

2003년 한국의 돼지콜레라 전국적 확산에 대한 기술역학

박최규* · 이은섭 · 윤하정 · 위성환 · 송재영 · 문운경 · 최은진 · 김현수¹ · 이주호 · 안수환

국립수의과학검역원, ¹충남대학교 수의과대학
(게재승인: 2006년 8월 3일)

Descriptive epidemiology of nationwide spread of 2003 classical swine fever epidemic in Korea

Choi-Kyu Park*, Eune-Sub Lee, Hachung Yoon, Sung-Hwan Wee, Jae-Young Song, Oun-Kyeong Moon, Eun-Jin Choi, Hyun-Soo Kim¹, Joo-Ho Lee, Su-Hwan An

National Veterinary Research and Quarantine Services, Anyang 430-824, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Accepted: Aug 3, 2006)

Abstract : In March 2003, classical swine fever (CSF) infection was reported in a piggery located at Iksan city, Jeollabuk-dò in Korea. Subsequently, a total of 72 infected farms were confirmed between March and December, 2003. Based on epidemiological investigation of the earlier confirmed infected farms, the source of infection was shown to be from a breeding farm. Targeted surveillance of 82 piggeries that had acquired pigs from this breeding farm showed 44 piggeries were infected with CSF virus. CSF virus was introduced into this breeding farm by movement of selected breeder pigs from its 12 contracted farms which were located in areas that had been affected by CSF epidemic in late 2002. CSF had then spread through out the country mainly by direct transmission through the sale and movement of pigs from this breeding farm. Consequently, 47 (62%) among 72 CSF affected farms were associated, directly and indirectly, with this breeding farm. This study showed that inadequate control for breeding farms and transport restriction in CSF outbreak areas resulted in the nationwide spread of CSF and the failure of the eradication campaign that has been underway for several years by the Korean animal hygiene authority as well as the farmers. Improvements of control policy through further research of the 2003 CSF epidemic will be needed to reestablish the Korean CSF eradication program in the future.

Key words : classical swine fever(CSF); epidemiology; 2003, republic of Korea

서 론

돼지콜레라(classical swine fever: CSF)는 세계 각국의 양돈산업에 심각한 경제적 피해를 입히고 있는 질병으로 각국에서는 돼지콜레라의 피해 최소화화 근절을 위하여 자국의 경제력과 수의학적 역량에 따라 다양한 방역정책을 수행하고 있다 [4, 13, 17]. 이러한 방역정책의 추진결과, 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드 및 유럽의 일부 국가들은 돼지콜레라의 근절에 성공하였지만, 다른 대

부분의 나라에서는 여전히 돼지콜레라 발생이 지속되고 있다 [4, 21]. 또한 청정화에 성공한 나라에서도 주변국 으로부터 돼지콜레라 바이러스가 유입되거나 유럽과 같이 야생멧돼지와 같은 보균원이 있을 경우에는 언제라도 재발할 위험성이 높다. 1996년 서부 독일에서 야생 멧돼지로부터 유래된 돼지콜레라가 독일의 각 지역으로 확산되고, 이후 연쇄적으로 네덜란드, 스페인, 이태리, 벨기에 등으로 전파된 예는 돼지콜레라의 청정화 유지 및 국가간 전파 차단이 어려움을 보여주는 한 예이다

*Corresponding author: Choi-Kyu Park
National Veterinary Research and Quarantine Services, Anyang 430-824, Korea
[Tel: +82-31-467-1818, Fax: +82-31-467-1739, E-mail: parkck@nvrqs.go.kr]

[9, 17, 19].

한국에서는 1947년 돼지콜레라 발생이 공식적으로 보고된 이후 전국적으로 발생이 지속되어 한국 양돈업에 막대한 경제적 피해를 입혀왔다 [1, 2]. 방역당국에서는 고질적인 돼지콜레라 발생에 의한 피해를 근절시키기 위하여 1996년부터 국가 차원의 근절대책을 수립하여 추진하였고, 그 결과, 2001년 12월 돼지콜레라 예방접종의 전면증지와 함께 돼지콜레라 청정화를 선언하였다 [2]. 그러나 2002년 4월 철원지역(2건)과 2002년 10-12월 인천·경기지역(11건)에서 돼지콜레라가 재발하였고 [1, 2], 2003년 3월에는 전국적으로 돼지콜레라가 확산됨으로써 현재 전국적인 예방접종 재개와 함께 다시 청정화를 위해 노력하고 있다. 이러한 2003년 한국의 돼지콜레라 발생 경험은 가축 전염병의 청정화 추진과정 중에 나타날 수 있는 여러 가지 문제점을 도출하고, 개선할 수 있는 귀중한 자료가 될 수 있다.

저자들은 2002년 한국의 돼지콜레라 발생상황과 역학적 특성을 분석하여 보고한 바 있으며, 당시의 발생은 기존 국내에서 발생하던 바이러스가 아닌 새로운 유전자형의 돼지콜레라 바이러스가 해외에서 유입되어 발생하였음을 밝힌 바 있다 [1, 2]. 2003년의 발생은 2002년 발생지역에서 유래된 바이러스가 오염된 돼지의 이동을 통하여 전국적으로 확산된 경우로 2002년 발생과는 뚜렷이 구별되는 역학적 특성을 나타나고 있다.

따라서 이 논문에서는 2003년 한국의 돼지콜레라 발생 및 전국확산에 대한 전반적인 역학상황을 고찰해 봄으로써 향후 한국에서의 돼지콜레라 청정화 추진과 재발 방지대책을 수립하는 데 있어 학술적 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

2003년 돼지콜레라가 발생한 전국의 72개 양돈장으로

부터 항원·항체검사 및 바이러스의 유전자분석을 위한 시료를 채취하였으며, 바이러스의 유입원인 및 전파경로를 분석하기 위한 역학분석 재료 즉, 농장주와의 면담, 농장 생산일지 및 운영기록 확인, 돼지 사육, 이동 및 폐사현황, 사람 및 차량의 출입현황 등을 확보하여 분석하였다.

역학조사 및 분석

돼지콜레라 발생농장의 임상증상 및 발현시기, 발생 신고사항과 역학조사 자료를 토대로 질병 유입시기를 추정하고, 전파가 가능한 기간동안의 다른 양돈장 또는 관련시설 등과의 역학적 연관성을 조사하여 농장별 유입원인 및 농장간 전파경로를 분석하였다.

발생양돈장간 전파요인은 이전 연구자들 [1, 18, 19, 20]이 적용한 돼지콜레라 전파요인 및 분류기준을 준용하여 Table 3과 같이 돼지의 이동, 사람, 차량, 인공수정, 음식물사료, 인근전파, 원인미상 등으로 전파요인을 분류한 다음, 각 양돈장별로 도출된 질병 유입시기와 역학적 연관성을 분석하여 양돈장간 가장 가능성이 높은 전파경로를 도출하였다.

실험실검사

돼지콜레라 발생 양돈장과 역학관련 양돈장에서 채취한 시료에 대한 돼지콜레라 바이러스의 항원·항체검사 및 유전자검사는 국립수의과학검역원에서 확립하여 각 시도 방역기관에 보급한 검사방법을 준용하였다 [1, 2, 22].

결 과

2003년 돼지콜레라 발생상황

2002년 4월 강원도 철원지역(2건)과 10-12월 인천·경기(11건)의 돼지콜레라 발생에 따른 방역조치가 완료되고, 40여 일 동안 추가발생이 없었으나 2003년 3월 18일 전북 익산 왕궁면 소재 SY 양돈장(index case)에서

Table 1. Regional distribution of farms affected with classical swine fever (CSF) in the 2003 CSF-epidemics in Korea

Province	No. of affected counties/cities	No. of outbreaks in 2003		
		Mar.-May	Aug.-Nov.	Total
Gyeonggi	7	13	1	14
Chungnam	4	6	2	8
Jeonbuk	5	19	0	19
Jeonnam	1	1	0	1
Gyeongbuk	7	12	2	14
Gyeongnam	3	14	2	16
Total	27	65	7	72

신고된 의심축이 돼지콜레라 양성으로 판정되었다. 이후 3월에 43개 농장, 4월에 18개 농장 그리고 5월에 3개 양돈장 등 전국의 64개 농장에서 집중적으로 돼지콜레라가 발생하였으며, 이후 산발적 발생으로 전환되어 8월에서 11월 사이에 7개 양돈장에서 추가로 돼지콜레라 발생이 확인되었다. 지역별로는 경기(14건), 충남(8건), 전북(19건), 전남(1건), 경북(14건), 경남(15건) 등, 강원도와 충북 및 제주도를 제외한 전국 6개 도 27개 시·군 발생이 확인되었다(Table 1).

2003년 최초발생농장 역학조사 및 목적예찰

2003년 3월 18일 전라북도 익산군 왕궁면 소재 SY 양돈장(index case)에서 돼지콜레라 감염이 확인됨에 따라 감염원과 유입경로를 밝히기 위한 역학조사를 실시하였다. SY 양돈장은 2003년 2월 25일경부터 호흡기증상, 발열, 충혈, 비출혈 등의 증상을 나타내면서 폐사가 나타나 3월 17일 관할 방역기관에 신고하게 된 경우로 해당 양돈장의 돼지 31두의 혈액을 채취하여 검사한 결과, 17두가 돼지콜레라 양성으로 판정되었다 [2]. 감염원과 전파경로를 파악하기 위하여 돼지의 이동, 차량과 사람의 출입현황(사료,약품,출하,진료수의사),인공수정관계,양돈장 관계자의 타 농장 방문내역 등을 조사하였고,역학적 연관성이 있는 양돈장들을 추적하여 돼지콜레라 감염 여부 확인을 위한 정밀검사를 실시하였다. 그 결과, SY 양돈장의 차량, 사람, 정액공급 등 역학적 연관성이 있는 양돈장들에서는 돼지콜레라 감염이 확인되지 않았으나 후보돈 구입과 관련된 S 종돈장에 대한 추적검사 결과, S 종돈장의 후보돈 판매 대가소 역할을 하는 제 1농장에서 돼지콜레라 감염이 확인되었다(Table 2). SY 양돈장은 2002년 8월 이후 S 종돈장으로부터 종돈을 구입하여 왔으며, 최근 2003년 2월 19일과 3월 12일에 S 종돈장의 종돈을 구입하였고, 2월 19일 당시 구입한 종돈 5두는 입식 2-3일 후 호흡기증상을 보였으며, 3월 10일과 11일에 걸쳐 2두가 폐사한 것으로 확인되었다 [2].

S 종돈장이 SY 양돈장의 감염원인 것으로 잠정 확인됨에 따라 S 종돈장의 후보돈 판매와 관련한 추가 감염

양돈장 여부를 파악하기 위하여 2월 1일 이후 S 종돈장의 후보돈이 판매된 전국 82개 양돈장에 대한 긴급 목적예찰 및 정밀검사를 실시한 결과, S 종돈장의 후보돈이 직접 판매된 39개 농장과 SJ 종돈장을 경유하여 S 종돈장의 후보돈이 간접적으로 판매된 5개 농장을 포함하여 총 44개 양돈장에 돼지콜레라가 감염된 사실을 발생 신고 이전에 확인할 수 있었으며, 이후 발생농장의 인공농장에 대한 예찰과 신고 등으로 5월 8일까지 총 65개 농장에서 돼지콜레라 감염이 확인되었다(Table 1).

S 종돈장에 대한 역학조사 및 실험실검사

1) 사육체계 : S 종돈장은 내부적으로는 3개 농장 즉, 원원종돈장(제 2농장), 원종돈장(제 3농장) 및 종돈 판매농장(제 1농장)으로 이루어져 있었으며, 경북 상주 소재 SJ 종돈장에 종돈을 공급하고, 20개 위탁사육농장과는 자돈을 사육, 공급하는 계약관계를 유지하고 있었다. 농

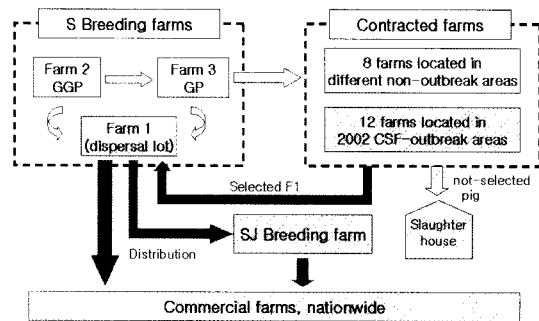


Fig. 1. Flow of pigs infected with classical swine fever (CSF) virus in 2003 CSF epidemic in Korea. Pigs of S breeding farm (farm 3) were distributed in contracted farms included 12 farms located in 2002 CSF-outbreak areas, and some selected F1 pigs from those farms were reintroduced in S breeding farm (farm 1), and then directly or indirectly, via SJ breeding farm, distributed to commercial farms, nationwide. It estimated that CSF viruses were transmitted among affected premises (grey boxes) by movement of pigs of S breeding farms (grey arrows).

Table 2. Detection of nucleic acid and antibody for classical swine fever virus in the specimens obtained from three S breeding farms by RT-PCR and ELISA

Farms	No.of pigs reared	Date of test	No.of pigs tested	CSF virus nucleic acid		CSF virus antibody	
				No. of positive pigs	Positive rate(%)	No. of positive pigs	Positive rate(%)
Farm 1	921	Mar. 20	100	2	2.0	79	79.0
		Mar. 23	921	81	8.8	712	77.3
Farm 2	6,300	Mar. 20	60	0	0	40	66.7
Farm 3	11,000	Mar. 20	62	0	0	53	85.5

장 간 돼지의 이동경로는 Fig. 1과 같이 제 2농장에서 생산된 자돈이 제 3농장과 제 1농장으로 이동되며, 제 3농장의 자돈(약 65일령)은 위탁사육농장으로 이동되어 일정기간 사육된 다음, 거세돈이나 선발에서 탈락된 돼지들은 도축장으로 출하되지만, 종돈으로 선발된 돼지(약 150일령)는 다시 제 1농장으로 이동되어 일정기간(1-3주간) 체류한 다음, 일반농가로 분양·판매 있었다. 또한 일부 돼지는 제 1농장에서 SJ 양돈장으로 분양된 다음, 대부분 일반농가로 분양되며, 그 중 선발된 일부는 다시 S 종돈장으로 이동되고 있었다. 이와 같이 S 종돈장(제 1, 2 및 3농장)과 위탁사육농장 및 SJ 양돈장은 돼지의 이동경로로 보아 밀접한 역학적 연관성을 가지고 있는 것으로 확인되었다(Fig. 1).

2) 지리적 여건 : S 종돈장의 3개 농장과 12개 위탁사육농장은 2002년 10건의 돼지콜레라가 집중적으로 발생한 인천광역시 강화군 및 경기도 김포시에 위치하고 있었으며, 특히 위탁농장들은 2002년 돼지콜레라 발생농장들의 위험 및 경계지역 내에 위치하고 있었다. 이들 위탁농장은 발생지역의 이동제한조치에 따라 돼지의 이동은 제한되어 있었지만 S 종돈장의 사양관리 및 종돈

선발 관련 직원들이 수시로 방문하고 있었으며, 유행기간 중 일시적인 이동제한 해제 시에는 위탁농장에서 제 1농장으로 돼지가 이동되는 경우도 있었다. 따라서 위탁사육농장 일부가 돼지콜레라에 오염되었을 시는 돼지이동 또는 사람과 차량의 이동과정을 통하여 S 종돈장의 제 1농장으로 질병이 전파될 수 있는 개연성이 높은 상황이었다.

3) 예방접종 : 2002년 10월에서 12월 사이에 강화 및 김포지역에서 돼지콜레라가 집중적으로 발생하였고, 12월 21일 기준 집중 발생지역을 벗어난 경기도 이천에서 돼지콜레라가 추가 발생함에 따라 타 지역으로의 질병 확산을 막기 위하여 돼지콜레라 발생지역(인천광역시 전지역, 경기도 김포시, 이천시, 여주군)과 인접지역(경기도 안성시, 용인시, 양평군, 광주시)에 2002년 12월 하순(제 1차) 및 2003년 1월 중순(제 2차)에 긴급예방접종을 실시하였다. 당시 S 종돈장에서는 제 2 및 제 3농장의 5주령 이상 거세돈과 일부 위탁사육농장에 대하여 예방접종을 실시한 것으로 조사되었다.

4) S 종돈장 실험실검사 : S 종돈장의 3개 농장의 돼

Table 3. Detection of nucleic acid and antibody for classical swine fever virus in the specimens obtained from the farm 1 of S breeding farms by RT-PCR and ELISA

Pig pens	No. of pigs tested	CSF virus nucleic acid		CSF virus antibody	
		No. of positive pigs	Positive rate(%)	No. of positive pigs	Positive rate(%)
Breeder 1	131	1	0.8	129	98.5
Breeder 2	82	1	1.2	66	80.5
Breeder 3	63	4	6.4	5	7.9
Breeder 4	124	35	28.2	77	62.1
Breeder 5	40	0	0	0	0
Subtotal	440	41	9.3	277	63.0
Boar 1	20	0	0	19	95.0
Boar 2	17	1	5.9	12	70.6
Boar 3	11	2	18.2	7	63.6
Boar 4	10	0	0	5	50.0
Boar 5	13	0	0	3	23.1
Boar 6	12	0	0	10	83.3
Subtotal	83	3	3.6	56	67.5
Fattener 1	211	31	14.7	196	92.9
Fattener 2	187	6	3.2	183	97.9
Subtotal	398	37	9.3	379	95.2
Grand total	921	81	8.8	712	77.3

지로부터 혈액을 채취하여 돼지콜레라 바이러스 및 항체검사를 실시한 결과(Table 2), 제 2 및 제 3농장의 돼지에서는 돼지콜레라 바이러스 항원이 검출되지 않았으나 제 1농장의 돼지들에서는 1차 검사에서 100두 중 2두, 2차 전체 돼지에 대한 검사에서는 921두 중 81두(8.8%)에서 항원이 검출되었다. 한편, 돼지콜레라 바이러스 항체검사에서는 제 1농장 77.3%(712/921), 제 2농장 66.7%(40/60) 및 제 3농장 85.5%(53/62)로 나타나 3개 농장 공히 비교적 높은 항체 양성율을 나타내었다. 제 1농장의 전체 돼지 921두에 대한 검사결과를 사육 돼지의 종류와 수용돈사별로 정리한 결과(Table 3), 바이러스 양성율은 분양대기돈(9.3%), 육성·비육돈(9.3%) 및 웅돈(3.6%)의 순으로 나타나 웅돈에 비하여 분양대기돈과 육성·비육돈 비교적 높게 나타났으며, 항체 양성율은 육성·비육돈(95.2%), 웅돈(67.5%) 및 분양대기돈(63.0%)의 순으로 나타났다.

위탁사육농장에 대한 역학조사 및 실험실검사

S 종돈장과 계약관계에 있는 총 20개의 위탁사육농장 중 추적조사 당시 돼지를 사육하고 있던 14개 농장에 대해서는 검사시료를 채취하여 실험실검사를 실시하여 돼지콜레라 감염상황을 확인할 수 있었으나 미사육 6개 농장에 대해서는 검사시료를 확보할 수 없었기 때문에 돼지 사육 당시의 사양관리기록을 수집하여 질병감염 여부를 간접적으로 추정하였다. 돼지를 사육하고 있던 14개 위탁농장으로부터 총 624두의 시료를 채취하여 돼지콜레라 바이러스 및 항체검사를 실시한 결과, 검사한 개체 모두 돼지콜레라 바이러스는 음성으로 판정되었으나 14개 농장 374두(59.9%)가 항체를 보유하고 있는 것으로 나타났다(Table 4). 농장별 항체 보유율은 11.9%에서 96.7%로 다양하였으며, 예방접종을 하였다고 진술한 7개 농장의 항체 보유율(63.3~97.5%)이 예방접종을 하지 않았다고 진술한 7개 농장의 항체보유율(11.9~56.1%)

Table 4. Detection of nucleic acid and antibody for classical swine fever (CSF) virus in the specimens obtained from contract farms of S breeding farm by RT-PCR and ELISA

Location	Farms	No. of pigs reared	No. of pigs tested	CSF virus nucleic acid		CSF virus antibody		CSF ¹⁾ vaccination
				No. of positive pigs	Positive rate (%)	No. of positive pigs	Positive rate (%)	
Kimpo	KP-1	330	30	0	0	4	13.3	No
	KP-2	400	30	0	0	10	33.3	No
	KP-3	600	21	0	0	8	38.1	No
	KP-4	800	41	0	0	23	56.1	No
	KP-5	14	14	0	0	13	92.9	Yes
	KP-6~9	0	0	-	-	-	-	NI
Kanghwa	KH-1	1,100	44	0	0	30	68.2	Yes
	KH-2	700	42	0	0	23	54.8	No
Seo-ku	SK-1	745	42	0	0	5	11.9	No
Yongin	YI-1	1,000	61	0	0	59	96.7	Yes
	YI-2	1,600	79	0	0	77	97.5	Yes
Paju	PJ-1	600	40	0	0	10	25.0	No
	PJ-2	2,200	60	0	0	35	58.3	Yes/No
	PJ-3	0	0	-	-	-	-	NI
Others	PC-1	1,500	60	0	0	39	65.0	Yes
	YC-1	1,500	60	0	0	38	63.3	Yes
	KY-1	0	0	-	-	-	-	NI
Total		13,089	624	0	0	374	59.9	

¹⁾ Vaccination status of CSF were expressed as “Yes”, “No” or NI. “Yes” means that the farmer stated that vaccinated pigs in S breeding farm were moved into it’s own farm, “No” means that the farmer stated that he was not vaccinated but he did not know whether or not pigs were vaccinated in S breeding farms previously, and “NI” means that we could not obtain the vaccination information of the farm because there were no pigs in the farm at that time of investigation.

보다 높게 나타났다.

미사육 6개 농장의 사양관리일지를 근거로 하여 2002년 10월부터 2003년 3월까지 사육기간 중의 위축/도태율과 폐사율을 분석한 결과(Table 5), 각각 평균 7.2%와 5.3%로 나타났으며, 특히 KP-6, KP-7, KP-9 및 PJ-3 농장의 위축율과 폐사율이 비교적 높게 나타났다. 당시 각 농장의 관리인이 관찰하여 폐사축보고서에 기록한 주요 임상증상은 위축, 급사, 호흡기증상, 후구마비 등 급성 전염병의 감염으로 의심할 수 있는 증상을 나타내었으나 방역당국에 신고하지 않았으며, 일부 돼지를 수의과 대학에 병성감정 의뢰한 결과, 이유자돈의 전신소모성 증후군(postweaning multisystemic wasting syndrome, PMWS), 돼지 피부염신증증후군(porcine dermatitis and nephropathy syndrome, PDNS) 등으로 진단받았던 사실이 확인되었다.

S 종돈장의 종돈 판매농장에 대한 역학조사 및 실험실검사

2003년 2월 이후 S 종돈장과 SJ 종돈장으로부터 후보돈이 판매된 91개 농장에 대한 목적예찰 및 정밀검사 결과(Table 6), S 종돈장의 후보돈이 분양된 82개 농장

중 39개 농장(47.6%)과 SJ 종돈장의 후보돈이 분양된 9개 농장 중 4개 농장(55.6%)이 돼지콜레라 양성으로 판정되었다. 또한 S 종돈장의 판매 돼지 및 동일 돈방 동거 돼지로부터 시료를 채취하여 돼지콜레라 바이러스를 검사한 결과, 돼지의 구분이 곤란한 5개 농장을 제외한 39개 농장 중에서 입식돈만 양성인 경우가 18개 농장, 입식돈과 동거돈이 공히 양성인 경우가 12개 농장, 입식돈은 음성이며 동거돈만 양성인 경우가 7개 농장, 입식돈이 양성이나 동거돈에 대한 검사가 이루어지지 않은 농장 2개 농장 등으로 44개 농장 중 32개 농장에서 S 종돈장 입식돈이 돼지콜레라에 감염되어 있음이 확인되었다. 이 중 S 종돈장(제1 농장)으로부터 1회만 돼지를 입식하였고, 해당 입식돈이 돼지콜레라 양성으로 판정된 농장은 16개 농장이었으며, 이 돼지들의 구입일자는 농장별로 1월 14일에서 3월 13일 사이인 것으로 조사되었다.

2003년 돼지콜레라 전파경로 및 전파요인 : 2003년 3-5월의 전국 확산시기와 예방접종 재개 이후 산발적 발생시기의 전파요인을 분석한 결과(Table 7), 돼지의 직접 이동에 의한 전파가 66.2%로 가장 중요한 전파요인

Table 5. Culling rates and mortalities based on management records obtained from 6 closed contract farms with S breeding farm during the period of Oct. 2002 to Mar. 2003

Farms	Total no. of pigs introduced	Culling rate		Mortality		Major clinical signs recorded by farmers
		No. of pigs	%	No. of pigs	%	
KP-6	4,706	393	8.4	258	5.5	stunt, sudden death, respiratory problems, hindquarter paralysis
KP-7	1,019	81	7.9	38	3.7	stunt, sudden death, respiratory problems
KP-8	699	4	0.6	35	5.0	stunt, sudden death, respiratory problems
KP-9	996	78	7.8	97	9.7	stunt, sudden death, respiratory problems
PJ-3	1,932	154	8.0	83	4.3	stunt, sudden death
KY-1	806	22	2.7	22	2.7	stunt, respiratory problems
Total	10,158	732	7.2	533	5.3	

Table 6. Detection of nucleic acid for classical swine fever virus in the specimens obtained from commercial farms that purchased the pigs from S or SJ breeding farms since Feb. 2003 by RT-PCR

Source of pigs	No. of farms tested	No. of positive farms (%)	Positive status of herds ¹⁾ (pig introduced/pig contacted)				
			+/-	+/+	+/nt	-/+	+
S breeding farm	82	39 (47.6)	15	10	2	7	5
SJ breeding farm	9	5 (55.6)	3	2	-	-	-
Total	91	44 (48.4)	18	12	2	7	5

¹⁾ Positive status of CSF virus infected commercial farms were classified into five categories according to test results of introduced and contact pigs : +/-, introduced pigs were positive and contact pigs were negative; +/+, both introduced and contact pigs were positive; +/nt, introduced pigs were positive and contact pigs were not tested; -/+, introduced pigs were negative and contact pigs were positive; +, positive but could not differentiated introduced pigs from contact pigs.

Table 7. The factors influenced transmission of classical swine fever (CSF) virus between CSF-affected farms during 2003 CSF epidemic in Korea

Transmission rout	No. of CSF-affected farms in 2003					
	Mar.-May		Aug.-Nov.		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Pig movement	44	68.7	3	42.9	47	66.2
Person contact	4	6.3	-	-	4	5.6
Transport vehicles	1	1.6	3	42.9	4	5.6
Neighbourhood	13	20.3	-	-	13	18.4
Swill	-	-	-	-	-	-
Unknown	2	3.1	1	14.2	3	4.2
Total	64	100.0	7	100.0	71	100.0

으로 나타났으며, 그 외 발생농장 인접농장으로의 인근 전파(18.4%), 오염된 사람(5.6%)과 오염된 차량의 이동(5.6%)에 의해 전파된 것으로 나타났다. 인근전파의 경우는 돼지콜레라의 전국적인 오염사실이 알려지기 전인 전국 확산시기에서는 돼지이동을 제외한 가장 중요한 전파요인으로 작용하였으나 이후 산발적 발생시기에는 오염된 차량이동 등 기계적 전파요인이 증가하는 경향을 나타내었다.

전국 확산시기의 농장 간 돼지콜레라 바이러스의 전파경로는 Fig. 2와 같이 S 종돈장의 오염된 후보돈 이동에 의해 5개 도, 21개 지역, 39개 농장에 돼지콜레라 바이러스가 직접 전파되었으며, S 종돈장의 후보돈 분양으로 오염된 SJ 종돈장의 후보돈 판매를 통하여 2개 도, 3개 지역, 5개 농장에 2차적으로 전파된 것으로 분석되었다. 이후 발생농장과 인접한 13개 농장으로 인근전파가 이루어졌으며, 오염된 차량과 사람에 의해서 나머지 5개 농장에 기계적으로 전파된 것으로 분석되었다. 그러나 경기도 포천지역의 2개 발생농장은 다른 발생농장들과의 역학적 연관성을 확인할 수 없었다.

발생농장 및 지역에 대한 방역조치 : 전국 확산시기에 발생한 65개 농장에 대해서는 사육돼지 전 두수에 대한 살처분이 실시되어 총 95,822두가 희생되어 매몰되었으며, 돼지콜레라 전파방지를 위해 방역대(위험지역: 3 km 이내, 경계지역: 3-10 km)를 설정하고, 이동제한지역 내 주요 길목에 이동통제 초소를 설치·운영하여 가축이동, 출입차량·인원통제 및 소독을 실시하였다. 그러나 발생농장의 분포가 전국 6개 도 25개 시·군에 걸쳐있을 뿐만 아니라 발생농장의 인근농장으로 전파하는 양상을 나타냄에 따라 전국적인 확산이 우려되어 3월 하순부터 제주도를 제외한 전국에 돼지콜레라 예방접종

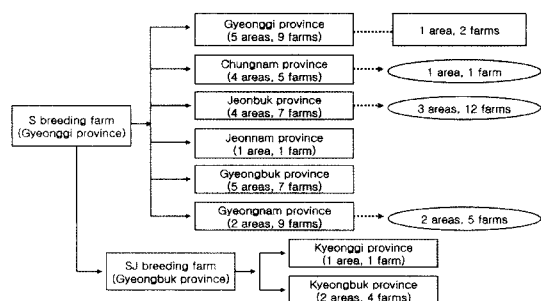


Fig. 2. Transmission routes of classical swine fever (CSF) virus among CSF-affected farms notified between March and May in the 2003 CSF epidemic in Korea. Straight line arrow, dotted line arrow and dotted line represent direct transmission by movement of pigs, indirect transmission by neighbourhood(or vehicle/person) and unknown, respectively.

을 실시하게 되었다. 또한 4월 하순부터는 예방접종에 따른 살처분 범위 및 기준을 조정하여 발생농장 전체 돼지에서 돼지콜레라 발생 및 감염의심 돼지에 한정하였으며, 발생지역에 대한 이동제한조치는 사실상 중단되었다.

고 찰

2003년 한국에서 발생한 총 72건의 돼지콜레라는 전국적으로 65건이 집중적으로 확인된 3월~5월의 전국적 확산시기와 8월 이후 7건이 발생한 산발적 발생시기로 구분된다. 따라서 2003년 한국에서 돼지콜레라가 전국적으로 확산된 요인을 분석하기 위해서는 전국적 확산시기의 역학상황을 철저히 검토해 볼 필요가 있다.

2003년 3월 18일 최초로 발생 신고된 전북 익산군 소재 SY 양돈장(index cae)에 대한 역학조사 결과, 경기도

김포시 소재 S 종돈장의 후보돈 입식이 가장 유력한 돼지콜레라 유입원인으로 분석되어 3월 20일 국립수의과학검역원에서 S 종돈장 소속 3개 농장(제 1, 2 및 3농장)을 대상으로 시료를 채취하여 정밀검사를 실시한 결과, 판매용 후보돈의 대기소 역할을 하고 있는 제 1농장에서 돼지콜레라의 감염이 확인되었다. 이후 S 종돈장의 종돈이 직·간접적으로 판매된 91개 양돈장을 대상으로 목적예찰 및 정밀검사를 실시한 결과, 이 중 44개 양돈장(48.4%)에 돼지콜레라가 전파되었음을 신고 이전에 확인할 수 있었다. 또한 이들 농장에서 사육되고 있던 S 종돈장의 판매 돼지와 그 동거돼지의 혈액을 채취하여 돼지콜레라 감염여부를 검사한 결과, 18개 농장은 S 종돈장으로부터 구입한 돼지에서만 바이러스가 확인되었고, 19개 농장은 구입돼지와 그 동거 돼지에서 바이러스가 확인되었다. 이러한 목적예찰 및 실험실검사 결과는 S 종돈장의 제 1농장이 2003년 돼지콜레라 발생의 원발농장(primary case)이며, 이 농장의 후보돈 분양과정을 통하여 전국적으로 돼지콜레라가 전파되었다는 것을 입증해준다.

Wee 등 [22]은 2003년 돼지콜레라 발생농장 중 60개 농장(S 종돈장 포함)에서 돼지콜레라 바이러스를 분리하여 유전자 염기서열을 분석한 결과, 모두 2002년 돼지콜레라 발생농장에서 분리된 바이러스와 동일한 유전자군(group 2)인 것으로 밝혀졌으며, 60개 분리주에 대한 5' non-coding region과 E2 유전자에 대한 유전자 염기서열을 비교분석한 결과, 1개 분리주를 제외한 59주는 S 종돈장의 분리주와 100% 일치하였다고 보고하고 있어 2003년 한국에서 발생한 돼지콜레라는 새로운 감염원에서 유래된 것이 아니라 2002년 돼지콜레라 발생농장(또는 지역)에서 유래되었으며, 2003년 돼지콜레라 유행의 감염원이 S 종돈장이라는 것을 밝히고 있다.

S 종돈장의 제 1농장에 돼지콜레라 바이러스가 유입된 원인은 S 종돈장의 위탁농장 운영상황과 밀접한 연관이 있는 것으로 보인다. 즉, S 종돈장의 제 1농장은 20개 위탁농장에서 선발된 후보돈을 일정기간 사육한 다음, 일반 양돈장으로 판매하는 대기소로서의 역할을 하고 있었으며, 20개 위탁사육농장 중 12개 농장이 2002년 돼지콜레라 발생지역(위험 및 경계지역) 내에 위치하고 있어 이 중 한 농장이라도 돼지콜레라 바이러스에 노출되었을 경우에는 돼지의 이동이나 관련 차량 및 사람의 출입과정을 통하여 직·간접적으로 돼지콜레라 바이러스가 전파될 수 있는 상황이었다. S 종돈장의 20개 위탁사육농장 중 조사 당시 돼지가 사육되고 있던 14개 농장의 돼지에 대한 정밀검사를 통하여 모든 농장에서 다양한 비율의 항체 양성축이 확인되었으며, 특히 예방접종을 실시하지 않았다고 진술한 7개 농장에서 돼지콜레

라 항체가 확인된 것은 이들 농장들이 야외 돼지콜레라 바이러스에 노출되었다는 것을 의미한다. 또한 역학조사 당시 돼지를 사육하고 있지 않던 6개 농장의 2002년 10월에서 2003년 3월 사이 사육일지를 분석한 결과, 비교적 높은 수준의 위축율과 폐사율을 나타내고 있었으며, 폐사축은 위축, 호흡기증상, 급사, 후구마비 등 돼지콜레라로 의심할만한 임상증상을 나타내고 있었다 [4, 7, 14]. 그러나 S 종돈장에서는 당시 PMWS, PDNS 등으로 인지하여 방역당국에 신고하지 않았다. 실제 영국에서 2000년 현장수의사가 돼지콜레라를 PDNS로 오인하여 신고가 지연됨으로써 돼지콜레라를 확산시킨 경우와 같이 [3], 임상증상이나 부검소견만으로는 돼지콜레라를 확진할 수가 없기 때문에 PMWS와 PDNS와 같이 임상증상이나 부검소견이 돼지콜레라와 유사한 질병의 경우에는 반드시 실험실검사로 감별진단해야 함을 강조하고 있다 [7, 13, 14]. 2003년 한국의 돼지콜레라 발생에 있어서도 이러한 감별대상 질병에 대한 부적절한 조치 즉, 감별진단 미실시와 신고지연에 의한 감염가능기간의 연장이 결과적으로 전국적으로 돼지콜레라를 확산시키는 주요 원인으로 작용한 것으로 분석된다. 따라서 향후 돼지콜레라 청정화 추진 시에는 돼지콜레라 유사 질병에 대한 신고 및 감별진단이 신속하게 이루어질 수 있도록 가축전염병 신고관련 규정 및 체계가 보완되어야 할 것으로 판단된다.

농장 간 돼지콜레라 바이러스의 전파는 다양한 방법으로 이루어질 수 있으며, 그 중 감염된 돼지의 이동이 가장 중요한 전파요인인 것으로 알려져 있다 [5, 8, 10, 17, 18]. 그러나 돼지콜레라 청정화 정책을 유지하고 있는 국가에서는 돼지콜레라 발생이 확인될 경우에는 발생농장에 대한 방역조치와 함께 발생농장 및 지역에 대한 이동제한 조치가 이루어지기 때문에 최초발생 신고 이전에는 돼지의 이동이 바이러스 전파의 주요 요인으로 작용하지만 최초발생 확인 이후에는 주요 전파요인으로 작용하지 않는 것이 일반적이다. 실제로 네덜란드(1997-1998)의 경우 발생신고 및 방역조치를 기준으로 돼지의 이동에 의해 직접 전파된 비율은 17%에서 2%로 감소하였음을 보고하고 있다 [5]. 그러나 2003년 한국의 발생예에 있어서는 총 72건의 발생건수 중 62%인 47건이 돼지의 이동에 의해 발생한 것으로 분석되어, 당시 2002년 발생에 따라 발생농장 및 지역에 대한 이동제한 등 강력한 청정화 정책을 추진하고 있던 당시 한국의 상황에서는 매우 예외적인 결과로 생각되며, 돼지콜레라 발생지역에 대한 방역대 설정과 그 관리상의 문제점에 대한 체계적인 보완이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 돼지이동 외에는 발생농장과 인접한 양돈장로의 인근전파가 총 13건(18.4%)으로 2003년 한국의 돼

지콜레라 전파의 제 2요인으로 작용하였다. 독일, 네덜란드, 벨기에 등 다른 나라의 돼지콜레라 유행 시에도 인근전파는 돼지이동 다음으로 중요한 전파요인이며 [5, 8, 12, 18], 특히 발생지역의 양돈장밀도가 높은 경우에는 더 용이하게 인근전파가 이루어지므로 더 강력한 예찰활동과 방역조치가 필요함을 보고하고 있다 [10, 11, 20]. 따라서 각 발생지역에 대한 양돈장밀도와 인근전파의 연관성 부분은 향후 추가적인 분석이 필요하며, 이러한 양돈장 또는 돼지사육 밀도에 따라 지역별 차등화된 방역정책의 적용을 검토할 필요가 있다.

돼지콜레라에 대한 국가방역정책은 해당 국가의 돼지콜레라 발생률과 유병률에 대한 기술적 검토 외에 정치적 및 경제적 상황에 따라 달라진다 [11, 13, 17, 21]. 야생돼지나 사육돼지에서 발생하는 유병률이 높은 국가에서는 일단 발생 및 유병률을 낮추기 위한 예방접종 정책을 우선적으로 고려하지만 청정화단계에 있는 국가에서는 예방접종의 중단과 함께 감염축 및 감염 의심축에 대한 살처분과 이동제한 등 강력한 방역정책을 추진하는 것이 일반적이다 [13, 17]. 이는 예방접종으로 인해 야외 돼지콜레라의 발생이 숨겨질 수 있으며, 기존의 생예방역 집중 시에는 항체검사로 야외 돼지콜레라와 감별이 되지 않아 혈청학적 예찰이 불가능해지기 때문이다 [13, 15]. 네덜란드의 경우에는 1997/1998년 14개월에 걸친 발생기간 동안에 감염축 살처분과 감염 의심축에 대한 예방 살처분, 이동제한지역의 돼지에 대한 동물복지 차원의 살처분 등으로 수백만두의 돼지를 살처분하였으며, 이에 따른 직접경비만 20억 달러에 달하였으나 예방접종 없는 강력한 방역정책을 고수하여 청정국의 지위를 회복하는데 성공하였다 [5, 19, 21]. 그러나 우리나라에서는 2003년 전국에서 돼지콜레라 발생이 확인되고 전국적인 확산이 우려됨에 따라 예방접종을 재개함으로써 돼지콜레라 청정화 유지에 실패하고 말았다. 2003년 돼지콜레라 발생은 지리적으로 광범위한 발생분포를 나타내고 있었으나 역학조사를 통하여 감염원(S 종돈장)과 지역간 전파경로(돼지이동)가 대부분 밝혀졌으며, S 종돈장 후보돈 판매농장 및 그 인근농장을 위주로 돼지콜레라 발생이 확인되는 상황이었기 때문에 기존의 강력한 근절정책을 고수하였을 경우 발생을 근절시킬 수 있었다고 평가된다. 그러한 정책판단을 뒷받침할 수 있는 과학적인 분석자료를 적시에 제공하지 못했다는 점이 아쉬운 점이며, 양돈 선진국에서 활발하게 연구되고 있는 질병확산의 위험도분석과 방역정책의 선택에 따른 손익분석(cost-benefit analysis) 등 역학관련 분야에 대한 기술 축적이 요구되고 있다 [11, 12, 17, 20].

2003년 한국에서 발생한 돼지콜레라의 전국적인 확산은 돼지콜레라 청정화 단계에 있는 국가에서 발생지역

에 대한 방역관리와 정책판단이 국가 전체 방역에 얼마나 큰 영향을 미치게 되는지를 보여준 실례라고 할 수 있다. 따라서 당시 돼지콜레라 발생상황에서의 방역조치 및 정책 판단의 미비점에 대한 철저한 분석을 통하여 향후 돼지콜레라 청정화 추진에 반영할 수 있도록 폭넓은 추가연구가 필요한 것으로 생각된다.

결 론

2003년 3월 전라북도 익산시 소재 SY양돈장에서 처음 돼지콜레라가 발생신고된 이후 11월까지 전국의 72개 양돈장에서 돼지콜레라 발생이 확인되었다. 초기에 발생 신고된 양돈장들에 대한 역학조사를 통하여 경기도 김포에 위치한 S 종돈장이 2003년 돼지콜레라 유행의 감염원인 것으로 확인되었으며, 이 종돈장의 후보돈이 판매된 82개 양돈장에 대한 목적예찰과 정밀검사 결과, 총 44개 양돈장에서 돼지콜레라 감염 돼지가 확인되었다. 2002년에 돼지콜레라가 집중적으로 발생한 지역에 위치한 위탁농장들과의 후보돈 선발 및 이동과정을 통하여 S 종돈장으로 돼지콜레라 바이러스가 유입되었으며, 이후 오염된 후보돈의 직, 간접적인 분양을 통하여 전국의 양돈장에 돼지콜레라를 전파시킨 것으로 분석되었다. 돼지콜레라 청정화단계에서 강력한 방역정책을 추진하고 있던 당시 한국 상황에서 총 72건의 발생건수 중 62%인 47건이 돼지의 이동에 의해 발생한 것은 당시 발생지역의 이동제한과 종돈장 방역관리가 불완전하였다는 것을 시사한다. 따라서 향후 돼지콜레라 근절대책을 재추진하기 위해서는 2003년 돼지콜레라 유행에 대한 역학과 방역정책 분야에 대한 추가적인 연구와 이를 통한 개선방안 도출이 필요하다.

참고문헌

1. 박최규, 송재영, 위성환, 이은섭, 윤하정, 문운경, 최은진, 남향미. 2002년 한국에서 발생한 돼지콜레라의 역학적 특성. 대한수의학회지 2006, 46, 107-117.
2. 위성환, 박최규, 정진목, 이은섭, 윤하정, 황인진, 김석재, 김철희, 문운경, 이주호. 2002-2003년 돼지콜레라 역학조사보고서 2003, 국립수의과학검역원. pp 81-118.
3. Done SH, Gresham ACJ, Morri H, Paton D, Mackinnon JD, Kitching P. Lessons learnt from recent foot and mouth disease(FMD) and hog cholera outbreak in the UK. The Pig Journals 2002, 49, 202-214.
4. Edwards S, Fukusho A, Lefevre PC, Lipowski A, Pejsak Z, Roehle P and Westergaard J. Classical

- swine fever: the global situation. *Vet Microbiol* 2000, **73**, 103-119.
5. **Elbers AR, Stegeman A, Moser H, Ekke HM, Smak JA, Pluimers FH.** The classical swine fever epidemic 1997-1998 in The Netherlands: descriptive epidemiology. *Prev Vet Med* 1999, **42**, 157-184.
 6. **Elbers AR, Vos JH, Bouma A and Stegeman JA.** Ability of veterinary pathologists to diagnose classical swine fever from clinical signs and gross pathological findings. *Prev Vet Med* 2004, **66**, 239-246.
 7. **Elbers AR, Vos JH, Bouma A, van Exsel AC and Stegeman A.** Assessment of the use of gross lesions at post-mortem to detect outbreaks of classical swine fever. *Vet Microbiol* 2003, **96**, 345-356. Erratum in: *Vet Microbiol* 2004, **99**, 79.
 8. **Fritzemeier J, Teuffert J, Greiser-Wilke I, Staubach C, Schlüter H and Moennig V.** Epidemiology of classical swine fever in Germany in the nineties. *Vet Microbiol* 2000, **77**, 29-41.
 9. **Greiser-Wilke I, Fritzemeier J, Koenen F, Vanderhallen H, Rutili D, de Mia GM, Romero L, Sanchez-Vizcaino JM, Rosell R and San Gabriel A.** Molecular epidemiology of a large classical swine fever epidemic in the European Union in 1997-1998. *Vet Microbiol* 2000, **77**, 17-27.
 10. **Koenen F, Van Caenegem G, Vermeersch JP, Vandenneede J, Deluyker H.** Epidemiological characteristics of an outbreak of classical swine fever in an area of high pig density. *Vet Rec* 1996, **139**, 367-371.
 11. **Mangen MJ, Nielen M and Burrell AM.** Simulated effect of pig-population density on epidemic size and choice of control strategy for classical swine fever epidemics in The Netherlands. *Prev Vet Med* 2002, **56**, 141-163.
 12. **Mintiens K, Laevens H, Dewulf J, Boelaert F, Verloo D, Koenen F.** Risk analysis of spread of classical swine fever virus through neighbourhood infections for different regions in Belgium. *Prev Vet Med* 2003, **60**, 27-36.
 13. **Moennig V.** Introduction to classical swine fever: virus, disease and control policy. *Vet Microbiol* 2000, **73**, 93-102.
 14. **Moennig V, Floegel-Niesmann G and Greiser-Wilke I.** Clinical signs and epidemiology of classical swine fever: a review of new knowledge. *Vet J* 2003, **165**, 11-20.
 15. **Paton DJ and Greiser-Wilke I.** Classical swine fever—an update. *Res Vet Sci* 2003, **75**, 169-178.
 16. **Ribbens S, Dewulf J, Koenen F, Laevens H, de Kruif A.** Transmission of classical swine fever. A review. *Vet Q* 2004, **26**, 146-155.
 17. **Saatkamp HW, Berentsen PBM, Horst HS.** Economic aspects of control of classical swine fever outbreak in the European Union. *Vet Microbiol* 2000, **73**, 221-237.
 18. **Stegeman A, Elbers AR, Bouma A and de Jong MCM.** Rate of inter-herd transmission of classical swine fever virus by different types of contact during the 1997-8 epidemic in the Netherlands. *Epidemiol Infect* 2002, **128**, 285-291.
 19. **Stegeman A, Elbers AR, de Smit H, Moser H, Smak J and Pluimers F.** The 1997-1998 epidemic of classical swine fever in the Netherlands. *Vet Microbiol* 2000, **73**, 183-196.
 20. **Stegeman A, Elbers AR, Smak J and de Jong MC.** Quantification of the transmission of classical swine fever virus between herds during the 1997-1998 epidemic in The Netherlands. *Prev Vet Med* 1999, **42**, 219-234.
 21. **Terpstra C, de Smit AJ.** The 1997/1998 epizootic of swine fever in the Netherlands: control strategies under a non-vaccination regimen. *Vet Microbiol* 2000, **77**, 3-15.
 22. **Wee SH, Park CK, Jeong JM, Kim CH, Hwang JJ, Kim SJ, Yoon H, Lee ES, Nam HM, Park JY and Moon OK.** Outbreaks of classical swine fever in the Republic of Korea in 2003. *Vet Rec* 2005, **157**, 113-115.