

식품 위해물질 관리의 비용편익분석 방법과 적용 사례*

이 계 임** 김 성 훈*** 이 문 호****

Keywords

비용편익분석(Risk/Benefit Model), 지불의향추정법(WTP), 질병비용추정법(COI), 식품위해요소중점관리(HACCP)

Abstract

The purpose of this paper is to showcase the process of risk assessment and to present a Risk/Benefit Model for the economic evaluation of food safety regulation. In this study, we classified hazardous materials in food, and introduced the process of risk assessment and the current status of risk assessment in Korea. As the main approaches to measure the social benefit, WTP (Willingness-to-Pay) and COI (Cost-of-Illness) approaches are discussed. Then, we developed a Risk/Benefit Model to evaluate the economic validity of food safety management in Korea: Introducing HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) in the catering industry to eliminate the risk of food-born diseases. The results of this analysis show that the introduction of HACCP in the catering industry in Korea is economically accepted, and thus this food safety regulation should be performed.

The discussion in this paper offers not only a methodology to measure the economic validity of government regulations or programs for food safety, but also an idea for further studies. The Risk/Benefit Model developed in the paper, in particular, might be the starting point for future research measuring economic validity of policies on the food safety management system in Korea.

차례

1. 서론
2. 식품 위해물질의 분류와 위해성
평가 현황
3. 식품 위해 관리의 비용편익
분석방법 정립
4. 단체급식 HACCP 사례의
비용편익 분석
5. 결론

* 이 연구는 식약청 연구과제(2006. 9~2007. 4)의 일부를 재구성·보완한 것임.

** 한국농촌경제연구원 연구위원 *** 전문연구원 **** 연구원

1. 서론

소득수준 향상과 고령화로 소비자의 안전한 식품에 대한 구매요구는 더욱 증대하고 있음에도 불구하고 산업화와 과학의 발달에 의해 신종유해물질이 증가하고, 교역량 증가에 따라 식품 위해사건이 광역화·대형화되는 추세이다. 또한 식생활에서 가공식품 및 외식 소비 증가 등으로 생산자와 소비자의 거리가 확대됨에 따라 소비자의 안전성에 대한 불안감이 증폭되고 있다. 소비자가 안전한 식품을 믿고 구입할 수 있는 식품안전관리체계를 구축하려면 과학적 식품관리시스템을 통한 소비자의 식품에 대한 신뢰도 확보가 전제되어야 한다.

식품의 속성 중에서 안전성은 소비자들이 소비 후에는 평가할 수 없기 때문에 시장참여자간의 정보 비대칭성, 정보의 불완전성 등으로 판매자가 소비자보다 안전성에 대해 더 많은 정보를 가지고 있어 생산자로 하여금 안전한 식품을 생산하려는 경제적 동기를 상실하게 만든다. 따라서 정부는 시장에서 수용 가능한 수준의 식품안전성을 유지하기 위하여 관리정책을 실시해야 한다. 식품 위해물질 관리정책에 대한 비용·편익분석은 사회적 비용을 최소화하면서 위해를 효과적으로 절감할 수 있는 관리방안을 선택할 수 있게 함으로써 사회적 후생을 제고시킬 것으로 기대된다.

식품 위해물질 관리정책에 대한 비용·편익분석은 정책 시행으로 발생하는 사회적 편익(Social Benefit)과 정책에 소요되는 사회적 비용(Social Cost)을 각각 계측하여 비용대비 편익을 산출하는 방식이다. 사회적 비용·편익분석의 대표적인 연구로는 Antle(2001), Unnevehr(2003), Golan(2004) 등이 있다. Antle(2001)은 식품안전규제의 수익과 비용을 계측하는 모델을 제시하였으며, Unnevehr(2003)는 유형별 사례를 제시하고 식품 위해 발생에 따른 수익을 지불의사추정법(WTP)과 질병비용추정법(COI)에 의한 추정치로 비교하였다. Golan(2004)은 이력추적관리제의 도입에 따른 비용과 편익을 계측하고, 영향요인을 분석하였다. 국내에서 적용한 사례는 도축장 HACCP 제도 시행에 대상으로 한 곽창근 외(2001)와 이계임·최지현(2002)가 있다. 곽창근 외(2001)에서는 도축장HACCP시행에 따른 업체·정부의 부담비용을 조사하였으며, 식품 안전성에 대한 소비자 지불의사 추정을 통해 편익을 산정하였다. 이계임·최지현(2002)에서는 편익추정시 지불의사 추정법 외에 질병비용추정법을 시도했다는 점에서 차별화된다. 그밖에 대부분은 식품 위해성 관리를 통한 안전성 제고가치에 대해 소비자 지불의사를 추정한 연구이다. 신승렬(1996)은 실험적 경매방법을 적용하였으며, 김태균 외(2005)는 컨조인트분석을 적용하여 안전성의 가치를 평가하였다.

이 연구는 식품 위해물질의 효율적인 관리정책을 마련하기 위해 사회적 비용편익 분석방법을 검토하고, 사례분석을 통해 구체적인 적용 방법을 제시하는 것을 목표로 한다. 식품 위해성 평가현황을 검토하고, 위해물질의 특성을 감안하여 비용편익 평가방법을 정립하고자 하였다.

2. 식품 위해물질의 분류와 위해성 평가 현황

2.1. 위해물질의 분류

식품 위해물질은 물리적 요인, 생물학적 요인, 화학적 요인으로 구분된다. 물리적 요인에는 인체에 위협이 될 수 있는 포장 및 내용물 안의 이물질 또는 제품 특성 등이 해당된다. 이물질은 소비자단체협의회 식품관련 상담건수 중 가장 많은 건수를 점하는 위해요인으로 연간 약 200건을 기록하고 있다.¹ 생물학적 요인은 경구전염병, 기생충, 식중독세균과 같은 위해생물로서 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 높다는 사실을 알 수 있다.²

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, 안전사용법 등을 정하여 관리하고 있다. 이들 물질은 오랜 잠복기를 거쳐 암이나 기형

1 소비자단체협의회 홈페이지(www.consumernet.or.kr) 참조

2 식약청, 「식품의약품 통계연보」, 2006.

아 출산 등과 같은 심각한 위해를 끼칠 수 있으며, 정확한 위해도가 알려지지 않은 물질들이 다수 포함되어 소비자들의 우려가 매우 높은 것으로 알려지고 있다. 중금속과 환경호르몬 등은 산업화 발달, 환경오염 등을 통해 발생한 식품의 위해물질로 시간이 갈수록 소비자를 위협하고 있다. 중금속은 독성이 강할 뿐만 아니라 몸 안에 들어오면 빠져나가지 않고 계속 누적되는 성질이 있기 때문에 위해도가 크다. 환경호르몬은 환경오염물질이자 내분비교란을 일으키는 물질로 환경, 농약, 포장재 등 광범위하게 분포되어 있다. 또한 중금속과 마찬가지로 생물체 내로 유입되면 수백 년까지도 존재할 수 있을 정도로 우리 몸에 축적되는 성질이 있으며, 암발생률이 높고 생체시계 장애와 발달장애를 일으킬 수 있는 위해물질이다. 방사선 조사는 방사선 동위원소에서 나오는 감마선을 각종 식품에 쬌는 보존처리법의 하나로 식품의 살균, 살충, 발아억제, 숙도조절용으로 사용되고 있다. 방사선 조사식품의 위해 논란이 계속되는 가운데 우리나라에서는 방사선을 허용하는 품목을 확대하는 추세이어서 위해성 논란이 한층 가중될 것으로 전망된다.

표 1. 식품 위해물질의 분류

	위해요소	종류		위해 형태 구분
위해물질 구분별	물리적 요인	이물질 등		만성, 급성
	화학적 요인	자연독성	자연독(버섯, 복어, 패류 등), 곰팡이독 등	비발암성 - 급성, 만성
		화학첨가물	식품첨가물, 잔류농약, 잔류동물성 의약품 등	
		환경오염물질	중금속, 환경호르몬 등	발암성
		기타	GMO, 방사선조사 등	
	생물학적 요인	미생물	식중독, 식중독 유발 바이러스 등	급성
		기타	인수공통전염병, 광우병 등	만성, 급성
식품 분류별	곡류, 채소류, 과일류, 육류, 수산물, 가공식품			비발암성 - 급성, 만성 발암성

자료: 이서래, “식품의 안전성: 현황과 과제”의 표 재작성

2.2. 식품 위해성 평가 단계³

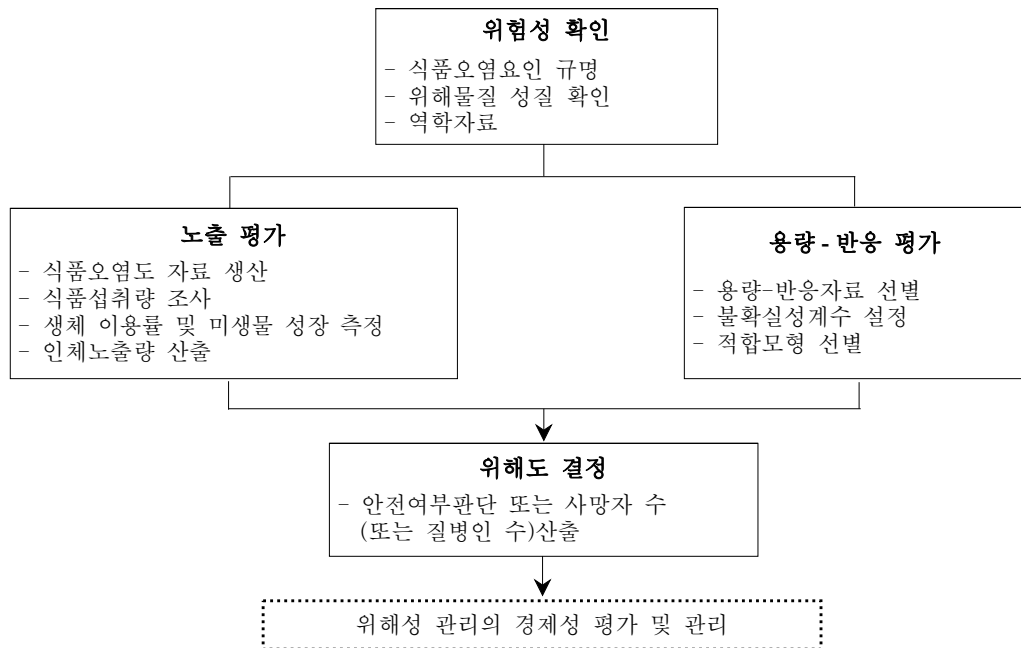
식품의 위해성 평가는 특정 위해물질에 오염된 식품을 섭취하는 경우 그 위해성을 과학적·정량적으로 평가하는 과정이다. 위해성 평가는 위험성 확인(Hazard Identification), 노출평가(Exposure Assessment), 용량-반응평가(Dose-response Assessment), 위해도 결정(Risk Assessment)의 4가지 단계를 거쳐 수행된다.

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 위해성을 규명하는데 이용한다. 동물 종양연구에서는 최대 내성 용량 이하에서 실험이 진행되는 데 사람에 대해 가정할 경우는 환경 중 저농도에서의 장기노출에 의한 것이므로 동물 실험 자료를 사람에게 적용할 경우 고농도에서 저농도로의 외삽이 필요하다. 또한 동물실험에서 사용된 용량을 사람에게 적용할 수 있는 용량으로 전환하는 과정이 필요하다. 이 경우 체표면적에 입각하여 용량을 전환하는 것이 일반적이고 용량에 대한 반응은 사람이나 동물이나 동일하며, 인종간 차이는 없는 것으로 가정한다. 비발암물질은 일정 용량 이상에서 노출되어야 위해 영향이 관찰된다는 가정을 전제로 한다. 따라서 비발암 물질의 안전수준을 찾기 위해 동물실험에서 다양한 위해 영향의 종말점에 대해 최대 무작용 용량(NOAEL; No Observed Adverse Effect Level)을 찾게 된다.

노출평가는 실제적인 노출 환경에 노출될 가능성이 있는 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 섭취까지 각 과정에서 미생물의 행동에 영향을 주는 각종요인에 따라 군수가 추정되는 단계이다. 또한 노출 평가에서는 변이성(Variability)과 불확실성(Uncertainty)을 고려해야 하기 때문에 편차를 가진 분포를 가정하여야 한다. 일반적으로 급성인체노출평가는 수집된 오염도자료 중 최고오염도자료와 최대소비량 자료가 활용되며, 만성인체노출평가는 평균 오염도자료와 평균 소비량 자료가 활용된다.

³ 신호선 외(2002), 신혜승(2004), 식품의약품안전청(2006)을 참조함.

그림 1. 위해성 평가 절차



용량-반응 평가는 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. 이는 위해성 평가와 위해성 관리가 연결되는 과정이다. 발암 위해도는 개인 위해도 또는 인구집단 위해도로 나타내며, 주어진 인구 집단내의 개인 위해도 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. 초과 발암 위해도는 단위 위해도 추계치 중 가장 보수적인(동일 용량에서 더 높은 위해도를 나타내는) 모델에서 산출된 값을 이용하여 산정하는 것이 일반적이다. 초과 발암 위해도가 일반적인 허용 위해도로서 무시해도 좋은 10⁻⁶을 초과하지 않으면 허용 가능한 수준으로 간주한다. 비발암 위해도에 대한 평가는 용량-반응 평가를 통해 산출된 기준노출량(Rfd)과의 비교를 통해 실행된다. 현 위해성 수준이 평생 동안의 1일 허용가능량인 RfD보다 초과하는 경우는 위해 영향이 발생할 가능성이 있음을 의미하며, 위해성 수준이 RfD 이하

인 경우는 발생할 가능성이 없다는 뜻이다. 비발암성 물질의 노출에 따른 위해도 결정은 용량-반응 평가를 통해 산출된 기준치와의 비교하여 평가된다.

위해요소 종류별 위해성 평가현황을 1996년부터 2005년까지의 연구결과를 기초로 정리하면 <표 2>와 같다. 위해평가 단계별로 이용 가능한 자료는 많지 않았으며, 많은 위해물질의 경우 독성자료가 뒷받침되지 못하는 것으로 나타났다.

표 2. 종류별 대표적 위해물질과 위해성 평가 현황

위해요소	종류		위해물질	독성자료	모니터링	노출량	위해도 결정
화학적 요인	독성	곰팡이 독	아플라톡신B1	○	○	○	○
			아플라톡신G1	○	○		○
			아플라톡신 M	○	○		○
			오크라톡신 A	○	○		
	화학 첨가물	식품 첨가물	사카린나트륨		○	○	
			아질산염, 질산염		○	○	
			항산화제		○	○	
		잔류농 약	알루미늄포스파이드	○			
			chlorpyrifos-methyl		○		
			endosulfan		○		
			methomyl		○		
	환경오염 물질	중금속	납	○	○		
			비소		○	○	
			수은	○	○	○	
			카드뮴	○	○	○	
생물학적 요인	식중독균		B. cereus	○	○	○	
			E. Coli	○	○	○	
			L. monocytogens	○	○	○	
			S.aureus	○	○	○	
			장염비브리오		○	○	
			Salmonella		○	○	

자료: 식품정보원

3. 식품 위해 관리의 비용편익 분석방법 정립

3.1. 식품 위해물질 관리의 사회적 편익 추정

3.1.1. 위해물질 분류별 경제적 편익계측모형

사회적 편익 계측방법은 질병비용추정법, 지불의사추정법, 편익함수(Benefit Function), 정책대안에 대한 효용 측정모형 등이 있으며, 이론적으로 타당할 뿐만 아니라 자료수집이 상대적으로 용이한 질병비용추정법(COI: Cost-of-illness)과 지불의사추정법(WTP: Willingness-to-pay)이 주로 적용될 수 있다.⁴ 편익함수(Benefit Function) 모형이나 경제이론을 활용한 위해(Risk) 관리 시의 효용 측정모형 등은 자료 수집에 어려움이 있어 모수 적용에 한계가 있다. 구체적인 편익추정방법의 적용은 식품 위해물질의 특성을 감안하여 결정될 수 있다. 질병비용추정법은 위해물질 관리에 의한 질병비용 감축액을 편익으로 평가하는 방법으로 계량화하려면 위해물질에 의해 발생하는 사망 및 질병비용이 추계될 수 있어야 한다.

화학적 위해물질은 소화기계·신경계·심혈관계 등 인체의 여러 부분에 동시에 영향을 미치며, 다년간의 축적에 의해 반응이 나타나는 만성적인 질환을 불러오기 때문에 질병 발생에 대한 인과관계가 불분명하다. 따라서 화학적 위해물질의 위해성을 추정하는 데는 한계가 있으므로 화학적 위해물질의 경우 질병비용추정법은 비교적 인과관계가 명확한 발암물질에 한정하여 추계할 수밖에 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 식중독균을 대상으로 일부 적용된 사례가 있다. 질병비용추정법을 적용하려면 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 상당한 가정하에 식

4 구체적인 모형설명은 이계임, 김성훈, 이문호(2007) 참조

중독균 관리에 대한 경제성을 평가하고 있다.

지불의사추정법에 의한 위해물질 관리의 경제성 평가는 설문조사를 통해 소비자가 인식하는 안전성에 대한 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 위해물질별보다는 식품별 추계로 접근하는 것이 적합하다. 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 금액을 지불할 의사가 있는지 조사하는 것이 정보 전달에 따른 편기를 줄일 수 있다.

표 3. 위해물질 분류별 편익에 대한 경제성 평가 가능성

			COI방법	WTP방법
위해물질 구분별	화학적	발암	○	△
		비발암	×	△
	생물학적	급성	○	△
		만성	×	△
식품 분류별	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 적용할 수 있다. 반면 위해물질이 인체에 미치는 영향에 관한 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 제시할 수 있다.

3.1.2. 질병비용추정법에 의한 경제적 편익 계측

가. 인체위해도 평가

이론적 사망자 수 또는 질병인 수는 위해성 평가 자료를 기초로 산출할 수 있다. 모니터링을 통한 인체노출량 자료에 용량-반응평가 결과를 적용하고, 대상 인구집단을 감안하여 정량화하는 단계이다. 사람의 몸무게(kg)당 1일 인체노출량에 용량-반응평가를 고려하여 단위 위해도가 산출되며, 섭취량과 노출인구 수를 고려하여 위해물질에 의한 사망자 수 또는 질병인 수를 산출하게 된다. 용량-반응평가 자료는 화학적 위해요인의 경우 발암력이, 미생물 위해요인의 경우 미생물 감염확률자료가 이용된다.

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 산출할 수 있다.

물질군의 사망자 수 또는 질병인 수는 물질별 위해도의 합으로 산출하므로(EPA, 1993), 대상 식품의 사망자 수(또는 질병인 수)는 식품 내 위해물질별 위해도의 합으로 산출할 수 있다.

나. 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 비용이 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 경우부터 사망하는 경우를 모두 포함한다. 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, 어린아이가 질병에 걸린 경우 병간호에 투입된 보호자의 시간도 생산성 감소분에 포함

된다. 질병으로 사망하거나 일을 할 수 없게 된 경우의 생산성 감소분에 대한 추정
 잔존생애기간의 기대소득(또는 가정주부활동)의 현재가치로 추정할 수 있다. 생산성
 감소액 추정에는 Landefeld and Seskin(1982)의 생애 가치(VOSL: Value of Statistical
 Life) 추정방법이 주로 적용된다. 위험회피도는 소득원이었던 가구원의 사망에 의한 잠
 재 손실에 대해 해당가구의 지불의사금액 수준을 나타내는 지표이다.⁵

역학조사비용 및 행정비용에는 관련 질병발생의 조사, 분석비 등이 포함된다. 교통비

표 4. 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
교통비용	-
여가비용 (입원환자에 한함)	가구당 여가활용비 지출 1일 여가비용 평균입원일수

자료: 박경진 외, 「식품원인질병의 사회적, 경제적 손실비용의 측정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실
 평가」, 2001.

⁵ 생애가치: $VOSL = \left[\sum_{t=0}^T \frac{Y_t}{(1+r)^t} \right] \alpha$

Y_t : 과세부와 후 노동 또는 비노동소득, r : 위험감소활동에 대한 투자의 기회비용
 α : 위험회피도, T : 잔존 생애기간

용은 환자 및 환자가족이 겪을 수 있는 심리적, 육체적 고통비용을 의미한다. 환자와 가족이 겪는 슬픔, 고통, 외로움 등이 포함된다. 고통비용은 경제적 가치로 환산하기가 어려워서 실제 비용추계에 포함되는 경우는 거의 없다. 여가비용은 환자나 가족이 질병으로 여가를 활용하지 못한다는 측면을 고려한 여가활동에 대한 기회비용으로 이해할 수 있다. 질병비용 추정 시 고려해야 할 항목은 매우 다양하기 때문에 비용추계를 위해서는 구체적인 세부 통계자료가 필요하여 자료를 이용할 때 제약이 따른다는 한계가 있다. 따라서 자료의 제약상 대부분 의료비 지출과 환자의 노동력 상실 감소액 위주로 추정되고 있다.⁶

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

3.1.3. 지불의사추정법에 의한 경제적 편익 계측

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), 헤도닉 분석(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 부담스러워 조사결과의 편기가 발생할 수 있다. 헤도닉 분석을 적용하기 위해서는 위해물질 관리에 의한 안전성 증가부분이 여러 가지 조합으로 재화가격에 반영된 자료가 뒷받침되어야 하는데, 실제로는 자료가 뒷받침되기 어려운 한계가 있다. 실험적 경매법의 경우는 소비자가 실제 지불하는 상황을 현실적으로 반영함으로써 설문조사과정에서 발생할 수 있는 편기를 감소시킬 수 있다는 장점이 있으나, 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있으며 충분한 표본을 확보하지 못하면 이에 따른 표본추출상의 편기가 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 등

⁶ 질병비용추계항목에 대해서는 Buzby, J.C. et. al(1996), pp.8~9 참조

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 따라 응답자의 진실한 지불의사금액을 왜곡시키는 가설적 편의(Hypothetical Bias), 전략적 편의(Strategic Bias), 출발점 편의(Starting Point Bias), 지불수단 편의(Payment Vehicle Bias), 정보편의(Information Bias) 등 여러 가지 편이문제가 발생할 수 있다는 점이 여러 연구에서 제기되었다. 이러한 여러 가지 편이문제를 감소시키기 위해 다양한 모형 설정 및 질문방식 등이 시도되어 왔다. 소비자의 지불의사를 추정하는 모형에는 로짓모형, 토빗모형, 턴불(Turnbull)모형, 스파이크(Spike)모형 등이 있다.

3.2. 식품 위해물질 관리의 사회적 비용 추정

식품 위해물질 관리의 사회적 비용 계측 모형에는 회계학적 접근법, 경제공학적 접근법, 계량경제학적 접근법, 품질조정비용함수 등이 있으며, 회계학적 접근법이 가장 적용하기 쉽고 활용가능성이 높은 것으로 평가되고 있다.⁷ 회계학적 측면에서 식품 위해물질 관리에 따른 사회적 비용이란 위해물질 제어 비용으로, 위해물질 관리에서 발생된 모든 기회비용의 총합을 의미한다. 식품 위해물질 관리의 사회적 비용은 일반적으로 관리에 따른 부(-)의 파급영향이나 관리에 따른 비용 발생으로부터 추계할 수 있다. 기본적으로는 회계학적 접근법이 적용되기 쉬우며, 더 세부적인 자료가 요구되는 경제공학적 접근, 계량경제학적 접근법, 품질조정비용함수의 경우는 특정 사례 분석에 국한된다.

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. 새로운 제도 또는 기술 도입에 따른 사회적 비용에는 도입 업체의 추가발생 비용과 도입 제도 마련에 소요된 정부부담비용 등이 포함된다. 예를 들어 식품 위생관리를 위해 HACCP제도를 도입할 경우 사회적 비용은 관련 공무원 인건비 및 행정업무 비용 등의 정부부담비용과 도입 비용과 운용비용 등의 민간부담비용을 합계해서 산출할 수 있다.

⁷ 이계임, 김성훈, 이문호(2007) 참조

표 5. 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

3.3. 식품 위해물질 관리의 경제성 평가

식품 위해물질 관리는 비용과 편익을 발생시키며, 위해물질 관리의 의사결정 기준은 편익과 비용의 차이를 극대화하는 것이다. 사회적 순편익 규모를 예측함으로써 정책의 당위성을 판단하거나, 사업의 우선순위를 결정할 수 있다. 사회적 비용과 편익을 비교하는 방법으로는 순현재가치, 비용-편익 비율, 내부수익률 등이 사용된다.⁸

정책 수행에 따른 비용과 편익은 한 시점에서 발생하기보다는 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 다년간의 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 할인율은 사회적 시간 선호율, 개인의 소비이자율, 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 파악

⁸ 이계임, 김성훈, 이문호(2007) 참조

할 수 없기 때문에 정책 평가 해석에 위험성이 존재한다. 비용-편익분석에서 발생하는 불확실성을 줄이거나 반영하여 의사결정을 하기 위해서는 불확실한 변수들에 대한 다양한 가정을 적용하여 정책 시나리오에 따른 민감도를 분석해야 한다. 발생 가능한 대안이 더 명확할 경우에는 발생 확률별로 구체적인 대안을 설정하여 위험의 정도를 평가하고 기대편익을 산출할 수 있다.

4. 단체급식 HACCP 사례의 비용편익 분석

식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익과 비용을 실증적으로 분석하기 위해 단체급식의 HACCP 관리정책 사례에 대해 비용편익분석을 실시하였다. 이 정책은, 매년 발생하는 학교급식의 식중독 사고 등으로 인해 사회적인 관심사가 높고, 관련 연구 및 자료 수집이 용이한 장점이 있다. 단체급식 HACCP는 미생물적 식품 위해요인 중에서 대표적인 경우로 해당 카테고리에서의 높은 대표성을 지닌다.

4.1. 질병비용추정법에 의한 편익추정

4.1.1. 인체위해도 평가

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* 등이었다.

식품별 식중독 원인균의 오염수준과 국민 1인당 하루 평균 식품 섭취량을 조사한 자료를 이용하여 식중독 원인균의 국민 1인당 일일 노출수준을 추정하였으며, 외국의 양-반응 연구결과를 적용하여 식품군별 식중독균의 1인당 1일 위해성을 산출하였다. 어패류에서의 *Vibrio parahaemolyticus*가 1천 명당 1.53명, 곡류에서의 *Vibrio parahaemolyticus*가 1만 명당 1.06명, 곡류에서 *Salmonella* spp가 1십만 명당 2.81명의 순으로 높게 나타났다. 한사람이 하루에 식중독을 일으킬 수 있는 확률은 천 명당 1.7명(1.70E-03)이었으며, 식품군별로는 어패류, 곡류, 육류의 확률이 높은 것으로 나타났다.

표 6. 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
식 물 성	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
	조미료류	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	식물성유지	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	기타	0	0	5.72E-10	0	0	0	0	0	5.72E-10
동 물 성	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
	유류	0	0	0	0	0	0	6.78E-07	0	6.78E-07
	동물성유지	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 손실편가」, 2001

비용 산출을 위해 추정된 식중독 발생환자 수로부터 각 원인균별 입원환자, 외래환자, 감염환자로 구분하여 환자 수를 추정하였다. 추정 감염자 수 중에 발병률 자료를 이용해 환자 수를 산출하고, 입원율을 이용해 다시 입원환자 수를 산출하였다. 환자 수는 식중독 발병률이 2001년과 같은 수준이라는 가정 하에서 산출하였고, 입원환자 수는 우선 국민건강보험공단에 보고된 원인질병별 총 환자 수와 입원환자 수를 이용해 입원율을 구하여 적용하였다.

표 7. 식중독 원인균별 환자 구분

단위: 명

식중독균	추정 감염자 수	발병률	전체환자 수	입원율	입원환자 수
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

이 연구에서는 식중독 환자 수를 추정할 때 4개균의 감염형 식중독 원인균과 2개균의 독소형 식중독 원인균에 대한 분석만을 실시하였다. 현실적으로 볼 때, 실제 식중독의 원인은 바이러스 이외에 다른 세균성 식중독 원인균도 존재하지만, 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 환자 수의 비율을 적용하여 전체 식중독 환자 수를 추계하였다.

국내에서 연간 발생하는 식중독 환자 수는 총 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. 사망자 수는 비교적 정확한 통계가 집계되었다는 가정 하에 실제 자료를 투입하거나, 식중독균에 의한 사망률과 추정환산율을 적용하여 추산할 수 있다. 이계임 외(2002)에서는 살모넬라 경우의 사망률(Ryan(1987), Buzby(1996))을 적용하고 기존 추정환산율 가운데 최저치인 20배를 적용하여 사망자 수를 산출한 바 있다. 2005년에는 식중독으로 인한 사망자 수가 보고되지 않았으므로 사망자 수를 0~10명을 가정하였다.

표 8. 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 환자 수의 비중 22.8% 적용해서 전체환자를 추정, 6개 식중독 원인균의 전체환자 중 외래환자와 입원환자의 비율을 바이러스 및 기타 다른세균성 식중독 원인균에 따른 외래환자와 입원환자에 적용해서 추정

4.1.2. 식중독 발생에 따른 손실비용 추정

질병비용추정법을 적용하기 위해 추정된 식중독 환자 수를 이용하여 의료비용, 생산성 손실비용, 역학조사비용, 행정비용, 고통비용, 여가비용 등의 비용항목을 고려하여 단체급식 식중독 발생의 손실비용을 추정하였다.

표 9. 식중독으로 인한 사회적 손실비용

단위: 원, 백만 원

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	물가상승률 3%적용	182
	출장비		
	분석비		
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.

의료비의 산정은 2004년 건강보험통계연보의 입원환자와 외래환자구분을 참조하였으며 총 발생환자를 원인군에 따라 사망자, 입원 환자군, 외래 환자군으로 구분하여 적용하였다. 생산성 손실비용은 입원 환자군과 외래 환자군으로 나누었으며 식중독으로

조기 사망하였을 경우도 고려하여 추계하였다. 식중독에 걸린 경우 식중독으로 인한 기회비용은 2005년 노동통계연감의 월평균 노동비용과 2004년 건강보험통계연보의 평균진료일수를 외래 환자군과 입원 환자군으로 각각 적용하여 산출하였다. 조기 사망으로 인한 사망자 손실비용은 식중독으로 인해 사망할 가능성이 높은 계층이 주로 노년층이라는 점을 감안하여 55세에서 59세 사이의 연령층만을 고려할 수 있다. 활동기간을 5년으로 가정하여 잔존생애가치의 기대소득으로 추정될 수 있다. 사망자수를 0~10명으로 가정하여 할인율 4%(2005년 1년 만기 정기적금 이자율), 평균 노동생산성 증가율 1%, 위험회피도 1.6을 적용하여 비용을 계산하였다. 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 박경진 외(2001)의 자료에 물가상승률을 적용하여 산출하였다. 식중독으로 인한 고통비용을 경제적 가치로 환산하기에는 충분한 자료가 없기 때문에 이 연구에서는 생략하였다.

여가비용은 입원을 함으로써 상대적으로 포기해야 하는 여가에 대한 비용으로 입원 환자에 한해서 산출하였다. 가구당 여가활용비 지출은 2004년 한국의 사회지표에 제공된 자료를 사용하였고, 1일 여가비용과 평균 입원일 수를 적용하여 산출하였다.

실제 추정된 환자 수를 손실비용 측정방법에 적용하여 산출한 식중독의 사회적 손실비용은 약 1조 6천억원으로 추정되었으며, 그중 생산성 손실비용이 1조 2천억원으로 74.6%, 다음으로 의료비용 24.8%(4천 2백억원), 역학조사비용 0.01%, 여가비용 0.6%로 나타났다. 단체급식으로 인한 사회적 손실비용은 식중독의 사회적 손실비용에 단체급식 식중독 비중을 적용하여 산출할 수 있다. 식중독으로 인한 사회적 총 손실비용이 15,817~15,877억원에 달하므로 단체급식에서 식중독의 비중을 65%로 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 수준이다.

4.2. 지불의사추정법에 의한 편익추정

가. 조사방법

지불의사추정법에 의한 식품 위해물질 관리정책의 사회적 편익 추정은 소비자를 대

상으로 한 설문조사를 통해 관리정책으로 높아진 식품 안전성을 위한 대가로 얼마를 지불할지를 계측하는 것이다. 서울시내 거주 소비자 405명을 대상으로 식품 위해물질에 대한 소비자의 일반적 인식과 단체급식 HACCP관리로 각각 높아지는 식품 안전성에 대한 추가 지불금액을 다양한 설문 기법을 통해 조사하였다. 특히 일반 소비자들이 식품 안전성과 위해도에 대한 전문지식이 부족하다는 점을 감안하여, 구체적인 질문에 들어가기에 앞서 다양한 방법으로 단체급식 HACCP 관리로 감소하는 식중독 등에 대한 정보를 제공하였다.⁹

나. 단체급식 HACCP 관리에 대한 지불의향가격 추정

단체급식 HACCP 관리에 대한 지불의향가격을 추정하기 위해 설문조사법을 통해 소비자들의 지불의향을 조사·분석하였다. 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 이중선택형 질문을 병행하여 사용하였다. 소비자의 추가지불의사에 대한 이중선택형 설문조사 결과를 이용하여 소비자 지불의사금액을 추정하기 위해서는 선형로짓모형과 턴불(Turnbull)모형을 적용하였다.¹⁰

선형로짓모형 추정 결과 학교급식과 직장급식 모두 HACCP 도입에 따른 추가지불 가격수준이 증가할수록 급식비를 추가적으로 지불할 의사가 감소하는 것으로 나타났다. 학교급식의 HACCP 도입 시 추가지불의사는 응답자의 소득, 학력, 성별 등에 영향을 받지 않았지만, 응답자의 연령수준에 대해서만 유의적으로 반응하였다. 연령이 높을수록 HACCP 도입 시 추가지불의사가 높은 것으로 분석되었다. 직장급식의 HACCP 도입 시 추가지불의사는 응답자의 소득, 연령, 맞벌이 여부에 따라서 영향을 받는 것으로 나타났다. 소비자의 소득수준과 연령계층이 높을수록 추가지불의사는 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 직장급식의 경우 맞벌이 변수가 영향을 미치고 있었다. 응답 소

⁹ 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 월소득 300만 원 미만인 110명(27.2%), 400만 원 미만인 139명(34.3%), 400만 원 이상은 156명(38.5%)으로 구분된다. 학력별로는 고졸 이하가 242명(59.8%), 대졸 이상이 163명(40.2%)이다.

¹⁰ Turnbull모형의 분석은 허주녕 외(2000)를 참조함.

비자가 맞벌이 가구의 가구원일 경우 그렇지 않은 가구에 비해 추가지불의사가 높은 것으로 나타났다.

표 10. 선형로짓 모형을 통한 HACCP의 WTP 추정 결과

변 수(Variables)	학교급식의 HACCP 도입	직장급식의 HACCP 도입
상수항(Intercept)	0.3668(0.54) ¹⁾	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)
배탈 경험 유무	$-0.37924 \times 10^{-1}(-0.097)$	0.32329(0.47)
맞벌이 여부	-	0.32998(2.0)**
Mcfadden R^2	0.121	0.174
% Right Predictions	0.72	0.75
N	806	806

1) t-값을 나타냄. * 10% 유의수준에서 유의함 ** 5% 유의수준에서 유의함

HACCP을 단체급식장에 도입할 경우 소비자가 지불하고자 하는 추가지불의사금액을 개방형 질문과 선형로짓 및 턴불(Turnbull) 모형을 적용하여 분석한 결과는 <표 10>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 11. HACCP 적용 단체급식의 추가 지불의사금액 추정치

단위: 원/배식

	개방형 질문	로짓모형			턴불(Turnbull) 모형
		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 턴불(Turnbull)모형 추정치의 평균값을 적용하였으며, 하루 급식량에 연간 급식일을 감안하여 연간 사회적 총지불의사금액을 추정하였다. 학교급식의 경

우 HACCP 도입에 따른 사회적 편익은 연간 7,371억원, 직장급식의 경우 4,306억원으로 나타났으며, 따라서 사회적 편익은 총 11,677억원으로 추정되었다.

표 12. 지불의사추정법에 의한 HACCP 적용 단체급식의 사회적 편익 추정치

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

4.3. 식품 위해물질 관리정책 사례의 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.

4.3.1. 단체급식 HACCP 도입 시 정부비용

HACCP 관련 업무를 담당하는 공무원은 식품의약품안전청의 본청에 10명이 있고, 각 지방청에서는 비전담요원이 연1회 관내 HACCP 적용업소에 대한 사후관리 업무를 수행하고 있다. 따라서 본청 전담직원 인적비용을 중심으로 HACCP 도입에 따른 정부 인건비를 산출하면 연간 약 3억9천만 원 정도로 추정된다. HACCP 업무관련 정부의 행정비용은 2006년 기준시 약 11억3천만 원이 소요된 것으로 조사되었다. 항목별로는 컨설팅비용이 4억으로 가장 크고, 홍보 관련 업무 2억5천만 원, 기술지원 약 2억 원 수준이다<표 13>. 따라서 2006년 기준 HACCP 운영에 따른 정부비용은 인건비 및 행정비용을 포함하여 15억 2천만 원이 소요된 것으로 추정된다. 또한 이 연구에서 대상으로 하고 있는 단체급식 HACCP업체는 전체 HACCP 업체수의 약 17.2%를 점하고 있으므로, 이러한 비중을 감안한 단체급식업체의 HACCP 관련 정부비용 연간 추정치는 약 2억6천1백만 원에 달할 것으로 예측할 수 있다.¹¹

¹¹ 우리나라 HACCP 업체의 규모가 같다고 가정함.

표 13. 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

4.3.2. 단체급식 HACCP 도입 시 업체비용

우리나라 단체급식업체 중 HACCP 도입을 완료한 39개 중 23개(대기업 업체가 17개와 중소기업 및 학교급식업체 6개)를 대상으로 HACCP의 도입 및 운영비용을 조사하였다. 단체급식업체 HACCP 도입비용은 대기업이 사업장당 5억 4천여만 원, 중소기업 및 학교급식업체가 사업장당 1억 2천여만 원으로 추정되었다. 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장 수를 근거로 가중평균하여 산출한 평균 업체비용은 1억7천여만 원에 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 구입비나 기타 자본재 구입 비용은 도입년도에 일시적으로 발생되고, 일정한 감가상각기간 동안 사용한 후 폐기된다. 따라서 설비 등의 감가상각에 따른 비용 흐름을 감안하여 전체 비용이 계측되어야 한다. HACCP을 위한 정부비용이 연간 약 2억6천1백만원씩 동일하게 투입된다는 가정 하에 사회적인 총비용의 흐름을 계산하고, 단체급식 HACCP 도입을 위한 각종 설비 등을 10년의 감가상각 기간 동안 운영한다고 가정하여 5% 할인율을 가정하여 현재가치로 환산한 비용은 <표 15>와 같다.¹²

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 비용평가 시, 현재가치법(Present Value)을 사용하게 되는 데, 구체적인 식은 다음과 같음.

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

표 14. 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 비 용		54,190.8	12,552.5	16,924.0

1) 대기업 급식업체와 중소기업 및 학교 급식업체의 사업장 수에 근거한 가중평균치.

HACCP 도입 시 소요되는 연간 비용은 대기업 규모일 경우 연간 약 2억 원, 중소기업 및 학교급식업체일 경우 연간 약 3천8백만 원으로 추정되었다. 또한 급식장의 배식 규모를 감안하여 배식당 비용으로 환산하여 비교하면 대기업의 경우 배식당 151원, 중소기업 및 학교급식업체는 배식당 204원으로 나타났다. 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 있다.

표 15. 현재가치화된 HACCP 도입 및 운영비용

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

4.3.3. 단체급식업체 HACCP 도입의 사회적 비용

현재가치화된 HACCP 도입 및 운용비용을 이용하여 사회적 총 비용을 추정할 수 있다. 사회적 비용을 추정하기 위해서는 우리나라 대기업과 중소기업 및 학교급식업체의 급식장 수와 급식인원 수 그리고, 급식일 수 등의 자료가 필요하다.¹³ 대기업 급식업체는 통상적으로 300인 이상 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 급식 실적 자료를 적용하였다. 학교급식은 10,780 개교에서 7,352,000 명의 학생과 교직원을 대상으로 급식을 실시하고 있는 것으로 보고되었다. 중소기업의 급식장과 급식대상인원에 대해 150인 이상의 사업장은 관계법령과 통계청 전국사업체 기초조사 자료에 기초하여 9,400여곳, 151만여명으로 추정하였다. 급식일 수는 일반 사업체에서는 240일로 가정하고, 학교는 180일로 상정한다. 배식 횟수는 관련 자료가 없기 때문에 하루 한번 배식하는 것으로 가정하였다. HACCP를 전체 단체급식장에 도입 및 운영할 경우 발생하는 사회적 총 비용을 추정하면 연간 약 4,089억 원에 달하였다.

표 16. 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
사회적비용합계	4,089억원	

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), 냉동수산물(어류, 연체류, 조미가공품), 냉동식품(피자류, 만두류, 면류), 빙과류, 비가열음료, 레토르트식품 등 6개 품목)이 아니기 때문임.

4.4. 단체급식 HACCP 사례의 경제성 평가

단체급식 HACCP 시행의 경우, 사회적 비용은 4,089억원으로 사회적 편익 추정치인 10,281~11,677억원에 비해 적게 추정되었다. 이는 정책으로 발생하는 비용보다 정책의 효과가 더 크다는 것을 의미하므로, 사례 정책의 시행 타당성을 지지하는 분석 결과로 해석할 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 평가했다는 사실을 반영한 것으로 보인다. 또한 식중독에 걸리더라도 주로 배탈정도의 경미한 증상을 경험한 소비자들이 식중독의 위해도를 낮게 평가하는 측면도 작용했을 것으로 해석할 수 있다.

표 17. 단체급식 HACCP 시행으로 인한 경제성 분석

단위: 억원/연

구분	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.

또한 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 추정할 수 있다. 한편 단체급식 HACCP 시행으로 발생하는 사회적 편익의 순현재가치는 총 5조에서 6조에 달한다.

표 18. 단체급식 HACCP 시행에 대한 편익-비용 분석 결과

구분	분석 결과	
	질병비용 추정법	지불의사추정법
비용-편익비율	2.51~2.52	2.86
순현재가치	5,020,363~5,051,984 백만 원	6,152,215 백만 원

5. 결론

식품 위해물질의 경제성 평가는 위해성 평가 결과에 근거하여 비용 편익분석을 통해 위해물질 관리의 경제성을 분석하는 단계이다. 식품 위해물질 관리에 대한 경제성 평가모형은 우선 대상 위해물질의 이론적인 환자 수 추정이 가능한가 여부에서 출발한다. 위해물질이 화학적 발암물질 또는 미생물학적 급성물질에 해당하고, 위해성 평가가 상당 수준 추진되어 관련 자료가 뒷받침될 경우 질병비용추정법에 의한 편익추정이 가능하다. 따라서 이 경우 질병비용추정법에 의한 추정치와 지불의사추정법에 의한 추정치를 이용하여 편익을 산출할 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 정책 개발이 가능하며, 정책추진여부와 정책추진의 우선순위는 비용-편익분석결과를 참조로 결정된다.

위해물질 관리의 경제성 평가결과, 비용이 편익보다 큰 경우 해당 관리정책을 재검토하거나 보류해야 하며, 편익이 비용보다 큰 경우 해당 관리정책들 중 비용대비 편익이 큰 정책들을 우선적으로 시행하도록 하는 등 우선순위 선정을 위한 자료로 활용될 수 있다. 즉, 식품 위해관리정책의 당위성을 뒷받침하거나, 관리정책의 효율적인 운영을 위한 기초자료로 이용할 수 있으며, 정책 입안 시 효과적 합의 도출 역할을 할 수 있다.

단체급식장의 HACCP 추진정책에 대한 경제성 평가 결과, 두 가지 방법에 의한 편익 추정치가 비용추정치에 비해 모두 크게 산출되었다. 지불의사추정법 추정치가 질병비용추정법 추정치보다 크게 추정되는 것이 일반적인 현상인데, 이번 사례에서는 질병비용추정법 추정치가 지불의향 추정치보다 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상은 분석자료 미비로 질병비용추정시 일부 항목이 과대평가될 가능성이 있으며¹⁴, 소비자의 HACCP에 대한 신뢰도가 낮고, 식중독 위해수준에 대한 소비자의 우려가 크지 않기 때문으로 해석할 수 있다. 질병비용법에 의한 경제성 평가가 활성화되려면 우선적으로 위해성 평가 자료가 충분히 뒷받침되어야 한다. 신종위해물질을 포함하여 상당수의 위해물질에

¹⁴ *Vibrio parahaemolyticus*의 경우 실제로 보고된 식중독 환자수의 30,000배에 해당되어 과대평가된 것으로 평가된다

대한 독성연구가 추진되어야 하며, 모니터링의 경우 다양한 섭취형태를 고려하고 구체적인 집단을 대상으로 한 자료가 필요하다. 특히 인체위해도 산출을 위한 식품 위해성의 인체영향 관련 연구가 크게 부족한 상황이므로 한국인의 용량-반응 인체자료와 역학자료 등 기초연구가 추진되어야 할 것이다.

또한 지불의사추정법에 의한 평가가 활용될 수 있으려면 식품 위해도에 대한 교육과 식품위해관리정책의 홍보 등을 통해 소비자에게 정확한 정보를 제공할 필요가 있다. 전문 소비자 패널의 운영 등을 통해 소비자 의식조사를 정기·수시로 실시하며, 장기적인 소비자 신뢰구축을 위해 신속한 정보전달과 공유체제를 구축하는 방안들이 추진되어야 한다.

참고 문헌

- 국민건강보험공단. 2004. 「건강보험통계연보」
- 곽창근 외. 2001. 「도축장 HACCP 제도 시행의 사회적 비용-편익 분석에 관한 연구」. 농림부.
- 김태균, 홍나경. 2005. “식품안전성의 속성별 지불의사금액 추정: 사과를 중심으로.” 「농업경제연구」. 제46권 2호.
- 노동부. 2005. 「노동통계연감」
- 박경진 외. 2001. 「식품원인질병의 사회적, 경제적 손실비용의 추정모델개발과 식중독 사고에 의한 손실평가」. 식품의약품안전청.
- 신승열. 1996. “축산식품의 안전성에 관한 경제성 분석.” 「축산기술과 산업」. Vol. 4. No. 2.
- 식품의약품안전청. 2006. 「2006년 위해분석 업무편람」.
- 식품의약품안전청. 각연도. 「식품의약품 통계연보」
- 신효선 외. 2002. 「식품중 각종 위해 요인의 위해성 평가와 관리방안 수립에 관한 연구」. 보건복지부.
- 신혜승. 2004. “식품속에 함유된 화학적 위해 물질.” 「식품기술」. 제17권 2호.
- 이계임, 최지현. 2002. “도축장 HACCP 추진의 편익 분석.” 「농촌경제」. 제25권 2호.
- 이계임, 김성훈, 이문호. 2007. 「식품중 위해물질의 위해관리를 위한 Risk/Benefit 분석 Model 개발」. 식품의약품안전청.
- 이서래. 1992. “식품의 안전성: 현황과 과제.” 「인제식품과학FORUM논총」. 인제대식품과학연구소.
- 통계청. 2004. 「한국의 사회지표」
- 허주녕 외. 2000. “Logit 및 Turnbull 모형을 이용한 복숭아 품질인증의 소비자 가치평가.” 「농업경영정책연구」. Vol. 27. No. 3.
- 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.

Golan, E. et al. 2004. Traceability in th U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies. USDA/ERS.

Unnevehr, L. 2003. *Cost and Benefits of Food Safety Regulations*. OECD.

원고 접수일: 2007년 6월 4일
원고 심사일: 2007년 6월 15일
심사 완료일: 2007년 9월 15일