

유해·위험물질 취급 화학실험실 관리 기준 정립 및 체계 개선에 관한 연구

조남준*·이만수**

*연세대학교 기술정책협동과정 · **호서대학교 융합기술학과

Study on Establishment of management standards of Chemistry laboratory handling hazardous substances and improvement of system

Nam-Joon Cho* · Man-Soo Lee**

*Graduate Program in Technology Policy, Yonsei University

**Department of Fusion Technology, Hoseo University

Abstract

There are more than 30,000 chemical substances handled in domestic university laboratories. Among them, hazardous materials are selected and managed as designated substances by the standards of 19 Ministries and 16 Acts. However, domestic safety-related laws and regulations are used to manage industrial risk factors based on industrial activities. In case of installing a university chemical laboratory in accordance with the installation standards applicable to general workplaces. It is not suitable to use as a laboratory installation standard that can be applied to a chemical laboratory installed at a university such as a problem occurs in applying to a university using a small quantity of dangerous substances in a small amount.

In order to establish the laboratory structure and facility standards that are appropriate for the laboratory characteristics and apply systematic laboratory safety, the National Security Administration shall apply the special handling standard of chemical experiment to places where handling less than 30 times the designated quantity of chemical substances for chemical experiments. On August 2, 2016, the regulations for the enforcement of the Dangerous Goods Safety Management Act and the standards for the structure and facilities of the university chemical laboratory were enacted.

In this study, we investigated the domestic chemical substances laws and regulations to determine the chemical substances that are over-regulated in the relevant laws, and define them as substances against accidents. The management criteria for the substances were analyzed. The R value for the designation of the designated quantity by the concept of the space in the management standard was calculated.

Keywords : Hazardous material risk, A chemical laboratory. Specified quantity, CPM

1. 서론

국내 대학 실험실에서 취급하고 있는 화학물질은 30,000여종 이상으로 추정되고 있으며, 이 중 위험물

질은 9개 부처 16개 법령에 따른 기준에 의한 지정물질로 선정 관리 중이다. 그러나, 국내 안전관련 법령들은 산업활동을 기준으로 하고 산업체의 위험요인 관리에 활용하는 것으로 이 설치기준에 따라 대학 화학실

†Corresponding Author: Man-Soo Lee, Dept. of Management of Technology, Hoseo University, E-mail: mslee@hoseo.edu

Received October 20, 2016; Revision Received December 01, 2016; Accepted December 15, 2016.

험실을 설치하면 일정한 공정에 따른 위험물질 운영 사업장과는 달리 위험물질을 다품종 소량 사용하는 대학에 적용하는 데 많은 문제점이 발생해 대학교 등의 실험실 설치기준으로 활용하기에 적합하지 않다.

이에 국민안전처는 화학실험을 위해 지정수량의 30배 미만 위험물을 취급하는 장소에 화학실험의 일반취급소 특례를 적용하여 연구실 특성에 맞는 실험실 구조 및 설비 기준을 수립하고 체계적인 실험실 안전을 도모하기 위해 '16년 8월 2일 위험물 안전관리법 시행규칙 개정 및 대학 화학실험실 구조·설비 기준을 제정하였다.

본 연구에서는 제·개정된 시행규칙의 운영에 대한 타당성을 도출하기 위해 국내 화학물질 관련 법령들을 조사하고, 관련 법령에서 중복규제하고 있는 화학물질을 위험도가 높다고 판단하여, 사고대비물질로 정의하고 이 물질들에 대한 관리기준을 분석하였다. 국내 2개 기관의 실험실에 대해 위험물질 취급현황을 전수조사하고, 관리기준 중 공간의 개념을 층별로 하여 지정수량을 지정하는 것에 대한 R값을 산출하였다.

2. 유해·위험물질 정의 및 분류

국내에서 화학물질은 4만종 이상 유통되고 있으며 주관부처, 관련법, 관리대상 및 수단 등으로 구분하여 <Table 1>과 같이 9개 부처 16개 법령에 의해 관리되고 있으며 부처별로 위험물, 유독물 및 사고대비 물질, 유해·화학물질, 에너지 및 고압가스 등으로 구분하고 있다. 이 중 화장품, 식품, 비료, 농약 및 사료 등의 관련 법률에서는 화학물질이 함유된 제품의 위해성에 초점을 맞추어 관리하고 있으며, 유해위험 화학물질과 관련된 법령은 위험물 안전관리법(국민안전처), 화

학물질관리법(환경부), 산업안전보건법(고용노동부), 고압가스 안전관리법/액화석유가스의 안전관리 및 사업법(산업통상자원부)을 들 수 있다.

또한, 현재 각 부처에서 관리되고 있는 화학물질은 동일물질이라도 관련부처별 법령에 의해 중복관리가 가능하도록 되어 있으나, 동일물질이더라도 개별법령에 따라 상이한 관리기준과 규제분류를 하고 있다.

본 연구에서는 상대적으로 많이 사용하고, 유해·위험성이 존재한다고 판단한 화학물질을 관리하는 4개 부처 5개 법령(위험물 안전관리법, 화학물질관리법, 산업안전보건법, 고압가스 안전관리법, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법)에 해당되는 물질을 “유해·위험물질”이라 정의하고 이를 화학실험실에 적용하여 관리 기준 및 체계를 개선하는 방향을 제시한다. 이는 국내에서 취급하고 있는 화학물질 중 유해위험성이 있는 물질에 대한 명명법이 분명하지 않은 점을 고려하여 선정하고 연구를 진행하였다. 본 연구에서 정의한 유해·위험물질에 대한 국내 관련 법령은 위험물안전관리법, 산업안전보건법(이하 “산안법”이라 한다), 고압가스 안전관리법, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법(이하 “액법”이라 한다), 화학물질관리법(이하 “화관법”이라 한다)이다. <Table 2>와 같이 위험물 안전관리법과 고압가스 안전관리법, 액화석유가스 안전관리 및 사업법은 물질의 물리화학적 특성을 기준으로 물질군으로 분류하여 정확한 물질 품명과 갯수가 나타나지 않는 반면, 산안법 및 화관법은 관리기준에 따른 물질을 분류하고 있어 공정안전보고서 제출대상 외 산안법 관리 대상물질 1,378종, 위해관리계획 제출대상 외 화관법 관리 대상물질(사고대비물질) 포함 863종으로 명확하게 구분하고 있다.

<Table 1> 법령에 의한 화학물질 관리대상 및 방법

Managing Ministry	Related Law	Enforcement & Revision date	management object	management method
환경부	화학물질관리법	2015.7.21. 시행 2015.1.20. 일부개정	사고대비물질, 유독물	장외영향평가서 위해관리계획서 화학물질 통계조사
	잔류성유기 오염물질관리법	2015.1.1. 시행 2013.6.4. 타법개정	다이옥신 등	관리대상평가
고용노동부	산업안전보건법	2015.1.1. 시행 2013.6.4. 타법개정	유해물질	공정안전보고서 작업환경측정
산업통상자원부	고압가스안전관리법	2015.7.29. 시행 2015.1.28. 일부개정	고압가스	안전성향상계획
	액화석유가스법	2015.7.29. 시행 2015.1.28. 전부개정	액화석유가스	정밀안전진단 및 안전성평가
국민안전처	위험물안전관리법	2015.1.1. 시행 2014.12.30. 전부개정	위험물	예방규정
미래창조과학부	연구실안전법	2015.7.1. 시행 2014.12.30. 일부개정	과학기술분야 대상 연구실	안전점검
			화관법 제2조7호유해 화학물질 취급연구실	정밀안전진단
			산안법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실	
			미래부령에 따른 독성가 스를 취급하는 연구실	
			정밀안전진단 대상 연구실	사전유해인자 위험분석
식품의약품안전처	마약류관리법	2015.5.18. 시행 2015.5.18. 일부개정	마약	거래 기록작성 및 승인
	약사법	2015.10.1. 시행 2015.5.18. 일부개정	의약품	품목허가 및 품목신고
	화장품법	2015.7.29. 시행 2015.1.28. 일부개정	화장품	원료위해평가
	식품위생법	2015.5.29. 시행 2014.5.28. 일부개정	식품첨가물	위해평가
농림축산식품부	비료관리법	2015.2.3. 시행 2015.2.3. 일부개정	비료	위해성 비료의 수입제한
	사료관리법	2015.2.2. 시행 2015.2.3. 일부개정	보조 사료	사료공장 위해요소 중점관리
	농약관리법	2015.7.20. 시행 2015.7.20. 일부개정	농약	원제 등록신청
경찰청	총검단속법	2015.9.12. 시행 2015.3.11. 일부개정	화약·폭약	안정도시험 자체안전점검
원자력안전위원회	원자력안전법	2015.7.21. 시행 2015.1.20. 일부개정	핵물질 및 방사선물질	안전성평가

<Table 2> Classification standard & Object material by related law of harmful dangerous substance

Managing Ministry	Related Law	Classification standard	management object
국민안전처	위험물안전관리법	화재폭발에 의한 물리화학적 특성에 따른 물질군	제 1-6 류 (약 3,000종)
고용노동부	산업안전보건법	9개 관리기준 대상 물질	공정안전보고서 제출대상 외 8개 기준 (1,378종)
산업통상 자원부	고압가스 안전관리법	가스의 물리화학적 특성에 따른 물질군	가연성 가스 외 4개 물질군
	액화석유가스 안전관리 및 사업법		프로판 또는 부탄이 주성분인 액화 또는 기화상태 가스물질군
환경부	화학물질 관리법	4개 관리기준 대상 물질	사고대비물질 외 3개 기준 (863종)

또한 <Table 3>과 같이 유해·위험물질을 관리하기 위한 제도와 대상사업장은 위험물 안전관리법에 의한 예방규정, 산안법에 의한 공정안전보고서, 화관법에 의한 장외영향평가, 고압가스 안전관리법에 의한 안전성 향상 계획서, 액법에 의한 정밀안전 및 안전성 평가가 있어 관리되고 있으나 연구실 안전법과 산안법을 동시

에 적용받고 연구기관 및 기업부설연구소에서는 적용 대상일 경우 관련법령에 의한 절차를 시행하고 있으나 대학의 경우 관련법령이 없어 시행하지 않고 있다. 다만, 연구실 안전법에서 과학기술분야 실험실에 대한 안전점검 및 정밀안전진단에 의하여 타법령에 의한 유해 위험물질의 관리기준을 적용하여 관리하고 있다.

<Table 3> Chemicals, Related Laws and regulation System by definition of harmful dangerous substance

Managing Ministry	Related Law	regulation System	Target Workplace
국민안전처	위험물 안전관리법	예방규정	위험물 취급사업장 (지정수량 이상)
고용노동부	산업안전 보건법	공정안전보고서	가연성 가스 외 51종 취급사업장 (취급 / 저장기준 이상) 원유정체처리업 외 6대업종 사업장
산업통상자원부	고압가스 안전관리법	안전성향상계획서	고압가스 취급사업장
	액화석유가스 안전관리 및 사업법	정밀안전진단 및 안전성평가	저장능력 1톤 이상 저장소
환경부	화학물질 관리법	장외영향평가	공정안전보고서 및 안전성향상계획서 제출대상 사업장 (일정수량 이상)
		위해관리계획서	사고대비물질 취급사업장 (일정수량 이상)

3. 화학실험실 관리대상 물질 및 기준 선정을 위한 관련 법령 고찰

국내외에서 유통되고 있는 화학물질은 약 4만 여종으로 이 중 화학실험실에서 취급하는 물질의 종류도 수천 여종이다. 이 중 위에서 정한 유해·위험물질 중 관리범위가 명확한 산안법 및 화관법 관리대상 물질만도 2천종이 넘고 위험물 안전관리법, 고압가스관리법에 의한 특성으로 관리하는 물질까지 수천종에 이르러, 물질의 관리기준을 설정하더라도 매우 비현실적이며 실제 취급현장에서 활용하기 어려운 실정이다. 현재 화학물질에 대한 관리를 위해 물질안전보건자료를 비치하고 활용하도록 하고 있으나 연구를 하는 일반 연구자들이 이를 이해하기에는 어려운 것이 현실이다. 이에 현재 화학실험실에 적용하는 관리기준은 국내 산안법과 여러 법령에 의한 관리기준을 따르고 있으나 다품종 소량으로 사용하는 연구실에 동일한 물질에 대한 다양한 기준을 적용하는 것은 무리가 있다.

이에 화학실험실의 유해위험물질 안전관리를 위한 대상물질 및 관리기준에 관한 합리적인 대안을 제시하여 현장적응성을 높여 사고예방에 기여하여야 할 것이다. 이에 화학실험실에서 가장 많이 취급하는 화학물질 중 화재폭발 위험이 가장 높은 물질을 선정하고 기준을 마련하는 것으로부터 점차 확대하는 것이 합리적이므로 유해위험물질 중 화학물질관리법에서 정한 사고대비물질 69종을 먼저 선정하여 이를 관리할 방향을 선정한다. 현재 사고대비 물질을 보관하고 있는 대학의

화학실험실이 있는 공간을 대상으로 사고대비 물질 중 위험물 안전관리법에 해당하는 물질에 대해 취급상태 분석을 통하여 공간적 개념의 관리기준을 최종판단한 후 합리적인 기준을 도출하고자 한다.

3.1 위험물안전관리법

위험물 안전관리법은 위험물의 저장·취급 및 운반과 이에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 위험물로 인한 위해를 방지하여 공공의 안전을 확보하는 것을 목적으로 하는 법률이다. 이 법률의 제정목적인 위험물의 저장·취급 및 운반과 이에 따른 안전관리를 위하여 위험물이 분류되고 규제된다. 위험물 안전관리법의 대상이 되는 물질과 분류체계는 “위험물”과 유별 및 성질을 고려한 분류체계를 채택하고 있다. “위험물”이라 함은 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것이다. 그렇다고 모든 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것이 위험물이 되는 것은 아니다.

위험물 안전관리법의 구성은 아래 <Table 4>와 같이 법령의 주요내용이 구성되어 있고 <Table 5>와 같이 인적, 물적, 관리적 통제방식에 의하여 규제를 시행하고 있다. 특히, 물적 통제방식에서 물리적인 규제는 가장 일차적인 것이며, 수량, 위치, 시설, 운반용기 등을 통제하는 방식으로 화학실험실에 적용되고 있는 통제방식으로 활용되고 있으나 화학실험실의 환경 중 인적요인에 의한 사고발생 빈도가 높은 점을 고려하여 통제방식에 대한 변화가 필요할 것으로 판단된다.

<Table 4> 위험물안전관리법의 주요 내용

Division of law	Level of law	Main contents
위험물안전관리법	법률	규제의 근간(의무부과 등)
위험물안전관리법 시행령	대통령령	규제의 대상 및 범위설정
위험물안전관리법 시행규칙	행정안전부령	위치구조 및 설비, 저장·취급·운송 및 운반의 기술기준
위험물안전관리에 관한 세부기준	소방방재청 고시	위험물 판정기준 등 세부적인 기술기준
위험물의 분류 및 표지에 관한 기준	소방방재청 고시	GHS
위험물 규제업무 처리규정	소방방재청 훈령	소방관서의 규제업무처리절차
위험물 안전관리 조례	시·도의 조례	지정수량 미만에 대한 규제

<Table 5> 위험물안전관리법의 규제방식

Control method	Control object	
인적(人的) 통제방식	안전관리에 관한 책임과 권한이 있는 위험물안전관리자, 위험물운송자, 자체소방대 등을 구성하는 방법	
	저장·취급, 운반·운송에 관한 통제 또는 정기점검의 강제 등의 행위자체를 규제	
물적(物的) 통제방식	위험물에 있어서 물리적인 규제는 가장 일차적인 것임	
	수량통제	지정수량을 통하여 위험물의 양에 대한 통제
		위험물을 허가 할 때 허가량에 대한 규제
		제조소등에 저장 또는 취급량에 대한 규제
	위치통제	‘제조소등’ 이라는 시설이 위치하는 장소에 관한 규제
		제조소등 주변의 보호대상물과의 안전거리 또는 제조소등 자체를 보호하기 위한 보유공지 등 거리제한과 관련된 규제
	시설통제	위험물제조소등에 대한 소화설비, 경보설비 및 피난설비에 관한 규정
임시 저장·취급장소의 시설기준, 지정수량 미만을 저장·취급하는 장소의 시설기준 등에 대한 규정		
운반기용통제	위험물시설 간에 혹은 위험물시설과 사용처 간의 이동과 같이 주로 위험물시설을 벗어나는 경우에 있어서 안전을 도모하기 위한 물적 통제	
관리적 통제방식	위험물시설의 사용자나 관계인이 아닌 법을 집행하는 공무원의 입장에서 법 목적 달성을 위해 실시하는 제조소등의 관계인에 대한 통제	

위험물은 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 물질이 제1류 산화성 고체, 제2류 가연성 고체, 제3류 자연발화성 및 급수성 물질, 제4류 인화성 액체, 제5류 자기반응성 물질, 제6류 산화성 액체 등에 해당되고 일

정수량 이상을 취급 및 저장하는 경우이다. 아래 <Table 6>에 유별 및 성질을 대분류 방식으로 채택하고 각각의 유별에 대한 품명 및 지정수량을 지정하는 체계로 구분하고 있다.

<Table 6> 위험물안전관리법상 분류기준

serial number	class	characteristic	list of goods
1	제1류	산화성 고체	아염소산염류, 염소산염류, 과염소산염류, 무기과산화물류, 브롬산염류, 질산염류, 요오드산염류, 과망간산염류, 중크롬산염류, 그 밖의 행정자치부령이 정하는 것, 위 품명에 해당하는 어느 하나이상 함유한 것
2	제2류	가연성 고체	황화린, 적린, 유황, 철분, 마그네슘, 금속분, 그 밖의 행정자치부령이 정하는 것, 위 품명에 해당하는 어느 하나이상 함유한 것
3	제3류	자연발화성 및 금수성 물질	칼륨, 나트륨, 알킬알루미늄, 알킬리튬, 황린, 알칼리금속류 및 알칼리토금속, 유기금속화합물, 금속의 수소화물, 금속의 인화물, 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물, 그 밖의 행정자치부령이 정하는 것, 위 품명에 해당하는 어느 하나이상 함유한 것
4	제4류	인화성 액체	특수인화물, 제1석유류, 알코올류, 제2석유류, 제3석유류, 제4석유류, 동식물유류
5	제5류	자기반응성 물질	유기과산화물, 질산에스테르류, 니트로화합물, 니트로소화합물, 아조화합물, 디아조화합물, 히드라진 유도체, 히드록실아민, 히드록실아민염류, 그 밖의 행정자치부령이 정하는 것, 위 품명에 해당하는 어느 하나이상 함유한 것
6	제6류	산화성 액체	과염소산, 과산화수소, 질산, 그 밖의 행정자치부령이 정하는 것, 위 품명에 해당하는 어느 하나이상 함유한 것

위험물안전관리법의 대상은 위험물을 저장, 취급, 운반하는 제조소, 저장소, 취급소 등과 운반시설이며, 이들 시설을 운용하는 인력을 기준으로 적용하고 있다. 기존의 위험물안전관리법에 의한 분류는 6가지의 화학적 특성을 고려하여 물질군으로 분류하여 관리하며 화학물질관리법 및 산업안전보건법에 의한 품목지정이 아니라 성질에 의한 분류기준을 설정하여 해당물질이 위험물인지 여부에 대한 혼란을 주고 있다.

대학 및 연구기관의 사고원인 중 위험물이 차지하고 있는 비율이 매우 높은데도 불구하고 화학실험실에 적합한 위험물 안전기술 기준이 없어 산업체에서 적용하는 기술기준을 적용하거나 허가청(소방서장)이 사안별로 판단하여 기술기준을 인정하고 있어 위험물 제조 및 취급소 등에 관한 안전기술의 명확한 정의가 필요할 것이다. 이에 국민안전처에서는 위험물 시설의 설치 및 관리의 일관성 부재로 인한 사고발생에 대한 위험도가 높을 것으로 판단하여 화학실험실에 적합한 위험물 안전기술 기준을 마련하기 위하여 관련 법령의 미비점을 개선·보완하고자 하였다.

개정된 법령의 주된 내용은 화학실험을 위해 지정수량의 30배미만 위험물 취급장소를 화학실험실의 일반 취급소로 정하고 이에 따른 대학 화학 실험실의 구조

및 설비 기준을 제정하도록 하고 있으나 이는 연구실 안전법을 적용받고 있는 기관의 예산 및 관리인원, 공간부족 등 현실적 요인을 고려하지 않고 시행되어 현장의 혼란을 가중시키고 있다. 위험물은 화학실험실에서 가장 많이 취급되고 있는 물질 중 화재 폭발의 위험이 높은 것들로 구성되어 있다는 점에서 관리대상 물질 및 관리기준에 대한 명확한 해석이 필요할 것으로 판단된다.

현재 개정된 위험물안전관리법에서 정하고 있는 ‘화학실험의 일반취급소’ 기준의 명확한 정의 및 유권해석이 필요하다. 또한 위험물의 지정수량을 산정하는 구획기준(건물별, 층별, 실험실별 등)에 대한 구체적인 법 조문 해석시 실험실 단위로 위험물의 수량을 확인할 경우 지정수량 미만일 경우에는 조례에 근거하여 관리되나, 건물전체로 볼때는 위험물이 지정수량을 초과하게 되는 점을 어떻게 해석할지에 대한 국민안전처의 일관된 해석이 필요할 것으로 판단된다.

위험물을 취급하는 설비를 건축물에 설치하는 것에 대하여 대학내 실험실에 설치되는 설비 또는 시설을 옥내 저장소로 유권해석시 이에 준하는 행정처리 이행 여부 및 ‘화학실험의 일반취급소’ 대상이 되는 실험실(위험물시설)의 설치 및 변경시 허가 이행여부, 그 외

의 위험물 안전관리자 선임 여부 등 관리기준에 필요한 제반사항에 대한 명확한 유권해석이 필요할 것으로 판단된다.

이를 위해서는 화학실험실에서 취급하고 있는 위험물질의 종류 및 지정수량 등을 종합적으로 판단하여 관리기준에 대한 근거를 확립해야 한다.

3.2 화학물질관리법

화관법은 화학물질로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 유해화학물질을 적정하게 관리함을 목적으로 하는 법률이다. 이 법률의 제정목적인 유해화학물질의 적

정한 관리를 위하여 화학물질이 분류되고 규제된다.

아래 <Table 7>과 같이 화관법에 적용이 되는 물질 863종, 화관법의 규제기준에 동시에 적용되는 중복물질 54종은 “유해화학물질”이다. 유해화학물질이라 함은 유독물, 관찰물질, 취급제한·금지물질, 사고대비물질 그밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질이다. 유해화학물질은 위험물에 비하여 그 폭이 매우 넓다. 하지만 가장 위험성이 높은 물질인 사고대비물질을 지정하여 이를 관리한다는 것은 화학실험실에서도 동일하게 적용될 수 있다는 점을 고려하여 화학실험실의 유해위험물질을 우선적으로 이것으로 결정하였다.

<Table 7> Classification of hazard chemical substance of Chemical control Act & legal basis

division	classification	legal basis	hazard chemical substance	kinds
화학 물질 관리법	유독물질	「유독물질 및 제한물질·금지물질의 지정」 별표1	- 과산화수소 등 723종* * 723종 중 1종 (고유번호97-1-429) 삭제	722
	제한 및 허가 물질	「유독물질 및 제한물질·금지물질의 지정」 별표2	- 제한물질 (12종)	12
	금지물질	「유독물질 및 제한물질·금지물질의 지정」 별표4	- 금지물질 (60종)	60
	사고 대비물질	「화학물질관리법」 시행규칙 별표10	- 포름알데하이드 등 69종	69
	계 (중복물질 54종)			863종

4. 대학 화학실험실 유해위험물질 취급현황 조사결과 및 분석

국내 2개 대학 건물의 실험실에서 취급하는 화학물질을 납품하는 업체의 현황을 확인해 본 결과 15개소로 확인되었고 용기 중 2L이상의 내용물을 보관할 때 사고위험도가 높을 것으로 판단하여 조사대상 물질을 사고대비물질 69종, 유기용매 중 2L이상의 용기에 보관된 것으로 선정하고 현장조사를 통해 결과를 도출하였다.

4.1 A기관 및 B기관 조사 결과

조사대상 실험실 수는 A기관 130개소, B기관 52개소에 대해 현장조사를 실시하였으며, 기관별 위험물질 취급현황에 대한 세부내용은 다음 <Table 8> 과 같다.

A기관에서 2L이상 보관하고 있는 위험물질은 총 33종으로 다음 <Table 9> 와 같이 조사되었으며, 이 중 위험물 안전관리법의 사고대비물질에 포함되는 물질은 <Table 10> 과 같이 Benzene, Ethyl Acetate, Methanol, Methyl Alcohol, Nitric Acid, Toluene 등 6 종으로 조사되었다.

<Table 8> Survey research result for A, B institutes

Item	A institutes	B institutes	Remarks
Number of Labs	130 places	52 places	Total Labs by building unit
Lab places handling chemical substances in advance	59 places	49 places	Laboratories handling chemical substances
Lab places confirming handling chemical substances	23 places	33 places	Storage Capacity over 2L Vessel
Chemical kinds	33 kinds	38 kinds	
Hazardous material kinds (Non-Hazardous material kinds)	26 kinds (7 kinds)	35 kinds (3 kinds)	"Safety control of dangerous substance Act" subject material
Material kinds of Hazardous & preparing for accident	6 kinds	8 kinds	All included Safety control of dangerous substance Act & Chemicals management Act
Gas Type	6 kinds	8 kinds	Except mixed gas
Specific High pressure gas type	2 kinds	2 kinds	Hydrogen & Oxygen
Number of Labs handling gas	15 places	34 places	All gases in Vessel
Number of Labs handling specific high pressure gas	4 places	6 places	Specific high pressure gas : 19 kinds including Hydrogen
Manufacturer of Chemical substances	J.T.BAKER, DAEJUNG, OCI SAMCHUN, TEDIA, ALDRICH		In the survey result of 2 universities, Manufacturers are same but vendors are different for chemical substances

〈Table 9-1〉 Storage status of hazard materials in laboratory of A institute (over 2L)

division	Cas No.	name of Chemicals	Contents	Classification of hazards	designated quantity (liter)
1	928-51-8	1-butanol	100.00%		
2	109-86-4	2-Methoxyethanol	99.80%	제2석유류 수용성액체	2,000
3	75-65-0	2-propanol	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
4	64-19-7	Acetic Acid	100.00%	제2석유류 수용성액체	2,000
5	67-64-1	Acetone	99.70%	제1석유류 수용성액체	400
6	75-05-8	Acetonitrile	99.50%	제1석유류 수용성액체	400
7	71-43-2	Benzene	99.50%	제1석유류 비수용성액체	200
8	71-36-3	Butanol (1-, anhydrous)	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000
9	67-66-3	Chloroform	99.50%	비위험물	
10	110-82-7	Cyclohexane	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
11	75-09-2	Dichloromethane	100.00%	비위험물	
12	60-29-7	Diethyl Ether	100.00%	특수인화물	50
13	67-68-5	Dimethyl Sulfoxide	100.00%	제3석유류 수용성액체	4,000
14	68-12-2	Dimethylformamide, N,N-	99.00%	제2석유류 수용성액체	2,000
15	64-17-5	Ethanol	95.00%	알코올류	400
16	141-78-6	Ethyl Acetate	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
17	64-17-5	Ethyl Alcohol	95.00%	알코올류	400
18	107-21-1	Ethylene Glycol	99.50%	제3석유류 수용성액체	4,000
19	148-82-5	Heptane	100.00%	비위험물	
20	110-54-3	Hexane	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200

<Table 9-2> Storage status of hazard materials in laboratory of A institute (over 2L)

21	67-63-0	Isopropyl Alcohol	100.00%	알코올류	400
22	67-56-1	Methanol	99.50%	알코올류	400
23	67-56-1	Methyl Alcohol	99.50%	알코올류	400
24	80-62-6	Methyl methacrylate	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
25	75-09-2	Methylene Chloride	100.00%	비위험물	
26	7697-37-2	Nitric Acid	100.00%	질산	300 kg
27	25322-68-3	Poly(Ethylene Glycol)	100.00%	제4석유류	6,000
28	67-63-0	Propanol, 2-	99.50%	알코올류	400
29	872-50-4	Riedel-dehaen	100.00%	제3석유류 수용성액체	4,000
30	7558-79-4	Sodium Phosphate Dibasic Acs Reagent	100.00%		
31	109-99-9	Tetrahydrofuran	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
32	108-88-3	Toluene	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
33	16753-52-1	VINYLMETHYL DIMETHOCYSILANE	100.00%		

<Table 10> Storage status of materials against accident in laboratory of A institute (over 2L)

division	Name of Chemicals
1	Benzene
2	Ethyl Acetate
3	Methanol
4	Methyl Alcohol
5	Nitric Acid
6	Toluene

B기관에서 2L이상 보관하고 있는 위험물질은 총 38종으로 다음 <Table 11>과 같이 조사되었으며, 이 중 위험물안전관리법의 사고대비물질에 포함되는 물질은 <Table 12>와

같이 Benzene, Butanone, 2-Ethyl Acetate, Hydrogen Fluoride, Methanol, Methyl Alcohol, Toluene, Toluene, anhydrous 등 총 8종으로 조사되었다.

<Table 11> Storage status of hazard materials in laboratory of B institute (over 2L)

division	Cas No.	Name of Chemicals	Contents	Classification of hazards	designated quantity (liter)
1	111-75-1	2-(Butylamino)ethanol	98.00%	제3석유류	2,000
2	108-24-7	Acetic Anhydride	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000
3	64-19-7	Acetic Acid Glacial	100.00%	제2석유류 수용성액체	2,000
4	67-64-1	Acetone	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
5	75-05-8	Acetonitrile	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
6	64-17-5	Alcohol, Anhydrous, Reagent	100.00%	알코올류	400
7	71-43-2	Benzene	99.00%	제1석유류 비수용성액체	200
8	71-36-3	Butanol, 1-	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000
9	78-93-3	Butanone, 2-	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
10	1634-04-4	Butyl Methyl Ether Tert-	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
11	67-66-3	Chloroform	100.00%	비위험물	
12	108-93-0	Cyclohexanol	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000
13	75-09-2	Dichloromethane	100.00%	비위험물	
14	60-29-7	Diethyl Ether	100.00%	특수인화물	50
15	100-37-8	Diethylaminoethanol	100.00%	제2석유류 수용성액체	2,000
16	68-12-2	Dimethylformamide, N,N-	99.80%	제2석유류 수용성액체	2,000
17	123-91-1	Dioxane, 1,4-	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
18	64-17-5	Ethanol	94.50%	알코올류	400
19	64-17-5	Ethanol ansolut	100.00%	알코올류	400
20	141-78-6	Ethyl Acetate	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
21	56-81-5	Glycerin	99.00%	제3석유류 수용성액체	4,000
22	64-17-5	Ethyl Alcohol	100.00%	알코올류	400
23	142-82-5	Heptane	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
24	110-54-3	Hexane	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
25	7664-39-3	Hydrogen Fluoride	100.00%	유독물	1,000
26	67-63-0	Isopropyl Alcohol	100.00%	알코올류	400
27	67-56-1	Methanol	100.00%	알코올류	400
28	67-56-1	Methyl Alcohol	100.00%	알코올류	400
29	75-09-2	Methylene Chloride	100.00%	비위험물	
30	105-59-9	N-Methyl diethanolamine	99.00%	제3석유류 수용성액체	4,000
31	8032-32-4	Petroleum ether	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
32	67-63-0	Propanol, 2-	100.00%	알코올류	400
33	108-65-6	SU-8 Developer	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000
34	109-99-9	Tetrahydrofuran	100.00%	제1석유류 수용성액체	400
35	108-88-3	Toluene	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
36	108-88-3	Toluene, anhydrous	99.80%	제1석유류비수용성액체	200
37	540-84-1	Trimethylpentane	100.00%	제1석유류 비수용성액체	200
38	1330-20-7	Xylene	100.00%	제2석유류 비수용성액체	1,000

<Table 12> Storage status of materials against accident in laboratory of A institute (over 2L)

Serial number	Name of Chemicals
1	Benzene
2	Butanone, 2-
3	Ethyl Acetate
4	Hydrogen Fluoride
5	Methanol
6	Methyl Alcohol
7	Toluene
8	Toluene, anhydrous

4.2 위험물안전관리법 상의 지정수량 산정방법

현재 대학 실험실에서 취급하고 있는 위험물안전관리법에 의한 관리대상 물질은 1~6류로 구분되어 관리되고 있으나 1~6류의 개념은 산화성 고체부터 산화성 액체까지 물질의 특성에 준하여 분류되고 있다. 대학에서는 취급되는 물질의 종류가 적게는 수십에서 수백종

이 사용되며, 저장량과 취급량이 산업체와 다르게 다품종으로 소량 사용되는 특징이 있어 개별물질에 대한 지정수량 이상 보관하는 경우는 거의 없다. 대학 실험실과 같은 경우에는 수백개의 물질을 종합하여 위험물의 지정수량 산정법 R값을 산출하여 지정수량을 판정할 수 있다. 위험물의 지정수량 산정법은 다음과 같다.

<Table 13> Calculation method of designated quantity of hazards

<p>제2조(정의) 제1항 제2호 2. “지정수량”이라 함은 위험물의 종류별로 위험성을 고려하여 대통령령이 정하는 수량으로서 제6호의 규정에 의한 제조소등의 설치허가 등에 있어서 최저의 기준이 되는 수량을 말한다.</p> <p>제5조(위험물의 저장 및 취급의 제한) 제5항 ⑤ 둘 이상의 위험물을 같은 장소에서 저장 또는 취급하는 경우에 있어서 당해 장소에서 저장 또는 취급하는 각 위험물의 수량을 그 위험물의 지정수량으로 각각 나누어 얻은 수의 합계가 1 이상인 경우 당해 위험물은 지정수량 이상의 위험물로 본다.</p>
--

4.3 A, B기관의 위험물 R값 계산 및 결과분석

A기관에 위치하고 있는 위험물질을 사용하고 있는 실험실 중에서 2L이상의 용기에 보관되어 취급되고 있는 물질을 조사해본 결과, 개별 연구실에서는 지정수량 이상으로 보관되는 경우가 없으나, 방화구획인 층별로 확인해 본 결과, 위험물질을 다수 사용하는 화공 및 신소재 연구실이 밀집해 있는 9층(R=1.403), 8층(R=2.422)로 두 개 층이 위험물안전관리법 시행규칙 개정에 따른 화학실험실 일반취급소 설치 대상이 됨을 확인할 수 있다. B기관에 위치하고 있는 위험물질을 사용

하고 있는 실험실 중에서 2L이상의 용기에 보관되어 취급되고 있는 물질을 조사해 본 결과, 개별 연구실에서는 지정수량 이상으로 보관되는 경우는 없으나, 방화구획인 층별로 확인해 본 결과, 위험물질을 다수 사용하는 화공 및 환경 연구실이 밀집해 있는 3층(R=3.174), 2층(R=1.091)로 두 개 층이 위험물안전관리법 시행규칙 개정에 따른 화학실험실 일반취급소 설치 대상이 됨을 확인함. 특히, B기관의 경우 3층의 지정수량 R값이 3.174로 매우 높은 점을 고려하여 위험물에 의한 화재 및 폭발을 사전에 예방할 수 있도록 옥외저장소 설치가 반드시 필요한 것을 확인할 수 있다.

<Table 14> Calculation of R value by Survey of A institute

Classification	desinated quantity	unit	R value					
			9 floor	8 floor	7 floor	5 floor	B1 floor	
1	Acetic Acid	2,000	L	0.001	0	0	0	0
2	Acetone	400	L	0.08	0.23	0.05	0.05	0.05
3	Acetonitrile	400	L	0.07	0.07	0.02	0	0.01
4	Benzene	200	L	0	0.18	0	0	0.02
5	Butanol 1-	1,000	L	0.036	0	0	0	0
6	Diethyl Ether	50	L	0	0.08	0	0	0
7	Dimethylformamide, N,N-	2,000	L	0.001	0.02	0.037	0	0.008
8	Ethanol	400	L	0.285	0.345	0	0	0
9	Ethyl Acetate	200	L	0.11	0	0	0	0.04
10	Ethyl Alcohol	400	L	0.155	0.175	0	0	0.1545
11	Hexane	200	L	0.17	0.4	0	0	0
12	Isopropyl Alcohol	400	L	0.01	0.135	0	0.09	0
13	Methanol	400	L	0.18	0.2	0.045	0	0.015
14	Methyl Alcohol	400	L	0.055	0.085	0	0.005	0
15	Propanol, 2-	400	L	0	0.055	0	0	0
16	Tetrahydrofuran	400	L	0.006	0.151	0	0	0.045
17	Toluene	200	L	0.23	0.22	0	0	0
18	2-Methoxyethanol	2,000	L	0	0.001	0	0	0
19	2-propanol	400	L	0	0	0.02	0	0
20	Cyclohexane	200	L	0.02	0.02	0	0	0
21	Dimethyl Sulfoxide	4,000	L	0.001	0.0015	0	0	0
22	Ethylene Glycol	4,000	L	0.001	0.008	0	0	0
23	Methyl methacrylate	200	L	0	0.01	0	0	0
24	Nitric Acid	300	KG	0	0.033	0	0	0
25	Poly(Ethylene Glycol)	6,000	L	0	0.003	0	0	0
26	Riedel-dehaen	4,000	L	0	0.00125	0	0.0005	0
Sum of designated quantity R value for each floor				1.403	2.422	0.167	0.141	0.338

<Table15> Calculation of R value by Survey of B institute

Classification		desinated quantity	unit	R value			
				3 floor	2 floor	1 floor	B1 floor
1	Acetic Acid	2,000	L	0.0025	0	0	0
2	Acetone	400	L	0.225	0.28	0	0
3	Acetonitrile	400	L	0.13	0.01	0.03625	0
4	Benzene	200	L	0	0.01	0	0
5	Butanol, 1-	1,000	L	0	0	0	0
6	Diethyl Ether	50	L	0.72	0	0.16	0
7	Dimethylformamide, N,N-	2,000	L	0	0.007	0	0
8	Ethanol	400	L	0.225	0.11	0	0
9	Ethyl Acetate	200	L	0.51	0	0.04	0
10	Ethyl Alcohol	400	L	0.19	0.315	0.11	0
11	Hexane	200	L	0.37	0.1	0.09	0
12	Isopropyl Alcohol	400	L	0.09	0	0.01	0
13	Methanol	400	L	0.17	0.045	0.05	0.045
14	Methyl Alcohol	400	L	0.37	0.05	0	0
15	Propanol, 2-	400	L	0.03	0.03	0.02	0
16	Tetrahydrofuran	400	L	0.01	0.015	0.01	0
17	Toluene	200	L	0.02	0.04	0	0
18	2-(Butylamino) ethanol	2,000	L	0	0	0.002	0
19	Acetic Anhydride	1,000	L	0.012	0	0	0
20	Alcohol, Anhydrous,	400	L	0.01	0	0.04	0
21	Butanone, 2-	200	L	0	0.01	0	0
22	Butyl Methyl Ether, Tert-	200	L	0.02	0	0.04	0
23	Cyclohexanol	1,000	L	0	0.003	0	0
24	Diethylaminoethanol	2,000	L	0	0	0.001	0
25	Dioxane, 1,4-	400	L	0	0.005	0	0
26	Ethanol ansolut	400	L	0.045	0	0	0
27	Glycerin	4,000	L	0	0.01	0	0
28	Heptane	200	L	0	0.015	0	0
29	Hydrogen Fluoride	1,000	L	0	0.004	0	0
30	N-Methyl diethanolamine	4,000	L	0	0	0.0005	0
31	Petroleum ether	200	L	0	0	0.04	0
32	SU-8 Developer	1,000	L	0.004	0	0	0
33	Toluene, anhydrous	200	L	0	0.01	0	0
34	Trimethylpentane	200	L	0.02	0	0	0
35	Xylene	1,000	L	0	0.022	0	0
Sum of designated quantity R value for each floor				3.174	1.091	0.650	0.045

5. 결 론

본 연구에서는 A, B기관의 화학실험실을 대상으로 건물 단위별 위험물질 취급현황을 살펴보기 위해 현장 조사를 실시하고, 위험물질의 층별 보관의 타당성을 알아보기 위해 혼합물질 지정수량 산정법 R값을 산출하여 결과를 도출하였다.

먼저, 건물 단위별 현장조사 결과 실험실의 화학물질에 따른 사용 및 취급에 따른 정보와 화학물질 취급 실험실이 건축물 상부에 존재하여 안전 환경 구축시 피난 및 도피의 많은 제약이 예상되거나 위험물의 보관을 상부 또는 하부에 하는 것보다 가장 안전한 외부로 이동하여 보관하는 것이 위험도를 낮출 것으로 판단된다.

또한, 현재 대학 실험실의 위험물질 입고 및 폐기에 대한 기본 정보를 관리기관에서 확인할 수 없는 상황임을 고려하여 향후 기관에 위험물질을 납품 또는 제조하는 업체의 입고 상황을 확인하는 것을 고려하는 것도 필요하다고 판단된다.

이번 조사에서는 입고하는 업체의 현황은 파악하기 어려우나, 제조하는 업체의 현황을 6개사로 조사되어, 향후 국민안전처 및 환경부와 협조하여 대학 실험실에 입고되는 물질 중 위험도가 높다고 판단되는 물질은 반드시 기관에 보고하는 제도를 구축할 필요가 있으며, 이를 시스템에 연계하여 운영되는 것이 바람직하다고 사료된다. 이를 위해 구매업체를 통해 화학물질 및 고압가스 유통정보를 받아 관리할 필요가 있다.

사고대비물질이면서 위험물인 물질을 전수조사하고 연구실의 특성에 맞게 위험물질의 혼합물질 지정수량 산정법 R값을 계산해 본 결과 이에 따른 지정수량 판단 후 위험물안전관리법 개정사항을 반영하여 관리대책을 수립하는 것이 타당하다. 또한 관리대상물질을 사고대비물질로 지정하고 관리기준인 공간의 개념은 층별로 지정수량을 판단하여 위험물안전관리법 개정에 따른 특례를 적용하여 화학실험의 일반취급소의 위치 구조 및 설비 등의 기술기준을 하도록 하여야 한다.

6. References

- [1] "Pavel Fuchs, Jan Kamenicky, (2006), Tomas Saska, David Valis, Jaroslav Zajicek, Some Risk Assessment Methods and Examples of their Application ", Technical University of Liberec.
- [2] "Hazardous Industry Planning Advisory Paper" , (2011), NSW government.
- [3] JEFF JOHNSON and JYLLIAN KEMSLEY, (2010),

"UNIVERSITY LAB ACCIDENT UNDER INVESTIGATION LAB SAFETY: Texas Tech examination is first for chemical safety board ", Chem. Eng. News Archive, 88(4):7

- [4] Daniel Branan , Matt Morgan, (2010), "Mini-Lab Activities: Inquiry-Based Lab Activities for Formative Assessment" , J. Chem. Educ., 87(1):69-72.
- [5] "ACADEME New UCLA center will research lab safety programs, training, and inspections" , (2011), American Chemical Society.
- [6] Kathryn A. McGarry, Katie R. Hurley, Kelly A. Volp, Ian M. Hill, Brian A. Merritt, Katie L. Peterson, P. Alex Rudd, Nicholas C. Erickson, Lori A. Seiler, Pankaj Gupta, Frank S. Bates, and William B. Tolman, (2013), "Student Involvement in Improving the Culture of Safety in Academic Laboratories" , J. Chem. Educ., 90(11):1414-1417.
- [7] "Identifying and evaluating Hazard in Research Laboratories", (2015), American Chemical Society.

저 자 소 개

조 남 준



연세대학교 기계공학과 학사학위를 취득하였고, 동 대학원에서 기술정책협동과정(석박사 통합)을 수료하였음.

1994년부터 건설교통부, 특허청, 과학기술부에서 공무원으로 근무하였고, 미래창조과학부에서 연구실 안전업무를 3년간 담당하였으며, 현재 공공에너지조정과장으로 재직 중이다.

이 만 수



호서대학교 안전공학과 석사, 박사를 취득하였으며 기업체에서 20여년간 안전, 환경, 소방분야 실무 경험이 있으며, 기업체 안전 진단 및 전문강사, 겸임교수를 거쳐 현재는 호서대학교 기술경영학과 교수로 재직 중이다.