

産業保健事業의 經濟性 分析

김진현 · 양봉민* · 이석연*

인제대학교 사회과학대학 보건행정학과, *서울대학교 보건대학원

A Cost-Benefit Analysis of Industrial Health Promotion Program in Korea

Jin Hyun Kim, Bong-Min Yang* and Suk Yeon Lee*

Department of Health Administration, Inje University

*School of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

There has been investments by firms to protect workers' health and to improve their health status. Most of the investments are made on the ground of legal requirement. However many argue that the amount of investments made falls short of the legally required level. One of the reasons why firms are not active in undertaking required investments is that they are not certain whether such investment is economically beneficial to them or not. Using CBA (Cost-Benefit Analysis), this study investigates whether firms' investments on workers' health are economically justifiable or not. All kinds of expected costs and benefits are itemized and calculated, and costs are compared with benefits. The result shows that if firms fully undertake the legally required investments, total expected costs amount to W453.2 billion and expected benefits accruing to reductions from medical care costs, workers compensation costs, litigation costs in case of legal suit, work days lost, and etc. comes up to W2,086.8 billion. In other words, economic benefits from firms' investment on industrial health far outweighs their costs. As the economy grows, the probability of having various occupational disease increases. It is well conceivable from this study outcome that, the higher the probability, the greater the social loss would be, and the greater the benefits from proper investments on workers' health.

Keywords : Cost-benefit analysis, investment, medical care costs, workers compensation costs, litigation costs

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라의 산업보건사업은 그동안 경제 우선 정책하에서 기업의 무관심과 근로자들의 무지로 간과되어 왔다. 1960년대 초 산업보건관리규칙에 의하여 근로자의 건강진단과 작업환경 측정등 시작하였으나 이것은 정부의 의지 부족으로 유명무실하게 운영되어 왔으며 수많은 작업장에서 발생하는 산업보건 문제는 노동자들의 단체 행동에 의해 극히 일부분만 해결되어 왔다. 그러나 1980년대 후반부터 시작된 사회 전반적인 민주화 추세와 더불어 노동자 권리의 향상, 노동운동의 신장, 국민의식 수준의 향상 등은

정부나 기업으로 하여금 산업보건 문제를 더이상 방치할 수 없게 만들었으며, 산업평화의 정착을 위해서도 이 문제는 매우 중요하게 되었다.

이러한 상황에서 정부가 1991년에 개정, 보완한 産業安全保健法과 그 시행령은 우리나라의 산업보건 문제에 새로운 전기를 마련해 줄 수 있는 제도적 장치로 주목받고 있다. 그러나 제도가 시행되지 1년이 지난 지금 그 성과는 회의적인 것으로 평가되고 있다.

본 연구는 이와 같은 배경과 문제인식 하에 현행 産業安全保健法과 관련 규정을 기초로 하여, 기업이 법규에 명시되어 있는 대로 산업보건사업을 시행할 경우, 이것이 과연 경제적으로 타당성이 있는가를

Table 1. Legal program for industrial health promotion

Industrial health program	Contents of regulation
Physical health examination	Clinical diagnosis (general) : annual Clinical diagnosis (special) : semi-annual
Worksite environment measurement	Semi-annual
Worksite environment improvement	Protector, work process change, ventilator
Health education	More than two hours per month

분석, 평가해 보는데 목적이 있다. 다시 말해서 산업보건과 관련한 현행 규정의 경제성을 분석, 평가함으로써 현행 규정에 근거한 산업보건 정책의 타당성을 검토하고, 나아가 향후 산업보건 정책의 시사점을 모색해 보고자 한다.

2. 연구의 내용

본 연구의 주요 내용은 산업보건사업의 경제성을 분석하기 위한 분석 방법의 개발 및 실증분석으로 구성되어 있다. 분석 방법론에서는 비용-편익 분석 기법을 중심으로 우리나라의 산업보건사업을 평가하기 위한 구체적인 모형을 개발한다. 실증분석에서는 이렇게 개발된 모형에 입각하여 우리나라의 모든 기업이 현행 법규에 규정되어 있는 대로 산업보건사업을 시행할 때 소요되는 총비용을 추계하며, 추계한 비용을 투입할 때 발생하리라 예상되는 편익을 추계한다. 총비용과 총편익을 서로 비교하여, 산업보건사업의 순편익 및 편익-비용 비율을 추계한 후 최종적으로 산업보건사업의 경제적 타당성 및 경제적 효율성을 평가하며, 마지막으로 연구내용의 요약 및 결론을 내린다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구에서는 여러가지 산업보건사업 중 현행 관련법규에 규정된 사업만을 연구대상으로 설정하였다. 현행 産業安全保健法上 산업보건사업에 속하는 업무는 건강진단 등 건강관리에 관한 사항, 작업환경 측정 등 환경관리에 관한 사항, 보호구 지급기준 등 작업관리에 관한 사항, 기타 유해, 화학물질 관리 등 보건관리 관련 주요 사업으로 구성되어 있다. 이외에도 작업환경 및 직업병에 관한 보건교육 등이 있다.

산업장에서 이상과 같은 산업보건 업무를 직접적으로 책임지고 수행하는 사람은 보건관리자와 산업보건의 등이다. 그러나 대부분의 산업장에서는 자체

보건관리자나 산업보건의를 두기 보다는 보건관리 대행기관에 보건관리 업무를 위탁하고 있다. 보건관리 대행기관에서는 대체로 건강진단, 작업환경 측정, 보건교육을 함께 맡고 있으며, 이들 업무가 서로 연계되어 수행되는 것이 보통이다. 특히 중소기업의 경우 대부분의 산업보건사업을 대행기관에서 일괄하여 대행하고 있으며, 작업환경개선 사업만 해당 기업이 담당하고 있다. 즉, 작업환경개선 업무를 제외한 모든 업무를 보건관리 대행기관이 수행하고 있으므로 산업보건 업무의 수행과정에서 보건관리 대행기관의 역할은 매우 크다. 따라서 본 연구에서는 산업보건사업의 수행에서 가장 현실성이 있고 효과가 있다고 판단되는 보건관리 대행기관에의 위탁을 전제로 하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 공공사업의 경제성 평가에 많이 활용되는 비용-편익 분석방법을 주요 연구방법으로 채택하였다.

(1) 산업보건사업의 비용과 편익

산업보건사업의 비용과 편익을 간단히 정리하여 보면 Table 2와 같다. 산업보건사업의 비용을 살펴보면 직접비용으로서 작업환경측정 비용, 특수건강검진 비용, 보건교육 비용, 작업환경개선 비용이 있고, 간접비용으로서는 시간비용을 들 수 있는데 시간비용에는 건강검진시 소요되는 시간비용 및 보건교육시에 소요되는 시간비용이 포함된다.

산업보건사업의 편익은 산업보건사업을 실시함으로써 예방되는, 직업병과 관련된 편익과 일반 질병과 관련된 편익으로 구분할 수 있다. 직업병을 예방함으로써 얻게 되는 편익은 직업병이 발생하였을 때 소요되는 모든 직·간접 비용이 될 것이다. 이런 관점에서 직업병의 예방과 관련한 편익을 분류해 보면 산재보상금절감 편익, 민사보상금절감 편익, 직업병 진료비절감 편익, 생명연장 편익, 생산증가 편익, 외부효과, 고통과 불안의 감소와 같은 정신적 편익 등이 있다. 이 중에서 보상금절감 편익, 민사보상금

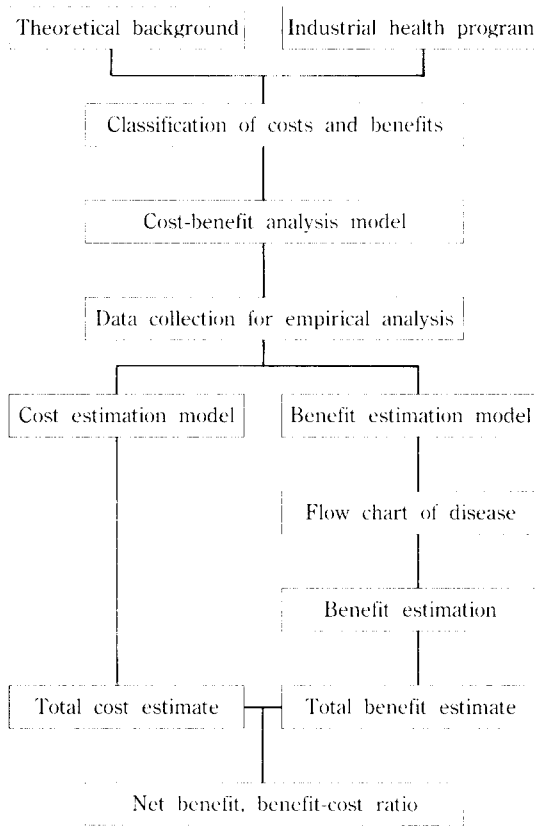


Fig. 1. Framework of cost-benefit analysis.

절감 편익, 직업병 치료비절감 편익은 직접 편익에 해당하고 나머지는 간접 편익에 해당한다.

한편, 일반 질병의 예방으로 발생하는 편익도 직업병의 예방에 따른 편익과 유사한데, 다만 산재보상금절감 편익 및 민사보상금절감 편익이 제외된다.

(2) 산업보건사업의 비용-편익 분석 체계

이제 위에서 열거한 비용과 편익의 화폐가치를 추정하여 純便益을 실제 계산하면 분석이 완결되는데, 문제는 자료를 어떻게 수집하고, 또 어떠한 순서로 추정 작업을 진행해야 하는가이다. 우선 전체적인 분석체계를 개괄하여 보면 위의 Fig.1과 같다.

(3) 산업보건사업의 비용-편익 추계 모형

1) 비용과 편익의 추계 원칙

산업보건사업 뿐만 아니라 모든 사업의 비용-편익 분석에서 일반적으로 통용되는 원칙은 비용은 가급적 많게 추계하고 편익은 가급적 적게 추계한다는 것이다. 이것은 편익의 과다 추계에 따른 경제적 평가의 신뢰도 하락을 방지하기 위한 것이다. 어떤 사업의 경제적 타당성을 가능한한 보수적인 입장에

서 평가해야 된다는 것인데, 본 연구에서도 이같은 원칙에 입각하여 비용은 산업보건사업의 수행과정에서 발생하는 직·간접비용을 모두 감안하되 가급적 과다 추계될 수 있도록 하였다. 그리고 편익은 비용의 과다 추계와는 달리 가능한 범위에서 적정 추계하되 가급적 과소 추계되도록 하였다. 이런 취지 및 자료 추정상의 문제 때문에 편익의 추계 항목 중 상당 부분은 본 연구의 편익 추계에서 제외되었다.

2) 비용 및 편익 추계 모형의 기본구조

비용과 편익은 발생 구조가 다르기 때문에 비용과 편익의 정확한 측정을 위해서는 이 두 가지를 서로 연결시키지 말고, 투입으로서의 비용과 산출의 결과로서의 편익을 각각의 특성에 맞게끔 별도로 추계하는 것이 바람직하다. 이와 같은 점을 고려하여 본 연구에서는 현재 산업보건사업의 비용 및 편익에 관련된 자료의 종류와 수집 가능성, 자료의 정확도 등을 파악하여 실제로 추정이 가능한 비용-편익 분석모형을 설정한 다음 다시 비용에 관련된 항목과 편익에 관련된 항목을 별도로 추계하는 모형을 설정하였다. 특히 편익을 추정하기 위한 모형은 산업보건사업의 특성상, 사업별 편익이 아닌 질병별 편익을 추계하는 접근 방법을 채택하였다. 이렇게 하는 이유는 편익의 발생이 질병별로 상이할 뿐만 아니라 사업별로 독립된 형태로 나타나지 않기 때문이다. 무엇보다도 현재 우리나라에서 광범하고 있는 직업병의 97% 이상이 진폐증과 소음성 난청에 집중하고 있기 때문에 질병별로 산업보건사업의 편익을 추계하는 것이 훨씬 정확하고 또 개념상으로도 명확하다.

3) 비용의 추계 모형

현행 법규상에 규정되어 있는 산업보건사업의 비용과 그에 따른 세부적인 비용항목을 하나로 종합하여 비용 추계 모형을 설정해 보면 다음의 식 (1)과 같다.

산업보건사업의 총비용(C)은 직접비용과 간접비용의 합으로 이루어지는데 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$C = C(W) + C(G) + C(S) + C(I) + C(E) + C(T) \quad (1)$$

W : 작업환경측정, G : 일반검진

S : 특수검진, I : 작업환경개선

E : 보건교육

$$\text{만, } C(S) = \sum_{i=1}^n C(S)_i, \quad C(T) = \sum_{i=1}^3 C(T)_i$$

간접비용은 건강진단을 받기 위해 기다리는 시간,

실제 검진 시간, 보건교육 시간 등 時間費用(time cost)의 합으로서 각각 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C(T) = C(T_1) + C(T_2) + C(T_3) \quad (2)$$

$$1) C(T_1) = T_1 \times L_1 \\ = (\text{일인당 평균 일반 검진 시간} \times 1\text{시간의 화폐가치}) \times \text{일반 검진 대상자수}$$

$$2) C(T_2) = T_2 \times SL \\ = (\text{일인당 평균 특수 검진 시간} \times 1\text{시간의 화폐가치}) \times \text{특수검진 대상자수}$$

$$3) C(T_3) = T_3 \times L \\ = (\text{일인당 연간 보건교육 시간수} \times 1\text{시간의 화폐가치}) \times \text{전체 근로자의 수}$$

한편, 위의 산업보건사업 비용은 당해 연도에 모두 지출되고 또 매년 다시 발생하는 것이기 때문에 비용-편익 분석에 들어가는 비용에는 社會的 割引率을 적용할 필요가 없으며 집계되는 비용의 합이 총비용이 된다.

4) 편익의 추계 모형

이제 편익의 종류 및 편익 추계 대상 질병을 한데 묶어, 질병별 편익을 추계하는 기본 모형을 제시하면 다음과 같다. 진폐증(OD₁)의 경우를 예로 들어보면, 진폐증을 예방함으로써 얻을 수 있는 편익(OB₁)은 산재보상금절감 편익(IB(OD₁)), 민사보상금절감 편익(SB(OD₁)), 진료비절감 편익(MB(OD₁)), 생산증가 편익(PB(OD₁)), 생명연장 편익(CB(OD₁)), 외부효과 편익(XB(OD₁))의 합으로 구성되는데 이를 다시 나타내보면

$$OB = IB(OD_1) + SB(OD_1) + MB(OD_1) + PB(OD_1) + LB(OD_1) + XB(OD_1)$$

으로 표시된다.

위의 편익은 진폐환자 1인에 대한 편익이므로 진폐환자수가 OX₁명일 때, 전체 진폐환자에 대한 편익 B(OD₁)은 B(OD₁)=(OB₁)·(OX₁)이 된다. 나머지 질병에 대해서도 동일한 방식으로 편익을 구할 수 있다.

그런데 여기서 특정 질병(OD_i 혹은 GD_i)의 예방에 따른 대상자 1인당 편익(OB_i 혹은 GB_i)을 다시 세분하여 볼 필요가 있다. 즉,

$$OB_i = IB(OD_i) + SB(OD_i) + MB(OD_i) + PB(OD_i) + LB(OD_i) + XB(OD_i) \\ GB_i = MB(GD_i) + PB(GD_i) + LB(GD_i) + ZB(GD_i) \quad (3)$$

에서 편익의 각 구성요소인 IB, SB, MB, PB, LB, XB의 구체적인 형태가 결정되어야만 전체적인 편익

추계 모형이 완성될 수 있다.

가) 산재보상금절감 편익(IB)의 추계식

직업병을 예방함으로써 얻을 수 있는 편익 중 산재보상금절감 편익은 실제로 지급되고 있는 보상금을 기준으로 추정이 가능하다. 특정의 직업병(OD_i)에 이환된 것으로 판정이 나면, 산재보상보험에서 보험 급여가 지급되는데, 이 급여는 당해 직업병이 향후 치료 가능한 것인가 아닌가에 상관없이 직업병의 발생만으로 지급되는 것이기 때문에 보험급여의 결정요인으로써 장애 등급 및 직업병 환자의 임금수준만이 고려되며 증세의 악화 여부는 고려되지 않는 것이 보통이다. 이것은 직업병의 임상적 진행과정이 아직 자세히 밝혀지지 않고 있는 것이 많기 때문이다.

현재 직업병에 이환된 근로자는 해당 직업병에 이환되었던 작업장이 어느 곳인가가 불분명하고, 작업장마다 임금수준이 상이하므로 재해 발생일 이전 3개월의 평균 임금과 매월 노동 통계조사 보고 사상 동일 규모, 업종, 직종 중에서 높은 임금을 적용하여 보상 수준을 결정하고 있다. 직업병의 종류별로 보상 수준을 결정하는 것이 아니라 평균임금을 기준으로 하는 것이기 때문에 직업병별 보상 수준은 서로 다른데 평균적인 보상수준은 의료비(요양급여)를 제외하고 1990년의 경우 직업병환자 1인당 17,582,574원이고, 1991년의 경우 1인당 20,546,112원이었다. 그러므로 진폐증 등의 직업병 예방에 의한 산재보상금절감 편익은 1991년을 기준으로 할때 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$IB(OD_i) = (20,546,112) \cdot (OX_i) \quad (4)$$

단, OX_i=OD_i, 직업병 환자수(유소견자수)

여기서 OX_i는 직업병(OD_i)에 이환된 환자수를 말하는데, 현실적으로 보상금이 지급될려면 직업병으로 최종 판정받은 근로자여야 한다. 그러나 현재 우리나라에서는 직업병의 판정기준이 까다롭고 절차도 다소 복잡하여, 실제 직업병자수와 유소견자수 사이에 약간의 차이가 발생하고 있다. 산업보건 사업의 활성화를 상징해 본다면, 실질적인 편익의 계산에 유소견자도 포함시키는 것이 마땅할 것이므로 본 연구에서는 유소견자를 기준으로 삼는다.

나) 민사보상금(소송비용)절감 편익(SB)의 추계식
근로자가 직업병에 이환되었을 때, 산재보상금 외에도 민사보상금을 받을 수 있는데 민사보상금은 전적으로 사업주의 보상금이다. 그런데 동일인이 직업병에 대한 산재보상금을 받는 경우에도 민사보상금을 별도로 받게 되는데, 산재보상금이 근로자의

Table 2. Costs and benefits of industrial health promotion program

	Cost	Benefit
Direct	Worksite environment measurement	Reduction of insurance payment for occupational disease
	Physical examination (general)	Reduction of other compensation
	Physical examination (special)	Reduction of medical expenses
	Worksite environment improvement	
	Health education	
Indirect	Time cost	Production increase
	Travel cost to health center	Extension of life-time
		External effect
		Psychological comfort

취업 연한에 관계없이 단순히 임금수준에 따라 지급되는데 비해 민사보상금은 퇴직시까지의 근무 연한을 기준으로 지급된다는 것이 양자간의 큰 차이점이다. 이와 같은 차이점 때문에 민사보상금은 산재보상금의 2~3배 수준인 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 편익의 파소 추계 원칙에 따라 민사보상금의 수준을 산재보상금의 2.0배로 상징하여 민사보상금의 절감 편익 추계식을 다음과 같이 설정하였다.

$$SB(OD_i) = 2 \cdot IB(OD_i) \quad (5)$$

다) 진료비절감 편익(MB)의 추계식

산업보건사업 중 근로자 건강검진 제도는 직업병 뿐만 아니라 일반 질병의 예방 및 치료에 매우 중요한 기능을 한다. 직업병이든 일반 질병이든 조기에 발견하여 치료하면, 악화를 방지한 만큼의 진료비를 절감할 수 있다. 질병을 위중도에 따라 輕症, 輕重症, 重症으로 분류할 때, 산업보건사업의 결과 경증 환자가 완치되거나, 경중증 환자가 완치될 경우, 조기 발견으로 상당한 정도의 의료비를 절감할 수 있을 것이다. 이와 같이 어떤 질병의 조기발견 및 치료로써 얻을 수 있는 의료비절감 편익(MB)은 다음과 같이 추계된다.

$$MB = (C_m - C_i) \cdot N_i \cdot (1 - e_i) \cdot r_i + (C_h - C_i) \cdot N_i \cdot e_i \cdot (1 - e_m) \cdot r_m + (C_h - C_m) \cdot N_m \cdot (1 - e_m) \cdot r_m \quad (6)$$

- 단, C_i : 경증상태의 치료비
- C_m : 경중증상태의 치료비
- C_h : 중증 내지 치명적 상태의 치료비
- N_i : 건강검진을 통해 경증상태에 있는 근로자의 발견자수
- N_m : 건강검진을 통해 경중증상태에 있는 근로자의 발견자수

로자의 발견자수

- e_i : 경증에서 치유되지 않고 경중증으로 진전되는 비율
- e_m : 경중증에서 치유되지 않고 중증으로 진전되는 비율
- r_i : 경증의 완치 또는 악화 방지율(치료 치유율)
- r_m : 경중증의 완치 또는 악화 방지율(치료 치유율)

위의 추계식은 직업병이나 일반 질병 모두에 적용 가능한 것이다. 단지, 직업병의 경우에는 치유 불가능한 것이 대부분이어서 위의 추계식이 훨씬 단순화 될 것이다.

라) 생산증가(근로 손실인수 감소) 편익(PB)의 추계식

생산증가 편익도 진료비절감 편익과 비슷한 구조로 추정될 수 있는데, 다만 의료비 대신 근로 손실인수(시간)의 절약분이 들어간다. 생산증가 편익은 산업보건사업의 결과로써 발생하는 질병 감소에 따라 근로자들이 의료기관 방문이나 입원 치료를 적게하게 될 때, 이에 상응하는 시간(인수)의 절약분을 화폐 가치로 환산한 것이다.

$$PB = W \cdot (OutPB + InPB) \quad (7)$$

- 단, ① $OutPB = (V_h - V_m) \cdot N_m \cdot (1 - e_m) \cdot r_m + (V_h - V_i) \cdot N_i \cdot e_i \cdot (1 - e_m) \cdot r_m + (V_m - V_i) \cdot N_m \cdot (1 - w_i) \cdot r_m$
- ② $InPB = (In_m - In_n) \cdot N_m \cdot (1 - e_m) \cdot r_m + (In_h - In_i) \cdot N_i \cdot r_m \cdot (1 - e_m) \cdot r_m + (In_h - In_i) \cdot N_i \cdot (1 - e_i) \cdot r_i$

- W : 대상근로자의 일평균 임금
- $OutPB$: 외래 조기치료에 따른 생산증가 편익

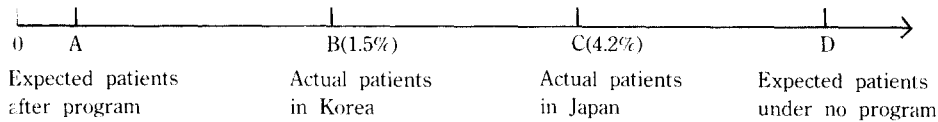


Fig. 2. Estimation of number of occupational patients.

- InPB : 입원 조기치료에 따른 생산증가 편익
- V_h : 중증 및 치명적 상태에 있는 환자의 1인당 평균 외래방문 횟수
- V_m : 경중증 환자의 1인당 평균 외래방문 횟수
- V_i : 경증환자의 1인당 평균 외래방문 횟수
- IN_h : 중증 및 치명적 상태에 있는 환자의 1인당 평균 입원일수
- In_m : 경중증 환자의 1인당 평균 입원일수
- In_i : 경증환자의 1인당 평균 입원일수

앞의 의료비절감 편익이나 생산증가 편익은 모두 당기에 끝나기 때문에 할인율을 적용하여 현재 가치화하지 않아도 두 가지 편익은 현재 가치로 나타나 있는 셈이다. 그러므로 할인율의 문제는 없다.

나) 생명연장 편익(LB)의 추계식

생명연장 편익의 경우에는 건강검진을 받는 근로자의 현재 연령과 우리나라 국민의 평균수명과의 차이만큼 미래의 편익이 발생하게 되므로 미래의 편익에 대해 임금 상승률의 적용과 동시에 할인율을 적용하여 현재 가치화해야 하는 점에 유의해야 한다. 생명연장 편익(LB)을 산정하기 위해서는 먼저 각 질환에 따라 잔여 생존기간을 산정하여 그 기간만큼 할인율을 적용해야 한다.

각 질병에 따라 개인의 생명잔여 기간을 R年이라 할 경우 생명연장 편익은 다음과 같이 추계할 수 있다. 단, W_m은 경중증 발견자의 월평균 임금을, W_i은 경증 발견자의 월평균 임금을, 그리고 w는 월평균 임금 상승률을 나타낸다.

$$LB = \sum_{R=1}^R \frac{e^r \cdot (1 - e_m) \cdot r \cdot W_i \cdot 12 \cdot N_i \cdot (1 + w)^{R-1}}{(1 + r)^{R-1}} - \sum_{R=1}^R \frac{(1 - e_m) \cdot r \cdot W_m \cdot 12 \cdot N_m \cdot (1 + w)^{R-1}}{(1 + r)^{R-1}} \quad (8)$$

바) 외부효과 편익(XB)의 추계식

외부효과 편익에 속하는 전염차단 효과는 폐질환과 간질환에서 찾을 수 있으나 편익의 과다 추계를 방지하기 위해 전염차단을 효과적으로 수행할 수 있는 폐질환(WD_p)에서만 다루기로 하며 그 편익은 다음과 같이 추계할 수 있다.

$$XB = (NDP_i \cdot K_i \cdot C_i) \cdot [\sum RN_p \cdot (1 - U_p)] \quad (9)$$

- 단, XB : 폐질환의 전염차단으로 인한 외부효과 편익
- NDP_i : 건강검진으로 새로 발견된 폐질환자 수 (彦布표본 양성환자수 : t=1, 배양 양성환자수 : t=2, 배양 음성환자수 : t=3)
- M_i : 폐질환의 전염률
- C_i : 경증의 치료비
- RN_p : p연령 계급별 자녀수 (p=1 : 0~4세 자녀수, p=2 : 5~9세 자녀수, p=3 : 10~14세 자녀수)
- U_p : p연령 계급의 면역률

5) 편익 추계의 문제점과 해결 방안

가) 편익 추계의 부정확성→과소 추계
편익 추계에서 첫번째로 유의할 점은 산업보건사업의 실시 이후 감소하게 되는 직업병 환자수를 정확히 측정하는 문제이다.

Fig. 2에서 원점은 산업보건사업이 완벽하여 직업병 환자수가 전무한 상황이고 A점은 산업보건 투자를 범규정대로 철저히 시행하더라도 일부 발생하게 되는 직업병 환자수이며, B점은 현재 우리나라에서 이루어지고 있는 산업보건 투자 하에서 나타나는(직업병 유소건율 1.5%에 상응하는) 직업병 환자수이고, C점은 일본의 유소건율 4.2%에 상응하는 직업병 환자수를 나타내고, D점은 산업보건 투자를 전혀하지 않았을 때 발생할 수 있는 직업병 환자수를 나타낸다.

개념상 산업보건사업의 이상적인 편익으로 측정되어야 하는 직업병 환자수는 OD에 해당하는 직업병 환자수이나 산업보건사업을 제대로 시행한다고 하더라도 현실적으로 직업병 환자는 일부 발생하게 마련이므로 AD가 산업보건사업의 결과 줄어들게 되는 직업병 환자수의 적절한 감소폭이라고 볼 수 있다.

그런데 문제는 AD를 과연 측정할 수 있는냐 하는 것이다. AD를 정확히 측정할 수 있는 자료가 현재

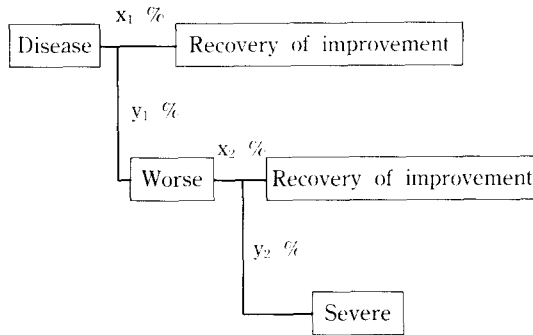


Fig. 3. Disease evolution model for benefit estimation.

로서는 없다. 따라서 간접적인 방법으로 생각해 볼 수 있는 것은 표본조사를 통해 산업보건 투자와 직업병 환자수 사이의 통계적 관계를 회귀분석 등의 방법으로 추정해 보는 것이다. 본 연구에서도 이와 같은 방법을 시도해 보았으나 업종간 표본자료의 이질성과 통계적 유의성의 결여로 인해 의미있는 결과를 도출하지 못하였다.

그래서 본 연구에서는 제3의 방법으로, 현재 이용 가능한 자료라는 점과 편익의 과소 추계 원칙에 착안하여 OB를 산업보건사업의 결과로써 감소되는 직업병 환자수로 설정하였다. OB를 기준으로 하게 되면 OA만큼의 편익을 과다 추계하게 되지만, 그 대신 BD만큼의 편익을 과소 추계하므로 서로 상쇄가 된다.

그 뿐만 아니라 $OA < OB (= 1.5\%)$ 이고, $BD > BC = 2.7\% (= 4.2\% \sim 1.5\%)$ 의 관계로부터 $OA < BD$ 가 성립하므로 B를 기준으로 할 때 전체적으로 편익의 과소 추계가 있게 된다. 즉, 편익의 과다 추계 부분이 편익의 과소 추계 부분보다 작으므로 전체적으로 과소 추계의 원칙이 지켜지게 되어 비용-편익 분석 상에는 아무런 문제가 없게 된다.

나) 복합적 편익의 존재 → 질병별 추계

납 중독, 크롬 중독, 유기용제 중독 등과 같은 직업병은 진폐증이나 난청에 비해 그 발생건수가 적을 뿐만 아니라 질병의 臨床進行過程이 제대로 알려져 있지 않아 구체적으로 신체의 어느 부위에 어떤 손상을 가져오는지 정확한 정보가 없다. 그러나 급속·중급속 중독이나 유기용제 중독 등과 같은 직업병에罹患된 결과로써 나타나는 임상적 증상은 빈혈, 신경장애, 신장염, 피부염, 소화기 질환, 간기능 장애, 호흡기 질환 등이 있는 것으로 알려져 있으며 특히 대부분의 직업병은 간장 질환과 신장

질환 및 순환계 질환을 유발하는 것으로 되어 있다.

특히 이들 질환은 그 결과만으로는 직업성인지 일반적 원인에 의한 것인지 정확히 분간하기 어려운 면이 있으므로 본 연구에서는 편익 추계의 편의상 일반 질병에 준하는 것으로 보았다. 이렇게 하여도 큰 문제가 없을 것으로 생각되는데, 그 이유는 직업성인 경우의 증상이 대개는 일반 질병의 경우보다도 심하기 때문에 일반 질병에 준하는 것으로 보면 질병예방의 편익이 과소 추계되기 때문이다.

그런데 편익은 추계 대상 질병 각각에 적용되는 것은 아니며 질병의 특성에 따라 편익 구성에 차이가 있게 된다. 특히 산재보상금절감 편익 및 민사보상금(소송비용)절감 편익은 오직 직업병에만 적용되는 것인 반면 진료비절감 편익, 근로 손실일수 감소 편익, 생명연장 편익 등은 직업병 및 일반 질병 모두에 해당하는 편익이다. 따라서 본 연구에서는 진폐증이나 난청을 제외한 납 중독, 크롬 중독, 유기용제 중독 등과 같은 직업병의 편익 추계는 두 가지로 나누어 진행된다.

첫째, 산재보상금 및 민사보상금절감 편익은 진폐증에 준하는 것으로 보고 진폐증의 편익 추계 자료를 활용하며, 둘째, 진료비 절감 및 그외의 편익은 일반 질병의 편익 추계에 포함시킨다.

다) 질병의 자연사: 임상적 진행과정

일반 및 특수신장 검진에서 발견되는 각 질환의 편익을 추정하기 위해 가장 먼저 해결해야 하는 문제는 발견되는 질환의 자연사 또는 치료과정을 포함한 임상진행 과정을 설정하는 것이다. 임상진행 과정이 도출되어야만 산업보건이라는 事業(intervention)이 수행되었을 때 어느 정도의 질병발생 예방효과가 있는지가 결정되기 때문이며 이를 통해 최종적으로 편익을 구할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 임상진행 과정을 관련 분야의 최신 연구자료를 중심으로 하고 해당 분야의 실무자 및 임상 專門醫의 자문을 통해, 추계에 사용될 임상진행 과정을 구성하였다. 본 연구에서 설정한 질병의 임상진행 과정은 Fig. 3과 같다. 각 질병에 따라 질병의 경중도를 분류하는 기준을 설정할 때, 특수신장질환 자료, 일반건강검진 자료, 의료보험 자료, 특정 질병의 국제 질병 분류상의 상중도 분류를 사용하였다.

III. 분석결과

1. 산업보건사업의 비용 추계

앞에서 설정한 비용 추계 모형에 의하여 추계한 산업보건사업의 직접비용과 간접비용을 모두 집계

Table 3. Estimated costs of industrial health promotion program

Type of cost	Per capita cost (Won)	No. of labors (person-year)	Subtotal (Won in 1,000)
1. Direct cost			139,424,553
(1) Worksite environment measurement	911	3,969,981×2	7,233,305
(2) Worksite environment improvement	7,798	3,969,981×1	30,957,911
(3) Physical examination (general)	12,820	3,419,136×1	43,833,323
(4) Physical examination (special)			
1: dust	15,320	184,312×1	2,823,660
2: noise	13,950	291,625×1	4,068,169
3: Pb	14,670	13,038×2	382,535
4: organic solvent	14,740	49,303×2	1,453,452
5: Cr	17,160	2,054×2	70,493
6: Others	14,830	32,432×2	961,933
(5) Health education	1,000	3,969,981×12	47,639,772
2. Indirect cost			313,772,268
(1) Time cost for phy. exam. (general)	1,612	3,419,136×1	5,511,647
(2) Time cost for phy. exam. (special)	1,612	669,591×1	1,079,381
(3) Time cost for health education	6,448	3,969,981×2	307,181,240
Total cost			453,196,821

하면 Table 3과 같다. 현행 산업안전보건법 및 관련 법규에 규정되어 있는대로 각 기업이 산업보건사업을 수행할 경우 소요되는 비용 중, 작업환경 측정 및 개선 비용, 근로자 건강검진 비용, 보건교육 비용 등 직접비용은 연간 총 1천 394억원 규모이고, 시간비용으로서 간접비용은 연간 총 3천 138억원 정도인 것으로 추계되어 전체적인 총비용은 연간 총 4천 532억원 규모로 추계되었다.

산업보건사업 비용 추계에서 한 가지 특징적인 것은 작업환경측정 비용이나 건강검진 등에 소요되는 직접비용 보다는 시간비용인 간접비용의 규모가 훨씬 크다는 점이다. 본 연구의 추계 결과에서는 Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 시간비용이 직접비용의 2.4배 정도이며, 전체 비용에서 차지하는 비율이 69.2%나 된다.

2. 산업보건사업의 편익 추계

위에서 추계된 총비용 만큼을 산업보건사업에 투자하였을 경우 발생하리라 예상되는 편익을 추계하여 보면 Table 4에 제시되어 있는 바와 같이 1991년 기준으로 총 2조 870억원 정도가 된다. 특히 편익의 과소 추계 원칙에 의해, 무형 편익인 정신적 편익이 제외되었을 뿐만 아니라, 직업병 예방 편익 추계에서도 많은 부분이 제외되었으며, 또 일반 질병의 예방 편익을 추계하는 과정에서도 상당수의 질병이

제외되는 등, 제외된 편익을 고려하면 실제의 편익은 2조 870억원 보다 훨씬 클 것이라 생각된다.

무엇보다도, 편익의 추계에 사용한 직업병 자료가 산업보건사업이 전혀 시행되지 않은 상태에서의 자료가 아니라 현재 시행되고 있는 상태에서의 자료이기 때문에 편익이 상당히 과소 추계되었다고 볼 수 있다. 만약 산업보건사업이 전혀 시행되지 않고 있는 상황이라면, 직업병의 발생빈도가 현재보다 훨씬 높았을 것이고, 따라서 산업보건사업의 편익은 그만큼 높게 평가될 것이다.

편익의 내용을 편익의 성질별로 보면, 생명연장 편익이 가장 크고, 그 다음이 민사보상금절감 편익, 산재보상금절감 편익의 순으로 추계되었다.

편익의 추계 과정에서 진폐증 및 소음성 난청을 제외하고는 일반 질병예방 편익과 직업병 예방 편익을 완전히 분리하지 못했기 때문에 직업병 예방에 의한 편익과 일반 질병 예방에 의한 편익을 정확하게 구분할 수는 없으나, 직업병이든 일반 질병이든 모두 산업보건사업의 대상이고 또 현재 일반 질병으로 분류되고 있는 질병 중 상당 부분이 직업병이라는 연구결과를 감안하면 산업보건사업에 의한 순수한 직업병 예방 편익은 적지 않을 것으로 판단된다.

생명연장 편익은 대부분 간질환 예방에 의한 것이나 이 중에는 직업병 예방에 의한 것도 상당부분 포함되어 있다. 왜냐하면 거의 모든 직업병이 간질

Table 4. Estimated benefits from industrial health promotion program (Unit : Won in million)

Type of benefit	Estimated money value of benefit
1. Direct benefit	
① reduction of insurance payment	121,983
② reduction of legal payment	243,967
③ reductions of medical expenses	38,007
Subtotal	403,957
2. Indirect benefit	
① production increase	1,318
② extension of life-time	1,681,519
③ external effect	5
Subtotal	1,682,842
Total benefit	2,086,799

환을 유발하는 것으로 알려져 있을 뿐만 아니라 특히 직업성 요인에 의한 간질환은 치명률이 매우 높기 때문이다. 다만 우리나라의 경우에는 특정 간질환의 원인이 직업성인지 아닌지, 그리고 직업성일 때 그 비율이 얼마나 되는지 제대로 발견되어 있지 않을 따름이다. 만약 특정 간질환이 직업병에 의한 것이라면 이것과 관련한 생명연장 편익은 직접 편익으로 재분류될 것이다. 따라서 간질환 예방에 따른 생명연장 편익을 일반 질병예방 편익으로만 해석하여 직업병 예방에 의한 생명연장 편익을 과소 평가해서는 안될 것이다.

Table 3과 4에서 볼 수 있는 특징적인 사항은 간접비용과 간접 편익의 규모가 매우 크다는 것이고 그 중에서도 보건교육에 소요되는 시간비용과 질병 예방에 의한 생명연장 편익이 두드러지게 크다는 것이다. 만약 보건교육의 효과를 저하시키지 않는 범위내에서 보건교육 시간을 감소시키는 방향으로 정부의 산업보건 정책이 보완된다면 산업보건사업의 총비용은 대폭 감소될 수 있을 것이다.

IV. 고 찰

1. 산업보건사업의 비용 및 편익 총괄

지금까지 우리는 산업보건사업의 시행에 따른 비용과 산업보건사업의 결과로써 발생하는 편익을 추계하였다. 비용의 추계 과정에서는 過大推計의 원칙을 준수하였고, 편익의 추계 과정에서는 가급적 過少推計의 원칙을 준수하여 현행 법규정대로 엄격히 시행되는 산업보건사업의 경제적 타당성을 가능

Table 5. Total cost and total benefit (Unit : Won in million)

Total cost	Total benefit
453,197	2,086,799

Table 6. Net benefit and benefit/cost ratio (1991)

Net benefit (=benefit-cost)	Benefit/cost ratio
1,633,602	4.6

한 보수적인 입장에서 評價하고자 하였다.

이제 앞에서 추계한 비용과 편익을 총괄하여 정리해 보면 다음 Table 5와 같다.

2. 순편익 및 편익-비용 비율

이제 위에서 추계된 비용과 편익을 토대로 하여 산업보건사업의 경제적 타당성을 평가해 보고자 한다. 비용-편익 분석에서 산업보건사업의 경제성 평가 기준으로는

$$\text{순편익} = \text{총편익} - \text{총비용} > 0, \quad (10)$$

$$\text{편익 비용 비율} = \text{총편익} / \text{총비용} > 1 \quad (11)$$

의 조건을 채택하는 것이 보통이다. 그리고, 산업보건사업에 투자한 비용의 효율성을 측정하는 자료로써 우리는 편익-비용 비율을 사용할 수 있는데, 이 비율의 크기가 할수록 해당 산업보건사업은 그만큼 비용-효과적(cost-effective)인 것으로 평가된다.

Table 6에서 볼 수 있는 바와 같이 현행 산업보건 관련 법규대로 산업보건사업을 시행하였을 경우 산업보건사업의 순편익은 연간 1조 6천 336억원 정도 발생하는 것으로 추계되었으며, 편익-비용 비율은 총편익/총비용=4.6으로서, 산업보건사업에 투자한 비용에 비해 4.6배의 편익이 발생하는 것으로 추계되었다.

결과적으로 볼 때, 우리나라의 산업보건사업은 현행 규정대로 충실히 시행만 된다면 경제성은 상당히 높은 것으로 평가할 수 있다. 더구나 편익의 추계 과정에서 직업병 발생자수를 과소 추계하였을 뿐만 아니라 정신적 편익과 상당수의 질병 예방 편익을 제외하는 등, 여러 가지 편익을 제외하였으므로 이들 제외된 편익까지 고려한다면 실제의 경제성은 추계된 것보다 훨씬 높을 것이다.

그리고 현재 우리나라에서는 특수 건강 검진자 중 직업병 유소견율이 1.5% 수준에 머물고 있으나 (일본의 경우 4.2%), 특수 건강 검진 기법의 개선,

근로자들의 의식 수준 향상, 정부의 직업병 판정기준 완화 등이 이루어진다면 우리나라의 직업병 유소결율도 매우 높아질 것이고, 그렇게 되면 현재 여러 가지 이유로 일반 질병으로 분류되고 있는 질병 중 상당 부분이 직업병으로 판정될 것이다. 이와 같은 점을 고려할 때 향후 산업보건사업의 경제적 효과는 더욱 크게 나타날 것으로 추정된다.

V. 결 론

산업보건사업의 경제성 분석을 위해 본 연구에서는 기본적인 분석모형으로서 비용-편익 분석모형을 설정한 후, 우리나라의 모든 산업보건 관리 대상 기업들이 현행 산업안전보건법 및 관련 규정에 명시되어 있는 대로 산업보건사업을 충실히 수행하였을 경우에 소요될 것으로 예상되는 총비용과 사업의 결과로써 발생되리라고 예상되는 총편익을 추계하였다.

그리고 비용 및 편익의 추계 원칙으로써 비용의 과다 추계 원칙과 편익의 과소 추계 원칙을 준수하였으며, 특히 편익의 추계 과정에서는 산업보건 사업에 의한 직업병 환자의 예상 감소수를 추계함에 있어서 산업보건 투자가 전무한 상황에서 발생할 수 있는 직업병 환자수를 기준으로 하지 않고 산업보건 투자가 어느 정도 이루어지고 있는 실제 상황에서 발견되는 유소진자수를 기준으로 하였으므로 그 차이만큼 편익을 과소 추계하였고, 또 상당 부분의 질병 예방 편익을 제외하였다. 이런 점에서 본 연구의 결과는 매우 보수적인 기준에서 평가한 것이라고 생각된다.

본 연구에서 설정한 산업보건사업의 주요 비용 항목에는 작업환경측정 비용, 작업환경개선 비용, 일반 건강검진 비용, 특수 건강 검진 비용, 보건교육 비용 등의 직접비용과 일반 검진 시간 비용, 특수 검진 시간 비용, 보건교육 비용 등 시간비용으로서의 간접비용이 포함되어며, 주요 편익 항목에는 산재보상급절감 편익, 민사보상금(소송비용)절감 편익, 외부효과 편익 등의 간접 편익이 포함되어 있다. 특히 편익의 추계는 진폐증 예방 편익, 난청 예방 편익, 간질환 예방 편익, 신장질환 예방 편익 등 각종 질병별로 구분하여 추계하였다.

실증분석의 결과 산업보건사업의 총편익은 연간 2조 868억원 정도로 추계되었고, 총비용은 연간 4천 532억원 정도로 추계되어 총편익에서 총비용을 공제한 순편익은 연간 1조 6천 336억원 정도로 평가되었다. 한편 편익/비용 비율은 4.6으로 추계되

어, 산업보건사업의 투자 효율도 상당히 높은 것을 알 수 있다.

순편익 및 편익/비용 비율을 기준으로 하여 볼 때 우리나라 산업보건사업의 경제적 타당성은 충분히 있는 것으로 평가할 수 있다. 특히, 편익/비용 비율이 4.6이라는 사실로부터 우리는, 매우 보수적인 입장에서 보더라도, 현행 법규대로 산업보건사업을 수행할 경우 사업 수행에 소요되는 비용에 비해 그 편익이 최소한 4배 이상이나 되는 효과를 가지고 있다는 결론을 내릴 수 있다.

다만 기업의 입장에서 볼 때 산업보건사업의 편익 중 기업으로 귀속되는 편익이 4,053억원인데 반해 기업이 부담해야 하는 직·간접비용은 4,532억원으로 추계되어 기업이 산업보건 투자를 회피하려는 유인을 가질 수 있다. 그러나 기업이 부담하는 비용 중 보건교육 시간비용이 총비용의 68%를 차지하고 있으므로 보건교육 시간비용을 줄일 수 있는 방향으로 정책을 유도한다면 이 문제는 쉽게 해결될 수 있을 것이다. 만약 기업이 시간비용 보다 화폐비용에 더욱 집착한다면 편익/비용 비율이 약 3.0이 되므로 이 경우에도 문제는 없게 된다.

특히, 직업병의 발생 비율 및 발생 구조를 일본과 비교해 볼 때 장차 직업병으로 판명되는 환자수가 더욱 늘어날 것임은 물론 유기용제 중독 등과 같이 비교적 많은 경제적 비용을 유발하는 직업병의 발생도 늘어날 것이 분명하므로 향후 직업병의 예방에 따른 직접 편익의 증가는 급속히 증가할 것으로 사료된다. 따라서 개별기업의 입장에서 보더라도 직업병 예방을 위한 산업보건 투자의 경제적 유인은 충분히 있을 것이며, 직업병 발견 기법의 개선 및 직업병 판정 기준의 완화가 진전될 경우에는 이와 같은 유인이 더욱 크게 작용할 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 발견한 또 한 가지 중요한 사실은 산업보건 활동의 직업병 예방 기능도 중요하지만, 일반 질병 예방 기능 역시 상당한 경제적 효과를 가지고 있다는 것이다. 이러한 사실은 본문의 분석 결과로부터 쉽게 발견할 수 있는데, 산업보건사업의 일반 질병 예방 효과가 적지 않다는 사실로부터 우리는 또한 사업장을 대상으로 수행하는 산업보건 사업이 매우 포괄적인 방향으로 이루어져야 함을 인식할 수 있다.

참고문헌

- 1) 노동부 : 사업장 보건관리 실태조사 결과, 1992. 5.
- 2) 노동부 : 산재보험통계연보, 1991.

- 3) 노동부 : 직업병 예방 종합대책 추진상황 보고. 1992.
- 4) 노동부 : 산업안전보건법. 1991.
- 5) 노동부 : 안전보건관리대행기관 지정 및 지도, 감독에 관한 규정. 1990.
- 6) 노동부 : 1991 산업재해분석. 1992.
- 7) 노동부 : 1992 근로자건강진단수가. 1992.
- 8) 노동과 건강연구회 : 1991 산업재해·직업병 실태. 1992.
- 9) 노동과 건강연구회 : 직업병과 산업재해. 돌베개. 1989.
- 10) 노동과 건강연구회 : 작업환경측정실태와 노동자의 참여. 1992.
- 11) 대한산업보건협회 : 특수건강진단종합연보. 1991.
- 12) 대한산업보건협회 : 근로자일반건강진단종합연보. 1991.
- 13) 보건사회부 : 보건사회통계연보. 1992.
- 14) 한국경영자총협회 : 표준안전보건관리규정. 1991.
- 15) 한국경영자총협회 : 산업안전보건관련 고시, 예규, 훈령자료 및 해설. 1991.
- 16) 한국산업안전공단 : 사업장 안전보고 실태조사 보고서. 1992.
- 17) 한국산업안전공단 : 산업안전보건법해설. 1991.
- 18) 한국은행 : 경제통계연보. 1991.
- 19) 김성중 : 정부의 직업병 예방 종합대책과 그 추진 방향. 안전보건, 1991. 8.
- 20) 김정순 : 우리나라 산업장 보건관리사업 방향. 산업장 보건관리를 위한 산업간호 전국대회, 1992. 7.
- 21) 김화중 : 산업간호학. 수문사, 1991.
- 22) 김화중 : 산업보건사업의 바람직한 방향. 안전보건, 1991. 7.
- 23) 박재홍, 김형욱, 박영택 : 災害損失費用 標準모델開發에 관한 研究. 國立勞動科學研究所, 1988. 11.
- 24) 안영수 : 직업병 예방과 산업안전보건 활성화 정책 방향. 안전보건, 1991. 7.
- 25) 양봉민 : 보건경제학원론. 수문사, 1990.
- 26) 연세대 인구 및 보건개발연구소 : 被保險者健康診斷의 費用-效果 分析. 醫療保險管理公團, 1987.
- 27) 이경남 : 직업병 예방 종합대책에 따른 공단의 역할. 안전보건, 1991. 8.
- 28) 이 민 : 기업경영과 안전관리. 안전관리, 1991. 7.
- 29) 이정환 외 : 作業環境으로 인한 經濟的損失과 그 改善에 關한 研究. 科學技術處, 1986.
- 30) 장명국 : 산업재해와 직업병-그 문제와 보상. 석남, 1988.
- 31) 조규상 : 산업보건학. 수문사, 1991.
- 32) 하은희 : 중소기업 보건관리 모형에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문. 1992.
- 33) 한창식 : 안전보건 경영계획과 실천방안. 안전보건, 1991. 7.
- 34) Jacobs, P. and Chovil, A. : Economic Evaluation of Corporate Medical Programs. *Journal of Occupational Medicine*, **25**, April, 1993.
- 35) Hong, P. K. : The Economics of Occupational Health Services, Occupational Health Services in Developing Countries. Oxford University Press, 1991.
- 36) Viscusi, W. K. : Setting Efficient Standards for Occupational Hazards. *Journal of Occupational Medicine*, **24**, December, 1982.
- 37) Eley, J. W. : Analyzing Costs and Benefits of Mammography Screening in the Workplace. *AAOHN Journal*, **37**, May, 1989.
- 38) Erfurt, J. C. and Foote, A. : Cost-Effectiveness of Work-site Blood Pressure Control Programs. *Journal of Occupational Medicine*, **26**, 1984.
- 39) Erfurt, J. C. and Foote, A. : The Cost-Effectiveness of Work-site Wellness Programs for Hypertension Control, Weight Loss, and Smoking Cessation. *Journal of Occupational Medicine*, **33**, September, 1991.
- 40) Bertera, R. L. : The Effects of Workplace Health Promotion on Absenteeism and Employment Costs in a Large Industrial Population. *American Journal of Public Health*, **80**, September, 1990.
- 41) Elling, R. H. : Industrialization and Occupational Health in Underdeveloped Countries. *International Journal of Health Services*, **7**, 1977.
- 42) Klarman, H. E. : Application of Cost-Benefit Analysis to Health Systems Technology. *Journal of Occupational Medicine*, **16**, 1974.
- 43) Dasgupta, A. K. : Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice. The Macmillan Press Ltd., 1981.
- 44) Wolfe, J. N. : Cost Benefit and Cost Effectiveness. George Allen & Unwin Ltd., 1973.
- 45) Cavalla, J. F. : Risk-Benefit Analysis in Drug Research. MTP Press Ltd., 1980.
- 46) Sowby, F. D. : Cost-benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. Pergamon Press, 1982.
- 47) Warner, K. E. and Luce, B. R. : Cost-Benefit and Cost-Effectiveness Analysis in Health Care. Health Administration Press, Michigan, 1982.
- 48) Andreoni, D. : The Cost of Occupational Accidents and Diseases. Occupational Safety and Health Series No. 54, International Labor Office, Geneva.
- 49) Dorfman, R. : Incidence of the Benefits and Costs of Environmental Programs. *The American Eco-*

- conomic Review*, 67, February, 1977.
- 50) Hanna, T. H. : The benefits and Costs of methadone maintenance. *Public Policy*, 24(2), Spring, 1976.
- 51) Heffler, A. : Cost-Effective Hearing Conservation for Industry. *Occupational Health and Safety*, May/June, 1979.
- 52) Kneese, A. V. and Schulze, W. D. : Environment, Health, and Economics-The Case of Cancer. *The American Economic Review*, 67, February, 1977.
- 53) Niswender, M. E. : Making Good 'Cents' out of hearing Conservation. *Occupational Health and Safety*, March, 1980.
- 54) Weinstein, M. C. : Decision making for Toxic Substance Control : Cost-Effective Information Development for the Control of Environmental Carcinogens. *Public Policy*, 27, Summer, 1979.