

# 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)의 역학적 특성과 대응전략



김 이 상 진  
국립수의과학검역원 역학조사과장

## ◎ 들어가며

2003~2004년, 2006~2007년에 이어 2008년에도 고병원성 조류인플루엔자가 우리나라에서 3번째 발생하였다. 우리나라에서 고병원성 조류인플루엔자가 발생한 원인은 무엇인지, 다시 발생할 가능성은 있는가 하는 질문에 쉽게 답변할 수 있는 자는 아마도 없을 것이다. 과거의 발생형태 분석을 통한 과학적인 접근, 즉 조류인플루엔자 발생의 역학적 분석을 통하여 이 질문에 조심스럽게 답변을 해보며, 2008년 우리나라에서 발생한 고병원성 조류인플루엔자 발생과 세계의 발생상황을 역학적으로 분석하여 대응전략을 제시하고자 한다.

## ◎ 고병원성 조류인플루엔자(HPAI)란?

조류인플루엔자는 닭, 칠면조, 오리, 철새 등 여러 종류의 조류에 감염되는 바이러스성 전염병으로써 전

파속도가 매우 빠르며, 폐사율 등 바이러스의 병원성 정도에 따라 고병원성, 저병원성, 비병원성으로 구분된다. 인플루엔자 바이러스는 일반적으로 A, B, C형으로 구분되는데 이 중 A, B형이 인체감염의 우려가 있고 특히 A형이 대유행을 초래할 수 있다고 알려져 있으며, 조류인플루엔자 바이러스는 모두 A형이다. 인플루엔자 바이러스의 표면에 존재하는 단백질인 hemagglutinin(HA)과 neuraminidase(NA)의 항원적 특성에 따라 HA 16종, NA 9종의 조합으로 모두 144종류의 인플루엔자 바이러스가 존재할 수 있다. 이 중 가금류 또는 야생조류에서 고병원성으로 보고된 것은 H5N1, H5N2, H5N8, H5N9, H7N1, H7N3, H7N4, H7N7 등이다.

조류인플루엔자의 전파는 주로 감염된 철새의 배설물에 의해 전파되는 것으로 알려져 있으며, 가금사육 농장 또는 농장간에는 주로 오염된 먼지, 물, 분변 또는 사람의 의복이나 신발, 차량, 기구 및 장비 등 기계적인 요인에 의하여 전파된다. HPAI 바이러스에 오염된 분변 1g이 100만수의 가금을 감염시킬 수 있기 때문에 이러한 전파요인을 정확히 이해하고 차단하는 것은 매우 중요하다. 환경에 따른 AI 바이러스의 생존기간은 [표 1]과 같다.

축사내에서 AI 바이러스는 5주, 마른 먼지 상태에서는 2주 동안 생존할 수 있는데 오염된 축사 또는 주변 환경에 생존하고 있다가 사람, 차량의 바퀴 등 인적 또는 물적인 요인을 통하여 전파된다는 점을 잊어서는 안된다.

일반적으로 감염된 닭은 사료섭취 및 산란율 감소, 벼슬 청색증, 머리와 안면 부종, 급격한 폐사로 이어진다. 오리의 경우 산란율 감소와 경미한 폐사가 나타나

[표 1] 환경조건별 AI 바이러스 생존기간

구분	분뇨			호수물		마른먼지	계사
환경조건	겨울철	4℃	20℃	0℃	22℃	상온	상온
생존기간	105일	30~35일	7일	30일	4일	2주	5주

지만 2008년 발생처럼 대량 폐사하는 경우도 있다. 사람이 AI에 감염된 경우 열, 구토, 설사, 폐렴, 결막염 등의 증상이 나타나는 것으로 알려져 있다. WHO 자료(1997년부터 2009년 6월 2일 현재)에 따르면, 중국, 인도네시아, 베트남 등 23개국에서 550명이 감염되어 이중 269명이 사망한 것으로 보고되었다. 감염된 혈청형은 H5N1, H7N2, H7N3, H7N7 그리고 H9N2로 확인되었다.

조류인플루엔자 바이러스는 75℃ 이상에서 5분 이상 가열할 경우 사멸되므로, 고기는 충분히 익혀서 섭취한다면 안전하다. 따라서 닭이나 오리를 요리할 경우 충분히 육류를 익히고 만지고 나서는 손 씻기 등 개인 위생을 철저히 한다면 충분히 예방할 수 있다.

### ◎2008년 우리나라 HPAI 발생상황

2008년 4월 1일 김제에서 처음 발생 이후 5월 12일까지 전국 11개 시도 19개 시군구에서 총 33건이 발생하였다. 발생은 단기간에 전국적으로 확산되는 등 2003년, 2006년과는 다른 발생양상을 보였다. 첫째, 시기적으로 특별대책기간(11월~2월)이 지난 봄(4월)에 발생하였고, 둘째로 과거에는 오리의 폐사율이 낮

았으나 2008년에는 높았다. 셋째는 토종닭의 경우 2003년도는 19건 중 1건이었으나 2008년에는 전체 발생 33건 중 12건으로 전체의 36%를 차지하였고, 넷째, 재래시장을 통한 가든식당, 도시 변두리 지역의 소규모 사육시설에서 발생한 점이다.

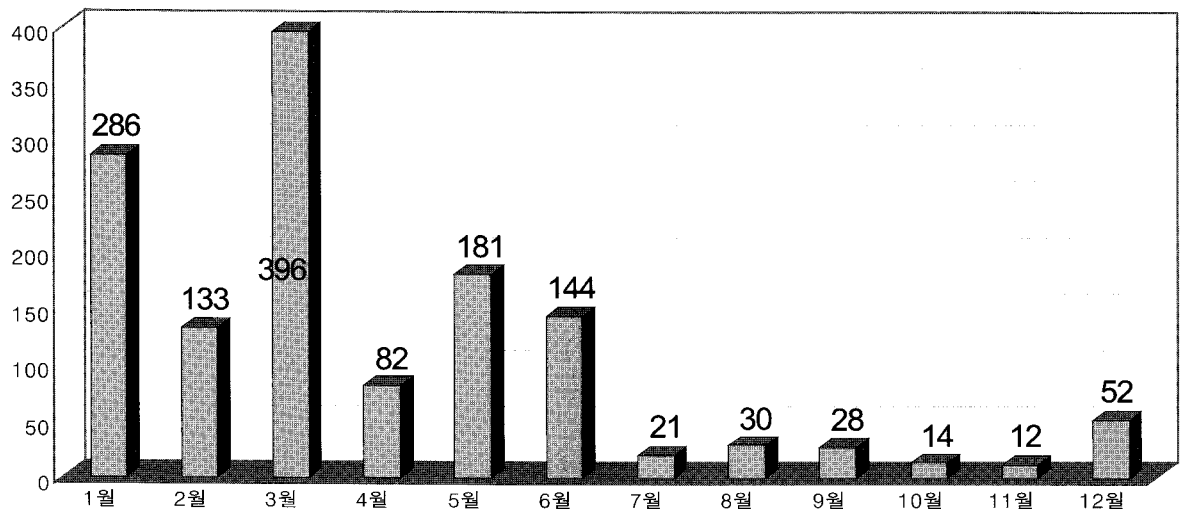
발생지역을 보면 최초 전북(김제, 정읍) 및 전남(영암, 나주)에서 시작하여 경기, 충남, 울산, 경북, 대구, 서울, 강원, 부산 등 전국으로 확산되었다. 품종별로는 최초 산란계와 육용오리에서 시작하여 4월 20일 전북 김제, 4월 21일 익산 등 토종닭에서 발생하는 형태를 나타내었다.

한국농촌경제연구원에 따르면 HPAI로 인한 생산단계에서부터 최종 소비자 판매단계까지의 경제적 직접 또는 간접 피해액은 약 6,324억원에 이르는 것으로 추산하고 있다.

### ◎세계의 HPAI 발생상황

2008년에는 중국, 이집트, 홍콩, 인도, 인도네시아, 일본, 라오스, 나이지리아, 파키스탄, 러시아, 사우디아라비아, 태국, 터키, 우크라이나, 영국, 베트남 그리고 예멘 18개 국가에서 철새 또는 가금류에서 HPAI

【그림 1】 아시아 지역에서 월별 HPAI 발생현황





가 발생하였다. HPAI가 발생한 국가 가운데 13개 국가가 우리나라와 인접하고 있는 중국, 태국 등 아시아 국가들이다.

국가별 발생상황을 살펴보면, HPAI 발생건수는 1,504건으로 아시아 13개 국가에서 1,379건이 발생하였다. 발생건수가 많은 국가는 인도네시아, 베트남, 인도, 파키스탄 순이었다. 혈청형은 모두 H5N1이었다. 야생조류에서의 HPAI(H5N1)는 우크라이나(2월)와 일본(4월과 5월)에서 확인되었다.

### ◎2008발생 HPAI 바이러스의 유입원인

2008년 우리나라 16개 지역에서 분리한 HPAI 바이러스 17주에 대한 유전자 분석결과 상호간에 97.4~100%의 상동성을 나타내어 모두 동일한 계통으로 확인되었다. 이것은 한 가지 원인에 의해 HPAI 바이러스가 유입되었다는 것을 의미한다.

정확한 유입경로를 찾기 위하여 야생철새에 의한 유입, 수입사료 원료에 의한 유입, 외국인 근로자에 의한 유입, 외국여행자에 의한 유입, 불법조류 및 그 생

산물의 이동에 대한 유입, 기타 불법백신의 도입에 의한 유입 등 다양한 각도에서 위험평가를 실시하였다. 그 첫 번째가 야생철새 특히 겨울철새에 의한 것이다. 환경과학원에 의하면 2007년에 우리나라를 찾은 철새가 198종 1,597천수로 1999년 조사 이래 가장 많은 것으로 확인되었다.

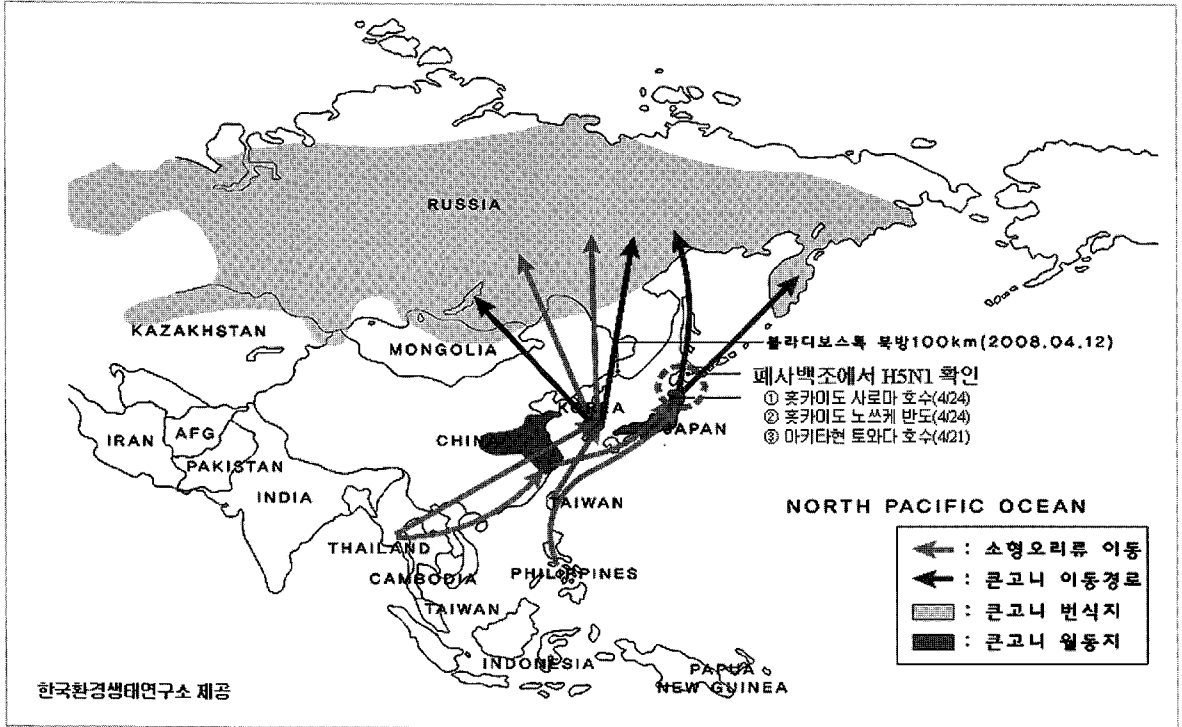
철새에 의한 AI 전파가능성에 대한 학술적 근거를 살펴보면 FAO는 HPAI 용역보고서에서 2003년 우리나라 HPAI는 야생조류에 의해 발생한 것으로 보고하였으며, 철새에 의한 위협요소가 가장 큰 것으로 분석하였다. 또한 WHO도 HPAI가 철새이동 경로를 따라 이동하고 있다는 가능성을 제시하였다(H5N1 변이의 의미, 06. 2.20. 보고서). 이외 독일, 영국에서도 철새 등 야생조류에 의해 AI가 발생한 것으로 보고하고 있으며 특히 일본은 우리나라와 발생시기 및 유전자형 일치 등을 이유로 한국에서 이동한 야생조류를 원인으로 지목하고 있다.

따라서, 현재까지 조사결과 금번 우리나라에서 발생한 HPAI 유입원인으로 중국 남부지방 등의 철새가 가장 유력한 것으로 추정하고 있다. 그 근거로써 ① 중국 남부지역, 베트남, 인도네시아 등 아시아지역의 조류유행 바이러스형과 동일하고, ②김제분리 바이러스와 일본 아키타현 분리바이러스가 상호간에 유전적으로 매우 근접하다는 점 ③중국까지 남하한 철새가 2008년 2월 24일에 우리나라 통과가 확인되었다는 점 ④이들 철새의 우리나라 통과 지역과 최초 발생지(김제, 정읍)가 일치하는 점 ⑤야생조류를 포획하여 검사 또는 야생조류의 분변을 검사한 결과 AI 바이러스가 검출된 점이다.

【표 2】 연도별 우리나라 철새 도래 개체수

구 분	2008년	2007년	2006년	2005년	2004년	2003년	2002년	2001년	2000년
조사지역(개소)	141	128	127	124	118	118	118	114	100
종수	201	198	195	182	185	197	179	197	198
개체수(천수)	1,483	1,597	1,227	1,186	1,113	976	932	964	1,157

【그림 2】 큰고니와 소형오리류의 이동경로



2007년에 야생철새를 포획하여 검사한 결과를 살펴 보면 쇠오리, 흰뺨검둥오리, 고방오리, 청둥오리, 원앙에서 H5와 H9 항체가 검출되었고 쇠오리, 흰뺨검둥오리, 고방오리에서 H1, H4, H5, H6, H11 항원이 검출되었다. 2008년에는 야생철새 1,035수를 포획하여 검사한 결과 흰뺨검둥오리, 고방오리, 청둥오리에서 H5와 H7 항체가 검출되었고 흰뺨검둥오리에서 H1, H3, H4, H6, H10이 단독 또는 복합으로 검출되었다. 2009년(9월 4일 현재)에는 537수를 포획하여 검사하였는데 쇠오리(3수), 고방오리(1수)에서 H1, H4 그리고 H10 항원이 검출되었다. 또한, 주요 철새 도래지에서 수거한 야생조류 분변을 검사한 결과 다양한 저병원성의 AI 바이러스 항원이 검출되었다.

또한 수입된 사료원료에 대해 위험평가를 실시하였다. HPAI 발생국가에서 수입된 사료에 의한 AI 유발 가능성을 확인하기 위해 검역원에서는 사료에 대해

AI 검사를 하였다. 2007년에는 중국 등 6개국 수입사료 원료 147점을 검사하였고 검사 결과는 모두 음성이었다. 2008년에는 태국, 인도, 중국, 미국 등 11개국에서 272건을 검사하여 검사 결과는 모두 음성이었으며 국내 사료(완제품) 29건의 검사 결과 또한 모두 음성이었다. 또 2009년(2009년 9월 16일 현재) 중국, 우크라이나, 브라질 등에서 수입된 사료 243건을 검사하였으나 현재까지 양성 은 나타나지 않았다. 2008년 관세청의 자료에 따르면, 사료원료의 수입현황은 미국이 7,894천톤으로 가장 많고 그 다음이 HPAI 발생국가인 중국과 인도로 1,211천톤, 1,097천톤을 수입하였다.

세 번째로 외국인 근로자에 대해 위험평가를 실시하였다. 최근 축산농가에는 3D 직업 기피현상 등으로 국내 인력을 확보할 수 없어 외국인 노동자를 많이 이용하고 있다. 33개 발생국가에서도 총 6개 농장에서 중국, 몽골 등 5개국에서 20여명의 외국인이 고용되

【표 3】 2007년 불법 반입축산물 적발현황

(단위: 건)

구분	중국	몽골	베트남	태국	필리핀	기타	합계
AI 관련 축산물	910	2	28	31	36	108	1,115
전체 축산물	17,327	2,587	1,381	1,141	618	10,998	34,052

※기타: 호주, 오스트리아, 브라질, 캐나다, 독일, 스페인, 러시아 등 85개국

어 있는 것을 확인할 수 있었다. 입국시기, 입국전 직업, 근무처 등을 확인한 결과 2008년 발생한 AI와 직접적으로 연관된 점은 찾을 수 없었다.

네 번째, 외국 여행객에 의한 유입에 대해서도 위험평가를 실시하였다. 국가별 해외 여행객수를 보면 중국, 일본, 태국, 미국, 필리핀 등 순으로 특히 중국으로의 여행객이 2007년도에 비해 2008년에는 크게 증가하였다. 축산농가의 농장주 및 가족들의 외국 출입내역을 조사한 결과 특이한 점은 발견되지 않았다. 외국 여행객에 의한 AI 유입가능성은 확인하기가 쉽지 않기 때문에 검역원에서는 공항 안에서 입출국 해외여행객을 대상으로 홍보 및 소독 등을 강화하고 있다.

이와 함께 불법조류 및 그 생산물의 이동에 대한 유입 여부도 위험평가를 실시하였다. 국제간의 무역으로 우리나라의 경우 미국, 캐나다, 영국, 독일, 프랑스 등 10개국에서 2006년 97건(837천수), 2007년 92건(816천수), 2008년 7월까지 55건(642천수)의 조류가 합법적인 검역을 통해 수입되었다. 종류별로는 병아

리, 새끼오리, 앵무새, 두루미 등이 주로 수입되었다. 그러나 수출국에서 발행한 검역증명서가 없는 것 또는 수입금지 국가에서 여행객 등이 가져와 공항만 검역과정에서 적발되어 불합격 처리된 조류도 2006년도 4건(88수), 2007년 4건(3,704수), 2008년 7월까지 1건(36수)으로 지속적으로 발생하고 있다. 이중 중국이나 태국에서 앵무새가 반입되는 경우가 있어 특히 방역당국을 긴장시키고 있다. 검역원에서는 이에 대비하여 공항만 검역을 대폭 강화하고 탐지견 활용, 특별사법경찰관 수사 제도 등을 도입하여 이에 대처하고 있다.

상기의 다양한 각도에서 위험평가를 실시한 결과, 야생철새의 국내 이동에 따른 유입 가능성이 가장 높은 것으로 추정한다. 한편 다른 요인에 의한 유입위험도 배제할 수 없다는 점을 지적하고 앞으로 이들 요인도 집중적으로 분석할 필요성이 있다.

◎2008년 발생 HPAI의 전파 요인



그러면 HPAI 바이러스가 외국에서 국내로 유입되어 국내의 농장 간 전파는 어떻게 이루어졌을까? 2008년 HPAI 전파의 가장 특징적인 형태는 크게 두 가지로 볼 수 있는데 전문 닭, 오리 사육농장 간의 사료차량, 출하 유통업자, 닭 수송차량 등을 통한 전파와 재래시장에서 오염된 닭, 오리 등을 구입하거나 영세수집상을 통해 소규모 사육 가든식당, 가정, 동물사 등을 통한 전파이다. 이중 전문 닭, 오리 사육농장에서 발생한 것이 23건으로 전체의 70%를 차지하고 있다. 전국으로 확산된 요인으로는 2008년 4월경 전남 북 지역에서 감염된 오리(증상이 나타나기 전) 재래시장 또는 재래시장에서 가든식당으로 팔려 나가는 과정 중 토종닭이나 꿩에게 옮겨진 것으로 추정되고 있다.

전파매개체별로 전파유형을 살펴보면 첫째로 살아있는 닭, 오리의 유통이다. AI에 감염된 가금류가 우리나라 최대의 생축 유통시장인 경기도의 한 시장으로 유입되어 시장이 오염되고 이를 통해 다른 지역으로 전파되었다. 그 밖의 지역에서도 마찬가지로 주로 재래시장을 통해 생축이 유통되면서 전파된 것으로 추정되는데 발생과 관련된 주거래 가금시장을 보면 경북 3개 시장, 강원 1개 시장, 울산 2개 시장, 경남 2개 시장, 부산 2개 시장 등이다. 재래시장은 5일장이 많아서 중개상인들이 여러 지역을 이동하면서 판매하기 때문에 한 번 오염되면 넓은 지역으로 전파될 수 있다. 특히 A지역에서 중개상인을 통해 16건이 동시에 발생한 것은 그 전형적인 예라고 할 수 있다.

둘째는 동일사료를 사용하는 농가에서 발생한 경우로, 조사결과 특정사료업체의 사료를 사용하는 14개 농가에서 발생이 확인되었다. 이러한 결과는 사료운송 차량이 중요한 매개체로 작용할 수 있다는 점을 입증하고 있다.

셋째, 상호방문, 컨설팅, 차량의 이동에 의한 것으로 김제의 한 발생 농가를 인근 16개 사육농장주가 향의

방문한 사건이 있었는데 이중 11개 농가에서 나중에 AI 바이러스가 확인되었다. 약품, 진료, 사육지도 등 방문자와 초생추 운반·출하차량, 왕겨나 계분 운반차량 등을 통해 전파된 사례도 확인되었다.

마지막으로 부산의 발생농가에 보관중인 오리육에서 고병원성 AI 바이러스가 확인되었는데 이것은 고기를 통해 HPAI가 전파된 사례로 판명되었다.

### ◎HPAI 재발방지를 위한 전략

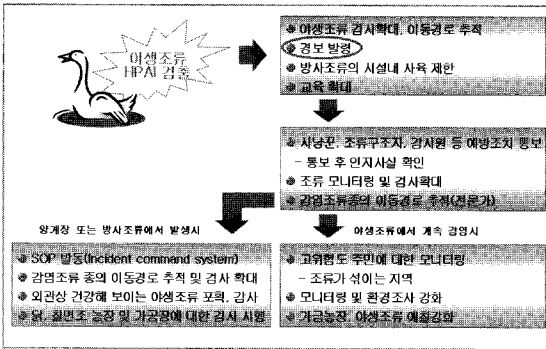
AI 재발방지를 위한 대책을 AI 발생 전과 발생 후로 구분하여 실행해야 한다.

첫째, 발생 전 방역관리사항으로 2008년 발생에서 경험했듯이 AI는 이제 겨울철에만 특별방역대책을 추진하는 질병이 아니라 연중 상시방역 체계로 전환하여 1년 내내 관심을 기울여야만 예방할 수 있다. 그 방안으로 종오리, 육용오리 검사, 야생조류 포획 또는 분변검사, 저병원성 AI 예방·관리, 과거 발생지역 및 재래시장 등 재발위험지역 방역관리, AI 방역관련 법령 준수 지도·감독 및 불법사례 단속, 가금류 사육 농가 중심 자율적 차단방역 등을 들 수 있다.

또한 국내유입을 방지하기 위한 국경검역 강화방안으로 수입가금육에 대한 AI 정밀검사, 고병원성 AI 발생국산 가축 사료용 원료에 대한 검사, 밀반입되는 애완조류에 대한 밀수단속 등이 있다. 현재 검역원에서만 수행하고 있는 AI 검사도 시·도 가축방역기관에서 1차적으로 검사할 수 있도록 검사능력 확보 및 검사시설을 보완할 예정이다. 가금류의 판매목적으로 자가도축 금지 및 오리 사육업 등록대상 확대와 종오리업 신설 등 관련제도도 대폭 개선할 계획이다. 이를 위해서는 AI 상시방역에 필요한 역학조사 및 방역 인력도 확충하여야 한다.

둘째로 이러한 노력에도 불구하고 AI가 발생할 경우 발생초기 방역지역 내 이동통제 및 소독철저 등으로 신속한 긴급방역조치의 선행이 필요하다. 이와 함께

[그림 3] 국가별 HPAI 대응전략



주변 닭·오리 사육농가에 대한 일일 전화예찰 등을 통해 농가에서 의심축 신고가 조기에 이루어질 수 있도록 유도하여야 한다. 특히 발병초기에 보건복지가족부(질병관리본부), 의사협회 등과 공조하여 국민의 불필요한 오해와 불안을 야기하지 않도록 홍보에도 노력하여야 한다. 아울러 지금까지 발생한 문제점을 철저히 분석하여 AI 표준행동절차(SOP) 등에 반영하여 동일한 실수를 되풀이 하지 않아야 한다. 그러면, 외국에서는 HPAI에 어떻게 대처하고 있을

까. 미국은 “야생조류의 아시아형 고병원성 H5N1 탐지를 위한 범정부간 전략계획”에 의한 예찰시스템(HEDDS)을 운영하고 있다. 이에 따르면 야생조류, 사냥조류(hunter-killed bird) 등에서 2006년 164,565건, 2007년 96,820건, 2008년(4.1~8.13) 12,967건을 검사하였으며, 그 결과 저병원성조류인 플루엔자 45건이 확인되었으나 고병원성 H5N1은 검출되지 않았다. 영국도 환경식품농림부(DEFRA)에서 AI 예찰전략의 하나로 야생조류 등에서 검사를 실시하고 있으며, 06/07년 야생조류 2,590건, 사냥조류 697건, 폐사체 1,096건 검사결과 저병원성조류인플루엔자 14건이 확인되었다.

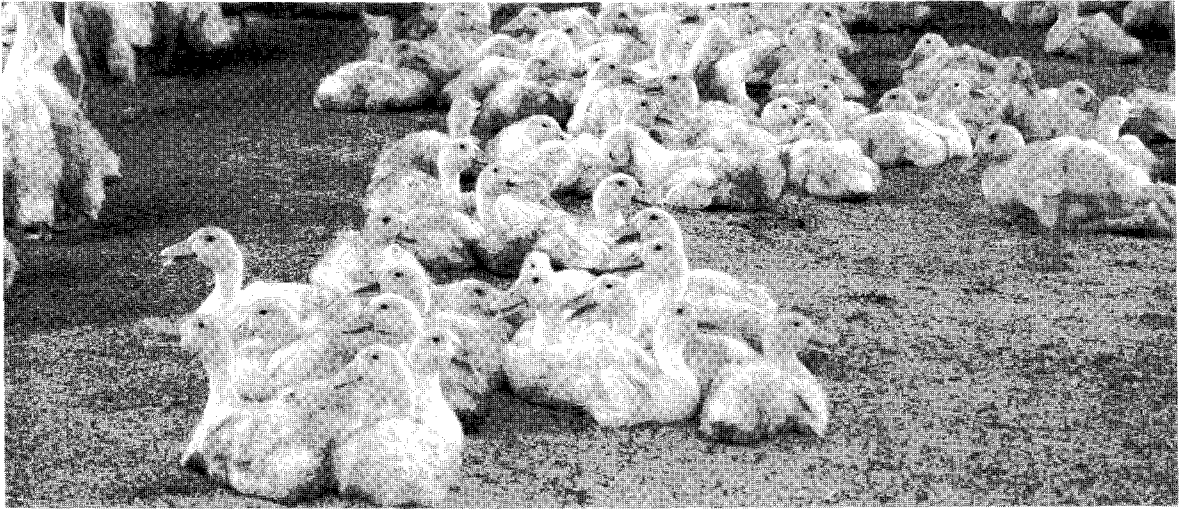
아래 그림에서 보는 바와 같이, 야생조류 등에서 HPAI가 검출되면 경보체제를 가동하여 오리, 닭 등 가금류 사육농가에서 방역조치를 강화하도록 유도하고 있다. 지난 2008년 5월에 일본 홋카이도의 야생백조에서 HPAI가 검출되었을 시 경보를 발동하여 가금사육농가가 방역조치를 철저히 하도록 함에 따라 가금 사육농장에서 한 건도 발생하지 않은 점은 시사하는 바가 크다.

### ◎ 맺음말

아무리 제도가 좋아도 이행하지 않으면 아무런 필요가 없다. 이를 위해서 우리 양축농가들이 준수해야 할 사항을 다시 한번 되짚어 보고자 한다.

첫째, 사람은 감기나 여름철 식중독 등 주요 전염병을 예방하기 위해 손, 발을 청결히 하고 개인위생에 신경을 쓴다. 농가에서도 마찬가지이다. 전염성 질병의 만연을 효과적으로 방지하기 위해서는 농장이나 축사 출입 시 소독을 철저히 시행하여야 한다. 농장 출입구에는 발판 소독조, 분무소독시설 등을 설치하고 소독을 생활화해야 한다.

둘째, 농장 출입구에 <방역상 출입을 통제한다>는 안내문을 부착하여 통보되지 않은 외부인의 출입을 통



제하고 다른 농가의 방문을 삼가야 한다.

셋째, 부득이하게 농장을 방문한 사람은 세척 및 소독을 하도록 하고, 출입자에 대한 기록을 철저히 한다.

넷째, 질병에 감염된 가축의 이동은 절대 금지하고, 가축전염성 질환으로 의심되는 경우 신속히 격리 수용하고 방역당국에 신고(1588-4060)하여 정확한 진단을 받은 후 지시에 따라 적절한 방역조치를 하도록 한다.

다섯째, 외부에서 가금류 구입 시 일정기간 격리 사육시켜 질병 발생여부를 관찰하고 계군출하의 올인 올아웃(All-in, All-out) 형태를 유지해야 한다.

여섯째, 중추의 구입은 가급적 피하고, 부득이 구입해야 하는 경우에는 반드시 사육 기록을 살펴 폐사 유무나 질병 증상의 경험 여부를 철저히 파악해야 한다.

일곱째, 농장의 야생 조수류의 출입 차단을 위해 축사에 그물이나 철망 등을 설치하고 농장 자체 상황에 맞게 구충, 구서 작업을 행한다.

여덟째, 도축장은 각종 인적, 물적 이동이 많은 곳으로 전염성 질병의 매개 장소가 될 수 있으므로 도축장 방문 시나 출입하는 차량에 대하여 소독을 철저히 하여야 한다.

아홉째, 분뇨를 농장 내 야적하는 경우 비닐을 덮어 비 또는 눈 등에 의한 유실방지과 해충이나 야생 조수

류의 접근을 차단하고, 분뇨의 위탁 처리할 때는 운반 차량에 대한 소독을 실시하는 등 철저한 분뇨 처리로 오염원을 차단한다.

열 번째, 면역력이 약한 가금은 감염이 쉽고, 이와 동시에 질병을 전파한다는 사실을 인지하고 처리 시 위생관리에 철저히 하도록 한다.

이제 상시 방역을 위한 제도적 절차도 체계적으로 수립되어야 한다. 그러나 방역기관과 농가가 정말로 질병을 예방할 수 있다는 공감대를 가지고 다 같이 노력해야만 엄청난 재앙으로부터 우리는 벗어날 수 있다. 우리나라도 이제 축산시스템 뿐만 아니라 방역도 선진국이란 얘기를 들을 수 있도록 의식을 개선하고 지혜를 모아야 한다. 사료값 폭등, HPAI 등으로 힘들었던 시간을 되돌아보면서 우리 양축농가와 방역관련 종사자들이 흘린 땀방울이 헛되지 않기를 바라며 새로운 각오로 필승방역을 다짐해 본다.

