

# 연구실 사전유해인자위험분석의 합리적 관리 개선 방안에 대한 연구

서재신\* · 오태근\*\*†

## A Study on the Rational Management of the Pre-Hazard Factors Analysis in the Laboratory

Jae Shin Seo\* · Tea Keun Oh\*\*†

### †Corresponding Author

Tea Keun Oh

Tel : +82-32-835-8294

E-mail : tkoh@inu.ac.kr

Received : June 4, 2019

Revised : July 1, 2019

Accepted : July 15, 2019

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Abstract** : Through the survey on the current status of hazardous substances in laboratories, the research institute is designed to establish measures to improve the management of university laboratories and to create a safe laboratory. We intend to explore countermeasures by confirming and reviewing the recognition of the statutes in the "Guidelines for the Implementation of the Laboratory Pre-Hazard Factors Analysis" through the questionnaire. Although there are various parts to create a pleasant environment for a laboratory, the most important part is the role of a laboratory manager in the area where each and every one of the laboratory's directors is the "Act on the Establishment of a Safety Environment in a Laboratory", but if the laboratory is not to be accident-prone, the laboratory's responsibility is to be more secure. This research is intended to be funded by research to reasonably implement "Guidelines for the Implementation of the Laboratory Pre-Hazard Factors Analysis" before applying to universities and to protect field-based research activities and to reasonably reduce safety accident prevention and risk.

**Key Words** : hazardous substances, pre-hazard factors analysis, laboratory risk assessment, questionnaire

### 1. 서론

연구실 안전관리를 위해 국내 대학 및 연구소 내 연구실에서는 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하고 있으며, 다양한 유해인자를 관리하기 위해 지속적인 모니터링 및 문제점 보완 등의 안전관리체계를 구축하여 안전관리 업무를 수행하고 있다. 하지만, 기관별 연구실에 대한 안전관리 정도의 편차가 매우 크기 때문에 안전관리체계 구축을 위한 합리적이고 일관적인 법 제도가 요구되고 있다<sup>1)</sup>.

이런 요구에 부합하여 정부는 대학 및 연구소 등의 연구실에 안전환경을 조성하기 위하여 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」을 2014년 12월에 개정하여<sup>2)</sup> 「연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침」을 실시할 수 있도록<sup>3)</sup> 법적 장치를 마련하여 시행하고 있다.

사전유해인자위험분석은 연구실책임자가 스스로 연구실의 유해인자를 발굴하고 안전관리 대책 및 비상조치 사항을 강구하고, 연구활동종사자에게 해당 내용을 교육하여 사고 방지 및 신속한 대처를 통해 피해를 줄이고자 하는 제도이다<sup>4)</sup>.

그러나 대부분의 연구실책임자는 사전유해인자위험분석에 대해 명확히 인식하고 있지 못하거나, 제대로 시행하기 어렵다며 외면하고 있는 것이 현실이다. 사전유해인자위험분석이 잘 이루어지지 않고 있으니 연구실의 유해인자나 위험요소에 대해 연구실책임자가 연구활동종사자에게 정확한 안전교육을 제대로 실시하지 못하고 있다. 연구실에서 그 누구보다 유해인자와 위험요소에 직접 노출될 가능성이 가장 큰 연구활동종사자임에도 불구하고 제대로 된 안전교육을 받지 못하고 있는 실정이다.

\*인천대학교 안전공학과 석사과정 (Department of Safety Engineering, Incheon National University)

\*\*인천대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Incheon National University)

이에 본 연구는 현재 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」이나 「연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침」의 문제점이나 미흡한 부분을 보완하고 개선하여 그 실효성을 더욱 높이고자 한다. 이를 통해 연구실책임자 및 연구활동종사자가 더욱 편리하고 안전하게 연구에 임할 수 있도록 돕고자 한다. 더불어 연구활동종사자에 대한 미흡한 안전교육을 보완할 수 있는 대안을 제시하고자 한다.

## 2. 연구실 점검 및 진단<sup>2,3)</sup>

연구실 안전관리를 위해서는 안전관리 조직이 구성되어야 하며 그에 따른 전문지식이 있는 관리자가 연구실을 관리하도록 하는 것이 필요하다. 즉, 연구실의 상황을 잘 아는 연구실책임자 및 연구활동종사자가 안전한 연구실 환경조성 및 사고예방을 위해 보다 자율적이고 주체적으로 참여하려는 노력이 요구된다.

이에 2016년 3월부터 연구실책임자가 스스로 연구실의 유해인자에 대한 실태를 파악하고 이에 대한 사고 예방 등을 위하여 필요한 사항을 정하여 연구실 및 연구활동종사자를 보호하고 연구개발 활성화에 기여함을 목적으로 「연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침」을 제정하여<sup>3)</sup> 시행하고 있다. 우리나라의 모든 연구실에서는 이 지침에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 시행해야 하며, 기관 내에서는 유해인자를 관리하기 위한 모니터링을 하거나 안전관리 체계를 구축하여 안전관리 업무를 수행해야 한다.

### 2.1 연구실 안전점검

연구실 안전점검이란 경험과 기술을 갖춘 자가 육안 또는 점검기구 등에 의하여 검사를 실시함으로써 연구실에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말한다. 연구실 안전점검은 재해의 잠재적 위험성, 안전관리상의 문제점을 발견해 산업재해방지에 도움이 되도록 목적으로 실시한다. 연구실 안전점검에는 상시 이루어지는 일상점검과 매년 1회 이상으로 실시하는 정기점검, 그리고 연구주체장의 장이 필요하다고 인정하는 경우 실시하는 특별안전점검이 있다.

#### 2.1.1 일상점검

일상점검은 연구실책임자가 매일 연구개발 활동을 시작하기 전 각 연구실에 비치된 체크리스트인 일상점검표를 활용하여 일상점검 일지를 작성하고, 사고 발생 가능성을 발견 시에는 그 결과를 연구실책임자에게 즉시 보고하고 조치하도록 하고 있다.

그러나 일상점검으로는 연구실의 유해인자 및 위험요소를 확인하고 도출하기에는 미흡한 부분이 많다. 일상점검과 사전유해인자위험분석이 함께 이루어지게 함으로써 보다 총체적이고 세세한 안전점검이 되도록 하는 것이 바람직하다.

#### 2.1.2 정기점검

정기점검이란 연구주체의 장이 연구실 안전 확보를 위하여 연구실의 위험기계, 시설물, 화학약품 등 유해인자의 목록을 작성하여 정기적으로 안전관리 상태 등을 확인하도록 하여야 함을 말한다.

「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제2조(안전관리 대상목록 작성)에 따라 유해·위험물질별 취급관리, 유해·위험물질별 사전영향평가분석, 유해·위험 물질별 노출도 평가 등을 통해 유해인자들로 인한 사고를 사전에 예방하기 위해 모든 연구실은 매년 1회이상 정기점검을 실시해야만 한다.

정기점검을 실시하는 전문기관에 소속된 8개 항목(산업위생안전, 기계안전, 화공안전, 소방안전, 가스안전, 전기안전, 생물안전일반안전)에 대해 정기점검을 하고, 진단 장비로는 13종을 사용하여 연구실의 모든 유해인자와 위험요소의 분석 및 평가를 통해 결함 유무를 점검하여야 한다. 점검 결과에 따라 진단 시 등급표를 활용한 실험·연구실 등급으로 등급별 개선 조치사항을 확인하여야 한다.

#### 2.1.3 특별안전점검

연구실 화재사고·폭발사고 등 연구활동종사자의 안전에 치명적인 위험을 야기할 가능성이 있을 연구주체의 장이 위험요소가 다분한 상태일 경우 및 인정하는 경우 8개 항목에 대한 특별안전점검을 실시한다. 특

Table 1. Evaluation items of special safety inspection

Div.	Evaluation items
safety by sector	1. Electrical safety 2. Fireworks Safety 3. General safety 4. mechanical safety 5. gas safety 6. fire safety 7. Bio-safety 8. industrial hygiene
By Hazard Factor Appropriateness of Exposure Evaluation	1. Items on other exposure assessment 2. Establishment and implementation of improvement measures when exposure standards are exceeded 3. Excess of chemical exposure criteria 4. Laboratory that requires additional exposure assessment 5. Reasons for selecting the Exposure Assessment Laboratory 6. Preservation of documents related to exposure assessment

By Hazard Factor Appropriateness of handling and management	1. Management and other handling status 2. Maintenance register in laboratory and status of management 3. Handling and management log preparation
Appropriateness of the pre-hazard factor risk analysis in the laboratory	1. Other Pre-Effective Factor Risk Analysis 2. Is the management register and pre-hazard analysis reports prepared 3. Preparation of safety analysis according to R&D activities 4. Analysis of hazard factors and validity of laboratory safety status

별안전점검은 실시 후 Table 1과 같이 정밀안전진단과 같은 내용으로 보고서를 작성한다.

### 2.2 연구실 정밀안전진단

연구실 정밀안전진단이란 연구실에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위하여 잠재적 위험성의 발견과 그 개선 대책 수립을 목적으로 대통령령이 정하는 기준 또는 자격을 갖춘 자가 실시하는 조사·평가를 말한다. 분야별 위험요소 진단, 화학약품의 보관 및 물질안전관리규정 준수여부, 안전 적합성 여부, 화학약품의 보관 및 사용 현황, 안전보호구의 비치, 착용여부 등을 확인한다.

이러한 정밀안전진단은 외부의 대행기관에 의뢰하여 자체안전점검에 비해 보다 전문적이고 세밀한 안전점검을 객관적으로 받을 수 있다. 하지만, 비용으로 인한 부담이 있고, 점검 주기가 법률상 2년마다 시행하도록 되어 있어서 제한적·한시적이라는 한계가 있다.

### 3. 연구실 사고 현황

연구실 안전관리의 개선방향을 찾기 위해서는 연구실 사고현황을 분석하고 이에 대한 원인을 파악하는 것이 중요하다. 2010-2016년간 미래창조과학부에 보고된 연구실 사고발생 현황은 Fig. 1과 같다<sup>5)</sup>.

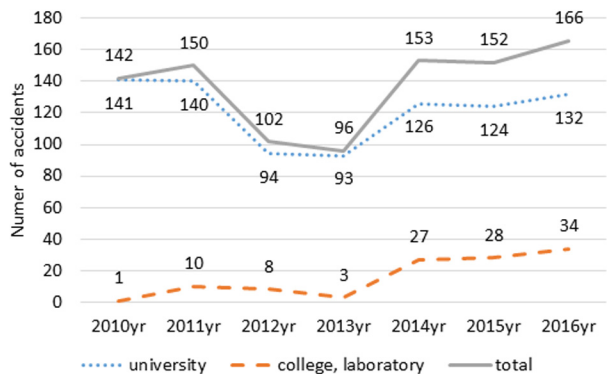


Fig. 1. Four-year trends in laboratory accidents.

Table 2. Status by type of accident

Status by type of accident	Human accidents	Material accidents	Human and material accidents	Total
Number of accidents(%)	133(80.1%)	15(9%)	18(10.9%)	166(100%)

Table 3. Status of human damage

Div.	Under graduate	Master's course & PhD	Researcher	etc	Total
University & college	99	53	2	2	156
Laboratory	-	-	14	1	15
Total	99	53	16	3	171

연구실 사고발생 현황을 살펴보면 4년제 종합대학(university)에서의 사고가 전체의 약 80%로 전문대(college) 및 연구소(laboratory)에 비해 많은 사고가 발생하는 것을 확인할 수 있다.

다음으로 2016년도 사고유형별 현황 및 인적피해 현황은 Table 2 및 Table 3에서 확인할 수 있다<sup>5)</sup>.

사고 유형별로는 인적사고가 가장 많음을 알 수 있다. 연구실 안전사고를 예방하고 줄이기 위해서는 무엇보다 인적사고 피해를 줄여야 함을 알 수 있다. 또한, 인적사고 피해 현황에서 나타나듯이 대학교의 상해 인원수는 대학생(99명)이 대학원생(53명)에 비해 약 2배 많지만, 전체인원 대비 상해율은 대학원생(0.05%)이 대학생(0.01%)보다 약 5배 높다. 연구활동종사자의 상해가 발생한 사고가 총 151건으로 전체의 91%를 차지하고 있다. 이는 연구실 사고 예방에 있어서 연구활동종사자에 대한 안전교육이 얼마나 절실하고 필요한지를 말해 주고 있다.

사고발생의 원인에 대한 현황은 크게 불안정한 상태, 불안정한 행동, 관리적 원인으로 나눌 수 있으며 Table 4와 같이 요약될 수 있다.

Table 4. Status of accident cause in the laboratories

Insecure state	Defects in the machine, the instrument itself, etc	29
	Boundary mark, facility defect, etc	6
	The others	4
Insecure behavior	Careless handling of hazardous substances	32
	Unused clothing and protective gear	23
	The others	10
Administrative cause	Inexperience in experience training	42
	Non-compliance with experimental rules, etc	4
	The others	16
Total		166

사고원인의 주원인별로는 불안정한 행동(65건), 관리적 원인(62건) 등의 인적 오류에 의한 사고가 전체의 76.5%를 차지하고 있으며, “경험훈련의 미숙”이 가장 높은 비율을 보이고 있다. 이 통계를 통해 연구실 사고의 원인이 물적 오류(불안정한 상태)에 의한 연구실 사고(16.5%) 보다는 인적 오류(불안정한 행동, 관리적 원인)에 의한 사고(83.5%)가 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

실험·연구실 안전사고는 젊은 연구원들과 학생들의 과학기술 발전을 저해하기 때문에 국가적으로 연구실 안전사고에 대한 관심이 높은 상황이다. 따라서 연구실 사고예방과 연구활동종사자의 보호를 위해서 지속적으로 안전교육을 하고, 연구실책임자의 책임의식을 제고하고, 연구활동종사자의 안전의식을 강화하는 것이 필요하다고 본다.

#### 4. 연구실 사전유해인자위험분석 제도

사전유해인자위험분석제도는<sup>2)</sup> 연구개발활동 시작 전 화학적, 물리적 위험요인 등 사고를 발생시킬 가능성이 있는 유해인자를 미리 분석하는 것을 말하며, 연구실책임자는 사전유해인자위험분석을 대통령령으로 정하는 바에 따라 실시하여 연구주체의 장에게 보고하여 하여야 한다.

사전유해인자위험분석은 크게 연구실안전현황, 유해인자위험분석, 보고서 관리대장으로 구성되어 있다. 사전유해인자위험분석의 적용대상은 정밀안전진단 대상 연구실로, 「화학물질관리법」 제2조제7호에<sup>6)</sup> 따른 유해화학물질, 「산업안전보건법」 제39조에<sup>7)</sup> 따른 유해인

Table 5. Review of laws managing substances subject to pre-hazard risk analysis<sup>9)</sup>

Div.	Laws regarding substances subject to pre-hazard risk analysis
Chemical Control Act Article 2	The meaning of the terms in this law is as follows. 7. Hazardous chemical substances shall be toxic, licensed, restricted or prohibited substances, accident-preventing substances, and other chemicals that may be harmful, hazardous or hazardous.
Article 39 of the Industrial Safety and Health Act (Management of risk factors, etc.)	1 The Minister of Employment and Labor shall classify and manage chemical and physical factors (hereinafter referred to as the “infects”) that cause health problems for workers in the classification criteria provided by the Ministry of Employment and Labor.
Article 39 of the Industrial Safety and Health Act (Management of risk factors, etc.)	1 The terms used in this Regulation shall be as follows. 2. Toxic gas is harmful to acrylonitrile, sulphuric acid gas, ammonia, carbon monoxide, chlorine, bromide, chloride, hydrogen sulfide, monogerman, citrus alzacine, phosphorus, phosphorus, phosphorus, phosphorus, and certain amounts of phosphoric acid that are present during certain amounts of phosphorylation and air. This means that less than five-thousandth of a million.

자, 「고압가스 안전관리법 시행규칙」 제2조 제1항제2호에<sup>8)</sup> 따른 독성가스를 보관·취급하는 연구실이며, 관련 법률은 Table 5와 같다.

유해인자 분류 항목은 크게 세 가지이다. 첫째, 물리적인자로 에너지가 몸으로 흡수되어 건강상의 장애를 일으키는 것으로 소음, 진동, 방사선, 열 등이 있다<sup>10)</sup>.

둘째, 화학적 유해인자로 물질(고체/액체/기체)이 몸으로 흡수되어 건강상 장애를 일으키며 소화기, 호흡기, 피부를 통해서 인체에 영향을 주며, 각종 화학물질(고체/액체/기체)로 먼지, 유기용제, 중금속 등이 있다.

셋째, 생물학적 유해인자로 사람과 다른 생물체(bio)인 물질이 몸으로 흡수되어 건강상의 장애를 일으킨다. 애완용, 동물의 피부, 털, 꽃가루, 곰팡이, 박테리아, 집진드기 등이 있다.

사전유해인자위험분석의 실시는 Table 6과 같이 실험특성에 따라 실시시기를 결정한다.

Table 6. Performance period for pre-hazardous factors analysis

Div.	Performance period	Example
An annual experiment	Conduct the test before carrying it out.	Undergraduate, business, commissioned, etc. experiments
Short-term Research Task	Conducts the research task before carrying it out	Tasks that last more than a year, etc.
Safety environment system	- Conduct a test before carrying out the research task. - Modifying the existing pre-infringement risk analysis report if changes exist before the next year's task is carried out	Tasks that last more than a year, etc.

사전유해인자위험분석 작성 주기는 정해져 있지 않으며, 사용물질, 실험 방법 변경, 연구활동종사자 등의 변경이 있을 경우 재실시하여야 한다.

사전유해인자위험분석 작성은 Fig. 2 및 Table 7에서 보듯이 연구실의 기본적인 현황과 실험과 관련된 유해위험인자에 대해서 정확하게 인지한 후 진행되어야 한다. 또한, 보고서 작성은 연구실책임자를 중심으로 하되, 연구개발활동의 위험요소나 애로사항을 공유하는 등 연구활동종사자들도 함께 하여야 한다. 아울러, 사전유해인자위험분석은 시간적 여유를 가지고 연구실에서 이루어지는 연구개발활동에 대해 충분히 상의하여 모아진 의견을 토대로 작성되어야 한다<sup>11)</sup>.

또한 연구실 기본현황(연구실의 위치 및 면적 등)을 알아야 하고 연구실 책임자, 연구활동종사자 현황, 주요 기관 등의 비상연락처 현황, 연구실에서 수행하는 실험(학부실험 포함) 및 연구과제(프로젝트 등) 수행

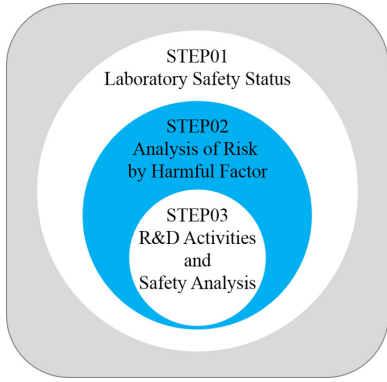


Fig. 2. Preparation of pre-hazard factor analysis.

Table 7. Performances in each step for pre-hazard factor analysis

STEP01 Laboratory Safety Status	Collection of data related to the laboratory
	Basic overview of laboratory(name, location, area etc.)
	Status of R&D Activities
	Status of R&D Activities Person
	Identifying harmful factors in a laboratory
	layout drawing, Harmful Facilities in a laboratory
STEP02 Analysis of Risk by Harmful Factor	Draw up a list of materials and facilities used in research activities
	Derivation of harmful Factors for Materials and Facilities
	Establishing a safety management plan for harmful factors
	Establishing an emergency plan for accident occurrence by harmful factors
STEP03 R&D and SA	Derivation of harmful Factors by step of research
	Establishing a safety management plan for harmful factors
	Establishing an emergency plan for accident occurrence by harmful factors

현황을 알아야 한다.

연구실 내 주요 유해인자 관련 정보는 유해인자 취급 관리대장(연구실 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 지침 제13조)을 참고하며, 화학물질, 가스, 생물체 등에 대한 유해인자 구분에 대한 내용은 Table 8과 같다<sup>12)</sup>.

Table 8. Hazardous Group Classification and Criteria

Hazardous Group Classification	Criteria
Fourth Danger Group	living organisms whose symptoms are very fatal, difficult to prevent or treat, and whose risks and difficulties are severe when they are released to the environment when infected by laboratory activities
High-risk pathogen	Infected pathogens that can pose a serious risk to the public's health if they are used for bio-terror purposes or leaked to the outside world by accident, etc.
Third Risk Group	An organism that can be seriously affected by a research activity, but can be prevented or treated, and that can be hazardous but treatable when released into the environment

### 5. 사전유해인자위험분석 합리적 관리개선 방안

각 대학 및 연구소에서는 사전유해인자위험분석 제도가 시행되었는데도 불구하고 이를 정확히 어떤 방식으로 어떻게 작성하여야 하는지가 불분명하다. 연구실 책임자가 주체적으로 작성해야 하나 구체적인 작성 방안이나 예시가 없는 상태에서 정확히 작성하기 버거운 것이 현실이다.

이에 대해 사전유해인자위험분석 제도의 합리적인 접근방법을 모색함과 더불어 연구실 안전환경 조성 관계자들에 대한 설문을 통해 문제점 파악하여 현 제도의 개선방안을 제시하고자 한다.

#### 5.1 연구실 사전유해인자위험분석 대안

현재의 사전유해인자위험분석제도는 단순 체크리스트 형식으로 운영되고 있다. 하지만, 각 실험실 단위로 사용하는 물질, 위험등급, 사용방법 등이 다르며 실험실별 특성에 맞게 관리하는 것이 필요하다.

이에 본 연구는 사전유해인자위험분석의 현실적이고 합리적인 대안으로 Fig. 3과 같은 5단계의 위험성 평가 방법을 제안하고자 한다. 사전유해인자위험분석은 사전준비 → 연구실 안전현황 분석 → 연구개발활동별 유해인자 위험분석 → 연구개발활동안전분석(R&DSA) → 사전유해인자위험분석 보고서 관리로 진행 된다.

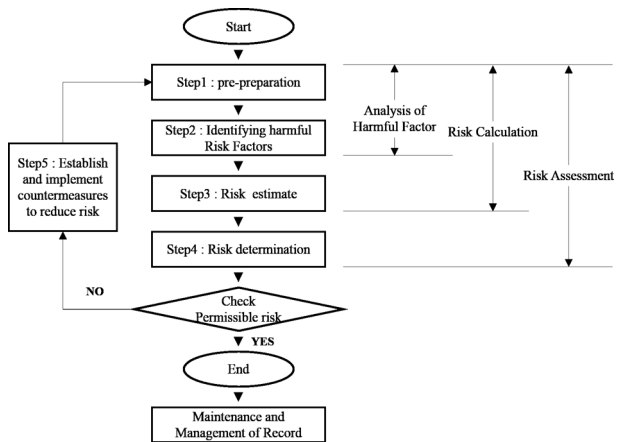


Fig. 3. Analysis of pre-risk and harmful factors.

위험성 평가는 일회성으로 완료하는 것이 아닌 위험성이 허용 가능한 수준이 될 때까지 위 순서를 반복하여야 한다. 1단계 사전준비부터 5단계 허용가능 위험 여부 판단에 이르는 위험성 평가를 실시하고 연구실 사고 감소 대책을 수립하여 사전에 안전한 환경을 조성하여야 한다<sup>12)</sup>. 각 단계별 위험성평가에 대해서는

Table 9와 10에서와 같이 예상되는 사고의 빈도(가능성) 및 강도(심각성)를 파악하고 Table 11에서 위험도를 계산하여 Table 12에서 결정된 위험도에 대한 대책을 마련해야 한다<sup>13)</sup>.

Table 9. Probability indication of laboratory accident

Div.	likelihood	Criteria
Major	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High probability of occurrence</li> <li>• The actual exposure to hazardous risk factors is greater than 3 hours per day.</li> </ul>
Moderate	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible occurrence</li> <li>• The actual exposure to hazardous risk factors is 2 to 3 hours per day.</li> </ul>
Minor	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low probability of occurrence</li> <li>• Time exposed to actual hazardous risk factors is less than 1 hour per day</li> </ul>

Table 10. Severity indication of laboratory accident

Div.	Severity	Criteria
Highly likely	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accident that could lead to death</li> <li>• Exceeding the exposure criteria (recommended standard) such as chemicals, dust and noise</li> <li>• Handling of carcinogenic, mutant and reproductive toxic substances</li> <li>• Occupational disease case</li> </ul>
Moderately likely	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accident that can cause injury, such as blindness, amputation, etc</li> <li>• Accident requiring medical attention</li> <li>• 50% or more of the exposure criteria (recommended standard) such as chemicals, dust and noise</li> </ul>
Unlikely	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accident that could lead to a near accident.</li> <li>• Less than 50% of the exposure criteria (recommended standard) such as chemicals, dust and noise</li> </ul>

Table 11. Risk assessment matrix for laboratory safety

Probability \ Severity		Severity		
		Major(3)	Moderate(2)	Minor(1)
Probability	Highly likely(3)	Extreme(9)	High(6)	Medium(3)
	Moderately likely(2)	High(6)	Medium(4)	Low(2)
	Unlikely(1)	Medium(3)	Low(2)	Low(1)

Table 12. Risk levels and control criteria

risk level		Management standard	Note
1~2	Low	Maintaining the present condition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide and educate the research workers with hazardous risk information</li> </ul>
3~4	Medium	Improvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establishing and improving safety and health measures</li> </ul>
5~6	High	Immediate improvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Run an immediate upgrade to continue the operation</li> </ul>

Table 13. Risk-calculated document management for each of the hazardous factors

Category	Hazard Risk factor	Risk calculation		Hazard plot Evaluation	Hazard plot Level	Document management No.
		Probability (3)	Severity (3)			
A	1	1	3	3	in ordinary circumstances	S01-1

예상되는 사고에 대한 위험성 평가에 대한 최종 결과는 Table 13과 같이 사고 유형별로 요약하여 각 실험실 안전관리담당자 및 기관 안전관리책임자가 Plan→Do→Check→Action 사이클에 맞춰 지속해서 수정·보완하며 관리하여야 한다.

위험성에 판단 기준은 여러 가지이나 위험도 계산을 하여 위험도 평가 수준에 따라 실험실을 관리하는 방법을 각 현황에 맞춰 진행해야 한다.

위험성 평가방법은 기존 사전유해인자에 대한 체크리스트 형식에 비해 다소 복잡할 수는 있으나 교육과 훈련을 통해 실행된다면 매번 다루는 물질이 전혀 새로운 것이 아니므로 쉽게 적용할 수 있다. 또한 산업안전보건공단에서 운영하는 위험성 평가지원시스템(KRAS)과 같이 국가연구안전정보시스템을 통해 온라인으로 지원된다면 보다 쉽게 전파가 될 것으로 판단된다.

현 제도에서는 연구실 위험 등급을 판단하기 어렵고, 고위험 실험실 및 지속적인 문제 발생 소지가 있는 실험실에 대한 특별관리도 이루어지기가 힘든 것이 현실이다. 따라서 위험성 평가에 따라 연구실을 관리한다면 위험등급별로 효율적, 합리적 관리가 이루어질 수 있다.

## 5.2 연구실 관리 개선 방안 수립

연구실 안전관리에 있어 연구실책임자의 역할이 매우 중요하지만 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」상 연구실책임자의 안전교육 이수에 관한 사항은 없다. 비록 연구실책임자의 연구/실험 참여자 역할 부분에는 관련 내용이 있지만, 정작 안전을 책임지는 부분에선 교육이 없다. 현실적으로 「연구실안전환경 조성에 관한 법률」에 의거 연구실안전환경관리자는 지속적인 안전교육을 법정 교육으로 이수하고 있으나, 연구실책임자에 관한 교육은 제대로 이루어지지 않고 있다. 이에 대해서 연구실책임자에 대한 안전교육을 법정 의무 교육으로 실시하는 것이 필요해 보이며 이를 바탕으로 안전한 실험실 관리가 될 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 Table 14와 같이 기존의 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」에 연구실책임자에 대한 안전교육

**Table 14.** Revision details of the guidelines for the implementation of the pre-hazard factor risk analysis in the laboratory

Div.		Revision details	Note
New	Article 5 (education, training, etc.)	1 The head of the research body shall provide information on the safety management of the laboratory to the research activity workers. 2 The head of the research body shall provide the research manager with education and training necessary to secure safety and prevent accidents in accordance with the Presidential Decree. 3 The Director of Research, designated pursuant to Article 2 subparagraph 1, shall receive specialized training on laboratory safety as provided by the Ministry of Science, Technology, Information and Communication.	

및 훈련을 실시하는 내용을 보완하여 개정함으로써 좀 더 안전한 연구실 환경을 조성할 수 있을 것이다.

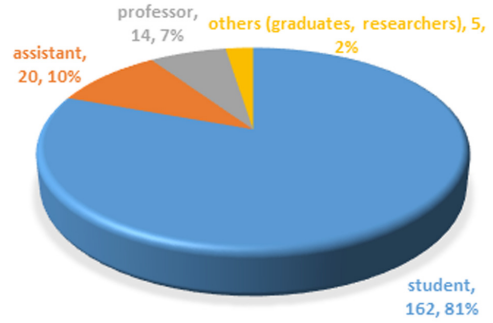
「연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침」에 따라 연구실책임자는 연구활동 시작 전에 사전유해인자 위험분석을 시행해야 하지만 일지를 작성하기도 벅찬 경우가 있을 수 있다. 그러므로 좀 더 사전유해인자위험분석 작성을 좀 더 편하고 간소하게 할 필요가 있다.

**5.2.1 설문조사 개요**

본 연구에서는 연구실 관련 종사자들이 현재의 사전유해인자위험분석 지침과 이와 관련된 주요 사항을 어느 정도 이해하고 있는지를 파악하고자 설문조사를 실시하였다. 조사방법은 자기기기입식 설문조사와 전자우편을 설문조사를 병행하여 진행하였으며 전자우편 및 직접배포를 통해 설문지를 배부하였다.

**Table 15.** Questionnaire contents

No.	Question
Q1	I am aware of guidelines for conducting laboratory pre-hazards risk analysis
Q2	I know the analysis report hazard factors according to the research development (lab/project)
Q3	It is treated immediately to prevent safety accidents at the occurrence of hazard factors
Q4	I know R&D safety analysis (R/DSA)
Q5	I know the management report of pre-hazards risk analysis
Q6	A safe educational environment is being developed through management reinforcement of correspondence such as restoration to various disasters.
Q7	Improvements against asbestos materials, urethane tracks and other hazardous environments and aging environments are progressing the learning conditions.
Q8	I know whether guidance on the implementation of pre-hazard analysis has been implemented since January 1, 2018
Q9	Guidance on conducting pre-hazard analysis is too complex



**Fig. 4.** The composition of questionnaire responders.

조사항목은 Table 15와 같이 사전유해인자위험분석의 인지도, 관련일지, 지침내용, 유해위험인자에 대한 대응정도, 연구개발활동 안전분석 실시 등 9가지 질문으로 구성하였다.

총 설문응답자는 Fig. 4와 같이 201명으로 대학생 162명, 조교 20명, 교수 14명, 기타(대학원생, 연구자 등) 5명으로 구성되었다.

**5.2.2 설문조사 분석 및 결과**

각 설문문항에 대한 구성원별 설문조사분석 방법은 매우 그렇다(1) ~ 매우 그렇지(5) 않다는 5점 척도로 하여 각 항목별로 응답 인원수, 5점 척도에 대한 평균 및 표준편차를 분석하였다. 보통을 3점 기준으로 하여 이상이면 이해도가 평균 대비 높은 것으로 이하이면 낮은 것으로 판단하였다. 9가지 질문 항목에 대한 구성원별 결과는 Table 16과 같다.

Table 16 (e)에서 확인할 수 있듯이 전체 평균값은 3점(보통이다) 이하인 2.52점으로 전체적으로 사전유해인자위험분석에 대한 이해도가 낮은 것으로 분석된다.

응답자별 인지도 및 이해도에 대해서는 Fig. 5와 같이 기타(대학원생, 연구자) > 대학생 > 교수 > 조교의

**Table 16.** Overall results of survey responses

Div.	(a) undergraduate					Avg	Std
	Very positive (5)	Positive (4)	Normal (3)	Negative (2)	Very Negative (1)		
Q1	7	22	30	59	44	2.31	1.14
Q2	7	16	38	59	42	2.30	1.09
Q3	10	50	56	34	12	3.07	1.03
Q4	3	9	42	63	45	2.15	0.95
Q5	6	15	35	63	43	2.25	1.06
Q6	14	24	68	42	14	2.89	1.04
Q7	13	42	48	46	13	2.98	1.09
Q8	6	10	39	60	47	2.19	1.04
Q9	13	21	82	34	12	2.93	0.98
					Total Avg	2.56	1.05

(b) assistant

No.	Very positive (5)	Positive (4)	Normal (3)	Negative (2)	Very Negative (1)	Avg	Std
Q1	2	1	1	2	14	1.75	1.34
Q2	2	2	0	7	9	2.05	1.32
Q3	2	1	1	5	11	1.90	1.30
Q4	2	0	1	6	11	1.80	1.21
Q5	3	1	0	3	13	1.90	1.48
Q6	2	1	0	6	11	1.85	1.28
Q7	1	3	0	4	12	1.85	1.28
Q8	2	1	0	5	12	1.80	1.29
Q9	1	3	0	4	12	1.85	1.28
Total Avg						1.86	1.31

(c) professor

No.	Very positive (5)	Positive (4)	Normal (3)	Negative (2)	Very Negative (1)	Avg	Std
Q1	0	2	4	8	0	2.57	0.73
Q2	0	2	4	8	0	2.57	0.73
Q3	0	2	5	7	0	2.64	0.72
Q4	1	0	4	9	0	2.50	0.82
Q5	1	1	5	7	0	2.71	0.88
Q6	0	1	5	8	0	2.50	0.63
Q7	0	2	3	9	0	2.50	0.73
Q8	0	1	4	8	1	2.36	0.72
Q9	0	2	3	9	0	2.50	0.73
Total Avg						2.54	0.74

(d) others (graduate student, researcher)

No.	Very positive (5)	Positive (4)	Normal (3)	Negative (2)	Very Negative (1)	Avg	Std
Q1	1	2	1	1	0	3.60	1.02
Q2	1	3	0	1	0	3.80	0.98
Q3	1	3	0	1	0	3.80	0.98
Q4	1	1	2	1	0	3.40	1.02
Q5	1	3	0	1	0	3.80	0.98
Q6	1	3	0	1	0	3.80	0.98
Q7	0	3	0	2	0	3.20	0.98
Q8	0	2	2	1	0	3.20	0.75
Q9	0	1	3	1	0	3.00	0.63
Total Avg						3.51	0.92

(e) total

No.	Very positive (5)	Positive (4)	Normal (3)	Negative (2)	Very Negative (1)	Avg	Std
Q1	10	27	36	70	58	2.31	1.17
Q2	10	23	42	75	51	2.33	1.12
Q3	13	56	62	47	23	2.95	1.11
Q4	7	10	49	79	56	2.17	1.00
Q5	11	20	40	74	56	2.28	1.13
Q6	17	29	73	57	25	2.78	1.10
Q7	14	50	51	61	25	2.84	1.14
Q8	8	14	45	74	60	2.18	1.06
Q9	14	27	88	48	24	2.80	1.04
Total Avg						2.52	1.10

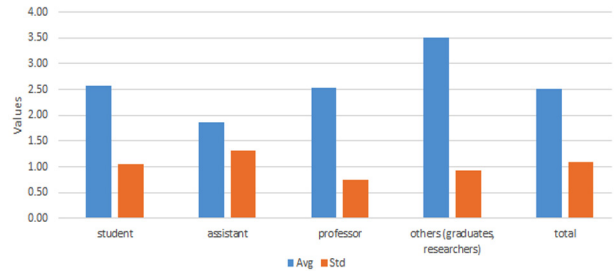


Fig. 5. Average and standard deviation in 5-point scale for each respondent.

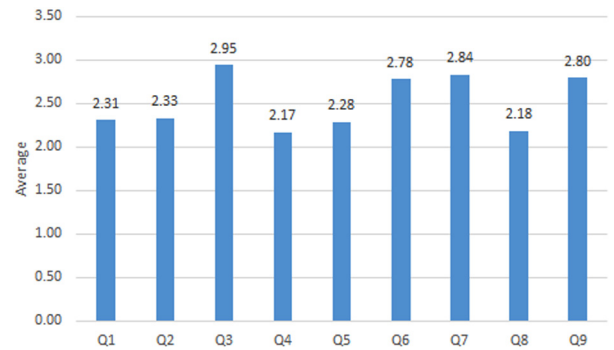


Fig. 6. Average in 5-point scale of each question.

순으로 나타났으며 표준편차를 보았을 때 교수, 기타 그룹에서 의견의 편차가 적다는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 6에서 각 문항 별 응답결과를 보았을 때 3점(보통이다)을 넘는 문항이 없었으며 2.17~2.95로 대부분의 내용을 모르고 있다고 파악된다.

각 질문에 가장 높은 인지도를 보인 것은 3번 문항으로, 이는 사전유해인자위험분석 제도의 필요성에 대한 것이었다. 이것은 본 제도의 필요성은 어느 정도 동의하고 있으나 전반적으로 내용에 대해서는 잘 모르고 있다는 것으로 판단할 수 있다. 가장 낮은 답변을 한 것으로는 Q4, Q8, Q5 등이다. 이는 연구개발활동 안전 분석, 제도 시행일자, 보고서 관리대장 등 본 제도에 대한 구체적인 내용, 작성대장, 시행일자 등과 같은 상세한 정보가 거의 전달되지 못한 것으로 분석된다.

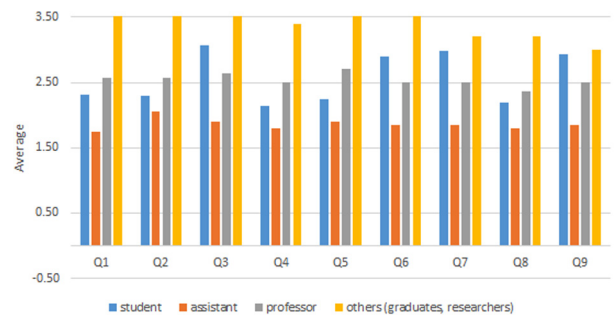


Fig. 7. Average in 5-point scale for each respondent.



Fig. 7과 같이 각 응답자 및 문항 별 비교분석 결과에서는 대학원생, 연구자 등이 대학생, 조교, 교수보다 상대적으로 이해도가 높았지만, 안전에 대한 것이므로 사전유해인자위험분석에 대해서는 인지도가 부족하다고 판단된다.

### 5.2.3 소결

설문조사 결과 대학생, 조교, 교수, 대학원생 등 전체적으로 사전유해인자위험분석과 관련된 정책과 법령에 대한 인지도가 없는 것으로 확인되었으므로 정부에선 언론매체와 홍보를 더욱 강화하여 사전유해인자분석의 정의와 계획서 작성법 등을 알려 모든 연구실에 상주하는 인원이 잘 숙지하도록 해야 할 것이다.

또한, 정부는 기관별로 순회교육을 실시하여 작성법 및 법령을 이해하도록 하여 모든 기관이 사전유해인자위험분석의 필요성을 알고 올바르게 시행할 수 있도록 해야 한다. 연구실책임자에 대해서도 법령에 따른 교육을 실시하여 연구실 안전관리를 할 수 있도록 해야 한다.

기존 연구에서는 대부분 사전유해인자분석을 하는 것에 대해서만 언급했으나 본 연구에서는 사전유해인자분석을 통한 연구실 등급을 정하는 것과 기관별로 법령에 대한 이해도를 높이기 위한 순회교육 시행 및 연구실책임자의 법정 교육 의무화하기 등과 같은 구체적인 방법론을 제시하였다.

## 6. 결론

현재 전 세계적으로 10만 여종의 화학물질 사용으로 매년 2천여 종의 신규물질이 개발되고 있으며, 우리나라도 3만 7천여 종의 화학물질이 유통되고 화학산업의 규모도 1970년대에 비하여 전 세계적으로 10배, 우리나라는 120배 수준 증가로 더욱더 위험한 상황에 노출되고 있다.

이에 정부에서는 2016년 3월 8일 「연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침」을 제정·공포하였으나 아직까지도 대부분의 연구실책임자는 이에 대한 작성방법은 물론 정확한 이해조차도 못 하고 있는 실정이다. 설문결과를 보면 사실상 법령에 대한 연구실책임자의 인지도는 거의 없다고 볼 수 있으므로 지속적인 교육과 법령이 뒤따라야 현실적인 안전대책이 된다고 볼 수 있다. 또한 설문조사결과에서 본 제도의 필요성은 인지하고 있으나 구체적인 실행내용에 대한 세부내용을 모르고 있으므로 이에 대한 구체적이고 쉬운 매뉴얼 등이 개선되고 배포되어야 한다.

현재, 사전유해인자위험분석을 실시할 때 해당 연구실의 연구실안전현황, 유해인자별 위험분석, 연구실안전계획, 비상조치계획 등을 포함하여야 하는데, 이러한 위험분석은 전문적인 기술 내용이 필요하므로 세부적인 사항을 고시할 때 연구실책임자가 제대로 실시할 수 있도록 전문가들과 연구활동종사자와의 충분한 의견수렴을 통하여 추진되어야 할 것이며, 결과를 함께 공유하도록 해야 할 것이다.

또한 체크리스트 형태로 작성되는 작성대장의 경우 각 실험실 단위별로 사용하는 물질, 위험등급, 사고발생빈도, 대응방법 등이 다르므로 이에 대해서는 현 제도로는 대응하기가 어렵다. 이에 대하여 쉽고 간편하게 작성할 수 있도록 위험성평가 매뉴얼의 제작, 온라인 위험성 평가시스템 지원 등을 통해 본 제도의 실효성이 크게 증대될 것으로 판단된다. 또한 점검 및 진단업체의 과업범위에 실험실 단위별로 작성된 위험성평가 보고서의 검증을 포함한다면 초기 정착 이후에는 크게 힘든 작업이 없을 것이다.

또한, 정부는 기관별 순회교육을 통해 법령의 준수 및 교육을 실시토록 해야 하며, 법적으로 연구실책임자에 대한 과태료도 연구실안전환경관리자 기준으로 적용하여 강제적으로 시행되어야 할 것이다. 연구실사고는 무엇보다 연구실책임자가 관심을 가지고 사고예방과 안전활동을 추진할 때 사고가 예방될 것이기 때문이다.

앞으로 사전위험성평가를 평가지표에 넣기 위해서는 연구실책임자 교육을 연구실안전환경관리자와 비슷한 제도로 「연구실 사전유해위험분석에 관한 지침」을 마련하고 수정·보완하여 제도화되어야 할 것으로 사료된다.

## References

- 1) N. J. Cho and Y. G. Ji, "A Study on Application Method & System Introduction of Laboratory Pre-hazards Risk Analysis", J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 4, pp. 157-162, 2016.
- 2) Ministry of Science and ICT, Act on the Establishment of Safety Laboratory Environment, 2014.
- 3) Ministry of Science and ICT, Guidelines for the Implementation of the Pre-Hazard Factors Analysis in the Laboratory, 2016.
- 4) H. S. Song, J. J. Kim, J. G. Choi, S. H. Chun and N. H. Yee, "Study on Analysis and Management of the Type of Laboratory Accident", J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 6, pp.

- 157-162, 2018.
- 5) J. H. Park, O. S. Han and W. M. Gal, "Comparison of Laboratory Safety Management States in Organization Type and Research Field by using a Checklist", J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 4, pp. 157-162, 2016.
  - 6) Ministry of Environment, Act on Chemicals Control, 2019.
  - 7) Ministry of Employment and Labor, Act on Occupational Safety and Health, 2019.
  - 8) Ministry of Trade, Industry and Energy, Act on Enforcement Rule of High Pressure Gas Safety Management, 2019.
  - 9) J. W. Jeong, "A Study on the Implementation of the Risk Assessment System for Business Sites in Korea," Journal of the Korea Safety Association, Vol. 29, Vol. 3, pp. 121-128, 2014.
  - 10) N. Chartres, L. A. Bero and S. L. Norris, "A Review of Methods used for Hazard Identification and Risk Assessment of Environmental Hazards", Environment International, Vol. 123, pp. 231-239, 2019.
  - 11) D. Y. Park, D. M. Baek and Y. S. Lee, "A Study on the Specific Introduction of Risk Assessment System", Health and Safety Corporation, p. 4, 2009.
  - 12) J. D. Yoon, J. H. Kim, Y. H. Jung and J. Y. Yoon, "To Investigate the Risk Assessment Technique of Chemical Substances Research", Health and Safety Corporation, 2013.
  - 13) S. H. Jung, "What is the Project Site Risk Assessment System Implemented in 2013", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 61 No. 8, pp. 84-90, 2013.