



확 대 경

화학물질의 안전성과 그 이해

# ‘독성 최소화 · 안전성 확보’ 화학물질 가치 활용하는 지혜 가져야

20 세기에 들어 과학기술 및 산업의 눈부신 발달로, 인류는 전례 없는 풍요로움과 안락함, 편리함 등 많은 혜택을 누려오고 있고 이러한 풍요로움과 안락함, 편리함을 위해 많은 화학물질들이 만들어지고 사용되고 있다. 그러나 때로 인간을 위해 만들어낸 이런 화학물질에 의한 생활환경의 오염과 의약품, 농약 등에 의한 예기치 못한 건강 피해도 날로 심각하게 증가하고 있는 실정이다. 따라서 이와 같은 화학물질들의 독성을 평가하고 작용기전을 이해하여 우리 인간 및 인간이 살고 있는 생활 환경에서 화학물질의 안전성을 확보하는 것은 환경보존 뿐 아니라 인간 생존 차원 이상의 중요성을 갖는 문제라 하지 않을 수 없다. 더욱이 국내 화학물질의 유통량과 종류는 경제규모의 증가 및 소비수준의 상승 추세를 감안할 때 지속적으로 증가하게 될 것으로 전망되므로 생산, 유통, 사용 및 폐기 전과정에서 화학물질에 노출될 위험성은 날로 증가할 것이다.

‘극미량 · 장기간 노출’ 현실성 문제 간과 말아야  
이와같이 화학물질들은 인간에게 여러면에서 많은 편리함과 이로움을 주고 있는 것은 주지의 사실이나 최근에 사회적 문제가 되고 있고 공식 명칭도 과학적인 명칭도 아닌 “환경호르몬”이란 낯선 명칭이 언론을 비롯하여 우리생활 주변에서 자주 거론되고 있다. 환경호르몬(Endocrine Disruptors)에서도 알 수 있듯이 때때로 인간의 의도와는 다르게 자연환경 오염 등을 통해 일부는 생태계 순환과정에서 장기간 잔류되거나 생물체에 농축되어 인간과 인간의 삶을 공유하는 자연계의 모든 생물에 많은 해로움을 주고 있다. 우리 나라에서는 공식적으로 내분비계 장애물질이라는 명칭을 사용하고 있으나 그 명칭에서도 유추할 수 있듯이 환경호르몬이란 흔히 이야기되는 性 호르몬물질등과는 구조적으로 커다란 유사성이 없으면서도 생체 내에서 性호르몬과 같은 작용을 하고 있는 화학물질을 의미한다고 할 수 있다. 미국 환경청의

자문위원회(EDSTAC)에서 1998년 6월 발표한 보고서 초안에서 정의한 내분비계 장애물질은 “과학적 원리, 자료, 유력한 증거, 예방 원리에 근거하여 - 개체나 그 후손, 개체의 집단 또는 아집단 수준에서 - 내분비계의 기능을 변화시키거나 건강 장애를 유발하는 외인성 화학물질 또는 혼합물” 이라고 정의하고 있다.

이와 같은 내분비계 장애물질이 우리 생활과 밀접하게 느끼게 된 이유로는 내분비계 장애를 유발하는 화학물질들의 대부분이 우리생활에 널리 쓰이는 제품의 성분으로, 때론 우리의 식탁에 오르는 식품 등의 생산에 널리 쓰이는 것으로서 우리들의 일상생활과 떼어 수 없는 필연성을 갖고 있다는 사실 때문이다. 이러한 내분비계 장애물질로 야기될 독성을 이야기 할 경우에, 우리가 또한 잊지 말아야 할 점은 극미량이라는 사실과 장기간에 걸친 노출이라는 현실성의 문제이다.

### 국가·기관의 '특성·관심도' 따라 분류물질 달리

내분비계 장애물질의 분류는 국가와 기관에 따라 약간씩 차이가 난다. 몇몇 국가의 기관 등에서는 그 목록을 게시하고 있는데 우리나라는 1998년 이후 환경부를 중심으로 한 대책회의 결정에 따라 현재 WWF(World Wildlife Fund) 목록을 위주로 한 정책을 집행해오고 있다. 세계야생생물기금(WWF)에서는 총 67여종(농약 41종, 산업용 화학물질 17종, 부산물 또는 대사산물 9종)을, 미국의 Illinois EPA는 74여종으로 세분하고 있는데 Known category(19종)는 동물과 일부 사람에서 내분비계 장애가 입증된 물질이고 Probable(29종)은 생물과 bio-assay에서 내분비계 장애 작용이 우세하다고 입증된 물질이며 Suspect(26종)는 생물에서는 증거가 부족하고 bio-assay에서만 입증된 물질로 세분하고 있다. 또 일본 국립의약품 식

품위생연구소는 총 140여종(가소제 9종, 플라스틱에 존재하는 물질 17여종, 산업장 및 환경오염물질 21종, 농약류 74종, 중금속 3종, 합성에스트로젠 8종, 식품 및 식품첨가물 3종, 식물에 존재하는 호르몬 유사물질 6종)으로 알려져 있다. 이렇듯 환경호르몬으로 분류되었으나 주요 관점이 환경생태계나, 식품 등이나의 관심도에 따라 주의를 기울이는 물질들이 조금씩은 다르며 또한 연구가 계속됨에 따라 분류되는 물질들이 추가되는 경향을 보이고 있다.

그러나 이 목록에 등재되어 있는 화학물질들에 관해서는 아직도 논쟁이 많아 여러 학자들의 과학적인 검토 등 몇 가지 깊이 생각해 보아야 할 점들은 있는 것 같다. 그리고 WWF 목록도 계속 보완되고 있으므로 정책당국에서는 목록의 변화, 즉 추가되거나 삭제되는 화학물질들에 대한 지속적인 관찰이 필요하리라 본다. 최근의 보완된 인터넷상의 자료에 의하면, 세계야생생물기금(WWF-International, www.wwf.org 또는 www.panda.org)에서는 환경호르몬 추정물질을 농약류, 중금속류, 유기염소계, 가소제와 계면활성제등으로 분류를 하고 있으며, WWF-Canada (www.wwf.ca)에서는 제초제 약 29종, 진균제 약 15종, 살충제 약 38종, 기타 살충제 4종 및 산업용화학물질과 오염원으로서 약 39여종 등 총 125여종을 분류해 놓았다. 이와 같이 국가간 또는 기관의 특성상의 관심도에 따라 분류하는 물질이 조금씩은 다르지만, 계속 되는 연구결과로 인해 계속 추가되고 확대되는 경향과 어떤 한 물질을 특정 짓기 보다는 그 물질의 대사산물이나 분해산



류 세 권

한국과학기술연구원 독성연구실

물, 이성질체 등도 포함시켜 넓은 범위로 분류 하려는 경향을 보이기도 한다.

이와 같은 화학물질들의 위험성을 극복하기 위하여 여러 독성 평가기술이 개발되어 OECD guideline for the testing of chemicals 등에 등 재되어 과학 선진국들을 중심으로 사 용되어 왔다. 또한 화학물질의 국가 간 이동이 빈번해지고 있어 이들 화학 물질의 독성자료가 국가간 상호 관심 사로 부각되고 있고 무역기술 장벽으 로까지 대두되고 있어 신속한 국가간



의 화학물질 독성자료 구축을 위한 준 비가 진행되고 있다. 이에 따라 신속 하고 인체 영향에 대한 정확한 판단을 내릴 수 있고 극미량 노출을 상정한 극미량으로 인한 독성영향을 탐지하 기 위한 민감한 독성 평가 방법의 개 발이 매우 절실하다 하겠다.

최근에는 분자생물학의 발달에 힘입 어 지금까지의 고전적인 독성 평가 방법에서 벗 어나 세포와 유전자를 활용한 신속하고 정확한 차세대 독성 평가 기법의 새로운 패러다임이 과 학 선진국들을 중심으로 활발히 International

harmonization 되고 있다. 이러한 움직임은 최 근에 표면화 되어 과학선진국들을 중심으로 1999년 3월 24~26일, 미국 워싱턴 DC에서 OECD와 ICH 가이드라인의 International Harmonization을 위한 IWGTP International workshop에서, 진보된 독성 평가 기 법들, 예를 들면, Transgenic system, thymidine kinase forward gene mutation, single cell gel electrophoresis, DNA binding/adduct assay 등을 주제로 한 회의가 열렸다. 그리고 필자가 자 주 강조하여 왔듯이 OECD를 비롯한 여러 독성 가이드라인의 고전적인 독 성평가기법들은 아주 빠르게 많은 변 화가 있으리라 믿고 있다.

모든 물질은 毒, 결국 量적인 문제가 중요한 요소

인간이 창조한 화학물질 스스로 통제하는 의무 지켜야

특히 최근의 분자생물학의 발달로 분자독성학의 연구기법이 활성화되 면서 DNA damage를 cell level에서 손쉽게 정량적으로 계산이 가능한 single cell gel electrophoresis (comet assay), 또한 포유동물 세포 나 동물에서 DNA 손상여부를 측정 할 수 있는 thymidine kinase gene forward mutation assay나 lac I gene을 target으로 개발된 Stratagene의 Big Blue와 lac Z gene을 목표로 개발된 Hazelton의 MutaMouse 와 같은 Transgenic mutagenesis system 등의 활용은 민감도가 매 우 뛰어나므로 낮은 농도에서도 독성탐지가 가 능하여 앞으로 화학물질의 발암성 예측 및 유 전적인 손상여부를 아주 용이하게 검출해 낼

수 있는 매우 진보된 연구기법으로써 가까운 장래에 가이드라인에 등재될 가능성이 매우 큰 연구기법이라 하겠다. 우리 나라도 고전적인 연구기법에서 하루 빨리 탈피하여 진보된 독성평가 기술의 확립 및 보급에 주력해야 하리라 판단된다.

### 과학적 분석·평가 통해 균형 잃지 말아야

여러 화학물질들에 대해서는 이러한 과학적인 독성평가 이외에도 특히 농약에 대해서는 과학적으로 완전히 이해하고 사용상에도 많은 주의와 관심을 기울여야 하는 것은 당연하다. 특히 농약을 직접 사용하는 농업관계자들에 대한 사용시의 철저한 적정량의 농약 사용법, 과량사용으로 인한 자기자신에 대한 피해와 부수적으로 발생하는 인간은 물론 나아가 인간이 생활하고 있는 자연생태계에 얼마나 커다란 피해를 줄 수 있는가에 대한 자연환경 2차 피해 같은 것에 대하여 농약자체의 독성의 강조와 더불어 실제 부적절하고 부주의한 농약사용으로 인한 피해 등을 예방 지도하려는 노력이 절실히 요구된다. 이러한 인식을 확고하게 심어 주려는 소극적이 아닌 행정력과 여러 관련 과학자들을 통한 적극적인 교육을 통해 화학물질로 인한 폐해를 최소화시키는데도 최선의 노력을 기울여야 할 것이다.

화학물질은 우리 인간이 만들었기 때문에 우리 인간 스스로가 잘 통제하지 않으면 안되는 어떤 의무가 있을 수밖에 없다. 그러므로 이 화학물질의 장점은 잘 활용하되 독성과 같은 단점은 사용자들에게 강조하여 피해를 최소화 하는 노력이 필요하리라 본다. 독성을 강조하는 것도 중요하지만 그 보다는 사용시의 부주의

및 과다 사용 등으로 인해 피할 수도 있는 독성을 야기해 일어나는 2차적인 피해는 실제 우리 주위의 실생활에서 일어날 수 있는 현실적인 독성이기 때문이다. 화학물질들의 장, 단점을 잘 이해하려는 노력과 더불어 사용상의 철저한 지도가 필히 선행되어야 하겠다.

독성학에서 독성의 발현은 흔히 용량-반응(Dose-Response)관계로서 유해물질의 양(量)적인 문제가 독성을 일으키는데 가장 중요한 요소라고 설명되고 있다. 독성학의 대부로 일컬어지는 파라셀서스(Paracelsus)는 「모든 물질은 독(毒)이다」면서 “양(量)적인 문제가 중요한 요소”라 하였다. 예를 들어, 우리 인간의 생존에 필수불가결한 물도 과량을 섭취하면, 결국은 인간을 치사시킬 수 있다는 평범한 이야기인지도 모른다. 그러므로 어떤 유해 물질이 극미량 검출되었다는 자체만으로 우리 국민 모두가 사회적으로 신경을 곤두세우는 분위기는 자제되어야 한다. 그보다는 그 양(量)적인 문제가 과연 우리 인간이 평생에 걸쳐 섭취했을 때 얼마나 큰 유해성을 나타내는가를 과학적으로 잘 분석하고 평가하여 현명하게 화학물질의 「유해성」과 「유익성」의 균형을 찾아가며 국민의 복리증진 및 사회와 국가발전을 도모해 나가야 하리라 본다.

모든 화학물질은 독성을 갖고 있다. 반면 우리에게 유익함을 주는 어떤 역할을 하고 있는 화학물질도 있는 것처럼 독성을 최소화 하고 안전성 확보를 위한 최선의 노력을 기울임으로써 화학물질의 가치를 잘 활용하는 현명한 지혜를 우리 인간이 갖추어야 할 것이다. 「독성」과 「안전성」, 「유해성」과 「유익성」은 이율배반적인 양면성을 갖고 있는 것이다. **농약정보**