

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.4.323

JCCT 2022-7-40

대학 연구실 사고데이터의 통계분석을 통한 안전관리 가이드라인 도출에 대한 연구

A study on deriving safety management guidelines through statistical analysis of accident data in university labs

서재신*, 강주혁**, 윤영근***, 오탈근****

Jaeshin Seo*, Juhyuk Kang**, Younggeun Yoon***, Taekeun Oh****

요약 대학 연구실 내 다양한 화학적, 물리학적, 생물학적 유해위험요인들로 인해 안전사고는 꾸준히 발생하고 있으며 이를 개선하기 위한 정부 정책하에 각 대학은 연구실 사전유해위험인자 도출, 연구환경측정 등 다양한 노력을 하고 있다. 본 연구에서는 2016-2020년간 종합대학 연구실 사고사례 192건에 대한 통계 및 교차분석을 통해 사고 발생의 경향 및 관련 인자들의 상관관계를 도출하였다. 주요 인자별 상관관계로부터 대응 방향과 전략을 마련하였으며 연구실 사고에 대한 기존의 정책 방향을 비교·분석하여 연구실 안전관리제도의 개선방향을 제시하였다.

주요어 : 유해위험요인, 연구실 안전사고, 연구실 안전관리제도, 교차분석

Abstract Safety accidents in university laboratories are constantly occurring due to various chemical, physical, and biohazard risk factors. In this study, the trend of accident occurrence and correlations between factors were derived through statistical and cross-analysis of 192 accident cases in university labs between 2016 and 2020. Directions and strategies were prepared from the correlations of major factors, and guidelines for improvement of the laboratory safety management system were suggested by comparing and analyzing existing policy directions for laboratory accidents.

Key words : Hazard Factors, Laboratory Safety Accidents, Laboratory Safety Management System, Cross-analysis

1. 서론

대학의 연구실 안전사고는 연구활동종사자의 불안정한 행동이나 연구실의 불안정한 상태에서부터 발생한다. 연구실 사고 예방의 필요성이 강조되며 정부에서는 연구실의 안전을 확보하고, 안전한 연구 환경을 조성하기 위해 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」(이하

‘연구실안전법’)을 제정하여 시행하고 있다. 연구실안전법이 시행된 후 연구실 안전관리 및 사고분석, 사고 예방에 관한 제도와 규정 마련을 위한 다양한 연구가 수행되었다.[1] 2014년도 대학 실험·실습실 사이버 안전 교육 시스템 구축 기획·연구의 결과에 따르면 연구실 사고 원인 중 사고의 76.5%가 인적오류(불안정한 행동, 관리적 원인)에 의해 발생하였고, 사고 원인은 연구

*정회원, 인천대학교 안전공학과 박사과정 (제1저자)
**정회원, 인천대학교 안전공학과 석사과정 (참여저자)
***정회원, 인천대학교 안전공학과 박사과정 (참여저자)
****정회원, 인천대학교 안전공학과 교수 (교신저자)
접수일: 2022년 6월 19일, 수정완료일: 2022년 7월 2일
게재확정일: 2022년 7월 9일

Received: June 19, 2022 / Revised: July 2, 2022
Accepted: July 9, 2022
****Corresponding Author: thoh@inu.ac.kr
Dept. of safety engineering, Incheon National Univ, Korea

활동종사자의 안전 수칙 미준수, 위험물 취급부주의, 보호구 미사용 등으로 나타났다. 따라서 연구실 안전문화 정착을 위해서 안전교육이 강화될 필요가 있으며 안전문화 저변 확대를 위한 지원제도의 필요성을 발표하였다.[2]근본원인분석 기법을 활용한 연구실 사고분석에 관한 연구에서는 국내 연구실 연구 활동 종사자에게 안전수칙을 준수하고, 안전의식 고취를 위한 지속적인 교육훈련 실시와 연구 활동 시 잠재위해요소의 식별관리 및 유해화학물질에 대한 성상별 보관, 그리고 실험 도구 취급 시 사전 안전점검 등이 필요하다는 결론을 도출하였다. [3] 게다가, 연구실에서 취급하는 화학물질 중 사용하고 있는 화학물질의 종류를 모른다는 응답이 전체 25%로 나타났으며, 연구실 환경이 연구활동종사자의 안전에 영향을 미친다는 응답이 100% 이었다.[4] 이는 연구실에 다양한 화학약품을 보관 사용하고 있으나 사용하지 않는 화학약품은 방치되고 있다고 해석될 수 있다.

대학 338개, 연구기관 176개, 기업부설연구소 3,521개를 대상으로 한 「2020년 연구실 안전관리 실태조사」 결과에 따르면 연구활동종사자수는 1,322,814명이고 이중 상시 연구활동종사자는 411,355명(전체의 31.1%)로 나타났으며, 설치 운영 중인 연구실은 81,346개로 이중 고위험연구실은 48,586개(59.7%)로 나타났으며, 연구실 안전법에 따라 안전교육시실의무기관 1,404개 중 1,233개(87.8%) 기관에서 안전교육을 실시하고 있었다. 일상 점검을 실시하는 기관은 총 3,498개(86.7%), 정기점검은 2,785개(78.5%), 정밀안전진단은 1,899개(95.9%), 대학의 경우 314개(100%)를 실시하고 있는 것으로 나타났다. 사전유해인자 위험분석 실시 현황은 연구실안전법에 따른 의무기관 1,134개중 994개(87.7%) 기관에서 실시하고 있는 것으로 나타났다.[5]

또한, 전체 조사 기관 중 연구실 사고가 발생한 기관은 108개(2.7%)이며, 이중 대학이 68개(20.1%), 연구기관 17개(9.7%), 기업부설연구소 23개(0.7%)의 비율로 발생되어 대학의 사고발생이 다른 연구기관에 비하여 높게 조사되었다. 2019년도 연구실 사고 발생 수는 총 232건 중 대학 146건으로 가장 많으며, 기업부설연구소 55건, 연구기관이 31건이 발생 된 것으로 조사되었다. [5] 대학 연구실은 연구기관과 기업부설연구소에 비하여 숫자는 적지만 다양한 실험과 새로운 연구를 시행하고 있어 사고 위험이 더 크다고 할 수 있다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 최근 5년간 종합대학의 연구실 사고사례를 통해 사고경향과 관련 인자들 간의 상관관계를 분석하여 연구실 안전관리의 방향을 설정하고자 한다. 과거에서 현재까지 연구실 안전관리는 관련 정책에 따른 일정한 분류 기준에 의한 가이드라인을 수립하여 연구실 안전관리에 적용하였다면, 앞으로는 안전사고 데이터 분석 결과를 통해 귀납적인 정책 수립이 가능할 것으로 예상되며, 안전한 연구 환경 조성과 연구실 사고예방을 위해 연구실 사고 특징에 기초한 세분되면서 동시에 효율적인 연구실 안전사고 관리 방안을 수립할 수 있을 것이다.

II. 연구방법

본 연구는 대학 연구실 안전사고 사례를 분석하여 안전한 연구 환경 조성을 위한 안전대책을 제안하는 실증 연구이며, 다음과 같은 절차로 수행되었다.

먼저 연구실안전법을 검토하여 연구실 안전에 관한 활동 및 법률적 의무 사항을 조사하였다. 이를 통해, 연구실 안전사고를 유형화 할 수 있는 요소들을 규정하고 이에 따른 관련 데이터를 수집하여 부분별 통계 정보를 체계화하였다. 이를 위하여, 종합대학 연구실 안전관리를 담당하고 있는 부서의 협조를 받아 연구실 사고 발생 관련 기초자료를 확보하였으며, 안전관리 활동과 연구실 안전관리 분야별 활동을 조사하였다.

본 연구는 대학 연구실에서 발생하는 안전사고에 대한 예방효과를 높이기 위하여 연구의 범위와 대상을 대학 연구실 관련 내용으로 한정된 관계로 대학 이외의 연구기관에서 발생하는 연구실 안전사고와는 발생 형태 및 대응이 상이할 수 있다. 또한, 대학 연구실 안전사고 관련 세부 자료는 별도의 정보 공개를 통해서도 그 확보 여부가 불투명하여 특정 대학의 사례를 바탕으로 하였다. 다만 자료의 범용성 등을 보완하기 위하여 국내에서 가장 연구 실험이 많이 일어나며, 그 규모가 중소 규모 10여개 대학을 합친 규모의 초대형 대학을 대상으로 하였음을 밝혀둔다.

2016년부터 2020년까지 종합대학 연구실에서 발생한 사고사례 192건에 대하여 사고원인, 사고유형, 발생 형태, 상해 형태 등으로 구분하였고, 다양한 관점의 데이터 분석을 수행하여 연구실 사고 발생 요인들을 해석하고 발생 추이와 특징을 제시하고자 한다. 또한, 데이터

범주별 교차분석을 통해 변수 간 연관성을 통계적으로 검정하고, 집중적인 안전관리 대상과 부문을 선정한다. 선정된 부문은 심도 깊은 분석을 위해 관련된 사고 예방 활동과 사고 간의 정합성을 조사하여 기존 사고 예방 활동의 개선점을 확인하고자 한다. 마지막으로 사례 대학의 연구실 안전관리 및 관련 규정을 검토하여 본 연구 결과를 반영한 개선안을 도출하고자 한다.

본 연구는 연구실 안전에 관한 사회적 관심이 높아지고 있는 여건에서 안전사고 발생의 피드백을 통한 안전관리에 솔루션을 제공하는 의의가 있으며, 이 솔루션이 연구실 안전관리에 효율적인 역할을 할 것으로 예상된다.

III. 사고통계 및 교차분석

1. 연구실 안전사고 통계분석

특정 종합대학에서는 최근 5년간 192건의 연구실 안전사고가 발생하였으며 2018년까지 증가하다가 최근에는 40-50건 사이로 답보상태를 유지하고 있다 (Table 1). 특히, 2016년-2018년 사이 2년 연속 급증하였다. 2018년의 증가 원인은 민원에 의한 신고 건수의 증가에 의한 것으로 판단된다.

표 1. 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
 Table 1. Safety accidents by year (unit: number of accidents)

year	2016	2017	2018	2019	2020
count	11	33	54	44	51

(1) 대학기관별 사고 발생 추이

Table 2와 같이 자연대는 2017-2018년 급속히 증가하다가 최근 들어 감소세를 보이지만, 공과대는 최근에 급속히 증가하였다. 연구소와 농생대는 지속적인 증가세를 보인다.

(2) 사고원인별 사고 발생 추이

취급 부주의와 안전수칙 미준수 원인은 2018년 이후 급속도로 증가하다가 유지되고 있으며 설비결함은 꾸준히 증가하는 추세이다 (Table 3). 반면 안전지식 부족은 2018년까지 증가하다 최근 2년간 발생하지 않아 연구실 안전지식에 관한 교육에 따른 사고 발생 감소를 유추할 수 있다. 원인 미상은 발생된 사고 대부분이 민원에 의한 신고 사건으로 건물 내 냄새 발생에 의한 신고가 많았다.

표 2. 단과대학별 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
 Table 2. Safety accidents by university institution & year (unit: number of accidents)

Div.	2016	2017	2018	2019	2020	subtotal
nature	3	11	13	2	9	38
eng	2	4	6	12	11	35
lab	0	7	6	8	8	29
gri	3	4	8	4	8	27
med	1	2	2	7	11	23
pharm	0	2	8	4	3	17
vet	0	1	4	2	1	8
dental	2	2	1	3	0	8
life	0	0	3	0	0	3
health	0	0	2	1	0	3
edu	0	0	0	1	0	1
total	11	33	53	44	51	192

nature - college of nature/eng - engineering school/lab - laboratory/gri - gricultural College/med - medical school/pharm - college of pharmacy/vet - veterinary school/dental - dental school/life - life science school/health - Health College/edu - College of Education

표 3. 사고원인별 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
 Table 3. Safety accidents by accident cause & year (unit: number of accidents)

Div.	2016	2017	2018	2019	2020	subtotal
careless handling	2	8	16	14	14	54
noncompliance	4	6	13	14	14	51
equipment defect	2	7	5	8	10	32
improper treatment of wastewater	1	0	2	3	3	9
lack of knowledge	1	3	3	0	0	7
etc	0	0	2	1	3	6
unknown	1	9	12	4	7	33
sum	11	33	53	44	51	192

취급 부주의 -careless handling /안전수칙 미준수 -noncompliance /설비결함 - equipment defect /폐수 부적정처리- improper treatment of wastewater /안전지식 부족- Lack of knowledge /기타-Etc /원인미상-unknown

(3) 사고유형별 사고 발생 추이

화학 유형 사고가 최근까지 꾸준한 증가추세를 보이며, 작업 유형 사고와 기계 유형 사고는 꾸준히 증가하다 감소세로 전환되었다 (Table 4). 생물 관련 사고는 2019년 이후 증가세를 보이며 꾸준한 발생량을 보인다.

(4) 발생 형태별 사고 발생 추이

Table 5와 같이 접촉에 의한 사고와 누출 형태가 지속적인 증가추세로 전체 사고 발생 증가를 견인하고 있으며 냄새, 증기 형태 사고는 등락을 보이고는 있지만 꾸준한 발생량을 기록하고 있다.

표 4. 사고유형별 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
Table 4. Safety accidents by accident type & year (unit: number of accidents)

Div.	2016	2017	2018	2019	2020	subtotal
chemistry	2	9	9	14	13	47
work	1	3	11	3	6	24
machine	2	6	5	7	3	23
Biology	1	1	2	6	5	15
wastewater	1	0	2	3	3	9
electricity	2	0	0	3	0	5
complaint	0	14	23	5	19	61
Etc.	2	0	1	3	2	8
total	11	33	53	44	51	192

화학-chemistry/작업-work/기계-machine/생물-Biology/wastewater-폐수/전기-electricity/민원-complaints

표 5. 발생형태별 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
Table 5. Safety accidents by accident type & year (unit: number of accidents)

Div.	2016	2017	2018	2019	2020	subtotal
leakage	1	8	11	12	13	45
contact	4	4	10	9	14	41
odor	0	9	10	4	9	32
fire	4	4	2	4	2	16
steam	0	0	9	3	3	15
shock	1	2	5	0	2	10
explosion	1	3	0	4	0	8
animal injury	0	0	1	4	1	6
leak	0	3	1	0	1	5
laser	0	0	1	0	0	1
exposure	0	0	0	1	0	1
electric shock	0	0	0	1	0	1
etc	0	0	3	2	6	11
total	11	33	50	42	45	192

누출-leakage/접촉-contact/냄새-odor/화재-fire/증기-steam/충격-shock/폭발-explosion/동물상해-animal / injury/누수-leak/ 레이저-laser/ 노출-exposure/감전-electric shock/

(5) 사고 발생에 따른 상해유형의 변화 추이

피해가 발생하지 않은 상해유형이 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었고, 이는 경미한 상해 등의 발생률이 늘어나고 있다고 이해할 수 있다 (Table 6). 베임, 화상 유형의 상해는 꾸준히 발생 혹은 증가하고 있으며, 찢림, 염좌 등의 상해유형도 간헐적으로 발생하고 있는 추이를 보인다. 의과대 등에서 동물실험의 증가로 동물에 의한 물림 사고도 최근에 증가하였다.

2. 연구실 안전사고 세부 내용 분석

(1) 월별, 일별, 시간대별 연구실 안전사고 발생 건수

월별 연구실 안전사고 발생 건수는 2월과 5월을 제외한 모든 월에서 고르게 발생하였다. 2월은 졸업과 입학

표 6. 상해유형별 연도별 연구실 안전사고 (단위 : 건수)
Table 6. Safety accidents by injury type & year (unit: number of accidents)

Div.	2016	2017	2018	2019	2020	subtotal
*cut	3	4	6	2	4	19
burn	0	2	5	6	6	19
sting	1	1	2	3	4	11
sprain	0	0	3	2	2	7
sting	0	0	1	4	1	6
fracture	1	2	1	0	1	5
blindness	0	0	1	0	1	2
**cut	0	1	0	1	0	2
concussion	0	0	1	0	0	1
abrasion	0	0	1	0	0	1
electrical injury	0	0	0	1	0	1
None	6	23	32	25	32	118
total	11	33	53	44	51	192

베임-cut/화상-burn/찢림-sting/염좌-sprain/물림-sting/골절-fracture/시력장해-blindness/절단-**cut/뇌진탕-concussion/찰과상-abrasion/전기상-electrical injury/없음-none

등으로 5월은 축제 등 야외 활동이 증가하여 연구 활동이 감소한 것으로 판단된다. 연구 중심 대학의 특성상 방학과 학기 중 안전사고 발생 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 7).

표 7. 월별 안전사고 (단위 : 건수)
Table 7. Monthly safety accidents (unit: number of accidents)

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
count	18	8	17	16	10	21	19	19	22	17	14	11

요일별 연구실 안전사고 발생 현황은 주중과 주말에 큰 차이를 보인다 (Table 8). 주일 중 주중에 고르게 발생하고 있으며, 요일에 따라 특성이 나타나지는 않고 있다. 반면 주말 발생 건수가 줄어든 것은 연구실 휴무에 따라 연구 활동이 감소한 요인에 의한 것으로 생각된다.

표 8. 요일별 안전사고 (단위 : 건수)
Table 8. Daily Safety accidents (unit: number of accidents)

Day	Mon	Tue	Wed	Thur	Frt	Sat	Sun
count	37	28	34	38	35	10	10

시간대별 연구실 안전사고는 대부분이 일과 중에 발생한 사고가 전체 사고의 64%가 발생 되었으며, 야간 시간에 16%가 발생한 것으로 나타났다 (Table 9). 전체적인 사고 발생은 일과 중에 대부분 발생한 것으로 나타났다.

표 9. 시간대별 안전사고 (단위 : 건수)

Table 9. Safety accidents by time (unit: number of accidents)

morning	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
count	1	0	2	0	2	1	2	1	1	6	12	10
afternoon	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
count	8	13	20	21	16	17	10	7	6	5	2	1

표 10. 사고유형 및 단과대학별 안전사고 (단위 : 건수)

Table 10. Safety accident of by accident type and university institution (unit: number of accidents)

Div.	nature	eng	lab	gri	med	pharm	vet	dental	life	health	edu	total
chemistry	10	10	8	5	7	2	2	1	0	1	1	47
work	5	3	3	0	4	4	2	1	0	2	0	24
machine	4	2	3	5	0	4	0	5	0	0	0	23
Biology	1	0	3	0	8	1	1	0	1	0	0	15
wastewater	1	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	9
electricity	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5
burn	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
laser	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
gas		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
complaints	13	15	9	13	0	5	3	1	2	0	0	61
Etc	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
subtotal	38	35	29	27	23	17	8	8	3	3	1	192

(2) 유형별 사고 발생원인

유형별 연구실 안전사고 발생은 Table 4에서와같이 취급 부주의에 의한 사고 원인이 가장 많이 발생하였으며, 안전수칙 미준수에 의한 사고도 높은 수준으로 나타나고 있다. 실험과정 또는 실험 준비 중 실험기구나 실험 장비의 취급 중에 발생한 사고로 유리 실험기구를 옮기거나, 장비의 이동, 실험 도구를 다루는 상황에서 발생 되고 있어, 안전사고 예방을 위해 연구활동종사자의 주의가 필요할 것이다. 또한 연구실 안전교육 등을 통한 예방 교육을 실시하고 있음에도 연구활동종사자의 안전수칙미준수에 의한 사고는 화학, 작업, 기계, 생물 등 다양한 사고 유형에서 발생하고 있다.

(3) 대학기관별 사고유형

다양한 화학약품을 취급하는 대학 연구실 특성에 따라 화학약품의 사용, 보관, 이동 중에 발생한 사고는 생활대를 제외한 모든 기관에서 나타났다. 자연대, 공과대, 연구소, 농생대의 경우 화학약품에 의한 사고가 의과대의 경우 생물 관련 실험 중 사고가 자주 발생하는 것으로 나타났다. 실험에 필요한 장비나 실험기구 등을 사용 중 사고가 발생하는 작업 중 사고도 많은 대학에서 고르게 발생하고 있어 실험에 필요한 작업에 대한 관리가 필요한 것으로 나타났다.

3. 교차분석을 통한 주요 관리 유형 선정

(1) 교차분석 개요

연구실 안전사고 데이터의 교차분석을 위해 Table 11과 같이 사고원인, 사고유형, 발생 형태, 상해유형, 사고장소 등 5가지 범주에 종속된 변수들을 사용하였다. 범주별 변수 간의 상관관계를 알아보려고 하였다.

표 11. 교차분석 데이터 셋의 일부

Table 11. Part of the dataset for cross-analysis

ID	accident cause	accident type	Occur shape	wound type	accident place
1	equipment defect	electricity	fire	None	college of nature
2	carelessness	chemistry	leakage	None	engineering school
3	uncompliance	machine	contact	raise	dental school
}	}	}	}	}	}

교차분석을 통해 범주별 변수에 대한 결합 정도를 나타내는 교차표를 산정하고, 발생 확률의 분석을 통해 변수 간의 상호연관성을 카이 검정을 통해 그 유의성을 확인하였다. 교차분석은 일차적인 빈도 분석결과에 대한 의미를 찾고 분석 결과에 대한 보충자료를 제시하는데 효율적이다.

카이제곱 통계량은 관측빈도가 기대빈도와 비슷하면

카이제곱값이 낮아지며 두 집단은 서로 관계성이 낮다고 판단한다. 다시 말해, 두 집단 간은 통계적으로 상이한 차이를 가지고 있다는 해석이 가능하다. 따라서 카이제곱 값이 유의수준(0.05)이하일 경우 비교 대상인 변수 간 관계성이 있다는 귀무가설을 기각하며 두 변수간의 관계는 서로 독립적이라는 가설을 채택하게 된다.

교차분석을 통한 유의성 검정을 하는 대표적인 통계 분석은 집단 간 분포의 동질성을 통해 두 집단 간의 차이를 검정하는 것으로 특정 물질의 인체 내 투여에 의한 억제 효과 판단 등에 많이 사용한다. 예를 들어, 비타민을 많이 먹는 그룹이 그렇지 않은 그룹에 비해 감기에 많이 걸리는지를 판단하기 위하여 실험군(비타민을 섭취하는 집단)과 대조군(가짜약 투여 집단)을 구분하여 카이 제곱 검정을 하여 그 효과 여부를 통계적으로 판단하는 것이다. 이때 도출된 Pearson 카이 제곱 값의 근사유의확률이 0.05 이하이면 실험군과 대조군은

통계적으로 관계성이 약하다. 다시 말해 차이가 있는 집단이라고 할 수 있으며 비타민 섭취 집단이 그렇지 않은 집단에 비해 감기에 걸릴 확률이 적다고 말할 수 있다. 다만, 유의미한 교차분석 결과 값을 도출하기 위해 데이터가 전체 모집단의 1% 이하이거나, 사고원인 유형 중 미상으로 밝힌 내용은 제외하였다. 극빈 값 이외 제외된 케이스는 상해유형 중 없음(120건), 발생 형태 중 기타(8건), 사고원인 중 원인미상 (33건), 기타(6건) 이며, 이외에는 전체 케이스의 1% 이하 발생 빈도를 보인 케이스들을 제외하여 검정의 신뢰성을 높이고자 하였다.

(2) 교차분석의 결과

5가지 범주군 1:1 교차분석을 통해 연관성이 있다고 검증된 변수 사이의 교차표를 분석하였다. 이를 위하여 Pearson 카이제곱 값(유의확률)이 0.05 이하인 유형을 선정하였고, 이후 교차표 검토를 통해 발생빈도와 관측 빈도가 높은 케이스를 대표 케이스로 선정하였다. 다시 말해, 본 케이스는 유형별 1:1 대응을 하였지만 유형별 해당 세부 유형이 다수인 관계로 유의확률을 보인 분석 케이스의 교차 분석 결과 중 가장 빈번하게 발생되었다고 판단된 케이스를 주요 관리 대상 유형으로 선정하였다. 선정된 케이스는 분석 유형 내 다른 대응 조합보다 통계적으로 유의한 발생 빈도를 보였다고 볼 수 있다. 통계 분석을 위해서 IBM 통계 패키지인 SPSS (Ver.26)을 사용하였으며, 유의성 있는 Case에 대한 교차분석 결과는 Table 12-16과 같다.

표 12. 사고유형와 사고장소의 교차분석결과 (단위 : 관련사건수)
Table 12. Cross-analysis result of accident type & accident site (unit ; number of related cases)

Div.	gas	machine	complaints	Biology	work	electricity	chemistry
nature	2	2	15	0	3	1	9
agi	0	5	11	0	0	0	7
health	0	0	0	0	2	0	1
life	0	0	2	1	0	0	0
vet	0	0	3	1	2	0	1
pharm	0	3	5	1	4	1	2
lab	1	3	8	3	3	0	9
med	0	0	0	7	4	1	10
nature	0	4	13	1	5	2	11
dental	0	5	1	0	1	0	0

표 13. 사고유형와 사고원인의 교차분석결과 (단위 : 관련사건수)
Table 13. Cross-analysis result of accident type & accident cause (unit ; number of related cases)

Div.	equipment defect	noncompliance	Lack of knowledge	careless handling	improper treatment of wastewater
gas	2	1	0	0	0
machine	7	11	1	4	0
odor	1	0	0	0	0
leakage	0	0	0	1	0
laser	0	1	0	0	0
complaints	17	2	2	8	0
Biology	0	5	0	10	0
work	0	8	0	10	0
electricity	4	1	0	0	0
wastewater	0	0	0	0	1
burn	0	1	0	1	0
chemistry	0	20	4	20	8

표 14. 발생형태과 사고원인의 교차분석결과 (단위 : 관련사건수)

Table 14. Cross-analysis result of occurrence type & accident cause t (unit ; number of related cases)

Div.	equipment defect	noncompliance	lack of knowledge	carelessness	improper treatment of wastewater
odor	1	1	0	1	0
leak	5	0	0	0	0
leakage	7	9	2	22	1
unknown	7	1	0	3	0
sting	0	3	0	0	0
contact	0	21	0	24	0
steam	0	7	1	2	5
explosion	2	3	0	0	2
fire	7	2	4	1	1

표 15. 발생형태과 사고유형의 교차분석결과 (단위 : 관련사건수)

Table 15. Cross-analysis results of occurrence type & accident type (unit ; number of related cases)

Div.	gas	machine	complaints	Biology	work	electricity	chemistry
odor	1	0	25	0	0	0	0
leak	0	0	5	0	0	0	0
leakage	2	1	11	0	0	0	29
unknown	0	0	9	0	0	0	0
sting	0	1	1	0	0	0	0
contact	0	11	1	14	20	0	3
steam	0	2	3	0	0	0	9
explosion	0	2	0	0	0	0	6
fire	0	6	0	0	0	3	6

표 16. 상해유형과 발생형태의 교차분석결과 (단위 : 관련사건수)

Table 16. Cross-analysis results of injury type & occurrence type (unit ; number of related cases)

Div.	machine	Biology	work	chemistry
fracture	2	0	6	0
bite	0	2	1	0
satiety	0	3	0	0
*cut	2	1	3	0
sprain	0	0	3	0
**cut	1	0	2	1
raise	5	0	4	0
sting	0	8	2	0
burn	4	0	0	13

배임 - *cut/절단-**cut/

(3) 주요 관리 대상 유형의 선정

5개 범주를 대상으로 한 교차분석 결과로부터 도출된 주요 상관관계는 Table 17과 같이 요약될 수 있다. 예를 들어 사고유형과 사고장소에 대해서는 공과대, 농생대, 자연대의 경우 민원사고가 주를 이루었으며 의과대, 자연대에서는 화학사고의 영향이 큰 것으로 파악되었다. 공과대, 농생대, 자연대의 경우에는 민원(주로 냄새)에 대해서 자연대에서는 화학사고(주로 누출)에 대해서 대처가 필요하다는 의미로 해석될 수 있다. 주요

변수별 상관관계를 통해 각 사고장소, 사고유형, 사고원인, 발생형태, 상해유형별로 주의 또는 대처해야 할 사항들을 쉽게 도출할 수 있으며 이에 대한 개선방안을 마련하면 된다.

표 17. 주요 변수들 사이의 상관관계

Table 17. Correlation between major variable according

category relationship	Correlation by key variable
accident type × accident Location	college of engineering - complaints, college of agriculture - complaints, medical school - chemistry, college of natural sciences - complaints, chemistry etc.
accident type × cause of accident	machine - noncompliance with safety rules , biological - careless handling, work - careless handling , chemicals - noncompliance with safety rules, careless handling, etc.
occurrence type × cause of accident	leak - careless handling , contact - noncompliance with safety rules - careless handling, etc.
occurrence type × accident type	odor - complaints , leaks - chemical contact - machinery, work, etc.
injury type × occurrence type	fracture - work, burn - chemical etc.

IV. 결론

본 연구에서는 대학 연구실 사고데이터를 통해 최근 사고 발생 경향 및 사고 범주별 교차검토를 통해 주요 영향인자간의 상관관계를 분석하였고 이를 통해서 관리해야 할 주요 유형을 파악할 수 있었다

- 사고장소(10종), 사고원인(6종), 사고유형(9종), 발생형태(11종), 상해유형(12종)에 따라 사고발생 빈도와 추세분석을 통해 범주별 안전관리방향을 설정할 수 있었다.

- 또한, 5가지 범주별 교차분석을 통해 통계적 유의성이 확보된 변수관계에 대해서 집중관리 대상을 도출할 수 있었다.
- 주요 변수별 상관관계로부터 공과대-민원-냄새, 자연대-화학-누출-취급부주의-화상 등의 집중관리대상을 도출할 수 있었으며 이를 통하여 대학 연구실 주요 안전관리 대상 및 정책에 대한 우선순위 및 관리집중 군을 선정할 수 있었다. 이에 대해서는 구체적인 교육과 현장 관리 활동의 필요성이 시급하다 하겠다.

대학 연구실은 기존에 존재하지 않던 새로운 연구와 다학제간 융합 실험이 증가하고 주기적인 연구원 교체가 발생하므로 연구 방법의 안전성에 대한 사전 검토 및 검증이 어려운 실정이다. 따라서 지속적인 교육과 점검, 신고 등 소통 채널을 확보하고 일방적이 아닌 연구실 구성원, 연구원, 교수, 시설관리자 등의 상호 간 소통 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해 연구실 책임자는 연구실안전법 및 세부지침에 따라 현황분석, 유해인자분석을 통하여 안전계획을 수립하고 교육을 시행해야 한다. 또한, 공통 부문, 계열 부문을 분리하여 교육 프로그램을 구성하고 이에 따른 차별화된 커리큘럼이 필요하며, 연구실의 관리·감독을 위해 일상점검 및 정기점검을 통해 지속적인 모니터링이 필요할 것이다.

이번 연구는 대학 연구실에서 발생한 안전사고 데이터를 분석하여 대학에서 실시하고 있는 연구실 안전관리제도와 연구실 안전사고 예방효과를 실증적으로 검증한 의의가 있으며 주기적인 결과 보고와 정보 공유를 위한 내부 활동 강화의 필요성을 확인하였다. 현재의 연구실 안전법에 따라 안전관리를 실행함과 동시에 특성에 적합한 프로그램이 진행되고 연구실 책임자의 안전의식이 고취될 때 연구실 종사자의 안전이 확보될 것이다.

References

- [1] N. J. Cho, G. J. Yong, “A Study on Application Method & System Introduction of Laboratory Pre-hazards Risk Analysis”, *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol 31, No.4, pp. 126-135, 2016
- [2] B.H. Lee, J.Y. Kim, J.Y. Oh “A Study On Developing Safety Culture For Laboratories in

institutions of Higher Education” *Korean Society of Disaster Prevention and Safety Conference*, pp. 101-104, 2016

- [3] S.H. Um, S.K. Lee. “A Study on Analysis of Laboratory Accident with Root Cause Analysis”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, Vol. 14, No. 4, pp.1-5, 2010
- [4] K.W. Lee, “A Study on the precaution and accident case analysis in laboratories using chemical materials”, Occupational Safety and Health Research Institute, research report, 2011
- [5] Ministry of Science, Technology, Information and Communications, “2020 Laboratory Safety Management Survey”, research report, 2020.

* 이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2021R1I1A2050912).