

소에서 *clostridium botulinum*에 의한 중독증 발생 사례

박성윤, 김영기, 임호선, 신민철, 조현수, 이유영, 고영생

경기도 축산위생연구소 북부지소

A case report of *clostridium botulinum* in cattle

Sung-Youn Park, Young-Gi Kim, Hyo-Sean Lim, Min-Chul Shin,
Hyun-Su Cho, You-Young Yee, Young-Saeng Ko

Northern Branch, Kyonggi Livestock and Veterinary Research Institute

Abstract

Type C botulism was broken out in cattle at Pochun country, Kyonggi in Korea. The main cause was on the feed of fermented food contaminated with *Clostridium botulinum*. It was supposed to be contaminated with *C botulinum* during producing the fermented food because of either using contaminated food residues or adding contaminated additive materials like sausage.

One hundred and twenty out of 642 cattle in 11 farms showed typical botulism symptoms and 95 among them died. The incubation period was from 2 to 14 days and the average incubation period was 8 days. The mortality in this case was 18.3%

Key words : *Clostridium botulinum*. Contamination, Foodstuffs, Cattle

서 론

보툴리즘은 *clostridium botulinum*이 생산한 신경독소에 의해 발생하는 일종의 중독증으로 대부분의 국가에서 발생되고 있다. 발생빈도는 낮으나 일단 발병하면 높은 사망률을 보이는 치명적인 질병으로, 원인체는 전 세계적으로 분포하며 특히 토양과 하천, 해수 등에 아포의 형태로 존재하고 있다. 보툴리즘을 유

발시키는 신경독소는 혈청학적으로 A, B, C, D, E, F, G의 7 유형으로 구분하며, 이 중 사람에게는 주로 A, B 및 E형이, 가축에서는 C와 D형이¹⁾, 조류에서는 A, C 및 E형이, 어류에서는 E형이 주로 발생한다²⁾.

보툴리즘은 신경세포의 신경전달물질인 아세틸콜린 분비를 차단시킴으로서 이완성 마비를 나타내며³⁾, 임상증상으로는 연하곤란, 유연, 복부팽만, 횡와, 급사 등을 보인다⁴⁾. 부검시 심

부전의 증상 외에는 일반적으로 특이한 육안적 소견은 인정되지 않는다⁵⁾.

보툴리즘균의 성상 및 특징

*C botulinum*은 그람양성의 혐기성 간균으로 아포를 형성하며 무척추동물, 식물, 수중, 토양 등 자연계에 널리 존재한다. 이 균은 배양특성에 따라 I, II, III, IV형으로 나뉘며 병원성은 이 균 자체보다는 이 균이 생산하는 한 개 또는 여러 개의 체외독소가 원인으로, I형은 A, B 및 F의 독소를, II형은 B, E 및 F의 독소를, III형은 C와 D의 독소를, IV형은 G형의 독소를 각각 생산하며, 특히 IV형은 *C argentinense*로 재분류되고 있다²⁾. 이와 같이 이 균이 생산하는 독소는 A, B, C, D, E, F 및 G의 7개의 신경독소로 작용에 있어서는 동일하게 작용하나 효력(potency), 항원성, 분포, 열저항성 그리고 동물의 종에 따른 감수성에 차이를 보이고 있다⁶⁾.

보툴리즘균의 작용기전

보툴리즘 식중독의 원인은 이 균이 생산한 독소를 섭취하여 발생하나, 간혹 정상적인 세균총이 성립되지 않은 상황하에서는 아포를 섭취함으로써도 발생할 수 있으며, 상처를 통해서도 감염되는 경우도 있다. 섭취된 보툴리즘 독소는 유문부와 소장 앞부분에서 서서히 흡수되어 혈류를 통해 전신으로 확산된 뒤 수용체에 결합하여 세포내로 들어가게 된다⁷⁾. 신경근 종판에 침입한 독소는 신경전달물질 분비에 관련된 단백질을 분해함으로써 아세틸콜린의 분비를 차단하고 이로 인해 이완성 마비증상이 나타나게 된다^{6,8,9)}. 섭취량에 따라 호흡근육의 마비로 결국 질식사하여 폐사하게 된다¹⁰⁾.

보툴리즘균의 감염경로

보툴리즘의 감염경로로는 *C botulinum*이 생산한 신경독소를 섭취함으로써 발생하는 경우

(food born botulism)와 상처에 균이 오염되어 그곳에서 생산된 독소가 체내 흡수되어 발생하는 경우(wound botulism), 6개월 미만의 영아나 장의 이상이 있는 환자의 경우 섭취한 아포가 장내에 정착하여 독소를 생산함으로써 발생하는 경우(infant botulism, hidden botulism)가 있으며, 최근 치료의 목적으로 사용된 독소의 부주의로 인한 발생도 보고되고 있다¹¹⁾. 동물에 있어서 보툴리즘 식중독은 주로 반추수, 닭, 밍크, 조류 특히 물새에게서 발생하며, 육식동물과 돼지, 물고기에서는 거의 발생하지 않는다¹⁰⁾. 임상증상으로는 횡와, 혀의 돌출, 음식물 섭취와 저작 연하의 곤란, 기립불능 등 신경증상 등을 나타내고, 한번 감염된 개체는 회복기간이 수개월에서 수년간 지속된다. 완전회복은 매우 힘들며 혈액, 장관내에서 독소가 완전히 제거되더라도 근육의 마비증상은 여전히 남아 있게 된다²⁾.

보툴리즘의 실험실적 진단방법

실험실 진단에서 장내용물이나 사체에서의 균분리는 확증이 될 수 없고 혈장과 조직에서 독소의 증명이 요구된다¹²⁾. 실험동물에 접종은 장내용물 및 감염축의 혈청을 마우스의 복강내 접종시 독소 유무에 따라 마우스는 1~3일 내에 마비증상을 보이며 폐사한다²⁾.

이 논문에서는 1999년 6월 경기도 포천 지역에서 발생한 소 집단폐사에 대한 조사결과 그 원인이 *C botulinum*의 C type 독소에 의한 보툴리즘으로 판정되어 그 사례를 보고하고자 한다.

증 례

경기도 포천군 이동면에 소재한 11농가에서 1999년 5월말에서부터 폐사가 일어나기 시작하여 9월까지 5개월간 11농가에서 총 95두의 소가 폐사하였으며, 역학조사 결과 도봉구청에서 음식물 쓰레기를 이용하여 생산된 발효사료

를 급여 받은 목장에서 발생하였으며, 발효사료처리상의 미숙으로 확인되었다.

사건경위

도봉구청에서는 98년 12월부터 환경보호운동의 일환으로 음식물 쓰레기를 재활용 처리하기 위하여 발효사료를 생산하였으며 이를 무상으로 농가에 공급하였다. 도봉구청에서 발효사료를 공급받아 급여하는 농장은 전북, 충청(천안), 양평, 백석, 가평, 포천 등에 있는 소사육목장과 오리, 토끼, 개 사육농가이며 이중 포천에 있는 소 사육농가에서만 집단폐사가 나타났다. 침흘림, 콧물, 식욕결핍, 원기소실, 기립불능 등의 증상을 보이다 2~3일 뒤부터 폐사우가 나타나기 시작했다. 폐사우의 부검시 특이 소견은 없었으며 장에서의 가벼운 충출혈만 관찰되었다. 포천지역의 목장에서는 총 29농가가 발효사료를 공급받아 급여하였으며, 이중 11농가에서만 폐사가 발생하였다. '99. 9. 18 현재까지의 발병 및 폐사 현황은 Table 1과 같다. 즉,

연곡리 6농가, 노곡리 5농가 등 총 11농가에서 폐사가 발생되었으며, 한우 번식우 사육농가(B, E, F)는 3농가, 한우 비육우 사육농가(J)는 1농가, 젖소 비육우 사육농가(C, D, H, K)는 4농가, 착유우 및 비육우 혼합사육농가는 3농가이다.

최초 발생된 농가는 J농가로 5월말 경에 2두가 폐사 되었으며 6월 들어 11농가에서 폐사수가 증가하기 시작하여 6월 5일에 2두, 7일에 2두, 11일에 4두, 13일에 4두가 폐사되었다. 폐사수가 증가하자 6월 14일 오전 09:00경에 한우 번식우 사육농가 B가 연구소에 폐사 사건을 신고함으로써 포천군 소집단 폐사 사건이 사회화되게 되었다.

발생초기 축주 일부는 동물병원 수의사들에 의뢰, 음식물찌꺼기 사료 내의 염분에 의한 소금중독의 가능성이 있다고 판단하여 세탁기의 호수로 급수를 하였다. 경북 안동에서 유사피해 경험이 있는 부부가 상경하여 중성소다, 가스민, 소화제 등을 혼합 투여하여 증상의 호전이 있었다 하였다.

Table 1. The general information for the outbreak of botulism(~ 1999. 9. 18.)

Farm	Address	Farm size					No of outbreak	No of dead
		Kic*(♀)	Kic(♂)	Hol(♀)	Hol(♂)	Subtotal		
A	Younkok 4-ri	-	-	54	78	132	-	26
B	"	31	-	-	-	31	9	13
C	"	-	-	-	65	65	1	11
D	"	-	-	-	11	11	-	1
E	"	22	-	-	-	22	-	2
F	"	40	-	-	-	40	-	2
G	Nokok 3-ri	-	20	78	30	128	1	16
H	"	-	-	-	50	50	5	7
I	"	-	7	70	22	99	1	1
J	"	-	15	-	-	15	-	6
K	"	-	-	-	49	49	8	10
Total		93	42	202	305	642	25	95

Kic* : Korean indigenous cattle, Hol : Holstein

한우번식우 사육농가(B, E, F)의 암소들은 6월 25일까지 B 농가 13두, E 농가 2두, F 농가 2두 폐사로 더 이상의 폐사는 없었으며, 그 후 현지 출장에 의한 예찰상황으로서 의기소침하고 약간 무력해 보이는 몇몇의 소들이 관찰되었으나 현재까지 추가 폐사는 없었다.

J 농가의 경우 5월 말경 2두, 6월 27일 1두 폐사를 끝으로 더 이상의 상황진전이 없을 것이라 판단되었으나 8월 12일 1두, 17일에 2두가 추가로 폐사되었다. 역학조사, 질병예찰, 부검 및 가검물 의뢰(국립수의과학검역원)를 한 결과 보툴리즘 식중독과는 별개의 장독혈증으로 의심되었으나 정확한 진단을 내리지 못하는 못하였다.

H 농가의 경우 소 사육장과 접해 돼지를 사육하는 돈사가 있고 사육환경이 열악하여 많은 폐사를 예상하였으나 발생 초부터 축주의 관심과 소화기 치료(가스민), 2차 감염 방지를 위한 항생제 및 영양제 투여로 폐사는 7두에 머물렀다.

역학조사

음식물 발효사료는 98년 11월말부터 서울 도봉구청에서 생산하기 시작하였으며 포천군에는 그해 12월부터 공급되기 시작했다. 음식물 발효사료는 잔반을 수거하여 가수과정을 통해 염분을 제거한 뒤 수분과 이물을 제거한 음식물 잔반에 발효제를 첨가하여 발효시킨 후 밀겨울, 쌀겨, 옥분 등의 부형재를 첨가하는 방식으로 생산되었다. 이 과정에서 사용된 발효제는 생균제제로 쌀겨와 효소, 유산균, 광합성 세균, 바실러스 등의 미생물로 구성되어 있으며 발효사료는 열처리과정이 생략되었다. 사료는 화물트럭으로 덮개를 씌우지 않은 상태에서 운반되어 각 농가에 배급되었으며, 사건발생 이전까지 문제점이 보고되지 않았다.

경기도 포천군 연곡리의 한 농가에서 6월 14일 소의 집단폐사에 대해 경기도 축산위생연구소 북부지소에 신고하였다. 폐사축은 정상체온에 유연, 비루, 설마비, 식욕저하, 원기소실, 후

지마비, 황와 등의 증상을 보이다 돌연 폐사하였으며 발생초기에는 폐렴으로 의심되었다. 발병우는 기립불능의 상태에서 1~2일 경과 후 폐사하였다. 폐사우는 대부분 10~12개월령의 비육우로 발병이전의 상태는 양호하였다. 음식물 발효사료는 연곡리의 경우 3개조로 나뉘어 3일에 한차례씩 공급되었으며 그 중 한 조에서 발병두수와 증상이 심하였다. 노곡리의 경우 음식물 발효사료는 매일 공급되었다. 동일 사료를 공급받은 염소에게서는 가벼운 유사증상이 관찰되었으며 음식물 발효사료를 많이 급여 받은 소의 경우 증상이 심하였고 폐사율 또한 높았다.

특이 사항으로 첫째 신고 4일전인 '99. 6. 11 연곡리로 운반도중 사료의 수송시간이 2시간 정도 더 지체되었으며 당시 기온은 고온 다습하였다. 두번째로 '99. 6월초부터 발효사료의 원료혼합재료에 동원산업으로부터 유통기한이 지난 식품(어분 등)을 공급받아 부자재와 함께 섞어서(2.5톤/일) 공급하였으며 동어분과 부형재 등을 보관하는 과정에서 *C botulinum*이 증식하였을 가능성이 높은 것으로 추정된다.

보툴리즘에 의한 피해 결과

발생일자별 폐사 상황

보툴리즘에 의한 폐사발생은 수개월에 걸쳐 계속적으로 발생되었으며 '99. 6. 11~6. 25 사이에 가장 많이 발생하였고 그 내역은 Table 2와 같으며, 품종에 관계없이 발생시점은 비슷하였다.

연령별 발병 및 폐사 현황

연령별 발병 및 폐사현황은 아래 Table 3과 같다. 비육우의 경우 6~12개월령, 착유우의 경우 13~18개월령에서 높은 발생율을 나타내었다.

품종별 발병 및 폐사내역

품종별 발생 및 피해상황을 살펴보면, 품종별로는 발병을 및 폐사율이 한우에서는 25.9%

Table 2. The outbreak of dead cattle caused by botulism according to the date

Breed	No of dead	No of dead cattle by date												
		May			June				July			Aug		Sep
		26-	1-	6-	11-	16-	21-	26-	1-	11-	21-	1-	16-	1-
		30	5	10	15	20	25	30	10	20	30	15	30	18
Kic*(♀)	22	-	-	-	5	6	5	3	-	-	1	-	2	-
Kic(♂)	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Hol(♀)	12	-	-	-	6	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Hol(♂)	58	-	-	-	19	22	7	2	3	2	1	-	1	1
Total	95	-	-	-	31	30	14	7	3	2	3	1	3	1

Kic* : Korean indigenous cattle, Hol : Holstein

Table 3. The outbreak distribution caused by botulism according to the age(-'99. 9. 18)

Outbreak	Total	No at risk#	Age (Month)						
			1-6	6-12	13-18	19-24	25-36	over 36	
Incidence	beef	25	25	-	14	4	7	-	-
	cow*	-	-	-	-	-	-	-	-
Mortality	beef	83	83	1	40	29	9	3	1
	cow	12	12	-	1	8	-	2	1
Subtotal	beef	440	440	1	54	33	16	3	1
	cow	202	78	-	1	8	-	2	1
Total	642	518							

No at risk is the No. of cattle which was feed by fermented food.

Cow* : dairy cow

와 18.5%, 그리고 젖소에서는 22.2%와 18.3%의 비슷한 수준으로 각각 나타났으나 성별에 따른 차이는 다소 있었다. 즉 폐사율을 보면 한우(♀) 23.6%, 유우(♂) 19%, 한우(♂) 7.1%, 유우(♀) 5.9%로 나타났다(Table 4).

고 찰

이번 포천에서 발생한 집단 소폐사 사건은 *clostridium botulinum*이 생산한 C형 독소에 의한 중독증으로 진단되었으며(국립수의과학검역원), 국내에서는 소에 대한 최초의 보툴리즘

발생 보고이다. 발생 원인은 앞서 기술한 바와 같이 2가지로 예상할 수 있으나 사료운반시간 지연의 경우 지연 공급된 사료가 연곡리에만 공급되었으나 노곡리에서도 발생한 점과 지연시간이 충분히 길지 않은 점을 고려할 때 직접 발생 요인이 될 가능성이 적으며 유효기간이 지난 소세지 등의 어분류를 동원산업으로부터 공급받아 사료원료로 사용한 건은 혼합을 시작한 시점과 폐사 발생 시점을 감안할 때 역학적으로 부패된 어분류의 혼합으로 인한 보툴리즘 발병 가능성이 클 것으로 추정된다. 총 폐사두수는 95두이었고, 이를 날짜별로 그래프로 나

Table 4. The outbreak distribution caused by botulism according to the breed

Breed	Kic*(♀)	Kic(♂)	Holstein(♀)	Holstein(♂)	Subtotal
No at risk	93	42	78	305	518
Incidence	9	1	-	15	25
Incidence rate	33.3	9.5	5.9	23.9	23
Mortality	22	3	12	58	95
Mortality rate	23.6	7.1	5.9	19	18.3
Total	93	42	202	305	642

Kic* : Korean indigenous cattle

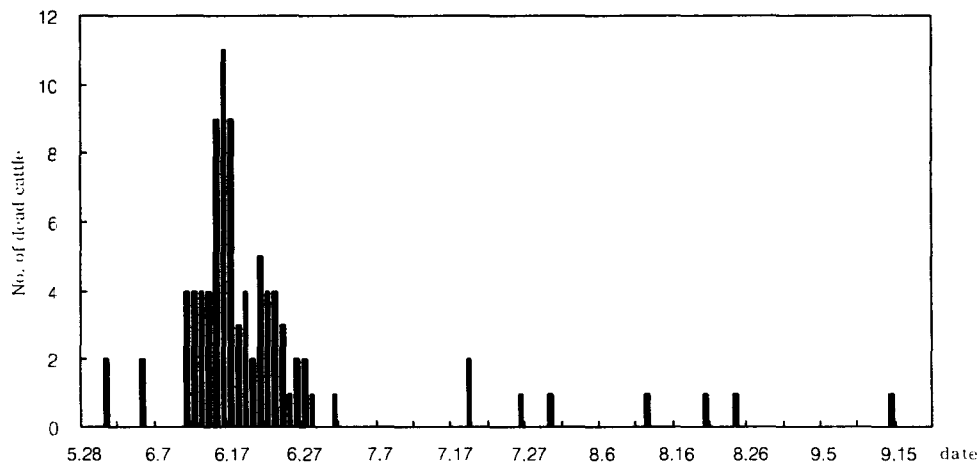


Fig 1. The number of dead cattle caused by botulism according to the date

타내면 Fig 1과 같다. 이 그래프의 형태는 전형적인 중독증에 의한 발생 유형이다.

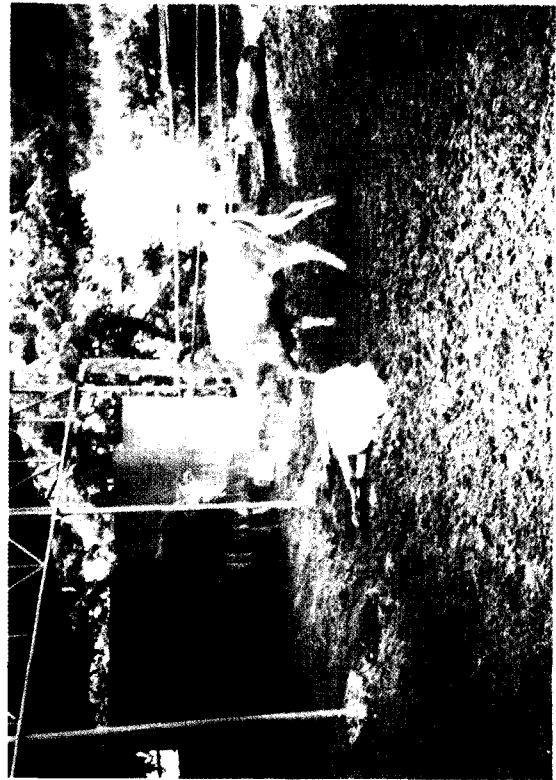
유효기간이 지난 어분류 등을 섞어 사료로 공급한 시점을 6월 3일(도봉구청 관계자는 이를 6월 초순이라고만 진술)로 볼 때 잠복기는 2일에서 14일이었고(평균8일), 이는 문헌에 기술한 내용과 일치하며, '99. 5. 31.자로 최초 폐사 발생 보고된 J 농장의 경우는 연구소에서 조사이전에 폐기 처리되어 보툴리즘에 의한 폐사 여부를 진단하지 못하였다.

소에서 보툴리즘에 의한 피해 발생률은 한우와 젖소의 품종간 차이는 거의 없었으나, 성별로는 매우 큰 차이를 보였는데 한우암컷이 폐사율 23.6%로 가장 피해가 많았으며 다음은 젖소

숫컷(폐사율 : 19%), 한우숫컷(폐사율 : 7.1%), 그리고 젖소암컷(폐사율: 5.9%)의 순으로 피해가 나타났다. 연령에 따른 피해 감수성은 비육우의 경우는 6~12월령의 소에서 그리고 착유젖소의 경우는 13~18월령의 젖소에서 가장 많은 피해를 나타냈다.

결 론

이번 포천에서 발생한 집단 소폐사 사건은 *clostridium botulinum*이 생산한 C형 독소에 의한 중독증으로 진단되었으며 유효기간이 지난 소세지 등의 어분류를 동원산업으로부터 공급받아 사료원료로 사용한 건은 혼합을 시작한



〈Clostridium botulinum 식중독에 의한 집단 폐사〉

시점과 폐사 발생 시점을 감안할 때 역학적으로 부패된 어분류의 혼합으로 인한 보툴리즘발병 가능성이 클 것으로 추정된다.

11개 농장의 642두 중 120두가 전형적인 botulism 증세를 보였으며 이중 95두가 폐사하였다. 잠복기는 2일에서 14일(평균 8일)이었으며 평균 폐사율은 18.3%이었다.

참고문헌

1. Bohnel H. 1999. Botulism, a forgotten disease? *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 112(4) : 139~145.
2. Biberstein EL, Zee YC. 1990. *Review of veterinary microbiology*. Blackwell scientific Pub, Inc. Boston, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne : 295~310.
3. Atassi MZ, Oshima M. 1999. Structure, activity, and immune(T and B cell) recognition of botulinum neurotoxins. *Crit Rev Immunol* 19(3) : 219~260.
4. Shapiro RL, Hatheway C, Swerdlow DL. 1998. Botulism in the United States: a clinical and epidemiologic review. *Ann Intern Med* 129(3) : 221~228.
5. Hofmann W. 1999. Clinical aspects of botulism in cattle. *DTW Dtsch Tierarztl Wochenschr* 106(2) : 74.
6. Rossetto O, Deloye F, Poulain B, et al. 1995. The metallo-proteinase activity of tetanus and botulism neurotoxins. *J Physiol Paris*. 89(1) : 43~50.
7. Wictome M, Rossetto O, Montecucco C, et al. 1996. Substrate residues N-terminal to the cleavage site of botulinum type B neutotoxin play a role in determining the specificity of its endopeptidase activity. *FEBS Lett* 386(2) : 3~6.
8. Oguma K, Fujinaga Y, Inoue K. 1995. Structure and function of Clostridium botulinum toxins. *Microbiol Immunol* 39(3) : 161~168.
9. Hase CC, Finkestein RA. 1993. Bacterial extracellular Zine-containing metallo-proteases. *Microbiol Rev* 57(4) : 23~37.
10. Brin MF. 1997. Botulinum toxin: chemistry, pharmacology, toxicity, and immunology. *Muscle Nerve Suppl* 6 : S14 6~168.
11. Cherington M. 1998. Clinical spectrum of botulism. *Muscle Nerve* 21(6) : 701~710.
12. Hatheway CL. 1995. Botulism : the present status of the disease. *Curr Top Microbiol Immunol* 195 : 55~75.