

< Original Article >

경남지역 사육 염소 큐열 항체 양성률 조사

성민호* · 박종식 · 윤도경 · 김형수 · 고병효 · 함정민 · 정명호
경상남도 동물위생시험소

Seroprevalence of *Coxiella burnetii* in Korean native goats in Gyeongnam province

Min-Ho Seong*, Jong-Sik Bak, Do-Kyung Youn, Hyeong-Su Kim,
Byeong-Hyo Ko, Jeong-Min Ham, Myeong-Ho Jeong
Gyeongnam Veterinary Service Laboratory, Jinju 52733, Korea

(Received 25 August 2020; revised 18 October 2020; accepted 24 November 2020)

Abstract

Coxiella burnetii is the causative agent of Q fever which is a zoonosis occurring in both humans and animals worldwide. The purpose of this study was to investigate the seroprevalence of *C. burnetii* in Korean native goat in Gyeongnam province, Korea. A total of 1,365 goat blood samples from 273 farms in Gyeongnam province were collected between 2018 and 2019. Among them, 177 (13.0%) samples out of 71 (26.0%) farms were seropositive for *C. burnetii* by ELISA. Seroprevalence were 15.4% and 10.9% in 2018 and 2019, respectively. According to the region, seroprevalence in western, central, eastern, northern and southern areas of Gyeongnam province were 16.6%, 17.8%, 8.0%, 11.6% and 10.8%, respectively. Seroprevalence was increased with breeding scale (Head < 10:7.0%, 10 ≤ Head < 50:8.7%, 50 ≤ Head < 100:13.6%, 100 ≤ Head:28.8%). Seroprevalence according to the season showed highest in summer (18.9%) and lowest in winter (9.4%). These results indicated that *C. burnetii* infection is widespread among Korean native goats of Gyeongnam province in Korea and further study needs to prevent the circulation of other livestock with Korean native goat.

Key words : *Coxiella burnetii*, ELISA, Korean native goat, Q fever

서 론

큐열(Q fever)은 뉴질랜드를 제외한 전세계에서 발생하는 인수공통전염병이며(OIE, 2019), 야생동물, 가축, 조류 뿐 아니라, 진드기와 같은 절지동물까지 숙주범위가 매우 넓다(Maurin and Raoult, 1999). 1935년 Derrick이 호주 퀸즐랜드주 브리즈번의 도축장 종사자들에서 발생한 원인 미상의 열성 질환을 “Q fever”로 최초 보고하였으며(Derrick, 1983), 이후 호주와 미국에서 지속적인 연구가 이루어져 Cox와 Burtnet이 이 균을 동정하여 *Coxiella burnetii*라고 명명하였다(Marrie,

2003). 큐열의 병원체인 *C. burnetii*는 편성 세포내 기생세균으로 직경 0.2~0.4 μm, 길이 0.4~1.0 μm의 그람음성균이다(Maurin and Raoult, 1999). *C. burnetii*는 일반 배지에서는 증식하지 않고 진드기 내에서 오랫동안 생존하여 Rickettsia과로 분류되었으나, 최근 16S rRNA 염기서열 분석을 통해 gamma-Proteobacteria에 속하는 *Coxiella*속 세균으로 재분류되었다(Weisburg 등, 1989; Stein 등, 1993).

*C. burnetii*는 감염된 반추류(주로 염소, 양, 소)에 의해 사람으로 전염되는데, 만성 감염된 반추류는 출산 배출물, 분변, 우유를 통해 다량의 균체를 배출한다(Biggs 등, 2016). 사람에서 주요 감염경로는 감염동물의 출산 배출물, 태반, 털 등에 존재하던 균체가 비말

*Corresponding author: Min-Ho Seong, E-mail. mino0823@korea.kr
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9368-5584>

상태로 존재하다가 *C. burnetii*에 오염된 비말의 흡입을 통해 감염을 일으킨다(Maurin and Raoult, 1999). 원유 섭취에 의한 인체 감염은 드물게 보고되며 사람간 전파 또한 매우 드문 것으로 알려져 있다(Maurin and Raoult, 1999). 동물간의 균 전파는 진드기 등 절지동물에 의해 이루어진다(Maurin and Raoult, 1999).

인체 감염 중 60%는 무증상이고 40%에서 증상을 보이며, 급성과 만성 형태의 증상을 보인다(Maurin and Raoult, 1999). 급성형은 증상의 범위가 매우 다양한데, 2~3주의 잠복기를 거쳐 비특이적인 열성 질환을 보이며 폐렴이나 간염을 동반할 수 있다. 임신중인 여성의 경우 유산이나 조산의 위험이 있다. 만성형의 경우 주로 심내막염, 동맥류나 혈관보철물 부위의 감염을 일으키며, 적절한 항생제 치료가 이루어지지 않을 경우 합병증으로 치사에 이를 수 있다(Anderson 등, 2013; OIE, 2019). 소, 양, 염소에서 큐열은 주로 후기 유산이나 조산, 사산, 허약 자축 출산과 같은 번식장애를 일으키며, 소에서는 자궁염 및 불임과 관련되어 있다(OIE, 2019).

큐열은 사람에서 법정감염병으로 지정하여 관리하고 있으며 2016년 81명, 2017년 96명, 2018년 163명, 2019년 162명으로 감염자가 증가하는 양상을 보이고 있다(질병관리본부, 2020). 또한 가축에서는 제2종 법정가축전염병으로 지정·관리하고 있으며, 2017년 24두, 2018년 114두, 2019년 144두로 최근 3년간 발생두수가 꾸준히 증가하고 있어 감염 및 확산의 우려가 커지는 추세이다(농림축산검역본부, 2020). 사람 및 가축에 대한 큐열의 유병률 및 병원체 특성 규명에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있고, 국내 가축의 경우 주로 젖소 및 한우에 대한 감염실태 조사 및 연구가 이루어졌다(Ouh 등, 2013; Kim 등, 2015; Na 등, 2016; Seo 등, 2018; Lee 등, 2019; Lim 등, 2019). 염소의 경우에도 최근 몇 년간 지역별 감염실태가 보고되었다(Jung 등, 2014; Gang 등, 2016; Kim 등, 2016).

큐열에 감수성이 높은 반추류 중 염소의 국내 사육두수는 2016년 40만두, 2017년 46만두, 2018년 58만두로 최근 3년간 증가하고 있다(농림축산식품부, 2019). 본 연구에서는 소에 비해 상대적으로 조사가 많이 이루어지지 않고 최근 사육두수가 증가하고 있는 염소를 대상으로, 경남지역 사육염소에 대한 큐열 항체 양성률 조사를 통해 감염실태를 파악하고 방역 및 예방 대책 마련의 기초 자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

시료

2018년 1월부터 2019년 12월까지 경상남도 18개 시·군의 재래염소 사육농가 중 구제역 통제예찰 목적을 위해 무작위로 중복농가 없이 선정된 273농가를 대상으로 농가당 5두씩 1,365두의 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 검사 전까지 -20°C 에서 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

항체검사

큐열 항체가 조사는 ID Screen[®] Q Fever Indirect Multi-species Elisa Kit (ID-VET, France)를 사용하여 제조사의 사용 설명에 따라 실시하였다. 먼저 음성대조액, 양성대조액, 혈청 시료를 Dilution Buffer 2를 이용해 1:50의 비율로 희석한 후, 100 μL 씩 취하여 *C. burnetii* 특이항원이 코팅된 96 well microplate에 분주하고 21°C 에서 45분간 반응시켰다. 반응 후 세척액으로 3회 세척하고, Dilution Buffer 3에 1:10 비율로 희석한 conjugate를 각 well에 100 μL 씩 분주하여 21°C 에서 30분간 반응 시켰다. 다시 세척액으로 3회 세척한 후 substrate 100 μL 를 각 well에 분주하여 암실에서 21°C 15분간 반응시켰다. 이후 stop solution 100 μL 를 분주하고, 음성 대조액, 양성대조액 그리고 각 시료의 흡광도를 450 nm에서 측정하였다. 결과 판정은 키트 제조사의 매뉴얼을 참고하여 S/P (sample/positive control) 비율이 40% 이하는 음성, 50% 초과는 양성으로 판정하였다.

통계학적 분석

각각의 ELISA 반응에서 얻은 결과들을 분류하고, 지역별, 사육규모별, 계절별로 상호 비교분석하였다. 여기서 얻은 수치들의 유의성 검증을 위해 Minitab[®] 19를 이용하여 chi-square test를 실시하였다.

결 과

2018년부터 2019년까지 2년간 경상남도 재래염소 사육 273농가 1,365두에 대한 큐열 항체 검사 결과 71

농가(26.0%), 177두(13.0%)에서 양성으로 나타났다. 연도별로는 2018년 농가양성률 31.7% (39/123농가), 개체양성률 15.4% (95/615두), 2019년에는 농가양성률 21.3% (32/150농가), 개체양성률 10.9% (82/750두)로 2018년에 비해 2019년에 항체 양성률이 낮게 나타났다.

지역별 항체 양성률

경남지역 시·군별 항체 양성률 조사결과 농장별로는 김해(50.0%), 사천(45.0%), 진주(44.4%), 함안(42.9%) 순이었으며, 개체별로는 김해(33.0%), 사천(26.0%), 진주(21.1%), 통영(17.6%) 순으로 높았다. 18개 시·군 중 창원과 양산을 제외한 16개 시·군에서 항체 양성 농가 및 개체를 확인하였다(Table 1).

경남지역을 동부, 서부, 남부, 북부 및 중부지역의 5개 권역으로 나누어 큐열 항체 양성률을 조사한 결과 농가별로는 서부(34.4%), 중부(33.3%), 북부(26.7%), 동부(20.0%), 남부(17.1%) 순으로 높게 나타났으며, 개체

별로는 중부(17.8%), 서부(16.6%), 북부(11.6%), 남부(10.7%), 동부(8.0%) 순으로 높게 나타났다(Table 1). 개체별 양성률에 있어 지역별로 유의적 차이가 있음을 알 수 있었다($P < 0.05$).

사육규모별 항체 양성률

사육규모별 큐열 항체 양성률을 조사한 결과 농가별로는 10두 미만 15.0%, 10두 이상 50두 미만 19.1%, 50두 이상 100두 미만 27.5%, 100두 이상 51.2%로 나타났다으며, 개체별로는 10두 미만 7.0%, 10두 이상 50두 미만 8.7%, 50두 이상 100두 미만 13.6%, 100두 이상 28.8%로 나타났다(Table 2). 농장의 사육규모가 커질수록 농가별 및 개체별 항체 양성률이 유의적으로 높음을 알 수 있었다($P < 0.05$).

계절별 항체 양성률

계절별 큐열 항체 양성률을 조사한 결과 농가별로

Table 1. The seroprevalence of *Coxiella burnetii* in Korean native goats according to the region

Regions (county)	No. of positive / No. of tested (%)					
	2018		2019		Total	
	Farms	Heads	Farms	Heads	Farms	Heads
Western	16/37 (43.2)	36/185 (19.5)	16/56 (28.6)	41/280 (14.6)	32/93 (34.4)	77/465 (16.6)
Jinju	2/6 (30.0)	2/30 (6.7)	6/12 (50.0)	17/60 (28.3)	8/18 (44.4)	19/90 (21.1)
Sacheon	6/8 (40.0)	17/40 (42.5)	3/12 (25.0)	9/60 (15.0)	9/20 (31.6)	26/100 (26.0)
Hadong	7/16 (43.8)	12/80 (15.0)	5/22 (22.7)	11/110 (10.0)	12/38 (31.6)	23/190 (12.1)
Sancheong	1/7 (14.3)	5/35 (14.3)	2/10 (20.0)	4/50 (8.0)	3/17 (17.6)	9/85 (10.6)
Central	5/9 (55.6)	13/45 (28.9)	1/9 (11.1)	3/45 (6.7)	6/18 (33.3)	16/90 (17.8)
Changwon	0/2 (0)	0/10 (0)	0/3 (0)	0/15 (0)	0/5 (0)	0/25 (0)
Gimhae	2/3 (66.7)	7/15 (46.7)	1/3 (33.3)	3/15 (20.0)	3/6 (50.0)	10/30 (33.3)
Haman	3/4 (75.0)	6/20 (30.0)	0/3 (0)	0/15 (0)	3/7 (42.9)	6/35 (17.1)
Eastern	3/15 (20.0)	6/75 (8.0)	4/20 (20.0)	8/100 (8.0)	7/35 (20.0)	14/175 (8.0)
Miryang	2/6 (33.3)	3/30 (10.0)	3/7 (42.9)	7/35 (20.0)	5/13 (38.5)	10/65 (15.4)
Yongsan	0/5 (0)	0/25 (0)	0/6 (0)	0/30 (0)	0/11 (0)	0/55 (0)
Changnyeong	1/4 (25.0)	3/20 (15.0)	1/7 (14.3)	1/35 (2.9)	2/11 (18.2)	4/55 (7.3)
Northern	9/28 (32.1)	21/140 (15.0)	3/17 (17.6)	5/85 (5.9)	12/45 (26.7)	26/225 (11.6)
Uiryeong	2/7 (28.6)	6/35 (17.1)	1/5 (20.0)	1/15 (6.7)	3/12 (25.0)	7/50 (14.0)
Hamyang	1/8 (12.5)	1/40 (2.5)	0/4 (0)	0/20 (0)	1/12 (8.3)	1/60 (1.7)
Geochang	4/7 (57.1)	9/35 (25.7)	1/5 (20.0)	1/25 (4.0)	5/12 (41.7)	10/60 (16.7)
Hapcheon	2/6 (33.3)	5/30 (16.7)	1/5 (20.0)	3/25 (12.0)	3/11 (27.3)	8/55 (14.5)
Southern	6/34 (17.6)	19/170 (11.2)	8/48 (16.7)	25/240 (10.4)	14/82 (17.1)	44/410 (10.7)
Tongyeong	2/8 (25.0)	8/40 (20.0)	2/9 (22.2)	7/45 (15.6)	4/17 (23.5)	15/85 (17.6)
Geojae	1/9 (11.1)	1/45 (2.2)	3/11 (27.3)	6/55 (10.9)	4/20 (20.0)	7/100 (7.0)
Goseong	3/6 (50.0)	10/30 (33.3)	1/10 (10.0)	4/50 (8.0)	4/16 (25.0)	14/80 (17.5)
Namhae	0/11 (0)	0/50 (0)	2/18 (11.1)	8/90 (8.9)	2/29 (6.9)	8/145 (5.5)
Total	39/123 (31.7)	95/615 (15.4)	32/150 (21.3)	82/750 (10.9)	71/273 (26.0)	177/1,365 (13.0)

Table 2. The seroprevalence of *Coxiella burnetii* in Korean native goats according to breeding scale

Breeding scale	No. of positive / No. of tested (%)					
	2018		2019		Total	
	Farms	Heads	Farms	Heads	Farms	Heads
Head < 10	3/15 (20.0)	7/75 (9.3)	0/5 (0)	0/25 (0)	3/20 (15.0)	7/100 (7.0)
10 ≤ Head < 50	15/62 (24.2)	34/310 (11.0)	12/79 (15.2)	27/395 (6.8)	27/141 (19.1)	61/705 (8.7)
50 ≤ Head < 100	11/25 (44.0)	27/125 (21.6)	8/44 (18.2)	20/220 (9.1)	19/69 (27.5)	47/345 (13.6)
100 ≤ Head	10/21 (47.6)	27/105 (25.7)	12/22 (54.5)	35/110 (31.8)	22/43 (51.2)	62/215 (28.8)
Total	39/123 (31.7)	95/615 (15.4)	32/150 (21.3)	82/750 (10.9)	71/273 (26.0)	177/1,365 (13.0)

Table 3. The seroprevalence of *Coxiella burnetii* in Korean native goats according to the season

Breeding scale	No. of positive / No. of tested (%)					
	2018		2019		Total	
	Farms	Heads	Farms	Heads	Farms	Heads
Spring (Mar. ~ May.)	3/16 (18.8)	7/80 (8.8)	7/37 (18.9)	22/185 (11.9)	10/53 (18.9)	29/265 (10.9)
Summer (Jun. ~ Aug.)	12/31 (38.7)	35/155 (22.6)	11/39 (28.2)	31/195 (15.9)	23/70 (32.9)	66/350 (18.9)
Fall (Sep. ~ Nov.)	19/55 (34.5)	45/275 (16.4)	8/42 (19.0)	12/210 (5.7)	27/97 (27.8)	57/485 (11.8)
Winter (Dec. ~ Feb.)	5/21 (23.8)	8/105 (7.6)	6/32 (18.8)	17/160 (10.6)	11/53 (20.8)	25/265 (9.4)
Total	39/123 (31.7)	95/615 (15.4)	32/150 (21.3)	82/750 (10.9)	71/273 (26.0)	177/1,365 (13.0)

는 여름(32.9%), 가을(27.8%), 겨울(20.8%), 봄(18.9%)의 순으로 높았으며, 개체별로는 여름(18.9%), 가을(11.8%), 봄(10.9%), 겨울(9.4%)의 순으로 높았다(Table 3). 개체별 항체 양성률은 여름, 가을이 봄, 겨울에 비해 유의적으로 높음을 알 수 있었다($P < 0.05$).

고찰

큐열의 혈청학적 검사법에는 간접면역형광법(IFA), 효소면역분석법(ELISA), 보체결합법(CFT) 등이 있으며 그중에서 ELISA법은 실용적이고 민감도가 높아 다른 방법들에 비해 더 선호된다(OIE, 2019).

*C. burnetii*는 두 개의 항원형을 가진다. 1단계 항원형(the pathogenic phase I)은 감염된 동물이나 사람에서 분리되고 감염력을 가지며, 약독화된 2단계 항원형(the attenuated phase II)은 반복된 난계대 또는 생체의 계대를 통해 얻어지며 감염력이 낮다(Hackstadt 등, 1985; OIE, 2019). LPS (lipopolysaccharide)는 연속된 계대과정에서 변형되는데, 1단계 항원형의 온전한 전체길이의 LPS O-chain은 길이가 짧아져 절단된 LPS를 가진 2단계 항원형이 된다. 따라서 긴 길이의 1단계 항원형의 LPS는 2단계 항원형의 LPS 부위를 포함하고 있다. 또한 2단계 항원형은 항원성을 결정하는 주

요인이다. 따라서 *C. burnetii*를 혈청학적으로 진단하기 위해서는 최소한 2단계 항원형에 대한 항체를 진단할 수 있어야 한다(OIE, 2019). 본 연구에서는 *C. burnetii*의 1단계와 2단계 항원형이 같이 코팅되어 있어 두 가지 항원형 모두에 대한 항체의 검출이 가능한 ELISA 항체 검사 키트를 사용하였다.

본 연구에서는 2018년부터 2019년까지 2년간 항체 양성율은 농장별 26.0%, 개체별 13.0%이었다. 농장별 항체양성율은 2018년 31.7%, 2019년에는 21.3%였으며 개체별로는 2018년 15.4%, 2019년 10.9%로 2019년에 소폭 감소하는 결과를 나타내었다. 권역별 조사결과 농장별 항체 양성률은 서부지역 34.4%, 중부지역 33.3%의 순으로 높았으며, 개체별 항체 양성률은 중부지역 17.8%, 서부지역 16.6%의 순으로 높았다. 사육규모별 조사 결과 100두 이상 사육농가에서 농장별 51.2%, 개체별 28.8%를 보여 가장 높은 항체양성률을 보였고, 농가의 사육규모에 비례하여 항체양성률이 높게 나타나 농가당 사육밀도가 질병의 전파력과 밀접한 연관성이 있음을 추측할 수 있었다.

계절별 조사 결과 농장별 여름 32.9%, 가을 27.8%, 개체별 여름 18.9%, 가을 11.8%의 순으로 여름과 가을에 높은 항체 양성률을 보였다. 스페인 남부 카디즈 지방의 레드디어에 대한 큐열 항체양성률을 조사한 결과 여름철에 가장 높고 겨울철에 감소하는 계절적

변화양상을 보였으며(Gonzalez-Barrio 등, 2015), 중국 후베이 지방의 염소에 대한 항체양성률을 조사한 결과 가을이나 겨울에 비해 봄과 여름에 높은 항체 양성률을 보였다(Li 등, 2018). 큐열의 동물간 전파매개체인 참진드기의 국내 개체수가 주로 하절기인 4월부터 10월 사이에 높은 밀도를 보이고 11월부터 3월까지 동절기에는 낮은 밀도를 보이기 때문에, 이와 같이 평균 기온이 상대적으로 높은 여름과 가을에 염소의 항체 양성률이 높게 나온 것으로 생각된다(Kim 등, 2016; Kim 등 2017).

국내 재래염소에 대해 Jung 등(2014)이 2009~2011년도에 전국 5개 시·도 100두 이상 사육규모의 60개 염소농가를 조사한 결과 항체양성률은 전국 평균 19.1%이고, 경남이 42.5%로 가장 높았으며 전북 23.7%, 전남 19.3%의 순으로 나타났다. 본 실험에서 2018~2019년도 경남 사육염소의 항체양성률은 13.0%로 Jung 등(2014)이 조사한 전국 및 경남지역 항체양성률에 비해 낮게 나타났다. 이는 본 실험의 검사두수가 1,365건으로 Jung 등(2014)이 조사한 40건에 비해 월등히 많음을 고려했을 때, Jung 등(2014)의 조사지역 및 농가가 일부 양성률이 높은 곳으로 편중된 것으로 생각된다. 또한 본 실험결과 항체양성률이 농가의 규모에 비례하여 증가함을 보였는데, Jung 등(2014)이 100두 이상 농가만을 대상으로 했고 본 실험은 10두 이하 소규모 농가에서 100두 이상 농가에 이르기까지 다양한 사육규모의 농가를 대상으로 하여 이와 같이 낮은 항체 양성률을 보인 것으로 추정된다.

염소의 지역별 큐열 항체양성률 조사결과 경북 8.6% (Kim 등, 2014), 전북 13.6% (2013년) 및 15.7% (2015년), 전남 22.7%이며(Gang 등, 2016), Jung 등(2014)이 전국 5개 시·도 사육염소를 대상으로 조사한 결과 경남 42.5%, 전북 23.7%, 전남 19.3%, 충북 16.4%, 경북 0%였다. 본 연구에서의 항체양성률에 비해 경북은 낮게, 전북·전남·충북은 높게 나와 염소의 항체양성률이 지역별로 차이가 있음을 알 수 있었다. 소의 큐열 항체양성률의 경우 세종지역 한우에서 5.5% (Lee 등, 2019), 대구지역 사육소에서 3.2% (Lim 등, 2019), 광주지역 착유 젖소에서 7.1% (Na 등, 2016), 서울지역 사육소에서 9.5% (Kim 등, 2015), 경북지역 번식장애소를 대상으로 11.6% (Ouh 등, 2013)를 보여 본 연구에서의 염소 항체양성률에 비해 대체로 다소 낮은 수치를 보였다. Shin 등(2014)이 국내 야생 고라니를 대상으로 4개 지역의 *C. burnetii* 항체양성률을 조사한 결과 본 연구에서의 염소의 결과에 비해 낮은 9.2%를

보여, 염소의 항체양성률이 다른 축종에 비해 다소 높으며 타 축종으로의 전파원이 될 수 있음을 알 수 있었다.

결 론

2018년 1월부터 2019년 12월까지 경남지역 염소 사육농장 273호 1,365두에 대해 ELISA법으로 *C. burnetii* 항체양성률을 조사하였다. 연도에 따른 검사결과 농가별 개체별 양성률 모두 2018년에 비해 2019년에 다소 감소하였다. 사육규모별 항체양성률의 경우 100두 이상 사육하는 농가에서 농가별 51.2%, 개체별 28.8%로 가장 높은 수치를 보였으며 사육규모에 비례하여 항체양성률이 증가하였다. 권역별 항체양성률을 보았을 때 사육규모가 큰 농가가 많은 서부와 중부지역이 다른 지역에 비해 높은 수치를 보였다. 계절별 양성률의 경우 여름에 개체별 18.9%로 가장 높고 겨울에 개체별 9.4%로 가장 낮은 수치를 보였다.

향후 지속적인 큐열 감염 조사를 통해 발생농장에 대한 만성감염축의 격리·도태 등 방역조치 및 항생제 치료에 따른 효능 분석 등을 추가적으로 연구하여 감염을 낮추는 효과적인 방법을 모색해야 할 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

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

ORCID

Min-Ho Seong, <https://orcid.org/0000-0002-9368-5584>
 Jong-Sik Bak, <https://orcid.org/0000-0003-0725-8779>
 Do-Kyung Youn, <https://orcid.org/0000-0003-4051-990X>
 Hyeong-Su Kim, <https://orcid.org/0000-0003-0500-6623>
 Byeong-Hyo Ko, <https://orcid.org/0000-0003-3959-0565>
 Jeong-Min Ham, <https://orcid.org/0000-0001-6690-8730>
 Myeong-Ho Jeong, <https://orcid.org/0000-0002-7743-1090>

REFERENCES

- 농림축산검역본부. 2020. 법정가축전염병 발생통계. <https://www.kahis.go.kr/home/lkntscriinfo/selectLkntsStats.do>
- 농림축산식품부. 2019. 농업경영체 등록정보 조회 서비스. <http://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do>
- 질병관리본부. 2020. 2019 감염병 감시연보.
- Anderson A, Bijlmer H, Fournier PE, Graves S, Hartzell J, Kersh GJ, Limonard G, Marrie TJ, Massung RF, Mcquiston JH, Nicholson WL, Paddock CD, Sexton DJ. 2013. Diagnosis and management of Q fever - United States, 2013: recommendations from CDC and the Q Fever Working Group. *MMWR Recomm. Rep* 62(3): 1-30.
- Biggs HM, Turabelidze G, Pratt D, Todd SR, Jacobs-Slifka K, Drexler NA, McCurdy G, Lloyd J, Evavold CL, Fitzpatrick KA, Priestley RA, Singleton J, Sun D, Tang M, Kato C, Kersh GJ, Anderson A. 2016. *Coxiella burnetii* Infection in a Community Operating a Large-Scale Cow and Goat Dairy, Missouri, 2013. *Am J Trop Med Hyg* 94(3): 525-531.
- Derick EH. 1983. "Q" fever, new fever entity: clinical features, diagnosis and laboratory investigation. *Rev Infect Dis* 5: 790-800.
- Gang SJ, Jeong JM, Kim HK, Lee JW, Shon KR, Park TW. 2016. Prevalence of *Coxiella burnetii* in native Korean goat in Jeonbuk province. *Korean J Vet Serv* 39(4): 239-246.
- González-Barrio D, Fernández-de-Mera IG, Ortiz JA, Queirós J, Ruiz-Fons F. 2015. Long-Term Dynamics of *Coxiella burnetii* in Farmed Red Deer(*Cervus elaphus*). *Front Vet Sci* 2(74): 1-10.
- Hackstadt T, Peacock MG, Hitchcock PJ, Cole RL. 1985. Lipopolysaccharide variation in *Coxiella burnetii* : intrastain heterogeneity in structure and antigenicity. *Infect & Immun* 48: 359-365.
- Jung BY, Seo MG, Lee SH, Byun JW, Oem JG, Kwak DM. 2014. Molecular and serologic detection of *Coxiella burnetii* in native Korean goats(*Capra hircus coreanae*). *Vet Microbiol* 173: 152-155.
- Kim HB, Kim SJ, Kim KN, Kim B, Chang BJ, Choe NH. 2016. Prevalence of bovine tuberculosis, brucellosis and Q fever in Korean black goats. *Korean J Vet Res* 56(4): 249-254.
- Kim NH, Kim HR, Park HS, Kim YS, Lee JH. 2015. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* and *Toxoplasma gondii* in cattle in Seoul, Korea, *Korean J Vet Serv* 38(4):, 233-239.
- Kim SG, Cho JC, MG, Kim SS, Lee SH, Kwak DM. 2014. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* in native Korean goats(*Capra hircus coreanae*) in Gyeongbuk province, Korea. *Korean J Vet Serv* 37(4): 241-246.
- Kim SY, Roh JY, Lee HS, Lim HW, Cho SH. 2017. Density and SFTS virus infection rates of ixodid ticks in Gochang-gun, Jeollabuk-do, South Korea, 2016. *PHWL* 10(47): 1266-1270.
- Kim SY, Roh JY, Song BG, Park WI, Ju YR. 2016. Monthly variation and SFTS virus infection rates of ixodid ticks collected in Boeun-gun, Chungcheongbuk-do, Republic of Korea (2014~2015). *PHWL* 9(51): 1034-1039.
- Lee TH, Rhee SH, Yoon CH. 2019. Prevalence of antibodies to *Coxiella burnetii* in cattle in Sejong. *Korean J Vet Serv* 42(4): 177-181.
- Li K, Luo H, Shahzad M. 2018. Epidemiology of Q-fever in goats in Hubei province of China. *Trop Anim Health Prod* 50(6): 1395-1398.
- Lim HS, Yang CR, Kim HD, Kim KH, Do JY, Cho JK. 2019. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* in bulk-tank milk and cattle in Daegu area, Korea. *Korean J Vet Serv* 42(2): 61-65.
- Marrie TJ. 2003. *Coxiella burnetii* pneumonia. *Eur Resp J* 21: 713-719.
- Maurin M, Raoult D. 1999. Q fever. *Clin Microbiol Rev* 12: 518-553.
- Na HM, Bae SY, Koh BRD, Park JS, Seo YJ, Jeong HJ, Park JY, Park SD, Kim ES, Kim YH. 2016. Prevalence of antibody titers for *Coxiella burnetii* in cattle in Gwangju area, Korea. *Korean J Vet Serv* 39(2): 125-129.
- OIE. 2019. OIE Terrestrial manual; chapter 3.1.16. Q fever. www.oie.int/standard-setting/terrestrial-manual/access-online
- Ouh IO, Seo MG, Jang YS, Kim SY, Kwak DM. 2013. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* in cattle with reproductive disorders in eastern Gyeongbuk province, Korea. *Korean J Vet Serv* 36(4): 249-254.
- Seo MG, Ouh IO, Kim YH, Kim JK, Kwon OD, Kwak DM. 2018. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* infection in cattle on Ulleung Island, Korea. *Korean J Vet Res* 58(3): 147-151.
- Shin GW, Kim EJ, Lee HB, Cho HS. 2014. The prevalence of *Coxiella burnetii* infection in wild Korean water deer, Korea. *J Vet Med Sci* 76: 1069-1071.
- Stein, A, Saunders NA, Taylor AG, Raoult D. 1993. Phylogenetic homogeneity of *Coxiella burnetii* strains as determined by 16S ribosomal RNA sequencing. *FEMS Microbiol Lett* 113: 339-344.
- Tissot-Dupont H, Raoult D, Brouqui P, Janbon F, Peyramond D, Weiller PJ, Chicheportiche C, Nezri M, Poirier R. 1992. Epidemiologic features and clinical presentation of acute Q fever in hospitalized patients: 323 French cases. *Am J Med* 93: 427-434.
- Weisburg WG, Dovson ME, Samuel JE, Dasch GA, Mallavia LP, Baca O, Mandelco L, Sechrest JE, Weiss E, Woses CR. 1989. Phylogenetic diversity of the rickettsia. *J Bacteriol*, 171: 4202-4206.