

소방공무원들의 현장 활동 시 석면노출의 위험성과 대응방안 The Risk and Countermeasures of Asbestos Exposure at the Scene Activities of Fire Officials

이정일

Jung-II Lee

서울중부소방서

(2010. 6. 30. 접수/2010. 10. 8. 채택)

요 약

본 연구의 목적은 소방공무원들이 현장 활동 중에 석면함유 비산먼지로 위협되고 있는 현상에 대한 심각성을 사례 및 설문을 통해 발생 원인을 찾아 현장 활동 중에 석면노출을 효과적으로 예방하는데 있다. 소방관들의 현장 활동과 석면분진의 위험성에 대한 상관관계를 설문조사를 하여 분석하고 석면으로 인해 발생하는 석면폐암, 악성중피종과 같은 질병으로부터 소방공무원을 보호하고, 불합리한 여건들을 변화시켜 조직운영의 최적화와 안전하고 쾌적한 근무여건을 통하여 소방공무원들이 현장 활동에서 치명적인 위해요소를 사전에 제거 하거하고자 한다. 또한 석면노출 기준에 따른 보호 장비 착용으로 철저한 소방 활동을 강화함은 물론, 소방 활동상 유해성인자의 심각성을 인식하고, 질환 피해보상에 대한 법적 제도를 마련하여, 아직까지 인정되고 있지 않은 질병에 대한 공무원 상 재해인정을 통한 제도적 미비점을 보완하여, 소방공무원의 사기진작 및 근무여건개선으로 대 국민 서비스 향상 등을 기대하고자 한다.

ABSTRACT

The purpose of this study, fire officials during the field activities find causes fugitive dust of containing asbestos is the seriousness of the phenomenon is a threat case and through questionnaires, during on-site activities to prevent exposure to asbestos is effectively. Analysis of the relationship to field activities of fire officials and about the dangers of asbestos dust, asbestos cancer caused by asbestos, and to protect fire officials from the same disease like malignant mesothelioma, by varying the conditions of irrational, fire officials at the scene activities in advance of a deadly hazard is aimed to eliminate through optimization of organizational management and a safe and pleasant working conditions for fire officials through the deadly hazards at the scene of action is aimed to obviate. Also according to asbestos exposure by wearing protective equipment as well as thoroughly strengthen fire-fighting, firefighting awards to recognize the seriousness of the hazard factors, disease and provide compensation to the legal system, for diseases not yet recognized officially recognized by disaster supplemented by institutional, fire officials to improve morale and working conditions, etc. versus expectations is to improve public services.

Key words : Fire officials, Field activities, Fugitive dust of containing asbestos, Analysis of the relationship, Deadly hazards

1. 서 론

1.1 연구의 배경

세계는 석면의 공포에 위협받고 있다. 세계보건기구(WHO)가 1급 발암물질로 규정하고 있는 석면은 10년

에서 30년의 오랜 잠복기를 거쳐 석면폐증, 악성중피종, 폐암 등으로 나타나기 시작하면서, 2010년 상승기를 거쳐 약 2045년에 최고에 달할 것이란 전망이 나왔다.

최근 미국, 일본, 유럽 등 전 세계는 석면문제가 쟁점화 되고 있다. 이미 사용된 석면의 피해가 과거 석면의 원료를 취급했던 공장지역 뿐 아니라 석면을 건축자재로 사용했던 아파트, 학교, 지하철 등 생활 곳곳

E-mail: gydhhh@hanmail.net

에서 나타나고 있기 때문이다.

이렇게 건축물 곳곳에 석면이 사용되기 때문에 각종 화재 및 재난현장에서 건축물의 파괴 시 석면이 함유된 비산먼지가 발생된다. 진압중인 소방공무원은 과다한 보호 장구의 중량을 견디지 못하고 스스로 탈착하여 석면에 노출됨으로써 건강을 위협받고 있으며, 직업병을 유발할 수 있을 정도로 심각한 상태에 놓여 있다.

이러한 대표적 사례로 국내에서는 삼풍백화점 붕괴가 있었으며 해외에서는 뉴욕세계무역센터(WTC) 쌍둥이 건물을 붕괴시킨 9·11 테러가 있다. 이러한 사건의 악몽이 채 가시지 않은 가운데 이유 없이 코피나 기관지 질환, 잦은 기침 등 건강이상을 호소하는 시민들이 급격히 늘고 있어 테러현장 증후군의 만연 가능성이 우려되고 있다.

세계무역센터(WTC)가 붕괴되면서 약 400톤의 독성 물질이 쏟아졌고, 그중에는 1급 발암물질인 석면도 있었다. 테러현장 화재진압에 나선 소방공무원들 중 4분의 1이 피해현장에서 소방 활동 후 심한 기침증세를 호소하는 등 1천여 명이 시당국에 이로 인한 민원을 제기했고, 현장에 배치됐던 소방공무원 4명의 혈중 수은농도가 상승함에 따라 전환배치 되기도 했다. 이들 소방관을 진료했던 마운트 시나이 세리코프 직업병센터 의사는 “피해자들의 기도가 좁아지고 있다”면서 테러 이전 뛰어난 건강상태를 보였던 사람들에게도 새로운 반응성 기관지질환이 나타나고 있다고 말했다.¹⁾ 우리나라도 예외는 아니다. ‘95년도 삼풍백화점 붕괴사고, ‘01년 흥제동 주택붕괴, ‘03년 대구지하철 화재, ‘05년 삼일빌딩 화재²⁾ 등 크고 작은 건물이 붕괴되거나 화재가 발생하여 현장에서 발생하는 분진가루를 흡입하였으나, 우리나라 대다수의 소방공무원들은 석면위험에 대한 인식도가 너무도 부족한 실정이다.

각종 재난·재해 현장에서 소방공무원에게 지급·사용되고 있는 공기호흡기, 방진 마스크와 보호 장비는 붕괴현장에서 발생하는 석면 등 분진가루의 발암 물질을 모두 차단하기는 힘들며, 직접 현장에 투입된 소방공무원을 제외하고 화재현장에서 보조 역할을 수행하는 소방공무원 또한 장비를 잘 착용하지 않는 경향이 있어 심각한 위험에 노출되고 있는지조차 모르고 있는 실정이다.

본 논문에서는 소방 현장 활동과 관계를 분석하여 현장대응에 적절한 법을 제정하여야 한다. 석면으로 인해 발생하는 석면폐암, 악성중피종과 같은 질병으로부터

터 소방공무원을 보호하고, 해마다 증가 추세를 보이고 있는 직업병을 토대로 공무원 재해의 기준, 기존의 잘못된 관행, 절차, 불합리한 여건들을 변화시킴으로써 조직운영의 최적화와 안전하고 쾌적한 근무여건을 통하여 소방공무원들이 소방 활동에서 치명적인 위해요소를 사전에 제거 하는데 본 연구의 배경이다.

1.2 연구의 목적

소방 현장 활동에서는 『생존율 0%』라는 석면의 위험성을 인식하지 못하고 있다. 복잡한 현장 활동과 다양한 사고현장에 따른 개인안전장구 착용과 보호 장비 착용을 확대하며, 소방 활동 빈도에 따른 석면의 노출 정도도 제대로 파악하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 소방공무원들이 현장 활동 중 석면함유 비산먼지로 위협되고 있는 현상을 조사하고 발생 원인을 찾아 현장 활동 대응기준을 마련하여 석면노출을 효과적으로 예방하는데 있다. 위의 내용을 달성하기 위한 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 재난·재해 현장 활동이 갈수록 증가하고 있는 상황에서 붕괴현장 및 석면가루 비산 시 착용해야 할 보호장비, 소방 활동 시 석면가루가 우리 소방 활동에 얼마나 많이 노출되고 있는지 분석한다. 둘째, 석면과 관련된 소방공무원의 이해정도를 조사하기 위하여 석면의 유해성, 석면의 체내 침입경로, 잠복기, 사용해야 하는 보호구, 피부를 노출시키면 안 되는 이유, 석면제거 현장에서 금지되는 활동 등에 대하여 설문조사, 관찰 심층면접 등 여러 방법을 통해 진단 분석하고, 더불어 소방 활동의 문제점을 파악한다. 셋째, 소방 활동 시 개인 보호 장비와 현장 활동 진압장비 등 석면으로부터 위협되는 각종 요소를 사전 제거할 수 있도록 하여 안전한 근무환경을 만들기 위한 구체적인 실천방안을 마련하여 소방공무원의 건강 증진에 기여코자 함이다.

1.3 연구대상과 방법

본 연구는 현재 전국 소방조직을 대상으로 하고, 거시적인 측면에서는 소방조직 전체를, 미시적인 측면에서는 일선 소방서와 119안전센터에서 소방 활동을 하고 있는 진압대원을 중심으로 하였다. 조직 활동 진단을 위해 설문조사를 실시하고 소방 현장 활동의 특성을 분석 하였다.

특히, 석면에 관한 인식도 실태조사의 정확도를 높이고자 일선서 10개 소방관서에 설문조사를 의뢰한 결과 143명의 응답자를 대상으로 분석하였으며, 본 조사 결과를 바탕으로 소방 활동에서의 문제점과 대응책을 마련하여, 사망률 100%로 마땅한 치료방법이 없는 석

1) 미국 질병 통제 및 예방센터 “CDC” 연구보고서.
2) 소방방재청, “소방대응행정자료 및 통계자료”, pp.47-48(2006).

면질환의 더 큰 피해가 발생되지 않도록 기존의 현장 대응체계에서의 잘못된 관행, 절차, 불합리한 여건들을 변화시키고 소방 활동에서 치명적인 위해요소를 사전에 제거함으로써 연구결과를 도출하고자 한다.

2. 석면의 위험성 및 피해현황 등

2.1 석면분진에 노출되는 소방공무원

소방관이 석면분진에 왜 노출될까? 화재, 폭발, 건물 붕괴 등 각종 재난·재해현장에 소방공무원이 가장 먼저 달려가 인명을 구조하고 재산을 보호하며, 재난의 확대를 막기 위해 노력하는 상황들이 일어난다. 특히, 화재나 폭발, 그리고 기타 이유로 인한 건물 붕괴 시에는 엄청난 양의 분진이 발생하게 되는데, 눈에 보이는 먼지의 양보다 더 많은 양의 눈에 보이지 않는 먼지들이 발생하기 때문에 이들 눈에 보이지 않는 미세 먼지는 가시적인 먼지보다 건강에 훨씬 심각한 영향을 미친다. 그 이유는 미세분진은 오랫동안 공기 중에 부유하고, 건물 붕괴 장소에서 수십 혹은 수백 미터 떨어져 있는 곳까지 확산되어 분포하고, 호흡기를 통해 폐포 깊은 곳까지 들어갈 수 있기 때문이다.

건물 붕괴와 화재 발생 시 발생하는 분진 속에서는 건축물의 성질에 따라 석면분진이 함께 발생할 수 있다. 소방공무원은 직업적으로 이러한 재난 장소에서 석면분진에 노출될 기회가 항상 존재한다.

붕괴현장에 비하여 화재가 발생한 장소는 석면분진 노출에 관하여 덜 염려스러울 것 같지만, 실제로 그렇지 않다. 석면분진은 불연성이기 때문에 화재 시에 연소되어 사라지지 않고, 오히려 화재로 인해 호흡기 속으로 들어갈 수 있을 정도로 작게 부서져 건강 유해성이 훨씬 커질 수 있다. 특히 잔화 정리 시는 작업 특

정상 석면분진 노출 위험이 훨씬 심각해질 수 있다. 이러한 재난·재해현장에서 활동하는 소방공무원이 특정 암에 걸릴 위험이 일반인보다 훨씬 높다는 연구 결과³⁾가 나왔다.

1995년 Occup Med Lees PSL “Combustion products and other firefighter exposures”에 따르면 소방공무원은 대장암과 뇌암 발병 위험이 평균보다 확연히 높았으며, 방광암과 신장암, 호지킨림프종(Hodgkin’s lymphoma)에 걸릴 수 있다. 연구팀은 1986~2005년 사이 암 진단을 받은 이 지역 소방관 2,125명을 대상으로 조사를 진행하면서 다른 직종의 남성들에 비해 소방관들은 대장암에 걸릴 위험이 높다는 것이다. 이러한 소방공무원은 붕괴현장 및 화재현장에서 치명적인 발암 물질에 노출되고 있으며, 벤젠, 납, 우라늄, 석면분진 등과 같은 물질들이 피부나 호흡기를 통해 체내에 들어와 쌓일 수 있다고 밝히고 있다.

2006년 메디컬 투데이 조고는 기자에 따르면, 신시내티 대학 리마스터 박사팀이 11만 명의 소방관들을 대상으로 한 과거 진행된 32개의 국제적 연구결과를 종합 분석한 결과에 따르면, 소방공무원에게서 비호지킨스씨병 임파종이나 다발성골수종 등의 면역 시스템의 암 외에 전립선암이나 고환암 등이 발생할 위험이 높은 것으로 나타난다. 이러한 질병이 퇴직 후에도 소방공무원의 사망률이 일반인에 비해 20배나 높은 것으로 파악된다.

2.2 소방공무원의 현장 활동 유형

2.2.1 소방 대응 현장 활동 현황

2009년도 소방방재청 통계자료에 따르면 화재는 5년 연평균 12.0% 정도의 꾸준한 증가 추세에 있는 화재는 1일 평균 129.6건에 이르고 있으며, 구조는 25.6%

Table 1. Fire Response Activities in Last 5 Years

구분		연평균	'05	'06	'07	'08	'09
화재	발생건수(건)	41,790	32,340	31,778	47,882	49,631	47,318
	※ 5년 연평균 증감률 ⇒ 화재건수: 12.0% ▶ 1일 평균 ⇒ 화재건수: 129.6건						
구조	구조건수(건)	161,044	105,382	113,433	146,019	182,619	257,766
	※ 5년 연평균 증가율 ⇒ 구조건수: 25.6% ▶ 1일 평균 구조건수: 441건						
구급	구급건수(건)	1,203,175	1,058,996	1,111,171	1,189,122	1,269,189	1,387,396
	※ 5년 연평균 증가율 ⇒ 구급건수: 7.3% ▶ 1일 평균 구급건수: 3,296건						

3) 미국 매사추세츠 공중보건부 연구팀조사자료(2005).

Table 2. The Present Situation of Fire Occurrence a Classified Places

구분	계	주거	교육 시설	판매, 업무 시설	집합 시설	의료, 복지 시설	산업 시설	운수 자동차 시설	문화 재 시설	생활 서비스	기타 서비스	자동차, 철도 차량	위험 물, 가스 제조 소	선박, 항공 기	임야	기타
2009	47,318	11,767	468	2,405	412	404	5,256	289	4	4,854	2,390	5,983	50	140	4,179	8,717

Table 3. Analysis of Asbestos Exposure a Classified Places of Emergency and Disaster

구분	지붕재	천장재	내·외 벽 재	바닥재	칸막이	표면재	보 온 단열재	마찰 제품	기 타	계 (기준량과의 상대적 비율)
종류	슬레이트	텍 스	밤라이트 나무라이트 석면분진벽 재	아스타일 비닐타일	밤라이트 나무라이트	석 면 뽀칠재	석면분진 절연판 보온펠트	브레이크 라이닝 클러치판	석면분진 내화재 접착재	
기준석면 포함량	3.30%	1.99%	3.30%	5.29%	3.30%	29.8%	26.5%	16.6%	9.92%	100%
주택	3.30%						26.5%		9.92%	39.7%
아파트							26.5%		9.92%	36.4%
사무실		1.99%	3.30%	5.29%	3.30%		26.5%		9.92%	50.3%
공장		1.99%	3.30%	5.29%	3.30%	29.8%	26.5%		9.92%	80.1%
축사	3.30%						26.5%			29.8%
차량								16.6%		16.6%
선박					3.30%	29.8%	26.5%		9.92%	69.5%

증가 속에 1일 평균 441건, 구급은 7.3% 증가 속에 1 일평균 3,296건의 활동을 하고 있다.

또한 장소별 화재 발생빈도를 분석해보면, 주거가 11,767건으로 가장 많이 발생하고 있으며, 자동차/철도 차량 5,983건, 산업시설 5,256건, 임야 4,179건, 판매/업무시설 2,405건 기타 8,717건 등이다.

2.2.2 소방 활동 시 재난·재해 현장에서 석면분진 노출 분석

한국산업안전보건공단 홈페이지의 건축자재에 포함된 석면 기준량과의 상대적 비율을 장소별로 분석한 <Table 3>을 보면, 공장, 선박, 사무실, 주택, 아파트, 축사, 차량 순으로 석면함유 자재를 사용하고 있음을 알 수 있다.

2.2.3 석면과 소방공무원 질병과의 관계

석면이 인체에 대한 유해성이 심각하다고 알려진 이후로 최근 새롭게 사회 문제로 대두되기 시작했다. 직 경이 0.02~0.03 μm - 머리카락 굵기의 5,000분의 1 크 기로 어떤 자재와도 잘 융합하고 석면분진을 섞으면

견고하고 튼튼해져 무분별하게 사용되었으나 어느새 ‘석면분진 재앙’이라는 표현을 쓸 정도로 현재는 ‘죽음 의 물질’로 둔갑했다. 바로 이 죽음의 물질이 재난·재 해현장에서 활동하고 있는 소방공무원의 생명을 위협 하고 있다.

소방공무원들은 화재 시 치명적일 수 있는 많은 발 암물질에 노출될 뿐 아니라 석면 등 화재 연기 속 물 질들이 피부를 통해 흡수되거나 호흡기를 통해 체내로 들어올 수 있다. 비록 소방공무원들이 이 같은 물질에 대한 노출을 막는 보호 장치를 착용하고 있지만 이 장 치가 소방공무원들의 암 발병을 막지 못한다.

환경적 위해요소와 근무여건 등에서 발생하는 암 질 환 중 특히 석면분진이 건강장해에 미치는 대표적 질 환으로는 석면폐와 폐암, 늑막암의 일종인 중피종양이 다. 그 외에 확실히 알려진 건강장해는 기관지염, 폐기 중, 기관지 확장증, 폐렴, 장관계 암인 위암과 소장, 대 장, 직장암 등이다. 이외에도 일부 연구자들은 석면분 진이 유방암, 난소암, 췌장암, 인후두암 등의 암 발생 을 비롯하여, 기관지 확장증, 기관지염, 폐렴, 무기폐, 늑막염 등의 비악성 질환을 일으키는 물질로 보고있다.

Table 4. Diseases Caused by Exposure to Asbestos Dust

인 체 기 관	작 용	석면분진 폭로와의 관계
피 부	석면분진 사마귀(corns)	가 능
인 두	암	가 능
폐	석면분진체, 석면분진섬유 미만성 간질 섬유화(석면분진폐)암(기관지성)	확 증 흡연과 상승작용
늑 막	석회화와 중피 악성 중피종 늑막 삼출액, 늑막염	확 증 확 증 가 능
복 막	악성 중피종	확 증
장관계	종양	확 증
난 소	암	비교적 가능
유 방	암	비교적 가능

이러한 석면분진 관련 질환을 종합하면 <Table 4>와 같다.(McDonald, 1972, Morgan, 1978, Berry, 1979, Becklake, 1993)

3. 소방 활동의 문제점

3.1 소방 활동적 측면의 문제점

첫째, 건물붕괴 등 소방 활동에 따른 석면분진의 노출 정도 심각성이다. 긴박한 상황 속에서 직무명령을 수행하기 위하여 생명의 온전성을 위협받는 소방공무원은 자신도 감당하기 어려운 위기에 맞서 두려움이 엄습하는 현장 속을 마다하지 않고 뛰어들다. 소방공무원이 항상 부딪히게 되는 화재와 건물붕괴 현장에는 유해성 인자와 엄청난 양의 분진가루가 발생하는데 여기에 석면분진이 다량으로 포함되어 있어 석면분진에 노출될 가능성은 항상 존재한다.

둘째, 보호 장비 미착용의 문제점이다. 최근 연간 발생했던 붕괴 및 화재현장을 장소별로 살펴볼 때 1) 주택, 아파트, 2) 차량, 3) 공장, 작업장, 4) 점포, 5) 음식점, 6) 사업장, 7) 호텔, 여관, 8) 선박, 9) 기타 순으로 발생하였으며, 이러한 현장에서 사용되고 있는 기자재로는 1) 지붕재 - 슬레이트, 2) 천장재 - 텍스, 3) 내·외벽재 - 밤라이트 나무, 4) 바닥재 - 타일, 5) 표면재 - 석면분진 뽕칠제 등으로 연소성 물질의 발화시 발생하는 유해 가스 또는 증기, 연소물질의 불완전 연소 시 발생하는 가스, 절연성 물질의 연소 시 발생하는 유해 물질인 석면분진에 대한 노출 위험성이 크다 하겠다.

그러나 현장에 출동한 일부 소방공무원은 재난·재해 현장에서 피해 장소별 파괴 활동요령(지침)을 무시

한 채 소방 활동에 임하고 있다. 초기 활동 건물의 파괴 시 비산물체로부터 피해를 방지하기 위하여 방화모의 앞부분으로 안면을 가리고 규모와 관계없이 모든 현장에서 공기호흡기 착용을 원칙으로 하고 있지만 신체보호를 위한 안전장구 미착용과 오래전부터 관행처럼 내려온 현장 습관으로 인해 석면에 쉽게 노출됨을 알 수 있다. 소방 활동 시 보호 장비를 착용하지 않은 채 위험으로부터 노출되고 있는 예를 들었다.

셋째, 석면 진압대책 미흡함이다. 석면의 노출 위험성에도 불구하고 건물붕괴나 화재 등 재난 활동 시 석면에 대한 주의라든지 석면분진의 피해를 줄일 수 있는 현장 활동 SOP가 전무후무한 상태이다. 따라서 소방 활동에 임하는 대부분의 소방공무원은 일반화재와 동일한 방법으로 주수효과를 높이거나 연소방지를 위해 건물의 일부분 또는 전부를 파괴하게 된다. 소방학교에서 교육되는 방호실무에서는 천정, 지붕, 벽체, 바닥 파괴 및 건물종류에 따른 소방 활동 요령에 대해 기술하고 있다. 그러나 어떤 부분에서도 석면이 함유된 건축물에 대한 경고와 더불어 석면의 노출을 예방하고 방지할 수 있는 내용의 기술은 찾아볼 수 없다. 특히 일선 안전센터의 현장 대응팀의 경우 초기 화재진압 후 방진 마스크와 공기호흡기 등 개인 보호 장비를 벗어둔 채 잔화정리를 하는 경우가 많은데 이 경우 자연스럽게 소방공무원은 현장 활동에서 석면에 노출될 수밖에 없다.

3.2 석면 위해 인식도의 문제점

주요 환경위해물질에 대한 한국여론 주도 집단의 위해인식도이다. 전체 여론주도 집단은 환경보건위해물질 또는 잠재적 환경 보건위해물질 가운데 우리나라 사람들이 현재 가장 심각하게 위협받고 있는 것으로 내분비계 장애물질을 꼽았으며 이어 흡연, 다이옥신, 중금속, 농약, 간접흡연의 순서로 꼽았다. 석면은 21개 위해물질 가운데 14번째로서 일반 공무원과 연구원은 흡연을 가장 위험한 물질로 본 반면 언론인과 시민운동가는 내분비계 장애물질을 가장 위험한 물질로 보았다.

일반 공무원의 위해물질 인식 순위는 흡연-석면-내분비계 장애물질-다이옥신-잔류농약의 순이었으며 석면의 위험성을 비교적 낮게 인식하고 있는 것으로 분석됐다. 문제는 공무원, 연구원, 시민운동가, 언론인 등 대다수의 국민이 석면의 위험성을 인식하지 못하는데 문제점이 더욱 심각해진다. 각종 보도 자료 등을 통해 최근 석면에 대해 가장 전향적인 자세를 보이는 곳이 환경부다. 1~2년 전부터 지하철역사 석면 검출 사건이 마스크를 통해 일반인들에게 대대적으로 알려지면서부터 환경부도 발 벗고 나서고 있으며 석면정착협의회를

Table 5. Major Environmental Groups Led to Mass Public Opinion in South Korea for the Recognition

순위	전체	공무원	연구원	시민운동가	언론인	기타
1	환경호르몬	환경호르몬	환경호르몬	환경호르몬	환경호르몬	흡연
2	다이옥신	다이옥신	다이옥신	GMOs	식품잔류농약	환경흡연
3	중금속	식품잔류농약	흡연	다이옥신	다이옥신	환경호르몬
4	흡연	중금속	중금속	식품잔류농약	흡연	아황산가스
5	식품잔류농약	흡연	아황산가스	아황산가스	중금속	알코올
6	아황산가스	오존	식품잔류농약	중금속	알코올	다이옥신
7	오존	전자기파	알코올	방사선조사	식중독균	식품잔류농약
8	방부제	아황산가스	미세먼지	방부제	미세먼지	중금속
9	미세먼지	방부제	방부제	오존	방부제	방부제
10	전자기파	미세먼지	오존	전자기파	아황산가스	오존
11	GMOs	GMOs	환경흡연	미세먼지	환경흡연	식중독균
12	알코올	석면	전자기파	자외선	GMOs	미세먼지
13	환경흡연	환경흡연	석면	수돗물 바이러스	전자기파	전자기파
14	석면	자외선	자외선	흡연	오존	석면
15	자외선	방사선조사	인공색소	인공색소	인공색소	인공색소
16	방사선조사	실내라돈	수돗물 바이러스	실내라돈	수돗물 바이러스	수돗물 바이러스
17	수돗물 바이러스	알코올	식중독균	트리할로메탄	석면	자외선
18	인공색소	트리할로메탄	트리할로메탄	석면	트리할로메탄	GMOs

구성하고 관련법을 개정해 석면 관련정책을 종합적으로 다루는 데 앞장서고 있다.

안중주의 여론 주도 집단의 환경보건위해물질에 대한 인식도와 그 관리정책에 관한 연구에서 발췌한 <Table 5>는 주요 환경위해물질에 대한 한국여론 주도 집단의 위해성 인식도를 분석한 것이다.

3.3 설문조사 및 조사결과

소방현장의 활동상 어디서 무엇이 터질지 모를 긴박한 상황의 연속에서 파괴 및 해체·제거 시 발생하는 ‘화학적 인자’ 중 발암성 물질들을 흡입하여 특정부위에 대한 높은 암 발생을 초래할 것으로 예상되는 가운데 설문조사를 실시하였다. 대부분의 소방공무원은 석면물질에 대한 유해성에 대해 그 심각성을 인식하지 못한 것으로 나타나고 있으며 아래와 같이 설문에 응답하고 있었다.

3.3.1 설문조사 개요

앞서 언급한 바와 같이 본 조사는 석면분진에 대한

소방공무원의 대응활동 강화에 대하여 보다 정확한 인식도와 유해성에 대한 실태 파악을 위해 2008. 5. 29~ 6. 7일까지 현재 전라북도 소방공무원 1,450명을 대상

Table 6. Composition of the Survey Items

주 제	항목수	설 문 내 용	번 호
일 반 현 황	6	○ 성별, 연령, 계급, 근무연수, 부서, 근무지역 여부	1~6
석면분진에 대한 인식정도	8	○ 석면의 개념, 유해성, 노출정도, 노출장소, 흡입경로	7~14
석면분진이 소방 활동에 미치는 영향	10	○ 석면유해물질, 보호 장비의 필요성, 호흡보호기구 착용여부, 소방대원 착용 보호구, 석면 유해성 교육, 개인 보호 장구, 소방 활동 시 필요한 활동장구	15~24

Table 7. The Status of Gender and Age

구분	성 별		연 령			
	남	여	20대	30대	40대	50대 이상
계	133	10	37	58	41	7
143명	93	7	25.9	40.5	28.7	4.9
100(%)						

Table 8. The Status of a Classified Ranks

구분	계 급				
	소방사	소방교	소방장	소방위	소방경 이상
계	40	57	34	10	2
143명	28.0	39.9	23.7	7.0	1.4
100(%)					

으로 실시한 결과 약 10%인 143명의 답변 자료를 권역별로 표본을 추출하였다. 설문은 총 24개 문항으로 소방공무원 일반사항에 관한 6문항, 석면분진에 대한 인식도에 관한 8문항, 석면분진이 소방 활동에 미치는 영향 10문항으로 크게 3개의 설문유형으로 구성하였다.

3.3.2 설문 대상

전라북도 10개 소방서를 권역별로 구분하여 전자문서를 통해 설문지를 배부하고 143부의 설문지를 회수하여 분석에 활용하였다.

3.3.3 조사결과

(1) 석면의 유해성 인식도 분석

전라북도 소방공무원 143명을 대상으로 실시한 ‘석면이 인체에 얼마나 유해적 요소인가’에 대한 문항에서 석면에 대하여 ‘잘 알지 못한다!’ 46.8%(67명), ‘전혀 알지 못한다’ 17.5%(5명)로 응답자의 64.3%(응답자의 2/3)가 석면에 대한 유해성을 인식하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 특히 모른다는 응답자 중 내근업무를 담당하는 사람이 절반 이상으로 진압·구조 활동 등 외근업무를 담당하는 사람보다 많은 수를 차지하였고, 계급과 근무경력이 낮은 사람일수록 석면분진

의 인식정도가 낮은 것으로 나타났다. 이것은 화재출동과 같은 재난현장을 접할 기회가 상대적으로 적은 것에서 기인한 것으로 분석된다.

또한 ‘석면이 인체에 얼마나 유해한가?’에 대한 응답은 84%가 (매우) 유해하다고 응답하였고 그 외에서는 모르거나 크게 유해하지 않다는 응답이 16%로 나타났다. 이 같은 결과는 화재규모나 출동 건수가 상대적으로 적은 지역에 근무하는 사람일수록 석면의 유해성에 대해 크게 인식하고 있지 않기 때문인 것으로 분석된다.

(2) 직업별 석면 노출도 분석

정기적 노출이 예상되는 직업의 예를 제시하여 소방공무원이 석면에 노출되는 직업이라고 생각하는지 알아보기 위한 문항에서는 TV, 언론 보도자료 등을 통하여 집중 보도한 지하철 근로자 34.5%(35명), 화학물질에 노출되는 방직 근로자 및 건설노동자 44%(63명)가 석면에 의한 노출이 심하다고 답했다. 상대적으로 건물 붕괴와 화재진압 등으로 발생하는 석면분진 노출정도에 대한 인식 부족으로 1/4정도만 소방공무원이 석면에 노출된다고 생각하는 것으로 나타났다. 또한 기타 직업으로 선박제조업에 종사하는 사람, 석면분진 채굴과 제분 분야에서 일하는 사람, 석면분진제품 생산업자, 자동차 브레이크 수리공이라고 답하는 경우도 있었다.

(3) 석면포함 물질 인식도 분석

최근 5년간 출동한 장소별 화재를 분석해보면, 주택, 아파트, 차량, 공장·작업장, 점포, 음식점, 사업장, 선박, 기타 순으로 대부분의 주택과 축사 등에서 60% 이상이 지붕 슬레이트를 건축자재로 사용하였다.

현재도 석면의 90%는 건축 재료로 사용되고 있으며, 주로 건재(建材), 지붕, 외벽(外壁), 칸막이, 내장재(內裝材)로 90%를 사용하고 자동차의 브레이크 라이닝, 클러취웁싱 등에 6.5%, 산업기계, 토목건설기계, 크레인, 공작기계 등에 2%, 화학설비 내열, 내산(耐酸), 내알칼리부문에 0.6%, 상수도, 간이수도, 농업용수, 공업용수 설비에 0.4%, 선박, 전기절연, 내열재료 부문에 0.1%, 산업기계관계보일러, 굴뚝, 방화벽 등에 0.1%, 썰

Table 9. The Status of Working Career and Responsibilities

구분	근 무 경 력					담 당 업 무			
	5년 미만	10년 미만	15년 미만	20년 미만	20년 이상	경방 (내근)	경방 (진압)	운전	구조 구급
계	43	37	48	10	5	19	35	48	41
143명	30.0	25.9	33.6	7.0	3.5	13.3	24.5	33.5	28.7
100(%)									

재료와 기타에 0.3% 사용되고 있다.

슬레이트 32.8%(47명), 천장재 23.8%(34명), 석고보드 29.4%(42명)등 86%에 달하는 123명이 직접 노출되는 석면자재만을 생각하고 있었다.

(4) 석면관련 교육 실태도

석면의 심각성을 뒤늦게 인식한 정부는 석면분진의 잠재적 위험으로부터 국민건강을 보호하기 위하여 ‘석면관리 종합대책’을 발표하고, 학교, 지하철 등 공공건물과 다중이용시설에 대해 석면사용 현황과 관리 실태를 조사, ‘석면관리 표준모델’을 개발하고 2010년부터 건축물별로 석면지도를 작성·운영하는 등 석면대책 활동이 활발히 진행되고 있다.

그러나 소방공무원의 석면 관련 교육 실태를 살펴보면 석면에 대한 교육을 ‘전혀 받지 못했다’가 88.1%(126명)로 약 90% 정도의 소방공무원의 석면 전문조사자 육성과 교육과정이 시급함을 알 수 있다.

(5) 석면 노출 시 소방 대응력 분석

‘소방공무원이 소방 활동 시 석면노출에 대하여 대응능력을 가지고 있는나’는 물음에 ‘전혀 모른다?’는 응답과 ‘모른다?’는 응답이 전체 응답자의 약 2/3 정도인 69.9%(100명)임을 알 수 있다. 석면 대응방법을 모른 채 방진 마스크와 공기호흡기 등 개인 보호 장비를 벗고 잔화정리를 하는 경우 자연스럽게 현장 활동에서 석면에 노출될 수밖에 없음을 알 수 있다.

(6) 석면 활동 시 가장 필요한 것

‘석면노출 현장에서 가장 필요한 것이 무엇인가?’라는 질문에서는 석면분진으로부터 시력 및 호흡기 계통을 보호하기 위한 보호 장구의 강화 35.6%(51명), 교육과정 신설 28%(40명), 분석·철거장비 도입 22.4%(32명)로 방진마스크, 보호 장갑, 보호의 등 석면분진 보호 장비가 활동 시 가장 필요한 것으로 나타났다.

그리고 교육과정 신설을 통하여 석면에 대한 조사 및 분석·해체에 대한 전문교육 등 대응능력 제고를 위해 소방학교에 전문교육과정을 추가해야 한다고 응답하였다.

4. 석면 유해 방지를 위한 대응방안

4.1 석면물질 해체·제거 및 보호구 선정

4.1.1 호흡용 보호구 착용

잔해물 해체·제거 시 착용하고 있는 방진 마스크는 석면 노출 시 피부와 시력이 보호되지 못 한다. 저 위험에 속하는 석면관련 소방활동 중 시 고효율 필터가 부착된 반면형 호흡보호구를 사용하고, 고 위험에 속하는 석면관련 소방 활동 시는 전면형 공기 정화식 호

흡보호구로 고효율 필터가 장착돼 있으며 밀착성 검정을 통해 개개인에게 적절한 호흡보호구가 제공되어야 한다.

또한 대상물의 부위별 해체·제거 계획을 수립하고 해체 시 석면가루가 공기 중에 방출되지 못하도록 제거 대상물에 집중 분무 주수하고 석면분진농도에 따라 규정된 호흡용 보호구를 착용하되, 최소한 공기정화가 가능한 2개의 HEPA(High Efficiency Particulate Arrestor) filter가 장착된 호흡용 보호구(머리덮개부착 작업복, 장갑, 발싸개 등은 일회용)를 사용하여야 한다.

(1) 저 위험에 속하는 소방 활동

호흡보호구는 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health: 《미》국립직업안전건강연구원)의 인정을 받은, P100, R100또는 N100(P/R/N 100: 99.97% 이상의 효율)필터가 장착된 반면형 공기 정화 호흡 보호구를 착용하고 석면제거 중 소방공무원 의류에 석면오염을 막기 위해 덧입는 일회용 작업복(Coveralls)과 석면분진 외의 기타 위험으로부터 보호하기 위한 개인 보호 장비를 착용해야 한다.

<Table 10>의 PEL(Permissible Exposure Limit)은 미국 OSHA의 노출기준이다.

(2) 보통 위험에 속하는 소방 활동

보호의는 일반적으로 일회용 작업복을 착용하도록 권고하고 있으며 만일 작업이 격리된 제한 구역 내에서 수행할 경우 일회용 작업복 안에 평상복을 입어서는 절대 안 되며, 석면섬유의 침투에 저항성이 있는 물질로 만들어져야 하며(예: Tyvek - 건축용 투습방수지)

Table 10. The Dust Respirator by Asbestos Concentration

공기 중 석면농도	착용해야 할 호흡보호구
1f/cc(10XPEL) 이하	일회용이 아닌 고효율 필터가 부착된 반면형 공기정화 호흡보호구
5f/cc(50XPEL) 이하	고용물필터가 부착된 전면형 공기정화 호흡보호구
10f/cc(10XPEL) 이하	고용물필터가 부착된 모든 형태의 동력식 공기정화 호흡마스크 또는 연속적으로 작용하는 공기공급식 호흡보호구(전동식 마스크 또는 송기식 마스크)
100f/cc(1000XPEL) 이하이거나 미지의 농도인 경우	압력디맨드형 전면형 공기공급식 호흡보호구(압력디맨드형 송기마스크)
100f/cc(1000XPEL) 초과하거나 미지의 농도인 경우	부가적으로 양압을 유지시키는 자급식 호흡기구가 부착된 압력디맨드형 전면형 공기공급식 공기정화 호흡마스크(SCBA)

몸, 목, 손목과 발목, 머리와 발도 감싸야 한다.

또한 호흡보호구는 NIOSH의 인정을 받은 P100, R100 또는 N100 필터가 장착된 전면형 공기 정화 호흡 보호구를 사용(일회용 호흡보호구는 사용불가)하고, 호흡 보호구 선택은 소방 활동 중 석면섬유 수준을 고려하여 소방공무원을 보호할 수 있도록 해야 한다. 이 밖에도 석면분진 이외의 기타 유해요인으로부터 소방공무원을 보호하기 위하여 개인 보호 장비 즉, 안전화, 안전모 등이 필요하다.

(3) 고 위험에 속하는 소방 활동

보호의는 일반적으로 일회용 작업복을 착용하도록 권고하고 있으며, 일회용작업복 안에 평상복을 입어서는 안 된다. 석면분진에 오염된 의류를 세탁하기 위하여 세탁장으로 보내기 전에 우선 고효율 필터(HEPA 필터)가 장착된 진공청소기로 청소 후 물에 적신 다음 표지가 붙은 밀봉된 용기에 넣고 HEPA 필터를 갖춘 기계와 설비가 석면분진에 오염된 옷을 세탁하기 위해 사용되어야 한다. 고 위험 석면분진 제거 활동을 하는 동안 P100, R100 또는 N100 필터가 장착된 전동식 공기 정화 호흡보호구(PAPR) 또는 그 이상의 보호계수를 갖는 호흡보호구를 착용하여야 한다. 만일 습식을 이용한 제거가 용이하지 않다면 양압 공기공급식 호흡보호구가 요구될 수도 있다. 고 위험 석면제거 시 작업에 따라서는 HEPA가 부착된 반면형 또는 전면형 호흡보호구를 사용할 수도 있다. 호흡보호구의 보호수준은 공기 질 측정 결과에 맞는 호흡보호구의 보호계수에 따라 결정된다. 일회용 호흡보호구를 사용해서는 안 된다.

4.1.2 개인 보호 장비 지급 착용 기준

우리나라는 석면의 해체·제거 시 사용해야 하는 개인 보호 장비에 대해 세부규정이 마련되어 있지 않다. 그러나 산업보건기준에 관한 규칙에서 석면관련 규정을 찾을 수 있다. 산업보건기준에 관한 규칙 『제238조의2 개인보호구의 지급·착용』 사업주는 석면 해체·제거작업에 근로자가 종사하는 때에는 신체를 감싸는 불침투성 보호의 등을 지급하여 착용하도록 하여야 한다고 규정하고 있다.

그러나 소방공무원의 경우 모든 사고 현장에서 방수모, 방호복, 방수화, 방수장갑 등 일괄된 장비를 착용함으로써 잔해물 해체·제거 등 민첩성이 요구되는 현장 활동에서 개인장비의 중량초과에 따른 움직임의 둔화로 보호 장비를 착용하지 않은 채 소방 활동을 하고 있어 작업수준에 따라 개인 보호 장비에 대한 규정 마련이 시급하다.

4.1.3 소방 활동 후 소독장비 도입

건물붕괴 시 발생하는 엄청난 양의 분진은 신체나 작업복에 묻어 붕괴장소에서 수십 혹은 수백 미터 떨어져 있는 곳까지 확산되기도 한다. 그러나 소방관서는 현장에서 유해물질에 노출된 개인장비를 소독할 수 있는 장비가 도입되지 않아 일반 세탁물과 함께 세탁하고 있는 실정이다. 최소한 1개 관서에 소독장비(예, 크린룸, 물샤워기, 배수여과장치, 에어샤워기)를 구입하여 석면에 노출된 작업복과 보호 장비를 별도로 관리할 수 있도록 하고 철저한 세탁을 통하여 2차 흡입을 막을 수 있도록 해야 한다.

4.2 석면 대응능력 향상을 위한 직무교육 강화

소방방재청 훈령(재난현장 표준 작전절차 수립·운영에 관한규정 제 125호)에 의하면 작전절차와 관련된 179개 사항 중 석면 활동절차가 없다. 석면에 대한 전문교육기관(대한석면협회 등)에서 실시하는 석면조사자 교육과정 이수과 각 소방서별 안전관리 책임, 소방학교 등 전문교육기관에서 석면 전문 교육과정을 개설·운영하고, 관련 학회, 기관 등과 연계하여 석면 관련 교육의 중심기관으로 육성하여야 한다. 한국산업 위생학회, 전문 컨설팅 기관 등 유관단체의 전문가를 강사로 활용하여 교육을 내실화하고 석면의 유해성, 작업환경 관리방법, 관련 법령, 해체·제거기술 등에 대한 교육을 실시한다.

4.3 위험 증증도별 대응 매뉴얼 교육

잔해 정리 시 대부분 착용중인 공기호흡기, 특수방호복 등 무거운 장비를 해체하고 위험 증증도별 대응 매뉴얼에 따라 석면해체·제거작업을 시작하기 전에 석면의 흡입을 방지하기 위하여 전면형 고성능 방진마스크(99.97%의 효율)를 착용해야한다. 석면 작업 중 내부오염이나 피부오염을 방지하기 위하여 일회용 작업복(머리 부착형), 불침투성 장갑, 토시, 안전모, 안전화 등을 착용 시키며, 작업자 외 다른 사람의 출입을 금지 시키고, 환기장치가 장착되지 않은 고속 질삭디스크 톱 사용을 억제한다.

4.4 장소별 석면해체·제거 표준 작업절차 마련

4.4.1 지붕재 및 외벽 마감재

현장 상황변화에 즉시 대응할 수 있는 태세를 갖추어야 하며 석면 물질에 따라 소방차량을 근접 배치하여 지속적인 방수작업을 실시해야 한다. 지붕재 및 외벽 마감재 해체·제거 시 화염이 분출되거나 화연의 흐름이 급변해서 위험을 초래할 수 있으므로 슬레이트 등 개부구 제거 시 현장 지휘관의 명에 따라 관창을

배치하고 볼트부분의 나사나 핀 등을 제거 후 가능한 손상되지 않은 상태로 지정장소로 운반(절단기계 사용 시에는 비산을 방지하기 위하여 계속해서 분무 되어야 함)하고 지붕에서 제거된 석면 함유물질을 떨어뜨리거나 던지지 말아야 한다. 또한 동력을 이용한 지붕 절단기를 사용하여 석면이 함유된 지붕천(felt)이 있는 지붕 재와 전체 지붕표면을 제거하는 때에는 절단 시 발생하는 분진을 제거하기 위하여 HEPA 분진집진기를 사용하거나 절단면을 따라 진공 포집하는 HEPA 진공청소기를 사용하여야 한다.

4.4.2 내부 벽 마감재

내부벽 마감재는 일반적으로 기둥, 대들보, 벽체 등의 골조에 뿔칠제 석면분진을 추가시킨 것으로 분무주수에 의한 배연과 배열을 하고 화점을 확인한 후 연소실체에 주수하며, 뿔칠제가 벗기어 떨어지거나 때로는 일부가 파열됨과 동시에 벗기어 떨어질 수 있으므로 분진이 날리지 않도록 지속적인 분무주수와 적절한 도구 및 장비를 이용하여 가능한 파쇄 되지 않는 상태로 석면 시멘트 제품을 해체, 제거하고, 제거된 석면물질은 비닐 시트로 이중 포장하며, 테이프로 철저히 밀봉한 후 현장으로부터 이탈하여 정리한다.

4.4.3 천장재 및 바닥마감재

건물 내 공간을 구획하고 있는 벽체가 지붕, 또는 상층바닥 슬래브(Slab)까지 연속되지 않은 경우 천장의 조명기구류는 사전에 제거하고 천장재에 분무주수를 시킨 후 제거하며, 제거된 자재 뒷면에도 역시 분무 주수하여 분진가루를 제거하고, HEPA필터 장착 진공청소기로 바닥을 깨끗이 청소하여 잔해를 제거한다.

4.5 석면관련 소방 활동 대응 매뉴얼 작성

석면관련 소방 활동 시 활동 전, 활동 후, 석면노출 위험을 통제하도록 의무화시킴으로 급박한 출동 시에도 안전을 확보할 수 있도록 한다. 석면노출이 우려되는 현장에 석면위험 표지판을 설치하여 보호 장비를 착용하지 않은 대원과 주민들을 보호하도록 한다. 또한 안전관리규정에 따른 안전관리 담당관 및 현장안전 점검 관을 통한 석면 교육을 통해 평소 안전의식을 확보토록하고 노출에 따른 보호 장비 착용 매뉴얼과 잔해 해체·제거 시 활동 매뉴얼을 작성 하도록 한다.

료를 통해 국민의 위험성을 알리고 있으나 직접적인 노출관계에 있는 소방공무원의 경우, 각종 재난현장에서 효율적인 보호 장비 및 위기대응별 진압대책이 전무한 실정이며, 공무상 재해가 인정되지 않아 법적·제도적 보호대상에서 제외되어 있고, 평균 20~30년 근무 후 퇴직하는 소방공무원의 폐암관련 발병은 석면과 깊은 연관성을 제시하고 있다.

첫째, 잔해물 해체·제거 시 대상물별 세부계획을 수립하고 석면이 공기 중에 방출되지 못하도록 제거 대상물에 집중 분무 주수하고 피부와 시력을 보호할 수 있게 소방대원에게 적절한 호흡보호구가 제공되어야 하며, 석면노출이 우려되는 현장에 소방 활동 대응 매뉴얼과 장소별 해체·제거 표준절차를 마련하여 석면 유해성에 대한 현장대응능력을 강화해야 하겠으며, 소방학교 등 교육 전문기관에서는 체계적인 프로그램 개발과 석면물질 전문가 육성, 일선 현장 활동 대원에 대하여는 석면물질의 위험성 및 현장 활동에 대한 직무교육을 강화해야 한다.

둘째, 석면 해체·제거 시 사전조사와 소방 활동 기준 등 직무별 석면분진 노출실태를 조사하여 소방 활동에서 석면 노출을 최소화하는 법령을 제정하고, 직무로 인해 발생하는 질환을 예방하고 조기에 발견할 수 있도록 특수건강검진 항목에 석면노출 근로자와 동일한 내용을 추가함으로써 항목자체를 일원화 시키며, 퇴직공무원의 건강피해 실태조사를 통한 지속적인 소방공무원 감시체계 구축하여야 한다.

셋째, 소방방재청 및 소방안전본부별 석면종합대책 T/F팀을 구성하여 재난별 소방 활동을 강구하며, 지급 장비 활용 대응능력에 대한 향상방안을 마련하여 현장 활동 대응능력과 전문성을 강화해야 한다.

석면노출 기준에 의한 보호 장비 착용으로 철저한 소방 활동을 강화함은 물론 소방 활동상 유해성인자의 심각성을 인식하고 질환 피해보상에 대한 법적 제도를 마련하여 아직까지 인정되고 있지 않은 질병에 대한 공무상 재해인정을 통한 제도적 미비점을 보완하며, 석면에 대한 위험성 뿐만 아니라 화재열, 붕괴, 추락, 독성 가스, 검댕(soot 등) 등으로부터의 보호에 대한 제도적인 측면의 개선과 보완으로 소방공무원의 사기진작 및 근무여건개선으로 대 국민 서비스 향상을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 소방방재청, “소방대응행정자료 및 통계자료”, pp.47-48(2006).

5. 결 론

언론에서는 석면의 심각성을 인식하고 많은 보도 자

2. 소방방재청, “통계자료”(2009).
3. 소방방재청, “소방대응행정자료 및 통계”, pp.47-48 (2006).
4. 안전신문사, “석면으로 인한 근로자 건강장애 예방대책”, 안전통권 259호, pp.9-17(2006).
5. Lees PSL. Combustion products and other firefighter exposures. Occup Med, pp.691-706(1995).
6. 미국 질병 통제 및 예방센터 “CDC” 연구보고서.
7. 미국 매사추세츠 공중보건부 연구팀조사자료(2005).
8. Lees PSL. Combustion products and other firefighter exposures. Occup Med, pp.691-706(1995).
9. 안중주, “여론 주도 집단의 환경보건위해물질에 대한 인식도와 그 관리정책에 관한 연구”, 서울대학교 (2004).