

우리나라 돼지콜레라 항체 수준 측정을 위한 표본검사의 통계학적 기준 설정

윤하정 · 남향미 · 박최규 · 김병한 · 박지용 · 송재영 · 현방훈 · 위성환*

국립수의과학검역원
(게재승인: 2007년 3월 14일)

Establishment of a statistically reliable sampling method and size for serological surveillance of classical swine fever (CSF) in Korea

Hachung Yoon, Hyang-Mi Nam, Choi-Kyu Park, Byoung-han Kim, Jee-Yong Park,
Jae-Young Song, Bang-Hun Hyeon, Sung-Hwan Wee*

National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea
(Accepted: March 14, 2007)

Abstract : To establish a statistically reliable sampling strategy for serological surveillance of classical swine fever (CSF) in Korea, antibody test data from CSF surveillance conducted during year 2005 were analyzed. The most appropriate sampling method was determined to be stratified multi-stage random sampling strategy, in which the primary sampling unit is a pig farm and the secondary are the pigs by the strata of breeders and finishers in the selected farm. The optimum sample size was 5 to 19 including 1 to 2 breeders according to the number of pigs in the farm. The optimum sampling strategy demonstrated in this study was very similar to the current recommendations outlined in standard operating procedure for CSF control in Korea. Findings of our study provide practical guidelines for surveillance of herd immunity level to CSF in Korea.

Key words : antibody, classical swine fever, sampling, surveillance

서 론

Flaviviridae pestivirus에 속하는 RNA 바이러스가 원 인체인 돼지콜레라는 돼지(야생멧돼지 포함)에 발생하여 사회적·경제적 손실을 초래하는 급성열성전염병이다 [13]. 1990년대 중반까지 돼지콜레라는 전국적으로 발생하였으나 1996년 6월에 돼지콜레라 근절을 위한 3 단계 기본계획을 수립하여 추진한 결과, 1999년에는 경기도 용인지역에서 5건이 발생하였고, 1999년 8월 마지막 발생 이후 2000년과 2001년도에는 돼지콜레라 발생이 없었다 [1]. 이에 따라 2001년 12월 우리나라 전역에서 돼지콜레라 예방접종을 중단하게 되었고, 국제수역사무국(OIE) 국제동물위생규약의 규정에 의하여 2001년 12월에 대한민국의 돼지콜레라 청정화를 선언하였다

[18]. 그러나 2002년 4월 강원도 철원에서 2건, 그해 10월부턴 인천·경기 일대에서 11건이 추가로 발생하였으며 [6], 이 때 인천·경기 지역의 돼지콜레라 발생 지역과 인접한 지역의 한 종돈장에 돼지콜레라 바이러스가 오염되었으며 이 종돈장의 종돈들이 전국으로 판매되면서 우리나라 전체로 돼지콜레라 발생이 확산되었다 [7, 18]. 이에 따라 그동안 중단되었던 예방접종을 2003년 4월부터 제주도를 제외하고 전국적으로 다시 시행하게 되었으며, 예방접종이 실시된 2004년 이후부터는 국지적이고 산발적인 발생 양상을 보이고 있다.

돼지콜레라 예방접종은 현재 자돈과 모돈을 대상으로 실시한다. 자돈에는 생후 40일령에 1차 접종, 60일령에 2차 접종을 하도록 권장하고 있으며, 종돈 또는 번식돈에는 매년 1회 접종하되 모돈의 경우에는 종부 2-4주전

*Corresponding author: Sung-Hwan Wee
National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea
[Tel: +82-31-467-1741, Fax: +82-31-467-1717, E-mail: wsh@nvrqs.go.kr]

(21일 전후)에 1회 집중을 권장하고 있다 [4]. 또한 농가의 항체수준을 측정하기 위한 표본 검사를 실시하고 있는데, 항체양성을 80% 미만 농가에 대해서는 예방접종 지도, 재검사 및 벌금 부과 등 강력한 행정조치를 취하고 있다. 항체수준측정을 위한 표본검사는 모든 종돈장 및 무작위로 선발된 양돈장, 그리고 도축장에서 검사대상 동물을 농가당 12두씩(비육돈 10두, 번식돈 2두) 무작위로 선발하여 채혈하며, ELISA법을 이용하여 분석한다 [5]. 우리나라에서는 이미 십수년간 돼지콜레라 항체 검사를 실시하고 있기 때문에 검사물량에 대한 전반적인 정보를 가지고 있다. 이와 더불어 표본추출구조의 세부 사항에 대한 기술 및 표본추출 각 단계의 표본수 배분에 대한 체계적이고 구체적인 기준이 마련된다면 항체검사의 결과가 더욱 효율적으로 활용될 수 있을 것이다. 따라서 2005년 우리나라에서 수행된 돼지콜레라 항체검사내역을 분석하여 우리나라 양돈 농가의 돼지콜레라 집단 면역의 특성을 파악해 보고, 이 자료를 바탕으로 우리나라 돼지콜레라 항체 수준의 예찰을 위한 표본검사의 구체적인 지침을 제시하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

자료 및 방법

연구 자료

국립수의과학검역원의 가축전염병대응시스템(Confronted Animal Infectious Disease System, CAIDS)에서 2005년 1월부터 12월까지 우리나라 돼지콜레라 항체검사 자료를 제공받아 이용하였다 [3]. 돼지콜레라 항체검사는 전국을 대상으로 실시하고 있으나, 본 연구에서는 돼지콜레라 발생이 없고 예방접종도 실시하지 않는 제주도 검사자료는 제외하였다. CAIDS의 데이터베이스 시스템은 검사기관, 접수번호, 접수일자, 농가명, 축주명, 의뢰기관, 돼지종류(자돈, 비육돈, 번식돈, 모돈, 웅돈)에 대한 기록을 묶어 하나의 기록 단위로 간주하며 각 기록 단위별로 일련번호를 부여하여 관리하고 있다. 항체검사 관련 항목은 기록단위별로 검사의뢰두수, 검사두수(n_i), 양성두수(y_i), 양성율($p_i = y_i / n_i$), 검사일자 등으로 표시한다. 한편 CAIDS는 월별 및 연간 누계의 항체검사 결과를 제공하며, 광역시·도 및 시·군별로 전체 검사두수에 대비한 양성두수의 비로 항체양성율을 산출하고 있다.

가축사육통계는 국립농산물품질관리원의 농업통계정보(Agriculture statistics info)를 이용하였다 [2]. 본 연구에서는 분석의 편의를 위하여 돼지 월령에 따라 자돈(2개월령 미만), 비육돈(2-6개월령), 번식돈(6개월령 이상 암수)으로 구분하였다.

항체검사결과 분석

현재 실시되는 돼지콜레라 항체검사는 비육돈군과 모돈군의 집단 면역수준의 점검을 목적으로 하고 있기 때문에 이 연구에서 항체검사결과 분석은 자돈군을 제외하고 비육돈군과 모돈군 만을 대상으로 하였다. 분석의 첫단계에서는 돼지콜레라 항체양성율(p)의 분포를 히스토그램으로 도식화한 후 그룹간의 비교를 위하여 필요한 형태로 자료를 변환하였다. 돼지의 월령 및 채혈장소에 따른 항체양성율 비교를 위하여 항체양성율 0%, < 80%, < 100%, 100%의 네 개의 범주로 구분하여 χ^2 검정법을 이용하여 분석하였다. 한편 2회 이상 검사를 받은 농가에서 각각의 검사에서 농가 항체양성율에 차이가 있었는지를 알아보기 위하여 농가별 매회 검사 성적을 비교하였으며, '1년간 수차례의 검사 성적이 모두 동일한 농가'와 '단 한번이라도 차이가 있었던 농가'의 두 가지로 분류하였다. 농가내 항체양성율 비교에는 χ^2 검정법을 이용하였으며, 유의수준(α)은 0.05로 하였다. 통계패키지는 NCSS 2004(NCSS, USA)를 이용하였다.

집락내 상관계수

집락의 동질성을 나타내는 척도인 집락내 상관계수(r)의 값이 동질적인 단위들로 구성되어 있는 집락내에서 커지는 것을 고려하여, 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 r 을 추정하여 한 양돈농가에서 비육돈군 또는 번식돈군 내에 돼지콜레라 항체를 가진 돼지가 몰려 있는 경향이 있는지를 알아보았다 [8] :

$$r = \frac{(MSB - MSW)}{(MSB + f - 1) \times MSW} \quad (\text{공식 1})$$

위의 공식 1에서 MSB, MSW, f 등은 각 농가를 그룹으로 하고 돈군(비육돈/번식돈)을 요인으로 하는 분산분석의 결과로 출력되는 분산분석표 상의 값으로, Mean Square of Between-group(MSB)는 농가간 항체양성율 변동치의 평균제곱이며, Mean Square of Within-group(MSW)는 농가내 돈군 사이의 항체양성율 변동치에 대한 평균제곱이다. 한편 f 는 농가당 평균 검사횟수를 의미한다.

집락내 상관계수(r)를 이용하여 집락추출을 할 경우에 집락당 필요한 표본수는 아래의 공식에 의해 산출할 수 있다 [11] :

$$n = \frac{c_1 \times (1-r)}{\sqrt{c_2} \times r} \quad (\text{공식 2})$$

여기에서 c_1 은 한 농가를 검사하는데 소요되는 비용, c_2 는 농가내에서 동물을 검사하는데 소요되는 비용을 나타내는데, 이 연구에서는 c_1 과 c_2 를 동일하게 간주하여

검사에 소요되는 비용은 고려하지 않았다.

층화 추출의 가중치

돼지콜레라 항체 검사시 농가내 비육돈군과 번식돈군에서 필요한 표본 동물수를 산출하기 위하여 네이만 배분법(Neyman allocation method)에 의하여 각 층에 해당하는 가중치(w_h)를 산정하였다 [12]. 이 연구에서는 돈군(비육돈군/번식돈군)을 각각 하나의 층(h)으로 간주하였다 :

$$w_h = \frac{N_h \times S_h}{\sum_{h=1}^k N_h \times S_h}, \quad h = 1, 2, \dots, k \quad (\text{공식 3})$$

위의 공식 3에서, N_h 는 각 층의 총 사육두수, S_h 는 각 층의 항체양성율(p_h) 변동의 정도로 분산($S_h^2 = p_h \times (1 - p_h)$)에서 유추하였다.

농가당 필요 표본동물수

농가내 필요 표본동물수(n)는 예상되는 항체양성율(p)를 기준으로 하여 아래의 공식을 응용하여 산출하였다 [10] :

$$n = \left(\frac{Z_a}{L}\right)^2 \times p \times (1-p) \quad (\text{공식 4})$$

여기에서 Z_a 는 원하는 신뢰수준에 해당하는 정규분포의 확률밀도함수 값이며, L 은 추정치의 정확도를 의미한다. 위의 공식 4에서 추정된 표본동물수(n)를 농가의 사육규모(M)를 고려하여 공식 5와 같이 교정하여 농가의 사육규모에 따라 필요한 농가내 표본수(n_c)를 산출하였다 [10] :

$$n_c = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} \quad (\text{공식 5})$$

농가내 표본수(n_c)에 층별 가중치(w_h)를 곱하여 한 농가에서 항체검사 표본으로 필요한 비육돈과 번식돈의 수를 산정하였다.

결 과

2005년 6월 기준으로 우리나라(제주도 제외)에서는 11,911개 양돈농가에서 8,402,314두가 사육되고 있으며 [2], 2005년 일년 동안 전국(제주도 제외)에서 14,789농가의 202,949두에 대하여 돼지콜레라 항체검사를 실시하였다. 이 중 단 1회 검사를 받은 농가는 2,188개(37.5%)

Table 1. Results of antibody test to CSF in 2005 in Korea (excluding Jeju-do)

Result	Pig type			Total
	Piglet	Finisher	Breeder	
Number of heads tested	592	158,781	43,576	202,949
Number of reactors	560	149,548	42,542	192,650
Antibody positive rate* (%)	94.6	94.2	97.6	94.9

*Antibody positive rate (%) = Number of reactors / Number of heads tested.

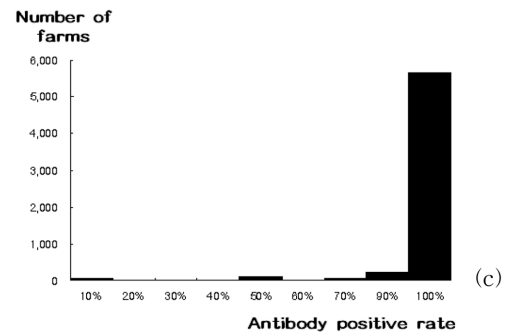
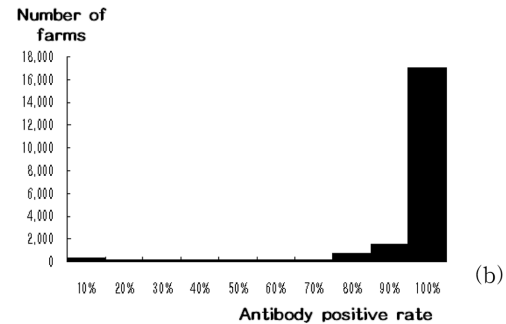
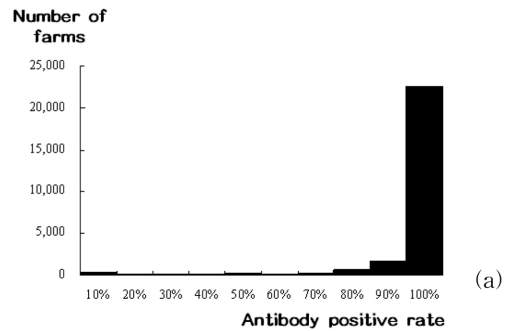


Fig 1. Distribution of herd immunity levels (antibody positive rates) of CSF tested during year 2005 in Korea. (a) Whole pig herds (piglets, finishers, breeders). (b) Finishers. (c) Breeders.

Table 2. Distribution of herd immunity levels (antibody positive rates) of CSF according to pig types

Herd immunity level (%)	Pig type			
	Finisher		Breeder	
	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)
0	162 (1.4)	28 (0.8)		
< 80	543 (4.8)	96 (2.8)		
80-100	1,946 (17.3)	334 (9.6)		
100	8,628 (76.5)	3,014 (86.8)		
Total	11,279	3,472		

Test for independency : $\chi^2 = 169.77, p < 10^{-3}$.

Table 3. Distribution of herd immunity levels (antibody positive rates) of CSF according to sampling places

Herd immunity level (%)	Sampling place			
	Farm		Abattoir	
	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)
0	85 (0.9)	106 (2.1)		
< 80	331 (3.4)	308 (6.0)		
80-100	1,377 (14.2)	918 (18.0)		
100	7,899 (81.5)	3,765 (73.9)		
Total	9,692	5,097		

Test for independency : $\chi^2 = 146.59, p < 10^{-3}$.

에 그쳤으며 전체 검사 대상 농가의 2/3 이상이 2회 이상 검사를 받았기 때문에 농가간 중복을 제거하면 실제로는 5,831 농가가 검사대상이 되었다. 항체 검사 결과 자돈 94.6%, 비육돈 94.2%, 번식돈 97.6%의 항체양성율을 보였다(Table 1).

농가별로 산출된 항체양성율을 히스토그램으로 나타내었다(Fig. 1). 전반적으로는 항체양성율이 80% 이상인 농가, 특히 90% 이상 되는 농가가 대다수를 차지하고 있었지만, 비육돈군과 번식돈군을 구분하여 도식화하면 항체양성율 분포에 차이가 있었다.

항체양성율을 4단계의 범주로 구분해보면, 돈군별로는 비육돈군보다 번식돈군의 항체양성율 분포가 유의하게 높았으며($\chi^2 = 169.77, p < 10^{-3}$, Table 2), 채혈장소에 따라서는 농장 채혈분의 항체양성율 분포가 도축장 채혈분보다 높았다($\chi^2 = 146.59, p < 10^{-3}$, Table 3). 한편 번식돈은 농장 채혈분과 도축장 채혈분 사이에 항체양성율 분포에 유의한 차이가 없었으나($\chi^2 = 2.69, p = 0.26$, Table 4), 비육돈에서는 농장채혈분이 도축장 채혈분보다 항체양성율이 높게 분포 하였다($\chi^2 = 73.20, p < 10^{-3}$, Table 5).

Table 4. Distribution of herd immunity levels (antibody positive rates) of CSF according to sampling places in breeders

Herd immunity level (%)	Sampling place			
	Farm		Abattoir	
	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)
< 80	124 (3.6)	0	–	
80-100	331 (9.7)	3 (6.1)		
100	2,968 (86.7)	46 (93.9)		
Total	3,423	49		

Test for independency : $\chi^2 = 2.69, p = 0.26$.

Table 5. Distribution of herd immunity levels (antibody positive rates) of CSF according to sampling places in finishers

Herd immunity level (%)	Sampling place			
	Farm		Abattoir	
	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)	Number of farms (%)
0	56 (0.9)	106 (1.0)		
< 80	235 (3.8)	308 (2.8)		
80-100	1,031 (16.5)	915 (8.3)		
100	4,909 (78.8)	9,719 (88.0)		
Total	6,231	11,048		

Test for independency : $\chi^2 = 73.20, p < 10^{-3}$.

돼지콜레라 항체 검사를 2회 이상 받은 농가에서는 비육돈 농장 채혈분의 5.8%, 도축장 채혈분의 14.9%, 번식돈 농장채혈분의 4.4%에서 동일한 농장내 검사결과들 사이에 유의한 차이를 보였다(Table 6). 한편 같은 농가의 비육돈을 대상으로 2회 검사한 농가 중 채혈장소가 각각 농장과 도축장이었던 530농가의 11%에 해당하는 57농가에서 채혈장소에 따라 항체양성율에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

Table 7에는 농가간 및 농가내 항체양성율에 대한 분산분석표를 정리하였다. 번식돈 및 비육돈에 대한 항체 검사를 실시한 농가의 검사 자료 중 5,000개를 무작위로 선별하여 산출한 분산분석표에 의하면, 우리나라 양돈농가에서는 한 농가내에서 측정되는 항체양성율의 변동보다 농가 사이의 항체양성율의 변동이 1.5배 더 큰 것으로 확인되었다($p < 10^{-3}$, Table 7). 이 분산분석표에 나타난 농가간 및 농가내 돈군간 분산의 평균제곱(MSB 및 MSW)과 농가별 평균 검사횟수(f)인 3.2회(표준편차 1.8회)를 공식 1에 대입하여 산출한 집락내 상관계수(r)는 0.22이었으며, 이를 공식 2에 대입하여 집락내 필요 표본수를 추정한 결과 집락당 약 2두($n = 1.88$)의 표본동

Table 6. Within-farm differences of herd immunity levels of CSF according to herd type and sampling site

Difference*	Finisher				Breeder			
	Farm (%)		Abattoir (%)		Farm (%)		Abattoir (%)	
Presence	147	(5.8)	168	(14.9)	28	(4.4)	0	–
Absence	2,404	(94.2)	963	(85.1)	612	(95.6)	6	100
Total	2,551		1,131		640		6	

* At significant level of 0.05.

Table 7. Analysis of variance for between- and within-farm herd immunity level of CSF

	Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F Value	P
Between-farm	42.175	1,051	0.040 (MSB)	1.50	< 10 ⁻³
Within-farm	105.490	3,948	0.027 (MSW)		
Total	147.667	4,999			

Table 8. Weights for stratified random sampling in each sampling stratum

Strata (h)	Number of pigs in Korea (N _h)	Estimated herd immunity (P _h)	Variance (S _h)	Weights (W _h)
Finisher	5,043,022	94.1%	0.23 ²	0.886
Breeder	993,105	97.6%	0.15 ²	0.114

Table 9. Sample sizes needed for each farm and strata according to farm size*

Farm size (Number of pigs)	Number of pig sample needed in a farm		
	Total	Finisher	Breeder
1-5	all	–	–
6-7	5	4	1
8-9	6	5	1
10-12	7	6	1
13-15	8	7	1
16-18	9	8	1
19-24	10	9	1
25-30	11	10	1
31-35	12	11	1
36-45	13	12	1
46-60	14	12	2
61-80	15	13	2
81-120	16	14	2
121-220	17	15	2
221-700	18	16	2
701-	19	17	2

*Proportion of pigs with antibody to CSF (herd immunity) : 95%.
Precision : 10%.
Confidence level : 95%.

물이 필요한 것으로 계산되었다.

Table 8에는 공식 3에 의해 층화무작위추출에서의 층별 가중치 산출과 관련된 값들을 정리하였다. 우리나라에서 사육되는 번식돈 및 비육돈의 수와 번식돈과 비육돈 각각에서 2005년 측정된 항체양성율, 그리고 이 값을 근거로 추정된 분산을 이용하여 산출한 각 층의 가중치는 비육돈군에서 0.886, 번식돈군이 0.114이었다 (Table 8). 공식 4에 의하여 항체양성율을 95%라고 예상한다면 농가당 필요표본은 신뢰도 95%, 추정치의 정확도 ±10%에서는 약 19두이었다. 이를 공식 5에 의하여 농가당 사육두수에 따라 교정하고 위의 Table 8에서 추정된 가중치를 곱하여 농가의 사육규모에 따라 필요한 비육돈 및 번식돈의 표본수를 산출한 결과, 사육규모에 따라 한 농가당 필요한 표본수는 5-19두이었으며, 번식돈이 1-2두 포함되었다(Table 9).

고 찰

우리나라의 돼지콜레라 예찰체계에서는 항원검사와 더불어 집단 면역수준의 모니터링을 실시하고 있으며 이제까지는 집단면역수준을 전국, 지역별, 또는 월별로 “검사두수”에 대비한 “양성두수” 형태의 “항체양성율”로 Table 1과 같이 표현해 왔다. 그러나 이와 같은 표현은 우리나라 전체 또는 각 지역을 하나의 양돈장으로 생

각하고 우리나라 또는 지역에는 비육돈, 번식돈, 자돈이라는 돈군이 각각 한개씩 단 세 개만 존재한다고 가정할 때 성립되는 방식이다 [17]. 우리나라에서의 돼지콜레라 항체검사체계의 현실에는 다단계 추출법의 개념이 도입되어 있으며, 광역시·도를 층(stratum)으로, 그리고 각 시·도 가축방역기관을 또 다른 수준의 층으로, 그리고 시·도 가축방역기관 관할 농가를 돈군으로 간주하여 1차 표본추출단위로 선발된 농가에서 2차 추출단위로 선발된 돼지에서 채혈한다. 따라서 항체양성율은 1차적으로 농가수준에서 산출될 수 있으며, 시·도 단위의 항체양성율을 산출하고자 하는 목적이라면 각 농가의 사육규모에 맞는 적절한 가중치를 고려한 값으로 표현하는 것이 타당할 것이다.

2005년 돼지콜레라 항체검사서 비육돈의 돼지콜레라 항체양성율 분포는 농장에서 채혈했을 때가 도축장에서 채혈했을 때보다 높았으며, 동일한 농가의 돼지를 도축장에서 채혈할 때 검사에 따라 항체양성율에 유의한 차이가 있는 경우가 15%에 달하였다(Tables 5 & 6). 이와 같은 결과는 40일령과 60일령의 자돈에 예방접종을 실시하는 점과 농가 채혈 비육돈은 120일령 전후이며 도축장 출하 비육돈은 160-180일령의 돼지라는 일령의 차이, 그리고 연간 수회 전 돈군이 교체되는 비육돈의 특성이 반영되어 나타난 것으로 보인다. 현재 우리나라에서는 도축장에서 채혈하여 검사한 결과, 면역수준이 만족스럽지 못하면 해당 농가를 추적하여 농장에서 재채혈 하도록 하고 있다. 도축장 채혈, 검사결과 통보, 농장에서의 재채혈 사이에 시간 간격이 생기게 되는데 그 사이에 농가에서는 집중 스케줄에 따라 해당 일령의 돼지에게 계속 집중하기 때문에 농장의 비육돈군에서 집단면역수준이 변화되어 나타난 현상으로 유추할 수 있다.

예찰을 위하여 필요한 표본수는 기준에 따라서 산정된 값이 상당한 차이를 보인다 [11]. 우리나라에서 돼지콜레라 항체 검사를 실시하는 목적은 농가의 항체수준을 측정함과 동시에 고역가 항체를 가진 개체를 검출하는 것이다. 따라서 돼지콜레라 항체 검사시 필요한 표본수의 산출 기준을 일정수준의 항체양성율을 통계학적으로 유의한 신뢰도를 가지고 측정한다거나, 양돈장에서 돼지콜레라 바이러스에 노출되었다고 의심할 수 있는 고역가항체를 지닌 돼지의 비율(proportion)을 가정하고 고역가항체돈 1두를 검출해내기 위해 검사해야 할 표본수를 산정하는 것으로 둘 수 있다. 2005년에 항체역가 검사를 실시한 농가는 단지 328농가이었기 때문에 [3], 고역가항체를 검출하여 돼지콜레라 바이러스에 노출된 흔적을 찾으려면 이론상으로는 거의 전두수를 검사해야 하며 이는 예찰의 효율성을 감소시킨다. 상시 수행되는

혈청예찰을 통해 돼지콜레라 발생을 검출해내는 것은 불가능하다는 것을 보고한 사례가 네덜란드에서 있었다 [9]. 따라서 본 연구에서는 신뢰도가 95%이며 추정치의 정확도가 $\pm 10\%$ 일 때 농가당 예상되는 돼지콜레라의 항체수준이 95%라고 설정하고 이러한 수준을 검출해내기 위해 필요한 농가내 표본수를 산출하였다.

돼지콜레라의 전파위험 즉, 돼지콜레라 바이러스에 감염된 개체 하나에서 전염되어 감염되는 개체수의 평균을 나타내는 지표인 기초재생산율(Basic Reproduction Rate, R_0)은 자돈군에서 81, 비육돈군에서 14, 번식돈군에서는 2.9로 보고된 사례가 있음을 고려하면 [14-16], 비육돈과 번식돈에서 각각 상당히 차이가 나는 집단면역수준이 필요할 것으로 판단된다. 만일 번식돈과 비육돈을 농가내 돼지의 집락으로 간주한다면 집락내 상관계수에 따라 표본 검사시 필요한 동물의 수가 정해진다. 2005년에 시행된 항체검사결과로 산출한 집락내 상관계수를 공식 2에 적용하면 각 집락마다 2두의 표본만을 선발해도 통계학적 유의성을 보장할 수 있는 표본규모가 된다. 한 농가내에서 비육돈군과 번식돈군 각각에 대하여 표본 검사를 시행하고자 한다면 집락당 2두씩 총 4두를 검사해야 한다. 그러나 농가당 항체양성율이 80% 미만인 경우에 행정조치를 취하고 있는 우리나라 돼지콜레라 예찰시스템에서 번식돈 2두와 비육돈 2두만을 검사한 결과에 의해 과태료를 부과하는 것은 타당하지 못한 것으로 생각된다. 한편 번식돈과 비육돈을 각각의 개별적인 돈군으로 간주하여 돈군마다 필요한 표본개체수를 산정하는 경우에는 공식 4에 의하여 한 돈군당 19두를 표본으로 선발하여야 하기 때문에 비육돈과 번식돈을 사육하고 있는 농가에서는 표본동물이 38두씩 필요할 것이다. 그러나 농가 항체양성율이 95%에 이르며 농가내 변동폭보다 농가간 항체양성율 변동폭이 더 큰 우리나라 양돈 현실에서는 농가마다 38두나 되는 표본을 검사하는 것은 표본검사의 효율성을 높이는데 그다지 도움이 되지 않을 것이다. 따라서 우리나라 양돈상황에서는 번식돈, 비육돈, 자돈을 완전히 별개의 돈군으로 다루기보다는 농가 내에서 돼지 사육단계에 따른 구분으로 간주하고 농가를 1차 표본단위로, 농가내에서는 돼지의 사육단계에 따라 층화추출법을 적용하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

결론

2005년 돼지콜레라 항체검사 결과를 바탕으로 우리나라 현실에 적합한 항체검사 표본조사의 구체적 방안을 수립하기 위한 연구를 수행한 결과, 층화무작위추출법을 포함한 다단계 표본추출이 필요하며 농가당 사육두

수에 따라 약 5-19두의 표본이 필요하고 이중 번식돈을 1-2두 포함하는 것이 적합한 것을 확인하였다. 이는 현행 돼지콜레라 방역실시요령 [4]에서 권장하는 표본검사요령과 매우 유사한 표본수이며, 본 연구에서는 아울러 농장의 사육두수에 따른 표본 추출의 세부지침을 제시하여 실제 방역 사업에서 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

참고문헌

1. 농림부. 가축전염병 발생월보. 2006.
2. 농림부. 국립농산물품질관리원 농업통계정보 가축통계. 2006.
3. 농림부. 국립수의과학검역원 가축전염병대응시스템. 2006.
4. 농림부. 돼지콜레라 방역실시요령. 농림부 고시 제 2003-44호. 2006.
5. 농림부. 2006년 가축방역계획 및 실시요령. 2006.
6. 박최규, 송재영, 위성환, 이은섭, 윤하정, 문운경, 최은진, 남향미. 2002년 한국에서 발생한 돼지콜레라의 역학적 특성. 대한수의학회지 2006, **46**, 107-117.
7. 박최규, 이은섭, 윤하정, 위성환, 송재영, 문운경, 최은진, 김현수, 이주호, 안수환. 2003년 한국의 돼지콜레라 전국적 확산에 대한 기술역학. 대한수의학회지 2006, **46**, 197-206.
8. Cameron A, Gardner I, Doherr MG, Wagner B. Sampling considerations in surveys and monitoring and surveillance systems. In: Salman MD (ed.). Animal Disease Surveillance and Survey Systems: Methods and Applications. pp. 47-66, Iowa State Press, Ames, 2003.
9. Crauwels APP, Nielen M, Stegeman JA, Elbers ARW, Dijkhuizen AA, Tielen MJM. The effectiveness of routine serological surveillance: case study of the 1997 epidemic of classical swine fever in The Netherlands. Rev Sci Tech 1999, **18**, 627-637.
10. Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Sampling. In: Veterinary Epidemiologic Research. pp. 27-52, University of Prince Edward Island, Charlottetown, 2003.
11. Elbers ARW, Stegeman JA, de Jong MF, Lambers JH, de Koning R, Hunneman WA. Estimating sample sizes for a two-stage sampling survey of seroprevalence of pseudorabies virus (PRV)-infected swine at a regional level in The Netherlands. Vet Q 1995, **17**, 92-95.
12. Farver TB, Thomas C, Edson RK. An application of sampling theory in animal disease prevalence survey design. Prev Vet Med 1985, **3**, 463-473.
13. Greiser-Wilke I, Fritzemeier J, Koenen F, Vanderhallen H, Rutili D, De Mia GM, Romero L, Rosell R, Sanchez-Vizcaino JM, San Gabriel A. Molecular epidemiology of a large classical swine fever epidemic in the European Union in 1997-1998. Vet Microbiol 2000, **77**, 17-27.
14. Laevens H, Koenen F, Deluyker H, Berkvens D, de Kruif A. An experimental infection with classical swine fever virus in weaner pigs. I. Transmission of the virus, course of the disease, and antibody response. Vet Q 1998, **20**, 41-45.
15. Laevens H, Koenen F, Deluyker H, de Kruif A. Experimental infection of slaughter pigs with classical swine fever virus: transmission of the virus, course of the disease and antibody response. Vet Rec 1999, **145**, 243-248.
16. Stegeman A, Elbers ARW, Bouma A, de Smit H, de Jong MCM. Transmission of classical swine fever virus within herds during the 1997-1998 epidemic in The Netherlands. Prev Vet Med 1999, **42**, 201-218.
17. Thrusfield M. Veterinary Epidemiology. 3rd ed. pp. 46-74, Blackwell Science, Oxford, 2005.
18. Wee SH, Park CK, Jeong JM, Kim CH, Hwang IJ, Kim SJ, Yoon H, Lee ES, Nam HM, Park JY, Moon OK. Outbreaks of classical swine fever in the Republic of Korea in 2003. Vet Rec 2005, **157**, 113-115.