

통합환경관리를 위한 매체 통합적 위해성 평가의 필요성 및 현황

신 용 승*

<목차>

- I. 머리말
- II. 매체 통합관리의 개념 및 필요성
- III. 통합 위해성 평가의 개념 및 현황
- IV. 통합 위해성평가를 통한 위해관리대책의 수립
- V. 맺는말

I. 머리말

환경이란 물, 공기, 토양, 그리고 생물계로 이루어진 하나의 시스템이며 매체별 환경관리는 한 매체에서의 오염문제를 다른 매체에서의 환경문제로 치환하는 것에 불과한 경우가 많다. 즉, 환경문제를 대기, 수질, 폐기물, 토양 등 환경매체별로 접근하여 어떤 매체에 대한 규제를 강화할 경우 다른 매체에 대한 압력을 증가시키는 경향이 있다. 그러므로 ‘매체별 환경관리’ 또는 ‘특정매체 중심의 환경관리방식’은 때로는 비효율성을 초래하거나 정책의 실패로 이어질 가능성이 잠재해 있다¹⁾.

최근 들어 급격한 산업화에 따라 배출원이 다양해지고, 여기서 배출되는 오염물질 역시 다양한 유해화학물질이 포함되는 등 점차 환경오염문제가 복잡·다원화되는 양상을 나타내고 있다. 이러한 복잡한 환경

* 한국환경정책평가연구원 책임연구원, 공학박사

1) 정희성, 「배출업소에 대한 통합오염관리방안 연구, 한국환경기술개발원, 1996.

오염 문제를 효과적으로 해결하기 위하여 선진국에서는 ‘통합 환경관리체계’ 구축을 21세기 주요 환경정책 방향으로 설정하고 이와 관련한 연구·개발 및 제도도입을 적극적으로 추진하고 있는 추세이다. 우리나라도 환경부의 21세기 환경정책의 방향으로 ① 환경친화적 경제 사회 체계 구축, ② 사전예방정책, ③ 통합환경관리정책, ④ 수요관리정책, ⑤ 시민참여의 환경정책, ⑥ 지구환경보전 정책과 남북환경협력 등을 제시함으로써 통합환경관리체계의 구축을 향후 주요 추진과제로 발표한 바 있다²⁾.

그러나 통합 환경관리의 개념은 배출원 통합관리에서부터 오염매체 통합관리에 이르기까지 매우 포괄적이고 광범위한 개념과 대상을 담고 있다. 선진국에서 매체통합적 환경관리가 가장 활발하게 적용되고 있는 분야가 바로 유해화학물질 관리정책이라고 할 수 있다. 유해화학물질은 환경중에 미량으로 존재하며 매체간 이동·분배하는 다매체 거동 특성을 지니고 있어 관리정책수립에 있어서도 ‘매체 통합적’ 또는 ‘다매체 접근방법’(multi-media approach)이 요구된다.

또한 최근 환경정책의 패러다임이 사전 예방적 환경보건정책으로 변화함에 따라 유해물질이 국민 건강 및 생태계에 미치는 영향을 통합적으로 고려하여 수용체 중심의 위해성 관리대책을 마련하고자 하는 정책적 수요가 증대되고 있다. 수용체 중심의 위해성 관리대책 수립을 위해서는 무엇보다도 수용체를 중심으로 하는 매체 통합적 위해성 평가가 필요하다. 이에 본 논문에서는 최근 국내외적으로 강조되고 있는 매체 통합적 위해성평가의 개념과 필요성을 고찰하고 국내외 추진 현황을 소개함으로써 통합환경관리 측면에서의 함의를 짚어보고자 한다.

2) 환경부, 「환경백서」, 2001.

II. 매체 통합관리의 개념 및 필요성

‘통합환경관리(Integrated Environmental Management)’란 환경오염간의 상호관련성에 대한 인식을 토대로 환경을 하나의 시스템으로 파악하여 총체적인 영향을 파악하고 이에 대처하는 총체적인 접근방법(holistic approach)의 하나라고 할 수 있다. 이러한 통합환경관리 개념은 과거 전통적인 매체별 접근이 새로운 환경문제의 등장과 비효율성의 벽에 부딪히면서 새로운 대안으로서 대두되기 시작하였다.

‘통합 환경관리’라는 용어는 크게 (1) 환경정책과 경제정책 등 여타의 국가정책간의 통합, (2) 대기·수질·토양 등 환경매체간의 통합관리, (3) 특정오염현상에 대한 저감대안의 통합적 최적화 등의 의미로 혼용되고 있으나 대체적으로는 환경매체간의 통합관리의 의미로서 통용되고 있다³⁾. 이러한 개념들 가운데 기존의 전통적인 배출원관리에서 배출물질중심으로 환경관리의 관점이 이동되면서 환경중에서 오염물질의 변환 및 이동을 규명하고 이를 토대로 오염매체를 통합관리하려는 경향이 생겨나고 있음에 특히 주목할 필요가 있다.

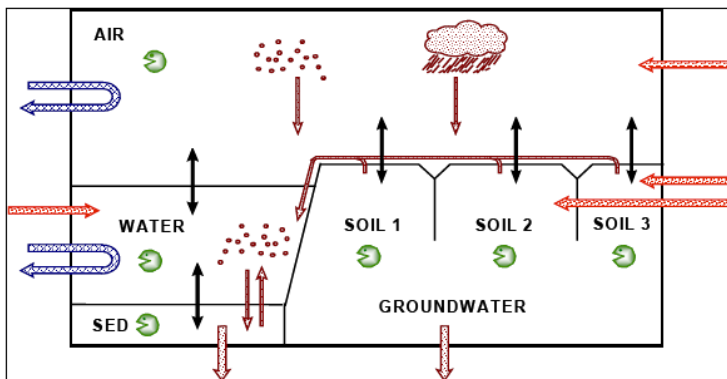
- ① 오염매체 : 개별매체 중심에서 모든 매체를 종합적으로 관리
- ② 환경기준 : 화학적 환경기준에서 화학적, 생물학적, 물리학적 기준의 종합관리
- ③ 관련학문 : 개별학문 중심에서 학문분야간의 공동작업을 통하여 환경을 관리하는 접근
- ④ 수 용 체 : 주로 인간의 건강에 초점을 맞추던 관리정책에서 벗어나 인체 및 생태계 영향을 모두 고려한 종합적인 관리기술

일찍이 선진국에서는 환경오염의 원인물질로서의 화학물질의 중요성을 인식하고, 유해화학물질의 위해성관리를 위한 다매체적 접근방법을

3) 정희성. 상계서. 1996.

채택하고 있다. 지금까지의 환경관리개념이 개별 매체로의 오염물질의 배출과 이로 인한 인체 및 생태계에 대한 노출영향을 저감하는 차원이었다면, 앞으로의 환경관리는 매체간 오염물질의 이동·분배를 포함한 거동해석에 기초한 다매체적 접근방식을 요구하고 있다. 이러한 환경관리에 있어 다매체적 접근방법에 대한 논의는 1984년 미국의 환경보존재단(Environmental Conservation Foundation)과 US EPA가 공동으로 주최한 『새로운 차원의 오염원 관리』(New Dimensions of Pollutant Control)에서 시작되었다.

환경 중으로 배출된 유해화학물질들은 대기 중에서 지표면으로 침강하여 토양이나 식물에 축적되거나 매립지 침출수로부터 하천으로 흘러 들어가 어패류에 축적되거나 농약 등에 의해 토양이나 식품으로 이동하고 생물체로 축적되는 등 환경 중에 지속되고 잘 분해되지 않으며 여러 매체로 이동, 축적된다. 또한 대기나 수체 또는 이동하는 생물종들을 매개로 하여 국가간 경계를 넘어 장거리 이동을 하는 것으로 전 세계적으로 그 발생의 억제나 모니터링과 처리에 대한 관심이 증가되고 있다. 이와 같은 오염물질의 다매체 환경적 특성은 일찍이 여러 연구자들에 의해 지적되어져 왔으며, 최근에는 다매체적 접근방법을 통한 오염물질의 관리가 하나의 정책적 수단으로 자리잡아가고 있다.



<그림 1> 유해화학물질의 다매체거동 특성

오염지역을 중심으로 수체나 토양, 대기 등 개별 매체에서의 유해화학물질을 관리하고자 한 전통적인 환경관리에서는 주로 해당 매체로의 배출량 삭감이 일반적인 정책방안으로 제시되었다. 하지만 최근의 환경관리정책은 점차 환경과 인체를 동시에 고려하고 이에 대한 유해물질의 노출 및 영향까지 고려하는 경향을 취하고 있다. 더 나아가서 단일 매체가 아니라 다매체를 동시에 고려하는 방향으로 ‘매체 통합관리’의 개념이 확산되고 있다. 또한 정책집행의 내용과 방법에 있어서도 점차 이러한 개념이 구체화되어가고 있는 실정이다.

III. 통합 위해성 평가의 개념 및 현황

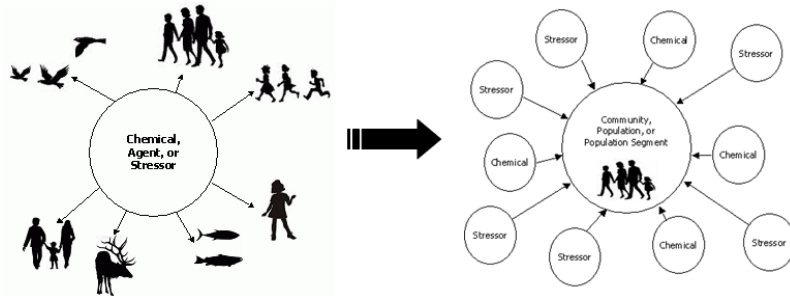
1. 개념 및 정의

지금까지 유해화학물질에 대한 위해성평가는 개별 유해화학물질에 대한 평가와 관리 목적으로 하는 ‘화학물질중심의 위해성 평가 (Chemical-focused risk assessment)’로서 진행되어 왔다⁴⁾. 이를 통해 인체위해성에 근거한 매체별 화학물질 환경기준 또는 생태위해성에 근거한 매체별 화학물질 환경기준과 오염원관리방안이 제시되어왔다. 그러나 기존의 화학물질 중심의 위해성 평가 체계는 수용체에 대한 다양한 유해원인의 다매체, 다경로 노출 현실을 반영하는데 한계가 있다. 즉, 모든 유해원인과 경로별로 관리방안을 제시하는 것은 비효율적이며, 상대적 노출 기여도가 큰 경로를 파악하지 못할 경우 이에 대한 관리를 소홀함으로써 위해도 저감 효과가 떨어질 수 밖에 없다. 또한 화학물질 중심의 전통적인 위해도 평가 체계에서는 실제 수용체가 경험할 수 있는 모든 잠재적인 노출경로가 충분히 반영되지 못하는 문제와 영유아, 어

⁴⁾ Kurt Fedra, "Integrated risk assessment and management: overview and state of the art", *Journal of Hazardous Materials* , No. 61, 1998.

린이 등 보다 민감한 집단을 포함하는 다양한 집단에 대한 고려가 충분하지 않다는데 문제가 있다.

이러한 화학물질 중심의 위해성평가 및 관리의 한계를 극복하고자 최근 수용체의 관점에서 다양한 유해화학물질에 대해서 다매체, 다노출경로의 총노출을 평가해서 위해도 평가 및 관리방안을 수립을 시도하는 ‘수용체중심의 위해성 평가(Receptor-oriented risk assessment)’가 강조되고 있는 추세이다. 수용체 중심의 위해성 평가 및 관리에서는 다양한 유해물질 또는 유해요인의 다양한 경로를 통한 총노출을 고려하여 경로별 기여도를 반영한 위해도 관리 방안을 제시하고자 하며, 그 결과 매체별 노출기여도를 반영한 매체별 환경관리기준과 위해도 저감 방안이 제시될 수 있다.



<그림 2> 수용체 중심의 위해성 평가로의 환경관리 패러다임 변화

국내외적으로 90년대 중반까지 위해성평가의 대상은 단일 매체에 존재하는 단일 유해물질에 대한 노출을 개별적으로만 고려하였으나, 90년대 후반부터 현재까지는 다양한 노출경로를 통해 여러 유해물질에 동시 노출에 따른 위해도를 평가하기 위한 방법 개발되고 있다.

<표 1> 통합 위해성평가의 발전단계

과거	현재	현재의 요구 (미래)
1990년대 초중반 : 단일물질, 단일매체 위해도 평가	1990년 후반 ~다물질, 다매체 위해도 평가	현재의 요구 반영 수용체 중심 다물질, 다매체 통합 위해도 평가
단일 유해물질	여러 유해물질	복합 유해물질
여러 오염원	여러 오염원	복합 오염원
단일 매체 환경거동	다매체 환경거동 (Macro-environmental fate and transport)	중층적 다매체 통합 환경거동(Macro- and micro environmental fate and transport)
단일 노출경로	여러 노출경로	다물질 다매체 노출 경로(aggregate/cumulative exposure analysis)
유해물질별 인체건강기준	평균적 개인에 대한 유해물질 및 노출경로 특이적 위해도	민감집단을 포함하는 다양한 집단에 대한 다매체 노출에 의한 위해도
정성적 불확실성	정량적 불확실성	정량적 불확실성 (Uncertainty)과 변이성(variability)
단일물질 노출 독성 영향 특성 분석	다물질 노출 독성 영향 특성 분석	노출 및 독성영향 특성 (toxicity/exposure profile) 및 수용체 특성 분석(receptor profile)

다매체 통합 위해성평가 기법의 특징은 1) 복합적인 오염원에서 기인하는 복합적인 유해물질에 2) 다매체 경로를 통해 노출된 3) 복합적인 수용체 집단을 대상으로 4) 수용체의 특성을 고려하여 위해도를 평가하고 5) 불확실성 평가와 함께 변이성 평가 결과를 반영하여 위험인구를 산정한다는 점을 들 수 있다. 즉, 통합 위해성평가는 다물질, 다매체 및 다경로, 다수용체(Multi-agents, multi-media & multi-routes, multi-receptors)의 노출평가를 기반으로 한다고 할 수 있다.

통합 위해성 평가의 정의는 위해성 평가의 통합 대상과 목표에 따라

서 각기 다르게 정의되고 있다. 예를 들면, 세계보건기구(WHO)에서는 통합 위해성 평가(Integrated Risk Assessment)에 대하여 “인간, 생물, 자연자원의 위해성평가 과정을 하나로 결합한 과학적 접근방법”으로 정의함으로써 인체 위해성평가와 생태 위해성 평가의 통합을 중심으로 논의가 전개되고 있다. 통합 위해성 평가의 대상물질로는 내분비계장애물질(EDs), 잔류성유기화합물질(POPs)등이 주요 대상물질로 다루어지고 있다⁵⁾. 이에 비해, 유럽에서 추진되고 있는 통합오염관리(IPPC)에서는 오염물질이 각 매체를 통해 노출되는 경로 및 생애주기를 종합적으로 고려하여 오염물질이나 행위에 대한 위해성 평가로서 통합 위해성 평가를 정의함으로써 매체통합관리와 전생애주기평가를 강조하고 있다⁶⁾.

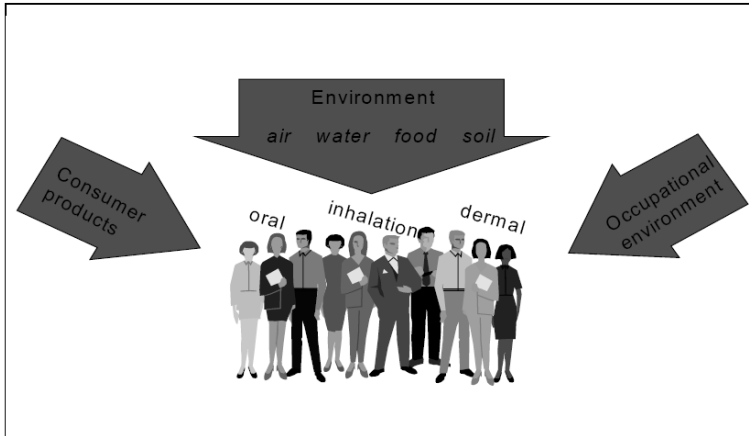
한편, 국내에는 아직 통합 위해성평가에 대한 명확한 정의가 내려지고 있지는 않으나 「국민 건강보호에 기반한 통합 위해성 관리 연구」를 통해 통합위해성평가를 ‘매체 간 거동이 활발한 유해화학물질에 대한 매체통합적 위해성평가’로 정의한 바 있으며, 이러한 매체 통합적 위해성평가를 통하여 궁극적으로 유해화학물질에 대한 다매체적 관리방안(예컨대, 다매체 환경기준)을 수립하는데 목적을 둔다⁷⁾.

이상의 논의들을 종합적으로 정리하면 통합 위해성평가는 “화학물질, 황사, 전자파 등 다양한 환경위해우려요인(stressors)들에 대해서 민감집단을 포함하는 인체 및 생태계에 미치는 복합적 영향(mixture effect)를 다양한 노출경로를 통해서 파악함으로써 총 위험도(total risk)를 산정하는 위해성평가의 절차와 방법”으로서 정의할 수 있을 것이다.

5) WHO, *Integrated Risk Assessment*, WHO/IPCS/IRA/01/12, 2001.

6) N. Haigh and F. Irwin(eds.), *Introduction to Integrated Pollution Control; "Integrated Pollution Control in Europe and North America"*, Washington D.C., The Conservation Foundation, 1990.

7) 환경부, 「국민 건강보호에 기반한 통합 위해성 관리 연구」, 2006a.



<그림 3> 다매체/다경로 노출 및 통합 위해성평가의 개념

2. 통합 위해성평가의 국내외 현황

기존 화학물질 중심의 위해성평가의 문제들을 극복하기 위하여 현재 수용체 중심의 다물질, 다매체 통합 위해성평가 기법의 필요성이 미국과 유럽 등 국외에서 활발하게 제기되고 있으며, 이에 대한 여러 프로토콜도 미국 EPA를 비롯한 여러 기관에서 제시하고 있는 실정이다.

(1) 국외 현황

1) 단일물질에 대한 위해성평가 사례

- 인체 위해성평가: EPA와 ILSI(International Life Science Institute)에서는 단일물질에 대해 다매체·다경로 위해성평가(aggregate exposure assessment)를 수행하였다⁸⁾.
- 생태 위해성평가: EU의 인체 및 생태위해성 위해성평가 기술지침서(EUC, 2003)와 수질환경기준 설정에서는 단일물질에 대한 생태 위해

⁸⁾ S. Olin, *Aggregate Exposure Assessment*, ILSI Workshop Report, 1998.

성평가지 수질, 퇴적물, 생체 등 다매체에 대한 평가방법을 제시한 바 있으며⁹⁾, 네덜란드의 RIVM의 경우 매체간 정합성 분석(coherence test)을 통해서 매체별 최대허용농도(MPC)를 최종적으로 결정하고 있다¹⁰⁾.

2) 다물질 다중노출에 대한 위해성평가 사례

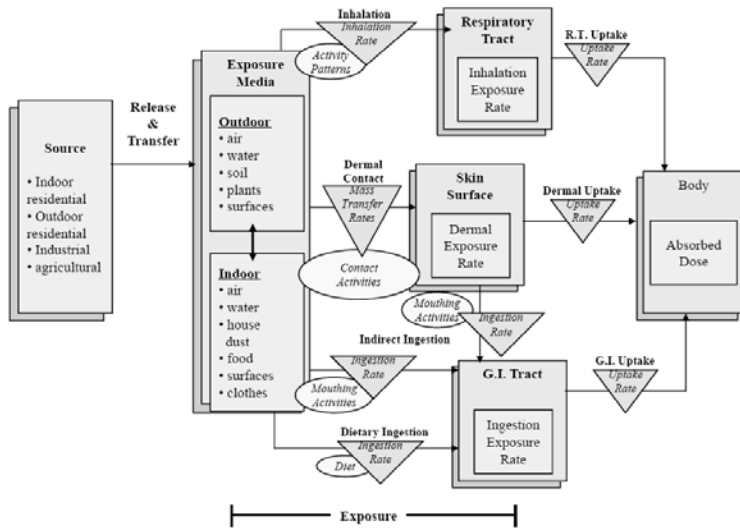
- 인체 위해성평가: 미국 EPA에서는 동일 독성기작을 보이는 유기인계 농약(organo phosphates), 메틸카바메이트(N-methyl carbamates), 트리아진(triazines), 클로로아세트아닐라이드(chloroacetanilides)등에 대해서는 동시에 여러물질에 대해 노출평가를 수행하고 복합독성영향을 평가하는 다물질·다매체·다경로 위해성평가(cumulative risk assessment)를 적용하고 있다¹¹⁾. 또한 EPA에서 다중노출을 고려한 위해성평가는 실내(실내공기, 음용수, 집먼지, 식품섭취등)와 실외(대기, 수질, 토양등)의 동시에 다매체에 대하여 흡입(inhalation), 피부접촉(dermal contact), 섭취(ingestion)등의 다매체/다경로 노출을 고려함으로써 인체에 영향을 미치는 총 노출량을 구하는 방식으로 수행되고 있다¹²⁾.

⁹⁾ Sofia Gamito, "Water Framework Directive: Defining the Ecological Quality Status in Transitional and Coastal Waters", Sustainable Use and Development of Watersheds, Springer Netherlands, 2008.

¹⁰⁾ Meent, D. Van de and J.H.M. de Bruijn, "A modeling procedure to evaluate the coherence of independently derived environmental quality objectives for air, water and soil". *Environmental Toxicology and Chemistry*. 14: 177-186, 1995.

¹¹⁾ US EPA, *Guidance on Cumulative Risk Assessment of Pesticide Chemicals That Have a Common Mechanism of Toxicity*, 2002.

¹²⁾ US EPA, *Compendium of NERL-sponsored children's exposure data and tools for assessing aggregate exposure to residential-use pesticides in support of the August 2006 reassessment*, 2005.



<그림 4> 미국 EPA의 다매체/다경로 인체 노출평가 개념도

- 생태위해성 평가: 미국 EPA에서는 16종 PAHs에 대하여 수질환경기준을 제시한 바 있으며, 캐나다 환경청(Environment Canada)에서도 이와 유사한 방법으로 노닐페놀 및 노닐페놀 에톡실레이트의 상대독성치(relative toxicity potency)를 이용하여 수질환경기준을 제시한 사례가 있다¹³⁾.

(2) 국내 현황

1) 위해성평가 현황

국내에서도 유해화학물질을 원인으로 하는 환경오염과 국민보건의 관계성을 인식하게 되면서, 90년대부터 위해성평가, 독성평가기술, 건강영향평가 관련 연구들이 학술과제로 수행된 바 있으며, 90년대 후반

¹³⁾ Environment Canada, *Priority Substances List Assessment Report: Nonylphenol and its Ethoxylates*, 2001.

부터 내분비계장애물질의 유해영향에 대한 국가차원의 장기적인 조사 사업이 시행되고 있다. 또한 2000년에 들어오면서 화학물질 관리체계 개선을 위한 위해우려물질의 위해성평가 및 관리사업, 잔류성유기오염 물질(POPs) 협약 대응사업 등의 유해화학물질 관리를 위한 기반사업을 추진 중에 있다¹⁴⁾.

또한 환경부에서는 국내 유해화학물질관리와 관련된 중요 정책사업으로 위해우려물질관리 기본계획을 '02년에 수립한 바 있으며, 기본계획에 따라 '03 ~ '07년에 I 단계 사업이 추진되었다. I 단계 사업에서는 잔류성 및 생물축적성 등 환경거동특성, 독성, 그리고 배출량 자료를 활용해서 추정된 인체위해도를 이용해서 위해우려물질 선정하고, 초기 위해성평가를 통해서 대기, 물, 토양 등 자연환경을 통한 인체노출에 근거해서 위해우려지역 선정한 후 지역단위 상세 위해성 평가를 실시하였다. 현재는 II 단계 사업계획('07 ~ '10)에 따라 위해대책 수립사업이 추진 중에 있으며, 위해우려물질의 매체통합 위해성평가를 통한 위해 관리대책수립과 관련된 연구가 진행되고 있다¹⁵⁾.

그러나 인체노출에서 중요하게 작용하는 식품이나 실내공기 등 생활환경을 통한 노출량이 반영되지 못하거나, 어린이와 같은 민감집단의 노출특성을 반영하지 못하는 등 수용체 중심의 인체 위해성평가와는 다소 거리가 있는 것으로 평가된다. 여러 유해화학물질에 대한 복합노출에 따른 독성영향을 고려하지 않고, 개별 화학물질에 대한 위해도 평가만을 수행하고 있는데, 납의 경우에는 다매체노출평가를 통해서 간접적으로 계산된 노출량과 혈중 납농도 자료로부터 독성역학모형을 이용해서 추정한 총노출량이 유사한 결과를 보여주는 다매체 통합노출평가를 통한 위험인구를 산정한 바 있다.

14) 환경부, 「환경보건 10개년 종합계획(2006~2015)」, 2006b,

15) 환경부, 「2단계 위해우려물질 관리사업(2007~2010) 기본계획(안)-통합위해성 평가·관리 로드맵」, 2007.

2) 국내 법적 근거

현행 국내법상 매체 통합적 위해성평가에 관한 규정을 적시하고 있는 법령은 아직 없다. 다만 『환경보건법』제4조(기본이념)에서 “수용체 보호의 관점에서 환경매체별 계획과 시책을 통합·조정해야 한다”, 제6조(환경보건종합계획의 수립)에서 “수용체 중심의 통합적 환경기준 마련에 관한 사항”을 포함함으로써, 간접적으로 매체 통합적 위해성평가 및 관리의 필요성을 명시하고 있다.

한편, 최근 입법 예고된 환경보건법 시행령 제10조(환경유해인자의 위해성평가 및 관리) 2항과 3항에는 다음과 같이 매체 통합 위해성평가를 위한 절차와 방법을 마련할 것을 명시하고 있다¹⁶⁾.

“(환경보건법 시행령 제10조 2항) 환경부장관은 위해성평가 결과 환경유해인자의 주요 노출경로가 식품 섭취 등 관계 중앙행정기관의 소관사항과 관련성이 높다고 판단되는 경우에는 관계 중앙행정기관의 장에게 그에 대한 위해성평가 실시 및 위해저감대책 수립을 요청할 수 있다.

(환경보건법 시행령 제10조 3항) 환경부장관은 위해성평가를 실시하기 위한 절차와 방법 등을 규정한 지침을 마련하여야 한다.”

현재 환경부에서는 통합 위해성평가를 위한 절차와 방법을 규정한 지침을 마련중에 있다¹⁷⁾.

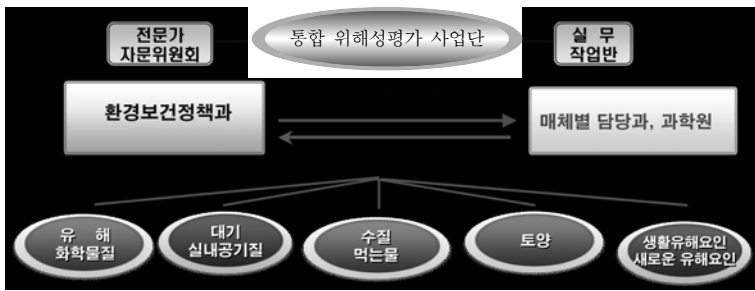
3) 행정조직 현황

위해우려물질에 대한 통합 위해성평가는 환경부내 ‘환경보건정책과’에서 담당하고 있다. 한편, 환경부는 수용체 중심의 매체 통합적 위해성평가 및 관리를 위하여 각 매체국간의 업무협조 체계 구축을 위하여 ‘통합위해성평가 사업단’을 구성·운영중에 있다¹⁸⁾.

16) 환경부, 「환경보건법 시행령안(환경부 공고 제2008-275호)」, 2008a.

17) 환경부, 「매체통합 위해도 관리를 위한 정책기반구축」, 2008b.

18) 환경부, 「국민 건강보호에 기반한 통합 위해성 관리 연구」, 2006a.



<그림 5> 환경부 통합 위해성평가 사업단 구성 및 역할분담

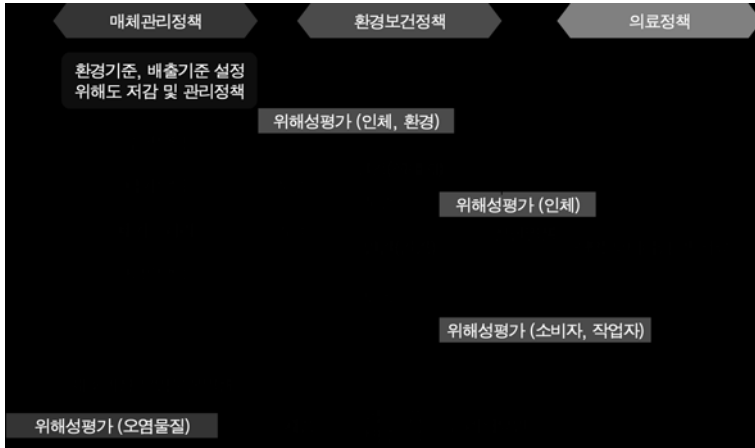
IV. 통합 위해성평가를 통한 위해관리대책의 수립

환경기준과 배출허용기준은 대표적인 매체별 환경관리수단이라 할 수 있다. 그런데 우리나라의 환경기준 또는 배출허용 기준의 경우 오염상태나 위해성평가 결과등의 설정 근거가 부족하여, 적절하게 설정되었는지에 대한 신뢰성이 떨어지는 것으로 평가되고 있다. 현재 대부분의 국내 환경기준은 최초 설정시 주로 외국의 자료들을 수집·분석함으로써 설정된 수치로서, 이후 차츰 보완이 이루어져 왔지만 아직도 이를 충분히 극복하지 못하고 있다¹⁹⁾.

매체 통합적 관점에서 볼 때 매체별 환경기준은 수용체에 대한 다양한 노출경로로부터의 총 노출량 또는 총 위해도에 따라 매체별 오염 기여도 또는 위해도 기여도를 고려하여 설정하는 것이 바람직하다. 이때 수용체라 함은 생태계, 인간을 포함하며 노출경로는 환경매체(대기, 수질, 토양 등)와 생활매체(제품, 식품, 음용수 등)를 포함하게 된다. 현재 특정수질유해물질, 특정대기유해물질 등에 일부 물질에 대해서는 매체별 위해성평가를 통하여 관리기준을 설정하고 있다. 그러나 앞서

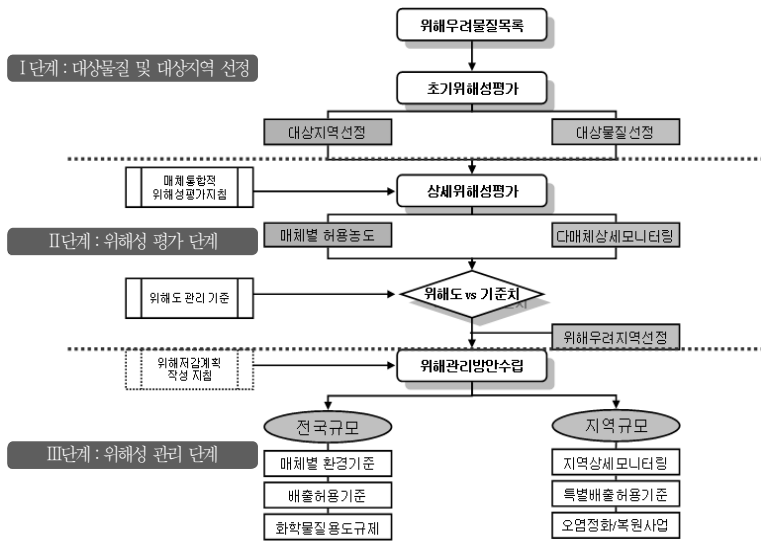
¹⁹⁾ 신용승·이동수·구현정, 「오염매체 통합관리를 위한 유해화학물질의 다매체 환경기준 설정에 관한 연구」, 2004.

지적인 대로 수용체에 가해지는 총 노출을 고려할 때 매체간 상호작용을 고려한 매체 통합적 위해성평가에 기반하여 설정하여야 할 것이다 (그림 6).



<그림 32> 매체별 관리정책 수립시 통합 위해성평가의 활용

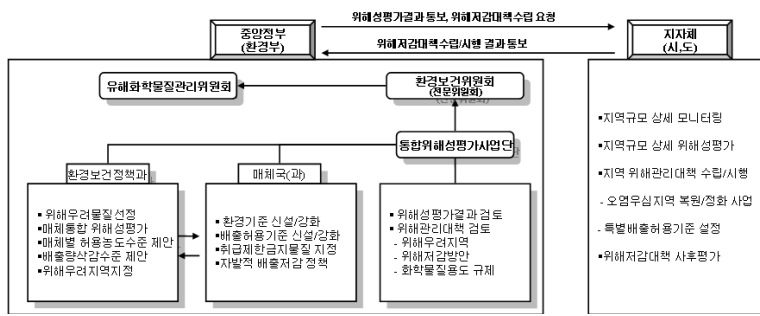
다음 그림 7은 매체 통합적 위해성평가를 통한 위해도 관리체계의 흐름을 나타낸 것이다. 유해화학물질의 위해성 관리단계는 크게 대상물질 및 대상지역 선정단계, 위해성평가 단계, 위해도 관리단계로 구분할 수 있다. 세부적인 평가 대상물질과 지역이 결정되면 다매체 모니터링을 통하여 매체 통합적 위해성평가를 실시하고 위해도를 산출한다. 평가 대상물질에 대한 지역별, 매체별 위해도를 바탕으로 전국적으로 또는 지역적으로 위해도 저감이 필요한 지 여부를 결정하여 환경기준설정, 배출허용기준설정, 화학물질 용도규제 등의 위해도 관리대책을 수립·시행하게 된다.



<그림 7> 매체 통합적 위해성 평가 및 관리 흐름도

한편 그림 8은 매체 통합 위해성평가를 통한 위해도 저감체계의 참여 주체별 업무분장 체계를 나타낸 것이다²⁰⁾. 환경보건정책과는 매체 국과 지자체와 협조하여 다매체 환경농도 모니터링을 바탕으로 매체 통합 위해성평가를 실시하고, 이에 기초하여 위해저감대책을 수립·제안한다. 각 매체국은 매체 통합 위해성평가결과와 위해저감대책에 대한 검토를 통해 매체별 관리대책을 수립한다. 이러한 일련의 과정은 기본적으로 통합위해성평가 사업단을 통해 추진되는 것을 원칙으로 한다.

20) 환경부, 「위해도 저감체계 연구」, 2008c.



<그림 8> 매체 통합 위해성평가를 위한 참여주체별 역할분담 체계

이상의 매체 통합적 위해성평가 및 관리를 효율적으로 수행하기 위해서는 무엇보다도 이에 필요한 기술적, 제도적 인프라구축이 필요하다. 우선 매체 통합적 위해성평가의 절차와 방법을 표준화하여 지침형태로 제공할 필요가 있다. 또한 노출평가에 필요한 노출인자에 대한 국내 자료확보와 이를 DB화하여 제공함으로써 위해성평가의 불확실성을 최소화하는 노력이 필요할 것으로 사료된다. 끝으로 이러한 매체 통합적 위해성평가와 그 결과에 따른 위해저감대책 마련에 이르기까지의 의사결정 주체 및 절차를 정하고 이를 기존 환경보건법상의 하위규정에 반영함으로써 제도적으로 정착시키는 것이 필요할 것이다.

V. 맺는말

매체 통합적 위해성평가 또는 통합 위해성평가는 수용체에 대한 다경로/다매체 노출을 평가하고 이를 통해 수용체에 미치는 총 위해도를 평가·관리한다는 측면에서 볼 때 IPPC가 추구하는 매체 통합관리의 개념과 일치한다고 볼 수 있다. 최근 환경관리의 주요 관심물질은 전통적인 오염물질에서 벗어나 유해화학물질로 중심이 옮겨가고 있는 추세이다. 유해화학물질은 일반적인 오염물질과는 달리 여러 매체에 거쳐

이동·분산되는 다매체적 거동 특성으로 인하여 매체 통합적 관리를 요하는 특성을 갖는다.

따라서 매체 통합적 위해성평가는 통합 환경관리정책을 구현하는데 기반이 되는 기술로서 매우 중요한 기술적 틀이라 할 수 있다. 현재 환경부에서 위해우려물질관리사업과 연계하여 추진하고 있는 매체 통합적 위해성평가 사업은 이러한 점에서 매우 의미가 있다고 본다. 이러한 기술개발과 경험축적을 통하여 머지 않아 우리나라에서도 명실상부한 통합 환경관리가 구현될 수 있을 것으로 기대한다.

투고일 2009. 2.6., 심사완료일 2009. 2.16., 게재확정일 2009. 2.24.

참고문헌

국내 문헌

- 신용승·이동수·구현정, 「오염매체 통합관리를 위한 유해화학물질의 다매체 환경기준 설정에 관한 연구」, 2004.
- 정희성, 「배출업소에 대한 통합오염관리방안 연구, 한국환경기술개발원, 1996.
- 정희성·변병설, 「환경정책의 이해」, 박영사, 2003.
- 환경부, 「환경백서」, 2001.
- 환경부, 「국민 건강보호에 기반한 통합 위해성 관리 연구」, 2006a.
- 환경부, 「환경보건 10개년 종합계획(2006~2015)」, 2006b.
- 환경부, 「2단계 위해우려물질 관리사업(2007~2010) 기본계획(안)-통합위해성 평가·관리 로드맵」, 2007.
- 환경부, 「환경보건법 시행령안(환경부 공고 제2008-275호)」, 2008a.
- 환경부, 「매체통합 위해도 관리를 위한 정책기반구축」, 2008b.
- 환경부, 「위해도 저감체계 연구」, 2008c.

국외 문헌

- ECU(European Chemicals Bureau), Technical Guidance Document on Risk Assessment, 2003.
- Environment Canada, Priority Substances List Assessment Report: Nonylphenol and its Ethoxylates, 2001
- N. Haigh and F. Irwin(eds.), Introduction to Integrated Pollution Control; “Integrated Pollution Control in Europe and North America”, Washington D.C., The Conservation Foundation, 1990.
- Kurt Fedra, “Integrated risk assessment and management: overview and state of the art”, Journal of Hazardous Materials , No. 61, 1998.

- Meent, D.Van de and J.H.M. de Bruijn, "A modeling procedure to evaluate the coherence of independently derived environmental quality objectives for air, water and soil". *Environmental Toxicology and Chemistry*. 14: 177-186, 1995.
- Sofia Gamito, "Water Framework Directive: Defining the Ecological Quality Status in Transitional and Coastal Waters", *Sustainable Use and Development of Watersheds*, Springer Netherlands, 2008.
- US EPA, Compendium of NERL-sponsored children's exposure data and tools for assessing aggregate exposure to residential-use pesticides in support of the August 2006 reassessment, 2005.
- US EPA, Guidance on Cumulative Risk Assessment of Pesticide Chemicals That Have a Common Mechanism of Toxicity, 2002.
- WHO, Integrated Risk Assessment, WHO/IPCS/IRA/01/12, 2001.
- S. Olin, Aggregate Exposure Assessment, ILSI Workshop Report, 1998.

<Abstract>

Review on the Current Status of Integrated Multimedia Risk Assessment for Implementing Integrated Environmental Management in Korea

Shin, yong-seung

The environment is comprised of various multi-media including air, water, soil and so on. Numerous kinds of hazardous chemicals are increasingly emitted into the environment from various emission sources, which makes it more complex and difficult to resolve the environmental problems. Since hazardous chemicals behave interactively in the multi-media environment by being transferred and/or partitioned from one medium to another, it requires so-called 'multi-media approach' to assess their fate in the environment and to develop appropriate policy measures. Medium-specific environmental management of hazardous substances may result in the failure of environmental policies. Currently, 'integrated environmental management' has become a new paradigm for the management of hazardous chemicals in many countries.

Furthermore, receptor-oriented risk assessment and management is currently pursued as one of tools for the integrated environmental management. In receptor-oriented approaches, decision is made based on the total risk arising from multi-exposure pathways, which may be called 'Integrated Multimedia Risk Assessment' and compared to aggregated and/or cumulative risk assessment as carried out in the united states or EU countries.

In this paper, basic concepts and policy needs for integrated multimedia risk assessment are introduced and current status in Korea and other countries including united states and EU is reviewed. Ministry of Environment Korea empha-

sizes the importance of integrated risk assessment and management of hazardous substances and gives efforts to construct technical and instrumental infra-structures for implementing such policy initiatives. In Korea, it is expected that the integrated environmental management will come true in near future as being supported by integrated multimedia risk assessment.

주제어 : 통합환경관리, 매체통합적 위해성평가, 유해화학물질, 다매체 접근 방법, 수용체 중심의 위해성평가

Key-words : Integrated environmental management, Integrated multimedia risk assessment, Hazardous substances, Multimedia approach(Receptor-oriented risk assessment