

환경영향평가에 있어서 건강위해성평가 기법의 활용방안에 관한 연구

구자건, 정용

연세대학교 환경공해연구소

A Developmental Methodology of Environmental Impact Assessment : Application of Health Risk Assessment

J. K. Koo, Y. Chung

The Institute for Environmental Research

Yonsei University, Seoul

Abstract

Environmental Impact Assessment(EIA) is defined as an activity designed to identify and predict the impact on the environment. In the process of an EIA, the quantitative evaluation is generally performed for the air and water quality which have the national environmental quality standards. But the predicted values for the air and water quality are simply compared to the environmental standards. At present, the EIA process of Korea has no consideration for the possible human health risk resulting from the development projects. Environmental Health Impact Assessment(EHIA) is an applied methodology of EIA to estimate the acceptable health risk caused by a specified level of environmental pollutants. Estimating the excessive lifetime risk that is a possibility of dying of a certain disease by environmental contaminants, is useful as an evaluation technique of EHIA.

It is recommended the decision-makers to make efficient use of EHIA not only the development projects but also legislative proposals, policies and programmes in future.

keywords : Environmental Impact Assessment, Risk Assessment, excessive lifetime risk, Environmental Health Impact Assessment

I. 서 론

Munn의 정의¹⁷⁾에 의하면 환경영향평가(Environmental Impact Assessment, EIA)란 입법적 제안이나 정책, 프로그램, 개발사업 등이 자연환경과 인간의 건강, 복지에 미치는 영향을 예측·평가할 수 있도록 한 제도

이다. 미국의 경우, 환경관련법의 모체가 되는 NEPA (National Environmental Policy Act)에 환경질(environmental quality)에 영향을 주는 행위로 기술적, 사회경제적, 입법적, 제도적 요소를 고려하고 있다.¹⁰⁾

그러나 한국의 경우에는 '환경영향평가' 대상을 15개 개발사업으로 제한하고 있으며 환경에 미치는 '영향'

역시 ‘개발사업의 시행으로 인한 환경의 변화’로 제한적으로 정의하고 있다.⁹⁾ 환경영향평가 대상사업 적용 기준 역시 면적 위주로 되어 있어 사업면적이 적어도 환경에의 영향이 큰 유해화학물질 제조·유통 관련 산업시설은 평가 대상사업에서 제외되는 문제점을 안고 있다. 또한 환경에의 악영향은 인체나 생태계내 생물체의 피해로 나타나는 데에 비해 이를 과학적으로 예측·평가할 수 있는 방법론은 극히 제한적이거나 충분히 활용되지 못하고 있다는 지적이 있어왔다.

위해성평가(Risk Assessment, RA)란 자연적 혹은 인위적 요인에 의해 위해(risk)가 발생할 확률을 과학적 방법으로 예측하는 기법이다. RA는 다양한 분야에서 활용되고 있는데 환경오염물질로 인한 인간 건강과 생물체에의 영향을 예측·평가하는 방법으로 독성학(toxicology)에 기초를 둔 환경위해성평가(Environmental Risk Assessment, ERA) 또는 건강위해성평가(Health Risk Assessment, HRA)가 U.S. Environmental Protection Agency(EPA)를 비롯한 선진 외국 기관에서 널리 활용되고 있다.¹⁰⁾

한국의 경우 1980년대 중반 이후 ‘위해성(위험성)평가’ 기법을 환경영향평가에 적용시키기 위한 방법론에 관한 연구^{3), 4), 5), 8)}와, 이를 도시계획 과정에 적용시키기 위한 응용연구^{11), 12)} 및 수질·대기질 오염물질에 적용시킨 사례연구^{2), 6), 7)}가 있었으나, 건강위해성평가가 행정적 절차로서 제도화되어 있지는 않다.

이 연구는 건강위해성평가 기법을 한국의 환경영향 평가에 도입하여 현행의 환경영향평가 행정적 절차 내에서 활용할 수 있는 방법을 개발하기 위한 기초연구로서, 환경영향평가와 건강위해성평가 두 가지 방법론의 비교·문헌고찰을 통해 연구를 수행하였다.

II. 환경영향평가와 건강위해성평가의 방법론 비교

EIA는 환경보전에 영향을 미치는 개발사업을 수립함에 있어서 환경보전의 관점에서 최선의 안을 선택하

는 것으로서, 과학적 사실에 근거를 두고 객관적, 논리적으로 작성하되 정량화가 가능한 경우에는 정량적 방법으로, 정량화가 곤란한 경우에는 객관적, 정성적 방법으로 예측, 분석하도록 되어 있다.⁹⁾

이에 따라 EIA는 ‘환경현황 조사’, ‘영향의 예측 및 분석’, ‘예측 분석에 따른 평가’, ‘대안의 비교’, ‘저감대책의 수립’, ‘사후환경관리계획’과 같은 주요단계를 거쳐 개발계획 수립의 타당성 여부를 결정하게 된다. 환경보전 분야에서 활용되고 있는 HRA는 환경중에 존재하는 유해물질에 의한 개인 및 집단의 건강위해도(health risk)를 예측, 평가하는 정량적 방법으로서 ‘위험성 확인’(hazard identification), ‘용량-반응 평가’(dose-response assessment), ‘노출평가’(exposure assessment), ‘위해도 결정’(risk characterization)과 같은 주요 4단계를 거쳐 수행된다.²⁰⁾

‘위험성 확인’ 단계는 환경오염물질이나 새로운 화학물질이 사람에게 유해한 결과를 초래하는지를 결정하는 정성적인 평가 단계이며, ‘용량-반응 평가’는 환경오염물질의 양과 이에 노출된 인구 집단에 나타나는 건강 영향 사이의 상관관계를 함수로서 표시하는 단계이다. ‘노출평가’는 사람 및 동물이 환경중에 존재하는 원인물질에 노출되는 강도, 빈도 및 기간을 측정·평가하는 단계이다. ‘위해도 결정’은 앞에서 수행된 ‘용량-반응 평가’와 ‘노출평가’ 결과를 토대로 다양한 조건 하에서 인체 및 동물에의 영향을 평가하는 최종 단계이다. EIA와 HRA의 방법적 절차는 Table 1과 같이 4 단계로 요약될 수 있다.

그러나 EIA에 있어서 정량적 평가 기법은 환경 ‘영향의 예측 및 분석’에 한정되어 있으며 ‘대안의 비교’와 같이 객관적 평가가 중요한 부분에 있어서는 정량적 평가 방법이 활용되고 있지 못하다. 물론 EIA에는 환경에 미치는 영향으로서 risk의 개념이 포함되어 있으며 경제적 가치로의 계량평가 방법이 있으나²²⁾ 건강위해의 개념은 충분히 고려되어 있지 않다. 그러나 건강위해의 개념은 역학적 연구방법론을 토대로 HRA에서 다양한 정량적 측정, 평가 방법이 개발되어

Table 1. Comparison of EIA and HRA Process

Steps	Environmental Impact Assessment	Health Risk Assessment
Step 1	Identification of the Present Environment	Hazard Identification
Step 2	Prediction and Assessment of the Environmental Impact	Dose-response Assessment
Step 3	Presentation of Methods to Reduce the Adverse Effect on the Environment	Exposure Assessment
Step 4	Alternatives and Post Environmental Management Plan	Risk Characterization

왔다.¹²⁾

Table 2의 EIA와 RA의 특성 비교표에서 보듯이, EIA의 경우 환경오염 물질에의 인체 '노출' 개념과 이의 정량적 평가 개념이 포함되어 있지 않다. RA의 경우 역학 자료(epidemiologic data)와 동물독성 자료(animal toxicologic data)를 이용해 excessive lifetime risk의 개념으로 인체 건강 영향을 평가하고 있다.¹³⁾ 건강위해도의 개념은 acceptable risk로도 표현되는데, 오염물질로 인해 10만명(10^{-5})당 1인 또는 100만명(10^{-6})당 1인이 사망할 수 있는 정도의 오염도가 현재 acceptable risk의 개념으로 받아들여지고 있으며¹⁴⁾, 이것이 이른바 '환경기준'의 개념이라고 할 수 있다.

HRA의 경우 환경오염물질이 경구(ingestion), 호흡(inhalation), 피부접촉(dermal contact)을 통해 인체에 흡수되는 경로를 고려하고 있으나²¹⁾, EIA의 경우 몇 가지 모델을 통해 제한된 환경기준 항목을 예측한 후 환경기준과 단순 비교하고 있는 수준에 머물고 있어, 특별히 인체에 유해한 오염물질로 인한 인체영향에 대한 평가 절차는 의무화되고 있지 않다.

EIA나 HRA 모두 미래의 상황을 예측, 평가하는 것 이기 때문에 예측 결과에는 불확실성(uncertainty)이 존재하며, 이를 극복하기 위해 다양한 수학적, 통계학적 모델이 이용되어 왔다. 특히 HRA의 경우, 사람이 유해한 물질에 노출되었을 경우 유해한 영향이 발생할

Table 2. Comparison of EIA and HRA Characteristics

Characteristics	Environmental Impact Assessment	Health Risk Assessment
Quantification of Health Impact	None	Excessive Lifetime Risk
Exposure Consideration	None	Three Major Pathways(Ingestion, Inhalation, Dermal Contact)
Considering Pollutants	Air and Water Pollutants that are Designated in Environmental Quality Standards	Carcinogens (Proven, Probable, Possible) and Other Hazardous Chemicals
Prediction Models	Short/Long-term Models, Steady-state/Dynamic Response Models	Probabilistic Models, Pharmacokinetic Models
Assessment Technique	Relatively Simple	Relatively Difficult
Uncertainty	Relatively Low	Relatively High

확률이 얼마인가를 결정하기 위해서는, 고농도에서 수행된 동물실험 결과를 저농도에 노출된 인체에 미치는 영향으로 ‘용량–반응 평가’를 해야 하는데 이 과정에서 용량 스케일링(scaling)과 외삽(extrapolation) 절차가 필요하므로 불확실성은 EIA보다 상대적으로 커지게 된다.

또한 EIA에 비해 좀 더 정밀한 환경오염도 자료가 필요하며 평가 절차가 복잡하다는 점이 제한점으로 지적될 만 하나, 개발사업으로 인한 환경오염이 인체에 미치는 영향이 충분히 고려하지 않고 단기간에 작성되고 있는 현행의 EIA 제도 및 절차에 대해 시사하는 개선점은 충분히 고려되어야 할 것으로 생각된다.

III. 환경건강영향평가의 활용 방안

EIA에 HRA의 개념을 도입한 환경건강영향평가(Environmental Health Impact Assessment, EHIA)는 세계보건기구(WHO)에서 이의 필요성을 제기한 바는 있으나²³⁾ 그 자체가 EIA처럼 하나의 독립된 방법론으로 활발히 논의되고 있지는 않다. EHIA의 가이드라인으로 생각될 만한 것으로는 미국의 AID(Agency for International Development)에서 작성한 매뉴얼 Environmental Design Considerations for Rural Development Projects (1980)와 세계은행(The World Bank)에서 간행한 The Environment, Public Health and Human Ecology(1982)가 있으며, WHO Regional Office for Europe(1984)의 가이드라인이 있다.¹⁶⁾

한국에서는 환경보건 분야에서 HRA의 방법론을 토대로, 환경오염물질에 의한 건강 영향의 예측, 평가 연구가 1980년대 후반 이후 활성화되고 있으나 EIA의 절차로서 활용되기 위해서는 EHIA 수행의 필수 요건인 관련 자료의 확보와 환경정보체계의 구축, 평가 방법론의 정립이 필요한 과제로 생각된다.

1. EHIA의 절차 및 제한점

EHIA의 절차는 이를 제안한 기관이나 학자, 대상사

업에 따라 차이가 있는 것이 일반적이다. EHIA를 현행 한국의 EIA에 효과적으로 적용, 활용하기 위해서는 기존 제안된 EHIA의 절차 및 제한점을 충분히 검토할 필요가 있다.

EHIA와 관련된 몇 종류의 절차 중에서 EIA내에서 EHIA를 활용하기 위해 Bisset(1984)이 제안한 EHIA 절차¹¹⁾와 Parke(1983)가 지적한 EHIA의 일반적인 제한점¹⁸⁾을 요약하면 Table 3과 같다.

Bisset이 제안한 EHIA 절차는 EIA 절차와 매우 유사한데, 환경 영향의 ‘조사 확인’(identification), ‘측정’(measurement), ‘해석’(interpretation), ‘정보교환’(communication), ‘저감방안 및 모니터링’(mitigation and monitoring) 순으로 방법적 절차를 제시하고 있다. 이 같은 방법적 절차는 건강 영향을 평가하기 위해서는 세부화되어야 하는데, 세부화된 EHIA 수행에 있어서 제기되는 문제점으로는 건강 영향을 평가할 수 있는 관련 정보 및 자료의 부재가 지적되고 있다.

Parke는 EHIA와 관련된 문제점을 4가지로 요약해 지적하고 있다.

첫번째는 매우 복잡한 양상으로 나타나는 건강 영향의 특성을 어떻게 구분할 수 있겠느냐는 문제이다. 즉 인간 건강에의 영향은 환경오염물질에 노출되는 경로가 다양하고, 오염물질에 대한 개인의 감수성(sensitivity)이 다르며, 환경중에 방출된 오염물질이 감쇄적(reductive), 상가적(additive), 상승적(synergistic) 효과를 일으키는데 이를 정확히 파악할 수 있겠느냐는 문제이다.

두번째는 과학적 지식의 한계이다. EHIA를 정확히 수행하기 위해서는 위해한 오염물질의 인체 건강 피해 연구자료와 결과 해석의 오류를 배제할 수 있는 정확한 역학적 조사 자료가 필수적이나, 현실적으로 이를 충족시킬 만큼의 과학적 지식과 자료에는 한계가 있다는 점이다.

세번째는 생물학적 특성 차이에 따른 편차의 가능성 이 내재해 있다는 사실이다. 즉 역학 자료는 인구집단의 다양한 건강 특성을 충분히 반영치 못하는 경향이

Table 3. Summary of the Process and Limitations of EHIA

Process	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impact Identification : Determination of those Impacts Requiring Investigations, 2. Impact Measurement : Determination of Magnitude, Extent, and Probability of Impact, 3. Impact Interpretation : Dertermination of Improtance of Impact, 4. Impact Communication : Presentation of Information on Advantages and Disadvatages of a Prosed Project for Decision-making Purposes, 5. Impact Mitigation and Monitoring
Limitations	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nature of Environmental Health Impact 2. Limits of Scientific Knowledge 3. Biological Variation 4. Resource Constrains

Source : Based on Bisset(1984) and Parke(1983)

있으며, 실험동물을 이용한 결과를 인간에게 적용하는 방법론 역시 사람과 실험동물 사이의 중간 대사기능 차이를 극복해야 하는 과제가 있다.

네번째는 EHIA는 다학문적(multidisciplinary) 접근이 필요한 분야인데 비해 이를 수행해낼 수 있는 훈련된 인력과 충분한 재원이 부족하다는 사실이다. 또한 환경보건 전문가의 부재로 인한 환경관련 정부 부처 사이의 공조 체계 부족 역시 EHIA 수행의 난점으로 지적되고 있다.

2. EIA에의 HRA 활용 방안

Table 1과 Table 2에서 보듯이 EIA와 HRA는 상호 보완적 측면을 지니고 있어 한국에서의 EIA 제도의 기본틀을 토대로 HRA의 방법론을 ‘영향 예측 및 평가’ 부문에 도입할 경우 EIA의 health risk 개념 부재의 보완이 가능하다. 즉 EIA에 HRA의 개념을 도입한 EHIA의 활용 방안은 다음과 같이 제시될 수 있다.

가. HRA의 도입 시기

일반적으로 EIA에 있어서 환경현황 조사 및 예측·평가 항목, 범위 설정은 ‘환경영향 요소 및 환경인자 행렬식 대조표’를 통해 초기에 이루어진다. HRA의 개념 역시 이러한 범위 설정 단계시 도입되어야 하는 것

이 원칙이다. HRA는 모든 환경오염물질을 대상으로 하는 것이 아니고 발암물질 등 특별히 인체 및 환경에 유해하고 관리될 필요가 있는 것을 대상으로 하므로 ‘환경현황 조사’를 통해 이를 확인한 직후 시작하는 것이 효율적이다. 이때 유의할 것은 단지 개발사업 이전의 자연환경중의 유해물질 농도를 측정하는 것이 아니라 개발사업의 업종 및 공정, 유통 과정을 통해 어떠한 유해물질이 어느 정도 발생하게 되며 환경중으로 배출되게 될 것인지를 정확히 예측하는 것이다.

나. HRA 적용의 범위

HRA 적용의 공간적 범위는 EIA에서 환경영향 예측 결과 악영향이 미칠 지역으로 하되 오염물질의 인체 독성 정도에 따라 증감될 수 있어야 한다. 즉 확인된 발암물질(proven carcinogen)은 비발암성 환경오염물질보다, 잔류성이 큰 환경오염물질은 잔류기간이 짧은 환경오염물질 보다 예측 및 평가의 공간적 범위를 확대 적용시켜야 한다. ‘유해화학물질관리법’에 의한 ‘유독물’이나 ‘특정유독물’이 이의 대상으로 우선적으로 고려될 만하다. 또한 HRA의 적용은 우선 현행의 15개 사업유형을 대상으로 하되 환경의 변화를 유발할 수 있는 입법이나 기존 법률의 개정, 제도의 개정, 기술개발 등에 확대 적용될 수 있어야 한다.

다. 평가 절차

EIA 절차에 있어서 HRA의 활용방안을 EHIA의 개념하에 제시한 것은 Figure 1과 같다. 즉 환경현황 조사 단계시의 스크리닝과, 건강에 악영향을 미치는 물질에 대한 현장 및 실험실, 문헌 조사를 통해 ①와 같은 경로를 통해 위험성 확인을 거친다. 여기에서 확인된 유해물질은 ②와 같이 용량반응평가를 실시하며 Extrapolation Method에 관한 정보 ③를 이용해 ④와 같이 노출평가 단계로 넘어간다. 이어 평가하고자 하는 환경오염물질로 인한 인구 집단에 대한 노출 정보 ⑤를 이용해 ⑥와 같이 위해도 결정을 수행하여 excessive lifetime risk를 산출함으로써 EIA 절차 내에서의 HRA를 종료한다. excessive lifetime risk 산출 결과에 따른 대안 설정 및 평가는 다음 단계로 넘어간다.

EIA 절차에 있어서 ‘환경현황조사’ 이후 ‘대안 평가’ 이전 단계까지 루우프(loop)형의 순환을 통해 종료되는 EHIA는, EIA 대상사업은 아니나 환경에의 악영향이 예상되며, 평가 대상 환경오염물질에 대한 정보가 비교적 잘 알려진 일부 지역에 대한 Rapid Assessment의 기법으로 활용될 수 있다. 특히 돌발적인 환경오염 사건의 사전 예방이나 사후대책 수립, 인체 피해보상 기준의 적정화에 활용될 수 있는 제도적 방안이 필요하다 하겠다.

라. 평가기준의 설정

이는 excessive lifetime risk 산출 결과에 따른 대안 설정 및 평가 단계로서 기존의 EIA에서 행해져왔던대로 예측 결과를 단순히 환경기준과 비교하여 초과 유무를 확인하는 것이 아니라 인구 집단에 미치는 건강 영향을 acceptable risk의 개념으로 평가하는 것이다. 이는 인체 건강 영향의 크기에 따라 ①, ②의 경우 저감방안 수립 또는 대안 제시를 통해 사후환경관리계획 수립으로 종료하며, ③의 경우는 피드백하게 된다.

따라서 인구 밀집지역이나 특별한 환경관리가 필요

한 지역의 경우 acceptable risk를 강화하여 개발사업으로 인해 예상되는 환경오염도가 현행 환경기준 이내라 하더라도 사업의 취소나 조정, 또는 대안을 제시도록 하는 방안이 제시될 수 있다. 한국에서 이를 시행할 경우 현행의 환경기준과는 별도로, 이에 대한 충분한 사례연구를 통해 객관적인 평가기준과 지침을 마련하는 것이 필요하리라 생각된다.

IV. 결 론

1992년 6월 유엔환경개발회의(UNCED)에서 채택된 ‘환경과 개발에 관한 리우선언’(원칙 17)은 “환경에 심각한 악영향을 초래할 가능성이 있으며 관할국가 당국의 의사 결정을 필요로 하는 사업계획에 대하여 환경영향평가가 국가적 제도로서 실시되어야 한다”고 하여 ‘환경적으로 건전하고 지속가능한 발전’(ESSD)을 달성하기 위한 제도적 장치로서 환경영향평가의 중요성을 강조한 바 있다.

EIA 제도는 그동안 관련 학자들에 의해 지적된 여러 문제점에도 불구하고 개발사업으로 인한 환경에의 악영향을 예방 또는 최소화할 수 있는 제도적 장치중의 하나이다. 그러나 EIA는 이 논문을 통해 살펴본 바와 같이 인체 건강영향을 계량평가할 수 있는 제도적 개선·활용 방안이 필요한 바, 다음과 같은 결론을 통해 요약될 수 있다.

첫째, 현행 EIA는 개발사업으로 인한 환경오염이 인체에 미치는 영향을 계량평가하는 방법이 제도화 되어 있지 못하므로, 이의 대안으로 건강위해성평가에 근거한 환경건강영향평가 방법론이 활용될 필요가 있으며,

둘째, 현행 EIA 적용 대상은 15개 유형의 개발사업이나 향후에는 개발사업 외에도, 환경의 변화를 유발하여 국민과 지역사회 주민의 건강에 악영향을 미칠 우려가 있는 정책, 입법, 제도 개선, 개발개발 등으로 확대됨이 바람직하고,

세째, 현행법에 의해 환경영향평가 대상사업이 아니라, 유해화학물질의 제조, 사용, 유통량이 많은 신

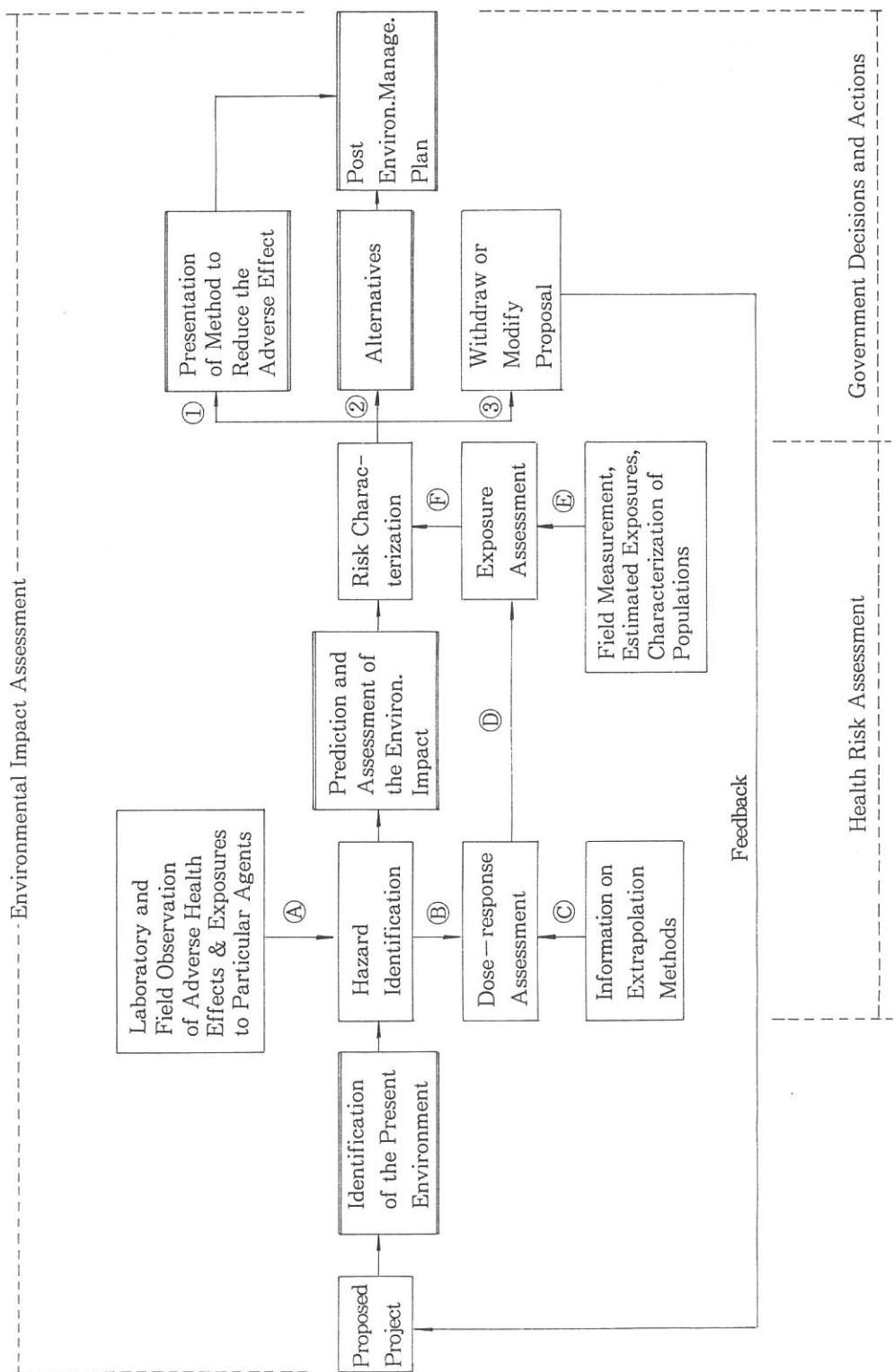


Figure 1. Flow—Diagram of the Environmental Health Impact Assessment

규 개발사업 수립시 EHIA를 유해화학물질로 인한 인체 건강영향을 단기간에 평가하는 Rapid Assessment의 방법론으로 활용할 경우 '비용-효과'면에서 긍정적 효과를 기대할 수 있으며,

네째, 환경오염 요인이 갈수록 증대하고 있는 현실을 고려하여 환경정보체계 구축을 통해 EHIA를 환경오염 사건의 사전 예방이나 사후대책 수립, 인체 피해보상 기준의 적정화에 활용할 수 있는 제도적 방안이 필요하고,

다섯째, 개발사업으로 인한 환경영향 예측 결과를 환경기준과 단순 비교하는 방법은 인체 건강피해를 충분히 예측·평가하지 못하므로 평가기준을 excessive lifetime risk 또는 acceptable risk의 개념으로 보완할 필요가 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 김귀곤, 1987, 한국에서의 환경위험성 평가: 대도시의 경우, 제1회 한·미 환경보전 심포지움 발표 자료집, 환경청.
2. 김종만, 1991, 대기중 Benzo(a)pyrene의 의심방법에 따른 위해도 추계치의 비교 연구, 연세대 보건대학원 석사학위 논문.
3. 성현찬, 1987, 환경영향평가에 있어서 위험성평가의 적용에 관한 연구, 서울대 대학원 석사학위 논문.
4. 이방흔의 6인, 1990, 위험성평가 기법 및 적용에 관한 연구(Ⅱ), 국립환경연구원보, 12: 255-271.
5. 정용, 1991, 환경오염물질의 위해성평가와 관리 접근방안, 한국환경과학연구협의회 논문집, 19-66.
6. 정용외 10인, 1991, 안전한 상수공급을 위한 유기오염물질의 위해성 평가 및 대책, 연세대학교 환경공해연구소.
7. 정용, 1987, 한국에서의 환경오염에 의한 위해성 관리의 종합적 접근방안, 제1회 한·미 환경보전 심포지움 발표 자료집, 환경청.
8. 한상숙외 8인, 1989, 위험성평가 기법 및 적용에 관한 연구(I), 국립환경연구원.
9. 환경처, 1991, 환경영향평가서 작성 등에 관한 규정, 환경처고시 제91-30호.
10. Bear, D., 1992, The National Environmental Policy Act of 1969, UNCED and Prospect on the 21st Century, Sept., 1992, Seoul, Korea.
11. Bisset, R., 1984, Methods for Assessing Direct Impact, in Clark, B.D.(ed.), Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht : Riedel.
12. Gordis, L.(ed.), 1988, Epidemiology and Health Risk Assessment, Oxford University Press.
13. Kim, K.G., 1987, Risk Assessment in Urban Planning and Management, UNESCO, Paris, France.
14. Klaasen, C.D., 1986, Principles of Toxicology, in Klaasen, C.D., et al.(ed.), Toxicology, Macmillan Publishing Company, 28-32.
15. Layard, M.W., Sivers, A., 1989, Epidemiology in Environmental Risk Assessment, in Paustenbach, D.J. (ed.), The Risk Assessment of Environmental Hazards, John Wiley & Sons, 157-158.
16. Martin, J.E., 1986, Environmental Health Impact Assessment : Method and Sources, Environmental Impact Assessment Review, 5 : 7-48.
17. Munn, R.E.(ed.), 1979, Environmental Impact Assessment, John Wiley & Sons, 1-3.
18. Parke, D., 1983, Limits and Constraints of Scientifically Based Environmental Health Risk Assessment, Paper Presented at WHO/EURO Working Group on Health and the Environment, Vienna, 12-16 December.
19. Paustenbach, D.J., 1989, A Premier for Conducting Human or Environmental Health Risk Assessments, in Paustenbach, D.J.(ed.), The Risk Assessment of Environmental hazards, John Wiley & Sons,

- 1-13.
20. Paustenbach, D.J., 1989, A Survey of Health Risk Assessment, in Paustenbach, D.J.(ed.), The Risk Assessment of Environmental Hazards, John Wiley & Sons, 30-32.
21. Paustenbach, D.J., 1989, A Comprehensive Methodology for Assessing the Risks to Humans and Wildlife Posed by Contaminated Soils : A Case Study Involving Dioxin, in Paustenbach, D.J.(ed.), The Risk Assessment of Environmental Hazards, John Wiley & Sons, 296-321.
22. Westman, W.E., 1985, Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning, John Wiley & Sons, 97-104.
23. WHO, 1979, Environmental Health Impact Assessment : Report on a WHO Seminar, 富永祐民(譯), 東京, 1980, 1-15.