

실험실의 사고사례 분석에 관한 연구

†이근원 · 이정석

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
(2012년 9월 5일 투고, 2012년 10월 19일 수정, 2012년 10월 19일 채택)

A Study on the Analysis of Accident Cases in Laboratories

†Keun-Won Lee · Jung-Suk Lee

Center for Chemical Safety and Health, Occupational Safety & Health Research Institute,
Kosha, Daejeon 305-380, Korea

(Received September 5, 2012; Revised October 19, 2012; Accepted October 19, 2012)

요약

대학 실험실이나 연구시설에서 실험실 사고에 의해 인적 및 물질 손실이 꾸준히 발생되고 있어서 실험실 사고 예방의 필요성이 제기되고 있다. 실험실 사고예방을 위해 무엇보다 중요한 것은 사고의 체계적인 분석이다. 국내에서 산업재해에 관한 분석 연구는 수행되어 왔으나, 실험실 사고 분석에 관한 연구는 수행되지 않았다. 본 연구에서는 실험실 사고예방 대책 수립을 위해 설문지를 개발하였고, 설문지는 대학과 연구기관에 전자우편이나 방문 조사로 사고사례를 수집하였다. 사고사례 데이터는 계절별, 사고 분류형태, 발생형태, 기인물 및 상해종류 별로 분석·고찰하였다. 이 연구결과는 실험실 종사자의 안전 확보와 사고예방을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

Abstract - The loss of life and property due to accidents in the research facilities or the laboratories of the university occurs steadily and the necessity of laboratory accident prevention is proposed. Above all, the main work to laboratory accident prevention is a systematic analysis of laboratory accidents. Analyzing reports or researches on industrial accidents in Korea had been carried out but these researches or reports did not based on laboratory accidents analysis. To the establishment of the accident prevention countermeasure in laboratory, a questionnaire sheet has been developed in this study. The questionnaires to survey the accident cases were gathered by electronic mail and visit survey from the laboratories and universities. The data of accident cases from the questionnaires was analyzed and discussed on accident distribution by season, the type of accident classification, the type of occurrence, the objects that caused the accident and laboratory accident by the damage incurred etc.. These results of this study can be used as basic data to the safety security and laboratory accident prevention of the laboratory worker.

Key words : laboratories, university, laboratory accident, laboratory workers, questionnaires, type of accident classification

†교신저자:leekw@kosha.net

I. 서론

최근 언론매체에서 발표한 2011년도 연구개발활동 조사 결과에 따르면 우리나라의 총 연구개발비는 49조 8,904억원(약 450억 달러)으로 전년보다 13.8%가 증가한 세계 6위권으로 수준으로 보고되었다. 또한 연구개발 인력현황은 2011년도의 경우 총 연구원 수는 375,176명으로, 각 주체별 연구인력 현황은 기업체 250,626명(66.8%), 대학 95,750명(25.5%), 공공연구기관 28,800명(7.7%)으로 전년보다 8.5%가 증가한 것으로 나타났다. 연구개발 활동의 증가는 실험실에서 새로운 형태의 실험장치의 설치와 조립, 여러 종류의 화학물질 취급·사용과 함께 실험실의 수행업무도 점점 복잡·다양해져서 실험실내 잠재 위험이 높다. 또한 실험조건이 극한의 온도와 압력 하에서 수행되는 경우가 많아서 화재폭발 사고 등 예측하지 못하는 실험실 사고로 인해 인적·물적 피해가 발생하고 있다[1].

실험실 사고사례를 살펴보면 1999년 9월에 S대학에서 알루미늄 분말의 폭발사고로 인해 3명이 사망하고, 1명이 부상하였으며, 2003년 7월에는 K연구원에서 과산화수소 반응실험 중의 폭발사고로, 1명이 사망하고, 1명이 부상하였다[2]. 2005년 1월에는 S기술원에서 파이롯 플랜트의 중합실험 중 반응물이 누출되어 폭발사고가 발생하여 6명이 부상하였으며, 2010년 12월에는 H대 방폭실험실 가스폭발 사고로, 교수 1명이 사망하고, 연구원 5명이 부상을 입었고[3], 2011년 8월에는 K케미칼 기술연구소에서 시험 운전실 비인 건조기에서 폭발사고가 발생하여 연구원 5명이 사망하고, 2명이 부상한 사고가 있었다[4].

국외에서는 2005년 미국 O주립대에서 솔벤트 저장 캐비닛을 내려놓던 중 폭발사고로 인해 실험실이 약 1억원 가량의 재산상 손실을 입었으며, 2009년 그리스 화학기술연구소에서 전기회로 단락으로 추정되는 화재로 인해 약 2억 5천만원의 물적 손실이 발생하였고[5], 2011년 4월에는 미국 Y대학교 스테링화학연구소 공작실에서 고속으로 회전하는 기계 설비에 의해 1명의 여성 연구원이 사망하였다[6].

이와 같이 국내·외 연구기관이나 대학의 실험실에서 인적·물적 사고가 지속적으로 발생되고 있어서 실험실 사고예방 대책의 필요성이 제기되고 있다[7]. 실험실 사고예방을 위해 무엇보다 중요한 것은 실험실 사고의 체계적인 분석이다. 국내 사업장의 산업재해나 중대산업사고 사례에 대한 재해현황 분석 연구는 있으나, 실험실 사고 재해분석 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 2003년부터 2009년까지 교육과학기술부와 한국엔지니어링협회가 주관하여 13개 대학기관을 대상으로 하여 86건의 사고사례를

분석한 결과가 보고되었다[7]. 그러나 이 연구는 대학에 국한한 연구로서 분석방법이 체계적이지 못하고, 정부출연 연구기관이나 기업 부설연구기관에 대한 실험실 사고사례가 분석되지 않았다. 또한 연구기관이나 대학 등에서 실험실 사고사례 수집이 어려워 체계적인 사고사례 분석을 통한 안전대책 수립에 관한 연구는 전무한 실정이다[8].

본 연구에서는 실험실종사자들의 안전성 확보와 사고예방 대책수립을 위해 실험실 사고사례 조사표를 개발하였다. 연구기관과 대학을 대상으로 실험실 사고사례를 수집하였고, 수집된 실험실 사고사례를 재분류하여 실험실 사고의 계절, 사고의 발생형태 및 기인물별 분포특성을 분석·고찰하였다. 또한 실험실 사고의 인적 피해특성을 세분화 하여 연령별, 근무기간별, 고용형태별 분포 특성과 사고피해자의 상해정도를 비교·고찰하였다. 이들 연구결과를 통해 실험실 종사자의 안전성 확보와 실험실 사고예방에 기여하고자 하였다.

II. 실험실 사고사례 조사표 개발 및 조사

2.1. 실험실 사고사례 조사표

실험실 사고조사표 설문은 한국산업안전보건공단 업무상사고 조사표[9]와 산업안전보건법 시행규칙 별지 1호 산업재해 조사표[10]를 참고하여 개발하였고, 전문가 의견도 수렴하였다. 사고사례 조사표의 내용은 사고일자, 고용형태, 사고발생 형태, 사고기인물 및 피해종류 등으로 구성하였다. 사고 발생형태는 화재/폭발, 터짐(파열)/분출, 낙하/절단/진동, 충돌/추락/넘어짐, 유독가스 및 감전 등으로 세분화하였다. 또한 사고원인은 화학물질, 기기접촉, 장비의 결함, 보호구 미착용, 전기과열 및 누전, 연구자의 부주의 등으로 세분화하였다.

사고 피해종류에는 물적 피해와 인적 피해로 구분하였으며, 인적피해의 경우에는 연령별, 고용형태, 근무기간, 상해정도, 상해종류 및 상해부위로 나누었다. 고용형태는 정규직, 임시직, 일용직으로 세분화하였고, 상해정도는 사망, 장해(등급판정), 부상, 모름으로 세분화 하였다. 또한 상해종류는 화상, 골절, 타박상, 절단, 찰과상, 찢림, 베임, 중독질식, 청력장해 및 시력장해로 세분화 하였다.

2.2. 조사대상 및 분석방법

조사대상 및 분석방법은 전보[1]에서와 같이 조사대상 기관으로 정부출연 및 국공립 연구기관 32개소, 기업부설 연구기관 54개소, 대학 56개소를 임의로 선정하였다. 지역별로는 서울권, 충청 및 영남권

등 전국을 조사 대상으로 하였다.

조사방법으로 방문조사, 전화조사, 우편조사 및 인터넷 설문조사를 하였다. 조사기간은 2006년 1월부터 2011년 6월 말까지 5년간 소속기관의 실험실종사자들의 사고사례를 수집하였다. 사고사례 분석은 실험실 사고가 있다고 응답한 20개 기관 169건(연구기관 55건, 대학 114건)의 사고에 대해 사고발생형태, 피해종류 등을 대학과 연구기관을 구분하여 엑셀 프로그램을 이용하여 각 항목별로 빈도분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 계절별 사고 분포 특성

계절별 실험실사고 분포를 Fig. 1에 나타내었다. 연구기관의 경우에는 계절에 관계없이 실험실 사고가 발생하고 있으나, 대학의 경우에는 가을이 다른 계절에 비교하여 약 2배 이상 사고가 많이 발생하였다. 이것은 가을철에 대학원생들이 논문준비 등으로 연구활동시간이 증가하여 실험실 작업이 활발하게 이루어지기 때문에 실험실 사고가 많이 발생하는 것으로 사료된다.

3.2. 사고의 분류 및 발생 형태별 분포 특성

실험실 사고의 분류 및 발생 형태별 분포를 Fig. 2와 Fig. 3에 각각 나타내었다. 실험실 사고의 분류별 분포를 전체적으로 살펴보면 물리적 사고, 화학적 사고, 기계적 사고, 전기적 사고 및 생물학적 사고의 순서로 나타났다. 연구기관의 경우에는 물리적 사고가 가장 많이 발생한 반면, 대학의 경우에는 물리적 사고에 이어 화학적 사고가 27%로, 연구기관의 사고(14%)보다 약 2배 정도 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 이것은 대학에서 화학물질의 안전관리가 취약한 것으로 사료된다.

실험실 사고의 발생 형태별 분포특성을 살펴보면 연구기관의 경우는 충돌, 추락 및 넘어짐 사고가 가장 많이 발생하였고, 다음으로 터짐(파열)/분출, 낙하/절단/진동 및 화재/폭발의 순서로 나타났다. 대학의 경우는 낙하/절단/진동, 터짐(파열)/분출 및 충돌/추락/넘어짐 및 화재/폭발의 순서로 나타났다. 따라서 연구기관의 경우 산업제해의 3대 다발사고와 유사하게 실험실에서도 충돌, 추락 및 넘어짐 사고가 많이 발생하기 때문에 이에 대한 예방대책에 우선순위를 두고 안전관리를 해야만 실험실 사고를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 대학의 경우에는 낙하/절단 사고가 가장 많은데 이는 찢림(자상)이나 베임(창상) 등에 의한 사고이고, 다음으로 터짐(파

열)/분출 사고로 화학물질에 의한 화상 등을 입은 화학적 사고이며, 다음으로 충돌/추락/넘어짐 사고이었다. 따라서 대학의 경우에는 실험실 중에 찢림이나 베임을 방지하기 위하여 실험실 안전수칙 준수와 보호구 착용을 철저히 하여야 할 것이다. 또한 화학

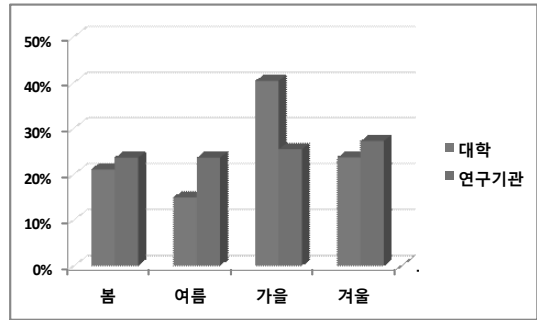


Fig. 1. Percentage of laboratory accident by season.

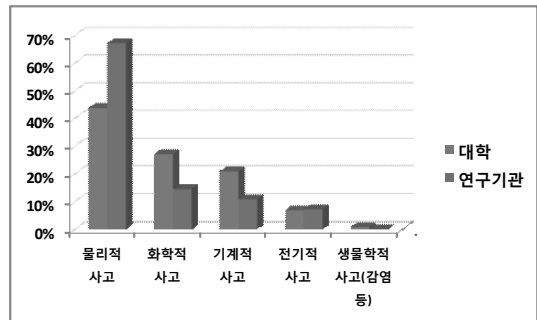


Fig. 2. Percentage of laboratory accident by the type of accident classification.

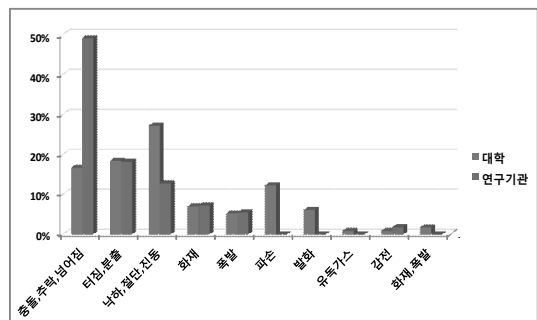


Fig. 3. Percentage of laboratory accident by the type of occurrence.

물질이 분출하거나 반응 등에 의한 터짐(파열) 사고에 의해 실험종사자들이 화상을 입는 사고가 발생하는 것으로 나타났다.

3.3. 사고 기인물별 분포 특성

실험실 사고의 기인물별 분포 특성을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 연구기관이나 대학 모두 연구자의 부주의가 가장 많았으며, 연구기관의 경우 장비의 결함, 보호구 미착용 및 화학물질 순이었다. 대학의 경우에는 보호구 미착용, 화학물질 및 장비의 결함의 순서이었다. 따라서 연구기관이나 대학 모두 실험실 사고를 예방하기 위해 연구자의 부주의를 유발하는 불안정한 행동을 최소화하기 위한 조치로 안전의식 수준 향상이나 안전교육 등이 필요한 것으로 판단된다. 또한 장비결함에 의한 사고예방을 위해 실험장비의 사전점검을 통한 안전성 확보와 함께 실험실에서 보호구 착용을 철저히 해야 될 것으로 판단된다.

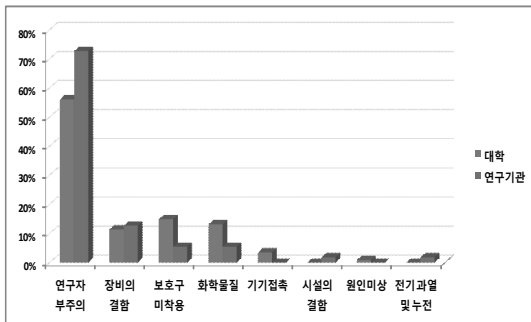


Fig. 4. Percentage of laboratory accident by the objects that caused the accident.

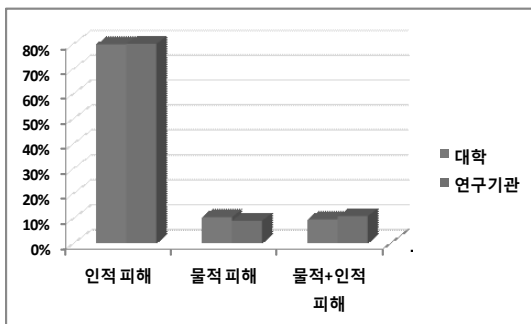


Fig. 5. Percentage of laboratory accident by the damage incurred.

3.4. 사고의 인적피해의 특성

실험실 사고피해를 인적 피해, 물적 피해 및 물적+인적 피해로 구분하여 피해종류별 분포를 Fig. 5에 나타내었다. 실험실 사고의 경우 인적피해가 약 80%를 차지하였고, 물적 피해와 물적+인적피해가 각각 10% 정도 차지하였다. 즉, 물적+인적피해가 동시에 발생한 사고를 포함하면 실험실 사고는 인적피해가 90%를 차지한다. 따라서 실험실 사고가 대부분 인명피해를 가져오므로 이에 대한 피해를 최소화하기 위한 인적피해의 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

3.4.1. 피해자의 연령별 및 근속기간별 분포특성

실험실 사고 피해자의 연령별 분포를 Fig. 6에 나타내었다. 사고사례를 보면 연구기관의 경우 20~30대가 전체의 75%를 차지하고 있으며, 40~50대가 25% 정도를 차지하였다. 이러한 결과는 업무와 관련되어 젊은 층이 실험활동을 수행하고, 고연령층은 관리업무에 종사하기 때문인 것으로 사료된다. 대학의 경우에는 20대가 약 95%를 차지하였는데, 이것은 주로 20대의 대학생과 대학원생이 연구활동에 많이 참여하기 때문인 것으로 판단된다.

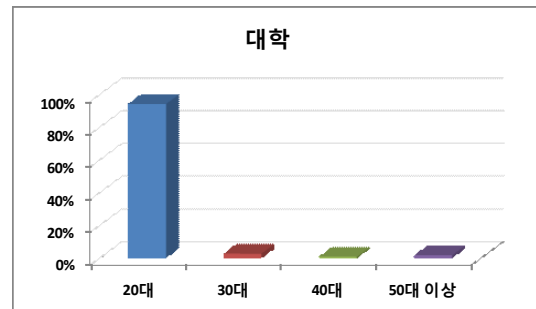
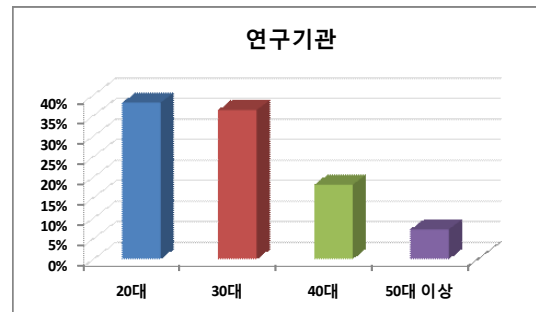


Fig. 6. Percentage of laboratory accident by age group.

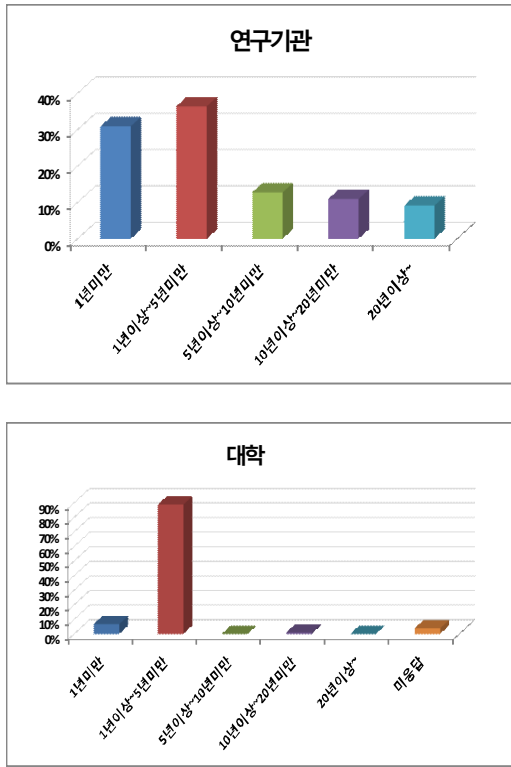


Fig. 7. Percentage of laboratory accident by the length of period for the current duties.

실험실 업무의 근속기간별 사고분포를 Fig. 7에 나타내었으며, 연구기관의 경우에는 실험실 근무기간이 1년 미만의 경우가 30 %를 차지하였고, 1 ~ 5년 미만의 경우가 36 % 정도를 차지하였다. 이것은 20 ~ 30대의 실험실 종사자가 사고 피해가 많은 것과 일치하며, 1년 미만의 미숙련 실험실 종사자에 대한 안전지식 함양과 안전수칙 준수 및 보호구 착용을 철저히 할 수 있도록 하는 등 실험실 안전관리가 필요하다는 것을 의미한다. 또한 5년 미만의 실험실종사자에 대한 안전관리도 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 대학의 경우에는 사고 피해자의 근무기간이 1 ~ 5년 미만의 경우가 95 %를 차지하였다. 실험·실습시 학부생이나 대학원생들이 대부분 실험작업에 대해 서툴거나 미숙련자이기 때문에 안전수칙 준수, 보호구 착용 및 안전교육 등 안전관리가 필요한 것으로 판단된다.

3.4.2. 고용형태별 사고분포 특성

실험실 사고 피해자의 고용형태별 분포를 Fig. 8

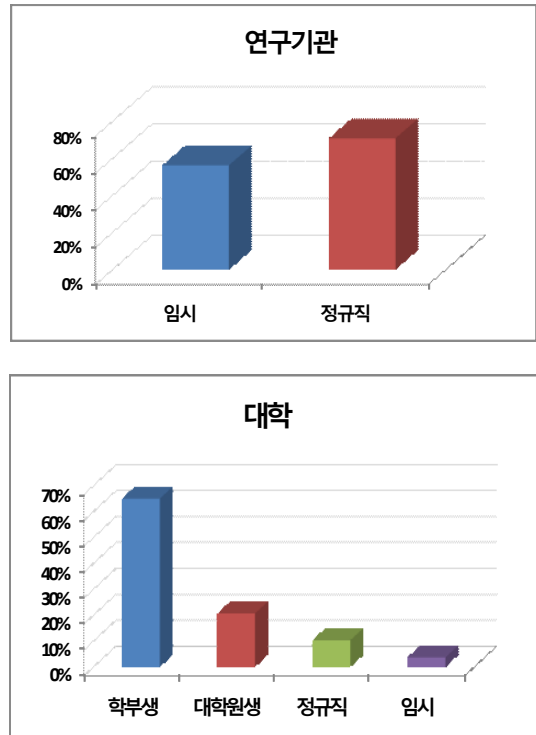


Fig. 8. Percentage of laboratory accident by the type of employment.

에 나타내었다. 연구기관의 경우 정규직이 51 %이고, 임시직이 49 %를 차지하였다. 이것은 연구기관에서 임시직을 고용하여 실험에 대한 안전지식이 없는 상태에서 실험작업을 수행함에 따라 사고가 많이 발생한 것으로 사료된다. 따라서 비정규직인 임시직의 실험실종사자에 대한 체계적인 안전관리가 필요한 것으로 판단된다. 대학의 경우에는 학부생이 65 %, 대학원생이 약 20 % 정도를 차지하였으며, 학부생의 사고가 많기 때문에 학부생에 대한 안전수칙 준수나 안전교육이 더 필요한 것으로 나타났다.

3.4.3. 사고자의 상해 특성

사고피해자의 상해정도를 Fig. 9에 나타내었다. 연구기관의 경우는 경상이 55 %, 사망이 10 % 및 중상이 7 %를 차지하였다. 연구기관의 실험실 사고는 화재나 폭발 등 사고발생시 사고강도가 큰 것으로 나타났다. 대학의 경우에는 가벼운 찰과상이나 타박상 등 경상이 80 % 이상을 차지하였다. 이것은 주로 베임이나 찔림 등에 의한 피해로 실험 시 보호구를 착용하고, 아차 사고사례 등을 이용한 안전교육을

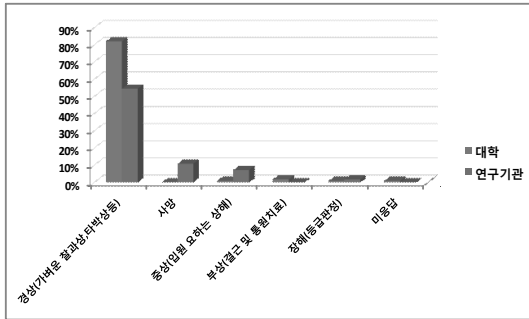


Fig. 9. Percentage of laboratory accident by the extent of injuries.

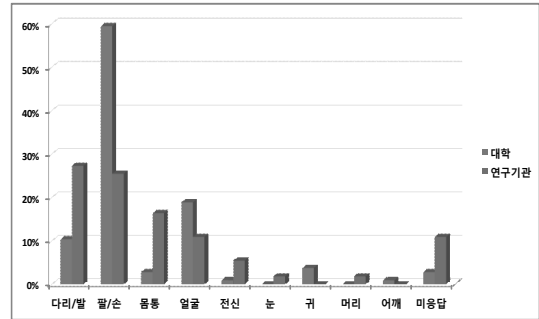


Fig. 11. Percentage of laboratory accident by the injured body part.

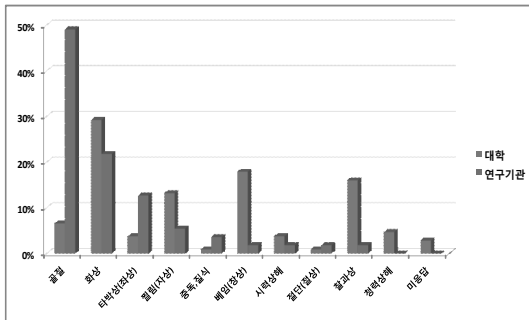


Fig. 10. Percentage of laboratory accident by the type of injuries.

통해 사고피해를 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 사고 피해자의 상해종류를 Fig. 10에 나타내었다. 연구기관의 경우에는 골절, 화상, 타박상 및 찢림의 순서로 나타났다. 골절의 경우에는 실험실종사자들이 체육활동을 포함하여 대부분 정규작업 시 사고가 발생하여 피해를 입은 경우이다. 화상은 화학물질의 분출이나 터짐(파열)에 의해서 실험실종사자가 피해를 입은 경우로 화학물질에 대한 물질안전보건자료의 숙지나 보호구 착용 등 안전조치를 함으로써 피해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 대학의 경우에는 화상, 베임, 찢림 및 골절의 순서로 나타났다. 다음은 화상으로 화학물질의 터짐이나 접촉으로 인한 피해로 물질안전보건자료의 숙지, 화학물질의 안전취급 요령 숙지 및 안전지식의 배양으로 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다. 베임이나 찢림은 안전수칙 준수와 보호구 착용으로 피해를 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

사고피해자의 상해부위를 Fig. 11에 나타내었다. 연구기관의 경우에는 다리/발, 팔/손, 몸통, 얼굴의

순서로 나타났다. 이는 앞의 사고발생 형태별 분포에서 본 바와 같이 넘어짐, 추락 등에 의한 골절이나 화학약품에 의한 화상을 입은 경우가 많으므로, 다리나 팔 등의 피해가 큰 것으로 나타났다. 대학의 경우에는 팔/손, 얼굴, 다리/팔, 귀 등의 순서이었다. 팔/다리는 넘어짐이나 추락 등에 의한 것이고, 얼굴은 화학물질에 의한 터짐(파열)이나 분출에 기인한 것이다. 귀의 경우에는 폭발로 인한 청력상실로 인해 피해가 발생한 경우이다. 따라서 넘어짐, 충돌, 추락 사고를 예방하기 위해서는 실험실 종사자에 대한 불안정한 행동을 제거하는 프로그램 개발이 필요하다. 화학물질에 의한 터짐이나 분출을 막기 위해서는 화학물질에 대한 물질안전보건자료를 충분히 숙지하고, 보호구를 착용하는 등 화학물질 관리를 전담하는 안전담당자의 지정과 함께 지속적인 안전 지식 함양과 안전의식 향상에 대한 교육이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구는 실험실에서 발생한 사고사례를 분석·고찰하여 도출한 결과로, 수집된 자료 중 정부출연 및 공공연구 기관과 대학의 경우에는 연구 모집단(study population)의 크기와 회수율이 각각 30 % 정도이기 때문에 분석결과에 대한 신뢰성이 확보될 것으로 판단된다. 그러나 기업부설연구소의 경우에는 연구 모집단의 크기가 1 % 정도이기 때문에 전체 기업부설연구소를 대표하기에는 표본의 수가 부족하다는 제한점이 있다. 따라서 향후 정부출연 및 공공연구 기관, 기업부설연구소 및 대학으로 구분하여 모집단 수와 표본수를 확대하여 연구를 진행하는 것이 연구의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구는 실험실종사자들의 안전성 확보와 사고

예방 대책수립을 위한 기초자료로 활용하고자 2006년부터 2011년 6월 말까지 대학과 연구기관을 대상으로 실험실 사고사례를 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 계절별 사고분포는 연구기관의 경우 계절에 관계없이 실험실 사고가 발생하였으나, 대학의 경우에는 가을이 다른 계절에 비교하여 약 2배 이상 사고가 많이 발생하였다.

2) 실험실 사고분류별 분포는 물리적 사고, 화학적 사고, 기계적 사고, 전기적 사고 및 생물학적 사고의 순서로 나타났다. 또한 발생형태별 분포 특성은 연구기관의 경우 충돌, 추락 및 넘어짐 사고가 가장 많이 발생하였고, 대학의 경우는 낙하/절단/진동, 터짐(파열)/분출 및 충돌/추락/넘어짐, 및 화재/폭발의 순서로 나타났다.

3) 연구기관이나 대학 모두 연구자의 부주의 사고가 가장 많았으며, 연구기관의 경우는 장비의 결함, 보호구 미착용 및 화학물질의 순서이었고, 대학의 경우에는 보호구 미착용, 화학물질 및 장비의 결함의 순서이었다.

4) 사고의 인적피해 특성은 실험실 사고의 경우 인적피해가 약 80 %를 차지하였고, 물적피해와 물적+인적피해는 각각 10 %정도를 차지하였다. 즉, 물적+인적피해가 동시에 발생한 사고를 포함하면 실험실 사고는 인적피해가 90 %를 차지하였다. 또한 연령별 분포는 연구기관의 경우 20 ~ 30대가 75 %를 차지하고, 40 ~ 50대가 25 % 정도를 차지하였으며, 대학의 경우에는 20대가 약 95 %를 차지하였다. 그리고 근무기간별 사고분포는 연구기관의 경우에는 실험실 근무기간이 1년 미만의 경우가 30 %를 차지하였고, 1 ~ 5년 미만의 경우가 36 % 정도를 차지하였다. 대학의 경우에는 사고 피해자의 근무연수가 1 ~ 5년 미만의 경우가 95 %를 차지하였다. 고용형태별 분포는 연구기관의 경우 정규직이 51 %를 차지하였고, 대학의 경우에는 학부생이 65 %이고, 대학원생이 약 20 %정도를 차지하였다.

사고피해자의 상해정도는 연구기관의 경우는 경상이 55%, 사망이 10 % 및 중상이 7 %를 차지하였고, 대학은 가벼운 찰과상이나 타박상 등 경상이 80 % 이상을 차지하였다. 피해자의 상해종류는 연구기관이 골절, 화상, 타박상 및 절림의 순서로 나타났으며, 대학은 화상, 베임, 찰과상 및 절림의 순서로 나타났다.

참고문헌

- [1] 이근원, 최이락, "화학물질 사용 실험실의 안전관리 실태와 인식도", *KIGAS*, **16**(2), 60-66, (2012).
- [2] Lee, K. W., "An Evaluation of Safety and Health Level in Chemical Laboratories", *International Journal of Safety*, **6**(2), 33-37, (2007).
- [3] 이광원. "연구실 안전사고 대응 - 방폭실험실 사고를 중심으로", *The Journal of Laboratory & Safety*, **5**(1), 36-45, (2010)
- [4] 중대산업사고 속보 KOSHA-CCPS-201103, 건조기 폭발 화재사고, 한국산업안전보건공단, (2011)
- [5] 이영순, 연구실 안전관리 실태조사를 통한 연구실 안전정책 선진화 방안에 대한 연구, 일반과제 2010-0338, 교육과학기술부, (2011)
- [6] 강태웅, " 고속으로 회전하는 기계설비에 의한 사망사고", *The Journal of Laboratory & Safety*, **6**(1), 68-72, (2012)
- [7] 황수일, 연구실 안전환경 기반 구축사업, 한국엔지니어링협회, (2010)
- [8] 이근원 등, 화학물질 사용 실험실의 사고사례 분석과 예방대책 연구, 2011-연구원-1398, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, (2011)
- [9] 정부승인통계 승인번호 제38001, 업무상 사고조사, 한국산업안전보건공단.
- [10] 고용노동부, 2011 산업안전보건법령집, 한국산업안전보건공단, (2011)