KOSDI
ISSN : 1976-2208 (Print)
ISSN : 2671-5287 (On-line)
www.sodi.or.kr

Journal of the Society of Disaster Information
Vol. 18, No. 3, pp. 444-456, September 2022
https://doi.org/10.15683/kosdi.2022.9.30.444

Original Article

연구실 위험성평가방법 개선에 관한 연구

A Study on the Improvement of Risk Assessment Method in Laboratory

김수태*
Soo-Tae Kim*

Doctor's Course, Department of Industrial Engineering, Sunmoon University, Asan, Republic of Korea

*Corresponding author: Soo-Tae, Kim, kimsootae19@daum.net

ABSTRACT

Purpose: Laboratories require Preliminary Risk Analysis of Hazard Factors, but there are many laboratories that do not. For the purpose of securing the safety of the laboratory, it is intended to find improvements so that the Risk Assessment can be easily applied. **Method:** Research papers and data from the Laboratory Safety Management Survey Report by the Ministry of Science and ICT were used. The study was conducted by comparing Preliminary Risk Analysis of Hazard Factors and Risk Assessment under the Occopational Safety and Health Act. **Result:** A technique for Risk Assessment of a laboratory was proposed. When Risk Assessment of the laboratory, a method was proposed to estimate the size of the possibility(frequency) and severity(intensity). **Conclusion:** For easy application in the laboratory, a checklist-type Risk Assessment technique was presented and actual evaluation was conducted. It is expected that the laboratory will improve through Risk Assessment to help prevent safety accidents.

Keywords: Hazard Factors, Risk Analysis, Risk Assessment, Risk Estimation and Determination

요 약

연구목적: 연구실험실에는 사전유해인자위험분석을 실시하도록 하고 있으나 실행하지 않는 연구실험실이 많다. 연구실험실의 안전을 확보하기 위한 목적으로 좀 더 쉽게 위험성평가를 적용 할 수 있도록 개선점을 찾고자 한다. **연구방법:** 선행논문 및 과학기술정보통신부 연구실 안전관리 실태조사 보고서 자료를 활용하였다. 사전유해인자위험분석과 산업안전보건법에 의한 위험성평가를 비교하여 연구하였다. **연구결과:** 연구실험실에 대한 위험성을 평가할 수 있는 기법을 제시하였다. 연구실험실 위험성평가시 가능성(빈도)과 중대성(강도)의 크기를 추정할 수 있도록 방법을 제시하였다. **결론:** 연구실험실에서 쉽게 적용할 수 있도록 체크리스트 형태의 위험성평가 기법을 제시하였고, 실제 평가해 보았다. 연구실험실에서 위험성평가를 통한 개선을 실시하여 안전사고 예방에 도움이 될 것으로 기대한다.

핵심용어: 유해인자, 위험분석, 위험성평가, 유해·위험요인, 위험성 추정·결정

Received | 10 May, 2022
Revised | 28 September, 2022
Accepted | 28 September, 2022

OPEN ACCESS

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

ⓒ Society of Disaster Information All rights reserved.

서 론

연구실안전 환경조성에 관한 법률(이하 연구실안전법)에서는 연구실 안전사고를 예방하기 위한 방법으로 일상점검, 정기점검 및 정밀안전진단 등이 있으며 연구실의 책임자가 위험을 발굴하고 통제하기 위한 방법으로는 2015년 7월에 사전유해인자위험분석 제도를 만

들었고, 2019년 10월 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침을 개정하였다.

2021년 기준으로 4,252개 연구기관 중 사전유해인자위험분석 실시 대상은 2,188개 기관인 51.5%이고, 실시 대상 중 연구실 전체에 대하여 사전유해인자위험분석을 실시한 기관은 1,285개로 58.7% 수준이다. 더 중요한 것은 사전유해인자위험분석 대상이 아닌 연구기관이 2,064개인 48.5%에 이른다.

사전유해인자위험분석은 모든 연구실을 대상으로 실시하도록 하는 것이 아니며, 화학물질관리법 제2조제7호의 유해물질, 산업안전보건법 제39조의 유해인자, 고압가스 안전관리법 시행규칙 제2조1항제2호의 독성가스에 대하여만 시행하도록 하고 있으며, 또한 연구실안전법 시행령 별표1에 산업안전보건법의 적용을 받는 연구실에서는 연구 활동별로 위험성평가를 실시할 수 있도록 하고 있다.

연구실험실의 안전을 확보하기 위하여 좀 더 쉽게 위험성평가를 실시할 수 있는 개선 방법에 관하여 연구하게 되었다.

연구방법

선행논문 조사 및 과학기술정보통신부의 관련 자료조사를 하고 연구실 사전유해인자위험분석과 산업안전보건법의 위험성평가를 비교 연구하여 평가 방법을 마련하고, 연구실험실에 위험성평가를 직접 적용하였다.

(1) 선행연구 조사 및 위험성평가 제도 조사
(2) 위험성평가 방법 개선
(3) 실제 평가를 통한 적용

본 론

사례조사

위험성평가에 관한 선행연구를 살펴보면, Jang et al.(2021)은 “BCMS의 위험평가가 경영성과에 비치는 영향에 대한 연구에서 ”비즈니스연속성관리시스템(Business Continuity Management System)의 위험성평가요인이 경영성과에 영향을 미친다는 것을 증명한 바 있다. Kim(2020)은 위험성평가를 통한 사업장 안전 확보를 위하여 정부의 책임과 의무, 위험성평가 실시 단위, 위험성평가 운영주체의 명확화 등을 제시하고 있다. Choi et al.(2019)은 “연구실 위험등급 평점법”으로 위험등급 과 기자재, 화학약품, 장비 등을 고려한 위험등급제를 제시한 바 있다. Park et al.(2020)은 “다중이용업소의 안전관리 체계의 개선방안에 대한 연구” 사례에서 화재위험성평가 제도의 개선에 대하여 “제대로 작동하는” 규정을 제안하고 있으며, 영국의 사례를 들어 고비용이 필요한 정량적 방법이 아닌 정성적 방법을 소개하고 있다. Lee et al.(2021)은 교육시설에 대한 화재위험성평가를 위한 기초 데이터 확보를 위하여 화재하중을 조사·분석하여 제시한바 있다. Park(2004)은 화학 실험실의 화재·폭발 위험성 평가에 관한 연구에서 비상시를 대비한 효율적인 피난로 확보 및 화재로 인한 안전을 확보하기 위하여 화학물질 보관장소 및 시설에 대한 안전 확보를 제안하고 있다. Choi(2022)는 소규모 건축현장의 효율적인 위험성평가를 위한 체크리스트를 도출하였다. Choi(2018)는 국내 기업의 재난위험성평가의 필요성 검토를 위해 사회재난과 자연재난으로 인한 국내외 기업의 피해분석을 하였고, 이를 통해 기업에서의 재난위험성평가제도 활성화에 대해 제안하고 있다. Jung(2014)는 위험성평가가 사업장에서 자의적으로 실시될 개연성이 높기 때문에 이의 보완방안으로 위험성평가 실시 방법을 구체적으로 제시하고,

위험성평가 표준모델을 알기 쉽게 이해 및 적용할 수 있도록 업종·직종, 규모 또는 유해위험요인별로 위험성평가에 대한 매뉴얼, 모델 및 우수사례 등을 널리 개발(발굴)·보급하고 지도·홍보 등을 지속적으로 실시하도록 제안하고 있다.

사전유해인자위험분석 실시 현황

연구실 사전유해인자위험분석 관련 현황 자료는 과학기술정보통신부에서 실시한 연구실 안전관리 실태조사 2019년에서 2021년까지 3년간의 자료를 기반으로 조사하여 분석하였으며, 사전유해인자위험분석(위험성평가 포함) 실시 현황은 Table 1과 같다.

2021년 대상 기관 2,188개 중 1,285개(58.7%)기관만 연구실 전체를 대상으로 사전유해인자위험분석을 실시하였고, 전혀 실시하지 않은 미실시 기관이 126개로 5.8%이다.

Table 1. Current status of preliminary risk analysis of hazard factors

구분	대상 기관수	미실시 기관		연구실 일부실시		연구실 전체 실시 / 일부 내용		연구실 전체 실시 / 모든 내용	
		기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)
2021년	2,188	126	5.8	124	5.7	653	29.8	1,285	58.7
2020년	2,022	140	6.9	141	7.0	642	31.8	1,099	54.4
2019년	2,050	210	10.2	163	8.0	637	31.0	1,040	50.8

*산업안전보건법에 따른 위험성평가를 실시한 경우 포함

사전유해인자위험분석을 실시한 적용 법률 근거로 Table 2와 같다.

Table 2. Act on the basis for preliminary risk analysis of hazard factors (Including risk assessment) (2021)

구분		기관수 (개)	미실시		산업안전보건법에 따른 위험성평가		연구실안전법에 따른 사전유해인자위험 분석	
			기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)
전체		2,188	126	5.8	930	42.5	1,132	51.7
기관 유형	대학	317	11	3.5	8	2.5	298	94.0
	연구기관	163	2	1.2	57	35.0	104	63.8
	기업부설(연)	1,708	113	6.6	865	50.6	730	42.7

2021년 기준 대상 2,188개 기관 중 연구실안전법에 따른 사전유해인자위험분석을 실시한 기관이 1,132개로 51.7%이고, 산업안전보건법에 따른 위험성평가를 실시한 기관이 930개로 42.5%이다. 대학 등 연구기관은 대상 317개 중 298개로 94%가 연구실안전법에 따른 사전유해인자위험분석을 실시하였고, 기업부설연구소는 대상 1,708개 중 865개인 50.6%가 산업안전보건법에 따른 위험성평가를 실시하였다.

Table 3은 2021년도 사전유해인자위험분석(위험성평가 포함)을 미실시한 903개 기관에 대한 설문조사 결과이다.

연구실 안전관리 실태조사에 의하면 미실시 사유에서 "실시 방법을 몰라서" 응답이 231개 기관(25.6%), "실시 의무를 몰라서"가 94개 기관(10.4%), "작성내용이 많아서"가 80개 기관(8.9%), "해당 없음으로 판단"한 곳이 80개 기관(8.9%), "기타" 418개 기관(46.3 %)이었다.

2019년 제도 건의사항으로 설문 조사한 내용에 의하면 연구실 안전관리 향상을 위하여 정부에서 지원해야 할 안전관리 컨설팅 내용에서 연구실안전법(사전유해인자위험분석 등)에 총 4,075기관 중 1,554개 기관이 응답하여 38.1%를 차지하고 있다.

Table 3. Reasons for not conducting preliminary risk analysis of hazard factors

구분	기관수 (개)	실시방법을 몰라서		실시의무를 몰라서		작성내용이 많아서		해당없음으로 판단		기타	
		기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)	기관수 (개)	비율 (%)
전체	903	231	25.6	94	10.4	80	8.9	80	8.9	418	46.3
대학	125	20	16.0	7	5.6	9	19.2	24	19.2	65	52.0
연구기관	45	9	20.0	1	2.2	4	8.9	4	8.9	27	60.0
기업부설(연)	733	202	27.6	86	11.7	67	7.1	52	7.1	326	44.5

※ 기타에는 실시의무자(연구실책임자)의 기피, 위험성평가(대체예정), 실시예정(실시 중 포함), 신규, 미사용 연구실, 코로나19로 인한 미실시 등 이다.

현황조사 결과 분석

(1) 2021년 기준으로 국내 연구기관은 4,252개 기관이며 이중 사전유해인자위험분석 실시 대상은 2,188개로 51.5%이다. 나머지 48.5%인 2,064개 기관은 사전유해인자위험분석 대상이 아니기 때문에 사전유해인자위험분석 또는 위험성평가를 실시하고 있는지를 확인 관리하지 못하고 있는 실정이다.

(2) 사전유해인자위험분석 실시 대상 2,188개 기관 중 연구실 전체에 대하여 제대로 실시한 기관은 1,285개로 58.7% 이고, 나머지는 일부만 실시하거나 또는 미실시한 기관이 903개(41.3%)에 이른다.

(3) 사전유해인자위험분석 또는 위험성평가를 적정하게 실시하지 않은 903개 기관 중 실시 의무를 몰라서 또는 해당 없음으로 판단하여 미실시한 기관이 174개 기관으로 19.3%이른다.

현황분석 결과 사전유해인자위험분석을 실시해야 하는 대상이 모든 연구실에 대하여 적용대상이 아니라 일부에 대하여만 사전유해인자위험분석을 수행하도록 함으로서 사전유해인자위험분석 또는 위험성평가를 수행해야 하는지를 잘 모르는 경우 등의 문제점이 발생함을 알 수 있다.

연구실 위험성평가의 제도 검토

사전유해인자위험분석과 위험성평가 제도의 법적 주요 내용

Table 4에서 보는 바와 같이 산업안전보건법에서는 모든 사업장에서 위험성평가를 실시토록 하고 있으나, 연구실안전법

에서는 적용대상을 일부 유해인자가 있는 물질에 한정하여 사전유해인자위험분석 시행하고 있으며, 연구 활동별로 위험성 평가를 실시하는 경우에는 산업안전보건법에 의한 위험성평가로 대체 할 수 있도록 하고 있다.

Table 4. Scope of risk assessment and preliminary risk analysis of hazard factors prescribed by law

법률	제도	내용
연구실 안전법	사전유해인자 위험분석	사전유해인자위험분석 적용 범위는 법 제3조에 따라 아래와 같다. 1.「화학물질관리법」 제2조제7호에 따른 유해화학물질 2.「산업안전보건법」 제39조에 따른 유해인자 3.「고압가스 안전 관리법 시행규칙」 제2조제1항 제2호에 따른 독성가스
산업안전보건법	위험성평가	산업안전보건법은 모든 사업에 적용하도록 하고 있고, 사업의 규모에 따라 법의 일부를 적용하지 않을 수 있으나, 위험성평가 실시대상은 전체 사업장을 대상으로 하고 있다. 산업안전보건법 제36조에 따른 위험성평가 대상 - 기계·기구·설비, 건설물, 증기, 가스, 분진, 원재료 - 근로자의 작업행동 또는 그 밖의 업무로 인한 유해·위험 요인

사전유해인자위험분석과 위험성평가 비교

연구실의 사전유해인자위험분석은 "연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침(指針)"에 따라 사전유해인자위험분석을 위해서는 별지 서식으로 연구실안전 현황표 작성 외에 연구개발 활동별 유해인자 위험분석 보고서 와 연구개발 활동 안전 분석보고서를 통하여 위험을 분석하도록 하고 있다.

사전유해인자위험분석이란 "연구개발 활동 시작 전 유해인자를 미리 분석하는 것으로 연구실책임자가 해당 연구실의 유해인자를 조사·발굴하고 사고예방 등을 위하여 필요한 대책 수립 및 실행하는 일련의 과정(過程)을 말한다" 라고 되어 있으며 Table 5에서는 위험성평가와 사전유해인자위험분석을 비교하였다.

Table 5. Comparison of risk assessment and preliminary risk analysis of hazard factors

구분	위험성평가 (산업안전보건법)	사전유해인자위험분석 (연구실안전법)
1) 정의	부상, 질병 발생의 가능성(빈도)과 중대성 (강도)을 추정·결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정	연구실의 유해인자를 조사·발굴하고 사고예방 등을 위하여 필요한 대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정
2) 실시시기 및 사전준비	최초평가, 수시평가, 정기평가(매년) 실시 규정을 작성	연구활동시작 전 실시
3) 유해·위험요인의 파악	점검, 청취, 자료 등	연구실 현황분석
4) 유해·위험요인별 위험성의 추정	부상, 질병의 발생 가능성 및 중대성의 크기를 추정	연구활동별 유해인자분석 가능성, 중대성의 크기 추정 없음
5) 위험성의 허용 가능 여부 결정	유해·위험요인별 위험성의 크기가 허용 가능한지 여부를 판단	별도의 기준은 없고, 필요할 경우 조치를 취하도록 하고 있음
6) 위험성 감소대책의 수립 및 실행	위험성 감소를 위한 대책을 수립하여 실행	연구실 안전계획 수립 • 안전한 취급 및 보관 등을 위한 조치, • 폐기방법, 안전설비 및 개인보호구 등 비상조치계획 수립
7) 기록관리	필요한 사항을 기록	결과를 기록·보존

연구실 위험성 평가 방법 개선

위험성평가 방법의 개선 전과 개선 후의 비교

연구실안전법에서는 산업안전보건법을 적용받는 연구실에서 연구활동별 위험성평가를 실시하는 경우에 대한 위험성평가 방법이 제공되어 있지 않기 때문에 위험성평가 "실시방법을 잘 몰라서"를 해결하기 위해 본 연구에서는 Table 6에서 보는 바와 연구실에 맞게 위험성평가를 실시하도록 방법을 제안한다.

Table 6. Comparison of risk assessment methods before and after improvement

개선 전	개선 후
사전유해인자위험분석	좌 동
산업안전보건법에 의한 위험성평가(연구활동별 평가)	연구실 위험성평가(연구활동별 평가)

위험성평가를 위한 체크리스트 항목

Table 7은 연구실 일상점검 및 정기점검 등에서 사용하는 점검 내용을 포함하여 연구실에 대한 위험성평가를 위한 체크리스트를 8개 대항목과 102개의 세부 평가 항목으로 구성하였다.

Table 7. Status of risk assessment checklist in laboratory

구분	일반안전	기계안전	전기안전	화공안전	소방안전	가스안전	산업위생	생물안전	합계
항목수	12	9	14	13	14	15	11	14	102

Table 8은 위험성평가 체크리스트 세부 평가 항목이다.

Table 8. Laboratory risk assessment checklist

대 항 목	세부 평가 항목
1. 일반안전	1) 연구(실험)공간과 사무공간을 분리하였는지 여부
	2) 연구(실험)실 내 건축물 손상 등(천장파손, 누수, 창문파손 등) 여부
	3) 연구(실험)실 내 정리정돈 및 청결상태 여부
	4) 연구(실험)실 내 취식, 취사, 취침, 흡연 여부
	5) 연구(실험)실 안전관리규정 비치 또는 게시 여부
	6) 연구(실험)실 사전유해인자위험분석 실시 및 보고서 게시 여부
	7) 생물체(LMO포함)취급, 유해인자 취급 관리·운영대장 기록 작성 비치.게시 여부
	8) 사고발생 비상대응 방안(매뉴얼, 비상연락망, 보고체계 등)수립 및 게시 여부
	9) 연구실책임자 등 연구 활동종사자의 안전교육 이수 여부
	10) 연구(실험)실 안전수칙,안전표지,개인보호구,구급약품 등 관리 상태
	11) 부딪힘, 넘어짐 등 위험 요인
	12) 기타 일반안전 분야 위험 요인

Table 8. Laboratory risk assessment checklist(Continue)

대 항 목	세부 평가 항목
2. 기계안전	1) 위험기계·기구별 법적검사, 안전인증 및 자율안전 확인신고 제품 사용 여부
	2) 위험기계·기구별 적정 안전방호장치 또는 안전덮개 설치 여부
	3) 위험기계·기구 주변 울타리(방호설비) 설치 및 안전구획 표시 여부
	4) 위험기계·기구에 대한 동력 차단장치 또는 비상정지장치 설치 여부
	5) 연구기기. 자동화설비 기계·기구에 대한 이중 안전 마련 여부
	6) 기계 및 공구의 조임부 또는 연결부 이상 여부
	7) 기계·기구 또는 설비별 작업안전관리수칙(주의사항, 작동매뉴얼 등)부착 여부
	8) 연구실 내 자체 제작 장비에 대한 안전관리 수칙·표지 마련 여부
	9) 기타 기계안전 분야 위험 요소
3.전기안전	1) 분전반 적정 관리(도어개폐, 적치물, 경고표지 부착 등) 여부
	2) 분전반 내 각 회로별 명칭(또는 내부도면)기재 여부
	3) 대용량기기(정격 소비 전력3kW이상)의 단독회로 구성 여부
	4) 과전류 또는 누전에 따른 재해를 방지하기 위한 과전류차단장치 및 누전차단기 설치·관리 여부
	5) 전기 기계·기구 등의 전기충전부 감전방지 조치(폐쇄형 외함구조, 방호망,절연덮개 등) 여부
	6) 접지관리 상태(외함, 전기기계, 기구, 장비, 등)
	7) 전선관리 상태(이동전전, 절연피복 손상, 몰드 미처리, 열화, 노후 등)
	8) 접지형 콘센트 및 정격전류 초과 사용(문어발식 콘센트 사용 등) 여부
	9) 개수대 등 물 발생지역 주변 방수조치(방수형 콘센트 설치 등) 여부
	10) 방폭 전기기기 사용 적정성
	11) 사용하지 않는 전기기구의 전원투입 상태 확인 및 무분별한 문어발식 콘센트 사용 여부
	12) 화학물질 취급시설에 피뢰침 설치(단, 취급시설 주위에 안전상 지장 없는 경우 제외) 여부
	13) 화학물질 취급설비에 정전기 제거 유효성(접지, 상대습도, 공기 이온화 방법 등) 여부
	14) 기타 전기안전 분야 위험 요소
4. 화공안전	1) 휘발성, 인화성, 독성, 부식성 화학물질 등 특성에 적합한 시약장 확보(전용캐비닛, 잠금장치 등) 여부
	2) 시약선반 및 시약장의 시약 전도방지 조치 여부
	3) 화학물질 보관용기(시약병 등)성상별 분류 및 안전 보관 여부
	4) 대상 화학물질의 모든 MSDS(GHS)게시·비치 여부
	5) 시약병 경고표지(물질명, GHS, 주의사항, 조제일자, 조제자명 등)부착 여부
	6) 사고대비물질, CMR물질, 특별관리물질 파악 및 격리보관 및 시건 관리 여부
	7) 시약 적정기간 보관 및 용기 파손, 부식 등 관리 여부
	8) 폐액 보관장소 및 용기 보관상태(적정용기, 폐액용기 덮개 체결, 보관량 등)적정성
	9) 실험폐액 및 폐기물 관리상태(성상별 분류, 폐액분류표시 등)
	10) 화학물질 배관의 적정성, 연결부 이상유무, 밸브 등의 개폐방향을 색채, 기타 방법으로 표시 여부
	11) 화학물질 제조·사용설비에 안전장치 설치(과압방지장치 등) 여부
	12) 화학물질 취급 시 해당 물질의 성질에 맞는 온도, 압력 등 유지 여부
	13) 기타 화공안전 분야 위험 요소

Table 8. Laboratory risk assessment checklist(Continue)

대 항 목	세부 평가 항목
5. 소방안전	1) 비상 시 피난가능한 대피로(비상구, 피난동선, 통로상 장애물 등)확보 여부 2) 비상대피 안내정보 제공 여부 3) 유도등(유도표지)설치·점등 및 시야 방해 여부 4) 적정 소화설비·소화기 비치 여부 및 관리 상태(외관 및 지시압력계, 안전핀 봉인상태, 설치 위치 등) 5) 소화전 관리 상태(호스보관상태, 내·외부 장애물 적재, 위치표시 및 사용요령 표지판 부착 여부 등) 6) 스프링클러 외형 상태 및 헤드의 살수분포 구역 내 방해물 설치 여부 7) 적정 가스소화설비 방출표시등 설치 및 안전관리 여부 8) 적합한(적응성)감지기(열, 연기)설치 및 정기적 점검 여부 9) 화재발신기 외형 변형, 손상, 부식 여부 10) 가연성 화학물질 취급시설과 화기취급시설(8m이상) 거리 확보(안전조치 있을 시 제외) 여부 11) 화학물질 가열·건조설비의 경우 간접가열구조(단, 안전조치가 확보된 경우 제외) 여부 12) 소량기준 이상 화학물질을 취급하는 시설에 누출 시 감지·경보할 수 있는 설비 설치(CCTV등) 여부 13) 연구실 내 미승인 전열기 비치 및 사용 여부 14) 기타 화재 및 소방안전 분야 위험 요소
6. 가스안전	1) 고압가스 제조 및 취급 등의 승인 또는 허가 관련 기록 유지·관리 여부 2) 가스용기 보관 위치 적정(직사광선, 고온주변 등) 여부 3) 특정고압가스 사용시 전용 가스실린더 캐비닛설치(특정고압가스 사용 신고 등 확인) 여부 4) 가연성·조연성·독성 가스 혼재 보관 여부 5) 용기, 배관, 조정기 및 밸브 등의 가스 누출 확인 6) 적정 가스누출감지·경보장치 설치 및 관리 여부(가연성, 독성 등) 7) 가스용기 충전기한 경과 여부 및 미사용 가스용기 보관 여부 8) 가스용기 고정(체인, 스트랩, 보관대 등)여부 및 가스용기 밸브 보호캡 설치 여부 9) 가스배관 및 부속품 부식 여부 및 가스배관에 명칭, 압력, 흐름방향 등 기입 여부 10) 미사용 가스배관 방치 및 가스배관 말단부 막음 조치 상태 11) 가스배관 충격방지 보호덮개 설치 여부 12) LPG 및 도시가스시설 배관에 가스누출 자동차단장치 설치 여부 13) 화염을 사용하는 가연성 가스(LPG 및 아세틸렌 등)용기 및 분기관 등에 역화방지장치 부착 여부 14) 독성가스 중화제독 장치 설치 및 작동상태 확인 15) 기타 가스안전 분야 위험 요소
7. 산업위생	1) 연구실 출입구 등에 안전보건표지 부착 여부 2) 응급장비(화학물질 취급 시) 및 개인보호구 적정수량보유·비치 및 관리 여부 3) 실험복보관 장소(또는 보관함)설치 여부 4) 연구실 내 또는 비상 시 접근 가능한 곳에 구급약품(외상조치약, 붕대 등)구비 여부 5) 화학물질 누출에 대비한 세척장비(세안기, 샤워설비)설치·관리 여부 6) 연구자 위생을 위한 세척·소독기(비누, 소독용 알코올 등)비치 여부 7) 후드, 국소배기장치 등 배기·환기설비의 설치 및 관리(제어풍속 유지 등) 여부 8) 연구특성에 맞는 적정 조도수준 유지 여부 9) 연구실 실내 소음 및 진동에 대한 대비책 마련 여부 10) 노출도 평가 적정 실시 여부 11) 기타 산업위생 분야 위험 요소

Table 8. Laboratory risk assessment checklist(Continue)

대 항 목	세부 평가 항목
8. 생물안전	1) 연구실 출입문 앞에 생물안전시설 표지 부착 여부 2) 생물체(LMO등)취급 연구시설의 설치·운영 신고 또는 허가 관련 기록 유지·관리 여부 3) 연구실 내 에어로졸발생 최소화 방안 마련 여부 4) 생물안전작업대(BSC)관리 여부 5) 손 소독기 등 세척시설 및 생물활성 제거를 위한 장치(고온/고압멸균기 등)설치 및 관리 여부 6) 생물체 및 조직, 세포, 혈액 등의 보관 관리상태(적정 보관용기, 생물위해표시, 보관기록 유지 여부 등) 7) 고위험 생물체(LMO 및 병원균 등)보관 장소 잠금장치 여부 8) 동물실험구역과 일반실험구역의 분리 여부 9) 동물사육설비 설치 및 관리상태(적정케이지 사용 여부 및 배기 덕트 관리 상태 등) 10) 곤충이나 설치류에 대한 관리방안 마련 여부 11) 병원체 누출 등 생물 사고에 대한 상황별 SOP마련 및 바이오스필키트(Biological spill kit)비치 여부 12) 의료폐기물 전용 용기 비치·관리 및 일반폐기물과 혼재 여부 13) 생물체 취급기구(주사기, 핀셋 등),의료폐기물 등의 별도 폐기 여부 및 폐기용기 덮개설치 상태 14) 기타 생물안전 분야 위험 요소

위험성평가 기법

위험성평가 기법의 종류는 많으나 일반적으로 1~5점 척도로 사용하는 발생빈도와 1~4점 척도로 하는 발생강도의 곱을 많이 활용하고 있으나 이는 절대적인 기준은 아니다. 그 외 JSA기법, 4M기법 등 다양한 기법을 사용하고 있고 Check-List 자체로서도 위험성평가를 할 수 있다.

연구실 정기점검, 특별안전점검, 정밀안전진단 시에는 안전등급을 5단계 등급을 부여하도록 기준을 정하여 운영하고 있으나 이 역시 점검자의 판단으로 등급을 부여하고 있다.

사고발생 중대성

사고발생 중대성은 사고발생 시에 대한 강도로서 일반적으로 1~4단계 등으로 분류하여 사고 발생 후의 피해정도를 추정하여 분류하고 있으나, 연구실에서는 Table 9과 같이 사전유해인자위험분석 대상 연구실에 대하여는 "2"로 하고 그 외의 일반연구실은 "1"로 하였다. 이렇게 한 이유는 아래 Table 9에서 보는 바와 같이 사전유해인자위험요인분석 대상이 아닌 연구

Table 9. Classification of severity (Accident intensity) in the event of an accident

중대성(강도)	분 류	비고
2	화학물질, 가스, 생물체, 물리적 인자의 노출수준이 높음 1.「화학물질관리법」 제2조제7호에 따른 유해화학물질 2.「산업안전보건법」 제39조에 따른 유해인 3.「고압가스 안전관리법 시행규칙」 제2조제1항제2호에 따른 독성가스	사전유해인자위험분석 대상 연구실
1	그 외 일반 모든 연구실로서 기계(설비적), 전기적, 작업특성, 작업환경요인 등 1. 안전사고 발생 위험성(위험요인) 2. 건강장애 발생 유해성(유해요인)	사전유해인자위험분석 대상이 아닌 연구실

실에 대하여도 위험성평가에 포함 할 수 있도록 하기 위함이다.

사고발생 가능성

사고발생 가능성은 일반적으로 1~5단계 등으로 분류하고 있으나, 문제점의 개선이 없이 연구활동을 하는 경우 안전사고로 이어질 수 있으므로 연구실위험성평가의 사고발생 가능성에 대하여는 Table 10과 같이 연구실내 문제점이 없는 경우 "0", 문제점을 즉시 개선 가능한 경우 "1", 개선에 많은 시간이 소요되거나 예산이 필요한 경우에는 "2"로 하여 사고발생 가능성을 분류하였다.

Table 10. Possible accidents (Frequent accidents)

가능성(빈도)	분류, 사례	비고
2	시간 및 예산이 소요되는 문제점 안전장치 없거나 고장, 배기장치 미설치 또는 고장 보호구가 배치되어 있지 않는 경우 등	개선 후 연구를 해야 하는 위험성 (유해. 위험 잠재)
1	즉시 개선 가능한 문제점 정리정돈 불량, 표시판 등	직접적인 안전사고 위험이 낮은 수준
0	문제점 없음, 문제점 미 발견	안전한 수준, 위험이 극히 낮은 수준

유해·위험 의 크기 추정 방법(2×3단계)

유해·위험성의 크기는 가능성(빈도)과 중대성(강도)의 조합을 의미하는 것으로 여러 가지 방법이 있을 수 있으나, Table 11에서 보는 바와 같이 중대성과 가능성을 곱(×)하여 계산하는 방법으로 위험성을 추정하였다.

Table 11. Risk estimation

가능성(빈도) 중대성(강도)	문제점 없음 (0)	즉시 개선 가능 문제점 (1)	시간·예산 소요되는 문제점 (2)
사전유해인자위험분석 대상 연구실 (2)	0(매우 낮음)	2(높음)	4(매우 높음)
사전유해인자위험분석 대상이 아닌 연구실 (1)	0(매우 낮음)	1(보통)	2(높음)

위험의 크기에 따른 개선방안의 결정 방법

추정된 위험의 크기가 허용 가능한지 또는 개선해야 하는지를 판단하는 기준은 Table 12과 같이 차등하여 결정한다.

Table 12. Determination of risk

위험의 크기		허용가능 여부	개선방법
4	매우 높음	허용 불가능	보고 및 개선 완료 후 연구 활동 가능함 (완료시 까지 해당 연구실내 문제점과 관련된 연구 활동 중지)
2	높음	허용 불가능	개선 또는 관리적 대책 후 연구 활동 가능함 (문제설비 및 장비는 완료시 까지 사용 중지)
1	보통	허용가능	관리적 대책 및 안전에 유의하여 연구 활동 (문제점은 일정을 수립하여 개선)
0	매우 낮음	허용 가능	안전수칙을 준수하여 연구 활동

연구실 위험성평가 방법 개선에 따른 사례연구

연구실 위험성평가 사례연구 결과

금회 연구한 연구실위험성평가 방법이 적용 가능한지에 대한 사례연구는 Table 13에서 보는 바와 같이 3개 연구기관을 대상으로 하였다.

Table 13. A case research institution

기 관 명	연구실 수	사례연구 건수	비고
A. 부산 ○○ 연구기관	74	124	과학기술 연구기관
B. 남해 ○○ 연구기관	28	47	과학기술 연구기관
C. ○○ 항체 연구기관	6	28	항체 연구기관
합 계	108	199	-

위험성평가를 위하여 연구실안전진단기관에서 실시한 연구실 정기안전점검 및 정밀안전진단 결과 보고서에서 지적된 연구실에서의 다양한 문제점에 대한 사례를 바탕으로 위험성평가를 실시하였다.

(1) 연구실 안전점검 내용에서 발굴된 199건의 문제점을 정리하였다.
(2) 위험성평가시 중대성(강도)과 가능성(빈도)을 반영하여 각 건별로 위험의 크기를 도출하였다.

각 연구기관별 위험성평가 결과는 Fig. 1~3과 같고, 3개 기관의 전체 현황은 Fig. 4에서 보는 바와 같이 199건에 대한 위험의 크기에 따른 현황은 "매우낮음"이 28건(14.1%), "보통"은 27건(13.6%), "높음"은 138건(69.3%), "매우높음"이 6건(3%)으로 나타났다.

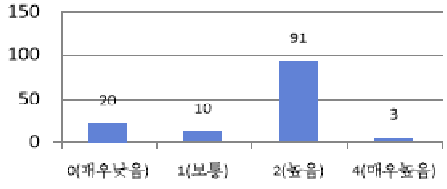

Fig. 1. Number of cases by risk size as a result of laboratory risk assessment (A research institute)

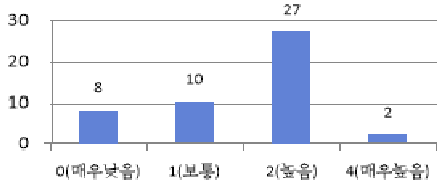

Fig. 2. Number of cases by risk size as a result of laboratory risk assessment (B research institute)

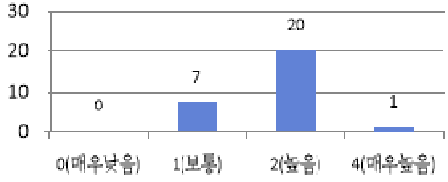

Fig. 3. Number of cases by risk size as a result of laboratory risk assessment (C research institute)

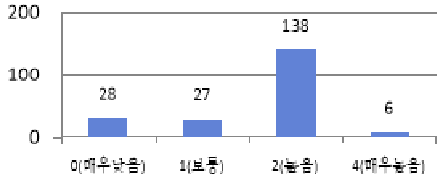

Fig. 4. Number of cases by risk size as a result of laboratory risk assessment (The entire)

결 론

2021년 기준으로 관리대상 국내연구기관은 4,252개이며 사전유해인자위험분석 실시 대상은 2,188개인 51.5%이나, 48.5%인 2,064개 기관은 사전유해인자위험분석 실시 대상이 아니다. 또한 사전유해인자분석 실시 대상 2,188개 기관 중 실시한 기관은 1,285개인 58.7%이고 나머지 41.3%인 903개 기관은 적절하게 실시하지 않고 있다.

본 연구에서는 연구실안전법에서 요구하는 사전유해인자위험분석 대상 연구실험실 및 사전유해인자분석대상이 아닌 연구실험실까지 위험성평가를 쉽게 할 수 있도록 위험성평가 체크리스트를 제시하였다. 또한 연구실험실에 대한 위험성평가 시 사고발생 가능성인 빈도 와 사고발생시 중대성인 강도를 수준별로 구분하여 위험의 크기를 추정할 수 있도록 제시하였으므로 개선 순위를 정하기 위한 허용 가능한 위험인지를 판단하는데 도움이 되도록 하였다.

금회 연구한 위험성평가의 적용 가능성에 대한 실제 평가는 3개 연구기관에 대하여 위험성평가해 본 결과 적용 가능함을 확인하였다.

위험성평가 실시 방법을 잘 몰라서 위험성평가를 하지 못하였던 일부 연구실에는 금회 연구한 연구실위험성평가 방법을 교육한다면 위험성평가 실시 방법을 잘 몰라서 실시하지 못하는 문제점이 해결될 것으로 기대한다.

사전유해인자위험분석 대상이 아닌 연구실험실까지 위험성평가를 실시하고 문제점의 개선을 통하여 안전사고 예방에 도움이 될 것으로 기대한다.

제한점으로서는 연구실안전법에 의한 사전유해인자위험요인분석은 과학기술정보통신부 고시인 “연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침”에 의하여 작성 양식이 정해져 있다는 점이다. 추후 연구방향은 가능성(빈도) 과 중대성(강도)을 통한 위험의 크기 및 더 효과적으로 적용할 수 있는 연구실 위험성평가 기법을 지속 연구하고자 한다.

References

[1] Choi, B.S., Kim, E.S. (2019). “Development of a safety rating method for university laboratories.” Korean society of hazard mitigation, Vol. 19, No.1, pp. 169-175.

[2] Choi, H.J. (2022). “Risk assessment for disaster reduction in small-scale construction sites.” The Korean Society of Disaster Information, Vol. 18, No. 2, pp. 395-404.

[3] Choi, Y.J. (2018). A Legal Study on the Improvement of Corporate Disaster Risk Assessment System. Ph.D. Dissertation, Dong-A University, Busan, Korea.

[4] Jang, G.Y., Kim, D.H., Cheung, C.S. (2021). “The impact of BCMS risk assessment on business performance.” The Korean Society of Disaster Information, Vol. 17, No. 1, pp. 81-96.

[5] Jung, J.W. (2014). “A study on the implementation of risk assessment system at workplace in Korea.” Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 29, No. 3, pp. 121-128.

[6] Kim, S.B. (2020). “Legal study on risk assessment system in workspace for preventing industrial disaste.” Ph.D., Dissertation, Dong-A University Busan, Korea.

[7] Korea Occupational Safety and Health Agency (2020.11) Risk Assessment Guidelines Manual.

[8] Lee, S.I., Ham, E.G. (2021). “A study on the basic investigation for the fire risk assessment of education facilities.” The Korean Society of Disaster Information, Vol. 17, No. 2, pp. 351-364.

[9] Ministry of Employment and Labor (2021). Occupational Safety and Health Act.

[10] Ministry of Environment (2022). Chemical Substances Control Act.

[11] Ministry of Science and ICT (2017). A Book of explanation of Act on the Eastablishment of Safe Laboratory Environment.

[12] Ministry of Science and ICT (2019). 2019 Research on Safety Management in the Laboratory.

[13] Ministry of Science and ICT (2020). 2020 Research on Safety Management in the Laboratory.

[14] Ministry of Science and ICT (2021). 2021 Research on Safety Management in the Laboratory.

[15] Ministry of Science and ICT (2021). Act on the Establishment of Safety Environment for Laboratories.

[16] Ministry of Science and ICT (2021). Enforcement Decree of the Laboratory Safety Environment Act.

[17] Ministry of Science and ICT (2021). Enforcement Rules of the Laboratory Safety Environment Act.

[18] Ministry of Trade, Industry and Energy (2022). Enforcement Rules of the High Pressure Gas Safety Management Act.

[19] Ministry Science and ICT (2020.12). Guidelines for Preparation of Preliminary Risk Analysis of Hazard Factors Report (Ver. 3)

[20] Park, K.S. (2016). “Development of accident taxonomy for experimental laboratory.” Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 31, No. 5, pp. 49-53.

[21] Park, M.J. (2004). “A study on fire & explosion risk assessment of chemical laboratories in the universities.” Master Thesis, Injae University.

[22] Park, S.H., Yoon, M.O. (2020). “A study on improvement of safety management system of publicly used establishments through analysis of the UK regulatory regime.” The Korean Society of Disaster Information, Vol. 16, No. 4, pp. 768-783.