[Research Paper]

화학사고 · 테러 관련 대응장비 인식 및 현황 조사에 관한 연구

김시국 · 최수길* · 남영재* · 홍성철**†

호서대학교 소방방재학과 교수, *호서대학교 소방방재학과 대학원생, **호서대학교 안전공학과 교수

Recognition and Status of Response Equipment Related to Chemical Accidents and Terrorism

Si-Kuk Kim · Su-Gil Choi* · Yeong-Jae Nam* · Sung-Chul Hong**†

Professor, Dept. of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo Univ.,

*Graduate Student, Dept. of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo Univ.,

**Professor, Dept. of Safety Engineering, Hoseo Univ.

(Received November 27, 2020; Revised March 17, 2021; Accepted March 17, 2021)

요 약

본 논문은 화학사고 및 화학테러 대응 장비에 관하여 국내 소방대원들의 인식, 현황 및 문제점을 파악하기 위한 연구이다. ‘현장대응 시설 및 장비 사용법’은 ‘0회’일 때 10%, ‘1~4회’ 28.4%로 나타나 상대적 경험이 부족할 시 중요도가 크게 늘어나는 것을 볼 수 있다. 측정 장비 보유 여부 및 신뢰도에 관해서는 긍정 응답으로 조사되었고 ‘특수구조’에서 20.0%의 부정 응답이 나타난 것은 직무별 기능에서의 차이가 있다고 판단되었다. 장비 관련 숙련도와 선호도의 영향에서는 특수구조대와 화학구조대의 중점적으로 보유하고 있는 장비의 차이로 나타났다. 현장대응 시 문제점에서는 사후 처리 및 분석에 관한 자문 전문가 활용 및 전문 소방관의 양성이 필요할 것이며, 이에 따라 특수재난 대응 분야의 집중적인 관심과 분석을 통하여 전문성 확보와 전문 대원 육성 등이 집중적으로 이루어져야 할 것으로 기대한다.

ABSTRACT

This study analyzes the perception, status, and problems of domestic firefighters related to chemical accidents and chemical terror response equipment. “How to use on-site response facilities and equipment” was 10% when “0 times” and 28.4% when “1 to 4 times,” indicating that the importance of the ‘experience’ category is greatly increased when there is a lack of relative experience. As for whether measurement equipment is retained, 20.0% of negative responses in the ‘special structure’ were found to differ in function by “Duty.” The effects of equipment-related proficiency and preference appear to be differences in equipment primarily held by special and chemical rescue teams. Problems with on-site response will require advisory experts on post-processing and analyses and the training of professional firefighters. Accordingly, through intensive interest and analyses in the field of special disaster responses, securing expertise, and fostering professional personnel, these problems can be addressed.

Keywords : Chemical terrorism, Situation management, Special accident rescue, Chemical accident rescue, Accident response equipment

1. 서 론

화학물질안전원 화학물질종합정보시스템에서의 화학물질 사고 현황 및 사례를 보면 지난 2014년부터 올해 9월까지 전국 화학물질 사고는 563건이 발생 되었다⁽¹⁾. 최근까지도 한화토탈 용제운반차 전복사고, 롯데케미칼 나프타 분해공장 폭발사고, LG 화학 폭발사고 등 지속적인 화학물질

누출 및 폭발사고가 발생하고 있기에 이에 대한 대책 마련이 필요한 시점이다⁽²⁾. 지난 4월 감사원에서 발표한 자료에 따르면, 2015년 1월부터 2019년 6월까지 화학물질 취급시설에서 발생한 사고 827건(화학사고 363건, 일반사고 464건)에 대한 사고정보와 사후조치 등을 검토한 결과, 화학물질 취급 사업장에서 발생한 사고로 사망자가 생긴 46건 중 31건은 일반사고로 분류되어 있었으며 유사 화학 사고임에

† Corresponding Author, TEL: +82-41-560-8527, FAX: +82-41-560-8522, E-Mail: schong@vision.hoseo.edu

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

도 불구하고 일반사고로 분류된 건은 464건이나 되었다⁽³⁾. 사고원인, 사고물질, 피해 규모 등 화학사고 파악조차 제대로 이루어지지 않는 실정이었으며, 화학 사고의 객관적 판단기준 또한 명확하게 제시된 것이 없기에 현장 수습조사관의 주관 및 재량에 따라서 화학사고 또는 일반사고로 분류되는 문제가 발생 되었다⁽⁴⁾. 사고내용 및 인명피해 정도 또한 다르게 판단되고 있기에 이를 해결하기 위해서는 화학사고 현장에 일선으로 투입되는 소방대원들의 탐지 및 식별 장비 운용이 필요하다. 화학테러(사고) 현장에서 화학물질의 경우 유해성으로 인하여 흡입 및 접촉 시 인체에 매우 치명적인 영향을 미치기에 상당한 안전대책이 병행되어야 한다⁽⁵⁾. 이러한 화학테러(사고) 현장에 투입되는 소방대원의 경우 대응 초기 사고가 테러 행위인지 아닌지 즉각적인 구분에 어려움이 있으며 물질들의 정보를 즉각적으로 알아차리기에 더욱 어렵다고 할 수 있다⁽⁶⁾. 물질 정보를 얻기 위해서는 물리적인 접촉이 이루어져야 하는데 위험 물질에 접근하면 할수록 그에 비례하여 소방대원에 대한 위험성은 증가하게 되며, 화학물질 사고의 경우 폭발, 인화성, 독성, 발암성, 유해성, 환경오염 위험성 등 다양한 유형들이 존재하기에 적합한 탐지 및 식별에 필요한 사용 장비와 대처법으로 대응해야 한다. 하지만 유해화학물질 관련 장비의 경우 고가의 장비로 형성되어 있어 일선 소방서에서 완비되기 어려운 실정이다⁽⁷⁾. 국내 소방의 경우 장비의 효율적 운용보다는 대원들의 활동에 크게 의존하고 있는 상황이기에 지속적으로 발생하고 있는 화학테러(사고) 현장 대응 여건 개선이 필요한 시점이다⁽⁸⁾. 이에 대한 개선과 해결방안을 마련하기 위해서는 국내 화학테러(사고) 대응과 관련된 현장 실무자들을 대상으로 사용 장비에 관한 현안과 문제점을 파악할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 화학사고 및 테러 대응 장비에 관하여 현장 실무자들을 대상으로 보유하고 있는 장비에 대한 인식, 현황 및 문제점 등에 관한 종합적인 설문 조

사를 실시하고 설문 조사 내용을 바탕으로 각 문항에 대한 응답자 특성에 따른 분석을 통하여 개선방안을 제시하여 향후 화학사고 및 테러 등 특수재난 부분의 개선을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 조사개요

본 연구는 화학테러 대응 장비에 관련하여 국내 소방대원들의 인식, 현황 및 문제점을 파악하기 위한 조사연구이다. 연구대상자는 중앙119구조본부 산하 119화학구조센터(구미, 서산, 시흥, 여수, 울산, 익산), 119특수구조대(수도권, 영남, 호남, 충청·강원)에서의 실무자들을 대상으로 실시하였다. 조사방법의 경우 구조화된 설문지를 활용한 다채널조사인 면접조사 및 Fax, E-mail 조사가 병행되어 표본조사(Sample survey)를 진행하여 실무자 210명을 최종 분석에 사용하였다. Table 1은 설문에 참여한 응답자 특성을 나타낸 것으로 직급⁽⁹⁾, 근속연수, 직무, 유해가스 관련 출동 경험으로 구분된다. 자료수집은 2018년 4월 23일부터 5월 12일까지로 연구자가 직접 연구대상자들에게 조사의 목적, 절차, 설문지 작성 방법 등을 설명하였으며, 연구 참여 동의 후 설문을 작성하였다.

설문에서는 화학테러 및 화학사고, 그 중에서 특히 유해가스와 관련된 장비 활용 및 특성에 대한 조사를 위하여 사전 유관기관 및 담당자와의 면담을 통하여 조사 문항지를 선정하였으며 질문 형태의 경우 개방형, 폐쇄형, 부수적 질문 내용으로 구성하였다. 수집된 자료는 조사 내용을 바탕으로 각 문항에 대한 응답자 특성에 따른 분석을 실시하였다.

3. 조사결과

3.1 국내 화학테러 관련 중요성에 따른 대응 장비 인식

화학테러 대응기술에 대한 중요성(복수응답 가능)에 대

Table 1. Respondent Characteristics (Total Number of Respondents = 210 Persons)

Item		Respondents	Item		Respondents
Position	Firefighter	23 (11.0%)	Length of service	Less than 5 years	42 (20.0%)
	Senior firefighter	61 (29.0%)		Less than 5~10 years	69 (32.9%)
	Fire sergeant	55 (26.2%)		Less than 10~15 years	32 (15.2%)
	Fire lieutenant	42 (20.0%)		Less than 15~20 years	24 (11.4%)
	Above fire captain	24 (11.4%)		More than 20 years	41 (19.5%)
	Etc.	3 (1.4%)		Don't know / No answer	2 (1.0%)
	Don't know / No answer	2 (1.0%)	Harmful gas accident dispatch	0 times	30 (14.3%)
Duty	Situation management	8 (3.8%)		1~4 times	67 (31.9%)
	Special accident rescue	106 (50.4%)		5~9 times	31 (14.8%)
	Chemical accident rescue	94 (44.8%)		10~14 times	13 (6.2%)
	Don't know / No answer	2 (1.0%)		More than 15 times	65 (30.9%)
	-			Don't know / No answer	4 (1.9%)

Table 2. Importance of Chemical Terrorism Response Technology

Item		Handling / response technique	Detection and analysis	How to use equipment	Active training	Set evasive zone
Position	Firefighter	78.3	30.4	21.7	13	17.4
	Senior firefighter	68.9	36.1	31.1	27.9	13.1
	Fire sergeant	80	38.2	25.5	18.2	20
	Fire lieutenant	76.2	23.8	26.2	26.2	4.8
	Above fire captain	79.2	33.3	25	20.8	16.7
Duty	Situation management	62.5	50	12.5	25	12.5
	Special accident rescue	73.6	36.4	25.5	19.1	15.5
	Chemical accident rescue	79.8	29.8	28.7	24.5	12.8
Length of service	Less than 5 years	81	26.2	28.6	16.7	19
	Less than 5~10 years	72.5	36.2	27.5	26.1	14.5
	Less than 10~15 years	81.3	37.5	25	15.6	12.5
	Less than 15~20 years	75	41.7	29.2	33.3	16.7
	More than 20 years	70.7	29.3	22	19.5	7.3
Harmful gas accident dispatch	0 times	66.7	40	10	20	6.7
	1~4 times	70.1	38.8	28.4	22.4	13.4
	5~9 times	74.2	48.4	41.9	25.8	25.8
	10~14 times	84.6	23.1	46.2	15.4	23.1
	More than 15 times	84.6	20	20	23.1	10.8

하여 조사하였을 때 ‘물질 특성에 따른 대처 및 대응 요령’이 전체 응답자들에 대해서 75.7%로 가장 중요하다고 나타났다. 다음으로 ‘초기 상황 파악에 필요한 검출 및 분석’(33.3%), ‘현장대응시설 및 장비 사용법’(27.1%), ‘보호복 착용 상태에서의 활동성 훈련’(22.4%), ‘오염된 요구조자의 회피구역 설정’(13.8%) 순으로 나타났다. Table 2는 대응기술에 대한 중요성 응답자 특성을 나타낸 표이다.

유해가스 관련 출동경험 횟수가 증가할수록 ‘물질 특성에 따른 대처 및 대응 요령’에 대한 응답률은 ‘0회’일 때 66.7%에서 ‘10~14회’ 및 ‘15회 이상’일 때 84.6%로 초기 대비 17.9% 지속적인 상승이 있었으며, ‘현장대응시설 및 장비 사용법’ 또한 ‘0회’일 때 10%, ‘1~4회’ 28.4%, ‘5~9회’ 41.9%, ‘10~14회’ 46.2%의 증가세를 보였다. 직급, 근무연수의 경우 전체적인 수치들이 경향성 없이 변동이 큰 것을 확인할 수 있는데 이는 조사상 현장 실무자들의 인사이동 및 지역별 사고 발생 현황의 차이에서 나타나는 것으로 생각되며 경험 및 관련 직무가 현황파악에 중요한 요소가 될 것으로 판단된다.

경험에 따른 증가추세를 보았을 때 ‘물질 특성에 따른 대처 및 대응 요령’의 경우 출동경험 횟수가 증가할수록 현장 실무자들은 더욱 중요성을 크게 느끼고 있으며, ‘현장대응시설 및 장비 사용법’ 또한 출동경험 횟수가 증가할수록 현장 실무자들이 중요성을 느끼는 것으로 나타났다. 특히 ‘0회’에서 ‘1~4회’ 18.4%, ‘1~4회’에서 ‘5~9회’ 13.5%로

높은 상승률을 보이는데 이는 상대적 경험이 부족할 시 ‘현장대응시설 및 장비 사용법’의 중요성을 크게 인식하고 있고, 이에 따라 상대적 경험이 부족한 응답군에 부족한 사용법을 채우기 위한 장비 사용법에 대한 교육 및 훈련이 필요할 것으로 판단된다.

3.2 국내 화학테러 대응장비 관련 보유 현황

화학테러 현장에 적합한 측정 장비 보유 여부에 대하여 조사한 결과 ‘충분’ 및 ‘매우 충분’의 긍정 응답평가는 41.4%, ‘미흡’ 및 ‘매우 미흡’의 부정 응답평가는 19.1%로 리커트 척도를 통하여 평균으로 환산하였을 때 3.23점인 ‘보통 수준’으로 나타났다.

화학사고 및 화학테러 대응용 개인보호장비 신뢰도에 대하여 조사한 결과 긍정 응답평가는 34.3%, 부정 응답평가는 12.4%로 3.28점인 ‘보통수준’으로 나타났다. Table 3에서 보면 대부분의 응답자 특성에서 ‘충분’의 평가가 ‘미흡’의 평가와 차이가 크게 나타났지만, 직무별 응답자 특성 중 ‘특수구조’ 부분에서 긍정 응답평가 평균에 크게 미치지 못하는 20.9%의 평가로 나타났으며, 부정 응답평가 또한 가장 높은 수치를 보였다.

「소방장비관리규칙」 제13조에 따른 소방용으로 사용하는 주요 물품의 내용연수에 관한 「소방장비 내용연수 지정고시」에서는 각 장비에 대한 내용연수가 명시되어 있다. 이에 대한 화학테러 관련 대응 장비의 내용연수 준수 여부

Table 3. Reliability of Personal Protection Equipment for Chemical Accidents and Chemical Terrorism Response

Item		Insufficient	Ordinary	Enough	Item		Insufficient	Ordinary	Enough
Position	Firefighter	17.4	56.5	26.1	Length of service	Less than 5 years	11.9	57.1	31.0
	Senior firefighter	11.5	57.4	31.1		Less than 5~10 years	15.9	52.2	31.9
	Fire sergeant	16.4	49.1	34.5		Less than 10~15 years	9.4	53.1	34.4
	Fire lieutenant	11.9	57.1	31.0		Less than 15~20 years	16.7	58.3	25.0
	Above fire captain	4.2	37.5	54.2		More than 20 years	7.3	46.3	46.3
	Etc.	0.0	66.7	33.3		Don't know / No answer	0.0	0.0	50.0
	Don't know / No answer	0.0	0.0	50.0	Harmful gas accident dispatch	0 times	13.3	60.0	26.7
Duty	Situation management	0.0	25.0	62.5		1~4 times	14.9	56.7	28.4
	Special accident rescue	20.0	59.1	20.9		5~9 times	12.9	41.9	45.2
	Chemical accident rescue	4.3	46.8	48.9		10~14 times	7.7	53.8	38.5
	Don't know / No answer	0.0	0.0	50.0		More than 15 times	10.8	49.2	38.5
	-	-	-	-		Don't know / No answer	0.0	50.0	25.0
	-	-	-	-		-	-	-	-

에 대하여 ‘25% 미만’(1.9%), ‘25~50% 미만’(5.2%), ‘50~75% 미만’(31.0%), ‘75~100% 미만’(41.4%), ‘100%’(19.0%)으로 조사되었다. 50% 미만에 대한 비율이 7.1%로 대부분 장비에 관한 내용연수는 잘 지켜지는 것으로 조사되었다.

현재 소방에서는 Level A형과 C형 보호복을 보유하고 있다. 이에 대한 소속 기관에서 보호복 성능 점검을 위하여 인증된 외부 기관으로부터 정기점검 여부에 관하여 ‘받고 있다(49.0%)’, ‘받고 있지 않다(29.5%)’, ‘잘 모르겠다(20.5%)’로 조사되었다. 보통 화학보호복의 권장 유효 기간은 제조일로부터 10년이며, 최대 기한은 15년으로 산정하고 있다. 하지만 소방장비 내용연수에서 화학보호복은 5년으로 나타나며 물리적 감가와 기능적 감가를 고려하였을 때 49.0%만이 정기점검을 받는 것으로 판단된다.

연평균 화학보호복 착용시간에 관하여 교육/훈련/출동시 상황을 모두 포함하였을 때 평균 착용시간은 30.74 h으로 나타났다. 특히 Table 4에서 응답자 특성 중 직무별 ‘특수구조’ 21.36 h, ‘화학구조’ 44.65 h으로 거의 2배 이상 보호복 착용에 차이가 있는 것으로 나타났으며 또한 ‘유해가스 관련 출동경험’ 중 ‘10~14회’ 72.92 h, ‘15회 이상’ 44.44 h으로 조사되었다.

측정 장비 보유 여부의 경우 긍정 응답 41.4%, 부정 응답 19.1%로 조사되었는데 이는 구미 불산사고 이후 국가적 투자로 인한 장비와 물자를 보유하고 있기에 개인보호장비 신뢰도까지의 높은 긍정 응답률을 보인다고 판단된다. 특히 개인보호장비 신뢰도의 경우 부정 응답 12.4%로 상당히 낮은 수치를 보이고 있으나 응답자 특성에서 직무별 ‘화학구조’ 4.3%, ‘특수구조’ 20.0%의 부정 응답이 나오는 것을 확인할 수 있다. 특수구조대 본대와 화학구조센터는 기능에서의 차이가 있는데 특수구조대의 경우 특수재난 대응과 관련한 수난 · 산악 · 화생방 3대 주요 기능을 다루고 있으며, 화학구조센터는 화학 · 생물 · 방사능 · 폭발사고 · 테러 등 특수재난 또는 대형복합재난에 전문역량을 가진 기관이

다. 그에 따라 화학구조센터에 대한 집중투자가 이루어져 첨단 장비 및 물자 보급이 이루어졌는데 이에 따라 특수구조대에서의 개인보호장비 최신화가 원활히 이루어지지 않아 신뢰도의 차이가 나타났으며, 개인보호장비인 보호복에서 평균 보호복 착용 시간도 화학구조와 특수구조에서 2배 가량 차이가 있는 것과 내용연수와도 연관이 있는 것으로 판단된다. 보호복에서 정기점검을 받지 않는 응답률이 29.5%로 나타났는데 이는 보호복 정기점검이 결함 및 오작동이 발견되지 않아 점검을 받지 않는 것으로 판단되며 주기적인 검사가 더 중요하기에 이에 집중하고 있는 것으로 판단된다. 실제 화학보호복의 유지관리기준에서 제조사 매뉴얼에 제공받아서 활용해야 한다고 명시되어 있으며, 호흡보호장비에 관한 기준만이 정기점검에 관하여 명시되어 있다. 이에 대한 정책적 검사빈도와 유형의 정의가 필요할 것으로 생각되며 보호복 유지관리에 대한 개선이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

3.3 국내 화학테러 대응 장비 관련 활용 현황

유해가스를 이용한 화학테러의 대응을 위한 관련 장비 숙련도에 대한 질문에서 응답자의 27.1%만이 ‘충분한 숙지’를 하고 있다고 응답하였고, 응답자의 72.9%가 ‘관련 장비에 대해서는 알고 있으나 적극적 활용에 무리가 있다’, ‘나의 안전 확보는 가능하나 요구조자 현장상황 대응에는 다소 무리가 있다’, ‘현장 대응 시 나의 안전을 확신하기 어렵다’, ‘매우 미흡하다’ 등의 응답을 보였다. 응답자 특성에서 직무별 특성 중 ‘상황관리’(25.0%), ‘특수구조’(20.0%), ‘화학구조’(38.3%)가 ‘충분한 숙지’를 하고 있다고 응답하였다.

유해가스를 이용한 화학테러의 경우 대부분 초기 물질 정보가 없는 미지의 화학물질에 대한 사건으로 판단할 수 있으며, 미지의 화학물질에 대한 탐지 및 분석 기술이 초기 대응방법의 결정에 있어서 가장 중요한 사항이 된다. 이에 대한 문항으로 분석 및 측정 장비 활용도에 관한 결과는

Table 4. Average Annual Time to Wear Chemical Protective Clothing

Item		Less than 2 h	3~5 h	6~10 h	11~20 h	21~30 h	31~50 h	51~100 h	More than 100 h	Average wearing time
Duty	Situation management	50	12.5	12.5	12.5	0	0	12.5	0	12
	Special accident rescue	17.3	20	22.7	17.3	2.7	3.6	10.9	0.9	21.36
	Chemical accident rescue	0	3.2	9.6	18.1	22.3	17	19.1	6.4	44.65
Harmful gas accident dispatch	0 times	26.7	26.7	13.3	13.3	6.7	0	3.3	0	11.41
	1~4 times	10.4	14.9	19.4	20.9	7.5	9	13.4	0	24.02
	5~9 times	9.7	3.2	38.7	19.4	12.9	3.2	6.5	0	19.21
	10~14 times	7.7	0	0	15.4	7.7	23.1	30.8	15.4	72.92
	More than 15 times	4.6	7.7	9.2	15.4	18.5	15.4	20	7.7	44.44

Table 5. Utilization of Hazardous Chemical Analysis and Measurement Equipment

Item		Gas meter		Chemical agonist detector		Hazardous substances analyzer		Distant toxic gas detector		Gas leaking imaging detector	
		adept	Very adept	adept	Very adept	adept	Very adept	adept	Very adept	adept	Very adept
Duty	Situation management	25.0	37.5	25.0	25.0	25.0	25.0	12.5	25.0	25.0	25.0
	Special accident rescue	27.3	30.9	25.5	22.7	20.9	21.8	20.9	14.5	20.9	15.5
	Chemical accident rescue	21.3	66.0	30.9	37.2	26.6	45.7	17.0	26.6	16.0	38.3
Harmful gas accident dispatch	0 times	26.7	26.7	16.7	20.0	20.0	20.0	10.0	16.7	20.0	13.3
	1~4 times	22.4	38.8	32.8	23.9	31.3	14.9	20.9	14.9	17.9	17.9
	5~9 times	38.7	38.7	41.9	29	32.3	35.5	22.6	16.1	22.6	19.4
	10~14 times	23.1	61.5	30.8	30.8	23.1	46.2	23.1	23.1	15.4	38.5
	More than 15 times	20.0	63.1	20	36.9	12.3	50.8	16.9	26.2	18.5	36.9

Table 5와 같다. 응답자 특성에서 직무별 ‘특수구조’와 ‘화학구조’를 비교하였을 때 모든 측정 장비 활용도에서 ‘화학구조’의 활용도가 더 높았으며 유해가스 관련 출동경험에서 출동 횟수가 높을수록 활용도가 크게 상승하는 것을 확인할 수 있다.

Figure 1은 소방청 고시 「구조장비 보유기준」 및 화학테러 관련 매뉴얼에서 소개하는 장비들 중 일부를 화학사고 출동 시 사용 선호도가 높은 것 순으로 선택된 응답 결과이다. ‘개인선량계 (55.7%)’, ‘유해물질분석기’(49.0%), ‘센서형가스측정기’(46.2%), ‘방사선측정기’(45.2%), ‘열화상카메라’(36.7%) 등의 순으로 조사되었다. Figure 1(b)는 상위 5개 응답에 대한 직무별 응답자 특성을 나타낸 것이다. ‘특수구조’와 ‘화학구조’에서 ‘개인선량계’ 및 ‘유해물질 분석기’의 경우 비슷한 수준의 선호도를 보이고 있으나 ‘센서형가스측정기’, ‘방사선측정기’는 직무별 ‘화학구조’에서 ‘특수구조’에 비하여 2배 수준의 높은 선호도를 보이며 ‘열화상카메라’는 직무별 ‘특수구조’에서 ‘화학구조’에 비해 2배 수준의 선호도를 보인다. 선택한 장비 숙련도가 높은 이유에 대해 조사한 결과로는 ‘직무관련’(44.3%)이 가장 높게 나타났

으며, 이어서 ‘교육 및 훈련’(42.9%), ‘개인적 관심’(6.7%) 등의 순으로 확인되었다.

Figure 2(a)는 표시 장비 중 지금까지 ‘현장’에서 한 번도 직접 사용한 경험이 없는 장비를 선택한 응답 결과로 ‘가스질량분석기’(61.0%), ‘튜브형측정기’(49.5%), ‘생물학작용제진단장비’(47.1%), ‘화학작용제탐지기’(42.9%), ‘탐지킷형가스측정기’(41.9%) 등의 순으로 나타났으며, Figure 2(b)는 표시 장비 중 지금까지 ‘교육이나 훈련’을 통하여 한 번도 직접 사용한 경험이 없는 장비를 선택한 응답 결과로 ‘가스질량분석기’(55.2%), ‘튜브형측정기’(39.0%), ‘탐지킷형가스측정기’(35.7%), ‘가스누출영상탐지기’(34.3%), ‘적외선분광분석기’(31.4%) 등의 순으로 확인되었다.

국내에서는 현재 화학테러 및 사고 관련 현장출동 시 개인 필수 지참 장비에 대한 규정이 현재 없는 상태이다. 효율적이고 표준화된 운영을 위한 개인 필수 지참장비에 대한 표준 또는 기준의 필요성에 대한 응답 결과 ‘필요’ 및 ‘매우 필요’의 긍정 응답평가는 과반수 이상인 65.2%, ‘필요 없음’ 및 ‘매우 필요 없음’의 부정 응답 평가는 3.8%, ‘현행유지’ 30.0%로 나타났으며 리커트 척도를 통하여 평균으로 환산

(a) Equipment highly preferred for use

(b) Characteristics by Top 5 responsive duty for the equipment with highly preferred equipment

Figure 1. Equipment with high preference for use in the case of chemical accidents.

(a) equipment not experienced in the field

(b) Equipment not experienced in training

Figure 2. Equipment with no experience in use.

하였을 때 3.75점인 ‘다소 필요’ 수준으로 조사되었다.

장비 관련 숙련도에서 특수구조 20.0%, 화학구조 38.3%가 충분한 숙지를 하고 있다고 나타났다. 이러한 차이는 같은 특수구조단 소속이더라도 특수구조대와 화학구조대의 임무와 보유 장비 차이에서 나타나는데 구조업무에 중점을 둔 특수구조대의 경우 원거리 화학물질 식별 및 오염지역 파악 및 대응이 가능한 장비들을 중점적으로 보유하고 있고, 특수재난 분야에 중점을 둔 화학구조대의 경우 화학물질 탐지 · 분석 및 인체 · 장비 · 지역에 대한 장비들을 중점적으로 보유하고 있다. 이에 따라서 선호도가 높은 장비의 응답자 특성에서 화학구조의 경우 측정기 등이 특수구조에 비하여 2배가량 높은 선호도를 나타냈고 열화상카메라의 경우 특수구조에서 화학구조에 비하여 2배가량 높은 선호도가 확인되었다. 탐지 및 분석에 관한 문항도 마찬가지로 전반적으로 특수구조에서 운영하는 부분이 적기에 활용도가 낮게 나온 것으로 판단된다. 현장 및 교육이나 훈련을 통하여 직접 사용한 경험이 없는 장비의 경우 가스질량분석기, 튜브형측정기, 생물학작용제진단장비, 화학작용제탐지기, 적외선분광분석기 등 현장에서 즉각적으로 사용이 힘들고 분석 및 데이터 산출에 어려움이 있어 활용도가 낮은 장비들이 응답된 것으로 판단된다.

일부 위험 물질의 경우 원거리에서도 식별 가능한 단서들이 있지만, 대부분의 경우 소방대원들이 가까이 접근해야만 식별이 가능하다. 물질을 식별하기 위해 접근할수록 유해한 영향에 노출될 가능성이 커지며 탐지 장비로 물질을 물리적으로 수집하는 것보다 원거리에서 물질을 식별하는 것이 위험성이 낮다. 분석 장비의 경우 휴대성이 용이하지 못하여 긴급한 상황에서의 활용도와 신속성이 떨어져 안전성에 문제가 되기에 직무별 특성이 장비 활용에 영향을 끼치는 것으로 판단된다.

3.4 국내 화학테러 대응 장비 관련 문제점

표시 장비 중 성능에 관한 문제나 불편한 점에 대한 자유 형식의 질문에서는 ‘장비 사용의 어려움’, ‘장비의 국문 매뉴얼의 부족’, ‘장비의 신속성 결여’, ‘고가의 장비 구입 및 유지 비용’ 등의 의견들이 제시되었다. 유해가스를 이용한 화학테러가 발생한다면 현장대응 시 장비에 관련하여 문제가 될 것으로 예상되는 것에 대한 자유 형식의 질문에서는 ‘테러 대응용 장비 부족’, ‘산만한 업무로 전문성 보유 어려움’, ‘보유 장비의 관리상 어려움’, ‘제독 등 사후 처리가 어려움’, ‘오염지역에서의 활동 차량 부족’, ‘장비에 대한 신뢰도 부족’, ‘활용 후 제독 여부에 대한 신뢰도 부족’,

‘오염물질의 분석 난해’ 등의 의견들이 제시되었다.

문제점 중 ‘고가의 장비 구입’, ‘유지 비용’ 및 ‘장비 부족’에 관한 의견은 국가적인 관심과 투자가 적극적으로 이루어져야 한다고 사료된다. 특히 특수재난 분야 장비의 경우 쉽게 다루기 어렵고 고가의 장비들이기 때문에 일선 소방서 자체적 해결에 어려움이 문제점으로 작용 될 것이다. ‘장비 사용의 어려움’, ‘매뉴얼 부족’, ‘산만한 업무로 전문성 보유 어려움’, ‘사후 처리의 어려움’, ‘관리상 어려움’, ‘신뢰도 부족’, ‘오염물질의 분석 난해’ 등의 의견들은 특히 일선 소방서에서 문제 될 것으로 판단된다. 부족한 인원으로 인하여 여러 임무에 투입되는 일반 소방관 특성상 산만한 업무로 인하여 전문성 보유 어려움은 가장 큰 문제로 작용 될 것이라 사료된다.

4. 결론 및 제언

본 논문은 화학사고 및 테러로 인한 현장에서 사용되는 장비에 관한 인식, 현황 및 문제점 등을 조사하고, 조사결과를 바탕으로 각 응답자 특성에 따라 문제점을 파악하여 개선방안을 제시하고자 연구를 진행하였으며 다음과 같이 설명된다.

1. 대응 장비인식의 경우 1순위 ‘대처 및 대응 요령’, 2순위 ‘검출 및 분석’, 3순위 ‘시설·장비 사용법’, 4순위 ‘활동성 훈련’, 5순위 ‘회피구역 설정’으로 나타났다. 대처 및 대응 요령의 경우 유해가스 관련 출동경험이 증가할수록 지속적인 증가세를 보였고 장비 사용법 또한 증가세를 보였으며 특히 ‘0회’일 때 10%, ‘1~4회’ 28.4%, ‘5~9회’ 41.9%로 큰 상승 폭을 보였다. 상대적 경험횟수가 적을수록 중요성을 크게 인식하는 것으로 판단되며 적은 경험을 가진 소방관들을 대상으로 장비사용법 및 훈련을 진행한다면 화학사고 및 테러 대응 초기작전에서의 효율성이 증대되어 ‘대처 및 대응 요령’과 ‘검출 및 분석’에서의 능력 향상이 크게 이루어질 것으로 사료된다.

2. 대응 장비 보유 현황에서 상대적으로 일선 소방관보다 장비 현황이 우수한 특수구조단임에도 불구하고 특수구조대의 부정 응답이 높은 것으로 보아 현재까지도 장비의 최신화 및 보급이 진행 중인 것으로 판단된다. 대부분의 초동대응 요원은 일선 소방서의 소방대원일 가능성이 높다. 이러한 초동대응을 위해서는 보급이 지속적으로 이루어지기 전까지 우선적으로 초동대응에 적합한 탐지 및 식별 장비를 보급해야 할 필요성이 있다. 동시에 장비 사용법에 대한 교육 및 매뉴얼화가 병행된다면 보급 후에도 빠르게 현장 적용에 무리가 없을 것으로 판단된다. 또한, 정기검사 항목에서 정기검사를 받지 않는다는 응답이 29.5%로 나타났기에 새로운 장비 보급이 진행되면서 장비의 정책적 검사 빈도와 유형의 제시 및 관리 개선이 동시에 진행되어야 할 것이다.

3. 대응 장비 활용 현황의 경우 특수구조대와 화학구조

대 임무의 명확성이 구분되어 있기에 보유 장비 숙련도와 선호도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 하지만 일선 소방서의 경우 초동대원으로서 역할 수행 시 업무를 명확히 구분하기가 어렵기에 현장 상황과 초동작전에 맞는 임무를 편성해야 할 필요성이 있다. 특히, 분석 장비의 경우 자유형식 질문에서 장비 사용의 어려움, 장비의 신속성 등이 문제점으로 나타났다. 또한, 개인 필수지참 장비에 관한 필요성 또한 느끼고 있기에 현장에서 즉각적인 사용이 필요한 부분에 관한 장비 분류 및 분석 장비에 관한 사용법 등이 구분이 되어야 한다. 이후 안전성이 높은 특수구조대의 탐지 형식을 주로 하고, 현장 물리적 식별 방법인 화학구조대의 탐지 형식을 부로 하는 일선 소방서 상황에 맞는 전술이 필요할 것이다.

4. 대응 장비 관련 문제점을 해결하기 위해서는 전문성, 관리, 사후 처리 및 분석에 관한 자문 전문가의 활용 혹은 전문 소방관 양성이 필요하다. 미국의 NFPA 1072, 472에서는 Hazardous Materials Technician With Specialty 및 Specialist를 운용하여 탐지 및 식별 장비 등 전문 분야의 전문 기술/지식 및 자문을 제공하고 있다^(10,11). 이에 따라 전문요원을 현장에 같이 운영하고 표준작전절차(SOP)에 적용하여 대응 활동이 진행된다면 효율성이 높아질 것으로 판단된다. 하지만 단시간 많은 전문가 양성에는 어려움이 있어 상황실 등에서 전문가들을 보유하고 화학테러(사고) 발생 시 초동대원들에게 정보를 전달받고 그에 대한 전문가의 의견과 판단을 선정하여 현장지휘관에게 관련 정보를 전달한다면 효율적인 개선방안이 될 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 시스템이 구축되기 위해서는 하드웨어적 보완 및 소프트웨어적 보완이 체계적으로 마련되어야 하며 특히 초동대원의 정보 전달이 가장 중요한 역할이 될 수밖에 없다. 화학사고 현장에서의 초동대원의 능력 향상을 위해서는 장비 사용 및 활용법이 가장 중요한 과제가 될 것이며 이러한 부분들이 이루어지게 된다면 우리나라는 특수재난 분야를 선도할 수 있는 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

마지막으로 특수재난 대응 분야 중에서도 가장 빈번하고 위험한 현장에서 일선으로 뛰고 있는 소방대원들에 대한 집중적인 관심과 연구를 통하여 문제점들을 도출해야 하고, 깊은 전문성을 요구하는 특수재난 분야에 대한 지속적인 개선을 위해서는 많은 시간과 노력이 필요할 것이다. 또한, 고가의 장비가 요구되는 화학테러(사고)의 경우 개선이 빠르게 이루어지기는 어렵기에 현장의 위험성 파악과 안전에 대한 보장이 어려운 특수재난에 대한 통합적인 인식이 늘어나야 하는 것이 최우선일 것으로 생각된다.

본 연구의 경우 전체적인 현황파악에 초점을 맞춰 직접적인 관련이 있는 전국 각지의 실무자들을 대상으로 조사하였기에 그에 따른 한계점을 가지고 있다. 하나는 소방공무원의 직종별 특성으로 신규 임용자들의 연령대가 다양하다는 점과 전국 지역에서 발생하는 화학물질 사고의 발생 건수와 양상이 다르다는 점이다. 또한, 같은 구조직종이더

라도 교육, 관리 및 행정 등 내근직 및 현장 외근직 어떠한 임무를 주로 담당하고 있는지에 대한 분류 시 변수의 차이가 크기에 통계적 표본이 적어진다는 문제점 등이 있다. 세 부적으로 하나의 방향성을 잡아 그에 따른 조사를 한다면 프로그램상 유효한 표본 및 통계데이터를 추출할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 논문은 국내 소방 특수재난 부분의 개선을 위한 첫걸음으로 생각되며 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 정부(경찰청, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 환경부, 소방청)의 재원으로 한국연구재단-국민위해인자에 대응한 기체분자식별·분석기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2017M3D9A1075451)

References

1. National Institute of Chemical Safety, "National Chemicals Information System" <https://icis.me.go.kr/search/searchType2.do> (2020, November 27).
2. J. H. Park, "Industrial Complex in the last three years, high accident risk chemicals, 'Sodium sulfate, hydrochloric acid and sodium hydroxide'", Chemical News, <http://www.chemicalnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=3018> (2020, November 27).
3. The Board of Audit and Inspection of Korea, A Report of Audit "Status of Safety Management of Hazardous Chemical Handling Facilities" (2020).
4. M. R. Jeong, "The status of chemical accident safety management discovered by the Board of Audit and Inspection", OhmyNews, <http://omn.kr/1o8ia> (2020, November 27).
5. National Fire Service Academy, "2019 Newly Appointed Curriculum Fire fighting Tactics I (Fire 3)" (2018).
6. H. H. Kim, "The Fifth Edition of Hazardous Materials for First Responders (pp. 356-368)", BOOKDAEGA, (IFSTA. 2017) (2020).
7. H. H. Kim, "Do you know the Central 119 Rescue Headquarters, the central organization for special disaster response in Korea?", Fire Prevention News, <http://www.fpn119.co.kr/136776> (2020, November 27).
8. E. Y. Yoo, "Special Issue: 58th Anniversary of Firefighting Day 'I asked a former fire commander', (What are the tasks for fire fighting?)", Fire Prevention News, <http://www.fpn119.co.kr/146728> (2020, November 27).
9. Daejeon Fire Headquarters, "Regulations and classes for fire-fighting attire" <https://www.daejeon.go.kr/dj119/CmmContentsHtmlView.do?menuSeq=4433> (2020, November 27).
10. NFPA 1072, "Standard for hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Emergency Response Personnel Professional Qualifications" (2017).
11. NFPA 472, "Standard for Competence of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents" (2018).