pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 1, pp. 6~15 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.1.006

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

제외국 식중독균 위해관리 정책 비교 연구

이종경* · 신성균 · 곽노성[1] · 조윤희[2] · 곽효선[2] · 박일규[2]
한양여자대학교 식품영양과, [1]서원대학교 바이오융합학부, [2]식품의약품안전처

A Comparison Study of Foreign Nation's Risk Management Programs for Controlling Foodborne Pathogens

Jong-Kyung Lee*, Seong-Gyun Shin, No-Seong Kwak[1], Yoon-Hee Cho[2], Hyo-Sun Kwak[2], and Il-Kyu Park[2]
Department of Food and Nutrition, Hanyang Women's University
[1]School of Convergence Bioscience and Technology, Seowon University
[2]Ministry of Food and Drug Safety
(Received September 2, 2013/Revised December 18, 2013/Accepted February 19, 2014)

ABSTRACT - This study was performed to acquire the information on the foodborne pathogen risk management programs in a couple of developed countries by the expert meeting and searching the information on the web. The backgrounds, strategies and effects related to microbial hazards of the foodborne pathogen reduction programs in fresh produce (US), *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef (US), *Salmonella* in chicken, pork and eggs (Denmark), and *Vibrio parahaemolyticus* in seafood (Japan) were investigated for case study. A comparison among the pathogen reduction programs was conducted to find advantages and disadvantages and implications of the policies to bring out implications of the programs. A model for foodborne pathogen reduction program was developed based on both the CODEX risk management scheme and the case studies as follows; 1) preliminary risk management activities, 2) planing a foodborne pathogen reduction program, 3) option identification and selection, 4) implementation (conducting the each stake-holders role and applying the intervention methods), 5) monitoring activities, 6) interim review, 7) continuation or amendment of implementation method by the interim review before achieving the goal, and 8) final review and additional cost-benefit analysis if necessary. This proposed model according to the role of the stake-holders can be used to conduct microbial risk management programs in Korea in the near future.

Key words : information collection, foodborne pathogen reduction program, CODEX, microbial risk management

전 세계적으로 최근 식중독 발생이 증가하는 등 위해가 증가하고 있다. 이는 국가간 무역 증가에 따른 글로벌화, 최소가공 기술 선호, 세계 인구의 증가, 여행의 증가, 고령 인구 등 면역 취약 인구 증가와 같은 인구 구조 변화, 기후온난화 심화, 미생물 진화에 따른 미생물 특성 변화, 동물 간 감염 증가, 저온 기술의 보급에 따른 새로운 저온균 등장에 따라 식중독 양상이 달라지며 최근 우리나라는 살모넬라, 장염비브리오와 같은 식중독보다는 새로이 병원성 대장균 식중독, 노로바이러스 식중독이 증가하기 때문이며, 이를 예방하기 위한 대책이 필요하다[1,2].

국제식품규격위원회(CODEX)는 미생물학적 위험요소를 평가・관리하는 과학적인 접근방식으로 위해분석(risk analysis) 체계를 권고하고 있다. 위해 분석은 과학에 기반을 둔 위해평가(risk assessment), 정책적 집행에 관한 위해관리(risk management), 이해 당사자들 간의 의사소통에 관한 위해커뮤니케이션(risk communication)으로 구성되어 있다. CODEX는 위해관리자를 "한 국가나 국제기구에서 미생물학적 위해관리에 책임을 지고 있는 기관"으로 정의하고 있으며, 위해관리 기본틀로 사전 위해 관리 활동(preliminary risk management activities), 대안 확인 및 선택(identification and selection of options), 대안 시행(implementation of options), 대안에 대한 모니터링 및 재검토(monitoring and review of options)를 제시하고 있다[3](Fig. 1).

위해관리에는 예방 방법, 개선 방법 도출, 우선 순위 정하기, 재원 할당 등도 포함된다. 따라서 보건 건강과 관련된 과학적 사실 이외에도 국가적으로 요구받는 문제해결의 시급성, 재원이나 소요 비용과 같은 경제적 요인과 사회적 필요성에 의해서도 위해관리의 우선순위가 달라지기

*Correspondence to: Jong-Kyung Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, 200 Salgoji-gil, Sungdong-gu, Seoul 133-793, Korea
Tel: 82-2-2290-2183, E-mail: jklee@hywoman.ac.kr

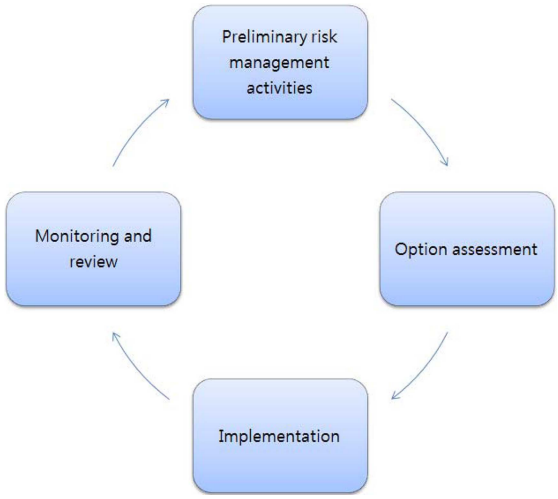

Fig. 1. Steps of risk management (WHO/FAO Expert committee, 2005).

도 한다[4]. 위해관리에는 위해 관리 과정의 결과에 의해 영향을 받는 모든 이해 그룹들이 참여할 수 있는 기회를 가져야 하며, 이해 그룹에는 규제 기관, 소비자 단체, 농업과 식품 산업, 교육과 연구 기관이 포함된다[5].

본 연구에서는 식중독 저감 효과에 성공적이었던 선진국 3개 국가(미국, 덴마크, 일본)의 위해관리 정책을 선별하여 이들 국가의 미생물에 관한 식중독 저감화 프로그램을 조사하고자 한다. 미국은 1990년대 후반 축산물 유래 식중독균이었던 *E. coli* O157:H7 식중독이 신선 농산물에서 발생하여 세계적으로 주목을 받았다. 또한 이때 분쇄쇠고기에서도 *E. coli* O157:H7식중독으로 인하여 미국 USDA는 축산물에서 관리를 실시하였다. 덴마크는 1990년대 중반부터 체계적인 살모넬라 관리를 위하여 농업정책의 일환으로 축산물 관리를 실시하였다. 덴마크는 닭고기부터, 돼지고기, 그리고 암탉으로부터 유래한 계란의 관리까지 살모넬라 식중독 예방을 위해 체계적으로 실시한 관리 방법을 소개하겠다. 마지막으로 1990년대 후반에 세계에서 가장 많은 장염비브리오 식중독이 발생한 일본에서 장염비브리오 식중독 환자수를 줄이기 위한 위해관리 방법을 소개하도록 하겠다. 이들 해외 정책 조사 연구와 국제기구의 권고사항 조사를 통해 우리나라에서 향후 미생물학적 위해관리 정책을 실시하기 위한 기본 모델을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

제외국의 식중독균 위해관리 정책 조사(Case study 1, 2, 3)

미국, 덴마크, 일본의 식중독 저감화 정책에 대한 현황 파악 및 사례 조사를 위해 인터넷 자료, 학술 문헌 수집과 함께 해당 기관 관련 전문가를 인터뷰하였다. 이들 국가에서 저감화 정책을 도입하게 된 배경을 파악하기 위해 국가별 식중독 통계 및 관련 식재료 등에서 주요 식중독균(병원성대장균, 살모넬라,장염비브리오) 오염 현황을 조사하였다. 식중독은 보건, 경제적, 사회적 영향을 초래하게 되기에 정책 실시 전후 이들 영향을 평가하는 것이 중요하다. 보건건강에 미친 프로그램의 영향을 평가하기 위해서 인간질병자료와 함께 미생물학적, 생리화학적 지표를 고려해야 하기에 각국 정부는 식중독 통계 자료(발생건수 및 환자수)와 대상 식품에서 미생물 분석 결과 자료를 가장 많이 활용하고 있다. 정책 전과 정책 실시 후에 각각 식중독 발생건수 및 미생물 오염 정성 및 정량 데이터를 비교함으로써 위해관리 정책이 효과를 거두었는지 검증할 수 있다. 저감화 정책 도입 이후 식중독 발생 변화와 사회경제적 이익 및 비용 편익 분석 결과가 있는 경우는 추가로 조사하였다.

사례 연구로 미국의 신선농산물에서 미생물학적 위험요소 저감화(FDA)[6], 미국 분쇄쇠고기에서 *E. coli* O157:H7의 저감화(USDA)[7], 덴마크의 닭고기, 돼지고기, 계란에서 살모넬라 저감화[8], 일본의 어패류에서 장염비브리오 저감화 프로그램[9](personal communication with the expert in Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan)을 조사하였다. 이들 세 개 국가의 사례 연구를 통하여 접근 방식, 이해당사자의 참여범위, 성과 등 각 정책의 장단점 분석 및 식중독 저감화를 위한 위해관리 정책의 시사점을 도출하였다.

국내 식중독 저감 프로그램을 위한 모델 작성

국내에서 향후 활용할 수 있는 식중독 저감화 위해관리 프로그램을 위한 모델 작성을 위해 국제기구에서 권고하는 위해관리의 절차에 관한 CODEX의 가이드라인[10]을 활용하였다. 위해 관리 단계별 이해당사자별 역할 및 대안 이행 방식을 추출하였다. 전문가 의견을 위해서 현재 식중독 저감화 정책을 운영하고 있는 영국 식품기준청(Food Standard Agency)의 위해관리 담당자를 인터뷰하여 식중독 저감화 정책의 기획, 운영, 평가 과정을 조사하였고[11] 국내 식중독 저감 프로그램을 위한 모델 작성에 반영하였다. 식중독 저감화 위해관리 프로그램 모델의 기본 골격은 CODEX의 위해관리 순서에 따라서 사전 위해 관리 활동, 대안 확인 및 선택, 대안 시행, 대안에 대한 모니터링 및 재검토의 큰 골격을 기반으로 하였다. 영국 위해관리 담당자의 인터뷰를 통해 대안에 대한 모니터링 및 재검토를 통하여 도출 이후 결과에 따라서 어떤 선택을 할 수 있는지 위해관리 모델 이후 후속 과정을 포함시켰다.

결과 및 고찰

Case study 1. 덴마크: 닭고기, 돼지고기, 계란에서 살모넬라 저감 정책

덴마크에서 1980년대 후반 살모넬라 식중독이 급격히

증가하였는데 원인식품이 닭고기로 밝혀지고 이들 닭고기를 통해 살모넬라의 확산문제 때문에 EU의 지원과 함께 국가적인 관리 프로그램을 실시하게 되었다. 닭고기가 관리된 이후에는 돼지와 암탉에서 계속 살모넬라가 확산되어서 인간에서 질병발생이 증가하였기에 돼지고기 및 암탉이 생산한 계란에까지 관리 방안을 개발, 도입하였다.

덴마크에서 살모넬라 프로그램은 1995년부터 2002년에 걸쳐서 본격적으로 실시되었다. 이때 EU Zoonosis Directive의 요구에 따라 덴마크 정부의 저감화 프로그램의 기본적 전략은 백신, 항생제, 유기산, 염소, 경쟁 저해균의 사용을 하지 않으면서 닭고기, 돼지고기, 계란에서 살모넬라 감염율을 낮추는 것을 목표로 하였다. 오염률을 저감시키는 것은 농장 단계에서 오염된 제품을 제거하고, 오염된 제품은 오염 수준에 따라 강제적 가공처리를 실시하도록 하였다. 제품의 오염여부 판단이 필요하기에 *Salmonella enteritidis* 분석실험을 실시하였다. 오염률 저감 정도를 알기 위해서 혈청학적 시험과 세균학적 확인을 결합한 2가지 방법을 결합한 검출 시스템(two-tired detection system)을 도입하였다. 미생물 검사와 달리 혈청학적 시험방법은 일부 자동 대량 스크리닝을 실시할 수 있어서 분석비용측면에서 낮은 가격으로 더 향상된 감도를 가지고 검사할 수 있게 되었다. 한편 돼지고기 관리를 위해서 농장관리가 중요하기에 살모넬라 오염율 감소를 위해서 사료부터 돼지고기까지 살모넬라 관리를 하는 feed-to-food관리 방식을 도입하였다. 여기에 체계적인 미생물 분석을 위하여 생산단계별로 샘플 수까지 미리 결정하여 샘플링 방식 및 분석방법을 표준화하였다. 혈청학적 샘플 분석 결과는 중앙정부의 데이터베이스로 전송될 수 있도록 시스템을 구축하였다. 덴마크의 살모넬라 정책은 농업정책과 연계하여 수입제품에서 식품안전을 요구하고 덴마크 농가 제품이 오염율 달성 목표에 미달할 경우에는 제품 마케팅을 금지하고 국내보다 저가로 해외로 수출하도록 하였다. 따라서 농장주들에게 위해관리 정책에 적극 협조하도록 동기부여를 하고 돼지고기에서 살모넬라 오염여부와 오염 수준에 따라 가공라인 구분을 1, 2, 3(가장 오염 심각한 샘플)으로 의무 부과하였다. 만일 오염이 된 것이 확인된다면 사육시설에서 세척이나 소독 살균을 하거나 제거하려면 10~14일 동안 모든 가축 무리들을 옮겨 비우고 감염요소를 모두 제거해야 한다. 덴마크에서는 대부분의 감염은 수직적 전염 (부모 닭 무리로부터 감염, 또는 달걀의 인공 부화장에서의 감염)에 의한 것으로 나타난 반면, 환경이나 야생동물에서 오는 수평적 감염은 약한 정도 역할을 하는 것으로 조사되었다.

공공분야와 민간 영역이 파트너쉽을 가지고 협력하여 정책 실시 결과, 기업체는 수익을 내었고 국제적으로도 경쟁력을 취득하여 축산물 수출 국가로서(당시 덴마크는 닭고기 생산량의 75%와 돼지고기의 85%는 수출함) 성장하게 되었다. 초기 프로그램은 정부의 재정지원을 받게 하여 연구와 개발과 그리고 폐기처분된 가축들의 보상금으로 재원이 지출되었지만, 나중에 프로그램 종료시점 단계가 되자 프로그램의 운영과 자급의 책임은 산업체에서 맡게 되었다. 하지만 정부는 모든 정보에 접근할 수 있고, 덴마크 인수공통 전염병센터(Danish Zoonosis Centre)에 의해서 운영되고 있는 중앙데이터베이스에 접근할 수 있다. 그리고 FSO (food safety objectives)는 계속 덴마크 정부에 의해서 결정되고 있다. 정책 후 정책 실시에 따른 비용편익 분석도 실시되었다. 2001년에 최종 추정한 결과에 의하면 문제가 심각했던 정책실시 초기 대비 식중독 발생 환자에 대해서 닭고기에서 95%, 돼지고기에서 85%, 계란에서 75%의 환자를 줄일 수 있었다. 이 결과 관리에 소비되는 비용을 추산한 결과, 관리를 하지 않았다면 경제, 사회적 비용은 4천 1백만 달러가 소요되었을 것으로 추정되었다. 반면, 관리시스템을 이용하는데 소요된 비용은 1천 4백 1십만 달러로 추산되었으므로 최종 관리정책을 통해서 국가가 취한 이득은 이들 액수의 차이인 약 2천 5백 5십만 달러(US dollar)로 산출되었다[8]. 결과적으로 산업체가 제품가격에 반영한 제품 상승비용은 돼지고기는 kg당 미화 0.075달러, 닭고기와 계란은 각각 kg당 미화 0.02 달러로 산출되었다. 덴마크 살모넬라 관리노력은 목표를 달성하여 살모넬라 식중독을 줄일 수 있었으며, 식중독 저감 효과는 이들 제품(닭고기, 돼지고기, 계란) 모두에서 저감 정책 실시 이후 인구 십만명당 살모넬라 발생환자수가 지속적으로 감소하였음을 통계자료[8]로 입증하였다(Fig. 2).

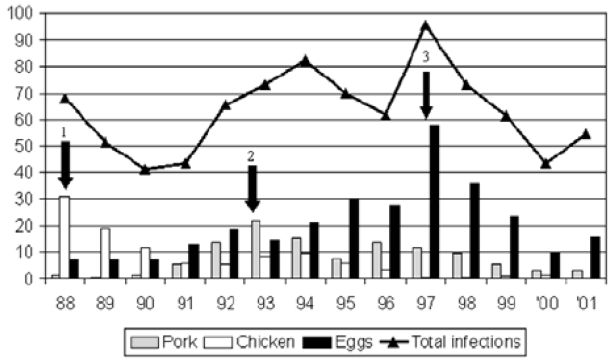

Fig. 2. Effects of *Salmonella* control programs (the figure is from Wegener et al. (2003)[8]) as indicated by incidence of human infection attributable to the different major sources of human salmonellosis in Denmark; 1) *Salmonella* control program for broiler chickens, 2) *Salmonella* control program implemented for pigs The there sources account for approximately 50% to 75% of *Salmonella* each year and 3) *Salmonella* control program implemented for layer hens. Remaining cases are attributable to beef, imported food products, infections acquired while traveling abroad, and unknown sources. Incidence (cases/100.000 inhabitants).

Case study 2. 미국: 신선농산물과 쇠고기 분쇄육에서 *E. coli* O157:H7 저감 프로그램

미국에서 *E. coli* O157:H7에 의한 식중독은 쇠고기가 주 오염원이었으나 1996년 들어서 신선야채류에서 식중독이 발생하기 시작하였다. 즉, 미국에서 1996년부터 2008년까지 82건의 식중독이 신선농산물(야채류, 과일류, 땅콩류)에 의해 발생하였다. 이들 중 28건 (34.1%)은 엽채류에 의한 것이었으며 949명의 환자와 5명의 사망자를 발생시켰다. 그리고 이들 신선농산물에 의한 식중독의 85.7%는 *E. coli* O157:H7에 의해서 일어나는 것으로 나타나서 미국은 *E. coli* O157:H7를 주요 목표균으로 선정, 이를 중심으로 다른 균들을 함께 제어하는 방식으로 전략을 수립하였다. 신선농산물에서 최근 식중독의 확산 및 보고 증가의 원인으로는 식중독에 걸리기 쉬운 고연령자, 글로벌 무역의 증가, 더욱 복잡해진 식품공급라인, 감시 기술의 향상과 식중독균 검출기술 향상, 역학조사 개선, 병원균 동정 기술의 개선을 꼽을 수 있다.

신선농산물은 미국 FDA가 학계인 Institute of Food Technologists (IFT)와 함께 수년간의 연구를 수행(저감 방법들의 경제적 영향, 식중독 사건, 병원균 특성, 미생물 생육 특성, 최소 성장 방법, 포장 및 신저감기술, 항균제 표준법, 지표균과 대리균 연구)하도록 하여 정보를 생산, 공유하였다. 광범위한 연구 조사를 통해서 퇴비와 관개수 등 환경인자를 통한 유입경로를 확인하고 퇴비에서 가축유래 병원균을 완전히 사멸하기 위한 퇴비 생성 시간 및 온도 조건까지 연구, 조사하였다[6]. 다만 신선농산물에서는 문제가 되는 특정 병원성세균이 대다수 신선농산물에 널리 오염되어 있는 것이 아니며, 검출율도 매우 낮고, *E. coli* O157:H7 이외에도 그동안 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* 등 다양한 식중독이 발생한 바, 특정 미생물을 타겟으로 검출율을 높이기 보다는 신선농산물에서 전반적으로 대다수 미생물 수준을 낮추는 방향으로 환경에서 오염인자 유입 방지, 항균제 개발, 제품의 세척, 소독 중심으로 저감화 방향이 이루어졌다. 식중독 발생시 조사관은 농장 조사를 실시하였으며 신선농산물 섭취방법에 관한 소비자 지침 및 실행계획을 세워 산업체 가이드라인도 공급하였다. 특히 엽채류, 멜론, 토마토 등 제품 및 공정 특성을 고려한 맞춤식 가이드라인을 마련하였다.

미국에서 *E. coli* O157:H7 식중독 저감화는 신선 농산물을 통해서만 얻어질 수 있는 것이 아니었다. 또 다른 *E. coli* O157:H7 오염 식품으로 쇠고기 분쇄육이 문제로 등장하였으며 오염이 확인된 제품에서 리콜이 실시되었다[7]. 그래서 1990년 후반에는 산업체의 몇몇 멤버들이 test-and-hold 공정을 부과하기 시작했다. 이는 최종 제품(beef trim) 혹은 최종 분쇄육의 *E. coli* O157:H7를 가지고 있는 가능성을 최소화하고자 샘플링 및 테스트를 하여 *E. coli* O157:H7의 존재유무를 확인하는 과정을 확인하였다. 만일 검사 후 균이 검출되지 않으면 상업적으로 유통시키고 만약 균이 검출되는 경우에는 전체 lot는 완전 가열 조리제품이나 혹은 축산처리가공장으로 보내도록 하였다. 이렇게 되자 다른 기업체들도 이런 비싼 비용이 소요되는 방법을 따라하게 되면서 이들 test-and-hold 공정은 기업체들로 하여금 해마다 수백만달러 비용이 소요되게 되었다.

신선 농산물 외에 축산물관련 쇠고기 분쇄육에서 *E. coli* O157:H7을 저감화하는 프로그램에 대해서는 미국 농무부(USDA)가 진행하였다. 이때 미국농무부는 쇠고기 산업 식품안전위원회(Beef Industry Food Safety Council, BIFSCo)와 미국정육연구재단(American Meat Institute Foundation)과 협력하여 정책을 실시하였다. USDA는 정성검출에서 신속정량검출 기술(high throughput method: hydrophobic grid membrane filtration방법과 spiral plate count 방법)을 개발하였다. 기존의 균수를 계수할 때 MPN방법을 이용하여 실시하고 있으나 이 MPN 방법의 세가지 단점으로 첫째, 비용이 비싸서 2001년 산출한 가격은 시료당 미화 100달러가 소요되고 있었으며 둘째, 실험결과에 변동이 커서 결과가 신빙성을 부과하기가 어려운 점이 있으며 셋째, 노동력이 많이 소요되었다.

이런 MPN 방법의 문제점으로 인하여 정량 평가 대신 오염정도만 확인하는 경우에 (예를 들어 5 CFU / 100 cm^2나 50,000 CFU / 100 cm^2인 경우 모두 양성으로 판정되게 된다) 저감 효과가 있는 공정을 사용하더라도 균을 완전히 제거하지 못한다면 이들 정성검사만으로는 저감 효과 여부를 확인하기가 어려워서 정량 평가가 필요하다.

이미 미국에서는 가죽을 세척하기 위해서 캐비넷(cabinet)을 이용하여 100 혹은 200 ppm의 염소를 함께 사용하여 세척을 실시하였는데 *E. coli* O157:H7 완전 제거 효과에는 회의적이었다. 반면 이 신속정량실험법 도입 이후 염소를 적용하여 세척용 캐비넷을 이용하였을 때 이 *E. coli* O157:H7의 오염율을 낮출 수는 없어도 오염수준을 낮출 수 있음을 입증하여 다시 산업계가 적극 도입할 수 있도록 하였다(data not shown). 한편 연구를 통하여 도축장에서 오염의 원인이 가죽제거작업에서 교차오염임을 밝히고 산업계의 작업자 교육을 실시하는데 역점을 둘 수 있도록 하였다.

신선농산물과 분쇄쇠고기 관리와 함께 실행계획을 수립하고 진행한 이후 *E. coli* O157:H7를 대표로 하는 STEC (시가톡신생성 대장균)식중독 증가세가 2000년대 중반 멈추었음을 CDC 통계로 확인하였다[12](Fig. 3). 한편 쇠고기 분쇄육에서는 정량 모니터링 방법을 통해 분쇄육에서 *E. coli* O157:H7 오염율(Table 1)이 매년 감소하였음을 확인하였다. 결론적으로 대표적으로 이들 문제가 되는 제품군에서 저감화 정책을 실시하여 저감화 프로그램이 시작된 1998년 대비 *E. coli* O157:H7에 의한 식중독을 거의 절반 가까이로 감소시킬 수 있었다(Fig. 3).

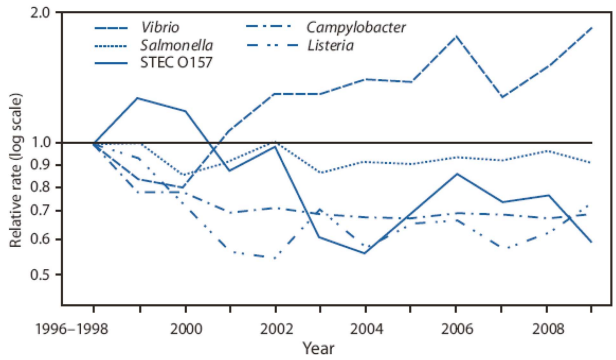

Fig. 3. Relative rates of laboratory-confirmed infections with *Campylobacter*, STEC O157, *Listeria, Salmonella*, and *Vibrio* compared with 1996-1998 rates, by year 1996-2009- The figure is from Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet), United States[12].

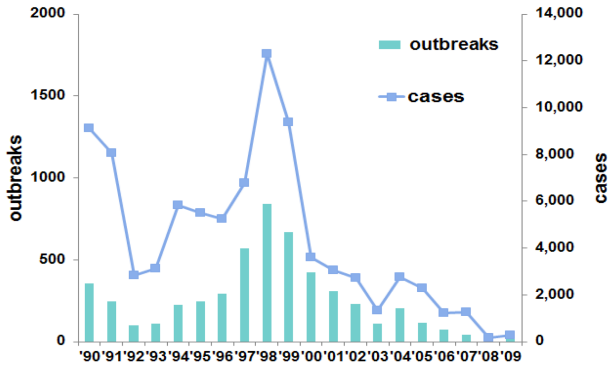

Fig. 4. Outbreaks and cases caused by *V. parahaemolyticus* in Japan from statistics of Ministry of Health, Labour and Welfare (personal communication with the expert in Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan).

Table 1. US Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service - Microbiological results of raw ground beef products analyzed for *E. coli* O157:H7. The data is from USDA[7]

Year	No. of positives	No. tested	% Positive
1994	0	891	0.0
1995	3	5407	0.05
1996	4	5703	0.07
1997	4	6065	0.07
1998	14[a]	8080	0.17
1999	32[b]	7785	0.4
2000	55	6375	0.86
2001	59	7010	0.84
2002	55	7025	0.78
2003	20	6584	0.30
2004	14	8010	0.17
2005	19	10976	0.17
2006	20	11779	0.17

[a]During October 1997, the amount analyzed was increased from a 25 g sample to a 325 g sample to provide increased detection sensitivity.
[b]On September 3, 1999, a new selection and detection method was introduced to further increase test sensitivity.
[7]USDA, http://naldc.nal.usda.gov/download/3755/PDF

Case study 3. 일본: 어패류에서 장염비브리오 저감화 정책

일본은 대표적인 세계최대 수산물 섭취국가로 회와 초밥 등 익히지 않은 어패류 소비가 많아 장염비브리오 식중독이 1990년대 지속적으로 증가하여 1998년에 식중독 건수가 839건, 환자수가 12,318명에 달하여 장염비브리오 식중독 문제가 전세계에서 가장 심각하였다.

2001년 6월에 식품위생법을 개정하면서 생식섭취용 신선어류와 신선패류에 기준을 두었다. 또한 표시 제도를 통해 구매자에게 정보를 알리는 방법을 취하였고 산업체용 지도서를 발간하였다. 수산물을 익혀먹지 않는 생식용인 경우 제품에 생식용임을 표시하도록 하였으며 저감 가열 방법이 적용된 익힌 수산물에서는 음성 기준을 부과하였고 생식용으로 섭취하게 되는 어패류의 경우에는 정량 기준으로, g당 100 MPN으로 기준을 두었다. 한편 가공수에 대해서 살균처리 된 해수를 이용하도록 하여 가공수의 위해요인을 제거하도록 하였을 뿐 아니라 수산물 보관에 대해서도 10°C이하 온도 기준을 두어 관리하도록 하여 균의 증식을 방지하도록 하였다. 산업체에 이들 가이드라인을 보급하여 생산과정에서 생산지침을 따르도록 하였고 외식업체 등에서는 온도 및 시간에 대한 가이드라인(식당에서 회와 초밥은 조리 후 바로 제공하고 상온 노출 2시간 이내에 소비되어야 함)을 제공하였으며 소비자들에게도 온도 및 시간에 대한 지침(어패류는 가정에서 4°C이하에서 보관하고 상온노출 2시간 이내 소비되어야 함)을 제공하여 장염비브리오의 생육을 억제할 수 있는 조건에서 섭취하도록 하였다.

일본 후생성 식중독 역학 통계 자료에 의하면 정책 시행 후인 2000년 들어 식중독 건수 및 환자수가 대폭 감소하였음을 확인할 수 있다(Fig. 4).

정책의 장단점 및 시사점

각 국가들 모두 위해관리의 기본 틀을 이용하여 정책을 추진하였다. 다만 시급성이나 식습관이 달라서 국가별로 관리가 시급한 관리 대상 식품과 식중독균이 선정되었다. 사례 국가 3국 모두 식품은 가공식품보다 각각 익히지 않은 농산물(미국), 축산물(덴마크, 미국), 수산물(일본)을 대상으로 선정된 것을 보면 원료부터의 관리가 중요함을 알 수 있었다. 보통 신선농산물은 추가적인 가열이 없이 섭취하는 특성이 있고, 수산물은 일본 소비자의 취향에 따라서 생식용과 비생식용으로 섭취될 수 있다. 덴마크의 경우 축산물은 대부분 가열 조리 후 섭취하는 특성이 있기에 가열처리용인 경우 소비자의 다룸 특성이 개입될 수 있어서 이들 세 가지 제품 특성은 서로 다르다. 우리는 각 국가가 문제 해결에 어떤 접근방식을 가지고 실행하였는지 각국의 상황 및 제품별 특성을 함께 살펴볼 필요가 있다. 위해관

Table 2. Comparisons of foodborne reduction programs among US, Denmark and Japan

	US	Denmark	Japan
Pathogens in food	-*E. coli* O157:H7 in fresh produce or ground beef	-*Salmonella* in chicken, pork and eggs	-*V. parahaemolyticus* in seafood
Role of government	-Cooperation among government, academia, and industry (association)	-Partnership with EU -Government leadership -Linked with national agricultural policy	-Government leadership for industry and consumer
Strategy	-Cause analysis, guidance -intervention methods (antimicrobials, MAP etc)	-Contamination removal, farm management	-Food standard, labelling, guidance
Advantage point	-Low cost -Information providing to the industry -Partnership with the industry	-Natural method -Farm to table control -Consumer's good acceptance -Setting infrastructure (Rapid analysis and database system)	-Low cost -Providing Information by labelling to for industry and consumer
Drawback	-Consideration of various production line -Consumer acceptance of reduction technology	-High cost at the beginning for infrastructure -Requiring the farmers agreement for the strong policy	-Indispensible cooperation by the industry and consumer
Main agent of payment	-Industry	-Government+industry	-Industry
Effect	-Moderate (50%)	-High (over 75%)	-Very high (over 95%)
Additional achievement	-Providing information of *E. coli* O157:H7 -Establishing the comprehensive food safety system of producing fresh produce and ground beef	-Development of analytical method and establishment of the infrastructure to produce safe livestock products -Increase in the export	-Supplying seafood guideline specific to government, industry and consumer relating to *V. parahaemolyticus* -Expert participation in the WHO/FAO risk assessment report

리 전략은 각 국가별 처한 상황 및 국가의 관심, 확보된 저감 기술에 따라 접근하였다. Table 2에 각 국가별 위해관리 정책에 관한 특성 및 장단점을 분석하여 기술하였다.

미국은 자국의 농산물에서 축산물 유래 식중독균이 발생하는 새로운 상황에서 식중독 발생 원인에 관해 정보를 모아야 했다. 따라서 식중독 역학 조사 및 식품 수거 조사 등에서 오염원을 찾고 farm-to-table 과정 중 어떻게 유입되는지 문제점을 찾는 등 원인분석을 실시하였고 학계와 함께 오염원을 제거할 수 있도록 관련 조사를 실시하였다. 신선농산물의 오염원이 *E. coli* O157:H7만 있는 것이 아니기에 *E. coli* O157:H7를 중심으로 하되 다른 미생물도 제어하고자 농산물의 살균 소독 과정을 실시하여 저감 효과 달성을 하고자 하였다. 따라서 본 프로그램에서는 추가 비용은 다른 위해관리 방법에 비교하여 그다지 크지 않다. 다만 신선농산물 위해관리에 어려운 점으로는 신선농산물의 종류가 많다는 점, 그리고 이들의 생산 공정이 신선농산물 종류별로 다르다는 점이었다. 그래서 개별 제품별 가이드라인을 생산하게 되었다. 또 다른 어려운 점으로는 농산물 자체가 농장 단계에서 병원균에 오염이 되면 가열공정이 없기에 균을 완전히 제거가 어렵다는 점에서 한계가 있다. 농산물을 키우기 위해서 필요한 관개수와 퇴비가 오염이 되면 농산물도 쉽게 오염된다. 그래서 퇴비나 관개수 관리의 필요성을 연구를 통해 확인하고 사전에 오염원의 유입을 막는 방안을 고려하였다. 따라서 자연환경에서 유래되는 관개수와 퇴비 관리와 같은 환경까지 고려하며 식중독이 발생한 농산물을 생산한 지역의 농장 실태 점검도 함께 실시하였다. 어떤 소비자는 인위적인 특정 처리 기술이 적용된 제품을 선호하지 않는 경우도 있기 때문에 소비자의 선호도를 정책에서 고려하고 문제가 심각할 때는 소비자를 설득하는 노력도 필요하다. 본 프로그램을 통하여 미국은 *E. coli* O157:H7 식중독에 관한 많은 자료를 생산할 수 있었고 본 프로그램을 통하여 미국의 통합적인 식품안전 시스템을 활용하여 체계를 점검할 수 있었다.

덴마크 모델은 오염된 제품을 신속 검출 분석 데이터 시스템을 통해서 찾아내고 오염 수준별로 저감공정을 유도하여 처분하고 농장단계에서부터 검출되면 제거하는 방식으로 오염원을 농장부터 관리해 나갔다. 따라서 소비자들이 거부하는 항생제나 백신 등 어떤 인위적인 저감 기술을 사용하지 않았으므로 소비자 선호도가 높고 이들 분석 시스템을 국가적으로 갖추고 결과를 데이터베이스화하는 등 축산물 생산 국가로서 국가적인 인프라를 갖추게 되었으며 제품검사를 통해 농장 관리 및 오염된 제품의 가열공정을 강제하여 균에 오염된 제품이 유통되는 것을 차단하며 식중독 감소에 효과를 거두었다. 게다가 국가의 식품안전을 확보하려는 노력과 신뢰를 국민에게 인정받는

계기가 되었고 축산물 수출국가로 더욱 발돋움 할 수 있었다. 그러나 초기 시스템을 수립하는데 비용이 많이 들고 생산자 동의와 협조가 필요하다는 점은 정책 성공에 필수적으로 요구된다.

마지막으로 일본 모델은 식품의 기준 규격을 설정하는 등 우리나라와 유사한 모델이다. 여기에 생산자에게는 오염원을 제거하도록 하고 추가 오염 방지할 수 있는 세척 및 온도 관리 방식을 제시하였다. 외식업자 및 소비자에게는 다룸에 관한 온도 및 시간 관리에 관한 가이드를 제공하였으며 제품의 용도를 생식용과 비생식용으로 표기하여 소비자에게 정보를 제공하는 방식을 사용하였다. 따라서 추가적인 비용은 그다지 많지 않았다. 그러나 정책이 성공하기 위해서는 생산자 뿐 아니라 소비자의 협조 및 교육이 필수적이어야 한다는 측면이 있다. 장염비브리오 문제를 해결하는 과정 속에서 수산물에서 장염비브리오 관련해서 국제적으로 많은 정보를 제공하고 국제기구의 위해평가 수행에 참여하는 등 전문가들이 활동하는 계기와 발판을 통해서 정부 인력을 세계수준으로 올리는 성과를 얻을 수 있었다[13].

일본은 생산의 공정 지침에 세세하게 지도서가 발간되고 기계나 시설 등 하드웨어적인 지침을 제공할 뿐 아니라 모든 생산-소비에 이르는 이해당사자들에게 구체적인 시간-온도 조건과 같이 소프트웨어적 구체적인 방식이 제시되어 외식업체와 소비자들도 쉽게 적용할 수 있도록 한 점이 특징이다. 일본에서도 국가에서 정보를 찾고, 해결할 수 있는 방법을 연구를 통하여 찾아내고 이를 산업체가 공정 등에 적용하도록 하고 지침을 잘 지켰는지를 살펴봐야 하며 위반 적발과 같은 처분에 의거한 관리보다는 인체에 위해가 있는지 여부를 판단하는 위해기반 접근 방식(risk-based approach)이 필요하다는 일본 전문가 의견이 제시[14] 되고 있다. 우리나라와 같이 영세한 생산업체가 많은 경우에는 일본과 같은 수산물의 관리 방식에는 시설 투자 등 비용 요구가 추가될 수 있다. 그동안 우리나라는 일본의 정책처럼 식품의 기준 규격 등을 설정하고 업체가 이를 지키도록 해왔는데 기술이나 인프라가 영세한 업체들에서는 부담이 된다는 지적이 있었다. 향후 우리나라는 어떻게 관리할 것인지 산업의 현황 및 향후 나아갈 방향을 제시하는 등 산업정책과 연계하여 위해관리 방향을 설정할 필요가 있다.

지금까지 3개국가 모델을 통해 살펴본 결과 이들 국가에서만 적용하는 저감화 방식 (예: 덴마크에서 축산물의 국가적 인프라에 의한 관리, 미국에서 신선농산물 품목별 가이드라인, 일본에서 생산단계에서 살균된 가공수 이용 및 생산과정에서 온도 관리 등)이 있음도 알 수 있었다. 비용이나 이해당사자의 반발이 거의 없는 협조에 필요한 지침들도 있는 반면, 업체 및 국가의 기반 기술에 따라서 당장 적용하기 어려운 대안 이행 방식이 있음도 알 수 있다. 영세한 업체의 경우 정책에 회의적이거나 준수하지 못하게 된다면 저감화 정책의 성공을 장담할 수 없을 것이다.

따라서 특정 식품에서 저감화 정책을 수립하기 위해서는 다음의 세가지 요소가 필요하다.

첫째는 기술적 요소로서 식품안전 정책은 과학적 기술을 기반으로 관리해 나가야 한다. 현재 우리나라가 처한 문제점은 무엇인지 국가적으로 원인 분석을 실시하고, 특히 산업체의 현실을 파악하는 것이 중요하다. 연구계에서는 연구를 통하여 새롭게 적용할 수 있는 기술을 개발하고 미생물 분석과 같은 인프라 확충, 인력 개발 등 과학에 기반을 둔 기술력 확대 및 시스템 개발이 필요하다.

둘째는 경제적 요소로서 좋은 기술이라고 해도 비용이 너무 과다하거나 소비자가 지불할 금액이 높아 소비자 지불 의사가 없다고 하면 산업체는 저감화 프로그램 적용에 소극적이 될 것이다. 따라서 어떤 정책을 실시해야 이해당사자들이 지불 능력과 의사가 있는지 파악해야 하고 효과는 좋으면서 경제성이 있는 정책을 찾는 등 경제성 평가 등이 함께 수반되어야 할 것이다.

셋째는 사회적 요소로서 저감화 정책을 위해서는 사회적으로 원활한 의사소통 및 이해당사자들간의 협력이 필수적이다. 국가적으로 식중독이 증가한다고 하는 것은 소비자 뿐 아니라 산업체에도 결코 좋은 일이 아니다. 각자의 이해당사자 별 입장이 어떤 것인지 서로 의사소통하고 서로의 입장의 차이만 확인할 것이 아니라 어떻게 하여 입장을 서로 맞춰 조절해 나갈 것인지 사회적인 분위기 및 협력을 위한 노력이 필요하다. 특히 국가 주도 식중독 저감화와 같이 위해 관리 정책의 경우 관련된 이해부처간의 조정 및 역할 분담, 책임 부처와 관련 부처의 협조 등 정부 내에서 의사소통은 정책 성공에 중요한 요소이다. 과학적 사실과 정책 사이에서 위해 평가자와 위해 관리자의 의사소통이 필수적이고 정부 내에서 시기에 맞게 신속하고 적절하게 판단하고 협조하며 사회적인 분위기를 만드는 것이 중요하다. 이미 정해진 법과 규율 내에서 준수를 위한 산업체 노력 뿐 아니라 정부와 산업체 사이에서 파트너쉽을 가지고 필요한 정보를 공유하는 노력이 필요한데 협회 등을 통해서 산업체의 정보를 공유하는 노력이 필요하다. 이때 관리정책을 수립하는 단계에서 정보를 제공한 측의 위반 여부를 가지고 법적 처벌을 가하게 되면 산업체는 정보 공유에 소극적이 되므로 바람직하지 않다는 지적이 있다. 위해관리 정책 실시에서 제공한 정보를 가지고 처벌하는 것보다 향후 개선하는 방향으로 갈 수 있도록 사회적인 인식전환 및 방안 마련이 요구된다. 아울러 소비자에 관해서 식품안전에 관한 소비자의 우려 및 요구를 파악해야 한다. 소비자에게 필요한 식품안전 관리 정보를 생산하여 소비자가 혼란을 방지하고, 소비자가 식품안전을 위한 farm-to-table 과정에서 식품의 최종 사용자임을 인식해야 한다. 식품안전 신뢰를 위해서 정부는 위

해 관리 정책의 목적, 과정 및 결과를 대중에게 투명하게 공개해야 한다.

국가적으로 하나의 저감화 정책 모델을 수립하고 성공한다고 하면, 저감화 정책 성공 기본 모델을 활용하여 향후 다른 저감화 정책까지 확대할 수 있을 것이다. 따라서 모든 것을 하기보다, 시급하고 할 수 있는 것부터 실시하며 국제기구에서 권고하는 표준화된 방식을 따라서 실시할 수 있도록 다음과 같이 식중독균 저감화 관리 프로그램 모델을 제시하고자 한다.

식품에서 식중독균 저감화 관리 프로그램 모델 제안

CODEX 식품안전위원회에서 제시하는 위해관리절차에 따라 식중독균 저감화 위해관리 모델을 위하여 세부적으로 단계를 구분하여 작성하였다. 제외국의 운영 사례를 해외 위해관리자 전문가 인터뷰를 실시하고 3개국 case study를 참고하여 작성하였다. 다만 각 단계는 I부터 VIII까지 8개 단계로 설정하였는데 프로그램의 기획 및 전략을 수립하는 위해관리자(risk manager)가 효과적인 단계를 설정하여 집중적으로 적용하거나 현재 부족한 단계들을 강화하여 예산, 자원을 효과적으로 배분하여 종합적으로 최대의 효과를 얻어낼 수 있도록 할 수 있다. 위해관리자는 시급성과 자료 확보 여부를 고려하여 진행하되 우선순위와 집중 적용할 단계를 설정하고 식중독 발생을 저감하는 것을 목표로 한다. 위해 관리자는 위해 평가자와 저감화 정책의 이해당사자들과 지속적으로 위해 커뮤니케이션(risk communication)을 실시하도록 한다. Case study 1-3 사례를 종합하여 현재 이용한 방법들을 모두 대안으로 이용할 수 있으며 이 외에도 CODEX가 제시하는 단계별 위해관리 대안들[10]을 선택하여 이용할 수 있다.

식중독균 저감화를 위한 이해당사자별 관리 모델은 Fig. 5에 제시된 바와 같다. 좌측에 1. 위해관리 초기판단, 2. 대안 확인 및 선택, 3. 대안 실행, 4. 모니터링 및 재검토를

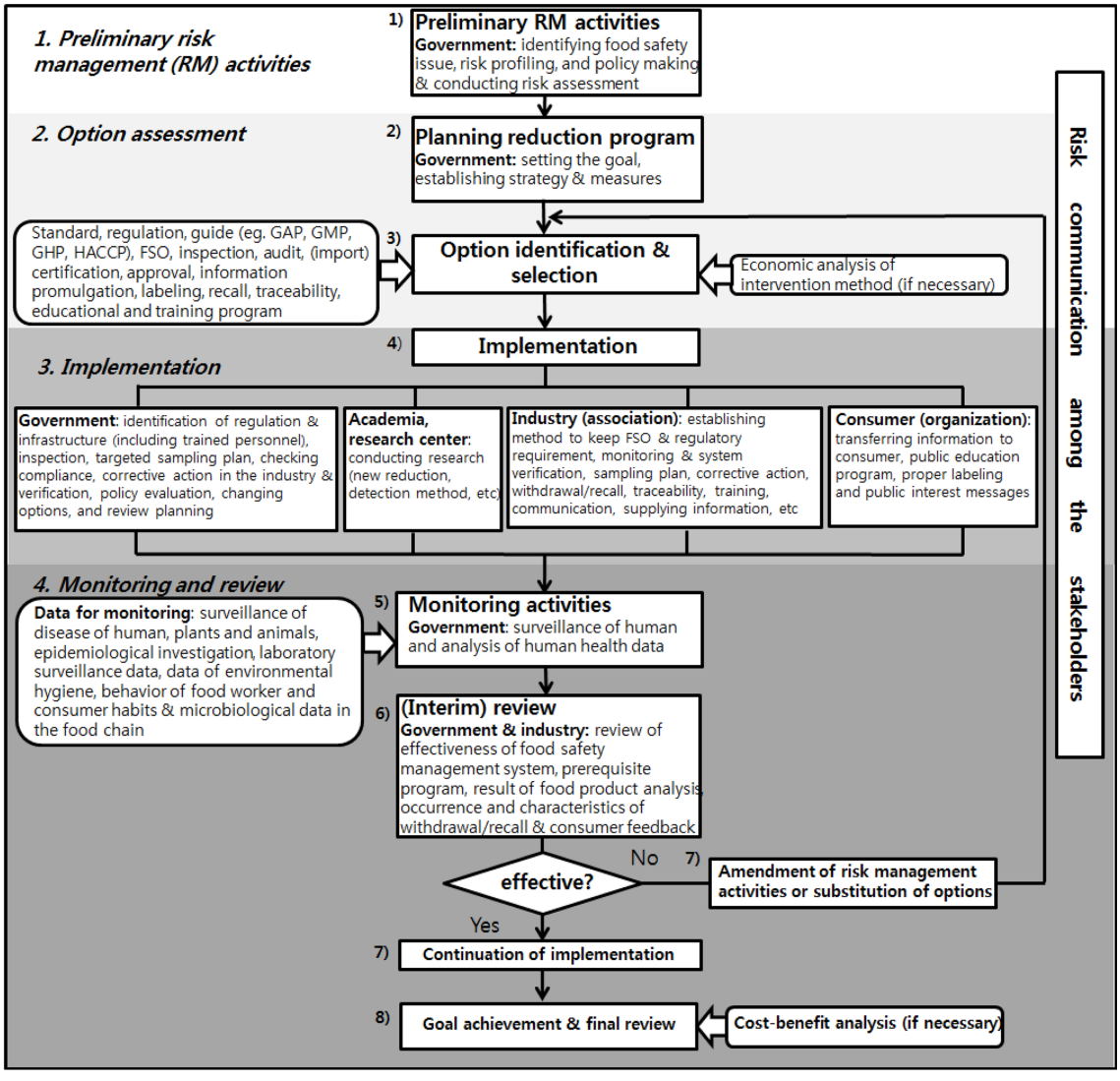

Fig. 5. A proposed model of foodborne illness reduction program.

배치하였다. CODEX의 위해관리 세부 방안[10]을 요약한 후 Fig. 5 중앙에 식중독 저감화 위해관리 과정을 최종 8개 단계(1)-8))로 세분화하여 정리하였다. 프로그램이 잘 실시되기 위한 전제조건인 위해관리 전 과정을 통해서 이해당사자 사이에 적극적으로 정보를 투명하게 공유하고 위해커뮤니케이션(risk communication)을 실시해야 한다. Fig. 5의 중앙부분인 1)-8)의 순서로 식중독 저감화 위해관리 프로그램을 실시할 수 있다. 1)-8) 단계는 다음과 같다; 1) 사전 위해 관리 활동 실시(*1. 위해관리 초기판단*) 2) 식중독 저감화 프로그램 기획 및 전략 수립(*2. 대안 확인 및 선택*), 3) 대안 확인 및 선택(*2. 대안 확인 및 선택*), 4) 정부, 학계 및 연구계, 산업계, 소비자 등 이해당사자 별 대안 실행(*3. 대안실행*), 5)모니터링 활동 실시(*4. 모니터링 및 재검토*), 6)정부, 산업체 및 소비자 중간 재검토(*4. 모니터링 및 재검토*), 7) 중간 재검토 후 목표 재설정(*4. 모니터링 및 재검토*) 혹은 대안 대체 및 수정 대안 실행 (*2. 대안 확인 및 선택, 3. 대안 실행, 4. 모니터링 및 재검토*), 8) 식중독 저감화 목표 달성 및 최종 효과 정리하고 필요시 비용-편익 분석 실시 순서로 진행한다.

CODEX의 위해관리 세부 방안은 Fig. 5에 상세히 적시하였으며 참고문헌[15]에 상세히 기입된 바 본문에 세부 방안 기입은 기술을 생략하였다.

결 론

본 연구는 제외국 선진국의 식중독 저감화 정책에 대한 사례연구를 통하여 식중독 저감화 프로그램에 관한 배경 및 과정 그리고 성과를 상호 비교하고 시사점을 도출하였다. 미생물학적 위해관리 기본적인 틀은 국제기구 CODEX에서 제시하였다. 각 국가들은 자국의 사정에 따라 시급하고 정책요구도가 높은 식품을 선정하여 미생물학적 위해관리를 실시하였다. 각국 정부는 인프라 상황 및 정책적 효과가 높다고 판단되는 대안을 활용하여 식중독 저감화 정책을 추진하였는데 이해당사자의 참여가 중요함을 알 수 있었다. 식중독 저감화 정책은 식중독을 저감시키는 효과뿐 아니라 식중독 저감화 정책을 실시하지 않았다면 식중독이 증가하는 추세였음으로 미루어보아 식중독 확산을 방지할 수 있다. 다만 이들 식중독 저감 정책은 단기간에 달성할 수 있는 것이 아니라 심지어 10년 이상 장기간의 과제가 되는 경우도 어렵지 않게 볼 수 있다. 장기간 실시되는 정책에서 식중독 저감화 효과를 평가하려면 식품공급라인에서 주기적인 미생물학적 분석 결과와 식중독 통계가 요구되며 기획단계부터 기간별로 자료 비교를 쉽게 할 수 있도록 자료 관리 시스템을 일치 및 조화시켜야 한다.

위해관리는 과학적인 위해평가 활동과 구별되며 과학적 근거에 의해 정책을 실시함에 있어 경제적, 사회적 요인들까지 고려하게 되는 복합적인 과정이다. 국가별로 처한 상황 및 축적된 정보, 역량, 재원, 이해당사자들의 입장 및 정책의 수용 정도에 따라서 위해관리의 대안 실행 방식이 달라진다고 볼 수 있기에 이해당사자들 간의 의사소통과 협조가 필수적이다. 따라서 각국 정부는 이해당사자들 간에 위해 커뮤니케이션을 적극적으로 실시하고 정보를 생산, 투명하게 공개하고 필요시 파트너쉽을 가지고 함께 목표달성을 하려고 노력하고 있다.

국제기구의 권고에 따라 실시된 각 국가별 정책 성공사례를 통해 국내에서도 벤치마킹 할 부분을 찾아내서 쉽게 적용할 수 있는 부분은 도입하여야 한다. 향후 우리나라가 미생물학적 위해관리 정책을 추진하는데 있어서 현실적인 어려움은 무엇인지 이해당사자들 간의 정보 공유 및 관련 정부 부처의 시스템적인 해결 방안 모색이 필요하며 본 과제에서 도출한 위해관리 모델을 이용하여 적용할 수 있다.

요 약

본 연구는 제외국의식중독균별저감화사례를조사, 비교하여 정보를 획득하고 식중독균 저감화 매뉴얼을 작성하며 저감화 정책방안을 제시하기 위한 기반 자료 확보를 목적으로 수행하였다.

선진 외국(미국, 덴마크, 일본)의 식중독 저감화 정책의 현황 및 사례조사에는 인터넷 자료, 관련 기관 전문가 인터뷰를 통하여 조사하였다. 미국의 신선농산물에서 미생물학적 위험요소 저감화(FDA), 미국 분쇄쇠고기에서 *E. coli* O157:H7의 저감화(USDA), 덴마크의 닭고기, 돼지고기, 계란에서 살모넬라 저감화, 일본의 어패류에서 장염비브리오 저감화 프로그램을 사례 연구로 제시하였으며 이들 국가의 저감 프로그램의 배경, 전략, 효과를 조사하고 장단점 분석을 실시하고 시사점을 도출하였다. 이들 제외국 정책 사례 연구와 국제기구 CODEX의 위해관리 체계를 결합하고 국내 현실을 반영하여 식중독 저감화 관리 매뉴얼로 저감 프로그램에 관한 일반 모델을 다음 순서로 제시하였다: 1) 위해관리 초기판단, 2) 식중독 저감화 프로그램 계획, 3) 대안 확인 및 선택, 4) 대안 실행(이해당사자별 역할 설정 및 대안 방법 적용), 5) 감시 활동, 6) 중간 재검토, 7) 목적 달성 때까지 대안 실행 지속적 실시(만일 대안이 효과가 없으면 대안을 대체하거나 수정하여 식중독 저감화 목표 달성 시까지 실시), 8) 최종 평가에 보건에 미치는 영향을 확인하고 필요시 비용 편익 분석 실시.

본 연구를 통해서 제시된 식중독 저감화 정책에 관한 시사점 및 식품안전의 이해당사자별 역할별로 도출된 식중독 저감화 정책 모델 및 매뉴얼은 미생물학적 위해관리를 수행하는데 향후 활용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청 2011년 연구사업(11022정책연789)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이종경: 세계 식품안전정책 동향. 세계 농업, **55**, 1-18 (2013).
2. 식약처: 식중독 통계 시스템 http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do?nMenuCode=5 accessed Aug. 5, 2013.
3. FAO/WHO: Proposed draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management. Available from ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCFH/ccfh37/fh37_06e.pdf accessed Aug. **5**, 2013 (2005).
4. Schlundt, J.: Principles of food safety risk management. *Food control*, **10**, 299-302 (1999).
5. FAO/WHO: Risk management and food safety. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Italy, FAO Food and Nutrition Paper No 65 (1997).
6. FDA:Produce & Plant Products Guidance Documents & Regulatory Information. Available from http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ProducePlantProducts/default.htm accessed Aug. 12, 2013.
7. USDA: Available from http://naldc.nal.usda.gov/download/3755/PDF accessed Aug. 5, 2013.
8. Wegener HC, Hald T, Lo Fo Wong D, Madsen M, Korsgaard H, Bager F, Gerner-Smidt P, Molbak K.: Salmonella control programs in Denmark. Emerging Infectious Diseases. **9**(7), 774-780 (2003).
9. Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan: Annual report of food poisoning outbreaks. Available from http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/index.html accessed Aug. 5, 2013.
10. CODEX: Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management, CAC/GL 63-2007 (2007).
11. 박인희, 이종경: 영국 정부와 산업체 협력 캄필로박터 저감화 계획, SAFE FOOD, **7**(1), 32-40 (2012).
12. CDC Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet), United States, Available from http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5914a2.htm#fig1 accessed Aug. 5, 2013.
13. WHO/FAO: Risk assessment of Vibrio parahaemolyticus in seafood, Available from http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/MRA_16_JEMRA.pdf accessed Aug. **12**, 2013 (2011).
14. 이종경 외: 주요 식중독균 저감화 정책 개발 연구. KFDA 연구보고서 (2011).
15. 이종경: 식중독 저감화를 위한 CODEX의 미생물학적 위해관리 정책의 절차 및 영국의 활용 사례. 식품과학과 산업, **46**(1), 13-25 (2013).