

국내 연구실 사고 발생 기관의 특성 분석 : 법이행 사항과 기관규모를 중심으로

조한진* · 이황원** · 정승필*** · 김민형*** · 노영희****†

Characteristic Analysis of Laboratory Accidents in Korea : Focusing on the Implementation of the Law and the Size of the Institution

Han Jin Jo* · Hwang Won Lee** · Seong Pil Chung*** · Min Hyoung Kim*** · Young Hee Roh****†

†Corresponding Author

Young Hee Rho

Tel : +82-43-240-6400

E-mail : rohyh@kribb.re.kr

Received : July 22, 2022

Revised : August 10, 2022

Accepted : September 13, 2022

Abstract : This study was conducted to provide basic data for establishing safety management measures, which facilitate accident prevention, in the institutions that were subject to the regulations that pertain to the maintenance of a safe laboratory environment. The data was collected between 2018 and 2020, and it was analyzed to establish the effectiveness of the laboratory safety management measures that focus on universities, research institutes, and business-affiliated research institutes. Consequently, the level of compliance with the regulations and the size of the institution influenced the accident rate. More specifically, the accident rate increased when an institution was subject to risk factors, or when the institution failed to conduct routine and regular inspections. Furthermore, it was observed that institutions where accidents occurred exhibited a lower level of completion in regard to safety education for laboratory directors and research workers than those in which no accidents occurred. Finally, it was observed that the number of researchers, laboratories, in-depth safety inspection laboratories, and the level of safety management expenses were higher in the institutions where accidents occurred than in the institutions in which no accidents occurred.

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Key Words : laboratory accident, university, research institute, a business-affiliated research institute

1. 서론

1.1 연구의 필요성

2022년 국가 연구개발(R&D) 예산은 2017년 19.5조에 비해 약 50%이상 증가한 29.8조원으로, GDP대비 정부 R&D 투자비율은 전세계 1위, 전체 R&D 투자는 세계 2위로 연구개발의 투자강국으로 자리매김했다¹⁾. 이와 더불어 국내 연구분야도 확대되면서 2021년 기준

연구실안전환경조성에관한법률(이하 연안법)을 적용받는 기관은 전국 4,252개 기관, 83,804개 연구실로 조사되었으며, 연구활동종사자는 약 131만명이다²⁾. 연안법에서는 기관을 대학, 연구기관, 기업부설(연) 등으로 구분하고 있으며, 기관수 비중에서는 기업부설(연)이 87% (3,730개)로 가장 높고 연구활동종사자수 비중에서는 대학이 약 77% (1,011,707명)로 가장 높다.

이러한 기관에 속한 연구실은 최근 연구 공간이 구

*한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 박사 후 연구원(Department of National Research Safety Headquarters, NRSIH)

**한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 실장(Department of National Research Safety Headquarters, NRSIH)

***한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 팀장(Department of National Research Safety Headquarters, NRSIH)

****한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 본부장(Department of National Research Safety Headquarters, NRSIH)

확된 실내 공간에서 외부공간(산, 바다, 강, 항공 등)으로 확장되고, 융·복합 연구 활성화로 인하여 위험성이 검증되지 않은 신규 유해인자 취급이 증가하였으며, 다수의 미숙련 연구활동종사자가 비정형화된 연구활동을 수행함으로써 인하여 사고의 위험성은 커지고 있다. 정부에서는 연구실의 안전한 연구환경 조성을 위하여 2006년부터 연안법을 시행하였으며, 이후 2021년까지 10차례 이상 법을 개정하여 연구실 안전문화 조성을 통한 사고 예방에 지속적으로 노력을 하였다. 그럼에도 불구하고 연구실에서 발생하는 사고는 매년 꾸준히 발생하고 있다. 2016년~2021년 10월까지 총 1,173건의 사고가 연구실에서 발생하였으며, 이 중 대학은 792건(약68%)으로 사고가 가장 많이 발생하였다³⁾. 이로 인하여 연구인력 손실, 고가 장비손상 등으로 인하여 연구·기술 개발에 지연을 초래하게 되었다⁴⁾.

연안법에서는 연구실안전환경관리자 지정 및 보고, 안전점검, 안전교육, 정밀안전진단, 연구자보험가입, 사고보고 등을 안전관리 이행 의무사항으로 명시하여, 연구실 안전관리 강화를 위한 제도적인 틀을 마련하였다. 하지만, 이러한 법이행 사항이 연구실 사고와 어떠한 연관성이 있는지, 사고 발생기관의 법이행정도는 사고 미발생 기관과 어떠한 차이가 있는지 구체적으로 확인되지 않았다. 선행연구에서 연구실 사고 관련 논문은 주로 사고유형 및 원인분석, 사고특성 분석, 사고사례 분석, 사고분류 체계 개발에 한정되어 있다⁷⁻¹⁰⁾. 이로 인하여 법 준수에 따른 효과성이나 사고가 발생한 연구실이 속한 기관의 특징은 파악되지 않은채 사고의 원인과 피해 정도에 국한되어 있어 사고 발생 기관에 시사점을 제공하는데는 한계가 있다.

연안법은 제도(규제) 확립 단계와 인프라 구축단계가 제1차, 2차 연구실 안전환경 조성 기본계획에 의거하여 국가주도로 수행되었으며, 현재 제3차 연구실 안전환경 조성 기본계획(2018~2022년)이 현장중심의 자율적 안전관리를 목표로 실시되고 있다. 이 시점에서 제도 및 인프라 구축과 관련이 있는 법이행 사항과 사고 발생의 연관성을 확인할 필요가 있다. 본 연구에서는 제도 및 인프라 구축 단계가 끝난 시점인 2019년부터 2021년까지 실시한 국가통계인 연구실 안전관리 실태조사 결과를 바탕으로 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 법이행률 차이를 확인하였다. 이를 통하여 법이행 사항의 중요성을 확인하고, 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 법이행률 차이를 확인하여 사고 발생기관이 향후 어떠한 조치를 취해야 하는지 기관별(대학, 연구기관, 기업부설) 시사점을 제공하고자 한다. 또한, 기관(고용)규모와 사고(재해) 발생간 관

련성이 있다는 선행연구^{11,12)}를 토대로 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 기관규모도 추가적으로 분석하고자 한다.

1.2 연구목적 및 문제

본 연구목적은 국내 연구실 사고 발생 기관의 특성을 분석하는 것이다. 이를 위하여 첫째, 연구실 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관은 법이행사항에서 차이가 있는가? 둘째, 연구실 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관은 기관규모에서 차이가 있는가?를 확인해보고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 연구실안전법(연안법)

연안법의 목적은 대학 및 연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 확보하고, 연구실 사고로 인한 피해를 적절하게 보상하여 연구활동종사자의 건강과 생명을 보호하며, 안전한 연구환경을 조성하여 연구활동 활성화에 기여를 하는 것이다. 이를 위해 기관 연구주체의 장은 다음과 같은 사항을 반드시 수행해야 하며, 이를 위반한 경우 항목별로 차이는 있지만 벌칙 또는 최대 2,000만원 이하의 과태료가 부과될 수 있다³⁾. 첫째, 연구실책임자를 지정해야 하며, 연구실 책임자는 연구활동종사자를 대상으로 해당 연구실의 유해인자에 관한 교육 및 사전유해인자위험분석 등을 실시하여야 한다. 둘째, 연구실안전환경관리자를 지정하여야 한다. 자격요건은 연구실안전관리사 자격을 취득하였거나 안전관리기술에 관한 국가기술자격을 취득한 사람, 또는 대통령령으로 정하는 안전관리기술 관련 학력이나 경력을 갖춘사람이다. 셋째, 연구실 안전과 관련된 주요사항을 협의하기 위하여 연구실안전관리위원회를 구성하고 운영하여야 한다. 넷째, 안전관리규정을 작성하여 각 연구실에 게시 또는 비치하고, 이를 연구활동종사자에게 알려야 한다. 다섯째, 안전점검 지침에 따라 연구실에 안전점검을 실시하여야 한다. 안전점검은 일상점검, 정기점검, 특별안전점검이 있다. 여섯째, 정밀안전진단 지침에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다. 일곱째, 연구활동종사자에 대하여 연구실 사고 예방 및 대응에 필요한 교육·훈련을 실시하여야 한다. 여덟째, 유해인자에 노출될 위험성이 있는 연구활동종사자에 대하여 정기적으로 건강검진을 실시하여야 한다. 아홉째, 대통령령으로 정하는 바에 따라 매년 소관 연구실에 필요한 안전 관련 예산을 배정·집행하여야 한다. 또한, 연구과제 수행을 위한 연구

비를 책정할 때 일정 비율 이상을 안전 관련 예산에 배정하여야 한다. 열번째, 연구실 사고가 발생한 경우 과학기술정보통신부령으로 정하는 절차 및 방법에 따라 과학기술정보통신부장관에게 보고하고 이를 공표하여야 한다. 열한번째, 대통령령으로 정하는 기준에 따라 연구활동종사자의 상해·사망에 대비하여 연구활동종사자를 피보험자 및 수익자로 하는 보험에 가입하여야 한다.

2.2 연구실 안전 실태조사

실태조사는 연안법 제4조, 시행령 제3조에 의거하여 연구실 안전관리의 변화를 인지하고 연구실의 안전환경 조성상의 문제점 및 애로사항 등을 파악하여 현실적인 법 제도 운영과 효율적인 정책 방향을 수립하기 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 실시한다. 2006년을 시작으로 2009년~2015년까지는 2년의 주기로 2016년부터 2021년까지는 매년 수행하였으며, 2019년 3월에 통계법에 따른 국가통계 요건 충족으로 승인받았다. 조사 참여기관은 연안법을 적용받는 대학, 연구기관, 기업부설(연) 모두 해당되며, 최근 5개년 실태조사 참여율은 92.6%~100.0%로 대다수의 기관이 참여하고 있다^{2,14,15)}. 조사내용은 Table 1과 같다.

Table 1. Item of laboratory safety management survey

| Category | Survey items |
|---------------------------|--|
| General information | Basic information |
| | Current state of researchers |
| | Current state of laboratory |
| | Current state of laboratory director |
| | Current state of implementation of preliminary risk analysis of hazard factors |
| | Current state of laboratory safety management committee |
| | Current state of preparation of safety management regulations |
| Implementation of the law | Current state of subscription to insurance |
| | Current state of education and training |
| | Current state of health examination |
| | Current state of safety inspections and in-depth safety inspections |
| | Current state of safety-related budget |
| | Current state of laboratory accident |

2.3 연구실 사고 관련 선행연구

연구실 사고와 관련된 선행연구는 주로 사고 사례 및 유형 분석, 사고분류 체계 개발, 화학사고 특성분석 등이 수행되었으며 다음과 같다.

첫째, 이근원⁷⁾등은 정부출연 및 국공립 연구기관, 기업부설, 대학 등 142개 기관을 대상으로 설문조사를 통하여 실험실 종사자들의 사고사례를 수집하고 분석하였다. 총 114건의 사고에 대하여 발생 형태, 피해종류 등에 대한 빈도분석을 실시하였다. 그 결과 연구기관은 계절에 관계없이 사고가 발생한 반면 대학은 가을에 사고가 많이 발생하였다. 사고 분류 결과 대학과 연구기관 모두 물리적 사고가 가장 많이 발생하였다. 사고 형태 분류 결과 대학은 충돌, 추락, 넘어짐과 낙하, 절단, 진동이 많았으며, 연구기관은 터짐, 분출과 충돌, 추락, 넘어짐이 많았다. 사고 기인물 분류 결과 대학과 연구기관 모두 연구자 부주의가 가장 높게 나타났다.

둘째, 이태형⁹⁾등은 2013년부터 2015년까지 발생한 화학사고 301건 중 실험실에서 발생한 화학사고 30건에 대해서 사고 특성을 분석하였다. 그 결과 유해화학물질에 의한 사고가 가장 많이 발생하였으며, 물질은 질산이 가장 많았으며, 사고원인은 작업자의 부주의가 가장 높았다.

셋째, 박교식⁸⁾은 연구실 사고분류 체계를 기계, 화학, 전기, 생물, 방사선, 작업 등으로 구분하여 개발하였다. 기계는 접촉 위험, 물리적 위험, 구조적 위험으로 세분화, 화학은 폭발 위험, 화재 위험, 누출 위험, 화학 위험으로 세분화, 전기는 전기 위험, 정전기 위험으로 세분화, 작업은 무리한 동작, 이상온도 접촉으로 세분화하였으며 이후 각 세부 위험유형에 따라 발생할 수 있는 사고유형을 설정하였다. 생물과 방사선은 세분화를 하지 않고 사고유형을 설정하였다. 이를 통하여 계층적인 분류체계를 적용한 사고 원인 파악 등에 활용할 것을 제안하였다.

넷째, 송혜숙¹⁰⁾등 2011년부터 2016년까지 연구실안전법을 적용받는 기관에서 발생한 1,039건의 사고에 대해서 유형을 분석하였다. 그 결과 연도별로 사고 발생 건수는 증가하는 것으로 나타났으며, 대학의 사고 발생 건수가 가장 높게 나타났다. 사고원인은 유해물질 취급 부주의가 가장 많았으며, 보호구 오용, 안전수칙 미준수 순으로 많았다. 상해종류로는 창과상, 창상, 절단 등이 대부분이었으며, 상해부위는 손가락을 포함한 손이 가장 많았다. 또한, 생물학적 사고는 주사기침립 사고가 가장 많았다.

이상과 같이 연구실 사고와 관련된 선행연구를 고찰한 결과 연구실에 발생한 사고에 대한 분류체계 개발과 사고유형, 사고원인 등에 대한 빈도분석을 통한 현황을 제시하고, 관리방안 등을 제안하였다. 하지만, 선행연구에서는 연안법을 적용받는 기관에 속한 연구실 사고를 다룸에 있어 법에서 명시한 법 준수사항과 관

련된 내용은 없었다. 연구실이 속한 각 기관에서는 연안법에 의거하여 안전환경관리자를 지정하여 연구실 안전에 대한 다양한 업무를 수행하고 있으며, 연구실 책임자 또한 연구실 사고 예방을 위하여 본인의 연구실에 속한 종사자(연구자) 안전교육을 수행하는 등 사고예방과 관련된 다양한 노력을 하고 있다. 선행연구에서 제시한 시사점도 기관 차원에 시사점을 줄 수 있으나, 실질적인 안전관리 방안 마련 등에는 시사점을 제공하는데 한계가 있어 보인다. 따라서 연안법을 적용받는 기관차원에서 향후 안전관리 방안 마련을 위해서는 연구실 사고가 발생한 기관과 사고 미발생 기관의 법이행사항에 대하여 실증적인 분석을 통한 시사점을 제공해줘야 할 필요가 있다. 더불어 연구실 사고 예방을 위한 연안법에 대한 정책적 효용성을 확인하고, 향후 기관별 유효한 정책 도출에 시사점을 줄 필요가 있다.

3. 연구방법

3.1 연구절차

본 연구를 수행한 연구 절차는 Fig. 1과 같다. 우선, 연안법에서 제시한 연구주체의 장 책무를 바탕으로 본 연구에서 사용할 문항을 선정하고 유목화하였으며, 이후 기관·연도별 분석 데이터를 정리한 후 분석하였다.

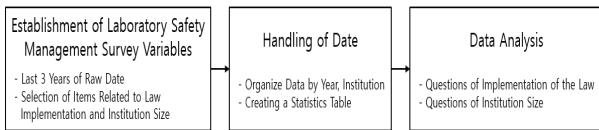


Fig. 1. Research procedure.

3.2 분석 대상

분석대상은 2018년~2020년 실태조사에 응답한 대학, 연구기관, 기업부설(연)이며, 연도별 기관수는 Table 2와 같다. 전체 실태조사 기관 참여율은 2019년 100.0%, 2020년 97.1%, 2021년 96.4%로 나타났다.

Table 2. Analysis target

| Division | Number of survey response | | |
|--|---------------------------|-------|-------|
| | 2019 | 2020 | 2021 |
| University | 338 | 338 | 338 |
| Research institute | 176 | 176 | 184 |
| a Business-affiliated research institute | 3,561 | 3,521 | 3,730 |
| Sum | 4,075 | 4,051 | 4,252 |

3.3 변수 설정

변수는 크게 독립변인과 종속변수로 구분하였으며, 다음과 같다.

3.3.1 독립변수

독립변수는 연구실 사고 여부로 이분형 변수이다.

3.3.2 종속변수

종속변수는 법이행 관련 변수, 기관 규모 관련 변수로 Table 3과 같다. 법이행 관련 변수 중 안전환경관리자 지정, 안전관리위원회 구성, 안전관리규정 작성, 보험가입 관련 변수는 모든 기관에서 높게 나타나 변수에서 제외하였다.

Table 3. Dependent variables

| Division | Dependent variables |
|---------------------------|---|
| Implementation of the law | Hazard factors treatment |
| | Daily inspection |
| | Periodic inspection |
| | Laboratory director education completion rate |
| Institute size | Research worker education completion rate |
| | All research worker education completion rate |
| | Number of research workers |
| | Number of laboratory |
| | Number of laboratory in-depth safety inspection |
| | Amount of safety management expenses |

3.4 자료 분석 방법

자료분석은 SPSS 25.0를 활용하였으며, 유의수준은 .05로 설정하고 다음과 같이 분석하였다. 첫째, 독립변수와 종속변수의 현황에 대하여 기술통계분석을 실시하였다. 둘째, 사고 발생기관과 사고 미발생 기관의 법이행사항 및 기관규모 차이를 확인하기 위하여 집단 간 차이 검정을 실시하였다. 연속변수는 독립표본 t-test, 불연속변수는 교차분석을 활용하였다.

4. 연구결과

4.1 변수의 현황 분석

4.1.1 연도별 연구실 사고 발생 기관 현황

2018년부터 2020년까지 최근 3개년 기관 실태조사 결과에서 사고 발생 기관 수 현황은 Table 4와 같다.

연구실 사고는 3개년 평균 120건 정도 발생하고 있으며, 매년 대학이 차지하는 비중이 절반이 넘는 것으로 나타났다.

Table 4. Number of laboratory accidents in 2018–2020

| Institution classification | 2018 | 2019 | 2020 |
|--|------|------|------|
| University | 87 | 68 | 66 |
| Research institute | 25 | 17 | 18 |
| a Business-affiliated research institute | 28 | 23 | 31 |
| Sum | 140 | 108 | 115 |

4.1.2 법이행 현황

대학의 연도별 법이행 현황은 Table 5와 같다.

Table 5. Implementation of the law in university

| Category | 2018 (n=338) | 2019 (n=338) | 2020 (n=338) |
|---|---|-----------------|-----------------|
| Hazard factors handling rate | 57.1% | 56.2% | 54.4% |
| Daily inspection rate | 93.5% | 92.0% | 93.8% |
| Periodic Inspection rate | Implementation rate | 48.8% | 45.9% |
| | In-depth safety Inspection replace rate | 50.6% | 53.0% |
| Laboratory director education completion rate | 59.6% | 64.3% | 63.1% |
| Research worker education completion rate | 73.8% | 75.4% | 70.0% |
| All research worker education completion rate | 73.4% | 75.1% | 69.7% |

유해인자를 취급하는 기관은 50% 이상으로 나타났으며, 일상점검 실시 비율은 90% 이상, 정기점검 실시 비율은 98% 이상으로 높게 나타났다. 교육이수율은 전체 약 70% 정도이며, 이 중 연구실책임자 교육이수율은 약 60%로 낮게 나타났다.

연구기관의 연도별 법이행 현황은 Table 6과 같다.

유해인자를 취급하는 기관은 80% 이상으로 나타났으며, 일상점검 실시 비율은 90% 이상, 정기점검 실시 비율은 95% 이상으로 높게 나타났다. 교육이수율도

Table 6. Implementation of the law in research institute

| Category | 2018 (n=176) | 2019 (n=176) | 2020 (n=182) |
|---|---|-----------------|-----------------|
| Hazard factors handling rate | 89.8% | 85.8% | 84.8% |
| Daily inspection rate | 90.3% | 96.0% | 94.6% |
| Periodic Inspection Rate | Implementation rate | 33.1% | 44.9% |
| | In-depth safety Inspection replace rate | 61.9% | 51.1% |
| Laboratory director education completion rate | 94.0% | 95.2% | 96.7% |
| Research worker education completion rate | 96.1% | 96.9% | 98.4% |
| All research worker education completion rate | 96.0% | 96.8% | 98.3% |

전체 95% 이상으로 높게 나타났다.

기업부설(연)의 연도별 법이행 현황은 Table 7과 같다.

유해인자를 취급하는 기관은 약 40%로 나타났으며, 일상점검 실시 비율은 80% 이상으로 나타났다. 정기점검 실시 비율은 60% 이상으로 일상점검에 비해 낮은 것으로 나타났다. 교육이수율은 95% 이상으로 높게 나타났다.

Table 7. Implementation of the law in a business-affiliated research institute

| Category | 2018 (n=3,561) | 2019 (n=3,521) | 2020 (n=3,730) |
|---|---|-------------------|-------------------|
| Hazard factors handling rate | 41.0% | 39.0% | 40.0% |
| Daily inspection rate | 82.9% | 85.7% | 86.4% |
| Periodic inspection rate | Implementation rate | 33.4% | 34.2% |
| | In-depth safety inspection replace rate | 29.4% | 30.6% |
| Laboratory director education completion rate | 98.1% | 98.8% | 98.5% |
| Research worker education completion rate | 98.5% | 98.6% | 98.6% |
| All research worker education completion rate | 98.4% | 98.6% | 98.6% |

종합해보면, 유해인자 취급은 연구기관이 가장 높으며, 일상점검과 정기점검 실시 비율은 대학과 연구기관이 높은 것으로 나타났다. 연구활동종사자 교육이수율은 대학이 가장 낮은 것으로 나타났다. 특히, 연구실책임자 교육이수율은 현저히 낮은 것으로 나타났다.

4.1.3 기관규모

대학의 연도별 기관규모는 Table 8과 같다.

Table 8. Insitute size in university

| Category | 2018 (n=338) | 2019 (n=338) | 2020 (n=338) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Number of research workers | 3063.1 | 3085.4 | 2993.2 |
| Number of laboratory | 142.9 | 146.0 | 147.9 |
| Number of laboratory In-depth safety inspection | 69.6 | 72.7 | 76.2 |
| Amount of safety management expenses | 1.1 shillion | 1.5 shillion | 1.4 shillion |

기관평균 연구활동종사자수는 약 3,000명, 연구실 수는 약 145개, 정밀안전진단 연구실 수는 약 70개, 안전관리비는 1억원 이상 집행한 것으로 나타났다. 1인당 안전관리비를 계산한 결과 2018년은 약 35,900원, 2019년은 48,600원, 2020년은 약 46,800원으로 나타났다.

연구기관의 연도별 기관 규모는 Table 9와 같다.

Table 9. Insitute size in research institute

| Category | 2018 (n=338) | 2019 (n=338) | 2020 (n=338) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Number of research workers | 258.9 | 249.2 | 262.1 |
| Number of laboratory | 70.4 | 72.8 | 73.4 |
| Number of laboratory In-depth safety inspection | 59.6 | 60.7 | 61.8 |
| Amount of safety management expenses | 2.3 shillion | 2.5 shillion | 2.4 shillion |

기관평균 연구활동종사자수는 약 250명, 연구실 수는 약 70개, 정밀안전진단 연구실 수는 약 60개, 안전관리비는 2억원 이상 집행한 것으로 나타났다. 1인당 안전관리비를 계산한 결과 2018년은 약 890,000원, 2019년은 약 1,000,000원, 2020년은 약 916,000원으로 나타났다.

기업부설(연)의 연도별 기관규모는 Table 10과 같다.

Table 10. Insitute size in a business-affiliated research institute

| Category | 2018 (n=338) | 2019 (n=338) | 2020 (n=338) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Number of research workers | 65.8 | 67.2 | 67.6 |
| Number of laboratory | 5.2 | 5.4 | 5.4 |
| Number of laboratory In-depth safety inspection | 3.6 | 3.7 | 3.8 |
| Amount of safety management expenses | 0.7 shillion | 0.9 shillion | 0.8 shillion |

기관평균 연구활동종사자수는 약 67명, 연구실 수는 약 5개, 정밀안전진단 연구실 수는 약 4개, 안전관리비는 0.8억원 이상 집행한 것으로 나타났다. 1인당 안전관리비를 계산한 결과 2018년은 약 1,076,000원, 2019년은 약 1,343,000원, 2020년은 약 1,194,000원으로 나타났다.

종합해보면 대학이 기관평균 연구활동종사자 수, 연구실 수, 정밀안전진단 연구실 수가 가장 많아 기관규모 측면에서 가장 큰 것으로 나타났다. 안전관리비는 연구기관이 가장 많이 집행하였으며, 1인당 안전관리비는 기업부설(연)이 가장 많은 것으로 나타났다.

4.2 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 법이행 관련 변수 차이 검정

4.2.1 유해인자 취급

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 유해인자 취급 비율차이 검정 결과는 Table 11과 같다.

대학과 기업부설(연)은 유해인자를 취급할수록 연구실 사고 발생 비율이 높게 나타났으며, 반면, 연구기관은 유해인자 취급과 관련성이 없는 것으로 나타났다.

Table 11. Differences in the percentage of hazard factors handled by institutions by year

| Institution | Accidents occurred | Hazard factors | | χ^2 |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------------|
| | | O | X | |
| University | 2018 | O 71(36.8) | 16(11.0) | 28.728 *** |
| | | X 122(63.2) | 129(89.0) | |
| | | Total 193(100.0) | 145(100.0) | |
| University | 2019 | O 56(29.5) | 12(8.1) | 26.631 *** |
| | | X 134(70.5) | 136(91.9) | |
| | | Total 190(100.0) | 148(100.0) | |
| University | 2020 | O 55(29.9) | 11(7.1) | 27.609 *** |
| | | X 129(70.1) | 143(92.9) | |
| | | Total 184(100.0) | 154(100.0) | |
| Research | 2018 | O 25(15.8) | 0(0.0) | 3.320 |
| | | X 133(84.2) | 18(100.0) | |
| | | Total 158(100.0) | 18(100.0) | |
| Research | 2019 | O 16(10.6) | 1(4.0) | 1.069 |
| | | X 135(89.4) | 24(96.0) | |
| | | Total 151(100.0) | 25(100.0) | |
| Research | 2020 | O 17(10.9) | 1(3.6) | 1.444 |
| | | X 139(89.1) | 27(96.4) | |
| | | Total 156(100.0) | 28(100.0) | |
| a Business-affiliated research | 2018 | O 24(1.6) | 4(0.2) | 23.326 *** |
| | | X 1,436(98.4) | 2,097(99.8) | |
| | | Total 1,460(100.0) | 2,101(100.0) | |
| a Business-affiliated research | 2019 | O 22(1.6) | 1(0.0) | 31.183 *** |
| | | X 1,340(98.4) | 2,126(100.0) | |
| | | Total 1,362(100.0) | 2,127(100.0) | |
| a Business-affiliated research | 2020 | O 28(1.9) | 3(0.1) | 32.941 *** |
| | | X 1,465(98.1) | 2,234(99.9) | |
| | | Total 1,493(100.0) | 2,237(100.0) | |

4.2.2 일상점검 실시

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 일상점검 실시 비율차이 검정 결과는 Table 12와 같다.

Table 12. Differences in the percentage of institutions conducting daily inspections by year

| Institution | Accidents occurred | Daily inspection | | χ^2 |
|-------------|--------------------|------------------|-----------|---------------|
| | | O | X | |
| University | 2018 | O 73(23.1) | 14(63.6) | 17.681 *** |
| | | X 243(76.9) | 8(36.4) | |
| | | Total 316(100.0) | 22(100.0) | |
| University | 2019 | O 51(16.4) | 17(63.0) | 33.518 *** |
| | | X 260(83.6) | 10(37.0) | |
| | | Total 311(100.0) | 27(100.0) | |
| University | 2020 | O 60(18.9) | 6(28.6) | 1.166 |
| | | X 257(81.1) | 15(71.4) | |
| | | Total 317(100.0) | 21(100.0) | |

Table 12. Continued

| Institution | Accidents occurred | Daily inspection | | χ^2 |
|-------------------------------------|--------------------|------------------|------------|----------|
| | | O | X | |
| 2018 | O | 21(13.2) | 4(23.5) | 1.343 |
| | X | 138(86.8) | 13(76.5) | |
| | Total | 159(100.0) | 17(100.0) | |
| Research 2019 | O | 16(9.5) | 1(14.3) | 0.179 |
| | X | 153(90.5) | 6(85.7) | |
| | Total | 169(100.0) | 7(100.0) | |
| 2020 | O | 17(9.8) | 1(10.0) | 0.001 |
| | X | 157(90.2) | 9(90.0) | |
| | Total | 174(100.0) | 10(100.0) | |
| 2018 | O | 25(0.8) | 3(0.5) | 0.806 |
| | X | 2,928(99.2) | 605(99.5) | |
| | Total | 2,953(100.0) | 608(100.0) | |
| a Business-affiliated research 2019 | O | 22(0.7) | 1(0.2) | 1.864 |
| | X | 2,969(99.3) | 497(99.8) | |
| | Total | 2,991(100.0) | 498(100.0) | |
| 2020 | O | 31(1.0) | 0(0.0) | 4.917* |
| | X | 3,192(99.0) | 507(100.0) | |
| | Total | 3,223(100.0) | 507(100.0) | |

대학과 기업부설(연)은 모든 연구실에서 일상점검을 실시하지 않을수록 일부 연도에서 연구실 사고 발생 비율이 높게 나타났으며, 반면, 연구기관은 일상점검 여부와 관련성이 없는 것으로 나타났다.

4.2.3 정기점검 실시

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 정기 점검 실시 비율차이 검정 결과는 Table 13과 같다.

Table 13. Differences in the percentage of institutions conducting periodic inspections by year

| Institution | Accidents occurred | Periodic inspection | | χ^2 |
|-----------------|--------------------|---------------------|-------------|----------|
| | | implement | replacement | |
| 2018 | O | 53(32.1) | 34(19.9) | 6.554** |
| | X | 112(67.9) | 137(80.1) | |
| | Total | 165(100.0) | 171(100.0) | |
| University 2019 | O | 37(23.9) | 31(17.3) | 2.200 |
| | X | 118(76.1) | 148(82.7) | |
| | Total | 155(100.0) | 179(100.0) | |
| 2020 | O | 31(27.2) | 35(15.8) | 6.130* |
| | X | 83(72.8) | 186(84.2) | |
| | Total | 114(100.0) | 221(100.0) | |
| 2018 | O | 5(8.6) | 20(18.3) | 2.814 |
| | X | 53(91.4) | 89(81.7) | |
| | Total | 58(100.0) | 109(100.0) | |
| Research 2019 | O | 9(11.4) | 7(7.8) | 0.641 |
| | X | 70(88.6) | 83(92.2) | |
| | Total | 79(100.0) | 90(100.0) | |
| 2020 | O | 7(11.7) | 11(9.6) | 0.173 |
| | X | 53(88.3) | 103(90.4) | |
| | Total | 60(100.0) | 114(100.0) | |

| Institution | Accidents occurred | Periodic inspection | | χ^2 |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|----------|
| | | implement | replacement | |
| 2018 | O | 8(0.7) | 18(1.7) | 5.316* |
| | X | 1,181(99.3) | 1,028(98.3) | |
| | Total | 1,189(100.0) | 1,046(100.0) | |
| a Business-affiliated research 2019 | O | 4(0.3) | 18(1.7) | 10.672** |
| | X | 1,191(99.7) | 1,051(99.0) | |
| | Total | 1,195(100.0) | 1,069(100.0) | |
| 2020 | O | 8(0.8) | 22(1.7) | 3.241 |
| | X | 989(99.2) | 1,309(98.3) | |
| | Total | 997(100.0) | 1,331(100.0) | |

※ replacement : replacement of in-depth safety inspection

대학은 정기점검을 정밀안전진단으로 대체할 경우 일부 연도에서 연구실 사고 발생이 낮게 나타났으며, 반면, 기업부설(연)은 정밀안전진단으로 대체할 경우 일부 연도에서 연구실 사고 발생이 높게 나타났다. 연구기관은 정기점검 여부와 관련성이 없는 것으로 나타났다.

4.2.4 연구실책임자 교육이수율

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 연구실책임자 교육이수율 차이에 대한 결과는 Table 14와 같다.

대학에서 사고 발생 기관의 연구실책임자 교육이수율은 사고 미발생 기관에 비해 낮은 것으로 나타났다. 연구

Table 14. Differences of laboratory director education completion rate

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|-------------------------------------|--------------------|-------|--------|--------|--------|-----------------|
| | | | | | | University 2018 |
| X | 251 | 64.44 | 38.81 | *** | | |
| 2019 | O | 68 | 48.52 | 35.01 | -4.036 | |
| | X | 270 | 68.33 | 36.46 | *** | |
| 2020 | O | 66 | 57.54 | 31.70 | -1.461 | |
| | X | 272 | 64.68 | 36.01 | | |
| Research 2018 | O | 25 | 95.88 | 8.67 | 0.580 | |
| | X | 151 | 93.66 | 19.58 | | |
| | 2019 | O | 17 | 91.94 | 16.84 | -0.926 |
| | | X | 159 | 95.53 | 15.00 | |
| | 2020 | O | 18 | 92.63 | 13.71 | -1.409 |
| | | X | 164 | 97.22 | 13.00 | |
| a Business-affiliated research 2018 | O | 28 | 100.00 | 0.00 | 0.814 | |
| | X | 3,533 | 98.08 | 12.03 | | |
| | 2019 | O | 23 | 100.00 | 0.00 | 0.545 |
| | | X | 3,466 | 98.82 | 9.11 | |
| | 2020 | O | 31 | 100.00 | 0.00 | 0.448 |
| | | X | 3,699 | 98.56 | 10.35 | |

기관, 기업부설(연)은 사고 발생 여부와 관계없이 연구실 책임자 교육이수율이 95% 이상으로 높게 나타났다.

4.2.5 연구활동종사자 교육이수율

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 연구 활동종사자 교육이수율 차이에 대한 결과는 Table 15 와 같다.

Table 15. Differences of research worker education completion rate

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|--------------------------------|--------------------|---|-------|--------|-------|--------|
| University | 2018 | O | 87 | 66.11 | 24.47 | -3.552 |
| | | X | 251 | 76.52 | 23.27 | *** |
| | 2019 | O | 68 | 64.94 | 26.83 | -4.084 |
| | | X | 270 | 78.08 | 22.71 | *** |
| | 2020 | O | 66 | 66.67 | 26.46 | -1.249 |
| | | X | 272 | 70.96 | 34.34 | |
| Research | 2018 | O | 25 | 94.38 | 12.57 | -1.207 |
| | | X | 151 | 96.45 | 8.63 | |
| | 2019 | O | 17 | 92.89 | 14.25 | -1.729 |
| | | X | 159 | 97.34 | 9.57 | |
| | 2020 | O | 18 | 94.29 | 8.90 | -1.939 |
| | | X | 164 | 98.87 | 3.95 | |
| a Business-affiliated research | 2018 | O | 28 | 99.83 | 0.87 | 0.401 |
| | | X | 3,533 | 98.45 | 8.47 | |
| | 2019 | O | 23 | 99.79 | 0.99 | 0.517 |
| | | X | 3,466 | 98.57 | 9.04 | |
| | 2020 | O | 31 | 100.00 | 0.00 | 0.349 |
| | | X | 3,699 | 98.61 | 8.28 | |

대학에서 사고 발생 기관의 연구활동종사자 교육이수율은 사고 미발생 기관에 비해 낮은 것으로 나타났다. 연구기관은 사고 발생 여부와 관계없이 연구활동종사자 교육이수율이 90% 이상, 기업부설(연)은 95% 이상으로 높게 나타났다.

4.2.6 전체 연구활동종사자 교육이수율

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 전체 연구활동종사자 교육이수율 차이에 대한 결과는 Table 16과 같다.

대학에서 사고 발생 기관의 전체 연구활동종사자 교육이수율은 사고 미발생 기관에 비해 낮은 것으로 나타났다. 연구기관은 사고 발생 여부와 관계없이 전체 연구활동종사자 교육이수율이 90% 이상, 기업부설(연)은 95% 이상으로 높게 나타났다.

Table 16. Differences of all research worker education completion rate

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|--------------------------------|--------------------|---|-------|--------|-------|--------|
| University | 2018 | O | 87 | 65.53 | 24.33 | -3.651 |
| | | X | 251 | 76.22 | 23.16 | *** |
| | 2019 | O | 68 | 64.31 | 26.67 | -4.268 |
| | | X | 270 | 77.82 | 22.39 | *** |
| | 2020 | O | 66 | 66.21 | 26.27 | -1.301 |
| | | X | 272 | 70.62 | 24.23 | |
| Research | 2018 | O | 25 | 94.61 | 10.62 | -0.851 |
| | | X | 151 | 96.28 | 8.78 | |
| | 2019 | O | 17 | 92.99 | 14.05 | -1.702 |
| | | X | 159 | 97.16 | 9.01 | |
| | 2020 | O | 18 | 94.11 | 9.09 | -1.102 |
| | | X | 164 | 98.78 | 3.80 | |
| a Business-affiliated research | 2018 | O | 28 | 99.85 | 0.77 | 0.914 |
| | | X | 3,533 | 98.38 | 8.52 | |
| | 2019 | O | 23 | 99.79 | 0.99 | 0.500 |
| | | X | 3,466 | 98.54 | 8.92 | |
| | 2020 | O | 31 | 100.00 | 0.00 | 0.338 |
| | | X | 3,699 | 98.60 | 8.12 | |

4.3 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 기관규모 관련 변수 차이 검정

4.3.1 연구활동종사자 수

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 연구 활동종사자 수 차이에 대한 결과는 Table 17과 같다.

Table 17. Differences in the number of research workers

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|--------------------------------|--------------------|---|-------|---------|---------|--------|
| University | 2018 | O | 87 | 5738.07 | 4925.84 | 9.606 |
| | | X | 251 | 2135.86 | 1965.67 | *** |
| | 2019 | O | 68 | 6895.55 | 5350.06 | 12.079 |
| | | X | 270 | 2125.87 | 1857.33 | *** |
| | 2020 | O | 66 | 6443.21 | 5511.70 | 10.227 |
| | | X | 272 | 2156.08 | 2070.36 | *** |
| Research | 2018 | O | 25 | 634.96 | 655.66 | 4.545 |
| | | X | 151 | 196.66 | 403.29 | *** |
| | 2019 | O | 17 | 831.47 | 720.73 | 7.299 |
| | | X | 159 | 186.94 | 281.58 | *** |
| | 2020 | O | 18 | 662.61 | 662.61 | 4.025 |
| | | X | 164 | 218.12 | 218.12 | *** |
| a Business-affiliated research | 2018 | O | 28 | 874.89 | 937.08 | 14.033 |
| | | X | 3,533 | 59.36 | 256.63 | *** |
| | 2019 | O | 23 | 768.13 | 1690.78 | 10.983 |
| | | X | 3,466 | 62.61 | 277.00 | *** |
| | 2020 | O | 31 | 739.90 | 1519.08 | 10.347 |
| | | X | 3,699 | 61.92 | 338.12 | *** |

대학, 연구기관, 기업부설(연) 모두 사고 발생 기관이 사고 미발생 기관에 비해 연구활동종사자 수가 많은 것으로 나타났다.

4.3.2 연구실 수

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 연구실 수 차이에 대한 결과는 Table 18과 같다.

Table 18. Differences in the number of laboratory

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | | |
|--------------------------------|--------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------|
| University | 2018 | O | 87 | 325.10 | 344.92 | 9.967*** | |
| | | X | 251 | 79.86 | 107.88 | | |
| | 2019 | O | 68 | 411.19 | 391.13 | 12.531*** | |
| | | X | 270 | 79.18 | 97.59 | | |
| | 2020 | O | 66 | 403.22 | 393.79 | 11.138*** | |
| | | X | 272 | 86.00 | 127.34 | | |
| | Research | 2018 | O | 25 | 178.88 | 141.10 | 6.392*** |
| | | | X | 151 | 52.43 | 80.92 | |
| 2019 | | O | 17 | 247.17 | 162.08 | 8.551*** | |
| | | X | 159 | 54.11 | 77.20 | | |
| 2020 | | O | 18 | 198.44 | 160.10 | 5.569*** | |
| | | X | 164 | 59.81 | 91.96 | | |
| a Business-affiliated research | | 2018 | O | 28 | 52.60 | 100.94 | 16.786*** |
| | | | X | 3,533 | 4.82 | 12.20 | |
| | 2019 | O | 23 | 70.82 | 142.51 | 18.412*** | |
| | | X | 3,466 | 5.00 | 12.84 | | |
| | 2020 | O | 31 | 58.45 | 98.70 | 17.650*** | |
| | | X | 3,699 | 4.99 | 14.32 | | |

대학, 연구기관, 기업부설(연) 모두 사고 발생 기관이 사고 미발생 기관에 비해 연구실 수가 많은 것으로 나타났다.

4.3.3 정밀안전진단 연구실 수

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 연구실 수 차이에 대한 결과는 Table 19와 같다.

Table 19. Differences in the number of laboratory in-depth safety inspection

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|-------------|--------------------|---|-----|--------|--------|-----------|
| University | 2018 | O | 87 | 172.34 | 206.73 | 9.441*** |
| | | X | 251 | 34.02 | 62.74 | |
| | 2019 | O | 68 | 222.76 | 232.42 | 11.611*** |
| | | X | 270 | 34.88 | 65.64 | |
| | 2020 | O | 66 | 237.19 | 277.79 | 10.522*** |
| | | X | 272 | 37.13 | 72.79 | |

| Institution | Accidents occurred | n | m | s.d | t | |
|--------------------------------|--------------------|---|-------|--------|--------|-----------|
| Research | 2018 | O | 25 | 148.76 | 139.08 | 5.545*** |
| | | X | 151 | 44.85 | 75.11 | |
| | 2019 | O | 17 | 215.47 | 169.80 | 8.039*** |
| | | X | 159 | 44.17 | 68.99 | |
| | 2020 | O | 18 | 179.72 | 152.47 | 5.679*** |
| | | X | 164 | 49.05 | 84.18 | |
| a Business-affiliated research | 2018 | O | 28 | 47.00 | 100.56 | 16.409*** |
| | | X | 3,533 | 3.21 | 11.05 | |
| | 2019 | O | 23 | 66.78 | 143.19 | 18.715*** |
| | | X | 3,466 | 3.34 | 11.57 | |
| | 2020 | O | 31 | 54.35 | 98.89 | 18.557*** |
| | | X | 3,699 | 3.35 | 12.44 | |

대학, 연구기관, 기업부설(연) 모두 사고 발생 기관이 사고 미발생 기관에 비해 정밀안전진단 연구실 수가 많은 것으로 나타났다.

4.3.4 안전관리비 집행 금액

사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 연도별 안전관리비 집행 금액 차이에 대한 결과는 Table 20과 같다.

대학, 연구기관, 기업부설(연) 모두 사고 발생 기관이 사고 미발생 기관에 비해 안전관리비 집행 금액이 더 많은 것으로 나타났다. 대학에서 사고발생 기관의 1인당 안전관리비는 약 22,300원, 미발생 기관의 1인당 안전관리비는 약 9,500원으로 나타났다. 연구기관에서

Table 20. Differences of amount of safety management expenses

| Institution | Accidents occurred | n | m(ln) | s.d(ln) | t | |
|--------------------------------|--------------------|---|-------|---------|------|-----------|
| University | 2018 | O | 87 | 18.24 | 2.14 | 6.673*** |
| | | X | 251 | 16.82 | 1.52 | |
| | 2019 | O | 68 | 18.98 | 1.59 | 11.264*** |
| | | X | 270 | 16.88 | 1.30 | |
| | 2020 | O | 66 | 18.93 | 1.63 | 10.974*** |
| | | X | 272 | 16.77 | 1.38 | |
| Research | 2018 | O | 25 | 19.41 | 1.08 | 4.267*** |
| | | X | 151 | 18.06 | 1.50 | |
| | 2019 | O | 17 | 19.88 | 0.84 | 2.628** |
| | | X | 159 | 17.62 | 3.52 | |
| | 2020 | O | 18 | 19.48 | 1.37 | 3.546** |
| | | X | 164 | 18.09 | 1.59 | |
| a Business-affiliated research | 2018 | O | 28 | 18.42 | 1.90 | 6.227*** |
| | | X | 3,533 | 16.12 | 1.76 | |
| | 2019 | O | 23 | 18.85 | 1.91 | 6.519*** |
| | | X | 3,466 | 16.17 | 1.87 | |
| | 2020 | O | 31 | 18.76 | 2.32 | 7.317*** |
| | | X | 3,699 | 16.17 | 1.92 | |

사고발생 기관의 1인당 안전관리비는 약 464,000원, 미발생 기관의 1인당 안전관리비는 약 310,000원으로 나타났다. 기업부설(연)에서 사고발생 기관의 1인당 안전관리비는 약 165,000원, 미발생 기관의 1인당 안전관리비는 164,000원으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 국내 연구실 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 법이행사항, 기관 규모의 차이를 국가통계인 연구실 안전관리 실태조사를 기반으로 분석하였다. 본 연구를 통하여 법이행 사항의 정책적 효용성을 검증하였으며, 연구 결과는 향후 기관별 사고 예방을 위한 안전관리 방안 마련에 기초자료로 활용될 것이다. 본 연구의 결론을 기관유형별로 제시하면 다음과 같다.

5.1 대학

첫째, 유해인자 취급, 일상·정기점검 미실시 기관이 사고와 연관성이 높은 것으로 나타났다. 유해인자를 취급하기 전에는 대학생, 대학원생, 연구실책임자 등을 포함한 연구활동종사자들이 사전유해인자위험분석을 통하여 취급시 주의사항, 실험 후 처리방법 등을 숙지하고 연구를 수행해야 할 필요가 있다. 또한, 기관의 안전환경관리자는 법상에 명시한 일상점검, 정기점검이 모든 연구실에서 적절한 시기에 모두 실시될 수 있게 조치를 취할 필요가 있다. 둘째, 사고 발생 기관은 연구실책임자 및 종사자의 안전교육 이수율이 사고 미발생 기관보다 낮은 것으로 나타났다. 연안법에는 연구활동종사자들을 저위험, 고위험 연구실로 구분하여 연간 안전교육 이수시간을 명시하여 이수하도록 되어 있지만 실질적으로 교육시간을 채우지 못하고 있다. 2020년 실태조사 결과 안전교육이 필요한 대상으로 연구실책임자가 가장 높게 나타났다. 이는 현장에서 연구실책임자의 역할이 매우 중요함에도 불구하고 아직 안전의식 제고가 되지 않은 것으로 판단하고 있다고 볼 수 있다¹⁴⁻¹⁵. 대학은 연구실에서 연구실책임자의 역할이 안전문화, 안전풍토 조성에 가장 큰 영향력을 미치기 때문에⁶ 이들의 안전교육 이수율 향상에 노력해야 할 필요가 있다. 또한, 연구실책임자들은 연구실 소속 종사자에게 유해인자의 위험성을 수시로 교육하여 인식시키고, 올바른 절차를 통하여 연구를 수행할 수 있게 해야 할 필요가 있다. 셋째, 사고 발생 기관 규모를 확인한 결과 연구활동종사자 수, 연구실 수, 정밀안전진단연구실 수, 안전관리비 집행금액에서 사고 미발생 기관보다 많아 사고 발생은 규모가 큰 기관에서 많

이 발생하는 것으로 나타났다. 지금까지는 종사자수나 연구실수가 많으면 사고가 많이 발생할 것으로 단순 추측하는 것에 불과하였으나, 본 연구의 통계적 수치검정을 통하여 규모가 큰 기관은 사고 발생이 많이 난다는 구체적 근거가 확보되었다. 따라서, 규모가 큰 대학(종사자 6,000명 이상, 연구실 400개 이상)에서는 안전환경관리자의 역할과 연구실책임자의 역할이 중요하다고 볼 수 있다.

5.2 연구기관

첫째, 연구기관에서는 유해인자 취급, 일상점검 및 정기점검 실시여부와 사고와의 연관성은 없는 것으로 나타났다. 또한, 연구실책임자, 연구활동종사자 교육이수율도 사고 발생 기관과 사고 미발생 기관의 차이가 없는 것으로 나타났다. 둘째, 사고 발생 기관은 기관규모를 확인한 결과 연구활동종사자 수, 연구실 수, 정밀안전진단연구실 수, 안전관리비 집행금액에서 사고 미발생 기관보다 많아 사고 발생은 규모가 큰 기관에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서, 규모가 큰 연구기관(종사자 600명 이상, 연구실 170개 이상)에서는 안전환경관리자의 역할과 연구실책임자의 역할이 더욱 중요하다고 볼 수 있다.

5.3 기업부설(연)

첫째, 유해인자 취급, 일상·정기 점검 여부는 사고 발생과 연관성이 있는 것으로 나타나 적절한 시기에 모든 연구실에서 실시될 수 있게 조치를 취할 필요가 있다. 둘째, 사고 발생 기관의 기관규모를 확인한 결과 연구활동종사자 수, 연구실 수, 정밀안전진단연구실 수, 안전관리비 집행금액에서 사고 미발생 기관보다 많아 사고 발생은 규모가 큰 기관에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서, 규모가 큰 기업부설(연)(종사자 800명 이상, 연구실 50개 이상)에서는 안전환경관리자의 역할과 연구실책임자의 역할이 중요하다고 볼 수 있다.

5.4 종합

첫째, 연안법을 적용받는 대학, 연구기관, 기업부설(연)은 기관에 따라 법이행률이 서로 상이하다. 또한, 사고 발생과 연관성이 있는 법이행사항 관련 변인도 상이함에 따라 기관 유형에 따른 법·제도 정책 시행, 현장검사시 기관의 특징을 반영할 필요가 있다. 둘째, 연구실책임자 역할이 중요하다. 자료 분석 결과 연구실책임자는 법에서 명시하는 교육이수율이 낮고, 기관의 안전수준을 높이기 위해서는 연구실책임자의 안전의식 향상이 제일 필요한 것으로 나타났다. 연구실의 특성상 연구실

책임자는 권한이 높고, 연구실 안전문화 또는 풍토조성에 큰 역할을 할 수 있으며, 연구실 소속 연구활동종사자들의 안전행동에 직접적인 영향을 미칠 수 있다^{6,16)}. 따라서 책임자의 안전의식 향상을 위한 기관의 노력이 필요한 시점이다. 마지막으로 안전관리비 전체 집행금액과 1인당 안전관리비 집행금액은 사고발생 기관이 미발생 기관보다 더 많은 것으로 나타났다. 이는 기관에서 사고가 발생함에 따라 사고예방을 위한 노력으로 해석해볼 수 있거나, 이전에 사고가 난 사례가 있어 선제적으로 사고를 예방하기 위해 많은 안전예산을 집행한 결과로 해석해볼 수 있다.

5.5 제언

본 연구에서는 사고 발생 기관의 특징을 확인하였다. 이를 바탕으로 향후 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 사고가 발생한 연구실이 속한 기관 전체의 데이터로 분석을 진행하여 본 연구의 결과를 명확하게 해석하는데는 한계가 있다. 향후에는 사고가 발생한 연구실을 대상으로 법이행사항, 규모 등을 확인하여 분석을 진행할 필요가 있다.

둘째, 법이행사항, 기관 규모 관련 변인이 사고에 직접 영향을 어느정도 미치는지 로지스틱 회귀분석을 통하여 직접 원인을 확인할 필요가 있다. 이를 통하여 실질적인 변인간의 영향력 크기 등을 확인하여 기관에서 우선적으로 조치를 해야할 사항을 세부적으로 제시해 줄 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 기관과 연도를 구분하고, 사고발생 여부에 따라 법이행률과 기관 규모 차이를 확인하였다. 향후에는 기관과 연도를 연결한 시계열 분석을 통하여 기관의 사고발생 시점을 기준으로 법이행률 및 안전예산 집행 금액의 변화를 확인할 필요가 있다. 이를 통하여 사고발생에 따른 기관의 노력과 변화를 확인할 필요가 있다.

References

- 1) National R&D fiscal investment of 29.8 Trillion Won in 2022, Ministry of Economy and Finance, 2021.
- 2) 2021 Research Laboratory Safety Management Survey, National Research Safety Headquarters, 2021.
- 3) Statistics of Science and Technology in the Office of the First Vice Minister, Ministry of Science and ICT, 2021.
- 4) K. C. Kim, "A Plan to Improve Researchers' Safety Consciousness for the Prevention of Laboratory Safety-Accident : Focused on a Government-Supported Research

- Institute in Daedeok R&D Complex", Master Thesis, Hanbat National University, 2012.
- 5) H. A. Lee, "An Effect of Safety and Health Education on Knowledge, Attitude and Practice of the Research Laboratory Workers", Master Thesis, Yonsei University, 2016.
- 6) H. J. Jo, H. W. Lee, H. J. Lee and Y. H. Roh, "Effect of University Lab Manager Safety Leadership on Student Safety Behavior : The Controlled Mediating Effect of Individual Safety Motivation", J. Korean Soc. Saf., Vol. 37, No. 2, pp. 54-68, 2022.
- 7) K. W. Lee and J. S. Lee, "A Study on the Analysis of Accident Cases in Laboratories", Journal of the Korean Institute for Gas, Vol. 16, No. 5, pp. 21-27, 2012.
- 8) K. S. Park, "Development of Accident Taxonomy for Experimental Laboratory", J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 5, pp. 49-53, 2016.
- 9) T. H. Lee, D. J. Lee, J. D. Park and C. H. Shin, "Study for the Characteristics Analysis of Laboratory Chemical Accidents", Fire Science and Engineering, Vol. 30, No. 3, pp. 110-116, 2016.
- 10) H. S. Song, J. J. Kim, J. G. Choi, S. H. Chun and N. H. Yee, "Development of Accident Taxonomy for Experimental Laboratory", J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 5, pp. 49-53, 2016.
- 11) H. D. Lee, K. J. Song and J. H. Won, "Accident Characteristic Evaluation of Korea Construction Workplace by Analyzing Industrial Accident Date from 2010 to 2014", Journal of the Institute of Construction Technology, Vol. 35, No. 1, pp. 43-49, 2016.
- 12) "Analysis and Policy Direction of Industrial Accident in Construction Industry : Focused on Small and Medium-Sized Construction Workplaces", Korea Labor Institute, 2013.
- 13) "Lawbook of Act on the Establishment of Safe Laboratory Environment", Ministry of Science and ICT, National Research Safety Headquarters, 2021.
- 14) "2019 Research Laboratory Safety Management Survey", National Research Safety Headquarters, 2019.
- 15) "2020 Research Laboratory Safety Management Survey", National Research Safety Headquarters, 2020.
- 16) H. J. Jo, "Analysis of the Relationship between Safety Leadership and Safety Behavior in the University Laboratory - Focusing on the Mediating effect of the Safety Climate -", Korean Journal of Safety Culture, Vol. 15, pp. 95-110, 2022.