

< Original Article >

제주지역 한우의 요네병 감염실태 조사

강완철¹ · 양형석¹ · 고진아¹ · 이두식² · 손원근^{2*}

제주특별자치도 동물위생시험소¹, 제주대학교 수의과대학²

Prevalence of Johne's disease of Korean native cattle in Jeju Province, Korea

Wan-Choul Kang¹, Hyoung-Seok Yang¹, Jin-A Ko¹, Du-Sik Lee², Won-Geun Son^{2*}

¹Jeju Self-Governing Provincial Veterinary Research Institute, Jeju 63344, Korea

²College of Veterinary Medicine, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

(Received 14 October 2015; revised 24 November 2015; accepted 14 December 2015)

Abstract

The bacterium causing Johne's disease (JD), *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* (MAP), is distributed worldwide and causes progressive intestinal disease, also known as paratuberculosis, in domestic and exotic ruminants, including cattle. The subclinical form of this disease results in progressive weight loss, reduced milk production, lower slaughter value, and premature culling, with possible impacts on fertility and udder health. Eventually, infection can lead to the clinical form that manifests chronic diarrhea, emaciation, debilitation, and eventual death. JD is a major cause of economic loss in cattle industry. In this study, serological testing was conducted by ELISA to determine the prevalence of MAP in Korean native cattle of Jeju during the duration of 2010 to 2013. A total of 5,150 blood sera were collected in 111 farms and the samples were classified into four different age groups for MAP; group 1 (2 years or less), group 2 (2~4 years), group 3 (5~7 years), and group 4 (over 8 years). Overall seroprevalence of MAP was 5.2% (269/5,150), and annually from 2010 to 2013, they were 11.6% (106/915), 2.1% (10/474), 5.5% (89/1,627), and 3.0% (64/2,134), respectively. Also, the prevalence rates was determined by age groups: 48 of group 1 (17.8%), 154 of group 2 (57.3%), 48 of group 3 (17.8%), and 19 of group 4 (7.1%) were seropositive for MAP. Although seropositive samples were found in all age groups, the highest seroprevalence was found in group 2. This study showed that during the investigation the seroprevalence of MAP tended to decrease.

Key words : *Mycobacterium avium* subspecies. *Paratuberculosis*, ELISA, Korean native cattle, Jeju

서 론

요네병은 *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP)에 의해 가축의 회장과 광범위한 림프절에 영향을 미치며, 소, 산양, 사슴 등 반추동물에서 지속적이고 만성적으로 진행되기 때문에 경제적 손실이 매우 큰 질병이다(Cho 등, 2012). 이 균은 사람에게 있어 복통과 설사 등을 유발하는 Crohn's disease과 관련

성이 있으며 소장과 대장의 소화기관에 육아종성 염증 등을 일으키는 원인체이기도 하다. 또한, 장벽과 장간막 림프절에 침입하여 세포면역을 일으켜 과민 반응을 유도하고 단백질 혈장 성분이 장관 내로 유출하게 되어 지속적인 설사가 일어나 영양분 흡수 장애로 결국 폐사하게 된다(Singh 등, 2009). 이 질병의 임상증상은 분만 후 포유과정 중에 관찰되는 경향이 두드러지고 만성적이며 간헐적인 설사 이외에 피모가 거칠며 오랜 기간 설사로 인한 체중감소를 나타내지만 식욕은 정상 소견을 보인다(Van Metre 등, 1995).

*Corresponding author: Won-Geun Son, Tel. +82-64-754-3373,
Fax. +82-64-702-9920, E-mail. wonson@jeju.ac.kr

준임상형 보균 개체는 분변으로 적은 수의 요네균을 배설하나 대부분 임상증상이 발현되면서 많은 병원체를 배설한다. 또한 뚜렷한 임상증상 없이 2~10년 등 오랜 잠복기와 함께 진행되고 병원체를 지속적으로 배설하기 때문에 강력한 검색 프로그램 없이는 근절이 어렵고 미국과 유럽에서는 소의 질병 가운데 가장 많은 경제적 피해를 주는 만성 질병 중 하나로 규정하고 있다(Johnson-Ifearulundu와 Kaneene, 1999). Ott 등(1999)에 따르면 미국에서 우유 생산이나 대체우 구입비용의 증가와 임상증상우의 도태 처리 등을 고려할 때 매년 2~2.5억만 불 정도의 피해가 있는 것으로 분석하였다. 또한, 분석 시기는 다르지만 호주의 경우 연간 2.4백만 불(Milner와 Wood, 1989), 뉴질랜드는 연간 8.8백만 불(Brett, 1998)의 손실이 있는 질병으로 분석되고 있다. 국내에서는 전 등(1984)이 젓소에서 요네병 원인균을 분리하여 요네병의 발생을 처음으로 공식 확인하였고 우리나라는 가축전염병예방법에서 제 2종 가축전염병으로 규정하고 있다. 이처럼 요네병은 세계 각국이 경제적 피해가 심각한 전염병으로 관리되고 있음에도 불구하고 제주를 포함한 국내에서는 이 질병의 발생상황 및 피해계측에 대해 체계적이며 일관되게 조사되어 있지 않고 또한 예방 및 근절 정책이 제도적으로 정립되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 조사는 제주지역 내 한우 요네병 근절 사업에 참여하는 농가의 요네병 항체 양성률을 분석하고 양성축의 연령별 분포를 조사하여 지속적인 요네병 근절방안을 위한 기초자료를 얻기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

공시시료

2010년부터 2013년까지 총 111개 농장으로부터 제주특별자치도 동물위생시험소에 의뢰된 5,150두의 한우 혈청을 대상으로 요네병에 대한 항체검사를 실시하였다. 의뢰된 혈청 시료는 연도별 및 지역별로 구분하여 실험에 공여하였다. 연도별로는 2010년 27개 농장 915두, 2011년 16개 농장 474두, 2012년 25개 농장 1,627두, 2013년 43개 농장 2,134두가 의뢰되었다(Table 1). 지역별로는 제주시 소재 29개 농장 및 서귀포시 소재 82개 농장으로부터 각각 2,000두와 3,150두가 의뢰되었다. 각각의 혈액들은 3,000 rpm,

4°C에서 15분간 원심 분리한 후 혈청을 1.5 mL microtube에 옮겨 ELISA 검사 전까지 -20°C 냉동 보관하였다.

효소면역측정법(ELISA)

ELISA는 ID screen paratuberculosis indirect ELISA kit (ID.Vet. innovative diagnostics, France)를 사용하여 제조사의 설명에 따라 실험을 수행하였다. 최종 희석된 가검혈청(1:20)과 양성 및 음성 대조혈청을 96-well plate의 각 well에 100 µL씩 분주하여 24°C에서 45분 동안 반응시킨 후 300 µL의 PBS로 3회 세척하고, anti-ruminant IgG-peroxidase conjugate를 100 µL씩 가한 다음 21°C에서 30분 동안 반응시켰다. 이후 PBS로 3회 세척하고 TMB 기질 용액을 100 µL씩 분주하여 암실의 실온에서 10분간 반응시킨 후, stop solution을 100 µL씩 가하여 반응을 정지시킨 상태에서 분광광도계로 흡광도(450 nm)를 측정하였다. 각 흡광도에서 음성대조 흡광도로 나눈 값을 백분율로 환산하여 70% 미만을 음성, 70% 이상을 양성으로 판정하였다.

결 과

요네병 항체 양성률

2010년부터 2013년까지 제주지역 한우 5,150두를 검사한 결과 요네병 감염 개체는 총 269두(5.2%)였으며 연도별로는 2010년에 11.6%로 가장 높은 항체 양성률을 나타냈다(Table 2). 2011년 이후에는 2.1~5.5% 정도로 첫째 검사에 비해 낮은 수준의 양성률을 보이는 것으로 나타났으며, 지역별 항체 양성률 비교 결과 서귀포시(5.8%)가 제주시(4.4%)에 비해 다

Table 1. Number of Korean native cattle examined for seroprevalence of Johne's disease

Year	No. of farms		No. of heads		Total (farms/heads)
	Jeju-si	Seogwipo-si	Jeju-si	Seogwipo-si	
2010	9	18	526	389	27/915
2011	1	15	194	280	16/474
2012	9	16	726	901	25/1,627
2013	10	33	554	1,580	43/2,134
Total	19	49	1,446	1,570	111/5,150

소 높게 나타났다. 감염률의 변화를 비교하였을 때 2013년도는 2010년에 비해 3.9배 감소되는 것으로 조사되었다. 요네병 근절사업에 참여를 희망하는 농장의 지역별 결과 참여도가 높은 서귀포시 지역이 다소 높은 요네병 항체 양성률을 보였다. 또한, 연도별 요네병 감염률 조사 결과, 2010년도의 제주시와 서귀포시의 감염률은 각각 8.4% 및 15.9%로 조사되어 가장 높은 양성률을 나타내었다.

요네병 양성 한우의 연령별 분포

양성 개체의 연령을 비교하였을 때 8세 이상 연령 개체는 7.1% 양성으로 확인된 반면 2에서 4세까지 연령 개체는 57.3% 양성으로 나타나 약 8배 이상 높은 검출률을 보였다(Table 3). 또한 2~4세 이후의 개체에서 점차 항체 양성률이 감소되는 경향을 나타내었다.

요네병 양성 농장의 양성률 분포

요네병 감염률에 따른 농장 분포도를 분석한 결과 총 검사 111 농장 중 감염률 30% 이상은 5 농장, 20% 이상에서 30% 미만은 7 농장, 10% 이상에서 20% 미만은 18 농장, 10% 미만인 40 농장, 음성은 41

농장으로 각각 나타났다(Table 4). 2010년부터 감염률 10% 이상은 17 (62.9%) 농장이었으나 2013년도는 5 (11.6%) 농장으로 확인되어 3.4배 감소되었다. 또한 음성 농장을 포함한 10% 미만인 10 (37.0%) 농장에서 38 (88.3%) 농장으로 확인되어 3.8배가 증가된 것으로 조사되었다. 요네병 음성 농장의 추이를 비교한 결과 2010년 5 농장에서 2013년 23 농장으로 4.6배 증가되었음을 알 수 있었다.

고 찰

만성 소모성 질환을 일으키는 요네병은 소, 돼지, 사슴, 양에서 지속적인 장염을 일으켜 만성설사, 쇠약, 증체율 감소 등을 유발한다. 감염된 개체들은 뚜렷한 임상증상 없이 잠복기가 길고 지속적으로 병원체를 분변으로 배설되기 때문에 근절과 치료 등 농장의 질병관리가 매우 어렵다(Van Leeuwen 등, 2006).

Thoen과 Baum (1988)은 미국의 경우 5~20% 가량의 소가 요네병에 감염된 것으로 추정하였고 플로리다 주의 소 4,500두의 혈청에 대해 검사한 결과, 젖소에서 17.1%, 육우에서 8.6%가 양성으로 나타나는 것으로 보고하였다. 그리고 Collins 등(1994)은 미국 위스콘신 주 158개 젖소 농장 4,990두의 혈청을 대상으로 검사한 결과 전체 농장의 50%에서 최소 1두 이상의 요네병 항체 양성반응을 보였고 전체 소의 7.29%

Table 2. Annual sero-positive rates of Johne's disease by region

Year	No. of positive/ No. of heads (%)		Total (%)
	Jeju-si	Seogwipo-si	
2010	44/526 (8.4)	62/389 (15.9)	106/915 (11.6)
2011	1/194 (0.5)	9/280 (3.2)	10/474 (2.1)
2012	22/726 (3.0)	67/901 (7.4)	89/1,627 (5.5)
2013	20/554 (3.6)	44/1,580 (2.8)	64/2,134 (3.0)
Total	87/2,000 (4.4)	182/3,150 (5.8)	269/5,150 (5.2)

Table 3. Age distribution of Korean native cattle positive for Johne's disease

	Age (years)				Total
	<2	2~4	5~7	8<	
No. of positive	48	154	48	19	269
(%)	(17.8)	(57.3)	(17.8)	(7.1)	(100)

Table 4. Distribution of Korean native cattle farms according to sero-positive rates for Johne' disease

Positive ratio (%)	No. of farms (%)				Total
	2010	2011	2012	2013	
≥30	3 (11.1)	0 (0.0)	2 (8.0)	0 (0.0)	5 (4.5)
≥20	6 (22.2)	1 (6.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (6.1)
≥10	8 (29.1)	1 (6.2)	4 (16.0)	5 (11.6)	18 (16.2)
<10	5 (18.5)	5 (31.3)	15 (60.0)	15 (34.9)	40 (36.0)
Negative	5 (18.5)	9 (56.3)	4 (16.0)	23 (53.5)	41 (36.9)
Total	27 (100)	16 (100)	25 (100)	43 (100)	70 (100)

가 개체 양성이 확인된 것으로 보고하였다. Johnson-Ifeorunlu와 Kaneene (1999)는 미시간 주의 121개 농장 2,886두를 검사한 결과 80개 농장에서 1두 이상의 양성개체가 진단되었고 총 267두(6.9%)가 양성반응을 나타내었다고 보고하고 있다. 그 외 유럽 국가의 경우 네덜란드는 31~71% (Muskens 등, 2000), 덴마크 47% (Nielsen 등, 2000)의 항체 양성률이 각각 보고되었으며, 프랑스의 경우에는 2001년 연구에서 Dufour 등(2004)은 지역에 따라 농장 감염률은 0.02에서 4.57% 사이 차이가 나는 것으로 보고하였다. 반면에 Good 등(2009)은 아일랜드의 경우 농장 감염률이 9.6%로 나타나 인근 유럽 국가에 비해 높은 감염률을 나타내는 것으로 조사되었고 젖소 20.6%, 비육우 7.6%의 감염률을 나타냈다고 보고하였다.

본 연구는 2010년 제주지역 27개 농장 915두의 한우로부터 요네병 항체 여부를 조사한 결과 81.5%의 농장 감염률을 나타내어 미국의 위스콘신 주(50% 이상), 미시간 주(66.1%)보다도 높게 조사되었다. 반면, 제주지역의 11.6%의 개체 감염률은 네덜란드(31~71%), 덴마크(47%)보다는 낮게 나타났다.

국내의 경우 김 등(2002)이 강원지역 젖소의 13.1%에서 24.3%까지 개체 감염률을 보였다는 결과에 비해 낮은 수치를 나타내었고 손 등(2013)에 의해 조사된 경남 중부지역 한우 도축우 요네병 감염실태는 228두 중 3두(1.3%)에서 항체 양성을 보여 제주지역 한우와 경남지역 비육우의 감염률은 큰 차이가 있는 것으로 조사되었다. 그 외에 김 등(2002)이 강원지역 젖소의 16.4% (372/2261두), Lee 등(2009)이 경북 동부지역 젖소의 6.9% (25/363두)와 한우의 6.8% (19/189두), 김(2010)이 전북 익산지역 축우의 18.0% (16/88두)가 요네병 양성이었다는 보고를 하여 요네병 감염률은 우리나라의 경우도 대상지역이나 축우의 성별 및 연령에 따라 다양한 것을 알 수 있다. Timoney 등(1998)은 잠복기가 오랜 특징이 있으며 흔히 3~5세의 개체에서 가장 많이 검출된다고 보고하였다. 이는 제주지역의 2세부터 4세까지 개체가 요네병 양성률(57.3%)이 가장 높게 나타나 Timoney 등(1998)이 보고한 3~5세 연령의 개체에서 가장 높게 나타난 것과 일치하였다. 아울러 8세 이상의 소에서도 7.1%의 양성률을 나타내고 있어 긴 잠복기의 요네병 특성을 확인할 수 있었다. 세계 여러 나라는 소 요네병에 의한 피해 최소화를 위해 감염률의 조사, 근절방안과 위험요인 분석 등 많은 요네병 연구를 수행해 왔다.

Tiwari 등(2009)은 캐나다에서는 젖소의 요네병 예

방을 위하여 12개월 이상의 송아지를 구입해야 하거나 겨울철 이유 후에 축사 내로 합사시켜야 하는 등 위험 요소에 대한 관리방안을 분석하여 보고하였으며, 캐나다 정부는 요네병 감염 우군을 조사하고 이들을 통제하기 위한 방법과 축주의 자발적인 참여 유도를 위해 손실 부분, 프로그램 참여에 대한 인센티브의 부여 방안을 제안하기도 하였다(Sorge 등, 2010). 또한 호주, 미국, 네덜란드의 경우에도 국가적인 차원에서의 근절 정책에 앞서 자발적인 참여 농장을 대상으로 근절 프로그램을 운영하고 있다(Ridge 등, 2010; Garry, 2011).

제주의 지리적인 여건은 섬이라는 장점과 다른 지역에서 제주도로 이동금지의 축우정책은 지역단위 질병 근절에 있어 매우 중요한 요소이다. 또한 제주 지역에서 처음으로 추진되는 소 요네병 근절사업에 자발적 참여 농가수의 증가 추이는 요네병 근절에 대한 축산농가의 높은 관심도를 나타내고 있다고 할 수 있다. 이들 요소들은 제주도가 소 요네병 근절 프로그램 적용에 있어 매우 적합한 지역이며 조사 결과와 같이 2010년도 27 농장에서 2013년도 43 농장으로 자율적 참여 농장수의 증가는 높은 질병근절 가능성을 암시하고 있다. 특히 요네병 음성 농장의 수가 5 농장에서 23 농장으로 증가한 것은 매년 반복 검사를 통하여 음성 농장을 유지하고 요네병 근절 프로그램에 참여한 결과라 할 수 있다. 본 조사를 통해 질병 근절을 위한 체계적인 정책방향 설정과 프로그램 적용이 필요한 시점이며 이를 위해 정책적 지원과 지속적인 검사 시스템이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

결 론

제주지역 한우에서 요네병 감염률을 지역별, 연령별로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 2010년부터 2013년까지 요네병 개체 감염률은 5.2% (269/5,150)였으며 2010년도 11.6% (106/915), 2011년도 2.1% (10/474), 2012년도는 5.5% (89/1,627)를 나타내었고, 2013년도에는 3.0% (64/2,134)로 확인되었다. 양성 개체의 연령분포는 2에서 4세까지 57.3%로 가장 많았으며, 2세 미만 및 5에서 7세까지가 각각 17.8%, 8세 이상의 개체에서 7.1%로 조사되었다. 요네병 감염 정도에 따른 농장 분포는 감염률 30% 이상은 5 농장, 20% 이상에서 30% 미만은 7 농장, 10% 이상에서 20% 미만은 18 농장, 10% 미만은 40 농장, 음성은 41

농장으로 나타났다. 또한, 2010년부터 감염률이 10% 이상은 17 농장(62.9%)에서 2013년도 5 농장(11.6%)으로 감소되었으며 감염률이 10% 미만은 10 농장(37.0%)에서 38 농장(88.3%)으로 증가되었고 음성 농장도 2010년 5 농장에서 2013년 23 농장으로 증가되었다.

REFERENCES

- 김광현. 2010. 한우 혈액에서 PCR법을 이용한 *Mycobacterium avian* subsp. *paratuberculosis*의 검출. 전북대 석사학위논문 1-36.
- Brett E. 1998. Johne's disease: An economic evaluation of control options for the New Zealand livestock industries. Agriculture New Zealand, Wellington.
- Cho J, Tauer LW, Schukken YH, Gómez MI, Smith RL, Lu Z, Grohn YT. 2012. Economic analysis of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* vaccines in dairy herds. J Dairy Sci 95: 1855-1872.
- Collins MT, Socket DC, Goodger WJ, Conrad TA, Thomas CB, Carr DJ. 1994. Herd prevalence and geographic distribution of, and risk factors for, bovine paratuberculosis in Wisconsin. J Am Vet Med Assoc 204: 636-641.
- Dufour B, Pouillot R, Durand B. 2004. A cost/benefit study of paratuberculosis certification in French cattle herds. Vet Res 35: 69-81.
- Garry F. 2011. Control of paratuberculosis in dairy herds. Vet Clin North Am Food Anim Pract 27: 599-607.
- Good M, Clegg T, Sheridan H, Yearsely D, O'Brien T, Egan J, Mullowney P. 2009. Prevalence and distribution of paratuberculosis (Johne's disease) in cattle herds in Ireland. Ir Vet J 62: 597-606.
- Jeon YS, Lee BW, Kim JB, Choi CS, KIM JK. 1984. Isolation and Identification of Mycobactin Dependent Acid - fast Bacteria (*M. paratuberculosis*) from Bovine Fecal Material. Korean J Vet Res 24: 58-63.
- Johnson-Ifearulundu Y, Kaneene JB. 1999. Distribution and environmental risk factors for paratuberculosis in dairy cattle herds in Michigan. Am J Vet Res 60: 589-596.
- Kim D, Jeon KJ, Kim JT, Shin KS, Shin MK, Chang GH, Kim JK, Kim OS, Jung JY. 2002. Prevalence of paratuberculosis of dairy cattle in Kangwon area. Korean J Vet Res 42: 81-88.
- Lee SM, Kim MS, Jang YS, Chon RH, Park NC. 2009. Seroprevalence of paratuberculosis of dairy cattle and Korean cattle in Eastern-Gyeongbuk area. Korean J Vet Serv 32: 171-176.
- Milner A, Wood P. 1989. Johne's disease: current trends in research, diagnosis and management. In: Gill IJ (ed), The economic impact of Johne's disease in cattle in Australia. pp. 36-40. 1st ed. Common wealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne.
- Muskens J, Barkema HW, Russchen E, van Maanen K, Schukken YH, Bakker D. 2000. Prevalence and regional distribution of paratuberculosis in dairy herds in the Netherlands. Vet Microbiol 77: 253-261.
- Nielsen SS, Thamsborg SM, Houe H, Bitsch V. 2000. Bulk-tank milk ELISA antibodies for estimating the prevalence of paratuberculosis in Danish dairy herds. Prev Vet Med 44: 1-7.
- Ott SL, Wells SJ, Wagner BA. 1999. Herd-level economic losses associated with Johne's disease on US dairy operations. Prev Vet Med 40: 179-192.
- Singh SV, Sohal JS, Singh PK, Singh AV. 2009. Genotype profiles of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* isolates recovered from animals, commercial milk, and human beings in North India. Int J Infect Dis 13: 221-227.
- Son BG, Seok JM, Jang EH, Ji DH, Shin JS, Hwang BW. 2013. Prevalence of Johne's disease from slaughtered cattle in central area of Gyeongnam province, Korea. Korean J Vet Serv 36: 31-36.
- Sorge U, Kelton D, Lissemore K, Godkin A, Hendrick S, Wells S. 2010. Attitudes of Canadian dairy farmers toward a voluntary Johne's disease control program. J Dairy Sci 93: 1491-1499.
- Thoen CO, Baum KH. 1988. Current knowledge on paratuberculosis. J Am Vet Med Assoc 192: 1609-1611.
- Timoney JF, Gillespie JH, Scott FW, Barlough JE. 1988. The gene mycobacterium. pp. 270-289. In: Hagan and Bruner's microbiology and infectious disease of domestic animal. Comstock. Ithaca, New York.
- Tiwari A, VanLeeuwen JA, Dohoo IR, Keefe GP, Haddad JP, Scott HM, Whiting T. 2009. Risk factors associated with *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* seropositivity in Canadian dairy cows and herds. Pre Vet Med 88: 32-41.
- Van Leeuwen JA, Tiwari A, Plaizier JC, Whiting TL. 2006. Sero-prevalences of antibodies against bovine leukemia virus, bovine viral diarrhea virus, *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*, and *Neospora caninum* in beef and dairy cattle in Manitoba. Can Vet J 47: 783-786.
- Van Metre DC, Tenant BC, Whitlock RH. 1995. Infectious disease of the gastrointestinal track. pp. 279-283. In: Divers TJ, Peek SF(ed.). Rebhun's diseases of dairy cattle. 2nd ed. Saunders Elsevier Inc., Missouri.