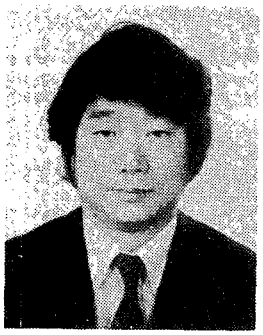
環境危害性 評價의 導入과 法制化



鄭 勇
〈延世大 醫科大學 教授〉

1. 서 론

현재까지 알려진 수많은 화학물질이 환경중에서 어떠한 運命(Fate)을 가지며 어떠한 影響(Effect)를 끼치느냐 하는 것을 알기위한 노력을 기울이기 시작한 것은 극히 최근의 일로서 특히 세계적으로 환경오염문제가 대두되기 시작한 이후라고 하여도 과언이 아니다.

인공적으로 合成製造되거나 精製되어 생산되는 化學物質들과 환경오염물질들에 대하여 자세히 그들의 생산과정, 用途와 利用性 그리고 환경에의 악영향을 파악치 못하고 있다.

근래에 사용되고 문제가 된 화학물질중 Dioxine(TCDD), Fluoro carbons, PCBs, Methyl Cyanide 등은 사회적으로도 큰 물의를 일으킨 것들이었다. 또한 수많은 化合物들이 이름조차 공개되지 않고 비밀로 생산되어 사용되고 있다. 더욱이 화학물질의 생산량은 인간활동의 증대와 더불어 급속히 증대되고 있다.

그러므로 가능한 한 인간이 사용하는 화학물질에 대하여서는 환경보전과 인간건강유지를 위하여 規制的(Regulatory)情報(Information)의 수집이 필요하여 문제성이 있는 것에 대하여서는 당국의 적절한 조처가 요구되는 것이다.

미국은 1975년 이래로 연방독성물질관리법(The Federal Toxic Substances Control Act, TSCA)에 따라 새로히 생산되는 제품, 새로이 사용되는 주요한 제품, 주요한 상품, 위험성을 내포한 화학물질에 대하여서는 생태학적 순환, 그리고 그 영향에 관한 자료를 제시토록 하고 있다. 또한 연방자원보전 및 재생법 (The Federal Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)에서는 유독 쓰레기의 매립처리의 경우, 滲出物(Leachates)에 대하여서는 유독물질의 정보를 또한 요구하고 있다. 물론 대기정화법(The Clean Air Act)및 수질정화법(The Clean Water Act)에서도 환경오염등에 관련된 유독성물질의 정보를 각 공장 및

오염물 배출자로부터 수집하고 있다.

아직까지 세계적으로 환경물질의 위해도분석(Risk Assessment)를 법제화하여 실시하고 있는 나라는 미국이외에는 없으나 앞으로는 국민의 요구와 과학발전에 따른 환경보전의 조화를 이루기 위한 노력의 하나로서 정보화되고 또한 법제화되어야 할 것이다.

2. 危害性評價의 기초개념

환경물질의 危害性評價(Risk Assessment)는 다음과 같은 定義들로 부터 結合되어 그 뜻을 파악할 수 있다.

"危害性(Risk)"은 바람직하지 못한 效果(Adverse Effect)의 정도와 확률적 척도이며, "評價(Assessment)"는 과학적이고 기술적인 자료와 실험결과의 분석(Analysis)를 뜻한다.

危害性評價를 通하여 汚染物質의 環境基準設定, 作業場에서의 有害物質 恕限度(Threshold Limit)등을 정할 수 있다. 近來에는 각종 발암물질에 대하여서도 많은 연구가 진행되고 있다.

세계적으로 危害性評價의 基礎的方法은 Kazmarek,E.A (Georgia-Pacific Corp,Altanta, GA, 1978)가 제시한 Bryan Loy Probit Model 또는 Linear Model을 가장 널리 適用하고 있다. 이것은 각종 實驗的 자료로 부터 無影響濃度(No-Effect Level)와 정도에 따라 영향농도를 外挿的으로 연장하여 각 濃度에서의 영향정도를 파악하는 古典的 方法이다.

Daniels, S.L (Dow Chemical Co.Midland, MI, 1978)이 제시한 危害性評價에 있어서 고려하여야할 항목을 보면 아래와 같다.

1. 毒物學的 無害농도수준
2. 관찰되지 않는 악영향
3. 評價의 必要性과 利點
4. 最適 실용성判斷
5. 恕限度 설정원칙
6. 발암성물질과 관련된 Delaney원칙
7. 물질의 직업적 사용정도
8. 물질의 일상소비정도
9. 자연배경농도
10. 직업적 폭로정도
11. 공중보건과 관련된 위해성
12. 다른 유해성물질과 비교

기초적으로 Wilson R (MIT, 1979)이 제시한 日常生活에서의 危害度를 分析한 것을 보면 다음 〈표-1〉과 같다.

〈표-1〉 미국인 백만인에 대한 死亡의 危險性

行 爲	危 險 性
흡연, 1.4 개피	발암, 심장병
음주, 0.5 ℓ의 포도주	간경화
탄광에서 1시간 체류	黑肺症
탄광에서 3시간 체류	사고
뉴욕 또는 보스톤에서 2일간 생활	대기오염으로 인한 심장병
카누로 6분간 여행	사고
자전거로 10마일 여행	사고
자동차로 30마일 여행	사고
제트기로 1000마일 여행	사고
제트기로 6000마일 여행	우주선에 의한 발암
벽돌 또는 돌집에서의 2개월 생활	자연방사선에 의한 발암
X-Ray 1회촬영	방사선에 의한 발암
흡연자 1인과 2개월 생활	발암, 심장병
1년간 과도한 염소속독한 수도물 음용	Chloroform에 의한 발암
12온스용 Diet Soda를 30병 음용	Saccharin에 의한 발암
PVC공장에서 20년 근무	Vinyl-chloride에 의한 발암
숯으로 구운 불고기를 100개를 먹는 경우	Benzo pyrene에 의한 발암
50년 동안 핵발전소의 5마일 이내에 사는 경우	방사선에 의한 발암

3. 환경위해성 평가의 접근방법

"이 세상에는 해롭지 않은 물질은 없다. 즉

안전한 것은 없다." 「 해롭다 」또는 「 해롭지 않다 」의 차이는 그 물질의 섭취량, 생물의 적응성 등에 따라 좌우되는것 뿐이다.

환경위해성 평가의 주 목적은 미래에 나타날 위험성에 대처하기 위한 것 (Perspectives)으로 인간과 생물로의 존재하는 모든 물질을 평가의 대상으로 한다. 그러므로 환경위해성 평가의 영향권은 생태계 (Ecosystem)의 전반을 다룬다.

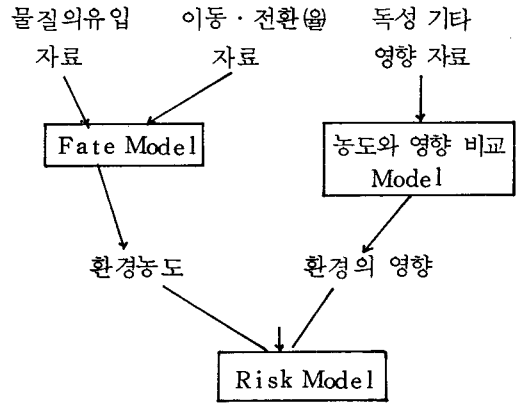
Conway R.A(Union Carbide Corp. South Charleston, West Virginia, 1982)가 제시한 다음의 중요 4가지 접근방법을 소개한다.

1) 推計統計學的 접근 (The Stochastic - Statistical Approach) :많은 실측된 자료로부터 어떤물질의 유해성 관계를 추정하는 방법

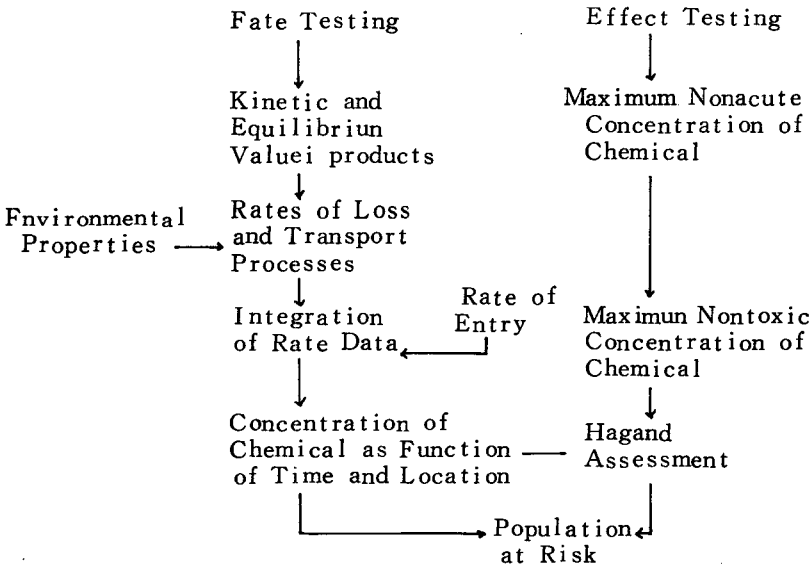
2) 生態系모델 접근 (The Model Ecosystem, "Microcosm" Approach) : 주어진 환경조건에 따른 물리학적 모델을 적용하여 화학물질의 운명과 그 영향을 추정할 방법

3) 決定的접근 (The Deterministic Approach) : 개개 물질의 환경중에서의 이동과 전환에 관한 단순 수학적 모델을 적용하여 접근하는 방법으로서 주요 몇가지 메카니즘을 그룹화하여 접근방법을 단순화한 후 사용한다. 화학물질이 환경에 영향을 미치는 농도를 예상하는 모델로 이용된다.

이 방법으로 TSCA에서 사전에, 즉 화학물질이 생산되기 이전에 미리 테스트하도록 권고하고 있다. 다음 〈그림 - 1 〉은 이 모델의 개략도이다.



〈그림 - 1〉 환경위해성 평가의 결정적 접근방법의 개략도



〈그림 - 2〉 유해성평가의 단계적접근

4) 背景水準比較접근 (The Baseline Level Approach) : 결정적 접근방법과 유사한 것으로 背景인 環境中에서의 영향을 고려하여 유해성의 정도를 판정하는 방법

이상의 접근방법들은 조사결과의 外挿하여 추정하는 것으로 각 모델들은 주어진 범위내에서는 충분히 바람직한 正確度를 갖어야 하여 비교적 적은 비용과 가능한 시간 및 자료가 제공되어야 할 것이다.

Mill, T가 Symposium on Environmental Fate and Effects of Organic Chemicals, American Chemical Society, Miami, Florida, September (1978) 에서 유해성평가의 단계적 검증방법을 표시한 것은 다음 〈그림 - 2〉와 같다.

4. 위해성평가 모델

위해성은 추계적인 방법으로 그 수준과 정도등을 평가하는 것으로 모델이 전제적으로 설정이 된후 이에 맞추어 그 영향을 추정하게 된다.

대체로 〈그림 - 2〉의 두 계통에 따라 Fate Model과 Effect Model의 동시에 적용된다.

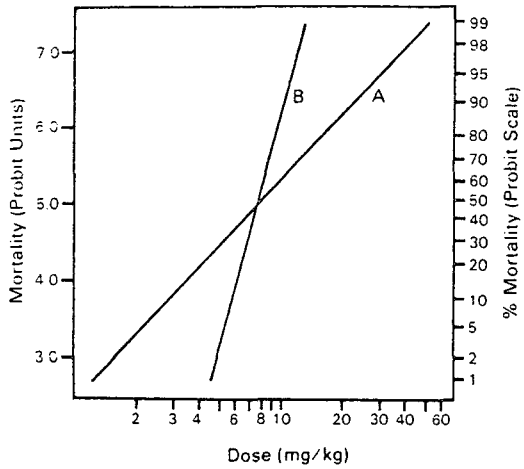
물질의 변화과정을 설명하는 Fate Model 은 대체로 환경중에서의 유동, 변이, 전환, 생분해, 축적 등을 동시에 설명할 수 있어야 한다. (아래式)

$$\left\{\begin{array}{l}\text{Rate of}\\ \text{Momentum}\\ \text{Accumulation}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Rate of}\\ \text{Momentum}\\ \text{in}\end{array}\right\}$$

$$-\left\{\begin{array}{l}\text{Rate of}\\ \text{Momentum}\\ \text{out}\end{array}\right\} + \left\{\begin{array}{l}\text{Sum of}\\ \text{Forces Acting}\\ \text{on System}\end{array}\right\}$$

Effect Model (영향모델) 은 일반적으로 양 - 반응 (Dose- Response) 관계로 부터 구하여진 모델을 사용한다. 〈그림 - 3〉

영향은 위해성을 나타내는 것으로 환경의 조건 생물의 종류 등에 따라 다르므로 경우에 따라



〈그림 - 3〉 **Dose-Response** 모델에 따른 치사율 (예)

모델링을 하여 사용한다.

이들의 구체적인 적용모델들은 다음 기회에 모아서 서술토록 하겠다.

5. 유해물질의 평가를 위한 테스트

유해물질 (특정유해물질) 을 발생하거나 함유한 새로운 물질에 대하여서는 엄격한 테스트가 요구된다.

미국의 TSCA에 따라 EPA에서는 생산자에게 사전조사보고서 (Premarketing Notification, PMN) 을 제출하도록 되어 있다.

TSCA의 PMN에 들어가는 테스트 가이드는 다음과 같다. 여기서 TIER O와 TIER I Level을 최소한도로 서술케 되어 있으며 가능한데로 TIER Ⅱ와 Ⅲ까지 작성토록 권고하고 있다.

TSCA 제시 Testing TIERS

TIER O

- 물질의 물리적 · 화학적성질
- 기초적 Mass Balance 분석
- 분석방법 (예비검사를 위한)

TIER I

- 급성독성테스트 : 동물
- 급성독성테스트 : 수생생물 및 조류
- 식물에 대한 독성테스트 (스크린 테스트)

· 환경중에서의 전환 및 분해테스트 (스크린 테스트)
· 만성 건강장해효과 (스크린 테스트)
· 분석방법 (정밀분석 및 응용성)

TIER Ⅱ

· 亞急性테스트 : 동물
· 기형성 및 재생산성 테스트
· 만성건강장해효과테스트 (구체적 테스트)
· 만성 독성테스트 : 수생생물
· 만성 독성테스트 : 식물
· 물질의 전환 및 분해테스트 (구체적 테스트)
· 생물농축테스트 : 수생생물
· 활성오니 독성테스트
· 보다 정밀하고 발전된 분석방법의 제시

TIER Ⅲ

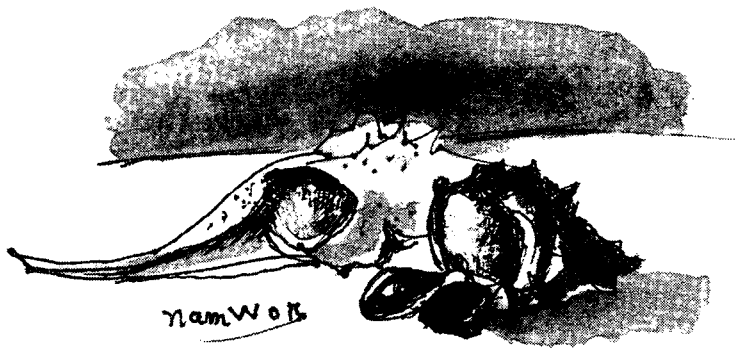
· 만성독성테스트 : 동물에 대한 장기조사
· 광화학적 분해테스트
· 토양에서의 이동 및 분해테스트
· 만성독성테스트 : 육상 및 수생생물
· 생체대사 연구
· 보다 발전된 분석방법 및 응용성 제시

6. 법 제 화

현재 우리나라에서는 새로운 화학물질의 생산 수입 및 상품화에 있어 이들의 환경중에서의 변화 그리고 환경오염, 생물농축 및 인간건강장해에 대한 것을 법적인 제도하에서 조사, 분석하여 평가하지 못하고 있는 실정이다.

과학이 발달하고 인구가 증가하며 인간활동이 보다 활발하여짐에 따라 보다 많은 화학물질이 합성되고 또한 이용될것이 확실하다.

현재 독극물관리법이 있으나 이것은 정해진 특정유해물질 및 몇가지 독극물에 대하여 그 관리를 위하여 제한된 규제기준을 제시하고 있을 뿐으로 앞으로 발생될 새로운 물질에 대하여서는 특별한 평가를 위한 조처가 없다.

또한 현재 사용되고 있는 화학물질중 그 위해성이 평가되어 이들의 규격기준, 사용기준, 안전성, 환경기준 및 작업장기준 등이 설정되어 있지 않은 것도 많다.

앞으로 보다 쾌적한 환경을 보전하고 인간의 건강생활을 영위하기 위하여서는 법적으로 규제적인 적어도 새로운 화학물질과 유독성이 있다고 판정되는 물질에 대하여서는 그 생산품 또는 상품에 대하여 「 위해성 평가 」 제도가 도입되어 실시되어야 할 것이다. *