

대학 실험·실습활동 종사자의 안전의식 실증분석 연구

이영재·강성경·이병호**

동국대학교 경영정보학과 · *교육시설재난공제회 안전관리부
(2017. 2. 14. 접수 / 2017. 11. 5. 수정 / 2018. 1. 6. 채택)

An Empirical Study on the Safety Consciousness of Experimental Researchers in University Laboratories

Young Jai Lee · Seong Kyung Kang · Byoung Ho Lee**

Department of MIS, Dongguk University

*Department of Safety Management, Education Facility Disaster Association

(Received February 14, 2017 / Revised November 5, 2017 / Accepted January 6, 2018)

Abstract : The study aims present data collection on the current state of safety and safety consciousness in universities' laboratories to verify the relation between investigation factors and further draw implications. The first finding is that laboratories with high risk level do not have better safety management performance than those with lower risk level. Secondly, labs that experienced accidents has a higher level of control than those without any. Regarding to the university's acceptance of safety requirements, the group with a high level of risk awareness or accidents were concerned that their universities did not provide sufficient support in safety management. It means that safety is low on the list of priorities in Universities' overall agenda and individual labs are responsible of their own safety. Most of the causes of accidents in the labs are man-made than physical errors. It requires that continuous safety educations and measures through safe research activities are means to eliminate and reduce the individual's safety frigidty. Through the survey, it is known that current education's system and contents are too generalized to reflect the characteristics of each laboratory. Thus, it is difficult to recognize various risk situations and to actually prevent safety accidents. Therefore, it is necessary to shift to customized curriculum and system for various major fields.

Key Words : university laboratory, experimental research, safety management, education

1. 서론

최근 연구실 안전사고 발생이 급증하고 있다. 미래 창조과학부¹⁾의 자료에 의하면 '13년(107건) 대비 '14년(166건) 사고보고 건수가 55.1%까지 증가하였다. 대학을 포함한 연구기관, 기업부설연구소 등의 연구실에서 발생한 전체 사고 중 인적피해가 발생한 사고는 133건으로 80.1%에 육박하며, 물적피해가 발생한 사고는 15건으로 9%, 인적·물적 피해가 동시에 발생한 사고는 18건으로 10.9%에 달한다. 사고의 원인은 단일원인에 의한 사고가 100건, 두 개 이상의 복합원인에 의한 사고가 66건으로 집계되었으며, 인적 오류에 의한 사고가 76.5%로 물적 오류에 의한 사고(23.5%)보다 3배 이상 높았다. 인적 오류의 세부 원인별로는 유해위험물

취급 부주의, 복장 및 보호구의 미사용 등 불안정한 행동이 39.2%, 경험훈련 미숙, 실험수칙 미 준수 등 관리적 원인이 37.3%로 높았으며, 기계·기구 자체의 결함, 경계표시 및 설비결함 등 불안정한 상태에 의한 물적 오류가 23.5%를 차지했다.

전체 연구실 사고 중 87.3%는 대학에서 발생하였다. 대학 연구실은 새로운 것을 개발하는 작업의 특성으로 인해 안전성을 사전검증하기 어렵기 때문에 실험에 참여하는 대학(원)생 및 연구(보조)원 등의 연구활동종사자들은 일상적으로 잠재적 위험에 노출된다. 그 중에서도 대학 연구활동과 관련하여 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 연구실안전법)²⁾」에서 정하고 있는 '과학기술분야 연구실'이 아닌 경우에는 충분한 안전시설 및 교육을 제공받지 못한 채 위험환경에서 연

* Corresponding Author : Byoung Ho Lee, Tel : +82-2-781-0130, E-mail : lbh0404@hotmail.com

Department of Safety Management, Education Facility Disaster Association, 25 Gukhoe-daero 62-gil, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07236, Korea

구활동에 종사하고 있다.

연구실에서 발생하고 있는 안전사고 발생을 줄이기 위해서는 지속적인 안전교육과 안전의식 고취 등이 필수적이다. 궁극적으로는 안전한 연구환경을 조성하기 위한 안전문화의 정립이 필요하며, 이를 위해 대학 연구환경에 대한 실태를 파악하고, 안전문화 정착을 위한 시사점 도출이 필요하다.

연구실안전법에 의해 2년에 한 번씩 연구실 안전관리와 관련한 실태조사가 실시되고 있으나 과학기술분야 연구실이 아닌 예체능 등의 실험·실기실은 조사대상에서 제외되며, 단순히 기술적 통계로 표현되는 실태를 제시했을 뿐 조사항목 간의 연관성에 대해서는 검증하지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 법에 따라 실시하는 연구실 안전관리 실태조사의 제약사항을 보완하고, 대학 연구환경에 대한 현 실태와 안전문화에 대한 현황자료를 수집하여 조사항목 간의 연관성을 검증하고 시사점을 도출하였다. 이를 위해 대학의 과학기술분야 연구실뿐만 아니라 예체능 계열을 포함한 연구실책임자, 연구활동종사자, 안전환경관리자를 대상으로 설문조사하여 통계분석 하였다.

2. 연구실 안전관련 문헌연구

2.1 연구실 안전관련 법령

대학 연구실과 관련된 법으로는 과학기술정보통신부의 연구실안전법이 대표적이다. 이 법은 대학·연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 확보함과 동시에 연구실 사고로 인한 피해를 적절하게 보상받을 수 있도록 함으로써 연구자원을 효율적으로 관리하고 나아가 과학기술분야 연구·개발 활성화에 기여함을 목적으로 한다. 제3조 적용범위에 따라 대학·연구기관 등이 연구개발을 수행하기 위해 설치한 연구실에 대해서는 이 법을 적용할 수 있으며, 일부 대통령이 정하는 연구실 및 산업안전보건법 적용대상 근로자에 대해서는 이 법을 따르지 않아도 된다고 명시하고 있다.

연구실안전법에서 정하고 있는 ‘과학기술분야 연구실’이라 함은 자연과학, 응용과학 등을 실제로 적용해 인간생활에 유용하도록 가공·연구하는 분야를 말하며, 한국교육개발원의 교육통계 전공분류 기준을 따르고 있다. 교육통계 전공분류는 인문계열, 사회계열, 교육계열, 공학계열, 자연계열, 의약계열, 예체능계열 총 7개로 구분되나 연구실안전법이 적용되는 과학기술분야는 공학계열, 자연계열, 의약계열, 교육계열 중 일부

이다.

이 법을 적용받는 기관은 연구실의 안전한 연구환경 조성을 위해 연구실책임자의 지정·운영, 안전관리규정의 작성 및 준수, 안전환경관리자의 지정, 안전점검 및 정밀안전진단지침 작성, 안전점검·정밀안전진단 실시, 점검·진단에 따른 결과보고, 보험가입, 사고보고, 교육·훈련 등의 연구실 안전조치를 실시하여야 하며, 정부는 연구실의 안전환경 조성을 위해 연구활동 지원에 필요한 시책 등을 수립·시행하고, 사고 예방을 위한 관련 통계, 정책, 유해인자 등에 관한 정보 등을 수집하여 체계적으로 관리해야 한다.

또한, 최근 생명공학기술을 이용한 ‘유전자변형생물체(LMO : Living Modified Organism)’가 개발됨에 따라, 이에 대한 건강 및 환경보호를 위한 「유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률」이 시행되었다. 해당 법은 LMO를 수입, 수출, 운반, 판매, 보관하고자 하는 자 외에도 개발, 실험, 생산하는 자, 연구실을 설치하여 운영하는 자에게 적용되며, 최근 시험·연구용 LMO 안전관리에 대한 중요성이 강화되면서 LMO로 인한 환경영향 등의 조사, 위해 방지조치 등의 조항이 신설·개정 되었다³⁾.

2.2 연구실 안전관리 실태조사

정부는 연구실안전법 제4조(정부의 책무), 시행령 제4조(연구실 안전환경 등에 대한 실태조사)에 따라 2년마다 연구실 안전환경 및 안전관리 현황 등에 대한 실태조사를 해야 한다. 실태조사는 연구실 및 연구활동종사자 현황, 연구실 안전관리 현황, 연구실 사고발생 현황 및 조치결과, 그 밖의 안전관리 현황을 파악하기 위한 사항 등이 포함된다.

해당 법에 따라 미래창조과학부에서는 2014년 연구실 안전관리 실태조사⁴⁾를 실시하였다. 해당 조사는 대학, 연구기관, 기업부설연구소 과학기술분야 연구실의 안전환경 조성에 대한 전반적인 실태조사를 통해 안전정책방향을 도출하는 것을 목적으로 한다. 조사는 연구실안전법 적용대상에 대해 전수조사를 실시하였으며, 개별 연구실에 대해서는 연구활동 분야를 화학/화공, 기계/물리, 전기/전자, 생명/미생물, 건축/토목/자원, 기타 6개 분야로 나누어 방문조사 하였다.

실태조사의 기본항목은 2012년 교육과학기술부에서 실시하였던 연구실 안전관리 실태조사표를 참고하여 기관의 일반사항, 법 이행사항보고, 안전관리 현황, 안전관리비 사용현황, 법령준수 여부, 사고현황, 보험가입 현황, 위험관리 및 기타 사항으로 구성되었으며, LMO와 폐기물에 관한 사항이 추가되었다. 그 밖에 개

별 연구실 조사와 병행하여 연구활동종사자에 대한 안전의식조사도 진행되었다.

2.3 연구실 안전의식(실태) 관련 선행연구

연구실 안전사고 발생이 매년 증가하면서 안전에 대한 문제가 대두됨에 따라 연구실 안전에 대한 실태 혹은 연구활동종사자에 대한 안전의식을 측정하는 연구가 진행되고 있다.

김정천의 논문에서는 연구실 안전사고 예방을 위해 연구원 안전의식 정도를 조사하고 안전의식에 영향을 미치는 요인을 파악하여 안전의식을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하였다. 설문 대상은 대학연구단지 내 10개 정부출연기관에 종사하는 1200여명의 연구원이며, 본 연구와 관련성이 있는 주요 연구 결과로는 연구원 10명 중 4명은 안전사고를 경험하거나 목격했고, 그들의 안전의식은 상대적으로 높으나 그 영향력은 6개월 정도까지만 지속되는 것으로 나타났다. 또한 안전의식의 평균점수는 실천점수보다 머리로 습득해 인식하는 지식점수가 높은 것으로 드러났으며, 연구원 자신의 안전의식에 대해 실험이 위험하지 않을수록 안전의식 점수가 높게 나타났다. 이러한 연구원들의 안전의식을 제고하기 위한 방안을 환경적, 교육적, 제도적 측면에서 제시하였다⁵⁾.

오수현의 논문에서는 대학 연구실 안전관리 실태 및 현황분석을 통해 안전한 연구환경 조성을 위한 개선방안을 모색하고자 하였다. 대학 연구실 안전관리에 영향을 주는 요인을 1차수준으로 법/제도, 조직관리, 프로그램으로 분류한 후, 2차수준으로 안전관리규정, 제재조치, 교육/훈련, 예방활동, 조직구조, 안전의식에 대해 분석하였으며, 국내 대학에서 발생한 연구실의 안전사고 현황 및 실태를 제시하였다. 또한 대학 연구실 안전관리 영향요인 간 우선순위를 파악하기 위해 연구실 관리 및 담당자 대상 AHP(계층화분석과정)기법을 활용하여 현 안전관리 수준을 평가하였다. 안전관리 영향요인 평가 결과 안전의식과 교육/훈련은 비교적 높게 나타났으나 법/제도, 프로그램, 조직관리의 전체적인 안전관리 지수 평가는 100점 만점에 58.9점으로 매우 낮게 평가되었다. AHP 분석결과, 종합적으로 안전관리에 영향을 주는 요인의 우선순위는 안전의식강화 > 규정의 의무화 > 예방활동 강화 > 제재 강화 > 안전교육/훈련 강화 > 조직구조 개선 순으로 나타났다⁶⁾.

이중호의 논문에서는 대학 연구실험실 연구활동종사자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 연구실험실의 환경실태 및 위험성을 분석하여 이에 대한 문제해결 설문을 통해 연구활동종사자가 느끼는 연구실험실

의 위험 실태와 안전의식을 살펴보았다. 연구활동종사자들의 실험실에서 발생할 수 있는 위험요인에 대한 문제해결 방식에 대한 조사결과 ‘사고를 유발시킬 수 있는 위험요인을 피하는 방식’ > ‘위험요인 제거를 위해 효과적인 해결책을 찾아 실행’ > ‘위험요인에 대해 다른 사람과 상의하거나 도움 요청’ > ‘위험요인에 대해 조사하거나 분석’ > ‘아무 일도 발생되지 않을 것이라는 생각’ 순으로 나타났으며 연구활동 종사자들은 연구실험실의 잠재적 위험성을 상대적으로 낮게 인식하는 안전의식 때문에 절반이상이 무관심한 대처방식을 사용하고 있는 것으로 판단했다⁷⁾.

이수경외의 논문에서는 기업 내 화학업종 실험실 연구종사자의 안전의식과 안전문화 수준에 대한 연구를 통해 연구 환경을 이해하고 이를 개선하기 위한 방안을 제시하였다. 안전의식 수준을 독립변수로, 조직 내 안전문화 향상 정도를 종속변수로 하여 이들 사이의 인과관계를 파악하였으며, 더불어 조직 안전행동이 연구원의 안전의식 수준과 안전문화 향상 간의 관계에서 매개효과를 가지는지를 파악하였다. 연구결과 연구원의 안전의식 수준은 안전문화 향상에 유의한 영향을 미치며, 안전의식 수준 중에서도 특히 안전행동 및 안전교육의식이 안전문화 향상 정도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 안전의식과 안전문화 향상정도 관계에서 조직의 안전행동 매개효과 분석결과 조직의 안전행동의 하위요소 중 하나인 ‘안전규정 및 관리체계’는 부분 매개하였으며, 또 다른 요소인 ‘안전교육활동’ 또한 부분 매개하는 것으로 나타났다. 분석결과 조직의 안전행동은 넓은 범위의 안전에 있어 영향을 미치고 있으며, 안전문화 및 안전의식 수준 등을 향상시키기 위해서는 조직의 안전행동이 우선시 되어야한다고 제언하였다⁸⁾.

3. 연구설계

3.1 설문조사

설문은 이공계 대학 실험실 책임자, 연구활동종사자, 예체능 계열의 실기실 책임자 및 종사자, 대학 안전환경관리자 총 5개 그룹에 대해 실시하였다. 실험실(실기실) 책임자는 각 실험·실기실에서 연구개발활동 및 연구활동종사자를 직접 지도, 관리, 감독하는 자를 말하며, 연구활동종사자는 연구개발활동에 종사하는 연구원, 대학(원)생, 연구보조원 등을 말한다. 대학 안전환경관리자는 실험·실기실 안전과 관련한 기술적 사항에 대해 연구주체의 장을 보좌하고, 연구실안전관리 담당자(각 연구실에서 안전관리 및 사고예방 업무를

수행하는 자)를 지도하는 자를 말한다.

교육부의 전공 분류에 따라 실험실의 경우 건축/토목/도시, 기계/금속, 전기/전자, 정밀/에너지, 소재/재료, 화공/산업, 생물/화학/환경, 기타(생명공학, 통신 등) 학과를 기준으로 실시하였으며, 실기실의 경우 체육/무용, 미술, 연극/영화 관련 학과를 포함하였다.

설문 대상자별 설문항목은 책임자, 종사자, 안전환경관리자 별로 가설 검증을 위한 문항 및 안전관련 시사점을 도출하기 위한 문항으로 구성하였다(Table 1 참조). 대학 내 안전실태 및 현행 안전교육체계, 실험 · 실기실 내 발생할 수 있는 사고유형 및 원인을 파악하기 위한 설문은 공통적으로 구성했다. 예 · 체능계열의 경우 의무적으로 정한 규정이 없기 때문에 안전교육에 대한 필요성 및 요구사항을 도출할 수 있는 항목으로 구성하였다. 실험 · 실기실 책임자의 경우 국내외 안전교육과정에 대한 항목을 제시하여 반드시 필요한 교육과정에 대한 요구사항을 수렴할 수 있도록 하였고, 실험실 종사자의 경우 현행 안전교육체계에 대한 교육참여 수준과 만족도, 실기실 종사자의 경우 실기실 안전확보를 위한 안전교육체계 요구사항을 파악할 수 있도록 하였다. 대학 안전환경관리자의 경우 학교 내 안전관리를 담당하고 있기 때문에 책임자와 종사자의 설문항목을 이용하여 포괄적으로 구성하였다. 현행 안전관리 및 교육, 사고 관련 실태를 조사하기 위한 설문항목 외에도 안전한 연구환경을 조성하기 위해 필요한 업무환경 개선 관련 설문문항을 5개 그룹 모두에게 제공하였으며, 기관유형, 실험 · 실기실 종류, 사고발생경험 등을 기본정보로 수집함으로써 실험 · 실기실 특성별로 ‘안전’에 대한 그룹별 전반적인 관심도를 파악할 수 있도록 하였다.

3.2 설문 응답현황

설문은 약 10일간 구글 설문조사를 통해 실시하였으며, 그룹별로는 이공계 실험실 책임자 249명, 이공계 실험실 종사자가 1,876명, 예 · 체능 실기실 책임자가 75명, 예 · 체능 실기실 종사자 142명, 대학 안전환경관리자 306명이 응답했다. 총 2,648개의 설문지가 회수되었으며 통계분석에는 불성실 16개를 제외한 2,632개가 활용되었다.

기본정보 수집을 통한 설문응답자 소속 정보를 살펴보면, 이공계 실험실 책임자와 종사자 각 66%, 69%가 대부분 사립대학에 소속되어 있었다. 대학 상세유형으로는 책임자의 96%가 4년제 일반대학이며, 종사자의 90%가 4년제 일반대학에 소속되어 있다.

Table 1. Survey classified by groups

Survey group	Survey contents
Director of laboratory (Science and engineering)	<ul style="list-style-type: none"> - University research environment - Safety education system - Types and causes of laboratory accidents - Domestic safety education course - Overseas safety education course - Other business environment - Basic Information
Laboratory practician (Science and engineering)	<ul style="list-style-type: none"> - University research environment - Safety education system - Education participation - Types and causes of laboratory accidents - Other business environment - Basic Information
Director of practice room (Art, music and physical)	<ul style="list-style-type: none"> - University research environment - Art, music and physical education practice room safety education system - Overseas safety education course - Other business environment - Basic Information
Practice room practician (Art, music and physical)	<ul style="list-style-type: none"> - University research environment - Art, music and physical education practice room safety education system - Education participation - Type and causes of practice room accidents - Other business environment - Basic Information
University safety manager	<ul style="list-style-type: none"> - University research environment - Safety education system - Education participation - Art, music and physical college - Other business environment - Basic Information

기본정보 수집을 통한 설문응답자 소속 정보를 살펴보면, 이공계 실험실 책임자와 종사자 각 66%, 69%가 대부분 사립대학에 소속되어 있었다. 대학 상세유형으로는 책임자의 96%가 4년제 일반대학이며, 종사자의 90%가 4년제 일반대학에 소속되어 있다. 우리나라의 고등교육기관 현황과 비교해 볼 때 4년제 대학이 약 34%, 전문대학이 약 26%, 일반대학원이 31%, 그 밖의 대학이 10% 비중을 차지하고 있는 것을 고려하면, 본 설문조사 응답자 소속의 치우침에 대한 제약사항이 있다. 이는 추후 연구에서 보완되어야 할 사항으로 판단된다. 이공계 실험실 상세유형으로는 응답한 책임자의 약 40% 가량이 생물/화학/환경 실험실에 소속되어 있으며, 다음으로는 생명공학, 통신 등의 기타 실험실이 약 27%를 차지했다. 종사자의 경우에도 생물/화학/환경 실험실이 약 40%, 생명공학, 통신 등의 기타 실험실이 약 30% 수준으로 높았다.

예 · 체능의 경우에도 실기실 책임자의 77%, 실험실 종사자의 82%는 사립대학에 소속되어 있었으며, 약

90% 이상이 4년제 일반대학에 해당했다. 실기실 유형별로는 책임자의 경우 미술 실기실 소속이 약 48%, 체육 실기실 소속이 35% 수준으로 높았으며, 종사자의 경우 미술 실기실 소속이 84%, 체육 실기실 소속이 8% 수준으로 응답하였다.

4. 실증분석

4.1 가설설정

본 연구에서는 실험실(‘실험실’의 의미는 이공계의 실험실, 예체능계의 실기실을 총칭하는 것으로 한다.)의 위험수준과 안전관리 수준, 안전사고 경험과 안전관리 수준 간의 상관관계를 파악하기 위한 가설을 다음과 같이 설정하였다.

가설1. 실험실의 지각된 위험 수준과 실험실 내 안전관리 수준은 정(正)의 상관관계를 가질 것이다. 즉, 연구위험을 높게 인지하고 있는 실험실이 위험요인을 더 잘 관리할 것이다.

가설2. 안전사고를 경험한 실험실의 안전관리 수준이 안전사고를 경험하지 않은 실험실의 안전관리 수준보다 높을 것이다.

4.2 설문 통계분석

수집된 설문지 중 불성실 응답을 제외한 2,632개의 데이터에 대한 통계분석을 실시하였다. 분석 도구로는 SPSS 통계 패키지를 사용하였다.

4.2.1 연구환경 실태분석

연구환경 실태분석을 위해 5개 그룹에 대해 ‘A1 : 실험실 혹은 실기실의 위험인지 수준’, ‘A2 : 실험실 혹은 실기실의 안전관리 수준’, ‘A3 : 실험실 혹은 실기실의 안전관련 건의사항에 대한 학교 당국의 수용수준’을 파악하기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 일원분산분석은 두 집단 이상의 평균을 비교할 때 사용하는 방법으로, 일반적으로 세 개 이상의 집단에 대해 종속변수의 평균에 유의한 차이가 있는지를 파악하기 위해 사용한다.

일원분산분석을 통한 연구환경 실태분석 결과 A1, A2, A3 설문결과는 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(유의수준 0.05 기준), A1의 유의수준은 0.019, A2의 유의수준은 0.000, A3의 유의수준은 0.000으로 각 그룹 간의 인지 수준에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 이것은 동일한 사항에 대해 각 그룹이 인지하는 정도가 서로 다르다는 것을 의미한다(Table 2 참조).

Table 2. Analysis of research environment (one-way ANOVA)

Category		Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F	P-Value
A1	Intergroup	22.221	4	5.555	2.943	.019
	Withingroup	4951.832	2623	1.888		
	Total	4974.053	2627			
A2	Intergroup	59.185	4	14.796	11.441	.000
	Withingroup	3384.452	2617	1.293		
	Total	3443.637	2621			
A3	Intergroup	33.055	4	8.264	5.680	.000
	Withingroup	3811.891	2620	1.455		
	Total	3844.946	2624			

위험인지 수준(A1)에 대한 평균은 이공계 실험실보다 예·체능 실기실이 높은 것으로 나타났다. 본 조사에 참여한 응답자들의 설문결과, 실험실이 위험하지 않다고 생각한데는 두 가지 상황을 유추해 볼 수 있다. 첫째, 매우 위험한 실험을 수행하고 있는 실험실 책임자와 종사자들이 본 설문에 적게 참여했을 상황이다. 둘째, 반복된 실험에 지속적으로 노출됨으로 인해 위험에 대한 인지 수준이 낮은 안전불감증에 빠져 있을 경우이다. 안전환경관리자가 인지하는 위험수준이 실제 실험실에 있는 책임자나 종사자보다 높은 것으로 보아 두 번째 상황이 분석결과에 대한 근거로 더 적합할 것으로 판단되며, 첫 번째의 경우에도 결과적으로는 안전 불감증으로 인한 관심부족 현실이 드러난 것이라고 볼 수 있다.

안전관리 수준(A2)에 대해서는 실험실 책임자와 안전환경관리자 간 상반된 견해를 보이고 있다. 그룹 간 존재하는 평균 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다기 때문에 각 그룹이 서로 다른 인식을 가지고 있다는 것에 주목할 만하다. 실험실 책임자들은 실험실의 안전관리가 잘 되고 있다고 인정한 반면, 안전환경관리자들은 관리수준이 더 낮다고 응답한 것으로 보아 책임자들이 생각하는 안전개념이 지나치게 낙관적이라고 판단할 수 있다. 이는 실험실 책임자들에 대한 안전 리더십을 확보할 수 있는 제도나 안전교육이 필요함을 보여주는 대목이기도 하다.

안전관련 건의사항 수용(A3)에 대해서는 일반 실험실의 경우 잘 수용된다고 생각하는 반면, 실기실 및 안전환경관리자는 잘 수용되지 않는다고 응답하였다(Table 3 참조).

일원분산분석을 통해 5개 그룹 간 A1~A3에 대한 인지수준 차이가 있다는 것을 확인했지만, 어느 그룹 간에 어떤 차이가 있는지를 확인하기 위해 LSD 사후검정(Post-Hoc Test)을 실시하였다. 사후검정은 분산분석

Table 3. Research environment

Category	N	Mean	Standard deviation	Standard error	Confidence interval of 95% for mean		Dispersion between components	
					Lower	Upper		
A1	Safety environment manager	303	2.8284	1.28810	0.07400	2.6828	2.9740	
	Person in charge of laboratory	247	2.6761	1.46239	0.09305	2.4928	2.8594	
	Laboratory practician	1863	2.5963	1.38242	0.03203	2.5335	2.6592	
	Director of practice room	74	2.9595	1.36932	0.15918	2.6422	3.2767	
	Practice room worker	141	2.6667	1.27988	0.10779	2.4536	2.8798	
	Total	2628	2.6446	1.37602	0.02684	2.5920	2.6972	
	Model							
	Fixed effect		1.37399	0.02680	2.5920	2.6972		
	Variable effect			0.08350	2.4128	2.8764	0.01184	
A2	Safety environment manager	303	4.3696	1.17451	0.06747	4.2369	4.5024	
	Person in charge of laboratory	247	4.8947	1.09556	0.06971	4.7574	5.0320	
	Laboratory practician	1859	4.7800	1.13393	0.02630	4.7284	4.8316	
	Director of practice room	73	4.4384	1.26915	0.14854	4.1422	4.7345	
	Practice room worker	140	4.6000	1.09807	0.09280	4.4165	4.7835	
	Total	2622	4.7243	1.14624	0.02239	4.6804	4.7682	
	Model							
	Fixed effect		1.13721	0.02221	4.6807	4.7678		
	Variable effect			0.15358	4.2979	5.1507	0.04369	
A3	Safety environment manager	302	4.3113	1.15097	0.06623	4.1809	4.4416	
	Person in charge of laboratory	247	4.7126	1.18354	0.07531	4.5642	4.8609	
	Laboratory practician	1861	4.5545	1.21675	0.02821	4.4992	4.6099	
	Director of practice room	74	4.3108	1.25976	0.14644	4.0189	4.6027	
	Practice room worker	141	4.3262	1.19222	0.10040	4.1277	4.5247	
	Total	2625	4.5223	1.21050	0.02363	4.4760	4.5686	
	Model							
	Fixed effect		1.20620	0.02354	4.4761	4.5684		
	Variable effect			0.11036	4.2159	4.8287	0.02200	

Table 4. Post-hoc comparison result

Category	I	J	Average difference (I-J)	Standard error	P-Value	Confidence interval of 95%	
						Lower	Upper
A1	Laboratory practician	University safety manager	-.23203*	.08511	.006	-.3989	-.0651
		Director of practice room	-.36311*	.16286	.026	-.6825	-.0438
	University safety manager	Laboratory practician	.23203*	.08511	.006	.0651	.3989
		Director of practice room	.36311*	.16286	.026	.0438	.6825
A2	Laboratory practician	University safety manager	.41035*	.07045	.000	.2722	.5485
		Director of practice room	.34163*	.13569	.012	.0756	.6077
	University safety manager	Laboratory practician	-.41035*	.07045	.000	-.5485	-.2722
		Director of laboratory	-.52510*	.09749	.000	-.7163	-.3339
		Practice room practician	-.23036*	.11621	.048	-.4582	-.0025
	Director of laboratory	University safety manager	.52510*	.09749	.000	.3339	.7163
		Director of practice room	.45638*	.15150	.003	.1593	.7534
		Practice room practician	.29474*	.12031	.014	.0588	.5306
	Director of practice room	Laboratory practician	-.34163*	.13569	.012	-.6077	-.0756
		Director of laboratory	-.45638*	.15150	.003	-.7534	-.1593
Practice room practician	University safety manager	.23036*	.11621	.048	.0025	.4582	
	Director of laboratory	-.29474*	.12031	.014	-.5306	-.0588	
A3	Laboratory practician	University safety manager	.24328*	.07483	.001	.0966	.3900
		Practice room practician	.22830*	.10536	.030	.0217	.4349
	University safety manager	Laboratory practician	-.24328*	.07483	.001	-.3900	-.0966
		Director of laboratory	-.40129*	.10348	.000	-.6042	-.1984
		University safety manager	.40129*	.10348	.000	.1984	.6042
	Director of laboratory	Director of practice room	.40174*	.15985	.012	.0883	.7152
		Practice room practician	.38631*	.12731	.002	.1367	.6360
		Director of practice room	-.40174*	.15985	.012	-.7152	-.0883
	Practice room practician	Laboratory practician	-.22830*	.10536	.030	-.4349	-.0217
		Director of laboratory	-.38631*	.12731	.002	-.6360	-.1367

후 추가적으로 분석했다고 하여 사후검정이라고 한다. 종속변수 A1, A2, A3에 대해 평균차이가 유의한 집단은 Table 4와 같다.(유의수준 0.05에서 평균차이가 유의한 집단관계만 추출)⁹⁾

4.2.2 위험인지 수준-안전관리 수준 간의 상관관계

실험실의 위험인지 수준과 위험도에 따른 안전관리 수준 간의 상관관계를 파악하기 위해 피어슨 상관분석을 실시하였다. 상관분석 시 사용되는 상관계수는 두 변인 또는 여러 변인 사이의 관계 정도를 나타내는 계수로, 두 변인 간 정(正)의 상관관계(양의 관계)를 갖는지 혹은 부(負)의 상관관계(음의관계)를 갖는지를 파악할 수 있다. 상관계수는 -1에서 +1 사이의 값을 가지며, 그 값이 +1에 가까울수록 강한 정의 상관관계를, -1에 가까울수록 강한 부의 상관관계를 나타낸다⁹⁾.

앞서 설정한 가설1은 “실험실의 지각된 위험인지 수준과 실험실 내 안전관리 수준은 정(正)의 상관관계를 가질 것이다.”로 실험실 내 연구 위험도를 높게 인지하고 있다면, 실험실 종사자는 위험요인을 더 잘 관리할 것이라는 가정이다.

연구환경 실태분석에서는 응답 대상자별 위험인지 수준(A1)과 안전관리 수준(A2), 안전관련 건의사항 수용(A3)에 대해 통계적 유의성을 검증하고 응답 수치에 대해 분석하였다(Table 2, Table 3 참조). 실험실 위험인지 수준과 안전관리 수준간의 상관관계를 파악하기 위하여 A1-A2 항목 사이의 피어슨 상관계수를 확인한 결과, 위험인지 수준(A1)과 안전관리 수준(A2)은 0.01의 유의수준에서 -0.122로 부의 상관관계를 나타내어 가설1은 기각된다(Table 5 참조). 즉 위험인지 수준이 높은 실험실이 낮은 실험실보다 더 철저한 안전관리를 실시하는 것은 아니라는 결론을 도출할 수 있다.

추가적으로 A1-A3, A2-A3 간의 상관관계를 살펴보면 위험인지 수준(A1)과 안전관련 건의사항 수용(A3) 사이의 상관계수 또한 -0.097로 부의 상관관계를 나타내 위험인지 수준이 높다고 하여 안전관련 건의사항이 잘 수용되는 것은 아니라는 결과가 도출되었다. 안전관리 수준(A2)과 안전관련 건의사항 수용(A3) 사이의 상관계수는 0.663으로 정의 상관관계를 가지며, 안전관리 수준과 관련한 안전관련 건의사항 수용력은 높은 것으로 해석된다(Table 5 참조).

4.2.3 사고경험 유무-안전관리 수준 간 분석

본 설문에서는 참여한 응답자에게 이공계 실험실, 예·체능 실기실의 사고경험 여부를 파악하였다. 설문 결과 이공계 실험실에서는 사고를 경험했다고 응답한

Table 5. Correlation analysis between risk perception level and safety management level (Pearson correlation analysis)

Category		A1	A2	A3
A1	Pearson correlation coefficient	1	-.122**	-.097**
	P-Value (two side)		.000	.000
	Sum of squares and cross product	4974.053	-502.555	-424.870
	Covariance	1.893	-.192	-.162
	N	2628	2621	2623
A2	Pearson correlation coefficient	-.122**	1	.663**
	P-Value (two side)	.000		.000
	Sum of squares and cross product	-502.555	3443.637	2405.501
	Covariance	-.192	1.314	.919
	N	2621	2622	2618
A3	Pearson correlation coefficient	-.097**	.663**	1
	P-Value (two side)	.000	.000	
	Sum of squares and cross product	-424.870	2405.501	3844.946
	Covariance	-.162	.919	1.465
	N	2623	2618	2625

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

Table 6. Experience in laboratory accident occurrence

Category	With experience	Without experience	Total
Director of laboratory	225(92%)	19(8%)	244
Laboratory practician	1744(94%)	109(6%)	1853
Director of practice room	54(76%)	17(24%)	71
Practice room practician	117(83%)	24(17%)	141

책임자는 8%, 종사자는 6%로 나타났으며, 실기실의 경우 책임자는 24%, 종사자는 17% 수준으로 사고경험이 있다고 응답하였다(Table 6 참조).

실기실의 경우가 실험실보다 약 3배가량 사고경험이 많은 것으로 나타났으며, 이는 인적상해와 직접적으로 연관이 있고, 이공계 실험실과는 달리 법적으로 사고보고 의무가 없어 사고경험에 대한 솔직한 응답이 가능했을 것으로 유추된다. 또한 이공계 실험실의 경우 위험에 비해 경미한 사고는 다수 발생하고 있지만, 일상적인 것으로 간주해 사고로 인지하지 않는 경향이 있어 사고경험에 대한 응답이 낮게 나타난 것으로 추측된다.

앞서 설정한 가설2 “안전사고를 경험한 실험실의 안전관리 수준이 안전사고를 경험하지 않은 실험실보다 높을 것이다”를 검증하기 위해 각 실험·실기실 사고

Table 7. Safety incident experience – Safety management level T-test Group statistics

Category	Accidents	N	Mean	Standard deviation	Standard error of the means
A2	None	2357	4.7582	1.13558	.02339
	Has experience	241	4.4149	1.18762	.07650

Table 8. Safety incident experience – Safety management level Independent sampling test

Category	Levene's test				
A2			F	P-Value	
	Assumes uniform distribution		2.295	.130	
	Not assumes uniform distribution				

Category	T test for the identity of the mean				
A2	T	Degree of freedom	P-Value (two side)	Mean difference	Standard error difference
	4.450	2596	.000	.3432	.0771
	4.291	286.714	.000	.3432	.0800

경험 유무와 안전관리 수준에 대한 T-test를 실시하였다. T-test¹⁰⁾는 집단 간의 평균을 비교하는 통계분석으로 평균 차이에 대한 통계적 유의성을 검증하는 기법이다. 본 연구에서는 두 개의 표본집단을 한 번 측정해서 평균의 차이가 있는지를 파악하기 위해 독립표본 T-test를 실시하였다(유의수준 : 0.05).

사고발생 경험과 관련하여 안전관리 수준(A2)의 평균을 살펴본 결과, 안전사고 경험이 없는 집단의 안전관리 수준(A2)은 평균 4.7582 정도였으며, 안전사고 경험이 있는 집단의 안전관리 수준은 평균 4.4149로 경험이 없는 집단에 비해 수치가 낮았다(Table 7 참조).

Table 8의 독립표본 검정결과, Levene의 등분산¹⁰⁾검정유의 확률이 0.130으로 유의수준 0.05보다 크므로 두 모집단의 분산이 동일하다는 것을 알 수 있었다. 해당 줄(row)의 T-test 결과를 해석해보면, 유의확률이 0.000으로 유의수준 0.05보다 작으므로 사고경험에 따른 관리수준의 평균차이는 평균적으로 유의한 것을 알 수 있다.

즉, 집단통계량의 안전사고 경험 유무에 따른 평균 차이는 통계적으로 유의하며, 이는 안전사고를 경험한 실험실보다 경험하지 않은 실험실의 관리수준이 더 높다는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 가설2는 기각된다.

4.2.4 위험인지 수준과 안전관련 건의사항 수용 간의 인식 차이

실험실 위험인지 수준과 사고경험 유무에 따라 4개

Table 9. Recognition based on risk perception level and experience of safety accidents

Category	Group classification (Danger recognition level / Safety accident experience level)				Total
	Group1 (Low/None)	Group2 (Low/Has experience)	Group3 (High/None)	Group4 (High/Has experience)	
Frequency	1,797	140	568	101	2,606
Percentage	69.0	5.4	21.8	3.9	100.0

Table 10. Analysis results by re-grouping (one-way ANOVA)

Category	Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F	P-Value	
A2	Intergroup	25.852	3	8.617	6.620	0.000
	Withingroup	3376.567	2594	1.302		
	Total	3402.419	2597			
A3	Intergroup	36.436	3	12.145	8.370	0.000
	Withingroup	3768.499	2597	1.451		
	Total	3804.934	2600			

그룹으로 재그룹하여 안전관리 수준(A2)과 안전관련 건의사항 수용(A3) 간의 인식차이가 있는지를 파악하기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다.

1그룹은 위험인지 수준이 낮고 사고 경험이 없는 집단이며, 2그룹은 위험인지 수준이 낮고 사고 경험이 있는 집단, 3그룹은 위험인지 수준은 높으나 사고 경험은 없는 집단, 4그룹은 위험인지 수준이 높고 사고 경험이 있는 그룹을 의미한다.

총 2,632개의 응답지 중 결측치가 포함된 26개의 응답지를 제외한 2,606개를 위험인지 수준과 안전사고 경험유무에 따라 재그룹한 결과는 Table 9과 같으며, 1그룹이 약 70%, 4그룹이 약 4% 정도를 차지한다.

일원분산분석결과 A2, A3에 대한 결과는 모두 유의확률 0.0000으로 통계적으로 유의하며(유의수준 0.05 기준), 4개 그룹 간의 인식에 대한 명확한 차이가 있는 것을 알 수 있다(Table 10 참조).

그룹별 위험관리 수준(A2)에 대한 인식 차이는 1그룹 > 3그룹 > 2그룹 > 4그룹 순으로 나타났다. 1그룹이 가장 위험에 대한 관리를 잘 하고 있으며 4그룹이 4개 그룹 중 위험에 대한 관리 수준이 낮은 것으로 드러났다(Table 11의 A2 참조).

그룹별 안전관련 건의사항 수용(A3)에 대한 인식 차이는 3그룹 > 1그룹 > 2그룹 > 4그룹 순으로 차이가 있으며, 3그룹이 안전관련 건의사항 제기 시 관련 당국에서 개선 요구사항을 잘 수용해주는 것으로 인식하고 있음을 보여준다(Table 11의 A3 참조).

이와 같은 결과는 위험인지 수준과 안전관리 수준

Table 11. Result of analysis for each group for re-grouping (one-way ANOVA)

Category	N	Mean	Standard deviation	Standard error	Confidence interval of 95% for mean		Dispersion between components		
					Lower	Upper			
A2	Group 1	1790	4.7615	1.18570	0.02803	4.7065	4.8164		
	Group 2	140	4.4214	1.22367	0.10342	4.2170	4.6259		
	Group 3	567	4.7478	0.96120	0.04037	4.6685	4.8271		
	Group 4	101	4.4059	1.14174	0.11361	4.1805	4.6313		
	Total	2598	4.7263	1.14461	0.02246	4.6823	4.7704		
	Model	Fixed effect			1.14091	0.02238	4.6824	4.7702	
		Variable effect				0.09952	4.4096	5.0430	0.01785
A3	Group 1	1792	4.5335	1.24453	0.02940	4.4758	4.5911		
	Group 2	140	4.3071	1.19288	0.10082	4.1078	4.5065		
	Group 3	568	4.6268	1.03797	0.04355	4.5412	4.7123		
	Group 4	101	4.0396	1.36324	0.13565	3.7705	4.3087		
	Total	2601	4.5225	1.20973	0.02372	4.4760	4.5690		
	Model	Fixed effect			1.20461	0.02362	4.4762	4.5688	
		Variable effect				0.11953	4.1421	4.9029	0.02606

간 정(正)의 관계가 있을 것이라는 가설1과 안전사고 경험이 있을 시 안전관리 수준이 높을 것이라는 가설2를 기각할 수 있는 또 다른 근거가 된다.

5. 연구결론

대학 실험실의 안전한 연구환경을 조성하기 위해서는 실태파악을 통해 실험실 내 문제점을 도출하고 해결방안을 모색하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 대학 실험실 책임자, 연구활동종사자 및 대학 안전환경 관리자를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

연구에서 설정한 가설1은 ‘실험실의 지각된 위험 수준과 실험실 내 안전관리 수준은 정(正)의 상관관계를 가질 것이다. 즉, 연구 위험도를 높게 인지하고 있는 실험실이 위험요인을 더 잘 관리할 것이다’로, 통상 실험·실기 환경이 위험하다고 인지할수록 안전관리 수준 또한 위험수준과 상응할 것으로 가정하였으나, 분석결과 위험인지 수준과 안전관리 수준은 부의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

오히려 위험인지 수준이 낮은 실험실에서 안전관리가 더 잘 되는 것으로 조사된 것은 안전사고, 혹은 위험과 관련하여 “나”는 예외일 것이라고 생각하는 “인지부조화 현상”을 잘 설명해 준다고 할 수 있다. 다시 말해 만연한 안전 불감증으로 해석해 볼 수 있다. 특히 이종호의 논문에서 연구실의 위험요인과 이를 해결하기 위한 연구원들의 문제 해결방식에 있어 ‘연구실의 위험성은 높지만 상대적으로 이를 낮게 인식하는 안전

의식’ 때문에 안전관리에 대한 회피 또는 무관심한 대처를 한다는 언급과 일맥상통한다고 할 수 있다. 또한 안전에 대한 자기효능감 및 안전교육이 ‘산업안전의지’에 어떻게 영향을 미치는지를 살펴본 이장국 외의 논문에서는 자기효능감(작업 안전지식 및 안전한 작업 수행방법을 알고 있고, 작업을 안전하게 수행하는데 자신감이 있음을 의미하는 척도)이 산업안전의지에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, ‘자신을 과신함’으로써 오히려 안전에 대한 의지가 떨어질 수 있다고 해석하였다¹¹⁾.

가설2는 ‘안전사고를 경험한 실험실의 안전관리 수준이 안전사고를 경험하지 않은 실험실의 안전관리 수준보다 높을 것이다.’로 안전사고를 경험한 실험실이 안전관리 수준이 높을 것이라고 가정하였으나 역시 두 변인은 부의 상관관계로 나타났다. 특히 이공계열이 예체능계열보다 안전사고 발생이 낮다고 응답한 것에 대한 것은 평소 경미한 사고를 사고로 인지하지 않는 것으로 유추해 볼 수 있으며, 이 또한 안전 불감증을 확연히 보여주는 예라고 할 수 있다. 이는 김경천의 논문에서 안전의식이 결여되면 위험요인에 대한 감지능력이 떨어질 뿐 아니라 사고 위험에 대한 인지도가 낮아지고, 실험 위험성의 인식이 둔화되어 결국 안전사고로 연결된다고 제시한 것과 관련 있다고 할 수 있다.

종합해보면 높은 위험을 인지하고 있거나 사고를 이미 경험한 그룹의 안전관리 수준이 미흡한 것을 알 수 있는데, 이는 안전에 대한 올바른 인식 등 안전문화가 명확히 확립되지 않은 것이라고 할 수 있다. 다만 이러

한 해석은 가설1과 2가 기각된 것에 대해 관련 있는 선행연구와 연구자의 판단에 의해 유추된 것이므로 보다 정량적인 방법에 의해 이 현상에 대해 연구해 볼 필요가 있다.

대학의 안전관련 요구사항 수용에 대해서는 실험실 위험인지 수준이 높거나 사고경험이 있다고 응답한 그룹이 대학의 요구사항 지원 수준이 낮은 것으로 인식한 것을 볼 때, 학교 경영측면에서 안전에 대한 우선순위가 떨어지며 안전을 개별 실험실의 책임소관으로 보고 있다고 해석할 수 있다.

이번 설문조사에서는 가설검증을 위한 실태조사 외에도 현행 안전교육체계 및 교육과정, 기타 업무환경 등에 대한 전반적인 만족도나 요구사항 등을 파악할 수 있는 항목을 구성하였는데 분석 결과, 전반적으로 현행 체계에 대한 만족도가 낮은 것으로 드러났다.

주요내용으로는 현행 교육과정 및 체계가 지나치게 일반화되어 있어, 각 실험실의 특성을 반영하지 못해 실질적인 안전사고 예방에 큰 도움이 되지 않는다는 것이다. 또한 예체능계의 경우 현행 연구실안전법에서 정하고 있는 과학기술분야 연구실에 해당되지 않기 때문에 안전교육에 있어 사각지대라고 할 수 있다. 이러한 응답결과는 다양한 계열에 대해 맞춤형 교육과정 및 체계로의 전환이 필요하다는 것을 시사한다.

그 밖에도 대학 경영진 및 연구개발 활동을 지도·감독하는 실험실 책임자의 안전리더십 강화를 위한 교육이 필요하다는 의견이 많았다. 안전한 연구 환경 조성을 위해서는 연구활동종사자의 안전인식 개선뿐만 아니라 지도·감독자 및 대학 경영진의 안전인식 개선이 병행되어야 비로소 안전이 ‘문화’로 정착될 수 있다.

본 연구는 이공계 및 예체능계 실험실의 위험인지 수준 및 실제 사고경험과 안전관리 수준과의 연결고리를 실증적으로 분석하고, 이를 근원적으로 해결할 수 있는 시사점을 제시한데에 그 의의가 있다. 항상 위험이 내재되어 있는 실험실의 안전한 환경조성을 위해서는 법·제도적 장치 및 인프라 구축뿐만 아니라 안전문화가 뒷받침 되어야하며, 향후에는 이를 위한 정책적 전략 또한 모색해야 할 것이다.

감사의 글 : 이 논문은 2017년도 동국대학교 연구년 지원에 의하여 이루어졌음.

References

- 1) Research Environment Safety Team, “2014 Laboratory Accident Statistical Analysis Results”, Future Creation Science Division, 2015.
- 2) Legislation, Laboratory Safety Environment Creation Act, Future Creation Science Division, 2015.
- 3) LMO information system for test and research (<https://www.lmosafety.or.kr>), research environment safety team of future creation science department
- 4) M. S. Choi, “Survey on Safety Management in Laboratory”, Future Creation Science Department, 2015.
- 5) 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”, The Thesis for Master's Degree in Graduate School of Industry, Hanbat National University, 2011.
- 6) S. H. Oh, “An Analysis of Safety Management in University Laboratories and the Plan for Institutional Improvement”, The Thesis for Master's Degree in Graduate School of Public Administration, The Catholic University of Korea, 2013.
- 7) J. H. Lee, “A Study on Problem-Solving about Risk Factor in University Laboratory - Electrical Risk factor”, Korean Review of Crisis & Emergency Management, Vol. 6, Issue 2, 2010.
- 8) S. K. Lee, C. B. Park and Y. S. Yoon, “Research about Researcher's Safety Ethnic Level and Improvement Extent of Safety Culture, Based on Organizational Safety Efforts”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 30, No. 3, 2015.
- 9) <http://www.statedu.com/>
- 10) D. J. Sweeney et al., “Key Business and Economic Statistics”, Hanteemedia, 2008.
- 11) J. G. Lee, S. W. Rye and S. K. Seo, “A Study on Necessity of Safety Education for Improving the Worker's Safety Awareness”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 26, No. 6, 2011.