

실험실 화학사고 특성 분석에 관한 연구

이태형 · 이덕재 · 박중돈 · 신창현[†]

화학물질안전원 사고대응총괄과

Study for the Characteristics Analysis of Laboratory Chemical Accidents

Tae-Hyung Lee · Deok-Jae Lee · Joong-Don Park · Chang-Hyun Shin[†]

National Institute of Chemical Safety, Accident Response Coordination Division

(Received May 11, 2016; Revised June 13, 2016; Accepted June 17, 2016)

요 약

본 연구는 실험실 화학사고를 대상으로 각 연도별 사고현황, 사고유형, 사고원인 등의 화학물질사고 특성을 분석하였다. 그 결과 실험실에서 발생한 화학사고는 총 30건이었으며, 이중 25건이 학교 실험실에서 발생하였다. 실험실화학사고의 사고유형 중 유출 및 누출에 의한 사고가 가장 많이 발생했으며, 사고원인에 대해서는 작업자부주의로 인한 사고가 가장 많았던 것으로 나타났다. 실험실 사고예방과 연구활동 종사자의 보호를 위해서는 현장점검 강화, 유해화학물질 관리 감독 강화, 안전교육 강화 등 다각적인 정책적 노력이 필요할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

The major aim of this study was to provide information on the chemical accidents that occurred in laboratories over the last 3 years. The total incidence of laboratory chemical accidents was 30 cases; 25 cases occurred at educational institutions. Most accidents (19 cases) occurred due to spills and leaks. The main cause of the accidents analyzed was worker carelessness (21 cases). Twenty-two accidents were related to hazardous chemical substances. In addition, general chemical substances as well as waste liquid contributed 26% to the incidents related to the laboratory. Among the 22 hazardous chemical substances involved in laboratory chemical accident, 67% of accident substances were accident preparedness substances.

Keywords : Laboratory chemical accident, University, Laboratory worker, Laboratory safety

1. 서 론

1.1 연구배경

상업적 유통망을 통해 전 세계적으로 약 12만종의 화학물질이 유통되고 있으며, 국내에서는 약 4만 여종의 물질이 유통되고 있는 것으로 추정된다. 국내의 경우 화학산업은 제조업의 14%(약 88조원)를 차지하고 4만종 이상의 화학물질이 유통되었거나 유통되고 있으며, 매년 400여 종 이상이 새로이 국내시장에 진입하고 있다⁽¹⁾. 다양한 종류의 화학물질은 우리의 일상생활 또는 산업 활동에 필수불가결한 것이며, 최근 급속한 산업발달에 따라 화학물질의 유통량은 매년 증가하고 있다.

화학물질은 잔류성이 높고, 확산성이 있어 사고가 발생할 경우 환경, 인명, 재산 등에 심각한 손실 및 피해를 유

발하는 경우가 많다⁽²⁾. 1987년부터 1990년 이전까지 우리나라 산업현장에서 화재 · 폭발 · 누출 등 화학사고가 133건 발생하였다. 이중 화학물질 누출사고 통계는 60여건으로 알려져 있으나, 이 수치는 사업장 내부의 근로자가 사망하거나 부상을 당한 산업재해로 인정된 사고에 한해서만 통계된 결과로 작성된 것을 감안하면 실제로는 더 많은 누출사고가 발생했을 가능성이 있다⁽³⁾. 2012년 9월에 발생한 구미 (주)휴브글로벌 불산 누출사고 이후, 사업장 근로자 및 관리자, 민원인의 화학사고에 대한 경각심과 관심 증대로 신고되는 사고가 증가하고 있다. 2012년 이후, 화학사고의 발생현황을 살펴보면 2012년에 9건에서 2013년에 86건으로 큰 폭으로 상승하였고, 2014년에는 104건이 발생하였고⁽⁴⁾, 2015년에는 111건이 발생하였다⁽⁵⁾. 국내에서 발생한 화학사고는 주로 사업장, 도로상, 기타장소(실

[†]Corresponding Author, E-Mail: yjoy122@korea.kr
TEL: +82-42-605-7022, FAX: +82-42-605-7035

험실, 병원, 주택가, 공사장 등) 등에서 발생하였고, 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 발생한 화학사고 장소 중 기타장소에서 발생한 화학사고의 증가율이 2013년(16건) 대비 2015년(28건)에 75%가 증가하였다⁽⁵⁾. 전체 기타장소에서 발생한 화학사고 중 실험실에서 발생한 화학사고는 전체 발생 건수 중 65%으로 가장 많아 이에 대한 대응책 마련이 시급한 실정이다. 그동안 국내에서 수행된 화학사고 관련 연구는 대부분 사업장을 대상으로 하여 유해화학물질 관리 실태에 대한 조사, 국외의 화학물질 관련 관리제도 및 선진국 비상대응체계의 특징 등의 연구가 이루어져 왔다^(6,7). 우리나라 정부차원의 실험실 사고에 대한 대응은 열악한 실험실의 환경 조성을 개선하고 실험실의 안전성 확보와 연구활동 종사자의 실험실 사고로 인한 피해를 적절히 보상하고자 2005년 3월 31일 법률 제7425호로 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」이 제정되었다⁽⁸⁾. 실험실에서 발생한 사고와 관련한 연구는 화학사고보다는 대부분 화재 및 폭발 등의 안전사고 발생에 대한 예방 및 대책 등에 초점이 맞추어진 연구가 진행되어왔으며 화학사고의 발생 유형, 원인, 사고물질 등의 분석을 통한 화학사고 예방대책 등을 위한 연구는 미진한 실정에 있다.

이에, 본 연구에서는 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 국내에서 발생한 실험실 화학사고의 유형, 원인, 기관현황, 사고물질 등의 특성을 분석하고 문제점을 고찰하여 향후 실험실 화학사고에 대한 취약한 기관 및 사고다발물질 등의 사고 예방대책 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

1.2 이론적배경

국내 실험실에서 발생한 사고사례를 살펴보면 1999년 9월에 S대학 에서 알루미늄 분말의 폭발사고로 인해 3명이 사망하고, 1명이 부상하였으며, 2003년 7월에는 K연구원에서 과산화수소 반응실험 중의 폭발사고로, 1명이 사망하고, 1명이 부상하였다⁽⁹⁾. 2005년 1월에는 S기술원에서 파이롯 플랜트의 중합실험 중 반응물이 누출 되어 폭발사고가 발생하여 6명이 부상하였으며, 2010년 12월에는 H대 방폭실험실 가스폭발 사고로, 교수 1명이 사망하고, 연구원 5명이 부상을 입었고⁽¹⁰⁾, 2011년 8월에는 K케미칼 기술연구소에서 시험 운전설비인 건조기에서 폭발사고가 발생하여 연구원 5명이 사망하고, 2명이 부상한 사고가 있었다⁽¹¹⁾. 국외에서는 2005년 미국 O주립대에서 솔벤트 저장 캐비닛을 내려놓던 중 폭발사고로 인해 실험실이 약 1억 원 가량의 재산상 손실을 입었으며, 2009년 그리스 화학 기술연구소에서 전기회로 단락으로 추정되는 화재로 인해 약 2억 5천만원의 물적 손실이 발생하였고⁽¹²⁾, 2011년 4월에는 미국 Y대학교 스테리화화학연구소 공작실에서 고속으로 회전하는 기계설비에 의해 1명의 여성 연구원이 사망하였다⁽¹³⁾. 이와 같이 국내 · 외 연구기관이나 대학의 실험실에서 인적 · 물적 사고가 지속적으로 발생되고 있어서 실험실 사고예방 대책의 필요성이 제기되고 있다⁽¹⁴⁾.

실험실에서 발생한 사고의 연구는 대부분 사고 위험성 분석, 안전수준 평가, 안전의식 평가 등을 통한 안전사고 예방 및 개선에 관한 연구에 관한 것이다.

정영진⁽¹⁵⁾은 200개의 실험실에 대하여 전반적인 문제점을 진단하여, 1등급, 2등급, 3등급 등으로 각 실험실을 평가하였다. 또한 실험실습실의 안전 분야별 문제점 지적 건수를 소방분야, 전기분야, 화공안전분야, 일반안전분야, 기계안전분야, 가스안전분야로 분류하여 조사하여 지적된 사고원인에 대하여 안전대책을 제안하였다.

최문선⁽¹⁶⁾은 실험실 안전인증 평가를 통하여 대학교 각 실험실이 처한 현재의 안전도를 점검하고, 외국대학과 국내 대학의 실험실 안전관리 현황을 조사하여 안전한 실험실 환경을 위한 개선방향 및 개선안을 도출하였다.

김경천⁽¹⁷⁾은대덕연구단지 내 10개 정부출연 연구기관에 종사하는 1,226명의 연구원을 대상으로 안전의식 설문조사를 통하여 연구원들의 안전의식 정도를 측정하였다. 이를 통하여 실험실 안전사고를 사전에 예방하기 위한 안전의식에 영향을 미치는 요인을 파악하여 결여된 안전의식을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

이근원⁽¹⁸⁾ 등은 대학과 연구기관의 실험실의 화학물질 사용현황과 특성을 파악하여 실험종사자들의 안전성 확보를 위한 조사 도구로서 실험실 설문지를 개발하였다. 개발된 설문지를 이용하여 연구기관과 대학을 대상으로 화학물질 사용량과 폐기량 및 실험실 환경에 대한 인식도 조사를 실시하여 사고예방대책 수립 등에 필요한 기초자료를 제시하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상 및 분석방법

본 연구에서는 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 발생한 총 301건의 화학사고를 분석하여 가장 많은 사고가 발생한 기타장소 중, 실험실에서 발생한 화학사고가 30건으로 가장 많이 발생한 것으로 조사되었다. 30건 실험실 화학사고를 대상으로 각 연도별 사고현황, 사고유형, 사고원인 등의 화학물질사고 특성을 분석하였다. 사고유형 조사는 유출 및 누출, 화재, 폭발, 이상반응과 두 가지 이상의 사고유형이 동시에 발생한 복합사고 등으로 분류하였고, 사고원인조사는 작업자 부주의, 시설관리 미흡 등으로 분류하여 각 연도별 사고발생 건수를 조사하였다(Figure 1). 또한, 화학물질 사고에 대한 취약기관 및 사고다발물질의 조사를 위해 사고기관 분석, 사고물질 조사 등을 수행하였다(Figure 2). 사고기관 분석은 초등학교, 고등학교, 대학교 등이 포함된 학교와 정부출연 및 국공립 연구기관 등으로 분류하여 조사하였다. 또한, 사고물질의 조사는 유해화학물질, 일반화학물질, 폐액 등으로 분류하여 조사하였고, 유해화학물질은 사고대비물질과 유독물질로 분류하여 조사하였다.

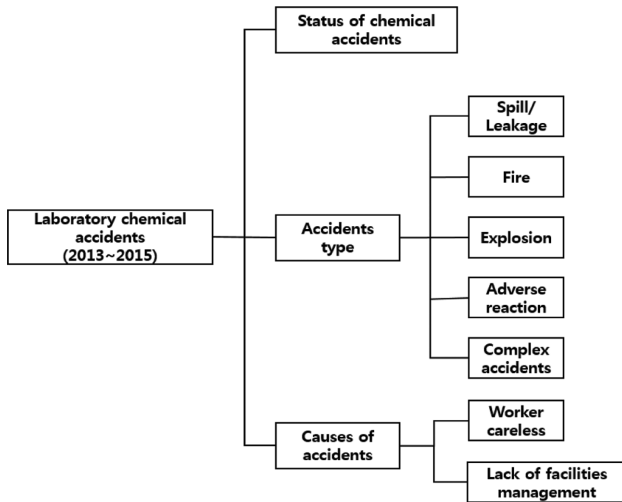


Figure 1. Characteristics analysis logic of laboratory chemical accident.

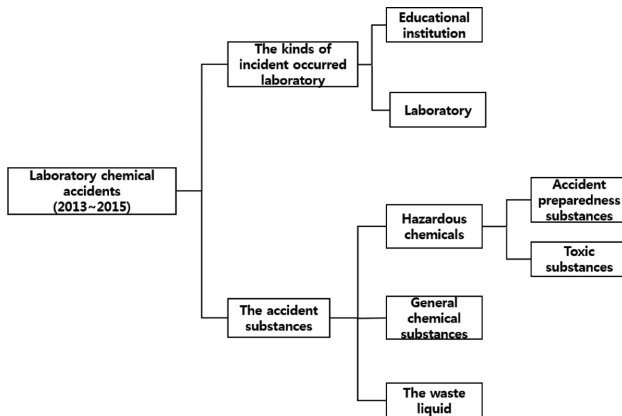


Figure 2. Accident analysis logic for the laboratory agency sector and the accident substances.

2.2 자료분석

국내 실험실 화학사고의 분석을 위하여 화학물질안전원에서 구축한 “화학안전정보 공유시스템”(www.csc.me.go.kr)

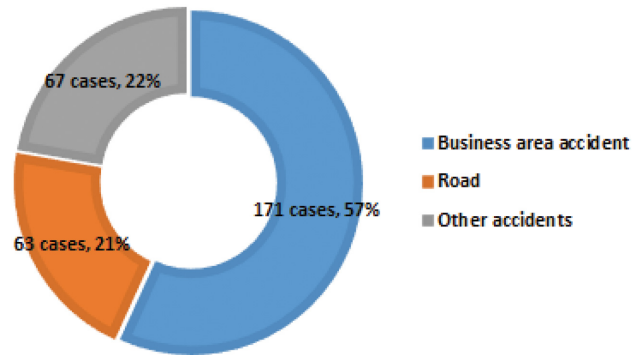


Figure 3. Status of chemical accidents in accordance with the accident place.

의 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 301개의 자료를 분석하였고, 자료의 통계분석은 SPSS ver19 (IBM Co., USA) 프로그램을 이용하였다. 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 통해 사고유형(유출 및 누출, 화재, 폭발, 이상반응, 복합사고)에 따른 사고 발생에 대한 차이검정을 실시하였고, Independence T-test를 통해 사고기관(학교, 연구소)의 사고발생과 사고원인(작업자 부주의, 시설관리 미흡)의 차이 검정을 수행하였다. 통계치의 유의수준(p-Value)은 0.05를 기준으로 분석하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 실험실 화학사고 발생현황

2013년부터 2015년까지 최근 3년간 발생한 화학사고 발생현황을 살펴보면, 총 301건이 발생했으며, 이중 57%에 해당하는 171건의 사고가 사업장에서 발생했고, 학교, 연구소, 병원, 주택가, 관공서, 공사장, 선박, 도로 등의 기타 장소와 화학물질을 운반하기 위한 탱크로리 및 화물수송 차량 등의 운송차량에 의한 사고가 각각 67건(22%), 63건(21%) 발생한 것으로 조사되었다(Figure 3). Figure 4의 기타 장소에서 발생한 화학사고를 살펴보면, 초등학교, 고등

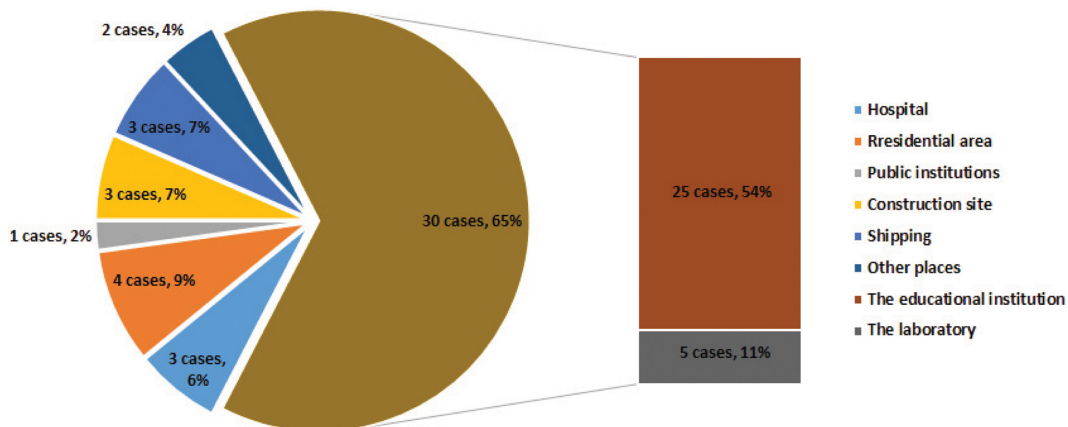


Figure 4. Status of chemical accidents in other accidents.

Table 1. Independence T-Test for Kinds of Chemical Accidents Occurred in Laboratory (unit: case/year)

Type	Total	The kinds of incident occurred laboratory		p-Value
		Educational institution	National laboratory	
2013	9	7	2	< 0.05
2014	11	9	2	
2015	10	9	1	
Total	30	25	5	

Table 2. One Way-ANOVA for Type of Laboratory Chemical Accidents (unit: case/year)

Type	Total	Accidents type					p-Value
		Spill & Leakage	Fire	Explosion	Adverse reaction	Complex accidents ¹⁾	
2013	9	6	1	1	1	0	< 0.05
2014	11	8	0	2	1	0	
2015	10	5	0	1	3	1	
Total	30	19	1	4	5	1	

¹⁾Two kinds or more accidents concurrence.

Table 3. Independence T-Test for Causes of Laboratory Chemical Accidents (unit: case/year)

Type	Total	Causes of the accident		p-Value
		Worker careless	Lack of facilities management	
2013	9	8	1	< 0.05
2014	11	10	1	
2015	10	3	7	
Total	30	21	9	

학교, 대학교 등의 학교 실험실 및 정부출연 및 국공립 연구기관의 실험실에서 발생한 사고가 30건(65%)으로 가장 많은 것으로 조사되었다(Figure 4). 또한, 실험실 사고 중 25건(초등학교 1건, 고등학교 3건, 대학 21건)이 학교 실험실에서 발생하였고, 5건(7%)이 연구기관의 실험실에서 발생한 것으로 조사되었다(Figure 4). Table 1의 2013년에서 2015년까지 연도별 실험실 화학사고 발생현황에서도 학교 실험실에서 발생한 화학사고가 각각 7건, 9건, 9건 발생하여, 각각 2건, 2건, 1건 발생한 연구기관의 실험실에서 발생한 화학사고보다 많이 발생한 것으로 조사되었다($p < 0.05$).

최근 3년간 유출 및 누출, 화재, 폭발, 이상반응, 복합사고 등의 유형으로 발생한 실험실 화학사고를 조사하여 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 수행한 결과 각각 19건, 1건, 4건, 5건, 1건 등이 발생하여 유출 및 누출에 의한 사고발생 유형이 가장 많이 발생하였고, 화재, 폭발에 의한 사고가 각각 1건씩 발생하여 가장 적은 것으로 조사되었다($p < 0.05$) (Table 2).

Table 3은 총 발생한 화학사고에 대해 작업자 부주의, 시설관리 미흡 등으로 사고원인을 분류하여 조사한 결과로, 각각 21건, 9건으로 작업자 부주의에 의한 사고가 많

이 발생한 것으로 조사되었으며, 또한, 2013년에서 2015년까지 발생한 작업자 부주의에 의한 사고 건수는 각각 8건, 10건, 3건이었고, 시설관리미흡에 의한 사고 건수는 각각 1건, 1건, 7건인 것으로 조사되었다($p < 0.05$) (Table 3).

2013년부터 2015년까지 최근 3년간 실험실화학사고가 발생한 30개 실험실의 사고물질을 유해화학물질, 일반화학물질, 폐액 등으로 분류하여 조사한 결과 3년간 총 발생한 사고는 각각 22건, 6건, 2건 등이 발생하여 유해화학물질에 의한 사고가 가장 많이 발생하였고, 이 중 사고대비물질이 20건, 유독물질에 의한 사고가 2건 발생한 것으로 조사되어 유해화학물질 중에서도 사고대비물질에 의한 사

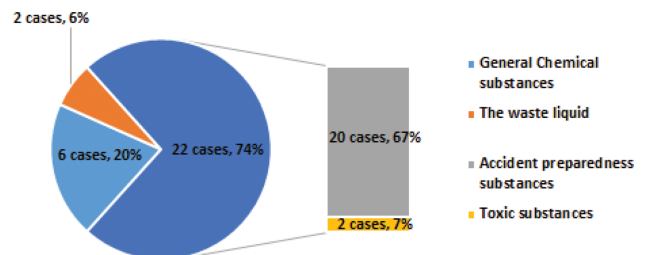


Figure 5. Status of chemical substances for laboratory chemical accidents.

Table 4. One Way-ANOVA for Type of Laboratory Chemical Accident Substances (unit: case/year)

Type	Total	Hazardous chemical substances		General chemical substances	The waste liquid	p-Value
		Accident preparedness substances	Toxic substances			
2013	9	6	0	3	0	< 0.05
2014	11	9	0	2	0	
2015	10	5	2	1	2	
Total	30	20	2	6	2	

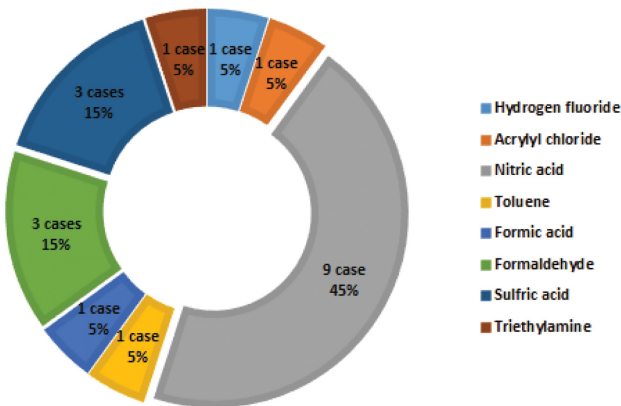


Figure 6. Status of laboratory chemical accident substances in accident preparedness substances.

고가 67%으로 가장 높은 비율을 차지했다(Figure 5). 또한, Table 4의 2013년부터 2015년까지 발생한 실험실 화학사고 사고물질 조사에서도 사고대비물질이 각각 6건, 5건, 5건으로 가장 많이 발생했으며, 통계적으로도 유의한 차이인 것으로 조사되었다($p < 0.05$) (Table 4). 또한, Figure 6은 조사대상기간인 최근 3년간 발생한 실험실화학사고 사고물질 중 사고대비물질의 종류를 분석한 도표이다. 분석한 결과를 살펴보면, 질산이 45%으로 가장 많이 발생한 사고물질인 것으로 조사되었으며, 폼산, 폼알데하이드가 각각 15%, 불화수소, 아크릴일클로라이드, 톨루엔, 황산, 트라이에틸아민 등이 각각 5%의 비율을 나타내었다(Figure 6).

3.2 화학사고 문제점 고찰

산업화와 과학기술의 발전으로 연구개발 활동의 다양화와 융합화에 따라 실험실에서는 다양한 실험이 이루어지고 있다. 여러 종류의 독성가스와 화학물질의 취급·사용과 함께 실험실의 수행업무도 복잡·다양해져 잠재위험이 크다. 또한, 실험조건이 극한의 온도와 압력 하에서 수행되는 경우가 많아 화재폭발 사고 등으로 인명 피해가 발생하고 있다⁽⁸⁾.

본 연구에서 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 학교, 정부 출연 및 국공립 연구기관 등의 실험실에서 발생한 화학사고는 총 30건이었으며, 이중 25건(초등학교 1건, 고등학교 3건, 대학교 21건)이 학교 실험실에서 발생하였고

(Figure 4), 이중 대학교에서 가장 많이 발생한 것으로 조사되었다. 사고원인을 조사한 결과에서는 작업자부주의로 인한 사고가 전체 사고 중 21건으로 가장 많았던 것으로 나타났다($p < 0.05$) (Table 3). 이근원⁽¹⁹⁾의 연구에서 대학의 실험실 사고사례를 분석한 결과 실험실 사고 피해자의 근무연수가 1~5년 미만의 경우가 95%를 차지하였고, 신분별로는 학부생이 65%이고, 대학원생이 약 20%, 교직원 15% 정도를 차지하였다. 또한, 연령별로는 20대가 95%를 차지하였다. 즉, 실험실 사고의 피해자 대부분은 실험작업에 서툴거나 미숙련자인 경우가 많았고, 유해화학물질에 쉽게 접근할 수 있는 신분이었다. 또한, 연구원들의 안전불감증 등에 의한 부주의 사고가 대부분이었던 것으로 판단된다.

「화학물질관리법」에서는 화학물질 중에서 급성독성(急性毒性)·폭발성 등이 강하여 화학사고의 발생 가능성이 높거나 화학사고가 발생한 경우에 그 피해 규모가 클 것으로 우려되는 화학물질로서 화학사고 대비가 필요한 물질 69종을 “사고대비물질”로 정하여 별도의 관리기준(화학물질관리법 제 40조, 사고대비물질 관리기준)에 의해 관리하도록 하고 있다⁽²⁰⁾. 국내에서 2012년부터 2014년까지 국내 117개 사업장에서 발생한 화학사고의 사고물질은 70개 사업장에서 사고대비물질에 해당하는 물질로 인한 사고가 발생하였고 이는 전체 사고 사업장 중 60%에 해당하는 비율이었다⁽⁴⁾. 본 연구에서 조사한 실험실 화학사고의 사고물질 조사에서도 전체 사고 30건 중 74%에 해당하는 22건의 사고가 유해화학물질에 포함되었으며, 그중에서도 사고대비물질이 67%에 해당하는 20건으로 가장 많은 사고발생 빈도를 보였다(Figure 5). 제도적 장치로서, 「화학물질관리법」에서는 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자와 사고대비물질을 환경부령으로 정하는 수량 이상으로 취급하는 자는 각각 “장외영향평가서”, “위해관리계획서”를 작성하여 환경부장관에게 제출하도록 하고 있으나⁽²⁰⁾, 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제 2조 제 2호에서 정하고 있는 연구실인 경우에는 각각 “장외영향평가서 작성 등에 관한 규정” 제 4조, 「화학물질관리법」 제 40조 등에 의해 그 대상에서 제외되고 있는 실정이다^(21,22). 따라서, 실험실 화학사고에 있어서 사고대비물질 등의 사고다발물질의 안전관리 및 화학사고 예방을 위한 제도적 보완이 필요하고, 물질을 다루는 안전수칙과 안

전작업 절차를 준수토록 관리·감독을 철저히 해야 할 것이며, 집중적인 취급교육 및 안전관리 등의 맞춤 대응방안 수립이 필요할 것으로 판단된다.

자체 점검과 관련하여, 「화학물질관리법」 제 26조에서는 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자는 주 1회 이상 해당 유해화학물질의 취급시설 및 장비 등에 대하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 정기적으로 점검을 실시하도록 법으로 정하고 있으나 점검의 내용에 대한 항목이 구체적이지 못하여 실효성이 부족하다. 또한, 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제 6조에서는 연구주체의 장이 연구실의 안전을 유지관리하기 위하여, “안전관리규정”을 작성하여 각 연구실에 게시 또는 비치하고, 이를 연구활동 종사자에게 알려야 한다고 정하고 있고, 같은 법 제 18조 2항에서는 연구주체의 장은 연구활동 종사자에 대하여 연구실 사용에 따르는 안전성 확보 및 사고예방에 필요한 교육·훈련을 실시하여야 한다고 정하고 있다⁽²²⁾. 하지만, 상당수의 연구기관 등에서는 실험실 안전관리규정이 법에서 정한 안전관리규정과 문서기록만을 보관하고 있고, 안전관리규정도 체계적으로 운영되지 않고 있다⁽²²⁾. 또한, 일상점검은 강제성이 없기에 형식적으로 이루어지고 있는 실정이다⁽²³⁾. 즉, 강제성이 없는 일상점검과 강제성이 있지만 실효성이 부족한 자체 점검 등의 제도로 화학사고 예방에 대한 제도적 사각지대가 발생하였다. 이에, 현 상황에서 연구활동 종사자의 보호를 위해서는 연구실 책임자의 법규 준수에 대한 책임의식 제고와 연구활동 종사자에 대한 개인보호장구 착용, 유해화학물질 진열량·보관량 등에 대한 지속적인 안전교육 및 안전의식 강화가 필요하고, 향후에는 체계적인 안전관리가 될 수 있도록 강제성과 실효성을 갖춘 제도적 뒷받침이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 2013년부터 2015년까지 최근 3년간 발생한 30건의 실험실 화학사고를 대상으로 화학사고의 특성을 분석하였으며, 각 연도별 사고현황, 사고유형, 사고원인 등의 화학사고 특성분석을 통해 실험실화학사고 발생의 문제점을 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

30건의 실험실화학사고 중 25건이 학교 실험실에서 발생하였으며, 이중 21건이 대학 실험실에서 발생한 사고였다. 또한, 실험실화학사고의 원인, 즉, 작업자 부주의, 시설관리 미흡 등으로 분류하여 조사한 결과 작업자 부주의에 의한 사고가 21건으로 가장 많이 발생했다. 이에, 실험실 업무 종사자에게 안전수칙을 준수하고, 안전의식 고취를 위한 지속적인 교육훈련 등의 실시로 안전을 최우선으로 하는 풍토를 조성·정착시키는 것이 필요하다. 또한, 연구실험 활동 시 잠재위험요소의 식별관리 및 실험도구 취급 시 사전 안전점검 등 실험실 안전관리 체계수립이 필요할 것으로 사료된다.

30건의 실험실 화학사고 중에서 사고의 74%가 유해화학물질이었으며, 67%(20건)가 사고대비물질에 의해 발생한 것으로 조사되었다. 이에, 사고다발 화학물질 및 유해화학물질의 경우, 성상별 보관 등의 조치가 필요하고 물질에 대한 집중적인 취급 및 안전관리 등의 맞춤 대응방안 수립이 필요하다.

실험실 사고예방과 연구활동 종사자의 보호를 위해서는 지속적인 안전 교육을 포함한 체계적 안전관리와 실험실 책임자의 책임의식 제고 및 연구활동 종사자의 안전 의식 강화가 필요하며, 이를 위해, 현장점검 강화, 유해화학물질 관리 감독 강화, 안전교육 강화 등 다각적인 정책적 노력이 필요할 것으로 사료된다.

References

1. G. S. Jeong and E. S. Baik, “A Study the Improvement of Safety Management of Hazardous Chemicals Handling in the Workplace”, Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 28, No. 1, pp. 12-19 (2014).
2. Deputy director general of safety environment in the Office for Government Policy Coordination, “Accidents of Harmful Substance’s Crisis Management and Direction of Policy” (2013).
3. S. R. Ahn, S. B. Kim, J. H. Lee and K. S. Chun, “Study on Chemical Incident Response Plan Identified as a Chemical Accident Statistics”, Korean Journal of Hazardous Materials, Vol. 2, No. 1, pp. 50-54 (2014).
4. T. H. Lee, J. D. Park, S. J. Lee, B. S. Bang, K. P. Kim, M. S. Kim and J. S. Park, “Characteristics of Chemical Substance Accident in Korea”, Korea Journal of Hazardous Materials, Vol. 3, No. 1, pp. 35-39 (2015).
5. Chemistry Safety Clearing-house (csc.me.go.kr).
6. K. S. Jeong and E. S. Baek, “Research about Safety Management’s Improvement of Harmful Chemical Substance in Work Place”, Korea Environmental Industry and Technology Institute, Vol. 28, No. 6, pp. 90-98 (2014).
7. J. H. Yun, “Reality of Chemical Substance Management through Accident Case of Harmful Chemical Substance”, Korea Environmental Industry and Technology Institute, Vol. 25, No. 6, pp. 70-78 (2013).
8. K. W. Lee, “The Importance and Countermeasures of Laboratory Safety and Environment”, Gas News (2016).
9. K. W. Lee, “An Evaluation of Safety and Health Level in Chemical Laboratories”, International Journal of Safety, Vol. 6, No. 2, pp. 33-37 (2007).
10. K. W. Lee, “A Study of Laboratory Safety Incident Response - Focusing on the Explosion - Proof Lab Accident”, The Journal of Laboratory & Safety, Vol. 5, No. 1, pp. 36-45 (2010).
11. Dryer explosion and fire accident, KOSHA-CCPS-201103,

- Korea occupational safety and health agency (2011).
12. Y. S. Lee, "A Study on Advancement Plan of Laboratory Safety Policy through Survey on the Current Status", Ministry of Education and Science Technology (2011).
 13. T. W. Kang, "Death Due to Mechanical Equipment that Rotates at a High Speed", The Honoural of Laboratory & Safety, Vol. 6, No. 1, pp 68-72 (2012).
 14. S. I. Hwang, "Based Construction Project on Safety and Environment Laboratory", Korea Engineering & Consulting Association (2010).
 15. Y. J. Chung, "Risk of Accidents Analyzed in the Laboratory of the University", Journal of KOSHAM, Vol. 12, No. 6, pp. 191-199 (2012).
 16. M. S. Choi, Evaluation and Management for Safety of Laboratory in University, Department of Global Management, Graduate School of Technology and Management, Kyung Hee University (2008).
 17. K. C. Kim, A Plan to Improve Researchers' Safety Consciousness for the Prevention of Laboratory Safety-Accident, Department of Industry & Management Engineering, Graduate School of Industry, Hanbat National University (2012).
 18. K. W. Lee and Y. R. Choi, "Actual Condition and Realization of Important on Laboratory Safety Management in Chemical Laboratories", Journal of the Korean Institute of Gas, Vol. 16, No. 2 (2012).
 19. K. W. Lee and J. S. Lee, "A Study on the Analysis of Accident Cases in Laboratories", Journal of the Korean Institute of Gas, Vol. 16, No. 5, pp. 21-27 (2012).
 20. Chemicals control act, Ministry of environment (2015).
 21. Regulations on writing of off site risk assesment, Ministry of environment announced, No. 2016-29, Ministry of environment (2016).
 22. Law on safety laboratory environment, Ministry of science, ICT and future planning (2005).
 23. Eom, S. H., A study on improvement of safety management for chemical laboratory using root cause analysis map of accidents, Department of Gas Engineering, Graduate School of Energy and Environment, Seoul national university of science & Technology (2011).