

EU 신화학물질정책(REACH) 도입에 대한 비용편익 분석

정희석¹⁾*

A Cost-Benefit Analysis on the Introduction of EU REACH to Korea

Hoeseog Cheong¹⁾

1) 환경부, 미국 기후변화연구소 파견관(Ministry of Environment, Visitor of Joint Global Change Research Institute)

제 출 : 2009년 2월 19일 승 인 : 2009년 5월 27일

국문 요약

최근 유럽연합(EU)은 새로운 화학물질 관리정책인 REACH 제도를 시행하였다. 본 연구는 유럽의 REACH 제도를 우리나라가 그대로 도입할 경우에 대한 비용·편익 분석이다. REACH 도입의 직접비용은 2006년 우리나라에서 제조·수입된 화학물질 15,223 종을 기준으로한 사전등록, 시험, 등록, 화학물질안전성평가 및 안전성보고서 작성 및 허가 비용을 포함하며, 2010년 도입 후 11년 동안 총 1조 124억원이 소요될 것으로 추정되었다. 편익은 국민건강 증진을 효과만 추정하였는데, 단순히 국민의료비만을 고려할 경우 3,317억원에서 1조 3,858억원, 질병회피에 대한 지불의사를 포함하면 20,394억원에서 164,027억원의 범위에 있었다. 즉 일반적으로 국민건강 편익은 지불의사를 포함하므로 우리나라의 REACH 도입은 타당성을 인정받았으나, 편익/비용 비율은 유럽에 비해 낮게 나타났다. 따라서 REACH 제도 도입을 긍정적으로 검토하되, 산업계의 비용을 줄이기 위한 별도의 제도설계가 필요하다.

■ 주제어 ■ REACH, 비용·편익 분석, 사회적 편익, 사회적 비용, 할인율, 민감도 분석

Abstract

This study conducted a regulatory impact analysis regarding the introduction of the Korean version of REACH(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals). The direct cost of the Korean REACH is estimated at a total of 101 billion Korean won over the 11 year period. The cost includes pre-registration, testing, registration, Chemical Safety Assessment(CSA) and Chemical Safety Report(CSR), evaluation, and the authorization costs of 15,223 chemical substances produced and imported more than 1 ton per year in Korea in 2006. With regard to the benefit, the only public health benefit is included in the estimation. Based on the available foreign and domestic data, this study

estimated that the economic values of public health benefits are in the range of 33.2~138.6 billion Korean won if only the savings of the National Health Expenditures are considered and it reaches 203.9~1,640.3 billion Korean won if the willingness to pay(WTP) for disease prevention is included. This study proved that the Korean REACH passed the cost/benefit criteria. The benefit-cost ratio of the Korean REACH, however, is estimated to be lower than its EU counterpart. Thus it is suggested that a rigorous study to reduce the costs to industry be required before the Korean government introduces the Korean REACH.

▣ **Keywords** ▣ REACH, regulatory impact analysis, public health benefit, discount rate, benefit-cost ratio, sensitivity analysis

I. 서 론

유럽연합(EU)은 2001년 화학물질정책에 대한 백서를 발표한 이후 7년여의 준비를 거쳐 2007년 6월 REACH(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals)로 불리는 신화학물질 관리정책을 시행하였다. REACH는 1톤 이상 제조 또는 수입되는 모든 화학물질에 대하여 제조·수입자가 동 물질의 위해성에 관한 데이터를 유럽화학물질청에 등록하고, 유럽화학물질청은 위해성 평가를 통하여 규제없이 사용토록 하거나, 허가 또는 제한시킬 수 있도록 한 제도이다. REACH는 지금까지 도입된 각국의 화학물질관리정책 중 가장 선진화된 제도로 평가받고 있다.

지금까지 대부분의 국가는 화학물질을 ‘기존물질(existing substances)’과 ‘신규물질(new substances)’로 구분하여 기존물질은 정부가 위해성을 관리하고, 신규물질은 업체가 위해성 시험 데이터를 생산하여 당국의 심사를 받은 후 제조·수입토록 하는 이원화된 관리체계를 운영하였다. 이러한 체계는 특히 기존물질에 대한 위해성 평가 지연으로 화학물질로부터의 안전을 보장할 수 없으며, 소량생산 신규물질도 엄격한 규제를 받게 되어 기술개발 의욕을 저하시킨다는 문제가 지적되었다.

EU의 REACH는 현재 미국, 일본 등 우리나라의 주요 화학물질 수출입 국가에서 도입 여부를 적극적으로 검토하고 있다. 따라서 우리나라가 동 제도를 도입한다면 화학물질 관리의 선진화를 통해 유해화학물질에 의한 환경 및 국민건강에 대한 위해를 저감시킬 수 있으며, 국제적인 환경규범과 국내 규범의 조화를 통해 산업계의 경쟁력을 보강하는 효과를 기대할 수 있다.

그러나, 이와 같은 규제 도입이 타당성을 인정받기 위해서는 제도도입에 따른 편익의 규모가 제도의 시행에 따른 사회적 비용보다 커야 한다. 따라서 본 논문에서는 EU의 제도와 동일하게 설계된 REACH 제도를 우리나라가 도입할 경우에 대해 비용편익 분석을 실시한다. 실제로 우리나라가 REACH를 도입할 경우에는 EU의 제도와는 다를 수 있으나, 아직까지 환경부가 REACH를 도입하겠다는 방침(환경부, 2007) 외에 구체적인 내용을 제시하지 않고 있는 상황에서 유럽의 제도가 기본적인 모델이 될 것은 확실하므로 이를 기초로 한 비용편익 분석은 의미가 있을 것이다.

II. 선행연구 분석

비용·편익 분석기법은 1960년대 후반 이후 많은 나라에서 주요 정책 및 프로젝트에 대한 의사결정 지원수단으로 활용되었다. OECD의 후원을 받은 Little & Mirrlees(1974)는 개발도상국에서 실시하는 비용·편익 분석을 지원하기 위한 매뉴얼을 개발한 바 있으며, 미국 환경보호처(USEPA)의 규제정책위원회(Regulatory Policy Council), 예산관리청(Office of Budget and Management)도 규제영향분석을 위한 다양한 기법을 개발하고 있다(Harrington & Morgenstern, 2004). OECD는 환경 분야 비용편익 분석 확산을 위하여 편익추정기법, 생태계, 기후변화 등 장기적 사업에 대한 할인율 적용문제, 환경과 직결된 보건 및 인간 생명에 대한 가치부여 등 주요 이슈에 대한 최근의 발전내용을 포함한 지침서를 발간한 바 있다(Pearce et al., 2006). 우리나라에서는 김일중 외(2003)가 환경정책에서 경제성 분석이 요구되는 규제정책 및 사업을 선정하기 위한 기준을 제시함과 동시에 사회적 비용과 편익을 추정하기 위한 기법, 비용편익 분석 결과를 의사결정에 활용하기 위한 방법 등을 종합적으로 분석하였다.

REACH의 비용에 대해서는 RPA & Statistics Sweden(2002)이 화학물질 백서(EC, 2001)의 REACH 제안을 기초로 직접비용만 19~51억 유로가 될 것으로 전망한 바 있으며, REACH 규제의 내용이 보다 구체화된 2003년 5월의 Consultation Document 상의 규제 내용에 대하여 RPA(2003a)는 직접비용이 128.7~265.9억 유로가 될 것으로 추정하였다. 이후 유럽집행위원회는 규제내용을 많이 완화한 수정만을 내어 놓았으며 이에 따른 비용은 28~52억 유로가 될 것으로 추정하였다(EC, 2003).

REACH의 편익 추정은 작업장 근로자의 건강개선 효과와 일반국민의 건강개선 효과로

구분하여 추진되었다. 작업장 근로자의 건강개선 효과로 RPA(2003b)는 직업성 암 등 5개 질환에 대하여 176~544억 유로 수준 발생할 것으로 추정하였으며, 영국 Sheffield 대학 부설 연구소는 피부질환과 호흡기질환만을 고려할 때에도 REACH 시행 후 10년간 34억 유로, 30년 후에는 900억 유로의 편익이 발생할 것으로 추정하였다(Pickvance et al., 2005). 국민 건강 개선 효과는 야생동물보호기금(WWF)의 요구로 Pearce & Koundouri(2003)가 의료비 감소만 고려할 때 48~201억 유로, 건강에 대한 지불의사 고려시 224~513억 유로로 추정하였다. 유럽집행위원회는 REACH의 편익으로 향후 30년간 500억 유로가 발생한다고 추정하였다(EC, 2003). EC가 추정한 비용·편익규모는 유럽연합의 공식 추정치로 이용된다.

우리나라에서 REACH에 대한 비용편익 분석이 실시된 적은 없으나, 환경오염 저감의 건강개선 효과를 경제적 가치로 추정하기 위한 연구로 엄영숙(1998)이 국민건강 및 보건의 식 행태 조사 자료에 회피행위접근법(Averting Behavior Methods; ABM)을 적용한 오존 오염도 저감에 대한 지불의사 추정과 권오상 외(2003)가 엄영숙의 수치를 반영하고 미국 EPA(1997)의 확률적 생명 추정공식을 적용하여 수도권에서 대기오염에 따라 발생하는 조기사망 및 호흡기 질환 피해의 경제적 비용 추정이 있다. 또한, 신영철(2005)은 조건부가치 측정법(CVM)을 이용하여 황사방지 중·장기 종합대책(황사발생 일수를 14일에서 절반수준인 7일로 감소)에 대한 지불의사금액을 추정하였다. 조승국 외(2006)는 대기오염의 건강 영향 속성으로 폐암사망, 유아사망, 천식, 급성기관지염, 만성기관지염으로 규정하고, 컨조인트 설문기법을 통해 건강효과의 경제적 가치를 추정하였다.

Ⅲ. EU의 REACH 도입배경 및 주요골자

1. 도입배경

유럽연합(EU) 지역은 세계 최대의 화학물질 생산 및 소비지역으로 2006년 기준으로 세계의 화학물질 판매액 16,410억 유로의 30% 수준인 4,760억 유로의 화학물질 및 제품을 생산하고 있다. 또한 EU는 세계 최대의 화학물질 수출입 국가로 전세계 수출의 55.3%, 수입의 46.0%를 차지하며, 수출이 수입보다 많아 국제무역에서 흑자를 기록하고 있다.

지금까지 EU는 화학물질을 크게 '기존물질'과 '신규물질'로 구분하여 관리하고 있다. 기존물질은 1971년 1월 1일부터 1981년 9월 19일까지 EU내에서 제조·판매되어 기존물질

목록인 EINECS(European INventory of Existing Commercial chemical Substances)에 등록된 100,195종의 화학물질을 의미한다. 기존물질은 각국 정부 및 유럽화학물질국이 중심이 되어 ① 자료수집 및 관리, ② 우선관리대상물질의 선정, ③ 위해성평가, ④ 위해성 관리라는 4개의 단계로 관리되고 있다.

신규물질은 기존물질 목록인 EINECS에 등재되지 않은 모든 화학물질을 의미한다. 신규 물질은 10kg이상 제조 또는 수입될 경우 Council Directive 67/548/EEC에 따라 인간 및 환경에 대한 위해성 평가 결과를 첨부하여 화학물질 관리당국에 신고를 하여야 한다.

이와 같이 기존물질과 신규물질을 다르게 취급하는 현행 화학물질 관리체계는 대부분의 기존물질에 대하여 사람의 건강과 환경에 미치는 영향에 대한 충분한 정보를 생산할 수 없도록 하는 문제가 있다고 지적받고 있다. 즉, 기존물질의 위해성 평가를 정부가 담당함에 따라 재원부족 등으로 위해성 평가가 지연되며, 평가가 이루어지더라도 실제로 제조·수입을 담당하는 산업계가 이에 대해 어떠한 책임을 져야 하는지 불분명하다. 또한, 위해성 평가가 영향을 받는 특정 대상이나 이용방법에 따라 특수하게 나타나는 위해성보다는 일반적인 영향에 중점을 두게되어 화학물질의 안전관리를 위한 정보가 충분하게 생산되지 않는 문제가 발생하였다.

또한 신규물질의 경우 10kg 이상의 물질에 대하여 신고 및 시험의무를 부과함에 따라 산업계의 기술개발 의욕을 약화시킨다는 지적도 있다. 즉, 연간 생산량이 10kg 이상이면 많은 비용이 소요되는 위해성 평가를 실시해야 하므로 산업체의 신규물질 연구개발 의욕을 저해하고, 새로운 물질 개발보다는 기존물질 사용을 유도하여 EU 화학산업의 발전을 저해한다는 것이다. 또한 동물보호론자와 일부 종교계는 화학물질의 위해성 평가를 위해 과도하게 동물시험을 이용하고 있다고 지적하면서 동물시험의 중단을 요구하고 있다.

2. 주요 골자

REACH는 화학물질을 취급하는 화학산업계가 화학물질에 의해 야기되는 인체 건강과 환경에 대한 부정적 영향을 최소화하는데 가장 좋은 위치에 있다는 점에 배경을 두고 있다. 즉, 화학물질의 안전한 관리를 위해서는 동 물질을 취급하는 산업계가 물질의 특성에 대하여 어느 수준 이상의 지식을 가져야 하며, 이를 기초로 잠재적인 위해성을 관리하여야 한다는 것이다.

또한 REACH 제도는 기존물질과 신규물질을 하나의 시스템 안에서 관리한다는데 그 의

미가 있다. 즉, EU내 화학물질 및 이를 함유한 완제품(articles)의 제조자 또는 수입자는 그들이 취급하는 물질이 신규물질이든 기존물질이든 불문하고 EU 내에서 연간 1톤 이상 제조 또는 수입되면 일련의 등록서류(Registration Dossier)를 유럽화학물질청(ECHA, European Chemical Agency)에 제출하여 등록해야 한다. 등록서류 중 톤수별로 5% 수준의 서류에 대해서는 서류평가가 이루어지며, vPvB, CMRs 물질과 같이 위해성이 큰 물질, 연간 제조 또는 수입량이 100톤 이상 되는 화학물질에 대해서는 물질평가를 통해 위해성이 클 경우 허가(Authorization) 또는 제한(Restriction)을 한다는 것이다.¹⁾

표1 기존 EU 화학물질 관리체계와 REACH 비교

항 목	기존 체계	REACH
규제 대상	신규물질: 10kg 이상 화학물질 기존물질: 공공기관(정부 포함)의 평가에서 위해성이 입증된 물질	신규 및 기존화학물질을 구별하지 않고 연간 1톤 이상 제조/수입되는 모든 화학물질
화학물질 안전성 입증 의무	신규물질: 제조·수입업체(10kg 이상) 기존물질: 공공기관(정부 포함)	산업체(연간 1톤 이상 제조/수입되는 모든 화학물질)
규제 방법	신규물질: 화학물질 등록 및 심사 단계의 자료를 통한 관리 기존물질: 위해 가능물질에 대한 공공기관의 위해성 평가 및 규제	100톤 이상 제조·수입물질 및 관리 필요성이 있는 위해가능물질: 회원국 관리당국의 위해성 평가 및 관리
동물실험	QSAR, Toxicogenomics 등 대체시험방법의 제한적인 이용 유해성 평가에 동물실험 활용	동물실험 최소화화를 위하여 가능한 대체시험 방법의 최대한 활용 권장

IV. 환경정책에 대한 비용·편익 분석 기법

1. 비용편익 분석의 기본 원리

화학물질을 포함한 환경규제에 대한 비용·편익 분석은 일반적으로 다음과 같은 단계에 따라 이루어진다. 첫째 단계는 기준선(baseline)에 대한 정의이다. 기준선은 현재의 상태가 지속될 경우의 상황으로, 새로운 규제에 따라 변화하는 시장조건은 물론 및 다른 기존규제 또는 검토 중인 새로운 규제가 미치는 영향을 동시에 비교할 수 있도록 정의되어야 한다.

둘째 단계는 정책대안의 확인이다. 제시된 특정 규제정책 이외의 가능한 다른 규제 또는

1) ECB(<http://ecb.jrc.ec.europa.eu>)

기준, 홍보와 교육 등 가능한 모든 대안을 확인하는 단계이다. 셋째 단계는 정책의 결과, 즉 잠재적인 위해성 변화 확인이다. 특정 위해요소에 대한 노출이 저감될 경우 기대되는 질환발생 감소, 조기사망 저감 및 생태계 복원 등에 대한 정보를 과학적인 방법을 통해 분석한다.

넷째 단계는 경제적인 비용과 편익의 추정이다. 환경과 관련된 정책은 시행될 경우 사회적 편익과 비용을 동시에 가져오게 된다. 일반적으로 환경개선의 편익은 사용가치와 비사용가치가 있으며, 구체적으로는 질병발생 확률의 감소 또는 사망위험의 감소, 여가기회 증대, 농작물 수확증대, 심미적 가치 증대 및 생태계의 유전적 다양성 향상 등 많은 형태로 나타난다.

끝으로 서로 다른 대안들의 종합적인 순 편익을 추정하여 비교하는 단계이다. 그런데 비용편익 분석에서 발생하는 가치는 장기간에 걸쳐 발생하기도 하며, 효용함수가 다른 여러 개인에게 발생하기도 한다. 시간의 경과에 따라 나타나는 비용과 편익을 합산하기 위해서는 사회적 할인율을 적용하여 조정하고, 불확실성의 문제 해소를 위하여 민감도 분석을 실시한다.

REACH의 비용·편익 분석도 이러한 단계를 거치게 되나, 특히, 편익을 추정하는데 있어 많은 어려움이 발생하게 된다. 첫째, REACH를 통한 유해화학물질의 퇴출 또는 사용저감, 물질대체 등을 통하여 유해화학물질에 대한 노출저감(reduction of exposure) 수준을 측정하여야 하나, REACH의 대상이 되는 화학물질 중 유해성이 있는 물질의 범주 및 위해성 저감 조치의 수준이 결정되지 않았고 산업계의 반응도 아직 불확실하다. 둘째로 화학물질 노출 저감이 사람의 보건상태에 미치는 영향인 노출-반응(exposure-response) 함수를 설정하여야하나 특정 화학물질에 대한 노출과 건강영향 간의 역학 연구가 충분히 이루어지지 않았으며, 복수의 화학물질에 노출될 경우의 영향에 대한 연구가 거의 없다.

셋째 단계는 화학물질로 인한 질병 또는 환경영향을 회피하는데 대한 개인의 지불의사(WTP)를 반영한 개별 영향의 경제적 가치를 측정하여야 하나 사람의 질병·사망에 대하여 경제적 가치를 객관적으로 측정하는 데에는 한계가 있으며, 측정 자체가 무의미하다고 주장하는 사람도 있다. 넷째, REACH의 등록의무가 물질의 제조, 수입량에 따라 시간 차이를 두고 발생하기 때문에, 등록 진행상황과 노출변화 효과가 발생하는 시기를 고려한 할인을 통해 현재가치를 추정해야하는데, 할인율을 어떻게 적용하느냐의 문제도 쉽지 않은 결정이 된다.

다섯째, 어디에서 노출변화가 발생하는지 알아야 한다. 환경오염은 위치 특정적이다. 예를 들어 오염저감이 인구밀도가 높은 곳에서 일어난다면 위해성 저감 정도는 커진다. 다만

기초 자료의 부족으로 동 변수에 대한 영향 파악은 불가능한 것이 현실이다.

이러한 현실적인 제약요건은 인정하되 활용 가능한 자료를 통하여 추정된 연도별 비용과 편익은 사회적 할인율을 적용하여 현재가치로 환산하고, 이를 합산한 총편익의 현재가치 {PV(B)}와 총비용의 현재가치{PV(C)}를 비교하여 총편익의 현재가치가 총비용의 현재가치보다 많으면 비용·편익 기준 통과, 즉 경제성 기준을 충족시키는 것으로 본다.

$$PV(B - C) = \frac{\sum_{i,j,t} \Delta I_{i,t} (\Delta X_{j,t})}{(1+s)^t} - \frac{\sum_{j,t} \Delta C_{j,t}}{(1+s)^t} \geq 0$$

I: 개별적인 영향(individual impacts)

J: 개별 화학물질(individual chemicals)

PV(B): REACH로부터의 편익의 현재가치로 비용의 현재가치의 합과 비교

2. REACH의 비용·편익 구성요소

REACH의 비용은 먼저 직접비용과 간접비용, 산업에 대한 비용과 사회에 대한 비용으로 구분된다. 산업부문에 발생하는 직접비용은 REACH 규정을 준수하기 위하여 소요되는 비용으로, ① 사전등록(pre-registration), ② 시험(testing), ③ 안전성 평가(CSA; Chemical Safety Assessment) 및 안전성 보고서(CSR; Chemical Safety Report), ④ 안전성데이터 시트 (SDS; Safety Data Sheet) 작성, ⑤ 등록(registration), ⑥ 허가(authorization)등에 따른 비용을 의미한다. 산업계에는 특정 화학물질이 퇴출될 경우 대체물질 도입비용, 등록 자료의 영업기밀(confidentiality) 여부 및 보호비용, 등록에 소요되는 시간비용 등의 간접비용도 발생할 수 있으나, 현 단계에서 이를 추정하기는 어렵다.

REACH 도입에 따른 편익은 작업장 근로자가 유해화학물질에 노출되는 정도 및 시간이 줄어들게 되어 나타나는 건강상태 개선효과와 사회 구성원의 직·간접적인 유해화학물질 노출저감에 따라 개선되는 건강효과 및 생태계의 다양성 보호, 오염처리비용 감소 등을 들 수 있다.

V. 우리나라 REACH제도 도입의 비용편익

환경부의 계획과 같이 우리나라가 REACH 제도를 도입(환경부, 2007)한다면 현재 유럽 연합에서 시행되고 있는 제도를 기준선으로 할 것이다. 따라서 EU의 REACH가 그대로 적용된다고 보고 비용편익 분석을 실시하고, 이를 EU의 자체 추정결과와 비교하면 전반적 영향은 물론 도입 추진방향에 대한 의미 있는 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

1. 비 용

일반적으로 사회적 비용을 추정하기 위한 접근방법으로는 ① 직접 준수비용 접근방법, ② 부분균형 분석방법, ③ 다시장(multi-market) 접근방법, 및 ④ 일반균형 분석방법이 있다. 먼저, 직접 준수비용 접근방법은 새로운 환경정책을 따르기 위해 기업들이 직접 지불해야 하는 공학적 내지 여타 준수비용에 한정하여 추정하는 접근방법이다. 둘째, 부분균형 분석방법은 특정 환경정책으로 인한 영향을 받는 단일 또는 몇 개의 시장의 수요와 공급에 한정하여 분석하는 모델로 준수비용 뿐 아니라 사회적 후생의 손실, 단기간의 비자발적 실업과 같은 이전비용도 고려할 수 있다. 다시장 모델은 시장간의 상호 연계성에 대한 분석을 염두에 두나, 일반균형분석과 같이 경제 전체를 포괄하지는 않는다. 일반균형 분석은 특정 환경정책이 경제 전반에 걸쳐 발생시키는 모든 시장에서의 비용을 계량화하는 접근방법이다.

여기서는 직접비용의 추정은 유럽의 대부분의 비용추정 연구에서 적용한 직접 준수비용 접근방법을 사용한다. 직접 준수비용은 REACH의 규정에 따라 화학물질의 유해성 및 위해성에 관한 정보를 생산하는 시험(test)비용, 관리당국에 화학물질을 등록(registration)하는데 소요되는 비용 및 화학물질 안전성 시험 및 그 정보를 하위사용자에게 전달하기 위한 보고서 작성비용 등을 포함한다.

1) 사전등록

사전등록은 유럽에서 본격적인 화학물질 REACH 등록 이전에 사전등록 대상자가 물질에 대한 기본정보를 등록하고 이를 공유함으로써 consortia를 구성하여 등록에 필요한 기술서류 등을 공동으로 제출할 수 있도록 하기 위하여 도입한 단계이다. 우리나라에서 화학물질 제조 및 수입 등 유통현황을 파악할 수 있는 방법은 Survey를 통한 「화학물질 유통량 조사」 밖에 없다는 점을 고려할 때 등록에 필요한 시험데이터의 존재여부 확인, consortia

구성을 위한 정보공유 등 비용절감을 위한 차원에서 사전등록 단계를 두는 것이 바람직할 것으로 보인다.

한편 2006년 우리나라에서 사용된 화학물질 20,673종에서 1톤 이상 사용된 물질의 수는 15,223개이다(환경부, 2007b). 물질 하나당 사전등록을 위한 산업체의 비용은 EU에서 500 유로로 추정하므로 이를 EU와 우리나라의 소득 차이를 감안하여 조정하면 소요비용은 약 3.9백만 유로, 원화로 50억원이 된다.

2) 시험 및 등록

REACH 유사제도의 도입에 따라 소요되는 시험 및 등록비용을 추정하기 위해서는 ① 등록대상이 되는 화학물질의 톤 범위 당 숫자, ② 톤 범위 당 요구되는 자료를 생산하기 위해 필요한 추가시험 요구 및 ③ 시험 당 소요비용을 파악하여야 한다.

첫째, 2006년에 연간 1톤 이상 사용된 물질 15,223종을 톤 범위에 따라 분류하면 연간 1,000톤 이상 사용되는 물질이 1,340종(8.8%), 100톤-1,000톤 물질 2,262종(14.9%), 10톤-100톤 물질 4,996종(32.8%) 및 1-10톤 물질 6,625종(43.5%)이다(환경부, 2007b). 유럽과 비교할 때 연간 1,000톤 이상 및 1-10톤 범주의 비중이 적고 10-1,000톤 범위의 물질 수가 많다. 하위사용자의 등록 대상이 되는 비의도적 사용(unintended use) 물질은 우리나라에서 조사한 바가 없으므로 유럽의 해당 기존물질 수에 대한 비율을 우리나라의 물질 수에 대비하여 추정하여야 한다.

표2 우리나라의 톤 범위별 화학물질 사용현황 추정

톤별 범위	유럽의 추정결과			우리나라	
	Pedersen (2003)	Ackerman(2004)		기존물질	비의도적 사용
		기존물질	비의도적 사용		
>1,000	2,704	4,338	3,021	1,340	933*
100~1,000	2,461	3,014	3,302	2,262	2,478*
10~100	4,977	5,846	1,661	4,996	1,419*
1~10	17,500	18,696	1,520	6,625	539*

출처: 환경부, 2007b. 「제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서」; Pedersen *et al.* 2003. 전게서; Ackerman, 2004. 전게서.
주: Ackerman의 추정결과를 유통량 조사결과에 대입하여 추정

둘째, 시험데이터 요구 수준은 유럽집행위원회에서 최종적으로 결정한 시험자료 수준과 동일할 것이다. 이에 따른 추가시험 요구 수준도 유럽에서와 동일하다고 보았다.

셋째, 톤 범위별로 요구되는 항목별 시험비용은 가장 최근에 톤 범위별 시험비용을 조사했던 KPMG의 자료를 활용하고, 유럽과 우리나라의 소득수준 및 환율 등을 반영하여 조정한다.

표3 KPMG의 추정치 적용시 물질별 시험 및 등록비용

톤당 범위	물질 수	시험비용		등록비용	
		물질별 비용(천유로)	범위별 비용(백만유로)	물질별 비용(유로)	범위별 비용(백만유로)
>1,000	1,340	278.2	373.8	45.0	60.3
100~1,000	2,262	243.5	550.8	38.6	87.3
10~100	4,996	151.6	757.4	11.2	56.0
1~10	6,625	8.7	57.6	5.9	39.1
합계	15,223		1,739.6		242.7

그러나 이와 같은 비용은 우리나라에 REACH 유사제도가 도입될 때 모두 발생하는 것은 아니다. 왜냐하면 동 추정치에는 현재 EU에 수출하는 화학물질로 이미 EU의 REACH 등록을 완료한 물질, 우리나라의 신규화학물질 신고제도에 따라 일부 데이터를 가지고 있는 물질 및 수입되는 화학물질 중 EU REACH 등록을 마친 물질을 포함하고 있기 때문이다.

첫째, 우리나라에서 유럽에 수출하는 화학물질은 570종이며(환경부, 2007) 동 물질을 EU에 지속적으로 수출하기 위해서는 75,641천유로의 시험비용과 9,629천유로의 등록비용이 소요된다(정희석, 2008). 이 비용은 우리나라가 REACH 제도를 도입하지 않더라도 발생하므로 소요비용에는 포함되지 않는다.

둘째, 우리나라에서 신규화학물질 유해성심사제도는 1991년 도입 이후 2004년 말까지 3,135개의 물질을 심사하였다. 기존화학물질의 경우 위해우려가 있는 물질을 중심으로 환경부의 예산으로 안전성시험을 실시하였으며 그 물질의 수는 1988년 이후 968개이다. 유해성심사와 안전성 시험에 따라 확보된 자료는 REACH 제도 도입시 등록에 필요한 기본 데이터로 활용되므로 추가비용이 소요되지 않는다. 우리나라에서 요구하고 있는 유해성 심사자료 3개 항목(급성경구독성, 유전독성, 분해성)은 EU REACH에는 연간 1~10톤에 요구되는 기본 데이터의 일부로 RPA(2003)의 추정에 의하면 1~10톤에 해당되는 자료 생산비용의 16.3%에 달한다.

표4 안전성 시험 및 유해성 심사 실적(2004.12.31 기준)

		계	88~96	97	98	99	00	01	02	03	04
유해성심사		3,135	736	235	244	218	314	328	300	321	439
안전성 시험	시험의뢰	504	289	51	33	32	32	20	16	14	17
	직권심사	464	-	448	4	8	3	-	-	1	-

출처: 환경부, 2006. 「제2차 유해화학물질관리 기본계획」.

셋째, 우리나라의 REACH 도입은 유럽에서 시행된 이후에 이루어지므로 외국에서 우리나라에 수입하는 화학물질의 상당수가 시험데이터를 확보하여 유럽화학물질청에 등록을 마친 상태이다. 따라서 이들 물질에 대해서는 우리나라 등록을 위한 추가 시험비용은 발생하지 않는다. 우리나라에서 수입하는 화학물질에는 우리나라에서 제조를 하면서도 수입을 하는 물질(예: 석유화학계 물질), 유럽에서 수입하는 물질, 비EU국가에서 EU 수출과 함께 우리나라에 수출하는 물질을 모두 포함되기 때문이다. 우리나라에서 수입하는 화학물질 11,350여개에 국내에서 1톤 이상 사용하는 물질의 비중 73.64%를 적용하면 연간 1톤 이상으로 수입되는 물질은 8,358개로 추정된다. 보수적으로 수입물질의 50%가 화학물질이 시험데이터를 확보한 것으로 가정하면 4,179개의 물질에 대한 시험이 필요하지 않은 것으로 볼 수 있다. 동 물질의 톤당 분포가 우리나라에서 사용되는 화학물질과 동일하다고 가정할 때 추가적인 시험비용의 절감 가능액은 477.2백만 유로가 된다.

그런데 여기에는 우리나라에서 수입물질로 신규물질 유해성 심사를 받은 물질이 포함되므로 이를 제외시켜야 한다. 실제로 2004년까지 심사를 받은 화학물질 3,009건 중 96.9%인 2,917건이 수입된 물질로 국내에서 제조된 것은 92건에 불과하므로 유해성심사를 받은 물질에 대하여 REACH 시험 데이터의 일부가 확보된 것으로 보아 공제하면 수입물질에 대한 공제와 중복되게 된다. 따라서 앞에서 유해성 심사 및 안전성 시험을 통해 데이터를 확보한 물질에는 국내에서 개발된 92건의 물질과 안전성 시험 대상 물질 1,060개 물질만 포함하여야 하며, 그 규모는 RPA(2003a)의 추정방법과 항목을 적용하여 추정하면 총 1.5백만 유로가 된다.

이와 같은 상황을 종합할 때 우리나라에서 REACH 제도를 도입할 때 소요되는 시험비용은 1,185.3백만 유로가 될 것으로 추정된다.

등록비용은 유해성 심사를 받은 신규물질의 경우 시험 데이터 요구수준에 따라 업데이트 여부가 결정되나 여기에서는 별도의 등록이 필요하지 않을 것으로 보이며, 현재 유럽에 수

출하고 있는 물질도 별도의 등록 준비가 필요 없을 것이다. 다만 우리나라가 수입을 하고 있는 물질은 시험데이터를 확보하고 있더라도 등록을 위한 절차는 별도로 밟아야하므로 EU에서 추정하는 등록비용이 그대로 소요되는 것으로 보았다. 이 경우 수입물질의 등록에는 총 233.1백만 유로가 소요될 것으로 추정되었다.

이와 함께 하위사용자의 비의도적 사용 규모도 RPA(2003a)의 추정방법을 적용하면 5,369개 물질이 되며, 물질 당 등록비용도 8,963 유로가 소요되므로 비의도적 사용에 따른 등록비용은 총 48.1백만 유로가 된다.

시험과 등록비용은 일시에 나타나는 것이 아니라 제도 시행 단계에 따라 연차적으로 발생한다. EU에서는 사전등록을 받은 이후 1,000톤 이상 물질로 시작하여 11년간 순차적으로 등록을 하도록 하였다. REACH 도입에 따른 총비용을 산출하기 위해서는 연차별로 발생하는 비용을 현재가치로 환산하여 합산하여야 한다. 따라서 우리나라도 2010년부터 제도를 시행하고, EU에서와 마찬가지로 제조·수입량과 위해성에 따라 11년 동안 순차적으로 등록이 이루어진다고 가정한다. 보다 구체적으로 첫째, CMRs, 100톤 이상의 환경유해물질과 1,000톤 이상의 일반물질은 3년 이내, 1톤 이상의 환경유해물질과 100톤 이상의 일반물질은 6년 이내, 1톤 이상의 일반물질은 11년 이내에 등록토록 한다는 것이다. 둘째, 톤 범위별 등록이 매년 비례적으로 이루어진다. 즉, 3년 이내에 등록을 마쳐야하는 1,000톤 이상의 물질의 경우 첫 해에 1/3, 둘째 해에 1/3, 셋째 해에 1/3의 시험 및 등록이 이루어진다. 셋째, 할인율은 3%를 적용한다. 3%의 할인율은 우리나라에서 일반적인 공공사업의 비용편익 분석에 적용하는 할인율보다는 낮으나, 환경과 관련된 사업 특히 보건과 관련된 사업에서 미래세대의 가치를 반영하기 위한 할인율이며, 특히 유럽에서 많은 REACH 관련 비용 및 편익계산에서 적용된 할인율이다.²⁾ 넷째, 환율은 2007년의 유로 대 원화의 환율인 1유로:1,273원의 비율을 적용한다.

끝으로 화학물질에 대한 시험 데이터의 생산 및 등록서류 작성은 인력 수요가 많은 작업으로 인건비가 비용의 대부분을 차지한다. 따라서 국가별 소득수준을 감안한 비용 조정이 이루어져야 한다. 2006년 기준 우리나라 1인당 GNI는 17,690 달러로 유럽통화권의 1인당 GNI 34,307 달러의 51.6% 수준이다. 따라서 이러한 소득격차를 그대로 반영하면 우리나라에서 REACH 유사제도 도입에 따라 발생하는 비용은 2007년의 현재가치 기준으로 시험은 6,454 억원, 등록은 1,793억원, 비의도적 사용에 대한 등록은 258억원이 소요될 것으로 추정된다.

2) 정희석, 1999. "환경보전과 공공투자의 할인문제". 「도시문제」, 일반적으로 환경관련 프로젝트에서는 미래세대의 가치를 적용하기 위하여 사적 할인율보다는 낮은 사회적 할인율을 적용.

3) 화학물질 안전성평가(CSA) 및 안전성보고서(CSR; Chemical Safety Report)

화학물질안전성보고서(CSR)은 연간 10톤 이상 제조 또는 수입되는 물질의 독성과 분류 체계, PBT(잔류성, 생물농축성, 독성물질) 또는 vPvB(고잔류성, 고생물 농축성 물질) 물질 여부를 서류화한 것이다. 또한 CSR은 즉 물리화학적, 인간건강 및 환경에 대한 영향에 대한 데이터, 잔류성 및 인체축적 독성 물질 여부, 주요 사용처에 대한 노출시나리오와 위해 특성 등에 대한 화학물질안전성평가(CSA) 결과를 포함해야 한다. CRS에는 독성이 있거나 PBTs, vPvB로 분류된 물질의 특정용도에 대한 노출시나리오를 기술하여야 하는데, 노출시나리오는 하위사용자 또는 유통상에게 공급되는 정보전달 수단인 물질안전보건자료(SDS)에 포함되어져야 한다. 산업계의 비용을 절감하기 위하여 유해성과 분류체계 정보의 공동 제출도 허용하고 있다. 유럽집행위원회(EC)는 CSR/SDS 작성비용이 2.5억 유로가 될 것으로 추정하였다(EC, 2003).

우리나라에서도 CSR은 유럽에서와 마찬가지로 연간 10톤 이상 제조 또는 수입되는 물질을 대상으로 하고 독성과 분류체계, PBT(잔류성, 생물농축성, 독성물질) 또는 vPvB(고잔류성, 고생물 농축성 물질) 물질 여부 및 이에 대한 노출시나리오 제출로 국한한다. 이 경우 EU에서와 마찬가지로 독성이 거의 없는 일반물질은 시험데이터 제출 이외에 CSR 작성에 따른 추가비용이 발생하지 않으므로 EC(2003)과 같이 등록대상 물질의 1/3 정도가 CSR 비용을 부담하게 된다. 우리나라의 제도 도입에 따른 추가비용은 EU 수출물질 및 수입물질을 제외한 순수 CSR/SDS 작성대상 물질이 3,500여개, 작성비용은 87.3백만 유로, 원화로 환산하면 1,111.3억원이 된다.

4) 평가 및 허가

평가는 기업에서 화학물질 등록을 위하여 제출한 서류가 완벽한지 여부 및 물질특성 분석이 적절히 이루어졌는지의 여부를 확인받는 단계이다. 원칙적으로 물질이 연간 100톤 이상일 경우 평가가 이루어지나, 그 이하일 경우에도 위해성이 의심되는 관심물질일 경우 평가가 이루어질 수 있다. 평가는 정부의 화학물질관리기관이 주체가 되어 이루어지며, 등록을 신청한 사람에게 추가적인 정보를 요구할 수도 있다. 따라서 추가정보 요구가 없을 경우 제조 및 수입자에게 별도의 비용부담이 발생하지 않는다.

허가는 위해성이 있으나 사회적으로 필요한 물질로, 등록자가 충분한 보호수단을 채택할 수 있으며 사회적 가치가 충분하다는 것을 증명할 때 인정된다. 허가 여부의 검토는 당해

물질의 제조·수입량과는 상관없이, 물질의 특성상 높은 관심을 요하는 물질로 특정한 목적으로 사용할 경우 발생할 수 있는 위해성에 대한 보호수단의 유무 및 사회적 가치 증명을 전제로 이루어질 수 있다. EC는 4,000여개의 물질이 허가대상이 될 것으로 보고 있다. 물질당 허가에 소요되는 비용은 50,000유로로 산업부문의 추가부담 비용은 2억 유로로 추정하였다.

우리나라에서 허가대상 물질의 숫자는 화학물질 유통량 통계에서 EU의 제조·수입 화학물질 톤별 종류 대비 허가대상 물질의 비율을 적용하여 추정한다. 이 경우 허가대상 물질은 약 1,400여개의 물질이 되며, 물질 당 소요비용 50,000유로에 소득격차를 보정하면 허가에 따른 비용은 36백만 유로, 458억원이 된다.

이와 같이 사전등록, 시험, CSR/SDS, 등록, 비의도적사용 등록 및 허가 등 REACH 제도의 시행에 소요되는 모든 비용을 합산하면 우리나라의 REACH 유사제도 도입시 소요되는 직접비용은 1조 124억원에 달한다.

표5 우리나라의 REACH 유사제도 도입시 직접비용 추정결과

단계	비용(억원)
사전등록	50억원
시험비용	6,454억원
CSA/CSR	1,111억원
등록	1,793억원
비의도적사용 등록	258억원
허가	458억원
합계	10,124억원

2. 편익

REACH의 사회적 편익을 추정하는 방법으로는 질병비용추정법, 지불의사추정법, 편익함수(Benefit Function), 정책대안에 대한 효용측정모형 등을 들 수 있는데, 편익함수나 효용측정모형은 자료수집의 어려움으로 극히 제한적으로 이용된다. 일반적으로 많이 사용되는 것은 위해요소의 적정관리를 통하여 감축시킨 질병을 편익으로 추정하는 질병비용추정법인데, 위해요소에 의한 사망 및 질병과 특정 정책(규제)이 이를 줄이는 효과를 추정하여야 한다. 지불의사추정법은 설문조사 등의 방법을 통하여 유해인자를 적정관리(감축)할 경

우 이에 대하여 지불할 의사가 있는 금액을 도출하는 방법이다. 이 두 가지의 방법은 독립적 또는 상호 보완적으로 사용될 수 있다.

REACH의 편익은 작업장에서 상대적으로 집중적으로 화학물질에 노출되는 근로자의 건강개선 효과와 함께 환경을 통하여 일반 국민들이 화학물질에 노출되는 것을 저감함으로써 국민건강을 개선하는 효과를 들 수 있다.

작업장 근로자의 보건 향상 효과는 REACH의 비용을 부담하여야 하는 산업계에 대한 효과이며, 상대적으로 화학물질에 집중적으로 노출되는 집단으로 직업병 통계를 활용하여 편익을 비교적 정확하게 추정할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 그러나 작업장 근로자에 대한 편익은 사회적 편익의 일부분으로 나타나므로 여기서는 별도로 추정을 하지는 않는다. 정회석(2008)은 우리나라의 직업병 발생 통계 및 EU의 직업병 통계 등을 활용하고, 화학물질 노출과의 연계성이 높은 직업성 질환으로 피부, 호흡기계, 안과계, 중추신경계 질환 및 암을 사례로 REACH의 경제적 편익을 추정하여 작업장 근로자에 대한 편익이 30년 동안 최소 1조 1,800억원에서 최대 2조 4천억원 수준이 될 것으로 추정하였다.

REACH 제도의 도입에 따른 국민건강 편익은 직업성 질환의 감소와 마찬가지로 ① 의료서비스 비용의 절감, ② 생산성 비용, ③ 질병에 따른 건강한 삶의 질 상실에 따른 손실(건강한 삶의 유지를 위해 국민들이 지불하는 비용)을 포함하나, 질환의 범주 및 편익의 대상은 다르다.

1) 의료서비스 비용 절감

일반적으로 건강편익의 규모는 질병부담(Burden of Disease)을 활용하여 추정한다. 질병부담을 나타내는 가장 오래된 지표는 사망률이나, 전체적인 사회경제의 발전과 인구 및 질병구조의 변화, 보건의료기술의 발전 등으로 사망보다는 질병과 손상, 그로 인한 장애 등으로 인하여 초래되는 비용이 점점 커짐에 따라 WHO는 종합적인 건강수준 평가지표인 장애보정생존년수(DALY; Disability-adjusted life year) 개념을 개발하였다. DALY는 각종 질병의 역학지표, 건강한 생활의 손실기간 및 질병에 의해 상실한 햇수를 합산하여 산출된 계수로 질병부담의 국가간 비교연구, 질병부담의 지역간·계층간 비교연구, 질병별 부담의 비교연구 및 위험요인별 질병관련 부담의 비교연구 등을 가능하게 한다.

배상철(2005)은 우리나라의 질병부담을 질병분류체계에 따라 장애로 인한 손실년수(YLD; years lived with a disability)와 조기사망으로 인한 손실년수(YLL; years of life

lost)를 합산하는 형태로 추정하였다. 우리나라에서 질병부담(DALY)이 가장 높은 질환은 암으로 인구 10만명당 1,529이며, 그 다음으로 Cardiovascular(1,492), Digestive disease(1,140), Diabetes mellitus(970), Respiratory disease(951), Neuro-psychiatric conditions(883)의 순이다. 손상(injuries)의 경우는 YLL만 추정하고 YLD는 추정하지 않았다. 2006년 우리나라 인구 48.4백만 명을 감안할 때 연간 총 질병부담의 규모는 4,860,812가 되고(손상 포함), 이 중 암은 740,036, 호흡기계 질환은 460,284, 뇌졸중은 453,508이 된다.

표6 우리나라의 질병부담(인구 10만명당)

	합계	전염성 질환 등	암	당뇨	내분비 장애	신경 정신계	감각기 관질환	심혈관 계질환	호흡기 계질환	소화기 계질환	피부 질환	근골격 계질환	기타	손상
YLD	6,088	682	322	770	20	768	74	735	841	853	201	637	185	-
YLL	3,955	191	1,207	199	28	115	0	758	110	287	4	8	93	955
DALY	10,043	873	1,529	970	48	883	74	1,492	951	1,140	205	645	278	955

출처: 배상철, 2005. 「한국인의 질병부담 측정을 통한 건강관련 삶의 질 향상에 관한 연구」

일반적으로 환경오염이 국민의료비에 기여하는 부분을 추정하는 방법으로는 전체 질환에서 환경오염이 차지하는 비중을 산출하고, 이를 국민의료비에 적용하여 추정하는 방식(top-down 방식)과 화학물질에 대한 노출이 유발하는 질환(환경성 질환)을 규정하고 각 질환별로 화학물질 노출의 기여도를 조사한 이후에 질병별 비용을 합산하는 방식(bottom-up 방식)이 사용된다. 그런데 우리나라에서 아직까지 환경성 질환으로 규정할 수 있는 질환의 종류에 대한 사회적 합의가 있다고 보기 힘들며, 환경성 질환으로 일반적으로 이야기하는 질환에 대하여도 질환별 의료비용을 추정한 사례는 극히 제한되어 있으므로 여기서는 Top-down 방식으로 화학물질에 기인한 의료비용을 추정한다.

추정의 방법은 다음과 같다. 첫째, 우리나라의 총 DALY와 함께 DALY당 국민의료비 지출규모를 추정한다. 2006년 우리나라 국민의료비는 54조 5천억원(GDP 대비 6.4%)으로 이를 배상철(2005)이 추정한 연간 총 질병부담 규모 4,860,812로 나누어 주면 DALY 1단위당 의료비용은 1,121만원이 된다.

둘째, 화학물질 노출에 기인한 DALY의 규모를 추정한다. 세계은행(World Bank)은 환경오염과 국민건강의 관계를 연구하여 선진시장경제국가(EMEs; Established Market Economies)에서 농-산업(agro-industrial) 부문의 오염이 DALY에서 차지하는 비중이

0.6~2.5퍼센트에 달한다고 조사한 바 있다.(Lvovsky, K., 2001) 등 연구에서의 농-산업 부문의 오염은 일반적으로 화학물질 오염으로 해석되는데 산업화가 되지 않은 개도국은 이로 인한 질병부담의 규모가 1% 수준에 불과하나, 산업화된 국가의 경우 화학물질에 대한 노출이 많아 질병부담의 규모가 크게 나타났다. 이와 같은 추정결과를 우리나라의 DALY 추정치에 적용하면 최소 29,164 DALY에서 최대 121,520 DALY는 화학물질 노출에 기인한 것으로 추정된다.

셋째, REACH 유사제도가 저감하는 화학물질 노출에 기인한 질환의 규모를 추정한다. 이는 REACH의 효과와 직결되기 때문에 심층적인 연구가 필요하나, 본격적으로 REACH가 시행되지 않고 있는 상황에서 그 규모를 추정하기는 어렵다. 이에 따라 유럽의 대부분의 연구는 REACH가 화학물질 노출 및 이에 따른 질환 발생을 10% 수준 감소할 것으로 보아 그 효과를 추정하고 있다.³⁾ 여기서도 동일한 방법을 적용하면 REACH가 줄여주는 연간 DALY는 최소 2,916 DALY에서 최대 12,152 DALY로 추정된다.

넷째, 앞에서 추정한 DALY 1단위당 의료비용 1,121만원을 화학물질 노출에 따른 DALY 감소에 적용하면, REACH 유사제도는 연간 최소 326억원에서 최대 1,362억원의 국민의료비 절감을 가져올 수 있다.

그러나 이와 같은 효과는 제도 시행 이후 상당기간이 지난 이후에 단계적으로 확대된다. 본 연구는 REACH 제도가 우리나라에서 2010년에 시행된다는 전제하에서 진행되었다. 그런데 REACH가 시행되더라도 건강개선 효과는 바로 나타나지는 않는다. REACH의 효과가 나타나는 시기에 대하여 RPA(2003b)는 피부, 호흡기 및 안 질환은 제도 시행 후 6년, 암사망은 10년 후부터 발생할 것으로 보았다. EC(2003)은 제도 시행 후 10년부터 효과가 나타나 이후 10%씩 증가하여 20년 후부터 전체적인 효과가 나타날 것으로 보았다. 이러한 주장을 종합하여 여기에서는 REACH의 효과가 7년 후부터 나타나기 시작하여 이후 10년 동안 10%씩 증가하는 것으로 가정한다. 즉, 7년째는 10%의 효과만 나타나며, 8년째는 20%로 증가하며 16년 이후부터는 100%의 효과가 나타나게 된다. 6년이 지난 때에는 100톤 이상의 일반물질과 환경유해물질의 등록이 완료되기 때문에 유해화학물질에 대한 노출과 그 영향에 대한 시차를 고려할 때 그 효과가 조금씩 발생하는 것으로 본 것이다. 그러나 오염 요인과 건강 영향의 복잡한 관계를 고려할 때 여기서 추정하는 편익의 규모는 추정치보다

3) RPA & Statistics Sweden(2003), Pearce & Koundouri(2003), RPA & BRE Environment(2003), EC(2003), Pickvance(2005) 등 REACH의 편익을 연구했던 유럽의 대부분의 보고서가 REACH 시행이 10% 수준의 화학물질 노출 저감과 질환발생 저감을 전제하여 그 효과를 분석하였다.

는 잠재적인 규모로 보는 것이 정확할 것이다. 할인율은 비용 추정시 적용하였던 3%를 적용한다. 계산 결과 REACH의 편익은 단순히 의료비 절감효과만을 고려할 때 3,317억원에서 13,858억원의 범위에 있는 것으로 나타났다.

2) 질병회피에 대한 지불의사(WTP) 비용

비용편익 분석에서 편익은 특정재화를 구입하기 위하여 지불한 비용 뿐 아니라 소비자 잉여를 포함하여 개인이 선호에 따라 부여하는 모든 가치를 포함한 것을 의미한다. 즉, 보건에 관한 비용편익 분석에서 편익은 발생된 의료비용 뿐 아니라 건강한 삶을 유지하기 위하여 사람들이 지불하려고 하는 지불의사 비용이 포함되어야 한다는 것이다.

그런데 화학물질에 의한 조기사망(*premature mortality*) 또는 상병(*morbidity*)과 같은 건강 위해성 또는 환경리스크는 시장에서 거래가 되는 상품이 아니기 때문에 거래를 통한 가격이 형성되지 않는다. 따라서 일반적으로 그 가치를 추정하기 위해서는 다소 논쟁은 있지만 사망위험도 변화의 가치 또는 사망회피의 가치(*VOSL*; *value of statistical life*) 개념을 활용한다. *VOSL*은 개개인의 생명가치 평가가 아니라 사망확률의 작은 변화에 대한 지불의사 금액을 도출한 값으로, 보건 리스크의 변화가 특정 인구집단에 미치는 영향을 종합적으로 평가하기 위한 방법이다⁴⁾. 이는 일반적으로 다음과 같이 추정한다.

$$VOSL = \frac{\sum_i WTP_i}{\Delta r N}$$

여기서 Δr 은 소량의 리스크 변화를 의미하며, WTP_i 는 소량의 리스크 변화에 대한 지불의사 비용을 의미한다. i 는 i 번째 사람을 의미하며, N 은 리스크의 대상이 되는 사람을 의미한다.

4) 권오상, 2007, 『환경경제학』, 사람의 생명을 경제적 가치로 환산하는 데에는 많은 사람이 거부감을 보일 수 있다. 그러나 환경정책 또는 공공정책에 관련하여 평가되는 생명의 가치는 일상생활에서 이야기하는 생명과는 다른 의미를 가진다. 이는 사전적(*ex ante*) 의미의 가치로 불특정인의 사망확률이 달라지는 것을 구체적인 사망사건이 발생하기 이전에 사전에 평가하는 확률적 생명이다. 또한, 환경개선 등으로 사망확률이 조금 변하는 것의 가치일 뿐 어떠한 개인이 생사에 관련된 가치변화가 아니다. 많은 경우 확률적 생명은 연간 구해진 생명의 수로 표현된다. 예를 들어 평생 동안 노출된 어떤 위해물질 때문에 양에 걸려 사망할 확률이 1%라 하자. 이 사람이 위해물질로 연간 사망할 확률을 π 라 하면 평균수명을 80년이라 할 때 평생 양으로 사망하지 않을 확률은 $0.99=(1-\pi)^{80}$ 이고, $\pi=0.0001301$ 된다. 위해물질 관리정책이 도입됨으로써 평생 이 물질 때문에 사망하는 사람의 수가 얼마나 줄어든지를 알 수 있다면 이 정책으로 인해 연간 몇 명의 확률적 생명이 구해지는지를 파악할 수 있다. 확률적 생명의 가치는 사망확률을 낮추는 방법에 대한 지불의사를 알 경우 계산할 수 있다. 앞의 예에서 위해물질을 신물질로 대체하여 개인의 연간 양 사망 확률이 0.01% 감소한다고 하자. 서울시 인구는 1,000만 명이므로 신물질로 연간 1,000명의 생명이 구해진다. 신물질에 대한 각 개인의 지불의사를 도출하여 1인당 연간 50,000원으로 나타났다고 하면, 50,000원에 1,000만명을 곱하고 다시 1,000명으로 나누어주면 서울시 주민이 1인의 생명을 구하기 위해 지불하고자 하는 금액은 5억원이 된다.

VOSL은 국가마다 연구자에 따라 약간씩 다르게 추정된다. 영국에서는 VOSL을 1백만 파운드로 공식적으로 사용하고 있으며, Olsthoorn et al.(1999)은 유럽에서 VOSL이 1995년 가격으로는 3.2백만 유로, 2000년 가격으로는 3.7백만 유로로 추정하였다. 우리나라에서는 신영철 등(2002)이 Contingency Valuation Method를 통하여 1999년 가치로 1,153.6백만원(범위: 284.2~1,560.9백만원)으로 추정한 바 있다. 신영철·조승현(2003)은 70세 이후 10년 동안의 사망 가능성 감소와 관련된 VOSL을 46,600만원(95% 신뢰구간에서 33,900~59,400만원)으로 추정하였다. 또한 Shin(2007)은 선택실험법(Choice Experiment (CE) Method)을 활용하고 사망위험의 네 가지 속성(사망원인, 사망위험의 자발성, 사망시기, 사망위험 감소의 크기)을 이용하여 확률적 인간생명의 가치를 청소년 이하(18세 미만)는 1,165~1,367백만원, 성인(18~59세) 1,631~1,833백만원, 노인(60세 이상)은 1,128~1,330백만원으로 추정하였다.

VOSL을 추정하는 데에는 외국의 연구결과에 per capita GDP 등 경제수준의 차이를 보정하여 적용하는 방법(Transferred monetary value of life)을 사용하기도 하는데, 백도명(2002)은 미국 및 캐나다의 연구 값에 소득수준의 차이를 보정하여 우리나라의 VOSL을 1,658.5백만원(범위: 246.1~5,066.6백만원; 1999가치, 1US\$=1,145.5원 적용)으로 추정하였다. 이와 같은 추정치를 GDP디플레이터를 사용하여 현재가치로 재정리하면 다음 [표 7]와 같게 된다.

표7 우리나라의 사망회피 가치(VOSL) 추정

평가방법	VOSL (단위: 백만원)	참고
Transferred Value (미국, 캐나다 연구 보정값)	1,907.3	range of values: 283.0~5,826.6(백만원)
Human Capital Approach	466.0	기대 여명: 25년 1인당 소득: 18.6백만원
CVM	1,326.6	range of values: 326.8~1,795.0백만원

주: 백도명(2002)이 정리한 1999년 자료를 우리나라의 GDP Deflator를 적용하여 재조정

한편 상병에 대한 지불의사(WTP) 비용을 도출하기 위하여 1건의 조기사망은 10개의 DALY와 동등하다는 가정이 사용된다. Pearce(2003)는 Lvovsky et al.(2000)이 전세계 6개 도시(뮌헨, 상하이, 마닐라, 카라코바, 방콕, 산티아고)에 대하여 조사한 DALY에 대한 지불의사(WTP)를 1인당 소득 비율로 조정하여 유럽과 영국의 DALY에 대한 지불의사를 1개

당 90,000유로로 추정하였다. 이와 같은 추정방법에 영국과 우리나라의 1인당 국민소득 차이를 고려하여 조정하면 우리나라 1 DALY는 약 58천유로(6,874만원), 1 VOSL은 580천유로(6억 8,740만원)가 된다.

지불의사를 고려한 REACH의 편익은 다음 두 가지로 추정하였다. 낮은 추정한도는 REACH의 효과를 연간 2,916 DALY(농산업부문의 오염: 0.6%)로 보고 VOSL값도 Pearce(2003)의 영국추정치를 우리나라와의 소득격차를 조정한 DALY당 가치(58천유로, 68.74백만 원)를 적용한 최소 규모이다.

높은 추정한도는 REACH의 효과로 12,152 DALY 절감(농산업부문의 오염: 2.5%)이 발생한다고 보고, VOSL의 가치도 신영철 등(2002)이 CVM 기법을 이용하여 추정된 것을 GDP 디플레이터로 보정한 1,326.6백만원을 적용한다. 신영철 · 송승현(2002)의 VOSL 추정치를 GDP 디플레이터를 적용하여 조정한 VOSL 값은 Shin(2007)의 추정결과와 비교하면 성년층에 대한 평균치보다는 적으나 젊은층 및 노인층의 평균치 최대값에 근사하여 본 연구에 적용하는데 어려움이 없는 것으로 판단되었다. 여기서도 마찬가지로 3%의 할인율을 적용하며, REACH의 효과도 7년 후부터 나타나며 이후 매년 10%씩 증가하여 16년 이후에 본격적으로 나타난다고 보았다. 이와 같은 계산 결과 REACH의 편익은 질병회피에 대한 지불의사를 포함할 경우 2조원에서 16조 4천억원 수준으로 추정되었다.

3) 환경오염 처리비용의 저감

REACH에 따른 화학물질 관리 강화는 대기, 수질, 토양 등 환경매체가 유해화학물질로 오염되는 것을 저감시킬 뿐 아니라 환경 중에 잔류할 수 있는 유해성 물질의 배출을 예방함으로써 생물다양성에 대한 압력을 감소시키게 될 것이다. 특히 잔류성, 생체축적성 및 독성 물질은 한번 환경에 배출되면 사후에 처리하기가 매우 어렵고 처리비용이 많이 소요되기 때문에 관리방법 개선을 통하여 사전에 오염을 예방하는 것은 사회적 비용을 크게 절약하는 효과가 있다.

다만, 현재 확보가 가능한 자료로는 REACH가 환경오염 저감 또는 환경오염 처리비용의 저감을 통하여 가져다주는 사회적인 편익을 정량적으로 추정할 수 없어 편익추정에 포함시키지는 않았으나, 잔류성 및 생체축적성이 있는 화학물질 또는 내분비계장애물질의 사용 및 배출 저감 등을 통하여 환경을 개선하고 오염물질 처리비용을 저감시키는 효과는 상당할 것으로 기대된다.

3. 비용·편익의 비교 분석

우리나라에서 REACH 유사제도를 도입할 경우 시험·등록 및 허가 등 제도운영을 위한 직접비용은 10,124억원이 소요될 것으로 추정되었으나, 질환 및 사망 회피를 위한 지불의사(WTP)를 고려한 편익은 2조원에서 16조 4천억원으로 REACH 유사제도의 비용을 크게 초과하는 것으로 추정되었다. 다만, 국민의료비에 대한 효과만 고려하면 REACH의 편익은 3,317억원에서 1조 3,858억원으로 낮은 추정범위에서 비용을 초과하지 못할 가능성이 있었다.

표8 우리나라 REACH의 비용과 편익 종합

구분		비용		편익	
산업계	직접 발생	① 직접비용	10,124억원	③ 직접편익	11,912~24,014억원
		- 사전등록	50	- 작업장 근로자 건강개선	11,912~24,014억원
	- 시험비용	6,454			
	- CSA/SDS	1,111	- 전문 인력 사망률 감소 등	추정 불가	
- 등록	1,793				
- 비의도적 사용 등록	258				
		- 허가	458		
	간접 발생	② 간접비용	정성분석	④ 간접편익	정성분석
		- 물질 퇴출·대체	정성분석	- 소비자 불만 감소	정성분석
		- 영업기밀 비용	정성분석	- 화학물질 신뢰 증가	정성분석
사회 (일반국민)		⑤ 사회적 비용	정성분석	⑥ 사회적 편익	3,317~164,027억원
				- 국민건강 향상	3,317~13,858억원
				- 국민의료비 절감	20,394~164,027억원
				- 질병회피에 대한 지불의사 포함	정성분석
				- 환경 및 생태계 보호	정성분석

주: 작업장 근로자 건강개선과 국민건강 개선은 합산하면 중복이 됨.

본 연구에서 REACH의 편익은 환경에 대한 편익을 포함하지 않았다. 즉, 생태계 보호 및 생물다양성 유지의 가치 및 환경오염 처리비용 절감 등이 포함되지 않아 이들이 포함된다면 REACH 제도의 편익은 훨씬 증가할 것이다. 건강 편익도 질환의 건수, 질환 회피에 따른 경제적 비용의 절감, 질환 회피의 시기 등에 대한 여러 가지의 보수적인 가정을 설정하여 과소추정을 초래하였을 가능성도 배제할 수 없다.

한편 이와 같은 추정결과를 유럽에서의 비용편익 분석결과(EC, 2003)와 비교하면 다음과 같은 사항을 확인할 수 있다. 첫째, 유통되는 화학물질의 숫자가 적은 우리나라는 제도 시행에 따른 비용이 유럽에 비해 적게 드나, 화학물질 매출액을 고려한 비용은 훨씬 크게 발

생한다. 이는 화학물질의 제조·수입 톤당 시험비용은 화학물질의 제조·수입량이 많아질 수록 줄어들게 되는데, 우리나라는 유럽보다 화학물질 시장이 좁아 화학물질의 평균 제조·수입량이 적어 톤당 비용이 커지기 때문이다. 다만, 시험·등록비용과 관련된 문제는 본 연구에서 가정한 것처럼 2010년에 우리나라에서 REACH 제도를 도입한다고 할 경우 추가적인 시험 없이 EU 또는 OECD 등 국제기구에서 그동안 축적한 화학물질의 유해성에 관한 자료를 활용하거나, (Q)SARs 등 동물시험을 대체하는 시험기술의 활용 가능성이 확대되는 등 여건개선이 가능해질 것이므로 상당한 수준의 비용절감이 가능해질 것으로 본다.

둘째, REACH에 따른 편익은 화학물질 관리강화에 따라 이익을 받게 될 인구수가 우리나라는 유럽에 비해 적기 때문에 편익의 크기는 다른 조건이 동일하다고 볼 때 적게 발생한다.

4. 민감도 분석

본 연구에서 비용 및 편익을 추정하기 위하여 필요한 정보의 부족과 불확실성 문제를 해소하기 위하여 몇 가지의 가정을 설정하였다. 특히 편익을 추정하는 과정에서는 자료의 부족과 불확실성 문제를 낮은 추정한도와 최적 추정한도라는 두 가지의 경우로 분석하였다. 일반적으로 비용편익 분석에서 불확실성 문제는 대안의 다양화뿐 아니라 다양한 할인율을 적용한 민감도분석으로 검증하기도 한다. 특히 본 연구에서 검토하는 REACH 유사제도는 비용이 제도시행 초기에 집중적으로 발생하며, 편익은 일정한 기간이 경과한 이후에 점진적으로 발생하기 때문에 할인율 조정을 통한 민감도 분석은 의미가 있다.

본 연구에서 적용한 할인율인 3%로는 편익을 가장 좁은 범위로 본 의료비 절감 효과에서 가장 보수적으로 추정한 “낮은 추정한도”의 경우를 제외하고는 비용편익 분석을 통과한다. 그러나 할인율이 5%를 넘을 경우 의료비 절감만을 고려하는 편익은 최적 추정한도에서도 비용이 편익을 초과하는 것으로 나타났다. 할인율로 7%를 적용한 경우에도 지불의사를 고려한 REACH 유사제도의 편익은 비용을 크게 초과하였다.

표9 할인율 변화에 따른 민감도 분석(단위: 억원)

적용 할인율	총 비용	총 편익			편익/비용 비율
		의료비 국한시	낮은 추정한도	최적 추정한도	
3%	10,124	의료비 국한시	낮은 추정한도	3,317	0.33
			최적 추정한도	13,858	1.37
		지불의사 포함시	낮은 추정한도	20,394	2.01
			최적 추정한도	164,027	16.2
4%	9,727	의료비 국한시	낮은 추정한도	2,700	0.28
			최적 추정한도	12,495	1.28
		지불의사 포함시	낮은 추정한도	16,601	1.71
			최적 추정한도	133,522	13.7
5%	9,353	의료비 국한시	낮은 추정한도	2,210	0.24
			최적 추정한도	9,232	0.99
		지불의사 포함시	낮은 추정한도	13,586	1.45
			최적 추정한도	109,268	11.7
7%	8,313	의료비 국한시	낮은 추정한도	1,503	0.18
			최적 추정한도	6,278	0.76
		지불의사 포함시	낮은 추정한도	9,239	1.11
			최적 추정한도	74,306	8.9

VI. 요약 및 결론

본 연구는 EU에서 시행한 REACH와 동일한 제도를 우리나라가 도입할 경우에 발생하게 되는 사회적 비용과 편익을 추정하여 제도도입의 타당성 검증 및 도입 시의 고려사항 도출을 시도하였다. 우리나라에서 REACH 유사제도를 도입할 경우 비용의 현재가치는 3%의 할인율을 적용할 경우 10,124억원인 반면 편익의 현재가치는 단순히 의료비 절감만 고려할 경우 3,317억원에서 13,858억원의 범위에 있었으며, 질병회피에 대한 지불의사(WTP) 비용을 포함할 경우 20,394억원에서 164,027억원의 범위에 있었다. 즉, 단순히 의료비만을 고려할 경우에는 비용편익 기준을 통과하지 못할 수 있으나, 보건에 대한 편익으로 일반적으로 인정받는 질병회피에 대한 지불의사를 고려하면 편익이 비용을 크게 능가하는 것으로 추정된 것이다.

그러나 우리나라에서 시행하는 REACH 제도의 물질 당 시험·등록비용은 유럽에서 REACH에 따라 부담하는 물질 당 비용보다 큰 반면 편익은 인구 규모를 반영하여 적게

나타났다. 이와 같은 비용·편익 분석 결과는 제도도입의 타당성을 뒷받침해주었으나, 동시에 비용을 줄이기 위한 제도설계가 필요하다는 점을 시사한다. 비용절감의 방법으로는 요구 데이터 수준의 축소, 우리나라보다 먼저 이 제도를 도입한 유럽의 자료 활용, OECD 등 국제기구에서 생산하는 자료의 이용 또는 (Q)SARs 등 동물시험을 통하지 않는 데이터 생산기법 활용 등을 포함한다.

본 연구는 몇 가지의 한계를 가지고 있으며, 이에 대한 후속연구가 필요하다.

첫째, 본 연구는 우리나라의 교역 상대국인 EU가 도입한 REACH를 우리나라에서 도입할 경우의 비용과 편익을 비교하는데 목적을 두었다. 따라서 비용과 편익을 구성하는 개별 항목을 직접 추정하는 것은 본 연구의 목적은 아니었다. 그럼에도 불구하고 우리나라에는 환경개선과 국민건강의 관계를 분석할 수 있는 기초데이터는 물론 건강개선 효과의 경제적 분석을 위한 기본 연구의 축적 수준이 높지 않았다. 이에 따라 국내자료가 없는 부분에 대하여는 불가피하게 유럽에서 연구된 데이터를 활용하였는데, 지역 특화적인 화학물질 노출(환경오염)과 건강영향의 관계를 제대로 반영할 수 없었다. 앞으로 화학물질 노출과 질환발생, 즉 직업병 발생현황 및 환경개선이 국민건강 수준의 향상에 미치는 영향 등 개별항목에 대하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 본다.

둘째, REACH 유사제도를 도입할 경우 비용편익 기준을 통과하였으나, EU에 비해 단위당 비용은 크고 및 편익은 적게 발생하는 것으로 나타났다. 이는 우리나라에서 동 제도를 도입하는 것이 경제적으로 타당성은 있으나, 산업계에서 느끼는 상대적인 부담이 우리나라가 유럽에 비해 클 수 있다는 것을 시사한다. 이를 감안할 때 본 연구에서는 우리 실정에 바람직한 REACH 유사제도를 설계하지는 않았지만, 후속연구에서는 우리 실정에 맞게 효과는 유지하되 비용을 최소화할 수 있는 제도설계 방안을 집중적으로 다룰 필요가 있다고 본다. 특히 화학물질 관리에 대한 하부구조(infrastructure)가 부족한 우리나라는 제도 시행을 위한 인프라 구축과 제도의 시행을 동시에 추진할 필요가 있다.

참고문헌

- 권오상. 2007. 「환경경제학」.
- 김일중 외. 2003. 「환경정책의 비용편익 분석 지침서 개발에 관한 연구」.
- 배상철. 2005. 「한국인의 질병부담 측정을 통한 건강관련 삶의 질 향상에 관한 연구」. 보건복지부.
- 신영철. 2005. “황사로 인한 피해비용 추정” 「자원·환경경제연구」 14(3): 673-697.
- 신영철, 조승헌. 2002. “환경적 피해와 관련된 통계적 인간 생명가치의 추정”. 「2002년도 한국경제학회 공동학술대회」.
- 신영철, 조승헌. 2003. “미래의 사망가능성 감소에 대한 지불의사 금액과 통계적 인간생명의 가치측정: 환경적 피해와 환경정책의 평가를 위한 통계적 인간생명의 가치”. 「자원·환경경제연구」 12(1).
- 엄영숙. 1998. “대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치평가; 회피행위접근법을 사용하여”. 「환경경제연구」 7(1): 1-23.
- 조승국, 장정민, 김정민. 2006. “수도권 대기오염 개선으로 인한 건강효과의 경제적 가치 평가; 컨조인트 분석법을 이용하여” 「자원·환경경제연구」. 15(5).
- 정형선. 2006. 「2003·2004년 국민의료비 추계 및 국민보건계정 구축」.
- 정회석. 1999. 「환경보전과 공공투자의 할인문제」. 「도시문제」.
- 정회석. 2008. 「EU 신화학물질관리정책(REACH) 도입에 대한 비용편익 분석」. 동국대학교 박사학위 논문.
- 환경부. 2007. 「제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서」. 한국화학물질관리협회.
- Ackerman, F. and R. Massy. 2004. *The True Costs of REACH*. The Nordic Council of Ministers.
- CEFIC. 2007. *Facts and Figures*.
- European Commission. 2001. *White Paper on Strategy for Future Chemical Policy*.
- European Commission. 2003. *Extended Impact Assessment*. Commission Staff Working Paper COM 644 final. Brussels.
- Harrington W. & R. D. Morgenstern. 2004. *Evaluating Regulatory Impact Analysis*. RFF Discussion Paper 04(04).
- Little, I and J. Mirrlees. 1974. *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. Oxford University Press.

- Lvovsky, K. 2001. *Health and Environment*. Environment Strategy Papers 1. Washington DC: World Bank.
- Olsthoorn *et al.* 1999. "Cost-Benefit analysis of European air quality targets for sulphur dioxide and fine and suspended particulate matter in cities". *Environmental and Resource Economics* 14: 333-351.
- Pearce, D., Atkinson G., and S. Susana Mourato. 2006. *Cost Benefit Analysis and the Environment: Recent Development*. OECD.
- Pearce, D. 2000. *Valuing Risks to Life and Health*. Paper Prepared for the European Commission Workshop on Valuing Mortality and Morbidity.
- Pearce, D. & P. Koundouri. 2003. *The Social Costs of Chemicals*. WWF.
- Postle M. 1997. *Cost-Benefit Analysis and Chemical Risk Management*. Risk and Policy Analysts Ltd.
- RPA. 2003a. *Revised Assessment of the Business Impacts of New Regulations in the Chemicals Sector*. Prepared for European Commission DG ENTR.
- _____. 2003b. *Assessment of the Impact of the New Chemicals Policy on Occupational Health*. prepared for the European Commission Environment Directorate-General.
- RPA & Statistics Sweden. 2002. *Assessment of the Business Impact of New Regulations in the Chemical Sectors*.
- Shin, Y. C. 2007. "Estimating Values of Statistical Lives using Choice Experiment Method" *Environmental and Resource Economics Review* 16(3).