

연구결과보고서

식품 중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발

Developing A Risk/Benefit Model for Food Safety Regulation

주관연구기관: 한국농촌경제연구원

식품의약품안전청

제 출 문

식품의약품안전청장 귀하

이 보고서를 “식품 중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발(한국농촌경제연구원/이계임)”과제의 연구결과보고서로 제출합니다.

2007. 4. 15

주관연구기관명 : 한국농촌경제연구원

주관연구책임자 : 이계임

목 차

I. 연구개발결과 요약문

(한글) 식품 중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발.....	iii
(영문) Developing A Risk Benefit Model for Food Safety Regulation.....	iv

II. 총괄연구개발과제 연구결과

제1장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 목표.....	1
제2장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 내용 및 방법.....	8
제3장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 결과.....	11
제4장 총괄연구개발과제의 연구결과 고찰 및 결론.....	90
제5장 총괄연구개발과제의 연구성과.....	91
제6장 기타변경사항.....	93
제7장 참고문헌.....	94
제8장 첨부서류.....	97

연구결과보고서 요약문

연구과제명	식품 중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발		
중심단어	위해/편익(Risk/Benefit)		
주관연구기관	한국농촌경제연구원	주관연구책임자	이계임
연구기간	2006 . 8. 16 - 2007. 4. 15		
<p>이 연구는 식품 위해물질의 효율적인 관리정책 마련을 위한 경제성 평가 모형 개발을 연구목표로 하였다. 위해요인 평가를 위한 분석모형을 개발하고, 사례분석을 통해 경제성 평가모형의 운영방안을 제시하고자 하였다.</p> <p>식품 위해물질의 분류와 위해성 평가현황을 검토하였으며, 경제성 평가에 대한 이론적 검토를 바탕으로 식품 위해물질 관리의 편익과 비용 추정모형을 정립하였다. 위해물질의 종류에 따라 편익추정방법을 구분하였으며, 지불의사추정법과 질병비용추정법을 중심으로 검토하였다. 비용분석에서는 회계학적 접근법이 주로 적용되었으며, 위해관리제도 도입에 따른 정부 및 민간의 도입·운영비용을 포함하였다. 식품 위해물질 관리의 경제성 평가에 대한 사례분석에서는 단체급식 HACCP 도입과 사과와 발암 유발 가능 농약 관리를 대상으로 하였다. 이상의 분석결과를 토대로 식품 위해물질 관리의 경제성 평가 절차와 모형을 정립하고, 경제성 평가기능의 활성화를 위한 위해관리시스템 구축방향을 제시하였다.</p> <p>위해물질 분류별 모형 정립을 위해 국내외 식품 위해물질 관련 자료 수집 등 문헌조사와 전문가 자문회의 등이 개최되었으며, 위해관리 가치평가를 위한 소비자 설문 조사, 위해물질 관리비용 추계를 위한 운영업체 대상 비용조사, 식품의 위해물질 관리제도의 경제적 영향 분석 등이 추진되었다.</p> <p>이 연구는 식품 위해물질 분석절차와 모형 정립을 통해서 위해물질 관리를 통한 소비자 효용 증가, 과학적 식품관리 분석을 통한 소비자의 식품에 대한 신뢰도 제고, 위해관리 대안의 효율적 운영을 통한 사회적 후생 제고 등의 효과를 가져 올 것으로 기대된다. 연구결과는 식품안전관리정책의 타당성 검토와 추진계획 수립 시 활용 될 것이며 식품 안전관리시스템 구축을 위한 관리 목표 수립에 기초자료를 제공할 것이다.</p>			

Summary

Title of Project	Developing A Risk/Benefit Model for Food Safety Regulation		
Key Words	Risk/Benefit		
Institute	Korea Rural Economic Institute	Project Leader	Lee, Kyei-Im
Project Period	2006 . 8. 16 - 2007. 4. 15		
<p>The purpose of this study is to develop a Risk/Benefit Model for Food Safety Regulation in Korea, and to present the strategy increasing efficiency of Korean food safety management system. In this study, we briefly classified hazardous materials in food, and analysed food safety management system in Korea. Then, we developed a Risk/Benefit Model to evaluate the economic validity of Food Safety Regulation in Korea: WTP (Willingness-to-pay) and COI (Cost-of-illness) approach as models to measure social benefit from Korean food safety management, Accounting approach as model to measure social cost due to Korean food safety management, and B-C Ratio (Benefit-Cost Ratio) and NPV (Net Present Value) to evaluate economic validity of government regulations or programs for food safety in Korea. We also empirically measured benefit and cost of food safety regulation in two cases: Introducing HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) in catering industry to eliminate the risk of food-born disease, and Limiting usage of agricultural chemical to eliminate the risk of cancer through intake of apple. These case studies will be good examples to showcase the way to utilize the model developed in this study.</p> <p>During this research project, we collected and reviewed previous research, and interviewed many experts in various areas: Food Science, Medical Science, Engineering, etc. We also conducted field research and survey research.</p> <p>This study offers not only methodology to evaluate the economic validity of government regulations or programs for food safety in Korea, but also ideas for Korean food safety management system. Finally, we presented key strategies for better food safety management in Korea.</p>			

II. 총괄연구개발과제 연구결과

총괄연구개발과제 연구결과

제1장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 목표

제1절 총괄연구개발과제의 목표

1. 연구의 필요성

- 소득수준 향상과 고령화에 따라 소비자의 안전한 식품에 대한 구매요구는 더욱 증대하고 있음에도 불구하고 산업화와 과학의 발달에 따라 신종유해물질이 증가하고, 교역량 증가에 따라 식품 위해 사건이 광역화·대형화되는 추세이다. 또한 식생활에서 가공식품 및 외식 소비 증가 등으로 생산자와 소비자의 거리가 확대됨에 따라 소비자의 안전성에 대한 불안감이 증폭되고 있다.

표 1. 최근 식품 위해사건 발생 현황

연 도	품 목	위해내용
2004. 2.	• 인삼 및 가공품	• BHC 기준치 이상 검출
2004. 3.	• 구기자, 울금, 백봉령	• 이산화황 기준치 이상 검출
2004. 6	• 냉동참조기	• 불트 발견
2004. 6.	• 고춧가루	• 고추, 고추씨, 진분 혼합 불량고춧가루 제조
2004. 6.	• 만두	• 부패 단무지를 만두소로 사용
2004. 6.	• 라면	• 유통기관 경과 라면 스프
2004. 8.	• 찌쌀	• 이산화황 검출-표백제 사용
2005. 7.	• 장어	• 발암물질인 말라카이트 그린 검출
2005. 8.	• 잉어, 붕어	• 발암물질인 말라카이트 그린 검출
2005. 9.	• 김치	• 납 검출
2005. 9.	• 찌쌀	• 납 검출
2005. 10.	• 김치	• 기생충알 검출

표 2. 식품 선택 시 중요하게 고려하는 품질 특성

단위: %

	쌀 ¹⁾	채소류 ²⁾	육류 ³⁾	가공품 ³⁾
맛	44.0	40.5	35.5	27.0
안전성	18.1	23.0	46.9	51.4
영양	9.9	2.7	4.2	6.8
가격	22.3	26.5	4.2	6.9
선별·포장 등	5.7	7.3	9.1	7.9
계	100.0	100.0	100.0	100.0

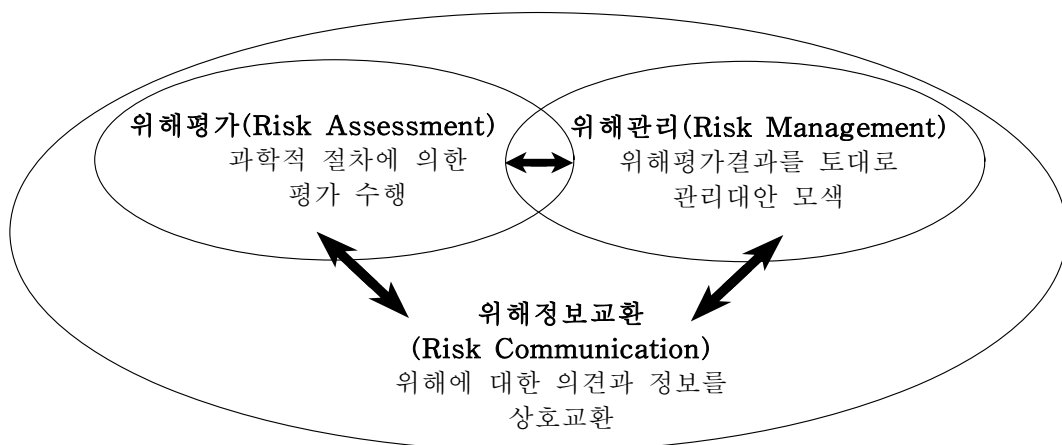
자료: 1) 수도권 467가구 조사결과(한국농촌경제연구원, 「농업전망 2004」)

2) 주요도시 400가구 조사결과이며, 맛 대신 품질이 조사항목으로 포함됨(한국농촌경제연구원, 「농업전망 2004」)

3) 수도권 518가구 소비행태조사결과(한국농촌경제연구원, 「농업전망 2002」)

- 그동안 식품안전관리는 분산 운영에 따른 문제점 등이 지적되어 왔지만, 다른 한편으로 식품행정에 대한 소비자 불신과 불안이 식품사건을 증폭하여 과도한 사회적·경제적 손실을 초래해온 것으로 평가되었다.
- 소비자가 안전한 식품을 믿고 구입할 수 있는 식품안전관리체계 구축을 위해서는 과학적 식품관리 시스템을 통해 소비자의 식품에 대한 신뢰도 확보가 전제되어야 한다. 주요 선진국에서는 식품 위해물질 관리의 객관적이고 과학적인 안전관리 시스템 구축을 위해 위해분석체계를 도입하였다. 위해분석은 위해평가, 위해관리, 위해정보교환의 세 요소로 구성된다. 위해평가는 위해를 분명히 규명하고 위해가 인간의 건강에 확률적으로 미칠 영향을 고려하여 과학적으로 평가하는 것으로 위해평가결과를 기초로 위해관리정책이 수행되고, 위해평가와 위해관리단계에서 위해에 대한 의견과 정보를 교환하는 위해정보교환이 수행되었다.
- 따라서 과학적 위해분석체계 도입을 위해서는 독성자료와 인체노출량자료 등을 활용하여 안전관리 목표치를 제시할 수 있는 위해성 평가가 우선적으로 추진될 필요가 있다.

그림 1. 위해분석(Risk Analysis) 체계



- 식품의 속성 중에서 안전성은 소비자들이 소비 후에도 평가할 수 없는 특성을 가지고 있기 때문에 시장참여자간의 정보 비대칭성, 정보의 불완전성 등으로 판매자는 소비자보다 안전성에 대해 더 많은 정보를 가지고 있어 생산자로 하여금 안전한 식품을 생산하려는 경제적 동기를 상실하게 한다. 따라서 안전하지 못한 식품이 거래되기 때문에 정부는 시장에서 수용 가능한 수준의 식품안전성을 유지하기 위하여 관리정책을 실시한다.
- 식품에 대한 위해성 평가는 일차적으로는 안전성 정보를 소비자가 이용할 수 있도록 함으로써 시장의 비효율성을 낮추고, 정보비대칭성 제거와 정보탐색비용 절감을 통해 식품의 안전성을 제고함으로써 소비자의 효용을 증가시킬 수 있을 것이다. 또한 식품 위해물질 관리정책에 대한 비용·편익분석은 사회적 비용을 최소화하면서 위해를 효과적으로 절감할 수 있는 효율적인 관리방안을 선택할 수 있게 함으로써 사회적 후생을 제고시킬 것으로 기대된다.

2. 연구의 목표

- 이 연구는 식품 위해물질의 효율적인 관리정책을 마련하기 위해 사회적 Risk/Benefit 분석모형을 개발하고, 사례분석을 통해 구체적인 적용 방법과 정책적 시사점을 제시하는 것을 목표로 한다.
- 세부적인 연구 목표는 다음과 같다.
 - 주요 식품 위해물질의 위해성 평가현황 검토
 - 위해물질 관리에 대한 사회적 편익 및 비용 평가 절차와 방법 개발
 - 식품 위해물질 관리정책 수립 시 효율적 관리방안 마련을 위한 Risk/Benefit 평가모형 정립
 - 경제성 평가모형의 운영방안 제시

3. 연구개발의 내용 및 방법

가. 연구내용

- 식품 위해물질 분류와 위해성 평가 현황 검토
 - 식품의 주요 위해물질을 카테고리별로 분류하여 정리한다.
 - 식품 위해물질에 대한 위해성 평가 단계 및 평가 현황을 살펴본다.
- 비용-편익모형의 이론적 검토
 - 식품 위해물질 관리정책에 대한 사회적 편익과 비용을 계측하는 이론적 모형들과 국내외 선행연구사례들을 살펴보고, 상호 비교 분석한다.
 - 식품 위해물질 관리정책에 대한 사회적 편익과 비용을 함께 분석하여 경제성 평가를 할 수 있는 이론적 접근법을 분석한다.

- 식품 위해관리의 경제성 평가모형의 정립
 - 식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익을 계측하는 이론적 모형 중 적용가능한 지불의사추정법과 질병비용추정법에 대한 구체적인 개념과 방법론에 대한 자세한 논의를 진행한다.
 - 식품 위해물질 관리정책의 사회적 비용을 계측하는 이론적 모형 중 적용 가능한 회계학적 접근법에 대한 구체적인 개념과 방법론에 대한 자세한 논의를 진행한다.
 - 식품 위해관리의 경제성 평가를 위한 종합적인 방법론에 대해 살펴본다.
- 식품 위해물질 관리 사례에 대한 비용-편익 분석
 - 화학적 위해물질과 미생물학적 위해물질 관리 사례를 각각 선정하고, 실증적인 비용-편익 분석을 통한 경제성 평가를 진행한다.
 - 평가 대상 사례는 첫째 단체급식에서의 HACCP 도입을 통한 식중독 발병 저감 정책, 둘째 발암 가능 물질을 포함한 사과 농약의 사용 제한을 통한 암 발병 저감 정책으로 한다.
- 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가모형 운영방안
 - 우리나라 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가 절차와 경제성 평가 모형을 제시한다.
 - 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가를 활성화 하기위한 위해시스템 구축 방향을 제시한다.

나. 연구방법

- 문헌조사
 - 국내외 식품 위해물질 관련 자료 수집
 - 기타 모형추정 관련 통계자료 수집
- 전문가 자문회의 개최
 - 식품, 의학, 공학 등 식품 위해물질관련 전문가와 연구자문 협의체를 구성하여 논의
- 출장조사
 - 관련 기관, 전문가 등을 대상으로 한 자료 수집과 협의를 위한 면담조사
- 위해관리 가치평가를 위한 소비자 조사
 - 소비자 지불의향분석을 위한 설문조사 실시
 - 수도권 거주 소비자 405가구를 대상으로 한 방문조사
- 위해물질 관리비용 추계를 위한 업체 비용조사
 - 관리비용 조사를 위한 운영업체 대상 방문조사

- 식품의 위해물질 관리제도의 경제적 영향 분석 모형 개발
 - 식품 위해물질 관리제도의 가치평가모형 개발
 - 위해물질 관리제도 사례의 편익과 비용 추계

- 최근 위해물질 사례를 대상으로 한 Risk/Benefit 평가 시산을 통해 분석모형 검증

제2절 총괄연구개발과제의 목표달성도

- 보고서 작성 시점을 기준으로 하여 주요 식품 위해물질(화학적 위해물질, 미생물 위해물질 등)의 위해성 평가현황 검토가 완료되었고, 위해물질 관리에 대한 사회적 편익 및 비용 평가 절차와 방법이 개발되었다. 또한 이를 바탕으로 하여 식품 위해물질 관리정책 수립 시 효율적 관리방안 마련을 위한 Risk /Benefit 평가모형이 정립되었고, 두 가지 정책 사례에 대한 경제성 평가 작업도 완료되었다. 식품 위해물질 관리정책 분석을 통한 효율적 관리방안도 마련되어 제시하였기에, 이 연구는 당초 연구 목표를 95% 이상 달성한 것으로 판단된다.

연구개발 추진내용	연구개발 연차												
	1차년												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
· 식품 위해물질의 위해성 평가 현황 검토	----->												
	—————>												
· 식품 위해물질 관리에 대한 사회적 편익 및 비용 평가 절차와 방법 개발	----->												
	—————>												
· 식품 위해물질 관리의 Risk/Benefit 평가 모형 개발	----->												
	—————>												
· 식품 위해물질 관리정책 사례의 경제성 평가	----->												
	—————>												
· 식품 위해물질 관리정책의 효율적 운영방안	----->												
	—————>												

주: 점선 화살표는 당초 계획이고, 실선 화살표는 추진사항임.

제3절 국내·외 기술개발 현황

1. 국외 연구동향

- Antle, J.M. "Economic Analysis of Food Safety", Handbook of Agricultural Economics, Vol. 1, 2001.
 - 식품안전규제의 수익과 비용을 계측하는 모델을 제시하였다.
 - 수익계측모델: $B = e \cdot p \cdot n(c \cdot s \cdot f_s + v \cdot d \cdot f_d)$
 - e : 질병발생방지의 효과성, p : 식품유발 질병 발생률, n : 모집단 크기
 - c : 질병치유비용(또는 질병회피 지불의사비용), s : 병원균 감염빈도,
 - f : 병원균 감염으로 사망빈도, f_s : 질병확장인자, f_d : 사망확장인자
 - B : 연간 발생 수익
 - 비용 계측 모델로 회계학적 접근법(Accounting Approach), 경제공학적 접근법(Economic-engineering Approach), 계량경제학적 접근법(Econometric Approach)의 3가지 방식을 소개하였다.

- Renata Ivanek, et al. Cost and Benefit of Listeria Monocytogenes Food Safety Measures, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Vol.44. 2004
 - 리스테리아균 감염에 따른 수익은 지불의사추정법(WTP)과 질병비용추정법(COI)으로 추정했으며, 비용은 리스테리아균 감염에 따른 리콜로 기업이 지불하는 비용과 정부차원에서 질병발생시 지불하는 비용을 중심으로 추정하였다. 그러나, 주어진 자료부족으로 적정한 식품안전조치 수준을 계산하는 데는 실패하였다.

- Unnevehr. L. " Cost and Benefits of Food Safety Regulations", OECD, 2003
 - 식품안전 규제에 따른 비용과 수익에 대해 유형별로 사례를 제시하고, 식품위해 발생에 따른 수익을 지불의사추정법(WTP)와 질병비용추정법(COI)에 의한 추정치를 비교하였다.

- Calvin L. et al. " The Economics of Food Safety: The Case of Green Onions and Hepatitis A Outbreaks, USDA/ERS, 2004
 - 미국에서 멕시코로부터 수입한 파로 인한 식중독 발생이 있었는데 조사결과를 통해서 우수농산물 관리제도(GAP)와 같은 사전 식품안전조치를 취하는 농가는 위해부담을 줄일 수 있다는 것을 입증하였다.

- Golan. E. et al. Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies, USDA/ERS, 2004
 - 기업입장에서 이력추적관리제(Traceability)의 도입에 따른 비용과 수익 발생 실태와 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

- Golan. E. et al. Tracing the Costs and Benefits of Improvements in Food Safety, USDA/ERS, 2000
 - Social Accounting Matrix(SAM) 모델을 이용하여 육류 및 가금육에서 위해분석의 비용과 수익을 분석하였다.
- Kuchler F. and Golan E, Assigning Values to Life: Comparing Methods for Valuing Health Risks, UASDA/ERS, 1999
 - 건강과 식품안전에 영향을 미치는 정책을 평가하는 지불의사추정법(WTP), 질병비용추정법(COI) 비용효과성분석(Cost-effectiveness Analysis), 위해 대 위해분석(Risk-risk Analysis) 및 건강 대 건강분석(Health-health Analysis) 방법을 비교 평가하고 어떠한 상황에서 이들 방법들이 각각 효과적인지를 분석하였다.
- Mitchell L. "Economic Theory and Conceptual Relationships Between Food Safety and International Trade", International Trade and Food Safety, USDA/ERS, 2004
 - 교역에 있어서 개별국가가 취하는 식품안전조치는 수준차이가 있기 때문에 기업 간의 비용구조에 차이가 있고 소비자의 지불의사도 달라 분쟁의 소지가 있음을 이론적으로 제시하였다.

2. 국내 연구동향

- 신승열의 “축산식품의 안전성에 관한 경제성 분석(1996)”은 안전한 축산식품에 대한 소비자의 최대 지불의사금액을 추정하는 방법으로 실험적 경매방법을 이용하여, 미국자료를 기초로 축산식품의 위해요소로 인한 질병의 경제적 비용을 추정하였다.
- 광창근 외의 “도축장 HACCP 제도 시행의 사회적 비용-편익 분석에 관한 연구(2001)”는 HACCP 제도 시행에 따른 경제적 편익과 비용을 추정하고 HACCP 제도의 경제적 정당화에 대해 평가했다. 편익산정은 직접적 편익(식품 안전성에 대한 소비자 지불의사)과 간접적 편익(생산자, 유통업자 측면)으로 추정했으며 HACCP시행에 따른 비용 산정은 업체·정부의 부담비용을 추정하였다.
- 유소이의 “식품안전성에 대한 소비자의 가치평가(2001)”는 식품안전성에 대한 소비자 가치평가에 대한 이론적 모델 및 분석방법을 논함. 식품안전성 관련 소비자가 위험을 인지한다는 점을 고려하여 기대효용이론을 바탕으로 한 이론적 모델을 설명하고, 실증적 분석방법을 설명하였다.
- 이계임, 최지현의 “도축장 HACCP 추진의 편익분석”(2002)은 도축장 HACCP 도입의 타당성 검증을 위해 HACCP 시행에 따른 편익을 추정하였다. 편익 추정에는 질병비용추정법과 지불의사접근법을 적용하였으며, 분석결과 편익추정치가 사회적 비용을 초과할 것으로 나타났다.
- 김태균, 홍나경의 “식품안전성의 속성별 지불의사금액 측정(2005)”은 식품안전성의 속성별 소비자 가치 평가를 목적으로 선택형 실험을 이용한 실증적 모형을 개발하였는데, 선택형 실험을 통해 응답자의 선호를 파악하여 효용함수를 구축함으로써 식품안전성의 속성별 지불의사금액을 추정했다.

제2장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 내용 및 방법

제1절 연구내용

- 식품 위해물질 분류와 위해성 평가 현황 검토
 - 식품의 주요 위해물질을 카테고리별로 분류하여 정리한다.
 - 식품 위해물질에 대한 위해성 평가 단계 및 평가 현황을 살펴본다.

- 비용-편익모형의 이론적 검토
 - 식품 위해물질 관리정책에 대한 사회적 편익과 비용을 계측하는 이론적 모형들과 국·내외 선행 연구사례들을 살펴보고, 상호 비교 분석한다.
 - 식품 위해물질 관리정책에 대한 사회적 편익과 비용을 함께 분석하여 경제성 평가를 할 수 있는 이론적 접근법을 분석한다.

- 식품 위해관리의 경제성 평가모형의 연구
 - 식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익을 계측하는 이론적 모형 중 적용가능한 지불의사추정법과 질병비용추정법에 대한 구체적인 개념과 방법론에 대한 자세한 논의를 진행한다.
 - 식품 위해물질 관리정책의 사회적 비용을 계측하는 이론적 모형 중 적용 가능한 회계학적 접근법에 대한 구체적인 개념과 방법론에 대한 자세한 논의를 진행한다.
 - 식품 위해관리의 경제성 평가를 위한 종합적인 방법론에 대해 살펴본다.

- 식품 위해물질 관리 사례에 대한 비용-편익 분석
 - 식품 위해물질 관리 사례를 두 가지 선정 한 다음, 이에 대한 실증적인 비용-편익 분석을 통한 경제성 평가를 진행한다.
 - 평가 대상 사례는 첫째 단체급식에서의 HACCP 도입을 통한 식중독 발병 저감 정책, 둘째 발암 물질을 포함한 사과 농약의 사용 제한을 통한 암 발병 저감 정책으로 한다.

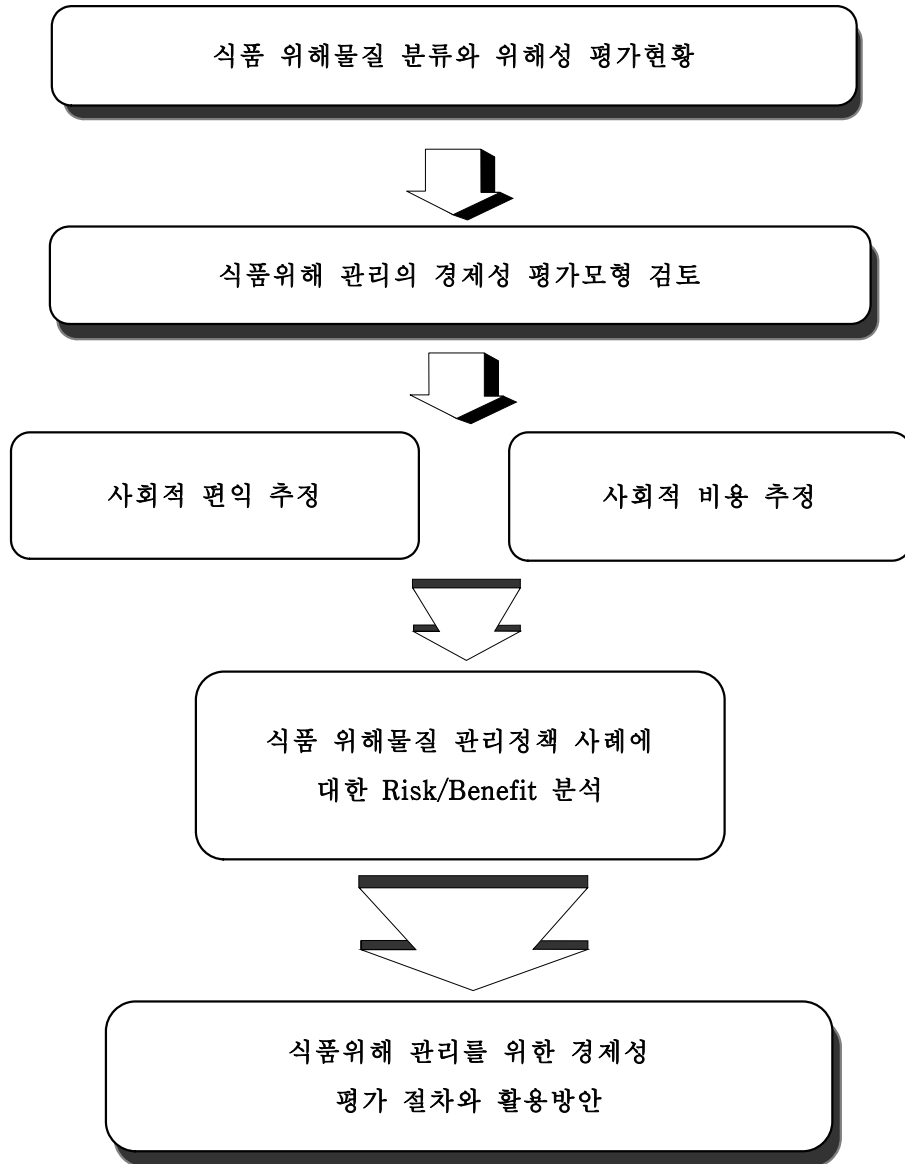
- 식품 위해물질 관리정책에 대한 경제성 평가 모형 운영 방안
 - 우리나라 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가 절차와 경제성 평가 모형을 제시한다.
 - 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가를 활성화 하기위한 위해시스템 구축 방향을 제시한다.

제2절 연구방법

- 문헌조사
 - 국내외 식품 위해물질 관련 자료 수집

- 기타 모형추정 관련 통계자료 수집
- 전문가 자문회의 개최
 - 식품, 의학, 공학 등 식품 위해물질관련 전문가와 연구자문 협의체를 구성하여 논의
- 출장조사
 - 관련 기관, 전문가 등을 대상으로 한 자료 수집과 협의를 위한 면담조사
- 위해관리 가치평가를 위한 소비자 조사
 - 소비자 지불의향분석을 위한 설문조사 실시
 - 수도권 거주 소비자 405가구를 대상으로 한 방문조사
- 위해물질 관리비용 추계를 위한 업체 비용조사
 - 관리비용 조사를 위한 운영업체 대상 방문조사
- 식품의 위해물질 관리제도의 경제적 영향 분석 모형 개발
 - 식품 위해물질 관리제도의 가치평가모형 개발
 - 위해물질 관리제도 사례의 편익과 비용 추계
- 최근 위해물질 사례를 대상으로 한 Risk/Benefit 평가 시산을 통해 분석모형 검증

그림 2. 연구추진체계



제3장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 결과

제1절 식품 위해물질 분류와 위해성 평가현황

1. 위해물질의 분류

○ 식품 위해물질은 물리적 요인, 생물학적 요인, 화학적 요인으로 구분된다. 물리적 요인에는 인체에 위협이 될 수 있는 포장 및 내용물 중의 이물질 또는 제품 특성 등이 해당된다. 이물질은 소비자 단체협의회의 식품관련 상담건수 중 가장 많은 건수를 점하는 위해요인으로 연간 약 200건의 건수를 기록하고 있다. 이물질의 경우 소비자가 눈으로 확인가능하고 위협적으로 느끼기 때문으로 보인다.

표 3. 식품 위해물질의 분류

	위해요소	종 류		위해형태구분
위해물질구 분별	물리적 요인	이물질 등		만성, 급성
	화학적 요인	자연독성	자연독(버섯, 복어, 패류 등), 곰팡이 독 등	비발암성 - 급성, 만성 발암성
		화학첨가물	식품첨가물, 잔류농약, 잔류동물성의약품 등	
		환경오염물질	중금속, 환경호르몬 등	
		기타	GMO, 방사선조사 등	
	생물학적 요인	미생물	식중독, 식중독유발바이러스 등	급성
기타		인수공통전염병, 광우병 등	만성, 급성	
식품분류별	곡류, 채소류, 과일류, 육류, 수산물, 가공식품			비발암성 - 급성, 만성 발암성

자료: 이서래, “식품의 안전성: 현황과 과제”의 p.14 재작성

○ 생물학적 요인은 경구전염병, 기생충, 식중독세균과 같은 위해생물로써 인체 내에서 급성 또는 만성 중독증을 일으킨다. 생물학적 요인에 의한 식품오염의 대표적인 예는 식중독으로 식품의 대량 조리·유통 등이 증가함에 따라 증가하여 왔다. 식중독 발병인수는 2005년에 5,711명이며, 장소별로는 단체급식소에서 식중독이 발생한 비중이 65.7%(3,751명)로 상당비중을 점하였다. 공공장소에서의 대량급식 등에 의한 식품오염 가능성이 높음을 나타낸다. 원인균별로는 세균성 식중독이 70% 전후로 대부분을 점하는 것으로 나타난다. 바이러스에 의한 식중독 감염은 2003년까지는 거의 실적이 없었으나, 최근 몇 년간 대기업 사고가 발생하고 감염 원인이 규명되지 못해 우려도가 높은 상황이다.

표 4. 장소별 식중독 발생현황

단위: 명, %

	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2005
총계	4577	7764	7269	2980	7909	10388	5711
식품접객업소	891	2056	803	586	1441	1052	1021
비중	19.5	26.5	11.0	19.7	18.2	10.1	17.9
단체급식소	2069	4600	5670	1392	6130	7738	3751
비중	45.2	59.2	78.0	46.7	77.5	74.5	65.7
(학교급식)	(1385)	(3039)	(4076)	(806)	(4130)	(6673)	(2304)
(학교/집단비중)	(66.9)	(66.1)	(71.9)	(57.9)	(67.4)	(86.2)	(61.4)
가정집	436	396	206	117	81	44	111
비중	9.5	5.1	2.8	3.9	1.0	0.4	1.9
기타	1181	712	590	885	257	1554	828
비중	25.8	9.2	8.1	29.7	3.2	15.0	14.5

자료: 식품의약품안전청, 「식품의약품 통계연보」, 각 연도

- 또한 생물학적 위해요인과 관련하여 최근 들어 나타나는 특징은 세균성 식중독뿐만 아니라 바이러스성 식중독의 비중이 빠르게 증가하고 있으며, 조류독감과 같은 인수공통전염병의 피해가 크게 자주 발생한다는 점이다. 원인균별로 식중독 발생 추이를 살펴보면 바이러스에 의한 식중독은 2003년까지는 거의 실적이 없었으나, 2004년 8.9%, 2005년 12.6%로 최근 급격히 증가하였다. 바이러스 식중독은 전염성이 있고 2차 감염을 유발하기 때문에 대량으로 발생할 확률이 높으며, 바이러스 식중독과 인수공통전염병 모두 감염 경로 등을 정확히 추적하지 못하고 있어 우려도가 높은 상황이다.
- 화학적 요인은 자연독성을 제외하고는 주로 오랜 잠복기를 거쳐 발병하는 만성질환을 유발한다. 곰팡이독은 곰팡이가 생산하는 유독성 2차 대사산물로 곰팡이독에 중독되면 간장독, 신장독, 신경독 등의 독성장애를 일으키고 일부 곰팡이독은 발암물질로 분류되기도 한다. 곰팡이독소는 일반적으로 가열, 조리, 산처리 과정으로 사라지지 않으며, 항생물질과 약제요법을 시행해도 거의 효과가 없어 위해성이 크게 우려된다. 우리나라에서는 곡류, 두류, 땅콩, 견과류 및 그 가공품 등에 대해서 잔류허용치를 설정하고 있다. 식품첨가물, 잔류농약, 잔류동물성의약품 등은 식품의 생산·제조·가공 또는 보존과정에서 인위적으로 포함되는 물질로 인체에 위해하지 않도록 잔류허용기준, 안전한 사용법 등을 정하여 관리를 하고 있다. 이들 물질은 오랜 잠복기를 거쳐 암이나 기형아 출산 등과 같은 심각한 위해는 끼칠 수 있으며, 정확한 위해도가 알려지지 않은 물질들이 다수 포함되어 있어 소비자들의 우려도가 매우 높은 것으로 알려지고 있다.
- 중금속과 환경호르몬 등은 산업화 발달, 환경오염 등을 통해 발생한 식품의 위해물질로 갈수록 소비자를 위협하는 요인들이다. 중금속은 독성이 강할 뿐만 아니라 몸 안에 들어오면 빠져나가지 않고 계속 누적되는 성질을 갖고 있기 때문에 위해도가 크다. 또한 환경호르몬은 환경오염물질이면서 내분비교란을 일으키는 물질로 환경, 농약, 포장재 등 광범위하게 분포되어 있다. 또한 중금속

과 마찬가지로 생물체 내로 유입되면 수백 년까지도 존재할 수 있을 정도로 우리 몸에 축적되는 성질을 갖고 있으며, 암발생률이 높고 생체시계 장애와 발달장애를 일으킬 수 있는 위해물질로 알려지고 있다. 방사선조사는 방사선 동위원소에서 나오는 감마선을 각종 식품에 쬐는 보존처리법의 하나로 식품의 살균, 살충, 발아억제, 숙도조절용으로 사용되고 있다. 방사선 조사식품의 위해논란이 계속되는 가운데 우리나라에서는 방사선을 허용하는 품목을 확대하는 추세이어서 위해성 논란이 한층 가중될 것으로 전망된다.

2. 식품 위해성 평가 단계1)

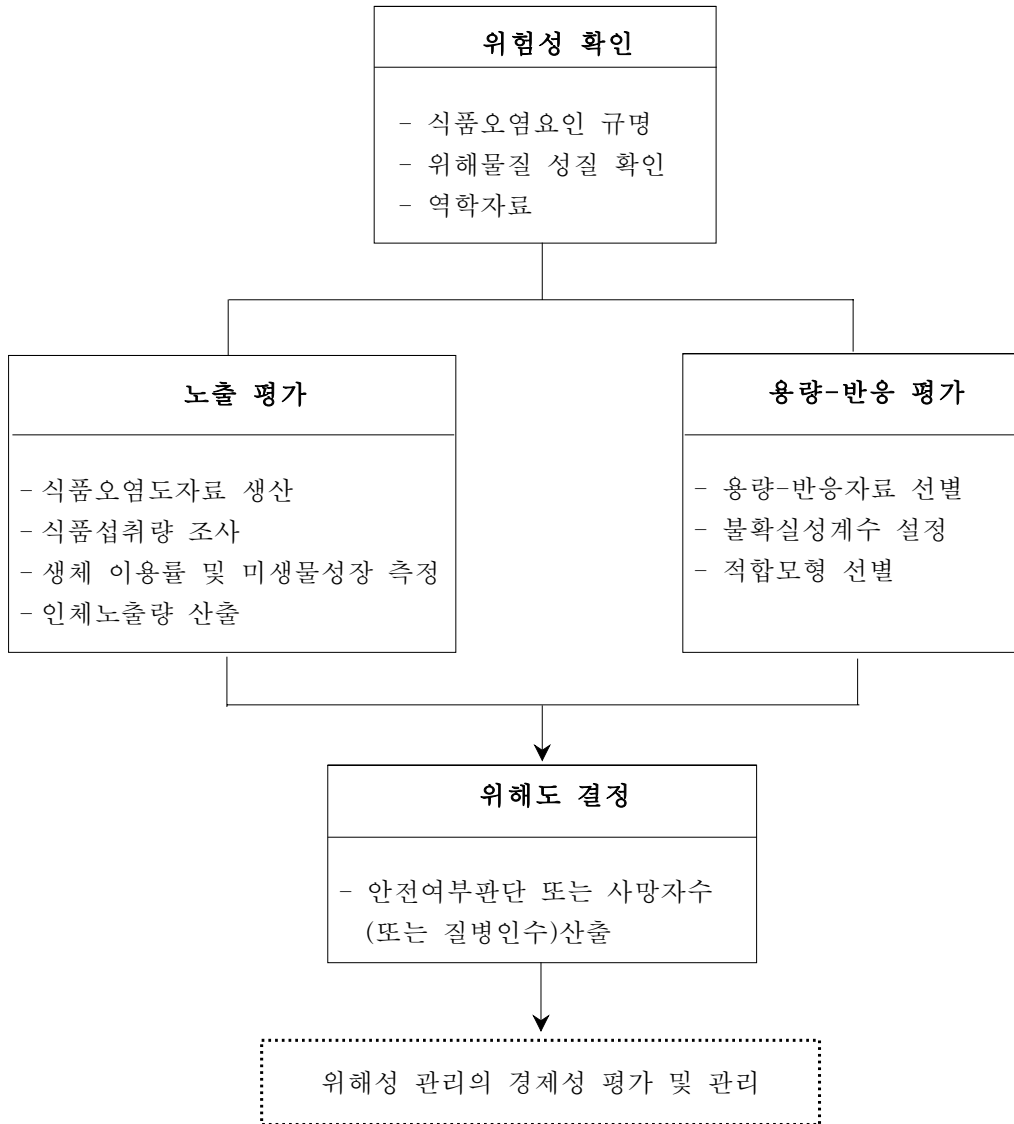
- 식품의 위해성 평가는 특정 위해물질에 오염된 식품을 섭취하는 경우 그 위해성을 과학적·정량적으로 평가하는 과정이다. 위해성 평가는 위험성 확인(Hazard Identification), 노출평가(Exposure Assessment), 용량-반응평가(Dose-response Assessment), 위험도 결정(Risk Assessment)의 4가지 단계를 거쳐 수행된다.
- 위험성 확인은 식품 중 위해물질의 위험성을 규명하는 단계로 위해성의 종류와 정도를 평가하는 단계이다. 식품 위해물질의 위해성 관련 역학자료, 독성자료, 실험자료, 물질의 성질에 대한 자료 등을 수집하여 위해성 규명에 이용한다. 동물 종양연구에서는 최대 내성용량이하에서 실험이 진행되는 데 사람에 대해 가정할 경우는 환경 중 저농도에서의 장기노출에 의한 것이므로 동물 실험 자료를 사람에 적용할 경우 고농도에서 저농도로의 외삽이 필요하다. 또한 동물실험에서 사용된 용량을 사람에 해당하는 용량으로 전환하는 과정이 필요하다. 이 경우 체표면적에 입각하여 용량을 전환하는 것이 일반적이며 용량에 대한 반응은 사람이나 동물이나 동일하며, 인종간 차이는 없는 것으로 가정한다. 비발암물질의 경우는 일정 용량 이상에서 노출되어야 위해 영향이 관찰된다는 가정을 전제로 한다. 따라서 비발암 물질에 대해 안전수준을 찾기 위해 동물실험에서 다양한 위해영향의 종말점에 대해 최대 무작용 용량(NOAEL; No Observed Adverse Effect Level)을 찾게 된다.
- 노출평가는 실제적인 노출 환경으로부터 노출 가능한 인구집단이 어느 정도의 위해에 처했는지를 파악하기 위해 노출량을 평가하는 단계이다. 노출 평가에서는 노출된 인구집단의 크기와 성격, 식품 섭취를 통한 노출수준, 식품 섭취 방식 등의 노출경로 등에 대한 요소들이 고려되어야 한다. 미생물의 경우는 조리에서부터 최종 섭취까지의 각 과정에서 미생물의 행동에 영향을 주는 각종요인에 따라 균수가 추정되는 단계이다. 또한 노출 평가에서는 변이성(Variability)과 불확실성(Uncertainty)을 고려하기 위하여 편차를 가진 분포를 가정하여야 한다. 일반적으로 급성인체노출 평가는 수집된 오염도자료 중 최고오염도자료와 최대소비량 자료가 활용되며, 만성인체노출평가는 평균 오염도자료와 평균 소비량 자료가 활용된다.
 - 급성1일 인체노출량 = $\frac{\text{최고오염도}(mg/kg) \times \text{최대소비량}(g/day)}{\text{평균체중}(kg)} = mg/kg/day$

1) 신효선 외(2002), 신혜승(2004), 식품의약품안전청(2006)을 참조함.

$$- \text{만성1일 인체노출량} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{식품}i\text{의평균오염도}(mg/kg) \times \text{평균소비량}(g/day)}{\text{평균체중}(kg)} = mg/kg/day$$

- 용량-반응평가는 특정 위해물질이 인체에 미치는 유해한 결과에 대한 잠재력을 평가하는 것으로 노출과 유해한 영향이 나타날 가능성 사이의 관계를 측정하는 것이다. 위해도 평가를 위해 위해물질의 영향은 급성과 만성 또는 발암과 비발암 등으로 구분되어 용량-반응 정보를 구하게 된다.
- 위해도 결정은 노출 평가와 용량-반응평가의 결과를 종합하여 위해도 지수와 발암 위해도 등을 통해 정량화하는 단계이다. 이 단계는 위해성 평가와 위해성 관리가 연결되는 과정이다. 발암위해도는 개인 위해도 또는 인구집단 위해도로 나타내며, 주어진 인구집단내의 개인 위해도의 분포로도 나타낼 수 있다. 평생 개인 위해도는 개인이 대상물질에 노출된 결과, 발암 영향을 받을 초과 확률을 말하며 70년 동안 노출된다고 가정했을 때 개인의 평생 최대 위해이며 10의 (-1)지수 값으로 나타낸다. 단위위해도 추계치 중 가장 보수적인(동일 용량에서 더 높은 위해도를 나타내는) 모델에서 산출된 값을 이용하여 초과 발암 위해도를 산정하는 것이 일반적이다. 초과 발암위해도가 일반적인 허용 위해도로서 무시해도 좋은 10^{-6} 을 초과하지 않으면 허용 가능한 수준으로 간주한다. 비발암위해도에 대한 평가는 용량-반응 평가를 통해 산출된 기준노출량(Rfd)과의 비교를 통해 실행된다. 현 위해성 수준이 평생 동안의 1일허용가능량인 RfD보다 초과하는 경우는 위해영향이 발생할 가능성이 있음을 의미하며, 위해성 수준이 RfD 이하인 경우는 발생할 가능성이 없음을 제시한다. 비발암성 물질의 노출에 따른 위해도 결정은 용량-반응 평가를 통해 산출된 기준치와의 비교를 통해 평가된다.
- 초과 발암위해도 = 만성1일 인체노출량(mg/kg/day)×발암력(mg/kg/day)⁻¹
- 위해성 평가의 모든 단계에서 불확실성이 존재하므로 추정치의 분포를 고려하거나, 보다 세분화된 통계를 도출·적용함으로써 결과의 신뢰도를 높이는 것이 필요하다. 예를 들어 노출 평가 시 연령별·성별 등 보다 세분화된 인구집단을 대상으로 하거나, 평균치와 함께 과다섭취집단의 섭취수준을 적용함으로써 현실의 다양한 표본을 보다 잘 반영할 수 있다. 또한 분석결과의 신뢰도와 민감도(Sensitivity)를 평가하여 해석에 반영할 수 있다.
- 식품 위해성 관리의 경제성 평가는 식품 위해성 평가를 전제로 가능하다. 위해성 결정을 거친 위해도 평가는 인구 몇 명당의 사망(질병)발생률과 같은 정량적 예측값으로 표현될 때 구체적인 비용을 추계할 수 있다.

그림 3. 위해성평가절차



3. 식품 위해성 평가 현황

- 위해요소 종류별 위해성 평가현황을 1996년 이후 2005년까지의 연구결과를 기초로 정리하면 <표 5>와 같다.
- 위해평가 단계별로 이용 가능한 자료가 축적된 예는 많지 않았으며, 대부분 위해물질의 경우 독성 자료나 모니터링 자료가 뒷받침되지 못하는 것으로 나타났다.

표 5. 종류별 대표적 위해물질과 위해성 평가현황

위해요소	종류		위해물질	독성자료	모니터링	노출량	위해도결정
화학적 요인	독성	자연독	마비성패독류C군	○	○		
			gonyatoxin	○	○		
			saxitoxin	○	○		
			Domoic acid	○			
		곰팡이독	아플라톡신		○		
			아플라톡신 B1	○	○	○	○
			아플라톡신 B2	○	○		○
			아플라톡신 G1, G2	○	○		○
			아플라톡신 M	○	○		○
			오크라톡신 A	○	○		
	화학첨가 물	식품 첨가물	사카린나트륨		○	○	
			아질산염, 질산염		○	○	
			항산화제		○	○	
		잔류농약	알루미늄포스파이드		○		
			chlorpyrifos-methyl		○		
			endosulfan		○		
			methomyl		○		
			디치오카바메이트계 농약		○		
			acephate		○		
			methamidophos		○		
			myclobutanil		○		
			fenitrothion		○		
			captan		○		
			diazinon		○		
	환경오염 물질	중금속	납	○	○		○
			비소		○	○	○
			수은, 카드뮴	○	○	○	○
			구리		○	○	○
	방사능		방사능		○		
	생물학적 요인	식중독균	B. cereus	○	○	○	
			E. Coli	○	○	○	
			L. monocytogens	○	○	○	
S.aureus			○	○	○		
장염비브리오				○	○		
Salmonella				○	○		
노로바이러스			○				
S.typhimurium				○	○		
C. perfringens				○	○		
E. sakazakii					○		
Camptlobacter jejuni					○		
S.Enteritidis				○			
L. monocytogens			○	○	○		
Clostridium perfringens				○	○		

자료: 식품정보원

제2절 비용-편익 분석모형의 이론적 검토

- 식품 위해관리의 경제성을 평가하기 위해서는 관리의 사회적 편익과 사회적 비용을 계측하고 편익과 비용을 상호 비교하는 비용-편익 분석법(Benefit-Cost Analysis)을 적용하여 경제적 효과를 분석할 수 있다.

1. 사회적 편익 계측모형

- 식품 위해물질 관리의 경제성을 평가하기 위한 사회적 편익 계측을 위한 주요 모형으로는 지불의사추정법(WTP: Willingness-to-pay), 질병비용추정법(COI: Cost-of-illness), 편익함수(Benefit Function) 모형, 기타 경제이론을 활용한 위해(Risk) 관리 시의 효용 추정모형 등이 있다.

가. 지불의사추정법(WTP: Willingness-to-pay)

- 지불의사추정법(WTP: Willingness-to-pay)은 식품 소비자가 위해물질로부터 안전성을 증진시키기 위해 기꺼이 지불하고자 하는 최대 금전가치를 측정하는 편익 추정법이다. 구체적 추정방법으로는 가상적 가치평가법(CVM: Contingent Valuation Method), 실험적 경매법(Experimental Auction Method), 컨조인트 분석(Conjoint Analysis), 헤도닉분석(Hedonic Analysis) 등이 있다.
- 지불의사추정법의 장점으로서는 식품의 소비대상자가 체감하는 식품 위해물질 관리의 효용(Utility)을 직접적으로 계측할 수 있는 것을 들 수가 있다. 그러나 지불의사추정법의 경우 응답자가 직접 비용을 지불하지 않고 단순히 지불의사만을 추정하기에 편익이 과다 측정되는 경우가 많기에 주로 위해관리에 따른 사회적 편익의 상한(Upper-bound)으로 활용되는 경우가 많다.

(1) 가상적 가치평가법(CVM: Contingent Valuation Method)

- 가상적 가치평가법(CVM: Contingent Valuation Method)은 소비자가 지불하고자 하는 비용과 위험감소의 정도간의 관계식을 가정하여, 일정 조건하에서 소비자의 기대효용 극대화를 달성하도록 하는 것을 목적함수(Objective Function)로 설정하고 있다.

$$- \text{목적함수: } EU = \pi U_A(Y, Z) + (1 - \pi) U_{NA}(Y, Z),$$

EU : 기대효용, π : 기대사건(A)의 발생 확률, Y : 소득, Z : 사회경제적 요인

- 가상적 가치평가법을 활용한 국내 연구는 상대적으로 많은 편이다. 대표적으로 이계임, 최지현의 “도축장 HACCP 추진의 편익 분석”에서는 HACCP 도입으로 안전성이 높아진 육류에 대한 지불의사를 설문지법으로 조사 후, 그 결과를 이중선택형(Dichotomous Choice) 확률모형을 통해 분석하였다. 그 결과, 우리나라 도축장에 HACCP를 도입하는 경우의 사회적 편익이 14조원과 28조원 사

이가 될 것으로 추정된 바 있다. 김예신의 “환경 문제의 우선순위 도출을 위한 비교위해도 시스템 개발에 관한 연구”에서는 먹는 물을 포함한 환경에서의 위해 관리에 대한 소비자 지불의사를 설문 지법으로 조사하여, 그 결과를 3가지 계량 모형(Lower-bounded Turnbull Estimation Method, Positive response model, Positive response model)을 가지고 각각 분석하여 우리나라 국민이 환경 개선을 통한 위해도 관리에 일정 금액을 기꺼이 지불할 의사가 있음을 보여 주었다.

(2) 실험적 경매법(Experimental Auction Method)

- 실험적 경매법(Experimental Auction Method)은 반복적인 모의 경매(Auction)를 통해 피실험자가 위해관리가 된 식품을 소비하기 위해 추가금액을 얼마나 더 제시하는 지를 측정하는 방법이다. 이 방법은 전술한 가상적 가치평가법에 비해 보다 정확한 편익 계측이 가능하지만, 경매 과정에서 많은 비용과 시간이 소요되는 문제점이 있다.
- 구체적인 적용사례로는 신승열의 “축산식품의 안전성에 관한 경제성 분석”이 있는데, Vickery의 Second-price Sealed-bid Method를 적용하여 미국 육류의 살모넬라와 선모충균병 방지를 위한 위해관리의 사회적 편익이 50억불에 달함을 보였다.

(3) 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)

- 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)은 새로운 상품이나 서비스 개념에 대한 평가를 목적으로 많이 이용되는 방법으로, 식품의 안전성 속성에 대한 수요와 이 속성이 식품수요에 미치는 영향 분석에 초점을 맞춘 방법론이다.
- 김태균 외(2005)는 확률효용이론(Random Utility Theory)에 근거를 둔 속성별 지불의사추정 모형을 적용하여 국내산 사과와 농약 사용여부, 화학비료 사용여부, 유전자 변형여부 등에 따른 소비자 지불 의사를 추정하였다.
- 이 분석은 식품 안전성과 관련한 소비자의 요구를 구체적으로 수집하기에 용이한 장점이 있는 반면에, 소비자가 인지하는 식품 안전성에 대한 가치를 정량적으로 평가하기에는 한계를 지니고 있다.

(4) 헤도닉분석(Hedonic Method)

- 헤도닉분석(Hedonic Method)은 식품가격을 내재적인 가격과 속성의 양으로 분류함으로써 속성가격을 추정하고, 소비자가 위험의 가치를 어떻게 평가하는 가를 이해하기 위해 기대효용 내에서 위험과 밀접하게 관련된 관측 가능한 변수들의 변화가치를 측정하기 위하여 사용된다.

- 헤도닉모형 적용의 단점은 사망이나 상해 등과 관련된 위험의 정확하고 상세한 자료가 부족하며, 특히 식중독과 같은 사고에 따른 사망에 관련된 소비자들의 특성을 설명하는 자료 수집이 어려운 한계가 있다.

나. 질병비용추정법(COI: Cost-of-illness)

- 질병비용추정법(COI: Cost-of-illness)은 식품의 위해물질로 인한 질병이나 사망 사건이 발생 시 소요되는 질병 또는 사망 비용을 측정하여, 이를 위해물질 관리로 인한 사회적 기대편익으로 사용하는 방법이다.
- 국내 적용사례로 이계임, 최지현의 “도축장 HACCP 추진의 편익 분석”에서는 도축장 HACCP 도입 이전에 발생 가능한 각종 질병에 대한 보건비용을 측정하고 이를 HACCP 도입에 따른 사회적 편익으로 환산하여 2,200억원에서 3,800억원의 편익이 발생할 것으로 추정하였다. 또한, 박경진 외의 “식품원인질병(Food-borne Disease)의 사회적, 경제적 손실비용의 측정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실평가”의 연구에서는 식중독 원인 질병 관리시의 사회적 편익이 연간 1조 3천억원을 상회할 것으로 추정하였다.
- 질병비용추정법은 구체적인 보건비용에 근거한 사회적 편익 계측법으로 정부규제나 프로그램을 평가하기 위한 이윤·비용분석에 유용한 장점을 지닌다. 반면에 본 추정법은 위해요소에 관련 질병에 대한 자료가 부족 할 경우 측정이 어려우며, 비용계측이 어려운 여가·정신적 비용 등의 계측이 어렵기 때문에 위해관리에 따른 사회적 편익의 하한(Lower-bound)으로 활용되는 경우가 많다.

다. 편익함수(Benefit Function)모형

- 편익함수(Benefit Function)모형은 위해 관리 시 발생하는 연간 편익을 계측하는 모형으로 구체적 함수형태(Functional Form)는 다음과 같다.

- 편익함수: $B = e \cdot p \cdot n \cdot (c \cdot s \cdot f_s + v \cdot d \cdot f_d)$

e : 질병발생방지의 효과성, p : 식품유발 질병 발생률, n : 모집단(인구) 크기,
 c : 질병치유비용(또는 질병회피 지불의사비용), s : 병원균 감염빈도,
 v : 잔여 삶의 가치, d : 병원균 감염으로 사망빈도,
 f_s, f_d : 질병·사망빈도에서 실제 감염자·사망자 수로의 전환계수,
 B : 연간 발생 수익

- 편익함수 모형을 적용하여 위해관리의 편익을 계측한 국내사례는 없다. 미국의 경우, 미농무성(USDA) 산하 FSIS (Food Safety and Inspection Service)에서 육류 및 가금류 식중독 유발 병원균(Food-borne pathogens in meat) 관리 (HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point)를 통한 사회적 연간 편익을 \$10 ~ \$37억불(1995년 기준)로 계측하였다.

- 편익함수모형을 통한 위해관리의 사회적 편익 계측법의 장점으로서는 식품질병관리를 통한 연간 편익을 계측 시 이론적 타당성을 지니게 된다. 그러나, 실 계측 시 구체적인 파라메타(Parameter) 값의 수집이 상당히 어려운 한계를 지니고 있다.

라. 기타 경제이론을 활용한 위해(Risk) 관리 시의 효용 측정모형

- 일부 경제학자들은 위해물질 관리와 같은 식품정책의 효용을 보다 현실적으로 계측하기 위한 이론적 모형을 개발하기도 하는데, 그러한 시도들 중의 하나로 응용 평균-분산모형(Applied Mean-variance Model)이 있다. 이모형은 위해물질 관리정책의 효과가 현실에서 목표한 것만큼 나타나지 못하는 것을 감안하여, 정책의 효과가 목표치(평균)에서 벗어난 정도(분산)와 그에 따른 식품소비자의 체감 효과를 포함한 추정법으로 함수형태(Functional Form)는 다음과 같다.

- 기본 함수: $MAX \ MU - (\rho/2)VAR$

MU : 식품 위해물질 관리정책으로 인해 증가한 식품 안전성의 평균치,

VAR : 위해관리정책으로 인해 증가한 안전성의 분산,

ρ : 위해관리정책의 효과(식품 안전성 증가)에 대한 소비자 신뢰도

- 응용 평균-분산모형을 이용한 식품 위해물질 관리정책의 사회적 효용 추정법의 경우, 위해관리 정책의 실효성(식품의 안전성 증가)이 정확하게 계측되지 못하는 현실에서, 이에 대한 소비자들의 신뢰도를 반영한 사회적 편익을 계측할 수 있는 장점이 있다. 즉, 식품정책의 수혜자인 소비자들이 정책의 실효성에 대한 신뢰도가 높은 경우 위해관리 정책에 따른 사회적 효용이 높게 측정될 것이고, 소비자들의 정책 신뢰도가 낮은 경우에는 정책의 사회적 효용이 낮게 측정될 것이다. 그러나, 본 모형은 아직은 이론적 논의에 그치고 있는 실정으로 현실에 적용되기 위해서는 보다 많은 연구가 필요하다.

마. 사회적 편익 계측 모형의 비교 결과

- 식품 위해물질 관리에 따른 사회적 편익 계측모형들은 서로 다른 장단점을 지니고 있기에 실제 계측하려는 대상의 조건에 맞는 모형의 선택이 필요하다.
- 사회적 편익 계측 모형을 상호 비교한 결과는 <표 6>과 같다.

표 6. 식품 위해물질 관리로 인한 사회적 편익 계측모형의 비교

편익 계측 모형	지불의사추정법 (WTP)	질병비용추정법 (COI)	편익함수 모형 (Benefit Function)	응용 평균-분산모형 (Applied Mean-variance Model)
기본 개념	소비자가 식품 안전성의 증진을 위해 지불하고자 하는 최대 금전가치 측정	식품의 위해물질로 인한 질병·사망 발생 시 소요되는 제비용을 측정	편익함수를 도입하여 위해 관리 시 발생하는 연간 편익 계측	경제학의 평균-분산모형을 활용하여 위해 관리 정책의 불확실성을 감안한 사회적 편익 추정
장점	식품의 소비자가 체감하는 식품 위해물질 관리의 효용(Utility)을 직접적으로 계측	구체적인 보건비용에 근거한 사회적 편익 계측법으로 수치화된 이윤·비용분석에 유용	식품질병 관리를 통한 연간 편익을 계측 시의 이론적 타당성 획득	식품관리정책의 불확실성과 소비자들의 정책 신뢰도를 반영한 사회적 편익을 계측
단점	응답자가 직접 비용을 지불하지 않고 단순히 지불의사만을 추정하는 것에 따른 편익의 과다 측정 우려 (편익 추정의 상한으로 활용)	비용계측이 어려운 여가·정신적 비용 등의 계측이 누락되어 과소 측정 우려 (편익추정의 하한으로 활용)	실 계측 시 구체적인 파라메타(Parameter) 값의 수집이 어려움	실제 적용을 위한 추가 연구 필요
적용 사례	- 이계임, 최지현: HACCP 도입으로 안전성이 높아진 육류에 대한 사회적 편익 계측 - 김예신: 먹는 물을 포함한 각종 환경에서의 위해 관리에 대한 사회적 편익 계측	- 이계임, 최지현: HACCP 도입으로 안전성이 높아진 육류에 대한 사회적 편익 계측 - 박경진: 식중독 원인 질병 관리시의 사회적 편익 계측	- USDA FSIS: 육류 및 가금류 식중독 유발 병원균 관리 (HACCP)를 통한 사회적 연간 편익 계측	-

2. 사회적 비용 계측모형

- 식품 위해물질 관리의 경제성을 평가하기 위한 사회적 비용 계측을 위한 주요 모형으로는 회계학적 접근법(Accounting Approach), 경제공학적 접근법(Economic-engineering Approach), 계량경제학적 접근법(Econometric Approach), 품질조정비용함수(Quality-adjusted Cost Function)모형 등이 있다.

가. 회계학적 접근법(Accounting Approach)

- 회계학적 접근법(Accounting Approach)은 식품 위해관리로 발생하는 추가적인 비용을 대상 생산업체의 회계분석을 통해 계측하는 방식이다. 이러한 식품 위해물질 관리 비용추정은 실제 생산 공

정상의 회계비용을 추적하여 계측하기에 용이한 장점이 있기에 현실적으로 많이 활용되고 있다. 반면, 생산 공정상의 모든 부분이 회계장부상에 나타나지 않고, 식품 위해관리를 위한 공정변화로 인한 생산의 전반적인 효율성 감소에 따른 기업 손실이 간과되기 쉬우며, 소규모 생산업체의 경우에는 회계기록 수집 자체가 어려운 경우가 많다.

- 대표적인 연구사례로는 미농무성(USDA) 산하 FSIS(Food Safety and Inspection Service)에서 육류 및 가공육 식중독 유발 병원균(Food-borne Pathogens in Meat) 관리시의 추가 생산비용을 1억불(1995년 기준)로 추정하는 연구가 있다.

나. 경제공학적인 접근법(Economic-engineering Approach)

- 경제공학적인 접근법(Economic-engineering Approach)은 생산 공정에서 유도된 생산함수를 미시경제이론인 쌍대성(Duality)을 이용하여 비용함수로 전환한 다음, 이를 통해 식품 위해관리로 인한 추가비용을 추계하는 방법이다. 이 방법은 실제 생산 공정상의 세부그림을 제공하여 식품 위해관리 도입을 위한 생산 공정의 이해를 용이하게 하고, 앞서 논의한 회계학적 접근법에서 자주 간과되는 간접적인 위해 관리비용까지 포착이 가능하다. 그러나, 본 접근법을 활용하기 위해서는 높은 측정비용을 감수해야하는 단점이 있다.
- 대표적인 연구사례로 Jensen and Unnevehr이 돈육가공공장에서의 위해 관리 공정에 드는 비용추계 시 경제공학적인 접근법을 활용한 경우가 있다. 저자들은 돈육 가공시의 위해관리를 위해 전체 생산비용의 2%를 추가 지출하여야 함을 보였다.

다. 계량경제학적인 접근법(Econometric Approach)

- 계량경제학적인 접근법(Econometric Approach)은 기존의 계량경제학 이론에 근거하여 식품 생산시의 비용함수를 직접 추정하는 다음, 이를 통해 잠재적인 위해 관리비용을 도출하는 방법이다. 이 방법은 일반 2차 통계자료 등을 활용하여 식품 위해관리에 따른 추가비용을 상대적으로 쉽게 추정할 수가 있는 장점이 있다. 반면에 앞서 논의하였던, 회계학적 접근법이나 경제공학적인 접근법에 비해 구체적인 세부 위해 관리 비용의 측정이 불가능한 한계도 지닌다.
- 대표적인 연구로 Klein and Brester는 Translog Cost Function을 활용하여 미국 육우 가공공장의 식품 위해관리 비용으로 30억불을 추정하였고, Antle(2001)은 Variable Cost Function을 Hedonic Model과 결합한 계량경제모형을 개발하여 미국 축산물 도축 및 가공공장의 위해 관리비용을 50억불에서 5000억불로 추정하였다.

라. 품질조정비용함수(Quality-adjusted Cost Function)모형

○ 품질조정비용함수(Quality-adjusted Cost Function)모형은 식품가공업체의 식품 위해관리로 인한 추가 생산비용을 이론적으로 계측하는 모형으로 구체적 함수형태(Functional Form)는 다음과 같다.

- 품질조정비용함수: $C(y, q, w, k, \alpha, \beta, \gamma) = vC(y, q, w, k, \alpha) + qC(q, w, k, \beta) + fC(k, \gamma)$
 $C(\cdot)$: 총생산비용,
 $vC(\cdot)$: 기존 생산투입재와 품질관리투입재의 결합가변비용,
 $qC(\cdot)$: 기존 생산투입재와 품질관리투입재의 비결합가변비용,
 $fC(\cdot)$: 산출물 수준이나 품질관리수준과 무관한 고정비용
 y : 산출물, q : 품질, w : 투입물 가격, k : 자본, α, β, γ : 외생적 요인

○ 총생산비용함수에서 위해관리로 인한 추가생산비용을 도출하는 방법은 두 가지이다. 먼저 위해관리 성과기준(Performance Standard)으로 위해 관리시의 생산비용 추가분을 유도하면 다음과 같다.

- 관리시의 생산비용 추가분: $\Delta C(y, q_0, q_p, w, k, \alpha, \beta, \gamma) = \Delta vC(y, q_0, q_p, w, k, \alpha) + \Delta qC(q_0, q_p, w, k, \beta)$
 $\Delta vC(y, q_0, q_p, w, k, \alpha) = vC(y, q_p, w, k, \alpha) - vC(y, q_0, w, k, \alpha)$
 $\Delta qC(q_0, q_p, w, k, \beta) = qC(q_p, w, k, \beta) - qC(q_0, w, k, \beta)$
 q_p : 품질관리(위해관리) 목표치, q_0 : 품질관리(위해관리) 이전기준

○ 생산공정기준(Design Standard)으로 위해관리시의 추가 생산비용을 계측하는 경우도 있는 데, 이는 전술한 성과기준 위해관리에서 더 나아가 식품 생산시의 구체적 공정까지 관리하는 경우의 생산비용의 변화를 계측하는 방법이다.

○ 이러한 품질조정비용함수를 통한 식품 위해관리의 비용추정법은 실제 위해관리를 통한 생산비용의 증가분을 이론적으로 분석할 수 있는 방법론을 제공하는 데에 의의가 있다. 그러나 실제 비용 추정 시에 필요한 구체적인 파라메타(Parameter)값의 수집이 매우 어려운 한계를 지닌다.

마. 사회적 비용 계측 모형의 비교 결과

○ 식품 위해물질 관리에 따른 사회적 비용 계측모형들은 서로 다른 장단점을 지니고 있기에 실제 계측하려는 대상의 조건에 맞는 모형의 선택이 필요하다.

○ 사회적 비용 계측 모형을 상호 비교한 결과는 <표 7>과 같다

표 7. 식품 위해물질 관리로 인한 사회적 비용 계측모형의 비교

비용 계측 모형	회계학적 접근법 (Accounting Approach)	경제공학학적 접근법 (Economic-engineering Approach)	계량경제학적 접근법 (Econometric Approach)	품질조정비용함수 (Quality-adjusted Cost Function)
기본 개념	식품 위해관리로 발생하는 추가적인 생산비용을 대상 생산업체의 회계분석을 통해 계측	생산 공정에서 유도된 생산함수를 미시경제이론을 이용하여 비용함수로 전환한 다음, 이를 통해 식품 위해관리로 인한 추가비용을 추계	계량경제학 이론에 근거하여 식품 생산시의 비용함수를 직접 추정한 다음, 이를 통해 잠재적인 위해 관리비용을 도출	식품가공업체의 식품 위해관리로 인한 추가 생산비용을 이론적으로 계측
장점	실제 생산 공정상의 회계비용을 추적하여 계측하기에 용이	식품 위해관리 도입을 위한 생산 공정의 이해를 용이하게 하고, 앞서 논의한 회계학적 접근법에서 자주 간과되는 간접적인 위해 관리비용까지 포착이 가능	2차 통계자료 등을 활용하여 식품 위해관리에 따른 추가비용을 상대적으로 쉽게 추정	실제 위해관리를 통한 생산비용의 증가분을 이론적으로 분석
단점	회계장부상에 나타난 비용 변화만 계측이 가능하며, 소규모 생산업체의 경우에는 회계 기록 수집 자체가 어려움	높은 계측비용이 발생	구체적인 세부 위해 관리 비용의 측정이 불가능	실제 비용 추정 시에 필요한 파라메타 값의 수집이 매우 어려움
적용 사례	- USDA FSIS: 육류 및 가공육 식품 중독 유발 병원균 관리 (HACCP)시의 추가 생산비용을 계측	- Jensen & Unnevehr: 돈육가공공장에서 의 위해 관리 공정에 드는 비용추계	- Klein & Brester: 미국 육우 가공공장의 식품 위해관리 비용 추정 - Antle: 미국 축산물 도축 및 가공공장의 위해 관리비용 추정	-

3. 사회적 편익 및 비용을 통한 경제성 평가 방법

- 사회적 편익 혹은 비용 계측모형으로 추계된 식품 위해물질 관리에 따른 편익과 비용이 각각 추정 되면, 이들 양자를 상호 비교하여 식품 위해물질 관리의 경제적 효과를 분석할 수 있다.²⁾ 각 대안의 비용과 편익을 비교할 때는 순현재가치, 비용-편익 비율, 내부수익률 등을 사용한다.

2) 비용-편익 분석의 기초개념은 19세기말 프랑스 경제학자인 듀퐁(J. Dupuit)이 정립했다고 하는 주장이 광범위하게 인정받고 있는 데, 좀 더 본격화된 이론은 20세기의 후생경제학(Welfare Economics)의 발전에 의해 나오게 되었다. 이러한 후생경제이론을 바탕으로 정부사업의 경제적 평가를 처음으로 시도한 국가는 미국이다. 미국정부는 1939년 홍수방지법안의 통과 당시 이 정책이 실제 소요되는 비용보다 큰 사회적 편익을 생산하는 지에 대한 검증을 시도하였으며, 이후 1970년대에 UN, OECD, IBRD 등에서 비용편익 분석법을 발전시켜서 후진국 개발프로젝트 등의 경제적 분석에 적용하고 있다.

가. 순현재가치(Net Present Value)

- 현재가치(Present Value)란 정책시행의 전 기간에 걸쳐 발생하는 비용이나 편익을 평가시점의 가치로 전환하는 개념을 뜻한다. 이러한 분석법은 일정기간을 하나의 경제적인 분석 단위로 잡아서 가치평가를 해야 하는 경우에 적용된다. 정부 투자 정책의 일환으로 설비나 기타 자본재(Capital Good)를 투자하는 경우, 초기 도입비용을 지출하여 설비나 자본재를 도입한 다음 이를 감가상각기간 동안 운영비용만 투입하면서 사용하게 된다. 연도별 비용이 서로 다르게 되고 초기 도입 시 막대한 자금이 소요되는 점을 감안하여 분석하기 위해서는 감가상각기간 동안 연도별로 투입된 비용을 도입시점 현재의 가치로 환산하여 분석할 필요가 있다.
- 미래의 비용을 도입시점의 비용으로 환산하기 위해서는 할인율(Discount Rate)이라는 개념을 사용하게 되는 데, 할인율은 통상적인 시장이자율(Market Rate of Interest) 외에도 정책 효과에 관한 위험도(Risk) 등을 감안하여 결정하게 된다.
- 순현재가치(Net Present Value)는 정책집행기간의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순편익의 합계를 환산한 값을 의미하며, 순현재가치의 값이 양의 값을 가지면 해당 정책 사업이 경제적으로 타당성이 있는 것으로 평가된다.

- 순현재가치: $NPV = \sum_t^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$

NPV (Net Present Value): 순현재가치, B_t : t 년도의 사회적 편익,
 C_t : t 년도의 사회적 비용, r : 할인율

나. 비용-편익 비율(B-C Ratio: Benefit-cost Ratio)

- 비용-편익 비율(B-C Ratio: Benefit-cost Ratio)은 편익을 비용으로 나눈 값으로 정책의 비용 1단위당 편익이 얼마인지를 보여준다.

- 비용 한 단위당 편익: $B-C Ratio = \frac{\text{사회적 편익의 현재가치}}{\text{사회적 비용의 현재가치}}$
 $= \sum_t^n \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_t^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$

B_t : t 년도의 사회적 편익, C_t : t 년도의 사회적 비용, r : 할인율

- B-C Ratio 값이 1을 초과하는 경우 비용대비 편익이 큰 것으로 해당 정책의 경제성이 있는 것으로 판정되어 정책의 시행이 제안되고, B-C Ratio 값이 1보다 작은 경우는 해당 정책의 경제성이 없는 것으로 판단되어 “경제적인 관점”으로는 정책의 재검토 혹은 보류가 제안된다.

다. 내부수익률(Internal Rate of Return)

○ 내부수익률(Internal Rate of Return)은 정책의 순편익의 현재가치의 합을 0으로 만들어 주는 할인율이다.

$$- IRR: \sum_t^n \frac{B_t - C_t}{(1+I)^t} = 0$$

I: 내부수익률(IRR)

○ 내부수익률이 사회적 할인율로 선택되는 이자율보다 클 경우는 정책을 시행하고, 반대의 경우는 재검토 또는 보류된다.

제3절 식품 위해 관리의 경제성 평가모형 정립

1. 식품 위해물질 관리의 사회적 편익 추정

가. 위해물질 분류별 경제적 편익계측모형

○ 사회적 편익 계측을 위해서는 이론적으로 타당할 뿐만 아니라 자료수집이 상대적으로 용이한 지불의사추정법(WTP: Willingness-to-pay), 질병비용추정법(COI: Cost-of-illness)이 주로 적용될 수 있다. 편익함수(Benefit Function) 모형이나 기타 경제이론을 활용한 위해(Risk) 관리 시의 효용 측정모형 등은 자료 수집에 어려움이 있어 구체적인 모수 적용에 한계가 있다.

표 8. 사회적 편익계측모형의 비교

분석법		이론적 타당성	자료 수집의 용이성	향후 활용 가능성
사회적 편익 계측 모형	지불의사추정법(WTP)	높음	매우 높음	매우 높음
	질병비용추정법(COI)	높음	높음	매우 높음
	편익함수 모형 (Benefit Function)	매우 높음	낮음	낮음
	응용 평균-분산 모형 (Applied M-V Model)	높음	낮음	매우 낮음

○ 구체적인 편익추정방법의 적용은 식품 위해물질의 특성을 감안하여 결정될 수 있다. 질병비용추정법에 의해 편익을 추정하기 위해서는 위해물질 관리에 의한 질병비용 감축액이 산출되어야 하므로 위해물질에 의한 발생하는 사망 및 질병비용이 추계될 수 있어야 한다.

- 화학적 위해물질의 경우 소화기계·신경계·심혈관계 등 인체의 여러 부분에 동시에 영향을 미치며, 다년간의 축적에 의해 반응이 나타나는 만성적인 질환을 나타내기 때문에 질병 발생에 대한 인과관계가 불분명하다. 따라서 화학적 위해물질의 위해성을 추정하는 데는 한계가 있으므로 화학적 위해물질의 경우 질병비용추정법은 비교적 인과관계가 명확한 발암물질에 한정하여 추계될 수 밖에 없다. 실제 국내외 연구사례 검토 결과 화학적 위해물질을 대상으로 한 경제성 분석 사례는 아직까지 없는 것으로 나타났다.
- 미생물의 경우 식중독균 감염 시 증상이 즉각적으로 표출되므로 인과관계가 상대적으로 분명하고, 피해범위가 넓어 통계 및 정책실적 등의 통계를 이용할 수 있다. 따라서 위해성 편익추정 시 질병비용추정법은 제2절에서 살펴보았듯이 식중독균을 대상으로 일부 적용된 사례가 있다. 질병비용추정법을 적용하기 위해서는 위해물질에 따른 질병 발생과 그 비용이 구체적으로 추계되어야 하므로 질병관련 세부통계가 뒷받침되어야 한다. 한편 질병비용추정법에 의한 추정은 통계접근상의 제약으로 활발히 추진되지 못한 것이 사실이다. 일부 질병비용추정법을 적용한 연구에서도 질병 관련 세부 통계가 부족하여 식중독균 관리에 대한 경제성 평가 시 상당한 가정이 전제되고 있다.
- 지불의사추정법에 의한 위해물질 관리의 경제성 평가는 설문조사를 통해 소비자의 안전성 가치를 추계하는 방법이다. 즉, 식품 위해물질 관리를 위해 소비자들은 얼마만큼의 금액을 지불할 의사가 있는가를 추계하는 방법으로 기본적으로 소비자 의향에 의존하므로 위해물질별 추계가 가능하다는 장점이 있다. 반면 소비자들이 위해물질에 대한 이해가 부족하여 추정치가 편기되기 쉽고, 조사과정에서 시간과 비용이 많이 소요되는 한계가 있다. 지불의사추정법은 소비자의 식품 구매를 전제로 하기 때문에 위해물질별 보다는 식품별 추계로 접근할 경우 적합할 것으로 보인다. 즉, 소비자들은 구체적인 식품 위해성분에 대해 전문적인 지식이 부족하기 때문에 과일류의 농약 성분 한 가지가 감소될 때 지불의사금액을 조사하는 것보다 과일류 구입 시 과일류의 위해물질이 절감된 부분에 대해 추가로 지불할 의사가 있는 금액을 조사하는 것이 정보전달에 따른 편익을 줄일 수 있다.

표 9. 위해물질 분류별 편익에 대한 경제성 평가 가능성

			COI방법	WTP방법
위해물질구분별	화학적	발암	○	△
		비발암	×	△
	생물학적	급성	○	△
		만성	×	△
식품분류별	곡류, 채소류, 과일류, 육류, 수산물, 가공식품		△	○

주) ○: 적합, △: 적용 가능, ×: 적용 불가능

- 위해물질의 특성을 감안할 때 위해물질 관리의 편익은 다음과 같은 방법으로 추정이 가능하다. 질병비용추정법 적용이 가능한 생물학적 급성질환과 화학적 발암물질 관리에 대한 경제적 편익은 질병비용추정법과 지불의사추정법을 모두 적용가능하며, 반면 위해물질의 인체에 미치는 영향에 관

한 통계적 접근에 한계가 있는 화학적 비발암물질과 생물학적 만성질환은 지불의사추정법에 의해서만 경제적 편익 산출이 가능하다. 생물학적 급성질환과 화학적 발암물질 관리에 대한 경제적 편익은 두 가지 평가방법 결과를 이용하여 구간으로 제시가 가능하다<표 9>.

나. 질병비용추정법에 의한 경제적 편익 계측

(1) 인체위해도 평가

- 이론적 사망자수 또는 질병인수는 위해성 평가 자료를 기초로 산출될 수 있다. 모니터링을 통한 인체노출량 자료에 용량-반응평가의 결과를 적용하고, 대상 인구집단을 감안하여 정량화하는 단계이다. 사람의 몸무게(kg)당 1일 인체노출량에 용량-반응평가를 고려하여 단위위해도가 산출되며, 섭취량과 노출인구수를 고려하여 위해물질에 의한 사망자수 또는 질병인수를 산출하게 된다.
 - 이론적 사망자수(질병인수) = 단위위해도 × 섭취량 × 노출인구수
- 용량-반응평가 자료는 화학적 위해요인의 경우 발암력이, 미생물 위해요인의 경우 미생물 감염확률자료가 이용될 수 있다.

표 10. 식품류별 극단 섭취자(95% upper)의 섭취량

	전국평균섭취량 ¹⁾ (g)	95th percentile 값 ²⁾ (g)
(식물성 식품)		
곡류 및 그 제품	315.8	860.3
감자 및 전분류	23.4	178.9
두류 및 그제품	35.5	249.4
채소류	308.9	1,028.4
과실류	147.4	808.6
해조류	8.8	86.5
음료 및 주류/조미료류	163.6	1,524.8
유지류(식물성)	9.6	48.5
기 타	20.1	20.1
(동물성 식품)		
육류 및 그제품	93.4	579.6
난류	23.5	159.6
어패류	65.9	357.6
유류 및 낙농품	87.2	553.9
유지류(동물성)	0.1	0.1
기 타	0.3	19.7

주 1) 전국평균섭취량은 「국민건강영양조사」의 2001년, 2005년 평균치임.

2) 표본수 n=14,060

- 섭취량은 식품섭취량을 기초로 산출될 수 있으며, 섭취량 조사통계인 보건복지부의 「국민건강영양조사」를 이용할 수 있다. 평균적인 위해수준 산출 시는 평균섭취량 자료가 이용될 수 있으며, 특정식품을 극단적으로 섭취하는 소비자가 받을 수 있는 위해성을 주목할 경우 극단치의 섭취량을 적용한 결과를 참고자료로 고려할 수 있다. 극단치 섭취량은 평균과 표준편차자료를 이용하여 산출이 가능하다<표 10>.
- 물질군의 사망자수 또는 질병인수는 물질별 위해도의 합으로 가정되고 있으므로(EPA, 1993), 대상 식품의 사망자수(또는 질병인수)는 식품 내 위해물질별 위해도의 합으로 가정될 수 있다.

- 물질군의 사망자수(질병인수): $CI_i = \sum_j CI_{ij}$

$CI_i = i$ 식품의 이론적 사망자수(질병인수),

$CI_{ij} = i$ 식품의 j 위해물질에 의한 이론적 사망자수(질병인수),

$i = i$ 번째 품목,

$j = j$ 번째 위해물질

(2) 질병비용 항목

- 질병비용에는 환자의 의료비지출과 생산성 감소액 뿐만 아니라 환자보호를 위한 환자가족들의 생산성 감소액, 산업비용(생산·가공·판매상 발생하는 손실), 공공비용(중앙·지방기관의 안전성 관리·예산 등)가족, 산업, 국가차원에서 발생하는 비용 등이 포함되어야 한다.
- 의료비용은 약제비, 진료비, 입원비, 구급차 및 응급실 비용, 사망에 따른 장례비 등을 포함한다. 생산성 손실비용은 사람들이 질병에 걸려 일시적으로 일을 못하게 되거나 능률이 떨어지게 되는 경우, 질병으로 일을 할 수 없게 된 경우, 사망하는 경우 등을 모두 포함 한다. 일시적으로 일을 할 수 없거나 능률이 저하되는 경우의 생산성 감소액은 질병으로 일할 수 없게 된 시간에 대응되는 임금률을 적용함으로써 산출할 수 있다. 질병으로 일할 수 없게 된 시간을 추정하기 위해서는 치료 및 입원 등으로 병원에서 보낸 시간들을 이용할 수 있으며, 어린이가 질병에 걸린 경우 병간호에 투입된 보호자의 시간도 생산성 감소분에 포함된다. 질병으로 사망하거나 일을 할 수 없게 된 경우의 생산성 감소분에 대한 추정은 잔존생애기간의 기대소득(또는 가정주부활동)의 현재가치로 추정될 수 있다. 생산성 감소액 추정에는 Landefeld and Seskin(1982)의 생애 가치(VOSL: Value of Statistical Life) 추정방법이 주로 적용된다. 위험회피도는 소득이 발생하는 가구원 사망에 의한 잠재 손실에 대해 해당가구의 지불의사금액 수준을 나타내는 지표이다.

- 생애가치: $VOSL = \left[\sum_{t=0}^T \frac{Y_t}{(1+r)^t} \right]^a$

Y_t : 과세부과 후 노동 또는 비노동소득, r : 위험감소활동에 대한 투자의 기회비용,

a : 위험회피도, T : 잔존 생애기간

- 역학조사비용 및 행정비용은 관련 질병발생의 조사, 분석비 등이 포함된다. 고통비용은 환자 및 환자가족이 겪을 수 있는 심리적, 육체적 고통비용을 의미한다. 환자와 가족이 겪는 슬픔, 고통, 외로움 등이 포함될 수 있다. 고통비용은 경제적 가치로 환산하는 것이 현실적으로 매우 어렵기에 실제 비용추계에 포함되는 경우는 거의 없다. 여가비용은 환자나 가족이 질병으로 여가를 활용하지 못한다는 측면을 고려한 여가활동에 대한 기회비용으로 이해될 수 있다.
- 질병비용 추정 시 고려해야 할 항목은 매우 다양하기 때문에 비용추계를 위해서는 구체적인 세부 통계자료가 필요하여 자료 이용 상에 제약이 따르는 한계에 도달하는 경우가 많다. 따라서 자료의 제약상 대부분 의료비 지출과 환자의 노동력 상실 감소액 위주로 추정되고 있다.³⁾

표 11. 질병비용 항목

항 목	계산에 필요한 세부항목
의료비용 (외래환자와 입원환자구분)	본인부담액 1인당(건당) 보험진료비
생산성 손실비용 (외래환자와 입원환자구분)	월평균 노동비용 평균진료일수
조기사망에 의한 생산성손실비용	노동비용(연간평균소득) 활동기간 생존률 경제활동참가율
역학조사비용 및 행정비용	연간발생건수 출장비 분석비
고통비용	-
여가비용 (입원환자에 한함)	가구당 여가활용비 지출 1일 여가비용 평균입원일수

자료: 박경진 외, 「식품원인질병의 사회적, 경제적 손실비용의 추정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실평가」, 2001.

(3) 질병비용 추정

- 질병비용은 이론적 질병발생 인원수에 추계될 수 있는 비용항목들을 적용하여 산출될 수 있다.
- 이론적인 질병 환자수는 보고된 질병 환자수에 비해 매우 많은 것이 일반적이다. 질병발생건수는 보고된 관련 질병 환자수를 기초로 추정될 수 있으나 공식적인 발병건수로 기록되기까지는 i) 환자가 감염의 원인이 식품이라는 것을 인정해야 하고, ii) 의사와 상담해야하며, iii) 병원에서 치료

3) 질병비용추계항목에 대해서는 Buzby, J.C. et. al(1996), pp.8~9 참조

를 받고, iv) 의사가 질병의 원인이 식품이라는 점을 인정하며, v) 실험실에서 발병원인을 확인하고, vi) 보건당국에 보고되어야 하는 절차를 밟아야 하기 때문이다.

- 화학적 위해물질의 경우 암환자비용과 미생물적 위해물질의 경우 식중독 환자비용의 추계가 가능하다. 질병비용추정법에 의한 비용은 이론적 환자수 추계치에 환자당 질병비용을 고려하여 추정될 수 있다.

다. 지불의사추정법에 의한 경제적 편익 계측

(1) 지불의사추정법의 특징

- 지불의사추정법을 적용할 경우 식품 위해관리의 편익을 추정하는 방법에는 가상가치평가법(CVM: Contingent Valuation Method), 실험적 경매법(Experimental Auction Method), 선택형 실험법(Choice Experiment Method), 컨조인트 분석(Conjoint Analysis), 헤도닉분석(Hedonic Method)이 있다. 컨조인트 모형을 적용하기 위해서는 위해물질 관리에 의한 안전성 증가를 재화 속성의 하나로 취급하기 때문에 다양한 속성들에 대한 소비자 선호를 평가해야 하므로 설문조사가 부담스럽고 조사결과와 편익이 문제시될 수 있다. 헤도닉 분석을 적용하기 위해서는 위해물질 관리에 의한 안전성 증가부분이 여러 가지 조합으로 재화가격에 반영된 자료가 뒷받침되어야 하는데, 실제 자료가 뒷받침되기 어려운 한계가 있다. 실험적 방법의 경우는 소비자가 실제 지불하는 상황을 현실적으로 반영함으로써 설문조사과정에서 발생할 수 있는 편익을 감소시킬 수 있다는 장점이 있으나, 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있으며 충분한 표본을 확보하지 못함에 따른 표본추출상의 편익(Bias)가 발생할 수 있는 한계가 있다.
- 가상가치평가법은 위해물질의 위협이 감소한 식품을 가상적으로 설정해 놓고 소비자 설문조사를 통해 지불의향 금액을 조사함으로써 식품 안전성 관리에 대한 최대 지불의향을 추정하는 방법이다. 가상가치평가법에서는 직접적으로 효용의 개선에 대한 지불의사금액을 도출할 수 있기 때문에 효용함수에 대한 가정이나 수요함수의 유도 등의 복잡한 중간과정을 생략하고 Hicks의 후생변화척도를 이끌어 낼 수 있다. 특정 위해물질을 대상으로 소비자 지불의향을 조사하기 쉽고, 대부분 위해물질에 보편적으로 적용할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점 때문에 가상가치평가법은 현재 전세계적으로 다양한 분야에 이용되고 있다.
- 반면 가상가치평가법은 설문방법에 따라서 응답자의 진실한 지불의사금액을 왜곡시키는 가설적 편익(Hypothetical Bias), 전략적 편익(Strategic Bias), 출발점 편익(Starting Point Bias), 지불수단 편익(Payment Vehicle Bias), 정보편익(Information Bias) 등 여러 가지 편익문제를 가질 수 있기 때문에 다는 점이 여러 연구에서 제기되었다. 이러한 여러 가지 편익문제를 감소시키기 위해 다양한 모형 설정 및 질문방식 등이 시도되어 왔다.

(2) 설문방법의 종류

- 가상가치평가법은 질문형태에 따라 개방형(Open-ended)과 폐쇄형(Closed-ended) 기법이 있다. 개방형 설문형태는 응답자 자신이 지불의사금액을 진술하도록 되어 있으며, 여기에는 직접질문(Direct Question)법과 지불카드기법(Payment Card Format)이 가장 많이 이용되고 있다. 직접질문법은 응답자에게 최대지불의사금액을 직접 질문하며, 이때 다른 보조 자료는 제시하지 않는 방식이다. 이 경우 출발점 편의문제는 해소가 되지만 일반적으로 응답자는 기대되는 편익을 화폐단위로 평가하는데 어려움을 느끼므로 지나치게 큰 금액이나 적은 금액을 말하거나 응답을 회피하는 경향이 있다. 지불카드형 질문은 지불카드가 보조 자료로서 제시되고, 응답자는 카드를 참조하여 자신의 최대지불의사금액을 밝히는 방식이다.
- 폐쇄형 질문에는 경매법(Bidding Game)과 이중선택형(Dichotomous Choice)기법이 널리 이용되고 있다. 경매법은 경매방식을 적용하여 응답자에게 일정액수를 제시하고 "예/아니오"의 응답을 유도한다. 가치를 평가하기 위해 먼저 최초입찰가격을 제시하고 응찰여부를 확인한다. 응찰자의 지불의사금액이 제시된 금액보다 적으면 최초 입찰가격에 불응할 것이고 이 경우 설문조사자는 금액을 낮추어 다시 질문하게 되며, 이 가격에서도 불응하면 응찰가격을 더욱 더 인상시킨다. 반대로 응답자의 지불의사금액이 최초입찰가격보다 큰 경우에는 최초입찰가격에 응할 것이고, 이 경우 설문조사자는 응찰가격을 인상시켜 제시하고 이 가격에서도 응찰한다면 응찰가격을 더욱 더 인상시킨다. 이와 같은 반복질문은 응답자가 제시된 금액에 합의를 할 때 중지하게 된다. 경매법은 처음 시작하는 금액과 입찰가격의 증가분(감소분)에 따라 최종적으로 얻어지는 지불의사금액의 결과 값이 크게 영향을 받는 출발점 편의(Starting Point Bias) 문제와 입찰가격의 증가분 편의문제를 갖는다. 예컨대 시작하는 액수가 클수록 최종적으로 얻어지는 지불의사금액도 커지고, 시작금액이 작을수록 지불의사금액의 결과 값도 작아지는 경향이 있다.
- 이중선택형은 가상적 시장을 설정하고 각각의 응답자에게 무작위로 명시된 금액을 지불할 용의가 있는지를 물어보고 응답자는 "예/아니오"로 한 번만 대답하게 된다. 응답자는 제시된 금액이 본인의 지불의사금액보다 같거나 작으면 "예"라고 응답하고 높으면 "아니오"라고 응답할 것이다. 이 기법은 응답자가 주어진 제시가격보다 본인의 지불의사금액이 큰지 작은지 여부만을 판단하면 되기 때문에 응답하기가 용이하고, 또한 실제 시장거래에서의 의사결정 상황과 매우 흡사하여 전략적 편의가 최소화될 수 있으며 출발점 편의가 존재하지 않는 장점이 있다.
- 일반적으로 소비자의 지불의사 추정에는 가상가치평가법을 적용하며, 설문조사 시 개방형 방법과 이중선택형 방법을 병행하여 사용할 수 있다. 1980년대 중반까지만 해도 개방형 설문기법이 주종을 이루었으나, 그 이후부터 현재에 이르기까지 폐쇄형 설문기법, 특히 이중선택형 방법이 선호되어 지금까지 많은 연구자들에 의하여 널리 이용되고 있다.

표 12. 설문조사 시 가상가치 평가방법의 비교

		방 법	장 점	단 점
직접 제시 방법	개방형	응답자가 금액기입	시작편의가 없음	· 무응답 비율 높음 · 격차가 커서 신뢰성 저해
	경매형	조사자 초기금액 제시, ○,×방법으로 금액 조사		· 시작편의 발생
	지불카드 제시형	참고현황 카드제시, 금액 표시	· 응답편의 감소	
투표 형	투표형	제시된 금액에 지불의사를 ○,× 표시	· 의사결정과정과 유사 · 무응답률 낮음 · 전략적 편의 감소	· 이용 정보 적음 · 계량분석 복잡 · 조사비용과다
	이중선택형	제시금액에서 ○(×) 응답시 더 높은(낮은) 금액에 가부 응답	· 투표형보다 많은 정보 획득 · 투표형보다 비용 감소	· 시작편의나 전략적 편의 발생 가능
기타	폐쇄형	객관식 형태로 응답	· 응답 용이	· 정확한 결과 도출 어려움

자료: 환경부, 「환경제에 대한 편익추정 지침서」, 2004. p.45 참조

(3) 추정모형

- 소비자의 지불의사를 추정하는 모형에는 로짓모형(Logit Model), 토빗모형(Tobit Model), 턴블(Turnbull Model)모형, 스파이크모형(Spike Model) 등이 있다. 여기서는 가장 일반적으로 적용되고 있는 로짓모형과 비모수적 방법으로 지불의사 금액을 추정하고 있는 턴블모형을 중심으로 모형 구조와 추정방법을 설명하였다.⁴⁾

① 로짓모형

- 소비자가 위해물질 관리가 시행된 식품을 선택한다는 것은 위해관리에 의한 식품 소비의 기대효용 (EU : Expected Utility)이 위해관리를 실시하지 않은 기존 식품을 소비할 때의 기대효용보다 크다는 것을 의미한다. 소비자가 위해물질 관리가 시행된 식품을 선택할 확률(Π)은 다음의 식과 같이 확률함수(Probability Function)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{— 소비자 선택 확률: } \Pi &= \Pr[\Delta EU \geq 0] \\
 &= F[\cdot] \\
 \Pr[\cdot] &: \text{확률함수,} \\
 F[\cdot] &: \text{누적분포함수}
 \end{aligned}$$

4) 광창근 외(2001) pp36~49 참조

○ 이중선택형 확률모형의 추정은 프로빗모형(Probit Model)과 로짓모형(Logit Model)을 이용할 수 있다. 오차항이 프로빗모형에서는 표준정규분포(Standard Normal Distribution)로 가정되고, 로짓모형에서는 표준로짓분포(Standard Logistic Distribution)로 가정된다. 이들 두 모형의 추정결과는 거의 유사하지만 추정결과로부터 가치측정 계산이 프로빗모형보다 로짓모형에서 비교적 용이하기 때문에 로짓모형을 채택한 사례가 많다.

○ 로짓모형의 함수형태는 아래와 같다. ΔEU 의 함수유형은 일반적으로 선형함수(Linear Function)와 로그함수(Log Function)의 두 형태를 고려한다. ΔEU 의 형태를 선형함수로 가정할 경우 선형로짓모형(Linear-logit Model)이라고 하며, 로그함수로 가정할 경우 로그로짓모형(Log-logit Model)이라고 한다.

- 로짓모형함수:
$$\Pi = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta EU)}$$

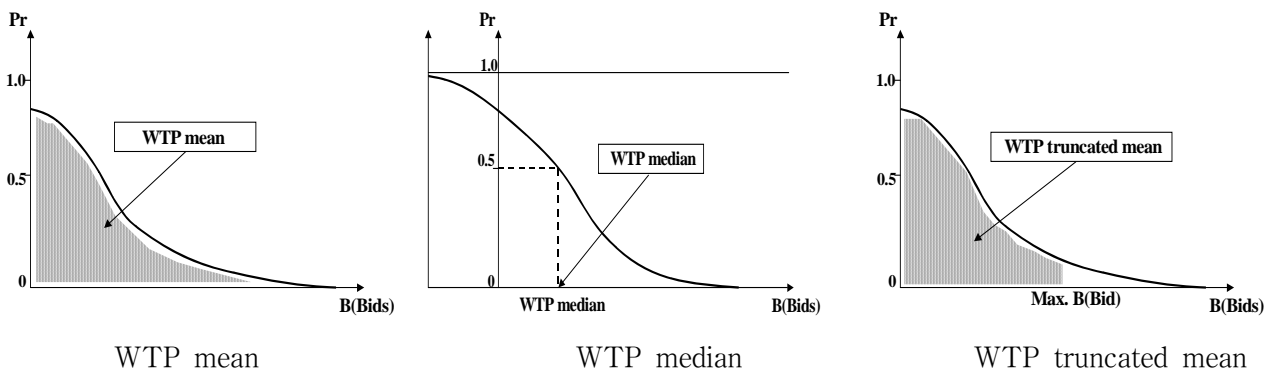
○ 선형로짓모형과 로그로짓모형의 모수의 값들은 일반적으로 최우추정법(MLE: Maximum Likelihood Estimation)에 의해 추정되며, 그 추정계수는 유효추정량(Statistically Efficient Estimator)이며, 일치추정량(Consistent Estimator)을 나타낸다(Amemiya, 1981).

○ 선형로짓모형 가정 시 식품 위해물질 관리의 경제적 가치는 함수 추정결과를 이용하여 확률변수로 나타낼 수 있다. 함수형태가 선형로짓모형인 경우 지불의향금액은 평균, 전체평균, 절단된 평균의 세 가지 방식으로 측정된다. 지불의사금액의 평균은 무작위로 제시되는 금액 B (소비자의 추가지불금액)를 0에서 무한대까지로 하여 추정되는 확률 누적면적을 이용할 수 있다.

- 지불의사금액의 평균:
$$WTP_{mean} = \int_0^{\infty} F(\Delta EU)dB = -\frac{1}{\beta_1} \ln[1 + \exp(\alpha)]$$

β_1 : B 의 계수 추정치, α : 추정계수

그림 4. 선형로짓모형에서 WTP의 평균



- WTP의 전체평균(WTPoverall Mean)은 음의 제시금액(Negative Bids) 면적을 포함하여 평균값을 산출하는 방식이다. 지불의사금액의 전체평균(WTPoverall Mean)과 지불의사금액의 중위수(WTPmedian)는 동일한 결과를 나타낸다.

- 지불의사금액 전체 평균:
$$WTP_{\text{overall mean}} = \int_0^{\infty} F_B \, dB - \int_{-\infty}^0 (1 - F_B) \, dB = -\frac{\alpha}{\beta_1}$$

- 지불의사금액의 절단된 평균(WTPtruncated)은 무작위로 제시되는 금액 B원을 극소값 영(0)원부터 극대값(Max.B)까지의 범위를 고려하여 계산한다. 즉, 추정확률 10%, 25%, 혹은 최대제시금액에서 절단시키고, 그 이상의 면적을 제외하여 측정하는 방법이다.

- 지불의사금액의 절단된 평균:
$$WTP_{\text{truncated}} = \int_0^{\text{Max.B}} F(\Delta EU) \, dB$$

$$= -\frac{1}{\beta_1} \ln \left[\frac{1 + \exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 \text{Max.B})} \right]$$

- 세 가지 추정치 중에서 이론적 제약과의 일치성, 통계적 효율성, 그리고 총계 가능성 조건을 만족하는 것으로 알려진 기준은 절단된 평균이다 (Duffield and Patterson, 1991).

② 턴불모형

- 선형로짓모형을 이용하여 가치를 평가할 경우 음(Negative)의 제시금액 면적을 포함시켜야 하는가에 대한 문제와 추정된 함수에서 적분영역의 범위를 ∞ , 추정확률 10%, 25%, 또는 최대제시금액 등 어디까지 설정하느냐의 문제가 발생한다. 음의 제시금액은 소비자의 진정한 선호가 아니기 때문에 음의 제시금액 영역을 고려하지 않고 양(Positive)의 제시금액 영역만을 평가의 대상으로 하는 지불의사금액의 평균(Mean)을 이용할 수 있다. 그러나 음의 제시금액 영역이 통계적 적합성(Goodness of Fit)이나 함수형태(Model Specification)에는 중요한 역할을 할 수 있기 때문에 음의 제시금액 영역을 단순히 제외하는 것은 문제가 될 수 있다. 음의 제시금액이 원천적으로 나타나지 않는 로그로짓모형에서도 적분의 구간을 어디까지 할 것인가에 대한 문제가 남는다. 지불의사금액의 절단된 평균은 오른쪽 꼬리가 너무 두껍게 추정되는 현상을 보이며, 최대제시금액까지 적분하는 경우도 명확한 이론적 배경을 지니지는 못하는 것으로 평가된다.

- 로짓모형이 갖는 이와 같은 여러 가지 문제점들 때문에 특정한 함수형태를 가정하지 않고 설문조사 응답자의 반응만을 이용하여 지불의사금액을 평가하는 비모수적 방법(Nonparametric Method)이 제시되었다. Haab and McConnell(1997)의 턴불모형은 각각의 주어진 제시금액에서 위해물질 관리 하에 생산된 식품을 선택할 확률을 사용하여 지불의사금액을 추정하는 방법이다.

- 개별 응답자의 지불의사금액(W)이 B_{j-1} 에서 B_j 까지의 구간에 있을 확률을 p_j 라고 할 때, 누적분포함수(CDF: Cumulative Distribution Function)를 F_j 라 한다면 CDF는 다음의 식과 같이 나

타낼 수 있다. 또한 누적분포함수의 차이($F_j - F_{j-1}$)를 이용하여 확률밀도함수를 계산할 수 있다.

- 확률: $p_j = P(B_{j-1} < W \leq B_j)$ for $j = 1, \dots, M+1$

- 누적분포함수: $F_j = P(W \leq B_j)$ for $j = 1, \dots, M+1$, $F_{M+1} = 1$

○ 반복적인 과정에 의하여 계산된 누적분포함수를 이용하여 지불의사금액의 기대치($E(W)$)를 추정할 수 있다. 각 확률구간에서 금액은 일반적으로 최소값을 기준으로 하는 하한(Lower-bound)이 적용되어 지불의사금액의 기대치($E(LB_{WTP})$)가 계산될 수 있다.

- 지불의사금액의 기대치: $E(W) = \int_0^{\infty} WdF(W) = \sum_{j=1}^{M+1} \int_{B_{j-1}}^{B_j} WdF(W)$

- 하한적용 기대치: $E(LB_{WTP}) = 0 \cdot p(0 \leq W < B_1) + B_1 \cdot p(B_1 \leq W < B_2) + \dots + B_M \cdot p(B_M \leq W < B_{M+1}) = \sum_{j=1}^{M+1} B_{j-1} p_j$

2. 식품 위해물질 관리의 사회적 비용 추정

○ 식품 위해물질 관리에 따른 사회적 비용이란 위해물질제어의 비용으로, 위해물질 관리에서 발생된 모든 기회비용의 총합을 의미한다.

○ 식품 위해물질 관리의 사회적 비용은 일반적으로 관리에 따른 부(-)의 과급영향이나 관리에 따른 비용 발생으로부터 추계될 수 있다. 기본적으로는 회계학적 접근법이 적용되기 쉬우며, 보다 세부적인 자료가 요구되는 경제공학적 접근, 계량경제학적 접근법, 품질조정비용함수의 경우는 특정 사례 분석에 국한된다.

표 13. 사회적 비용 계측 모형의 비교

분석법		이론적 타당성	자료 수집의 용이성	향후 활용 가능성
사회적 비용 계측 모형	회계학적 접근법 (Accounting Approach)	높음	매우 높음	매우 높음
	경제공학적 접근법 (Economic-engineering Approach)	매우 높음	낮음	낮음
	계량경제학적 접근법 (Econometric Approach)	매우 높음	낮음	낮음
	품질조정비용함수 (Quality-adjusted Cost Function)	매우 높음	매우 낮음	낮음

- 사회적 비용항목은 위해물질에 따라 범주와 세부항목에서 차이가 난다. 예를 들어 식품 안전성 제고를 위해 특정 농약 사용을 금지할 경우 사회적 비용은 특정 농약 금지에 따른 생산성 저하 또는 관리 비용 증가로 이해될 수 있다. 즉, 대체 가능 농약이 있는 경우는 농약 간의 대체로 인한 추가 비용으로 추계될 수 있으며, 대체 가능 농약이 없는 경우는 수확량 감소 또는 품질저하로 인한 가격하락 등에 의한 생산농가의 총수익 감소로 추계가 가능할 것이다.
- 새로운 제도 또는 기술 도입에 따른 사회적 비용은 도입 업체의 추가발생 비용과 도입 제도 마련에 소요된 정부부담비용 등이 포함된다. 예를 들어 식품의 위생관리를 위해 HACCP제도를 도입할 경우 사회적 비용은 관련 공무원 인건비 및 행정업무 비용 등의 정부부담비용과 도입비용과 운용 비용 등의 민간부담비용의 합계로서 산출 가능하다.

표 14. HACCP 도입을 위한 사회적 비용 사례

	비용항목	세부항목
민간부담비용	HACCP 계획구축비용	시설 및 설비 개·보수 비용, 교육 및 컨설팅 비용, 관련 직원 인건비 등
	HACCP 운용비용	세척·소독·각종 검사 비용, 교육 비용, 관련 직원 인건비 등
정부부담비용	행정비용	HACCP 업무 담당인력의 인건비, HACCP 업무관련 행정비용 -기술지원, 사후관리비용, 홍보비용 등

3. 식품 위해물질 관리의 경제성 평가

- 식품 위해물질 관리는 비용과 편익을 발생시키며, 위해물질 관리의 의사결정 기준은 이에 따라 발생하는 편익과 비용의 차이를 극대화하는 것이다. 사회적 순편익 규모를 예측함으로써 정책의 당위성을 판단하거나, 사업의 우선순위를 결정할 수 있다.
- 정책 수행에 따른 비용과 편익은 한 시점에서 발생하기 보다는 일정기간동안 또는 일정기간이 지난 후에 발생하는 경우가 일반적이다. 일반적으로 비용은 짧은 기간에 주로 발생하며, 편익은 장기간에 걸쳐 발생하는 경우가 많다. 따라서 사회적 비용-편익 분석은 다년간 비용과 편익 흐름을 고려하여 현재가치화 하여야 한다.
- 식품 위해물질 관리의 비용과 편익 분석에 적용하는 할인율은 사회적 할인율로서 사업의 특성에 따라 다른 사회적 할인율이 적용될 수 있다. 사회적 할인율로는 사회적 시간 선호율, 개인의 소비

이자율, 투자의 한계수익률, 미래의 불확실성을 반영한 할인율 등 다양하다. 즉, HACCP 도입의 경우 정부부문보다 민간부문 지출이 클 것으로 예상되므로 민간부문의 투자 수익률이 할인율로 이용될 수 있다.

- 식품 위해물질 관리에 대한 편익과 비용은 기본적으로 위해성 평가를 바탕으로 추정되며, 위해성 평가는 여러 단계의 한정된 자료를 근거로 하기 때문에 상당한 정보의 불확실성 하에 추진된다고 볼 수 있다. 또한 위해물질 관리정책의 효과를 완전히 파악할 수 없기 때문에 정책 평가에 해석에 위험성이 존재한다.
- 비용-편익분석에서 발생하는 불확실성을 줄이거나 반영하여 의사결정을 하기 위해서는 불확실한 변수들에 대한 다양한 가정을 적용하여 정책 시나리오에 따른 민감도 분석을 할 수 있다. 발생 가능한 대안이 보다 명확할 경우에는 발생 확률별로 구체적인 대안을 설정하여 위험의 정도를 평가하고 기대편익을 산출할 수 있다. 또한 중장기적으로 위해관리 평가의 불확실성을 감소시키기 위해서는 위해성 평가 기반을 조성해 나가는 것이 필요하다.
- 식품 위해물질 관리의 비용-편익분석 결과는 기본적으로 화폐가치화가 가능한 부분에 한정된 것이므로 결과 해석에 있어서 가능한 정성적인 평가가 병행되어야 할 것이다. 위해성 평가 시 자료화될 수 없었던 부분에 대한 평가와 관리의 소득분배효과 등이다.
- 경제성 평가의 기본 방법은 다음과 같다.
 - 식품 위해물질 관리 사례별 사회적 편익과 비용을 단순 비교하여 직관적인 경제성을 판단한다.
 - 다년간 비용-편익의 흐름을 감안하여 사례별 경제성 분석을 실시한다.
 - 민감도 분석 등을 통해 자료의 불확실성과 정책변수의 불확실성을 감소시킨다.
 - 정량적인 평가와 정성적인 평가를 통합하여 비용-편익 분석결과를 해석한다.

제4절 식품의 위해물질 관리정책 사례에 대한 Risk/Benefit 분석

1. 분석 사례 선정

- 식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익과 비용을 실증적으로 분석하기 위해 다음의 기준을 통해 분석 대상 사례를 선정하였다.
 - 우리나라 식품 위해물질 관리와 관련하여 사회적인 이슈로 부각되고 있는 사례
 - 경제성 분석을 위한 기초자료 수집이 상대적으로 용이한 사례
 - 식품 위해물질의 카테고리중 하나씩으로 각 분야를 반영할 수 있는 사례

- 즉, 미생물적 식품 위해 요인 중의 하나인 식중독균과 화학적 식품 위해요인중의 하나인 잔류농약을 대상 물질로 선정하였으며, 단체급식의 HACCP 관리정책과 사과와 발암 가능 물질 함유 농약 관리정책에 대한 편익 및 비용 분석을 구체적인 사례로 선정하여 분석을 진행하였다. 구체적인 선정 이유는 다음 <표 15>와 같이 정리될 수 있다.
- 물리적 요인은 사례를 일반화시키기 어렵고 기초자료가 뒷받침될 수 없으며, 중금속 및 환경호르몬 등의 위해요인은 해당 식품에 국한되지 않고 환경요인과 연계되기 때문에 관리정책 범주 설정에 어려움이 있다. GMO와 방사선조사식품의 경우 위해성이 입증되지 않고 논란이 되는 단계이므로 사례로 적합하지 않다.

표 15. 식품 위해물질 관리정책의 경제성 평가 사례 선정 근거

선정 기준	식중독균 관리 (단체 급식의 HACCP 관리)	농약 관리 (사과의 발암 가능 물질 함유 농약 관리)
사회적인 이슈성	매년 발생하는 식중독 사고와 단체급식의 시행률이 높아지고 있는 현실에서 단체 급식 HACCP 관리에 대한 사회적 논의가 높음	과일(사과)의 잔류농약 검출 보고가 매년 발생하고 있으며, 일부 농약 물질로 인한 발암 가능성에 대한 소비자의 우려가 높음
기초자료 수집의 용이성	선행 연구 및 모니터링 자료 등의 관련 자료가 상대적으로 많음	일부 모니터링 자료가 있으며 암 관련 의료비용 자료가 있음
카테고리의 대표성	미생물적 식품 위해요인 중에서 대표성을 지님	화학적 식품 위해요인 중 경제성 평가가 가능한 발암물질로 대표성을 지님

- 단체 급식 HACCP 관리 정책의 경우, 매년 발생하는 학교급식의 식중독 사고 등으로 인해 사회적 관심사가 높고, 관련 연구 및 자료 수집이 용이한 장점이 있다. 또한, 미생물적 식품 위해요인 중에서 대표적인 경우로 해당 카테고리에서의 높은 대표성을 지닌다.
- 농약 관리의 경우 잔류허용기준이 설정되어 있고 농약의 잔류량이 잔류허용기준을 초과하지 않도록 작물별로 농약의 살포횟수와 최종 살포시기를 제한하는 농약안전사용기준이 규정되어 있는 반면, 농약안전사용기준을 준수하지 않거나 허용 되지 않은 농약을 사용하는 사례가 발생함에 따라 잔류농약의 위해성이 논란이 되고 있다. 따라서 모니터링 조사결과 잔류농약 검출사례가 보고되고 있으며, 이런 농약물질 중 일부는 암을 유발할 가능성이 있는 물질들로 알려지고 있다. 이 연구에서는 과채류의 모니터링 자료를 검토하여 발암유발 농약이 검출된 품목 중에서 사과를 구체적인 분석사례로 선정하였다.
- 사회적 편익과 비용을 추계하는 방법은 이론적 타당성, 계측의 용이성, 일반화 가능성 등을 감안하여 선정하여야 한다. 이 분석에서는 사회적 편익을 측정하는 분석법으로 질병비용추정법(COI)과 지불의향추정법(WTP)을, 사회적 비용을 측정하는 분석법으로 회계학적 접근법(Accounting Approach)

을 적용하였다.

2. 질병비용추정법에 의한 편익추정

가. 단체급식 HACCP관리에 따른 편익추정

- 질병비용추정법에 의해 단체급식 HACCP 관리에 따른 사회적 편익을 추정하기 위해서는 단체급식에서 식중독이 유발하는 인체 위해도를 평가하고, 다음으로 식중독 발생에 따른 손실비용을 추정하여야 한다. 질병비용추정법에 의한 사회적 편익은 단체급식 HACCP 관리로 인해 제거되는 식중독 유발 손실비용이다.

(1) 인체위해도 평가

㉠ 위험성 확인(Hazard Identification)

- 단체급식장에서 발생하는 식중독 유발 미생물을 인체 위해도 평가의 대상으로 선정하였다. 구체적인 식중독 원인균으로는 *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Spp., *Shigella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* 등이다.

㉡ 노출평가(Exposure Assessment)

- 식품을 통해 섭취되는 식중독균의 양을 추정하는 단계로 위험성 확인 단계에서 확인된 식중독균에 대해 식품에서의 오염수준과 각 식품별 섭취량을 이용하여 식중독균의 섭취량을 추정하였다. 전체 식품군에서 가장 많이 검출되는 식중독 균은 *Listeria monocytogenes* ($1.13E-03$ org./g)와 *staphylococcus aureus*($1.09E-03$ org./g) 이었다. 그러나 식중독 원인균의 오염수준은 매년 변화할 수 있음에 유의해야 한다.
- 식중독 원인균의 국민 1인당 일일 노출수준을 추정하기 위해서는 <표 16>의 식품별 식중독 원인균의 오염수준과 국민 1인당 하루 평균 식품 섭취량의 자료가 필요하다. 섭취량자료는 국민 1인당 일일 식품섭취량을 적용하여 식중독 원인균의 섭취수준을 산출하여, 그 결과를 <표 17>과 같이 정리하였다.

○ 전체적인 식중독균 섭취량은 0.1306 org./person/day으로 산출되었으며, 어패류에서의 *Vibrio parahaemolyticus*(0.0532 org./person/day), 육류 및 그 제품에서의 *Campylobacter jejuni*(0.0175 org./person/day), 어패류의 *Listeria monocytogenes*(0.0149 org./person/day)의 순으로 높게 나타났다. 식중독균별로는 *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*의 순이었다⁵⁾. 독소형 식중독균인 *Bacillus cereus*와 *Staphylococcus aureus*는 균 섭취량이 아닌 독소의 생성량이 중요하므로 15일 후의 증식량(org./g)을 고려하였다(박경진 외, 2001).

표 16. 식중독 원인균 오염수준

단위: org./g

분류	campylobacter jejuni	E. coli O157:H7	Listeria monocytogenes	salmonella Spp.	shigella spp.	Vibrio parahaemolyticus	Bacillus cereus	staphylococcus aureus	total
식물성	곡류	3.03E-05	0	3.25E-05	1.07E-05	1.04E-05		5.40E-05	1.38E-04
	감자	0	0	0	0	0	0	0	0
	당류	0	0	0	0	0	0	0	0
	두류	0	0	0	0	0	0	0	0
	종실류	0	0	0	0	0	0	0	0
	채소류	0	0	0	0	0	0	4.68E-05	4.68E-05
	버섯류	0	0	0	0	0	0	0	0
	과실류	0	0	0	0	0	0	0	0
	해조류	0	0	0	0	0	0	0	0
	음료 및 주류	0	0	0	0	0	0	0	0
동물성	조미료류	0	0	0	0	0	0	0	0
	식물성 유지	0	0	0	0	0	0	0	0
	기타	0	0	1.61E-04	0	0	0	0	1.61E-04
	육류	1.84E-04	0	1.33E-04	2.80E-05	0	0	7.32E-04	1.08E-03
	난류	0	0	0	0	0	0	2.22E-04	2.22E-04
	어패류	0	0	2.20E-04	0	0	7.86E-04	3.38E-05	1.04E-03
기타	유류	0	0	0	0	0	454	0	454
	동물성 유지	0	0	5.86E-04	0	0	0	0	5.86E-04
	기타	0	0	0	0	0	0	0	0
계	2.14E-04	0	1.13E-03	3.87E-05	0	7.96E-04	454	1.09E-03	454.00327

자료: 박경진 외, 「식품원인질병(Foodborne Disease)의 사회적, 경제적 손실비용의 측정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실평가」, 2001. p 107.

5) 박경진 외, 2001의 연구에서는 전체 식품군의 식중독균 섭취량이 0.12097 org./g이었음. 이는 1998년 식품섭취량에 비해 2005년 식품섭취량이 증가하였기 때문임.

표 17. 식중독 원인균의 섭취수준

단위: org./person/day

분 류	campylo bacter jejuni	E. coli O157: H7	Listeria. monocyt ogenes	salmonel la Spp.	shigella spp.	Vibrio parahae molyticu s	Bacillus cereus*	staphylo coccus aureus*	total	
식 물 성	곡류	0.00973	0	0.01044	0.00343	0	0.00334	0	105	0.02694
	감자	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	당류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	두류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	종실류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	채소류	0	0	0	0	0	0	0	105	0
	버섯류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	과실류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	해조류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	음료 및 주류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	조미료류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	식물성 유지	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	기타	0	0	0.00268	0	0	0	0	0	0.0027
동 물 성	육류	0.0175	0	0.0127	0.0027	0	0	0	106	0.0328
	난류	0	0	0	0	0	0	0	106	0
	어패류	0	0	0.0149	0	0	0.0532	0	105	0.0681
	유류	0	0	0	0	0	0	1010	0	0
	동물성 유지	0	0	0.00005	0	0	0	0	0	0.0001
	기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0
계	0.0272	0	0.0407	0.0061	0	0.0566	1010	2.3×106	0.1306	

* 15일 후의 증식량(org./g)을 적용

㉔ 위험도 결정(Risk Assessment)

○ 외국의 양-반응 연구결과를 적용하여 식품군별 식중독균의 1인당 1일 위해성을 산출하면 <표 18> 과 같다.⁶⁾ 어패류에서의 *Vibrio parahaemolyticus*가 1천명당 1.53, 곡류에서의 *Vibrio parahaemolyticus*가 1만명당 1.06명 곡류에서 *Salmonella spp*가 1십만명당 2.81명의 순으로 높게 나타났다. 한 사람이 하루에 식중독을 일으킬 수 있는 확률은 천명당 1.7명(1.70E-03)이었으며, 식품군별로는 어패류, 곡류, 육류 및 그제품의 확률이 높은 것으로 나타났다.

6) 양반응 모델에 의한 식중독균별 위해성은 박경진(2001) p 111 참조

표 18. 식중독균의 각 식품별 위해성

단위: person/day

분 류	campylobacter jejuni	E. coli O157: H7	Listeria. monocytogenes	salmonella Spp.	shigella spp.	Vibrio parahaemolyticus	Bacillus cereus*	staphylococcus aureus*	total	
식물성	곡류	7.46E-06	0	1.33E-08	2.81E-05	0	1.06E-04	0	1.69E-07	1.42E-04
	감자	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	당류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	두류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	종실류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	채소류	0	0	0	0	0	0	0	1.69E-07	1.69E-07
	버섯류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	과실류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	해조류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	음료 및 주류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동물성	조미료류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	식물성 유지	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	기타	0	0	5.72E-10	0	0	0	0	0	5.72E-10
	육류	8.99E-06	0	1.08E-08	1.45E-05	0	0	0	3.05E-07	2.38E-05
	난류	0	0	0	0	0	0	0	3.05E-07	3.05E-07
	어패류	0	0	1.72E-08	0	0	1.53E-03	0	1.69E-07	1.53E-03
기타	유류	0	0	0	0	0	0	6.78E-07	0	6.78E-07
	동물성 유지	0	0	1.38E-09	0	0	0	0	0	1.38E-09
	기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	1.65E-05	0	4.33E-08	4.26E-05	0	1.64E-03	6.78E-07	1.12E-06	1.70E-03	

자료: 식품의약품안전청, 「식품원인질병(Foodborne Disease)의 사회적, 경제적 손실비용의 측정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실평가」, 2001

㉮ 식중독균의 식품별 감염 환자수

○ 개인의 1일 위해성자료를 바탕으로 2005년 전체 인구(47,278,951명)에 대해 연간 발생 가능한 식품별 식중독 환자수를 추정하여 실제 보고된 환자수와 비교하였다. 식중독은 29,352,833명이 발생 가능한 것으로 나타났는데 이는 식품의약품안전청에서 발표한 2005년 공식 식중독 환자수에 비해 약 7,000배 높은 수준이므로 WHO의 300~350배의 추정배수에 비해 매우 높은 수준이다. WHO의 추정배수는 감시체계가 비교적 잘 이루어져 있는 미국 등의 결과를 토대로 한 것이므로 우리나라의 경우에는 이보다 큰 추정배수가 적용되어야 할 것으로 볼 수 있으나, 가장 많은 환자수를 보이는 Vibrio parahaemolyticus의 경우 실제로 보고된 식중독 환자수의 30,000배에 해당되므로 과대평가된 측면이 있을 것으로 보인다.

표 19. 식중독 원인균에 따른 환자수 현황 및 추정환자수

단위: 명

식중독 원인균	2005년 보고된 식중독 환자수	1999년 국민건강 보험공단 추정치	박경진 외, 2001	2005년 추정치
Campylobacter spp.	175	-	281,829	284,737
Escherichia coli O157:H7	1,883	-	-	-
Listeria monocytogenes	-	53	745	747
Salmonella spp.	753	42,498	720,993	735,140
Shigella spp.	-	6,644	-	-
Vibrio parahaemolyticus	663	489,531	20,075,457	28,301,180
Bacillus cereus	24	639,415	11,624	11,700
Staphylococcus aureus	863	-	19,180	19,328
합 계	4,361	1,178,141	21,109,828	29,352,833

㉞ 추정된 식중독 발생환자 구분

○ 비용 산출을 위해 추정된 식중독 발생환자수로부터 각 원인균별 입원환자, 외래환자, 감염환자로 구분하여 환자수를 추정하였다. 추정 감염자수 중에 발병률 자료를 이용해 환자수를 산출하고, 입원률을 이용해 다시 입원환자수를 산출하였다. 환자수는 식중독 발병률이 2001년과 같은 수준이라는 가정 하에서 산출하였고, 입원 환자수는 우선 국민건강보험공단에 보고된 원인질병별 총 환자수와 입원환자수를 이용해 입원률을 구하여 적용하였다.

표 20. 식중독 원인균별 환자구분

단위: 명

식중독균	추정 감염자수	발병률	전체환자수	입원률	입원환자수
C. jejuni	284,737	0.45	128,132	0.032	4,100
L. monocytogenes	747	0.19	142	0.036	5
Salmonella spp.	735,140	0.3	220,542	0.032	7,057
V. parahae molyticus	28,301,180	0.19	5,377,224	0.032	172,071
Bacillus cereus	11,700	0.19	2,223	0.032	71
S. aureus	19,328	0.19	3,672	0.032	118
합 계	29,352,833		5,731,935		183,422

㉞ 식중독으로 인한 전체 환자 수 추정

- 식중독 환자수 추정에 있어 이 연구에서는 4개군의 감염형 식중독 원인균과 2개군의 독소형 식중독 원인균에 대한 분석만을 실시하였다. 현실적으로 볼 때, 실제 식중독의 원인은 바이러스 이외에 다른 세균성 식중독 원인균도 존재하는 것이 사실이나, 바이러스나 기타 다른 세균성원인균의 경우 이에 대한 국내 모니터링 결과와 같은 자료 부족으로 직접적인 추정이 불가능한 한계를 지닌다. 따라서 2005년 바이러스 및 기타 식중독으로 인한 환자수의 비율을 적용하여 전체 식중독 환자수를 추계하였다<표 21>.
- 국내에서 연간 발생하는 식중독 총 환자수는 7,038,816명으로 2005년 인구의 약 14.9%에 해당된다. 이중 외래환자는 6,813,574명으로 전체인구의 14.4%에 해당되고 입원환자는 225,242명이며 전체인구의 0.1%에 해당되는 것으로 나타났다. 사망자수는 비교적 정확한 통계가 집계되었다는 가정 하에 실제 자료를 투입하거나, 식중독균에 의한 사망률과 추정환산률을 적용하여 가정할 수 있다. 이 계임외(2002)에서는 살모넬라 경우의 사망률(Ryan(1987), Buzby(1996))을 적용하고 기존 추정환산률 중에서 최저치인 20배를 적용하여 사망자수를 산출한 바 있다. 2005년에는 식중독으로 인한 사망자수가 보고되지 않았으므로 사망자수를 0~10명을 가정하였다.

표 21. 국내 전체 식중독 발생환자의 추정 결과

단위: 명

	전체환자	외래환자	입원환자	(사망환자)
6개 식중독 원인균	5,731,935	5,548,513	183,422	(0~10)
바이러스 및 기타 다른 세균성식중독 원인균 ¹⁾	1,306,881	1,265,061	41,820	
합 계	7,038,816	6,813,574	225,242	(0~10)

주 1) 2005년 식중독 발생현황 중 바이러스 및 기타 식중독균에 의한 환자수의 비중 22.8%적용해서 전체환자를 추정하고 6개 식중독 원인균의 전체환자 중 외래환자와 입원환자의 비율을 바이러스 및 기타 다른세균성 식중독 원인균에 따른 외래환자와 입원환자에 적용해서 추정

(2) 식중독 발생에 따른 손실비용 추정

① 질병비용추정을 위한 손실비용 항목⁷⁾

- 질병비용추정법(Cost-of-illness)을 적용하기 위해 추정된 식중독 환자수를 이용하여 의료비용, 생산성 손실비용, 역학조사비용, 행정비용, 고통비용, 여가비용 등의 비용항목을 고려하여 단체급식 식중독 발생의 손실비용을 추정하였다.

7) 박경진 외, 2001의 손실비용항목과 수식을 적용하여 최근의 자료로 재산출 하였음.

㉞ 의료비용

○ 의료비의 산정은 2004년 건강보험통계연보의 입원환자와 외래환자구분을 참조하였으며 총 발생환자를 원인군에 따라 사망자, 입원 환자군, 외래 환자군으로 구분하여 적용하였다.

- 의료비용 산정 공식: $M = \sum_j \sum_k H_{jk} \times N_{jk} + \sum_j \sum_k C_{jk} \times N_{jk}$

M : 의료비용, H : 1인당 보험진료비, N : 추정 환자 수,
 C : 본인 부담액, j : 외래 환자군, k : 입원 환자군

㉟ 생산성 손실비용

○ 입원 환자군과 외래 환자군으로 나누었으며 식중독으로 조기 사망하였을 경우도 고려해 사망으로 인한 생산성 손실비용을 추계하였다. 식중독에 걸린 경우 식중독으로 인한 기회비용은 2005년 노동통계연감의 월평균 노동비용과 2004년 건강보험통계연보의 평균진료일수를 외래 환자군과 입원 환자군으로 각각 적용하여 산출하였다.

- 생산성 손실비용 산정 공식: $P = \sum_j \sum_k N_{jk} \times Y \times L_{jk} / 30 + \sum_j N_j \times Y \times L_j / 30$

P : 생산성 손실비용, N : 환자수, Y : 월평균 노동비용,
 L : 평균 진료일수, j : 외래 환자군, k : 입원 환자군

○ 조기 사망으로 인한 사망자 손실비용은 식중독으로 인해 사망가능성이 높은 계층이 주로 노년층이라는 점을 감안하여 55세에서 59세 사이의 연령층만을 고려할 수 있다. 활동기간을 5년으로 가정하여 잔존생애가치의 기대소득으로 추정될 수 있다. 사망자수를 0~10명을 가정하여 할인율 4%(2005년 1년 만기 정기적금 이자율), 평균 노동생산성 증가율 1%, 위험회피도 1.6을 적용하여 비용을 계산하였다.

㊱ 역학조사비용 및 행정비용

○ 식중독 발생으로 인한 역학조사 비용 및 행정비용은 식중독 발생 건당 들어가는 비용으로 발생건수, 건당 출장비, 분석비 등을 이용하여 산정하였다. 역학조사 비용은 관련당국의 협조가 이루어지지 않아 박경진외(2001)의 자료에 물가상승률을 적용하여 산출하였다.

㊲ 기타비용

○ 식중독으로 인한 고통비용을 경제적 가치로 환산하기에는 충분한 자료가 없기 때문에 이 연구에서는 생략하였다.

○ 여가비용은 입원을 함으로써 상대적으로 포기해야 되는 여가에 대한 비용부분으로 입원환자에 한해서 산출하였다. 가구당 여가활용비 지출은 2004년 한국의 사회지표에 제공된 자료를 사용하였고, 1일 여가비용과 평균 입원일수를 적용하여 산출하였다.

② 식중독으로 인한 사회적 손실비용 산출

○ 실제 추정된 환자수를 손실비용 추정방법에 적용하여 산출한 사회적 손실비용은 약 1조 6천억원으로 추정되었으며, 그 중 생산성 손실비용이 1조 2천억원으로 74.6%, 다음으로 의료비용 24.8%(4천 2백억원), 역학조사비용 0.01%, 여가비용 0.6%로 나타났다.

표 22. 식중독으로 인한 사회적 손실비용

단위: 원, 백만원

대분류	세부항목	세부금액	총금액
의료비용	본인부담액(외래)	8,220	396,753
	1인당 보험진료비(외래)	22,159	
	본인부담액(입원)	145,479	
	1인당 보험진료비(입원)	697,029	
생산성 손실비용	월평균 노동비용	2,553,258	1,174,980 ~ 1,181,054
	평균진료일수(외래)	1.85	
	월평균 노동비용	2,553,258	
	평균진료일수(입원)	5.33	
	조기사망에 의한 생산성 손실비용 ¹⁾	0 ~ 6,075,061,350	
역학조사 비용 ²⁾	연간발생건수 출장비 분석비	물가상승률 3%적용	182
고통비	생 략		
여가비용	가구당 여가활용비 지출	1,126,932	9,736
	1일 여가비용	3,087	
	평균입원일수	14	
합 계			1,581,651 ~ 1,587,726

주 1) 생애가치 추정법(VOSL)에 의해 계산된 조기사망에 의한 생산성 손실비용

2) 역학조사비용은 박경진 외, 2001의 연구에 제시된 금액에 물가상승률을 적용해 산출한 금액임.

② 식중독으로 인한 사회적 손실비용 산출

○ 단체급식으로 인한 사회적 손실비용은 식중독의 사회적 손실비용에 단체급식 식중독 비중을 적용하여 산출할 수 있다. 식중독으로 인한 사회적 총 손실비용이 15,817~15,877억원에 달하므로 단체

급식 식중독 비중으로 65%를 적용할 경우 단체급식에 의한 사회적 손실은 10,281~10,320억원으로 추정할 수 있다. 즉, 단체급식 식중독 관리를 통해 절감할 수 있는 질병비용을 통해 추산할 수 있는 사회적 편익규모는 1조원 수준이었다.

나. 사과 발암가능성 농약 관리에 따른 편익추정

- 질병비용추정법에 의해 사과의 발암가능성 농약 관리에 따른 사회적 편익을 추정하기 위해 기존의 모니터링 결과를 토대로 암을 유발시킬 수 있는 농약성분으로 인해 발생한 암환자수를 추정하고 그에 따른 연간 비용을 추정하였다.

(1) 인체위해도 평가

㉠ 위험성 확인(Hazard Identification)

㉡ 잔류농약 모니터링 검토

- 식품 중 잔류농약의 위해도를 평가하기 위하여 1996~2005년간 국내에서 진행된 농산물의 모니터링 자료를 이용하여 국내에서 소비가 많은 주요 청과물의 농약 잔류량을 조사하였다. 식품별로 잔류농약성분은 사과가 17가지, 시금치가 14가지, 포도가 11가지, 고추·깻잎이 10가지 검출되었다<표 23>.8)

㉢ 발암 유발물질 검토

- 농약의 독성등급 및 종양 유발 가능 물질을 신호선 외(2002)와 이미경, 이서래(1995)에서 제시한 농약물질을 기준으로 정리하면 <표 24>와 같다.
- 발암 및 종양유발 물질 중 미국 EPA에 제시된 것 중에서 암 유발 가능성의 등급이 C등급 이상인 물질만을 선택하여 품목별로 정리하였다.
- 대표적인 과일과 채소 품목별로 모니터링을 통해 검출된 잔류농약 중 발암성을 가진 것으로 알려진 농약은 <표 25>와 같다. 암 유발 물질 중 procymidone이 여러 품목에 걸쳐 많이 검출되었으며, 품목별로는 사과, 포도, 딸기 등에서 여러 종류의 발암유발 가능 농약이 검출되었다.

8) 이 분석에서 사용한 사과 농약 잔류량은 유통과정에서의 모니터링 결과이므로, 가정에서의 세척 등을 통한 잔류농약 감소의 가능성을 고려하지 않았음.

표 24. 농약의 독성등급 및 종양유발 물질

농약(Pesticide)	발암가능성 ¹⁾ (Cancer potency) U. S. EPA	종양유발 가능물질 (이미경 교수 연구)
Aldicarb	D	Acephate
Bendiocarb		Azinphos-methyl
BHC(Lindane)	B1	Benomyl
Carbaryl	C	Captafol
Carbofuran		Captan
Chlorothalonil	B2	Chlorothalonil
Chlorpyrifos	D	Cypermethrin
Cypermethrin	C	Folpet
Endosu	E	Glyphosate
Ethiofencarb		o-Phenylphenol
Ethoprophos		Parathion
Methomyl	D	Permethrin
Methylbromide		-
Monocrotophos		-
Parathion-methhyl	D	-
Pirimiphos-methhyl		-
Procymidone	B1	-

자료: 신효선 외(2002), 이미경, 이서래(1995) 참조

주 1) A Human carcinogen

B Probable human carcinogen

B1 indicates limited human evidence

B2 indicates sufficient evidence in animals and inadequate or no evidence in humans

C possible human carcinogen

D Not classifiable as to human carcinogenicity

E Evidence of noncarcinogenicity for humans

표 25. 품목별로 검출된 발암유발물질

품 목	암(Cancer) 유발물질
오이	procymidone chlorothalonil
깻잎	procymidone cypermethrin
시금치	chlorothalonil procymidone
고추	procymidone
딸기	procymidone chlorothalonil cypermethrin
셀러리	procymidone
사과	carbaryl chlorothalonil cypermethrin
포도	procymidone chlorothalonil parathion
감귤	procymidone
감	procymidone

자료: 국내 모니터링 자료(1996~2005) 검토

㉔ 대상 품목 및 농약 선정

- 사과가 잔류농약 검출이 가장 많이 되는 품목 중의 하나였고, 사과에서 검출되는 농약 중에 발암 유발 가능성이 있는 물질이 포함되었으므로 사과 농약의 발암물질 관리에 따른 사회적 비용-편익 분석을 사례연구로 채택하였다.

㉕ 노출평가(Exposure Assessment)

- 사과의 평균 소비량은 2001년과 2005년 국민건강영양조사표 관측치의 평균값인 22.65g을 사용하였고, 우리나라 성인 남녀의 평균체중은 60kg으로 가정하였다. 모니터링 자료에서 나타난 사과의 평균오염도를 바탕으로 만성1일 인체노출량을 계산하면 carbaryl은 하루 kg당 0.00006719mg, chlorothalonil은 0.00001117mg, cypermethrin은 0.0000074745mg 노출되는 것으로 나타났다.
- 오염물질을 Carbaryl과 Chlorothalonil, cypermethrin 세 가지 물질에 대해서만 정리한 이유는 국내에서 얻을 수 있는 발암력 자료가 위의 두 가지 물질에 한정되어있기 때문이다. 또한 보통사람에

비해 사과를 많이 섭취하는 사람에 대한 1인당 1일 섭취량자료와 모니터링 자료를 이용해 만성 1일 인체노출량값의 극단치를 산출하였다. 극단치는 평균의 약 10배에 달하기 때문에 그에 따른 만성 1일 인체노출량도 크게 차이가 난다.

표 26. 만성 인체노출평가

오염물질	사과 평균소비량 (g/day)	평균체중 (kg)	사과평균오염도 (mg/kg)	만성1일인체노출량 (mg/kg/day)
Carbaryl	22.65	60	0.178	0.000067195
chlorothalonil			0.0296	0.000011174
cypermethrin			0.0198	0.0000074745

표 27. 만성 인체노출평가의 극단치 (95% upper)

오염물질	사과 평균소비량 (g/day)	평균체중 (kg)	사과평균오염도 (mg/kg)	만성1일인체노출량 (mg/kg/day)
Carbaryl	233.600	60	0.178	0.000693013
chlorothalonil			0.0296	0.000115243
cypermethrin			0.0198	0.000077088

③ 위험도 결정(Risk Assessment)

㉠ 초과발암위해도(Excess Cancer Risk) 결정

- 발암성이 알려진 carbaryl, chlorothalonil, cypermethrin에 대해서 발암력과 만성 1일 인체노출량을 고려하여 초과발암위해도를 결정하였다. 발암력은 신희선 외(2002)에서 산출된 자료를 적용하였다.
- 암 발생으로 인한 이론적인 사망위해도는 carbaryl의 경우 8.00×10^{-7} 로 천만명당 8명인 것으로 나타났고, chlorothalonil의 경우는 8.56×10^{-8} 로 일억명당 8.5명, cypermethrin은 1.42×10^{-7} 으로 천만명당 1.42명인 것으로 나타났다. 이러한 수치들은 사과 섭취로 인한 위험도가 미국 환경청(EPA)의 무시될 수 있는 위험기준인 1×10^{-6} 을 초과하지 않음을 의미한다. 즉, 사과로 인한 암 발생 확률은 무시되어도 될 수준으로 해석될 수 있다. 그러나 섭취량이 극단치 값인 95% 상한치인 경우에는 세 가지 발암농약물질에 대해 초과발암위해도가 각각 8.25×10^{-6} , 8.83×10^{-7} , 1.46×10^{-6} 으로 나타나 미국 EPA의 무시될 수 있는 위험기준을 초과할 수 있음을 나타내고 있다.

㉔ 발암 환자수 산출

- 이론적 암환자수는 초과발암위해도에 20세 이상의 총인구수를 적용하여 산출하였다. 암이 만성질환으로 대부분 성인연령층에서 발생되며, 잠복기를 거친다는 점을 고려하여 20세 이상 인구를 대상으로 하였다. 위해도의 단위는 평생 위해도(Lifetime Risk)로 제시된다.
- 세 가지 물질(carbaryl, chlorothalonil, cypermethrin)의 위해도는 물질별 위해도의 합으로 나타낼 수 있다고(addictive) 가정하면 우리나라에서 사과를 평생(70년)동안 하루에 22.65g씩 먹을 경우, 세 가지 농약 성분으로 인해 20세 이상 노출 인구(35,760,423명) 중 암 발생으로 인한 초과 사망자 수는 약 37명으로 예측된다. 또한 극단치 값(섭취량의 95% 수준)의 경우는 이론적인 사망자 수가 약 379명으로 거의 10배에 가깝게 증가한 것으로 나타났다.

표 28. 이론적 암환자수 추정

위해물질	초과발암위해도	20세 이상 인구수	이론적 암환자 수
carbaryl	8.00×10^{-7}	35,760,423	28.59
chlorothalonil	8.56×10^{-8}		3.06
cypermethrin	1.42×10^{-7}		5.08
합계			36.73

표 29. 이론적 사망자수 추정(극단치 : 95% upper)

위해물질	초과발암위해도	20세 이상 인구수	이론적 사망자 수
carbaryl	8.25×10^{-6}	35,760,423	294.91
chlorothalonil	8.83×10^{-7}		31.57
cypermethrin	1.46×10^{-6}		52.32
합계			378.86

㉕ 연간 위해도 산출

- 위해도 계산시 단위 위해도의 최종 단위가 평생 위해도(Lifetime Risk)로 제시되는 경우, 연간 위해도는 평생 위해도를 기대수명으로 동일하게 분할한 위해도와 같다고 가정할 수 있다(EPA, 1993).
- 사과에서 검출되는 세 가지 물질에 의한 연간 발암위해도는 앞서 추정된 이론적 암환자 수의 최종

적인 단위가 평생(70년) 위해도로 제시되어 있다는 가정에 따라 이론적인 사망자 수를 70으로 나누어 도출할 수 있다.

- 이 경우 연간 이론적 암환자 수는 약 0.5명인 것으로 나타나 사과를 일정량 꾸준히 섭취한다면 사과에서 검출되는 세 가지 발암 농약성분으로 인해 암을 일으키거나 이로 인해 사망에 이르게 될 확률은 현실적으로 거의 없는 것으로 해석될 수 있다. 그러나 극단치 값인 섭취량의 95% 수준을 적용할 경우 연간 암환자수는 약 5명으로 추정될 수 있다.

(2) 사과의 발암유발 농약 성분에 따른 손실 비용 추정

- 사과 농약의 발암물질로 인한 손실비용을 측정하는 기본 과정은 앞서 식중독 발생에 따른 경제적 손실 비용을 추계하는 것과 유사하다. 인체위해도 추정결과를 바탕으로 질병비용을 계측하여 사과 농약의 발암물질로 인한 경제적 비용을 추계할 수 있다.

① 암으로 인한 질병 비용

- 농약의 발암가능성에 따른 사회적 비용 산출을 위해서는 암으로 인한 1인당 질병비용자료가 필요하다. 지금까지 암으로 인한 1인당 연간 사회적 비용에 관한 연구시도가 거의 없었고, 기초자료가 공개되고 있지 않기 때문에 관련 자료의 수집이 제한되는 상황이다.
- 이 연구에서는 미발표된 논문인 Kim, Sung-Gyeong et al.(2007)⁹⁾의 자료를 토대로 암 발생으로 인한 사회적 비용을 추계하였다. 구체적인 내용은 <표 30>과 같다.
- 암환자 1인당 질병비용은 3,620만원으로 추정되었으며, 항목별로는 생산성 손실비용이 2,890만원으로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 의료비용은 620만원, 여가비용은 110만원 수준이었다.

9) Working Paper in National Cancer Control Research Institute, National Cancer Center.

표 30. 암으로 인한 환자 1인당 질병비용의 추정결과

단위: 백만원

항 목		금 액
의료비용		6.2
생산성 손실비용	치료로 인한 생산성 손실	5.2
	사망으로 인한 손실	23.7
역학조사비용 및 행정비용	연간발생건수	-
	출장비	-
	분석비	-
고통비용		-
가족의 여가비용		1.1
합 계		36.2

주 1) 2002년 암으로 인한 사회적 비용(11조 2956 억원)을 환자수(311,759 명)로 나누어 산출하였음.

2) 암 사망으로 인한 사회적 손실액은 7조 3740 억원으로 도출됨.

자료: Kim, Sung-Gyeong et al., "The Economic Burden of Cancer in Korea", 2007.

② 사과 발암유발 농약 성분에 따른 손실 비용

- 사과로 인한 이론적 암 환자 수와 암환자 1인당 비용자료를 이용해 사과로부터 검출된 발암농약성분으로 인한 연간 사회적 비용을 산출하였다.

표 31. 사과에서 검출된 발암농약성분으로 인한 연간 사회적 비용

단위: 원

	이론적 사망자수 (명)	암환자 1인당비용	평생(70년) 비용	연간 비용
carbaryl	28.6(294.9)	36,200,000	1,329,775,790 (13,714,597,107)	18,996,797 (195,922,816)
chlorotharonil	3.1(31.6)			
cypermethrin	5.1(52.4)			
합계	36.7(378.9)			

주) ()내는 섭취량을 95% 극단치 적용 경우임.

- 이론적 암환자 수와 1인당 비용을 통해 산출된 사회적 비용은 약 13억원인 것으로 나타났다. 이는 기대수명이 70년이고 평균체중이 60kg이라는 노출인자 모수치를 이용해 추정된 값이며, 기대수명으로 분할하여 연간 비용으로 재산출할 수 있다. 사과에서 검출되는 발암농약성분으로 인한 연간 사회적 비용은 약 1천 9백만원인 것으로 나타났다.
- 극단치의 경우인 95% 섭취자에 대한 평생(70년)의 비용과 연간비용은 일반사람의 경우에 비해 약 10배 증가한 수준이었다. 극단섭취자의 연간 사회적 비용은 1억 9천 6백만원 정도로 추정되었다.

- 따라서 사과 발암가능 농약 관리를 통해 절감될 수 있는 사회적 편익은 연간 1천 9백만원~1억 9천 6백만원으로 나타났다.
- 추정결과는 모니터링 자료에서 검출된 농약 중에서 발암 가능성이 있는 것으로 알려지고, 발암력 자료가 뒷받침되는 3종의 농약 성분만을 대상으로 한 것이다. 따라서 앞으로 더 많은 발암물질이 검출되고 발암력이 입증된다면 이론적 사망자 수가 더욱 확대될 것이므로, 질병비용추정법에 의한 사과 발암농약 관리의 사회적 편익은 늘어날 가능성이 있다.

3. 지불의사추정법에 의한 편익추정

가. 조사방법

- 지불의사추정법에 의한 식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익 추정은 소비자를 대상으로 한 설문조사를 통해 관리정책으로 높아진 식품 안전성을 위한 대가로 얼마를 지불할 지를 계측하는 방법이다.
- 서울시내 거주 소비자 405명을 대상으로 식품 위해물질에 대한 소비자의 일반적 인식 내용과 단체급식 HACCP관리와 사과 농약의 발암 유발 물질 관리로 각각 높아지는 식품 안전성에 대한 추가 지불금액을 다양한 설문 기법을 통해 조사하였다. 특히 일반 소비자들이 식품 안전성과 위해도에 대해 전문지식이 부족하다는 점을 감안하여, 구체적인 질문에 들어가기에 앞서 다양한 방법으로 단체급식 HACCP 관리로 감소하는 식중독과 사과 농약 관리를 감소하는 암 질환의 발생확률 등에 대한 정보를 제공하였다.
- 소비자 표본은 여자 288명(71.1%), 남자 117명(28.9%)이며, 연령계층별로는 20~30대 148명(36.5%), 40대 209명(51.6%), 50대 48명(11.9%)으로 구성되어 있다. 소득수준별로는 월소득이 300만원 미만인 110명(27.2%), 400만원 미만이 139명(34.3%), 400만원 이상은 156명(38.5%)으로 구분된다. 학력별로는 고졸 이하가 242명(59.8%), 대졸 이상이 163명(40.2%)이다.

표 32. 설문조사에 응한 소비자 표본 구성

구 분		응답수	비중
성 별	남자	117	28.9
	여자	288	71.1
연 령	20~30대	148	36.5
	40대	209	51.6
	50대	48	11.9
소 득	200만원미만	27	6.7
	200만원대	83	20.5
	300만원대	139	34.3
	400만원이상	156	38.5
학 력	고졸이하	242	59.8
	대졸이상	163	40.2
계		총 405명	100

○ 구체적인 설문조사방식은 개방형과 이중선택형 접근법을 적용하였다. 지불의향가격 추정모형은 선형로짓모형, 턴블모형 등을 적용하였다.

나. 식품 위해물질에 대한 소비자의 일반적 인식

(1) 식품 위해물질에 관한 소비자 인지도와 우려정도

○ 식품 위해물질에 대한 우리나라 소비자의 인지도 조사 결과 대부분의 식품 위해물질에 대해 어느 정도 인지를 하고 있으며, 특히 식중독균, 중금속 및 환경호르몬, 농약 또는 화학적 물질에 대해서는 잘 안다고 응답한 소비자가 70% 이상을 점하고 있었다. 한편 최근에 사회적 이슈로 부각되고 있는 유전자재조합식품, 방사선조사식품, 식품용기로부터의 위해물질에 대해서는 잘 안다고 응답한 소비자가 30% 전후로 상대적으로 낮은 소비자 인식을 보이고 있었다.

○ 이 연구의 사례분석 대상인 단체 급식 HACCP 관리와 사과와 발암물질 함유 농약 관리와 관련된 식중독균과 농약에 대해서는 높은 소비자 인지도를 보이고 있었다.

표 33. 식품의 위해물질에 대한 소비자 인지도

구 분	모른다	들어본적있다	잘 안다
이물질	4.2	44.4	51.4
곰팡이 독소	3.0	43.0	54.1
자연독성	1.2	28.9	69.9
농약 또는 화학적 물질	0.2	27.2	72.6
중금속, 환경호르몬 등	0.5	26.2	73.3
식중독균	-	21.0	79.0
동물 전염병 및 바이러스	0.2	36.3	63.5
유전자재조합식품	27.7	44.2	28.1
방사선 조사식품	30.4	46.7	23.0
식품용기	15.8	50.1	34.1

○ 식품 위해요인별로 소비자의 우려도를 평가한 결과 우리나라 소비자들은 대부분의 식품 위해물질에 대해 위협을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 특히 중금속과 환경호르몬, 식중독균, 농약 또는 화학적 물질, 동물 전염병 및 바이러스에 대해 우려정도가 높은 것으로 나타났다. 위해요인 중에서 소비자들의 우려정도가 상대적으로 낮은 것은 이물질로 실제 이물질에 의한 사고발생 위험이 높음에도 불구하고, 위해정도에 대해서 소비자들이 낮게 평가하는 경향이 있음을 반영한다.

표 34. 소비자의 위해요인별 우려도 평가

단위: 응답수(%)

구 분	전혀 위협적이지 않음	위협적이지 않음	보통	위협적임	매우 위협적임	합계	척도 평균
이물질	8(2.1)	48(12.4)	128(33.0)	163(42.0)	41(10.6)	388(100)	3.47
곰팡이 독소	-	19(4.8)	63(16.0)	186(47.3)	125(31.8)	393(100)	4.06
자연독성	7(1.8)	26(6.5)	62(15.5)	127(31.8)	178(44.5)	400(100)	4.11
농약 또는 화학적 물질	-	1(0.2)	42(10.4)	204(50.5)	157(38.9)	404(100)	4.28
중금속, 환경호르몬 등	-	-	10(2.5)	179(44.5)	213(53.0)	402(100)	4.50
식중독균	-	1(0.2)	30(7.4)	147(43.0)	200(49.4)	405(100)	4.41
동물 전염병 및 바이러스	1(0.2)	20(5.0)	42(10.4)	182(45.0)	159(39.4)	404(100)	4.18
유전자재조합식품	3(1.1)	10(3.6)	50(17.8)	163(58.0)	55(19.6)	281(100)	3.91
방사선 조사식품	1(0.4)	11(4.2)	43(16.3)	157(59.7)	51(19.4)	263(100)	3.94
식품용기	3(0.9)	8(2.4)	73(21.5)	211(62.1)	45(13.2)	340(100)	3.84

주) 우려척도: 1. 전혀 위협적이지 않음, 2. 위협적이지 않음, 3. 보통, 4. 위협적임, 5. 매우 위협적임.

- 식품 위해물질 중 소비자가 우려하는 위해물질과 국가의 관리정책이 필요한 위해물질에 대한 설문 조사 결과 순위에 약간의 차이가 나타났다. 즉, 우리나라 소비자들이 우려하는 것은 중금속 및 환경 호르몬, 식중독균, 농약 또는 화학물질 등의 순서인 반면, 국가적 관리를 요구하는 식품 위해물질로는 중금속 및 환경 호르몬, 동물 전염병 및 바이러스, 유전자 재조합 식품 등의 순이었다.
- 위해물질 중에서 개인이 통제하기 어렵기 때문에 국가차원에서 정책추진이 우선적으로 필요한 물질은 중금속·환경호르몬, 동물전염병 및 바이러스로 조사되었다. 식중독균의 경우 소비자들의 우려도가 높은 반면 국가차원의 정책추진의 필요성이 낮은 것은 식중독균의 경우 대부분 유통 및 조리과정에서 발생하기 생산자 및 소비자의 위생관리를 통해 상당 수준 감소시킬 수 있다고 인식되기 때문으로 보인다. 정책추진의 필요성이 높게 지적된 중금속·환경호르몬, 동물전염병 및 바이러스, 유전자재조합은 소비자 개인적으로 위험 회피가 어렵기 때문에 환경, 기술 등 사회 전체적으로 관리가 필요한 요인으로 나타났다.

그림 5. 소비자가 우려하는 식품 위해물질

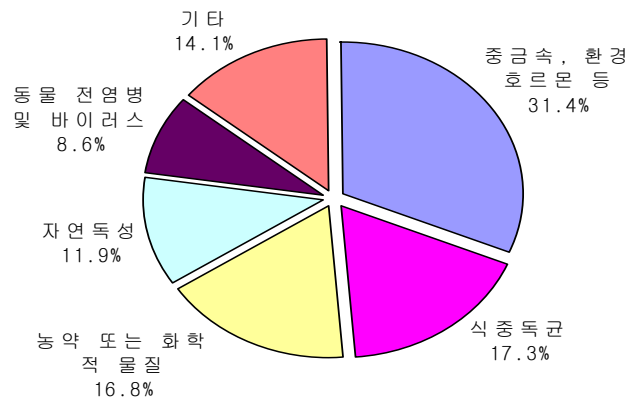
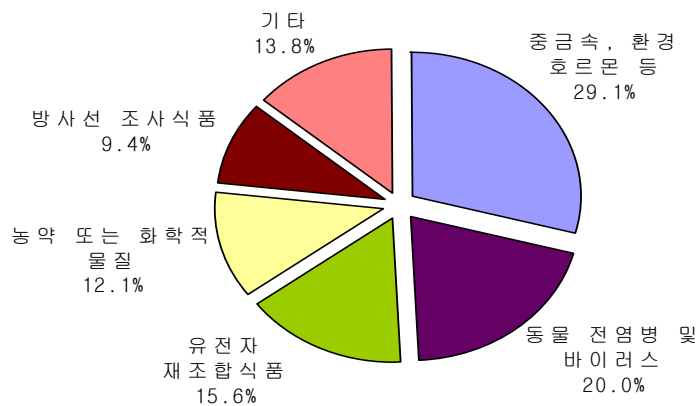


그림 6. 국가 관리가 필요한 식품 위해물질



- 또한 식품종류와 식품 섭취 장소에 대해서 소비자의 안전성에 대한 우려를 조사한 결과가 <그림 7>, <그림 8>과 같다. 식품류 중에서 소비자들이 안전성을 가장 우려하는 식품은 가공식품(38.3%)이었으며, 다음으로 즉석조리 식품(23.5%), 육류(20.5%) 순이었다. 식품 섭취 장소별로는 응답소비자의 52.8%가 음식점이 가장 우려된다고 대답하였으며, 직장이나 학교에서의 급식이 우려된다고 응답한 소비자는 44.9%에 달했다.
- 식품류별로 안전성에 대한 우려도가 가장 낮은 것은 곡류로 위협적이지 않다고 느끼는 소비자가 절반가까이에 달하였다. 조리장소별로는 급식이나 외식과 같이 조리과정을 확인할 수 없는 유형에 대해 우려도가 높으며, 가정 내 조리식품에 대해서는 안전성이 우려된다고 보는 소비자가 10% 미만인 것으로 나타났다.

그림 7. 식품 안전성이 가장 우려되는 식품류

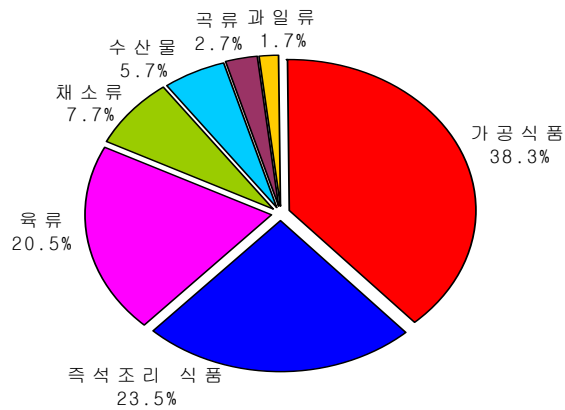
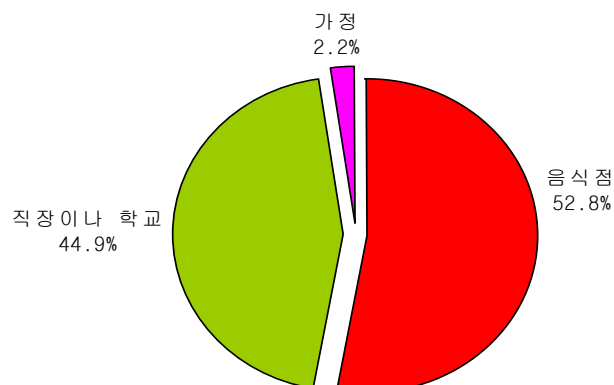


그림 8. 안전성이 가장 우려되는 식품 섭취 장소



- 소비자들이 식품 위해물질에 대한 관련 정보를 습득하는 경로를 조사한 결과 대부분의 우리나라 소비자들은 식품 위해물질 관련 정보를 TV나 라디오(69.3%)와 같은 대중매체에서 얻고 있는 것으로 나타났다. 소비자들이 보다 자세한 정보를 얻을 수 있는 신문(15.1%)이나 인터넷(7.7%)은 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있었다.

표 35. 식품 위해물질 관련 정보 습득처

구 분	응답수	비 중
인터넷	31	7.7
TV나 라디오	281	69.4
신문	61	15.1
학교	3	0.7
친구, 직장동료	27	6.7
서적	2	0.5
합 계	405	100.0

- 성별로는 남성이 인터넷과 신문을 이용하는 비중이 여성에 비해 높았으며, 여성은 TV나 라디오 의존도가 71.9%에 달하였다. 연령계층이 낮을수록 인터넷과 신문 비중이 높았으며, 50대 이상 소비자는 관련 정보 습득 경로가 TV나 라디오(81.3%), 친구와 직장동료(12.5%) 순이었다. 학력 수준별로는 고학력 소비자의 인터넷과 신문 이용 비중이 높았다. 소득수준별로는 위해물질 정보습득 경로에 차이가 나타나지 않았다.

표 36. 계층별 식품 위해물질 관련 정보 습득처

단위: 응답수(%)

구 분		인터넷	TV, 라디오	신문	학교	친구, 직장동료	서적	합계
성별	남자	17(14.5)	74(63.2)	19(16.2)	-	7(6.0)	-	117(100)
	여자	14(4.9)	207(71.9)	42(14.6)	3(1.0)	20(6.9)	2(0.7)	288(100)
연령	20~30대	20(13.5)	92(62.2)	25(16.9)	1(0.7)	9(6.1)	1(0.7)	148(100)
	40대	11(5.3)	150(71.8)	33(15.8)	2(1.0)	12(5.7)	1(0.5)	209(100)
	50대	-	39(81.3)	3(6.3)	-	6(12.5)	-	48(100)
소득	200만원미만	3(11.1)	20(74.1)	2(7.4)	-	2(7.4)	-	27(100)
	200만원대	4(4.8)	58(69.9)	12(14.5)	1(1.2)	8(9.6)	-	83(100)
	300만원대	7(5.0)	110(79.1)	14(10.1)	1(0.7)	6(4.3)	1(0.7)	139(100)
	400만원이상	17(10.9)	93(59.6)	33(21.2)	1(0.6)	11(7.1)	1(0.6)	156(100)
학력	고졸이하	10(4.1)	181(74.8)	29(12.0)	1(0.4)	20(8.3)	1(0.4)	242(100)
	대졸이상	21(12.9)	100(61.3)	32(19.6)	2(1.2)	7(4.3)	1(0.6)	163(100)

성별: $\chi^2 = 13.352$, $\alpha = 0.020$, 연령: $\chi^2 = 20.636$, $\alpha = 0.024$, 소득: $\chi^2 = 19.559$, $\alpha = 0.189$, 학력: $\chi^2 = 19.317$, $\alpha = 0.002$

(2) 사례 분석과 관련한 소비자들의 기본 인식

- 소비자의 HACCP 인지도 조사 결과 대부분(79.1%)의 소비자가 잘 모르고 있으며, 알고 있다고 응답한 소비자는 6.4%에 불과한 것으로 나타났다. HACCP에 대해서 알고 있거나 들어본 소비자를 대상으로 HACCP를 알게 된 경로를 조사한 결과 TV나 라디오에서 정보를 얻었다는 소비자가 35.3%로 가장 많았으며, 다음으로 제품표시나 신문·잡지가 각각 20.0%로 나타났다.

표 37. 소비자의 HACCP에 대한 인지도

구 분	응답수	비 중
전혀 모름	208	51.4
자세히 모름	112	27.7
들어봤음	59	14.6
약간 알고 있음	21	5.2
매우 잘 알고 있음	5	1.2
합 계	405	100.0

표 38. HACCP의 정보원

구 분	응답수	비 중
제품 표시	17	20.0
TV, 라디오	30	35.3
신문, 잡지	17	20.0
소비자단체 강연	8	9.4
가족, 친구	10	11.8
지하철 및 길거리 광고	3	3.5
(무응답)	(320)	
합 계	85	100.0

주: HACCP에 대한 인지도를 나타낸 소비자 대상 조사의 결과임.

- 소비자들은 급식장에 대해서 위생적으로 평가하는 비중이 높았으며, 학교급식 보다 직장 급식을 더 위생적으로 평가하고 있었다. 학교급식의 경우 비위생적이라고 응답한 소비자는 29.6%이었으며, 직장급식을 비위생적으로 평가하는 소비자는 11.6%이었다. 급식으로 인한 식중독이나 배탈 경험이 있는 소비자에 대한 조사결과 응답소비자의 1.5%가 식중독 경험이 있었으며, 4.2%는 배탈경험이 있었다고 응답하였다.

표 39. 소비자의 급식장 위생평가

단위: 응답수(%)

구 분	학 교	직 장
매우 비위생적	19(4.7)	2(0.5)
비위생적	101(24.9)	45(11.1)
보통	141(34.8)	175(43.2)
위생적	139(34.3)	174(43.0)
매우 위생적	5(1.2)	9(2.2)
합 계	405(100)	405(100)

표 40. 급식으로 인한 식중독 및 배탈 경험

단위: 응답수(%)

구 분	식중독	배 탈
있음	6(1.5)	17(4.2)
없음	398(98.3)	380(93.8)
잘 모르겠음	1(0.2)	8(2.0)
합 계	405(100)	405(100)

- 소비자들이 사과를 구입 시 우선적으로 고려하는 사항은 맛(61.2%)이었으며, 다음으로 안전성(14.8%), 가격(11.1%) 순인 것으로 나타났다. 사과 구입 시 안전성을 고려하는 비중은 고학력 소비자의 경우 증가하며, 18세 미만의 자녀가 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 안전성을 고려하는 비중이 높았다.
 - 소비자 학력수준이 대졸이상인 경우 안전성을 우선적으로 고려하는 비중은 20.2%로 고졸이하 소비자의 11.2%에 비해 높았다.
 - 18세 미만의 자녀를 둔 소비자가 안전성을 우선 고려하는 비중은 17.7%로, 그렇지 않은 가구(6.0%)에 비해 크게 높았다.

표 41. 사과 구입 시 고려사항

구 분	응답수	비 중
가격	45	11.1
안전성	60	14.8
맛	248	61.2
선별, 포장상태	36	8.9
영양	16	4.0
합 계	405	100.0

다. 단체급식 HACCP 관리에 대한 지불의향가격 추정

(1) 단체급식 HACCP 도입 및 추가지불의사

- 단체급식 HACCP 관리에 대한 지불의향가격을 추정하기 위해 설문조사법을 통해 소비자들의 지불의향을 조사하였고, 통계모형을 분석하였다.
- 우선 단체급식장의 HACCP 관리를 위해 얼마의 추가금액을 지불할 것인지를 설문으로 묻기에 앞서, 급식장에 HACCP 도입의 필요성을 조사하였다. 대부분의 소비자가 HACCP에 관해 잘 모르고 있기 때문에 제도 도입의 필요성 조사에 앞서 HACCP에 대한 설명을 충분히 소비자에게 전달하였다.
- 단체급식에 HACCP를 도입하는 것에 대해서 대부분의 소비자가 찬성하고 있는 것으로 나타났다. 학교급식장에 HACCP 도입이 필요하다는 소비자가 80.2%에 달했으며, 직장급식장의 경우는 68.2% 수준이었다.

표 42. HACCP 도입의 필요성

단위: 응답수(%)

구 분	학 교	직 장
전혀 필요 없음	3(0.7)	5(1.2)
별로 필요 없음	15(3.7)	21(5.2)
그저 그러함	62(15.3)	103(25.4)
약간 필요	180(44.4)	164(40.5)
매우 필요	145(35.8)	112(27.7)
합 계	405(100)	405(100)

- HACCP를 단체급식장에 도입하기 위해서는 시설 및 운영 기반 마련을 위해 추가적인 비용이 발생하게 된다. 소비자를 대상으로 HACCP 도입에 따른 비용 상승에 대해 급식비를 추가적으로 지불할 의사가 있는지 여부를 조사한 결과 대부분의 소비자가 지불 의사가 있는 것으로 나타났다. 학교급식에 대해서 76.8%의 소비자가, 직장급식에 대해서는 74.8%의 소비자가 추가지불의사를 표명하였다<표 43>.
- 단체급식 HACCP 지불의사금액을 추정하기 위해 응답자에게 단체급식에서 발생하는 식중독 상황과 HACCP 도입에 따른 위해성 감소 가능성에 관한 정보를 보기카드로 설명한 다음, 단체급식 HACCP 도입 시 추가 지불 의사 금액에 대한 조사를 하였다. 설문방법으로는 소비자에게 지불의향가격을 직접 기재하게 하는 개방형 질문과 가격수준을 제시하고 구입의사를 조사하는 이중선택

형 질문을 병행하여 사용하였다.

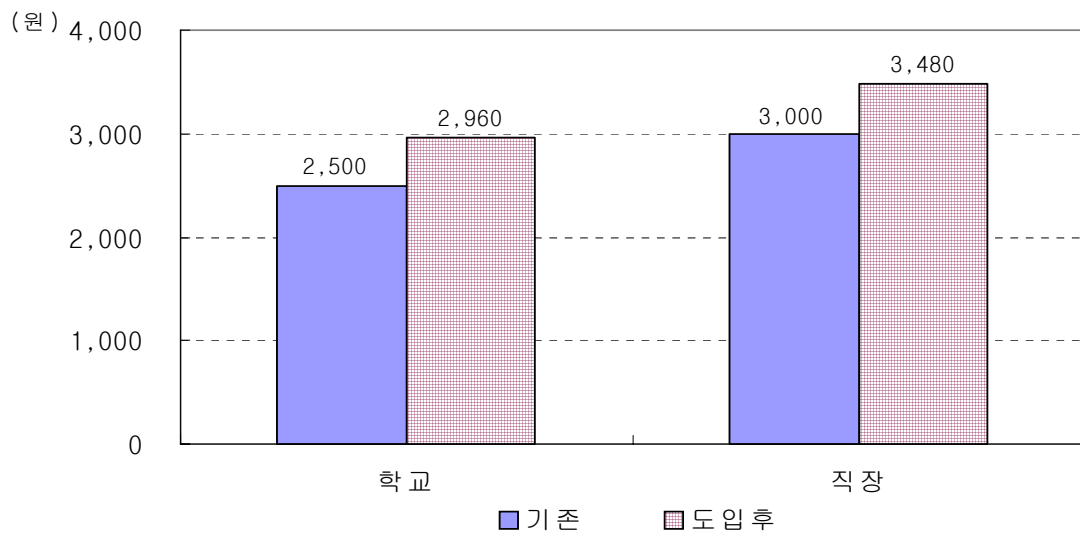
- 개방형 질문결과 HACCP 도입 시 배식당 추가지불의사 금액은 학교급식의 경우 460원, 직장급식은 480원으로 나타났다<그림 9>.

표 43. HACCP 도입 시 급식비 추가지불 여부

단위: 응답수(%)

구 분	학 교	직 장
있음	311(76.8)	303(74.8)
없음	62(15.3)	73(18.0)
모르겠음	32(7.9)	29(7.2)
합 계	405(100)	405(100)

그림 9. HACCP 도입 후 급식의 지불의사 가격



(2) 단체급식 HACCP 지불의사금액 추정결과

① 분석모형

- 소비자의 추가지불의사에 대한 이중선택형 설문조사 결과를 이용하여 소비자 지불의사금액을 추정하기 위해서는 선형로짓모형과 턴블모형을 적용하였다.

○ 선형로짓모형은 다음 식과 같이 설정하였다. 독립변수에 대한 설명은 <표 44>와 같다.

$$\Pi = \frac{1}{1 + \exp[-\Delta EU]}$$

$$\Delta EU = \beta_0 + \beta_1 \text{추가지불} + \beta_2 \text{소득} + \beta_3 \text{학력} + \beta_4 \text{연령}$$

$$+ \beta_5 \text{성별} + \beta_6 \text{배탈경험} + \beta_7 \text{맛별이}$$

표 44. 로짓모형의 독립변수 설명

변수명	설 명
추가지불	1. 학교급식 HACCP에 의한 학교급식가격과 기존학교급식의 가격차이 (100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1500원 중 하나가 제시됨) 2. 직장급식 HACCP에 의한 직장급식가격과 기존직장급식의 가격차이 (100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600원 중 하나가 제시됨)
소득	응답자의 월평균 가계소득 (100만원 미만=1, 100~199만원=2, 200~299만원=3, 300~399만원=4, 400~499만원=5, 500~599만원=6, 600~699만원=7, 700~799만원=8, 800~899만원=9, 900~999만원=10, 1,000만원 이상=11)
학력	학력수준 (중졸이하=1, 고졸=2, 대졸이상=3)
연령	연령수준
성별	성별 (남=0, 여=1)
맛별이	맛별이 유무 (예=1, 아니오=0)
배탈경험	배탈 경험의 유무(있다=1, 없다=0)

② 모형 추정결과

- 선형로짓모형 추정은 최우추정법을 이용하였으며, 추정결과는 <표 45>와 같다. 선형로짓모형 추정 결과 학교급식과 직장급식 모두 HACCP 도입에 따른 추가지불가격수준이 증가할수록 급식비를 추가적으로 지불할 의사가 감소하는 것으로 나타났다. 학교급식의 HACCP 도입 시 추가지불의사는 응답자의 소득, 학력, 성별 등에 유의적으로 반응하지 않았으며, 응답자의 연령수준에 대해서만 유의적으로 반응하였다. 연령이 높을수록 HACCP 도입 시 추가지불의사가 높은 것으로 분석되었다.
- 직장급식의 HACCP 도입 시 추가지불의사는 응답자의 소득, 연령, 맛별이 여부에 따라서 영향을 받는 것으로 나타났다. 소비자의 소득수준과 연령계층이 높을수록 추가지불의사는 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 직장급식의 경우 맛별이 변수가 유의적인 영향을 미치고 있었다. 응답 소비자가 맛별이 가구의 가구원일 경우 그렇지 않은 가구에 비해 추가지불의사가 높은 것으로 나타났다.

표 45. 선형로짓 모델을 통한 HACCP의 WTP 추정 결과

변 수	학교급식의 HACCP 도입	직장급식의 HACCP 도입
상수항	0.3668(0.54)	0.32978(0.47)
추가지불가격	$-0.24210 \times 10^{-2}(-9.98)^{**}$	$-0.29893 \times 10^{-2}(-11.275)^{**}$
소득	$0.66866 \times 10^{-1}(1.14)$	0.13359(2.17)**
학력	$-0.69428 \times 10^{-1}(-0.42)$	-0.12366(-0.72)
연령	$0.16794 \times 10^{-1}(1.44)^*$	$0.15517 \times 10^{-1}(1.28)^*$
성별	$-0.25425 \times 10^{-1}(-0.14)$	0.21325(1.13)
배달 경험 유무	$-0.37924 \times 10^{-1}(-0.097)$	0.32329(0.47)
맛별이 여부	-	0.32998(2.0)**
Mcfadden R^2	0.121	0.174
% Right Predictions	0.72	0.75
N	806	806

주 1) ()안의 숫자는 t-값을 나타냄.

2) *는 10% 유의수준에서의 유의성을 나타냄.

3) **는 5% 유의수준에서의 유의성을 나타냄.

○ HACCP 도입에 따른 소비자 지불의향을 턴블모형을 적용하여 추정하기 위해서는 각각의 제시가격 수준과 HACCP 급식 선택확률을 이용한다. 제시가격 구간별 확률과 턴블 누적분포함수(CDF)와 확률밀도함수(PDF)를 하한 (Lower-bound) 기준으로 정리하면 <표 46>과 같다.

표 46. HACCP 도입한 급식의 WTP에 대한 턴블모형의 CDF, PDF

제시금액범위	HACCP 적용 학교급식		HACCP 적용 직장급식	
	CDF	PDF	CDF	PDF
0~100	0.1087	0.1087	0.0620	0.1087
100~200	0.1250	0.0163	pooled	pooled
200~300	0.2661	0.1411	0.2909	0.2289
300~400	0.5842	0.3181	0.5253	0.2344
400~500	0.6395	0.0554	0.7024	0.1771
500~600	0.7772	0.1377	0.7939	0.0915
600~800	pooled	pooled	pooled	pooled
800~1,000	pooled	pooled	pooled	pooled
1,000~1,200	pooled	pooled	0.8137	0.0198
1,200~1,400	pooled	pooled	pooled	pooled
1,400~1,500	pooled	pooled	-	-
1,500~∞	1	0.2228	-	-
1,400~1,600	-	-	pooled	pooled
1,600~∞	-	-	1	0.1863

③ 지불의사금액 추정결과

- HACCP을 단체급식장에 도입할 경우 소비자가 지불하고자 하는 추가지불의사금액을 개방형 질문과 선형로짓 및 턴블 모형을 적용하여 분석한 결과는 <표 47>과 같다. 학교급식 HACCP 도입 시 배식당 추가지불의사가격은 개방형 질문이 460원, 통계모형 분석 시 488~598원으로 추정되었다. 또한 직장급식에 대해서는 개방형 질문이 480원, 통계모형 분석이 499~567원으로 분석되었다.

표 47. HACCP 적용 단체급식의 추가 지불의사금액 추정치

단위: 원/배식

	개방형 질문	로짓모형			턴블모형
		WTP평균	WTP전체평균	WTP절단평균	
학교급식	460	598	488	564	550
직장급식	480	567	499	554	532

- HACCP 적용 단체급식에 대한 배식당 소비자 지불의사금액 추정결과를 이용하여 사회적 편익을 산출할 수 있다. 배식당 지불의사금액 추정치 중에서 이론적으로 적합한 WTP절단평균과 턴블모형 추정치의 평균값을 적용하였으며, 하루 급식량에 연간 급식일을 감안하여 연간 사회적 총지불의사금액을 추정하였다.
- 학교급식의 경우 HACCP 도입에 따른 사회적 편익은 연간 7,371억원, 직장급식의 경우 4,306억원으로 나타났으며, 따라서 사회적 편익은 총 11,677억원으로 추정되었다.

표 48. 지불의사추정법에 의한 HACCP 적용 단체급식의 사회적 편익 추정치

	추가지불의사 (배식당)	급식량 (배식/일)	급식일 (일)	총지불의사액 (억원)
학교급식	557	7,352,000	180	7371
직장급식	543	3,304,196	240	4306

라. 발암가능성 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 지불의사가격 추정

(1) 발암가능성 농약 사용하지 않은 사과에 대한 구입의향

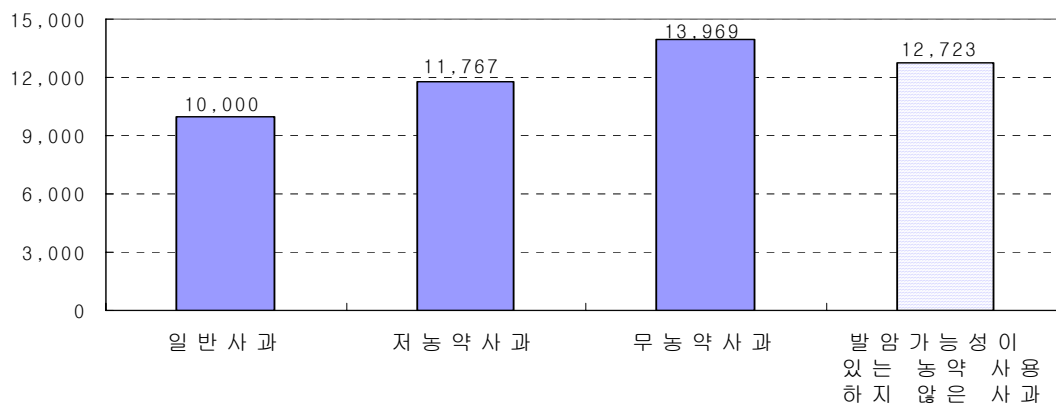
- 발암 가능성이 있는 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 구입의사 조사결과 응답소비자의 82.7%가 구입의사를 나타내어 소비자의 구입의향이 높은 것으로 나타났다.

표 49. 발암가능성이 있는 농약 사용하지 않은 사과 구입의향

구 분	응답수	비중
있음	335	82.7
없음	46	11.4
모르겠음	24	5.9
합 계	405	100.0

- 발암 가능성이 있는 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 지불의사금액 추정이 소비자가 지불의사금액을 과대 혹은 과소 표기할 가능성을 줄이기 위해 노력하였다. 즉, 적정 소비자 지불의향금액을 도출하기 위해 응답자에게 평생(70년)동안 사과를 먹을 경우 110만 명중에서 1명이 암에 걸릴 확률이 있다는 점을 설명하고, 이는 미국 환경청(EPA)의 기준(백만명 중에서 한명이 암에 걸릴 정도의 확률을 걱정하지 않아도 될 위험기준을 설정)에 의하면 발암가능성에서 안전한 수준이라는 점을 부가적으로 제시하였다. 또한, 사과로 인한 암 발병 가능성에 대한 수치를 구체적으로 인지하도록 하기 위해 사람이 평생 동안 벼락을 맞을 확률이 180만명중 1명임을 제시하고, 응답자의 확률 개념의 이해정도를 점검하는 설문 문항을 추가하였다. 설문방법으로는 소비자에게 지불의사가격을 직접 기재하게 하는 개방형 질문과 가격수준을 제시하고 구입의사를 조사하는 이중선택형 질문을 병행하여 사용하였다.
- 개방형 질문결과 일반사과 1봉지(10개) 가격이 10,000원 이라 가정시 발암가능성이 있는 농약에 대해서 소비자가 추가로 지불하고자 하는 가격은 2,723원으로 조사되었다. 이는 무농약사과에 대한 추가지불금액 3,969원보다 낮으며, 저농약사과 1,767원보다는 높은 수준이다. 소비자들은 농약을 전혀 사용하지 않은 사과에 대해 가장 높은 지불의사를 보였으며, 농약사용을 반으로 전반적으로 반으로 줄인 저농약사과에 비해서는 발암가능성이 의심되는 2~3개 농약을 사용하지 않고 재배한 사과에 대해서 높은 지불의사를 보였다.

그림 10. 사과 종류별 지불의사가격(개방형 질문)



(2) 발암가능성 농약 사용하지 않은 사과 지불의사금액 추정결과

① 모형 추정결과

- 발암가능성 있는 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 소비자의 추가지불의향금액을 추정하는 방법은 앞서 논의한 단체급식 HACCP 관리에 대한 지불의향가격을 추정과정과 유사하다. 선형로짓모형과 턴블모형을 적용하였으며, 모형에 투입된 변수도 동일하다. 단 발암 가능성이 있는 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 추가지불금액은 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000, 6000, 8000원 중 하나가 제시되었다.
- 발암가능성 농약을 사용하지 않은 사과의 지불의사금액 추정결과는 <표 50>과 같다. 선형로짓모형 추정 결과 발암가능 농약을 사용하지 않은 사과에 대한 추가지불가격수준이 증가할수록 구입의사가 감소하는 것으로 나타났다. 소비자의 추가지불의사는 응답자의 교육수준이 높은 경우 증가하는 것으로 분석되었다. 소득, 성별, 연령 등에 대해서는 유의적으로 반응하지 않았다.

표 50. 발암 물질 함유 농약 미사용 사과의 WTP에 대한 선형로짓모형 추정 결과

변 수	추정 결과
상수항	1.4957(1.99)**
추가지불가격	$-0.71115 \times 10^{-3}(-12.63)**$
소득	$-0.12463 \times 10^{-1}(-0.20)$
학력	0.3479(1.94)**
연령	$0.93939 \times 10^{-2}(0.74)$
성별	$-0.99645 \times 10^{-1}(-0.50)$
Mcfadden R^2	0.221
% Right Predictions	0.77
N	794

주 1) () 안의 숫자는 t-값 임.

2) **는 5% 유의수준에서의 유의성을 나타냄.

- 발암성 농약 미사용 사과에 대한 소비자 구입의향을 턴블모형을 적용하여 추정하기 위해서는 각각의 제시가격 수준과 구입 의향 확률을 이용한다. 제시가격 구간별 확률과 턴블 누적분포함수(CDF)와 확률밀도함수(PDF)를 하한(Lower-bound) 기준으로 정리하여 분석하였다.

표 51. 발암성분 농약 미사용 사과에 대한 지불의향에 대한 턴블모형의 CDF, PDF

제시금액범위	CDF	PDF
0~500	0.0454	0.0454
500~1,000	pooled	pooled
1,000~1,500	0.0914	0.0460
1,500~2,000	pooled	pooled
2,000~2,500	0.2766	0.1852
2,500~3,000	0.5333	0.2567
3,000~3,500	0.6250	0.0917
3,500~4,000	0.7717	0.1467
4,000~5,000	pooled	pooled
5,000~6,000	pooled	pooled
6,000~8,000	pooled	pooled
8,000 ~ ∞	1	0.2283

② 지불의사금액 추정결과

- 사과 농약중 발암물질 함유 농약의 사용을 금지하는 경우 소비자가 지불하고자하는 추가지불의사금액은 <표 52>와 같다. 발암물질 함유 사과농약의 사용을 금지로 높아진 식품 안전성에 대한 추가지불의사금액은 개방형 질문시 일반사과가격(10개 한봉지당)인 10,000원에 대해 2,723원, 통계모형 분석 시 3,673~3,800원으로 추정되었다.

표 52. 발암 유발 사과 농약 사용 금지의 추가 지불의사금액 추정치

단위: 원/10개

개방형 질문	로짓모형			턴블모형
	WTP평균	WTP전체평균	WTP절단평균	
2,723	3,800	3,703	3,736	3,673

- 발암 유발 사과 농약을 사용 금지하는 경우 소비자 지불의사금액 추정결과를 이용하여 사회적 편익을 산출할 수 있다. 지불의사금액 추정치 중에서 이론적으로 적합한 WTP절단평균과 턴블모형 추정치의 평균값을 적용하였으며, 2005년 사과 소비량을 감안하여 연간 사회적 총지불의사금액을 추정하였다. 발암 유발 사과 농약을 사용 금지할 경우 사회적 편익은 연간 4,863억원으로 추정되었다.

표 53. 지불의사추정법에 의한 발암 유발 사과 농약 사용 금지의 사회적 편익 추정치

	추가지불의사		2005년 소비량	총지불의사액
	10개	kg당		
사과	3,705원	1,323원	367,517톤	4,863억원

4. 식품 위해물질 관리정책 사례의 사회적 비용추정

- 식품 위해물질 관리정책의 경제성 분석의 또 다른 한 축인 관리 비용추정은 앞서 논의한대로 회계학적 접근법을 사용하였다.

가. 단체급식 HACCP 관리에 따른 사회적 비용추정

- 단체급식업체의 HACCP 도입 시 발생하는 비용으로는 크게 정부비용과 업체비용으로 나눌 수 있다. 정부비용은 HACCP 관련 행정업무를 담당하는 인원의 인건비용과 관련 행정업무를 시행하는 과정에서 발생하는 비용 등이 있다. 또한, 단체급식 업체의 비용으로는 HACCP을 도입하기 위한 준비과정에서 발생하는 비용과 실제 HACCP을 운영하는 과정에서 발생하는 비용 등으로 나눌 수 있다.

(1) 단체급식업체의 HACCP 도입 시 발생하는 정부 비용

- HACCP 관련 업무를 담당하는 공무원은 식품의약품안전청의 본청에 10명이 있고, 각 지방청에서는 비전담요원이 연 1회 관내 HACCP 적용업소에 대한 사후관리 업무를 수행하고 있다. 따라서 본청 전담직원 인적비용을 중심으로 HACCP 도입에 따른 정부 인건비를 산출하면 연간 약 3억9천만원 정도로 추정된다.

표 54. HACCP 관련 업무를 담당하는 공무원의 인적비용

직 급	인원수 (명)	연간 인건비 (천원)
4급	1	57,372
5급	2	96,228
6급	4	149,580
7급	3	86,844
계		390,024

자료: 식품의약품안전청

- HACCP 업무관련 정부의 행정비용은 2006년 기준시 약 11억3천만원이 소요된 것으로 조사되었다. 항목별로는 컨설팅비용이 4억으로 가장 크고, 홍보 관련 업무 2억5천만원, 기술지원 약 2억원 수준이다<표 55>.
- 따라서 2006년 기준 HACCP 운영에 따른 정부비용은 인건비 및 행정비용을 포함하여 15억 2천만원이 소요된 것으로 추정된다. 또한 이 연구에서 대상으로 하고 있는 단체급식 HACCP업체는 전

체 HACCP 업체수의 약 17.2%를 점하고 있으므로, 이러한 비중을 감안한 단체급식업체의 HACCP 관련 정부비용 연간 추정치는 약 2억6천1백만원에 달할 것으로 예측할 수 있다.¹⁰⁾

표 55. HACCP 업무관련 행정비용 (2006년)

항 목	비용 (백만원)
기술지원	196
홍보 관련 업무	250
교육 관련 업무	96
컨설팅 비용지원	400
현장지도 및 업체 설비 지원 등	48
HACCP 운영 시스템 구축 및 제도개선 연구	140
계	1,130

자료: 식품의약품안전청

(2) 단체급식업체의 HACCP 도입 시 발생하는 업체 비용

- 우리나라 단체급식업체 중 HACCP 도입을 완료한 39개 단체급식업체를 대상으로 설문조사를 실시하여 그중 59.0%에 해당하는 23개 급식장의 설문지를 회수하였다. 조사에 응한 업체에는 대기업 업체가 17개와 중소기업 및 학교급식업체 6개가 포함되었다. 조사표 검토결과 대기업 업체와 중소기업·학교급식업체 간에 규모의 경제로 인한 비용의 차이가 존재하는 것으로 보여 전체업체를 대상으로 할 뿐만 아니라 대기업 단체급식업체와 중소기업·학교급식업체로 구분하여 결과에 대한 해석을 비교 검토하였다.¹¹⁾

① 단체급식업체의 기본 현황

- 작업장 근무인력은 대기업 업체의 경우 69.1명이었고, 중소기업 및 학교급식업체의 경우 11.3명이였다. 또한 1회 총배식량은 대기업 업체의 경우 평균 5,584인분이었고, 중소기업 및 학교급식업체 작업장은 평균 884인분이였다. 업체수 비중으로 가중평균 할 경우 단체급식업체의 작업장별 평균 근무인력 수는 17.4명이고 1회 총배식량은 1,377인분이다.
- 배식당 가격은 대기업 업체의 경우 3,200원, 중소기업 및 학교급식업체의 경우 2,558원이였다. 중소

10) 우리나라 HACCP 업체의 규모가 같다고 가정함.

11) 2005년을 기준으로 대기업업체와 중소기업 및 학교급식업체들의 업체수를 분석해보면, 대기업 업체의 급식장수는 전체 급식장의 약 10.9%이고, 중소기업 및 학교급식업체의 급식장수는 전체의 약 89.1%에 달함. 이러한 현실을 반영하기위해 대기업업체와 중소기업 및 학교급식업체의 결과들을 업체 수 비중을 근거로 가중 평균하여 전체평균값으로 활용함.

업체 및 학교급식업체의 급식가격이 대기업에 비해 다소 저렴한 것은 소규모 업체들이 비가격 경쟁부문에서 대기업에 열위에 놓여있기 때문에 저가전략으로 만회하고자 하는 현실을 반영하고 있는 것으로 보인다. 전체 HACCP 급식업체의 배식당 가격은 평균 2,626원으로 추정되었다.

표 56. 단체급식 업체의 기본 현황

항 목	대기업체	중소업체 및 학교급식업체	전체 업체의 가중평균치 ¹⁾
근무 인력	69.1 명	11.3 명	17.4 명
1회 배식량	5,584.4 인분	884.0 인분	1,377.5 인분
배식당 가격	3,200.0 원	2,558.3 원	2,625.7 원

1) 전체 업체의 가중평균치는 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장수에 근거한 가중평균 결과를 적용하였음.

② HACCP 준비단계에 관한 내용

- HACCP을 도입하는 데 소요된 기간으로는 대기업이 11.8개월이고, 중소기업 및 학교급식업체는 13.8개월이었다. 또한 HACCP 도입을 위해 투입된 직원수와 관련 인건비는 대기업이 8.8명에 17,283만원이었고, 중소기업 및 학교급식업체는 2.3명에 4,524.7만원이었다. 따라서 대기업의 경우 HACCP 도입을 위해 보다 많은 직원들을 투입하여 상대적으로 단기간에 도입을 완료하여 효율성을 높인 점을 알 수 있다. 전체 급식업체의 가중평균적인 HACCP 도입 기간과 투입인원수 및 인건비는 13.6개월, 2.9명, 5,864.2만원이었다.
- HACCP 도입을 위한 직원교육을 위해 대기업의 경우 2.6회에 걸쳐 75.0만원을 투자하였는데, 중소기업 및 학교급식업체는 12.7회에 걸쳐 130만원을 투자하였다. 대기업의 경우, 이미 기존의 직원교육 과정에서 HACCP에서 요구하는 내용들을 상당부분 반영하고 있기에 추가 교육의 필요성을 상대적으로 적게 느낀 결과라고 해석할 수 있다. 이는 업체간 HACCP 도입을 위한 컨설팅 비용의 비교를 통해서도 알 수가 있다. 즉, 대기업 업체의 컨설팅 비용은 150만원으로 중소기업 및 학교급식업체의 500만원보다 크게 적은데, 이는 대기업 업체에서 HACCP 도입을 위한 소프트웨어(Soft-ware)적인 측면에서의 추가 투자 필요성이 적은 점을 반영한 것으로 보인다. 한편, 전체 급식업체를 기준으로 교육회수 및 교육비용 그리고 컨설팅 비용을 살펴보면, 각각 11.6회, 124.2만원, 463.3만원이었다.
- HACCP 도입을 위한 추가설비 도입 및 시설정비 비용은 대기업의 경우 15,768.2만원, 중소기업 및 학교급식업체는 3,825만원이었다. 작업장 규모가 상대적으로 큰 대기업이 설비관련 비용지출이 큰 것을 반영한 결과로 판단된다. 이들 급식업체들의 가중평균적인 추가설비 도입 및 시설정비 비용은 5,078.9만원으로 추정되었다.

- 이상의 내용을 종합한 결과, HACCP 도입을 위한 업체별 비용을 보면 대기업의 경우 33,277만원, 중소기업 및 학교급식업체는 8,979.7만원으로 대기업이 월등히 많은 비용을 투자하고 있음을 알 수가 있다. 한편 HACCP 도입에 소요되는 기간 비교 결과 대기업이 약 2개월을 단축시키고 있는 것으로 나타나 대기업에서 단기간에 집중적인 투자를 하고 있음을 알 수가 있었다. 급식업체 전체의 HACCP 도입비용은 11,530.6만원으로 추정되었다.

표 57. HACCP 도입을 위한 업체 준비 사항

항 목	대기업체	중소업체 및 학교급식업체	전체 업체의 가중평균치 ¹⁾
HACCP 준비 기간	11.8 개월	13.8 개월	13.6 개월
관련 직원 인건비 (직원 수)	17,283.0 만원 (8.8 명)	4,524.7 만원 (2.3 명)	5,864.2 만원 (2.9 명)
직원 교육비용 (교육 회수)	75.0 만원 (2.6 회)	130.0 만원 (12.7 회)	124.2 만원 (11.6 회)
컨설팅 비용	150.0 만원	500.0 만원	463.3 만원
추가 설비도입 및 정비 비용	15,768.2 만원	3,825.0 만원	5,078.9 만원
합 계	33,277.0 만원	8,979.7 만원	11,530.6 만원

1) 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장수에 근거한 가중평균치.

③ HACCP 운영단계에 관한 내용

- HACCP 운영을 위해 투입되는 인원과 인건비는 대기업이 9.1명에 17,586.6만원이었고, 중소기업 및 학교급식업체는 1.9명에 3,115.0만원이었다. 단체급식업체 HACCP 운영을 위한 평균 인원과 인건비는 2.6명에 4,634.3만원이었다.
- HACCP 유지를 위한 직원교육 횟수와 비용은 대기업이 14.8회에 62.4만원인 것에 반해 중소기업 및 학교급식업체는 11.7회에 110.8만원이었다. HACCP 도입 시의 직원교육 횟수와 비교해보면 대기업에서는 일정부분 이상의 위생교육을 실시하고 있기에 HACCP 도입을 위한 직원 교육의 필요성은 적었지만, 이를 유지하기 위해 상당한 노력을 기울이고 있음을 알 수가 있다. 이러한 투자의 결과로 대기업 단체급식업체의 HACCP 준수 정도가 상대적으로 높은 것으로 평가된다. 급식업체 전체 HACCP 유지를 위한 직원교육 회수와 비용은 12.0회에 105.7만원으로 추정되었다.
- HACCP 운영을 위한 각종 자체검사 및 외부검사 비용은 대기업 218.8만원, 중소기업 및 학교급식업체가 212.0만원으로 비슷하였다. 그러나 작업장 세척 및 소독, 관련 문서기록 보관, 기타 HACCP 운영과 관련된 작업비용은 대기업 3,046.2만원, 중소기업 및 학교급식업체가 135.0만원으로 상당한 차이가 나고 있었다. 단체급식업체들이 검사에는 서로 비슷한 수준의 노력을 투자하고 있지만, 검사를 전후한 각종 작업에 투자하는 노력에는 차이가 남을 알 수가 있었다. 급식업체 전체의 평균적인 자체검사 및 외부검사 비용은 212.7만원, 관련 작업비용은 440.6만원으로 추정되었다.

- 이상의 내용을 통해 HACCP 운영을 위해 지출되는 업체별 비용을 보면, 대기업이 20,913.9만원, 중소기업 및 학교급식업체가 3,572.8만원으로 추정되었다. 대기업 단체급식의 경우 작업장 규모가 크고, 상대적으로 대기업이 보다 많은 노력을 투자하고 있다고 볼 수 있다. 급식업체 전체로 본 HACCP 운영비용은 5,393.4만원으로 추정되었다.

표 58. HACCP 운영을 위한 업체 준비 사항

항 목	대기업체	중소업체 및 학교급식업체	전체 업체의 가중평균치 ¹⁾
관련 직원 인건비 (직원 수)	17,586.6 만원 (9.1 명)	3,115.0 만원 (1.9 명)	4,634.3 만원 (2.6 명)
직원 교육비용 (교육 회수)	62.4 만원 (14.8 회)	110.8 만원 (11.7 회)	105.7 만원 (12.0 회)
각종 검사 비용	218.8 만원	212.0 만원	212.7 만원
세척 및 소독, 문서 보관 등의 비용	3,046.2 만원	135.0 만원	440.6 만원
합 계	20,913.9 만원	3,572.8 만원	5,393.4 만원

1) 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장수에 근거한 가중평균치.

④ HACCP의 시행 효과

- HACCP 도입 이후 급식관련 클레임은 대기업의 70.5%, 중소기업 및 학교급식업체의 40%가 감소하였다고 답하였다. 또한 소비자 만족도와 기업 이미지에 대해서도 대부분 업체에서 긍정적으로 평가하고 있어 HACCP 도입 이후 단체급식업체들이 HACCP으로부터 효용을 얻고 있는 것으로 판단된다.
 - 대기업의 경우 모든 작업장에서 만족도가 조금 증가했다고 응답했으며, 중소기업 및 학교급식업체는 80%가 조금 증가했다고 했고 20%는 매우 증가했다고 답하였다.
 - 기업 이미지와 관련해서는 대기업의 58.8%가 개선되었다고 답하였고, 중소기업 및 학교급식업체는 모든 작업장에서 개선되었다고 답하였다.
- 다만, HACCP 도입이 급식업체 매출에 미친 영향에 대한 질문에 대해서 대기업과 중소기업 및 학교급식업체 모두 별 영향이 없었다고 응답하였다. 단체급식업체들이 HACCP 도입으로 인한 무형의 이득은 경험하고 있지만, 실제 수치상의 수익을 아직 달성하지 못하고 있는 것으로 생각된다. 또한, HACCP 도입 이후 배식원가는 대기업의 23.5%만이 상승하였다고 응답한 반면 중소기업 및 학교급식업체는 모든 작업장에서 배식원가가 상승하였다고 답하여, 기존 관련 시설 및 인적 자원이 상대적으로 잘 갖추어져 있는 대기업의 HACCP 도입에 따른 경제적 부담을 적게 경험하고 있는 것으로 분석되었다.

- HACCP 도입 이후 직원들의 식품안전의식에 대해서는 양측 모두 식품안전의식의 증진 효과가 있다고 답하였다. 다만, 대기업의 경우 23.5%가 매우 증가했다는 답변을 보인 것에 비해 중소기업 및 학교급식업체는 66.7%가 매우 증가하였다는 응답을 보여, 상대적으로 직원들의 일반적인 식품안전의식이 낮은 중소기업 및 학교급식업체에 HACCP 도입으로 인한 효과가 상대적으로 더 큰 것을 볼 수 있었다.

표 59. HACCP의 시행 효과

항 목	대기업체 (%) ¹⁾	중소업체 및 학교급식업체 (%)
급식관련 클레임	감소 (70.5%)	감소 (40%)
소비자 만족도	소폭 증가 (100%)	대폭 증가 (20%), 소폭 증가 (80%)
기업 이미지	개선 (58.8%)	개선 (100%)
매출 증대	영향 없음 (100%)	영향 없음 (100%)
배식 원가	상승 (23.5%)	상승 (100%)
직원 안전의식	매우 증가 (23.5%), 소폭 증가 (76.5%)	매우 증가 (66.7%), 소폭 증가 (33.3%)

1) %는 전체 응답 업체 중 해당업체의 비율임.

- 기타 HACCP 도입과 관련한 애로사항으로는 심사관들의 심사기준이 각기 다르고 현장 실정에 맞지 않는 경우가 많다는 의견이 많았고, 다음으로 HACCP 전담 인력에 대한 추가 보상이 적어 직원들이 기피하는 경향이 있다는 지적이 있었다. 그 밖에, HACCP 도입 시 정부의 지원책이 추가적으로 필요하다는 의견이 있었다.

⑤ 단체급식업체의 HACCP 비용 추정

- 이상에서 검토된 단체급식업체 HACCP 도입비용을 비목별로 정리하면 <표 60>과 같다. HACCP 도입비용은 대기업이 사업장당 5억 4천여만원, 중소기업 및 학교급식업체가 사업장당 1억 2천여만원으로 추정되었다. 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장수를 근거로 가중평균하여 산출된 평균 업체비용은 1억7천여만원에 달하는 것으로 추정되었다.
- 한편 단체급식업체가 HACCP을 도입 및 운영하는 데 드는 비용이 연도별로 다르게 나타나므로 비용 추계시 이러한 비용의 흐름이 고려되어야 한다. 즉, 처음 HACCP 도입 시 소요되는 설비 구입이나 기타 자본재 구입은 비용이 도입년도에 일시적으로 발생되고, 일정한 감가상각기간 동안 사용 후 폐기된다. 따라서 설비 등의 감가상각에 따른 비용 흐름을 감안하여 전체 비용이 계측되어야 한다.

표 60. 단체급식 업체의 HACCP 도입 비용

단위: 만원

구 분	항 목	HACCP 도입 관련 비용		
		대기업	중소업체 및 학교급식업체	전체 업체의 가중평균치 ¹⁾
준비 단계 비용	컨설팅 비용	150.0	500.0	463.3
	관련 직원 인건비	17,283.8	4,524.7	5,864.2
	교육비용	75.0	130.0	124.2
	설비 관련 비용	15,768.2	3,825.0	5,078.9
	계	33,277.0	8,979.7	11,530.6
운영 단계 비용	관련 직원 인건비	17,586.6	3,115.0	4,634.3
	교육비용	62.4	110.8	105.7
	관련 검사비용	218.8	212.0	212.7
	세척, 소독, 문서관리, 기타 비용	3,046.2	135.0	440.6
	계	20,913.9	3,572.8	5,393.4
총 비용		54,190.8	12,552.5	16,924.0

1) 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장수에 근거한 가중평균치.

○ 단체급식업체의 HACCP 도입 및 운영으로 인한 비용 흐름을 추정하면 <표 61>과 같다. 단체급식 HACCP 도입을 위한 각종 설비 등을 10년의 감가상각 기간 동안 운영함을 상정하여 각 업체별로 전체 비용의 흐름을 추계한 결과이다.

표 61. 업체의 단체급식 HACCP 도입으로 인한 비용 흐름

단위: 백만원

연 도	대기업체 급식장 전체 비용		중소업체 및 학교급식업체 급식장 전체 비용		가중평균한 사업장 전체 비용	
	준비단계 비용	운영단계비용	준비단계 비용	운영단계 비용	준비단계 비용	운영단계 비용
1차년도	895,643	592,892	2,060,338	819,769	2,955,981	1,382,662
2차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
3차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
4차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
5차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
6차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
7차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
8차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
9차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662
10차년도	-	592,892	-	819,769	-	1,382,662

(3) 단체급식업체 HACCP 도입의 사회적 비용

- HACCP 도입으로 인한 비용을 추계하기 위해서는 기업의 비용 흐름에 정부비용이 추가되어야 한다. <표 61>에 HACCP을 위한 정부비용이 연간 약 2억6천1백만원씩 동일하게 투입된다고 가정하여 사회적인 총비용의 흐름을 계산하고, 5% 할인율을 가정하여 현재가치로 환산한 다음 업체당 연간비용과 배식당 비용으로 계산하면 다음 <표 62>와 같다.¹²⁾
- HACCP 도입 시 소요되는 연간 비용은 대기업 규모 가정 시 연간 약 2억원, 중소기업체 및 학교급식업체 가정 시 연간 약 3천8백만원으로 추정되었다. 또한 급식장의 배식규모를 감안하여 배식당 비용으로 환산하여 비교하면 대기업의 경우 배식당 151원, 중소기업체 및 학교급식업체는 배식당 204원으로 나타난다. 배식당 비용이 대기업의 경우 적게 도출되는 것은 대기업 급식장에서 규모의 경제(Economy of Scale) 효과가 나타나 효율성(Efficiency) 효과를 누리기 때문인 것으로 해석될 수가 있을 것이다.
- 다른 한편으로 학교나 중소기업체의 단체급식장의 규모가 대기업수준으로 확대될 수 없다는 점을 감안할 때 중소기업과 학교의 급식장 수가 대다수인 우리나라의 경우 대기업 기준에 적합한 HACCP 모델 도입 시 작은 규모의 급식장에서는 HACCP 운영이 어려운 상황이 도래할 수 있는 여지가 있다는 점을 내포하고 있다고 볼 수 있다.

표 62. 현재가치화된 HACCP 도입 및 운영비용

항 목	대기업체	중소업체 및 학교급식업체 급식장	가중평균한 결과
업체당 연간 비용 (백만원/년)	203	38	55
배식당 비용 (원/배식)	151	204	180

- 최종적으로 현재가치화된 HACCP 도입 및 운용비용을 이용하여 사회적 총 비용을 추정할 수 있다. 사회적 비용을 추정하기 위해서는 우리나라 대기업과 중소기업체 및 학교급식업체의 급식장 수와 급식인원 수, 그리고, 급식일 수 등의 자료가 필요하다.¹³⁾

12) 업체가 HACCP 지정을 위해 도입하는 각종 설비의 경우 일정기간의 감가상각기간동안 사용된 후, 다시 신규로 도입되며 이에 따른 연도별 비용이 차이가 나게 됨. 따라서, 이러한 비용의 흐름을 감안한 비용 평가 시, 현재가치법(Present Value)을 사용하게 되는 데, 구체적인 식은 다음과 같음.

$$V = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad V: \text{현재가치}, CF_t: t \text{ 년도의 비용흐름의 액수}, r: \text{할인율}, t: \text{연도}$$

13) 참고로 우리나라 단체급식업소중 HACCP 지정을 받은 업소는 2000년 5개소, 2001년 2개소, 2002년 7개소, 2003년 8개소, 2004년 5개소, 2005년 4개소, 2006년 6개소, 2007년 2개소 등으로 총 39개소임. 이렇게 HACCP 지정율이 낮은 이유는 급식업이 자율적용대상으로 의무적용대상(어육가공품(어묵류), 냉동수산식품(어류, 연체류, 조미가공품), 냉동식품(피자류, 만두류, 면류), 빙과류, 비가열음료, 레토르트식품 등 6개

- 대기업 급식업체는 통상적으로 300인 이상의 사업체의 급식장에 진출하는 경우가 대부분이므로, 통계청의 2005년 전국사업체기초조사 자료에 나와 있는 300인 이상 사업체 수(2,372 업체)와 종사자수(1,795,278 명)를 활용하였다.
 - 학교급식업체는 2005년 교육인적자원부의 급식실적 자료를 적용하였다. 학교급식은 10,780 개교에서 7,352,000 명의 학생과 교직원을 대상으로 급식을 실시하고 있는 것으로 보고되었다. 중소기업의 급식장과 급식대상인원은 150인 이상의 사업장은 급식장을 마련하여야하는 관계법령과 통계청 전국사업체 기초조사 자료에 기초하여 9,400여곳, 151만여명으로 추정하였다.
 - 급식일수는 일반 사업체에서는 240일로 가정하고, 학교는 180일로 상정한다. 배식회수는 관련 자료가 없기 때문에 하루 한번 배식하는 것으로 가정하였다.
- 이상의 내용에 근거하여 HACCP을 전체 단체급식장에 도입 및 운영할 경우 발생하는 사회적 총비용을 추정하면 연간 약 4,089억원에 달하는 것으로 나타났다. 또한 전체 급식장을 대기업이 100% 운영한다고 가정하면 HACCP 도입의 사회적 비용은 연간 약 3,204억원, 중소기업 및 학교급식업체가 전체 급식장을 운영한다고 가정하면 HACCP 도입의 사회적 비용은 연간 약 4,327억원으로 추정된다.

표 63. 단체급식 HACCP의 사회적 비용

	대기업	중소업체 및 학교
배식당비용	151원	204원
배식인원	2,372업체 1,795,278명	학교: 10,780개교, 7,352,000명 업체: 9,400업체, 1,508,918명
급식일	240일	학교: 180일, 업체 240일
사회적비용	651억원	3,438억원
합 계	4,089억원	

나. 발암 유발 가능성이 있는 사과 농약 관리의 사회적 비용추정

- 발암 유발 가능성이 있는 사과 농약에 대한 관리 정책으로는 해당 물질의 사용을 금지하는 방법이 대표적이다. 이 경우 사과 생산농가는 첫째 대체 농약으로 전환하여 사용을 하거나, 둘째 대체가 불가능할 경우에는 농약 사용 금지로 인한 생산성 감소로 인한 손해를 감수하여야 한다. 즉, 대체 농약에 따른 비용 상승과 농약 사용 금지에 따른 생산성 감소부분을 발암 유발 사과 농약 관리 정책에 따른 사회적 비용으로 볼 수 있다.
- 앞서 사회적 편익 추정 분석 시 논의되었던 것과 같이, 사과농약의 원료물질 중 발암물질로는 살균제용 물질 중 chlorothalonil이 있고, 살충제용 물질 중 carbaryl 등이 있다.¹⁴⁾ 이들 물질이 함유

품목)이 아니기 때문임.

14) 또 다른 발암물질인 cypermethrin은 장기 미생산 물질이며 한국작물보호협회의 농약사용지침서에 사과용

된 사과 살균제용 농약으로는 탄저병 치료용으로 많이 쓰이는 타로닐 수화제가 있고, 살충제용 농약으로는 잎말이나방 방제용으로 많이 쓰이는 나크 수화제가 있다.¹⁵⁾

- 식품 위해물질 관리정책의 일환으로 사과 농약의 섭취로 인한 발암 유발가능성을 0%로 만들기 위해 이들 농약 사용을 금지할 경우, 사과 생산농가는 동일한 용도의 대체농약의 사용이 강제될 수밖에 없다. 이 경우, 살균제용 물질인 captan과 chlorothalonil의 주요 대체물질로는 azoxystrobin, dithianon, fluazinam, metiram, kresoxim-methyl, pyraclostrobin 등이 있고, 살충제용 물질인 carbaryl의 주요 대체물질로는 chlorpyrifos, dichlorvos, imidacloprid, methoxyfenozide, methidathion, tebufenozide 등이 있다.
- 사과 생산농가가 기존의 발암물질 함유 농약을 비발암 물질 함유 농약으로 대체하는 경우의 추가 생산비용을 추계하여 식품 위해물질 관리로 인한 사회적 비용으로 제시하고자 한다. 이를 위해서는 다음의 기초자료들이 수집되어 활용되었다.
 - 농약의 경우 소비자 가격이 명시적으로 결정된 것이 없고 농약판매상에 따라 서로 다른 가격에 판매가 이루어지고 있는 것이 현실이다. 따라서 기존 물질 함유 농약과 이를 대체할 수 있는 농약의 가격 자료의 수집이 현실적으로 어렵기 때문에, 농약연감의 출하량·성분비율·출하금액 등의 자료를 가지고 평균가격을 추계하였다.
 - 농약은 그 특성에 따라 단위당 사용량이 각기 다르게 나와 있다.(예: 물 20리터당 사용약량, 10a당 사용약량) 따라서, 이를 환산하여 10a당 사용량으로 변환한 값을 비용 계산에 사용하여 단위의 통일을 꾀하였다.
 - 개별 농약의 연간 사용량은 앞서 도출된 자료와 농업통계연보의 2005년 사과재배면적 자료(26,907ha)를 이용하여 추계되었다.
 - 연간사용금액 중 대체물질 함유 농약의 연간사용금액은 대체물질의 연간사용금액들의 평균치를 선정하여 사용하였다. 이는 사과농가가 여러 대체물질 중 한 가지를 선택하여 사용한다는 가정에 따른 것이다.
 - 대체시의 추가비용은 기존물질 함유농약의 연간사용금액과 대체물질 함유농약의 연간사용금액 평균치의 차액을 계산한 결과이다. 이러한 살균제 농약과 살충제 농약에서의 대체시의 추가비용의 합을 전체 대체비용으로 사용하였다.
- 발암물질 함유 사과 농약에 대한 관리 정책에 따른 사회적 비용이 <표 64>와 같이 추정되어졌다. 추정결과에 따르면, 식품 위해물질 관리 정책에 의한 농약 대체 시, 탄저병 방제용 살균제의 대체로 연간 약 192억원이 사회적 비용으로 발생하고, 잎말이나방 방제용 살충제의 대체로 인해 연간 약 15억원이 사회적 비용으로 발생하고 있음을 알 수 있다. 그 결과 전체 사과 생산농가가 부담하는 사회적 비용은 연간 약 207억원이 발생되는 것으로 나타났다.

농약물질로 수록되어 있지 않아서 본 비용추정분석에서 제외함.

15) 이들 농약물질의 경우, 방제규정에 따라 적절히 사용할 경우 실제 사과에 이들 물질이 잔류할 가능성은 극히 낮은 것이 사실임. 다만, 일부 사례에서 사과에서 실제 검출된 경우가 있다는 보고가 있음.

표 64. 농약 대체 시 발생하는 농가의 추가 부담비용

사용 농약		평균 단가 (원/kg) ¹⁾	10a 당 사용량(kg) ²⁾	연간 사용량 (kg) ³⁾	연간 사용금액 (천원) ⁴⁾	대체시의 추가비용(천원)	
살 균 제	기존 물질 함유 농약	11,462	0.63	840,844	9,637,479	0	
	대체 물질 함유 농약	A	175,101	0.17	255,346	28,864,009	19,226,530
		B	48,872	0.50	672,675		
		C	80,089	0.25	336,338		
		D	72,352	0.20	376,698		
		E	127,058	0.25	269,070		
		F	47,245	0.63	840,844		
		G	42,861	0.50	538,140		
		H	49,576	0.33	349,971		
		I	8,826	1.00	1,883,490		
살 충 제	기존 물질 함유 농약	9,041	0.63	672,675		0	
	대체 물질 함유 농약	J	-	0.50	403,605	7,563,701	1,481,727
		K	43,406	0.50	403,605		
		L	8,563	0.50	538,140		
		M	8,749	0.50	538,140		
		N	53,146	0.20	161,442		
		O	-	0.25	201,803		
		P	22,625	0.50	538,140		
		Q	5,936	0.50	807,210		
계						20,708,257	

- 1) 평균단가는 농약연감 (한국작물보호협회)에 있는 출하량, 성분비율, 출하금액 등의 자료를 가지고 계산하여 나온 추정치임.
- 2) 10a 당 사용량은 농약사용지침서(한국작물보호협회)에 있는 단위당 사용약량 등의 자료를 가지고 계산하여 나온 추정치임.
- 3) 연간 사용량은 농약사용지침서(한국작물보호협회)에 있는 단위당 사용약량, 안전사용횟수 등의 자료와 농업통계연보(농림부)에 있는 2005년 사과재배면적 자료를 가지고 계산하여 나온 추정치임.
- 4) 연간사용금액은 평균단가와 연간사용량의 값을 가지고 계산한 추정치임. 다만, 대체물질 함유농약의 연간 사용금액은 대체물질들 개별 연간사용금액 추정치들의 평균치임.

5. 식품 위해물질 관리 사례의 경제성 평가

- 단체급식 HACCP 도입 및 운영 정책과 발암물질 함유 사과 농약 사용 관리 정책에 따른 사회적 편익과 비용을 각각 도출하였으며, 분석 결과에 근거하여 각각의 식품 위해물질 관리 사례별로 경제성 평가를 실시하였다.

가. 단체급식 HACCP 도입 및 운영 정책에 대한 경제성 평가

- 단체급식 HACCP 도입 및 운영으로 인한 소비자 지불의사금액(WTP)과 질병비용추정결과(COI)를 사회적 총편익으로 환산하고, 급식업체와 정부가 부담하는 사회적 비용으로 환산하여 상호 비교하면 <표 65>와 같다.

표 65. 단체급식 HACCP 시행으로 인한 경제성 분석

단위: 억원/년

구 분	사회적 편익		사회적 비용 ¹⁾
	질병비용추정법	지불의사추정법	
추정액	10,281~10,320	11,677	4,089

1) 사회적 비용은 감가상각기간의 비용흐름을 현재가치화하여 연도별 비용으로 환산한 결과임.

- 단체급식 HACCP 시행의 경우, 사회적 비용은 4,089억원으로 사회적 편익 추정치인 10,281~11,677 억원에 비해 적게 추정되었다. 이는 정책으로 발생하는 비용보다 정책의 효과가 더 크다는 것을 의미하므로, 사례 정책의 시행 타당성을 지지하는 분석 결과로 해석될 수 있다.
- 단체급식 HACCP 시행으로 인한 사회적 편익은 지불의사추정법으로 측정한 값과 질병비용추정법으로 측정한 값이 비슷하게 추정되었다. 지불의사추정법으로 추정한 사회적 편익값이 질병비용추정법으로 측정한 값에 비해 훨씬 높게 측정되는 것이 일반적 현상이나, 설문조사 전에 HACCP에 대한 설명을 제시했음에도 불구하고 HACCP에 대한 소비자 신뢰도가 여전히 낮아 HACCP로 제거되는 식중독의 위해도를 낮게 평가함을 반영한 것으로 보인다. 또한 식중독에 걸리더라도 배탈 정도의 경미한 증상을 주로 경험한 소비자들이 식중독의 위해도를 낮게 평가하는 측면도 작용했을 것으로 해석될 수 있다.
- 다음으로 단체급식 HACCP 시행으로 인한 경제성 분석을 비용-편익 분석을 통해 실시하였는데, 그 결과가 <표 66>과 같이 도출되었다.

표 66. 단체급식 HACCP 시행에 대한 편익-비용 분석 결과

구 분	분 석 결 과	
	질병비용 추정법	지불의사추정법
비용-편익비율	2.51~2.52	2.86
순현재가치	5,020,363~5,051,984 백만원	6,152,215 백만원

- 단체급식 HACCP 시행에 따른 비용-편익 분석결과를 비용 단위당 편익 비율을 기준으로 살펴보면 질병비용추정법으로 추정된 경우 2.51~2.52, 지불의사추정법으로 추정된 경우 2.86이 산출되었다.

따라서 단체 급식 HACCP 시행으로 사회적 비용 1원이 투입되면 사회적 편익이 2배가 넘게 발생하는 것으로 추정될 수 있다. 한편 순현재가치를 추정하면 단체 급식 HACCP 시행으로 발생하는 사회적 편익의 순현재가치가 총 5조에서 6조에 달함을 알 수 있다.

나. 발암 유발 농약에 대한 관리 정책에 대한 경제성 평가

- 발암 유발 물질 함유 농약 사용을 금지하는 관리 정책 시행으로 인한 소비자 지불의사금액(WTP)과 질병비용추정결과(COI)를 사회적 총편익으로 환산하고, 급식업체와 정부가 부담하는 사회적 비용으로 환산하여 상호 비교하면 <표 67>과 같다.

표 67. 발암 유발 농약 관리 정책 시행으로 인한 경제성 분석

단위: 억원/년

구 분	사회적 편익		사회적 비용 ²⁾
	질병비용추정법	지불의사추정법	
추정액	0.2 (2) ¹⁾	4,863	207

1) 괄호 안의 추정치는 극단치의 값을 상정하여 계산한 결과임.

2) 사회적 비용은 감가상각기간의 비용흐름을 현재가치화하여 연도별 비용으로 환산한 결과임.

- 표에서 알 수 있듯이, 발암 유발 농약 사용을 금지하는 관리 정책의 경우, 사회적 비용이 사회적 편익보다 적은 경우(질병비용추정 결과)와 큰 경우(지불의향추정 결과)가 혼재되어 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 식품 위해물질 관리정책 사례의 경우 정책의 효과에 대한 경제적 분석이 명확한 결론을 내릴 수 없음을 의미한다.
- 한 가지 특이한 것은, 발암 유발 농약 사용을 금지하는 관리 정책 시행으로 인한 사회적 편익을 지불의사추정법으로 측정한 값이 질병비용추정법으로 측정한 값보다 매우 크게 추정된 사실이다. 이는 설문에 응한 소비자들이 사과 섭취로 인한 발암 가능성이 지극히 낮음에도 불구하고 암이라는 질환에 대한 공포가 크게 작용하여 발암 위험성을 제거하는 정책에 대한 지지도가 매우 높은 것이라고 해석할 수 있을 것이다.
- 다음으로 발암 유발 농약 사용을 금지하는 관리 정책 시행으로 인한 경제성 분석을 비용-편익 분석을 통해 실시하였는데, 그 결과가 <표 68>과 같이 도출되었다.

표 68. 발암 유발 농약 관리 정책 시행에 대한 편익-비용 분석 결과

구 분	분 석 결 과	
	질병비용 추정법	지불의사추정법
비용-편익비율	0.00003 (0.00035) ¹⁾	2.07
순현재가치	-4,563,676 백만원 (-4,562,241 백만원)	4,903,674 백만원

1) 괄호 안의 추정치는 극단치의 값을 상정하여 계산한 결과임.

- 발암 유발 농약 사용을 금지하는 관리 정책 시행에 따른 비용-편익 분석결과를 이용하여 비용 단위당 편익비율을 산출하면 질병비용추정법으로 추정된 경우 0에 가까우며, 지불의사추정법으로 추정된 경우 2.07로 나타났다. 환언하면, 단체 급식 HACCP 시행으로 사회적 편익이 거의 발생하지 않거나 비용 대비 2배의 편익이 발생한다는 의미이다. 또한 단체 급식 HACCP 시행으로 발생하는 사회적 편익의 순현재가치는 질병비용추정의 경우 음의 값이 나오고, 지불의향추정의 경우 약 5조 규모로 산출되었다.

제5절 식품 위해물질 관리의 경제성 평가모형 운영방안

1. 위해물질 관리의 경제성 평가 절차¹⁶⁾

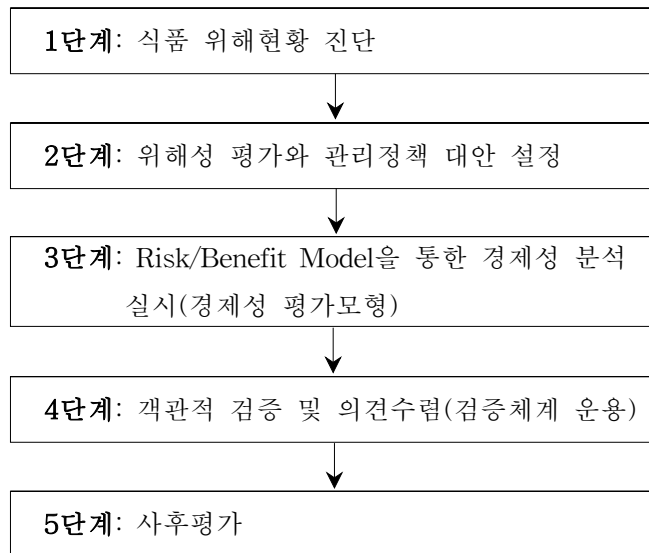
- 경제성 평가의 실행은 식품 위해현황의 진단, 위해성 평가와 관리정책 대안 선정, 경제성 분석, 검증 및 의견수렴, 사후평가의 5단계를 거쳐 이루어지게 된다.
- 제1단계는 식품 위해현황을 검토함으로써 위해 정도의 심각성, 시급성 등을 감안하여 관리정책의 대상 선정을 진단하는 것이다. 식품 위해현황으로부터 위해물질의 종류와 오염수준을 조사하고, 관련 관리정책의 현황을 파악하는 것이 필요하다.
- 제2단계는 위해성 평가와 관리정책 대안 선정의 단계이다. 제2절의 위해성 평가 절차에 근거하여 경제성 평가에 필요한 인체위해도를 정량적으로 제공하며, 관리정책 현황과 기대효과를 바탕으로 관리정책의 대안을 선정하는 단계이다. 위해성 평가는 위해성 확인→노출량 평가→용량-반응평가→위해도 결정 단계를 거쳐 수행된다.
- 제3단계는 비용 편익분석을 통해 위해물질 관리의 경제성을 분석하는 단계이다. 위해물질의 종류에 따라 사회적 편익 및 비용 분석방법을 선정하고, 대안별로 경제성 분석을 수행한다. 질병비용추정법을 적용할 경우 관련 질병 또는 사망 비용 추계를 위한 자료 수집과 분석이 추진되며, 지불의

16) 김일중 외(2003)의 pp.15~17 참조

사추정법을 적용할 경우 소비자 지불의향 산출을 위한 설문조사와 분석 절차가 뒤따르게 된다. 사회적 비용은 관련 통계자료와 현장조사를 통한 회계학적 접근법이 주로 이용되며, 위해물질의 종류와 정책대안에 따라 비용추계의 범주와 대상이 구체화된다. 사회적 편익과 비용은 대안별 시나리오를 바탕으로 다양하게 분석될 수 있다. 비용과 편익은 가능한 한 계량화되어야 할 것이며, 계량화가 불가능한 부문에 대한 정성적인 평가와 분배적인 측면에 대한 평가가 보완적으로 수행되어야 한다. 수년간에 걸쳐 비용과 편익이 발생하는 경우는 미래 발생 가능한 비용과 편익을 현재가치화하여야 한다. 정책 시행 시나리오와 적정 할인율 등을 대안으로 민감성 분석이 추진될 수 있다.

- 제4단계는 경제성 평가결과에 대한 의사결정과 의견수렴단계이다. 경제성 평가가 자료 및 조사 분석의 제약 하에 산출되므로 정책에 반영되기 위해서는 평가결과의 객관적 검증단계와 의사결정을 위해 선택된 안에 대해 의견 수렴 과정을 거쳐야 한다. 경제성 평가결과에 대한 검토와 의사결정을 담당하는 위원회 구성에 대해서 검토가 필요하다.
- 제5단계는 사후평가단계이다. 경제성평가를 바탕으로 집행된 정책이 실행된 경우 정책의 사후적 평가를 사전적 비용-편익분석 모형에 반영·수정할 필요가 있다. 식품 위해물질 관리정책 사례에 대한 사후평가를 통해 보다 효율적인 제도 시행을 위한 경제성 평가시스템이 구축될 수 있을 것이다.

그림 11. 식품 위해물질 관리의 경제성 평가 절차



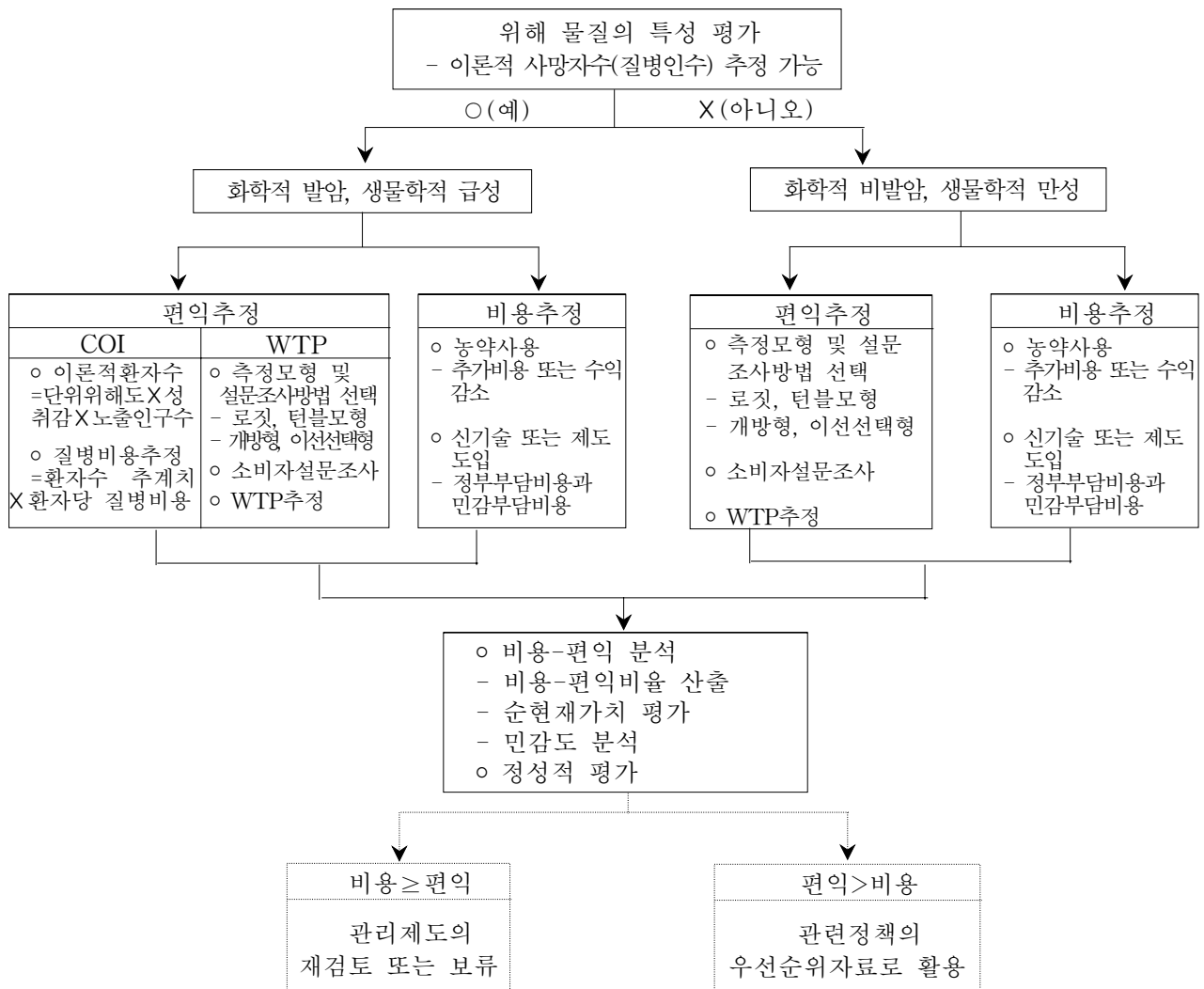
2. 식품 위해물질 관리에 대한 경제성 평가모형의 적용

- 식품 위해물질 관리에 대한 경제성 평가모형은 우선 대상 위해물질의 이론적인 환자수 추정이 가능한가 여부에서 출발한다. 위해물질이 화학적 발암물질 또는 미생물학적 급성물질에 해당하고, 위

해성 평가가 상당 수준 추진되어 관련 자료가 뒷받침될 경우 질병비용추정법에 의한 편익추정이 가능하다. 따라서 이 경우 질병비용추정법에 의한 추정치와 지불의사추정법에 의한 추정치를 이용하여 편익이 산출될 수 있다. 위해물질이 화학적 비발암 또는 미생물학적 만성물질에 해당될 경우 환자수 산출에 근거한 질병비용 추정이 불가능하므로 지불의사추정법에 의해 편익이 추정된다. 편익과 비용추정치는 다년간 비용이 발생할 경우 현재가치화되어 편익과 비교될 수 있다. 또한 시나리오 분석을 통해 다양한 정책개발이 가능하며, 이 경우 정책추진여부와 정책추진의 우선순위는 비용-편익분석결과를 참조로 결정된다.

- 위해물질 관리의 경제성 평가결과, 비용이 편익보다 큰 경우 해당 관리정책의 재검토 혹은 보류가 필요하며, 편익이 비용보다 큰 경우 해당 관리정책들 중 비용대비 편익이 큰 정책들을 우선적으로 시행하도록 하는 등의 관리 정 우선순위 선정을 위한 자료로 활용될 수 있다. 즉, 식품 위해관리정책의 당위성을 뒷받침하거나, 관리정책의 효율적인 운영을 위한 기초자료로 이용될 수 있으며, 정책 입안 시 효과적으로 합의를 도출하는 역할을 할 수 있다.

그림 12. 식품 위해물질의 경제성 평가모형 적용



- 사례연구 결과 사과와 발암유발가능 농약 관리의 경제성 평가는 편익추정방법에 따라 큰 차이를 보였다. 질병비용추정법에서 대상으로 하고 있는 농약은 3종에 불과하며, 농약물질 중에서 상당수는 발암가능성에 대해서 명확히 밝혀내지 못하고 있으므로 질병비용추정법에 의한 추정치가 다소 과소평가된 것으로 판단된다. 그러나 지불의사추정법에 의한 추정치는 위해확률 수준에 비해 지나치게 과대평가된 것으로 보인다. 경제분석 결과, 위해도 평가자료, 소비자 의식수준 등을 감안할 때 사과와 발암유발가능 농약 관리의 경제성이 없는 것으로 평가되어 관리정책이 유보될 필요가 있다. 또한 편익 추정 시 질병비용추정법과 지불의사추정법에 따라 큰 차이를 보여 향후 질병비용 추정을 위한 연구·자료 확보의 필요성을 제기하였으며, 소비자의 위해도에 대한 정확한 인식을 위해 위해물질에 대한 소비자 홍보교육의 필요성이 제기되었다.
- 단체급식장의 HACCP 추진정책에 대한 경제성 평가 결과 두 가지 방법에 의한 편익추정치가 비용추정치에 비해 모두 크게 산출되었기 때문에 향후 확대 추진이 필요할 것으로 분석되었다. 다만 지불의사추정법 추정치가 질병비용추정법 추정치보다 크게 추정되는 것이 일반적인 현상인데, 이번 사례에서는 질병비용추정법 추정치가 지불의향 추정치보다 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상은 소비자의 HACCP에 대한 신뢰도가 낮고, 식중독 위해수준에 대한 소비자의 우려가 크지 않기 때문으로 보인다. 단체급식 HACCP의 확대를 위해서는 소비자 대상 HACCP 홍보, 소비자의 위해도에 대한 정확한 인식을 위한 교육 등이 필요하다. 또한 비용 추정시 대기업 급식장의 배식당 단가가 중소기업 급식장에 비해 낮게 추정되어 HACCP 모델이 대기업업체에 보다 적합한 것으로 나타났다. 단체급식 HACCP의 절반이상을 점하는 학교급식의 경우 대부분 중소기업이므로 이러한 규모에 적합한 HACCP모델 개발이 필요할 것으로 보인다.

3. 경제성 평가 활성화를 위한 위해관리시스템 구축방향

가. 식품 위해성 평가 연구 확대

- 식품 위해성 관리에 대한 경제성 평가가 활성화되기 위해서는 위해성 평가 자료가 충분히 축적되어야 한다. 위해성 확인, 용량반응평가, 모니터링 등 위해성 평가 단계별 자료가 뒷받침되어야 한다.
- 즉, 신중위해물질을 포함하여 상당수의 위해물질에 대한 독성연구가 추진되어야 하며, 모니터링의 경우 다양한 섭취형태를 고려하고 구체적인 집단을 대상으로 한 자료가 필요하다. 또한 인체위해도 산출을 위한 식품 위해성의 인체영향 관련 연구가 크게 부족한 상황이다. 한국인의 용량-반응 인체자료와 유병률 자료 등의 역학자료 등 기초연구가 추진되어야 할 것이다.

나. 자료 수집 확대 및 데이터베이스화

- 식이조사 대상 오염물질을 확대하고, 위해물질의 위해성과 비용 관련 자료를 공식 통계화하여 다양한 경제성 평가방법이 응용될 수 있어야 한다. 식품의약품안전청에서 추진하고 있는 식품 위해성 관련 데이터베이스에 추가하여 위해물질 관리제도의 역학조사비용, 환자비용, 음식 레시피, 조리법별 위해물질 변화 등에 대한 자료 접근과 자료 공유 네트워크 구축이 필요하다.

다. 위해성 평가를 위한 전문 소비자패널 구축

- 위해성 관리정책의 사례별 지불의향 추정과 위해성에 대한 소비자 의식조사의 정기 또는 수시 실시가 필요하므로 위해성 평가를 위한 전문 소비자 패널의 운영에 대해 검토되어야 한다.
- 소비자는 건강과 직결되어 있는 식품 안전성에 민감한 반응을 보이기 때문에 경제성 편익 계측을 위해 지불의향 금액 추정 시 과대평가되기 쉽다. 따라서 소비자 전체를 대표할 수 있는 표본을 추출하여 위해성에 대한 교육과 사례조사 등을 통해 위해물질을 본질적으로 파악할 수 있는 패널 구축이 필요하다.

라. 식품담당자 및 소비자 대상 신뢰도 구축을 위한 교육홍보 확대

- 식품 위해물질 관리에 대한 신뢰도 구축을 위해 식품담당자와 일반 소비자를 대상으로 한 교육·홍보를 활성화시키고, 위해사고 현황조사를 더욱 확대하며, 장기적 소비자 신뢰구축을 위해 신속한 정보전달과 공유체제를 구축하는 등의 방안들이 추진되어야 한다.

제4장 총괄연구개발과제의 연구결과 고찰 및 결론

- 우리나라 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 평가를 위한 사회적 편익 및 비용을 추정하여 상호 비교하는 모형을 개발하여, 이를 정책 사례에 적용하여 구체적인 결과를 도출하고 정책적 시사점을 제시함으로써 향후 식품 위해물질 관리 정책 수립 및 효율적 운용을 위한 자료를 제공하였다.

- 구체적인 연구 결과는 다음과 같다.
 - 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 평가를 위한 모형들을 검토한 결과, 관리 정책의 사회적 편익을 추정하기 위한 모형으로는 위해물질의 종류에 따라 지불의사추정법(WTP) 또는 질병비용추정법(COI)이 적용가능하고, 관리 정책의 사회적 비용을 계측하기 위한 모형으로는 회계학적 접근법(Accounting Approach)이 적합한 것으로 분석되었다.
 - 제시된 모형을 통해 두 가지 정책 사례 시나리오를 상정하여 실증적인 분석을 진행하였다. 첫째, 단체급식업체의 HACCP 도입을 통한 식중독 예방 정책의 경우, 경제성 분석 결과 정책의 사회적 비용보다 사회적 편익이 높게 나타나서 해당 정책의 경제적 타당성이 인정되었다. 둘째, 사과 농약 중 발암 가능 물질을 함유한 농약 사용을 제한하여 암 발생 가능성을 낮추는 정책의 경우, 경제성 분석 결과 정책의 사회적 비용에 비해 사회적 편익이 명확하게 높게 나타나지 않아서 해당 정책의 시행 여부에 대한 판단이 유보되었다. 이러한 사례 분석을 통해 앞서 제시된 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 평가 모형의 활용 예를 구체적으로 제시할 수 있었다.
 - 다음으로 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 평가를 위한 모형의 운용방안으로, 경제성 평가의 실행이 식품 위해현황의 진단, 위해성 평가와 관리정책 대안 선정, 경제성 분석, 검증 및 의견수렴, 사후평가의 5단계를 거쳐 이루어져야 함을 제시하였고, 경제성 평가 활성화를 위한 위해관리시스템 구축 방향을 제시하였다. 이에 대한 구체적인 방안으로는 첫째 식품 위해성 평가연구를 확대하고, 둘째 관련 기초 자료를 수집하고 이를 데이터베이스화하여야 하며, 셋째 위해성 평가 전문 소비자 패널 구축이 요청되고, 넷째 식품담당자 및 소비자 대상 신뢰도 구축을 위한 교육홍보를 확대해야 함을 제안하였다.

- 이 연구는 기본적으로 식품 위해물질 관리 정책의 타당성 분석 및 정책의 우선순위 선정 등을 위한 경제성 평가 모형을 개발함을 주된 연구목표로 삼았다. 연구에서 제시된 식품 위해물질 관리의 경제성 모형이 향후 우리나라 식품 위해물질 관리를 위한 정책들의 효율적 운영방안 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 경제성 평가 모형을 적용한 두 가지 사례 분석결과와 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 평가 모형의 운용방안과 경제성 평가 활성화를 위한 위해관리시스템 구축 방향 등도 경제성 평가의 구체적인 분석방법을 확립하고 경제성 평가가 활성화 될 수 있는 기반을 마련하는데 도움이 될 것으로 보인다.

제5장 총괄연구개발과제의 연구성과

5.1 활용성과

총괄과제명	식품 중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발
총괄과제책임자	이계임 / 한국농촌경제연구원 / 경제학

가. 연구논문

번호	논문제목	저자명	저널명	집(권)	페이지	Impact factor	국내/국외	SCI여부
1								
2								

나. 학술발표

번호	발표제목	발표형태	발표자	학회명	연월일	발표지	국내/국제
1	식품위해성 평가를 위한 경제적 분석 모형	학회 발표	김성훈	한국식품위생 안전성학회	2006.11.9.		국내
2							

다. 지적재산권

번호	출원/등록	특허명	출원(등록)인	출원(등록)국	출원(등록)번호	IPC분류
1						
2						

라. 정책활용

- 이 연구 보고서에서 제시된 모형은 식품 위해물질 관리 정책의 경제적 타당성 분석 및 정책의 우선순위 선정 등을 위한 기본 모형으로 활용이 될 수 있다.
- 식품위해물질 관리 정책의 효율성을 높이기 위해 제안된 기본 방안들은 향후 정책 개발 시 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

마. 타연구/차기연구에 활용

- 이 연구에서 제시된 사회적 편익/비용 분석 모형은 추후 다른 식품 위해물질 관리 정책의 경제성 분석에 기본 모형으로 적용이 가능할 것이며, 사례 분석의 경우, 유사 정책사례에 대한 경제성 분석 연구를 위한 대표적인 예시로 활용이 될 수 있다.

바. 언론홍보 및 대국민교육

- 이 연구에서 진행되었던 소비자 대상 설문조사 결과는 식품 위해물질 관리를 위한 대국민 교육 및 홍보에 직·간접적인 정책 자료로 활용 될 수 있다.

사. 기타

- 전문가 자문회의를 거쳐, 효율적인 식품 위해물질 관리정책이 수립될 수 있도록 조력한다.

5.2 활용계획

- 우리나라 식품 위해물질 관리 정책의 경제적 타당성 및 우선순위 선정 등을 통한 정책의 효율성 강화를 위한 기초자료로 이용한다.

제6장 기타 중요변경사항

○ 연구원 인원 및 일부 명단을 변경.

- 변경 전: 책임연구원 이계임
연 구 원 최지현
연 구 원 우병준
연 구 원 김민정

- 변경 후: 책임연구원 이계임
연 구 원 김성훈
연구보조원 이문호

제7장 참고문헌

- 강창순 외. 2004. “식품가공 중 생성되는 위해물질 분석에 관한 연구.” 「식품의약품안전청 연구보고서」. 제 8-1 권.
- 구정완 외. 2005. 「위해성평가를 위한 한국인의 노출인자 규명 - 식품섭취패턴 설문조사 -」. 식품의약품안전청.
- 국민건강보험공단. 2004. 「건강보험통계연보」.
- 곽창근 외. 2001. 「도축장 HACCP 제도 시행의 사회적 비용-편익 분석에 관한 연구」. 농림부.
- 김동진. 1999. 「비용·편익분석」. 박영사.
- 김일중 외. 2003. 「환경정책의 비용/편익분석 지침서」. 환경부.
- 김태균, 홍나경. 2005. “식품안전성의 속성별 지불의사금액 측정: 사과를 중심으로.” 「농업경제연구」. 제 46권 2호.
- 김예신. 2002. 「환경 문제의 우선순위 도출을 위한 비교 위해도 시스템 개발에 관한 연구」. 연세대학교 대학원 박사학위 논문.
- 농림부. 2005. 「농업통계연보」.
- 박경진 외. 2001. 「식품원인질별의 사회적, 경제적 손실비용의 측정모델개발과 식중독사고에 의한 손실평가」. 식품의약품안전청.
- 보건복지부. 2001. 「국민 건강 영양조사」.
- 보건복지부. 2005. 「국민 건강 영양조사」.
- 신승열. 1996. “축산식품의 안전성에 관한 경제성 분석.” 「축산기술과 산업」. Vol. 4. No. 2.
- 식품의약품안전청. 2006. 「2006년 위해분석 업무편람」.
- 식품의약품안전청. 각년도. 「식품의약품 통계연보」.
- 신효선 외. 2002. 「식품중 각종 위해 요인의 위해성 평가와 관리방안 수립에 관한 연구」. 보건복지부.
- 신혜승. 2004. “식품속에 함유된 화학적 위해 물질.” 「식품기술」. 제 17권 2호.
- 엄재열, 부경생. 2007. 「저농약 고효율 사과 병해충 방제 기술」. 경북대학교 사과연구소.
- 유소이. 2001. “식품안전성에 대한 소비자의 가치평가: 이론적 접근방법 및 측정방법 고찰.” 「소비자학연구」. 제 12권 2호.
- 원경풍 외. 2000. “식품중 잔류농약 1일 섭취량 조사연구 (I).” 「식품의약품안전청 연구보고서」. 제 4권.
- 원경풍 외. 2001. “식품중 잔류농약 1일 섭취량 조사연구 (II).” 「식품의약품안전청 연구보고서」. 제 5권.
- 이계임, 최지현. 2002. “도축장 HACCP 추진의 편익 분석.” 「농촌경제」. 제25권 2호.
- 이미경, 이서래. 1995. “한국식품 중 잔류농약의 종양유발성 평가.” *Korean Journal of Food Science Technology*. Vol. 27. No. 6.
- 이서래. 1992. “식품의 안전성: 현황과 과제.” 「인제식품과학FORUM논총」. 인제대식품과학연구소.
- 이용진 외. 2004. “울산지역에서 대기중 벤젠으로 인한 암 사망 손실비용 추정모형에 관한 연구.” 「자원·환경 경제연구」. 제 13권 1호.
- 이행신 외. 2004. 「한국인의 대표식단 중 오염물질 섭취량 및 위해도 평가」. 식품의약품안전청.
- 이효민. 2001. 「식품 오염물질의 위해성 평가」. 환경부.
- 정기혜 외. 2006. 「식품안전관리 평가체계 구축」. 보건복지부.

- 정기혜 외. 2005. 「HACCP제도 활성화를 위한 제도개선 방안 연구」. 식품의약품안전청.
- 정명섭 외. 2001. 「식품 중 PCBs 오염실태조사 및 위해평가를 통한 PCBs 규격설정 연구」. 한국보건산업진흥원.
- 홍무기 외. 2002. “식품 중 잔류농약 모니터링 - 소면적 재배 채소류, 견과 종실류, 콩류 및 서류를 대상으로 -.” 「식품의약품안전청 연구보고서」. 제6권.
- 홍무기 외. 2003. “식품 중 잔류농약 모니터링.” 「식품의약품안전청 연구보고서」. 제7권.
- 홍진태 외. 2005. 「위해성 평가를 위한 유해물질의 노출정보, 독성정보, 인체모니터링정보 수집 및 관리」. 국립독성연구원
- 한국농촌경제연구원. 2002. 「농업전망 2002」.
- 한국농촌경제연구원. 2004. 「농업전망 2004」.
- 한국보건산업진흥원. 2005. 「식이노출량 평가를 위한 식품별 섭취량 분포」.
- 한국위탁급식협회. 2006. 「학교급식의 운영방법에 대한 이해 - 직영과 위탁 -」.
- 한국작물보호협회. 2006. 「농약사용지침서」.
- 한국작물보호협회. 2006. 「농약연감」.
- 환경부. 2004. 「환경재에 대한 편익추정 지침서」.
- Amemiya, T. 1981. “Qualitative Response Models: A Survey.” *Journal of Economic Literature* 19.
- Antle, J.M. 1999. “Benefit and Costs of Food Safety Regulation.” *Food Policy* Vol. 24,
- Antle, J.M. 2001. “Economic Analysis of Food Safety.” *Handbook of Agricultural Economics*. Vol. 1.
- Buzby, C., T. Roberts, C.T.J. Lin, and J.M. Macdonald. 1996. “Bacterial Foodborne Disease: Medical Costs and Productivity Losses.” *American Economic Review* 741.
- Calvin, L. et al. 2004. *The Economics of Food Safety: The Case of Green Onions and Hepatitis A Outbreaks*. USDA/ERS.
- Duffield, J.W. and D.A. Patterson. 1991. “Inference and Optimal Design for a Welfare Measure in Dichotomous Choice Contingent Valuation.” *Land Economics* 67.
- Golan, E. et al. 2000. *Tracing the Costs and Benefits of Improvements in Food Safety*. USDA/ERS.
- Golan, E. et al. 2004. *Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies*. USDA/ERS.
- Haab, T.C. and K.E. McConnell. 1997. “Referendum Models and Negative Willingness to Pay: Alternative Solutions.” *Journal of Environmental Economics and Management* 32.
- Jensen, H. and L. Unnevehr. 1999. *HACCP in Pork Processing: Costs and Benefits*. In: Unnevehr, L. (Ed.), 「The Economics of HACCP: Studies of Cost and Benefits」. Eagan Press, St. Paul, MN.
- Klein, N.L. and G.W. Brester. 1997. “Economic Impacts of the Zero Tolerance Directive on the Cost Structure of Beef Packing Companies.” Selected Paper Presented at the 1997 Western Agritural Economics Association Meetings.
- Kuchler, F. and Golan E, 1999. *Assigning Values to Life: Comparing Methods for Valuing Health Risks*. USDA/ERS.

- Kim, Sung-Gyeong. et. al. 2007. "The Economic Burden of Cancer in Korea, 2002." Working Paper in National Cancer Control Research Institute, National Cancer Center.
- MacDonald, J.M. and S. Crutchfield. 1996. "Modeling the Costs of Food Safety Regulation." *American Journal of Agricultural Economics* 78 (December): 1285-1290.
- Mitchell, L. 2004. "Economic Theory and Conceptual Relationships Between Food Safety and International Trade." *International Trade and Food Safety*, USDA/ERS.
- Landfield, J.S. and E.P. Seskin. 1982. "The Economic Value of Life: Linking Theory to Practice." *American Journal of Public Health* 72.
- Renata, Ivanek, et al. 2004. "Cost and Benefit of Listeria Monocytogenes Food Safety Measures." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol.44.
- Roberts, T., J.C. Buzby, and M. Ollinger. 1996. "Using Benefit and Cost Information to Evaluate a Food Safety Regulation: HACCP for Meat and Poultry." *American Journal of Agricultural Economics* 78 (December): 1297-1301.
- Unnevehr, L. 2003. *Cost and Benefits of Food Safety Regulations*, OECD.