

전남지역의 유산양 관절염·뇌염 감염 실태조사

임종수*, 김희정, 오현이, 이태욱, 박석준

전라남도축산기술연구소
(접수 2008. 7. 29, 게재승인 2008. 9. 24.)

Investigation of caprine arthritis-encephalitis from dairy goat in Jeonnam province

Jong-Soo Lim*, Hui-Joung Kim, Hyun-Yi O, Tea-Uk Lee, Suk-Jun Park

Jeonnam Institute of Livestock and Veterinary Science, Gwangju, 506-555 Republic of Korea
(Received July 29, 2008, accepted in revised from September 22, 2008)

Abstract

This survey was conducted to investigate the infection of caprine arthritis encephalitis virus (CAEV). From April to October 2007, we examined a total of 173 goats in 7 dairy goat-breeding farms located in Na-ju, Hae-nam, Young-am, and Young-gwang area of Jeonnam province. The results show that 41 (23.7%) goats are positive for CAEV, confirmed by nested PCR of 173 blood samples. Regional analysis revealed that a positive proportion for CAEV was 50.0% in Young-gwang, 25.6% in Young-am, 25.0% in Hae-nam, and 10.9% in Na-ju. Clinical signs were observed in 17 (9.8%) goats, of which 6 suffered from arthritis, 7 from mastitis, and 4 from pneumonia. Among the examined 173 goats, 8(4.6%) goats are positive for CAEV accompanied with CAE symptoms. There was a tendency to be much higher($p < 0.05$) levels of sodium(Na), chlorine(Cl) in CAEV-positive than in CAEV-negative goats. However, other serum biochemical values were no statistically significant effect.

Key words : Dairy goat, Caprine arthritis, encephalitis virus, Nested PCR, Clinical signs

*Corresponding author.

Phone : +82-62-941-2578, Fax : +82-62-941-3667
E-mail : ljs3533@hanmail.net

서 론

산양의 관절염·뇌염 (caprine arthritis encephalitis, CAE)은 산양을 사육하고 있는 대부분의 국가에서 발생하고 있으며¹⁾, 캐나다, 영국, 남미, 뉴질랜드 등에서도 보고되었고, 미국(1980년대)²⁾에서는 혈청검사 결과 약 0-25% 이상의 높은 비율로 감염된 것으로 추정하고 있는 질병이다. 또한 서유럽, 호주도 비슷한 수준으로 감염이 되어있으며, 동양에서는 일본의 경우에 2002년에 발생이 확인되었다³⁾.

산양의 관절염·뇌염의 원인체는 *Retroviridae* 과, *Lentivirus*속에 속하는 caprine arthritis-encephalitis virus(CAEV)이다⁴⁻⁷⁾.

본 질병의 임상증상은 관절염, 유방염, 폐렴, 뇌염을 일으키며^{1,5-8)} 진단에는 병력청취, 임상증상, 조직병리학적 소견, 한천겔면역확산법 (AGID)과 효소면역측정법 (ELISA)을 통한 항체확인^{2,9)}, PCR을 이용한 바이러스 핵산 검출 및 바이러스 분리 등 여러 가지 방법이 있다^{1,3)}.

영국, 미국 및 오스트렐리아는 아가-겔 면역확산법 (agar-gel immunodiffusion ; AGID)으로 혈청검사를 행하지만 면양의 진행성 폐렴 바이러스 (progressive pneumonia virus)와 메디-비스나 바이러스 (maedi/visna virus)와는 감별진단을 할 수 없는 단점을 가지고 있다.¹⁾

국내에서 본 질병은 현행 가축전염병예방법상 법적관리를 받지 못하고 있는 실정으로 그동안 만성적인 영양실조와 단순관절염, 외상 등으로 오인하여 추정되어졌던 원인에 대하여 충북 소재 유산양농가의 유산양에서 2006년 최초로 발생이 공식적으로 확인되었다⁸⁾.

CAE는 전세계적으로 효과적인 예방약이나 치료제가 없어 감염실태조사를 통한 양성축을 제거하는 질병으로 국내 유산양 사육농가의 수가 많지 않아 비교적 초기단계에서 감염이 만연되기 전에 청정화가 가능하다 할 수 있다.

고도의 산업사회와 빠른 경제성장은 우리 식생활 양식에 많은 변화를 주었으며, 그 중 두드러진 변화는 우유를 포함한 축산식품의 소비급증이라 할 수 있다. 그러나 자유무역협정(FTA) 등 국가간 농축산물의 시장개방과 세계적인 곡물가격 상승은 국내 축산업계에도 많은 어려움을 주고 있으며 낙농산업에도 더불어 어려움이 닦쳐왔다. 우유의 소비 둔화와 생산과잉으로 인한 원유의 수급 불균형은 낙농가를 더욱 어렵게 만들고 있다. 이 어려운 낙농 현실을 극복하는 방법 중의 하나가 우리 지역의 지형 및 환경에 맞는 산업동물 사육하여 경쟁력을 강화시키는 것이다.

우리나라에서 사육되는 염소는 주로 고기를 생산하기 위한 흑염소인데, 유산양의 경우 사육두수가 1990년 307두에서 2005년 9,234두로 증가하였다.¹⁰⁾ 우리나라의 재래염소가 고유의 동물품종이라는 사실과 체구가 작아서 실험동물로 사용하기에 알맞다는 사실에¹¹⁾ 질병에 관한 많은 연구가 수행되어져 왔다¹²⁾. 하지만, 유산양의 증가 추세에 비추어 유산양에 대한 질병연구는 체계적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내 유산양 사육두수 약 9,000여두의 30%이상을 사육하고 있는 전남지역의 일부 유산양 사육농가에 대하여 CAE의 감염실태조사를 통하여 감염율을 파악하고 유산양 질병예방의 기초자료를 제공하고 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

농가선정

본 조사는 2007년 4월부터 2007년 10월까지 전남 나주, 해남, 영암, 영광지역의 유산양 사육농가 7개 농장, 173두를 대상으로 조사하였다.

대상농장은 방역상 주변 농장들과 격리된 여건이며, 사육형태는 겨울철엔 축사내 방사, 여름철은 임간방목을 실시하는 2농가, 계절에

관계없이 운동장과 함께 축사내 방사로 사육하는 5농가로, 월 2회 이상 정기소독을 실시하는 등 비교적 위생관리를 잘하고 있는 농장이었다.

가검물의 채취

혈액 채취는 유산양의 경정맥으로부터 10ml를 채혈하여 그 중 5ml는 nested PCR test를 실시하기 위해 heparin tube에 넣고, 나머지 5ml는 vacutainer gel tube에 담아 혈액화학치검사를 실시하였다.

Nested PCR test

Nested PCR을 이용한 산양 CAEV의 특이 유전자 검출을 위하여 Konishi 등³⁾과 손 등⁸⁾이 사용한 실험방법을 참고로 하였다.

전혈로부터 백혈구를 추출하기 위하여 Histopaque 1077(sigma)용액 3ml와 헤파린 처리된 전혈 3ml를 buffy coat 콘튜브에 넣고 2,000 ×g 10분 동안 원심분리하여 얻어진 투명층에서 1ml를 취하여 2,000 ×g 5분간 다시 원심분리하였다. 생성된 pellet은 PBS 용액으로 재부유시킨 다음 2,000 ×g에서 5분간 원심 후 상층액을 제거하는 세척하는 과정을 3회 반복하였다.

백혈구로부터의 DNA 추출은 G-spin™ Genomic DNA Extraction kit (iNtRON, Korea)를 이용하여 공시된 방법에 준하여 수행하였다.

세척된 pellet은 G-buffer(사용전 RNase 및 Proteinase 100μl 첨가) 300μl을 첨가하여 70°C에서 5분간 배양한후, Binding buffer 300μl를 첨가 혼합하였다. G-spin column에 분주하여 washing buffer를 이용하여 13,000 rpm에서 원심 세척한후, Elution buffer을 이용하여 genomic DNA를 분리하였다. 추출된 DNA는 -20°C에 보관 후, CAEV 유전자검출을 위한 template DNA로 이용하였다.

PCR을 수행하기 위해 i-StarTaq Maxime

PCR PreMix kit (iNtRON, Korea)를 이용하였다.

CAEV의 gag region 부분을 증폭하기 위한 first PCR primer로서 P1 (5'-caa gca gca gga ggg aga agc tg-3')와 P2 (5'-tcc tac ccc cat aat ttg atc cac-3')를, nested PCR primer로서 P3 (5'-gtt cca gca act gca aac agt agc aat g-3')와 P4 (5'-acc ttt ctg ctt ctt cat tta att tcc c-3')를 코스모진텍 (cosmo4, Korea)에 의뢰하여 주문 제작하였다.

First PCR에서는 template DNA를 3μl, 각 primer (10 pmol/μl)를 1μl씩 적용하고, 15μl의 DW를 넣어 최종 반응 volume을 20μl로 하여 PCR 반응을 수행하였으며, nested PCR에서는 first PCR에서의 산물을 template DNA로 하고 다른 primer를 적용한 것 이외의 반응 조건은 first PCR과 같게 하였다. First PCR과 nested PCR 반응조건은 같게 하였으며 95°C에서 5분간 pre denaturation시킨 후, 95°C에서 30초, 55°C에서 30초, 72°C에서 90초간의 반응을 34회 반복한 후 최종적으로 75°C에서 5분간 final extention 과정을 거치도록 하였다.

증폭산물을 확인하기 위하여 각 PCR 산물을 1.8% agarose gel에서 전기영동을 시행한 후 결과를 분석하였으며 CAEV의 gag region의 first PCR 증폭산물(296bp)에 대하여 nested PCR 반응으로 증폭한 결과 184bp의 특이밴드를 확인할 수 있었다.

혈청화학치검사

유산양에 대한 nested PCR test 검사결과 CAEV 양성축 10두, 음성축 10두 각각에 대하여 17항목의 혈청화학치를 후지 FDC 3500 (Fuji, Japan)을 이용하여 natrium(Na), kalium(K), chlorine(Cl), total protein(TP), albumin(ALB), total bilirubin(TBIL), magnesium(Mg), aspartate aminotransferase (GOT), alanine aminotransferase(GPT), r-glutamyltransferase (GGT), total cholesterol(TCHO), inorganic

Table 1. The results of nested PCR test for CAEV

Region	No of farm	No of tested animals	No of CAEV positiv
Na-ju	2	55	6(10.9%)
Young-am	3	78	20(25.6%)
Young-gwang	1	20	10(50.0%)
Hea-nam	1	20	5(25.0%)
Total	7	173	41(23.7%)

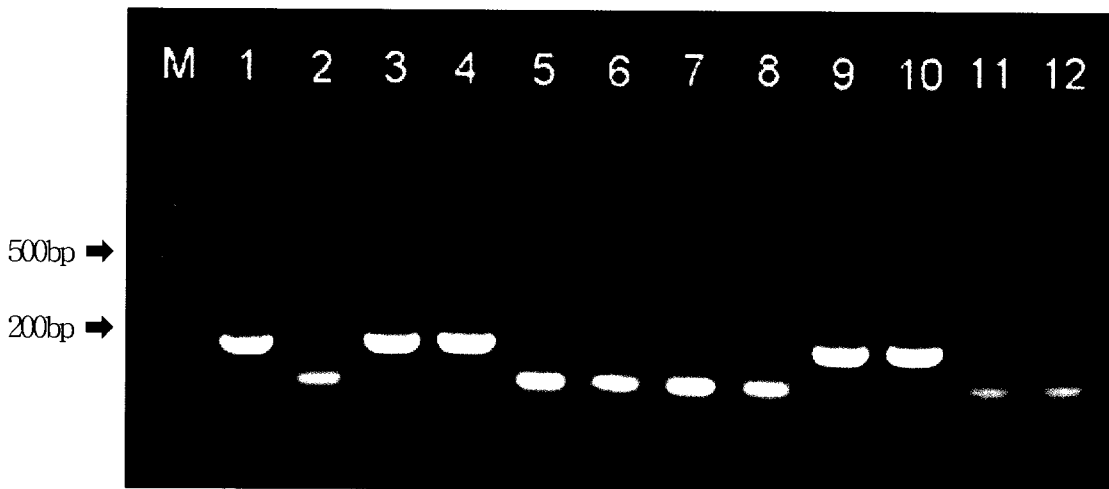


Fig 1. Agarose gel electrophoresis showing caprine arthritis encephalitis virus-specific PCR amplification (184bp) generated by nested PCR using primers P1/P2 in the primary reaction and P3/P4 in the nested reaction Lane M: 100bp DNA ladder, Lane 1: positive control, Lane 2: negative control, Lane 3,4,9,10: CAEV positive, Lane 5,6,7,8,11,12: CAEV negative

phosphorus(IP), calcium(Ca), triglyceride(TG), blood urea nitrogen(BUN), creatinine(CRE), glucose(GLU)에 대한 혈청성분상을 비교분석하였다.

측정결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 실험결과 분석은 SAS 패키지 프로그램을 이용하였고 Duncan's multiple range test를 행하여 P<0.05를 유의성이 있다고 평가하였다.

결 과

전남 나주, 해남, 영암, 영광지역에 사육되고 있는 유산양 사육 7농가의 173두를 대상으로 백혈구에서 추출한 DNA를 이용한 nested PCR 결과 41두에서 CAEV gag region에 해당하는 184 bp의 특이적인 밴드를 검출해낼 수 있었다(Fig 1). 지역별 검사두수 대비 CAEV 양성율을 보면 영광 50.0%, 영암 25.6%, 해남 25.0%, 나주 10.9% 나타났다(Table 1).

CAE 관련 임상증상은 전체 173두 중 17두 (9.8%)에서 관찰되었으며 증상별로는 관절염

증상 6두, 유방염 증상 7두, 폐렴 증상 4두로 나타났고, 이들 중 임상증상을 발현하면서 CAEV 양성반응을 보인 두수는 8두(4.6%)로 나타났다(Fig 2-4). 또한 농장별 CAEV 양성 축 검출을 범위는 10-50%으로 다양하게 나타나 전남지역 유산양의 CAEV 보균의 문제성이 심하다는 것을 알 수 있었다(Table 2).



Fig 2. The representative image showing the signs of arthropathy(Arthritis) in CAEV-infected goats



Fig 3. The representative image showing the signs of Hard udder(Mastitis) in CAEV-infected goats

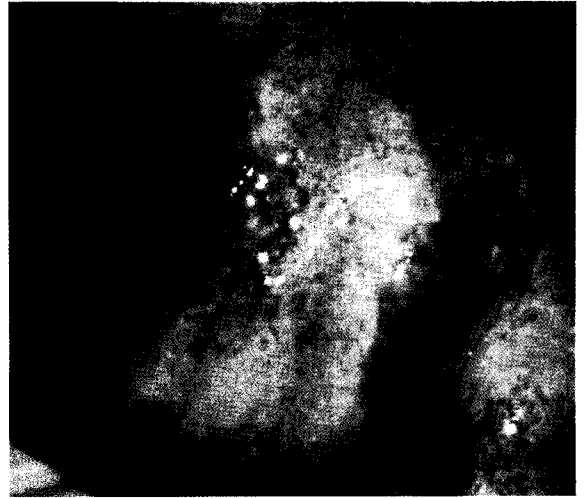


Fig 4. The representative image showing the signs of pneumonia lesion of necropsy in CAEV-infected goats

전남지역 유산양에 대한 CAE의 감염 실태조사와 병행하여 CAEV 양성반응 개체와 CAEV 음성반응 개체 각각 10두의 혈청을 대상으로 혈청화학치검사를 실시하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다.

CAEV 양성인 개체에서 Na, Cl의 혈청성분은 CAEV 음성인 개체에 비해 높게 나타났다($p < 0.05$). 그러나, 다른 혈청성분에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

고 찰

Retroviridae과 Lentivirus속에 속하는 가축의 전염병 바이러스로서는 CAEV와 유전성 및 항원성이 유사한 면양의 Maedi-Visna 바이러스¹³⁾, 말전염성빈혈바이러스(EIAV), 사람의 후천성 면역결핍증 바이러스(HIV)¹⁴⁾가 있으며, 이들은 비종양성 바이러스로서 지속감염으로 느리게 병원성을 일으키는 것이 특징이다¹⁾.

이 바이러스는 산양에서 2가지의 증후군을 일으킨다. 성숙 동물에 나타나는 만성관절염이 일반적이며, 이 질병의 발병양상은 잠복성이 강하며 질병경과는 서서히 진행되면서 수개월에서 수년에 이른다. 관절,

Table 2. The results of clinical sign and nested PCR test for CAEV

Farm	No of tested animals	Type of clinical sign					No of CAEV positive	*CAEV positive plus sign
		Sum	Arthritis	Encephalitis	Mastitis	Pnumonia		
A	21	1(4.8%)	-	-	1	-	4(19.0%)	1
B	41	5(12.2%)	1	-	2	2	8(19.5%)	2
C	16	4(25.0%)	2	-	1	1	8(50.0%)	1
D	25	1(4.0%)	-	-	1	-	3(12.0%)	-
E	20	3(15.0%)	1	-	1	1	10(50.0%)	3
F	20	3(15.0%)	2	-	1	-	5(25.0%)	1
G	30	0(0.0%)	-	-	-	-	3(10.0%)	-
Total	173	17(9.8%)	6(3.5%)	-	7(4.0%)	4(2.3%)	41(23.7%)	8(4.6%)

* Number of goats with CAEV positive among CAE clinical sign.

Table 3. Comparative analysis of serum biochemical values between CAEV positive and CAEV negative animals

Items	Results of examined	
	CAEV positive (n=10)	CAEV negative (n=10)
Na(mEg/ℓ)	130.0±1.58 [#]	125.2±1.09
K(mEg/ℓ)	4.66±0.74*	4.66±0.21
Cl(mEg/ℓ)	97.2±2.28 [#]	93.2±0.44
TP(g/dℓ)	5.42±0.31	5.46±0.48
ALB(g/dℓ)	2.56±0.41	2.48±0.21
TBIL(mg/dℓ)	0.32±0.23	0.16±0.56
Mg(mg/dℓ)	2.66±0.36	2.48±0.19
GOT(U/l)	109.0±11.23	108.2±29.95
GPT(U/l)	23.2±6.09	19.0±15.10
GGT(U/l)	61.2±13.35	65.6±16.77
TCHO(mg/dℓ)	70.2±22.97	65.6±12.44
IP(mg/dℓ)	5.58±0.21	6.78±1.28
Ca(mg/dℓ)	7.90±0.66	8.14±0.54
TG(mg/dℓ)	43.0±27.35	14.6±19.33
BUN(mg/dℓ)	22.92±4.52	27.40±2.52
CRE(mg/dℓ)	0.70±0.17	0.66±0.06
GLU(mg/dℓ)	49.8±5.17	49.8±8.04

* : Mean±SD

: p<0.05(significantly different from the value with CAEV negativ)

점액낭, 건초가 주로 감염되는 부위며 보통 슬관절에서 많이 나타난다. 2~9세 까지 주로

많이 나타나며 심하게 약위어지면서 털이 매우 거칠어진다^{1,5)}. 또 하나의 대표적인 증후

군은 보통 6개월 미만의 어린 산양에서 보이는 신경질환으로서 후부의 운동실조 또는 파행이 전형적 증상이고 1주만에 후지의 마비에 이어서 사지 마비가 된다. 성숙동물에서는 경과가 길어지고 회복하는 것도 있으며 임상적으로 면양의 비스나와 유사하다. 유방염형은 유방이 단단해지고, 비유량이 줄어들다가 1~2주 후 자연 치유된다고 알려져 있으나 유량은 정상으로 회복은 되지 않는 특징이 있으며, 폐렴형에서는 간질성 폐렴이 일어나 만성적으로 기침을 한다^{1,5,8)}.

산양의 관절염 뇌염 바이러스의 주요 감염 표적세포는 단핵구와 거대세포이며⁵⁾, 유즙 특히 초유중의 대식세포¹⁵⁾에 의한 수직감염이 주요 전파경로이지만, 태반감염과 접촉감염도 드물게 이루어짐이 확인되었다^{1,16)}. 또한 모든 종류의 산양이 감수성이 있고 실험적으로 염소³⁾나 면양¹⁶⁾에서도 감염이 이루어지나 그중 유산양이 가장 감수성이 높은 것으로 알려져 있다¹⁾.

현재 국내에서 유산양의 CAEV 감염율과 감염에 의한 피해상황은 명확하지 않으며, 또한 어떻게 감염되었는지 유입경로도 정확히 밝혀지지 않았지만 국내 염소사육농가에서 유전자 개량을 위해 호주 등 외국으로부터 잠복성 CAEV 감염 염소를 수입하게되어 아무 증상없이 농장들 사이로 전파되었을 것으로 추정된다.

본 연구에서는 전남지역의 4개 지역에 사육되고 있는 유산양 173두를 대상으로 관절염-뇌염감염조사를 실시한 결과 41(23.7%)두가 감염되어 있음을 확인하였고, CAE 관련 임상증상을 발현하면서 CAEV 양성반응을 보인 경우는 전체 검사두수의 4.6%에 지나지 않아 90%이상 대부분이 무증상 감염 개체로 검사를 통해서만 감별이 가능하다할 수 있다.

CAE는 전 세계적으로 효과적인 예방약이나 치료제가 없는 것으로 알려져 있어 본 질병의 근절과 예방을 위한 사육농가의 노력으로는 수직감염 예방을 위하여 분만후 초유를 먹이기 전 어미로부터 새끼들을 격리사육 하

면서 초유나 우유는 저온처리(56℃, 60분)하여 급여하거나 인공초유 및 대용유급여 하고, CAE 항체 음성군 염소로부터 감염축을 색출 분리시켜 도태하는 방법이 필요하다. 또한 질병의 지속적인 감염을 예방하기 위해 폐놀 또는 4급 암모니아 혼합액을 사용하여 사육용 기자재의 주기적 소독을 실시하는 것이 바람직하다⁸⁾.

나주지역의 대상농가에서 CAEV 양성 개체 이면서 만성적인 영양실조와 단순 관절염의 증상을 보인 어미로부터 태어나 어미로부터 격리되어 56℃에서 60분간 멸균시킨 초유로 사육된 젖떼기 유산양 5마리를 채혈하여 검사한 결과 1마리에서만 nested PCR에서 양성 반응을 확인할 수 있었다.

건강한 동물에서의 혈액은 생체의 많은 역동적 과정들이 서로 균형상태를 유지함으로써 정상적인 생명활동을 한다. 혈액화학분야에 있어서 혈액성분의 상대적 변동은 종종 질병의 진단과 치료에 지침이 될 수 있는데, 국내 재래산양(재래염소)의 혈액상에 대한 연구보고¹⁷⁻¹⁸⁾는 있지만 우리나라에 사육되고 있는 유산양에 대한 혈액상에 관한 연구보고는 접하기 어려웠다.

이에 따라 본 연구에서 CAEV 양성반응 개체와 음성반응 개체의 유산양에 대하여 혈청 화학치를 비교분석한 결과 CAEV 양성 개체에서 Na, Cl의 혈청성분은 CAEV 음성인 개체에 비해 유의성 있게 높게 나타났다. Na, Cl은 체액을 구성하는 전해질로 각종 질병상태에 있어서 전해질의 이상이 어느 정도가를 아는 것은 질병의 진단과 치료에 중요하다할 수 있다. 본 실험의 결과에서 CAEV 양성 개체에서 Na, Cl의 혈청성분이 CAEV 음성인 개체에 비해 유의성 있게 높은 원인을 밝히지는 못하였으나 앞으로, CAEV감염과 혈액화학분야와 관련시켜 보다 구체적인 연구가 필요하다고 인식되었다.

본 연구 결과 농장별 다소 차이는 있지만 CAEV 양성축 검출율은 10-50% 범위로 나타나 전남지역 유산양의 CAEV 보균의 문제성

이 심하다는 것을 알 수 있었으며, 현재 유산양의 국내 유통현황으로 보아 타시도 지역에서도 유사한 감염율을 나타낼 것으로 예측해 볼 수 있다.

따라서 CAE 감염개체와 비감염 개체를 신속하게 가려낼 수 있는 ELISA^{2,9)} 등 항체검출법과 CAEV의 유전자 확인이 가능한 PCR검사^{3,8)} 등 항원진단법의 보급과 더불어 앞으로 유산양 뿐만 아니라 재래염소에 대한 감염실태 조사가 더 필요하다고 사료된다.

아울러, 향후 소비자의 산양유 수요증가가 예상되고 있어 사육농가가 증가될 것으로 예측됨에 따라 유산양 사육농가의 CAE 피해방지를 위한 예방백신 개발 등 보다 적극적인 연구와 확산방지를 위한 방역대책이 필요하다고 사료된다.

결 론

본 조사는 2007년 4월부터 2007년 10월까지 전라남도 나주, 해남, 영암, 영광지역의 유산양 사육농가 7개소, 173두를 대상으로 유산양 관절염-뇌염 감염 조사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유산양 사육 7농가 173두의 혈액시료에 대한 nested PCR에서 41두(23.7%)가 양성축으로 확인되었으며, 지역별로 CAEV 양성율을 보면 영광 50.0%, 영암 25.6%, 해남 25.0%, 나주 10.9% 나타났다.
2. CAE 관련 임상증상은 173두중 17두(9.8%)에서 관찰되었으며, 증상별로는 관절염 증상 6두, 유방염 증상 7두, 폐렴 증상 4두로 나타났고, 이들 중 임상증상을 발현하면서 CAEV 양성반응을 보인 두수는 8두(4.6%)로 나타났다.
3. CAEV 양성인 개체에서 Na, Cl의 혈청 성분은 CAEV 음성인 개체에 비해 높게 나타났으나($p < 0.05$), 다른 혈청성분에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

참고문헌

1. Timoney JF, Gillespie JH, Scott FW, et al. 1988. *Hagan and Bruner's microbiology and infectious diseases of domestic animals*. 8 eds. Cornell University Press, Ithaca: 873-875.
2. Herrmann LM, Cheevers WP, McGuire TC, et al. 2003. Competitive inhibition enzyme-linked immunosorbent assay for detection of serum antibodies to caprine arthritis-encephalitis virus: diagnostic tool for successful eradication. *Clin Diagn Lab Immunol* 10(2): 267-271.
3. Konishi M, Tsuduku S, Haritani M, et al. 2004. An epidemic of caprine arthritis-encephalitis in Japan: isolation of the virus. *J Vet Med Sci* 66(8): 911-917.
4. 최원필, 강신영, 고흥범 등. 1996. 최신수의 미생물학·면역학. 경북대학교출판부, 대구: 314-316.
5. 최원필, 송희중, 김순재 등. 1994. 수의전염병학. 경북대학교출판부, 대구: 158.
6. Crawford TB, Adams DS, Cheevers WP, et al. 1980. Chronic arthritis in goats caused by a retrovirus. *Science* 207:997-999.
7. Cheevers WP, Roberson S, Klevjer-Anderson P, et al. 1981. Characterization of caprine arthritis-encephalitis virus: a retrovirus of goats. *Arch Virol* 67:111-117.
8. 손소연, 류대열, 손현수 등. 2006. 유산양에서 관절염·뇌염 발생. *한국가축위생학회지* 29(3): 309-316.
9. Herrmann LM, Cheevers WP, Marshall KL, et al. 2003. Detection of serum antibodies to ovine progressive pneumonia virus in sheep by using a caprine arthritis-encephalitis virus competitive-inhibition enzyme-linked immunosorbent assay. *Clin Diagn Lab Immunol* 10(5):

- 862-865.
10. 통계청. <http://www.nso.go.kr:7001/kosis/winkosis.htm>
 11. 강면희. 1975. 한국 재래산양에 관한 연구. 고려대 농림논집, 15 : 211-231.
 12. 이정길, 이채용, 광형수. 2000. 우리나라 재래염소의 질병에 관한연구-문헌조사 한국임상 수의학회지 17(1) : 32-44.
 13. Saman E, Van Eynde G, Lujan L, et al. 1999. A new sensitive serological assay for detection of lentivirus infections in small ruminants. *Clin Diagn Lab Immunol* 6(5) : 734-740.
 14. Morin T, Guiguen F, Bouzar BA, et al. 2003. Clearance of a productive lentivirus infection in calves experimentally inoculated with caprine arthritis-encephalitis virus. *J Virol* 77(11) : 6430-6437.
 15. Le Jan C, Bellaton C, Greenland T, et al. 2005. Mammary transmission of caprine arthritis encephalitis virus : a 3D model for in vitro study. *Reprod Nutr Dev* 45(4) : 513-523.
 16. Pisoni G, Quasso A, Moroni P. 2005. Phylogenetic analysis of small ruminant lentivirus subtype B1 in mixed flocks : evidence for natural transmission from goats to sheep. *Virology* 339(2) : 147- 152.
 17. 백병걸, 손구례. 1995. 산양의 anaplasmosis에 대한 역학적조사 III. 혈액치의 계절적 변화. 35(1) : 137-142.
 18. 최희인. 1974. 한국재래염소의 성장에 따르는 혈액상의 변동. 대한수의학회지 14(1): 115-133.