

## Prevalence and Infection Status of *Salmonella* in 25 Conventional Swine Farms in Korea

Choi-Kyu Park<sup>1</sup>, Hee-Jung Kim<sup>1</sup>, Jin-Hyun Kim<sup>3</sup>, Jae-Keun Cho<sup>5</sup>, Young-Hwa Kim<sup>2</sup>, Yoon-Soo Jung<sup>4</sup>, Chae-Wun Bae<sup>4</sup>, Jun-Cheol Park<sup>2</sup>, In-Cheul Kim<sup>2</sup> and Ki-Seuk Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Animal Science, R.D.A., Seonghwan 331-308, Korea

<sup>3</sup>Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory, Daegu 702-911, Korea

<sup>4</sup>Pukyeong Pig Farmers Agricultural Co, Gimhae 621-906, Korea

<sup>5</sup>Metropolitan Health & Environment Research Institute, Daegu 706-732, Korea

Received August 12, 2013 / Revised October 22, 2013 / Accepted October 23, 2013

The aim of this study was to determine the prevalence and infection status of *Salmonella* species (spp.) in 25 conventional pig farms by traditional fecal culture and serological methods to develop a *Salmonella* control program for Korean pig farms. The individual seroprevalence of *Salmonella* spp. in pigs reared in the 25 pig farms was 83.1% in sows and 6.4-32% in different aged pig groups, with the total seroprevalence 28.4% (141/848). The seroprevalence of the tested pigs increased in accordance with the decrease in maternal antibody and the rearing period on these farms. Of note, all the 25 pig farms contained at least two or more anti-*Salmonella* antibody-positive sows. In the fecal cultures *Salmonella* spp. were isolated only in three (12.0%, 3/25) of 16 serologically *Salmonella*-suspected farms (64.0%, 16/25), showing the limitation of the fecal culture method and the need for serum assays to understand the exact status of *Salmonella* infection in swine herds, which likely contain sub-clinically infected pigs or carriers. The results highlight the need to establish a supply system of *Salmonella*-free gilts for the promotion of a national *Salmonella* control program on swine farms in Korea. Further studies will be needed to develop an effective monitoring system for the implementation of a national *Salmonella* control program.

**Key words** : *Salmonella*, swine farm, control program, infection, prevalence

### 서 론

돼지의 살모넬라 감염증은 돼지에 대한 직접적인 질병 피해는 물론 돼지에 감염되는 다양한 혈청형의 살모넬라균이 돈육 가공품을 오염시켜 사람의 식중독을 유발할 수 있기 때문에 공중보건학적으로도 매우 중요하다[21]. 따라서 여러 국가에서는 국가 차원의 살모넬라 통제 프로그램을 시행하고 있으며, 양돈장에 대한 사전검사를 통하여 양돈장의 살모넬라 오염도에 따라 도축 및 가공과정을 달리하는 정책을 도입하여 양돈장 및 돈육의 살모넬라 오염도를 크게 감소시킨 바 있다 [8, 9].

돼지는 주로 분변-경구경로를 통하여 살모넬라균에 감염되며, 감염된 돼지는 편도, 장관 및 장관의 림프조직에 균을 잠복

되며, 평상시에는 균이 배설되지 않으나 스트레스가 가해질 경우 균을 재배설하기 때문에 보균돈은 다른 동물이나 사람에게 영구적인 감염원으로 작용하게 된다[21]. 특히 도축을 위하여 도축장으로 수송하는 과정이나 계류장에 계류하는 동안의 스트레스에 의해 잠복감염되어 있던 돼지가 균을 분변으로 재배설하게 되고, 이러한 분변에 오염된 도체가 도축과정 중에 포함될 경우 해당 도체는 물론 이후의 모든 도체에 살모넬라균을 오염시킬 수 있다[3, 21, 25]. 살모넬라균 잠복감염 돼지로 인한 도축장 및 도체의 오염을 방지하기 위해서는 도축 전 양돈장에서의 살모넬라 통제가 우선되어야 하며, 이를 위해서는 농장 차원에서 살아있는 동물집단에서 살모넬라 감염 상태를 정확하게 평가하는 진단법의 적용이 필수적이다[1, 2, 3, 7].

우리나라에서도 돼지의 살모넬라감염증 진단에 관한 많은 연구가 있어 왔으며, 도축장이나 양돈장에서 채취한 시료를 대상으로 한 살모넬라균 분리 동정[22, 23], 분리균의 특성 및 항생제 내성 분석 조사[12, 14, 16], 예방약 개발[13] 등에 대한 보고는 많이 있어 왔다. 그러나 국가 차원의 살모넬라 제어를 위한 농장 차원의 실질적인 살모넬라 감염양상 분석에 대한 연구는 거의 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 살모넬라 감염 여부를 사전에 알지 못하는 25개 일반 양돈장을

#### \*Corresponding author

Tel : +82-53-950-5962, Fax : +82-53-950-5962

E-mail : kimkiseuk@knu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

대상으로 혈청학적 및 세균학적 조사를 통하여 우리나라 양돈장의 실질적인 농장단위 살모넬라 유병율과 감염양상을 조사하여 향후 국가 살모넬라 제어 프로그램 구축을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 조사 대상 양돈장

부산광역시 및 영남지방 17개 시, 군, 구에 위치한 부경양돈농협 회원 양돈장 25개소를 조사대상 양돈장으로 선정하였으며, 본 조사 이전에 조사대상 양돈장에 대한 살모넬라 감염상황은 조사된 바가 없었다. 25개 양돈장 중 24개 양돈장은 번식-비육과정이 동일 농장에서 이루어지는 일관사육농장이었고, 1개 양돈장은 번식 및 비육과정이 분리되어 2-site로 운영되는 농장이었다. 조사 대상 농장의 평균 사육두수는 상시 모돈 수 80-1,350두 규모이며, 평균 사육 모돈 수는 290두로 조사되었다.

### 공시 재료

살모넬라 항체검사용 시료는 각 양돈장별로 모돈 6두, 포유자돈 8두 및 돼지 연령별로 40일, 70일, 100일 및 130일령 각 5두씩 총 34두를 대상으로 무작위로 채혈한 다음, 혈청을 분리하여 시험에 공시하였다. 세균 분리용 시료는 각 양돈장별로 모돈구간 및 각 자돈구간(40, 70, 100 및 130일령)을 대상으로 돈방 단위로 각 1-2 g씩 분변시료 6점을 채취하여 공시하되 연변 또는 설사분변을 위주로 채취하였다.

### 혈청학적 검사

IDEXX (Hoofddrop, Netherland)사에서 시판하는 돼지 살모넬라 항체검사(enzyme immunoassay) 키트를 이용하여 검사하였다. 이 키트는 동물에서 문제되는 살모넬라 혈청형 B, C1 및 D 그룹의 특이성이 인정되는 Lipopolysaccharides (LPS) 항원을 사용한 것으로 제조사의 추천방법에 따라 검사를 실시한 다음, sample to positive (S/P) ratio를 산출하여 0.5 이상인 경우 양성으로 판정하였다.

### 세균 분리 및 혈청형 동정

채취된 시료 각각에 대하여 Buffered peptone water (Difco, Detroit, MI, USA) 10 ml를 첨가한 후 혼합한 다음 37°C에서 18~24시간 배양하였다. 각각의 배양액 중 0.1 ml씩을 취하여 Rappaport-Vassiliadis R10 broth (Difco, Detroit, MI, USA) 10 ml에 가하여 42°C에서 24~48시간 배양한 다음 XLD agar (Difco, Detroit, MI, USA), MacConkey agar (MAC, Difco, Detroit, MI, USA) 및 Rambach agar (Merck, Darmstadt, Deutschland, Germany)에 각각 도말하여 37°C에서 18~24시간 배양하였다. 이들 배지에서 *Salmonella* 속 균으로 의심되는 2~3개의 집락을 선택하여 MAC에 도말하여 37°C에서 18~24시간 배양한 후 MUCAP test reagent (Biolife, Milan, Italy)를

한 방울 떨어뜨리고 3~5분 정도 방치한 후 암실에서 366 nm의 Longwave UV lamp (UVP, Upland, CA, USA)로 조사하여 청색 형광을 발현하는 집락을 *Salmonella* 속 균으로 추정하였으며, 이들 균에 대하여 VITEK system (BioMérieux, Boston, MA, USA)을 이용하여 *Salmonella* 속 균을 동정하였다. 혈청학적 동정 시험은 시판 균체항원(somatic, O antigen) 및 편모항원(flagellar, H antigen)에 대한 항혈청(Difco, Detroit, MI, USA)을 이용하여 판매사의 추천방법[5]에 준하여 실시하였다.

### 혈청학적 양성을 및 양돈장 감염유형 분석

항체검사 결과에 따라 모돈 및 돼지 연령별로 항체양성을 산출하였으며, 양돈장별 감염시기를 고려한 감염유형 분석은 농장별로 20, 40, 70, 100 및 130일령의 돼지 항체 양성을 조사하여 그래프를 작성한 다음, 20일령(모체이행항체 보유기간) 구간을 제외한 이후 일령군에 항체 양성의 상승이 있는 경우에는 그 단계를 감염 추정시기로 판정하여, 이유기, 육성 초기, 육성 후기 및 비육기 감염유형으로 분석하였다. 반면에 그래프 상에서 모돈군을 제외한 전 사육단계에 걸쳐 항체 양성의 상승이 인정되지 않고, 하강 추세를 보이거나 음성을 유지하는 경우는 비감염 농장으로 판단하였다.

## 결 과

### 혈청학적 유병율

25개 양돈장 총 848두에 대한 살모넬라 항체검사 결과, 총 241두(28.4%)가 살모넬라 항체를 보유하고 있었으며, 모돈군의 경우 83.1.0%(123/148)의 높은 양성율을 나타내었다. 연령대별 자돈군에 있어서는 포유자돈(20일령)에서 19.5%의 항체 양성율을 보인 다음, 이유자돈(40일령) 및 육성 초기 자돈(70일령)은 공히 6.4%로 낮은 항체 양성율을 나타내었고, 육성 후기 자돈(100일령) 18.4% 및 비육돈(130일령) 32%로 연령이 증가하면서 항체 양성율이 상승하는 경향을 나타내었다 (Table 1).

### 사육구간별 농장 유병율

농장 유병율을 조사하기 위하여 모돈 및 자돈 연령군별로 항체 양성률 보유 현황을 분석한 결과(Table 2), 모돈군은 모든 농장이 항체 양성률을 보유하고 있었으며, 포유자돈군(20일령), 이유자돈군(40일령) 및 육성 초기 자돈군(70일령)은 각각 52%(13/25), 20%(5/25) 및 16%(4/25)로 낮아지다가 육성 후기돈군 36%(9/25) 및 비육돈군 60%(15/25)로 다시 상승하는 경향을 나타내었다.

### 감염유형 분석

양돈장별 감염유형을 분석하기 위하여 농장별 돼지 일령별 살모넬라 항체양성을 추이를 도식화하여 분석한 결과, Fig. 1

Table 1. Sero-prevalance of *Salmonella* spp. in pigs from 25 swine farms by ELISA

Sample*	Sow group	Pig group by age (day)					Total
		20	40	70	100	130	
No. of Tested pigs	148	200	125	125	125	125	848
No. of Sero-positive pigs	123	39	8	8	23	40	241
Sero-prevalence (%)	83.1	19.5	6.4	6.4	18.4	32.0	28.4

\*Five, 8 and 5 serum samples were collected from sow group, except a farm where 4 samples were collected from the sow group, 20 days old pig group and 40-130 days old pig groups in each farm, respectively.

Table 2. Infection status of *Salmonella* spp. in sows and different aged pig groups of 25 swine farms based on existence of a sero-positive pigs in each groups of the farm

Sample	Sow group	Pig group by age (day)				
		20	40	70	100	130
No. of farm infected/tested	25/25	13/25	5/25	4/25	9/25	15/25
(%)	(100.0)	(52.0)	(20.0)	(16.0)	(36.0)	(60.0)

과 같이 비감염 유형과, 이유기, 육성초기, 육성 후기 및 비육기 항체 양전 유형으로 분석되었다. 비감염 유형은 모돈군의 항체양성 개체 유무와 상관없이 자돈군에서는 항체양성 개체가 출현하지 않아 살모넬라균에 노출되지 않았음을 알 수 있었으며(Fig. 1A), 육성전기, 육성 후기 및 비육기 항체 양전 유형은 70일, 100일령 및 130일령에서 항체양성율이 상승하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1B, 1C, 1D). 도식화된 농장별 항체

양전 유형에 근거하여 25개 양돈장의 살모넬라 감염유형을 분석한 결과(Table 3), 육성초기, 육성후기 및 비육기 감염유형의 농장은 각각 3개, 4개 및 9개 양돈장으로 분석되었다.

세균 분리동정

25개 양돈장에서 무작위한 채취한 돈사별 분변시료에 대한 살모넬라 분리동정 결과, 총 3개 양돈장, 4개 돈방에서 4개주

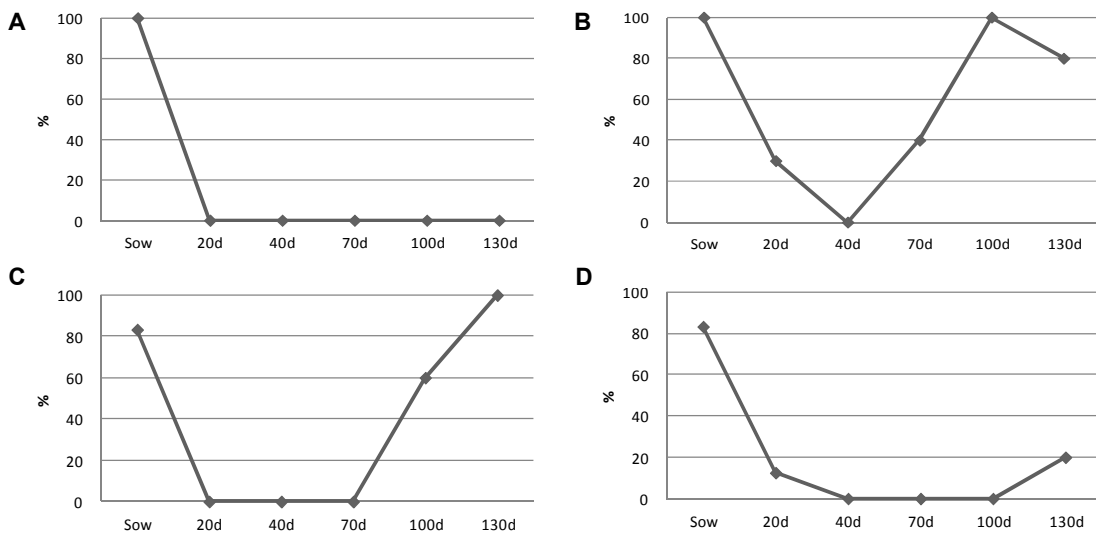


Fig. 1. Different patterns of *Salmonella* infection recognized by the serological prevalence of sows and pigs of different age groups in the tested farms. Pattern A, B, C and D correspond to non-infected, infected with *Salmonella* at early growing, late growing and finishing period, respectively.

Table 3. *Salmonella* infection patterns in 25 commercial farms by serological analysis

Pattern	Non-infected	Infected period of suspected farm				Total
		Subtotal	Weaner	Early grower	Late grower	
No. of farm	9	16	-	3	4	9
(%)	(36.0)	(64.0)	-	(12.0)	(16.0)	(36.0)
						(100.0)

Table 4. Three farms where *Salmonella* spp. were isolated in pig fecal samples and its serological infection patterns

Farms	Serologic patterns	<i>Salmonella</i> -isolated age group				Serotype of isolate
		Weaner	Early grower	Late grower	Finisher	
OC farm	early grower	+	-	-	-	<i>S. Typhimurium</i>
JE farm	finisher	-	-	-	+	<i>S. Typhimurium</i>
HB farm	early grower	-	-	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>2)</sup>	<sup>1)</sup> <i>S. Typhimurium</i> , <sup>2)</sup> Non-typable

의 살모넬라균이 분리되었으며, 3주는 *Salmonella* (*S.*) *Typhimurium*으로 동정되었고, 1주는 혈청형이 동정되지 않았다 (Table 4). 살모넬라균이 분리된 3개 양돈장의 분리구간과 혈청학적 감염유형을 비교한 결과, 1개 양돈장(JE farm)은 혈청양전 구간과 세균 분리동정 구간이 일치하였으나 나머지 2개 양돈장은 일치하지 않았다(Table 4).

### 고 찰

돈육의 살모넬라 오염도를 낮추기 위한 선진국의 살모넬라 제어프로그램의 핵심은 살모넬라 감염축이 도축장의 도축과정에서 살모넬라 오염을 유발하지 않도록 양돈장의 살모넬라 오염상황을 사전 평가하여 오염도별로 양돈장 출하돈의 도축과정을 차별화하는 전략에 있다[1, 8, 9]. 이러한 차별화 전략에 있어 가장 중요한 것은 해당 양돈장의 살모넬라 오염상황을 정확하게 진단하는 것이다. 유럽각국의 살모넬라 제어 프로그램에 있어 양돈장 살모넬라 진단은 스웨덴, 핀란드 및 노르웨이인 경우는 세균학적인 진단법을 적용해왔고, 덴마크와 네덜란드인 경우는 혈청학적인 방법을 적용해왔다[6, 9, 19]. 그러나 이들 세균학적 또는 혈청학적 진단법을 개별적으로 적용할 경우에는 농장의 정확한 살모넬라 감염상황을 파악하기가 곤란하며, 상호보완적인 진단 전략의 수립이 필요하다[7]. 분변 시료로부터 원인균을 분리동정하는 세균학적인 방법은 돈군의 살모넬라 감염상황을 파악할 수 있을 뿐만 아니라 분리된 살모넬라균의 혈청형 동정이 가능하기 때문에 살모넬라 표준 진단법으로서 인정 받고 있다[4, 21] 그러나 분변 배양법은 진단의 특이도는 높은 반면에 분변으로 세균을 배설하지 않거나 간헐적으로 배설하는 잠복감염 동물을 진단할 수 없기 때문에 진단의 민감도 면에서 한계가 있다[2, 4, 6, 11]. 반면에 혈청학적인 진단법은 신속하게 다량의 시료를 진단할 수 있으며, 진단 경비가 비교적 적게 든다는 장점이 있으나 항체의 존재는 현재의 감염상태를 반영하기보다는 이전에 살모넬라균에 노출되었다는 것을 의미하므로 현재의 미생물학적 위험성을 파악하는 데는 세균배양법에 비해 불확실한 단점이 있다[11, 20]. 그럼에도 불구하고 덴마크를 중심으로 이루어진 많은 연구결과들은 혈청학적인 검사법이 돈군의 살모넬라 감염상황을 평가하는데 매우 유용하다고 평가하고 있다[1, 19, 24]. 따라서 만약에 우리나라에서 양돈장의 살모넬라 통제프로그램을 적용한다면 두 가지 진단법을 동시에 적용하여 서로의 장점을

취할 필요가 있다고 생각된다.

본 연구에서 25개 양돈장의 모돈과 사육단계별 돼지 혈청 총 848두에 대한 항체검사 결과, 항체 보유율은 28.4%로 나타났다(Table 1). 이를 사육단계별로 분석해보면 모돈의 항체양성율이 83.1%로 가장 높았으며, 20일령 19.5% 및 40 및 70일령 6.4%, 100일령 18.4% 및 비육돈 32%로 포유기(20일령)의 모체 이행항체가 소실된 이후 농장에서의 사육기간이 길어질수록 살모넬라에 노출되는 빈도가 높음을 알 수 있었다. 본 연구에서 사용한 항체진단법은 살모넬라균의 LPS에 대한 항체를 검출하는 방법으로 LPS에 대한 항체반응은 돼지가 감염된 후 22일 째에 최대치를 나타내며, 감염 18주 후에 부검하였을 때 내부장기에서 균이 분리되는 개체는 모두 지속적인 항체반응을 나타내고 있어 LPS 항원을 이용한 항체검사법이 지속감염 돼지를 검출하는데 유용하다고 보고한 바 있다[17, 18]. Table 2에서 보듯이 조사대상 25개 양돈장의 모돈군은 최소한 1두 이상의 항체 양성모돈을 보유하고 있어 모든 양돈장이 살모넬라 보균 모돈에 의한 살모넬라균 오염에 노출되어 있으며, 향후 우리나라 살모넬라 방역에 있어 모돈의 공급처인 종돈장의 살모넬라 통제가 가장 시급한 문제가 될 것으로 사료된다. 모돈군의 경우 해당 양돈장에 도입되기 이전에 이미 살모넬라균에 노출되었을 가능성이 있으나 해당 양돈장에서 태어나 일련의 사육단계를 다 거친 130일령 비육돈군의 경우는 해당 양돈장에서 살모넬라균에 노출된 것이므로 항체 양성 비육돈을 보유하고 있다는 것은 조사 당시의 임상증상 발현 여부와 상관없이 해당농장이 살모넬라균에 오염되어 있다는 것을 의미한다. 25개 양돈장에서 항체 양성 비육돈을 보유하고 있는 농장은 15개 농장으로 60%의 농장 유병율을 나타내었다(Table 2). 우리나라 양돈장의 살모넬라 유병율에 대하여 여러 연구자가 보고한 바 있지만 대부분 도축돈에 대한 균 분리동정에 의한 조사결과[12]이거나, 진단기관에 의뢰된 개체단위 시료에 대한 혈청학적 검사결과[15]이기 때문에 일반 양돈장의 살아있는 돼지를 대상으로 한 농장단위 유병율은 조사된 바가 없다. 따라서 본 연구에서 조사한 유병율은 우리나라의 실질적인 양돈장 상황을 정확하게 반영한다는 점에서 중요하다고 본다. 그러나 본 연구에서는 소수의 양돈장만을 대상으로 하였기 때문에 전국 양돈장의 유병율을 추정하기는 곤란하며, 추후 국가방역사업으로 확대하여 전국적인 상황을 파악할 필요가 있다고 생각된다.

농장단위의 감염양상을 분석한 결과(Table 2, Fig. 1), 돈군

의 항체 양성을 상승 시기에 따라 육성초기, 육성후기 및 비육기 항체 양전 유형으로 분류할 수 있었으며, 25개 양돈장 중 9개 양돈장을 제외한 16개 양돈장(64.0%)이 항체 양전을 나타내어 다양한 시기에 살모넬라 감염이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 이 결과는 Table 2에서 분석한 항체양성 비육돈 보유 비율(60.0%)과 유사하게 나타나 향후 이러한 혈청학적 양상 분석에 의한 양돈장 살모넬라 감염 유형 분석기법이 양돈장의 살모넬라 감염양상 및 방역대책 수립에 요긴하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

조사대상 양돈장에 대하여 사육단계별 연령군이 수용된 돈방에서 채취한 분변시료를 대상으로 살모넬라균 분리동정을 실시한 결과 3개 양돈장에서 살모넬라균이 분리되었으며, 3개 분리주는 모두 *S. Typhimurium*으로 동정되었으나 1개 분리주는 균형이 동정되지 않았다(Table 4). 혈청학적으로 감염유형으로 분류된 양돈장은 16개였으나 그 중 3개 양돈장(12.0%)에서만 살모넬라균이 분리되어 분리율은 비교적 낮은 것으로 평가될 수도 있다. 그러나 이러한 결과는 Nielsen 등[18]이 실시한 인공감염 시험 결과에서 *S. Typhimurium*에 감염된 돼지가 감염 첫 주에 분변으로 세균이 배설되어 통상적인 분변 배양법으로 검출되었지만, 감염 7주 후부터는 세균 배설이 급격하게 감소되어 감염된 돼지의 10% 이하에서만 균이 검출되었다고 보고한 내용과 비교해 볼 때 결코 낮은 비율은 아니라고 판단된다. 따라서 이러한 결과를 고려할 때 양돈장의 살모넬라 감염수준과 양상을 파악하기 위해서는 임상감염축을 진단할 수 있는 세균 분리동정법만으로는 한계가 있으며, 돈군 내의 준임상감염 또는 잠복감염 돼지를 진단할 수 있는 혈청학적 검사를 병행해야만 한다는 사실을 시사해 준다.

한편, 살모넬라 인공감염 시험에서 감염돼지에서 LPS에 대한 항체반응은 감염 22일 째에 최대치를 나타내며, 항체양성 개체의 수는 30-37일경에 92%로 최고치에 달한다는 보고[18]를 고려할 때 혈청학적 검사를 통한 돈군단위의 감염시기는 항체 양전이 일어나는 시기보다 3-5주 앞서는 것으로 추정할 수 있다. 그러나 Table 4에 나타난 바와 같이 살모넬라 균의 분리시기와 항체 양전시기가 반드시 일치하지는 않는 것으로 나타나 살모넬라 항체검사는 개별 동물의 감염 여부를 판정하는 것보다는 돈군의 감염 여부를 스크리닝하는 데 유용한 방법으로 생각된다[18, 24]. 이상 25개 양돈장을 대상으로 살모넬라 감염양상을 파악하기 위하여 혈청학적 검사 및 세균분리동정법을 병행한 결과, 혈청학적 검사는 세균이 분리되지 않는 준임상감염 농장의 살모넬라 감염 여부 및 유형을 파악할 수 있고, 세균 분리동정법으로는 해당농장의 살모넬라 균에 대한 추가적인 정보를 제공해주기 때문에 향후 우리나라의 양돈장 살모넬라 통제 프로그램을 구축하는데 있어 두 가지 방법을 병행하는 바람직하다고 생각되며, 이러한 농장단위 모니터링 기법에 대한 추가적인 현장연구가 필요하다고 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009410)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

1. Alban, L., Stege, H. and Dahl, J. 2002. The new classification system for slaughter-pig herds in the Danish Salmonella surveillance and-control program. *Prev Vet Med* **53**, 133-146.
2. Bager, F. and Petersen, J. 1991. Sensitivity and specificity of different methods for the isolation of Salmonella from pigs. *Acta Vet Scand* **32**, 473-481.
3. Berends, B., Van Knappen, F., Sniijders, J. and Mossel, D. 1997. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *Int J Food Microbiol* **36**, 199-206.
4. Davies, P. R., Turkson, P. K., Funk, J. A., Nichols, M. A., Ladely, S. R. and Fedorka-Cray, P. J. 2000. Comparison of methods for isolating Salmonella bacteria from faeces of naturally infected pigs. *J Appl Microbiol* **89**, 169-177.
5. Difco Laboratories. 1977. Serological Identification of Salmonella. Difco Laboratories, Detroit, MI.
6. Funk, J. A., Davies, P. R. and Nichols, M. A. 2000. The effect of fecal sample weight on detection of *Salmonella enterica* in swine feces. *J Vet Diagn Invest* **12**, 412-418.
7. Gardner, I. A. 2004. An epidemiologic critique of current microbial risk assessment practices: the importance of prevalence and test accuracy data. *J Food Prot* **67**, 2000-2007.
8. Henrik, C. W., Tine, H., Lo, F. W., Mogens, M., Helle, K., Flemming, B., Peter, G-S. and Kåre, M. 2003. Salmonella control programs in Denmark. *Emerg Infect Dis* **9**, 774-780.
9. Hopp, P., Wahlstrom, H. and Hirn, J. 1999. A common Salmonella control programme in Finland, Norway and Sweden. *Acta Vet Scand Suppl* **91**, 45-49.
10. Hurd, H. S., McKean, J. D., Griffith, R. D. and Rostagno, M. H. 2004. Estimation of the *Salmonella enterica* prevalence in finishing swine. *Epidemiol Infect* **132**, 127-135.
11. Isabel, T. H. 2003. Serological basis for assessment of sub-clinical Salmonella infection in swine. *J Swine Health Prod* **11**, 247-302.
12. Jung, H. K., Lee, S. S., Kim, C. Y., Sunwoo, S. Y. and Lyoo, Y. S. 2011. Serovars distribution and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* spp. isolated from the swine farms and slaughter houses. *Korean J Vet Res* **51**, 123-128.
13. Kang, Z. W., Won, H. K., Kim, E. H., Noh, Y. H., Choi, H. W. and Hahn, T. W. 2011. Protective effects and immunogenicity of *Salmonella* Enteritidis killed vaccine strains selected from virulent *Salmonella* Enteritidis isolates. *Korean J Vet Res* **51**, 21-28.
14. Kim, E. M., Kim, H. K., Park, S. J., Lee, C. S., Luo, Y., Moon, H. J., Yang, J. S. and Park, B. K. 2005. Prevalence and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* spp. isolated from different aged pigs in Korea. *Korean J Vet Res* **47**, 395-398.
15. Kim, Y. H., Kwon, I. K. and Han, J. H. 2010. Seroprevalence

- of swine salmonellosis in Korean swine herds. *Korean J Food Sci Ani Resour* **30**, 62-65.
16. Lim, S. K., Lee, H. S., Nam, H. M., Jung, S. C., Koh, H. B. and Roh, I. S. 2009. Antimicrobial Resistance and Phage Types of *Salmonella* Isolates from Healthy and Diarrheic Pigs in Korea. *Foodborne Pathogens Disease* **6**, 981-987.
  17. Lo Fo Wong, D. M. A., Dahl, J., van der Wolf, P. J., Wingstrand, A., Leontides, L. and von Altrock, A. 2003. Recovery of *Salmonella enterica* from seropositive finishing pig herds. *Vet Microbiol* **97**, 201-214.
  18. Nielsen, B., Baggesen, D., Bager, F., Haugegaard, J. and Lind, P. 1995. The serological response to *Salmonella* serovars typhimurium and infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations. *Vet Microbiol* **47**, 205-218.
  19. Sorensen, L. L., Alban, L., Nielsen, B. and Dahl, J. 2004. The correlation between *Salmonella* serology and isolation of *Salmonella* in Danish pigs at slaughter. *Vet Microbiol* **101**, 131-141.
  20. Stege, H., Christensen, J., Nielsen, J. P., Baggesen, D. L., Enoe, C. and Willeberg, P. 2000. Prevalence of subclinical *Salmonella enterica* infection in Danish finishing pig herds. *Prev Vet Med* **44**, 175-188.
  21. Steven, A. C., Alison, E. B. and Ronald, W. G. 2012. Salmonellosis, pp 821-833. In: Jeffrey, J. Z., Locke, A. K., Alejandro, R., Kent, J. S. and Gregory, W. S. (eds.), Disease of Swine. John Wiley & Sons, Inc., Publication.
  22. Suh, D. K. and Jung, S. C. 2005. Epidemiological characteristics of *Salmonella* spp. isolated from different stages of commercial swine farms. *Korean J Vet Res* **45**, 179-183.
  23. Suh, D. K. and Song, J. C. 2005. Prevalence of *Lawsonia intracellularis*, *Brachyspira hyodysenteriae* and *Salmonella* in swine herds. *J Vet Sci* **6**, 289-293.
  24. van Winsen, R. L., van Nes, A., Keuzenkamp, D., Urlings, H. A., Lipman, L. J., Biesterveld, S., Sniijders, J. M., Verheijden, J. H. and van Knapen, F. 2001. Monitoring of transmission of *Salmonella enterica* serovars in pigs using bacteriological and serological detection methods. *Vet Microbiol* **80**, 267-274.
  25. Wegener, H. C., Hald, T., Lo Fo Wong, D., Madsen, M., Korsgaard, H., Bager, F., Gerner-Smidt, P. and Molbak, K. 2003. Salmonella control programs in Denmark. *Emerg Infect Dis* **9**, 774-780.

초록 : 국내 25개 양돈장의 살모넬라 유병율 및 감염유형

박취규<sup>1</sup> · 김희정<sup>1</sup> · 김진현<sup>3</sup> · 조재근<sup>5</sup> · 김영화<sup>2</sup> · 정운수<sup>4</sup> · 배채운<sup>4</sup> · 박준철<sup>2</sup> · 김기석<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>경북대학교 수의과대학, <sup>2</sup>국립축산과학원, <sup>3</sup>경상북도가축위생연구소, <sup>4</sup>부경양돈농협, <sup>5</sup>대구광역시보건환경연구원)

본 연구에서는 25개 양돈장의 사육돼지를 대상으로 혈청학적 및 미생물학적 모니터링을 실시하여 살모넬라의 유병율과 감염 양상을 분석함으로써 향후 한국 양돈장의 살모넬라 제어 프로그램 구축의 기초자료로 활용하고자 하였다. 25개 양돈장의 모돈과 사육단계별 돼지 혈청 총 848두에 대한 항체검사 결과, 전체 항체 보유율은 28.4%로 나타났으며, 사육단계별로는 모돈의 항체양성율이 83.1%로 가장 높았고, 20일령 이후 모체이행항체가 소실되고, 농장에서의 사육기간이 길어질수록 살모넬라에 노출되는 빈도가 높아지는 것으로 나타났다. 조사대상 25개 양돈장의 모돈군은 최소한 1두 이상의 항체 양성모돈을 보유하고 있어 향후 우리나라 살모넬라 방역에 있어 종돈장의 살모넬라 감염 통제 및 음성 후보돈 공급체계 확립이 가장 시급한 것으로 판단되었다. 25개 양돈장에서 채취한 사육단계별 돼지 분변에 대한 세균 분리 동정 결과, 혈청학적으로 감염유형인 16개 양돈장 중 3개 양돈장(12.0%)에서 살모넬라 균이 분리되었다. 이러한 결과는 양돈장 사육 돼지집단에 대한 살모넬라 감염상황을 정확하게 파악하기 위해서는 세균검사법만으로는 한계가 있으며, 돈군 내의 준임상감염축 또는 잠복감염축을 진단할 수 있는 혈청검사를 병행해야 함을 시사해준다. 또한 향후 우리나라의 양돈장 살모넬라 통제 프로그램을 구축하기 위하여 다양한 양돈장 모니터링 기법을 개발하고, 현장 효용성을 확인하기 위한 확대 시험이 필요하다.