



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

제주지역 한우의 소바이러스성
설사병 바이러스 감염실태

제주대학교 대학원

수의학과

조 성 철

2019년 2월

제주지역 한우의 소바이러스성 설사병 바이러스 감염실태

지도교수 손 원 근

조 성 철

이 논문을 수의학 석사학위 논문으로 제출함

2018년 12월

조성철의 수의학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

시 두 직



위 원

손 원 근



위 원

윤 영 민



제주대학교 대학원

2018년 12월



Prevalence of Bovine Viral Diarrhea Virus for Korean Native Cattle in Jeju

Seong-Cheol Cho

(Supervised by professor Won-Geun Son)

Department of Veterinary Medicine

Graduate school, Jeju National University, Jeju, Korea

Abstract

Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) is a RNA virus of Pestivirus in family Flaviviridae. The two genotypes (types 1 and 2) are classified as separate species in the genus Pestivirus. A third putative genotype, BVDV type 3, has also recently been reported. BVDV continues to be of economic significance to the livestock industry in terms of acute disease and fetal loss. Infections of the breeding female may result in conception failure or embryonic and fetal infection which results in abortions, stillbirths, teratogenic abnormalities or the birth of persistently infected animals (PI). PI animals usually have a very high and persistent viremia and are the main reservoir of the virus in a population and excrete large amounts of virus in urine, faeces, discharges, milk and semen. The virus spreads mainly by close contact between PI animals and other cattle. Thus, finding and removal of PI animals are the most important key to control the disease.

The purpose of this study investigates BVDV infection rates of Korean native cattle farms in Jeju for the further planing of BVDV control program in

Jeju province. BVDV antibody and antigen were examined for 15,842 sera collected in 302 Korean native cattle herds from January 2014 to June 2017 using enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) was provided for detection of viruses with 60 sera positive in antigen ELISA test. BVDV antibody was found in 90.7% (274/302) herds and in 61.1% (9,678/15,842) of cattle. BVDV antigen was found in 13.2% (40/302) herds and in 0.4% (61/15,842) of cattle. The oldest animals (> 8 year-old) marked the highest sero-positive rates (91%), while the youngest animals (< 1 year-old) showed the highest antigen positive rates (0.52%). Out of 60 antigen positive sera, BVDV type 1 and type 2 were found in 36 and 12 sera, respectively. Additionally, 6 animals considered as PI animals that BVDV was detected continually by its annual tests.

Keyword: BVDV, ELISA, Genetic type, Jeju, Korean native cattle (Han woo)

목 차

I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
III. 결 과	7
IV. 고 찰	14
V. 결 론	18
VI. 참고문헌	19
초 록	22

I. 서 론

소 바이러스성 설사병(Bovine Virus Diarrhea, BVD)은 소 바이러스성 설사병 바이러스(BVDV)의 감염에 의한 소의 전염병으로, 병원체는 Flaviviridae과의 Pestivirus속의 RNA바이러스로, 1946년 최초로 보고되었다. 이 바이러스는 전세계적으로 분포되어 있으며 type 1과 type 2로 나뉘고, 최근 type 3가 보고되었다 [4]. 감수성은 소가 가장 높으며, 면양, 산양, 사슴 등의 반추동물과 돼지 역시 자연 감염된다 [14, 15]. 감염경로는 바이러스가 포함된 분변에 오염된 사료 등에 의한 경구감염과 태반감염이 주가 되며, 호흡기 및 수정란·정액에 의한 감염도 가능하다 [13, 15]. 급성감염 시 발열, 출혈·점액성 설사와 백혈구 감소증, 식욕 부진과 급사할 수 있으며, 태반감염 시 임신축의 감염 시기에 따라 다양한 증상을 나타낸다. 일반적으로 가임암소가 급성으로 감염될 경우 수정이 되지 않거나, 임신초기에 태아를 잃는 일이 있을 수 있다. 또한 유사산, 또는 허약한 송아지를 생산하는데, 이 송아지의 경우 태어나면 일반적으로 폐사하게 된다. 임신 시기별 감염에 따른 증상으로, 임신 25일령 이전에 감염되게 되면 주로 태아가 폐사하고 시간이 지난 후에 사산된다. 임신 30~90일 이내 감염되면 면역관용현상에 의해 출산된 송아지가 지속감염우(persistently infected calves, PI)가 될 확률이 높으며 PI는 항원 양성이지만 항체는 음성의 상태가 된다. BVDV 방역프로그램이 적용되지 않는 우군에서 1~2%의 송아지가 PI이며 이러한 동물은 많은 양의 바이러스를 뇨, 분변, 체액과 우유, 정액으로 배출하는 주요전파원으로 작용하여 농장 내 질병근절을 위하여 가장 우선적으로 관리하여야 한다. 임신 150일령에 감염된 경우 송아지에 뇌수종, 뇌 형성부전, 안구결손 및 골격 결손과, 뇌하수체 부전에 의해 발육부전이 있을 수 있고, 유사산이 일어날 수 있다. 임신 180일령이후 감염 시 일반적으로 정상적인 송아지를 출산하지만 항체 양성을 나타낸다 [2, 5, 15]. PI의 경우 출혈성·점액성 설사를 특징으로 하는 점액병에 이환될 수 있는데 드물게 일어나며, 이환된 개체는 장관의 궤양과 미란으로 인한 심한 설사로 거의 폐사하게 된다 [15]. 예방법은 외부로부터 바이러스가 침입하지 않도록 축사 내 외부의 세척과 소독, 축체, 유방·유두의 소독과 철저한 예방접종이 있다 [11].

세계동물보건기구(OIE) 육상동물 매뉴얼에 따르면 BVDV 진단법으로 항원검사는 바이러스분리, 항원 ELISA법, RT-PCR법 및 면역조직화학법이 있으며, 이중 ELISA법과 RT-PCR법이 청정화를 위한 검사 및 감염률 조사 등 검사목적 전범위에 걸쳐 가장 추천된다. 항체 진단법으로는 ELISA법과 중화항체법이 있는데, 이 중 ELISA법이 역시 검사목적 전범위에 걸쳐 가장 추천되고 있다 [15]. 이 조사에서도 OIE의 매뉴얼에 따라 BVDV 진단법으로 가장 추천되고 있는 항원·항체 ELISA법과 RT-PCR법을 사용하였다.

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 9,925억원으로 그 중 한육우가 차지하는 비중은 733억원(7.3%)이며, 낙농까지 포함한 축우 사육농장의 전체 조수입은 899억원(9.05%)이다. 이와 같은 제주도의 축우 산업은 타 지역과 다른 구제역, 브루셀라 청정지역의 이미지로 인해 발전하여 왔다. 특히 최근 도 차원에서 추진하고 있는 소 요네병 인증제 농장의 운영과 함께 다른 만성 소모성 질환의 근절 방안을 수립함으로써 제주도의 축우 산업의 경제적인 손실을 줄여나가야 할 것이다.

이 연구는 호흡·장관계 질환과 번식장애로 축우사육농장에 경제적 피해를 입히는 대표적 소모성 질환인 BVD 감염실태를 혈청학적으로 조사하여 감염농장과 감염 축우의 비율, 그리고 BVDV의 유전형 및 바이러스 전파에 중요한 지속감염우의 비율을 파악하였다. 본 연구결과는 질병의 확산방지와 농장 피해예방을 위한 제주지역 내 BVDV 방역대책 수립과 농장 방역지도를 위한 기초자료로 제공 될 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 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(Table. 1).

Table 1. The number of cattle farms and of serum samples collected from 2014 to 2017 in Jeju-do

Year	No. of farm			No. of serum		
	Jeju-si	Seogwipo-si	Total	Jeju-si	Seogwipo-si	Total
2014	32	37	69	1,877	1,768	3,645
2015	52	24	76	2,339	1,447	3,786
2016	57	26	83	2,501	1,541	4,042
2017	52	22	74	2,952	1,417	4,369
Total	193	109	302	9,669	6,173	15,842

Jeju-do (province) is composed two cities, Jeju-si and Seogwipo-si.

2. BVDV 항체·항원 ELISA 검사

BVDV의 항체검사를 위하여 공시 혈청을 VPro[®] 소 바이러스성 설사병 바이러스 항체 ELISA kit (MEDIAN Diagnostics, Korea)를 사용하여 제조사의 검사방법에 따라 검사하였다. BVDV E2 흡착 플레이트에 시료와 희석액을 분주하고, 3회 세척 후, HRPO Anti-BVDV E2 Conjugate를 각 웰에 분주한 다음 실온에서 30분간 반응시켰다. ELISA reader를 활용해 450 nm에서 흡광도(A)를 측정하였으며 결과는 아래와 같이 계산하였다. S/N이 0.7이하면 양성, 0.7을 초과할 경우 음성으로 판정하였다.

$$S/N = \frac{\text{가검시료 평균 OD}}{\text{음성대조 평균 OD}}$$

BVDV의 항원검사는 Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) Antigen Test Kit/Serum Plus (IDEXX, Switzerland)를 사용하여 제조사의 검사방법에 따라 검사하였다. 공시 혈청을 준비된 플레이트에 분주한 다음 37℃에서 2시간 반응시켰으며, 5회 세척후 Conjugate를 각 웰에 분주하였다. 이를 상온(18~26℃)에서 30분 반응 시킨 후 TMB를 넣고 다시 상온에서 30분 반응을 시킨 다음 정지용액을 넣어 반응을 정지시켰다. ELISA reader를 활용해 450 nm에서 흡광도(A)를 측정하였으며, 결과의 계산은 아래와 같다. S/N이 0.3이하면 음성, 0.3 초과 시 양성으로 판정하였다.

$$S/N = \text{가검시료 OD} - \text{음성대조 OD}$$

3. RT-PCR(Reverse transcription-polymerase chain reaction)

항원 ELISA 검사에서 양성으로 확인된 개체의 혈청 60점을 DNase RNase free distilled water (Invitrogen, USA)와 1:10 비율로 혼합하여 상층액을 이용하였다. RNA 추출은 RNeasy[®] Mini kit (QIAGEN, GmbH, Germany)를 이용하여 제조사가 제시한 실험방법에 준하여 실시하였다. 1.5 ml eppendorf tube에 상층액 150 μ l와 RLT buffer 300 μ l를 넣고 70% ethanol 300 μ l을 첨가 후 혼합하였다. Mini column에 750 μ l의 반응액을 넣고 4 $^{\circ}$ C, 12,000 rpm에서 1분간 원심분리 하였다. Collecting tube내 용액을 제거하고 column에 RW1 buffer 680 μ l을 분주한 후 앞에서와 동일한 조건으로 다시 1분간 원심분리 하였다. Column을 새로운 collecting tube에 넣고 RPE buffer 500 μ l 분주 후 다시 2분간 원심분리 하였다. Collecting tube내의 용액을 버리고 다시 RPE buffer 500 μ l 분주 후 다시 2분간 원심분리 하였다. Column에 용액이 남지 않도록 1분간 원심분리 후 column을 새로운 1.5 ml eppendorf tube에 넣고 DNase RNase free water를 50 μ l 분주하여 1분간 원심분리 하고 최종 추출물 2 μ l를 농립축산검역본부 BVDV common primer (Table 2.)와 제품화된 premix인 AccuPower[®] RT-PCR PreMix (Bioneer, Korea) 및 DNase RNase free distilled water (Invitrogen, USA) 18 μ l를 분주하였다. 이후 C1000 Thermal Cycler (Bio-Rad, USA)를 활용하여 검사를 실시하였으며, 반응 조건은 reverse transcription 단계는 42 $^{\circ}$ C에서 30분, Pre-denaturation은 94 $^{\circ}$ C에서 15분, cycle reactions 단계는 94 $^{\circ}$ C에서 20초, 50 $^{\circ}$ C에서 30초, 72 $^{\circ}$ C에서 30초간 25회 반복하고 최종 72 $^{\circ}$ C에서 5분간 반응하였다. 이후 RT-PCR 증폭산물 2 μ l와 BVDV Type별 primer와 AccuPower[®] HotStart PCR PreMix (Bioneer, Korea)을 분주하고 nested PCR을 실시하였으며 initial denaturation 단계는 94 $^{\circ}$ C에서 3분, cycle reactions 단계는 94 $^{\circ}$ C에서 20초, 50 $^{\circ}$ C에서 30초, 72 $^{\circ}$ C에서 30초간 40회 반복하고 최종 72 $^{\circ}$ C에서 15분간 반응하였다. 반응 종료 후 Nested PCR 증폭산물 8 μ l씩을 1.5% agarose gel 상에서 Mupid-exU (Advance, Japan)을 활용하여 전기영동을 실시한 다음 RedSafe[™] Nucleic Acid Staining Solution (Intron biotechnology, Korea) 용액(0.5 μ l/ml in DW)으로 염색하였다. Gel Doc XR+ (Bio-Rad, USA)를 활용해 BVDV type 별 각각의 증폭산물(Type 1은 360 bp, Type 2는 604 bp) 유전자에 대한 특이적인 밴드 유무를 확인하였다.

Table 2. Oligonucleotide primer sets for the detection of BVDV

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

Ⅲ. 결 과

1. 소바이러스성 설사병 바이러스 항체 양성률

제주지역 한우농장 302농장 15,842마리에 대한 BVDV 항체 양성률을 조사한 결과 농장 감염률은 연도별로 88.5%에서 96.9%로 대부분의 농장에 BVDV 감염개체가 있는 것으로 확인되었다. 지역별로는 서귀포시 소재 농장이 97.2%로 나타나, 제주시 소재 농장의 86.9%보다 높은 것으로 확인되었다. 그러나 개체별 감염률의 경우 제주시는 63.7%, 서귀포시는 57.0%를 나타내어 서귀포시의 사육 한우의 감염률이 상대적으로 낮게 나타났다(Table 3).

Table 3. The herd and the individual animal seroprevalence for BVDV antibody in Jeju by ELISA test

Year	No. of positive farms (%)			No. of positive serum (%)		
	Jeju-si	Seogwipo-si	Total	Jeju-si	Seogwipo-si	Total
2014	31(96.9)	35(94.6)	66(95.7)	1,176(62.7)	878(49.7)	2,054(56.4)
2015	45(86.5)	22(91.7)	67(95.7)	1,382(59.1)	783(54.1)	2,165(57.2)
2016	51(89.5)	23(88.5)	74(89.2)	1,469(58.7)	903(58.6)	2,372(58.7)
2017	46(88.5)	21(96.5)	67(90.5)	2,130(72.2)	957(67.5)	3,087(70.7)
Total	173(86.9)	101(97.2)	247(90.7)	6,159(63.7)	3,521(57.0)	9,678(61.1)

소의 연령에 따른 BVDV 항체 양성축 분포를 조사한 결과 2세 미만의 소는 45.6% (2,029/4,451)가 양성으로 확인되었고, $\geq 2 < 4$ 세는 55.4% (3,143/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 72.6% (2,259/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 81.3% (1,039/1,278), 8세 이상은 91.3% (992/1,086)가 항체 양성인 것으로 나타났으며 연령이 확인되지 않은 소는 88.2% (216/245)가 양성인 것으로 확인되었다.(Fig. 1).

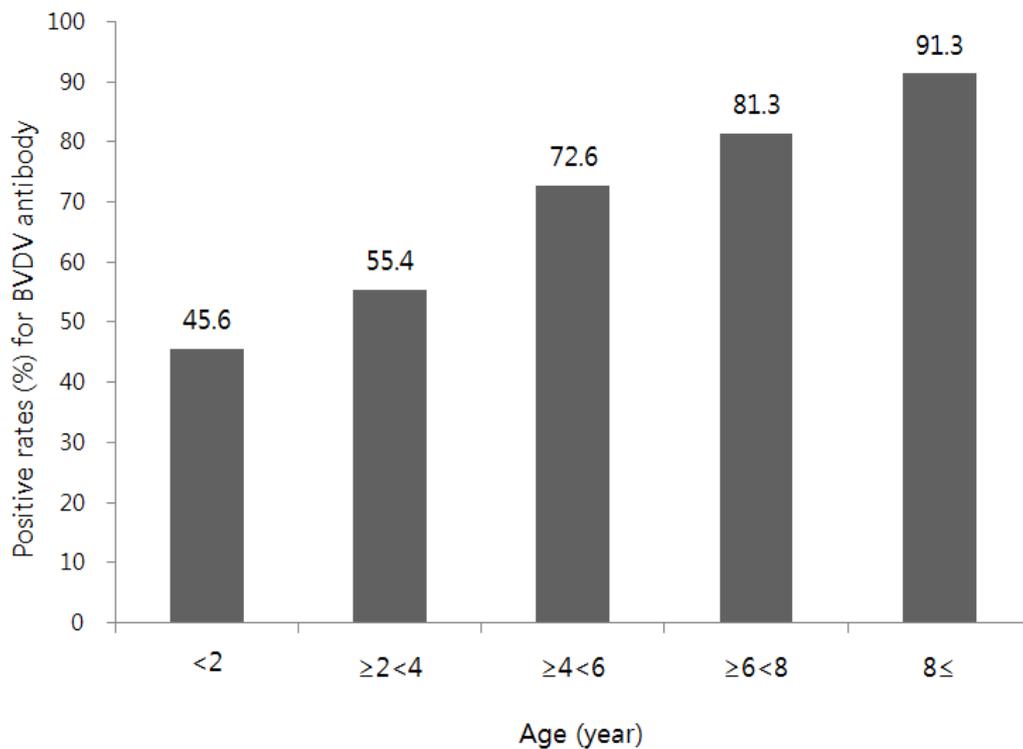


Fig. 1. Distribution of BVDV antibody within the different age groups in Korean native cattle herds in Jeju of South Korea. The number of cattle positive for BVDV antibody and of samples in age groups, < 2 , $\geq 2 < 4$, $\geq 4 < 6$, $\geq 6 < 8$, and $8 \leq$ were 2,029/4,451, 3,143/5,672, 2,259/3,110, 1,039/1,278, and 992/1,086, respectively. Age unknown group, 245 heads was not included.

2. 소바이러스성 설사병 바이러스 항원 양성률

제주지역 한우농장 302농장 15,842마리에 대한 BVDV 항원 ELISA 검사결과, 농장별 항원 검출률은 연도에 따라 3.1%에서 29.2%로 다양하였으며 지역별로는 서귀포시 소재 농장의 18.4%와 제주시에 있는 농장의 10.4%가 양성농장으로 나타나 서귀포시가 상대적으로 높았다. 개체별 항원 검출률은 연도에 관계없이 1% 이하였으나 서귀포시 사육 한우 중 항원 양성 한우가 0.6%로 확인되어 제주시의 0.3% 보다 높게 나타났다(Table 4).

Table 4. The positive rates for BVDV antigen of the herd and the individual animal in Jeju by serum ELISA test

Year	No. of positive farms (%)			No. of positive sera in animals (%)		
	Jeju-si	Seogwipo-si	Total	Jeju-si	Seogwipo-si	Total
2014	1(3.1)	6(16.2)	7(10.1)	1(0.1)	8(0.5)	9(0.3)
2015	7(13.5)	7(29.2)	14(18.4)	7(0.3)	14(1.0)	21(0.6)
2016	5(8.7)	4(15.4)	9(10.8)	7(0.3)	9(0.6)	16(0.4)
2017	7(13.5)	3(13.6)	10(13.5)	12(0.4)	3(0.2)	15(0.3)
Total	20(10.4)	20(18.4)	40(13.3)	27(0.3)	34(0.6)	61(0.4)

소의 연령에 따른 BVDV 항원 양성 분포를 조사한 결과 2세 미만의 소는 0.52% (23/4,451)가 양성으로 확인되었고, $\geq 2 < 4$ 세는 0.42% (24/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 0.26% (8/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 0.16% (2/1,278), 8세 이상은 0.37% (4/1,086)가 항원 양성인 것으로 확인되었다(Fig 2).

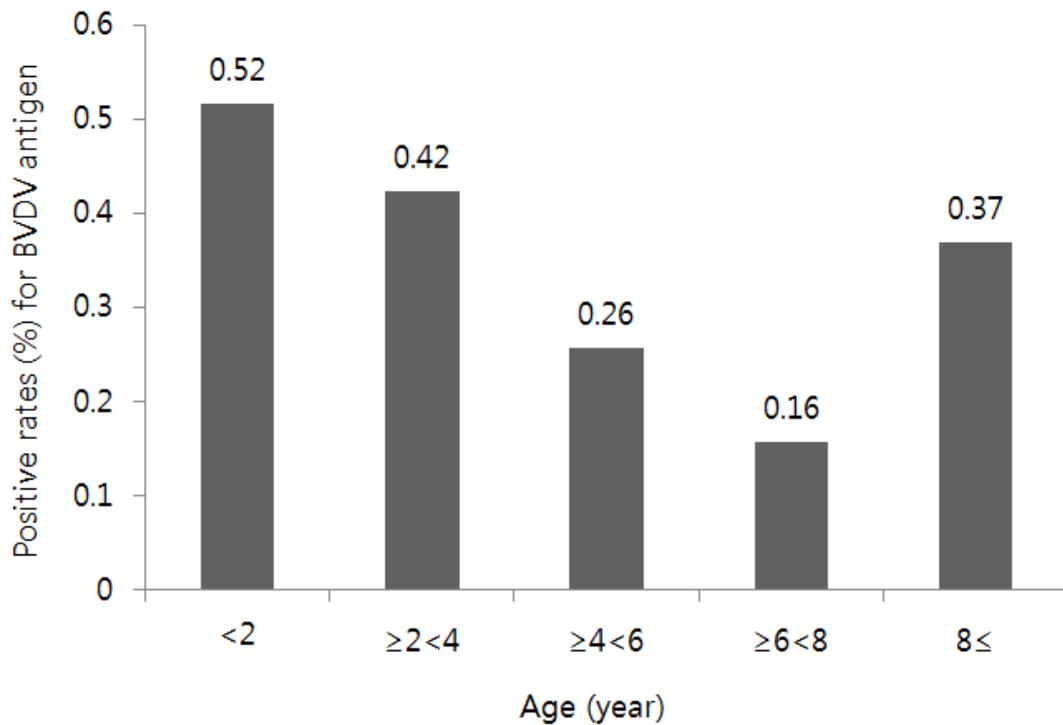


Fig. 2. Distribution of BVDV antigen within the different age groups in Korean native cattle herds in Jeju of South Korea. The number of cattle positive for BVDV antigen and of samples in age groups, < 2 , $\geq 2 < 4$, $\geq 4 < 6$, $\geq 6 < 8$, and $8 \leq$ were 23/4,451, 24/5,672, 8/3,110, 2/1,278, and 4/1,086, respectively. There were no antigen in 245 heads of age unknown group (data not shown)

3. BVDV의 항원형

항원 ELISA 검사에서 양성을 나타낸 소 혈청 60점을 대상으로 RT-PCR을 실시하여 BVDV 항원형을 분석하였다. Nested PCR 후 증폭산물을 관찰한 결과 type 1은 360 bp, type 2는 604 bp에서 특이 밴드를 확인할 수 있었다(Fig. 3, Fig. 4).

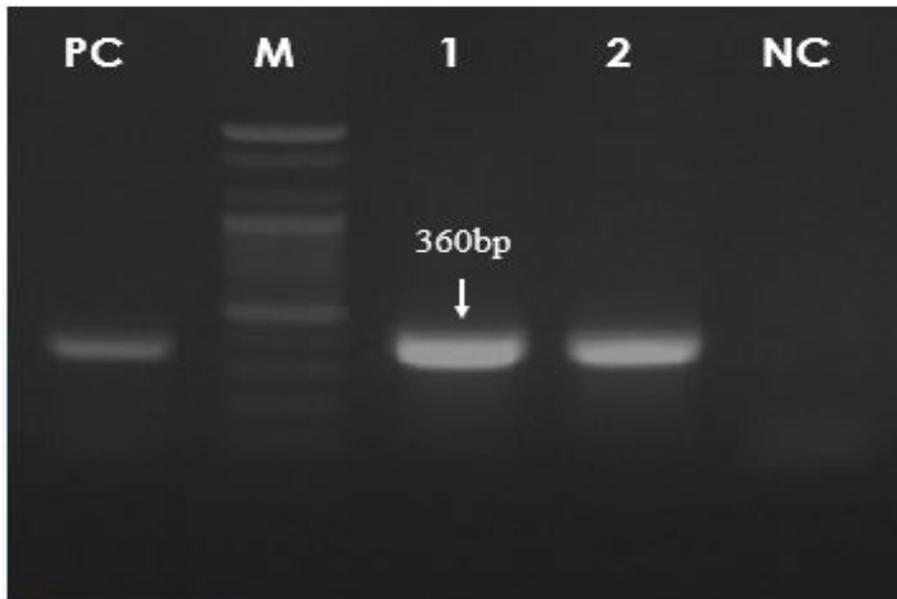


Fig. 3. Agarose gel electrophoresis of RT-PCR product for BVDV type 1. Specific band showed at 360 bp. PC : Positive control, M : 100 bp DNA Ladder (Bioneer, Korea), 1 : Sample 1, 2 : Sample 2, NC : Negative control.

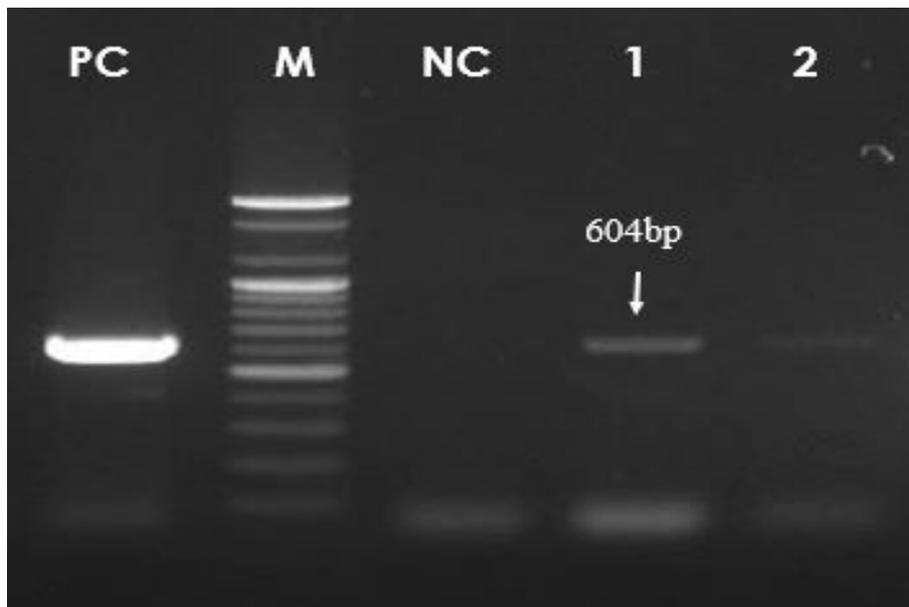


Fig. 4. Agarose gel electrophoresis of RT-PCR product for BVDV type 2. Specific band showed at 604 bp. PC : Positive control, M : 100 bp DNA Ladder (Bioneer, Korea), NC : Negative control, 1 : Sample 1, 2 : Sample 2.

ELISA 검사에서 항원 양성이었던 60개 시료 중 36개가 BVDV type 1, 12개가 BVDV type 2로 확인되었으나, 12개에서는 바이러스 항원이 검출되지 않았다. 또한 전년도 검사에서 항원이 검출된 개체가 다음해에도 양성으로 확인된 경우는 6개체였으며 이들 혈청의 경우 지속감염우로부터 채취된 것으로 간주하였다 (Table 5).

Table. 5. BVDV antigen typing of 60 cattle positive in ELISA antigen test.

Year Genotype	2014	2015	2016	2017	Total
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

*, The numbers in parentheses indicate the number of cows in which BVDV antigens were detected in the previous year's test.

IV. 고 찰

BVD는 설사, 유량감소, 변식장애와 면역관용 등에 의한 다른 질병의 이환 및 폐사를 일으켜, 농장 생산성에 영향을 미치는 질병으로, 북미와 유럽국가에서는 BVD의 근절을 위하여 농장지도에 힘쓰고 있다. 미국농무성(USDA)에 따르면 급성 BVD 발생으로 인한 손실액을 암소 마리당 50~100\$으로 추산하였으며 캐나다의 경우 1998년에 심급성으로 BVD가 발생했을 때 우군당 손실액을 40,000\$~100,000\$로 추산했다. 또한 2002년에 50마리의 젖소를 착유하는 농장의 BVD로 인한 손실액을 마리당 48\$로 추산했다 [19]. 영국에서도 BVD로 인한 농장 피해액을 마리당 13~31\$로 추산(Bennett and Ijpelaar, 2005)하고 농장과 110개의 축산관련 단체·기업이 주도하는 BVD 청정화 계획(BVDFree England, <https://bvdfree.org.uk>)이 시행중에 있다. Kim [10]은 2009년 3월부터 2009년 11월 까지 경기지역 젖소사육농장의 BVDV 양성농장과 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 감염농장에 대한 구체적인 경제적 피해 내역 확인은 어렵지만 농장의 생산성에 향상을 위해 향후 방역 대책 수립·시행 시 BVD, 소 leukemia 및 요내병 등 농장 내 상재 질병에 의한 농장의 경제적 피해 조사가 함께 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2014년부터 2017년까지 제주지역 한우사육농장에 대한 BVD 항체 검사를 실시한 결과 302농장 중 274(90.7%)농장이 항체양성으로 확인되어 도내 한우 농장 대부분이 BVDV에 노출된 것으로 보이며, 검사두수 15,842마리 중 9,678(61.1%)마리가 양성으로 확인되었다. Lee 등 [12]은 전남지역 도축소 304마리를 이용한 항체검사결과 149(49%)마리가 양성을 보여 제주지역의 검사결과 보다 낮게 나타났으나, Cho 등 [5]이 제주를 제외한 8개도의 29개 농장의 한우 4,260마리를 검사하여 3,076(72.2%)마리가 양성이라 보고한 것과 비교하였을 때 제주지역의 개체별 항체 양성률이 전국 평균에 비하여 낮은 것으로 확인되었다.

Deng 등 [7] 이 보고한 중국 5개 권역(동부, 서부, 남부, 북부, 중앙) 10개 지방에서 1,379마리의 소에 대한 항체검사결과 801(58%)마리가 양성을 보인 결과와, Reichel 등 [17] 이 1991년 뉴질랜드의 항체 양성률이 60%였다는 보고와 큰 차이가 없었다.

연령대별 항체 양성률은 연령이 올라갈수록 증가되는 양상을 보였으며, 8세 이상의 소는 검사 개체 중 91.3%가 양성으로 사육기간이 길어질수록 바이러스에 노출될 수 있는 기회가 증가되었기 때문으로 생각된다. Uddin 등 [18] 이 보고한 방글라데시의 조사결과에서도 1년 이하의 소에서 31.8%, 1~3세의 소에서 47.6%, 3~5세의 소에서 61.3%, 5세 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 40(13.2%)농장에서 바이러스 양성이 확인 되었으며, 지역별로는 서귀포시 농장이 89농장 중 20(18.3%)농장에서 양성을 보여 10.4%였던 제주시 농장보다 높은 양성률을 보였다. 개체별 항원 양성률 역시 서귀포시가 6,173마리 중 34(0.6%)마리가 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 [7] 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 [20] 등이 2008년부터 2013년까지 미국 유타주에서 사육중인 소 1,195마리의 혈청을 이용한 항원 ELISA검사결과 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 2세 미만의 소가 4,451마리 중 23(0.52%)마리가 양성으로 가장 높은 양성률을 보였다. 이는 Kim 등 [9] 이 실시한 부산지역 BVDV 감염실태 조사결과 1세미만의 축우가 215마리 중 4(1.9%)마리가 양성으로 보이는 것과 같은 경향을 보였으며, 모든 연령의 소가 감수성이 높으나 특히 60~240일령 송아지가 감수성이 높다는 Curtis 등 [6] 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 [1] 이 2006년 4월부터 2014년 7월까지 일본 홋카이도 지방 사육 소에서 분리된 766개의 BVDV 바이러스에 대한 genotyping 결과 544 샘플이 type 1으로 222개가 type2 로 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 1세 미만 1마리, 1년~2세 4마리, 2세 이상이 1마리로 확인되어, 15,842마리 중 총 6(0.04%)마리의 PI가 확인되었다. PI 확인을 위하여 항원 양성축을 Braun 등 [3] 에 의한 3주~4주 간격으로 2회 이상 재검사를 실시하여야 한다. 하지만 본 연구에서는 이를 실시하지 않아 도내 한우 사육농장의 정확한 PI 보유율은 확인하기 어렵지만 금번 조사결과를 토대로 예상해볼 때 0.05%이상 0.4%미만으로 추정된다. 조 등 [5] 이 국내 한우에서 BVDV 항원 양성축을 3~4주 간격으로 실시한 PI 조사결과에서 4,260마리 중 27(0.6%)마리의 PI를 확인하였으며 Park 등 [16] 이 경남 남부지역 젃소 543마리 중 12(2.2%)마리 항원 양성, 이중 6(1.1%)마리를 PI로 보고하였다. 이 결과와 비교했을 때 제주지역의 BVD의 주요 전염원인 PI의 보유율은 타 지역보다 낮은 것으로 추정된다.

이번 조사를 통해 제주지역의 대부분의 한우 사육농장이 BVDV에 노출된 것으로 보이며, 항원 양성률 및 PI 보유율은 타 지역과 비교했을 때 낮은 것으로 확인되었다. 우리나라에서는 BVD가 가축전염병예방법에 의한 법정 가축전염병으로 지정되어 있지 않아 국가 가축방역사업 등을 통한 유행률 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 [16] 에 의하면 경남 남부지역의 젃소 사육농장 운영자에게 BVD에 대한 설문을 조사한 결과, 대상농장 44농장 중 5(11.36%)농장에서만 질병에 대해 알고 있는 등 축우사육농장의 피해예방을 위한 적극적인 농장 홍보와 지도가 필요한 상황으로 이를 위한 농장교육 프로그램과 방역정책의 개발이 시급한 상황이다. 다행히 제주지역의 경우 주요 전염원인 PI가 해외 및 타 지역의 사례에 대비하여 많지 않은 상황으로 판단되며, 조속한 방역

대책 수립과 근절을 추진한다면, 해외에서 보고된 BVD 근절 소요 예산보다 적은 예산으로 질병 근절과 예방이 가능할 것으로 판단된다. 향후 동 질병이 확산되어 농장에 더 큰 경제적 피해를 주기 전에 방역기관, 생산자 단체 및 임상수의사는 방역대책 수립과 질병에 대한 적극적인 홍보·지도로 축우사육 농장의 동 질병에 대한 관심을 향상시키고 농장지도에 힘써야 할 것이다. 사육농장에서도 질병에 대한 관심을 가지고 사육축우에 대한 정기적인 질병검사를 통한 PI의 색출과 위생적인 사양관리를 추진한다면 경제적 피해 예방을 통한 생산성 향상에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

V. 결 론

제주지역 한우사육농장의 BVDV 감염실태를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. BVDV 항체 ELISA 검사결과 302농장 15,842마리 중 대상농장에서 90.7%, 대상한우에서 61.1%가 항체 양성으로 확인되었다.
2. 연령대별 BVDV 항체 분포는 소의 2세 미만의 소는 45.6%(2,029/4,451)가 양성으로 확인되었고, $\geq 2 < 4$ 세는 55.4% (3,143/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 72.6% (2,259/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 81.3% (1,039/1,278), 8세 이상은 91.3% (992/1,086)가 항체 양성인 것으로 나타났으며 연령이 확인되지 않은 소는 88.2% (216/245)가 양성인 것으로 확인되었다.
3. BVDV 항원 ELISA 검사결과 302농장 15,842마리 중 대상농장에서 13.2% 대상한우에서 0.4%가 항원 양성으로 확인되었다.
4. 소의 연령에 따른 BVDV 항원 양성 분포를 조사한 결과 2세 미만의 소는 0.52% (23/4,451), $\geq 2 < 4$ 세는 0.42% (24/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 0.26% (8/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 0.16% (2/1,278), 8세 이상은 0.37% (4/1,086)가 항원 양성인 것으로 확인되었다.
5. BVDV 항원 ELISA 양성축 60마리에 대하여 RT-PCR을 실시한 결과 총 48마리의 개체가 양성으로 확인되었으며 이중 36마리는 BVDV Type 1형으로 확인되었으며, 12마리는 BVDV Type 2형으로 확인되었다.
6. 항원검사결과 지속감염우라고 추정되는 개체는 총 6마리로 확인되었다.

VI. 참고문헌

1. **Abe Y, Tamura T, Torii S, Wakamori S, Nagai M, Mitsunashi 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 diarrhoea viruses isolated from cattle in Hokkaido, Japan. *J Vet Med Sci*, 2016, 78, 61 - 70.
2. **Barker IK, Dreumel AAV, Palmer N.** Bovine virus diarrhoea. In: *Jubb KVF, Kennedy PC, Palmer N (ed.). Pathology of domestic animals. 2nd ed. pp. 149-159, Academic Press, San Diego, 1993.*
3. **Braun U, Schönmann M, Ehrensperger F, Hilbe M, Brunner D, Stärk KD, Giger T.** Epidemiology of bovine virus diarrhoea in cattle on communal alpine pastures in Switzerland. *Zentralbl Veterinarmed A*, 1998, 45, 445-452.
4. **Broderson BW.** Bovine viral diarrhoea virus infections: Manifestations of infection and recent advances in understanding pathogenesis and control. *Vet Pathol*, 2014, 51, 453-464.
5. **Cho JS, Kim KD, Park HJ, Lim YS, Hong SH, Seol CW, Ryu HJ, Sin RJ.** Prevalence for persistently infected cattle with bovine viral diarrhoea virus in Korea. *Korean J Vet Serv*, 2013, 36, 105-110.
6. **Curits CR, Erb NH, White ME.** Descriptive epidemiology of calfhood morbidity and mortality in New York Holstein herds. *Pre Vet Med*, 1988, 5, 293-298.

7. **Deng M, Ji S, Fei W, Raza S, He C, ChenY, et al.** Prevalence study and genetic typing of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) in four bovine species in China. PLoS ONE, 2015, 10, e0121718.
8. **Khodakaram-Tafti, A, Farjanikish, GH.** Persistent bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in cattle herds. Iran J Vet Res, 2017, 18, 154-163.
9. **Kim HT, Park MS, Lee GH, Lee KW.** Study on prevalence of antigens to bovine viral diarrhoea virus (BVDV) of Cattle in Busan area (2013~2014). Korean J Vet Serv, 2015, 38, 43-49.
10. **Kim KD.** Studies on the analysis of persistently infected bovine viral diarrhoea virus in dairy cattle farms. Doctoral degree thesis. Hankyong University Graduate School. 2011.
11. **Larson RI, Grotelueschen DM, Brock KV, Hunsaker BD, Smith RA, Sprowls RW, MacGregor DS, Loneragan GH, Dargatz DA.** Bovine viral diarrhoea (BVD) : Review for beef cattle veterinarians. The Bovine Practitioner, 2004, 38, 93-102.
12. **Lee CY, Lee CG, Nam SM.** Seroepidemiological studies on virus-borne disease of cattle in Kwangju and Chonam area. Korean J Vet Res, 1995, 35, 615-623.
13. **Lee JH, Han YD, Youk SY, Kim NS, Chang SM, Chong JY, Kim DH.** Serological survey of cattle on bovine viral diarrhoea in Young Dong Province. Korean J Vet Serv, 1991, 14, 148-153.

14. **Lindberg ALE.** Bovine viral diarrhoea virus infections and its control. A review, *Vet Q*, 2003, 25, 1-16.
15. **Office International des Epizooties(OIE).** Bovine viral diarrhoea (Chapter 2.4.7.). *OIE Terrestrial Manual* 2016.
16. **Park JS, Park JK, Cho EJ, Kim EG, Lee JM, Kim DK, Son SK.** Prevalence of bovine viral diarrhoea virus from dairy cattle farms in Gyeongnam southern area Korea. *Korean J Vet Serv*, 2013, 36, 7-13.
17. **Reichel MP, Lanyon SR, Hill FI.** Perspectives on current challenges and opportunities for bovine diarrhoea virus eradication in Australia and New Zealand. *Pathogens*, 2018, 7, 14.
18. **Uddin MA, Ahasan ASML, Islam K, Islam MZ, Mahmood A, Islam A, Islam KMF, Ahad A.** Seroprevalence of bovine viral diarrhoea virus in crossbred dairy cattle in Bangladesh. *Veterinary World*, 2017, 10, 906-913.
19. **USDA(United States Department of Agriculture) APHIS(Animal and Plant Health Inspection Service) Veterinary Services Centers for Epidemiology and Animal Health,** Bovine viral diarrhoea virus. *APHIS Info sheet*, 2007.
20. **Wilson JD, Baldwin TJ, Kelly EJ, Wettere VA, Hullinger G, Bunnell J.** Prevalence of bovine viral diarrhoea virus in bovine samples from the intermountain west of the U.S.A. - comparison between age, sex, breed, and diagnostic methods. *J Veterinar Sci Techno*, 2016, 7, 3.

초 록

제주지역 한우의 소바이러스성 설사병 바이러스 감염실태

지도교수 : 손 원 근

조 성 철

제주대학교 대학원 수의학과

소 바이러스성 설사병 바이러스(bovine viral diarrhea virus : BVDV)는 Flaviviridae과, Pestivirus속의 RNA 바이러스이며 유전형은 1형과 2형으로 구분되며 최근 3형이 확인되었다. BVDV는 소에서 설사, 수태율 감소, 특히 임신우에서는 BVDV 감염 시기에 따라 유산, 지속감염우(persistently infected cattle, PI) 분만 등을 유발시켜 소 사육농장에 막대한 경제적 피해를 주고 있다. PI는 면역관용으로 인하여 항체가 형성되지 않으면서 바이러스를 지속적으로 배출하여 농장 내 전염원으로 작용하기 때문에 이에 대한 색출 및 도태가 매우 중요하다. 따라서 일부 국가에서는 소 바이러스성 설사병을 생산성 저하를 일으키는 위험 질병으로 지정하고 이를 근절하기 위해 지속적인 노력을 기울이고 있다. 이 연구는 제주지역의 BVDV 감염실태를 조사하고 향후 지속감염우 색출을 통한 질병 예방과 근절을 위한 기초 자료를 확보하고자 실시하였으며, 2014년 1월에서 2017년 6월까지 제주도 내에서 사육 중인 제주지역 한우 사육농가 302농장 15,842마리에서 채취한 혈청 시료를 이용하여 BVDV에 대한 항체 및 항원 검사를

효소면역법(Enzyme linked immunosorbent assay: ELISA)으로 실시하였다. 항원 양성개체에 대해서는 BVDV 1형 및 2형을 확인하기 위하여 reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR)법을 이용하여 검사를 실시하였다. 제주지역 한우 사육농장 302농장 15,842마리의 BVDV에 대한 항체 ELISA 검사결과 274농장 (90.7%)가 양성농장이었으며, 9,678마리(61.1%)가 항체 양성으로 나타났다. 연령별 항체 양성률은 연령대별 BVDV 항체 분포는 소의 2세 미만의 소는 45.6% (2,029/4,451)가 양성으로 확인되었고, $\geq 2 < 4$ 세는 55.4% (3,143/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 72.6% (2,259/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 81.3% (1,039/1,278), 8세 이상은 91.3% (992/1,086)가 항체 양성인 것으로 나타났으며 연령이 확인되지 않은 소는 88.2% (216/245)가 양성인 것으로 확인되어 연령이 증가할수록 항체 양성률이 점차 높아지는 양상을 보였다. BVDV에 대한 항원 ELISA 검사결과 총 302농장 15,842마리 중 40농장 (13.2%)가 양성농장이었으며, 61마리(0.4%)가 양성개체로 확인되었다. 항원 양성 개체 61마리 중 소의 연령에 따른 BVDV 항원양성 분포를 조사한 결과 2세 미만의 소는 0.52% (23/4,451)가 양성으로 확인되었고, $\geq 2 < 4$ 세는 0.42% (24/5,672), $\geq 4 < 6$ 세는 0.26% (8/3,110), $\geq 6 < 8$ 세는 0.16% (2/1,278), 8세 이상은 0.37% (4/1,086)가 항원 양성인 것으로 확인되었다. BVDV 항원 양성개체 60마리에 대한 RT-PCR 검사결과 1형이 36마리(60%), 2형은 12마리(20%)로 확인 되었으며, 이 중 PI는 6마리로 확인되었다.

중심어 : 소바이러스성설사병바이러스, 유전형, 제주, 한우, 효소면역법,

