

국가산단 환경역학 사업의 경제성 평가

신영철

대진대학교 글로벌경제학과

국문초록

환경역학 감시사업의 경제성 평가에서는 동 사업에 의한 사회적 비용 및 사회적 편익을 파악하여 비용편익분석을 수행하여, 동 사업의 경제적 타당성을 파악하였다. 이를 위하여 동 사업의 사회적 비용은 동 사업을 위해 연구 및 조사 사업에 투입된 연도별 예산을 현재가치화하여 평가하였다. 한편 동 사업의 사회적 편익은 산단 인근 주민 및 산단 포함 시민의 동 사업에 대한 지불의사금액(WTP)를 조건부가치추정법(CVM)을 이용하여 추정하였다. 또한 전문가 조사를 통하여 동 사업의 건강영향(즉, 질환 및 조기사망의 초과 발생) 감소 수준을 파악하여, 의료비용법(COI) 및 편익이전법(BT)에서 파악된 단위 경제적 가치를 반영한 분석을 진행하였다. 그 결과 동 사업에 의한 부정적 건강영향 감소의 편익을 산정하였다. 모집단을 산단 인근 주민으로 파악하는 경우 편익/비용(B/C) 비율은 산단 주민 조사에 근거한 분석에서는 1.44, 전문가 조사에 근거한 분석에서는 5.17 이다. 그러므로 어떤 방법에 따른 경제성 분석에서도 동 사업이 경제적 타당성을 확보하고 있다.

key words : 환경역학 사업, 경제성 평가, 비용편익분석, 편익/비용 비율, 건강영향, 지불의사금액

서론

환경역학 감시사업의 경제적 평가는 동 사업의 사회적 비용과 사회적 편익을 파악하여 사업의 타당성 여부를 평가하는 작업이다. 환경역학 감시사업의 사회적 비용은 동 사업을 위해 투입된 예산으로 어렵지 않게 파악되는 반면 동 사업의 효과는 주민들의 불안감 해소 또는 환경질 개선에 의한 부정적 건강영향 감소와 같이 시장에서 거래되지 않는 재화나 서비스의 형태로 나타난다. 그러므로 본 연구에서는 동 사업에 의한 편익(benefit)를

Environmental Health and Toxicology

파악하기 위하여 비시장재(non-marketed goods) 가치측정법을 이용하여 동 사업의 편익을 추정한다.

동 사업의 편익 평가를 위해서는 산단 지역 주민들에 대해 동 사업에 대한 지불의사금액(willingness to pay, WTP)을 조사하는 방식과 관련 전문가 조사를 통하여 부정적 건강영향 감소의 편익을 평가하는 방식을 병행한다. 두 가지 방식은 동 사업에 대한 다른 두 가지 접근 방식으로 볼 수 있으며, 현재 상태에서 주어진 정보를 활용하여 동 사업의 편익을 계량화하는 방법이다.

본 연구에서는 환경역학 감시사업의 경제적 평가를 위하여 우선 연구 방법을 설명하고, 그 뒤를 이어 자세한 연구 결과를 정리하고자 한다. 마지막 고찰 부분에서는 민감도 분석과 더불어 연구의 한계를 제시한다.

연구방법

환경역학 감시사업의 경제적 효과는 동 사업의 비용과 편익에 대한 분석을 통해 동 사업의 경제적 타당성을 판단할 수 있는 경제성 분석(즉, 비용편익분석(cost benefit analysis))을 수행한다.

동 사업의 주요 비용은 동 사업에 투입되는 예산으로 볼 수 있고, 그 외에 국가 산단 기업들이 동 사업에 영향을 받아 자체적으로 시설개선을 위한 비용 투자 또는 운영비 증가도 포함될 수 있다. 한편 동 사업의 주요 편익에는 국가 산단에 의한 건강 영향(질환 및 조기 사망) 감소 편익이 있으며, 그 외에 산단 지역주민을 포함한 이해당사자들의 불안감 해소 편익도 포함된다. 그 외에 환경의 질 개선 편익도 포함되며, 이러한 환경의 질 개선은 주민의 건강 영향 이외에도 생태계에 대한 부정적 영향의 감소 등의 편익도 가져올 것으로 예상된다.

우선, 비용 분석에서는 동 사업에 의한 사회적 비용에 대한 분석을 위하여 동 사업에 투입된 예산액을 기본으로 하기에 예산 결산 자료 등을 참조한다. 다음으로 편익 분석에서는 동 사업에 의한 질병예방효과의 편익을 기본으로 하여 동 사업에 의해 발생한 기타 사회적 편익의 포함 여부를 검토한다. 질병예방효과 또는 기타 비시장재의 경제적 가치 평가를 위해 고려될 수 있는 방법론으로는 의료비용법(cost of illness, COI), 회피비용접근법(avoiding behavior method, ABM), 조건부가치측정법(contingent valuation method, CVM) 또는 선택실험법(choice experiment method, CE), 편익이전법(benefit transfer method, BT) 등이 있다[1].

본 연구에서는 산단 인근 주민 및 산단 포함 시민들에 대한 동 사업에 대한 지불의사금액(WTP)을 도출하기 위한 조건부가치추정법(contingent valuation method, CVM)을 이용한다. 이를 통해 산단 인근 주민 또는 시민들이 인식하는 동 사업의 편익을화폐적으로 계량화하기 위한 시도를 한다. 여기서는 동 사업으로 인한 환경질 개선, 질환 감소 및 불안감 감소 등의 편익 중 인지가능한 편익이 포함되었다고 볼 수 있다. 또한 전문가 집단에 대한 설문 조사를 통하여 산단에 의한 건강영향 및 산단 사업에 의한 건강영향 감소 수준을 파악하여, 동 사업에 의한 질환 및 조기 사망 감소의 편익을 화폐가치로 환산한다. 여기에서는 의료비용법(COI)을 기본으로 편익이전법(BT)도 분석에 이용된다. 마지막으로 경제성 분석(비용편익분석)에서는 동 사업의 계량화된 비용 및 편익을 이용하여 비용편익비율(B/C) 및 순현재가치(net present value, NPV)로 사업의 경제적 타당성 여부를 평가한다. 이어서 비용 및 편익의 변동 발생하는 경우 사업의 타당성이 어떤 영향을 받는지에 대해서도 민감도 분석(sensitivity analysis)을 수행한다.

연구결과

1. 비용 평가

국가산단에 대한 조사연구를 본격적으로 진행한 시기인 1 단계(2003년 - 2010년) 및 2 단계(2012년 - 2015년) 조사연구용역 예산을 보면, 1 단계에는 2006년 - 2010년에 걸쳐 총 55.30 억원의 예산과 2 단계에는 2012년 - 2015년 동안 57.51 억원의 예산이 투입되었다.

비용편익분석을 위해 모든 비용을 2015년 현재가치로 환산하기 위하여 소비자물가지수를 활용하여 동 연구비를 재산정하면, 동 사업을 위해 2015년 현재가치로 1 단계에는 64.20 억원, 2 단계에는 58.41 억원으로 총 122.62 억원의 예산이 투입되었다.

2. 편익 평가

1) 산단 지역주민의 편익 추정

산단 지역주민의 동 사업에 대한 지불의사금액(WTP)으로부터 국가산단 환경역학 사업의 편익을 도출하기 위하여, 비시장재화 가치추정법의 진술선호법(SP)에 속하는

조건부가치측정법(CVM)을 이용한다. 설문 조사 대상자는 국가산단의 노출지역의 가구이며 전체 가구수는 시화/반월, 청주/대산, 포항, 울산, 광양/여수의 인근 328,444 가구이다[2]. 산단 인근지역 주민 산단 지역주민의 동 사업에 대한 양분선택형 질문 자료에 대한 답변을 이용하여 지불의사금액 모형을 추정하고, 그로부터 동 사업에 대한 연간 가구의 지불의사금액(WTP)를 추정한다.

지불의사금액의 추정 결과로부터 동 사업을 위한 가구당 평균 지불의사금액을 산정하면, 국가산단 환경역학 조사 사업에 참여했던 조사 참여 가구의 경우는 매년 6,660 원(95% 신뢰구간 4,612 원 ~ 9,618 원)이다. 한편 국가산단 환경역학 조사 사업에 참여한 적이 없는 조사 비참여 가구의 경우는 매년 5,975 원(95% 신뢰구간 4,596 원 ~ 7,768 원)으로 산정된다.

(Table 1.)

조사 참여 가구의 모집단 가구수인 1,402 가구를 곱하면 총 지불의사금액은 900 만원(95% 신뢰구간 600 만원 ~ 1,300 만원)이며, 조사 비참여 가구의 모집단을 산단 인근으로 한정하는 모집단으로 정의하면 19 억 5,400 만원(95% 신뢰구간 15 억 300 만원 ~ 25 억 4,000 만원)으로 추정된다. 따라서 산단 인근 가구의 동 사업에 대한 총편익은 매년 19 억 6,300 만원이며, 95% 신뢰구간은 15 억 1,000 만원 ~ 25 억 5,400 만원에 이른다.

(Table 2.)

2) 전문가 조사에 의한 건강 영향 편익 추정

동 사업에 참여했던 전문가들과 환경보건분야 전문가들 27 명에 대한 설문 조사를 통해 국가산단으로 인한 건강영향의 정도 및 동 사업에 의한 건강영향(질환 및 조기 사망)의 감소 정도 등을 파악하였다. 전문가들은 국가산단에 의한 지역의 환경오염이 주민들의 건강에 일정한 정도 영향을 미치고 있으며, 국가산단 환경역학 사업에 의해 환경오염 수준이 감소하였다고 보고 있다. 그 결과

전문가들은 동 사업에 의해 건강영향 즉, 질병 및 사망률 감소로 이어졌다고 본다. 전문가들이 제시한 동 사업의 건강영향을 근거로 하여, 동 사업에 의한 건강 영향의 사회적 편익을 추정하였다.

(1) 질환 감소 편익 추정

국가산단 환경역학 감시사업의 영향과 관련하여 대상 범위를 산단 인근 지역주민(노출지역)으로 정의하면, 시화/반월, 청주/대산, 포항, 울산, 광양/여수의 인근 지역주민은 824,074 명이다[2]. 2015년 인구주택총조사[3]에 따르면 총인구는 51,069,375 명이므로 국가산단 인근 지역주민은 총인구의 1.61%를 차지하고 있다. 우리나라 전체의 연간 질병분류별 진료비[4]에 이 비중(1.61%)을 곱하여, 현재 대상으로 하고 있는 국가산단 지역 인구의 연간 질병분류별 진료비 수준을 추산한다. 산단 인근 주민으로 산단 지역을 고려하는 경우, 산단 지역의 피부질환, 호흡기계 질환 및 심혈관계 질환의 연간 진료비는 2,403 억원 수준으로 추산된다.

(Table 3.)

전문가 조사에서 파악된 국가산단에 의한 질환의 초과 발생 비율은 피부 질환의 경우 평균 11.3%, 호흡기계 질환의 경우 평균 15.5%, 심혈관계 질환의 경우 평균 8.7%이다. 또한 산단에 의해 초과 발생한 건강 영향 중에서 동 사업으로 피부질환은 평균 1.4%(최소 0.7% ~ 최대 2.1%), 호흡기계질환은 평균 4.7%(최소 2.8% ~ 최대 6.6%), 심혈관계질환은 평균 4.1%(최소 3.2% ~ 최대 5.0%)가 감소한다고 보고 있다.

(Table 4.)

(2) 조기 사망 감소 편익 추정

우리나라의 최근 5년간 사망률 추이를 보면, 인구 10만명당 사망률이 다소 증가하고 있으며 2015년에는 541.5명 수준이다. 이를 기준 사망률 수준으로

분석에 이용한다. 앞서 파악된 기준 사망률 수준에 산단 지역의 모집단 정의에 따른 총인구 중 차지하는 인구 비중을 반영하여, 기준으로 삼을 산단 지역의 연간 사망 인원을 추정한다. 그 추정값에 전문가 조사에서 파악된 산단에 의한 초과 사망 수준 8.0%을 반영하면 산단에 의한 연간 초과 사망자수가 산정된다. 한편 전문가 조사에서 파악된 동 사업에 의한 산단으로 인한 초과 사망의 감소 수준(%)은 평균 2.3%이며, 최소 1.6% - 3.1%이다. 산단에 의한 연간 초과 사망자수에 전문가 조사에서 파악된 동 사업으로 인한 초과 사망 감소 수준을 반영하면, 동 사업에 의해 감소된 초과 사망자 수를 계산할 수 있다. 산단 인근 주민으로 산단 지역을 한정하면 연간 8.4 명이 동 사업으로 인해 초과 사망을 회피하는 것으로 파악된다.

(Table 5.)

본 분석에서는 환경정책으로 인한 조기 사망의 편익을 측정하기에 적합하다고 판단되는 신영철·조승헌(2003)[5]의 통계적인간생명가치(VSL)를 2015년 기준 현재가치로 환산하여 이용한다.

(Table 6.)

(3) 건강영향 감소 편익 합계

산단 지역을 산단 인근 지역으로 한정하는 경우에는 전문가 조사에 의한 동 사업으로 인한 질환 감소의 편익은 연간 평균 11.74 억원으로 피부 질환 0.33 억원, 호흡기계 질환 7.07 억원, 심혈관계 질환 4.34 억원의 편익으로 구성된다. 최소 7.80 억원 ~ 최대 15.68 억원의 편익이 동 사업에 의한 질환 감소로 인해 발생한다. 또한 동 사업에 의한 초과 조기 사망 감소로 인하여 연 평균 58.66 억원의 편익이 있으며, 최소 39.50 억원 ~ 77.81 억원의 편익으로 추산된다. 따라서 산단 지역을 산단 인근 지역으로 한정하는 경우에 동 사업에 의한 질환 및 조기 사망 감소 편익은 연 평균 70.39 억원(최소 47.30 억원 ~ 93.48 억원)에 이른다.

(Table 7.)

3. 경제성 평가

편익/비용 비율(B/C ratio)은 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값이 가장 큰 대안을 선택하는 방법이다. 사업의 비용, 편익은 장시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정기간(일반적으로 현재년도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 ‘현재가치화’라고 한다. 각 사업의 편익/비용 비율은 현재가치로 환산된 편익과 비용으로 나타내며 일반적으로 편익/비용 비율이 ≥ 1 이면 경제성이 있다고 판단한다.

산단 지역주민의 모집단을 산단 인근으로 한정하는 경우에는 328,444 가구에 824,074 명으로 파악된다. 산단 인근 지역만을 모집단으로 하는 경우의 동 사업의 경제성 분석 결과는 산단 지역주민의 조사를 근거로 한 편익을 추정한 경우와 전문가 조사에 의한 건강 영향 편익을 반영한 경우로 분석하였다.

산단 지역주민의 국가산단 환경역학 감시사업의 편익을 반영한 경제성 분석 결과는 편익/비용 비율(B/C)이 1.44 이고, 순편익이 54.10 억원이다. 따라서 동 사업의 사회적 편익이 사회적 비용보다 크기 때문에 경제적 타당성을 확보하고 있다.

그리고 전문가 조사에 의한 국가산단 환경역학 감시사업의 편익을 반영한 경제성 분석 결과는 편익/비용 비율(B/C)이 5.17 이고, 순편익이 510.92 억원으로 증가한다. 따라서 전문가 조사에 의한 동 사업의 편익을 산정하는 경우 산단 지역주민의 조사에 의한 편익 산정의 경우보다 동 사업의 사회적 편익이 약 3.6 배 정도 크게 평가되고 있다.

(Table 8.)

고찰

산단 지역주민의 모집단을 산단을 포함하는 행정구역(즉, 시)로 정의하면 1,613,178 가구에 4,271,310 명이 거주하고 있다. 이를 반영하여 동 사업의 경제성 분석을 하면, 앞서의 산단 인근으로 모집단 한정된 경우에 비해 사업의 편익이 약 5 배 정도 증가한다.

Environmental Health and Toxicology

이 때 산단 지역주민의 국가산단 환경역학 감시사업의 편익을 반영한 경제성 분석 결과는 편익/비용 비율(B/C)이 7.08 가 되며, 순편익은 744.98 억원이다. 또한 전문가 조사에 의한 국가산단 환경역학 감시사업의 편익을 반영한 경제성 분석 결과는 편익/비용 비율(B/C)이 26.78 로 증가하며, 순편익은 3,161.10 억원으로 증가한다. 그러므로 동 사업에 의해 영향받는 산단 지역의 범위를 산단 인근 지역에서 산단을 포함하는 행정구역인 시로 보는 경우에는, 동 사업의 경제적 타당성은 매우 높게 나타난다.

그럼에도 불구하고 산단 주민 조사에 의한 편익 파악 방식은 주민들이 인식하는 부분에 대해서만 평가하였고, 전문가 조사에 의한 편익 분석의 경우에는 직접 의료비용의 감소만을 고려하였다는 점에서 동 사업의 편익이 과소평가되었을 여지가 남아있다.

참고문헌

1. Shin, Youngchul. Economic Valuation of Non-marketed Goods, Knowledge and Sensitivity, 2017 (Korean)
2. National Institute of Environmental Research. Comprehensive Evaluation on the Result of four years(2012-2015) Monitoring of Exposure to Environmental Pollutants and Health Effects among Residents Living near Industrial Complex, 2017 (Korean)
3. Korea Statistical Information Service, 2015 Population and Housing Census, <http://kosis.kr>
4. Health Insurance Review and Assessment. 2015 National Health Insurance Statistical Yearbook, 2016 (Korean)
5. Shin, Youngchul and Joh, S. Estimating the willingness-to-pay and the value of a statistical life for future mortality risk reduction: The value of a statistical life for assessing environmental damages and policies, Environmental and Resource Economics Review 2003;12:1: 49-74 (Korean)

표와 그림

Table 1. 국가산단 환경역학 사업의 연간 가구의 지불의사금액(지불거부자 고려)

구분	지불의사금액(원)
----	-----------

Environmental Health and Toxicology

	평균	95% 하한값	95% 상한값
조사 참여 가구	6,660	4,612	9,618
조사 비참여 가구	5,975	4,596	7,768

Table 2. 산단 인근 지역주민의 국가산단 환경역학 사업에 대한 연간 지불의사금액(편익)

구분	모집단(가구)	연간 편익 (백만원)	95% 하한값 (백만원)	95% 상한값 (백만원)
조사참여자	1,402	9	6	13
인근주민	327,042	1,954	1,503	2,540
합계	328,444	1,963	1,510	2,554

Table 3. 산단 지역의 연간 진료비 수준 추산

질환 구분	전국의 연간 진료비 (백만원)	산단 인근 주민의 연간 진료비 (백만원)
피부질환 (피부 및 피하조직의 질환)	1,257,380	20,290
호흡기계질환 (호흡기계의 질환)	6,019,678	97,136
심혈관계질환 (순환기계의 질환)	7,615,457	122,886
합계	14,892,515	240,311

Table 4. 전문가에 의한 동 사업에 의한 산단의 건강영향(질환) 감소 수준

질병 종류	산단에 의한 초과질병 발생 비율(%)	동 사업에 의한 초과질병 감소 비율(%)		
		최소	최대	평균
피부질환	11.3	0.7	2.1	1.4
호흡기계질환	15.5	2.8	6.6	4.7
심혈관계질환	8.7	3.2	5.0	4.1

Table 5. 전문가에 의한 동 사업으로 인한 연간 초과 사망자 감소 수준

구분	최소	최대	평균
초과 사망 감소 수준(%)	1.6	3.1	2.3
사망자 감소 수준(명/년)	5.6	11.1	8.4

Table 6. 국내 기존 연구의 통계적 인간생명가치(VSL)의 편익이전된 값

Environmental Health and Toxicology

근거 연구	통계적 인간생명가치(VSL) (2015년 기준, 원)	95% 신뢰구간 하한값 (2015년 기준, 원)	95% 신뢰구간 상한값 (2015년 기준, 원)
신영철. 조승헌(2003)	7억원	5억 900만원	8억 9,200만원

Table 7. 동 사업에 의한 초과 사망 감소의 편익 : 산단 인근 주민(단위: 백만원)

건강 영향	구분	최소	최대	평균
질병	피부질환	16	49	33
	호흡기계질환	424	991	707
	심혈관계질환	340	527	434
	소계	780	1,568	1,174
사망	초과사망	3,950	7,781	5,866
	합계	4,730	9,348	7,039

Table 8. 국가산단 환경역학 감시사업의 경제성 분석 결과: 산단 인근 지역주민

구분	편익(백만원)	비용(백만원)	순편익(백만원)	B/C
산단주민 조사	17,671	12,261	5,410	1.44
전문가 조사	63,353	12,261	51,092	5.17