

경남지역 야생 멧돼지의 바이러스성 질병 감염 실태 조사

김철호^{1†} · 손용우^{2*} · 최유정¹ · 고병호¹ · 강원화¹ · 김경애¹ · 이승윤² · 김우현^{2*}

경상남도 동물위생시험소¹, 경상국립대학교 수의과대학²

The prevalence of viral diseases in wild boars (*Sus scrofa*) in Gyeongsangnam-do, South Korea

Cheol-Ho Kim^{1†}, Yongwoo Son^{2†}, Yu-Jeong Choi¹, Byeong Hyo Ko¹, Weon Hwa Kang¹, Gyeong Ae Kim¹, Seungyun Lee², Woo Hyun Kim^{2*}

¹Gyeongnam Veterinary Service Laboratory, Jinju 52733, Korea

²College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Received March 5, 2023
Revised March 16, 2023
Accepted March 20, 2023

Corresponding author:

Woo Hyun Kim

E-mail: woohyun.kim@gnu.ac.kr

https://orcid.org/0000-0002-6874-6787

[†]These first two authors contributed equally to this work.

Wild boar is closely related to domestic pigs in terms of genetic homogeneity and the possibility of a source of infection by contact. This study investigated the prevalence of viral diseases from wild boars inhabiting Gyeongsangnam-do, South Korea. A total of 374 blood samples were collected and subjected to antigen tests to detect African swine fever virus (ASFV), Porcine circovirus type-2 (PCV2), Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV). For seroprevalence, PCV2, PRRS, classical swine fever virus (CSFV), Aujeszky's disease (ADV), and foot and mouth disease virus (FMDV) were investigated. The antigenic analysis revealed 73 positive cases (19.5%) for PCV2, while no positive cases for ASFV and PRRSV. For the antibody test, 225 (60.2%), 2 (0.5%), and 48 (12.8%) cases were detected against PCV2, PRRSV, and CSFV, respectively. There were no antibodies detected against both ADV and FMDV. Our results suggest that the viruses infecting both wild boar and domestic pig, mainly PCV2, are circulating in the wild boar population thus, the consistent monitoring of prevalence in wild boar will be needed for transboundary spillover to the domestic pig.

Key Words: Wild boar, Viral diseases, Gyeongsangnam-do, South Korea

서론

멧돼지(*Sus scrofa*)는 전 세계 많은 국가들에 걸쳐 분포하는 토착종으로, 2019년 국내 아프리카돼지열병(African swine fever, ASF) 발생 이후 대대적인 야생 멧돼지 포획 정책으로 인해 서식밀도가 감소했지만, 2021년 조사 결과 해발 500 m 이상의 서식밀도가 증가하는 것으로 나타났다(NIBR, 2021). 멧돼지의 개체 수 증가는 농작물 피해 및 도심 출몰로 사회적 문제가 되며, 사육하는 돼지 농가와와의 접촉 빈도 증가로 인해 멧돼지와 사육 돼지 사이의 세균, 바이러스, 기생충 등의 순환 감염은 양돈 산업에 심각한 문제가 되고 있다(Gortázar 등, 2007; Ju 등, 2020). 멧돼지와 사육 돼지는 동일한 종으로 같은 바이러스를

공유할 수 있다. 멧돼지는 ASF바이러스(ASFV), 돼지열병바이러스(Classical swine fever virus, CSFV), 돼지오제스키병바이러스(Aujeszky's disease virus, ADV), 돼지 썩코바이러스 2형(Porcine circovirus type 2, PCV2) 등 다양한 바이러스들의 숙주 역할을 하는 것으로 추정된다(Meier와 Ryser-Degiorgis, 2018; Zhou, 2019; Nisavic 등 2021). ASF는 사육 돼지에서 최대 100%의 치사율을 나타내는 고병원성 질병으로 국내 ASF의 전파에 야생 멧돼지가 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(Jo와 Gortázar, 2021), 2019년 첫 발생 이후 2023년 2월까지 2,800건이 넘는 양성 개체가 발견되는 등 야생 멧돼지 군집에서 빠르게 확산되어 양돈 농가를 위협하고 있다. PCV2는 양돈 산업에서 가장 중요한 바이러스 중 하나로, 9개의 유전

형(PCV2a-i)으로 분류된다. 국내에서 주로 유행하는 PCV2a, PCV2b, PCV2d 유전형 중 최근에는 PCV2d가 가장 높은 발생을 나타내며 새로운 PCV2e의 존재가 확인되었다(Park과 Chae, 2021). 최근 국내에서 PCV2 발생 농가 조사에서 각각 11.1% (2019~2020년, 1,276 혈청 시료 대상), 36.3% (2015~2016년, 471 조직 및 혈청 시료 대상)의 PCV2 감염이 확인되어 지속적인 피해를 일으키고 있다(Kim 등, 2018; Wang 등, 2020). PCV2는, 여러 병원체들과 복합적으로 감염되어 썩코 바이러스관련질병(Porcine circovirus-associated diseases, PCVAD) 등을 일으키며(Opriessnig 등, 2007; Grau-Roma 등, 2011) 야생 멧돼지가 질병 전파의 요인일 가능성이 있는 것으로 보고되었다(Song 등, 2020; Hu 등, 2022). PRRS의 경우, 국내 돼지 농장에서 2005년에서 2009년 사이의 조사에서 전체 198 농장 중 117 농장에서 양성이 확인되었으며, 2007~2008년 조사에서 155 시료 중 51개의 시료에서 항원이 검출되어 32.9%의 항원 양성률을 기록하였다(Lee 등, 2010; Choi 등, 2013).

경상남도 행정통계에 따르면 2022년 기준 경남지역에 서식하는 야생 멧돼지와 사육 돼지의 수는 각각 18,222마리, 998,570마리에 달하는 것으로 추정, 확인되며(Table 1), 경남 지역 야생 멧돼지에서 유행하는 바이러스성 질병의 감염 실태에 대한 데이터가 부족한 현실이다. 따라서 경남 15개 시군에서 포획 또는 폐사된 야생 멧돼지 혈액 시료에서 바이러스성 질병의

감염 실태를 조사함으로써 경남지역 내 야생 멧돼지의 바이러스성 질병 방역대책 수립을 위한 기초적인 데이터 작성에 목적을 두고 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

검사에 사용된 시료는 총기 또는 포획틀에 의해 포획된 야생 멧돼지 혈액 시료 374점으로 2021년 8월부터 2022년 4월까지 환경부의 ASF 진단 체계 재정비 사업의 일환으로 야생생물관리 협회의 협조를 받아 경상남도 15개 시군에서 수집되었고, 경상남도 동물위생시험소로 송부되어 검사에 사용되었다. 혈액 시료는 포획 현장에서 EDTA 튜브(BD Vacutainer® EDTA Tubes, BD, USA)를 이용하여 채취하였다. 검사 항목으로는 Table 2와 같이 6개 질병에 대한 검사를 실시하였다.

항원검사

멧돼지 시료에서 ASFV, PCV2, PRRSV 항원검사를 위하여 전혈 374점에서 DNA 또는 RNA를 추출(Viral Gene-spin Viral DNA/RNA Extraction Kit, Intron Biotechnology, South Korea)하였다. ASFV의 항원검사는 시판되는 VDX®

Table 1. Estimated population of wild boars and domestic pigs in Gyeongsangnam-do

Area	Estimated No. of wild boars	No. of collected samples	No. of pig farms	No. of domestic pigs
Changwon-si	1,142	68	64	51,909
Jinju-si	1,165	5	69	50,679
Tongyeong-si	440	0	8	1,766
Sacheon-si	641	7	40	20,602
Gimhae-si	605	6	112	198,423
Miryang-si	1,366	0	33	77,986
Geoje-si	738	28	0	2,668
Yangsang-si	894	26	48	57,621
Uiryeong-gun	910	23	26	53,102
Haman-gun	635	35	46	66,973
Changnyeong-gun	827	32	37	44,560
Goseong-gun	896	22	46	81,555
Namhae-gun	603	24	21	6,099
Hadong-gun	1,203	0	33	36,608
Sancheong-gun	1,548	5	68	34,272
Hamyang-gun	1,345	9	95	37,921
Geochang-gun	1,452	43	54	43,3342
Hapcheon-gun	1,813	41	109	132,4844
Total	18,222	374	918	998,570

Table 2. Diagnostic method used for viral diseases in wild boars

Target	Pathogen	Method	Approved commercial kit
Antigen	ASFV	qPCR	VDx [®] ASFV qPCR (MEDIAN Diagnostics)
	PCV2 PRRSV	qRT-PCR	VDx [®] PRRSV/PCV2 qRT-PCR (MEDIAN Diagnostics)
Antibody	CSFV	ELISA	VDPPro [®] CSFV AB ELISA (MEDIAN Diagnostics)
	PCV2		VDPPro [®] PCV2 AB ELISA (MEDIAN Diagnostics)
	PRRSV		IDEXX PRRS X3 Ab Test (IDEXX)
	ADV		Pseudorabies Virus gpl Antibody Test Kit (IDEXX)
	FMDV		VDPPro [®] FMDV NSP AB ELISA (MEDIAN Diagnostics)

ASFV qPCR (MEDIAN Diagnostics, South Korea)를 이용해 제조사의 설명에 따라 실시하였으며, PCV2, PRRSV의 항원 검사는 시판되는 VDx[®] PRRSV/PCV2 qRT-PCR (MEDIAN Diagnostics)를 이용해 제조사의 설명에 따라 실시하였다.

항체검사

항체 검사를 위해 EDTA 튜브의 혈액을 원심분리 (1,000 xg, 15 min) 후 혈장에서 멧돼지의 CSFV, PCV2, PRRSV, ADV, FMDV 항체검사를 위하여 각각 VDPPro[®] CSFV AB ELISA (MEDIAN Diagnostics), VDPPro[®] PCV2 AB ELISA (MEDIAN Diagnostics), IDEXX PRRS X3 Ab Test (IDEXX, USA), Pseudorabies Virus gpl Antibody Test Kit (IDEXX), VDPPro[®] FMDV NSP AB ELISA (MEDIAN Diagnostics)를 이용하여 제조사의 설명에 따라 ELISA reader (Molecular devices, USA)를 이용하여 검사를 실시하였다.

통계처리

성별과 무계에 따른 멧돼지 바이러스 질병 검사 양성률의 차이는 카이제곱검정(지역별 및 무계별 양성률)과 피셔의 정확검정(성별 양성률)을 이용하여 분석(GraphPadPrism Ver.9.3.0, GraphPad Software, USA)하고 통계적 유의성을 검정하였다.

며, 225점(60.2%, 36.8~100%)에서 항체가 검출되었고 64점(17.1%, 0~43.8%)의 혈액 시료에서 항원과 항체가 모두 검출되었다. 이는 전체 PCV2 항원 양성시료 73점 중 64점(87.7%)의 시료에서 항체가 검출된 것으로 대부분의 PCV2 항원 양성 개체가 항체 양성으로 나타났다. 지역별 분포에서 PCV2 항원은 김해시, 산청군, 함양군을 제외한 모든 시군에서 검출되었으며, 창녕군(43.8%), 사천시(42.9%), 남해군(37.5%), 거창군(30.2%) 순으로 나타났다. 또한 모든 시군에서 PCV2에 대한 항체가 검출되었으며 진주시(100%), 사천시(100%), 의령군(87%), 거창군(81.4%), 산청군(80%) 순으로 나타났다. PCV2 항원 및 항체 검사 결과는 지역별로 유의적인 차이가 있는 것이 통계적으로 확인되었다($P < 0.05$). 시료가 수집된 지역의 사육 돼지의 수 및 추정된 야생 멧돼지 수와 질병 양성률 사이의 관련성을 알아보기 위하여 각각의 지역별 집단 크기와 PCV2 항체 양성률을 분석한 결과, 각각의 집단과 PCV2 항체 양성률 사이의 상관 관계는 확인되지 않았다(Fig. 1). PRRSV의 항원, 항체검사 결과 혈액 시료에서 북미형 항원(NA type)과 유럽형 항원(EU type)은 모두 검출되지 않았으나 2점(거제시, 합천군, 0.5%)에서 항체가 확인되었다. CSFV는 검사 결과 48점(12.8%, 0~27.9%)에서 항체가 검출되었으며, 지역별로 거창군(27.9%), 양산시(19.2%), 김해시(16.7%), 창녕군(15.6%) 순으로 나타났다. 검사된 모든 시료에서 ASFV의 항원은 검출되지 않았으며, ADV와 FMDV의 항체 검사 결과는 모두 음성으로 확인되었다.

결 과

질병검사

경남 15개 시군에서 시행한 멧돼지 혈액 374점에 대한 질병검사 결과를 Table 3에 나타내었다. PCV2의 항원, 항체검사 결과 73점(평균 19.5%, 0~43.8%)에서 항원이 검출되었으

성별, 무계별 질병검사

전체 야생 멧돼지 시료 중 양성 시료를 포함하는 PCV2, PRRSV, CSFV에 대하여 야생 멧돼지의 성별과 체중에 따라 질병 양성률의 차이를 나타내는지 알아보기 위해 분석을 진행하였다. 포획된 야생 멧돼지 연령의 정확한 판정이 불가하여 연령과 상관 관계를 가지는 체중을 30 kg 단위로 구분하여 분석하였다.

Table 3. Summary of the antigen and/or antibody detection in wild boars from Gyeongsangnam-do

Location	No. of tested	No. of positive (%)									
		PCV2 infection			PRRS			ASF	CSF	AD	FMD
		Ag*	Ab*	Ag+Ab* [†]	NA Ag	EU Ag	Ab	Ag	Ab		
Changwon-si	68	9 (13.2)	25 (36.8)	8 (11.8)	0	0	0	0	10 (14.7)	0	0
Jinju-si	5	1 (20)	5 (100)	1 (20)	0	0	0	0	0	0	0
Sacheon-si	7	3 (42.9)	7 (100)	3 (42.9)	0	0	0	0	0	0	0
Gimhae-si	6	0	3 (50)	0 (0)	0	0	0	0	1 (16.7)	0	0
Geoje-si	28	5 (17.9)	10 (35.7)	4 (14.3)	0	0	1 (3.6)	0	4 (14.3)	0	0
Yangsang-si	26	1 (3.8)	12 (46.2)	1 (3.8)	0	0	0	0	5 (19.2)	0	0
Uiryeong-gun	23	2 (8.7)	20 (87)	2 (8.7)	0	0	0	0	0	0	0
Haman-gun	35	7 (20)	14 (40)	5 (14.3)	0	0	0	0	4 (11.4)	0	0
Changnyeong-gun	32	14 (43.8)	24 (75)	14 (43.8)	0	0	0	0	5 (15.6)	0	0
Goseong-gun	22	2 (9.1)	16 (72.7)	1 (4.5)	0	0	0	0	3 (13.6)	0	0
Namhae-gun	24	9 (37.5)	15 (62.5)	7 (29.2)	0	0	0	0	2 (8.3)	0	0
Sancheong-gun	5	0	4 (80)	0 (0)	0	0	0	0	0	0	0
Hamyang-gun	9	0	6 (66.7)	0 (0)	0	0	0	0	1 (11.1)	0	0
Geochang-gun	43	13 (30.2)	35 (81.4)	13 (30.2)	0	0	0	0	12 (27.9)	0	0
Hapcheon-gun	41	7 (17.1)	29 (70.7)	5 (12.2)	0	0	1 (2.4)	0	1 (2.4)	0	0
Total	374	73 (19.5)	225 (60.2)	64 (17.1)	0	0	2 (0.5)	0	48 (12.8)	0	0

*Data that significantly different in regional groups by chi-square test ($P<0.05$), [†]Samples detected for both antigen and antibody. Ag, Antigen; Ab, Antibody; PCV2, Porcine Circovirus Type 2; PRRS, Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome; ASF, African Swine Fever; CSF, Classical Swine Fever; AD, Aujeszky's Disease; FMD, Foot and Mouse Disease.

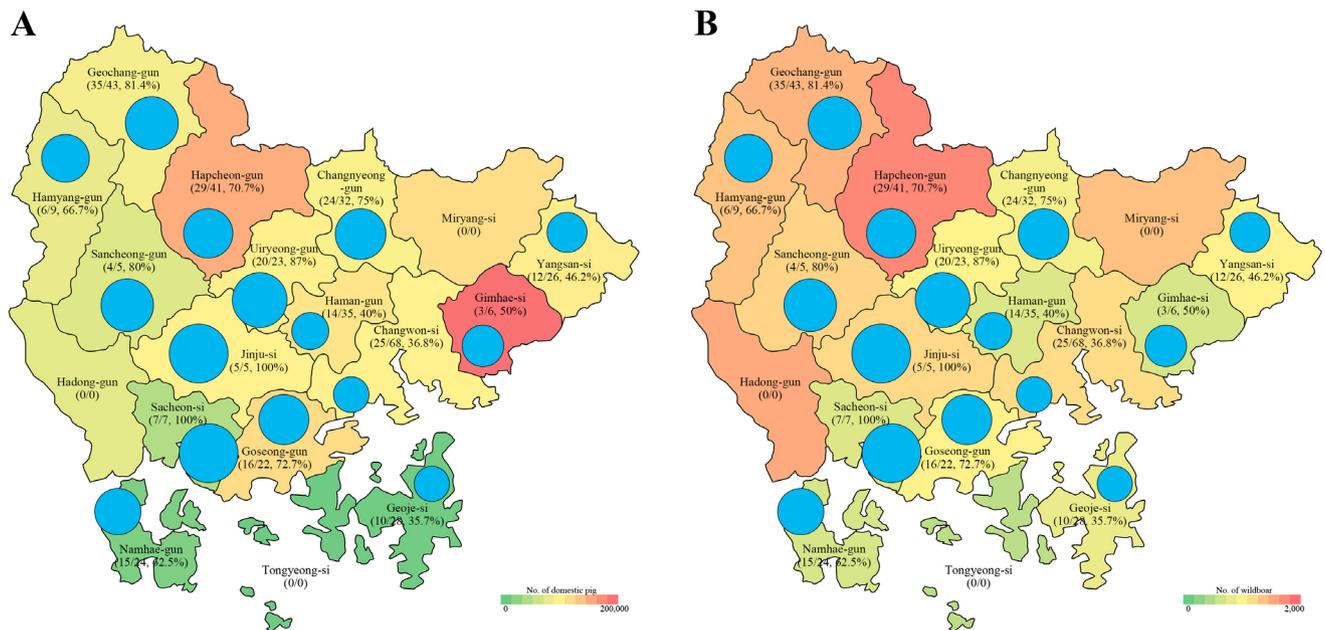


Fig. 1. Prevalence of Porcine circovirus type-2 (PCV2) antibody in Gyeongsangnam-do. Heatmaps of domestic pig populations (A) and wild boar populations (B) are displayed with colored regions representing the level of each population. The size of circle in each region indicates the relative prevalence rate of PCV2 antibody.

Table 4. Test results for viral diseases in wild boars by sex

Sex	No. of tested	No. of positive (%)			
		PCV2 (Ag)	PCV2 (Ab)	PRRS (Ab)	CSFV (Ab)
Female	204	46 (22.5)	123 (60.3)	1 (0.5)	29 (14.2)
Male	171	27 (15.8)	102 (59.6)	1 (0.6)	19 (11.1)
total	375	73	225	2	48
<i>P</i> value		0.11	0.91	>0.99	0.43

Table 5. Test results for viral diseases in wild boars by weight

Weight	No. of tested	No. of positive (%)			
		PCV2 (Ag)	PCV2 (Ab)	PRRS (Ab)	CSF (Ab)
0~30	126	29 (23)	58 (46)	1 (0.8)	17 (13.5)
30~60	113	20 (17.7)	61 (54)	1 (0.9)	15 (13.3)
60~90	72	15 (20.8)	57 (79.2)	0	7 (9.7)
90~120	42	8 (19)	33 (78.6)	0	4 (9.5)
120~150	14	1 (7.1)	12 (85.7)	0	3 (21.4)
150~	7	0	4 (57.1)	0	2 (28.6)
total	374	73	225	2	48
<i>P</i> value		0.50	<0.0001	0.95	0.61

질병 검사 양성 시료의 성별간 분포는 Table 4와 같았다. PCV2 항원검사 결과 양성으로 나타난 시료는 암컷 46점(22.5%), 수컷 27점(15.8%)이었고, 항체검사 결과 양성으로 나타난 시료는 암컷 123점(60.3%), 수컷 102점(59.6%)이었다. PRRS 항체검사 결과 양성으로 나타난 시료는 암컷 1점(0.5%), 수컷 1점(0.6%)이었고, CSFV 항체검사 결과 양성으로 나타난 시료는 암컷 29점(14.2%), 수컷 19점(11%)이었다. 본 연구에서 검사된 모든 병원체의 항원 양성률, 항체 양성률 모두 성별에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

검사 양성 시료의 무게별 분포는 Table 5과 같았다. PCV2 항원검사 결과 30 kg이하 개체에서 항원 양성률은 23%로 가장 높게 나타났다. PCV2 항체검사 결과 120 kg초과 150 kg이하 개체에서 항체 양성률이 85.7%로 가장 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($P < 0.0001$).

고찰

야생 멧돼지는 ASFV, CSFV, ADV, PCV2 등 여러 바이러스의 숙주로 여겨지고 있지만, 사육 돼지에 비해 야생 멧돼지에 대한 질병검사 데이터는 미비한 실정이다(Ju 등, 2020). 따라서 본 연구는 경남지역 15개 시군의 야생 멧돼지 혈액 시료에서 ASF, CSF, PCV2, PRRS 등의 바이러스성 질병들의 감염 실태를 조사

하여 야생 멧돼지 방역 대책 수립에 도움을 주고자 수행되었다.

PCV2에 대한 항원, 항체검사 결과 경남지역 내 PCV2 항원 양성률은 19.5%로 나타나 An 등(2014)이 보고한 전국 야생 멧돼지의 PCV2에 대한 항원 양성률(4.98%)보다는 높지만 Ju 등(2020)이 보고한 경기 북부지역 야생 멧돼지의 항원 양성률(31.6%)보다는 낮았다. 또한, Kwon 등(2017)이 보고한 전국 사육 돼지의 PCV2 항원 양성률은 2009~2015년 30.3%, 2016년 78.2%로 야생 멧돼지에 비해 높게 나타났다. 김해시, 산청군, 함양군을 제외한 12개 시군의 혈액 시료에서 PCV2 항원 양성률이 확인되었으며, 항원 양성률의 범위는 3.8%~43.8%로 나타났다. 경남지역 내 PCV2 항체 양성률은 60.2%로 나타났고, 모든 15개 시군에서 PCV2 항체 양성률이 확인되었으며, 항체 양성률의 범위는 35.7%~100%로 나타났다. 경남 지역내 지역별 사육 돼지의 분포와 연관 지어보면, 사육 돼지의 숫자가 상대적으로 적은 시군(창녕: 경남 전체의 4.5%, 사천: 2.1%)에서 가장 높은 PCV2 항원 양성(창녕군: 43.8%, 사천시: 42.9%)이 확인되었으며, 경남 전체 사육 돼지의 19.9%를 차지하는 김해시의 경우 모든 시료에서 음성으로 나타났다. 이러한 결과는 연구에 사용된 지역내에서 수집된 야생 멧돼지의 시료가 지역별로 수적 차이가 있고, 사육 돼지로의 질병 전파 매개체로서 야생 멧돼지가 대부분 산지에 한정적으로 서식하므로 지역의 지형적 고려없이 사육 분포만을 살펴보았기 때문으로 생각된다. 이처럼 야생

멧돼지에서의 병원체 보유율, 서식 특성, 지리적 특성, 질병 유행 정도 등을 고려하여 사육 돼지로의 전파 가능성을 예측하는 것은 매우 복잡한 것으로 추가적인 연구들이 필요할 것으로 사료된다. 또한, PCV2의 항체 양성률은 멧돼지의 무게에 따라 유의미한 차이가 나타났으며($P < 0.0001$), 이는 연령에 따라 항체 양성률이 증가한다는 기존 연구 결과와 비슷한 경향을 보였다(Vicente 등, 2004). PCV2 항원 양성으로 판정된 시료 73점 중 64점(87.7%)에서 항체가 동시에 검출되어 연구에 사용된 야생 멧돼지 집단에서 바이러스 감염과 배출이 지속적으로 이루어지고 있는 것으로 추정할 수 있다. 그러나 혈액만을 사용하여 조사한 본 연구의 특성 상, 내부 장기 내 PCV2 항원에 대한 존재 여부는 결과 비교가 어려우므로 추후 이에 대한 추가 조사를 통하여 도내 야생 멧돼지의 PCV2 감염상과 전파 추이를 보다 면밀하게 살펴볼 수 있을 것으로 사료된다. PCV2는 바이러스 염기 서열에 따라 PCV2a-i까지 9개의 유전형으로 분류되며 유전형과 임상증상에서 높은 상관관계를 보이지는 않으나 시기에 따라 유행하는 유전형이 상이한 것으로 확인된다(Fenaus 등, 2004; Franzo와 Segales, 2018; Park과 Chae, 2021). 추후 시기에 따른 유전형의 변화에 대한 추가 분석을 진행하고 사육 돼지에서의 변화 경향과 비교를 통하여 도내 지역의 PCV2 감염상을 이해하는데 필요할 것으로 사료된다.

PRRS의 경우 야생 멧돼지에서 사육 돼지로의 전파 가능성은 확인되지 않았으며(Meng과 Lindsay, 2009), PRRSV에 대한 항원검사 결과 경남지역 내 PRRSV 항원은 검출되지 않았다. 항체 검사 결과 항체 양성률은 0.5%로 Choi 등(2012)이 보고한 전국 야생 멧돼지의 PRRS에 대한 항원 양성률(1.5%)과 Ju 등(2020)이 보고한 경기 북부지역 야생 멧돼지의 항원 양성률(4.0%)보다 낮게 나타났으며, Kang 등(2014)이 보고한 경남 합천 사육 돼지의 PRRSV 항체 양성률(82.8%)보다 매우 낮게 나타나 실제로 사육 돼지로의 전파 가능성이 높지 않을 것으로 판단된다. 하지만 유전적 다양성이 크고 변이가 심한 PRRSV의 특성을 고려하면 야생 멧돼지에서의 검사를 주기적으로 시행하고 검출되는 바이러스들의 유전 정보들을 주기적으로 확인하는 등의 대책이 필요할 것으로 사료된다.

CSF의 경우 사육돼지에서는 2016년 국내 2개 농장 218두에서 양성 개체가 보고된 이후 발생현황이 없으나, Choe 등(2020)이 보고한 2017년 경남지역 야생 멧돼지의 CSFV 항체 양성률(0.3%)에 비해 본 조사에서는 12.8%의 매우 높은 항체 양성률을 보여 CSF에 대한 예방접종을 하지 않는 야생 멧돼지 군집에서 야생형(wild-type) 바이러스가 순환하고 있는 것으로

추정되었다. 이는 북한과의 접경지역에서 포획된 야생 멧돼지의 CSFV 항체 양성률이 빠르게 증가하고 있다는 Choe 등(2020)의 연구 결과와 일치하며 추후 야생에서 순환 후 변이된 CSFV가 사육 돼지로 전파될 가능성, 현재 국내에서 사용중인 CSFV 백신으로 방어가 가능한지 등의 추가적인 연구가 필요할 것이다.

ASF는 멧돼지를 주요 숙주로 하여 ASFV에 감염된 멧돼지 폐사체가 바이러스의 전파에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으나(Chenais 등, 2019), 본 연구 결과를 포함해 현재까지 경남지역 야생 멧돼지 및 사육돼지에서의 감염은 확인되지 않았다. ADV에 대한 항체검사 항체 양성 시료는 확인되지 않았으며 기존 연구들에서 ADV가 멧돼지에서 사육 돼지로 전파된 사례들이 보고되었으나, 일반적으로 멧돼지에서 발견되는 ADV 균주의 병원성은 낮은 것으로 알려져 있다(Hahn 등, 1997). FMD의 경우에도 야생 멧돼지와 사육 돼지 모두 FMDV에 감수성이 있지만 멧돼지와 사육 돼지간 전파 가능성에 대해서는 잘 알려지지 않았다(Ruiz-Fons 등, 2008). 멧돼지를 비롯한 야생동물에서의 FMD 감염은 한국의 청정국 지위를 회복하는데 중요한 역할을 하므로 실제 야생형 바이러스에 의한 질병 발생은 낮지만 지속적인 예찰이 필요할 것이다.

경남지역은 산지가 많이 분포한 지역적 특성으로 국내에서 가장 많은 야생 멧돼지 평균추정 마리수를 기록했으며 최대추정 마리수에서도 경북지역에 이어 두번째로 많은 지역으로 조사되었다(NIBR, 2021). 2019년 이후 국내에서 발생하고 있는 ASF에 대한 대책으로 차단 울타리 설치, 포획 멧돼지 전수조사, 외부 울타리 등 사육 농장 8대 방역 시설 설치 등을 시행하고 있지만 2023년 경기, 강원 지역의 사육 돼지에서 발생하였고, 야생 멧돼지의 경우 충북, 경북 북부지역에서도 감염 개체가 확인되며 양돈 농가에 지속적인 위협이 되고 있다. 경남지역에서의 야생 멧돼지 및 사육 돼지에서의 발생은 2023년 2월 현재까지 확인되지 않고 있지만 포획 및 울타리 설치에 따른 멧돼지의 남하 등으로 ASF의 발생 우려가 지속되고 있다. 본 연구에서 수집된 시료들은 지역별로 구분되나 야생 멧돼지 추정 개체 수, 사육 돼지 수, 지리적 특성 등에 대한 고려 없이 수집되어 지역간의 면밀한 비교 분석에는 한계를 나타내었다. 하지만 경남 대부분 지역의 야생 멧돼지에서 ASF를 포함한 6개의 바이러스 질병 감염의 실태를 조사함으로써 야생 멧돼지의 전파에 의한 질병들에 대한 전반적인 방역 대책에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

결론

경남지역 15개 시군에서 채취한 멧돼지 혈액 374점을 대상으로 6개 바이러스성 질병(ASFV, PCV2, PRRSV, CSFV, ADV, FMDV)의 감염 실태를 조사한 결과는 다음과 같았다. PCV2의 항원 양성률은 19.5%, 항체 양성률은 60.2%로 나타났다. PRRSV의 항원은 검출되지 않았고, 항체 양성률은 0.5%로 나타났다. CSFV에 대한 항체 양성률은 12.8%로 나타났다. ADV와 FMDV에 대한 항체검사 결과 모두 음성으로 나타났다. 이번 연구에서 경남지역 15개 시군의 멧돼지 바이러스성 질병 감염 실태를 확인했으며, 본 연구에서 감염률이 높게 확인된 PCV2와 CSFV를 포함한 야생 멧돼지 바이러스성 질병에 대해서는 추후 방역 대책이 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 환경부 야생동물질병 전문인력 양성 특성화대학원 사업 및 2022년도 경상남도 동물위생시험소 연구사업의 지원에 의해 수행되었으며 시료 수집을 위해 협조해주신 환경부와 야생생물관리협회에 감사의 말씀을 드린다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Cheol-Ho Kim, <https://orcid.org/0000-0002-1624-3483>
 Yongwoo Son, <https://orcid.org/0000-0003-0656-8783>
 Yu-Jeong Choi, <https://orcid.org/0000-0002-2966-7453>
 Byeong Hyo Ko, <https://orcid.org/0009-0007-4437-2403>
 Weon Hwa Kang, <https://orcid.org/0009-0008-5409-7668>
 Gyeong Ae Kim, <https://orcid.org/0009-0009-2654-7876>
 Seungyun Lee, <https://orcid.org/0009-0000-7067-5837>
 Woo Hyun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-6874-6787>

REFERENCES

An DJ, Lim SI, Kim YK, Lee HK, Cho YY, Song JY, Hyun BH, Park BK. 2014. Genetic characterization of

- porcine circovirus type 2 in the Korean wild boar population. *Vet Microbiol* 169: 147-153.
- Chenais E, Depner K, Guberti V, Dietze K, Viltrop A, Ståhl K. 2019. Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014~2018. *Porcine Health Manag* 5: 6.
- Choe S, Cha RM, Yu DS, Kim KS, Song S, Choi SH, Jung B il, Lim SI, Hyun BH, Park BK, An DJ. 2020. Rapid spread of classical swine fever virus among south korean wild boars in areas near the border with North Korea. *Pathogens* 9: 244.
- Choi EJ, Lee CH, Hyun BH, Kim JJ, Lim SI, Song JY, Shin YK. 2012. A survey of porcine reproductive and respiratory syndrome among wild boar populations in Korea. *J Vet Sci* 13: 377-383.
- Choi EJ, Lee CH, Song CH, Song JY, Song HJ, Park CK, Kim B, Shin YK. 2013. Genetic diversity of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in Korea. *J Vet Sci* 14: 115-124.
- Fenaus M, Opriessnig T, Halbur PG, Elvinger F, Meng XJ. 2004. Two amino acid mutations in the capsid protein of type 2 porcine circovirus enhanced PCV2 replication in vitro and attenuated the virus in vivo. *J Virol* 78: 13440-13446.
- Franzo G, Segales J. 2018. Porcine circovirus type 2 (PCV-2) genotype updated and proposal of a new genotyping methodology. *PLoS One* 13: e0208585.
- Gortázar C, Ferroglio E, Höfle U, Frölich K, Vicente J. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: A European perspective. *Eur J Wildl Res* 53: 241-256.
- Grau-Roma L, Fraile L, Segalés J. 2011. Recent advances in the epidemiology, diagnosis and control of diseases caused by porcine circovirus type 2. *Vet J* 187: 23-32.
- Hahn EC, Page GR, Hahn PS, Gillis KD, Romero C, Anelli JA, Gibbs EPJ. 1997. Mechanisms of transmission of Aujeszky's disease virus originating from feral swine in the USA. *Vet Microbiol* 55: 123-130.
- Hu X, Chen Z, Li Y, Ding Z, Zeng Q, Wan T, Wu H. 2022. Detection of porcine circovirus 1/2/3 and

- genetic analysis of porcine circovirus 2 in wild boar from Jiangxi province of China. *Animals* 12: 2021.
- Jo YS, Gortázar C. 2021. African Swine Fever in wild boar: Assessing interventions in South Korea. *Transbound Emerg Dis* 68: 2878-2889.
- Ju DU, Jung K, Ohk CS, Kim SS, Ahn GH. 2020. A survey for prevalence of infectious diseases in wild boar (*Sus scrofa*) in northern Gyeonggi province, South Korea. *Korean J Vet Serv* 43: 155-159.
- Kang HW, Oh Y, Song JY, Choi EJ. 2014. Survey of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) on pig farms in Andong and Hapcheon region. *Kor J Vet Serv* 37: 11-18.
- Kim SC, Nazki S, Kwon S, Juhng JH, Mun KH, Jeon DY, Jeong CG, Khatun A, Kang SJ, Kim WI. 2018. The prevalence and genetic characteristics of porcine circovirus type 2 and 3 in Korea. *BMC Vet Res* 14: 294.
- Kwon T, Lee D, Yoo SJ, Je SH, Shin JY, Lyoo YS. 2017. Genotypic diversity of porcine circovirus type 2 (PCV2) and genotype shift to PCV2d in Korean pig population. *Virus Res* 228: 24-29.
- Lee C, Kim H, Kang B, Yeom M, Han S, Moon H, Park S, Kim H, Song D, Park B. 2010. Prevalence and phylogenetic analysis of the isolated type I porcine reproductive and respiratory syndrome virus from 2007 to 2008 in Korea. *Virus Genes* 40: 225-230.
- Meier RK, Ryser-Degiorgis MP. 2018. Wild boar and infectious diseases: Evaluation of the current risk to human and domestic animal health in Switzerland: A review. *Schweiz Arch fur Tierheilkd* 160: 443-460.
- Meng XJ, Lindsay DS. 2009. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 364: 2697-2707.
- NIBR. 2021. 2021 Wildlife Survey. 29-37.
- Nisavic J, Radalj A, Milic N, Zivulj A, Benkovic D, Stanojkovic A, Prosic I. 2021. A review of some important viral diseases of wild boars. *Biotechnol Anim Husb* 37: 235-254.
- Opriessnig T, Meng XJ, Halbur PG. 2007. Porcine circovirus type 2-associated disease: Update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. *J Vet Diagn Invest* 19: 591-615.
- Park KW, Chae C. 2021. The prevalence of porcine circovirus type 2e (PCV2e) in Korean slaughter pig lymph nodes when compared with other PCV2 genotypes. *Transbound Emerg Dis* 68: 3043-3047.
- Ruiz-Fons F, Segalés J, Gortázar C. 2008. A review of viral diseases of the European wild boar: Effects of population dynamics and reservoir rôle. *Vet J* 176: 158-169.
- Song S, Park GN, Choe S, Cha RM, Kim SY, Hyun BH, Park BK, An DJ. 2020. Genetic diversity of porcine circovirus isolated from Korean wild boars. *Pathogens* 9: 1-12.
- Vicente J, Segalés J, Höfle U, Balasch M, Plana-Durán J, Domingo M, Gortázar C. 2004. Epidemiological study on porcine circovirus type 2 (PCV 2) infection in the European wild boar (*Sus scrofa*). *Vet Res* 35: 243-253.
- Wang HY, Song JK, Shin S, Kim H. 2020. Comparison of multiplex real-time PCR and PCR-Reverse blot hybridization assays for the direct and rapid detection of porcine circovirus type 2 genotypes. *Front Vet Sci* 7: 200.
- Zhou B. 2019. Classical swine fever in China - An update minireview. *Front Vet Sci* 6: 187.