

단체급식 조리환경의 호흡기 건강위험과 대처방안

[면지 교체]

Program

단체급식조리환경의 호흡기 건강위험과 대처방안

| 일시 | 2023. 7. 6.(목), 14:00~16:00

| 장소 | KINTEX 2전시관 302호

| 세부 프로그램 |

사회: 원용림 연구위원(산업안전보건연구원 직업건강연구실)

시 간	주 제	비고
14:00~14:10 (10분)	축 사 김은아 원장(산업안전보건연구원)	-
14:10~14:30 (20분)	발표자료 1 조리 종사자의 호흡기 폐암 인정사례 이지혜 부장(산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부)	좌장: 이상길 실장 (산업안전보건연구원 직업건강연구실)
14:30~14:50 (20분)	발표자료 2 푸드트럭의 작업환경 및 환기평가 사례 양동이 차장(산업안전보건연구원 직업건강연구실)	
14:50~15:10 (20분)	발표자료 3 조리부산물의 유해성과 건강 행위 주체별 대응 및 관리 방안 이유진 연구위원(산업안전보건연구원 직업건강연구실)	
15:10~15:30 (20분)	발표자료 4 조리휴 저감을 위한 환기대책과 정부지원 장공화 차장(안전보건공단 산업보건실 보건사업부)	
15:30~16:00 (30분)	질의 및 토의	

Contents

발표자료 1

조리 종사자의 폐암 인정사례	1
-----------------------	---

발표자료 2

미국 푸드트럭 종사자 호흡성 분진 노출 및 환기장치 성능 평가	15
---	----

발표자료 3

조리부산물의 유해성과 건강행위 주체별 대응 및 관리방안	33
---	----

발표자료 4

조리흙 저감을 위한 환기대책과 정부지원	47
-----------------------------	----

1. 조리 종사자의 폐암 인정사례

2023 산업안전보건월

단체급식조리환경의 호흡기 건강위험과 대처방안

조리 종사자의 폐암 역학조사 인정사례

한국산업안전보건공단
산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부
이지혜, M.D., Ph.D.
Tel: 052-703-0870
Email: jhlee01@kosha.or.kr

학교 급식

- ✓ 우리나라 학교 급식(양선희, 2019)
 - 1981년 학교급식법 제정
 - 1992년 학교급식의 양적 확대사업
 - 2003년 초·중·고등학교에 대한 전면 급식
 - 2006년 질 좋고 안전한 학교급식을 위한 학교급식법 개정
 - 2021년 기준으로 100% 학교에서 급식을 제공(11,976개교)(류지아 등, 2022)
- ✓ 2018년 4월 한 중학교 학교급식 종사자에서 폐암 발생하였고 이후 집단 산재 신청
- ✓ 이후 급식 조리사 전반에 대해 관심이 확대
- ✓ 급식조리사의 유해위험요인
 - 사고(칼이나 주방기구로 인한 자상이나 절단, 미끄러짐, 화상, 끼임 등)
 - 소음, 근골격계 부담, 직무스트레스 등
 - 조리흡



조리흙(cooking fumes)

0.29‰

- ✓ 기름을 사용한 튀김 요리에서 발생하는 배출물질(국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC))
 - 조리흙이 원재료 성분, 조리 기름, 조리 온도, 조리 방식 등 여러 요인에 의해 매우 다양하게 나타날 수 있음
 - 여러 다양한 환경에서 조리흙이 발생
- 조리흙에 대한 성분을 파악하여 정량화하는 것은 매우 어려움
- ✓ 현재까지 수행된 다양한 연구를 종합해 보면,
 - 조리흙은 대부분 초미세입자상물질(ultrafine particulate matter)에 해당
 - 그 성분은 포름알데히드와 다양한 휘발성유기화합물로 구성되어 있음
 - 이외에 다환방향족탄화수소, 헤테로고리화합물 등의 발암물질을 함유할 수 있음

3

폐암

0.29‰

- ✓ 우리나라 사망 원인으로 악성신생물(암)이 가장 높은 순위를 차지하고 있으며, 폐암은 2021년 남녀 모두 우리나라 암 사망원인 1위(사망원인통계, 2022)
- ✓ 폐암의 가장 중요한 위험인자 및 예방 가능한 인자는 흡연
 - 모든 폐암의 약 80%는 흡연과 관련
- ✓ 이외에 석면, 라돈, 니켈, 크롬, 무기비소 등
- ✓ 흡연과 상호작용하여 발암률 상승효과
- ✓ 비흡연 여성에서 폐암 발생의 주요 원인의 하나로 조리흙을 지목
- ✓ 과거 급식 조리사의 폐암 업무상질병 판정
 - 업무 기간을 고려할 때 조리흙에 적지 않은 농도로 노출되었을 가능성이 높고
 - 조리흙은 생물학적으로 폐암을 발생시킬 가능성이 있으며
 - 유사한 연구에서도 일치된 결과가 확인됨에 따라 급식 조리종사자의 폐암은 업무상질병으로 인정
 - 학교급식 / 군대 급식에 대한 케이스

4

2023 산업안전보건월

Case report

개요 및 질병경과

- ✓ 육군 제 00 부대 내 병영식당 조리원에서 폐암 사례 발생
- ✓ 산업안전보건연구원은 근로자의 상병과 직업관련성을 조사함
 - 근로자 면담(직무력 조사, 작업공정 및 근무시간 조사)
 - 작업장 현장 방문조사
 - 의무기록 확인, 문헌고찰
- ✓ 근로자는 1900년 3월 육군 제 00 부대 내 병영식당에 입사하여 약 22년 9개월 동안 조리원으로 근무
- ✓ 2000년 건강검진에서 종괴가 발견되어 56세가 되던 2000년 11월 CT 검사하여 원발성 폐암으로 진단받음
- ✓ 비디오 보조 흉강경으로 우상엽 절제술 후 항암치료하였고 현재는 추적관찰중
- ✓ 근로자는 흡연은 하지 않았음

근로자 직무력

0.29‰

기간	사업장 명	담당업무	비고
1980년대 (약 3년)	0000	권취공정 반장	근로자 진술
1980년 (약 6개월)	카페트 공장	카페트제작	근로자 진술
1900.03.-2000.01. (약 22년 9개월)	육군 제0000부대	식자재 검수 및 관리 취사병 조리 지도 취사장 환경정리 지도 조리업무	근로자 진술 및 4대보험 취득이력

* 전체 조리업무 근무기간은 약 22년 9개월

7

사업장 개요

0.29‰

✓ 육군 제0000 부대 예하 직할부대 0000부대(경기도 부천시)

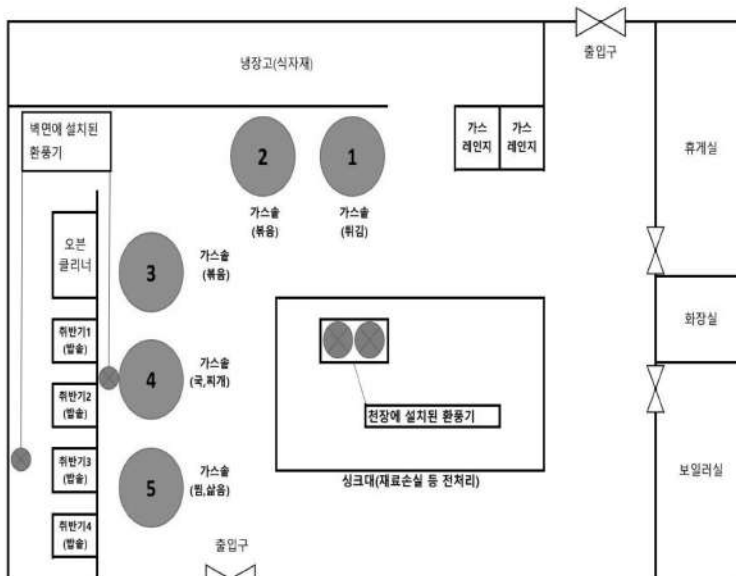


그림. 병영식당 내 조리실 배치도

8

근로자 작업공정 및 직무(1)

0.29‰

- ✓ 근로자는 육군 제 00 부대 내 병영식당에서 조리원으로 입사하여 취사병의 조리업무와 식자재 검수 및 조리(튀김, 볶음, 부침 등) 취사장의 전반적인 업무를 담당
- ✓ 하루 일과 8시간 동안 3식 중 2식(중식, 석식)을 준비함
 - 식수인원은 1900년 3월 기준 약 430명에서 2000년 11월 약 340명으로 줄었음
 - 병영식당 내 인력 구성은 조리원 1명, 조리보조원(취사병) 6-7명이나 실제 일한 취사병은 3-4명 수준
- ✓ 약 3시간 정도 튀김, 구이, 볶음, 부침개 등을 조리하며 발생하는 연기와 가스에 노출
 - 중식 및 석식은 대부분이 튀김 또는 볶음 요리가 매 끼니마다 메뉴에 포함되었음
 - 구이(계란후라이)는 식수인원만큼 근로자가 직접 구웠음
 - 볶음에 비해 상대적으로 위험한 튀김의 경우 근로자가 직접 하거나 취사병 조리 시 튀김 솥에 대기

9

근로자 작업공정 및 직무(2)

0.29‰

- ✓ 취사장 출입구를 통해 수시로 담배연기에 노출
 - 점심시간 전·후로 담배연기에 더욱 심하게 노출
- ✓ 청소 업무는 대부분 취사병들이 직접 하였고 근로자는 식기세척 및 취사장 내부 청소 등이 잘 되었는지 확인하는 수준
- ✓ 작업환경
 - 입사 초기에 환기시설이 미흡하여 취사장 벽면에 소형 축류형 송풍기 1대가 설치되어 있으나 적절한 환기가 이루어지지 않았음
 - 조리시 발생하는 연기 및 가스가 취사장 내부에 잔류하여 숨이 막힐 정도
 - 2006년에 취사장 천장에 축류형 송풍기 2대 및 취반기(밥솥) 벽면에 1대가 설치되었으나 소리만 크고 충분히 환기가 되지 않았다고 진술
 - 2005년까지는 취사장 내부에 휴게시설

10

노출평가(문헌)

0.29‰

저자	내용
이유진 등(2019)	✓ 조리실 이산화탄소, 일산화탄소, 미세먼진 및 초미세분진, 휘발성유기화합물, 포름알데히드, 다환방향족탄화수소 노출 수준 평가(24개 학교 단체급식소) ✓ 일산화탄소/이산화탄소 • 전(계란말이, 스크램블, 삼겹살), 튀김과 같은 기름을 사용하는 요리에서 높았음 • 1개소에서 탕수육 튀김 조리 시 일산화탄소가 직업적 단시간 노출기준(200 ppm)을 초과 ✓ PM_{10} : 4개소에서 실내 공기질 관리기준(일간 평균 $100 \mu g/m^3$)을 초과, 최고농도 $931.4 \mu g/m^3$ ✓ $PM_{2.5}$: 5개소에서 실내 공기질 관리기준(일간 평균 $50 \mu g/m^3$)을 초과, 최고농도 $298.6 \mu g/m^3$ ✓ 포름알데히드 평균농도는 조리환경이 외부에 비해 높았으나, 최고농도는 $10.8 \mu g/m^3$ 으로 사무실 오염물질 관리기준($120 \mu g/m^3$)에는 미치지 못함 ✓ 다환방향족탄화수소(PAHs)중 가장 높은 분포를 보인 나프탈렌의 기하평균 $194.8 ng/m^3$(고용노동부 노출기준 10ppm($50 mg/m^3$))
근로복지공단 직업환경연구원(2021) - 업무관련성 전문조사	✓ 조리실 작업환경에서 포름알데히드, 아크로레인, 다환방향족탄화수소 등을 포함하는 유기화합물의 농도는 튀김, 볶음 및 구이 요리 시에 일시적으로 높아졌으나, 전체 작업 시간을 고려한 농도는 낮았음 ✓ $PM_{2.5}$의 농도는 구이 요리 시 최대 $3,030 \mu g/m^3$로 높았고, 423분간 측정된 농도는 $60 \mu g/m^3$

13

노출평가(문헌(2))

0.29‰

저자	내용
Gao et al. (2021) 중국	✓ 중식당의 작업환경에서 입자상 물질의 발생특성을 평가 ✓ 조리훈의 입자상 물질의 크기 분포는 10.4 nm와 100 nm 두 개의 모드를 보여 대부분의 입자의 크기는 100 nm 보다 적었음 ✓ 조리사 개인의 입자상 물질의 노출 농도는 작업이 없는 경우에 비해 최고 9.35배 까지 증가
오병훈 등 (2022)	✓ 국내 1개 학교 조리실 내 4개 술을 대상으로 휘발성 유기화합물의 농도 측정 ✓ 포름알데히드와 아크로레인이 미국 산업위생전문가협회(ACGIH)의 단시간 노출기준(STEL) 또는 천장값(Ceiling)을 초과할 가능성 • 15분간 포름알데히드 평균 농도는 223 ppb(전체 기하평균 24.5 ppb)로 ACGIH의 단시간 노출기준인 300 ppb의 약 80%(탕수육 조리시) • 아크로레인의 최고농도는 303 ppb(전체 기하평균 4.9 ppb)로 천장값인 100 ppb의 3배 • 디아세틸의 8시간 평균농도는 7.4 ppb로 ACGIH의 8시간 시간가중평균노출기준(TWA, 10 ppb)의 70% ✓ 측정된 포름알데히드와 아크로레인의 전체 작업시간의 기하평균은 단시간 노출수준과 차이가 컸음
Zhang et al. (2023) 중국	✓ 실내 조리시 아크로레인 농도 최소 $235.18 \mu g/m^3$(탕수육을 사용한 토마토 스크램블 계란 조리상황) - 최대 $498.71 \mu g/m^3$(공기름을 사용한 튀김 돼지고기 조리상황) ✓ 미국 캘리포니아주의 환경 위해성 평가기관의 기준치에 비해 약 100배 이상의 농도 값

유해인자에 관한 노출평가

0.29‰

- ✓ 근로자는 조리함에 포함된 유해물질로 초미세입자를 포함한 입자상물질, 다환방향족탄화수소(PAHs), 헤테로사이클릭 아민, 포름알데히드, 아세트알데히드, 아크릴아마이드, 아크로레인 등에 노출
- ✓ 근로자의 노출수준은 조리의 방법이나 재료 등에 따라 차이가 있을 수 있으나
 - 학교 급식시설 대비 공조시스템 및 국소배기장치가 없다는 점
 - 군대라는 특성상 하루 2회(중식, 석식) 기름을 사용하여 고온의 튀김요리(야채, 육류) 등이 많았다는 점을 고려
- ✓ 조리하는 약 3시간 동안 조리함의 입자상물질 중 대부분을 차지하는 100 nm 이하의 초미세입자, 포름알데히드와 아크로레인을 포함한 알데히드류, 일산화탄소와 이산화탄소에 단시간 높은 농도로 노출된 것으로 판단함
 - 근로자의 작업환경의 변화에 따라 취사장 내 작업환경이 개선되기 전까지 약 9년간 상대적으로 더 높은 농도의 조리함에 노출되었을 것으로 판단함
- ✓ 청소 업무 시 질산, 염산, 수산화나트륨에 노출되었을 가능성은 있으나 근로자가 직접 청소 업무를 수행하지 않아 노출 수준은 낮았을 것으로 판단함

15

업무관련성에 대한 고찰 (1) 국제암연구소의 고찰

0.29‰

- ✓ 1987-2006년까지 역학연구
 - 발암물질에 대하여 고려해야 할 요인으로 고온의 조리 온도(230 °C 이상), 튀김과 관련한 요리의 방법(frying)을 기술하였고, 튀김요리의 종류(stir, deep, pan)*와 조리 시 사용하는 기름의 종류에 따라서는 역학적으로 의미 있는 결과를 도출할 수 없다고 함
 - 고온의 튀김요리의 빈도나 누적 노출량의 증가에 따라 폐암의 위험도가 증가하는 양-반응관계를 관찰함
 - 다만 환자-대조군 연구에 기반하였음
- ✓ 이에 고온의 튀김요리에서 발생하는 조리함은 폐암 발생의 위험요인이나 제한점이 있다고 평가
 - ❖ Stir frying: wok에 뜨거운 기름을 두르고 센 불에 재빨리 볶는 요리(숙주, 제육볶음 등)
 - ❖ Deep frying: 식품이 완전히 잠길 정도로 많은 양의 뜨거운 기름에 식품을 튀기는 요리 (프라이드 치킨, 튀김)
 - ❖ Pan frying: 팬에 최소의 기름을 두르고 예열 후에 고기나 생선을 비교적 오래 굽는 요리(삼겹살, 소시지)

16

국제암연구소 이후 출판 (2) 환자 대조군 연구

0.29‰

저자(년도)	연구설계	결과요약
Ramanakumar 등(2007), 캐나다	일반 인구 기반 환자-대조군 연구 폐암 환자 남성 739명 및 여성 466명, 짝지은 대조군 남성 925명 및 여성 616명	전통적인 요리 시설에서 20세 이전에 노출된 군은 오즈비 1.7(95% CI 1.2-2.6)이고 20세 이후에 노출된 군에서는 오즈비 1.3(95% CI 1.1-2.0)
Tang 등 (2010), 싱가포르	병원 기반 환자-대조군 연구 폐암 여성 환자 703명, 짝지은 여성 대조군 1,578명	흡연자에서 조리 빈도가 하루 1회 이상인 군에서 폐암의 발생에 대한 오즈비 1.61(95% CI 1.01-2.56) 흡연과 조리의 상호작용(interaction)
Lin 등 (2012), 중국	병원 기반 환자-대조군 연구 폐암 여성 환자 226명, 짝지은 여성 대조군 269명	조리횟수 노출이 없었던 군에 비하여 경도, 중등도 및 고도로 노출된 군에서 오즈비가 각각 3.56(95% CI 2.00-8.27), 2.05(95% CI 1.10-3.84), 2.91(95% CI 1.02-8.27)
Mu 등 (2013), 중국	일반 인구 기반 환자-대조군 연구 폐암 환자 399명, 짝지은 대조군 466명	조리의 빈도가 일주일에 7회 미만인 군에 비해 일주일에 15-21회인 군에서 폐암의 오즈비 3.30(95% CI 1.32-8.22) 주방에 환기시설이 있었던 군에 비해 없었던 군에서 오즈비 1.78(95% CI 1.09-2.90)
Jin 등 (2014), 중국	일반 인구 기반 환자-대조군 연구 폐암 환자 1,424명, 짝지은 대조군 4,543명	고온의 조리기름을 사용하지 않았던 군에 비해 사용하였던 군에서 폐암에 대한 오즈비 1.26(95% CI 1.10-1.43)(남성 오즈비 1.12, 여성 오즈비 1.83)
Chen 등 (2020), 대만	병원 기반 환자-대조군 연구 비흡연자 여성 폐암 환자 1,302명, 짝지은 대조군 1,302명	조리빈도-년(Cooking time-years) = 하루 평균 조리 횟수 * 조리년수 조리빈도-년 10 이하인 집단에 대하여 160을 초과하는 군에서 폐암에 대한 오즈비 3.17(95% CI 1.34-7.68)이며 경향성 검정도 유의함(p=0.0297)

국제암연구소 이후 출판 (3) 코호트 연구

0.29‰

Table 2. Kitchen ventilation condition, coal use, and risk of lung cancer in the Shanghai Women's Health Study

	Cases	Total (N)	HR ¹	95% CI
Poor ventilation				
Never (good/fairly good)	351	57,251	1.00	(Ref)
Ever	78	14,069	1.49	(1.15-1.95)
>0-19.99 Years	43	6,618	1.54	(1.09-2.16)
≥20 Years	37	7,373	1.45	(1.01-2.08)
Poor ventilation exposure time window				
Never exposed (good/fairly good)	351	57,251	1.00	(Ref)
Childhood only (<20 years age)	2	573	1.13	(0.28-4.65)
Adulthood only (>20 years age)	39	7,746	1.37	(0.97-1.92)
Childhood and adulthood	37	5,750	1.69	(1.19-2.42)
Coal use				
Never (gas users)	159	26,462	1.00	(Ref)
Ever	270	44,858	1.03	(0.84-1.26)
>0-19.99 Years	165	26,717	1	(0.79-1.25)
≥20 Years	105	18,141	1.09	(0.85-1.40)
Coal use exposure time window				
Never exposed (gas users)	159	26,462	1.00	(Ref)
Childhood only (<20 years age)	8	1,941	1.56	(0.76-3.19)
Adulthood only (>20 years age)	144	18,712	1.01	(0.80-1.28)
Childhood and adulthood	118	24,295	1.04	(0.81-1.33)
Coal use with poor ventilation				
Never coal (gas user), poor ventilation (good/fairly good)	152	24,339	1.00	(Ref)
Ever coal or poor ventilation	210	36,141	0.97	(0.77-1.22)
Ever coal and poor ventilation	67	10,840	1.69	(1.22-2.35)
>0-19.99 Years	29	5,483	1.39	(0.89-2.17)
≥20 Years	38	5,357	2.03	(1.35-3.05)
Coal use with poor ventilation exposure time window				
Never exposed (gas user, good/fairly good)	152	24,339	1.00	(Ref)
Childhood only (<20 years age)	2	552	1.19	(0.29-4.97)
Adulthood only (>20 years age)	36	6,147	1.54	(1.04-2.30)
Childhood and adulthood	29	4,141	2.03	(1.34-3.07)

¹Adjusted for age (continuous), education (elementary, middle, high, college), income (<10,000R, 10,000-20,000R, 20,000-30,000R, >30,000R), environmental tobacco (yes, no), family history of lung cancer (yes, no), history of non-malignant lung disease (yes, no), occupation (technical/professional, government/political, administrative, manufacturing) with additional mutual adjustment for models (e.g. coal model adjusted for gas use and so forth) Statistically significant when 95% CI does not contain 1.00.

<Kim et al., 2015>

- ✓ 중국 상하이 여성 코호트를 토대로 전향적 코호트 연구
- ✓ 비흡연 여성 71,320명을 2009년까지 추적관찰, 폐암 429명 확인
- ✓ 환기시설이 취약하지 않았던 군에 비해 주방의 취약한 환기시설을 사용한 군에서 1.49 배(95% CI 1.15-1.95) 높았음

국제암연구소 이후 출판 (4) 코호트 연구

0.29‰

<Lin et al., 2019>

- ✓ 대만의 국가통계자료를 이용하여 중국 음식 요리사와 비 중국 음식 요리사를 구분
- ✓ 비 중국 음식 요리사에 비해 중국 음식 요리사는 폐암 발생률이 1.69(95% CI 1.51-1.89)로 높았음
- ✓ 5년 이상 근무한 중국 음식 요리사에서 폐암 발생률이 2.12(95% CI 1.32-3.40)이었으며 여성에서 더 두드러지는 경향을 보임

Table 2 Incidence rate ratio (IRR) of cancer in total and by gender

	Person-years at risk (years)	Cancer					
		Number	IR/10 ⁵ person-year	Crude IRR	95% CI	Adjusted IRR ^a	95% CI
Total							
Non-Chinese food chefs	542,658	338	62.3	1.00		1.00	
Chinese food chefs	3,640,892	5761	158.3	2.54	2.28–2.84	1.69	1.51–1.89
Female							
Non-Chinese food chefs	310,107	216	69.7	1.00		1.00	
Chinese food chefs	2,542,241	4413	173.6	2.49	2.17–2.86	1.66	1.45–1.91
Male							
Non-Chinese food chefs	232,551	122	52.5	1.00		1.00	
Chinese food chefs	1,098,651	1349	122.8	2.34	1.95–2.82	1.73	1.44–2.09

Bold values indicate $p < 0.05$

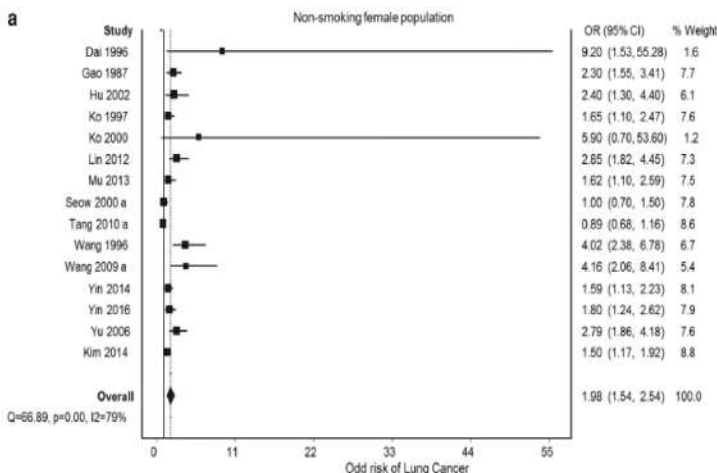
CI confidence interval, IR incidence rate, IRR incidence rate ratio

^aAdjusting for age range (15-39, 40-59 and ≥60 years old) and gender

19

(5) 메타분석

0.29‰



<Jia et al., 2018>

- ✓ 비흡연 여성에서 조리환경과 폐암에 대한 합산 오즈비는 1.98(95% CI 1.54-2.54) 이고 부분흡연자에서 오즈비 2.00(95% CI 1.46-2.74)로 흡연 여부와 상관없이 폐암 위험 증가
- ✓ 환기가 불량할 경우 오즈비 1.20(95% CI 1.10-1.31)
- ✓ 볶음 요리는 오즈비 1.89(95% CI 1.23-2.90)

그림. 비흡연 여성의 조리환경과 폐암 위험도(Jia et al., 2018)

20

업무관련성 평가

0.29‰

- ✓ 근로자의 폐암에 대해서는 간접흡연이 충분한 근거가 있으며 고온의 튀김 요리에는 제한적 근거가 있음
- ✓ 근로자는 조리업무 중 고온의 튀김, 볶음 및 구이 요리에서 발생하는 조리흠에 장기간 노출되었음
- ✓ 근로자 재직 당시에 환기 시설이 미흡하였고, 2006년에 축류형 송풍기가 추가 설치되었지만 국소배기시설은 전무하였으며 여전히 환기 시설이 열악하였음
- ✓ 한편, 청소 업무시 질산, 염산, 수산화나트륨에 노출되었을 가능성은 있으나 근로자가 직접 청소 업무를 수행하지 않았고 상기 물질은 폐암과의 연관성의 증거가 부족함
- ✓ 이에 근로자의 상병은 업무관련성의 과학적 근거가 상당한 것으로 판단함

21



22

2. 미국 푸드트럭 종사자 호흡성 분진 노출 및 환기장치 성능 평가

2023 산업안전보건월

미국 푸드트럭 종사자 호흡성 분진 노출 및 환기장치 성능 평가

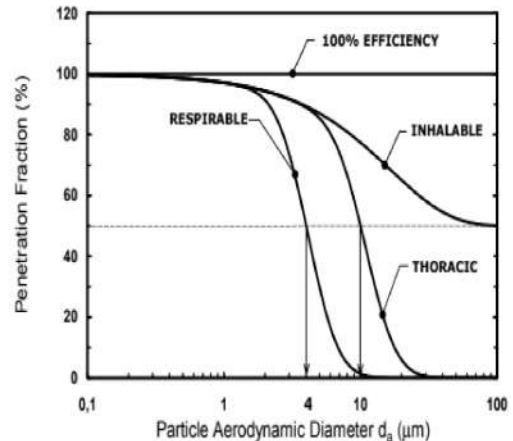
안전보건공단 연구원 직업건강연구실
미국 앨라배마 주립대(버밍햄) 공중보건 이학석사
양동이 차장

발표 순서

- 연구 배경
- 연구 방법
- 연구 결과
- 토론 사항
- 결론

연구배경 - 분진

- 분진이란 근로자가 작업하는 장소에서 발생하거나 흩날리는 미세한 분말 상태의 물질(산안법)- 작은 분말의 고체물질 또는 작은 물방울(기초산업위생학, 6th ed. [1])
- 미국산업위생전문가협회(ACGIH)
공기중 분진 샘플링 기준을 분진 크기에 따라 3가지 형태로 제안함 [2-5]
 - 1) 흡입성 분진-inhalable particulate Matter (IPM)
 - D_{50} 100 μm 공기역학적 직경 (AED)
 - 2) 흉곽성 분진-thoracic particulate matter (TPM)
 - D_{50} 10 μm 공기역학적 직경 (AED)
 - 3) 호흡성 분진-respirable particulate matter (RPM)
 - D_{50} 4 μm 공기역학적 직경 (AED)



Particle size fractions for health-related sampling in work places by CEN, ISO and ACGIH [4]

3

분진 발생원, 건강영향 및 직업적 노출기준

- 실내조리 시 발생하는 미세먼진(PM_{2.5})와 초미세분진(PM_{0.1})이 심혈관계질환 원인으로 많은 연구가 선행됨 [6-8]
- 상업적 조리 시 많은 양의 분진이 발생하고 있음 (US EPA) [9]
- 대용량 튀김기(Deep fryer)가 여러 조리방법 중 가장 많은 양의 미세먼진 (PM_{2.5}) 을 발생 시키고 있음 [14]
- 미국 암센터연구소(International Agency for Research on Cancer)에서는 고온의 튀김 요리 시 발생물(Emissions from high-temperature frying) 을 발암물질 (Group 2A) 로 규정함 [10]
- 미국 내에서의 호흡성분진에 대한 직업적 기준 [15]
 - 미국 산업안전보건청 호흡성분진 노출허용기준-OSHA permissible exposure limits (PELs) 8-hour TWA: 5 mg/m³
 - 미국 산업위생가협회 호흡성분진 권고기준-ACGIH recommendation: 3 mg/m³

4

환기장치

- 환기장치는 공기중 오염물질 농도를 줄이기 위한 중요한 방법으로 조리시 사용되고 있음 [16]
- 미국 냉난방 공조학회(The American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers -ASHRAE)에서는 요리기구 후드 종류 및 부하량에 따라 1미터당 적정 배기량(L/s)을 권고하고 있음 [17]
 - 후드 I, II : 기름을 제거하는 여부에 따라 Type I 과 Type II 로 나뉨
 - 후드종류: 벽체 캐노피형, 단일 박스형(Single-island), 더블 박스형(Double-island), Eyebrow, 뒷선반형(Back shelf) 등
 - 부하: 약, 중, 강, 매우강 (Light, Medium, Heavy, Extra-Heavy)으로 나뉨
- 선행연구 대부분이 컴퓨터 유체 역학(Computational fluid dynamics-CFD) 연구나 실험실내 시뮬레이션 연구가 많고 [21-23], 현장의 상업용 조리환경에 대한 평가는 드물었음

5

미국 냉난방공조학회 핸드북의 후드 종류

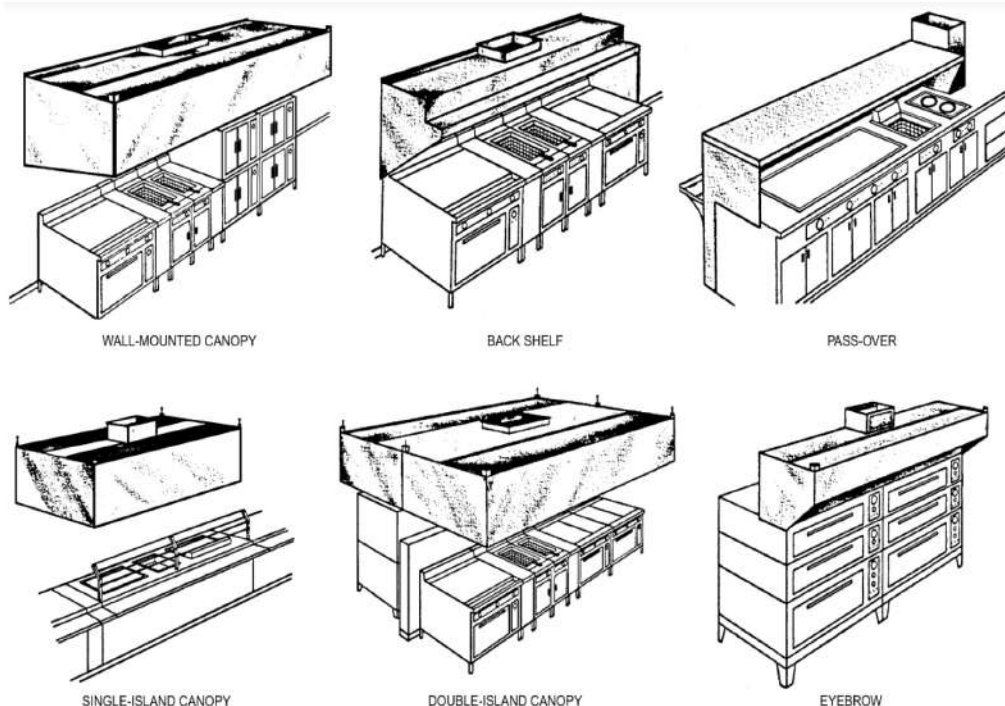


Fig. 2 Styles of Commercial Kitchen Exhaust Hoods

6

미국 냉난방공조학회 배풍량 기준

표 1. 배풍량 - 요리기구 부하량과 후드 종류에 따른 배풍량

Type of Hood	Minimum Exhaust Flow Rate, L/s per linear metre of hood			
	Light Duty	Medium Duty	Heavy Duty	Extra-Heavy Duty
Wall-mounted canopy, unlisted	310	465	620	850
listed	230 to 310	310 to 465	310 to 620	540+
Single-island, unlisted	620	775	930	1085
listed	390 to 465	465 to 620	465 to 930	850+
Double-island (per side), unlisted	390	465	620	850
listed	230 to 310	310 to 465	390 to 620	775+
Eyebrow, unlisted	390	390	Not allowed	Not allowed
listed	230 to 390	230 to 390	—	—
Back shelf/proximity/pass-over, unlisted	465	465	620	Not allowed
listed	155 to 310	310 to 465	465 to 620	Not recommended

Source: ASHRAE Standard 154.

7

미국 냉난방공조학회 요리기구 부하량 기준

Table 1 Appliance Types by Duty Category

Light duty (400°F) 204 °C	Electric or gas	Ovens (including standard, bake, roasting, revolving, retherm, convection, combination convection/steamer, conveyor, deck or deck-style pizza, pastry) Steam-jacketed kettles Compartment steamers (both pressure and atmospheric) Cheesemelters Rethermalizers	Medium duty (400°F) 204 °C	Electric	Discrete element ranges (with or without oven)
				Electric or gas	Hot-top ranges Griddles Double-sided griddles Fryers (including open deep-fat fryers, donut fryers, kettle fryers, pressure fryers) Pasta cookers Conveyor (pizza) ovens Tilting skillets/braising pans Rotisseries
Heavy duty (600°F) 316 °C	Gas	Open-burner ranges (with or without oven)	Extra-heavy duty (700°F) 371 °C	Appliances using solid fuel such as wood, charcoal, briquettes, and mesquite to provide all or part of the heat source for cooking.	
	Electric or gas	Gas underfired broilers Chain (conveyor) broilers Wok ranges Overfired (upright) salamander broilers			

8

미국 푸드트럭 작업환경

- 미국내 푸드트럭 산업은 2017년부터 2022년까지 매년 7.9%의 성장률로 빠르게 성장함 [24, 25]
- 푸드트럭 조리실에는 그릴, 요리용 철판, 스토브 및 대형 튀김기 등 한정된 공간에 많은 조리기구들이 있음 [26]
- 미국 앨라배마 버밍햄 주립대(UAB) 에서 파일럿 연구로 푸드트럭 내의 PM2.5 및 알데하이드(aldehydes), 환기장치에 대한 연구가 사전에 있었음 [27]

9

연구 목적

- 미국 앨라배마 지역에서 운영 중인 푸드트럭 종사자의 호흡성분진 노출수준 평가 – Respirable Particulate Matter (RPM)
- 푸드트럭 내에 사용중인 환기장치의 성능평가 – 미국 냉난방공조학회 권고 기준과 비교

10

연구방법 - 푸드트럭 모집

- 전단지로 푸드트럭 소유주 및 매니저에게 홍보하여 대상자를 모집함
- 환기장치가 설치되어 있는 상업용 튀김기를 운영하는 7개의 푸드트럭에서 7명의 주방장을 대상으로 실시
- 미국 앨라배마 주립대(버밍햄) 생명윤리위원회 승인 (UAB IRB-300008339)
- 앨라배마 주 10 여 도시에서 샘플링 실시-
Birmingham, Tuscaloosa, Huntsville, Calera, Cottdale, Hoover, Lakeview, Clanton, Northport, and Madison.
- 샘플링 기간: 2022년 3월 19일 ~ 5월 5일



11



12

호흡성 분진 샘플링

- 샘플링: 호흡성분진 ($4\mu\text{m}$)을 측정할 수 있는 임팩터를 갖춘 측정기로 개인시료 측정 (DustCount 9000, Nanozen, Canada)
- 패니백(fanny pack)에 측정기를 넣고 주방장의 호흡 영역에서 튜브를 사용하여 공기 측정 실시
- 샘플 유량 : 1.0 L/min [28]
- 1일 영업시간 전체, 1명당 3일 측정 실시
- 음식 주문량 정보 수집



흡입 튜브를 주방장의 호흡영역에 위치함



측정기 측정 모습

13

환기장치 성능 평가 – 공기 유속 측정

- 푸드트럭에서 사용 중인 환기장치 후드 유형을 파악 후 권고 배풍량을 정함 [17]
- 6개의 푸드트럭에서 배플이 있는 백셸프 형 후드(Back shelf hood with baffle filters)를 사용하였으며, 1곳에서 배플이 있는 단독 아일랜드형 후드(Single-island canopy hood with baffle filters)를 사용함
- 미국 냉난방공조학회의 기준에 따라 후드면의 풍속측정 시 정사각형 (15.24 x 15.24 cm) 또는 직사각형으로 나누어서 열선 풍속계 (VelociCalc 9565, TSI, Shoreview, Mn) 로 풍속 측정함 [29]

14

- 각 사각형 중앙에서 10초간 측정을 각 3회 실시 후 평균값으로 유속 결정
 - 미국 냉난방공조학회의 측정방법에 따라 유속 측정시 약 5cm 를 배플 표면에서 간격을 두고 측정함(ASHRAE Research Project RP-1376) [29]
- 후드길이 1미터당 풍량을 후드 단면적에 평균 유속을 곱하고 후드길이로 나누어 계산 ($Q = A \times V / \text{hood length}$) 하고, 그 결과를 미국 냉난방공조학회 권고치와 비교함(ASHRAE Standard 154-2016) [17]



배기 후드 내 유속 측정 위치

15

유해물질 포집 효율 측정 - Capture and Containment (C & C) Efficiency



스모크 튜브 테스트

- 공기 흐름 측정을 위해 스모크 튜브 (CH25301, Draeger Air Current Smoke Tube, Germany) 를 사용하여 포집 효율을 시각적으로 측정함
- 튀김기의 표면 주위에서 연기를 발생시켜 연기의 흐름 패턴 및 방향을 관찰함

16

연구방법 - 데이터 통계분석

- 호흡성분진 노출농도, 환기장치 성능, 음식 주문량(유해물질 발생량)의 상관관계를 JMP Pro 16 (SAS Institute, Cary, North Carolina)를 활용하여 상관 분석(Correlation analysis) 실시
- 배기량 비율(미터당 실질환기량/ASHRAE 권고 미터당 환기량)과 3일 평균치의 호흡성 분진 농도의 상관 관계
- 일일 호흡성분진 노출농도와 음식 주문량 상관 관계 통계 분석 실시

17

연구 결과 - 샘플링 시간

- 7명의 주방장을 대상으로 샘플링 실시. 측정 시간은 119분 부터 458 분으로, 평균 229 분 (3 시간 49 분) 실시
- 3일 평균 샘플링 시간 중 푸드트럭 4번 주방장이 가장 긴 작업시간 (312 ± 73 분/일)을 실시하였으며, 푸드트럭 6번이 가장 짧은 작업 시간을 가짐(145 ± 22 분/일).
- 1번 주방장 2일차 및 4번 주방장 1일차에 점심 및 저녁 근무가 있었음

표 3. 푸드트럭 주방장 별 샘플링 시간

Food Truck	Cook 1			Cook 2			Cook 3			Cook 4			Cook 5			Cook 6			Cook 7		
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3
Duration (mins)	258	375	177	236	173	184	209	195	458	359	228	349	179	199	309	152	120	163	119	136	229
Average $\pm$ SD (mins)	270 $\pm$ 100			198 $\pm$ 34			287 $\pm$ 148			312 $\pm$ 73			229 $\pm$ 70			145 $\pm$ 22			161 $\pm$ 59		

18

연구 결과 - 음식 주문량

- 일일 음식 주문량의 범위는 9건 ~ 220건, 평균 42건 $\pm$ 44건
- 푸드트럭 1번에서 3일 평균 주문량이 가장 많음, 86건 $\pm$ 117건
- 푸드트럭 6번에서 3일 평균 주문량이 가장 적음, 23건 $\pm$ 6건

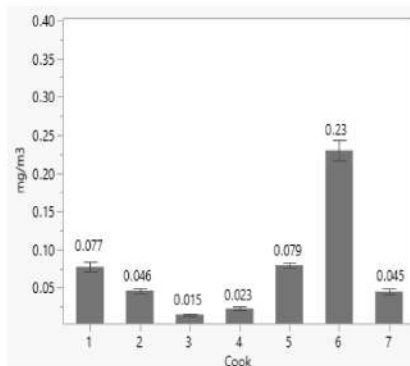
표 4. 푸드트럭 별 음식 주문량

Food Truck	Cook 1			Cook 2			Cook 3			Cook 4			Cook 5			Cook 6			Cook 7		
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3
Volume of food order	12	220	25	50	25	38	21	46	42	57	9	25	40	34	85	20	19	29	25	40	19
Average $\pm$ SD	86 $\pm$ 117			38 $\pm$ 13			36 $\pm$ 13			30 $\pm$ 24			53 $\pm$ 28			23 $\pm$ 6			28 $\pm$ 11		

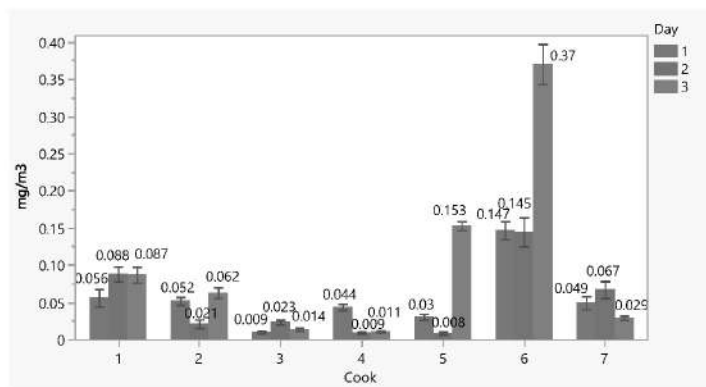
19

연구결과 - 호흡성 분진 농도

- 일일 평균 호흡성분진 농도 범위는 0.008 ~ 0.370 mg/m³
- 일일 평균 최고 농도는 푸드트럭 6번 3일차로 0.370 mg/m³. 최저 농도는 푸드트럭 5번 2일차로 0.008 mg/m³.
- 3일 평균 호흡성 분진 농도 범위는 0.015 ~ 0.230 mg/m³
- 푸드트럭 6번 주방장이 가장 높은 3일 평균 호흡성 분진 농도 0.230 $\pm$ 0.106 mg/m³, 푸드트럭 3번 주방장이 가장 낮은 3일 평균 호흡성 분진 농도 0.015 $\pm$ 0.006 mg/m³



주방장 별 3일 평균 호흡성 분진 농도(mg/m³)



주방장 별 1일 평균 호흡성 분진 농도(mg/m³)

연구결과 – 환기장치 성능

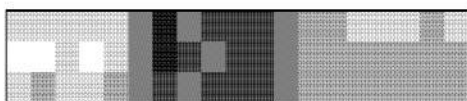
- 푸드트럭 6번은 싱글 아일랜드 캐노피형 후드였으며, 나머지는 백셀프형 후드 였음
- 모든 푸드트럭은 중간 부하량을 가지는 상업용 튀김기(deep fryers)를 사용함 [17]

표 5. 푸드 트럭별 환기장치 성능

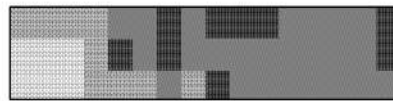
	Food Truck 1	Food Truck 2	Food Truck 3	Food Truck 4	Food Truck 5	Food Truck 6	Food Truck 7
Hood Type	Back shelf	Back shelf	Back shelf	Back shelf	Back shelf	single-island canopy	Back shelf
Hood Size (Meter x Meter)	2.845 x 0.445	2.565 x 0.457	1.321 x 0.457	2.083 x 0.343	2.438 x 0.457	0.508 x 0.381	1.041 x 0.457
Matrix (6 x 6 inches)	19 x 3	16 x 3	9 x 3	14 x 2	16 x 3	3 x 3	7 x 3
Average air velocity (m/s)	0.543 ± 0.240	0.641 ± 0.178	0.754 ± 0.122	1.030 ± 0.255	0.418 ± 0.150	0.537 ± 0.075	0.835 ± 0.167
Range of average air velocity (m/s)	0.17 ~ 1.15	0.22 ~ 0.94	0.54 ~ 1.00	0.42 ~ 1.59	0.14 ~ 0.84	0.41 ~ 0.64	0.53 ~ 1.08
Average air flow rate (L/s)	687.5	751.4	455.2	735.9	465.7	103.9	397.2
Average air flow rate (L/s) per linear meter	241.1	293.0	344.8	353.3	191.0	204.5	381.6
Recommended flow rate (L/s) per linear meter	310	310	310	310	310	465	310
Exhaust ratio	0.778	0.945	1.112	1.140	0.616	0.440	1.231

21

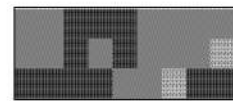
- 아래 그림은 각 푸드트럭 별 후드 개구면에서의 공기유속을 나타내며, 범위는 0.14 ~ 1.59 m/s 였음.
- 푸드트럭 1번이 가장 긴 후드 개구면을 가지고 있었으며, 2.845 m x 0.445 m, 푸드트럭 6 번이 가장 작은 후드 개구면을 가짐, 0.506 m x 0.381m.



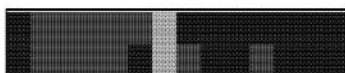
A. Food Truck 1 – 19 x 3 area



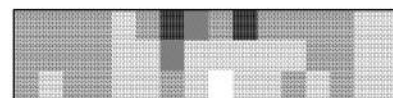
B. Food Truck 2 – 16 x 3 area



C. Food Truck 3 – 9 x 3 area



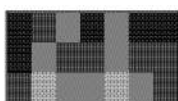
D. Food Truck 4 – 14 x 2 area



E. Food Truck 5 – 16 x 3 area



F. Food Truck 6 – 3 x 3 area



G. Food Truck 7 – 7 x 3 area

Color						
Velocity (m/s)	<0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	≥1.0

푸드 트럭 별 각 후드 개구면에서의 색깔 별 평균 유속 범위 (m/s)

22

연구결과 - 가시적 포집 효율

- 유해물질의 포집 효율을 시각적으로 평가하기 위해 발연관으로 연기를 생성하여 포집을 측정함. 대부분의 연기가 백셀프 후드 안으로 포집됨.
- 다만 단독 아일랜드 캐노피형 후드를 사용하는 푸드트럭 6번에서는 일부 연기가 후드 안으로 포집되지 않음

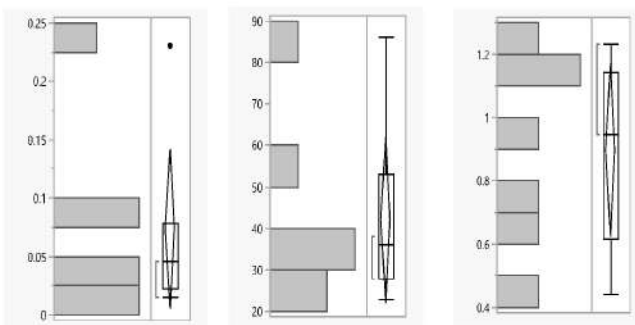


푸드트럭 6번 발연관 테스트

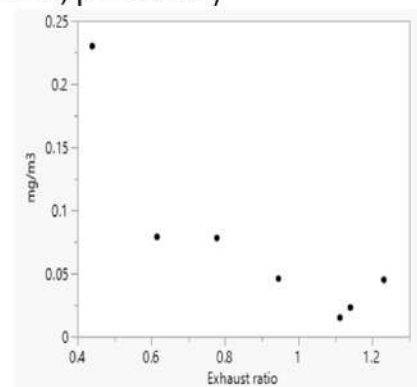
23

연구결과 - 데이터 통계 분석

- 3일 평균 호흡성 분진 농도와 배기량 비율(미터당 배기량/ASHRAE 권고 미터당 배기량)에 대한 상관 관계 통계분석 실시함. 해당 데이터가 비정규 분포를 나타내어 스피어만 상관관계(Spearman's correlation coefficient)로 분석함
- 3일 평균 호흡성 분진 농도, 0.23 mg/m^3 , 은 이상치로 분석 시 제외함
- 3일 평균 호흡성 분진 농도와 미터당 배기량 비율은 역의 상관관계를 가지나, 통계적인 상관관계는 없었음(Spearman's $\rho = -0.7714$, $p = 0.0724$)



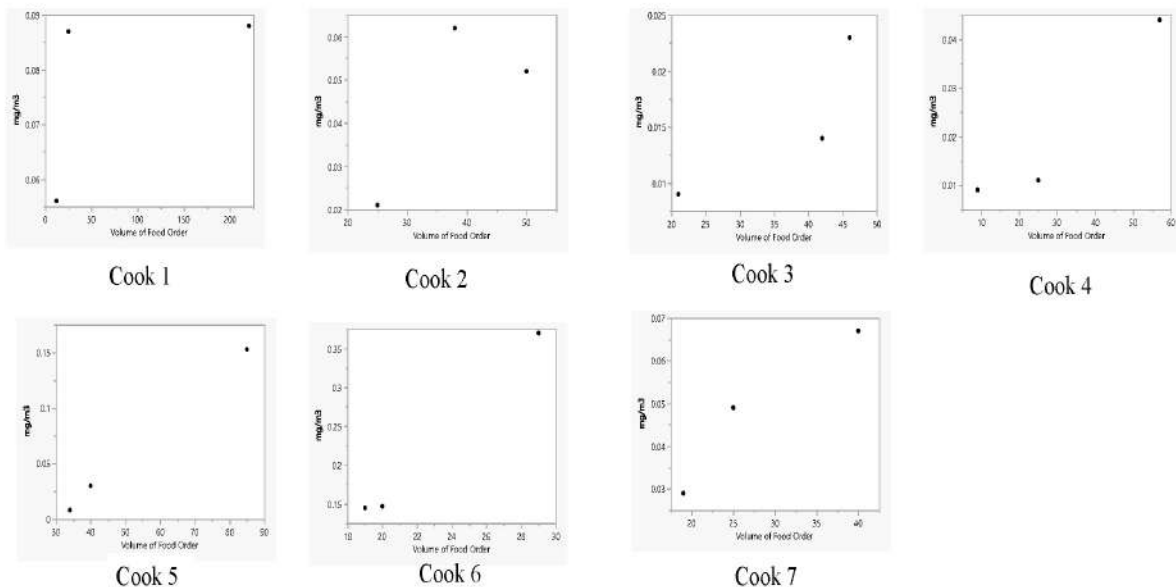
분포도: (A) 분진 농도(RPM), (B) 음식 주문량, (C) 배기량 비율



Sample size of 7 is too small, P value suspect
분포도: RPM Concentration vs Exhaust Ratio

24

- 각 푸드트럭 주방장이 노출되는 일일 호흡성 분진 농도 (n=3) 는 음식 주문량 (n=3)이 증가함에 따라 증가하는 양의 상관관계 경향을 보였으나 통계적인 선형관계는 없었음



Daily Average RPM Concentration vs Food Order Volume

25

토론

- 푸드트럭 1, 5, 2번 순으로 가장 많은 음식 주문량 있었으며, 푸드트럭 5, 1, 2번 주방장 순서로 가장 높은 3일 평균 호흡성 분진 노출이 있었음. 다만 푸드트럭 6번은 제외(후드의 종류가 다르며 환기장치 성능 평가에서 가장 안좋았음).
- 각 푸드트럭 주방장의 일일 평균 호흡성 분진 농도는 일일 음식 주문량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 통계적 상관관계를 분석하기 위해서는 더 많은 양의 샘플이 필요함
- 푸드트럭 3, 4 및 7번의 배풍량이 미국 냉난방공조학회의 최소 권고기준 이상이었으며, 해당 푸드트럭 주방장이 3일 평균 호흡성 분진 노출에서도 가장 낮은 농도에 노출이 되었음
- 푸드트럭 6번 주방장은 가장 적은 음식 주문량과 가장 낮은 배기량 비율, 0.440 (실질 환기량/권고량)으로 인해, 가장 높은 3일 평균 호흡성 분진 농도에 노출되고 있었음

26

- 모든 주방장의 3일 평균 호흡성 분진 농도는 배기량 비율(실질환기량/권고환기량)이 증가하면 노출 농도가 감소하는 경향을 보였으나 통계학적 유의성은 없었음 (Spearman's $\rho = -0.7714$, $p = 0.0724$).
- 다만, 이상치인 푸드트럭 6번의 3일 평균 호흡성 분진 농도(0.23 mg/m^3)를 포함하여 통계적 상관관계를 분석시에는 통계학적 유의성이 있었음 (Spearman's $\rho = -0.8571$, $p = 0.0137$).
- 호흡성 분진 농도와 배기량 비율(Exhaust Ratio)의 정확한 통계적 상관관계를 분석하기 위해서는 더 많은 샘플링을 통한 추가 연구가 필요함.
- 후드의 개구면이 큰 경우 유속의 변화량이 더 컸음.
- 가장 큰 후드 개구면을 가진 1번 푸드트럭($2.845 \times 0.445 \text{ m}$)의 후드 개구면 풍속 범위는 $0.17 \sim 1.15 \text{ m/s}$ 로 가장 많은 유속 변화량을 보여줌.
- 연구의 한계점으로 분진 측정시 광학적 분진 계수기(Optical Particle Counter) 방식을 사용하여 습도가 높을 경우 분진 농도에 영향이 있을 수 있음. 아울러 각 푸드트럭의 메뉴가 달라 음식 주문량이 사용한 기름의 정확한 양을 산정할 수 없음. 마지막으로 계절적 영향으로 음식 주문량과 자연환기 등의 방법이 달라질 수 있음

27

결론

- 7명의 모든 푸드트럭 주방장은 미국 산업안전보건청 호흡성분진 허용노출 기준 (5 mg/m^3) 또는 미국산업위생가협회 호흡성분진 노출권고기준 (3 mg/m^3) 보다 낮은 노출수준에 폭로되고 있음
- 푸드트럭 1, 2, 5 및 6번은 미국 냉난방공조협회에서 제시하는 상업용 조리 시설 환기량 권고치보다 낮은 환기량 성능을 가지고 있음
- 많은 음식 주문량은 높은 호흡성분진의 요인이나 통계적 유의성은 없었음.
- 호흡성분진 농도(3일 평균)와 환기장치 평가 결과 (실질환기량/권고환기량 비율)는 음의 상관관계를 가지고 있으나, 통계적 유의성은 없음. 다만 이상치를 포함한 경우 통계적 유의성이 있었음

28

Acknowledgements

- This study was supported by the Deep South Center for Occupational Health and Safety (Grant #5T42OH008436 from NIOSH). Its contents are solely the authors' responsibility and do not necessarily represent the official views of NIOSH
- The author thanks the committee members (Jonghwa Oh, Claudi Lungu, Ruzmyn Vilcassim) for their contribution to the study, Dr. Suzanne E. Perumean-Chaney for her instructions on statistical analysis, Kelvin Dam and study participants for their assistance during the sampling, and KOSHA for the support of the study.

29

참 고 문 헌

1. Kelly, R.J., *Particulate Matter. In Fundamentals of Industrial Hygiene, 6th ed.* 2012. **6 edition**(2012): p. 171-222.
2. (ACGIH), A.C.o.G.I.H., *TLVs and BELs: Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices.* Cincinnati, OH. 2017, Cincinnati, OH: ACGIH.
3. Brown, J.S., et al., *Thoracic and respirable particle definitions for human health risk assessment.* Particle and Fibre Toxicology, 2013. **10**(1): p. 12.
4. DES ACCIDENTS-SERAC, E.D.É., *Annex 3, Appendix 1 Sampling for particulate airborne contaminants Review and analysis of techniques.* 2002.
5. Phalen, R., et al., *Particle size-selective sampling in the workplace: rationale and recommended techniques,* in *Inhaled Particles VI.* 1988, Elsevier. p. 403-411.
6. See, S.W. and R. Balasubramanian, *Physical characteristics of ultrafine particles emitted from different gas cooking methods.* Aerosol and Air Quality Research, 2006. **6**(1): p. 82-92.
7. See, S.W. and R. Balasubramanian, *Chemical characteristics of fine particles emitted from different gas cooking methods.* Atmospheric Environment, 2008. **42**(39): p. 8852-8862.
8. Pope, C.A., III and D.W. Dockery, *Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect.* Journal of the Air and Waste Management Association, 2006. **56** (6): p. 709-742.
9. Roe, S.M., et al. *National emissions inventory for commercial cooking.* in *13th International Emission Inventory Conference, Clearwater, FL.* 2004.
10. Humans, I.W.G.o.t.E.o.C.R.t., *Household use of solid fuels and high-temperature frying.* IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 2010. **95**: p. 1.
11. Buonanno, G., L. Morawska, and L. Stabile, *Particle emission factors during cooking activities.* Atmospheric Environment, 2009. **43**(20): p. 3235-3242.
12. Yeung, L.L. and W. To, *Size distributions of the aerosols emitted from commercial cooking processes.* Indoor and built environment, 2008. **17**(3): p. 220-229.
13. Zhang, Q., et al., *Measurement of ultrafine particles and other air pollutants emitted by cooking activities.* International journal of environmental research and public health, 2010. **7**(4): p. 1744-1759.
14. Olson, D.A. and J.M. Burke, *Distributions of PM_{2.5} source strengths for cooking from the Research Triangle Park particulate matter panel study.* Environmental science & technology, 2006. **40**(1): p. 163-169.

30

참 고 문 헌

15. Occupational Safety and Health Administration - Permissible Exposure Limits – Annotated Tables table z-1, z-3 2021.
16. Plog, B.A., J. Niland, and P. Quinlan, *Fundamentals of industrial hygiene*. 1996: National Safety Council Ithaca, NY.
17. ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) *Handbook, HVAC Applications- Chapter 33 Kitchen Ventilation*.
18. Clark, J.A., *Design considerations for commercial kitchen ventilation*. ASHRAE Journal, 2012. **54**(2): p. 54.
19. Dhane, S.S. and S.D. Jagtap, *Design of Ventilation System for Commercial Kitchen*. 2021.
20. Han, O., A. Li, and R. Kosonen, *Hood performance and capture efficiency of kitchens: A review*. Building and Environment, 2019. **161**: p. 106221.
21. Zhao, Y., et al., *Review of effluents and health effects of cooking and the performance of kitchen ventilation*. Aerosol and Air Quality Research, 2019. **19**(8): p. 1937-1959.
22. Fujimura, N., et al., *C&C efficiency of canopy hood exposed to horizontal air stream in commercial kitchen calculated by CFD analysis*. International Journal of Ventilation, 2017. **16**(3): p. 213-229.
23. Moumen, K. and N. Delporte. *Kitchen ventilation system design and its effect on restaurant IAQ*. in CLIMA 2022 conference. 2022.
24. IBIS, *IBIS World Food Trucks in the U.S. industry trends (2017-2022)*(<https://www.ibisworld.com/united-states/market-research-reports/food-trucks-industry/>). 2022.
25. Anenberg, E. and E. Kung, *Information technology and product variety in the city: The case of food trucks*. Journal of Urban Economics, 2015. **90**: p. 60-78.
26. Rimchala, C., D. DelleChiaie, and J. Ng, *Food Eating, Entertainment and Distribution Kitchen*. 2012.
27. Phillips, H. and J. Oh, *Evaluation of Aldehydes, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, and PM_{2.5} Levels in Food Trucks: A Pilot Study*. Workplace health & safety, 2020. **68**(9): p. 443-451.
28. Nanozen, *9000-Z2 DustCount User Guide*. 2021.
29. Kuehn, T.H., et al., *Performance Evaluation of Handheld Airflow Instruments Applied to Commercial Kitchen Exhaust Systems*. ASHRAE Transactions, 2011. **117**(1).

31

감사합니다.

질의응답

yangtony@kosha.or.kr

32

4. 조리흡 저감을 위한 환기대책과 정부지원

2023 산업안전보건월

조리흡 저감을 위한 환기대책과 정부지원

안전보건공단 산업보건실
장 공 화

배 경

- ~'17년 : 조리시 발생하는 공기 중 유해물질에 의한 건강장해 사례 지속적 보고
- '19년 : '조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향' 연구 수행(산업안전보건연구원)
- '21년 : '학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련 연구' 수행(산업안전보건연구원)
- '22년 : 『단체급식시설 환기에 관한 기술 지침(W-26-2022)』 제정
- '23년 : 『단체급식시설 환기에 관한 기술 지침(W-26-2022)』 개정 예정

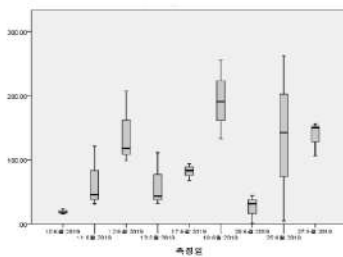


관련 연구

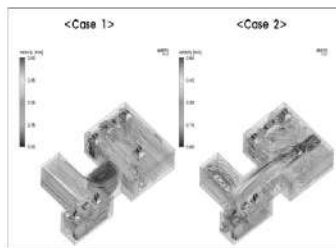
0.29‰

조리 시 발생하는 공기 중 유해물질 호흡기 건강영향(산업안전보건연구원, 2019)

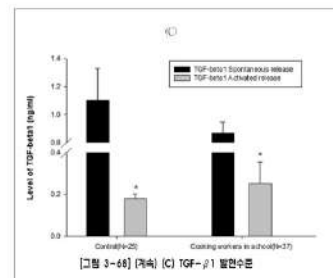
- 조리 중 발생하는 공기 오염물질 평가(PM_{10} , CO, CO_2 , TVOC, 포름알데히드 등)
- 환기사례 평가 및 관리방안
- 조리환경 건강영향 평가(설문조사 등)



[휘발성유기화합물 발생 분포]



[급식실모델별 시뮬레이션 결과]



[(C) TGF-β1 발현수준]

관련 연구

학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련 연구(산업안전보건연구원, 2021)

- 학교급식시설 실태조사(경남지역 등 12개소)
- 조리실별 입자상물질, CO, CO₂농도, 온·습도 측정
- 조리기구별 환기 기준 마련

CO 분포도	CO ₂ 분포도	구분	CO 측정결과 (ppm)	CO ₂ 측정결과 (ppm)
		MAX	1	504
		평균	0.6	476
		MIN	0.4	451

[CO, CO₂측정 결과]

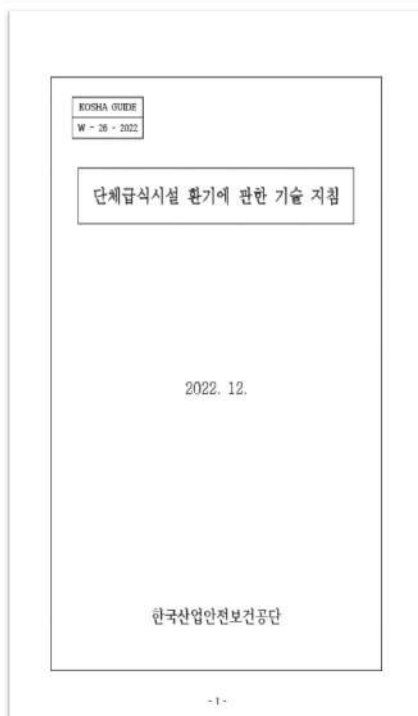
구분	CASE 1 (1인용 조리대·배기장치)	CASE 2 (2인용 조리대·배기장치)	CASE 3 (4인용 조리대·배기장치)
배기 효율			
배기 효과			

[설계후드 CFD 시뮬레이션]

설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
 < 단면 조리대 후드1 >	0.7이상
 < 후드1 단면도 >	
 < 단면 조리대 후드2 >	
 < 후드2 단면도 >	

[후드 설계기준 제시]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침



● 관련 규격 및 자료

- ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) **Industrial Ventilation/A Manual of Recommended Practice for Design 30th Edition**
- 한국산업안전보건공단, 학교급식실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련 연구. 2021.

- 환경부, 음식점 냄새관리 가이드북, 2017.

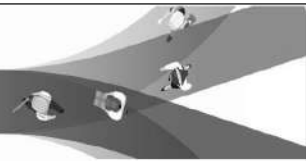
● 관련 법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건법 제 39조(보건조치)

● 공표일자 : 2022년 12월 31일

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰



단체급식시설 내 조리기구 및 작업특성을 고려한 환기설비 설계 및 설치의 필요성에 따라 관련 연구 결과*를 바탕으로 기술지침 제정

* 학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련 연구(산업안전보건연구원, 2021)

1. 목적

조리과정에서 발생하는 각종 증기, 가스, 냄새, 연기 등(조리 흠)을 외부로 배출하기 위한 환기설비에 관한 지침

* 조리흠 : 고온의 조리기구에서 발생하는 유증기와 유증기에 포함된 유해물질과 미세입자 등을 통칭

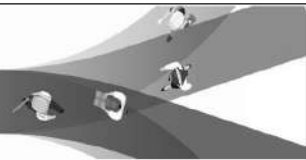
2. 적용 범위

단체급식시설 및 상업용 조리시설에 설치하는 전체환기와 국소배기장치 등 환기설비에 적용

* 단체급식시설 : 직영 및 위탁의 형태로 가정 외의 장소에서 조직의 특정 구성원에게 지속적으로 음식을 제공하는 급식시설

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰



3. 국소배기장치

- 후드, 덕트, 배풍기 및 배기구로 구성(조리흠과 냄새에 의해 민원 발생 우려가 있는 곳은 공기정화장치 설치)
- 유지보수가 용이한 구조

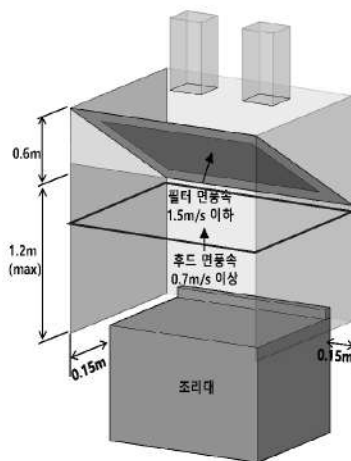
1) 후드

- (구조) 내부깊이가 60cm이상의 박스형 후드로 설치
 - 방해기류를 제어하고 배기효율을 높이기 위하여 패널(Side Panel) 등을 부착하여 가능한 밀폐
 - 후드는 가능한 뒷 벽면, 창문 등에 최대한 밀착하고, 재질은 부식·파손의 우려가 없는 견고한 재질로 구성
 - 아일랜드 후드를 설치할 경우 기류 유도판 설치(아일랜드 후드 설치 가능한 지양)
- (높이) 조리실 바닥으로부터 약 1.85m이상 높이로 설치하되, 조리실 상단면에서 1.2m 이내가 되도록 설계
 - 단, 작업자 키, 작업 동선, 조리실 구조, 조리흠 발생 특성 등을 고려하여 배기성능 저하가 되지 않는 범위 내에서 후드 위치를 일부 조정 가능
- (크기) 조리대보다 사방 15cm이상으로 하되, 특성에 따라 사방크기를 달리 할 수 있음

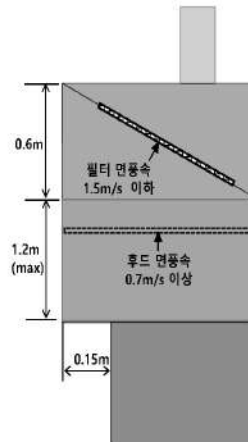
단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

1. 부침기 및 가스렌지(인덕션)



[후드 제원 및 기준]

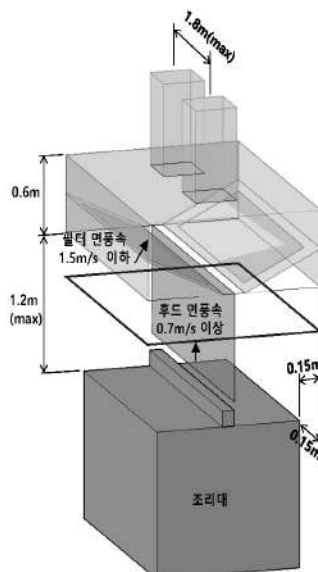


[후드 단면도]

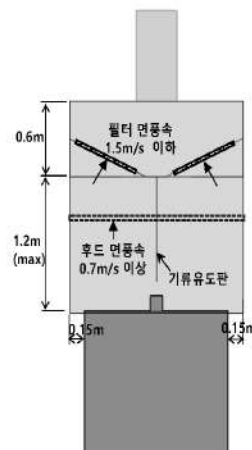
단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

1. 부침기 및 가스렌지(인덕션) [아일랜드 후드]



[후드 제원 및 기준]

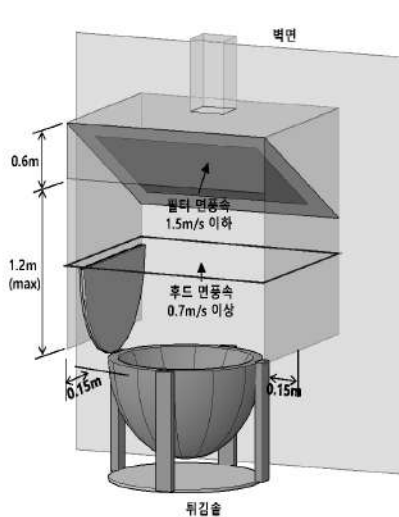


[후드 단면도]

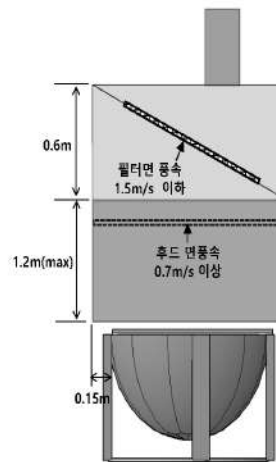
단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

2. 튀김 솥



[후드 제원 및 기준]

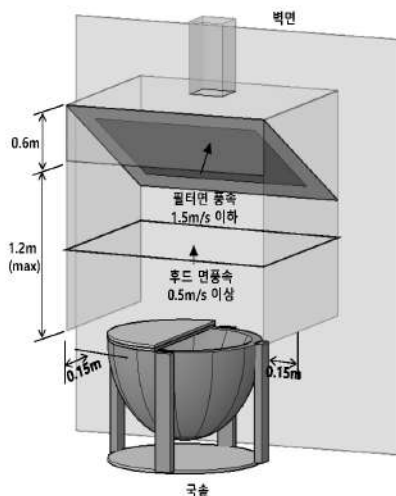


[후드 단면도]

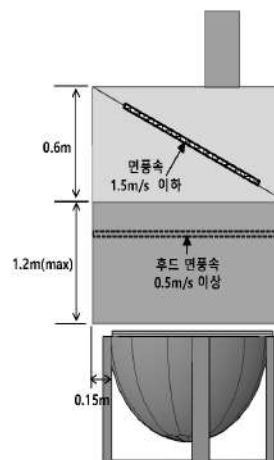
단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

3. 국 솥



[후드 제원 및 기준]

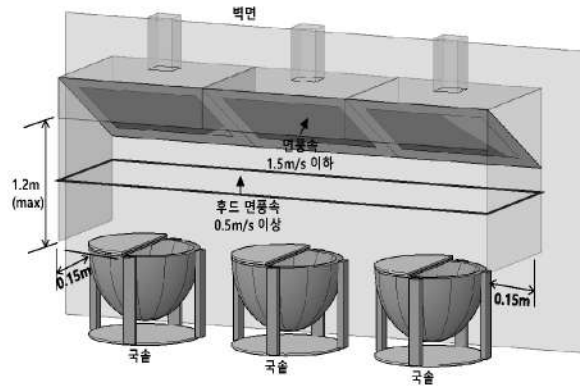


[후드 단면도]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

3. 국 솥

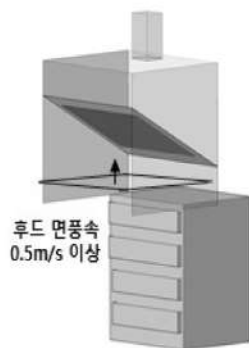


[병렬 연결 시 후드 제원 및 기준]

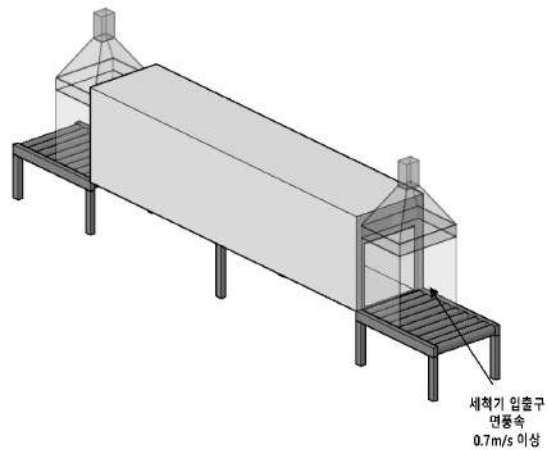
단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 조리 기구별 후드 형식 및 후드면 풍속

4. 오븐



5. 식기세척기



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

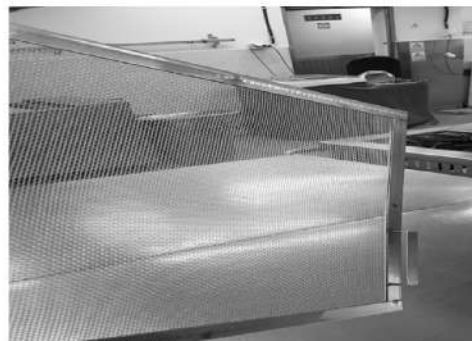
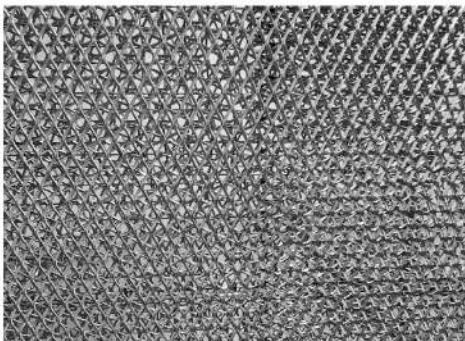
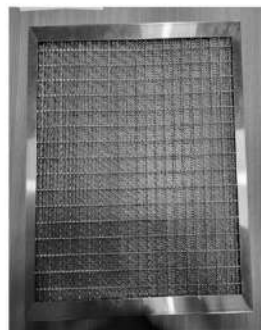
0.29%₁₀₀₀

1) 후드(계속)

- (재질) 스테인리스 등 내구성, 내식성이 있는 재질
 - 후드 표면 응축수, 기름 등의 이물질이 조리기구 내부로 떨어지지 않도록 후드 내부와 테두리에 홈통을 설치
 - 조리대 상부의 후드는 청소가 용이한 구조로 하고, 기름받이나 기름입자 제거용 필터(데미스트 필터)를 설치
- (위치) 후드 흡인방향은 조리원 호흡영역을 보호할 수 있도록 조리원과 반대방향으로 설치
 - 후드 흡입구(기름필터)를 조리원 정면방향으로 최대한 먼거리에 설치
- (필터) 필터는 후드 개구면적 대비 20~50% 이내 크기로 설치(필터막힘에 의한 압력손실 및 소음 방지)
 - 후드구조상 개구면적 대비 20~50% 이내로 설치하기 어려울 경우 필터의 막힘방지조치(청소, 교체 등)와 떨림·울림에 의한 소음방지 조치(재질 두께, 보강재 등) 등 마련
- (낮은 층고) 작업에 방해되지 않는 높이까지 후드 깊이를 확보하여 설치하되 후드 사방에 패널(Side Panel)을 설치하거나 후드 모양이나 형식을 변경하는 등 후드깊이가 축소됨에 따라 포집효율이 감소되지 않도록 조치

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

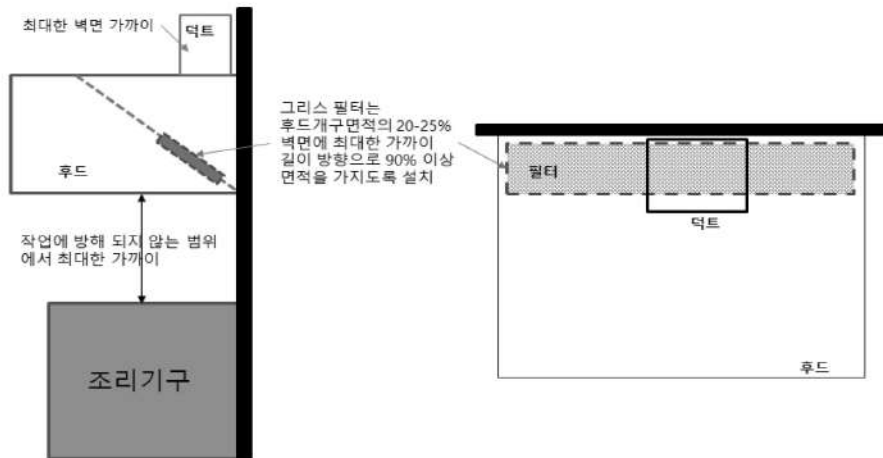
0.29%₁₀₀₀



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 층고가 낮을 경우 적용 가능한 후드 형태 종류 - 일반 조리기구

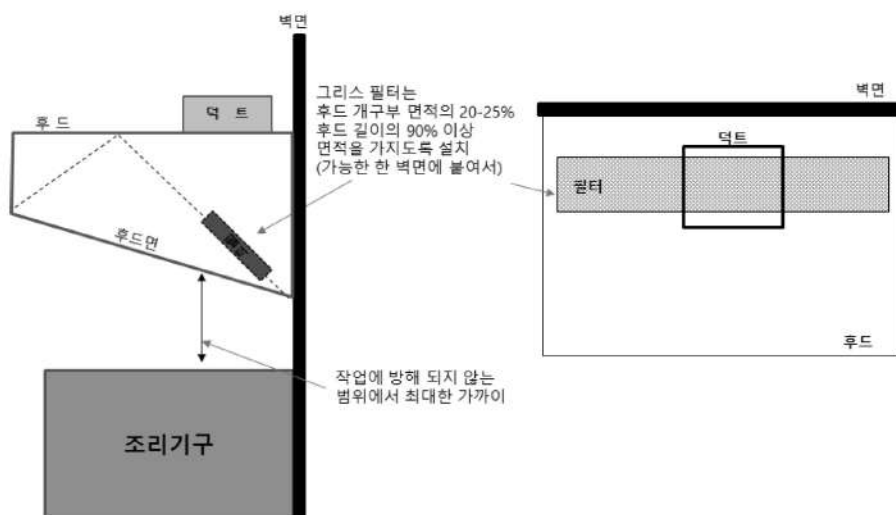
1. Type 1



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 층고가 낮을 경우 적용 가능한 후드 형태 종류 - 일반 조리기구

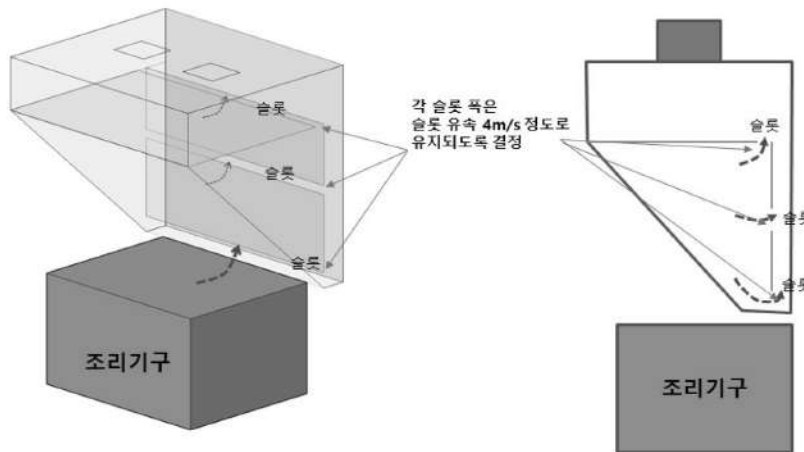
2. Type 2



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 층고가 낮을 경우 적용 가능한 후드 형태 종류 - 일반 조리기구

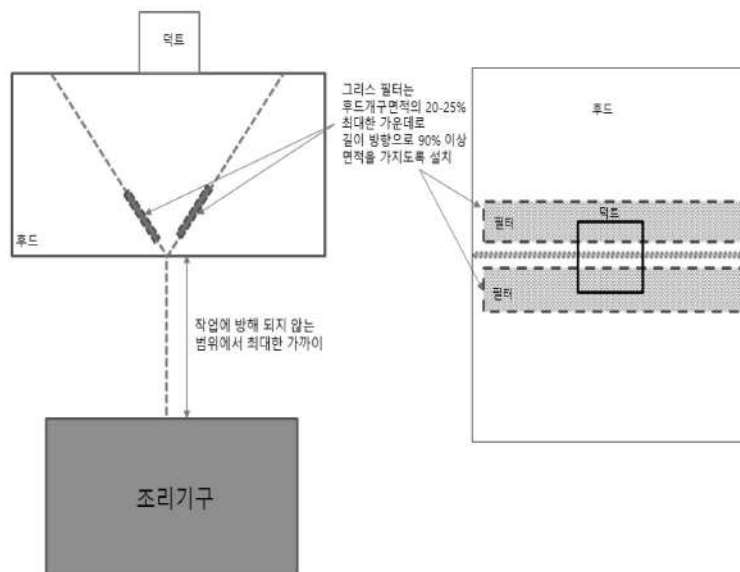
3. Type 3



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 층고가 낮을 경우 적용 가능한 후드 형태 종류 - 아일랜드형

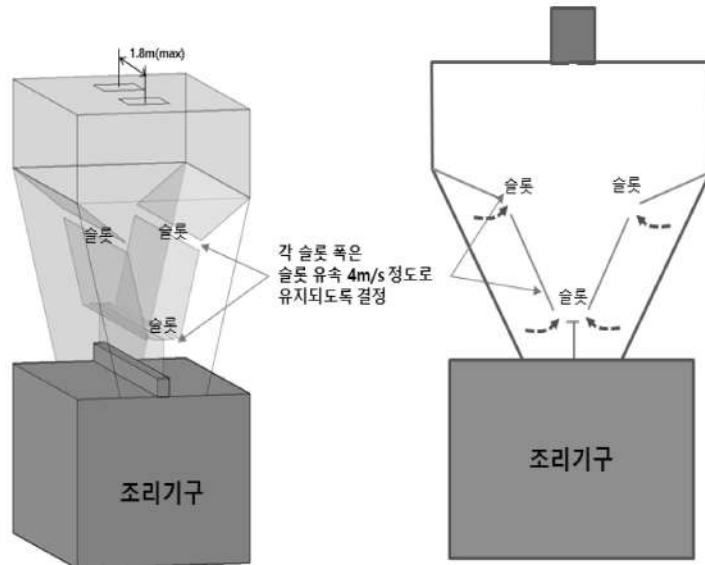
1. Type 1



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

❖ 층고가 낮을 경우 적용 가능한 후드 형태 종류 - 아일랜드형

2. Type 2



단체급식시설 환기에 관한 기술지침

1) 후드(계속)

• (설계속도) 조리기구별 조리흙 발생량을 고려하여 설계

- 후드 배풍량(Q) = 후드 면적[m, 가로(m) x 세로(m)] X 후드 면풍속(m/s) X 60(s/min)

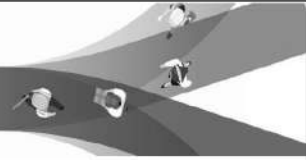
구 분	부침기	가스렌지	튀김솥	세척기 입출구	오븐	국솥	기타가스 처리 등
후드 면풍속	0.7 m/s 이상				0.5 m/s 이상		
비고	1. 밥솥의 경우 수증기 발생량을 고려하여 고열작업환경이 우려되는 경우 설치하되, 국소배기(후드면풍속 0.5m/s) 또는 전체환기 방식 적용 2. 높이는 조리기구 상단면에서 후드 개구면까지의 거리를 측정 3. 후드배풍량은 조리기구별 후드면 기준면적기준이며, 후드 면적이 기준 면적 이상이거나 이하인 경우 그 면적 비율(실제면적/기준면적) 차이만큼 증감하여 설계 4. 권장후드 이외의 후드형태로서 조리기구별 제시된 후드 설계풍속의 동등성능 이상의 성능을 가진 경우에는 동 기준을 적용하지 않을 수 있음						

• (유지·관리) 설치 후 연기발생기 등 기류시각화 장비와 열선풍속계를 활용하여 후드 기류 평가

- 포집성능이 저하된 경우 배풍량 증가, 후드형식, 설치형태 등 변경으로 유지·관리

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰

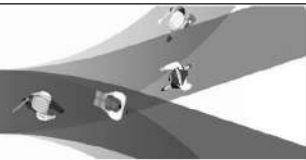


2) 덕트

- (설치방법) 후드 폭 1.8m 간격으로 1개 이상 설치
 - 후드 깊이가 충분하지 않을 경우(60cm이하) 덕트 설치 간격을 줄이거나 연결위치를 달리하는 등 조치 필요
 - 후드와 연결된 덕트에는 유량 조절이 가능한 댐퍼 설치
 - 내구성, 내식성이 있는 재질로 설치하고 응축액 배출밸브 설치
 - 장방향 덕트는 진동소음을 최소화하기 위하여 덕트 중횡비를 1.5 이하로 설치
 - ※ 단, 공간의 제약은 중횡비가 1.5를 초과하는 경우 두께를 0.8t이상으로하거나 보강재 추가 등 진동소음방지 조치 추가
 - 배풍기와 연결된 덕트는 진동방지 위한 캬버스 등 설치
- (반송속도) 조리훈은 퇴적의 우려가 낮아 과도한 반송속도에 의한 소음이 발생하지 않도록 관리 필요
 - 후드와 연결된 덕트 : 5m/s 전후
 - 주 덕트 : 10m/s 이하
 - ※ 단, 공간의 제약은 권장 반송속도를 초과할 경우 진동소음발생 예상에 따른 적절한 저감 조치 추가

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰



3) 배풍기

- (설치방법) 조리실 외부에 설치하고, 주변 민원발생이 우려될 경우 차음 및 흡음 설비 설치
 - 배풍기 전후에 진동 전달 방지를 위한 캬버스 등 설치
 - 배기구는 지붕이나 벽면으로부터 1m이상 이격 설치하고, 방충·방서 시설 설치
 - 배풍기는 가동시간 고려 조리기구용과 세척기용을 구분하여 설치
 - 조리기구용은 유·수증 라인을 분리하여 조리실 당 3대 이상의 배풍기 설치 권장

구분		후드 설치 대상 조리기구			비고
조리용	수증기 발생 라인	국솥	밥솥	오븐	국솥과 오븐은 유증기가 발생하는 조리작업이 있는 경우 유증기 라인에 연결 설치
	유증기 발생 라인	튀김솥	부침기	가스렌지	
세척기용		세척기 입구	연소기	세척기 출구	

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

- (성능) 후드의 배기량을 합한 것보다 크게 선정

- 배풍기 정압 : 후드로 유입된 공기가 배출구로 배출될 때까지 발생하는 압력 손실

덕트 반송속도 (m/s)	덕트 길이(m) 당 배풍기 정압(mmAq)					
	30m	40m	50m	60m	70m	80m
5	30					
10	45			60		
15	70	80	90	100	110	120

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

4) 공기정화장치

- (설치기준) 조리훈과 냄새에 의해 민원 우려가 있는 경우 적절한 냄새 저감 시설(공기정화장치) 설치
- 가급적 배풍기 전단에 설치하고 환경부 음식점 냄새 관리 가이드북 참조

공기정화장치	장점	단점
전기집진기	- 입자상물질 제거에 효과적(약 95%이상) - 육류구이 과정의 연기(입자)제거 가능 - 압력손실이 낮음 - 대 풍량 처리에 적합 - 운전비용이 저렴 - 규모가 큰 사업장 적용 가능	- 가스상물질 처리 어려움 - 방전극 및 집진판의 관리가 중요 - 고가의 설치비 - 포집된 기름은 가급적 매일 제거해야 함
활성탄 등 흡착	- 가스상 물질 처리에 효과적이고 다양한 악취물질의 흡착이 가능 - 설치비용이 비교적 저렴 - 간헐운전에 효과적임 - 유지관리가 비교적 용이	- 육류구이 음식점은 반드시 전처리장치 필요 - 수분 및 점착성물질 유입 시 효율저하 - 주기적으로 활성탄 교체필요
세정시설	- 입자 및 가스 상 물질의 동시 처리 가능 - 운영 및 설치비용이 비교적 저렴 - 유지관리가 비교적 용이	- 폐수 발생으로 폐수처리 비용발생 - 오염물질 중 기름이 많으면 처리효율이 낮아질 수 있음 - 저온기 배출구에서 백연이 보일 수 있음 - 저온기 배관이 동파될 수 있음
여과시설	- 장치가 간단하고, 설치비용 및 운영비용이 저렴 - 소형 음식점에 적용 간음	- 악취저감 효율이 낮음 - F filter는 거의 매일 교체하여야 함

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰

4) 공기정화장치(계속)

- (조합형) 냄새와 유(수)증기를 동시 제거하여야 하므로 조합형 공기정화장치 설치 권장

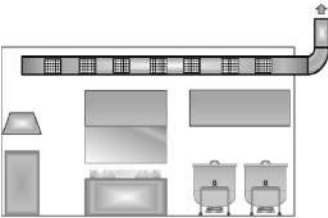
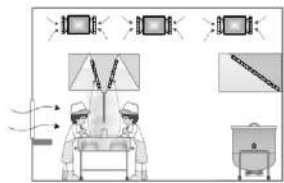
조합방식	장점	단점
세정시설 + 흡착	- 육류구이 음식점에서 적용 가능한 악취 저감 장치로 판단됨(중대형 음식점에 효과적) - 세정시설 : 타르(연기) 및 가스상물질 제거 - 활성탄 등 : 가스 상 물질 제거	- 세정시설의 수분이 활성탄층에 유입되는 것을 방지해야 함 (고 효율 데미스터 사용 시 수분 유입은 차단할 수 있으나, 동력비용이 상승됨) - 풍량이 비교적 많으므로 폐수처리방안의 검토가 필요함 - 주기적인 활성탄의 교체
여과 + 흡착	- 육류구이 음식점에서 적용 가능한 악취저감 장치로 판단됨(중소형 음식점에 효과적) - 전단의 Filter를 자주교체하면(매일) 악취저감 효율이 우수함	- 미세한 액적(기름)이 활성탄에 유입될 경우 악취저감 효과가 낮아짐 - 주기적인 활성탄 교체(교체주기가 짧음)
전기집진기 + 흡착	- 육류구이 음식점의 효과적인 악취저감장치로 판단됨(대형음식점에 효과적) - 전기집진기: 입자 및 타르(연기)제거 - 활성탄 등: 가스상물질 제거 - 입자상 물질의 전 처리로 활성탄 교체주기 연장이 가능함	- 설치비가 고가이고 유지관리가 비교적 어려움

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰

4. 전체환기

- 조리기구 이외에서 발생하는 열 및 수증기를 희석, 환기시키는 장치 또는 설비
- (성능) 조리실 바닥면적 1㎡ 당 약 0.2㎡/min 이상의 풍량을 확보
- (설치방법) 전체환기를 위한 배기구는 조리실에서 가장 높은 위치에 설치

구분	설치 방법
천장이 편평하고 덕트 설치가 가능한 경우	배기가 덕트 측면에서 이뤄지는 형태 (주로 국소 주변에서)   [측면도] [단면도]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

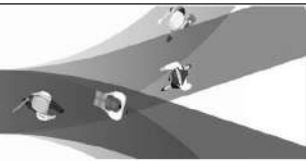
구분	설치 방법
천장에 보가 설치된 경우	배기가 덕트 위쪽에서 이뤄지는 형태 [측면도] [단면도]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

구분	설치 방법
간섭에 의해 덕트 설치가 불가한 경우 ※ 벽부착형 팬을 활용할 수 있는 방법	다공판을 이용하여 균일하게 배기 [측면도] [단면도]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰

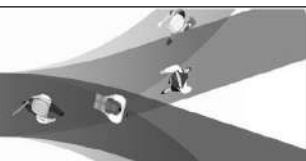


5. 급기 시설

- 국소배기장치 설치할 경우 신선한 공기가 조리실 내부로 공급될 수 있도록 자연급기구(공기 유입구) 또는 강제 급기시설을 반드시 설치하여야 함
- (설치방법)
 - 강제급기의 경우 필터를 거친 공기가 유입되게 하고, 급기 필터 청소 및 교체가 용이한 위치에 설치
 - 외부와 연결된 흡기구에는 적절한 방충·방서 시설 설치
 - 자연급기의 경우 개방면의 기류속도가 2.5m/s를 초과하지 않도록 하여야 함
 - ※ 외부공기 유입에 의한 더위 및 추위를 최소화하기위한 냉난방 조치 필요
 - 강제급기의 경우 조리실 총 배기량의 80~90%의 범위에서 급기량 결정(냉난방시설 설치 고려)
 - ※ 급기공기의 횡기류(Cross Draft)에 의하여 포집효율이 저하되지 않도록 급기구 위치나 방향 조정 필요

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

0.29‰



6. 환기시설 관리 기준

- (사용 전 점검·관리) 환기설비의 도면 및 계통도 작성·보존하여 자체 점검 시 활용
 - 최초 환기설비 설치 후 기류흐름 상태, 배풍량 등이 설계기준을 충족하는지 확인·점검 및 필요시 개선 필요
- (사용 중 점검·관리) 연 1회 이상 주기로 정기점검
 - 사용 중에 환기량에 영향을 줄 수 있는 중요 부분을 교체하거나 변경하는 경우 이를 기록
 - 급식종사자가 성능 저하나 이상이 있다고 하는 경우 신속히 환기설비 점검 후 원인개선
- (환기설비 검사방법) 체크리스트에 따라 점검
 - 연기발생기, 열선풍속계 등을 이용하여 환기설비 점검

단체급식시설 환기에 관한 기술지침



[연기분사 위치]



[작업자 호흡영역 보호 물량]

단체급식시설 환기에 관한 기술지침

1. 환기시설 구조 및 특성

국소해가치 Lay-out					
사업장명		조사일자		조사자	
공식상 위치	☐ 지상 ☐ 지하	면적(m ²)		높이(m)	
해가 시설	구분	배출기 1	배출기 2	배출기 3	전체평균 농도
	배출구 용량 (m ³ /min)				
	연결 호드 개수				
감기시설 (메이킹 제외)	방식	☐ 감기장치(국외) 하 ☐ 자연환풍 환기	감기 배출기 용량 (m ³ /min)		

◀ Lay-out ▶

- 감기 및 해가 라인이 포함됨, 출입문 및 창문 위치 표시, 온도 변동 표시
- 불모의 도면이 있는 경우 '불모'

2. 루트 성능 평가

[illegible]

3. 기타 점검 사항

기타 점검 항목				
구분	점검 항목	점검 결과	개선 의견	비고
연도	유형 조정 필요 일지 여부	☐ 설치 ☐ 미설치		
	연도 전환부위 유형 여부	☐ 연호 ☐ 불호		
세척기	세척기 연소가 상부 루프스 설치 여부	☐ 설치 ☐ 미설치 ☐ 재검입용		연소가 연소기? 연소기 세척기? 연소기 연소기 연소기
	보통공기 유입온 도확인인가?	☐ 연호 ☐ 불호		연소가 연소기? 연소기 연소기 연소기 연소기
연결상태	금속식 샤프트 고정 장치설치 설치 유무	☐ 설치 ☐ 미설치		연소가 연소기? 연소기 연소기 연소기 연소기
기타 비고				

[환기설비검사 체크리스트]

건강ilter 조성지원사업

0.29‰

조리흡, 화학물질, 분진 등에 노출되는 근로자의 급성중독 및 직업성 암등 건강 보호를 위한 환기장치 설치 비용 일부를 지원합니다

대표전화: 1644-8845

① 지원대상

산재보험에 가입한 전체 사업장의 사업주(상시근로자 50인 이상 포함)

※ [보조금 지급 제외 대상] 상호출자제한기업집단 소속 회사, 지방자치단체 등 공공단체

② 지원금액

사업장당 최대 2,500만원(화학물질, 분진은 최대 5,000만원)

대상 사업장	지원비율
상시근로자 수 50인 미만 또는 소기업 규모 이하 사업장	70%(자체부담 30%)
상시근로자 수 50인 이상의 소기업 규모 초과 사업장	50%(자체부담 50%)

건강ilter 조성지원사업

0.29‰

③ 지원대상 품목

- ✓ 조리흡 발생작업에 설치하는 국소배기장치 또는 밀폐설비
- ✓ 허가대상물질관리대상물질분진작업에 설치하는 국소배기장치 또는 밀폐설비
- ✓ 고열작업장에 설치하는 전체환기장치

※ 실내작업장에 설치(신규설치 또는 부분설치)하는 경우에만 지원 가능



④ 지원 절차



※ 공단 광역본부, 지역본부, 지사 방문신청 또는 우편으로 서류 제출 가능

⑤ 시행 기간

재원소진시 까지

Thank You

Jang Konghwa
jun2ykr@kosha.or.kr

MEMO



A large, empty rectangular box with a thin gray border, intended for writing a memo.

MEMO



MEMO



MEMO



MEMO



MEMO

