

## 환경보건학적 위해성평가

양 원 호

대구가톨릭대학교 산업보건학과

### Risk Assessment in Environmental Health

Wonho Yang

Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu

#### 1. 서 론

환경보건학은 인간과 환경과의 관계에 있어서 인간을 주체로 한 보건문제를 다루는 학문으로서, 우리가 생활하는 여러 환경에서 우리의 전체적인 건강을 유지·증진시키는 데 필요한 지식과 기술을 연구하는 자연과학의 한 분야이다. 인간을 둘러싸고 있는 모든 환경요인들을 과학적으로 측정하고 연구하여 인간의 생활환경을 쾌적하게 개선해 나가고, 자연환경을 적정하게 보존해 나가며, 인간의 생리적 욕구를 충족시켜 보다 나은 생활을 영위할 수 있도록 하기 위해 연구하는 학문이라 할 수 있다. 세계보건기구(WHO) 환경전문위원회는 환경보건을 다음과 같이 정의하였다. 'Environmental sanitation means the control of all those factors in man's physical environment which exercise or may exercise a deleterious effect on his physical development, health and survival'. 즉 '환경보건'이란 인간의 생체적 발육, 건강 및 생존에 유해한 영향을 미치거나 미칠 가능성이 있는 인간의 이화학적 환경요인 모두를 관리하는 것이다. 따라서 이는 일부 사회과학의 영역까지 연관 지어 공부하기 때문에 학제적(學際的) 과학이라고 할 수 있다.

2006년 환경백서에 의하면 "환경관리 측면에서 기존의 매체중심 환경정책으로는 새로운 환경오염 추세와 국민들의 기대에 효과적으로 대처하는데 한계가 있으므로, 수용체인 국민 건강과 생태계 보호에 중점을 둔 통합적, 사전예방적인 환경보건 정책으로의 전환이 필요하다"라고 언급하면서 수용체(receptor) 중심의 환경보건정책을 제시하였다.<sup>1)</sup> 여기서 수용체란 오염물질을 감지할 수 있는 장소, 그 장소에 설치된 감지장치(sensor) 또는 측정 장치로서, 사람의 감각 역시 정량적인 것은 아니나 감지장치이며 수용체가 된다. 좀 더 정확하게 수용체는 환경오염물질에 노출되는 사람을 의미하여, 수용체 중심의 환경관리란 환경오염물질에 노출되어 건강영향을 받는 사람 중심의 환경관리를 의미한다고 할 수 있다.

수용체는 오염발생원과 상반되는 개념으로 사용되고 있다.<sup>2)</sup> 수용모델은 대기오염 배출원이 주변지역에 미치는 영향 또는 기여도를 응용통계학적으로 추정하는 학문이다. 수용모델의 응용은 가스상 및 입자상 대기오염원의 기여도 파악, 가시도에 영향을 미치는 오염원의 정량적 파악, 지하수 오염원의 정량적 파악 등 다양하며 환경과학 전반에서 이루어지고 있다. 특히 수용체인 사람의 노출평가에서 이용될 수 있다.

위해성 평가는 위험물질의 노출에 따른 나쁜 건강영향을 야기하는 요인을 평가하는 것이다(Risk assessment is the systematic evaluation of the factors that might result in an adverse human health effects resulting from hazard). 즉, 어떤 독성물질이나 위험상황에 노출되어 나타날 수 있는 개인 혹은 집단의 건강피해 확률을 추정하는 과학적인 과정이며, 사람이 환경적 위험에 노출되었을 경우, 발생 가능한 영향을 정성 또는 정량적으로 추정하는 과정으로 영향 또는 피해를 계량적으로 평가하고 이를 전달하는 것이다. 위해성 평가는 일반적으로 인간 건강 위해성 평가(Human Health), 생태학적 위해성 평가(Ecological), 산업장 위해성 평가(Industrial), 환경 위해성 평가(Environmental)로 구분할 수 있다. 환경보건학적 위해성평가란 결국 인간 건강 위해성 평가라고 할 수 있다.

위해성 평가는 환경에 존재하는 유해 환경오염물질의 노출에 따라 발생될 수 있는 사람건강과 환경 생태계에 미치는 나쁜 영향의 정도를 확률적으로 추정하기 위한 목적으로 수행된다. 실제 유해요인에 노출됨에 따라 나타나는 건강피해를 정확하게 사전 예측하는 것은 불가능하다. 환경유해요인의 거동의 복잡성, 생물계 반응의 다양성, 건강영향의 개인차 등을 정확하게 기술하고 위해성 모델링에 반영하기는 불가능에 가깝다. 따라서 위해성 평가에는 여러 가지 가정(assumption)과 불확실성(uncertainty)이 필연적으로 존재한다. 위해성 평가를 수행하는데 불확실성을 내포한 자료를 활용하며 여러 가지 가정에 근거하는 경우가 많기 때문에, 비록 수치로 위해성을 정량화하지만 그 수치가 정확한 과학을 반영할 수는 없다는 의구심이 존재한다. 그럼에도 위해성 평가가 현실적으로 필요하고 그 수요가 점차 확대되는 이유가 무엇일까?. 미래에 대한 추정(estimation)이라는 용어 자체가 내재적으로

E-mail: whyang@cu.ac.kr

Tel: 053-850-3739

Fax: 053-850-3739

불확실성을 갖고 있기 때문에 위해성 평가 도구의 활용성에 의문을 제기하기도 하지만, 위해성 평가는 개인 또는 집단이 건강 유해요인에 노출됨에 따라 발생하는 부정적 또는 긍정적 건강영향을 추정하기 위한 현재 가지고 있는 최선의 과학적 도구임을 부정할 수는 없다.<sup>3)</sup>

위해성의 개념은 환경보건 분야에 집중되어 있다. 어떻게 ‘충분히 안전한’ 개발 과정이 선택될 수 있는가? ‘충분히 안전한’ 개발이란 환경과 조화되는 개발 또는 환경·경제의 조화를 유지하는 지속가능한 개발(sustainable development)이다. 즉, 건강영향의 위해를 받을 수 있는 사람들뿐만 아니라 위해를 야기 시키는 사람들과 그것의 관리 및 책임이 있는 정책결정자들은 예상하지 못한 부작용을 허용수준으로 낮추거나 최소화시키는 것이다.

## 2. 본 론

### 2.1. 위해성평가

#### 2.1.1. 위해성평가의 개념

위해성이란 두 가지 단어적 의미를 가지고 있다. 그 한 가지는 불행 또는 위협에 대한 노출을 의미하는 유해성(hazard) 또는 위험성(danger)이며, 그리고 어떤 손실을 유발하거나 악영향을 일으키는 기회(chance) 또는 확률(probability)을 의미한다. 유해성이란 장해를 야기할 수 있는 물질이나 행동을 일컬으며 위해의 근원이라고 정의할 수 있다. 유해성(또는 위해도)이란 유해물질의 특정농도나 용량에 노출된 개인 혹은 집단에게 유해한 결과가 발생할 확률 또는 가능성(likelihood)으로 정의된다. 위해성평가는 처음에는 특정 기술에 대한 사고위험에 의한 위해 확률을 평가하기 위해 개발되었으나 위해성평가 방법론은 실험실에서 시험된 화학물질로부터 발생하는 발암영향을 평가하면서 가장 많이 발달하였다. 위해성평가 절차는 미국 국가연구위원회(NRC: National Research Council)에 의해 고안된 유해성 확인, 용량-반응 평가, 노출평가 및 위해성 결정의 주요 4단계이다(Fig.

1). 인간 건강 위해성평가(HRA: Health Risk Assessment)는 환경오염물질에 노출되어 나타날 수 있는 개인 혹은 인구집단의 건강피해 확률을 정성 또는 정량적으로 추정하는 과정이라 정의할 수 있다.<sup>4)</sup>

#### 2.1.2. 인간 건강 위해성평가

환경오염에 대하여 과거에는 피해의 유무, 즉 인과관계를 규명하는 것이 일차적 관심이었으나 구체적이고 정량적인 정보를 요구하는 현대 사회에서는 오염피해의 정도와 심각성을 계량적으로 평가하고 이를 홍보하는 것이 중요한 관심의 대상이 되고 있다. 또한 고도로 산업화된 사회에서 환경오염이 필연적인 수밖에 없다면 과연 우리 사회에서 허용될 수 있는 오염수준이란 어느 정도인가 하는 문제가 매우 중요하고도 어려운 숙제로 떠오르고 있다. 이러한 복잡 다양화되어 가고 있는 사회현상 속에서 이해관계와 불확실성으로 얽혀 있는 환경문제를 풀어나가기 위해서는 과학적이고 합리적인 방법론이 요구되고 있으며 이러한 방법론들이 환경관리정책의 기본이 되고 있다.

인간 건강 위해성평가는 이를 위해 제시될 수 있는 구체적 방법론으로 인식되고 있으며 환경오염 심화에 따른 인체 건강영향에 대한 관심의 증대, 사회적·행정적으로 독성 정보의 정량화, 현실성 있는 오염관리의 필요성, 기준치 제정, 제도시행 전후의 비용-효과분석이 가능하다는 점 등에서 현대에 들어 가장 주목 받고 있는 학문분야의 하나이다. 지금까지의 환경기술 개발이 대기, 수질, 폐기물, 토양의 오염매체의 발생원(source) 관리 중심으로 추진되어 온 것에 비하여, 환경오염물질의 피해를 받는 사람, 자연, 생태계 등 수용체(receptor)에 미치는 영향, 즉 위해성을 규명하는 기술에 중점을 두고 환경오염문제를 적극 해결하려고 하는, 수용체 중심의 통합환경관리 기반구축을 위한 제 3세대 환경관리라고 정의할 수 있다.<sup>5)</sup>

인간 건강 위해성평가를 하기 위한 첫 단계인 유해성 확인 과정은 사람이 어떤 환경오염물질에 노출되었을 경우, 과연

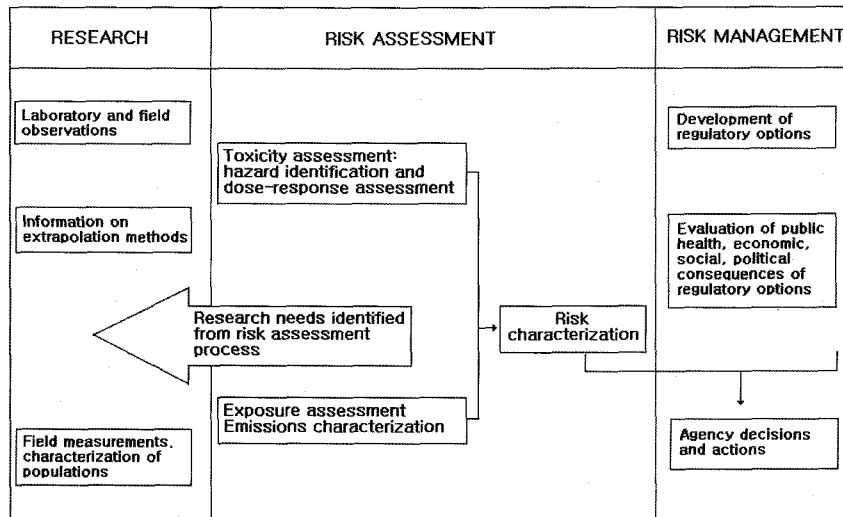


Fig. 1. 위해성평가 및 관리(US NAS/NRC).

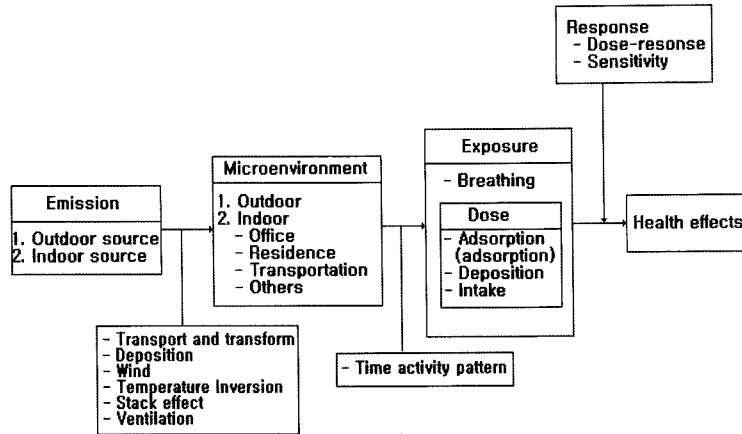


Fig. 2. 위해성평가에서 용량-반응의 개념.

유해한 영향을 유발시키는가를 결정하는 단계로서, 그 물질에 대한 모든 동물 실험자료 및 사람에 대한 자료를 토대로 유해성의 여부 정도를 확인하는 과정이다. 유해성 확인 과정에서 환경오염물질의 건강영향이 지적되었다면 그 다음에는 용량과 반응관계에 대한 평가가 이루어져야 한다. 즉, 용량-반응평가라 함은 인체가 유해물질의 특정 용량에 노출되었을 경우, 유해한 영향이 발생할 확률이 어느 정도인가를 추정하는 과정이다. 또한, 사람이 다양한 환경매체(공기, 음용수, 식품, 토양 등)를 통해 유해성이 확인된 유해물질에 과연 얼마나 노출되는가를 결정하는 노출평가 과정을 거쳐 용량-반응 평가에서 도출된 정보를 통합하여 특정 오염물질의 특정 농도에 노출되었을 경우, 개인이나 인구집단에서 암과 같은 건강영향이 발생할 확률을 결정한다. 4단계 과정 중 유해성 확인은 정성적 평가(qualitative risk assessment)에 속하고 용량-반응 평가, 노출평가, 위해성 결정은 정량적 평가(quantitative risk assessment)에 속한다.

1) 유해성 확인(Hazard Identification)

인간이 어떤 환경오염물질에 노출되었을 경우 유해한 건강영향을 유발시킬 수 있는 가를 결정하는 단계로, 유해성 확인 단계에서 수집한 자료는 과학 및 통계학적으로 평가한다. 즉, 역학자료, 독성자료, 인체를 대상으로 한 인위적 실험자료, in vivo, in vitro 실험자료, 물리·화학적 성질에 관한 자료 등을 토대로 발암·비발암물질에 대한 유해성 확인의 기본 자료로 이용 한다. 환경독성, 급성독성, 신경독성, 생식독성, 최기형성, 아급성, 만성독성, 유전독성, 발암성시험 등의 동물실험 자료와 인구집단에서 나타나는 질병의 발생과 분포에 관한 역학조사 자료 및 관련 보충 자료를 통해 가능한 모든 유해성 자료를 수집, 분류, 검토하여야 한다. 여러 영향 중 가장 낮은 최대무작용량(NOAEL: no-observed-adverse-effects level)을 갖는 유해성 자료에 관심을 가져야 하며 아울러 오염물질의 인체노출과 동물실험에서의 노출경로, 노출기간, 신뢰성 등을 고려한다. 오염물질의 유해성을 확인하기 위한 자료는 관련 데이터베이스(data base)를 활용하여 검색한다면 많은 시간과 비용을 절약할 수 있다. 예를 들면

미국 환경청(EPA)의 IRIS(integrated risk information system) 자료를 이용할 수 있다.<sup>6)</sup> 유해성 확인과정에서 환경오염물질의 건강영향이 지적되었다면 그 다음에는 용량과 반응단계에 대한 평가가 이루어져야 한다.

2) 용량-반응평가(Dose-Response Assessment)

인체가 환경오염물질의 특정용량에 노출되었을 경우, 유해한 건강영향이 발생할 확률이 어느 정도인가를 추정하는 과정이다. 일반적으로 발암성 물질과 비발암성 물질로 구분하여 가능한 정량적인 방법으로 수행한다. 규모, 공간적 규모, 지속시간, 약영향 그리고 그들에 관련된 확률들뿐만 아니라 원인과 결과 관계의 기술을 포함한다. Fig. 2는 실내 및 실외 환경오염원으로부터 오염물질 배출과 그 오염원에 노출된 사람의 건강영향 과정을 나타내고 있다. 여기서 인체에 흡착, 섭취, 흡입된 환경오염물질의 노출되어 인체에 흡수된 부분을 용량(dose)으로 명명할 수 있으며, 이 환경오염물질이 인체내 조직과 반응하여 건강영향을 일으킨다.

발암성 물질의 용량-반응 평가는 단위위해도(unit risk) 혹은 발암력(potency factor)으로 평가한다. 발암성 물질의 용량-반응 평가는 역치(threshold)가 존재하지 않는 것을 가정한다. 역치란, 노출이 역치보다 적으면 건강영향이 없는 것을 의미한다. 다른 경우, 즉 역치가 없는 예를 들면 벤젠 같은 물질들은 매우 적은 농도에서조차 건강영향이 인구집단 수준에서 발생될 수 있음을 나타낸다. 따라서 이런 오염물질들은 건강위해가 가정되는 안전한 수준은 없다(Fig. 3). 단위위해도(unit risk)는 어떤 농도에서 일생동안 노출되어 증가되는 발암위해도 위해도치의 95% 상한값으로서 ug/m<sup>3</sup> 또는 ug/L 당 위해도로 표현 한다(식 (1)).

$$\text{단위위해도} = \frac{\text{발암력}(\text{mg/kg/day})^{-1} \times \text{접촉률}(\text{m}^3/\text{day}) \times 10^{-3}}{\text{평균체중}} \quad (1)$$

여기서, 접촉률: 매체와 신체가 접촉하는 율로 국가간 민족간 차이가 있지만 일반적으로 호흡량은 20 m<sup>3</sup>/day로, 음용수는 2 L/day를 가정한다.

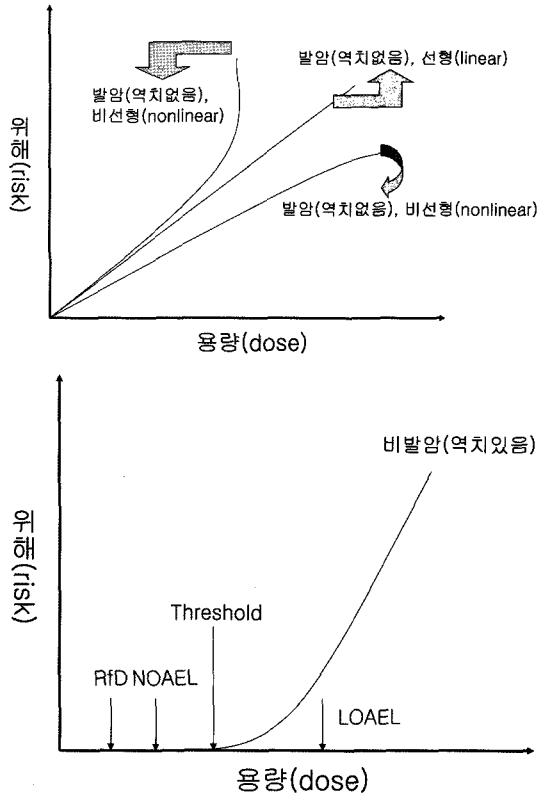


Fig. 3. 발암성 및 비발암성 물질의 용량-반응 곡선.

발암력은 평균체중(일반적으로 60 kg, 미국의 경우 70 kg)의 건강한 성인이 어떤 오염물질의 단위노출량(mg/kg/day)으로 오염된 환경매체에 기대수명(약 70년) 동안 노출되는 경우 발생 가능한 초과 발암확률 95% 상한값을 의미한다. 비발암성 물질의 용량-반응 평가는 기준노출량(RfD: Reference Dose)으로 평가하며, 비발암 독성물질의 경우는 일정 용량 즉, 역치용량 이상에서 노출되어야 유해영향이 관찰된다는 가정을 전제로 하고 있다. 기준노출량은 정상인이 어떤 물질에 평생 노출되었을 경우 유해한 영향이 발생하지 않을 것으로 기대되는 일일 노출허용량으로 정의 한다.

$$RfD = \frac{NOAEL \text{ 또는 } LOAEL(mg/kg/day)}{UF \times MF} \quad (2)$$

여기서, UF(uncertainty factor): 불확실성 계수, MF(modifying

factor): 변형계수, NOAEL(no-observed-adverse-effect-level): 약영향무관찰량, LOAEL(lowest-observed-adverse-effect level): 약영향관찰 최소량

3) 노출평가(Exposure Assessment)

평가대상 물질에 대한 사람에의 환경중 노출 강도(strength), 빈도(frequency) 및 기간(duration)을 측정 또는 평가하는 과정이다. 배출원, 환경오염 측정자료 또는 예측자료를 이용하여 환경 중 농도를 매개체(공기, 물, 토양, 음식물 등)에 의한 노출경로를 고려하여 인체의 일일 노출량으로 표현 한다(Fig. 4). 노출을 간단히 설명하면 사람과 오염물질이 하나의 환경내에서 공존하는 것을 의미하며, 노출을 정의할 때는 시간적 요소도 포함되어야 한다. 예를 들어 노출의 단위는 ppb-hr(또는 ug/m<sup>3</sup>-hr)로 표현하며 이것은 일정 기간 고정된 농도에 한 사람 또는 인구집단이 경험한 노출정도를 의미한다. 노출량은 개인 또는 집단의 다양한 생활양식의 변화에 따라 각각 환경오염물질이 호흡기를 통한 흡입, 피부접촉, 음식물 섭취, 토양 등에 의해 체내에 농축되어 나타난다. 만약 환경오염물질의 개인노출(personal exposure) 분석 결과 총 노출 중에서 자동차가 주요한 원인이라고 지적된다면 오염방지 대책은 차량의 매연 배출을 제한함으로써 도로 주변에서 일하는 근로자나 통행하는 사람들의 노출량을 줄일 수 있다.<sup>7)</sup>

Fig. 5는 실내 및 실외 공기오염물질이 발생원에서 확산·이동을 통해 실내 및 실외환경과 개인노출에 영향을 주는 요인과 과정을 나타내고 있다.

실외환경에서 광화학반응으로 생성되는 오존같이 반응성이 강한 물질은 실내환경으로 침투할 때는 건물의 벽이 필터(filter)로 작용할 수 있기 때문에 실외환경보다 실내환경은 농도가 일반적으로 낮다. 따라서 국가 정부기관에서 설치한 고정 측정망의 실외 대기환경의 오존농도로 개인 또는 인구집단의 노출을 예측·평가하면 그것은 잠재적(potential) 노출이며, 실재(true)의 노출을 과대평가 할 수 있다. 그리고 빌딩 등의 건축물의 환기시스템은 공기오염물질 제어장치 등으로 유입되는 실외공기의 농도를 낮출 수 있다.<sup>8)</sup>

대부분의 경우 실내환경은 휘발성 유기화합물 또는 분진 등의 공기오염물질 발생원을 가지고 있다. 실외 대기환경보다 상대적으로 실내환경에서 적은 발생원을 가지고 있더라도 밀폐된 실내에서는 고농도로 될 수 있다. 따라서 실내환

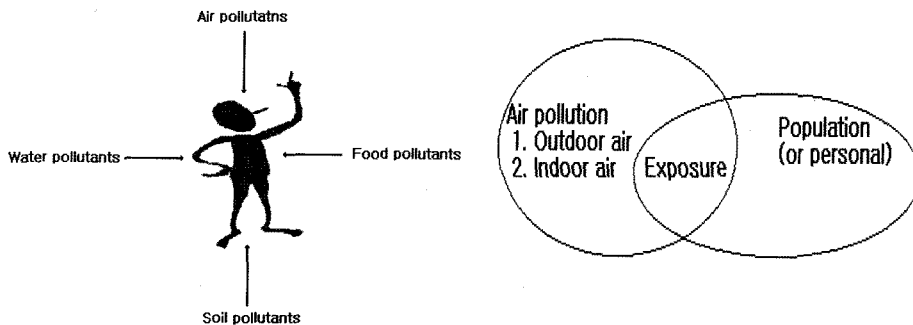


Fig. 4. 환경매체로부터 노출경로 및 인구집단 또는 개인에서 노출의 개념.

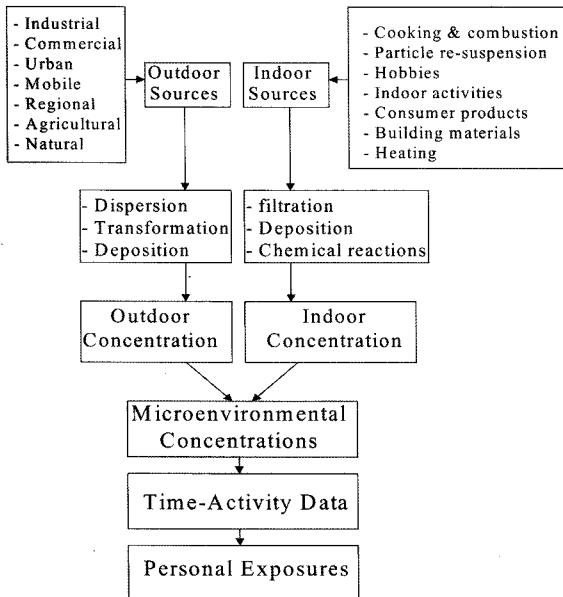


Fig. 5. 실내, 실외 및 개인노출에 영향 요인 및 발생원.

경에서 공기오염물질의 발생원이 있다면, 고정 측정망에서 측정된 실외 대기환경 공기오염물질로 개인 또는 인구집단의 노출을 예측·평가하면 그것은 앞서 기술했던 것 같이 잠재적 노출이며, 실제의 노출을 과소평가할 가능성이 있다. 인체 노출량(mg/kg/day)은 다음 식 (3)로 나타낼 수 있다.

노출평가 방법들은 배출계수(emission factor)를 이용한 환경오염물질의 총 생산량 및 배출량, 일반 환경중의 농도, 실내공기를 포함한 미세환경에서의 농도측정, 생물학적 지표(biological maker)를 이용 한다(Table 1).

4) 위해성 결정(Risk Characterization)

평가대상 물질에 대한 용량-반응평가 및 노출평가 단계에서 도출된 정보를 종합하여 지역주민의 평가대상 물질에 노출되어 유해영향이 발생할 확률을 결정한다. 앞 단계에서 행한 정량적인 계산 결과를 해석하고 계산상에서 수반될 수 있는 불확실성에 대하여 평가하여 의사결정에 적절히 적용할 수 있도록 하는 단계로 정책결정에 중심이다. 평가 기술들은 또 다른 것에 대한 위해성을 비교하거나 이익에 대한 위해성을 비교하려고 노력할 뿐만 아니라 판단될 수 있는 사회적 수용

Table 1. 노출평가 방법과 예측능력

노출평가 방법들	비용과 노출량·작용량에 대한 예측능력
- 총 생산량(유해물질) - 총 배출량 - 일반 환경중의 농도(대기환경 등) - 미세환경에서의 농도(주거실내환경 등) - 인간의 접촉량(개인시료 포집기 등) - 신체내 용량(혈액, 요 등 신체조직)	일반적으로 낮은 비용과 낮은 정확성 ↓ ↓ 일반적으로 높은 비용과 보다 높은 정확성

성에서 방법들을 제시한다. 위해성결정은 인체 노출량 산정 후 물질을 발암성·비발암성 물질로 구분하여 산정한다.

① 발암 물질의 노출에 따른 위해도

환경오염물질의 노출에 따른 초과 발암위해도를 산정한다(식 (4)). 이용된 가정들을 명시하고, 발생 가능한 불확실성을 반드시 기술 또는 분석하여야 한다. 초과 발암위해도가 일반적인 허용 위해도로서 무시해도 좋은 10<sup>-6</sup>의 위해도(de minimis risk level)를 초과하면, 허용 가능한 수준으로 간주하지 않는다. 발암물질 등에 대한 권고기준은 미국 환경청(EPA)에서는 백만명당 1명(1 × 10<sup>-6</sup>)의 초과 발암위해도가 발생하는 수준으로 정하고 있는 반면, WHO에서는 십만명당 1명(1 × 10<sup>-5</sup>)의 초과 발암위해도가 발생하는 수준으로 결정하고 있다.

$$Risk = \text{발암력}(mg/kg/day)^{-1} \times \text{노출량}(mg/kg/day) \times 1,000 \quad (4)$$

② 비발암성 물질의 노출에 따른 위해도

비발암성 물질의 노출에 따른 위해도 결정은 용량-반응 평가를 통해 산출된 기준노출량(RfD)과 비교함으로써 정량화한다. 위험지수(HQ: Hazard Quotient)가 '1'을 초과하는 경우에는 유해영향이 발생할 가능성이 있음을 제시해주며, '1' 이하인 경우에는 발생할 가능성이 없음을 제시한다(식 (5)).

$$Hazard\ Quotient(HQ) = \frac{\text{노출량}(mg/kg/day)}{RfD(mg/kg/day)} \quad (5)$$

5) 위해성 관리(Risk Management)

위해성평가는 궁극적으로 위해성관리의 정책결정을 위한 과학적인 자료를 제공하는데 있다. 위해성관리란 인체 및 생태의 위해를 감소시키기 위하여 대안을 제시, 분류, 선별하는 과정이다. 위해성평가 결과들은 바로 정책결정을 위하여 위해성 관리자들에게 환류(feedback)되는데 정책결정은 4가지의 기본 타입으로 분류해 볼 수 있다. 즉, 우선순위의 결정, 허용 불가능한 위해수준의 결정, 위해성을 감소시키거나 예방하기 위한 가장 적절한 비용-효과적인 방법의 선택, 위해를 저감시키고 없애기 위한 일련의 과정 등이다. 이 때 정책결정자들은 비용과 기술적 측면, 사회-정책적 측면에서 위해성평가 결과를 재검토하게 된다. 따라서 위해성관리의 최종 목표는 과학적으로 타당하며 비용-효과적이고 사회적, 문화적, 윤리적, 정책적, 법적인 고려를 통해 위해성을 감소시키거나 예방하는 행동을 종합하는 것이다.

수용가능한 위해(acceptable risk)란 어떤 사회가 기술 또는 활동의 이익에 대해 교환할 수 있으며 기꺼이 허용할 수 있는 위해를 의미한다. 위해 관리자가 잠재적 위해와 이익을 비교하고 가중치를 부여할 수 있는 역할을 할 수 있으며, 수용가능한 위해 수준을 결정할 수 있다(Fig. 6).<sup>9)</sup>

$$\frac{\text{오염도}(ug/m^3) \times \text{일일호흡률}(m^3/day) \times \text{노출빈도}(day/year) \times \text{노출기간}(year)}{\text{체중}(kg) \times \text{기대수명}(year) \times \text{평균노출기간}(day/year) \times 1000(ug/mg)} \quad (3)$$

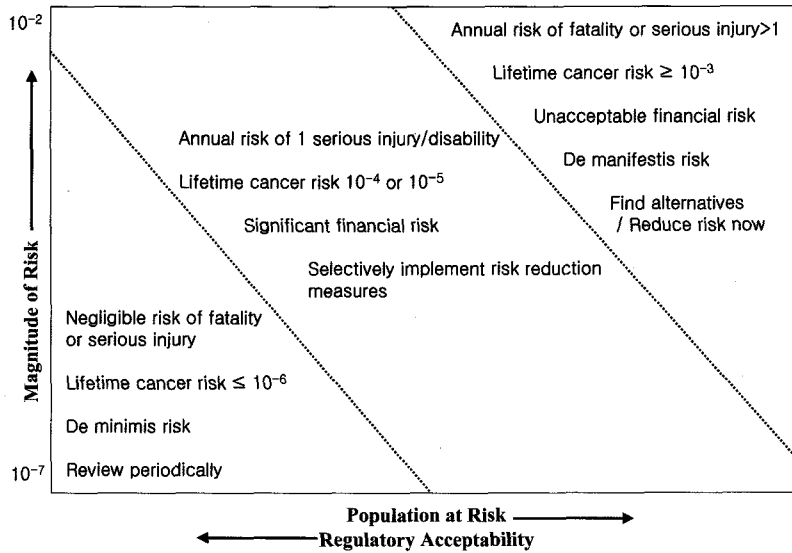


Fig. 6. 위해성 관리에서 위해를 기본으로 한 접근.

6) 위해도 전달

위해도 전달(risk communication)은 위해 또는 위해 관리 결정에 대하여 정보를 전달하는 과정이다. 즉, 개인 또는 인구집단에게 위해의 현존성, 본성, 심각성, 수용가능성 등의 정보를 제공하는 것이다. 위해도 전달의 주된 목적 중 하나는 공공적 논쟁과 연계하여 정책 결정자에게 더 좋은 정보를 제공하는 것이다. 예를 들면 법률적 소송에서 위해도 전달 과정은 과학적 증거를 설명하고 위해에 대한 과학적 지식을 요약 기술하는 것이다.<sup>10)</sup>

전달(communication)이란 용어 자체가 전달 및 수용의 의미를 갖고 있듯이, 그 과정 속에서 의미가 왜곡되거나 변형될 소지가 있다. 또한 위해에 대한 인식은 전문가와 일반인 사이에 상당한 차이가 있다. 그 만큼 위해도 전달은 중요하며, 최근에는 공중 및 개인분야에서 위해성관리의 필수적 요소로 인식되고 있다. 최근의 위해도 전달 노력은 공중의 위해 인식 및 위해성평가 방법을 기반으로 한 정책결정의 수용에서 나타나고 있다. 이것은 특별히 부모, 선생님 또는 빌딩의 재실자에게 관심이 되는데, 예를 들면 건축물에 거주하는 어린이가 설명되지 못한 증상으로 인한 부모의 두려움은 기술적인 위해도 전달의 중요성을 나타낸다.

3. 결론

인간은 자신의 주위 환경을 보다 쾌적하게 형성하기 위하여 부단한 노력을 계속적으로 하여왔다. 위해성평가 분야의 학문적 기원은 100년 전이지만, 이론적 방법과 응용이 이루어진 것은 불과 최근의 20~30년간으로 짧은 기간 동안의 발전임에도 불구하고 사람의 건강과 환경을 보호하기 위해 환경보건, 환경학, 독성학, 산업위생, 작업환경, 환경영향평가, 공학, 기후예측, 역학, 폐기물 매립 분야 등에서 이를 적용하거나 응용되어왔다. 이미 선진 각국의 여러 규제 및 연구 기관 즉 환경청, 산업안전보건청, 환경보건과학 국립연구소, 산업안전 및 보건국립연구소, 식품의약품 등의 기관에서는 위해성평가를 각종 기준치 설정 등의 정책결정(decision-making)과 목표정화수준의 방법으로 이용하고 있다. 환경보건학면에서 위해성평가는 환경오염물질의 수용체인 인간 건강 위해성으로 환경매체를 통해 호흡기, 소화기, 피부로 노출되어 발생할 수 있는 위해를 정량적으로 평가하는 도구이다. 21세기 환경정책이 수용체 중심의 환경관리임을 고려할 때 환경보건학적 위해성 평가는 그 중요성이 강조되고 있다고 할 수 있다.

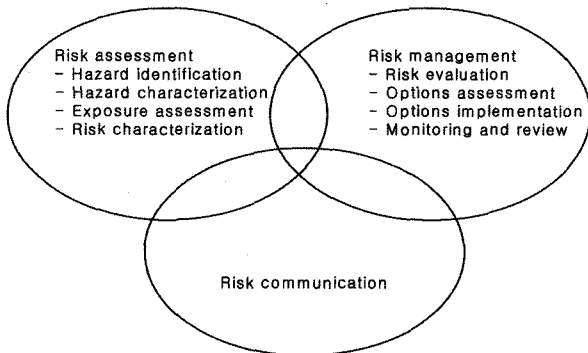


Fig. 7. WHO 위해 분석 구조.

참고문헌

1. 환경부. 환경백서, 2006.
2. Gorden, G.E. Receptor model. *Environmental Science & Technology*, **22**(10), 1132~1142, 1988.
3. World Health Organization. Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals. *Environmental Health Criteria* 210, WHO Geneva, 1999.
4. Henry, C. J., Fishbein, L., Meggs, W. J., Ashford, N. A., Schulte, P. A., Anderson, H., Osborne, J. S., and Sepkovic, D. W., "Approaches for assessing health risks from

- complex mixtures in indoor air: A panel overview," *Environmental Health Perspectives*, **95**, 135~143, 1991.
5. Miller, S. L., Anderson, M. J., Daly, E. P., and Miford, J. B., "Source apportionment of exposure to volatile organic compounds. I. Evaluation of receptor models using simulated exposure data." *Atmos. Environ.*, **36**, 3629~3641, 2002.
  6. US EPA. <http://www.epa.gov/iris/>.
  7. Ozkaynak, H., Ryan, P. B., Spengler, J. D., and Laird, N. M., "Bias due to misclassification of personal exposures in epidemiologic studies of indoor and outdoor air pollution," *Environment International*, **12**, 389~393, 1986.
  8. Skillas, G., Huglin, C., and Siegmann, H. C., "Determination of air exchange rates of rooms and deposition factors for fine particles by means of photoelectric aerosol sensors," *Indoor Built Environment*, **8**, 246~254, 2000.
  9. Kolluru, R. V., "Risk assessment and risk management: a unified approach," *Risk Assessment and Management Handbook*, Chap. 1., Wiley, 1996.
  10. World Health Organization. Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals, *Environmental Health Criteria 210*, WHO Geneva, 1999.