

## 수입 소의 검역검사 수준에 따른 블루팅 검출 확률 비교

박선일<sup>1</sup>

강원대학교 수의과대학 및 동물의학종합연구소

(게재승인: 2010년 8월 3일)

### Comparison of Probability of Detecting Bluetongue in Quarantine Testing for the Imported Cattle with Special Focus on the Sampling Scenario

Son-II Pak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Veterinary Medicine and Institute of Veterinary Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**Abstract :** In view of free from bluetongue (BT) in the domestic cattle population in Korea, the key of quarantine testing for BT virus (BTV) infection is detection of cattle previously exposed to the virus. The objective of this study was to estimate the probability of detecting a cattle infected with BTV using a stochastic modeling analysis of existing quarantine testing data. Three testing scenarios were considered in this study: serological testing of all animals in all imported lots (scenario 1), serological testing of a sample of cattle from all imported lots (scenario 2), and serological testing of 50% of imported lots (scenario 3). In scenario 2 and 3, it was assumed that cattle were sampled (sample size) within each lot to detect 5% of the cattle in each lot with a 95% confidence, taking into account diagnostic sensitivity of the ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay). The model output was the total number of BTV-infected cattle and the prevalence of BTV infection in imported cattle from the US, Australia, Canada and Japan. Compared to the scenario 1, the probability of detecting a BTV-infected cattle was estimated to be 19% and 1.6% in scenario 2 and 3, respectively. Furthermore, the analyses showed a 95% confidence that BTV prevalence was less or equal to  $9.7 \times 10^{-4}$  (median =  $1.5 \times 10^{-5}$ ), indicating that, for the scenario 2 and 3 with serological testing for a sample of cattle, the risk of introducing an exotic strain of BTV into Korea through the importation of live cattle would not be acceptable.

**Key words :** quarantine testing, cattle, bluetongue, import risk analysis.

## 서 론

구제역, 고병원성가금인플루엔자, 뉴캐슬병, 소해면상뇌증 등 악성가축전염병이 발생할 경우 관련 축산업에 대한 직접적인 피해와 더불어 국제교역의 기회상실로 인해 심각한 경제적 손실을 초래할 수 있다는 측면에서 유입경로를 차단하고 조기에 검출하는 문제는 국가방역의 주요 관심 사안이다(9,22,27). 특히 국가 간 동물의 이동이나 동·축산물의 국제교역은 외래성 가축질병이 유입될 위험을 동반하기 때문에 많은 국가에서는 자국의 가축위생 안전을 담보하고 병원체나 질병 유입 가능성을 최소화하기 위하여 엄격한 검역검사를 통하여 관리하고 있다(6,19). 우리나라 역시 가축전염병예방법에 의거하여 동물, 포장, 용기, 사료, 기구 등 수출입검역 대상물건 (지정검역물)을 고시하여 운영하고 있으며(1), 동물의 경우 개별 수입국에 대하여 수입위생조건을 규정하고 이

에 따라 시험연구용을 포함한 모든 수입 생축(live animal)에 대하여 주요 질병에 대한 검역검사를 실시하고 합격한 경우에만 수입을 허용하고 있다.

국립수의과학검역원의 검역검사자료에 의하면 1999-2009년 기간 동안 우리나라는 호주, 미국, 캐나다 및 일본으로부터 생우를 수입하였으며 총 35두의 양성 사례를 검출하였다. 국내에서 공식적인 발생보고가 없는 블루팅(bluetongue) 감염은 겨모기(*Culicoides* spp.)가 매개하는 반추동물의 곤충매개성 바이러스성 질병으로 양에서는 안면이나 발굽 등에서 수포성 병변과 심한 유연, 호흡기 증상, 유산 등의 증상을 보인다(7-13,16,21). 감염의 병원론(pathogenesis)은 소와 양에서 유사하지만 현성의 증상은 양에서만 발현되고 소에서는 임상증상을 보이는 경우는 매우 드물다. 또한 최근에는 특정 바이러스 혈청형이 사람의 중앙세포를 선택적으로 감염시킬 수 있다는 보고가 있어 인수공통전염병의 가능성도 제기되고 있다(30). 이 질병의 잠복기는 4-20일로 축종, 병원체, 지역적 환경특성에 따라 다양하며, 감염된 동물과의 접촉이나 공기 에 의한 전파는 이루어지지 않기 때문에 비접촉성(non-

<sup>1</sup>Corresponding author.  
E-mail : paksi@kangwon.ac.kr

contagious), 전염성(infectious) 질병으로 분류된다(9,11,12,16). 블루팅 바이러스는 기구 등을 통한 기계적 전파와 정액, 난자, 수정란, 감염된 동물의 이동 등 생물학적 전파가 가능하기 때문에 감염 지역에서 유래한 동물과 축산물의 교역을 제한하고 있으며(10,15), 국내에서는 제1종 법정가축전염병으로 지정하여 검역정책에 반영하고 있다.

대부분의 반추동물은 블루팅에 감수성을 보이며 질병의 중증도는 바이러스형과 축종, 품종과 관련이 있다. 특히 면양에서는 비발생지역에서 유행할 경우 70%의 폐사율을 보일 정도로 매우 치명적이지만 면양을 제외한 반추류 동물에서는 대부분이 불현성 감염으로 경과하며 증상도 경미하다(12). 감염된 동물이 감염원으로 작용할 수 있는 최장 기간(infective period)은 바이러스혈증에 따라 결정된다. 감염동물에서는 감염 후 4일 전후로 바이러스혈증이 나타나며 감염 7-14일경에 항체가 출현하면서 혈중 바이러스 농도는 현저히 감소하지만 감염 후기에 바이러스가 적혈구내에서 장기간 지속하기 때문에 OIE에서는 최대 60일로 규정하고 있다(15,16). 따라서 블루팅 감염과 관련한 검역검사의 핵심은 원인 바이러스에 노출된 기왕력을 가진 개체를 검출하는 것이다. 수입소에 대한 검역검사 기준으로 전두수를 검사하는 방안과 일부 개체에 대한 표본검사를 시행할 때 질병검출 가능성을 평가하는 초기모형을 개발하여 보고한바 있다(2). 이 모형은 수

출국의 유병율에 대한 가상의 자료를 사용함으로써 실제 검역검사 성적을 반영하지 못하였으며, 유병을 추정에 있어 검사의 민감도가 완벽하지 못할 때 발생할 수 있는 가음성(false negative) 결과를 고려하지 않은 단점이 있다. 본 연구에서는 입력모수를 수정한 개정된 모형을 이용하여 수입소에 대한 블루팅 검역검사 성적에 적용할 때 검사기준에 따른 질병검출 가능성을 비교한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 생우 수입두수

국립수의과학검역원 검역검사자료에 의하면 우리나라는 1999-2009년 기간 동안 총 호주, 미국, 캐나다 및 일본으로부터 86회(lot)에 걸쳐 총 10,489두의 소를 수입하였다(Table 1). 이 자료는 검사양성(요네병 22두, 블루팅 13두)으로 진단받아 불합격 판정된 35두와 도착시 폐사한 24두는 제외된 것이다. 블루팅의 경우 2003년 미국에서 수입한 3개 lot(25두 중 3두, 240두 중 5두, 522두 중 4두에서 각각 양성)와 호주에서 수입한 1개 lot(288두 중 1두 양성)에서 양성으로 확인되었다(Table 2). 1회 수입 lot의 평균두수(LS in Table 3)는 122두(최소 1두, 최대 563두, 표준편차 198)일 때 lot 당 평균 수입두수의 95% 신뢰구간은 유의수준 5%와 자유도 85

**Table 1.** Number of cattle imported (no. of lots) to Korea during 1999-2009 by year and exporting country

Year	USA	Australia	Canada	Japan	Total
1999	31 (4)	0	1 (1)	3 (1)	35 (6)
2000	16 (4)	0	2 (1)	3 (1)	21 (6)
2001	14 (5)	1,327 (4)	66 (5)	0	1,407 (14)
2002	11 (7)	563 (1)	17 (6)	0	591 (14)
2003	826 (12)	2,504 (6)	3 (2)	0	3,333 (20)
2004	0	1,693 (4)	0	0	1,693 (4)
2005	0	851 (2)	0	0	851 (2)
2006	2 (1)	2,540 (6)	3 (2)	0	2,545 (9)
2007	2 (2)	0	4 (4)	0	6 (6)
2008	1 (1)	0	2 (2)	0	3 (3)
2009	2 (1)	0	2 (1)	0	4 (2)
Total	905 (37)	9,478 (23)	100 (24)	6 (2)	10,489 (86)

Note: All cattle from US and Canada during 2006-2009 were imported for research purposes.

**Table 2.** Number of cattle (no. of lots) rejected due to test positive for bluetongue during 1999-2009

Year	USA		Australia	
	No. of cattle (lots) with test positive	No. tested	No. of cattle (lots) with test positive	No. tested
2003	3 (1)	25	1 (1)	288
	5 (1)	240		
	4 (1)	522		
Total	12 (3)	787	1 (1)	288

Note: All cattle from Canada (n = 100) and Japan (n = 6) were negative for bluetongue.

에서 80-165두로 계산된다. 따라서 LS에 대하여 분석의 목적으로 최소 1, 최빈 100, 최대 500두에 대하여 RiskTriang 분포를 적용하였다(14,22,25,26).

### 검역검사 시나리오

검역검사 기준에 따른 질병 유입위험을 비교하기 위하여 시나리오 1에서는 모든 수입 lot를 대상으로 전두수 검사를 가정하였다. 시나리오 2에서는 모든 수입 lot를 검사, 시나리오 3에서는 수입 lot의 50%를 검사하는 방안을 가정하였다. 시나리오 2와 3의 경우 lot 내 생우 수준에서 5%(생우 수준에서의 유병율)가 감염되어 있을 때 이를 검출하는 것을 95% 신뢰할 수 있는 수준(confidence, C)을 가정하였다. 수입 lot 당 검사두수(T in Table 3)는 시나리오 1에서는 전두수를 검사하므로 LS가 되며, 시나리오 2와 3에 대해서는 다음의 공식으로 계산하였다(5).

$$SS = [1 - (1 - C)^{1/(Se \times Prev \times LS)}] \times [LS - (Prev \times LS - 1)/2]$$

따라서 검사 lot당 1두의 감염된 개체가 검사의 대상이 될 확률은 시나리오 1의 경우 전두수를 검사하므로 1(100%)이고, 시나리오 2는 SS/LS(%)가 된다.

### 분석모형

본 연구에서 사용한 모형에 투입된 변수는 Table 3에 요약하였으며, 분석모형은 Fig 1과 같다. 국내로 소를 수출한 4개국에서 블루팅의 유병율에 대한 자료는 국내 검역검사 성적에 근거하여 유도하였다. 이를 위하여 먼저 블루팅 진단을 위한 ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) 검사의 민감도(Se)는 문헌고찰에 근거하여 최소 90%, 최빈 95%, 최대 99%에 대하여 RiskPert 분포를 적용하였으며 특이도는 100%로 가정하였다(4,17,24). ELISA 검사의 민감도가 완벽하지 못하기 때문에 실제로 감염된 개체를 검출하지 못할 가능성이 있으므로 유병율의 참값을 계산할 때 이를 고려하였으며, 일본에서 수입한 소는 6두로 매우 적어 캐나다 자료와 통합하여 유병율을 추정하였다. 가음성(FN) 두수는 블루팅 검사 양성두수를 s라 할 때 FN = RiskNegBin (s + 1, Se)로 계산하였다. 가음성 결과를 고려한 유병율의 참값(TP)은 총 검사두수를 n이라 할 때 TP = RiskBeta (FN + s + 1, n - (FN + s) + 1) 분포로 계산하였으며, s와 n은 전술한 수출국별 자료를 사용하였다. 즉 미국에서 수입한 905두 중 12두가 양성이므로 FN = RiskNegBin (12 + 1, Se), TP = RiskBeta (FN + 12 + 1, 917 - (FN + 12) + 1), 호주는 9,478두 중 1두가 양성이므로 FN = RiskNegBin (1 + 1, Se), TP = RiskBeta (FN +

**Table 3.** Description of model inputs and outputs for detecting bluetongue (BT)

Variable	Description	Formula used with @Risk <sup>1</sup>
Se	Test sensitivity	RiskPert (90%,95%,99%)
Prev <sup>2</sup>	Prevalence of BT in population of an exporting country	(1) For USA, FN = RiskNegBin (12 + 1, Se); TP1 = RiskBeta (FN + 12 + 1, 917 - (FN + 12) + 1) (2) For Australia, FN = RiskNegBin (1 + 1, Se); TP2 = RiskBeta (FN + 1 + 1, 9479 - (FN + 1) + 1) (3) For Canada (& Japan) (TP3). Prev = RiskCumul({TP1:TP3}, {F(x1), F(x2), F(x3)})
LS	Lot size	RiskTriang (1,100,500)
WLP	Within-lot prevalence	For USA, RiskBeta (12 + 1, 917 - 12 + 1); n = total no. of tested animals (905 + 12 = 917), PA = no. of positive animals (12). For Australia, RiskBeta (1 + 1, 9479 - 1 + 1); n = 9,478 + 1 = 9,479, PA = 1.
BLP	Between-lot prevalence	For USA, RiskBeta (4 + 1, 40 - 3 + 1); n = total no. of tested lots (37 + 3 = 40), PL = no. of positive lots (4). For Australia, RiskBeta(1 + 1, 25 - 1 + 1); n = 24 + 1 = 25, PL = 1
P	Probability that an imported animal would be infected with BT	WLP*BLP
NIL	No. of imported lots	Fixed = 86
T	No. of tested animals per lot	Testing all (scenario 1 = LS heads or 100% probability of being tested) or a sample (scenario 2 & 3 = SS heads or SS/LS probability of being tested) of importing animals. SS = no. of tested animals with a probability of detecting infection if present in at least 5% of imported animals (see text)
NI	No. of infected animals in the lot	RiskBinomial (LS, Prev)
NIT	No. of infected and tested animals	Scenario 1 = NI; Scenario 2 = RiskHypergeo (T, NI, LS)
NPA	No. of positive animals in the infected and tested	RiskBinomial (NIT, Se)
TNPA	Total no. of BT-positive animals to be detected	Sum of infected animals obtained by simulation

<sup>1</sup>@Risk, version 4.5 (Palisade Corporation, NY, USA)

<sup>2</sup>Data from Japan were combined with that of Canada due to small sets of data. F(x) is the cumulative probability: F(x) = i/(n + 1), where i is the rank of the observed prevalence and n is the number of countries.

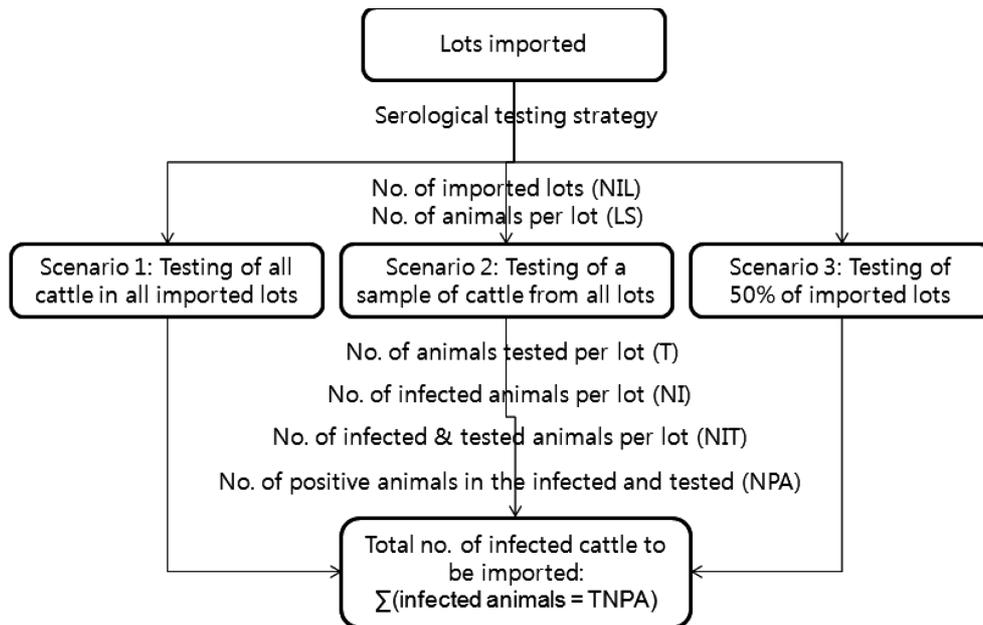


Fig 1. Schematic representation of model calculations.

1 + 1, 9479 - (FN + 1) + 1)가 된다. 따라서 4개국의 블루팅 유병율은 RiskCumul ({TP1-TP3}, {fx1,fx2,fx3}) 분포로 계산하였다(Table 3). 여기에서 TP1-TP3는 미국, 호주, 캐나다(일본)에서의 유병율, fx1-fx3는 3개국 유병율의 순위에 대한 누적확률 값이다(26). 수입 생우가 한국 도착시 블루팅에 감염되어 있을 확률(P)은 실제 수입두수 자료에 근거하여 lot 수준의 유병율(BLP)과 lot 내 생우 수준의 유병율(WLP)을 RiskBeta 분포를 적용한 후 두 확률을 곱하여 계산하였다 (Table 3). 한편 수입 lot의 총 수(NIL)는 과거 11년간 자료에 근거하여 86개의 고정값을 사용하였다. 검사를 받은 개체 중 감염두수(NIT in Table 1)는 시나리오 1에서는 NI, 시나리오 2와 3에서는 T, NI, LS를 사용하여 초기하분포를 적용하여 추정하였다. NIT 중 실제로 검사에서 양성일 두수(NPA in Table 3)는 NIT와 Se에 대하여 이항분포로 계산하였으며, 검사양성 두수의 총합(TNPA in Table 3)은 모의시험에서 양성두수를 모두 합하여 추정하였다. 구축된 모형에 대한 모의 시험은 @Risk 소프트웨어(Palispade Corporation, NY, USA)를 사용하여 Latin Hypercube 표본추출법으로 5,000회의 반복시험으로 수행하였다.

결 과

모의시험결과 모든 수입 lot와 전두수를 검사하는 시나리오 1의 경우 평균 122두 (최소 0, 최대 1,253두)가 블루팅 양성으로 검출되는 것으로 추정되었다(Fig 2, Table 4). 반면에 모든 수입 lot를 검사하되 생우 수준에서 5%의 유병율을 검출하는 것을 목표로 하는 시나리오 2에서는 평균 29두 (최소 0, 최대 299두)가 검출되며, 수입 lot의 50%를 검사하고 lot 내 검사두수를 시나리오 2와 동일하다고 가정할 때 평균 2두

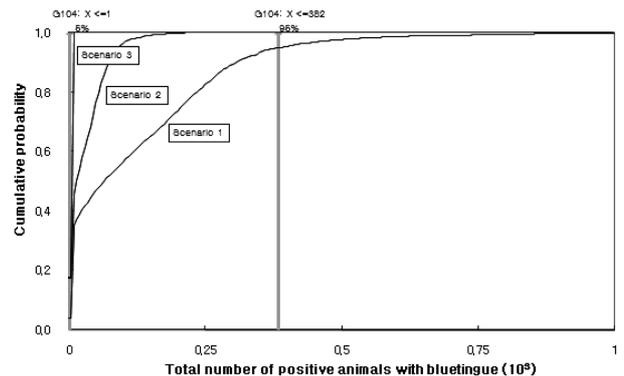
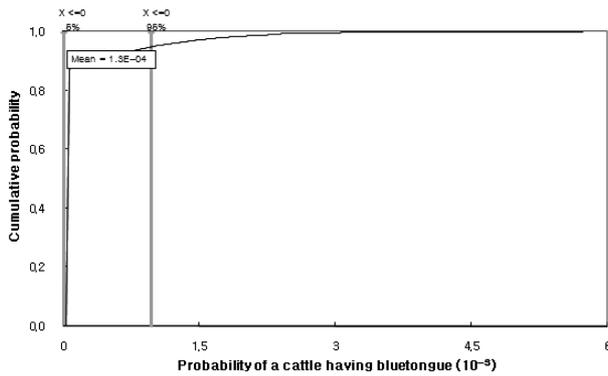


Fig 2. Cumulative probability of distribution for total number of bluetongue-positive animals to be detected during quarantine.

(최소 0, 최대 9두)가 검출되는 것으로 분석되었다(Fig 2, Table 4). 한편 수입 생우가 블루팅에 감염되어 있을 확률의 누적 50%는  $1.5 \times 10^{-5}$ , 95%는  $9.7 \times 10^{-4}$ (최소  $2.0 \times 10^{-8}$ , 최대  $5.7 \times 10^{-3}$ )로 추정되었다(Fig 3, Table 4).

고 찰

1995년 세계무역기구의 위생 및 식물위생에 관한 협정이 발효됨에 따라 동·축산물의 국제교역은 자유화 추세로 진전되고 있으며, 국제수역사무국(OIE)에서는 동·축산물의 국제교역과 관련하여 국가의 동물위생 수준에 따라 교역을 제한하는 규정을 명시하고 있다(15). 이러한 대외적인 환경변화는 긍정적인 측면도 있지만 교역을 통한 외래성 질병이 유입될 가능성이 증가할 수 있기 때문에 국내 가축위생의 안전을 도모하기 위하여 외래성 질병이 유입될 위험을 차단하



**Fig 3.** Cumulative probability of distribution for bluetongue prevalence in imported cattle, as estimated data from USA, Australia, Canada and Japan during 1999-2009.

**Table 4.** Summary statistics simulated for the total number of cattle infected with bluetongue (BT) virus, using three different scenarios (1999-2009)

Statistic	Scenario 1*	Scenario 2	Scenario 3	Prevalence of BT
Minimum	0	0	0	$2.0 \times 10^{-8}$
Maximum	1,253	299	9	$5.7 \times 10^{-3}$
Mean	122	29	2	$1.3 \times 10^{-4}$
SD	146.2	35.0	1.3	$6.1 \times 10^{-6}$
5%	1	0	0	$2.2 \times 10^{-6}$
25%	5	1	1	$7.3 \times 10^{-6}$
50%	64	15	2	$1.5 \times 10^{-5}$
75%	207	49	2	$3.1 \times 10^{-5}$
95%	382	93	4	$9.7 \times 10^{-4}$

\*Scenario 1 represents serological testing of all animals in all imported lots, scenario 2 serological testing of a sample of animals from all imported lots, and scenario 3 serological testing of 50% of imported lots (see text).

는 검역정책은 필수적이다(22). 본 연구에서는 동물 및 축산물의 수입과 관련하여 전염성 병원체나 질병이 수입국으로 유입되는 위험을 평가하는 위험분석(risk analysis) 기법을 사용하여 검역검사 정책의 중요성을 평가하였다. 구체적으로 소를 수입할 때 검역검사 기준에 따라 블루팅에 감염된 개체를 검출할 가능성을 평가함으로써 표본검사 기준 설정의 기초자료로 활용하기 위하여 수행되었다.

검역검사 기준에 따른 블루팅 검출 가능성을 비교하기 위하여 본 연구에서는 첫째 모든 수입 lot를 대상으로 전두수 검사 (시나리오 1) 둘째, 시나리오 1에서와 마찬가지로 모든 수입 lot를 검사하지만 lot 내에서는 생우 수준에서의 유병율 5%를 검출하는 것을 95% 신뢰할 수 있는 수준의 검사 (시나리오 2) 셋째, 수입 lot의 50%를 검사하고 lot 내의 검사 두수는 시나리오 2와 동일한 (시나리오 3) 상황을 가정하였다. 분석결과 시나리오 1을 블루팅에 감염된 소를 100% 검출하는 수준으로 가정할 때 시나리오 2와 3에서는 각각

19%와 1.6%만 검출할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 검역검사 기준을 강화시키지 않는다면 블루팅에 감염된 소가 국내로 유입될 위험이 약 4-60배 증가할 수 있음을 의미한다. 우리나라와의 교역 상대국에 대한 생우 수입위생 조건은 국가별로 차이가 있지만 수출용으로 선적하기 이전의 사전검사와 검사기간 및 검사횟수를 지정하고 있다. 이를 테면 미국과 호주의 경우 비발생 지역의 경우 격리검역 개시 전 40일 이상 사육된 동물의 경우에는 격리검역 기간 중 1회 ELISA로 검사하며, 발생지역에서 생산된 동물은 격리검역 개시 전 30일 이내 최초검사와 최초 검사일로 부터 40일 이후 격리검역 기간 중에 2차 검사를 실시하도록 규정하고 있다. 수출국에서의 사전검사와 더불어 국내 검역장에서 전두수 검사를 요구하는 현행 검사규정과 매우 낮은 유병율을 감안하면 실제로 블루팅에 감염된 소가 유입될 가능성은 매우 낮을 것으로 추정된다. 블루팅 감염은 열대성 기후나 온대지역에서 광범위하게 발생하며 블루팅 바이러스 감염의 벡터 모기인 *Culicoides*의 분포, 환경과 계절적 요인, 24종에 이르는 바이러스 혈청형의 분포와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되었으나(8-11,21,23) 우리나라는 블루팅 감염의 공식적인 발생보고가 없다는 점은 이를 뒷받침 해준다. 한편 우리나라는 지난 11년간 미국, 호주, 캐나다, 일본 등으로부터 10,000두 이상의 생우와 실험동물을 포함한 다양한 축종을 수입하였고 특히 미국과 호주에서는 블루팅이 발생하고 있다는 점을 감안할 때 축종별로 특히 전염성 질병의 종류와 이들 질병에 대한 검역검사 기준을 재검토할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 국내 규정에는 ELISA 검사 음성만을 요구하고 있지만 ELISA 검사는 민감도와 특이도가 완벽하지 못하고, 바이러스 감염농도가 낮을 경우 검출 한계가 있으며(29), 소의 경우 감염 후 최대 63일까지 바이러스혈증을 보임으로써 벡터가 감염될 수 있는 바이러스의 증폭숙주(보독동물)로서 혈액검사에서 음성을 보일 수 있으며(12,13,18), 본 연구에서 수입생우에서 블루팅 유병율의 95%는 약 0.1% ( $9.7 \times 10^{-4}$ )로 매우 낮다는 점을 고려하여 가음성 결과를 최소화하는 검사전략을 강구할 필요가 있다.

우리나라를 포함한 세계적인 지구온난화 추세는 블루팅 바이러스를 매개하는 모기의 종류를 다양화시킴으로써 블루팅 감염의 분포를 확대할 수 있는 것으로 보고되어(3,8,20,28) 이 질병이 국내로 유입될 가능성은 상존하므로 벡터모기의 종류와 분포, 바이러스 혈청형 분석에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 이와 더불어 인수공통전염병의 가능성을 고려하여 외래성 질병의 국내 유입 가능성을 평가할 수 있는 모형개발과 응용, 유입확률에 영향을 미치는 주요 요인 확인, 질병별 유입위험을 최소화할 수 있는 위생조건 개발 등에 관한 연구가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

### 결론

본 연구는 소 수입과 관련하여 국내 검역장에서 블루팅에 감염된 개체를 검출할 가능성을 세가지 시나리오를 가정하

여 비교하였다. 전두수를 검사하는 시나리오와 비교할 때 수입소의 일부에 대한 표본검사를 시행하는 경우 블루팅에 감염된 소를 검출할 가능성이 현저히 낮은 것으로 분석되었으며, 수입 소가 블루팅에 감염되어 있을 확률의 누적 95%는  $9.7 \times 10^{-4}$  (중위수 =  $1.5 \times 10^{-5}$ )로 추정되었다. 실험동물을 포함한 가축수입 실적이 매년 증가하고 있음을 감안할 때 특히 전염성 질병 중 검역검사의 필요성이 있는 대상 질병선정과 이들 질병에 대한 검역검사 기준을 종합적으로 검토하는 것이 바람직하다.

## 감사의 글

본 연구는 2010년도 농림수산식품부의 용역연구사업 (인수공통전염병 대응기술개발)과 강원대학교 동물의학종합연구소의 지원에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 국립수의과학검역원. 동물 및 축산물 검역 법규집. 2009.
2. 박선일. 생우 수입과 관련된 검역위생조치 평가 모형. 동물의학종합연구소지 2010; 3: 1-4.
3. Baylis M, Mellor PS. Bluetongue around the Mediterranean in 2001. *Vet Rec* 2001; 149: 659.
4. Biteau-Coroller F, Gerbier G, Stärk KD, Grillet C, Albina E, Zientara S, Roger F. Performance evaluation of a competitive ELISA test used for bluetongue antibody detection in France, a recently infected area. *Vet Microbiol* 2006; 118: 57-66.
5. Cannon RM, Roe RT. Livestock disease surveys: A field manual for veterinarians. Australian Government Publishing Service, Canberra, 1982.
6. Domenech J, Lubroth J, Eddi C, Martin V, Roger F. Regional and international approaches on prevention and control of animal transboundary and emerging diseases. *Ann N Y Acad Sci* 2006; 1081: 90-107.
7. Gerry AC, Mullens BA, MacLachlan NJ, Mecham JO. Seasonal transmission of bluetongue virus by *Culicoides sonorensis* (Diptera: Ceratopogonidae) at a southern California dairy and evaluation of vectorial capacity as a predictor of bluetongue virus transmission. *J Med Entomol* 2001; 38: 197-209.
8. Gibbs EP, Greiner EC. The epidemiology of bluetongue. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 1994; 17: 207-220.
9. Hoar BR, Carpenter TE, Singer RS, Gardner IA. Probability of introduction of exotic strains of bluetongue virus into the US and into California through importation of infected cattle. *Prev Vet Med* 2004; 66: 79-91.
10. MacLachlan NJ, Osburn BI. Impact of bluetongue virus infection on the international movement and trade of ruminants. *J Am Vet Med Assoc* 2006; 228: 1346-1349.
11. MacLachlan NJ, Zientara S, Stallknecht DE, Boone JD, Goekjian VH, Sailleau C, Balasuriya UB. Phylogenetic comparison of the S10 genes of recent isolates of bluetongue virus from the United States and French Martinique Island. *Virus Res* 2007; 129: 236-240.
12. MacLachlan NJ, Drew CP, Darpel KE, Worwa G. The pathology and pathogenesis of bluetongue. *J Comp Pathol* 2009; 141: 1-16.
13. Mellor PS. Replication of arboviruses in insect vectors. *J Comp Pathol* 2000; 123: 231-247.
14. OIE (World Organization for Animal Health). Handbook on import risk analysis for animals and animal products. Volume 2: Quantitative risk assessment, OIE, Paris, 2004.
15. OIE (World Organization for Animal Health). Chapter 8.3. Bluetongue. In: Terrestrial animal health code. OIE, Paris, 2009a.
16. OIE (World Organization for Animal Health). Chapter 2.1.3. Bluetongue and epizootic haemorrhagic disease. In: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. OIE, Paris, 2009b.
17. Portanti O, Luciani M, Ronchi GF. Rapid detection of bluetongue virus in blood and organ samples using a capture enzyme-linked immunosorbent assay. *Vet Ital* 2005; 41: 15-21.
18. Richards RG, MacLachlan NJ, Heidner HW, Fuller FJ. Comparison of virologic and serologic responses of lambs and calves infected with bluetongue virus serotype 10. *Vet Microbiol* 1988; 18: 233-242.
19. Rossiter PB, Al Hammadi N. Living with transboundary animal diseases (TADs). *Trop Anim Health Prod* 2009; 41: 999-1004.
20. Sarto i Monteys V, Ventura D, Pagès N, Aranda C, Escosa R. Expansion of *Culicoides imicola*, the main bluetongue virus vector in Europe, into Catalonia, Spain. *Vet Rec* 2005; 156: 415-417.
21. Stott JL, Osburn BI, Bushnell R, Loomis EC, Squire KRE. Epizootiological study of bluetongue virus infection in California livestock: an overview. *Prog Clin Biol Res* 1985; 178: 571-582.
22. Suttmoller P, Olascoaga RC. The risks posed by the importation of animals vaccinated against foot and mouth disease and products derived from vaccinated animals: a review. *Rev Sci Tech* 2003; 22: 823-835.
23. Tabachnick WJ. *Culicoides* and the global epidemiology of bluetongue virus infection. *Vet Ital* 2004; 40: 203-207.
24. Vandenbussche F, Vanbinst T, Verheyden B, Van Dessel W, Demeestere L, Houdart P, Bertels G, Praet N, Berkvens D, Mintiens K, Goris N, De Clercq K. Evaluation of antibody-ELISA and real-time RT-PCR for the diagnosis and profiling of bluetongue virus serotype 8 during the epidemic in Belgium in 2006. *Vet Microbiol* 2008; 129: 15-27.
25. Vose D. Risk analysis in relation to the importation and exportation of animal products. *Rev Sci Tech* 1997; 16: 17-29.
26. Vose D. Risk analysis: A quantitative guide. 2nd ed. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 2000.
27. Walton TE. The impact of diseases on the importation of animals and animal product. *Ann N Y Acad Sci* 2000; 916: 36-40.
28. Weaver SC, Reisen WK. Present and future arboviral threats. *Antiviral Res* 2010; 85: 328-345.
29. Wechsler SJ, Austin KJ, Wilson WC. Limits of detection of bluetongue virus with different assay systems. *J Vet Diagn Invest* 1990; 2: 103-106.
30. Zhen S, Changyuan D, Lulu W, Dong-E C, Guoming B, Ming D, Jun L. A novel method for purifying bluetongue virus with high purity by co-immunoprecipitation with agarose protein A. *Viol J* 2010; 7: 126.