



화학물질 사용 실험실의 안전관리 실태와 인식도

†이근원 · 최이락

안전보건공단 산업안전보건연구원
(2012년 2월 20일 접수, 2012년 4월 25일 수정, 2012년 4월 27일 채택)

Actual Condition and Realization of Important on Laboratory Safety Management in Chemical Laboratories

† Keun-Won Lee · Yi-Rac Choi

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

(Received February 20, 2012; Revised April 25, 2012; Accepted April 27, 2012)

요약

연구개발 활동의 다양화와 융합화에 따라 실험실에서 다양한 종류의 화학물질의 취급·사용과 함께 실험실의 수행업무도 복잡·다양해져 잠재위험이 크다. 또한, 실험조건이 극한의 온도와 압력 하에서 수행되는 경우가 많아 화재폭발 사고 등으로 인명 피해가 발생하고 있다. 본 연구에서는 대학과 연구기관의 실험실에서 화학물질 사용 현황과 특성을 파악하여 실험종사자들의 안전성 확보를 위한 조사 도구로서 실험실 설문지를 개발하였다. 개발된 설문지를 이용하여 연구기관과 대학을 대상으로 전자우편과 방문조사로 화학물질 사용량과 폐기량 및 실험실 환경에 대한 인식도 조사를 실시하였다. 수집된 설문지 자료는 엑셀로 빈도 분석을 하여 실험실 사고예방 대책 수립을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

Abstract - With diversification of research and development activity according to fusion of state-of-the-art technology, potential hazard and risk factors in new forms have been increased in the laboratories. Also, as there are many cases where the experimental condition is extremely high/low temperature and pressure, many many accidents producing loss of life and/or injuries occur due to the extreme condition. In this study, The common fact questionnaire as the survey tool for the establishment of the accident prevention countermeasure in laboratory have been developed to safety security of the laboratory workers. The current status of chemical materials and the realization of important on laboratory safety management using the questionnaire investigated by an electronic mail and visiting survey in the laboratories and universities. The collected data was analyzed with Excel program and it can be utilized as basic data for accident prevention in laboratories.

Key words : laboratories, university, accident prevention, questionnaire, laboratory safety management

I. 서론

연구개발 활동의 다양화와 융합화에 따라 실험실에서 다양한 종류의 화학물질 취급·사용과 함께 실험실의 수행업무도 복잡·다양해져 잠재위험이 크다.

또한, 실험조건이 극한의 온도와 압력 하에서 수행되는 경우가 많아 화재폭발 사고 등으로 인명 피해가 발생하고 있다. 최근 실험실 사고사례를 살펴보면 2010년 12월 H대 방폭실험실 가스폭발 사고로 교수 1명이 사망하고 연구원 5명이 부상을 입었고 [1], 2011년 8월에 K케미칼 기술연구소에서 시험 운전설비인 건조기에서 폭발사고[2]가 발생하여 연구원 5명이 사망하고 2명이 부상한 사고를 비롯하여

†주저자:leekw@kosha.net

국내 연구기관이나 대학의 실험실에서도 인적·물적 사고가 꾸준히 발생되고 있어 실험실 사고예방 대책의 필요성이 제기되고 있다[3].

대부분의 대학이나 연구기관의 실험실에서 다양한 종류의 화학물질을 사용하고 있다. 이러한 화학물질의 취급 부주의나 안전지식의 부족으로 인한 사고 개연성이 큼으로서 실험실의 화학물질 안전관리가 무엇보다 중요하다[4,5]. 그러나, 대학이나 연구기관 등의 실험실에서 발생한 실험실 사고 발생현황에 관한 체계적인 통계분석이 거의 없는 실정이다. 따라서, 실험실에서 화학물질에 기인한 체계적인 사고통계는 더욱이 없는 실정이다. 본 연구에서는 대학이나 연구기관 등의 화학물질 사용 실험실종사자의 안전성 확보를 위해 화학물질 사용현황과 특성을 조사하였다. 실험종사자들의 안전관리 실태 조사를 위해서 실험실 설문지를 개발하였다. 개발된 설문지를 이용하여 연구기관과 대학을 대상으로 인터넷 조사와 면접조사로 화학물질 사용량과 폐기량 및 실험실 환경에 대한 인식도 조사를 실시하였다. 수집된 설문지 자료는 엑셀로 빈도 분석을 하여 사고예방 대책 수립을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 실험실 설문지 개발 및 조사

2.1. 설문지 구성

본 연구에 사용된 설문지는 실험실 사고사례, 화학물질 사용 실험실 현황 및 실험실 종사자들의 안전성 확보를 위하여 한국산업안전보건공단의 업무상 사고조사표[6]를 참고하여 개발하였다. 설문지의 내용은 기관의 기본정보와 설문 응답자의 특성에 관해 8개 항목, 화학물질 사용 실험실과 사용량 등에 관한 내용이 6개 항목, 응답자의 실험실 안전의 중요성에 대한 인식도에 관한 질문이 2개 항목으로 구성되어있다.

2.2. 조사대상 및 분석방법

조사대상은 교육과학기술부가 연구실안전환경조성에 관한 법률에 근거하여 연구실안전 실태조사를 통하여 관리하고 있는 대학과 연구기관은 정부출연 및 국공립연구 기관이 100개소, 기업부설연구소가 4,700개소, 4년제 대학이 156개소 정도이다. 본 연구에서는 조사대상 기관으로 정부출연 및 국공립 연구기관 32개소, 기업부설 연구기관 54개소, 대학 56개소를 임의로 선정하였다. 지역별로는 서울권, 충청 및 영남권 등 전국을 조사 대상으로 하였다. 설문지 조사는 정부출연 및 국공립 연구기관의 경우는 기관별 1개소, 기업부설연구소의 경우는 기관별 대표연구소

1개소만 선정하였다. 대학의 경우에는 본교나 분교 캠퍼스 각각 조사대상 기관으로 하였다.

설문조사 방법에는 방문면접조사, 전화조사, 우편조사 및 인터넷 설문조사가 있다. 본 연구에서는 선정된 연구기관 및 대학을 대상으로 개발된 설문지를 인터넷을 이용하여 대상기관의 안전관리자 등에게 전자우편을 발송하였다. 설문지 작성 방법을 설명하기 위해 대학의 경우에는 연구실안전관리자 워크숍에 참석하여 사고조사표 작성방법에 대한 설명회를 개최하였고, 연구기관에 대해서는 참여 연구원들이 전화로 작성방법을 설명하였다. 또한, 설문지 회수율을 높이고 데이터의 신뢰성을 확인하고자 조사대상 기관에 설문지를 미리 발송한 후 연구원들이 해당기관을 직접 방문하여 내용 확인을 위한 면접조사도 병행하였다.

수집된 자료는 정부출연 및 국공립 연구기관, 기업 부설연구소 및 대학교 등을 구분하여 조사하였으나, 분석은 조사대상 기관 중 산재보험이 가입된 정부출연 및 기업부설연구소를 같은 그룹으로 묶어서 (이하 “연구기관”이라 한다) 대학과 여러 가지 특성을 비교 분석하였다. 수집된 설문지에 대한 자료 분석은 엑셀 프로그램을 이용하여 응답자의 특성, 화학물질의 사용량과 배출량 등 화학물질 관리실태 및 실험실 안전관리 인식도 등을 빈도분석을 통해 비교·고찰하였다.

III. 결과 및 고찰

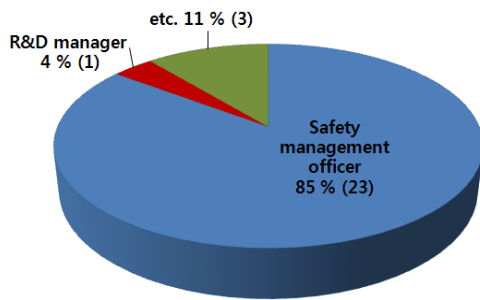
3.1. 응답자의 특성

본 연구의 설문조사 응답현황 및 응답자의 기관별 분포현황을 Table 1에 나타내었다. 조사대상 전체 142개 기관 중 설문에 응답한 기관이 43개 기관으로 설문지의 응답회수율이 30 %이었다. 설문 응답자의 기관별 분포를 살펴보면 국공립 및 정부출연 연구기관이 34 %, 기업부설 연구기관이 30 %, 대학교가 29 %로 응답률이 비슷하게 나타났다. 또한, 설문에 응답한 기관 중 실험실 사고가 있다고 응답한 기관수는 20개 기관으로 약 46 %를 차지하였다.

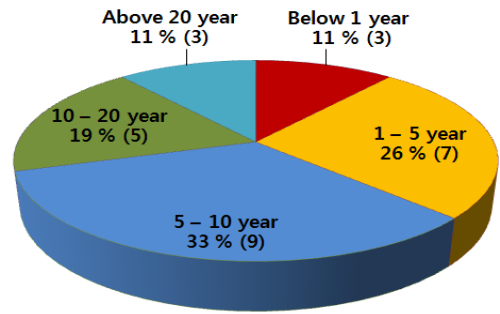
설문 응답자의 담당 업무현황과 안전업무 관련 근무기간을 Fig. 1과 Fig. 2에 각각 나타내었다. 응답자의 약 90 %가 안전관리자로 나타났으며, 기타로 응답한 사람의 약 10 %가 안전담당자나 안전관련 부서장인 것으로 나타났다. 또한, 근무기간은 연구기관의 경우는 5년 미만인 37 %, 5년~10년이 33 %, 10년 이상이 30 %를 차지하였다. 대학의 경우 5년 미만이 19 %, 5년~10년 미만이 5 %, 10년 이상이 31 %로 나타났다. 연구기관이나 대학 모두 10년 이상

Table 1. Current state of answer in survey

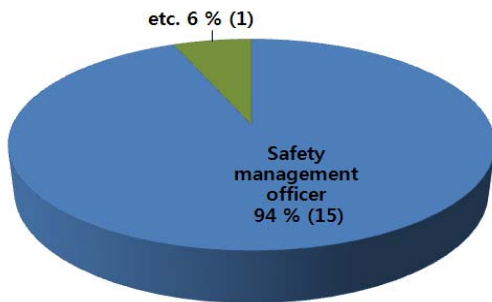
Descriptions	Research subjects	Respondents	Collect rate (%)
government-supported research institute	32	11	34
Enterprise institute	54	16	30
University	56	16	29
Total	142	43	30



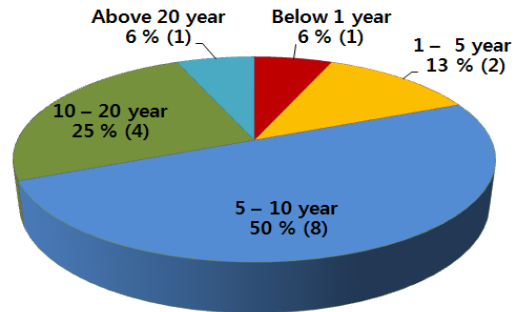
(a) Research institutes



(a) Research institutes



(b) universities



(b) universities

Fig. 1. Responsibility of the position of respondents.

Fig. 2. Employment period for safety management in laboratory.

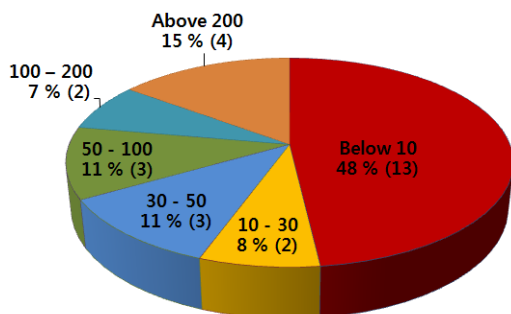
안전관련 업무를 담당하는 장기 근속자가 30 % 이상으로 안전관련 업무가 안전관리자의 고유 업무로 정착되고 있음을 추정 할 수 있었다.

3.2. 화학물질 사용 실험실의 실태

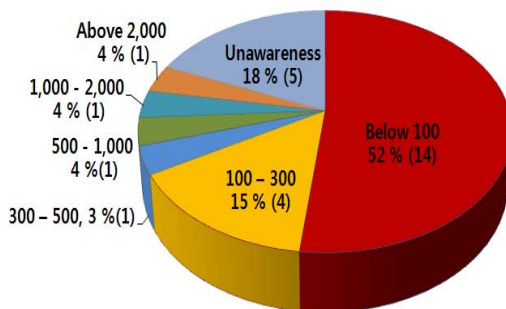
연구기관과 대학의 화학물질 사용 실험실의 현황과 특성을 알아보기 위해 “설문 응답자가 속한 기관의 실험실에서 화학물질을 취급하고 있는가?” 라는 질문에 모든 기관에서 화학물질을 취급하고 있다고 응답하였다. 화학물질 사용·취급하는 실험실의 개수

를 Fig. 3에 나타내었다. 연구기관의 경우 화학물질 사용 실험실의 개수가 30개소 미만이 56 %, 200개소 이상이 15 %를 차지하였으나, 대학의 경우에는 30개소 미만이 6 %, 200개소 이상이 44 %를 차지하였다. 이를 통해 알 수 있는 것은 대학의 경우가 연구기관과 비교하여 화학물질 사용·취급하는 실험실의 개수가 많은 것을 알 수 있었다.

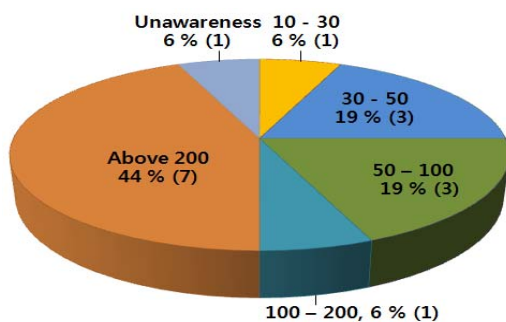
화학물질 사용 실험실에서 연간 취급하는 화학물질의 종류와 사용량을 Fig. 4와 Fig. 5에 각각 나타내었다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 연구기관의 경우



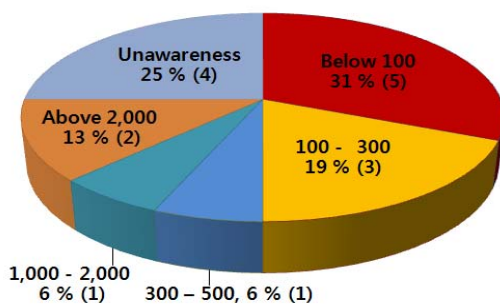
(a) Research institutes



(a) Research institutes



(b) universities



(b) universities

Fig. 3. Number of laboratory for chemicals use and treatment.

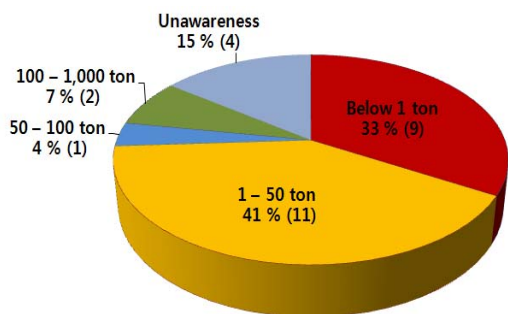
100종 미만 사용하고 있다는 응답이 52%, 100종~300종이 15%를 차지하였고, 사용하고 있는 화학물질의 종류가 대략 얼마인지를 모른다는 응답이 18%로 나타났다. 대학의 경우에는 100종 미만 사용하고 있다는 응답이 31%, 100종~300종 미만이 19%를 차지하였고, 사용하고 있는 화학물질의 종류가 대략 얼마인지를 모른다는 응답이 25%로 나타났다.

화학물질 사용량은 연구기관의 경우에는 1톤 미만 사용 기관이 33%, 1톤~50톤 미만 사용 기관이 41%를 차지하였고, 사용량을 모른다는 응답이 15%로 나타났다. 대학의 경우에는 1톤 미만 사용 기관이 25%, 1톤~50톤 미만 사용 기관이 37%를 차지하였고, 사용량을 모른다는 응답이 38%로 나타났다. 이들 결과를 통하여 대학기관이 연구기관보다 사용하고 있는 화학물질의 종류나 사용량을 모른다는 응답이 높은 것으로 보아 화학물질 사용·취급에 대한 정확한 업무과약이 되지 않고 있다는 것을 알 수 있었다. 또한, 대학의 경우, 연구기관에 비교하여 화학물질 사용 실험실 개수도 많고, 화학물질 종류나 사

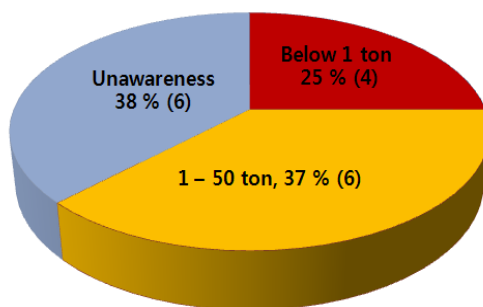
Fig. 4. Sorts of chemicals in chemical laboratory.

용량을 파악하지 못하고 있는 안전관리자가 많아서 화학물질 관리의 소홀함에 의한 사고 개연성이 높을 것으로 사료된다. 따라서 화학물질 사용 및 취급에 관한 안전관리가 소홀해 질 우려가 있어 화학물질 취급 담당자를 지정하는 등 화학물질 안전관리에 적극적인 대책이 필요한 것으로 사료된다.

화학물질 사용 실험실에서 배출하는 지정폐기물의 종류와 연간 배출하는 지정폐기물의 양을 Fig. 6과 Fig. 7에 각각 나타내었다. 배출하는 지정폐기물의 종류로는 연구기관 및 대학 둘 다 폐산 및 폐염기 용액이 약 50%를 차지하였으며, 폐 유기용제의 경우에는 연구기관이 26%, 대학이 32%로 대학이 폐 유기용제 배출량이 많은 것으로 나타났다. 지정폐기물의 배출량을 모른다는 응답도 연구기관과 대학이 12% 전후로 나타났다. 연구기관과 대학에서 연간 배출하는 지정폐기물의 양이 50톤 미만이 75%로 전후 비슷하였으며, 지정폐기물 배출량을 모른다는 응답도 12% 전후로 비슷하게 나타났다.

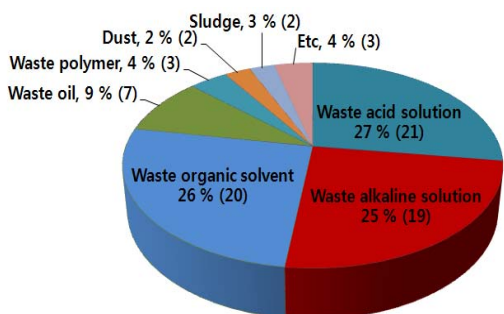


(a) Research institutes

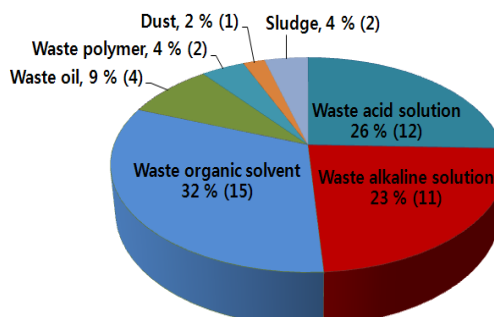


(b) universities

Fig. 5. Quantity of chemicals used for one year.

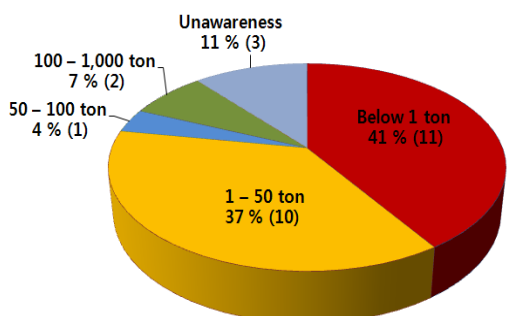


(a) Research institutes

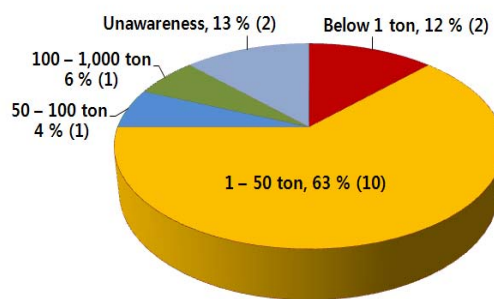


(b) universities

Fig. 6. Sorts of specific wastes produced from laboratories.

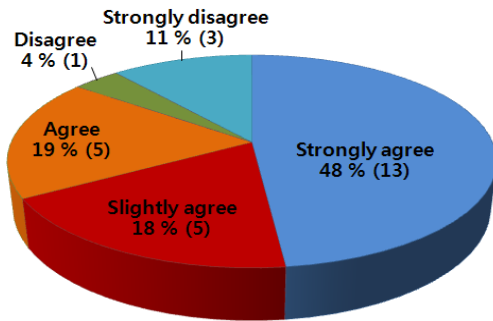


(a) Research institutes

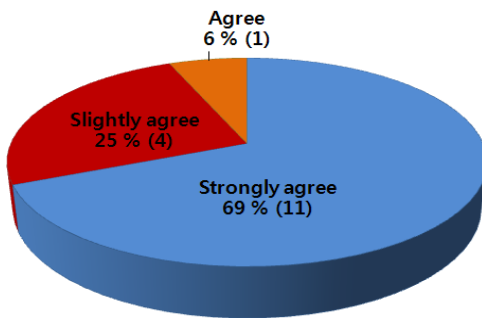


(b) universities

Fig. 7. Quantity of specific wastes produced from laboratories.



(a) Research institutes

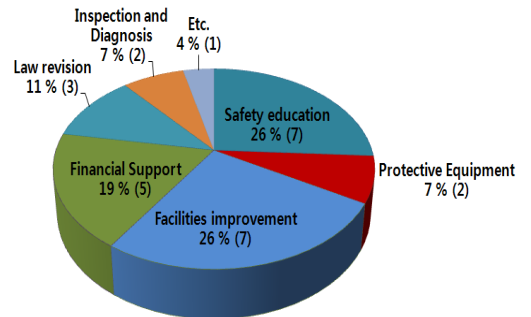


(b) universities

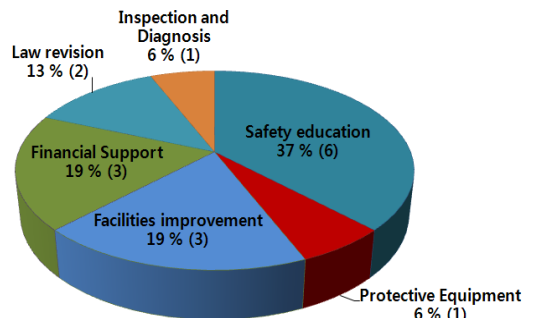
Fig. 8. Effect on safety and health of laboratory worker by the conditions of laboratory environment.

3.3. 실험실 안전환경의 중요성에 대한 인식도

설문 응답자가 실험실 환경이 실험실 종사자의 건강이나 안전에 영향을 미친다고 생각하는지의 여부와 실험실 사고예방 조치에 관한 인식도 조사를 실시하여 Fig. 8에 나타내었다. 연구기관의 경우 실험실 안전환경이 실험실종사자의 건강이나 안전에 영향을 미친다고 응답한 대상자가 85%, 그렇지 않다는 응답한 대상자가 15%로 나타났다. 대학의 경우에는 실험실환경이 실험실종사자의 건강이나 안전에 영향을 미친다는 응답자가 100%이었다. 이는 대학의 안전관리자들이 실험실환경이 실험실 종사자들의 안전을 확보하기 위해 중요하다고 인식하고 있는 것을 의미하며, 연구기관의 경우에는 실험실환경의 안전성이 일정수준 확보되었음을 보여준 결과로 판단되나, 안전관리자들이 실험실 환경보다는 실험 종사자들의 안전의식이나 다른 요인에 의해서 건강이나 안전을 확보할 수 있다고 판단하는 것으로 생각된다.



(a) Research institutes



(b) universities

Fig. 9. Order of priority action to prevent laboratory accident.

실험실사고 예방을 위한 조치 우선순위를 조사한 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 연구기관의 경우에 안전교육과 실험실 시설개선이 필요하다고 응답한 대상자가 각각 26%인 반면, 대학의 경우에는 안전교육이 37%, 시설개선이 19%로 실험실 사고 예방을 위해 안전교육이 시설개선보다 중요함을 나타내었고 다음으로는 예산지원, 관련법안 개정, 점검/진단 및 보호장비 순으로 나타났다.

IV. 결론

본 연구는 연구기관과 대학을 대상으로 설문지를 이용하여 화학물질 사용 실험실의 특성과 안전인식도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 연구기관의 실험실에서 취급하는 화학물질의 종류는 연구기관의 경우 100종 미만 사용하고 있다는 응답이 52%, 100종~300종이 15%를 차지하였고, 사용하고 있는 화학물질의 종류를 모른다는 응답이

18 %로 나타났다. 대학의 경우에는 100종 미만 사용하고 있다는 응답이 31 %, 100종~300종 미만이 19 %를 차지하였고, 사용하고 있는 화학물질의 종류를 모른다는 응답이 25 %로 나타났다.

2) 화학물질 사용 실험실에서 배출하는 지정폐기물의 종류로는 연구기관 및 대학 둘 다 폐산 및 폐염기 용액이 약 50 %을 차지하였으며, 폐 유기용제의 경우에는 연구기관이 26 %, 대학이 32 %로 대학이 폐 유기용제 배출량이 많은 것으로 나타났다. 연구기관과 대학에서 연간 배출하는 지정폐기물의 양이 50톤 미만이 75 %로 전후 비슷하였으며, 지정폐기물 배출량을 모른다는 응답도 12 % 전후로 비슷하게 나타났다.

3) 연구기관의 경우 실험실환경이 실험실종사자의 건강이나 안전에 영향을 미친다는 응답이 85 %, 그렇지 않다는 응답이 15 %로 나타났다. 대학의 경우에는 실험실환경이 실험실종사자의 건강이나 안전에 영향을 미친다는 응답자가 100 %이었다. 실험실사고 예방을 위한 우선 조치사항으로 연구기관의 경우에는 안전교육과 실험실 시설개선이 가장 필요하다고 생각한 반면, 대학의 경우에는 안전교육, 시

설개선, 다음으로 예산지원, 관련법안 개정, 점검/진단 및 보호장비 순으로 나타났다.

참고문헌

- [1] 이광원. "연구실 안전사고 대응 - 방폭실험실 사고를 중심으로", *The Journal of Laboratory & Safety*, 5(1), 36-45, (2010)
- [2] 중대산업사고 속보 KOSHA-CCPS-201103, 건조기 폭발 화재사고, 한국산업안전보건공단, (2011)
- [3] 이영순. "연구실 안전관리 실태조사를 통한 연구실 안전정책 선진화 방안에 대한 연구", 일반과제 2010-0338, 교육과학기술부, (2011)
- [4] 이근원 등, "화학물질 사용 실험실의 사고사례 분석과 예방대책 연구", 2011-연구원-1398, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, (2011)
- [5] 한우섭, 이근원. "국내 화학물질 취급 실험실의 안전실태 사례 연구", *The Journal of Laboratory & Safety*, 5(2), 5-10, (2011)
- [6] 정부승인통계 승인번호 제38001, 업무상 사고조사, 한국산업안전보건공단