의 인력 현황과 감독관 1명당 담당하는 근로자수만을 두고 보았을 때 미국 및 독일과 우리나라와는 상당한 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 향후 산업안전보건정책을 수립함에 있어서 산업안전보건법이 현장에서 충분히 실현할 수 있도록 하기 위해서는 감독관의 인력이나 배치의 문제, 그리고 한국산업안전공단의 기술직 직원의 적절한 활용 등에 대해

서도 보다 깊은 고민을 해야 할 것으로 생각된다. ㉞

참고문헌

- 독일 산재중앙연맹(HVBG). URL: <http://www.hvbg.de/e/pages/index.html>
- 미국 산업안전보건청(OSHA). URL: <http://www.osha.gov>
- 윤광재, 박태형, 주요제국의 행정제도 동향조사 : 미국의 연방정부조직, 한국행정연구원, 2004.
- 이종호, 독일의 산재보험제도와 산업안전정책, 안전보건 제15권 제1호 통권 제161호, 2003.
- 한성대학교, 주요 선진국의 사업장 안전관리 일원화 제도 및 운영 실태에 관한 연구 - 미국, 영국, 독일, 일본, 노동부, 2003.
- 한국산업안전공단, 독일의 산업안전보건제도 및 재해예방 활동, 한국산업안전공단, 1997.
- 한부영, 신현기, 독일행정론, 백산자료원, 2002.
- American Federation of Labor & Congress of Industrial Organizations, Death on the Job - The Toll of Neglect, AFL-CIO, 2002 ~ 2007. URL: <http://www.aflcio.org/issues/safety/memorial/>
- Committee on Employment and Social Policy, International Labour Office, Strategies and Practice for Labour Inspection(GB,297/ESP/3), ILO, 2006.
- Frederic B. Siskind, Twenty Years of OSHA Federal Enforcement Data, A Review and Explanation of the Major Trends, 미국 노동부(DOL), 1992.
- OSHA, OSHA Inspections, DOL OSHA, 2002. URL: <http://www.osha.gov/Publications/osha2098.htm>
- OSHSPA, Grassroots Worker Protection, State Plan activities of the Occupational Safety and Health State Plan Association, OSHSPA, 1998 - 2007. URL: <http://www.osha.gov/dccsp/osp/oshspa/annualreport.html>

# 소음에 대한 작업환경측정 및 특수건강진단 결과의 분석

직업성 소음성난청은 작업장에서 발생한 소음의 수준에 따라 비례하여 발생하는 것이 과학적으로 이미 증명되었다. 따라서 본고에서는 우리나라 작업환경 측정결과의 전산화된 자료를 분석하여 국내 사업장의 소음발생 추이와 공정별 소음발생 정도 및 소음성 난청자 발생 정도의 상관성을 분석하고자 하였다.

## ■ 연구목적

작업환경 유해인자 중 전체 노출기준 초과사업장에 대해 소음이 차지하는 비율은 2006년 하반기를 기준으로 약 92.5%에 해당하는 반면 소음성난청 유소견자의 발생은 정체하고 있는 추세이다.

국내에서는 작업환경측정방법이 노동부 고시로 1983년에 제정된 이후 소음에 대한 측정은 매년 반기별로 약 10만 건이 이루어지고 있다. 작업환경측정결과를 기준으로 정부가 매년 발표하는 자료는 소음 노출기준을 초과하는 사업장의 비율과 추이 등으로 그동안 측정결과에 대한 전산화가 이루어지지 않아 개개의 작업환경측정 결과에 대한 분석은 이루어지지 못하였다.

소음에 대한 특수건강진단의 경우에는 매년 대상사업장수, 수진 근로자수, 소음성난청 요관찰자(C1) 및 소음성난청 유소견자(D1)에 대한 자료가 발표되고 있으며 소음성난청으로 산업재해보상보험법에 따라 장애등급을 인정받은 근로자의 수도 파악이 가능하다.

직업성 소음성난청은 작업장에서 발생한 소음의 수준에 따라 비례하여 발생하는 것이 과학적으로 이미 증명되었다. 따라서 우리나라에서도 전산화된 자료를 바탕으로 작업환경측정결과에 대한 연도별 분석을 통해 국내 사업장의 소음발생 추이를 분석하는 한편 공정별 소음발생 정도와 소음성 난청자 발생 정도의 상관성을 분석해볼 필요가 있다.

## ■ 연구대상 및 방법

한국산업안전공단 산업안전보건연구원(이하 “연구원” 이라함)은 2002년부터 2005년까지 4년간 매년 상·하반기 8개 군의 작업환경측정 자료를 전산화하여 보관하고 있다. 이 자료는 측정이 이루어진 차년도에 입수가 가능한 자료만을 모아서 집대성한 자료로 2002년도에는 전체 측정 자료의 약 75%정도가 수집되었으며 2005년도에는 약 90% 이상의 자료가 정리되었다. 따라서 정부의 공식 발표 작업환경관리 현황 자료와는 근본적으로 다르며 전적으로 연구원이 보유한 자료만을 SAS 9.1 프로그램을 사용하여 분석하였다.

역시 연구원이 보유한 2002년부터 2005년까지 4년간의 소음성난청



장재길 교수 |

한국산업안전공단 산업안전교육원



요주의자 및 난청 유소견자를 대상으로 연도별 발생 실태, 발생 규모, 발생 추이 등을 분석하였다. 4년간의 공정별 연도별 작업환경측정결과와 소음성 난청질환자 발생의 상관성에 대한 분석은 소음성난청자가 발생한 공정을 중심으로 실시하였다.

## ■ 연구결과 및 고찰

### ● 작업환경측정 자료의 분석

각 연도 분기별 자료는 측정사업장 수를 기준으로 평균 약 2만여 개(별도의 “사업자등록번호”를 가진 경우 기준)이며 건수를 기준으로 한 경우 연간 평균 12.6만 건으로 4년간 총 약 100만 건에 이르고 있다.

4년간의 상하반기 8개 군의 자료에 대한 기본적인 분석을 위해 소음 측정결과가 한 개라도 노동부의 현 노출기준

인 90dBA를 초과한 사업장을 소음초과사업장으로 분류하여 정리한 결과는 <표 1>에서 나타난 바와 같이 2002년 이후 2004년까지 이렇다 할 큰 변화를 보이지 않고 있다.

소음 개개 자료의 노출기준 초과건수 비율의 경우도 <표 1>에서 나타난 바와 같이 2002년 상반기에 20%를 초과하던 것이 10%대로 낮아졌으나 이후 2005년까지 큰 변화를 보이지 않고 있다. 각 반기의 개개 소음측정 결과를 기준으로 평균치의 추이를 살펴 본 결과는 <표 2>에 정리하였다.

<표 2>의 결과를 살펴보면 노출기준 초과 건수에 대한 분석을 나타낸 <표 1>에서와 같이 평균치 기준 2002년 하반기의 약 1dBa 하락을 기점으로 2005년까지 큰 변화가 감지되지 않고 있다. 이러한 소음에 대한 작업환경측정결과와 추이가 실질적으로 작업환경의 개선 부족에 있는 것인지 또는 측정 자체에 있는 지에 대해서는 현재로서는 확인이 어려우므로 향후의 추이를 꾸준히 관찰할 필요가 있다.

<표 1> 연도별 소음 노출기준 초과 작업환경 측정사업장 및 측정건수의 추이

구분	2002년		2003년		2004년		2005년		평균	합계
	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기		
측정 사업장수	18,799	21,143	21,813	25,344	18,719	15,424	21,068	18,946	20,157	161,256
초과 사업장수	4,487	5,059	4,946	6,350	5,036	4,558	5,888	5,441	5,221	41,765
초과사업장 비율(%)	23.9	23.9	22.7	25.1	26.9	29.6	27.9	28.7		26.0
측정건수	88,135	134,375	128,561	156,101	119,744	98,951	151,030	132,474	126,171	1,009,371
초과건수	20,226	22,935	21,726	27,522	19,449	18,571	28,714	25,603	23,093	184,746
초과건수 비율(%)	22.9	17.1	16.9	17.6	16.2	18.8	19.0	19.3		18.3

<표 2> 연도별 소음 작업환경 측정결과치의 추이

(단위 : dBA)

구분	전체	2002년		2003년		2004년		2005년	
		상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기
n	1,009,371	88,135	134,375	128,561	156,101	119,744	98,951	151,030	132,474
범위	80.0	74.9	77.0	62.6	70.8	69.3	78.4	78.3	73.6
최소값	40.0	41.0	42.4	50.4	42.8	41.7	40.0	40.7	40.3
최대값	120.0	115.9	120.0	113.0	113.6	111.0	118.4	119.0	113.9
평균	84.98	85.82	84.89	84.95	84.87	84.53	84.89	85.05	85.08
표준편차	6.59	6.65	6.53	6.38	6.41	6.47	6.75	6.78	6.76

4년 간에 걸친 8개의 산술평균값이 수치상으로는 이와 같이 큰 차이를 보이지 않고 있는 것으로 보이지만, 통계적인 기법을 사용하여 ANOVA 분석을 실시한 결과에서는 산술평균치는 8개의 결과값 간에 유의한 차이( $p < 0.01$ )를 가지고 있는 것으로 분석되었다. 개개의 자료를 1:1로 t-test 한 결과는 평균치 간에 약 0.05dBA 정도의 차이가 있는 경우 5% 수준에서 유의하고 0.08dBA 정도의 차이가 있어야 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났다.

한편 8개 군 소음 측정자료의 도수분포를 살펴보면 [그림 1]과 <표 3>에 정리한 바와 같이 80~90dBA 사이의 소음이 64.6%를 차지하고 있다. 100dBA를 초과하는 건수도 1.3%가 존재하며 80dBA 미만의 소음도 11.1%를 차지하고 있다.

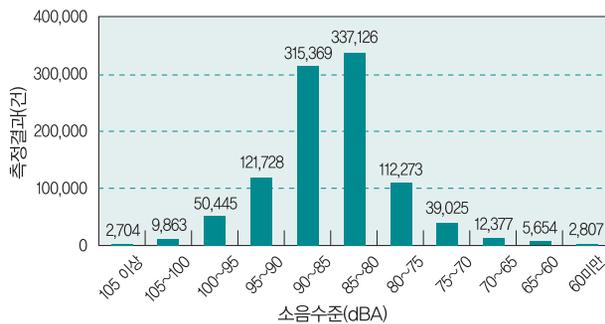
**● 특수건강진단자료의 분석**

2002년부터 2005년까지 소음에 대한 요관찰자수와 직업병유소견자의 발생추이는 <표 4>에 요약하였다. 2002년을 기준으로 요관찰자는 약 10%정도 감소하였으나 유소견자

수는 약 20% 증가하였다. 이 후 요관찰자 수는 증가하는 반면 유소견자 수는 약간 감소하였다. 요관찰자와 유소견자의 발생추이를 발생 비율로 보면 2003년을 제외하고는 큰 차이를 보이지 않고 있다.

특검 대상자와 요관찰자 및 유소견자의 사업장 규모별 현황을 살펴보면 <표 5>에서 나타낸 바와 같이 측정대상 사업장의 경우 50인 미만 사업장이 전체의 약 3/4을 차지하고 있는 반면 대상 인원수(28.6%)나 요관찰자(34.3%) 및 유소견자(30.2%)의 경우 1/3 정도를 차지하고 있다.

소음 작업환경 측정결과를 기준으로 한 사업장의 소음 발생수준과 연도별 소음에 의한 요관찰자와 유소견자의 발생현황을 회기분석을 통해 분석한 결과는 [그림 2], [그림 3]과 같다. 요관찰자수의 경우 소음수준과 아무런 상관성이 없는 것( $p > 0.05$ )으로 나타났으며 유소견자의 경우 직선성을 나타내기는 하였으나 소음수준과 직업병자 발생수의 관계가 역 상관성을 보여 의미를 주지 못하였다.



[그림 1] 4년간 소음 작업환경 측정자료의 도수분포도

<표 4> 연도별 소음 특수건강진단 실시 사업장수 및 유소견자수

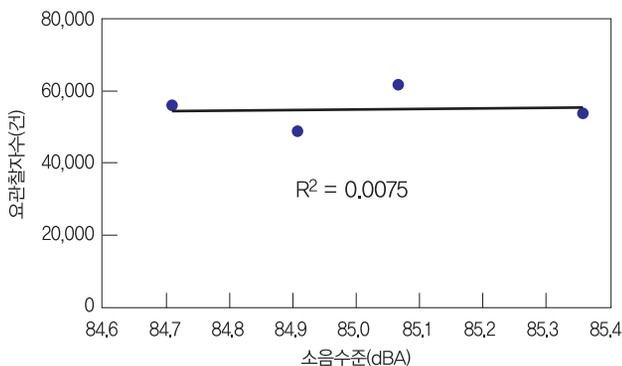
구분	2002년	2003년	2004년	2005년
특검 사업장수	18,720	19,524	20,909	21,178
특검 인원수	336,800	318,895	380,478	400,517
사업장당 인원수	18.0	16.3	18.2	18.9
요관찰자수	53,912	48,474	55,889	61,436
요관찰자 비율(%)	16.0	15.2	14.7	15.3
유소견자수	1,720	2,108	1,994	2,007
유소견자 비율(%)	0.51	0.66	0.52	0.50

<표 3> 8개 소음측정군 자료의 도수분포표

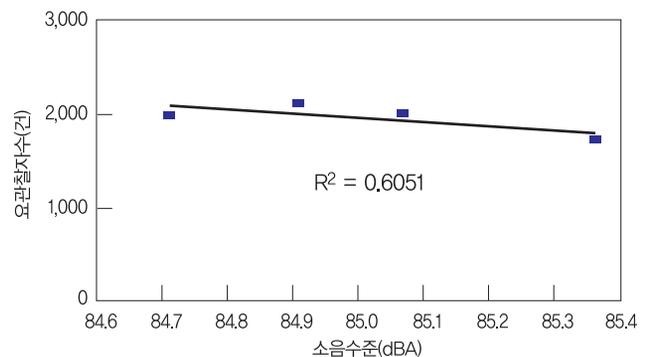
구분(dBA)	2002년		2003년		2004년		2005년	
	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기
소계	88,135	134,375	128,561	156,101	119,744	98,951	151,030	132,474
105 이상	344	379	302	297	134	224	550	474
105~100	1,160	1,334	1,178	1,211	751	875	1,922	1,432
100~95	5,776	6,722	6,343	7,282	4,748	4,972	7,733	6,869
95~90	12,946	14,500	13,903	18,726	13,816	12,500	18,509	16,828
90~85	27,579	42,242	41,595	48,814	37,482	30,452	46,704	40,501
85~80	26,901	45,082	42,972	52,230	41,099	32,774	51,071	44,997
80~75	8,969	15,933	15,050	18,373	13,816	10,597	15,843	13,692
75~70	3,126	5,615	4,988	6,229	5,049	4,045	5,314	4,659
70~65	901	1,613	1,450	1,861	1,656	1,395	1,829	1,672
65~60	313	717	567	781	766	752	914	844
60미만	120	238	213	297	427	365	641	506

〈표 5〉 소음 특수건강진단 결과에 대한 연도별 자료

구분	규모	2002년	2003년	2004년	2005년	평균	비율(%)
특검 사업장수	소계	18,720	19,524	20,909	21,178	20,083	100.0
	5인 미만	1,933	3,586	3,203	3,491	3,053	15.2
	5~50인	11,778	11,386	12,569	12,725	12,115	60.3
	50~300인	4,469	4,040	4,568	4,427	4,376	21.8
	300~1000인	437	417	460	421	434	2.2
	1000인 이상	103	95	109	114	105	0.5
특검 인원수	소계	336,800	318,895	380,478	400,517	359,173	100.0
	5인 미만	7,088	8,093	6,716	8,353	7,563	2.1
	5~50인	92,296	87,283	97,999	102,682	95,065	26.5
	50~300인	126,438	119,850	151,773	154,735	138,199	38.5
	300~1000인	50,197	46,086	51,583	47,577	48,861	13.6
	1000인 이상	60,781	57,583	72,407	87,170	69,485	19.3
요관찰자수	소계	53,912	48,474	55,889	61,436	54,928	100.0
	5인 미만	1,441	1,580	1,448	1,918	1,597	2.9
	5~50인	16,609	15,124	17,829	19,398	17,240	31.4
	50~300인	19,507	17,162	21,575	23,535	20,445	37.2
	300~1000인	7,763	6,955	7,232	7,621	7,393	13.5
	1000인 이상	8,592	7,653	7,805	8,964	8,254	15.0
유소견자수	소계	1,720	2,108	1,994	2,007	1,957	100.0
	5인 미만	14	68	42	56	45	2.3
	5~50인	159	677	659	686	545	27.9
	50~300인	639	496	547	486	542	27.7
	300~1000인	752	217	143	184	324	16.6
	1000인 이상	156	650	603	595	501	25.6



[그림 2] 소음에 의한 직업병 요관찰자수와 소음수준의 상관성



[그림 3] 소음에 의한 직업병 요주의자수와 소음수준의 상관성

### ● 작업환경 측정자료와 특수건강진단 자료의 관련성 분석

소음에 대한 작업환경측정과 특수건강진단은 산업안전보건 사업에서 근로자 건강보호를 위해 주요한 요소이다. 측정은 사업장의 소음수준을 파악하여 적절한 개선대책을 제시하기 위한 것이며 건강진단은 소음에 노출된 근로자의 건강이상을 파악하여 작업전환 등을 통해 해당 근로자를 보호하기 위해 이루어지고 있다.

일반적으로 소음수준의 증가는 소음성난청 발생자의 증가를 가져오며 80dB 이상의 소음수준에서부터 소음도가 증가할수록 청력손실이 증가됨은 이미 선진국에서 증명된 바 있다. 앞에서 분석된 4년간 약 100만건의 작업환경측정 자료는 측정표 상에 작업공정에 대한 구분이 이루어져 있으며, 소음성난청 유소견자와 같은 소음성청력이상자에 대한 자료에도 해당 근로자가 작업하고 있는 공정에 대한 자료가 포함되어 있다. 따라서 소음성난청 유소견자가 발생한 공정을 기준으로 해당 공정의 소음수준과 난청 유소견자의 발생 빈도를 연관시켜 분석하였다.

이러한 분석은 단순히 빈도에 대한 자료만을 사용한 것으로 절대적인 수치만을 비교하는 것이다. 소음 특수건강진단을 받은 전체 근로자에 대한 공정별 인원을 파악하는 것이 불가능하여 발생률을 기준으로 한 분석은 실시하지 않았다.

2002년부터 2005년까지 4년 간의 자료에 대한 소음성난청 유소견자와 공정별 소음수준을 유소견자의 발생 빈도 중심으로 <표 6>에서 종합하여 정리하였다. 소음성난청의 발생이 많은 공정을 중심으로 50인 이상 발생, 10~49인 발생, 1~9인 발생 및 발생하지 않은 공정의 소음수준 측정결과를 정리한 것이다. 공정별로 소음측정 건수가 많지 않은 경우가 있어 이에 의한 영향을 제거하기 위해 연간 측정건수가 20건 이하의 경우를 제외한 각 유소견자 군별 공정의 소음수준도 비교하여 표의 하단에 정리하였다. 소음이 측정되지 않은 공정에서 일부 유소견자가 발생한 경우도 관찰되었다. 이에 대해서는 해당 유소견자의 수치를 전체 분석에서 제외하였다.

<표 6>의 자료를 분석해보면 각 연도별 자료와 4년간을 종합한 자료 공히 소음성 난청 유소견자의 발생빈도와 해당 공정의 소음치 사이에 상관관계가 뚜렷하지 않음을 알 수 있다. 50인 이상의 유소견자가 발생한 공정의 소음 수준이 10~49인의 유소견자 발생 공정보다 낮거나 오히려 유소견자가 발생하지 않은 경우의 소음도가 유소견자가 발생한 공정보다 약간이나마 높은 경우도 있다. 이러한 상관성 미비의 원인은 여러 가지가 있을 수 있으나 직업 이외(군 경력, 기왕력, 또는 취미성향 등)에 의한 소음성 난청발생 가능성, 작업환경 측정결과가 공정별로 차이가 적을 가능성, 고소음

〈표 3〉 8개 소음측정군 자료의 도수분포표

구분	유소견자 구분	총유소견자 (명/년)	측정건수 (건/년)	평균 (dBA)	표준편차 (dBA)	최소값 (dBA)	최대값 (dBA)	비고
전체 측정자료 (22,000건)	50인 이상	6,222	568,719	84.87	6.19	40.3	119.0	
	10~49인	1,007	154,605	85.26	5.63	40.0	120.0	
	1~9인	552	162,608	85.45	5.44	41.7	115.8	
	0인	-	123,435	84.53	4.67	41.0	113.0	
	전체 자료	7,781	1,009,367	84.98	4.91	40.0	120.0	
20건 이상 측정자료 (21,000건)	50인 이상	6,222	568,719	84.87	6.19	40.3	119.0	
	10~49인	961	154,586	85.26	5.76	40.0	120.0	
	1~9인	517	162,448	85.45	5.58	41.7	115.8	
	0인	-	121,204	84.55	5.05	40.0	113.0	
	전체 자료	7,700	1,006,957	84.99	5.28	40.0	120.0	

공정에서는 비교적 보호구의 사용이 잘 이루어졌을 가능성, 소음성난청 유소견자에 대한 작업전환이 이루어졌을 가능성 등을 들 수 있다.

미국 국립산업안전보건연구원이 1970년과 1996년에 각각 소음성난청과 소음수준의 연관성을 분석하기 위해 사용한 자료는 대개 1960년대에 청력보호구가 사용되지 않은 시기의 자료이다. 따라서 우리나라의 경우에도 최근의 건강진단표 상의 난청 및 소음수준 자료를 사용해서는 두 인자 간의 발생관계를 제대로 규명하기가 어려울 수도 있음을 시사하고 있다. 2005년의 연구에서도 소음의 발생과 난청자의 상관성 분석에서 유의한 관계를 발견하지 못하였다. (이인섭, 2005)

## ■ 결론

2002년부터 2005년까지 4년간 소음에 대한 작업환경 측정치의 평균은 85dBA이며 각 연도의 상하반기별 8개군의 평균은 84.5~85.8dBA로 수치상으로 큰 차이를 보이지는 않았다. ANOVA 분석 결과 산술평균 결과값 간에 유의한 차이( $p < 0.01$ )를 가지고 있었다. 4년간 전체 1,009,371건의 측정결과를 분석해보면 80~85dBA가 33.4%로 최고빈도를 차지하였으며 85~90dBA가 31.2%, 90~95dBA가 12.1%를 차지하였다. 각 연도의 반기별 노출기준초과 건수 비율은 16.2~22.9%로 평균 18.3%였다.

4년간 신고된 소음성난청 요관찰자수와 직업병유소견자의 발생수 추이는 큰 변화를 보이지 않았으며 요관찰자(02년 16.0%, 03년 15.2%, 04년 14.7%, 05년 15.3%)와 유소견자(02년 0.51%, 03년 0.66%, 04년 0.52%, 05년 0.50%)의 발생비율도 변화가 적었다.

소음 발생수준과 연도별 소음에 의한 난청 요관찰자와 유소견자 발생간의 회귀분석 결과는 요관찰자수의 경우 소음수준과 상관관계가 없는 것( $P > 0.05$ )으로 나타났으며, 요관찰자의 경우 역의 상관성을 나타내어 작업환경측정 결과치와 특수건강진단 결과 사이에 뚜렷한 관계의 설정이 어려웠다. 우리나라에서 소음성난청자의 발생이 감소하고 있는 주요 원인으로는 보호구의 사용에 의한 청력손실예방이 주요 원인으로 전문가들에 의해 추측되었다. ㉔

## 참고문헌

- 노동부 (2004), 2002년 근로자 건강진단 실시결과.
- 노동부2 (2004), 2003년 근로자 건강진단 실시결과.
- 노동부 (2005), 2004년 근로자 건강진단 실시결과.
- 노동부 (2006), 2005년 근로자 건강진단 실시결과.
- 노동부1 (2007), 2006년도 작업환경관리 현황.
- 노동부2 (2007), 작업환경측정 및 정도관리 규정 (노동부 고시 제2007-45호)
- 이인섭 (2005), 작업환경에서의 유해인자 노출수준과 건강감시에 의한 노출관리 평가연구, 용인대학교 박사학위 논문.
- 한국산업안전공단(2002~2005), 소음 작업환경측정자료.
- 한국산업안전공단(2002~2005), 소음 특수건강진단 자료.
- US-NIOSH (1972), Criterial document for recommended standards, Occupational exposure to noise, Cincinnati, Ohio.
- US-NIOSH (1998), Occupational noise exposure, Revised criteria, Cincinnati, Ohio.

# 직업성호흡기질환에 대한 역학적 고찰

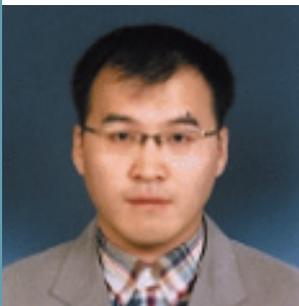
직업성호흡기질환 중 악성폐질환인  
진폐증, 폐암 등에 대해서는 과거부터  
연구가 많이 수행되어 왔다. 하지만  
최근에는 천식, 간질성폐질환, 만성폐  
쇄성폐질환, 폐렴, 비염, 부비동염 등  
비악성폐질환(non-malignant  
respiratory disease)의 관심과 업무관  
련성에 대한 연구들이 증가하고 있다.  
따라서 본 고에서는 이러한 질환에 대  
한 최근 연구 결과들에 대해 간단히  
살펴보고자 한다.

산업현장에는 분진, 흙, 가스 등의 유해물질이 발생하는 곳이 많다. 이  
러한 유해물질의 노출은 호흡기, 피부, 점막 등을 통해 일어나지만, 대부  
분은 호흡기를 통해 숨을 쉬는 과정에서 노출이 발생한다. 따라서 코-기  
관지-폐포로 이어지는 호흡기는 작업환경에서의 노출에 가장 영향을 받  
기 쉬운 기관이며, 반면 이러한 유해물질로부터 인체를 보호하는 역할도  
하고 있다.

직업성호흡기질환 중 진폐증은 역사적으로 가장 잘 알려진 질환이며,  
실리카 등의 분진을 고농도로 장기간 흡입했을 때 발생한다. 일반적으로  
진폐증은 광부들에게서 잘 발생하는 것으로 알려져 있으나, 그 외에도 다  
량의 분진에 노출될 수 있는 주물업 등의 제조업 근로자들에게서도 발생  
하고 있다. 진폐증은 노출이 중단된 후에도 병이 진행될 수 있다는 특징  
이 있다. 진폐증 환자는 폐암 발생의 위험이 증가한다고 알려져 있는데,  
우리나라에서도 진폐증으로 확진된 환자에서 폐암이 발생할 경우 진폐증  
의 합병증으로 보아 산재 보상을 하고 있다.

폐암은 직업성 암 중 가장 흔한 암 중의 하나이다. 6가 크롬, 니켈, 석  
면 등은 폐암을 유발하는 물질로 알려져 있으며, 특히 석면은 특징적으로  
흉막, 복막에 악성 중피종을 유발시킨다. 이러한 발암 물질들은 폐암 이  
외에도 부비동염, 후두암 등 여러 가지 호흡기 계통에 암을 유발할 수 있  
다. 암은 인간의 생명과 직접적으로 연관이 있기 때문에 과거부터 연구가  
많이 수행되어 왔다. 하지만 최근에는 천식, 간질성폐질환, 만성폐쇄성폐  
질환, 폐렴, 비염, 부비동염 등 비악성폐질환(non-malignant  
respiratory disease)의 업무관련성에 대한 연구들이 증가하고 있으며,  
본 글에서는 이러한 질환에 대한 최근 연구 결과들에 대해 간단히 살펴보  
고자 한다.

천식(asthma)은 기도의 폐쇄와 기관지의 과민성을 특징으로 하는 기도  
의 만성적 염증 질환이다. 직업성 천식은 '작업장의 특정 물질에 의한 기  
도 공기 흐름의 제한', '작업에 의한 천식', '작업장에서의 노출에 의해  
새롭게 발생한 천식', '작업장 밖에서는 노출되지 않는 노출 물질과 환경  
에 의한 기도 흐름의 제한 또는 기관지 과민성' 등 여러 가지로 정의되고  
있다. 직업성 천식은 작업장의 특정 물질(asthagen)에 대한 감각/면역



고동희 연구위원 | 역학조사팀  
산업안전보건연구원 직업병연구센터



반응에 의해 발생하는 알러지성 직업성 천식과 감각(感作)이 없이 발생하는 비알러지성 직업성 천식으로 크게 구분된다. 비알러지성 직업성 천식은 화재현장의 연기 흡입 등 단 한번의 고농도 노출에 의해 발생할 수 있는 반응성 기도장애증후군(RADS)과 산 등의 자극성 물질에 반복적으로 장기간 노출되어 발생하는 자극성 천식(irritant-induced asthma)으로 크게 나눌 수 있다. 이외에도 기존에 있던 일반 천식이 악화되거나 동시에 두 종류의 천식이 발생하는 경우 작업에 의해 악화된 천식(work-aggravated asthma)으로 분류하기도 한다.

우리나라에서는 1988년 반응성 염료에 의해 발생한 직업성 천식 환자를 산재로 처음 인정한 이래 지속적으로 산재요양 근로자가 증가하고 있다. 직업성 천식에 대한 인식의 증가로 인해 2000년 이후에는 이전에 비하여 상대적으로 젊은 연령층에서 직업성 천식으로 인정받는 비율이 늘고 있다. 원인 물질로는 TDI, MDI 등의 이소시아네이트(isocyanate)가 가장 흔하며, 산업안전보건연구원에서도 이소시아네이트 취급 사업장에 대한 역학조사를 다수 시행한 바 있다.<sup>1)</sup> 최근에는 직업성 천식에 대한 근로자의 관심 증가와 천식의 원인을 찾기 위한 임상사의 노력으로 항생제, 면분진, 라텍스, 고무흙, 밀가루<sup>2)</sup>, 목분진 등 다양한 직업성 천식 유발물질들이 규명되고 있다.

천식은 급성 발작이 발생할 경우 생명을 위협을 줄 수 있는 위중한 질환이다. 직업성 천식의 경우 작업장에서 지속적으로 유발 물질에 노출이 되기 때문에 천식에 의한 사망률이 일반 비노출 근로자에 비해 매우 높다고 보고되고 있다.<sup>3)</sup> 직업성 천식은 초기에 진단되어 노출을 회피하면 정상으로 돌아오지만, 노출이 장기화될 경우 노출을 중단한 이후에도 만성 천식으로 진행 할 수 있으므로 조기 진단과 치

료가 중요하다 하겠다.

간질성폐질환(interstitial lung disease)은 폐의 섬유화를 초래하는 150개 이상의 질환군을 총칭한다. 간질성폐질환의 원인은 매우 다양하며 무기분진(진폐증), 유기분진(과민성 폐렴), 가스, 흡, 에어로졸, 약물, 감염, 방사선, 중독 등이지만 원인을 모르는 것이 훨씬 더 많아 거의 모든 종류의 폐 및 전신질환이 폐 간질을 침범하여 간질성 폐질환을 일으킨다고 할 정도이다. 직업성 간질성폐질환 중 가장 잘 알려져 있는 것은 진폐증이며, 그 외 과민성폐장염, 특발성 폐섬유화증 등에 대한 연구도 증가하고 있다.

이 중 과민성폐장염(hypersensitivity pneumonitis)은 원인물질에 반복적 노출 후 그로 인한 감각으로 인해 면역반응이 유발되어 육아종성, 간질성, 세기관지성 및 폐포충만성의 폐염증 반응이 초래되는 질환이다. 임상적인 경과는 급성, 아급성, 만성으로 나뉜다. 급성인 경우 노출 4~8시간 경과 후 열, 근육통, 기침, 숨찬 증상이 발생하며 노출이 중단되면 수일 내에 회복되는 전형적인 경과를 보인다. 장기간 항원에 저농도로 노출되거나 급성 또는 아급성 과민성 폐장염이 계속되면 만성과민성폐장염으로 발전하기도 한다. 발생기전에 대해서는 면역복합체매개(type III)와 세포매개(Type IV)면역반응이 과거에는 모두 고려되었으나, 최근에는 세포매개반응에 의한 것으로 주로 설명되고 있다.

원인 물질로는 크게 미생물, 동물 항원 및 저분자 화학물질로 나눌 수 있는데, 미생물에는 다양한 종류의 세균과 곰팡이가 알려져 있으며, 대표적으로 Thermophilic actinomyces가 농부폐증(farmer's lung)의 원인 항원으로 알려져 있다. 저분자 화학물질로는 도장작업시 사용되는 TDI 등의 isocyanate와 acid anhydride가 과민성폐장염과 연관이 있는 것으로 보고되고 있다. 발생물에 대한 연구는 매우 드물지만, 대표적인 직업성 과민성폐장염인 농부폐증

1) Hur GY, Koh DH, Choi GS, Park HJ, Choi SJ, Ye YM, Kim KS, Park HS. Clinical and immunologic findings of methylene diphenyl diisocyanate-induced occupational asthma in a car upholstery factory. Clin Exp Allergy 2008;38:586-593  
 2) Hur GY, Koh DH, Kim HA, Park HJ, Ye YM, Kim KS, Park HS. Prevalence of work-related symptoms and serum-specific antibodies to wheat flour in exposed workers in the bakery industry. Respir Med 2008;102:548-555  
 3) Koh DH, Won J, Ahn YS, Kim HR, Koh SB. Asthma mortality in male workers of dye industry in Korea. J Occup Health 2008;50:130-135

의 경우 핀란드 농부에 대한 코호트 연구결과 연간 10만명 당 44명이 발생하는 것으로 보고된 바 있다. 금속가공유는 부패하기 쉬워 세균, 곰팡이 등 미생물이 쉽게 자라기 때문에 이들이 원인 항원으로 작용하여 금속가공유를 사용하는 작업장에서 과민성폐장염이 집단으로 발병할 수 있는 것으로 알려져 있는데, 국내에서도 발생사례가 보고되고 있다.<sup>4)</sup>

만성폐쇄성폐질환(COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease)은 점액의 과잉분비를 동반하는 만성기관지염이나 폐포 벽의 파괴에 의해서 생기는 폐기종에 의한 기도폐색이 있는 상태를 말하며, 기도 폐쇄는 대개 진행 시 기도 과민성이 동반될 수도 있고 부분적으로 가역적일 수도 있다. 만성 폐쇄성폐질환은 독성 미세입자나 가스에 의한 기도와 폐실질, 혈관계의 만성염증을 특징으로 한다. 발병기전에는 이러한 염증 이외에도 다른 중요한 기전이 있는데, 그것은 폐에서의 단백질분해효소와 항단백분해효소의 불균형과 산화적 스트레스(oxidative stress)이다. 이러한 기전들은 염증의 결과로 나타나기도 하지만 담배연기와 같은 주위 환경적인 요소나 alpha-1-antitrypsin의 결핍과 같은 유전적 요소에 의해 초래될 수도 있다.

미국흉부학회(ATS)는 일반 인구를 대상으로 한 8개의 연구들을 분석한 결과 만성폐쇄성폐질환의 원인들 중 직업적 노출이 차지하는 기여율(PAR)이 15%라는 합의적 결론(consensus documents)을 제시하였다.<sup>5)</sup> 이는 분진과 같은 유해인자에 대한 직업적 노출이 없다면 일반 인구에서 발생하는 만성폐쇄성폐질환의 15%는 생기지 않는다는 뜻이다. 만성폐쇄성폐질환의 가장 큰 원인은 흡연으로 알려져 있는데, 담배연기의 어느 성분이 만성폐쇄성폐질환을 일으키는지는 아직 불분명하지만 담배 안에 함유되어 있는 카올린(고령토)이 그 원인이라는 주장이 있다.<sup>6)</sup> 이러한 담배연기와 마찬가지로 작업장에서 지속적으로 노출되는 분진, 흙 등은 폐손상을 초래하여 만성폐쇄성폐질환을 유발할 수 있다.

우리나라에서 만성폐쇄성폐질환의 유병률은 2001년 국민건강영양조사 결과, 45세 이상에서 7.7%이고, 남성에서는 11.8%, 여성에서는 4.0%였다. 최근 만성폐쇄성폐질환을

상병으로 한 산재요양신청이 증가하고 있는데, 만성폐쇄성 폐질환은 일반인구집단에서 매우 흔한 질환이기 때문에 업무관련성 평가의 근거를 마련하기 위한 연구의 수행이 시급히 필요하다 하겠다.

폐렴(pneumonia)은 폐의 간질과 폐포에 염증이 생기는 질환이다. 원인은 대부분 세균과 바이러스 감염이며, 생활 환경, 직업 및 환자와의 접촉 등이 유발 요인으로 알려져 있다. 지역사회에서의 폐렴 원인은 Streptococcus pneumoniae, Hemophilus influenza 등의 균과 Influenza 바이러스가 가장 흔하다. 노령, 면역질환자 등 저항성이 약한 사람에서는 Enteric gram-negative bacilli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus 등에 의한 폐렴이 기회감염으로 잘 발생한다.

폐렴은 만성폐쇄성폐질환, 천식, 기관지염 등 기존에 호흡기 질환이 있는 사람에서 잘 발생한다. 만성기관지염은 연속한 2년 동안 또는 1년에 적어도 3개월 동안 거의 매일 기침과 가래가 생기는 기관지의 염증을 말한다. 자극성 분진, 흙 및 가스에 의해서 기도의 협착 없이 가래가 생기는 만성기관지염이 발생할 수 있다. 만성기관지염을 일으키는 직업적 원인은 석탄, 석탄, 오일 미스트, 유리섬유 등의 광물질, 오스몹, 바나듐, 용접 흙 등 금속류, 솜먼지, 곡물분진, 목재분진 등 유기분진, 담배연기, 화재연기, 내연기관의 배기가스 등이 알려져 있다. 또한 분진에 노출되는 광부에서 만성폐쇄성폐질환이 증가한다고 보고되고 있는데, 비흡연자에서는 유병률이 6~20%, 흡연자에서는 60%에 달하며 노출량과 노출기간에 비례하여 발생이 증가한다고 알려져 있다. 광부 중에서도 실리카 노출량이 많은 경우 만성폐쇄성폐질환 유병률이 높은 것으로 보고되고 있는데, 실리카의 함량이 많은 금광의 광부가 석탄 광부보다 폐기능 이상이 10배 정도 많은 것으로 보고되고 있다. 유리규산에 의한 폐 손상 기전은 아직 명확치 않으나, 실험적 연구에서는 활성산소종(Reactive oxygen species)을 발생시켜 이로 인한 산화적 손상을 유발하는 것으로 생각되고 있다.

아직까지 직업적 노출과 폐렴 발생과의 연관성에 대한 연

4) 이선용, 고통희, 진구원, 박동욱, 이정탁, 송윤희, 이상윤. 금속가공유 사용 근로자에서 발생한 과민성폐장염 1례. 대한산업의학회지 2008;20:37-45

5) Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C, Milton D, Schwartz D, Toren K, Viegi G. Environmental and Occupational Health Assembly, American Thoracic Society. American Thoracic Society Statement: Occupational contribution to the burden of airway disease. Am J Respir Crit Care Med 2003;167:787-97.

6) Girod et al. COPD: A dust-induced disease?. Chest 2005;128:3055-3064

구는 거의 없는 것으로 보인다. 폐렴은 직업적 노출에 의해 직접적으로 발생하는 것 보다는, 직업적 노출에 의해 폐질환이 발생하고 폐의 저항성이 낮아짐에 따라 이차적으로 병발하는 것으로 여겨진다. 이러한 이유 때문에 업무관련성을 평가하기 어렵고 직업성 질환이라는 인식이 낮은 것으로 생각된다. 하지만 분진, 흙, 가스 등의 노출이 있는 경우 호흡기 자극 증상이 증가하고 천식, 만성폐쇄성폐질환, 만성기관지염 등 호흡기 질환이 증가하기 때문에, 이러한 직업적 노출과 폐렴과의 연관성이 높을 개연성이 있으며 이를 증명하기 위한 추가적인 연구들이 필요하다.

비염(rhinitis)은 알러지, 기타 자극에 의해 비강 세포에 염증이 초래되어 생기는 질환이다. 비염은 일반질환으로 인식되어 왔으나 최근 직업적 노출과의 연관성에 대한 연구가 증가하면서 직업성 질환으로서의 인식이 높아지고 있다. 비염 분류 방법은 여러 가지가 있지만 크게 알러지성, 비알러지성으로 나눌 수 있다. 비염의 43%는 알러지성 비염이며, 23%는 비알러지성 비염, 나머지 34%는 둘이 복합된 것으로 보고되고 있다. 알러지성 비염은 전 세계 인구의 10~25%가 경험한다고 알려져 있다. 알러지 비염은 1형 과민 반응으로 인해 항원에 대한 IgE 항체가 생성되고 이로 인하여 아토피 반응이 유발되는 것이다. 알러지성 비염은 알러지성 천식의 위험 요인으로 보고되고 있으며, 최근에는 비염이 만성폐쇄성폐질환 발생과 연관성이 있다는 보고도 있다. 코의 질환이 기관지까지 영향을 미치는 기전으로는 코가 막힘으로써 입으로 숨을 쉬기 때문에 코가 먼지를 거르거나 들이마시는 공기의 온습도를 조절하는 기능을 하지 못한다는 해부학적 기전과 코와 기관지는 호흡기를 이루는 요소로 면역학적 반응의 유사성을 보이기 때문이라는 설명이 있다. 먼지, 오존, 이산화황, 담배연기, 암모니아 등 수많은 화학물질이 코에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 물질들은 전형적으로 코를 건조하게 하고, 비강의 통기도를 감소시키며, 콧물, 재채기를 일으킨다. 자극성 비염(irritant rhinitis)을 유발하는 물질은 크롬, 카드뮴 등의 금속류, 산류, 유기용제, 석유화학제품, 곡물 분진 등 매우 다양하다. 흡연과 목 분진 노출에 의해서 코 상피의 섬모 운동이 감소되는 구조적 변화가 있

었다는 보고도 있다.

부비동 점막은 코의 점막과 같은 세포로 이루어져 있으며, 코의 점막과 인접되어 연결되어 있다. 부비동은 좁은 배설구를 통해 비강과 연결되어 있으므로 염증성 비강질환이 부비동으로 쉽게 전달되는데, 배설구가 염증에 의해 막히면 부비동 안이 음압 상태가 되고 부종이 일어나 세균이 부비동 안으로 많이 들어오게 되며, 점막이 부종으로 인해 서로 닿게 되면 섬모기능의 장애로 분비물이 고이게 되고, 부비동 안의 혐기성 상태로 인해 세균이 서식하게 되어 부비동염이 발생한다. 따라서 비염이 장기간 지속되는 경우 부비동염이 발생할 가능성은 높아진다. 곰팡이 세균에 오염된 금속가공유에 노출된 근로자들을 대상으로 산업안전보건연구원에서 시행한 역사조사들에서도 이러한 오염 물질 노출에 의해 비염과 부비동염의 발생이 높은 것으로 나타났다.<sup>7)</sup>

직업성 비염에 대한 인식이 높아진데 반하여, 직업성 비염이 병발하여 발생하는 부비동염에 대해서는 연구가 많지 않다. 고농도의 암모니아 노출에 의해 코의 점막과 부비동 점막이 동시에 손상되어 직접적으로 부비동염이 발생했다는 증례보고가 있기는 하지만, 대부분의 직업성 부비동염은 직업성 비염에 의해 이차적으로 병발하는 것으로 여겨지고 있다. 부비동염은 폐렴과 마찬가지로 이차적으로 병발하는 것으로 여겨지기 때문에 업무관련성 평가가 어렵고 직업성 질환이라는 인식이 낮은 것으로 생각된다.

과거 우리나라에서의 직업성 폐질환은 진폐증이 대부분을 차지했다. 1988년 이후 직업성 천식이 산재로 인정되면서 많은 환자들이 발견되었고 치료를 받았다. 또한 최근에는 폐암 등 직업성 암에 대한 관심이 증가하고 있다. 하지만 만성폐쇄성폐질환, 폐렴, 비염, 부비동염 등 비악성폐질환에 대한 연구는 아직까지는 많이 이루어지지 않은 것으로 생각된다. 의학이 발전함에 따라 과거에는 직업병으로 인식되지 않았던 질병들이 직업병으로 속속 밝혀지고 있다. 산업보건에 종사하는 의사, 간호사, 산업위생관리기사, 보건관리자와 근로자들은 이러한 부분을 염두에 두고 작은 것 하나에도 관심을 가질 필요가 있을 것으로 생각된다. 이러한 노력들이 지속될 때 '즐거운 노동'으로 한 걸음 나아갈 수 있을 것이다. ㉠

7) Park DU, Koh DH, Kim BK, Kim KS, Park DY. Association between using of synthetic metalworking fluid and developing rhinitis related symptoms in a automotive ring manufacturing plant, J Occup Health 2008;50:212-220

# 화학물질 사용작업장 호흡용보호구 사용실태 조사 및 관리방안 연구

출처 : 한돈희, 화학물질 노출에 의한 호흡용 보호구 사용실태 조사 및 관리방안 연구, 산업안전보건연구원, 2007

화학물질을 사용하는 작업장에서 호흡용보호구의 사용실태와 문제점을 찾아내고 시험분석을 통해 방독마스크 정화통의 교체주기를 파악함으로써 사업장에서 호흡용보호구의 적절한 관리방안과 착용에 따른 효율 증대 방안을 제시하였다.

## ■ 연구목적

화학물질을 사용하는 작업장에서 호흡용보호구의 사용실태와 문제점을 찾아내고 시험분석을 통해 방독마스크 정화통의 교체주기를 파악함으로써 사업장에서 호흡용보호구의 적절한 관리방안과 착용에 따른 효율 증대방안을 제시하는데 목적이 있다.

## ■ 연구방법 및 내용

관리실태에 관한 연구는 사업장 109개를 방문하여 근로자 601명과 호흡용보호구 담당자 69명에 대한 설문조사를 통하여 호흡용보호구의 적정 사용 여부, 관리 및 제조업체 공급상의 문제점 등을 파악하여 분석하였다. 정화통 교체주기에 관한 연구는 짧은 연구기간에 실험을 통하여 정화통의 수명에 관한 모델이나 프로그램을 개발한다는 것은 불가능한 일이기 때문에 기존의 소프트웨어를 현장에 활용하는 방법을 모색하였다.

〈 표 〉 보호구의 사용상 문제점 및 개선대책

문 제 점	개선대책
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보건관리자의 호흡용보호구에 대한 지식이 부족</li> <li>• 밀폐도장 작업장에서 1/4형 마스크 사용은 보호계수가 너무 낮아 화학물질에 노출 가능성이 높음</li> <li>• 정화통 교체의 무제한 허용은 정화통 구매에 과도한 비용 소요</li> <li>• 보관함의 부실 및 부재로 보호구의 오염 가능성이 높음</li> <li>• 얼굴에 맞지 않아 누설 가능성이 높음</li> <li>• 세척 및 소독이 잘 이루어지지 않아 비위생적임</li> <li>• 노조의 보호구 선정 개입은 보건담당자가 전문지식을 바탕으로 적합한 보호구 선정에 장애</li> <li>• 화학복이 지급되어도 미착용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보건관리자의 호흡용보호구에 대한 보수교육이 필요</li> <li>• 밀폐도장 작업장에서 1/4형 마스크 사용은 금지하고 전면형 마스크 착용 지침 마련</li> <li>• 회사별, 공정별 정화통 교체 주기에 대한 검토 실험 실시</li> <li>• 현장에 보관함/지퍼백 구비</li> <li>• 밀착도 검사(fit tes) 제도 도입</li> <li>• 세척기 혹은 살균기 비치</li> <li>• 선정에 노조가 참여하되 과학적인 선정방법을 개발하여 따르도록 함</li> <li>• Heat stress가 적은 화학복 개발</li> <li>• 제조업체에 모델 당 크기별(대·중·소) 마스크 제작 의뢰</li> </ul>



## ■ 연구결과

### ● 호흡보호구의 올바른 사용에 관한 제언

- 1) 호흡보호구는 다음과 같은 선정방식에 따라 선정하여 사용해야 한다.
  - 호흡보호구의 안면부는 작업장의 유해비 보다 보호계수가 큰 것을 선정
  - 눈 자극 혹은 눈으로 흡수 가능한 화학물질이 노출되는 작업장에서는 전면형 마스크 착용
  - 가스/증기와 입자상물질이 동시에 발생하는 작업장은 반드시 방진방독겸용마스크 착용
  - 카본방진마스크가 방독마스크를 대신할 수 없기 때문에 화학물질이 발생하는 작업장에서는 반드시 방독마스크 착용
- 2) 근로자에게 처음 호흡보호구를 선정해 줄 때는 밀착도 검사(Fit Test)를 실시하고 착용할 때마다 밀착도 체크를 실시해야 한다.
- 3) 호흡보호구를 사용하는 사업장은 호흡보호프로그램을 작성하고 시행해야 한다.

### ● 호흡보호구 담당자 교육 강화

호흡보호구를 사용하고 있는 기업의 호흡보호구 담당자 혹은 중소기업의 경우 필요하면 보건관리대행기관의 보건관리자에게 『호흡보호구의 올바른 사용법』에 대한 교육을 받게 해야 한다.

### ● 밀착도 검사 제도의 법제화

현재 밀착도 검사가 법으로 되어 있지 않고 호흡보호구 사용지침에 권고 수준으로 명시되어 있어 밀착도검사의 제도화가 필요하다. 시행방법이 간편하고 사용도구 구입비용도 저렴한 정성방법(QLFT)을 우선 도입해야 한다. 또한, 국내 제조업체에서 보호구 브랜드 당 크기별로 3개(대·중·소) 사이즈를 제작하도록 해야 한다.

### ● 호흡기보호 관련 산업안전보건법 시행규칙 제정

호흡보호구에 대한 검정규정은 있으나 작업장에서 호흡기계 보호를 규정한 시행규칙은 없어 산업안전보건법에 『호흡기보호』에 관한 시행규칙을 따로 제정해야 한다. ⑤



[그림] 작업 현장에서 효과적인 정화통 교체주기 결정방법

# 방폭전기기계·기구 선정 기준 등 안전관리에 관한 연구

출처 : 김찬오, 사업장 방폭전기기계·기구 선정 기준 등 안전관리에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2007

연구동향·요약문

국내 자동차 정비공장 도장부스 현황 및 방폭관리 실태를 조사하고 미국, EU 및 일본 등 외국의 자동차 도장부스 안전관리 실태와 특징 및 관련 안전 기준을 조사·비교하였다. 또한 자동차 도장부스 전기방폭 관련 기술기준과 수준에 관한 연구와 전기방폭기준 적용 여부를 검토하고 도장부스내 화재·폭발 방지를 위하여 필요한 환기량 및 폭발 가상체적을 계산하였고, 연구결과를 근거로 자동차 도장부스에 대한 전기방폭 안전대책과 향후 정책 운영 방안을 제시하였다.

## ■ 연구목적

산업현장의 화재 및 폭발 사고는 막대한 인명과 경제적 손실을 초래하므로 사전예방이 필요하며, 위험장소에서 사용하는 전기설비에 대한 방폭대책이 필수적으로 마련되어야 한다. '06년 국정감사시 자동차 정비공장 도장부스의 폭발위험성을 이유로 일제점검의 필요성이 제기 되었고, 위험성에 따른 민원이 제기되고 있는 상황이나, 현행 관련 고시규정이 '93. 5월 제정되어 지금까지 시행되고 있어, 폭발위험성에 대한 현재 기술수준의 반영이 필요하다.

## ■ 연구방법 및 내용

국내 자동차 정비공장 도장부스 현황 및 방폭관리 실태를 조사하고 미국, EU 및 일본 등 외국의 자동차 도장부스 안전관리 실태와 특징 및 관련 안전기준을 조사·비교하였다. 또한, 자동차 도장부스 전기방폭 관련 기술기준과 수준에 관한 연구와 전기방폭기준 적용 여부를 검토하고 도장부스내 화재·폭발 방지를 위하여 필요한 환기량 및 폭발 가상체적을 계산하였다. 그리고 연구결과를 근거로 자동차 도장부스에 대한 전기방폭 안전대책과 향후 정책 운영 방안을 제시하였다.

## ■ 연구결과

### ● 자동차 도장부스 방폭관리 원칙

자동차 도장부스는 인화성물질인 신너를 밀폐된 장소에서 사용하기 때문에 환기가 불충분 할 경우에는 신너 증기가 공기 중에 확산되어 폭발위험 분위기를 조성할 수 있다. 그러나 사용량이 소량이며 간헐적으로 사용되고 환기가 충분하다면 폭발위험성은 아주 낮다고 보아 비위험장소로 간주할 수 있다.



## ● 전기방폭 안전대책

자동차 도장부스는 내부에 고정·설치되어 있는 누출원은 없으나 작업이 연속적으로 이루어지는 상태에서 환기가 불충분할 경우에는 폭발위험 분위기가 조성될 수 있다. 따라서 산업안전기준에 관한 규칙 제333조 제1항 제1호의 규정에 따르는 가스폭발위험장소에 해당될 수 있으므로, 동 규칙 제334조 제1항의 규정에 의거하여 방폭성능을 가진 방폭구조의 전기기계·기구를 선정 및 사용하여야 한다.

다만, 다음의 조건을 만족하는 경우에는 도장부스 전체가 방폭성능을 가진 것으로 인정하여 산업안전기준에 관한 규칙 제337조의 인화성 액체를 수시로 취급하는 장소로 보아 도장부스 내부를 노동부 고시에 규정한 비방폭지역으로 인정할 수 있다.

- 도장작업시 충분한 강제환기를 통하여 부스내에 신너 등으로 인한 가스폭발 위험분위기가 조성되지 않을 것
- 조명등은 고무, 실리콘 등의 패킹이나 실링(sealing) 재료를 사용하여 부스내부로부터 완전히 실링한 보호커버가 부착된 매입형 등기구를 설치하고 램프교체작업 후에도 실링이 유지될 수 있도록 하는 구조일 것
- 스프레이건은 부스 내부에 설치된 전기히터와 인터록 되어 전기히터가 가동되는 경우에는 도장 스프레이가 작동되지 않도록 하는 구조일 것
- 부스내에 비방폭형의 스위치류와 콘센트 등의 전기기기가 설치되어 있지 않을 것

## ● 안전규칙 제333조 및 제337조 개정 건의

자동차 도장부스에 대한 전기방폭 적용 여부를 명확히 규정하기 위하여 안전규칙 제333조 및 제337조의 개정안을 다음과 같이 제시한다.

### 제333조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리)

- 누출원에 대해 고정 설치된 상태로 인화성 액체의 증기, 가연성 가스, 가연성 분진 등을 제조·취급 또는 사용하는 설비·기기 및 이에 부속되는 것 등으로 명확히 규정
- 사업주가 폭발위험장소의 구분도를 작성할 때 참고로 하여야 하는 관련규격을 명시

### 제337조(인화성 액체 등을 수시로 취급하는 장소)

- 제333조에 의한 위험장소로 분류되지 않는 장소에서 신너, 페인트, 아교 등의 물질을 수시로 취급하는 경우 화재·폭발을 예방하기 위한 조치
- 스프레이건을 사용하여 용제 등으로 기계·설비 등을 세척·도장하는 장소는 제333조에 의한 위험장소는 아니지만, 세척·도장시 인화성 물질에 의한 화재·폭발의 위험이 있으므로 충분한 환기가 보장되는 경우에만 전기기계·기구를 작동시키도록 명시

## ● 향후 정책 운영 방안

자동차 도장부스는 개별 전기기기마다 방폭구조를 사용하게 할 것이 아니라, 도장부스 전체를 방폭성능을 가지도록 하는 방폭시스템으로 운영하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 환경부 허가기준에 방폭성능을 갖도록 하여 부스 제작시 방폭시스템으로 하는 것이 필요하며, 노동부는 이러한 시설기준을 만족하는 도장부스에 대해 성능검정을 인정하도록 하여 근원적인 방폭 안전대책을 강구할 필요가 있다. ⑤

# 안전공학분야 연구과제 소개

안전위생연구센터 안전공학연구팀에서는 '사망재해 및 사고다발재해 절반 줄이기'에 가치를 걸고 2008년 연구를 수행하고 있으며, 연구결과가 현장에서 필요로 하고 실용적으로 적용될 수 있도록 노력하고 있다. 또한, 사고다발재해를 유형별로 분석하여 연구과제의 우선순위를 정하고 항목별 가중치를 적용하여 사전성과 예측형 연구를 추진하고 있다. 중장기적으로는 재해위험 요인에 대한 공학적인 대책, 안전성 평가기법, 인간공학적 응용연구, 물리적 요인별 안전 대책, 중대재해 예방의 기법 등을 연구하여 산재예방에 일조를 하게 될 것이다. 본고에서는 2008년도에 안전공학연구팀에서 수행하고 있는 4개의 대과제에 대해 간략히 소개하고자 한다.



신운철 팀장 | 안전공학연구팀  
산업안전보건연구원 안전위생연구센터

## ■ 안전공학분야 연구

안전공학분야의 연구는 사망재해 및 사고다발재해의 감소에 실질적인 도움이 되도록 하기위해 우선 최근 3년간의 산업재해현황을 분석하였다. 재해분석 결과 사망사고의 5대 재해가 전체의 60.6%를 차지하고, 업무상 사고 5대 다발 재해는 전체의 81.6%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 사망사고를 유형별로 분석해보면 상위 5개는 추락, 협착, 낙하비레, 충돌, 감전 순이었고, 업무상 사고다발재해는 협착, 전도, 추락, 충돌, 낙하비레의 순으로 발생되었다.<sup>1)</sup> 2008년 안전공학팀에서는 우선 사망재해 및 사고다발재해를 50% 감소시키기 위해 추락, 전도, 협착, 충돌의 4대 유형별 대과제를 중심으로 연구를 수행하여 연구결과와 정책적 활용도를 높이고, 현장에서 실용적으로 적용될 수 있는 방향으로 추진하고 있다.

### ● 추락재해예방 연구

추락으로 인한 사망재해 현황을 분석해 보면 제조업에서는 이동식 사다리, 개구부 및 경사 지붕 등 3m 미만에서 주로 발생하였으며, 건설업의 경우도 300억 이상의 대규모 현장에서는 가시설, 거푸집동바리, 작업발판에서의 추락재해가 발생되었고, 50억 미만의 소규모에서는 이동식 사다리, 개구부 및 경사 지붕 등 상당부분이 3m미만에서 발생하고 있었다. 추락재해가 주로 3m 미만에서 발생됨에 따라 노동부와 산업안전공단에서도 2008년 산재예방사업으로 “추락 2.5 재해 절반 줄이기”를 대대적으로 진행하고 있으며, 연구원도 이에 발 맞춰 추락 2.5 재해예방을 위해 3개의 연구과제를 수행하고 있다.

첫 번째 과제는 “제조업에서의 추락재해 원인 분석 및 예방대책 연구”로 2007년에 발생한 제조업 추락재해 발생원인을 심층적으로 분석한 후 위험성 평가 및 실태조사를 실시하여 주요 위험요인을 도출하고, 이를 예방하기 위한 안전모델 등을 개발하여 제조업 추락재해의 근원적 예방을 위한 연구이다.

두 번째 과제는 “건설업의 추락·붕괴재해 특성 분석 및 예방대책 연구 (I)”로 건설업의 최근 3개년 사망 및 사고 재해 분석을 통해 그 원인을 규명하여 건설업의 추락·붕괴재해 예방대책을 제시하기 위한 연구이다. 이를 위해 현장작업의 안전성과 편리성을 추구하기 위해 주로 사용되는

1) 2004~2006년 산업재해현황분석, 노동부

국내의 외부 비계에 대한 사용실태와 법적인 문제점을 비교·분석하여 실용비계를 제시하고, 층고가 높은곳의 거푸집동바리 붕괴 예방을 위한 안전대책을 제시하여 추락재해를 예방하고자 한다. 특히, 가시설중 건설현장에서 가장 많이 사용되는 강관비계에서 작업발판 미확보로 추락재해가 많이 발생되므로 강관비계의 피장 및 장선간격을 조정하여 이들을 구조 실험함으로써 작업발판이 안전하게 견딜 수 있고 구조강도가 충분한 강관비계의 설치 방법을 제시하고자 한다. 또한, 붕괴 재해가 많이 발생하는 층고가 높은 거푸집동바리의 재해를 방지할 수 있는 개선된 수평 연결 재를 개발하는 연구도 수행하고 있다.

셋째 과제는 “소규모 건설현장의 추락재해 예방을 위한 안전모델 개발 연구”로 소규모 건설현장에서 주요 추락 재해 발생 요인이 되고 있는 이동식 사다리 관련 연구를 통해 추락재해를 예방코자 사다리에서의 미끄러짐 방지 및 강도 검토 등에 관한 연구를 수행하고 있다.

### ● 협착재해예방 연구

협착재해는 2006년도 업무상 사고 발생 형태별 재해의 18.5%를 차지하여 가장 많이 발생하고 있는 사고성 재해이며 사망사고도 유형별로는 두 번째로 발생 빈도가 높았다. 이는 협착재해에 대한 근원적인 대책 마련이 시급함을 잘 보여주고 있다. 협착으로 인한 사망재해의 주요 기인물은 사출성형기, 컨베이어, 동력 전달부 등으로 나타났으며 안전공학연구팀에서는 이들 기인물을 대상으로 연구를 수행하고 있다. 주요 연구내용은 최근 3개년의 중대 재해분석을 통해 발굴한 재해원인 및 문제점을 검토하고 주로 협착재해가 발생하는 중소 사업장의 안전실태를 파악하여 협착 기인물별 안전성 확보 방안 마련이다. 구체적으로 기존의 협착재해 유발 설비에는 양수조작식 방호장치 등을 이용해 평면적으로 대처해 온 것을 공간 감지형 방호장치 등의 개발을 통해 공간적으로 대처하기 위한 “협착재해 예방을 위한 재해 특성분석 및 예방대책” 연구를 수행하고 있다.

### ● 전도재해예방 연구

전도재해는 2006년도 업무상 사고 발생 형태별 재해의 18.0%를 차지하여 협착재해 다음으로 많이 발생하고 있는 재해이며 최근 3년간 전도재해자가 증가되고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 재해자중 고령근로자가 상당부분 차지하고 있어 앞으로 고령사회 진입에 따른 동 재해 발생의 심각성

이 더욱더 부각될 것으로 전망된다. 이에 따라 전도 재해 발생을 감소시키기 위한 미끄러짐, 걸려넘어짐 및 헛디딤 등의 세가지 사고 유형을 분류하여 연구를 진행하고 이중 가장 많이 발생하는 재해인 미끄러짐에 의한 전도재해 예방에 대한 “전도재해 정밀분석 및 예방기법 연구”를 집중적으로 수행할 예정이다. 또한 걸려넘어짐의 위험성 평가와 계단 등의 헛디딤에 대한 연구도 수행 중에 있다. 아울러 이 연구를 통해 안전화의 미끄러짐 저항 성능을 평가하고 이를 바탕으로 안전화의 검정기준을 정립할 계획이며, 작업장의 계단 및 요철 등에서 발생하는 헛디딤과 다양한 장애물에 의한 걸려 넘어짐을 정량적 및 정성적으로 평가할 수 있는 평가 프로그램을 개발할 예정이다. 또한 음식료품제조업 등의 전도 재해 다발업종에 대한 실증 연구를 수행하여 전도재해 예방기법을 개발하는 연구도 병행하여 수행하고 있다.



[그림] 음식료품 제조공장의 작업장 바닥 미끄러짐 지수 측정 장면

### ● 충돌재해예방 연구

충돌재해는 2006년도 업무상 사고 발생 형태별 재해의 12.1%로 사고다발재해에 속하며 주요 기인물로는 지게차, 화물 자동차 등에서 발생하는 것으로 나타났다. 주요 연구내용은 최근 3년간의 사망재해를 분석하여 원인 및 문제점을 파악하고 그에대한 대책을 수립하는 것이다. 또한, 충돌재해의 주원인 중의 하나로 작업장의 레이아웃에 기인한 재해가 많은 점을 착안하여 재 구획 대책안을 제시할 예정이며, 아울러 작업장에 대한 위험성 평가 방안으로 “충돌재해예방을 위한 원인분석 및 예방대책 연구”를 진행하고 있다. ☺

# 미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향( I ) - Morgantown 연구소 중심으로 -

미국의 산업안전보건연구원(NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health)은 안전하고 건강한 작업환경 조성을 위한 연구, 정보 제공, 교육 · 훈련 등을 위한 목적으로 설립된 정부기관이며, 미국내 Morgantown과 Cincinnati에 두개의 연구소를 운영하고 있다. 이번 호에서는 NIOSH의 전반적인 기관현황과 Morgantown 연구소의 최신 연구동향에 대해 소개하고자 한다.

## ■ NIOSH 기관 소개

미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health)은 미국 보건복지국(Department of Health and Human Services) 산하의 질병통제예방센터(CDC)내에서 작업관련 상해 및 질병예방에 대한 권고안 마련과 연구를 목적으로 설립된 정부기관이다. 1970년에 미국 내 산업안전보건법이 제정되면서 미국 산업안전보건청인 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)와 함께 설립되었으며, OSHA가 미국 노동국(Department of Labor) 산하에서 작업관련 안전보건 규정의 제정과 집행에 대한 역할을 하고 있다면, NIOSH는 안전하고 건강한 작업환경을 조성하기 위한 연구, 정보제공, 교육 · 훈련을 제공하는 역할을 하고 있다.

NIOSH는 미국 내 뿐만 아니라 전 세계적으로 작업관련 질병, 상해, 장애 및 사망에 관한 정보를 모으고, 과학적 연구를 통해 재해를 예방하는데 선두적 역할을 수행하고 있다. 미국의 2004년 통계에 따르면 미국 내에서는 매일 평균 11,500명의 근로자가 작업장 상해를 입고, 16명의 근로자가 이러한 상해를 통해 사망하며, 134명의 근로자가 작업관련 질병으로 사망한다고 보고하였다. 또한 이러한 재해를 통해 절반이상의 재해자가 직장을 옮기거나 작업에 제한을 받거나 요양을 위해 작업장을 떠나게 된다고 보고하였다. The Liberty Mutual 2002 Workplace Safety Index에서는 1999년에 상해를 통해 지출된 직접손실비용이 약 400억으로 증가하였으며 간접손실비용은 약 2,000억에 이른다고 보고하였다. 이러한 측면에서 볼 때, 작업장 근로자의 건강과 안전을 보호하기 위한 NIOSH의 활동들은 미국 내에서 근로자들의 건강을 수호하고 경제적 손실을 예방하는 매우 중요한 역할이라 할 수 있다.

## ■ NIOSH의 조직구성

NIOSH에는 역학, 의학, 산업위생, 안전, 심리학, 공학, 화학 및 통계학 등 다양한 분야의 전문가들로 구성된 약 1,400명의 근로자가 근무하고 있



박현희 연구원 | 산업위생연구팀  
산업안전보건연구원 안전위생연구센터



으며 워싱턴 DC에 본부(원장 : Dr. John Howard)를 두고, 오하이오(Ohio)주 신시네티(Cincinnati)와 웨스트버지니아(West Virginia)주 모건타운(Morgantown)에 두 개의 연구소를 운영하고 있다. NIOSH의 연구업무는 크게 6개의 부서(Division)로 나뉘어져 운영되고 있는데 신시네티(Cincinnati)연구소에 Division of Applied Research and Technology(DART), Division of Surveillance, Hazard Evaluations, and Field Studies(DSHEFS), Education and Information Division(EID) 등의 3개 부서가 있고, 모건타운(Morgantown)연구소에 Division of Respiratory Disease Studies(DRDS), Division of Safety Research(DSR), Health Effects Laboratory Division(HELD) 등의 3개 부서를 운영하고 있다. 또한, 펜실베이니아(Pennsylvania)주 피츠버그(Pittsburgh)와 워싱턴주(Washington) 스포칸(Spokane)에 실험실을 운영하고 있다.

각 부서별 업무를 살펴보면 다음과 같다.

● **Division of Applied Research and Technology (DART) : Cincinnati, Ohio**

DART는 직업성 상해 및 질병의 예방과 개입 효과에 중점을 둔 응용연구를 수행하고 있다. 노출평가방법 연구(화학물질 및 에어로졸의 유해성을 평가하기 위한 시료채취 및 분석방법 연구), 건강평가방법 연구(조직 및 체액분석을 통한 직업적 노출 평가, 생물학적 모니터링 방법 연구), 공학 및 관리기술 연구(화학적, 생물학적, 물리적, 인간공학적 유해인자로부터 작업환경을 개선하기 위한 공학적 개선대책 연구), 물리적 유해요인 연구(소음, 청력장애예방, 비전리방사선에 대한 기초연구 및 개인보호구, 건강장해 연구), 작업장 스트레스 연구, 인간공학 분야 연구를 수행하고 있다.

● **Division of Respiratory Disease Studies (DRDS) : Morgantown, West Virginia**

DRDS는 천식, 만성폐질환, 진폐증과 같은 직업성호흡기

질환의 확인, 평가, 예방에 대한 역할을 수행하고 있는 부서로 탄광 근로자에 대한 법적 의학적 서비스를 관리하며, 호흡용 보호구의 질에 관한 연구를 시험, 평가, 보증, 관리, 수행하고, 이러한 책임의 효과적인 수행을 위해 필요한 규정, 고시, 연구결과를 간행 및 배포한다.

● **Division of Surveillance, Hazard Evaluations, and Field Studies (DSHEFS) : Cincinnati, Ohio**

DSHEFS는 미국 내 노동인력 변화와 작업관련 질환의 발생위험이 있는 작업장, 노출수준, 유해인자, 근로가능 인구 및 그 후손에 이르기까지 질병을 발생할 우려가 있는 요인에 대한 연구를 수행하는 부서이다. DSHEFS는 연방 기관, 주·지역 기관, 기술 집단, 조합, 사업주, 근로자 등에 산업안전보건 문제에 관한 기술적인 지원을 제공하고 있다. 현재 공단 연구원 산업위생연구팀에서 수행하고 있어 우리에게도 잘 알려져 있는 “건강 유해도 평가(HHES)” 사업을 수행하고 있는 기관이다.

● **Division of Safety Research (DSR) : Morgantown, West Virginia**

DSR은 외상성 산업재해 연구프로그램에 집중하고 있는 부서로 동 프로그램은 산업재해 예방에의 공공적 건강 접근을 위해 조직화되어 있다. DSR은 감시, 분석적 역학, 보호 기술, 안전공학 등의 업무를 포괄한다.

● **Education and Information Division (EID) : Cincinnati, Ohio**

EID는 정보를 개발하고 전달하며, 직업성 상해 및 질병의 예방을 촉진하기 위한 권고안을 제공한다. 이것은 용도에 맞는 정보 배포, 훈련, 정성 및 정량적 위험성 평가의 개발을 통해 이루어질 수 있다. EID는 또한 기관의 인터넷 웹사이트, 무료전화 서비스, 공공 정보센터, 전시 프로그램, 도서관 시스템, 그래픽 및 시청각 지원, 인쇄사무소, 파일보고 시스템 등을 유지한다.

● **Health Effects Laboratory Division (HELD) : Morgantown, West Virginia**

HELD는 집중적, 응용적, 예방적 실험 연구를 수행한다. 개입프로그램을 개발하고 작업장 안전보건 프로그램을 관리하고 예방하기 위한 정보교환의 효과적인 방법을 계획, 실험, 수행한다.

■ **NIOSH의 전략적 목표**

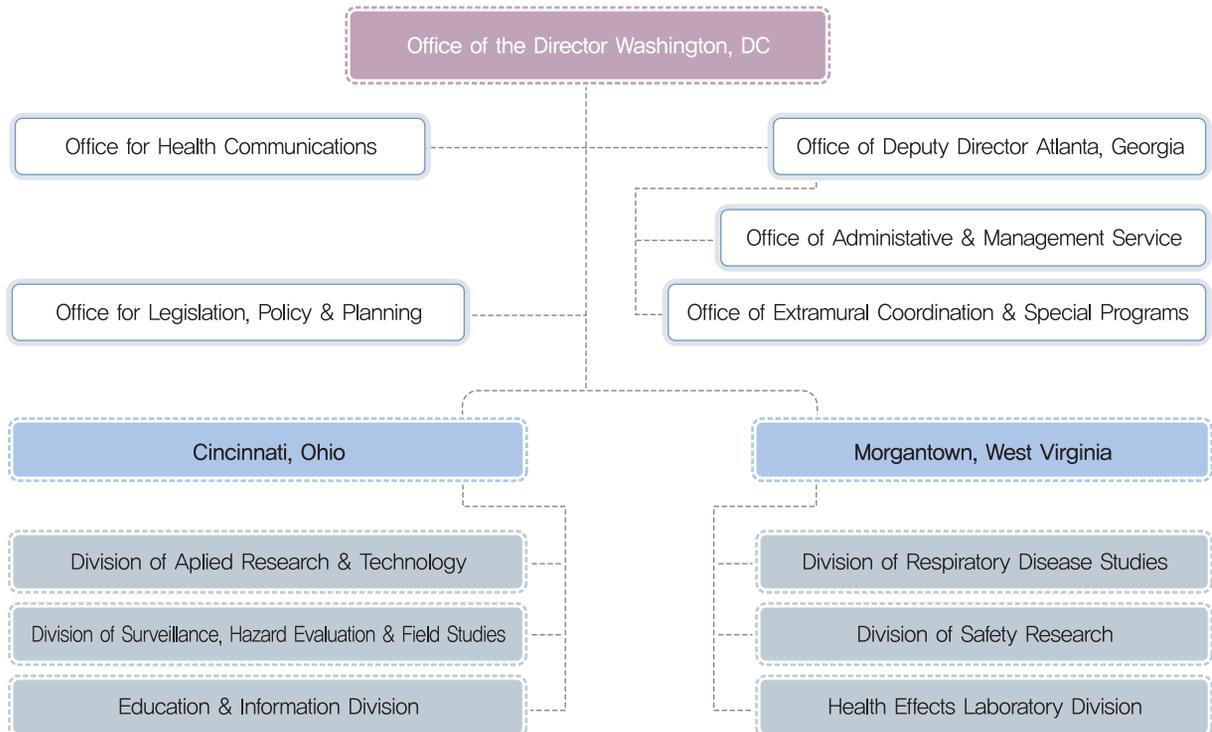
NIOSH의 전략적 목표는

- ① 재해발생의 위험과 우선순위가 높은 작업장에서의 상해와 질병을 감소시키기 위한 연구를 수행하고,
- ② 주요 작업장 질병, 상해, 유해물질 노출, 건강과 안전을 위협하는 유해요인들에 대한 감시체계를 구축·유지하고,
- ③ 작업장 환경을 평가하고 개선방안 권고를 통한 효과를 확인하여 예방활동을 실시하고,
- ④ 작업자, 사업주, 대중과 안전보건협의체에 정보 및 교

육훈련의 기회를 제공하고 작업장 재해를 예방할 수 있는 역량을 강화시켜 주는 것이다.

■ **NIOSH의 연구**

NIOSH의 전략적 목표를 수행하기 위해서 NIOSH의 연구는 다음과 같이 진행된다. 직업성 상해 및 질병을 예방하기 위해 여러 전문분야 연구자들이 하나의 팀을 이루어 연구를 수행하며 내부 자체연구 및 외부 전문가와 공동으로 연구를 진행하는 형태를 이루고 있다. NIOSH의 연구는 NORA(Natioanl Occupational Research Agenda)에서 지정한 21개 우선과제에 의해 가장 큰 영향을 받고 있다. NORA는 1996년 NIOSH와 정부, 경영계, 노동계, 학계 전문가로 구성된 약 500여명의 파트너들이 다음 세대를 위한 작업관련 질병 및 상해의 예방을 위한 연구수행을 목적으로 구성한 연구자금 운영조직이다. 작업장 안전 및 보건을 위해 우선연구가 필요한 21개 분야를 선정하였는데 이러한 작업의 결과로 1996년부터 2005년까지 약 10여년간 NORA



[그림 1] NIOSH 조직도



를 통해 188개의 외부공동연구와 256개의 내부 자체연구과제를 수행하였다.

NORA의 주요 21개 연구 우선분야를 살펴보면 다음과 같다.

- 알레르기 및 자극제에 의한 피부질환 연구 (Allergic and Irritant Dermatitis)
- 천식과 만성 폐쇄성 호흡기 질환 연구 (Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease)
- 생식독성 연구 (Fertility and Pregnancy Abnormalities)
- 소음성난청 연구 (Hearing Loss)
- 감염성질환 연구 (Infectious Disease)
- 요통질환 연구 (Low back Disorders)
- 근골격계질환 연구 (Musculoskeletal Disorders)
- 외상성장애 연구 (Traumatic Injuries)
- 응급처치 기술 (Emerging Technologies)
- 실내공기 질 관리 (Indoor Environment)
- 혼합물질 노출 평가 (Mixed Exposures)
- 작업장 조직관리 (Organization of Work)
- 특정 인구집단의 위험성 연구 (Special Populations at Risk)
- 직업성 암 연구방법 (Cancer Research Methods)
- 공학적 개선대책 및 개인보호구 (Control Technology and Personal Protective Equipment)
- 노출평가 방법 연구 (Exposure Assessment Methods)
- 건강관리 서비스 연구 (Health Services Research)
- 개입효과 연구 (Intervention Effectiveness Research)
- 위험성 평가 방법 연구 (Risk Assessment Methods)
- 작업장 질병 및 상해로 인한 사회적 경제적 손실 연구 (Social and Economic Consequences of Workplace Illness and Injury)
- 직업병 감시체계 연구 (Surveillance Research Methods)

이번 호에서는 NIOSH에서 진행하고 있는 연구과제 중 Morgantown 연구소의 호흡기질환 연구부(DRDS), 안전연구부(DSR), 실험연구부(HELD)에서 진행 중인 주요과제 중 일부를 소개하고자 한다.

### ■ 호흡기질환 연구부

(DRDS : Division of Respiratory Disease Studies)

#### ● 습한 건물에서의 실내 작업환경과 관련된 호흡기질환 연구

최근 미국 질병관리국(CDC)의 지원으로 발간된 미국의 학연구소(Institute of Medicine)의 보고서 (“습한 실내 환경과 건강”)에 의하면, 습한 실내환경 중의 어떤 구체적인 요인이 건강문제를 야기하는지에 대해서는 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, 습한 건물에 존재하는 곰팡이나 다른 생물학적 혹은 비생물학적 요소들이 코나 목에서 나타나는 관련 이상증상(nasal, throat symptom), 기침(cough), 천식음(wheeze), 천식 증상(asthma)과 상관성이 있다는 충분한 증거가 있다고 보고하였다. 이에 대해 NIOSH 호흡기 질환 연구부는 습한 건물(damp building)에서 건강 위험을 일으키는 실내 환경의 요인들에 대한 모니터링 방법과 효과적인 건물보수 방법에 대한 연구를 진행 중이다.

#### ● Flock-Associated Dust에 의한 폐질환 연구

벨벳(velvet) 느낌의 합성섬유를 생산하기 위해 사용되는 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 아크릴, 폴리프로필렌 등의 소재로 직경이 10~15 $\mu$ m 정도인 Flock Dust가 작업관련 침입형 폐질환(Interstitial Lung Disease, 폐낭, 폐기도, 폐 조직의 상처부위 등에 침투해 염증을 일으키고 폐를 뻗뻗하게 만들어 산소와 이산화탄소 교환을 방해하게 하는 폐질환)을 일으키는 것으로 NIOSH의 건강유해도평가(Health Hazard Evaluation)를 통해 보고된 바 있으며, 이에 대해 공기 중 Flock Dust 노출농도와 건강장해에 대한 반응관계를 밝히기 위한 연구를 진행 중이다

#### ● 베릴륨(Beryllium)의 피부노출에 의한 연구

NIOSH 연구팀은 베릴륨에 의한 감각현상(感作, sensitization, 베릴륨에 감각되면 폐 육아종 등과 같은 폐 손상이 서서히 진행되는 것으로 알려져 있음)을 예방하기





### ■ 건강영향 실험연구부

(HELD : Health Effects Laboratory Division)

#### ● 직업성 금속노출에 의한 발암 메카니즘 연구

이 연구는 금속노출에 의해 발생한 암의 분자학적 메카니즘을 밝히는데 목적이 있으며, 특히 세포파괴 및 세포분화를 일으키는데 있어 활성산화물질의 역할과 이들의 양분화된 신호경로에 대해 연구하게 될 것이다. 또한, 작업장에서 금속 및 금속을 포함하고 있는 분진(크롬, 니켈, 비소 등)이 암을 어떻게 발생시키는 지의 메카니즘에 대해 조사하게 된다. 이 연구의 가설은 자유 라디칼 반응이 중요한 역할을 한다는 것이며 전자스핀공명 및 분자 생물학 기술이 메카니즘을 밝히는데 활용될 예정이다.

#### ● 직업성 화학물질에 따른 생식독성 연구

작업장에서 사용하는 화학물질 중에는 유해한 생식독성을 초래하는 물질들이 있다. 이 연구에서는 살충제인 methoxychlor(DDT)를 이용하여 테스토스테론(남성호르몬)의 생산과 에스트로젠(여성호르몬) 합성에 어떤 영향을 미치는지에 대해서 연구하게 될 것이다. 이러한 연구결과는 작업장 화학물질의 유해성 평가 및 Control banding에 유용하게 활용될 것이다.

#### ● 직업성 암의 유전자 적합성 연구

미국 내에서 작업관련으로 발생하는 암 중 가장 많이 발생하는 것은 폐암이다. 5년간의 이 연구 프로젝트를 통해 폐암과 피부암 발생에 영향을 주는 유전자 중 암 발생에 우호적으로 반응하는 유전자는 무엇이고, 저항적으로 반응하는 유전자는 무엇인지, 어디에 위치하고 있는 어떤 유전자 인지를 밝히는 연구를 진행하고 있다.

#### ● 경찰관들의 작업 스트레스와 심혈관질환 분석

교대근무, 장시간 근무, 업무부하를 조절을 할 수 없는 성격의 업무인 경우 스트레스가 증가하게 되고 심혈관질환을 일으킬 수 있다고 알려져있다. 스트레스가 발생하였을 때 나타나는 신체 이상반응에 대해서는 거의 알려진 바가 없어 건강영향을 밝히는데 어려움이 있었다. 이 연구의 목표는 스트레스의 신체이상반응 일종인 타액선 코티솔 반응(salivary cortisol response)을 평가하여 스트레스가 신진

대사와 심혈관질환을 발생하는데 유해한 역할을 하는지에 대한 통계학적, 역학적 분석을 수행하는 것이다.

#### ● 작업관련 위험인자와 심혈관질환

이 연구의 목적은 나노크기의 입자를 포함하는 미세먼지의 직업적 노출로 인한 영향을 평가하는 것이다. 금속, 세라믹, 유기물들의 작은 덩어리들은 폐에서 만성염증반응을 유발하게 되는데 이러한 염증반응은 미세입자의 혈관 및 순환기계로의 이동을 더욱 가속화시키는 역할을 하게 된다. 연구결과는 미국에서 가장 많이 발생하는 질환인 동맥경화와 심혈관질환의 직업적 발생요인을 밝힘으로써 심혈관질환의 발생을 예방하기 위한 대책 마련과 미세먼지와 나노크기 입자 노출에 대한 안전 규제에 대한 과학적 근거를 마련하는 발판이 될 것이다.☺



[그림 3] NIOSH Morgantown 연구소

# 일본의 제11차 노동재해방지계획

2008년 3월 19일 일본 후생노동성에 서는 제11차 노동재해방지계획을 발표하였다. 이 계획은 국가가 산업구조의 변화, 취업형태의 다양화, 고령 노동자의 증가 등 사회경제의 변화에 대응하여 근로자의 안전과 건강을 확보하기 위하여 책정한 것으로서 2012년까지 향후 5년간에 걸친 안전보건행정의 지침이라 할 수 있다.

## ■ 수립배경

1950년대 후반부터 시작된 일본의 고도경제성장은 한편으로 산업재해의 극심한 증가를 가져왔다. 산업구조의 고도화와 노동력 부족문제를 극복하기 위하여, 국가적인 차원에서 안전보건의 확보를 위한 근본적인 대책이 요구되었다. 한편 안전보건활동이 효과적으로 추진되기 위해서는 국가의 감독지도와 병행하여 근로자의 안전과 건강에 직접적인 책임을 가진 사업주의 자율적인 재해방지활동이 필요했다. 이러한 필요성에 따라 국가가 우선 종합적인 노동재해방지계획을 책정하고, 여기에 따라 민관이 일체가 되어 계획의 목표를 달성하도록 하는 체계를 수립하게 되었다. 이것이 구체화 된 것이 1958년부터 1962년까지 5년간 실시된 제1차 노동재해방지계획이며, 그 후 5년 단위로 계속 실시되어 오늘의 제11차 노동재해방지계획에 이르고 있다.

## ■ 계획의 목적

산업재해의 방지를 위해서는 국가, 사업주, 근로자를 비롯한 모든 관계자가 일체가 되어 종합적이고 계획적인 대책을 실시해야 한다. 이를 위해 국가는 산재예방에 대한 장기적이고 종합적인 계획을 책정하여 향후 실시할 시책을 분명히 하고, 재해방지의 실시주체인 사업주가 실시해야 할 사항을 명확히 하여 자율적인 활동을 촉진해야 한다. 이를 위해 2008년에 시작하여 2012년에 완료하는 것을 목표로 하는 노동재해방지계획을 책정하여 5개년 계획으로 추진한다.

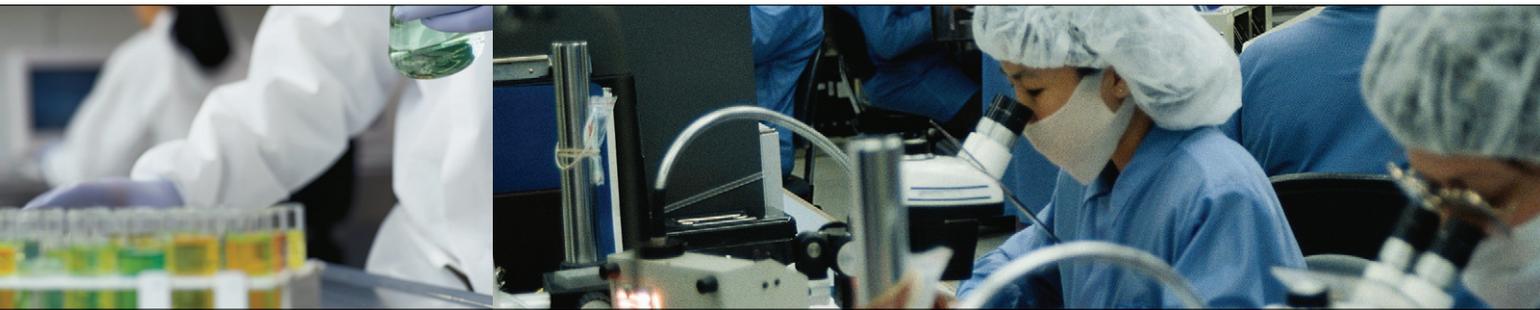
## ■ 산업재해를 둘러싼 동향

### ● 산업·취업구조, 산업현장의 변화

산업구조는 1990년대 후반부터 시작된 경기침체에 따라 제조업의 생산 활동은 감퇴하고 건설업은 위축된 반면 국민생활의 다양화에 의해 서비스업은 확대되고 있다.



박종선 대리 | 국제협력팀  
한국산업안전공단



취업구조는 산업구조의 변화에 따라 업종별로 근로자수의 증감이 발생하고 있으며 비정규직 고용의 확대에 의한 취업형태의 다양화, 노동시간 분포의 장·단 양극화가 나타나고 있고, 고령근로자와 여성근로자가 증가하고 있다.

한편, 산업현장에서는 생산공정의 다양화, 복잡화가 진행됨과 동시에 새로운 기계설비·화학물질이 도입되어 사업장 내의 유해·위험성이 다양해지고 있다.

그 밖에, 지금까지 현장의 안전보건을 지탱해 온 전후(戰後)세대의 대량퇴직과 비정규직 근로자의 증가에 의해 안전보건의 노하우 소실이 우려되고 있으며, 경력이 짧은 미숙련 근로자가 증가하고 있는 점에도 적절한 대응이 필요하다.

## ● 현상분석 및 과제

### 1) 산업재해의 발생 상황

2003년부터 2007년까지 실시된 제10차 노동재해방지계획

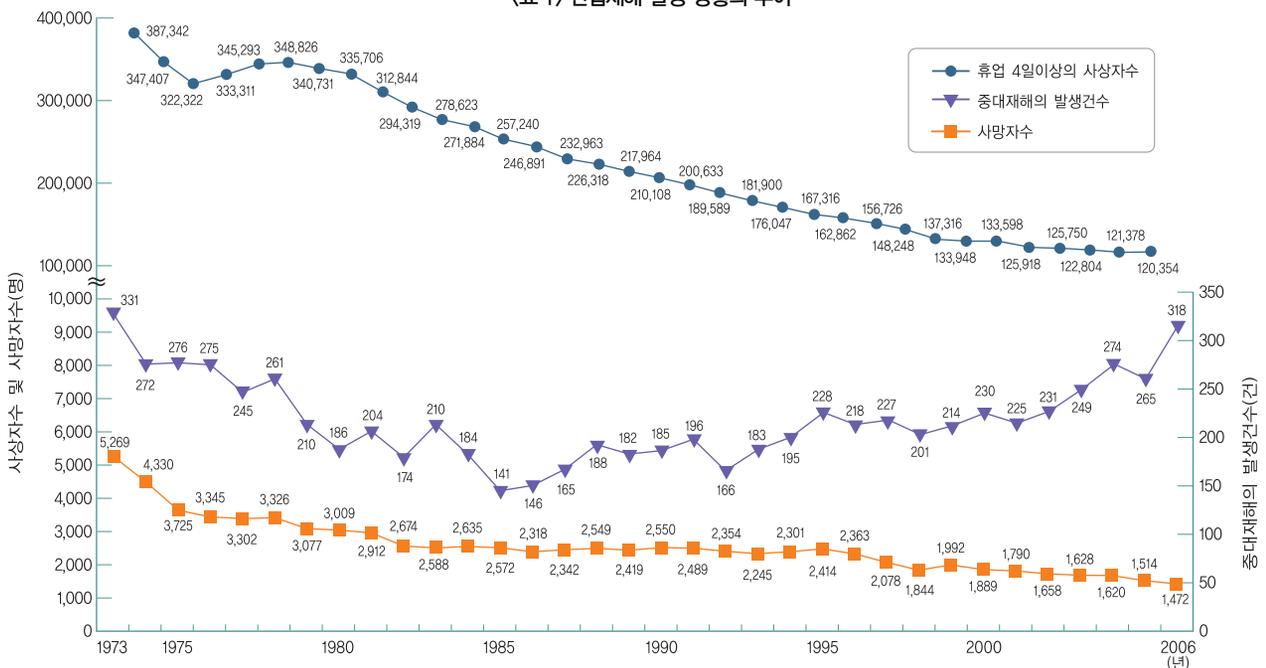
획에서는 계획기간 내에 산재로 인한 사망자수를 연간 1,500명 이하, 총 재해건수를 20% 이상 감소시키는 것을 목표로 하였다. 그 결과 사망자수는 2006년에 1,500명 이하로 감소한 이후 2007년에도 감소세를 유지하여 1,500명 이하로 크게 떨어져 10차 계획의 목표를 달성할 것으로 전망된다.

하지만, 산업재해에 의한 휴업 4일 이상의 사상자수는 1978년 이래 27년간에 걸쳐 매년 감소해 당초의 3분의 1로 줄었으나, 2006년에는 28년 만에 증가해, 10차 계획 실시기간의 감소율은 약 10%에 머물러 목표달성이 어려운 상황이며 향후 더욱 감소를 기대하기도 어려운 상황이다.

### 2) 근로자의 건강을 둘러싼 상황

정기 건강진단 결과에 의한 지질이상, 고혈압, 당뇨병의 유소견자가 증가하여, 대략 2명 중 1명이 유소견자라는 높은 수준에 처해있으며 최근 뇌·심장질환의 산재 인정건수도 연간 300건을 넘는 높은 수준이다. 또한 2002년에 후생

〈표 1〉 산업재해 발생 상황의 추이



노동성이 실시한 근로자 건강실태 조사에 따르면 직장생활에 강한 불안, 스트레스를 느끼는 근로자가 60% 이상에 달하고 있다. 한편, 진폐증의 신규 유소견자는 장기적으로는 감소하고 있으나 최근 몇 년간 증감없이 연간 약 250명이 발생하고 있다.

요통은 전체 직업병의 60%를 차지하고 있으며 고령 근로자의 증가나 복지서비스 관련 업무의 증가에 따라 더욱 증가할 것으로 예상된다.

화학물질에 의한 업무관련성 질병은 연간 약 300건이 지속적으로 발생하고 있다. 석면에 의한 폐암과 중피종의 산재 인정건수는 2006년에 약 1,800건으로 증가경향에 있다. 향후 석면을 사용한 건축물의 해체작업이 증가할 것으로 예상되며 해체작업에 종사하는 근로자들의 석면에 의한 건강상의 장애가 우려된다. 또한, 과로에 의한 건강장애 및 정신장애의 산재청구 · 인정건수가 증가하고 있다.

### 3) 안전보건전반에 관련된 상황

사업주가 사업장의 위험성 또는 유해성의 점검, 위험성 저감조치를 검토하고 조치를 취하는 「유해 · 위험성 평가」를 보급하는 것이 절실하다. 하지만 전문가의 부족과 실시 방법을 모르는 등의 이유로 근로자수 10인 이상 사업장에서의 실시율은 약 20%에 머물고 있다. 한편, 채용 시 교육, 작업내용 변경 시 교육을 비롯한 안전보건교육이나 안전패트롤 등의 안전보건활동은 지속적으로 저조해지고 있다. 또한 안전보건경영시스템을 도입하고 있는 사업장의 비율은 근로자수 10인 이상의 사업장에서 10% 미만에 머무르고 있다.

파견 근로자, 하청근로자, 임시직 근로자 등의 비정규직 근로자가 3명 중 1명을 차지하고 있으며 고령화의 진전에 의해 고령 근로자의 비율이 앞으로 더욱 높아져 갈 것으로 예상된다.

## ■ 계획과 관련한 기본방침

● **산업재해 전체를 감소시키기 위한 위험성 저감대책의 추진**  
 산업재해를 전체적으로 감소시키기 위해 사업장의 유해

성 또는 위험성의 점검, 조사 평가하고, 조치를 취하는 「유해 · 위험성 평가」가 널리 정착되어야 하며 실시체계를 증진한다.

### ● **중대재해를 방지하기 위한 대책의 충실**

사망재해 등 중대재해가 많이 발생하는 작업, 기계설비에 대해 대책을 효과적으로 실시한다.

### ● **목표의 설정, 계획적인 실시에 의한 대책의 적절한 추진**

최근의 행정에서는 계획적인 행정운영과 평가가 요구되고 있으며, 2007년에 비준된 「산업안전보건 증진체계」(ILO 제187호 협약)에서도 동일한 개념을 요구하고 있다. 이에 따른 계획목표의 설정, 평가를 적절히 실시한다.

## ■ 계획의 목표

### ● **목표**

다음의 목표를 향해 2012년까지 매년 감소를 기한다.

- 사망자수를 2007년과 비교하여 2012년까지 20%이상 감소
- 사상자수는 2007년과 비교하여 2012년까지 15%이상 감소
- 정기건강진단에서의 유소견률의 증가세를 감소세로 전환

### ● **중점대책 및 목표**

특히 중점적으로 추진해야 할 행정시책과 이를 근거로 사업장에서 실시하는 안전보건대책은 다음과 같다.

- 「유해 · 위험성 평가」실시방법을 보급한다. 또한, 사업장 내외의 전문가를 양성하여 꾸준히 실시율을 높여간다.
- 화학물질의 「유해 · 위험성 평가」를 위하여 물질안전보건자료(이하 「MSDS」)를 활용하고 실시율을 향상시킨다.
- 기계재해의 방지를 위해 산재가 다발하고 있는 기계마다 안전대책을 검토하여 필요한 조치를 강구한다.
- 추락 · 전락재해의 방지를 위해 발판 및 건축물에서의 작업, 하역작업에 대해 조치를 취한다.

- 터널 건설공사, 아크용접작업, 금속의 연마작업과 관련된 분진장해 방지대책을 추진함으로써 신규 진폐 유소전자수를 감소시킨다.
- 화학물질에 의한 건강장해를 방지하기 위해 화학물질 관련 유해업무에서의 작업주임자의 선임 및 작업환경 관리의 철저, 안전보건교육을 추진한다. 특정화학물질과 유기용제에 의한 중독, 일산화탄소 중독과 같은 화학물질에 의해 발생하는 직업병의 발생을 감소시킨다.
- 근로자의 자율적인 건강진단 체계를 촉진하며 의료보험자가 실시하는 조치와 연계하여 건강진단 결과에 따른 조치를 지속적으로 실시한다.
- 근로자 각자가 자신의 정신건강 상태를 파악하기 위해 교육, 연수를 촉진한다. 사업장 내외의 상담 체계를 정비하고 직장복귀대책을 추진하여 정신건강 증진사업을 실시하는 사업장의 비율을 50% 이상으로 확대한다.



## ■ 산업재해 방지를 위한 세부대책

### ● 자율적인 안전보건활동의 촉진

#### 1) 「유해·위험성 평가」의 실시 촉진

「유해·위험성 평가」를 보다 널리 실시하기 위해 중소기업 사업장을 중심으로 전문가에 의한 지도를 실시한다. 중

소규모 사업장의 일반적인 작업에 대한 매뉴얼을 제작하여 업종별 협회를 통해 보급한다.

기계에 대해서는 제조자가 「유해·위험성 평가」를 실시하여 사고방지대책을 기계에 표시하고 기계를 양도할 때에는 「유해·위험성 평가」를 포함한 사용정보를 제공하는 것을 제도화 한다.

화학물질은 MSDS를 통해 유해·위험성 정보를 제공한다. 화학설비 개조 등의 작업을 외주할 때, 주문자는 실시업자에게 설비와 관련된 정보를 철저히 제공한다.

「유해·위험성 평가」가 효과적으로 실시되도록 재해사례, 우수사례를 제공한다.

#### 2) 안전보건경영시스템의 활용

「유해·위험성 평가」와 함께 안전보건경영시스템의 자율적인 도입을 촉진한다.

업종별 협회는 후생노동성이 정한 「안전보건경영시스템에 관한 지침」에 따라 자율적으로 매뉴얼을 제작한다. 또한, 안전보건경영시스템의 실시를 요건으로 하는 계획서 제출 면제제도에 대해 홍보한다.

#### 3) 자율적인 안전보건활동 촉진을 위한 환경정비

근로자의 안전과 건강을 최우선으로 하는 「안전문화」가 최고경영자를 비롯한 기업 전체에 확산되도록 하고 일반 국민에게 안전보건의 중요성의 인식을 높이기 위한 홍보를 추진한다. 또한 기업간 거래에 있어서 안전보건체계를 적극적으로 검토하는 등 안전보건체계가 사회적으로 평가되는 제도에 대해 검토한다.

### ● 특정재해 대책

#### 1) 기계재해 방지대책

기계의 설계, 제조 및 사용단계에서 「유해·위험성 평가」를 실시하고 기계를 양도할 때 「유해·위험성 평가」 결과 등의 정보를 사용자에게 제공토록 한다. 사고가 빈번히 발생하거나 중대재해가 발생하는 기계별로 대책을 검토한다. 또한, 기술발전에 따라 구조규격을 재검토한다.

#### 2) 추락·전락재해 방지대책

발판의 조립·해체 작업을 실시할 때 난간선행공법을 도

입하고, 목조가옥과 같은 저층주택공사를 대상으로 발판선 행공법을 보급한다.

건설업 이외에서 발생하고 있는 구조물로부터의 추락이나 하역작업 중에 차량으로부터의 추락·전락재해 방지를 위한 대책을 검토하고 조치를 취한다.



### 3) 교통재해 방지 대책

운전실태와 재해발생 간의 관계에 관한 조사결과를 근거로 교통재해 방지 가이드라인을 마련한다. 또한, IT기술을 활용하여 트럭의 주행상황을 실시간으로 파악하고 운전자가 필요로 하는 안전보건관리를 지시하는 「실시간 원격 안전보건관리 기법」을 개발하여 보급한다..

### 4) 폭발·화재 방지대책

가스, 증기 및 분진으로 인한 폭발·화재에 대해 철저히 규정된 조치를 취하도록 하고, MSDS를 활용한 화학물질의 「유해·위험성 평가」를 보급한다.

## ● 산업재해 다발업종 대책

### 1) 제조업 대책

「유해·위험성 평가」의 실시를 위해 중소기업장을 중심으로 전문가의 지도를 실시하고 매뉴얼을 제작하여 업

종별 협회를 통해 보급한다.

전후세대의 대량퇴직에 따라 안전보건분야의 노하우의 상실과 근로자의 숙련도 저하에 대응하기 위해 PDA(개인용의 휴대단말기), IT기술을 활용하여 정보제공과 경고를 가능하게 하는 「IT를 활용한 안전보건관리 기법」을 보급한다.

채용 시 교육을 철저히 실시함과 동시에, 미숙련 근로자에게 모의적으로 사고를 체험하게 하여 위험 감수성을 향상시키는 교육도 추진한다.

하청근로자가 혼재하는 작업의 사고예방을 위해 발주자는 작업간의 연락조정과 종합적인 안전보건관리를 철저히 한다.

또한, 화학물질을 제조 또는 취급하는 설비를 개조할 때, 주문자는 실시업자에게 설비에 대한 정보를 제공한다. 또한 사업주 등이 실시하는 설비의 비정상 작업시의 안전보건대책을 철저히 한다.

### 2) 건설업 대책

다층적인 하도급구조로 되어있는 건설업의 재해방지를 위해 발주자는 총괄 안전보건관리를 철저히 실시한다. 특히, 대기업보다 산재발생률이 높은 중소 지방종합공사업자에 대한 지도력을 높인다.

전문공사업자의 자율적인 안전보건관리 능력을 높이기 위해 전문업종별 매뉴얼을 제작하여 「유해·위험성 평가」를 실시한다.

건설공사에서 안전보건관리비의 확보나 공공사업의 조달제도에서 안전보건경영시스템 체계를 평가하는 제도를 도입하여 발주자가 안전보건에 대해 배려토록 한다.

목조가옥 저층주택 건축공사를 대상으로 발판 선행공법, 발판의 조립·해체작업 시에 난간 선행공법을 보급하여 추락·전락재해를 예방한다.

### 3) 육상화물운송사업 대책

관련행정기관과 연대하여 교통재해 방지대책을 철저히 시행하고 안전운행을 위해 화주관계자와 트럭사업자와의 연대를 추진한다.

하역작업 중 트럭으로부터의 추락·전락재해 방지대책을 검토하고 조치를 취한다.

4) 입업 대책

사망재해가 다발하는 '다른 나무에 걸친 벌도목'의 처리에 대해 대책을 수립하고 최근에 도입되고 있는 대형입업기계의 안전대책을 수립한다.

5) 제3차산업 등의 대책

도·소매업, 사회복지시설, 폐기물처리업과 같은 산재다발 업종에 대해 업종별 안전보건관리 규정모델을 활용하여 대책을 추진한다. 또한 재해사례와 같은 안전보건정보를 공개하여 이러한 정보를 활용한 자율적인 안전보건활동을 촉진한다. 그 밖의 항만화물운송사업, 광업과 같은 산재다발 업종에 대해 실태에 근거한 재해방지대책을 추진한다.

● **업무관련성 질병(석면 및 화학물질은 제외)의 예방대책**

1) 분진장해 방지대책

터널공사나 대부분의 신규 진폐 유소견자가 발생하고 있는 아크 용접작업, 금속연마작업을 중심으로 종합적인 분진장해 방지대책을 추진한다.

터널공사시에 근로자의 분진노출을 저감하기 위해 갱의 크기에 따른 환기를 실시하고 분진농도 측정결과에 따라 환기장치의 풍량을 조절한다. 콘크리트 분사작업을 실시할 때에는 전동 팬 호흡용 보호구를 사용한다. 또한 적절한 발파대피시간을 확보한다.

2) 요통예방대책

요통의 발생이 많은 사회복지서비스업을 중심으로 작업용 기기를 도입하고 허리의 부담을 경감하기 위한 구체적인 기법을 검토한다.

3) 진동·소음장해 방지대책

진동공구 제작자는 사용자가 진동레벨 정보를 알 수 있도록 진동공구에 진동레벨을 적절히 표시토록 한다. 소음장해를 방지하기 위하여 소음레벨의 저감화 추진지침에 따라 작업환경을 관리한다.

4) 열사병 예방대책 및 산소결핍증 방지대책

열사병이 많이 발생하는 업종, 시기를 중심으로 열사병

예방대책을 가이드라인으로 보급한다. 또한 산소결핍을 방지하기 위하여 위험장소에 대한 인식능력의 향상, 작업순서의 확인과 같은 방지대책을 반드시 실시한다.



5) 그 밖의 업무관련성 질병의 예방대책

전리방사선 장해를 방지하기 위하여 피폭의 저감화 대책을 실시한다. VDT 작업에 의한 건강장해를 방지하기 위해 지속적으로 관련 가이드라인을 홍보한다.

● **석면노출 예방대책**

1) 전면금지의 철저

석면을 제조하는 것을 철저히 금지하고 예외적으로 전면금지조치가 유예되고 있는 특수용도의 석면제품은 조기에 대체화를 완료하고 해당 유예조치를 폐기한다.

2) 해체작업에서의 노출방지대책 철저

건축물의 해체작업이나 손상된 뿔칠석면에 노출되지 않도록 하고 석면노출 방지대책을 검토하여 뿔칠석면의 제거 작업시에는 전동팬 호흡용 보호구의 사용을 제도화 한다.

3) 이직자의 건강관리대책 추진

석면관련 건강관리수첩 제도를 지속적으로 홍보하고 건강진단을 실시하는 의료기관을 확대한다. 또한 근로자의 이직 후 건강관리조치도 적절히 추진한다.

● **화학물질 대책**

1) 화학물질에 의한 산업재해 방지대책

MSDS를 활용한 화학물질의 「유해·위험성 평가」 보급을 촉진한다. 위험성 또는 유해성이 우려되는 물질에 대해 계획적으로 화학물질 분류·표지 세계조화시스템(GHS)에 근거해 분류하고, 모델 MSDS를 작성한다. 또한 표시대상 물질 및 문서교부 대상물질의 확대를 검토한다.

2) 화학물질 관리대책

발암의심물질은 유해물 노출작업 보고제도에 근거하여 국가가 위험성 평가를 실시하고 위험성이 높다고 여겨지는 화학물질에 대해 단계적으로 규제한다.

화학물질 관리는 전 세계적인 과제이므로 국제적인 공조와 민관의 역할분담을 통해 대응을 추진한다.

● **정신건강 대책 및 과로에 의한 건강장해 방지대책**

1) 정신건강 대책

근로자의 정신건강 이상 징후를 스스로 조기에 인지하기 위한 교육, 연수를 실시하고 상담체계를 정비한다. 그리고 사업장의 외부자원과 연대를 추진하고 직장복귀를 지원하기 위한 대책을 도입하여 성과가 나타난 사업장의 우수사례를 수집하여 효과적인 기법을 개발·보급한다.

2) 과로에 의한 건강장해 방지대책

과로를 방지하기 위해 시간외·휴일수당을 삭감하고, 연차 유급휴가 사용을 장려하여 장시간 근로를 용인하지 않는 사회적 분위기를 조성한다.

모든 사업장에서 장시간 근로에 의한 피로의 축적이 인정되는 사람을 대상으로 의사의 상담을 실시하고 결과에 따라 조치를 취하도록 한다.

● **산업보건활동, 건강증진 및 쾌적직장 만들기 대책**

1) 산업보건활동의 활성화

근로자의 건강을 확보하기 위해서는 산업의나 보건관리자의 활동이 중요하므로 반드시 선임하도록 한다. 산업의와 같은 산업보건 담당자를 위한 연수, 상담을 실시하는 산업보건추진센터와 근로자수 50인 미만의 사업장에 산업보건 서비스를 제공하는 지역산업보건센터를 활용하여 지역에서의 산업보건활동을 활성화한다.

2) 건강증진 대책

근로자의 심신 양면에 걸친 건강증진을 위해 중소기업 사업장에서도 건강증진을 위한 목표를 설정하고 평가를 실시하는 등 계획적인 건강증진대책을 정착시킨다.

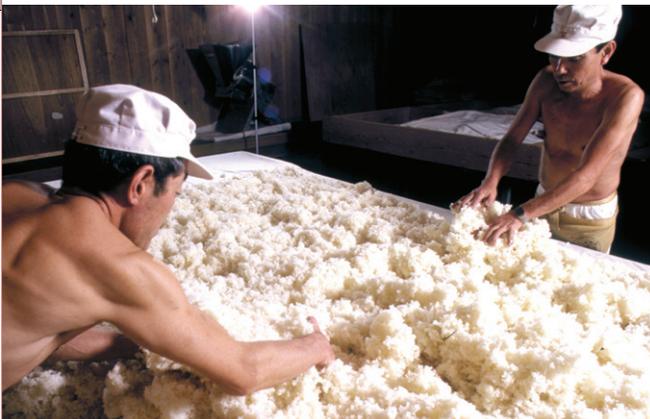
3) 쾌적직장 만들기 대책

공기환경이나 온열조건과 같은 하드웨어적인 대책에서 벗어나, 직장내의 인간관계와 같은 소프트웨어적인 측면에서 직장의 쾌적화에 이바지하는 방법을 조사하고 연구한다. 또한 간접흡연 방지를 위한 효과적인 기법을 보급한다.

● **안전보건관리 대책의 강화**

1) 안전보건교육의 효과적인 추진

채용 시나 작업내용 변경 시의 교육을 철저히 실시하고



동시에 위험 감수성 향상교육과 「IT기술을 활용한 안전보건관리 기법」을 보급한다. 또한 안전보건담당자의 능력향상교육을 촉진한다.

2) 중소기업 사업장의 자율적 안전보건대책 지원

중소규모 사업장에 특히 많은 산재다발업종에 대해 「유해·위험성 평가」의 실시를 촉진하기 위한 매뉴얼을 제작하고 건강증진 대책을 보급한다. 또한 화학물질 관리담당자의 능력을 향상시킨다. 중소기업 사업장에게 기본적인 안전보건대책, 집단적인 체계지원, 「유해·위험성 평가」, 건강증진 대책과 같은 자율적인 안전보건대책을 지원한다.

3) 취업형태의 다양화에 대한 대책 추진

파견근로자, 하청근로자, 임시근로자의 노동재해를 방지하기 위해 채용 시와 작업내용 변경 시에 실시하는 안전보건교육과 위험 감수성 향상 교육의 실시를 촉진한다.

4) 고령근로자 대책의 추진

고령 근로자의 고용기회가 확대됨에 따라 고령 근로자의 안전과 건강의 확보가 중요해지고 있다. 이를 위해 노사가 연대하여 사업장의 대책사례, 신체적 특성에 대한 조사연구를 실시하고 그 결과를 제공한다. 또 지역보건이 제공하는 서비스와 의료보험자가 실시하는 서비스를 연계하여 사업장의 건강증진대책을 보급하고 정착시킨다.

5) 글로벌화에의 대응

여러 국가와 국제기관으로부터 새로운 정보가 입수될 때에는 신속하게 파악하여 대응한다. 또한 아시아권을 중심으로 한 안전보건분야의 국제협력을 추진한다. 한편, 외국인 근로자를 위한 안전보건정보를 외국어로 제공하여 의사소통문제를 해소한다.

● 효율적·효과적인 시책의 추진

1) 노동안전보건연구의 촉진

안전보건대책은 항상 국내의 최신정보에 근거해 추진되어야 하므로 안전보건연구기관과 협력하여 노동재해방지와 직업병 예방에 관한 연구, 재해의 조사·분석을 실시하여 안전보건대책을 수립해 나감과 동시에 폭넓은 안전보건분

야의 연구진흥을 도모한다.

2) 지역에서의 산재다발업종 대책의 추진

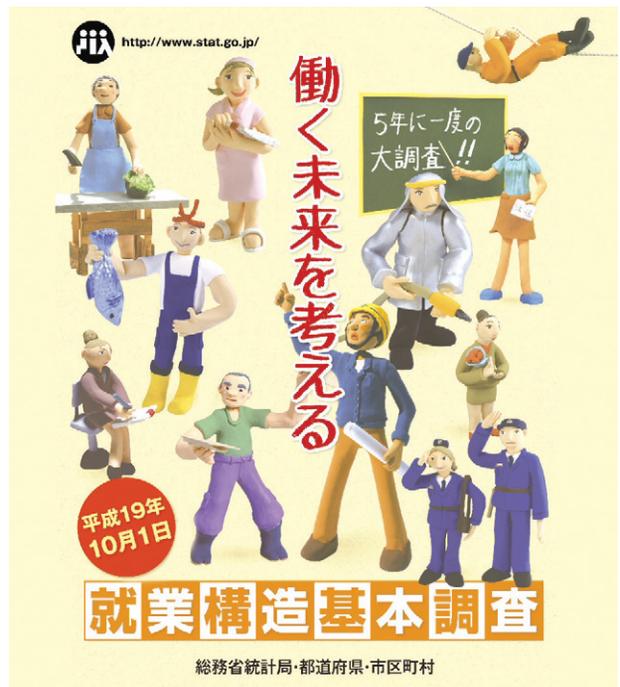
지방노동국 및 노동감독기관에서는 지역의 산업구조에 따른 산재다발업종이나 중소기업 산업단지를 중심으로 노동재해방지대책을 추진한다.

3) 관계기관과의 연대

노동재해 방지단체 등의 안전보건 관련단체는 사업장의 필요에 따라 지원 서비스를 개발하여 독자적인 안전보건활동을 실시한다. 특히 각 업종의 실태를 근거로 본 계획에 기반한 업종별 재해방지계획을 책정하여 「유해·위험성 평가」의 보급, 중소기업 사업장의 안전보건대책을 보급한다.

4) 각 대책의 효과의 분석·평가

본 계획에 근거해 실시하는 대책의 추진상황, 성과, 목표의 달성상황에 대해 평가한 결과를 토대로 대책의 내용, 기법에 대해 적절히 재검토를 실시한다.◎



# 유럽의 최신 작업장 소음관리 논의 동향

2007년 유럽에서는 처음으로 사업장 소음 감소를 위하여 “직업성 소음감소를 위한 효과적인 해결책”을 주제로 프랑스 Lille에서 포럼이 개최되었다. 이번 포럼에는 다양한 분야의 소음제어 전문가, 이해 당사자들이 참여하여 작업장 소음관리와 관련된 주제에 대해 활발한 의견이 논의되었으며, 이를 간략히 소개하고자 한다.

2007년 유럽에서는 처음으로 “작업장 소음 감소를 위한 효과적인 해결책”을 주제로 프랑스 Lille에서 포럼이 개최되었다. 이 포럼은 소음제어 분야 공학자, 의사, 인간공학자, 건축가, 기계 제작자, 사업주 및 근로자들이 작업장 소음관리에 관련된 주제들을 접하고 이에 대한 견해를 나누고 2003/10/EC European Directive<sup>1)</sup> 이행에 관하여 토의할 수 있는 교류의 장이었다. 이에 현재 유럽에서 이슈가 되고 있는 작업장 소음 문제들에 대해 알아봄으로써 향후 국내 사업장 소음관리에 도움이 되길 바란다.

포럼에서 논의되었던 내용의 언급에 앞서 유럽 산업안전보건청(European Agency for Health and Safety at Work)에서는 작업장 근로자들에게 노출되는 소음의 현황 및 기술의 발전과 사회의 변화로 새롭게 나타나고 있는 작업장의 소음 관련 유해요인들을 규명하기 위한 연구를 실시하였으며, 그 결과를 2005년에 발표하였다. 이번 포럼은 이 연구 결과의 내용들이 많이 반영된 것으로 보인다.

동 연구에서는 전통적인 소음발생 사업장과 남성근로자가 주 노출대상인 건설, 제조업뿐만 아니라 여성근로자들이 주로 종사하는 서비스분야인 콜센터와 교육업종도 조사대상에 포함시켰다. 특히 영국을 비롯한 9개국 16명의 소음관련 분야의 전문가가 실시한 설문조사에 근거하여 향후 이슈가 될 수 있는 소음 관련 유해성에 대한 예측이 이루어졌다. 전문가들은 다원적인 요인에 의한 유해성이 향후 이슈가 될 것이라는 데 의



김갑배 연구원 | 독성연구팀

산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터

1) Directive 2003/10/EC – On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents(noise).



견일치를 보였다. 많은 문헌들에서 유해요인의 다원적 노출 사업장으로 콜센터를 주목하고 있는데 이는 장시간 앉아서 근무하는 근로조건, 높은 배경소음, 열악한 실내음향 환경 및 실내 공기질, 부적절한 헤드폰착용 및 선정, 부적절한 조명, 비인체공학적으로 디자인된 작업도구, 열악한 근무시간 편성, 높은 정신적 및 감성적인 요구도 등 복합적인 요인 때문이다. <표 1>은 전문가들의 의견에 근거한 향후 이슈가 될 수 있는 소음관련 유해성 순위를 보여주고 있다. 콜센터에서 대표적으로 발생하는 Acoustic shocks<sup>2)</sup>이 가장 높은 순위를 차지하고 있으며 내이(內耳) 신경독성 물질로 알려진 용제류(이황화탄소, n-헥산, 스티렌, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 크실렌), 금속류(비소, 유기 주석, 수은 및 그

유도체, 망간), 약품류(일부 화학요법 약품, 항생물질과 아스피린 및 관련 약제) 및 질식제(일산화탄소) 등이 소음발생 환경에 함께 노출되는 경우가 다음 순위로 꼽혔다.

포럼은 유해성, 방법론, 해결책, 산업분야 그리고 사무실 분야로 5개 세션으로 3일 동안 진행되었으며 총 제출된 논문은 175편이었다. 또한 여기에서는 유해성평가, 방법론, 저소음 기계, 개인보호구, 산업분야에서의 직업성소음 제어, 서비스분야에서의 직업성소음(사무실, 콜센터, 학교, 병원 등), 소음정책 및 정보의 보급 등 총 7개의 주제에 대하여 각각의 주요 결론 및 향후 나아갈 방향 중심으로 진행되었다.

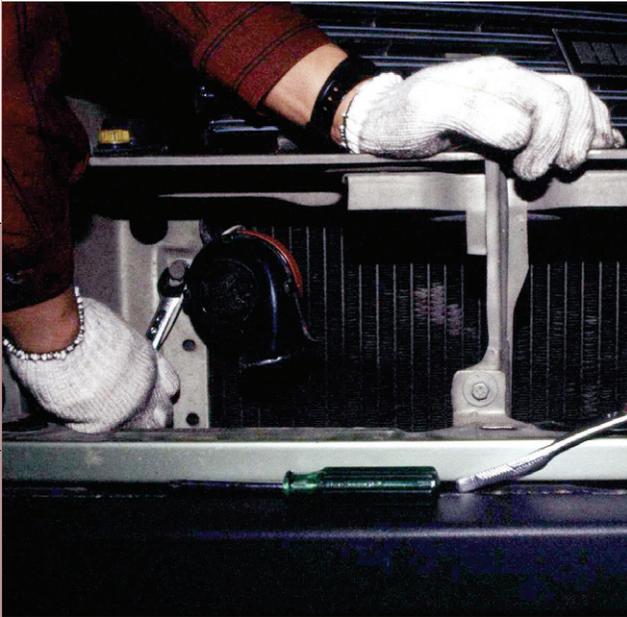
<표 1> 향후 이슈가 될 수 있는 소음관련 유해성 순위<sup>3)</sup>

소음관련 유해성	전문가수	평균(MV)	표준편차(SD)
새로운 기술이나 작업조직으로 인한 Acoustic shocks 및 과도한 소음노출 (콜센터에서의 헤드셋 착용)	16	3.87	0.957
소음과 내이(內耳) 독성물질의 복합적 노출	15	3.87	1.125
시끄러운 도시지역에 위치한 학교건물의 열악한 음향 특성으로 인해 교실에서 소음노출	16	3.81	0.981
통신시스템 착용 시 경보음의 가청도를 감소시키는 배경소음 노출 (건설업 분야)	16	3.63	1.204
기준치 이하의 소음으로 피로나 비효율성을 야기 시키는 소음 수준 (콜센터)	16	3.63	1.310
소음과 진동의 복합적 노출	16	3.50	0.894
임신 중 소음 노출	16	3.50	1.095
작업성 소음에 대한 민감성을 증가시키는 일상 생활속에서의 진동에 대한 노출	16	2.94	1.237
청각기관이 아닌 신체부위에 영향을 일으키는 소음노출 (심혈관계질환)	15	2.80	1.082
작업성 소음에 대한 민감성을 증가시키는 높은 수준의 일상적인 환경소음 노출	16	2.75	1.483

MV>4 : 발생 가능성이 큰 유해성  
2.85≤MV≤3.15 : 유해성 미결정

3.15<MV≤4 : 발생 가능성이 있는 유해성  
2≤MV<2.85 : 발생 가능성이 없는 유해성

2) Acoustic shocks : 팩스 등에 의한 전기적인 음이나 사용자의 청력에 손상을 줄 수 있는 우발적인 전기적 충격에 의해 야기된 소음이 헤드셋을 통해 전달되는 비정상적인 음.  
3) Elke Schneider, European Agency for Safety and Health at Work, Risk Observatory-Noise in figures, Belgium, 2005.



### ■ 유해성 평가

소음은 청력손실 자체로서의 문제뿐만 아니라 주변 소음으로 인하여 근로자가 경고 시그널을 듣지 못하거나 주변 소음으로 집중력이 감소되어 사고 발생을 높이고 있다. 따라서 주변의 소음이 높은 경우에도 경고 시그널이나 메시지의 전달을 가능하게 하는 시스템의 개발이 필요하며 경보음 혹은 경보기에 대한 기준 또한 마련되어야 할 것이다.

몇몇 발표에서 볼 수 있었듯이 측정기구나 데이터 가공기술은 많은 발전을 이루었으나 소음노출 평가는 여전히 문제점으로 남아있다. 작업장소음문제 해결을 위하여 ISO 96112 기준과 관련하여 의견을 수렴하고 있으나 현재까지는 다양한 현장에서 이용될 수 있는 간단한 방법이 아니라 공학적인 방법에 의존하고 있다. 향후에는 소규모 사업장에 적용될 수 있는 간단한 평가방법이 개발되어야 할 것이다.

### ■ 방법론

향후 소음 감소대책은 '개인적 예방대책' 보다는 소음원의 공학적인 관리를 중점으로 하는 '집단적 예방대책'으로 접근하여야 할 것이다. 그러나 좀더 효과적인 소음감소를

위해서는 기술적인 고려 외에도 인간공학적인 관점, 공정과 관련된 관점 그리고 경제적인 조건 등도 함께 고려되어야 한다. 또한 소음 감소 해결책을 찾기 위해서는 회사나 노동조합의 참여가 필요하며 해결책의 실행에 있어서는 사업주와 근로자 모두의 참여가 필요하다. 그러기 위해서는 해결책이 불필요하게 복잡하지 않고 간단한 방법에서부터 시작되어야 할 것이다.

### ■ 저소음 기계

저소음 기계의 디자인에 대한 방법, 기준 등은 현재 마련되어 있으나 비용과 효과적인 측면에서 좀더 체계적인 접근이 필요하다. 기계에서 발생하는 소음이 제공된 제품정보와 틀리거나 아예 제공되지 않거나 혹은 오역되는 경우가 종종 있으며, 기계의 소음에 관한 정보의 이해부족으로 저소음 기계에 대한 시장의 요구가 낮아져서 제작자들에게도 저소음 기구 공급에 대한 동기부여가 되고 있지 않고 있다. 따라서 기계 제작자와 최종사용자 상호간의 인터페이스 개선이 필요하다. 또한 Machinery Directive, Outdoor machinery Noise Directive, Occupational Noise Directive 등 여러 가지 규정들과의 시너지 효과를 높이는 것 또한 중요하다.

비행기, 배, 자동차 등에서 근무하는 조종사 및 승무원들에게 미치는 소음도 문제가 되고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 능동적 소음제어 방법 등 몇 가지가 해결책이 있지만 더 많은 연구가 필요하며 승무원들의 안락함 및 운송수단 환경과 관련된 소음에 대해서는 dB(A)가 아닌 새로운 지표가 필요할 것으로 보인다.

### ■ 개인보호구

개인보호구를 안전상의 목적으로 사용할 경우에는, 경고 시그널의 인지나 의사소통의 문제는 반드시 고려되어야 할 핵심적인 사항이다. 그리고 근로자들의 보호구 착용률을 높이기 위해서는 착용 시 안락함도 고려되어야 한다. 현재 보호구 착용 시 의사소통이 필요할 경우에는 한 방향(one-way) 혹은 양방향(two-way electronic) 귀마개나 귀덮개(유선 혹은 무선)의 사용이 가능하다. 또한 충격음이나 피크

소음(Peak of sound)에 적용될 수 있는 여러 가지 종류의 능동형 혹은 반 능동형(semi-active) 헤드셋이 개발되어 주변 환경소음이 클 경우에도 의사소통이 가능하다.



### ■ 산업분야에서의 직업성 소음제어

산업현장에서의 소음제어는 여전히 개선되어야 할 가장 큰 문제점 중의 하나이다. 물론 소음감소를 위해 다양한 효과적인 대책들이 성공적으로 수행되고 있지만, 기존에 제시된 해결책들은 사업장에 바로 적용하기는 곤란하므로 개별 사업장의 특성에 맞게 수정·보완되어야 할 필요가 있다. 또한 소음 관리방법 및 소음 제어대책 등에 대한 실제적인 정보의 보급이 잘 이루어지지 않고 있어 모든 산업분야에 있어서 기계 제작자, 기계 사용자(사업주와 근로자) 및 소음 예방 전문가 사이에 좀더 많은 대화가 이루어져야 한다.

### ■ 서비스분야에서의 직업성 소음제어 (사무실, 콜센터, 학교, 병원 등)

실내음향 소음제어는 음향환경을 향상시키기 위한 효과적인 방법이다. 그러나 이러한 접근법은 높은 수준의 실내 흡음, 적절한 수준의 배경소음 제어와 차폐가 동시에 이루어져야 한다. 콜센터에서의 소음노출은 중요한 이슈가 될 수 있다. 잘못된 헤드셋 착용과 저품질의 헤드셋으로 인해 귀의 외이도에서 85dB(A)를 초과할 수 있으므로 헤드셋의

선택과 사용자에 대한 교육 등에 특별한 관심이 기울여져야 할 것이다. 또한 서버룸과 같은 전산센터에서도 시스템 냉각의 필요성 증가로 소음이 85dB(A)를 넘을 수 있으며 실제로도 청력손실 발생 사례가 관찰되고 있다. 이러한 서비스분야의 소음 감소를 위해서는 단순히 음향학적인 접근뿐만 아니라 열·유체역학, 인간공학 등 총체적인 접근이 필요하며 측정방법을 표준화하고 한계 음향소음에 대한 권고 기준 마련에 대한 노력이 필요하다.

### ■ 소음정책 및 정보의 보급

작업장 소음 감소를 위해서는 적절한 정책결정기구를 통해 경영자, 기계 제작자 그리고 노동조합 간의 의사소통이 활발히 이루어져야 한다. 이 기구는 먼저 개인적 예방대책 보다는 집단적 예방대책이라는 점을 관계자들에게 충분히 납득시켜야 한다. 또한 예방 전략의 핵심사항으로 사업주와 근로자 모두에게 소음의 유해성과 심각성을 인지시키고 작업장 소음관련 정보를 널리 보급하기 위한 방법으로 캠페인 등을 시행할 수 있도록 적극적으로 지원해야 할 것이다. 캠페인을 실행할 때에는 소음원의 공학적 관리대책은 어렵고 비용이 많이 든다는 사업주의 인식을 극복시키고, 개인용 청력보호구에 대한 의존도를 줄이는 것을 인식시킨다. 또한 기존 소음 감소 대책을 개별 사업장에 그대로 적용한 사례가 아닌 개별 사업장의 특성에 맞게 수정되어 이용된 연구 사례들을 보여주며, 청력손실의 유해성과 심각성을 인지시키는 방향으로 진행되어야 할 것이다. 또한 근로자들에게 소음 노출을 줄이는 것이 사업주에게도 경제적으로 이익이 된다는 인식을 확산시킬 필요가 있다. ③



# 핀란드의 산업재해 및 직업병 통계현황

## 2003 ~ 2005

출처 : Työtapaturmat ja ammatitautit, Tilastovuodet 1996-2005 (www.tvl.fi)

권준혁 연구원 | 조사통계팀

산업안전보건연구원

2005년도 핀란드의 산업재해자 수는 133,522명으로 전년도에 비해 16,028명(13.6%) 증가하였다. 이 중 업무상사고로 인한 재해자는 110,380명으로 전년도에 비해 14,081명(14.6%) 증가하였고, 업무상질병으로 인한 재해자는 19명, 통근재해자는 1,928명(12.1%) 증가하였다.

핀란드의 산업재해율은 100만 작업시간당 재해자수로 계산되며, 2005년의 100만 작업시간당 산업재해율은 39.0로서 전년도 34.6에 비해 12.6% 증가하였다. 사망재해의 경우, 2005년도에 185명이 업무상재해사망으로 보상받았으며 이 중 남성이 171명, 여성은 14명이었다. <표 1> 사망자

중 대다수인 104명이 업무상질병으로 인해 사망하였으며 이들 중 대부분은 석면 등 광물분진으로 인해 업무상질병이 유발되었다. 이들은 대부분 '60~70년대 조선소나 건설현장 등에서 작업 중 석면에 노출된 남성 근로자이다.

업무상사고의 산업별 발생현황을 살펴보면, 2005년도의 경우 건설업에서 100만 작업시간당 83.9명의 재해자가 발생하여 가장 높은 재해율을 나타내었으며, 그 다음으로는 운수, 창고 및 통신업(43.6), 제조업(42.6) 등에서 전체 산업평균(32.2)에 비해 높은 재해율을 나타내었다. <표 2> ㉠

<표 1> 연도별 산업재해 발생현황

구분	2003년			2004년			2005년		
	재해건수*	사망자수	재해율**	재해건수*	사망자수	재해율**	재해건수*	사망자수	재해율**
합계	117,657	155	35.3	117,494	171	34.6	133,522	185	39.0
업무상사고	96,221	41	28.8	96,299	43	28.3	110,380	51	32.2
업무상질병	4,895	92	1.5	5,292	108	1.6	5,311	104	1.6
통근재해	16,541	22	5.0	15,903	20	4.7	17,831	30	5.3

\* 재해건수 : 휴업 1일 이상 산업재해건수, \*\* 재해율 : 100만 작업시간 당 재해건수

<표 2> 연도별 · 산업별 업무상사고 및 업무상질병 발생현황

구분	2003년			2004년			2005년		
	업무상사고		업무상 질병건수	업무상사고		업무상 질병건수	업무상사고		업무상 질병건수
재해건수*	재해율**	재해건수*		재해율**	재해건수*		재해율**		
합계	96,221	28.8	4,895	96,299	28.3	5,292	110,380	32.2	5,311
제조업	28,143	40.6	1,718	27,182	38.9	1,873	29,459	42.6	1,913
건설업	14,859	73.5	581	14,798	73.0	711	17,538	83.9	568
도매 및 소매업 수리업	9,680	24.9	398	9,766	24.6	449	11,203	27.6	415
운수, 창고 및 통신업	9,528	39.3	217	9,830	40.7	196	10,805	43.6	209
부동산, 임대 및 사업서비스업	7,205	22.3	229	7,627	23.2	274	8,817	25.9	310
지방자치단체	13,994	16.9	902	13,923	16.5	992	16,815	20.1	1,011
기타 산업	12,812	18.3	850	13,173	18.2	798	15,743	21.4	885

\* 재해건수 : 휴업 1일 이상 산업재해건수, \*\* 재해율 : 100만 작업시간 당 재해건수

# 직업성 천식으로 인한 사망

## ■ 서론

직업성 천식은 작업 환경에서 기관지 천식이 발생하는 것으로 알레르기성 또는 비 알레르기성 기전으로 발생하며, 직업성호흡기질환 가운데 가장 흔하다. 미국에서는 성인 천식 환자의 2%, 일본에서는 15%를 차지하고 있고, 국내에서도 1978년 폴리우레탄 흡입에 의한 직업성 천식 환자가 최초로 보고(강석영, 1978)된 이후 많은 사례가 보고되고 있다.

기관지 천식은 비만세포, 호산구 및 T세포가 관여하는 기도의 만성 염증성 질환으로 정의되고 있으며, 천식의 주 증상은 천명, 호흡곤란, 가슴 답답함 및 기침 등이다. 이는 발작적으로 또는 지속적으로 나타나고 특히 야간과 새벽에 심하게 발생된다. 이런 증상은 기도염증에 의해 생긴 광범위하고 다양한 기류폐쇄에 기인하며 자연적으로 또는 약물치료로 완전히 또는 부분적으로 회복될 수 있고 여러 가지 비특이적 자극에 의한 기관지 과민성도 발생된다.

직업과 관련된 기관지 천식은 직업성 천식과 직업에 의하여 기존의 천식이 악화된 경우로 크게 나눌 수 있는데, 전자는 천식 발생의 원인이 작업장 내에 존재하여 나타나는 기도폐쇄와 기관지 과민성을 이야기하며, 후자는 기존에 천식을 앓고 있는 환자가 작업장의 자극물질이나 물리적 자극에 의하여 천식이 악화되는 경우를 말한다.

작업관련 천식 진단은 우선 전문가에 의한 천식의 진단과 업무와의 관련성을 규명하고, 증상과 약물 치료에 대한 경과, 천식 증상 발생 특성, 직업성 천식원의 노출, 작업과 관련하여 일초량(Forced Expiratory Volume in one second, FEV<sub>1</sub>), 최대호기율, 비특이적인 기관지 과민성의 의미 있는 변화나 작업장에서 노출되고 있는 물질에 의한 특이 유발 검사상의 양성 여부에 따라 직업성 천식 유형을 분류한다.



김규상 팀장 | 건강연구팀  
산업안전보건연구원 직업병연구센터

직업성 천식은 18세기부터 보고되었으며 산업의학의 창시자인 Ramazzini가 곡물 운반자 가운데서 직업과 관련된 천식을 처음 보고하였으며, 현재까지 약 300종 이상의 원인 물질이 알려져 있다. 국내에서는 약 20여 가지가 보고되어 있고, 이중 이소시아네이트(isocyanate)로 인해 발병된 천식이 여러 지역에서 가장 많이 발생되고 있다. 직업성 천식의 유병율에 영향을 미치는 요인으로는 근로자의 천식 과거력과 흡연 등 발병전의 건강상태, 직업적으로 노출되는 물질의 농도와 성상, 작업장의 환기 및 보호구 착용, 공존하는 천식 유발요인이나 인자의 존재, 노출기간을 들 수 있다.

기존의 천식을 악화시키는 요인에는 히스타민, 메타콜린, 세척제, 페인트, 흙, 먼지, 오존, 강한 냄새, 차고 건조한 공기의 흡입과 운동, 호흡기 감염, 흡연 등을 들 수 있다. 상기도 감염의 경우, 감염 후 6주까지 기도 반응성을 증가시킬 수 있으며 평소보다 훨씬 적은 농도의 자극원의 노출에도 천식 발작이 발생할 수 있다.

다음에 소개하는 사례는 유해 화학물질의 노출로 근로자가 직업성 천식으로 사망한 사례로서 천식과 직업성 천식에 대한 이해 및 관리자로서 근로자의 건강에 대한 관심 부족과 적절하지 못한 의학적 관리가 충분히 예방가능한 질병과 사망까지 초래하였다는 점에서 주의를 요한다.

■ 증례

이 사례(망 D, 여, 33)는 베트남 산업연수생으로 2003년 6월 6일 J사업장에 입사하여 주로 제직업무를 하며 근무하던 중 3회에 걸쳐 심한 호흡곤란(2004년 8월 11일~12일 : 작업중 발생, 2004년 12월 11일~17일 : 주간조 마치고 발생, 2005년 10월 12일~13일 : 주간조 작업중 조퇴후 발생)을 일으켜 S병원에서 기관지 천식 치료를 받았다. 2005년 12월 11일 주간작업을 하다가 갑자기 기침을 심하게 하고 목이 아프다고 조퇴 후 사업장 기숙사에 쓰러져 있는 것을 동료가 발견하여 S병원으로 후송하였으나 도착 전 사망하였다.

J사업장은 섬유제품 제조업체로 주 생산품은 타포린 천막지이다. 공장은 샌드위치 판넬 형태의 철 구조물 단층 건물로 두개 동(1동은 압출 공정, 2동은 제직과 코팅 공정)이 있고, 사무실은 별도 철근 콘크리트 건물 2층(1층 사무실, 2층은 기숙사)으로 구성되어 있으며, 제직기 20대, 코팅기 1대가 있다.

작업 공정은 원료(폴리에틸렌, 안료) → 열처리(240℃) → 압출공정(실을 만듦) → 제직(필름으로 천을 짜는 것) → 천에 코팅(폴리에틸렌, 안료) → 열처리(300℃) → 완제품(천막지) → 출하로 이루어지며, 사용되는 화학물질로는 폴리에틸렌, 안료인 마스터베치가 있다. 안료는 천막지를 코팅하기 위해 기계를 통해 용해하여 사용한다. 근로자들은 호흡용보호구를 거의 사용하지 않고 있었다.

압출 공정에서 사용되는 플라스틱 성형 제품의 원재료인 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)은 99% 이상이 폴리에틸렌의 축합 중합체이며 1~2% 미만인 소량의 첨가제가 포함되어 있다. 코팅 과정에서 부분적으로 저밀도 폴리에틸렌(LLDPE, PE 성분 99% 이상)과 10여종의 플라스틱 착색제가 사용되고 있다. 이러한 착색제는 폴리올레핀계 수지, 안료, 산화방지제, 알루미늄 분체(aluminium paste), 광유(mineral spirit), 폴리올레핀계 왁스(wax) 등의 성분으로 구성되어 있었다. 소음 이외의 기타 다른 유해인자에 대한 작업환경 측정은 이루어지지 않고 있었다.

연구원은 2006년 6월에 압출, 제직 및 코팅 공정에 대해 근로자에 대한 개인시료와 해당 공정의 작업자의 상주 근무

지점에서 지역시료를 채취하여 공기 중 유해인자(아크릴로니트릴, 포름알데히드, 아세트알데히드, 이소시아네이트, 스티렌, 알루미늄, 아민, 일반분진)에 대한 노출수준을 평가하였다. 압출 및 코팅 공정의 아크릴로니트릴 등의 유해물질에 대한 분석에서 포름알데히드(0.012~0.129ppm), 아세트알데히드(0.018~0.106ppm), 알루미늄(1.35~2.48ug/m<sup>3</sup>)은 노출기준 이하로 검출되었다.

이 작업장에서 근로자들이 노출되어 건강장해를 일으킬 수 있는 요인으로는 ① 플라스틱 재료를 생산하는 과정에서 제조기술상의 한계 때문에 잔류 단량체와 같이 잔존하는 저분자물질, ② 각종 첨가제를 배합하는 과정에서의 분진, ③ 가열부에서 발생하는 열화 산물인 가스, 증기 및 수지의 흠, ④ 사출기 등 기계 작동으로 발생하는 소음, ⑤ 기타 피부 자극제 등을 들 수 있다.

J사업장에서 사용하는 폴리에틸렌과 같은 열가소성 수지에서 발생 가능한 유해인자로는 에틸렌, 아크로레인, 포름알데히드, 염화비닐, 스티렌, 아크릴로니트릴 등이 있으며, 신경독성, 천식, 피부 및 호흡기 자극 등의 건강영향을 유발하는 것으로 알려져 있다.

검출 값들이 모두 노출기준 미만으로 나타났으나 알루미늄, 포름알데히드 등의 천식 유발 가능 인자의 경우, 미량의 농도에서도 개인적인 감수성과 작업환경 조건에 따라 감작을 일으켜 천식원이 될 수 있다.

사망자 D는 한국에 오기 전 주로 농사일을 하였으며 베트남에서의 2002년 건강검진 상 정상이었으나 한국에 산업연수생으로 들어와서 실시한 채용시 건강진단에서도 정상 소견을 보였다. 베트남에 있을 당시 의료 보험에 가입하지 않아 수진내역을 확인할 수는 없었으나 남편에 의하면 천식 및 알레르기 기왕력은 없으며, 술과 담배를 하지 않았고, 가끔 감기에 걸려 약을 소량 복용하거나, 몸이 별로 좋지 않은 경우 1년에 한 번 정도 병원을 방문한 것을 제외하고는 다른 질병으로 약을 복용하거나 치료한 적은 없었다.

한국에서의 건강보험 수진 내역에 의하면 D는 2005년 12월 11일 사망하기까지 총 3회에 걸쳐 심한 호흡곤란을 일으켜 S병원에서 기관지 천식에 준한 치료를 받았고, 사고

2달 전부터는 Y의원에서 급성편도염으로 2회 치료를 받았다.

망인은 2004년 8월 11일 천식 발작으로 치료받은 후부터 주로 주간 근무를 하다가 건강이 호전되는 듯하면 주야근무를 하였는데, 사고 당일은 주간 근무조로 오전 8시경 사업장에 출근하여 12시까지 평소대로 작업을 하고 점심 및 휴식을 한 후 오후 1시부터 작업을 하다가 심하게 기침을 하고 목의 통증을 호소하여 오후 3시경에 조퇴하였다. 그리고 오후 3시 30분경 사업장에서 700미터 정도 떨어진 사업장 기숙사에 D가 도착하여 쓰러져 있는 것을 동료가 발견하여 생산부장에게 연락을 하여 즉시 119구급차량으로 S병원에 후송하였으나 도착 전 이미 사망하였다.

이에 사인 규명을 위한 K대학병원의 부검 결과, 상기 변사자의 사망경위, 해부 기록, 현미경적 조직 검사, 독물 검사 및 법의학적 설명에 의거하여 본시의 사인을 천식으로 인한 병사로 감정하였다.

### ■ 업무관련성 평가

D는 2003. 6. 2. 한국에 들어오기 전 확인된 천식 기왕력이 없으며, J사업장에 입사한 약 4개월 후부터 목의 통증과 가슴의 답답함을 느껴 베트남에 있는 남편으로부터 받은 약을 복용하였으나 약의 소각으로 정확히 약명을 확인할 수는 없었다.

D는 한국말을 거의 할 수 없었으며 직장 내 베트남 동료도 없어서 의사표현을 거의 하지 못하였고, 이 때문에 한국에서의 D의 질병 양상을 정확히 알고 있는 사람이 아무도 없었다. 2003년 10월부터 2005년 2월까지 같이 근무했던 베트남 동료와 근처 다른 공장에서 근무하여 1년정도 가까이 지냈다는 베트남인을 가까스로 추적하여 면담한 결과, D는 평소 주변 친구들에게 자신이 아프다는 호소를 거의 하지 않았으나 병원에서 받아들인 흡입제와 알약을 항상 가지고 있었고, 코팅 작업시 약품냄새가 많이 나면 목의 통증과 호흡곤란이 매우 심해졌다고 하였다. 또한 항상 일이 끝나고 나면 상태가 악화되어 숨쉬기 힘들어했다고 하였다.

D는 여러 차례 천식 발작으로 응급실로 실려가 치료를 받았으나 임상, 양상에 근거하여 천식에 준한 증상 치료만을 받았으며 병의 심각성과 예방법에 대해 충분한 이해를 하지는 못했던 것으로 보인다. 천식 발작이 처음 발생한 시기는 입사 1년 후로 천식원에 감작되기에 충분하였으며, 4회 모두 작업 중이나 작업을 마친 직후 발생하여 작업이 천식의 발작과 상당한 연관성을 보였다.

작업환경 측정결과 유해요인 물질들의 측정값들이 모두 기준치 이하였으나, 천식원으로 작용할 수 있는 물질의 다양성과 개인의 감수성의 차이, 환기여부와 계절에 따른 변화 및 작업환경 조건의 변화들을 고려하여 볼 때, 근로자가 이미 사망하여 명확히 직업성 천식원을 밝히는 것은 불가능하였으나 작업과 관련한 천식유발 및 악화의 가능성은 상당한 것으로 보여진다.

즉, D의 천식원을 알아낼 수는 없었으나 입사 후 약 1년 후부터 작업장내에서 마스크 등을 쓰고 호흡기 계통의 불편감을 나타내면서 많이 힘들어했던 점과 여러 차례에 걸친 발작 양상 그리고 사후 부검 결과를 종합하면, 망인은 심한 호흡곤란을 동반하는 발작이 종종 일어나는 천식환자였으며 작업과정에서의 노출이 중요한 악화 요인으로 작용했음을 추정해볼 수 있다. 또한, 사고 발생 약 2달 전부터 Y의원에서 급성 편도염으로 2회, S병원에서 감염을 동반한 천식으로 치료받은 기록으로 보아 환자는 상기도 감염으로 호흡기 계통이 많이 민감하여진 상태였다. 사고 발생시기는 겨울로 매우 춥고 건조한 상태였고, 환기 또한 제대로 이루어지지 않은 작업장내에서 천식을 악화시키는 먼지와 증기에 과다 노출되었을 것으로 추측된다. 결국 천식 발작이 발생하여 심한 호흡부전으로 사망한 것으로 판단된다. ㉠

# 설비의 파손부 관찰을 통한 재해원인 분석

물체 및 설비의 결함에 의해 발생하는 중대재해 예방에 필수적인 정밀 원인분석 기법 중 재해현장에서 접할 수 있는 기인물의 파손부 관찰을 통한 재해원인 분석 및 예방기법 개발을 위한 초기 접근법을 소개하고자 한다.

한국산업안전공단의 '2005년도 중대재해 원인분석'에서 불안전상태(물적요인)별 분류에 따르면 「물체 및 설비의 결함」에 의한 사망자는 151명(13.2%)으로 「작업과정·절차의 부적절」 420명(36.8%), 「방호조치의 부적절」 184명(16.1%)에 이어 세 번째로 높은 결과를 나타내고 있다.

「물체 및 설비의 결함」에 의한 재해는 각종 기계 및 구조물을 구성하고 있는 재료의 설계·제작 과정상의 오류나 운용 중의 환경적 요인 등에 의해 시간이 흐르면서 잠재적인 결함이 성장하게 되고 결국 그 수명을 다하게 됨으로써 발생하는 재해라 할 수 있다. 수명을 다한다는 것은 담당하고 있던 기능의 정지를 의미하며 결함의 성장 여부와 정지시기를 제대로 인지하지 못한다면 수명을 다하는 순간 예기치 못한 대형 안전사고가 발생할 수 있는 가능성은 높아진다.

그러나 재해원인 분석을 포괄적으로 접근할 경우에는 「물체 및 설비의 결함」의 중요성은 쉽게 간과될 수 있으며 이는 또 다른 동종재해의 위험성으로부터 무방비 상태에 있음을 의미한다. 따라서, 사고현장에서의 기인물에 대한 정확한 관찰과 원인 추정은 근원적인 원인분석, 즉 정밀 원인분석에 도움을 줄 수 있고 나아가 관련 재해예방을 위한 여러 기법들에 대한 초석이 될 수 있을 것이다.

따라서 이러한 동종재해의 예방에 필수적인 정밀 원인분석 기법 중 재해현장에서 접할 수 있는 기인물의 파손부에 대한 관찰을 통하여 재해분석 및 예방기법 개발을 위한 초기 접근법을 소개하고자 한다.

## ■ 기인물의 파손부 특성

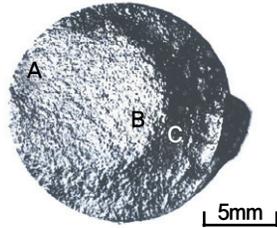
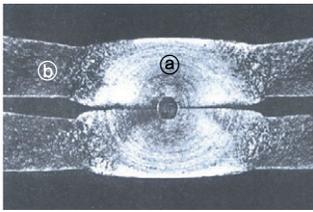
기인물이 되는 재료가 반복되는 응력이나 변형을 받거나 고온 및 부식 환경에서 운용되면 정적하중을 받을 때보다 훨씬 작은 응력에서 파단현상이 나타난다. 이와 같은 파단을 피로파괴(Fatigue Fracture)라고 한다. 피로파괴는 아무런 경고없이 갑자기 일어날 수 있으며 연성재료라 할지



류보혁 소장 |

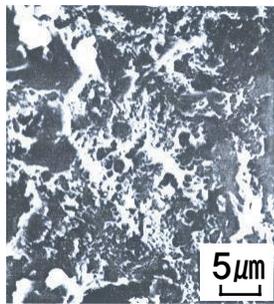
산업안전보건연구원 안전위생연구센터

라도 파단 시 큰 변형이 수반되지 않는 취성파괴 양상을 보인다. 거시적으로는 파면이 주인장응력 방향에 수직인 것이 보통이므로 사고 발생시 기인물의 파괴면의 모양을 보아 피로여부를 판단할 수 있다. 피로파면은 [그림 1]에서 보는 바와 같이 균열이 단면을 따라 전파할 때 상호마찰에 의해 생긴 평활한 영역<sup>㉑</sup>와 단면이 하중을 더 이상 지탱할 수 없게 되어 연성파괴를 일으킨 거친영역<sup>㉒</sup>로 구분된다.



[그림 1] 피로파괴의 거시적 단면 [그림 2] 피로파면에서의 해안자국

또 피로 파단면의 평활한 영역에는 [그림 2]와 같이 대부분 파괴의 시작점(Initial Point)으로부터 내부로 진행되는 해안자국(Beach Mark)이라고 하는 흔적이 관찰되는데 이 자국은 육안으로 관찰가능한 피로파괴의 특징이다. 이러한 자국이 생기는 것은 하중의 변동, 진동수의 변동과 단속적 부하 등으로 인해, 균열전파가 정지된 사이에 생긴 파면의 산화 또는 부식 때문이다.



[그림 3] 원형봉에서의 연성파단 [그림 4] 연성재료 파단에서의 딴플(Dimple)

반면 연성재료에서의 정적인장응력을 받아 파열된 금속은 [그림 3]과 같이 전형적인 컵엔콘(Cup & Corn)형태를 가지며 전단력에 의한 최종파단이 일어난다. 거시적으로 파열금속에서는 피로파괴의 경우와는 달리 해안자국(Beach Mark) 및 줄무늬(Striation)는 관찰되지 않으며 파단전 응

력을 받는 단면적의 축소 및 변형이 일어나며 일반적으로 최종파단면은 전단면을 갖고 피로파면보다는 거친면을 갖는 것이 특징이다. 거친 파면을 현미경을 통해 볼 경우의 미시적 파면형상은 [그림 4]와 같이 마치 식빵의 속과 같은 모양의 딴플(Dimple)이 모든 파단면에서 관찰된다.

## ■ 재해원인의 분석 및 응용

재해 현장에서 쉽게 접할 수 있는 기인물의 파손부에 대한 육안관찰을 통하여 사고의 원인을 추정할 수 있다. 앞서 설명한 피로파면이 재해 현장에서의 기인물로부터 관찰된다면 이는 장기간 반복 하중하에서 기인물을 사용중 기계적 내부결함 또는 외부 환경에 의해 균열이 전파되고 설계시 보다 하중을 받는 단면이 점차 축소됨에 따라 하중을 견디지 못하고 급격한 파단으로 이어진 사례라고 볼 수 있다. 이러한 경우 정기검사 및 관리 소홀, 재료의 원천적인 결함 내재를 재해발생 원인으로 들 수 있다.

반면, 파손 재료의 심한 변형 및 엇가락이 늘어지듯 단면이 축소 되거나 딴플과 같은 거친 단면이 관찰된다면 기인물의 결함에 의한 파열이라기 보다는 운전중의 갑작스런 과하중, 과압력 및 과부하가 걸리거나 설계상의 오류로 기준 미달 설비에서 일어날 수 있다.

## ■ 맺음말

산업 구조물의 대형화, 정밀화와 운용환경이 점점 극한에 다다르는 미래 산업사회에서 안전을 확보하기 위해 영국의 HSL, 미국의 NIOSH, 일본의 JNOSH 등 해외 선진 산업 안전관련 연구소에서는 구조물의 안전성 평가 및 사고 원인 조사에 새로운 비파괴 시험법을 개발, 적용하는 등 기인물에 대한 정밀 분석방법을 이용한 사고원인분석 사례연구를 지속적으로 수행하고 있다. 국내에서도 산업안전 연구분야의 지속적인 발전과 동종재해의 근원적인 예방을 위해 중대재해의 정밀원인분석 기법 및 사고조사 기법에 꾸준한 관심을 갖고 발전시켜 가야 할 것이라고 생각한다. ㉑

# 산업안전보건 국내외 소식

## ■ 연구원 활동 및 동정

산업안전보건연구원 발전방안 토론회	
일 시	4월 4일(금) ~ 5일(토)
장 소	대부도 콘도
석면관련 용어정의 등을 위한 전문가 회의	
일 시	4월 8일(화)
장 소	연구원 2층 회의실
고형시료 중 석면분석교육	
일 시	4월 14일(월) ~ 18(금)
장 소	연구원 3층 석면분석실
안전인증기준 개정(안) 검토회의	
일 시	4월 14일(월) ~ 18일(금)
장 소	안전검인증센터 2층 회의실
연구개발제품(안전대) 실용화 추진 설명회	
일 시	4월 18일(금)
장 소	안전검인증센터 2층 회의실
연구개발 자금지원 심사위원회	
일 시	4월 22일(화)
장 소	안전검인증센터 2층 회의실
한국화학공학회 춘계학술대회 논문발표	
일 시	4월 24일(목) ~ 26(토)
장 소	제주 ICC
발표자	이근원 팀장
주 제	콘크리트혼화제 제조시 에스테르화반응 공정의 열거동 평가

## ● '08년 노동부 위탁 연구과제 연구자 선정심의

심의일시	연구과제명
4/1(화)	화학물질의 노출 제·개정(안) 연구 등 2과제
4/2(수)	GLP 제도 도입 및 운영방안에 관한 연구 등 4과제
4/3(목)	GHS 화학물질 유해위험성 분류 및 MSDS 신규작성(1) 등 3과제
4/7(월)	석면 해체·제거 인프라 기준 연구 등 5과제
4/8(화)	산업안전보건법 위반에 대한 벌칙제도 개선방안 연구 등 4과제
4/11(금)	비정규직 건설근로자의 건강보호를 위한 제도적 연구 등 4과제
4/16(수)	산업보건통합 전산시스템 개발 연구
4/17(목)	조선업 위험성 평가 결과에 대한 자체감사 모델 개발 등 3과제
4/18(금)	강관비계 등 구조검토 및 구조실험

## ■ 국제 안전보건 단신

### | 후생노동성, 과중노동에 의한 근로자 건강장해 예방 종합대책 개정발표 |

일본 후생노동성에서는 2002년부터 과중노동에 의한 근로자 건강장해 예방을 위한 종합대책을 수립하여 시행해 왔으나, 최근 업무 유형이 다양화됨에 따라 종합대책을 개정하여 4월 1일자로 시행하였다.

주요개정내용으로는 과중노동에 의한 건강장해를 예방하기 위해 사업주가 단체면담, 감독지도, 개별지도 등의 조치를 취하고 건강장해 예방 강조기간을 지정하도록 규정하고 있으며, 시간 외 휴일 노동시간이 월 45시간을 초과하는 사업장에 대해서는 다음의 조치를 의무화하도록 규정하고 있다.

- 산업의, 위생관리자, 위생추진자 등의 선임 및 활동상황 파악, 위생위원회의 설치 및 활동상황 확인
- 상시 50인 이상의 근로자를 고용하는 사업장의 경우에

는 산업의를 반드시 지정하여 운영하여야 하나, 불가능한 경우 지역산업보건센터를 통해 건강 관련 진단 및 상담 가능

- 과중 노동에 의한 업무상 질병이 발생한 경우 재발방지 대책을 수립하여 운영

〈출처〉 <http://www.hourei.mhlw.go.jp/hourei/doc/tsuchi/200326-a00.pdf>

### | 후생노동성, 나노물질 제조·취급 작업장에 대한 노출예방 지침 발표 |

최근 일본내 활발한 연구개발이 진행되고 있는 나노물질의 이용 확대에 따라 제조 또는 취급에 종사하는 근로자가 급증할 것으로 예상되면서, 나노물질의 위험성에 대한 지속적인 연구가 실시되고 있다. 이에 따라 밝혀진 위험성에 대응하기 위해 후생노동성은 나노물질 제조·취급 작업장에 대한 노출예방 지침을 발표하였다.

대상 나노물질은 원소 형태의 원재료로 제조된 고체상의 소재로서, 100nm보다 작은 나노입자 및 나노구조체로 규정하였으며, 대상근로자는 나노물질을 원재료로 한 물건을 제조 또는 취급(수리, 점검, 연구 등)에 종사하는 근로자(감독자를 포함)이다.

동 지침의 나노물질 노출예방 대책으로

- ① 제조 설비는 원칙적으로 밀폐구조로 하되 이것이 곤란한 경우에는 국소배기장치를 설치하고 국소배기장치의 옥외배기구에는 고성능 필터를 장착하고 국소배기장치의 정기적인 점검을 실시
- ② 나노물질 취급 작업은 기본적으로 밀폐화·무인화·자동화 시스템을 구성하여 실시하고, 나노물질 직접취급 근로자에 대해서는 적절한 보호구 및 보호복 착용 의무화
- ③ 나노물질 취급 작업 규정을 작성하여 근로자 및 감독자가 준수
- ④ 근로자에게 나노물질의 성질, 상태 및 노출예방을 위한 교육훈련을 실시
- ⑤ 나노물질을 제조·가공하는 시설이나 취급하는 시설은 외부와 격리하고 중간문에는 오염제거구역을 설치하는 등 작업중 발생한 나노물질이 외부에 노출되지 않도록 하는 것 등이다. 〈출처〉 <http://www.mhlw.go.jp>

### ■ 국내 안전보건 행사

#### | 경제사회발전노사정위원회 산업안전보건제도개선위원회 제10차 회의에서 산재예방과 산재보험, 보상과의 연계 강화 방안 논의 |

산업안전보건제도개선위원회는 지난 4월 10일(목)에 제 10차 회의를 개최하고 산재예방과 산재보상의 이원화로 인한 산재예방정책의 환류과정의 취약화로 생기는 산재보험과 예방의 연계강화 및 통합의 필요성에 대한 방안을 논의하였다.

산재예방과 산재보험 연계 강화방안(예정요율제 실시 방안 중심으로)에 대해서 노동계·공익위원은 적극적 찬성보다는 중소기업 중심의 단계적 접근(시범적 사업)은 필요하며, 만약 제도를 도입하더라도 평가지표 개발 및 사업대상 선정 부분 등 충분한 사전적 검토 과정이 있어야 한다고 지적하였다. 경영계 역시 현행 개별실적요율제도가 사후적인 경제적 유인제도에 한계가 있으므로 중소기업을 대상으로 현행 개별실적요율제도 이외에 교육 및 예방 조치 등 안전보건수준을 평가하여 보험료율에 반영하는 것이 바람직하다고 밝혔다. 정부는 예방요율제의 사업체 평가 부분 등에서 현실적으로 도입에 어려움이 있으며, 이와 관련하여 50인 미만 영세사업장 8,000개 집중 지원제 를 실시하여 감독+홍보+점검+지원 등 영세사업장의 산재발생 비율을 낮출 수 있는 효과적 성과를 얻도록 할 계획이다.

산재예방과 보상의 효율적 연계 방안에 대한 논의 사항으로 경영계는 근로복지공단과 산업안전공단의 업무 연계 부족과 차별성 없는 행정인력으로 인한 산재보험기금의 비효율성을 초래하고 있다고 지적하고 산업안전보건의 예방 및 보상의 연계를 장기적으로 일원화해, 기업과 재해근로자에게 one-stop 서비스를 제공하고 산재보험기금의 불필요한 낭비를 줄여야한다고 밝혔다. 이를 위해 근로복지공단과 산업안전공단 사업의 단기적 업무조정과 장기적 일원화를 주장했다. 반면 노동계는 노사정위의 '산재보험제도개선위원회' 의결사항(1-1-3. 보험사업의 심의·평가)의 이행점검 차원에서 예방과 보상의 연계 방안을 고려해야 하며, 단기적 통합보다 우선적으로 사업단위별 평가체계를 구축해야 한다고 주장하였다. 정부는 두 공단의 통합이 큰 효과(실익)를 가져오지는 못할 것으로 판단된다고 밝혔다. 하지만 공단 간 사업 검토를 본격화하여 공단 간 연계할 수 있는 사업

에 대해서는 점검이 필요하다고 밝혔다.

**| 제2회 동아시아 국제환경역학회 |**

환경·보건의 전망을 짚어보는 동아시아 국제환경역학회(International Society for Environmental Epidemiology)가 지난 4월 17일(목)~19일(토)에 환경부와 한국환경보건포럼 공동주관으로 제주 롯데호텔에서 개최되었다.

「기회와 도전의 환경·보건 아시아」를 주제로 개최된 이번 학술대회에는 한국, 일본, 중국, 대만, 파키스탄 등 여러 아시아 국가들이 참석했다.

야외·실내공기의 오염, 작업·환경 노출평가 등에 관한 다양한 분야의 연구논문이 발표·토론되었다.

**| 한국직무스트레스학회 2008 춘계학술대회 |**

한국직무스트레스학회는 지난 4월 18일(금)에 연세대학교 새천년관에서 2008년 춘계학술대회를 개최했다.

이번 학술대회에서는 「스트레스 없는 신바람나는 일터 가꾸기」와 「스트레스와 질병관리」를 주제로 심포지움이 개최되었고, 자유연계 방식으로 직무스트레스 연구에서의 새로운 접근방법 등이 발표·토론되었다.

**| 제1회 IDRC 국제 심포지움 |**

서울대학교 대사 및 염증 질환 신약 개발 연구 센터(IDRC)는 지난 4월 30일(수)에 서울대학교 호암 컨벤션센터에서 제1회 IDRC 국제 심포지움을 개최했다. 「대사 및 염증 질환의 약물 타겟연구」를 주제로 개최된 이번 국제 심포지움에서는 대사 및 염증 질환과 관련된 국내외 우수 연구자의 최신 연구 성과가 공유·토론되었으며, 이를 기반으로 대사 및 염증 질환 분야의 국내 신약개발과 발전에 기여코자 개최되었다.

**| 한국산업의학회 2008 춘계학술대회 |**

대한산업의학회는 오는 3일(토)에 COEX 장보고홀 335~336호에서 2008년 춘계학술대회를 개최한다.

이번 학술대회에서는 「우리나라 직업성 질환의 변천과 산업의학의 역할」을 주제로 개최되는 심포지움(I)과 국가 안전관리전략의 중요축인 직업안전에 대해서 발표·토론하는 심포지움(II)가 개최될 예정이다.

**| 대한인간공학회 2008 춘계학술대회 |**

대한인간공학회는 오는 23일(금)부터 24일(토)까지 경북 구미 금오공과대학교에서 2008년 춘계학술대회를 개최한다.

이번 학술대회는 한국사회가 나아가고 있는 사회적인 경향과 그에 따른 인간공학의 역할을 생각해 보는 시간을 가지고자 마련되었으며, 산업안전(근골격계질환 등), 산업응용, 생체역학(인체측정 등), 제품 디자인, 작업생리, 디자인과 인간공학, 인지공학, 인간공학 기사/기술사, 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 인간공학 교육과정, 감성공학, 생활 및 환경 인간공학, 신발 인간공학, UI Design 및 평가, 표준화 등 다양한 분야의 논문이 발표된다. 또한 인간공학을 도입·적용하고자 하는 산업체를 적극적으로 지원하는 장을 만들기 위해 현장중심의 사례발표를 중심으로 발표·토론한다. ☺

**■ 국제 안전보건 행사**

2008 안전보건 엑스포	
행사기간	2008. 5. 13 ~ 5. 15(3일간)
장 소	왕영국, 버밍햄, NEC
주 관	영국왕립재해방지협회(RoSPA), IOSH, HSE 등
관련링크	<a href="http://www.safety-health-expo.co.uk/">http://www.safety-health-expo.co.uk/</a>

제1차 풍력발전 분야 위험예방을 위한 유럽회의	
행사기간	2008. 5. 21 ~ 5. 22(2일간)
장 소	스페인, 팜플로나
주 관	스페인 풍력발전협회
관련링크	<a href="http://osha.europa.eu/tmp/Programa_Pamplona.pdf">http://osha.europa.eu/tmp/Programa_Pamplona.pdf</a>

제1차 실내공기질 및 환경 국제회의	
행사기간	2008. 8. 17 ~ 8. 22(6일간)
장 소	덴마크, 코펜하겐
주 관	덴마크 공과대학
관련링크	<a href="http://www.indoorair2008.org">http://www.indoorair2008.org</a>

제3차 직업성 사회심리적 요인에 대한 ICOH 국제회의	
행사기간	2008. 8. 17 ~ 8. 22(6일간)
장 소	캐나다, 퀘벡
주 관	ICOH, 퀘벡공공보건연구원
관련링크	<a href="http://www.icoh-wops2008.com/">http://www.icoh-wops2008.com/</a>

# 제46차 국제산업안전보건정보센터 연차회의

ILO-CIS 국제산업안전보건정보활용 특별시연회



## 1. 행사개요

행사명	제46차 국제산업안전보건정보센터 연차회의	ILO-CIS 국제산업안전보건정보활용 특별시연회
일자 및 시간	'08년 6월 29일(일) 09:00 ~ 16:30	'08년 6월 30일(월) 12:15 ~ 13:15
장 소	서울, COEX 컨퍼런스센터 401호	서울, COEX 컨퍼런스센터 310호

2. 주최기관 : 국제노동기구 국제산업안전보건정보센터(ILO-CIS), 한국산업안전공단(KOSHA)

- CIS - 국제노동기구 근로조건환경국의 산업안전보건분야(Safework Programme)기구로서 1959년 설립되었으며 세계 140여개의 내셔널센터로 구성된 세계적인 정보교환 네트워크에 의해 안전보건 정보교류 및 벤치마킹을 통한 전 세계의 안전보건 증진을 활동 목표로 함

3. 주최기관 사이트 : <http://www.safety2008korea.org>, <http://www.ilo.org/cis>

4. 공식언어 : 영어, 한국어

5. 참가대상 : 제18회 세계안전보건대회 등록자, 세계 각 국의 CIS 담당자,  
국제 산업안전보건 동향 관심자 및 안전보건 정보수집, 활용기법 습득 희망자

제18회 세계산업안전보건대회 등록안내 | <http://www.safety2008korea.org> 대화문의 | [overseas@kosha.net](mailto:overseas@kosha.net)

# 안전의식

행복한 미래의 새싹입니다.

