

# 2020~2022년간 경상남도의 한우와 젖소의 소 결핵병 및 브루셀라병의 발생률

김철호<sup>1</sup> · 최유정<sup>1</sup> · 이신호<sup>2</sup> · 한동현<sup>3</sup> · 노윤호<sup>4,5</sup> · 이동빈<sup>4,5</sup> · 조재현<sup>4,5</sup> · 김충희<sup>4,5\*</sup>

경상남도동물위생시험소<sup>1</sup>, 경남정보대학교 반려동물케어과<sup>2</sup>, 최영민동물의료원<sup>3</sup>, 경상국립대학교 수의과대학 수의학과<sup>4</sup>, 경상국립대학교 동물의학연구소<sup>5</sup>

## Incidence of bovine tuberculosis and Brucellosis in Hanwoo (Korean native cattle) and dairy cow in Gyeongsangnam-do province from 2020 to 2022

Cheol-Ho Kim<sup>1</sup>, Yoo-Jeong Choi<sup>1</sup>, Shin-Ho Lee<sup>2</sup>, Dong-Hyun Han<sup>3</sup>, Yoon-Ho Roh<sup>4,5</sup>, Dong-Bin Lee<sup>4,5</sup>, Jae-Hyeon Cho<sup>4,5</sup>, Chung-Hui Kim<sup>4,5\*</sup>

<sup>1</sup>Gyeongnam Veterinary Service Laboratory Quarantine Agency, Jinju 52733, Korea

<sup>2</sup>Department of Companion Animal Care, Kyungnam College of Information & Technology, Busan 47011, Korea

<sup>3</sup>Choi Youngmin Animal Medical Center, Seoul 06052, Korea

<sup>4</sup>College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

<sup>5</sup>Institute of Animal Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Received February 24, 2023  
Revised March 15, 2023  
Accepted March 16, 2023

Corresponding author:  
Chung-Hui Kim

E-mail: kimchi3237@gnu.ac.kr  
https://orcid.org/0000-0001-8976-2316

In the present study, the incidence of bovine tuberculosis (bTB) and brucellosis in Hanwoo (Korean native cattle) and dairy cow in Gyeongsangnam-do was investigated for three years from 2020 to 2022. The incidence bTB tested by tuberculin skin test with purified protein derivative (PPD) and gamma interferon ( $\gamma$ -INF) test with a commercial enzyme-linked immunosorbent assay. From 2020 to 2022, the incidence of bTB showed a decreasing trend in Hanwoo, while an increasing trend in dairy cow. In the case of Brucellosis, the positive rates for Hanwooe gradually increased. However, no brucellosis was found in dairy cow from 2020 to 2022. The increase in the incidence of these diseases is presumed to be related to the small scale and poor sanitation facilities of livestock farms in Gyeongsangnam-do, and easy access of wild animals. Therefore, in order to suppress the incidence of the diseases, it is necessary to increase the farm scale from small to large and to strengthen sanitary facilities on farms.

**Key Words:** Hanwoo, Milk cow bovine, Tuberculosis, Brucellosis, ELISA

### 서론

소결핵병(bovine tuberculosis)은 *Mycobacterium bovis*에 의해 발생하는 만성질환으로 소변, 자궁 분비물, 정액, 우유 또는 호흡기 비말을 통해 전염되며, 오염된 목초지, 물 또는 다양한 매개체로부터 간접적인 방법으로도 전파된다(Cosivi 등, 1995; Cousins, 2001; Asgharzadeh 등, 2007). 소결핵병은

인수공통전염병으로서 사람의 감염은 주로 감염된 개체의 고기나 우유 등을 생으로 섭취하였을 때 감염되어 폐와 내장에 결핵 병변이 형성되어 만성으로 진행되다 사망하는 것으로 알려져 있다(Koh 등, 2007). 이와 같이 소결핵병 발생의 영향은 발생 목적의 경제적 피해에 그치지 않고, 공중보건학적인 이유에 의해 지역 경제에 큰 손실을 미칠 뿐 아니라 국제 무역에 대한 제한 요소가 되기도 한다(Grange, 2001; Milian 등, 2003).

*Brucella* 균은 인수공통 전염병의 원인체로서 그 종류는 다양하며, 숙주 특이성에 따라 *B. melitensis* (양), *B. suis* (돼지), *B. abortus* (소), *B. canis* (개), *B. ovis* (양/염소), *B. neotomae* (설치류), *B. maris* (해양포유류) 등이 있다(Ko와 Splitter, 2003). 국내의 *Brucella abortus* 감염에 의한 브루셀라병은 1955년 젖소에서 최초로 보고된 이후 소수의 발병 예가 보고되었으나, 2000년대 초반부터 점차 증가하기 시작하여 2006년에는 젖소 및 한우에서 20,000건 이상 및 인체에서 200건 이상 보고되어 국민 건강의 위협은 물론, 막대한 경제적 손실을 야기하고 있다(Kim, 2007). *Brucella* 감염증의 증상은 인체에 감염될 경우 10% 미만의 치사율을 보이고, 지속적 발열, 두통, 식욕 부진, 원기 쇠약을 보이다가 심내막염, 뇌척수염, 관절염 등 중증 질병으로 진행된다(Hovingh, 2009). 이전 연구들에서 동일 개체에 소결핵병과 브루셀라병이 동시에 감염되는 사례가 보고된 바 있으며(Cadmus 등, 2008; Muma 등, 2013), 소에서 이들 두 질병이 동시 감염되면 각 질병에 대한 감수성과 사망률을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 특히 소의 폐사율은 브루셀라병에만 감염된 경우보다 1.9배, 소결핵병에만 감염된 경우보다 2.4배 높았으며, 두 질병에 동시 감염된 소의 사망률은 두 질병 모두 음성인 소에 비하여 3.9배 더 높았다고 보고하였다(Gor-sich, 2013).

한국에서 소결핵병과 브루셀라병은 법정 감시 대상 질병으로서 가축전염병예방법 제3조 5항의 규정에 따라 소의 시장 거래 및 도축 출하 시에는 농림축산검역본부 또는 시도 가축방역기관(동물위생시험소)에서 실시하는 검사를 반드시 받아야 한다. 소결핵병과 브루셀라병의 원인균은 세포 내에 기생하기 때문에 약물을 투여하여도 세포 내 침투가 어려워 치료가 거의 되지 않기 때문에 검사 결과, 양성 판정이 난 소는 10일 이내에 모두 살처분하도록 규정하고 있다. 이 연구에서는 2020년에서 2022년 동안 경상남도에서 사육되고 있는 소를 대상으로 전혈(혈청)과 우유를 채취하여 소결핵병과 브루셀라병의 감염 실태 및 동시 감염 여부를 조사하였다. 이러한 정보는 두 질병의 발생을 억제하고 예방대책을 수립하는 데 있어 중요한 자료가 될 것으로 생각된다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

소결핵병과 브루셀라병에 대한 유병률 조사를 위하여 2020~2022년의 3년간 경남지역에 소재한 12개월령 이상의 한우 및

젖소를 대상으로 검사시료를 채취하였다. 또한, 가축시장과 도축장(소결핵병 제외 제외) 출하 소도 검사를 실시하였으며, 거세우인 경우에는 브루셀라병 검사에서 제외하였다.

### 소결핵 검사법

소 결핵병에 대한 검사는 피내접종법(tuberculin skin test)과 감마인터페론 검사법을 병행하였다. 피내 접종법은 소의 결핵균을 배양하여 정제한 purified protein derivatives (PPD) 진단액(중앙백신, PPD-T, Korea) 소의 꼬리 미근추벽에 0.1 mL을 피내 접종한 다음, 48~72시간 경과 후에 접종 부위의 피부 두께를 측정하여 두께 차이가 3 mm 이상 5 mm 미만일 경우에는 의양성, 그리고 5 mm 이상일 경우에는 양성으로 판정하였다. 감마인터페론 검사는 헤파린이 들어 있는 진공관에 채취한 약 5 mL 전혈에 TB-feron ELISA kit (바이오노트, Korea)를 사용하여 Ha 등(2018)이 수행한 방법으로 검사하였다.

### 브루셀라병 검사법

소 브루셀라병에 대한 검사는 Milk-Ring test, Rose-Bengal 응집반응법, 시험관응집반응법 또는 효소면역 검사법을 적용하였다. Milk-Ring test는 Ferguson과 Robertson (1954)이 보고한 방법으로 수행하였으며, 원유시료는 집유장에서 농가별 원유를 건당 1~50두 기준으로 채취하여 4℃ 냉장고에서 24~72시간 숙성시킨 다음 실온에서 45~60분 동안 보관하였다. *Brucella abortus* (1119-3) 사균체 4.5%에 페놀 0.5% 희석액이 함유된 진단액(대성미생물연구소, Korea) 0.03 mL 및 원유시료 1 mL를 12×75 mm 초차 시험관에 넣고 혼합하여 37℃의 항온기에서 60분 동안 감작하여 반응을 유도하였다. 원유시료와 진단액이 반응하여 상층 크림층이 강청색일 때 하층은 백색으로 반응할 경우 또는 상층 크림층이 청색일 때 하층은 미청색 혹은 약청색으로 반응할 때 양성으로 판정하였다. Rose-Bengal 응집반응법은 Rose-Bengal test (RBT, 대성미생물연구소, Korea)를 이용하여 Ryu 등(2007)이 수행한 방법으로 *Brucella spp.*에 대한 항체 검사를 하였다. 1차 시험은 실온에서 1시간 정도 방치한 30 μL의 혈청과 RBT 진단액(*Brucella abortus* 1119-3균 4.5%를 Rose Bengal dye로 염색, 대성미생물연구소, Korea)을 30 μL혼합하여 4분 동안 잘 흔들어서 반응시킨 후 즉시 응집정도에 관계없이 응집이 일어나면 양성, 응집이 일어나지 않을 경우 음성으로 판정하였으며, Sung 등(2012)이 2회에 걸쳐 실시한 방법으로 1차 검사의 RBT에서 양성인 혈청은

확진을 위해 standard tube agglutination test (STAT) 또는 Indirect-enzyme linked immunosorbent assay (I-ELISA) 로 확인검사를 실시하였다. 2차 확인검사로 RBT 검사 시 표준 양성혈청 및 음성혈청을 매 검사 시 대조군으로 사용하였다. 시험관응집반응법(Standard tube agglutination test, STAT)은 Sung 등(2012)이 처음 사용한 진단법으로 농립축산검역본부에서 제조한 진단액을 0.5% phenol saline으로 1:100으로 희석하여 사용하였고, 혈청을 희석된 진단액에 1:25, 1:50, 1:100, 1:200, 1:400으로 희석하여 37°C에서 48~72시간 반응시킨 후 응집상태를 관찰하였다. 응집 결과에 따라 혈청 희석배수 100 배 이상에서 응집이 일어난 혈청은 양성, 50배 이상 100배 미만에서 상층액이 반투명하고 응집이 일어난 것은 의양성, 50배 미만에서 응집이 일어나거나 응집반응이 일어나지 않은 것은 음성으로 판정하였다. 효소면역 검사법은 소의 혈청 속에 존재하는 브루셀라균 Lipopolysaccharide (LPS)에 대한 항체의 1차 검사로 소 감마글로불린에 대한 단일클론 항체에 Horseradish peroxidase (HRP)를 접합시킨 conjugate를 이용하여 Indirect-enzyme linked immunosorbent assay (I-ELISA) 원리로 소 브루셀라균 항체를 검출하는 방법을 이용하였다. 2차 확인검사는 I-ELISA kit (Bovine Brucella Antibody ELISA 2.0, 바이오노트, korea)의 실험 방법에 따라 혈액을 원심분리한 후 혈청을 이용해 검사를 수행한 후에 450 nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하였다. 판정 기준값(Percent Positivity : %P)은(샘플 흡광도/강양성대조액 평균 흡광도)×100으로 계산하였다. 판정 기준값(%P value)이 25 이상일 때 양성으로 판정하였고 25 미만일 때 음성으로 판정하였다.

**통계 분석**

수집된 자료는 SPSS 22를 이용하여 수행하였으며, 2020~2022년 3년간 연도별 차이가 있는지 알기 위한 유의성검증을 위하여 평균비교에서 일원산분석(One-way anova)으로 분석하였으며, RBT 양성우의 혈액 195두로 STAT와 ELISA 방법을 이용한 검사에서 두 검사결과 간의 유사성 검증을 위하여 기술

통계의 교차분석 Kappa 계수를 산출하였다.

**결 과**

**한우의 소결핵병 검사 결과**

2020~2022년의 최근 3년간 경남지역의 한우와 젃소의 사육 총 두수는 각각 324,387두, 335,351두, 347,890두로 나타났다. 이들 중 12개월령 이상의 한우를 대상으로 검사하였을 때 bTB 검사결과는 Table 1과 같이 나타났다. 검사대상은 2020년부터 2022년 까지 각각 65,632두, 68,574두, 67,932두로서 PPD 양성은 111두, 33두, 45두이다.  $\gamma$ -INF 양성은 314두, 132두, 135두이며, PPD와  $\gamma$ -INF 동시 감염두수는 262두, 51두, 44두로 나타나 동시감염의 숫자가 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 검사결과 양성률은 1.05%, 0.31%, 0.33%로 조사되어 점차 감소되는 경향을 나타내었다. PPD,  $\gamma$ -INF 및 PPD와  $\gamma$ -INF 동시 감염두 수의 3년간 유의성 검증결과는 PPD와  $\gamma$ -INF 동시감염에서 0.022로 0.05보다 작으므로 유의성을 나타내었다(Table 1).

**젃소의 소결핵병 검사 결과**

2020년부터 2022년까지 12개월령 이상의 젃소를 대상으로 검사하였을 때 bTB 검사결과는 2020년부터 2022년까지 각각 22,579두, 21,844두, 21,542두로서 PPD 양성은 5두, 2두, 3두이다.  $\gamma$ -INF 양성은 14두, 19두, 62두이며, PPD와  $\gamma$ -INF 동시 감염 두수는 11두, 0두, 26두로 나타났다. 검사 결과 양성률은 0.13%, 0.10%, 0.42%로 조사되었다(Table 2). 3년간 유의성 검사에서는 모두 p가 0.05 보다 커서 차이를 나타내지 않았다(Table 2).

**한우의 RBT와 STAT 검사 결과**

2020년부터 2022년까지 한우를 대상으로 RBT 검사는 농

**Table 1.** Incidence of bovine tuberculosis in Hanwoo by PPD and  $\gamma$ -INF tests in Hanwoo

Year	Number of test	PPD (+)	$\gamma$ -INF (+)	PPD (+) & $\gamma$ -INF(+)	Positive number	Positive rate (%)
2022	67,932	45	135	44	224	0.33
2021	68,574	33	132	51	216	0.31
2020	65,632	111	314	262	687	1.05
P	0.907	0.066	0.56	0.022**		

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001.

**Table 2.** Incidence of bovine tuberculosis in dairy cow by PPD and  $\gamma$ -INF tests

Year	Number of test	PPD (+)	$\gamma$ -INF (+)	PPD (+) & $\gamma$ -INF (+)	Positive number	Positive rate (%)
2022	21,542	3	62	26	91	0.42
2021	21,844	2	19	0	21	0.10
2020	22,579	5	14	11	30	0.13
<i>P</i>	0.994	0.757	0.440	0.524		

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

**Table 3.** Incidence of brucellosis in Hanwoo by RBT and STAT

Year	Number of test	RBT		STAT		Positive rate (%)
		Positive farm	Positive number	Positive farm	Positive number	
2022	227,383	50	937	21	323	0.14
2021	236,092	44	821	27	231	0.09
2020	225,263	27	311	7	98	0.04
<i>P</i>	0.954	0.166	0.054	0.089	0.107	

RBT, Rose-Bengal; STAT, standard tube agglutination test. \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

**Table 4.** Incidence of brucellosis in dairy cow by RBT and STAT

Year	MRT			RBT		
	Number of test	Positive farm	Positive number	Number of test	Positive farm	Positive number
2022	4,688	0	0	485	0	0
2021	4,736	0	0	2,293	0	0
2020	4,705	0	0	1,235	0	0

MRT, Milk-Ring test; RBT, Rose-Bengal.

장에서 채혈을 하여 혈청검사로 실시하였을 때 양성인 각각 연도별로 311두, 821두, 937두로 나타났다. 1차 검사의 RBT 검사는 위양성의 가능성이 일부 존재할 수 있으므로 양성우를 대상으로 다시 2차 확인검사로 STAT 검사를 실시한 결과 각각 98두, 231두, 323두로 나타나 최종 브루셀라병의 양성률은 0.04%, 0.09%, 0.14%로 조사되었다(Table 3). 3년간 유의성 검사에서는 유의성을 나타내지 않았다(Table 3).

**젖소의 MRT와 RBT 검사결과**

2020년부터 2022년까지 젖소를 대상으로 *Brucella* 검사를 하기 위하여 집유장에서 농가별 원유를 건당 1~50두 기준으로 채취하여 MRT 검사를 실시하였을 때 양성우가 단 1두도 나타나지 않았다. 그리고 지역 공수의사들이 젖소의 혈액을 채혈하여 제공한 혈청으로 RBT를 추가 검사하였을 때에도 양성우는 나타나지 않았다(Table 4).

**Table 5.** Investigation of co-infection with bovine tuberculosis and brucellosis in Hanwoo from 2020 to 2022

Disease type		2020	2021	2022
Single	bTB (+)	717	237	315
Single	<i>Brucella</i> (+)	98	231	323
Double	bTB+ <i>Brucella</i> (+)	0	0	0

bTB, bovine tuberculosis.

**한우에서 bTB와 *Brucella*의 단독 및 동시 감염 여부에 대한 조사**

최근 3년간 한우에서 bTB와 *Brucella*의 각각 단독감염 및 동시 감염 현황을 조사하였다. bTB의 양성우는 2020년부터 717두, 237두, 315두로 나타났고, *Brucella*는 98두, 231두 그리고 323두로 나타났다. 그러나 이 두 질병이 동시에 감염된 사례는 최근 3년간 1건도 발생하지 않았다(Table 5).

**Table 6.** Experimental tests of I-ELISA and STAT with Brucella RBT-positive bovine sera

Year	Number of test	STAT (+)	I-ELISA (+)	Positive rate (%)		Kappa coefficient
				STAT	I-ELISA	
2022	195	154/195	181/195	78.97	92.82	0.328

STAT, standard tube agglutination test; ELISA, Enzyme-linked immunosorbent assay.

### 한우의 I-ELISA와 STAT 검사결과

2022년도에 농림축산검역본부에서 제공하는 *Brucella*의 검사방법으로 I-ELISA (Indirect-Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) 검사법을 새롭게 도입하였다. 경남동물위생시험소에서는 I-ELISA 방법 사용의 적합성과 효능을 검증하고자 RBT 양성우의 혈액 195두로 STAT와 ELISA 방법을 이용하여 양성 검사율을 평가하기 위해 시험적으로 실시하였다. 그 결과 STAT 법은 양성률이 78.97%, I-ELISA법은 92.82%를 나타내었다(Table 6). STAT검사와 I-ELISA검사 결과 간의 유사성 검증의 Kappa coefficient 값은 0.328로 유사성이 약간 있는 것으로 나타났다.

## 고 찰

우리나라에서 소결핵병은 대동물 집단에서 만성적인 발생으로 토착화 되어 있는 질병으로 매년 막대한 정부자금으로 방역 대책을 수행하고 있다. 소결핵병은 넓은 숙주 영역을 가지기 때문에 야생동물이나 기타 가축의 전파 고리를 무시한 채 소 살처분 정책만으로는 한계성이 있다고 보고되었다(Etter 등, 2006). 다른 연구자에 의하면 소결핵병은 어린 소나 염소에 의하여 야생동물들 사이에 전염이 진행되다가 사람이 개입되어 동물과 사람 간에 전염 고리를 확인하였다고 보고되었다(Zanardi 등, 2013). 브루셀라병은 소결핵병과 같이 인수공통전염병으로 분류되며, 소, 돼지, 양, 개에서 임신말기(7~8개월령)에 유사산 후 후산정체, 불임증, 수소의 고환염의 불임증 등을 유발하며 초임우에서 유사산의 발생빈도가 높다. 사람에서는 파상열 등 급성열성 전신질환을 나타내면 두통, 근육통, 복통, 오한과 폐렴, 고환염, 신우신염 등의 합병증을 일으킬 수 있다(Muma 등, 2013). 이러한 법정전염병을 조기에 정확한 진단으로 환축을 발견하고 방역을 실시하는 것이 질병확산의 억제를 위한 효과적인 방법이며, 따라서 정확한 질병을 검사할 수 있는 진단법이 필요하다. 본 연구에서 사용한 진단법은 소결핵병 검사를 위하여 PPD와  $\gamma$ -INF 검사법을 사용하였다. PPD 검사법은 피내 접종 후 피부 두께의 발현정도가 개체마다 다를 수 있기 때문에 소결

핵병의 감염 여부 정도만 측정하는 정성평가의 자료로 사용되며, 정량평가는  $\gamma$ -INF 검사법으로 진단하였다. 브루셀라병 진단을 위해서는 MRT, RBT 및 STAT 검사법을 사용하였다. MRT 검사법은 채취한 원유가 1~50두까지의 혼합유를 이용하기 때문에 농장의 집단 가축 중에 양성 유무 정도를 파악하는 정성평가로 이용되며, RBT 검사법 역시 농장에서 채혈한 혈청으로 정성평가 자료로 수행하였다. 본 연구에서 2020~2022년 한·육우의 소결핵병 양성률은 각각 1.05%, 0.31%, 0.33%로 점차 감소되는 추세를 나타내고 있다(Table 1). 이는 PPD 및  $\gamma$ -INF 검사에서 동시에 양성으로 나타난 결과에서 3년간의 유의성 검사에서 0.022를 나타내어 3년간의 결과에서 차이를 나타내었는데 이는 아마도 PPD와  $\gamma$ -INF 검사에서 각각의 차이가 합하여 나타내는 결과로 생각된다. 젖소에서는 0.13%, 0.10%, 0.42%로 2022년에 급격한 증가를 나타내었다(Table 2). 2022년의 증가는 기상청이 분석한 내용에 따르면 2022년의 겨울이 2021년 보다 일찍 한파가 전국적으로 발효되어 서에서 동으로 흐르는 강한 바람이 우리나라 북쪽에 찬 공기를 가지고 있었기 때문에 원유를 생산하는 젖소가 한파의 영향을 받아 브루셀라병의 양성률이 높아진 것으로 생각된다(BBC News Korea, 2022).

브루셀라병의 경우에는 최근 3년간 한·육우의 양성률이 각각 0.04%, 0.09%, 0.14%로 점차 증가하여 2022년의 양성률이 소결핵병양성률과 함께 가장 높게 나타났다. 반면에 젖소에서는 브루셀라병 양성우가 전혀 검출되지 않았다(Table 3). 이와 같이 젖소 진단에는 브루셀라균이 오염이 없다는 것은 우리나라에서 생산되는 우유에 대한 위생방역 관리가 잘 이행되고 있다는 것을 보여준다. 경상남도동물위생시험소(2022)의 보고에 따르면 소결핵병과 브루셀라병의 국내 유병률은 소결핵병의 경우, 농가 발생률 0.35%, 개체 발생률 0.17%를 나타내었고, 브루셀라병의 발생률은 각각 0.15%, 0.07%를 나타내었다. 반면 경남지역의 발생률은 소결핵병 0.53% 및 0.27% 그리고 브루셀라병은 0.2% 및 0.09%로 보고되었다. 이와 같이 경남지역의 발생률은 소결핵병이 브루셀라병에 비하여 다소 높게 나타났으며, 전국 평균을 다소 상회하는 높은 발생률을 보이고 있다. 이는 경남지역이 타 지역에 비하여 100두 이하의 부업 규모 농가가 전체의 70%에 달하는데 사육 기반시설이 영세하여 위생 및 질병 관

리가 체계적으로 이루어지지 못하였으며(Kim 등, 2016), 이는 축산농가에서 송아지를 구입하여 입식할 때 사전검사나 진료로 건강진단을 받지 않은 상태에서 소결핵병에 감염된 농가로부터 구입하여 입식한 것이 주요 원인으로 지적되고 있다(Milian 등, 2003). 따라서 앞으로 지역사회와 정부는 영세농가를 통합하여 100두 이상의 사육농가로 규모를 늘리고 이에 따른 위생 및 방역시설을 구축할 필요성이 절실하다. 그리고 자우의 입식과정 시 외부 소를 입식 시에 격리 사육 후 동물위생시험소나 지역 동물병원에서 건강검진을 받은 후 이상이 없다는 것을 확인한 다음 사육 가축과 합사하도록 지도할 필요가 있다.

본 연구에서 한·육우와 젖소의 소결핵병과 브루셀라병의 단독감염 또는 동시감염 상황을 조사한 결과, 소결핵병 단독 감염우는 2020년부터 각각 717두, 237두, 315두로 나타났으며, 브루셀라병 단독 감염우는 98두, 231두, 323두로 나타나 점차로 증가하여 2022년은 2020년에 비하여 3배 이상으로 증가하였다. 그러나 소결핵병과 브루셀라병의 동시감염 사례는 검출되지 않았다(Table 5). 소결핵병과 브루셀라병은 단독으로 발생할 때 보다 동시 감염될 경우 소에게 치명적인 사태를 유발할 수 있다(Gorsich, 2013), 이러한 결과는 경남지역 소 사육 축산농가가 앞으로 위생과 보건에 보다 많은 관심과 노력을 기울인다면 질병의 발생을 억제하고 청정지역으로 발전할 수 있다는 희망을 제시할 수 있는 계기가 될 것이라고 생각한다. 그리고 축산농가의 철저한 위생방역 관리를 위해서는 질병의 조기 발견과 방역이 우선이 되어야 하는데 이를 위해서는 먼저 감염동물을 정확히 발견하고 진단하는 것이 중요하다. 현재 사용되고 있는 혈청을 이용한 브루셀라병 검사법은 STAT 검사법을 이용하고 있으나, 최근 연구에 따르면 이의 정확도가 75.9%로 다른 검사법에 비하여 높은 편이나(Sung 등, 2012), 24% 정도의 부정확성을 나타내므로 농림축산검역본부에서는 2022년부터 I-ELISA 검사법을 추가로 도입하여 정확성을 향상시키고자 노력하였다. 따라서 본 연구에서는 I-ELISA 확인검사법을 수행하기 전에 STAT 검사법과 비교하여 어느 정도 정확성을 나타내는지 알아보려고 연구를 수행하였다. 실험방법은 RBT 검사법으로 이미 양성으로 판정된 195두의 샘플을 STAT 검사법과 I-ELISA 검사법으로 검사한 결과 각각 78.97%, 92.82%의 양성률을 나타내어 I-ELISA법이 STAT법 보다 13.85% 정도 검출률이 향상되는 것으로 나타났다(Table 6). 이는 Gall과 Nielsen (2004)이 I-ELISA의 검출률이 97.7%로 높게 나타났으며, Sung 등 (2012)은 STAT법과 I-ELISA법의 상관관계를 비교한 결과 각각 75.9%, 97.7%로 I-ELISA법의 검출률이 높게 나타난다고 본

연구와 유사한 보고를 하여 I-ELISA법의 신뢰성이 높다는 것을 알 수 있었다. 그리고 STAT법과 I-ELISA법의 두 검사결과를 비교하는 것으로 값이 유사성을 유지하는지를 알아보는 Kappa coefficient 검증을 수행한 결과 0.328로서 두 검사 간의 양성반응 유사성이 약간 있는 것으로 나타났다. 이는 I-ELISA법과 STAT법에서 결과가 다소 차이가 나타나는 것을 의미하며 I-ELISA법이 STAT법 보다 우수한 결과를 나타내었다는 것을 알 수 있다. Kappa 값의 유사성 정도는 0에서 1까지 분포하며,  $K \leq 0.2$  (유사성 부족),  $0.2 < K \leq 0.4$  (유사성 약간),  $0.4 < K \leq 0.6$  (유사성 중등),  $0.6 < K \leq 0.8$  (유사성 상당),  $K > 0.8$  (유사성 일치)로 해석한다(Seong, 2002). 따라서 앞으로 축산분야의 질병 분석에 I-ELISA법을 보다 적극적으로 운영한다면 가축 질병의 진단과 검출이 크게 향상될 것이라 생각한다.

## 결론

2020~2022년까지 3년간 경남지역 한우의 소결핵병과 브루셀라병의 발생률을 조사하였다. 소결핵병의 발생률을 조사한 결과 PPD와  $\gamma$ -INF 검사법으로 수행하였을 때 2020년부터 각각 1.05%, 0.31%, 0.33%를 나타내었으며, 젖소의 발생률은 0.13, 0.10%, 0.42%를 나타내어 2022년의 발생률이 높게 나타났다. 브루셀라병의 발생률은 RBT 검사법과 STAT 검사법을 이용하였을 때 한우의 발생률은 0.04%, 0.09%, 0.14%를 나타내어 점차 최근 들어 발생률이 증가하는 경향을 나타내었다. 발생률의 억제를 위해서는 100두 이상의 규모 농가로 형성하여 방역 및 위생시설을 구축하는 것이 필요하다. 젖소의 브루셀라병 검사를 위하여 MRT와 RBT 검사법을 실시한 결과 양성을 나타낸 사례는 전혀 없어서 국내 유가공 제품은 안심하고 섭취할 수 있다고 생각한다. 한우와 젖소의 동시감염 여부를 조사한 결과에서 동시감염 사례는 나타나지 않았다. 2022년 농림축산검역본부는 확인검사로 I-ELISA 검사법을 도입하여 같은 혈청검사법인 STAT 검사법과 비교한 결과 STAT 78.97%, I-ELISA 92.82%로 I-ELISA의 검출 민감도가 높아 앞으로 이 방법의 사용을 권장할 필요가 있다고 생각된다.

## CONFLICT OF INTEREST

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

## ORCID

Cheol-Ho Kim, <https://orcid.org/0000-0002-5936-8163>  
 Yoo-Jeong Choi, <https://orcid.org/0000-0002-2966-7453>  
 Shin-Ho Lee, <https://orcid.org/0000-0003-0450-0048>  
 Dong-Hyun Han, <https://orcid.org/0000-0003-3258-244X>  
 Yoon-Ho Roh, <https://orcid.org/0000-0002-3097-838X>  
 Dong-bin Lee, <https://orcid.org/0000-0002-2645-4508>  
 Jae-Hyeon Cho, <https://orcid.org/0000-0003-1126-9809>  
 Chung-Hui Kim, <https://orcid.org/0000-0001-8976-2316>

## REFERENCES

- 경상남도동물위생시험소. 2022. 2022년도 동물위생시험소 사업연보.
- Asgharzadeh M, Khakpour M, Salehi TZ, Kafil HS. 2007. Use of mycobacterial interspersed repetitive unit-variable-number tandem repeat typing to study *Mycobacterium tuberculosis* isolates from East Azarbaijan province of Iran. *Pak J Biol Sci* 10: 3769-3777.
- BBC News Korea. 2022. 11. 30. <https://www.bbc.com/korean/news-63805091>
- Cadmus SIB, Adesokan HK, Stack JA. 2008. Co-infection of brucellosis and tuberculosis in slaughtered cattle in Ibadan, Nigeria: a case report. *Veterinaria Italiana* 44: 557-558.
- Cosivi O, Meslin FX, Daborn CJ, Grange JM. 1995. Epidemiology of *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans, with particular reference to Africa. *Scientific and Technical Review* 14: 733-746.
- Cousins DV. 2001. *Mycobacterium bovis* infection and control in domestic livestock. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* 20: 71-85.
- Etter E, Donado P, Jori F, Caron A, Goutard F, Roger F. 2006. Risk analysis and bovine tuberculosis, a re-emerging zoonosis. *Ann N Y Acad Sci* 1081: 61-73.
- Ferguson GS, Robertson A. 1954. The use of the milk ring test in a survey of the incidence of bovine brucellosis in southern Scotland. *The Journal of Hygiene* 52: 24-36.
- Gall D, Nielsen K. 2004. Serological diagnosis of bovine brucellosis: a review of test performance and cost comparison. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 23: 989-1002.
- Gorsich EE. 2013. Disease invasion dynamics: Brucellosis and tuberculosis in African buffalo. 101-127.
- Grange JM. 2001. *Mycobacterium bovis* infection in human beings. *Tuberculosis* 81: 71-77.
- Ha MJ, Oh GM, Kim SY, Do JC, Lee YJ. 2018. A comparative study of the gamma-interferon assay and the single intradermal tuberculin test for the diagnosis of bovine tuberculosis under field conditions. *Korean J Vet Serv* 41: 71-78.
- Hovingh E. 2009. Abortions in dairy cattle: I. Common causes of abortions. Virginia Cooperative Extension Publications 404-288.
- Kim HB, Kim SJ, Kim KN, Kim BO, Chang BJ, Choe NH. 2016. Prevalence of bovine tuberculosis, brucellosis and Q fever in Korean black goats. *Korean J Vet Res* 56: 249-254.
- Kim S. 2007. The mechanism of brucellosis: virulence factors of *Brucella* spp. *Kor J Vet Publ Hlth* 31: 105-114.
- Ko J, Splitter GA. 2003. Molecular host-pathogen interaction in Brucellosis: Current understanding and future approaches to vaccine development for mice and humans. *Clin Microbiol Rev* 16: 65-78.
- Koh BRD, Kim HJ, Park DW, Park SD, Kim JI, Park JT, Kim YH. 2007. Rapid diagnosis of bovine tuberculosis in slaughter cattle using PCR. *Korean J Vet Serv* 30: 393-406.
- Milian Suazo F, Anaya Escalera AM, Gallegos Torres RM. 2003. A review of *M. bovis* BCG protection against TB in cattle and other animal species. *Preventive Veterinary Medicine* 58: 1-13.
- Muma JB, Syakalima M, Munyeme M, Zulu VC, Simuunza M, Kurata M. 2013. Bovine tuberculosis and Brucellosis in traditionally managed livestock in selected districts of southern province of Zambia.

- Veterinary Medicine International, Hindawi Publishing Corporation pp. 1-7.
- Ryu JY, Bun JH, Lee JY, Lee YC, Lee JJ, Song YG, Nam MN. 2007. Isolation of *Brucella* spp from sero-positive native bulls and calves below twelve months old. *Korean J Vet Serv* 30: 375-384.
- Seong TJ. 2002. Validity and reliability. Hakjisa, Seoul. pp. 36-181.
- Sung SR, Kim JY, Her M, Lee KC, Gu JH, Kang SI, Lee HK, Kim SM, Jung SC. 2012. Evaluation on diagnostic efficiency of the standard tube agglutination test for bovine brucellosis. *Korean J Vet Serv* 35: 269-273.
- Zanardi G, Boniotti MB, Gaffuri A, Casto B, Zanoni M, Pacciarini ML. 2013. Tuberculosis transmission by *Mycobacterium bovis* in a mixed cattle and goat herd. *Res Vet Sci* 95: 430-433.