

# 食品의 汚染과 危害評價

李 瑞 來\*

## Food Contamination and Risk Assessment

Su-Rae Lee

### 1. 안전성의 철학

본래 농수산업이란 식량의 생산수단으로 시작되었으며 인구증가에 따른 적절한 식품을 공급하기 위해 모든 수단을 구사하여 왔다. 그러나 산업화과정에서 인구의 도시집중 및 공업화는 환경오염을 거쳐 식품오염을 초래하게 되었고 건강에 대한 소비자의 무한한 욕구와 맞물려 식품의 안전성 확보가 새로운 관심사로 대두되기에 이르렀다.

모든 인간활동이나 문명의 이기(利器) 뒤에는 위험이 뒤따르게 마련이다. 어떤 조건하에서 바람직하지 않은 부작용이 일어날 수 있는 확률을 위험이라 하며 위험이 하나도 없는 것(zero risk)을 안전하다고 한다. 그러나 위험과 안전은 연속선상에 있는 것이기 때문에 우리는 “위험이 얼마나 적어야만 안전하다고 생각하여 받아들일 것인가?” 하는 어려운 질문에 봉착하게 된다.

현대생활에서 위험이 하나도 없는 절대적 안전성(absolute safety)을 기대하기는 어렵다. 따라서 최근

의 개념으로 안전성이란 어떤 물질이나 행동이 위험하지만 그 위험이 무시될 수 있거나 또는 이득이 매우 크기 때문에 받아들일 수 있는 위험(acceptable risk)을 의미하게 되었다. 그러나 acceptable risk를 결정하는 것은 매우 어려운 일이다. 왜냐하면 개인 또는 사회적 입장에서 가치기준에는 차이가 있게 마련이고 어느 경우이건, 즉 위험한 것과 안전한 것 사이에 선을 어떻게 긋건 얻는자와 잃는자가 있기 때문이다.

위험한 물질이나 행동을 받아들이기 위해서 관례적으로 사용되어온 방법들을 보면 안전계수법(safety factor approach), 상대적 위험율(relative risk rate)의 비교, 무시되는 위험(*de minimus* risk) 수준의 설정, 위해성-유익성 분석(risk-benefit analysis), 또는 경비-편익 분석(cost-benefit analysis) 등이 있다. 어느 방법이건 장단점이 있어 논란의 대상이 되고 있으며 합리적인 결정을 위한 노력이 계속 요구되고 있는 것이다.

\*이화여자대학교 식품영양학과

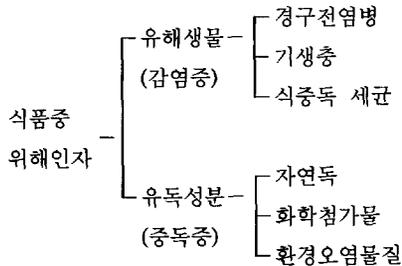
Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University, Seoul 120-750, Korea

본 논문은 1993년 6월 17-18일 제주대학교에서 개최된 한국농화학회, 한국토양비료학회, 한국환경농학회 공동주최 학술발표회에서 초청강연으로 발표된 것임.

## 2. 식품중의 위해인자와 법적규제

### 1) 식품중의 위해인자(危害因子)

식품의 섭취와 관련하여 일어나는 건강위해는 감염증(infection)과 중독증(intoxication)의 두가지로 나눌 수 있다. 감염이란 유해한 생물이 인체내로 들어와 번식함으로써 부작용을 가져오는 병이며 경구전염병, 기생충, 세균성 식중독 등의 생물적 요인이 이에 속한다. 한편 중독증이란 유독물질이 체내에 들어와 급성 또는 만성적으로 부작용을 일으키는 증상으로서 자연독, 화학첨가물, 환경오염물질 등의 화학성분에 의하여 일어난다.



우리 인류는 지나간 오랜기간을 통하여 유해물질이나 자연독에 의하여 많은 인명피해를 받아왔다. 그리하여 이들의 원인, 감염경로나 예방에 대한 지식과 경험 그리고 규제조치가 충분히 축적되어 있다고 생각한다. 그러나 최근에는 산업화에 따른 화학물질의 사용량이 급증하였고 다른 한편 새로운 분석기술과 간편한 독성시험법이 개발됨에 따라 화학물질에 의한 피해의식이 필요이상으로 높아져 식품공해(食品公害)의 회오리에 휘말리고 있는 것이다.

### 2) 안전성의 법적 규제

식생활에서 오는 위험을 줄이기 위하여 우리는 여러가지 관습과 법규를 만들어 왔다. 식품을 자급(自給)하던 농경사회에서는 오랜 기간의 경험과 많은 희생자를 댓가로 하여 위험한 것과 안전한 식품을 구별하는 식생활 관습을 형성하여 왔다. 그러나 산업사회로 전환되면서 식품의 대량생산 및 유통과정이 성립되었고 타급(他給)되는 식품의 안전성을 확보하

기 위한 법적 규제의 필요성이 대두되었다. 이를 달성하기 위해 유독성분의 분석과 독성시험을 통하여 그로 인한 위해성을 평가하고 필요한 법적 조치를 취하는 예방적 방법이 나오게 된 것이다.

유독성분의 법적 규제에서 재래적으로 사용되어온 방법은 안전계수법(safety factor approach)이다. 이 방법에서는 우선 동물실험에 의하여 어떤 화학물질의 해가 나타나지 않는 수준인 무작용량(無作用量)을 구한다. 이 값을 안전계수(보통 100)로 나누어 인체 허용 1일섭취량(ADI, acceptable daily intake for man; 체중 1kg당 mg수로 표현)을 계산한다. ADI란 "사람이 일생동안 섭취하였을 때 현재까지 알려진 사실에 근거하여 바람직하지 않은 영향이 나타나지 않을 것으로 예상되는 화학물질의 1일 섭취량"으로서 국제기구인 FAO/WHO에서 설정하게 된다.

이와같이 설정된 ADI 값에 해당되는 국민의 평균체중을 곱하고 해당성분의 오염이 예상되는 식품의 1인당 1일 소비량으로 나누어 이론치를 계산한 다음 그 나라의 사회 경제적 사정을 감안하여 식품중 유해물질의 잔류허용기준으로 설정하게 된다. 즉

$$\text{식품중 잔류허용기준} = \frac{\text{무작용량} \times \text{평균체중}}{\text{안전계수} \times \text{식품계수}}$$

화학물질중에서 발암성이 증명된 것은 무조건 유해한 것으로 간주하여 미국의 그 유명한 델라니 조항(Delaney clause, 1958년)에 의하여 영 허용량(zero tolerance)이 설정됨으로써 식품에서는 그들의 사용이 금지되었다. 그리하여 최근까지 사용되어온 안전계수법은 절대적 안전성을 법적규제의 기본정신으로 삼아온 것이다. 그러나 시험방법이 고도로 발전됨에 따라 극미량으로 존재하는 발암성 물질의 검출이 가능해졌고 다른 한편 우리들이 매일같이 접하고 있는 여러가지 식품과 환경인자중에도 발암성물질이 존재한다는 것이 알려짐에 따라 델라니 조항의 적용은 현실적으로 큰 문제점에 봉착하게 된 것이다.

여기에서 발암성물질의 규제를 위하여 이른바 정량적 위해평가(quantitative risk assessment)의 기법이 1970년대에 들어와 새로이 개발되었다. 이 방법

에서는 현실적인 식품섭취 수준에서 유독성분에 의하여 암이 일어날 수 있는 확률을 계산한다. 그 결과 일생동안 해당물질의 섭취를 통하여  $10^{-6}$ (100만명중 1명)의 확률로 암에 걸리는 정도라면 이것을 무시되는 위험(*de minimus risk*)으로 간주한다는 것이다. 이러한 분석자료에 근거하여 미국을 비롯한 많은 나라에서는 현재 식품첨가물, 잔류농약, 환경오염물질 등의 법적규제를 실시하고 있다. 결국 발암성물질이라도 그 위험이 무시되는 섭취수준이라면 허용해야 되므로 미국에서는 식품의 안전성 규제에 있어서 델라나 조항을 폐기해야 되는 정치적인 딜레마에 빠져있는 것이다.

### 3. 국내식품의 안전성 평가

식품중의 오염물질에 의하여 사람들이 받게 될 피해가능성을 평가하기 위해서는 먼저 개별 식품중의 잔류수준을 분석하고 이 값을 법적인 허용기준과 비교하여 오염여부를 판정해야 된다. 다른 한편 식이섭취 총량조사(*total diet study*)를 실시하여 국민들의 일상식품으로부터 섭취하게 되는 유해성분의 섭취총량을 파악하고 이것을 국제기구인 FAO/WHO가 권고한 인체허용 1일 섭취량(ADI)과 비교하여 관심있는 인구집단에 대한 위해 여부를 평가하는 것이 바람직하다.

여기에서는 국내의 많은 연구자들이 발표한 잔류

농약, 중금속, 식품첨가물에 대한 분석자료를 이용하여 한국인에 대한 위해성을 평가해보았다. 한편 식품 오염물질인 *mycotoxin*, 방사성물질, PCB, 가축용약품, 포장재료 등에 의한 문제가 가끔 제기되고 있으나 조사자료가 충분하지 못하여 그들의 위해성 여부를 평가하기는 매우 곤란하였다.

#### 1) 잔류농약 (*pesticide residues*)

국내에서 잔류농약의 허용기준은 환경처(1981, 1987)와 보건사회부(1988, 1990, 1991)에서 각각 설정하였는 바 설정당시 제시된 자료중에서 기준이 초과된 예를 흔히 볼 수 있었다. 허용기준이 설정되기 이전에 초과된 경우는 규제조치에 저촉되지 않았지만 허용기준이 설정된 이후에도 표 1에서와 같이 상당수의 시료에서 기준을 초과하는 예가 발표되고 있다.

우리나라에서 잔류농약의 식이섭취량을 평가한 예로는 유기염소계 살충체에 관한 것이 있다. 즉 1970년대에 걸쳐 한국성인 1인당 1일 유기염소계의 평균섭취량을 보면 표 2와 같이 20.4  $\mu\text{g}$ 으로 나타났다. 이러한 수준은 농약을 적게 쓰는 나라로 알려진 미국(48.6  $\mu\text{g}$ )이나 영국(53.4  $\mu\text{g}$ )에서의 섭취량의 1/2에 불과한 양이며 가장 많이 쓰는 나라인 일본(108  $\mu\text{g}$ )의 1/5에 지나지 않았다. 또한 FAO/WHO에서 권고한 ADI값에 비하여 훨씬 낮은 수준인 1~5%에 불과하였다. 따라서 유기염소계 살충제의 사용을 금지하게 된 1979년 이전에 한국인에 의한 이들 농약의

표 1. 잔류농약의 허용기준 초과 예 (1981~90년; 환경처)

농약성분	농작물	기준치(ppm)	초과치(ppm)	초과빈도(시료당)
BHC	마늘	0.1	0.8	12 / 86
Heptachlor	채소	0.02	0.07	7 / 106
Aldrin, dieldrin	마늘	0.005	0.06	17 / 86
Diazinon	과일채소	0.1	0.4	13 / 159
EPN	과일	0.1	0.3	6 / 40
	채소	0.2	0.3	1 / 13
Fenitrothion	사과	0.2	0.5	3 / 9
Fenthion	농산물	0.05	0.4	21 / 223
Carbaryl	과일채소	0.5	0.9	8 / 329
Benomyl	밀(수입)	0.05	0.14	1 / 6

표 2. 유기염소계 농약의 위해성 평가 (1971~79년)

농약성분	ADI ( $\mu\text{g}/60\text{kg BW}$ )	섭취총량 ( $\mu\text{g}/\text{day}/\text{adult}$ )	섭취율 (% ADI)
총 BHC	3,000	13.8	0.5
총 DDT	300	2.5	0.8
Heptachlor	30	4.1	13.7
합 계	3,330	20.4	0.6/5.0

표 3. 유기인계 농약의 위해성 평가 (1986~90)

농약성분	ADI ( $\mu\text{g}/55\text{kg BW}$ )	섭취총량 ( $\mu\text{g}/\text{day}/\text{person}$ )	섭취율 (% ADI)
Chlorpyrifos	550	0.74	0.04
Diazinon	110	7.07	6.13
Dichlorvos	220	0.06	0.03
Dimethoate	550	1.30	0.23
EPN	275	4.95	1.46
Fenitrothion	275	8.57	3.32
Fenithion	55	3.20	5.78
Malathion	1,100	5.47	0.44
Parathion	275	0.74	0.28
Phenthoate	165	0.64	0.54
Trichlorfon	275	0.05	0.01
합 계	4,125	31.21	0.8/1.7

평균섭취량은 위험을 초래하기에 충분하지 않은 수준이었던 것으로 판단된다.

최근 우리나라는 유기수은계 및 유기염소계 농약의 사용량이 크게 감소한 반면 유기인계 및 carbamate계 농약의 소비가 급격하게 증가하고 있다. 따라서 1980년대 후반에 걸쳐 한국인에 의한 유기인계 살충제의 식이섭취량을 추정해보면 표 3과 같다. 여기에서 11개 성분의 국민 1인당 1일 섭취총량은 31.2  $\mu\text{g}$ 으로서 ADI값의 1~2%에 불과하였다. 그러나 많은 소비자들은 농약에 의한 식품오염을 매우 심각하게 받아들이고 있다. 더욱이 종양유발성 농약 (oncogenic pesticide)에 대해서는 소비자들의 반응이 매우 민감하다는 것을 명심해야 될 것이다. 따라서 사용량이 많은 유독성 농약의 식이섭취 총량을 평

가한 다음 건강에 대한 위해평가를 정량적으로 실시하여 잔류농약에 대한 필요이상의 불안감을 해소하는 동시에 농약의 안전사용에 만전을 기할 수 있어야 될 것이다.

특히 최근에 들어와 농산물의 수출입에서 잔류농약의 문제는 무역의 장애요인이 되고 있다. 1989년 겪었던 수입자몽에서의 알라(daminozide)사건과, 같은 해 수출된 배에서의 다코닐(daconil) 문제는 농약분석 결과를 신중하게 언급해야 되는 동시에 우리나라보다 검사기능이 앞선 선진국과의 무역에서는 현명하게 대처해야 된다는 좋은 교훈이었다. 다른 한편 1992년 수입된 고추에서 살충제(EPN, phenthoate)가 검출되었고 수입된 밀에서 다른 농약인 thiophanate-methyl이 검출된다고 하여(확인과정 필요) 통관이 불허되었는데 이러한 사건들은 식품위생 감시업무가 수입의 억제수단이 될 수도 있음을 말해주고 있다.

## 2) 중금속 (heavy metals)

중금속에 관한 조사보고서중에서 허용기준을 초과하는 사례가 얼마나 되는지 검토해 보는 것은 매우 흥미있는 일이다. 그러나 식품원료중 중금속의 기준은 특수한 경우에만 설정되어 있을 뿐 식품 전반에 대한 기준은 아직 설정되지 못하고 있다. 따라서 여기에서는 FAO/WHO에서 설정한 식이섭취 잠정 기준(provisional tolerated weekly intakes for man) 으로부터 ADI를 계산하고 모든 식품이 중금속으로 오염되었다는 가정하에 계산한 기준치 또는 외국에서의 기준을 참고하여 특정식품 또는 식품전반에 대한 오염 기준치를 설정하였다.

식품중 중금속에 관한 국내의 검색자료중에서 조사집단별로 나타난 최고치가 위와 같이 설정한 오염기준을 초과한 경우를 집계한 결과는 표 4와 같다. 오염기준을 초과하는 사례가 상당한 빈도로 나타나고 있는데 검사시료당 초과빈도는 이보다 훨씬 낮은 것이다. 식품중 중금속의 법적기준을 설정할 때는 초과빈도와 오염식품에 대한 대책 등을 감안하여 매우 신중하게 대처해야 될 것이다.

한국인에 의한 중금속의 섭취량을 평가하고자 1980년대에 들어와 5개 연구진에 의하여 시도된 바 있다. 연구자에 따라 조사방법이 서로 다르고 많은 차이를 보이고 있으나 여기에서는 편의상 5가지 보고를 단순하게 산술평균하였으며 FAO/WHO 기준인 ADI와 비교한 결과는 표 5와 같다. ADI에 대한 섭취총량의 비율은 중금속에 따라 조금씩 다르나 매우 높은 수준임을 알 수 있다. 중금속은 본래 자연부존량(賦存量)이 있기 때문에 전혀 섭취하지 않는다는 것은 불가능하겠지만 한국인이 상당한 수준의 중금속을 섭취하고 있음을 인식하고 이에 부응하는 대책을 수립해야 될 것이다.

이와 아울러 한국인이 매일 섭취하는 중금속이 어떤 식품군에서 유래되는지 규명할 필요가 있을 것이다. 1980~86년 사이에 발표된 신빙성이 있다고 판단되는 문헌치에 근거하여 평가한 결과를 보면 Cd은 곡물과 어패류가, Hg은 어패류가 주요 오염

원이 되며 Pb은 모든 식품군에 골고루 오염된 것이 아닌가 추정된다. 일반적으로 수은은 수산물 오염이 우려되고 있으며 한국인의 1인당 1일 어패류 소비량 75g을 기준으로 할 때 수은의 25%가 어패류에서 유래되며 더욱이 어촌에서 150g의 어패류를 소비한다고 가정하면 수은 섭취량의 50%가 수산물에서 유래될 수 있다는 계산이 나온다. 한국인에 대한 중금속의 위해성 여부와 관련하여 음료수 및 흡입에 의한 노출량 평가를 포함한 정밀조사가 이루어져야 할 것이다.

**3) 식품첨가물 (food additives)**

안전성이 의심나는 식품첨가물은 허용되는 대상 식품의 종류와 첨가량이 엄격하게 규제되고 있다. 화학적 합성품에 대하여 지금까지 발표된 보고서중에서 허용기준치를 초과한 예를 보면 표 6과 같다. 기준치를 초과한 제품이 발견되었을 때에는 곧 행정조치가 취해지지만 아황산염과 같이 수많은 영세 업체에서 불법적으로 사용하는 경우는 법적 규제가 매우 어려울 것으로 판단된다.

몇가지 식품첨가물에 대하여 1인당 1일 섭취량을 1980년대 후반에 평가한 자료를 보면 표 7과 같다. 첨가물은 주로 가공식품 제조에 사용되며 첨가물 섭취량은 가공식품의 이용량에 비례할 것이다. 그리하여 가공식품을 많이 소비하는 도시인은 전 국민의 평균보다 더 많은 첨가물을 섭취하는 것으로 나타났으며 특히 서울시 거주자의 최고 섭취량은 종류에 따라 다르나 전 국민 평균치의 5~40배에 이르렀다. 이 비율은 기호계수(嗜好係數; 특정식품에서 국민 1인당 평균섭취량에 대한 최고섭취량의 배수)로 흔히 사용하는 1~10보다 훨씬 높은 값이며 가공식품의 섭취비율이 지역에 따라 큰 차이가 있음을 말해주고 있다.

여기에서 도시인에 의한 최고섭취량을 FAO/WHO에서 설정한 ADI와 비교해보면 전체적으로 보아 한국인에 의한 식품첨가물의 최고섭취량은 ADI의 1~2%에 불과하므로 식품첨가물에 의한 건강위해는 현단계로 볼 때 전혀 걱정할 필요가 없을 것으로

표 4. 중금속의 오염기준 초과 예 (1967~90년)

중금속	식품	기준치 (ppm)	초과치 (ppm)	초과빈도 (조사건당)
Cd	전 반	0.1	4.7	36 / 70
	쌀	0.4	9.1	8 / 24
Hg	전 반	0.1	0.5	21 / 43
	수산물	0.7*	29.7	4 / 36
Pb	전 반	2.0*	30.2	15 / 87
As	전 반	3.0	15.3	8 / 42

\*식품위생법에 근거한 해산어패류 기준, 기타는 제안된 오염기준

표 5. 중금속의 위해성 평가 (1980년대 5개조사 평균)

중금속	ADI (µg/60kg BW)	섭취총량 (µg/day/adult)	섭취율 (% ADI)
Cd	71	71	100
Hg	43	63	147
Pb	430	376	87
합 계	544	510	94/111

표 6. 식품첨가물의 허용기준 초과 예(1972~90년)

첨가물	식품	기준치(g/kg)	초과치(g/kg)	초과빈도(시료당)
Parabens	간장	0.25	0.40	10 / 55
Propionate	빵 · 과자류	2.5	2.70	2 / 480
Sorbate	젓산균음료	0.05	0.07	3 / 30
Sulfite	과자류	0.03	0.34(+)*	26 / 304
	식물성 건조품	0.03	2.52	26 / 48
Nitrite	연근 · 토란	0.03	0.45	2 / 15
	햄	0.05	0.07	1 / 16

\*(+)는 검출된 시료들만의 평균치 (positive mean)

표 7. 식품첨가물의 위해성 평가 (1985~90년)

첨가물	ADI ( $\mu\text{g}/60\text{kg BW}$ )	최고섭취량 (mg/day/person)	섭취율 (% ADI)
BHA, BHT	30	0.1	0.3
Benzoate	300	2.7	0.9
Parabens	600	2.1	0.4
Propionate	600	9.8	1.6
Sorbate	1,500	32.1	2.1
Sulfite	42	0.23	0.6
Nitrite	12	0.16	1.3
합 계	3,084	47.2	1.5/1.0

판단된다. 앞으로 가공식품의 소비량이 더 증가하게 되면 첨가물의 섭취량도 많아질 것이므로 그때 가서는 첨가물의 위해여부를 다시 체계적으로 평가해 보아야 할 것이다.

#### 4) 곰팡이독 (mycotoxin)

국내에서 곰팡이독에 관한 조사연구는 1960년대에 들어와 aflatoxin이 강력한 발암성 물질로 알려지면서 시작되었다. 특히 한국인은 곰팡이 오염이 우려되는 곡류와 발효식품(장류)을 많이 섭취하기 때문에 곰팡이독에 의한 피해가능성이 높을 것으로 의심되어 왔다.

국내에서는 세가지 주요 mycotoxin인 aflatoxin, 황변미독, Fusarium독소의 생성균에 대한 균학적 연구가 수행된 결과 여러 식품군에서 해당미생물의 오염이 확인되었다. 한편 곰팡이독 자체의 검색연구

로는 장류, 곡류, 가축사료에서 aflatoxin, zearaleone, nivalenol/deoxynivalenol 등이 검출, 정량되고 있는데 1989년 설정된 aflatoxin B<sub>1</sub>의 허용기준(식품 10 ppb, 가축사료 20~50 ppb)을 초과하는 빈도는 2% 수준으로서 된장 1/54(최고 66 ppb), 배합사료 1/41(최고 30 ppb)이었다.

#### 5) 방사성 핵종 (radionuclide)

식품의 안전성에서 논의되는 방사성물질로는 자연적인 것으로 모든 식품에 존재하는 K-40(0.012%)과 극미량으로 존재하는 Ra-226, U-238이 식품에서 검출되고 있다. 인공적인 것으로는 핵전쟁에서 방출되는 방사성 낙진과 원자력발전소의 가동이나 사고중 배출되는 핵폐기물이 있는데 음식물에 까지 잔류하여 건강상의 위해가 우려되는 핵종은 Sr-90, Sr-89, Cs-137, I-131 등이다.

국내에서 생산되는 식품중 방사능의 존재여부는 1960년대부터 조사, 보고되고 있으나 그 결과로부터 오염여부를 판단하는 것은 매우 곤란하였다. 식품오염의 지표로 흔히 이용되는 우유중 Sr-90의 분석결과를 1965년부터 살펴보면 가끔 예외적인 높은 수준으로 검출되는 경우가 있었으나(1975, 1979년) 국제적 규제지침인 10 Bq/kg(270 pCi/kg cow's milk)보다 훨씬 낮은 1~5% 수준에 불과하였다.

1986년 소련의 Chernobyl 원전사고가 있는 직후 터키에서 수입한 식품가공원료인 카제인과 전분에서 9~24 Bq/kg의 베타 방사능이 검출된 바 있으나 1989년 우리나라에서 설정한 식품중 잠정허용기준

(I-131 : 150 Bq/kg 우유 및 유가공품)의 1/10에 불과하였다. 따라서 정상적인 조건에서 생산된 식품의 경우 방사성물질에 의한 오염은 걱정할 필요가 없을 것으로 생각된다.

**6) PCB (polychlorinated biphenyls)**

PCB는 그의 특성때문에 전기제품, 공업제품에서 전기절연체, 열매체, 윤활유 등의 목적으로 1930년대부터 널리 이용되어 왔다. 그러나 1970년대에 들어와 일본, 미국에서 국민보건상의 문제가 제기되면서 많은 나라에서 그의 사용을 제한하고 있으나 그의 안전성때문에 환경시료, 식품 및 인체 중에서 PCB가 아직도 잔류하고 있어 식품위생상의 관심사로 대두되고 있다.

식품이나 가축사료중 PCB의 허용기준은 미국이나 일본에서 설정되고 있으나 우리나라에서는 아직 법적 기준이 설정되지 못하고 있다. 국내에서 식품의 PCB오염에 대한 분석은 드물게 발표되고 있으며 전반적인 검출농도는 비교적 낮은 것으로 나타났다. 다만 담수어나 연해안 어패류의 경우는 0.4 ppm까지 검출되는 경우가 있는데 미국의 기준인 5 ppm보다는 훨씬 낮으나 일본의 잠정기준인 0.5 ppm(원양, 외해산)에 근접하고 있는 것으로 보아 정밀검사를 필요로 한다.

**7) 국내 식품에서 유독물질의 위험순위**

국내에서 발표된 자료에 근거하여 유독물질에 의한 국내식품의 위해성 또는 위험순위를 정리해보면 표 8과 같다. 기준 초과빈도 및 ADI와 대비한 섭취율로부터 추정한 유독물질들의 위험순위는 중금속>잔류농약>식품첨가물>곰팡이독>방사성핵종>PCB와 같이 될 것이 아닌가 제안하고 싶다.

일반적으로 국제사회에서는 유해성 화학물질의 1일 섭취량을 예측하여 ADI의 10%미만일 때는 잔류기준 설정이나 잔류량 조사의 필요성이 없으며 ADI의 30% 수준에 도달하면 경고를 해야 하는 것으로 인식되고 있다. 국내에서 잔류농약이나 식품첨가물의 평균 식이섭취 총량은 ADI의 10% 미만이며

표 8. 국내식품에서 유독물질의 위험순위 (추정)

유독물질	기준초과 빈도(%)	ADI대비 섭취율(%)	위험순위
중금속	3	94	1
잔류농약	2	5	2
식품첨가물	2	2	3
곰팡이독	2	?	4
방사성핵종	0	1~5	5
PCB	미설정	1(?)	6

로 현 수준에서는 걱정할 단계가 아니며 오히려 중금속은 경고수준을 초과한 것이 아닌가 생각된다. 한편 잔류농약이나 식품첨가물의 섭취수준이 매우 낮은데도 불구하고 기준을 초과하는 빈도가 2%나 된다는 것은 해당물질을 남용하는 경우가 더러 있거나 또는 현재의 기준이 너무 엄격하게 설정되었기 때문이라 판단된다. 앞으로 더 많은 분석자료가 축적되어 체계적인 판정이 내려진 다음 그 문제를 해결하기 위한 합리적인 대책이 수립되기를 기대한다.

**4. 소비자 인식과 안전성 대화**

시장경제 체제하에서 식품의 최종 선택자는 소비자이다. 따라서 소비자들이 식품의 안전성에 대하여 어떻게 인식하고 있는가를 파악하는 것은 매우 중요한 일이다. 최근 소비자 인식에 관하여 환경청(1982년), 한국여성단체협의회(1988년), 이화여대(1989년), 한국소비자보호원(1990년)에서 조사한 결과를 요약하면 표 9, 10과 같다.

우리나라의 전반적인 식품오염 문제를 묻는 질문에서 응답자의 50% 이상은 심각하다고 인식한 반면 걱정할 것 없다고 응답한 사람은 20% 미만이었다. 이러한 결과는 최근 많은 국민들이 식품의 안전성에 대하여 크게 불안해하고 있음을 말해주고 있는 것이다.

식품 오염물질중에서 가장 문제시하는 것을 순위별로 보면 잔류농약, 식품첨가물, 중금속을 많이 지적하여 전체 응답자의 88%에 이르고 있고 합성세제,

포장재료 등 기타 성분은 10%에 불과하다. 문제시하는 오염물질 중에서 농약의 오염도에 대한 인식을 보면 75% 이상이 심각한 것으로 생각한 반면 걱정할 것 없다고 응답한 수는 5%이내이었다. 이러한 소비자 인식이 과연 타당한 것인지 아니면 잘못된 것인지 객관적인 자료에 의하여 검증되어야 할 것이다. 기준 초과빈도나 ADI에 대한 섭취율로 볼 때 국내식품에서의 위험도는 전항(표 8)에서 지적한 바와 같이 중금속>잔류농약>식품첨가물>기타 오염물질의 순서가 될 것으로 추정된다.

일반적으로 식품으로 인한 건강상의 위험도는 미

표 9. 식품 오염도에 대한 한국인의 인식(응답자 %)

문항	주부	학생	성인남녀
매우 심각하다	30.4	24.7	13.8
조금 심각하다	48.0	56.6	35.9
그저 그렇다	13.9	9.4	31.7
걱정할것 없다	6.6	5.6	15.0
전혀 문제없다	0.4	0.2	3.6

표 10. 식품중 가장 문제시하는 오염물질 (응답자 %)

문항(순위별)	주부	학생
잔류농약	40.2	36.3
식품첨가물	27.2	31.6
중금속	19.4	20.9
합성세제	9.8	8.9
포장재료	3.4	2.3

표 11. 식품으로 인한 건강 위험도 순위

선진국	위해인자	(내용 및 사유)	한국
1	미생물에 의한 식중독	(후진국은 물론 선진국에서도 발생)	1
2	음식물의 과잉 섭취	(비만증, 동맥경화증, 당뇨병 등)	3
3	환경오염물질	(중금속, PCB, 방사성물질 등)	4
4	자연식품의 유독성분	(비식용 부위, 조리중 분해산물)	2
5	잔류농약	(저독성화, 총사용량 증가)	5
6	식품첨가물	(엄격한 규제로 비교적 안전)	6

국 FDA에 의하여 표 11과 같은 순서로 감소되는 것으로 평가되었다. 그러나 한국인에 대한 위해도에는 여러가지 자료를 종합해볼 때 그 순서가 약간 다르지 않을까 생각되며 다음과 같이 제안하므로 이를 뒷받침하는 자료가 축적되어야 할 것이다.

전문가들의 판단에 의하여 제안된 위와 같은 식품위해도 순위에 대하여 소비자들이 느끼고 있는 것은 나라에 따라 다르겠지만 그렇지 않거나 오히려 반대인 것으로 나타났다. 소비자가 위험을 받아들이는 기준은 과학자가 위험을 평가하는 기준과 매우 다르기 때문에 규제당국은 어려움을 당하게 마련이다. 미국 CEQ(Council on Environmental Quality)에서는 위해규제에 있어서 안전성 대화(risk communication)의 필요성이 강조되고 있음은 바로 이 때문이다. 위험에 대한 국민 대중의 느낌은 객관적 자료보다는 주관적 판단에 의하여 결정되고 있으며 표 12와 같이 여러가지 요인에 의하여 그것을 크게 받아주기도 하고 또는 적게 받아주기도 한다.

식품중의 유해물질에 대하여 소비자가 나타내는 반응은 그림 2와 같이 표현할 수 있다. 소비자의 불안정도는 식품중의 유독성분에 관한 정보가 무지(無知)상태에서는 별로 나타나지 않지만 그 정보가 늘어나면서 불확실한 상태가 유지되는 동안 불안해지기 시작하여 시끄러워진다. 현재 우리나라의 상태는 바로 이 수준이 아닌가 생각된다. 그 다음 식품의 오염상태가 파악되기 시작하면 불안이 줄어들지만 역시 시끄러움이 계속된다. 불안이 없어지고 시끄러움이 사라지는 것은 유독성분에 의한 피해가능성(risk potential)이 정확히 계산되고 이른바 위해평가

(risk assessment)가 끝난 다음에 비로소 가능하다는 것이다.

표 12. 위험성에 대한 국민대중의 느낌

기 준	“위험이 적다”	“위험이 크다”
발 생 원	자 연 적	인 공 적
선 택	자 발 적	의 무 적
영 향	급 성 적	만 성 적
조절가능성	가 능	불 가 능
이 득	분 명	불 분 명
이 해 도	친 속	미 친 속
피 폭	계 속 적	때 때 로

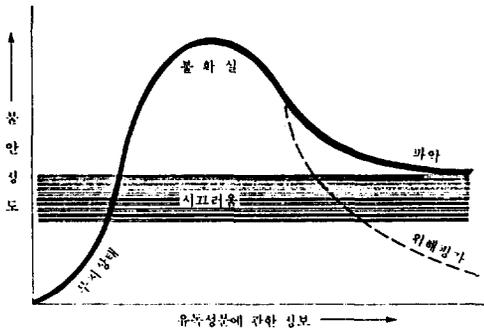


그림 1. 식품의 유해성에 대한 소비자의 반응

### 5. 결 론

지난 30년간 우리나라가 이룩한 산업화 과정에서 식량의 증산, 가공식품의 보급 그리고 유통체계의 개선은 한국인의 식생활을 크게 향상시켰다. 다른 한편 화학약품의 사용량이 급증하였고 새로운 분석 기술 및 독성시험법이 개발됨에 따라 화학물질에 의한 피해의식이 필요이상으로 높아져 식품공해의 회오리에 휘말리고 있다. 따라서 식품의 오염실태 및 안전성 평가에 대한 새로운 인식과 자료축적이 절실히 요구되고 있다.

현재 한국인의 식생활에서 위협요인의 순서는 미생물 오염>자연독 성분>영양과다>환경오염물질>잔류농약>식품첨가물인 것으로 추정되지만 소비자

들은 오히려 그 반대로 인식하고 있다. 결국 식품의 안전성에 대한 소비자인식과 실제적인 건강 위해도 간에는 상당한 격차가 있으며 불안/불신의 요소가 되고 있다.

위험이 없는 인간활동이나 문명의 이기(利器)는 없기 때문에 우리는 최소한의 위험(*de minimus risk*)을 감내하면서 생활해야 되는 것이다. 앞으로 학계와 규제당국에서는 객관적인 증거와 합리적인 판단아래 식품의 안전성이 평가되어야 하며 국민건강과 국가이익을 고려한 규제대책이 세워져야 할 것이다. 최종적으로는 식품의 생산자, 소비자 그리고 규제당국이 안전성에 대한 합의점에 도달할 때 비로소 우리들의 즐거운 식생활이 보장될 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. Concon, J. M. (1988): *Food Toxicology*, Marcel Dekker, New York, 2 Vols.
2. Roberts, H. R.(1981): *Food Safety*, Wiley & Sons, New York.
3. Taylor, S. L. and Scanlan, R. A.(1989): *Food Toxicology*, Marcel Dekker, New York.
4. Food Safety Council-Scientific Committee(1980): *Proposed System for Food Safety Assessment*, Food Safety Council, Washington, D.C.
5. Tweedy, B. G., Dishburger, H. J., Ballantine, L. G. and McCarthy, J.(1991): *Pesticide Residues and Food Safety-A Harvest of Viewpoints*, American Chemical Society, Washington, D.C.
6. Johannsen, F. R.(1990): Risk assessment of carcinogenic and noncarcinogenic chemicals, *Critical Reviews in Toxicology*, 20, 341.
7. 이서래(1984): 식품의 안전성과 유독물질, 식품영양정보(이와여대), 1, 89.
8. 이서래(1989): 유통식품의 안전성과 소비자 인식, 식품과학과 산업(한국식품과학회), 22(2), 3.
9. 이서래(1993): 식품의 안전성 연구, 이화여대 출판부.