식품 위험분석과 미생물 위해평가의 알기쉬운 이해

Food Risk Analysis and Microbial Risk Assessment

서 건 호
Kun-Ho Seo

건국대학교 수의과대학 공중보건학교실 식품안전미생물연구실
Food Safety Microbiology Lab, Department of Public Health, College of Veterinary Medicine, KonKuk University

1. 위험의 개념

식품에 존재하는 화학적 위해요소와 미생물학적 위해요소가 사람의 건강에 미치는 위험성에 대한 불안감은 지속적으로 커져 가고 있다. 전 세계적으로 매년 7만 종류 이상의 위험성이 명확하게 밝혀지지 않은 화학물질을 수백억 톤 이상 생산한다. 이들은 결국 우리의 환경에 폐기되며 궁극적으로 다시 음식이나 물을 통해 사람에게 다시 돌아오게 된다. 2007년 미국과 캐나다에서 멜라민이 함유된 사료를 먹은 수천마리의 애완동물이 폐사했다. 멜라민의 공포는 급기야 사람에게도 덮쳐서 2008년 중국에서는 십여 명의 영유아가 멜라민이 함유된 분유를 먹고 사망하는 사건이 발생해서 전 세계를 멜라민 공포 속에 빠지게 했다. 멜라민은 1950년대에 이미 사료첨가제로 사용된 바 있으나 분해 능력이 저조하다는 이유로 사용이 금지된 물질이다. 하지만 이 물질의 발암성 등 정확한 독성은 알려져 있지 않은 상태였다. 이러한 화학물질의 위험성은 불확실하고 예측이 어려운 것이 특징이고 피해 결과가 심각할 수도 있으므로 때로는 치명적일 수 있다. 그렇기 때문에 식품 속에 존재하는 위험물질에 대한 사람들의 불안과 공포는 계속 증가하고 있다.

위험(risk)이란 인간생명의 한 부분으로써 식사, 호흡, 수면, 사회활동, 직업, 여가 등 모든 인간 활동에 내재되어 있다. 위험의 종류는 경제적, 개인, 사회, 건강, 환경 등 다양하다. 보험, 로또, 주식투자와 같은 산업들은 위험을 근간으로 하고 있다. 사실 언어적인 의미의 위험(risk)은 매일 와인을 마시는 일, 스카이다이빙, 화학물질에 노출되는 것 등 넓은 범위의 활동(activities), 상황(situation), 개념(concept)적인 세 가지 측면을 묘사하고 있다. 위험(risk)은 결과, 위기, 기회의 가능성을 내포하고 있다. 일상생활에서 우리는 어떤 사람이나 상황을 묘사할 때 위험이라는 말을 사용하는데 "risky business"는 수상쩍은 거래를, "risk-taker"는 용감하고 확신은 있지만 때로는 무모한 사람을 의미한다. "risk-averse"하면 위험을 피하려는 사람을 의미한

*Correspondence to: Kun-Ho Seo
Food Safety Microbiology Lab, Department of Public Health, College of Veterinary Medicine, KonKuk University
1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea
Office: 82-2-450-4121
Cell: 82-10-9222-4121
Fax: 82-2-3436-4128
E-mail: bracstu3@konkuk.ac.kr

다. "risk free"는 불확실성이 없거나 부정적인 결과가 없는 활동을 표현할 때 쓰인다.

인간 활동과 관련된 많은 위험들은 먹는 음식, 일광욕, 흡연 등에서 볼 수 있듯이 자발적인 면이 있다. 사람들은 어떤 행위와 활동이 가져오는 이익의 즐거움 때문에 부수적으로 따르는 위험을 감수한다. 더 많은 이윤을 추구하기 위해 주식투자에 따르는 경제적 손실을 감수하거나 지진이나 태풍이 많은 지역에서도 평상시 좋은 기후조건을 즐기기 위해 많은 사람들이 살고 있다. 사람들은 많은 위험이 너무 일상적이고 거리가 멀다고 생각하기 때문에 일상생활을 영위한다. 예를 들면 길을 건너는 일, 약물복용, 비행기여행, 자동차운전 등 일상적인 일들을 하는 이유는 이러한 활동이 안전하다고 생각하기 때문이다. 하지만 이러한 일상적인 행위조차도 위험이 따른다는 것은 여러 가지 사건사고에서 볼 수 있듯이 누구나 알고 있는 사실이다. 이러한 행동들은 너무 일상적이고 친숙해서 위협적으로 느껴지지 않을 뿐이다. 흥미로운 점은 어떤 사람들은 매일 매일의 위험에 만족을 하지 못하고 더 강도 높은 위험을 추구한다. 위험한 활동이 가져오는 스릴을 만끽하기 위해 많은 사람들이 스카이다이빙, 번지 점프, 암벽이나 빙벽 오르기와 같은 극단적인 스포츠를 즐긴다. 이러한 사람들은 자신들 스스로 받아들일 수 있는 위험 수위를 규정하는 것이다.

2. 환경 위험 (Environmental Risk)

운전이나 흡연의 위험은 많이 연구되어왔고 잘 알려져 있다. 교통사고에 대한 많은 정보와 통계자료를 통해 운전에 따른 사망위험이 있다는 것을 잘 알고 있다. 흡연과 질병발생에 대한 많은 연구와 자료들 또한 흡연이 건강에 해롭다는 것을 잘 보여준다. 그러나 어떤 위험은 아직도 밝혀지지 않은 것들이 많다. 이러한 부류에 속하는 위험이 바로 환경위험이다. 환경위험은 인류가 직면한 현실적인 문제이다. 합성화학물질, 소비재, 에너지, 폐기물 등의 끊임없는 생산은 화학물질오염, 공해, 환경파괴를 통해 새로운 위험을 만들어낸다. 최근 서해안 기름유출 사건에서 경험했듯이 화학물질의 유출과 폭발사고는 제조공장이나 보관창고 주변지역에 사는 수백만 명의 주민들에게 막대한 피해를 줄 수 있다. 지구온난화와 오존층파괴에 따른 확실하지 않은 위험성 또한 인류의 공포대상이다. 환경위험의 중요한 특징은 비자발적이라는 것이다. 사람들은 화학물질이나 농약에 오염된 식품이나 물을 의도적으로 섭취하지 않을뿐더러 위험한 물질에 노출 가능성이 있는 노동환경, 오염된 공기, 방사선 노출을 매우 꺼려한다. 식품위험을 포함한 환경위험은 국민건강을 담당하고 있는 규제담당 기관에게는 큰 문제가 될 수 있다. 환경위험이 국민건강에 미칠 수 있는 영향에 관한 정보는 매우 제한적이고 부족하기 때문이다. 따라서 국민건강을 보호하고 지키기 위해 다양한 관련 정부기관은 수많은 위해요소의 위험 정도를 결정하기 위한 연구를 하고 있다. 이렇게 위해요소의 위험성을 이해하고 인류에게 미치는 영향을 정량화하기 위한 노력이 바로 "위험분석(risk analysis)"의 학문 분야이다.

3. 위험의 특성

위험(risk)은 여러 가지 본질적인 특징이 있다. 그 중 위험(risk)을 가장 구체적으로 표현해 주고 있는 두 가지 특성은 불확실성(uncertainty)과 미지성(the unknown)이다. 위험(risk)은 언제 위험이 발생할지 모른다는 불확실성을 내포한 원치 않는 사건이 일어날 확률이라고 정의될 수 있다. 그 외에도 다르게 정의될 수 있지만 모두 불확실성과 미지성에 중점을 두고 있다. 위험(risk)의 또 다른 특성은 공포, 자발적 혹은 비자발적(voluntary or involuntary), 긴급성 혹은 잠재성(immediacy or latency), 대재앙적, 차세대성, 미지의 것에 노출성 등이 포함된다는 것이다. 위험(risk)은 보편적으로 사망이나 질병의 개념을 포함한다. 위험(risk)의 특성 중 비 자발성(불원성, involuntary), 미지성, 공포성을 지닌 것들은 자발적이고 알려진 위험들 보다 사람들에게 훨씬 큰 공포감을 불러일으킨다. 환경위험의 많은 것들이 미지성과 공포성을 지니고 있기 때문에 사람들로 하여금 그 위험

에 노출되어 생길 수 있는 결과에 대하여 불안과 근심을 자아낸다. 위험분석(risk analysis)은 이러한 공포와 불안의 근원을 정확하게 밝히는 한 방법인데 이는 그 위험에 대한 정확한 지식을 넓히고 건강에 얼마나 해로운가를 밝히며 더 나아가 그 위험을 통제하고 관리하는 방안을 마련함으로써 가능하다.

4. 위험분석의 발전

위험분석은 사람의 건강에 악영향을 미치는 하나의 위해요소의 특성을 파악하기 위해 그 위해요소에 대한 정보를 평가하는 과정이다. 이 과정은 과학적인 연구결과의 평가, 위험의 성격 파악, 인체 노출과 용량-반응 평가를 통해 최종적으로 위험이 일어날 가능성(개연성), 위험의 영향력, 위험의 범위를 도출해내는 것들을 포함한다. 이러한 방법들을 활용한 위험분석을 통해 과학자들이 환경위험의 심각성과 영향력에 대해 과학적인 결론을 내릴 수 있는 것이다. 위험분석은 지난 30년간에 걸쳐 과학에 근간을 둔 현대인이 직면한 위험에 대한 이해의 필요성이 대두되면서 발전했다. 정부, 학계, 및 공중의 환경에 대한 지대한 관심의 증가에서부터 시작되었다.

위험분석 분야는 현대사회의 여러 변화에 발맞추어 발전했다. 그 변화들을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 과거에 비해 현대사회가 직면한 위험의 종류가 급속도로 증가했다. 예를 들면 7만개 이상의 화학물질이 많은 산업과 제조업, 소비재와 가정용품에 사용되고 있다. 하지만 이러한 물질의 위험에 대한 정보는 매우 제한적이다. 둘째, 위험을 측정할 수 있는 과학기술이 많이 발전했다. 위험분석 기술의 지속적인 발전을 통해 모든 소비재는 물론 지금까지 건강에 아무런 해로움을 주지 않는다고 당연히 여겨졌던 상품까지도 검증하기 시작했다. 최근에는 당연히 건강에 좋다고 생각했던 우유가 건강에 미치는 영향에 대한 연구까지도 진행되고 있다. 이 연구는 우유섭취가 위장염, 위출혈, 빈혈, 영유아의 알레르기 반응, 살모넬라나 바이러스 감염 등이나 기타 여러 질병과 관계가 있는가에 중점을 두고 있다. 이제는 노출량도 백만, 10억, 조 단위까지 측정할 수 있어서 노출정도를 정확하게 정량적으로 밝힐 수 있는 능력을 갖추게 되었다. 셋째, 미국의 FDA나 EPA 등 정부기관이 직간접적으로 환경위험을 감시 관리하고 있다. 심지어 지방자치단체에서도 공중보건상 위험을 규제하는 부서를 갖추고 있다. 넷째, 환경을 관리하고 공중보건을 보호하는 법과 규제의 수가 지난 30년간 급속히 증가했다. 이 법들은 위험관리 방법과 정보제공 측면에 많은 변화를 가져다주었다. 환경위험에 대한 공중의 관심 증대는 위험을 정량화하는 연구를 촉진시켰다. 소비자단체와 같은 NGO 그룹들은 일반 대중을 환경문제에 대한 이슈에 대해 지방자치단체 수준은 물론 중앙정부 수준까지 참여하도록 유도하였다. 위험분석의 발전은 우리의 일상생활과 관계된 위해요소와 위험에 대해 올바른 지식을 갖도록 도모하였다. 위험분석에 관한 여러 가지 이슈들에 대한 일반인의 이해에도 많은 진전이 이루어졌다.

위험에 대한 구체적인 정성적, 정량적 설명은 현재까지 이루어졌던 연구결과와 정보의 수집과 분석, 중요한 위험요소들에 대한 관찰과 조사, 위험도를 결정하는 과정을 통해 이루어진다. 위험분석은 상당히 많은 분야에 걸쳐 응용이 가능하다. 위험분석을 통한 위험에 대한 구체적인 설명은 어떤 위해요소가 위험한가 아닌가를 결정하는 의사결정 수단에 활용되며 환경이나 공중보건 정책을 개발하는데 유용하게 사용될 수 있다. 예를 들면 방사선물질의 노출에 따른 암유발 확률 추정, 정부허가를 기다리고 있는 의약품의 부작용 결정, 사카린 등 합성식품첨가물이 건강에 해로운가를 판단, GMO 동식물의 위해 판단, 미국산 소고기 섭취에 따른 인간 광우병 발생확률 판단 등에 위험분석이 활용되어 신물질의 인허가나 수출입 결정에 과학적인 수단으로 활용될 수 있는 것이다. 위험분석은 일반대중이 어떤 위험에 대해 과학적인 정보를 가지고 판단을 내릴 수 있도록 도와주고 우리사회에 가져올 위험과 이익의 무게를 측정할 수 있게 해준다.

표 1. Risk Analysis

5. 위험분석 과정

식품에 첨가되는 화학물질을 포함하는 많은 환경위험 인자에 대한 위험분석(risk analysis)은 위해성 평가(risk assessment), 위해성 정보전달(risk communication)과 위험관리(risk management) 세 부분으로 크게 나눌 수 있다. 위험(risk)이란 단어의 국문해석이 위험, 위해, 유해, 위험도, 위해도, 위험성, 위해성 등으로 해석되어 사용될 경우 혼동할 가능성이 많은데 결국 어떤 한 가지 인자가 사람의 건강에 해를 끼친다는 의미에서 동일하기 때문에 혼용되어도 큰 무리는 없다고 판단된다. 위험분석 과정의 많은 부분은 위험인자의 위해성 평가 부분에 할애되고 위해성에 대한 정보전달 과정은 위험분석 전 과정에 걸쳐서 이루어지며 위험관리도 위해성 평가의 착수단계부터 관여되기 때문에 세 분야는 그림에서 보여주는 바와 같이 공통분모를 가지고 있다. (표 1)

5-1. 위해(위험)성 평가 (Risk Assessment)

Risk assessment의 절차는 각 기관에 따라 정의하는 바가 조금씩 다르지만 가장 보편적으로 받아들여지고 있는 것은 위해성 확인(hazard identification), 용량-반응 평가(dose-response assessment), 노출평가(exposure assessment), 위해(위험, 이후 risk는 위해와 위험의 의미 모두 포함) 특성 분석(risk characterization)의 4단계로 나눌 수 있다. 이들 4단계 과정에서 위해인자의 위험성은 정성적 또는 정량적으로 평가되고 설명된다. (표 2)

표 2.

5-1-1. 위해성 확인(Hazard Identification)

위해성 평가의 첫 단계는 위해성 확인이다. 이 단계에서는 건강에 나쁜 영향을 미칠 수 있는 위해 인자를 밝히는 것이다. 예를 들면 사람의 건강에 해로운 영향을 줄 수 있는 어떤 화학물질에 대한 정성적인 평가과정이 포함된다. 그 화학물질의 위험성에 대한 과학적인 연구자료의 면밀한 분석과 평가를 통해 사람의 건강에 해를 줄 수 있는 가능성의 정도를 결정한다. 동물실험, 세포실험, 역학연구, 임상연구 등을 통해 그 화학물질이 생물체에 유발시킬 수 있는 영향에 대해서 밝힐 수 있다. 또 이 화학물질에 사람이 노출될 가능성을 밝히기 위해 화학물질의 끓는점, 휘발성, 용해도 등도 고려된다. 이러한 모든 연구결과와 요소들을 분석하여 그 화학물질이 사람의 건강에 해롭다는 것이 확인되면 risk assessment 과정은 다음 단계로 계속된다.

5-1-2. 용량-반응평가(Dose-Response Assessment)

위해성 평가의 다음단계인 용량-반응 평가에서는 어떤 위험성에 대해서 정량적으로 살펴보게 된다. 이 단계에서도 학술적인 연구와 데이터를 분석하고 평가하는 과정이 포함된다. 위해물질의 섭취나 접촉에 의한 노출용량별 건강이상 반응이 검토된다. 이러한 용량과 반응의 상관관계는 노출용량 수준에 따른 위험 정도에 대한 중요한 정보를 제공한다. 역학연구 결과를 분석하여 위해인자가 사람의 건강에 악영향을 줄 수 있는 독성이나 위해강도를 판단한다. 인체실험을

통한 용량-반응 평가 자료가 가장 신빙성이 있지만 이러한 데이터를 확보하기가 어렵기 때문에 동물실험 결과를 종종 사용하기도 한다.

5-1-3. 노출평가(Exposure Assessment)

용량-반응평가 후에 노출평가가 진행된다. 노출평가의 목적은 사람들이 위해 인자에 노출되는 정도를 정량적으로 측정 또는 추정하는 것이다. 이를 수행하기 위해서는 노출기간, 노출량, 노출경로, 노출지속시간, 노출되는 사람의 수 등이 검토된다. 여기서 노출(exposure)과 용량(dose)의 차이를 분명히 알 필요가 있다. 노출이란 환경에 존재하는 위해인자의 양을 언급하는 말이고 용량이란 사람 등 어떤 생물체(an organism) 안에 들어간 양을 의미한다. 용량은 피부를 통한 흡수, 음식을 통한 섭취, 호흡을 통한 흡입 등 어떤 식으로 인체 속으로 들어가는가와 같은 여러 요소에 의해 결정된다. 노출평가에서 환경에 존재하는 양과 실제 흡수된 양과의 차이도 밝혀진다. 화학물질의 경우 그 물질의 휘발성, 수용성, 공중 부유성, 토양 침투성 등 위해인자의 특성은 환경과의 관계에 영향을 주고 사람에게 노출되는 경로에도 중요하게 작용한다. 위해인자의 특성을 검토하는 것 이외에도 노출평가과정에서 노출되는 부류를 세분화하는 작업을 해야 하는데 특히 감수성이 예민한 임신부와 노약자, 그리고 면역력이 약한 그룹들에 대한 특별한 접근이 필요하다. 마지막으로 노출이 지속적인지, 간헐적인지, 단기적인지, 장기적인지, 아니면 만성적인지를 구별해야 한다. 예를 들어 소각장에서 배출되는 가스에 노출됨으로써 발생되는 건강장애에 대한 연구를 수행할 때에는 일정지역의 모든 소각장이 미치는 영향을 모두 감안하는 누적효과를 고려해야 한다. 누적효과에 대한 감안은 특히 먼 지역을 이동하여 환경에 지속적으로 머물 수 있는 능력을 지닌 위해인자의 노출평가 시 매우 중요하다.

5-1-4. 위해 특성분석(Risk Characterization)

위해성 평가의 마지막 단계는 대상 위해인자의 위해 특성분석이다. 구체적인 예를 들면 위해성 확인 과정에서 선정된 위해 화학물질의 용량-반응 평가와 노출평가를 통해서 얻은 모든 자료들을 종합해서 그 위해물질이 가져다 줄 건강장애의 심각성, 발생 가능성, 결과적으로 유발되는 질병이나 사망에 대한 구체적인 윤곽을 그리는 과정이다. 다시 말하자면 위해 특성분석은 인구 100,000명 당 암환자 수 또는 사망자 수와 같이 위해인자에 노출된 사람들에게 나타나는 나쁜 영향을 추정하는 과정이다. 다른 형태의 위험 추정치는 한 개인이 평생 동안 얻게 될 위험을 나타내는 경우도 있는데 예를 들면 발암 확률 백만 분의 일, 수명 감소, 근무단축 일 혹은 년 수, 노출된 집단과 노출되지 않은 집단의 상대적인 위험도 등으로 나타내기도 한다. 이러한 추정치는 확률적으로 나타낼 수 있다. 추정치로 위험도를 보이는데 따른 내재적인 결점, 위해성 분석의 한계와 불확실성(uncerntainty)도 위해 특성분석 과정에서 밝혀진다.

6. 위해성 분석의 한계

위해성 분석으로 얻어진 결론은 완전무결한 것은 아니다. 불충분한 자료와 데이터로 인해 발생하는 불확실성(uncertainty), 개개인의 유전자적 차이와 같은 변이성(variability), 반복적인 노출효과에 대한 설명 부족 등이 위해성 분석의 한계점이다. 환경위험에 대한 모든 추정치와 대처 방안에는 불확실성이 존재한다. 일반적으로 위해성 평가에는 늘 불확실성이 따르기 때문에 "위험제로(zero risk)"란 불가능하다. 사람들은 보통 어떤 위험물질의 안전한 노출 수준에 대하여 확신을 갖기를 원하지만 그 위험물질에 대한 정확한 정보가 부족한 경우가 대부분이기 때문에 완벽한 확신을 갖기는 어려운 일이다. 실제로 이와 관련된 당황스러운 예는 시장에서 리콜되는 약품이나 사용 금지되는 식품첨가물에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 의약품의 경우 수년의 걸친 전임상 시험과 임상시험을 거쳐 허가를 받은 제품일지라도 시중에 판매 되어 사람들이 복용한 후에야 희귀한 부작용이 밝혀지는 경우가 종종 있다. 최근 이런 사례가 발생했는데 체중감량제로 인기가 높았던 Fen-Phen과 진통제인 Duract이 판매 중지 처분을 받게 되었다. 이들 약품을 복용

한 사람에서 생명에 위험할 정도의 심각한 부작용이 발생한다는 사실이 뒤늦게 밝혀지면서 결국 시장에서 퇴출되었다. 아무리 많은 실험 데이터와 철저한 위해성 분석을 거친다고 하더라도 어느 정도의 불확실성은 항상 남아있는 것이다. 따라서 이러한 불확실성의 존재는 사람들이 안전이 보장된 노출수준은 없다고 생각할 수 있으므로 위해성 분석의 큰 목적인 권장기준용량(안전수준용량) 설정 의미를 퇴색시킬 수 있다. 개체간의 차이 또한 개개인의 위험성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 한 집단에서 어떤 사람들은 위해물질의 노출에 대해 보통 사람들보다 매우 예민할 수 있어서 안전수준의 노출에도 건강장애를 일으킬 수 있다. 따라서 위해성 분석 결과 임의로 설정한 안전요건들로는 모든 사람들을 위험으로부터 보호하기에는 부족할 수 있다. 더욱이 대부분의 위해성 평가는 사람들이 여러 종류의 위해인자들에 동시에 노출될 수 있다는 사실을 고려하지 않는다. 위해성 평가는 오히려 단일 위해인자에 중점을 두는 경우가 대부분이다. 공동작용(synergistic) 또는 부가적인(additive) 효과가 무시됨으로써 실제 노출에 따른 현실적인 위험에 대한 추정치를 간과하게 되는 것이다. 그러나 이러한 여러 가지 한계점에도 불구하고 위해성 평가는 현대사회가 직면한 여러 가지 위험을 과학적으로 탐구하고 이해하기 위한 매우 중요한 수단임에는 틀림이 없다.

7. 위험관리와 정보전달 (Risk Management and Communication)

7-1. 위험관리(Risk Management)

위해성 평가는 우리에게 어떤 위험인자에 대한 수많은 정보를 제공한다. 위험관리는 위해성 평가에서 얻어진 결과를 사회경제적 조건들, 정치적 압력 요소들, 경제적인 문제점들과 결부시키는 과정이다. 위험관리의 세 가지 주요 방법은 교육, 경제, 규제정책이다. 이들 세 가지 방법은 상호배타적이지 않고 오히려 위험관리를 위해 병용해서 사용할 수 있다. 교육을 통한 위험관리는 대중매체를 활용하여 사람들에게 위험에 대한 정보를 제공하거나 약품이나 식품 등에 전략적으로 경고문구 등을 부착하는 방법이 있다. 경제적인 위험관리는 오염배출 업체에 환경세금을 부과하거나 허가나 인증을 통해 위험요소의 경감이나 증가에 대한 금전적인 혜택이나 불이익을 주는 방법이 있다. 규제정책적인 위험관리는 명령 또는 통제라고 불리는데 환경, 식품, 보건 등 국민건강과 관련된 수많은 법을 통해 위험을 관리한다. 축산물가공처리법, 식품위생법, 수돗물관리법, 대기오염관리법 등이 규제를 통한 위험관리의 좋은 예로써 이러한 법 규정들은 유해물질의 사용과 방출을 제한함으로써 이로 인한 노출을 경감시킨다. 위험관리는 위험을 다른 요소들과 비교하는 과정을 대부분 포함하는데 위험을 경감하는데 소요되는 비용, 소용된 비용으로 얻어지는 효과뿐만 아니라 또 위험이 존재함으로써 얻어지는 이익을 고려하여 정책결정에 반영하게 된다. 이를 위해서 비용-편익분석(cost-benefit analysis), 위험-편익(risk-benefit), 조건-상황분석(contingency analysis)과 같은 다양한 분석방법을 활용한다. 이러한 비교분석을 활용하여 정부규제기관들은 위험요소들을 가장 효과적으로 관리-통제할 수 있는 방법을 과학적인 근거에 의해 결정할 수 있는 것이다. 경제학적인 측면은 위험관리에서 매우 중요한 요소이다. 따라서 단순히 위험을 줄이는 방법만이 최선의 길은 아니다. 오히려 최소의 비용으로 최대의 위험을 줄여서 국민건강 증대효과를 얻을 수 있는 방법이 더 좋다고 할 수 있다. 위험관리 과정에서 얻은 대책들은 항상 모든 문제를 해결할 수 있는 것은 아니며 모든 사회집단이 우려하는 바를 만족시킬 수 있는 것도 아니다. 어떤 그룹에게 이익을 가져오는 정책이 다른 집단에게는 막대한 손실이나 위험을 초래할 수도 있다. 하나의 좋은 예로 쓰레기 소각장의 위치 선정이 있다. 위험관리에 따른 결정으로 인구밀도가 낮은 농촌지역으로 선정되는 경우가 있다. 이 경우 소각폐기물 문제는 해결할 수 있다. 하지만 그 지역에 거주하는 주민은 실상 아무도 혜택을 받지 않는다. 오히려 소각장에서 뿜어대는 먼지, 수질오염, 토양오염 등으로 그 지역의 자산가치가 하락할 것이며 폐기물 차량들의 소음으로 시달릴 것이다. 위험관리는 또 허용위험수

준(acceptable level of risk)과 허용발생수준(acceptable level of incident)에 대한 개념도 포함한다. 어떤 방법으로든 모든 위험을 완전히 제거할 수는 없고, 다만 위험요소를 허용위험수준으로 감소시키는데 만족해야 할 경우가 대부분이다. 실제로 허용수준의 암환자발생률이나 사망률은 위험관리자에게 만족할만한 해답은 아니지만 위험관리의 내재되어 있는 한 측면이다. 위험관리는 분명 복합적이고 중요한 일로써 위험특성, 정치, 경제, 사회적인 요소들을 신중히 그리고 종합적으로 분석해야 한다. 위험관리가 이렇게 다양한 측면들을 고려해야 함으로 많은 경우 결정을 내리지 못하거나, 결정이 지연되기도 한다. 또 충분한 재정이 마련되지 않아서 아무런 대책을 수립하지 못하는 경우도 있다.

7-2. 위험정보전달(Risk Communication)

위험정보전달은 어떤 위험과 관계된 2개 이상의 이해집단 간에 그 위험에 대한 정보전달이 일어날 때 발생한다. 위험정보전달 과정에 연루되어 있는 이해집단에는 정부기관, 기업체, 각종 소비자단체가 될 수 있다. 어떤 위해인자에 대한 공청회, 비상대책 상황실 운영, 안내책자 등은 위험정보전달의 좋은 방법이다. 위험정보전달의 목적은 위해성 분석 과정을 통해서 얻어진 정보를 다양한 관련 집단에게 효과적으로 전달함에 있다. 최근에는 정부기관들이 각 웹사이트에 다양한 위해정보를 제공하고 있는데 예를 들면 식품의약품안전청에서는 식품첨가물과 같은 화학적 위해요소와 식중독세균과 같은 생물학적 위해요소에 대한 다양한 위험정보를 제공하고 있다. 위험에 대한 선입견, 과학적인 지식, 교육수준, 인종, 성별 등의 차이에 따라서 사람들마다 위험에 대한 시각차가 다르기 때문에 이들 문제를 원만히 해결할 수 있는 위해정보전달 수단을 찾는 것은 매우 어려운 일이다. 이렇게 많은 부분들을 모두 고려한 위해정보전달 방법을 개발하기 위해서는 상당히 높은 수준의 감각과 대처능력이 필요하다. 위해정보전달 방법이 효과적이지 못해서 사회적으로 많은 혼란이 발생하는 것을 볼 수 있다. 효과적인 위해정보전달을 위해서는 특별한 조건들을 충족시켜야 한다. 가장 중요한 요소는 진실성과 신뢰성이다. 이 두 가지 요소는 투명성과 정직성, 전문성과 지식, 이해와 배려의 상호관계에 의해 영향을 받으며 이러한 모든 요소들은 성공적인 위해정보전달에 매우 중요한 영향을 준다. 일반대중이 기업체들을 불신하는 것은 일반화된 사실이기 때문에 대중의 신뢰를 얻기 위한 기업체들의 끊임없는 노력이 필요하다. 반면에 기업들은 대부분의 소비자들이 과학적인 지식을 가지고 있지 않다고 생각하기 때문에 일반대중은 명확한 과학적인 지식을 얻고자 노력해야 한다. 효과적인 위해정보전달을 위해서 신뢰를 확보하는 것 이외에도 위해정보의 의미와 인식의 차이를 잘 설명해야 한다. 위험과 관계된 집단들이 가질 수 있는 이러한 차이들을 잘 설명할 때만이 성공적이고 효과적인 위험정보전달이 이루어지는 것이다. 효과적인 위험정보전달을 방해하는 다른 요소들은 그 위험을 설명하고 논하기 위해 사용되는 과학적인 용어들과 표현방법의 차이이다. 어떤 위험 정보에 대한 일반대중과 전문가들의 이해와 해석은 종종 다를 수 있다. 예를 들면 백만 분의 1이란 말은 두 가지로 다르게 해석될 수 있다. 전문가들은 이 용어를 사회구성원 전체에서 발생할 수 있는 확률적인 경우의 수를 표현할 때 쓰인다. 하지만 비전문가인 개인은 자신이 암에 걸릴 확률에 관심이 있을 경우 백만 명 중에 한 사람이 될 수 있다는 것을 결정할 때 쓰인다. 더욱이 전문가에게는 익숙한 과학적인 표현 중 보통사람에게는 생소하거나 아무런 의미를 주지 못하는 것들도 많다. "parts per billion"이란 말을 잘 이해하지 못하는 사람에게는 이 표현을 사용한 위험정보전달을 할 경우 아무런 의미가 없는 것이다. 하지만 "parts per billion"을 32년 중 1초, 부산-서울 왕복길이 중 1mm, 10억원 중 1원 등 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 용어로 바꾸면 과학적인 용어를 쉽게 이해시킬 수 있으며 효과적인 위험정보전달을 가능하게 할 수도 있다. 효과적인 위험정보전달의 개발은 비록 여러 집단들이 어떤 위험요소에 대해 서로 다른 의견을 가지고 있더라도 서로 이해 차이를 좁힐 수 있도록 도와줄 수 있는 다리를 놓아주는 과정이다. 위험정보전달은 식품 위해물질을 포함한 모든 환경위험을 관리하는데 매우 중요한 일이다.

8. 미생물 위해성 분석 (Microbial Risk Assessment)

식품에 존재하는 세균이나 바이러스와 같은 생물학적인 위해인자에 대한 위해성도 다른 화학적 위해인자나 환경 위해인자와 같이 위해성 분석을 할 수 있다. 화학적 위해인자에 대한 위해성 분석의 역사는 오래된 반면 미생물 위해성 분석은 지난 20년에 걸쳐서 이루어졌다. 화학적 위해성 분석과 그 과정이나 방법은 매우 유사하지만 다음과 같은 큰 차이가 있음을 감안하고 위해성 분석을 해야 한다.

(1) 위해인자가 살아 있다.

(2) 미생물에 의한 위험은 일 회 노출에 의해 발생하며 대부분 급성 증세를 보인다.

(3) 사람의 면역력 차이와 같은 숙주 요소와 병원균의 감염력 차이와 같은 병원균 요소에 따른 높은 변이도(variability)가 존재한다.

(4) 식품에 존재하는 병원균(세균의 경우)의 수가 시간에 따라 변한다.

(5) 식품 속에 병원균이 균일한 농도로 존재하지 않는다.

이러한 특성 이외에도 식품의 생산과정부터 소비단계까지 미생물이 오염될 수 있는 각 단계에서 종합적인 위해성 분석이 이루어진다. 따라서 각 단계별 전문가들의 견해가 중요하게 작용하므로 대부분 팀으로 구성되어 위해성 분석을 시행하고 있다. 미생물 위해성 분석은 새로운 학문분야이기 때문에 지속적으로 발전하고 있다. AI나 BSE와 같은 생물학적인 위해인자의 중요성이 계속 강조되기 때문에 앞으로 발전 가능성이 높은 중요한 학문분야이다.

감사의 글

2006년도 수의과학검역원의 지원(M-FS10-2006-07-01)에 감사드립니다.