

## 양돈 생산성에 따른 주요 질병 분포 조사

정호경 · 선우선영 · 류영수<sup>1</sup>

건국대학교 수의과대학

(게재승인: 2011년 4월 1일)

## Correlation between Disease Prevalence and Production Performance in Korean Swine Farms

Ho-Kyoung Jung, Sun-Young Sunwoo and Young S. Lyoo<sup>1</sup>

College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

**Abstract :** Currently, various diseases reside in Korean swine farms and affect production performance of the farms greatly. These damages from disease are further aggravated by the concurrent infection of other disease. In this study, by investigating the distribution of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV), porcine circovirus type 2 (PCV2), *Salmonella* spp. in farms, correlation between the damage and the prevalence of disease was analyzed. Ten selected Korean swine farms that uses PCV2 vaccine were tested for presence of antibody and antigen of PRRSV, PCV2, *Salmonella* spp. per ages of pigs, 4weeks, 7weeks, 11weeks and 17weeks, respectively. The results were analyzed by dividing the farms in to groups with MSY above 19, and that with MSY below 19. Then calculating the distribution of disease each ages of pigs. Farms with MSY below 19 showed high prevalence of disease by PRRSV, PCV2 and *Salmonella* spp.. In this group, the detection rate of PCV2 and *Salmonella* spp. was increased by the activation/viremia of PRRSV in the young ages of pigs. The results are proved that the correlation between disease prevalence and production performance in Korean swine farms were very significant. The prevalence of PRRSV is more important index which influence to the productivity in current prevalence of diseases.

**Key words :** disease, circovirus, porcine, PRRSV, salmonella.

### 서 론

양돈 현장에 다양한 질병이 상재하고 있으며 생산성에 영향을 주고 있음은 잘 알려진 사실이다. 농장내 상재 질병으로 인한 경제적 손실을 추정하기는 어려우나, 가축질병의 경제적 영향 분석을 실시한 보고에서 양돈에서 폐사율이 18.5~31.5% 일 경우 농장 손실액은 6,953억~11,840억 원으로 추정하였다(4). 양돈 산업에서 문제되는 주요 전신성 질병을 일으키는 대표적인 바이러스성 원인체로 porcine circovirus type 2 (PCV2), porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV), classical swine fever virus (CSFV), aujeszky disease virus (ADV) 등이 있으며, 소화기 질병을 일으키는 주요 바이러스성 병원체로 transmissible gastroenteritis virus (TGEV), porcine epidemic diarrhea virus (PEDV), rota virus 등이 있다. 주요 호흡기 질병 및 전신성 질병을 일으키는 세균성 병원체로 *Mycoplasma hyopneumonia* (Mh), *Pasteurella*

*multocida* (Pm), *Haemophilus parasuis* (Hp), *Actinobacillus pleuropneumoniae* (Ap), *Streptococcus suis* (Ss), *Staphylococcus aureus* (Sa) 등이 있으며, 소화기 질병을 일으키는 세균성 병원체로 *Escherichia coli* (Ec), *Salmonella* spp. (Sal), *Lawsonia intracellularis* (Law), *Brachispira hyodysenteriae* (Bra) 등이 있다(11,25). 이 중 PCV2는 post-weaning multisystem wasting syndrome (PMWS)의 주요 원인체로 최근에는 porcine circovirus associated disease (PCVAD) 또는 porcine circovirus disease (PCVD)라 하며, 한 번 오염된 농장에서 근절하기 어려운 질병이다(7,28). PCV2의 감염과 함께 2차 감염 또는 복합 감염에 의해 피해가 크게 나타나고 있는 실정이다. 국내에서 1999년부터 2006년 사이에 PMWS 확진 돼지에서 PCV2 외에 PRRSV 검출율 55.6%, Hp 분리율 38.9%, Pm 분리율 22.2%, swine influenza virus (SIV) 검출율 8.3%, Mh 분리율 8.3%, porcine parvovirus (PPV) 검출율 2.8%의 복합감염이 확인되었다(5). 최근에 PCV2 불활화백신과 유전자재조합 백신들이 이 질병으로 인한 피해를 줄이고 생산성을 향상시키는데 효과적이라는 것이 증명되었다(8,9,10,19). PCV2 복합감염의 가장 큰 비율을 보인 PRRSV는 국내 양

<sup>1</sup>Corresponding author.  
E-mail : lyoo@konkuk.ac.kr

돈장에 상재되어 있는 것으로 항원 및 항체 검사보고를 통해 확인되고 있다(2,3). 전파 경로 또한 다양하여 뇨, 분변, 개체 간의 접촉, 유즙을 통한 전파뿐만 아니라 공기중으로 전파가 가능하므로 감염농장의 경우 지속적인 순환감염이 이루어지는 질병이다(14,16,23,27).

*Salmonella* spp.는 전세계적으로 다양하게 분포되어 있으며, 인수공통으로 문제를 일으키는 *S. typhimurium*, *S. enteritidis* 등이 있는가 하면, 숙주 특이적인 다양한 serovar를 포함한다(18,21,22). 국내 양돈장에서도 *Salmonella* 감염증에 의한 피해가 보고되고 있으며, 30일령 이상 돼지를 조사한 결과 전체 샘플의 15.72%~21.25%에서 다양한 *Salmonella* spp.들의 분리가 보고되었다(12). 실험적으로 *Salmonella* spp.와 PRRSV의 동시 감염시킬 경우 임상증상 뿐만 아니라 분변을 통해 더 많은 양의 *Salmonella*균이 배출됨을 확인할 수 있다(29).

양돈 산업에서 다양한 지표표를 사용하고 있으나, 대표적인 생산성 지표표로 연간 모돈 1두당 출하 돼지수(marked pig/sow/year, MSY)를 사용하고 있으며, 국내 양돈산업의 MSY 변화를 분석한 결과 2003년 15.6두에서 2006년 12.8두까지 감소하였으며, 2008년 15.12두로 점차 회복되고 있는 것으로 조사되었다(1).

본 연구는 양돈장의 생산성(MSY)에 따른 PRRSV, PCV2 및 *Salmonella* spp.의 분포도를 조사함으로써 농장의 생산성과 질병과의 관계를 확인하고, 또한 각 병원체간의 상관관계에 대해 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 조사 대상 농장 선정

PCV2 백신을 사용하고 있는 일괄사육 농장 중 농장의 질병에 대한 정밀 진단 의사가 있는 농장을 대상으로 직접 방문하여 현장에서 농장 현황을 'KUIP swine management practice check point'로 평가하고 모돈 두수, 이유 두수/모돈, 모돈회전율, 이유후 폐사율, 월평균 출하 두수를 통해 MSY를 조사하였다. 최종 10개 농장을 선정하여 정밀 진단에 공시하였다(Table 1).

### 샘플 채취 및 전처리

공시 농장별로 4주령, 7주령, 11주령, 17주령의 사육돈 중 건강한 개체를 대상으로 무작위 4두씩 선정하여 경정맥(Jugular vein)에서 채혈을 실시하고 혈액은 EDTA가 포함된 vacutainer (BD 367844, California, USA)와 일반 혈청분리용 vacutainer (BD 367820, California, USA)에 각각 3 ml~5 ml씩 채취하였다. EDTA 포함 혈액은 응고가 일어나지 않도록 잘 흔들어 냉장 보관하였으며, 혈청 분리용 튜브의 경우 혈청분리가 용이하도록 실온에 30분간 방치한 후 냉장 보존하여 신속히 실험실로 운송하였다. 실험실에서 항응고제 처리 혈액은 그대로 유전자 진단에 공시하였으며, 혈청분리용 혈액은 37°C 1시간 정지후 4°C에 4시간 이상 처리한 후 원심 3,000 rpm, 10분간 처리하여 혈청을 분리하였으며, 56°C

**Table 1.** Basic information of the selected experimental farms

Farms	No. of sows	MSY	Facilities and condition of pigs <sup>a</sup>		
			Facility	Management (score)	Symptom
A	40	<sub>b</sub>	***	** (10)	****
B	120	<sub>b</sub>	***	*** (23)	****
C	120	13.5	***	**** (20)	****
D	100	16	**	** (15)	***
E	400	16	****	*** (15)	***
F	120	18	***	*** (18)	***
G	200	18	****	**** (21)	*
H	230	19	***	**** (15)	*
I	200	19	***	**** (20)	*
J	145	20	***	**** (19)	*

a. Each max. score is \*\*\*\*\*/ facility: \*\*\*\*\* (\*\*\*) medium level/ management: \*\*\*\*\* (\*\*\*) medium level), application of HACCP management system or same level of management - \*\*\*\*\*/ ( ) score is a result of 'KUIP swine management practice check point'/ Symptom: \* no clinical signs, \*\*\*\*\* severe

b. There are no records. Presume to MSY below 14

30분간 비동화 처리를 실시하여 항체 검사에 공시하였다.

혈액 채취시 각 구간별로 사육공간 바닥의 설사 분변을 확인하여 멸균면봉을 이용하여 구간별 2~4개씩 무작위로 설사 분변 샘플을 채취하였으며, 시료는 냉장 상태로 실험실로 운송하였다. 해당 분변 샘플은 1 ml의 멸균 PBS에 희석하여 1,000 rpm, 1분간 원심처리한 후 상층액을 *Salmonella* spp. 분리 및 유전자 검사에 공시하였다(24,25).

### PCV2 유전자 정량

혈액 중 PCV2 정량을 위해 DNAzol<sup>®</sup> reagent (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA)를 이용하였으며, 진단에 필요한 DNA는 각각의 혈액 200 µl를 이용하여 제조사의 권장방법에 따라 추출하였다. 추출한 DNA 2 µl, iQ SYBR Green Supermix (170-8882, Bio-Rad laboratories, CA; 100 mM KCl, 40 mM Tris-HCl, pH 8.4, 0.4 mM each dNTP (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 50 U/ml iTaq DNA polymerase, 6 mM MgCl<sub>2</sub>, SYBR Green I, 20 nM fluorescein) 25 µl, PCV2-P1 primer 10 pmol, PCV2-P2 primer 10 pmol을 첨가한 후 RNase/DNase free water로 최종 50 µl를 맞추어 real-time PCR을 진행하였다. Real-time PCR (MJ opticon, Bio-Rad Laboratories, CA)은 반응조건 95°C 10분 initial denaturation 시킨 후 95°C 60 초, 60°C 60초를 40회 반복하면서 데이터를 얻었으며, 최종 melting point 확인을 통해 기대 주형의 증폭을 확인하였다.

### PRRSV 유전자 정량

혈액 중 PRRSV 정량을 위해 Trizol<sup>™</sup> reagent (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA)를 이용하였으며, 각각의 혈액 200 µl를 제조사의 권장방법에 따라 추출하였다. 진단에 필요한 RNA

는 iScript™ cDNA synthesis kit (170-8891, Bio-Rad laboratories, CA; 5x iScript reaction mix 4 µl, iScript reverse transcriptase 1 µl)를 이용하여 cDNA로 제조하였다. cDNA의 제조는 Thermal cycler (MJ mini, Bio-Rad laboratories, CA)를 이용, 25°C에 5분, 42°C에 30분, 85°C에 5분간 1회 반응하여 제조하였다. PRRSV 유전자 증폭을 위해 PCR tube에 DNA 2 µl, iQ™ Supermix (170-8860, Bio-Rad laboratories, CA; 100 mM KCl, 40 mM Tris-HCl, pH 8.4, 0.4 mM each dNTP (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 50 U/ml iTaq DNA polymerase, 6 mM MgCl<sub>2</sub>) 25 µl, PRRSV-EU1 primer 10 pmol, PRRSV-EU2 primer 10 pmol, EU-FAM probe 1 µl를 첨가한 후 RNase/DNase free water로 최종 50 µl를 맞추어 real-time PCR을 진행하였다. Real-time PCR (MJ opticon, Bio-Rad Laboratories, CA)은 반응조건 95°C 10분 initial denaturation 시킨 후 95°C 60초, 60°C 60초를 40회 반복하면서 데이터를 얻었다.

#### Salmonella spp. 유전자 검출

전처리를 완료한 분변 상층액 200 µl를 대상으로 DNAzol® reagent를 이용하여 제조사의 권장방법에 따라 DNA를 추출하였다. 추출한 DNA template 2 µl, Sal-F primer 10 pmol, Sal-R primer 10 pmol을 PCR master mix (iNtRON Biotechnology, Korea; included i-Taq DNA polymerase 2.5 U, dNTPs 2.5 mM)와 혼합하고 최종 25 µl가 되도록 RNase/DNase free water를 첨가하였다. Thermal cycler (MJ mini, Bio-Rad laboratories, CA)에서 94°C 10분간 initial denature 시킨 후, 94°C 30초 denature, 55°C 30초 annealing, 72°C 1분 extension 반응을 35회 실시하고, 최종적으로 72°C 5분 final extension 을 실시하였다. PCR 증폭을 완료한 산물 10 µl를 1.5% agar gel에 전기영동 (100 v, 25분)한 후 ethidium bromide로 염색하여 298 bp의 증폭 DNA를 확인하였다(26) (Table 2).

#### PRRSV 항체 검출

혈청 중 PRRSV 항체 역가를 측정하기 위해 herdcheck porcine reproductive and respiratory syndrome virus antibody test kit (06-04404-06, IDEXX Laboratories, USA)를 사용하였다. 제조사의 권장 방법에 따라 전처리가 끝난 혈청을 1/40으로 희석하여 100 µl씩 PRRSV antigen coated well (PRRSVW)과 control well (NHC)을 한 조로 하여 동일 샘플을 반응시켰으며, 제조사에서 제공한 표준양성혈청 (PC)과 표준음성혈청 (NC)도 동일한 방법으로 실온에서 30분간 반응시켰다. 반응완료 후 상층액을 버리고 300 µl의 washing solution 으로 3회 세척하고 100 µl anti-porcine: HRPO conjugate를 각 well에 분주하여 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응 완료 후 상층액을 버리고 동일한 방법의 세척과정을 실시하고 발색을 위해 100 µl TMB substrate solution을 넣고 실온에서 15분간 반응시킨 후 100 µl의 stop solution을 추가로 넣어 발색 반응을 정지시켰다. 결과 측정을 위해 ELISA reader (Sunrise, TECAN, Swiss)의 650 nm 파장에서 optical density (OD)를 측정하였다.

ELISA 결과 판정은 제조사의 계산식(Sample PRRSVW OD - Sample NHC OD/ PC PRRSVW OD - PC NHC OD)에 따라 S/P값을 얻었다. PRRSV 항체 유무 판정은 S/P 0.4 이상일 경우 양성으로 판정하였다.

#### Salmonella spp. 항체 검출

혈청 중 Salmonella spp. 항체 역가 (Serogroup B, C, D 항체)를 측정하기 위해 herdcheck swine salmonella antibody test kit (06-41359-02, IDEXX Laboratories Inc., USA)를 사용하였다. 제조사의 권장 방법에 따라 전처리가 끝난 혈청을 1/20으로 희석하여 100 µl씩 salmonella antigen coated well에 넣고 반응시켰으며, 제조사에서 제공한 표준양성혈청 (PC)과 표준음성혈청 (NC)도 동일한 방법으로 넣고 실온에서 30분간 반응시켰다. 반응완료 후 상층액을 버리고 300 µl의 washing solution으로 3회 세척하고 100 µl Anti-porcine:

**Table 2.** List of oligonucleotides used in the study

Primer	Sequence(5' - 3')	sense	information
PCV2-P1	GGTTATGGIATGGCGGGAGGAG	+	Cap protein region <sup>a</sup>
PCV2-P2	CGCTCTGTGCCCTTTGAATACTAC	-	
PRRSV-EU1	AACTTATGCTCCGGTGTTCATCTTG	+	ORF1b region <sup>a</sup>
PRRSV-EU2	CAAAATCCCAAATAGAACCGTCCAC	-	
PRRRV-NA1	TGCAGGGCTTGTTTGATCTTCC	+	
PRRSV-NA2	CTGAATTTATCCCCGTTGCCTAGAG	-	
EU-FAM	56-FAM- ACCTCACCCACCGTCCCTTGTCGA-3BHQ_1	+	
NA-HEX	5HEX-AGGCACACCCGTCAACCTCGCAGT-3BHQ_1	+	
Sal-F	TTGGTGTATTATGGGGTTCGTT	+	(22)
Sal-R	GGGCATACCATCCAGAGAAA	-	

a. Made by Biosearch technologies Inc., USA

HRPO conjugate를 각 well에 분주하여 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응 완료 후 상층액을 버리고 동일한 방법의 세척과정을 실시하고 발색을 위해 100 µl TMB substrate solution을 넣고 실온에서 15분간 반응시킨 후 100 µl의 stop solution을 추가로 넣어 발색 반응을 정지시켰다. 결과 측정을 위해 ELISA reader (Sunrise, TECAN, Swiss)의 650 nm 파장에서 optical density (OD)를 측정하였다.

ELISA 결과 판정은 제조사의 계산식 (sample OD - NC OD/ PC OD - NC OD)에 따라 S/P값을 얻었다. *Salmonella* spp. 항체 유무 판정은 S/P 0.25 이상일 경우 양성으로 판정하였다.

### *Salmonella* spp. 균 분리

분변 전처리 상층액 100 µl를 buffered peptone water에 접종하여 37°C에서 16시간 예비 증균을 하고 Rappaport and Vassiliadis broth (1.07700,0500, MERK, Germany)에 넣어 42°C에서 24시간씩 2회 계대하며 증균하였다. *Salmonella* 선택배지인 SS agar, XLD agar, Rambach agar와 MacConkey agar 등에 도말하여 37°C, 18시간 배양하였다(24).

### Real-time PCR 바이러스 함량 추정 및 통계처리

Real-time PCR의 Ct값의 데이터를 바이러스 유전자수로 평가하기 위한 통계처리는 MJ opticon monitor™ analysis software (ver.3.1, Bio-Rad Laboratories, CA)를 이용하였으며, Ct값 대비 바이러스 함량을 도출하는 공식은 Kenneth 등의 연구 결과를 따랐다(13). 측정된 결과값의 빈도 및 기술통계는 microsoft excel 2007과 SPSS 10.0.7 window program (SPSS Inc., USA)을 이용하였다.

## 결 과

### PRRSV 항원 및 항체 진단 결과

전체 공시 혈청의 61.54%가 PRRSV 항체 양성을 보였으며, 양성 빈도수는 11주령이 가장 높게 나타났다. 반면에 혈액 중 PRRSV 유전자 검출율은 전체 공시 샘플을 대상으로 할 경우 3.58%의 낮은 수준을 보였으나, 샘플 구간별 양성율은 7주령이 10%로 높게 나타났다(Table 3).

상기 검사 결과를 MSY 19두 이상 농장군과 미만 농장군으로 분류하여 PRRSV 항체 및 항원 양성율의 분포를 비교

**Table 3.** Prevalence of PRRSV antigen, antibody in the swine farms

Type of pathogen	Type of test	Total result	Positive rate <sup>a</sup>			
			4wks	7wks	11wks	17wks
PRRSV	Antigen(PCR)	6/156 (3.85%)	1/36 (2.8%)	4/40 (10%)	1/40 (2.5%)	0/40
	Amount of virus <sup>b</sup>	1.23 ± 0.13	1.20 ± 0.00	1.29 ± 0.10	1.02 ± 0.00	0
	Antibody(ELISA)	96/156 (61.54%)	18/36 (50%)	23/40 (57.5%)	28/40 (70%)	27/40 (67.5%)
PCV2	Antigen(PCR)	15/156 (9.62%)	0/36	2/40 (5%)	8/40 (20%)	5/40 (12.5%)
	Amount of virus <sup>b</sup>	2.65 ± 1.54	0	3.24 ± 1.27	3.29 ± 1.67	1.39 ± 0.27
	Antigen(PCR)	7/105 (6.8%)	1	0	3	3
<i>Salmonella</i>	Bac. Isolation	0/105 (0.0%)				
	Antibody (ELISA)	35/156 (22.44%)	1/36 (2.8%)	3/40 (7.5%)	18/40 (51.4%)	13/40 (37.1%)

a. No. of positive/no of total test samples (%),

b. Amount of virus= qualification of virus: mean ± SD, unit:log10 copy/ 200 µl

**Table 4.** Prevalence of PRRSV, PCV2 and *Salmonella* antigen and antibody with MSY above 19 and below 19

Type of test	Type of farms	Total result	Positive <sup>a</sup> (%)			
			4wks	7wks	11wks	17wks
PRRSV antibody ELISA	MSY 19 ≤ <sup>b</sup>	19/48 (40%)	3/12 (25%)	3/12 (25%)	6/12 (50%)	7/12 (58%)
	MSY 19 > <sup>c</sup>	81/108 (75%)	15/24 (63%)	20/28 (71%)	22/28 (79%)	24/28 (86%)
PRRSV PCR	MSY 19 ≤	0/48	0/12	0/12	0/12	0/12
	MSY 19 >	6/108 (5.6%)	1/24 (4.2%)	4/28 (14.3%)	1/28 (3.6%)	0/28
PCV2 PCR	MSY 19 ≤	2/48 (4.17%)	0/12	0/12	1/12 (8.3%)	1/12 (8.3%)
	MSY 19 >	13/108 (12.04%)	0/24	2/28 (7.1%)	7/28 (25%)	4/28 (14.3%)
<i>Salmonella</i> antibody ELISA	MSY 19 ≤	5/48 (10.42%)	0/12	0/12	3/12 (25%)	2/12 (16.7%)
	MSY 19 >	30/108 (27.78%)	1/24 (4.2%)	3/28 (10.7%)	15/28 (53.6%)	11/28 (39.3%)

a. Number of positive/ number of total test samples

b. MSY 19 ≤ : farm with MSY above 19 heads

c. MSY 19 > : farm with MSY below 19 heads

분석하여 보았다. MSY 19두 이상인 농장군 전체 샘플에 대한 PRRSV 항체 양성율은 40%였으며, 4주령~7주령은 25%의 항체 양성율을 보였다. 반면에 MSY 19두 미만인 농장군은 전체 샘플에 대한 항체 양성율은 75%를 보였으며, 4주령~17주령까지 63~86%의 높은 항체 양성율을 보였다.

혈액 중 PRRSV 유전자 양성율의 경우 MSY 19두 이상인 농장군의 경우 전체 샘플에서 항원이 검출되지 않았으며, MSY 19두 미만인 농장군의 경우 4주령, 7주령, 11주령 구간에서 혈액중 PRRSV 항원이 검출되었으며 그 빈도는 7주령 (4/28)이 높은 것으로 나타났다(Table 4).

### PCV2 항원 및 항체 진단 결과

전체 공시 혈청의 9.6%에서 PCV2 바이러스 항원이 검출되었으며 7주령 이상의 일령 구간에서 항원이 검출되었으며, 검출빈도는 11주령 (구간 분리율 20%), 17주령 (구간 분리율 12.5%), 7주령 (구간 분리율 5%) 순으로 나타났다. 각 구간별로 검출된 혈액 중 바이러스 유전자를 정량 (log<sub>10</sub> copy/혈액 200 µl)한 결과 11주령 (3.29 ± 1.67), 7주령 (3.24 ± 1.27), 17주령 (1.39 ± 0.27)순으로 확인되었다(Table 3).

PCV2에 대한 혈액 중 항원 검출율을 MSY 19두 이상인 농장군과 19두 미만인 농장군으로 구분하여 비교하여 본 결과 MSY 19두 이상인 농장군의 경우 4.17% (2/48)의 전체 항원 검출율을 보였으며, MSY 19두 미만인 농장군의 PCV2 항원 검출율은 12.04% (13/108)로 MSY 19두 이상인 농장군과 비교하여 상대적으로 높은 양성율을 보였다(Table 4).

### Salmonella 항원 및 항체 검출 결과

분변에서 *Salmonella* 검출을 위해 세균분리를 실시하였으나, 분변 중 *salmonella* 균은 분리되지 않았다.

분변 중 *Salmonella* spp.에 대한 PCR검사를 진행한 결과 105개의 분변 중 7건이 *Salmonella* 유전자 양성 (6.8%)으로 확인되었으며, 구간별로 4주령, 11주령, 17주령 구간에서 양성 나타났다. *Salmonella* serotype B, C, D에 대한 항체 검사 결과 전체 샘플에 대한 양성율은 22.4%였으며, 양성 빈도는 11주령 (구간 양성율 51.4%), 17주령 (구간 양성율 37.1%), 7주령 (구간 양성율 7.5%), 4주령 (구간 양성율 2.8%) 순으로 확인되었다(Table 3).

MSY 19두 이상인 농장군과 MSY 19두 미만인 농장군의 *Salmonella* 항체 양성율을 비교해 보았다. MSY 19두 이상인 농장군의 전체 샘플 양성율은 10.42% (5/48)이었으며, 11주령과 17주령에 각각 구간 항체 양성율 25% (3/12), 16.7% (2/12)를 보였다. MSY 19두 미만인 농장의 전체 샘플 양성율은 27.8% (30/108)이며, 구간별 양성율은 11주령 53.6% (15/28), 17주령 (39.3%), 7주령 10.7% (3/28), 4주령 4.2% (1/24) 순으로 확인되었다. MSY 19두 미만 농장군은 MSY 19두 이상 농장군과 비교하여 상대적으로 11주령과 17주령의 구간 양성율이 2배 이상 더 높으며, MSY 19두 이상군과 달리 4주령과 7주령에서도 항체 양성율을 보이고 있다(Table 4).

## 고 찰

본 연구는 양돈장에 분포하는 다수의 질병 중 PRRSV, PCV2, *Salmonella* spp.에 한정하여 조사 연구되었으며, 2009년 써코백신 조사 연구 보고서에 의하면 PCV2 백신을 적용하였지만, 아직 안정되지 않은 농장의 평균 MSY가 19.1두로 보고되어 이를 기준으로 농장군을 MSY 19두 기준으로 분리하여 평가하였다(1). 공시 농장 중 조사 대상 병원체가 없는 농장은 없었으며, PRRSV의 항체 양성 분포율은 조사 구간에서 고른 양성 분포를 보이는 반면, *Salmonella*의 항체 양성 분포율은 11주령과 17주령에 비율이 높은 것으로 나타났다. 각 병원체에 대한 유전자 양성율은 10% 미만을 보이고 있으며, 구간별 양성율 빈도는 PRRSV는 7주령, PCV2와 *Salmonella*는 11주령 이후에 높게 나타났다. 농장내 PRRSV의 바이러스혈증 (viremia) 발생 일령이 PCV2보다 빠르며, 반면에 *Salmonella* 배출 시기는 PCV2와 유사한 것으로 추정된다.

본 연구와 관련한 유사 보고에서 Murakami 등(17)의 경우 검사 의뢰 샘플에서 PCV2와 PRRSV 혼합 감염의 경우가 83.3%였으며, 이중 PCV2, PRRS, *Salmonella*가 모두 감염된 개체는 55.6%이었다. Willis 등(29)의 실험에 의하면 *Salmonella*와 PRRSV에 모두 노출된 그룹은 43%의 폐사가 있었으나, PRRSV 또는 *Salmonella*를 따로 접종한 경우 임상증상도 나타나지 않았으며, 두 병원체에 모두 노출된 그룹이 그렇지 않은 그룹과 비교하여 상대적으로 PRRSV의 혈중 함량과 분변중의 *Salmonella* 배출량이 높았던 것으로 확인되었다. 박 등(3)의 보고에서 국내 2005년 PRRSV 항체 양성 분포율이 전체 샘플의 68.9%였으며, 사육 일령이 증가할수록 양성율이 높게 나타났다.

혈액 중 PRRSV 검출 결과는 양성 빈도수가 낮아 MSY 19두를 기준으로 비교 분석한 결과에 통계적 유의성을 적용하기는 어려우나 4주령부터 7주령 구간의 항체 양성율이 MSY 19두 이상인 농장군과 비교하여 2배 이상 높았으며, MSY 19두 이상 농장군에서는 이 구간에 PRRSV 항원이 검출되지 않은 반면, 항원 양성 6건 모두 MSY 19두 미만 그룹의 4주령부터 11주령 구간에서 나타났으며, 7주령에 감염이 가장 많이 일어난다.

본 연구에서 MSY 성적이 낮은 농장군의 경우 전체 구간에서 높은 항체 양성율을 보이며 혈액중 바이러스 검출 빈도가 어린 일령에 높게 나타나는 현상에 대해 임상적으로 모돈군에서 PRRSV가 안정화되어 있지 않은 경우 포유기간 중 수직감염 자돈의 출현 빈도가 높아지고, 이유시 돈군합사를 실시하여 급속도로 감염율이 증가하기 때문이라고 추정할 수 있다. 또한 일령 구간별로 PRRSV의 항원 검출 결과와 항체 검출 결과가 부합되지 않는 이유는 PRRSV에 대한 백신적용에 기인한 중화항체의 출현 및 간섭 영향으로 보이며, 17주령에 혈액 중 항원이 검출되지 않는 이유로 4주령부터 11주령 구간의 바이러스 노출 이후 형성된 중화항체에 의한 간섭 작용으로 추정된다(15).

혈액내 PCV2 바이러스 함량을 추정하는 real-time PCR 결과 구간별 평균 바이러스 함량은 1.39~3.29 (log<sub>10</sub> copies/200 μl)인 것으로 조사되었다. 본 시험에 공시된 개체는 사육구간의 건강한 개체를 대상으로 하였으며, Brunborg 등(6)의 연구 결과에 따르면 PCV2가 감염된 건강한 개체의 혈청 중 바이러스 검출함량과 유사한 함량을 보이는 것으로 확인되었다.

MSY 19두 미만 농장군의 PCV2 유전자 양성구간의 평균 바이러스 함량이 7주령과 11주령에 3.24~3.29 (log<sub>10</sub> copies/200 μl)인 반면 17주령 1.39 (log<sub>10</sub> copies/200 μl)로 낮아지는 이유에 대해 백신 또는 감염 이후 중화항체 형성과 관련이 있을 것으로 추정된다. Pensaert 등(20)의 보고 결과에 따르면 PCV2 바이러스의 혈중 바이러스 함량의 경우, PCV2 바이러스에 노출된 이후 7주까지 높은 수치의 바이러스가 검출됨을 확인할 수 있다.

본 연구 결과를 종합하여 PCV2, PRRSV, *Salmonella*의 상호 연관 관계에 대해 다음과 같은 추론이 가능하다. 공시 농장 모두 PCV2 백신을 사용하고 있으므로 농장의 생산성 저하와 관련된 1차적 요인을 구간별 질병분포도로 추정한다면, PRRSV를 주목할 수 있다. MSY 19두 미만의 농장에서 PRRSV의 감염이 초기 (4주령~11주령)에 나타나고, 이로 인한 면역저하로 이미 감염되어 있지만 면역기전의 역제를 받던 PCV2의 복제가 활발하게 이루어져 다량의 바이러스를 혈액 중으로 배출 (7주령~11주령)하여 임상 증상을 나타낼 수 있다. 이 시기에 *Salmonella* 항체 양성율과 검출율이 높아지는 결과를 통해 분변 중 배출량이 증가하고 주변 개체에 감염을 일으킬 가능성이 높아진다.

## 결론

본 연구에서 PRRSV, PCV2 및 *Salmonella* spp. 에 대한 구간별 분포 분석을 실시한 결과 생산성이 낮은 농장일수록 질병 분포가 다양하며, 검출 구간이 넓은 것으로 확인되었으며, 대상 질병의 상호 연관 관계는 PCV2 백신을 시행하더라도 어린 일령 구간의 PRRSV 움직임에 따라 상재 질병이 연관되어 질병으로 인한 손실을 안겨줄 수 있음을 확인하였다. 따라서 생산성이 낮은 농장의 경우 농장의 상재 질병의 움직임에 대한 체계적인 진단을 통해 각 사육 구간별 방역·방제 대책 수립이 필요하며, 본 연구를 확대함으로써 농장 생산 성적별 상재 질병의 연관 관계를 연구하여 상재질병으로 인한 피해를 최소화할 수 있는 대책 마련이 시급하다.

## 참고 문헌

- 류영수, 선우선영, 정호경, 이성석. 썬코(자가)백신 조사 연구: 대한양돈협회, 2009.
- 박최규, 김현수. 번식돈에서의 돼지 생식기 호흡기증바이러스 항체 분포 조사. 가축위생학회지 2004; 27: 89-94.
- 박최규, 윤하정, 이창희, 정병열, 이경기, 김현수. 혈청학적 분석을 통한 돼지 생식기 호흡기증후군의 농장단위 감염 유형. 대한수의학회지 2008; 48: 67-73.
- 송주호, 우병준, 허덕, 박선일. 가축질병의 경제적 영향 분석: 한국농촌경제연구원, 2006.
- An DJ, Roh IS, Song DS, Park CK, Park BK. Phylogenetic characterization of porcine circovirus type 2 in PMWS and PDNS Korean pigs between 1999 and 2006. Virus Res 2007; 129: 115-122.
- Brunborg IM, Moldal T, Jonassen CM. Quantitation of porcine circovirus type 2 isolated from serum/plasma and tissue samples of healthy pigs and pigs with postweaning multisystemic wasting syndrome using a TaqMan-based real-time PCR. J Virol Methods 2004; 122: 171-178.
- Chae C. A review of porcine circovirus 2-associated syndromes and diseases. Vet J 2005; 169: 326-336.
- Fachinger V, Bischoff R, Jedidia SB, Saalmuller A, Elbers K. The effect of vaccination against porcine circovirus type 2 in pigs suffering from porcine respiratory disease complex. Vaccine 2008; 26: 1488-1499.
- Fan H, Ju C, Tong T, Huang H, Lv J, Chen H. Immunogenicity of empty capsids of porcine circovirus type 2 produced in insect cells. Vet Res Commun 2007; 31: 487-496.
- Fort M, Sibila M, Perez-Martin E, Nofrarias M, Mateu E, Segales J. One dose of a porcine circovirus 2 (PCV2) sub-unit vaccine administered to 3-week-old conventional piglets elicits cell-mediated immunity and significantly reduces PCV2 viremia in an experimental model. Vaccine 2009; 27: 4031-4037.
- Gillespie J, Opriessnig T, Meng XJ, Pelzer K, Buechner-Maxwell V. Porcine circovirus type 2 and porcine circovirus-associated disease. J Vet Intern Med 2009; 23: 1151-1163.
- Kim EM, Kim HK, Park SJ, Lee CS, Luo Y, Moon HJ, et al. Prevalence and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* spp. Isolated from different aged pigs in Korea. Korean J Vet Res 2007; 47: 395-398.
- Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2<sup>-ΔΔC<sub>T</sub></sup> Method. Methods 2001; 25: 402-408.
- Maes D, Nauwynck H, Rijsselaere T, Mateusen B, Vyt P, de Kruif A, et al. Diseases in swine transmitted by artificial insemination: an overview. Theriogenology 2008; 70: 1337-1345.
- Mengeling WL, Lager KM. A brief review of procedures and potential problems associated with the diagnosis of porcine reproductive and respiratory syndrome. Vet Res 2000; 31: 61-69.
- Mortensen S, Stryhn H, Sogaard R, Boklund A, Stark KD, Christensen J, et al. Risk factors for infection of sow herds with porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus. Prev Vet Med 2002; 53: 83-101.
- Murakami S, Ogawa A, Kinoshita T, Matsumoto A, Ito N, Nakane T. Occurrence of swine salmonellosis in postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) affected pigs concurrently infected with porcine reproduction and respiratory syndrome virus (PRRSV). J Vet Med Sci 2006; 68: 387-391.
- Murray CJ. Salmonellae in the environment. Rev Sci Tech 1991; 10: 765-785.
- Opriessnig T, Meng XJ, Halbur PG. Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. J Vet Diagn Invest 2007; 19: 591-615.
- Pensaert MB, Sanchez RE, Jr., Ladekjaer-Mikkelsen AS, Allan GM, Nauwynck HJ. Viremia and effect of fetal infection with porcine viruses with special reference to porcine circovirus 2 infection. Vet Microbiol 2004; 98: 175-183.

21. Pfeifer CG, Marcus SL, Steele-Mortimer O, Knodler LA, Finlay BB. Salmonella typhimurium virulence genes are induced upon bacterial invasion into phagocytic and nonphagocytic cells. *Infect Immun* 1999; 67: 5690-5698.
22. Popoff MY, Bockemuhl J, Gheesling LL. Supplement 2001 (no. 45) to the Kauffmann-White scheme. *Res Microbiol* 2003; 154: 173-174.
23. Rossow KD, Bautista EM, Goyal SM, Molitor TW, Murtaugh MP, Morrison RB, et al. Experimental porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in one-, four-, and 10-week-old pigs. *J Vet Diagn Invest* 1994; 6: 3-12.
24. Ruiz J, Sempere MA, Varela MC, Gomez J. Modification of the methodology of stool culture for Salmonella detection. *J Clin Microbiol* 1992; 30: 525-526.
25. Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Taylor DJ. Disease of swine. 8th ed. Aims, Iowa: Iowa State University Press, 1999.
26. Suh DK, Song JC. Simultaneous detection of Lawsonia intracellularis, Brachyspira hyodysenteriae and Salmonella spp. in swine intestinal specimens by multiplex polymerase chain reaction. *J Vet Sci* 2005; 6: 231-237.
27. Wagstrom EA, Chang CC, Yoon KJ, Zimmerman JJ. Shedding of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in mammary gland secretions of sows. *Am J Vet Res* 2001; 62: 1876-1880.
28. Wellenberg GJ, Stockhofe-Zurwieden N, de Jong MF, Boersma WJ, Elbers AR. Excessive porcine circovirus type 2 antibody titres may trigger the development of porcine dermatitis and nephropathy syndrome: a case-control study. *Vet Microbiol* 2004; 99: 203-214.
29. Wills RW, Gray JT, Fedorka-Cray PJ, Yoon KJ, Ladely S, Zimmerman JJ. Synergism between porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and Salmonella choleraesuis in swine. *Vet Microbiol* 2000; 71: 177-192.