

최종보고서

산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선

신영철·김정수·이규명·이형윤

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선”의 최종 보고서로 제출합니다.

2022년 10월 31일

연구진

연구기관 : 대진대학교 산학협력단

연구책임자 : 신영철 (교수, 대진대학교)

연구원 : 김정수 (소장, 환경안전건강연구소)

연구원 : 이규명 (회원, 한국환경경제학회)

연구보조원 : 이형윤 (석사과정, 한국외국어대학교)

요약문

- 연구기간 2022년 3월 ~ 2022년 10월
- 핵심단어 화학물질 규제, 사회경제성 분석, 건강 편익, 사회적 비용
- 연구과제명 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선

1. 연구배경 및 목적

○ 연구의 배경

- 유럽연합, 미국 등 주요 국가에서는 화학물질의 유해성·위험성 평가뿐만 아니라, 사회·경제적 영향을 종합적으로 고려하여 화학물질을 체계적으로 관리하는 추세임
- 산업안전보건법 화학물질의 규제에 따른 사회경제성 분석에서 건강 개선 편익은 산업재해 손실비용에 근거한 방식을 주로 사용하고 있으며, 비용은 산업계 준수비용으로 산정하고 있음. 이와 같은 사회경제성 분석 방식은 화학물질 규제의 사회경제성 분석의 국내외 동향 및 사회후생적 측면에서 개선의 여지가 있음

○ 연구의 목적

- 본 연구에서는 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가 방식을 국내외 동향 및 사회후생적 관점에서 개선하고자 함

2. 주요 연구내용

○ 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식의 국내외 동향 조사

- 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식과 최근 보고서 사례 및 국내외 동향을 검토한 결과, 사회후생적 관점에서 편익과 비용이 정의되고 측정될 필요가 있다는 시사점을 도출함
- 화학물질 관련 건강편익 산정은 사망위험 및 질병위험 감소로 인한 편익으로 정의되고, 통계적생명가치(VSL) 또는 질병의 사회경제적 비용으로 측정되고 있음. 한편 화학물질 관련 비용은 산업계의 준수비용을 포함하는 사회적 비용으로 정의되고 측정함

○ 사회경제성 분석의 건강 편익 산정 및 비용의 추정방법 정리

- 신영철 등(2021)에서 제시된 근로자의 통계적생명가치(VSL) 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63 ~ 17.21억원)을 사망 특성별로 구분하여 해도닉(특성) 임금모형으로 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 6.11억원(95% 신뢰구간 4.54 ~ 7.68억원) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 21.13억원(95% 신뢰구간 6.58 ~ 35.78억원)을 추정함
- 근로자의 질병위험 감소 편익은 건강보험정책연구원(2017)의 분석 결과를 2020년 기준으로 재산정하여, 20대 대분류 질병군별로 37.6만원 ~ 10억 8,280만원이고 평균 1.47억원임. 질병의 사회경제적 비용은 298개 중분류로도 정리하여 부록에 포함함
- 그동안 주로 이용되었던 산업재해 급여 정보 및 하인리히(Heinrich) 방식을 이용한 산업재해 1인당 총비용 8,400만원을 사망 산업재해와 사망 제외 산업재해로 분리하여 1인당 총비용을 산정함. 그 결과 사망 산업재

해 1인당 총비용은 6.05억원이고, 사망 제외 산업재해 1인당 총비용은 8,000만원임. 사망 산업재해 1인당 총비용은 산업재해 1인당 총비용의 7.19배에 해당하므로, 기존의 산업재해 평가방식이 사망 산업재해의 비용을 과소평가함을 확인함

- 산업재해 급여 정보에 질병의 사회경제적 비용 정보를 반영한 결과, 산업재해 1인당 총비용은 1.47억원, 사망 산업재해 1인당 총비용은 10.56억원, 사망 제외 산업재해 1인당 총비용은 1.40억원으로 재산정됨. 앞서 산업재해 급여 정보를 이용한 기존 방식이 건강 편익을 과소평가할 여지가 있음을 확인함
- 화학물질 규제에 따른 건강 편익 산정에서 이용 가능한 건강 영향 정보에 기초하고, 사회후생적 관점에서 우선순위를 정하여 근로자의 건강 편익을 산정하는 잠정적 방안을 제시함
- 화학물질 규제의 비용을 사회적 비용으로 정의하고, 직접비용과 간접비용으로 구분함. 직접비용은 산업계의 준수비용, 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용을 포함함. 화학물질 규제의 사회적 비용 중 주로 추정될 필요가 있다고 판단되는 산업계의 준수비용 및 사회적 후생손실비용의 추정방법을 정리함

○ 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안

- 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기존 방식 및 분석 사례 검토, 주요 건강 편익의 산정, 비용 정의 및 추정방법의 정리를 근거로, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 정리함. 여기에는 사회경제성 분석을 위한 5단계별 주요 과업 내용과 함께 분석기간, 할인율, 비용편익분석방법 등과 관련된 사항들도 포함함

3. 연구 활용방안

○ 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석에 활용

- 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석에서 건강 편익 산정에 본 연구에서 산정 내지 정리한 통계적생명가치(VSL), 질병의 사회경제적 비용, 산업재해 급여를 활용한 건강 편익 등을 활용할 수 있음. 또한, 비용의 종류와 추정방법과 더불어 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 분석에 이용할 수 있음

○ 근로자의 건강 관련 정책의 평가에 활용

- 본 연구에서 추정한 근로자의 건강 편익 즉, 근로자의 통계적생명가치(VSL) 및 질병의 사회경제적 비용 등은 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석뿐만 아니라 근로자의 건강 관련 정책의 비용편익분석에도 이용할 수 있음

4. 연락처

- 연구책임자 : 대진대학교 교수 신영철
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 화학물질평가1부 과장 이도희
 - ☎ 042) 869. 0358
 - E-mail: iamdohee24@kosha.or.kr

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 필요성	3
2. 연구의 목적	4
II. 연구내용 및 방법	7
1. 연구내용	9
2. 연구 방법	12
1) 문헌 연구	12
2) 계량경제학적 분석 모형 구축 및 추정	13
3) 전문가 자문 의견 반영	14
3. 추진체계	15
III. 연구 결과	17
1. 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식의 국내외 동향 조사	19

목 차

1) 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석 방식 검토	19
2) 산업안전보건법의 화학물질 규제의 사회경제성 분석 사례 검토	28
3) 국내외 화학물질 규제의 사회경제성 분석 방식 조사	36
4) 산업안전법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 개선 방향 시사점	38
2. 화학물질 규제에 의한 근로자의 건강 개선 편익 산정	40
1) 근로자의 건강 편익 개요	40
2) 건강 편익 산정의 이론적 기초	42
3) 근로자의 사망위험 감소의 경제적 편익 추정	48
4) 질병의 사회경제적 비용을 이용한 근로자의 건강 편익 검토	86
5) 산업재해 급여 정보를 이용한 근로자의 건강 편익 산정	92
6) 산업재해 급여 및 질병의 사회경제적 비용 결합한 근로자의 건강 편익 산정	97
7) 근로자의 건강 개선 편익 종합	100
3. 화학물질 규제의 비용 및 산정방식 정리	102
1) 규제의 비용 개요	102
2) 화학물질 규제의 비용 종류	103
3) 규제의 사회적 비용 산정방식	107
4) 준수비용의 산정방식 검토	115

5) 사회적 후생손실비용 산정 검토	118
6) 규제의 비용 산정방식 종합	126
4. 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성분석 기본틀(안) 128	
1) 사회경제성분석 기본틀(안) 정리	128
2) 기본틀(안)을 위한 향후 연구 방향	146
IV. 결론	147
참고문헌	153
Abstracts	156
부록	158

표 목차

〈표 II-1〉 연구의 주요 내용	11
〈표 III-1〉 규제의 비용편익 분석	20
〈표 III-2〉 직업병감소 및 직업병감소 시너지 효과 산정방식	23
〈표 III-3〉 규제영향 분석결과의 핵심 내용	25
〈표 III-4〉 근로자의 5년(2012~2019년) 이동평균 통계적생명가치(VSL) 및 95% 신뢰구간	27
〈표 III-5〉 사회경제성 분석 사례 : 최상준 등(2021)	30
〈표 III-6〉 사회경제성 분석 사례 : 김원 등(2021)	33
〈표 III-7〉 사회경제성 분석 사례 : 윤충식 등(2021)	35
〈표 III-8〉 본 연구의 모형 구축 방향	49
〈표 III-9〉 분석 자료 및 이용 방식	50
〈표 III-10〉 『고용형태별근로실태조사』의 조사 항목	51
〈표 III-11〉 『고용형태별근로실태조사』의 조사 근로자수 현황	52
〈표 III-12〉 『산업재해현황분석』의 주요 용어	52
〈표 III-13〉 2019년 산업재해율의 한국표준산업분류(중분류)와 연계	54
〈표 III-14〉 2019년 한국표준산업분류(중분류)의 사망만인율 및 사망제외 재해 만인율	58
〈표 III-15〉 모형의 주요 변수 구분	67
〈표 III-16〉 모형의 변수 설명	68
〈표 III-17〉 2019년 『고용형태별근로실태조사』의 기초 통계	70

〈표 Ⅲ-18〉 OLS(2019년 자료)의 추정 결과	72
〈표 Ⅲ-19〉 표본 가중치 반영 OLS(2019년 자료)의 추정 결과	75
〈표 Ⅲ-20〉 표본 가중치 반영 OLS(2019년 자료)의 이분산성 검정 결과	77
〈표 Ⅲ-21〉 WLS(2019년 자료)의 추정 결과	79
〈표 Ⅲ-22〉 2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL) 산정	82
〈표 Ⅲ-23〉 2019년 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL)	82
〈표 Ⅲ-24〉 2019년 근로자의 사망 및 사망특성별 통계적생명가치(VSL)	83
〈표 Ⅲ-25〉 2019년 근로자의 VLS 대비 사망특성별 VSL의 배율	84
〈표 Ⅲ-26〉 2015~2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL)	84
〈표 Ⅲ-27〉 2012~2019년 질병사망 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 산정	85
〈표 Ⅲ-28〉 연구에 이용하는 비용항목별 세부 변수 및 자료원	86
〈표 Ⅲ-29〉 20대 대분류 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준 환산) ·	89
〈표 Ⅲ-30〉 산업재해 급여종류별 연도별 현황	93
〈표 Ⅲ-31〉 소비자물가지수 및 2020년 기준 산정을 위한 조정계수	93
〈표 Ⅲ-32〉 산업재해의 1인당 사망 산재급여액 및 사망 제외 산재 급여액	95
〈표 Ⅲ-33〉 산업재해 급여액을 이용한 산업재해 총비용 산정	96
〈표 Ⅲ-34〉 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준, 백만원)	97
〈표 Ⅲ-35〉 질병의 사회경제적 비용 대비 산업재해 급여 산정 비용의 비교	98
〈표 Ⅲ-36〉 질병의 사회경제적 비용을 반영한 산업재해 총비용의 재산정 ·	

표 목차

.....	98
〈표 Ⅲ-37〉 화학물질의 지정·관리에 따른 비용 유형	105
〈표 Ⅲ-38〉 화학물질의 규제에 따른 비용 추정방법	108
〈표 Ⅲ-39〉 사회경제성분석(SEA)에서 범위 설정의 경계	133
〈표 Ⅲ-40〉 비용편익분석 기법의 비교	142
〈부표 1〉 20대 대분류 질병군의 분류기준 및 질병코드	158
〈부표 2〉 298개 중분류 질병군의 분류기준 및 질병코드	159
〈부표 3〉 298개 중분류 질병군의 1인당 사회경제적 비용	173

산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른
사회경제성 분석 방식 개선

그림목차

[그림 II-1] 연구의 추진체계	16
[그림 III-1] 통계적인간생명가치의 의미	44
[그림 III-2] 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL)	85
[그림 III-3] 20대 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준)	90
[그림 III-4] 산업재해 급여에 의한 사망 및 사망 제외 재해의 손실비용	96
[그림 III-5] 질환의 사회경제적 비용을 반영한 산업재해 급여에 의한 손실비용	99
[그림 III-6] 산업계의 생산비용 증가의 부담 전가	117
[그림 III-7] 사회경제성 분석(SEA)의 단계	128
[그림 III-8] 사회경제성 분석(SEA)의 흐름도	130
[그림 III-9] 사회경제성분석(SEA) 1단계: 목표 설정	131
[그림 III-10] 사회경제성분석(SEA) 2단계: 범위 설정	132
[그림 III-11] 사회경제성분석(SEA) 3단계: 영향 평가	135
[그림 III-12] 영향의 종류	138
[그림 III-13] 사회경제성분석(SEA) 4단계: 해석 및 결론 도출	139
[그림 III-14] 사회경제성분석(SEA) 5단계: 결과 발표	144

I. 서론

.....

I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

화학물질 위험성에 대한 인식과 새로운 규제 체계의 등장으로, 유럽연합, 미국 등 주요 국가에서는 화학물질의 유해성·위험성 평가뿐만 아니라, 대체 및 위험성 관리조치, 사회경제적 영향을 종합적으로 고려하여 화학물질을 체계적으로 관리하는 추세로 나아가고 있다.

이제 화학물질의 규제에 따른 사회경제성 분석은 규제의 타당성을 평가하기 위한 중요한 절차이자 규제 결정의 중요한 정보로 자리잡게 되었다. 따라서 국내외에서는 화학물질 규제와 관련된 사회경제성 분석의 기반을 갖추기 위한 노력이 계속되고 있으며, 그 결과 화학물질의 규제 관련 사회경제성 분석의 기반이 일정 수준에서 구축되었다. 하지만, 화학물질의 규제 관련 사회경제성 분석을 제대로 수행하기 위해서는 여전히 파악되어야 할 정보가 다수이고, 적합한 분석 방식도 다양하게 개발되어야 한다. 또한 실제 분석 사례를 통해 화학물질 규제에 대한 사회경제성 분석도 계속적으로 보완 및 수정되고 있다.

이와 같은 국내외의 화학물질 규제 방향의 전환과 더불어 구축된 사회경제성 분석 기반은 산업안전보건법 화학물질 규제에도 상당 부분 활용될 수 있다. 이를 위해서는 우선적으로 그동안 산업안전보건법에 화학물질 규제를 평가하던 사회경제성 분석 방식에 대한 검토와 함께 개선 가능성을 확인할 필요가 있다. 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 기존의 사회경제성 분석 방식은 화학물질 전반에 대한 규제와 다른 성격(즉, 근로자의 작업환경 관련성)을 갖고 있기에, 그와 같은 성격을 고려한 분석 방식의 개선이 필요하다.

산업안전보건법에 의한 화학물질의 규제에 대한 사회경제성 분석 방법은

1920년대의 하인리히(Heinrich) 방식을 사용한 편익 평가방식 등을 주로 사용해왔다. 최근에는 국내외에서 이루어진 화학물질의 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 개선된 정보를 활용하여 다양한 방식으로 분석에 이용하기 시작하였다. 분석 대상의 특징 및 정보의 존재 여부에 따라 분석 대상별로 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 적용할 수 있다. 하지만 산업안전보건법의 사회경제성 분석의 기본틀이 필요할 뿐만 아니라 주요 건강 편익 추정치 및 적용 방법과 사회적 비용의 종류 및 평가방식을 공통적으로 사용할 필요가 있다.

특히, 그동안 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 사회경제성 분석 방식에서 건강 개선 편익은 주로 산업재해 손실비용에 근거해 왔는데, 사회후생적 평가 측면에서 적절한 건강 편익 정보를 근거로 이용할 필요가 있다. 또한 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 비용은 주로 산업체의 준수비용 관점에서만 파악되고 있는데, 해당 규제로 인한 사회적 비용 관점에서 재정의되고 측정될 필요가 있다. 게다가 사회경제성 분석을 사회경제성 분석을 위한 단계별 주요 과업 내용과 함께 분석기간, 할인율, 비용편익분석방법 등과 관련된 사항들을 포함한 기본틀(안)도 확립될 필요가 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가 방식을 국내외 동향 및 사회후생적 관점에서 개선하고자 한다. 이와 같은 본 연구의 목적은 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 기존 사회경제성 분석 방식을 개선할 방안을 검토 및 정리하여, 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안과 연결된다.

일반적으로 사회경제성 분석은 사회후생적 관점에서 설계되고 정리되어야 함에도 불구하고, 기존 자료의 한계 또는 분석하고자 하는 정보의 부족 등으로 인하여 이상적인 방식으로 평가하지 못하는 경우가 많다. 특

히, 화학물질의 경우는 종류가 다양할 뿐만 아니라 화학물질의 유해성 및 위험성에 대한 정보가 여전히 계속 구축되어야 하는 현실이다. 게다가 산업안전보건법 화학물질 규제에 의한 건강 영향(사망률 및 질환율 변화)과 관련된 정보와 더불어 해당 건강 영향의 편익을 평가할 수 있는 주요 건강 편익도 여전히 많은 연구가 필요하다.

그럼에도 불구하고 그동안 국내외에서는 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기본틀을 구축해 가고 있다. 본 연구에서는 이러한 국내외 동향을 검토하고, 사회경제성 분석에서 핵심적인 역할을 하는 주요 건강 편익을 재산정할 뿐만 아니라 비용의 종류 및 추정방법을 정리하고자 한다. 그와 같은 검토, 재산정 및 정리를 통하여 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기본틀(안)을 정리하고자 한다.

Ⅱ. 연구내용 및 방법

.....

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

본 연구의 목적을 위하여 연구의 내용은 크게 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식 검토 및 시사점 도출, 산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 주요 경제적 가치 및 비용 추정 방법 검토 및 정리, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안으로 나눌 수 있다.

우선, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본 방식 검토 및 시사점 도출에서는 기존 사회경제성 분석 방식과 관련된 주요 보고서를 검토한다. 또한 최근에 발간된 화학물질 규제와 관련된 보고서에서 수행한 사회경제성 분석 사례도 함께 검토한다. 화학물질 규제와 관련된 사회경제성 분석의 국내외 동향도 검토한 뒤, 기존 사회경제성 분석 관련 보고서 및 분석 사례로부터의 사회경제성 분석 방식의 개선 시사점을 도출한다.

둘째, 산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 주요 경제적 가치 및 비용 추정 방법 검토 및 정리에서는 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 위해 필요한 주요 건강 편익과 함께 비용 종류 및 추정방법을 다룬다.

산업안전보건법 사회경제성 분석의 기본틀(안)에서 근로자의 건강영향의 경제적 가치를 평가하기 위한 주요 건강 편익값은 핵심적인 중요성을 가지고 있다. 특히, 화학물질 규제로 인한 사망위험(사망률)의 감소에 따른 편익을 평가할 수 있도록 해주는 통계적생명가치(VSL, value of a statistical life)의 중요성은 매우 크다. 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021)에서 제시된 근로자의 통

계적생명가치(VSL)를 사망 특성(즉, 질병 사망 및 사고 사망 등)으로 구분하여 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 추정한다.

그리고 질환 감소 편익의 이론적 기초를 제시하고, 질병의 사회경제적 비용에 관한 정보 제공과 함께 그 정보를 이용하여 산재보험 급여에 의한 사망 및 질병 감소의 편익을 개선할 수 있는 방안을 검토 및 정리하고자 한다.

산업안전보건법 화학물질 규제의 비용 측면은 기존 보고서에 의하면 산업계의 준수비용에 국한해서 측정되고 있는데, 사회적 비용 관점에서 산업안전보건법 화학물질 규제의 비용 종류 및 추정방법을 정리한다.

셋째, 앞서와 같은 기존 보고서의 검토, 주요 건강 편익의 재산정 및 비용 종류 및 추정방법의 정리를 근거로, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 정리한다. 여기에는 사회경제성 분석을 위한 단계별 주요 과업 내용과 함께 분석기간, 할인율, 비용편익분석방법 등과 관련된 사항들을 포함한다.

〈표 II-1〉 연구의 주요 내용

1. 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식 검토 및 시사점 도출

- 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식 조사 및 검토
- 국내외 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 동향 조사 및 검토
- 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 개선 방향 시사점 도출

2. 산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 주요 경제적 가치 및 비용 추정 방법 검토 및 정리

- 관련 주요 편익 및 비용 관련 검토
 - 근로자의 건강 편익 검토 및 정리
 - 건강편익의 이론적 기초 정리
 - 근로자의 조기사망 위험 감소 편익 검토 및 정리
 - 근로자의 질병위험 감소 편익 검토 및 정리
- 화학물질 규제 관련 비용 추정 방법 검토 및 정리
 - 화학물질 규제 관련 비용 및 종류 정리
 - (산업계) 비용 추정 방법 검토 및 정리

3. 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)

- 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안) 정리
 - 분석 시나리오 설정, 편익 산정, 비용 산정, 비용편익분석
- 향후 연구 방향 및 과제 제시

2. 연구 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구의 내용을 문헌 연구, 분석 필요 자료 수집 및 정리, 계량경제학적 분석 및 자문 의견 반영의 연구 방법을 활용하여 수행한다.

1) 문헌 연구

- 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 조사
 - 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식에 대한 주요 보고서는 『고위험물질의 관리수준 상세검토 연구』(임영욱 등, 2012), 『특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구』(김태운 등, 2014), 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021) 등의 문헌 검토
 - 산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석을 수행한 최근의 보고서로는 『생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성·위험성 평가』(최상준 등, 2021), 『산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구』(김원 등, 2021), 『관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도 영향 분석 연구』(윤충식 등, 2021) 등의 문헌 검토
- 국내외 화학물질 규제의 사회경제성 분석 방식 관련 문헌 검토
 - 유럽화학물질관리청(ECHA)의 Guidance on the preparation of socio-economic analysis as part of an application for authorisation(2011), Guidance on socio-economic analysis -

- Restriction(2008), Valuing selected health impacts of chemicals(2016) 등
- 미국 환경청(EPA)의 Guidelines for Preparing Economic Analysis(2000, 2010) 등
- 국내의 신영철 등(2017a, 2017b, 2018, 2019) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(I, II, III)』 및 『화학물질의 지정 및 관리를 위한 사회경제성 분석』 등
- 근로자의 건강 개선 편익 평가와 관련된 문헌 검토
- 국내의 관련 연구인 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021)를 중심으로 신영철 등(2017a, 2017b, 2018, 2019) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(I, II, III)』 및 『화학물질의 지정 및 관리를 위한 사회경제성 분석』 등

2) 계량경제학적 분석 모형 구축 및 추정

- 분석 필요 자료 구축
- 『고용형태별근로실태조사』의 산업분류(한국표준산업분류)와 산업재해 통계자료의 산업분류가 불일치하여, 통합 자료로 분석하기 위하여 산업분류 재분류 작업 수행
- 산업재해 통계자료를 산업분류 이외의 기준으로 구분하여 질병 사망률 및 사고 사망률 또는 (사망 제외) 질병 재해율 및 (사망 제외) 사고 재해율을 산정할 수 있는지 검토함
- 계량경제학적 분석 모형 검토 및 적용
- 구축된 자료를 이용한 헤도닉(특성) 임금함수(hedonic wage function)을 추정하기 위하여, 일반최소자승 회귀모형(ordinary

least squares, OLS), 표본가중치 반영 일반최소자승 회귀모형 (OLS) 및 가중최소자승 회귀모형(weighted least square, WLS) 등의 적용을 검토 및 적용

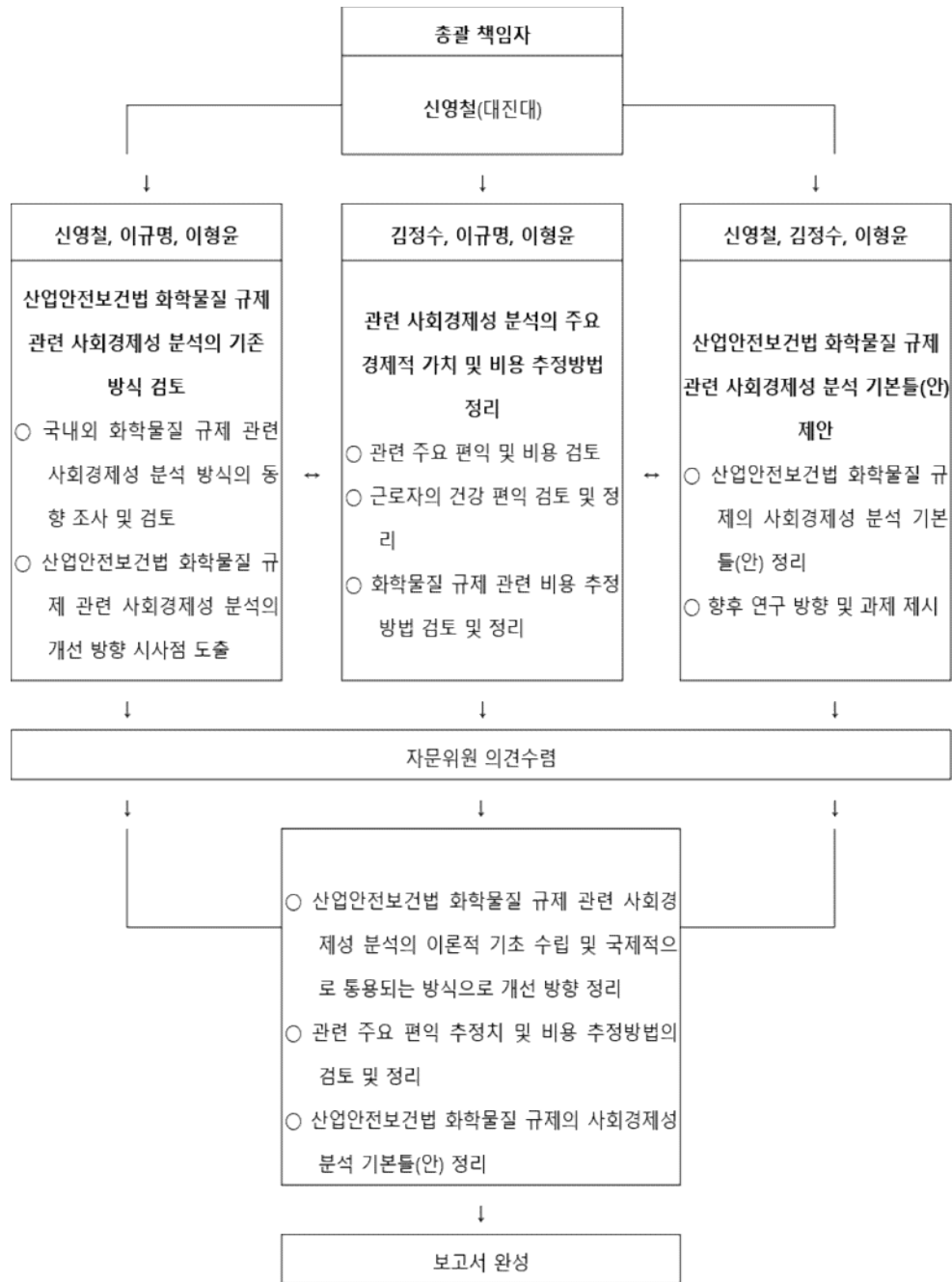
3) 전문가 자문 의견 반영

- 자문위원회(정기)
 - 사업 착수보고회, 중간보고회, 최종보고회 개최하여 자문 의견을 구하고, 자문 의견을 반영함
- 자문위원회(수시)
 - 연구 수행 중 협의 자문 사항은 수시로 소집하여 자문 의견을 구하고, 자문 의견을 반영함

3. 추진체계

본 연구는 대진대학교(산학협력단)에서 수행하였으며, (협)환경안전건강연구소 및 한국환경경제학회의 연구진으로 구성되었다. 이 연구에 참여하는 연구진은 신영철 등(2017a, 2017b, 2018, 2019) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(I, II, III)』 및 『화학물질의 지정 및 관리를 위한 사회경제성 분석』를 수행하였다. 또한 본 연구와 연관된 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021)를 수행하였다.

연구 추진은 연구 과업을 기준으로 3가지로 구분하여 연구팀을 구성하였다. 즉, 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 관련 국내외 동향 조사 및 고찰, 관련 주요 편익 및 비용 추정방법 검토 및 정리, 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안으로 팀을 구분하여 연구를 수행하였다.



[그림 II-1] 연구의 추진체계

Ⅲ. 연구 결과

.....

III. 연구 결과

1. 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식의 국내외 동향 조사

1) 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석 방식 검토

산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 기존 사회경제성 분석 방식을 검토하기 위하여 『고위험물질의 관리수준 상세검토 연구』(임영욱 등, 2012), 『특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구』(김태윤 등, 2014) 및 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021)를 검토한다.

왜냐하면 『고위험물질의 관리수준 상세검토 연구』(임영욱 등, 2012)은 산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석을 직접 연구한 보고서는 아니지만, 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 사회경제성 분석의 전형적인 방식을 포함하고 있기 때문이다. 또한, 『특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구』(김태윤 등, 2014)은 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 기존의 사회경제성 분석 방식을 개선하기 위한 내용을 담고 있기 때문이다. 그리고 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 등, 2021)은 본 연구의 목적과 마찬가지로 국내외 화학물질 규제 관련 동향의 관점에서 산업안전보건법 사회경제성 분석에서 근로자의 건강 편익 중 핵심적인 근로자의 통계적생명가치(VSL)을 추정해서 제시한 연구이기 때문이다.

(1) 『고위험물질의 관리수준 상세검토 연구』(임영욱 등, 2012)의 사회경제성 분석

이 연구는 15개의 화학물질에 대하여 산업안전보건법의 화학물질 관리수준을 강화하는 안에 대한 비용편익분석을 수행하였다. 이 연구에서 이용한 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식은 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』(한국산업안전보건공단, 2011)으로 해당 내용은 <표 Ⅲ-1>에 정리되어 있다.

〈표 Ⅲ-1〉 규제의 비용편익 분석

규제의 비용 분석	규제의 편익 분석	비용편익의 비교 및 검토
관리수준 강화에 따른 작업환경개선 비용의 분석: 〈직접비용〉 - 작업환경개선 비용 - 작업환경측정 비용 = 사업장에 추가 부담되는 직접비용 : 총 () 원	(1) 직접편익비용 - ()취급근로자()명의 직업병 발생 가능성을 추정 : () 명 × () = () 명 - 산재발생시 1인당 직접손실비용 () 명 × () = () 명으로 () 원의 비용편익 발생 (2) 간접편익비용 - 하인리히 방식 적용 : 재해손실비율 직접비 대 간접비 = 1:4 - 간접편익비용 = 직접편익비용 × 4 = () 원 × 4 = () 원 (3) 총 편익비용 = 직접편익비용 + 간접편익비용	- 직업병 손실비용 및 작업환경 개선 비용의 편익비교 검토 - 현재가치기준(Present value criterion)을 적용하여 관리수준의 강화로 기대되는 이익은 최소()원으로 추산됨 - 기대이익(원) = 총 편익 - 총 비용

출처: 한국산업안전보건공단(2011)의 표를 임영욱 등(2012)에서 재인용

규제의 비용은 화학물질 관리수준 강화에 따른 작업환경개선 비용을 분석하며, 주요 항목으로는 직접비용에 해당하는 작업환경개선 비용 및 작업환경 측정 비용을 포함하고 있다.

한편 규제의 직접편익은 해당 화학물질 취급근로자의 직업병 발생가능자수를 추정한 뒤, 산업재해 발생시 1인당 직접손실비용을 곱하여 산정한다. 간접편익은 하인리히(Heinrich) 방식을 적용하여 앞서 산정된 직접편익의 4배를 간접편익으로 고려한다. 결과적으로 화학물질 규제로 인한 총편익은 직접편익과 간접편익의 합 즉, 직접편익의 5배로 산정한다.

결과적으로 규제의 비용편익의 비교 및 검토에서는 관리수준 강화로 기대되는 기대이익을 산정하는데, 기대이익은 총편익의 현재가치에서 총비용의 현재가치를 차감해서 계산한다. 결국 이때 기대이익은 규제의 순편익(net benefit)의 현재가치를 의미한다.

이 연구에서는 해당 화학물질을 취급하는 작업장수 및 근로자수를 근거로 작업장당 평균 근로자수를 산정하여, 작업장당 기본관리비 단가를 적용한다. 또한 화학물질의 관리수준 강화에 따른 총측정비용을 합산하여 연간 총비용을 산정한다.

한편 해당 화학물질의 관리수준 강화의 편익을 산정하기 위해 우선, 해당 화학물질로 인한 직업병자 발생률을 고용노동부(2012)의 『2010년 근로자건강진단 실시결과』에서 해당 화학물질 중독 직업병에 대한 직업병 요관찰자(C1)와 직업병유소견자(D1)를 합친 근로자수를 해당 화학물질 관련 특수건강진단을 받은 근로자수로 나누어 추정하였다.

편익은 직업병 발생으로 인한 손실비용 감소로 추정하였다. 직접 손실은 산업재해보험 보상급여로 보고, 이를 특수건강진단에서 직업병 조기 발견으로 얻게 되는 직접편익으로 고려하였다. 간접편익은 하인리히 방식으로 직접편익의 4배로 계산하였다. 또한 이 연구의 1인당 평균 산재급여비는 2010년 『산재보험·고용징수 실적분석』(근로복지공단, 2011) 자료를 기초로 1,391만원으로 계산하였다.

이 연구에서는 매년 동일한 비용과 편익이 발생한다는 전제를 하여, 단년(즉, 1년)의 비용과 편익을 할인율 없이 비교하는 방식을 적용하고 있다. 따라서 분석 기간 및 사회적 할인율을 고려하지 않고 있다.

이 연구에서 고려한 화학물질의 관리수준 강화의 경우 시설 또는 기계 장비 등의 자본비용이 발생하지 않았기에, 단년 분석으로 비용편익분석이 가능하였다. 하지만 해당 화학물질의 관리수준 강화로 자본비용이 소요되는 경우라면, 일정 기간 동안 비용편익분석을 수행했어야만 할 것이다. 그렇게 되면 일정 기간 동안에 발생한 비용을 현재가치화하기 위해 사회적 할인율도 명시적으로 고려했어야 할 것이다.

(2) 『특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구』(김태윤 등, 2014)의 사회경제성 분석

이 연구는 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 개선안을 제시하고 있다. 이 연구에서 규제의 비용은 화학물질의 관리 수준 변경으로 사업주가 부담해야 하는 비용으로 관리 및 조치비용으로 정의하고 있다. 관리 및 조치비용의 세부 항목에는 다음과 같은 비용들을 제시하고 있다.

- 국소배기장치 설치 및 유지관리비용
- 밀폐설비 설치 및 유지관리비용
- 보호구 및 보호복 지급 및 유지관리비용
- 세척시설, 용기 등의 화학물질 관리를 위해 소요되는 비용
- 유해위험방지계획서 작성비용
- 특별안전·보건교육 비용
- 작업환경측정비용
- 특수건강진단비용
- 특별관리물질 취급일지 작성비용
- 특별관리물질 고지비용

한편 화학물질의 관리수준의 변경으로 인한 편익은 직업병감소 효과 및 기타 안전사고 감소 효과 등의 경제사회적 효과를 의미한다고 정의하고 있다. 화학물질의 관리수준 변경에 의한 편익은 근로자의 직업병 감소 및 시너지 효과, 기타 안전사고 감소 및 시너지 효과 등으로 구분하고 있다.

직업병 감소 및 시너지 효과는 화학물질의 적절한 관리수준의 변경으로 화학물질로 인한 직업병이나 업무상 질병 발생이 감소하여, 근로자의 건강개선에 긍정적 영향을 끼치는 효과로 정의하고 있다. 이때 직업병 감소 효과 및 시너지효과는 직업병 발생에 따른 손실비용의 감소로 추정하고 있다. 직업병 감소율을 파악하기 위해 문헌 검토 또는 전문가를 대상으로 한 델파이 설문조사를 실시하였다.

〈표 III-2〉 직업병감소 및 직업병감소 시너지 효과 산정방식

◆ 직업병감소 효과 $\{\text{규제대상 화학물질수} \times \text{연간 화학물질 1종당 직업병 및 관련 질병발생 보상비용} \times \text{직업병 감소 효과(％)}\} \times \text{할인율이 적용된 분석기간}$
◆ 직업병감소 시너지 효과 $\{(\text{국내/외 직업별 발생 화학물질수} \times \text{규제대상 화학물질수} \times \text{연간 화학물질 1종당 직업병 및 관련 질병발생 보상비용} \times \text{직업병 감소 시너지효과(％)})\} \times \text{할인율이 적용된 분석기간}$

출처: 김태윤 등(2014), 59쪽

기타 안전사고 감소 및 시너지 효과는 폭발·화재·누출 및 2차 노출의 예방에 의한 안전사고 감소와 함께 인근 주민과 사업장의 피해 감소 및 사고로 인한 피해와 환경오염 등의 감소로 정의하고 있다. 그러나 기타 안전사고 및 시너지 효과 관련 편익은 기존 문헌이 부족하여 정확한 측정이 어렵다고 보고 있다. 결과적으로 이 연구에서의 편익은 직업병감소 효과로 측정되면서 질병 발생 보상비용 즉, 산업재해 손실비용에 근거한 방법이라고 볼 수 있다.

한편 규제의 비용편익 분석 결과를 순편익의 현재가치보다는 일반적으로 이용되는 B/C 즉, 편익/비용 비율을 결과로 제시하고 있다. 분석 기간을 30년과 영구적 기간으로 산정하고 있으며, 할인율을 당시 예비타당성조사에서 이용하고 있던 한국개발연구원(KDI)의 5.5%와 함께 3%를 적용하여 결과를 제시하고 있다.

(3) 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』(한국산업안전보건공단, 2021)

이 지침은 『산업안전보건법』 제105조(유해인자의 유해성·위험성 평가 및 관리 등) 및 고용노동부 예규 제166호(화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정)에 의거 화학물질의 유해성·위험성 평가를 위한 후보물질 선정, 평가절차 및 방법, 평가결과 적용 등에 관한 지침을 정함으로써 산업안전보건법상 화학물질의 법적 관리수준의 분류근거를 제공함을 목적으로 한다. 이 지침의 적용범위는 사업장에서 제조·취급하는 신규 화학물질 및 기존 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가이다.

이 지침은 화학물질의 유해성·위험성 평가 절차에 화학물질의 사회성·경제성 평가를 포함하고 있다는 점에서 최근 화학물질 관리의 국내외 동향에서 나타나는 화학물질의 유해성·위험성뿐만 아니라 사회성·경제성까지 포괄한 종합적인 평가체계를 제시하고 있다.

이 지침에서 사회·경제성 평가에서는 화학물질 관리수준의 비용편익분석을 기본으로 하고 있으며, 비용 및 편익의 산정 방식과 비용편익의 비교 및 검토에 대해서는 다음 <표 III-3>와 같이 제시하고 있다. 여기서 제시하고 있는 비용 산정 방식은 앞서 검토한 김태윤 등(2014)의 연구와 동일하다.

〈표 III-3〉 규제영향 분석결과의 핵심 내용

규제의 비용 분석	규제의 편익 분석	비용편익의 비교 및 검토
관리수준 변경에 따른 비용 - 작업환경개선 비용 및 작업환경개선 설비의 운영 및 기타 비용 = 국소배기장치 및 유지관리 비용 + 밀폐설비 설치 및 유지관리비용 + 각종 보호구 구입 비용 + 세척시설 설치 비용 + 유해위험방지계획서 관련 비용 + 특별안전보건교육 실시 비용 + 작업환경측정 비용 + 특별관리물질 취급일지 관련 비용 + 특별관리물질 고지 관련 비용 ⇒총 비용	관리수준 변경에 따른 편익 - 직업병 감소에 의한 편익 = {연간 산재보상보험 지급에 따른 직/간접 손실비용 + 연간 질병으로 인한 근로손실의 경제적 손실비용} × (화학물질로 인한 질병발생자수/전체 재해자수) ÷ 국내/외 직업병 발생 화학물질수 - 화재·폭발·누출 등 사고 감소에 의한 편익 = {연간 산재보상보험 지급에 따른 직/간접 손실비용 + 연간 사고로 인한 근로손실의 경제적 손실비용} × (화학물질로 인한 사고 발생자수/전체 재해자수) ÷ 사업체에서 사용, 제조 및 취급 중인 유해 화학물질 수 - 인근 주민 피해 감소에 의한 편익 ⇒ 총 편익	관리수준 변경에 따른 순 편익 -화학물질에 의한 직업병 발생은 장기간에 걸쳐 나타나므로 현재가치기준(Present value criterion)으로 환산하여야 할 필요가 있으므로 분석기간 30년, 할인율 5.5% 적용 - 순편익(기대이익) = 총 편익 - 총 비용

※ 평가대상 화학물질의 검토되는 법적 관리수준에 따라 총비용과 총편익의 세부항목은 달라질 수 있음

출처: 한국산업안전보건공단(2021), 30쪽

이 지침에서 규제의 편익은 크게 직업병 감소 편익, 화재·폭발·누출 등 사고 감소 편익 및 인근 주민 피해 감소에 의한 편익으로 구분해서 제시하고 있

다.

직업병 감소 편익은 연간 산재보상보험 지급액을 고려하여 산정한 직/간접 손실비용에 근로손실의 경제적 손실비용을 합산한 값에 화학물질로 인한 질병발생자수를 전체 재해자수로 나눈 값으로 곱한다. 그 뒤에 국내외 직업병 발생 화학물질수로 나누어서 산정하고 있다. 이와 같은 산정 방식은 직업별을 발생시키는 화학물질 1종당 손실비용을 산정한 것이라고 볼 수 있다. 이러한 방식은 화재·폭발·누출 등 사고 감소 편익 산정에서도 마찬가지로 사용되고 있다.

이와 같은 방식은 산재보상보험 지급액과 근로손실 비용을 이용하여 직업병을 발생시키는 화학물질 1종당 편익을 산정하는 방식이라고 생각된다. 이 경우 특정 화학물질의 유해성 및 위험성이 반영된 손실비용의 감소가 측정되기 어렵다고 판단된다. 물론 자료의 한계로 화학물질별 유해성 및 위험성을 반영한 손실비용을 산정하기 어려우므로 제시된 방식이라고 보인다. 따라서 향후 화학물질별 유해성 및 위험성을 반영한 손실비용의 산정이 가능해진다면, 이와 같은 편익 산정 방식은 개선될 필요가 있다.

비용편익의 비교 및 검토는 앞서 <표 III-1>과 동일하다. 여기서 순편익(기대이익)을 총 편익에서 총 비용을 차감하여 산정하고, 장기간에 발생할 경우 현재가치로 산정하도록 하고 있다. 분석 기간은 30년이고 할인율은 5.5%를 적용하도록 한다. 이 분석 기간은 화학물질 규제의 비용 및 편익 발생 특성을 고려하여 검토될 필요가 있으며, 할인율은 최근의 변화를 반영하여 검토할 필요가 있다.

(4) 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』(신영철 외, 2021)의 사회경제성 분석

이 연구는 산업안전보건법 화학물질 관련 규제영향분석에서 건강 편익 중 사망위험 감소 편익을 측정하기 위한 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 추정하여 제시하고 있다. 즉, 이 연구는 사회경제성 분석 방식 전반에

다른 연구는 아니며, 화학물질 관련 사회경제성 분석에서 건강 편익 중 핵심적인 중요성을 갖는 근로자의 통계적생명가치(VSL) 추정에 초점을 맞춘 연구이다.

이 연구에는 국내외 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 동향 중 건강 편익 평가와 관련된 내용을 정리하고 있다. 국내외 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석에서 건강 편익을 사망률(mortality) 및 질병율(morbidity)로 구분해서 평가하는 방향을 소개하고 있다. 또한 근로자의 사망위험 감소 편익 평가에 주로 이용하는 통계적생명가치(VSL)의 이론적 근거, 기존 통계적생명가치(VSL) 등을 소개 및 정리하고 있다. 그뿐만 아니라 『고용형태별근로실태조사』 및 『산업재해현황분석』 등의 자료를 특성임금함수(hedonic wage function) 모형으로 산업안전보건법 화학물질 규제영향분석에서 건강 편익 중 사망위험 감소 편익 분석에 이용하는 근로자의 통계적생명가치를 다음 표와 같이 추정하였다.

〈표 III-4〉 근로자의 5년(2012~2019년) 이동평균 통계적생명가치(VSL) 및 95% 신뢰구간

구분	VSL (백만원, 2020년 기준)	95% 신뢰구간	
		95% 하한	95% 상한
2012년 ~2016년	889	847	931
2013년 ~2017년	973	923	1,023
2014년 ~2018년	1,295	1,232	1,359
2015년 ~2019년	1,642	1,563	1,721

따라서 이 연구는 최근 5년(2015 ~ 2019년) 동안 근로자의 통계적생명가치의 평균값인 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63억원 ~ 17.21억원)을 규제영향분석 또는 관련 정책의 분석에서 근로자의 통계적생명가치(VSL) 대푯값으로 이용하기를 제안하고 있다.

이 연구에서 사용한 방법론 및 자료를 활용하여 근로자의 사망 위험 특성별 통계적생명가치(VSL) 즉, 질병 사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 사고 사망 관련 통계적생명가치(VSL)를 본 연구에서 추정한다.

2) 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석 사례 검토

산업안전보건법의 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석을 수행한 최근의 보고서로는 『생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성·위험성 평가』(최상준 등, 2021), 『산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구』(김원 등, 2021), 『관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도 영향 분석 연구』(윤충식 등, 2021)의 문헌을 검토한다.

(1) 『생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성·위험성 평가』(최상준 등, 2021)의 사회경제성 분석 사례

이 연구는 관리대상 유해물질 검토 대상 15종의 생식독성물질에 대해 관리대상물질 제도에 적용되었을 경우와 특별관리물질로 적용되었을 경우의 사회경제성 분석을 하였다.

비용 평가는 김태운 등(2014) 비용 분석 방법 및 원단위(국소배기장치 설치 및 유지관리비, 밀폐설비 설치 및 유지관리비, 보호복 및 보호구 지급비용, 세척시설 및 용기 등 관리비용, 유해위험방지계획서 작성비용, 특별안전보건교육 비용, 작업환경측정 평균 비용(면제 또는 횡수조정 대상이 아닌 경우), 작업환경측정 평균 비용(면제 또는 횡수조정 대상인 경우), 특수건강진단 비용, 특별관리물질 취급일지 작성비용, 특별관리물질 고지비용)를 보완 적용하였다. 이때 화학물질관리법상 기규제 물질의 경우는 국소배기장치 및 유지관리비용, 밀폐설비 설치 및 유지관리비용, 보호복 및 보

호구 지급 비용, 세척시설 및 용기 등 관리비용은 중복되므로, 비용분석에서 제외하였다.

한편 편익 평가를 위해 필요한 건강 영향은 규제로 인한 질병 감소 기여율을 1%(최소 편익) 또는 2%(최대 편익)로 평가하였다. 편익 평가의 근거가 되는 건강영향은 국제질병부담 연구(Global Burden of Disease, GBD) 결과에서 제시된 직업적 위험요인(occupational risk factor)의 기여도를 활용하였다. GBD 2015 risk factor collaborators(2016) 연구는 우리나라를 포함하여 127개국에 대한 연구 자료가 포함되어 있다. 이 연구에서 우리나라의 경우 직업적 요인에 의한 2015년 사망에 대한 기여도는 1.0%(95% 신뢰구간 0.9~1.1%), 장애보정손실연수(disability adjusted life year, DALY)에 대한 기여도는 2.0%(95% 신뢰구간 1.8~2.3%)로 보고하고 있다.

이에 대한 편익 평가를 위해 조규수 등(2015)이 적용한 질병군의 의료비용 절감(조기사망 감소 편익) 중 의료비 절감액을 적용하였다. 조기사망 감소 편익 관련해서는 가용자료가 부족하거나 정량적 평가로 충분히 사회적 비용보다 편익의 크기가 큰 경우라면, 무리하게 정량적 평가를 시도하지 않았다.

비용편익분석은 분석기간 30년, 유예기간 3년, 할인율 5.5% 및 3%로 분석하고 있다. 여기서 유예기간은 건강영향이 나타나지 않아서 편익이 발생하지 않는 기간이다. 그 결과 11개 물질은 $B/C > 1$ 이다. 4개 물질은 $B/C < 1$ 이지만, 유해성, 위험성, 사회경제성 분석의 제한점 등을 종합적으로 고려할 때, 모두 관리대상 유해물질로 지정하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 다만 피페라진디하이드로클로라이드는 B/C 의 최대값이 0.07이었고, 유해성, 위험성 평가 결과가 가장 낮았다. 또한 취급 근로자 수가 소수이므로, 관리대상 지정 우선순위가 낮다고 평가하였다.

이 연구의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 과정 및 결과로부터는 다음과 같은 검토 및 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 비용 평가에서는 사업체의 준수비용 항목을 측정하였는데, 정부규제 비용 항목도 검토가 필요하다. 또한, 특정 산업 분야에서 제품의 가격이 인상

되는 경우 나타나는 해당 제품 시장에서의 사회적 후생손실(즉, 시장의 자중손실(deadweight loss))과 함께 해당 가격 상승이 다른 산업 분야에 미치는 파급효과도 검토할 필요가 있다. 또한 사업체의 폐쇄 등이 발생하는지 등과 같은 이전 비용도 검토할 필요가 있다.

둘째, 편익 평가에서 조기사망 감소 편익을 제외하는 경우 의료비 절감 편익은 건강 편익을 과소평가할 가능성이 크다. 왜냐하면 조기사망 감소 편익이 차지하는 비중이 일반적 건강 편익에서 압도적인 비중을 차지하는 경우가 대부분이고, 의료비용법에 의한 의료비 절감은 질병 비용의 하한값이기 때문이다.

셋째, 비용편익분석의 분석기간은 30년으로 하였고, 편익 발생에 3년간의 유예기간을 설정하였는데, 일반적으로 편익이 발생한 이후의 일정 기간을 분석기간으로 설정한다. 따라서 화학물질의 경우 규제 이후 건강 영향이 상당한 정도의 유예기간을 가지고 나타나는 경우도 있기에, 화학물질 규제의 효과를 파악하기 위해서는 편익 발생 후 일정 기간으로 분석기간을 설정하는 방식을 검토할 필요가 있다. 한편 할인율은 시점이 변함에 따라 변하고 있기에, 가급적이면 예비타당성조사 또는 규제영향분석 등에서 적용되고 있는 사회적 할인율을 이용한 분석을 할 필요가 있다. 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 분석하는 방식이 적절하다.

〈표 Ⅲ-5〉 사회경제성 분석 사례 : 최상준 등(2021)

구분	생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성.위험성 평가
평가 대상	• 15종 생식독성물질의 관리대상물질 제도 적용시와 특별관리물질 적용시
비용 평가	• 김태윤 등(2014) 비용 분석 방법 및 원단위 보완 적용(국소배기장치 설치 및 유지관리비, 밀폐설비 설치 및 유지관리비, 보호복 및 보호구 지급비용, 세척시설 및 용기 등 관리비용, 유해위험방지계획서 작성비용, 특별안전보건교육 비용, 작업환경측정 평균 비용(면제 또는 횡수조정 대상이 아닌 경우), 작업환경측정 평균 비용(면제 또는 횡수조정 대상인

구분	생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성.위험성 평가
	경우), 특수건강진단 비용, 특별관리물질 취급일지 작성비용, 특별관리물질 고지비용) • 화학물질관리법상 기규제 물질의 경우는 국소배기장치 및 유지관리비용, 밀폐설비 설치 및 유지관리 비용, 보호복 및 보호구 지급 비용, 세척시설 및 용기 등 관리비용은 중복되므로, 비용분석에서 제외
건강 영향	• GBD(2016) 연구 결과를 반영하여 질병 감소 기여율을 1%(최소 편익) 또는 2%(최대 편익)로 평가함
편익 평가	• 조규수 등(2015)이 적용한 질병 군의 의료비용 절감(조기사망 감소 편익) 중 의료비 절감액을 적용함 • 조기사망 감소 편익은 가용자료가 부족하거나 정량적 평가로 충분히 사회적 비용보다 편익의 크기가 큰 경우 무리하게 정량적 평가를 시도하지 않음
비용편익 분석 평가 결과	• 분석기간 30년, 유예기간 3년, 할인율 5.5% 및 3%로 분석 • 11개물질은 B/C>1, 4개물질은 B/C<1 이지만, 유해성, 위험성, 사회경제성분석의 제한점 등을 종합적으로 고려할 때 모두 관리대상 유해물질로 지정바람직하다고 판단, • *다만 피페라진디하이드로클로라이드는 B/C의 최대 0.07 이었고, 유해성, 위험성 평가 결과가 가장 낮았다. 또한 취급 근로자수가 소수이므로, 관리대상 지정 우선순위가 낮다고 평가
시사점	• 비용 평가의 경우 사업체의 준수비용 항목 측정, 정부규제비용 항목 검토 필요, 가격 인상의 경우 해당 시장 또는 파급효과에 의한 여타 시장의 사회후생적 손실 및 사업체 폐쇄 등의 경우의 사회후생적 손실 평가 검토 필요 • 편익 평가의 경우, 조기사망 감소 편익 제외한 경우 의료비 절감 편익은 편익의 과소평가 가능성이 큼(왜냐하면 조기사망감소 편익이 차지하는 비중이 압도적인 경우 대부분이고, 의료비용법에 의한 의료비 절감은 질병비용의 하한값의 의미를 지니고 있음) • 분석기간은 유예기간을 제외한 일정 기간으로 설정하는 방식 이용 검토 필요, 할인율은 현재 사회적 할인율 적용 검토 필요하고, 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 이용

(2) 『산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구』(김원 등, 2021)의 사회경제성 분석 사례

이 연구의 평가대상은 유해물질의 용도 제한을 검토하고, 벤젠의 희석제, 세척제, 세정제 용도에서의 함량 제한(0.1%)의 필요를 분석하는 것이다.

비용 평가는 벤젠의 공급망을 파악하여 주요 기업 담당자를 인터뷰하고, 해당 기업들에 대한 설문조사로 비용(직접비용, 간접비용)을 파악하였다.

한편 편익 평가를 위해 건강 영향은 김은아 등(2010)에서 제시된 벤젠의 직업적 노출로 인한 백혈병 발생에 적용된 국내의 인구집단기여위험도(PAF) 값을 이용하였다. 그 값은 1995년과 2000년 추계에서 각각 3.6%와 2.7%이었다. 이에 대한 편익 평가를 위해 신영철 등(2018)이 제시한 질병에 따른 비용 부담액과 통계적생명가치(VSL) 추정값을 적용하여 평가하였다.

비용편익분석은 분석기간 30년 및 유예기간 3년을 적용하여 분석하였다. 그리고 할인율은 3%를 적용하여 분석하였다 그 결과 건강영향에 따른 최소 및 최대 시나리오로 분석하여서 B/C는 2.3 ~ 3.11이었다.

이 연구의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 과정 및 결과로부터는 다음과 같은 검토 및 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 비용 평가에서는 비용 평가에서 공급망을 확인하는 작업을 수행하였고, 해당 주요 기업에 대한 인터뷰 및 설문조사를 통한 산업계의 비용을 파악한 방식은 실제 대상 기업의 비용을 측정할 수 있다는 점에서 긍정적이라고 평가된다. 하지만 이와 같은 방법으로 실제 비용이 어느 정도 제대로 평가되었는지 확인하기는 어렵다.

둘째, 편익 평가에서 일반인을 대상으로 한 화학물질에 의한 사망위험 감소 편익으로 추정된 신영철 등(2018)의 통계적생명가치(VSL)보다는 신영철 등(2021)에서 추정된 근로자의 통계적생명가치(VSL)의 적용을 검토해 볼 필요가 있다.

셋째, 앞서의 최상준 등(2021) 연구와 마찬가지로 비용편익분석의 분석기간은 30년이지만, 편익이 발생하기까지 유예기간 3년을 포함한 기간이다. 일

반적으로 편익이 발생한 이후의 일정 기간을 분석기간으로 설정한다. 따라서 화학물질의 경우 규제 이후 건강 영향이 상당한 정도의 유예기간을 가지고 나타나는 예도 있을 수 있기에, 화학물질 규제의 효과를 파악하기 위해서는 편익 발생 후 일정 기간으로 분석기간을 설정하는 방식을 검토할 필요가 있다. 한편 할인율은 시점이 변함에 따라 변하고 있기에, 되도록 예비타당성조사 또는 규제영향분석 등에서 적용되고 있는 사회적 할인율을 이용한 분석을 할 필요가 있다. 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 분석하는 방식이 적절하다.

〈표 III-6〉 사회경제성 분석 사례 : 김원 등(2021)

구분	산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구
평가 대상	유해물질의 용도 제한 검토하고, 벤젠의 희석제, 세척제, 세정제 용도에서의 함량제한(0.1%) 필요 분석
비용 평가	벤젠의 공급망을 파악하여 주요 기업 인터뷰 및 설문조사로 비용(직접비용, 간접비용) 파악
건강 영향	김은아 등(2010) 벤젠의 직업적 노출로 인한 백혈병 발생에 적용된 국내의 PAF 값은 1995년과 2000년 추계에서 각각 3.6%와 2.7%
편익 평가	신영철 등(2018)이 제시한 질병에 따른 비용 부담액과 VSL 값을 적용하여 평가
비용편익분석 평가 결과	- 분석기간 30년, 유예기간 3년, 할인율 3% 적용 - 건강영향에 따른 최소, 최대 시나리오로 분석 - B/C는 2.3-3.1
시사점	- 비용 평가에서 공급망 확인 작업, 해당 주요 기업에 대한 인터뷰 및 설문조사를 통한 산업계의 비용 파악 방식 이용 긍정적 - VSL의 값을 신영철 등(2021)이 제시한 근로자의 VSL 사용 검토 필요 - 분석기간은 유예기간을 제외한 일정 기간으로 설정하는 방식 이용 검토 필요, 할인율은 현재 사회적 할인율 적용 검토 필요하고, 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 이용

(3) 『관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도 영향 분석 연구』(윤충식 등, 2021)의 사회경제성 분석 사례

이 연구의 평가대상은 관리대상 유해물질의 범위를 기존 목록화에서 범주화로 전환할 때 관리대상 유해물질의 확대에 대한 사회경제성 분석이다.

비용 평가는 비용은 관리비용과 설비비용으로 구분하였고, 관리대상 유해물질 취급 목록 작성(관리), 화학물질 위험성 평가(관리), 노출관리 프로그램(관리), 밀폐및국소배기설치(시설비용), 세척시설(시설비용), 유해위험방지계획서(관리), 개인보호구(관리+구매비용), 특별안전보건교육(관리) 항목으로 구분하여 평가하였다.

한편 편익 평가를 위해 필요한 건강 영향은 직업성 암의 인구집단기여위험도(population attributable fraction, PAF)로 평가하였다. 이에 대한 편익 평가를 위해 신영철 등(2017)에서 정리된 통계적생명가치(VSL) 메타분석의 중간값 10억 및 평균값 13.3억원, 최소값 7.9억원을 분석에 이용하였다.

비용편익분석에서 분석기간은 30년 및 50년으로 하였고, 잠복기간은 암의 특성을 고려하여 고형암 10년, 혈액암 2년으로 고려하였다. 할인율은 3%를 적용한 결과 B/C는 6.09 ~ 17.58로 산정되었다. 민감도 분석에서 준수율 25%, 50%, 75%, 100%를 고려하여 분석한 결과를 제시하였다.

이 연구의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 과정 및 결과로부터는 다음과 같은 검토 및 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 비용 평가에서는 사업체의 준수비용 항목을 측정하였는데, 정부의 준수비용 항목 검토 또한 필요하다. 또한, 가격 인상의 경우 공급망 관련 파급 효과에 의한 사회후생적 손실 및 사업체 폐쇄 등의 경우의 사회후생적 손실 평가도 검토할 필요가 있다.

둘째, 편익 평가에서 일반인을 대상으로 한 화학물질에 의한 사망위험 감소 편익으로 추정된 신영철 등(2017)의 통계적생명가치(VSL)보다는 신영철 등(2021)에서 추정된 근로자의 통계적생명가치(VSL)의 적용을 검토해 볼 필요

가 있다.

셋째, 비용편익분석의 분석기간에서 잠복기간을 포함한 일정 기간을 분석할지 또는 잠복기간 이후의 일정 기간을 분석할지에 대한 검토가 필요하다. 할인율은 현재 상태에서는 예비타당성조사 등 대부분의 타당성 조사에서 적용되고 최근의 할인율을 고려할 필요가 있다. 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 분석하는 방식이 적절하다. 민감도 분석에서 준수율과 같이 비용편익분석 결과에 큰 영향을 미칠 수 있는 변수인 준수율의 효과를 검토하는 방식은 적절하다.

〈표 III-7〉 사회경제성 분석 사례 : 윤충식 등(2021)

구분	관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도 영향 분석 연구
평가 대상	관리대상 유해물질 확대
비용 평가	- 비용은 관리비용과 설비비용으로 구분 - 관리대상 유해물질 취급 목록 작성(관리), 화학물질 위험성 평가(관리), 노출관리프로그램(관리), 밀폐및국소배기설치(시설비용), 세척시설(시설비용), 유해위험방지계획서(관리), 개인보호구(관리+구매비용), 특별안전보건교육(관리)로 평가
건강 영향	직업성 암의 인구집단기여위험도(PAF)로 평가
편익 평가	신영철 등(2017)이 VSL 메타분석의 중간값 10억 및 평균값 13.3억원, 최소값 7.9억원 분석에 이용
비용편익분석 평가 결과	- 분석기간 30년 및 50년, 잠복기간은 암의 특성을 고려하여 고형암 10년, 혈액암 2년으로 고려, 잠복기간은 편익 분석에서 제외함 - 할인율 3% - B/C는 6.09-17.58 - 민감도 분석에서 준수율 25%, 50%, 75%, 100% 분석
시사점	비용 평가의 경우 사업체의 준수비용 항목 측정, 정부규제비용 항목 검토 필요, 가격 인상의 경우 해당 시장 또는 파급효과에 의한 여타 시장의

구분	관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도 영향 분석 연구
	사회후생적 손실 및 사업체 폐쇄 등의 경우의 사회후생적 손실 평가 검토 필요 • 분석기간은 잠복기간을 제외한 일정 기간으로 설정하는 방식 이용 검토 필요, 할인율은 현재 사회적 할인율 적용 검토 필요하고, 그 외의 할인율은 민감도 분석에서 이용할 필요 • 민감도 분석에서 비용편익분석 결과에 큰 영향을 미칠 수 있는 변수 변화의 효과를 검토하는 방식은 적절함

3) 국내외 화학물질 규제의 사회경제성 분석 방식 조사

국내외 주요 관련 주요 자료 검토와 국내외 관련 동향 조사 및 검토를 위하여, 국외 주요 자료로는 유럽화학물질관리청(ECHA)의 Guidance on the preparation of socio-economic analysis as part of an application for authorisation(2011), Guidance on socio-economic analysis - Restriction(2008), Valuing selected health impacts of chemicals(2016) 등을 검토하였다. 또한, 미국 환경청(EPA)의 Guidelines for Preparing Economic Analysis(2000, 2010) 등도 검토하였다.

한편 국내의 관련 주요 자료로는 신영철 등(2017a, 2017b, 2018, 2019) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(I, II, III)』 및 『화학물질의 지정 및 관리를 위한 사회경제성 분석』 등을 검토하였다.

화학물질 관리 체계 구축과 관련하여 선도적이라고 평가받고 있는 유럽화학물질관리청(ECHA)의 자료에 의하면, 다양한 평가 방법의 가능성을 열어놓고 있다. 특히 건강 영향의 편익 추정 관련해서는 화학물질의 관리와 관련된 다양한 건강 편익을 새로운 연구를 수행하여 제시하는 노력을 하고 있다.

건강 영향을 근거로 산정되는 건강 편익은 미국 환경청(EPA)의 보고서(2000, 2010)에서 정리한 내용에 의하면 사망률(mortality) 및 질병률(morbidity)을 구분해서 평가하는 방식이 일반적이라고 판단된다. 물론 사망

과 질병을 구분하지 않고 평가할 수 있는 평가 방법들(예컨대, 장애보정생존년수(DALY) 또는 질보정생존년수(quality adjusted life year, QALY))도 필요한 경우에 이용할 수 있다. 건강 영향을 어떤 방식으로 정량화하는지에 따라서 건강 편익을 평가하는 방법도 다양하게 적용될 수 있다. 하지만 화학물질로 인한 건강 영향 경로 및 건강 편익의 이론적 기초를 고려하면, 사회후생적 관점에서 건강 편익은 사망률(즉, 사망위험) 및 질병률(즉, 질병위험)로 구분하여 분석하는 방식이 권장될 수 있다.

사망률(즉, 사망위험) 감소는 일반적으로 사전적 성격 및 불특정인이라는 특징을 고려할 때, 사망 위험 감소에 대한 지불의사금액(willingness to pay, WTP)로부터 도출되는 통계적생명가치(value of a statistical life)를 이용한다. 한편 질병률(즉, 질병위험) 감소는 질병 회피를 위한 지불의사금액(WTP)로 정의하며, 의료비용, 소득의 상실분, 회피행동 비용, 질병의 비효용(disutilities)을 포함한다. 여기서 질병의 비효용은 질병으로 인한 고통 및 불쾌감 등으로 인한 효용의 감소를 의미한다.

한편 화학물질 규제에 의한 비용은 산업계의 비용을 포괄하는 사회적 비용으로 정의한다. 사회적 비용은 크게 직접비용과 간접비용으로 구분된다. 직접 비용에는 준수비용, 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용 및 이전비용이 포함된다. 준수비용은 화학물질 규제에 의해 산업계의 규제 준수를 위한 비용이다. 여기에는 시설 및 장비의 설치비용 및 유지비 등이 포함된다.

일반적으로 화학물질 규제의 비용은 산업계의 준수비용이 가장 중요하기 때문에 다른 비용 항목에 우선하여 평가한다. 그 외의 규제에 의해 정부에서의 추가 비용이 발생하는 경우의 정부 규제비용, 제품 가격 상승에 의한 사회적 후생손실비용, 실업 및 기업파산 등에 의한 이전비용은 해당 비용이 발생한다고 판단되는 경우에 산정한다.

한편 간접비용은 상품의 질, 기술혁신, 생산성, 시장상황 등의 변화로 인한 부정적 영향으로 정의되는데, 실제로 정량화하기 어려운 경우가 대부분이다. 따라서 간접비용이 정량화되지 않는 경우라 하더라도 간접비용의 발생 여부

는 검토할 필요가 있다. 그 검토 결과를 사회경제성 분석에서 필요에 따라 정성적으로 정리할 수도 있다.

화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방법 중 가장 전형적인 평가 방법은 비용편익분석(cost benefit analysis)이다. 화학물질 규제에 의한 사회적 편익 및 사회적 비용을 화폐적으로 산정하여 비교하여, 화학물질 규제의 경제적 타당성에 대한 정보를 제공한다. 사회경제성 분석에서 도출되는 다양한 영향에 따라 다기준분석(multi-criteria analysis) 또는 비용효과분석(cost effectiveness analysis) 등의 방법이 이용될 수도 있다.

유럽화학물질관리청(ECHA)에서 제공하는 화학물질 규제와 관련된 사회경제성 분석 방식 및 미국 환경청(EPA)의 보고서가 제공하는 방식이 국내의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축 연구(즉, 신영철 등(2017a, 2017b, 2018, 2019))에서도 거의 유사하게 제시되고 있다.

4) 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석 방식의 개선 방향 시사점

국내외 주요 관련 자료를 검토하여 국내외 관련 동향 검토에 의한 시사점을 화학물질 규제에 따른 편익 평가, 비용 평가 및 사회경제성 평가 순으로 정리한다.

산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 편익은 근로자의 건강 영향과 관련된다. 즉, 규제로 인한 근로자의 건강 개선 편익을 평가와 관련해서든 다음과 같은 시사점을 확인할 수 있다.

첫째, 사망위험 감소 편익 및 질병위험 감소의 편익을 사회후생적 관점에서 이론적 기초를 정립하고, 사회후생적 관점에서 적절한 편익을 적용하는 방향으로 개선이 필요하다.

둘째, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식은 비용편익분석을 수행하고 있지만, 화학물질 규제의 편익 평가에서 산업재해를 사망과 질병으로 분류하지 않고 평가하는 방식을 이용하고

있다. 국내외 동향을 고려할 때, 사망위험 감소 및 질병위험 감소로 구분하여 건강편익을 평가하는 방식으로의 개선이 필요하다.

셋째, 현재 산업재해 급여비(및 하인리히 방식)를 기준으로 화학물질 규제의 건강 편익을 산정하는 방식도 사망 및 질병으로 구분하여 평가하는 방식을 검토할 필요가 있다. 왜냐하면 손실비용 접근법은 해당 위험 회피 편익의 하한값으로써 의미가 있기 때문이다.

넷째, 산업안전보건법 화학물질 규제와 관련된 특수한 상황 및 정보를 고려한 분석 방식을 함께 고려하여야 한다. 산업안전보건법 화학물질 규제의 건강편익은 근로자와 관련되기 때문에, 일반인을 대상으로 하는 국내외 연구들과는 달리 근로자의 사망 위험 또는 질병 위험 감소 편익을 평가할 수 있어야 한다.

다섯째, 산업재해 발생 및 산업재해 보상과 관련된 자료가 축적되어 있기에, 해당 자료를 활용하여 근로자의 건강편익을 추정할 수 있는 방식에 대한 검토도 필요하다. 산업재해를 사망 위험과 질병 위험으로 명확히 구분하기 쉽지 않은 상황에도 적용할 수 있는 건강편익 평가 방법도 검토가 필요하다.

한편 산업안전보건법 화학물질 규제에 대한 기존의 사회경제적 분석에서 비용은 산업계의 준수비용을 중심으로 산정하고 있다. 화학물질 규제에 따른 사회적 비용은 산업계의 준수비용 이외에 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용이 직접 비용의 범주에 포함된다. 또한 규제로 인한 상품의 질 및 생산성 저하 등과 같은 간접비용도 있다. 따라서 산업안전보건법 화학물질 규제의 비용 분석도 사회적 비용의 모든 항목을 염두에 두고, 비용 발생 여부를 검토하고 산정할 필요가 있다.

산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석은 분석 단계에 대한 구분 없이 비용편익분석을 이용하고 있다. 화학물질 규제의 사회경제성 분석은 단계별 과업을 중심으로 기본틀을 정리할 필요가 있다. 또한 비용편익분석에서 전제되는 분석 기간 및 사회적 할인율 등과 같은 요소들도 정리하여 일관성 있는 분석이 이루어지도록 할 필요가 있다.

2. 화학물질 규제로 인한 근로자의 건강 개선 편익 산정

1) 근로자의 건강 편익 개요

산업안전보건법의 화학물질 규제로 인한 건강 영향 관련 편익은 일반적으로 다양한 질병율(morbidity) 및 조기 사망률(premature mortality)로 구분해서 평가할 수 있다. 왜냐하면 화학물질로 인한 건강 영향이 사람들의 후생에 영향을 주는 경로는 다음과 같은 다섯 가지 경로를 통해 일반적으로 후생을 감소시키기 때문이다.

첫째는 화학물질로 인하여 발생한 질병 치료를 위해 소요되는 의료비용을 들 수 있다. 여기에는 질병의 치료를 위해 사용한 시간의 기회비용도 포함된다. 둘째는 질병으로 인한 임금 상실분이다. 일반적으로 질병이 심한 경우 직장에 근무할 수 없게 되는 상황일 때 임금이 삭감될 때 발생한다. 셋째는 화학물질로 인하여 유발되는 질병을 예방하기 위하여 방어적 지출 또는 회피적 지출 비용이다. 화학물질로 인한 질병이 없다면 지출되지 않았을 비용이기에 이 또한 화학물질로 인한 건강 영향 관련 비용이라고 볼 수 있다. 넷째는 질병 관련 증상으로 인한 불편감 및 고통 등의 비효용(disutilities)과 여가활동 기회의 상실이다. 이 부분은 직접적인 화폐적 지출을 유발하지는 않지만, 후생의 감소로 이어지게 된다. 다섯째는 기대수명 감소 혹은 조기 사망 위험의 증가이다. 이는 화학물질로 인하여 조기 사망하는 경우이다.

화학물질로 인한 건강 영향은 국민 일반이나 근로자이거나 차이가 없으며, 일반적으로 크게 질병 및 사망으로 구분해서 건강 영향을 파악할 수 있다. 물론 근로자의 화학물질에 의한 건강 영향은 작업장에서의 화학물질 노출로부터 발생하는 환경이 일반 국민이 직면하는 노출 환경과는 차이가 있다.

산업안전보건법의 화학물질 규제로 인한 건강 영향은 근로자에 한정되는 경우가 대부분이다. 따라서 산업안전보건법의 화학물질 규제로 인한 건강 편

익은 근로자의 건강 영향 변화를 평가할 수 있는 건강 편익이 우선해서 적용되는 방향이 적절하다. 예컨대 산업안전보건법의 화학물질 규제로 인하여 근로자의 사망 위험이 일정 정도 감소하는 경우, 이 사망 위험의 변화를 평가하기 위한 통계적생명가치(VSL)는 국민 일반으로부터 도출된 값보다는 근로자를 대상으로 추정된 값을 우선해서 이용해야 한다.

근로자의 사망 위험 감소의 편익을 평가할 수 있는 근로자의 통계적생명가치(VSL)는 신영철 등(2021)에서 2012~2019년 『고용형태별근로실태조사』 및 『산업재해현황분석』 자료를 결합하여, 최근 5년(2015~2019년) 동안 근로자의 통계적생명가치(VSL)의 평균값인 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63억원 ~ 17.21억원)을 규제영향분석 또는 관련 정책의 분석에 이용할 수 있는 대푯값으로 제시하였다.

그런데 근로자의 사망 위험은 크게 질병으로 인한 사망 위험과 사고로 인한 사망 위험으로 구분될 수 있다. 이 두 가지 사망 위험은 사망이라는 공통적인 특징을 가지고 있지만, 사망에 이르는 원인이 다르기 때문에 해당 사망 위험 감소를 위한 지불의사금액(WTP)도 차이가 있을 개연성이 높다. 따라서 본 연구에서는 2019년 『고용형태별근로실태조사』 및 『산업재해현황분석』 자료를 이용하여, 헤도닉(특성) 임금함수를 추정하여 근로자의 질병 사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 근로자의 사고 사망 관련 통계적생명가치(VSL)를 추정한다.

한편 근로자의 질병 위험 감소를 평가할 수 있는 방법은 국민건강보험공단의 자료를 활용하여 의료비용법(cost of illness, COI) 및 인적자본접근법(human capital approach, HCA)으로 질병별 사회경제적 비용으로 접근할 수 있다. 이와 같은 방식의 연구는 건강보험정책평가연구원(2017)의 『건강보장정책 수립을 위한 주요 질병의 사회경제적 비용 분석』이 있다. 본 연구에서는 이 연구 결과를 이용하여 2015년 기준으로 질병의 사회경제적 비용을 정리한 신영철 등(2018)의 연구 결과를 소비자물가 상승률을 적용하여 2020년 기준으로 재산정한다.

다음은 산업재해 급여 정보를 이용하여 근로자의 건강 편익에 접근할 수 있다. 그동안 산업재해 1건당 손실 비용을 산업재해 감소의 편익 산정에 하인리히 방식을 적용하여 주로 산업재해 예방 편익으로 사용하였다. 이 방식에는 질병과 사망이 구분되지 않고 재해로 동일하게 취급되었는데, 본 연구에서는 산업재해 급여를 사망 관련 급여와 질병 관련 급여로 구분하여 분석한다. 이를 통해 산업재해 급여 정보를 이용한 사망 위험 감소 및 질병 위험 감소의 편익 산정에 이용할 수 있는 손실 비용을 검토한다.

또한 본 연구에서는 산업재해 급여 정보를 이용한 사망 위험 감소 및 질병 위험 감소의 편익 산정 결과를 앞의 질병의 사회경제적 비용 재산정 결과와 연계하여, 근로자의 산업재해 손실비용, 사망 산업재해 및 질병 산업재해로 구분하여 사회적 손실 비용을 산정한다.

마지막으로 이상과 같은 연구 결과들을 요약하고, 근로자의 건강 개선 편익을 산정할 때 어떤 우선순위로 적용해야 하는지를 종합적으로 정리하고자 한다.

2) 건강 개선 편익의 이론적 기초

(1) 근로자의 사망위험 감소 편익

근로자의 사망위험 감소 편익의 이론적 기초는 근로자의 효용함수에서 출발한다. 근로자의 간접효용함수(indirect utility function)는 아래와 같다.

$$v(y, Z, q) \quad (1-1)$$

여기서 y 는 개인의 소득, Z 는 시장재의 가격, 시장재의 속성, 기타 선호와 관련된 개인의 특성 등을 포함하는 독립변수들의 벡터, q 는 비시장재(non-market goods)이다.

이때 $q^1 > q^0$ 로서 q^1 은 q^0 보다 화학물질 규제로 인하여 조기사망 위험이

감소된 상태라고 가정하면, 아래와 같은 관계가 성립한다.

$$v(y, Z, q^1) > v(y, Z, q^0) \quad (1-2)$$

화학물질 규제로 인한 조기사망 위험 감소에 대한 보상잉여(compensating surplus)를 CS라고 하면, 다음의 식을 만족한다.

$$v(y - CS, Z, q^1, \epsilon) = v(y, Z, q^0, \epsilon) \quad (1-3)$$

여기서 이 보상잉여 CS는 q^0 에서 q^1 로의 변화(즉, 화학물질 규제에 의한 조기사망 위험 감소)를 위한 최대 지불의사금액(maximum WTP)이다.

조기 사망 위험 감소를 위한 지불의사금액은 통계적생명가치(VSL)로 환산되어 이용된다. 통계적생명가치(VSL)는 특정한 집단에게 적용되는 사망가능성 감소를 위해 개인들이 지불하고자 하는 금액의 총액이기도 하다. 이때는 특정한 집단의 총지불의사금액($\sum_i^N WTP_i$)을 총사망확률의 변화분($\Delta R \times N$)으로 나누어 계산한다.

$$\text{통계적생명가치(VSL)} = \frac{\sum_i WTP_i (\text{사망 위험 감소에 대한 지불의사금액})}{\Delta R (\text{사망 위험 감소의 크기}) \times N} \quad (1-4)$$

여기서 N은 대상 인구의 수이며, ΔR 은 사망 위험의 변화(즉, 사망확률의 변화분)이다. WTP_i 는 사망 위험 즉, 사망확률의 감소를 위한 개인들의 지불의사금액이다.

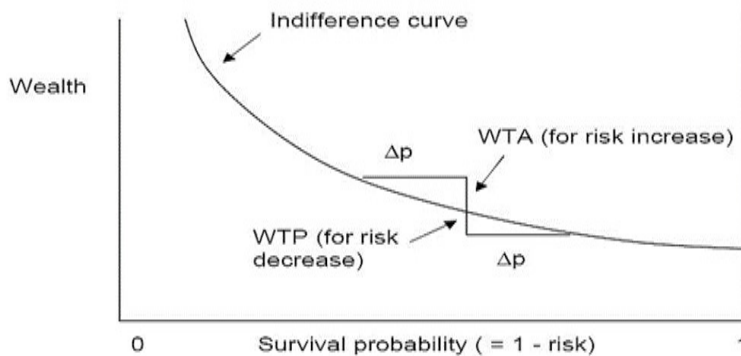
예를 들어, 근로자 10만명이 일하고 있는 작업장에 화학물질 규제 로 인하여 근로자의 사망 위험이 1/100,000 만큼씩 감소한다고 하자. 이 규제를 위해 개인들이 100만원을 지불할 의사가 있다고 한다면, 통계적생명가치(VSL)

는 1만명의 지불의사금액(10억원 = 100만원 × 1만명)을 총사망확률($1 = 1/100,000 \times 100,000$)로 나눈 값인 10억원(= 100(만원)×10,000(명))이다.

이때 총사망확률 1명은 근로자 10만명이 일하는 작업장에서 해당 정책으로 사망자가 줄어드는 숫자라고 볼 수 있다. 이 사망자는 불특정인이기 때문에, 특정 집단에서의 통계적 생명으로 해석할 수 있다. 따라서 근로자의 통계적생명가치(VSL)은 근로자 집단의 통계적 사망자 1명을 감소시키기 위해 지불하고자 하는 금액으로 해석할 수 있다.

한편 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 한 근로자의 관점에서 해석하면, 특정 정책으로 인한 매우 작은 사망확률 변화에 어느 정도의 가치를 부여하는지와 관련된다. 근로자 개인의 관점에서는 매우 작은 사망확률의 변화를 위한 가치를 의미하는 것일 뿐, 명시적인 자신의 사망 회피를 위한 지불의사금액과는 차이가 있다. 또한 근로자의 통계적생명가치(VSL)는 특정 근로자의 사망에 따른 사후적인(ex post) 경제적 가치가 아니고, 특정 정책에 의한 사망확률의 변화에 대한 사전적(ex ante) 가치 부여와 관련된다.

$$VSL \approx \frac{WTP}{\Delta p} \approx \frac{WTA}{\Delta p}$$



[그림 Ⅲ-1] 통계적인간생명가치의 의미

(2) 근로자의 질병위험 감소 편익¹⁾

근로자의 질병위험 감소 편익은 근로자의 일반적인 효용함수에 건강상태와 관련되는 ‘이환(罹患) 정도’ S 를 포함하도록 설정하는데서 출발한다. 근로자의 건강과 관련 없는 집계 재화(aggregate goods)(X)의 소비 및 여가(L)가 증가하면, 근로자의 효용은 일반적으로 커진다. 반면에 근로자가 생산하는 건강상태의 일종인 ‘이환(罹患) 정도’ S 는 주어진 기간에 특정 질병으로 보낸 시간과 더불어 질병의 심한 정도까지 반영한다고 가정한다. 따라서 S (즉, 이환 정도)가 증가하면 개인의 효용은 감소한다. 이때 대표적 근로자의 효용함수는 다음과 같다.

$$U = U(X, L, S; Z_u) \quad (2-1)$$

여기서 Z_u 는 소득, 여가 및 건강 관련 근로자의 선호 특성이 반영된 벡터이다.

한편 화학물질의 일정 농도 수준 P 는 근로자의 효용에 영향을 직접 주지 않고, 근로자의 ‘이환 정도’ S 를 통해서만 효용에 영향을 간접적으로 준다. 화학물질의 일정 농도 수준과 ‘이환 정도’ S 의 관계는 농도-반응 함수(concentration-response function)나 투약-반응 함수(dose-response function)와 같다.

$$S = S(P, Z_D) \quad (2-2)$$

여기서 Z_D 는 근로자의 특성 벡터로서 화학물질의 일정 농도에 노출되는 것을 회피하기 위한 사전적 행동과 관련된 요소 및 건강상태 등을 포함한다.

1) 이 절은 신영철 등(2017b)의 내용을 작업장에서 화학물질에 노출되는 근로자의 질병위험 감소 상황으로 재정리하였다.

만약 화학물질의 일정 농도에 대한 노출을 줄여서 질병을 회피하고자 하는 근로자의 회피행동(A)을 반영하면, 농도-반응 함수는 아래와 같다.

$$S = S(P, A ; Z_D) \quad (2-3)$$

여기서 $\partial S / \partial A < 0$ 이고, $\partial S / \partial P > 0$ 이 성립한다.

이때 근로자는 효용을 극대화하기 위해 여가(L), 집계 재화(X) 및 회피행동(A)을 다음의 제약식을 충족하도록 선택한다.

$$y + w[T - L - W(S(P, A))] = X + P_M M(S(P, A)) + P_A \cdot A \quad (2-4)$$

이 식에 의하면 근로자는 시간을 노동과 여가에 배분하고, 자신의 소득을 재화 소비, 의료 행위(M) 및 회피행동(A)에 지출한다. 여기서 y는 근로소득을 제외한 소득이다. 그리고 의료행위 관련 지출은 이환 정도(S)와 회피행동(A)에 의해 결정된다. 이때 의료행위 한 단위의 가격은 P_M 이고, 회피행동 한 단위의 가격은 P_A 이다. 집계 재화의 가격은 1로 정규화한다. 이환 정도(S)는 근로자의 근로 가능 시간을 감소시키기 때문에, 예산제약식에 포함된다. (2-4) 식에서 질병으로 인한 노동손실시간은 $W(\cdot)$ 로 표시되고, w 는 시간당 임금이 다.

화학물질에 노출로 인한 건강 악화의 경제적 비용은, 화학물질의 노출로 발생할 부정적 건강효과를 회피하기 위한 지불의사금액(WTP)이다. 이 지불의사금액은 화학물질의 노출 농도 감소로 인하여, 일정한 금액을 지불해도 현재와 동일한 효용 수준을 유지해 주는 금액이다. 따라서 화학물질의 노출 수준 감소로 인한 부정적 건강효과를 회피하기 위한 근로자의 지불의사금액은 다음의 식을 만족한다.

$$V^*(y - WTP, w, p_M p_A, P_1) = V^*(y, w, p_M p_A, P_0) \quad (2-5)$$

여기서 V^* 는 간접효용함수(indirect utility function)이고, P_0 는 화학물질의 최초 농도 수준이고 P_1 은 화학물질의 변화된 농도 수준이다. 이때 $P_0 > P_1$ 이면, 화학물질의 농도 수준 감소를 의미한다. 즉, 화학물질에 노출되는 농도가 감소(즉, 개선)한다는 것을 의미한다. 여기서 지불의사금액(WTP)은 양의 값이다.

화학물질의 농도 감소에 따른 질병 감소를 위한 지불의사금액(WTP)은 아래와 같이 표현된다.

$$WTP = w \frac{dW}{dP} + P_M \frac{dM}{dP} + P_A \frac{\partial A^*}{\partial P} - \frac{U_S}{\lambda} \cdot \frac{dS}{dP} \quad (2-6)$$

이때 A^* 는 회피행동(A)에 대한 수요함수이므로, $\partial A^*/\partial P$ 는 화학물질의 농도 변화에 대한 회피행동의 최적 조정수준(optimal adjustment of A)으로 해석할 수 있다.

이 식에 따르면 근로자의 화학물질의 농도 수준 감소에 대한 지불의사금액(WTP)은 소득의 상실분($w \frac{dW}{dP}$)과 의료비용($P_M \frac{dM}{dP}$)과 함께 회피행동비용($P_A \frac{\partial A^*}{\partial P}$)도 포함되어 있을 뿐만 아니라, 질병의 비효용(즉, 불편함)도 소득의 한계효용으로 나누어져 화폐액으로 환산($-\frac{U_S}{\lambda} \cdot \frac{dS}{dP}$)되어 포함되어 있다 (Alberni and Krupnick, 2000).

의료비용법이나 회피행위접근법으로는 화학물질로 인한 건강 영향을 회피하기 위한 지불의사금액을 과소평가하게 됨을 알 수 있다(Harrington and Portney, 1987; Courant and Porter, 1981). 왜냐하면 의료비용법과 회피행위접근법은 근본적으로 질병의 불편함의 가치 등을 포함하지 않고 있기 때문이다. 따라서 식 (2-6)은 아래와 같이 정리된다.

$$\begin{aligned}
 WTP &= \frac{dS}{dP} \cdot \left[w \frac{dW}{dS} + p_M \frac{dM}{dS} + p_A \frac{dA^*}{dS} - \frac{U_S}{\lambda} \right] \\
 &= \left\{ \frac{dS}{dP} \cdot \left(w \frac{dW}{dS} \right) \right\} + \left\{ \frac{dS}{dP} \cdot \left(p_M \frac{dM}{dS} \right) \right\} + \left\{ \frac{dS}{dP} \cdot \left(p_A \frac{dA^*}{dS} \right) \right\} + \left\{ \frac{dS}{dP} \cdot \left(- \frac{U_S}{\lambda} \right) \right\} \quad (2-7)
 \end{aligned}$$

일반적으로 의료비용법(COI)은 질병에 의한 근로소득의 상실분과 질병 치료 의료비용을 포함한다. 이는 식 (2-7)의 우변에 있는 첫 번째와 두 번째 항에 해당할 뿐이다.

3) 근로자의 사망위험 감소의 경제적 편익 추정²⁾

(1) 모형의 구축

본 연구의 모형 구축 방향은 임금 근로자를 대표할 수 있는 자료를 활용해야 한다는 것이다. 왜냐하면 주요 결과로서 도출할 통계적생명가치(VSL)를 산업안전보건법 규제영향분석에서 화학물질 관련 건강 편익 산정하기 위해서는 산업의 임금 근로자 모집단을 대표할 수 있는 자료의 이용이 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 임금 근로자 모집단에 대한 대표성이 높다고 판단되는 『고용형태별근로실태조사』를 이용한다.

또한 산업재해 자료를 한국표준산업분류 9차 중분류 76개 기준으로 산정하여 『고용형태별근로실태조사』 원자료에 결합하는 방식을 사용하였다. 산업별 분류가 줄어들게 되면, 산업별 재해율 및 사망률의 변이가 줄어들어 추정 결과에 영향을 줄 수 있다고 판단하였기 때문이다.

2) 이 부분은 신영철 등(2021)와 동일한 통계 원자료와 동일한 헤도닉(특성) 임금 함수 모형 및 동일한 추정방식으로 분석하였다. 하지만 본 연구는 신영철 등(2021)의 사망위험 변수를 질병 사망위험과 사고 사망위험으로 구분하여 변수화하여, 자료를 새롭게 구축하였다. 그 결과 근로자의 질병 위험 관련 통계적생명가치(VSL) 및 근로자의 사고 위험 관련 통계적생명가치(VSL)를 추정하였다. 또한 그 결과를 신영철 등(2021)이 제시했던 근로자의 통계적생명가치(VSL)와 연계하여 이용할 수 있도록 제시하였다.

계량경제 분석 모형은 자료의 분석에 적합한 모형을 선택하였고, 독립변수에 사망률(즉, 질병 관련 사망률 및 사고 관련 사망률)과 재해율(즉, 질병 관련 (사망 제외) 재해율 및 사고 관련 (사망 제외) 재해율) 변수를 동시에 포함해서 분석하였다. 이는 두 가지 유형의 재해율 관련 변수가 상호 영향을 주면서 임금에 영향을 주는 관계를 분석하는 것이 적절하다고 판단하였기 때문이다.

본 연구에서는 신영철 등(2021)의 연구 결과의 연계를 고려하여, 신영철 등(2021)에서 분석한 가장 최근 연도인 2019년을 대상으로 분석하였다.

〈표 III-8〉 본 연구의 모형 구축 방향

구분	분석의 특징	주요 결과
본 연구 모형 구축 방향	- 임금근로자를 대표할 수 있는 자료 활용 : 모집단의 대표성을 위해 「고용형태별근로실태조사」 원자료 이용으로 결정 - 산업재해 자료를 산업분류를 가급적 세분화해서 결합 구축 → 한국표준산업분류 9차 중분류(76개)에 산업재해 자료 결합하는 방식 적용 - 분석 모형은 자료의 특성을 고려해서 결정 → OLS, 표본가중치 반영 OLS 및 WLS 모형 적용	- 특성 임금모형의 독립변수로 사망률 및 재해율을 포함해서 분석 결과 도출 - 신영철 등(2021)과의 연계를 위하여 가장 최근 연도인 2019년을 대상으로 분석 - 화학물질 관련 건강 편익 추정을 위한 사망 특성별 통계적 생명가치(VSL) 검토 및 제안

(2) 분석 자료의 구축

앞서 검토한 헤도닉(특성) 임금함수의 추정을 위해서는 『고용형태별근로실태조사』 원자료, 산업재해분석 및 표준산업분류 자료, 그 외 분석을 위해 필요한 자료 수집 및 구축이 필요하다. 즉, 산업재해에 대한 보상적 임금격차에 의거하여 통계적생명가치(VSL)를 추정하기 위해서는 개인별 노동특성 변수와 산업재해의 위험도 자료를 우선 결합하여 구축해야 한다.

〈표 III-9〉 분석 자료 및 이용 방식

구분	주요 조사 내용	분석에서의 이용 방식
고용형태별근로실태 조사 (고용노동부)	일자리 특성(임금, 노동시간, 업종, 직종 등), 개인 특성, 가구 특성 변수	특성임금함수 추정의 주요 변수
산업재해분석 (고용노동부)	사망만인율, 재해만인율,	특성임금함수 추정의 주요 변수
한국표준산업분류	산업의 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류	산업재해 자료를 표준산업분류로 재조정하여 구축할 때 이용

우선, 『고용형태별근로실태조사』는 사업체 근로자의 고용형태별(정규/비정규)로 근로시간, 임금 등을 조사하여 고용정책, 근로기준 및 노사정책 등 정책 개선·개발에 활용하기 위해 조사되고 있다. 조사항목은 사업체 현황에 대한 ‘사업체조사표’와 해당 사업체의 정규/비정규직 규모별로 추출된 근로자에 대한 ‘개인조사표’로 구성된다. 사업체조사표 항목(14개) 및 근로자 개인조사표 항목(31개)이다.

『고용형태별근로실태조사』의 표본설계는 전체 근로자(정규직 및 비정규직 근로자)의 임금, 근로시간 등 근로실태에 대한 통계 생산을 목적으로 하며, 이 조사를 통해서 작성되는 주요 통계는 세부 고용형태별 인적속성 및 사업체속성 구분에 대한 근로자의 임금 등 근로실태이다.

〈표 Ⅲ-10〉 『고용형태별근로실태조사』의 조사 항목

영역	항목
사업체 현황	사업체 명칭 사업체 소재지 주요 생상품명 또는 사업내용 사업체 형태 경영형태 전체근로자수 노동조합 유무 6월 급여계산기간 산재보험 가입여부 주당 정상조업 영업일수 기업 전체의 근로자수 전년도 연간 상여금 및 성과급에 관한 사항 사업체설립년월 고용형태별 임금근로자수 및 추출 근로자수
근로자 항목	일련번호 고용형태 사번(또는 성명) 성별 학력 출생년월 입사년월 경력년수 근무형태 고용계약기간 직종 (1) 업무내용 (2) 직업분류코드 근로일수 (1) 소정실근로일수 (2) 휴일실근로일수 근로시간 (1) 소정실근로시간 (2) 초과실근로시간 (2-1) 휴일실근로시간 임금산정기준 임금기준액 6월 급여액 (1) 정액급여 1) 기본급 2) 통상적 수당 3) 기타수당 (2) 초과급여 전년도 연간 상여금 및 성과급 총액 사회보험 가입여부 (1) 고용보험 (2) 건강보험 (3) 국민연금 (4) 산재보험 부가급부 적용여부 (1) 상여금 (2) 퇴직연금 노동조합 가입여부

출처: 고용노동부(2020), 『고용형태별근로실태조사 보고서』 6~7쪽

조사대상 근로자 추출은 표본 사업체의 전체 정규 및 비정규근로자의 근로 실태 조사를 원칙으로 하지만, 정규 또는 비정규근로자 수가 많은 경우에는 일부를 추출하는 방식을 이용한다. 2019년에는 841,971명의 근로자가 조사되었다.

〈표 III-11〉 『고용형태별근로실태조사』의 조사 근로자수 현황

연도	조사 근로자수(명)
2019	841,971

산업재해의 위험도를 측정할 수 있는 사망률, 재해율 등의 위험(risk) 자료를 수집하기 위하여 고용노동부에서 매년 발간하는 『산업재해현황분석』을 활용하였다. 『산업재해현황분석』은 산업재해의 산업별, 규모별, 지역별, 발생시기별, 원인별 분포와 재해 근로자의 성별, 연령별, 근속기간별 등 특성을 파악하여 산업재해예방 정책 수립의 기초자료로 제공하는 데 그 목적이 있다. (고용노동부, 2020)

조사 대상은 산업재해보상보험법 적용사업체에서 발생한 산업재해 중 산업재해보상보험법에 의한 업무상 사고 및 질병으로 승인을 받은 사망 또는 4일 이상 요양을 요하는 재해(지방 고용노동관서 산재미보고 적발재해 포함)를 조사대상으로 하고 있다. (고용노동부, 2020)

〈표 III-12〉 『산업재해현황분석』의 주요 용어

주요 용어	내용
근로자수	산재보험 가입 근로자수
요양재해자수	근로복지공단의 유족급여가 지급된 사망자수 및 근로복지공단에 최초 요양신청서를 제출한 재해자 중 요양승인을 받은 재해자수
사망자수	업무상 사고 또는 질병으로 인해 발생한 사망자수 ※ 사망자수에는 사업장외 교통사고, 체육행사, 폭력행위, 사고발생일로부터 1년 경과 사고사망자, 통상 출퇴근 사망자는 제외(다만, 운수업, 음식·숙박업의 사업장외 교통사고 사망자는 포함)
요양재해율(천인율)	근로자 100(1,000)명당 발생하는 요양재해자수의 비율
사망만인율	근로자 10,000명당 발생하는 사망자수의 비율

주요 용어	내용
강도율	1,000 근로시간당 재해로 인한 근로손실일수
도수율	1,000,000 근로시간당 재해발생건수

출처: 고용노동부(2020), 『산업재해현황분석』

산업재해 자료를 한국표준산업분류의 기준을 고려한 산업분류(중분류)로 연계하여, 『고용형태별근로실태조사』 원자료와 함께 분석할 수 있도록 자료를 재구축하였다. 헤도닉(특성) 임금함수를 추정하기 위해서는 임금의 특성을 반영하는 데이터가 필요하다. 임금에 대한 설명요인은 인적자본이론에 입각한 나이, 학력, 경력, 성별 등과 같은 요인과 산업재해위험을 대변하는 사망률과 재해율 등으로 크게 구분할 수 있다. 그런데 나이, 학력, 경력, 성별 등과 같은 요인은 개별 근로자마다 차이가 있으므로, 개별 근로자 차원의 데이터가 필요하다. 반면, 산업재해 위험정도는 산업별로 변동이 생기므로, 각 산업 차원의 데이터가 있어야 한다. 이처럼 데이터 수집 차원이 다른 두 종류의 데이터를 함께 묶어 일관성 있는 데이터셋(data set)을 구축해야 헤도닉(특성) 임금 함수를 추정할 수 있다.

이상과 같은 자료 구축 과정에서 연계한 한국표준산업분류 9차 중분류 산업부문을 2019년 산업재해현황분석의 산업재해율 정보를 활용해 연계한 방식은 다음 <표 III-13>으로 정리하였다. 이때 산업재해율 정보가 한국표준산업분류 9차 중분류 산업부문으로 단독 연계되는 경우는 산업재해율 정보를 그대로 이용하였다. 한편 한국표준산업분류 9차 중분류 산업부문 중 산업재해율이 여러 산업과 연계된다고 판단되는 경우는, 해당되는 산업부문의 근로자수의 비중을 가중치로 활용하여 새로운 산업재해율을 산정하여 연계하였다. 이렇게 산정한 자료는 다음 표에서 ‘+’ 기호를 이용하여 포함된 산업부문을 표시하였다. 한국표준산업분류 9차의 중분류 번호 99번인 '국제 및 외국 기관'은 산업재해분석의 '해외파견자' 및 '주한미군'을 앞서 언급한 방식으로 결합하였다.

〈표 III-13〉 2019년 산업재해율의 한국표준산업분류(중분류)와 연계

한국표준산업분류 9차			2019년 산업재해재해분석	
대분류	중분류	항목명	대분류	중분류
A 농업, 임업 및 어업 (01 ~ 03)	1	농업	농업	농업
	2	임업	임업	임업
	3	어업	어업	어업
B 광업 (05 ~ 08)	5	석탄, 원유 및 천연가스 광업	광업	석탄광업및채석업
	6	금속 광업		석회석·금속·비금속광업및기타광업
	7	비금속광물 광업;연료용 제외		석회석·금속·비금속광업및기타광업
	8	광업 지원 서비스업		광업 소계
C 제조업 (10 ~ 33)	10	식료품 제조업	제조업	식료품제조업
	11	음료 제조업		식료품제조업
	12	담배 제조업		의약품,화장품향료,담배제조업
	13	섬유제품 제조업; 의복제외		섬유및섬유제품제조업
	14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업		섬유및섬유제품제조업
	15	가죽, 가방 및 신발 제조업		섬유및섬유제품제조업
	16	목재 및 나무제품 제조업;가구제외		목재및종이제품제조업
	17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업		목재및종이제품제조업
	18	인쇄 및 기록매체 복제업		출판,인쇄,제본또는인쇄물가공업
	19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업		코크스,연탄및석유정제품제조업
	20	화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외		화학및고무제품제조업
	21	의료용 물질 및 의약품 제조업		의약품,화장품향료,담배제조업
	22	고무제품 및 플라스틱제품 제조업		화학및고무제품제조업
	23	비금속 광물제품 제조업		유리,도자기,시멘트제조업
	24	1차 금속 제조업		금속제련업
	25	금속가공제품 제조업;기계 및 가구 제외		기계기구,비금속광물및금속제품제조업
	26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업		전기기계기구,전자제품,계량기,광학기계,기타정밀기구제

한국표준산업분류 9차			2019년 산업재해재해분석	
대분류	중분류	항목명	대분류	중분류
				조업
	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업		전기기계기구, 전자제품, 계량기, 광학기계, 기타정밀기구제조업
	28	전기장비 제조업		전기기계기구, 전자제품, 계량기, 광학기계, 기타정밀기구제조업
	29	기타 기계 및 장비 제조업		전기기계기구, 전자제품, 계량기, 광학기계, 기타정밀기구제조업
	30	자동차 및 트레일러 제조업		전기기계기구, 전자제품, 계량기, 광학기계, 기타정밀기구제조업
	31	기타 운송장비 제조업		선박건조및수리업
	32	가구 제조업		수제품및기타제품제조업
	33	기타 제품 제조업		수제품및기타제품제조업
D 전기, 가스, 증기 및 수도사업 (35 ~ 36)	35	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	전기·가스·증기및수도사업	전기·가스·증기및수도사업
	36	수도사업		전기·가스·증기및수도사업
E 하수 · 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 (37 ~ 39)	37	하수, 폐수 및 분뇨 처리업	기타의 사업	건물종합관리, 위생및유사서비스업
	38	폐기물 수집운반, 처리 및 원료재생업		건물종합관리, 위생및유사서비스업
	39	환경 정화 및 복원업		건물종합관리, 위생및유사서비스업
F 건설업 (41 ~ 42)	41	종합 건설업	건설업	건설업
	42	전문직별 공사업		건설업
G 도매 및 소매업 (45~47)	45	자동차 및 부품 판매업	기타의 사업	도, 소매및소비자용품수리업
	46	도매 및 상품중개업		도, 소매및소비자용품수리업
	47	소매업; 자동차 제외		도, 소매및소비자용품수리업
H 운수업 (49~52)	49	육상운송 및 파이프라인 운송업	운수·창고 및 통신업	육상및수상운수업
	50	수상 운송업		육상및수상운수업
	51	항공 운송업		철도, 궤도, 석도, 항공운수업
	52	창고 및 운송관련 서비스업		창고및운수관련서비스업
I 숙박 및 음식점업	55	숙박업	기타의 사업	오락, 문화및운동관련사업
	56	음식점 및 주점업		오락, 문화및운동관련사업

한국표준산업분류 9차			2019년 산업재해재해분석	
대분류	중분류	항목명	대분류	중분류
(55 ~ 56)				
J 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 (58 ~ 63)	58	출판업		오락,문화및운동관련사업
	59	영상·오디오 기록물 제작 및 배급업		오락,문화및운동관련사업
	60	방송업		오락,문화및운동관련사업
	61	통신업	운수·창고 및 통신업	통신업
	62	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	기타의 사업	전문기술서비스업
	63	정보서비스업		전문기술서비스업
K 금융 및 보험업 (64 ~ 66)	64	금융업	금융및 보험업	금융및보험업
	65	보험 및 연금업		금융및보험업
	66	금융 및 보험 관련 서비스업		금융및보험업
L 부동산업 및 임대업 (68 ~ 69)	68	부동산업	기타의 사업	부동산업및임대업
	69	임대업;부동산 제외		부동산업및임대업
M 전문, 과학 및 기술 서비스업 (70 ~ 73)	70	연구개발업		전문기술서비스업
	71	전문서비스업		전문기술서비스업
	72	건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업		전문기술서비스업
	73	기타 전문, 과학 및 기술 서비스업		전문기술서비스업
N 사업시설관리 및 사업지원 서비스업 (74 ~ 75)	74	사업시설 관리 및 조경 서비스업		사업서비스업
	75	사업지원 서비스업		사업서비스업
O 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 (84)	84	공공행정, 국방 및 사회보장 행정		국가및지방자치단체의사업
P 교육 서비스업 (85)	85	교육 서비스업		교육서비스업
Q 보건업 및 사회복지 서비스업 (86~87)	86	보건업		보건및사회복지사업
	87	사회복지 서비스업		보건및사회복지사업

한국표준산업분류 9차			2019년 산업재해재해분석	
대분류	중분류	항목명	대분류	중분류
R 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업 (90~91)	90	창작, 예술 및 여가관련 서비스업		오락,문화및운동관련사업
	91	스포츠 및 오락관련 서비스업		오락,문화및운동관련사업
S 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업 (94~96)	94	협회 및 단체		기타의각종사업
	95	수리업		기타의각종사업
	96	기타 개인 서비스업		기타의각종사업
T 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산활동 (97~98)	97	가구내 고용활동		기타의 사업 소계
	98	달리 분류되지 않은 자가소비를 위한 가구의 재화 및 서비스 생산활동		기타의 사업 소계
U 국제 및 외국기관 (99)	99	국제 및 외국기관		해외파견자+주한미군

이상과 같은 방식으로 한국표준산업분류 9차 중분류 산업 76개를 기준으로 산업재해 자료를 연계한 결과, 다음과 같이 <표 Ⅲ-14>에 산업의 재해만인율, 사망만인율(질병 사망만인율, 사고 사망만인율), 사망 제외 재해만인율(사망 제외 질병만인율, 사망 제외 사고만인율)이 정리되었다.

〈표 III-14〉 2019년 한국표준산업분류(중분류)의 사망만인율 및 사망제외 재해만인율

중 분 류	항목명	재해만 인율	사망만인율			사망제외 재해만인율		
			소계	질병 사망	사고 사망	소계	사망 제외 질병	사망 제외 사고
1	농업	80.77	1.13	0.38	0.75	79.64	5.03	74.61
2	임업	110.93	1.85	0.11	1.75	109.07	3.38	105.69
3	어업	117.16	5.86	0.00	5.86	111.31	3.91	107.40
5	석탄, 원유 및 천연가스 광업	8,103.32	1,335.79	1,317.34	18.45	6,767.53	6,682.66	84.87
6	금속 광업	413.19	52.39	38.10	14.29	360.80	186.95	173.85
7	비금속광물 광업;연료용 제외	413.19	52.39	38.10	14.29	360.80	186.95	173.85
8	광업 지원 서비스업	2,289.34	365.50	350.20	15.30	1,923.84	1,771.70	152.14
10	식품품 제조업	91.92	0.60	0.28	0.32	91.32	8.16	83.16
11	음료 제조업	91.92	0.60	0.28	0.32	91.32	8.16	83.16
12	담배 제조업	30.68	0.36	0.36	0.00	30.32	3.79	26.53
13	섬유제품 제조업; 의복제외	60.33	1.23	0.78	0.45	59.10	8.09	51.01
14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	60.33	1.23	0.78	0.45	59.10	8.09	51.01
15	가죽, 가방 및 신발 제조업	60.33	1.23	0.78	0.45	59.10	8.09	51.01
16	목재 및 나무제품 제조업;가구제외	137.47	1.55	0.52	1.03	135.92	12.36	123.56
17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	137.47	1.55	0.52	1.03	135.92	12.36	123.56
18	인쇄 및 기록매체 복제업	40.96	0.18	0.09	0.09	40.78	5.36	35.41
19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	48.29	5.28	5.28	0.00	43.01	18.86	24.14
20	화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외	70.05	1.19	0.57	0.62	68.86	10.40	58.46
21	의료용 물질 및 의약품 제조업	30.68	0.36	0.36	0.00	30.32	3.79	26.53
22	고무제품 및 플라스틱제품 제조업	70.05	1.19	0.57	0.62	68.86	10.40	58.46
23	비금속 광물제품 제조업	83.25	4.32	2.34	1.97	78.94	11.59	67.34
24	1차 금속 제조업	36.71	0.48	0.24	0.24	36.23	10.87	25.36
25	금속가공제품 제조업;기계 및 가구	94.10	1.68	0.94	0.74	92.42	16.04	76.38

종 분 류	항목명	재해만 인율	사망만인율			사망제외 재해만인율		
			소계	질병 사망	사고 사망	소계	사망 제외 질병	사망 제외 사고
	제외							
26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	18.76	0.43	0.34	0.09	18.33	2.83	15.50
27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	18.76	0.43	0.34	0.09	18.33	2.83	15.50
28	전기장비 제조업	18.76	0.43	0.34	0.09	18.33	2.83	15.50
29	기타 기계 및 장비 제조업	18.76	0.43	0.34	0.09	18.33	2.83	15.50
30	자동차 및 트레일러 제조업	18.76	0.43	0.34	0.09	18.33	2.83	15.50
31	기타 운송장비 제조업	160.14	2.01	1.39	0.63	158.13	92.01	66.11
32	가구 제조업	82.82	1.15	0.79	0.36	81.67	7.48	74.18
33	기타 제품 제조업	82.82	1.15	0.79	0.36	81.67	7.48	74.18
35	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	14.47	0.65	0.52	0.13	13.82	1.30	12.52
36	수도사업	14.47	0.65	0.52	0.13	13.82	1.30	12.52
37	하수, 폐수 및 분뇨 처리업	53.86	1.17	0.80	0.38	52.68	5.42	47.26
38	폐기물 수집운반, 처리 및 원료재생업	53.86	1.17	0.80	0.38	52.68	5.42	47.26
39	환경 정화 및 복원업	53.86	1.17	0.80	0.38	52.68	5.42	47.26
41	종합 건설업	109.38	2.08	0.36	1.72	107.30	7.33	99.97
42	전문직별 공사업	109.38	2.08	0.36	1.72	107.30	7.33	99.97
45	자동차 및 부품 판매업	37.68	0.27	0.17	0.10	37.41	4.63	32.78
46	도매 및 상품중개업	37.68	0.27	0.17	0.10	37.41	4.63	32.78
47	소매업; 자동차 제외	37.68	0.27	0.17	0.10	37.41	4.63	32.78
49	육상운송 및 파이프라인 운송업	101.14	2.98	2.09	0.89	98.16	8.94	89.21
50	수상 운송업	101.14	2.98	2.09	0.89	98.16	8.94	89.21
51	항공 운송업	33.90	0.51	0.36	0.15	33.39	3.64	29.75
52	창고 및 운송관련 서비스업	58.34	1.07	0.39	0.69	57.27	6.89	50.38
55	숙박업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
56	음식점 및 주점업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
58	출판업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
59	영상·오디오 기록물 제작 및 배급업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
60	방송업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86

종 분 류	항목명	재해만 인율	사망만인율			사망제외 재해만인율		
			소계	질병 사망	사고 사망	소계	사망 제외 질병	사망 제외 사고
61	통신업	25.05	0.67	0.34	0.34	24.38	2.47	21.91
62	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
63	정보서비스업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
64	금융업	5.14	0.15	0.14	0.01	4.99	0.67	4.32
65	보험 및 연금업	5.14	0.15	0.14	0.01	4.99	0.67	4.32
66	금융 및 보험 관련 서비스업	5.14	0.15	0.14	0.01	4.99	0.67	4.32
68	부동산업	19.15	0.31	0.23	0.08	18.84	1.24	17.59
69	임대업;부동산 제외	19.15	0.31	0.23	0.08	18.84	1.24	17.59
70	연구개발업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
71	전문서비스업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
72	건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
73	기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	8.94	0.24	0.19	0.05	8.70	0.70	8.00
74	사업시설 관리 및 조경 서비스업	33.94	0.55	0.48	0.07	33.39	2.56	30.83
75	사업지원 서비스업	33.94	0.55	0.48	0.07	33.39	2.56	30.83
84	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	84.68	0.37	0.23	0.14	84.31	10.65	73.66
85	교육 서비스업	21.03	0.15	0.12	0.03	20.88	1.64	19.23
86	보건업	25.88	0.07	0.06	0.01	25.80	3.86	21.94
87	사회복지 서비스업	25.88	0.07	0.06	0.01	25.80	3.86	21.94
90	창작, 예술 및 여가관련 서비스업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
91	스포츠 및 오락관련 서비스업	40.96	0.28	0.21	0.07	40.67	3.81	36.86
94	협회 및 단체	65.23	0.50	0.34	0.16	64.73	4.79	59.94
95	수리업	65.23	0.50	0.34	0.16	64.73	4.79	59.94
96	기타 개인 서비스업	65.23	0.50	0.34	0.16	64.73	4.79	59.94
97	가구내 고용활동	40.83	0.40	0.28	0.12	40.44	4.09	36.35
98	달리 분류되지 않은 자가소비를 위한 가구의 재화 및 서비스 생산활동	40.83	0.40	0.28	0.12	40.44	4.09	36.35
99	국제 및 외국기관	13.04	0.29	0.14	0.14	12.75	2.17	10.58

(3) 자료 분석 모형³⁾

가) 일반최소자승 회귀모형(Ordinary Least Squares, OLS)

단순선형회귀모형(simple linear regression model)에 대해 기본 개념을 중심으로 간략히 설명한다. 종속변수(또는 피설명변수) Y 와 독립변수(또는 설명변수) X 에 대해 n 개의 데이터가 있을 때 두 변수에 대해 아래와 같은 관계를 가정한다.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (3-1)$$

여기서 β_0 는 상수항이며, β_1 은 X_i 의 계수이고, ϵ_i 는 오차항이다.

위 식은 X 와 Y 사이 단순선형회귀관계를 나타내고 있다. 이제 모수(parameter)인 β_0 와 β_1 에 대한 추정치를 X 와 Y 에 대한 n 개의 데이터를 이용하여 구하고자 한다. 이와 같은 추정을 용이하게 하기 위해 몇 가지 가정을 도입한 것이 단순선형회귀모형이다. 단순회귀모형에서는 다음과 같이 가정한다.

- ① 모든 오차항 ϵ_i 의 기댓값은 0임. 즉, $E(\epsilon_i) = 0, i = 1, \dots, n$
- ② 모든 오차항 ϵ_i 의 분산은 동일(homoscedasticity). 즉, $Var(\epsilon_i) = \sigma^2, i = 1, \dots, n$
- ③ 오차항 간 상관성이 없음. 즉, $Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0, \text{ for all } i \neq j$
- ④ 독립변수 X_i 는 확률변수가 아님. 따라서 $Cov(X_i, \epsilon_i) = 0,$

3) 이 부분은 신영철 등(2021)의 106~110쪽에서 정리한 내용을 인용하였다. 자료 분석 모형은 모형의 기본적 특성을 정리한 내용으로 교과서 수준에서 일반적으로 정리되는 내용이지만, 본 연구에서 사용한 모형의 기본 특성을 보고서에 포함할 필요가 있었기 때문이다.

단순회귀모형에서 모수 β_0 와 β_1 에 대한 추정치를 각각 $\hat{\beta}_0$ 와 $\hat{\beta}_1$ 로 표현하면, $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$ 는 추정한 직선이 된다. 이제 각 i 에 대해 잔차(residual)인 $Y_i - \hat{Y}_i$ 를 생각할 수 있다. 최소자승법(ordinary least squares: OLS)은 이러한 잔차에 대해 그 제곱의 합인 $\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ 를 최소로 되게끔 하는 $\hat{\beta}_0$ 와 $\hat{\beta}_1$ 를 구하는 방법이다. 구체적으로는 최소화 1계 조건을 편미분을 이용하여 구한 후 정리하면 다음과 같은 두 방정식이 나오는데, 이를 직교방정식(또는 정규 방정식)(normal equation)이라 한다. 이를 수식으로 표현하면 아래와 같다.

$$\min Q = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (3-2)$$

위 최소화문제의 1계 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial Q}{\partial \hat{\beta}_0} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial \hat{\beta}_1} = 0 \quad (3-3)$$

이를 정리하면 아래의 직교방정식이 나온다.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) &= 0 \\ \sum_{i=1}^n X_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) &= 0 \end{aligned} \quad (3-4)$$

위 직교방정식을 이용해서 $\hat{\beta}_0$ 와 $\hat{\beta}_1$ 를 구하면 이것이 바로 최소자승법을 통해 도출한 추정치가 되고, 이를 일반화하여 최소자승추정량(OLS estimator)라고 한다. 최소자승추정량을 구체적으로 표현하면 아래와 같다.

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2},$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad (3-5)$$

최소자승추정량은 다음과 같은 특징이 있다.

① 불편추정량(unbiased estimator)

$$E(\hat{\beta}_0) = \beta_0, \quad E(\hat{\beta}_1) = \beta_1 \quad (3-6)$$

② 선형추정량(linear estimator)

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \sum_{i=1}^n w_i Y_i \quad (3-7)$$

여기서 $w_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})}$ 이다.

③ Gauss-Markov Theorem

최소자승추정량 $\hat{\beta}_0$ 와 $\hat{\beta}_1$ 은 선형불편추정량 가운데 분산이 최소이다. 이를 최우선형불편추정량 즉, BLUE(Best Linear Unbiased Estimator)라고 한다.

나) 가중최소자승 회귀모형(Weighted Least Squares, WLS)

단순선형회귀모형의 가정 가운데 오차항의 동분산성이 성립하지 않아, 각각의 오차항이 서로 다른 분산을 취하여 $Var(\epsilon_i) = \sigma_i^2 (\neq \sigma^2)$ 가 될 때 이분산성(heteroscedasticity)이 발생한다고 말한다.

이분산성이 있으면, 최소자승추정량은 BLUE가 되지 못한다. 다시 말하자면, 이분산성이 있을 때 OLS 추정량은 선형불편추정량은 맞지만, 선형불편추정량 가운데 분산이 가장 작은 추정량이라는 성질은 성립하지 않게 된다. 특히 OLS 추정량의 표준오차(standard error)를 잘못 계산하게 된다. 그 결과 신뢰구간 추정이나 가설검정과 같은 통계학적 추론에서 오류가 발생할 수 있다.

오차항의 동분산성이 성립하여 모든 i 에 대해 $Var(\epsilon_i) = \sigma^2$ 이면, OLS 추정량 $\hat{\beta}_1$ 의 분산은 다음과 같게 된다.

$$Var(\hat{\beta}_1) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (3-8)$$

반면, 이분산성이 성립하면 다음과 같게 된다.

$$Var(\hat{\beta}_1) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sigma_i^2}{\left[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^2} \quad (3-9)$$

이분산성이 있게 되면 $Var(\hat{\beta}_1)$ 에 대한 정확한 추정치를 구하기 힘들게 되어 표준오차 역시 잘못 계산하게 되며, 이것이 위에서 서술한 통계학적 추론을 부정확하게 한다.

이분산성으로 인한 문제를 해결하는 한 가지 방안으로 가중최소자승법 (weighted least squares, WLS)를 적용할 수 있다. WLS는 다음과 같이 진행한다. $Var(\epsilon_i) = \sigma_i^2$ 인 σ_i^2 값을 알고 있으면 선형회귀모형을 아래와 같이 변형할 수 있다.

$$\begin{aligned} Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i &\Rightarrow \left(\frac{Y_i}{\sigma_i} \right) = \beta_0 \left(\frac{1}{\sigma_i} \right) + \beta_1 \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{\epsilon_i}{\sigma_i} \right) \\ &\Rightarrow Y_i^* = \beta_0 X_0^* + \beta_1 X_i^* + \epsilon_i^* \end{aligned} \quad (3-10)$$

여기서 $Y_i^* \equiv \left(\frac{Y_i}{\sigma_i} \right), X_{0i}^* \equiv \left(\frac{1}{\sigma_i} \right), X_{1i}^* \equiv \left(\frac{X_i}{\sigma_i} \right), \epsilon_i^* \equiv \left(\frac{\epsilon_i}{\sigma_i} \right)$ 이다.

이제 $Y_i^* = \beta_0 X_0^* + \beta_1 X_i^* + \epsilon_i^*$ 에서 오차항 ϵ_i^* 를 보면, 모든 i 에 대해 기댓값이 0이고, 분산이 1로 일정하게 됨을 알 수 있다.

$$\begin{aligned} E(\epsilon_i^*) &= E\left(\frac{\epsilon_i}{\sigma_i} \right) = \frac{1}{\sigma} E(\epsilon_i) = 0, \\ Var(\epsilon_i^*) &= Var\left(\frac{\epsilon_i}{\sigma_i} \right) = \frac{1}{\sigma^2} Var(\epsilon_i) = \frac{\sigma^2}{\sigma^2} = 1 \end{aligned} \quad (3-11)$$

이처럼 최초 회귀모형에 $1/\sigma$ 를 가중치로 사용함으로써 단순회귀모형의 가정이 다시 회복하게 됨을 볼 수 있다. 이제 $Y_i^* = \beta_0 X_0^* + \beta_1 X_i^* + \epsilon_i^*$ 를 이용해서 OLS 추정량을 도출하면 BLUE가 되어 이분산성으로 야기된 문제를 해결할 수 있다.

(4) 헤도닉(특성) 임금함수의 추정 결과

가) 모형 변수의 기본 통계

2019년 『고용형태별근로실태조사』의 근로자 특성 자료와 『산업재해현황분석』의 산업재해 자료(산업별 사망(만인)률 및 사망 제외 재해(만인)율)을 결합한 자료를 일반최소자승 회귀모형(OLS), 표본가중치 반영 일반최소자승 회귀모형(OLS) 및 가중최소자승 회귀모형(WLS)으로 분석한다. 이 모형의 종속변수는 일반적으로 시간당 실질 임금의 자연대수(natural log)를 이용하고, 독립변수에는 본 연구의 관심 대상인 위험요인인 사망률(질병사망만인율, 사고사망만인율) 및 재해율(사망 제외 질병재해만인율, 사망 제외 사고재해만인율) 이외에 임금을 설명할 수 있는 변수들이 포함된다. 즉, 임금을 설명할 수 있는 변수 유형으로는 인적 특성 변수, 인적 자본 변수 및 직업 특성 변수가 있다. 인적 특성 변수에는 성별 및 연령이 있으며, 인적 자본 변수에는 교육수준, 근속연수, 경력년수 수준이 있다. 한편 직업 특성 변수에는 산업, 직종, 기업규모 및 근무형태가 포함된다.

〈표 Ⅲ-15〉 모형의 주요 변수 구분

구분	변수	모형의 변수명	내용 또는 계산 방법
종속 변수	시간당 임금 (2020년 기준)	lnwage_real	log(월평균임금/월근로시간)
인적 특성변수	성별	sex	남성, 여성
	연령	age	만 나이
인적 자본변수	교육수준	edur	중졸 이하, 고졸, 전문대졸, 대졸, 대학원졸 이상
	근속연수	wpy	근속연수 = 조사 시점 - 입사 시점
	경력년수 수준	exy	1년 미만, 1-2년 미만, 2-3년 미만, 3-4년 미만, 4-5년 미만, 5-10년 미만, 10년 이상
직업 특성변수	산업대분류	indr	한국표준산업분류 9차의 대분류
	직종대분류	jobr	한국표준직업분류 6차의 대분류
	기업규모	firmsizer	종업원 5-9인, 10-29인, 30-99인, 100-299인, 300-499인, 500인 이상
	근무형태	jobtyper	상근직_교대 없음, 상근직_교대제, 상근직_격일제, 단시간제
위험요인	질병사망만인율	d_dthratem	질병 사망자수/근로자수 x 10,000
	사고사망만인율	a_dthratem	사고 사망자수/근로자수 x 10,000
	(사망 제외) 질병재해만인율	d_injratem_md	(사망 제외) 질병 재해자수/근로자수 x 10,000
	(사망 제외) 사고재해만인율	a_injratem_md	(사망 제외) 사고 재해자수/근로자수 x 10,000

본 연구에서는 독립변수로 나이, 재해율, 사망률은 연속 변수이지만, 그 외의 독립변수들은 명목 변수로 특정 범주를 지칭하는 더미 변수(dummy variable)로 이용한다. 모형에 포함된 변수들의 구체적인 정의는 다음 표에 나와 있다. 더미변수 중 ‘(기준)’이라고 설명되어 있는 변수는 실제 추정에서는 다중공선성(multicollinearity)의 문제를 회피하기 위하여 모형에 포함되지 않는다.

〈표 III-16〉 모형의 변수 설명

변수명	변수설명
lnwage_real	ln(시간당 임금(천원))
d_dthratem	질병사망만인율
a_dthratem	사고사망만인율
d_injratem_md	(사망 제외) 질병재해만인율
a_injratem_md	(사망 제외) 사고재해만인율
_lp_sex_1	(더미)성별: 남성
_lp_sex_2	(더미)성별: 여성(기준)
age	나이(년)
age2	나이의 제곱
_lp_edur_1	(더미)교육수준: 중졸 이하
_lp_edur_2	(더미)교육수준: 고졸(기준)
_lp_edur_3	(더미)교육수준: 전문대졸
_lp_edur_4	(더미)교육수준: 대졸
_lp_edur_5	(더미)교육수준: 대학원졸 이상
wpy	근속연수(년)
_lexy_1	(더미)경력년수: 1년 미만(기준)
_lexy_2	(더미)경력년수: 1년 이상 - 2년 미만
_lexy_3	(더미)경력년수: 2년 이상 - 3년 미만
_lexy_4	(더미)경력년수: 3년 이상 - 4년 미만
_lexy_5	(더미)경력년수: 4년 이상 - 5년 미만
_lexy_6	(더미)경력년수: 5년 이상 - 10년 미만
_lexy_7	(더미)경력년수: 10년 이상
_lindr_1	(더미)산업부문: 농업, 임업 및 어업(기준)
_lindr_2	(더미)산업부문: 광업
_lindr_3	(더미)산업부문: 제조업
_lindr_4	(더미)산업부문: 전기, 가스, 증기 및 수도사업
_lindr_5	(더미)산업부문: 하수 · 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업
_lindr_6	(더미)산업부문: 건설업
_lindr_7	(더미)산업부문: 도매 및 소매업
_lindr_8	(더미)산업부문: 운수업
_lindr_9	(더미)산업부문: 숙박 및 음식점업

변수명	변수설명
_lindr_10	(더미)산업부문: 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업
_lindr_11	(더미)산업부문: 금융 및 보험업
_lindr_12	(더미)산업부문: 부동산업 및 임대업
_lindr_13	(더미)산업부문: 전문, 과학 및 기술 서비스업
_lindr_14	(더미)산업부문: 사업시설관리 및 사업지원 서비스업
_lindr_15	(더미)산업부문: 공공행정, 국방 및 사회보장 행정
_lindr_16	(더미)산업부문: 교육 서비스업
_lindr_17	(더미)산업부문: 보건업 및 사회복지 서비스업
_lindr_18	(더미)산업부문: 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
_lindr_19	(더미)산업부문: 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업
_lindr_20	(더미)산업부문: 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산활동
_lindr_21	(더미)산업부문: 국제 및 외국기관
_ljobr_1	(더미)직종: 관리자
_ljobr_2	(더미)직종: 전문가 및 관련 종사자
_ljobr_3	(더미)직종: 사무직종사자(기준)
_ljobr_4	(더미)직종: 서비스종사자
_ljobr_5	(더미)직종: 판매종사자
_ljobr_6	(더미)직종: 농림어업숙련종사자
_ljobr_7	(더미)직종: 기능원 및 관련기능종사자
_ljobr_8	(더미)직종: 장치기계조작 및 조립종사자
_ljobr_9	(더미)직종: 단순노무종사자
_lfirmsizer_1	(더미)종업원규모: 5 - 9인
_lfirmsizer_2	(더미)종업원규모: 10 - 29인
_lfirmsizer_3	(더미)종업원규모: 30 - 99인
_lfirmsizer_4	(더미)종업원규모: 100 - 299인(기준)
_lfirmsizer_5	(더미)종업원규모: 300 - 499인
_lfirmsizer_6	(더미)종업원규모: 500인 이상
_ljobtyper1_1	(더미)근무형태: 상근직_교대 없음(기준)
_ljobtyper1_2	(더미)근무형태: 상근직_2-3교대제
_ljobtyper1_3	(더미)근무형태: 상근직 격일제
_ljobtyper1_4	(더미)근무형태: 단시간제

변수명	변수설명
_lunionr_1	(더미) 노조가입
_lunionr_2	(더미) 노조 가입 안함 등(기준)
_cons	상수항

나) 2019년 임금함수 및 근로자의 통계적생명가치(VSL) 추정

2019년 『고용형태별근로실태조사』의 임금구조기본통계조사 원자료를 이용한 임금 함수 추정에 이용되는 주요 변수들의 기초 통계량은 다음 <표 III-17>과 같다. 이 2019년 원자료는 841,971명의 임금근로자의 자료가 포함되어 있으며, 표본 가중치를 이용할 경우 임금근로자 10,846,459명으로 환산된다.

원자료에 가중치를 적용한 자료에 따르면, 임금근로자의 평균 연령은 42.6세이며, 근속연수는 6.59년이다. 월 총급여(2019년 기준)는 372.0만 원이고 월 근로시간은 163.6시간이므로, 2019년 기준 시간당 평균 임금은 2.31만원 수준이다. 2020년 기준 월 총급여는 373.8만원이며, 시간당 임금은 2.32만원 수준이다. 산업재해통계 자료를 결합하여 산출한 질병 사망만인율 0.77명, 사고 사망만인율 0.29명, (사망 제외) 질병재해만인율 7.65명 및 (사망 제외) 사고재해만인율 36.50명이다.⁴⁾

<표 III-17> 2019년 『고용형태별근로실태조사』의 기초 통계

Variable	변수내용	Mean	Std. Dev.	Min	Max
sex	성별	1.38	0.49	1.00	2.00
edur	교육수준	3.07	1.04	1.00	5.00
age	연령(세)	42.60	12.13	16.00	97.00
d_dthratem	질병사망만인율	0.77	20.81	0.00	1,317.34

4) 이 사망만인율 및 (사망 제외) 재해만인율은 『고용형태별근로실태조사』 자료와의 산업부문 연계를 통해 산정된 결과이므로, 『산업재해현황분석』의 발표 자료와 다소 차이가 있을 수 있다.

Variable	변수내용	Mean	Std. Dev.	Min	Max
a_dthratem	사고사망만인율	0.29	0.68	0.00	18.45
d_injratem_md	(사망 제외) 질병재해만인율	7.65	106.00	0.67	6,682.66
a_injratem_md	(사망 제외) 사고재해만인율	36.50	27.53	4.32	173.85
tmwage	총월급여(천원)	3.00	0.00	3.00	3.00
tnwt	월근로시간(시간)	163.60	33.87	5.00	459.00
hwage	시간당임금(천원)	23.07	16.73	1.32	1,191.67
tmwage_real	총월급여(2020년 기준, 천원)	3,737.80	2,640.70	62.30	174,159.50
hwage_real	시간당임금(2020 년 기준, 천원)	23.18	16.81	1.32	1,197.35
wpy	근속연수(년)	6.59	7.49	0.00	59.42
indr	산업대분류	54.08	24.25	1.00	96.00
jobr	직종대분류	374.66	351.74	11.00	999.00
firmsizer	기업규모(명)	4.09	1.62	2.00	7.00
exyr	경력년수 수준	4.93	2.18	1.00	7.00
jobtyper1	근무형태	1.35	0.94	1.00	5.00
unionr	노조가입 여부	1.86	0.36	1.00	3.00

최소자승 회귀모형에 의한 임금 함수의 추정 결과에 따르면, 모형의 조정 결정계수(adj R^2)는 0.6363이다. 시간당 임금 함수의 독립변수인 인적특성변수(성별, 연령), 인적자본본수(교육수준, 근속연수, 경력년수 수준), 직업특성변수(산업대분류, 직종대분류, 기업규모, 근무형태) 및 위험요인(질병사망만인율, 사고사망만인율, 사망 제외 질병재해만인율, 사망 제외 사고재해만인율) 모두 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하다.

본 연구의 주요 관심 변수인 질병사망만인율(d_dthratem) 및 사고사망만인율(a_dthratem)은 양(+)의 값으로 사망 위험에 대한 보상적 한계급여를 보여주고 있다. 한편, 사망 제외 질병재해만인율(d_injratem_md) 및 사망 제외 질병재해만인율(a_injratem_md)은 음(-)의 값이므로 재해

율이 높은 산업의 임금 수준은 다른 조건이 동일할 때 낮아짐을 의미한다.

그 외의 변수들은 일반적인 예상과 마찬가지로 남성인 경우, 연령, 교육수준, 근속년수 및 경력년수 수준이 증가할수록, 노조 가입한 경우 임금이 증가함을 알 수 있다. 또한 기업규모가 클수록 근무형태가 교대하지 않는 상근직인 경우 임금이 증가한다.

하지만 이 최소자승 회귀모형(OLS)은 표본 가중치를 반영하지 않은 모형이므로, 2019년 근로자를 대표하는 임금함수라고 보기는 어렵다. 근로자를 대표하는 임금함수 추정을 위해서는 표본 가중치 반영 최소자승 회귀 모형(OLS)로 추정해야 한다.

〈표 III-18〉 OLS(2019년 자료)의 추정 결과

Source	SS	df	MS	Number of obs	= 841,971
Model	170734.8	52	3283.361	F(52, 841918)	= 28331.02
Residual	97572.21	841,918	0.115893	Prob > F	= 0
				R-squared	= 0.6363
				Adj R-squared	= 0.6363
Total	268307	841,970	0.318666	Root MSE	= 0.34043

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
d_dthratem	0.00282	0.00021	13.3	0.000	0.00240 0.00323
a_dthratem	0.00495	0.00164	3.02	0.003	0.00174 0.00816
d_injratem_md	-0.00059	0.00004	-14.19	0.000	-0.00067 -0.00051
a_injratem_md	-0.00217	0.00003	-72.25	0.000	-0.00223 -0.00211
_lsex_1	0.16727	0.00088	190.15	0.000	0.16555 0.16900
age	0.03249	0.00023	139.46	0.000	0.03203 0.03294
age2	-0.00035	0.00000	-135.59	0.000	-0.00036 -0.00035
_ledu_1	-0.02366	0.00236	-10.04	0.000	-0.02828 -0.01904
_ledu_3	0.07524	0.00124	60.51	0.000	0.07281 0.07768
_ledu_4	0.22335	0.00114	196.12	0.000	0.22112 0.22558
_ledu_5	0.45800	0.00176	260.79	0.000	0.45456 0.46144
wpy	0.01870	0.00007	264.93	0.000	0.01857 0.01884
_lexy_2	0.05767	0.00158	36.56	0.000	0.05458 0.06077

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
_lexy_3	0.08960	0.00175	51.3	0.000	0.08617	0.09302
_lexy_4	0.10821	0.00185	58.64	0.000	0.10459	0.11183
_lexy_5	0.10854	0.00193	56.3	0.000	0.10476	0.11231
_lexy_6	0.14358	0.00148	97.1	0.000	0.14068	0.14648
_lexy_7	0.20732	0.00167	123.86	0.000	0.20404	0.21060
_lindr_2	0.25634	0.02008	12.77	0.000	0.21699	0.29570
_lindr_3	-0.00263	0.00540	-0.49	0.626	-0.01322	0.00795
_lindr_4	0.04641	0.00617	7.52	0.000	0.03431	0.05850
_lindr_5	0.07227	0.00681	10.62	0.000	0.05893	0.08560
_lindr_6	0.05596	0.00503	11.11	0.000	0.04609	0.06583
_lindr_7	0.00069	0.00570	0.12	0.904	-0.01048	0.01186
_lindr_8	-0.05451	0.00527	-10.35	0.000	-0.06484	-0.04419
_lindr_9	-0.13745	0.00579	-23.74	0.000	-0.14880	-0.12610
_lindr_10	-0.03908	0.00570	-6.86	0.000	-0.05024	-0.02791
_lindr_11	0.11154	0.00578	19.31	0.000	0.10022	0.12287
_lindr_12	-0.10003	0.00594	-16.84	0.000	-0.11167	-0.08839
_lindr_13	-0.04069	0.00571	-7.12	0.000	-0.05189	-0.02949
_lindr_14	-0.09983	0.00585	-17.08	0.000	-0.11129	-0.08838
_lindr_15	0.00000	(omitted)				
_lindr_16	-0.14405	0.00576	-25.02	0.000	-0.15533	-0.13276
_lindr_17	-0.19724	0.00566	-34.83	0.000	-0.20834	-0.18614
_lindr_18	-0.11793	0.00601	-19.64	0.000	-0.1297	-0.10616
_lindr_19	-0.05266	0.00573	-9.19	0.000	-0.06389	-0.04143
_lindr_20	0.00000	(omitted)				
_lindr_21	0.00000	(omitted)				
_ljobr_1	0.50947	0.00337	151.35	0.000	0.502872	0.516067
_ljobr_2	0.06652	0.00109	61.29	0.000	0.064397	0.068652
_ljobr_4	-0.11427	0.00191	-59.94	0.000	-0.11801	-0.11054
_ljobr_5	-0.09903	0.00209	-47.28	0.000	-0.10314	-0.09492
_ljobr_6	-0.19359	0.00719	-26.94	0.000	-0.20768	-0.17951
_ljobr_7	-0.05254	0.00187	-28.09	0.000	-0.0562	-0.04887
_ljobr_8	-0.14127	0.00151	-93.52	0.000	-0.14423	-0.13831
_ljobr_9	-0.24852	0.00173	-143.52	0.000	-0.25191	-0.24512
_lfirmsizer_1	-0.12212	0.00190	-64.23	0.000	-0.12585	-0.11839

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
_lfirmsizer_2	-0.07352	0.00138	-53.46	0.000	-0.07622 -0.07083
_lfirmsizer_3	-0.05158	0.00122	-42.32	0.000	-0.05397 -0.04919
_lfirmsizer_5	0.07310	0.00151	48.54	0.000	0.070152 0.076056
_lfirmsizer_6	0.18386	0.00112	164.58	0.000	0.181672 0.186051
_ljobtyper1_2	-0.00290	0.00118	-2.45	0.014	-0.00522 -0.00058
_ljobtyper1_3	-0.19487	0.00351	-55.49	0.000	-0.20175 -0.18799
_ljobtyper1_4	0.03274	0.00201	16.26	0.000	0.028798 0.036691
_lunionr_1	0.05279	0.00106	49.74	0.000	0.05071 0.05487
_cons	1.99198	0.00742	268.63	0.000	1.97745 2.006518

『고용형태별근로실태조사』의 표본설계는 전체 근로자(정규직 및 비정규직 근로자)의 임금, 근로시간 등 근로실태에 대한 통계 생산을 목적으로 하기에, 부차모집단 및 층화 등으로 표본 가중치(즉, 표본 추출 확률의 역수)가 표본별로 다른 자료이다. 따라서 모집단에 대한 정확한 분석을 위해서는 반드시 표본 가중치를 고려한 분석을 진행하여야 한다.

표본 가중치를 적용하는 경우 변수들의 평균 및 표준편차 등도 상당히 크게 변화할 뿐만 아니라, 앞서 최소자승 회귀모형(OLS)와 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정 결과는 상당한 차이를 보여준다.

본 연구에서 관심을 가지고 있는 재해율 변수의 추정 계수를 비교해 보면, 질병사망만인율(d_dthratem) 및 사고사망만인율(a_dthratem)의 추정 계수가 OLS에서는 각각 0.00282 및 0.00495에서 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)에서는 0.00227 및 0.00784로 감소하고 있다. 이 크기는 백분율로 보면 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정치가 OLS 추정치의 80.4% 및 158.4%로 변화한 것이다. 이와 같은 추세는 사망 제외 질병재해만인율(d_injratem_md) 및 사망 제외 사고재해만인율(a_injratem_md)의 추정계수도 마찬가지로 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정치가 OLS의 추정치에 비해 각각 80.7% 및 72.3%의 크기로 변화하고 있다.

재해율을 제외한 추정 계수의 경우도 OLS와 표본 가중치 반영 최소자

승 회귀모형(OLS)에서 변수별로 일정한 경향성을 가지지는 않지만, 상당한 차이를 보여주고 있다. 이는 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정 결과가 OLS의 추정 결과와는 상당히 다르기에, 표본 가중치를 고려하지 않은 OLS의 추정 결과를 이용할 경우 상당한 편의가 발생할 수 있음을 의미한다.

이 최소자승 추정량이 최우선형불편추정량(BLUE)가 되기 위해서는 제반 가정 중에서 동분산성(homoskedasticity) 가정이 효율적 추정량(efficient estimator)을 얻는데 중요한 역할을 한다. 만약 이 가정이 위배되어 오차항에 이분산성(heteroskedasticity)이 존재한다면 추정계수의 표준오차 추정치가 올바르게 않게 되며, 이에 따라 추정계수에 대한 가설 검정(t검정, F검정)도 문제가 있게 된다.

표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 오차항의 이분산성이 존재하는지를 확인할 필요가 있으며, 이분산성이 확인되면 이분산성 문제를 해결할 수 있는 강건한 표준오차(robust standard error)를 추정하는 모형이 분석에 적합하다.

〈표 III-19〉 표본 가중치 반영 OLS(2019년 자료)의 추정 결과

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	841,971
				F(52, 841918)	=	24123.85
Model	142583.6	52	2741.992	Prob > F	=	0
Residual	95695.01	841,918	0.113663	R-squared	=	0.5984
				Adj R-squared	=	0.5984
Total	238278.6	841,970	0.283001	Root MSE	=	0.33714

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
d_dthratem	0.00227	0.00021	10.92	0.000	0.00186 0.00267
a_dthratem	0.00784	0.00198	3.96	0.000	0.00396 0.01171
d_injratem_md	-0.00048	0.00004	-11.74	0.000	-0.00056 -0.00040
a_injratem_md	-0.00157	0.00003	-52.95	0.000	-0.00163 -0.00151
_lsex_1	0.18035	0.00087	206.44	0.000	0.17863 0.18206
age	0.02859	0.00022	130.87	0.000	0.02816 0.02902
age2	-0.00031	0.00000	-127.15	0.000	-0.00031 -0.00030

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
_ledu_1	-0.03729	0.00240	-15.56	0.000	-0.04199	-0.03259
_ledu_3	0.06595	0.00118	55.71	0.000	0.06363	0.06827
_ledu_4	0.19039	0.00107	177.27	0.000	0.18828	0.19249
_ledu_5	0.39588	0.00189	209.82	0.000	0.39218	0.39958
wpy	0.01864	0.00007	256.6	0.000	0.01850	0.01879
_lexy_2	0.04674	0.00159	29.42	0.000	0.04362	0.04985
_lexy_3	0.06601	0.00169	38.99	0.000	0.06269	0.06932
_lexy_4	0.08237	0.00178	46.21	0.000	0.07887	0.08586
_lexy_5	0.08474	0.00185	45.7	0.000	0.08111	0.08838
_lexy_6	0.11907	0.00148	80.59	0.000	0.11617	0.12196
_lexy_7	0.19029	0.00162	117.6	0.000	0.18712	0.19346
_lindr_2	0.18906	0.02705	6.99	0.000	0.13604	0.24208
_lindr_3	0.04135	0.00825	5.02	0.000	0.02519	0.05751
_lindr_4	0.12281	0.00947	12.97	0.000	0.10426	0.14137
_lindr_5	0.09790	0.00938	10.44	0.000	0.07952	0.11627
_lindr_6	0.06491	0.00790	8.22	0.000	0.04943	0.08038
_lindr_7	0.05826	0.00844	6.9	0.000	0.04171	0.07480
_lindr_8	-0.03492	0.00823	-4.25	0.000	-0.05105	-0.01880
_lindr_9	-0.09129	0.00869	-10.51	0.000	-0.10831	-0.07427
_lindr_10	0.04603	0.00852	5.4	0.000	0.02934	0.06273
_lindr_11	0.21935	0.00856	25.62	0.000	0.20257	0.23613
_lindr_12	-0.06755	0.00869	-7.77	0.000	-0.08458	-0.05051
_lindr_13	0.03672	0.00843	4.36	0.000	0.02020	0.05323
_lindr_14	-0.06237	0.00846	-7.37	0.000	-0.07895	-0.04579
_lindr_15	0.00000	(omitted)				
_lindr_16	-0.05141	0.00856	-6.01	0.000	-0.06818	-0.03463
_lindr_17	-0.13369	0.00847	-15.79	0.000	-0.15029	-0.1171
_lindr_18	-0.09225	0.00907	-10.17	0.000	-0.11003	-0.07447
_lindr_19	-0.06199	0.00872	-7.11	0.000	-0.07907	-0.0449
_lindr_20	0.00000	(omitted)				
_lindr_21	0.00000	(omitted)				
_ljobr_1	0.51451	0.00359	143.14	0.000	0.507468	0.521558
_ljobr_2	0.02193	0.00111	19.79	0.000	0.019756	0.024098
_ljobr_4	-0.10770	0.00206	-52.21	0.000	-0.11174	-0.10366

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
_ljobr_5	-0.09518	0.00172	-55.41	0.000	-0.09855 -0.09181
_ljobr_6	-0.19301	0.00934	-20.67	0.000	-0.21131 -0.17471
_ljobr_7	-0.11020	0.00176	-62.56	0.000	-0.11365 -0.10674
_ljobr_8	-0.18325	0.00140	-130.76	0.000	-0.18599 -0.1805
_ljobr_9	-0.22587	0.00168	-134.76	0.000	-0.22915 -0.22258
_lfirmsizer_1	-0.13162	0.00136	-96.45	0.000	-0.1343 -0.12895
_lfirmsizer_2	-0.06944	0.00126	-55.33	0.000	-0.0719 -0.06698
_lfirmsizer_3	-0.04836	0.00125	-38.83	0.000	-0.0508 -0.04592
_lfirmsizer_5	0.08491	0.00191	44.36	0.000	0.081157 0.088661
_lfirmsizer_6	0.22746	0.00139	163.76	0.000	0.224735 0.23018
_ljobtyper1_2	-0.00340	0.00135	-2.52	0.012	-0.00604 -0.00076
_ljobtyper1_3	-0.18732	0.00357	-52.41	0.000	-0.19432 -0.18031
_ljobtyper1_4	0.01405	0.00200	7.04	0.000	0.010133 0.017957
_lunionr_1	0.06645	0.00124	53.78	0.000	0.064028 0.068871
_cons	2.03295	0.00957	212.34	0.000	2.014188 2.051717

앞서 표본가중치를 반영한 일반최소자승(OLS) 회귀모형의 이분산성(heteroskedasticity)을 검토하기 위해 Breusch-Pagan 검정을 수행한다. Breusch-Pagan 검정의 귀무가설은 등분산성이고, 대립가설은 이분산성이다. 검정 통계량은 카이제곱 분포를 따른다. <표 III-20>의 Breusch-Pagan 검정 결과를 보면, p값이 0.01보다 작기 때문에 1% 유의수준에서 귀무가설은 기각된다. 즉, 이분산성이 존재한다고 볼 수 있다.

<표 III-20> 표본 가중치 반영 OLS(2019년 자료)의 이분산성 검정 결과

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity	
Ho: Constant variance	
Variables: fitted values of Inhwage_real	
chi2(1)	= 29294.59
Prob > chi2	= 0.0000

이분산성이 있을 경우, 가장 좋은 해결책은 이분산성을 제대로 포착하는 모형이나 추정방법을 사용하는 것이다. 하지만 이분산성의 형태를 제대로 파악하는 일은 현실적으로 쉽지 않다. 이 경우 차선택으로 그냥 최소자승 방법으로 추정하고, 왜곡이 발생하는 추정계수 표준오차에 수정을 가해 보다 적절한 값을 갖도록 한다. 이를 위해 Huber와 White가 제안한 강건한(robust) 분산을 이용한다.

이분산성을 해결한 가중최소자승 회귀분석(WLS)의 추정 결과를 보면, 독립변수의 추정 계수값은 앞의 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정계수와 동일하다. 단지, 앞의 표본 가중치 반영 최소자승 회귀모형(OLS)의 추정 계수의 표준오차(standard error)에서 차이가 있다. 이분산성을 해결한 가중최소자승 회귀모형에서 추정계수의 표준오차는 앞서 이분산성을 가진 모형에서의 추정계수의 표준오차보다 작은 값을 가진다. 그 결과 95% 신뢰구간의 범위가 줄어들 뿐만 아니라 추정계수의 통계적 유의성을 의미하는 t값이 커진다.

이분산성을 해결한 강건한 표준오차를 갖는 가중최소자승 회귀모형의 추정 결과를 보면, 질병사망만인율(d_dthratem) 및 사고사망만인율(a_dthratem)의 추정계수는 각각 0.00227 및 0.00784이고, t값은 각각 7.74 및 2.85로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하다.

현재 분석 모형에서 종속변수는 시간당 임금(2020년 기준)의 대수값이므로, 독립변수의 추정 계수는 종속변수의 특정 값을 곱하면 그 수준에서의 한계 변화를 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 사망만인율(dthratem)의 한 단위(즉, 1/10,000)로 임금소득액의 0.00227 및 0.00784(즉, 0.227% 및 0.784%)만큼이 변화한다고 해석할 수 있다. 2019년 임금근로자의 상여금 등을 합친 월 총급여액(2020년 기준)이 373.8만원이라면, 질병사망만인율(d_dthratem)이 한 단위(즉, 1/10,000) 증가하면 이 월급여액의 0.227%인 8,469원이 추가 지급되고 있다. 이를 연단위로 환산하면 연간 101,625원이다. 따라서 질병사망만인율이 한 단

위(즉, 1/10,000) 높은 임금근로자는 연간 101,625원을 보상 급여로 받고 있음을 알 수 있다.

한편 사고사망만인율(a_dthratem)이 한 단위(즉, 1/10,000) 증가하면 이 월급여액의 0.784%인 29,292원이 추가 지급되고 있다. 이를 연단위로 환산하면 연간 351,509원이다. 따라서 사고사망만인율이 한 단위(즉, 1/10,000) 높은 임금근로자는 연간 351,509원을 보상 급여로 받고 있음을 알 수 있다.

이상의 재해율 관련 추정 계수를 기준으로 보면, 재해만인율이 증가하면 근로자의 임금은 감소한다. 하지만 사망만인율이 증가하면 근로자의 임금은 증가하고 있다. 이는 재해율이 높은 근로자는 다른 조건이 동일하면 다른 근로자보다 낮은 임금을 받고 있으며, 재해율을 포함한 다른 조건이 동일한 상황에서 사망률이 높다면 보상 임금을 더 받고 있다고 해석할 수 있다. 이는 근로자의 전반적 재해율이 보상 임금으로 연결되지 않고 임금을 낮추는 요인이지만, 치명적인 사망의 발생률이 높아지면 보상 임금을 주고 있는 상황을 의미한다고 해석된다.

〈표 III-21〉 WLS(2019년 자료)의 추정 결과

Linear	regression	Number of obs	=	841,971
		F(52, 841918)	=	15403.43
		Prob > F	=	0
		R-squared	=	0.5984
		Root MSE	=	0.33714

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
d_dthratem	0.00227	0.00029	7.74	0.000	0.00169 0.00284
a_dthratem	0.00784	0.00275	2.85	0.004	0.00245 0.01322
d_injratem_md	-0.00048	0.00006	-8.28	0.000	-0.00059 -0.00036
a_injratem_md	-0.00157	0.00004	-35.1	0.000	-0.00166 -0.00148
_lsex_1	0.18035	0.00158	114.31	0.000	0.17725 0.18344
age	0.02859	0.00043	66.27	0.000	0.02774 0.02944
age2	-0.00031	0.00001	-60.74	0.000	-0.00032 -0.00030

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
_ledu_1	-0.03729	0.00380	-9.81	0.000	-0.04474	-0.02984
_ledu_3	0.06595	0.00198	33.37	0.000	0.06208	0.06982
_ledu_4	0.19039	0.00207	91.81	0.000	0.18632	0.19445
_ledu_5	0.39588	0.00402	98.39	0.000	0.38799	0.40377
wpy	0.01864	0.00014	129.73	0.000	0.01836	0.01893
_lexy_2	0.04674	0.00241	19.43	0.000	0.04202	0.05145
_lexy_3	0.06601	0.00270	24.45	0.000	0.06072	0.07130
_lexy_4	0.08237	0.00286	28.76	0.000	0.07675	0.08798
_lexy_5	0.08474	0.00313	27.1	0.000	0.07861	0.09087
_lexy_6	0.11907	0.00234	50.79	0.000	0.11447	0.12366
_lexy_7	0.19029	0.00295	64.52	0.000	0.18451	0.19607
_lindr_2	0.18906	0.03220	5.87	0.000	0.12595	0.25217
_lindr_3	0.04135	0.00712	5.81	0.000	0.02740	0.05530
_lindr_4	0.12281	0.00769	15.97	0.000	0.10774	0.13788
_lindr_5	0.09790	0.00848	11.55	0.000	0.08128	0.11451
_lindr_6	0.06491	0.00678	9.58	0.000	0.05162	0.07819
_lindr_7	0.05826	0.00797	7.31	0.000	0.04264	0.07387
_lindr_8	-0.03492	0.00684	-5.11	0.000	-0.04832	-0.02153
_lindr_9	-0.09129	0.00842	-10.84	0.000	-0.10780	-0.07478
_lindr_10	0.04603	0.00757	6.08	0.000	0.03120	0.06086
_lindr_11	0.21935	0.00815	26.92	0.000	0.20338	0.23532
_lindr_12	-0.06755	0.00819	-8.25	0.000	-0.08359	-0.05150
_lindr_13	0.03672	0.00780	4.7	0.000	0.02142	0.05201
_lindr_14	-0.06237	0.00768	-8.12	0.000	-0.07742	-0.04731
_lindr_15	0.00000	(omitted)				
_lindr_16	-0.05141	0.00785	-6.55	0.000	-0.06679	-0.03603
_lindr_17	-0.13369	0.00767	-17.42	0.000	-0.14873	-0.11866
_lindr_18	-0.09225	0.00805	-11.46	0.000	-0.10802	-0.07647
_lindr_19	-0.06199	0.00927	-6.69	0.000	-0.08015	-0.04382
_lindr_20	0.00000	(omitted)				
_lindr_21	0.00000	(omitted)				
_ljobr_1	0.51451	0.00833	61.78	0.000	0.49819	0.530836
_ljobr_2	0.02193	0.00207	10.57	0.000	0.017861	0.025992
_ljobr_4	-0.10770	0.00339	-31.8	0.000	-0.11434	-0.10106

Inhwage_real	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
_ljobr_5	-0.09518	0.00366	-26.01	0.000	-0.10235 -0.08801
_ljobr_6	-0.19301	0.01030	-18.74	0.000	-0.21319 -0.17283
_ljobr_7	-0.11020	0.00316	-34.86	0.000	-0.11639 -0.104
_ljobr_8	-0.18325	0.00246	-74.41	0.000	-0.18807 -0.17842
_ljobr_9	-0.22587	0.00277	-81.44	0.000	-0.2313 -0.22043
_lfirmsizer_1	-0.13162	0.00269	-48.94	0.000	-0.13689 -0.12635
_lfirmsizer_2	-0.06944	0.00184	-37.66	0.000	-0.07306 -0.06583
_lfirmsizer_3	-0.04836	0.00162	-29.81	0.000	-0.05154 -0.04518
_lfirmsizer_5	0.08491	0.00211	40.19	0.000	0.080768 0.08905
_lfirmsizer_6	0.22746	0.00161	141.05	0.000	0.224297 0.230618
_ljobtyper1_2	-0.00340	0.00164	-2.07	0.039	-0.00662 -0.00018
_ljobtyper1_3	-0.18732	0.00480	-39	0.000	-0.19673 -0.1779
_ljobtyper1_4	0.01405	0.00461	3.05	0.002	0.005008 0.023083
_lunionr_1	0.06645	0.00161	41.15	0.000	0.063284 0.069614
_cons	2.03295	0.01139	178.43	0.000	2.010622 2.055283

임금함수의 추정 결과를 이용하여 2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 산정하기 위해서는 질병사망만인율(d_dthratem)와 사고사망만인율(a_dthratem)의 추정계수와 월 총급여(특별급여 포함)가 필요하다. 이때 월 총급여는 정액급여(기본급+통상적수당+기타수당) 및 초과급여 이외에도 연간 받는 특별급여를 매월로 나눈 값을 더하여 산정한다. 2019년의 월 총급여는 372.0만원으로 산정되는데, 이를 소비자물가지수로 보정하여 2020년 물가 수준으로 산정하면 373.8만원(=372.0만원×105.4/104.9)이다.

따라서 사망만인율 한 단위의 임금 변화 효과는 다음 식에 의해서 산정된다.

사망만인율 한 단위의 월 임금 변화 효과

$$= \text{사망만인율의 추정계수} \times \text{월 총급여액}$$

강건한 표준오차의 가중최소자승 회귀모형(WLS)의 추정 결과에서 질

병사망만인율(d_dthratem)의 추정계수는 0.00227이고, 사고사망만인율(a_dthratem)의 추정계수는 0.00784이다.

이와 같은 방식으로 질병사망만인율 및 사고사망만인율 한 단위 증가를 의미하는 한계 보상 급여액은 각각 월 기준 8,469원 및 29,292원이며, 연 기준으로는 각각 101,625원 및 351,509원이다. 이로부터 근로자의 통계적생명가치(VSL)는 연간 보상 급여를 사망위험률의 변화 즉, $1/10,000$ 을 나누어서 환산한다. 그 결과 2019년 근로자의 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 10.16억원(2020년 기준)이고, 근로자의 사고질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 35.15억원(2020년 기준)이다.

〈표 III-22〉 2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL) 산정

연도	변수명	추정계수	월급여 (2020년 기준)	한계 보상급여 산정		VSL (백만원, 2020년 기준)
				월 기준 (원/월)	연 기준 (원/년)	
2019 년	d_dthratem	0.00227	373.8	8,469	101,625	1,016
	a_dthratem	0.00784	373.8	29,292	351,509	3,515

2019년 근로자의 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)의 95% 신뢰구간은 7.59 ~ 12.74억원으로 산정되고, 근로자의 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)의 95% 신뢰구간은 10.99 ~ 59.31억원으로 추정된다.

〈표 III-23〉 2019년 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL)

연도	위험 종류	통계적생명가치(VSL) (백만원, 2020년)		
		추정치	95% 하한	95% 상한
2019년	질병 사망	1,016	759	1,274
	사고 사망	3,515	1,099	5,931

(5) 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL) 종합

본 연구에서 분석된 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)를 신영철 등(2021)에서 분석된 2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL)인 27.31억원(95% 신뢰구간 26.10 ~ 28.52억원)과의 비교를 위해 다음 <표 III-24>에 정리한다. 2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL)는 질병 또는 사고로 사망할 위험을 모두 포함한 경우에서 도출된 추정치이다.

<표 III-24> 2019년 근로자의 사망 및 사망특성별 통계적생명가치(VSL)

구분	통계적생명가치(VSL)(백만원, 2020년)		
	추정치	95% 하한	95% 상한
사망	2,731	2,610	2,852
질병사망	1,016	759	1,274
사고사망	3,515	1,099	5,931

2019년 근로자 통계적생명가치(VSL) 대비 사망특성별 통계적생명가치(VSL)의 배율을 구하면, 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 0.372 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 1.287이다. 즉, 근로자의 질병사망 관련 통계적생명가치는 근로자 통계적생명가치(VSL)의 37.2% 수준이고, 근로자의 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 근로자 통계적생명가치(VSL)의 128.7% 수준이다. 따라서 근로자의 사망위험을 질병 사망위험 및 사고 사망위험으로 구분할 수 있다면, 사망 특성별로 추정된 통계적생명가치(VSL)를 적용해야 함을 알 수 있다. 왜냐하면, 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)와 사고사망 관련 통계적생명가치는 약 3.5배의 차이가 있기 때문이다. 이러한 차이는 95% 신뢰구간에서는 하한값의 경우는 1.4배 수준이고, 상한값의 경우는 4.7배 수준이다.

〈표 III-25〉 2019년 근로자의 VLS 대비 사망특성별 VSL의 배율

구분	사망 VSL 추정치 대비 배율		
	추정치	95% 하한	95% 상한
사망 VSL	1.000	1.000	1.000
질병사망 VSL	0.372	0.291	0.447
사고사망 VSL	1.287	0.421	2.080

한편 신영철 등(2021)에서 추정하여 제시한 최근 5년간(2015년~2019년) 근로자 통계적생명가치(VSL)의 이동평균은 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63 ~ 17.21억원)이다.

〈표 III-26〉 2015~2019년 근로자의 통계적생명가치(VSL)

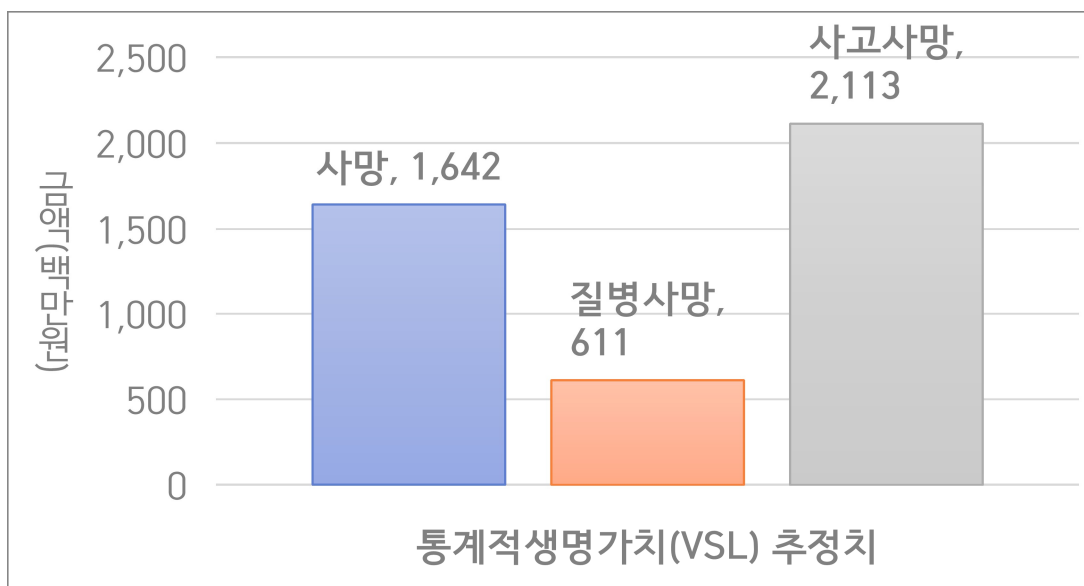
구분	통계적생명가치(VSL)(백만원, 2020년)		
	추정치	95% 하한	95% 상한
사망	1,642	1,563	1,721

최근 5년간 근로자 통계적생명가치(VSL)의 이동평균값에 대해 2019년 자료를 분석하여 파악한 근로자 통계적생명가치(VSL)와 근로자의 사망특성별 통계적생명가치(VSL)의 배율 정보를 적용한다. 그 결과 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 6.11억원(95% 신뢰구간 4.54 ~ 7.68억원)이고, 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 21.13억원(95% 신뢰구간 6.58 ~ 35.78억원)이 산정된다.

〈표 Ⅲ-27〉 2012~2019년 질병사망 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 산정

구분	통계적생명가치(VSL)(백만원, 2020년)		
	추정치	95% 하한	95% 상한
사망	1,642	1,563	1,721
질병사망	611	454	768
사고사망	2,113	658	3,578

신영철 등(2021)에서 산업안전보건법 규제영향분석에서 사망 위험의 감소 편익을 측정하기 위한 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 16.42억원(95% 신뢰 구간 15.63 ~ 17.21억원)으로 이용하도록 제안하였다. 본 연구에서 추정한 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 2019년에 한정하여 추정된 결과이므로, 향후 다년도 분석 등을 통해 추정치의 안정성이 확인되면 산업안전보건법 규제영향분석 특히, 화학물질 규제의 건강 편익 분석에 활용되었으면 한다.



[그림 Ⅲ-2] 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL)

4) 질병의 사회경제적 비용을 이용한 근로자의 건강 편익 검토⁵⁾

본 연구에서는 질병의 사회경제적 비용을 검토하기 위해 국민건강보험 건강보험정책연구원(2017)의 『건강보장정책 수립을 위한 중요 질병의 사회경제적 비용 분석』을 검토한다. 이 보고서에서 질병의 사회경제적 비용을 의료비용법(cost of illness, COI)에 근거하여 직접비와 간접비로 구분하여 분석하였다.

직접비에는 환자가 질병 치료를 위해 의료기관의 입원 및 외래방문, 그리고 약국을 이용하면서 지출하는 진료비인 직접의료비와 환자가 질병 치료를 위해 의료기관 등을 이용할 때 발생하는 부대비용인 직접비의료비가 있다. 즉, 직접비의료비에는 입원환자의 간병에 소요되는 비용과 입원 및 외래방문 시 환자본인과 가족이 지출하는 교통비를 포함된다.

간접비는 질병으로 인해 조기사망하는 경우 발생하는 미래소득 손실액과 질병 치료를 위해 의료기관 방문 시 직장에 결근함으로써 발생하는 생산성 손실액을 포함한다. 비용항목별 구체적인 실제 분석에 이용한 비용 항목별 세부 변수 및 자료원(발간기관) 자료는 다음 표에 정리되어 있다.

〈표 III-28〉 연구에 이용하는 비용항목별 세부 변수 및 자료원

구분	항 목	세부 변수	자료원(발간기관)
직 접 비	직접 의료비	급여 부문	건강보험 빅데이터 (국민건강보험공단), 질병별 및 사회경제적요인별 의료비 규모 추정 연구 (국민건강보험공단), 건강보험환자 진료비 실태조사 (국민건강보험공단)
	비급여 부문	성·연령·질병별 입원·외래·약국 부문의 총진료비, 질병군별 입원·외래·약국 부문의 총진료비 대비 비급여본인부담금 비율	

5) 이 절은 신영철 등(2018)에서 국민건강보험 건강보험정책연구원(2017)의 74~82쪽을 인용한 내용을 필요한 부분에 대해 재정리하였다. 자세한 내용은 국민건강보험 건강보험정책연구원(2017)을 참조할 수 있다.

구분		항 목	세부 변수	자료원(발간기관)
	직접 비의료비	간병비	성·연령·질병별 입원일수, 간병인 이용률, 일평균 간병비	건강보험 빅데이터 (국민건강보험공단), 한국의료패널조사 (국민건강보험공단·한국보건사회연 구원), 소비자물가조사(통계청) 간병인협회 자료
		교통비	성·연령·질병별 입원 및 외래방문일수, 평균왕복교통비	
간 접 비	조기사망에 따른 미래소득 손실액		성·연령·질병별 사망자수, 생존율, 고용률, 연평균임금, 명목임금상승률, 명목이자율(할인율),	사망원인통계(통계청), 생명표(통계청), 경제활동인구연보(통계청), 고용형태별근로실태조사 (고용노동부), 거시지표 장기재정전망 보고서 (한국개발연구원)
	의료이용에 따른 생산성 손실액		성·연령·질병별 입원일수 및 외래방문일수, 고용률, 일평균임금	건강보험 빅데이터 (국민건강보험공단), 경제활동인구연보(통계청), 고용형태별근로실태조사(고용노동 부)

출처: 국민건강보험 건강보험정책연구원(2017), 75쪽

직접비 중 직접의료비의 경우 건강보험 빅데이터를 이용하여 분석한 건강보험 및 의료급여 환자의 성·연령·질병별 입원·외래·약국 부문의 총진료비 자료를 이용하였고, 총진료비는 급여비(이하 보험자부담금)와 법이 정한 환자본인 부담금(이하 환자본인부담금)의 합으로 구성된다. 그러나 한편으로 건강보험 제도권에서 급여하지 않는 비급여 항목에 대해서는 건강보험 빅데이터를 통해 그 규모를 파악할 수 없다는 제한점이 있다. 2015년 기준 건강보험 비급여본인부담률 산정을 위해 이옥희 등(2016) 및 서남규 등(2013) 등을 이용하였다.

직접비 중 직접비의료비 즉, 간병비와 교통비 산출을 위해서는 성·연령·질병

별 입원 및 외래방문일수 자료를 건강보험 빅데이터를 분석하여 이용하였다.

간병비는 질병 치료를 위한 의료기관 입원 시 전문 간병인의 인건비 또는 보호자가 직접 돌볼 경우 해당 시간에 대한 보호자의 기회비용으로 볼 수 있다. 따라서 간병비는 건강보험 빅데이터를 이용하여 중요 질병군별 입원일수를 산출하고, 여기에 연도별 입원 시 간병인 이용률, 일평균 간병인 인건비를 곱하는 방식으로 간병비를 추정하였다.

교통비는 중요 질병군별 의료기관 입원 및 외래방문일수에 입원 및 외래방문 1회에 소요되는 평균왕복교통비를 곱하여 추정하였다. 한국의료패널 원시자료 분석을 통해 2008~2013년의 입원 및 외래 방문 1회 시의 평균왕복교통비를 분석하여 이용하였다.

간접비 중 조기사망에 따른 미래소득 손실액은 중요 질병군별 사망자 수에, 사망 다음 해부터 평균 수명까지의 기간에 대한 1인당 인적손실액을 산출하여 곱하는 방식으로 추정하였다. 이에 이 연구에서는 통계청 사망원인통계 원시자료를 확보하여 성·연령·질병별 사망자 수를 산출하였다. 또한 사망 다음 해부터 평균 수명까지 발생하는 총소득, 즉 1인당 인적손실액은 사망 다음 해부터 평균 수명까지의 매해 통계청 생명표의 생존율, 경제활동인구연보의 고용률, 고용노동부 고용형태별근로실태조사의 연평균 명목임금, 한국개발연구원 거시지표 장기재정전망의 명목임금 상승률 및 명목이자율⁶⁾(할인율) 등의 자료를 이용하여 분석하였다. (국민건강보험 건강보험정책연구원, 2017)

질병 치료를 위해 의료기관을 방문할 경우 직장에 결근함으로써 발생하는 생산성 손실액은 건강보험 빅데이터를 이용하여 중요 질병군의 입원 및 외래방문일수를 산출하고, 이에 경제활동인구연보의 고용률, 고용형태별근로실태조사 보고서에서의 일평균 임금 자료를 곱하는 방식으로 추정하였다. 이때, 외래를 이용한 경우와 입원한 경우의 생산성 손실 차이를 보정하기 위해 입원 1일과 외래 3일의 비생산 양(시간)이 동일하다는 전제 하에 외래일수의 1/3

6) 한국개발연구원의 장기재정전망 자료는 국가재정법 제7조 제2항 2호에 의거 중장기 재정건전성 관리를 위해 중요 분야별 장기 수입 및 지출 규모 등을 전망하여 국가재정운용계획에 반영하기 위해 정부차원에서 실시한 작업이다.

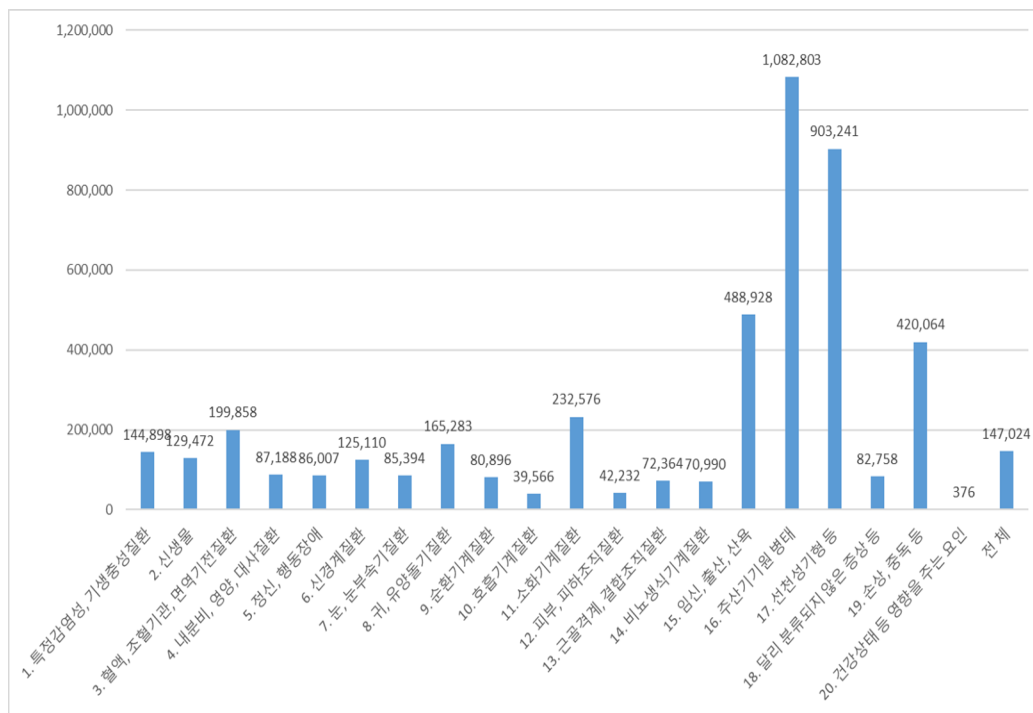
을 입원일수와 합하여 비생산일수를 산출하였다.

그 결과 2006년부터 2015년까지의 10년간 20대 대분류 질병군의 1인당 평균 사회경제적 비용을 소비자물가지수를 고려하여 2020년 기준으로 산정하여 비용 항목별로 구분하면 다음 표와 같다. 1인당 평균 사회경제적 비용은 37.6만원 ~ 10억 8,280만원이지만, 비용 항목 중에서 조기사망에 의한 손실액이 대부분의 비용을 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

〈표 III-29〉 20대 대분류 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준 환산, 천원)

20대 대분류 질병군	직접비			간접비		사회경제적 비용 합계
	의료비	간병비	교통비	조기사망에 의한 손실액	의료비용 에 의한 생산성 손실액	
1. 특정감염성, 기생충성질환	152	14	8	144,668	55	144,898
2. 신생물	1,887	172	67	127,048	297	129,472
3. 혈액, 조혈기관, 면역기전질환	410	14	9	199,368	57	199,858
4. 내분비, 영양, 대사질환	438	33	20	86,550	147	87,188
5. 정신, 행동장애	1,084	605	223	83,030	1,065	86,007
6. 신경계질환	538	118	47	124,213	194	125,110
7. 눈, 눈부속기질환	116	2	4	85,234	38	85,394
8. 귀, 유양돌기질환	120	5	7	165,102	49	165,283
9. 순환기계질환	813	105	47	79,724	207	80,896
10. 호흡기계질환	102	7	7	39,404	46	39,566
11. 소화기계질환	182	7	7	232,314	67	232,576
12. 피부, 피하조직질환	90	3	6	42,074	59	42,232
13. 근골격계,	291	23	17	71,905	128	72,364

결합조직질환						
14. 비노생식기계질환	347	16	11	70,528	88	70,990
15. 임신, 출산, 산욕	1,033	136	50	487,487	222	488,928
16. 주산기지원 병태	978	148	54	1,081,622	1	1,082,803
17. 선천성기형 등	984	70	29	902,095	64	903,241
18. 달리 분류되지 않은 증상 등	139	7	5	82,566	40	82,758
19. 손상, 중독 등	241	40	19	419,635	129	420,064
20. 건강상태 등 영향을 주는 요인	259	30	15	0	71	376
전 체	1,332	147	81	144,960	505	147,024



[그림 III-3] 20대 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준, 천원)

20대 대분류 질병군의 사회경제적 비용은 일반 국민을 대상으로 한 산정 결과이므로, 근로자의 질병 위험 감소의 편익 평가에 적용할 수 있다. 하지만 일반적으로 일반 국민과는 다른 근로자의 질병 특성으로 일반 국민으로부터 도출된 질병군의 사회경제적 비용이 과소평가될 여지도 있다고 생각할 수 있다. 따라서 산업재해 급여 등과 같이 근로자의 질병과 직접적으로 관련되는 비용과 비교하여, 적절성을 검토한 뒤에 적용하는 과정이 필요하다.

또한 사망 위험과 질병 위험을 구분할 수 있는 경우에는 조기사망에 의한 손실액을 포함한 질병의 사회경제적 비용을 적용할 수도 있지만, 사망 위험 관련해서는 국민건강보험 건강보험정책평가연구원(2017)이 이용하고 있는 인적자본접근법(HCA, human capital approach)에 의한 조기사망에 의한 손실액보다는 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 이용하는 방법이 적절하다고 볼 수 있다. 따라서 사망 위험과 질병 위험을 구분할 수 있을 때는 질병군의 사회경제적 비용에 제시된 비용에서 조기사망에 의한 손실액을 제외한 질병군의 사회경제적 비용을 질병 위험 감소 편익 산정에 적용하는 방법을 이용할 수 있다.

한편 현재 제시된 20대 대분류 질병군의 분류보다도 세분화된 질병군별 사회경제성 비용을 이용하고자 하는 경우는 본 보고서의 부록에 제시하고 있는 298개 중분류에 의한 질병군의 사회경제성 비용(국민건강보험 건강보험정책연구원, 2017)을 소비자물가지수를 이용하여 2020년 기준으로 산정한 비용을 이용할 수 있다.

5) 산업재해 급여 정보를 이용한 근로자의 건강 편익 산정

산업재해 급여의 연도별 현황은 산업재해 수급자의 수와 산업재해 급여 총액과 더불어 급여종류별로도 수급자의 수와 급여 총액 정보를 제공하고 있다. 2017년 산업재해 수급자수는 약 28.4만명에서 증가하여 2019년에는 약 32.0만명 수준에 이르고 있다. 한편 산업재해 급여 총액도 2017년 약 4.44조원에서 증가하여 2019년에는 약 5.53조로 증가하고 있다.

산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 건강 편익 산정에서 산업재해 급여 현황 자료로부터 산업재해 1인당 급여액을 산정하여 산업재해의 직접 손실비용으로 고려하였다. 또한 산업재해 1인당 급여액과 하인리히 방식 등을 적용한 편익 산정 방식이 산업안전보건법 화학물질 규제의 편익 산정에 오랫동안 이용되었다.

산업재해 급여는 산재 발생 이후 지급되는 급여로 사후적 보상의 성격을 가지고 있기에, 사전적 산재 위험(즉, 사망 위험 및 사망 제외 재해 위험) 감소를 목표로 하는 산업안전보건법 화학물질 규제의 편익 산정에 그대로 적용하기는 어렵다. 하지만 사망 제외 재해의 경우 산업재해 급여는 의료비 및 임금 상실 등을 포함하고 있기에, 의료비용법에 의한 산업재해 비용이라고 파악할 수 있다. 또한 사망 재해의 경우 산업재해 급여는 재해 당시 소득 수준과 연계되어 지급되기 때문에, 인적자원 접근에 의한 사망 관련 손실비용과 연관성을 갖는다. 따라서 산업재해 급여 현황 자료로부터 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 건강 편익 산정에 활용할 수 있는 방안을 검토한다.

우선, 산업재해 급여 현황으로부터 산정되는 1인당 급여액을 사망 및 사망 제외 재해로 구분하여 분석하고자 한다. 왜냐하면 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 국내외 동향에서 언급되었듯이, 건강 편익 중 사망 감소로 인한 편익과 질병 감소로 인한 편익의 차이가 매우 크게 나타나기 때문이다.

〈표 Ⅲ-30〉 산업재해 급여종류별 연도별 현황

급여종류별		2017		2018		2019	
		수급자 수 (명)	금액 (백만원)	수급자 수 (명)	금액 (백만원)	수급자 수 (명)	금액 (백만원)
총계		283,514	4,436,038	297,239	5,033,901	320,184	5,529,360
요양급여		195,407	843,741	207,456	1,015,138	225,665	1,085,076
휴업급여		110,979	921,179	125,162	1,107,405	137,309	1,319,085
상병보상연금		4,400	152,640	4,192	154,101	3,943	148,720
장해 급여	소계	93,407	1,832,568	96,493	1,998,758	101,942	2,157,725
	일시금	31,334	494,310	33,467	557,839	38,097	636,432
	연금	62,098	1,338,258	63,060	1,440,918	63,875	1,521,293
유족 급여	소계	27,272	589,255	28,842	656,225	30,328	710,174
	일시금	1,003	108,999	1,190	122,974	1,145	123,639
	연금	26,702	480,256	28,237	533,251	29,714	586,535
장의비		2,218	27,751	2,565	32,268	2,470	31,838
유족특별급여		0	0	1	212	0	0
간병급여		5,383	54,897	5,365	54,966	5,273	53,633
직업재활급여		3,088	14,007	3,042	14,828	3,688	23,108

2017년~2019년 산업재해 급여액을 2020년 기준 금액으로 산정하기 위하여 소비자물가지수를 이용하여 조정 계수를 산정하면, 다음 〈표 Ⅲ-31〉과 같다. 예컨대, 2017년의 산업재해 급여액에 소비자물가지수를 이용해 산정된 조정계수 1.0241를 곱하여, 2020년 금액으로 산정할 수 있다.

〈표 Ⅲ-31〉 소비자물가지수 및 2020년 기준 산정을 위한 조정계수

구분	2017	2018	2019	2020
소비자물가지수	97.645	99.086	99.466	100
2020년 기준 산정을 위한 조정계수	1.0241	1.0092	1.0054	1.0000

해당 연도의 명목금액으로 정리된 산업재해 급여액 현황을 소비자물가지수를 활용하여 2020년 기준 금액으로 산정한 뒤, 1인당 산재급여액, 1인당 사망 산재급여액 및 1인당 사망 제외 산재급여액으로 산정하였다.

이때 1인당 산업재해 급여액은 산재급여액 총액을 산재 수급자 수로 나누어 계산된다. 3년 동안(2017~2019년)의 1인당 산업재해 급여액 평균은 2020년 기준 금액으로 1,683만원이었다.

$$1인당 산업재해 급여액 = \frac{\text{산업재해 급여 총액}}{\text{산업재해 총 수급자 수}}$$

한편 1인당 사망 산재급여액은 사망으로 인한 유족급여 중 일시금과 유족특별급여를 합산하여 해당 수급자 수로 나누어 계산한 금액에 1인당 장의비를 합산하여 산정하였다. 유족급여 중 연금의 경우는 일정 기간 지불되는 방식이기에 특정 연도의 중간에 수급 자격이 끝나는 경우 또는 특정 연도에 연금이 어느 정도 진행되었는지가 1인당 유족급여 중 연금총액에 영향을 주기 때문에, 1인당 사망 산재급여액 산정에서 제외하고 산정하였다. 3년 동안(2017~2019년)의 1인당 사망 산업재해 급여액 평균은 2020년 기준 금액으로 1억 2,090만원이었다.

1인당 사망 산업재해 급여액

$$= \frac{\text{유족급여 중 일시금} + \text{유족특별급여}}{\text{유족급여 중 일시금 및 유족특별급여 수급자 수}} + \frac{\text{장의비}}{\text{장의비 수급자 수}}$$

1인당 사망 제외 산재급여액은 산업재해 급여 총액에서 사망 관련 급여액(즉, 사망과 관련된 유족급여(일시금 또는 연금), 유족특별급여 및 장의비)를 제외한 금액을 산업재해 수급자 수에서 사망 관련 수급자수(즉, 유족급여 수급자 수와 유족급여특별급여 수급자 수의 합)를 제외한 값으로 나누어 산정하

였다. 이때 장의비 수급자 수를 산정 방식의 분모에 포함하지 않은 이유는 장의비는 유족급여 또는 유족특별급여를 받는 수급자 중의 일부라고 판단하였기 때문이다. 3년 동안(2017~2019년)의 1인당 사망 제외 산업재해 급여액 평균은 2020년 기준 금액으로 1,607만원이었다.

1인당 사망 제외 산업재해 급여

$$= \frac{\text{산업재해 급여 총액} - \text{사망 관련 급여액}}{\text{산업재해 총수급자 수} - \text{사망 관련 수급자 수}}$$

여기서, 사망관련 급여액 = 사망과 관련된 유족급여+유족특별급여+장의비이고, 사망 관련 수급자 수 = 유족급여 수급자 수 + 유족특별급여 수급자 수이다.

〈표 III-32〉 산업재해의 1인당 사망 산재급여액 및 사망 제외 산재 급여액

구분	2017	2018	2019	평균
1인당 산재 급여액 (원/인)	16,023,992	17,091,753	17,362,033	16,825,926
1인당 사망 산재 급여액(원/인)	124,107,197	117,081,525	121,520,949	120,903,224
1인당 사망 제외 산재 급여액(원/인)	15,263,458	16,338,833	16,604,965	16,069,085

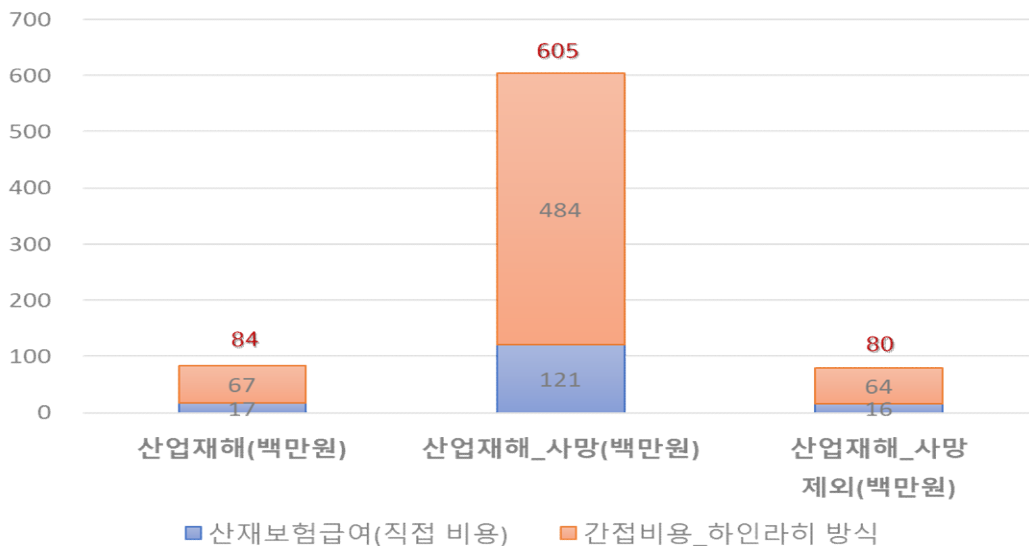
이제 1인당 산재 급여액, 1인당 사망 산재 급여액 및 1인당 사망 제외 산재 급여액을 산업재해의 직접비용으로 고려하고, 하인리히 방식에 따라 직접비용의 4배를 산업재해의 간접비용으로 반영한다. 그 결과 1인당 산업재해 총비용은 8,400만원이고, 1인당 사망 산업재해 총비용은 6.05억원, 1인당 사망 제외 산업재해 총비용은 8,000만원으로 산정된다.

이는 1인당 산업재해 총비용을 기준으로 1인당 사망 산업재해 총비용은 7.19배이고, 1인당 사망 제외 산업재해 총비용은 0.96배이다. 즉, 1인당 사

망 제외 산업재해 총비용은 1인당 산업재해 총비용과 크게 차이가 나지 않지만, 1인당 사망 산업재해 총비용은 매우 큰 차이를 보여준다. 따라서 산업재해 비용에 근거한 방식으로 산업재해의 총비용을 산정하는 경우에도 사망과 사망 제외 산업재해를 구분해서 평가할 필요가 있음을 의미한다. 왜냐하면 1인당 사망 산업재해 총비용을 1인당 산업재해 총비용으로 평가하는 경우는 사망 산업재해 총비용을 크게 과소평가하기 때문이다.

〈표 Ⅲ-33〉 산업재해 급여액을 이용한 산업재해 총비용 산정

구분	산재보험 급여 (직접비용) (a)	간접비용 (하인라히 방식) (b)	산업재해 총비용 (c=a+b)	산업재해 대배 배율 (배)
산업재해 (백만원/인)	17	67	84 (c_1)	1.00 ($\frac{c_1}{c_1}$)
사망 산업재해 (백만원/인)	121	484	605 (c_2)	7.19 ($\frac{c_2}{c_1}$)
사망 제외 산업재해 (백만원/인)	16	64	80 (c_3)	0.96 ($\frac{c_3}{c_1}$)



[그림 Ⅲ-4] 산업재해 급여에 의한 사망 및 사망 제외 재해의 손실비용

6) 산업재해 급여 및 질병의 사회경제적 비용 결합한 근로자의 건강 편익 산정

앞서 소개된 질병의 사회경제적 비용과 산업재해 급여를 이용하여 산정한 산업재해의 총비용 정보를 결합하여, 근로자의 건강 편익을 산정하고자 한다.

산업재해 급여 정보를 이용한 근로자의 건강 편익은 산업재해에 대한 급여액을 직접비용으로 파악하고, 하인리히 방식에 의해 직접비용의 4배를 간접비용으로 인정하였다. 이렇게 산정된 산업재해(사망 또는 질병)의 직접비용과 간접비용의 합으로 총비용을 산정하였다. 이렇게 산정된 산업재해 수급자 1인당 총비용은 8,400만원인데, 여기에는 질병뿐만 아니라 사망 관련 비용까지 포함된 것이다.

한편 질병의 조기사망 손실액을 포함한 사회경제적 비용은 1인당 1억 4,702만원이다. 이 질병의 사회경제적 비용은 사망을 포함한 질병의 사회경제적 비용이기 때문에, 고려하는 건강 영향의 비용의 범위를 고려할 때 산업재해 1인당 총비용과 다르지 않다고 볼 수 있다. 단지 산업재해 1인당 총비용은 근로자에 한정되어 발생하는 산업재해로 인한 사망을 포함한 질병의 총비용이다.

〈표 Ⅲ-34〉 질병의 사회경제적 비용(2020년 기준, 백만원)

직접비				간접비			사회경제적 비용 합계
의료비	간병비	교통비	소계	조기사망에 의한 손실액	의료비용에 의한 생산성 손실액	소계	
1,332	147	81	1,560	144,960	505	145,465	147,024

산업재해 급여를 이용해 산정한 산업재해 수급자 1인당 총비용 8,400만원과 1인당 질병의 사회경제적 비용 1억 4,400만원을 비교하면, 질병의 사회경

제적 비용이 산업재해 급여를 이용해 산정한 총비용보다 1.75배 큰 값이다. 따라서 산업재해 급여 정보를 이용해 산정한 산업재해 수급자 1인당 총비용은 질병의 사회경제적 비용을 고려할 때 과소평가되고 있다고 해석할 수 있다.

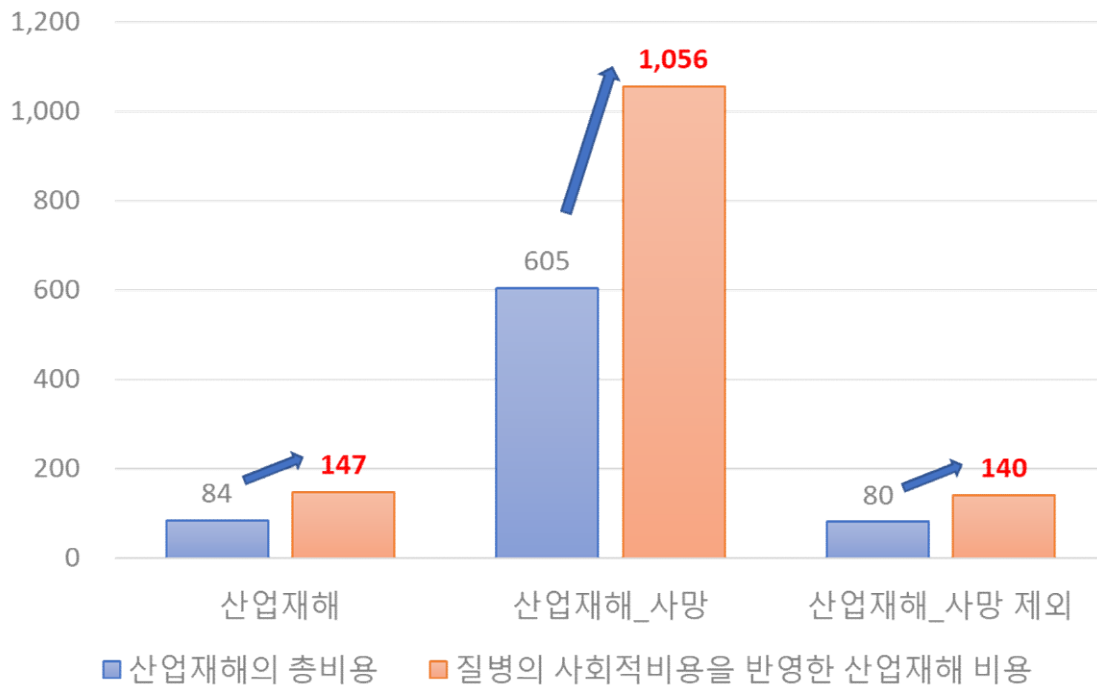
〈표 III-35〉 질병의 사회경제적 비용 대비 산업재해 급여 산정 비용의 비교

구분	산업재해 급여 이용 산정 비용 (a)	질병의 사회적비용 (b)	질병의 사회경제적비용의 산업재해 급여 이용 산정 비용 대비 배율 (b/a)
산업재해 비용(백만원)	84	147	1.75

산업재해 1인당 총비용 대비 질병의 사회경제적 비용의 배율 1.75를 앞서 산정된 산업재해별 총비용에 곱하여, 질병의 사회경제적 비용을 반영한 산업재해 1인당 총비용을 산정한다. 그 결과 산업재해 수급자 1인당 총비용은 8,400만원에서 1억 4,700만원으로 증가한다. 또한, 사망 산업재해 수급자 1인당 총비용은 6억 500만원에서 10억 5,600만원으로 증가하고, 사망 제외 산업재해 수급자 1인당 총비용은 8,000만원에서 1억 4,000만원으로 증가한다.

〈표 III-36〉 질병의 사회경제적 비용을 반영한 산업재해 총비용의 재산정

구분	산업재해	산업재해_사망	산업재해_사망 제외
산업재해의 (총)비용 (백만원/인)	84	605	80
산업재해 비용의 질병의 사회적비용 대비 배율 (배)	1.75	1.75	1.75
질병의 사회적비용을 반영한 산업재해 비용 (백만원/인)	147	1,056	140



[그림 Ⅲ-5] 질환의 사회경제적 비용을 반영한 산업재해 급여에 의한 손실비용

결과적으로 산업재해 급여 정보를 이용해 산정한 산업재해 1인당 총비용의 과소평가를 질병의 사회경제적 비용 정보를 이용해 보정하면, 앞서 산정된 산업재해 1인당 총비용을 1.75배 증가시킨 금액으로 평가해야 한다.

7) 근로자의 건강 개선 편익 종합

근로자의 건강 개선 편익을 산정하기 위하여 근로자의 사망 특성별 통계적 생명가치(VSL)를 추정하고, 질병의 사회경제적 비용을 근로자의 건강 편익으로 검토하였다. 또한 산업재해 급여 정보 및 질병의 사회경제적 비용을 고려한 근로자의 건강 편익을 산정하였다.

그 결과 얻어진 근로자의 사망 위험 감소와 관련된 건강 편익 정보는 우선, 신영철 등(2021)에서 추정한 근로자의 통계적생명가치(VSL) 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63억원 ~ 17.21억원)이 있다. 또한 본 연구에서 추정한 근로자의 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 6.11억원(95% 신뢰구간 4.54억원 ~ 7.68억원)과 근로자의 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 21.13억원(95% 신뢰구간 6.58억원 ~ 35.78억원)이 있다.

근로자의 질병 위험 감소와 관련된 건강 편익 정보는 건강보험정책연구원(2017)의 정보를 2020년 기준으로 산정한 20대 대분류 질병군별 사회경제적 비용과 298개 중분류 질병군별 사회경제적 비용이 있다. 질병군별 사회경제적 비용에는 조기사망 손실액이 포함되고 있지만, 필요에 따라 조기사망 손실액을 제외한 질병군별 사회경제적 비용을 이용할 수 있다. 하지만 정확한 질병을 특정할 수 있는 경우가 아니라면, 매우 세분된 질병의 사회경제적 비용을 적용하는 방식이 적절하지 않을 수 있다.

산업재해 급여 정보와 하인리히 방식을 적용하여, 산업재해 1인당 총비용 8,400만원과 함께 사망 산업재해 1인당 총비용 6.05억원 및 사망 제외 산업재해 1인당 총비용 8,000만원을 산정하였다. 또한, 산업재해 급여 정보를 활용한 산업재해 1인당 총비용을 질병의 사회경제적 비용과 연계하여, 산업재해 1인당 총비용 1억 4,700만원과 함께 사망 산업재해 1인당 총비용 10억 5,600만원 및 사망 제외 산업재해 1인당 총비용 1억 4,000만원으로 재산정하였다.

이상의 근로자의 건강 편익 정보는 화학물질 규제 관련해서 파악할 수 있는 건강 영향 정보와 수준에 맞춰 우선순위를 정해서 적용할 수 있다. 우선,

근로자의 건강 영향이 사망 위험과 질병 위험으로 구분하여 영향을 계량화할 수 있다면, 사망 위험에 대해서는 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 가장 우선하여 적용하여야 한다. 마찬가지로 근로자의 사망 위험이 질병 사망 위험 또는 사고 사망 위험으로 구분되는 상황이라면, 근로자의 질병 사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 근로자의 사고 사망 관련 통계적생명가치(VSL)을 우선 적용할 고려할 수 있다. 하지만 근로자의 사망 특성별 통계적생명가치(VSL)는 향후 다년간 결과로부터의 추정치의 안정성이 확보된 뒤 분석에 이용하였으면 한다.

근로자의 질병 위험에 대해서는 특정한 질병으로 확인되는 경우에는 20대 대분류(또는 298개 중분류) 질병의 사회경제적 비용에서 조기사망 비용을 제외한 비용의 적용을 우선 검토하였으면 한다. 하지만 특정한 질병으로 확인하기 어려운 경우라면 산업재해로 발생하는 질병 일반의 사회경제적 비용을 적용하는 방식도 이용될 수 있다. 이때 사망 제외 산업재해 1인당 총비용(즉, 사망 제외 산업재해 1인당 급여액에 하인리히 방식을 적용한 간접비용을 합산한 비용)도 근로자의 질병 위험 감소로 인한 편익의 하한값으로 고려할 수도 있다.

만약 근로자의 건강 영향이 사망과 질병을 구분해서 파악하기 어려운 경우라면, 질병의 조기사망 비용을 포함한 사회경제적 비용 또는 산업재해 1인당 총비용을 우선하여 적용한다.

한편 근로자의 건강 개선 편익 평가에서 민감도 분석 차원에서 사망위험 개선 관련 편익을 근로자의 통계적생명가치(VSL) 대신에 사망 산업재해 1인당 총비용 또는 질병의 사회경제적 비용을 반영한 사망 산업재해 1인당 총비용을 적용할 수 있다. 사회후생적 관점에서 질병의 사회경제적 비용을 반영한 사망 산업재해 1인당 총비용이 우선될 필요가 있고, 사망 위험 개선 관련 편익의 하한값으로 사망 산업재해 1인당 총비용도 고려될 수 있다.

3. 화학물질 규제의 비용 및 산정방식 정리

1) 규제의 비용 개요

화학물질의 규제로 인하여 다른 용도로 사용될 수 있는 자원을 사용하여 사회 구성원이 포기하는 가치를 화학물질 규제의 기회비용 혹은 줄여서 흔히 비용이라고 한다. 화학물질의 규제에 따른 통상적인 비용은 화학물질 규제에 의한 오염제어 비용이며, 주어진 관리를 위해 소요되는 자원의 기회비용(opportunity cost)을 의미한다. 여기에서의 비용은 실제 지출된 금액을 의미하는 것이 아니며 기회비용을 의미한다. 예컨대, 화학물질의 규제로 인한 추가적인 세금이나 이자는 비용에서 제외한다. 비록 세금과 이자가 회계적으로 발생하는 비용이긴 하지만, 국민경제 측면에서 진정한 기회비용이라 볼 수 없으므로 규제의 사회적 비용으로 취급되지 않는다. 따라서 화학물질 규제에 따른 사회적 비용이란 새로운 화학물질 규제로 인해 그 사회에서 발생하는 모든 기회비용의 총합으로 정의할 수 있다.

예를 들어, 산업안전보건법의 특정 화학물질을 사용 제한하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 이때 특정 화학물질의 사용 제한으로 특정 기준을 충족하기 위해 과거에는 필요하지 않던 운영비가 추가로 발생할 수 있다. 또는 해당 화학물질을 대체하는 화학물질을 사용하기 위해 새로운 시설 설치가 필요할 수도 있다. 특정 화학물질의 사용 제한으로 그 화학물질을 사용하던 기업들의 생산 비용의 증가로 제품의 가격이 상승할 수도 있다. 이러한 제품가격 상승은 해당 화학물질을 사용하던 제품 시장에서의 사회적 후생(즉, 소비자잉여와 생산자잉여의 합)을 감소시키게 된다.

다른 한편, 특정 화학물질의 사용이 제한되면서 새로운 화학물질의 개발 또는 사용이 촉진되어 새로운 시장이 형성될 수 있다. 이 경우에는 새로운 화학물질 개발 또는 사용으로 새로운 부가가치가 창출되기도 한다. 이와 같은 새

로운 시장 창출에 의한 사회적 후생의 증가는 특정 화학물질의 사용 제한 규제의 부(-)의 비용 또는 양(+의 편익이 된다.

이상과 같이 특정 화학물질의 사용 제한 규제에는 다양한 형태의 비용이 발생하는데, 그와 같은 모든 비용을 포함하는 것이 이상적이다. 그러나 현실적으로 화학물질 규제와 관련된 모든 비용을 제대로 파악하기 위해서는 상당한 자료와 상당한 시간이 소요되어야 한다. 따라서 시간 및 예산 제약을 고려하여 화학물질 규제에 따른 주요 비용을 먼저 파악하고, 그 주요 비용의 계량화에 초점을 맞추는 것이 필요하다.

2) 화학물질 규제의 비용 종류⁷⁾

앞의 예와 같이 화학물질의 규제에 따른 사회적 비용의 범위는 매우 넓다고 볼 수 있다. 화학물질의 규제에 따른 사회적 비용은 일반적으로 크게 직접비용(direct cost)과 간접비용(indirect cost)의 범주로 구분할 수 있다.

직접비용에는 준수비용(compliance cost), 정부 규제비용(government regulatory cost), 사회적 후생손실비용(social welfare loss), 이전비용(transitional cost)이 포함된다. 준수비용은 화학물질의 규제에 따라 새로운 시설의 설치 및 운영에 드는 비용으로, 화학물질 규제의 비용 중 가장 중요한 비용 항목이다. 정부 규제비용은 화학물질의 규제에 의해 발생하는 행정, 감시, 감독비용을 포함한다. 한편 사회적 후생손실비용은 화학물질의 규제에 따라 재화 및 서비스의 가격이 상승하거나 생산량이 감소하는 경우, 소비자 및 생산자 잉여 감소분을 의미한다. 이전비용은 화학물질의 규제로 야기되는 생산량의 감소에 따른 자원 수요의 감소 비용 및 잉여 자원의 재분배에 드는 비용이다. 화학물질의 규제에 따른 직접비용을 보완 설명하면 다음과 같다.

첫째, 준수비용은 화학물질 규제에 따른 사회적 비용 중 가장 중요한 비용

7) 이 절은 신영철 등(2017a, 2019)에서 환경부(2003)의 86~89쪽을 화학물질 규제와 관련해서 재정리한 내용을 본 연구에서 다시 재정리하였다.

이라고 할 수 있다. 여기에는 새로운 오염방지시설의 설치 및 운영에 드는 비용이나 새로운 생산요소 및 요소간 결합방법 변화에 의한 생산 및 공정의 변화로 인한 비용, 폐기물의 처리 및 재활용에 드는 비용 등을 포함한다.

둘째, 정부 규제비용은 새로운 정책의 도입으로 인해 발생하는 행정, 감시, 감독비용을 일컫는다. 특히, 오염물질 배출권거래제와 같은 경제적 유인 수단의 도입과 같은 인위적 시장창출 비용도 여기에 포함된다.

셋째, 사회적 후생손실비용은 화학물질 규제에 따라 재화 및 서비스의 가격이 오르거나 생산량이 감소할 때 발생하는 소비자 및 생산자 잉여의 감소분을 의미한다. 예컨대, 화학물질 규제에 의한 원가 상승에 따른 재화 및 서비스의 시장가격이 상승하는 경우에는 일반적으로 사회적 후생이 감소한다.

넷째, 이전비용은 화학물질 규제에 의해 야기되는 생산량의 감소에 따른 자원 수요의 감소에 따른 비용과 이러한 잉여 자원을 재배분할 때 드는 비용을 의미한다. 여기에는 실업, 기업판산, 타산업으로의 자원이동, 거래비용 및 생산과정 변동에 따른 조정비용 등이 포함된다.

화학물질 규제는 직접비용뿐만 아니라 생산성, 기술혁신, 시장구조 등의 변화와 관련된 다양한 비용을 유발한다. 이러한 비용을 화학물질 규제에 따른 간접비용이라고 한다. 특히 특정 화학물질 규제에 의하여 기업 혹은 산업의 기술개발 계획이 지연되거나 새로운 상품개발이 왜곡된다면, 화학물질 규제에 의한 간접비용이 크게 발생할 소지가 있다. 하지만 화학물질 규제에 의한 간접비용을 정확히 측정하기는 매우 어려운 작업이다. 일반적으로 화학물질 규제에 의한 간접비용 추정은 복잡한 경제모형의 적용을 통한 계량화 작업이 필요하다.

〈표 Ⅲ-37〉 화학물질의 규제에 따른 비용 유형

종류		내용
직접 비용	준수비용	• 화학물질의 지정·관리로 인한 자본비용 • 화학물질의 지정·관리로 인한 가동 및 유지비용
	정부규제비용	• 훈련 및 행정비용 • 감시 및 보고비용 • 감독 및 이행비용 • 허가비용
	사회적 후생손실비용	• 소비자 및 생산자 가격의 상승 • 규제대상 경제주체가 부담하게 될 법적/행정적 비용
	이전비용	• 실업 • 기업파산 • 타산업으로의 자원이동 • 거래비용 • 생산과정 변동에 따른 조정비용
간접비용		• 상품의 질, 생산성, 기술혁신, 시장 상황 등의 변화로 인한 부정적 영향

출처: 신영철 등(2017a), 113쪽

화학물질의 규제에 따른 간접비용에 포함되는 일반적 항목으로는 시장구조의 변화, 노동 및 자본생산성의 변화, 투자 의욕의 저하를 들 수 있다. 각 항목이 어떤 상황에서 발생하는지 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 시장구조의 변화이다. 특정 화학물질 규제로 대체비용을 감당하기 어려운 상황이 발생하는 경우, 시장에서 다수의 기업이 퇴출되면서 기업의 경쟁력에 변화가 생길 수 있게 된다. 이는 기업과 산업 전체의 공급곡선을 이동시키게 되면서, 다수 시장에서의 가격과 생산량에 영향을 미치게 될 것이다. 결국, 해당 시장에서의 소비자 및 생산자 잉여의 변화를 초래하여 비용을 발생시킨다고 할 수 있다.

둘째, 노동 및 자본생산성의 변화이다. 새로운 화학물질 규제는 노동 및 자본생산성을 감소시킬 수 있다. 예컨대, 화학물질 규제의 강화로 인한 환경관리의 추가 고용이 필요한데, 이들은 노동투입량 대비 생산량을 기준으로 한

생산성의 향상에 기여하지 못할 때 생산성의 저하로 이어지게 된다.

셋째, 투자 의욕의 저하를 들 수 있다. 화학물질 규제에 따른 준수비용의 추가적 지출로 인해 기술개발 관련 연구투자가 줄어들 가능성이 있다. 그로 인해 기술혁신 및 상품의 품질향상에 부정적 영향을 미칠 수 있다.

결국 화학물질 규제에 따른 사회적 비용 중 간접비용은 상품의 질, 생산성, 기술혁신, 시장 상황 등의 부정적 영향 관련 사회적 비용이다. 특정 화학물질 규제로 인하여 어떤 기업 또는 산업의 기술개발 및 상품개발 의욕이 저하하는 경우라면, 그 상황에서는 화학물질 규제로 인한 간접비용의 규모가 매우 클 수 있다. 하지만 환경영향의 비가역성 및 불확실성, 장기적으로 발생하는 사회적 비용, 규제 정책의 사회경제적 파급효과 등으로 이러한 간접비용의 정확한 추정은 매우 어려운 작업이다. 따라서 사회적 비용에 영향을 주는 여러 가지 요소들을 고려한 복잡한 경제모형을 통해 화학물질 규제의 간접비용을 계량화해야 하는 작업이 필요할 수도 있다.

화학물질 규제에 따른 사회적 비용을 추계할 때는 사회적 할인율의 적용, 사회적 비용 계량화의 어려움, 민감도 분석 필요성, 시장 파급효과의 일정 수준 단순화 필요성을 고려할 필요가 있다.

첫째, 사회적 할인(discounting)의 적용이 중요하다. 화학물질 규제에 따라 발생하는 사회적 비용을 고려한 비용편익분석을 할 때, 적절한 사회적 할인율을 적용하여야 한다. 특히 화학물질 규제의 효과가 나타나기 전의 기간이 상당할 때는 전체적인 분석 기간이 길어지게 된다. 이때 기존 분석보다 연장된 분석 기간에서 적용할 사회적 할인율의 적절성을 검토할 필요가 있다.

둘째, 사회적 비용의 계량화에 따르는 어려움을 고려해야 한다. 비가역적 영향, 장기적으로 발생하는 사회적 비용, 지역사회에 대한 사회경제적 파급효과 등은 구체적으로 계량화하기 어려울 수 있으므로, 이를 고려하여 비용분석을 할 필요가 있다.

셋째, 민감도 분석(sensitivity analysis)을 시행할 필요가 있다. 사회적 비용분석에 따른 추정치에는 불확실성이 내재하고 있기에, 사용된 자료와 모형

의 특성 및 한계에 따라 상당한 정도의 불확실성이 불가피할 수 있다. 이러한 불확실성하에서 민감도 분석으로 자료와 모형의 설명력을 검증할 수 있다.

넷째, 화학물질 규제에 의한 시장의 파급효과를 일정 수준에서 단순화시킬 필요가 있다. 특정 화학물질 규제의 간접효과는 매우 다양할 수 있으며, 일반 균형분석에 의하면 수많은 시장에 직간접적 영향을 주는 것이 사실이다. 이때 계량화를 위해서는 그 파급효과를 일정한 수준에서 단순화시키는 작업이 불가피하다. 이는 일반균형분석이 기반하고 있는 가정에 의해 실제보다 파급 효과가 과대평가될 가능성이 있기 때문이다.

3) 규제의 사회적 비용 산정방식⁸⁾

화학물질의 규제에 따른 직접비용 및 간접비용을 추정하는 주요 방법에는 직접준수비용 접근법, 부분균형모형, 다시장 모형, 일반균형모형 등이 있다. 이 방법들의 비용 산정 방법별 특징 및 장점, 단점은 <표 III-38>에 정리되어 있고, 다음과 같이 간략히 설명할 수 있다.

먼저, 직접준수비용 접근법은 산업안전보건법 화학물질 규제에 의한 비용 산정에서 일반적으로 이용되는 방법이다. 이 방법은 다른 방법에 비해 비교적 추정이 용이하고 객관적 자료에 기초하기 때문에, 비교적 타당한 규제비용의 근사치를 제공하는 특징 및 장점이 있다. 한편 경제적 파급효과가 큰 규제의 경우는 비용을 과소 추정할 가능성이 있다.

부분균형모형은 전통적으로 가장 많이 활용되는 접근방법으로 준수비용뿐만 아니라 사회적 후생감소 비용까지 고려할 수 있는 방법이다. 기본적으로 단일 혹은 소수의 시장만을 분석 대상으로 고려하기 때문에, 후생감소 효과 분석에 한계를 가진다.

한편, 다시장모형은 부분균형모형에 비해 확장된 다수의 시장간 상호연계성을 고려하는 장점이 있지만, 일반균형모형과 같은 시장간 환류효과를 종합

8) 이 절은 신영철 등(2017a)에서 환경부(2003)의 90~95쪽을 화학물질 규제와 관련해서 재정리한 내용을 본 연구에서 다시 재정리하였다.

적으로 고려하지 못하는 단점이 있다. 이 모형은 부분균형모형과 일반균형모형의 중간 단계의 모형이라고 볼 수 있다.

마지막으로 일반균형모형은 경제 전반에 대한 종합적 고려를 할 수 있는 모형으로 경제적 파급효과를 고려한 비용 추정을 할 수 있는 장점이 있다. 하지만 추정비용이 가장 많이 드는 방법이고, 규제의 성격에 따라 일반균형모형을 통한 분석이 필요하지 않은 경우도 많다.

〈표 III-38〉 화학물질의 규제에 따른 비용 추정방법

추정방법	특징 및 장점	단점
직접준수 비용 접근법	- 비교적 추정이 용이 - 객관적 자료에 기초 - 비교적 타당한 규제비용의 근사치 제공 가능	- 경제적 파급효과가 큰 규제의 경우 비용의 과소추정 가능성
부분균형 모형	- 전통적으로 가장 많이 쓰이는 접근방법으로서 분석비용 적정 - 후생감소비용에 대한 고려 가능	- 기본적으로 단일 혹은 소수의 시장만을 고려하기 때문에 후생효과 분석에 한계 있음
다시장 모형	- 부분균형모형보다 확장된 다수의 시장간 상호연계성 고려	- 다수의 시장을 고려하기는 하나 일반균형모형과 같은 시장간 환류효과(feedback effect)를 종합적으로 고려 못함
일반균형 모형	- 경제 전체에 대한 종합적 고려 가능 - 규제로 인한 경제적 파급에 따른 비용추정에 있어 다양한 효과를 모두 고려	- 추정비용이 가장 많이 소요됨. - 규제의 특성에 따라 일반균형모형을 반드시 적용할 필요 없는 경우 있음

출처: 환경부(2003), 108쪽

(1) 직접준수비용 접근방법

화학물질 규제로 인해 발생하는 비용은 직접준수비용을 계산하는 방법으로 추정할 수 있다. 이는 사회적 비용을 추정하는 방법 중 가장 단순한 접근방식이라고 할 수 있다. 이 경우 특정 규제의 사회적 비용은 새로운 규제를 따르기 위해 기업들이 지불해야 하는 공학적 또는 여타 준수비용으로 한정한다.

이 접근방법은 특정 규제로 인한 시장에서의 가격과 생산량 변화가 적은 상황에서는 사회적 비용의 근사치를 추정하는 효과적인 방법이 될 수 있다. 만약 기업들이 규제를 준수하기 위해 더욱 적은 비용이 소요되는 생산요소나 생산공정으로 전환할 수 있다면, 직접준수비용 접근법으로 파악된 비용이 실제 사회적 비용보다 과다 추정될 수도 있다.

이러한 화학물질 규제의 직접준수비용을 추정하는 구체적 방법에는 시장가격 또는 기회비용을 통하여 계량화하는 일반적인 방법과 더불어 공학적 방법(engineering approach), 설문조사법(survey approach), 생산경제학모형(production economics model) 등이 있다. 여기서는 직접준수비용을 추정하기 위해 시장가격 또는 기회비용을 이용하는 방법에 대해서는 추가적인 설명을 하지 않고, 다른 방법들에 대해 정리한다.

가) 공학적 방법

공학적 방법은 화학물질 규제의 비용 계산을 위해 흔히 사용되는 방법 가운데 하나이다. 이 방법은 화학물질 규제의 비용을 계산할 때 기술관련 전문가들의 지식에 크게 의존하는 방법이다. 이 방법을 이용하고자 하는 경우 먼저 관계된 공학자 및 관련 전문가를 소집하여 화학물질의 규제수준을 달성하기 위해 사용할 수 있는 여러 방법의 실행을 위해 필요한 모든 장비, 노동력, 투입물의 사용량을 계산하도록 한다. 이들 투입물의 다양한 조합이 목표 규제수준을 달성할 수 있는 것이므로 공학자와 전문가는 목표를 달성할 수 있는 각각의 투입물 조합과 각 조합을 선택할 때 소요되는 설치비와 운영비를 모두

산정하여야 한다.

이어서 공학자 및 전문가는 이용 가능한 투입물 조합 가운데 설치비와 운영비의 합이 가장 적은 투입물 조합을 찾아내고, 화학물질 규제에 의한 비용을 추정하기 위해 화학물질의 규제수준의 최소 저감비용을 모두 더하여 주는 절차를 밟는다. 이렇게 계산된 비용이 바로 공학적 방법을 통해 계산한 화학물질 규제의 준수비용이다.

이상과 같이 공학자 또는 전문가의 지식에 의존하여 규제비용을 계산하는 공학적 방법은 자주 사용되는 분석 방법이지만, 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째, 이 방법은 미래의 투입물 가격의 변동이나 기타 경제적 변수들을 고려하지 않고, 현 수준에서 이용 가능한 기술 수준과 소요 경비만을 검토하여 저감비용을 계산한다. 따라서 미래에 발생할 예기치 못할 변화를 충분히 고려하지 못하는 단점을 가진다.

둘째, 현실 산업안전보건법의 화학물질은 매우 다양한 기술 및 시장 조건에 있기에 공학적 방법을 적용하기 위해서는 각기 다른 조건에 놓여 있는 다양한 화학물질의 규제 수준을 달성할 수 있는 최소저감비용을 달성할 수 있는 방법을 모두 분석하여야 한다. 그렇지 않고 제한된 수의 화학물질의 규제 수준 관련 생산 및 저감기술만을 분석하여 이에 기초하여 전체 저감비용을 도출하면 상당한 정도로 왜곡된 저감비용을 도출할 수도 있다.

마지막으로 공학적 방법은 화학물질을 취급하는 기업이 실제로 자신의 저감비용을 최소화하도록 의사결정을 한다고 전제하고 있다. 그러나 기업들은 자신이 처한 경영 및 기술상의 특징과 정부규제 등의 영향으로 인해 반드시 공학자가 예상하는 저감기술을 선택하지 않을 수도 있다. 기업들이 공학적 방법이 예측하는 최소비용기술을 선택하지 않으면, 공학적 방법은 화학물질 규제의 비용을 과소평가할 가능성이 있다.

나) 설문조사법

공학적 방법이 화학물질 규제의 비용을 계산할 때 소수 전문가의 전문지식

에 의존함에 반해 설문조사법은 규제에 직면한 기업들의 저감비용 관련 지식을 이용하는 방법이다. 이 방법은 화학물질 규제와 관련된 기업들을 대상으로 설문조사를 실행하여 해당 기업들이 정부규제를 준수하기 위해 지출하여야 하는 비용을 파악한다.

설문조사법은 규제 대상 기업들에 대한 직접적인 비용조사법으로서, 광범위한 기업의 저감비용에 대한 공학적 분석이 힘들 경우에 사용할 수 있는 유용한 방법이다.

설문조사법 역시 몇 가지 단점을 가지고 있다. 첫째, 이 방법은 해당 기업이 화학물질 규제를 준수하는 데 드는 비용을 정확히 알고 있다고 전제하고 있다. 그런데 이러한 전제가 성립되지 않으면 왜곡된 정보를 도출할 가능성이 있다. 둘째, 정보의 비대칭적 상황에서는 해당 기업들은 전략적으로 행동하고자 하는 동기를 가진다. 따라서 설문조사를 통해 해당 기업의 저감비용에 관한 질문에 대해 의도적으로 과소평가되거나 과대평가된 저감비용을 대답할 가능성이 있다.

다) 생산경제학모형

공학적 방법이나 설문조사법은 모두 기업이 행한 실제 행위를 분석하여 화학물질 규제의 비용을 계산하는 방법은 아니다. 그러나 생산경제학모형을 이용한 방법은 기업이 규제하에서 실제로 선택하고 있는 생산기술과 각종 투입물 사용 형태를 분석하여 비용을 추정하는 방법이다. 이런 점에서 볼 때 생산경제학모형은 위의 두 가지 분석 방법과 달리 기업이 취하는 선택 문제를 명시적으로 고려하는 분석 방법이라 할 수 있다.

예를 들어 정부가 정한 화학물질의 노출 상한이 R 과 같이 주어지고, R 은 기업별로 혹은 시점별로 서로 다르다고 가정하자. 기업이 사용하는 각종 투입물의 시장가격을 $w_1, \dots, w_N$ 이라 하고, 기업이 규제 R 하에서 특정 수준의 생산량 y 를 생산한다고 가정하자. 이 경우 각 기업은 자신이 규제 R 하에서 y 를 생산하는데 소요되는 비용을 최소화하는 투입물 결합 $(x_1, \dots, x_N)$ 을

선택할 것이다. 이렇게 기업들이 자신의 비용을 최소화하기 위해 노력할 때 달성되는 최소의 비용을 투입물의 시장가격, 규제 수준, 생산량의 함수로 나타내는 것을 비용함수(cost function)라 부르며, $c(w_1, \dots, w_N, y, R)$ 와 같이 나타낸다.

시간적 혹은 공간적 차이로 인해 각기 다른 투입물 가격과 노출 상한, 생산량 등을 접하는 기업들이 실제로 선택한 투입물 결합에 대한 정보를 구할 수 있다면, 이들 자료를 이용하여 비용함수 $c(w_1, \dots, w_N, y, R)$ 를 통계적으로 추정할 수 있다. 화학물질의 노출 수준 관련 규제가 강화될수록 동일한 산출물 생산에 소요되는 비용이 증가할 것이므로, 비용은 통상적으로 화학물질 노출 상한이 증가하면서 줄어드는 것이다. 만약 정부 규제가 현 수준보다 한 단위 더 강화된다면, 즉 노출상한이 한 단위 줄어든다면 이로 인해 기업의 비용은 $\frac{\Delta c(w_1, \dots, w_N, y, R)}{\Delta R}$ 만큼 늘어날 것이고, 이것이 바로 기업의 한계저감비용이다.

생산경제학모형은 생산자가 실제로 사용한 생산기술 및 투입물 조합을 분석하여 한계저감비용을 구하고, 생산자의 비용최소화 행위와 부합되는 모형을 구축하여 분석한다는 점에서 매우 바람직한 분석 방법이라고 할 수 있다.

그러나 이 방법 역시 몇 가지 단점을 가지고 있다. 첫째, 이 방법은 위의 비용함수에서의 R 와 같이 외생적으로 결정되어 있는 규제 수준이나 노출 상한이 존재하고 있고, 이러한 규제 수준이나 노출 상한을 기업이 정확히 준수하고 있다는 가정하에서만 사용될 수 있는 방법이다. 따라서 현재 규제 수준이나 노출 상한이 존재하지 않거나, 존재하더라도 기업이 이를 준수하지 않을 때는 생산경제학모형을 사용할 수가 없다.

둘째, 생산경제학모형은 규제 수준이 심하게 강화될 때는 정확한 저감비용 계산을 위해 사용되기 힘들다. 노출 규제를 강화함으로써 인해 기업이 지불해야 하는 총비용을 구하기 위해서는 위와 같이 비용함수를 추정하여 한계저감비용을 구한 뒤, 원래의 노출 규제와 새로운 노출 규제 사이에서 형성되는 한계

저감비용곡선 아래의 면적을 계산하여야 한다. 그러나 정부에 의해 새로이 도입되는 규제 수준이 원래의 규제 수준보다 훨씬 강하다면, 기업이 이를 달성하기 위해 기존의 생산기술과 전혀 다른 새로운 생산기술을 사용하여야 할 때가 있다. 예컨대, 기업의 화학물질 배출 상한이 조금 감소하는 경우는 화학물질의 종류나 사용량을 변화시켜 새로운 배출 기준을 달성할 수가 있지만, 배출 상한이 많이 줄어들 때는 화학물질 사용 형태의 변화를 통해서도 배출기준을 달성할 수가 없고, 새로운 설비를 설치하여야 하는 경우가 될 수 있다. 이 경우에는 생산경제학 모형보다는 앞서 설명한 공학적 방법이나 설문조사법이 더 현실적일 수 있다.

(2) 부분균형 분석방법

직접준수비용만으로 사회적 비용을 구하는 방법은 기본적인 것이지만, 일정한 한계를 갖고 있다. 따라서 규제로 인한 기업의 준수비용이 생산자 및 소비자에게 유발하는 경제적 효과를 모형화하는 부분균형분석(partial equilibrium analysis) 방법을 대안이 될 수 있다. 이는 규제로 인해 다양한 비용 중 준수비용만이 아니라 사회적 후생손실 비용, 나아가 단기간의 비자발적 실업과 같은 이전비용까지 고려할 수 있는 접근방법이 될 수 있다. 여기서 ‘부분’이라는 용어는 수요와 공급에 대한 분석에 있어 특정 규제로 인해 영향을 받는 단일 혹은 소수 시장에 한정하여 분석이 이루어지기 때문에 사용된 것이다. 이때 여타 시장들은 규제의 영향을 받지 않거나 그 정도가 미미하다고 가정된다.

예를 들어, 새로운 화학물질 규제가 도입되면 기업은 이를 준수하기 위해 생산비용이 불가피하게 증가하고, 이는 생산함수의 변화를 가져온다. 따라서 부분균형분석으로 수요함수, 정책 이전과 이후의 생산함수, 시장에서의 가격과 생산량 정보를 이용하여 생산자 및 소비자 잉여의 변화를 계산할 수 있다.

이러한 부분균형모형은 규제에 따른 사회적 비용을 구하는 과정에서 전통적으로 가장 보편적으로 사용되어 온 접근방법이다. 부분균형모형을 통해 규

제 이전의 기준선(baseline)과 새로운 규제에 따라 예상되는 변화를 비교하여 사회적 비용을 추산하는 것이다. 만약 특정 규제가 경제 전반에 걸쳐 매우 커다란 영향을 미칠 것으로 예상될 때는 부분균형분석보다는 일반균형분석을 이 보다 적절한 분석방법이 될 수 있다.

(3) 다시장(multi-market) 모형

다시장모형은 부분균형모형에 비해 더 많은 시장을 다룬다는 측면에서 확장된 모형이라고 볼 수 있다. 다시장모형은 시장간의 상호연계성에 대한 분석을 염두에 두고 있다. 그러나 일반균형분석과는 달리 다시장모형은 경제 전체를 모두 포괄하지는 않는다.

예를 들어 특정 화학물질과 해당 화학물질이 포함된 제품에 대한 전면적인 규제를 시행한다고 했을 때 이러한 화학물질 규제에 따른 사회적 비용 분석을 한다고 하자. 이때 다시장모형을 활용하면 특정 화학물질의 생산시장과 특정 화학물질을 중간재로 사용하는 여러 시장간의 연계성에 대한 분석이 가능해진다. 특정 화학물질의 가격은 다양한 시장에서의 특정 화학물질에 대한 수요와 공급에 의해 결정되고, 이는 다시 특정 화학물질을 중간재로 사용하는 여러 시장에서의 가격과 생산량에 영향을 미치게 된다. 이 경우 다시장모형은 시장간 연계성과 이로 인한 후생효과를 감안하여 특정 화학물질 규제로 인한 사회적 비용을 분석할 수 있는 효과적인 접근방법이 될 수 있다.

(4) 일반균형 분석방법

특정 화학물질 규제가 경제 전반에 걸쳐 발생시키는 모든 시장에서의 비용을 계량화하는 접근방법이다. 일반균형모형에는 산업연관분석으로 대표되는 투입산출모형(input-output model, IO)과 더불어 계산가능한 일반균형분석(computable general equilibrium, CGE)이 규제의 경제적 파급효과를 분석하는 데 많이 사용되고 있다.

부분균형접근이나 다시장모형은 규제가 미치는 파급효과가 제한된 시장에 국한될 때 사용할 수 있다. 하지만 경제 내 무수하게 존재하는 여러 시장간의 연계성을 포괄적으로 분석하기에는 한계가 있다. 화학물질 규제 중 해당 화학물질을 생산하거나 사용하는 경제 내 수많은 섹터(sector)에 직간접적인 영향을 미치는 화학물질 규제의 경우에는 일반균형분석 방법이 훨씬 바람직한 접근방식이라고 할 수 있다.

현실경제에서 한 시장에서 일어나는 일은 다른 시장에 영향을 주며 경제 전체로 파급된다. 그러므로 현실성 있는 경제분석을 위해서는 각 시장의 상호연관관계를 감안해야 한다. 이러한 논리의 이론적 배경은 일반균형(general equilibrium)이론이다.

4) 준수비용의 산정방식 검토

(1) 생산비용의 변화를 통한 준수비용 산정

생산비용의 변화는 제품 생산 단위비용(또는 평균 생산비용) 중의 비용 변화분을 제품의 매출량(또는 출하량)에 곱하여 구할 수 있다.

화학물질 규제로 인하여 생산에서 특정 화학물질을 더 비싼 화학물질로 교체하게 될 때 제품의 생산 단위비용(평균 생산비용)이 증가한다. 결국 규제가 있기 전의 기준선에서 규제로 인하여 생산비가 증가한 경우의 그 제품 생산 단위비용에서의 비용 차이(즉, $\Delta c = c_1 - c_2$, 여기서 c_1 은 규제 이전의 제품 생산 단위비용이고, c_2 는 규제 이후의 제품 생산 단위비용임)를 우선 확인해야 한다.

또한 규제 이전 제품의 매출량(또는 출하량)을 q_1 이라 하고, 규제 이후 제품의 매출량(또는 출하량)을 q_2 라고 하면, 규제로 인한 생산비용의 증분은 다음과 같은 식에 의해 산정할 수 있다.

$$\text{규제로 인한 생산비용의 증분} = \Delta c \times (q_2 \text{ 또는 } q_1) = (c_2 - c_1) \times (q_2 \text{ 또는 } q_1)$$

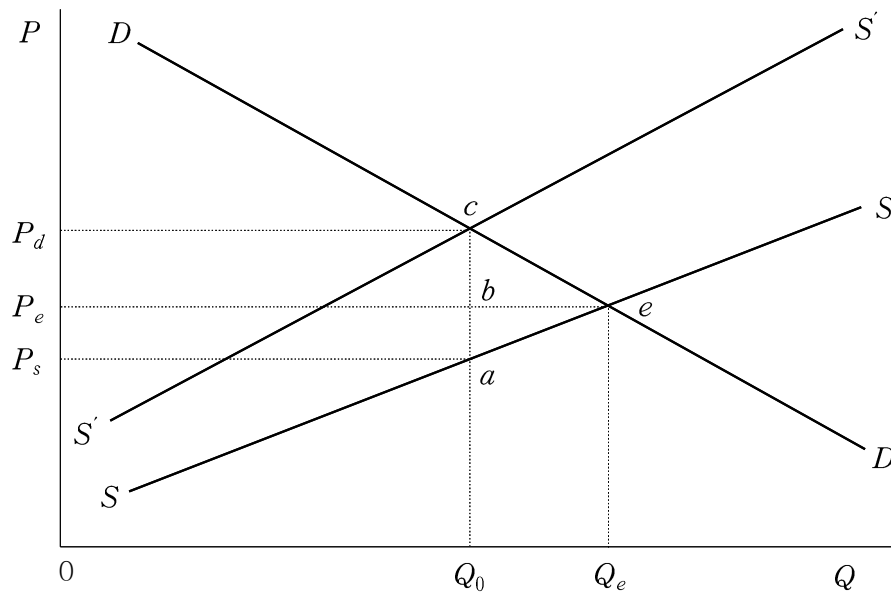
규제로 인한 생산비용의 증분을 계산할 때 매출량(또는 출하량)은 규제 이후의 매출량(또는 출하량)인 q_2 를 우선 적용하여 산정한다. 만약 규제 이후 매출량(또는 출하량) 정보를 확보하기 어려운 경우에는 규제 이전 매출량(또는 출하량)인 q_1 을 이용하여 산정한다.

(2) 산업계의 증가된 생산비용의 전가와 사회적 비용⁹⁾

화학물질의 규제로 산업계의 직접 준수비용이 증가할 때 그 비용 전체를 산업계가 부담하는 비용으로 간주할 수 있다. 그러나 산업계는 화학물질의 규제에 따른 산업계의 비용을 가격 상승을 통해 소비자에게 일정 정도 부담을 전가(shift)할 수 있다. 따라서 화학물질의 규제에 따른 산업계의 부담을 정확히 추정하고자 할 때는 산업계의 제품가격 상승에 의한 부담 전가 정도를 평가해서 반영하여야 한다.

[그림 III-6]에서 화학물질 규제 이전의 산업계 공급곡선은 S 였지만, 화학물질의 규제로 인하여 생산비용이 증가하여 산업계의 공급곡선이 S' 으로 이동하였다. 이때 화학물질 규제 이전 해당 제품의 시장 균형은 e 에서 새로운 시장 균형이 c 로 이동한다. 따라서 화학물질 규제 이전 해당 제품의 시장 가격은 P_e 에서 규제 이후 P_d 로 상승한다. 원래는 새로운 시장 균형 수급량 Q_0 수준에서 제품의 한계생산비용이 $\overline{ac}$ 만큼 상승(즉, $P_d - P_s$)하지만, 제품 가격 상승을 통해 $\overline{bc}$ 만큼 상승분(즉, $P_d - P_e$)는 제품 가격 상승을 통해 소비자에게 부담을 전가한다. 그 결과 산업계는 제품의 한계생산비용 중 일부인 $\overline{ab}$ 만큼 비용 증분(즉, $P_e - P_s$)만 부담하게 된다.

9) 이 절은 신영철 등(2017b)에서 환경부(2003)의 177~181쪽을 발췌·인용한 내용을 본 연구의 내용을 고려하여 재정리하였다.



[그림 III-6] 산업계의 생산비용 증가의 부담 전가

일반적으로 화학물질의 규제에 따른 생산비용의 증가는 산업계의 직접 준수비용으로 산업계의 부담이 되지만, 소비자와 생산자 간 이러한 비용의 분담은 해당 제품 시장의 수요곡선의 탄력성과 공급곡선의 탄력성에 의해서 결정된다. 수요곡선의 탄력성이 클수록, 공급곡선의 탄력성이 작을수록 증가된 생산비용을 생산자가 부담한다. 반면에 수요곡선의 탄력성이 작을수록, 그리고 공급곡선의 탄력성이 클수록 증가된 생산비용을 소비자가 부담하게 된다.

그러므로 화학물질의 규제에 따른 생산비용이 소비자 및 생산자 등의 경제주체들에서 어떻게 배분되는가를 분석하기 위해서는, 수요 및 공급의 탄력성에 관한 정보가 필요하다. 수요 및 공급의 탄력성은 화학물질의 규제에 따라 영향을 받는 재화에 대한 수요의 특성, 그리고 생산 특성을 반영한다. 수요 탄력성은 소비자의 소득, 연령, 가계 현황 등에 따라 수요의 탄력성이 다르게 나타난다. 그리고 공급 탄력성은 생산기술의 특성에 따라 다르게 나타난다.

만약 화학물질의 규제에 따라 영향을 받는 재화 시장의 수요 및 공급 탄력성에 관한 정보가 있다면, 이러한 정보를 이용하여 화학물질의 규제에 따른

산업계의 준수비용 부담 배분에 대한 분석을 할 수 있다. 하지만 현실적으로는 재화의 수요 및 공급 탄력성을 확인할 수 있는 정보가 거의 없기에, 산업계의 부담 전가에 대한 분석을 위해서는 수요 및 공급을 결정과 관련되는 상당한 정보를 이용하여 분석할 수밖에 없다.

결국 화학물질 규제로 인한 산업계의 준수비용을 추정하기 위해 제품 가격 상승분을 이용하여 산정하는 방식은 소비자에 대한 전가한 부담이 제외되는 결과를 가져온다. 따라서 이와 같은 방식을 이용하고자 하는 경우는 소비자에게 전가된 비용 부담 역시 사회적 비용에 포함해서 고려할 필요가 있다. 이때 소비자에게 전가된 부담분은 산업계의 부담은 아니지만, 사회적 관점에서는 화학물질 규제로 인한 비용이라고 보아야 한다.

5) 사회적 후생손실비용 산정 검토

(1) 규제로 인한 제품가격 상승에서의 자중손실

산업안전보건법 화학물질 규제로 인하여 [그림 III-6]과 같은 상황에서 제품 가격 상승을 통해 생산자가 소비자에게 부담을 전가하는 현상이 나타난다. 이때 이 제품 시장으로부터 자중손실(deadweight loss)라는 사회적 후생손실 비용이 발생한다. 이 또한 화학물질 규제로 인한 사회적 비용에 포함된다.

생산자 및 소비자는 시장에 참여하여 생산자 잉여 및 소비자 잉여를 얻고 있다. 그런데 화학물질 규제로 인하여 시장의 균형이 변화함에 따라 생산자 잉여 또는 소비자 잉여의 크기가 변화하게 된다. 소비자 잉여의 일부가 생산자 잉여로 이동하는 현상도 있지만, 이 시장에서 사라지는 후생손실이 있다. 그 후생손실 부분은 [그림 III-6]에서 $\triangle ace$ 로 표시되는 삼각형 면적으로 표시된다. 이 자중손실 부분은 규제 이전 소비자 잉여였던 부분 중 $\triangle bce$ 만큼이 자중손실이 되었고, 생산자 잉여였던 부분 중 $\triangle abe$ 만큼이 자중손실이 되었다. 이 자중손실은 화학물질 규제로 인하여 제품 가격 상승하는 경우 해당 제품 시장에서 발생하는 사회적 후생손실(비용)이다. 따라서 화학물질 규제

인하여 제품가격이 상승하는 시장에서의 자중손실을 평가할 필요성이 있는지 확인해야 한다.

(2) 산업연관분석을 이용한 타산업부문의 가격 인상 효과 분석¹⁰⁾

산업안전보건법의 화학물질 규제로 인하여 특정 산업분야의 제품가격이 상승하고, 그 제품을 중간재로 사용하는 산업분야로 그 효과가 파급되는 경우 타산업 분야의 가격 인상을 산업연관분석을 이용하여 분석할 수 있다.

산업연관표를 이용한 최종수요의 생산, 부가가치 및 수입 유발효과 분석은 투입산출표를 행 방향으로 본 수급균형식을 이용한 물량적인 파급효과 분석이다. 그런데 투입산출표를 열(세로) 방향으로 본 각 품목 부문의 투입구성은 곧 각 품목부문의 생산활동에 대한 비용구조를 나타내는 것이므로, 이를 이용하면 가격의 파급효과도 분석할 수 있다.

물량파급효과분석이 최종수요를 독립변수로 하여 그것이 생산이나 수입 즉 공급을 유발하는 파급효과를 분석한다. 한편 가격파급효과분석은 임금 등 부가가치항목이나 투입된 원재료의 가격변동을 독립변수로 하여 그것이 각 부문의 생산물가격에 미치는 영향을 파악한다.

일반적으로 생산물의 단위가격은 생산물 한 단위당 비용과 이윤의 합계이므로, 투입산출표에서 보면 다른 부문으로부터의 중간재 투입과 부가가치로 구성된다. 즉, 생산물 한 단위가격은 생산물 단위당 중간투입액에 생산물 단위당 부가가치액의 합산 결과와 같다. 생산물 단위당 중간투입액은 그 부문의 물량적 투입계수에 투입되는 상품의 가격을 곱하여 표시한다. 한편 부가가치액은 부가가치율에 부가가치의 단위당 가격을 곱하여 표시할 수 있다. 따라서 생산물이 3가지라고 하면, 다음과 같이 가격에 관한 균형방정식을 만들 수 있다.

10) 이 절은 신영철 등(2017b)에서 『산업연관분석해설』(한국은행, 2014)의 113~119쪽에서 필요한 부분을 발췌·인용한 내용을 재정리하였다.

$$\begin{aligned}
 a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + a_{31}p_3 + a_1^vp_1^v &= p_1 \\
 a_{12}p_1 + a_{22}p_2 + a_{32}p_3 + a_2^vp_2^v &= p_2 \\
 a_{13}p_1 + a_{23}p_2 + a_{33}p_3 + a_3^vp_3^v &= p_3
 \end{aligned} \tag{4-1}$$

위 식을 다시 행렬로 나타내면

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} & + \begin{bmatrix} a_1^v & 0 & 0 \\ 0 & a_2^v & 0 \\ 0 & 0 & a_3^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^v \\ p_2^v \\ p_3^v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} \\
 A' & p & \hat{A}^v p^v & p
 \end{array}$$

가 된다. 여기에서 A' 는 물량투입계수행렬의 전치행렬, p 는 생산물가격 벡터, $\hat{A}^v$ 는 부가가치율의 대각행렬, p^v 는 부가가치의 단위가격 벡터를 나타낸다.

이 가격균형식을 p 에 대하여 풀면 다음과 같이 다부문 가격파급효과를 나타내는 역행렬을 구할 수 있게 된다.

$$\begin{aligned}
 A'p + \hat{A}^vp^v &= p \\
 p - A'p &= \hat{A}^vp^v \\
 (I - A')p &= \hat{A}^vp^v \\
 p &= (I - A')^{-1}\hat{A}^vp^v
 \end{aligned} \tag{4-2}$$

(4-2)식이 임금 등 부가가치항목의 단위가격을 독립변수로 하여 그것이 산업부문별 생산물 가격에 파급되는 효과를 계측할 수 있는 산업연관분석의 가

격모형이다. 이 가격모형을 보면 앞에서 본 물량파급모형과 형식상으로는 차이가 없으며 다만 투입계수행렬의 전치행렬 A' 를 사용하는 점이 다를 뿐이라는 것을 알 수 있다.

이상 설명한 것은 투입산출표를 이용한 가격파급효과분석의 기본모형이라고 할 수 있으며 실제로는 이 기본모형을 기초로 하여 여러 가지로 변형된 복잡한 형태의 가격파급모형이 이용된다.

예를 들어 중간재로 사용된 어떤 상품의 가격이 변동하였을 때 각 산업에 미치는 파급효과를 분석할 경우에 그 중간재를 그대로 내생부문으로 다룬다면 결국 자체부문의 가격변동이 자체부문의 가격에 영향을 미치게 되는 모순에 빠지게 되므로 당해 부문을 외생부문으로 처리하는 등의 작업이 먼저 이루어져야 한다.

투입산출표를 열(세로) 방향으로 본 가격균형식 $p = A'p + \hat{A}^v p^v$ 는 일반모형으로서 생산품의 가격이 중간재로 사용한 다른 상품의 가격과 본원적 생산요소의 가격에 의해 결정됨을 의미한다. 그런데 본원적 생산요소의 가격은 수입품 가격에 전혀 영향을 미치지 못하고 동일한 중간재도 국산품과 수입품 가격에 차이가 있으므로 보다 적합한 가격모형을 도출하기 위해서는 투입계수를 우선 국산품과 수입품으로 구분할 필요가 있다.

따라서 (4-1)식을 국산품과 수입품으로 구분하여 표시하면

$$\begin{aligned} p_1^d &= (a_{11}^d p_1^d + a_{11}^m p_1^m) + (a_{21}^d p_2^d + a_{21}^m p_2^m) + (a_{31}^d p_3^d + a_{31}^m p_3^m) + a_1^v p_1^v \\ p_2^d &= (a_{12}^d p_1^d + a_{12}^m p_1^m) + (a_{22}^d p_2^d + a_{22}^m p_2^m) + (a_{32}^d p_3^d + a_{32}^m p_3^m) + a_2^v p_2^v \\ p_3^d &= (a_{13}^d p_1^d + a_{13}^m p_1^m) + (a_{23}^d p_2^d + a_{23}^m p_2^m) + (a_{33}^d p_3^d + a_{33}^m p_3^m) + a_3^v p_3^v \end{aligned} \quad (4-3)$$

가 된다.

여기서 a^d 는 국산품투입계수, p^d 는 국산품가격, a^m 은 수입품투입계수, p^m 은 수입품가격을 나타낸다.

임금 등 본원적 생산요소가 아닌 화학물질의 가격이 변동할 경우 이 상품을 중간재로 사용하고 있는 여타 상품의 가격에 미치는 파급효과를 분석하기 위해서는 우선 가격이 변동한 부문을 내생부문에서 외생부문으로 이전 처리하여야 한다.

예를 들어 (4-3)식에서 제2부문을 외생화하면

$$\begin{aligned} p_1^d &= (a_{11}^d p_1^d + a_{11}^m p_1^m) + (a_{31}^d p_3^d + a_{31}^m p_3^m) + (a_{21}^d p_2^d + a_{21}^m p_2^m) + v_1 (a_{11}^v p_1^v) \\ p_3^d &= (a_{13}^d p_1^d + a_{13}^m p_1^m) + (a_{33}^d p_3^d + a_{33}^m p_3^m) + (a_{23}^d p_2^d + a_{23}^m p_2^m) + v_3 (a_{33}^v p_3^v) \end{aligned} \quad (4-4)$$

가 되고, 이를 행렬로 표시하면

$$\begin{bmatrix} p_1^d \\ p_3^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{31}^d \\ a_{13}^d & a_{33}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^d \\ p_3^d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11}^m & a_{31}^m \\ a_{13}^m & a_{33}^m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^m \\ p_3^m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{21}^d \\ a_{23}^d \end{bmatrix} p_2^d + \begin{bmatrix} a_{21}^m \\ a_{23}^m \end{bmatrix} p_2^m + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_3 \end{bmatrix} \quad (4-5)$$

$$\begin{aligned} p^d &= A^d p^d + A^{m'} p^m + A_s^d p_s^d + A_s^{m'} p_s^m + v \\ p^d &= (I - A^d)^{-1} (A^{m'} p^m + A_s^d p_s^d + A_s^{m'} p_s^m + v) \end{aligned}$$

가 되는데 이를 가격변동률모형으로 바꾸면

$$\dot{p}^d = (I - A^d)^{-1} (A^{m'} \dot{p}^m + A_s^d \dot{p}_s^d + A_s^{m'} \dot{p}_s^m + \dot{v}) \quad (4-6)$$

가 도출된다.

여기서 A^d 및 $A^{m'}$ 은 외생화된 부문이 제거된 국산 및 수입 투입계수행렬의 전치행렬, A_s^d 및 $A_s^{m'}$ 은 가격이 변동된 상품(외생화한 부문)의 여타 부문

으로의 국산 및 수입 투입계수들의 벡터를 나타낸다.

이때 수입품가격에 변동이 없다면 $\dot{p}^m=0$, $\dot{p}_s^m=0$ 이고 부가가치도 변동이 없다면 $\dot{v}=0$ 이 되므로 (4-6)식은

$$\dot{p}^d = (I - A^d)^{-1} A_s^d \dot{p}_s^d \quad (4-7)$$

가 된다. 따라서 가격이 변동되는 부분을 외생화하여 $(I - A^d)^{-1} A_s^d$ 을 계산해 두면 동 부분의 가격변동이 각 품목부문에 미치는 가격파급의 정도를 분석할 수 있다.

(3) 산업연관분석을 이용한 사회적 후생손실비용 산정을 위한 고려

산업연관분석은 산업연관표를 이용하여 특정 산업분야의 제품 가격 상승이 경제 전반에 어느 정도 가격 상승을 유발하는지를 평가할 수 있다. 따라서 특정 화학물질의 규제로 인하여 특정 산업분야의 제품 가격이 상승하는 경우, 그 제품을 중간재로 사용하는 분야에 연쇄적으로 가격 상승을 가져올 수 있다. 여기에 각 산업분야의 거래량의 변화를 고려하면, 각 산업분야의 제품 가격 상승에 따른 자중손실(deadweight loss)라는 사회적 비용을 산정할 수 있다.

일반적으로 산업연관분석을 이용하여 특정 산업분야에서 특정 화학물질의 규제로 인하여 제품의 원가가 증가하였을 때, 산업계가 여러 가지 방식으로 대응하게 된다. 일반적으로 해당 화학물질이 사용하지 못하게 된 경우는 대체 화학물질을 찾게 된다. 그 경우는 화학물질 규제를 받지 않으면서 원가를 증가시키지 않는 조건을 만족하는 화학물질로 대체할 수 있다. 이 경우는 화학물질 규제로 인하여 원가의 증가 현상이 나타나지 않기 때문에, 산업 전체의 제품 가격 상승에 의한 사회적 비용이 발생하지 않는다.

한편 화학물질의 규제로 인하여 다른 대체 화학물질로 교체하는 과정에서

원가가 크게 증가하는 경우가 발생할 수도 있다. 이때 제품 원가에서 대부분 화학물질의 대체 비용이 차지하는 비중이 미미한 경우라면, 제품 가격 상승을 하지 않는다. 이 경우는 화학물질 규제에 의한 산업계의 비용은 해당 산업분야(또는 해당 기업)의 추가적인 원가 상승 총액이 화학물질 규제에 의한 준수 비용으로 집계될 뿐 추가적인 산업계에서의 비용은 발생하지 않는다.

만약 화학물질 규제에 의하여 다른 대체 화학물질 교체로 원가가 크게 상승하였을 뿐만 아니라 제품 원가에서 차지하는 화학물질 비용이 큰 경우라면, 화학물질 규제에 의하여 해당 산업분야(또는 기업)에서 생산하는 제품의 가격이 상승하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 이 경우에는 해당 산업분야(또는 기업)의 화학물질 대체로 인한 원가 상승 총액만큼의 준수비용과 더불어 해당 제품 시장에서 가격상승에 따른 균형 수급량이 감소하는 경우 자중손실이라는 사회적 비용이 추가적으로 발생할 수 있다.

또한 특정 산업분야의 제품 가격 상승이 그 제품을 중간재로 사용하는 산업분야로 파급되고, 해당 산업분야에서도 가격 상승이 이어진다면 산업연관 분석을 통한 산업계 전반의 자중손실이라는 사회적 비용을 고려할 필요가 있다.

하지만 일반적인 경우 화학물질이 제품의 원가에서 차지하는 비중이 크지 않은 상황이고, 화학물질 규제에 의한 대응으로 원가 부담을 최소화하는 방식을 최우선 대응하고 있는 현실을 고려할 필요가 있다. 또한 비록 화학물질 규제에 의한 어느 정도의 제품 가격 상승 요인이 있다 하더라도 제품 가격 변화로 인한 산업 (또는 기업) 경쟁력 변화에 영향을 받는다고 판단할 수 있다. 이와 같은 여러 가지 상황 중 한 가지만 충족되더라도 특정 산업분야에서 특정 화학물질 규제에 의한 사회적 비용이 전체 산업분야로 파급되는 경우는 나타나지 않게 된다.

결국 산업안전보건법의 화학물질 규제에 특정 분야의 제품 원가가 상승하고, 그 제품을 사용하는 산업분야가 많은 경우는 해당 분야만의 제품 원가 상승 총액을 준수비용으로 분석할 뿐만 아니라 그로 인한 전산업 분야의 사회적

비용을 고려하여야 한다.

하지만 특정 분야의 제품 가격 상승으로 인한 해당 분야 제품의 균형 수급량 변화를 추정하려면, 해당 분야의 수요 가격탄력성을 이용하여야 한다. 그런데 산업분야 제품의 수요 탄력성을 쉽게 파악하기 어렵기 때문에, 현실적으로 시나리오 분석 방식으로 접근할 수밖에 없다. 즉, 만약 제품의 성격을 고려하여 가격 탄력성의 범위를 특정 범위로 한정하는 것이 가능하다면, 그 탄력성 범위의 평균을 이용하는 방식을 고려할 수 있다.

이와 같은 해당 산업분야의 수요 가격탄력성 정보를 얻기 어려운 경우는 해당 산업분야 또는 관련 제품 전문가로부터 얻은 정보를 기반으로 시나리오를 구축해서 분석을 진행하여야 한다.

이때 특정 분야의 제품 가격 상승이 다른 산업분야로 어느 정도 파급될 수 있을지에 대한 판단도 중요하다. 산업연관분석에서는 기본적으로는 원가의 상승에 의한 제품 가격의 상승은 그 제품을 중간재로 사용하는 모든 분야로 연쇄적으로 해당 제품의 가격 상승분이 파급되는 속성을 가지고 있다. 이와 같은 암묵적 가정이 원유와 같이 모든 분야에 사용되는 제품에는 적절하지만, 특정 화학물질의 경우는 그렇지 않은 상황이다. 따라서 어느 정도의 산업분야로 파급할 지에 대해서도 해당 산업분야 또는 제품의 전문가를 통해 그 범위를 한정할 필요가 있다.

6) 규제의 비용 산정방식 종합

산업안전보건법의 화학물질 규제에 의한 사회적 비용 산정은 기본적으로 산업계의 준수비용을 중심으로 시작하여야 한다. 준수비용에 속하는 비용 항목들의 변화가 발생하였는지 여부 및 변화가 발생하였다면 어느 정도 수준으로 발생하였는지에 대한 정보를 파악하여야 한다. 또한 이 비용 항목이 일시적으로 특정 시기에 발생하는 것인지 아니면, 어떤 시기 이후 매년 발생하는 것인지 등에 대한 정보도 비용 산정에 중요하다.

특히, 자본비용의 경우는 특정 시기에 해당 비용이 발생하는 형태로 처리할 수도 있고, 그 비용을 투자된 기계 장비 등의 사용 연한 등을 고려하여, 연간화된 비용(annualized cost)으로 고려할 수도 있다. 특히 자본 비용이 특정 기계 장비 등에 투자된 경우 사회경제성 분석 기한의 마지막 연도에 이르러서도 잔존가치가 있는지 여부도 분석에 고려하여야 한다. 특정 기계 장비 등은 분석 기간 동안 일정한 시기마다 수선비 등이 발생하는지 여부도 고려해서 분석에 반영하여야 한다.

정부 규제비용도 발생한다고 판단되는 경우에는 이 비용도 함께 분석하여야 한다. 예를 들어 화학물질 규제에 의하여 정부의 새로운 인력 충원이 되거나 분석을 위한 시설 또는 장비 투자가 필요하거나 추가적인 운영비가 발생한다면, 이는 정부 규제비용으로 산정되어야 한다.

또 중요한 사회적 비용으로 특정 산업분야(또는 기업)의 화학물질 규제에 의하여 원가 상승에 따라서 제품 가격을 상승하는 경우, 해당 시장에서 균형 수급량이 감소하는 경우에는 자중손실(deadweight loss)이라는 사회적 후생 감소가 발생한다. 따라서 화학물질 규제에 의한 제품 가격의 상승에 의해 시장의 균형 수급량이 감소하는 경우에는 자중손실이라는 사회후생분을 함께 추정할 수 있도록 해야 한다. 이 자중손실은 해당 산업분야 제품의 수요 및 공급 가격탄력성 등의 정보를 근거로 산정할 수 있다. 하지만 해당 제품의 수요 및 공급 가격탄력성에 대한 정보를 추정하기 어렵다고 판단될 때에는 해당 제품 시장 상황을 파악할 수 있는 전문가로부터 관련 정보를 반영하여 시나리

오 수준에서 분석할 수 있다고 판단된다.

다른 산업 분야로 가격 상승 효과가 파급되는 경우라면, 산업연관분석을 이용하여 산업 부문별 가격상승 효과를 계량화한 뒤 해당 산업 분야의 자중손실을 사회적 비용으로 산정하여야 한다. 이때 기계적으로 산업연관분석을 적용하기보다는 관련 분야 전문가로부터 어느 정도 산업 분야에 가격 파급효과가 나타날지를 판단할 필요가 있다. 이러한 정보를 근거로 하여 사회적 비용이 발생하는 산업 분야를 한정하여 분석을 진행할 필요가 있다.

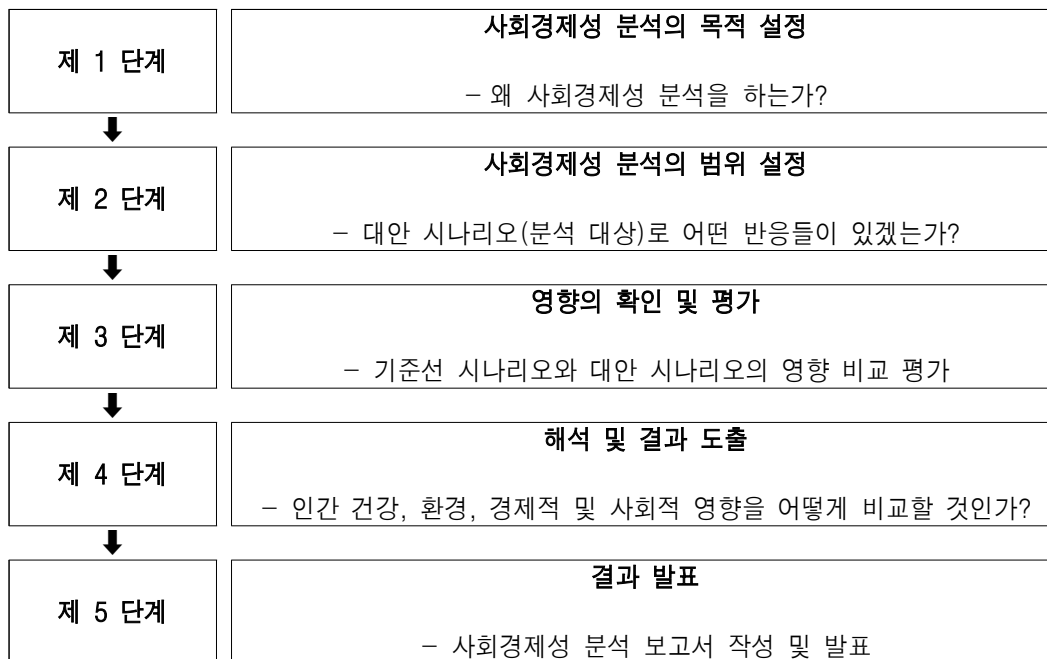
한편 화학물질의 규제로 인한 상품의 질, 생산성, 기술혁신, 시장 상황 등의 변화로 인한 부정적 영향 등과 같은 간접비용이 발생할 수도 있다. 이와 같은 간접비용의 발생이 명백한 경우에는 그 영향을 정량화할 수 있는지 검토할 필요가 있다. 만약 간접비용을 정량화하기 어렵다고 판단된다면 정성적으로 해당 사항을 기술하여, 화학물질 규제와 관련된 의사결정 단계에서 고려하도록 정리하여야 한다.

4. 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성분석 기본틀(안)

1) 사회경제성분석 기본틀(안) 정리¹¹⁾

(1) 사회경제성 분석 개요

화학물질 규제의 사회경제성 분석(Socioeconomic Analysis, SEA)은 화학물질 규제 관련 결정을 하기 위한 사회경제성 분석 과정에서 도출된 정보를 지원하기 위한 목적으로 다음과 같은 5단계로 구분한다.



[그림 Ⅲ-7] 사회경제성 분석(SEA)의 단계

11) 이 부분은 신영철 등(2018, 2019)에서 제시된 화학물질의 관리를 위한 사회경제성 기본틀 중 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석의 기본틀로 이용할 수 있다고 판단되는 부분을 재정리하였다. 또한 비용편익분석의 구체적 방법도 내용에 보완하였다.

우선, 사회경제성 분석의 1단계는 사회경제성 분석의 목적 설정 단계로서, 사회경제성 분석을 통해 의사 결정하려는 분석 대상을 명확히 하여 본 분석에서 얻게 될 정보의 내용 및 기대할 수 있는 결과를 포함한다.

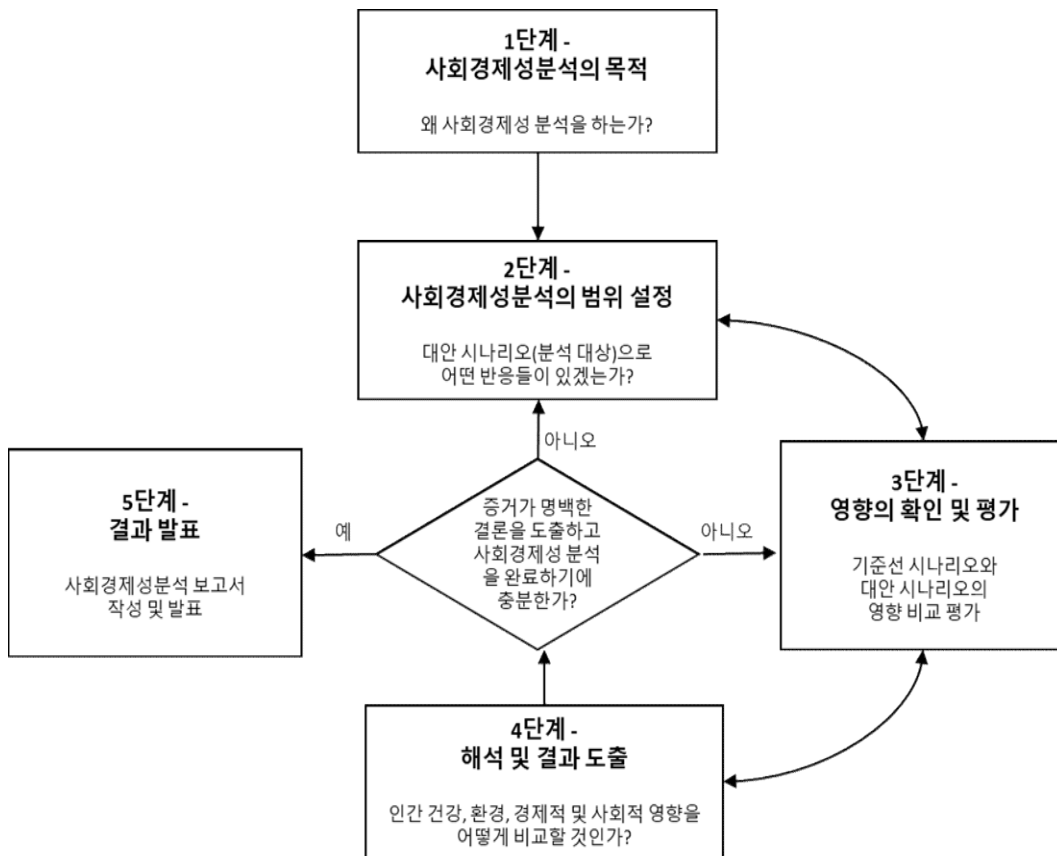
사회경제성 분석의 2단계는 사회경제성 분석의 범위 설정 단계로서, 기준선 시나리오(baseline scenario)와 대안 시나리오(alternative scenario)를 정리하여 사회경제성 분석의 범위를 정한다. 화학물질 규제의 사회경제성 분석에서 기준선 시나리오는 규제가 없는 상황 또는 현재의 규제 수준이 된다. 한편 대안 시나리오는 분석 대안이라고 부를 수 있으며, 규제 실행 이후의 상황 또는 현재 규제 수준에서 새로운 규제로 인하여 변화된 규제 수준을 의미한다. 유럽화학물질관리청(ECHA)에서 화학물질의 허가(authorisation) 및 제한(restriction)으로 구분해서 사회경제성분석(SEA)의 지침을 제시하고 있지만, 여기에는 화학물질 관련 모든 규제(즉, 화학물질의 지정 및 관리)가 포함된다고 볼 수 있다.

사회경제성 분석의 3단계는 사회경제성 분석의 영향 확인 및 평가 단계로서, 사회경제성 분석의 가장 핵심적인 부분이다. 화학물질의 규제에 따른 다양한 영향(즉, 건강 및 환경 영향, 경제적 영향, 기타 사회적 영향) 중 중요하다고 판단되는 영향을 파악하고, 필요한 자료와 정보를 수집하여 적절한 모형으로 주요 영향의 분석을 진행하여 계량화하는 단계이다. 산업안전법 화학물질 규제에서 주요한 영향은 편익 측면에서는 건강 영향이고, 비용 측면에서는 경제적 영향이다. 이 단계에서 건강 영향 및 경제적 영향을 화폐적 단위로 평가할 수 있다면, 화학물질 규제의 편익 및 비용 측면을 화폐적 단위로 산정한다.

사회경제성 분석의 4단계는 사회경제성 분석의 해석과 결론 도출 단계로서, 앞 단계에서 도출된 기준선 시나리오와 대안 시나리오에서의 영향 차이를 통해 화폐적 단위로 평가된 비용과 편익을 비용편익분석한다. 앞 단계에서의 영향 차이가 화폐적 단위로 평가되지 못한 상황에서는 비용효과분석으로 대신하거나 정성적으로 비교 분석을 한다.

사회경제성 분석의 마지막 5단계는 사회경제성 분석의 결과를 제시하는 단계로서, 분석 과정에서 사용된 가정 및 불확실성 등을 포함하여 일정한 양식으로 보고할 내용을 정리한다. 이때 포함될 내용에 대한 검토 목록을 이용하여 의사결정에 필요한 내용이 누락되지 않도록 한다.

사회경제성 분석의 단계별 흐름도([그림 III-8])를 보면, 2단계의 분석의 범위 설정, 3단계의 영향의 확인 및 평가, 4단계의 해석 및 결과 도출은 단선적으로 진행하지 않는다. 단계별 성과가 특정 기준을 만족하지 않는 경우 또는 이전 단계로 피드백 정보를 제공하여 결과를 개선해 나가는 방식을 채택하고 있다.

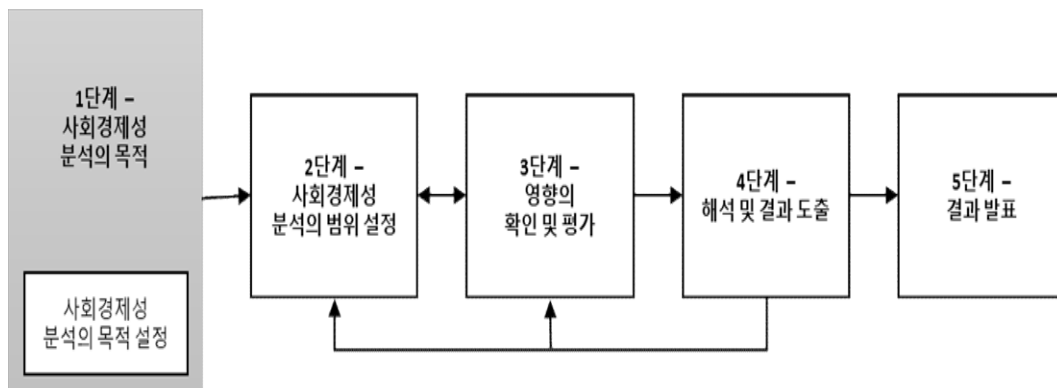


[그림 III-8] 사회경제성 분석(SEA)의 흐름도

(2) 사회경제성 분석 단계별 수행 내용

가) 사회경제성 분석 1단계: 목적 설정

사회경제성분석(SEA)의 1단계는 분석의 목적 설정으로 사회경제성 분석의 출발점이다. 초기에 목적을 분명하게 설정하면 사회경제성분석(SEA)의 주요 과업 파악에 도움이 된다. 사회경제성분석은 화학물질의 규제로 인한 사회적 편익이 사회적 비용을 초과하는지 여부 등을 중심으로 타당성을 판단하기 위한 목적을 갖는다.



[그림 III-9] 사회경제성분석(SEA) 1단계: 목표 설정

화학물질 사용 허가의 사회경제성분석의 목적은 해당 화학물질을 제조 및 사용하는 업체의 사회경제적 편익이 건강 및 환경에 미치는 위해성을 증가하는지를 평가한다. 한편 화학물질 사용 제한의 사회경제성분석의 목적은 화학물질의 사용 제한으로 인한 순편익(net benefit) 및 순비용(net cost) 평가를 목적으로 정리하고 있다.

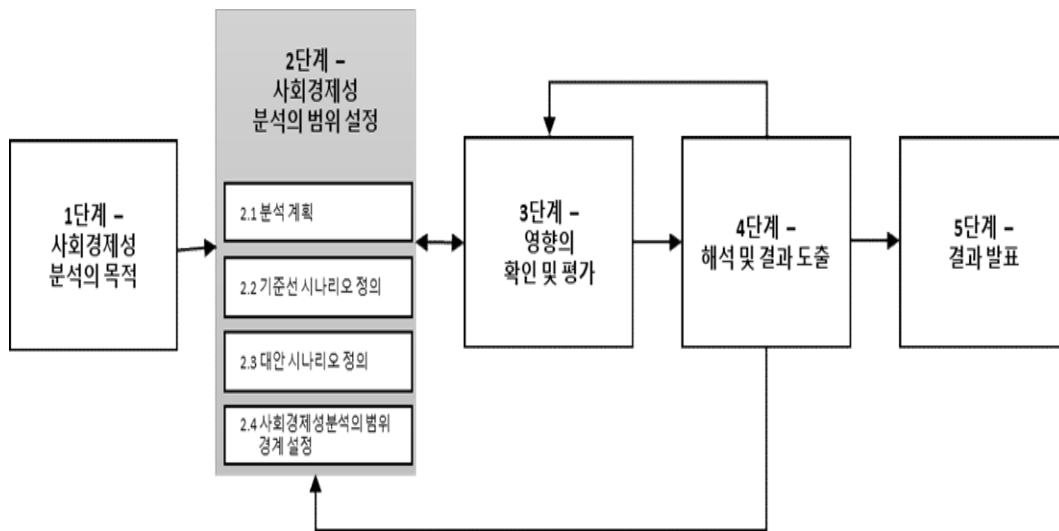
- 인간 건강 및 환경에 대한 순편익
- 제조자, 수입업자, 하위사용자, 판매자, 소비자 및 사회 전체에 대한 순비용

나) 사회경제성 분석 2단계: 범위 설정

사회경제성분석(SEA)의 범위 설정은 화학물질 규제의 결과로 어떤 상황이 발생할지를 정의하는 것이다. 따라서 화학물질 규제에 공급망이 어떤 반응을 보일지 예측하는 것이 중요하다. 발생 가능한 반응을 파악한 뒤, 시간적 측면, 지리적 측면, 영향의 종류에 대해 사회경제성분석(SEA)의 범위를 정할 수 있다.

여러가지 반응이 예상되고 다양한 영향들이 예상되면, 다양한 반응의 가능성과 반응의 중요성을 고려하여 사회경제성분석(SEA)의 범위를 정하여야 한다. 또한 관련된 모든 영향이 체계적으로 그리고 누락되지 않도록 고려하여야 한다. 분석 범위를 분명하게 설정하지 못하면, 시간과 자원이 더 많이 들 뿐만 아니라 불필요한 자료 수집 및 분석으로 이어질 수도 있다.

사회경제성분석(SEA) 2단계인 범위 설정은 분석의 계획, 기준선 시나리오의 정의, 분석 대상 시나리오의 정의, 사회경제성분석의 경계 설정의 4단계로 구성된다.



[그림 III-10] 사회경제성분석(SEA) 2단계: 범위 설정

- 2.1단계: 분석의 계획. 사회경제성분석(SEA)을 준비하는 단계에서는 얼마나 많은 작업이 필요한지를 예측하기 쉽지 않다. 따라서 향후 사회경제성분석(SEA)의 수행과 관련된 의견 및 계획을 파악하기 위해 관련 분야의 전문가와 함께 착수 모임을 하는 것이 바람직하다.
- 2.2단계: 기준선(baseline) 시나리오의 정의. 기준선 시나리오는 화학물질의 규제 이전의 상황을 의미한다. 화학물질의 사용 제한의 경우에서 기준선 시나리오는 규제로 인한 제한 없이 화학물질을 사용하고 있는 시나리오이다.
- 2.3단계: 분석 대상 시나리오의 정의. 분석 대상 시나리오는 화학물질의 특정 용도 사용 제한의 경우에는 화학물질의 특정한 용도로 사용이 제한된 상황이다. 이 부분이 사회경제성분석(SEA)의 목적을 고려할 때, 사회경제성분석의 핵심적인 부분이다.
- 2.4단계: 사회경제성분석(SEA)의 범위 경계 설정. 시간적 측면, 지리적 측면, 영향의 종류 등을 고려한 사회경제성분석(SEA)의 범위 설정. 앞서 설정한 기준선 및 분석 대상 시나리오에서의 영향의 종류 및 시공간적 경계를 정한다.

〈표 III-39〉 사회경제성분석(SEA)에서 범위 설정의 경계

구분	내용
관련된 공급망	- 각 시나리오에 대한 흐름도를 작성하여 관련된 공급망을 파악할 수 있다. 흐름도에는 재료, 에너지 흐름을 비롯한 관련성이 있는 모든 과정들을 포함시키는 것이 바람직하다.
시간 경계	- 영향이 발생하는 시간(즉, 영향 유발 기간) - 영향이 미치는 시간(즉, 영향 실현 기간) - 시점의 차이를 고려한 영향의 비교 문제

구분	내용
지리적 경계	- 모든 영향은 발생 장소와 상관없이 포함되어야 하며, 영향이 국내/국외에서 발생하는지도 파악할 필요가 있다.
일반적 사항	- 건강/환경/경제/사회에 대한 영향을 비롯한 모든 종류의 영향이 고려되어야 한다. 3단계에서 잠재적 영향의 확인 및 중요성 평가 방법을 포함한다. - 경계를 설정은 중요한 고려 사항으로, 포함 대상을 결정하는 부분이다. 3단계에서의 영향 파악 및 평가 결과에 따라 분석의 범위를 재조정해야 할 필요가 발생할 수도 있다.

출처: 신영철 등(2018), 194쪽, Table 3-108 재정리

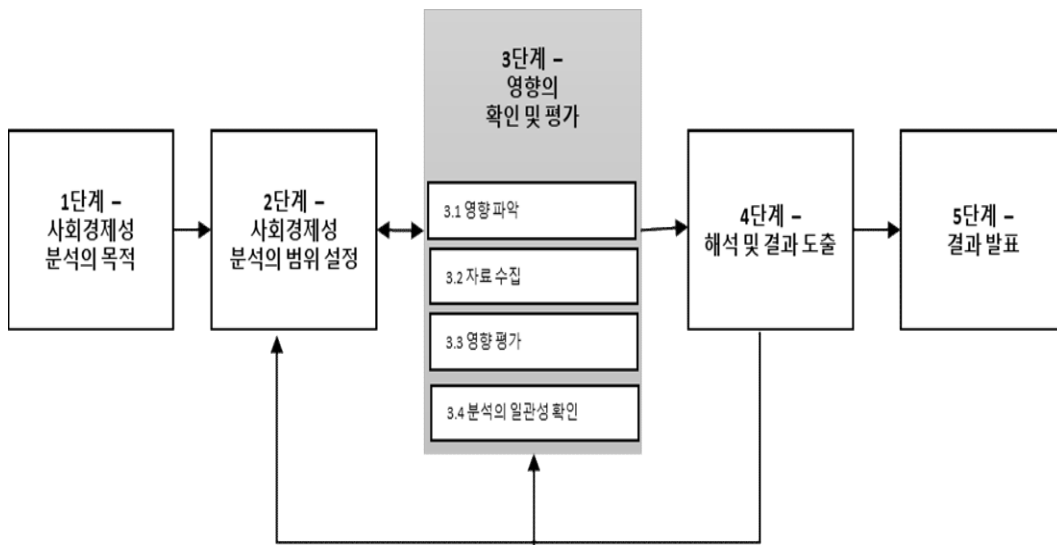
이때 화학물질 규제의 분석 기간은 화학물질 규제의 영향이 시작하는 시점과 영향이 발생하는 기간을 고려하여 설정해야 한다. 화학물질 규제의 영향은 즉각적으로 나타나는 경우도 있지만, 몇 년이 지난 후 나타나는 경우도 있다. 기존 연구에서 이와 같은 기간을 유예기간이라고 불렀다.

또한, 화학물질 규제의 영향은 일반적으로 지속해서 발생한다고 볼 수 있지만, 특정 기간 이후는 불확실성이 커질 뿐만 아니라 할인율로 인해 그 영향이 미미해 질 수 있다. 따라서 대부분의 비용편익분석 연구에서는 평가대상에 따라 일정한 분석 기간을 30년 또는 50년 등과 같이 정하고 있다.

사회경제성 분석에서 일반적으로 편익이 발생한 이후에 일정 기간을 정하는 방식이 일반적이므로, 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석에서도 유예기간 이후의 30년을 분석 기간으로 우선 고려할 수 있다. 이는 화학물질 규제의 유예기간 및 다른 사례에 대한 분석 기간을 고려한 제안이다. 향후 화학물질 규제의 다양한 사회경제성 분석에서 개선의 필요성이 도출된다면, 해당 사항을 반영하여 분석 기간을 변화시킬 수도 있을 것이다.

다) 사회경제성 분석 3단계: 영향 확인 및 평가

이 단계는 화학물질의 규제에 따른 영향을 파악하고 평가한다. 이 단계의 목적은 기준선 및 분석 대안 시나리오에서의 영향 확인 및 그 차이에 대한 분석을 진행한다. 즉, 건강 및 환경에 미치는 영향, 경제 및 사회에 미치는 영향 등을 판단해야 한다.



[그림 III-11] 사회경제성분석(SEA) 3단계: 영향 평가

사회경제성분석(SEA)의 3단계 영향 평가에는 다음과 같은 네 개의 단계로 구성된다.

- 3.1단계: 영향 파악. 수집된 자료를 통하여 시나리오의 잠재적 영향을 파악한다. 이와 관련된 작업은 분석 대상 시나리오와 관련된 전문가 및 관련 이해관계자의 회의를 통해 파악할 필요가 있다.

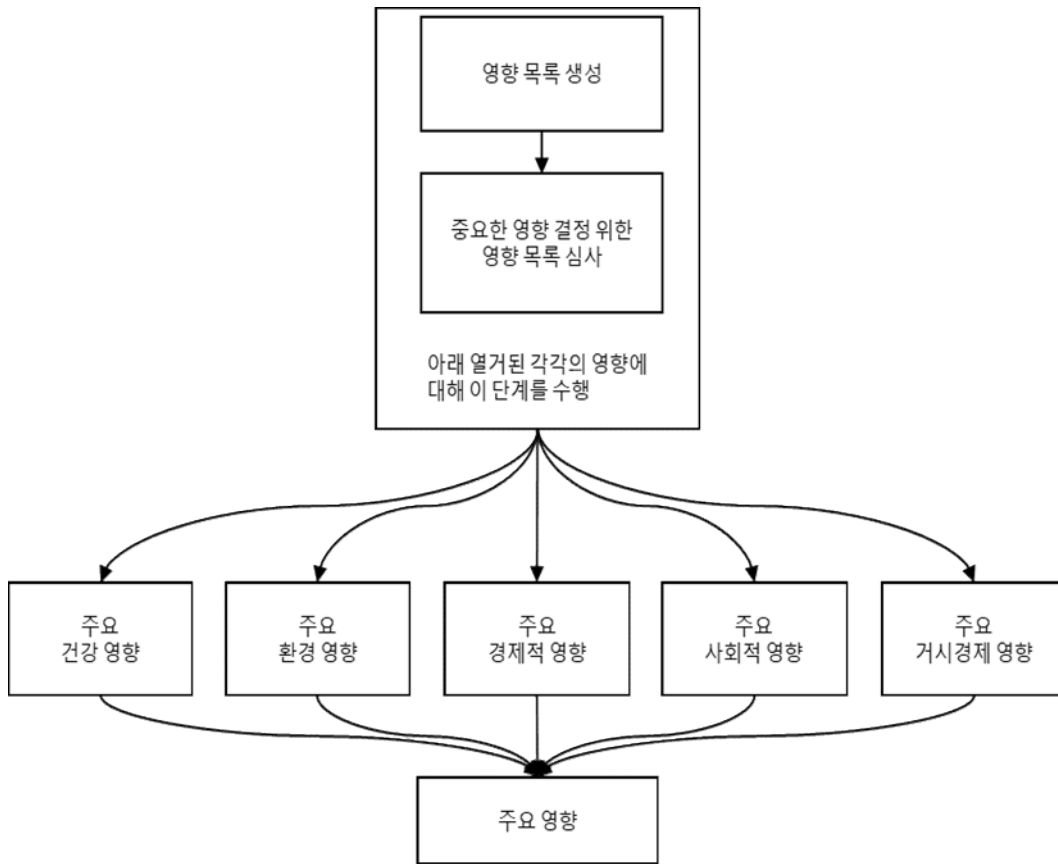
- 3.2단계: 자료 수집. 잠재적 영향을 파악한 후에는 평가를 위한 자료를 수집할 필요가 있다. 특정 화학물질과 관련된 건강 및 환경 유해성·위험성에 대한 자료는 기존의 관련 유해성·위험성 보고서 및 화학물질의 유해성·위험성 관련 데이터베이스(DB) 등에서 이용할 수 있다.
- 3.3단계: 영향 평가. 영향 평가는 정량적 평가와 정성적 평가로 수행할 수 있다. 먼저 즉시 이용할 수 있는 자료를 활용하여 정량적 및 정성적 평가를 진행한다. 이어서 정성적 분석 및 정량적 분석(및 화폐적 정량화)을 더욱 상세하고 풍부하게 할 수 있도록 한다. 영향 평가는 기본적으로 기준선 및 분석 대안 시나리오에서의 영향 차이를 파악하는 작업에 중점을 두어야 한다. 즉, 각 시나리오에서의 환경 및 건강 영향을 파악한 후, 두 시나리오에서의 환경 및 건강 영향의 차이가 어느 정도인지를 분석하여야 한다.
- 3.4단계: 분석의 일관성 확인. 수행한 분석의 일관성을 파악하는 단계로서, 영향의 과대평가 또는 과소평가를 방지하고 합당한 결과를 파악하기 위한 작업을 수행한다.

한편 사회경제성분석(SEA) 3단계에서 고려하는 영향의 종류는 건강 및 환경에 대한 영향, 경제에 미치는 영향, 사회에 미치는 영향, 거시경제 영향으로 구분할 수 있다.

- 건강에 대한 영향과 환경에 대한 영향: 건강 및 환경에 대한 영향은 해당 화학물질이나 대체 화학물질의 물리화학적 성질, 인체 및 환경 유독성과 관련된 모든 영향을 포함한다. 산업안전보건법의 화학물질 규제는 주로 근로자의 작업장 환경에서의 화학물질에 대한 노출에 의해 근로자의 건강 영향으로 나타난다. 따라서 화학물질의 노출과 건강 및 환경 영

향의 관계를 관련 화학물질의 유해성·위험성 평가 자료에서 파악할 필요가 있다. 여기서 향후 4단계의 비용편익분석을 위해 건강 및 환경의 영향 차이를 화폐적 단위로 평가하는 작업도 진행한다. 이때 건강 및 환경의 영향 평가에 적합한 건강 및 환경의 경제적 평가 결과를 활용하여야 한다,

- 경제에 미치는 영향: 화학물질의 규제 관련해서 제조업체, 수입업자, 하위 사용자, 판매자, 소비자의 순비용(net cost)을 파악해야 한다. 즉, 산업안전보건법의 화학물질 규제로 인한 사회적 비용을 추정하는 부분이다. 기본적으로 화학물질 규제로 인한 산업계의 준수비용을 추정하여야 한다. 또한 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용 등의 직접비용과 더불어 제품의 질 등의 변화와 관련된 간접비용도 검토할 필요가 있다.
- 사회에 미치는 영향: 사회에 미치는 영향은 근로자 및 일반 대중 등에게 미치는 영향을 고려할 수 있지만, 산업안전보건법의 화학물질 규제와 관련해서는 근로자의 고용, 근무 조건, 직무 만족, 근로자 교육 등이 관련된다.
- 거시경제 영향(무역, 경쟁, 경제 개발 등): 광의의 경제적 영향은 경제성장, 인플레이션, 세금 등과 같은 거시경제와 관련된 영향이다. 여기서는 앞서 경제에 미치는 영향에서 다루지 못한 거시경제 영향을 포함할 수 있으며, 새로운 사업 기회 창출 가능성 등도 고려될 수 있다. 단지 산업안전보건법의 화학물질 규제에서는 특별한 경우를 제외하고는 거시경제 영향이 중요하지 않을 수 있다.

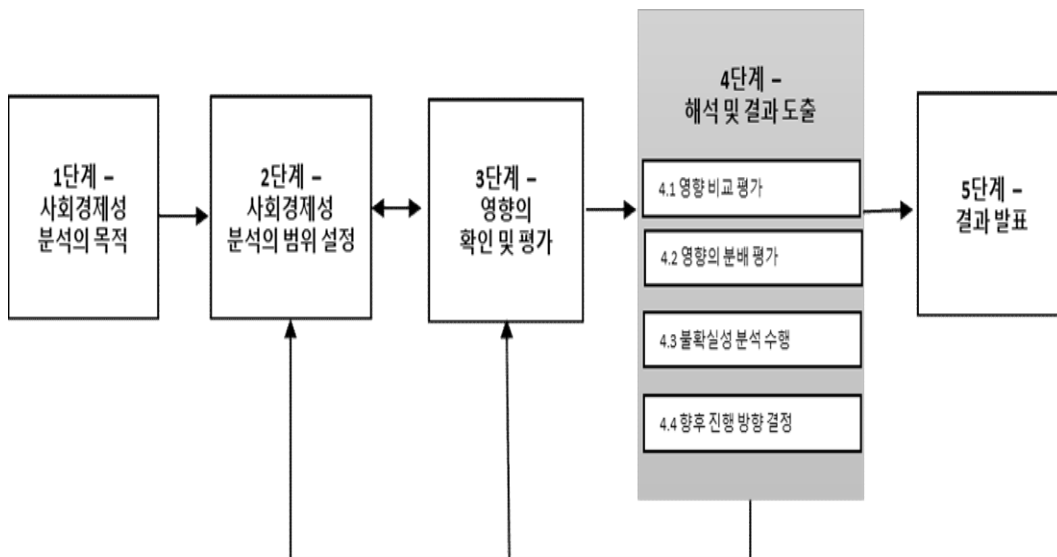


[그림 Ⅲ-12] 영향의 종류

산업안전보건법의 화학물질 규제와 관련해서는 일반적으로 건강 및 환경에 대한 영향(즉, 규제의 편익), 경제에 대한 영향(즉, 규제의 비용)이 가장 중요하기 때문에, 우선 평가되어야 한다. 그 외의 사회 및 거시경제에 대한 영향은 필요하다고 판단되면, 이후에 평가하도록 한다. 3단계에서는 모든 영향을 정성적 또는 정량적으로 기술하여야 한다.

라) 사회경제성 분석 4단계: 해석과 결론의 도출

4단계에서는 2단계 및 3단계에서 파악 및 평가된 영향을 해석하여 결론을 도출한다. 4단계에서는 다양한 영향들에 대한 정보 즉, 건강 및 환경(편익 측면)과 경제(비용 측면), 그 외 사회 및 거시경제 등에 대한 정성적 평가 및 정량적 평가를 비교하여 결과를 도출한다. 이때는 일반적으로 비용편익분석을 기본으로 하고, 비용효과분석 또는 다기준분석도 고려될 수 있다. 한편 정량적 분석 결과를 도출하기 어렵다고 판단되는 영향 및 요소에 대해서는 정성적인 평가를 포함할 수 있다. 또한 분석과정의 불확실성을 고려하기 위한 민감도 분석도 수행한다.



[그림 Ⅲ-13] 사회경제성분석(SEA) 4단계: 해석 및 결론 도출

사회경제성분석(SEA)의 4 단계인 해석 및 결론 도출은 다음과 같은 네 가지 단계로 구성되어 있다.

- 4.1단계: 영향 비교. 사회경제성분석(SEA)에서 적절한 평가 도구(예를 들어 정성적 평가에서 비용편익분석까지)를 이용하여 다양한 종류의 영향들을 비교한다. 정량화되기 어려운 위해성과 영향은 정성적으로 평가되어야 한다. 정량화 수준과는 별도로 모든 중요한 영향들에 대해서는 분명하게 정리하여 제시하는 것이 사회경제성분석(SEA)의 품질을 향상시킨다.
- 4.2단계: 영향의 분배 평가. 영향들은 공급망과 기타 산업 분야들의 다양한 관계자에게 영향을 미칠 뿐만 아니라 건강 영향과 환경 영향은 지리역별로 차이가 발생할 수도 있다. 이와 같은 영향의 분배에 특징이 있다고 판단되는 경우는 관련된 분석을 포함하여야 한다.
- 4.3단계: 불확실성 분석(예컨대 핵심적인 가정에 대한 민감도 분석) 수행. 불확실성 분석은 가정이나 추정의 차이가 결론에 미치는 영향을 검토하기 위한 것이다. 비용편익분석에서는 기본적으로 할인율, 비용 및 편익의 증감에 대해 민감도 분석을 수행한다.
- 4.4단계: 향후 분석 방향 결정. 결론을 도출할지, 아니면 결론 도출을 위해 자료 수집이나 분석과 같은 보완을 해야 할지를 결정한다.

이 4단계에서 기본적으로 이용되는 비용편익분석 기법은 편익/비용비율(B/C), 내부수익율(IRR), 순현재가치(NPV) 등이 있는데, 일반적으로 편익/비용비율(B/C) 또는 순현재가치(NPV) 분석기법을 많이 사용한다.¹²⁾

12) 여기서 소개한 비용편익분석 기법은 신영철 등(2016)의 99~100쪽의 내용을 인용 또

편익/비용비율(B/C)이란 운영 후 연도별 발생하는 편익과 투입되는 비용(투자비 및 유지관리비)을 적정 할인율로 할인하여 기준년도 가격으로 환산한 금액의 비율을 말하며, 일반적으로 (편익/비용비율)≥1이면 경제성이 있다고 판단한다.

$$\text{편익·비용비율}(B/C) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서 B_t : 시점 t에서의 편익
 C_t : 시점 t에서의 비용
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구연도(분석연도)

내부수익율(Internal Rate of Return: IRR)은 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율을 구하는 방법으로 일반적으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단한다.

$$\text{내부수익률}(IRR) : \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t}$$

여기서 B_t : 시점 t에서의 편익
 C_t : 시점 t에서의 비용
IRR : 내부수익률
 n : 내구연도(분석연도)

순현재가치란 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값이며, (순현재가치) ≥ 0 이면 경제성이 있다고 판단한다.

는 재정리하였다.

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서 B_t : 시점 t 에서의 편익
 C_t : 시점 t 에서의 비용
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구연도(분석연도)

편익/비용비율, 순현재가치, 내부수익률은 그 분석기법마다의 장단점을 가지고 있다. 어느 한 기법만을 가지고 사업의 경제적 타당성을 판단하기에는 적당하지 않은 경우가 자주 있다. 각 평가지표의 장단점 등을 개략적으로 살펴보면 다음 <표 III-40>과 같다.

<표 III-40> 비용편익분석 기법의 비교

분석기법	장 점	단 점
편익/비용 비율 (B/C)	•이해용이 •사업규모 고려 가능 •비용편익 발생기간의 고려	•편익과 비용의 명확한 구분 곤란 •사회적 할인율의 파악
내부 수익률 (IRR)	•사업의 수익성 측정 가능 •타 대안과 비교가 용이 •평가과정과 결과 이해 용이	•사업의 절대적 규모 고려치 않음 •몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내제
순현재 가치 (NPV)	•대안 선택 시 명확한 기준 제시 •장래발생편익의 현재가치 제시 •한계 순현재가치 고려 •타 분석에 이용가능	•할인율의 분명한 파악 •이해의 어려움 •대안 우선순위 결정시 오류발생 가능

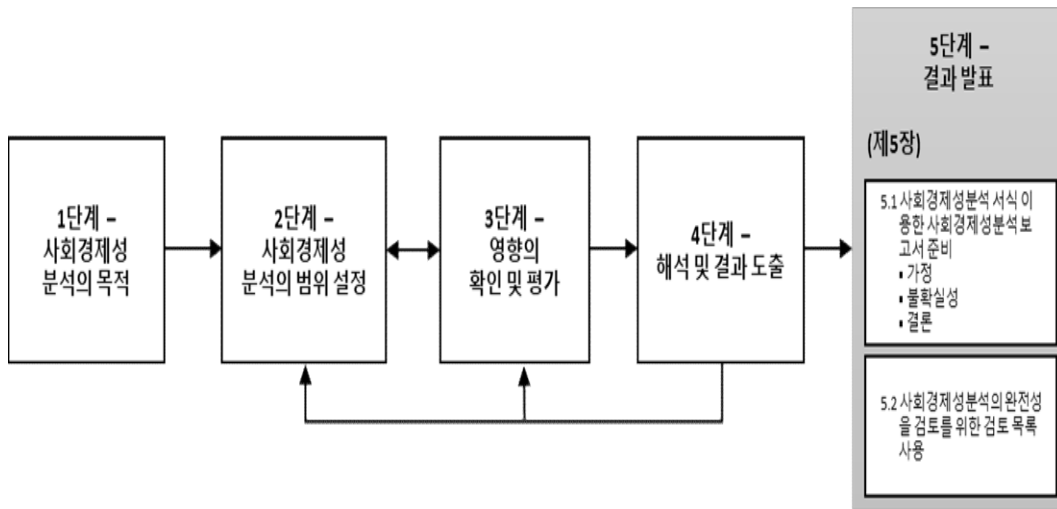
한편 비용편익분석에서 이용하는 사회적 할인율은 예비타당성조사 등에서 활용되는 최근의 할인율 4.5%를 적용할 수 있다. 그 외 다른 할인율에 대해서는 민감도 분석에서 결과를 보여주는 방식이 일반적이다.

마) 사회경제성 분석 5단계: 결과의 제시

5단계는 사회경제성분석(SEA) 과정의 최종 단계로서, 분석의 중요한 결과물들이 요약된다. 분석 결과의 투명성과 신뢰성을 위하여 핵심 가정 및 불확실성에 대한 정보가 최종 결과와 함께 제시되어야 한다.

5단계의 결과물은 사회경제성분석(SEA) 보고서이다. 이는 양식을 이용하여 제시하고, 사회경제성분석(SEA) 보고서의 주요 내용이 포함되었는지를 내부 검토 목록을 이용하여 확인한다. 사회경제성분석(SEA)의 결과 보고에는 다음과 같은 것들이 포함되어야 한다.

- 시나리오의 주요 가정 및 상황
- 주요 가정, 사회경제성분석(SEA)의 시공간적 경계에 대한 결정, 평가에서 포괄한 공급망과 영향
- 사회경제성분석(SEA)의 영향을 추정하고 기술하기 위해 사용된 가정 및 주요 결정
- 모든 주요 영향과 사회경제성분석(SEA) 결과 제시. 즉, 비용편익분석 및 민감도 분석 결과 등
- 불확실성 분석 결과 제시. 즉, 민감도 분석이나 불확실성 분석 포함.
- 결론 제시. 분석의 결과를 요약하고 결과를 제시. 불확실성 관련 내용도 포함



[그림 III-14] 사회경제성분석(SEA) 5단계: 결과 발표

사회경제성분석 보고서의 검토 목록은 사회경제성분석의 요약, 목적 및 목표, 영향에 대한 분석, 시나리오의 비교 및 결론으로 구분할 수 있다.

- 사회경제성분석의 요약
 - 사회경제성분석에 포함된 기준선/분석 대안 시나리오를 요약하였는가?
 - 주요 영향들을 요약하였는가?
 - 사회경제성분석의 결과를 요약하였는가?
 - 결론을 명확하고 간결하게 제시하였는가?
- 목적 및 목표
 - 사회경제성분석의 목적과 목표를 정리했는가?
 - 기준선 시나리오와 분석 대상 시나리오를 기술하였는가?
 - 화학물질의 미래 이용 동향을 고려하였는가?

■ 영향에 대한 분석

- 두 시나리오(기준선 시나리오와 분석 대안 시나리오)의 주요 건강 위험/영향을 분석하고 서술하였는가?
- 두 시나리오의 주요 환경 위험/영향을 분석하고 서술하였는가?
- 두 시나리오의 주요 경제적 영향을 분석하고 서술하였는가?
- 두 시나리오의 주요 사회적 영향을 분석하고 서술하였는가?
- 두 시나리오의 주요 거시경제 영향을 분석하고 서술하였는가?
- 분석의 일관성을 확보하였는가?
- 화폐적 단위로 평가가능한 영향들을 평가하였는가?
- 할인율과 영향의 발생 시기에 대한 민감도 분석을 수행하였는가?

■ 시나리오의 비교

- 사회경제성분석에서 불확실성에 대해 정리하였는가?
- 사회경제성분석에서 사용한 가정들의 정당화를 하였는가?
- 가정들이 사회경제성분석의 결과에 어떤 관련성을 가지는지 설명하였는가?
- 사회경제적 편익과 비용을 비교하였는가?
- 불확실성 분석을 포함하였는가?
- 환경과 건강의 분배 효과를 정리하였는가?
- 지리적 영향을 정리하였는가?

■ 결론

- 주장을 분명하게 정리하였는가?

2) 기본틀(안)을 위한 향후 연구 방향

이번 연구를 통해 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식을 개선하기 위해 기존 분석 사례 및 국내외 동향 검토를 통한 시사점 도출, 주요 편익 및 비용 관련 검토 및 정리, 사회경제성 분석 기본틀(안)을 제안하였다.

이번 연구 결과가 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 기반이 되도록 하기 위해서는 향후 다음과 같은 연구가 추진될 필요가 있다.

우선, 산업안전보건법의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)을 개발하는 연구가 필요하다. 한국산업안전보건공단(2021)의 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』에 간략히 사회경제성 분석 과정이 소개되어 있다. 국내외 관련 동향 및 분석 사례를 고려할 때, 최근 동향 및 사회후생적 관점에서 정리된 사회경제성 분석 지침(안)이 정리될 필요가 있다. 이 지침(안)은 향후 산업안전보건법의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석에 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 화학물질의 관리 분류 기준(즉, 금지/허가 물질, 허용기준 설정 물질, 특별관리물질, 관리대상 유해물질, 작업환경측정 대상 물질, 노출기준 설정 물질)별 사회경제성 분석 사례 연구들이 필요하다. 앞서 개발한 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)은 실제 특정 화학물질 사례 분석을 통해서 지침(안)의 유용성을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 지침(안)을 개선하기 위한 시사점과 방안을 찾을 수 있기 때문이다.

셋째, 산업안전보건법의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 기본틀(안)의 개선에는 중요한 편익 항목 및 비용 항목의 추정치 및 추정방법 등과 관련된 연구도 계속할 필요가 있다. 근로자의 건강 편익도 다양한 방법으로 평가될 수 있을 뿐만 아니라, 산업계의 준수비용 역시 생산공정 및 생산비용 관점에서 평가될 수도 있기 때문이다.

IV. 결 론

.....

IV. 결 론

화학물질 위험성에 대한 인식과 새로운 규제 체계의 등장으로, 유럽연합(EU), 미국, 일본 등 주요 국가에서는 화학물질의 유해성·위험성 평가뿐만 아니라, 대체 및 위험성 관리조치, 사회경제적 영향을 종합적으로 고려하여 화학물질을 체계적으로 관리하는 추세로 나아가고 있다.

그동안 산업안전보건법 화학물질의 규제에 따른 사회경제성 분석에서 건강 개선 편익은 산업재해 손실비용에 근거한 방식을 주로 사용하고 있으며, 비용은 산업계 준수비용으로 산정하고 있다. 이와 같은 사회경제성 분석 방식은 화학물질 규제의 사회경제성 분석의 국내외 동향 및 사회후생적 측면에서 개선의 여지가 있다.

따라서 본 연구는 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가방식을 국내외 동향 및 사회후생적 관점에서 개선하고자 하였다. 이를 위해 우선, 국내외 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 동향을 검토하여 시사점을 도출하였다. 또한 사회경제성 분석에서 핵심적인 역할을 하는 주요 건강 편익을 재산정할 뿐만 아니라 비용의 종류 및 추정방법을 정리하였다. 그와 같은 검토, 재산정 및 정리를 통하여 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기본틀(안)을 정리하였다.

본 연구의 첫 번째 연구 과업인 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식의 국내외 동향 조사에서는 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식과 최근 보고서 사례 및 국내외 동향을 검토하였다. 그 결과, 사회후생적 관점에서 편익과 비용이 정의되고 측정될 필요가 있다는 시사점을 도출하였다. 특히 화학물질 관련 건강편익 산정은 사망위험 및 질병위험 감소로 인한 편익으로 정의되고, 통계적생명가치(VSL) 또는 질병의 사회경제적 비용으로 측정되고 있었다. 한편 화학물질 관련 비용은 산업계의 준수비용을 포함하는 사회적 비용으로 정의되고 측정되고 있음을 확인하였다.

본 연구의 두 번째 연구 과업인 사회경제성 분석의 건강 편익 산정 및 비용의 추정방법 정리에서는 먼저, 신영철 등(2021)에서 제시된 근로자의 통계적 생명가치(VSL) 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63 ~ 17.21억원)을 사망 특성별로 구분하여 해도닉(특성) 임금모형으로 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 6.11억원(95% 신뢰구간 4.54 ~ 7.68억원) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 21.13억원(95% 신뢰구간 6.58 ~ 35.78억원)을 추정하였다. 하지만 본 연구에서 추정한 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL)는 2019년에 한정하여 추정된 결과이므로, 향후 다년도 분석 등을 통해 추정치의 안정성이 확인될 필요가 있다.

또한 근로자의 질병위험 감소 편익은 건강보험정책연구원(2017)의 분석 결과를 2020년 기준으로 재산정하여, 20대 대분류 질병군별로 37.6만원 ~ 10억 8,280만원이고 평균 1.47억원으로 제시하였다. 게다가 298개 중분류 질병의 사회경제적 비용도 재산정하여 부록에 포함하였다.

그동안 주로 이용되었던 산업재해 급여 정보 및 하인리히(Heinrich) 방식을 이용한 산업재해 1인당 총비용 8,400만원을 사망 산업재해와 사망 제외 산업재해로 분리하여 1인당 총비용을 산정하였다. 그 결과 사망 산업재해 1인당 총비용은 6.05억원이고, 사망 제외 산업재해 1인당 총비용은 8,000만원이었다. 따라서 사망 산업재해 1인당 총비용은 산업재해 1인당 총비용의 7.19배에 해당하므로, 기존의 산업재해 평가방식이 사망 산업재해의 비용을 과소평가하였다는 사실을 확인하였다.

산업재해 급여 정보에 질병의 사회경제적 비용 정보를 반영한 결과, 산업재해 1인당 총비용은 1.47억원, 사망 산업재해 1인당 총비용은 10.56억원, 사망 제외 산업재해 1인당 총비용은 1.40억원으로 재산정되었다. 앞서 산업재해 급여 정보를 이용한 기존 방식이 건강 편익을 과소평가하고 있음을 파악할 수 있었다.

이와 같은 근로자의 건강 편익 추정 및 재산정을 통해서 화학물질 규제에 따른 건강 편익 산정에서 이용 가능한 건강 영향 정보에 기초하여, 사회후생

적 관점에서 우선순위를 정하여 근로자의 건강 편익을 산정하는 방식을 종합적으로 정리하였다.

한편 화학물질 규제의 비용을 사회적 비용으로 정의하고, 직접비용과 간접비용으로 구분하였다. 직접비용은 산업계의 준수비용, 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용을 포함하였다. 특히 화학물질 규제의 사회적 비용 중 주로 측정될 필요가 있다고 판단되는 산업계의 준수비용 및 사회적 후생손실비용의 추정방법을 정리하였다.

본 연구의 세 번째 연구 과업인 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안에서는 앞서 산업안전보건법 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기존 방식 및 분석 사례 검토, 주요 건강 편익의 산정, 비용 정의 및 추정방법의 정리를 근거로, 산업안전보건법 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 정리하였다. 여기에는 사회경제성 분석을 위한 5단계별 주요 과업 내용과 더불어 분석기간, 할인율, 비용편익분석 방법 등과 관련된 사항들도 포함하였다.

본 연구의 결과는 산업안전보건법 화학물질 규제의 건강 편익 산정에 본 연구에서 산정 내지 정리한 통계적생명가치(VSL), 질병의 사회경제적 비용, 산업재해 급여를 활용한 건강 편익 등을 활용할 수 있다. 또한, 비용의 종류와 추정방법과 더불어 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석에 이용할 수 있다. 또한, 본 연구의 결과를 근로자의 건강 관련 정책의 비용편익분석에도 이용할 수 있다.

본 연구의 결과를 근거로 향후 연구 방향으로 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침 개발 연구를 제안하였다. 현재는 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』(한국산업안전보건공단, 2021)에 사회경제성 분석 방법이 간략히 소개되고 있지만, 국내외 동향 및 사회후생적 관점에서 체계적으로 정리된 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)이 필요하다고 생각하였다. 이 지침(안)을 기준으로 화학물질의 분류 기준 및 정책적 필요성을 반영한 화학물질 관리

의 사회경제성 분석 연구들도 필요하다. 이와 같은 사회경제성 분석 사례를 통해서 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)도 지속해서 개선될 수 있기 때문이다.

그 외에도 산업안전보건법 화학물질의 관리 분류 기준별 사회경제성 분석 사례를 축적하면서 사회경제성 분석 지침(안)의 개선 시사점과 방안을 찾는 연구도 필요하다. 또한 산업안전보건법 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 결과에 중요한 영향을 미치는 편익 항목 및 비용 항목의 추정치 및 추정방법 등과 관련된 연구도 계속할 필요가 있다.

참고문헌

- 고용노동부 (2012) 『2010년 근로자건강진단 실시결과』
- 고용노동부 (2013-2020) 『고용형태별근로실태조사 보고서』, 각년도
- 고용노동부 (2013-2020) 『산업재해현황분석』, 각년도
- 국민건강보험 건강보험정책연구원 (2017) 『건강보장정책 수립을 위한 주요 질병의 사회경제적 비용 분석』
- 근로복지공단 (2011) 『산재보험·고용징수 실적분석』
- 김원 등 (2021) 『산업용 화학제품 관리를 위한 유해물질 제한에 관한 연구』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
- 김태운 등 (2014) 『특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
- 서남규 등 (2013) 『질병별 및 사회경제적 요인별 의료비 규모 추정 연구』, 국민건강보험공단
- 신영철 등 (2016) 『화학법령 도입에 따른 경제적 비용/편익 분석 연구』, 환경부
- 신영철 등 (2017a) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(I)』, 국립환경과학원
- 신영철 등 (2017b) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(II)』, 국립환경과학원
- 신영철 등 (2018) 『화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(III)』, 국립환경과학원
- 신영철 등 (2019) 『화학물질의 지정 및 관리를 위한 사회경제성 분석』, 국립환경과학원
- 신영철 등 (2021) 『산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
- 윤충식 등 (2021) 『관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 따른 화학물질 제도

영향 분석 연구』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
이옥희 등 (2016) 『2015년 건강보험환자 진료비 실태조사』, 국민건강보험공단
임영욱 등 (2012) 『고위험물질의 관리수준 상세검토 연구』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
조규수 등 (2015) 『화평법상 허가물질 지정·관리체계 마련 및 지정사업 연구』, 환경부
최상준 등 (2021) 『생식독성물질의 산업안전보건법 등 관리수준 검토를 위한 유해성·위험성 평가』, 안전보건공단 산업안전보건연구원
통계청 (2008, 2017) 『한국표준산업분류』
한국산업안전보건공단 (2011) 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』
한국산업안전보건공단 (2021) 『화학물질의 유해성·위험성 평가 지침』
한국은행(2014), 『한국산업연관분석해설』
환경부(2003), 『환경정책의 비용/편익분석 지침서』

Alberni, A. and Krupnick, A., (2000) Cost-of-Illness and Willingness-to-Pay Estimates of the Benefits of Improved Air Quality: Evidence from Taiwan, *Land Economics*, 76(1), 37-53

Courant, P. and Porter, R., (1981) Averting Expenditure and the Cost of Pollution, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 8, 321-329

European Chemicals Agency, (2011) *Guidance on the preparation of socio-economic analysis as part of an application for authorisation.*

European Chemicals Agency, (2008) *Guidance on socio-economic analysis - Restrictions.*

European Chemicals Agency, (2016) *Valuing selected health*

impacts of chemicals.

- EPA, Environmental Protection Agency, (2000, 2010) *Guidelines for Preparing Economic Analysis*
- Eun-A Kim, Won Jin Lee, Mia Son, and Seong-Kyu Kang, (2010) Occupational Lymphohematopoietic Cancer in Korea, *Journal of Korean Medical Sciences*, 25:S99-104.
- Freeman III, A. M., J.A. Herriges, and C.L. Kling, (2014) *The Measurement of Environmental and Resource Values*, RFF Press, New York.
- GBD 2015 Risk Factors Collaborators, (2016) *Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015*. Lancet. 388:1659-1724.
- Harrington, W. and Portney, P., (1987) Valuing the Benefits of Health and Safety Regulation, *Journal of Urban Economics*, Vol. 22, 101-112

Abstracts

A Study on Improving Socio-economic Analysis Methods of Regulations on Chemical Materials following the Occupational Safety & Health Act

Objectives :

This research aims to improve existing evaluation methods for socio-economic analysis of chemical substance regulations under the Occupational Safety & Health Act(OSHA) from the perspective of recent domestic and international trends and social welfare.

Methods :

We employ the research methods of literature review of existing studies and socio-economic guidelines of regulation on chemical materials, econometric analysis of hedonic wage model, and reflection of advisory opinion.

Results :

The disease death-related statistical life value(VSL) of workers was estimated as 611 million won (95% confidence interval 454~

768 million won) and the accidental death-related statistical life value(VSL) of workers was estimated as 2.113 billion won (95% confidence interval 658-3.578 billion won). The benefits of disease risk reduction can be calculated using the economic costs of illness and the compensation of industrial accidents. We also calculated the health benefits that can be applied in the cases where it is difficult to distinguish between death and illness.

The costs of chemicals regulation are defined as social costs and divided into direct and indirect costs. Direct costs include industry compliance costs, government regulatory costs, social welfare loss and transitional costs.

The socioeconomic analysis of regulation on chemical materials under the OSHA includes five major steps for socioeconomic analysis, as well as the analysis period, discount rate, cost-benefit analysis method, etc.

Conclusions :

The estimated health benefits for workers, the type and calculation methods of social cost, and basic framework of economic analysis can be used for the socio-economic analysis of regulation on chemical materials under the OSHA.

Key words :

Regulation on chemical material, Socio-Economic Analysis(SEA), Health benefit, Social cost, Guideline

부록

1. 20대 대분류 질병군의 분류기준 및 질병코드

20개 질병군의 명칭과 국제질병분류(International Classification of Diseases, ICD-10)에 따른 세부적인 질병코드는 다음 표와 같다.

〈부표 1〉 20대 대분류 질병군의 분류기준 및 질병코드

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)	298개 질병군 기준
1	특정감염성 및 기생충성 질환	A00 - B99	1-57
2	신생물	C00 - D48	58-96
3	혈액 및 조혈기관의 질환과 면역기전을 침범한 특정 장애	D50 - D89	97-100
4	내분비, 영양 및 대사질환	E00 - E90	101-111
5	정신 및 행동장애	F00 - F99	112-119
6	신경계의 질환	G00 - G99	120-129
7	눈 및 눈부속기의 질환	H00 - H59	130-139
8	귀 및 유양돌기의 질환	H60 - H95	140-142
9	순환기계의 질환	I00 - I99	143-164
10	호흡기계의 질환	J00 - J99	165-179
11	소화기계의 질환	K00 - K93	180-197
12	피부 및 피하조직의 질환	L00 - L99	198-199
13	근골격계 및 결합조직의 질환	M00 - M99	200-210
14	비뇨생식기계의 질환	N00 - N99	211-233
15	임신, 출산 및 산욕	O00 - O99	234-244
16	주산기에 기원한 특정병태	P00 - P96	245-253
17	선천성기형, 변형 및 염색체 이상	Q00 - Q96	254-266
18	달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상 소견	R00 - R99	267-270
19	손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과	S00 - T98	271-289
20	건강상태 및 보건서비스 접촉에 영향을 주는 요인	Z00 - Z99	290-298

주: 2013 건강보험통계연보(국민건강보험공단, 2014) 상의 ‘22대 질병분류’에서
특수목적코드와 기타 범주를 제외한 나머지 질병 범주를 이용하여 재정리한 것임

2. 298개 중분류 질병군의 분류기준 및 질병코드

298개 질병군의 명칭과 국제질병분류(ICD-10)에 따른 세부적인 질병코드는 다음 표와 같다.

〈부표 2〉 298개 중분류 질병군의 분류기준 및 질병코드

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
1	콜레라 (Cholera)	A00
2	장티푸스 및 파라티푸스 (Typhoid and paratyphoid fevers)	A01
3	시겔라증 (Shigellosis)	A03
4	아메바증 (Amoebiasis)	A06
5	감염성 기원이라고 추정되는 설사와 위장염 (Othergastroenteritis and colitis of infectious and unspecified origin)	A09
6	기타 장관 감염성 질환 (Other intestinal infectious diseases)	A02,A04-A05,A07-A08
7	호흡기 결핵 (Respiratory tuberculosis)	A15-A16
8	기타 결핵 (Other tuberculosis)	A17-A19
9	페스트 (Plague)	A20
10	브루셀라증 (Brucellosis)	A23
11	나병 [한센병] (Leprosy)[Hanses's disease]	A30
12	신생아 파상풍 (Tetanus neonatorum)	A33
13	기타 파상풍 (Other tetanus)	A34-A35
14	디프테리아 (Diphtheria)	A36
15	백일해 (Whooping cough)	A37
16	수막구균 감염 (Meningococcal infection)	A39
17	패혈증 (Sepsis)	A40-A41
18	기타 세균성 질환 (Other bacterial diseases)	A21-A22, A24-A28, A31-A32, A38, A42-A49
19	선천 매독 (Congenital syphilis)	A50
20	조기 매독 (Early syphilis)	A51
21	기타 매독 (Other syphilis)	A52-A53
22	임균 감염 (Gonococcal infection)	A54

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
23	성행위로 전파되는 클라미디아 질환 (Sexually transmitted chlamydial diseases)	A55-A56
24	기타 주로 성행위로 전파되는 감염 (Other infections with a predominantly sexual mode of transmission)	A57-A64
25	재귀열 (Relapsing fevers)	A68
26	트라코마 (Trachoma)	A71
27	발진티푸스 (Typhus fever)	A75
28	급성 회백수염 (Acute poliomyelitis)	A80
29	광견병 (Rabies)	A82
30	바이러스 뇌염 (Viral encephalitis)	A83-A86
31	황열 (Yellow fever)	A95
32	기타 절지동물 매개의 바이러스열 및 바이러스 출혈열 (Other arthropod-borne viral fevers and viral haemorrhagic fevers)	A90-A94,A96-A99
33	헤르페스바이러스 감염 (Herpesviral infections)	B00
34	수두 (Varicella and zoster)	B01-B02
35	홍역 (Measles)	B05
36	풍진 (Rubella)	B06
37	급성 B형 간염 (Acute hepatitis B)	B16
38	기타 바이러스 간염 (Other viral hepatitis)	B15,B17-B19
39	인체 면역결핍 바이러스 질환 (Human immunodeficiency virus[HIV] disease)	B20-B24
40	볼거리 (Mumps)	B26
41	기타 바이러스 질환 (Other viral diseases)	A81,A87-A89,B03-B04, ,B07-B09,B25, B27-B34
42	진균증 (Mycoses)	B35-B49
43	말라리아 (Malaria)	B50-B54
44	리슈마니아증 (Leishmaniasis)	B55
45	트리파노소마증 (Schistosomiasis)	B56-B57
46	주혈흡충증 (Schistosomiasis)	B65
47	기타 흡충 감염 (Other fluke infections)	B66
48	포낭충증 (Echinococcosis)	B67
49	메디나충증 (Dracunculiasis)	B72
50	회선사상충증 (Onchocerciasis)	B73
51	사상충증 (Filariasis)	B74
52	구충 질환 (Hookworm diseases)	B76
53	기타 윤충증 (Other helminthiasis)	B68-B71,B75,B77-B83
54	결핵의 후유증 (Sequelae of tuberculosis)	B90

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
55	회색질척수염의 후유증 (Sequelae of poliomyelitis)	B91
56	나병의 후유증 (Sequelae of leprosy)	B92
57	기타 감염성 및 기생충성 질환 (Other infections and parasitic diseases)	A65-A67,A69-A70,A74 ,A77-A79, B58-B64,B85-B89,B94 ,B99
58	입술, 구강 및 인두의 악성신생물 (Malignant neoplasms of lip, oral cavity and pharynx)	C00-C14
59	식도의 악성신생물 (Malignant neoplasm of oesophagus)	C15
60	위의 악성신생물 (Malignant neoplasm of stomach)	C16
61	결장의 악성신생물 (Malignant neoplasm of colon)	C18
62	직장S상결장 접합부, 직장, 항문과 항문관의 악성신생물 (Malignant neoplasm of rectosigmoid junction, rectum, anus and anal canal)	C19-C21
63	간 및 간내담관의 악성신생물 (Malignant neoplasm of liver and intrahepatic bile ducts)	C22
64	췌장의 악성신생물 (Malignant neoplasm of pancreas)	C25
65	기타 소화기관의 악성신생물 (Other malignant neoplasm of digestive organs)	C17,C23-C24,C26
66	후두의 악성신생물 (Malignant neoplasm of larynx)	C32
67	기관, 기관지 및 폐의 악성신생물 (Malignant neoplasm of trachea, bronchus and lung)	C33-C34
68	기타 호흡기와 흉곽 내 기관의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of respiratory and intrathoracic organs)	C30-C31,C37-C39
69	뼈와 관절연골의 악성신생물 (Malignant neoplasm of bone and articular cartilage)	C40-C41
70	피부의 악성흑색종 (Malignant melanoma of skin)	C43
71	기타 피부의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of skin)	C44
72	중피성 및 연조직의 악성신생물 (Malignant neoplasm of mesothelial and soft tissue)	C45-C49
73	유방의 악성신생물 (Malignant neoplasm of breast)	C50
74	자궁경의 악성신생물 (Malignant neoplasm of cervix uteri)	C53
75	기타 및 상세불명의 자궁부위의 악성신생물 (Malignant neoplasm of other and unspecified parts of uterus)	C54-C55

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
76	기타 여성생식기관의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of female genital organs)	C51-C52,C56-C58
77	전립선의 악성신생물 (Malignant neoplasm of prostate)	C61
78	기타 남성생식기관의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of male genital organs)	C60,C62-C63
79	방광의 악성신생물 (Malignant neoplasm of bladder)	C67
80	기타 요도의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of urinary tract)	C64-C66,C68
81	눈 및 눈부속기의 악성신생물 (Malignant neoplasm of eye and adnexa)	C69
82	뇌의 악성신생물 (Malignant neoplasm of brain)	C71
83	기타 중추신경계의 악성신생물 (Malignant neoplasm of other parts of central nervous system)	C70,C72
84	기타, 부위불명, 속발성, 상세불명 및 다발성 부위의 악성신생물 (Malignant neoplasm of other, ill-defined, secondary, unspecified and multiple sites)	C73-C80,C97
85	호지킨병 (Hodgkin disease)	C81
86	비호지킨 림프종 (Non-Hodgkin lymphoma)	C82-C86
87	백혈병 (Leukaemia)	C91-C95
88	기타 림프, 조혈 및 관련조직의 악성신생물 (Other malignant neoplasms of lymphoid, haematopoietic and related tissue)	C88-C90,C96
89	자궁경부의 상피내 암종 (Carcinoma in situ of cervix uteri)	D06
90	피부의 양성신생물 (Benign neoplasm of skin)	D22-D23
91	유방의 양성신생물 (Benign neoplasm of breast)	D24
92	자궁의 평활근종 (Leiomyoma of uterus)	D25
93	난소의 양성신생물 (Benign neoplasm of ovary)	D27
94	비뇨기관의 양성신생물 (Benign neoplasm of urinary organs)	D30
95	뇌 및 기타 중추신경계의 양성신생물 (Benign neoplasm of brain and other parts of central nervous system)	D33
96	기타 상피내, 양성신생물 및 행동양식 불명 및 미상의 신생물 (Other in situ and benign neoplasms and neoplasms of uncertain and unknown behaviour)	D00-D05,D07-D21,D26,D28-D29,D31-D32,D34-D48
97	철 결핍성 빈혈 (Iron deficiency anaemia)	D50
98	기타 빈혈 (Other anaemias)	D51-D64
99	출혈성 병태와 혈액 및 조혈기관의 기타 질환	D65-D77

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
	(Haemor-rhagic conditions and other diseases of blood and bloodforming organs)	
100	면역기전을 침범하는 특정 장애 (Certain disorders involving the immune mechanism)	D80-D89
101	요오드결핍과 관련된 갑상선 장애 (Iodine-deficiency-related thyroid disorders)	E00-E02
102	갑상선 중독증 (Thyrotoxicosis)	E05
103	기타 갑상선 장애 (Other disorders of thyroid)	E03-E04,E06-E07
104	당뇨병 (Diabetes mellitus)	E10-E14
105	영양실조 (Malnutrition)	E40-E46
106	비타민A 결핍증 (Vitamin A deficiency)	E50
107	기타 비타민 결핍증 (Other vitamin deficiencies)	E51-E56
108	영양실조 및 기타 영양결핍증의 후유증 (Sequelae of malnutrition and other nutritional deficiencies)	E64
109	비만 (Obesity)	E66
110	용적체액상실 (Volume depletion)	E86
111	기타 내분비, 영양 및 대사 질환 (Other endocrine, nutritional and metabolic disorders)	E15-E35,E58-E63,E65, E67-E85, E87-E90
112	치매 (Dementia)	F00-F03
113	알콜 사용에 의한 정신 및 행동장애 (Mental and behavioural disorders due to use of alcohol)	F10
114	기타 정신활성물질 사용에 의한 정신 및 행동장애 (Mental and behavioural disorders due to other psychoactive substance use)	F11-F19
115	정신분열증, 분열형 및 망상성 장애 (Schizophrenia schizotypal and delusional disorders)	F20-F29
116	기분(정동성)장애 (Mood [affective] disorders)	F30-F39
117	신경증적, 스트레스와 관련된 신체형 장애 (Neurotic, stress-related and somatoform disorders)	F40-F48
118	정신 지연 (Mental retardation)	F70-F79
119	기타 정신 및 행동장애 (Other mental and behavioural disorders)	F04-F09,F50-F69,F80-F99
120	중추신경계의 염증성 질환 (Inflammatory diseases of the central nervous system)	G00-G09
121	파킨슨병 (Parkinson's disease)	G20
122	알츠하이머병 (Alzheimer's disease)	G30
123	다발성 경화증 (Multiple sclerosis)	G35
124	간질 (Epilepsy)	G40-G41
125	편두통 및 기타 두통 증후군 (Migraine and other head-	G43-G44

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
	ache syndromes)	
126	일과성 대뇌 허혈성 발작 및 관련 증후군 (Transient cerebral ischaemic attacks and related syndromes)	G45
127	신경, 신경근 및 신경총 장애 (Nerve, nerve root and plexus disorders)	G50-G59
128	뇌성마비 및 기타 마비성 증후군 (Cerebral palsy and other paralytic syndromes)	G80-G83
129	기타 신경계의 질환 (Other diseases of the nervous system)	G10-G14,G21-G26,G31-G32, G36-G37,G46-G47,G60-G73, G90-G99
130	눈꺼풀의염증 (Inflammation of eyelid)	H00-H01
131	결막염 및 기타 결막의 장애 (Conjunctivitis and other disorders of conjunctiva)	H10-H13
132	각막염 및 각막과 공막의 기타 장애 (Keratitis and other disorder of sclera and cornea)	H15-H19
133	백내장 및 수정체의 기타 장애 (Cataract and other disorders of lens)	H25-H28
134	망막박리와 망막의 결함 (Retinal detachments and breaks)	H33
135	녹내장 (Glaucoma)	H40-H42
136	사시 (trabismus)	H49-H50
137	굴절 및 조절 장애 (Disorders of refraction and accommodation)	H52
138	실명 및 저시력 (Blindness and low vision)	H54
139	기타 눈 및 눈부속기의 질환 (Other diseases of the eye and adnexa)	H02-H06,H20-H22,H30-H32, H34-H36,H43-H48,H51,H53, H55-H59
140	중이염과 중이 및 유양돌기 장애 (Otitis media and other disorders of middle ear and mastoid)	H65-H75
141	난청 (Other diseases of the ear and mastoid process)	H90-H91
142	기타 귀 및 유양돌기 질환 (Acute rheumatic fever)	H60-H62,H80-H83,H92-H95
143	급성 류마티스열 (Chronic rheumatic heart disease)	I00-I02
144	만성 류마티스 심장 질환 (Chronic rheumatic heart disease)	I05-I09
145	본태성(원발성)고혈압 (Essential(primary)	I10

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
	hyper-tention)	
146	기타 고혈압성 질환 (Other hypertensive diseases)	I11-I15
147	급성 심근경색증 (Acute myocardial infarction)	I21-I22
148	기타 허혈성 심장질환 (Other ischaemic heart diseases)	I20,I23-I25
149	폐색전증 (Pulmonary embolism)	I26
150	전도장애 및 심장성 부정맥 (Conduction disorders and cardiac arrhythmias)	I44-I49
151	심부전 (Heart failure)	I50
152	기타 심장질환 (Other heart diseases)	I27-I43,I51-I52
153	뇌내출혈 (Intracranial haemorrhage)	I60-I62
154	뇌경색증 (Cerebral infarction)	I63
155	출혈 또는 경색으로 명시되지 않은 졸중 (Stroke, not specified as haemorrhage or infarction)	I64
156	기타 뇌혈관 질환 (Other cerebrovascular diseases)	I65-I69
157	죽상 경화증 (Atherosclerosis)	I70
158	기타 말초혈관 질환 (Other peripheral vascular diseases)	I73
159	동맥 색전증 및 혈전증 (Arterial embolism and thrombosis)	I74
160	기타 동맥, 소동맥 및 모세혈관의 질환 (Other diseases of arteries, arterioles and capillaries)	I71-I72,I77-I79
161	정맥염, 혈전정맥염, 정맥색전증 및 혈전증(Phlebitis, thrombophlebitis, venous embolism and thrombosis)	I80-I82
162	하지의 정맥류 (Varicose veins of lower extremities)	I83
163	치핵 (Haemorrhoids)	I84
164	기타 순환기계 질환 (Other diseases of the circulatory system)	I85-I99
165	급성 인두염 및 급성 편도염 (Acute pharyngitis and acute tonsillitis)	J02-J03
166	급성 후두염 및 기관염 (Acute laryngitis and tracheitis)	J04
167	기타 급성 상기도 감염 (Other acute upper respiratory infections)	J00-J01,J05-J06
168	인플루엔자 (Influenza)	J09-J11
169	폐렴 (Pneumonia)	J12-J18
170	급성 기관지염 및 급성 세기관지염 (Acute bronchitis and acute bronchiolitis)	J20-J21
171	만성 부비동염 (Chronic sinusitis)	J32
172	기타 코 및 비동의 질환 (Other diseases of nose and nasal sinuses)	J30-J31,J33-J34

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
173	편도 및 아데노이드의 만성 질환 (Chronic disease of tonsils and adenoids)	J35
174	기타 상기도의 질환 (Other diseases of upper respiratory tract)	J36-J39
175	기관지염, 폐기종 및 기타 만성 폐쇄성 폐질환 (Bronchitis, emphysema and other chronic obstructive pulmonary diseases)	J40-J44
176	천식 (sthma)	J45-J46
177	기관지확장증 (Bronchiectasis)	J47
178	진폐증 (Pneumoconiosis)	J60-J65
179	기타 호흡기계 질환 (Other diseases of the respiratory system)	J22,J66-J99
180	치아우식증 (Dental caries)	K02
181	치아 및 지지구조의 기타 장애 (Other disorders of teeth and supporting structures)	K00-K01,K03-K08
182	기타 구강, 타액선 및 턱의 질환 (Other diseases of the ora cavity, salivary glands and jaws)	K09-K14
183	위 및 십이지장궤양 (Gastric and duodenal ulcer)	K25-K27
184	위염 및 십이지장염 (Gastritis and duodenitis)	K29
185	기타 식도, 위 및 십이지장 질환 (Other diseases of oesophagus, stomach and duodenum)	K20-K23,K28,K30-K31
186	충수의 질환 (Diseases of appendix)	K35-K38
187	서혜 헤르니아 (Inguinal hernia)	K40
188	기타 헤르니아 (Other hernia)	K41-K46
189	크론병 및 궤양성 대장염 (Crohn's disease and ulcerativecolitis)	K50-K51
190	헤르니아가 없는 마비성 장폐색증 및 장관폐쇄 (Paralytic ileus and intestinal obstruction without hernia)	K56
191	장의 게실성 질환 (Diverticular disease of intestine)	K57
192	기타 장 및 복막의 질환 (Other diseases of intestines and peritoneum)	K52-K55,K58-K67
193	알콜성 간질환 (Alcoholic liver disease)	K70
194	기타 간질환 (Other diseases of liver)	K71-K77
195	담석 등 및 담낭염 (Cholelithiasis and cholecystitis)	K80-K81
196	급성 췌장염 및 기타 췌장의 질환 (Acute pancreatitis and other diseases of the pancreas)	K85-K86
197	기타 소화기계의 질환 (Other diseases of the digestive system)	K82-K83,K87-K93

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
198	피부 및 피하조직의 감염 (Infections of the skin and subcutaneous)	L00-L08
199	기타 피부 및 피하조직의 질환 (Other diseases of the skin and subcutaneous tissue)	L10-L99
200	류마티오이드 관절염 및 기타 염증성 다발성 관절병증 (Rheumatoid arthritis and other inflammatory polyarthropathies)	M05-M14
201	관절증 (Arthrosis)	M15-M19
202	사지의 후천성 변형 (Acquired deformities of limbs)	M20-M21
203	관절의 기타 장애 (Other disorders of joints)	M00-M03,M22-M25
204	전신성 결합조직의 장애 (Systemic connective tissue disorders)	M30-M36
205	요추 및 기타 추간판장애 (Cervical and other intervertebral disc disorders)	M50-M51
206	기타 배병증 (Other dorsopathies)	M40-M49,M53-M54
207	연부조직 장애 (Soft tissue disorders)	M60-M79
208	뼈밀도 및 구조장애 (Disorders of bone density and structure)	M80-M85
209	골수염 (Osteomyelitis)	M86
210	기타 근골격계 및 결합조직의 기타 장애 (Other diseases of the musculoskeletal system and connective tissue)	M87-M99
211	급성 및 급속진행성 신염증후군(Acute and rapidly progressive nephritic syndromes)	N00-N01
212	기타 사구체 질환 (Other glomerular diseases)	N02-N08
213	신세뇨관-간질성 질환 (Renal tubulo-interstitial diseases)	N10-N16
214	신부전증 (Renal failure)	N17-N19
215	요로결석증 (Urolithiasis)	N20-N23
216	방광염 (Cystitis)	N30
217	기타 비뇨기계의 질환 (Other diseases of the urinary system)	N25-N29,N31-N39
218	전립선의 비대 (Hyperplasia of prostate)	N40
219	전립선의 기타 장애 (Other disorders of prostate)	N41-N42
220	음낭수류 및 정액류 (Hydrocele and spermatocele)	N43
221	과장포피, 포경 및 감돈포경 (Redundant prepuce, phimosis and paraphimosis)	N47
222	남성생식기관의 기타 질환 (Other diseases of male genital organs)	N44-N46,N48-N51

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
223	유방의 장애 (Disorders of breast)	N60-N64
224	난관염 및 난소염 (Salpingitis and oophoritis)	N70
225	자궁경부의 염증성 질환 (Inflammatory disease of cervix uteri)	N72
226	기타 여성 골반내 장기의 염증성 질환 (Other inflammatory diseases of female pelvic organs)	N71,N73-N77
227	자궁내막증 (Endometriosis)	N80
228	여성생식기 탈출 (Female genital prolapse)	N81
229	난소, 난관 및 광인대의 비염증성 장애 (Noninflammatory disorders of ovary, fallopian tube and broad ligament)	N83
230	월경장애 (Disorders of menstruation)	N91-N92
231	폐경기 및 기타 폐경기전후 장애 (Menopausal and other perimenopausal disorders)	N95
232	여성불임증 (Female infertility)	N97
233	기타 비뇨생식기로의 장애 (Other disorders of genitourinary tract)	N82,N84-N90,N93-N94, N96,N98-N99
234	자연유산 (Spontaneous abortion)	O03
235	의학적 유산 (Medical abortion)	O04
236	기타 유산된 임신 (Other pregnancies with abortive outcome)	O00-O02,O05-O08
237	임신, 출산 및 산욕의부종, 단백뇨 및 고혈압성 장애 (Oedema, proteinuria and hypertensive disorders in pregnancy, childbirth and the puerperium)	O10-O16
238	전치태반, 태반 조기박리 및 분만 전 출혈 (praevia, premature separation of placenta and antepartum haemorrhage)	O44-O46
239	기타 태아와 양막강 및 가능한 분만문제와 관련된 산모관리 (Other maternal care related to fetus and amniotic cavity and possible delivery problems)	O30-O43,O47-O48
240	난산 (Obstructed labour)	O64-O66
241	분만 후 출혈 (Postpartum haemorrhage)	O72
242	기타 임신과 분만의 합병증 (Other complications of pregnancy and delivery)	O20-O29,O60-O63,O67-O71, O73-O75,O81-O84
243	단일 자연분만 (Single spontaneous delivery)	O80
244	달리 분류되지 않은 주로 산욕기에 관련된 합병증 및 기타 산과적 병태 (Complications predominatly related	O85-O99

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
	to the puerperium and other obstetric conditions, NEC)	
245	모성요인과 임신, 출산 및 분만의 합병증에 의해 영향을 받은 태아 및 신생아 (Fetus and newborn affected by maternal factors and by complications of pregnancy, labour and delivery)	P00-P04
246	태아 발육지연, 태아 영양실조와 단기임신 및 저체중 출산과 관련된 장애 (Slow fetal growth, fetal malnutrition and disorders related to short gestation and low birth weight)	P05-P07
247	출산 외상 (Birth trauma)	P10-P15
248	자궁내 저산소증 및 출산질식 (Intrauterine hypoxia and birth asphyxia)	P20-P21
249	주산기에 기원한 기타 호흡기 장애 (Other respiratory disorders originating in the perinatal period)	P22-P28
250	선천성 감염 및 기생충성 질환 (Congenital infectious and parasitic diseases)	P35-P37
251	출생전후기에 특이한 기타감염 (Other infections specific to the perinatal period)	P38-P39
252	태아 및 신생아의 용혈성 질환 (Haemolytic disease of fetus and newborn)	P55
253	기타 출생전후기에 기원한 병태 (Other conditions originating in the perinatal period)	P08,P29,P50-P54,P56-P96
254	이분척추증 (Spina bifida)	Q05
255	기타 신경계의 선천성 기형 (Other congenital malformations of the nervous system)	Q00-Q04,Q06-Q07
256	순환기계의 선천성 기형 (Congenital malformations of the circulatory system)	Q20-Q28
257	구순 및 구개열 (Cleft lip and cleft palate)	Q35-Q37
258	소장의 결여, 폐쇄 및 협착 (Congenital absence, atresiaand stenosis of small intestine)	Q41
259	기타 소화기계의 선천성 기형 (Other congenital malformations of the digestive system)	Q38-Q40,Q42-Q45
260	정류고환 (Undescended testicle)	Q53
261	기타 비뇨생식기계의 기형 (Other malformations of the genitourinary system)	Q50-Q52,Q54-Q64
262	고관절의 선천성 변형 (Congenital deformities of hip)	Q65
263	발의 선천성 변형 (Congenital deformities of feet)	Q66

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
264	기타 근골격계의 선천성 기형 및 변형 (Other congenital malformations and deformations of the musculoskeletal system)	Q67-Q79
265	기타 선천성 기형 (Other congenital malformations)	Q10-Q18, Q30-Q34, Q80-Q89
266	달리 분류되지 않은 염색체 이상 (Chromosomal abnormalities, NEC)	Q90-Q99
267	복부 및 골반 동통 (Abdominal and pelvic pain)	R10
268	원인미상 열 (Fever of unknown origin)	R50
269	노쇠 (Senility)	R54
270	기타 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사상 이상소견 (Other symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, NEC)	R00-R09, R11-R49, R51-R53, R55-R99
271	두개골 및 안면골의 골절 (Fracture of skull and facial bones)	S02
272	목, 흉곽 또는 골반의 골절 (Fracture of neck, thorax or pelvis)	S12, S22, S32, T08
273	대퇴골의 골절 (Fracture of femur)	S72
274	기타 사지뼈의 골절 (Fractures of other limb)	S42, S52, S62, S82, S92, T10, T12
275	다발성 신체부위를 침범하는 골절 (Fractures involving multiple body regions)	T02
276	명시된 다발성 신체부위의 탈구, 염좌 및 긴장 (Dislocations, sprains and strains of specified and multiple body regions)	S03, S13, S23, S33, S43, S53, S63, S73, S83, S93, T03
277	눈 및 안와의 손상 (Injury of eye and orbit)	S05
278	두개내 손상 (Intracranial injury)	S06
279	기타 내부장기의 손상 (Injury of other internal organs)	S26-S27, S36-S37
280	명시된 다발성 신체부위의 압쇄손상 및 외상성 절단 (Crushing injuries and traumatic amputations of specified and multiple body regions)	S38, S47-S48, S57-S58, S07-S08, S17-S18, S28, S67-S68, S77-S78, S87-S88, S97-S98, T04-T05
281	명시된 상세불명 및 다발성 신체부위의 기타 손상 (Other injuries of specified, unspecified and multiple body regions)	S00-S01, S04, S09-S11, S14-S16, S19-S21, S24-S25, S29-S31, S34-S35, S39-

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
		S41,S44-S46,S49-S51, S54-S56,S59-S61,S64-S66, S69-S71,S74-S76, S79-S81,S84-S86,S89-S91, S94-S96,S99, T00-T01,T06-T07,T09,T11, T13-T14
282	자연개구를 통해 들어온 이물의 효과 (Effects of foreign body entering through natural orifice)	T15-T19
283	화상 및 부식 (Burns and corrosions)	T20-T32
284	약물 및 생물학적 물질에 의한 중독 (Poisoning by drugs and biological substances)	T36-T50
285	주로 비의약품 물질의 중독작용 (Toxic effects of substances chiefly nonmedicinal as to source)	T51-T65
286	학대 증후군 (Maltreatment syndromes)	T74
287	기타 및 상세불명 외인의 영향 (Other and unspecified effects of external causes)	T33-T35,T66-T73,T75-T78
288	달리 분류되지 않은 외상의 특정 조기 합병증과 외과적 및 내과적 처치의 합병증 (Certain early complications of trauma and complications of surgical and medical care, NEC)	T79-T88
289	손상, 중독 및 외인의 기타 결과의 후유증 (Sequelae of injuries, of poisoning and of other consequences of external causes)	T90-T98
290	검사 및 조사를 위해 보건서비스와 접하고 있는 사람 (Persons encountering health services for examination and investigation)	Z00-Z13
291	무증상 인체 면역결핍 바이러스 감염 상태 (Asymptomatic human immunodeficiency virus[HIV] infection status)	Z21
292	기타 전염성 질환과 관련되어 건강위험의 가능성이 있는 사람 (Other persons with potential health hazards related to communicable disease)	Z20,Z22-Z29
293	피임관리 (Contraceptive management)	Z30
294	출산 전 선별검사 및 기타 임신의 관리 (Antenatal screening and other supervision of pregnancy)	Z34-Z36

구분	질병군명	질병코드 (ICD-10 기준)
295	출산장소에 따른 출생영아 (Liveborn infants according to place of birth)	Z38
296	분만 후 간호 및 검사 (Postpartum care and examination)	Z39
297	특수처치 및 건강보호를 위하여 보건서비스와 접하고 있는 사람 (Persons encountering health services for specific procedures and health care)	Z40-Z54
298	기타 이유로 보건서비스와 접하고 있는 사람 (encountering health services for other reasons)	Z31-Z33,Z37,Z55-Z99

3. 298개 중분류 질병군의 사회경제적 비용

298개 질병군의 1인당 사회경제적 비용을 2020년 물가수준을 반영하여 신영철 등(2018)의 자료를 재산정한 결과는 다음 표와 같다.

〈부표 3〉 298개 중분류 질병군의 1인당 사회경제적 비용

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
1	콜레라	2,179	5	5	0	33	2,221
2	장티푸스 및 파라티푸스	1,731	285	122	0	453	2,592
3	시겔라증	467	80	36	0	81	662
4	아메바증	214	26	14	172	72	498
5	감염성 기원이라고 추정되는 설사와 위장염	117	16	9	4	35	180
6	기타 장관 감염성 질환	94	13	8	5	33	154
7	호흡기 결핵	2,085	371	161	2,994	651	6,261
8	기타 결핵	2,334	379	166	1,742	555	5,175
9	페스트	74	0	2	0	20	95
10	브루셀라증	3,399	592	255	0	2,281	6,527
11	나병 [한센병]	475	317	130	18	66	1,006
12	신생아 파상풍	133	0	2	0	67	202
13	기타 파상풍	1,119	152	56	16	290	1,633
14	디프테리아	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
15	백일해	291	61	27	0	16	394
16	수막구균 감염	1,688	228	102	25,863	159	28,038
17	패혈증	3,787	702	295	4,510	351	9,646
18	기타 세균성 질환	241	25	14	35	53	369
19	선천 매독	1,232	153	63	0	47	1,495
20	조기 매독	147	6	6	0	84	243
21	기타 매독	179	17	11	0	105	312
22	임균 감염	129	4	5	0	88	226
23	성행위로 전파되는 클라미디아 질환	83	1	3	0	58	145

구분	질병군명	진료비 (천 원)	간병 (천 원)	교통 (천 원)	조기 사망 (천 원)	생산성 손실 (천 원)	총비용 (천 원)
24	기타 주로 성행위로 전파되는 감염	103	1	3	0	56	163
25	재귀열	113	10	6	0	14	142
26	트라코마	63	0	2	0	36	101
27	발진티푸스	956	228	98	111	229	1,623
28	급성 회백수염	1,676	598	264	0	1,454	3,992
29	광견병	358	0	3	0	52	413
30	바이러스 뇌염	5,027	694	294	14,051	1,301	21,367
31	황열	182	0	2	0	0	183
32	기타 절지동물 매개의 바이러스열 및 바이러스 출혈열	1,623	219	93	5,185	363	7,484
33	헤르페스바이러스 감염	62	2	3	3	35	105
34	수두	222	24	15	1	91	352
35	홍역	293	46	21	0	34	394
36	풍진	116	8	5	0	33	163
37	급성 B형 간염	335	22	12	202	104	676
38	기타 바이러스 간염	965	18	14	332	202	1,531
39	인체 면역결핍 바이러스 질환	15,286	190	90	6,254	908	22,729
40	볼거리	209	37	18	0	26	291
41	기타 바이러스 질환	120	8	7	9	27	170
42	진균증	99	1	4	3	62	169
43	말라리아	573	96	42	0	233	944
44	리슈마니아증	593	0	16	0	600	1,209
45	트리파노소마증	338	48	28	0	276	690
46	주혈흡충증	32	0	2	0	28	62
47	기타 흡충 감염	251	76	35	0	266	629
48	포낭충증	2,083	77	36	0	158	2,353
49	메디나충증	64	0	2	0	22	87
50	회선사상충증	46	0	2	0	24	71
51	사상충증	75	0	2	0	24	101
52	구충 질환	11	0	2	0	16	29
53	기타 윤충증	108	9	6	0	45	168
54	결핵의 후유증	385	41	21	932	106	1,483
55	회색질척수염의 후유증	810	279	127	165	587	1,968

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
56	나병의 후유증	646	124	61	0	45	875
57	기타 감염성 및 기생충성 질환	122	6	6	46	49	230
58	입술, 구강 및 인두의 악성신생물	7,928	673	300	13,530	1,472	23,903
59	식도의 악성신생물	10,464	1,034	450	18,881	1,669	32,499
60	위의 악성신생물	4,094	436	191	7,568	707	12,995
61	결장의 악성신생물	5,706	595	258	5,380	711	12,651
62	직장S상결장 접합부, 직장, 항문과 항문관의 악성신생물	6,171	575	252	5,805	936	13,739
63	간 및 간내담관의 악성신생물	10,271	810	352	30,499	1,554	43,485
64	췌장의 악성신생물	11,831	1,449	619	34,579	1,738	50,216
65	기타 소화기관의 악성신생물	8,948	1,015	434	12,854	962	24,213
66	후두의 악성신생물	5,508	519	233	3,454	850	10,564
67	기관, 기관지 및 폐의 악성신생물	10,211	978	422	17,708	1,157	30,476
68	기타 호흡기와 흉곽 내 기관의 악성신생물	6,911	619	271	18,577	1,263	27,642
69	뼈와 관절연골의 악성신생물	6,839	802	347	17,483	1,099	26,570
70	피부의 악성흑색종	5,257	602	266	13,171	772	20,067
71	기타 피부의 악성신생물	2,080	364	160	1,216	240	4,061
72	중피성 및 연조직의 악성신생물	7,646	750	326	16,484	1,164	26,370
73	유방의 악성신생물	5,809	450	204	2,411	760	9,634
74	자궁경의 악성신생물	4,393	440	196	4,155	551	9,735
75	기타 및 상세불명의 자궁부위의 악성신생물	3,889	409	181	2,378	502	7,359
76	기타 여성생식기관의 악성신생물	7,494	945	402	5,708	1,033	15,582
77	전립선의 악성신생물	3,637	259	119	760	245	5,019

구분	질병군명	진료비 (천 원)	간병 (천 원)	교통 (천 원)	조기 사망 (천 원)	생산성 손실 (천 원)	총비용 (천 원)
78	기타 남성생식기관의 악성신생물	2,368	218	101	6,935	571	10,193
79	방광의 악성신생물	3,855	419	186	2,404	444	7,309
80	기타 요도의 악성신생물	4,208	353	155	6,252	598	11,566
81	눈 및 눈부속기의 악성신생물	3,233	250	112	3,249	280	7,125
82	뇌의 악성신생물	11,775	1,504	632	36,516	2,311	52,739
83	기타 중추신경계의 악성신생물	6,181	1,223	504	11,030	1,766	20,706
84	기타, 부위불명, 속발성, 상세불명 및 다발성 부위의 악성신생물	1,427	100	49	329	232	2,138
85	호지킨병	6,112	446	201	5,504	996	13,259
86	비호지킨 림프종	11,752	799	347	13,336	1,306	27,539
87	백혈병	21,880	1,064	457	26,202	1,673	51,276
88	기타 림프, 조혈 및 관련조직의 악성신생물	15,612	804	352	6,987	1,079	24,835
89	자궁경부의 상피내 암종	567	35	20	0	118	740
90	피부의 양성신생물	135	3	5	0	60	203
91	유방의 양성신생물	145	12	8	0	55	219
92	자궁의 평활근종	668	44	21	1	112	846
93	난소의 양성신생물	798	53	25	4	110	991
94	비뇨기관의 양성신생물	565	30	16	0	90	701
95	뇌 및 기타 중추신경계의 양성신생물	2,651	279	120	572	445	4,067
96	기타 상피내, 양성신생물 및 행동양식 불명 및 미상의 신생물	702	47	24	120	126	1,020
97	철 결핍성 빈혈	126	7	6	0	45	184
98	기타 빈혈	613	32	17	290	64	1,016
99	출혈성 병태와 혈액 및 조혈기관의 기타 질환	3,427	61	31	625	125	4,269
100	면역기전을 침범하는 특정 장애	1,397	111	54	1,818	245	3,625

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
101	요오드결핍과 관련된 갑상선 장애	213	1	6	0	76	296
102	갑상선 중독증	390	7	11	35	153	596
103	기타 갑상선 장애	221	3	6	6	71	308
104	당뇨병	822	65	40	283	245	1,455
105	영양실조	392	95	43	2,143	125	2,799
106	비타민A 결핍증	93	0	4	0	54	151
107	기타 비타민 결핍증	222	39	22	41	152	475
108	영양실조 및 기타 영양결핍증의 후유증	235	87	40	0	122	484
109	비만	92	1	4	63	57	216
110	용적체액상실	88	12	7	52	28	188
111	기타 내분비, 영양 및 대사 질환	341	9	9	82	77	519
112	치매	5,025	2,908	1,212	64	464	9,673
113	알콜 사용에 의한 정신 및 행동장애	5,429	4,199	1,773	4,053	11,849	27,303
114	기타 정신활성물질 사용에 의한 정신 및 행동장애	640	156	69	90	420	1,375
115	정신분열증, 분열형 및 망상성 장애	6,676	4,832	2,064	145	11,587	25,304
116	기분(정동성)장애	730	168	84	3	503	1,488
117	신경증적, 스트레스와 관련된 신체형 장애	289	18	16	0	158	482
118	정신 지연	3,899	3,101	1,324	515	7,487	16,327
119	기타 정신 및 행동장애	469	131	63	14	296	975
120	중추신경계의 염증성 질환	2,107	372	157	1,928	435	5,000
121	파킨슨병	5,603	2,067	841	692	548	9,751
122	알츠하이머병	1,579	496	211	671	83	3,040
123	다발성 경화증	7,460	710	301	1,765	1,512	11,748
124	간질	1,495	161	77	1,450	418	3,599
125	편두통 및 기타 두통 증후군	175	9	9	0	82	275
126	일과성 대뇌 허혈성 발작 및 관련 증후군	720	73	36	1	121	951

구분	질병군명	진료비 (천 원)	간병 (천 원)	교통 (천 원)	조기 사망 (천 원)	생산성 손실 (천 원)	총비용 (천 원)
127	신경, 신경근 및 신경총 장애	395	32	24	0	189	639
128	뇌성마비 및 기타 마비성 증후군	11,508	4,183	1,671	1,503	5,634	24,499
129	기타 신경계의 질환	572	103	49	409	219	1,352
130	눈꺼풀의염증	66	0	3	0	38	107
131	결막염 및 기타 결막의 장애	64	0	3	0	32	99
132	각막염 및 각막과 공막의 기타 장애	83	0	3	0	42	129
133	백내장 및 수정체의 기타 장애	595	21	14	0	51	680
134	망막박리와 망막의 결함	605	26	15	0	125	772
135	녹내장	267	1	6	0	67	341
136	사시	210	8	7	0	18	242
137	굴절 및 조절 장애	64	0	2	0	19	86
138	실명 및 저시력	210	32	18	0	79	338
139	기타 눈 및 눈부속기의 질환	182	2	5	0	52	240
140	중이염과 중이 및 유양돌기 장애	148	4	8	1	40	201
141	난청	196	7	7	0	57	267
142	기타 귀 및 유양돌기 질환	114	5	6	0	60	186
143	급성 류마티스열	763	33	22	0	96	914
144	만성 류마티스 심장 질환	1,855	89	44	455	160	2,604
145	본태성(원발성)고혈압	559	24	23	8	178	791
146	기타 고혈압성 질환	555	35	23	146	103	863
147	급성 심근경색증	3,982	175	79	10,645	282	15,163
148	기타 허혈성 심장질환	1,262	58	31	516	128	1,995
149	폐색전증	2,718	412	177	2,364	248	5,919
150	전도장애 및 심장성 부정맥	1,122	62	32	2,294	119	3,629
151	심부전	1,379	248	110	915	105	2,756
152	기타 심장질환	2,186	152	69	3,023	207	5,637
153	뇌내출혈	8,863	2,134	871	14,024	3,083	28,975

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
154	뇌경색증	3,417	959	397	468	687	5,926
155	출혈 또는 경색으로 명시되지 않은 졸중	1,705	593	250	984	352	3,883
156	기타 뇌혈관 질환	2,498	786	324	725	734	5,067
157	죽상 경화증	975	76	37	67	119	1,274
158	기타 말초혈관 질환	250	18	12	5	74	359
159	동맥 색전증 및 혈전증	1,844	217	95	666	218	3,039
160	기타 동맥, 소동맥 및 모세혈관의 질환	2,961	153	69	1,878	199	5,259
161	정맥염, 혈전정맥염, 정맥색전증 및 혈전증	897	108	50	291	164	1,511
162	하지의 정맥류	332	28	16	4	119	498
163	치핵	473	43	22	0	170	709
164	기타 순환기계 질환	340	36	18	74	90	558
165	급성 인두염 및 급성 편도염	72	2	5	0	39	119
166	급성 후두염 및 기관염	62	1	4	0	40	106
167	기타 급성 상기도 감염	81	1	5	0	41	128
168	인플루엔자	161	36	17	25	36	275
169	폐렴	686	150	67	296	85	1,284
170	급성 기관지염 및 급성 세기관지염	112	3	7	1	45	167
171	만성 부비동염	127	3	6	0	55	191
172	기타 코 및 비동의 질환	90	1	5	0	45	141
173	편도 및 아데노이드의 만성 질환	154	11	8	0	47	220
174	기타 상기도의 질환	87	3	5	1	49	144
175	기관지염, 폐기종 및 기타 만성 폐쇄성 폐질환	150	20	12	39	59	279
176	천식	191	20	14	14	49	288
177	기관지확장증	484	45	24	127	86	766
178	진폐증	468	81	37	3,220	71	3,876
179	기타 호흡기계 질환	409	47	23	185	73	738
180	치아우식증	106	0	3	0	32	141
181	치아 및 지지구조의 기타	269	0	5	0	84	358

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
	장애						
182	기타 구강, 타액선 및 턱의 질환	94	3	4	0	38	140
183	위 및 십이지장궤양	211	10	8	20	71	319
184	위염 및 십이지장염	106	1	4	0	45	156
185	기타 식도, 위 및 십이지장 질환	189	3	6	2	71	271
186	충수의 질환	3,229	203	88	35	340	3,896
187	서혜 헤르니아	1,901	123	56	4	222	2,305
188	기타 헤르니아	1,252	119	53	181	166	1,771
189	크론병 및 궤양성 대장염	2,968	87	46	115	312	3,527
190	헤르니아가 없는 마비성 장폐색증 및 장관폐쇄	1,084	157	68	558	176	2,043
191	장의 게실성 질환	1,156	139	61	8	320	1,684
192	기타 장 및 복막의 질환	202	8	6	18	52	287
193	알콜성 간질환	1,374	204	91	11,730	687	14,085
194	기타 간질환	468	32	17	583	129	1,230
195	담석 등 및 담낭염	3,016	234	102	108	309	3,768
196	급성 췌장염 및 기타 췌장의 질환	1,707	201	89	1,224	563	3,784
197	기타 소화기계의 질환	914	75	35	429	137	1,590
198	피부 및 피하조직의 감염	97	7	7	3	59	172
199	기타 피부 및 피하조직의 질환	108	3	6	1	67	185
200	류마토이드 관절염 및 기타 염증성 다발성 관절병증	338	17	14	5	111	486
201	관절증	569	43	30	0	127	769
202	사지의 후천성 변형	667	127	58	0	210	1,062
203	관절의 기타 장애	303	34	22	1	149	509
204	전신성 결합조직의 장애	1,391	106	53	715	236	2,501
205	요추 및 기타 추간판장애	501	72	39	0	298	911
206	기타 배병증	505	29	28	1	215	778
207	연부조직 장애	279	13	16	3	180	490
208	뼈밀도 및 구조장애	300	16	13	1	38	368

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
209	골수염	3,106	726	313	318	1,296	5,759
210	기타 근골격계 및 결합조직의 기타 장애	706	91	45	2	225	1,068
211	급성 및 급속진행성 신염증후군	332	32	17	29	70	480
212	기타 사구체 질환	586	25	16	91	122	840
213	신세뇨관-간질성 질환	820	141	63	45	144	1,213
214	신부전증	13,199	592	310	1,562	1,630	17,294
215	요로결석증	1,168	32	18	11	156	1,385
216	방광염	104	3	5	0	44	156
217	기타 비뇨기계 질환	287	24	14	18	80	423
218	전립선의 비대	403	8	11	0	112	534
219	전립선의 기타 장애	232	5	8	1	174	419
220	음낭수류 및 정액류	547	50	25	0	130	752
221	과장포피, 포경 및 감돈포경	88	4	4	0	15	111
222	남성생식기관의 기타 질환	116	7	6	20	74	223
223	유방의 장애	94	3	4	0	40	142
224	난관염 및 난소염	422	42	21	0	112	597
225	자궁경부의 염증성 질환	73	0	3	0	44	120
226	기타 여성 골반내 장기의 염증성 질환	92	3	5	0	54	154
227	자궁내막증	726	43	22	4	127	922
228	여성생식기 탈출	1,041	107	49	0	79	1,276
229	난소, 난관 및 광인대의 비염증성 장애	584	39	19	4	86	732
230	월경장애	61	0	3	0	40	103
231	폐경기 및 기타 폐경기전후 장애	135	0	5	0	57	198
232	여성불임증	226	1	9	0	146	381
233	기타 비뇨생식기로의 장애	141	4	5	0	53	204
234	자연유산	163	9	7	0	62	241
235	의학적 유산	485	56	26	0	122	689
236	기타 유산된 임신	522	30	17	0	121	690
237	임신, 출산 및 산욕의부종,	1,412	162	71	190	297	2,131

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
238	단백뇨 및 고혈압성 장애 전치태반, 태반 조기박리 및 분만 전 출혈	2,498	281	121	164	473	3,537
239	기타 태아와 양막강 및 가능한 분만문제와 관련된 산모관리	1,681	204	88	4	354	2,331
240	난산	2,723	332	140	0	519	3,714
241	분만 후 출혈	1,162	64	29	489	135	1,879
242	기타 임신과 분만의 합병증	1,308	167	73	10	299	1,858
243	단일 자연분만	1,687	164	69	0	258	2,177
244	달리 분류되지 않은 주로 산욕기에 관련된 합병증 및 기타 산과적 병태	109	6	6	88	58	267
245	모성요인과 임신, 출산 및 분만의 합병증에 의해 영향을 받은 태아 및 신생아	828	208	84	0	4	1,124
246	태아 발육지연, 태아 영양실조와 단기임신 및 저체중 출산과 관련된 장애	9,113	723	300	1,880	1	12,016
247	출산 외상	468	49	24	1,981	8	2,531
248	자궁내 저산소증 및 출산질식	4,831	546	225	31,875	228	37,705
249	주산기에 기원한 기타 호흡기 장애	7,088	549	237	16,979	9	24,863
250	선천성 감염 및 기생충성 질환	2,232	270	112	27,726	4	30,344
251	출생전후기에 특이한 기타감염	61	4	4	41	0	111
252	태아 및 신생아의 용혈성 질환	591	83	35	0	2	712

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
253	기타 출생전후기에 기원한 병태	274	50	23	1,672	1	2,020
254	이분척추증	1,286	91	48	332	109	1,866
255	기타 신경계의 선천성 기형	1,799	234	108	4,617	177	6,935
256	순환기계의 선천성 기형	2,491	95	44	3,073	104	5,808
257	구순 및 구개열	835	91	42	101	26	1,096
258	소장의 결여, 폐쇄 및 협착	7,949	532	227	4,829	14	13,551
259	기타 소화기계의 선천성 기형	509	35	17	307	19	887
260	정류고환	612	32	17	0	18	679
261	기타 비뇨생식기계의 기형	581	37	20	219	61	918
262	고관절의 선천성 변형	326	39	18	0	24	406
263	발의 선천성 변형	263	24	13	0	41	342
264	기타 근골격계의 선천성 기형 및 변형	810	62	31	1,171	51	2,124
265	기타 선천성 기형	675	43	23	973	73	1,787
266	달리 분류되지 않은 염색체 이상	2,328	192	99	9,783	281	12,683
267	복부 및 골반 동통	147	4	5	0	43	198
268	원인미상 열	156	14	8	0	25	203
269	노쇠	1,858	865	363	9,975	59	13,119
270	기타 달리 분류되지않은 증상, 징후와 임상 및 검사상 이상소견	227	12	9	350	58	656
271	두개골 및 안면골의 골절	183	19	11	703	88	1,004
272	목, 흉곽 또는 골반의 골절	1,108	358	154	502	335	2,458
273	대퇴골의 골절	5,543	1,557	644	228	526	8,498
274	기타 사지뼈의 골절	901	175	83	10	377	1,546
275	다발성 신체부위를 침범하는 골절	1,433	361	155	1,183,528	380	1,185,858
276	명시된 다발성 신체부위의	246	21	17	1	188	473

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
	탈구, 염좌 및 긴장						
277	눈 및 안와의 손상	113	4	5	0	58	180
278	두개내 손상	1,326	258	109	4,042	383	6,118
279	기타 내부장기의 손상	3,216	367	156	26,445	697	30,882
280	명시된 다발성 신체부위의 압궤손상 및 외상성 절단	483	100	47	296	330	1,256
281	명시된 상세불명 및 다발성 신체부위의 기타 손상	200	18	13	479	115	825
282	자연개구를 통해 들어온 이물의 효과	72	1	3	77	44	197
283	화상 및 부식	342	30	19	204	125	720
284	약물 및 생물학적 물질에 의한 중독	1,004	128	55	6,656	169	8,011
285	주로 비의약용 물질의 중독작용	284	32	15	18,425	80	18,836
286	학대 증후군	313	6	6	0	32	356
287	기타 및 상세불명 외인의 영향	133	8	6	21,872	50	22,070
288	달리 분류되지 않은 외상의 특정 조기 합병증과 외과적 및 내과적 처치의 합병증	404	56	26	321	104	911
289	손상, 중독 및 외인의 기타 결과의 후유증	883	289	129	2,022	537	3,860
290	검사 및 조사를 위해 보건서비스와 접하고 있는 사람	132	3	4	0	31	169
291	무증상 인체 면역결핍 바이러스 감염 상태	3,327	41	21	0	140	3,528
292	기타 전염성 질환과 관련되어 건강위험의 가능성이 있는 사람	165	1	3	0	6	175

구분	질병군명	진료비 (천원)	간병 (천원)	교통 (천원)	조기 사망 (천원)	생산성 손실 (천원)	총비용 (천원)
293	피임관리	62	0	2	0	30	94
294	출산 전 선별검사 및 기타 임신의 관리	346	3	13	0	196	558
295	출산장소에 따른 출생영아	307	217	89	0	0	612
296	분만 후 간호 및 검사	37	0	2	0	39	79
297	특수처치 및 건강보호를 위하여 보건서비스와 접하고 있는 사람	536	50	23	0	99	708
298	기타 이유로 보건서비스와 접하고 있는 사람	701	18	12	0	78	809

연구진

연구기관 : 대진대학교 산학협력단

연구책임자 : 신영철 (교수, 대진대학교)

연구원 : 김정수 (소장, 환경안전건강연구소)

연구원 : 이규명 (회원, 한국환경경제학회)

연구보조원 : 이형운 (석사과정, 한국외국어대학교)

연구기간

2022. 03. 23. ~ 2022. 10. 31.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선
(2022-산업안전보건연구원-692)

발 행 일 : 2022년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 대진대학교 교수 신영철

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 042-869-0358

팩 스 : 042-863-9001

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-92782-16-4