

09 화학물질 관리 전산시스템 도입



양기각



손병권

대학 및 연구기관의 이공계 실험실 대부분은 여러 종류의 화학물질을 사용하고 있어 안전사고의 위험성을 항상 내포하고 있다. 실제로 사고로 이어지는 경우가 주변에서 종종 목격된다. 이는 화학물질 안전관리에 대한 인식 부족으로 인한 허술한 화학물질 관리 시스템의 결과로 지적되고 있다.

이에, 화학물질의 관리가 비교적 잘 이루어지고 있는 일본의 주요 대학(동경대학, 경도대학, 오사카대학)과 연구소를 방문하여 관리 시스템을 알아보고 이를 토대로 국내 대학 및 연구소의 관리 시스템 개선에 참고하도록 정리해 보았다.

1. 일본 대학의 화학물질 관리 시스템

일본의 경우 국립대학 법인화로 인하여 대학의 환경 안전관리가 산업안전보건법 및 화학물질관리촉진법^[주]에 적용되어, 대학도 산업체와 동등하게 유해 화학물질 사용 및 폐기물량을 관리 당국에 보고하도록 의무화되었다. 이를 계기로 2003년부터 일본 대학에서의 화학물질 관리 시스템의 개선과 정비가 가속화 되고 있다.

[주]: 유해 화학물질 400종을 규정하고 있으며, 이 화학물질 사용으로 배출한 폐기물량이 연 1톤 이상인 기관(대학 포함)은 관리 당국에 보고하도록 의무화 함.

1. 관리조직

대학 및 연구소 내에 화학물질(화학약품, 폐수)관리를 포함한 분야별(미생물, 방사선, 기계설비 등) 박사급 전문가들로 구성된 독립기구가 설립되어 환경과 안전에 대한 전반적인 업무를 관리 감독하고 있다.

- 동경대학 : 환경안전연구센터[1977년 설립]
- 경도대학 : 환경보전센터[1977년 설립]

- 오사카대학 : 환경안전연구관리센터[1980년 설립]
- 리켄연구소 : 안전관리실[1945년 설립]
- * 서울대학 : 환경안전원[1982년 설립]

2. 관리대상 화학물질

화학물질관리촉진법에 의한 규정과 대학 및 연구소의 특성을 고려한 자체 관리지침에 따라 일반 관리대상 및 특별 관리대상 화학물질로 구분하여 관리한다.

1) 일반 관리대상 화학물질

유해성이 비교적 적은 화학약품은 일반 관리대상 화학물질로 분류하고 감독기관은 관리 시스템을 통하여 약품의 구매 및 보유 현황을 파악하는 정도로 관리하고 있다.

2) 특별 관리대상 화학물질

각 기관의 연구특성에 따라 사용하는 화학약품 중 유해성이 큰 마약, 각성제, 독성물질, 자극성시약, 폭발성물질 등 50~80종을 특별 관리대상 화학물질로 지정하여 이들 화학약품들은 구매·사용·폐기까지 감독기관에서 직접 관리하고 있다.

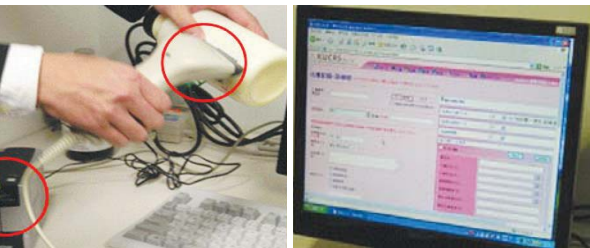
3. 관리방법

일본의 대학에서는 매년 화학약품 사용량 증가와 보다 체계적인 관리 시스템의 필요성으로 2003년부터 각 기관은 자체적으로 화학약품 관리 전산시스템을 구축·운영하고 있다. 이에, 관리 시스템의 공통적인 기능과 기관별 특징을 소개한다.

- 동경대 학 : UT-CRIS [2006]
(Univ. Tokyo-Chemical Registration Information System)
- 경도대 학 : KUCRS [2003]
(Kyoto Univ. Chemical Registration System)
- 오사카대 학 : OCCS [2004]
(Osaka Univ. Chemical communication System)
- 리켄연구소 : Chemical Substance Control and Search System [2004]

1) 화학물질 관리 시스템의 구성

화학물질 관리 전산시스템은 메인 서버와 화학물질 보관 장소에 설치된 단말기로 구성되어 있다. 동경대학은 400대, 오사카대학은 350대의 단말기가 약품 등록 및 폐기용으로 설치돼 운영하고 있다[그림 1].



[그림 1] 화학약품 보관 장소에 설치된 단말기(바코드 발급기(좌), 모니터(우))

2) 화학약품 등록 및 사용 폐기 절차

화학약품 보관 장소에 설치되어 있는 단말기를 통해 다음과 같이 화학약품을 등록하고 폐기한다.

가) 등록절차

- ① 구매한 약품에 부착되어 있는 바코드를 읽어 화학약품의 상세 정보를 수집한다.

- ② 약품의 구매자, 사용목적, 등록일자, 보관장소 등을 시스템에 입력한다.
- ③ 바코드 발급기를 이용하여 약품정보와 사용자의 정보가 기록된 새로운 바코드를 발급하여 약품 용기에 부착함으로써 등록이 완료된다[그림 2].



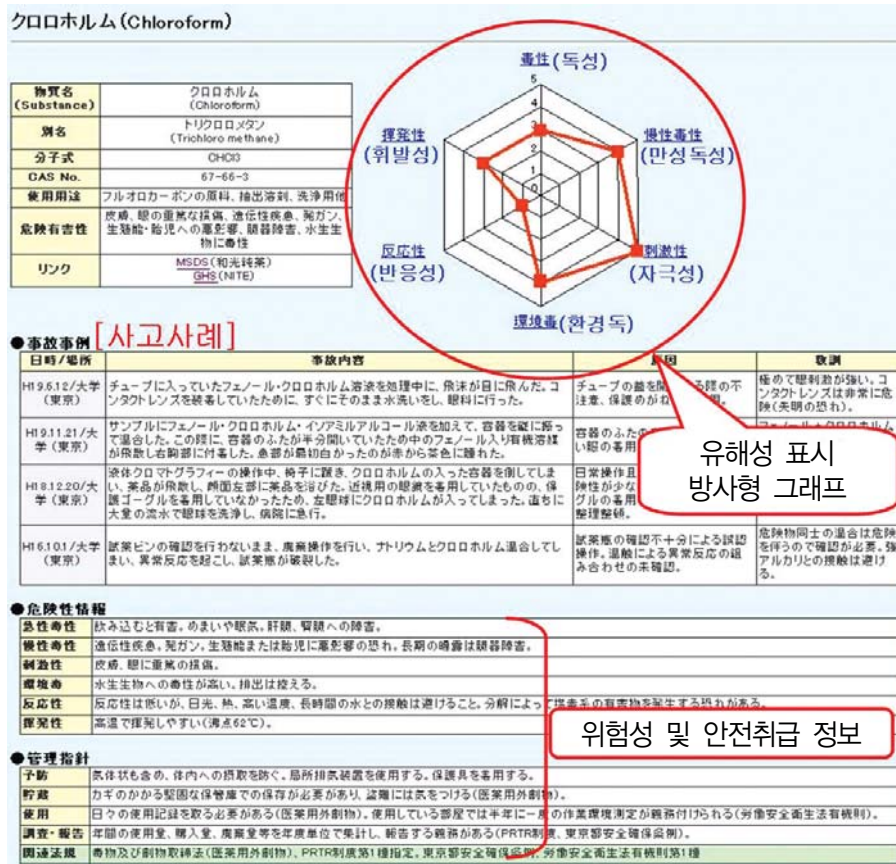
[그림 2] 전산 시스템에 등록된 화학약품

나) 사용, 폐기 절차

- ① 일반 관리대상 화학약품 : 사용을 종료한 시점에 관리 시스템에 폐기 사항을 입력하고 화학약품 라벨 및 바코드 라벨을 제거한 후 용기를 분리 처리하는 것으로 폐기가 완료된다.
- ② 특별 관리대상 화학약품 : 화학물질관리촉진법 규정과 각 기관의 자체 관리 지침에 따라 50~80종(마약, 각성제, 독성, 자극성, 폭발성 물질 등)을 특별 관리대상으로 정하여 이들 약품은 구매 등록은 물론 사용할 때 마다 사용량, 사용목적 등을 관리 시스템에 입력하고, 다 사용한 용기는 감독기관에 반납함으로써 폐기가 완료된다.

3) 화학물질 관리 시스템의 특징

- 가) 화학약품의 구매에서부터 사용, 폐기까지 추적관리가 가능하다.
- 나) 물질안전보건자료(MSDS)를 데이터 베이스화 하여 실험자가 안전취급 자료를 시스템에서 열람하도록 하였다. 특히 동경대학의 관리 시스템은 MSDS를 사고 사례와 함께 요약 도식화하여 실험자가 보다 안전하게 약품을 사용할 수 있도록 하였다[그림3].



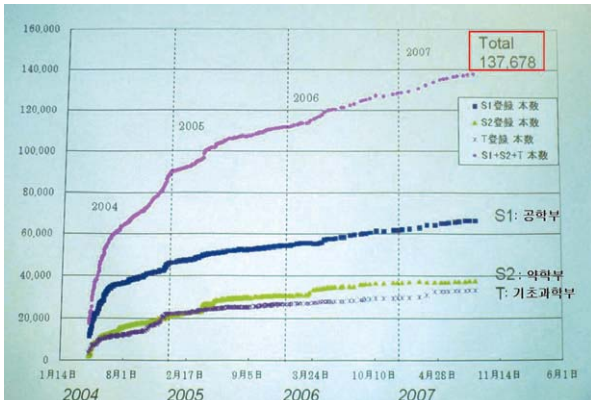
[그림 3] 동경대학 화학물질 관리 시스템에 탑재된 클로로포름에 대한 시각화된 유해성 평가 및 사고사례 정보

- 다) 화학약품의 유해성을 실험자가 직접 평가하도록 하여 화학적 지식습득과 안전교육의 효과를 배가시켰다.
- 라) 화학약품의 사용목적, 보관장소, 사용량, 재고량 등에 대한 각종 통계자료에 대한 높은 신뢰성 확보로 실험실 안전관리의 기초 자료로 활용된다.
- 마) 오사카대학의 관리 시스템은 화학약품 사용, 보관 장소를 캠퍼스지도에 도식화하여 약품 현황을 한눈에 볼 수 있도록 하였다. 이는 화학 및 화재사고 등에 신속하게 대응하여 대형 사고를 예방할 수 있을 것으로 평가된다[그림 4].
- 바) 실험실 및 약품 보관 장소에 설치되어 있는 단말기를 통하여 약품을 쉽게 등록할 수 있고 약품에 대한 세부 안전정보를 언제든지 제공



[그림 4] 화학약품 사용, 보관 장소를 캠퍼스 지도에 시각화

받을 수 있어 시스템의 활용도가 높다. 오사카대학의 경우 화학약품 등록수가 2007년 기준 “137,000건”을 넘어선 것으로 집계되고 있다[그림 5].



[그림 5] 오사카대학의 연도별 화학약품 등록현황

4) 일본 대학 화학물질 관리 시스템의 장점

일본 주요대학의 화학물질 관리 시스템에 대한 전산화 도입으로 아래의 긍정적인 효과가 입증되어 일본의 전국대학으로 확산되고 있는바, 국내 대학 및 연구소에서도 화학물질 관리 전산시스템의 도입을 적극 권장할만하다.

- 정보 공유로 시약 재활용 가능
- 유해성이 큰 화학물질에 대한 특별 관리 가능
- 화학물질 과다 구매 방지, 잔류 시약 최소화
- 화학물질 구매 및 보유 현황을 정확하게 집계 가능
- 실험폐수 발생량 산정, 무단 배출 방지
- 화학물질 사용자에 대한 맞춤형 안전 교육 가능
- 화학 및 화재 사고 시 대책수립 용이
- 약품 사용 통계자료의 신뢰성 및 활용도 증가
- 화학물질 사용에 대한 통계자료 확보, 실험자의 건강 역학 조사 가능

II. 서울대 화학물질 관리 시스템 도입을 위한 제언

일본 대학의 화학물질 관리에 대한 정보를 바탕으로 화학물질 관리 시스템 도입을 위해 선행되어야 할 사항을 살펴보고, 이상적인 관리 시스템을 제언해 본다.

1. 관리 시스템 구축을 위한 선행 조건

- 사용 화학물질에 대한 상세 정보수집

해당 기관의 연구특성 및 사용 화학물질에 대한 현황 파악과 이들 약품에 대한 상세 정보를 확보해야 한다.

■ 특별 관리대상 화학물질 선정

각 기관의 특성을 고려하여 사용약품에 대한 특별 관리대상 약품(마약, 각성제, 독성, 자극성, 폭발성 시약 등)을 선정한다.

■ 물질안전보건자료(MSDS) 요약

기존의 복잡하고 방대한 MSDS를 해당기관의 실정에 적합하도록 요약하고 전산화가 용이하도록 재구성해야 한다.

■ 전문가 확보

화학물질 관리 시스템 구축에 있어 화학물질 관련 지식이 풍부한 전문가가 필요하다.

일본의 경우는 화학물질관리 전문가 그룹이 관리 시스템의 구축에서부터 운영까지의 업무를 전담하고 있다. 이런 점에서 학교나 연구소의 인력풀제를 활용하는 것도 좋은 방안이라 생각된다.

■ 시스템의 확장성 및 개선 용이성 고려

화학약품의 사용은 실험폐수의 발생으로 이어지기 때문에 전산시스템 구축의 초기 단계부터 폐수의 수집, 의뢰에 대한 전산화의 확장성 및 개선이 용이하도록 검토해야 한다.

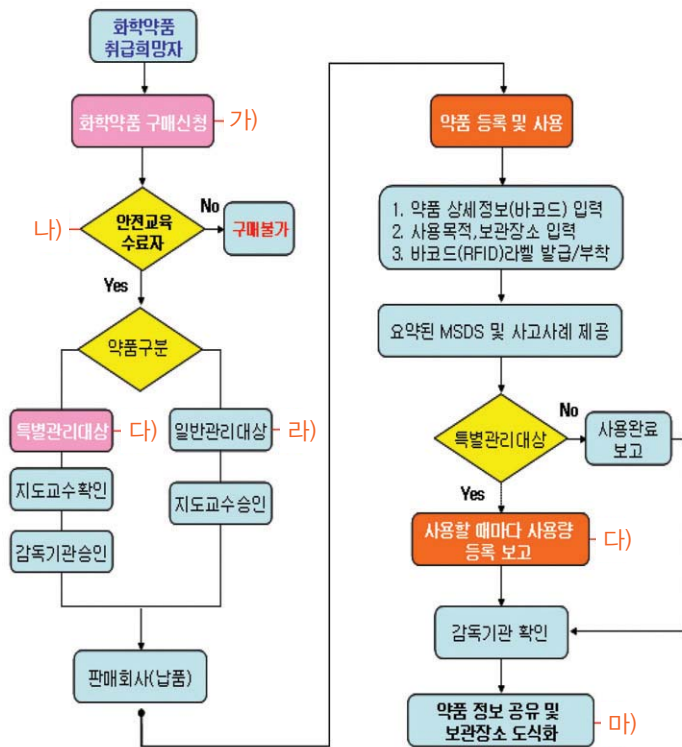
2. 이상적인 화학물질 관리 시스템

화학물질(약품, 폐수) 관리는 실험실 안전 환경 조성 과 직접적인 연관성이 있으므로 i) 화학약품의 구매·등록·사용, ii) 실험폐수 등록 처리에 대한 이상적인 관리 시스템을 플로차트로 정리해 보았다[그림 6,7].

1) 화학약품 구매, 등록 및 사용 절차

가) 화학약품을 구매 단계에서부터 관리

일본 대학의 관리 시스템은 약품을 구매 후 관리 시스템에 등록하는 단계부터 관리하고 있다. 이는 구매한 약품의 등록을 누락할 경우 문제점이 있는 것으로 파악되고 있다. 실제로 오사카 대학의 경우 등록되지 않은 폐 시약의 성분 분석 및 처리 비용으로 많은 예



[그림 6] 화학약품 관리 플로차트

산이 지출되고 있는 것으로 조사되었다.

이런 단점의 개선안으로 약품의 구매 단계에서부터 관리 시스템을 이용하도록 한다면, 자연스럽게 약품 등록이 이루어질 것으로 본다. 다만, 학내 약품 공급 업체를 시스템에 등록해야 하는 애로사항이 있지만, 이는 전산시스템이라는 장점을 고려하여 볼 때 그리 어려운 일이 아니라고 생각한다.

나) 화학물질 취급 자격부여

화학물질 관리 시스템을 환경안전 교육시스템과 연계시켜 화학약품 안전취급 교육을 수료한 학생 및 연구원에게 약품의 구매, 사용, 폐수배출 자격을 부여하여 화학물질 취급 무자격자로 인한 안전사고를 예방할 수 있도록 한다.

다) 유해성이 큰 화학물질은 특별 관리

학내에서 사용하는 화학약품 중 특별 관리대상 약품(마약, 각성제, 독성, 자극성, 폭발성 물질 등)을 지정하여, 이 약품은 지정 시설에 보관하고 사용할 때 마다 사용목적, 사용량 등을 등록하게 한다.

라) 일반 관리대상 화학물질은 저장용기 단위로 관리

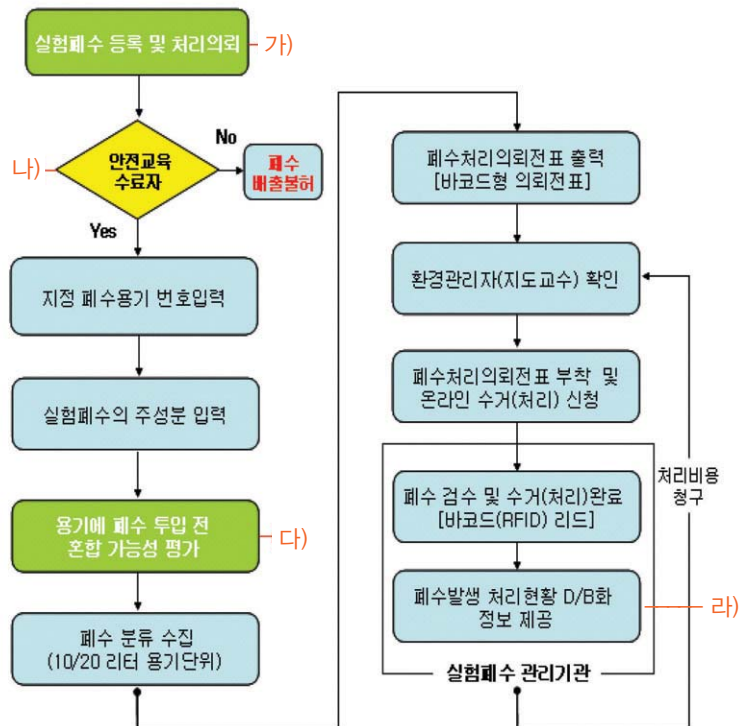
유해성이 비교적 적은 화학약품은 저장용기(병, 캔 단위)단위로 관리한다. 약품의 구매 및 사용 완료 시에 관리 시스템에 등록하여 화학물질의 보유 현황 정도를 감독기관에서 파악하는 것으로 관리한다. 이는 안전절차의 범위 내에서 연구자에게 약품을 사용할 때마다 등록해야 하는 번거로움을 없애 실험의 편리성을 제공하고자 함이다.

마) 화학물질 취급 보관 장소 도식화

캠퍼스 지도에 화학물질 보관, 취급 장소를 안전정보와 함께 시각화하여 화학 및 화재 사고 시 적절하고 신속하게 대처하여 대형사고로 이어지는 것을 예방할 수 있게 한다.

2) 실험폐수 등록 및 처리 절차

가) 화학약품 관리 시스템에 실험 폐수관리 포함 실험폐수의 종류, 발생량 및 안전성은 화학약품 관리와 직접적인 연관성이 있으므로 약품관리와 실험



[그림 7] 실험폐수 관리 플로차트

폐수관리를 통합관리 체계로 시스템을 구성하였다.

나) 실험폐수 배출 자격부여

화학물질 관리 시스템을 환경 안전교육 시스템과 연계시켜 실험폐수 취급 안전교육을 수료한 학생 및 연구원에게 실험 및 폐수 배출 자격을 부여하여 안전사고 및 환경오염을 예방할 수 있도록 한다.

다) 수집 실험 폐수의 안전성 평가

대학 실험실에서 발생하는 폐수는 다종다양한 화학물질의 사용으로 발생하는 것으로 수집과정에서 서로 공존할 수 없는 화학물질이 혼합될 가능성이 있다. 이에 대한 개선으로 용기에 폐수를 투입하기 전에 이미 담겨져 있는 폐수와의 혼합 가능성을 평가한다면, 보다 안전하게 폐수를 성상별로 분류수집할 수 있을 것으로 본다.

라) 실험실별 폐수 배출정보 제공

실험실별 화학약품 사용 내역과 폐수 배출 현황을 환경관리자(지도교수)에게 제공하여, 실험실 환경 개선의 기초 자료로 삼도록 하였다.

III. 맺음말

이상으로 일본 주요 대학 및 연구소의 화학물질 관리 시스템을 알아보고 정리하면서 보다 자세히 기술하지 못해 아쉬운 점이 있었다.

비록 시작은 일본에 비해 늦었지만 일본시스템의 단점을 보완하여 보다 나은 '우리식' 화학물질 관리 시스템이 구축되기를 기대해 본다.