

독성과 노출을 고려한 유해화학물질 관리의 새로운 패러다임 필요성



산업안전보건연구원
화학물질독성연구실
연구부장(박사, 기술사)
이 권 섭

화학물질, 잘 쓰면 약이 되고 못 쓰면 독이 된다

산업발전과 더불어 신기술의 개발이 지속적으로 이루어짐에 따라 새로운 화학물질의 개발과 수요가 증가하여 왔으며, 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 유통 및 사용되는 화학물질의 양도 증가 추세에 있다.

현재 미국화학학회(American Chemical Society)에 등재된 화학물질은 1억 1천 만 종 이상으로 알려져 있으며, 국내에서도 4만 4천 종 이

상의 화학물질이 기존화학물질로 등록되어 유통되었거나 사용되고 있다. 또한, 매년 약300~400여 종의 새로운 화학물질이 개발되어 사용되고 있다.

인간은 생활의 편리함을 위하여 화학물질을 사용해 왔으며 끊임없이 새로운 화학물질을 개발하고 있다. 화학물질은 인간의 삶의 질을 높여 주는데 꼭 필요한 요소로 자리를 잡았지만, 그 종류에 따라 치명적인 독성을 가질 수도 있다. 구성성분, 화학적 구조, 취급량, 취급방법, 노출실태 등에 따라 이롭게 사용할 수도 있고 매우 유해한 독성물질이 될 수 있는 것이 화학물질이다.

최근 2016년 1월 ~ 2월 사이에 인천 및 부천 소재의 핸드폰 부품을 생산하는 제조업체 3개소에서 근로자 5명이 CNC(Computer numerical control) 절삭 작업과 검사 작업을 수행하면서 고농도의 메틸알코올(Methyl alcohol, Methanol, CH₃OH, CAS No.67-56-1)에 노출되어 시력이 손상(3명 실명, 2명 시력 손상 및 시야결손)되는 급성중독 사고가 발생하였다. 메틸알코올은 우리 생활환경과 산업체에 서 광범위하게 사용되는 화학물질이며, 고인화성 액체 및 증기형태로, 눈에 심한 자극을 주어 시신경 손상과 호흡기계 자극 및 중추신경계 손상을 일으키는 물질이다.

2011년 이후 시작된 국내 가습기 살균제에 의한 임신부 및 영유아 140여 명이 사망사건은 현재 사회적 문제로 확산되고 있다. 일반 소비자들이 주로 생활용으로 사용하는 생활화학제품인 가습기 살균제, 방향제, 탈취제 등은 제품 내 화학물질 성분과 함유량 및 사용(노출)방법에 따라 독성이 있을 수 있어 소비자들의 안전을 위협할 수 있다.

화학물질의 독성(Toxicity), 위해성(Hazard), 위험(Risk) 및 노출(Exposure)

인간은 생활의 편리함을 위하여 화학물질을 사용하여 왔다. 화학물질을 사용하면서 화학물질에 의한 환경오염 사건과 건강에 대한 영향은 대중적 관심사가 되어 왔다. 특히 어떠한 물질에 노출되었을 때 건강에 대한 영향이 어떠한 것인지에 대한 궁금증이 제기되어 왔다.

독성은 화학물질이 사람의 건강이나 환경에 좋지 아니한 영향을 미치는 화학물질 고유의 성질, 정도, 특성, 범위를 말한다. 즉 화학물질 그 자체가 가지고 있는 본래의 위험성이다. 위해성은 독성을 가지고 있는 화학물질이 사용될 때 안전한 사용을 위한 관리대책의 수준이다. 즉, 화학물질을 사용할 때 환기시설의 설치, 보호구의 착용, 용기 등을 말한다. 독성이 높더라도 사용할 때 철저한 관리대책을 마

련할 경우 위해성은 낮을 수 있다. 위험은 유해인자의 위해성과 노출 가능성의 조합이다. 즉 화학물질이 노출되는 경우 사람의 건강이나 환경에 피해를 줄 수 있는 정도를 말한다.

화학물질에 대한 노출은 사람의 몸으로 흡수될 수 있는 물질과의 접촉을 의미한다. 노출을 평가 한다고 하는 것은 측정 등을 통하여 흡수의 가능성을 추정하는 것을 말한다. 화학물질에 대한 흡수경로는 호흡기계·피부·소화기계 등이다. 화학물질의 물리·화학적 특성, 취급형태, 발생형태 등에 따라 흡수의 경로는 달라진다.

작업장의 화학물질은 액체 상태나 고체 상태로 정형화되어 있거나 일정한 부분이 변해서 혹은 이탈되어 공기 중이나 다른 물체에 부착되는 경우를 가정할 수 있다. 공기 중에 가스와 증기, 흡입성 입자로 존재하는 것은 주로 호흡기계를 통해서 근로자의 몸으로 들어간다. 호흡기계는 인체에 대한 화학물질의 가장 중요한 흡수경로이다. 어떤 물질은 피부나 소화기계를 통해서 흡수되기도 한다. 유기용제나 농약 중에 액체에 녹는 물질은 피부를 통해서 흡수된다. 공기 중의 먼지도 소화기계로 흡수될 수 있다. 즉, 공기 중의 먼지가 음식물에 묻거나 손 등에 묻어 있는 것이 입으로 흡입되는 경우이다. 화학물질이 소화기계나 피부로 흡수되는 것도 매우 중요하다.

화학물질을 사용할 때 환기 등 적절한 관리대책을 수립하여 위해성을 낮추었다 해도 환기의 부적절, 근로자의 부주의 등으로 노출 가능성이 높다면 위험은 높을 수 있다. 독성이 크다고 해서 위해성이 큰 것은 아니다. 또한, 위해성이 크다고 해서 위험이 높은 것도 아니다. 화학물질의 독성이 크더라도 안전하게 관리할 경우 위해성과 위험은 낮을 수 있다.

작업장에서 사용하는 화학물질의 평가

취급·사용하는 화학물질에 대한 위험성을 평가하는 것은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면, 화학물질의 사용에 대한 다양한 특성(빈도·기간·방법·노출경로 등)을 고려해야 하기 때문이다.

작업장에는 각종 유해인자가 있다. 독성은 근로자가 유해인자에 노출됨으로써 발생할 수 있는 결과 내지는 유해인자가 가지고 있는 다음과 같은 요인들을 모두 고려하여서 위해성을 평가하여야 한다.

- ① 유해인자가 가지고 있는 위해성 : 독성학적·역학적·의학적 내용 등을 총괄적으로 평가
- ② 시간적 빈도와 기간 : 간헐적 작업, 근무 외 시간의 작업, 다른 계절 및 기후조건 등
- ③ 공간적 분포 : 유해인자의 농도나 강도, 생산 공정뿐만 아니라 창고나 다른 용도의 부대공간에서의 활동 등
- ④ 노출대상의 특성 : 민감도, 교육 여부, 기타 개인적 특성, 노출대상 옆에 근무하는 사람, 우연히

노출되는 사람 등의 성별, 연령, 개인별 특성을 모두 조사

⑤ 조직적 특성 : 회사의 안전보건 제도, 작업환경 관리에 대한 정책, 인사정책 등

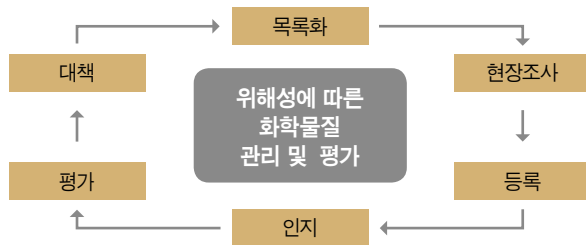
유해인자에 대한 측정과 관리는 유해인자가 가지고 있는 위해성을 평가하여 관리의 우선순위를 정하는 것이 중요하다. 단순히 어떤 화학물질이나 유해인자가 가지고 있는 독성만을 가지고 측정하고 평가하는 것은 바람직하지 않다. 비록 독성은 낮더라도 접촉빈도가 많고(시간적 분포가 자주 있음), 농도나 강도가 높으며(공간적 세기가 높음), 작업장에서의 관리 상태가 불안정한 경우에는 위험은 높다고 볼 수 있다.

사업장의 산업보건관리에서 근로자의 건강에 영향을 미치는 유해인자는 인지·측정·평가의 대상이 된다. 여기서 유해인자의 건강에 대한 중요성과 그 양을 결정하는 것이 평가의 일차적인 목표이다. 그리고 유해인자에 대한 평가에 따라 위에서 언급한 시간적 접촉빈도, 노출대상자의 특성, 관리정책 등을 고려하여 관리의 우선순위를 정하는 것이 위해성 평가이다.

작업장에서 화학물질의 사용과 관련된 독성과 위험 그리고 상해와 질병의 원인과 특성에 대한 위해성 평가는 예방 측면에서 매우 중요하다. 이러한 평가를 하는 목적은 두 가지로 설명할 수 있다.

- ① 화학물질의 사용으로 인한 건강상의 위해성 평가
- ② 근로자의 안전과 건강을 보호하기 위한 적절한 조치방법의 결정

즉 위해성 평가는 작업장에 이미 존재하거나 존재할 가능성이 있는 화학물질의 독성을 알아내어, 독성의 특성을 평가하고 독성을 제거하기 위한 관리대책을 결정하는 과정이다. 화학물질을 사용하는 작업장을 평가하는 과정은 <그림1>과 같이 나타낼 수 있다.



<그림1> 작업장 화학물질관리를 위한 위해성 평가 단계

화학물질의 안전한 사용을 위한 관리체계

화학물질에 대한 관리체계가 효율적으로 운영되기 위해서는 안전보건활동이 작업장의 시스템을 계획·조직·유도·조정·관리·방향설정·평가하는 경영기능에 통합되어야 한다. 이러한 통합은 작업장에서 뿐만 아니라 정부 수준에서도 가능하다. 화학물질의 안전한 사용을 위한 관리 시스템은 다음 목적을 가지고 추진되어야 한다.

- ① 화학물질의 사용과 관련된 직업병이나 건강상의 장애를 줄이도록 마련되어야 한다.
- ② 화학물질의 사용과 관련된 모든 사항을 다루는 통합된 구조를 제공하도록 해야 한다.
- ③ 화학물질 관리에 대한 통합적인 접근이 이루어져야 한다.

화학물질의 안전한 사용을 위한 안전관리 체계가 경영관리 체계와 통합되어 운영되어야 한다. 또한, 안전보건공단에서 2016년 3월부터 보급하고 있는 화학물질 안전보건관리 10계명의 내용을 이해하고 현장의 이행상태를 수시로 확인하는 노력의 조치도 있어야 한다.

- ① 사업주(관리자)는 화학물질을 취급하기 전에 반드시 물질안전보건자료(MSDS)를 확보하여 유해성·위험성을 인지하여야 합니다.
- ② 근로자가 보기 쉬운 장소에 MSDS를 게시·비치하고, 용기 및 덜어 쓰는 용기 등에 반드시 경고 표지를 부착하여야 합니다.
- ③ 취급근로자에게 반드시 인체에 미치는 영향, 취급 시 주의사항 등에 대한 교육을 실시하여야 합니다.
- ④ 작업 시에는 화학물질 발산원을 밀폐하거나 환기설비(국소배기장치, 환풍기 등)를 가동하여 화학물질에 노출되지 않도록하여야 합니다.
- ⑤ 근로자에게 적합한 개인보호구(방독마스크, 보호복 등)를 지급 및 착용하도록 관리하여야 합니다.
- ⑥ 정기적으로 작업환경을 측정·평가하고, 작업환경을 개선하여야 합니다.
- ⑦ 근로자 건강관리를 위하여 정기적으로 특수건강진단을 실시하여야 합니다.
- ⑧ 근로자가 세면·목욕 등을 할 수 있도록 세척시설을 설치하고, 작업 후에는 작업복과 노출된 신체부위를 깨끗하게 세척하여야 합니다.
- ⑨ 화학물질을 취급하는 실내작업장에서는 담배를 피우거나 음식을 먹어서는 안됩니다.
- ⑩ 화학물질 취급으로 신체에 이상(구토, 호흡곤란, 피부발진 등)이 발생하면 반드시 관리자에게 보고하고 의사의 적절한 진료를 받아야 합니다.

정부적인 유해화학물질 관리 강화의 방향성

최근 국내 메탄올 급성중독사고 및 가습기 살균제 사건을 계기로 환경부 및 고용노동부에서는 신뢰성 있는 화학물질 정보를 확보하고 유해물질로부터 안전한 사회를 구축하기 위한 국가전략에 부심하고 있다. 국내에서 유통되는 화학물질의 15%인 약 8천여 종의 화학물질에 대한 유해성 심사를 마친 상태이며, 가습기 살균제 사건을 계기로 생활화학제품 내 살생물제(Biocide) 성분에 대한 유해성에 대해 문제화 되어 있는 상태이다.

2015년 12월 환경부에서는 제1차 화학물질 평가 등에 관한 기본 계획(2016~2020년)을 수립하였다. “믿을 수 있는 물질 정보를 확보하여 화학물질로부터 안전한 사회 구현”이라는 비전으로 ① 출시 전 화학물질 안전정보 확보·공유 ② 독성과 노출을 고려한 유해물질관리 강화 ③ 파트너십에 기반한 녹색화학 육성 등의 3대 추진 전략을 시행하고 있다.

독성과 노출을 고려한 유해화학물질 관리의 내용은 다음과 같다.

- ① 노출시나리오를 접목하여 체내 화학물질의 노출분포 예측, 생물학적 모니터링 데이터를 통해 노출량을 추정하는, 생체 내 유해물질 농도를 활용한 선진 위해성 평가기법 도입
- ② 생활화학제품의 제품군별 함유물질 목록화·위험성정보 DB 구축 및 위해 우려제품 출시 전 스스로 위해 여부를 진단할 수 있는 산업계 활용 제품 위해성평가 스크리닝 평가모델 개발·보급 등의 제품 위해성평가 사전 평가기법의 개발·적용 및 생활화학제품 내 유해물질 정보 공개 확대
- ③ 발암·돌연변이·생식독성(CMR), 잔류성(PBT) 등 만성독성 중심의 유독물질 지정 확대 및 기존 화학물질에 대한 재심사 강화
- ④ 유통량, 유해성, 노출경로, 국내·외 규제수준 등을 고려하여 국가 허가·제한물질지정 강화
- ⑤ 생활화학제품(살생물제 등 함유된 살균제, 방향제, 탈취제 등) 중심의 위해우려제품 내 우선 관리물질(국제적 고독성 화학물질) 선정 및 전과정 안전관리 기반(유해 화학물질 목록의 구축, 위해성 평가를 통한 거쳐 안전·표시기준 마련) 구축 등이 있다.

맺음말

화학물질은 현대사회 필수재이나 사용에 따른 위험도 지속적으로 증가하는 추세이다. 화학물질은 의약, 농업 등 산업 전 분야에서 원료·소재로 활용되며, 일상생활 속 소비자 제품으로도 폭넓게 사용되고 있다. 국제적으로 널리 알려진 화학물질 사고는 DDT, 탈리도마이드 사건 등이 있다. 최근 국내에서는 메탄올 중독사고 및 가습기 살균제 사고의 발생으로 살균제, 방향제, 탈취제 등의 흡입 가능성 있는 생활화학제품에 대한 사회적 관심이 매우 높은 상태이다.

산업보건 영역에서의 유해화학물질 관리의 궁극적인 목표는 화학물질에 의해 근로자들에게 발생 할 수 있는 건강장해 위험을 제거하거나 최소화 하고자 한다는 점이다.

화학물질에 따라 유해성과 위험성의 차이가 많고, 사회적·경제적 관점에서의 관리 수준과 가치 차이가 존재하기 때문에 단 하나의 관리 모델만으로 관리할 수는 없다. 고독성 유해화학물질에 대한 작업환경관리의 기본개념은 ① 제거 ② 대체 ③ 격리 및 밀폐 ④ 환기설비 설치 등의 화학물질을 취급하는 발생원에서 공학적인 대책 및 화학물질 사용자 노출 최소화를 위한 공학적인 대책 ⑤ 개인 보호구의 지급 및 착용관리 ⑥ 교육 및 훈련 ⑦ 사용하는 화학물질의 양과 수를 최소화 ⑧화학물질 사용자 관리 등이며, 유해물질 대체 절차는 ① 대상 물질 및 위해성 규명(Define) ② 제품 내 대상 유해물질 측정(Measure) ③ 대체 후보물질 평가(Assessment) ④ 유해물질 대체(Improve) ⑤ 지속적인 관리(Control) 등이다.

산업체에서 화학물질을 취급하는 근로자가 화학물질에 노출되는 조건이나 상황 등은 매우 특이적이고 다양하여 제한된 형태의 화학물질의 위험성 평가나 정보의 전달 및 노출예방 대책 등의 시행은 적절 하지 못하다. 그러므로 화학물질 취급 공정에서 유해화학물질을 안전하게 사용하기 위해서는 기업 안전보건활동이 경영관리 체계와 같이 조직화된 종합적인 프로그램의 형태로 운영되어야 한다. 이러한 프로그램이 적절히 운영되기 위해서는 작업현장에서 사용하는 화학물질에 대한 목록화, 현장조사, 위해성 평가를 통한 위험성 관리의 조치가 요구된다. 그리고 정기적인 화학물질의 정보관리 및 교육을 하여 화학물질 사용자에게 화학물질 취급 공정에서 사용하는 화학물질의 위험성을 정확하게 전달해 주고 올바른 취급방법을 주시시켜 스스로 화학물질을 안전하게 취급할 수 있도록 훈련하는 노력도 필요하다.

근로자의 화학물질을 취급에 따른 노출을 최소화할 위한 수단으로는 화학물질 취급 공정에 존재하는 화학물질의 양과 수를 최소화하고, 화학물질이 공기 중으로 노출되어 확산되지 않도록 발생원을 공학적으로 관리하는 조치가 우선되어야 할 것이며, 화학물질 취급에 특이적 이상이 있는 근로자의 작업 전환, 화학물질에 취급이 허용된 화학물질 사용자 수의 제한, 작업방법과 절차의 표준화 등의 행정적 관리방법을 적절하게 실시하여 바람직한 화학물질 관리가 될 수 있도록 하여야 한다. ☺

참고 문헌

1. EU-EHCA, Multi-Annual Work Programme(2014-2018).
2. KIST-EUROPE, 환경규제특징 및 유럽의 환경규제(2015).
3. 외교부, OECD 화학물질관리프로그램 40년(2010).
4. 이권선, 홍문기, 이혜진, 변상훈, 박정선. 산업안전보건법 특별관리물질의 추가 지정방법 및 후보물질 권고에 관한 연구. 한국산업보건학회지, 2014; 24(1): 91-102.
5. 환경부, REACH유사제도 최신동향 및 대응방안(2013).
6. 환경부, 제1차 화학물질 평가 등에 관한 기본 계획(2016~2020년).
7. 환경부, 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률, 2016.
8. 환경부, 환경백서, 2015.