

전북 정읍지역 젖소농장 결핵병 집단 발생에 대한 역학조사

윤하정¹ · 문운경¹ · 김연주¹ · 조범준² · 이수두¹ · 이정원² · 이상진^{1,*}

¹국립수의과학검역원 역학조사과, ²전라북도축산위생연구소 정읍지소
(게재승인: 2009년 12월 7일)

Investigation on an epidemic of tuberculosis in dairy cattle farms In Jeongeup, Korea

Hachung Yoon¹, Oun-Kyong Moon¹, Youn-Ju Kim¹, Bum-Joon Cho², Soo-Doo Lee¹,
Jeong-Won Lee², Sang-Jin Lee^{1,*}

¹Veterinary Epidemiology Division, National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-757, Korea

²Jeongeup Branch, Jeonbuk Institute of Livestock & Veterinary Research, Jeongeup 580-814, Korea

(Accepted: December 7, 2009)

Abstract : The present study describes an investigation on an epidemic of Tuberculosis (TB) which has been occurred among dairy cattle farms in Jeongeup, Jeollabuk-do since 2007. The investigation was performed in three ways as follows: 1. Collecting information about bovine TB outbreaks using investigation reports, an on-the-spot and tracing-back investigations; 2. Analyzing the outbreak pattern; 3. Establishing hypothesis and performing statistical analysis on potential risk factors. In the early 2000s, TB outbreaks were sporadically reported in beef cattle, and only a small number (1~2) of reactors was confirmed in each of outbreak farms. The number of TB outbreaks has been suddenly increased from 2007, mainly in dairy cattle farms. And these outbreaks were temporarily clustered during the period, from March 2007 to April 2009 (relative risk, RR = 13.7, $p < 0.001$). And two spatial clusters of which radiuses were 0.3 km (RR = 6.9, $p < 0.001$) and 0.9 km (RR = 3.6, $p < 0.01$). The analysis to find risk factors was performed on 99 dairy farms (21 outbreaks), which are located in the most seriously affected village during 2007-2009. Middleman (odds ratio, OR = 47.4, $p < 0.05$) and raw milk collecting system (OR = 6.9, $p < 0.05$) were recognized as with the highest association. Considering the fact that all the outbreak farms except one had their own manure composting tank, it might be that the manure containing pathogen was leaked from tank and transmitted to other farms by fomites such as middleman or raw milk collecting system.

Keywords : cattle, dairy, epidemic, investigation, tuberculosis

서 론

소 결핵병은 *Mycobacterium(M.) bovis*의 감염에 의한 세균성 전염병으로 거의 모든 종류의 포유류 동물이 감수성을 가진다. 소·시슴 등 가축에서의 발생뿐만 아니라, 오소리·주머니쥐·흰족제비 등의 야생동물이 결핵균의 감염원이 되는 경우에는 더욱 심각한 문제를 일으킨다 [3]. 그리고 우리나라에서는 사람의 *M. bovis* 감염

사례가 아직 확인된 바가 없지만 외국에서는 인수공통 전염병으로서도 중요한 의미를 가지고 있다 [19].

많은 나라들이 결핵병과 브루셀라병에 대한 근절 프로그램을 동시에 시작하였는데, 브루셀라병의 근절에는 성공하였지만 수십년간의 노력에도 불구하고 결핵병 근절에는 성공하지 못하는 사례를 흔히 볼 수 있다 [7, 12, 17]. 우리나라에서도 지난 1950년대 중반부터 결핵병 검진사업을 실시하여 확인된 양성 반응축을 살처분하고

*Corresponding author: Sang-Jin Lee

Veterinary Epidemiology Division, National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-757, Korea
[Tel: +82-31-467-1738, Fax: +82-31-467-1739, E-mail: sjlee@nvrqs.go.kr]

이에 대한 보상금을 지급하는 등 결핵병 근절을 위하여 강력한 방역 조치를 수행해 왔지만, 2009년 현재까지도 결핵병이 지속적으로 발생되고 있다. 결핵병 및 브루셀라병 방역실시요령에 의하면 12월령 이상의 소가 결핵병 검진대상이며, 소의 미근부 추벽 피내에 튜버큘린 피내검사용 purified protein derivatives 진단액을 접종하고 접종부위 피부두께의 종창 차이가 접종 전·후 5 mm 이상이면 양성으로 판정한다.

국립수의과학검역원의 가축전염병 발생자료 관리시스템(Animal infectious disease data management system (AIMS))에 의하면, 우리나라 전체의 소 결핵병 발생은 지난 2000년 149건(542두), 2001년 138건(1,176두), 그리고 2004년 135건(649두), 2008년 163건(1,194두)이 보고되었다. 결핵병은 우리나라에 토착화된 질병(endemic disease)으로 간주되는데, 일부 지역을 중심으로 특정 시기에 발생보고가 집중되는 경우가 종종 발견되곤 한다. 일례로 오래 전부터 산발적인 결핵병 발생보고가 있어 왔던 전라북도 정읍시에 위치한 일개 집중촌 마을에서도 지난 2007년 말부터 젓소 농장에서 결핵병 양성 반응우가 확인되는 빈도가 증가하였다. 이에 따라 해당 지역 방역기관에서 중앙역학조사반(국립수의과학검역원 역학조사과)에게 역학조사를 의뢰하고, 집단 발생에 대한 대응 조치를 취하고자 하였다. 따라서 본 연구는 전라북도 정읍시 일대 소 농장의 결핵병 발생 상황을 기술하고, 발생농장에서 특징적으로 나타나는 역학적 특성을 도출하여, 해당 지역에 필요한 대응조치 수립에 필요한 정보를 제공하고자 하는 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

소 결핵병 발생 관련 자료 수집

2000년 1월 1일부터 2009년 4월 30일 사이에 진단된 소 결핵병 발생 중, 전라북도 정읍시에 위치한 농장을 대상으로 본 연구를 수행하였다. 소 결핵병 발생과 관련된 항목(축주명·농장명·주소·축종·품종·사육두수·발생두수·폐사두수·진단일)의 자료는 AIMS에서 추출하였으며, 발생농장별로 첨부된 역학조사서 파일을 내려받았다. 이와 더불어, 중앙역학조사반이 전라북도 정읍시 현지에 출장하여 전라북도축산위생연구소 정읍지소 역학조사반(이하 정읍지소)과 함께 발생농장 방문·축주 면담 등 현지 역학조사를 실시하였다. 소 사육농가 수 및 사육두수 등은 2000~2009년 기간동안 매년 12월(2009년에는 6월)을 기준으로 책정된 통계자료를 전라북도 정읍시청에서, 그리고 개별 농장의 명단 및 사육두수 등은 정읍지소에서 제공받았다. 또한 특정 중개인 및 관련 업체 등과 거래하는 농장 명단 등은 정읍지소에서

관리하고 있는 자료를 이용하였다.

소 결핵병 발생 관련 용어 정의

본 연구에서 '농가'란 축주 1명에 속해있는 농장들의 집합이라는 의미를 적용하였다. 따라서 동일인이 지리적으로 구분된 여러 장소에서 가축을 사육하더라도 이를 1개의 농가로 간주하였고, 각각의 사육장소는 '농장'이라는 의미로 구분하였다. 또한 결핵병 양성 반응우가 최소 1두 이상 확인된 사건을 각각의 '발생'으로 규정하였다.

소 결핵병 발생 양상 분석

정읍시의 소 결핵병 발생 자료에 대한 분석은 다음과 같은 순서에 따라 진행되었다:

① 소 사육현황 및 결핵병 발생양상 기술

정읍시의 소 사육현황과 해당 시기의 결핵병 발생에 대하여 기술하고, 각 농장에서의 결핵병 발생시기·발생축종·발생두수·외부 구입여부 등을 타임라인 형식으로 나타내었다. 개별 발생농장에 대한 포인트 좌표를 측정하여 지도상에 표시하였다. 주소를 기반으로 global positioning system를 이용하여 북위 및 동경의 형태로 위치정보를 추정한 다음, ArcGIS 9.2(ESRI, USA)을 사용하여 투영좌표체계를 ITRF2000_PCS에 맞추어 지도의 형태로 가시화하였다.

② 소 결핵병 발생빈도 증가 확인

해당 지역의 소 결핵병 발생이 평상시의 발생수준과 비교하여 집단 발병으로 간주할 수 있는 수준으로 유의하게 많은지를 검증하였다. 소 사육농가수와 결핵병 발생농가수를 이용하여 포아송(Poisson) 분포에 따라서 신뢰구간을 구하고 예상 발생건수와 비교하였다 [1].

③ 집중 발생시기 및 발생지역의 특성 분석

시간 및 공간에 따른 결핵병 발생의 집락(이하 클러스터) 형성 여부를 검토하고, 집중 발생시기 및 지역을 확인하였다. 클러스터 분석에는 SaTScan v8.0(SaTScan, USA)을 이용하였으며, 상대위험도(relative risk, RR)와 유의확률(p value)을 산출하였다.

④ 잠재적 위험요인에 대한 가설설정 및 가설검정

문헌 고찰 등을 통해 선정된 잠재적인 위험요인에 대한 노출과 결핵병 발생과의 연관성을 추정하였다. 분석에는 2007~2009년 발생농가 21개소가 포함된 DD리 및 HH리에 위치한 99개 농가를 대상으로 수집한 자료가 이용되었다.

발생농장들이 노출된 정도(proportion, \hat{p})를 추정하고 exact(binomial) 방법으로 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 추정하였다. 한편 발생농장과 비발생농장 사이의 농장별 소 사육두수와 같은 연속변수는 Student's

t-test를 이용하여 비교하였다. 또한 가설검정을 위하여 발병률(attack rate, AR) 및 위험요인에의 노출과 결핵병 발생 사이의 연관성에 대한 교차비(odds ratio, OR) 등을 산출하였다. AR은 특정 위험요인에 노출된 전체 농장 중 결핵병 양성 반응우가 검출된 농장수의 비율로 산출하였으며, Exact 방법으로 95% CI를 추정하였다.

결 과

정읍시 소 결핵병 발생상황

2000년 1월~2009년 4월 사이에 전라북도 정읍시에서는 총 39개 농장(젖소 33, 육우 2, 육우/젖소 3, 한우 1)의 소 결핵병 발생이 기록되었으며, 70회의 검색(젖소 60, 육우 8, 한우 2)에서 총 273두(젖소 247, 육우 21, 한우 5)의 발생축이 확인되었다. 소 이외 축종에서의 결핵병 발생은 기록되지 않았다.

정읍시 젖소사육 현황은 2000년 232농가 12,784두에서 2008년 118농가 8,716두로 지난 9년간 사육 농가수는 약 50%, 사육두수는 약 30% 감소하였다. 반면에 지난 2000년에는 3개 젖소농장에서 사육 중이던 육우 총 9두에서 결핵병 양성 반응이 확인되었고 젖소에서의 발생은 기록되지 않았던 반면에, 2009년에는 4월말 현재 14개 젖소농장에서 96두의 양성 젖소가 검출되는 등 결핵병 발생은 오히려 증가하였다(Table 1).

젖소 결핵병 발생농장에서는 평균 90.3(표준편차 84.1, 중앙값 73)두를 사육하고 있었으며, 비발생농장의 평균 사육두수는 71.0(표준편차 44.3, 중앙값 61)두로, 비발생 농장보다 발생농장에서 더 많은 수의 소를 사육하고 있

었다($p < 0.0001$). 발생 농장에서 한번에 검출되는 양성 반응우의 수는 평균 3.9(표준편차 6.8)두로 농장에 따라서 편차가 매우 컸지만, 중앙값은 1.5두로서 절반 정도의 발생에서 한번에 1~2두 정도의 양성 반응우가 확인되었다. 양성 반응우의 수가 많았던 농장에서는 젖소와 육우를 같이 사육하는 사례가 많았다.

소 개체 수준의 특성에 관해서는 일부 양성 반응우(204두)에 대해서만 기록되어 있었으며, 이 중 19두(9.3%)가 외부에서 입식한 것이 확인되었다. 결핵병 양성 반응우는 대부분이 암소였으며, 단지 11두(5.4%)만이 수소 비육우이었다. 연령 및 산차로는 2년령(초산)가 39.7%, 3년령(2산차)가 32.8%로 가장 많았다(Fig. 1).

타임라인에는 정읍시 소 결핵병 발생 농장에 대한 발생 상황을 소개하였다(Fig. 2). 2003년 이전에 확인된 양

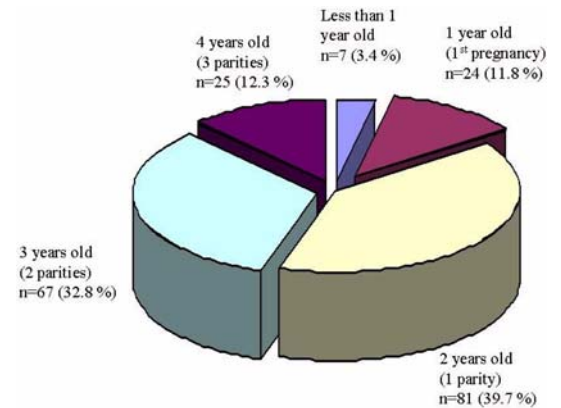


Fig. 1. Age and parity for 204 cows infected by *Mycobacterium bovis*.

Table 1. Statistics of bovine tuberculosis outbreaks in dairy cattle in Jeongeup, Jeollabuk-do from 2000 to 2009 by year

Year	Dairy cattle		Tuberculosis in dairy cattle		Tuberculosis outbreaks in other breeds*
	No. of farms	No. of animals	No. of outbreaks	No. of heads	
2000	232	12,784	0	0	Beef (3 farms, 9 heads)
2001	211	11,887	0	0	-
2002	201	11,353	0	0	Beef (1 farm, 1 head)
2003	190	10,585	0	0	Beef (1 farm, 1 head)
2004	148	9,230	3	8	Beef (1 farm, 4 heads)
2005	148	9,093	3	39	-
2006	127	7,980	3	12	-
2007	120	8,596	10	15	-
2008	118	8,716	12	77	-
2009	110	7,889	14 [†]	96 [†]	Korean native (1 farm, 5 heads) Beef (1 farm, 6 heads)

*Beef: beef cattle, Korean native: Korean native cattle. [†]As of 30th April.

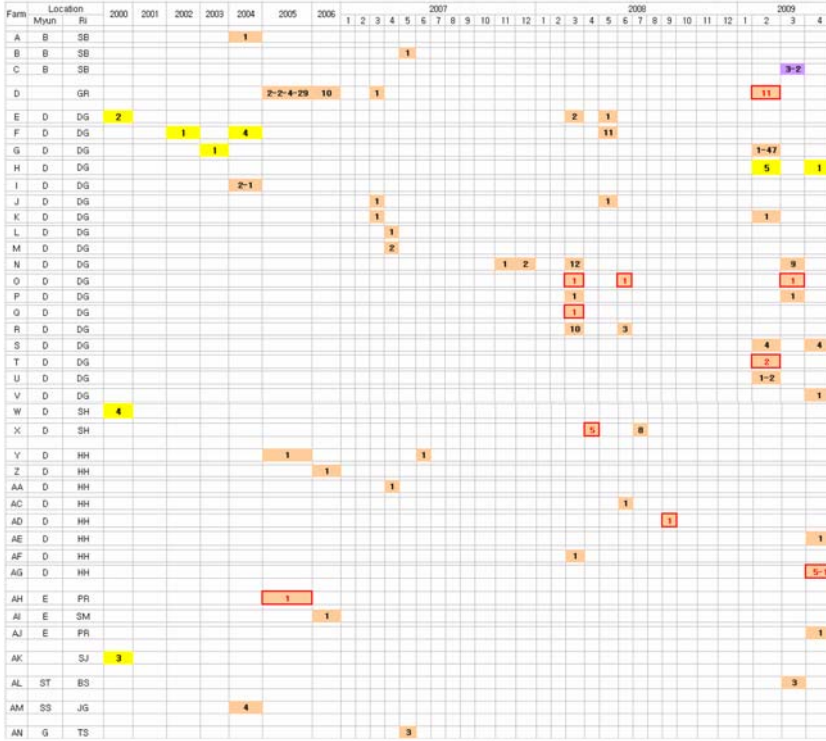


Fig. 2. Time line describing tuberculosis outbreaks on cattle farms in Jeongeup, Jeollabuk-do.

- Num Detecting tuberculosis positive reactor in Holstein beef cows
- Num Detecting tuberculosis positive reactor in Dairy cows
- Num Detecting tuberculosis positive reactor in Dairy cows imported from outside the farm
- Num Detecting tuberculosis positive reactor in Korean native cows

성 반응우는 모두 육우였으며, 1~2두씩 산발적으로 검색되었고 발생농장에서 양성 반응우가 추가로 확인되지는 않았다. 2004-2006년에는 매년 각 3개 농장에서 양성 반응우가 검색되었으며, 동일한 농장에서 반복적으로 양성 반응우가 검색되는 경우가 종종 있었다. 그러나 이 농장들에서 2008년 이후에도 계속 양성 반응우가 검색된 경우는 단 3개 농장에 불과하였다. 한우에서의 결핵병 발생은 2009년 4월에 처음으로 기록되었다.

대부분의 결핵병 발생농장들은 D면 주위에 집중적으로 위치하고 있었으며, 특히 2008년 이후 발생농장들은 DG리를 중심으로 최대 거리 3km 이내에 모여 있었다 (Figs. 2 and 3). DG리에서는 한 집성촌 마을에 발생농장들이 집중되어 있었으며, 2009년 2월을 기준으로 이 마을의 소 사육동향은 젖소사육 21농가(1,440두) 및 한우사육 9농가(830두)로 집계되었다. DG리 발생농장들 중 다수가 이 마을을 관통하는 도로 주변에 위치하고 있었다(Fig. 4).

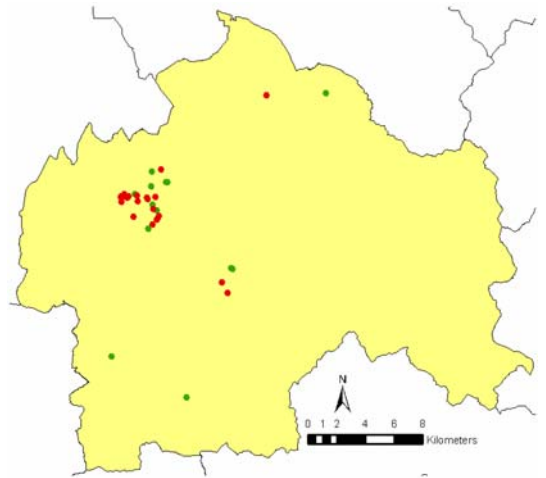


Fig. 3. Geographical distribution of outbreak farms of bovine tuberculosis in Jeongeup (yellow-colored area), Jeollabuk-do, for a period of January 2000 to April 2009. Outbreak farms of bovine brucellosis ● before 2008, and ● from January 2008

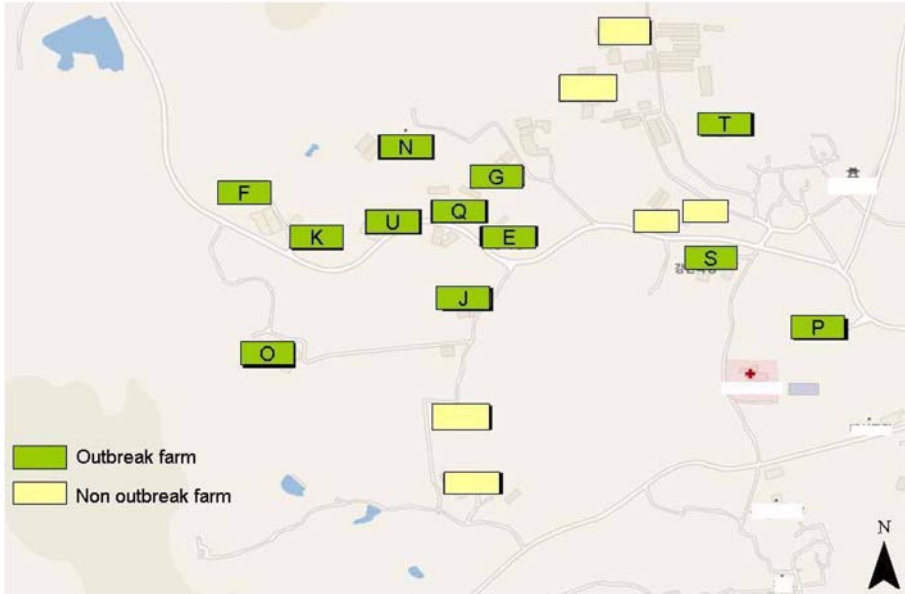


Fig. 4. Tuberculosis outbreak on dairy cattle farms which were located alongside by the road passing through the epidemic area.

소 결핵병 발생빈도 증가 확인

유행곡선에 의하면 소 결핵병 양성 반응우는 2007년 3~7월, 2007년 11~2008년 9월, 그리고 2009년 2월 이후에 집중적으로 검색되었다(Fig. 5). 2007년 이후에도 2004~2006년과 동일한 수준의 발생(연간 3건)을 예상한다고 가정할 때, 2007년에 기록된 10건에 대하여 포아송 분포를 이용하여 산출한 예상 발생농장수의 95% CI는 4.8~18.4로서 평소 발생 수준인 3을 포함하지 않으므로, 2007년 이후 정읍시에는 소 결핵병이 집단 발생하고 있음이 증명되었다.

집중 발생시기 및 발생지역의 특성 분석

정읍시의 젖소 사육현황을 고려하면서 포아송 모델을 채택하여 수행한 후향적 시간 클러스터 분석(retrospective purely temporal analysis)에서는 2007년 3월~2009년 4월 사이에 기대되는 수준보다 유의하게 많은 양성우 진단에 대한 클러스터가 발견되었다. 이 시기에 결핵병 양성 반응우가 검출될 가능성은 다른 시기와 비교하여 약 14배 높았다($RR = 13.7, p < 0.001$, Fig. 5). 동 시기에 발생 농장과 비발생농장의 지리적 분포를 비교한 베르누이(Bernoulli) 통계 모형(purely spatial analysis)에서는 DG리를 중심으로 반경 0.3 km 내에 10개 농장(발생농장 8개소)을 포함하는 클러스터($RR = 6.9, p < 0.001$)와 여기에서 약 1.5 km 떨어진 반경 0.9 km의 2차 클러스터($RR = 3.6, p < 0.01$)를 관측하였다(Fig. 6).

소 결핵병 발생사례

정읍시의 소 결핵병 발생은 D면의 DG리와 HH리를 중심으로 집중되었지만, 인근 지역의 농장들도 소의 이동, 중개인의 개입, 그리고 사람들 사이의 친분 관계 등으로 서로 관련되어 있었다. 가족들이 각각 운영하는 농장에서 결핵병 발생이 확인된 사례도 있으며(farms G-Q, AA-AE, AF-AG), DG리에서 10여 년간 착유목장을 경영하다가 같은 지역의 다른 장소(farm V)에 축사를 신축하여 소를 이주시킨 후 이전 목장에서부터 사육하던 5산의 노령우에서 결핵병 양성이 확인되기도 하였다(Fig. 2).

잠재적 위험요인에 대한 가설설정 및 가설검정

정읍시 소 사육농장의 결핵병 발생양상, 감염고리 및 발생농장의 사례 분석 등을 통하여 소의 입식 및 출하·중개인·집유·사료공급·수의사·퇴비처리 등이 잠재적 위험요인이라는 가설을 설정하였다. 다만, 발생 농장에 농후사료·조사료·TMR 등의 사료를 공급하는 업체는 22개로, 1개 사료 회사당 각각 1~4개 농장 정도만 공급하며, 한 농장에서 사료의 종류(형태)에 따라 각각 다른 회사와 거래하는 경우도 있어서, 특정 회사 및 제품과의 연관성이 발견되지 않았다. 또한 역학조사서에 의하면 동 지역에서 진료하는 수의사는 3명이었으나, 실제적으로는 해당지역 거의 모든 농장이 특정 수의사에게서 진료를 받고 있었고, 농장에 수의사가 방문하는 회수는 연 1~2회 정도이어서 결핵병 전과 위험요인

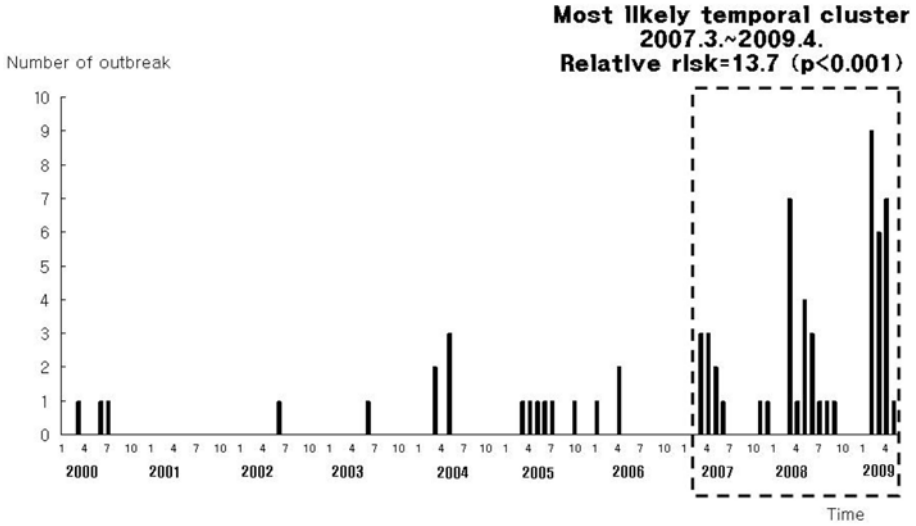


Fig. 5. Monthly number of bovine tuberculosis outbreak farms in Jeongeup (January 2000 to April 2009).

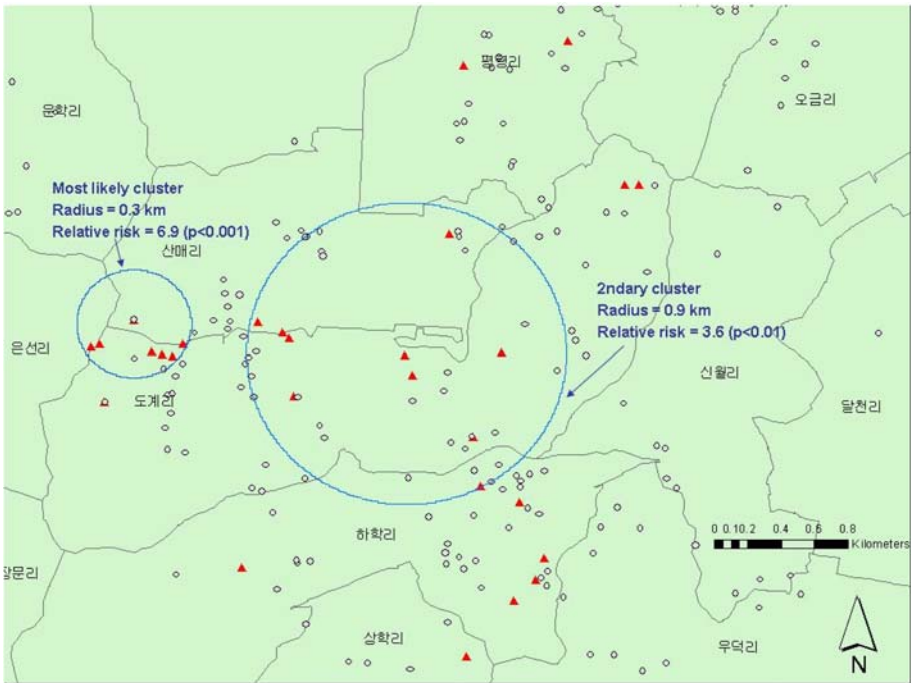


Fig. 6. Two spatial clusters of bovine tuberculosis in Jeongeup from March 2007 to April 2009. Outbreak farms were presented as red triangle (▲) and non outbreak farms were as hollow circle (○).

으로서의 역할이 매우 미비하였다. 2007~2009년 DG리·HH리의 소 결핵병 발생 클러스터와 관련된 잠재적 위험요인은 아래와 같다:

① 위험요인에 노출정도

잠재적인 위험요인에의 노출과 관련된 정보는 DG리

에 위치한 21개 젓소 결핵병 발생 농장에 대해서만 확인 가능하였다. 농장내 퇴비장 보유(85.7%)와 자연종부용 또는 발정검출용 수소 사육(71.4%)에 가장 많은 농장들이 관련되어 있었다. 일부 농장에서는 분뇨처리 전문 업체의 장비를 이용하여 처리하기도 하며, 동일한 장

Table 2. Exposure to potential risk factors of tuberculosis for 21 outbreak dairy cattle farms in 2007-2009 epidemic area of Jeongeup

Risk factors	No. of farms		p (%) (95% CI*)
	Exposed	Not exposed	
Bringing cow(s) within 1 year	11	10	52.4 (29.8 - 74.3)
Rearing bull(s)	15	6	71.4 (47.8-88.7)
In-farm manure composting	18	3	85.7 (63.7 - 97.0)
Manure composting company	5	16	23.8 (8.2-47.2)
Middleman A	6	15	28.6 (11.3-52.2)
Middleman B	8	13	38.1 (51.8 - 99.7)
Dairy company A	9	12	42.9 (21.8 - 66.0)

*CI: confidence interval.

Table 3. Attack rate (AR) of potential risk factors inducing tuberculosis on dairy cattle farms in 2007-2009 epidemic area of Jeongeup

Risk factors	No. of farms		AR (%) (95% CI)
	Outbreak	Exposed	
Middleman A	6	18	33.3 (21.1 - 78.9)
Middleman B	8	9	88.9 (51.8 - 99.7)
Dairy company A	9	16	56.3 (29.9 - 80.3)
Dairy company B			
Tank lorry A	2	7	28.6 (3.7 - 71.0)
Tank lorry B	2	8	25.0 (3.2 - 65.1)

Table 4. Relationships between potential risk factors and the outbreak of tuberculosis on dairy cattle farms in epidemic area of Jeongeup

Risk factors	Farm status	No. of farms		Odds ratio (95% CI)
		Exposed	Not exposed	
Middleman A	Outbreak	6	15	4.8 (1.4-16.9)
	Non outbreak	6	72	1
Middleman B	Outbreak	8	13	47.4 (5.5-411)
	Non outbreak	1	77	1
Dairy company A	Outbreak	9	13	6.9 (2.2-21.9)
	Non outbreak	7	70	1

비를 여러 농가에서 사용하는 것을 피할 수 없다. 한편, 11개(52.4%) 농장에서 양성 반응우가 검출되기 1년 이전에 외부에서 소(착유용 암소)를 구입한 것으로 확인되었다(Table 2).

② 위험요인과 관련된 발병률(AR)

잠재적인 위험요인에 노출된 농장 중에서 가장 높은 AR은 송아지를 비육목적으로 판매하거나 노폐우를 외부로 반출하는데 주로 관계하는 중개인 B(발생 8/노출 9 = 88.9%)와 DG리에서 가장 많은 농가에서 집유하는 유업체 A(9/16 = 56.3%)에서 기록되었다. 착유소로 즉시 이용하기 위한 목적의 큰 소 구입에 주로 관계하는 중

개인 A와 유업체 B와 관련된 차량 2대의 발병률은 50%를 넘지 않았다(Table 3).

③ 위험요인과 젖소 결핵병 발생의 연관성

교차비(OR)는 중개인 A와 B, 그리고 유업체A에 대해 서만 추정이 가능하였으며, 이들 모두가 젖소 결핵병 발생위험을 증가시키는 역할을 하는 것으로 나타났다. 가장 큰 연관성은 중개인 B에서 나타났으며, 이 중개인과 거래하는 농장에서는 거래하지 않는 농장과 비교하여 47.4배(95% CI = 5.5~411.0) 높은 위험을 가지고 있었다 (Table 4).

고 찰

우균에 결핵균이 유입될 때 추정되는 감염원은 야생 동물과 타 우균의 두 가지로 크게 나눌 수 있다. 우균 간 전파와 같이 소에서 소로 결핵균(*M. bovis*)이 전파되는 경우는 감염된 동물이 우균에 직접 입식되거나 인접한 발생농장에서 결핵균이 전파되는 경우가 해당된다. 영국이나 아일랜드의 사례 분석에서 감염된 소의 이동에 의한 전파는 전체 소 결핵병 발생의 15%를 넘지 않는 것으로 추정되었다. 또한 소의 이동에 의한 결핵병 전파가 한정된 지역에서 문제를 일으킬 소지는 있으나, 온 나라에 결핵병을 확산시킬 가능성은 그다지 크지 않다고 간주되었다 [15]. 한편 감염된 소가 우군 내의 다른 소를 감염시키는 사례는 많지 않은 것으로 알려졌는데, 여러 나라의 발생상황을 보면 단 1두의 양성 반응유만 검출하는 사례가 대부분이라는 사실이 이를 뒷받침 한다 [8, 20]. 이는 소가 결핵균에 감염되더라도, 병원체를 배출하기까지 길게는 수년간의 잠복감염기(latent period)를 거치며 [2], 정기적으로 결핵병 검진을 실시한다면 결핵균이 배출되어 다른 동물을 감염시키기 전에 감염축을 검색할 수 있기 때문이다 [13]. 정읍시의 경우에도 한번 발생에서 검색된 양성 반응유가 중앙값 1.5두로 농장 내에서의 전파는 많이 일어나지는 않았다. 그러나 육우를 사육하는 일부 농장에서 다수의 양성 반응유가 진단되었는데, 육우에 대해서는 결핵병 검진을 실시하지 않았기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 영국에서도 송아지에 대한 도축장 해체검사에서 결핵병 의심병변을 발견하고 추적조사를 실시한 우군에서 84두의 양성 반응유가 확인된 유사한 사례가 있다 [6].

한편 결핵병 발생농장과 이웃한 농장에서 결핵병 발생 위험이 증가한다는 사실은 이미 여러 연구를 통하여 증명되었다. 특히 울타리를 경계로 농장이 구분될 때, 이 울타리가 훼손된 경우 등이 해당 된다 [10]. 그러나 이렇게 훼손된 울타리 사이로 소들이 접촉하면서 병원체가 전파되는 것보다 분변을 매개로하여 병원균이 전파되는 경우가 더 많을 것이며, 집중 사육을 하는 우리나라의 상황에서는 더욱 그럴 것이다. 병원균을 사멸시키려면 최소한 60-70의 온도에서 3주 이상을 숙성시켜야 하며, 2개월 이하로 숙성시킨 슬러리를 발에 살포하는 경우에 결핵병 발생위험이 증가한다는 명백한 증거도 보고되어 있다 [15]. DG리에서는 젓소 농장에서 농장 내에 퇴비장을 가지고 있어서 분뇨를 퇴비로 만들어 논밭에 살포하는데, 종종 퇴비장에서 분뇨가 넘쳐흘러 농장 마당 및 마을길을 오염시키는 문제점이 지적된 바 있다. 따라서 발생농장 중 많은 수가 분변에 오염된 차량

등 매개체에 의한 결핵균 유입과 관련되었을 것을 유추할 수 있으며, 본 연구에서 결핵병 발생과 가장 높은 연관성을 보였던 집유 차량 및 중개인의 역할도 이런 맥락에서 해석 된다. 그러나 균분리 또는 유전형에 대한 분석이 동반되지 않았기 때문에 추정되는 감염 고리를 확정지을만한 명확한 증거가 부족하다는 한계를 피할 수 없었다.

인근 지역 내에서의 병원체 전파는 소에서 소로 전파되는 것 보다는 야생 동물이 직·간접 매개체로 작용할 수도 있다. 방목시에 소와 야생동물이 직접 접촉하거나, 감염된 야생동물의 사체 또는 배설물을 소가 핥을 수도 있으며, 야생동물이 우사내로 들어올 수도 있다. 또한 사료·건초·사일리지 등을 먹으면서 병원균을 오염시킬 수도 있고, 진드기 등의 절지동물을 매개로한 전파도 가능한 것으로 알려져 있다 [15]. 특히 야생동물의 행동 영역 안에 여러 개의 농장이 포함되어 있다면 감염된 소에서 야생동물로, 그리고 다시 소로 병원체가 전파되면서 여러 농장이 영향을 받는 것도 가능하다 [3]. 야생 포유류와 가축인 소 사이의 상호작용에 대해서 알려진 바도 많지 않으며 어느 동물이든 결핵균의 감염원이 될 수 있겠지만, 영국과 아일랜드에서는 오소리(*Meles meles*) [4, 9, 14], 뉴질랜드에서는 주머니쥐(*Trichosurus vulpecula*)가 주로 문제시 된다 [16]. 우리나라의 경우에는 결핵병 전염원으로서 야생동물의 역할에 대한 과학적 자료가 매우 미비하며, 금번 정읍시 젓소 결핵병 집단 발생에 대한 역학조사에서는 자료의 미비, 야생동물의 서식과 관련된 지식의 한계 등으로 야생 동물의 역할을 고려하지 못한 점이 아쉽다.

소에서 *M. bovis*의 감염은 우균의 크기·과거 결핵병 발생 여부·사육 형태·타 우균과 목초지 공동 사용 등의 사양 습관·타 우균 및 야생동물 서식지와와의 인접성·외부에서 소를 입식하는 빈도 및 두수·농장내 다른 축군의 존재 여부 등과 관련된 것으로 알려져 있다 [11, 16, 18]. 이러한 연관성은 구제역 발생으로 인하여 전두수를 살처분하고 재입식한 농장에서도 동일하게 나타났다 [5]. 금번 정읍시 젓소 결핵병 집단 발생에서도 꼭 같은 항목은 아니지만 사육규모·집유 차량·중개인·분뇨의 유출 등 우군간 접촉빈도를 증가시키는 요인들이 잠재적으로 관련된 것으로 간주되었으며, 이를 기반으로 적절한 방역 조치를 적용하고 있다. 소 결핵병 발생에 대한 역학조사를 비롯한 대응 체계는 효과적으로 진행되고 있으나 인수공통전염병으로서의 *M. bovis* 감염에 대해서는 평가하지 못한 점이 아쉬우며, 결핵병의 효과적인 방역을 위해서 수의-인의 공동보건 분야의 적극적인 협조가 요구된다.

결 론

2007년부터 전라북도 정읍시 일대에서 나타난 젖소 결핵병 집단 발생은 젖소 사양관리와 특징적으로 관련된 요인들과 연관되어 결핵균 전파 기회가 증가하였기 때문인 것으로 추정된다. 가장 발생이 집중되었던 마을에 한 우 사육농가가 있었음에도 불구하고 젖소 농가에서만 결핵병 양성우가 확인된 사실도 젖소 사양관리 및 유통시스템과의 관련성을 뒷받침한다. 잠재적인 위험요인들이 전혀 새로운 것들이 아님에도 불구하고 과거에는 산발적으로만 발생하던 결핵병이 집단으로 발생하게 된 원인은 무엇일까? 젖소를 사육하는 과정에서 이들의 역할은 변하지 않았으나, 과거와는 달리 이들 위험요인이 결핵균에 오염되었고, 따라서 이들과 접촉한 젖소들이 결핵균에 노출되는 기회가 많아졌기 때문으로 추정할 수 있다.

참고문헌

1. 안윤옥, 유근영, 박병주, 김동현, 배종면, 강대회, 신명희, 이무송. 역학의 원리와 응용. pp. 223-250, 서울대학교출판부, 서울, 2005.
2. Barlow ND, Kean JM, Hickling G, Livingstone PG, Robson AB. A simulation model for the spread of bovine tuberculosis within New Zealand cattle herds. *Prev Vet Med* 1997, **32**, 57-75.
3. Bengis RG, Kock RA, Fischer J. Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Rev Sci Tech* 2002, **21**, 53-65.
4. Böhm M, Hutchings MR, White PC. Contact networks in a wildlife-livestock host community: identifying high-risk individuals in the transmission of bovine TB among badgers and cattle. *PLoS One* 2009, **4**, e5016.
5. Carrique-Mas JJ, Medley GF, Green LE. Risks for bovine tuberculosis in British cattle farms restocked after the foot and mouth disease epidemic of 2001. *Prev Vet Med* 2008, **84**, 85-93.
6. Chalmers JWT, Jamieson AF, Rafferty P. An outbreak of bovine tuberculosis in two herds in South West Scotland - veterinary and human public health response. *J Public Health Med* 1996, **18**, 54-58.
7. Davidson RM. Control and eradication of animal diseases in New Zealand. *N Z Vet J* 2002, **50** (Suppl), 6-12.
8. Flanagan PA, Kelly G. A study of tuberculosis breakdowns in herds in which some purchased animals were identified as reactors. *Irish Vet J* 1996, **49**, 704-706.

9. Griffin JM, Williams DH, Kelly GE, Clegg TA, O'Boyle I, Collins JD, More SJ. The impact of badger removal on the control of tuberculosis in cattle herds in Ireland. *Prev Vet Med* 2005, **67**, 237-266.
10. Munroe FA, Dohoo IR, McNab WB, Spangler L. Risk factors for the between-herd spread of *Mycobacterium bovis* in Canadian cattle and cervids between 1985 and 1994. *Prev Vet Med* 1999, **41**, 119-133.
11. Munyeme M, Muma JB, Skjerve E, Nambota AM, Phiri IKG, Samui KL, Dorny P, Tryland M. Risk factors associated with bovine tuberculosis in traditional cattle of the livestock/wildlife interface areas in the Kafue basin of Zambia. *Prev Vet Med* 2008, **85**, 317-328.
12. Nishi JS, Stephen C, Elkin BT. Implications of Agricultural and Wildlife policy on management and eradication of bovine tuberculosis and brucellosis in free-ranging wood bison of Northern Canada. *Ann N Y Acad Sci* 2002, **969**, 236-244.
13. O'Reilly LM, Daborn CJ. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: a review. *Tuber Lung Dis* 1995, **76** (Suppl 1), 1-16.
14. Olea-Popelka FJ, Fitzgerald P, White P, McGrath G, Collins JD, O'Keefe J, Kelton DF, Berke O, More S, Martin SW. Targeted badger removal and the subsequent risk of bovine tuberculosis in cattle herds in county Laois, Ireland. *Prev Vet Med* 2009, **88**, 178-184.
15. Phillips CJC, Foster CRW, Morris PA, Teverson R. The transmission of *Mycobacterium bovis* infection to cattle. *Res Vet Sci* 2003, **74**, 1-15.
16. Porphyre T, Stevenson MA, McKenzie J. Risk factors for bovine tuberculosis in New Zealand cattle farms and their relationship with possum control strategies. *Prev Vet Hed* 2008, **86**, 93-106.
17. Radunz B. Surveillance and risk management during the latter stages of eradication: experiences from Australia. *Vet Microbiol* 2006, **112**, 283-290.
18. Tschopp R, Schelling E, Hattendorf J, Aseffa A, Zinsstag J. Risk factors of bovine tuberculosis in cattle in rural livestock production systems of Ethiopia. *Prev Vet Med* 2009, **89**, 205-211.
19. White PC, Böhm M, Marion G, Hutchings MR. Control of bovine tuberculosis in British livestock: there is no 'silver bullet'. *Trends Microbiol* 2008, **16**, 420-427.
20. Wilesmith JW, Williams DR. Tuberculosis lesions in reactor cows. *Vet Rec* 1986, **119**, 51.