

## 국내 산란계의 주요 바이러스성 질병에 대한 혈청학적 모니터링 결과 및 분석

이혜림<sup>1</sup> · 김종만<sup>2</sup> · 김진형<sup>3</sup> · 김창문<sup>4</sup> · 소현희<sup>1</sup> · 이동우<sup>5</sup> · 하봉도<sup>1</sup> · 홍성철<sup>6</sup> · 모인필<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 수의과대학, <sup>2</sup>중앙백신연구소, <sup>3</sup>카길애그리퓨리나, <sup>4</sup>트루라이프, <sup>5</sup>메리알코리아, <sup>6</sup>대한제당

### Serological Survey for the Major Viral Diseases in the Layers

Hae Rim Lee<sup>1</sup>, Jong Man Kim<sup>2</sup>, Jin Hyung Kim<sup>3</sup>, Chang Moon Kim<sup>4</sup>, Hyun Hee So<sup>1</sup>,  
Dong Woo Lee<sup>5</sup>, Bong Do Ha<sup>1</sup>, Song Chol Hong<sup>6</sup> and In Pil Mo<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

<sup>2</sup>ChoongAng Vaccine Laboratories, <sup>3</sup>Cargill Agri Purina, Inc., <sup>4</sup>True Life, <sup>5</sup>Merial Korea Co., Ltd. <sup>6</sup>TS Corp.

**ABSTRACT** Serological evaluation for the poultry is important for various reasons, such as designing and assessing the vaccination program and diagnosing diseases and for this reason, serologic tests for the layer flocks have been conducted on a regular basis. Moreover, the nationwide serological survey and analysis are essential to understand the epidemiological status of national poultry industry. In this sense, the study was conducted to evaluate the immune status of the layer flocks with the sera submitted to Avian Disease Laboratory, Chungbuk National University in 2009, and several important viral diseases were selected for evaluation including low pathogenic avian influenza (LPAI), Newcastle disease (ND), infectious bronchitis (IB) and avian metapneumovirus (aMPV). For LPAI and ND, the age-related patterns of geometric mean titer (GMT) changes were similar but there were differences in the flock positive rate and the level of GMT due to the different vaccination policy. In the case of IB, the values of GMT showed that the field infection was more prevalent than expected. For aMPV, positive birds in a flock increased as the layers got older, which reflected the course of field infection because vaccination against aMPV was not allowed in 2009. From this study, the immune status for the main viral diseases in layers became more clarified but this information was limited because of only one year study. Therefore, serological survey needs to be conducted on a yearly basis and furthermore include broilers and breeders for a better understanding of the health status in the national poultry industry.

(Key words : serological evaluation, layer flocks, immune status)

## 서 론

최근 양계 사육 가구수의 감소 및 사육 두수의 증가로 인해 양계의 밀집 사육은 심화되고 있으며, 이렇게 밀집된 환경에서 사육되는 닭은 전염성 질병에 취약할 수 있다. 그러므로 각종 질병에 대한 계군의 면역 상태를 평가, 진단하는 것은 현대 양계에 있어서 매우 중요하다. 지속적으로 계군의 면역 상태를 모니터링함으로써 질병을 조기 진단할 수 있으며, 다양한 질병에 대한 백신 접종 프로그램을 평가할 수 있다는 점에서 혈청 검사는 과거부터 광범위하게 수행되어 왔다. 이러한 혈청 검사는 사육 기간이 긴 종계뿐 아니라 산란계에서도 필요하다.

산란계에 있어서 주요한 전염성 질병들은 산란율에 영향

을 미치는 질병들이며, 이들 질병에 대한 혈청학적 모니터링은 질병의 예방 및 진단을 하기 위하여 중요하다. 이러한 산란율 감소를 유발하는 바이러스성 질병으로는 저병원성 조류 인플루엔자(low pathogenic avian influenza: LPAI), 뉴캐슬병(newcastle disease: ND), 전염성 기관지염(infectious bronchitis: IB), 산란저하증후군'76(egg drop syndrome'76: EDS'76), 조류 메타뉴모바이러스(avian metapneumovirus: aMPV) 감염증 등이 있다. 이 질병들은 산란율 감소가 경제적 피해를 일으키는 가장 큰 요소이며, EDS'76을 제외하고 모두 호흡기 감염을 통하여 호흡기 증상을 유발하고(최강석, 2010; Horimoto and Kaqaoka, 2001; Mo et al., 2003; Saif, 2008), 현재 aMPV 외의 위의 모든 질병에 대한 백신 접종을 실시하고 있다. 따라서 위의 질병에 대한 혈청 검사를 통해 백신 역가가 야외

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : moip@cju.ac.kr

감염을 방어할 수 있는 수준으로 형성되어 있는 지를 평가할 수 있으며, 각 질병의 특성에 따라 질병이 발생할 수 있는 시기에 혈청 검사를 하여 야외 감염을 조기에 진단할 수 있다.

산란율과 관련된 질병들과 더불어 질병에 대한 방어와 밀접한 연관이 있는 면역계에 영향을 주는 질병의 혈청 모니터링도 중요하다. 닭의 면역력에 관련된 질병으로 전염성 F 낭병(Infectious bursal disease: IBD)과 닭 전염성 빈혈증(chicken infectious anemia: CIA)이 있다. 이들 질병의 야외 감염 감수성 시기는 IBD가 3~6주, CIA가 3주령 이하이기 때문에 실제 산란기에서는 임상 증상을 발현시키지 않지만, 궁극적으로 면역 기관의 기능에 영향을 미쳐, 백신의 효과를 저하시킨다(Kibenge et al., 1988). 그리고 IBD는 생독 백신이 모체 이행항체의 간섭을 받기 때문에, 어린 일령에서의 IBD에 대한 항체 수준을 파악하는 것이 백신 프로그램을 작성할 때에 필요하다(Berg and Meulemans, 1991; Hair-Bejo et al., 2004; Naqi et al., 1983). 또한 CIA에 SPF 닭이 감염될 경우, 감염 시점은 대개 산란 개시 시점 혹은 그 이후이므로 감염 시기에 생산된 계란은 CIAV에 오염되어 SPF 산업 및 SPF 계란을 이용하는 백신 산업에 막대한 피해를 끼친다는 점에서 이 질병의 모니터링은 매우 중요하다(Miller and Schat, 2004).

외국 양계 산업에 있어서 산란계에 대한 혈청 검사는 특정 계군을 대상으로 한 조사와 질병 발생에 대한 역학 조사로 구분할 수 있으며, 산란계에서의 혈청학적 역학 조사는 대부분 특정 질병에 한정되어 수행되어 왔다. 국내를 포함한 아시아 지역에서 유행하고 있는 H9N2형 LPAI(Alexander, 2007)에 대한 혈청학적 조사는 산란계에서 산란율 하락 등의 임상 증상이 발현되었을 경우, 원인을 규명하기 위하여 H9형 LPAI에 대한 항체 역가를 측정하였거나 주령에 따른 역가 분포를 보고한 바 있다(Naem et al., 2003; Numan et al., 2005a). ND의 경우에도 주령별 역가 수준을 측정하여 보고한 바 있다(Kite et al., 2007; Numan et al., 2005b). 이 외에도 혈청 검사는 다양한 질병에서 수행되어 왔으며, 예를 들어 산란계에서 여러 혈청형의 IB 바이러스에 대한 항체가 조사(Ahmed, 2007; Dergham, 2009), aMPV의 야외 감염률의 제시(Toro, 1998), 계종별, 지역별로 EDS'76에 대한 양성률 조사(Badar, 2006), 혈청 검사를 통한 CIA의 야외 감염 확인(Owoade et al., 2004; Toro et al., 2006) 등에 관한 보고가 있었다.

국내 양계 산업에서의 혈청 검사는 대부분 종계의 혈청 결과 보고이며(권용국 등, 2010; 김순재 등, 1980; 김애란 등, 2006; 성환우 등, 1993; 송윤경 등, 2009), 그 중에서도 살모넬라증, 마이코플라즈마 감염증 등 난계대 질병에 초점이 맞추어져

있었다. 산란계의 경우에는, 특정 질병에 대한 연구에서 양계 산업을 구성하는 일부로서 언급하거나(Lee et al., 2003; Woo and Park, 2008), 산란계에 대한 집중 조사에서도 항체 검사는 역가의 변동보다는 양성, 음성을 언급하는 정도였다(김순태 등, 2003; 김정은 등, 2007; 이정원 등, 2005; Pak, 2009). 따라서 국내 양계 산업에서 높은 비중을 차지하고 있는 산란계 계군에 대해서 여러 질병, 특히 산란에 영향을 주는 질병에 대한 광범위하고 지속적인 혈청학적 모니터링 조사가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 2009년 한 해 동안 충북대학교 수의과대학 조류질병학실험실에 의뢰된 혈청에 대한 검사 결과 중 산란계의 혈청 검사 성적을 산란계의 성장 단계 및 산란기 단계에 따라 주령 구간을 나누어 분석하였으며, 분석 대상 질병은 LPAI, ND, IB, EDS'76, aMPV, IBD, CIA로 한정하였다.

본 연구의 목적은 산란계의 주요 질병에 대한 혈청 검사 성적 분석을 통해 국내 산란계의 면역 수준 및 질병에 대한 감염 실태를 파악하고, 백신 프로그램에 따른 혈청 역가의 변화를 분석하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 1. 검사 대상 혈청

충북대학교 수의과대학 조류질병학실험실에 2009년 1월부터 2009년 12월까지 12개월 동안 병성 감정을 위해 혈청 검사가 의뢰된 총 985계군, 8,719검사 건수 중 산란계 616계군, 5,385검사 건수의 혈청 검사 자료를 분석한 결과이다. 검사 대상 혈청은 지속적인 혈청 역가 모니터링을 위해서 혹은 임상 증상이 발현되었을 때에 질병 진단을 위해 본 실험실에 의뢰된 것이며, 그렇기 때문에 검사를 의뢰한 목적에 따라 검사 항목은 계군마다 다양하다. 접수된 혈청은 농장, 계군 정보, 기존 혈청 성적, 백신 내역 등이 포함되어 있다. 혈청 성적을 분석하기 위해 모체이행항체기 및 성장 단계를 고려하여 임의적으로 주령 구간을 나누었는데, 0~10일령(0~1.5주령) 구간은 모체이행항체기, 1.5~3주령 구간은 모체이행항체 소실기, 3~10주령 구간은 육성기, 10~22주령 구간은 육성기와 시산기, 22~40주령은 산란 적기, 그 이후의 산란 후기인 40~60주령 구간과 60~ 주령 구간이다. 또한, 일부 질병에 대해서는 백신에 의한 기준 역가를 제시하기 위하여 야외 감염이 없었고, 지속적인 모니터링을 하였던 농장의 계군 검사 성적을 함께 제시하여, 본 혈청학적 모니터링 결과와 비교하였다.

2. 혈구 응집 억제 반응(Haemagglutination Inhibition Test, HI)

HI를 이용한 질병은 AI, ND, EDS '76이며, V-shaped 96-well microplate를 이용하여 0.01M phosphate buffered saline으로 혈청을 2진 단계희석하였으며, 1% 닭 적혈구에 대하여 혈구 응집을 억제하는 최고 희석 배수의 역수를 log2 값을 취하여 혈청 역가로 판정하였다. HI 검사에 사용한 AI, ND 항원은 포르말린으로 불활화한 요막액을 4 HA unit으로 희석한 것이며, AI의 항원은 H9N2 국내 분리주인 A/CK/Kor/01310/2001, ND의 항원은 백신주인 La Sota이고, EDS'76 항원은 상품화된 산란 저하증 진단액 적혈구 응집용 항원(대성미생물연구소, 경기도)을 사용하였다.

3. 효소면역법(Enzyme-linked Immunosorbent Assay, ELISA)

ELISA를 이용하여 검사한 질병은 IB, aMPV, IBD, CIA이며, 이 질병들은 모두 IDEXX 사(Maine 주, 미국)의 ELISA 키트를 사용하였으며, 검사 방법은 제조사의 실험법을 따랐다.

4. 통계

한 계군 당 10.6±5.8 점의 혈청으로 검사를 수행하였으며, 각 계군의 기하 평균 역가(geometric mean titer, GMT), 표준 편차(standard deviation, SD), 변이계수(coefficient of variation, CV)를 바탕으로 혈청 역가를 분석하였다. 한 질병에 대한 주령 구간별 통계값은 각 계군의 혈청 성적의 기하 평균이다. CV 값은 산술 평균 역가를 SD로 나눈 통계값에 100을 곱하여 %로 표시하였으며, CV 값은 서로 다른 방식으로 혈청검사를 하거나 ELISA 키트로 검사하였어도 역가를 환산하는 방식이 다른 여러 질병에 대한 혈청 검사 성적을 비교하는데 유용한 통계값이다(Reed et al., 2002).

결 과

전체 질병에 관한 혈청검사 결과를 Table 1과 Table 2에 정리하였다. Table 1에서는 주령 구간별로 각 질병에 대하여, 검사한 전체 계군 수에 대한 양성 계군 수를 비율과 백분율(%)로 나타내었다. 여기에서 질병마다 검사한 계군 수가 다른 것은 혈청 검사를 의뢰한 계군의 특성, 즉 일령 및 검사 목적인 질병 감염 확인, 백신 역가 측정, 정기 검사 등에 따라 검사 항목이 다양하기 때문이다. Table 2에서는 각 질병에 대하여 검사한 결과값의 GMT, SD, CV를 각 주령 구간별로 평균값을

제시하였으며, 질병 별 특성은 아래에서 기술하고자 한다.

1. 저병원성 조류인플루엔자(LPAI)

LPAI에 대해서는 혈청 검사 결과를 해석하는 데에 기준을 마련하기 위하여, 사육 기간 중 LPAI 바이러스에 대한 야외 감염이 관찰되지 않은 상태에서 지속적인 혈청검사가 이루어진 G 농장(경기도, 광주)의 9계군에 대한 결과를 정리하였다(Fig. 1). 9계군의 성적은 매 계군마다 일정한 간격으로 의뢰된 것이 아니고, 계군 별로 특정 시기에 의뢰되었기 때문에 9계군의 성적을 Fig. 1에 모두 표시하였다. 9계군의 총 의뢰된 검사 회수는 32회 LPAI 백신을 계군의 면역 상태에 따라 10~13주령의 기간 내에서 1회 실시하였다. 검사 전 기간 동안 LPAI의 HI GMT 값의 분포는 1에서 7사이였으며, 산란이 시작된 150일령 이후에는 대부분 GMT 값이 4 이상에서 형성되고 있었다. 이때 CV 값은 40 이내, SD 값은 2 이내에 분포하고 있었다.

본 연구의 조사 대상인 산란계 농장들의 검사 결과를 보면, AI 모체이행항체 양성 계군은 전체 검사 대상 28계군 중 11계군으로 40%로 조사되었다. 이후 계군 항체 양성률은 1.5~3주령 구간에서 33%, 3~10주령 구간에서는 12.5%로 감소하다가 다시 증가하여 10~22주령 구간에서는 24%, 22~40주령 구간에는 83%로 높은 양성률이 형성되었으며, 40~60주령 구간에 60% 일시 감소 후, 60주령 이후 구간부터는 다시 86%로 증가하였다(Table 1).

혈청 역가의 분석을 위하여 항체 양성 계군 만의 GMT 값의

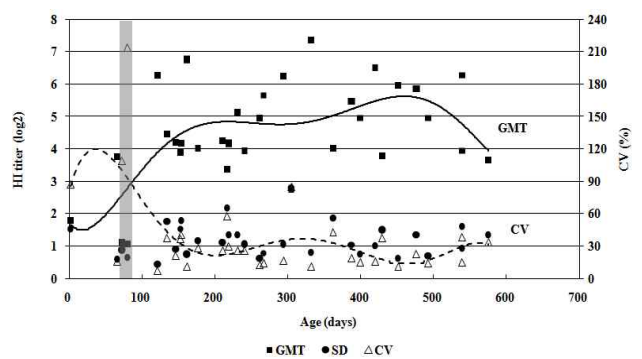


Fig. 1. The age-related distribution of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against low-pathogenic avian influenza (LPAI) virus in the sera of the 9 layer flocks in the farm G monitored through January to December 2009. Lines correspond to the means of GMT and CV for flocks. Vaccination for LPAI was done one time during the shadowed period to each flock.

**Table 1.** Comparison of age-related flock positive rate against the selected viral diseases for layer flocks monitored during 2009.

Diseases	No. flock positive <sup>a</sup> /no. flock tested (%)						
	0~1.5 wks <sup>b</sup>	1.5~3 wks	3~10 wks	10~22 wks	22~40 wks	40~60 wks	Over 60 wks
AI <sup>1</sup>	11/28 (39.3)	3/9 (33.3)	8/64 (12.5)	85/352 (24.0)	333/403 (82.6)	138/238 (58.0)	110/128 (85.9)
ND <sup>2</sup>	28/28 (100)	9/9 (100)	63/64 (98.4)	352/352 (100)	401/401 (100)	234/234 (100)	128/128 (100)
IB <sup>3</sup>	8/9 (88.9)	4/5 (80.0)	45/55 (81.8)	274/277 (98.9)	315/316 (99.7)	157/157 (100)	83/83 (100)
EDS'76 <sup>4</sup>	0/0	0/0	0/0	26/31 (83.8)	15/17 (88.2)	6/9 (66.7)	5/6 (83.3)
aMPV <sup>5</sup>	0/0	0/0	1/5 (20.0)	43/77 (55.8)	70/93 (75.3)	31/31 (100)	10/14 (71.4)
IBD <sup>6</sup>	6/6 (100)	0/0	1/2 (50.0)	6/6 (100)	7/7 (100)	9/9 (100)	2/2 (100)
CIA <sup>7</sup>	0/1 (0)	0/1 (0)	1/1 (100)	4/7 (57.4)	4/9 (44.4)	6/9 (66.7)	0/0

<sup>1</sup>Avian influenza, <sup>2</sup>Newcastle disease, <sup>3</sup>Infectious bronchitis, <sup>4</sup>Egg drop syndrome '76, <sup>5</sup>Avian metapneumovirus infection, <sup>6</sup>Infectious bursal disease, <sup>7</sup>Chicken infectious anemia.

<sup>a</sup>The number of positive birds in a flock is one or more, <sup>b</sup>The age range in weeks old.

변화를 살펴보았다(Table 2, Fig. 2). 평균 모체이행항체 수준은 2.4에 표준편차 1.1이며, CV는 62%로 넓은 역가 분포를 형성하고 있었다. 이후 GMT 값은 모체이행항체가 소실되는

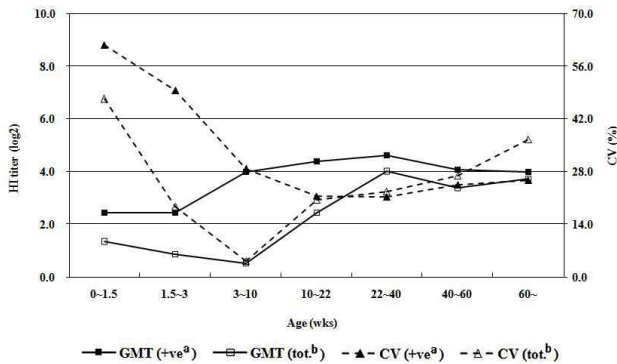
시기인 3주령까지 감소하였다가 이후 증가하여 3~10주령 구간부터는 평균 4~4.6 사이로 일정한 분포를 유지하였으며, CV 값도 20%대를 유지하였다.

**Table 2.** Comparison of serological test results against the selected viral diseases for layer flocks monitored during 2009.

Diseases	Geometric mean titer ± Standard Deviation(Coefficient of variation)							
	0~1.5 wks <sup>c</sup>	1.5~3 wks	3~10 wks	10~22 wks	22~40 wks	40~60 wks	Over 60 wks	
AI <sup>1</sup>	Positive flock <sup>a</sup>	2.4 ± 1.1 (61.6)	2.4 ± 1.2 (49.5)	4.0 ± 1.2 (28.8)	4.4 ± 1.0 (21.6)	4.6 ± 1.0 (21.2)	4.1 ± 1.0 (24.5)	4.0 ± 1.0 (25.6)
	Total flock <sup>b</sup>	1.3 ± 0.5 (47.4)	0.9 ± 0.4 (18.6)	0.5 ± 0.2 (4.2)	2.4 ± 0.6 (20.5)	4.0 ± 0.9 (22.6)	3.4 ± 0.9 (27.0)	3.7 ± 1.0 (36.6)
ND <sup>2</sup>	6.1 ± 0.9 (14.9)	4.1 ± 1.0 (24.8)	5.5 ± 1.3 (23.1)	7.5 ± 1.0 (13.2)	8.1 ± 1.0 (13.0)	7.7 ± 0.9 (12.2)	7.9 ± 0.9 (11.3)	
IB <sup>3</sup>	3,985 ± 2,403 (41.5)	1,207 ± 1,180 (60.3)	1,181 ± 847 (53.4)	5,051 ± 1,855 (41.5)	6,738 ± 2,095 (31.3)	6,696 ± 2,120 (31.5)	6,682 ± 2,266 (34.0)	
EDS'76 <sup>4</sup>	Positive flock <sup>a</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	4.4 ± 1.2 (26.8)	4.9 ± 1.0 (21.8)	4.2 ± 1.2 (27.3)	6.0 ± 1.4 (22.6)
	Total flock <sup>b</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	4.1 ± 1.1 (26.0)	4.6 ± 0.9 (20.0)	2.9 ± 0.9 (30.8)	5.1 ± 1.4 (25.3)
aMPV <sup>5</sup>	— <sup>d</sup>	— <sup>d</sup>	128 ± 216 (144)	1,687 ± 1,871 (102)	1,861 ± 2,947 (89.0)	7,253 ± 4,971 (67.0)	4,727 ± 5,864 (96.0)	
IBD <sup>6</sup>	4,282 ± 2,231 (36.9)	— <sup>d</sup>	1,010 ± 487 (43.2)	7,299 ± 1,707 (20.0)	8,890 ± 1,374 (15.1)	6,898 ± 182 (24.6)	6,730 ± 1,686 (24.2)	
CIA <sup>7</sup>	1.19 ± 0.10 (8.64)	1.05 ± 0.09 (9.11)	0.14 ± 0.13 (72.1)	0.43 ± 0.19 (65.8)	0.56 ± 0.57 (68.3)	0.36 ± 0.22 (99.8)	— <sup>d</sup>	

<sup>1</sup>Avian influenza, <sup>2</sup>Newcastle disease, <sup>3</sup>Infectious bronchitis, <sup>4</sup>Egg drop syndrome '76, <sup>5</sup>Avian metapneumovirus infection, <sup>6</sup>Infectious bursal disease, <sup>7</sup>Chicken infectious anemia.

<sup>a</sup>Positive flock for each disease. The positive flock is the number of positive birds in a flock is one or more, <sup>b</sup>Total flocks tested, <sup>c</sup>The age range in weeks old, <sup>d</sup>Tests not done.



**Fig. 2.** The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against low-pathogenic avian influenza virus (H9N2) in the sera of the layer flocks monitored in this study through January to December 2009.

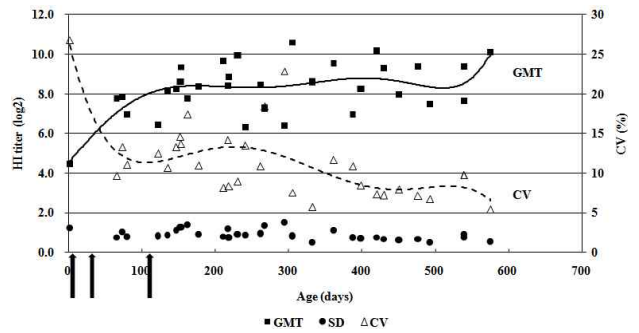
<sup>a</sup>Positive flock for AI.

<sup>b</sup>Total flocks tested.

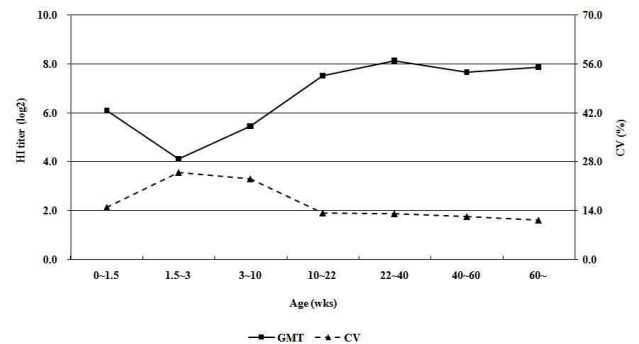
2. 뉴캐슬병(ND)

산란계 농장의 ND 항체 역가 변화 분석에 있어서도 AI 역가 분석과 마찬가지로 외부 ND 바이러스의 감염 여부를 농장 별로 확인할 수 없기 때문에, 백신 프로그램(3일령 혹은 4일령, 32일령, 120일령에 총 3회 오일 백신)에 따라 명확하게 백신을 접종하였으며, ND 아의 감염의 병력이 없었던 G 농장(경기도, 광주)의 9계군에 대한 ND 항체 변화를 분석하여 이를 일반적인 ND 백신 접종 후의 역가 기준으로 선정하였다. G 농장의 경우 일령이 증가할수록 GMT 값은 100일령까지 빠르게 증가하지만 CV는 반대로 감소하는 경향을 보였다. 이는 백신에 의해 혈청 역가가 높은 수준으로 균일하게 형성되는 것임을 보여주는 것이다. G 농장 계군의 평균 역가는 100일령을 전후로 해서 HI 역가 8 이상의 높은 수준으로 상승하였으며, 이후 지속적으로 높게 유지하고 있었다(Fig. 3).

본 조사 대상 계군에 있어서 ND 항체는 전 주령 구간에서 검출되었으며, 3~10주령 구간의 계군 양성률 98.4%를 제외한 모든 주령 구간에서 100%의 계군 양성률을 나타내었다. 모체이행항체 수준은 GMT 6.1, CV 14.9이며, 1.5~3주령 구간에서 GMT 값이 4.1로 낮아졌으나 이후 증가하여, 22~40주령 구간에서 최고 GMT 값인 8.1까지 상승하였다. 40주령 이후부터 GMT 값은 7.7에서 7.9을 유지하였으며, CV도 11.3에서 13.2로서 높은 수준의 역가와 함께 균일한 분포를 보여주었으며(Table 2, Fig. 4), 기준으로 삼은 G 농장과 비슷한 경향을 보여주었다.



**Fig. 3.** The age-related distribution of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against Newcastle disease (ND) virus in the sera of the 9 layer flocks in the farm G monitored through January to December 2009. Lines correspond to the means of GMT and CV for flocks. Killed-in-oil vaccination for ND was done three times at the point of closed arrows. Live vaccination was applied many times through the life span of chickens.



**Fig. 4.** The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against Newcastle disease virus in the sera of the layer flocks monitored in this study through January to December 2009.

3. 전염성 기관지염(IB)

IB는 여러 혈청형이 존재하기 때문에 본 조사실험에서는 여러 혈청형을 동시에 검출할 수 있는 간접 ELISA 방식의 ELISA 키트(IDEXX, 미국)를 사용하였으며, 개별 양성 역가의 기준은 제조사의 설명에 따라 ELISA 역가 396 이상으로 하였다. 양성 계군의 판정은 계군의 GMT가 396 이상일 경우 양성으로 판정하였다. 검사 대상 계군의 혈청 중 양성 역가가 1개 이상 존재하면 항체 양성 계군으로 판정도 가능하지만 혈청 검사 과정에서 발생하는 오차를 고려하여 계군의 GMT로 양성 계군을 판정하였다.

앞에서 분석한 AI 및 ND와 마찬가지로 IB 역가의 정확한

분석을 위하여 일반적인 IB 백신을 접종한 농장 중 사육 기간 동안 혈청 역가 및 임상 증상으로부터 IB 감염이 없었다고 인정되는 G 농장(전남, 화순)의 2 계군의 역가 변화를 추적하였다(Fig. 5). 2 계군은 육추·육성기에 한 계군이었던 것을 중추 이동하여 두 개 동에 나누어 사육한 것이고, G 농장의 IB에 대한 백신 프로그램은 8일령과 6, 12주령의 총 3회의 오일 백신 접종과 6주령 이전의 3회에 걸친 생독 백신 접종이었다. 그 결과, 모체이행항체 역가가 7,000 수준이었던 것이 12주령 때 가장 낮은 3,300 수준으로 떨어졌으며, 이후 18~22주령에 최고 역가를 기록한 뒤 25주령 이후 산란기 동안 GMT 4,000~5,000 수준을 유지하였다.

본 연구의 조사 대상인 농장들의 IB 항체 역가의 변화를 파악하고자 주령 구간별 계군 양성률의 변화를 살펴보았다(Table 1). 모체이행항체를 반영하는 0~1.5주령 구간에서는 89%, 모체이행항체가 소실되는 시기인 1.5~3주령 구간은 80%였으며, 백신 접종이 이루어져 역가가 형성되는 시기인 3~10주령 구간에서 82%로 상승하여, 10~22주령 구간과 22~40주령 구간에서 99~100% 양성률을 기록한 후 40주령 이후는 100%의 양성률을 보였다.

본 연구의 조사 대상 농장의 산란계 계군의 GMT 값의 변화는 다음과 같다. 모체이행항체의 GMT 값은 약 4,000이었으며 이후 1.5~3주령 구간에서 1,207, 3~10주령에서는 1,181으로 낮은 수준을 유지하다가 10~22주령 구간에서 5,051, 22~40주령 구간에서 6,736로 증가하여 이후에는 비슷한 수준의 GMT를 유지하였다(Table 2, Fig. 6). 이 값은 기준으로 삼은 G 농장의 결과보다 약 1,000~2,000 정도 높은 수준이

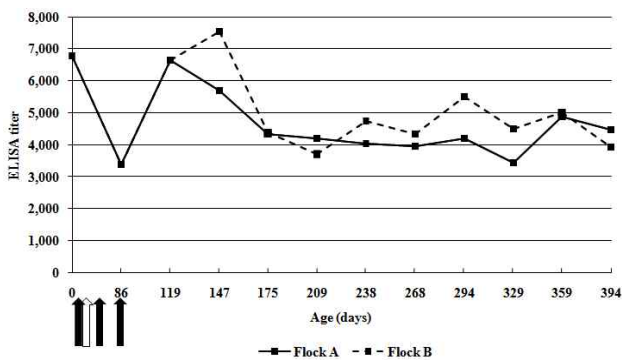


Fig. 5. The changes of geometric mean titer (GMT) of the specific antibody against infectious bronchitis (IB) virus in the sera of the 2 layer flocks in the farm G monitored through January to December 2009. Closed arrows mean the time of killed-in-oil vaccination and open arrow means the three times of live spray vaccination for IB.

었다. 반면, CV 값은 GMT의 변화와 음의 상관관계를 나타내었다( $R^2=0.65$ ). 또한, IB의 개체 역가를 일령에 따라 나타낸 Fig. 7을 보았을 때에, 야외 감염으로 의심할 수 있는 12,000 이상의 역가를 지닌 개체는 대부분 10주령 이후부터 산란기 동안 지속적으로 검출되고 있음을 확인할 수 있었다 (Fig. 7).

4. 산란저하증후군 '76(EDS'76)

EDS'76에 대한 항체 검사는 주로 백신 접종 후의 역가 검사나 산란 저하 등의 임상 증상이 관찰되었을 때 의뢰되는 경우가 많아, 본 연구 조사에서는 10~22주령 구간 이후부터 분석이 가능하였다. 주령 구간별 계군 양성률을 보면 10~22주령 구간은 84%, 22~40주령 구간은 88%, 40~60주령 구간은 67%이고, 60주령 이후 구간은 83%로 40~60주령 구간에 잠시 감소한 것을 제외하면 전 주령 구간에서 80% 대의 양성률을 보여 주었다(Table 1).

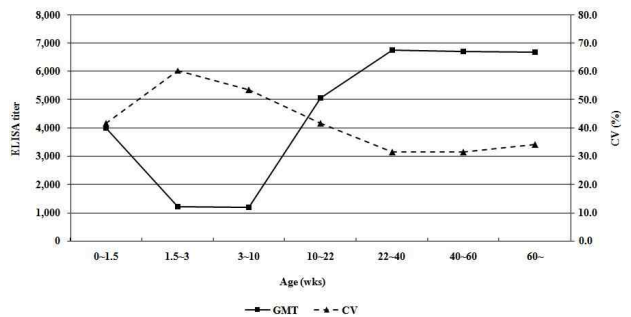


Fig. 6. The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against infectious bronchitis virus in the sera of the layer flocks monitored in this study from January to December 2009.

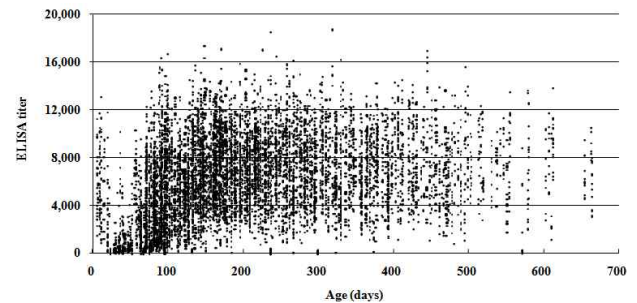


Fig. 7. The ELISA titers for the individual birds and the titers were for the specific antibodies against infectious bronchitis virus in the sera of the layer flocks monitored in this study from January to December 2009.

양성 계군에 대한 주령 구간별 GMT는 10~22주령 구간 4.4에서 22~40주령 구간에 4.9로 증가하였다가 40~60주령 구간에 4.2로 감소한 뒤, 60주령 이후 구간에 6.0으로 상승하였다. 이는 주령 구간별 계군 양성률과 거의 일치하는 형태이었다. CV는 전 구간에서 대부분 20% 대에 머물러 균일한 역가 분포를 보였다(Table 2, Fig. 8).

5. 조류 메타뉴모바이러스 감염증(aMPV)

aMPV는 간접 ELISA 방식의 ELISA 키트(IDEXX, USA)를 이용하였으며, 제조사의 설명에 따라 ELISA 역가가 396 이상인 경우를 양성으로 판정하였으며, 양성 계군의 경우는 IB와 마찬가지로 계군의 GMT가 양성인 경우를 양성 계군으로 판정하였다. aMPV의 경우, 본 연구의 분석 시기인 2009년에 백신 접종이 허가되지 않았기 때문에 항체가 반전이 된 경우는 모두 야외 감염으로 판단하였다. 따라서 aMPV 검사에서 계군 양성률을 파악한다는 것은 매우 중요하다. aMPV 계군 양성률의 변화는 3~10주령 구간의 20%, 이후 꾸준히 증가하여 40~60주령 구간에 100%의 계군 양성률을 보이다가, 60주령 구간 이후는 71%로 관찰되었다(Table 1).

aMPV의 ELISA GMT 및 CV 값의 주령 구간별 변화는 Table 2와 Fig. 9에 정리하였다. GMT 값의 변화는 aMPV의 계군 양성률의 변화와 비슷한 양상을 보였고, CV 값은 GMT의 경향과 반대로 변화하였다. aMPV 역가에 대한 CV 값은 전 주령 구간에 걸쳐 매우 높은 특징이 있었다.

한 계군 내에서 개체 양성률을 나타낸 Fig. 10에서는 일령이 지남에 따라 aMPV의 감염이 개체 수준에서 어떻게 진행되는 지를 나타내었다. 개체 감염률을 보면, 50일령 이전

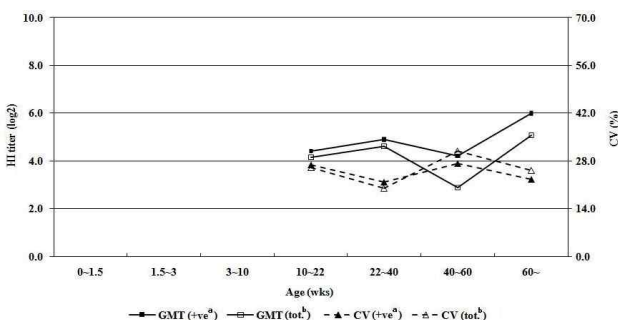


Fig. 8. The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against Egg Drop Syndrome '76 virus in the sera of the layer flocks monitored in this study from January to December 2009. <sup>a</sup>Positive flock for EDS'76. <sup>b</sup>Total flocks tested.

에 검사한 2계군의 경우, 계군, 개체 모두 음성이었으나 68일령의 한 계군의 일부 개체에서 양성 역가가 검출되기 시작하였다. 이후 10~22주령 구간에서는 개체 양성률이 0%인 계군과 개체 양성률이 100%인 계군이 비슷한 수준으로 분포하였으며, 22~40주령 구간에서는 개체 양성률이 0%인 계군의 비율은 줄어들고 개체 양성률이 100%인 계군이 점차 증가하기 시작하여 이후 음성 계군이 사라지는 경향을 보였다.

6. 전염성 F낭병(IBD)

IBD는 간접 ELISA 방식의 ELISA 키트(IDEXX, USA)를 이용하였으며, 제조사의 설명에 따라 ELISA 역가가 396 이상인 경우를 양성으로 판정하였다. 계군 양성률은 IBD 검사를 위해 의뢰된 2009년도에의 모든 계군 중 3~10주령의 한 계군을 제외하고 모두 ELISA 양성이었다. IBD의 GMT는 모체 이행항체에 4,282를 기록한 후, 3~10주령의 한 계군인 36

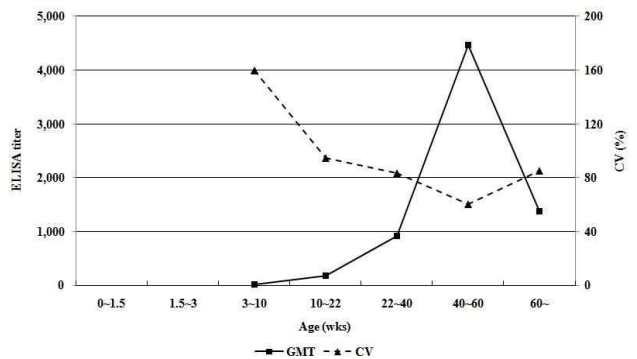


Fig. 9. The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against avian metapneumovirus in the sera of the layer flocks monitored in this study from January to December 2009.

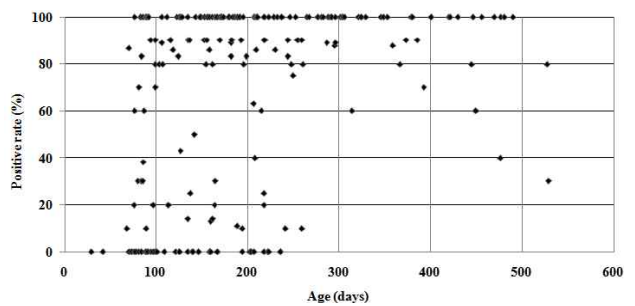
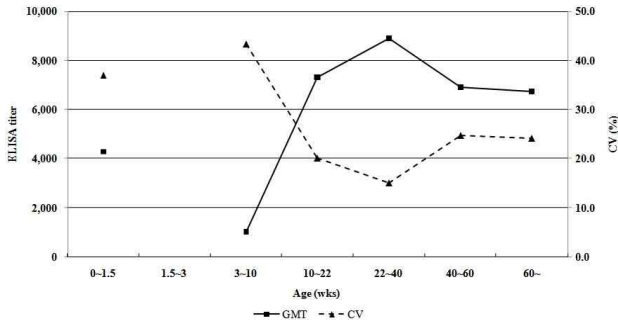


Fig. 10. The positive bird rates in a flock for avian metapneumovirus in the layers monitored in this study from January to December 2009.



**Fig. 11.** The changes of geometric mean titer (GMT) and coefficient of variation (CV) of the specific antibody against infectious bursal disease virus in the sera of the layer flocks monitored in this study from January to December 2009.

일령 계군에서 GMT 117인 것을 제외하고는 대부분 GMT가 6,000 이상으로 높은 수준을 유지하였으며, CV 값은 모체이행 항체의 37% 이후로는 20% 대 혹은 그 이하로서 계군의 혈청 역가가 균일하게 분포하는 특징을 관찰할 수 있었다(Table 2, Fig. 11). 모체이행항체 양성 계군 중 2계군은 개체 양성률이 90%이었으며, 음성인 개체의 역가는 1로 양성 개체의 역가와 큰 차이를 보여주었다.

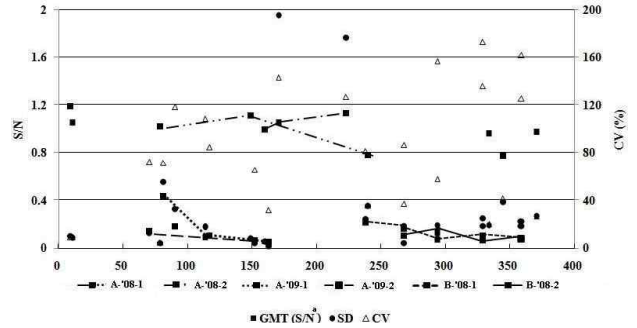
7. 닭 전염성빈혈증(CIA)

CIA는 경합적 ELISA 방식의 ELISA 키트(IDEXX, 미국)로 혈청을 검사하였으며, S/N 비의 값이 0.6 이하일 경우 양성으로 판정하였다. S/N 비란, 음성 대조액 흡광도에 대한 시료 흡광도의 비율이며, 경합적 ELISA 방식에서는 혈청 내에 CIAV에 대한 특이 항체가 많이 존재할수록 S/N 비가 낮아지게 된다.

CIA 대상은 모체이행항체를 검사하기 위한 SPF 2계군과 산란계 4농장의 13계군이였다. SPF 2계군은 모두 음성의 역가를 나타내었으며, 2회 이상의 검사가 이루어졌던 계군 중 CIA 양성 계군은 검사 기간 동안 양성 역가를 유지하는 반면, 음성 계군은 음성 역가를 보이는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 12). 음성 계군은 모두 한 농장의 계군으로 백신하지 않은 계군이었고, 양성인 계군은 백신을 실시한 2 계군과 백신 하지 않은 6 계군이였다.

고 찰

본 연구는 2009년 한해 동안 충북대학교 조류질병학실험



**Fig. 12.** The age-related distribution of geometric mean (GM), standard deviation (SD), and coefficient of variation (CV) for S/N value of the specific antibody against chicken infectious anemia virus (CIAV) in the sera of layer flocks monitored in this study from January to December 2009. The lines showed the changes in the GMT of CIAV for 6 continuously monitored flocks of farm A and farm B. <sup>a</sup>Sample to negative ratio.

실에 의뢰된 가검물 중 산란계 혈청을 선정하여 주요 바이러스성 질병에 대한 혈청학적 변화를 분석하였다. 분석은 각 주요 질병에 대하여 독립적으로 실시하였으며, 검사 결과는 산란계의 사육 단계에 따라 주령 구간을 나누어 계군 양성률의 변화와 혈청 검사 결과에 대한 통계값의 변화를 CIA를 제외한 모든 질병에 적용하였고, 그 외에 질병의 특성에 따라 다양한 방법으로 혈청 검사 결과를 분석하였다. 각 질병마다 주령 구간별로 의뢰된 계군의 수를 통해 해당 주령 구간에서 주요하게 다루는 질병 및 야외 감염이 의심되는 질병을 파악할 수 있었다. 아래는 각 질병에 대한 분석 내용이다.

AI와 ND는 혈청 역가의 변동 경향이 유사하나, ND의 GMT가 AI의 GMT보다 전 주령 구간에 걸쳐 GMT 3(log2) 정도 높게 형성되어 있으며, 계군 양성률도 AI와 달리 거의 100%에 가깝게 형성되어 있었다. 이러한 두 질병에 대한 역가 수준과 분포의 차이는 두 질병에 대한 국내 백신 접종 프로그램 차이에 의한 것으로 판단된다. AI에 대한 백신 접종은 2007년이 되어서야 허가되었기 때문에 아직도 AI에 대한 백신 미접종 계군이 존재하며, 생독 백신이 개발되어 있지 않아 사독 백신 접종만 산란 전에 1 내지 2회 이루어지고 있는 실정이다. 반면에 ND의 경우는 뉴캐슬병 방역 실시 요령(2005) 등의 강력한 국가 방역 정책에 의해 부화장에서의 생독 백신 접종 및 농장에서의 주기적인 생독 백신과 사독 백신의 접종이 이루어지고 있으며, 이러한 ND에 대해 높은 혈청 역가 수준을 지속적으로 유지하는 경향은 국내와 국외에



서 보고된 바 있다(Stone et al., 1981; 성환우 등, 1993; 송창선 등, 2000). 또한, AI의 경우, 병원성이 강한 ND와는 달리 국내 유행하고 있는 바이러스가 병원성이 약한 LPAI 바이러스로서 전파, 바이러스 배출 등의 바이러스의 병원성과 관련된 생물학적 성상이 다르다. 따라서, 백신 접종에 대한 농가의 의식이 ND와 달리 낮을 수밖에 없으며, 차단 방역에 의한 방제가 가능하기 때문에 미접종 계군이 많은 것으로 판단된다.

IB는 산란기 이전에는 GMT 값의 변화가 심하고 CV 값이 큰 반면, 산란기 동안에는 안정적인 GMT 값을 유지하는 것으로 나타났다. 그러나, 이러한 전 계군에 대한 산란 기간의 GMT 값은 야외 감염 없이 백신에 의해 IB 역가를 형성한 G 농장의 산란 기간의 GMT 값보다 1,000~2,000 정도 높은 수준으로서 야외 감염이 의심되었다. 야외 감염으로 추정되는 개체 별 높은 IB 역가는 10주령 이후부터 산란기 전 기간에 걸쳐 검출되고 있어서, 산란기 내내 존재하는 높은 야외 감염 역가로 인해 주령 구간별 평균 GMT가 산란기 동안 IB 야외 감염이 없었다고 추정되는 G 농장의 GMT보다 1,000~2,000 수준으로 높아진 것으로 판단된다. CV 값은 IB에 있어서는 계군의 균일도 지표의 의미보다는 GMT에 반비례하는 통계값의 경향이 있어(Herd et al., 2001) IB를 평가하는 데에는 다른 질병보다 CV의 중요성이 낮을 수도 있다. IB 바이러스는 전파 및 감염이 빠른 특성이 있으며(Saif, 2008), Pak (2009)은 대부분의 IB 양성 계군에서 양성 역가를 지닌 개체는 일부분임을 보고한 바 있다. 따라서, IB의 경우 개체 역가에 중점을 두어 계군의 면역 상태를 평가하는 것이 중요하며, 현재로서는 각 계군의 개체 역가 분포를 파악하는 것도 계군의 전체 역가 성향을 파악하는 것만큼 중요하다고 판단된다.

EDS'76는 전반적으로 조사 계군의 GMT 값이 높고 CV 값이 전 일령에 걸쳐 20% 내외의 수준을 보임으로써, 백신 역가에 관한 기존의 보고(Baxendale et al., 1980; 성환우 등, 1993)를 참고하였을 때에 일반의 우려와는 달리 대부분 백신 역가로 판단되었다. 그러나 국내의 EDS 발생 보고가 1994년 이후 거의 없었으나 최근 EDS의 감염이 추정되는 농장에서의 사례가 증가(강경수, 2006)하는 상황을 고려하면 이번 연구 조사에서 야외 감염 상황을 면밀히 조사할 필요가 있었다. 그러나 혼합 오일 백신으로 접종을 하는 경우가 많고 백신 내역의 확보가 쉽지 않아 실제 개별 산란계 농장에 대한 야외 감염 사례를 파악하지 못하였다. 추후 개별 농가에 대한 조사를 실시하여 야외 감염 상황을 충분히 밝혀야 할 것으로 판단된다.

aMPV는 AI 및 ND와는 달리 백신 접종이 국내에서는 이루어지지 않았음에도 전 주령 구간에 걸쳐 혈청 양성률이 매우 높은 것으로 분석이 되었으며, 이것은 aMPV의 야외 감염이 매우 활발하게 진행되고 있음을 의미한다. 이러한 현상은 일반적으로 야외 농장에 오염이 많은 aMPV의 특성과 일치하는 것으로 국내(김순태 등, 2003; 김정은 등, 2007)는 물론 다른 국가에서도 이미 보고된 바 있다 (Cook, 2000a; Cook, 2000b; Gharaibeh and Algharaibeh, 2007; Owoade et al., 2006). 국내의 양계 농장에서 aMPV 백신을 하지 않는다는 점을 고려할 때, 이번 연구 조사에서 나타난 야외 감염 상황이 종계에서도 동일한 양상으로 나타날 것으로 추정되지만, 정확한 야외 감염 상황을 파악하기 위해서는 국내에 백신 접종이 시작되기 전에 추가 조사가 되어야 할 것으로 판단된다(권용국 등, 2010).

산란계의 IBD 항체 조사는 임상 발현 감수성 시기가 지난 10주령 이상에서는 의미가 크지 않지만, 감수성이 높은 어린 일령에서의 항체 역가 수준은 매우 중요하며(Saif, 2008), 특히 모체이행항체는 생독 백신을 간섭하는 영향을 주기 때문에 항체가 검사가 중요하다(Berg and Meulemans, 1991; Hair-Bejo et al., 2004; Naqi et al., 1983). 본 연구 조사에서 실시한 IBD의 모체이행항체 양성률은 높은 것으로 나타났다. 그리고 일부 모체이행항체율이 90%인 계군에서 음성 역가를 지니는 개체가 존재하는데, 이는 산란 전 모체이행항체를 후대 병아리에 이행하기 위해서 종계에 오일 백신을 하는 과정에서 백신 접종이 누락된 것으로 추정되지만, 종계의 백신 프로그램 특성상 어린 일령에서 여러 번의 생독 백신이 수행되고 있으며, 일반적으로 오일 백신의 누락이 빈번한 것이 아니기 때문에 전반적인 IBD 모체이행항체 양성률이 높게 유지되는 것으로 판단된다.

CIA에 대한 백신은 국내에서 2009년 허용되었다. 본 연구에서 연구 기간 동안 양성 계군으로 판정된 경우는 2009년도에 백신을 접종한 후에 조사된 계군과 2008년도에 이미 감염되어 항체 양성으로 반전된 계군으로 구분할 수 있다. CIA의 높은 야외 감염률은 이미 국내(김선중, 1991) 및 국외(Owoade et al., 2004; Toro et al., 2006)에서 보고된 바 있다. 그럼에도 불구하고 여러 계군이 음성인 상태로 유지되는 것은 차단 방역의 결과로 판단된다. 산란계에서 CIA의 중요성은 종계 및 육계에 비해 상대적으로 낮은 것으로 인식되어 산란계에서의 혈청 검사 대상 농장 수가 다른 질병에 비하여 적으나, 국내 산란계에서의 CIA의 감염률을 연구하는데 있어 본 조사는 의미가 있으며, Toro et al.(2006)의 방법대로 과거 실험 혈청을 대상으로 한 CIA에 대한 역학 조사도 고

려할 필요가 있다.

본 연구를 통하여 국내 산란계에서의 여러 주요 질병에 대한 혈청 역가의 분포를 파악할 수 있었다. 이러한 조사 연구는 산란계뿐만 아니라 종계 및 육계로 확대하여 다양한 계종에서의 분석과 더불어 년도별 분석을 통해 전반적인 혈청 역가의 변화 양상을 파악하는 것이 필요하다. 이러한 분석을 통해 닭질병에 대한 전체 양계 산업의 면역 수준을 파악할 수 있으며, 나아가 국가의 방역 정책에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구에서는 충북대학교 조류질병학실험실에 2009년 한 해동안 의뢰된 산란계의 혈청 검사 결과에 대해 분석하여, 산란계의 주요 질병에 대한 국내 산란계의 면역 상태 및 질병 감염 실태를 파악하였다. 검사 대상 질병은 AI, ND, IB, aMPV, EDS'76, IBD, CIA이었으며, 산란계의 성장 단계에 따라 주령 구간을 나누어 분석하였다. AI, ND, IB는 모체 이행항체가 감소한 후 산란 기간에 걸쳐 혈청 역가가 안정적으로 형성되는 특징을 보여 주었다. 그러나 AI는 모든 주령 구간에 걸쳐 음성인 계군이 존재하는 반면, ND는 3~10 주령 구간의 한 음성 계군을 제외하고 전 주령에 걸쳐 100%의 계군 양성률을 보이고, ND의 평균 GMT가 AI의 평균 GMT보다 높았는데, 이는 두 질병의 백신 정책의 차이에 기인한 것이다. IB의 산란기의 안정적인 역가는 백신 역가에 산란기 전반에 걸친 야외 감염 개체의 존재로 인한 야외 감염 역가가 더해진 것으로 판단된다. aMPV는 2009년에 백신을 실시하지 않았던 질병이므로, 양성 역가를 통해 aMPV의 야외 감염을 추적할 수 있었으며, GMT 변화 및 계군 내 양성 개체율의 증가 경향을 통해 일령이 증가할수록 야외 감염률이 증가하는 양상을 파악할 수 있었다. EDS'76은 산란 기간에 걸쳐 높은 양성률과 낮은 변이계수를 보여 야외 감염이 아닌 백신에 의한 역가 형성이 대부분임을 알 수 있었다. IBD의 모체이행항체는 높은 수준으로 이행되는 것을 확인하였으며, CIA는 백신을 적용하지 않은 계군에서 양성 과 음성 계군이 모두 존재하였으며, 그 차이는 차단 방역에 기인하는 것으로 판단되었다. 본 연구를 통하여 국내 산란계에서의 혈청 역가 분포를 파악하는데 많은 정보를 얻을 수 있었으나, 향후 지속적인 야외 계군의 혈청학적 모니터링이 되어야 할 것으로 판단된다.

(색인어: 혈청 검사, 산란계, 혈청 역가 분포)

## 사 사

농장과 현장에서 수고스럽게 혈청을 보내주신 여러 분들께 감사드리며, 저희 실험실에서 가검물의 혈청 검사를 담당하시는 문인희 선생님께도 감사의 말씀을 드립니다.

## 인용문헌

- Ahmed Z, Naem K, Hameed A 2007 Detection and seroprevalence of infectious bronchitis virus strains in commercial poultry in Pakistan. *Poultry Sci* 86:1329-1335.
- Alexander DJ 2007 An overview of the epidemiology of avian influenza. *Vaccine* 25:5637-5644.
- Baxendale W, Luttkick D, Hein R, McPherson I 1980 The results of field trials conducted with an inactivated vaccine against the egg drop syndrome 76 (EDS 76). *Avian Pathol* 9:77-91.
- Berg TP, Meulemans G 1991 Acute infectious bursal disease in poultry: Protection afforded by maternally derived antibodies and interference with live vaccination. *Avian Pathol* 20:409-421.
- Chen H, Coote B, Attree S, Hiscox JA 2003 Evaluation of a nucleoprotein-based enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of antibodies against infectious bronchitis virus. *Avian Pathol* 32:519-26.
- Cook JK 2000a Avian rhinotracheitis. *Vet J* 160:118-125.
- Cook JK 2000b Avian pneumovirus infections of turkeys and chickens. *Vet J* 160:118-125.
- Gharaibeh SM, Algharaibeh GR 2007 Serological and molecular detection of avian pneumovirus in chickens with respiratory disease in Jordan. *Poultry Sci* 86:1677-1681.
- Hair-Bejo M, Ng MK, Ng HY 2004 Day old vaccination against infectious bursal disease in broiler chickens. *Int J Poult Sci* 3:124-128.
- Herdt PD, Ducatelle R, Uyttebroeck E, Sneep A, Torbeyns R 2001 Infectious bronchitis serology in broilers and broiler breeders: Correlations between antibody titers and performance in vaccinated flocks. *Avian Dis* 45:612-619.
- Horimoto T, Kawaoka Y 2001 Pandemic threat posed by avian influenza A viruses. *Clin Microbiol Rev* 14:129-149.
- Kibenge FSB, Dhillon AS, Russel RG 1988 Biochemistry and

- immunology of infectious bursal disease virus. *J Gen Virol* 69:1757-1775.
- Kite VG, Boyle DB, Heine HG, Pritchard I, Garner MG, East IJ 2007 A serological and virological survey for evidence of infection with Newcastle disease virus in Australian chicken farms. *Aust Vet J* 85:236-242.
- Lee YJ, Kim KS, Kwon YK, Kang MS, Mo IP, Kim JH, Tak RB 2003 Prevalent characteristics of fowl typhoid in Korea. *J Vet Clin* 20:155-158.
- Miller MM, Schat KA 2004 Invited minireview: Chicken infectious anemia virus: An example of the ultimate host-parasite relationship. *Avian Dis* 48:734-745.
- Mo IP, Song CS, Kim KS, Rhee JC 2003 An occurrence of non-highly pathogenic avian influenza in Korea. *Avian Dis* 47:379-383.
- Naeem K, Naurin M, Rashid S, Bano S 2003 Seroprevalence of avian influenza virus and its relationship with increased mortality and decreased egg production. *Avian Pathol* 32:285-289.
- Naqi SA, Marquez B, Sahin N 1983 Maternal antibody and its effect on infectious bursal disease immunization. *Avian Dis* 27:623-631.
- Numan M, Siddique M, Yousaf MS 2005a Seromonitoring of avian influenza H9 subtype in breeders and commercial layer flock. *Pakistan Vet J* 25:151-152.
- Numan M, Zahoor MA, Khan HA, Siddique M 2005b Serologic status of Newcastle disease in broilers and layers in Faisalabad and surrounding districts. *Pakistan Vet J* 25:55-58.
- Owoade AA, Ducatez MF, Muller CP 2006 Seroprevalence of avian influenza virus, infectious bronchitis virus, reovirus, avian pneumovirus, infectious laryngotracheitis virus, and avian leukosis virus in Nigerian poultry. *Avian Dis* 50(2):222-7.
- Owoade AA, Oluwayelu DO, Fagbohun OA, Ammerlaan W, Mulders MN, Muller CP 2004 Serologic evidence of chicken infectious anemia in commercial chicken flocks in southwest Nigeria. *Avian Dis* 48:202-205.
- Pak SI 2009 Flock-level seroprevalence of and risk factors for infectious bronchitis virus in Korean laying-hen flocks. *J Vet Clin* 26:134-137.
- Reed GF, Lynn F, Meade BD 2002 Use of coefficient of variation in assessing variability of quantitative assays. *Clin Diagn Lab Immunol* 6:1235-1239.
- Saif YM 2008 *Diseases of Poultry* 12<sup>th</sup> ed. Blackwell publishing company, Iowa, USA.
- Stone HD, Brugh M, Beard CW 1981 Comparison of three experimental inactivated oil-emulsion Newcastle disease vaccines. *Avian Dis* 25:1070-1076.
- Toro H, Ewald S, Hoerr FJ 2006 Serological evidence of chicken infectious anemia virus in the United States at least since 1959. *Avian Dis* 50:124-126.
- Toro H, Hidalgo H, Ibañez M, Hafez HM 1998 Serologic evidence of pneumovirus in Chile. *Avian Dis* 42:815-817.
- Woo JT, Park BK 2008 Seroprevalence of low pathogenic avian influenza (H9N2) and associated risk factors in the Gyeonggi-do of Korea during 2005-2006. *J Vet Sci* 9:161-168.
- 강경수 2006 최근 새로 발생한 산란저하증후군 (EDS76)에 대하여. *월간폴트리* 13:75-77.
- 권용국 강민수 오재영 정병열 김혜령 김하영 신소연 권준현 정갑수 2010 국내 종계에서 난계대 전염병 감염실태 보고. 31-42. 2010 한국가금학회 춘계 심포지움, 서울.
- 김선중 1991 국내분리 chicken anemia agent의 닭에 대한 병원성과 야외계군의 항체 보유상황. *한국가금학회지* 18:141-150.
- 김순재 이영옥 김선중 전우상 박근식 1980 특정 전염성 병원체에 대한 국내 종계의 항체보유상황. *대한수의학회지* 20:59-64.
- 김순태 김성국 조민의 김영환 2003 경북지역 산란계에서 avian pneumovirus에 대한 항체가 조사. *한국가축위생학회지* 26:51-56.
- 김애란 김재홍 이영주 조영미 권준현 원용국 이윤정 최준구 조성준 김민철 이은경 김창섭 양홍구 광상의 성환우 모인필 2006 2003년 국내 원종계 및 종계의 추백리-가금티푸스 감염실태. *대한수의학회지* 46:347-353.
- 김정은 황지영 배동록 성명숙 김순태 김상윤 2007 경북지역 산란계에서 Avian pneumovirus에 대한 항체가 및 바이러스 검출 조사. *한가위지* 30:43-49.
- 농림수산식품부 2005 뉴캐슬병방역실시요령. *농림수산식품부 고시 제 2005-70호*.
- 성환우 김재홍 송창선 모인필 이지환 김상희 1993 주요 닭 질병에 대한 국내 종계군의 항체보유 현황. *농업논문집* 35:604-611.
- 송윤경 신동호 변재원 전관용 정병열 2009 최근 2년간(2006~2007) 원종계장의 추백리·가금티푸스 혈청 모니터링 결

- 과 분석. 대한수의공중보건학회지 33:131-136.
- 송창선 이윤정 한명국 성환우 강경수 이증복 김재학 2000  
최근 야외농장에서 실시하고 있는 뉴캐슬병 생독백신 접  
종효능에 대한 평가. 대한수의학회지 40:563-573.
- 이정원 엄성심 박인규 배정준 정동석 송희중 2005 산란계  
밀집지역의 산란저하성 질병에 관한 연구. 한국가축위  
생학회지 28:121-146.
- 최강석 2010 최근 국내에서 유행하는 뉴캐슬병 바이러스의  
특성 고찰. 한국가금학회지 37:89-99.
- (접수: 2010. 9. 29, 수정: 2010. 10. 8, 채택: 2010. 10. 8)