creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000237655

2008 年 *2*月
碩士學位論文

식중독균 오염 경로 추적을 위한 *PFGE* 활용 방안

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

최 순 곤

식중독균 오염 경로 추적을 위한 *PFGE* 활용 방안

Application of Pulsed-Field Gel Electrophoresis(PFGE) for Tracing the Route of Foodborne Pathogens Contamination

*2009*年 *2*月

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

최 순 곤

식중독균 오염 경로 추적을 위한 *PFGE* 활용 방안

指導敎授　張 海 春

이 論文을 理學碩士學位 申請 論文으로 提出함

*2008*年　*12*月　日

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

최　순　곤

최순곤의 碩士學位 論文을 認准함

委員長　朝鮮大學校　敎授　_____印

委　員　食品醫藥品安全廳 博士　_____印

委　員　朝鮮大學校　敎授　_____印

*2008*年　*12*月　日

朝鮮大學校 大學院

목 차

ABSTRACT ····· 1

제1장 서론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 4
제1절 국내·외 관련 자료 수집 및 분석 ····· 4
제2절 식중독 역학조사 방법 검토 ····· 5
제3절 유전자형 분석(PFGE) 시스템 및 활용 분석 ····· 5

제3장 결과 및 고찰 ····· 6
제1절 식중독 발생 현황 및 분석 ····· 6
1. 연도별 발생 현황 ····· 6
2. 월별 발생 현황 ····· 9
3. 원인균별 발생 현황 ····· 13
4. 원인시설별 발생 현황 ····· 17
5. 노로바이러스에 의한 식중독 발생 현황 ····· 17
6. 식중독 원인규명율 ····· 23
제2절 식중독 원인규명을 위한 관리현황 ····· 26
1. 국내 식중독 관리 시스템 ····· 26
가. 대응 체계 ····· 26
나. 식중독균 검사 체계 ····· 27
2. 원인규명을 위한 역학조사 ····· 29
가. 식중독 원인조사의 필요성 ····· 32
나. 현장조사 ····· 32

다. 조사방법 ····· 33
라. 오염원 추정 ····· 34
마. 조사결과 확인 ····· 37
3. 국외 식중독 관리 시스템 ····· 42
가. 일본 식중독 관리 시스템 ····· 42
나. 미국 식중독 관리 시스템 ····· 44
제3절 원인규명을 위한 유전자형 분석(PFGE) 시스템 ····· 47
1. PFGE 분석 ····· 47
2. PulseNet과 FoodNet ····· 48
3. PFGE 활용사례 ····· 52
4. 기타 국가들의 PFGE 활용 ····· 54

제4장 결론 ····· 56

참고문헌 ····· 58

표 목 차

표 1. 연도별 식중독 발생현황 ····· 7
표 2. 국내 급식시설 현황(2007년) ····· 8
표 3. 월별 식중독 발생현황 ····· 11
표 4. 일본의 월별 식중독 발생현황 ····· 11
표 5. 원인균별 식중독 발생현황 ····· 14
표 6. 일본의 원인균별 식중독 발생현황 ····· 15
표 7. 미국의 원인별 식중독 발생현황(1988~2000년) ····· 16
표 8. 원인시설별 식중독 발생현황 ····· 20
표 9. 일본의 섭취장소별 식중독 발생현황 ····· 21
표 10. 각국의 식중독 원인규명율 ····· 24
표 11. 시설별 식중독 원인규명율 ····· 24
표 12. 보건복지가족부의 식중독 관련 법령 ····· 28
표 13. 역학조사 보고 ····· 30
표 14. 식품 등의 검체 채취 ····· 35
표 15. 식중독 발생에 따른 유행곡선 ····· 38
표 16. 병인물질 검출에 의한 확정 ····· 39
표 17. 원인식품의 추정 ····· 40
표 18. 검사결과에 의한 추정 ····· 41
표 19. 식중독 네트워크 ····· 46
표 20. PFGE 실험단계 ····· 49

그 림 목 차

그림 1. 월별 식중독 발생 현황(2002-2007년 합계) ····· 10
그림 2. 집단급식소 식중독 발생 현황 ····· 19
그림 3. 노로바이러스 식중독 발생 현황 ····· 21
그림 4. 겨울철 노로바이러스 식중독 발생 현황 ····· 22
그림 5. 유행 역학조사 흐름도 ····· 31
그림 6. 일본의 식중독 보고체계 ····· 43
그림 7. PFGE band 분석 ····· 50
그림 8. 집단식중독에 PFGE 활용 ····· 51

ABSTRACT

Application of pulsed-field gel electrophoresis(PFGE) for tracing the route of foodborne pathogens contamination

Choi, Soon Gon
Advisor : Prof. Chang, Hae-choon, Ph. D.
Department of Food and Drug
Graduate School of Chosun University

To investigate foodborne disease we performed a prospective PFGE study and retrospective analysis of foodborne disease outbreaks in Korea. The prevention of foodborne disease requires a coordinated program of epidemiological study and rapid inspection involving tracing the route of foodborne pathogens contamination. Pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) is a powerful tool for characterizing various foodborne pathogens at the DNA level, obtaining relevant information on genome size and constructing the physical and genetic map of the chromosome of bacteria that are poorly understood at the genetic level. PulseNet is a national network of public health and food regulatory established in the US to detect clusters of

foodborne disease and respond quickly to foodborne outbreak investigations. In this active surveillance system detected by the network must be confirmed by epidemiological mean to determine if an outbreak is occurring. Presently, the preferred subtyping method of PulsedNet is pulsed-field gel electrophoresis (PFGE). And speeds outbreak investigations through focusing efforts on cases with indistinguishable PFGE patterns. Monitor for foodborne disease associated with a product and cut out foodborne illness. The subtyping of foodborne pathogens continuously monitors patterns submitted to the national database. Foodborne disease are a global problem and infections in one part of the world may originate on a different continent. Therefore, active surveillance system supports the establishment of similar networks in other regions with the goal to enable real-time comparison of subtyping results form the different networks. The PFGE system will also be used as a primary tool in preparedness and response to acts of foodborne disease outbreaks.

제 1 장 서 론

식중독(食中毒, foodborne disease)이란 병원성 미생물, 화학물질, 자연독 등을 함유한 식품을 섭취한 후 발생되는 질환으로 세계보건기구(WHO)에서는 “식품 또는 물의 섭취에 의해 발생되었거나 발생된 것으로 생각되는 감염성 또는 독소형 질환”으로 규정하고 있다(1). 그러나 광범위하게 식중독은 섭취한 식품이 원인이 되어 발생되는 모든 질환을 의미하며, 병원체의 전파에 의한 감염 증상의 전염병과 대비된다.

최근 전 세계적으로 살모넬라, O157, 리스테리아, 노로바이러스 등 세균 및 바이러스로 인한 사고가 끊이지 않고 있으며, 앞으로도 기후변화 및 사회·환경의 변화로 인한 신종 미생물 및 화학물질의 등장으로 식중독은 지속적인 증가가 예상되고 있다(2, 3). 더욱이 국가 간 자유무역협정(FTA)이 활발히 진행됨에 따라 수입식품의 종류와 양이 확대되면서 식중독 발생 우려가 높아지고 있다. 이들 수입식품 등은 생산, 수확, 포장, 수송, 제조, 보관된 후 우리의 식탁에 오기까지 장기간 시간이 소요되어 중간에 독성물질이나 감염성 혹은 독소생성의 미생물에 의해서 오염될 가능성이 있기 때문이다.

국내 식중독 사고는 매년 증가하고 있으며 최근 10년간(‘96～’07) 지속적으로 증가하는 추세를 보여준다(4). 인구 백만명당 환자 발생수로 살펴볼 때 ‘96년 60.0명 수준이었던 식중독은 ’07년 201명 수준으로 증가하였고, 발생 건수도 81건에서 510건으로 6배 이상 증가하였다. 이는 일본(‘06년 305명) 보다는 낮은 수준이나 미국(’04년 97명) 보다는 높은 수준이다. 식중독이 증가하는 사회적 원인으로는 식품의 대량생산시스템, 여성의 사회진출로 인한 외식 및 전문 급식업체의 증가와 교육·훈련 프로그램의 부족으로 인한 조리종사자의 개인위생 미준수, 만성질환자, 노령인구의 증가 및 면역결핍증 환자의 증가를 들 수 있고(5), 직접적인 요인으로는 위해 미생물에 노출되거나 부적절한 가열·조리, 저장 및 오염된 식품이나 기구로부터 이행되는 교차오염, 개인위생 불량 등이 있다(6). 국외 식중독 발생 원인과 유사하게 국내의 경우도 외식 및 급식의 증가와 더불어 식중독이 증가되는 특징을

보여주고 있는데(4), ‘07년 국내 식중독 발생현황에 따르면, 음식점에서 전체 식중독의 56.7%가 발생하였고, 환자수는 1회 급식 인원이 많은 집단급식소에서 46.8%로 가장 많이 발생하였다. 그러나 증가하는 식중독에 비하여 발생원인을 알 수 있는 원인규명율은 반대로 ’03년 65.2%에서 ‘07년 55.7%로 감소하였다. 전체 식중독 발생 중에 44.3%는 식중독으로는 의심이 되지만 정확한 원인을 규명하지 못한 것이다.

식중독을 예방하고 신속하게 대응하기 위해서는 식중독을 일으키게 한 원인을 신속·정확하게 규명하여야만 원인물질을 제거하여 식중독이 확산되는 것을 차단하고, 추후 동일한 식중독이 발생되지 않도록 예방관리를 할 수 있다(7). 예를 들어 원인규명이 밝혀지고 이들의 역학적 데이터가 축적되면 식품생산, 가공 및 제조에서 식중독 예방을 위해 제어할 수 있는 적절한 방법의 제시가 가능할 것이고 교육·훈련 프로그램의 계획에 도움을 주어 앞으로의 식품원인 질환 발생의 예방관리에 활용할 수 있다(8). 국내 식중독 원인규명을 위한 방법은 ① 원인물질을 찾아내기 위한 역학적 조사, ② 중독된(환자)의 분뇨와 토물, 혈액 또는 그 원인식품에 대한 세균학적, 이화학적 시험에 의한 조사를 하도록 되어 있다. 하지만 역학조사의 범위중 과학적으로는 식중독균의 정성적인 시험에 그치고 있고, 식중독이 발생한 후 수일이 지나 검사를 하는 등 관리상의 문제를 가지고 있어 원인규명율이 저조한 것이다.

이러한 원인규명율을 높이기 위해서는 식품에서 분리된 식중독균에 대한 질병 발생 연관성을 파악할 수 있는 검사법 및 역학조사를 위한 신속검사법 확립이 필요하다. 특히 식중독을 유발하는 병원성미생물은 수백, 수만종의 유전자형태를 가지고 있어 보다 합리적이고 과학적으로 원인과 결과를 파악하기 위해서는 분자생물학적인 기법을 이용하여야 한다(9). 국제적으로는 병원성 세균간의 유연관계를 확인하여 원인적 연관성을 추적하기 위하여 역학분야에서 PFGE를 활용하고 있다. 이 방법은 전기장의 각도를 다양하게 지정함으로써 큰 사이즈의 DNA를 분리한 후 제한효소로 chromosomal DNA를 절단하고 전기영동을 거친 뒤 band의 양상비교를 통한 분리균주의 유사성을 밝히는 방법이다(10-12). 유전자형이 밝혀진 균주는 데이터베이스(DB화)를 통하여 축적되어 향후 동일한 유전자의

병원성 세균이 발견될 경우 비교·분석이 가능한 것이다. PFGE를 이용한 식중독 예방관리 시스템으로는 유럽에서의 WHO Surveillance Program, 장관 감염성 살모넬라와 장관출혈성 대장균 O157(VTEC)에 대한 감염증 데이터를 정기적으로 수집하는 Enter-net, 살모넬라 감시망 프로그램인 Global Salm-Surv 등 3가지 시스템이 운영되고 있다. '08년 미국의 토마토에서의 살모넬라 균, 캐나다의 리스테리아 사고 모두 이 PFGE 방법을 이용하여 환자간 동일 유전자의 세균을 밝히고, 경보조치를 수행함으로써 식중독 사고를 최소화 할 수 있었다. 국내의 경우 질병관리본부의 환자에서 분리한 균주를 대상으로 Pulse-Net을 구축하여 아시아와 연계사업을 구축하고 있지만 식품에 대한 Food-Net이 구축되어 있지 않아 원인규명에 많은 어려움을 겪고 있다.

따라서 본 연구에서는 식중독균 오염경로를 위한 PFGE 활용 방안을 모색하기 위하여 국내 발생 및 관리 현황을 분석하고, 기존 식중독균 오염 경로 추적 시스템의 평가와 국내·외 PFGE를 활용한 추적 시스템 평가를 통하여 식중독 발생 저감화를 위한 PFGE 활용 방안을 마련하고자 하였다.

제 2 장 재료 및 방법

제1절 국내·외 관련 자료 수집 및 분석

국내 식중독 통계 및 급식시설 현황은 1996년~2007년까지 식품의약품안전청에 보고된 자료를 수집하며, 월별, 원인균별, 원인시설별, 집단급식소, 노로바이러스, 식중독 원인 규명률에 대한 자료는 2003년 이후의 자료를 활용하였다. 식품매개 질환에 대한 자료는 전염병 통계를 식중독으로 인한 사망률은 통계청의 사망자 통계 자료를 이용하고자 하였다. 국외 식중독 통계 및 관리현황은 미국, 일본, 유럽연합의 웹사이트를 통하여 수집, 정리하였고, 각 해당 사이트는 다음과 같다.

- 국내 식중독 통계 : http://fm.kfda.go.kr, http://e-stat.kfda.go.kr
- 전염병 통계 : http://stat.cdc.go.kr
- 사망자 통계 : http://www.kosis.kr
- 미국 : http://www.cdc.go.kr, http://www.cfsan.fda.gov/~mow/foodborn.html
- 일본 : http://www.mhlw.go.jp, http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/04.html
- 유럽연합 : http://www.efsa.europa.eu, http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm
- WHO : http://www.who.int

세부적으로 통계자료는 세균성 식중독, 바이러스성 식중독, 화학적 식중독 및 자연독으로 구분하고, 원인시설로는 일반음식점, 급식소(학교, 기업체), 가정집 및 기타 시설로 세분하여 조사하였다.

식중독 관리체계는 국내 전염병관리법과 식품위생법에서 규정하고 있는 식중독에 대한 관리현황을 바탕으로 일본 후생노동성 및 미국 Department of Health and Human Service 산하의 Center for Disease Control and Prevention(CDC), Food and Drug

Administration(FDA) 산하의 Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Department of Agriculture(USDA) 산하의 Food Safety and Inspection Service 관리규정 및 유럽연합의 식중독 관리체계를 조사하였다.

수집된 자료는 세부적으로 각 부문별 내용을 국내·외 현황과 비교 분석함으로써 장·단점을 구체적으로 진단하고 평가하였다. 즉, 식중독 관리체계, 국내 식중독 원인규명율과 원인조사 등을 비교·분석하여 문제점을 파악하고 해결방안을 제시하였다.

제2절 식중독 역학조사 방법 검토

식중독균 오염 경로 추적 과정은 국내 수인성/식품매개질환 역학조사 방법을 바탕으로 식중독 원인조사의 필요성, 현장조사, 조사방법, 오염원 추정, 조사결과 확인 등을 조사하였다. 역학조사 방법은 질병관리본부 역학조사팀에서 자료를 수집하여 정리하였으며, 이를 바탕으로 식중독 역학조사의 한계와 오염경로 추적을 위한 PFGE 도입 배경을 설명하였다.

제3절 유전자형 분석(*PFGE*) 시스템 및 활용 분석

유전자형 분석(PFGE) 시스템에 대한 자료는 PulseNet, FoodNet, OzFoodNet 등 각국에서 운영되고 있는 네트워크 시스템을 활용하였으며, 그 해당 사이트는 다음과 같다.

- PulseNet : http://pulsenetinternational.org
- FoodNet : http://www.cdc.gov/foodnet
- OzFoodNet : http://www.ozfoodnet.org.au

PFGE를 활용한 식중독 원인 분석 사례는 국내, 일본, 미국, 호주, 유럽연합의 연구논문 및 연구보고서를 바탕으로 조사·분석 하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제1절 식중독 발생 현황 및 분석

1. 연도별 발생 현황

최근 10년간('96～'07) 국내 식중독 발생 건수, 환자수 및 건당 환자수를 살펴보았다 <표 1>. 국내 식중독은 '96년에 81건 2,797명 수준이었으나 지속적으로 증가하여 '07년 510건 9,686명으로 건수대비 6배 이상, 환자수 대비 3배 이상 증가하였다. 이는 여성의 사회 참여가 증가함에 따라 가정에서 음식을 섭취하는 패턴에서 외식을 많이 하는 환경으로 변화하였고, 학교 등 집단급식 체계가 확립됨에 따라 식중독 발생이 대형화되었기 때문이다(13). 실제 도시가계 식료품비 중 외식비 지출 비중은 '90년 20%에서 '06년 46%로 증가하였고, 학교급식 이외에 기업체, 보육시설 등 사회복시시설을 포함하여 5만4천여 곳에서 1,100만 명이 상시 급식을 하고 있다<표 2>.

이러한 급식 상황은 식중독 발생을 대형화, 집단화하고 있으며, 건당 환자수를 살펴볼 때, '96년 34.5명부터 '05년 52.4명까지 환자수가 증가한 것으로 설명되어 진다. 또한 상시 급식체계에서 동일 식재료가 여러 급식소에 전달될 경우 '03년 급식사고(12개소 1,533명), '06년 CJ푸드사건(46개소 3,613명)과 같이 대규모 급식 식중독 사고로 이어지기도 하기 때문에 각별한 주의가 더욱 필요하다.

각국의 식중독 발생에 대한 평가지표라고 할 수 있는 인구 십만명당 환자수에서는 '96년 6.1명에서 '00년 15.8명, '07년 20.1명으로 증가하고 있으며, '06년 식중독 발생으로 살펴보면 국내 식중독 발생은 22.5명으로 일본의 30.5명보다는 낮은 수준이지만 미국 8.6명에 비하여 높은 수준인 것으로 나타났다. 앞으로 식중독은 기후변화에 의한 신종 세균 및 바이러스의 등장으로 더욱 증가할 것으로 생각되며 이에 대한 철저한 분석과 예방 대책 마련이 필요하다고 사료된다.

표 *1.* 연도별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명)

연도	발생건수	환자수	환자수/건(명)	환자수/십만명(명)
1996	81	2,797	34.5	6.1
1997	94	3,942	31.3	4.9
1998	119	4,577	38.5	5.7
1999	174	7,764	44.6	9.6
2000	104	7,269	69.9	15.8
2001	93	6,406	68.9	13.9
2002	78	2,980	38.2	6.5
2003	135	7,909	58.6	17.2
2004	165	10,388	63.0	22.5
2005	109	5,711	52.4	11.9
2006	259	10,833	41.8	22.5
2007	510	9,686	19.0	20.1

자료: 식품의약품안전청

표 *2.* 국내 급식시설 현황*(2007*년*)*

(단위: 개소)

구분	사회복지시설	교육시설	기업체급식 등	소계
급식시설	31,612	14,994	7,324	*53,930*
급식인원*(*천명*)*	1,323	7,907	1,829	*11,059*
신고시설	6,931	12,521	5,599	*25,051*
미신고업소	1,083	675	13	*1,771*

자료: 식품의약품안전청

2. 월별 발생 현황

월별 식중독 발생현황은 <표 3><그림 1>과 같다. 병원성 세균 등 미생물은 온도가 올라감에 따라 성장속도가 빨라지기 때문에 기온이 높은 여름철 식중독 발생이 증가할 수 있다. 그러나 여름철인 7~9월보다도 5~6월 식중독 발생이 많은 것을 볼 수 있는데 <그림 1>, 이는 봄철인 5~6월 식품의 안전관리에 대한 경각심이 떨어짐에 따라 부주의한 관리로 식중독 발생이 증가하는 것으로 사료되며, 더불어 학교 급식이 7~8월 방학으로 중단됨에 따라 감소되는 것으로 생각된다. 9월 개학과 더불어 식중독 발생이 증가하는 것도 학교 급식으로 인한 식중독 발생 현상으로 살펴볼 수 있다. 이외 국내 월별 식중독 특징은 수학여행철(4~5월, 9~10월) 김밥 등 도시락류에 의한 식중독 증가 및 여름철(7~9월) 어패류를 섭취하고 발생하는 장염비브리오 식중독이 있다.

국내 기후와 유사한 일본의 경우 역시 온도가 높은 하절기인 6~9월에 식중독이 가장 많이 발생하고 있으며<표 4>, 최근 노로바이러스에 의한 식중독이 증가하면서 겨울철 노로바이러스에 의한 식중독이 유행되고 있다. 겨울철 노로바이러스에 의한 식중독 증가는 국내에도 유사한 경향을 보여주고 있는데 노로바이러스에 의한 겨울철 식중독 발생이 급증하고 있어, 2003~2006년에는 겨울철(11월~2월)에는 식중독 발생이 적었으나 '07년 112건 1,575명으로 크게 증가한 것을 볼 수 있다<표 3>. 노로바이러스의 경우 낮은 온도에서도 성장이 가능(14)하기 때문인데, 특히 겨울철에는 식중독에 대한 경각심이 떨어진 상태에서 소홀한 개인위생 및 식품위생 관리가 식중독을 일으키는 것으로 생각된다.

월별 식중독 발생 통계를 살펴볼 때 국내 식중독 발생은 개학철, 나들이철, 여름철 및 겨울철 노로바이러스 등 일정 패턴을 가지고 있으며, 이는 사전 예방을 하기 위한 중요한 기초자료로 생각된다. 하지만 최근 바이러스 식중독에 의하여 계절에 구분 없이 식중독이 발생되고 있기 때문에 향후 발생되는 식중독 패턴에 대한 면밀한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

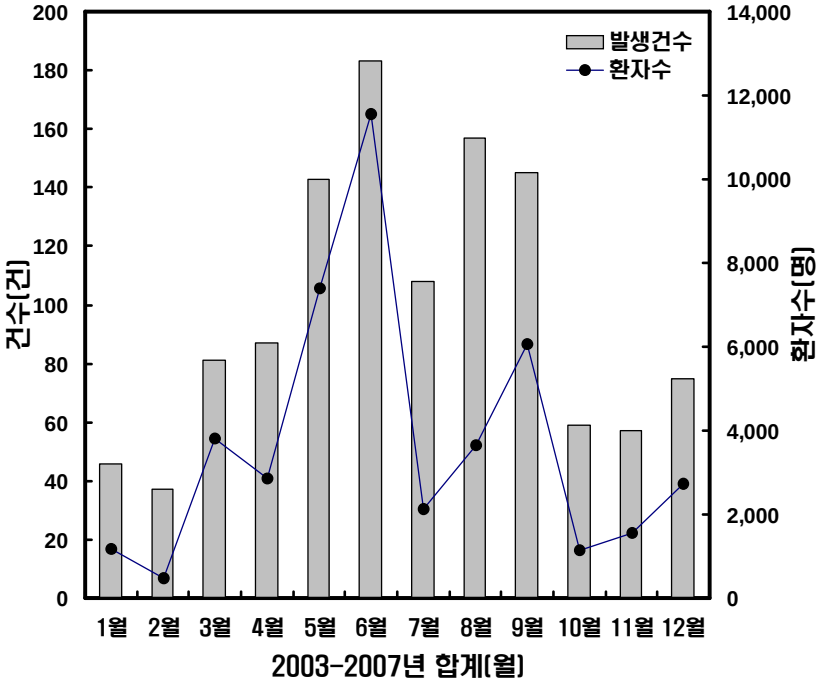

그림 *1.* 월별 식중독 발생 현황*(2003-2007*년 합계*)*

표 *3.* 월별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명, %)

구분	*2003*년		*2004*년		*2005*년		*2006*년		*2007*년	
	건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수
	135	*7,909*	*165*	*10,388*	*109*	*5,711*	*259*	*10,833*	*510*	*9,686*
1월	2	92 (1.2)	3	148 (1.4)	4	142 (2.5)	6	52 (0.5)	31	730 (7.5)
2월	-	-	3	58 (0.6)	2	78 (1.4)	4	52 (0.5)	28	277 (2.9)
3월	26	2,525 (31.9)	3	112 (1.1)	3	44 (0.8)	8	319 (2.9)	41	820 (8.5)
4월	7	208 (2.6)	14	742 (7.1)	16	865 (15.1)	8	75 (0.7)	42	959 (9.9)
5월	25	1,916 (24.2)	35	2,678 (25.8)	12	689 (12.1)	6	809 (7.5)	65	1,296 (13.4)
6월	19	1,501 (19.0)	36	2,626 (25.3)	16	1,062 (18.6)	56	4,567 (42.2)	56	1,803 (18.6)
7월	5	88 (1.1)	12	495 (4.8)	11	346 (6.1)	31	348 (3.2)	49	849 (8.8)
8월	17	364 (4.6)	9	372 (3.6)	13	639 (11.2)	42	1,514 (14.0)	76	754 (7.8)
9월	28	951 (12.0)	23	1,832 (17.6)	15	788 (13.8)	35	1,161 (10.7)	44	1,343 (13.9)
10월	4	88 (1.1)	9	503 (4.8)	6	51 (0.9)	15	216 (2.0)	25	287 (3.0)
11월	2	176 (2.2)	10	447 (4.3)	5	449 (7.9)	8	190 (1.8)	32	294 (3.0)
12월	-	-	8	375 (3.6)	6	558 (9.8)	40	1,530 (14.1)	21	274 (2.8)

자료: 식품의약품안전청

표 4. 일본의 월별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명)

구분		계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1996	건 수	1,217	40	40	36	28	37	123	284	209	194	89	69	68
	환자수	46,327	924	2,395	1,474	603	3,013	4,992	14,975	6,425	4,872	2,703	2,659	1,292
1997	건 수	1,960	34	47	51	48	63	134	216	483	401	203	128	152
	환자수	39,989	786	1,806	1,572	1,088	4,236	6,948	2,888	5,866	4,191	2,457	5,243	2,908
1998	건 수	3,010	139	80	112	153	160	192	366	649	478	313	187	181
	환자수	46,179	2,143	1,337	2,460	2,881	4,274	2,626	5,276	8,321	8,127	4,138	1,943	2,653
1999	건 수	2,697	102	125	116	133	148	176	286	683	399	273	148	108
	환자수	35,214	1,312	1,265	3,379	1,340	2,216	2,618	3,523	8,049	4,422	2,724	2,537	1,829
2000	건 수	2,247	134	101	105	105	136	187	348	417	247	213	129	125
	환자수	43,307	2,288	1,720	2,034	1,261	1,725	16,748	3,234	4,961	3,309	1,990	1,363	2,674
2001	건 수	1,928	151	139	101	86	155	175	270	327	175	154	88	107
	환자수	25,862	2,141	1,927	1,230	1,476	2,126	2,212	2,836	3,088	2,685	2,271	1,433	2,437
2002	건 수	1,850	111	102	95	111	133	145	221	294	229	201	93	115
	환자수	27,629	1,931	1,734	2,418	1,747	2,508	2,936	2,729	3,683	1,729	1,875	2,454	1,885
2003	건 수	1,585	117	108	119	89	118	137	188	211	155	129	90	124
	환자수	29,355	2,971	2,059	2,111	2,082	1,841	2,197	2,929	3,205	3,527	1,926	2,020	2,487
2004	건 수	1,666	86	71	107	84	119	125	180	275	220	148	94	157
	환자수	28,175	2,042	1,858	2,725	1,722	1,445	1,883	2,795	3,371	2,722	1,042	1,225	5,345
2005	건 수	1,545	139	65	72	95	116	151	217	188	146	154	97	105
	환자수	27,019	3,192	700	1,465	1,297	1,832	2,990	3,716	3,907	1,830	2,100	1,505	2,485
2006	건 수	1,491	97	73	80	81	120	109	150	156	128	137	178	182
	환자수	39,026	2,432	1,573	2,152	2,210	1,284	2,285	2,740	1,761	1,547	2,729	6,550	11,763

자료: 일본 후생노동성

3. 원인균별 발생 현황

식중독을 유발하는 병원성 세균에 따른 발생 현황은 <표 5>와 같다. 일반적으로 식중독을 유발하는 병원성 세균은 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio paraheamolyticus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7 등 10종이 있으며, 바이러스는 norovirus, rotavirus, astrovirus 등이 소개되었다. 이외 기타로서 화학물질 및 자연독, 기생충 등에 의한 식중독으로 구분되어 있다(15).

국내 식중독 관리체계에서는 병원성 세균 10종, 노로바이러스, 기타 바이러스, 화학물질, 자연독 및 불명을 원인균으로 관리하고 있으며, <표 5>를 살펴보면 2006년까지는 살모넬라, 장염비브리오, 황색포도상구균에 의한 식중독이 많이 발생되었으나 2006년 이후로 노로바이러스에 의한 식중독 발생이 증가한 것을 볼 수 있다.

일본의 경우 노로바이러스에 의한 식중독 발생이 가장 높게 나타났으며<표 6>, 캠필로박터에 의한 식중독이 그 다음으로 많이 발생하고 있다. 가금류 및 그 부산물은 60%가 캠필로박터에 오염되어 있다는 연구 결과(16)로 살펴볼 때 세척·소독 및 적절한 가열이 되지 않은 상태에서 가금류를 섭취하는 경우 식중독이 발생 우려가 큼을 알 수 있었다. 미국의 경우 역시 노로바이러스에 의한 식중독 발생이 증가하고 있으며<표 7>, 육류섭취가 많은 만큼 병원성 대장균 O157과 살모넬라에 의한 식중독이 많은 것을 볼 수 있다.

국내 식중독 발생이 일본과 미국의 경우와 다른 점을 살펴보면 국내의 경우 10가지 병원성 세균 및 노로바이러스, 화학물질 및 자연독에 대한 원인규명이 되어 있을 뿐 일본, 미국과 같이 식품매개질환에 대한 모든 규명이 되어 있지 않다. 또한 국내 식중독 발생의 특이한 점은 아직 리스테리아에 의한 식중독이 없다는 것이다. 이렇듯 국내는 아직까지 식중독 원인규명에 대한 미흡한 부분이 있으며 이는 추후 원인규명율 제고를 위한 식중독 관리체계에 고려해야 할 사항이라고 생각된다.

표 5. 원인균별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명, %)

연도		2003년		2004년		2005년		2006년		2007년	
		건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수
총계		135	7,909	165	10,388	109	5,711	259	10,833	510	9,686
세균	계	70	4,112	92	6,040	73	4,406	126	6,156	187	5,499
	살모넬라	17	416	23	839	22	753	22	576	42	1,497
	황색포도상구균	13	808	11	763	16	863	32	1,924	38	843
	장염비브리오균	22	732	15	300	17	663	25	547	33	634
	바실러스 세레우스	3	198	2	84	1	24	5	59	1	50
	클로스트리디움 퍼프린젠스	1	12	4	680			2	160	4	81
	클로스트리디움 보툴리눔	1	3								
	캠필로박터 제주니	1	215	3	175	1	175	1	53	7	449
	병원성 대장균	6	1,502	21	2,043	15	1,883	38	2,832	62	1,945
	기타	6	226	13	1,156	1	45	1	5		
바이러스	계	16	1,606	18	1,407	8	744	54	3,371	99	2,377
	노로바이러스	14	1,442	13	922	6	719	51	3,338	97	2,345
	기타	2	164	5	485	2	25	3	33	2	32
화학물질						1	8	1	14		
자연독		2	11	3	15	1	3	1	4	3	22
불명		47	2,180	52	2,926	26	550	77	1,288	221	1,788

자료: 식품의약품안전청

표 *6.* 일본의 원인균별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명)

구분		*2004*		*2005*		*2006*	
		건수	환자수	건수	환자수	건수	환자수
합계		1,666	28,175	1,545	27,019	1,491	39,026
세균	소계	1,152	13,078	1,065	16,678	774	9,666
	살모넬라균	225	3,788	144	3,700	124	2,053
	포도상구균	55	1,298	63	1,948	61	1,220
	보툴리누스균	-	-	-	-	1	1
	장염비브리오균	205	2,773	113	2,301	71	1,236
	장관출혈성대장균	18	70	24	105	24	179
	기타병원대장균	27	869	25	1,734	19	902
	웰치균	28	1,283	27	2,643	35	1,545
	바실러스세레우스	25	397	16	324	18	200
	여시니아균	1	40	-	-	-	-
	캠필로박터·제주니균	558	2,485	645	3,439	416	2,297
	비응집성 비브리오균	-	-	-	-	-	-
	콜레라균	-	-	-	-	-	-
	적리균	1	14	-	-	1	10
	티푸스균	-	-	-	-	-	-
	파라티푸스 A균	-	-	-	-	-	-
	기타 세균	9	61	8	484	4	23
바이러스	소계	277	12,537	275	8,728	504	27,696
	노로바이러스	277	12,537	274	8,727	499	27,616
	기타 바이러스	-	-	1	1	5	80
화학물질		12	299	14	111	15	172
자연독	소계	151	433	106	285	138	511
	식물성	99	354	58	210	103	446
	동물성	52	79	48	75	35	65
기타		5	8	8	8	7	23
불명		69	1,820	77	1,209	53	958

자료: 일본 후생노동성

표 7. 미국의 원인별 식중독 발생현황(1988~2000년)

(단위: 건)

Etiology \ year	1988	1989	1990	1991	1992	1998	1999	2000
Bacteria								
Bacillus cereus	51	61	43	253	25	215	194	45
Brucella	-	-	-	-	-	-	-	-
Camphylobacter jejuni	134	295	72	93	138	483	85	205
Clostridium botulinum		24	22	25	13	8	3	5
Clostridium perfringens	49	436	1,240	1,213	912	1,326	1,213	724
Escherichia coil	109	3	80	33	19	1,087	845	1.293
Listeria monocytogenes	-	2	-	-	-	105	28	41
Salmonella spp.	2,987	4,920	6,290	4,146	2,834	2,709	3,560	2,649
Shigella spp.	3,581	257	834	112	4	1,266	221	866
Staphylococcus aureus	245	524	372	331	206	615	343	650
Streptococcus group A	-	35	-	100	-	4	-	-
Streptococcus other	-	-	-	-	-	6	-	-
Vibrio cholerae	-	-	26	6	2	2	2	9
Vibrio parahaemolyticus	-	-	21	-	-	522	14	-
Yesinia spp	-	-	-	-	-	9	32	-
Aeromonas	-	-	-	-		-	-	-
Plesiomonas shgelloides	-	-	-	-	-	-	-	-
Other bacteria	-	-	-	-	-	53	50	-
Chemical								
Ciguatoxin	8	66	44	50	8	68	41	-
Heavy metal	19	7	-	-	-	-	2	21
Monosodium glutamate	-		-	-		-	-	-
Mushroom poisoning	9	-	5	4	-	2	-	-
Scomborotoxin	65	80	194	40	135	124	56	55
Shellfish	6	-	24	35	-	6	-	9
Other chemical	-	-	-	-	-	-	-	-
Histamine	-	-	-	-	-	-	3	-
Parastic								
Giardia lamblia	-	21	219	32	2	3	-	82
Trichinella spiralis	34	15	105	41	-	8	-	6
Other parastic	-	-	-	-	-	-	-	-
Amoebiasis	-	-	-	-	-	-	-	-
Viral								
Hepatitis	795	329	452	114	419	293	384	130
Nor walk	-	42	-	-	250	2,503	4,545	-
Other viral	-	-	-	-	-	-	-	-
Fungi	-	-	-	-	-	-	-	-
Yeast	-	-	-	-	-	-	-	-

자료: 미국 CDC

4. 원인시설별 발생 현황

섭취장소에 따른 식중독 발생 현황 자료는 <표 8><그림 2>와 같다. 집단급식소에서의 식중독 발생이 건수나 환자수면에서 급증하고 있고 특히, 기업체의 발생률이 미미하게 증가하는 반면에 학교, 단체급식소의 식중독 발생률은 급격히 증가하고 있다. 그 중 학교급식에서의 식중독 발생의 증가는 두드러진다. 학교급식의 경우 1981년 제정된 학교급식법에 근거하여 1992년부터 정책적으로 추진되어 2003년부터 초・중・고등학교로 전면급식이 실시되면서 식중독 사고 발생이 증가하고 있는 것이다.

원인시설에 따른 식중독 발생의 특징은 2005년 이후 음식점에서 50%의 식중독이 발생되고 있으며 환자수로 살펴볼 때는 1회 급식 인원이 많은 집단급식소가 50%이상의 환자를 발생시키는 것으로 나타났다. 국내와 유사한 일본의 경우 역시 음식점에서 식중독이 가장 많이 발생되고 있으며, 집단급식소에서 많은 환자 발생을 보여주었다<표 9>.

5. 노로바이러스에 의한 식중독 발생 현황

과거 식중독 발생은 여름철에 식중독균에 의한 경우가 많았으나 최근에는 겨울철 바이러스성 식중독이 일어나 계절의 구분 없이 발생한다. 바이러스성 식중독 중 노로바이러스는 물이나 식재료에 의하여 감염될 수 있으면서 사람 대 사람의 전염도 가능해 2차 감염을 일으킨다(17). <그림 3>을 살펴보면 노로바이러스 식중독의 추세는 2003년 14건 1,442명에서 지속적으로 증가하여 2007년에는 97건의 2,345명으로 전체 식중독 발생건수의 19% 이상을 차지하였다. 더욱이 노로바이러스 식중독의 특성상 겨울철 발생을 살펴보면<그림 4> ‘06년과 ’07년 급속하게 증가하였음을 알 수 있다. 전 세계적으로 노로바이러스에 의한 식중독은 증가하고 있으며, 이는 유행처럼 번지고 있다(18). 겨울철 노로바이러스 발생에 대한 대책이 필요한 것으로 사료된다.

표 *8.* 원인시설별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명)

연도	구분	총계	음식점	집단급식소			가정집	기타	불명
				학교		기업체 등			
				직영	위탁				
2003	건수	135	46	16	33	18	7	15	-
	환자수	7,909	1,441	1,230	3,391	1,509	81	257	-
2004	건수	165	35	42	15	15	7	39	12
	환자수	10,388	1,052	4,952	1,760	1,026	44	1,206	348
2005	건수	109	53	12	7	11	9	13	4
	환자수	5,711	1,021	1,412	892	1,447	111	729	99
2006	건수	259	108	24	46	23	15	33	10
	환자수	10,833	1,971	1,994	4,998	1,081	119	515	155
2007	건수	510	289	36	21	41	30	82	11
	환자수	9,686	3,476	2,308	793	1,432	151	1,320	206

자료: 식품의약품안전청

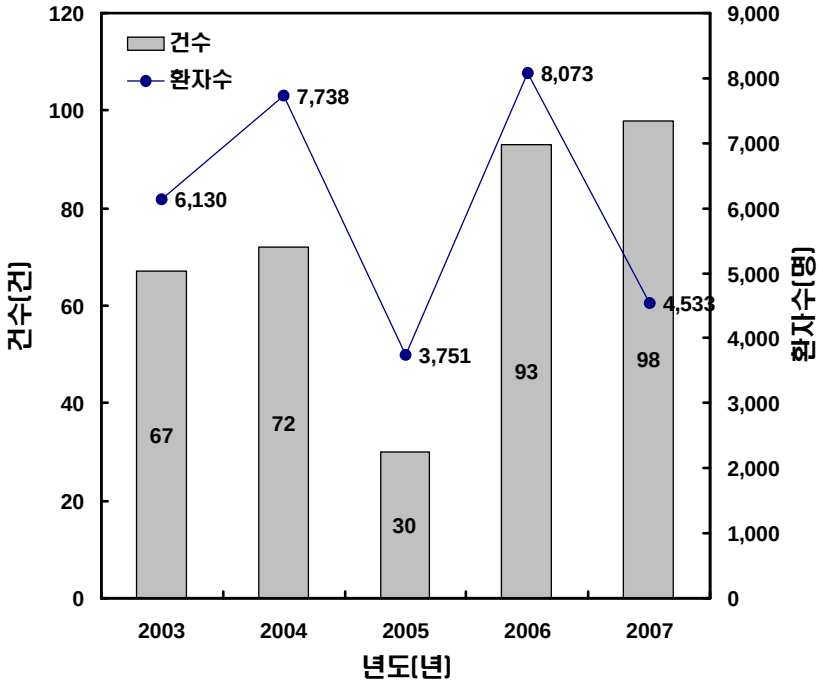

그림 2. 집단급식소(학교, 기업체 등) 식중독 발생 현황

표 9. 일본의 섭취장소별 식중독 발생현황

(단위: 건, 명)

구분		계	집단급식소				음식점	판매점	가정	채취장소	제조소	배달원	기타	불명
			여관	학교	병원	기업체등								
1996	건 수	1,217	104	43	15	59	357	14	183	2	20	74	16	330
	환자수	46,327	5,869	15,491	658	1,864	10,209	799	631	3	1,087	7,235	513	1,968
1997	건 수	1,960	146	33	21	62	413	7	426	1	12	81	33	725
	환자수	39,989	5,072	3,007	706	1,795	11,119	110	1,016	12	954	12,400	744	3,058
1998	건 수	3,010	169	26	11	80	502	28	580	4	25	101	26	1,458
	환자수	46,179	6,738	2,606	619	3,010	15,050	561	1,555	159	3,131	7,264	1,770	3,716
1999	건 수	2,697	121	21	23	67	456	23	392	2	17	99	25	1,451
	환자수	35,214	3,474	2,538	932	2,897	10,403	1,316	1,159	5	3,532	5,198	696	3,064
2000	건 수	2,247	105	30	17	62	497	12	311	2	18	57	35	1,101
	환자수	43,307	3,406	1,788	578	2,312	12,448	86	906	52	13,903	4,389	1,007	2,432
2001	건 수	1,928	109	28	14	45	468	5	206	8	23	59	24	939
	환자수	25,862	3,941	1,262	563	1,936	9,799	39	690	31	1,283	3,862	516	1,940
2002	건 수	1,850	97	27	17	54	468	7	183	4	11	50	22	910
	환자수	27,629	3,863	865	834	1,551	11,874	47	602	18	1,066	4,485	438	1,986
2003	건 수	1,585	88	33	9	56	485	6	144	1	14	49	19	681
	환자수	29,355	4,448	1,863	434	2,314	10,871	30	380	8	2,223	3,803	1,204	1,777
2004	건 수	1,666	108	19	11	64	462	14	212	2	14	48	20	692
	환자수	28,175	4,609	897	660	2,933	11,633	155	607	8	1,035	3,351	847	1,440
2005	건 수	1,545	83	32	11	50	534	12	134	-	7	56	22	604
	환자수	27,019	3,754	1,146	656	2,566	11,137	65	372	-	116	4,842	1,173	1,192
2006	건 수	1,491	144	30	15	47	612	10	159	-	10	79	27	358
	환자수	39,026	6,793	1,897	598	1,480	15,869	108	467	-	466	9,622	815	911

자료: 일본 후생노동성

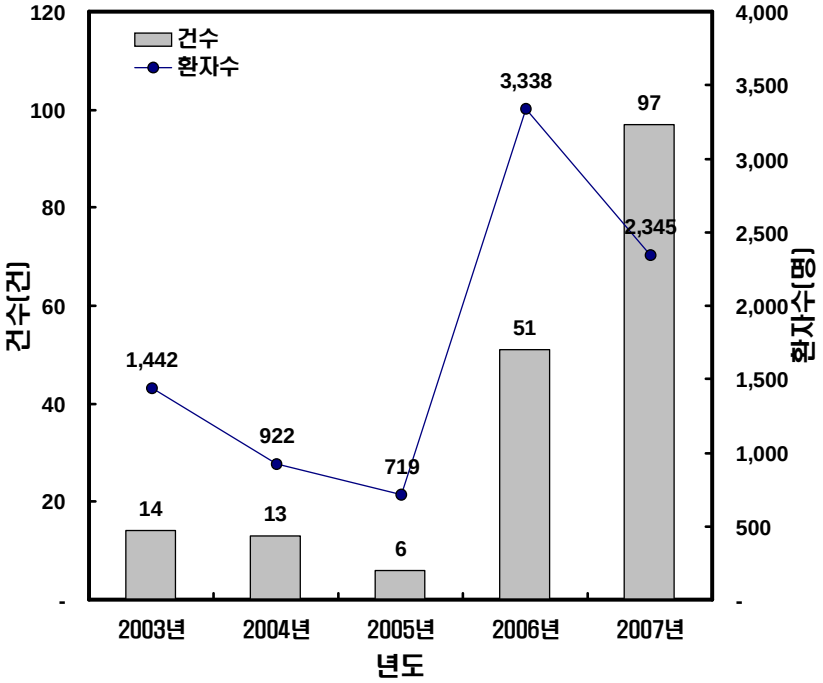

그림 3. 노로바이러스 식중독 발생 현황

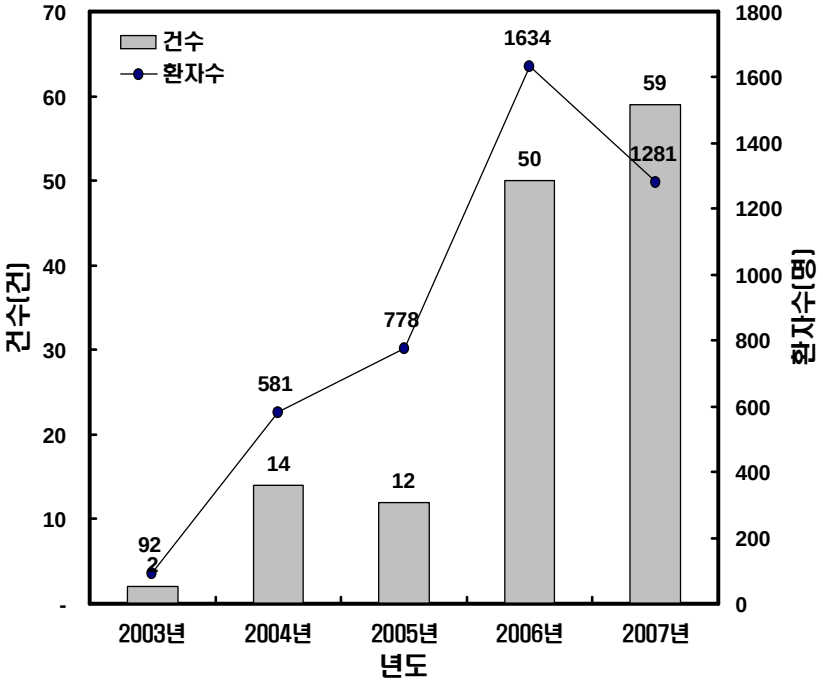

그림 *4.* 겨울철 노로바이러스 식중독 발생 현황

6. 식중독 원인규명율

<표 5~7>에서는 국내와 일본, 미국 등의 식중독 원인물질에 대하여 살펴보았다. 국내 식중독 원인은 살모넬라, 황색포도상구균, 병원성 대장균 등 10종의 병원성 세균과 노로바이러스, 화학물질 및 자연독으로 구분되어지는 반면에 일본의 경우 15개 이상의 병원성 세균과 노로바이러스, 화학물질 및 자연독(식물성, 동물성) 등 식중독 원인이 더욱 세분화 되어있고, 미국의 경우 이보다 더 많은 종의 원인이 밝혀져 있다. 이와 같은 국외의 상황은 식품매개질환에 관심을 가지고 원인을 찾기 위하여 상시 감시체계를 갖추고 있기 때문이다(19).

식중독 예방 관리에 있어 전 세계가 원인규명을 위해 노력하는 것은 바로 정확한 원인이 규명되어야 신속하게 원인물질을 제거하여 피해를 최소화 할 수 있고, 오염 경로를 찾아 같은 피해가 되풀이 되지 않도록 사전 예방 체계를 구축할 수 있기 때문이다(20). 따라서 식중독 발생시 신속하게 원인을 찾기 위하여 신속검사키트 등이 개발되고 있으며, 빠른 시간 안에 균을 분석할 수 있는 기술들이 발표되고 있다(21).

국내 식중독 원인규명율은 앞서 다양한 원인을 밝히지 못하는 관계로 55.7~76.1%의 범위를 보여주고 있으며, 이는 일본 93.9~96.4%의 약 80%에 못 미치는 것으로 나타났다<표 10>. 시설별 식중독 원인규명에서는 소규모의 환자가 발생하는 음식점에 비하여 집단급식소에서의 원인규명율이 다소 높은 것을 알 수 있었다<표 11>. 즉, 2003년을 제외하고 집단급식소(기업체, 학교)의 원인규명율은 73.2~90.9% 이었으나 음식점에서는 약 60%의 식중독 원인이 규명되었고, 음식점에서의 식중독 발생이 높았던 2007년도에는 47.4%만이 규명된 것으로 나타났다. 음식점의 경우 식중독 환자 유행이 적을 뿐만 아니라 관리 제도상 보존식을 보관하고 있지 않아 원인규명율이 낮은 것으로 사료되며, 앞으로 이에 대한 해결 방안이 필요할 것으로 생각된다. 즉, 원인규명을 높이기 위해서는 신속대응 할 수 있는 제도적 장치, 신속 검사법 개발, 오염 경로를 추적할 수 있는 시스템 구축이 필요하며 이에 대한 조사를 다음절에 논의해 보고자 한다.

표 *10.* 각국의 식중독 원인규명율

(단위: 건, %)

국가	구분	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*
국내	규명건	88	113	83	182	289
	규명율	65.2	68.5	76.1	70.3	55.7
	불명건	47	52	26	77	221
	불명율	34.8	31.5	23.9	29.7	44.3
일본	규명건	1,513	1,597	1,468	1,438	1,211
	규명율	95.5	95.9	95.0	96.4	93.9
	불명건	72	69	77	53	78
	불명율	4.5	4.1	5.0	3.6	6.1
미국	규명건	494	409	519	410	623
	규명율	37.1	38.2	39.3	41.8	50.0
	불명건	838	663	800	572	349
	불명율	62.9	61.8	60.7	58.2	28.0

자료: 식품의약품안전청, 일본 후생성, 미국 CDC

표 *11.* 시설별 식중독 원인규명율

(단위: 건, %)

년도		음식점	기업체	학교	기타	합계
2003	불명건	15	7	20	5	47
	규명건	46	18	49	22	135
	규명율	67.4	61.1	59.2	77.3	65.2
2004	불명건	13	3	15	21	52
	규명건	35	16	56	58	165
	규명율	62.9	81.3	73.2	63.7	68.5
2005	불명건	17	1	2	6	26
	규명건	53	11	19	26	109
	규명율	67.9	90.9	89.5	76.9	76.1
2006	불명건	40	7	15	15	77
	규명건	108	23	70	58	259
	규명율	62.9	69.6	78.6	74.1	70.3
2007	불명건	152	8	11	50	221
	규명건	289	41	57	123	510
	규명율	47.4	80.5	80.7	59.3	56.7

자료: 식품의약품안전청

제2절 식중독 원인규명을 위한 관리현황

1. 국내 식중독 관리 시스템

국내의 식중독 관리는 시설에 따라 법령과 조직 등이 나뉘어져 있다. 즉, 식중독에 관련된 법령은 보건복지부의 『식품위생법』,『전염병예방법』<표 12> 등으로 되어 있고 학교에서 급식을 하는 경우 교육과학기술부의 『학교급식법』에 소관되어 있다. 이외 식재료를 공급하는 단계에서 농・수・축산물은 농림수산식품부의 『농산물품질관리법』,『수산물품질관리법』,『축산물가공처리법』 등으로 관리가 되고 있으며, 교도소 등은 법무부의 『소년원법』, 군대는 국방부의 『병역법』등이 식중독 관리와 관련이 있다.

가. 대응 체계

국내의 집단식중독은 식품위생법 제2조제10호에 의하여 2인 이상이 동일한 음식을 섭취하고 설사, 복통, 구토 등 식중독 증상이 발생하면 집단식중독으로 구분되어 신고를 하도록 되어 있다. 즉, 식중독을 인지한 환자, 의사, 각 기관(학교, 소방서, 경찰서) 등이 관할 보건소에 신고를 하면 신고를 접수 받은 담당자가 환자성명, 발생지, 발생지 주소, 환자증상 등을 체계적으로 기록하여 역학조사를 수행한다.

식품매개질환에 포함되어 있는 식중독 초기 원인조사에는 식중독과 전염병과의 구분을 명확히 할 수 없어 식품위생법과 전염병예방법에 근거하여 보건소 및 관할 식품위생감시원이 참여하는 역학조사 및 식중독발생업소에 대한 위생점검 및 수거검사를 실시한다. 원인규명의 제고를 위해서 우선적으로 개선해야 할 부분이 바로 보건소와 보건위생과의 역할 분담이라고 할 수 있겠다. 초기 대응조치를 빨리하여야 식중독의 원인이 될 가능성이 있는 식재료, 식품, 환경 검체 등을 역학조사로 알아내고, 이와 관련된 수거 검사 및 지도・점검을 병행하여 식중독 원인규명율을 높이고 나아가 식중독이 되풀이 되지 않도록 예방 조치를 취할 수 있을 것이다. 이에 비해 일본의 경우 식중독 사건의 내용을

초기단계에서부터 객관적으로 정리하여 보고하고 보건소장, 식품위생담당과장의 지시 하에 조사계획을 수립하고 있어 체계적인 역학조사가 이루어지고 있다.

나. 식중독균 검사 체계

식중독 발생시 이루어지는 원인조사로 보건소 역학조사반 및 식품위생감시원은 발병인원 및 상태 등 실태를 파악하고 원인규명에 필요한 환자가검물, 보존식 및 섭취식품(식재료를 포함), 식품용수, 음용수, 도마・칼・행주 등의 검체를 채취・검사를 의뢰하게 된다. 채취한 검체는 보건소 및 시・도 보건환경연구원에서 검사를 실시하며, 세균 검사는 살모넬라, 장염 비브리오 황색포도상구균, 병원성 대장균, 리스테리아 모노사이토제네스, 바실러스, 세레우스, 여시니아 엔테로콜리티카, 캠피로박터 제주니, 클로스트리움 보툴리늄, 클로스트리움 퍼프린젠스 장내세균 등 10종류의 검사를 실시하고 있고, 전염병과 관계된 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성 이질 등에 대한 검사를 수행한다. 또한 바이러스성 식중독의 경우에는 노로바이러스, 아스트로바이러스, 간염 A형 바이러스, 아데노바이러스 등의 검사를 포함하고 있다.

그러나 현재 실시되고 있는 전통적인 배양 위주의 미생물 검사는 시일이 많이 소요되어 식중독 원인균의 신속한 규명을 위해서는 신속 검사 키트나 원인균 조기 선별 방법 개발 등에 대한 검사법 개선이 필요한 실정이다. 이러한 검출방법은 배지를 제조하고, 배지에서 생육한 집락을 관찰하고 균수를 계수하여야 하며, 분리균의 생화학적 검증을 하여야 함으로 많은 시간과 인력이 필요한(22) 단점을 가지고 있기 때문이다. 또한 식중독 발생시 환자가검물과 원인식품에서 동일 세균이 검출되었을 경우 역학적으로 식중독 원인균으로 판정하기 위한 검사지침이 마련되어 있지 않아 사람, 식품 등의 서로 다른 검체에서 분리한 미생물을 역학적으로 동일 균으로 확인하기 위한 절차 및 규정이 필요하다고 생각된다. 이외 검사되고 있지 않은 간염 E형과 기생충 그리고 화학물질에 대한 항목 등을 추가하여 식중독 원인 규명을 위한 검사체계를 구축하여야 할 것이다.

표 *12.* 보건복지가족부의 식중독 관련 법령

부처	근거법령	내 용
보건복지가족부	식품위생법	- 법령 전반적 내용(국민건강보호와 식품사고 방지를 위한 법령) - 식중독에 관한 조사보고(의사 및 한의사→관할보건소장 또는 보건지소장에게 보고 →시·도지사 보고→보건복지가족부장관·식품의약품안전청장 보고)
	기생충 질환예방법	- 법령 전반적 내용(국민건강보호와 전염병 방지를 위한 법령) - 수거검사(보건복지가족부장관, 시·도지사) - 감염원의 관리(공동우물·공중변소 및 분뇨처리시설 및 기생충 감염의 매개체 등)
	전염병예방법	- 법령 전반적 내용(국민건강보호와 전염병 방지를 위한 법령)

자료: 법제처, 2006.

2. 원인규명을 위한 역학조사

역학조사란 집단내 발생하는 모든 생리적 상태 및 이상 상태의 빈도와 분포를 기술하고, 이들의 빈도와 분포를 결정하는 요인들을 원인적 연관성 여부를 근거로 그 발생원인을 규명함으로써 효율적으로 예방하는 방법을 의미한다(23). 예를 들면, 식중독으로 의심되는 증상이 지역사회 내에 산발 또는 집단적으로 발생한 경우, 지역사회 내 사람들을 대상으로 이 질병의 발병이전 및 발병이후 상태, 설사증의 발생 빈도(발생률, 발생건수 등) 및 분포(지역적으로, 성별 또는 연령 등의 사람들간의 특성별로, 시간적인 특성별로)등이 어떠한가를 살펴본 후 이를 바탕으로 식중독의 발생을 일으키게 된 여러 위험요인들(식수의 오염, 음식의 오염 또는 지역사회내의 특이 습관 등)을 알아보고, 식중독 발생과 인과적으로 연결되어 있는지를 살펴서 식중독을 효율적으로 예방하려는 일련의 과정이 역학조사이다<그림 5>.

이러한 역학조사는 전염병예방법 제7조의4(역학조사)에 따라 진행되는데, 식중독의 경우 수인성·식품매개 질환과 주요 증상이 설사, 복통, 구토 등으로 역학적 특성이나 관리방법이 서로 유사하기 때문에 집단 발생시 법정전염병 여부와 관계없이 조기에 역학조사를 실시하여 원인규명과 함께 확산방지대책을 수행하여야 한다. 식중독 등 설사환자가 발생하게 되면 보건소장은 유행기간, 유행원인, 유행규모 등을 고려하여 역학조사반을 운영하게 된다. 역학조사보고는 <표 13>과 같이 발생보고, 착수보고, 중간수시보고, 역학조사 결과보고로 이루어진다. 역학조사를 통하여 식중독이 발생할 수 있는 원인 식품, 세균 및 화학물질 등의 오염 경로를 추정하게 되는 것이다.

표 *13.* 역학조사 보고

구분	내용
발생보고	발생상황보고로 갈음
착수보고	집단급식시설에서 발생시 일일상황표를 이용하여 보고하고 신고접수 후 현장 확인 사항을 당일 정리하여 보고
중간수시보고	유행시에는 일일상황보고로 갈음하고 산발적 발생에 대한 조사에서는 특이사항이 있을 때 보고
역학조사 결과보고	유행종결 후 역학조사 결과보고서는 조사개요, 조사방법, 결과, 결론, 평가 및 향후계획, 참고문헌 등의 내용이 포함된 보고서를 작성하여 보고

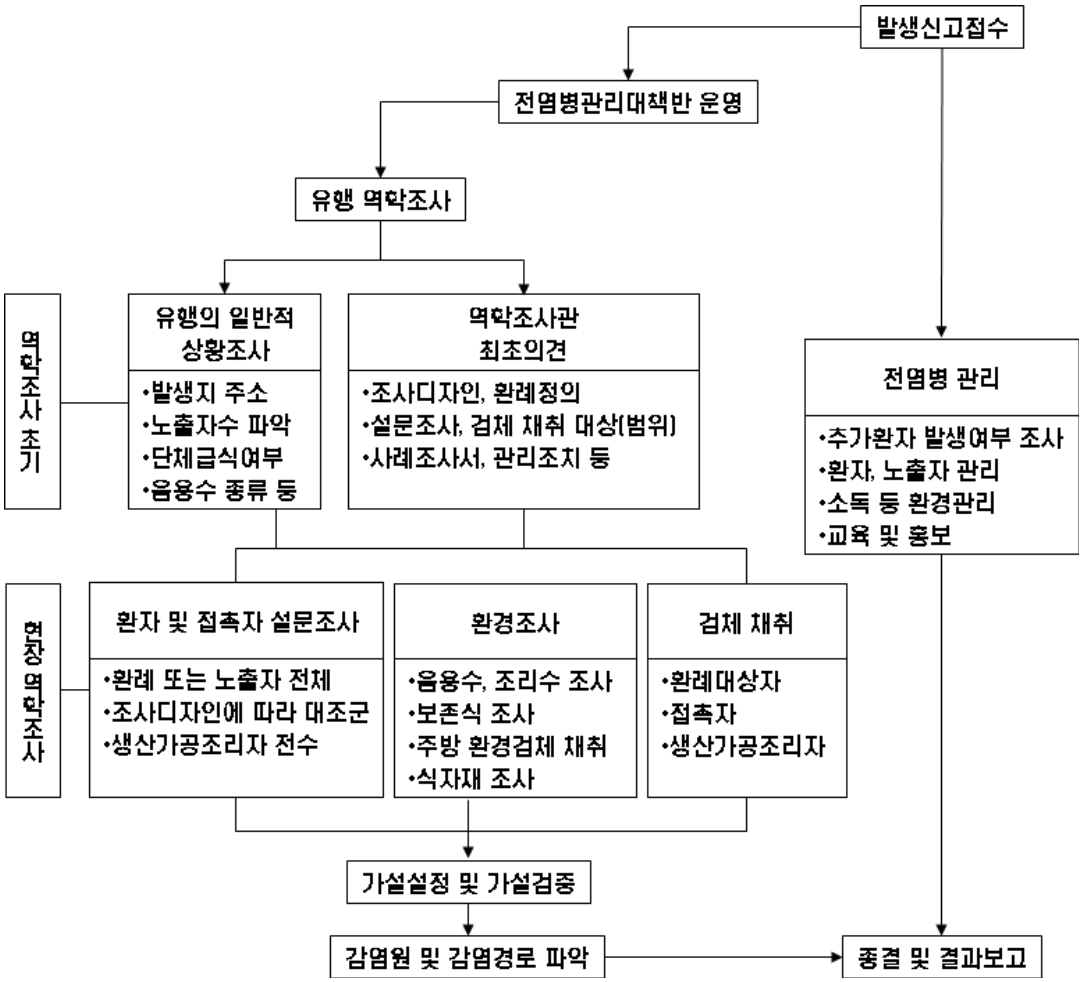

그림 5. 유행 역학조사 흐름도

가. 식중독 원인조사의 필요성

식중독 사고를 예방하기 위해서는 오염된 식품이 무엇인지, 무엇에 오염되었는지, 그리고 오염 경로가 어떻게 되는지 정확히 알아야만 같은 식중독 사고가 재발되지 않도록 필요한 예방조치를 취할 수 있을 뿐만 아니라 여러 지역으로 식중독이 확산되는 것을 사전에 차단할 수 있다.

나. 현장조사

식중독 역학조사의 현장조사에는 준비단계, 현장 조사 단계, 정리 단계, 조치 단계 등 4단계로 구분되어져 있는데,

첫 번째 준비단계에서는 식품전문가를 중심으로 팀을 구성하고 팀원간 업무분장 및 조사계획 수립 등을 실시한다.

두 번째 현장 조사 단계에서는 식중독 발생 현장을 방문하여 방문목적 설명과 관리자, 종사자 등과의 협력관계를 유지하고, 영업소 현황, 원재료 및 공급업소, 섭취자 등 현장 관련 자료를 확보한다. 현장 확인 및 점검에는 조리 공정의 흐름, 작업동선 등을 확인하고, 식품위생법 시행규칙 제2조(식품등의 위생적 취급기준) 및 동법시행규칙 제20조(업종별 시설기준)에 근거하여 기준 및 위생관리에 관한 준수사항 들을 점검한 뒤 점검 중 오염원으로 의심 혹은 추정되는 인자에 대해서는 검체를 채취해야 한다.

세 번째 정리단계에서는 확보된 현장 자료와 현장 확인 및 점검과정에서 얻은 결과를 바탕으로 여러 발생 원인인자에 대한 추정율을 산출하여 발생오염원을 추정하게 되는 것이다.

네 번째 조치 단계에서는 식중독 원인 식품 등으로 판단되거나 의심이 가는 동일 식품 등이 다른 집단급식소 등에 공급되거나 유통·판매된 것으로 확인되거나 의심이 된 경우, 확산을 방지하기 위하여 당 관할기관 및 상급기관(시·도, 식품의약품안전청)에 조속히 통보한다. 점검결과 급식 및 식재료, 음용수 등의 식품매개로 인한 중독이 의심 혹은

추정되는 경우 급식중단조치와 함께 관련식품 및 식재료 등을 폐기하거나 사용하지 못하도록 하는 등 식품위생법에 근거한 조치와 지도를 하게 된다. 최종 조사결과는 식중독 원인식품 규명에 활용할 수 있도록 해당 역학조사반(팀)에 신속히 통보하고, 식품의약품안전청에 동시에 보고한다.

다. 조사방법

식중독 역학조사의 방법은 현장조사 준비, 현장방문, 종사자 면담 및 조사, 현장자료 확보, 현장 확인 및 점검, 검체채취로 이루어지는데, 현장조사 준비를 위해서는 시설의 위치, 해당 식품 등을 확인하고, 영업허가(신고)증 수령여부, 과거 식품위생법 위반사실 이력 또는 기록 등의 점검이 포함되어 있다. 최종적으로 식중독 발생에 대한 관련정보를 바탕으로 조사항목을 점검하고 필요한 양식 및 오염추정을 위한 참고자료를 준비한다.

현장방문을 할 때는 우선적으로 식중독 발생 시설 관계자에게 조사 작업의 방향과 절차를 설명하고 식중독 원인 물질 및 경로 추적을 찾아낼 수 있도록 협력관계를 유지하여야 한다. 종사자는 면담 및 조사를 통해 건강관리상태, 의심되는 원인식품의 취급상태, 위생의식의 수준을 조사하고 또한 종업원의 건강진단을 실시하여 위생상의 문제점을 찾아냄으로서, 그것과 발생한 식중독사고와의 관련성 여부를 밝혀낸다. 사고 발생 장소에서는 식자재 공급업소 및 급식, 도시락, 식당 등의 식단별 제공·가공·조리의 수량, 시설 이용자 또는 도시락 등의 구입자의 수, 판매 및 제공처, 섭취자 등의 자료를 확보한다.

오염 경로 추적을 위해서 조사자는 생산에서부터 최종 보관 및 배식에 직접 종사했던 모든 사람과 이를 모니터링 했던 담당자 및 관리자를 대상으로 조사하고, 해당자의 담당 공정(조리) 작업을 어떻게 했는지 현장 자료를 확보하여야 한다. 식중독의 경우 증상이 나타난 시점으로부터 72시간 이상, 필요에 따라서는 1주간 정도까지 사이에 환자가 포함된 조사 대상자가 섭취한 식품에 대한 전체 작업 상황을 확인하고, 작업(조리) 공정

에서 식중독원인 병원성미생물의 증식이나 독소 잔류 등의 여부를 조사하며 중요한 발생 원인이 있을 공정이나 단계의 특성 등을 표시한다.

세부적으로 현장 점검을 실시할 때는 식품의 제조·가공, 조리와 판매과정에 있어서의 식품 등(식재료를 포함)의 취급 순서 및 내용, 종사자의 작업 동선, 조리를 마친 식품의 보관방법과 보관시간, 판매 또는 제공방법에 걸친 오염 및 혼입경로, 세균증가의 기회, 보존식 교체 여부, 조리실 수 등의 유무 등을 확인한다. 추정되는 오염인자에 대한 조사는 발생가능성에 대한 현장 확인을 우선 실시하고, 식품위생법 시행규칙 제2조(식품등의 위생적 취급기준) 및 동법시행규칙 제20조(업종별 시설기준)에 근거한 기준 및 위생관리에 관한 준수사항을 이용 현장을 점검 한다. 특히 현장조사를 실시하면서 온도 등을 점검하고 시료를 채취한다. 검체 채취에는 식품위생법, 식품공전에서 정하는 검체 채취 요령에 의해 행하여야 하며, 보존식 및 섭취식품(식재료를 포함), 음용수, 도마, 칼, 행주 등의 검체는 현장확인 및 점검과 관련 없이 우선적으로 채취한다<표 14>. 채취한 검체는 지체 없이(4시간 이내) 시·도 보건환경연구원에 검사의뢰 하여야 한다.

라. 오염원 추정

식중독 발생 현장에서 오염원 추정은 현장확인 및 점검결과와 조사참고자료 A, B, C를 이용하여 오염을 일으킨 원인, 병원인자가 오염, 잔류하거나 혹은 증식 등의 원인 등을 확인하고 추정율을 산출함으로써 집단식중독 발생에 기여한 특정 인자 추정에 기초자료로 활용한다. 현장외에서의 오염이 추정되는 경우 협력업체 관리현황, 유통, 판매 등의 식품취급 방법 등에 대하여 추적 조사 등 필요한 조치를 한다.

표 *14.* 식품 등의 검체 채취

검사	검사항목	검체 또는 검사항목	검사자료와 수송방법
세균	배양시험	식품	·검식(50g이상) (당일냉장) ·남은 음식(당일냉장) ·식품잔품(손에 묻지 않게)・동일상품(당일냉장) ·참고식품(50g이상) (냉장) ·물(우물・1리터이상)(당일냉장) 멸균용기 (O157이나 O26의 경우는 치오황산나트륨으로 중화한 물 3리터이상)
		그 외	·용기・기구류의 채취검체(당일) ·쓰레기통의 채취・찌꺼기(당일) ·행주, 손수건, 마스크, 걸레, 자루걸레, 시트, 커튼 ·환경검체(배수, 트랩수 등 배출계통의 채수・찌꺼기 등)(당일)
		종사자	검변(당일), 손가락・화농부위 등 채취(당일)
독소	황색포도구균 enterotoxin 검사		식품(50g)(당일냉장)
	보툴리늄독소검사		식품(100g)(당일냉장)
바이러스	PCR법 (노로바이러스)	식품 등	·굴 등의 조개류(1일 냉장) ·그 외 식품(과실, 야채, 식육)(1일 냉장) ·음료수(20리터)(당일) ·트랩수(1리터정도), 시트, 커텐, 걸레, 자루걸레, ·청소기내의 쓰레기, 구토물 등으로 오염된 부분 을 채취(당일)
		종사자	·분변(1일)

표 *14.* 계속

검사	검사항목	검체 또는 검사항목	검사자료와 수송방법	
기생충	현미경검사 (집오시스트·니스트법, 집란법, 현광항체법, 기생충감별시험등	·식품 ·조리 종사자	·식품잔품(어패류, 수육, 장기, 과실) 등 (당일냉장), 음료수(20리터)(실온1일) ·분변:액이 없는 채변관에 변1-2g정도를 채취 ·충체:생리식염수 속에 보존	
	유전자검사 (기생유충류, 원충류의 특이 유전자 검사)	·식품 ·조리 종사자	·식품잔품(어패류, 수육, 장기, 과실) 등 (당일냉장), 음료수(20리터)(실온1일) ·분변:액이 없는 채변관에 변1-2g정도를 채취 ·충체: 생리식염수 속에 보존 또는 70%에탄올에 고정	
화학물질	중금속		·식품(잔품, 참고품), 통조리식품	
	히스타민 등		·어패류(잔품, 참고품)(냉동·냉장) ·그 외 불휘발성아민을 함유 할 가능성이 높은 식품 (잔품, 참고품)(냉동·냉장)	
	유지 산화물		·유지류 ·유지를 많이 함유한 식품 (튀김, 까스 등 튀긴 것)	
	첨가물	니코틴류	·식품(잔품, 참고품): 햄버거, 생육 등 니코틴산 등 첨가물	냉동 또는 냉장
		glutamic산 Na 그 외	·식품(잔품, 참고품), 첨가물잔품	
	농약		·살충제, 제초제 등	
	그 외		·차아염소산Na, 중성세제 등	
식물성 자연독			·버섯(잔품, 남은음식, 조리가공품 등)/식물(잔품, 남은음식, 참고품, 조리가공품, 조리 찌꺼기 등)/곰팡이 독	
동물성 자연독		독성어류	·복어(복어통체, 장기, 껍질, 근육부분, 찌꺼기)	
		조개류	·조개류, 굴 등	

마. 조사결과 확인

식중독 원인추정에는 환자발생상황에 의한 추정, 병인물질의 검출에 의한 확정, 원인식품에 의한 추정, 검사결과에 의한 추정으로 나누어 볼 수 있다. 발생일시를 횡축으로 두고 환자 수를 종축으로 하는 유행곡선을 작성하고 <표 15>와 같이 감염원을 단일폭로, 연쇄감염, 연속폭로 등으로 구분하고 각 감염원에 따른 유행곡선 형태를 보고 추정할 수 있다. 나아가 분변에서 검출된 병인물질을 감염형 세균과 독소형 세균, 그 외로 나누어 추정할 수 있고 식품잔품·혈액에서 검출된 병인물질을 화학물질, 동물성 자연독, 세균독소로 구분하여 병인물질을 확정할 수 있는 것이다<표 16>.

원인식품 추정 방법에서는 Master Table 작성방법에 의한 원인식품 추정과 조리·가공·제조방법에 따른 원인식품 추정, 병원미생물의 검출에 의한 원인식품 추정, 기생충 등의 검출에 의한 원인식품 추정, 화학물질의 검출에 의한 원인식품 추정 등을 할 수 있으며<표 17>, 검사결과에 의한 추정은 병인물질이 검출된 경우와 병인물질이 검출되지 않은 경우로 나누어 추정할 수 있다<표 18>.

식중독 원인조사를 통하여 원인균 및 물질을 도출한 국내·외 결과들을 살펴보면, 집에서 클로스트리디움 퍼프린젠스에 오염된 닭을 섭취한 후 발생된 사례(24), 대학 기숙사에서 노로바이러스에 노출된 조리원이 여러 학생들에게 식중독을 전파한 사례(25), 병원에서 살모넬라에 오염된 달걀로 만두튀김을 만들어 제공하여 식중독이 발생한 사례(26), 우유와 함께 조리한 으깬 감자를 섭취하고 식중독이 발생한 사례(27) 등이 있다.

표 *15.* 식중독 발생에 따른 유행곡선

감염원	일시간 간격	시작	피크	끝	그림 예	병원물질
단일폭로	매우 좁다	매우 빠르다	일봉성	매우 빠르다		화학물질
	아주 빠르다	아주 빠르다	일봉성	아주 빠르다		황색포도상구균 세레우스균
	좁다	빠르다	일봉성	시작과 끝이빠르다		장염비브리오 살모넬라 등
	약간 넓다	약간 빠르다	대체로 일봉성	시작과 끝이 완만하다		대장균 캠필로박터 노로바이러스 등
연쇄감염 (2차감염 등)	약간 넓다	빠름~ 느림	다봉성	느리다		대장균 노로바이러스균 등
연속폭로	넓다	불명확	불명확	원인식품이 제공되는 한 계속		대장균 노로바이러스균 등

표 *16.* 병인물질 검출에 의한 확정

검사재료	검출된 병인물질구분	추정요소(혈청, 독소 등)
분변	세균(감염형)	복수환자 유래균주간의 혈청형 일치1
	세균(독소형)	복수환자 유래균주의 독소 일치
	독소	보툴리눔독소 검출
	그 외	환자 유래균주간 PFGE 일치
		PCR(유전자단편증복)에 의한 병원물질 추정
식품잔품·혈액 등	화학물질	식품잔품(남은음식)등으로부터 화학물질 검출
	동물성 자연독	tetrodotoxin, saxitoxin 등의 검출
	세균독소	보툴리눔독소, 황색포두상구균, enterotoxin

주: 소수균 감염(캠필로박터 등), 수계감염(병원대장균 등), 장염 비브리오의 경우는 일치하지 않을 수도 있다.

표 *17.* 원인식품의 추정

확인(추정)방법	추정요소	
Master Table작성	식품별 검정, 특수예 등으로부터 원인음식 추정	
조리・가공・제조방법	·제조·보관상의 문제점 정리 ·채취, 참고식품으로부터 병인물질 검출	
병원미생물의 검출	감염형	환자유래균주와의 혈청형 일치1
	독소형	환자유래균주와의 독소산생태의 일치2
	그 외	환자유래균주와의 PFGE의 일치
		PCR(유전자단편증폭)에 의한 병인물질특정
기생충 등의 검출	원충기생충 등의 분란, 동정, 충체 확인	
화학물질의 검출	히스타민, 중금속, 농약(살충제, 제초제 등) 세제, 표백제 등 검출	

표 *18.* 검사결과에 의한 추정

구분	추정요소
병인물질 검출	·병인물질의 잠복시간과 추정폭로로부터 발병할 때까지의 시간과의 일치 ·병인물질의 임상증상과 환자증상과의 일치 ·추정원인식과 병인물질과의 관련 비교 (오염된 기회, 비위생적인 취급, 실온보존시간)
병인물질 미검출	·발생일시와 조사시점의 시간경과 차이 ·환자분변으로부터 원인세균이 검출되지 않았을 경우는 항생물질투여의 유무 ·2인 이상의 환자(감염자)에서 공통식품이 있고, 증상이 일치할 것

3. 국외 식중독 관리 시스템

가. 일본 식중독 관리 시스템

일본은 식중독 환자가 1명이라도 식중독으로 보고된다. 즉, 1명이라도 식중독이면 보고의 의무가 있고, 2인 이상의 경우를 집단식중독으로 통계처리하고 있다. 식중독이 전염병관리와는 이원화 되어있어서, 원인 불분명의 경우에는 식중독과 전염병 담당 2팀이 역학조사를 실시한 후 식중독은 보건소에서 관리한 후 후생노동성으로 보고한다. 식중독으로 인한 사망자가 있을 경우나 50인 이상의 식중독 환자가 발병 시에 하기 6가지 원인에 대해서는 후생노동성으로 즉각 보고하고, 이외에는 처리 후에 최종 보고하도록 되어있다.

첫째, 해당 중독에 의한 사자가 발생한 경우,

둘째, 해당 중독이 수입식품 등에 기인하고 또는 기인하는 것이 의심되는 경우,

셋째, 규정별표 제 17조에 정한 물질에 기인하고 또는 기인한다고 의심이 가는 경우,

넷째, 해당 중독의 환자 등의 소재지가 복수의 도도부현에 걸쳐있는 경우,

다섯째, 해당 중독의 발생상황으로부터 보면 식중독의 원인조사가 곤란한 경우,

여섯째, 해당 중독의 발생상황으로부터 보면 행정처분에 관계되는 판단이 곤란한 경우로 구분되어 진다.

보건소장은 도도부현의 위생주관부서로 식중독 발생보고를 하고 이는 후생노동성의 감시안전과로 보고된다<그림 6>. 이때 지방후생국은 후생노동성의 식품안전부 감시안전과로부터 지시가 있는 경우 담당자가 도도부현으로 파견되어 현장조사를 실시하고, 식중독 사고의 규모에 따라 위해방지를 위해 긴급을 요할 경우법 제60조의 규정에 따라 후생노동성은 도도부현에 식중독 조사보고를 요청할 수 있다.

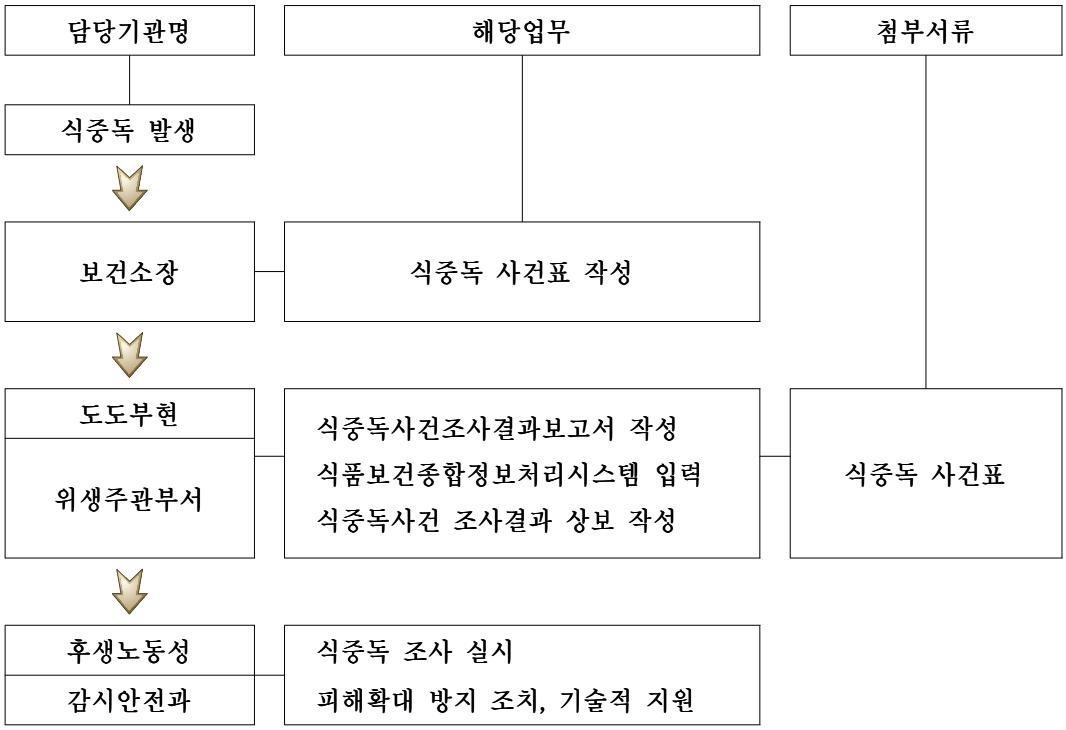

그림 6. 일본의 식중독 보고체계

나. 미국 식중독 관리 시스템

미국의 식중독 관리프로그램은 대표적으로 FoodNet과 PulseNet이 있으며 그 외 eLEXNET과 FORCG 등이 있다. FoodNet의 경우 2002년 식중독에 대한 능동적인 감시 네트워크로서 농무부와 FDA의 협조에 이루어지는 CDC의 식중독 질환예방을 위한 계획 사업으로 시작되었다. 식중독에 의한 질병과 역학연구를 위한 활동적인 감시가 이루어지고, Emerging Infections Program을 통해 신종 병원균들의 규명에 힘쓰고 있다. 의료기관 실험실에 대한 적극적 감사, 의료기관 실험실에 대한 조사, 내과의사에 대한 조사, 일반인에 대한 조사, 역학조사 등의 5단계의 식중독 질환 감시피라미드에 따라 세균 7종(*Campylobacter*, *E. coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio paraheamolyticus*, *Yersinia enterocolitaica*)와 기생충 2종(Cyclopora, Cryptosporidium)에 대한 감시가 총 9개 지역(캘리포니아, 콜로라도, 코네티컷, 조지아, 뉴욕, 메릴랜드, 미네소타, 오리건, 테네시)에서 이루어지며, 이러한 감시망을 통하여 환자들의 미신고로 누락되는 식중독 발병을 능동적으로 감시할 수 있는 터전이 마련되었다. PulseNet은 전염병의 역학적인 통제를 할 수 있는 감시방법은 원인균의 세부동정이 신속하게 가능하여야만 한다. 예를 들어 1993년 미국의 CDC에서는 Fast-Food-Chain의 햄버거에서 EHEC를 규명을 위하여 PFGE(Pulse-field-Gelelectrophorese)를 사용하여 세균의 DNA fingerprint로 동정하였고 검사방법을 표준화한 후에 1995년 주정부 건강연구소(한국의 시,도 보건환경연구원에 준함)에서는 Pulse-Net라는 주정부간의 네트워크를 형성하여 검사방법 등의 교류를 활성화하였다.

DNA fingerprint를 수행하는 공중보건 실험실의 국가적 네트워크로서 CDC의 electronic database를 통하여 식중독균의 fingerprint pattern을 신속하게 비교할 수 있게 만들어주고, 이 조사를 통하여 식중독 환자들이 동일한 원인으로 발생하였는지 등의 가능성을 진단할 수 있다. 참여하는 실험실은 CDC로 자료를 요청하여 환자와 오염된 식품으로부터 분리한 세균의 유전자패턴을 규명하게 된다.

현재까지 세균 5종(*Campylobacter, E. coli* O157, *Listeria monocytogenes, Salomella, Shigella)*에 관하여 실시하고 있으나, 지속적으로 확대할 예정이다. 그 외 eLEXNET(The electronic laboratory Exchange Network)은 전자실험실교환네트워크로 연방, 주, 지역의 식품안전실험실간의 중요한 식품분석결과를 통합, 교환하는 정보망으로, *Campylobacter, E. coli* O157, *Listeria monocytogenes, Salomella* 등에 관하여 실시하고 있다. 마지막으로 FORCG(Foodborne Outbreak Reponse Coordinating Group)는 여러 주에서 동시에 발생하는 식중독에 대한 대응정보망으로 정부상호간의 협조그룹을 형성하여 대규모 식중독을 방지하는데 목적이 있다.

이외 국가들의 식중독 관리 네트워크는 <표 19>에 나타내었다. SP, FoodNet, OzFoodNet과 같은 능동적인 감시역할을 하는 것과 검사결과를 수집하여 원인균의 DNA-패턴을 이용하여 신속한 세부동정이 가능하게 하는 PulseNet, eLEXNET과 같은 실험실간의 정보망이 있다(28).

국내에도 질병관리본부에서 운영하는 EnterNet-Korea를 통하여 급성 설사 질환 환자에 대한 실험실간 감시체계가 진행되고 있다. 그러나 환자의 보균 및 전염병으로 관리되는 균 등의 분리로 식중독과 연관된 정확한 감시는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 또한 원인균이 검출이 되었다고 하더라도 환자에게의 규명에만 의존하기 때문에 식중독을 일으키는 균이 어디서 유래하였는지에 대한 오염경로를 추적하기 어렵다. 국외에서는 식품에서의 식중독균 감시체계를 갖추고 있어 식중독 유행 발생시 오염 경로 및 원인을 찾는데 많은 시간을 들이지 않는다. 이는 식중독균의 유전자형 분석(PFGE)을 감시체계를 통한 데이터베이스화를 구축하고, active surveillance system을 마련하였기 때문이다. 따라서 식중독 발생시보다 정확한 오염경로 및 원인을 규명하기 위해서는 새로운 기술 개발에 더욱 많은 노력을 해야 하며, 그 중 전 세계적으로 많이 활용되고 있는 PFGE 분석에 대한 검토가 필요하다.

표 *19.* 식중독 네트워크

구 분	주관국가 & 국제기구	운영 목적
SP	WHO, 독일 BFR관리	유럽 51개국이 참여하는 식중독 감시
INFOSAN	WHO	GORAN을 확장시킨 국제 식품안전정보 교환 촉진 및 국게적 협조체계 개선
GSS	WHO	2000년 설립된 국제 살모넬라 감시망
Enter-Net Euro TB	유럽연합	사람에 관련된 식품매개질환의 통계
FoodNet	미국의 CDC 농무부와 FDA협조	식중독 질환예방을 위한 계획사업 식중독에 의한 질병과 역학연구를 위한 감시 신종 병원균들의 규명을 위한 Emerging Infections Program 실시 식중독 질환 예방의 감시피라미드 (Burden of Illness Pyramid)
PulseNet	미국/ FDA의 ORA, CFSAN, CVM 및 USDA의 FSIS 실험실	- DNA-fingerprint의 국가네트워크 - 5종(*Campylobacter, E. coli* O157, *Listeria monocytogenes, Salomella, Shigella)* 세균 감시보고
eLEXNET	미국/FDA	연방, 주, 지역 식품안전실험실간의 정보망
OzFooDNet	호주	7개 감시지역 대상으로 식중독 질환감시

주: SP(Surveillance Program for control of foodborne infections and intoxication in Europe), INFOSAN(International Food Safety Authorities Network), GSS(Global Salm-Surv), GOARN(Global Outbreak Alert and Response Network), Enter-Net(International Survelliance network for the enteric infections Samonelle and VTEC O157)

제3절 원인규명을 위한 유전자형 분석(*PFGE*) 시스템

1. PFGE 분석

PFGE(Pulsed-Field Gel Electrophoresis)는 1984년 DNA를 크기에 따라 분리하는 새로운 방법으로 발견되었다. PFGE는 agarose에서 제한효소를 이용하여 30~50 kb~10,000 kb 이상의 크기까지 DNA를 분리할 수 있고, 이를 통해서 균의 유전자형을 분석할 수 있게 됨에 따라 전염병의 역학 조사에 있어 필수적인 요소가 되었다(29-31). 하지만 초기 PFGE는 실험적 통일성을 이룰 수 없었기 때문에 결과가 나오더라도 다른 실험실들과 비교될 수가 없었다. 1995년에 이르러서야 표준화된 PFGE 타이핑 기법과 패턴 분석 기술들이 미국 CDC를 통하여 전파되기 시작하였고, 실험실간 비교가 가능하게 되었다.

역학조사를 하는데 있어 분자 생물학적인 기법으로 사용되는 방법에는 면역 플로팅, 다좌 효소 전기영동법, 플라즈미드 DNA를 이용한 제한효소 분석, 리보핵산 형질 분석, 염색체 DNA를 이용한 제한효소 분석, 리보핵산 혈질 분석, PFGE 및 중합효소 연쇄반응 등이 있다. 이 중 PFGE 방법은 균 전체 DNA의 유전자 형태를 모두 비교할 수 있어서 일반적인 전기영동을 이용한 제한효소 분석법과 비교했을 때 분별력과 재현성이 좋고 결과 해석도 용이하다(32). 앞서 발표된 많은 연구에서 분자 생물학적 기법들 중에서 PFGE가 가장 우수한 분별력을 나타내는 것으로 보고되고 있다(33-37).

PFGE 실험은 총 4단계로 구분되는데<표 20> 순수 균을 분리 동정하는 단계와 agarose gel 안에 갇힌 세균을 lysozyme과 proteinase K를 이용하여 분해하는 단계, gel 안에 갇힌 핵산을 제한효소로 가수분해시키고 plug를 PFGE gel에 전기영동하여 분자량에 따라 핵산을 분리하는 단계, 분리된 핵산을 염색한뒤 UV에 노출시켜 band를 분석하는 단계로 구분된다<그림 7>.

이러한 PFGE 분석 방법은 여러 유전자형을 가지는 미생물의 분석에 용이하게 사용

이 가능하며, 유전자 형별 분류를 통해 전염병이나 식중독 발생시 역학조사를 과학적으로 접근가능하게 한다<그림 8>.

PFGE의 장점으로는 대부분의 세균에서 사용이 가능하고, 분석능력이 좋으며, 각 세균에 적용되는 기술이 유사하고, 결과의 안정성과 재현성이 우수하며, 각 실험실간 비교가 가능하다. 반면에 단점으로는 시간과 비용이 많이 들고, 숙력된 검사자 만이 표준화된 결과를 도출하며, 해석이 판독자에 따라 다르게 나타날 수 있고, 역학적 연관성에 대한 해석의 차이를 보일 수 있다.

2. PulseNet과 FoodNet

미국 CDC는 질병과 식중독에 대한 감시방법을 위하여 실험실간 감시프로그램인 PulseNet를 구축하였다. 처음 매사추세츠, 미네소타, 워싱턴, 텍사스를 식품매개 세균성 질환의 감시체계로 네트워크를 구축하였고 이후 표준화된 PFGE typing 기법과 패턴 분석 기술이 인근 실험실로 이전됨으로써 균들에 대한 PFGE 패턴 데이터베이스가 실험실간 공유되었다(38). 미국에서는 PulseNet 이외에 식품매개질환 감시체계인 FoodNet도 구축되었다. FoodNet은 2002년에 미국 USDA와 FDA의 협조 하에 구축되었는데, 식중독에 의한 질병과 역학연구를 위한 활동적인 감시프로그램으로 이루어져 있다. PulseNet과 FoodNet 프로그램을 통하여 식중독이 발생되었을 경우 식중독 환자들이 동일한 원인으로 발생하였는지에 대한 가능성을 진단할 수 있을 뿐만 아니라 국외에도 동인한 정보가 전달됨으로써 사전 예방대책을 구축할 수 있도록 한다.

현재 PulseNet과 FoodNet은 집단 식중독 환자 발병을 통제하고 조사, 감시하는데 큰 역할을 하고 있다. 만일 PulseNet에 의하여 특정 병원체의 subtype이 꾸준히 증가한다면 그 병원체에 의하여 집단 발병의 위험성이 고조되는 것이다. 각 참여 실험실들에서 보내온 PFGE 데이터가 서로 일치할 경우 세균의 오염 경로와 역학조사가 수월해지며 그 감염이 공통된 원인에 의하여 발생하였는지를 판단할 수 있게 해 준다.

표 *20. PFGE* 실험단계

구분	주요 내용	소요시간
준비단계	임상검체, 동·식물 검체에서 균 순수 분리 동정 - 식중독균 순수 분리 동정	사전 분리동정 단계로써 전체 72시간 이상 소요
2단계	균배양(14~48시간)→Agarose plug 준비 →Agarose plug 처리(6시간)→ Gel loading 준비(2시간)	수작업 단계로써 21~26 시간 소요
3단계	PFGE Gel loading(14~18시간)→ Gel염색(2시간)→PFGE Gel 전자문서화(30분)	장비(PFGE system)를 사용하여 16~20.5시간 소요
4단계	PFGE gel band 분석(Gel당 1~2시간)→ 역학적 정보와 타 실험결과 분석(Gel당 1~2시간)→감염원 확보	Software를 사용하여 2~4시간 소요

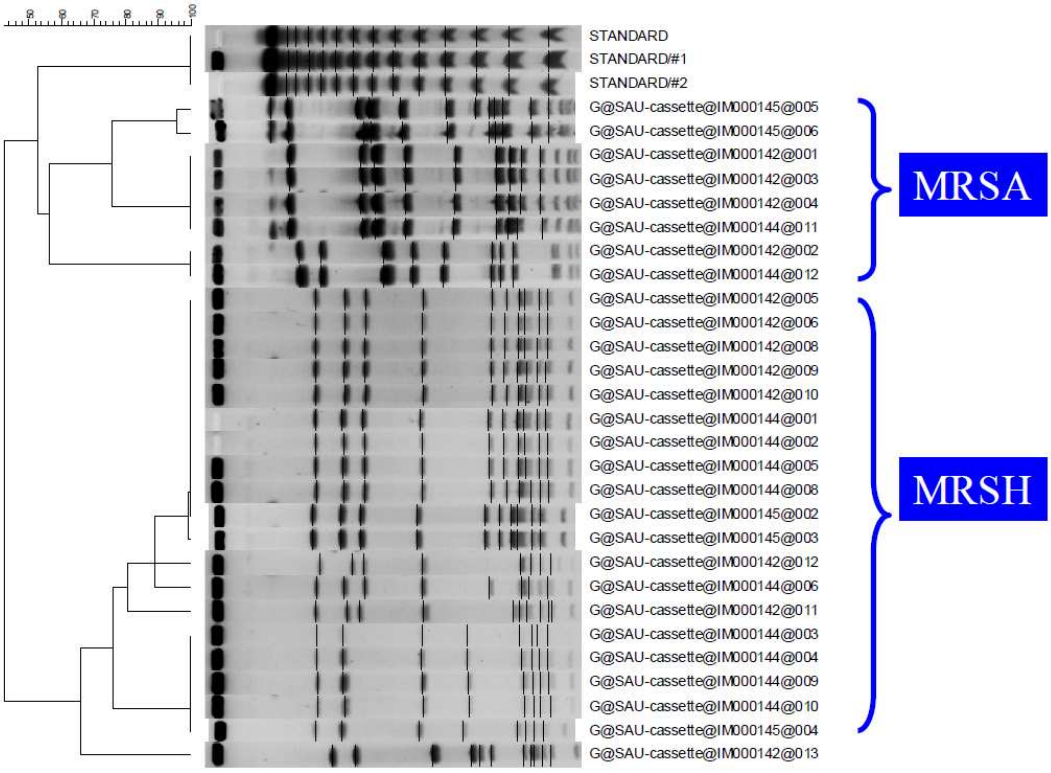

그림 7. *PFGE band* 분석

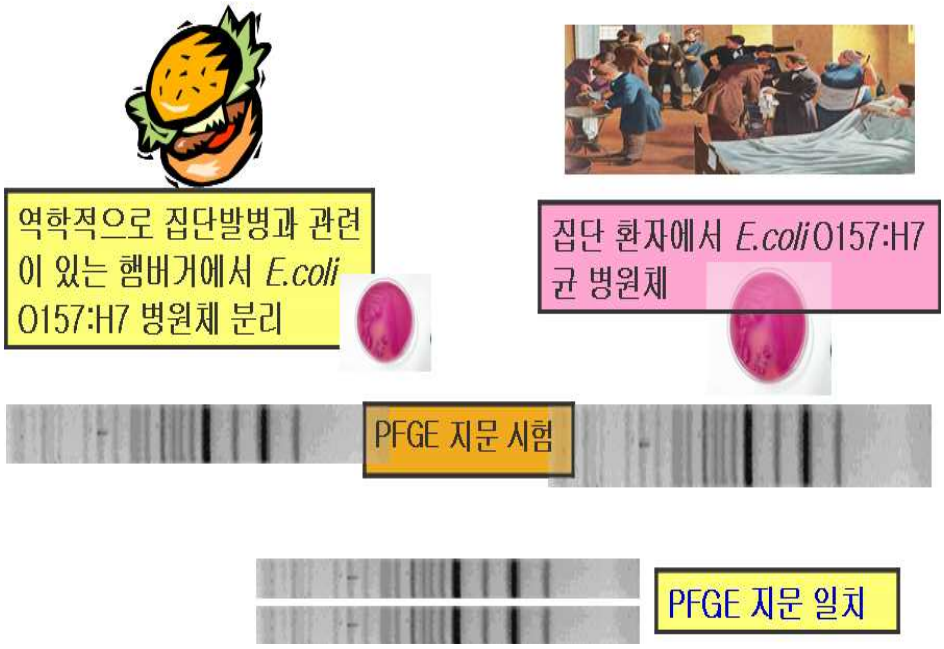

그림 *8.* 집단식중독에 *PFGE* 활용

3. PFGE 활용 사례

김과 이의 PulseNet에 대한 조사자료를 살펴보면(39) 다음과 같은 사례를 발견할 수 있다. 1996년, 워싱턴 주와 시애틀 킹 카운티 보건국의 역학자들은 4개 주와 하나의 캐나다 지방에서 멸균이 제대로 안된 사과 주스로 대장균 O157:H7의 집단 식중독을 추적하였다. 이 조사과정에서 70여명의 환자가 발견되었는데, 그 중에서 25명이 병원을 가야했고, 14명이 요독 증후군을 보였으며, 한 명은 사망하였다. 워싱턴 주 공중 보건 실험실에서 수행한 PFGE 지문검사법은 환자들과 사과쥬스에서 분리된 대장균이 같은 균주임을 보여주었다. 신속한 대처로 사과 주스가 원인 식품임을 알리고 바로 전국에 공급된 주스를 리콜하였다(40-41).

1997년 콜로라도 주 보건 실험실은 당시 대장균 O157:H7의 PFGE typing을 막 시작할 때였는데, 대장균 O157에 의한 14명의 환자가 하나의 군(cluster)을 확인하였다. 같은 시기에, 미국 농무부 실험실은 한 환자가 섭취한 고기 재료에서 대장균 O157균을 분리하였다. 환자에서 분리한 균과 고기에서 분리한 균을 PFGE에 의한 지문분석법을 표준 프로토콜에 의하여 수행하였다. 각 PFGE 패턴을 CDC로 인터넷을 이용하여 보내어졌고, 그 패턴은 서로 일치하였다. 이 집단 감염 패턴을 PulseNet 사이트에 올려놓았고 최근에 분리된 대장균 O157균 300균주 이상의 패턴을 비교하였다. 켄터키 주에서 발생한 대장균주 이외에는 일치한 것이 없어서 이 집단발병이 전 국가적 현상은 아니라고 결론지었다.

이와 같은 사례는 최근 2008년에도 미국의 살모넬라 식중독과 관련하여 토마토, 할라피뇨 고추 등에 대한 PFGE 지문 분석을 수행한 사례가 있으며, 캐나다에서는 여러 지역에서 리스테리아 식중독 사망사건이 일어나자 각각의 분리된 균주와 식품에서의 균주를 비교하여 칠면조 고기의 판매를 중지시켰다.

식중독, 전염병 등 식품매개 집단 발병은 급식과 연관되어 전국적 발병을 초래하고 있다. 이에 발병환자나 섭취한 음식의 역학조사를 통하여 DNA 지문검사법으로 오염

원을 찾는 방법은 점차 중요해지고 있다. 특히 FTA 등 자유무역협정으로 각국의 교역이 활발해 짐에 따라 공통 오염원을 찾기 위해서는 PulseNet을 통한 빠른 PFGE 데이터를 공유해야만 한다.

국내 PulseNet 구축은 질병관리본부를 중심으로 미국 CDC, 아시아-태평양 PulseNet 참여를 하고 있다. 하지만 아직까지 환자를 중심으로 하는 PulseNet에만 의존되어 있고 식품의 원인 세균에서 확인할 수 있는 FoodNet이 구축되어 있지 않아 반쪽 프로그램으로 활용되고 있다.

기후변화에 따른 온난화로 신종 유해세균이 증가하고, 기존에 사라졌던 세균까지 다시 출몰하고 있는 시기에 과학적인 PFGE 지문분석을 발전시킴으로써 PulseNet을 구축하여 사전에 예방할 수 있는 체계를 갖추어야 하겠다.

4. 기타 국가들의 *PFGE* 활용

독일에서는 PulseNet를 이용한 국가 검사기관들의 네트워크를 형성하게 되었다. Sentinel-Surveillance(경계감시) 프로젝트 하에서 독일 내 30여개의 사립연구소와 주정부 검사기관들에서 표준화된 ELISA검사법으로 EHEC에 대한 대변검사를 실시하고 있으며, 검사결과는 연구소의 DB에 저장되는데, 모든 검체는 PFGE로도 검사하여 EHEC-fingerprint를 저장하고 있다. 이러한 국가 DB는 향후 역학조사를 위한 초석이 되고, 분산된 식중독 발생에 대한 사전예방조치를 취할 수 있다.

PFGE-DB를 통하여 지역적인 또는 널리 분산되어 발생할 수 있는 집단식중독의 발생가능성을 지역 보건소, 주정부 보건담당부처, RKI(연방전염병역학팀)에 전달한다. 지역보건소에서는 역학조사의 필요성을 결정한 후 역학조사가 필요하다고 판단이 되는 경우는 RKI는 전염병담당관과의 협의 하에 지원한다.

호주의 경우 연방정부의 DHFS(Department of Health and Family Service)가 식중독 관리 중심역할을 담당하고, 연방정부의 DHA(Department of Health and Aging)는 기반이 되어 OzFoodNet Working Group의 활동을 감독한다.

NNDSS(National Notifiable Disease Surveillance System)은 연방정부 DHFS하에서 CDNANZ(Communicable Disease Network Australia New Zealand)를 활용하여 주/지방정부의 보건법을 근거로한 전염병질환 정보를 수집하는 네트워크이다. *Salomella, Campylobacter,* Hepatitis A, *Shigella, Yersinia, Listeria, Typhoid* 등의 자료를 수집하고 있다. NEPSS(National Enteric Pathogen Surveillance Scheme)은 빅토리아주가 주관하여 식중독을 포함한 장관성 질환 병원체 분리균주의 정보 수집하는 시스템이다. OZFoodNet은 2000년 연방정부 DHA가 식중독 관리업무의 국가적 통합 노력을 위하여 설립한 네트워크로서 효과적 역학조사 및 과학적 평가 및 정책, 식중독 발생감소, 및 비용 추계, 식품오염과 식중독 유발 원인 및 해결방법, 관계자 훈련 등 식중독질환감시 향상의 목적으로 만들어졌다.

Campylobacter, Salomella, Shigella, Yersinia, E. coli, *Listeria, Shiga-toxin,* HUS 등 8종균에 대한 자료 수집과 Case-Control-Study를 실시하고, 신고체계 개발 등 연구를 실시한다.

이러한 PulseNet의 궁극적 목적은 각국의 유행에 우려가 있는 감염성 병원체에 대한 분자역학적 실험정보를 데이터베이스화 하여 축적하고, 유전자 지문검사 결과를 활용한 집단 환자발생의 신속한 분석, 원인규명으로 식중독의 조기 확산을 방지하며, 전 세계적으로 문제시되는 질병에 대한 국가간 실험실 네트워크 구축에 공동으로 참여하여 기존 전염병 데이터 및 외국 시스템과의 인터페이스 유지를 통해 질병정보를 교류하는데 있다.

제 4 장 결 론

최근 기후변화 및 사회·환경의 변화로 식중독 사고는 전 세계적으로 매년 증가하고 있고 한 국가에서만 발생되는 것이 아니라 주변국과 수입·수출국까지 확대되고 있다. 이에 식중독을 예방하고 신속하게 대응하기 위해서 발생 원인을 신속·정확하게 규명하고 오염 경로를 파악하여 사전에 제거하는 시스템 구축의 필요성이 증대하고 있다. 하지만 국내 식중독의 원인규명율은 55.7~76.1%('03~'07)로 일본의 약 80%에 못 미치는 것으로 나타났다. 이는 국내 식중독 관리 정책 및 검사 체계에서 문제점을 발견할 수 있었고, 역학조사, 신속검사 방법 개발, 식중독 원인 규명을 위한 검사체계 구축이 필요하다는 것을 도출하였다.

식중독을 실시간으로 감시하고 원인을 규명하기 위해 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 이미 '90년대 초에 질병 감시 체계(PulseNet)을 구축하여 각국에서 발생되는 식중독 및 전염병에 대해 실험실간 공유함으로써 집단 발병시 신속하게 대처하고 있으나 국내의 경우 EnterNet-Korea를 통해 급성 설사 질환자의 발병원인에 대하여만 검사가 이루어지고 있는 실정이다.

이러한 PulseNet과 식중독 감시에 활용되고 있는 FoodNet의 경우 합리적이고 과학적으로 발병 원인과 결과를 파악하고자 분자생물학적인 검사방법인 PFGE(Pulsed- Field Gel Electrophoresis) 지문분석법이 활용되고 있다. PFGE 지문분석법은 세균의 DNA를 제한효소를 이용하여 작게 자른 다음 band를 통해 동일 유전자형을 밝혀주는 것으로 현재 역학 조사에 필수적으로 사용된다. 만일 식중독이 발병한 경우 환자에서 분리·동정한 균의 PFGE 패턴과 섭취한 식품에서 분리·동정한 균의 PFGE 패턴이 일치된다면 식중독을 유발한 원인 균을 확인함으로써 신속하게 원인 식품을 제거하고 식중독의 확산을 예방할 수 있을 것이다. 또한 실험실 감시 체계로 구축된 PFGE 자료들이 데이터베이스화 된다면 향후 발견되는 동일 원인균에 대한 사전 경보조치도 가능할 것이다.

국내에서 PFGE 시스템 도입을 위하여 가장 시급히 해결하여야 할 문제는 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 식중독 원인 규명률을 높이는 것이다. 오염 경로를 규명하기 위해서는 우선 식품 중에서 분리되는 균이 있어야 하고, 이에 대한 유전자 분석을 통하여 오염 경로를 규명할 수 있으나, 현재 식품 중 검출률이 상당히 낮은 편이다. 따라서 이의 해결을 위하여 상업화된 kit를 사용하거나 신속 검사 장비를 활용하는 등 1~2일 내에 보다 신속·정확하게 균을 검출할 수 있는 "식중독 현장 신속 검사법" 등이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 둘째, 현재 국내 상황을 고려하여 식품 중 검출 균에 대한 PFGE 분석을 위해서는 보다 계획적이고 체계적인 시스템 도입이 필요하다는 것이다. 도입은 단계적으로 1) 장비 구입·보급, 2) 실험실 네트워크 시스템 도입, 3) 실험법 및 분석법 표준화, 4) DB구축 및 활용 방안, 5) 국내·외 연계 활용 등으로 구분되어 진행되어야 한다. 그중 전문 인력과 장비를 갖추고 동일한 결과를 도출할 수 있는 실험실 표준화 단계는 가장 중요한 단계라고 할 수 있으며, 또한 실험실 표준화 단계가 완성된 후 분석·평가하는 효율적 활용 방안 연구도 식중독 예방 정책의 중요한 단계이다.

식중독 관리 선진화를 위하여 상기 시스템 도입은 오염 경로 추적 뿐 아니라 식중독 예방 및 감시를 위한 필수 불가결한 사항이며, 향후 정부뿐 아니라 관련 협회, 연구소, 식품 업체 등도 참여하여 국가적인 네트워크 시스템으로 구축하여 활용하여야 할 것이다.

국내에서 이와 같이 PFGE 지문분석을 통하여 식재료의 생산에서 유통까지 병원성 세균의 유전자형 지문 데이터를 지속적으로 축척한다면, 식중독 발생시 비교·분석을 하여 오염 경로를 정확히 추적할 수 있을 것이다. 이는 나아가 수입식품, 국내 유통식품의 안전관리에 활용하여 원산지에서 오염된 것인지 혹은 저장, 유통중에 오염된 것인지에 대한 정확한 정보를 제공해 줄 것으로 사료되며, 궁극적으로 식중독 발생균에 대한 정보를 사전에 밝혀냄으로써 식중독 예방 및 저감화에 기여할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. World Health Organization. 2000. Foodborne Disease: A Focus for Health Education.
2. Pigott M.D., D.C. Foodborne illness. *Emergency Medicine Clinics of North America*. 26: 475-497, 2008.
3. Alterkruse, S.F., Cohen, M.L., Swerdlow, D.L. Emerging foodborne disease. *Emerg. Infect. Dis.*, 3: 285-293, 1997.
4. 식품의약품안전청. 연도별 식중독 발생현황. http://fm.kfda.go.kr. 2008.
5. 유화춘. 단체급식에서의 HACCP 도입방안에 관한 연구. 한국보건산업진흥원. 1999.
6. Bryan, F.L. Factors that contribute to outbreaks of foodborne disease, *J. Food. Prot.*, 41: 816, 1978.
7. Robert V.T. Surveillance and investigation of foodborne disease; roles for public health in meeting objectives for food safety. *Food Control*. 13: 363-369, 2002.
8. Wenberg, M.F., Porretta, M. Foodborne disease active surveillance network (FoodNet). *J. American Dietetic Associ.*, 98: 9, 1998.
9. Terajima, J., Izumiya, H., Iyoda, S., Mitobe, J., Miura, M., Watanabe, H. Effectiveness of pulsed-field gel electrophoresis for the early detection of diffuse outbreaks due to shiga toxin-producing *Escherichia coli* in Japan. *Foodborne Pathogenes and Disease*, 3: 68-73, 2006.
10. Kim, S.H., Lee, S.W., Kim, S.H., Kim, J.Y., Lee, H.Y., Kang, Y.H., Park, M.S., Lee, B.K. National early warning system construction for timely surveillance of foodborne disease outbreaks-PulseNet Korea, Division of Enteric Bacterial Infections, Center for Infectious Diseases, National Institute of Health, Seoul,

Korea. Infection and Chemotherapy. 38: 309-315, 2006.

11. De Lappe, N., Dorna, G., Connor, J.O., Mamina, C., Cormican, M. Use of pulsed-field gel electrophoresis of comparison of similar but distinuishable isolates of *shigella sonnei* collected in Ireland and Italy. *J. Clinical Microbiol.*, 44: 3808-3810, 2006.
12. Chung, K.S. The genitic correlations among Serotypes and PFGE patterns of Streptococcus pneumoniae isolated in Korea. *Korean Society of Environmental Health*, 30: 15-21, 2004.
13. 식품의약품안전청. 2008년 식품안전백서. 식품의약품안전청, 2008.
14. Widdowson, M.A., Sulka, A., Bulens, S.N., Beard, R.S., Chaves, S.S., Hammond, R., Salehi, E.D.P., Torato, J., Woron, R., Mead, P.S., Bresee, J.S., Monroe, S.S., Galss, R.I. Norovirus and foodborne disease, United States, 1991-2000. *Emerg. Infec. Dis.* 11: 95-102, 2005.
15. US CDC. Food Poisoning Guide: Foodborne illness 2005. (http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodborneinfections_g.htm)
16. Suzuki, H., Yamamoto, S. Campylobactor contamination in retail poultry meats and by-products in Japan: A literature survey. *Food Contorol.* In Press, 2008.
17. Cooper, T., Vikram, H.R., Havil, N.L., Dumigan, D.G., Boyce, J.M. Management of a Gastroenteritis outbreak due to norovirus. *American J. Infection Control.* 34: E101, 2006
18. Fankhauser, R.L., Noel, J.S., Monroe, S.S., Ando, T., Glass R.I. Molecular epidemiology of "Norwalk-like viruses" in outbreaks of gastroenteritis in the United States. *J. Infect. Dis.* 178: 1571-1578, 1998.
19. Centers for Disease Control and Prevention. National Notifiable Disease Surveillance System. Available at: http://www.cdc.gov/epo/dphci/nndsshis.htm.

Accessed November. 14, 2003.

20. Beverl, J.M.S., Samuel, E.B. Food safety: Emerging trends in foodborne illness surveillance and prevention. *J. American Dietetic Association*. 104: 1708-1717, 2004.
21. Ellingson, J.L.E., Koziczkowski, J.J., Adnerson, J.L., Carlson, S.A., Sharma, V.K. Rapid PCR detection of enterohemorrhagic Escherichia coli(EHEC) in bovine food products and feces. *Molecular and Cellular Proves*. 19: 213-217, 2005.
22. de Boer, E. Update on media for isolation of Enterobacteriaceae from foods. *Int. J. Food Microbiol*. 45: 43-53, 1998.
23. 질병관리본부, 역학조사관 기본교육교재, 2007.
24. Holtby, I., Tebbutt, G.M., Grant, K.A., McLauchlin, J., Kett, J., Pinkney, S. A *Clostridium perfringens* food poisoning outbreak associated with consumption of chicken curry supplied by a home caterer. *Public Health*. In Press, 2008.
25. Brockmann, R.A., Lenawaym, D.D., Humphrey, C.D. Norwalk-like viral gastroenteritis: A large outbreak on a university campus. *J. Enviorn. Health*. 57: 19-22, 1994
26. Evans, M.R., Hutchings, P.G., Ribeiro, C.D., Westmoreland, D. A hospital outbreak of *salmonella* food poisoning due to inadequate deep-fat frying. Epidemiol. Infect. 116: 155-160, 1996.
27. Hannah, J.J., Tone, M., Astrid, L., Katsuhiko, O., Kristina, S.Q., Semir, L. An outbreak of staphylococcal food poisoning caused by enterotoxin H in mashed potato made with raw milk. FEMS Microbiol. Letters. 252: 267-272, 2005.
28. 식품의약품안전청. 『선진국의 식중독 관리시스템 조사』, 2004
29. Ackers, M.L., Mahon, B.E., Leahy, E., Goode, B., Damrow, T., Hayes, P.S. An outbreak of Escherichia coli O157:H7 infections associated with leaf lettuce consumption. *J. Infect Dis*., 177: 1588-1593, 1998.

30. Barrett, T.J. Molecular fingerprinting of foodborne pathogenic bacteria: An introductions to methods, uses and problems. In: Tortorello, M.L., Gendel, S.M., editors. Food microbiological analysis: new technologies. New York: Marcel Dekker. p. 249-264, 1997.
31. Graves, L.M. Swaminathan, B., Hunter, S.B. Subtyping literia monocytogenes. In: Ryser, E.M., Marth, E.H., editors. Listeria, listeriosis and food safety. New York: Marcel Dekker. p. 279-298, 1999.
32. Sader, H.S., Hollis, R.J., Pfaller, M.A. The use of molecular techniques in the epidemiology and control of infectious diseases. *Clin. Lab. Med.* 15: 407-431, 1995.
33. Gordillo, M.E., Singh, K.V., Murray, B.E. Comparison of ribotyping and pulsed-field gel electrophoresis for subspecies differentiation of strains of *Enterococcus faecalis*. *J. Clin. Microbiol.* 31: 1570-1574, 1993
34. Schoonmaker, D., Heimberger, T., Birkhead, G. Comparison of ribotyping and restriction enzyme analysis using pulsed-field gel electrophoresis for distinguishing *Legionella pneumophila* isolate obtained during a nosocomial outbreak. *J. Clin. Microbiol.* 30: 1491-1498, 1992.
35. Struelens, M.J., Deplano, A., Godard, C., Maes, N., Serruys, E. Epidemiologic typing and delineation of genetic relatedness of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* by macrorestriction analysis of genomic DNA by using pulsed-field electrophoresis. J. Clin. Microbiol. 30: 2599-2605, 1992.
36. Tenover, F.C., Arbeit, R., Archer, G., Biddle, J.S., Byrne, Goering, R. Comparison of traditional and molecular methods of typing isolates of *Syaphylococcus aureus*. *J. Clin. Microbiol.* 32: 407-415, 1994
37. Tenover, F.C., Arbeit, R.D., Goering, R.V., Mickelsen, P.A., Murray, B.E.,

Persing, D.H. Interpreting chromosomal DNA restriction patterns produced by pulsed-field gel electrophoresis: criteria for bacterial strain typing. *J. Blin. Microbiol.* 33: 2233-2239, 1995.

38. Stephenson, J. New approaches for detecting and curtailing foodborne microbial infections. JAMA. 277: 1337-1340, 1997.
39. 김석호, 이복권. PulseNet: 식품매개 세균질환 감시체계를 위한 molecular subtyping network. *Biological Research Information Center*. 6: 1-14, 2004.
40. Cody, S.H., Glynn, M.K. Farrar, J.A., Cairns, K.L., Griffin, P.M., Kobayashi, J. An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection from unpasteurized commercial apple juice. *Ann. Intern. Med.* 130: 202-209, 1999.
41. Elbasha, E.H., Fitzsimmons, T.D., Meltzer, M.I. Costs and benefits of a subtype-specific surveillance system for identifying *Escherichia coli* O157:H7 outbreaks. *Emerg. Infect. Dis.* 6: 293-297, 2000

저작물 이용 허락서

학 과	식의약학과	학 번	20077205	과 정	석사(○), 박사( )
성 명	한글: 최순곤 한문 : 崔舜坤 영문 : Choi Soon Gon				
주 소	서울 마포구 망원동 496, 망원대림1차 104-907호				
연락처	E-MAIL : csgg@kfda.go.kr				
논문제목	한글 : 식중독균 오염 경로 추적을 위한 PFGE 활용 방안 영문 : Application of Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE) for tracing the route of foodborne pathogens contamination				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의 (ㅇ) 조건부 동의( ) 반대( )

2009 년 2 월 일

저작자: 최 순 곤 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하