KJVR
Korean Journal of Veterinary Research

Original Article

pISSN 2466-1384 · eISSN 2466-1392
Korean J Vet Res 2023;63(2):e12
https://doi.org/10.14405/kjvr.20230001

*Corresponding author:
Won-Geun Son
College of Veterinary Medicine and Veterinary Medical Research Institute, Jeju National University, 102 Jejudaehak-ro, Jeju 63243, Korea
Tel: +82-64-754-3373
E-mail: wonson@jejunu.ac.kr
https://orcid.org/0000-0003-2513-2328

†These authors contributed equally to this work.

Conflict of interest:
The authors declare no conflict of interest.

Received: Jan 3, 2023
Revised: Apr 24, 2023
Accepted: Apr 28, 2023

© 2023 The Korean Society of Veterinary Science.
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

제주지역 한우의 소 바이러스성 설사병 바이러스 감염실태

조성철[1,†], 양형석[1,†], 박창남[1], 김시택[1], 고은주[2], 손원근[2,*]

[1]제주특별자치도 동물위생시험소
[2]제주대학교 수의과대학 및 수의과학연구소

Prevalence of bovine viral diarrhea virus from Korean native cattle farms in Jeju

Seong-Cheol Cho[1,†], Hyoung-Seok Yang[1,†], Changnam Park[1], Si-Taek Kim[1], Eun-Ju Ko[2], Won-Geun Son[2,*]

[1]Jeju Self-Governing Provincial Veterinary Research Institute, Jeju 63344, Korea
[2]College of Veterinary Medicine and Veterinary Medical Research Institute, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Abstract

Bovine viral diarrhea virus (BVDV) is an RNA virus belonging to *Pestivirus* in the family *Flaviviridae*. BVDV has economic significance for the livestock industry because of its association with acute disease, fetal loss, and birth of persistently infected (PI) animals. This study aimed to investigate the BVDV infection rates in Korean native cattle farms in Jeju for further planning of a BVDV control program in the Jeju Province. BVDV antibodies and antigens were tested in 15,842 sera collected from 302 Korean native cattle herds between January 2014 and June 2017 using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Viral antigen was detected by reverse transcription-polymerase chain reaction from 60 sera that were antigen ELISA-positive. BVDV antibodies were found in 90.7% (274/302) herds and 61.1% (9,678/15,842) cows. BVDV antigens were found in 13.2% (40/302) herds and 0.4% (61/15,842) cows. The oldest animal group (> 8 years) exhibited the highest sero-positive rates (91%), while the youngest animal group (< 1 years) had the highest antigen positivity rates (0.52%). Of the 60 antigen-positive sera, BVDV types 1 and 2 were found in 36 and 12 sera, respectively. Additionally, six animals were considered to be PI as BVDV was continually detected in annual examination.

Keywords: bovine viral diarrhea virus; enzyme-linked immunosorbent assay; genetic type; Jeju; Korean native cattle

서론

소 바이러스성 설사병 바이러스(bovine viral diarrhea virus, BVDV)는 *Flaviviridae*과, *Pestivirus*속의 RNA 바이러스로 1946년에 최초로 보고되었다. BVDV는 전 세계적으로 분포하고 있으며, 유전형에 따라 BVDV type 1과 BVDV type 2로 나뉘고, 최근에는 소 바이러스성 설사병(bovine viral diarrhea, BVD) type 3가 보고되었다[1]. 이 바이러스는 소에 가장 감수성이 높으며, 면양, 산양, 사슴 등의 반추동물과 돼지도 자연감염이 가능하다[2]. BVDV의 감염경로는 이 바이러스에 오염된 사료 등에 의한 경구

감염과 태반감염이 대부분이며, 호흡기 및 수정란•정액에 의한 감염도 가능하다[3]. 이 바이러스의 급성감염 시에는 발열, 출혈성 및 점액성 설사와 백혈구 감소증, 식욕부진과 급사가 나타날 수 있다. 그리고 태반감염 시 임신축의 감염 시기에 따라 다양한 증상을 나타낸다. 임신축이 임신 25일령 이전에 BVDV에 감염되게 되면, 주로 태아가 폐사하거나 조기 유산하게 된다. 그리고 임신 30-90일 이내 이 바이러스에 감염되면, 태아는 면역관용 현상으로 인하여 BVDV 지속감염우(persistently infected calves, PI)로 태어날 수 있다. 이런 경우 BVDV 항원은 배출하지만 항체는 형성되지 않는 상태가 된다. 이렇게 태어날 경우에는 출혈성 및 점액성 설사를 특징으로 하는 점막병의 형태로 나타날 수 있으며, 장관의 궤양과 미란으로 인한 심한 설사로 거의 폐사하게 된다. BVD 방역프로그램을 적용하고 있지 않는 우군에서 PI가 차지하는 비율은 1-2% 정도이다. 하지만 이 개체들은 많은 양의 바이러스를 뇨, 분변, 체액과 우유, 정액으로 배출하는 매개체로 작용하게 된다. 따라서 농장 내 BVD의 근절을 위해서는 PI를 우선적으로 검출해서 도태하여야 한다. 임신 150일령에 BVDV에 감염된 경우, 송아지에 뇌수종, 뇌 형성부전, 안구 및 골격 결손과 유사산이 일어날 수 있다. 임신 180일령 이후에 이 바이러스에 감염된 경우에는 일반적으로 정상적인 송아지를 출산하지만 항체 양성을 나타낸다[4,5]. BVD의 예방법은 외부로부터 바이러스가 침입하지 않도록 축사 내부 및 외부에 방역을 철저히 하고, 모체의 유방과 유두의 소독 및 철저한 예방접종을 실시하는 것이다[6].

세계동물보건기구(World Organisation for Animal Health) 육상동물 매뉴얼에 따르면, BVDV 진단법으로 항원검사는 바이러스 분리, 항원 enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)법, reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR)법 및 면역조직화학법이 있으며, 이 중에서 ELISA법과 RT-PCR법이 청정화를 위한 검사 및 양성률 조사를 위해 가장 효과적인 것으로 알려져 있다. 항체 진단법으로는 ELISA법과 중화항체법이 있는데, 이 중 ELISA법이 가장 많이 활용되고 있다.

2017년 제주특별자치도 가축통계 조사결과에 의하면 제주지역에는 39,958마리의 축우가 사육되고 있으며, 그 중 한우가 34,734마리로 약 87%를 차지하고 있다. 2017년 제주지역의 축산물 조수입은 9,925억 원으로 그 중 한육우가 차지하는 비중은 733억 원(7.3%)이며, 낙농까지 포함한 축우 사육농장의 전체 조수입은 899억 원(9.05%)이다. 이와 같이 제주도의 축우 산업은 타 지역과 다른 구제역, 브루셀라 청정지역의 이미지로 인해 발전하여 왔다. 특히 최근 제주도 가축방역 당국에서 추진하고 있는 소 요네병 인증제 농장의 운영과 함께 다른 만성 소모성 질환의 근절방안을 수립함으로써 제주도의 축우 산업의 경제적인 손실을 줄여나가야 할 것이다.

이 연구는 호흡기 및 소화기 질환과 번식장애 등으로 축우 사육농장에 경제적 손실을 주는 대표적 소모성 질환인 BVD 감염실태를 혈청학적으로 조사하여 양성농장 및 축우의 양성률, 그리고 BVDV의 유전형 및 바이러스 전파에 중요한 PI의 비율을 파악하였다. 본 연구는 제주지역 내 축우 사육농장의 BVD의 확산방지와 피해예방을 위한 제주지역 내 방역대책 수립과 농장 방역지도를 위한 기초자료로 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

공시재료는 2014년 1월부터 2017년 6월 사이에 제주특별자치도 동물위생시험소에 소 브루셀라병 및 소 요네병 검사를 위하여 접수된 혈청을 사용하였다. 지역별로는 제주시 193농장 9,669마리, 서귀포시 109농장 6,173마리, 총 302농장 15,842마리를 대상으로 하였으며, 연도별로 2014년 69농장 3,645마리, 2015년 76농장 3,786마리, 2016년 83농장 4,042마리, 2017년 74농장 4,369마리를 대상으로 하였다.

BVDV 항체•항원 ELISA 검사

BVDV 항체 ELISA검사는 VDPro BVDV 항체 ELISA kit (Median Diagnostics, Korea)를 사용하여 제조사의 검사방법에 따라 검사하여 판정하였다. 항원 ELISA 검사는 BVDV Antigen Test Kit/Serum Plus (IDEXX, Switzerland)를 사용하여 제조사의 검사방법에 따라 검사한 후 판정하였다.

Reverse transcription-polymerase chain reaction

항원 ELISA 검사에서 양성으로 확인된 개체의 혈청 61점 중 시료의 용량이 부족한 1점을 제외한 60점을 DNase RNase free distilled water (Invitrogen, USA)와 1:10 비율로 각각 혼합하여 상층액을 이용하였다. RNA 추출은 RNeasy Mini kit (QIAGEN; GmbH, Germany)를 이용하여 제조사가 제시한 실험방법에 준하여 실시하였다. 농림축산검역본부 BVDV common primer (Table 1)와 제품화된 premix인 AccuPower RT-PCR PreMix (Bioneer, Korea) 및 DNase RNase free distilled water (Invitrogen)를 사용하였다. C1000 Thermal Cycler (Bio-Rad, USA)를 활용하여 PCR을 수행하였으며, 반응조건은 reverse transcription 단계는 42℃에서 30분, pre-denaturation은 94℃에서 15분, cycle reactions 단계는 94℃에서 20초, 50℃에서 30초, 72℃에서 30초간 25회 반복하고 최종 72℃에서 5분간 실시하였다. 다음 RT-PCR 증폭산물 2 μL와

Table 1. Oligonucleotide primer sets for the detection of BVDV

Primer	Nucleotide sequence (5'-3')	Size (bp)
BVDV common	AAG ATC CAC CCT TAT GAR GC AAG AAG CCA TCA TCM CCA CA	1,163
BVDV type 1	TGG AGA TCT TTC ACA CAA TAG C GCT GTT TCA CCC AGT TRT ACA T	360 (nested)
BVDV type 2	GGG AAC CTA AGA ACT AAA TC GCT GTT TCA CCC AGT TRT ACA T	604 (nested)

BVDV, bovine viral diarrhea virus.

https://doi.org/10.14405/kjvr.20230001

BVDV Type별 primer (Table 1)와 AccuPower HotStart PCR PreMix (Bioneer)를 분주하고 nested PCR을 실시하였으며 initial denaturation 단계는 94℃에서 3분, cycle reactions 단계는 94℃에서 20초, 50℃에서 30초, 72℃에서 30초간 40회 반복하고 최종 72℃에서 15분간 반응하였다. 반응 종료 후 Nested PCR 증폭산물 8 μL씩을 1.5% agarose gel 상에서 Mupid-exU (Advance, Japan)를 활용하여 전기영동한 다음 RedSafe Nucleic Acid Staining Solution (Intron Biotechnology, Korea) 용액(0.5 μL/mL in distilled water)으로 염색하였다. Gel Doc XR+ (Bio-Rad)를 활용해 BVDV type별 각각의 증폭산물(type 1은 360 bp, type 2는 604 bp) 유전자에 대한 특이적인 밴드 유무를 확인하였다.

결과

소 바이러스성 설사병 바이러스 항체 양성률

제주지역 한우 농장 302농장 15,842마리에 대한 BVDV 항체 양성률을 조사한 결과 농장 양성률은 연도별로 88.5%에서 96.9%로 대부분의 농장에서 BVDV 양성 개체가 확인되었다. 지역별로는 서귀포시 소재 농장이 92.7%로 나타나, 제주시 소재 농장의 86.9%보다 높았다. 그러나 개체별 양성률의 경우 제주시는 63.7%, 서귀포시는 57.0%를 나타내어 서귀포시의 사육 한우의 양성률이 상대적으로 낮았다(Table 2).

소의 연령에 따른 BVDV 항체 양성축 분포를 조사한 결과, 2년령 미만의 소는 45.6% (2,029/4,451)가 양성으로 확인되었다. 2년령 이상 4년령 미만은 55.4% (3,143/5,672), 4년령 이상 6년령 미만은 72.6% (2,259/3,110), 6년령 이상 8년령 미만은 81.3% (1,039/1,278), 8년령 이상은 91.3% (992/1,086)가 항체 양성이었으며 연령이 확인되지 않은 소는 88.2% (216/245)가 양성이었다(Fig. 1).

소 바이러스성 설사병 바이러스 항원 양성률

제주도 한우농장 302농장 15,842마리에 대한 BVDV 항원 ELISA 검사결과, 농장별 항원 양성률은 연도에 따라 3.1%에서 29.2%로 다양하게 나타났다. 지역별로는 서귀포시 소재 농장의 18.3%와 제주시에 있는 농장의 10.4%가 양성농장으로 나타나 항체 양성률과 동일하게 서귀포시가 상대적으로 높았다. 개체별 항원 양성률은 연도에 관계없이 1% 이하였으나 서귀포시 사육 한우 중 항원 양성 한우가 0.6%로 확인되어 제주시의 0.3%보다 높았다(Table 3).

소의 연령에 따른 BVDV 항원 양성 분포를 조사한 결과 2년령 미만의 소는 0.52% (23/4,451)가 양성이었고, 2년령 이상 4년령 미만은 0.42% (24/5,672), 4년령 이상 6년령 미만은 0.26% (8/3,110), 6년령 이상 8년령 미만은 0.16% (2/1,278), 8년령 이상은 0.37% (4/1,086)가 항원 양성이었다(Fig. 2).

BVDV의 항원형

항원 ELISA 검사에서 양성을 나타낸 소 혈청을 대상으로 RT-PCR을 실시하여 BVDV 항원형을 분석하였다. 총 60개 시료 중 36개가 BVDV type 1, 12개가 BVDV type 2로 확인되었으나, 12개 시료에서는 RT-PCR로 바이러스 항원이 검출되지 않았다. 또한 전년도 검사에서 항원이 검출된 개체중에 다음해에도 동일한 개체의 시료가 검사되어 양성으로 확인된 경우는 6개체였으며, 이들 혈청의 경우 PI로 간주하였다(Table 4). 나머지 시료의 경우는 동일한 개체를 연도별로 연속적으로 실시하지 못하여 PI 여부를 확인하지는 못하였다.

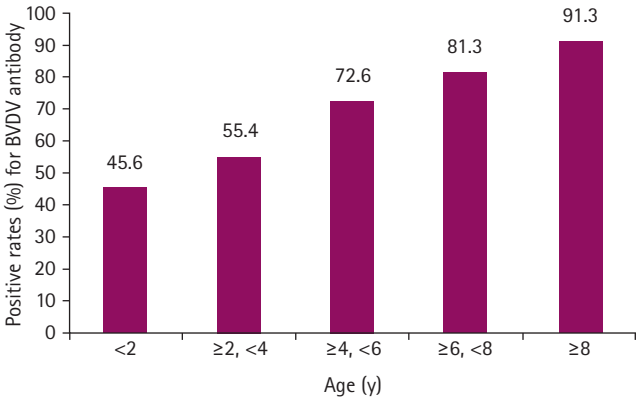

Fig. 1. Distribution of bovine viral diarrhea virus (BVDV) antibody within the different age groups in Korean native cattle herds in Jeju island of South Korea. The number of cattle positive for BVDV antibody and of samples in age groups, <2, ≥2<4, ≥4<6, ≥6<8, and ≥8 were 2,029/4,451, 3,143/5,672, 2,259/3,110, 1,039/1,278, and 992/1,086, respectively. Antigen was not detected from 245 samples of age-unknown group.

Table 2. The herd and the individual animal seroprevalence for BVDV antibody in Jeju island by ELISA test

Year	No. of positive farms/farms tested			No. of positive sera/sera tested		
	Jeju	Seogwipo	Total	Jeju	Seogwipo	Total
2014	31/32 (96.9)	35/37 (94.6)	66/69 (95.7)	1,176/1,877 (62.7)	878/1,768 (49.7)	2,054/3,645 (56.4)
2015	45/52 (86.5)	22/24 (91.7)	67/76 (88.2)	1,382/2/339 (59.1)	783/1/447 (54.1)	2,165/3,786 (57.2)
2016	51/57 (89.5)	23/26 (88.5)	74/83 (89.2)	1,469/2,501 (58.7)	903/1,541 (58.6)	2,372/4,042 (58.7)
2017	46/52 (88.5)	21/22 (96.5)	67/74 (90.5)	2,130/2,952 (72.2)	957/1,417 (67.5)	3,087/4,369 (70.7)
Total	173/193 (86.9)	101/109 (92.7)	274/302 (90.7)	6,159/9,669 (63.7)	3,521/6,173 (57.0)	9,678/15,842 (61.1)

Values are presented as number/total number (%). Jeju island (province) is composed of two cities, Jeju and Seogwipo.
BVDV, bovine viral diarrhea virus; ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay.

Table 3. The positive rates for BVDV antigen of the herd and the individual animal in Jeju island by serum ELISA test

Year	No. of positive farms/farms tested			No. of positive sera/sera tested		
	Jeju	Seogwipo	Total	Jeju	Seogwipo	Total
2014	1/32 (3.1)	6/37 (16.2)	7/69 (10.1)	1/1,877 (0.1)	8/1,768 (0.5)	9/3,645 (0.2)
2015	7/52 (13.5)	7/24 (29.2)	14/76 (18.4)	7/2,339 (0.3)	14/1,447 (1.0)	21/3,786 (0.6)
2016	5/57 (8.8)	4/26 (15.4)	9/83 (10.8)	7/2,501 (0.3)	9/1,541 (0.6)	16/4,042 (0.4)
2017	7/52 (13.5)	3/22 (13.6)	10/74 (13.5)	12/2,952 (0.4)	3/1,417 (0.2)	15/4,369 (0.3)
Total	20/193 (10.4)	20/109 (18.3)	40/302 (13.2)	27/9,669 (0.3)	34/6,173 (0.6)	61/15,842 (0.4)

Values are presented as number/total number (%). Jeju island (province) is composed of two cities, Jeju and Seogwipo.
BVDV, bovine viral diarrhea virus; ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay.

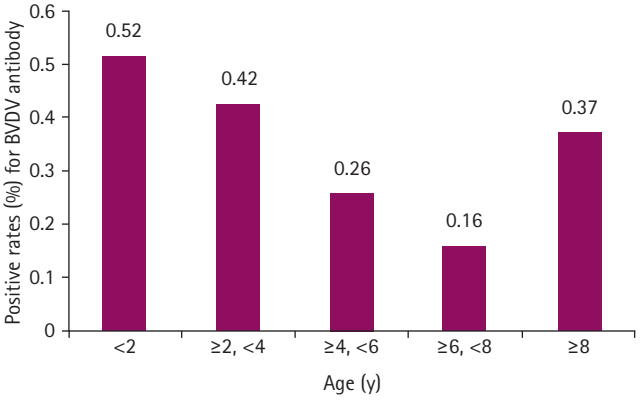

Fig. 2. Distribution of bovine viral diarrhea virus (BVDV) antigen within the different age groups in Korean native cattle herds in Jeju island of South Korea. The number of cattle positive for BVDV antigen and of samples in age groups, <2, ≥2<4, ≥4<6, ≥6<8, and ≥8 were 23/4,451, 24/5,672, 8/3,110, 2/1,278, and 4/1,086, respectively. Antigen was not detected from 245 samples of age-unknown group.

Table 4. BVDV antigen typing of 60 cattle positive in ELISA antigen test

Genotype	2014	2015	2016	2017	Total (n, %)
Unidentified	0	5	5	2	12 (20)
BVDV type 1	4	12 (2)*	8 (1)*	12 (1)*	36 (60)
BVDV type 2	5	4 (2)*	2	1	12 (20)
Total	9	21	15	15	60

BVDV, bovine viral diarrhea virus; ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay.
*The numbers in parentheses indicate the number of cows in which BVDV antigens were detected in the previous year's test.

고찰

BVD는 설사, 유량감소, 번식장애와 면역관용 등에 의한 다른 질병의 이환 및 폐사를 일으켜, 농장 생산성에 영향을 미치는 질병으로, 북미와 유럽국가에서는 BVD의 근절을 위하여 농장지도에 힘쓰고 있다. 미국농무성(United States Department of Agriculture)에 따르면 급성 BVD 발생으로 인한 손실액을 암소 마리당 50-100달러로 추산하였으며, 캐나다의 경우 1998년에 심급성으로 BVD가 발생했을 때 우군당 손실액을 40,000-100,000달러로 추산했다. 또한 2002년에 50마리의 젖소를 착유하는 농장의 BVD로 인한 손실액을 마리당 48달러로 추산했다[7]. 영국에서도 BVD로 인한 농장 피해액을 마리당 13-31달러로 추산하고[8], 농장과 110개의 축산관련 단체•기업이 주도하는 BVD 청정화 계획(BVD Free England, https://bvdfree.org.uk)이 시행에 있다. Kim [9]은 2009년 3월부터 2009년 11월까지 경기지역 젖소사육농장의 BVDV 양성과 음성농장의 질병치료비 분석결과 음성농장의 경우 평균 1,786,651원을 양성농장의 경우 2,063,461원을 지출하였으며, 이중 PI가 검출된 농장은 2,194,261원을 지출하여 양성농장이 음성농장 대비 276,810원을, PI 검출농장의 경우 음성농장 대비 407,610원을 더 지출하였다고 보고하였다. 금번 조사에서는 제주지역의 BVDV 양성농장에 대한 구체적인 경제적 피해 내역 확인은 어렵지만 농장의 생산성에 향상을 위해 향후 방역대책 수립•시행 시 BVD를 포함한 상재 질병에 의한 경제적 피해 조사가 필요할 것으로 보인다.

이 연구에서 2014년부터 2017년까지 제주지역 한우사육농장에 대한 BVD 항체검사를 실시한 결과 302농장 중 274농장(90.7%)이 항체 양성으로 확인되어 도내 한우농장 대부분이 BVDV에 노출된 것으로 보이며, 검사두수 15,842마리 중 9,678마리(61.1%)가 양성으로 확인되었다. Richter 등[10]은 BVDV 세계적인 역학조사 결과를 2008년 이전과 이후로 나누어 분석하였을 때 아시아, 유럽, 오세아니아, 아프리카 대륙의 경우 2008년 이후가 이전보다 약 10% 정도 감소하여 각각 항체 양성률이 73%, 46%, 78%, 74%였다. 이와 같이 농장 감염률은 국가와 지역에 따라 차이가 있으며, Son 등[11]이 경상남도 8개 지역 24개 농장을 검사하여 9개 농장(37.5%)이 양성이라고 보고한 것에 비하면 제주지역의 BVDV 감염률이 높은 것으로 나타났다. Lee 등[12]은 전남지역 도축소 304마리를 이용한 항체검사 결과 149마리(49%)가 양성을 보여 제주지역의 검사결과보다 낮게 나타났으나, Cho 등[13]이 제주를 제외한 8개도의 29개 농장의 한우 4,260마리를 검사하여 3,076마리(72.2%)가 양성이라 보고한 것과 비교하였을 때 제주지역의 개체별 항체 양성률이 전국 평균에 비하여 낮았지만 Son 등[11]이 경남지역 공시축 14두(0.5%)가 양성이었다는 것에 비하면 월등이 높았다. Deng 등[14]이 보고한 중

https://doi.org/10.14405/kjvr.20230001

국 5개 권역(동부, 서부, 남부, 북부, 중앙) 10개 지방에서 1,379마리의 소에 대한 항체검사결과 801마리(58%)가 양성을 보인 결과와, Reichel 등[15]이 1991년 뉴질랜드의 항체 양성률이 60%였다는 보고와 큰 차이가 없었다.

연령대별 항체 양성률은 연령이 올라갈수록 증가되는 양상을 보였으며, 8년령 이상의 소는 검사 개체 중 91.3%가 양성으로 사육기간이 길어질수록 바이러스에 노출될 수 있는 기회가 증가되었기 때문으로 생각된다. Uddin 등[16]이 보고한 방글라데시의 조사결과에서도 1년 이하의 소에서 31.8%, 1-3년령의 소에서 47.6%, 3-5년령의 소에서 61.3%, 5년령 이상의 소에서는 60%의 양성률을 보여 양성률에서의 차이는 보였지만, 소의 사육기간이 늘어날수록 항체 양성률이 증가되는 양상은 본 조사결과와 유사하였다.

BVDV 항원 ELISA 검사결과 302농장 중 40농장(13.2%)에서 바이러스 양성이 확인되었으며, 지역별로는 서귀포시 농장이 89농장 중 20농장(22.5%)에서 양성을 보여 10.4%였던 제주시 농장보다 높은 양성률을 보였다. 개체별 항원 양성률도 서귀포시가 6,173마리 중 34마리(0.6%)가 양성으로 확인되어 9,669마리 중 27(0.3%)마리가 양성으로 확인된 제주시보다 높은 양성률을 보였으며, 제주지역 전체 개체별 항원 양성률은 0.4%로 Deng 등[14]이 중국 5개 권역(동부, 서부, 남부, 북부, 중앙) 10개 지방에서 1,010마리의 소에 대한 항원검사결과 1,010마리 중 14마리(1.4%)가 양성을 보인 결과와, Wilson 등[17]이 2008년부터 2013년까지 미국 유타주에서 사육중인 소 1,195마리의 혈청을 이용한 항원 ELISA 검사결과 19마리(1.6%)의 소가 양성으로 확인된 것과 비교했을 때 제주지역의 한우의 항원 양성률이 낮은 것으로 확인되었다.

연령별 항원검사 결과 연령대별로 0.16-0.52%의 양성률을 보였는데, 그 중 2년령 미만의 소가 4,451마리 중 23마리(0.52%)가 양성으로 가장 높은 양성률을 보였다. 이는 Kim 등[18]이 실시한 부산지역 BVDV 감염실태 조사결과 1년령 미만의 축우가 215마리 중 4마리(1.9%)가 양성으로 보이는 것과 같은 경향을 보였으며, 모든 연령의 소가 감수성이 높으나 특히 60-240일령 송아지가 감수성이 높다는 Curtis 등[19]의 보고와 유사한 결과를 보였다.

BVDV 항원 ELISA 검사에서 확인된 양성축 60마리에 대한 RT-PCR 결과 48마리에서 특이 염기서열이 증폭되었으며, 이중 36마리는 type 1으로, 12마리는 type 2로 확인되었다. Abe 등[20]이 2006년 4월부터 2014년 7월까지 일본 홋카이도 지방 사육 소에서 분리된 766개의 BVDV 바이러스에 대한 genotyping 결과, 544 샘플이 type 1으로 222개가 type 2로 확인되어 본 조사결과와 같이 type 1이 더 많이 확인되었다. 아울러 전년도 검사에서 양성으로 확인된 개체가 다음 해 검사에서도 양성으로 확인된 개체는 총 6마리였는데 최초 검사 시 연령대별로는 1년령 미만이 1마리, 1-2년령 4마리, 2년령 이상이 1마리로 확인되어, 15,842마리 중 총 6마리(0.04%)의 PI가 확인되었다. PI 확인을 위하여 항원 양성축을 Braun 등[21]이 제시한 3-4주 간격으로 2회 이상 재검사를 실시하여야 하며, 대안으로는 역학적 자료를 토대로 1회 검사를 할 수도 있으며, 피부 생검조직을 대상으로 면역조직화학적 염색법을여야 한다[22]. 하지만 본 연구에서는 다년간의 분석을 통하여 항원보유 여부를 확인하였기 때문에 차이가 있을지는 모르나, 도내 한우 사육농장의 PI 보유율은 0.05% 이상 0.4% 미만으로 추정된다. Cho 등[13]이 국내 한우에서 BVDV 항원 양성축을 3-4주 간격으로 실시한 PI 조사결과에서 4,260마리 중 27마리(0.6%)의 PI를 확인하였으며, Park 등[23]이 경남 남부지역 젖소 543마리 중 12마리(2.2%)가 항원 양성, 이중 6마리(1.1%)를 PI로 보고하였다. Scharnböck 등[22]은 1961년부터 2016년까지 73개 국가의 325개 연구를 분석하였을 때 유럽, 북미, 호주 대륙의 경우 0.8% 이하의 낮은 PI 보유율을 나타낸 반면, 동아시아 지역은 0.8% 이상, 서아시아 지역은 1.6% 이상의 보유율로 조사되어, 국가 간, 지역 간의 차이를 보고하였다. 본 연구에서 조사한 PI 보유율은 동일 개체에서 1년 이상 항원이 검출된 경우만을 집계하였기 때문에 다른 보고와 차이가 있는 것으로 보인다. 따라서 제주지역 한우에서 보다 정확한 PI 보유율을 확인하기 위해서는 Braun 등[21]이 제시한 방법을 통한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

이번 조사를 통해 제주지역의 대부분의 한우 사육농장이 BVDV에 노출된 것으로 보이며, 개체별 양성률 또한 높은 편이었다. 우리나라에서는 BVD가 가축전염병예방법에 의한 법정 가축전염병으로 지정되어 있지 않아 국가 가축방역사업 등을 통한 유병률 등은 확인되지 않지만 일부 지자체 가축방역기관에서 관할 지역별 사육 소에 대한 BVDV 항체 및 항원 조사를 실시하고 그 결과가 보고되고 있다. 특히, 질병에 대한 농장의 인지도도 매우 낮은 상황으로 Park 등[23]에 의하면 경남 남부지역의 젖소 사육농장 운영자에게 BVD에 대한 설문을 조사한 결과, 대상농장 44개 중 5개 농장(11.36%)만 질병을 알고 있는 등 축우사육농장의 피해예방을 위한 적극적인 농가교육과 방역정책의 개발이 시급한 상황이다.

세계동물보건기구에서는 동물 교역에 있어 BVD를 우선 검역 질병을 지정하여 관리하고 있으며 영국과 아일랜드, 뉴질랜드 등 해외 국가에서는 국가와 민간 차원에서의 BVD 근절 프로그램을 실시하고 있다. 지속적인 농가 교육을 실시하는 것뿐만 아니라 새로 태어난 송아지로부터 지속적으로 BVD 양성 여부를 확인하고 양성 또는 PI로 확인되는 즉시 살처분하여 BVD 양성률과 질병 발생률을 감소시키고 있다. 우리나라 또한 이러한 BVD 근절 프로그램 개발 및 관리가 필요할 것으로 생각된다. 제주도는 국내 다른 지역과 분리되어 있고 동물의 이동이 쉽지 않아 새로운 근절 프로그램 적용과 평가가 매우 용이한 장점을 가진다. 또한 제주지역의 경우 본 연구에 따르면 주요 전염원인 PI가 해외 및 타 지역의 사례에 비하여 많지 않아, 조속한 방역대책 수립과 근절을 추진한다면, 해외에서 보고된 BVD 근절 소요 예산보다 적은 예산으로 질병 근절과 예방이 가능할 것으로 보이며, 우리나라 실정에 맞춘 BVD 근절 프로그램을 개발하여 제주도에서 시험 적용한다면 국가 차원의 BVD 근절 프로그램 개발에도 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다. 뿐만 아니라 근절 프로그

램과 더불어 지속적인 예방접종 실시 및 송아지에서의 모체이행항체검사 등을 통한 백신 효능 검사를 통해 백신을 이용한 질병 예방 프로그램 또한 실시되어야 할 것으로 생각되며 이와 같은 노력을 통해 제주도 및 국내 축산농가의 생산성 향상에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

ORCID

Seong-Cheol Cho, https://orcid.org/0000-0003-3366-990X
Hyoung-Seok Yang, https://orcid.org/0000-0003-4500-8826
Changnam Park, https://orcid.org/0000-0001-7105-969X
Si-Taek Kim, https://orcid.org/0000-0003-1608-6825
Eun-Ju Ko, https://orcid.org/0000-0002-1081-904X
Won-Geun Son, https://orcid.org/0000-0003-2513-2328

References

1. Brodersen BW. Bovine viral diarrhea virus infections: manifestations of infection and recent advances in understanding pathogenesis and control. Vet Pathol 2014;51:453–464.
2. Lindberg AL. Bovine viral diarrhoea virus infections and its control: a review. Vet Q 2003;25:1–16.
3. Khodakaram-Tafti A, Farjanikish GH. Persistent bovine viral diarrhea virus (BVDV) infection in cattle herds. Iran J Vet Res 2017;18:154–163.
4. Barker IK, Dreumel AAV, Palmer N. Bovine Virus Diarrhea. In: Jubb KV, Kennedy PC, Palmer Palmer N, eds. Pathology of Domestic Animals. Vol. 2. 4th ed. pp. 149–159, Academic Press, San Diego, 1993.
5. Chung CW, Cho IS, Cho JJ, Son YS, An SH. Serological characterization of bovine viral diarrhea virus isolates. Korean J Vet Res 1999;39:743–750.
6. Larson RL, Grotelueschen DM, Brock KV, Hunsaker BD, Smith RA, Sprowls RW, MacGregor DS, Loneragan GH, Dargatz DA. Bovine viral diarrhea (BVD): review for beef cattle veterinarians. Bov Pract 2004;38:93–102.
7. Veronika R, Karin L, Walter B, Walter O, Annemarie K, Beate P. A systematic worldwide review of the direct monetary losses in cattle due to bovine viral diarrhoea virus infection. Vet J 2017;220:80–87.
8. Bennett R, IJpelaar J. Updated estimates of the costs associated with thirty four endemic livestock diseases in Great Britain: a note. J Agric Econ 2005;56:135–144.
9. Kim KD. Studies on the Analysis of Persistently Infected Bovine Viral Diarrhea Virus in Dairy Cattle Farms [dissertation]. Hankyoung Nantional University Graduate School, Anseong, 2011.
10. Richter V, Kattwinkel E, Firth CL, Marschik T, Dangelmaier M, Trauffler M, Obritzhauser W, Baumgartner W, Käsbohrer A, Pinior B. Mapping the global prevalence of bovine viral diarrhoea virus infection and its associated mitigation programmes. Vet Rec 2019;184:711.
11. Son Y, Cho S, Ji JM, Cho JK, Bang SY, Choi YJ, Kim CH, Kim WH. Prevalence study of bovine viral diarrhea virus (BVDV) from cattle farms in Gyeongsangnam-do, South Korea in 2021. Korean J Vet Serv 2022;45:211–219.
12. Lee CY, Lee CG, Nam SM. Seroepidemiological studies on virus-borne diseases of cattle in Kwangju and Chonnam area. Korean J Vet Res 1995;35:615–623.
13. Cho JS, Kim GD, Park HJ, Lim YS, Hong SH, Seo CW, Ryu HJ, Sin RJ. Prevalence for persistently infected cattle with bovine viral diarrhea virus in Korea. Korean J Vet Serv 2013;36:105–110.
14. Deng M, Ji S, Fei W, Raza S, He C, Chen Y, Chen H, Guo A. Prevalence study and genetic typing of bovine viral diarrhea virus (BVDV) in four bovine species in China. PLoS One 2015;10:e0121718.
15. Reichel MP, Lanyon SR, Hill FI. Perspectives on current challenges and opportunities for bovine viral diarrhoea virus eradication in Australia and New Zealand. Pathogens 2018;7:14.
16. Uddin MA, Ahasan ASML, Islam K, Islam MZ, Mahmood A, Islam A, Islam KMF, Ahad A. Seroprevalence of bovine viral diarrhea virus in crossbred dairy cattle in Bangladesh. Vet World 2017;10:906–913.
17. Wilson DJ, Baldwin TJ, Kelly EJ, Van Wettere A, Hullinger G, Bunnell J. Prevalence of bovine viral diarrhea virus in bovine samples from the intermountain west of the USA: comparison between age, sex, breed and diagnostic methods. J Vet Sci Technol 2016;7:1000326.
18. Kim HT, Park MS, Lee GH, Lee KW. Study on prevalence of antigens to bovine viral diarrhea virus (BVDV) of Cattle in Busan area (2013-2014). Korean J Vet Serv 2015;38:43–49.
19. Curtis CR, Erb HN, White ME. Descriptive epidemiology of calfhood morbidity and mortality in New York Holstein herds. Prev Vet Med 1988;5:293–307.
20. Abe Y, Tamura T, Torii S, Wakamori S, Nagai M, Mitsuhashi K, Mine J, Fujimoto Y, Nagashima N, Yoshino F, Sugita Y, Nomura T, Okamatsu M, Kida H, Sakoda Y. Genetic and antigenic characterization of bovine viral diarrhea viruses isolated from cattle in Hokkaido, Japan. J Vet Med Sci 2016;78:61–70.
21. Braun U, Schönmann M, Ehrensperger F, Hilbe M, Brunner D, Stärk KD, Giger T. Epidemiology of bovine virus diarrhoea in

https://doi.org/10.14405/kjvr.20230001

cattle on communal alpine pastures in Switzerland. Zentralbl Veterinarmed A 1998;45:445–452.
22. Scharnböck B, Roch FF, Richter V, Funke C, Firth CL, Obritzhauser W, Baumgartner W, Käsbohrer A, Pinior B. A meta-analysis of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) prevalences in the global cattle population. Sci Rep 2018;8:14420.
23. Park JS, Park JK, Cho EJ, Kim EG, Lee JM, Kim DK, Son SK. Prevalence of bovine viral diarrhea virus from dairy cattle farms in Gyeongnam southern area Korea. Korean J Vet Serv 2013;36:7–13.