

Original Article

# 2010년 일개 회사에서 집단발생한 바실루스 세레우스 식중독에 관한 역학조사

최금발<sup>1</sup>, 임현술<sup>1</sup>, 이 관<sup>1</sup>, 하경임<sup>2</sup>, 정광현<sup>3</sup>, 손창규<sup>3</sup>

<sup>1</sup>동국대학교 의과대학 예방의학교실; <sup>2</sup>동국대학교 의과대학 진단검사의학교실; <sup>3</sup>경상북도 보건환경연구원 미생물검사과

## Epidemiological Investigation for Outbreak of Food Poisoning Caused by *Bacillus cereus* Among the Workers at a Local Company in 2010

Kum-Bal Choi<sup>1</sup>, Hyun-Sul Lim<sup>1</sup>, Kwan Lee<sup>1</sup>, Gyoung-Yim Ha<sup>2</sup>, Kwang-Hyun Jung<sup>3</sup>, Chang-Kyu Sohn<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive Medicine; <sup>2</sup>Department of Clinical Pathology, Dongguk University College of Medicine, Gyeongju;  
<sup>3</sup>GyeongSangBukdo Government Public Institute of Health & Environment, Yeongcheon, Korea

**Objects:** In July 2 2010, a diarrhea outbreak occurred among the workers in a company in Gyeongju city, Korea. An epidemiological investigation was performed to clarify the cause and transmission route of the outbreak.

**Methods:** We conducted a questionnaire survey among 193 persons, and we examined 21 rectal swabs and 6 environmental specimens. We also delegated the Daegu Bukgu public health center to examine 3 food service employees and 5 environmental specimens from the P buffet which served a buffet on June 30. The patient case was defined as a worker of L Corporation and who participated in the company meal service and who had diarrhea more than one time. We also collected the underground water filter of the company on July 23.

**Results:** The attack rate of diarrhea among the employees was 20.3%. The epidemic curve showed that a single exposure peaked on July 1. The relative risk of attendance and non-attendance by date was highest for the lunch of June 30 (35.62; 95% CI, 2.25 to 574.79). There was no specific food that was statistically regarded as the source of the outbreak. *Bacillus cereus* was cultured from two of the rectal swabs, two of the preserved foods and the underground water filter. We thought the exposure date was lunch of June 30 according the latency period of *B. cereus*.

**Conclusions:** We concluded the route of transmission was infection of dishes, spoons and chopsticks in the lunch buffet of June 30 by the underground water. At the lunch buffet, 50 dishes, 40 spoons, and chopsticks were served as cleaned and wiped with a dishcloth. We thought the underground water contaminated the dishes, spoons, chopsticks and the dishcloth. Those contaminated materials became the cause of this outbreak.

**Key words:** Epidemiology, *Bacillus cereus*, Food poisoning, Outbreaks, Diarrhea  
*J Prev Med Public Health* 2011;44(2):65-73

## 서론

직장 또는 학교에서 단체 급식이 보편화되어 수인성·식품매개질환의 위험성이 점차 증가하고 있다. 수인성·식품매개전염병은 물과 식품이 전염성이 있는 병원성 미생물에 오염되어 발생하는 질병으로 콜레라, 세균성이질, 장티푸스 등의 법정전염병뿐만 아니라 각종 식중독을 의미한다 [1].

우리나라 전체 식중독의 사회경제적 비용 손실 추계는 연간 9549억 원으로 [2] 식중독으로 인한 사회경제적 손실

은 크다. 바실루스 세레우스는 선진국에서 수인성·식품매개질환의 원인으로 그 비중이 증가하고 있다. 바실루스 세레우스에 의한 식중독은 1973년부터 1985년까지 핀란드에서 17.8%, 네덜란드에서 11.5% 등을 차지하지만 스코틀랜드에서 0.8%, 잉글랜드와 웨일즈에서 0.7%, 캐나다에서 2.2%, 일본에서 0.7%로 국가마다 다양하다 [3]. 미국에서는 2007년 1097건의 식중독 중 바실루스 세레우스가 19건 (1.7%), 21 244명의 발생자 중 164명(0.8%)을 차지하였다 [4]. 우리나라에서는 바실루스 세레우스로 인한 식중독은

2007년 1건(50명), 2008년 14건(376명)이었으나 2009년에는 보고되지 않았다. 2010년에는 13건이 발생하였고, 2010년 전체 식중독 발생의 5.1%, 원인이 밝혀진 식중독 발생의 8.7%를 차지하였으나 [5] 증상이 경미하여 보고가 되지 않는 경우가 많아 더 많이 발생하였을 가능성이 있다. 바실루스 세레우스는 대부분 증상이 경미하고 자연 치유되지만 면역이 저하된 어린이에서 균혈증 및 뇌수막염으로 인한 사망 [6], 입원 전 건강하던 46세 남성과 41세 여성의 전격균혈증 및 폐렴으로 인한 사망도 보고되어 [7] 심한 합병증을 유발할 수도 있다.

일개 회사에서 2010년 6월 30일부터 설사 환자가 발생하여 계속 증가하였고 복통, 오한 등의 동반증상으로 인한 결근자가 발생하여 7월 2일 지역 보건소에 신고하였다. 이에 유행의 특성과 전파양식 등을 규명하여, 유행의 예방 및 관리대책을 수립하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

이번 유행이 발생한 회사는 자동차용 시트를 제조하는 해외합작 업체로 근무 시간은 주간조와 야간조로 나뉘어 운영되고 있다. 이 중 회사 내 급식소를 이용하는 근로자 235명, 영양사 1명, 조리종사자 4명 등 총 240명 중 2차 설문조사에 응답한 근로자 188명과 영양사 1명, 조리종사자 4명 등 193명을 연구대상으로 하였다.

### 2. 역학조사 방법

#### 1) 환례 정의

환례는 2010년 6월 30일부터 7월 3일까지 4일간 회사 급식소에서 식사를 한 번 이상 한 사람 중 설문조사에서 1회 이상 설사를 하였다고 응답한 경우로 정의하였다.

#### 2) 설문조사

7월 2일 중식 후 질병관리본부에서 제시한 수인성·식품매개질환 사례조사서(표준형) 집단급식시설용 [8]을 이용하여 상황에 맞게 설문지를 수정하였다. 이에 응답한 140명을 대상으로 1차 설문조사를 실시하였다. 이후 7월 12일 중식 후 153명, 13일 야식 후 40명 총 193명을 대상으로 2차 설문조사를 시행하였다. 2차 설문지는 증상여부 및 증상의 양상, 치료여부, 결근여부 등과 6월 28일, 29일, 7월 1일 3일간 구체적인 식단의 섭취 여부를 조사하였다. 이후 자료 분석

결과 6월 30일 창립기념일에 P출장 뷔페에서 조리하여 회사 내에서 제공된 뷔페가 의심되어 7월 19일에 중식 및 야식 시 뷔페의 섭취여부 및 섭취한 음식에 대해 추가로 설문조사를 시행하였다. 위의 1, 2, 3차 3차례 실시한 설문조사 결과를 별도로 또는 통합하여 2차 설문조사를 실시한 총 193명을 기준으로 분석을 시행하였다.

#### 3) 실험실 검사

7월 2일 신고 즉시 시행한 역학조사에서 6월 29일 야식(오전 0시 15분에 제공) 중식, 석식, 7월 1일 중식, 석식, 7월 2일 야식(오전 0시 15분에 제공)과 환경검체 5건(음용수, 조리수, 칼, 도마, 행주)을 수거하여 경상북도 보건환경연구원에 세균 10종(병원성대장균, 살모넬라, 시겔라, 비브리오, 황색포도알균, 리스테리아 모노사이토게네스, 빈창자감필로박터, 예르니시아 엔테로콜리티카, 바실루스 세레우스, 클로스트리듐 퍼프린젠스)의 검사를 의뢰하였다. 또한 조리종사자 4명과 근로자 21명에서 직장도말검사 및 채변검사를 시행하여 세균 10종 및 바이러스 5종(로타바이러스, 아스트로바이러스, 노로바이러스, 사포바이러스, 아데노바이러스)의 검사를 의뢰하였다. 또한 해당 보건소에서 조리수에 대한 검사를 시행하였다.

회사 창립기념일인 6월 30일 중식과 7월 1일 야식(오전 0시 15분)을 제공한 대구에 소재한 P출장 뷔페 식당의 검사를 위해 해당 보건소를 통하여 환경검체 6건(음용수, 칼 2건, 도마 2건, 행주 등)의 세균 10종 검사와 3명의 조리종사자의 검체에 대하여 세균 10종 및 바이러스 5종의 검사를 대구보건환경연구원에 의뢰하였다.

역학조사 과정에서 회사에서 사용하는 지하수에 의한 오염을 의심하여 7월 23일 지하수를 필터하여 사용하고 있는 조리수와 지하수 필터를 수거하여 대학병원 진단검사의학과에 검사를 의뢰하였다. 조리수, 지하수 필터 및 필터액을 혈액찬천에서 배양하였을 때 그람 양성균이 검출되어 경상북도 보건환경연구원에 정확한 균주 동정 및 독성유전자 검사를 의뢰하였다. 음식물, 환례 검체 및 정수기 필터에서 각각 분리된 균을 tryptic soy broth 100 mL에 적당량 넣고 37°C, 12시간 증균한 후 MYP배지에 희석하여 37°C, 24시간 배양하였다. 분홍색이며, 균 집락 주변에 흰색의 환이 나타나는 집락을 선별하여 혈액평판배지에 희석하고 37°C, 24시간 배양하여 β용혈 유무를 관찰하였다. 용혈능을 나타내는 균 집락을 tryptic soy plate에 계대배양 후 ViteK 2 compact (bioMerieux, Durham, NC, USA)와 API 50 CH (bioMerieux, Marry I Etoile, France)를 사용하여 생화학적 동정을 실시하였으며 16S rRNA를 이용한 균주 확인동정도 병행하였다. 용혈성 장독소 유전자 hemolysin BL (*hbl*, 증

폭 예상 유전자 크기 874 bp), 비용혈성 장독소 유전자 *bce* (중폭 예상 유전자 크기 428 bp) 확인을 위한 간헐영역결전 기이동(Pulsed-field gel electrophoresis, PFGE) 검사의 증폭조건은 국립보건원 감염병실험실진단치침(KNIH, Seoul, Korea, 2005)에 따랐고, 바실루스 세레우스 균주 확인을 위한 16S rRNA (중폭 예상 유전자 크기 335 bp)의 증폭실험은 Gram Posi. Multiplex kit를 이용하였으며 실험방법은 제조사의 지시에 따랐다(RapiGEN, Gyeonggi, Korea).

4) 급식 업체 조사

이 회사는 중식과 야식을 D푸드에 위탁을 주어 위탁업체에서 회사 급식소에서 자체적으로 조리하여 회사 근로자에게 공급하고 있었다. D푸드가 급식한 이후 집단 설사 발생 여부를 조사하였다. 조리종사자의 건강상태 및 위생상태, 식재료의 보관, 전처리, 조리과정 등을 파악하였고 회사 급식소의 위생환경을 확인하였다. D푸드가 위탁하여 운영하는 다른 8개 급식소에 식재료 공급 현황과 설사 발생 여부 등을 조사하였다. 또한 P출장 뷔페에서 같은 날 음식을 제공한 다른 곳에서 설사 발생 여부 등을 조사하였다.

5) 자료 분석

2차 설문에 응답한 193명을 대상으로 후향적 코호트 연구를 진행하였다. 설문조사 내용은 Microsoft Excel 2007을 이용하여 코딩하였으며, 성별, 연령대별, 배식 섭취에 따른 발병률의 차이와 음식별 상대위험도를 분석하기 위해 SPSS version 17.0K (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 성별, 연령별 발병률의 차이는 카이 제곱 검정을 이용하였으며, 섭취자와 비섭취자 간의 상대위험도와 식단별 상대위험도는 Taylor series를 이용하여 계산하였다.

결 과

1. 발병률

6월 30일 오전 3시경 첫 환자가 발생하여 7월 3일까지 총 43명의 환자가 발생하였다. 2차 설문에 193명이 응답하였고 그 중 환례에 43명이 해당하여 발병률은 22.3%이었다. 남자는 177명 중 38명이 발생하여 발병률은 20.9%, 여자는 16명 중 6명이 발생하여 발병률은 37.5%로 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 연령대별 발병률은 29세 이하에서 29.2%로 가장 높았으며, 50대가 25.0%, 40대가 21.4%, 30대가 20.5%, 60세 이상이 14.3% 등의 순으로 연령에 따른 유의한 차이는 없었다 (Table 1).

Table 1. Attack rate by gender and age

	n	Cases	Attack rate (%)	p-value <sup>1</sup>
<b>Gender</b>				
Male	177	37	20.9	0.274
Female	16	6	37.5	
<b>Age (y)</b>				
≤ 29	24	7	29.2	0.878
30 - 39	78	16	20.5	
40 - 49	56	12	21.4	
50 - 59	28	7	25.0	
≥ 60	7	1	14.3	
<b>Total</b>	<b>193</b>	<b>43</b>	<b>22.3</b>	

<sup>1</sup>Calculated by chi-square test.

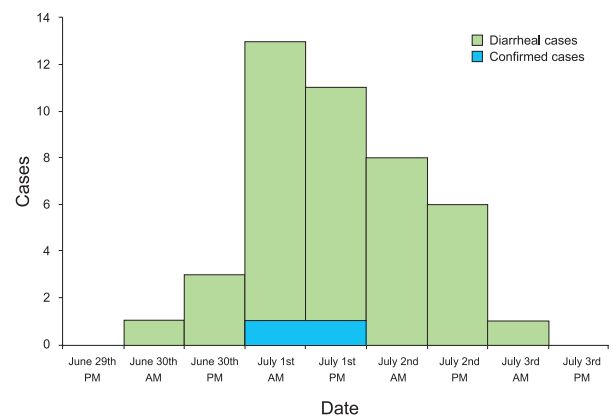


Figure 1. The distribution of diarrheal cases by symptom onset date.

Table 2. Positive rate of symptoms in diarrheal cases (n=43)

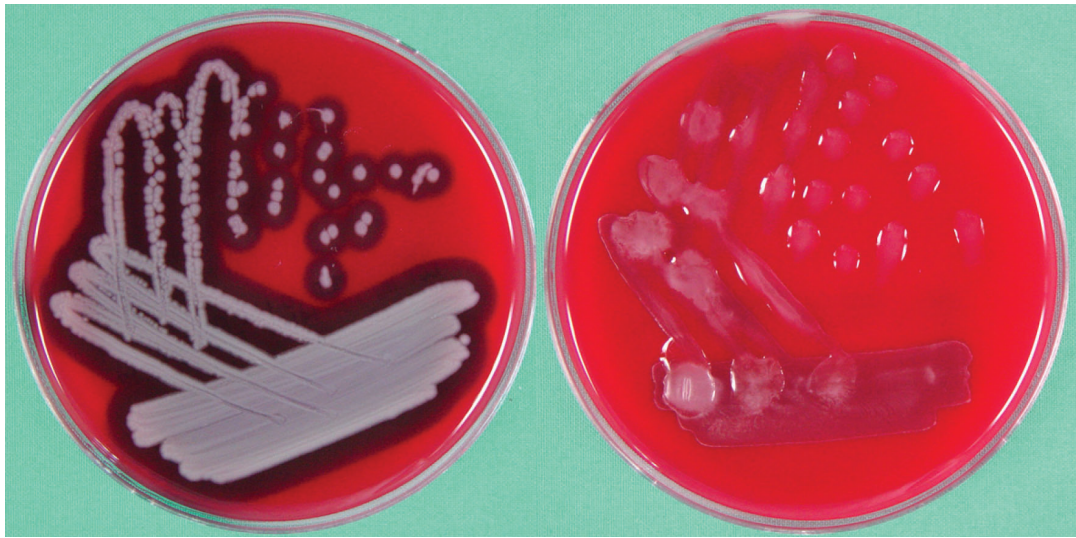
Symptoms	n	%
Diarrhea	43	100.0
Febrile sense	23	53.5
Chilling sense	22	51.2
Nausea	5	11.6
Vomiting	4	9.3
Abdominal pain	31	72.1
Tenesmus	33	76.7
Headache	29	67.4

2. 유행곡선 및 추정노출일시

일자별 발생은 6월 30일 4명(9.3%), 7월 1일 24명(55.8%), 2일 14명(32.6%), 3일 1명(2.3%)이 발생하여 단일곡선 분포를 보였다 (Figure 1). 추정노출일시는 바실루스 세레우스 설사형의 잠복기 6-24시간을 고려하여 6월 30일 중식으로 추정하였다.

3. 증상별 분포

43명의 환례의 동반 증상은 설사 43명(100.0%), 뒤무직



**Figure 2.**  $\beta$ -hemolytic colony (left) and non-hemolytic mucoid colony (right).

33명(76.7%), 복통 31명(72.1%), 두통 29명(67.4%), 발열감 23명(53.5%), 오한 22명(51.2%), 오심 5명(11.6%), 구토 4명(9.3%) 등의 순이었다 (Table 2). 환례의 평균 설사 기간은  $3.0 \pm 2.0$ 일(최대 8일, 최소 1일, 중앙값 2일)이었고 총 설사 횟수의 평균은  $10.8 \pm 11.7$ 회(최대 50회, 최소 1회, 중앙값 4회)이었다. 결근자는 15명(7.8%)이었으며, 평균 결근일수는 1.5일(최대 5일, 최소 1일, 중앙값 1일)이었다. 이들 중 약국을 방문한 경우는 31명(72.1%), 병의원 외래에서 치료 받은 경우는 29명(67.4%), 약국과 병의원 외래를 방문한 경우는 25명(58.1%)이었다 (표 제시하지 않음).

#### 4. 실험실 결과

대변검체 및 직장도말검체의 검사 결과 세균 중에서는 회사 근로자 2명에서 용혈성 및 비용혈성 장독소에 모두 양성인 바실루스 세레우스 균이 검출되었고 조리종사자에서는 균이 검출되지 않았다. 바이러스 5종은 전혀 검출되지 않았다. 생수로 공급하고 있는 음용수에서는 균이 배양되지 않았다. 조리수에서는 총대장균군이 검출되었고 잔류염소는 검출되지 않았다. 보존식에서 세균 10종에 대해 경상북도 보건환경연구원에 의뢰하여 검사한 결과 6월 29일 야식 중 오징어야채무침, 7월 2일 야식 중 부추겉절이에서 독성 양성인 바실루스 세레우스 균이 검출되었다.

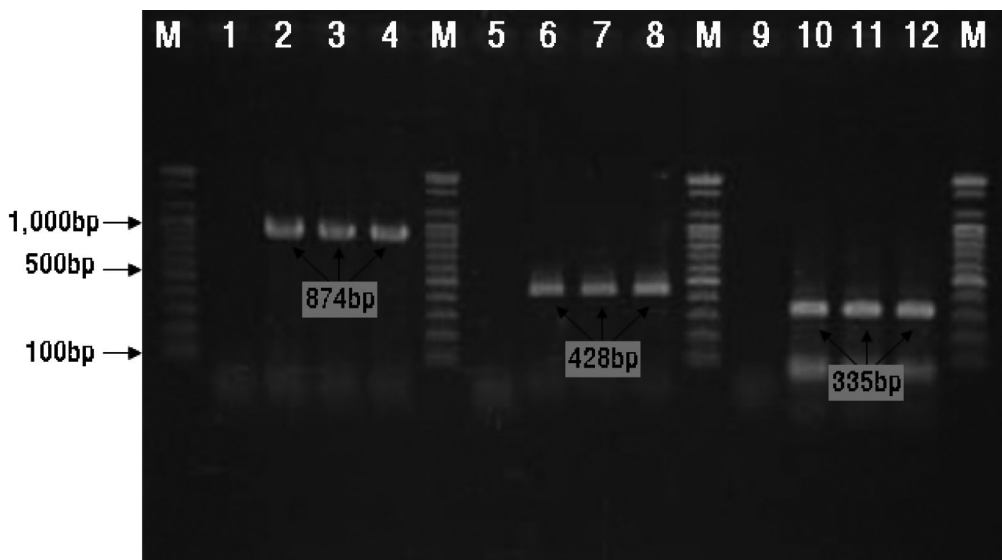
대학병원 진단검사의학과에서 조리수, 지하수 필터 및 필터액을 혈액찬에서 배양하였을 때  $\beta$ 용혈성의 회백색 불투명 균집락과 비용혈성의 커다란 점액성 균집락 (Figure 2)의 세균이 배양되었고, 이들은 아포성 그람양성 막대균으로 바실루스 세레우스로 예비동정하였다. 균주 동정을 위

한 생화학적 검사에서 ViteK 2 compact BCL 카드에서 바실루스 세레우스(bionumber; 0226000154446671)로, API 50 CH에서 바실루스 세레우스(% identification 99.8%)로 동정되었다. 이들 세균의 정확한 균주 동정 및 독성유전자 검사를 위해 세균을 경상북도 보건환경연구원에 의뢰한 결과 음식물, 환례 검체, 지하수 필터에서 분리된 그람양성 막대균은 바실루스 세레우스 16S rRNA가 증폭되어 바실루스 세레우스 균임을 확인하였으며, PFGE 독성 유전자 검사에서 용혈성 장독소 유전자 *hbl* 및 비용혈성 장독소 유전자 *bce*가 모든 균에서 증폭되었다 (Figure 3).

대구북구보건소에서 P출장 뷔페를 방문하여 조리종사자 3명과 환경검체 6건(칼 2건, 도마 2건, 행주, 음용수)에 대하여 10종의 세균검사를 대구 보건환경연구원에 의뢰하여 검사한 결과 모두 균이 검출되지 않았다. 보존식은 보관 대상 업소가 아니어서 보관되어 있지 않아 이에 대한 검사를 실시하지 못하였다.

#### 5. 환경조사 결과

회사 급식소는 건물 2층에 위치하고 있었으며, 조리수로 필터를 거친 지하수를 사용하고 음용수로는 판매하는 생수를 사용하였다. 식재료는 D푸드가 오전 10시경 냉장차를 통해 운반하여 1층에서 2층으로 전용 승강기를 통해 운반되고 운반자가 식재료를 냉장고, 냉동고, 양념 칸 등에 배분하였다. D푸드는 이 회사 외에도 8곳의 급식소에 식재료를 납품하였다. 식사는 중식 180인분, 석식 135인분을 영양사 1명과 조리종사자 3명이 담당하고 있었으며, 야식은 중식과 동일한 식단으로 65인분을 다른 조리종사자 한명이 담



**Figure 3.** Pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) of *Bacillus cereus* shows *hbl* gene (lane 2-4) and *bce* gene (lane 6-8) from cultured food, diarrheal stool and underground water filter.

M, 100 bp ladder (Bioneer, Cheongwon, Korea), lane 1, negative control of a *hbl* gene, lane 2, amplicon of a *hbl* gene from food, lane 3, amplicon of a *hbl* gene from diarrheal stool, lane 4, amplicon of a *hbl* gene from underground water filter, lane 5, negative control of a *bce* gene, lane 6, amplicon of a *bce* gene from food, lane 7, amplicon of a *bce* gene from diarrheal stool, lane 8, amplicon of a *bce* gene from underground water filter, lane 9, negative control of a 16S rRNA gene, lane 10, amplicon of a 16S rRNA gene from food, lane 11, amplicon of a 16S rRNA gene from diarrheal stool, lane 12, amplicon of a 16S rRNA gene from underground water filter.

당하고 있었다.

식재료의 전처리는 오전 중에 시행하였으며, 양파는 소독 없이 끼는 경우가 있고 칸 뒤 세척하여 냉장 보관하였다. 당근은 비닐에 담긴 채로 양파와 함께 보관하였으며 방문시 냉장실 내 전처리 통에는 비닐에 담긴 당근과 껍질이 벗겨진 양파 외 양배추 하나가 같이 보관되어 있었다. 7월 12일 야식 시균이 검출된 음식과 같이 가열하지 않은 채 공급되는 음식인 치커리 오이무침의 조리 과정을 관찰하였다. 치커리 오이무침은 치커리와 오이를 소독 후 썰고, 22시 30분경 전처리실에 있는 양파를 씻지 않고 썰어 바구니에 담아 놓았다. 22시 45분 경 쇠고기 미역국을 만들어 약간 온기가 있는 곳에서 치커리 오이무침에 각종 양념을 넣어 23시 15분 경 배식을 위해 내놓았다. 약 20분 뒤 국이 식지 않게 하기 위해 온열 전기선을 작동하여 섭씨 70도를 유지하도록 하였으며 23시 45분 경 밥을 내다 놓고 다음날 0시 15분 야식을 배식할 때 까지 유지하였다. 실험실 검사 결과 균이 나온 6월 28일 야식의 오징어야채무침은 전날 아침 10시 10분 경 배송된 오징어를 냉동실에 하루 보관하여 사용하였으며 야채는 당일 새벽에 D푸드 본사에서 직접 시장에서 구매하여 배송한 것을 사용하였다. 양배추, 양파, 무, 나물 등은 염소소독 후 헹구어 생체를 사용하였다. 식사는 밥, 국, 반찬의 순으로 담았으며, 밥과 국이 놓이는 곳에는 열선이 장치되어 있어 섭씨 70도 가량을 유지하게 되어 있었다.

이외 반찬 칸은 따로 열선장치 없이 실온으로 제공되었다. 배식은 자율배식으로 주걱, 국자, 집게 등을 사용하여 근로자가 직접 식판에 담아 먹도록 되어 있었다. 조리 과정에서 많은 양의 바실루스 세레우스 균의 오염 가능성은 낮다고 생각하였다.

6월 30일 창립기념일 뷔페는 대구광역시 북구에 소재한 P출장 뷔페에서 오전 8시경 180인분을 만들어 10시 30분 대구를 출발하여 경주에서 중식으로 제공하였다. 이때 대구 지역의 모 대학교에도 같은 메뉴에 더 추가하여 뷔페 80인분을 제공하였는데 정오에 출발하여 배송하였고 이 뷔페를 섭취한 사람 중 설사자는 없었다. P출장 뷔페에서 이번 유행이 발생한 회사에 제공한 모든 음식은 사전에 업소에서 조리하여 배달되었으며, 회사 급식소에서는 어떠한 물이나 음식 재료를 추가하여 사용한 적이 없었다. 단지, P출장 뷔페에서 가져온 뷔페 접시와 급식소에서 공급한 수저는 후반부에 부족하여 접시 50여 개와 수저 40여 개를 세제로 씻고 행주로 닦아 공급하였다. 다른 때 회사 급식소에서 수저는 세제로 씻고 식기 세척기(70도, 세제 60초, 린스 15초)를 거쳐 건조기로 건조하여 공급하여 행주로 닦지 않았다.

지하수 수조는 식당 건물 옆에 있었다. 지하수는 펌프를 통해 건물 2층으로 공급되었으며, 회사 급식소에서 사용하기 전에 필터로 정수하여 사용하였다. 지하수 필터는 6개로 10일 간격으로 교체하고 있었다 (Figure 4).



**Figure 4.** Unused underground water filter (left, white color); Used underground water filter (right, dark-brown color).

**Table 3.** Attack rate and relative risk of attendance and non-attendance by date

(n=193)

Date	Meal time	Attendance			Non-attendance			Relative risk (95% CI) <sup>1</sup>
		n	Cases	Attack rate (%)	n	Cases	Attack rate (%)	
6/28	Lunch	136	41	30.1	47	2	4.3	7.09 (1.78 - 28.16)
	Dinner	114	36	31.6	65	4	6.2	5.13 (1.91 - 13.77)
	Midnight meal	44	3	6.8	134	37	27.6	0.25 (0.08 - 0.76)
6/29	Lunch	127	40	31.5	48	1	2.1	15.12 (2.14 - 106.94)
	Dinner	104	35	33.7	68	3	4.4	7.63 (2.44 - 23.82)
	Midnight meal	38	4	10.5	135	34	25.2	0.42 (0.16 - 1.10)
6/30	Lunch	122	39 <sup>2</sup>	32.0	55	0	0.0	35.62 (2.25 - 574.79)
	Midnight meal	42	2 <sup>2</sup>	4.8	133	35	26.3	0.18 (0.05 - 0.72)
7/1	Lunch	117	33	28.2	60	8	13.3	2.16 (1.04 - 4.29)
	Dinner	102	32	31.4	71	6	8.5	3.71 (1.64 - 8.41)
	Midnight meal	42	4	9.5	131	34	26.0	0.37 (0.14 - 0.97)

<sup>1</sup>Confidence interval, calculated by Taylor series.

<sup>2</sup>Among 43 diarrheal cases, four cases were not answered.

<sup>3</sup>Two cases were participated in lunch also.

## 6. 위험요인 분석 결과

일자별 참가 여부별 발병률 및 상대위험도를 분석하였을 때, 6월 28일 중식, 석식, 29일 중식, 석식, 30일 중식, 7월 1일 중식, 석식에서 상대위험도가 참가자에서 비참가자에 비하여 유의하게 높았으나 야식은 상대위험도가 참가자에서 유의하게 낮았다. 특히 6월 30일 중식의 상대위험도는 35.62 (95% CI, 2.25 to 574.79)로 가장 높았다 (Table 3).

6월 28일 중식에는 햅쌀밥, 다슬기해장국, 오징어야채무침, 불어묵감자조림, 포기김치, 석식에는 햅쌀밥, 오이냉국,

한식잡채, 연근땅콩조림, 포기김치가 제공되었다. 29일 야식에는 28일 중식과 같은 음식이 제공되었다. 29일 중식에는 기장밥, 어묵국, 콩치구이, 가지양파볶음, 포기김치가, 석식에는 햅쌀밥, 소고기미역국, 비빔만두, 단배추나물, 포기김치가 제공되었다. 30일 야식에는 29일 중식과 같은 음식이 제공되었다. 30일 중식에는 창립기념일 뷔페가 제공되었으며, 7월 1일 야식에도 같은 음식이 제공되었지만 뷔페 접시와 수저는 충분하여 회사 급식소에서 세척을 하지 않고 공급되었다. 1일 중식에는 햅쌀밥, 찜뽕국, 두부조림, 부추겉절이, 포기김치가, 석식에는 햅쌀밥, 가지냉국, 동그

**Table 4.** Attack rate and relative risk for buffet at June 30th by menu

(n=62)

Date menu	Intake			Non-intake			Relative risk (95% CI) <sup>1</sup>
	n	Cases	Attack rate (%)	n	Cases	Attack rate (%)	
Gimbap	36	15	41.7	7	1	14.3	2.92 (0.46 - 18.65)
Kimchi	22	7	31.8	18	8	44.4	0.72 (0.32 - 1.59)
Roasted anchovy with green pepper	13	5	38.5	26	10	38.5	1.00 (0.43 - 2.32)
Braised short ribs	24	11	45.8	17	4	23.5	1.95 (0.75 - 5.09)
Salad with macaroni	19	5	26.3	19	8	42.1	0.63 (0.25 - 1.57)
Octopus sushi	27	12	44.4	13	3	23.1	1.93 (0.66 - 5.66)
Seaweed soup	26	11	42.3	15	4	26.7	1.59 (0.61 - 4.11)
Cherry tomato	25	11	44.0	13	3	23.1	1.91 (0.64 - 5.65)
Polished rice	26	10	38.5	13	5	38.5	1.00 (0.43 - 2.32)
Bulgogi	27	11	40.7	14	4	28.6	1.43 (0.55 - 3.67)
Steamed prawn	9	5	55.6	29	9	31.0	1.79 (0.81 - 3.97)
Sushi	32	9	28.1	9	6	66.7	0.42 (0.21 - 0.87)
Songpyeon	27	7	25.9	14	7	50.0	0.52 (0.23 - 1.18)
Watermelon	30	12	40.0	9	2	22.2	1.80 (0.49 - 6.60)
Fruit punch	36	14	38.9	4	1	25.0	1.56 (0.27 - 8.92)
Banquet noodles	29	10	34.5	12	5	41.7	0.83 (0.36 - 1.91)
Mixed vegetables and noodles	25	13	52.0	16	2	12.5	4.16 (1.08 - 16.05)
Rice balls	14	5	35.7	24	8	33.3	1.07 (0.44 - 2.64)
Octopus ocellatus	18	8	44.4	20	7	35.0	1.27 (0.58 - 2.80)
Chicken nugget	11	5	45.5	26	9	34.6	1.31 (0.57 - 3.03)
Sweet-and-sour pork	21	10	47.6	18	4	22.2	2.14 (0.81 - 5.67)

<sup>1</sup>Confidence interval, calculated by Taylor series.

랑땡조림, 호박볶음, 포기김치가 제공되었다. 2일 야식에는 1일 중식과 같은 음식이 제공되었다. 6월 30일 중식 뷔페, 7월 1일 야식 뷔페를 제외한 섭취음식별 상대위험도를 분석한 결과 유의한 음식은 없었다. 균이 검출된 6월 29일 야식의 오징어야채무침의 상대위험도는 0.85 (95% CI, 0.05 to 13.62)로 유의하지 않았으나, 7월 2일 야식의 부추겉절이는 0.17 (95% CI, 0.03 to 0.99)로 보호요인으로 분석되었다.

6월 30일 중식 뷔페의 참석자 중 섭취한 뷔페음식별 발병률 및 상대위험도는 잡채가 비교위험도 4.16 (95% CI, 1.08 to 16.05)으로 위험요인으로, 생선 초밥은 비교위험도 0.42 (95% CI, 0.21 to 0.87)로 보호요인으로 분석되었다 (Table 4).

## 고찰

바실루스 세레우스는 그람 양성 균으로 포자를 형성하여 생존하는 균이다. 주로 토양에 상주하여 채소류를 잘 감염시키나 고기, 계란, 유제품 등에도 존재한다 [9]. 바실루스 세레우스 식중독은 설사형과 구토형으로 나뉘는데 잠복기는 구토형의 경우 1-6시간, 설사형의 경우 6-24시간이다 [10]. 구토형 독소는 열에 강하지만 설사형 독소는 열에 약해 56℃에서 5분 처리에 불활성화 된다. 두 형태 모두 음식을 가열하여도 포자가 완전히 처리되지 않고 조리 후나 음식을 식히는 중에도 잘 자란다 [11]. 포자는 여러 종류의 표

면에 강한 접착성을 지니며 강철의 표면에서 biofilm을 형성하는데 biofilm 내 포자는 상대습도가 높으면 포자 형성이 촉진되어 식품제조 공장에서 식중독을 더욱 일으킬 수 있다 [12].

바실루스 세레우스가 식중독을 일으키기 위해서는 많은 양이 필요하다. 그러므로 대변에서 10<sup>5</sup> 개 /g 이상의 균을 측정하거나 독성 양성 여부를 파악하여 진단을 할 수 있다 [13]. 사람 간에 전파되지는 않으며, 구토형은 조리 후 실온에 보관한 음식에서 균이 증식하여 독소에 의하여 식중독을 일으키며 [14], 조리 후 보관시간이 길수록 위험이 증가한다 [15]. 설사형은 균이 직접 들어가 증식 후 독소에 의하여 발생하며, 복통과 설사가 주 증상이다. 바실루스 세레우스에 의한 식중독은 경미한 경과를 보여 대개 24시간 내에 증상이 호전된다 [16].

이번 유행에서는 2명의 환례에서 독성 양성인 바실루스 세레우스 균이 검출되고 다른 세균 혹은 바이러스는 분리되지 않고 주 증상이 설사이어서 설사형 바실루스 세레우스 식중독이라고 판단한다. 잠복기인 6-24시간을 감안하면 6월 30일 중식 뷔페에 의하여 발생하였다고 추정한다.

6월 29일 야식 중 오징어야채무침, 7월 2일 야식 중 부추겉절이에서 독성 양성 바실루스 세레우스 균이 검출되었지만 이번 유행과는 관련이 없다고 추정한다. 노출시기가 다르고, 야식 참석의 상대위험도가 낮기 때문이다. 균이 검출된 두 음식은 끓이지 않은 생채로 조리되는 음식으로 회사 급식소

에서 계속적으로 균에 노출된다면 감염 가능성이 높다.

회사 급식소에서 균에 노출될 가능성은 원재료, 조리종사자, 조리수에 의한 가능성이 있다. 야채와 곡물 등 원재료는 D푸드에서 9곳의 급식소에 공급하는데 공급처가 동일하고 거의 동일한 방식으로 조리를 하였지만 다른 곳에서는 특별한 유행이 없어 이 회사에 공급한 원재료만 오염되었을 가능성이 낮다. 무침이나 겉절이와 같은 음식은 조리종사자에 의해 손으로 오염될 수도 있지만, 고무장갑을 사용하여 음식 조리를 하였고 조리종사자들은 모두 증상이 없었으며 조리종사의 대변 검사 결과가 음성이라는 점에서 가능성이 낮다. 또한 이번 유행의 원인으로 추정된 6월 30일 중식 뷔페는 P출장 뷔페에서 조리되었으며 해당 업체 조리종사자의 직장도말검사서 모두 음성으로 나와 6월 30일 중식 뷔페가 오염되었을 가능성은 낮다. 따라서 6월 30일 중식 뷔페가 오염되었다면 회사 급식소에서 오염되었을 것이다.

조리수는 총대장균균이 검출되었으며, 염소소독을 실시하지 않았으며 야채를 씻을 때 소독을 한다고 하지만 하지 않는 경우도 있어 균이 생존할 가능성이 있어 오염될 가능성이 높다. 조리수는 지하수를 필터를 거쳐 사용하는데 지하수 원수가 오염되었을 것이다. 지하수 원수는 보기에 맑지 않았고, 소독을 실시하지 않고 있었다. 또한 6월 25일부터 28일까지 회사가 속한 지역에 평균 8.1 mm의 비가 계속 되어 [17] 지하수로 흙이 유입하면서 흙 속에 상재하고 있던 바실루스 세레우스 균이 침투할 가능성이 높다. 균이 필터에서 적절한 온도가 유지된다면 흙 속의 영양분(자체 및 대변)에 의하여 급속히 균이 증식하였을 가능성이 높다.

6월 30일 중식 뷔페에 참석하여 식사를 한 경우 상대위험도가 가장 높았고 유의하였다. 환례 43명 중 39명이 중식 뷔페에 참여했다고 응답하였고, 4명은 참가여부에 응답하지 않았지만 이들도 유행기간 중 다른 날 중식 혹은 석식에 참여하였고 유행기간 중 주야간 근무교대는 없어 30일 중식 뷔페에 참석하였을 가능성이 높다. 혹은 다른 원인에 의한 설사, 회사 급식소의 지속적인 바실루스 세레우스 균 감염에 의한 소규모 발생 등으로 생각 할 수도 있다.

7월 1일 야식 뷔페는 상대위험도가 0.18 (95% CI, 0.05 to 0.72)로 유의하게 낮았고, 1일 야식 뷔페에서 음식을 섭취한 2명의 환례는 30일 중식 뷔페에도 참여하여 야식 뷔페는 원인이 아닐 것으로 추정한다.

6월 30일 뷔페 중식 개별음식 조사 결과 잡채는 위험요인으로, 생선 초밥은 보호요인으로 나왔다. 잡채는 뷔페 음식 순서 중 앞에 놓여 있고 넓게 퍼져 접시 바닥과 접촉하는 면적이 넓어 더 균에 오염되었을 가능성이 있다. 반면 생선 초

밥은 거의 뒤에 놓여 있고 다른 음식 위에 놓아 접시 바닥에 닿지 않게 담은 경우가 많아 균에 오염되었을 가능성이 낮다고 생각한다. 그러나 설문조사의 신뢰도가 높지 않아 이러한 분석은 제한적이다. 또한 뷔페 접시 및 수저가 오염되었다면 식단별 상대위험도 비교는 의미가 없다고 생각한다.

바실루스 세레우스 균의 동정 및 독성유전자 검사에서 음식물, 환례 검체, 지하수 필터에서 분리된 균 모두 바실루스 세레우스 16S rRNA가 증폭되어 바실루스 세레우스 균임을 확인하였으며, PFGE 독성유전자 검사에서 용혈성 장독소 유전자 *hbl* 및 비용혈성 장독소 유전자 *bce*가 동시에 증폭되었다. 지하수 필터는 다른 두 검체에 비해 꽤 오랜 시간이 지나서 검사하였지만 같은 균종이 검출된 것은 지하수로 인해 지속적인 오염이 있었을 것이라 추정한다. 평상시에는 위생적으로 조리하고 스팀소독을 거친 식기류를 사용하고 조리 후 바로 공급하여 증상을 유발할 정도의 충분한 균에 노출되지 않아 평소에는 특별한 증상을 일으키지 않거나 아주 경미한 증상이 소수에게 발생하여 이를 인지하지 못했을 수도 있다.

6월 30일 오전에 1명의 환례가 발생하였는데 이는 환례의 발생일에 대한 기억이 불확실하거나, 이번 유행이 아닌 다른 원인에 의한 설사, 또는 회사 급식소의 지속적인 바실루스 세레우스 균 감염에 의한 것 등으로 생각할 수 있다.

바실루스 세레우스가 오염된 지하수로 인한 식중독 사례는 찾을 수 없었다. 대부분의 경우 유행의 원인을 특정 음식으로 결론짓거나 섭취자 혹은 조리종사자의 대변검체에서 균이 분리되어 바실루스 세레우스에 의한 유행으로 추측하였다. Lee 등 [18]은 학교 급식식당의 이동식 에어컨에 의하여 특정 음식이 원인이 된 사례를 보고하였다.

이번 조사의 한계점은 P출장 뷔페에서 제공한 뷔페식의 보존식이 없어 뷔페에서 제공한 음식 자체가 바실루스 세레우스 균에 오염되지 않았다는 점을 실험실 검사를 통해 증명할 수 없었다는 점을 들 수 있다. 또한 설문 조사를 식사시간 이외에 할 수 없어 근로자의 협조가 부족하여 응답률이 80% 정도이었으며, 유행 후 조사까지 시간이 경과하여 설문지 조사의 신뢰도에 문제가 있을 수 있다. 특히 6월 30일 중식에서 제공한 음식에 대한 설문조사를 새로 시행하였으나, 응답자가 적고 시간이 많이 경과하여 한계가 있었다.

지하수 이외의 다른 원인에 의해 발생할 가능성을 찾기 어려웠으며, 소독 여부와 무관하게 바실루스 세레우스 균은 생존할 수 있었다고 생각한다. 더구나 수거한 필터가 모두 흙탕물로 젖어 있는 것을 확인하였으며, 독성 양성인 바실루스 세레우스 균이 배양되었다. 결국 이번 유행은 오염



된 지하수가 필터를 거치면서 다량으로 증식하여 뷔페 접시 및 수저가 세척 시 오염되고 다시 오염된 행주로 뷔페 접시 및 수저를 닦으면서 대량의 균에 오염되어 발생하였다고 판단한다.

바실루스 세레우스 균은 식재료의 표면에 존재하면서 적합한 환경이 갖추어지면 증식하여 독소를 생성하게 된다. 음식을 조리할 때 균이 오염되지 않도록 깨끗한 조리수를 사용하고 조리가 완료된 음식을 실온에 보관하지 않는 것이 중요하다. 남은 음식은 확실히 냉장보관하고 다시 사용할 경우 완전히 끓여야 한다. 또한 야채나 곡류 등의 원재료 보관 시 교차오염을 방지하고 세척을 충분히 하여야 할 것이다. 그러나 조리수로 사용한 지하수가 오염되면 세척을 하여도 의미가 없으며, 염소소독으로도 지하수의 바실루스 세레우스 균을 죽일 수 없어 지하수 사용을 금지하여야 한다. 회사에서는 지하수를 폐쇄하고 상수도를 개설하는 방안을 검토하도록 권유하였다.

### 참고문헌

1. Lim HS. Contributing factors of infectious waterborne and foodborne outbreaks in Korea. *J Korean Med Assoc* 2007; 50(7): 582-591. (Korean)
2. Shin H, Lee S, Kim JS, Kim J, Han KH. Socioeconomic costs of food-borne disease using the cost-of-illness model: applying the QALY method. *J Prev Med Public Health* 2010; 43(4): 352-361. (Korean)
3. Kotiranta A, Lounatmaa K, Haapasalo M. Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes Infect* 2000; 2(2): 189-198.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Surveillance for foodborne disease outbreaks --- United States, 2007. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2010; 59(31): 973-979.
5. Korea Food & Drug Administration. Food poisoning statistics system [cited 2011 Jan 14]. Available from: <http://e-stat.kfda.go.kr/>.
6. Gaur AH, Patrick CC, McCullers JA, Flynn PM, Pearson TA, Razzouk BI, et al. *Bacillus cereus* bacteremia and meningitis in immunocompromised children. *Clin Infect Dis* 2001; 32(10): 1456-1462.
7. Miller JM, Hair JG, Hebert M, Hebert L, Roberts FJ Jr, Weyant RS. Fulminating bacteremia and pneumonia due to *Bacillus cereus*. *J Clin Microbiol* 1997; 35(2): 504-507.
8. Korea Center for Disease Control. *Epidemiological investigation guideline for water & foodborne diseases*. Seoul: Korea Center for Disease Control; 2009, p. 84-85. (Korean)
9. Chin J. Foodborne intoxication. In: *Control of communicable diseases manual*. 17th ed. Washington DC: American Public Health Association; 2000. p. 207-208.
10. Ihde DC, Armstrong D. Clinical spectrum of infection due to *Bacillus* species. *Am J Med* 1973; 55(6): 839-845.
11. Granum PE, Lund T. *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Lett* 1997; 157(2): 223-228.
12. Ryu JH, Beuchat LR. Biofilm formation and sporulation by *Bacillus cereus* on a stainless steel surface and subsequent resistance of vegetative cells and spores to chlorine, chlorine dioxide, and a peroxyacetic acid-based sanitizer. *J Food Prot* 2005; 68(12): 2614-2622.
13. Granum PE. *Bacillus cereus*. In: Fratamico PM, Bhunia AK, Smith JL, editors. *Foodborne pathogens*. Norfolk: Caister Academic Press; 2005. p. 409-419.
14. Guerrant RL, Van Gilder T, Steiner TS, Thielman NM, Slutsker L, Tauxe RV, et al. Practice guidelines for the management of infectious diarrhea. *Clin Infect Dis* 2001; 32(3): 331-351.
15. Hedberg CW, Palazzi-Churas KL, Radke VJ, Selman CA, Tauxe RV. The use of clinical profiles in the investigation of foodborne outbreaks in restaurants: United States, 1982-1997. *Epidemiol Infect* 2007; 136(1): 65-72.
16. McCabe-Sellers BJ, Beattie SE. Food safety: emerging trends in foodborne illness surveillance and prevention. *J Am Diet Assoc* 2004; 104(11): 1708-1717.
17. Korea Meteorological Administration. Weather forecast. [cited 2010 Nov 15]. Available from: <http://www.kma.go.kr>.
18. Lee HD, Lee SO, Lim HS, Lee KC, Chang KJ, Kang YA. An epidemiological investigation on an outbreak of *Bacillus cereus* food poisoning in a girls' high school in Sangju-si, Korea, 2008. *Korean J Epidemiol* 2008; 30(2): 168-177. (Korean)