

발간등록번호

11-1543000-001386-01

**살처분·이동통제 범위등에 대한 오리 닭 등 품목별
현 국가 예찰 및 방역 시스템의 평가와 개선 방안
연구 (가축질병대응기술개발사업)**

Stamping-out and standstill policies related to of Highly
Pathogenic Avian Influenza; Assesment of national
biosecurity system and its improvement

주관연구기관 / 서울대학교 산학협력단

협동연구기관 / 강원대학교 산학협력단

농림축산검역본부

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “살처분·이동통제 범위 등에 대한 오리, 닭 등 품목별 현 국가 예찰 및 방역시스템의 평가와 개선방안 연구”(개발기간 : 2014.06.20 ~ 2016.06.19)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 08. 03.

주관연구기관명 : 서울대학교

산학협력단장



협동연구기관명 : 농림축산검역본부

농림축산검역본부장



협동연구기관명 : 강원대학교

산학협력단장



주관연구책임자 : 조 성 범

협동연구책임자 : 문 운 경

협동연구책임자 : 배 선 학

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

| | | | | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 과제고유번호 | 314005-2 | 해당단계 연구기간 | 2014.06.20.~ 2016.06.19 | 단계구분 | 2년/ 2년 |
| 연구사업명 | 중사업명 | 가축질병대응기술개발 | | | |
| | 세부사업명 | 가축질병대응기술개발 | | | |
| 연구과제명 | 대과제명 | 살처분·이동통제 범위 등에 대한 오리, 닭 등 품목별 현 국가 예찰 및 방역시스템의 평가와 개선방안 연구 | | | |
| | 세부과제명 | | | | |
| 연구책임자 | 구성법 | 해당단계 참여 연구원 수 | 총: 명 내부: 명 외부: 명 | 해당단계 연구개발비 | |
| | | 총연구기간 참여 연구원 수 | 총: 명 내부: 명 외부: 명 | 총연구개발비 | 정부: 350,000천원 민간: 천원 계: 350,000천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 서울대학교 수의과대학 강원대학교 지리교육과 농림축산검역본부 역학조사과 및 동물보호과 | | | 참여기업명 | |
| 위탁연구 | 연구기관명: | | | 연구책임자: 구성범(1세부과제) 문운경(1협동과제) 배선학(2협동과제) | |
| 요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) | | | | 보고서 면수 461 | |

국문 요약문

| | |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <p>본 연구의 목적은 GIS 기반의 시공간 공간분석 및 역학통계 분석을 통해 고병원성 조류인플루엔자의 발생, 전파, 확산과 관련된 요인별 대상에 대한 위험성을 평가하고 또한 현 국가 예찰의 문제점을 과학적으로 평가함으로써 이동통제 및 살처분 관련 방역 시스템의 개선방안을 도출하는 데 있음.</p> <p>연구내용: 1) HPAI의 발생, 전파, 확산 요인별 위험요인 분석 및 위험순위평가, 2) HPAI 요인별 이동통제 범위와 살처분 범위 설정을 위한 GIS (지리정보 시스템) 기반의 공간분석, 3) 국내 HPAI 발생-전파-확산 요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선안 도출</p> |
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산검역본부 역학조사보고서와 국내외 문헌 고찰 및 방역시스템 분석을 통해 HPAI 발생·전파·확산 관련 위험요인 선별 ○ Matrix 기반 모델을 이용한 HPAI 국내 유입 위험요인 위험성평가 및 국내외 역학조사서를 바탕으로 국내 실정에 맞는 객관화된 체크리스트형 평가점검표를 제작 ○ 농가 현장 방역실태 조사를 통한 위험요인 정보수집 및 case-control 연구 수행 ○ 발생-비발생농가 간 위험요인분석을 통해 사양관리, 축주/인력, 야생조수, 농가소독, 분변 및 사체처리방식 등에 대한 위험요인 순위평가 ○ GIS 공간정보와 융합된 위치기반 위험요인 및 기온에 대한 시공간분석을 바탕으로 조류동시센서스 지점과 고속도로와 농가와의 거리를 통계적으로 유의한 위험요인으로 제시 ○ HPAI 분석을 위하여 조사된 다양한 공간정보 (기초공간데이터, 야생조류, 축산시설, HPAI, 기타 등)를 GIS에서 활용할 수 있게 지오코딩 (geocoding)등을 통한 GIS 데이터베이스 구축. ○ 밀도 분석 (커널밀도)을 통하여 전국의 가금농가 및 HPAI 발생농가 밀집도 분포현황 지도화 (Mapping) 및 분석 ○ 시·공간 군집 분석을 통해 HPAI 발생농가의 시간적 범위에 따른 공간상의 군집 형태를 확인하고, 예방적 살처분의 범위를 벗어나는 지역에서 시·공간적으로 군집 발생 유무를 분석 ○ 전국 HPAI 발생농가의 현황을 통해 HPAI 발생농가의 특성을 파악하고, 이를 이용해, 각 권역별로 1곳씩 HPAI 발생농가 선택하여 연구지역으로 (기준농가) 선정하여 연구지역 내 기준농가(HPAI 발생농가)와 접촉농가와의 농가 현황 파악 및 유사성을 분석 ○ 연구지역 내 농가들의 분포 및 농가특성을 바탕으로 네트워크 유형분석을 통해 ‘지역집중형’, ‘지역확산형’, ‘광역집중형’, ‘광역확산형’, ‘전국확산형’ 5가지의 유형으로 분류 하였으며, 각 유형별 분석과 방역 및 예찰, 예방대책 등 개선사항 및 정책제시 ○ 호주, 뉴질랜드, 미국, 태국 및 베트남 등 방역선진국 및 HPAI 상재국에 대한 현지조사를 통하여 해외 국가 방역 시스템 분석 ○ 미국, 일본, 유럽연합과 같은 방역 선진국의 AI 방역 실시 요령과 AI 긴급 행동 지침에 대한 분석을 통하여 방역시스템의 선진화를 추구 ○ 국가 재난형 방역 담당 공무원과 공중방역수의사를 대상 현 방역 시스템 평가 분석 |

| | | | | | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------------|--|
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 재난형 방역 담당 공무원과 공중방역수의사를 대상 현 방역 시스템 평가 분석 ○ 현행 살처분 매몰지의 실태조사를 통하여 관리현황을 조사 및 외국의 살처분 후 관리방안에 대한 조사를 통해서 살처분 매몰지 위치선정 점검표 및 살처분 후 조치사항 점검표를 수정 보완하여 제시 ○ 역학조사를 통해 수집한 자료를 이용한 감염단계 변화모델 (SIR 모델)을 통하여 농장별 HPAI 바이러스 유입시기를 추정 및 농장 내 바이러스 확산 양상의 분석 ○ 1세부 및 1협동 연구기관의 이론적 근거를 바탕으로 이동제한과 해제 및 예방적 살처분 범위설정에 대하여 국내 현장 상황에 맞는 개선안 도출 ○ 국내 HPAI 위험요인들에 대한 종합적 역학 평가를 통하여 현 방역시스템 개선안 제시 및 AI 방역실시 요령 및 AI 긴급행동지침에 관한 정책제안 | | | | |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 사업을 통하여 도출된 HPAI의 발생, 전파, 확산 요인 관련 위험요인들은 차후 HPAI 발생 시 실질적인 방역 정책에 반영하여 방역체계 개선 ○ 위험요인에 대한 위험도 순위평가를 바탕으로 객관적으로 작성 가능한 폐쇄형 질문 위주의 체크 리스트형 평가 점검표를 통하여 평상시 국내 가금 농가에 대한 정기적인 역학조사 수행 가능 ○ 이를 통해 국내 가금 농가의 HPAI 질병에 대한 방역 수준을 높이며, HPAI 질병 발생 가능성이 높은 농가들을 특별 관리 ○ 본 연구에서 수행한 국내 최초의 HPAI 관련 case-control study를 토대로 현재 개별 농가에 집중하는 연구에서 나아가 국가차원의 방역정책을 수립·보완함으로써 국내 실정에 맞는 질병 방역체계 확립 ○ HPAI 발생 후 방역지역 선정 시 기존의 조류인플루엔자방역실시요령의 반경 범위를 유지하면서, HPAI 발생농가의 유형을 비교 후 필요 시 방역지역의 최대 범위를 확대. ○ 지자체 또는 광역 지자체 간의 협조를 통한 각 지자체 간의 경계 지역을 이동하는 차량에 대한 차단방역 및 소독 강화 ○ KAHIS 등록차량의 이동정보를 확인하여 HPAI 농가에 방문했던 차량에 대해서 차량 집결지에서 차량의 소독 또는 운행금지 등의 조치 시행 필요 ○ 정부 및 방역당국에서는 KAHIS 등록차량의 GPS 장치 장착 여부, 사용 여부에 따른 상 벌점제 등을 도입하여, 이를 이행 하지 않을 시 차량의 운행금지 또는 벌금 등 강경한 대응을 할 수 있는 예방대책을 제시 ○ 본 연구 결과에서 나타난 문제점과 개선대책을 참고하여 현행 HPAI 관계법과 SOP 등에 적용한다면 향후 국내 HPAI 방역에 매우 실질적인 대책이 마련될 것으로 기대 ○ 본 연구를 통해 제시된 이동통제, 살처분 범위에 대한 개선안에 근거하여 HPAI 살처분 및 이동통제를 보완함으로써, 국가재난형 질병에 의한 피해를 최소화하고 국가 방역 정책에 대한 국민 신뢰도를 향상 ○ 이는 결과적으로 사회·경제적 피해를 최소화하고, 더불어 가금육에 대한 안전성 및 신뢰를 확보하게 됨 ○ 환경적인 측면에서도 살처분 매몰에 따른 환경오염 방지를 최소화 하고, 동물 보호·복지측면에서의 사회문제화 등도 상당부분 해소할 수 있음 | | | | |
| <p>중심어 (5개 이내)</p> | <p>고병원성 조류 인플루엔자</p> | <p>살처분</p> | <p>이동통제</p> | <p>국가 방역시스템</p> | |

< **SUMMARY** >

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Purpose& Contents</p> | <p>The objective of this study is investigating risk factors for the occurrence, transmission, and spreading of Highly Pathogenic Avian Influenza virus (HPAI) by GIS-based spatio-temporal resolution and epidemiologic-statistical analysis and analyzing problem of present national surveillance system. Furthermore based on this investigation, this study suggests improvement plans regarding standstill, stamping-out, and biosecurity system.</p> <p>Contents of research;</p> <p>1) Investigating risk factors for occurrence, transmission, and spreading of Highly pathogenic avian influenza virus (HPAI) and risk analysis, 2) GIS-based spatio-temporal resolution for the settlement of standstill and stamping-out range, 3) Suggestion of improvement plans regarding domestic HPAI occurrence, transmission, and spreadness factors based on epidemiologic-statistical analysis</p> |
| <p>Results</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ Selection of risk factors for the occurrence, transmission, and spreadness of HPAI by analyzing the epidemiologic survey from Animal and Plant Quarantine Agency, domestic and foreign literature, and biosecurity system ○ Establishment of objected check-list form survey adequate for domestic circumstances in Korea based on HPAI introduction risk factor analysis using Matrix model and domestic and foreign epidemiologic survey ○ Case-control study and risk factors collection by investigating the biosecurity conditions at village and farm levels ○ Risk analysis regarding feeding and management, employee characteristics, wild birds, farm disinfection, litter characteristics and carcass disposal based on case-control study ○ Proposal of the significant risk factors based on the distance between bird consensus and highway-farm and spatio-temporal analysis regarding GIS geospatial information, location-based risk factors, and the weather ○ Global biosecurity system analysis by the on-site investigation for the developed biosecurity system of HPAI outbreak countries (Australia, New Zealand, United states, Thailand, and Vietnam et.) ○ The investigation area of avian census, closeness to express way, and density of avian farms were identified as risk factors of HPAI outbreak ○ Database construction of spatial data such as wild birds habitats or avian farms by using a geo-coding method ○ Mapping of avian farms and HPAI-infected farms by Kernel-density analysis ○ Clustering of HPAI-infected farms in and out of preemptive slaughtering area by using a spatial temporal analysis ○ Finding characteristics of HPAI-infected farms and selecting one HPAI-infected farm in each zone to investigate the contacts between the selected farm and the other farms |

| | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------------------------|--|
| Results | <ul style="list-style-type: none"> ○ Categorization of HPAI spread pattern, local-focus, local-spread, zonal-focus, zonal-spread, national-focus, and provision of ways to improve surveillance and prevention methods ○ Global biosecurity system analysis by the on-site investigation for the developed biosecurity system of HPAI outbreak countries (Australia, New Zealand, United states, Thailand, and Vietnam et.) ○ Pursuit of advancement of biosecurity system by analyzing the developed biosecurity system and standard operating procedures for AI of HPAI outbreak countries (Australia, New Zealand, United states, Thailand, and Vietnam et.) ○ Analysis of biosecurity system for national disaster biosecurity civil servant and public biosecurity veterinarian ○ By researching current stamping-out burial sites and global post stamping-out management, suggestion of stamping-out burial sites survey and post stamping-out management survey ○ By SIR model based on epidemiological research, presumption of farm level HPAI virus inflow timing and analysis of virus spreading appearance. ○ Suggestion of improvement plan for standstill, lifting standstill and preventive stamping-out range selection ○ Suggestion of improvement biosecurity system and proposal of policy for biosecurity operating procedures, AI standard operating procedures by overall epidemiological assesment of HPAI risk factors | | | | |
| Expected Contribution | <ul style="list-style-type: none"> ○ Improvement of biosecurity system by applying risk factors associated with occurrence, transmission, and spreading of HPAI from this research. ○ Epidemiological research on poultry farm by objected check-list form survey based on risk analysis ○ Establishment of high level biosecurity for HPAI, and management of HPAI high risk farm ○ Establishment of biosecurity for domestic circumstances in Korea in national level biosecurity by first case-control study associated with HPAI in this research ○ Minimize the damage of HPAI and improvement of reliability for national biosecurity policy by supplement of present national surveillance system. based on this research ○ With reference to the problem of present law and improvement plans regarding HPAI from this research, practical solutions can be established, which makes present HPAI laws and standard operating procedures developed ○ Present research can make positive effects on diminishment of the social and economic damages from AI and securement of the safety and trust for the poultry meat ○ Environmental pollution induced by stamping-out burial and social issues regarding animal protection and welfare can be reduced by the results of this study | | | | |
| Keywords | Highly Pathogenic Avian Influenza | Disposal | Standstill | National biosecurity system | |

영문목차

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introduction | 12 |
| 1-1. Purpose of research | 12 |
| 1-1-1. The final objective of research | 12 |
| 1-1-2. Objective of research | 12 |
| 1-1-3. Characteristic of research | 13 |
| 1-2. Necessity of research | 13 |
| 1-2-1. Necessity of HPAI study | 14 |
| 1-2-2. Necessity of epidemiologic study for HPAI risk factors | 14 |
| 1-2-3. Necessity of improvement for standstill and stamping-out | 15 |
| 1-2-4. GIS-based spatio-temporal resolution | 16 |
| 1-2-5. Necessity of HPAI virus survivability | 17 |
| 1-3. Range of research | 18 |
| 1-3-1. Strategy of research | 19 |
| 1-3-2. Method of research | 18 |
| 1-3-3. Promotion system of research | 19 |
| | |
| 2. R&D Status in Domestic and Overseas | 20 |
| | |
| 3. Research Contents and Results | 23 |
| 3-1. Investigating risk factors for occurrence, transmission, and spreading of HPAI and risk analysis | 23 |
| 3-1-1. Selection of risk factors for the occurrence, transmission, and spreading of HPAI | 23 |
| 3-1-2. Risk analysis and establishment of check-list form survey | 57 |
| 3-1-3. Risk analysis for transmission, and spreading of HPAI based on epidemiologic-statistical analysis with spatio-temporal resolution | 72 |
| 3-1-4. Survivability of HPAI virus and frequency of HPAI outbreak | 80 |
| 3-1-5. Risk assesment of HPAI in different bird species and Suggestion of standstill range | 90 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 3-1-6. Suggestion of stamping-out range | |
| based on spatio-temporal resolution | 148 |
| 3-1-7. Scientific basis and Conclusion | 154 |
| 3-2. GIS-based spatio-temporal resolution | |
| for the settlement of standstill and stamping-out range .. | 158 |
| 3-2-1. Role of GIS analysis in HPAI biosecurity system | 158 |
| 3-2-2. Establishment of GIS database for HPAI | 160 |
| 3-2-3. Mapping of spatial information | |
| and feature of appearance | 166 |
| 3-2-4. Analysis of basic spatial data | 182 |
| 3-2-5. Spatio-statistical analysis of HPAI | 189 |
| 3-2-6. Interaction between factors and Network data | |
| in HPAI outbreak poultry farms | 223 |
| 3-2-7. Suggestion of biosecurity system and Conclusion | 266 |
| 3-3. Suggestion of improvement plans | |
| regarding HPAI occurrence, transmission, and spreading factors | |
| based on epidemiologic-statistical analysis | 270 |
| 3-3-1. Analysis of domestic and foreign HPAI biosecurity system | |
| and field survey | 270 |
| 3-3-2. Rationale for improvement plans for the settlement | |
| of standstill and stamping-out range | 362 |
| 3-3-3. Suggestion of improvement plans for the settlement | |
| of standstill and stamping-out range | 386 |
| 3-3-4. Suggestion of post stamping-out management | 398 |
| 3-3-5. Overall epidemiological assesment | |
| of HPAI risk factors | 402 |
| 3-3-6. Suggestion of improvement plans in biosecurity system | |
| and overall epidemiological assesment | |
| of standstill range | 411 |
| 3-3-7. Improvement plans in biosecurity system | |
| and Conclusion | 436 |
| 4. Achievement and Contribution | 444 |
| 4-1. Achievement | 444 |
| 4-2. Contribution | 446 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 5. Application Plans of the Results | 448 |
| 6. International Science and Technology Information | 450 |
| 7. Security Level of Research | 452 |
| 8. Research Facility and Equipments (NTIS) | 452 |
| 9. Safety Management of Laboratory | 452 |
| 10. Representative Research Summary | 465 |
| 11. ETC. | 456 |
| 12. References | 456 |

본문목차

< 목 차 >

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 1장. 연구개발과제의개요 | 12 |
| 1절. 연구개발 목적 | 12 |
| 1. 연구 개발의 최종 목표 | 12 |
| 2. 연구 개발 목표 | 12 |
| 3. 연구 개발 성격 | 13 |
| 2절. 연구개발의 필요성 | 13 |
| 1. HPAI연구의 필요성 | 13 |
| 2. 발생·전파·확산 요인별 역학조사 필요성 | 14 |
| 3. 살처분 및 이동통제 제한의 개선 필요성 | 15 |
| 4. 공간정보를 활용한 GIS 이용 분석 | 16 |
| 5. 야생조류의 분변, 폐사체 바이러스 생존기간 규명의 필요성 | 17 |
| 3절. 연구개발 범위 | 18 |
| 1. 연구 개발의 추진전략 | 18 |
| 2. 연구 개발의 추진방법 | 18 |
| 3. 연구 개발의 추진체계 | 19 |
| | |
| 2장. 국내외 기술개발 현황 | 20 |
| | |
| 3장. 연구수행 내용 및 결과 | 23 |
| 1절. HPAI의 발생, 전파, 확산 요인별 위험요소 분석 및 위험순위 평가 (1세부과제) | 23 |
| 1. HPAI의 발생·전파·확산에 영향을 줄 수 있는 각 요인별 위험요인 대상 선정 | 23 |
| 2. 각 요인별 대상에 대한 위험성 순위 평가 및 요인별 평가 점검표 작성 | 57 |
| 3. 공간 및 기상정보 데이터베이스와 연계한 시공간 역학분석을 통한 전파, 확산 위험평가 | 72 |
| 4. 조류 종별 폐사체-분변 내 AI 바이러스 생존기간 및 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사 | 80 |
| 5. 조류 축종별 전파 확산 요인 비교평가 및 이동통제 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시 | 90 |
| 6. 시공간 결과를 바탕으로 한 발생 농장을 중심으로 한 살처분 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시 | 148 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7. 종합적 위험평가 분석을 통한 과학적 근거 제시 및 결론 | 154 |
| 2절. HPAI 요인별 이동통제 범위와 살처분 범위 설정을 위한 GIS (지리정보시스템)기반의 공간분석과 결과 표현 (2협동과제) | 158 |
| 1. AI 방역에서 GIS의 역할 | 158 |
| 2. HPAI와 관련된 공간(위치)정보의 조사 및 GIS 데이터 구축 | 160 |
| 3. 공간정보의 지도화(mapping)와 분포 특징 | 166 |
| 4. 기초 공간 분석 | 182 |
| 5. HPAI 공간 통계 분석 | 189 |
| 6. 요인간 관계 분석 및 HPAI 발생 농가간 네트워크 분석가 | 223 |
| 7. 연구의 결론을 통한 방역대책 및 정책안 제시 | 266 |
| 3절. 국내 HPAI 발생-전파-확산 요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역 시스템 개선안 도출(1협동과제) | 270 |
| 1. 현재 운영 중인 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황조사 및 현지조사를 통한 비교분석 | 270 |
| 2. 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 개선안 도출에 필요한 이론적 근거 마련 | 362 |
| 3. 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 이론적 근거를 바탕으로 국내 적용을 위한 개선안 도출 | 386 |
| 4. 살처분 후 사후관리 방법에 대한 관리방안 제시 | 398 |
| 5. HPAI 전파 확산 요인에 대한 종합적 역학적 평가를 위한 연구 방법 | 402 |
| 6. 국내 HPAI 이동통제 제한에 대한 종합적 역학적 평가 및 현 방역시스템 개선안 제시 | 411 |
| 7. 현 방역시스템 개선안 | 436 |
| 4장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 444 |
| 1절. 목표달성도 | 444 |
| 2절. 관련분야 기여도 | 446 |
| 5장. 연구결과의 활용계획 | 448 |
| 6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 450 |
| 7장. 연구개발성과의 보안등급 | 452 |
| 8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 | 452 |

| | |
|------------------------------------------|-----|
| 9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 | 452 |
| 10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적 | 453 |
| 1절. 서울대학교 수의과대학 제 1세부 과제 팀 | 453 |
| 2절. 농림축산검역본부 제 1협동 과제 팀 | 453 |
| 3절. 강원대학교 지리교육과 제 2협동 과제 팀 | 454 |
| 11장. 기타사항 | 455 |
| 12장. 참고문헌 | 456 |

<별첨> 자체평가의견서

1장. 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발 목적

1. 연구 개발의 최종 목표

본 연구의 목적은 시공간 및 역학통계 분석을 통해 고병원성 조류인플루엔자의 발생, 전파, 확산과 관련된 요인별 대상에 대한 위험성을 평가하고 또한 현 국가 예찰의 문제점을 과학적으로 평가함으로써 이동통제 및 살처분 관련 방역 시스템의 개선방안을 도출하는 데 있음.



2. 연구 개발 목표

- 제 1 세부 과제: 발생·전파·확산 요인별 규제 및 통제 관련 개선안 도출을 위한 위험요소 분석 및 순위평가.
 - HPAI의 발생·전파·확산에 영향을 줄 수 있는 각 요인별 위험요소 대상 선정
 - 각 요인별 대상에 대한 위험성 순위 평가 및 요인별 평가점검표 작성
 - 공간 및 기상정보 데이터베이스와 연계한 시공간 역학 분석을 통한 위험평가
 - 조류 종별 폐사체-분변 내 AI 바이러스 생존기간 및 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사
- 제 1 협동 과제: 국내 HPAI 발생-전파-확산 요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선안 도출
 - 현재 수행되고 있는 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황 분석 및 조사
 - 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 이론적 근거 제시 및 개선안 도출

- 살처분 후 사후관리 방법에 대한 관리방안제시
- 국내 HPAI 전파/확산 요인에 대한 종합적 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선안 제시
- 제 2 협동 과제: HPAI 요인별 이동통제 범위와 살처분 범위 설정을 위한 GIS(지리정보시스템) 기반의 공간분석과 결과 표현
 - HPAI와 관련된 공간(위치)정보의 조사 및 GIS 데이터 구축
 - HPAI 이동통제와 예방적 살처분 범위 설정에 필요한 공통 공간분석 수행
 - 이동통제와 살처분 범위 설정을 위한 시·공간 군집분석과 네트워크 분석
 - 제1세부 과제와 제1협동 과제에서 공간분석이 필요한 부분에 대한 지원과 도출된 결과 중 GIS를 이용한 지도화(mapping)

3. 연구개발 성격

- 가. 본 연구는 국내 발생한 HPAI 발생시 농가현장에서 수집한 역학자료를 통계모델을 이용해 분석하여 발생-전파-확산 요인별로 세부위험요소를 선별하고 이에 대한 위험도 순위를 평가해 차단 방역 시 우선적으로 적용할 수 있는 방역체계 개선을 위한 과학적 근거 자료를 제시하고자 함.
- 나. 기존의 KAHIS 시스템과 방역 현장에서 수집된 각종 요인별 역학 자료를 공간정보와 연계하여 GIS로 공간분석을 수행하고 그 결과를 현 방역시스템의 개선 및 종합적 방역시스템 수립에 적용함으로써, 선행 연구방법과 차별화된 결과와 방법론을 도출하고자 함.

2절. 연구개발의 필요성

1. HPAI 연구의 필요성

- 가. 병원체의 특징
 - 조류인플루엔자(avian influenza,AI)는 AI 바이러스의 감염으로 발생하는 조류의 급성 전 호흡기성 전염병으로 16개의 haemagglutinin(HA)과 9개의 neuraminidase(NA)의 표면항원을 가지고 있음. A형 인플루엔자 바이러스에 대한 정상 숙주동물 범위는 야생물새류와 철새 류로 보고되었으며, 비정상적인 숙주로 닭, 오리, 칠면조 등의 가금 류 및 돼지 등의 포유류도 감염되는 것으로 알려져 있음. 조류 인플루엔자는 일반적으로 저병원성(low pathogenic avian influenza, LPAI)과 고병원성(highly pathogenic avian influenza, HPAI)으로 구분되며 고병원성의 경우 높은 전염력과 폐사율(~100%)을 보임.

나. 국내 발생 상황

- 국내에서 총 5차례 HPAI 발생하였으며 2003년 이후 1차('03/'04) 19건, 2차('06/'07) 7건, 3차('08) 33건, 4차('10/'11) 53건, 5차('14/'16) 393건으로 5차에 걸쳐 발생되었음. 역학조사 결과 원인은 야생조류로 추정하며, 발생지역은 대부분 철새도래지와 가금사육농가가 밀집된 서해안지역에서 주로 많이 발생함.

다. 경제적 피해 규모

- 국내 경제보고서에 따르면 생산농가의 피해보상액, 방역비용, 매몰비용 등의 직접비 및 가금 산업의 위축으로 인한 생산, 유통 분야의 간접 손실비 등 HPAI 발생으로 인한 총 피해액은 1,531억원(2003년), 582억원(2006년), 3,070억원(2008년), 2,408억원(2010년)으로, 과거 HPAI 발생으로 인해 생산농가 및 직간접적으로 연계된 다양한 산업에서 큰 경제적 손실을 입은 바 있음(한국농촌경제연구원, 2008).
- 또한 가축에서의 전국적인 고병원성 전염병의 발생은 소비자들의 육계 소비 감소, 안전한 식품에 대한 국민 신뢰도 하락 등 장기간에 걸쳐 사회적, 경제적으로 큰 손실이 있으며, 국가 간 축산물 교역에도 영향을 미치기 때문에 관리가 필요함.

2. 발생·전파·확산 요인별 역학조사 필요성

가. 철새를 통한 발생 문제

- 발생지역과 발생기간 철새의 이동상황, 철새에서 HPAI 항원 확인 등 역학적으로 원인 및 그 전파요인을 분석했을 때 겨울철새(오리류) 등 야생조류에 의한 국내 유입으로 추정됨. 겨울철새(오리류)가 월동을 위해 남하하는 과정인 11월~12월과 월동 후 번식을 위해 국내를 통과하는 시기인 봄철에 야생조류 분변 등에서 AI 항원 검출율이 높았음.
- 철새 이동의 경우, 기온에 따라 남·북으로 이동을 하며, 전 세계적으로 9개 이동경로를 이용하여 전 세계 철새가 이동을 하며, 우리나라로 유입되는 철새는 주로 동아시아-오스트레일리아 (East Asian-Australasian flyway) 이용. 최근 9개의 주요 철새 이동경로 간에 상호 겹쳐지는 부분을 통해 타 이동경로로 HPAI 오염원이 전파되는 것으로 추정되고 있음.
- HPAI의 국내 유입과 전파의 주요 요인은 야생조류인 철새에 의한 것으로 기존의 방역시스템으로는 HPAI의 전파와 확산을 완전히 차단하지 못하므로, 개선된 방역시스템 필요하며, 철새를 포함한 야생동물 서식지와 이동경로 등 다양한 위험요인을 고려한 예찰 및 방역체계 개선이 필요함.

나. 현 전파·확산 방지 체계의 문제점

- 전파 및 확산 방지와 관련하여 조류인플루엔자가 최초로 발생 시 전국의 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지하는 조치인 이동통제(standstill)를 발령하며, 기동방역기구를 투입 이동통제, 소독 및 매몰조치 등 현장

방역 조치 및 지도·지원 등의 초동 방역조치를 취하고 통제초소 설치 운영 및 축산차량 전담 소독장소를 설치 운영함(긴급행동지침,2011,검역검사본부).

- 조류인플루엔자의 높은 전염력, 주요 발생 위험인자인 철새에 대한 제어의 어려움, 국내 뿐 아니라 아시아 전역의 바이러스 상재 가능성 등 국내 고병원성조류인플루엔자의 지속적이고 주기적인 발생과 관련된 요인들이 복합적으로 작용하고 있기 때문에 효과적인 국내 유입 및 확산 방지를 위한 과학적인 접근 방법이 필요함(이슈와 논점 782호, 국회 입법조사처).

다. 2014년 국내 HPAI의 특이점

- 2014년 발생한 HPAI의 경우, 고병원성 H5N8형 바이러스로 철새에 의한 국내유입 가능성을 염두에 두고 발생농가 중심의 차단방역 및 주요 철새 도래지에 대한 예찰 및 방역을 하고 있으나, 고병원성 H5N8형 조류인플루엔자는 이전 발생 보고가 없었기 때문에 철새를 감염경로로 보기 어렵다는 견해도 있음. 따라서 효과적인 병원균 차단을 위해서는 유입요인에 대한 명확한 평가 기준이 설정되어야 하며 그에 따른 차단방역을 할 필요성이 있음(Scientific Task Force on Avian Influenza and Wild Bird).
- 또한 주 위험요인인 철새 뿐 아니라 포식자나 포유동물에 의한 전파 사례에 대한 조사와 국내에서의 조류가 아닌 매개체에 의한 전파 가능성 조사가 필요함 태국에서 2004년 오리 폐사체를 먹은 개가 AI에 의해 사망한 적은 있지만, 살아있는 상태에서 무증상인 상태로 AI에 감염된 경우는 우리나라가 처음으로 보고됨(농림축산검역본부, 3.20).

라. 요인별 위험도 평가의 필요성

- 조류인플루엔자의 높은 전염력, 주요 발생 위험인자인 철새에 대한 제어의 어려움, 국내 뿐 아니라 아시아 전역의 바이러스 상재 가능성 등 국내 고병원성조류인플루엔자의 주기적인 발생과 관련된 요인들이 복합적으로 작용하고 있기 때문에 효과적인 국내 유입 및 확산 방지를 위한 과학적인 역학조사가 필요함.
- 현재 국내에서 이러한 발생, 전파, 확산 요인별로 위험요소를 분석하여 정확한 평가를 내린 연구는 전무한 실정임. 고병원성 조류인플루엔자에 대한 위험요소를 정확하게 평가하고 그 각각의 요인들에 대해서 순위평가를 통해서 방역 우선순위를 결정할 수 있음.
- 유럽 등 방역 선진국에서는 이미 위험성연구가 진행되었으며 이를 이용해서 농장에 조류 인플루엔자 예방 대책을 세워두었음. 농장밀도, 혼합사육, 사육개체 종류, 사람과 조류의 접촉 횟수 등 여러 가지 요소를 역학조사를 통해서 근거를 설립함. 그 근거를 바탕으로 각 농가에 예방조치를 취하고 수시로 점검함(B.J. Grabkowsky, 2010).

3. 살처분 및 이동통제 제한의 개선 필요성

가. 현행 살처분 제도의 문제점

- 2003~2011년까지 발생한 HPAI의 경우 발생농가는 112곳 이지만, 살처분이 진행된 농가는 모두 2,638곳으로 발생농가의 약 24배에 해당함. 따라서 HPAI 확산을 막기 위한 예방적 살처분의 범위를 최소화함으로써, 경제적 피해를 최소화 할 필요가 있음.
- 2014년 6월경에는 입법되어 있는 예방적 살처분 범위는 일률적으로 지정이 되어 있으나 이는 산과 같은 주위환경에 따라 달라지는 전파 양상과 도로를 통한 전파 현실을 반영하지 못한바가 있음.
- 또한 일부 동물보호단체, 환경보호단체에서는 철새를 HPAI의 주요 원인으로 몰아가는 것에 대해 강하게 반발하고 있으며, 맹목적인 살처분 정책은 동물복지와 환경오염을 고려하지 않은 행정 편의식 살처분 정책이라고 비판한 바 있음. 특히 복지농장 인증농가의 가금류는 면역력이 강해 살처분에서 제외시켜 줄 것을 요구했으나 받아들여지지 않음.

나. 주요 선진국의 살처분 현황

- 다른 나라와 비교했을 때 우리나라 살처분 반경에 대한 과학적 근거 조사나 역학 조사가 미흡함. 현재 국내 실정에 맞는 살처분 제도 개선이 필요함.
- HPAI 발생으로 인한 피해 농장주와 국민들의 살처분에 대한 저항과 거부감을 최소화하기 위해 예방적 살처분의 범위와 방법에 대한 타당한 근거 제시가 필요함.

4. 공간정보를 활용한 GIS 이용 분석

가. 질병 역학 분야에서의 GIS 적용 동향

- 2001년 유럽의 구제역 대유행시 개발된 동물 질병 모델링을 최초 적용하였으며, 이후 다양한 시나리오를 적용하였을 때 도출되는 결과 예측을 통해 모델의 활용도를 증명하는 연구를 지속하고 있음(Gernar and Hamilton, 2011, Willeberg et al., 2011).
- 이러한 연구들은 시간 또는 공간 요소를 분리하여 적용한 연구로써 최근 국외의 경우 시공간을 동시에 고려하여 유행성 질병의 조기예측 분야까지 연구 분야를 넓히고 있음.

나. 외국의 GIS 활용 실태

- USGS(미국 지질 조사국, U.S. Geological Survey)에서는 2007년 10월에 미국에 서식하는 190,000마리의 야생 조류에 관해서 야생조류보존프로그램 하에 인플루엔자 바이러스에 대해서 조사함. 이러한 샘플과 실험정보를 지리학적 분포를 통해서 저병원성 인플루엔자 바이러스 지도를 만들고, 고병원성 조기 경보 데이터베이스 시스템(HPAI Early Detection Database System, HEDDS)를 구축함.
- 최근 과학기술의 발달로 인해 전염병 유행에 대한 시뮬레이션 모델링(epidemic simulation modeling) 기법이 동물 질병 방역 분야에 활용되고 있으며, 이 방법을 통해

동물들 사이, 동물 집단 간 시간과 공간에 따른 질병의 전파양상을 정량적, 논리적으로 표현할 수 있게 됨(Gernar and Hamilton, 2011).

- 주요 선진국들은 모두 예찰과 방역활동에 공간분석 도구인 GIS를 적극적으로 활용함으로써 공간정보와 연계한 체계적인 관리가 이루어짐. 한정된 방역자원을 효율적으로 활용하기 위한 목적으로 GIS를 활용함.

다. 국내의 GIS 활용 실태

- 질병과 방역은 공간과 관련된 문제로, 해외 선진 사례에서는 2000년대 초부터 공간(위치)정보와 연계된 분석을 수행하고 있지만, 국내에서는 공간정보를 활용한 분석이 미흡
- 국내에서는 2010~2011년에 발생한 구제역이 시공간을 동시에 고려하였을 때 어떠한 군집(클러스터링) 유형을 보이는가를 분석한 연구(배선학 등, 2013)와 네트워크기법을 이용한 구제역 확산 속도에 관한 분석(최석근 등, 2012), 소셜네트워크 분석 도구를 이용한 HPAI 확산 예측 분석(Lee, et al., 2014) 등 최근에 GIS 기반의 공간분석 방법을 질병역학에 적용하려는 시도가 나타나고 있음.
- 이와 같이 질병 역학에 관련된 시간 또는 공간 요소를 활용하여 GIS의 네트워크 분석 기법에 적용함. 질병의 확산속도 분석, 질병의 전파 확산 시뮬레이션 모델등을 통해서 방역조치 개발 연구를 가능케 하며, 질병 발생 시 발병 가능성이 높은 지역과 시기를 추정하는데 유용한 정보를 제공해 주고 있음(Pak and Bae, 2012).

5. 야생조류의 분변, 폐사체 바이러스 생존기간 규명의 필요성

가. 분변 폐사체 관련 HPAI의 발생·전파 요인.

- HPAI 발생, 전파, 확산 요인은 여러 가지가 있으나 OIE에 의하면 주된 발생 요인은 철새로 지목되고 있음. 철새의 분변이나 폐사체를 통해 바이러스가 가금 농장에 침입해서 조류인플루엔자가 발생함. 전파와 관련해서 분변이 오염된 차량이나 사람, 사료, 사양 관리기구 등을 통해 전염되며, 가까운 거리의 경우 오염된 쥐나 야생조류에 의하여도 전파가 가능함. 계사 내의 아주 근접한 거리에서는 오염된 물·사료, 기침시의 비말 등에 의해서도 전염될 수 있음(긴급행동지침, 2014, 검역검사본부).

나. 조류 종별 폐사체-분변 내 AI 바이러스 생존기간 조사의 필요성

- 야생조류에서의 폐사체-분변내 조류 인플루엔자 바이러스 생존기간 조사를 통해서 분변과 폐사체의 전파양상과 그 위험도를 특정할 수 있으며 바이러스 생태에 대한 이해를 통해서 방역시스템의 강화가 가능함.

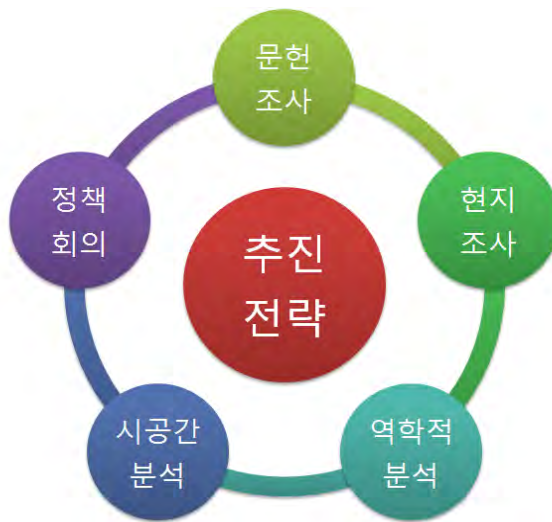
다. 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사의 필요성

- 이번 년도 조류 인플루엔자의 경우 닭 농장에 비해서 오리 농가의 피해가 크며 닭에서

의 발생 빈도와 오리농가에서의 발생 빈도의 차이, 감수성차이, 사육환경차이 등 다양한 위해요소를 과학적으로 검증할 필요가 있음.

3절. 연구개발 범위

1. 연구 개발의 추진전략



- 본 연구개발에 필요한 기술 정보 수집을 위해서 과거부터 현재까지 각종 국내발생 사례보고서, 국내외 동물질병 관련 역학 연구 자료 등 체계적인 문헌조사를 실시하고, 해외 우수 방역 기관의 현지조사를 실시하고자 함.
- 정부기관 및 학계의 방역전문가, 기상학자, 야생 철새 및 환경생태 전문가 등으로 구성된 전문가 네트워크를 구성하여 자문회의를 실시하고자 함.
- 제1 협동과제 수행을 위해 참여하는 농림축산검역본부 역학조사과와 긴밀한 협력을 통해 AI 발생기간 조사한 역학조사서의 데이터를 과학적 기반으로 객관화하여 역학적 분석을 실시하고자 함.
- 역학정보와 공간정보를 기반으로 한 시공간 분석 기법을 융합하여 조류인플루엔자의 전파 패턴을 고려한 이동제한 범위와 살처분 기준을 설정하고 이를 실제 정책에 반영하고자 함.
- 각 세부별 및 협동과제 수행을 통해 현 방역 시스템의 문제점을 진단하고 과학적 증거를 통한 규제 및 통제관련 방역개선안을 도출하고자 함.

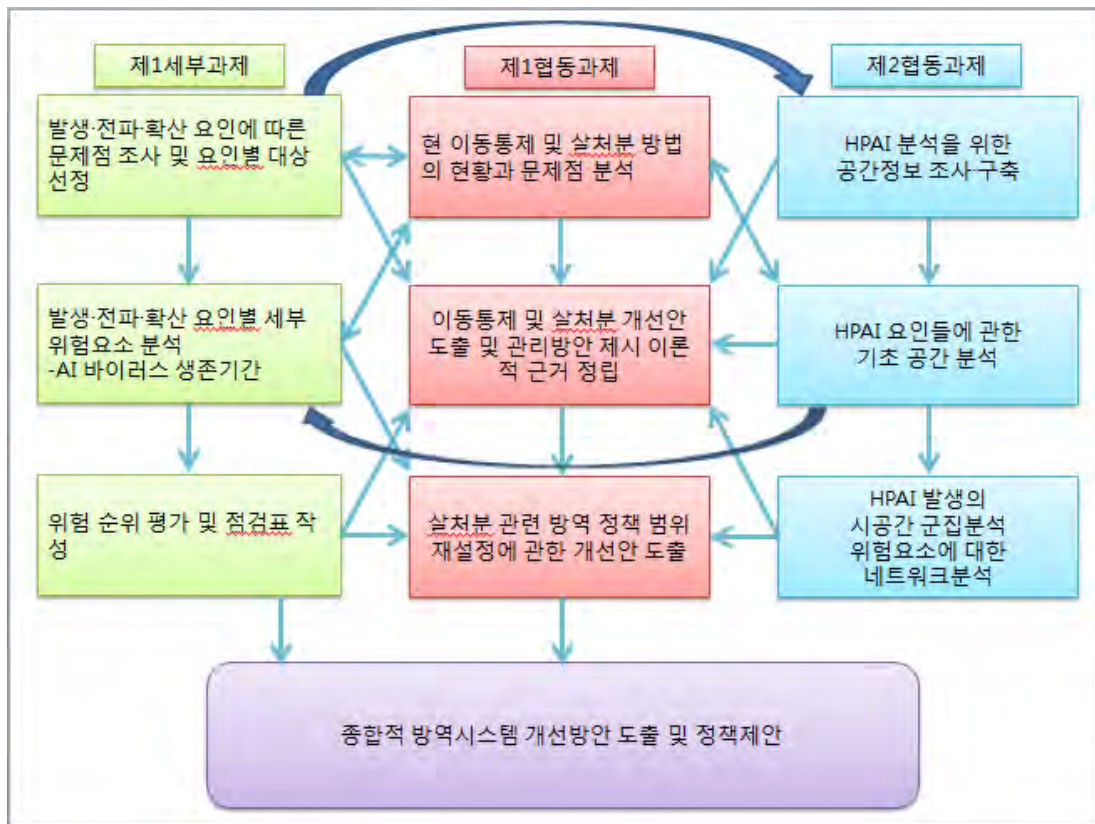
2. 연구 개발의 추진방법

- 제1세부과제 연구책임자는 AI 발생 지역 내 농장에서 수행한 역학조사서와 세부조사서 등의 데이터를 확보하여, 객관화하고 역학분석모델을 설정하여 각 요인별 세부위험요소에 대한 위

협도 평가를 실시하고 순위를 평가하여 평가점검표 작성을 위한 과학적 근거를 제시함.

- 제1협동과제 연구책임자는 1세부 과제 연구에 필요한 역학자료를 제공하여 분석에 협력하며, 제 1세부 및 제 2협동 과제의 분석결과를 토대로 규제 및 통제관련 현 방역시스템의 문제점을 진단하고 개선안 도출하고 방역정책안으로 제안함.
- 제2협동과제 연구책임자는 제1세부 과제에서 도출된 요인별 분석결과와 제1협동과제의 KAHIS에서 관리되는 HPAI 관련 자료를 바탕으로 공간분석을 구축하고, 제1세부과제와 제 1협동과제의 결과도출에 필요한 GIS 기반의 공간분석을 수행함으로써, 공간상에서 발생하는 현상인 HPAI의 발생과 방역에 관한 보다 실질적인 정보와 해결방안의 근거를 제공하고자 함.
- 각 세부/협동과제별로 도출된 과학적, 논리적 근거를 토대로 현 방역시스템의 문제점을 진단하고 종합적 방역시스템 개선안을 도출하여 정책 제안함.

3. 연구 개발의 추진체계



2장. 국내외 기술개발 현황

- 역학 분야에서 대규모 재난형가축전염성질병 발생시 질병 위험요인 분석 연구는 현재 정부차원의 case-control study를 바탕으로 질병의 원인적 연관성을 역학적으로 규명하고 있음.
 - 질병역학 분야에서 국가 단위의 질병연구, 특히 HPAI는 주로 case-control study를 바탕으로 이루어지고 있음.
 - 방역 선진국의 경우 국가재난형질병 발생 후 국가기관을 중심으로 발생농가 (case)뿐만 아니라 비발생농가 (control)에 대한 역학조사를 통해서 질병에 대한 위험요인을 밝혀 방역시스템을 개선하는데 활용하고 있음.

- 해외 방역 기관에서는 위험성 연구를 기반으로 조류인플루엔자 예방대책 수립
 - 해외 여러 기관에서는 질병의 발생, 전파, 확산이 이루어 질 수 있는 여러 요인들을 다양한 수리통계학적 역학분석모델을 통하여 의심요인의 위험비를 추정 하는 등 과학적 근거를 수립하고 이를 정책 반영에 활용하고 있음.
 - 국가재난형 질병에 대비함에 있어 발생 후 조치보다는 평시 예방관리를 통해서 질병의 유입, 전파, 확산 등 피해를 최소화 하는 것이 사회·경제적으로 효율적인 대책임.

- 미국 미네소타 대학 HPAI H5N2 관련 case-control study 통한 위험요인 분석 현황.
 - 2015년 미국 미네소타 및 아이오와 주 를 포함한 중부지역에서의 칠면조 농장에서 대규모 발생한 HPAI H5N2 outbreak에 대해 미네소타 대학 중심으로 농장 단위에서의 위험요인(risk factors)를 조사하고자 Case-Control study가 이루어짐.
 - 칠면조 농장주에게 주변 환경, 야생조류 출현과 농장관리등과 관련하여 인터뷰를 통하여 조사가 이루어짐.
 - 총 83개의 칠면조 농가에 대해서 수행하였으며, 43개의 발생농가와 40개의 비발생농가에 대해서 조사를 하였음(출장보고서 참조).

- USDA 중심 2015년 HPAI 관련 위험요인 분석 현황.
 - 아이오와, 미네소타, 노스다코타, 위스콘신 주에서 발생한 총 81개의 칠면조 농장에 대하여 농장중심과 축사중심의 Case-control study가 이루어짐.
 - 다양한 모델을 통하여 HPAI 위험요인에 대한 조사가 이루어짐.
 - 총 63개의 칠면조 농가에 대해서 수행하였으며, 26개의 발생농가와 33개의 비발생농가에 대해서 조사를 하였음.

○ **질병역학 분야에서의 GIS와 공간정보 활용이 일반화 됨**

- 국내외의 질병역학 분야에서 GIS 기반의 공간정보 활용은 이제 일반화되어 있음.
- 특히 국내의 경우, 최근 공간정보를 생산·관리하던 관련 기관들이 공간정보를 무상으로 공유하고, 공유 절차도 간소화함으로써 다양한 공간정보에 대한 활용 가능성이 점차 높아지고 있음.

○ **질병역학 분야에서의 공간분석 기술 적용**

- 중첩분석과 인접분석과 같은 기본적인 공간분석 방법뿐만 아니라, 시공간분석, 공간통계분석, 빅데이터 분석 등 다양한 분석 방법이 질병역학 분야에 적용되기 시작함.
- GIS 소프트웨어에 있어서는 오픈소스 기반의 기술지원이 일반화되면서 관련 기술 소프트웨어 활용에 관한 진입장벽이 낮아짐.
- 오픈소스를 기반으로 하는 공간정보 시각화 기술의 발전으로 분석 결과의 다양한 표현이 가능해지고 있으며 이는 결과적으로 최종 의사결정자에게 효과적으로 정보를 제공하는 역할을 하게 됨.

○ **차량이동 데이터 등 빅데이터를 활용한 데이터마이닝 기술과 AI기술의 도입**

- 국내의 경우 빅데이터의 일종인 축산차량 이동데이터 (2014년 기준 약3,500만 건)를 직접적으로 분석하기 시작하였음.
- 그 결과 축산권역 설정과 축산시설간의 사회연결망분석 (SNA), 질병의 확산-전파 모델 개발 등 다양한 시도가 진행 중임.
- 이러한 과정에서 데이터마이닝 소프트웨어와 GIS의 소프트웨어의 융합 활용이 중요시됨.
- 예를 들면, 통계와 데이터마이닝에 특화된 오픈소스 기반의 툴인 R로 분석을 수행하고, 그 결과를 GIS 소프트웨어를 이용하여 지도로서 시각화함으로써 데이터분석 능력과 정보의 전달 능력을 향상시킴.

○ **국내외 가축방역시스템에서 역학조사·분석 기반 방역조치 적용**

- 국내외의 가축방역시스템은 질병 역학조사과정에서 나타난 병원체 유입, 전파, 확산에 관여한 주요 위험요소에 대한 평가를 통해 기존의 발생지역에 대한 신속한 차단방역과 추가 발생 예측지역을 차단하는 방역시스템 구축
- 국내에서는 기본적으로 질병정보, 위치정보, 농장 품고사항, 농장출입 인적·물적 자원정보, 시료검사결과, 농장 출입 각종 위험요소를 분석·평가한 것과 축산관련차량의 이동사항 (국가가축질병통합방역시스템, KAHIS) 등이 종합된 역학조사·분석사항을 참고로 하여 해당 질병의 관련법에 따라 방역조치 수행

○ **국내 HPAI 발생상황에 대한 역학조사·분석기술 도입**

- 과거 4차례 국내에서 발생한 H5N1형 HPAI와 최근 발생한 H5N8형 HPAI에 대한 병원성,

- 유전자분석, 축종별·품종별 감수성, 질병진행정도 등 다양한 요건에 대하여 비교분석 실시
- 세계 최초로 가금농장에서 발생된 H5N8형 HPAI에 대한 임상증상과 병변을 통해 감염추정 일을 분석한 것을 SLIR 모델을 통해 조기 검증을 하여 이후 장기간 병원성시험을 통해 특성을 분석 전에 방역대책 수립에 일조
- 국가 가축질병통합방역시스템 (KAHIS)을 이용하여 가금 산업 유통부분에서 사회구조망 분석 (SNA)을 통해 도축장, 사료공장 등에서 발생할 수 있는 주요 위험요소에 대한 예방적 사전 차단방역조치를 수행하여 농가 피해 최소화함.

○ HPAI 발생지역의 감수성 숙주 (축종별, 품종별)의 이동제한 및 해제 조치 적용

- H5N1, H5N8 등 혈청별 또는 병원성 정도와 감수성 정도가 완전히 다른 HPAI에 일률적으로 적용된 이동제한조치 개선 필요함.
- 계절별, 농가의 방역수준의 정도 등에 따른 이동제한거리, 방법 (발생농장, 발생지역 등), 기간 (이동제한 및 해제) 등 이동제한 등에 관한 방역조치관련 제도 정비 필요함.
- 이동제한 및 해제는 발생지역과 병원체의 특성, 기온, 가금사육농가 및 유통망의 밀집정도 등 다양한 변수를 고려하여 결정할 수 있도록 제도적 정비가 필요함.
- 병원성이 높을수록 축주의 인지 및 예찰이 용이하기 때문에 신고가 신속하지만 병원성이 낮을 경우 축주의 인지와 예찰이 어려워 신고의 지연으로 인해 방역조치 또한 지연됨. 이에 따라 비발생 지역으로의 전파 확산범위가 증가하고 있음.

○ HPAI 발생관련 감염축 또는 예방 살처분 대상축 등에 대한 살처분 방법 개선 조치

- HPAI 감염축 또는 예방 살처분 대상축 등에 대한 살처분 시 동물 복지측면을 고려한 살처분 방법 개선이 필요함.
- 축종별, 품종별, 축사시설별 등에 따라 살처분 방법이 개선되어야 하며, 살처분 개체를 축종과 축사시설 등에 따라 관계법을 준수해서 현장 맞춤형으로 수행할 필요가 있음.

○ HPAI 살처분 매몰지 선정과 살처분 투입인력에 대한 방역관리 강화 조치

- 살처분 매몰 예정지에 대한 평가 기준 마련으로 살처분 매몰지 선정 시 기본적으로 준수해야 할 방향을 제시함으로써 질병 전파 및 확산방지와 살처분 대상 동물의 학대방지를 위한 동물보호·복지가 이루어 질 수 있음.
- 긴급 방역과정에서 동물보호법 위반행위 방지와 환경오염방지 및 살처분 인력의 인수공통전염병 예방 등에 대한 방역관리가 철저히 수행되도록 할 수 있음.
- 살처분 개체에 대한 관련법 외에도 인수공통전염병인 AI를 통해 사망자 발생 가능성이 높아지는 경우, 방역인력을 대체하는 가금 살처분용 로봇 개발 필요.

3장. 연구수행 내용 및 결과

1절. HPAI의 발생, 전파, 확산 요인별 위험요소 분석 및 위험순위 평가 (1세부과제)

1. HPAI의 발생·전파·확산에 영향을 줄 수 있는 각 요인별 위험요인 대상 선정

가. 2014년 H5N8형 HPAI 발생농가별 역학조사서 분석

2014년도와 2015년도에 걸쳐 국내 가금농가에 발생된 H5N8형 HPAI는 과거 4차례 발생했던 H5N1형 HPAI와는 다른 특징을 갖고 있었다.

우선 전파 확산요인은 크게 7가지 세부유형을 나타낸다 첫째, 야생 조수류, 사람, 농기구, 축산관련차량 등이 오염된 철새의 분변과 접촉한 후 축사내로 직접 유입되면서 전파. 둘째, 이미 잠복감염된 가금류의 이동에 의한 전파. 셋째, 축산관련차량 (사료차량, 왕겨차량, 분뇨차량, 가축입식차량 및 출하차량, 종란공급차량 등)에 의한 농장 간 간접전파. 넷째, 방역의식 미흡으로 인한 축주 및 농장출입자들에 의한 전파 (발생농가와 비발생농가간의 오염원 전파, 축산관계자 모임 등을 통한 전파 등). 다섯째, 진입로, 출입문 공유 및 농기구와 퇴비장의 공동사용과정에서의 인근 농가로의 전파. 여섯째, 관리자들의 가금농가 사육지도를 위한 여러 농장 방문에 의한 전파. 일곱째, 남은 음식물을 수거하여 급여하는 과정에서 전파되는 것으로 추정되었다.

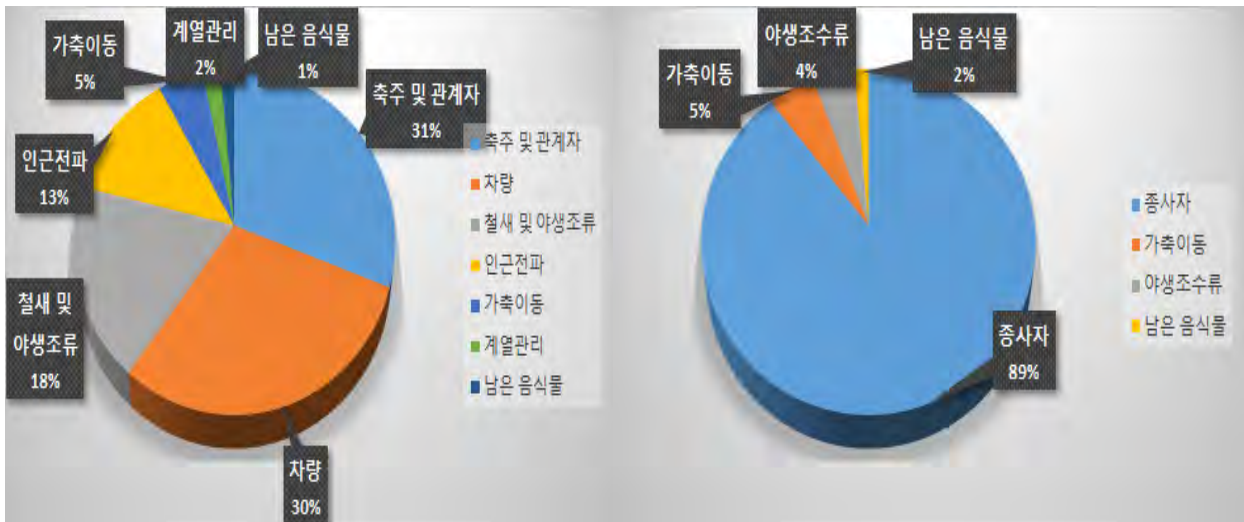


그림 1. 세부요인별 HPAI 전파, 확산경로

전파 확산경로를 세부요인별로 분석한 결과 다음과 같은 결과가 나왔다. 총 발생 201건 중에 첫째, 축주 및 관계자 62건(30.7%), 둘째, 차량 60건(29.7%), 셋째, 철새 및 야생조류 37건(18.3%), 넷째, 인근전파 26건(12.9%), 다섯째, 가축이동 10건(5%), 여섯째, 계열관리 4건(2%),

일곱째, 남은 음식물 3건(1.5%)의 순 이었다. 유입 경로별로 세부 유입원인을 분석한 결과는 다음과 같았다. 첫째, 축주 및 농장출입자 62건(30.7%)중 축주(종사자) 54건(90.0%), 축산관계자 모임 4건(6.7%), 지인 방문 2건(3.3%), 식란판매상 1건(1.7%), 컨설턴트 1건(1.7%), 둘째, 차량 60건(29.7%) 중 사료차량 28건(46.7%), 왕겨차량 13건(21.7%), 입식 5건(8.3%), 출하차량 3건(5.0%), 외부차량 4건(6.7%), 분노차량 2건(3.3%), 종란배송차량 5건(8.3%), 셋째, 철새 37건(18.3%)중 철새 25건(67.6%), 야생 조수류 12건(32.4%) 이었다. 차량의 경우 지속적으로 이동하는 사료차량의 위험이 높았고, 축주 및 농장 출입자 중에서는 축주와 농장 근로자가 위험도가 가장 높았다. 또한 축사 내 유입 경로를 추정된 결과, 축주(종사자) 180건(89.1%), 가축이동 10건(5.0%), 야생 조수류(4.5%), 남은 음식물 3건(1.5%) 순 이었다. 이는 가금을 사육하는 농장/축사에 외부인이 함부로 들어갈 수는 없기 때문에, 결국은 축주 자신과 농장근로자가 HPAI의 주요 유입원인임을 시사한다.

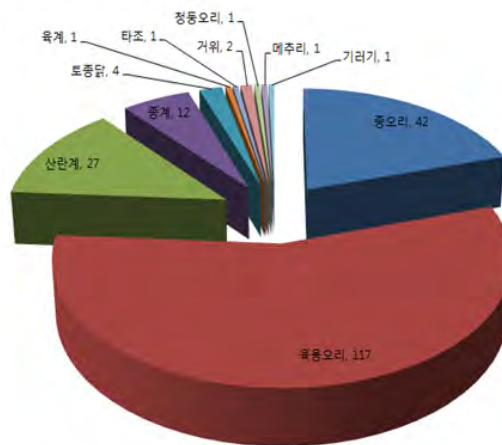


그림 2. 사육 축종·품종별 HPAI발생 건수 파이 차트

사육 형태별 양성 농가 수 분포는 오리 154개소(76.2%), 닭 42개소(20.7%)로 주로 오리농가에서 HPAI가 발생한 것으로 나타났다. 축종별·품종별로는 종오리 43개소, 육용종계 11개소, 산란계 27개소, 청둥오리 1개소, 메추리 1개소, 다축종 혼합사육 2개소 등 85건(42.1%)이 알을 낳는 가금에서 발생하였다.

HPAI 발생 연도별 축군 내 감염양상을 비교할 시에는 2010/2011년의 HPAI 전파속도가 가장 빠르고, 그 다음이 2008년이었으며 2014년 H5N8의 경우 전파속도가 가장 느린 것으로 추정되었다. 그러나 오리의 경우 2014년 HPAI의 전파속도가 2008년보다 빠른 것으로 추정되었다. 하지만 2008년의 오리 폐사율은 100%였던 것에 비해 2014년에는 오리의 폐사율이 20%에 그쳐 폐사 개체가 적어 실제 현장에서 HPAI로 의심하여 관찰되는 것이 느렸다. 또한 시뮬레이션을 통해 예측되는 전파속도는 닭보다 오리에서 더 빠르지만, 실제 현장에서는 닭에서의 전파속도가 더 빠른 것으로 느낄 수 있으며, 폐사축의 발현 속도 또한 닭이 오리보다 빠르게 나타나기 때문에 닭에서의 전파속도가 빠르게 여겨지는 것으로 추정된다.

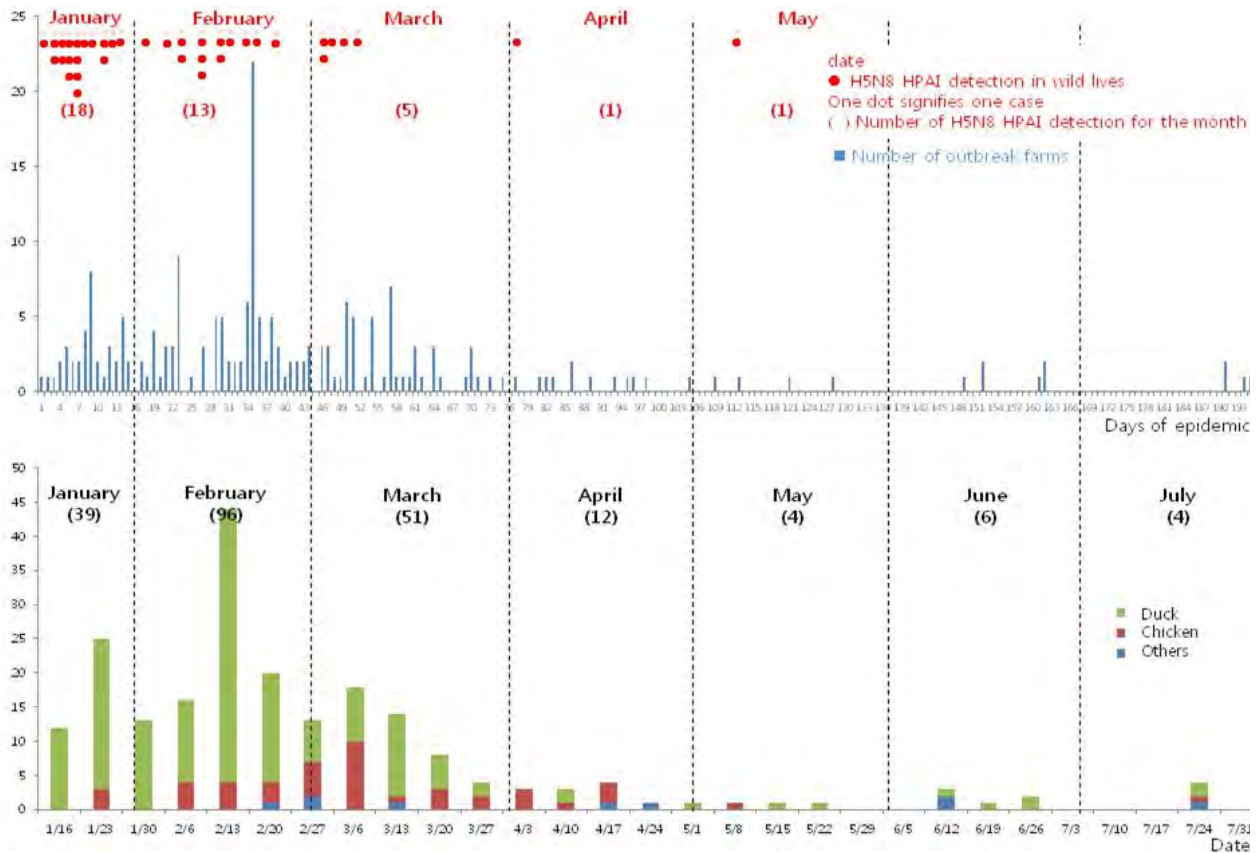


그림 3. HPAI 발생의 시기별 분포

나. 2010-2011년 H5N1형 HPAI 발생농가별 역학조사서 분석

총 53농가에서 발생하였으며 발생 기간은 2010년 12월 29일부터 2011년 05월 16일까지 였다. 발생지역은 경기 18, 경북 3, 경남1, 전북2, 전남 23, 충남 6 곳이었으며, 전남과 경기지역에서 다수 발생하였다. 축종으로는 기타 2, 산란계 10, 육계 2, 육용오리 23, 종계 4, 종오리 10, 토종닭 2건 이며 닭이 18건(33.96%)인 반면 오리는 33건(62.26%)으로 좀 더 다수 발생한 것으로 나타났다.

표 1. 축종별 2010-2011년 HPAI 발생 현황

| 축종 | 농가수 | 두수 | 세부종 | 농가수 | 두수 |
|----|------------|---------|------|-----|---------|
| 오리 | 33 (62.3%) | 551,460 | 종오리 | 10 | 142,560 |
| | | | 육용오리 | 23 | 408,900 |
| | | | 산란계 | 10 | 572,700 |
| 닭 | 18 (34.0%) | 982,970 | 육계 | 2 | 185,000 |
| | | | 종계 | 4 | 223,000 |
| | | | 토종닭 | 2 | 270 |
| | | | 꿩 | 1 | 2,000 |
| 기타 | 2 (3.7%) | 102,000 | 메추리 | 1 | 100,000 |

농장별 사육 두수는 최소 20에서 최대 201,000으로 사육두수는 다양하였다. 농장 중 10,000두 이하의 농장은 12농가(22.64%)이며 10,000두 초과 50,000두 이하는 34(64.15%)농가, 50,000두 초과 100,000두 이하는 2(3.77%)농가 그리고 100,000두 초과 500,000두 이하 농가는 4(7.55%)농가였다.

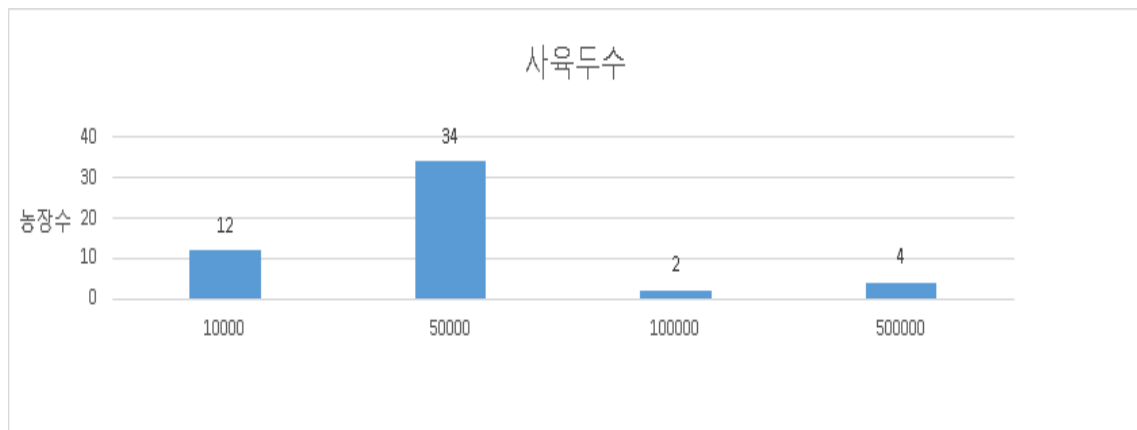


그림 4. 사육규모별 농가 수

사육형태는 대다수가 평사(42, 80%)이며 케이지가 9군데(17%)로 케이지에서 사육되는 종은 산란계나 종계였다. 과거 질병 발생 이력이 있는 농가는 7건(13.21%)이었으며, IB, 살모넬라, 가금티푸스 등의 질병이었고 AI 발생 이력은 없었다.

농장별 평균 종사자 수는 3.19명이며 외국인 근로자는 26개 농장에서 90여명이었다. 입국시기, 입국 전 직업, 숙소 등을 확인한 결과 이번 HPAI 발생과는 역학적으로 관련이 없다고 판단되었다.

해외 출입의 경우 한 농가가 2010년 11월에 태국을 방문한 것이 전부이며 이 또한 이번 HPAI 발생과는 역학적으로 관련이 없다고 판단되었다.

가축 분뇨의 경우 자체적으로 처리하는 분뇨장이 있거나, 계분 업체를 통해 주기적으로 처리를 해서 오염의 확률이 적다고 판단되는 농가는 9곳(17%)이며, 퇴비로 쓰는 경우가 10곳(19%)이었다. 나머지 34군데는 어떻게 처리하고 있는지 역학조사서에 기록이 되어 있지 않아 이에 대한 조사가 필요하다.

폐사축의 경우 매몰 및 계분장 등에 처리한 농가는 5곳이며, 사육중인 개에게 먹이로 준다는 농가도 2곳이 있었다. 나머지 농가들은 역학조사서에 기록이 되어 있지 않았다. 폐사체를 따로 처리할 수 있는 처리 방안과 시설, 교육이 필요함을 알 수 있었다.

33개의 농가(62%)에서 급수시설로 지하수를 사용하고 있었다. 지하수가 아닌 농가의 경우 급수자체에 대해서 기입이 되어 있지 않았지만 나머지 농가들도 대부분 지하수를 쓰고 있다고 추측되는 상황이었다. CDC의 조류인플루엔자에 대한 내용을 보면 가금류에 전파를 가능케하는 매개체 중에 물도 포함이 되어 있으며, 수계를 통한 감염도 증명된바 있다(JD brown,2007). 따라서 지하수에 대한 감시 및 검사 역시 방역을 위해서 필요하다고 생각된다.

농가별 소독 사항은 총 5가지로 나누었으며, 축사 입구에서 차량을 소독하는지를 보는 차량 항목, 각 개인이 축사에 들어갈 때 소독을 하거나, 방역복 등으로 갈아입는 대인 소독 항목, 축

사 들어가기 전 신발을 소독하는 발판 소독항목, 마지막으로 정기적인 축사내부와 축사외부의 소독(석회)항목으로 총 5가지 항목으로 분류 하였다. 작성된 역학조사서 조사 기록이 통일 되어 있지 않아 이 항목에 대한 객관화가 필요하였다. 소독여부를 시설별, 사용유무별, 소독제 종류 등과 같이 세부적으로 항목을 나눌 필요성이 있다.

역학조사서를 바탕으로 총 5가지 소독사항을 분류 해본 결과 농가에서는 평균적으로 2.05가지의 소독절차를 시행하고 있었으며, 소독 절차 별 농가수는 다음과 같다.

표 2. 소독 절차별 농가 수

| 구 분 | 차량 | 대인 | 발판 | 축사내부 | 축사외부 |
|-----|----|----|----|------|------|
| 농가수 | 29 | 11 | 24 | 31 | 14 |

또한 농가별로 몇 가지의 소독시설이 있는지 조사해 본 결과, 소독시설이 없는 농가가 7군데, 1개만 사용하고 있는 농가가 15군데 정도로 방역에 취약한 것으로 판단되는 농가가 22군데 (42%)나 되었다.

야생조수 발견의 경우 총 47건이었으며 야생 조류 발견의 경우 22건(42%)로 높은 비중을 차지한다. 또한 역학조사서를 보면 단순히 야생조류의 분변이 발견되었다 라고만 기록이 되어 있는 경우가 많은데, 분변의 위치나 그에 따른 감염 가능성에 대해서도 조사가 필요하다.

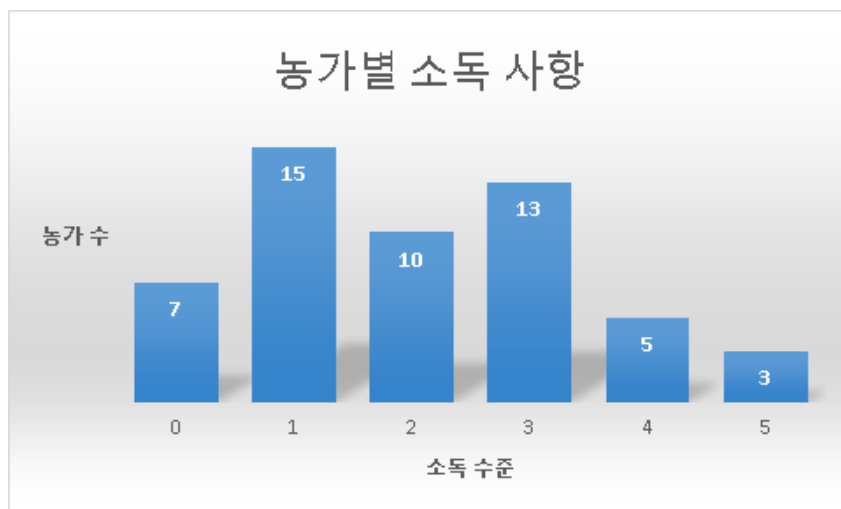


그림 5. 소독 절차 횟수별 농가 수

가축의 이동과 농장 출입에 대해서는 역학조사 보고서에 기록되어 있는 방문횟수를 기준으로 하였다. 조사에 적힌 방문을 하나의 방문으로 보고 수치화하여 합산하였다. 만약 한 번에 여러 사람이 방문했다 하더라도 한 번의 방문으로 가정하였다. 방문은 가축의 이동의 경우 초생추 입식, 계란 판매, 도축 출하로 정하여 외부사람이 직접적으로 축사에 들어갈 수 있는 가능성이 있는 것만 정리하였다. 농장 출입횟수의 경우에는 물품역시 오염될 수 있기 때문에 사람이 들어가지 않고 물품만 이동했다고 하더라도 횟수에 집계하였다.

표 3. 농장출입 현황

| 구분 | 초생추입식 | 계란판매 | 도축출하 | 수의사 | 동물약품 | 백신접종 | 사료 | 왕겨 | 축분처리 | 난좌 | 유류차량 |
|--------|-------|------|------|-----|------|------|----|----|------|----|------|
| 1회 | 13 | 6 | 13 | 5 | 26 | 4 | 5 | 21 | 2 | 8 | 8 |
| 2회 | 16 | 2 | 4 | | 3 | | 4 | 6 | | 1 | 3 |
| 3회 | 3 | 1 | 1 | | 2 | | 9 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4회 | 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | |
| 5회 | | 2 | | | 2 | | 5 | 2 | | | 1 |
| 6회 | 1 | | | | | | 5 | | | | 1 |
| 7회 | | 1 | | | | | 3 | 2 | | | |
| 8회 | | 0 | 1 | | 1 | | 4 | | | | |
| 9회 | 1 | 2 | | | | | 3 | | | | 1 |
| 10회 이상 | | 3 | | | | | 11 | 4 | | | |

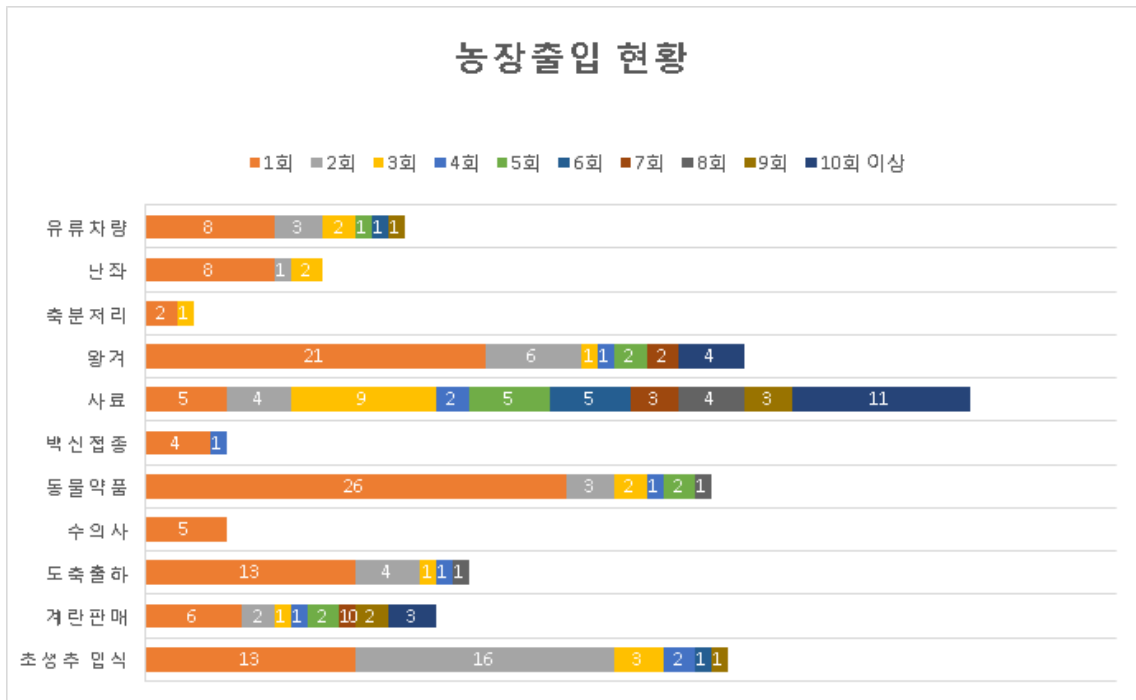


그림 6. 농장 출입현황 히스토그램

기록된 총 방문 농가 수는 사료, 왕겨, 초생추 입식, 동물약품, 도축출하 순이었지만 횟수를 기준으로 볼 때에는 사료 차량의 방문수가 다른 방문에 비해서 크게 높은 것을 알 수 있었다. 이를 볼 때 농가를 자주 방문하게 되는 사료차량에 대해서 다른 요인에 비해 더욱 집중적인 방역관리가 필요해 보인다.

우리가 조사한 2010-2011년 역학조사서에서는 농가별로 추정되는 유입원인을 3-4가지 정도로 추정하였다. 조류인플루엔자의 발생, 전파, 확산요인에 대해서 알아보고자 그 추정자료에 대해 기초 분석을 하였다. 우선 농가별로 여러 요인들이 있었으며, 어떤 경우에는 특정한 요인이라고 확정 지은 농가도 있었으나, 위험요인이라 추정한 모든 요인에 대해 동일한 가중치를 부여하였다. 또한 농가별로 추정한 위험요인의 숫자가 달랐지만, 역학조사서에 기입되어 있는 모든 위험요인을 집계하였다.

표 4. 조류인플루엔자 유입요인

| 유입요인 | 개수 | 비율 |
|-------|-----|---------|
| 농장주 | 9 | 5.00% |
| 농장종사자 | 17 | 9.44% |
| 야생조류 | 29 | 16.11% |
| 방사 | 3 | 1.67% |
| 저수지 | 5 | 2.78% |
| 도로 | 2 | 1.11% |
| 잔반 | 6 | 3.33% |
| 발생농가 | 18 | 10.00% |
| 양성농가 | 10 | 5.56% |
| 초생추 | 7 | 3.89% |
| 계란 | 3 | 1.67% |
| 약품 | 2 | 1.11% |
| 사료 | 43 | 23.89% |
| 계분 | 3 | 1.67% |
| 왕겨 | 17 | 9.44% |
| 유류 | 6 | 3.33% |
| 총합 | 180 | 100.00% |

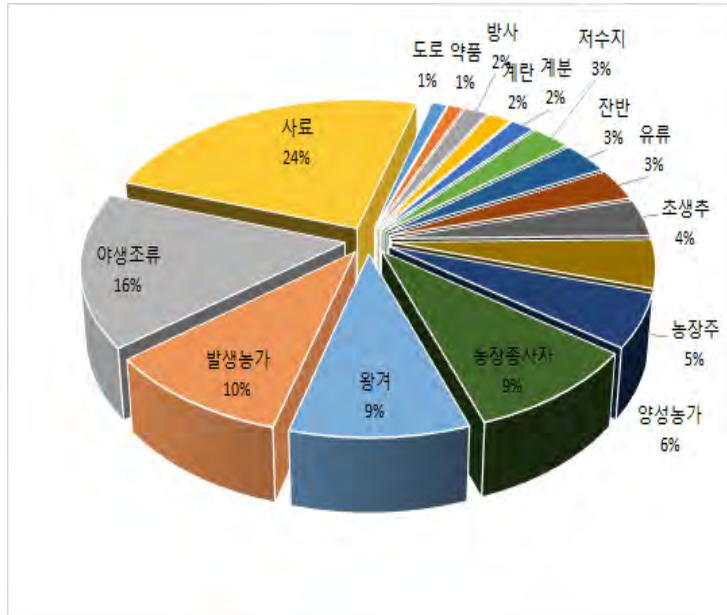


그림 7. 조류인플루엔자 유입요인 파이차트

역학조사서에 기재된 유입 요인의 총수는 53개 농가에서 총 180개였다. 그 중 가장 많은 요인은 사료차량으로 (23.98%), 그 다음이 야생조류 (16.11%), 인근 발생농가 (10%), 농장종사자에 의한 오염 (9.44%) 순이었다. 하지만 양성농가 주변과 발생농가를 모두 합치면 15.56%로 주변 농가에 의한 유입 요인이 3번째로 높은 수치였다.

결론적으로 보았을 때, 농가 개개인의 방역수준이 낮은 것을 확인할 수 있었다. 소독제의 사용에 있어서도 발생일자 기준으로 유효한 소독 횟수가 얼마인지도 살펴봐야 할 필요성이 대두되었으며, 차량소독의 경우 역학조사서에 미작동으로 기재된 부분이 있어, 실제 본 보고서에 필요한 기간의 소독여부는 엄밀한 추가 조사가 필요하였다.

이런 부실한 소독은 유입요인과도 관련이 있었고, 조류 인플루엔자의 유입요인 중 23.89%가 사료차량을 통해 유입되었던 것으로 보아, 농가 개개인의 방역이 제대로 이루어지지 않음을 시사한다. 또한 다른 차량을 통해 유입되는 계분, 왕겨 등을 다 합치면 45%로 절반에 가까운 조류 인플루엔자 유입 요인이 농장 출입에 있음을 알 수 있다.

다. 국내의 위험요인(Risk factor) 관련 문헌조사

현 살처분, 이동 통제 범위 및 방역 정책에 대한 개선안을 마련하기 위해서는 현 방역 시스템에 대해서 과학적 기준을 가지고 평가할 필요가 있으며 HPAI의 발생, 전파, 확산 요인들을 면밀히 파악하여, 이를 방역 정책 수립 시에 참고할 필요성이 있다. 이를 위해서 본 연구팀은 HPAI에 관련된 연구 중 위험요인과 관련된 국내외 논문뿐만 아니라 OIE, USDA, EU council 등 국제기관의 HPAI 역학관련 문헌들을 조사하여 국내 HPAI 발생, 전파, 확산 요인으로 적용 가능하다고 의심되는 위험요인들을 선정하였다.

(1) 국외 HPAI 관련 문헌분석

위험요인과 관련된 논문들은 대부분 환례-대조군 연구 (Case-control Study)를 활용하고 있었다. 이러한 연구들은 우선, 발생농가를 환례군(case)으로 비발생농가를 대조군(control)으로 선정하여 발생농가들과 비발생농가들이 각각 위험요인에 얼마만큼 노출되어 있는지를 바탕으로 교차비(odds ratio)를 구하여 위험요인을 파악하였다.

관련 논문들은 Pubmed, Embase, Dbpia에서 Avian influenza(조류인플루엔자), Risk factor(위험요인)를 키워드로 하여 검색하였으며 이 중에서 환례-대조군 연구를 농가에 활용한 논문을 참고하였다. 국내 논문의 경우 이러한 접근방법으로 위험요인을 분석 한 논문이 없었으며, 해외 논문의 경우 총 8건이 검색 되었다. HPAI의 발생이 5차례나 됨에도 불구하고 국내에는 환례-대조군 연구가 되어 있지 않아, 체계적인 역학분석 연구가 필요한 실정이었다. 각각의 논문에 대한 분석은 다음과 같다.

(가) Henning et al. (2009)의 경우 베트남의 Small holder poultry flocks을 대상으로 retrospective matched Case - control study 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 22개의 발생농가와 outbreak 발병 시기, 농장, 종을 기준으로 matched selection한 44개의 비발생농가를 대상으로 의심변수들을 stratified logistic regression models 이용하여 분석하였다. 그 결과 불충분한 예방접종, 농장에 외부인 방문, 농장 내 거위사육, 청소구역에 타 농가 오리 출입의 네 가지가 주요 위험 요인인 것으로 분석하고 있다.

(나) Biswas et al. (2009a,b)의 경우 방글라데시의 Backyard farms을 대상으로 matched Case - control study 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 25개 발생농가와 발생농가 반경 1~10km 안에서 무작위로 선정된 75개의 비발생농가를 대상 의심변수들을 matched-pair analysis와 multivariate conditional logistic regression을 이용하여 분석하였다. 그 결과 가금에게 죽은 닭 부산물 급여, 물과의 접근성, 비둘기와의 접촉요인이 세 가지 주요 위험 요인인 것으로 분석하였다.

(다) Paul et al. (2011)의 경우 태국의 Backyard chickens farm을 대상으로, Case-control study 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 104개 발생농가와 무작위로 선정된 382개의 비발생농가를 대상으로, 의심변수들을 multivariate logistic regression을 이용하여 분석하였다. 그 결과 농장규모, 살아있는 닭을 다른 backyard farm에서의 구매 유무, 농장주변의 수

계유무, 고속도로와의 거리가 네 가지 주요 위험 요인인 것으로 분석하고 있다.

(라) Osmani et al. (2014)의 경우 방글라데시의 Layer chicken farms을 대상으로 Case-control study 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 90개 발생농가와 발생농가 반경 5km내에서 무작위로 선정된 175개의 비발생농가를 대상으로 의심변수들을 univariable logistic regression analysis와 multivariable logistic regression을 이용하여 단계적으로 분석하였다. 그 결과 수의사 방문빈도, 마을 닭의 농장배회, 직원들의 닭 거래, 직원들의 수를 네 가지 주요 위험 요인으로 분석하고 있다.

(마) Desvaux et al. (2011)의 경우 베트남의 마을과 농장, 두 가지 분류로 농장은 non-matched Case-control study, 마을은 matched Case-control study 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 19개 발생농장과 38개의 non-matched 비발생 마을, 19개의 matched 비발생농가를 대상으로 의심변수들을 univariate analysis 와 Multivariate analyses로 분석하였다. 그 결과 육계 농가수가 더 많은 마을, 가금 상인이 1명 이상인 마을 등이 주요 위험 요인인 것으로 분석하고 있다.

(바) Fasina et al. (2010)의 경우 나이지리아의 500수 안팎의 규모 농장을 대상으로 conditional logistic regression analysis 방법을 이용하여 HPAI 전파요인을 연구하였다. 32개 발생농장과 같은 지역에서 무작위로 선정된 비발생농가 83개 농장을 대상으로 의심변수들을 univariable analysis와 multivariable analysis를 이용하여 단계적으로 분석하였다. 그 결과 농장 내 외부인 출입, 살아있는 가금 구매, 인부의 농장 외부 거주를 세 가지 주요 위험 요인으로 분석하고 있다.

(사) McQuiston et al.(2005)의 경우 미국의 commercial poultry farm을 대상으로 Case-control study 방법을 이용하여 LPAI 전파요인을 연구하였다. 151개 발생농가와 199개의 비발생농가를 대상으로 의심변수들을 backward elimination logistic regression modeling기법으로 분석하였다. 그 결과 가금의 연령, 가족이 아닌 관리인의 축사관리, 농장주나 가족의 농장 외부 일 종사, 축사주변의 너구리, 여우 등 발견, 가금사체의 랜더링처리를 다섯 가지 주요 위험 요인으로 분석하고 있다.

(아) Nishiguchi et al. (2007)의 경우 일본의 commercial layer chicken farm을 대상으로 Case-control study 방법을 이용하여 LPAI 전파요인을 연구하였다. 36개 발생농가와 비발생농가 37개를 대상으로 univariate analysis와 multivariate logistic regression기법으로 분석하였다. 그 결과 end-of-lay chicken 도입, 농장 간 농장물품 나눔 사용, 농장방문객의 신발, 옷, 손에 대한 불완전한 방역, 가까운 발생농가와 직선거리를 네 가지 주요 위험 요인으로 분석하고 있다.

위에서 언급된 논문들의 주요 위험요인에 대한 교차비, p-value는 다음과 같다.

표 5. 위험요인별 문헌 교차비 및 p-value

| 위험요인 | Reference | Odds ratio | p-value |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------|
| 불충분한 예방접종 | Henning et al. (2009b) | 20.2 : 단 한번 백신 85.2 : 백신 안함 | 0.01 |
| 외부인 방문(수의사 포함) | Henning et al. (2009b) | 8.2 | 0.04 |
| | Osmani et al. (2014) | 3.0 : 매주, 1.2 : 매월 | 0.01 |
| | fasina et al. (2010) | 8.32 | <0.01 |
| 혼합사육(거위 등) | Henning et al. (2009b) | 11.5 | 0.02 |
| 외부동물출입 (닭, 오리, 비둘기 등) | Henning et al. (2009b) | 10.9 | 0.01 |
| | Biswas et al. (2009a) | 4.47 | 0.032 |
| | McQuiston et al.(2005) | 1.9 | 0.04 |
| 죽은닭의 부산물 급여 | Biswas et al. (2009b) | 13.29 | 0.027 |
| 물과의 근접성 | Biswas et al. (2009a) | 5.27 | 0.024 |
| | Paul et al. (2011) | 3.48 | <0.001 |
| 살아있는 가금거래 | Paul et al. (2011) | 3.34 | <0.001 |
| | fasina et al. (2010) | 11.91 | <0.01 |
| | nishiguchi et al. (2007) | 36.6 | X |
| 고속도로와의 거리 | Paul et al. (2011) | 2.44 : 6~14km | 0.013 |
| | | 1.12 : >14km | 0.76 |
| 직원 수 | Osmani et al. (2012) | 12.2 : 3~5명 5.1 : 6~65명 | 0.001 |
| 농장물품 공유 | nishiguchi et al. (2007) | 29.4 | X |
| 방문객 불완전한 방역 | nishiguchi et al. (2007) | 7 | X |
| 발생농가와의 거리 | nishiguchi et al. (2007) | 8.6 : 0~500m | X |
| | | 0.8 : 500~1000m | |
| | | 20.1 : 1000~1500m | |
| 가금 연령 | McQuiston et al.(2005) | 4.9 : 10 - 19 wk | <0 .001 |
| | | 4.3 : => 20 wk | |
| 관리인이 농장밖에 거주 | fasina et al. (2010) | 8.98 | 0.01 |
| | McQuiston et al.(2005) | 2 | 0.03 |
| 가금사체 랜더링 처리 | McQuiston et al.(2005) | 7.3 | <0.001 |

위 논문들에서 언급된 위험요인들을 관련된 요인들로 묶어서 정리한 결과, 국외 논문들에서 주로 지적되는 위험요인들은 다음과 같다. 불충분한 예방접종, 외부인방문, 혼합사육, 외부동물출입, 죽은 닭의 부산물 급여, 물과의 근접성, 살아있는 가금거래, 고속도로와의 거리, 직원수, 농장 물품 나눔, 방문객 불완전한 방역, 발생농장과의 거리, 가금연령, 관리인이 농장밖에 거주, 가금사체 랜더링 처리 등.

위와 같은 요인들을 발생, 전파, 확산의 위험요인으로 삼고 이에 대해서 분석하는 것은 HPAI 질병의 살처분, 이동통제 제한과 관련한 중요한 과학적 근거가 될 것이다.

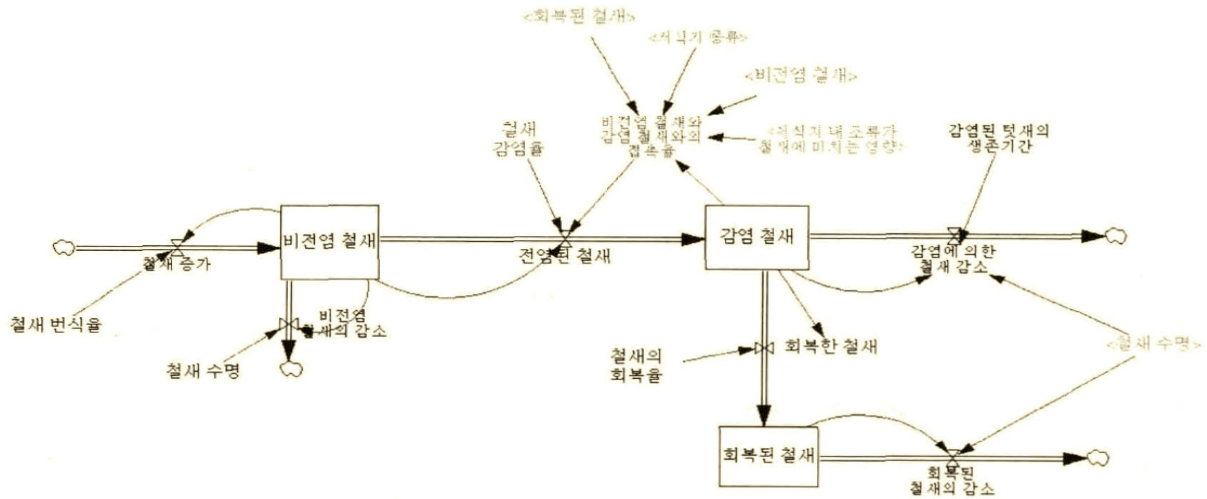


그림 8. 철재의 AI 전파 모델(시스템 다이내믹스를 이용한 철재의 AI 전파 모델, 박영욱 외, 2009)

(2) 위험요인 관련 해외 문헌 분석

국의 문헌의 경우 OIE에서 다룬 위험요인들은 기존의 농림축산검역본부 역학조사서에서도 다루고 있으므로, 다수가 중복 되는 내용이였다. 따라서 국외의 HPAI와 관련하여 조사한 연구 중 위험요인과 관련된 보고서를 조사하였다. 특히 농가를 대상으로 한 설문조사가 들어있는 문헌들을 추출하였으며, 이는 이러한 설문조사의 질문 문항이 해당 연구에서 중요하다고 생각하는 위험요인을 다루고 있다고 판단하였기 때문이다.

(가) Questionnaire survey among broiler producers in six European countries의 경우 2011년에 유럽 6개국 10개 기관이 협력한 연구로써 주된 중점은 캄필로박터(Campylobacter)에 의한 가축의 방역(biosecurity)에 중점을 두었으나, 방역이라는 측면에서 HPAI의 경우에 적용이 가능하다. 이 연구에서는 축사 환경에 대한 다각적인 조사를 수행하였으며 가금의 밀도, 혼종 가금의 유무, 축사가 사용된 기간, 각 축사의 휴지기 유무와 축사별 소독 유무, 환기시설 등에 대해서 세밀하게 질문하고 있다. 이러한 객관식 질문들을 통해서 질병 방역과 관련한 농가의 수준을 도출할 수 있다. 조사를 위한 설문지의 번역본은 <질문지 1>로 첨부하였다.

(나) Highly Pathogenic avian influenza response plan the red book은 미국 농림부 USDA (United States Departure of Agriculture)에서 만든 HPAI 법령 및 대응책을 담고 있다. 본 문헌에서는 미국 내 역학조사서 내용을 담고 있는 Appendix G부분을 번역하여 <질문지 2>로 첨부하였다. 특히 농장에서 거주하는 인력이 다른 가금관련 시설에 방문한 적이 있는지를 위험요인으로 보고 있으며 추적조사를 시행하고 있다.

(다) A review of free range duck farming systems in indonesia and assessment of their implication in the spreading of the highly pathogenic (H5N1) strain of avian influenza (HPAI)는 인도네시아에서 방목사육 (free-range)을 하는 총 150개 오리농장을 대상으로 설문지와 인터뷰를 통해 위험요인 별 위험도 조사를 수행하였다. 주로 지적된 위험요인은 ① 논밭을 돌아다니는 오리, ② 다른 동물과의 접촉, ③ 지나가는 방문자와 접촉, ④ 사체에 부적절한 처리 등 이었다. 이 연구에서는 방목 사육하는 경우가 시설을 이용한 사육보다 HPAI에 취약하다고 판단하는데 이는 외부동물의 접촉이 빈번하게 발생하기 쉽기 때문이라고 결론을 내렸다.

(라) Poultry producer survey (2010)는 국제연합식량농업기구 (the Food and Agriculture Organization of the United Nations)의 시행령을 따라서 베트남에서의 여러 가지 백신전략과 예찰 전략을 시험한 연구이다. 이 문헌에서는 베트남 지역 농가들의 사회적 행동에 초점을 맞추었으며, 600개의 농가를 대상으로 이를 통한 정책적 분석을 실시하였다. HPAI의 예방에서 중요한 것은 축주들이 HPAI의 임상증상에 대해 정확하게 인지하고 빠른 조치를 취하는 것이 질병방역에 중요한 부분이라고 판단하고 있으며, 그 외에 사료, 물, 농가의 소득규모, 사체처리 시설의 유무 등을 위험요인들로 분석한다.

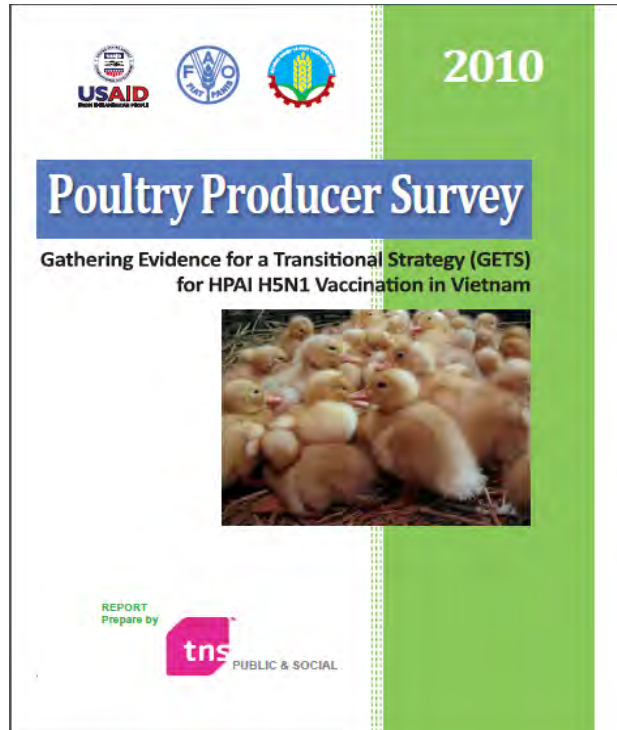
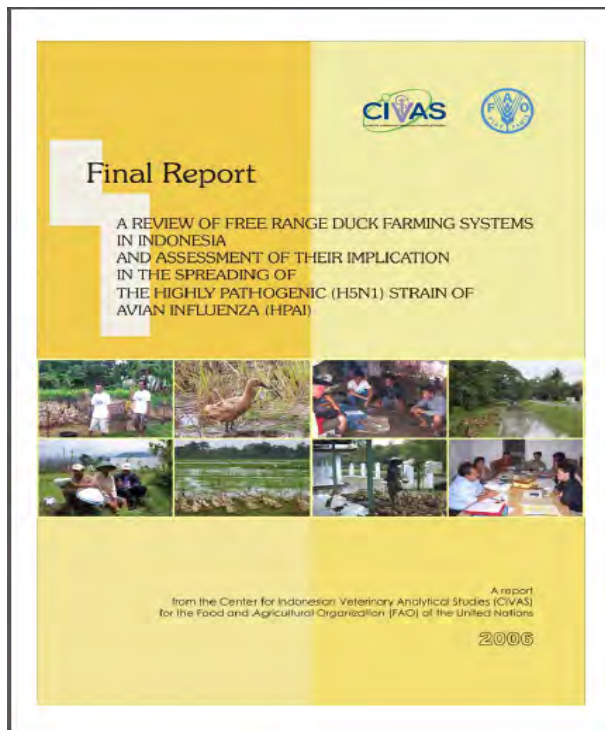
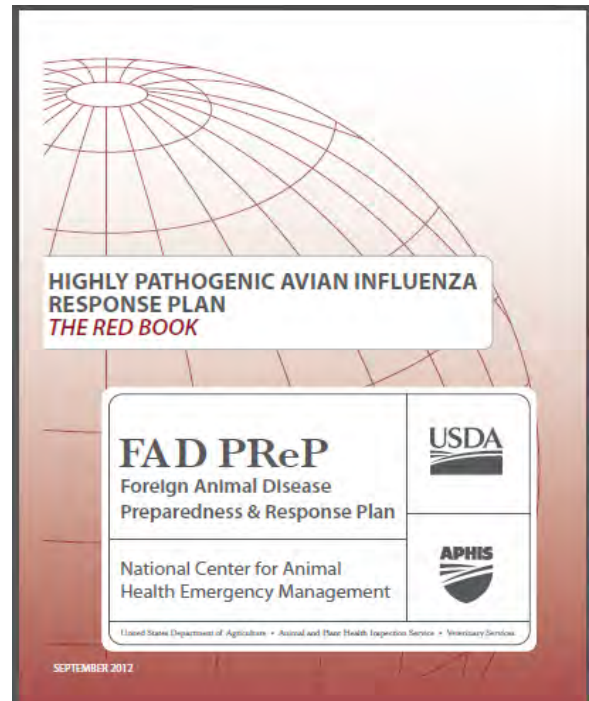


그림 9. Questionnaire survey among broiler producers in six European countries(a)와 Highly Pathogenic avian influenza response plan the red book(b), A review of free range duck farming systems in indonesia and assessment of their implication in the spreading of the highly pathogenic (H5N1) strain of avian influenza (HPAI) (c) 그리고 Poultry producer survey in vietnam(d)

Questionnaire survey among broiler producers in six European countries

일반정보

1. 이 계군의 경우 회사 같은 품질관리 기준에 의해서 키워지는가?

(예, 아니요. 예라면 기준을 이름을 쓰시오)

2. 농장에 있는 축사 수는 몇 개 인가?

(개수)

3. 서로 다른 연령의 닭을 키우는 사육장이 있는가?

(Y/N)

4. 이 농장에서 가장 오래된 축사는 몇 년이나 되었는가?

가. 1년 이내 나. 2-5년 다. 6-10년 라. 10-15년 마. 15년 이상

5. 이 농장에서 가장 최근에 지어진 축사는 몇 년이나 되었는가?

()

6. 이 농가에서는 일 년에 한 축사당 평균적으로 몇 번 정도 출하하는가?

()

7. 평방 미터당 닭의 무게는 얼마 인가?

(단위 kg/m제곱)

8. 년 평균 도축되는 가금의 평균 수는 얼마 인가?

()

9. 이 농가에서 키우는 혼종 가금은 어떤 것이 있는가?

()

방역 및 관리 정보

10. 각각의 축사에 들어가기 전에 대기실이 분리 또는 물질적 장벽이 있는가?

()

11. 축사에서 대기실을 공유를 하는가?

()

12. 각각의 축사마다 다른 신발을 신는가?

()

13. 각각의 축사 입구에 발판소독기가 따로 있는가?

()

14. 축사 전용의 기기가 있는가?

()

15. 출하 후 휴지기가 있는가?

예->16 아니요->17

16. 평균적 휴지기는 몇 일정도 인가?

(날짜)

17. 축사에 대해서 청소와 소독 프로그램이 있는가?

(예/아니요)

18. 출하 후 소독이 있는가?

()

19. 설치류 방제 프로그램이 있는가?

예-20번 아니요-22번

20. 전문 방제 회사에 의해서 이루어 지는가?

예-21번 아니요 22번

21. 얼마나 자주 하는가?

(주마다, 달마다, 4분기마다, 1년에 2번, 년마다, 출하마다, 기타(서술))

22. 부분 분동을 하는가? (partial depopulation: 자라고 있는 가금은 두고 나머지를 옮기는 것)

예->23 아니요->25

23. 첫번째 부분 분동시 새들을 옮기는데 얼마나 시간이 걸리는가?(시작에서 끝나는 시간까지 최대 시간)

()

24. 최초 분동과 마지막 분동 간에 몇 일 정도가 평균인가?

()

25. 얼마나 분동하는데 많은 시간이 걸리는가?

()

26. 대략 얼마나 많은 사람들이 출하할 때 사육장을 방문하는가?

()

27. 거름은 어디에 뿌리는가?

()

환풍

28. 모든 종류의 축사가 같은 형식의 환기시설을 갖추고 있는가?

(예/아니요)

29. 환기시설은 무엇을 가지고 있는가?

(자연, 압력식, 음압, 터널)

30. 들어오는 환기시설(inlet)이 있는가?

(천장에 선풍기, 양 벽면에 선풍기, 끝 쪽에 선풍기, 양 벽면에 선풍기 없는 환기구, 천장에 선풍기 없는 환기구, 양 벽에 커튼(터널식), 양 벽에 커튼(자연식), 축사에 선풍기)

31. 나가는 환기시설(outlet)이 있는가?

(천장에 선풍기, 양쪽 벽에 선풍기, 끝 쪽에 선풍기, 틈새로 공기 나감(자연식))

32. 휴지기에는 환기시설이 전부 꺼지는가?

(예, 아니요, 잘 모르겠음)

33. 만약 선풍기가 있다면 여름에 거꾸로 트는가?

()

동물들

34. 육용계와 비슷한 장소에서 키우는 동물이 있는가?

(소, 말, 돼지, 양, 염소, 산란계, 칠면조, 육용오리, 거위, 고양이, 개)

35. 동물중에 축사와 접촉하는 동물이 있는가?

()

36. 고양이가 육용 계 사육장에 들어갈 수 있는가?

(언제나, 청소전 비었을 때, 비었을 때, 절대로 못 들어옴)

37. 개가 육용 계 사육장에 들어갈 수 있는가?

()

식수 및 급이

38. 물은 어디서 사용하는가?

(수도, 지하수, 기타)

39. 이 물에 대해서 어떤 가공을 추가로 하는가?

(안한다., iodine, hypochlorite, 소독제, 물산화제, 자외선, 기타)

40. 수도 급수는 어떤 방식으로 이루어지는가?

(꼭지, 컵에 담긴 꼭지, 벨 형식)

주변 지형

41. 농가 주변에 어떤 지형, 지물이 있는가?

(풀, storage area, 흙, 돌, 콘크리트, 기타)

42. 강이나 호수가 20m 내외 주변부나 농가 안을 지나는가?

(예/아니요)

Highly Pathogenic avian influenza response plan the red book

Employee Risk Factors

1. 농장의 인원들이 지난 21일 동안 다른 가금사에서 일하거나 다른 가금사, 부화장, 가공공장, 혹은 도살장에 방문한 적이 있는가? (Y/N) 있다면 어디인가?

2. 당신의 일꾼들 중 다른 가금농장, 부화장, 가공공장, 도축장 혹은 렌더링 공장에서 일하는 사람과 함께 살고 있는 사람이 있는가? (Y/N)

3. 지난 21일동안 새로운 인원을 고용했는가? (Y/N)

그렇다면, 그들은 고용되기 전 다른 가금사에서 일했는가? (Y/N)

그렇다면 거긴 어디인가?

4. 지난 21일간 렌더링 공장을 방문한 일꾼이 있었는가? (Y/N) 있다면 어디인가?

그렇다면 그 일꾼은 당신의 농장으로 돌아오기 전 차량을 세척하고 소독하였는가? (Y/N)

그렇다면, 그 일꾼은 당신의 농장으로 돌아오기 전 외투를 바꾸고, 신발을 소독하였는가? (Y/N)

Biosecurity Risk Factors

1. 지난 21일간 당신의 가금사에서 1km반경 땅이나 물에서 야생 철새를 본적이 있는가? (Y/N)

2. 지난 21일간 야생 조류가 당신의 가금사에서 자유롭게 날아다녔는가? (Y/N)

3. 사료는 야생조류, 수생조류, 설치류 혹은 야생포유류의 분변으로부터 보호되고 있는가? (Y/N)

4. 물은 야생조류, 수생조류, 설치류 혹은 야생포유류의 분변으로부터 보호되고 있는가? (Y/N)

5. 평소 발생하는 사체의 처리 방법은 무엇인가? (모두 표시하십시오)

Rendering(분쇄) 농장 안 농장 밖

Composting(퇴비화) 농장 안 농장 밖

Burial(매장) 농장 안 농장 밖

Incineration(소각) 농장 안 농장 밖

다른 방법()

6. 다른 농장에서 죽은 새를 처리하는가? (Y/N) 그렇다면 자세히()
7. 지난 21일간 이 농장으로 닭들을 도입한적이 있는가? (Y/N)
- a) 그 계군은 혈청학적으로 조류인플루엔자 검사를 했는가? (Y/N)
8. 지난 21일간 어떤 새라도 이 농장을 떠났다가 다시 돌아온 적이 있는가?
(예: 시장, 쇼, 박람회) (Y/N) 있다면 자세히()

Trace Back Information

지난 21일간 농장으로의 아래와 같은 움직임이 있는가? 있다면 정확한 정보를 쓰시오.

1. 계란 네 아니요 잘 모르겠다
2. 살아있는 새(어린 닭의 교체나 보충 포함) 네 아니요 잘 모르겠다
3. 사료 차 네 아니요 잘 모르겠다
4. 신선한 깔개/깔짚 네 아니요 잘 모르겠다
5. 분변이나 깔개를 처리하는 사람이나 기구 네 아니요 잘 모르겠다
6. 상처/백신/부리 다듬기 네 아니요 잘 모르겠다
7. 부지 밖의 렌더러 네 아니요 잘 모르겠다
- a)부지 내에 있는 동안 운전자 차량을 떠났는가? (Y/N)
- b)그렇다면, 부지의 어느 구역을 들어갔는가? (Y/N)
- c)운전자에게 농장에서 제공된 외투나 신발을 입도록 요청했는가? (Y/N)
8. 업체 수의사/서비스기술자 네 아니요 잘 모르겠다
9. 업체 외 수의사/컨설턴트 네 아니요 잘 모르겠다
10. 서비스 인원(설비, 가스, 배관, 해충구제) 네 아니요 잘 모르겠다
11. 고객, 구매자, 판매자 네 아니요 잘 모르겠다
12. 다른 가금 생산자 네 아니요 잘 모르겠다
13. 그 외 방문자(이웃, 친구) 네 아니요 잘 모르겠다

Trace Forward Information

지난 21일간 농장밖으로 아래와 같은 움직임이 있는가? 있다면 정확한 정보를 쓰시오.

1. 계란

네 아니요 잘 모르겠다

| 목적지/이름 | 트럭과 기구는 떠날 때 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) | 트럭과 기구는 돌아오기 전 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) | 축사에 들어갔던 사람이 있는가? (Y/N) |
|--------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | | |

2. 가금운반

네 아니요 잘 모르겠다

| 농장 밖 지점/이름 | 트럭과 기구는 떠날 때 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) | 트럭과 기구는 돌아오기 전 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) |
|------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | |

3. 사료 트럭

네 아니요 잘 모르겠다

| 농장 밖 지점 /이름 | 트럭과 기구는 떠날 때 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) | 트럭과 기구는 돌아오기 전 세척과 소독이 되었는가? (Y/N) | 축사에 들어갔던 사람이 있는가? (Y/N) |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | | |

4. 분뇨나 깔개를 농장 밖 지점으로 옮기는 농장인원이나 기구

네 아니요 잘 모르겠다

5. 농장 밖 지점에서 상차, 백신, 부리다듬기를 하는 농장인원이나 기구

네 아니요 잘 모르겠다

6. 농장 밖 사체 처리에 이용되는 농장인원이나 기구

네 아니요 잘 모르겠다

(3) 위험요인 종합 및 선정

위와 같이 고병원성조류인플루엔자의 위험요인을 조사한 국내외 논문과 축산관련 기관에서 사용하는 설문조사서, 역학조사과의 고병원성조류인플루엔자 역학조사서에 다루고 있는 위험요인들을 종합하여 정리하면 다음과 같다.

표 6. 선정 위험요인 종합분석표

| 구 분 | 위험요인 (Risk Factor) |
|----------------|---------------------------------|
| 사육현황 | 사육축종 |
| | 사육두수 |
| | 사육형태 |
| | 사육면적(m2) |
| | 사육동수 |
| | 사육밀도(수/m2) |
| | 타 축종 사육 여부 |
| | 타 축종 종류 |
| | 가금 계군의 총수 |
| | 각 계군의 총수 |
| | 종이 다른 가금 혼합 사육 여부 |
| | all in all out 여부 |
| | 타 농가의 노계 도입 사육 여부 |
| | 분동 시 가금 혼합 여부 |
| | 현재 가금 사육 여부 |
| | 농장주 학력 |
| | 가족 사육 종사경력 |
| | 현재 농장운영경력 |
| | 인근 가금농장 현황 |
| | 주변에 가금 이외의 동물 사육 농가 유무 |
| 주변 농가의 사육동물 종류 | |
| 기왕력 | 최근 1년간 가금에 발병한 질병 |
| | 최근 6개월간 접종한 상업용 백신 종류 |
| | 2000년 이후 고병원성 AI 발생 여부(년도) |
| | 2000년 이후 저병원성 AI 발생 여부(년도) |
| | 고병원성AI 관련 행정조치 받은 이력(이동통제, 살처분) |
| 사양관리 | 종사자 (명) |
| | 외국인 근로자 (명) |
| | 농장이 주업 여부 |
| | 부업이 유무 및 종류 |
| | 농장일 돕는 가족의 여부 |
| | 가족 및 친인척 중 가금 사육관련 업종 종사 여부 |
| | 농장주나 관리인이 평균적으로 농장에서 보내는 시간 |
| | 일꾼들의 농장 내 거주 여부 |
| 사료 및 급이 | 사료공급 방법 |
| | 사료의 종류 |
| | 사료형태 |
| | 사료 보충제 사용 여부 |
| | 급이 용 상자 소독 여부 |
| | 급수출처 |
| | 별도의 급수 소독과정 유무 |

| 구 분 | 내 용(Risk Factor) |
|--------------------|--------------------------|
| 농가시설 | 축사타입(개방, 반무창, 무창) |
| | 사료지급타입(양동이, wheeler, 자동) |
| | 물 공급(양동이, 꼭지) |
| | 집란(수동, 벨트, in line) |
| 소독사항 | 차량 |
| | 대인 |
| | 발판 |
| | 축사내부 |
| | 축사외부 |
| | 농장 주변 방제 펜스 유무 |
| | 농장 출입기록부 유무 |
| | 농가 출입구 자동 잠금장치 유무 |
| | 방역관련 교육 여부 |
| | 농장전용 옷과 부츠 여부 |
| | 축사전용 옷과 부츠 여부 |
| | 축사 출입 시 방역복 착용 여부 |
| | 축사 출입 시 손 소독 여부 |
| | 축사 출입시 손 장갑 착용 여부 |
| | 외부인력 출입 시 방역복 및 장화 착용 여부 |
| | 외부인력 출입 시 손세척 여부 |
| | 농장 내 탈의실 보유 여부 |
| | 농장 내 샤워실 보유 여부 |
| | 농가 사용 물품 소독 주기 |
| | 타 농장과 물품 공유 여부 |
| | 타 농장과 장비(트랙터 등) 공유 여부 |
| | 물품 장비 공유 시 세척 여부 |
| | 난좌 소독 여부 |
| | 난좌 세척 횟수 |
| | 한 달에 농장 전체소독 횟수 |
| | 연간 축사 외부소독 횟수 |
| | 출하 후 축사 내부소독 주기 |
| | 축사 소독시 사용 소독기 종류 |
| 질병방제 전문 회사나 수의사 유무 | |
| 사체 및 분변 | 폐사축 처리 방법 |
| | 타농장과의 사체처리장 공유 여부 |
| | 농장에서 나온 분변의 처리방법 |
| 가축이동 | 초생주 입식 |
| | 계란판매 |
| | 도축출하 |

| 구 분 | 내 용(Risk Factor) |
|------------|----------------------------|
| 농장출입현황(횟수) | 수의사 |
| | 가금 판매차량(상하차) |
| | 집란차량 |
| | 동물약품 |
| | 백신접종 |
| | 사료 |
| | 왕겨 |
| | 증개상인 |
| | 타 농장에서 살아있는 가금 구매여부 |
| | 재래시장에서 살아있는 가금 구매여부 |
| | 다른 농장주 |
| | 축분처리 |
| | 난좌 |
| | 유류차량 |
| | 지난 한달간 가족, 친구, 친척 방문(회, 명) |
| | 지난 한달간 외부인력 방문횟수(회, 명) |
| 지리정보 | 농장근처 수계환경 |
| | 하천과의 거리 |
| | 저수지까지 거리 |
| | 주요 철새 도래지까지 거리 |
| | 야생조류 검출지점까지 거리 |
| | 농장근처 지리 사용 |
| | 고도 |
| | 반경 5km의 인구밀도 |
| | 아스팔트 도로까지의 거리 |
| | 고속도로까지의 거리 |
| | 가장 가까운 도축장까지의 거리 |
| | 동물병원까지 거리 |
| | 종오리농가 또는 종계장, 부화장까지의 거리 |
| | 주변 가금농가까지 거리 |
| | 주변 가금농가에서 키우는 가금종류 |
| | 가금이외의 타 동물을 사육하는 농가까지 거리 |
| | 고병원성 조류 인플루엔자 발병 농가까지의 거리 |
| | 저병원성 조류 인플루엔자 발병 농가까지의 거리 |
| 야생동물 | 야생조류발견 유무 및 빈도 |
| | 인근 철새도래지역까지의 거리 |
| | 야생 조류 종류 |
| | 철새 가금 사육장 출입 유무 |
| | 농가주변 출몰 개, 고양이 |
| | 농가주변 출몰 야생동물 종류 |
| | 야생 조수 사체 발견 유무 |
| | 구충 작업 실시여부 |
| | 설치류 유무 및 살서 시행 유무 |
| | |

해외 연구사례 특징으로는, 최소 100 농가 이상의 대규모 위험요인 관련 Case-control study가 행해졌다는 것이다. 또한 앞서 언급된 위험요인 분석 논문들에서도 Case-control study를 연구하기 위해 설문지와 인터뷰를 통해서 교차 위험비를 구했다. 현재 국내에서는 이러한 대규모 조사는 전무한 실정이며, 따라서 위험요인에 대한 역학적 연구도 부족하다. 기존의 역학조사는 역학적 추적조사에 주안점을 두고 있지만, HPAI와 같이 대규모로 확산될 수 있는 전염병의 경우 추가적으로 전체 농가에 대한 체계적인 계량역학조사가 필요하다.

질병에 있어서 질병의 치료도 중요하지만 질병에 대해서 꾸준한 관리를 통해서 예방을 하는 것도 중요하다. 현재 HPAI에 대한 대책은, 대부분이 질병이 터진 이후에 초점이 맞추어져 있다. HPAI와 같은 전염병은 발생 자체에 집중하는 정책 역시 매우 중요하지만, 좀 더 장기간에 걸쳐서 관리해야하는 필요성이 있다.

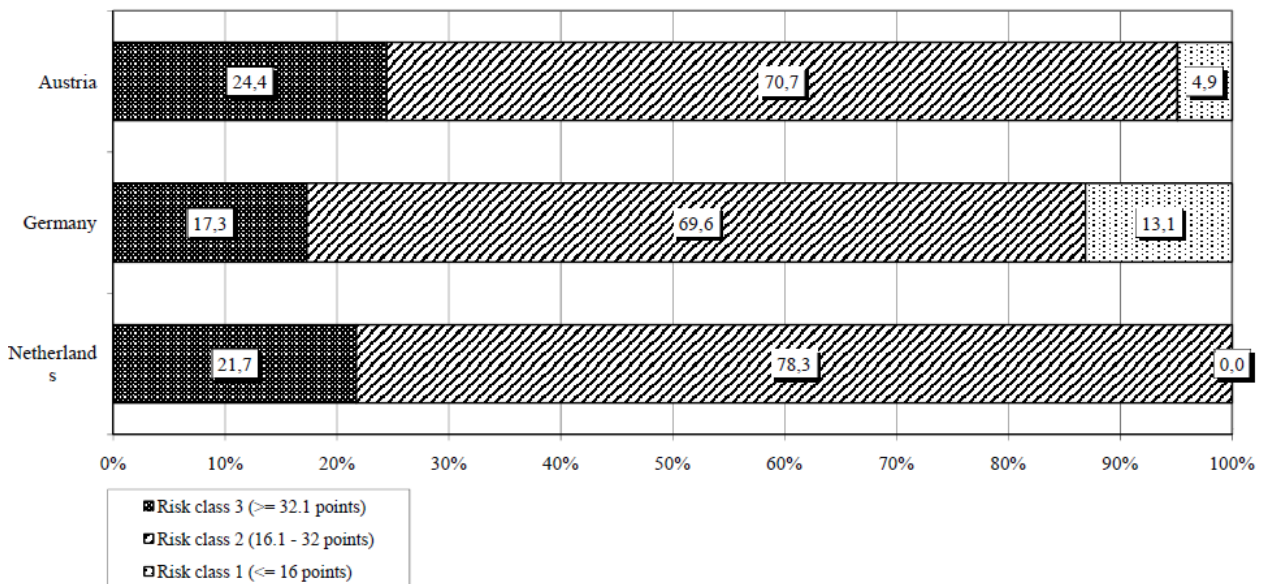


그림 10. 농가의 HPAI 유입 위험 점수별 계층 구분(Grabkowsky,2010)

이와 같은 점에서 EU에서 Grabkowsky가 2010년에 독일, 오스트리아, 네델란드의 농가에 대해서 HPAI의 위험가능성에 따라서 계층을 3단계로 구분하여 신호등 기법을 사용한 바 있다.

2. 각 요인별 대상에 대한 위험성 순위 평가 및 요인별 평가 점검표 작성

가. 요인별 대상에 대한 위험성 순위평가 개괄

(1) 위험성 순위평가 개괄

각 요인별 위험도 평가를 위해서 제 1협동 연구기관인 농림축산검역본부 역학조사과에서 수집한 발생지역 역학조사서를 바탕으로 DB화 분석을 실시하였다. 위험요인과 관련된 변수를 선별한 후 객관화 자료인 범주형 데이터로 변환하였다. 그 후 통계 프로그램 등을 이용하여 과학적 및 논리적 근거를 바탕으로 선별한 각 요인별 위험요소를 범주형 변수로 설정하여, 각 요인별 또는 통합요인에 대한 위험도를 평가하였다.

AI 발생, 전과, 확산 요인별 각 대상에 대해서 발생가능성 (예: 빈도, 6단계)과 심각성(강도, 6단계)을 동시에 조합하여 고려한 Matrix 기반 모델로 위험성의 크기를 추정할 수 있다. 이를 위해 호주의 AQIS(Animal Quarantine Inspection Services, 1999)에서는 수입 위험 분석에 표 7의 용어를 사용하였고, 두 개의 정성적 확률의 곱에 대한 기술적 정의는 표 8을 사용하였다 .

표 7. AQIS에서 사용하는 확률과 영향에 대한 정의(1999)

| 위험 | 정의 |
|--------|------------------------------------|
| 높음 | 사건이 발생할 것으로 기대됨 |
| 중증도 | 사건이 발생할 기회가 반반임 |
| 낮음 | 사건이 발생할 가능성이 낮음 |
| 매우 낮음 | 사건이 드물게 발생함 |
| 극히 낮음 | 사건이 매우 드물게 발생함 |
| 무시할 수준 | 사건이 발생할 기회가 너무 낮아 실질적으로 무시할 정도의 수준 |

표 8. 기술적 확률에 대한 결정 행렬

| | | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|-------|-----|----|
| | 무시할 수준 | 극히 낮음 | 매우 낮음 | 낮음 | 중증도 | 높음 |
| 높음 | 무시할 수준 | 극히 낮음 | 매우 낮음 | 낮음 | 중증도 | 높음 |
| 중등도 | 무시할 수준 | 극히 낮음 | 매우 낮음 | 낮음 | 낮음 | |
| 낮음 | 무시할 수준 | 극히 낮음 | 매우 낮음 | 매우 낮음 | | |
| 매우 낮음 | 무시할 수준 | 극히 낮음 | 극히 낮음 | | | |
| 극히 낮음 | 무시할 수준 | 무시할 수준 | | | | |
| 무시할 수준 | 무시할 수준 | | | | | |

역학조사 데이터베이스에서 수집된 자료를 바탕으로 전파원인 규명은 Risk Assessment Matrix를 작성하여 실시하였으며, 발생농가의 위협평가는 농가 및 계사 내 출입 또는 유입이 있었던 요인 (평가요인)에 대해 오염되었을 가능성 (오염평가)과 유입의 기회 (유입평가)를 평가하고 각각의 평가 결과를 종합하여 판정을 내렸다.

위험성 평가 (Risk assessment)란 유해-위험요인을 도출하여 위험요인을 관리하여 피해를 최소화하는 것을 목적으로 한다. 위험분석은 위험요인파악, 위험도 측정, 위험관리, 위험도 의사소통 과정으로 이루어진다. 이러한 위험성 평가는 수의 분야에서는 식품위해도 평가나 질병의 확산, 유입 위험도 분석 등에서 사용된다.

HPAI에서 위험성 평가는 특히 국가별 유입에 관련한 논문으로 많이 다루어지고 있다. Fernando (2010)는 스페인에서 살아있는 가금 수입을 통해서 HPAI가 들어올 수 있는 유입 확률을 계산하였으며, Martinez (2010)은 야생조류를 통해서 스페인에 HPAI가 발생할 수 있는 확률을 구하였다.

또한 위험성 평가를 통해서 정책의 효과와 야생조류 예찰에 비용 대 이익 비율을 구할 수 있다. A. Alba (2010)은 조류의 포획방법에 따라서 HPAI 예찰 가능성이 어떻게 달라지는지를 평가 하였으며, Meuwissen (2006)의 경우 HPAI 방역에 있어 추후에 들어갈 비용을 위험도 평가를 통해서 구해내었다.

이러한 위험성 평가 방법을 기반으로 우선 HPAI의 발생 요인에 대해 위험성 평가를 시행하였다. HPAI의 국내 유입원인으로 추정되는 것으로는 1)야생철새, 2)해외여행, 3)가금수입품, 4)사료 등이 있으며 이에 대한 위험성 평가를 실시하였다.

나. HPAI 유입원인에 대한 위험성평가

(1) 발생농장 내 HPAI 유입경로 추정

(가)지역별 발생농가 유입경로 추정

지역별로 2014년 HPAI 발생농가에 대해서 유입경로를 분석한 결과는 아래와 같다.

유입 원인 중 가장 높았던 것은 축주 및 관계자 경로로서 30.7%의 비율을 지니고 있으며 두 번째가 차량 경로로서 29.0%, 세 번째가 철새 및 야생 조수류 경로로서 18.3%의 유입가능성을 지니고 있다. 네 번째의 경우 인근전파 경로가 12.9%의 유입확률을 지니고 있다.

따라서 우리나라의 경우 농가에서의 차량, 축주 및 관계자, 인근전파, 철새 등 4가지 유입경로를 관리함으로써 HPAI의 발생 및 전파를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

표 9. 시도별 발생농장 내 주요 유입 경로분석

| 구분 | 차량 | 철새 및 야생조수류 | 축주 및 관계자 | 계열 관리 | 인근 전파 | 가축 이동 | 남은 음식물 | 합계 (광역시도별) |
|------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 세종특별자치시 | 0 | 3 (75%) | 1 (25%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 경기도 | 6 (27.3%) | 3 (13.6%) | 7 (31.8%) | 0 | 4 (18.2%) | 2 (9.1%) | 0 | 22 |
| 충청북도 | 15 (27.3%) | 4 (7.3%) | 20 (36.4%) | 4 (7.3%) | 12 (21.8%) | 0 | 0 | 55 |
| 충청남도 | 10 (33.3%) | 6 (20%) | 8 (26.7%) | 0 | 1 (3.3%) | 5 (16.7%) | 0 | 30 |
| 전라북도 | 11 (23.9%) | 13 (28.3%) | 14 (30.4%) | 0 | 7 (15.2%) | 0 | 1 (2.2%) | 46 |
| 전라남도 | 18 (45%) | 8 (20%) | 12 (30%) | 0 | 2 (5%) | 0 | 0 | 40 |
| 경상북도 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (100%) | 0 | 2 |
| 경상남도 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (50%) | 1 (50%) | 2 |
| 울산광역시 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (100%) | 1 |
| 합계 (발생원인별) | 60 (29.7%) | 37 (18.3%) | 62 (30.7%) | 4 (2%) | 26 (12.9%) | 10 (5%) | 3 (1.5%) | 202 |

(나) 유입경로별 세부 유입원인

각 항목에 대해서 유입원인의 소계로 보면 철새 및 야생조수에서는 철새가 큰 비중을 차지하고 있었으며 이는 철새가 농가로 들어와서 질병을 발생시킬 가능성이 야생조수에 비해서 크다는 점을 보여주고 있다.

차량의 경우 사료차량이 큰 원인을 차지하고 있으며, 이는 다른 차량에 비해서 접촉 빈도가 높기 때문에 파악된다. 차량에 대한 자세한 분석은 강원대 팀에서 분석 하였다.

축주 및 농장 출입자 원인에 있어서 가장 큰 부분은 축주이다. 축주가 원인의 대부분을 차지하며, 축주의 농장 방역 및 질병관리에 대한 의식수준에 따라 질병유입이 달라진다고 볼 수 있다.

표 10. 유입 경로별 세부 유입원인 분석

| 구분 | 세부 유입 원인 | 양성농가수(백분율) | | | |
|-------------------|-----------|------------|-------|-----|-------|
| 철새 | 소 계 | | | 37 | 18.3% |
| | 철새 | 25 | 67.6% | | |
| | 야생조수류 | 12 | 32.4% | | |
| 가축이동 | 가축이동 | | | 10 | 5.0% |
| 차량 | 소 계 | | | 60 | 29.7% |
| | 사료차량 | 28 | 46.7% | | |
| | 왕겨차량 | 13 | 21.7% | | |
| | 입식차량 | 5 | 8.3% | | |
| | 출하차량 | 3 | 5.0% | | |
| | 외부차량 | 4 | 6.7% | | |
| | 분뇨차량 | 2 | 3.3% | | |
| | 종란배송차량 | 5 | 8.3 | | |
| 축주 및 농장 출입자 | 소 계 | | | 62 | 30.7% |
| | 축주(종사자) | 54 | 90.0% | | |
| | 축산관계자 모임 | 4 | 6.7% | | |
| | 지인 방문 | 2 | 3.3% | | |
| | 식란판매상 | 1 | 1.7% | | |
| 컨설턴트 | 1 | 1.7% | | | |
| 인근전파 | 인근전파 | | | 26 | 12.9% |
| 계열관리 | 계열관리자 | | | 4 | 2.0% |
| 남은 음식물 | 남은 음식물 급여 | | | 3 | 1.5% |
| 합 | 계 | | | 202 | 100 % |

(2) 야생철새 현황

(가) 국내 철새 도래현황(환경부 발표자료 참고)

① 연도별 철새 도래현황

| 연도 | 2013.1월 | 2014.1월 | 2015.1월 | 2016.1월 |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 서식 개체수 (종류) | 약 113만수 (209종) | 약 126만수 (209종) | 약 126만수 (193종) | 약 159만수 (194종) |

② '14/'15, '15/'16년 월별 철새 도래현황

㉠ 서식 개체수(종수)

| 연도 | 서식 개체수(종수) | | | |
|---------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 10월 | 11월 | 12월 | 1월 |
| '14/'15 | 약 68만수 (182종) | 약 105만수 (192종) | 약 113만수 (188종) | 약 126만수 (193종) |
| '15/'16 | 약 48만수 (203종) | 약 78만수 (182종) | 약 181만수 (195종) | 약 159만수 (194종) |

㉔ 주요 철새도래지 서식 개체수

| 2014.10월 | | 2014.11월 | | 2014.12월 | | 2015.1월 | |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 |
| 간월호 | 118,590 | 간월호 | 160,745 | 영암호 | 141,187 | 동림저수지 | 211,464 |
| 부남호 | 64,287 | 영암호 | 114,061 | 부남호 | 57,425 | 금강호 | 108,654 |
| 임진강 | 60,144 | 동진강 | 70,626 | 태화강 | 54,076 | 태화강 | 60,823 |
| 만경강 | 58,573 | 만경강 | 62,285 | 간월호 | 38,404 | 울산해안 | 43,122 |
| 철원평야 | 51,660 | 태화강 | 47,446 | 남양만 | 29,893 | 만경강 | 39,420 |

| 2015.10월 | | 2015.11월 | | 2015.12월 | | 2016.1월 | |
|----------|--------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 | 지역 | 개체수 |
| 철원평야 | 70,832 | 간월호 | 114,321 | 영암호 | 430,596 | 동림저수지 | 421,341 |
| 간월호 | 60,313 | 철원평야 | 52,969 | 태화강 | 100,870 | 태화강 | 101,420 |
| 시화호 | 43,401 | 태화강 | 51,306 | 남양만 | 98,943 | 삼교호 | 50,374 |
| 부남호 | 39,359 | 부남호 | 46,976 | 삼교호 | 53,623 | 울산해안 | 44,296 |
| 한강하구 | 24,624 | 남양만 | 46,379 | 동림저수지 | 50,198 | 금강호 | 39,454 |

③ 국내 주요 철새도래지 현황

| 시도(15) | 시군구(108) | 도래지(200) |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 서울 | 마포구, 성동구, 강동구, 도봉구, 강남구, 송파구, 금천구, 영등포구(6개) | 성산대교, 팔당댐, 중랑천, 탄천, 안양천 (5개소) |
| 대구 | 달성군(1개) | 화원 (도흥리-부리), 금호강 (2개소) |
| 인천 | 강화군, 중구, 연수구, 서구, 계양구(5개) | 강화도, 석모도, 교동도, 영종도 (운북동, 운남동, 삼목동), 송도, 청라지구, 굴포천 하구 (7개소) |
| 부산 | 금정구, 사하구, 기장군(울산)(3개) | 회동 (오륜대)저수지, 낙동강 하류, 낙동강 하구, 부산-울산 해안 (4개소) |
| 울산 | 울주군, 동구, 북구, 동구, 남구(5개) | 회야호, 울산-구룡포 해안, 울산만, 태화강 (명촌대교-삼호교) (4개소) |
| 광주 | 광산구(1개) | 황룡강 (1개소) |
| 경기 | 양평군, 여주시, 가평군, 고양시, 김포시, 파주시, 안산시, 의왕시, 시흥시, 화성시, 수원시, 평택시, 안성시, 이천시 (14개소) | 팔당호, 남한강 (양평-여주), 남한강 (여주-충주), 북한강 (청평댐-화천교), 성산대교-행주대교, 한강하구, 김포평야, 공릉천, 한강하류 (일산대교-행주대교), 이화동, 임진강 (장남교-오두산전망대), 대부도, 시화호, 왕송저수지, 물왕저수지, 발안저수지, 서호, 진위천, 이동저수지, 고삼저수지, 청미천, 남양만 (장안면, 우정면), 남양호 (20개소) |
| 강원 | 철원군, 연천군, 횡성군, 횡성군, 춘천시, 삼척시, 강릉시, 양양시, 속초시, 고성군 (10개) | 철원평야, 연천, 횡성호, 섬강 (횡성), 소양호 (하류), 윈덕-삼척 해안, 삼척-강릉 해안, 경포호, 남대천 (강릉), 강릉-주문진 해안, 주문진-양양 해안, 남대천 (양양), 양양-속초 해안, 청초호, 영랑호, 속초-간성 해안, 송지호, 화진포, 간성-대진 해안, 고성군 해상 (20개소) |
| 충남 | 천안시, 아산시, 예산군, 당진시, 서산시, 태안군, 서천군, 연기군, 부여군, 논산시 (10개) | 풍서천, 곡교천, 봉강천, 아산만, 아산호, 삽교호, 예당저수지, 석문간척지, 대호지, 가로림만, 태안군 이원면 해안, 태안군 근흥면 해안, 수룡저수지, 태안군 남면 해안, 안면도, 간월호, |

| 시도(15) | 시군구(108) | 도래지(200) |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 부남호, 잠홍저수지, 성암저수지, 인평저수지, 풍전저수지, 장항 해안, 봉선저수지, 부사간척지, 유부도, 금강 상류, 금강 중류, 탐정저수지(28개소) |
| 충북 | 청원군, 청주시, 진천군, 괴산군, 충주시(5개) | 대청호, 미호천, 백곡지, 초평지, 괴산호, 충주호 (6개소) |
| 경북 | 구미시, 김천시, 안동시, 예천군, 경주시, 포항시, 영덕군, 울진군(8개) | 구미 해평 (도흥리-일선교), 감천, 낙동강 (일선교-안동시), 내성천, 안동호, 임하호, 덕동호, 보문호, 형산강 (나정교-강동교), 형산강 (신형산교-제1강동교), 안계저수지, 용연지, 하곡지 (딱실못), 포항-영덕 해안, 영덕-평해 해안, 평해-울진 해안, 울진-삼척 해안(17개소) |
| 경남 | 하동군, 남해군, 사천군, 고성군, 거제시, 창원시, 창원군, 합천군, 밀양시, 김해시(10개) | 섬진강 하구, 수어천 하류, 남해 해안, 창선도, 사천만, 진양호, 고성군 거류면, 동해면(당항만), 대가저수지, 거제도 해안, 주남저수지, 산남저수지, 동관저수지, 봉암갯벌, 우포저수지, 목포, 사지포, 합천호, 황강, 낙동강 (달성-삼지), 낙동강 (남지-삼랑진), 낙동강 (삼랑진-대동)(20개소) |
| 전북 | 군산시, 김제시, 익산시, 전주시, 부안군, 임실군, 고창군, 완주군(8개) | 금강하구, 금강호, 만경강, 옥구저수지, 옥려저수지, 만경강 중류, 동진강, 청호저수지, 조류지, 능계, 백산저수지, 고마제, 옥정호, 동림저수지, 곰소만, 고창 해안, 경천저수지 (17개소) |
| 전남 | 장성군, 담양군, 화순군, 나주시, 영광군, 함평군, 무안군, 신안군, 목포시, 신안군, 영암군, 해남군, 진도군, 순천시, 보성군, 완도군, 강진군, 장흥군, 고흥군, 광양시(20개) | 장성호, 담양호, 영산강 상류 (승촌보 상류-담양호 하류), 동북호, 지석천, 범성포, 영광-함평 해안, 대동댐 (함평), 무안군, 현경면, 운남면, 무안군 해제면, 신안군 지도읍, 무안저수지, 무안-목포 해안, 압해도, 압태도, 영산호, 우습제, 영산강 중류, 영암호, 금호호, 고천암호, 랑초(개초)저수지, 군내간척지, 둔전저수지, 주암호, 상사호, 보성강저수지, 완도호, 신방지, 군곡저수지, 해원저수지, 강진만, 사내간척지, 만덕간척지, |

| 시도(15) | 시군구(108) | 도래지(200) |
|--------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| | | 고금도, 조약도, 장흥 해안, 보성만-득량만, 점암저수지, 고흥호, 포두면 간척지, 해창만, 여자만, 순천만, 광양만, 갈사만 (43개소) |
| 제주 | 서귀포시, 제주시(2개) | 성산-남원 (해안), 성산, 용담-대정 (해안), 서귀포안덕 (해안), 하도리, 함덕하도 (해안)(6개소) |

* '16년 상시예찰 철새도래지 : 병천천 (천안), 장척저수지 (창녕), 양산 포함

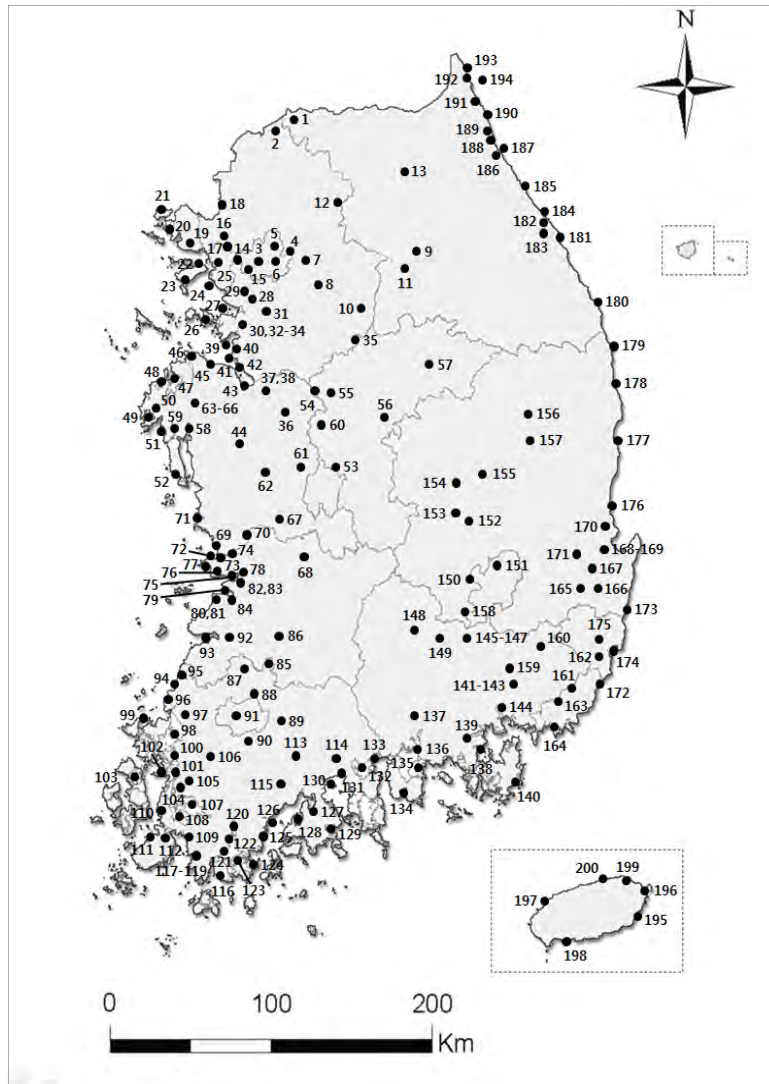


그림 11. 환경부의 철새 현황조사 모니터링 지점 (전국 200개소)

(나) 국내 도래 철새 활동 (이동 경로 및 시기) 특이성

① 기러기류 (큰기러기, 쇠기러기 등)

큰기러기의 경우 천수만 지역에 10월말 경부터 11월 중순까지 10만여수 이상의 개체가 확인되며, 이후 전국 각지의 철새도래지 (영암호, 한강하구, 주남저수지 등) 및 중국 동부지역으로 이동 후 3월경 중국으로 북상하는 것으로 추정된다.



그림12. 큰기러기의 월동 초, 중기의 이동경로

② 오리류 (청둥오리, 홍머리오리, 쇠오리, 가창오리 등)

9월말부터 천수만과 금강하구에서 관찰이 시작되어, 10월말까지 금강하구 등 서해안 일대에 약 100만 수 이상이 도래하는 것으로 추정되며 12월 중순까지 지속적으로 중국과 러시아에서 남하하는 것으로 보인다. 청둥오리의 경우 3월말에서 4월초에 북중국으로 북상하는 것으로 보인다.

표 11. 청둥오리의 시기별 이동현황

| 청둥오리의 시기별 이동현황 | | | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 월동 | 북상 | 번식 | 남하 |
| 시기 | ● 11월초 ~ 4월말 (중점: 12월초~3월중순) | ● 3월말 ~5월초 (중점: 4월 초, 중순) | ● 6월초~10월초 (중점: 6월초~10월초) | ● 10월중순~11월말 (중점: 11월 초, 중순) |
| 이동 현황 | <ul style="list-style-type: none"> ● 대부분 매년 동일 월동지를 이용함 ● 월동지 내 반경 20km이내 이동 ● 원거리 이동을 하지 않고 짧은거리를 이동 ● 수계 의존성이 매우 높음 ● 방해요인은 분산 및 이동의 주요 원인 | <ul style="list-style-type: none"> ● 최초 북상일은 3월 말 ● 본격적인 이동은 4월 초, 중순 ● 번식장소까지 2~5개 휴식처 경유함 ● 북한 동해안 지역을 주로 통과하며 중국 동북 3성 일대에서는 분산 | <ul style="list-style-type: none"> ● 번식지역은 중국 내 동북 3성 지역임 ● 5월 말까지 번식 장소로 이동이 있음 ● 6월 초부터는 이동 없이 번식시작 ● 번식이 완료된 이후에도 10월초까지 번식지에서의 이동은 없음 | <ul style="list-style-type: none"> ● 최초 남하는 10월 중순이었음 ● 11월 초부터 대부분 개체들이 남하 이동함 ● 본격적인 남하 이동은 11월 초, 중순이었음 ● 11월 말에는 국내 유입이 완료되었음 |

만경강에서 위치추적기를 부착한 고평오리 일부 개체 (5개체)는 전북 고창, 전남 영광, 목포, 영암 등으로 이동 서식하였다 ('15.10월~'16.2월). 12월 중순 이후 영암으로 이동해 서식하다가 2월 중순에 3개체가 최초 부착지인 만경강으로 복귀하였다.

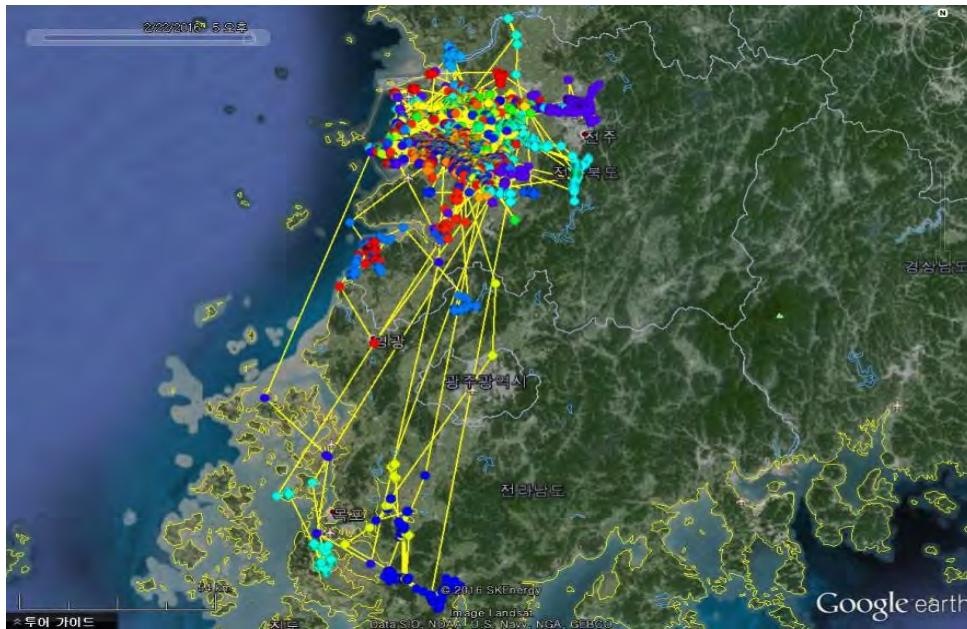


그림13. 환경부의 철새 현황조사 모니터링 지점(전국 200개소)

③ 여름철새 (제비류, 백로류, 물새류, 산새류 등)

여름철새는 2월 중순 가장 먼저 번식을 시작하는 왜가리를 시작으로 6월까지 도래하여, 여름철 국내에서 번식하는 조류로 4월경 가장 많은 종이 도래하여 번식을 시작한다. 여름철 도래하여 번식하는 여름철새는 5~8월경 우리나라 산림, 농지지역에서 주로 번식하여 9~10월 동남아 등 월동지로 남하를 시작하는 종으로 피꼬리, 삿꾸기, 솔부엉이, 과랑새 등은 번식기에 산림과 접해있는 인가 주변에서 관찰 가능한 종이다.



그림14. 여름철새 주요 이동경로

(3) HPAI 발생관련 야생조류 위험성 평가

(가) 야생조류 위험성 평가 개괄

국내 HPAI 발생원인 중 하나로 지목되고 있는 철새에 대해 Matrix 기반 모델을 바탕으로 한 위험도 평가를 통해 유입 원인에 대한 이론적 근거를 마련하고, 이를 기반으로 한 방역 대책 개선안에 대해 연구를 진행하였다.

위험성 평가는 다음과 같이 진행하였다. 첫 번째로 각각의 새들이 질병을 전파 할 가능성을 구하였다. 우선 국내에 유입되는 철새가 지나는 국가들의 HPAI의 유병률을 파악했다. 그 후에 철새가 이주할 때 각각의 철새들이 HPAI에 감염될 수 있는 확률을 구하였다. 그리고 질병에 걸린 철새가 한국까지 이동하는 기간 동안 생존할 수 있는 가능성에 대해서 살펴보았다. 마지막으로 국내 도착 후 바이러스를 퍼트릴 가능성에 대해서 구해 보았다.

두 번째로 국내 철새관련 자료를 조사하여 국내에 유입되는 철새의 숫자를 파악하였고, 해마다 선정된 국가에서 유입되는 철새의 숫자를 구하였다. 각각의 철새들의 질병을 전파할 가능성과 매년 해당국가에서 유입되는 철새숫자를 곱하여 각 국가에서 오는 철새들을 통해 각각의 해마다 한국에서 HPAI가 발생할 확률을 구하였다.

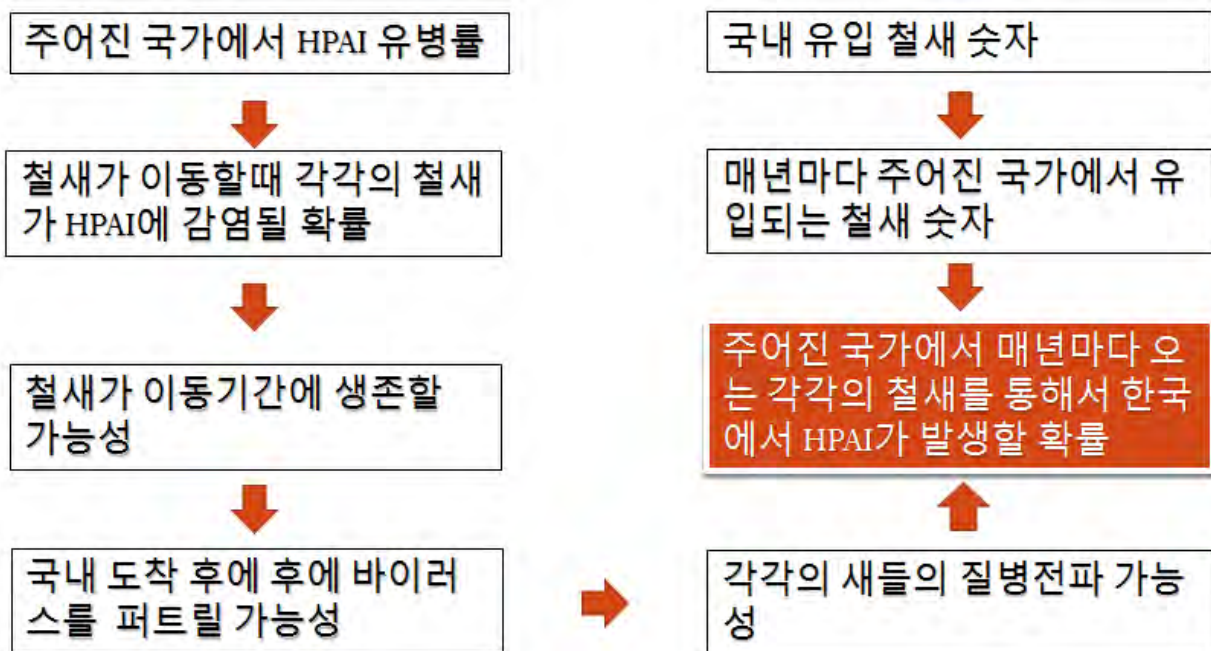


그림 15. 야생조류 위험성 평가 흐름도

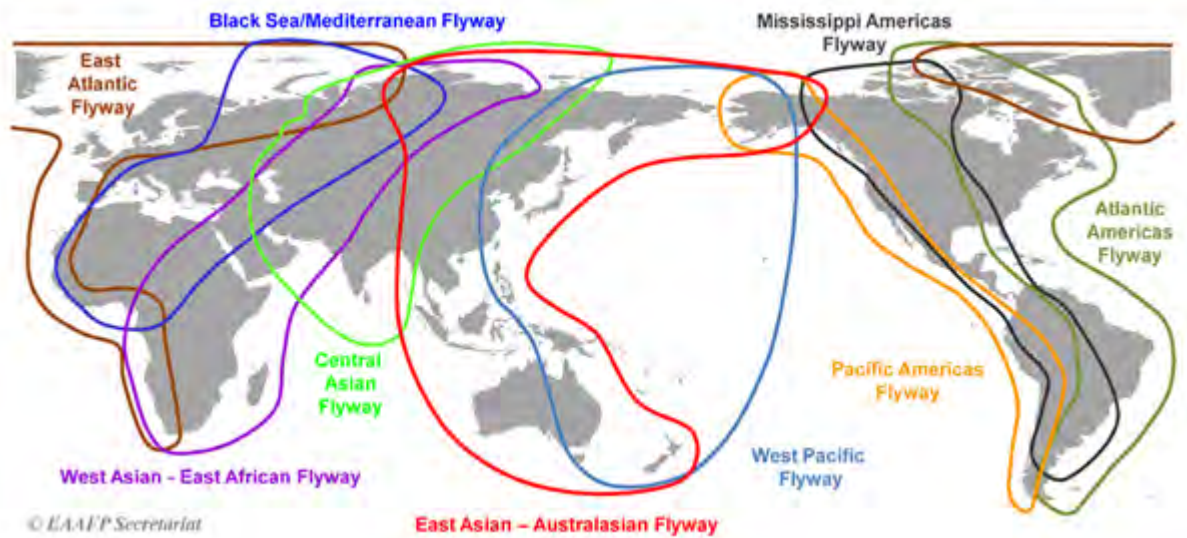


그림 16. 세계 철새 이동경로

우리나라에 야생 철새가 유입될 수 있는 경로는 동아시아 오스트레일리아 이동경로(East Asian-Australasian Flyway)를 통해서이며 이 경로에 속하는 국가는 오스트레일리아, 방글라데시, 브루나이, 캄보디아, 중국, 대만, 인도네시아, 일본, 라오스, 말레이시아, 몽골, 미얀마, 뉴질랜드, 북한, 파푸아뉴기니, 러시아, 싱가포르, 태국, 필리핀, 동티모르, 미국(알래스카), 베트남이 포함된다 (EAAFP).

(나) 국내 철새 유입 관련 위험도 측정

국내 철새 유입경로에 해당되는 각 국가별로 발생빈도를 조사하였다 (OIE, 2015년 3월 20일 조사). OIE의 마지막 보고서에 기록된 발생농가 건수를 기준으로 하였다. 또한 보고서상에 조류 이외의 다른 동물에서의 감염은 생략하였으며 2006년부터 2015년까지 기록을 조사하였다. 조사한 내용을 위험도에 따라 총 6단계로 분류를 하였다.

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1) 무시할 수 있는 (negligible) | : 발생한 적이 없음 |
| 2) 매우 낮음(very low) | : 1-2년 정도 발생, 발생건수가 1-2건 정도 |
| 3) 낮음 (low) | : 2-4회 또는 총 건 수가 5-10건 정도 |
| 4) 중간(medium) | : 낮음과 높음의 사이 값 |
| 5) 높음(high) | : 7년 이상 일어나거나 100건 이상이 일어난 경우 |
| 6) 매우 높음(very high) | : 매 년 일어나거나 100건 이상이 3년 이상 지속 |

북한의 경우 철새의 경로 대부분을 우리나라와 공유 하며 같은 반도 환경에 포함되어 있기 때문에, 유입 가능성 국가에서 제외시켰다. 홍콩의 경우 OIE에 보고 항목이 따로 있어 분리하여 만들었으며 사람 감염의 경우는 제외시켰다.

국내에 유입되는 철새 종을 감별하기 위해 역학조사서와 백서를 참고하였으며 사체, 분변 또

는 예찰과정에서 HPAI 양성이 나온 종만을 선정하였다. 국내에서는 총 15종의 철새에서 에서 HPAI 양성이 보고되었다. 2014년 조류동시센서스 (환경부)를 참고하여 각 종별 국내 유입 개체수를 산출하였다. 이러한 유입 개체 수를 바탕으로 위험도를 산정하였다.

표 12. 국내 유입 철새 개체 수 및 위험도

| 국명 | 2014년도 발견 숫자 | 위험도 | 이동경로 |
|--------|--------------|-------|-------------------|
| 큰기러기 | 73,098 | 중간 | 러시아, 중국, 일본 |
| 쇠기러기 | 85,594 | 중간 | 러시아, 중국, 일본 |
| 원앙 | 1,278 | 낮음 | 러시아, 중국, 일본, 대만 |
| 청머리오리 | 4,317 | 낮음 | 러시아, 중국, 일본, 대만 |
| 청둥오리 | 154,920 | 높음 | 러시아, 중국, 일본, 대만 |
| 흰뺨검둥오리 | 67,630 | 중간 | 중국, 일본, 동남아시아 |
| 가창오리 | 365,641 | 높음 | 러시아, 중국, 일본 |
| 쇠오리 | 14,234 | 중간 | 러시아, 중국, 일본 |
| 논병아리 | 1,280 | 낮음 | 중국, 일본, 대만, 동남아시아 |
| 대백로 | 990 | 매우 낮음 | 러시아, 중국, 일본 |
| 황조롱이 | 240 | 매우 낮음 | 털새 |
| 물닭 | 17,756 | 중간 | 중국, 대만, 동남아시아 |
| 큰고니 | 5,857 | 낮음 | 러시아, 중국, 일본 |
| 수리부엉이 | 6 | 매우 낮음 | 털새 |
| 새매 | 32 | 매우 낮음 | 털새 |

철새의 이동거리 및 기간은 국내 철새 도래지에서 해당국가 질병 발생 지역까지의 최단 거리를 측정하였다. 철새의 비행속도는 약 40km/h로 계산하였다. 각각의 종들의 생존 가능성을 철새의 이동 기간이 1-2일의 경우 높음, 3-5일까지는 중간, 6-15일의 경우 낮음으로 하였다. (Brown et al, 2006) 철새들이 이주한 이후에 바이러스를 전파할 가능성은 오리 종에서 호흡기를 통한 기준을 1일, 4일, 15일 이하를 기준으로 높음, 중간, 낮음으로 정하였다 (Kalthoff, 2008).

Matrix 기반 모델을 사용 각각의 변수들을 표에 적용하여 (gale et al, 2010) 각 새들이 HPAI를 전파시킬 위험도를 추정한 후에 조사된 국내 유입 철새 숫자를 바탕으로 종별 한 해에 HPAI를 우리나라에 전파시킬 확률을 구했다.

(다) 국내 철새 유입 관련 위험도 결론

국내로 철새를 통해 유입될 수 있는 철새 종을 보면 가창오리와 청둥오리의 위험도가 높은 것을 알 수 있다. 두 종 모두 국내로 유입되는 개체수가 많으며, 폐사체에서 HPAI가 발견된 기록이 있다. 또한 주요 이동경로에 HPAI 고위험국가인 중국, 홍콩 등을 경유한다. 국내를 서식지로 삼는 철새들 대다수는 중국과 일본, 러시아를 서식 반경으로 삼는다. 따라서 이들 국가에서 HPAI가 발생했을 때, 우리나라에도 발생할 확률이 높아진다고 할 수 있다.

표 13. 국내 유입 철새 종별 위험도

| | 방글라 데시 | 캄보디아 | 중국 | 대만 | 홍콩 | 인도네 시아 | 일본 | 라오스 | 미얀마 | 러시아 | 베트남 |
|------------|-----------|------|----------|----|----------|-----------|----------|-----|-----|----------|-----|
| 큰기러기 | | | 중간 | | 중간 | | 중간 | | | 중간 | |
| 쇠기러기 | | | 중간 | | 중간 | | 중간 | | | 중간 | |
| 원앙 | | | 낮음 | 낮음 | 낮음 | | 낮음 | | | 낮음 | |
| 청머리 오리 | | | 낮음 | 낮음 | 낮음 | | 낮음 | | | 낮음 | |
| 청둥오리 | | | 높음 | 높음 | 높음 | | 높음 | | | 높음 | |
| 흰뺨 검둥오리 | 중간 | 중간 | 중간 | | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 |
| 가창오리 | | | 높음 | | 높음 | | 높음 | | | 높음 | |
| 쇠오리 | | | 중간 | | 중간 | | 중간 | | | 중간 | |
| 논병아리 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 | 낮음 |
| 대백로 | | | 매우 낮음 | | 매우 낮음 | | 매우 낮음 | | | 매우 낮음 | |
| 물닭 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 낮음 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 | 중간 |

(4) 물적 및 인적 요인에 의한 HPAI 국내 유입 평가

철새의 이동을 제외한 인적 이동에 의한 국내 HPAI 발생 가능성은 축산관계자의 해외여행, 외국인근로자 및 농축산 종사 외국인이다. 이들의 수는 '13년도에 비하여 '14년 및 '15년 모두 증가 추세에 있어 위험요인은 과거에 비하여 상대적으로 높아졌다. 발생농가 (393개소) 중 외국인 근로자가 근무하고 있거나 근무하였던 농가는 60개소 (15.2%)이었으나, 농장종사자 등의 해외여행으로 인한 바이러스가 유입되어 발생하였다고 추정된 농장은 없었다. 농장주 또는 농장 근로자의 해외 여행 기록을 역학조사서를 기반으로 조사해본 결과 해외출입은 2010년 1건, 2014년 3건이며 해외 출입시기와 발생 시기를 연관지어볼 때 역학적으로 큰 관계가 없다는 것이 밝혀졌다.

표 14. HPAI 유입 관련요인 국내유입 인적 및 물적 변동현황 (2013~2016.4월, 농림축산검역본부)

| 구분 | 항목 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016.4월 | |
|-------|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 인적 이동 | 축산관계자 해외여행수 | 34,958 | 52,394 | 71,035 | 27,467 | |
| | 외국인근로자 입국수(인천공항) | 37,544 | 46,159 | 47,828 | 17,722 | |
| | 농축산업 종사 외국인수(인천공항) | 2,586 | 5,913 | 5,933 | 3,187 | |
| 물적 이동 | 수입사료 원료(천톤)(축산전체) | 14,546 | 14,365 | 14,627 | 3,581 | |
| | 조류 생축 검역 | 불합격 | 53수 | 99수 | 0수 | 1수 |
| | | 검역 | 108천톤 | 129천톤 | 105천톤 | 26천톤 |
| | 가금유래 축산물 | 불합격 | 830 kg | 26.8 톤 | 202 톤 | 120 톤 |
| | | 휴대축산물(kg) | 1,951 kg | 8,590 kg | 9,572 kg | 3,992 kg |
| | 특송화물(건수) | 검역 | 145,748 | 155,419 | 296,982 | 150,621 |
| | 국제우편(건수) | 검역 | 8,137 | 9,817 | 15,206 | 6,280 |
| | 조류·알 밀수(인천공항) | 적발 | 1 | 1 | - | - |

물적 이동사항 중 조류 생축 불합격품은 '14년 감소하였으나, 이외 수입사료, 가금유래축산물, 휴대축산물, 국제우편물 및 특송화물은 모두 이전에 비하여 증가 추세이며 조류 및 생산물의 밀수 사례도 지속 확인되고 있어 이에 대한 위험성도 여전히 존재하고 있는 것으로 평가되었다. 하지만 역학조사 당시 물적이동을 통해 해외로부터 HPAI 바이러스가 국내로 유입되어 발생하였을 가능성은 매우 낮은 것으로 추정되었다.

국내에 수입되는 가금축산물들은 관세청 기록에 따르면 2014년을 기준으로 브라질, 미국, 덴마크, 헝가리, 스웨덴에서 수입되며 이들 국가들은 미국에서 2014년에 일어난 HPAI를 제외하면 HPAI의 발생이 OIE에 보고된 적이 없다. HPAI 발생의 위험요인이 될 수 있는 생닭의 경우 국내에서는 현재 수입하고 있지 않으며 또한 해외에서 HPAI 발생 시 해당 국가의 가금 축산물의 수입을 전면 금지하기 때문에 수입육에 의한 위험성은 무시할 수 있는 수준이라고 볼 수 있다.

또한, 발생국산 가금 및 가금 생산물(비가열처리)의 수입금지 조치와 수입이 허용된 발생국산 열처리 가금육과 HPAI 비발생국산의 가금육에 대한 모니터링 검사 결과 등을 고려시 수입되는 동·축산물에 의해서 AI 바이러스가 유입될 가능성은 낮은 것으로 조사되었다.

국내에서 사용되는 양계용 사료는 관세청에 따르면 대다수가 수입 산이며 수입 국가는 중국, 오스트레일리아, 미국, 캐나다, 브라질 등이다. 이들 국가에서 장거리 해상운송을 통해 이동시 사료 보관 장소의 내부온도는 바이러스의 사멸온도를 초과하는 경우가 많으며 사료들은 수입된 이후 바로 사용되는 것이 아니라 최소 20초 이상 가열처리를 하기 때문에 대부분의 바이러스가 소멸된다고 볼 수 있다. 따라서 사료를 통한 국내 유입의 가능성 역시 거의 없다고 볼 수 있다.

표 15. HPAI(H5N8) 바이러스 유입 인적 및 물적 위험요인에 대한 종합평가

| 구분 | 항목 | 국내 유입경로 및 주요 품목 | '13년/'14 | '14/'15 |
|-------|--------------|-----------------------------------|----------|---------|
| 인적 이동 | 축산관계자 해외여행 | 환경에 잔존된 오염원에 노출 | 증가 | 증가 |
| | 외국인근로자 입국 | | 증가 | 증가 |
| | 농축산업 종사 외국인수 | | 증가 | 증가 |
| 물적 이동 | 수입사료 원료 | 원료에 의한 오염원 유입 | 감소 | 증가 |
| | 조류 생축 | 부적합 검역물품(수입금지지역) | 증가 | 감소 |
| | 가금유래축산물 | 바이러스 사멸조건 수입가능 (부적합 검역물품) | 증가 | 증가 |
| | 휴대축산물 | 여행자 휴대 축산물 (계육, 오리육, 닭·오리·메추리 식란) | 증가 | 증가 |
| | 국제우편·특송화물 | 계육·오리육 가공품 | 증가 | 증가 |
| | 조류 및 생산물 밀수 | 알, 유조 등 밀수 | 있음 | 있음 |

하지만, 앞에서 분석한 것과 같이 해외여행객 수 및 농장 내 외국인근로자의 수가 지속적으로 증가하고 있고 해외로부터 반입하는 가금 및 가금유래 축산물 등이 국제우편이나 특송화물 등을 이용한 개인 배송물 중 수입금지품목 등이 지속적으로 적발되고 있다. 또한 여전히 가금 등의 밀반입이 있는바, 이를 통한 AI 바이러스 유입·전파 가능성이 과거에 비하여 상대적으로 높아 철저한 검역체계를 유지할 필요성이 있다.

(5) HPAI 국내 발생 위험성 평가 결론

HPAI의 국내 유입 가능성에 대해서 평가한 결과 사료나 가금 축산물, 그리고 사람에 의한 바이러스 유입 가능성은 없다고 판단된다. 반면 야생철새의 경우 겨울철에 다수 국내로 이주하는 가창오리와 청둥오리에서 높은 위험도를 보였으며 그 외 에도 고니나 오리 류에서 위험성이 존재함을 알 수 있었다. 따라서 철새가 이주해오는 시기에 맞추어 방역을 강화할 필요성이 있으며, 방역대의 설정 역시 철새의 이동을 고려할 필요성이 있다. 이러한 철새들 대부분이 서식지와 이동반경이 러시아, 중국, 일본을 경유하기 때문에 철새에 의한 HPAI 전파 차단을 위해서는 주변 3개국과의 협력을 통한 대응책 마련이 중요하다.

다. HPAI 발생, 전파, 확산에 대한 요인별 위험성 순위 평가 점검표

(1) 위험성 순위점검표 개괄

(가) 신뢰도

역학조사 시 농가 또는 환축에 대한 조사에서 가장 중요한 요인은 신뢰도 부분이다. 신뢰도란 조사대상자가 얼마만큼 성실하게 답변을 하였는가, 조사자 마다 결과가 얼마나 일관성이 있는가를 보는 것으로 서로 다른 조사자가 같은 조사를 한다고 해도 동일한 결론을 내야 역학조사의 신뢰도가 높아진다고 할 수 있다. 따라서 역학조사에서 신뢰도는 얼마나 객관화된 질문을 대상자에게 묻느냐에 의해서 결정된다고 볼 수 있다.

(나) 현 역학조사방식의 한계

현재 HPAI 발생농가를 대상으로 한 역학조사는 주로 발생농가에 역학조사관이 방문하여 축주에게 질문을 하는 형식으로 이루어진다. 조사의 초점은 HPAI를 전파, 확산 시킬 수 있는 차량이나 방문자에 집중해서 이루어진다. 이러한 방식의 역학조사는 질병의 방제를 신속하게 할 수 있다는 점에서는 효율적이거나 순위평가를 위한 계량적인 위험수치를 구하기에는 어려움이 있다.

(다) 위험요인 선정

본 연구 팀은 앞서 문헌고찰과 위험도 순위 평가를 통하여 선정된 HPAI 발생, 전파, 확산 위험요인들을 활용하여 요인별 평가 점검표를 만들었다. 위험요인들을 범주화하였으며 이는 다음과 같다.

- 1) 기본정보 : 축주의 기본정보로써 농장주의 학력과 가금 사육업 종사경력 등
- 2) 사육종 정보 : 타 축종 사육 여부, 농장의 사육밀도, all in all out, 노계도입 여부 등
- 3) 야생동물 : 농가 주변에 출몰하는 야생동물의 종류와 발견 빈도, 사육장 출입여부 등
- 4) 농장 근무 인력 : 일과 시간, 일꾼 수, 가족 구성원중 가금사육 관련업 종사 유무 등
- 5) 사체 및 분변 : 사체와 분변을 처리하는 방식 등
- 6) 방문객 : 방문한 외부인력 횟수 등
- 7) 농가 시설 및 방역 관련 사항 : 축사의 종류와 시설, 소독 관련 사항 등
- 8) 외부 인력의 방문 : 외부 차량 방문 및 가금 축산물 거래 등
- 9) 사료 및 급이 : 사육농장 식수와 사료관련 내용 등
- 10) 기왕력: 과거 질병 발생 여부 등
- 11) 지리정보: 수계환경과의 거리, 도로와의 거리, 야생조류 검출지점과의 거리 등

(라) 지리 정보 관련 사항

이 중에서 지리 정보의 경우 농장주가 작성 하는데 어려움이 있으며 제 2 협동연구팀과 연계하여 GIS 공간정보를 통해 산출할 수 있기 때문에, 평가점검표 상에는 따로 분류를 하였다. 질문은 각각의 요인들에 대해 주관식이 아닌 객관식 문항 또는 숫자 문항으로 짜여졌다. 이렇게 객관화된 폐쇄형 질문의 장점은 서로 다른 설문 조사자 마다 같은 결과를 얻을 수가 있으며, 간단한 교육을 통해서 쉽게 조사가 이루어 질 수가 있다는 점이다.

(마) 요인별 평가 점검표 활용방안

이러한 요인별 평가 점검표는 다방면에서 활용될 수 있다. 첫 째로 질병 발생 시 발생농가 조사를 통해서 역학정보로 활용하여 농가별 취약점을 파악할 수 있다. 농가의 노출된 위험도를 점수화하여 평가 하며 기준에 미달되는 농가는 발견된 위험요인에 대해 신속한 방지를 할 수 있다. 이를 통해서 근본적인 예방이 가능해진다. 둘 째로 발생, 비발생농가를 환례-대조군으로 연구 시 기본적인 데이터베이스로 활용이 가능하다. 국내에서는 아직 대규모 HPAI 환례-대조군 연구가 없으며, 따라서 위험요인의 교차비를 구할 수가 없다. 위 설문지는 이러한 기초 질병 연구에 대한 국내 첫 역학 분석의 기준이 될 수 있으리라 판단된다. 셋 째로는 주기적으로 가금농가들을 조사 하여 질병 발생에 취약할 수 있는 농가들을 파악 할 수 있다. 가금농가들의 HPAI에 대한 위험도를 측정하여 신호등 기법을 이용 취약한 부분은 붉은색, 중간은 노란색, 양호는 초록색으로 표현하는 방식으로 취약 농가에 대한 방역 지원을 강화하여 질병발생을 예방할 수 있다.

(바) 본 연구의 평가 점검표 활용 방안

본 연구 팀에서는 요인별 평가 점검표를 바탕으로 AI 유행이 종식되는 2차 년도에 발생, 비발생농가를 대상으로 환례-대조군 연구를 진행하였다. 이러한 연구를 진행함으로써 각 위험요인에 대한 교차비를 구할 수 있고 각각의 위험요인들에 대한 순위 평가를 진행하였다. 제 1협동기관인 역학조사과의 협동을 통해서 현재 HPAI 다발 지역인 충북, 전남, 전북 지역을 대상으로 발생농가를 선정한 후 발생농가와 종이 같으며, 반경 3-10km에 포함되어 있는 비발생농가에 대상으로 방문 조사를 통해 연구를 진행하였다. 본래 이 조사의 경우 1차 년도에 진행하려 하였으나 HPAI가 14년 10월 이후 추가, 지속 발생함으로써 농가 방역 문제에 의해 발생농가와 비발생농가에 대한 접촉이 매우 어려운 실정이었다. HPAI가 종식되는 시점을 기해 발생 및 비발생농가에 대해서 조사를 진행하였다.

라. 위험요인 평가 점검표

2016 살처분, 이동통제 범위 제한에 대한 현 국가 예찰 및 방역시스템에 대한 평가와 개선방안 연구

서울대학교 수의과대학 AI 역학 연구팀

안내문

서울대학교 수의과대학 에서는 농림축산식품부의 지원과 농림축산검역본부의 협조아래 전국 닭, 오리 사육 축산농가를 대상으로 고병원성 조류인플루엔자에 대한 국가 정책에 대한 평가와 개선 방안 연구를 시행하고 있습니다. 본 연구팀은 설문을 통해서 귀 농가에서의 고병원성 조류인플루엔자에 대한 방역관리 위험요인에 대하여 조사하게 됩니다. 귀하가 응답해주신 내용은 고병원성 조류인플루엔자의 국가 방역 대책의 평가와 개선안에 대한 기초자료로만 이용되고, 비밀이 보장되며 연구 목적 외에는 절대 사용하지 않을 것을 약속 드립니다.

국내 고병원성 조류인플루엔자 방역의 발전을 위해 성실하게 답변해주신다면 큰 도움이 되겠습니다. 혹시 추가로 필요한 정보가 있다면 전화나 우편으로 여쭙어 보도록 하겠습니다.

조사일 : 2015년 월 일

조사자 :

조사농장:

농장주소:

II. 야생동물

14. 올 겨울철에 농가주변에서 철새를 관찰한 적이 있습니까?
 예
 아니오
15. 얼마나 자주 철새가 관찰 되었습니까?
 하루에 한번 정도
 삼일에 한번 정도
 일주일에 한번 정도
 한달에 한번 정도
 계절에 한번 정도
16. 인근에 철새도래지역이 있습니까? 있다면 거리가 어떻게 됩니까?
 1km
 3km
 5km
 10km
 10km 이상이거나 없다
17. 철새가 가금 사육장 안에 드나드는 것을 관찰한 적 있습니까?
 관찰한 적 있다.
 관찰한 적은 없지만 증거가 있다.(분변, 깃털)
 관찰한 적도 없고, 증거도 없지만 가능할 것 같다.
 불가능하다
18. 농가 주변에 출현하는 야생동물이 있습니까? (복수응답가능)
 개 고양이
 멧돼지 까마귀
 여우 비둘기
 너구리 야생오리
 고라니 참새
 족제비 까치
 기타 ()
 없다
19. 이 야생동물이 가금 사육장에 접촉한 것을 관찰한 적 있습니까?
 관찰한 적 있다.
 관찰한 적은 없지만, 피해를 입거나 증거가 있다.
 관찰한 적도 없고, 증거도 없지만 가능할 것 같다.
 불가능하다.
20. HPAI 발병기간 동안 야생 조수의 시체가 농가 인근에서 발견된 적이 있습니까?
 예
 아니오
21. 농장에서 쥐를 관찰한 적이 있습니까?
 예
 아니오

III. 농장근무 인력 관련

22. 농장이 주업이십니까? 부업이 있다면 어떤 일에 종사하십니까?
 농장 일만 하고 있음
 부업이 있다 (부업:)
 농장 일이 부업이다 (주업:)
23. 농장의 일꾼 수는 몇 명입니까? 그 중 외국인 노동자 수는 몇 명입니까?
 (명/ 명)

24. 가족구성원 중에서 농장 일을 돕는 사람이 있습니까? 있다면 관계는 어떻게 됩니까?

- 예 ()
- 아니오

25. 가족 및 친인척 중에서 가금 사육관련 업종에 종사하는 사람이 있습니까? 있다면 관계가 어떻게 됩니까?

- 예 ()
- 아니오

IV. 사체 및 분변

26. 죽은 가금의 사체는 어떤 방식으로 처리하십니까?

- 땅에 묻는다.
- 지정된 사체 처리장에 버린다.
- 물(강, 연못)에 버린다.
- 논에 버린다.
- 소각한다.
- 처리업체가 따로 있다.
- 기타 ()

27. 사체 처리장을 다른 농가와 공유합니까?

- 예
- 아니오

28. 농가에서 나온 분변을 어떻게 처리하십니까?

- 분변 처리 업체
- 땅에 묻음
- 거름화하여 사용
- 그냥 둔다
- 기타 ()

V. 농가 시설 및 방역 관련 사항

다음은 농가 시설에 관한 질문입니다. 해당되는 부분에 체크해주시시오

29. 축사 타입: 개방 반무창 무창 기타

30. 사료지급 타입: 양동이 wheeler 자동 기타

31. 물 공급: 양동이 쪽지(니플) 기타

32. 집란: 수동 벨트 Inline 기타

33. 현재 일하는 인력에 대하여 시 등 방역관련 교육을 하고 있습니까? 예 아니오

34. 근무자들이 축사에 들어갈 때 방역복을 착용합니까? 예 아니오

35. 근무자들이 축사에 들어갈 때 손 소독을 합니까? 예 아니오

36. 외부 인력이 축사에 들어갈 때 방역복 및 장화를 착용합니까? 예 아니오

37. 외부 인력이 축사에 들어갈 때 손 세척을 합니까? 예 아니오

38. 농가에서 사용된 물품을 사용 후 얼마만큼 자주 소독을 하십니까?

VI. 사료 및 급이

48. 사료 공급 방법은 어떻게 됩니까?

- 본인이 직접 방문
- 대여 차
- 사료회사 배송차량

50. 사료의 형태는 어떻게 됩니까?

- 지대사료
- 벌크사료

52. 사료통을 소독하십니까?

- 예
- 아니오

54. 급수를 별도의 과정을 통해서 소독을 하니까? 한다면 방법은 무엇입니까?

- 예 ()
- 아니오

49. 사료는 어떤 종류를 씹니까?

- 자가 생산 사료(잔반사용)
- 상업용 사료

51. 사료 보충제를 사용하니까?

- 예
- 아니오

53. 급수의 출처는 어디입니까?

- 지하수
- 수돗물
- 기타 ()

VII. 기왕력 및 기타

55. 최근 1년간 가금에 걸린 병은 무엇이 있습니까?

- 가금콜레라
- 가금티푸스
- 뉴 캐슬병
- 닭 뇌 척수염
- 닭 전염성 기관지염
- 닭 F 낭병

58. 계열사와 다른 농장에서 살아있는 가금을 구입 하십니까?

- 예
- 아니오

56. 2000년 이후부터 농가가 고병원성 조류 인플루엔자를 겪은 적이 있습니까? 있다면 몇 년도 입니까?

- 예 ()
- 아니오

57. 2000년 이후부터 농가가 저병원성 조류 인플루엔자를 겪은 적이 있습니까? 있다면 몇 년도 입니까?

- 예 ()
- 아니오

59. 재래시장에서 살아있는 가금을 구입하십니까?

- 예
- 아니오

감사합니다.

Reference

1. Biswas, P. K., et al. (2011). "Risk for highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in chickens in small-scale commercial farms, in a high-risk area, Bangladesh, 2008." *Transbound Emerg Dis* **58**(6): 519-525.
2. Desvaux, S., et al. (2011). "Risk factors of highly pathogenic avian influenza H5N1 occurrence at the village and farm levels in the Red River Delta Region in Vietnam." *Transbound Emerg Dis* **58**(6): 492-502.
3. Fasina, F. O., et al. (2011). "Identification of risk factors associated with highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in poultry farms, in Nigeria during the epidemic of 2006-2007." *Prev Vet Med* **98**(2-3): 204-208.
4. Henning, K. A., et al. (2009). "Farm- and flock-level risk factors associated with Highly Pathogenic Avian Influenza outbreaks on small holder duck and chicken farms in the Mekong Delta of Viet Nam." *Prev Vet Med* **91**(2-4): 179-188.
5. Nishiguchi, A., et al. (2007). "Risk factors for the introduction of avian influenza virus into commercial layer chicken farms during the outbreaks caused by a low-pathogenic H5N2 virus in Japan in 2005." *Zoonoses Public Health* **54**(9-10): 337-343.
6. Osmani, M. G., et al. (2014). "Risk factors for highly pathogenic avian influenza in commercial layer chicken farms in Bangladesh during 2011." *Transbound Emerg Dis* **61**(6): e44-51.
7. Paul, M., et al. (2011). "Risk factors for highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 infection in backyard chicken farms, Thailand." *Acta Trop* **118**(3): 209-216.
8. B. Borck Høg., et al. (2011). "Questionnaire survey among broiler producers in six European countries." Camcon Deliverable 1.1.2
9. United States Department of Agriculture(2012). "HIGHLY PATHOGENIC AVIAN INFLUENZA RESPONSE PLAN THE RED BOOK."
10. A report from the Center for Indonesia Veterinary Analytical Studies(CIVAS) for the Food and Agricultural Organization(FAO) of the United nations(2006). "A review of free range duck farming systems in Indonesia and assessment of the highly pathogenic(H5N1) strain of avian influenza(HPAI)."

3. 공간 및 기상정보 데이터베이스와 연계한 시공간 역학분석을 통한 전파, 확산 위험평가

가. 발생, 비발생농가 대상 공간 정보 전파, 확산 위험평가

(1) 공간정보 전파, 확산 위험요인 평가 개괄

앞서 연구에서 선정한 HPAI 발생, 확산, 전파 위험요인 중에서 공간정보와 관련된 위험요인들에 대해서 제 2 협동 기관인 강원대와 협력을 하여 위험평가를 실시하였다. ArcGIS(Esri) 프로그램을 이용하여 2014년 1차 HPAI 발생농가 닭, 오리 농장 196건을 지도상에 표시를 한 후에 반경 5km 내에 있는 비발생농가를 종별 Matching을 통해 환례-대조군 연구를 수행하였다. 발생 지역 반경 5km 이내에 있는 비발생농가는 1089농장으로 산출되었다.

이 중에서 짝을 지어서 연구를 하려면 발생: 비발생 비가 1:1 또는 1:2가 되어야 한다. 따라서 해당 비율을 만족하며 다발한 지역인 전라남도, 전라북도, 충청북도 지역에서 연구를 시행하였다.

ArcGIS를 활용하여 공간 정보 관련 위험요인과 농가간의 거리를 산출해 내었다. 공간 정보 관련 위험 요인으로서는 도로, 수계환경, 철새 도래지와의 거리를 사용하였다. 도로의 경우 고속도로, 일반 국도, 지방도의 정보를 지능형 교통 체계 관리 시스템을 참고하였으며 수계환경으로는 국가하천과 지방하천의 정보를 WAMIS에서, 마지막으로 철새도래지와 야생조류발견지점은 2014년 조류동시센서스(환경부)를 참고 하였다.

표 16. 발생농가 반경 5km 발생, 비발생농가 행정구역별 상황

| 행정구역 | 종 | 발생농가 | 비발생농가 | 총계 |
|---------|----|------|-------|------|
| 강원도 | 닭 | 1 | 16 | 17 |
| 경기도 | 닭 | 13 | 77 | 90 |
| | 오리 | 10 | 21 | 31 |
| 경상남도 | 닭 | 2 | 8 | 10 |
| | 오리 | 없음 | 1 | 1 |
| 경상북도 | 닭 | 1 | 3 | 4 |
| 전라남도 | 닭 | 3 | 109 | 112 |
| | 오리 | 36 | 69 | 105 |
| 전라북도 | 닭 | 2 | 203 | 205 |
| | 오리 | 41 | 81 | 122 |
| 충청남도 | 닭 | 14 | 210 | 224 |
| | 오리 | 9 | 17 | 26 |
| 충청북도 | 닭 | 4 | 134 | 138 |
| | 오리 | 55 | 82 | 137 |
| 광주 | 닭 | 없음 | 1 | 1 |
| 세종특별자치시 | 닭 | 4 | 47 | 51 |
| | 오리 | 없음 | 4 | 4 |
| 울산 | 닭 | 없음 | 3 | 3 |
| | 오리 | 없음 | 1 | 1 |
| 대구 | 닭 | 1 | 없음 | 1 |
| 대전 | 닭 | 없음 | 2 | 2 |
| 총계 | 닭 | 45 | 813 | 858 |
| | 오리 | 151 | 276 | 427 |
| | 총계 | 196 | 1089 | 1285 |

(2) 충청북도 지리정보 위험요인 발생, 비발생농가 대조 연구

충청북도에서 오리 발생농가는 총 55농가이며, 발생농가 5km 반경에서 선정된 오리 비발생농가는 82농가이다. 발생농가 대 비발생농가 비는 1:1.5로 나왔다. 통계분석기법을 사용하여 p-value를 구하였다. p-value가 0.05 이하 일 때 발생농가와 비발생농가의 차이점이 있다고 판단된다. 유효하다고 판단되는 위험요인은 고속도로, 국가하천, 철새도래지 3가지가 나왔다. 위험요인에 대해서 분석을 해보면 첫 번째로는 비발생농가에 비해서 발생농가가 상대적으로 고속도로에 가깝다. 이를 보아 HPAI가 고속도로를 통해서 전파할 가능성이 높음을 나타내며 향후 방역대를 설정할 때 고속도로를 포함시켜야함을 알 수가 있다. 반면에 국가 하천과 철새도래지의 경우에는 발생농가와 비발생농가가 차이가 나지만 평균의 경우 오히려 발생농가가 비발생농가에 비해서 멀게 위치해있는 결과로 나왔다. 농가를 행정지역으로 나눔으로 인하여 HPAI 다발 지역인 음성지역의 농가들이 제대로 조사 되지 않았기 때문에 이런 결과가 나왔다고 추론할 수 있다.

표 17. 충청북도 위험요인 지리 정보 분석

| 단위/m | 발생 | | 비발생 | | p-value |
|----------|-------|------|-------|------|--------------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | |
| 고속도로 | 1432 | 1309 | 2103 | 1992 | 0.030 |
| 일반국도 | 1784 | 891 | 2047 | 1323 | 0.199 |
| 지방도 | 998 | 949 | 958 | 784 | 0.789 |
| 국가하천 | 15642 | 3302 | 14356 | 3641 | 0.037 |
| 지방하천 | 767 | 566 | 922 | 736 | 0.188 |
| 철새도래지 | 22513 | 3847 | 20776 | 4999 | 0.031 |
| 야생조류발생지점 | 20638 | 2950 | 19938 | 3565 | 0.230 |

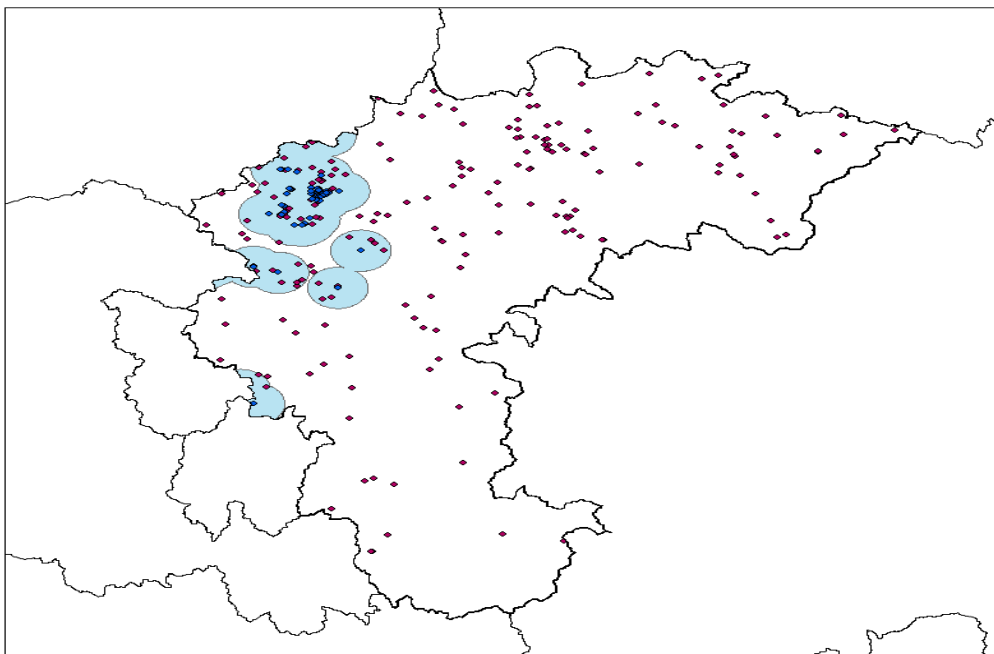


그림17. 충청북도 발생농가(푸른색), 비발생농가(붉은색), 발생농가 5km 반경(푸른원)

(3) 전라남도 지리정보 위험요인 발생, 비발생농가 대조 연구

전라남도에서 오리 발생농가는 총 36농가이며 발생농가 5km 반경에서 선정된 오리 비발생농가는 69농가이며 발생농가 대 비발생농가 비는 1:1.9로 나왔다. p-value가 0.05이하로 나온, 즉 유효한 요인은 없는 것으로 나온다.

표 18. 전라남도 위험요인 지리 정보 분석

| 단위/m | 발생 | | 비발생 | | p-value |
|----------|-------|------|-------|------|---------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | |
| 고속도로 | 9383 | 6816 | 8318 | 5727 | 0.399 |
| 일반국도 | 3389 | 2429 | 3444 | 1323 | 0.911 |
| 지방도 | 918 | 1145 | 1241 | 1509 | 0.263 |
| 국가하천 | 7660 | 6905 | 6323 | 6021 | 0.307 |
| 지방하천 | 894 | 732 | 935 | 820 | 0.801 |
| 철새도래지 | 19693 | 7237 | 20498 | 7556 | 0.601 |
| 야생조류발생지점 | 28085 | 8101 | 26466 | 6790 | 0.281 |

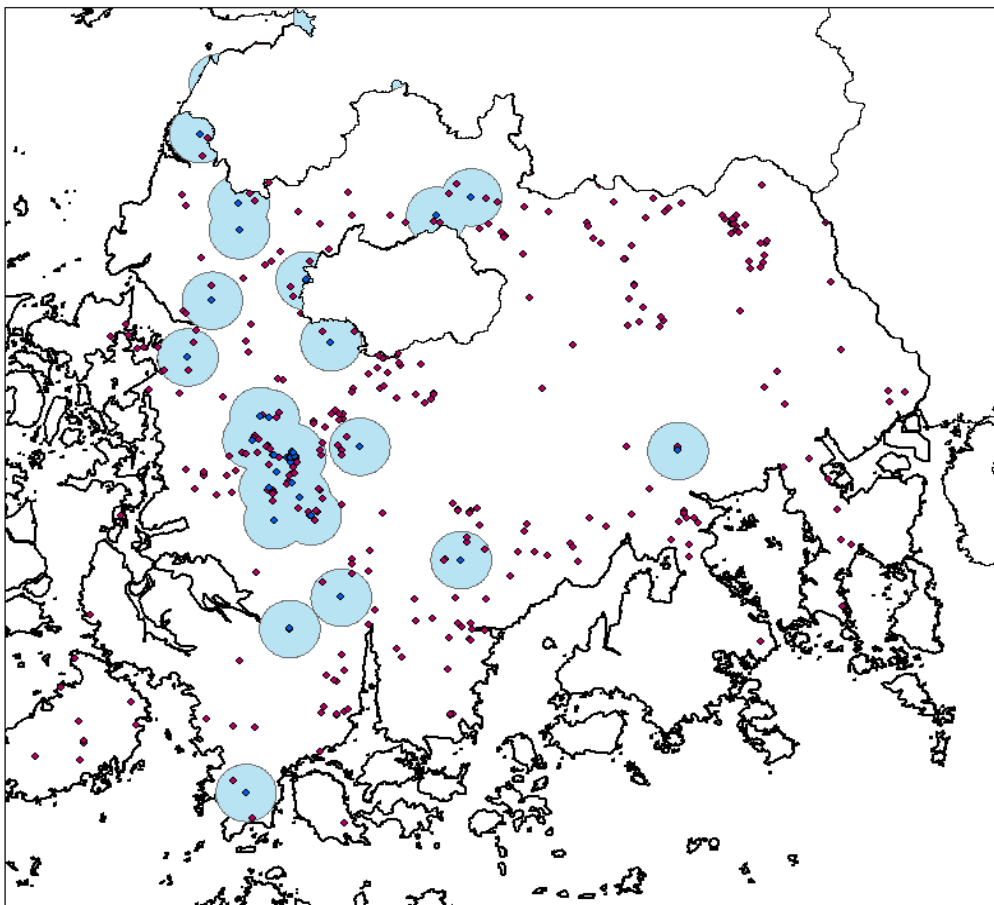


그림18. 전라남도 발생농가(푸른색), 비발생농가(붉은색), 발생농가 5km 반경(푸른원)

(4) 전라북도 지리정보 위험요인 발생, 비발생농가 대조 연구

전라북도에서 오리 발생농가는 총 41농가이며 발생농가 5km 반경에서 선정된 오리 비발생농가는 81농가이며, 발생농가 대 비발생농가 비는 1:2 정도로 나왔다. 유효하게 나온, 즉 p-value가 0.05이하로 나온 요인은 없는 것으로 나온다.

표 19. 전라북도 위험요인 지리 정보 분석

| 단위/m | 발 생 | | 비발생 | | p-value |
|----------|-------|------|-------|------|---------|
| | 평 균 | 표준편차 | 평 균 | 표준편차 | |
| 고속도로 | 2997 | 3660 | 3309 | 3625 | 0.656 |
| 일반국도 | 1537 | 1313 | 1765 | 1281 | 0.358 |
| 지방도 | 1611 | 972 | 1348 | 1008 | 0.170 |
| 국가하천 | 6200 | 6602 | 6286 | 7476 | 0.950 |
| 지방하천 | 1414 | 1325 | 1325 | 1207 | 0.962 |
| 철새도래지 | 12424 | 8619 | 13327 | 7273 | 0.544 |
| 야생조류발생지점 | 12080 | 9104 | 14067 | 9430 | 0.268 |

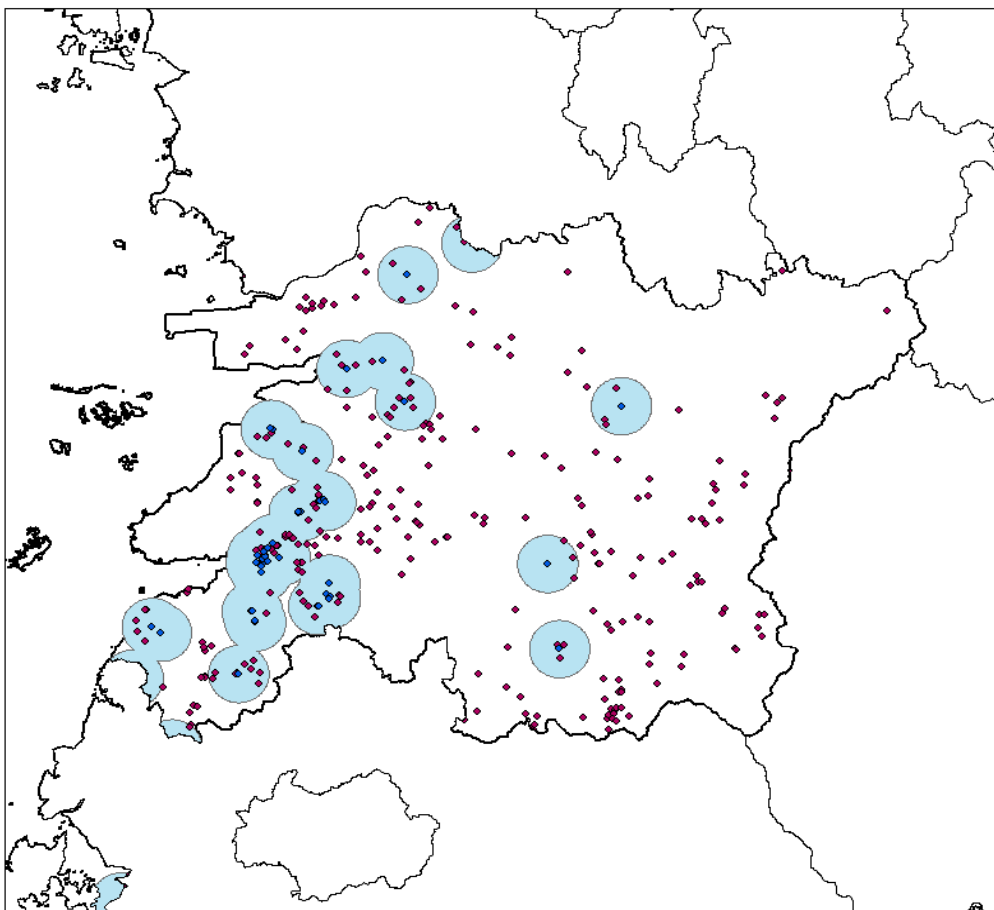


그림19. 전라북도 발생농가(푸른색), 비발생농가(붉은색), 발생농가 5km 반경(푸른원)

(5) 발생, 비발생농가 대조 연구 종합 결론

주요 발생 지역인 충청북도, 전라북도, 전라남도에서 발생농가 및 비발생농가에 대해서 위치 조사를 한 결과 발생농가와 비발생농가가 차이점을 보이는 지역은 충청북도밖에 없으며, 차이점을 보이는 요인은 고속도로, 국가하천, 철새도래지 이 3가지로 나왔다. 지리적 특성이 잘 나타나지 않은 까닭은 첫 번째로는 대부분의 오리 농가가 밀집되어 있어서 거리의 차이가 나타나지 않는다는 점이다. 즉 발생농가와 비발생농가가 지리요인의 차이점이 나타나지 않는 점이 있다. 두 번째로는 행정구역상으로 포함이 되지 않는 지역이 있다. 일부 발생농가들은 행정도의 외곽에 있는 경우가 있어서 이 경우에는 비발생농가가 포함이 되지 않는 것을 볼 수 있다. 충청북도의 경우에는 고속도로 요인이 위험요인으로 나타났으며 이는 충청북도가 국내 주요 고속도로의 교차지점이기에 위험요인으로 나왔다고 판단된다. 고속도로를 통한 HPAI의 전파는 특히 전국적으로 퍼질 위험성을 띄고 있기에 고속도로를 중심으로 한 방역대 설정 및 고속도로 주변 농가에 대한 철저한 방역이 필요하다.

표 20. 주요발생지역 위험요인 지리 정보 분석

| 단위/m | 발생 | | 비발생 | | p-value |
|----------|-------|------|-------|------|---------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | |
| 고속도로 | 4087 | 5315 | 4372 | 4741 | 0.597 |
| 일반국도 | 2145 | 1740 | 2364 | 1827 | 0.264 |
| 지방도 | 1167 | 1049 | 1178 | 1125 | 0.923 |
| 국가하천 | 10532 | 7046 | 9149 | 7040 | 0.036 |
| 지방하천 | 1002 | 944 | 1094 | 971 | 0.385 |
| 철새도래지 | 18610 | 7840 | 18092 | 7492 | 0.533 |
| 야생조류발생지점 | 20011 | 9176 | 19830 | 8581 | 0.850 |

나. 기온과 HPAI

(1) 기온 변화와 HPAI 발병

HPAI가 발병한 시점에 해당 농장 주변의 기온 등 기상상황을 조사하여 그 관계를 분석함으로써, 기상 현상과 HPAI 발병과의 관련성을 분석하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 또한 최초 발병 농장이 위치한 지역의 기온 등 기상상황과 HPAI의 전파와 확산의 관계를 전파 범위와 예방적 살처분 대상 농가에서의 양성 비율 등으로 규명함으로써, 기상상황에 따른 전파·확산의 위험성을 함께 파악하고자 하였다.

HPAI 발생 지역의 기상정보 분석을 통한 기상과 HPAI 발생과의 관련성을 분석하고 기상상황에 따른 전파 및 확산 경향을 분석하였다. 기온 등 기상상황은 최초 신고 농장에서의 바이러스 지속 생존 가능성과 이후 다른 농장으로의 전파 가능성에서 관련성이 높다. 따라서 HPAI 발생 지역의 기상정보 분석을 통한 기상과 HPAI 발생과의 관련성을 분석하고 기상상황에 따른 전파 및 확산 경향을 분석하여 기상상황별로 HPAI에 미치는 위험 정도를 평가하고자 국립환경과학원(2011) 자료를 참고하였다.

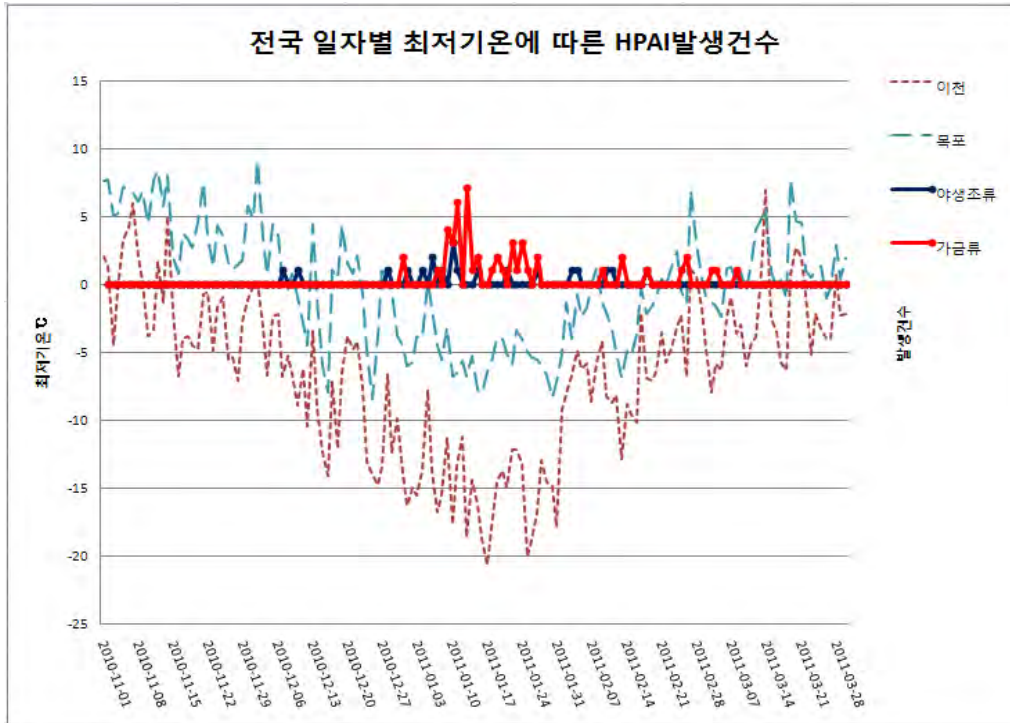


그림 20. 전국 일자별 최저기온에 따른 HPAI 발생건수
(국립환경과학원, 2011)

자료에 의하면 급격한 기온 하강이 있을 후, HPAI의 발생 빈도가 급격히 증가하였음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기상청의 기온관측 자료를 이용하여 2014년도 HPAI 발생농가 중 가장 많은 발생 빈도를 보이고 있는 4개 지역 관측소의 발생일자별 최저기온 자료를 바탕으로 비교 하였다.



그림 21. 2014년 충주관측소 기온변화와 HPAI 발생 건수

천안 관측소



그림 22. 2014년 천안관측소 기온변화와 HPAI 발생 건수

부안 관측소

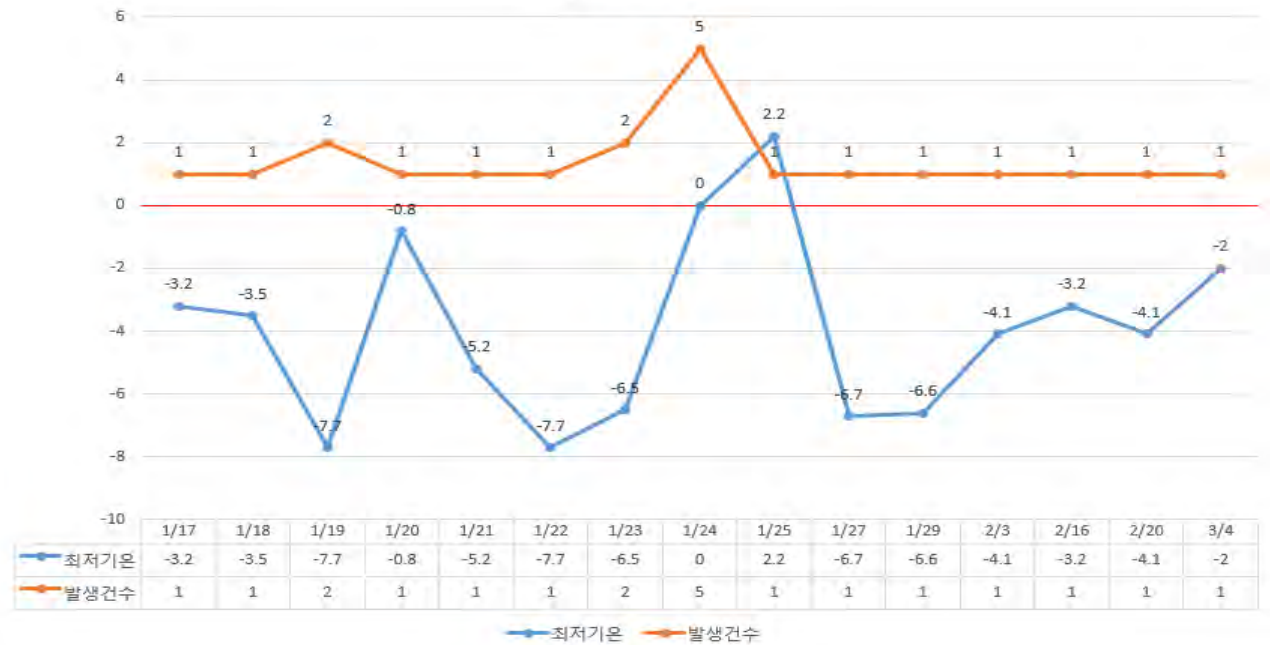


그림 23. 2014년 부안관측소 최저기온 HPAI 발생 건수

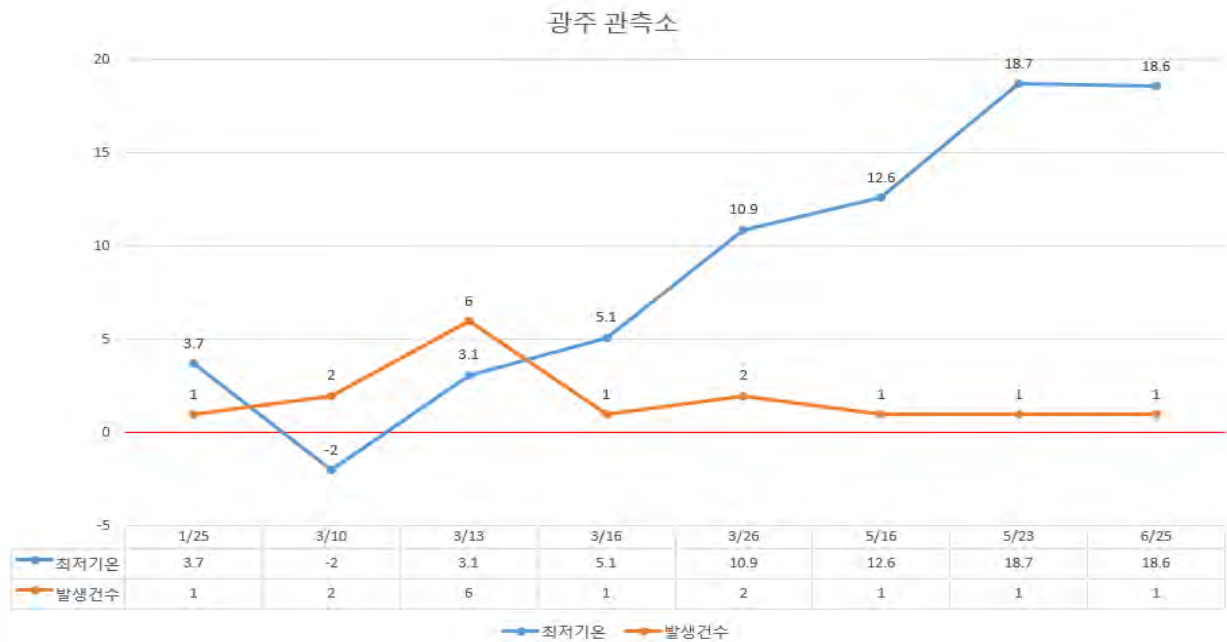


그림 24. 2014년 광주관측소 최저기온 HPAI 발생 건수

(2) 기온변화와 HPAI 관련 종합결론

국립환경과학원 (2011)의 전국 일자별 최저기온에 따른 HPAI 발생건수 내용과 비교한 결과 전국 일자별 최저기온에 따른 HPAI 발생건수는 이천, 목포 모두 기온이 낮아질수록 발생건수가 증가하고 있다. 하지만 2014년의 경우 충주, 천안, 부안, 광주 모두 기온이 높을 때, 낮을 때의 발생건수 차이가 크지 않다. 충주관측소의 경우 -10°C 일 때 4건의 발생만 있었지만 이보다 기온이 더 높은 -3.5°C 일 때 HPAI가 더 많이 발생했음을 알 수 있다. 또한 천안 관측소는 다른 관측소 보다 기온이 영하에 많이 머물고 있다. 하지만 기온이 최저인 -8.1°C 와 최고인 12.6°C 의 발생건수의 차이가 미비한 것을 알 수 있으며, 광주 관측소는 가장 낮은 기온인 3월10일 -2°C 의 발생 건수보다 3월 13일 3.1°C 도의 영상의 날씨에 더 많은 발생건수를 보이고 있다. 이런 결과들을 보았을 때 국립환경과학원(2011)의 전국 일자별 최저기온에 따른 HPAI 발생건수와는 다르게 기온이 낮을 때 의 발생 건수가 큰 폭으로 증가하는 현상은 확인할 수 없었다.

이는 바이러스가 높은 기온일 때 보다 낮은 기온일 때 생존율은 높지만, 2014년 HPAI의 경우 기온이 HPAI 발병과 전염에는 큰 영향을 주지 않은 것으로 보인다. 하지만 낮은 기온에서 생존율이 높아진 바이러스가 감염농장들을 방문했던 사료, 분뇨 처리차량 등에 의해 주변 또는 다른 지역 등으로 이동하였을 가능성은 높다.

4. 조류 종별 폐사체-분변 내 AI 바이러스 생존기간 및 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사

가. 조류 종별 폐사체- 분변 내 AI 바이러스 생존기간

(1) 생존기간 문헌 조사

HPAI의 전파 및 확산의 범위를 통해서 방역 대를 설정하기 위해서는 바이러스가 폐사체, 분변, 환경시료 등에서 얼마만큼의 생존기간을 갖는지에 대한 연구가 필요하다. 국내외에서 HPAI 바이러스의 생존능에 관한 문헌들은 다음과 같다.

(가) 조류 인플루엔자 긴급행동지침(2014.12.)에서는 다음과 같이 기술되어 있다. 분뇨에 오염된 바이러스는 4°C에서 35일간 생존하고, 살처분 후 계사 내 먼지에 오염된 바이러스는 14일간 생존하며, 계사 내 환경에서는 35일간 생존하였다. 호수 등의 물에 오염된 경우 22°C에서는 4일간 생존하며, 0°C에서는 30일간 생존하였고, 바이러스 감염 폐사체의 경우 실온 보관 시에는 수일간 생존 가능하나 냉장보관 사체에서는 23일까지 생존 가능하다.

(나) Huchhegowda K.H et al. (2014)는 H5N1 (A/Chicken/Manipur/India/59001/07)의 서로 다른 온도와 pH에서의 생존능에 대해서 조사하였다. 12°C에서 pH 6.01에서는 5일간 생존하였고, pH 7.22~7.46에서는 13~16일 생존하였으며, pH 7.83에서는 29일간 생존하였다. 그리고 25°C 조건에서 pH 6.01에서는 1일, pH 7.22~7.46에서는 5~9일, pH 7.83에서는 18일간 생존하였다.

(다) Justin Brown et al.(2014)은 H5N1의 온도(17, 28°C)와 salinity levels (0, 15,000, and 30,000 parts per million [ppm]) pH 7.2에서의 생존능(Average virus log10 reduction times (Rt))을 비교하였다. 17°C에서 0ppm의 경우 22~75, 15,000ppm의 경우 28~78 30,000ppm의 경우 16~71이 나왔다. 28°C에서 0ppm은 2~21, 15,000ppm의 경우 5~17, 30,000ppm의 경우 5~11이 나왔다.

(라) Baleshwari Kurmi et al(2013)은 dry and wet poultry faeces에서 분리한 Indian H5N1 HPAI 바이러스의 42, 37, 24, and 4 °C 에서의 생존능에 대해서 조사하였다. 42 °C에서는 18시간, 37 °C에서는 24시간, 24 °C에서는 5일, 4°C에서는 8주였다.

(마) Dany Shoham et al. (2012)는 salty, brackish, fresh water에서의 duck에서 분리한 LPAI인 H5N2(Akita/714/06), H7N1(Aomori/395/04)의 생존능을 조사하였다. 각각의 조건은 다음과 같았다. salty (14.9°C, pH 7.93, salinity 0.9%), brackish (14.1°C, pH 8.4, salinity 0.2%이하), fresh water (19.8°C, pH 7.1, salinity 0.2%이하). 그리고 조건을 -20 and -30°C로 설정하고 12달간 실험하였다. 담수에서는 온도에 상관없이 H7N1, H5N2의 생존능이 각각 74.3%, 68.2%, 해당수혼합 수에서 H5N2는 64.7% (-20°C), 47.0%(-30°C), 해수에서는 58.8% (-20°C), 41.2% (-30°C)였다.

(바) Shamus P. keeler et al(2012)은 미국 조지아의 철새도래지의 물에서 분리한 2가지 대

표적인 LPAI에 대하여 pH와 수온이 생존능에 미치는 영향을 조사하였다. 10 , 17, and 28 °C 를 조사한 결과, 수온이 높아질수록 생존능이 감소하였고, pH는 5보다 낮은 산성 조건에서 생존능이 감소하는 것을 확인하였다.

(사) Jawad Nazir et al.(2011)은 lake sediment, duck feces, and duck meat에서 분리한 LPAI (H4N6, H5N1, and H6N8)의 30, 20, 10, and 0°C에서의 생존능(T90 values (time required for 90% loss of virus infectivity))에 대해서 조사하였다. H4N6, H5N1, and H6N8 모두 30°C에서 lake sediment는 5~11일, duck feces, and duck meat은 2일이였다. 20°C에서 lake sediment는 13~18일, duck feces는 4~7일, duck meat은 2~3일이였다. 10°C에서는 lake sediment는 43~54일, duck feces는 14~21일, duck meat은 11~14일이였다. 0°C에서는 lake sediment는 66~394일, duck feces는 52~75일, duck meat은 40~81일이였다.

(아) I. Davidson et al(2010)은 이스라엘 양계산업에서 분리된 H9N2에 대하여 37, 20, and 4°C에서의 생존능과, pH5와 pH7에서의 생존능을 비교하였다. 37°C에서의 생존기간은 20 °C에서의 생존 기간보다 18배 짧았으며, 4°C에서의 생존기간보다 70배 짧았다. pH 5에서는 20°C의 조건에서 1주동안 생존하였으며, pH 7에서는 같은 조건에서 3주 동안 생존하였다.

(자) 고병원성 조류인플루엔자 백서(2008)에는 다음과 같이 기술되어 있다. 바이러스의 생존 가능성에대하여 분석해보면, AI 바이러스는 겨울철에 액체 분뇨에서 105일간, 4°C 환경의 분뇨에서는 30-35일간, 20°C환경에서 7일간 생존이 가능하며, 32-37°C 환경에서는 1주일 내에 사멸 된다.

(차) A. Tiwari et al(2006)은 2가지의 avian respiratory virus인 Avian metapneumovirus (APMV)와 avian influenza virus(AIV)가 12개의 다공성 및 비다공성 표면에서 생존하는 기간을 연구하였다. 12개의 매개물 중 라텍스, 나무, egg tray를 제외한 9가지 매개물에서는 2가지의 바이러스 모두 72시간동안 생존하였다. 라텍스에서는 AIV는 6일, APMV는 3일 생존하였다. 나무에서는 AIV 2일, APMV 1일 생존하였다. egg tray에서는 AIV 1일, APMV 6일 생존하였다. 일반적으로 다공성표면에서 더 짧게 생존하였다.

표 21. 조류 인플루엔자 생존능

| 종 | 샘플/ subtype | 조건 | 참고문헌 |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 조류 | 분뇨, 먼지, 계사내 환경, 물, 폐사체 | - 분뇨 4°C에서 35일간 생존, - 살처분 후 계사 내 먼지에서 14일간 생존 - 계사 내 환경에서 35일간 생존 - 물에서 22°C에서는 4일간, 0°C에서는 30일간 생존 - 감염 폐사체 실온 보관시 수일간 생존, 냉장 보관시 23일까지 생존 | 조류 인플루엔자 긴급행동지 침(2014.12.) |
| 닭 | H5N1 (A/Chicke n/Manipur /India/590 01/07) | - 12°C, pH6.01 5일 pH7.22~7.46 13~16일 pH7.83 29일 - 25°C, pH6.01 1일 pH7.22~7.46 5~9일 pH7.83 18일 | Huchhegow da K.H et al. (2014) |
| 조류 | H5N1 | - 바이러스 평균 log10 감소시간 (Rt) 염분량을 변수로 두고 실험 - 17°C, 0ppm 22~75 일 15,000ppm 28~78 일 30,000ppm 16~71 일 - 28°C, 0ppm 2~21 일 15,000ppm 5~17 일 30,000ppm 5~11 일 | Justin Brown et al.(2014) |
| 닭 | Indian H5N1 HPAI wet and dry faeces sample | - 42 °C 18시간, 37 °C 24시간, 24 °C 5일, 4 °C 8주 | Baleshwari Kurmi et al(2013) |
| 오리 | -H5N2(Ak ita/714/06) -H7N1(Ao mori/395/0 4) | - 민물 (14.9°C, pH7.93, 염도 0.9%) 온도에 상관없이 H7N1, H5N2의 생존능이 각각 74.3%, 68.2% - 혼합수(14.1°C, pH8.4, 염도 0.2%이하) H5N2는 64.7% (-20°C), 47.0%(-30°C) - 해수(19.8°C, pH7.1, 염도 0.2%이하) 58.8% (-20°C), 41.2% (-30°C). | Dany Shoham et al. (2012) |
| 조류 | 물 | - 10 , 17, and 28 °C를 조사한 결과, 수온이 높아질수록 생존능이 감소 - pH는 5보다 낮은 산성 조건에서 생존능이 감소 | Shamus P. Keeler et al (2012) |
| 가금 | H9N2 | - 37 °C 에서는 20 °C에서의 생존 기간보다 18배 짧고, 4 °C에서의 생존기간보다 70배 짧았음 - pH 5, 20°C 1주 생존 - pH 7, 20°C 3주 생존 | I. Davidson et al(2010) |

| 종 | 샘플/ subtype | 조건 | 참고문헌 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 오리 분변, 오리 고기, 호수침전 물 | H4N6, H5N1, H6N8 | <ul style="list-style-type: none"> - T90 values (90% 의 바이러스가 감염력을 잃어버리는데 걸리는 시간) - 30°C, 호수침전물 5~11일 오리분변과 오리고기 2일 - 20°C, 호수침전물 13~18일 오리분변 4~7일 오리고기 2~3일 - 10°C, 호수침전물 43~54일 오리분변 14~21일 오리고기 11~14일 - 0°C, 호수침전물 66~394일 오리분변 52~75일 오리고기 40~81일 | Jawad Nazir et al.(2011) |
| 닭 | 분뇨, 먼지, 물 등 | <ul style="list-style-type: none"> - 겨울철 액체 분뇨 105일 - 분뇨 4°C, 30~35일 - 20°C 환경 7일 - 32~37°C 환경 1주일내 사멸 | 고병원성 조류인플루 엔자 백서(2008) |
| 조류 | 12가지의 다공성 및 비다공성 표면에서 분리된 AIV, AMPV | <ul style="list-style-type: none"> - 12개의 매개물 중 라텍스, 나무, egg tray를 제외한 9가지 매개물; 2가지의 바이러스 모두 72h 생존 - 라텍스; AIV는 6일, APMV는 3일 생존 - 나무; AIV 2일, AMPV 1일 생존 - egg tray; AIV 1일, AMPV 6일 생존 - 일반적으로 다공성표면에서 더 짧게 생존하였다. | A. Tiwari et al(2006) |

(2) 분석 및 결론

국내외에서 최근 5년 이내에 이루어진 HPAI, LPAI의 생존능 관련 연구는 다음과 같다. 우선 샘플의 종류는 폐사체, feces, meat, lake sediment 등 다양한 곳에서 virus를 분리하였으며, 생존능 비교를 위한 조건은 온도와 pH, salinity등을 주요로 정하였다.

대부분의 생존능은 모든 논문이 구체적인 수치는 달랐지만 전체적인 결과는 비슷하였다. 온도조건하에서는 높은 온도에서 보다 낮은 온도에서의 생존능이 높았다. pH조건하에서는 6~8까지에서 밖에 실험이 이뤄지지 않았다. 이 범위 내에서는 pH가 높아질수록 생존능이 높았다. salinity조건하에서는 다른 조건들에 비해 큰 차이가 존재하지 않았지만, 중간 값의 salinity에서 생존능이 가장 높았다.

국내에서 HPAI가 주로 발생하는 시기는 겨울로 기온이 약 4°C 정도라고 가정을 한다면 조류 분변에서는 최소 35일 이상, 물에서는 최소 30일 이상 생존한다고 볼 수 있다. HPAI 발생 농가에 대한 방역 뿐 만 아니라 주변 환경에 대한 주변 접근 제한도 최소 30일에서 60일까지 필요하다고 볼 수 있다.

나. 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사

(1) 발생 빈도 문헌 조사

① T. Nguyen et al. (2014)는 베트남지역에서 오리, 모스크바오리, 닭의 인후두부의 면봉으로 채취한 표본에서 분리한 Influenza type A virus, H5, H5N1에 대한 유병률을 조사하였다. Influenza type A virus는 2162/9760 (22.1%), 그 중 H5는 531개였고 (5.4%), 또 그 중의 H5N1은 387개(3.9%)였다. 샘플별로 H5N1은 오리에서 총 9732개의 샘플 중 516개 (3.9%), 모스크바오리에서 총 35개중 1개 (2.9%), 닭에서 23개중 0개 (0%)였다.

② Yanyan Huang et al. (2013)은 캐나다에서 4년에 걸쳐 오리의 조류인플루엔자 역학연구를 진행하였다. 총 879 샘플 중 63 샘플이 rRT - PCR로 검사하였을 때 양성이었다. 그 중에서 종별로 나뉘었을 때는 미국오리에서는 7.3%의 양성률을 보였고, 청둥오리에서는 2.8%, 고방오리에서는 9.3%, 청둥오리, 고방오리 혼종에서는 7.4%, 청둥오리 류에서는 50%, 가금 류에서도 50%를 보였다. 성별로 나뉘었을 때는 수컷에서는 8.2%, 암컷에서는 5%를 보였으며, 연령대별로 확인하였을 때에는 어린개체에서 10.6%, 성체에서 3.4%의 양성률을 보였으며, 계절별로는 여름에서 가을동안에 8.4%, 겨울에 4.6의 양성률을 보였다. 아형은 일반적으로 H4N6, H3N2, H1N1이 가장 많이 검출되었다.

③ T. L. FULLER et al. (2015)는 2010년부터 2014년까지 중앙아프리카와 서아프리카의 32 지역에서 총 40,999의 열대조류에서 분리한 H5, H7, H6, H9과 H10의 유병률을 조사하였다. 서아프리카에서는 어느 나라에서도 양성 검출되지 않았다. 중앙아프리카에서는 중앙아프리카공화국에서 65%의 양성률을 보였다. 종별로는 명조류에서 6.6%, 물총새에서 16.4%, 오리에서 8.2%, 닭에서 3.65%의 양성률을 보였다.

④ Joerg Henning et al. (2011)은 2007년부터 2008년까지 베트남지역의 오리과 닭에서 분리된 5409개의 혈청 및 면봉 채취 샘플에서 H5N1의 유병률을 조사하였다. 개체 단위 혈청 양성률은 백신을 접종하지 않은 오리와 닭에서는 각각 17.5%와 10.7%의 양성률을, 군 단위 혈청 양성률은 오리계사에서는 42.6%, 닭 계사에서는 19.0%을 보였다.

⑤ Xiansheng Ni et al. (2015)은 중국 난창지역의 닭, 오리, 거위, 야생조류의 인후두, 총배설강, 분변, 환경시료에서의 H5, H7, H9, H10, N8의 유병률에 대해 조사를 했다. 총 1036 샘플에서 23.84%의 양성률을 보였으며, 그 중 97.98%가 생 가금류 시장에서 발견되었다. 또한 닭에서는 26.05%, 오리에서는 30.81%, 거위에서는 18.75%, 비둘기에서는 20.86%, 야생조류에서는 0%의 양성률을 보였다.

⑥ Lewis NS, et al. (2013)에서는 유라시아 국가 중 하나인 조지아의 야생조류에 대해 조사를 실시하였다. 이때 기관, 인후두부 혹은 총 배설강의 면봉채취 샘플 혹은 통해 8343개의 샘플을 수집 하였다. 항원 형은 H5, H7으로 확인 하였으며 유병률은 1.60%로 확인 하였다.

⑦ Charlotte Kristiane Hjulsager et al. (2012)는 2007년에서 2010년까지 덴마크와 그린란드의 야생조류에 대해 조사를 진행 하였으며 이후, 총 배설강 면봉 채취방법을 통해 10659 샘플을 확보 하였으며 그 중 536개의 PCR 양성 샘플을 확인 하였다.

⑧ John Pasick et al. (2012)은 캐나다, 미국, 멕시코에 걸쳐 2009년부터 2011년까지 조사를 실시하였으며 대상은 칠면조, 닭, 거위, 빨닭에 대해 조사 하였다. 항원형은 H1N1, H5N2, H5N3, H7N3, H7N9으로 확인 되었고 종별로 어느 정도의 양성률 차이는 보였으나 RT-PCR을 통해 검사한 결과 7~12%의 양성률을 나타내었다.

⑨ TTY Lam et al. (2013)은 중국에서 유행하였던 H7N9 항원형에 대한 조사를 실시하였다. 닭, 오리, 야생조류를 대상으로 이후, 총 배설강, 분변샘플을 진행 하였으며 qRT-PCR기법을 활용 하였다. 닭 457 샘플 중 46개의 양성샘플이 확인되어 10.1%의 양성률을 나타내었으며 오리에서는 1113개의 샘플 중 8개의 양성 샘플이 확인되어 2.4%의 양성률을 나타내었다.

⑩ C Probst et al. (2012)는 2011년 독일에서 유행하였던 H7N7에 대해 거위, 오리, 닭에 대해 조사를 진행 하였으며 혈액에 대해 ELISA와 면봉 채취 샘플에 대하여 RT-PCR기법을 적용하여 혈액샘플 120개중 13개의 양성 이 나타났으며 면봉 채취 샘플 159개중 17개의 양성샘플 이 확인 되었다.

⑪ I Iglesias et al. (2010)는 스페인에서 처음으로 보고된 조류 인플루엔자에 대해 조사를 진행하였다. 항원형은 H7N7으로 확인 하였으며 산란계에 대해 rRT-PCR을 이용하여 조사 한 결과 6%의 양성률을 나타내었다.

⑫ HM Kang et al. (2009)은 한국에서 2003년부터 2008년까지 야생조류의 분변샘플에 대하여 예찰을 진행하였다. H5N2, H5N9, H7N7, H7N3의 다양한 혈청형이 확인되었으며 총 28214 샘플 중 225개의 양성 샘플을 확인 하였다.

⑬ Hassan et al. (2016)은 이집트 지역에서 2012년부터 2014년의 86마리의 호흡기 질환을 가진 broiler chicken의 respiratory viral pathogens에서 rRT-PCR실시하였다. H9N2의 경우 53/86 (61.6%)가 나왔고, H5N1의 경우 23/86(26.7%)가 나왔다.

⑭ Shin et al. (2015)은 2012년부터 2014년까지 한국에서 1,617마리의 철새와 18,817의 분변 샘플, 74마리의 죽은 철새샘플에서 RT-PCR을 실시하여 연도별로 HPAI의 유병률을 조사하였다. 2012-2013년도에는 살아있는 조류에선 47.6%(H5는 0.6%, H7은 0%) 분변에선 2.8% (H5는 0.1%, H7은 0%), 죽어있는 조류에선 모두 음성이었다. 2013-2014년도에는 살아있는 조류에선 24% (H5는 0.5%, H7은 0.2%), 분변에선 6.2% 양성 (H5는 0.2%, H7은 0.04%), 죽어있는 조류에선 37.5%(H5는 29.17%, H7은 0%)의 결과가 나왔다.

⑮ Lambrecht et al. (2016)는 벨기에에서 2007년부터 2010년도까지 연도별로 640마리의 흑백조의 총 배설강과 인후두에서 채취한 샘플에서 rRT-PCR로 AI의 유병률을 조사하였다. 총 640마리 중 17마리가 양성이었으며 (2.7%), 그 중 H5와 H7은 없었다.

⑯ Serrao et al. (2012)는 2008~2009년에 동티모르에서 300개 household chicken flock의 1,674마리의 닭의 혈청에서 influenza A에 대한 ELISA와 HI test 실시하였다. 1,674마리 중 모두 다른 농장의 단 4마리 (0.4%)에서 양성의 결과가 나왔다.

⑰ Keawcharoen, J., et al. (2011)는 2004~2007년에 태국의 9개 지역에서 HPAI의 유병률에 대한 조사를 실시하였다. 총 24,712개의 야생조류와 야생 철새의 혈청 샘플에서 Reverse transcription PCR을 통해 HPAI에 대한 확인을 하였다. 이 중 HPAI 양성인 샘플은 총 192개였고 0.7%의 HPAI (H5N1) 유병율을 보였다.

⑱ Kou et al. (2009)는 2004~2007년까지 중국의 14개의 지역에서 총 56종 14,472마리의 야생조류에서 RT-PCR로 HPAI (H5N1)의 유병률을 조사하였다. 실험 결과 149마리에서 양성의 결과가 나왔다 (1.03%).

⑲ Ip et al. (2008)은 2006~2007년 알래스카에서 총 16,797마리의 새 (5,111마리의 사냥당한 조류, 11,686마리의 야생조류)의 총배설강과 분변 샘플에서 rRT-PCR를 이용하여 avian influenza viruses에 대한 조사를 하였다. 실험 결과 293마리(1.7%)에서 low pathogenic avian influenza viruses가 나왔고, highly pathogenic viruse는 검출되지 않았다.

⑳ Siengsan et al. (2009)은 2004~2007년 태국에서 highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1의 유병률에 대해 조사하였다. 50개 지역의 223종, 총 15,660의 야생조류에서 6,263개의 pooled sample을 이용하였다. 실험 결과 60개 (1.0%)의 샘플에서 양성을 보였다.

(2) 분석 및 결론

최근 10년 이내에 이루어진 조류인플루엔자 Prevalence조사 관련 연구에 따르면 아시아, 아메리카, 아프리카, 그리고 유럽 등 전 세계적으로 조류인플루엔자 양성이 나타남을 알 수 있다. Domestic poultry와 Wild birds가 대상이었으며 샘플 채취방식은 인후두, 기관, 비강, 총 배설강의 Swab이나 혹은 분변 채취 방식이 주를 이루었으며 검출은 주로 Real-time RT-PCR을 사용하였다. 혈청형 조사를 실시한 경우 일반적으로 Hemagglutinin 혈청형의 경우는 H5, H7이 주로 확인되었고 일부 적은 수로 H6, H8, H10도 확인 되는 경우가 있었다. 검사 시 양성율은 닭의 경우 0%부터 26%까지, 오리의 경우 3.9%부터 30.81%까지 닭에 비해 약간 더 높은 양성율을 보였다. 이에 비해 야생조류의 경우 0%부터 최대 5%까지 진단 양성률을 나타내었다.

표 22. 조류인플루엔자 유행률 문헌조사

| 종 | 지역 | 항원 형 | 발생빈도 | 출처 |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 오리 모스크바오리 닭 | 베트남 | H5 H5N1 | <ul style="list-style-type: none"> - Influenza type A virus는 2162/9760 (22.1%) - H5는 531개였고 (5.4%), H5N1은 387개(3.9%) - H5N1은 Duck에서 총 9732개의 샘플중 516개(3.9%), - 모스크바오리 총 35개중 1개 (2.9%), - 닭 23개중 0개 (0%) | T. Nguyen et al. (2014) |
| 오리 | 캐나다 | avian influenza virus (AIV) | <ul style="list-style-type: none"> - 총 879 샘플 중 63 샘플이 양성 - 미국오리에서는 7.3%의 양성률을 보였고, 청둥오리에서 2.8%, 고방오리에 9.3%, 청둥오리 고방오리 간 혼종에서는 7.4%, 청둥오리류에서는 50%, 가금류에서도 50% - 수컷에서 8.2%, 암컷에서는 5% - 어린개체 10.6%, 성체 3.4% - 여름~가을에 8.4%, 겨울에 4.6% - 혈청학적 아형의 경우 H4N6, H3N2, H1N1이 가장 많이 검출되었다. | Yanyan Huang et al. (2013) |
| 열대조류 | 2010년부터 2014년까지 중앙아프리카와 서아프리카의 32지역 | H5 and H7, H6, H9, and H10 | <ul style="list-style-type: none"> - 서아프리카에서는 모두 음성 - 중앙아프리카에서는 중앙아프리카공화국에서 65% - 명조류에서 6.6%, 물총새에서 16.4%, 오리에서 8.2%, 닭에서 3.65% | T. L. FULLER et al. (2015) |
| 오리 닭 | 2007년부터 2008년까지 베트남지역 | H5N1 | <ul style="list-style-type: none"> - 백신을 접종하지 않은 오리과 닭에서는 각각 17.5%와 10.7% - 오리계사에서는 42.6%, 닭 계사에서는 19.0% | Joerg Henning et al. (2011) |
| 야생조류 | 덴마크 그린란드 | AIV | <ul style="list-style-type: none"> - 536/10659(5.02%, PCR양성 샘플) | Charlotte Kristiane Hjulsager et al., (2012) |

| 종 | 지역 | 항원 형 | 발생빈도 | 출처 |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 닭 오리 거위 야생조류 | 중국 난창 | H5, H7, H9, H10, N8 | - 1036샘플에서 23.84% - 97.98%가 생 가금류 시장에서 발견 - 닭에서는 26.05% - 오리에서는 30.81% - 거위에서는 18.75% - 비둘기에서는 20.86% - 야생조류에서는 0% | Xiansheng Ni et al. (2015) |
| 야생조류 | 조지아 | H5 H7 | - 1.60% | Lewis NS, et al., (2013) |
| 칠면조 닭 거위 빨닭 | 캐나다 미국 멕시코 | H1N1 H5N2 H5N3 H7N3 H7N9 | - 7~12% | John Pasick et al., (2012) |
| 닭 오리 야생조류 | 중국 | H7N9 | - 10.1%(46.457) - 2.4%(8/1113) | TTY Lam et al., (2013) |
| 오리 닭 | 독일 | H7N7 | - 13/120(10.8%) - 17/159(10.7%) | C Probst et al., (2012) |
| 산란계 | 스페인 | H7N7 | - 6% | I Iglesias et al., (2010) |
| 가금류 야생조류 | 대한민국 | H5N2 H5N9 H7N7 H7N3 | - 225/28214(0.79%) | HM Kang et al., (2009) |
| 영계 | 이집트 | H9N2 H9N2 | 53/86 (61.6%) 23/86 (26.7%) | Hassan et al., (2015) |
| 야생조류 | 대한민국 | AIV H5 H7 | 2012~2013 Live birds : 47.6% (H5 :0.6%) Feces : 2.8% (H5 :0.1%) Deda bird : 0% 2013~2014 Live birds : 24% (H5 :0.6%/ H7 :0.2%) Feces : 6.2% (H5 :0.2% / H7 : 0.04%) Deda bird : 37.5% (H5 : 29.17%) | Shin et al., (2015) |
| 흑 백조 | 벨기에 | AIV H5 H7 | 17/640 (2.7%) H5와 H7은 0% | Lambrecht et al.,(2016) |

| 종 | 지역 | 항원 형 | 발생빈도 | 출처 |
|-------|------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 닭 | 동티모르 | AIV | 4/1674 (0.4%) | Serrao et al., 2012 |
| 야생 조류 | 태국 | H5N1 | 192/24712 (0.7%) | Keawcharoen, J., et al., (2011) |
| 야생 조류 | 중국 | H5N1 | 149/14472 (1.03%) | Kou et al., (2009) |
| 야생 조류 | 알래스카 | LPAI HPAI | 293/16797 (1.7%) 0/16797 (0%) | Ip et al., (2008) |
| 야생 조류 | 태국 | H5N1 | 60/6,263 (1.0%) | Siengsanant et al.,(2009) |

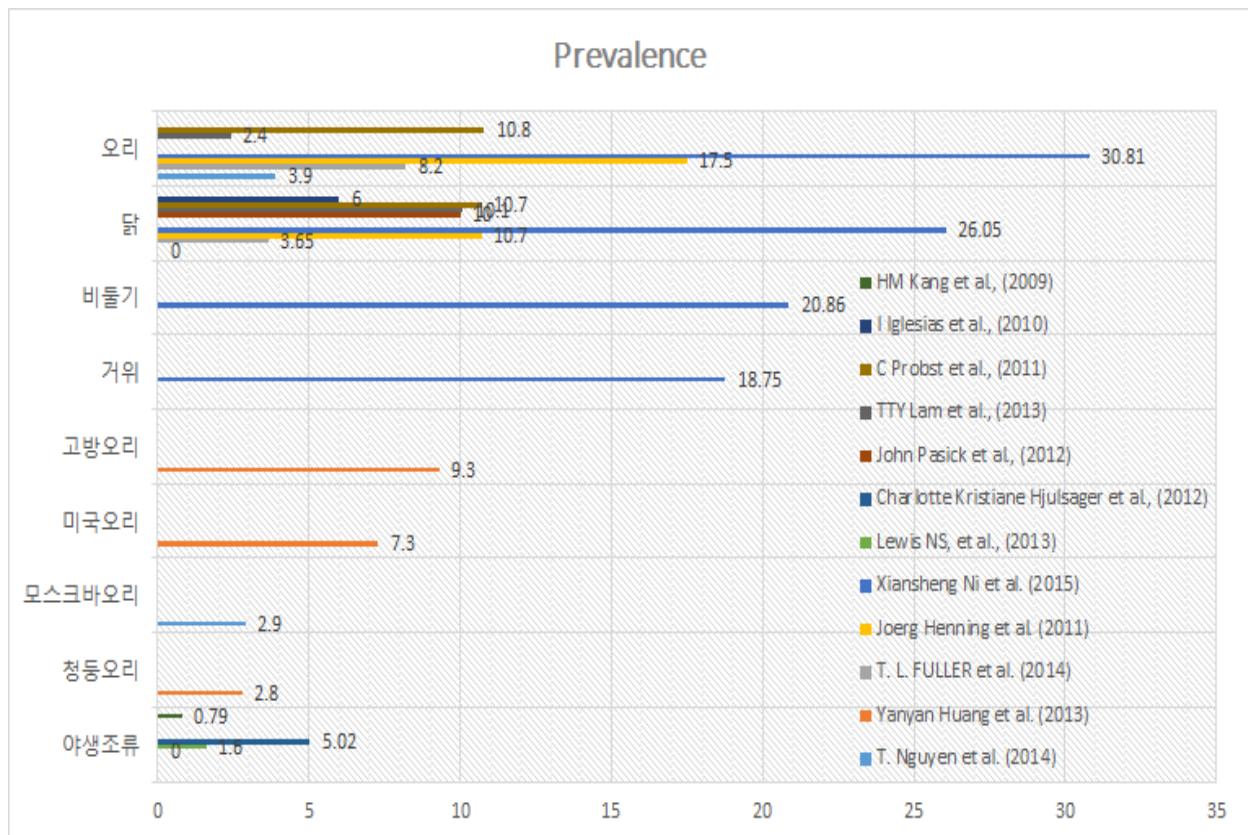


그림 25. 조류별 AI 발생률(문헌)

5. 조류 축종별 전파 확산 요인 비교평가 및 이동통제 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시

가. 발생, 전파, 확산 요인별 위험도 분석

(1) Case control study (환례 대조군 연구)

(가) Case control study 개요

① 개괄

Case control study는 역학 연구에서 질병을 관찰함에 있어 환례군(case)과 대조군(control)을 비교, 대조하여, 질병의 발생과 원인적 연관성이 있는 위험요인(risk factor)을 조사하는 연구이다. Case control study는 전개방식이 [원인<-결과] 방식이므로 후향적 연구(retrospective studies)이다. 역학 연구 분야에서 코호트(Cohort) 연구방식과 Case control study의 가장 큰 차이점은 연구대상을 선정하는 방법에 있다.

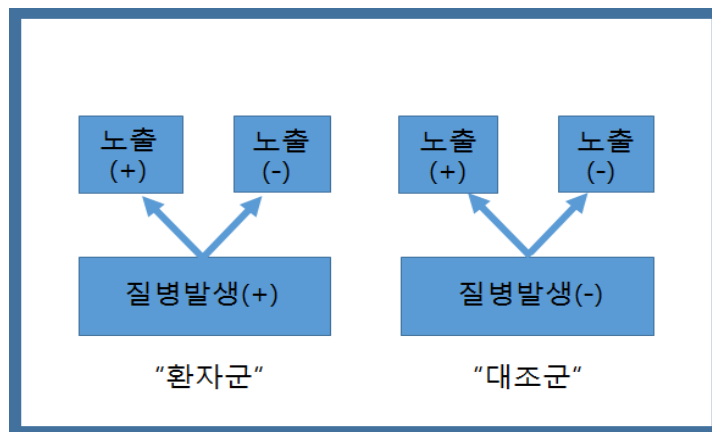


그림26. 환축 대조군 연구 설계

코호트 연구에서는 질병에 걸리지 않은 비발생군을 먼저 선정하고, 이 군을 특정 원인에 노출된 군집과 노출되지않은 군집으로 다시 구분하여 연구를 시작하는 반면, Case control study는 현재 질병에 걸려있는 개체/군집과 그렇지 않은 개체/군집을 정한 뒤 과거 의심되는 위험요인에 대한 노출 여부를 조사한다.

표 23. 환축 대조군 연구 수행표

| | 1차 선택 | |
|-----------|-------------------|-------------------|
| | 환자군(질병 발생) | 대조군(질병 없음) |
| 과거 노출력 조사 | | |
| 과거 노출(+) | a | b |
| 과거 노출(-) | c | d |
| 총계 | a + c | b + d |
| 노출 비율 | $\frac{a}{a + c}$ | $\frac{b}{b + d}$ |

② 교차비 (Odds ratio)

교차비란 Case control study에서 주로 사용되는 통계적 방식으로, 질병에 걸린 군집에서의 위험인자 노출 odds와 질병에 걸리지 않은 군집에서의 위험인자 노출된 odds간의 비이며 위험요인에 의한 질병 발생 가능성으로 정의된다. 상대위험도는 코호트 연구에서 주로 사용되는 통계적 방식으로, 위험인자의 유무에 따른 질병발생의 상대적인 위험도이다. Case control study에서는 질병발생 유/무에 따라 연구대상군집을 정하므로 위험인자가 있는 전체 군집과 위험인자가 없는 전체 군집을 비교하는 방법은 사용할 수 없어 교차비(odds ratio)를 통해 질병과 위험인자의 연관성을 구한다.

질병의 발생확률이 적은 경우 교차비와 상대위험도는 거의 유사한 값을 보이며, 이러한 결과로 인하여 Case control study에서 질병과 위험인자간의 연관성을 살펴 볼 수 있다. 또한 교차비는 수학적으로 사용하기 간편하기 때문에 통계적으로 더 흔히 사용되며, 특히 로지스틱 회귀분석에서 교차비를 통한 질병의 발생, 전파 및 확산의 설명이 가능하다.

표 24. 교차비 예시

Contingency (or 2 x 2) Table

| | Cases | Controls | Total |
|-----------|-------|----------|---------------|
| Exposed | a | b | a + b |
| Unexposed | c | d | c + d |
| Total | a + c | b + d | a + b + c + d |

$$OR = (a/c) / (b/d)$$

$$= (a*d) / (b*c)$$

(나) 해외 Case control study 사례

① 개괄

HPAI는 베트남, 방글라데시와 같은 후진국뿐만 아니라 네덜란드, 미국, 일본과 같은 선진국에서도 발생하는 범세계적 질병으로 알려져 있다. 또한 가금뿐 아니라 사람에게도 감염될 수 있는 인수공통전염병이다. 이에 세계 각국에서는 다양한 HPAI관련 연구를 진행하고 있으며, 역학과 관련하여 분자 역학적 분석 외에도 질병의 원인을 규명하는 Case control study도 진행하고 있다.

② 미국 사례

미국의 경우 2015년 3월초에서 6월초에 H5N2형 HPAI가 발생하였으며, 미네소타 주의 칠면조농장에서 주로 발생하였다. 미네소타 대학에서는 발생 당시 바로 역학조사에 들어갔으며, 발생 농장 외에도 비발생 농장을 조사하였다. 조사된 총 농장수는 83농가로 발생 43농가, 비발생 40농가였다.

Minnesota poultry farms affected with highly pathogenic H5N2 avian influenza

Source: USDA-APHIS-Veterinary Services

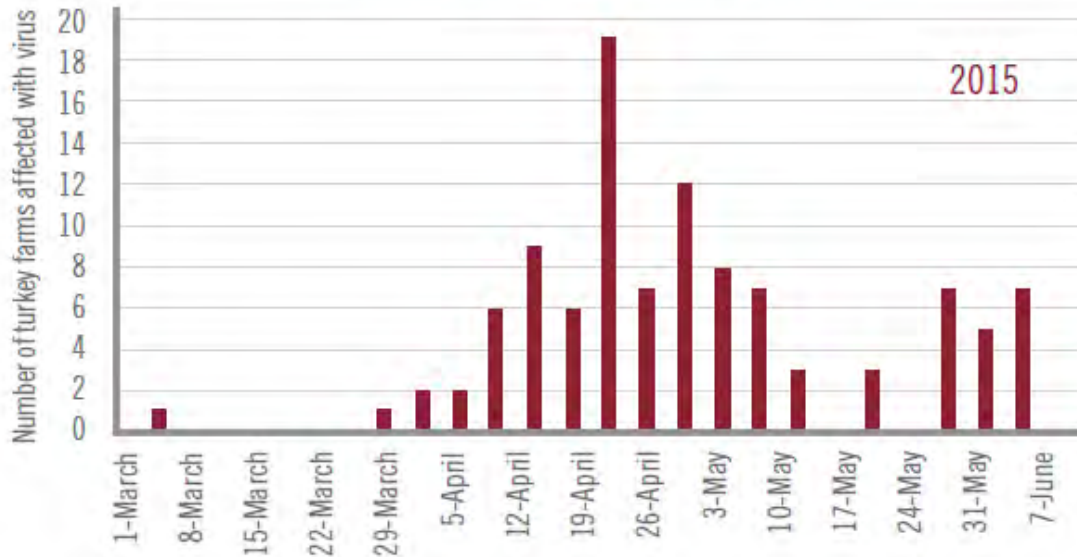


그림27 미국 미네소타 주 가금 농가 HPAI H5N2형 발생 현황(출처: Epidemiologic study of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N2 among Turkey farms, 2015. University of Minnesota)

이를 통해서 나타난 위험요소는 아래와 같다.

- ㉠ 농장 간 근접성/밀집도: 질병 전파가 쉬움
- ㉡ 죽은 새 사체의 퇴비화: 사체를 통한 바이러스 전파가 토양으로 확산됨
- ㉢ 발생 전 2주 이내에 주변 농지의 밭을 갈아엎음: 밭을 갈아엎음으로 분변에 있던 바이러스의 공기 중 전파, 확산
- ㉣ 야생동물의 축사 접근: 야생조류의 축사 내 유입으로 가금의 HPAI감염

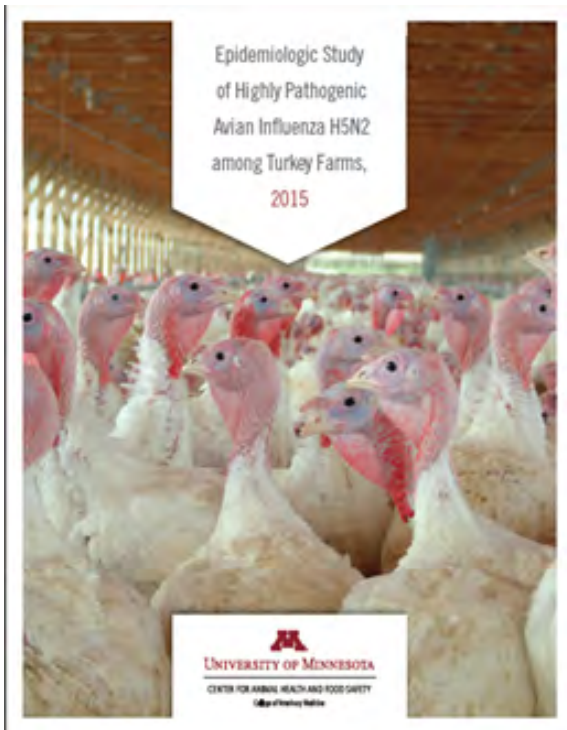


그림 28. 미네소타 칠면조(turkey) Case control study 보고서 표지.(출처: Epidemiologic study of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N2 among Turkey farms, 2015. University of Minnesota)

RISK FACTORS IDENTIFIED IN THE STUDY

| Full-outbreak risk factors for HPAI | Odds ratio (95% CI) |
|----------------------------------------|-----------------------|
| Close proximity to other farms | 46.14 (5.96 - 357.55) |
| Render dead birds | 9.80 (1.46 - 65.96) |
| Tilled in last 14 days | 6.46 (1.36 - 30.78) |
| Wild mammals near barns | 0.14 (0.02 - 1.06) |
| Early-outbreak risk factors for HPAI | Odds ratio (95% CI) |
| Tilled in last 14 days | 13.88 (1.04 - 184.85) |
| High visitor biosecurity | 7.92 (0.88 - 71.41) |
| High worker biosecurity | 0.07 (0.01 - 0.96) |
| Late-outbreak risk factors for HPAI | Odds ratio (95% CI) |
| Use of vehicle wash station/spray area | 12.40 (0.94 - 163.52) |
| Non-asphalt roads | 10.05 (0.65 - 156.49) |
| Wild birds near dead bird disposal | 0.12 (0.02 - 0.72) |

Note: Odds ratio means farms with the factor have X times greater or less odds of having an outbreak than farms without that particular factor. The 95% confidence intervals indicate that 95% of the time the true effect estimate is expected to be within this range.

그림 29. HPAI 관련 위험요인.(출처: Epidemiologic study of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N2 among Turkey farms, 2015. University of Minnesota)

(다) 연구추진전략

① 환례군(Case) 설정

Case control study에서 환례군을 선정하기 위해 정확한 선정기준과 정의가 필요하다. 이 과정에서 연구대상의 분류가 제대로 이루어지지 않으면 misclassification bias가 발생하게 된다. 환례군의 자격기준은 다음과 같다.

- ㉠ 연구가설로 채택된 위험요인(Risk factor)에 대한 노출 잠재성(Exposure potential).
- ㉡ 환례군의 위험요인에 대한 노출의 명확함.
- ㉢ 질병진단 양성.

② 대조군(Control) 설정

Case-control study는 코호트 연구와 달리, 기준 집단인 대조군을 환례군과는 별개의 집단에서 연구자가 임의로 선정한다. 또한 선정된 대조군은 연구가설상의 질병유무를 제외한 나머지 모든 사항이 환례군과 동일하다는 것을 전제한다.

즉 대조군은 연구 시작 시점에 연구 대상 질병이 없어야하며, 동시에 그 질병의 원인이라고 예상되는 요인에 관한 노출 정보의 측정이 환례군과 동일한 조건에서 이루어져야 한다.

(다) 비발생 농장 선정 및 조사방법

대조군인 비발생 농장의 경우, 조사 당시 HPAI의 지속적인 발생으로 인해 정부가 입추를 엄격히 통제하고 있었으며, 농가에서도 외부인의 출입에 민감한 상황이므로 본 연구팀이 단독으로 접촉하기에는 불가능하였다. 따라서 농가 접촉은 가축위생방역지원본부의 자문을 바탕으로 각 지역의 축산위생연구소를 통해 협조를 얻어 농가 방문을 진행하였다.

경기도 축산위생연구소 남부지소(안성, 평택 방면)와 충청남도 축산위생연구소 천안아산지소의 협조를 통해 출하 전 검사 시 시료채취를 하는 오리 농가를 방문하였다. 출하 검사 팀의 농가 방문 시, 농장외부에서 농장주와의 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰는 위험 평가 점검지를 통해 이루어 졌으며, 그 외에 현재 방역체계의 문제점과 현장에서의 건의사항 등을 조사하였다.

조사 진행시기는 2015년 7월부터 2016년 1월까지였으며 총 43개의 농가를 대상으로 역학정보를 수집하였다.



그림 31. 비발생농가 지역별 분포

(3) 데이터 분석 모델

(가) 개괄

본 연구에서는 logistic regression analysis(로지스틱 회귀분석 기법)를 이용하여 데이터 분석을 진행하였다. logistic regression analysis는 Case control study의 연구 시 사용되는 기법으로, 독립변수의 선형결합을 이용하여 사건의 발생가능성을 예측하는데 사용되는 통계 기법이다.

(나) Logistic regression analysis

Logistic regression analysis의 목적은 독립변수와 종속변수간의 관계를 구체적인 함수로 나타내어 향후 예측 모델에 사용하는 것이다. 방식은 Linear regression model(선형회귀모델)과 유사하나, 종속변수를 범주형 데이터를 대상으로 하며 유효한 범주가 2개인 경우 주로 사용된다. Logistic regression analysis는 의료, 통신, 데이터 마이닝 등 다양한 분야에서 사용되며 의료통계 분석 시 중요한 부분을 차지하고 있다.

Logistic regression analysis는 이항형과 다항형이 있으며, binomial logistic regression (이항형 로지스틱 회귀분석)의 경우 종속 변수의 결과가 0과 1 두 개의 범주로 존재하는 것을 의미한다.

Logistic regression analysis는 일반적인 선형 모델(generalized linear model)의 특수한 경우로 볼 수 있으므로 선형회귀분석과 유사하지만 중요한 차이점은 다음과 같다. 첫 번째는 이항형 데이터에 적용하였을 때 종속변수의 결과가 범위 [0,1]로 제한된다는 것이고 두 번째 차이점은 종속변수가 이진적이기 때문에 조건부 확률 ($P(y | x)$)의 분포가 정규분포 대신 이항 분포를 따른다는 점이다. 따라서 대상이 되는 데이터의 종속 변수 y 의 결과는 0과 1, 두 개의 경우만 존재하는 데 반해, 단순 선형 회귀분석을 적용하면 범위[0,1]을 벗어나는 결과가 나와 오히려 예측의 정확도만 떨어뜨리게 된다. 이를 해결하기 위해 로지스틱 회귀분석은 연속이고 증가함수이며 [0,1]에서 값을 갖는 연속함수 $g(x)$ 를 제안한다.

$$g(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}$$

(다) 로지스틱 회귀 분석 모델

Odds & logit 변환 : 성공 확률이 실패 확률에 비해 몇 배 더 높은가를 나타내며 그 식은 아래와 같다.

$$\text{odds ratio} = \frac{p(y = 1|x)}{1 - p(y = 1|x)}$$

Logit 변환 : odds에 로그를 취한 함수로, 출력 값의 범위를 [0,1]로 조정한다.

$$\text{logit}(p) = \log \frac{p}{1 - p}$$

로지스틱 회귀분석의 가정은 다음과 같다. 관찰된 데이터요소의 연속된 숫자가 존재한다고 하면, 각 데이터 요소는 m 개의 독립 변수의 집합 $(x_{1,i}, \dots, x_{m,i})$ 을 포함하고 있고, 이는 설명

변수, 예측 변수, 입력 변수, 특징, 속성이라고 불리며, 독립 변수와 연관된 이진값 형태의 종속 변수 Y_i 가 존재한다. 이 종속 변수는 응답 변수, 결과 변수, 클래스 변수라고도 일컬어진다. 향후 수식 표현에서는 종속 변수에 오직 2개의 가능한 값, '0' (실패 또는 없음을 의미)과 '1' (성공 또는 존재를 의미)만이 존재한다고 가정한다. 로지스틱 회귀분석의 목적은 독립 변수와 종속 변수의 관계를 찾음으로 새로운 독립 변수의 집합이 주어졌을 때 종속 변수의 값을 예측할 수 있게 하는 것이다.

독립변수는 실체값, 이진값, 카테고리 등 어떤 형태도 될 수 있다. 종속 변수의 형태는 연속 변수(거리, 사육두수, 농가면적) 또는 이산 변수(소독유무, 축종)로 구분된다. 만약 특정 이산 변수 값의 후보가 2개 이상 존재한다면 해당 후보들을 임시 변수로 변환하여 로지스틱 회귀분석을 수행한다. 즉, 구분된 독립 변수들이 각각 '0' 또는 '1'의 값을 갖도록 변환한다.

종속 변수 Y_i 는 일반적으로 베르누이 분포의 데이터로 표현되며, 각 종속 변수는 관찰되지 않은 확률에 의해 결정된다. 이는 다음의 수학적 표현으로 표현할 수 있다.

$Y_i | x_{1,i}, \dots, x_{m,i} \text{ Bernoulli}(p_i) : Y_i$ 의 확률 분포를 나타내는 것으로 독립 변수에 대한 조건부 확률은 확률에 대한 베르누이 분포를 따른다는 것을 의미한다. 즉, 시행을 i 번 시행했을 때 1이 나올 확률을 의미한다. 이때 각 시행마다 성공 확률과 독립 변수를 가진다.

$\mathbb{E}[Y_i | x_{1,i}, \dots, x_{m,i}] = p_i$: 각 Y_i 에 대한 기대값이 베르누이 분포의 일반적인 특성을 지닌 성공 확률과 같음을 의미한다. 즉, 성공 확률 p_i 와 같은 확률을 가지는 베르누이 시행을 많이 수행했을 때, 그 결과의 평균은 p_i 와 가까워지게 된다.

(라) 선형예측 변수

로지스틱 회귀분석의 기본적인 접근은 이미 개발되어 있는 선형 회귀의 방식을 사용하는 것으로 선형 예측 함수는 특정 데이터 항에 대해 아래와 같이 표현된다.

$f(i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_m x_{m,i} (\beta_0, \dots, \beta_m)$ 은 특정 독립 변수와 결과의 관계를 규정하는 회귀 계수를 의미하며 이 모델은 다음의 간결한 형태로 표현될 수 있다.

회귀 계수 $(\beta_0, \dots, \beta_m)$ 는 $m+1$ 사이즈를 가지는 벡터 β 로 표현한다.

독립 변수 $x_{0,i}, x_{1,i}, \dots, x_{m,i}$ 는 사이즈가 $m+1$ 인 하나의 벡터 X_i 로 표현된다.

위를 기반으로 선형 예측 함수는 다음과 같이 간결화 될 수 있다.

$$f(i) = \beta \cdot X_i$$

로지스틱 회귀분석이 다른 회귀 분석과 구분되는 가장 큰 특징은 결과 값이 0 또는 1이라는 것이다. 따라서 결과 값의 범위 $[-\infty, +\infty]$ 가 $[0,1]$ 이 되도록 logit 변환을 수행한다. 로지스틱 함수를 구하는 과정은 아래와 같다.

$$\text{logit}(\mathbb{E}[Y_i | x_{1,i}, \dots, x_{m,i}]) = \text{logit}(p_i) = \ln \frac{p_i}{1 - p_i}$$

그리고 로지스틱 회귀분석에서 logit 변환의 결과는 x 에 대한 선형 함수와 동일하므로, $\text{logit}(p_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_m x_{m,i} = \beta \cdot X_i$ 가 되고,

위 두식을 결합하면,

$$\ln \frac{p_i}{1-p_i} = \beta \cdot X_i \text{ 이 된다.}$$

따라서, 우리가 구하고자 하는 특정 독립 변수 x 가 주어졌을 때, 종속 변수가 1의 카테고리에 속할 확률은

$$p_i = \text{logit}^{-1}(\beta \cdot X_i) = \frac{1}{1 + e^{-\beta \cdot X_i}}. \text{ 이며, 이를 확률 질량 함수로 표현하면 다음과 같다.}$$

$$\Pr(Y_i = y_i | X_i) = p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i} = \left(\frac{1}{1 + e^{-\beta \cdot X_i}} \right)^{y_i} \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-\beta \cdot X_i}} \right)^{1-y_i}$$

(마) 로지스틱 회귀분석모형의 추정

선형회귀분석에서는 최소제곱법(least square method)을 통해 회귀모형을 추정하지만 이분형 변수를 대상으로 하는 로지스틱 회귀분석에는 최소 제곱법을 그대로 적용할 수 없다. 대신 최대우도법(maximum likelihood method)을 통해 회귀모형을 추정한다. 그리고 모형에 필요한 변수를 결정하는 방법으로는 우도비 검정법(likelihood ratio test, LRT)을 사용한다. 로지스틱 회귀분석에서는 변수를 넣거나 빼가면서 가우도비(LR)를 통해 조건에 맞는 변수를 선택하는 경우가 많다.

다변수 분석에서 회귀모형에 어떤 변수를 포함시킬 것인지 결정하는 것은 매우 중요한 과정이다. 가장 중요한 독립변수부터 시작하여 더 이상 유의한 변수가 없을 때까지 회귀모형에 변수를 투입하는 전진 선택법을 사용할 경우 적은 수의 요인이 선택되는 경향이 있다. 반대로 모든 변수를 투입한 상태에서 가장 덜 중요한 변수부터 제거를 시작하는 후진 제거법을 사용할 경우 상대적으로 많은 요인이 포함되는 경향이 있다.

$$\begin{aligned} \ln \frac{p}{1-p} &= \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \\ \rightarrow \frac{p}{1-p} &= e^{\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k} = \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) \\ \rightarrow p &= (1 - p) \times \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) \\ \rightarrow p &= \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) - p \times \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) \\ \rightarrow p + p \times \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) &= \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) \\ \rightarrow p(1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)) &= \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k) \\ \rightarrow p &= \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)} \end{aligned}$$

최대우도법을 통해 로지스틱 회귀식이 추정되면, 질병이 있을 확률(P)은 위와 같이 유도할 수 있으며 질병이 있을 확률을 계산하여 그래프를 겹쳐서 그려보면 S자 모양의 로지스틱 곡선

으로 이루어짐을 확인할 수 있다.

(바) 모형의 유의성 검정

로지스틱 회귀분석에서는 모형계수 전체 테스트(model chi-square test)를 통해 추정된 회귀 모형의 유의성을 검정한다. 모형에 투입된 변수들로 최대 우도법을 통해 회귀모형이 추정되면 모형계수 전체 테스트를 통해 추정된 회귀식이 통계적으로 유의한지 판단하는 것이다. Model chi-square란 아무 변수를 사용하지 않은 영모형(null model)의 우도비 통계량(likelihood ratio statistics, LRS)에서 해당설명 변수들을 가진 모형의 우도비 통계량을 뺀 값을 검정하는 것이다. 이 검정의 귀무가설은 “모집단에서 모든 로지스틱 회귀계수값이 0이다”이다. 따라서 p-value가 유의수준보다 작아 검정결과가 유의하다면 설명 변수들 중 적어도 하나는 관심 연구 결과와 관련이 있다는 것을 의미한다. 계수에 대한 검정은 Wald 통계량을, 회귀식의 설명력은 Cox & Snell의 결정계수와 Nagelkerke의 결정계수를 통해 설명한다. ‘포화모형(이론적으로 완벽히 들어맞는 모델)’을 구할 수 있다고 했을 때, 편차 값은 주어진 모델과 포화 모델을 비교함으로써 계산된다.

$$D = -2 \ln \frac{\text{Likelihood}_{in}}{\text{Likelihood}_S}$$

(Likelihood_{in} :피팅된 모델의 가능도, Likelihood_S :포화 모델의 가능도)

위 등식에서 D는 편차값을 나타내고, ln은 자연로그를 나타낸다. 우도비에 자연로그를 취한 값은 음수이기 때문에 -2를 곱함으로 근사적으로 카이제곱 분포를 따르게 만든다. 이 때 편차 값이 작을수록 포화모델과 차이가 적은 잘 맞춰진 분석모델임을 의미한다.

로지스틱 회귀분석에서 편차를 측정하기 위한 또 다른 중요한 측정값은 널 편차와 모델 편차이다. 널 편차는 예측 모형이 적용되지 않은, 즉, 예측 변수가 없는 모델과 포화 모델간의 차이를 말한다. 이 때, 널 편차는 예측 변수 모델과 비교할 대상의 기준을 제공한다. 편차값을 주어진 모델과 포화 모델 사이의 차이라고 가정했을 때, 두 모델간의 편차가 작을수록 오차가 적은 분석 모델이다. 따라서 예측 변수들의 기여도를 평가하기 위해, 널 편차값에서 모델 편차값을 빼거나, 예측할 매개변수의 개수차이를 자유도를 가지는 카이제곱 분포(χ^2_{S-p})로 나타낼 수 있다. 그리고 이를 기준으로 F-test를 수행함으로써 최종적으로 회귀 계수의 유의성을 판단할 수 있다.

(사) 로지스틱 회귀분석에서의 교차비

로지스틱 회귀분석에서 개별 위험인자의 영향은 exp(β)값을 통해 질병 발생에 대한 교차비로 표현됨을 알 수 있다. 교차비가 1인 경우 질병과 요인은 전혀 관계가 없으며, 1보다 크면 요인에 의해 질병의 위험이 증가하고, 1보다 작으면 감소함을 의미한다. 하지만, 위험인자와 질병의 관련성을 보여주는 데에는 교차비의 점 추정치보다 교차비의 95% 신뢰구간이 더 많은 정보를 제공할 수 있기 때문에 로지스틱 회귀분석의 결과는 교차비, 유의수준, 교차비의 95% 신뢰구간을 동시에 제시하는 것이 좋다.

(아) 모형도의 적합 (goodness-of fit of the model)평가

모형의 적합도를 평가하는 방법은 여러 가지가 있지만 이번 분석에서는 Hosmer-Lemeshow Goodness-of-fit test를 사용하였다. 이 검정에서는 귀무가설이 ‘모형은 적합하다’이므로 p value>0.05 일 때 모형이 적합하다고 해석한다. 그러나 Hosmer-Lemeshow 검정은 표본수가 충분히 클 때에만 적용이 가능하므로 주의해야 한다. Hosmer-Lemeshow 검정의 수식은 다음과 같다.

$$H = \sum_{g=1}^G \frac{(O_g - E_g)^2}{N_g \pi_g (1 - \pi_g)}$$

여기서 O_g , E_g , N_g , 그리고 π_g 각각은 관측된 사건, 예상되는 사건, 관측치, 예측 위험치를 말한다. G 는 그룹의 숫자를 뜻한다. 수치는 $G - 2$ 수치의 자유도를 가지는 분포를 따른다. 위험그룹 숫자들은 얼마나 많은 위험이 모델을 통해서 확인될 수 있는지를 따른다.

(4) 데이터 분석 예시

(가) 농가별 위험요인 데이터베이스화

발생농가 201군데의 자료와 비발생농가 41군데의 자료를 엑셀(Microsoft)을 통해 데이터베이스화 하였다. 목적변수 y 는 2014년부터 2015년 사이에 HPAI에 걸렸는지의 유무로 데이터에서는 hpai항목으로 설계되었으며 HPAI에 걸렸을 경우 1, HPAI에 걸리지 않았을 경우를 0으로 하였다. 모든 단답형들은 [0,1]함수로 표현하였으며 위험요소가 없을 경우 0, 있을 경우 1로 지정을 했다.

농가의 지역은 province로 표현하였으며 1.경기도 2.경상남도 3.경상북도 4.세종특별시 5.울산광역시 6.전라남도 7.전라북도 8.충청남도 9.충청북도로 표현하였다. 축종은 species부분으로 1.산란계, 2.육계, 3.종계, 4.육용오리, 5.종오리, 6.토종닭, 7.기타로 표현하였으며 여러 종을 키울 경우 그 중에서 가장 숫자가 많은 종을 기준으로 하였다. 분석항목은 일반적인 사육정보 11문항 중 단답형 6문항, [0,1] 5 문항, 야생동물 관련 6문항 중 단답형 1문항, [0,1] 5문항, 종사인력 6문항 중 단답형 1문항, [0,1]5문항, 소독 정보 21문항 중 [0,1] 21문항, 사료현황 1문항 중 [0,1] 1문항, 기왕력 3문항 중 [0,1] 3 문항으로 구성되어 있다.

| patient | province | hpai | species | others | totalbuilding | noflocks | meanflocks | mixed |
|---------|----------|------|---------|--------|---------------|----------|------------|-------|
| 197 | 5 | 1 | 6 | 1 | 2 | 7,000 | 3,500 | 1 |
| 198 | 1 | 1 | 7 | 0 | 4 | 600,000 | 150,000 | 0 |
| 199 | 6 | 1 | 4 | 1 | 120 | 35,806 | 298 | 1 |
| 200 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 63,142 | 63,142 | 0 |
| 201 | 6 | 1 | 4 | 0 | 3 | 14,000 | 4,667 | 0 |

그림 32. 데이터 엑셀 입력 예시

표 25. 질문 문항 범주별 숫자

| 문항종류 | 사육정보 | 야생동물 | 종사인력 | 소독정보 | 사료현황 | 기왕력 | 총수 |
|-----------|------|------|------|------|------|-----|----|
| 총 문항 | 11 | 6 | 6 | 21 | 1 | 3 | 48 |
| 단답형 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Yes or No | 5 | 5 | 5 | 21 | 1 | 3 | 40 |

(나) 위험요인 문항예시

발생농가는 1, 비발생농가는 0으로 표현하였으며, 계열사 소속 농가는 1, 계열사 미소속 농가는 0으로 하였다.

| | patient | province | hpai | species | others | totalbuilding | noflocks | meanflocks | mixed |
|----|---------|----------|------|---------|--------|---------------|-----------|------------|-------|
| 1 | 1 | | 7 1 | 5 | 0 | 12.00 | 21340.00 | 1778.00 0 | |
| 2 | 2 | | 7 1 | 4 | 0 | 4.00 | 6500.00 | 1625.00 0 | |
| 3 | 3 | | 7 1 | 4 | 1 | 4.00 | 9200.00 | 2300.00 0 | |
| 4 | 4 | | 7 1 | 4 | 1 | 4.00 | 11200.00 | 2800.00 0 | |
| 5 | 5 | | 8 1 | 3 | 0 | 4.00 | 15983.00 | 3996.00 0 | |
| 6 | 6 | | 6 1 | 5 | 0 | 17.00 | 11980.00 | 705.00 0 | |
| 7 | 7 | | 7 1 | 4 | 0 | 6.00 | 16800.00 | 2800.00 0 | |
| 8 | 8 | | 6 1 | 5 | 0 | 17.00 | 8700.00 | 512.00 0 | |
| 9 | 9 | | 8 1 | 5 | 1 | 4.00 | 9500.00 | 2375.00 0 | |
| 10 | 10 | | 9 1 | 5 | 1 | 3.00 | 5900.00 | 1967.00 0 | |
| 11 | 11 | | 8 1 | 2 | 0 | 3.00 | 115279.00 | 38426.00 0 | |
| 12 | 12 | | 1 1 | 3 | 1 | 5.00 | 16000.00 | 3200.00 0 | |
| 13 | 13 | | 1 1 | 6 | 1 | 4.00 | 9400.00 | 2350.00 0 | |
| 14 | 14 | | 9 1 | 4 | 0 | 3.00 | 9000.00 | 3000.00 0 | |

그림 33. 엑셀화된 데이터 SPSS 입력 예시

| | 이름 | 유형 | 너비 | 소수점자리 | 레이블 | 값 | 결측값 | 열 | 맞춤 | 속도 | 역할 |
|----|---------------|-------|----|-------|-----|------|------|---|-----|-------|----|
| 1 | patient | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 2 | province | 숫자 | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 3 | hpai | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 4 | species | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 5 | others | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 6 | totalbuilding | 숫자 | 8 | 2 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 척도 | 입력 |
| 7 | noflocks | 숫자 | 8 | 2 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 척도 | 입력 |
| 8 | meanflocks | 숫자 | 8 | 2 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 척도 | 입력 |
| 9 | mixed | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 10 | inout | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 11 | nearfarm | 숫자 | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 12 | direct | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 13 | years | 숫자 | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 오른쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 14 | company | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 15 | wb | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 16 | wbnear | 문자(S) | 8 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 8 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |
| 17 | wa | 문자(S) | 1 | 0 | | 지정양음 | 지정양음 | 5 | 원쪽 | 명목(M) | 입력 |

그림 34. 단답형 항목 입력과정

(다) 예시 분석 결과

① 회귀식

방정식의 변수

| | B | S.E. | Wald | 자유도 | 유의확률 | Exp(B) | EXP(B)에 대한 95% 신뢰구간 | |
|-------|-------|------|--------|-----|------|--------|---------------------|-------|
| | | | | | | | 하한 | 상한 |
| | | | | | | | 1 company 단계 (1) | 2.187 |
| a 상수항 | 1.477 | 182 | 65.680 | 1 | .000 | 4.378 | | |

a. 변수가 1: company 단계에 입력되었습니다.

회귀식은 $Z = \text{logit}(y) = 1.477 + 2.187x$ 이며 x의 계수가 플러스이므로 임의의 위험요인이 있을 때 HPAI가 발생할 확률이 높아진다는 것을 나타내고 있다.

② 회귀모형의 유의성

모형 계수의 총괄 검정

| | | 카이제곱 | 자유도 | 유의확률 |
|------|----|-------|-----|------|
| 1 단계 | 단계 | 8.866 | 1 | .003 |
| | 블록 | 8.866 | 1 | .003 |
| | 모형 | 8.866 | 1 | .003 |

③ 기여율

모형 요약

| 단계 | -2 로그 우도 | Cox와 Snell R-제곱 | Nagelkerke R-제곱 |
|----|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 200.499 ^a | .036 | .062 |

a. 모수 추정 값이 .001보다 작게 변경되어 계산반복수 6에서 추정을 종료하였습니다.

Cox와 snell의 R-제곱과 Nagelkerke의 R-제곱으로부터 이 회귀모형의 기여율로 이 현상을 설명할 수 있다.

④ 회귀계수의 유의성 및 교차비

방정식의 변수

| | B | S.E. | Wald | 자유도 | 유의확률 | Exp(B) | EXP(B)에 대한 95% 신뢰구간 | |
|-------|-------|------|--------|-----|------|--------|---------------------|-------|
| | | | | | | | 하한 | 상한 |
| | | | | | | | 1 company 단계 (1) | 2.187 |
| a 상수항 | 1.477 | 182 | 65.680 | 1 | .000 | 4.378 | | |

a. 변수가 1: company 단계에 입력되었습니다.

임의의 위험요인이 있는 경우가 고병원성 조류인플루엔자에 걸릴 위험도가 8.907배 높아진다고 볼 수 있다.

(5) 위험요인 역학분석 결과

(가) HPAI 발생농가 위험요인 분석

① 발생농가 위험요인 관련 분석 방법

역학분석을 실시할 당시 HPAI의 지속적인 발생으로 완성된 HPAI 역학보고서가 나오지 않았다. 이에 본 연구팀은 제 1 협력기관인 농림축산검역본부 역학조사과의 협조를 얻어서 완성되지 않은 원 자료를 가지고 분석을 하였다. 데이터 사용은 공문을 통해 협조를 얻었으며 개인정보 보호 및 실험윤리를 준수하였다. 역학조사서는 대부분의 항목이 서술형이었기에 본 연구팀은 서술형을 객관화하여 2분형자료(O, X)또는 객관화 자료로 만들어서 분석하였다.

② 발생농가 기초 사육현황 관련 위험요인 분석

표 26. 고병원성 조류인플루엔자 1차 wave 지역 및 종별 발생농장

| 전반기 | 경기 | 경남 | 경북 | 세종 | 울산 | 전남 | 전북 | 충남 | 충북 | 합계 | 비율(%) |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-------|
| 거위 | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.50 |
| 메추리 | 1 | | | | | | | | | 1 | 0.50 |
| 산란계 | 6 | 1 | 2 | 3 | | 4 | 1 | 6 | 1 | 24 | 11.94 |
| 산란계, 산란중추 혼합 | | | | | | | | 1 | | 1 | 0.50 |
| 산란중추 | 1 | | | 1 | | | | | | 2 | 1.00 |
| 기타가금 | 1 | | | | | | | | 1 | 2 | 1.00 |
| 원종계 | | | | | | | | 1 | | 1 | 0.50 |
| 육계 | | | | | | | | 1 | | 1 | 0.50 |
| 육용오리 | 3 | | | | | 17 | 37 | 4 | 47 | 108 | 53.73 |
| 육용오리,종오리 | 1 | | | | | 1 | 4 | | | 6 | 2.99 |
| 육용종계 | 1 | | | | | | 2 | 3 | 1 | 7 | 3.48 |
| 종계 | 3 | | | | | | | 1 | | 4 | 1.99 |
| 종오리 | 5 | | | | | 14 | 7 | 5 | 7 | 38 | 18.91 |
| 타조 | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.50 |
| 청둥오리 | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.50 |
| 토종닭 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 3 | 1.49 |
| 합계 | 22 | 2 | 2 | 4 | 1 | 36 | 51 | 23 | 60 | 201 | |
| 비율(%) | 10.9 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 0.5 | 17.9 | 25.4 | 11.4 | 29.9 | 100 | |

HPAI 1차 wave는 14년 1월부터 6월까지였으며, 양성으로 판정된 농가 수는 총 201농가이다. 지역별 발생 현황을 보면 충청북도가 60건(29.9%), 전라북도 51건(25.4%), 전라남도 36건(17.9%) 순으로 많았다. 종별로 살펴보면 육용오리농가가 108건(53.73%)로 발생건수의 절반이상을 차지하였고, 종오리 농가가 38건(18.91%)으로 오리농가 비율이 76.1%로 큰 비중을 차지하였다. 그 다음 순으로 닭의 경우 40건(20%), 기타 8(8%), 토종닭 3(1.5%)로 나타났다 (표 27 참조).

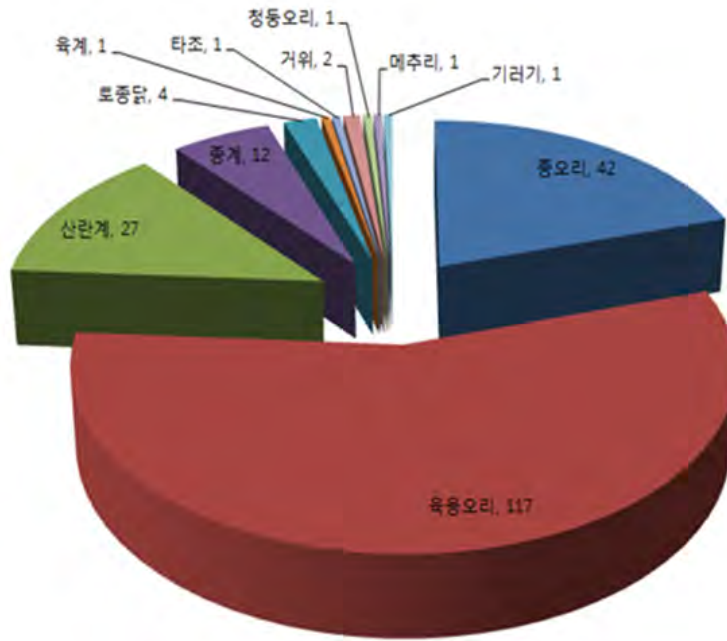


그림 35. 2014년 1차 wave 발생농가 종별 현황 파이차트

농가 사육면적의 중간값은 1,600m² 이며 사육동수의 중간값은 4개동이였다. 사육두수는 최소 21마리에서 600,000마리 사이의 값을 가지며 중간값은 12,000두수였다 (표 28 참조).

표 27. HPAI 1차 wave 발생농장 종별 분류

| | 닭 | 오리 | 기타 | 토종닭 | 총계 |
|-------|-------|-------|------|------|--------|
| 농가 수 | 40 | 153 | 8 | 3 | 201 |
| 비율(%) | 19.9% | 76.1% | 4.0% | 1.5% | 100.0% |

표 28. HPAI 1차 wave 발생농가 descriptive statistics

| 특징 | 중간값 | 최소 | 최대 |
|------------|--------|-----|---------|
| 사육면적(평) | 1,600 | 300 | 8,000 |
| 총 사육 동수(동) | 4 | 1 | 28 |
| 사육두수(마리) | 12,000 | 21 | 600,000 |
| 동당사육두수 | 2,375 | 6 | 150,000 |

③ 발생농가 사양관리 및 축주정보 관련 위험요인 분석

농가사육과 축주 관련하여 역학 정보 분석 결과 (표 29 참조), 농가사육의 중요 위험요인으로 꼽히는 것은 첫 번째는 혼합사육 여부였다. 이때 혼합사육은 각각 다른 종의 가금을 같은 축사 안에 키우는 것을 의미하며, 약 5.5%의 농가가 혼합사육을 실시한다. 혼합사육을 실시하는 농가는 대부분 10,000두 이하의 소규모 농가가 많았으며 이러한 농가에서는 비용상 추가적인 축사를 만들지 않고 혼합사육을 실시한다. 이러한 농가들에서는 종별 교차 감염이 일어날 가능성이 크다고 볼 수 있다.

두 번째 위험요인은 All in all out 여부였다. All in all out은 가금 사육 후 출하 시 한 축사에 있는 모든 가금을 한꺼번에 내어 놓는지를 말한다. 이와 같은 경우 다른 주령간의 섞임이 없어 축사가 비어있을 때 소독 및 관리를 하며 HPAI나 LPAI가 축사 내 토양에서 지속적인 감염을 일으키는 것을 방지하는데 효율적이다. 약 11.7%의 농가가 All in all out을 실시하지 않았으며, 이러한 농가들은 HPAI 전파 및 확산에 위험성을 지니고 있다고 볼 수 있다.

세 번째 위험요인은 농장주의 직접 농장 관리 여부였다. 대부분의 농가는 축주가 직접 관리하나 (87.1%), 대리인을 통해 관리하는 경우도 있다. 대리인을 통한 관리 농장은 주로 양계사육 농가에서 많이 보이며, 대규모농장인 경우가 많았다.

네 번째 위험요인은 농장의 계열사 소속 여부였다. 현재 가금산업은 대부분 계열사를 중심으로 이루어지고 있으며, 대부분의 농가는 계열사를 통해서 위탁사육형식으로 이루어지고 있다 (80.6%). 계열사 소속 농가의 경우 계열사를 통해 방역관련 교육이나 컨설팅을 받을 수 있는 점도 있지만, 계열사 관련 차량의 여러 농가 방문으로 인한 질병의 전파 및 확산이 있을 수 있음을 유의해야 할 것이다.

발생농가와 인근 농가간의 거리의 경우 (그림 36 참조), 126개의 농가가 (63%) 500m이하였으며 38농가(19%)가 100m 이내에 위치하고 있었다. 이는 가금농가간의 거리가 굉장히 짧으며 우리나라에선 가금 사육 밀도가 높다고 판단할 수 있다.

축주의 사회적인 요인의 경우 발생농가의 경우 (그림 37, 표 30 참조) 연령대와 학력에 대한 조사는 실시하지 않았으나 축주의 가금업 종사 년수에 대한 조사는 실시하였다. 축주의 절반이상이 10년 이상 가금업에 종사하였으며, 25.4%의 축주는 5년 이하의 경력을 가지고 있었다. 약 절반정도가 10년 이하의 경력을 가지고 있었으며, 축주의 평균 경력은 11.4년으로 나타났다.

표 29. HPAI 1차 wave 발생농가 사육 정보 관련 위험요인분석

| 관련요인 | 총 농가수 | 결과 | 농가수 | 비율(%) |
|------------------------------|-------|-----|-----|-------|
| 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합 사육 하는가 | 201 | 예 | 11 | 5.5% |
| | | 아니오 | 190 | 94.5% |
| 가금류 입식 시 all in all out을 하는가 | 60 | 예 | 53 | 88.3% |
| | | 아니오 | 7 | 11.7% |
| 농장주 본인이 직접 농장을 관리하는가 | 201 | 예 | 175 | 87.1% |
| | | 아니오 | 26 | 12.9% |
| 농장이 가금업 계열사에 소속되어 있는가 | 201 | 예 | 162 | 80.6% |
| | | 아니오 | 39 | 19.4% |

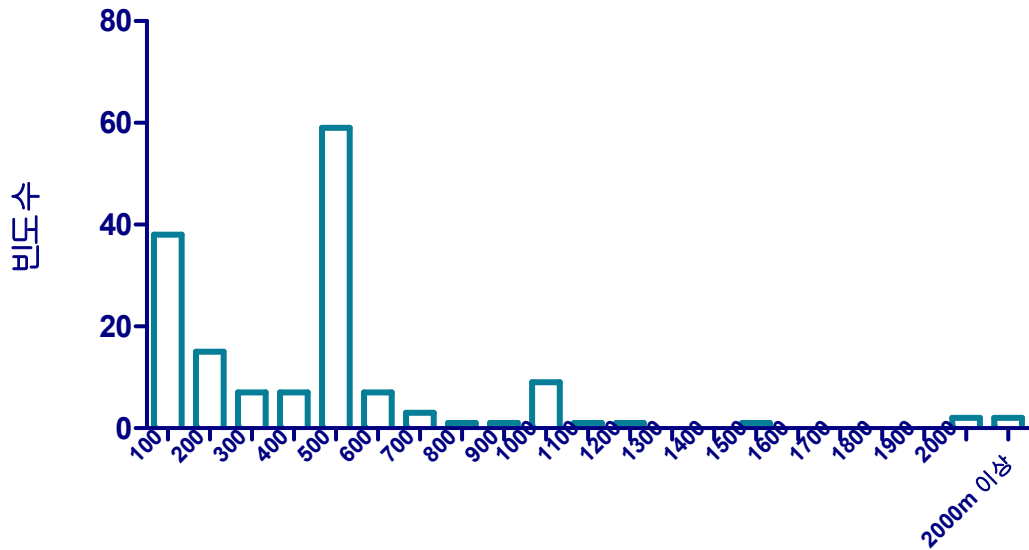


그림 36. HPAI 발생농가 인근 가금 농가와의 거리(m) 분포

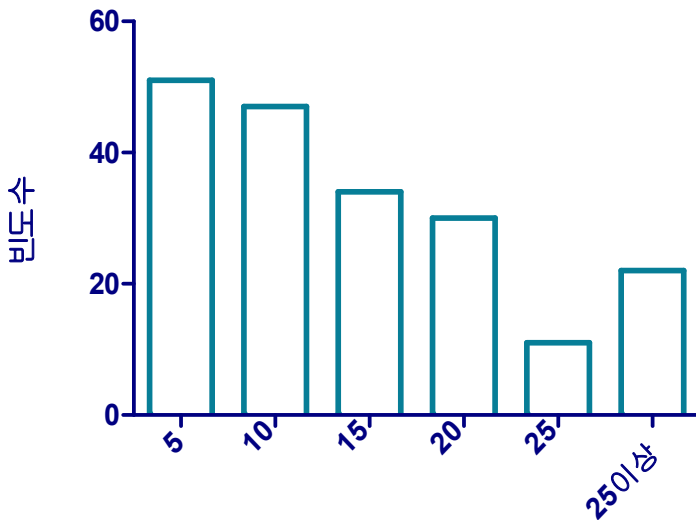


그림 37. 발생농가 축주 가금 업 종사 년수(년) 분포

| 종사년도 | 빈도수 | 비율(%) |
|--------|-----|-------|
| 5년미만 | 51 | 25.4% |
| 5-9년 | 47 | 23.4% |
| 10-14년 | 34 | 16.9% |
| 15-19년 | 30 | 14.9% |
| 20-24년 | 11 | 5.5% |
| 25년 이상 | 22 | 10.9% |

표 30. 발생농가 축주 가금 업 종사 년수(년) 분포

④ 발생농가 야생조수 및 농장인력 위험요인 분석

HPAI의 발생, 즉 국내 유입의 주된 원인으로서는 야생철새, 특히 겨울철새로 지목되고 있으며, 실제로 야생철새의 국내 도착 기간과 HPAI 발생기간간의 유사성이 존재한다. 따라서 농가의 HPAI 바이러스 유입원인인 야생조류 및 야생동물에 대한 위험도 평가를 실시할 필요가 있다. 발생농가 중 약 62.7%의 농가가 HPAI 발생 기간 동안 야생조류를 관찰한 적이 있다고 하였다(표 31 참조). 반면 축사에 야생조류가 접근할 가능성에 대해서는 긍정적인 답변보다는 부정적인 답변이 많았으며, 이는 야생조류가 직접적으로 축사내부에 침입하여 HPAI를 전파시킬 위험정보보다는 야생조류가 농가 주변에 바이러스를 전파한 후, 기계적 요인들을 통해 축사로 바이러스가 유입된다고 볼 수 있다.

표 31. 발생농가 야생조수 위험요인분석

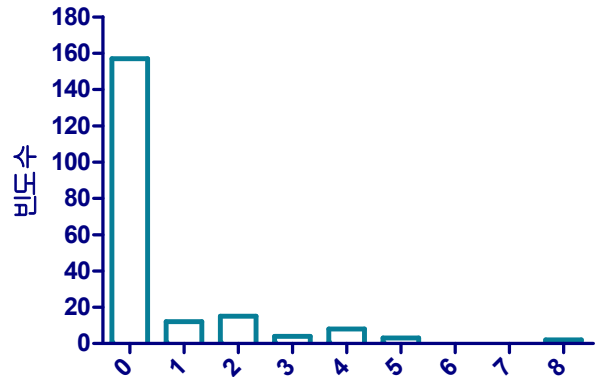
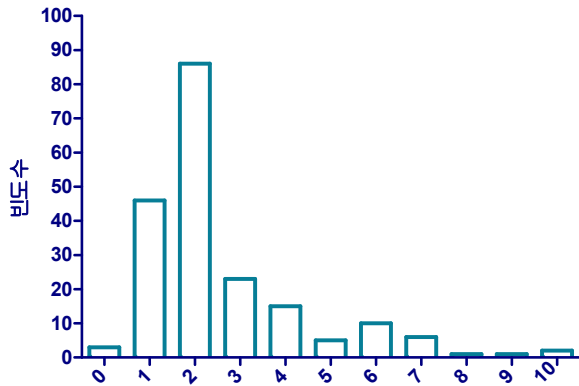
| 관련요인 | 총농가수 | 결과 | 농가수 | 비율(%) |
|---------------------------------|------|-------------------------|-----|-------|
| 올 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한 적이 있는가 | 201 | 관찰함 | 126 | 62.7% |
| | | 관찰하지 못함 | 75 | 37.3% |
| 철새의 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 201 | 관찰한 적이 있다 | 16 | 8.0% |
| | | 관찰한 적은 없지만 증거가 있다 | 29 | 14.4% |
| | | 관찰한 적도 증거도 없지만 가능할 것 같다 | 14 | 7.0% |
| | | 불가능하다 | 142 | 70.6% |
| 야생동물이 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 76 | 야생동물의 접근을 관찰함 | 66 | 86.8% |
| | | 야생동물 접근을 관찰한바 없음 | 10 | 13.2% |

농가 사양 관련해서는 가금업이 주업인지, 따로 하는 부업은 있는지, 농가에 근무하는 노동자 및 외국인 노동자 수에 대해서 조사하였다 (표 32 참조). 대부분의 농가는 가금업을 주업으로 삼고 있었으며 (95.9%), 31.4%의 농가는 부업도 한다고 하였다. 축주가 부업을 할 경우, 축주가 접할 수 있는 가금업 종사자 (차량, 수의사, 약품, 상차반)이외의 다른 전파경로를 지닐 수가 있으며, 실제로 바이러스의 기계적 전파 확률이 높았다. 따라서 부업을 하는 축주의 경우 질병 전파에 있어서 위험도가 더 크다고 볼 수 있다.

농가에서 일하는 노동자는 대부분 비정규직으로 인력시장을 통해 농가에서 일하게 된다. 이러한 노동자들의 경우 여러 가금농가에서 일하게 되면서 질병 확산에 영향을 끼칠 수 있다. 특히 외국인 노동자들의 경우에는 상대적으로 저개발 국가이면서 조류인플루엔자 상재화 국가인 동남아 및 중국 출신이었다. 발생농가에서는 약 2.76명의 농장 노동자가 있었으며 외국인 노동자 숫자는 0.57명으로 나타났다 (그림 38, 39 참조). 또한 158농가 (78.8%)에서 외국인 노동자를 고용 하지 않고 있었다 (표 32 참조).

표 32. 발생농가 농장인력관련 위험요인분석

| 관련요인 | 총농가수 | 결과 | 농가수 | 비율(%) |
|---------------------|------|-----|-----|-------|
| 농장업이 주업인가 | 195 | 예 | 187 | 95.9% |
| | | 아니오 | 8 | 4.1% |
| 농장업이외에 하는 부업이 있는가 | 172 | 예 | 54 | 31.4% |
| | | 아니오 | 118 | 68.6% |
| 농장에서 외국인 노동자를 고용하는가 | 201 | 예 | 43 | 21.4% |
| | | 아니오 | 158 | 78.6% |



⑤ 발생농가 소독시설 관련 역학정보 분석

고병원성 조류인플루엔자 전파, 확산에 있어서 농가에서의 소독, 즉 방역은 중요한 요인으로 지적된다.

첫 번째 부분은 방문자 소독 관련 요인으로 근무자의 축사 출입 시 손소독을 하는지, 방역복을 착용하는지, 그리고 방문자 출입 시 소독하는지 여부에 관한 위험요인이다.

두 번째는 전반적인 소독부문에 있어 축주의 의식과 관련된 요인으로 농장과 관련하여 질병방제 전문 회사, 방역 담당 직원, 수의사를 통해서 방역과 관련한 조언을 받을 수 있는지 등을 조사하였다.

마지막으로 전반적인 소독시설에 대한 조사를 실시하였다. 사육시설 그물망, 출입기록부, 농장 전용신발, 축사입구 발판소독조, UV 전신소독기, 손소독기 및 고정식 차량 소독기 ,이동식 차량소독기 등 소독시설 전반의 유무에 대해 조사하였다.

소독과 관련하여 발생농가 절반 이상이 긍정적으로 답한 요인들은 다음과 같았다.

방문자 출입 시 소독, 사육시설 그물망 비치, 출입구 기록부, 농장 전용부츠 구비, 이동식 차량 고압 분부기 비치

반면 절반이상이 부정적으로 답하여 보완이 필요한 부분은 다음과 같았다.

근무자 축사입구 출입 시 방역 복 착용, 근무자 축사입구 출입 시 손 소독 , 질병방제 관련 회사 또는 수의사 존재 유무, 축사 전용 방역복 비치, 손소독기 비치, 축사입구 발판 소독조 설치, UV 전신소독기 설치, 축사입구 전실 설치 유무

각각의 항목을 1점으로 놓고 소독관련 분석을 시행하였다. 모든 항목이 갖추어진 농가의 경우 총점은 21점으로 나타난다. 발생농가에서 소독 점수 평균은 9.4점이며 최고점이 17점으로 나타났다. 이를 보아 발생농가의 경우 조사한 소독 항목에서 절반 이상이 갖추어지지 않았으며 이는 발생농가에서 소독시설 및 수준이 높지 않음을 보여준다 (그림 40 참조).

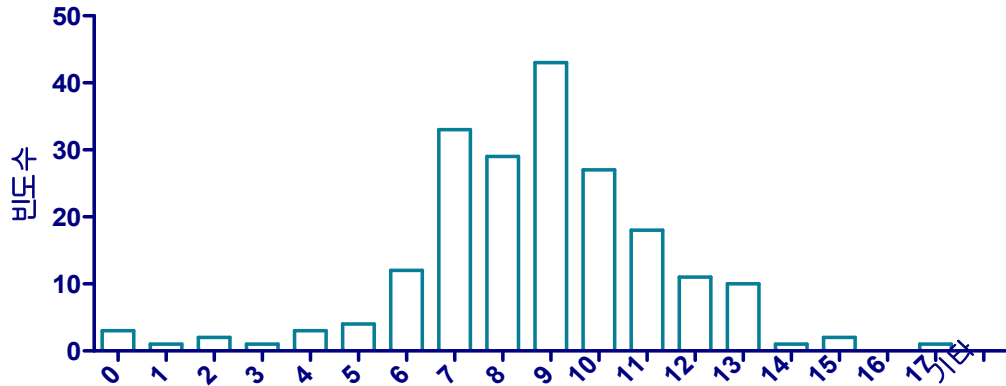


그림 40. 소독 점수 히스토그램

표 33. 발생농장 소독 관련 역학정보 분석

| 관련요인 | 총 농가수 | 결과 | 농가수 | 비율(%) |
|---------------------------------|-------|-----|-----|-------|
| 근무자들이 축사 출입 시 방역복을 착용 하는가 | 201 | 예 | 63 | 31.3% |
| | | 아니오 | 168 | 83.6% |
| 근무자들이 축사 출입 시 손소독을 하는가 | 201 | 예 | 74 | 36.8% |
| | | 아니오 | 127 | 63.2% |
| 방문자들이 출입 시 소독하는 장비가 있는가 | 201 | 예 | 170 | 84.6% |
| | | 아니오 | 31 | 15.4% |
| 질병방제를 전문으로 하는 회사 혹은 관리 수의사가 있는가 | 201 | 예 | 97 | 48.3% |
| | | 아니오 | 104 | 51.7% |
| 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 147 | 예 | 99 | 67.3% |
| | | 아니오 | 48 | 32.7% |
| 출입기록부를 비치하였는가 | 201 | 예 | 192 | 95.5% |
| | | 아니오 | 9 | 4.5% |
| 농장 전용 부츠를 비치하였는가 | 201 | 예 | 188 | 93.5% |
| | | 아니오 | 13 | 6.5% |
| 축사별 전용 방역복을 비치하였는가 | 201 | 예 | 27 | 13.4% |
| | | 아니오 | 174 | 86.6% |
| 축사전용신발을 비치하였는가 | 201 | 예 | 138 | 68.7% |
| | | 아니오 | 63 | 31.3% |
| 축사입구 발판 소독조를 설치하였는가 | 201 | 예 | 37 | 18.4% |
| | | 아니오 | 164 | 81.6% |
| UV 전신소독기를 설치하였는가 | 201 | 예 | 16 | 8.0% |
| | | 아니오 | 185 | 92.0% |
| 손소독기를 비치하였는가 | 201 | 예 | 45 | 22.4% |
| | | 아니오 | 156 | 77.6% |
| 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 201 | 예 | 93 | 46.3% |
| | | 아니오 | 108 | 53.7% |
| 이동식 차량 고압 분무기를 비치하였는가 | 201 | 예 | 161 | 80.1% |
| | | 아니오 | 40 | 19.9% |
| 고압 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 201 | 예 | 174 | 86.6% |
| | | 아니오 | 27 | 13.4% |
| 수동형 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 201 | 예 | 88 | 43.8% |
| | | 아니오 | 113 | 56.2% |
| 축사 입구 전실을 설치하였는가 | 201 | 예 | 17 | 8.5% |
| | | 아니오 | 184 | 91.5% |

⑥ 발생농가 위험요인 관련 종합평가

H5N8 1차 wave 발생농장의 경우 축종을 보았을 때 오리가 가장 큰 비율 (76.1%)을 차지하였다. 지역적으로는 충북, 전북, 전남, 충남, 경기 순으로 많이 발생하였다. 발생농가에서 오리농가의 비율이 높았기 때문에 H5N8의 경우 주된 발생 경로는 오리농가라고 판단된다.

발생농가 분석 결과, 위험요인으로 추측되는 부분에 있어 각 위험요인별 농가의 비율은 다음과 같다.

농가 전체적으로 보았을 때 다른 종의 가금을 혼합사육 하거나(5.5%), 가금류 입식 시 all in all out을 하지 않는 농가(11.7%)는 비교적 적은 편이었다. 반면 농장주 본인이 직접 농장을 관리하지 않는 경우나 (12.9%), 가금 계열사에 소속이 되어 있지 않는 경우(19.4%)는 예상보다 높았다.

야생동물의 경우 62.7%의 농가가 겨울철 농장 주변에서 철새를 관찰한 적이 있다고 답하였고, 86.8%의 농가가 야생동물의 가금사육장 접근을 관찰한 적이 있다고 답하였기 때문에 야생동물의 접촉 위험성은 높은 것으로 파악된다.

농장일 이외의 부업이 존재하는 경우는 62.7%이며 발생농장에서는 부업의존도가 높다고 말할 수 있다. 농장에서 외국인 노동자를 고용하는 경우는 21.4%로 외국인노동자 고용비율이 예상보다는 높지 않은 것으로 나타났다.

발생농장들의 경우 기본적인 시설은 갖추어져 있으나 시설적 측면과 방문자소독과 관련해서는 미진한 것으로 드러났다. 특히 농장 근무자의 손소독이나 방역복에 대한 의식없이 농장일을 하는 것으로 드러났으며, 손소독기나 축사입구 전실, 축사별 전용 방역복 등은 갖추고 있지 않았다.

(나) HPAI 발생농가 종별 위험요인 현황분석

① 분석 의의

본 연구팀이 조사한 2014년 1차 wave 발생농가의 경우 오리농가가 76.1%를 차지하며 대다수의 농가를 구성하고 있었다. 특히 여러 연구나 임상경험으로 보았을 때 오리의 임상증상이 미약하게 발생하며 주기적으로 바이러스를 전파하고 있음이 보여진다.

국내에서 오리나 닭의 경우 사육규모나 두수에서 차이가 있었으며 시설이나 축주 경향성에 있어 차이를 보일 것으로 예상되었다. 따라서 본 연구팀은 오리 발생농가와 닭 발생농가간의 차이점을 분석하여 종별로 어떠한 특색을 지니고 있는지 분석을 실시하였다.

오리 농가의 경우 종오리 농가, 육용오리 농가를 포함시켰으며, 닭 농가의 경우 원종계, 중계, 산란계, 육계 등을 포함시켰다. 오리농가는 총 152개의 농가였으며 닭 농가는 40개의 농가였다. 나머지 9개 농가는 토종닭, 청둥오리 등 기타 품종의 경우였으며 실험에서 제외시켰다.

② 닭, 오리 축종별 기초 사육현황 분석

첫 번째로 사육규모에 따라 종별로 분석하였다. 닭의 경우 대부분의 농가가 20,000두 이상의 농가들이며 평균 두수가 약 52,000 정도로 대규모 사육 농가들이 많은 반면 (그림 41 참조), 오리 농가의 경우 상당수의 농가가 5,000-17,000 규모를 보이며 평균적으로 10,000두 정도의 규모를 보였다 (그림 42 참조).

반면 농가에 있는 사육 동수는 닭 농가의 경우 약 3개의 동인 반면, 오리 농가의 경우 약 5개의 동으로 이루어져 있어서 동수는 오리농가가 더 많은 것으로 보였다. 따라서 동당 두수도 오리농가가 평균적으로 2,300두인데 비하여 닭 농가의 경우 평균 동당 두수가 17,000정도이다 (표 34, 35 참조).

따라서 닭 농가가 평균적으로 더 많은 사육두수를 지니며, 대규모로 운영되고 있음을 보여주고 있다.

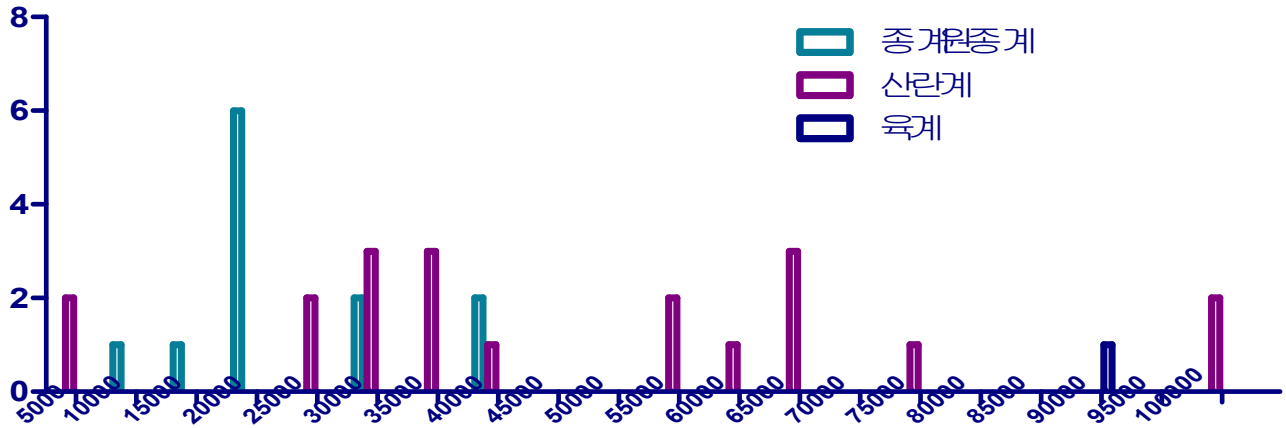


그림 41. 닭(산란계, 중계, 육계)농가 사육두수

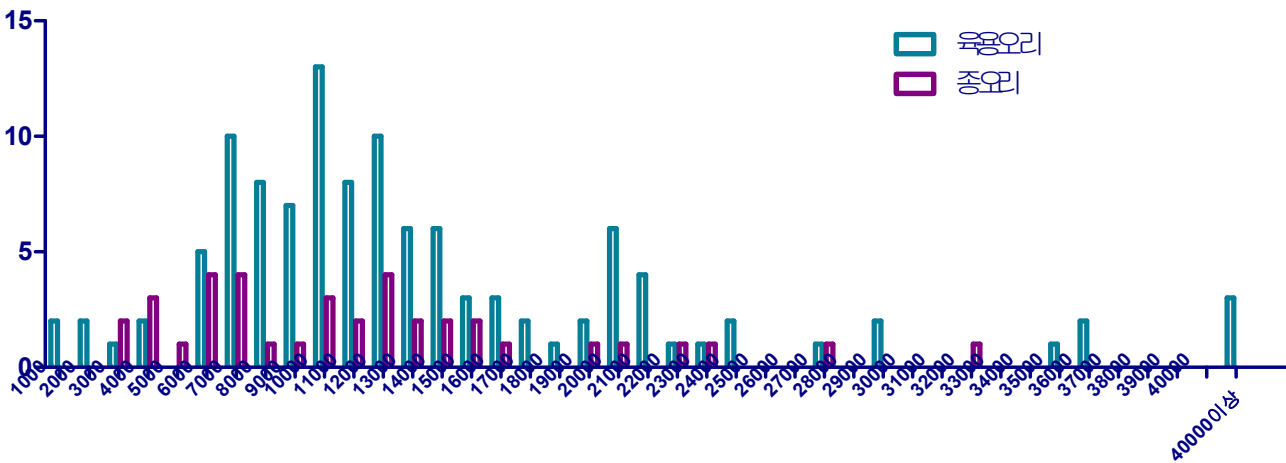


그림 42. 오리(육용오리, 종오리)농가 사육두수

표 34. HPAI 1차 wave 발생 오리농가 descriptive statistics

| | 중간값 | 최소 | 최대 |
|---------------|--------|-----|--------|
| 총사육동수(동) | 5 | 1 | 19 |
| 사육두수(마리) | 10,950 | 300 | 50,000 |
| 동당가금사육마리수(마리) | 2,300 | 150 | 12,180 |

표 35. HPAI 1차 wave 발생 닭 농가 descriptive statistics

| | 중간값 | 최소 | 최대 |
|---------------|--------|-----|---------|
| 총사육동수(동) | 3 | 1 | 11 |
| 사육두수(마리) | 52,598 | 300 | 443,000 |
| 동당가금사육마리수(마리) | 17,846 | 150 | 103,833 |

③ 닭, 오리 축종별 발생농가 사양관리 및 축주정보 관련 위험요인 분석

90%이상의 닭 농가와 오리 농가에서 혼합사육을 하지 않는다고 답하였다. 적은 비율이어도 비교, 대조를 해보면 닭 농가에 비해 오리 농가가 혼합사육하는 비율이 더 크다고 볼 수는 있으나 유의미한 차이를 보이지는 않았다 (표 36 참조).

All in all out의 경우 오리 농가에 비해 닭 농장의 비율이 적었다. 이는 닭 농장의 경우 대부분 발생농가가 산란계였으며 전반적으로 대규모 농가여서 사육동 전체를 비우는 all in all out이 쉽지 않음으로 판단된다 (표 36 참조).

닭 농가의 경우 오리 농가에 비해 직접 관리하는 사람이 적었으며, 계열사에 소속되어 있지 않은 경우가 많았다. 이는 오리 산업과 닭 산업의 차이로 보인다. 대부분의 오리 농가는 위탁 경영형태로 보이는 반면, 닭 농가의 경우 마찬가지로 위탁경영은 이루어지나 그 비율이 적은 편이다 (표 36 참조).

가장 가까운 인근 가금 농가와와의 거리는 오리 농가의 경우 121농가 중 31농가 (25.6%)가 100m 이하 였으며, 82.6%의 농가가 500m 이내에 가금 농가가 있었다. 닭 농가의 경우는 100%의 농가가 500m 이내에 발생농가가 있었다. 이로 보아 종에 상관없이 인근농가와와의 거리가 가까운 것을 알 수 있다 (그림 43 참조).

축주의 가금업 종사 년수에 대한 분석 결과, 오리 농가에 비해 닭 농가의 종사 년수가 더 길었다. 특히 25년 이상 종사에서는 확연하게 차이가 났으며 (표 37 참조), 이는 오리 사육이 비교적 최근에 많이 증가되었기 때문으로 판단된다.

표 36. HPAI 1차 wave 발생농가 사육 정보 관련 위험요인분석

| 관련요인 | 결과 | 닭 농가 | 비율 | 오리농가 | 비율 |
|-----------------------------|-----|------|-------|------|-------|
| 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육 하는가 | 예 | 1 | 2.5% | 6 | 3.9% |
| | 아니오 | 39 | 97.5% | 146 | 96.1% |
| all in all out을 하는가 | 예 | 7 | 77.8% | 44 | 91.7% |
| | 아니오 | 2 | 22.2% | 4 | 8.3% |
| 농장주 본인이 직접 농장을 관리하는가 | 예 | 32 | 80.0% | 135 | 88.8% |
| | 아니오 | 8 | 20.0% | 17 | 11.2% |
| 농장이 가금업 계열사에 소속되어 있는가 | 예 | 23 | 57.5% | 136 | 89.5% |
| | 아니오 | 17 | 42.5% | 16 | 10.5% |

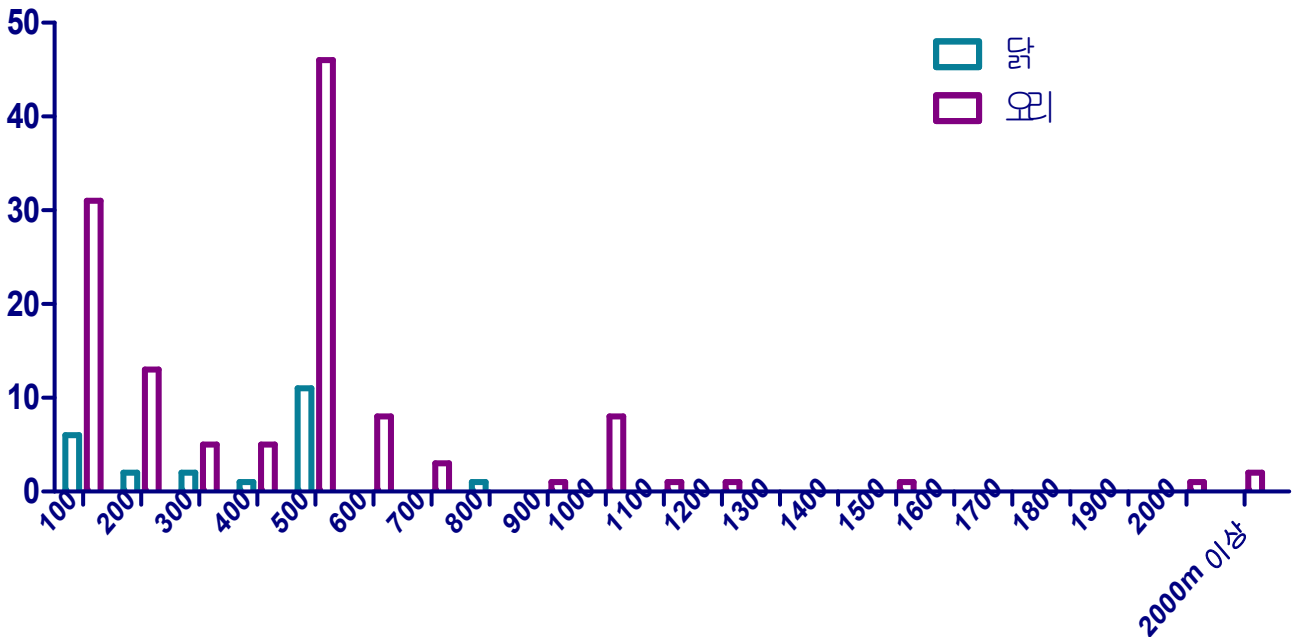


그림 43. HPAI 발생농가 인근 가금 농가와의 거리(m) 종별 분포

④ 닭, 오리 축종별 발생농가 야생조수 및 농장인력 위험요인 분석

종별로 야생조수에 대한 위험요인과 관련하여 분석을 실시하였다. 겨울철, 즉 HPAI 가 발생할 수 있는 위험이 가장 높은 시기에, 63.8%의 오리 농가와 55.0%의 닭 농가에서 축주가 농가 주변에서 철새를 관찰한 적 있다고 답을 하였다. 또한 철새의 가금 사육장에 대한 접근에 대해서도 ‘관찰한 적 있다’와 ‘관찰한 적은 없지만 증거가 있다’라는 답변이 오리 농가에서 더 높았다. 야생동물의 가금사육장 접근에 대해서도 관찰한 바가 있는가에 대해서 오리 농가의 답변이 높았으며 이로 보아 상대적으로 닭 농가에 비해서 오리 농가에서 야생조수의 접근과 관련하여 위험도가 더 높다고 볼 수 있다 (표 38 참조).

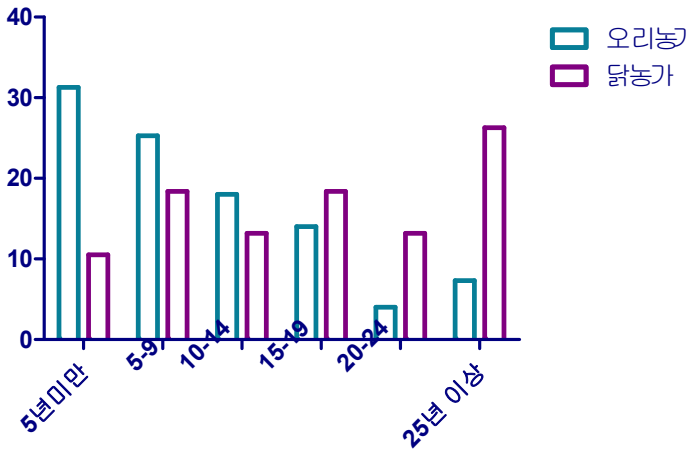


그림 44. 발생농가 축주 가금 업 종사 년수(년) 축종별 분포

| 종사년도 | 오리농가 | 닭 농가 |
|-------|-------|-------|
| 5년미만 | 31.3% | 10.5% |
| 5-9 | 25.3% | 18.4% |
| 10-14 | 18.0% | 13.2% |
| 15-19 | 14.0% | 18.4% |
| 20-24 | 4.0% | 13.2% |
| 25이상 | 7.3% | 26.3% |

표 37. 발생농가 축주 가금 업 종사 년수(년) 축종별 분포

표 38. 발생농가 야생조수 위험요인분석

| 관련요인 | 결과 | 오리 농가 | 비율 | 닭 농가 | 비율 |
|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|------|-------|
| 올 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한 적이 있는가 | 관찰함 | 97 | 63.8% | 22 | 55.0% |
| | 관찰하지 못함 | 55 | 36.2% | 18 | 45.0% |
| 철새의 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 관찰한적 있다 | 14 | 9.2% | 1 | 2.5% |
| | 관찰한 적은 없지만 증거가 있다 | 22 | 14.5% | 5 | 12.5% |
| | 관찰한 적도 증거도 없지만 가능할 것 같다 | 9 | 5.9% | 5 | 12.5% |
| | 불가능하다 | 107 | 70.4% | 29 | 72.5% |
| 야생동물이 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 관찰한바 있음 | 56 | 91.8% | 8 | 66.7% |
| | 관찰한바 없음 | 5 | 8.2% | 4 | 33.3% |

농가 사양 관련 하여서는 가금업이 주업인지, 따로 하는 부업은 있는지, 농가에 근무하는 노동자 및 외국인 노동자 수에 대해서 조사를 실시하였다. 대부분의 닭 농가와 오리 농가는 가금업을 주업으로 삼고 있었으며 (96.6%, 94.9%), 31.4%의 오리 농가와 23.5%의 닭 농가가 부업을 하고 있었다 (표 39 참조).

오리농가의 경우 평균 노동자수는 2.36명이었으며 그 중에서 외국인 노동자 숫자는 0.42명으로 거의 외국인 노동자가 없는 수준인 반면 (그림 45 참조), 닭 농가의 경우 평균 노동자 수가 4.3명으로 높았고 외국인 노동자 숫자도 1.2명으로 높았다 (그림 46 참조). 이는 오리농가의 경

우 대부분 노동자의 고용 없이 축주가 단독으로 일하는 경우가 많은 반면, 닭 농가는 대규모로 인력이 많이 투입되며, 노동자를 고용해야할 필요성이 있다는 것을 뜻한다. 이 부분에 있어서는 닭 농장이 오히려 외국인 노동자 관련하여 위험성이 더 높다고 볼 수 있다.

표 39. 발생농가 농장인력관련 위험요인분석

| 관련요인 | 응답 | 오리 농가 | 비율 | 닭 농가 | 비율 |
|--------------------|-----|-------|-------|------|-------|
| 가금사육의 주업 여부 | 예 | 142 | 96.6% | 37 | 94.9% |
| | 아니오 | 5 | 3.4% | 2 | 5.1% |
| 가금사육 이외 부업의 유무 | 예 | 41 | 31.8% | 8 | 23.5% |
| | 아니오 | 88 | 68.2% | 26 | 76.5% |
| 농장에서 외국인 노동자 고용 여부 | 예 | 26 | 17.1% | 16 | 40.0% |
| | 아니오 | 126 | 82.9% | 24 | 60.0% |

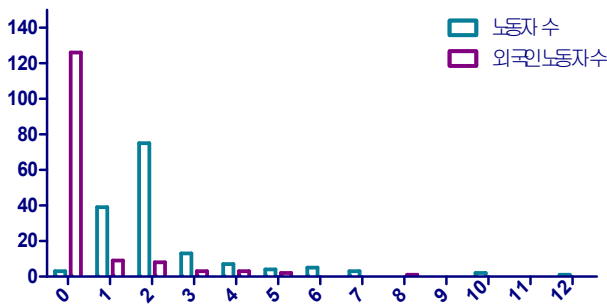


그림 45. 발생농가 오리 농장 노동자 수(명) 분포

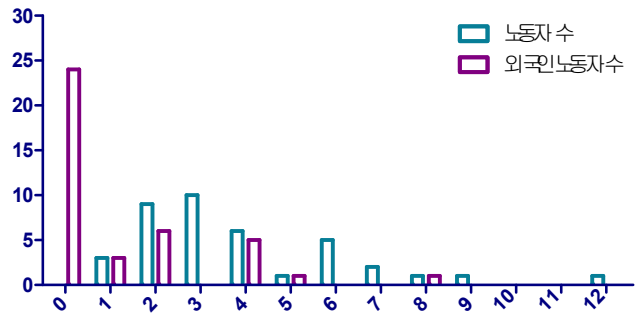


그림 46. 발생농가 닭 농장 노동자 수(명) 분포

⑤ 닭, 오리 축종별 발생농가 소독시설 관련 역학정보 분석

발생농가의 소독과 관련하여 축종별로 분류하여 분석을 하였다 (표 41 참조). 전체적으로 소독 요인 당 1점을 놓고 총점을 21점으로 하여 분석한 결과 소독 점수의 평균은 오리 농가 8.59, 닭 농가 9.60으로 닭 농가에서 총점이 약간 더 높았으며 비율로 보았을 때에도 10점미만이 닭 농가에서 40%의 비율을 차지하는 반면 오리 농가에서는 70%의 비율을 차지하였다. 규모와 시설로 따져보았을 때 소독과 관련해서 오리 농가가 닭 농가에 비해서 큰 차이로 떨어질 것으로 예상되었지만 실제 분석으로는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 오리 농가에서도 기본적인 소독 시설은 잘 갖추고 있다는 의미이며, 닭 농가가 대규모 농가인 것에 비해서는 소독 시설 부분에서 부족하다는 것으로 해석된다.

오리 농가에 비해 닭 농가에서 소독과 관련해서 긍정적 반응률이 높은 항목으로는 근무자 출입 시 손소독과 방역복 착용, 농장전용 방역복 비치, 축사입구 발판 소독조 설치, UV 전신소독기 설치, 손소독기 비치, 고정식 차량소독기 설치, 고압 농장 소독용 분무기 비치, 축사입구 전실 설치였다.

반면 닭 농가에 비해서 오리 농가가 긍정적 응답률이 높은 항목으로는 방문자 출입 시 소독 기기, 질병관리 전문 회사, 직원 또는 관리 수의사, 사육시설 그물망 설치, 출입구 기록부 비치, 농장전용부츠 비치, 이동식 차량 고압 분무기 비치, 수동형 농장 소독용 분무기 비치 등이 있었다.

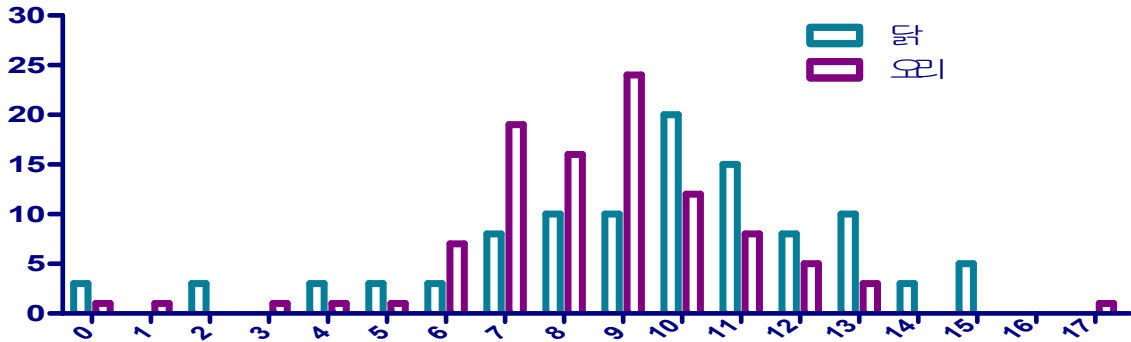


그림 47. 소독 점수 축종별 히스토그램

표 40. 소독 점수 축종별 분석

| | 중간값 | 최소 | 최대 | 평균 |
|----|-----|----|----|------|
| 오리 | 9 | 0 | 17 | 8.59 |
| 닭 | 10 | 0 | 15 | 9.60 |

표 41. 발생농장 소독 관련 역학정보 분석

| 관련요인 | 결과 | 오리 농가 | 비율 | 닭 농가 | 비율 |
|-------------------------------|-----|-------|-------|------|-------|
| 근무자들이 축사 출입 시 방역복을 착용하는가 | 예 | 41 | 27.0% | 19 | 47.5% |
| | 아니오 | 111 | 73.0% | 21 | 52.5% |
| 근무자들이 축사 출입 시 손 소독을 하는가 | 예 | 46 | 30.3% | 22 | 55.0% |
| | 아니오 | 106 | 69.7% | 18 | 45.0% |
| 방문자들의 출입 시 소독하는 장비가 있는가 | 예 | 131 | 86.2% | 34 | 85.0% |
| | 아니오 | 21 | 13.8% | 6 | 15.0% |
| 질병방제를 전문으로 하는 회사나 관리 수의사가 있는가 | 예 | 81 | 53.3% | 15 | 37.5% |
| | 아니오 | 71 | 46.7% | 25 | 62.5% |
| 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 예 | 89 | 72.4% | 13 | 54.2% |
| | 아니오 | 34 | 27.6% | 11 | 45.8% |
| 출입기록부를 비치하였는가 | 예 | 149 | 98.0% | 37 | 92.5% |
| | 아니오 | 3 | 2.0% | 3 | 7.5% |
| 농장 전용 부츠를 비치하였는가 | 예 | 144 | 94.7% | 37 | 92.5% |
| | 아니오 | 8 | 5.3% | 3 | 7.5% |
| 축사별 전용 방역복을 비치하였는가 | 예 | 18 | 11.8% | 8 | 20.0% |
| | 아니오 | 134 | 88.2% | 32 | 80.0% |

| | | | | | |
|------------------------|-----|-----|-------|----|-------|
| 축사 전용 신발을 비치하였는가 | 예 | 107 | 70.4% | 26 | 65.0% |
| | 아니오 | 45 | 29.6% | 14 | 35.0% |
| 축사입구 발판 소독조를 설치하였는가 | 예 | 26 | 17.1% | 10 | 25.0% |
| | 아니오 | 126 | 82.9% | 30 | 75.0% |
| UV 전신소독기를 설치하였는가 | 예 | 6 | 3.9% | 10 | 25.0% |
| | 아니오 | 146 | 96.1% | 30 | 75.0% |
| 손소독기를 비치하였는가 | 예 | 27 | 17.8% | 15 | 37.5% |
| | 아니오 | 125 | 82.2% | 25 | 62.5% |
| 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 예 | 67 | 44.1% | 23 | 57.5% |
| | 아니오 | 85 | 55.9% | 17 | 42.5% |
| 이동식 차량 고압 분무기를 비치하였는가 | 예 | 128 | 84.2% | 28 | 70.0% |
| | 아니오 | 24 | 15.8% | 12 | 30.0% |
| 고압 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 예 | 133 | 87.5% | 36 | 90.0% |
| | 아니오 | 19 | 12.5% | 4 | 10.0% |
| 수동형 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 예 | 76 | 50.0% | 9 | 22.5% |
| | 아니오 | 76 | 50.0% | 31 | 77.5% |
| 축사 입구 전실을 설치하였는가 | 예 | 7 | 4.6% | 8 | 20.0% |
| | 아니오 | 145 | 95.4% | 32 | 80.0% |

⑥ 닭, 오리 축종별 발생농가 위험요인 관련 종합평가

국내에서 오리와 닭의 경우 사육규모나 두수에서 차이를 보이며 시설이나 축주 경향성에 있어서 차이를 보일 것으로 보였다. 사육규모에 있어서 닭 농가의 경우 평균 약 52,000 두 정도로 두수가 큰 대규모 사육 농가들이 많은 반면, 오리 농가의 경우 평균적으로 10,000두 정도의 소규모 농가가 주를 이루고 있다.

사육 동수는 닭 농가가 약 3개의 동인 반면, 오리 농가의 경우 약 5개의 동이어서, 동수는 오리농가가 더 많으며 밀도는 오리 농가가 더 낮았다.

닭 농가와 오리 농가를 각 요인별로 비교해보았을 때 차이가 크게 나는 요인은 농장의 계열사에 속해있는 비율이었다. 계열사 소속 농가비율이 오리 농가 (89.5%)가 닭 농가(57.5%)높았다. 반면 500m 이내의 농가 비율의 경우 닭, 오리 모두 높아서 결국 가금 농가의 밀도가 종과 상관없이 높음을 알 수 있다. 또한 닭 농가의 경우 가금업에 오래 근무한 비율이 오리에 비해서 더 높았다.

닭 농가의 경우 외국인 노동자의 고용비율이나 노동자 평균 숫자가 오리 농가에 비해서 높았으며 이는 닭 농가의 사육규모와도 관련이 있다.

소독과 관련하여 닭 농가와 오리 농가가 서로 비슷한 분포를 보이고 있었으며, 따라서 닭 농의 규모가 크다고 하여 소독이 농가 규모에 맞게 철저할 것이라는 예측은 빗나간 것으로 판단된다.

(다) HPAI 비발생농가 위험요인 분석

① 비발생농가 샘플 수집 및 분석 방법

본 연구팀은 15년 7월부터 16년 1월까지 고병원성 조류인플루엔자 H5N8이 발생하지 않은 농가를 중심으로 비발생농가 사례를 조사하였다 (표 43, 43 참조). 가축위생연구소의 도움을 받아 가금 출하 검사 시 조사원과 같이 훈련된 수의사 2명이 방문하여 농장주와 직접 인터뷰를 통해서 조사를 진행하였다.

조사는 주로 육용오리 농가에서 이루어 졌다. 조사지역은 주로 경기도, 충청남도, 충청북도 지역이었으며, 경기도 지역과 충청남도 지역의 경우 대부분의 비발생농가를 조사하였다. 비발생농가 조사가 육용오리 농가, 특히 경기도와 충청도 지역에서 주로 이루어진 이유는 다음과 같다.

㉠ 발생농가인 HPAI 1차 wave의 경우 오리농가 비율이 76.1%로 H5N8 발생농가 대부분이 오리농가임.

㉡ 조사당시 (2015년 7월부터) HPAI가 전라남도 및 전라북도 지역에서 지속적으로 발생중이어서 농가 인터뷰가 불가능한 시기였음.

㉢ 닭 농가의 경우 농가가 외부인의 접촉을 꺼리며, 협조를 구하는 것이 불가능함.

따라서 비발생농가의 조사는 대부분 육용오리를 중심으로 이루어졌으며, 육용계 농장 한 군데의 경우 축주가 여러 농가를 겸업하고 있어서 조사가 이루어졌다. 종오리 농가의 경우에도 농장주와의 접촉이 어려워 두 건만이 이루어 졌다.

이런 조사의 경우 농장주의 협조가 절대적으로 필요하나, 실제로 장기간의 HPAI 발생 및 각 기관에서의 여러 차례 조사 때문에 조사에 대한 농장주의 거부감이 심하여 진행하는데 어려움이 있었다.

표 42. 비발생농가 종별 및 지역별 현황

| 축종 | 육용오리 | 육용계 | 종오리 |
|-----|------|------|------|
| 농가수 | 40 | 1 | 2 |
| 지역 | 경기도 | 충청북도 | 충청남도 |
| 농가수 | 20 | 5 | 18 |

표 43. 조사된 비발생농가 주소

| 도 | 시군 | 주소 | 도 | 시군 | 주소 |
|------|-----|---------|------|-----|-------------|
| 경기도 | 안성 | 일죽면 신흥리 | 경기도 | 안성 | 일죽면 능국리 |
| 경기도 | 안성 | 보개면 내방리 | 경기도 | 안성 | 서운면 현매리 |
| 경기도 | 안성 | 죽산면 두현리 | 경기도 | 안성 | 현수동 |
| 경기도 | 안성 | 보개면 내방리 | 충청남도 | 아산 | 신장원 대충리 |
| 경기도 | 안성 | 보개면 상상리 | 충청남도 | 아산 | 신창면 행목리 |
| 경기도 | 안성 | 보개면 복편리 | 충청남도 | 천안 | 동남구 병천면 도원리 |
| 경기도 | 안성 | 일죽면 산북리 | 충청남도 | 천안 | 동남구 병천면 도원리 |
| 경기도 | 안성 | 보개면 신안리 | 충청남도 | 논산 | 채운면 우기리 |
| 경기도 | 안성 | 현수동 | 충청남도 | 부여군 | 부여읍 중정리 |
| 경기도 | 안성 | 삼죽면 율곡리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 동면 화계리 |
| 경기도 | 안성 | 일죽면 월정리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 동면 덕성리 |
| 경기도 | 평택 | 고덕면 문곡리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 성남면 대흥리 |
| 경기도 | 안성 | 금광면 현곡리 | 충청남도 | 천안시 | 서북구 성환읍 성환리 |
| 경기도 | 안성 | 일죽면 신흥리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 광덕면 매당리 |
| 경기도 | 안성 | 일죽면 화곡리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 목천읍 순천리 |
| 경기도 | 안성 | 일죽면 화곡리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 동면 동산리 |
| 경기도 | 평택 | 조승읍 석저리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 동면 화덕리 |
| 충청북도 | 음성군 | 금왕읍 쌍봉리 | 충청남도 | 아산시 | 음봉면 신정리 |
| 충청북도 | 음성군 | 맹동면 봉천리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 성남면 대흥리 |
| 충청북도 | 음성군 | 대소면 성본리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 병천면 탑원리 |
| 충청북도 | 음성군 | 맹동면 아산리 | 충청남도 | 천안시 | 동남구 병천면 관성리 |
| 충청북도 | 음성군 | 맹동면 아산리 | | | |

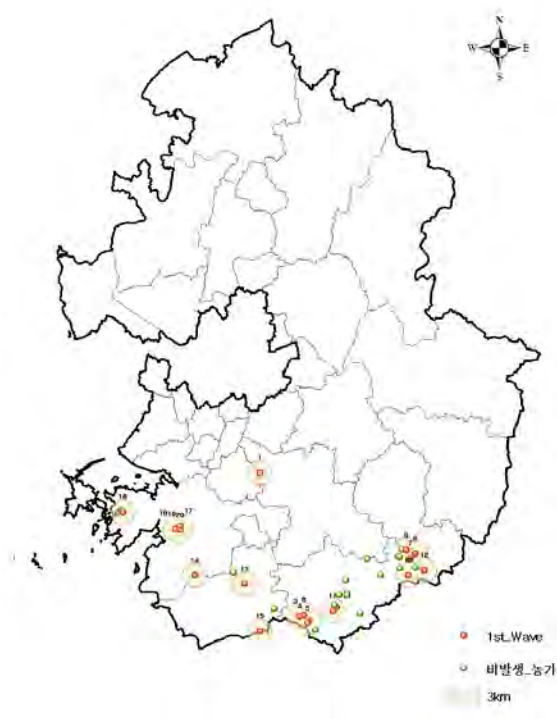


그림 48. 비발생농가 경기도 지역

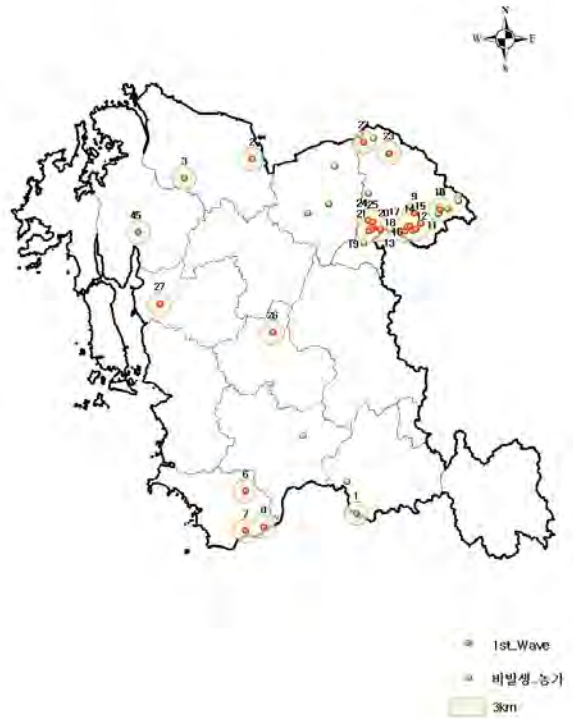


그림 49. 비발생농가 충청남도 지역

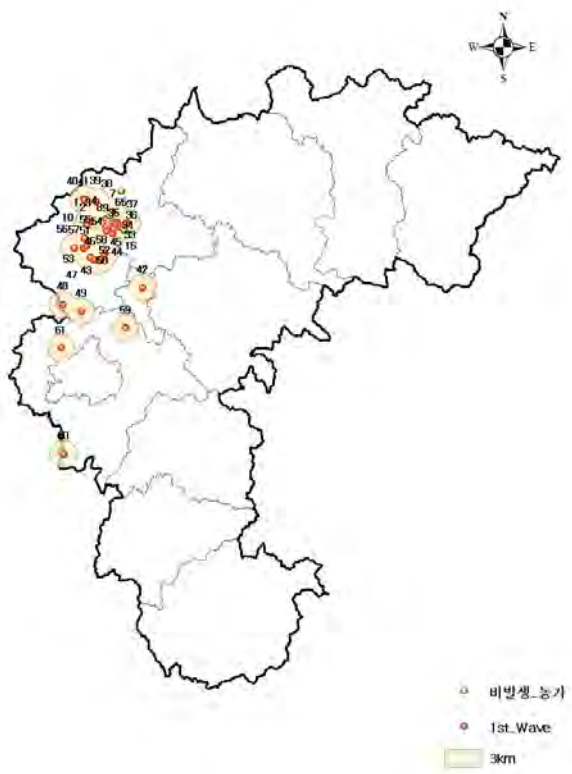


그림 50. 비발생농가 충청북도 지역

② 비발생농가 사양관리 관련 위험요인 분석

농가 사육면적의 중간값은 1,600평 (약 3280m²)이며 최소 300평에서 최대 3,600평정도의 규모를 보인다. 25개(58%)의 농가가 1,000평에서 2,000평정도의 크기를 보였으며, 사육동수의 중간값은 7개동, 평균값은 8개동으로 3-17개동의 규모를 나타냈다. 동당 평균 면적은 평균 267평 (약 881m²)을 보이고 있다 (표 44 참조).

사육두수는 1,000마리에서 70,000마리까지의 값을 가지며 중간값은 약 10,000두수로 육용오리 발생농가 사육두수의 중간값과 유사하였다. 동당 사육 가금 수는 약 2,000마리 정도이고 평당 사육두수는 약 10마리이며 제곱미터 당 약 3마리의 값을 가진다 (표 44 참조). 토종 실용오리 적정 사육밀도는 평당 평균 13수로써(국립축산과학원, 2012) 40개의 육용오리 농가에서 33개 (82%)의 농가가 적정 사육밀도를 유지하고 있다.

표 44. 조사 비발생농가 사양관련 현황 descriptive statistics

| | 평균 | 중간값 | 최소 | 최대 |
|----------------|--------|--------|-------|----------|
| 사육면적(평) | 1,824 | 1,600 | 300 | 3,600 |
| 총 사육동수(동) | 8 | 7 | 3 | 17 |
| 동당평균면적(평) | 267 | 240 | 30 | 600 |
| 현재 가금 사육 동수(동) | 5 | 5 | 1 | 12 |
| 사육두수(마리) | 12,114 | 10,000 | 1,000 | 70,000 |
| 동당사육가금(마리) | 2,276 | 2,000 | 420 | 11,666.7 |
| 사육밀도(평당 마리) | 10 | 9.3 | 0.9 | 48.3 |

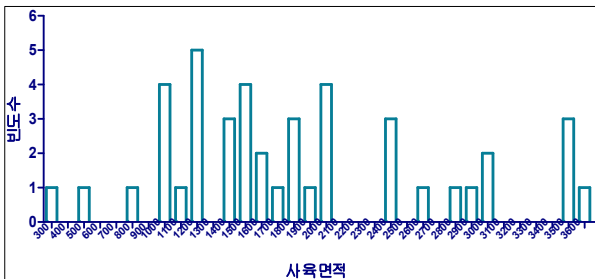


그림 51. 사육면적 (평)

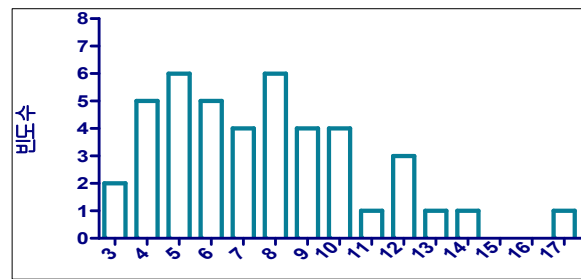


그림 52. 총사육동수 (동) 현황

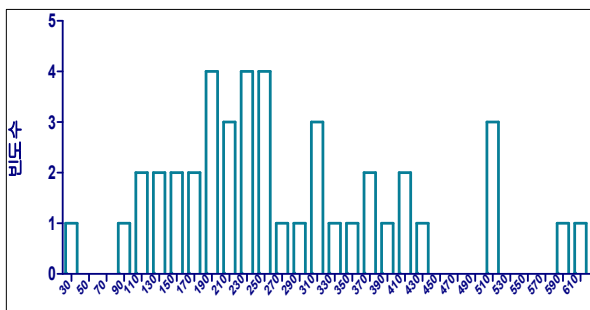


그림 53. 동당 평균 면적 (평) 현황

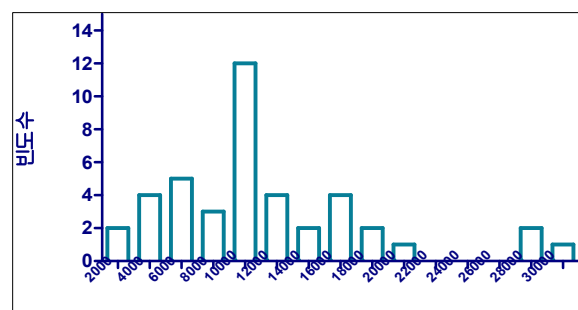


그림 54. 사육두수 현황

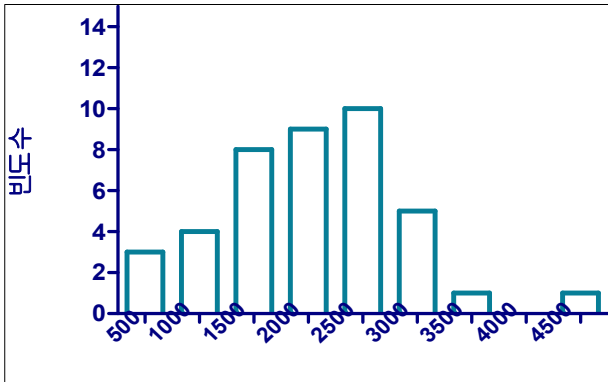


그림 55. 동당 사육가금(마리) 현황

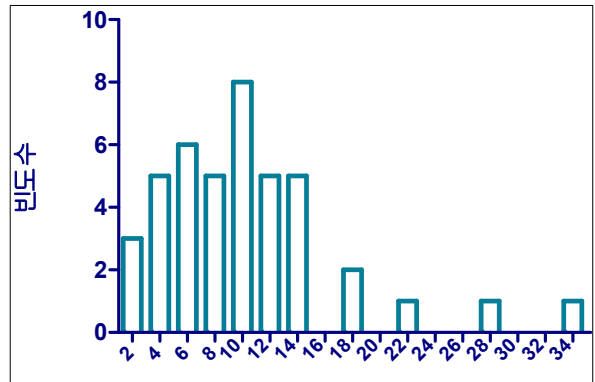


그림 56. 사육밀도 (평당마리) 현황

③ 비발생농가 사양관리 및 축주관련 위험요인 분석

25개의 농가 (58.1%)에서 다른 가축을 사육하는 것으로 보였으며, 개 19농가, 소 2 농가, 말 1농가, 염소 2농가, 개와 소 모두 키우는 농가가 1농가로 나타났다. 또한 다른 종의 가금을 같이 사육하는 혼합형태는 4개 농가로 9.3%의 비율을 차지하며 발생농가에서의 비율 (5.5%)보다 높게 나타났다. All in all out을 하지 않는 농가는 11.8% 수준으로 발생농가에서의 비율 (11.7%)과 유사한 비율을 보였다. 비발생농가에서는 사육하는 가금이 모두 육용오리인 관계로 모든 농가에서 축주가 직접 관리를 하고 있었다. 또한 1개 농가를 제외하고는 모든 농가가 계열사 소속으로 위탁사육형식을 취하고 있었다 (표 45 참조).

발생농가와 인근 농가간의 거리의 경우 500m 이하 농가가 22농가(51%)였으며 100m 이내 농가도 8농가(18%)였다. 이를 보아 비발생농가가 인근 농가 밀도가 높은 편이기는 하나 발생농가에 비해서는 낮은 편임을 알 수 있다 (그림 57 참조).

축주의 연령대는 50대가 21명 (49%)으로 대부분을 차지하고 있으며 (그림 58 참조), 다음이 60대, 40대, 30대 순으로 나타났으며 50대와 60대가 많은 것으로 나타난다. 축주의 가금업 종사년수에 대해서는 발생농가와 달리 30명이 10년 이하 경력을 가졌으며 발생농가에 비해서 비교적 가금 산업에서 일한 기간이 짧다는 것이 특징이었다 (그림 59, 표 46 참조).

표 45. 농가 사양관리 관련 정보

| 관련요인 | 응답 | 농가수 | 비율 |
|----------------------------|-----|-----|--------|
| 가금이외의 동물을 키우는가 | 예 | 25 | 58.1% |
| | 아니오 | 18 | 41.9% |
| 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육하는가 | 예 | 4 | 9.3% |
| | 아니오 | 39 | 90.7% |
| All in all out을 하는가 | 예 | 38 | 88.4% |
| | 아니오 | 5 | 11.6% |
| 농장주 본인이 직접 농장을 관리 하는가 | 예 | 43 | 100.0% |
| | 아니오 | 0 | 0.0% |
| 농장이 가금 계열사에 소속되어 있는가 | 예 | 42 | 97.7% |
| | 아니오 | 1 | 2.3% |

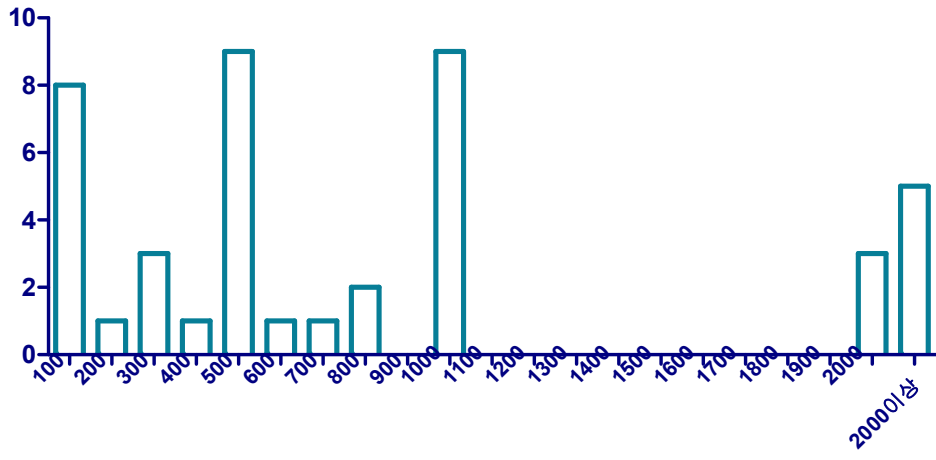


그림 57. 인근농가 거리 분포

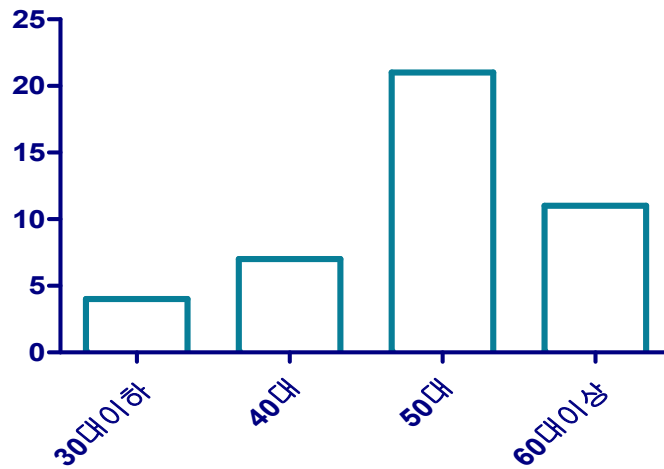


그림 58. 종사 인력 연령대

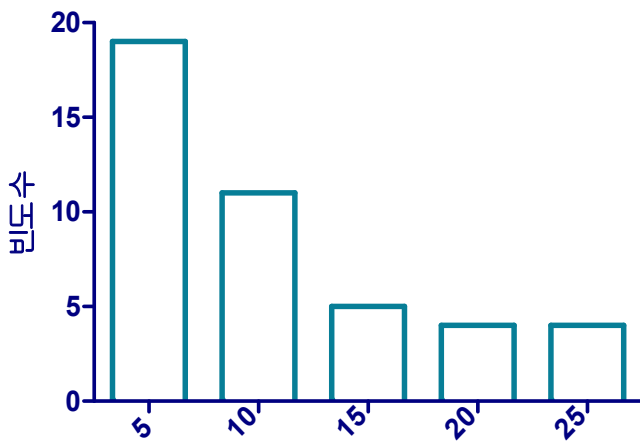


그림 59. 축주 가금융 종사 년수(년) 분포

| 연령대(년) | 빈도수 | 비율 |
|--------|-----|--------|
| 5 | 19 | 44.19% |
| 10 | 11 | 25.58% |
| 15 | 5 | 11.63% |
| 20 | 4 | 9.30% |
| 25 | 4 | 9.30% |

표 46. 축주 가금융 종사 년수(년) 분포

④ 비발생농가 야생조수 관련 위험요인 분석

야생조수와 관련하여 74.4%의 농가에서 겨울철에 농장주변에서 야생철새를 관찰한적 있다고 대답하였으며, 32.6%의 농가에서 매일 한번이상 관찰하였다고 하였다. 인근 철새 도래지와와의 거리의 경우 1km 이내라는 응답비율이 27.9%로 나왔으나, 10km이상 되는 비율도 41.9%로 철새도래지와의 거리 분포는 큰 차이가 났다. 이는 경기도, 충청북도, 충청남도과 같이 서로 다른 3지역을 묶어서 관찰한 경우여서 분포에 차이가 크게 나타나는 것으로 보인다. 철새의 가금사육장 접근이나 야생동물의 접근의 경우 축주가 관찰한 바가 있는가가 위험요인이 첫 번째로 크다고 보았으며, 관찰한 적은 없지만 분변이나 깃털, 농가 실질 피해 등으로 보았을 때 증거가 있는지가 위험요인의 두 번째로, 증거나 관찰한 바는 없으나 가능할 것 같다는 것을 세 번째로 보았으며, 불가능할 것 같다는 것을 가장 낮은 위험요인 항목이라고 보았다. 30농가(69.8%)에서는 축사 안으로 철새의 출입이 불가능 할 것이라 본 반면, 야생동물에 대해서는 그 절반 정도인 15농가(34.9%)의 농가에서만 축사 안으로 야생동물의 출입이 불가능할 것이라고 보아서 야생동물이 철새에 비해서 농가에 대한 접촉도가 더 높다고 볼 수 있다. 또한 텃새(까마귀, 비둘기, 참새)나 야생동물(고라니, 야생고양이, 멧돼지) 등에 대해서는 상당수의 농장들이 농장 주변에서 상시 관찰 된다고 대답을 하였다. 물론 이런 텃새나 야생동물의 경우 HPAI에 감염되어 있을 확률이 낮고 국내에서도 H5N8의 경우 발견된 적은 없으나, 이런 야생조수의 농가 접촉을 줄이기 위한 시설이나 방역대책은 필요해 보인다 (표 47 참조).

표 47. 야생동물 관련 정보

| 관련요인 | 결과 | 농가 수 | 비율 |
|-------------------------------|-------------------------|------|-------|
| 올 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한적 있는가 | 예 | 32 | 74.4% |
| | 아니오 | 11 | 25.6% |
| 철새를 농장인근에서 얼마나 자주 관찰하였는가 | 매일 1번 이상 | 14 | 32.6% |
| | 삼일에 한번 | 6 | 14.0% |
| | 일주일에 한번 | 5 | 11.6% |
| | 한 달에 한번 | 3 | 7.0% |
| | 계절에 한번 | 13 | 30.2% |
| 인근 철새도래지(km)와의 거리는 어떻게 되는가 | 1km 이내 | 12 | 27.9% |
| | 1-3km | 4 | 9.3% |
| | 3-5km | 5 | 11.6% |
| | 10km | 4 | 9.3% |
| | 10km 이상 | 18 | 41.9% |
| 철새의 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 관찰한적 있다 | 3 | 7.0% |
| | 관찰한 적은 없지만 증거가 있다 | 0 | 0.0% |
| | 관찰한 적도 증거도 없지만 가능할 것 같다 | 10 | 23.3% |
| 농가주변에서 관찰된 야생동물은 있는가 | 불가능하다 | 30 | 69.8% |
| | 예 | 36 | 83.7% |
| | 아니오 | 7 | 16.3% |

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------|----|-------|
| 농가주변에서 관찰된 텃새는 있는가 | 예 | 38 | 88.4% |
| | 아니오 | 5 | 11.6% |
| 야생동물이 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 관찰한적 있다 | 15 | 34.9% |
| | 관찰한 적은 없지만 증거가 있다 | 6 | 14.0% |
| | 관찰한 적도 증거도 없지만 가능할 것 같다 | 7 | 16.3% |
| | 불가능하다 | 15 | 34.9% |
| 올 겨울철에 야생조수의 사체를 농장인근에서 발견한 적이 있는가 | 발견한적 있다 | 2 | 4.7% |
| | 발견한적 없음 | 41 | 95.3% |
| 농장에 서식하는 쥐를 관찰한 적이 있는가 | 서식 확인 | 34 | 79.1% |
| | 서식 확인된바 없음 | 9 | 20.9% |

⑤ 비발생농가 농장인력 관련 위험요인 분석

농가 사양 관련 하여서는 가금업이 주업인지, 따로 하는 부업은 있는지, 농가에 근무하는 노동자 및 외국인 노동자 수에 대해서 조사를 하였다. 대부분의 농가는 가금업을 주업으로 삼고 있으며 (97.7%), 가금업 이외의 부업을 하는 경우가 16.6%로 발생농가에 비해서 낮은 비율을 차지하였다 (표 48 참조).

농장일을 돕는 가족 구성원에 대해서는 28농가 (65.1%)가 일을 돕는 것으로 나타났으며, 모든 농가가 거의 배우자가 일을 돕고 있었다. 친인척 중에서 가금업 종사자가 있는 경우는 25.6%였으며 발생농가에 비해서 적은 편이었다 (표 48 참조).

농가 인력의 경우 25개의 농가에서는 노동자 고용이 없었으며, 4명이상 고용하는 농가도 없었다 (그림 60 참조). 이는 오리 발생농가에서의 인력 분포와 유사성을 보인다. 반면 외국인 노동자 비율은 43%정도로 발생농가에 비해서 비율이 높았다 (그림 61 참조). 즉 비발생농가에서 노동자 인력 고용은 적으나, 노동자의 상당부분을 외국인 노동자들이 차지하고 있다고 볼 수 있다. 농장노동자 평균 숫자는 0.74명이며 외국인 노동자 평균 숫자는 0.30명이었다.

표 48. 비발생농가 농장인력관련 위험요인분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|---------------------|-----|-----|-------|
| 가금업이 주업입니까 | 예 | 42 | 97.7% |
| | 아니오 | 1 | 2.3% |
| 가금업 이외에 하는 부업이 있습니까 | 예 | 7 | 16.3% |
| | 아니오 | 36 | 83.7% |
| 농장일 돕는 가족구성원이 있습니까 | 예 | 28 | 65.1% |
| | 아니오 | 15 | 34.9% |
| 친인척 중 가금종사자가 있습니까 | 예 | 11 | 25.6% |
| | 아니오 | 32 | 74.4% |

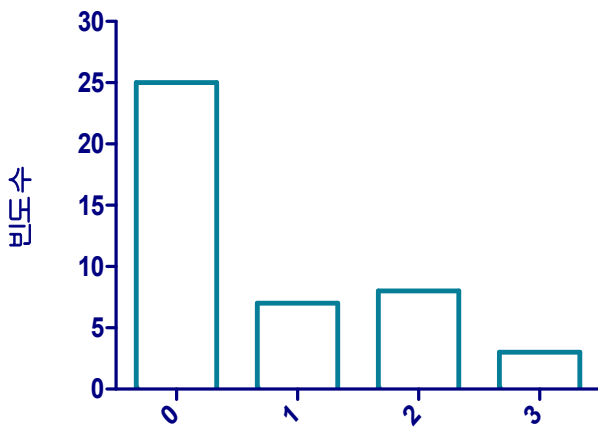


그림 60. 비발생농가 농장 노동자 수(명) 분포

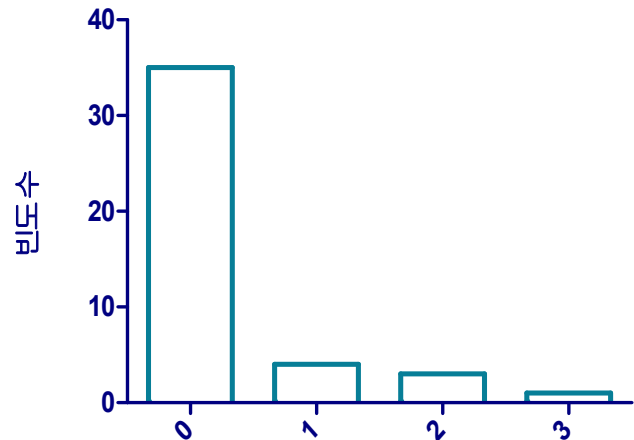


그림 61. 비발생농가 외국인 노동자수(명) 분포

⑥ 비발생농가 사체 및 분변 처리 관련 위험요인 분석

가금농가에서 질병과 상관없이 폐사되는 가금이 종종 나온다. 문제는 이렇게 자연 폐사하는 가금과 질병으로 인해서 죽는 가금이 질병 초기에는 분간이 쉽지 않다는 점이다. 즉 HPAI 초기 증상인 농가의 경우 폐사축에서 HPAI가 나올 수가 있는데 처리방법에 따라 위험도가 달라질 수 있다. 폐사축을 처리하는 방식은 농가에서 키우는 개의 먹이로 주거나, 퇴비화하여 다른 농가에 주거나, 매몰을 시키는 방법도 있으며, 소각을 하거나 전문 업체에서 처리하는 방식이 있다. 바이러스의 전파 및 확산을 방지하는 최적의 방법은 소각하거나 전문 업체에 의뢰하는 방식이며, 처리가 잘된다면 매몰도 위험도가 적은 방식이다. 반면 퇴비화 하여 다른 농가에 주는 경우에는 다른 농가로의 전파, 확산 될 수 있으며, 개 먹이의 경우 중간 교차 감염을 일으킬 수도 있다. 비발생농가에서는 폐사축의 처리의 경우 74.4%가 매몰의 방식을 취하며 18.6%가 소각하거나 전문 처리업체에 맡긴다고 분석하였다 (표 49 참조).

HPAI 바이러스의 경우 분변을 통해 전파되며, 이는 여러 연구를 통해 증명된 바 있다. 따라서 평소 가금의 분변을 어떤 방식으로 처리하는가에 따라서 바이러스의 전파, 확산의 위험성을 파악할 수 있다. 우리나라에서는 전문 처리 업체에 맡기거나, 자체적으로 퇴비화 하여 주변 농가에 주는 두 가지 경우로 나뉜다. 두 가지의 방식 모두 바이러스의 전파, 확산의 위험이 있다. 전문처리 업체의 경우 감염농가에 방문한 분변 처리 차량이 다른 농가에 들리면서 전파할 수 있는 위험이 있으며, 분변을 주변 농가에 퇴비로 줄 경우에도 역시 농가 주변으로 바이러스가 확산될 수가 있다. 상대적으로 전문 업체의 경우 바이러스에 대한 방역부분에 있어서 일반 농가보다 더 나올 것이라고 판단하였기 때문에 전문 업체에서 처리하는 것이 위험성이 낮을 것이라고 추측하였다. 실제로 비발생농가의 경우 발생농가에 비해서 전문 처리 업체비율이 88.4%로 높았다 (표 49 참조).

다른 농가와와의 사체처리장과 분변 처리장 공유에 대해서는 국내보다는 해외 논문 사례에서 많이 나온다. 특히 방글라데시나 베트남과 같은 동남아시아의 경우 마을별로 가금 분변 처리장을 같이 사용하는 경우가 많아서, 이것이 HPAI의 마을규모 전파의 요인으로 지목되고 있다.

반면 국내의 경우 비발생농가를 대상으로 조사한 결과 분변 혹은 폐사축을 다른 농가와 공유하여 처리하는 경우는 없는 것으로 나타났다 (표 49 참조). 발생농가의 경우 모든 농가를 조사한 바는 없으나 조사된 농가 상에서도 다른 농가와 폐사축 및 분변을 같이 처리하는 경우는 없었다. 따라서 이 부분에 있어서는 국내에서 HPAI의 전파 및 확산에 영향을 미치지 않는 것이라고 판단된다.

표 49. 비발생농가 사체 및 분변 처리 관련 위험요인분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|--------------------------------|--------------|-----|--------|
| 사체처리는 어떤 방식으로 합니까? | 개먹이 | 1 | 2.3% |
| | 퇴비화 | 2 | 4.7% |
| | 매몰 | 32 | 74.4% |
| | 소각 및 업체 | 8 | 18.6% |
| 다른 농장과 사체처리장이나 분변 처리장을 공유하십니까? | 공유한다 | 0 | 0.0% |
| | 공유하지 않음 | 43 | 100.0% |
| 분변처리는 어떻게 하십니까? | 자체 및 주변농가퇴비화 | 5 | 11.6% |
| | 전문업체 | 38 | 88.4% |

⑦ 비발생농가 축사형태 관련 위험요인 분석

연구 초기 축사형태인 개방, 반무창, 무창에 따라 위험도가 달라질 수 있을 것이라 예상하였다. 축사형태에 따라 야생조수의 농장 접촉도가 달라질 것으로 예측하였으나, 앞에서 조사한 야생조수의 농장 접촉도와 축사 형태의 연관성을 파악해본 결과 인과관계가 없는 것으로 추정된다. 즉 야생동물 및 야생철새와의 접촉 (라의 4항, 7항)과 축사타입 (사의 1항)이 관계가 없는 것으로 나타났다.

사료 지급 타입의 경우 양동이로 사료를 지급하는 경우에 사료가 오염될 확률이 높다고 판단하였으나 한 농가를 제외하고는 자동지급기를 사용하거나 wheeler를 사용하여 대조가 불가능하였다 (표 50 참조). 물 공급 역시 한 농가를 제외하고는 모든 농가에서 꼭지 형태를 사용하였다 (표 50 참조). 이는 발생농가에서의 사료 및 물 공급과 유사한 형태를 보였으며, 조사된 육용오리 농가들의 경우 대부분이 사료 자동 지급형태를 따르며 급수 공급도 꼭지로 하고 있어서 발생과 비발생간의 유의미한 차이는 없었다.

표 50. 비발생농가 축사형태관련 위험요인분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|-----------------|---------|-----|-------|
| 축사타입은 어떤 형태입니까? | 개방 | 22 | 51.2% |
| | 반무창 | 19 | 44.2% |
| | 무창 | 2 | 4.7% |
| | 자동 | 39 | 90.7% |
| 사료 지급타입 | wheeler | 1 | 2.3% |
| | 양동이 | 1 | 2.3% |
| | 꼭지 | 42 | 97.7% |
| 물 공급 | 꼭지 | 42 | 97.7% |
| | 기타 | 1 | 2.3% |

⑧ 비발생농가 소독시설 관련 역학정보 분석

본 연구 팀은 비발생농가의 소독관련 시설에 대해서 조사하였다. 조사내용은 발생농가에서 조사한 단순 시설 관련 내용뿐 아니라, 현재 농가인력에 대한 방역 관련 교육, 근무자 축사 출입 시 방역복 착용 또는 손 소독 유무, 외부인력의 방역복과 장화 착용 및 손 소독 유무, 농가 물품 공유 유무와 같이 추가적인 조사를 실시하였다 (표 51 52 참조).

발생농가와 마찬가지로 각각의 소독항목에 대해서 1점씩 점수를 부여하여 농가별 소독 수준에 대해서 분석을 실시하였다. 소독 관련 총점은 27점이며 비발생농가의 중간값은 17점으로 나타났다으며 최소 7점에서 최대 24점까지의 분포를 보였다 (그림 62 참조). 발생농가의 경우 총점을 기준으로 보았을 때 중간값이 총점의 절반 미만이었던 반면 비발생농가의 경우 총점 27점 중 17점으로써 중간 점수인 14점보다 높았다. 이는 발생농가에 비해서 비발생농가의 소독 수준이 전체적으로 더 높다는 것을 의미한다.

표 51. 비발생농장 소독 관련 역학정보 분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|----------------------------------------|--------|-----|--------|
| 현재 일하는 인력에 대해서 AI 등 방역 관련 교육을 하고 있습니까? | 예 | 41 | 95.3% |
| | 아니오 | 2 | 4.7% |
| 근무자들이 축사 출입 시 방역복을 착용합니까? | 예 | 28 | 65.1% |
| | 아니오 | 15 | 34.9% |
| 근무자들이 축사 출입 시 손 소독을 합니까? | 예 | 33 | 76.7% |
| | 아니오 | 10 | 23.3% |
| 외부 인력이 축사출입 시 방역복 및 장화를 착용합니까? | 예 | 43 | 100.0% |
| | 아니오 | 0 | 0.0% |
| 외부 인력이 축사 출입 시 손세척을 합니까? | 예 | 40 | 93.0% |
| | 아니오 | 3 | 7.0% |
| 농가사용 물품은 얼마만큼 자주 소독을 하십니까? | 언제나 | 8 | 18.6% |
| | 주기적 | 32 | 74.4% |
| | 가끔 | 3 | 7.0% |
| | 하지 않는다 | 0 | 0.0% |
| 타농장과 물품공유를 합니까? | 예 | 6 | 14.0% |
| | 아니오 | 37 | 86.0% |
| 타농장과 기계를 공유합니까? | 예 | 1 | 2.3% |
| | 아니오 | 42 | 97.7% |
| 공유 후 소독 및 세척 | 예 | 19 | 44.2% |
| | 아니오 | 24 | 55.8% |
| 출하이후 축사소독은 얼마나 자주 하십니까? | 출하때마다 | 20 | 46.5% |
| | 주기적으로 | 23 | 53.5% |
| | 생각날때 | 0 | 0.0% |
| | 하지 않는다 | 0 | 0.0% |

| | | | |
|-------------------------|-----|----|-------|
| 질병방제 관리 직원이나 수의사가 있습니까? | 예 | 28 | 65.1% |
| | 아니오 | 15 | 34.9% |
| 방제펜스를 보유하고 있습니까? | 예 | 22 | 51.2% |
| | 아니오 | 21 | 48.8% |
| 사육시설 그물망이 설치되어 있습니까? | 예 | 36 | 83.7% |
| | 아니오 | 7 | 16.3% |
| 출입구 자동잠금장치가 설치되어 있습니까? | 예 | 11 | 25.6% |
| | 아니오 | 32 | 74.4% |
| 출입기록부가 비치되어 있습니까? | 예 | 39 | 90.7% |
| | 아니오 | 4 | 9.3% |
| 농장전용 방역복이 비치되어 있습니까? | 예 | 30 | 69.8% |
| | 아니오 | 13 | 30.2% |

표 52. 비발생농장 소독 관련 역학정보 분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|----------------------------|-----|-----|-------|
| 농장 전용부츠가 비치되어 있습니까? | 예 | 38 | 88.4% |
| | 아니오 | 5 | 11.6% |
| 축사별 전용 방역복이 비치되어 있습니까? | 예 | 10 | 23.3% |
| | 아니오 | 33 | 76.7% |
| 축사별 전용부츠가 비치되어 있습니까? | 예 | 27 | 62.8% |
| | 아니오 | 16 | 37.2% |
| 축사입구 발판 소독조가 비치되어 있습니까? | 예 | 41 | 95.3% |
| | 아니오 | 2 | 4.7% |
| UV 전신소독기가 설치되어 있습니까? | 예 | 7 | 16.3% |
| | 아니오 | 36 | 83.7% |
| 일회용 장갑이 비치되어 있습니까? | 예 | 28 | 65.1% |
| | 아니오 | 15 | 34.9% |
| 손소독기가 비치되어 있습니까? | 예 | 27 | 62.8% |
| | 아니오 | 16 | 37.2% |
| 고정식 차량 소독기가 비치되어 있습니까? | 예 | 33 | 76.7% |
| | 아니오 | 10 | 23.3% |
| 이동식 차량 고압 분무기가 비치되어 있습니까? | 예 | 31 | 72.1% |
| | 아니오 | 12 | 27.9% |
| 고압 농장 소독용 분무기가 비치되어 있습니까? | 예 | 38 | 88.4% |
| | 아니오 | 5 | 11.6% |
| 수동형 농장 소독용 분무기가 비치되어 있습니까? | 예 | 33 | 76.7% |
| | 아니오 | 10 | 23.3% |
| 축사입구 전실이 설치되어 있습니까? | 예 | 21 | 48.8% |
| | 아니오 | 22 | 51.2% |

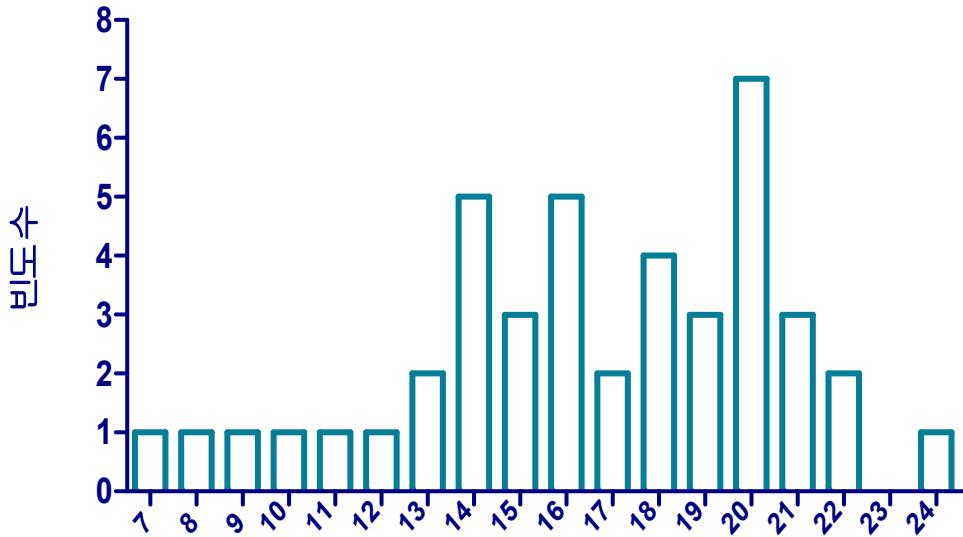


그림 62. 비발생농가 소독 관련 히스토그램

⑨ 비발생농가 사료, 급이 및 기타 역학정보 분석

사료와 관련하여 사료공급 방식, 사료 제조 방식, 사료 종류에 대하여 조사를 실시하였다. 대부분의 오리 농가의 경우 위탁사육방식을 취하고 있었으며, 사료회사와 계약을 맺어서 공급받는 방식을 취하고 있었다. 따라서 대부분 (97.7%)의 농가는 사료회사의 배송차량을 이용하며, 모든 농가가 상업용 사료를 사용하고 있었다. 축종연령에 따라서 사료사용이 달라지므로, 지대 사료와 벌크사료를 둘 다 사용하는 농가의 비중도 큰 편이었다 (44.2%). 사료보충제의 경우 절반 이상의 농가 (69.8%)에서 사용하고 있었다 (표 53 참조).

HPAI 바이러스의 경우 수계로 전파 될 수 있다는 사실이 여러 연구에서 밝혀진 바 있다. 따라서 수계환경을 통해 HPAI의 추가적인 전파의 여부를 확인해볼 필요가 있으므로 사육 가금의 급수방식, 소독제 사용 여부에 대해서 조사하였다. 한 농가를 제외한 대부분의 농가는 수도수가 아닌 지하수를 사용하고 있었으며, 이는 경제적인 이유로 판단된다. 또한 절반 이상의 농가 (60.5%)는 급수를 소독하여 사용하고 있었으나 소독하지 않고 사용하는 농가도 있었다. 지하수가 HPAI에 오염되었다는 연구나 보고서 등은 없었으며 지하수를 통한 인체감염 사례도 보고된 바가 없었기에 급수를 통해서 HPAI가 발생, 전파, 확산될 가능성은 매우 적다고 판단된다 (표 53 참조).

그 밖의 위험요인은 2000년도 이후의 HPAI와 LPAI의 발생 여부이다. 과거에 질병이 발생했던 농가에서 다시 발생이 이루어진다면, 그 농장의 경우 지속적인 위험도를 지니고 있으며, 위험성이 높을 것이라 판단하였다. 이에 과거 2000년도 이후에 HPAI 와 LPAI의 발생에 대해서 조사하였으며, 6개의 농가가 과거 HPAI가 발생한 적이 있다고 조사되었다 (표 54 참조).

국내에서 HPAI가 가금 시장에서 발견된 사례가 있었다. 동남아시아나 중국의 경우 생 가금 시장에서의 HPAI와 LPAI의 지속적인 감염사례가 보고된 바가 있으며, 우리나라에도 생 가금 시장이 존재하고 있다. 따라서 축주를 대상으로 다른 농가나 시장에서의 생 가금 구입 사례에 대한 조사를 실시하였으며, 모든 농가에서 다른 농가나 시장에서 생 가금을 구입한 바는 없다고 밝혔다 (표 54 참조). 이는 조사한 지역인 경기, 충남, 충북지역에서 생 가금 판매가 잘 이

루어지지 않는 특성과 연관 있다고 생각할 수 있으며, 축주들이 자체적으로 생 가금에 대해서 주의를 한다고 볼 수도 있을 것이다.

표 53. 비발생농가 사료 및 급이 위험요인 분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|----------------------|-----------|-----|--------|
| 사료공급 차량은 어떤 것을 사용합니까 | 사료회사배송 차량 | 42 | 97.7% |
| | 자가 차량 | 0 | 0.0% |
| | 대여차 | 1 | 2.3% |
| 사료는 어디서 제조된 것을 사용합니까 | 상업용 사료 | 43 | 100.0% |
| | 자가 사료 | 0 | 0.0% |
| 사료는 어떤 종류를 사용하십니까 | 지대 및 벌크 | 19 | 44.2% |
| | 벌크 | 22 | 51.2% |
| | 지대 | 2 | 4.7% |
| 사료보충제를 사용하십니까 | 예 | 30 | 69.8% |
| | 아니오 | 13 | 30.2% |
| 급이용 상자를 주기적으로 소독합니까 | 예 | 30 | 69.8% |
| | 아니오 | 13 | 30.2% |
| 급수로 지하수 사용합니까 | 예 | 42 | 97.7% |
| | 아니오 | 1 | 2.3% |
| 급수소독 | 예 | 26 | 60.5% |
| | 아니오 | 17 | 39.5% |

표 54. 비발생농가 기타 위험요인 분석

| 관련요인 | 결과 | 농가수 | 비율 |
|--------------------|-----|-----|--------|
| 2000년 이후 HPAI 발생여부 | 예 | 6 | 14.0% |
| | 아니오 | 37 | 86.0% |
| 2000년 이후 LPAI 발생여부 | 예 | 1 | 2.3% |
| | 아니오 | 42 | 97.7% |
| 다른 농장에서의 생 가금 구입 | 예 | 0 | 0.0% |
| | 아니오 | 43 | 100.0% |
| 재래시장에서 생 가금 구입 | 예 | 0 | 0.0% |
| | 아니오 | 43 | 100.0% |

(라) Logistic regression model을 이용한 HPAI 발생, 전파, 확산과 관련된 위험요인 (risk factor)분석

① Logistic regression analysis(로지스틱 회귀분석) 개요

Case control study에서 logistic regression analysis는 다음의 순서로 이루어진다.

㉠ Univariable logistic regression (단변수 로지스틱 회귀분석)을 통해 case와 control사이의 p-value가 0.05이하의 통계적으로 유의한 위험요인(risk factor) 추출.

㉡ Univariable logistic regression에서 나온 결과를 바탕으로 Multivariable logistic regression (다변수 로지스틱 회귀분석) 분석 모델에 적합한 잠재적인 위험요인 선별.

㉢ 최종 Multivariable logistic regression model을 충족시키는 통계적으로 유의한 위험요인 분석 (p-value <0.05).

조사된 43개의 비발생농가를 기준으로 하여 여러 모델을 통해 Case-control study를 실시하였다.

② Matched case-control study를 통한 위험요인 분석

43개의 비발생농가를 기준으로 1km 반경이내 43개의 발생농가를 2협동기관의 GIS정보를 바탕으로 1:1로 각각 선정하였다. 발생농가의 HPAI 발생, 전파, 확산과 관련된 의심되는 위험요인에 노출된 비율과 비발생농가에서의 의심되는 위험요인에 노출된 비율간의 교차비 (odds ratio)를 통하여 HPAI 위험요인을 추정하였다. 발생농가와 비발생농가간 지역별 짝 농가 구성은 경기도 20:20, 충청북도 5:5, 충청남도 18:18이다.

표 55. Univariable logistic regression을 이용한 사양관리 및 축주정보 위험요인 분석

| 분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-------------------------|----------|---------|----------|----------|---------|
| 사양관리 | 가금이외의 동물을 키우는가 | 예 | 67.4% | 58.1% | 1.49 | 0.373 |
| | | 아니오 | 32.6% | 41.9% | ref | |
| 사양관리 | 현재 가금 사육 동수가 7개 이상인가 | 예 | 16.3% | 48.8% | ref | |
| | | 아니오 | 83.7% | 51.2% | 4.91 | 0.002 |
| 사양관리 | 농장 가금 총 사육두수는 몇 마리 인가 | <10,000 | 25.6% | 37.2% | ref | 0.023* |
| | | <20,000 | 30.2% | 51.2% | 0.86 | 0.773 |
| | | <50,000 | 20.9% | 9.3% | 3.27 | 0.098 |
| | | >=50,000 | 23.3% | 2.3% | 14.55 | 0.017 |
| 사양관리 | 농장내 축사당 가금 사육두수는 몇 마리인가 | <1,000 | 9.3% | 9.3% | ref | 0.011* |
| | | <2,000 | 11.6% | 32.6% | 0.36 | 0.241 |
| | | <5,000 | 44.2% | 53.5% | 0.83 | 0.805 |
| | | >=5,000 | 34.9% | 4.7% | 7.50 | 0.051 |

| | | | | | | |
|------|-----------------------------|-------|-------|--------|------|-------|
| 사양관리 | 농장 동당 가금 사육두수가 2,000 두 이상인가 | 예 | 79.1% | 58.1% | 2.72 | 0.039 |
| | | 아니오 | 20.9% | 41.9% | ref | |
| 사양관리 | 다른종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육 하는가 | 예 | 2.3% | 9.3% | 0.23 | 0.200 |
| | | 아니오 | 97.7% | 90.7% | ref | |
| 사양관리 | All in all out을 하는가 | 예 | 71.4% | 88.4% | 0.33 | 0.143 |
| | | 아니오 | 28.6% | 11.6% | ref | |
| 사양관리 | 가장 가까운 가금농장이 500m 이내에 존재하는가 | 예 | 80.0% | 51.2% | 3.82 | 0.015 |
| | | 아니오 | 20.0% | 48.8% | ref | |
| 사양관리 | 농장주가 농장을 직접 관리하는가 | 예 | 86.0% | 100.0% | 0 | 0.134 |
| | | 아니오 | 14.0% | 0.0% | ref | |
| 축주정보 | 농장주가 가금축산업에 종사한지는 얼마나 되는가 | < 5 | 23.3% | 23.3% | ref | 0.112 |
| | | 5-10 | 20.9% | 33.3% | 0.60 | 0.406 |
| | | 10-15 | 11.6% | 20.9% | 0.55 | 0.411 |
| | | >15 | 44.2% | 20.9% | 2.17 | 0.215 |
| 축주정보 | 농장주가 가금축산업에 종사한지 15년 이상 | 예 | 44.2% | 20.9% | 2.99 | 0.024 |
| | | 아니오 | 55.8% | 79.1% | ref | |
| 축주정보 | 농가가 계열사소속이 인가 | 예 | 83.7% | 97.7% | ref | |
| | | 아니오 | 16.3% | 2.3% | 8.16 | 0.055 |

* 범주형 위험요인의 경우 ref의 p-value는 범주 모델 전체에 대한 값이다.

표 56. Univariable logistic regression을 이용한 야생조수 위험요인 분석

| 분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|---------------------------------|------------------------|------------|-------------|-------------|---------|
| 야생조수 | 울 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한 적 있는가 | 예 | 79.1% | 74.4% | 1.30 | 0.610 |
| | | 아니오 | 20.9% | 25.6% | ref | |
| 야생조수 | 철새의 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 관찰한적 있다 | 7.0% | 7.0% | ref | 0.802* |
| | | 관찰한적은 없지만 증거가 있다 | 18.6% | 0.0% | 0.000 | 0.999 |
| | | 관찰한적도 증거도 없지만 가능할 거 같다 | 11.6% | 23.3% | 2.000 | 0.481 |
| | | 불가능하다 | 62.8% | 69.8% | 1.111 | 0.902 |
| 야생조수 | 야생동물이 가금사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 예 | 87.5% | 83.7% | 1.36 | 0.720 |

| | | | | | | |
|------|------------------------|-----|-------|-------|------|-------|
| | | 아니오 | 12.5% | 16.3% | ref | |
| 야생조수 | 농가주변에서 관찰된 텃새는 있는가 | 예 | 96.0% | 88.4% | 3.16 | 0.307 |
| | | 아니오 | 4.0% | 11.6% | ref | |
| 야생조수 | 농장에 서식하는 쥐를 관찰한 적이 있는가 | 예 | 91.7% | 79.1% | 2.91 | 0.197 |
| | | 아니오 | 8.3% | 20.9% | ref | |

* 범주형 위험요인의 경우 ref의 p-value는 범주 모델 전체에 대한 값이다.

표 57. Univariable logistic regression을 이용한 농장인력 위험요인 분석

| 분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|---------------------|-----|------------|-------------|-------------|---------|
| 농장인력 | 가금업이 주업인가 | 예 | 95.2% | 97.7% | 0.48 | 0.551 |
| | | 아니오 | 4.8% | 2.3% | ref | |
| 농장인력 | 가금업이외에 하는 부업이 있는가 | 예 | 29.7% | 14.0% | 2.61 | 0.092 |
| | | 아니오 | 70.3% | 86.0% | ref | |
| 농장인력 | 농장에 축주이외의 인력을 고용하는가 | 예 | 97.7% | 41.9% | 58.33 | <0.001 |
| | | 아니오 | 2.3% | 58.1% | ref | |
| 농장인력 | 외국인 노동자가 농장에서 근무하는가 | 예 | 37.2% | 18.6% | 2.59 | 0.058 |
| | | 아니오 | 62.8% | 81.4% | ref | |

표 58. Univariable logistic regression을 이용한 사체 및 분변, 급이 및 급수 위험요인 분석

| 분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|---------|-----------------------------|-------|------------|-------------|-------------|---------|
| 사체 및 분변 | 죽은 가금의 사체는 어떤 방식으로 처리하는가 | 개먹이 | 23.7% | 2.3% | 14.40 | 0.026 |
| | | 퇴비화 | 34.2% | 4.7% | 10.40 | 0.014 |
| | | 매물 | 28.9% | 74.4% | 0.55 | 0.371 |
| | | 소각,업체 | 13.2% | 18.6% | ref | 0.001* |
| 사체 및 분변 | 축사에서 나온 분변을 처리하는 전문 업체가 있는가 | 예 | 51.2% | 88.4% | ref | |
| | | 아니오 | 48.8% | 11.6% | 7.25 | <0.001 |
| 급이 및 급수 | 사료 보충제를 사용하는가 | 예 | 62.8% | 69.8% | ref | |
| | | 아니오 | 37.2% | 30.2% | 1.37 | 0.494 |

* 범주형 위험요인의 경우 ref의 p-value는 범주 모델 전체에 대한 값이다.

표 59. Univariable logistic regression을 이용한 방문자소독 위험요인 분석

| 분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|-------|-----------------|-----|------------|-------------|-------------|---------|
| 방문자소독 | 근무자 방역복을 착용하는가 | 예 | 48.8% | 65.1% | ref | |
| | | 아니오 | 51.2% | 34.9% | 1.95 | 0.129 |
| 방문자소독 | 근무자 손소독을 실시하는가 | 예 | 51.2% | 69.8% | ref | |
| | | 아니오 | 48.8% | 30.2% | 2.20 | 0.08 |
| 방문자소독 | 방문자 발판소독을 실시하는가 | 예 | 88.4% | 81.4% | ref | |
| | | 아니오 | 11.6% | 18.6% | 0.58 | 0.370 |

표 60. Univariable logistic regression을 이용한 농장소독시설 위험요인 분석

| 세부분류 | 위험요인 | 결과 | 발생 농가비율 | 비발생 농가비율 | 교차비 (OR) | p-value |
|--------|----------------------------------|-----|------------|-------------|-------------|---------|
| 농장소독시설 | 질병방제를 전문으로 하는 회사나 관리 수의사가 있는가 | 예 | 37.2% | 65.1% | ref | |
| | | 아니오 | 62.8% | 34.9% | 3.15 | 0.011 |
| 농장소독시설 | 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 예 | 58.1% | 83.7% | ref | |
| | | 아니오 | 41.9% | 16.3% | 3.71 | 0.017 |
| 농장소독시설 | 출입기록부를 비치하였는가 | 예 | 95.3% | 90.7% | ref | |
| | | 아니오 | 4.7% | 9.3% | 0.47 | 0.406 |
| 농장소독시설 | 농장 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 97.7% | 88.4% | ref | |
| | | 아니오 | 2.3% | 11.6% | 0.18 | 0.126 |
| 농장소독시설 | 축사별 전용 방역복을 비치하였는가 | 예 | 18.6% | 23.3% | ref | |
| | | 아니오 | 81.4% | 76.7% | 1.33 | 0.060 |
| 농장소독시설 | 축사전용신발을 비치하였는가 | 예 | 72.1% | 62.8% | ref | |
| | | 아니오 | 27.9% | 37.2% | 0.65 | 0.359 |
| 농장소독시설 | 축사입구 발판 소독조를 설치하였는가 | 예 | 30.2% | 95.3% | ref | |
| | | 아니오 | 69.8% | 4.7% | 47.31 | <0.001 |
| 농장소독시설 | UV 전신소독기를 설치하였는가 | 예 | 11.6% | 16.3% | ref | |
| | | 아니오 | 88.4% | 83.7% | 1.48 | 0.535 |
| 농장소독시설 | 손소독기를 비치하였는가 | 예 | 39.5% | 62.8% | ref | |
| | | 아니오 | 60.5% | 37.2% | 2.58 | 0.033 |
| 농장소독시설 | 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 예 | 58.1% | 76.7% | ref | |
| | | 아니오 | 41.9% | 23.3% | 2.38 | 0.069 |
| 농장소독시설 | 이동식 차량 고압 분무기를 비치하였는가 | 예 | 79.1% | 72.1% | ref | |

| | | | | | | |
|--------|------------------------|-----|-------|-------|------|--------|
| | | 아니오 | 20.9% | 27.9% | 0.68 | 0.453 |
| 농장소독시설 | 고압 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 예 | 83.7% | 88.4% | ref | |
| | | 아니오 | 16.3% | 11.6% | 1.48 | 0.535 |
| 농장소독시설 | 수동형 농장 소독용 분무기를 비치하였는가 | 예 | 34.9% | 76.7% | ref | |
| | | 아니오 | 65.1% | 23.3% | 6.16 | <0.001 |
| 농장소독시설 | 축사 입구 전실 을 설치하였는가 | 예 | 18.6% | 48.8% | ref | |
| | | 아니오 | 81.4% | 51.2% | 4.18 | 0.004 |

표 61. Univariable logistic regression 이분형 변수에 대한 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|-------|---------|---------------------|----------|------|--------|---------|
| 발생 | 축주정보 | 축주가 가금업에 15년 이상 종사 | 2.99 | 1.16 | 7.73 | 0.024 |
| 전파 | 사양관리 | 농장 내 축사수가 7개 이하 | 4.91 | 1.79 | 13.43 | 0.002 |
| 전파 | 사양관리 | 축사당 가금수가 2,000마리 이상 | 2.72 | 1.05 | 7.05 | 0.039 |
| 확산 | 사양관리 | 500m이내에 다른 가금농장 존재 | 3.82 | 1.30 | 11.20 | 0.015 |
| 전파,확산 | 사체 및 분변 | 분변처리 전문 업체를 이용하지 않음 | 7.25 | 2.40 | 21.74 | <0.001 |
| 전파확산 | 농장인력 | 농장에 축주이외의 인력을 고용 | 58.33 | 7.33 | 463.96 | <0.001 |
| 전파,확산 | 소독시설 | 축사입구 발판 소독기 미설치 | 47.31 | 9.93 | 225.44 | <0.001 |
| 확산 | 소독시설 | 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 | 6.16 | 2.39 | 15.86 | <0.001 |
| 확산 | 소독시설 | 축사입구 전실 미설치 | 4.18 | 1.58 | 11.05 | 0.004 |
| 발생,확산 | 소독시설 | 사육시설 그물망 미설치 | 3.71 | 1.26 | 10.93 | 0.017 |
| 확산 | 소독시설 | 손 소독기 미설치 | 2.58 | 1.08 | 6.16 | 0.033 |
| 전파,확산 | 소독시설 | 방역지도 담당 직원 부재 | 3.15 | 1.31 | 7.60 | 0.011 |

표 62. Univariable logistic regression 범주형 변수에 대한 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|--------|---------|------------------------------|----------|----------|------|--------|---------|
| 전파, 확산 | 사체 및 분변 | 평상시 죽은 가금의 사체는 어떤 방식으로 처리하는가 | 개벽이 | 14.40 | 1.38 | 150.81 | 0.026 |
| | | | 퇴비화 | 10.40 | 1.62 | 66.90 | 0.014 |
| | | | 매몰 | 0.55 | 0.15 | 2.04 | 0.371 |
| | | | 소각, 업체 | ref | | | 0.001* |
| 발생 | 공간정보 | 2014년 조류 동시 센서 지점과의 거리 | 13km미만 | 5.87 | 1.59 | 21.65 | 0.008 |
| | | | 17km미만 | 1.19 | 0.29 | 4.81 | 0.813 |
| | | | 24.6km미만 | 1.54 | 0.37 | 6.45 | 0.555 |

| | | | | | | | |
|----|------|---------|----------|-------|------|--------|--------|
| | | | 24.6km이상 | ref | | | 0.014* |
| 전파 | 일반정보 | 가금 사육두수 | <10000 | ref | | | 0.023* |
| | | | <20000 | 0.86 | 0.31 | 2.41 | 0.773 |
| | | | <50000 | 3.27 | 0.80 | 13.35 | 0.098 |
| | | | >=50000 | 14.55 | 1.62 | 130.53 | 0.017 |

* 범주형 위험요인의 경우 ref의 p-value는 범주 모델 전체에 대한 값이다.

㉔ Univariable logistic regression (단변수 로지스틱 회귀분석)

Univariable logistic regression 결과 신뢰도 구간이 95%이상, 즉 P-value 가 0.05 이하인 변수들은 다음과 같다.

사양관리 및 축주정보 관련 위험요인분석에서 1)축주의 가금업 근무기간이 15년 이상일 경우, 2)농장 내 축사수가 7이하일 경우, 3)동당 가금수가 2000마리 이상일 경우, 4)500m 이내에 다른 가금농장이 존재할 경우가 잠재적 위험요인으로 확인되었다 (표 55-62 참조).

축주가 가금업에서 15년 이상 종사했을 경우 위험도는 2.99로 약 3배가량 높아진다. 이에 대해 첫 번째로는 가금업에 오래 종사한 사람일수록 가금 시설이 상대적으로 노후했을 가능성이 높다. 이에 대해서는 추가적인 조사가 필요할 것이다. 즉 축사가 만들어진 년도와 가금업 종사 기간과의 유의한 연관성에 대한 조사가 필요할 것이다. 두 번째로는 오래 종사한 축주일수록 상대적인 연령대가 높고 그에 따라 새로운 제도나 축사시설 개선에 대해서 소극적일 수가 있다. 연령대의 경우 비 발생농가에서만 조사를 하였으며 대체적으로 연령대에 따라서 종사년도가 높아지는 결과가 나왔다. 연령대의 경우 발생농가에서는 개인 정보라 자료를 얻을 수 없었기에 추가적인 조사의 여부가 필요할 것이다.

농가 내 축사수의 경우 농가 내 축사수가 7개 이하인 작은 규모의 농가에서 발생 위험도가 5배 이상으로 나타났다. 축사수가 적은 농가일수록 농가의 규모가 작고, 투자된 자본 역시 적 으며, 그로 인해 소득 수준이 낮은 것으로 나타났다. 농가별 소득 수준에 대해 요인별로 점수화 및 분석한 결과, 농가 내 축사수와 농가의 소득수준은 양의 관계를 보이고 있었다. 또한 여러 논문에서 방역 수준이 HPAI의 전파, 확산에 영향을 주고 있음을 볼 때 축사수가 적은 농가에서 소득수준의 향상이 필요하다고 볼 수 있다.

동당 가금수가 2,000마리 이상인 농가의 위험도는 2.71배로 높게 나타났다. 동당 가금수가 5,000마리 이상인 경우 발생농 가에서는 34.9%인 반면, 비발생농가에서는 4.9%였다. 또한 2,000마리이상의 농가는 발생농가가 79.1%, 비발생농가가 59.1%였다. 실제로 농가의 면적에 대해서는 발생농가에서의 조사사항이 없어 밀도에 대한 비교는 어려우나, 비 발생농가들의 농가 밀도를 분석해 보았을 때 밀도와 동당 가금 수는 일정부분 양의 연관성이 있는 것으로 파악된다. 따라서 동당 가금수가 높은 농가일수록 사육 밀도가 높을 것으로 추정되며 HPAI 위험도가 높아진다고 판단된다.

500m이내에 다른 가금 농가의 존재 시 HPAI 발생확률이 3.82배 높았다. 이는 가금 농가의 지역 밀도와도 연관성이 있는 부분으로 인근에 가금 농가가 있을수록 HPAI 감염 확률이 높아

진다고 볼 수 있다. Nishiguchi (2007)에 의하면 발생농가와와의 거리가 500m이내일 때 위험도가 높아진다고 하였다. 실제로 발생농가들의 위치를 보면 농가들이 밀집된 전북, 전남, 충북 지역에서 HPAI가 많이 일어났으며 이는 H5N8뿐만 아니라 H5N1에서도 마찬가지로의 양상을 보인다. HPAI 질병의 확산에 있어서 주변농가와와의 거리는 중요한 위험요인이라고 볼 수 있다.

가금 사육 두수는 연속형 자료로 사육두수를 임의로 10,000마리, 20,000마리, 50,000마리 단위로 분류하였다. 가금사육두수가 20,000-50,000마리일 때 10,000마리 이하의 농가보다 약 3.27배 위험도가 높았으며 50,000마리 이상일 때 14.55배 높았다. 특히 50,000마리 이상의 경우 유효한 위험요인으로 나타났다. 이는 농가 사육 규모와 연관된 요인으로 농가 내 축사수와 동당 가금 수와도 연관성이 있다. 사육 동수가 많은 농가는 사육규모가 큰 농가이며, 따라서 소독이나 농가 방역 측면에서 장비가 더 잘 되어 HPAI의 위험도가 낮아질 가능성이 높다. 반면 동당 사육 두수와 가금사육두수의 경우와 연관 지어서 생각해보면 농가의 시설을 늘리지 않고 가금을 한 동에서 많이 사육하여 사육 밀도가 높아질 경우 HPAI의 전파 가능성이 높아진다고 판단할 수 있다.

국내 가금농장에서의 가금 분변 처리는 주로 농가 자체에서 퇴비화 시켜서 쓰거나 인근 농가에 주는 경우가 있으며, 다른 방법으로는 전문 업체를 불러서 처리하는 경우가 있다. 분변처리 경우, 분변 전문 업체가 없는 경우 약 7.5배 위험도가 높다고 분석되었다. HPAI 바이러스의 경우 분변을 통해서도 전파가 가능하며 이는 분변처리장에 HPAI가 잔류할 가능성이 있으며 분변처리 과정 중에 축주나 근무자에게 기계적으로 전파할 가능성도 있다. 또한 분변처리과정에서 야생조류나 야생동물과의 접촉 가능성도 있을 수 있다.

사체처리 방법에 대해서는 기준점을 업체 및 소각처리로 두었을 때 개먹이로 주었을 때는 위험도가 14.40배, 퇴비로 처리하였을 때는 위험도가 10.40배였으며, 매몰의 경우 0.55배로 나타났다. 매몰에 있어서는 p-value가 0.05이상으로 유효하지 않은 반면 개먹이 및 퇴비화의 경우 유효하게 나타났다. McQuiston (2005)의 경우 가금사체를 렌더링처리, 즉 퇴비화 하였을 때 위험도가 높은 것으로 나왔다. 또한 야생조류가 사체에 접촉함으로써 (University of Minnesota, 2015) 질병이 확산될 수 있다는 연구도 있다. 사체 역시 HPAI의 전파요인이 되기 때문에 소각이나 업체를 통해서 처리하는 것이 퇴비화나 개먹이로 처리하는 것보다 위험도가 적었다.

농가인력과 관련한 위험요인에서 농장에 축주이외의 인력이 존재 시 교차비가 58.33으로 축주이외의 인력이 존재 할 때 위험도가 높아진다고 볼 수 있다. 발생농가와 비발생농가 현황에 대한 분석에서도 발생농가에서의 평균 노동자 수는 2.76명이었고 외국인 노동자 수는 0.57명인 반면 비 발생농가에서의 농장노동자 수는 0.74명이며 외국인 노동자는 0.30명이었다. 농장 인력과 관련하여 인력을 고용하는 농가와 고용하지 않는 농가로 각각 나누어본 결과 인력을 고용한 농가에서 58.33배 위험도가 높다고 나왔다. 이렇게 높은 값이 나온 이유는 발생농가에서 노동자를 고용하지 않는 농가의 수가 매우 적어 이렇게 큰 값이 나왔다.

소독시설과 관련한 요인들은 축사입구 발판 소독기 미설치, 수동형 농장소독기 미설치, 축사입구 전설 미설치, 사육시설 그물망 미설치, 손소독기 미설치 및 방역지도 담당 직원 부재와 같은 요인들로 소독시설이 제대로 갖추어지지 않았을 때 농가 HPAI에 감염될 확률을 높여준다. 특히 축사입구 발판소독조의 경우 OR값이 47.31로 굉장히 높게 나온다. 이는 발판 소독조의 경우는 축사방역시설 중 기본에 속하는 요인이며, 따라서 미비치한 비 발생농가 수가 2농가

정도로 굉장히 적었다. 반면 상당히 많은 수의 발생농가에서는 비치가 되어 있지 않아서 HPAI 방역에서 있어서 발판소독조의 중요함을 알 수 있다. 이 외에도 수동형 분무기나 손소독기가 없으면서 축사에 방문하는 방문자나 근무자, 또는 축주에 대해서 발생농가에서의 소독 사항이 문제가 된다는 점을 알 수 있다. 소독시설 조사 시 소독시설의 실제 사용여부에 대한 조사는 어려웠으나 분석 결과를 볼 때 연구과정에서 시설이 갖추어져 있는지 유무만 조사를 해도 충분하다고 판단된다. 시설유무만을 따지더라도 농가에서의 소독 현황에 대해서 충분히 분석할 수 있다. 국외연구에서도 불완전한 방역(nishiguchi.2007)이나 사위시설 미비 나 출입구 소독(USDA,2015)등이 위험요인으로 지목된 바가 있다.

조류 동시 센서스와의 거리의 경우 제 2협동 팀과 관련하여 연구한 HPAI 지리적 위험요인으로써 시공간 분석부분에서 자세히 다루겠다.

단변수 함수 분석에는 OR값이 0으로 표현되어 제거된 항목은 농장주가 직접 관리함으로써 비발생농가에서는 100%가 나오나 발생농가에서는 86.5%가 나온다. 농장주가 직접관리를 하는 것과 관리자를 통해서 관리하는 경우 농장관리에 있어서 차이가 나타나며, 오리농장의 경우 농장주가 직접관리하는 경우가 대부분이나 닭 농가에서는 관리자를 고용하여 농장을 운영하는 경우가 많으며 이러한 경우 HPAI에 유입될 위험도가 높다고 볼 수 있다.

㊤ Multivariable logistic regression (다변수 로지스틱 회귀분석)

단변수 회귀 분석 모델에서 p-value가 0.20이하, 즉 신뢰도가 80% 이상인 변수들을 모아서 다변수 회귀분석을 진행하였다. P-value가 0.20이하 이면서 p-value가 0.05이상인 변수로는 가금이외의 종 사육, 출하 시 all in all out 실시하는지, 근무자 방역복 미착용 및 손소독 미실시, 농장에 손소독기 미설치, 고정식 차량 소독기 미설치 등 있었다. 이 중에서 농가가 계열사 소속이 아닐 때 와 축사입구 발판 소독조의 경우 비 발생농가에서 위험요인에 노출된 군이 전체 비 발생농가의 5% 미만 이었기에 Bias를 줄이기 위해서 변수에 넣지 않았다. 변수의 입력은 전진 선택법 (우도비, Forward Selection (Likelihood Ratio))를 사용하였다.

다변수 회귀 분석에서 모형계수 총괄 검정 카이제곱에서 유의확률이 <0.001로 나왔으며, 이는 모형이 유의하다고 평가된다. Cox& Snell의 결정계수에서는 63.1%의 확률로 Nagelkerke의 결정계수로는 회귀식으로 84.5%만큼 설명할 수 있다. Hosmer와 Lemeshow 검정에서는 귀무가설이 p=0.926로써 0.05 이상이므로 채택되며 모형은 적합하다고 판별된다.

표 63. Multivariable logistic regression 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|--------|---------|--------------------------|----------|------|--------|---------|
| 전파, 확산 | 사체 및 분변 | 분변처리를 하는 전문 업체가 없음 | 14.49 | 2.25 | 90.91 | 0.005 |
| 전파, 확산 | 사체 및 분변 | 평상시 폐사체를 매물 및 소각하지 않을 경우 | 4.76 | 1.54 | 14.71 | 0.007 |
| 전파 | 일반정보 | 농장 내 축사수가 7개 이하인 소규모 농가 | 16.95 | 1.72 | 142.86 | 0.008 |
| 전파 | 일반정보 | 가금업에 15년 이상종사 | 8.51 | 1.59 | 45.41 | 0.012 |

최종모델에서는 4개의 위험요인이 HPAI의 위험요인으로 나왔다 (표 63 참조). 1)사체를 매몰 및 소각하지 않는 경우, 2)분변처리 하는 전문 업체가 없는 경우, 3)농장 내 축사수가 7개 이하인 소규모 농가의 경우, 4)축주가 가금업에 15년 이상 종사 시 부분이 최종 모델로 나왔다. 위와 같은 결과로 비추어 볼 때 농가에서 발생하는 사체와 분변에 대한 규제나 방역 지침, 그리고 농가 교육이 필요하며, 오래된 농가나 오래 근무한 축주들에 대한 시설 설비 지원 및 방역에 대한 교육이 필요하며, 소규모 농가들에 대한 설비 및 방역 지원이 필요하다고 볼 수 있다.

③ 전체 발생농가 대상 위험요인 분석

발생농가와 비발생농가의 각 위험요인에 대한 차이점을 알아보기 위하여 HPAI 1차 발생농가 201농가와 비발생농가 43농가를 대상으로 case-control study를 진행하였다 (표 64-67 참조).

표 64. Univariable logistic regression을 이용한 전체농가 사양관리 및 축주정보 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-----------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 사양관리 | 가금 이외의 동물을 키우는가 | 예 | 65.7% | 58.1% | 1.38 | 0.351 |
| | | 아니오 | 34.3% | 41.9% | ref | |
| 사양관리 | 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육하는가 | 예 | 5.5% | 9.3% | 0.56 | 0.348 |
| | | 아니오 | 94.5% | 90.7% | ref | |
| 사양관리 | All in all out 을 하는가 | 예 | 88.3% | 88.4% | 1.00 | 0.995 |
| | | 아니오 | 11.7% | 11.6% | ref | |
| 사양관리 | 가장 가까운 가금농장이 500m 이내에 존재하는가 | 예 | 62.7% | 51.2% | 1.60 | 0.163 |
| | | 아니오 | 37.3% | 48.8% | ref | |
| 축주정보 | 농가가 계열사소속인가 | 예 | 80.6% | 97.7% | ref | |
| | | 아니오 | 19.4% | 2.3% | 10.11 | 0.024 |

표 65. Univariable logistic regression을 이용한 전체농가 농장인력, 방문자소독 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|---------|-----------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 농장인력 | 가금업이 주업인가 | 예 | 95.9% | 97.7% | 0.56 | 0.592 |
| | | 아니오 | 4.1% | 2.3% | ref | |
| 방문자소독 | 근무자방역복을 착용하는가 | 예 | 31.3% | 65.1% | ref | |
| | | 아니오 | 68.7% | 34.9% | 4.09 | <0.001 |
| 방문자소독 | 근무자 손소독을 실시하는가 | 예 | 36.8% | 67.4% | ref | |
| | | 아니오 | 63.2% | 32.6% | 3.56 | <0.001 |
| 방문자소독 | 방문자 발판소독을 실시하는가 | 예 | 84.6% | 81.4% | ref | |
| | | 아니오 | 15.4% | 18.6% | 0.80 | 0.606 |
| 급이 및 급수 | 사료 보충제를 사용하는가 | 예 | 65.7% | 69.8% | ref | |
| | | 아니오 | 34.3% | 30.2% | 1.21 | 0.606 |

표 66. Univariable logistic regression을 이용한 전체농가 농장소독 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|----------------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 농장소독 | 질병방제를 전문으로 하는 회사나 관리 수의사가 있는가 | 예 | 48.3% | 65.1% | ref | |
| | | 아니오 | 51.7% | 34.9% | 2.00 | 0.047 |
| 농장소독 | 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 예 | 66.7% | 81.4% | ref | |
| | | 아니오 | 33.3% | 18.6% | 2.19 | 0.067 |
| 농장소독 | 출입기록부를 비치하였는가 | 예 | 95.5% | 90.7% | ref | |
| | | 아니오 | 4.5% | 9.3% | 0.46 | 0.211 |
| 농장소독 | 농장 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 93.5% | 88.4% | ref | |
| | | 아니오 | 6.5% | 11.6% | 0.53 | 0.247 |
| 농장소독 | 축사별 전용방역복을 비치하였는가 | 예 | 13.4% | 23.3% | ref | |
| | | 아니오 | 86.6% | 76.7% | 1.95 | 0.108 |
| 농장소독 | 축사별 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 68.7% | 62.8% | ref | |
| | | 아니오 | 31.3% | 37.2% | 0.77 | 0.456 |
| 농장소독 | 축사입구 발판 소독기를 비치하였는가 | 예 | 18.4% | 95.3% | ref | |
| | | 아니오 | 81.6% | 4.7% | 90.87 | <0.001 |
| 농장소독 | UV 전신소독기를 설치하였는가 | 예 | 8.0% | 16.3% | ref | |
| | | 아니오 | 92.0% | 83.7% | 2.25 | 0.097 |
| 농장소독 | 손소독기를 비치하였는가 | 예 | 22.4% | 62.8% | ref | |
| | | 아니오 | 77.6% | 37.2% | 5.85 | <0.001 |
| 농장소독 | 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 예 | 46.3% | 76.7% | ref | |
| | | 아니오 | 53.7% | 23.3% | 3.83 | <0.001 |
| 농장소독 | 이동식 차량 고압 분무기를 설치하였는가 | 예 | 80.1% | 72.1% | ref | |
| | | 아니오 | 19.9% | 27.9% | 0.64 | 0.247 |
| 농장소독 | 고압 농장 소독용 분무기를 설치하였는가 | 예 | 86.6% | 88.4% | ref | |
| | | 아니오 | 13.4% | 11.6% | 1.18 | 0.751 |
| 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기를 설치하였는가 | 예 | 43.8% | 76.7% | ref | |
| | | 아니오 | 56.2% | 23.3% | 4.24 | 0.001 |
| 농장소독 | 축사입구 전실을 설치하였는가 | 예 | 8.5% | 48.8% | ref | |
| | | 아니오 | 91.5% | 51.2% | 10.33 | <0.001 |

표 67. Univariable logistic regression 전체농가 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|--------|-------|--------------------|----------|-------|--------|---------|
| 전파 | 축주정보 | 농가가 계열사소속이 아님 | 10.11 | 1.35 | 75.75 | 0.024 |
| 발생 | 야생조수 | 농장 내 텃새 발견 | 4.63 | 1.24 | 17.24 | 0.023 |
| 발생 | 야생조수 | 농장 내 쥐 서식이 관찰 | 3.04 | 1.00 | 9.26 | 0.050 |
| 전파 | 방문자소독 | 근무자 방역복 미착용 | 4.09 | 2.04 | 8.19 | <0.001 |
| 전파 | 방문자소독 | 근무자 손소독 미실시 | 3.56 | 1.77 | 7.15 | <0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 방역담당 직원 또는 수의사의 부재 | 2.00 | 1.01 | 3.97 | 0.047 |
| 발생, 확산 | 농장소독 | 사육시설 그물망 미설치 | 2.19 | 0.95 | 5.06 | 0.067 |
| 확산, 전파 | 농장소독 | 축사입구 발판 소독기 미설치 | 90.87 | 21.03 | 392.61 | <0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 손소독기 미설치 | 5.85 | 2.90 | 11.80 | <0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 고정식 차량 소독기 미설치 | 3.83 | 1.79 | 8.19 | <0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 | 4.24 | 1.98 | 9.07 | 0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 축사입구 전실 미설치 | 10.33 | 4.73 | 22.48 | <0.001 |

④ 경기도지역 농가 위험요인 분석

경기도 지역에서 위험요인을 분석하기 위해 20개의 발생농가에서의 HPAI 발생, 전파, 확산과 관련된 의심되는 노출비율과 20개의 비발생농가에서의 의심되는 위험요인에 노출된 비율간의 교차비를 통하여 HPAI 위험요인을 추정하였다 (표 68-72 참조).

표 68. Univariable logistic regression을 이용한 경기도농가 사양관리 및 축주정보 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-----------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 사양관리 | 가금이외의 동물을 키우는가 | 예 | 78.3% | 70.0% | 1.54 | 0.537 |
| | | 아니오 | 21.7% | 30.0% | ref | |
| 사양관리 | 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육하는가 | 예 | 8.7% | 10.0% | 0.86 | 0.883 |
| | | 아니오 | 91.3% | 90.0% | ref | |
| 사양관리 | All in all out 을 하는가 | 예 | 75.0% | 85.0% | 0.53 | 0.537 |
| | | 아니오 | 25.0% | 15.0% | ref | |
| 사양관리 | 가장 가까운 가금농장이 500m 이내에 존재하는가 | 예 | 52.2% | 50.0% | 1.09 | 0.887 |
| | | 아니오 | 47.8% | 50.0% | ref | |
| 축주정보 | 농가가 계열사소속인가 | 예 | 73.9% | 95.0% | ref | |
| | | 아니오 | 26.1% | 5.0% | 6.71 | 0.092 |

표 69. Univariable logistic regression을 이용한 경기도농가 야생조수 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|----------------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 야생조수 | 올 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한 적이 있는가 | 예 | 73.9% | 70.0% | 1.21 | 0.776 |
| | | 아니오 | 26.1% | 30.0% | ref | |
| 야생조수 | 야생동물이 가금 사육장에 접근하는 것을 관찰한 적이 있는가 | 예 | 84.6% | 80.0% | 1.38 | 0.738 |
| | | 아니오 | 15.4% | 20.0% | ref | |
| 야생조수 | 농장에서 서식하는 쥐를 관찰한 적이 있는가 | 예 | 88.2% | 75.0% | 2.50 | 0.316 |
| | | 아니오 | 11.8% | 25.0% | ref | |

표 70. Univariable logistic regression을 이용한 경기도농가 야생조수 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|---------|----------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 방문자소독 | 근무자 방역복을 착용하는가 | 예 | 60.9% | 80.0% | ref | 0.179 |
| | | 아니오 | 39.1% | 20.0% | 2.57 | |
| 방문자소독 | 근무자 손소독을 실시하는가 | 예 | 65.2% | 90.0% | ref | 0.070 |
| | | 아니오 | 34.8% | 10.0% | 4.80 | |
| 급이 및 급수 | 사료 보충제를 사용하는가 | 예 | 69.6% | 55.0% | ref | 0.327 |
| | | 아니오 | 30.4% | 45.0% | 0.54 | |

표 71. Univariable logistic regression을 이용한 경기도농가 농장소독 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-------------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 농장소독 | 질병방제를 전문으로 하는 회사나 관리 수의사가 있는가 | 예 | 39.1% | 80.0% | ref | 0.009 |
| | | 아니오 | 60.9% | 20.0% | 6.22 | |
| 농장소독 | 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 예 | 55.6% | 80.0% | ref | 0.113 |
| | | 아니오 | 44.4% | 20.0% | 3.20 | |
| 농장소독 | 출입기록부를 비치하였는가 | 예 | 95.7% | 90.0% | ref | 0.480 |
| | | 아니오 | 4.3% | 10.0% | 0.41 | |
| 농장소독 | 축사별 전용방역복을 비치하였는가 | 예 | 21.7% | 30.0% | ref | 0.537 |
| | | 아니오 | 78.3% | 70.0% | 1.54 | |
| 농장소독 | 축사별 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 73.9% | 65.0% | ref | 0.527 |
| | | 아니오 | 26.1% | 35.0% | 0.66 | |
| 농장소독 | 손소독기를 비치하였는가 | 예 | 47.8% | 70.0% | ref | 0.146 |
| | | 아니오 | 52.2% | 30.0% | 2.55 | |
| 농장소독 | 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 예 | 52.2% | 95.0% | ref | 0.010 |
| | | 아니오 | 47.8% | 5.0% | 17.42 | |
| 농장소독 | 이동식 차량 고압 분무기를 설치하였는가 | 예 | 87.0% | 65.0% | ref | 0.100 |
| | | 아니오 | 13.0% | 35.0% | 0.28 | |
| 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기를 설치하였는가 | 예 | 34.8% | 80.0% | ref | 0.005 |
| | | 아니오 | 65.2% | 20.0% | 7.50 | |
| 농장소독 | 축사입구 전실을 설치하였는가 | 예 | 21.7% | 55.0% | ref | 0.029 |
| | | 아니오 | 78.3% | 45.0% | 4.40 | |

표 72. Univariable logistic regression을 이용한 경기도농가 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|------|--------------------|----------|------|--------|---------|
| 농장소독 | 방역지도 담당 직원 부재 | 6.22 | 1.57 | 24.71 | 0.009 |
| 농장소독 | 고정식 차량 소독기 미설치 | 17.42 | 1.99 | 152.68 | 0.010 |
| 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 | 7.50 | 1.87 | 30.16 | 0.005 |
| 농장소독 | 축사입구 전실 미설치 | 4.40 | 1.17 | 16.57 | 0.029 |

⑤ 충청도지역 농가

충청도 지역에서의 위험요인을 분석하기 위하여 23 개의 발생농가에서의 HPAI 발생, 전파, 확산과 관련된 의심되는 노출비율과 23개의 비발생농가에서의 의심되는 위험요인에 노출된 비율간의 교차비를 통하여 HPAI 위험요인을 추정하였다 (표 73-77 참조).

표 73. Univariable logistic regression을 이용한 충청도농가 사양관리 및 축주정보 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-----------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 사양관리 | 가금이외의 동물을 키우는가 | 예 | 72.0% | 44.4% | 3.22 | 0.073 |
| | | 아니오 | 28.0% | 55.6% | ref | |
| 사양관리 | 다른 종의 가금을 같은 사육장에서 혼합사육하는가 | 예 | 8.0% | 11.1% | 0.70 | 0.730 |
| | | 아니오 | 92.0% | 88.9% | ref | |
| 사양관리 | 가장 가까운 가금농장이 500m 이내에 존재하는가 | 예 | 56.0% | 44.4% | 1.59 | 0.456 |
| | | 아니오 | 44.0% | 55.6% | ref | |
| 사양관리 | All in all out 을 하는가 | 예 | 66.7% | 88.9% | 0.25 | 0.334 |
| | | 아니오 | 33.3% | 11.1% | ref | |

표 74. Univariable logistic regression을 이용한 충청도농가 야생조수 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-------------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 야생조수 | 올 겨울철에 농장 주변에서 철새를 관찰한 적이 있는가 | 예 | 76.0% | 72.2% | 1.22 | 0.780 |
| | | 아니오 | 24.0% | 27.8% | ref | |
| 야생조수 | 농가주변에서 관찰된 텃새는 있는가 | 예 | 90.9% | 88.9% | 1.25 | 0.863 |
| | | 아니오 | 9.1% | 11.1% | ref | |
| 야생조수 | 농장에서 서식하는 쥐를 관찰한 적이 있는가 | 예 | 87.5% | 94.4% | 0.41 | 0.550 |
| | | 아니오 | 12.5% | 5.6% | ref | |

표 75. Univariable logistic regression을 이용한 충청도농가 방문자소독 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|---------|-----------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 농장인력 | 가급업이 주업인가 | 예 | 12.5% | 5.6% | 2.43 | 0.460 |
| | | 아니오 | 87.5% | 94.4% | ref | |
| 방문자소독 | 근무자방역복을 착용하는가 | 예 | 40.0% | 55.6% | ref | 0.315 |
| | | 아니오 | 60.0% | 44.4% | 1.88 | |
| 방문자소독 | 근무자 손소독을 실시하는가 | 예 | 48.0% | 38.9% | ref | 0.553 |
| | | 아니오 | 52.0% | 61.1% | 0.69 | |
| 방문자소독 | 방문자 발판소독을 실시하는가 | 예 | 80.0% | 61.1% | ref | 0.179 |
| | | 아니오 | 20.0% | 38.9% | 0.39 | |
| 급이 및 급수 | 사료 보충제를 사용하는가 | 예 | 44.0% | 83.3% | ref | 0.014 |
| | | 아니오 | 56.0% | 16.7% | 6.36 | |

표 76. Univariable logistic regression을 이용한 충청도농가 농장소독 위험요인 분석

| 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농가 | 비발생농가 | 교차비 (OR) | p-value |
|------|-------------------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 농장소독 | 질병방제를 전문으로 하는 회사나 관리 수의사가 있는가 | 예 | 32.0% | 61.1% | ref | 0.062 |
| | | 아니오 | 68.0% | 38.9% | 3.34 | |
| 농장소독 | 사육시설 그물망을 설치하였는가 | 예 | 53.3% | 83.3% | ref | 0.071 |
| | | 아니오 | 46.7% | 16.7% | 4.38 | |
| 농장소독 | 농장 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 88.0% | 88.9% | ref | 0.929 |
| | | 아니오 | 12.0% | 11.1% | 1.09 | |
| 농장소독 | 축사별 전용방역복을 비치하였는가 | 예 | 12.0% | 22.2% | ref | 0.377 |
| | | 아니오 | 88.0% | 77.8% | 2.10 | |
| 농장소독 | 축사별 전용부츠를 비치하였는가 | 예 | 60.0% | 66.7% | ref | 0.656 |
| | | 아니오 | 40.0% | 33.3% | 1.33 | |
| 농장소독 | UV 전신소독기를 설치하였는가 | 예 | 32.0% | 33.3% | ref | 0.927 |
| | | 아니오 | 68.0% | 66.7% | 1.06 | |
| 농장소독 | 손소독기를 비치하였는가 | 예 | 36.0% | 66.7% | ref | 0.051 |
| | | 아니오 | 64.0% | 33.3% | 3.56 | |
| 농장소독 | 고정식 차량 소독기를 설치하였는가 | 예 | 68.0% | 72.2% | ref | 0.766 |
| | | 아니오 | 32.0% | 27.8% | 1.22 | |
| 농장소독 | 이동식 차량 고압 분무기를 설치하였는가 | 예 | 64.0% | 77.8% | ref | 0.336 |
| | | 아니오 | 36.0% | 22.2% | 1.97 | |
| 농장소독 | 고압 농장 소독용 분무기를 설치하였는가 | 예 | 84.0% | 94.4% | ref | 0.313 |
| | | 아니오 | 16.0% | 5.6% | 3.24 | |
| 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기를 설치하였는가 | 예 | 24.0% | 83.3% | ref | 0.001 |
| | | 아니오 | 76.0% | 16.7% | 15.83 | |
| 농장소독 | 축사입구 전실을 설치하였는가 | 예 | 20.0% | 44.4% | ref | 0.091 |
| | | 아니오 | 80.0% | 55.6% | 3.20 | |

표 77. Univariable logistic regression을 이용한 충청도농가 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | 하한 | 상한 | p-value |
|----|------|--------------------|----------|------|-------|---------|
| 전파 | 일반정보 | 사료 보충제 미사용 | 6.36 | 1.46 | 27.67 | 0.014 |
| 확산 | 농장소독 | 손소독기 미설치 | 3.56 | 0.99 | 12.73 | 0.051 |
| 확산 | 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 | 15.83 | 3.39 | 74.03 | 0.001 |

⑥ 지역별 위험요인 분석 종합

위의 case-control study를 통한 위험요인 분석된 항목 중 p-value가 0.2이상인 항목들을 지역별로 정리해보면 다음과 같다.

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 전체 | | 경기도 | | 충청남도 | |
|-------|--------|------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | | | 교차비 (OR) | p-value | 교차비 (OR) | p-value | 교차비 (OR) | p-value |
| 전과 | 사양관리 | 가금이외의 가축사육 | 2.01 | 0.113 | 1.54 | 0.537 | 3.22 | 0.073 |
| 확산 | 사양관리 | 출하 시 all in all out 실시 | 0.36 | 0.177 | 0.53 | 0.537 | 0.25 | 0.334 |
| 전과 | 사양관리 | 농가가 계열사 소속이 아님 | 11 | 0.025 | 6.71 | 0.092 | | |
| 전과 | 사료및 급수 | 사료 보충제 미사용 | 1.52 | 0.34 | 0.54 | 0.327 | 6.36 | 0.014 |
| 전과 | 방문자소독 | 근무자 방역복 미착용 | 2.09 | 0.081 | 2.57 | 0.179 | 1.88 | 0.315 |
| 전과 | 방문자소독 | 근무자 손소독 미실시 | 2 | 0.105 | 4.8 | 0.07 | 0.69 | 0.553 |
| 전과,확산 | 방문자소독 | 방문자 발판소독 미실시 | 0.78 | 0.647 | | | 0.39 | 0.179 |
| 확산 | 농장소독 | 방역지도 담당 직원 부재 | 3.34 | 0.005 | 6.22 | 0.009 | 3.34 | 0.062 |
| 발생,확산 | 농장소독 | 사육시설 그물망 미설치 | 3.94 | 0.007 | 3.2 | 0.113 | 4.38 | 0.071 |
| 확산 | 농장소독 | 손소독기 미비치 | 2.78 | 0.016 | 2.55 | 0.146 | 3.56 | 0.051 |
| 확산 | 농장소독 | 고정식 차량 소독기 미설치 | 2.34 | 0.062 | 17.42 | 0.01 | 1.22 | 0.766 |
| 확산 | 농장소독 | 이동식 차량 고압 분무기 미설치 | 0.76 | 0.554 | 0.28 | 0.1 | 1.97 | 0.336 |
| 확산 | 농장소독 | 수동형 농장 분무기 미설치 | 6.99 | <0.001 | 7.5 | 0.005 | 15.83 | 0.001 |
| 확산 | 농장소독 | 축사입구 전실 미설치 | 4.11 | 0.002 | 4.4 | 0.029 | 3.2 | 0.091 |

경기도 지역은 4개의 위험요인, 충청도 지역은 3개의 위험요인이 나타났으며 두 지역 공통으로 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 농가가 설치 농가에 비해 위험도가 높게 평가 되었다 (경기도 OR: 7.50, 충청도 OR: 15.83).

경기도 지역의 경우 축사입구 전실을 미설치한 농가가 설치한 농가에 비해서 위험도가 높게 평가되었으며 (OR: 4.40), 방역지도 담당 직원이 없는 농가가 담당직원이 있는 농가에 비해 위험도가 높게 평가 되었다 (OR: 6.22). 또한 고정식 차량 소독기가 미설치된 농가가 설치된 농가에 비해서 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 17.42).

충청도 지역의 경우 사료보충제 미사용한 농가가 사료보충제를 사용한 농가에 비해서 위험도가 높게 평가되었으며 (OR: 6.36), 손소독기가 미설치된 농가가 손소독기가 설치된 농가에 비해서 위험도가 높다고 평가되었다 (OR: 3.56).

기존의 matched 된 case-control study에서 나타나지 않았던 위험요인들은 다음과 같다.

- ㉠ 가금이외의 가축사육 (OR: 2.01)
- ㉡ all in all out 미실시 (OR: 2.78)
- ㉢ 농가가 계열사 소속이 아님 (OR: 10.11)
- ㉣ 근무자 방역복 미착용 (OR: 2.09)
- ㉤ 근무자 손소독 미실시 (OR: 3.56)
- ㉥ 방역지도 담당직원 및 수의사 부재 (OR: 2.00)

⑦ 위험요인 순위평가 및 종합결론

위에서 실시한 case-control study의 결과를 바탕으로 위험도 순위평가를 실시하였다. Multivariable logistic regression 분석에서 최종모델로써 나온 4개의 위험요인의 경우 우선순위를 가장 높게 두었으며 matched case-control study을 통해서 평가된 위험요인들의 경우 p-value 값을 기준으로 하며 순위를 평가하였다 (표 78 참조).

표 78. 위험요인 순위평가

| 순위 | 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 교차비 (OR) | p-value | 비고 |
|----|--------|---------|---------------------------|----------|---------|-------------|
| 1 | 전파, 확산 | 사체 및 분변 | 분변처리 전문 업체를 이용하지 않음 | 14.49 | 0.005 | 다변수교차비 |
| 2 | 전파, 확산 | 사체 및 분변 | 평상시 폐사체를 매몰 또는 소각 처리하지 않음 | 4.76 | 0.007 | 다변수교차비 |
| 3 | 전파 | 사양관리 | 농장 내 축사수가 7개 이하인 소규모 농가 | 16.95 | 0.008 | 다변수교차비 |
| 4 | 전파 | 축주정보 | 축주가 가금업에 15년 이상 종사 | 8.51 | 0.012 | 다변수교차비 |
| 5 | 전파, 확산 | 농장인력 | 농장에 축주이외의 인력을 고용 | 58.33 | 0.000 | 단변수교차비 |
| 6 | 전파, 확산 | 농장소독 | 축사입구 발판 소독조 미설치 | 47.31 | 0.000 | 단변수교차비 |
| 7 | 확산 | 농장소독 | 수동형 농장 소독용 분무기 미비치 | 6.16 | 0.000 | 단변수 p값 |
| 8 | 확산 | 농장소독 | 축사입구 전실 미설치 | 4.18 | 0.004 | 단변수 p값 |
| 9 | 전파, 확산 | 농장소독 | 방역지도 담당 직원 부재 | 3.15 | 0.011 | 단변수 p값 |
| 10 | 발생 | 공간정보 | 2014년 조류동시센서지점과 인접성 | 5.87 | 0.014 | 공간정보 단변수 p값 |
| 11 | 확산 | 사양관리 | 500m이내에 다른 가금농장 존재 | 3.82 | 0.015 | 단변수 p값 |
| 12 | 발생, 확산 | 농장소독 | 사육시설 그물망 미설치 | 3.71 | 0.017 | 단변수 p값 |
| 13 | 전파 | 사양관리 | 가금 사육두수가 50,000두 이상 | 14.55 | 0.023 | 범주형 단변수 p값 |
| 14 | 확산 | 농장소독 | 손 소독기 미설치 | 2.58 | 0.033 | 단변수 p값 |
| 15 | 전파 | 사양관리 | 농장 내 축사당 가금수가 2,000마리 이상 | 2.72 | 0.039 | 범주형 단변수 p값 |

6. 시공간 결과를 바탕으로 한 발생 농장을 중심으로 한 살처분 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시

가. 공간(위치)정보 관련 위험요인 위험성 평가 수행

(1) GIS(지리정보)기반 공간분석 데이터베이스 구축

HPAI의 발생과 전파 및 확산에 영향을 줄 것으로 추정되는 각 공간/위치정보 관련 위험요인들에 대하여 발생-비발생농가간의 case-control study를 통해 위험성평가를 실시하였다. 해외 HPAI case-control study에서는 농가와 주변 지형간의 거리, 농가 인근 환경등은 HPAI 발생 위험요인으로 위험도 평가 대상이 되고 있다(Fang, 2008, Tiensin, 2009). 이를 위해 제 2 협동과제 연구팀과 연계하여 철새, 기후, 토지이용, 차량이동 등 공간/위치정보와 관련된 요인들을 GIS 기반에서 공간분석이 가능한 형태로 변환하여 분석을 하였다.

본 연구를 위한 분석Tool은 ArcGIS 10.0 (Esri)를 사용하였으며, 기본 행정구역의 표현은 국토지리정보원에서 제공하는 SHP (Shape)형식의 행정구역도 (시, 도, 군)를 사용하였다.

HPAI 발생농가의 정보는 농림축산검역본부의 2014 HPAI 역학 조사보고서에서 조사된 HPAI 발생농가 주소정보를 이용하였으며, 주소정보를 지오코딩 (geocoding)을 통해 GIS에서 시각화하여 표현 할 수 있는 Point 정보로 변환하여 데이터베이스를 구축하였으며, Matched case-control study에서 선정한 발생농가 43농가와 비발생농가 43농가를 대상으로 공간분석을 실시하였다.

(가) 농장과 인근 공간정보와의 거리

주요 발생, 확산, 요인으로 추정되는 도로, 수계, 철새, 사육관련 환경요인과 HPAI 발생농가와의 인접도를 GIS를 사용하여 역학적으로 분석함으로써 해당 공간요인과의 인접정도가 HPAI의 발병에 미치는 위험수준을 측정하고 평가하였다. 대상 농가에 반경 함수를 적용하여 해당농가와 위치정보들간의 최단 거리를 확인하였다. Point와 Near Features (대상) 간의 직선 최단 거리를 구하여 속성테이블에 입력해 주는 Tool인 Near Tool을 활용하여 아래의 공간정보와 농가간의 거리를 측정하였다.

- ① 도로환경요인: 고속도로, 일반국도, 지방도
- ② 수계환경요인: 국가하천, 지방하천
- ③ 철새관련 환경요인: 주요철새도래지, 철새예찰지점, 2014년 조류 동시 센서스지점
- ④ 사육관련 환경요인: 종오리농장, 종계농장, 도계장

관측된 공간정보와 농가간의 거리는 연속형 데이터로써 비발생농가와 공간정보간의 거리 분포를 기준점으로 하여 사분할(25%, 50%, 75%)을 통해서 범주형 데이터로 전환하였다.

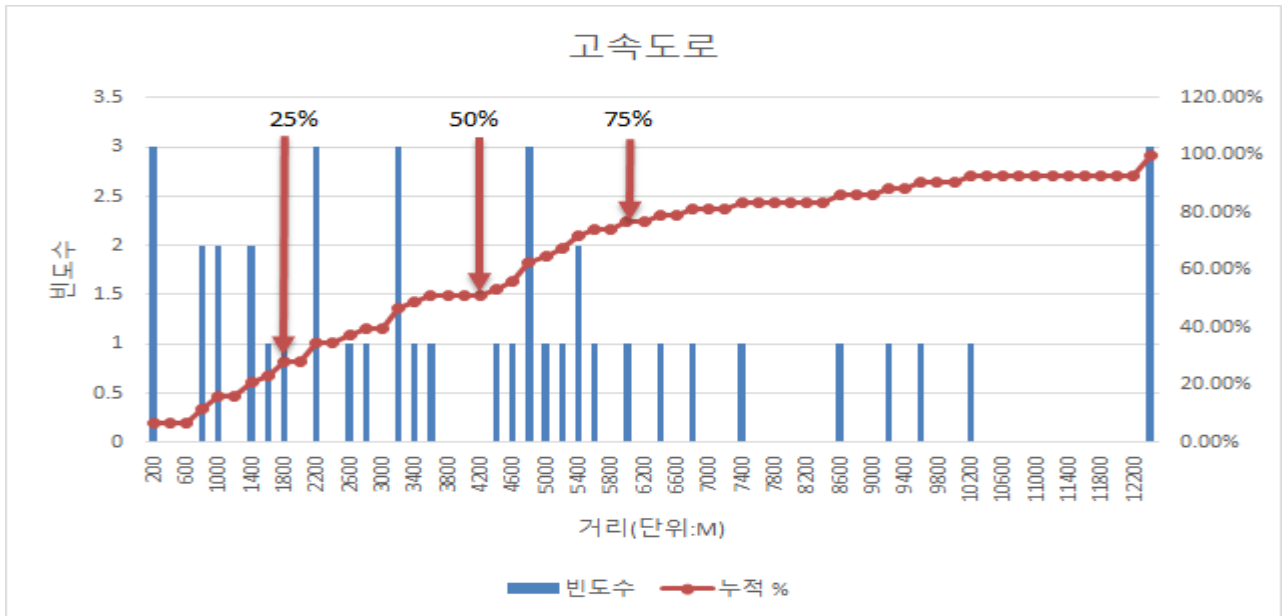


그림 63. 공간정보와 비발생농가간의 인접정도 예시(고속도로)

표 79. 공간정보 위험요인과 비발생농가간의 인접정도 기준점

| 공간정보(km) | 25% | 50% | 75% |
|----------------|--------|---------|---------|
| 고속도로 | 1,800 | 3,600 | 6,000 |
| 일반국도 | 400 | 1,200 | 2,750 |
| 지방도 | 500 | 900 | 1,800 |
| 국가하천 | 8,000 | 12,000 | 14,000 |
| 지방하천 | 92,500 | 108,000 | 112,500 |
| 철새도래지 | 8,000 | 18,000 | 26,000 |
| 야생조류발생지점 | 2,000 | 4,800 | 11,000 |
| 2014조류동시센서스 지점 | 13,000 | 17,000 | 24,600 |
| 종오리 | 1,800 | 3,900 | 8,300 |
| 중계 | 2,200 | 4,000 | 7,000 |
| 도계장 | 8,500 | 13,000 | 15,000 |

(나) 농장 인근 토지피복도 공간 분석

HPAI 전파 및 전파 확산과정에 대해 농가 주변 토지구성의 영향을 분석하고자 토지피복도 공간정보를 조사하였다.

ArcGIS 10.0 (Esri) Buffer tool은 Input Feature (대상농가)에 사용자가 임의 거리 값을 입력하고 Meters, Kilometers, Miles 등 다양한 Buffer Unit을 선택하여 입력한 값을 반지름으로 원을 그려 Buffer를 설정하는 Tool이다.

대상농가에 1km Buffer를 적용하고 Buffer내에 환경부의 환경공간정보서비스 자료실에서 제공받은 SHP파일 형식의 토지이용현황 자료를 각 세부항목 나지, 농지, 산림, 수역, 시가지, 초

지를 분류하여 지도상에 시각화 한 후, ArcGIS Clip 툴을 사용해 Buffer내에 위치하는 각 요인을 잘라내어 지도화 (mapping)하였다.

토지피복도 관련 위험요인들은 도시환경, 농지환경, 수계환경, 산림환경으로 이루어져있다. 관측된 공간정보와 농가간의 거리는 연속형 데이터로써 비발생농가와 공간정보간의 토지이용 분포를 기준으로 하여 이분할 (50%)을 통해서 범주형 데이터로 전환하였다.

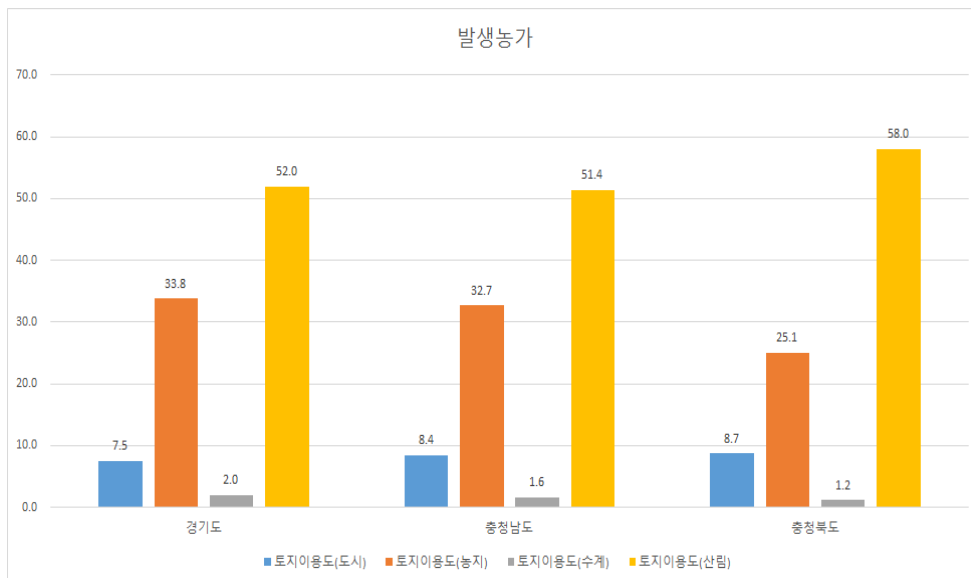


그림 64. 지역별 발생농가 토지피복도 관련 위험요인 평균 값

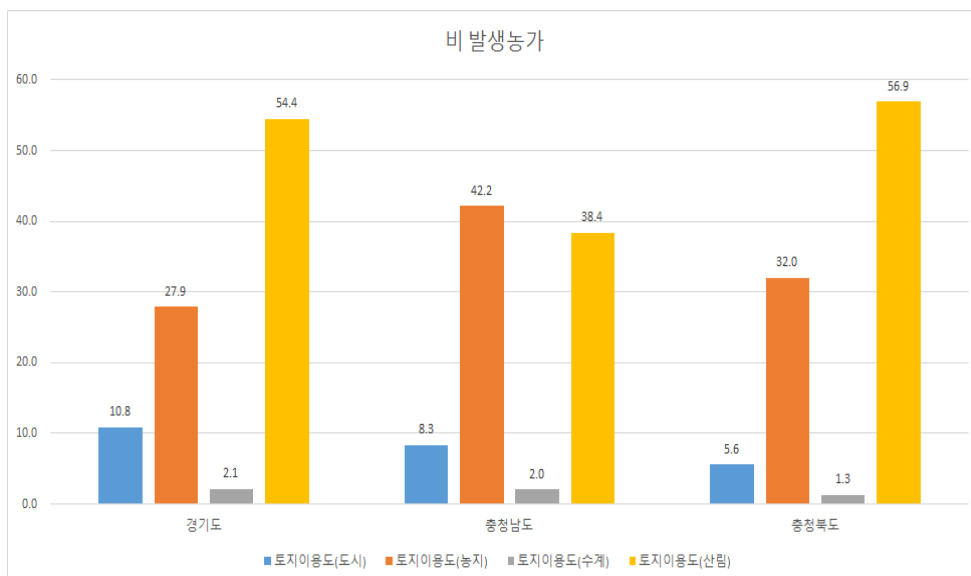


그림 65. 지역별 비발생농가 토지피복도 관련 위험요인 평균 값

(2) HPAI 전파 및 확산과 연관된 지리정보 영향 분석

(가) 농장 인근 공간정보와의 거리 분석 결과

표 80. 공간정보 관련 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 결과(거리:km) | 발생농장 | 비발생농장 | 교차비(OR) | p-value |
|----|------|--------------|-----------|-------|-------|---------|---------|
| 확산 | 공간정보 | 고속도로와의 거리 | <1.8 | 37.2% | 27.9% | 4.44 | 0.050 |
| | | | 1.8-3.6 | 34.9% | 23.3% | 5.00 | 0.038 |
| | | | 3.6-6 | 20.9% | 25.6% | 2.73 | 0.208 |
| | | | > 6 | 7.0% | 23.3% | ref | 0.166 |
| 확산 | 공간정보 | 일반국도와의 거리 | < 0.4 | 7.0% | 27.9% | 0.18 | 0.205 |
| | | | 0.4- 1.2 | 34.9% | 20.9% | 1.22 | 0.729 |
| | | | 1.2-2.75 | 23.3% | 25.6% | 0.67 | 0.492 |
| | | | >2.75 | 34.9% | 25.6% | ref | 0.083 |
| 확산 | 공간정보 | 지방도와의 거리 | <0.5 | 39.5% | 25.6% | 2.58 | 0.143 |
| | | | 0.5-0.9 | 20.9% | 25.6% | 1.36 | 0.651 |
| | | | 0.9-1.8 | 25.6% | 25.6% | 1.67 | 0.446 |
| | | | >1.8 | 14.0% | 23.3% | ref | 0.486 |
| 발생 | 공간정보 | 국가하천과의 거리 | <8 | 30.2% | 27.9% | 0.72 | 0.569 |
| | | | 8-12 | 23.3% | 23.3% | 0.67 | 0.503 |
| | | | 12-14 | 11.6% | 25.6% | 0.30 | 0.078 |
| | | | >14 | 34.9% | 23.3% | ref | 0.367 |
| 발생 | 공간정보 | 지방하천과의 거리 | <92.5 | 23.3% | 23.3% | 0.73 | 0.604 |
| | | | 92.5-108 | 25.6% | 25.6% | 0.73 | 0.594 |
| | | | 108-112.5 | 16.3% | 25.6% | 0.47 | 0.223 |
| | | | >112.5 | 34.9% | 25.6% | ref | 0.686 |
| 발생 | 공간정보 | 주요철새도래지와의 거리 | <8 | 23.3% | 25.6% | 0.74 | 0.637 |
| | | | 8-18 | 25.6% | 27.9% | 0.75 | 0.639 |
| | | | 18-26 | 25.6% | 25.6% | 0.82 | 0.746 |
| | | | >26 | 25.6% | 20.9% | ref | 0.962 |
| 발생 | 공간정보 | 철새예찰지점과의 거리 | <2 | 16.3% | 25.6% | 0.85 | 0.802 |
| | | | 2-4.8 | 18.6% | 25.6% | 0.97 | 0.962 |
| | | | 4.8-11 | 44.2% | 20.9% | 2.82 | 0.084 |
| | | | >11 | 20.9% | 27.9% | ref | 0.160 |

표 81. 공간정보 관련 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 결과(거리:km) | 발생농장 | 비발생농장 | 교차비 (OR) | p-value |
|----|------|----------------------|-----------|-------|-------|----------|---------|
| 발생 | 공간정보 | 2014년 조류동시 센서지점과의 거리 | <13 | 55.8% | 20.9% | 5.87 | 0.008 |
| | | | 13-17 | 16.3% | 30.2% | 1.19 | 0.813 |
| | | | 17-24.6 | 16.3% | 23.3% | 1.54 | 0.555 |
| | | | >24.6 | 11.6% | 25.6% | ref | 0.014 |
| 확산 | 공간정보 | 종오리농장과와의 거리 | <1.8 | 25.6% | 27.9% | 0.66 | 0.471 |
| | | | 1.8-3.9 | 25.6% | 23.3% | 0.79 | 0.689 |
| | | | 3.9-8.3 | 16.3% | 25.6% | 0.46 | 0.215 |
| | | | >8.3 | 32.6% | 23.3% | ref | 0.654 |
| 확산 | 공간정보 | 종계농장과와의 거리 | <2.2 | 34.9% | 25.6% | 2.27 | 0.208 |
| | | | 2.2-4.0 | 30.2% | 25.6% | 1.97 | 0.304 |
| | | | 4.0-7.0 | 20.9% | 25.6% | 1.36 | 0.651 |
| | | | >7.0 | 14.0% | 23.3% | ref | 0.582 |
| 확산 | 공간정보 | 도계장과의 거리 | <8.5 | 25.6% | 27.9% | 1.10 | 0.861 |
| | | | 8.5-13 | 25.6% | 20.9% | 0.57 | 0.381 |
| | | | 13-15 | 25.6% | 25.6% | 0.20 | 0.035 |
| | | | >15 | 23.3% | 25.6% | ref | 0.112 |

공간정보 중 각 환경 요인과 농장간의 거리에서 발생농가와 비발생농가에서 차이를 보이는 항목은 2014년 조류동시 센서스 지점과 농장과의 거리로, 지점과의 거리가 13km 미만일 때 24.6km 구간일 때 보다 5.87배 위험도가 높게 나오며 ($p < 0.01$), 전체적으로 지점과 농가와의 거리가 가까울수록 HPAI 발생 위험이 높아지는 것으로 분석되었다 ($p = 0.014$).

그 이외에 비록 통계적 유의성은 없으나 위험요인의 가능성이 있는 지리정보 요인으로는 고속도로와 농가간의 거리로써 6km이상일 때에 비해 1.8km 미만일 경우 4.4배, 1.8km 이상에서 3.6km 미만일 경우는 5배 위험도가 높은 경향을 보였다.

(나) 농장 인근 토지이용현황 관련 위험요인 분석 결과

표 82. 주변 환경 관련 위험요인 분석

| 분류 | 카테고리 | 위험요인 | 결과 | 발생농장 | 비발생농장 | 교차비 (OR) | p-value |
|-------|------|------------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| 발생,전과 | 주변환경 | 토지피복도: 도시가 8%이상 | 예 | 46.5% | 37.2% | 1.47 | 0.383 |
| | | | 아니오 | 53.5% | 62.8% | ref | |
| 발생 | 주변환경 | 토지피복도: 농지가 30%이상 | 예 | 58.1% | 53.5% | 1.21 | 0.664 |
| | | | 아니오 | 41.9% | 46.5% | ref | |
| 발생 | 주변환경 | 토지피복도: 수계가 1%이상 | 예 | 35.1% | 51.7% | 0.50 | 0.198 |
| | | | 아니오 | 64.9% | 48.3% | ref | |
| 발생 | 주변환경 | 토지피복도: 산림이 50%이상 | 예 | 48.8% | 51.2% | 0.91 | 0.829 |
| | | | 아니오 | 51.2% | 48.8% | ref | |

유효한 위험요인은 없는 것으로 분석결과가 나왔다.

(다) 질병 발생에 대한 공간 통계적 기준 제시

HPAI 발생과 관련된 공간정보 분석을 통해 나온 통계적으로 유의미한 위험요인은 2014년 조류동시 센서스 지점과 농가간의 거리와 고속도로와 농가간의 거리였다.

2014년 환경부에서 실시한 조류동시센서스 지점과의 거리가 13km 미만인 농가가 24.6km 이상인 농가보다 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 5.87, p-value: 0.008).

위 결과에 비추어 볼 때 철새와 HPAI의 전파, 확산은 밀접한 연관성을 지니며 기존의 철새 도래지나 조류예찰지점보다는 조류동시센서스 지점이 HPAI의 전파 및 확산에 영향을 미치는 위험요인으로 추정된다. 본 연구의 case-control study에서 야생조수와 관련하여 축주가 야생 철새를 농가인근에서 관찰한바가 있는지, 축사에 야생철새가 유입 가능성이 있는지를 조사하였으나, 유의한 통계 분석 결과는 도출되지 않았다. 그러나 축주 대상 위험 평가 시 철새와 관련된 부분은 축주의 기억이 불완전한 편견 (Bias)으로 인한 결과의 가능성을 배제할 수 없다. Herring (2009), Biswas (2011), McQuiston (2009)나 University of Minesota (2015) 등과 같은 해외 case-control study 연구 사례 보고에서도 야생조류가 HPAI의 전파 및 확산에 영향력을 미치고 있음이 증명된 바 있다. 따라서 육상이동의 통제를 주로 하는 현재의 방역체계에는 한계성이 있으며 야생철새의 이동 및 생태에 대한 연구 및 감시체계의 구축이 필요하다.

고속도로와의 거리가 1.8km미만인 농가 (OR: 4.44, p-value: 0.050)와 1.8km이상에서 3.6km 미만인 농가 (OR: 5.00, p-value: 0.038)가 6km이상인 농가보다 높은 위험도를 가졌다. 이는 농가가 고속도로와 인접해 위치해 있을수록 농가에 HPAI의 전파 및 확산 가능성이 높다고 추정할 수 있다. 본 연구에서 실시한 공간 및 기상정보 데이터베이스와 연계한 시공간 역학 분석에서 충청북도에서 고속도로와의 농가간의 거리가 발생농가와 비발생농가 간의 차이가 있다고 분석되었다 (p-value: 0.030). 이와 유사하게 최근 해외에서도 농가와 고속도로의 거리가 가까울수록 HPAI의 전파 및 확산 위험이 높은 것으로 보고된 연구가 있다 (Paul, 2011).

위 연구 결과를 비추어 볼 때 HPAI 발생 시 고속도로를 중심으로 한 방역대를 선정할 필요성이 있다. 현행 HPAI의 차단 방역을 위한 방역초소의 경우 지방자치단체에서 자체적으로 위치를 선정하며 통제를 하나 그 차단지역에 대한 역학적 평가는 수행되지 않는 것으로 알려져 있는데, 고속도로 중심의 차단 방역 대 선정이 현재 H5N8 HPAI 전파 및 확산 차단에 중요한 요인으로 평가된다.

7. 종합적 위험평가 분석을 통한 과학적 근거 제시 및 결론

가. 현 방역 시스템 개선방안을 위한 과학적 자료 및 방안 제시

본 연구팀의 1차 년도와 2차 년도에 걸친 연구를 통해서 국내 HPAI의 발생, 전파, 확산 위험요인에 대한 세부 위험요소 분석과 위험평가를 수행하였으며 이를 통해 이동통제 및 살처분 관련한 현 방역시스템 개선을 위하여 과학적 근거제시 및 방역시스템 개선안을 도출하고자 한다.

본 연구의 case-control study를 통해서 도출된 국내 HPAI의 발생, 전파, 확산 요인 중에서 최종 다변수 로지스틱회귀모델에서 우선순위로 평가된 위험요인은 다음과 같다.

첫 번째로 사양관리 관련 위험요인 분석에서는 가금 농장 내 축사수가 7개 이하인 농가의 경우 축사수가 7개 이상인 농가보다 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 16.95, p-value: 0.008). 이는 앞의 농장 실태조사 연구에서 농가 내 축사수가 7개 이하인 소규모 농가의 경우일수록 소독 수준이 낮은 것으로 나타난 결과와 일치한다. 농가 시설 규모와 농가의 소독수준은 양의 관계를 보이고 있기 때문에 소규모 농가가 방역수준이 낮을 가능성이 높다.

두 번째로는 축주와 관련해서는 가금업에 15년 이상 종사하는 축주가 운영하는 농장이 15년 이하 축주의 농장에 비해서 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 8.51, p-value: 0.012). 이는 1) 오래 종사한 축주일수록 보유중인 축사시설이 노후하였거나 2) 축주의 연령대가 상대적으로 높고 새로운 제도나 축사시설 개선에 소극적일 가능성이 크기 때문에 나타난 결과 일 수 있다. 현재 농촌의 경우 고령화 시대가 오고 있으며 이로 인해 점차 가금 산업 종사자들도 고령화 될 가능성이 높다. 이에 대해서 노후한 가금산업 농가들에 대한 기본 방역수준에 부합하는 시설 개선을 통한 질병 방제 대책이 필요하며 이를 위해 범정부 차원의 지원과 협력이 필요하다.

세 번째로는 농가에서 분변을 자가처리 하거나 퇴비화하여 인근 농장에 주는 농가가 전문업체를 통해 분변을 처리하는 농가보다 위험도가 높은 것으로 평가되었다 (OR: 14.49, p-value: 0.007). 농가들을 대상으로 이루어진 심층 인터뷰를 통해서 요청된 제도 개선 사항 중에는 현재 분변을 처리하는 전문업체수가 농가의 수요를 충족하지 못하여 분뇨 처리하기가 힘들다는 의견이 있었다. 따라서 분변 처리업체에 대한 장려정책이 필요할 것으로 생각된다. 또한 분변 역시 HPAI의 전파 및 확산에 영향을 줄 수 있는 요인으로써 현행법령에 관리 대상으로 고려할 필요성이 있다.

네 번째로는 평상시 사육과정 중 발생하는 원인불명 사체를 소각 및 매몰처리하지 않는 농가가 소각 및 매몰 처리하는 농가보다 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 4.76, p-value: 0.007). 사체는 중요한 HPAI의 전파 매개체가 될 수 있기 때문에 소각 및 매몰을 통해 처리하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 따라서 사체처리 부분에 있어서 농가에 매몰 및 소각 처리 방식으로 농가를 유도할 필요성이 있다.

이러한 연구결과로 비추어 볼 때 농가에서 발생하는 사체와 분변 처리에 대한 방역 지침과 농가 교육이 필요하며, 시설이 노후된 농가와 소규모 농가에 대해서는 시설 설비 평가를 통한 개선과 근무 경력이 긴 축주들에 대한 지속적인 방역 교육이 필요하다.

(1) H5N8형 HPAI 발생 위험요인

HPAI의 발생 위험요인으로서는 계절 철새로 인한 바이러스의 발생이 주된 원인으로 꼽히며 그 이외에 축산관계자의 해외여행, 외국인근로자 등 농축산 종사 외국인, 조류 생육 불합격품, 수입사료, 가금유래축산물, 밀수 등이 있다. 환경과 관련된 요인으로는 철새도래지와 거리, 토지 피복도, 수계환경과의 거리 그리고 철새 관찰 유무 및 빈도 등을 들 수 있다.

국내로 HPAI를 유입시킬 수 있는 철새에 대하여 종별로 HPAI의 발생확률을 비교, 분석해 보았을 때 다른 종에 비하여 가장오리와 청둥오리의 위험도가 높은 것을 알 수 있다. 두 종 모두 국내로 유입되는 개체 수가 많으며, 폐사체에서 HPAI가 발견된 기록이 있다.

Case-control study를 통한 공간정보 관련 발생 위험요인 분석에서는 2014년 조류동시 센서스 지점과 농가간의 거리가 가까울수록 (OR: 5.87, p-value: 0.014), 철새 예찰 지점과 거리가 가까울수록 (OR: 2.82, p-value: 0.084) 위험도가 높아지는 분석 결과가 나왔다. 이로 미루어 볼 때 야생철새에 대해 능동적인 예찰을 통한 지속적인 질병 감시 및 방역체계를 구축해야 할 필요성이 있다.

다른 추정 유입원인인 해외에서의 인적 이동이나 물적 이동의 경우 아직까지 해외에서 HPAI가 이 경로를 통해서 실제적으로 국내로 유입된 사례는 없으나, 2013년부터 2016년 현재까지 자료를 분석 한 결과, 해외여행객 및 외국인 노동자, 수입사료, 가금유래 축산물, 휴대축산물, 국제우편물 및 특송화물 등의 인적·물적 이동이 증가추세이기에 이 경로를 통한 바이러스의 국내 유입 가능성은 높아지고 있다.

그 외 사육시설 그물망이 설치되지 않은 농장이 사육시설 그물망이 설치된 농가에 비해 발생 위험도가 높은 것으로 평가되었다 (OR: 3.71, p-value: 0.017).

(2) H5N8형 HPAI 전파 위험요인

HPAI의 전파 위험요인으로서는 농가에 접촉하는 차량, 농장축주관련 정보 및 농장 근무자, 다른 종의 가금 혼합사육 유무, 사료 공급방법 및 사료보충제, 축사의 타입, 인근 농장과의 거리, 도로와 농장간의 거리 등을 들 수 있다.

차량과 농장간의 접촉과 관련된 전파 위험요인 분석 결과, 농장과 고속도로와의 거리가 가까울수록 HPAI 위험도가 높게 평가되었다 (OR: 4.44, p-value: 0.05). 특히 충청북도의 경우에는 발생농가가 비발생농가에 비해서 고속도로와 더 가깝게 위치하고 있다. 충북 음성지역은 고속도로가 서로 모이는 지역이며, HPAI가 빈번하게 발생하는 지역으로 HPAI 전파의 위험성이 높다고 볼 수 있는 지역이다.

따라서 방역대의 선정과정에서 고속도로를 중심으로 한 차단방역대를 선정할 필요성이 있다. 현재 방역초소들은 지자체에서 자체적으로 선정을 하여 위치를 선정하나, 방역초소 선정이후 역학적 평가나 기록은 현재하고 있지 않다. 위의 연구 결과를 보았을 때, 지역별로 권역을 나누어 고속도로와 연결되는 주요지점에 방역초소를 우선적으로 설치할 필요가 있으며, 이를 통해 향후 HPAI 뿐 아니라 국가재난형 가축질병 발생 시 질병의 전파 및 확산을 효과적으로 차단할 수 있을 것이라고 본다.

또한 농가인력과 관련한 전파 위험요인 분석결과, 축주가 노동자를 고용할 경우가 축주가 노동자를 고용하지 않는 경우보다 위험도가 높게 평가 되었다 (OR:58.33 p-value: <0.001). 외국인 노

동자가 근무하는 농장의 경우에는 외국인 노동자를 고용하지 않는 농가에 비해서 위험도가 높게 평가되었으며 (OR:2.59, p-value: 0.058), 축주가 가금업 이외의 부업이 있는 경우가 가금업에만 종사하는 경우에 비해 위험도가 높은 것으로 평가되었다 (OR:2.61, p-value: 0.092). 또한 축주가 부업이 있는 경우 상대적으로 다른 농가나 다른 축주와의 접촉확률이 높아지며 HPAI의 전파 확률이 높아진다고 볼 수 있다. 이외에도 축주가 직접관리하지 않은 농가가 축주가 직접 관리하는 농가에 비해서 위험도가 높게 평가되었다 (직접관리농가: 발생농가 86%, 비발생농가 100%).

사양관리와 관련된 전파 위험요인 분석결과, 농가 내 사육동(축사) 당 평균 가금수가 2,000마리 이상인 농가가 2,000마리 이하인 농가에 비해 위험도가 높게 평가되었는데 (OR:2.71, p-value:0.039), 이는 가금 사육밀도가 높은 농가에서 HPAI 질병전파의 가능성이 높음을 시사한다. 또한 농가 반경 500m이내에 다른 가금 농가가 존재 할 경우, 다른 가금농가가 없는 경우에 비하여 HPAI 위험도가 높은 것으로 나타났는데 (OR:3.82, p-value:0.015), 이는 한정된 지역내 농가 밀도와 질병과의 연관성을 보여 준다.

이를 볼 때 현재 우리나라에서 사양관리측면에서 HPAI 감염 위험요인은 1) 농장의 높은 밀집도와, 2) 축사당 높은 가금 밀도로 볼 수 있다. 우리나라의 경우 전남, 전북, 충북지역 등 특정 지역에 가금농가들이 밀집하여 분포하고 있으며, 이를 방지하기 위해서는 신규 가금농가 신고 및 허가시 방역/행정기관에서 지형학적 요소를 반영한 인근 반경 내의 농가 밀도 기준을 설정하고 가금 사육 밀도의 증감 상황을 정기적으로 점검하여 사육밀도가 높을 경우 분산 사육을 권고할 필요가 있다.

(3) H5N8형 HPAI 확산 위험요인

HPAI의 확산 위험요인으로 발생농장 연관차량, 종계농장, 종오리농장 및 도계장과의 거리, All-in All-out 여부, 농가 계열사 소속 유무, 평상시 폐사체 및 분변 처리 방식 등이 있으며 농장소독과 관련하여 근무자 방역복 착용 유무, 근무자 손소독, 외부 방문자 소독시설, 물품 공유, 농장 전용 방역복 및 부츠 착용 유무, 농장 방역 시설 등을 들 수 있다.

Case-control study 결과 통계적으로 유의하게 나온 확산 관련 위험요인들은 다음과 같다.

- (가) 축사입구 발판 소독기 미설치 (OR: 47.3, p-value: <0.001)
- (나) 수동형 농장 소독용 분무기 미설치 (OR: 6.16, p-value: <0.001)
- (다) 축사입구 전실 미설치 (OR: 4.18, p-value: 0.004)
- (라) 방역지도 담당 직원 부재 (OR: 3.15, p-value: 0.011)
- (마) 손 소독기 미설치 (OR: 2.58, p-value: 0.033)

축사입구 발판 소독조 미설치, 수동형 농장 소독용 분무기 미설치, 축사입구 전실 미설치, 사육시설 그물망 미설치, 손 소독기 미설치 등이 중요한 위험요인으로 파악되었다. 특히 소독에 관련한 부분에서 발생농가와 비발생농가 간 확연한 소독수준의 차이를 볼 수 있었다. 따라서 전국의 모든 농가를 대상으로 관련 시설이 농가에 구비 되어 있고 실제 유효하게 작동하는 지를 지속적으로 평가, 지도 및 관리할 필요가 있다.

나. 본 연구에서 도출된 방역시스템 관련 연구성과 활용방안

현 방역체계에서는 농가의 HPAI 발생 위험수준에 따른 방역기준과 과학적인 근거가 부족한 실정이다. 본 연구팀은 앞서 소개한 위험요인평가를 국가방역시스템에 활용한 해외 연구사례(EU)에서와 같이 우리나라도 이러한 감시체계를 구축할 것을 제안한다. 본 과제를 통해 제작된 체크리스트형 평가점검표를 활용하여 각 농가들의 HPAI 발생 위험수준을 평가하고 이에 따라서 붉은색(고위험군), 노란색(경고군), 초록색(안전군)의 “HPAI 위험 신호등 체계”로 구분하여 관리할 수 있다. 1) 고위험군 농가는 중점관리대상으로 지정하여 국가적인 지원을 통한 방역 역량 강화 사업에 포함시켜 중점관리하고, 2) 경고군 농가는 농가에 개선사항 및 유의점에 대한 지침을 내린 후 재평가를 받도록 하며, 3) 안전군은 방역수준이 높은 안전한 농가로서, 정기적인 방역지도를 통해 지속적으로 방역체계가 유지되도록 관리하도록 한다. 즉, 평상시 농가의 방역수준에 대해 객관적으로 평가하여 고위험 농가를 중점 관리함으로써 추후 보상 및 제재의 근거자료로 활용할 수 있다. 또한 현 과제에서 도출된 기초 위험요인 분석 모델은 HPAI 뿐만 아니라 구제역, 부루셀라 등 다른 국가재난형가축전염병의 발생, 전파, 확산 위험요인 분석 시에도 기초 모델로 활용 가능할 것이다.

2절. HPAI 요인별 이동통제 범위와 살처분 범위 설정을 위한 GIS (지리정보시스템) 기반의 공간분석과 결과 표현(2협동과제)

1. AI 방역에서 GIS의 역할

질병의 발생과 확산은 모두 공간상에서 발생하는 공간과 관련된 문제이다. 그리고 이러한 공간과 관련된 문제를 해결하기 위해서는 공간에 대한 이해와 이를 바탕으로 한 조사와 분석이 반드시 수행되어야 한다. 그러나 과거 아날로그 환경에서는 시간과 비용, 그리고 분석에 필요한 관련 정보와 데이터의 부족으로 인하여 공간이 고려된 분석이 수행되지 못하였다. 그러나 대부분의 정보가 디지털 환경으로 구축되어 관리되고 있는 오늘날에는 이러한 장벽의 상당부분이 해결되었다. 따라서 질병 관리와 차단, 그리고 질병에 대한 이해를 위한 방법에 있어서도 변화가 필요하다.

AI 방역에서 GIS는 예찰, 역학조사, 감염농가 관리, 예방적 살처분 실시, 청정화 진행 등 질병관리를 위한 전 과정에서 공간(위치)정보의 관리와 표현 그리고 의사결정을 위한 도구로 활용될 수 있다. 그리고 이미 미국과 캐나다 등 주요 선진국에서는 오래전부터 공간과 관련된 현상인 질병을 관리하고 분석하기 위한 도구인 GIS(지리정보시스템)를 적극적으로 활용하고 있다. 특히, AI는 철새 등 국경을 넘어 이동하는 매개체에 의하여 전파되므로 동일 철새 이동권역에 있는 국가 간 공조와 주변국에서의 발병 상황을 신속하고 정확하게 판단하기 위해서도 GIS 기반의 위치정보 관리가 필요하다. 그리고 FAO, WHO, OIE 등 식량 및 질병관리를 위한 다양한 국제기구에서는 구글맵 등 인터넷 기반의 지리정보 서비스를 이용하여 전 세계의 질병 발생 현황을 서비스하고 있다.

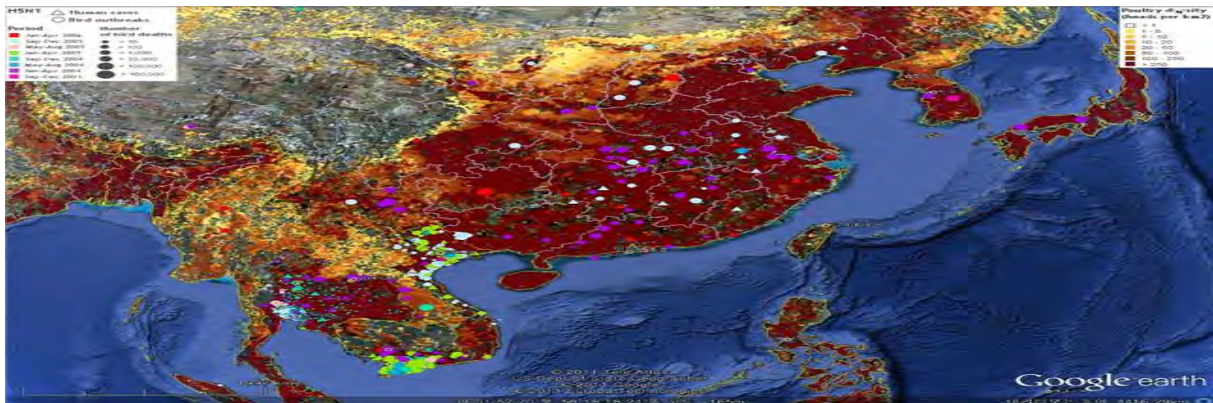


그림 66. 구글어스를 활용한 H5N1 발생 현황, 유형, 피해규모, 인구밀도 분석

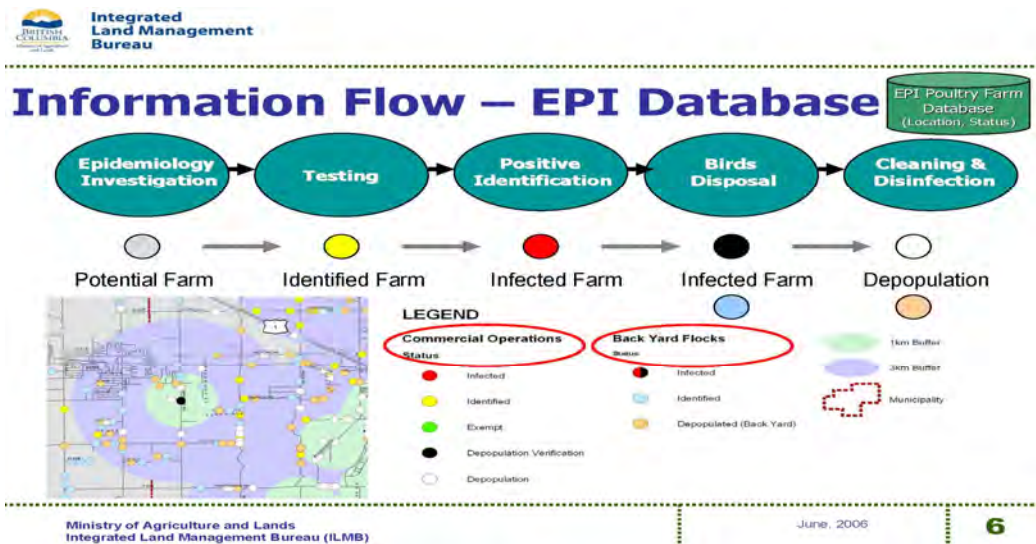


그림 67. AI 방역에 있어서의 GIS의 역할(<http://www.urisabc.org>, 2006)

우리나라에서도 2010 - 2011년에 구제역 발생으로 큰 피해를 본 이후에 GIS와 연계된 KAHIS를 구축하여 운영하고 있다. HPAI 분야에서도 철새에 GPS를 부착하여 철새의 이동경로 정보를 실시간으로 각국의 무선통신망을 이용하여 파악하고 GIS DB로 저장하고 있다. 그리고 축산관련 차량의 이동경로를 실시간으로 모니터링 하는 등 HPAI를 포함한 동물질병 예방에 위치정보 기반의 선진 IT 기술을 적극적으로 활용하고 있다. 그러나 현재의 KAHIS는 농가 및 축산관련 시설과 차량에 대한 관리 및 모니터링 수준에 머물러 있는 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 이와 같이 다양한 유형으로 구축된 AI 관련 위치정보를 GIS를 이용하여 적극적으로 분석하고 활용함으로써 선행 연구와는 차별화된 결과를 도출하고자 하였다. 특히 공간정보의 관리 수준인 단순 지도화를 넘어서, HPAI의 이동통제와 예방적 살처분 범위 설정 등에 관한 과학적이고 정량적인 근거를 제시함으로써, 기존의 방역 시스템의 개선을 위한 의사결정에 활용될 수 있도록 GIS의 분석 기능에 중점을 두어 적용하였다.

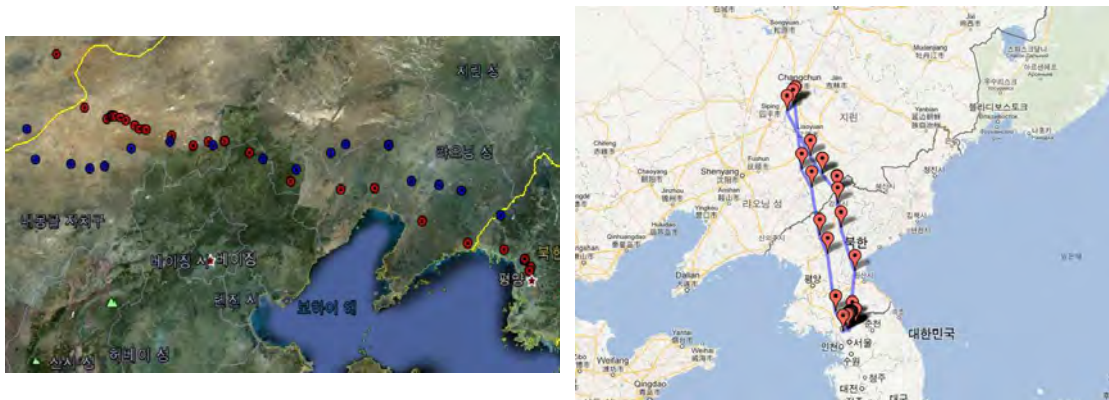


그림 68. 우리나라 경유 철새의 국제이동 모니터링 사례

2. HPAI와 관련된 공간(위치)정보의 조사 및 GIS 데이터 구축

GIS를 활용한 공간정보 분석을 위해서는 먼저 분석에 필요한 공간정보의 조사와 구축이 필요하다. 세부과제별 연구팀에서 도출한 HPAI의 발생과 전파 및 확산에 영향을 줄 수 있는 요인들 중 위치정보와 관련된 요인들을 조사하고, 이를 GIS를 활용하여 지도(map)의 형태로 구축하였다.

본 연구에는 앞서도 언급하였듯이, 최근 우리나라 가금류 농가에 심각한 피해를 주고 있는 HPAI(고병원성 조류 인플루엔자)의 발생 현황과 특징, 전파 경로 등을 공간분석 도구인 GIS를 이용하여 분석함으로써, 기존의 HPAI 방역 시스템 개선을 위한 정보를 제공하고자 한다. 이를 위한 GIS 기반의 공간분석은 크게 4단계로 진행된다. 1단계로 HPAI의 발생과 전파에 영향을 줄 수 있는 모든 유형의 공간정보를 조사하고 수집한다. HPAI에 영향을 줄 수 있는 정보는 농가 위치 및 사육두수, HPAI 발생 농가, 방역지점, 축산 관련 차량의 이동경로, 기온, 철새도래지 및 철새 예찰 자료, 도로, 하천, 저수지, 지형, 토지피복 등 다양하다. 그리고 이렇게 다양한 자료는 다양한 정부기관과 민간기관에 산재되어 있다. 따라서 해당 기관에 관련 자료를 요청하여 수집한다. 2단계로 이렇게 조사된 정보는 디지털 지도, 표, 좌표 등 다양한 유형으로 존재한다. 따라서 이렇게 조사된 정보들을 동일한 환경에서 분석하기 위한 정해진 기준에 근거하여 공간정보(GIS 데이터)로 변환한다. 3단계에서는 GIS 데이터로 변환된 자료를 이용한 공간분석을 수행하는 단계이다. 가장 기초적인 공간분석은 지도(map) 제작을 통한 시각화에서부터 출발한다. 그리고 HPAI 발생 지점과 HPAI에 영향을 줄 수 있는 요인들 간의 인접관계 등 기초적인 공간분석을 수행한다. 다음으로는 분포 분석과 시·공간 분석 등 공간통계 분석을 통한 질병의 군집과 분산 정도를 통계적으로 분석하고 검증함으로써 HPAI의 시기별·장소별 발생 특징을 찾아낸다. 4단계에서는 이렇게 수행된 분석 결과를 협동 연구팀과 연계하여 HPAI 매뉴얼 개선에 적용하게 된다.

가. HPAI 분석을 위한 공간정보의 조사

(1) 기초 DB

HPAI 공간 분석을 위해 필요한 기초 DB는 행정구역도, 수계망도(법정하천), 주요 저수지 분포도, 도로망도, 토지피복도, 고도(DEM) 데이터 등이 있다. 행정구역도는 기본이 되는 지도로 행정구역 단위의 HPAI 발생 현황과 인접 행정구역과의 관계 등을 분석하는데 가장 기초적인 자료로 활용되고 다른 한편으로는 타 주제도와 결과물을 표현하는데 있어서 배경이 되는 기본도로도 활용된다. 행정구역도는 우리나라의 행정구역 체계에 따라 시·도 경계, 시·군·구 경계, 읍·면·동 경계의 세 가지 단계로 제작되어 보급되고 있다. 본 연구에서는 통계청에서 제공하는 자료를 수정하여 기본도로 활용하였다. 시·도 경계 자료를 활용한 행정구역 단위 분석의 경우 광역시와 서울특별시의 경우 인접하거나 둘러싸고 있는 도 지역과 분리하여 분석하는 것이 불합리하므로 도 권역에 포함하여 분석하였다. 예를 들면 서울특별시와 인천광역시의 경우는 경기도에 포함하여 그 분석 범위를 서울·인천·경기권으로 재분류 하였고, 대전과 세종시의 경우는 충청남도에 포함하여 분석하였다. 다만 시·도 경계가 배경으로 활용될 경우에는 수정 없이

그대로 활용하였다. 그리고 시·군·구 단위 분석의 경우에는 광역시 등 시 지역에 포함된 구는 하나로 통합하여 시·군 단위로 분석하였고, 배경 지도로 활용될 경우에도 구 지역은 표현하지 않았다.

하천과 저수지는 HPAI의 주요 발생 요인이면서 전파의 매개체인 주요 철새 도래지와 야생조류의 서식지이다. 국토교통부의 국가수자원관리종합정보시스템에서 제공하는 법정하천과 주요 저수지 GIS 데이터를 사용하였다. 하천은 국가하천과 지방하천으로 구분되며, 저수지의 경우 총 145개의 주요 저수지가 공간정보로 구축되어 있다. 그리고 주요 철새 도래지 등에 관한 추가 정보는 인터넷 포털(네이버, 다음 등)에서 제공하는 자료를 활용함으로써, 기본 자료의 현실성을 높이고자 하였다.

도로망도는 지능형교통체계관리시스템에서 제공되는 GIS 데이터와 인터넷을 통하여 공개되어 있는 고속도로 현황도를 활용하였다. 토지피복도는 환경부에서 2005년도를 기준으로 제작한 중분류 토지피복도를 활용하였으며, 고도 데이터인 DEM(Digital Elevation Model)은 NASA에서 제공하는 공간해상도 30m의 ASTER 데이터를 활용하였다.

그 외 기상관측지점 등 필요한 자료는 해당 기관에서 제공하는 주소 정보를 활용하여 지오코딩(geocoding)의 방법으로 구축하거나, 네이버나 구글과 같은 포털 사이트에서 제공하는 위치정보를 활용하여 구축하였다.

(2) 야생조류

환경부 등에서는 2007년 이후 매년 1,000 ~ 2,000건의 야생조류에 대한 예찰활동을 수행하고 있다. 야생조류에 대한 조사 내용에는 시간정보와 함께 경위도 좌표로 위치정보가 포함되어 있다. 따라서 HPAI 발병농가와 양성반응을 보인 야생조류의 시간과 위치관계를 분석함으로써, 야생조류에 의한 HPAI 발병 영향을 살펴볼 수 있다. 야생 조류와 관련된 자료는 농림축산검역본부와 환경부에서 운영 중인 철새 도래지 정보와 철새 예찰 지점을 통합하여 활용하였다. 그러나 철새 도래지의 경우 소규모 지역은 조사되지 않았기 때문에 하천 및 저수지 데이터를 이용하여 보완하였다. 철새 예찰 자료의 경우는 경위도 좌표로 위치정보과 기록되어 있어서 이를 공간 객체로 변환한 후 활용하였다.

철새 예찰은 2007년부터 2014년까지 약 8,500건이 진행되었으며 예찰지점의 경위도 좌표, 철새의 종류, 성별 등의 정보가 포함되어 있다. 그러나 바이러스 유무에 관한 정보는 포함되어 있지 않다. 다만, 경위도 좌표와 바이러스 유형 정보가 포함된 2004년부터 2014년까지의 야생조류 HPAI 정보 60건이 있다. 그리고 이들 중 2/3 정도에 해당하는 38건은 2014년에 야생조류에서 검출한 자료이다. 비록 표본 숫자가 작기는 하지만 2014년 HPAI 발생 농가와와의 위치적 연관성을 중심으로 경향성 분석은 가능할 것으로 판단된다.

(3) 축산시설

현재 KAHIS 시스템은 정보의 검색 및 반경검색 등 기초적인 단계에서의 공간 분석이 주요

기능이지만, 축산관련 정보의 통합 저장과 관리라는 측면에서는 매우 중요하고 활용가치가 높은 시스템이다. 다만, 질병의 확산 원인과 발생 밀도 분석 등 고차원적인 공간 분석 보다는 관리 위주의 기능이 주를 이룬다. 따라서 본 연구에서는 공간분석을 위하여 KAHIS 시스템에서 관리되고 있는 다양한 축산 관련 공간정보를 적극적으로 활용하였다.

본 연구에서 필요로 하는 공간정보 중 KAHIS 시스템 등을 통하여 관리되고 있는 가장 중요한 정보는 닭·오리·기타가금류 농가에 관한 위치 정보이다. 그 외 도축장 등 축산관련 시설 정보, 축산관련 차량이동정보 등 축산관련 기본 정보들이 저장·관리되고 있다. 따라서 닭, 오리 농가의 위치와 사육두수 등 축산농가와 관련된 기본정보는 KAHIS 시스템에서 관리되고 있는 자료를 활용하였다.



그림 69. KAHIS 시스템에서 관리되는 공간(위치)정보와 활용에 관한 개념도

(4) HPAI 발생 지점

우리나라에서는 2003~2004년부터 2016년 현재까지 모두 7차례의 HPAI가 발생하였다. 그리고 이러한 HPAI 발생 관련 정보는 각 시기에 발간된 역학조사보고서에 대략적으로 제시되고 있다. 그러나 분석을 위한 구체적인 정보는 농림축산검역본부의 내부 자료로 관리되고 있다. 따라서 본 연구에서는 농림축산검역본부에서 관리되고 있는 HPAI 발생 농가의 구체적인 위치정보(주소)와 피해 현황 등을 제공받아 분석에 필요한 GIS DB 형태로 변환하였다.

(5) 기타

LPAI(저병원성 조류 인플루엔자)는 HPAI의 토착화와 철새를 통하여 이동된 바이러스와의 접촉을 통한 바이러스의 변이에 결정적인 영향을 줄 수 있다. 따라서 현재는 체계적인 관리가 이루어지지 않고 있는 LPAI에 관한 분석도 필요하다. 본 연구에서는 농림축산검역본부에서 2003년부터 2014년까지 확보한 LPAI 바이러스 조사 현황 자료를 공간정보로 구축하여 HPAI 발생지점과의 공간적 연관성을 분석하고자 하였다.

그 외 HPAI의 전파와 확산에 영향을 줄 수 있는 가금 도축장, 계란 수집·가공장, 식육가공

장, 축산물 판매장, 재래시장 등 다양한 관련시설들에 대한 위치정보를 수집하여 GIS DB로 구축하였다.

표 83. HPAI 분석을 위한 공간 DB 목록

| 구분 | 자료명 | 출처 | 자료 유형 | 공간 유형 | 속성정보 | 비고 |
|----------|--------------------|-------------------|--------------|----------|---------------|------------------|
| 기초 DB | 행정구역도 | 통계청 | shp | 면 | 행정구역명 | 시/군/구 |
| | 하천 | WAMIS | shp | 면 | 하천명, 등급 | 국가/지방하천 |
| | 저수지 | WAMIS | shp | 면 | 저수지명 | |
| | 도로 | 지능형교통체계 관리시스템 | shp | 선 | 도로등급, 도로번호 | 고속도로, 국도, 지방도 |
| | 토지피복도 | 환경부 | shp | 면 | 토지이용 | 2005년 |
| | DEM | ASTER | grid | - | 고도 값 | 공간해상도 30m |
| 야생 조류 | 철새 도래지 | 농림축산검역본부 , 환경부 | 좌표 | 점 | 지점명 | |
| | 철새 예찰 (2007-14) | 농림축산검역본부 , 환경부 | 좌표 | 점 | 철새종류, 바이러스 | |
| 축산 시설 | 닭 농가 | KAHIS | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| | 오리 농가 | KAHIS | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| | 기타가금 농가 | KAHIS | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| | 도축장(가금류) | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| | HACCP 인증 | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| | HPAI | 2003-04년 | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 |
| 2006-07년 | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| 2008년 | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| 2010-11년 | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| 2014년 | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| 야생 조류 | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| LPAI | | 농림축산검역본 부 | 표 | 점 | 주소 | 지오코딩 |
| 기타 | | 기온 | 기상청 | 표 | - | 온도 |
| | 인구 | 통계청 | 표 | - | 인구 | |

나. GIS 기반의 공간 DB 구축

HPAI 분석을 위하여 조사된 다양한 공간정보는 기본적으로 GIS 소프트웨어에서 활용이 가능한 GIS 데이터 형식이어야 한다. 본 연구를 통하여 수집된 공간정보의 경우 크게 두 가지 자료 유형으로 위치정보를 표현하고 있다. 하나는 GIS 소프트웨어에서 바로 사용이 가능한 GIS 데이터 형식으로 벡터데이터와 래스터데이터로 제공되며 투영(projections) 변경 후 바로 활용이 가능하였다. 두 번째 유형은 주소의 형식으로 위치정보가 제공되는 경우이다. 이러한 자료는 대부분 대장으로 관리되며 표 등 텍스트 문서 형식으로 외부에 제공된다. 그리고 위치 정보는 지번 주소의 형식으로 파일에 포함되어 있다. 따라서 공간분석을 위해서는 텍스트 기반의 주소 정보를 지오코딩 방법을 이용하여 좌표로 변환한 후 이를 다시 GIS 기반의 공간 정보로 변환하는 과정을 거쳤다.

| 번호 | 업체명 | 업체주소 |
|----|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 농업회사법인 코메츠식품㈜ | [467-872] 경기 이천시 모가면 서경리 424-5번지 |
| 2 | 영광식품㈜ | [343-903] 충남 당진군 합덕읍 도곡리 106-24 |
| 3 | 농업회사법인가농바이오㈜ | [487-817] 경기 포천시 가산면 우금리 618-6 |
| 4 | ㈜풍림푸드 | [365-822] 충북 진천군 이월면 노원리 14-1 |
| 5 | 주식회사 삼영후레쉬 | [456-842] 경기 안성시 미양면 강덕리 91-1 |
| 6 | 농업회사법인 세양㈜ | [456-893] 경기 안성시 죽산면 장원리 1361번지 |
| 7 | ㈜한일이에프 | [330-881] 충남 천안시 수신면 발산리 356-2 |
| 8 | 농업회사법인 (주)조인 명동지 | [369-811] 충북 음성군 명동면 쌍정리 명동국민일대산단 |
| 9 | ㈜정원식품 | [370-911] 충북 영동군 용산면 상용리 348-3번지 |
| 10 | ㈜성현 | [464-110] 경기 광주시 태전동 595 |
| 11 | ㈜알로만 | [413-852] 경기 파주시 광탄면 발랑리 258-8 |
| 12 | 한국양계축산업협동조합 | [451-861] 경기 평택시 진위면 가곡리 547번지 |
| 13 | 세원축산 | [451-806] 경기 평택시 맹성읍 두리 177 |
| 14 | (주)피디에이 | [320-823] 충남 논산시 온진면 매죽현로 457-28 |
| 15 | 행복담기㈜ | [306-230] 대전 대덕구 신일동 1688-9 |
| 16 | 오경식품 | [626-851] 경남 양산시 상북면 신전리 418-6 |
| 17 | 후래쉬에그푸드㈜ | [314-851] 충남 공주시 탄천면 남산리 670-1 |
| 18 | 보배에그엔후레쉬 | [445-080] 경기 화성시 신남동 1150-7 |
| 19 | 해올푸드㈜ | [730-816] 경북 구미시 고아읍 오로리 493-3 |
| 20 | 농업회사법인 들플(유) | [750-894] 경북 영주시 봉현면 오현리 216 |
| 21 | ㈜주신식품 | [425-090] 경기 안산시 단원구 원시동 817-2번지 |
| 22 | 상지농장 농업회사법인 주식 | [467-812] 경기 이천시 마장면 해월리 28-6번지 |
| 23 | ㈜젤란 | [459-040] 경기 평택시 모곡동 441-9번지 |
| 24 | 정원축산 | [487-835] 경기 포천시 내촌면 읍현리 515 |
| 25 | 제일식품 | [690-819] 제주 제주시 용담1동 185-2 |
| 26 | 금난 | [336-822] 충남 아산시 영인면 신봉리 970 |
| 27 | (주)대자연 | [716-803] 경북 군위군 군위읍 대북리 |
| 28 | 영농조합법인 김포축산 | [415-835] 경기 김포시 대곶면 석정리 1030 |



a) 가공업체 주소록

b) 알 가공업체 분포도

그림 70. 가공업체의 주소정보(a)에 대한 지오코딩 결과(b)

다. 공간 DB의 측지계와 좌표계 통일

3차원 구체인 지구를 2차원의 평면으로 전환한 것이 지도이다. 그리고 이러한 지도는 3차원에서 2차원으로 전환되는 과정을 투영이라고 하며, 자료원과 공간적 범위 등에 따라 다양한 측지(測地) 기준이 적용되는데 이를 측지계라 한다. 우리나라에서 근대적인 측량 방법에 의하여 본격적으로 지도는 제작되기 시작한 것은 일제강점기부터이며, 이 일제강점기 초기에 일본과 우리나라에 맞추어 결정된 지역측지계(동경측지계)와 좌표계, 그리고 기준점이 2000년대 초까지 사용되었다. 그러나 군사·항해 등 다양한 분야에서의 공간정보의 국가 간 공유 필요성 증대와 미국의 위성측위시스템인 GPS 서비스의 무상 공개에 따라 공간정보를 제작하고 절대위치를 정의하는 기준인 측지계의 국제 표준화 필요성이 급격히 증대되었다. 이에 우리나라도 2010년부터는 지난 100년 동안 사용해 온 지역측지계를 버리고 세계측지계로 전환하는 것을 법제화하여 시행하고 있다. 따라서 본 연구에서 제작된 모든 공간정보는 국토지리정보원에서 제시하는 세계측지계(GRS80타원체, ITRF2000데이텀)의 평면직각(TM)좌표로 구축하였다.

다양한 자료원에서 수집된 공간정보는 각기 다른 측지계와 좌표계를 갖는다. 예를 들어 지오코딩의 방법으로 구축된 공간정보의 경우는 WGS84 경위도좌표계로 구축되며, 통계청 등 국가기관에서 제공되는 공간정보는 세계측지계 평면직각좌표로 구축되어 있다.

표 84. 세계측지계 세부 내용

| 측지기준계 | 세계측지계 (ITRF계 세계측지계) |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 타원체 | GRS 1980 회전타원체 - 장반경: 6,378,137.00000 m - 편평율: 1/298.2572221010 |
| 데이텀 | ITRF 2000 데이텀 |
| 투영법 | TM(Transverse Mercator) |
| 투영원점 | 서부원점: 경도 125 ° 위도 38° 중부원점: 경도 127 ° 위도 38° 동부원점: 경도 129 ° 위도 38° 동해원점: 경도 131 ° 위도 38° |
| 투영원점 가산값 | False Easting: 200,000 m False Northing: 600,000 m (단 본 연구에서는 기존 자료들과의 호환성을 고려하여 False Northing을 500,000 m 함) |
| 중앙자오선의 축척계수 | 1 |

3. 공간정보의 지도화(mapping)와 분포 특징

GIS 기반의 공간분석에 있어서 가장 기본적이고 중요한 분석 방법은 HPAI 분석을 위해 구축한 GIS 데이터베이스를 지도의 형식으로 시각화 하는 것이다. 제1세부 과제와 제1협동 과제에서 공간분석이 필요한 부분에 대한 지원과 함께 도출된 결과 중 GIS를 이용한 지도화(mapping)가 필요한 결과에 대하여 지도제작을 수행하였다. 지도는 위치와 관계된 정보를 전달하는데 가장 효과적이고 효율적인 방법이다. 따라서 정책 결정자와 관계자들이 본 연구의 결과를 활용한 의사결정에 도움이 될 수 있도록, 지도화가 가능한 모든 결과는 지도로 제작하였다.

농가와 축산관련 시설, HPAI 발병 위험 요인 등을 지도로 제작한 후 이들의 분포 상황을 공간상에서 분석하였다. 즉, 농가의 분포, 사육두수의 행정구역별 분포, 축산관련시설의 분포, 철새 서식지인 저수지와 호수 및 갯벌의 분포 등 세부과제에서 도출된 HPAI의 다양한 영향 요소를 지도화 하여 이들의 분포 유형과 특징을 파악하고자 한다. 또한 닭 농가와 오리 농가를 통합 또는 분리하여 지도에 분포시킴으로서, 닭과 오리의 HPAI 전파 특성과 경향의 차이점을 파악하는데 필요한 기초 공간분포 분석을 함께 수행하였다.

가. 기초 공간정보

기초 공간정보는 HPAI 발생 지점과 축산시설의 위치, 야생조류 서식지와 예찰 지점 등 HPAI와 직·간접적으로 관련이 있는 다양한 공간정보를 표현하기 위한 기본도로 활용된다. 또한 구역 단위 통계 산출의 기준이되기도 하고, 수계망도나 저수지와 같이 HPAI의 발병 요인 중 하나인 철새와 야생조류의 서식지를 대표하기도 한다.

(1) 행정구역도

행정구역도는 통계청에서 제공하는 2012년 기준 자료를 활용하였다. 행정구역도는 크게 시·도 경계, 시·군·구, 읍·면·동 경계를 활용하였다. 시·도 경계는 상황에 따라 광역시와 도를 통합한 광역권 경계로 수정하여 활용하였으며, 시·군·구 경계의 경우는 시·군 경계로 수정하여 활용하였다. 읍·면·동 경계의 경우 특정 지역의 상황을 파악하기 위한 목적으로 활용하였다.



그림 71. 시·도 경계



그림 72. 시·군·구 경계



그림 73. 읍·면·동 경계

(2) 수계망도와 저수지

수계망도와 저수지 정보는 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)에서 제공하는 법정하천 (국가하천과 지방하천) 정보와 주요 저수지 정보를 활용하였다.



그림 74. 수계망도

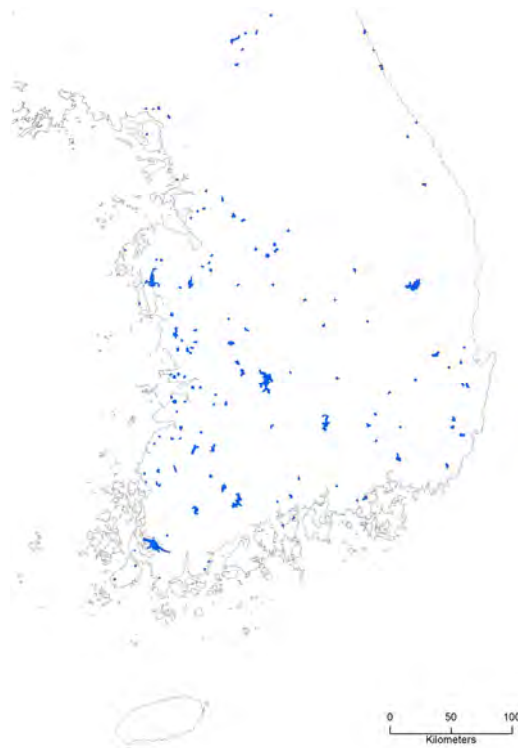


그림 75. 주요 저수지

(3) 도로망도

도로망도는 지능형교통체계관리시스템에서 제공되는 선형자료와 인터넷을 통하여 공개된 고속도로망을 활용하였다. 도로망도의 경우 HPAI 발생 농가로의 바이러스 유입과 유출의 주요 통로 역할을 수행하기 때문에 농가 주변의 도로망 구조에 따라 살처분 범위와 방역 통제 지점 등을 설정하는데 큰 영향을 미친다. 또한 축산관련 차량에 장착된 GPS를 이용한 차량 관제 결과 또한 도로망과 연계하여 분석하여야 한다.



그림 76. 고속도로



그림 77. 도로망

(4) 토지피복도 및 DEM

토지피복도는 환경부에서 구축하여 제공하는 2005년도 기준 토지피복 중분류 자료를 활용하였다. 본 연구에서는 토지피복도 중분류 자료의 대분류 항목인 시가화지역, 농업지역 (논, 밭), 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역으로 세분된 주제도를 활용하였다.

고도 데이터인 DEM은 미국 NASA에서 ASTER 영상을 이용하여 제작한 것으로 공간해상도는 30m이다. 현재 지구 대부분의 지역이 제작 완료되어 무료로 배포되고 있다. DEM 자료를 활용하면 농가가 위치한 지역의 고도, 경사, 향 등 지형관련 자료를 확인할 수 있다.

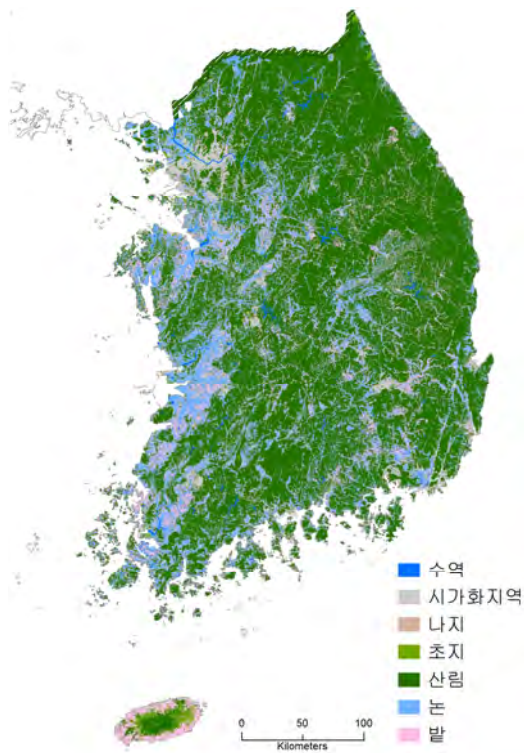


그림 78. 토지피복도

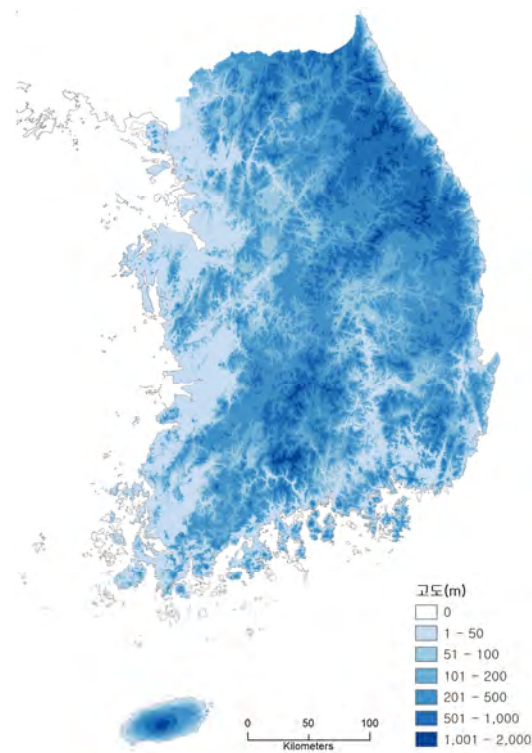


그림 79. 고도(DEM)

나. 야생 조류

(1) 철새 도래지

주요 철새 도래지는 환경부에서 제공하는 자료를 활용하였다. 주요 철새 도래지의 경우 대부분 하천의 하류이거나 대규모 저수지가 위치한 지역이다. 그러나 현실적으로는 우리나라의 대부분 지역에 철새와 야생조류가 분포하므로, 철새의 서식지와 관련된 구체적인 위치 파악에 관한 후속 연구가 필요하다.

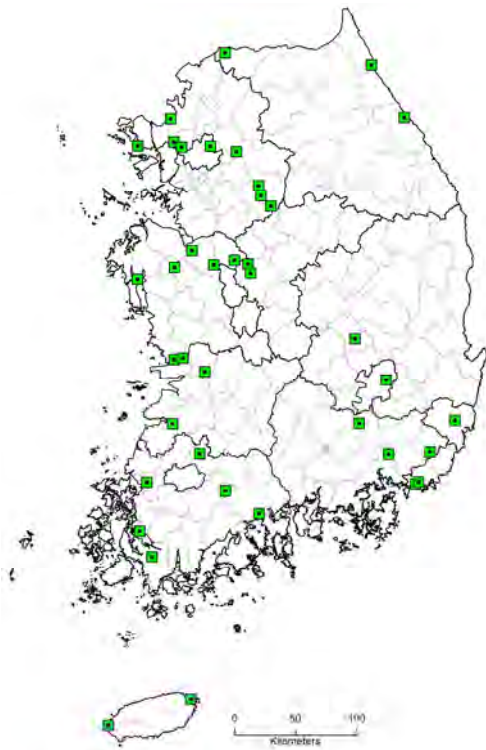


그림 80. 주요 철새 도래지



그림 81. 철새 예찰 지점

(2) 철새 예찰 지점

조류 인플루엔자에 감염된 철새의 이동이 HPAI의 확산에 큰 영향을 미침에 따라 환경부와 농림축산검역본부에서는 2007년부터 철새 예찰을 매년 강화하고 있다. 그러나 철새 예찰 지점 선정이 주요 철새도래지와 가금류 사육 농가 등을 고려하여 체계적으로 진행되지 못한 점이 있어, 이 부분에 대한 연구는 현재 농림축산검역본부에서 별도로 진행 중이다. 따라서 본 연구에서는 2014년 진행된 철새 예찰 결과 중 HPAI에 양성 반응을 보인 개체가 관찰된 지점에 한하여 조사·분석 하였다.



그림 82. 2014년 야생조류 동시조사 지점

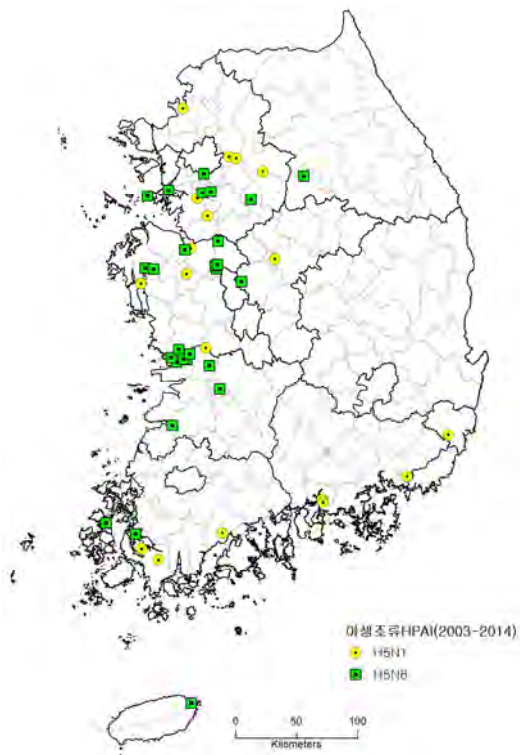


그림 83. 철새 HPAI 발견 지점

다. 축산 시설

(1) 가금류 농가

2014년 전국의 가금류 농가는 약 17,400 곳이며 사육되는 가금류는 모두 174,637,740 마리이다. 사육두수는 1 마리에서부터 1백만 마리까지 다양하며 평균 사육두수는 약 1천 마리이다. 축종 별로는 닭 사육 농가가 약 1만5천 농가로 가장 많으며 오리 (약 2천 농가), 칠면조 (약 280 농가), 메추리 (약 50 농가)의 순이었다.



그림 84. 가금류 전체 농가



그림 85. 닭 농가



그림 86. 오리 농가



그림 87. 찰면조, 메추리 농가

(2) 축산관련 시설 현황

전국에 분포하는 가금류 도축장은 모두 59 곳이며, 알가공업은 41 곳이다. 사료 유통 업체는 배합사료와 단미사료(單味飼料)로 구분되는데 배합사료는 101 곳이고 이들 중 가금류와 관련된 업체는 73 곳이다. 그러나 단미사료 업체는 모두 반추동물을 대상으로 하므로 가금류와의 관련성은 없다.

종축업으로 등록된 업체는 모두 142 곳이며 이들 중 가금류는 닭 48 곳, 오리 3 곳으로 오리에 비하여 닭의 비중이 절대적으로 높았다. 축산물판매업 중 식용란판매업은 모두 27 곳으로 조사되었다.

다만 소규모 축산관련 시설의 경우 조사에서 누락되었을 수 있다. 예를 들어 알가공업의 경우 축산관련 시설 현황에서는 41 곳으로 조사되었지만, HACCP 인증업체 현황에서는 이보다 많은 46 곳으로 조사되었다. 따라서 향후 국가차원에서 이 부분에 관한 체계적인 조사와 관리를 강화할 필요가 있다.

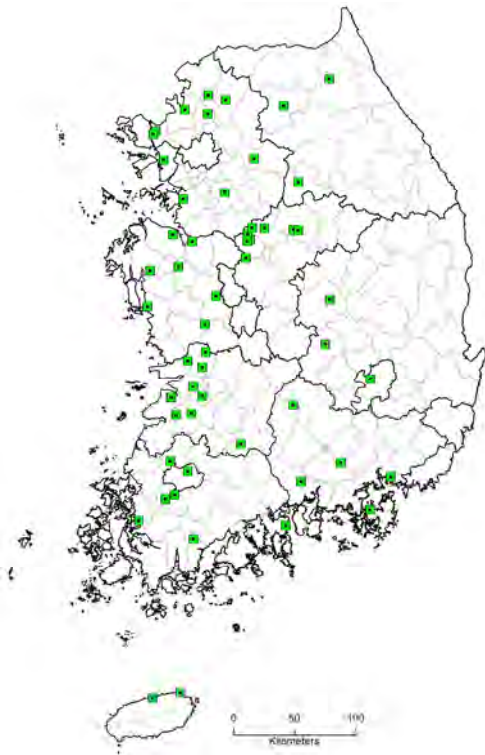


그림 88. 가금류 도축장



그림 89. 알가공업



그림 90. 배합사료



그림 91. 종축업

(3) HACCP 인증 농가

HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)란 식품의 원재료 생산에서 부터 최종 소비자가 섭취하기 전까지 각 단계에서 생물학적, 화학적, 물리적 위해요소가 해당식품에 혼입되거나 오염되는 것을 방지하기 위한 위생관리 시스템이다.

‘해썹’ 또는 ‘해십’ 이라 부르며 우리나라에서는 1995년 12월에 도입하면서 식품위생법에서 ‘식품위해요소중점관리기준’이라고 한다.

HACCP은 최종 제품을 검사하여 안전성을 확보하는 개념이 아니라 식품의 생산 유통 소비의 전 과정을 통하여 지속적으로 관리함으로써 제품 또는 식품의 안전성(Safety)을 확보하고 보증하는 예방차원의 개념이다. 따라서 HACCP 인증 축산 농가의 경우 질병으로부터의 방역 체계가 일반적으로 미 인증 업체 보다 높다고 평가 받는다. 따라서 이러한 HACCP 인증 업체의 분포와 HACCP 인증 업체와 그 인접지역에서의 HPAI 발생 현황을 살펴봄으로써 향후 방역에서 HACCP 업체에 대한 처리를 위한 참고 자료로 활용하고자 한다.

전국적으로 HACCP 인증을 득한 업체는 8천7백 곳 이상이다. 이들 중 가축사육업이 약 5,700 곳으로 가장 많고, 식육가공포장업이 약 2,000 곳, 축산물유통보관업이 약 600 곳, 종축업이 약 190 곳, 사료업이 약 140 곳, 유가공업이 90곳, 알가공업이 46 곳, 집유업이 39 곳 순으로 나타났다.

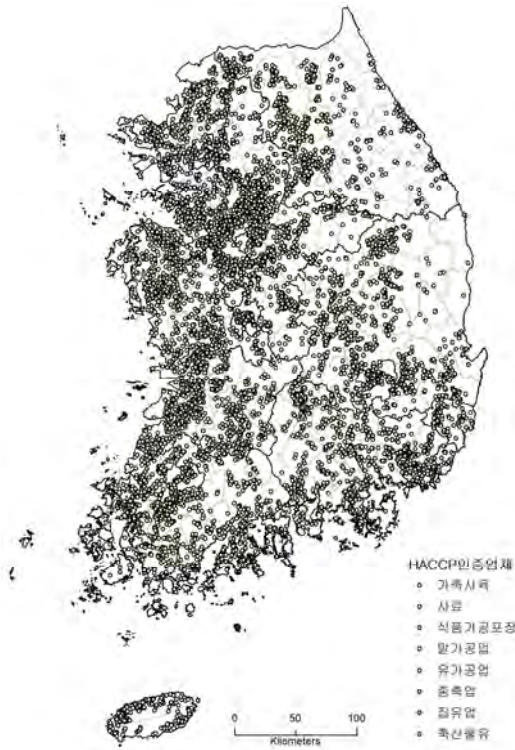


그림 92. HACCP 업체 현황

라. HPAI 발생

2000년대 들어서 우리나라에서는 모두 5번의 크고 작은 HPAI가 발생하여 농가에 직·간접적으로 큰 피해를 주었다. 1차 HPAI는 2003-04년 겨울에 102일 동안 발생하였고, 2차 HPAI는 2년 뒤인 2006-07년 겨울에 105일 동안 발생하였다. 3차 HPAI는 타 HPAI와는 다르게 2008년 봄철에 발생하여 42일 동안 지속되었으며, 4차 HPAI는 2010-11년 겨울에 139일 동안 발생하였다. 그리고 5차 HPAI는 2014년 겨울에 발생하여 2016년 현재에도 진행 중이며, 지금까지 발생한 HPAI 중에서 그 피해규모가 가장 크다.

표 85. 우리나라 HPAI 양성 농가

| 구분 | 1차(겨울) | 2차(겨울) | 3차(봄철) | 4차(겨울) | 5차(겨울) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 발생일수 | 102일 | 105일 | 42일 | 139일 | 120일 |
| 발생기간 | (’03.12~’04.3) | (’06.11~’07.3) | (’08.4~’08.5) | (’10.12~’11.5) | (’14.1~’14.5) |
| 양성농가 (살처분) | 19호 396천수 | 13호 571천수 | 98호 1,615천수 | 91호 2,621천수 | 196호 5,012천수 |

※ 예방적 살처분 농가 중 HPAI 음성농가는 제외

(1) 1차 : 2003-04년

2003년 12월 10일 최초 HPAI 신고가 접수 된 이후 2004년 2월 4일까지 HPAI 발생 농가는 모두 19 곳이며, 394,556 마리의 닭과 오리가 피해를 입었다. 단, 예방적 살처분 농가 중 음성 반응을 보인 농가는 분석에서 제외하였다.

2003-04년 HPAI의 경우 충청북도 음성군과 진천군, 충청남도 천안시에 집중되는 경향을 보였다. 이들 지역은 가금류 도축장과 배합사료 회사 등 축산 관련 시설이 밀집되어 있으며, 특히 오리농가의 밀도가 높은 지역이다.



그림 93. 2003-04년 HPAI 발생(축종)



그림 94. 2003-04년 HPAI 발생(사육두수)

(2) 2차 : 2006-07년

2006년 11월 22일 최초 HPAI 신고가 접수 된 후 2007년 3월 20일까지 HPAI 발생 농가는 모두 13 곳으며, 570,605 마리의 닭, 오리, 메추리 등이 피해를 입었다. 단, 예방적 살처분 농가 중 음성 반응을 보인 농가는 분석에서 제외하였다.

2006-07년 HPAI의 경우 충청남도 천안시를 중심으로 한 일대와 전라북도 익산시 지역을 중심으로 발생하였다. 이들 지역 중 천안시 지역은 2003-04년에도 HPAI가 발생하였던 곳이다.



그림 95. 2006-07년 HPAI 발생(축종)



그림 96. 2006-07년 HPAI 발생(사육두수)

(3) 3차 : 2008년

2008년 4월 1일 최초 HPAI 신고가 접수 된 이후 2008년 5월 24일까지 HPAI 발생 농가는 모두 98 곳이며, 1,615,337 마리의 닭과 오리가 피해를 입었다. 단, 예방적 살처분 농가 중 음성 반응을 보인 농가는 분석에서 제외하였다.

2008년 HPAI의 경우 전라북도 김제시, 부안군, 정읍시, 울산광역시, 경상북도 경산시, 경기도 안성시 등을 중심으로 발생하였다. 경상북도와 울산광역시, 김제시 일대에서는 주로 닭 농가를 중심으로 발생하였고, 부안군과 정읍시 일대에서는 오리 농가를 중심으로 발생하였다.

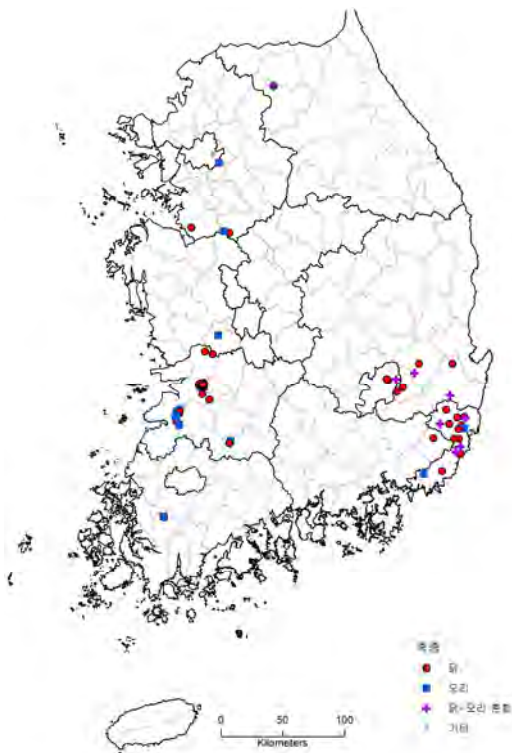


그림 97. 2008년 HPAI 발생(축종)



그림 98. 2008년 HPAI 발생(사육두수)

(4) 4차 : 2010-11년

2010년 12월 29일 최초 HPAI 신고가 접수 된 이후 2011년 5월 21일까지 HPAI 발생 농가는 모두 91 곳이며, 2,622,324 마리의 닭, 오리, 메추리, 칠면조 등이 피해를 입었다. 단, 예방적 살 처분 농가 중 음성 반응을 보인 농가는 분석에서 제외하였다.

2010-11년 HPAI의 경우 크게 두 지역으로 구분할 수 있는데, 먼저 경기도와 천안시가 인접 하는 지역인 경기도 평택시, 안성시, 이천시와 충청남도의 천안시 지역이 한 지역이며, 전라남 도의 영암군과 나주시를 중심으로 한 지역이 또 다른 한 지역이다. 경기남부 지역의 경우 주로 닭의 발생 비율이 높았고, 전라남도의 경우는 대부분 오리 농가에서 발생한 것이 특징적이다.

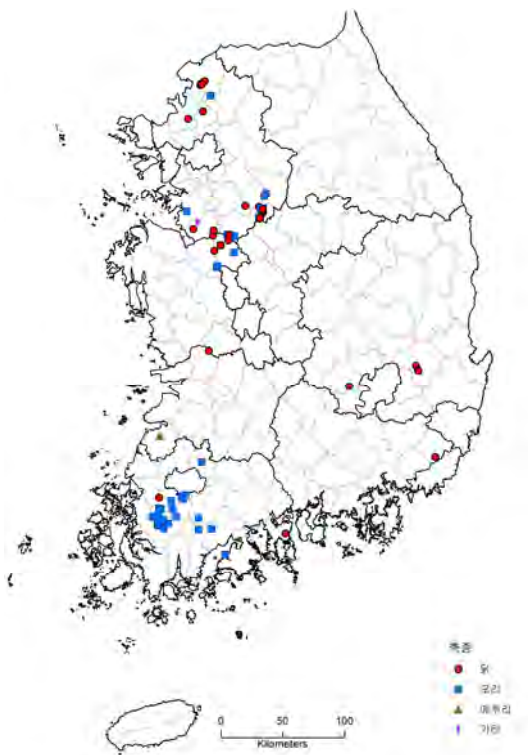


그림 99. 2010-11년 HPAI 발생(축종)



그림 100. 2010-11년 HPAI 발생(사육두수)

(5) 5차 : 2014년

2014년 1월 17일 최초 HPAI 신고가 접수된 이후 2016년 현재까지 HPAI는 그 빈도수는 줄었지만 지속적으로 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 2014년 1월 17일부터 2014년 6월말까지 신고된 HPAI 발생 농가를 대상으로 분석을 수행하였다. 2014년 5월 16일까지 HPAI 발생 농가는 모두 196 곳이며, 5,012,468 마리의 닭, 오리, 메추리, 타조, 거위, 기러기, 칠면조 등이 피해를 입었다. 단, 예방적 살처분 농가 중 음성 반응을 보인 농가는 분석에서 제외하였다.

2014년 HPAI의 경우 충청북도의 진천군과 음성군, 충청남도의 천안시, 경기도의 안성시를 중심으로 한 경기도-충청북도-충청남도 경계지역과 전라북도 부안군, 정읍시, 고창군를 중심으로 한 해안지역과 전라남도의 영암군과 나주시 일대에서 주로 발생하였다. 2014년 HPAI의 특징은 닭 농가 보다는 오리 농가의 비율이 높다는 점이다. 그리고 충청북도-충청남도-경기도 인접지역과 전라남도 영암군 일대는 국내에서 HPAI가 발생할 때 마다 주요한 발생 지점이었던다는 점이 특징적이다.

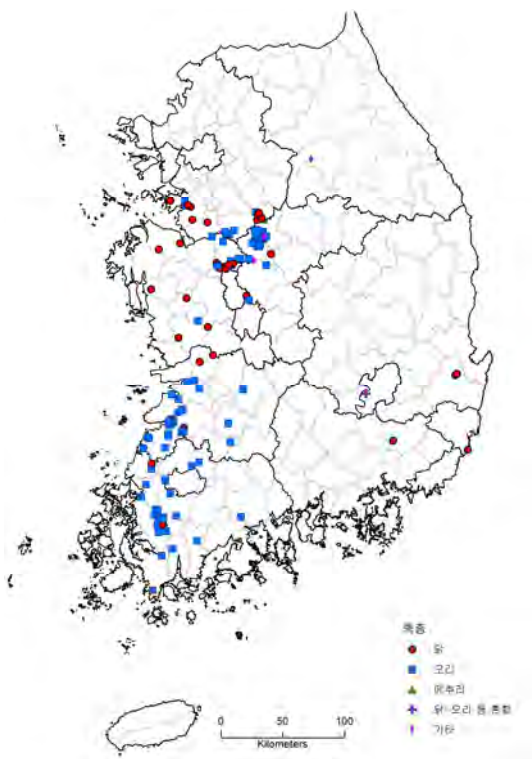


그림 101. 2014년 HPAI 발생(축종)

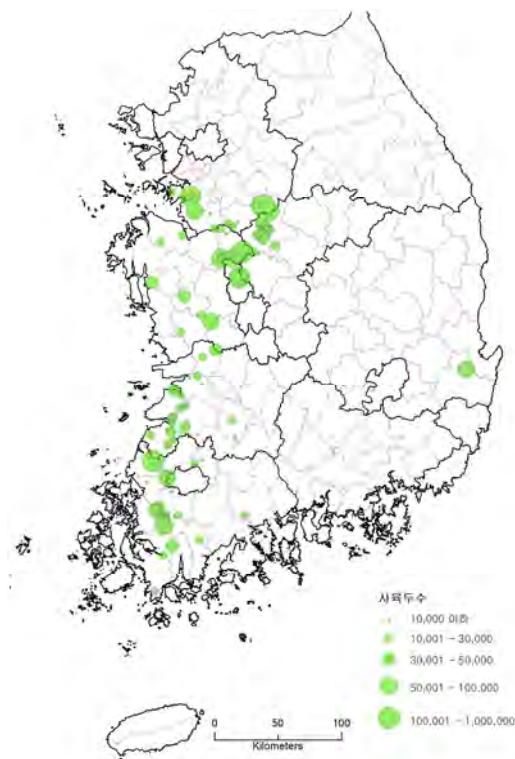


그림 102. 2014년 HPAI 발생(사육두수)

마. 기타

(1) 기상관측지점

그 외 HPAI 발생과 기온과의 관계를 알아보기 위해 전국의 기상관측소 위치를 조사하여 GIS 지도로 구축하였다. HPAI가 발생하였을 때 가장 가까운 기상관측소의 기상 정보를 수집하여 기온과 HPAI의 관계를 분석할 것이다.

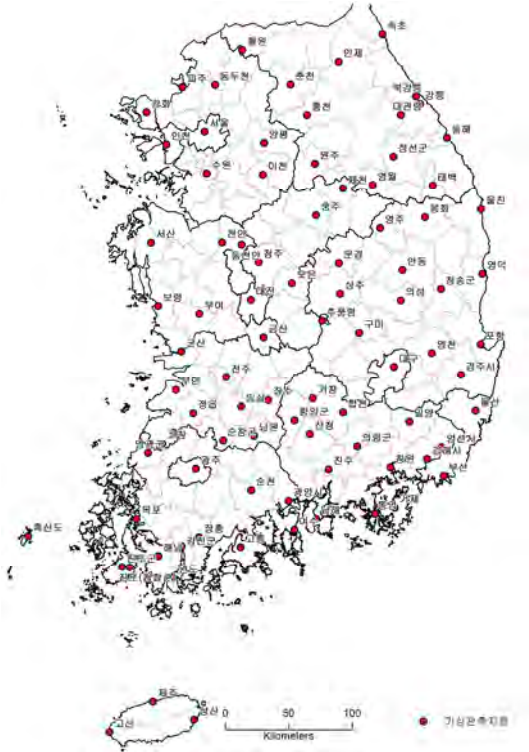


그림 103. 전국 기상관측 지점

4. 기초 공간 분석

본 연구에서 HPAI 이동통제와 예방적 살처분 범위 설정을 위해 수행한 공간분석은 HPAI 발생지점과 발생 요인들 간의 인접, 중첩 관계 등 기초분석과 군집, 시·공간, 네트워크 분석 등 응용분석으로 구분할 수 있으며, 분석 순서는 기초분석을 먼저 수행한 후 보다 고차원적인 응용분석을 수행하였다.

가. 밀도 분석

가급류 농가의 분포, HPAI의 발생 지점 등은 모두 점(point) 객체로 표현된다. 이러한 점 객체의 개수가 작을 때는 분포 상황을 파악하는데 큰 어려움이 없지만 그 숫자가 수백 개를 넘어거나 서로 인접하거나 중첩되어 있으면 점 객체의 분포 현황 파악이 쉽지 않다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 밀도 분석이 수행된다.

본 연구에서는 점 데이터로 전환된 축산 농가와 HPAI 발생 농가의 공간적인 분포를 시각적으로 표현하고 그 결과를 정량적으로 분석하기 위해, ESRI사의 GIS 소프트웨어인 ArcGIS 10을 사용하였다. ArcGIS에서 사용하는 점 객체에 대한 밀도분석 방법은 ArcGIS에서 제공하는 Silverman (1986)의 커널밀도 (Kernel Density) 분석 방법이다. 커널밀도 분석의 원리는 점 객체가 위치한 지점에 가장 큰 값이 부여되고 점 객체로부터 거리가 멀어질수록 그 값이 작아져 설정한 반경의 경계를 벗어나면 값이 부여되지 않는다. 그리고 최종적으로는 이러한 각각의 점 객체들에 의하여 부여된 값들이 합쳐져서 연속적인 공간상에 밀도 값이 부여된다. 따라서 밀도 값 산정을 위한 반경을 얼마로 설정하느냐에 따라 밀도 값은 차이가 난다 (배선학, 2010). 본 연구에서는 방역을 위해 설정하는 최소 거리 500m를 밀도분석을 위한 반경 값으로 하였다.

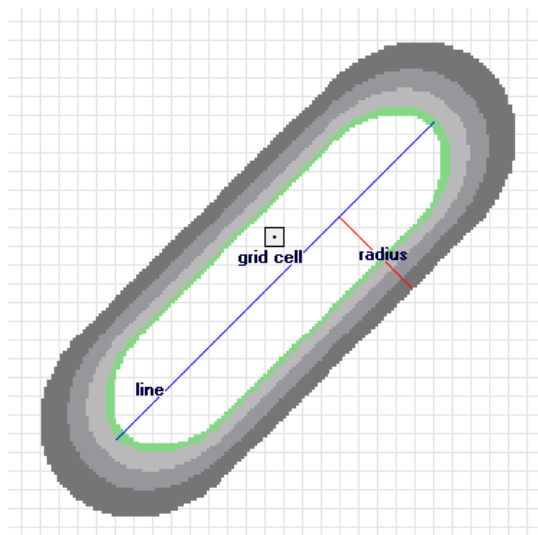


그림 104. 커널밀도 분석 개념(ESRI, 2013)

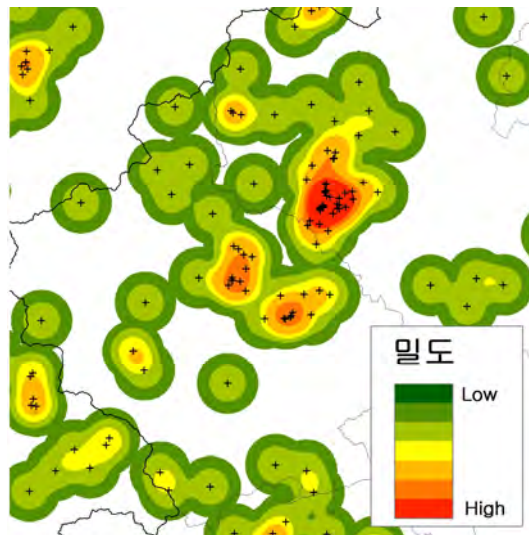


그림 105. 밀도분석의 예

(1) 가금류 전체 농가 밀도와 HPAI 발생 농가

우리나라의 가금류 농가의 공간적 분포를 살펴보면 충청북도 북부지역, 충청남도 일대, 전라북도 북서부 지역, 그리고 전라남도 동부지역을 중심으로 비율이 높게 나타난다. 가금류 농가 비율과 HPAI 발생 지점과의 공간적인 관련성을 살펴보면, 가금류 사육밀도가 높으면서 HPAI 발생 빈도도 높은 지역으로는 충청북도 음성군, 진천군 일대, 전라북도 서해안 지역, 울산광역시 등이 있다. 반면에 가금류 농가의 상대적인 밀도는 높지 않지만 HPAI의 발생 빈도가 높은 지역으로는 경기도 남부의 안성시 일대와 전라남도의 영암군 일대가 있다. 그리고 가금류 농가의 밀도는 높지만 상대적으로 HPAI의 발생 빈도가 낮은 지역은 충청북도 북동부지역과 경상북도 북부지역 그리고 전라남도 동부지역 등 상대적으로 내륙에 해당하는 지역에서는 HPAI의 발생 빈도가 낮게 나타났다.

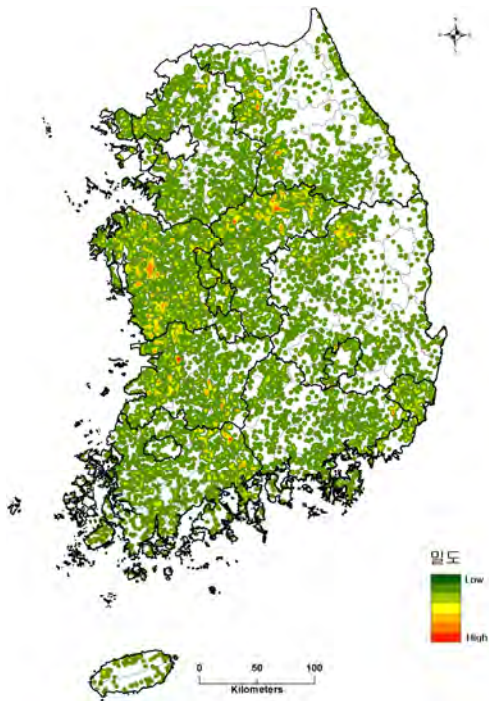


그림 106. 가금류 전체 농가 밀도



그림 107. 가금류 전체 농가 밀도와 2003-04년 HPAI 발생 농가



그림 108. 가금류 전체 농가 밀도와 2006-07년 HPAI 발생 농가

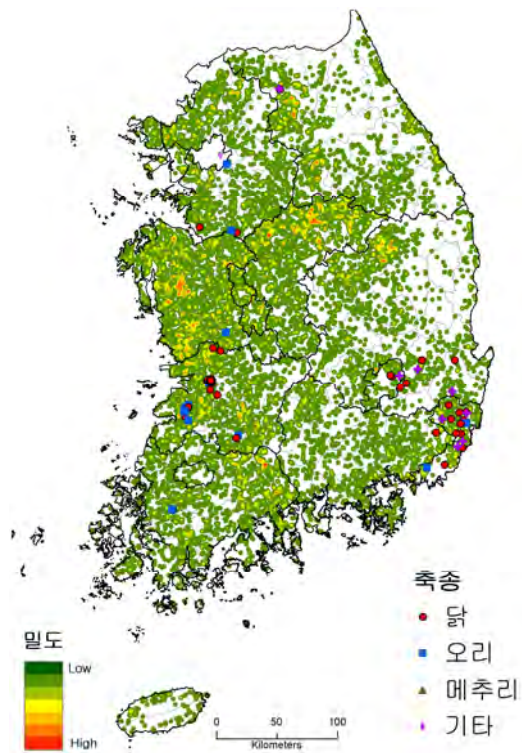


그림 109. 가금류 전체 농가 밀도와 2008년 HPAI 발생 농가



그림 110. 가금류 전체 농가 밀도와 2010-11년 HPAI 발생 농가

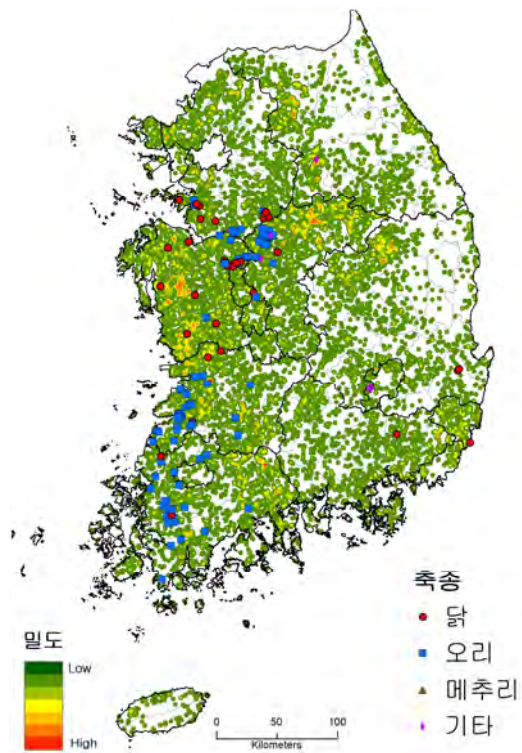


그림 111. 가금류 전체 농가 밀도와 2014년 HPAI 발생 농가

(2) 닭 농가 밀도와 닭 HPAI 발생 농가

닭 농가 밀도는 전체 가금류의 농가 밀도와 유사한 경향을 보인다. 따라서 닭 농가 분포와 HPAI 발생 지점의 특징 또한 전체 가금류 농가의 현황과 비슷한 형태를 보인다.

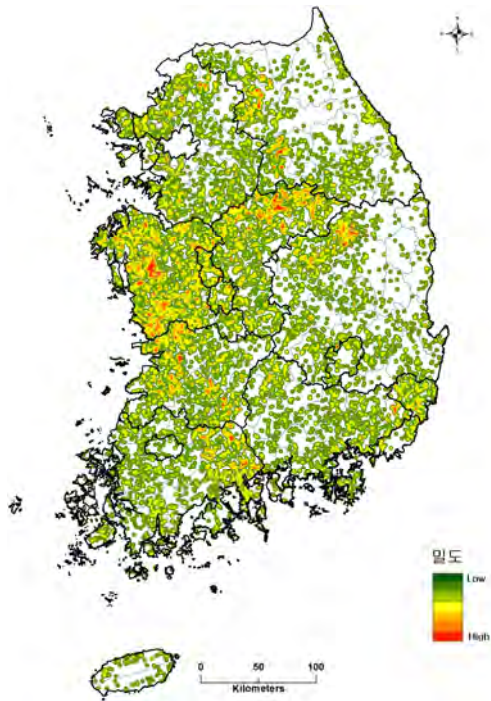


그림 112. 닭 농가 밀도



그림 113. 닭 농가 밀도와 2003-04년 닭 HPAI 발생 농가



그림 114. 닭 농가 밀도와 2006-07년 닭 HPAI 발생 농가



그림 115. 닭 농가 밀도와 2008년 닭 HPAI 발생 농가

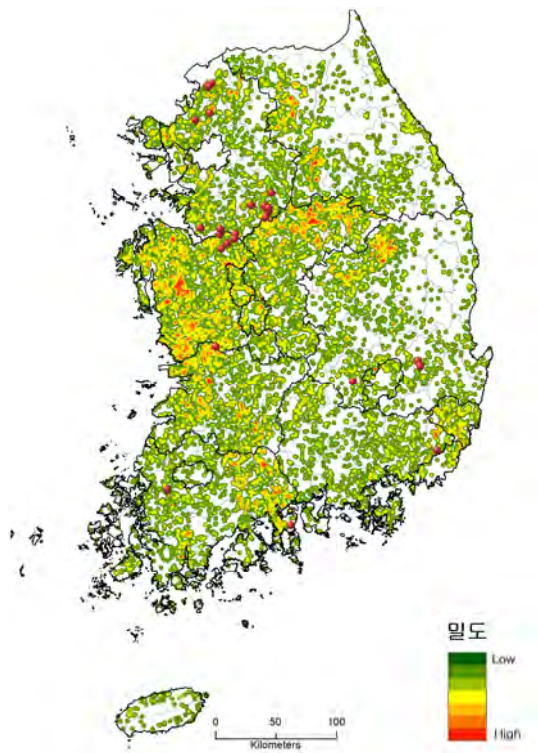


그림 116. 닭 농가 밀도와 2010-11년 닭 HPAI 발생 농가



그림 117. 닭 농가 밀도와 2014년 닭 HPAI 발생 농가

(3) 오리 농가 밀도와 오리 HPAI 발생 농가

오리 농가는 닭 농가에 비하여 그 숫자가 매우 작다. 그러나 오리농가의 분포와 HPAI 발생 지점과는 매우 높은 일치도를 보임을 확인할 수 있다. 특히 HPAI의 주된 발생지역인 충청북도 음성군과 진천군 일대, 전라북도의 정읍시 일대, 전라남도 영암군과 나주시 일대는 모두 오리 농가의 밀집도가 높은 지역에 해당한다. 따라서 HPAI의 발생과 전파에 있어서는 닭 농가 보다는 오리 농가가 더 큰 영향을 주고 있음을 확인할 수 있다.

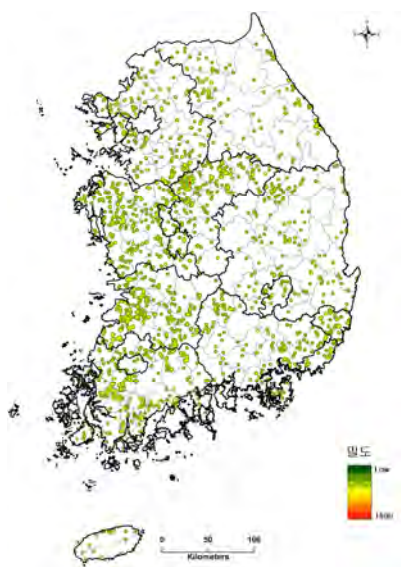


그림 118. 오리 농가 밀도



그림 119. 오리 농가 밀도와
2003-04년 오리 HPAI 발생
농가

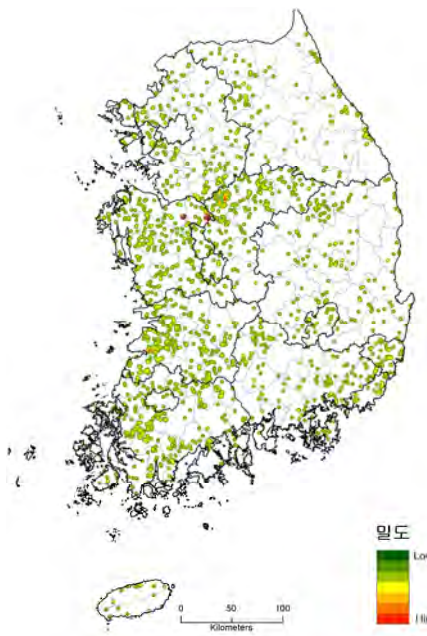


그림 120. 오리 농가 밀도와
2006-07년 오리 HPAI 발생 농가



그림 121. 오리 농가 밀도와
2008년 오리 HPAI 발생 농가

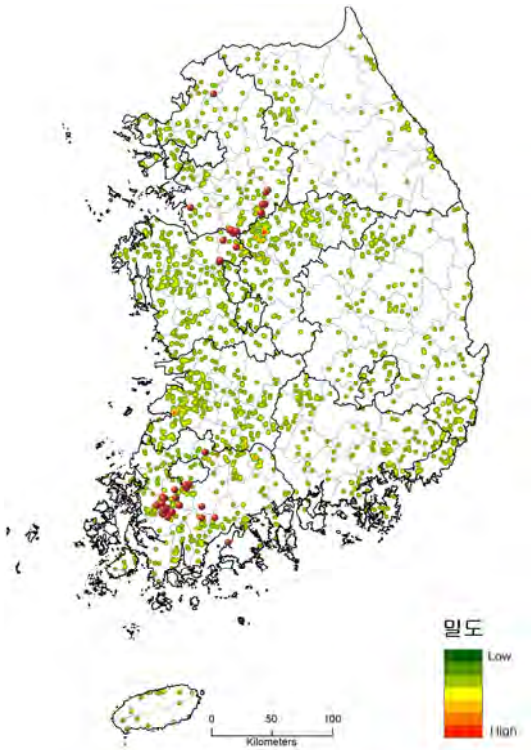


그림 122. 오리 농가 밀도와 2010-11년 오리 HPAI 발생 농가



그림 123. 오리 농가 밀도와 2014년 오리 HPAI 발생 농가

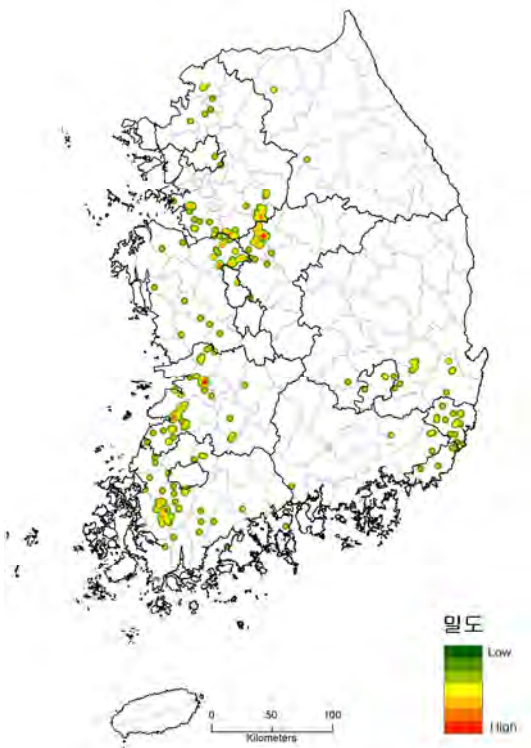


그림 124. 2003-2014년 HPAI 누적 발생 농가 밀도

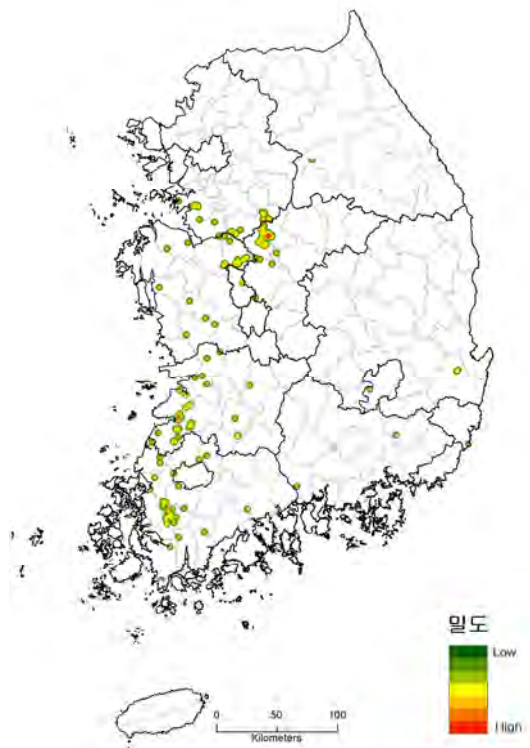


그림 125. 2014년 HPAI 발생농가 밀도

5. HPAI 공간 통계 분석

가. 분포 패턴 분석 (pattern analysis)

모든 공간 객체는 그 위치정보와 속성값에 의해 지리적인 패턴을 형성한다. 이러한 지리적인 패턴은 군집 정도에 따라 완전한 집적(clusterd)을 이루는 유형에서 완전한 흩어짐 (dispersed)을 이루는 유형이라는 두 범위 사이에 존재한다. 그리고 이 두 극 지점의 중간을 우리는 무작위 (random) 분포라 한다.

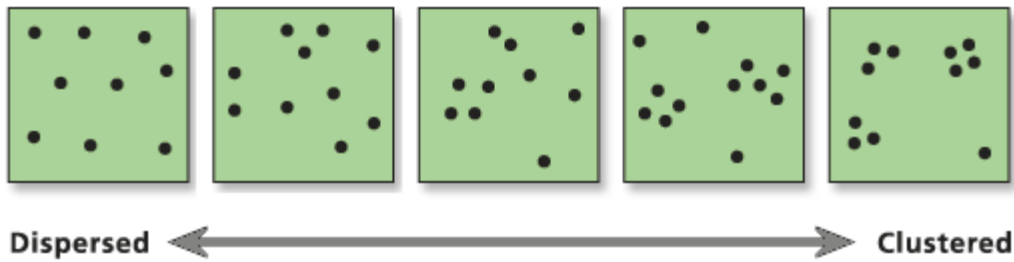


그림 126. 위치값에 근거한 점 객체의 분포 패턴(ESRI, 2013)

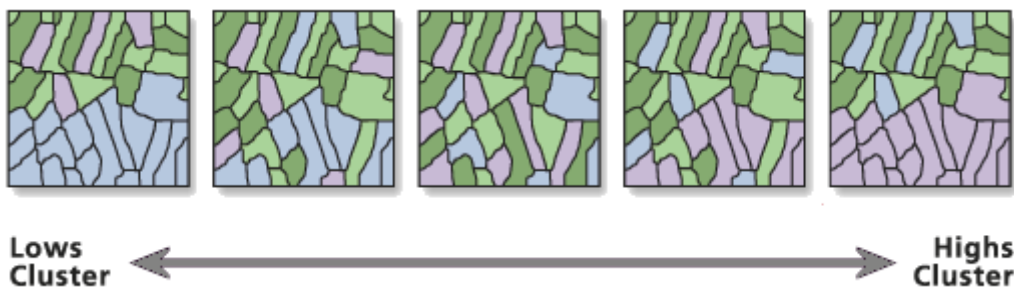


그림 127. 속성값에 근거한 영역 객체의 분포 패턴(ESRI, 2013)

공간 데이터의 패턴을 파악하게 되면 지리적인 현상에 대한 이해가 쉬워지고, 지표에서 발생하는 현상에 대한 모니터링과 변화 추적 및 비교가 용이해진다. 따라서 본 연구에서는 가금류 농가를 비롯하여 HPAI 발생 농가, LPAI 발생 농가, 철새 도래지 등에 관한 분포 패턴을 분석하여 각 요인들 간의 분포 특징을 살펴보고 관련 연구에서 해당지역에 관한 정밀한 분석이 수행될 수 있도록 하고자 한다.

분포 패턴 분석 방법에는 최근린 분석 (Average Nearest Neighbor), High/Low 군집 분석 (Getis-Ord General G), 점진적 공간 자기상관 분석 (Incremental Spatial Autocorrelation), 다중거리 군집 분석(Multidistance clustering : Ripley's K function), 공간 자기상관 분석 (Moran's I) 등이 있다.

최근린 분석(Average Nearest Neighbor)은 위치정보에 근거하여 군집 정도를 측정하는 분석이다. 최근린 분석의 원리는 각각의 객체에서 가장 가까운 객체까지의 거리값들의 평균을 무작위 분포에서 기대되는 평균 거리로 나누어준 값이다. 최근린 분석을 통하여 대상이 되는 공간 객체들이 무작위 분포를 기준으로 할 때 군집을 이루는지 또는 산재되어 있는지를 확인할 수 있다.

High/Low 군집분석 (Getis-Ord General G)은 각 객체가 갖는 속성값에 근거하여 군집정도를 측정하는 분석이다. 이 분석은 각각의 객체로부터 제시된 거리 내에 위치하는 객체들의 속성값의 유사성을 측정하여 속성값들의 유사성이 높으면(높은 값들이 모여 있거나 낮은 값들이 모여 있으면) 강한 군집으로 처리한다. Getis-Ord General G 분석을 통하여 대상이 되는 공간 객체들이 무작위 분포를 기준으로 할 때 유사한 값들이 서로 인접하여 군집을 이루는지를 확인할 수 있다.

점진적 공간 자기상관 분석 (Incremental Spatial Autocorrelation)은 객체들 간의 평균 거리가 점진적으로 증가함에 따라 공간객체들의 상관관계 평균 Z 값이 어떠한 변화를 보이는 가를 계산한다. Z 값이 가장 높은 지점의 거리값에서 공간적 군집이 가장 명확하게 나타난다고 볼 수 있다. 이 분석을 통하여 대상이 되는 공간 객체들이 가장 높은 상관관계를 보이는 거리가 얼마인지를 알 수 있다.

다중거리 군집 분석 (Multidistance clustering : Ripley's K function)은 위치정보에 근거하여 군집 정도를 측정하는 분석이다. 다만, 다중 객체와 다중 거리를 활용한다는 점에서 최근린 분석과 차별화 되며, 최근린 분석에서는 찾아내지 못하는 미묘한 군집도 찾을 수 있다는 점이 특징적이다. 이 분석은 공간 객체들의 물리적인 군집이 인접한 공간 객체를 벗어난 객체로부터 영향을 받을 때 활용된다.

공간 자기상관 분석 (Moran's I)은 위치정보와 속성정보를 모두 활용하여 군집 정보를 측정하는 분석이다. 이 분석은 군집에 영향을 주는 속성값을 포함하는 공간 객체들의 군집을 분석하는데 사용된다.

본 연구에서는 이러한 다양한 공간 패턴 분석 방법들을 분석의 대상이 되는 공간객체의 특성에 맞게 적용하여 분석하였다. 즉, 점 객체로 구성되어 있는 가금류 농가 데이터와 HPAI 발생 지점에 대한 분포 패턴 분석에서는 최근린 분석과 점진적 공간 자기상관 분석 등을 적용하였으며, 면 객체로 구성되어 있는 행정구역 단위의 통계자료에서는 공간 자기상관 분석 등의 방법을 적용하였다.

(1) 가금류 농가의 분포 패턴

가금류 농가는 분포 패턴에서 군집의 유형을 보임을 확인할 수 있었다. 특히 오리 농가 보다는 닭 농가에서의 군집 경향이 더 강하게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

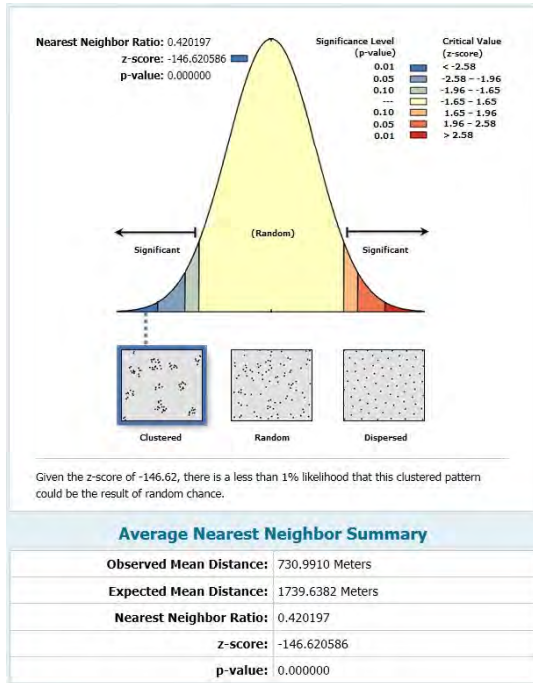


그림 128. 전체 가금류 농가의 최근린 분석

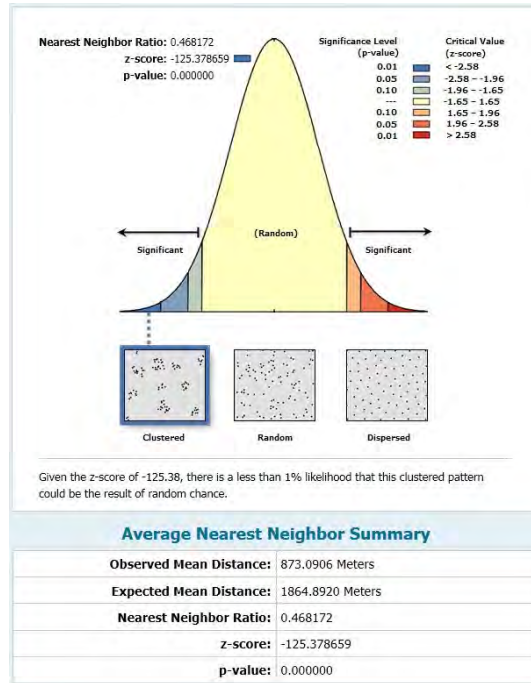


그림 129. 닭 농가의 최근린 분석

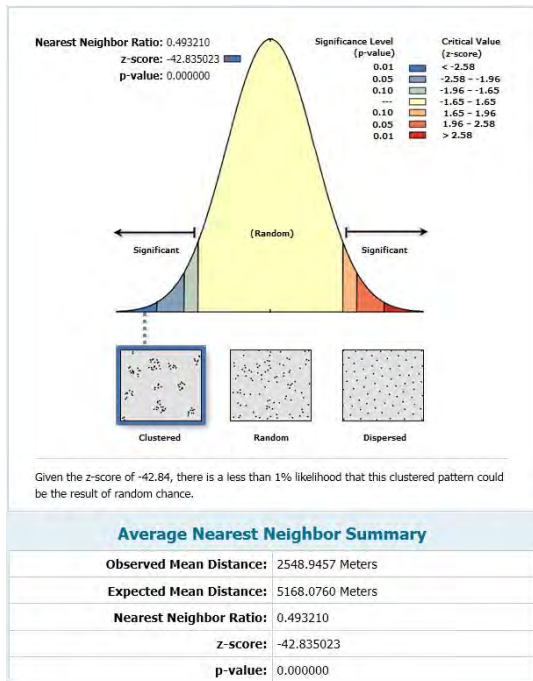


그림 130. 오리 농가의 최근린 분석

(2) HPAI 분포 패턴

HPAI 발생 농가들의 분포 패턴을 발생 연도단위로 최근린 분석 방법으로 분석하였다. 그 결과 5회 발생한 HPAI는 모두 유의수준 ($P < 0.1$) 내에서 임의적인 분포를 따르는 모집단으로부터 결과가 도출되었다는 통계적인 전제를 충족하였다. HPAI 발생 농가의 분포 패턴에서는 2006-07년을 제외하고 모두 균집 패턴을 보였다. 연도별로 살펴보면 2014년에 발생한 HPAI의 균집도가 가장 높게 나타났으며, 2006-07년 HPAI의 균집도가 가장 낮게 나타났다. 2003년부터 2014년까지 발생한 전체 발생 농가를 대상으로 균집도를 측정한 결과 개별 연도 보다도 높은 균집도 값을 보였다. 이는 특정 지역에서 HPAI가 발생이 지속적으로 반복되고 있음을 보여주는 간접적인 지표라 할 수 있다.

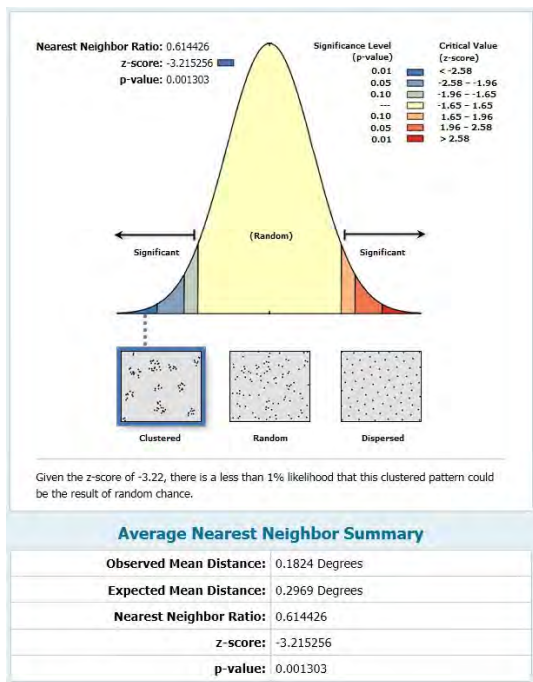


그림 131. 2003-04년 HPAI 발생농가 최근린 분석

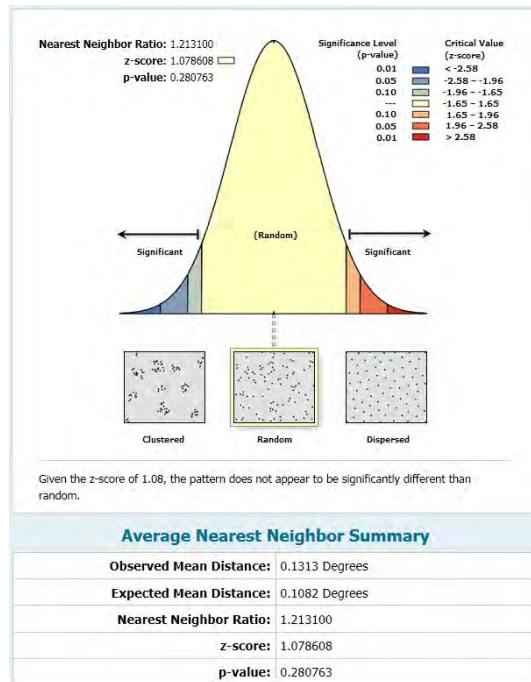


그림 132. 2006-07년 HPAI 발생농가 최근린 분석

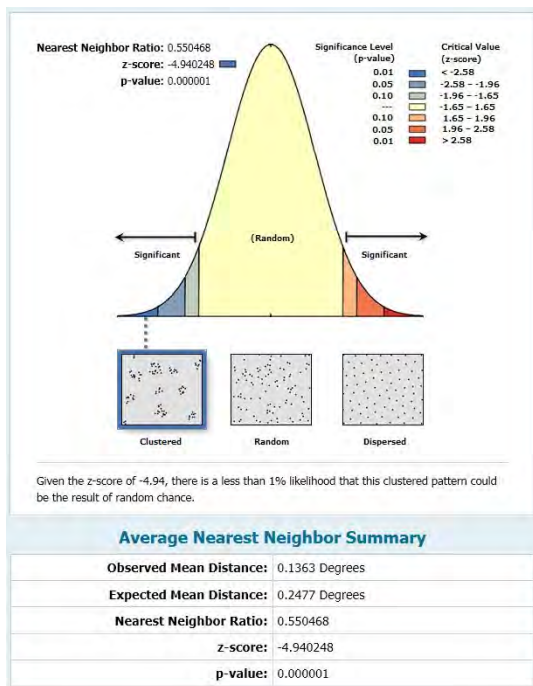


그림 133. 2008년 HPAI 발생농가 최근린 분석

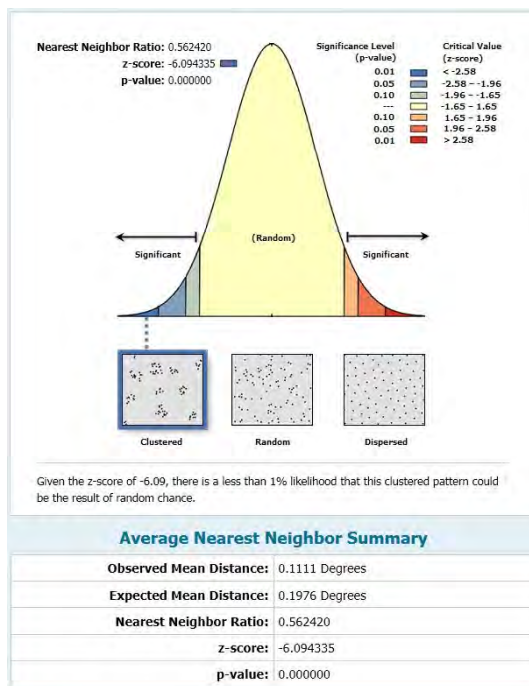


그림 134. 2010-11년 HPAI 발생농가 최근린 분석

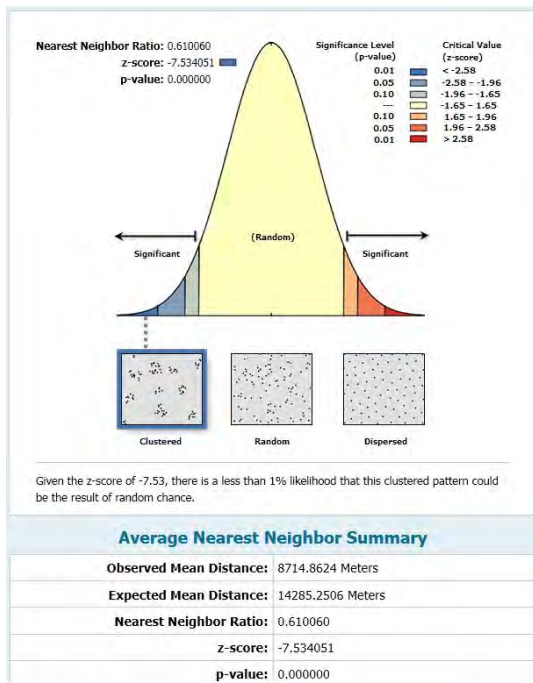


그림 135. 2014년 HPAI 발생농가 최근린 분석

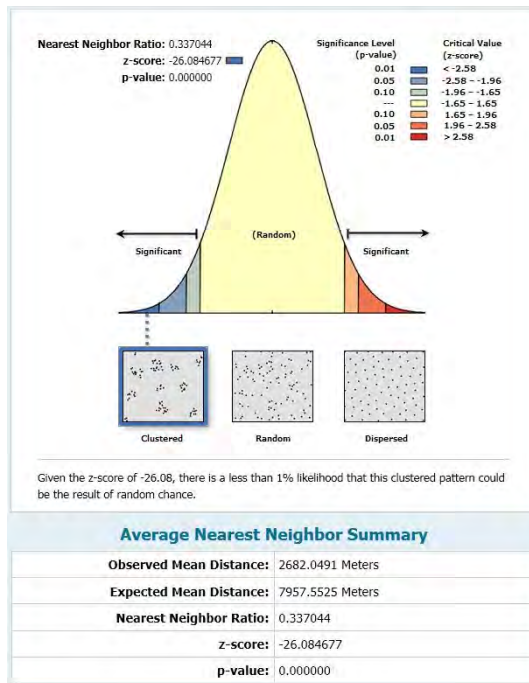


그림 136. 2003-2014년 전체 HPAI 발생농가 최근린 분석

(3) LPAI 분포 패턴

저병원성 조류 인플루엔자(LPAI)의 경우도 군집의 유형을 보이고 있다. 그리고 그 군집의 경향은 HPAI 발생 농가에서와 같이 매우 높은 수치를 보였다.

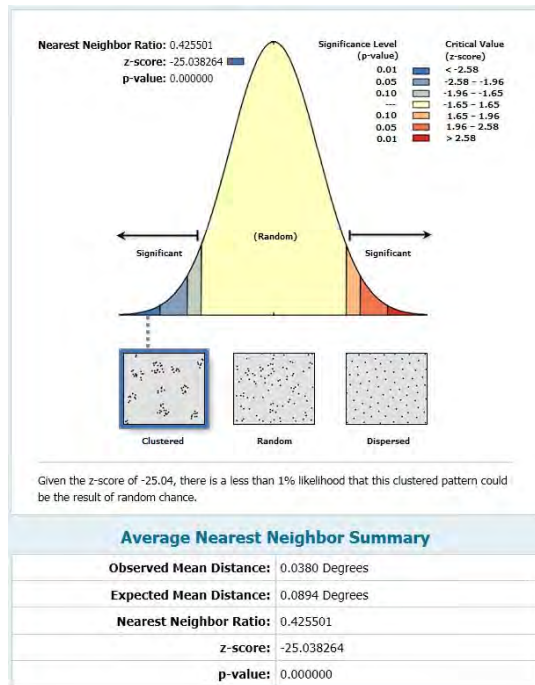


그림 137. LPAI 최근린분석 결과

나. 군집 추출(Cluster Mapping)

군집은 두 가지 요인에 의하여 형성된다. 먼저 공간 객체들 간의 공간적 거리에 의하여 발생한다. 즉, 유사하거나 동일한 지리적 현상들이 공간적으로 서로 인접하고 있을 때 발생한다. 다음으로 공간 객체들이 유사한 속성값을 갖고 인접하여 있을 때 발생한다. 즉, 속성값이 큰 공간 객체들이 서로 인접(hot spots)하고 있거나 속성 값이 작은 공간 객체들이 서로 인접(cold spots)하고 있을 때 군집이 발생한다.

군집이 발생하였다는 것은 그 지역이 연구나 조사 대상이 될 수 있음을 의미한다. 즉, 어떠한 요인에 의하여 특정한 현상이 특정 지역에 집중함으로써 군집이 형성되고, 연구자는 이러한 군집 현상을 발생시킨 요인을 찾고 그 요인의 특징을 분석함으로써 HPAI의 발생과 확산에 대한 이해를 높일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가금류 농가를 비롯하여 HPAI 발생 농가, LPAI 발생 농가, 철새 도래지 등에 관한 군집 분석을 수행하여 각 요인들의 특징이 명확히 나타나는 지역을 추출하여 관련 연구에서 해당지역에 관한 정밀한 분석이 수행될 수 있도록 하고자 한다.

군집을 추출하는 방법으로는 지역 모란 분석(Local Moran's I), 핫 스팟 분석(Hot Spot Analysis : Getis-Ord G_i^*), 그룹 분석(Grouping Analysis) 등이 있다.

지역 모란 분석(Local Moran's I)은 위치정보와 속성정보를 이용하여 위치적으로 서로 인접해 있으면서 속성값의 유사성 정도에 따라 군집을 설정하고 추출하는 분석 방법이다. 지역 모란 분석의 군집 유형은 HH (cluster of high values), LL (cluster of low values), HL (outlier: a high value surrounded by low values), LH (outlier: a low value surrounded by high values)의 네 가지로 구분된다.

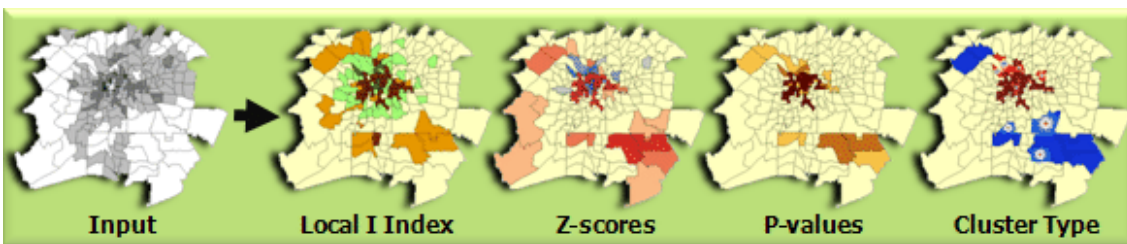


그림 138. Local Moran's I 분석의 개념

핫 스팟 분석(Hot Spot Analysis : Getis-Ord G_i^*)은 지역 모란 분석(Local Moran's I)과 유사하다. 만약 분석가가 속성값의 군집 지역을 찾고자 한다면 통계적으로 의미 있는 핫 스팟과 콜드 스팟을 보여주는 핫 스팟 분석을 수행하면 된다. 반면에 군집의 보다 명확한 경계를 추출하기를 원한다면 지역 모란 분석을 수행하는 것이 효과적이다. 그 외 점(point) 객체에서도 핫 스팟 분석이 가능하도록 한 최적화된 핫 스팟 분석(Optimized Hot Spot Analysis)도 있다.

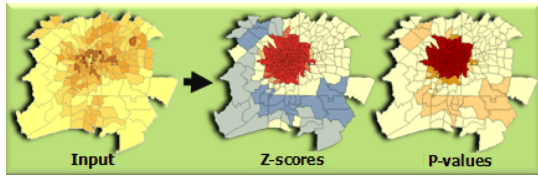


그림 139. 핫 스팟 분석의 개념

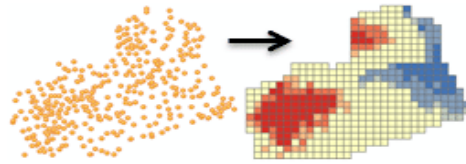


그림 140. 최적화된 핫 스팟 분석의 개념

그룹 분석 (Grouping Analysis)은 일련의 연속성을 갖는 속성값을 지니는 공간 객체들을 대상으로 수행된다. 이 분석 방법은 위치정보와 속성정보를 동시에 고려하여 공간상에 인접해 있으면서 속성값도 인접해 있는 객체들을 분석가가 설정한 그룹 개수만큼 생성한다. 시·공간 군집 분석 방법과 유사하지만, 통계적인 유의성 검증을 거치지 않는다는 점에서 차이가 있다. 비록 통계적인 유의성 검증을 거치지 않지만, 시·공간적으로 인접한 HPAI 발생 농가들을 그룹지어 준다는 점에서 HPAI의 발생 및 전파 특징을 이해하는데 도움이 되는 정보를 제공한다.

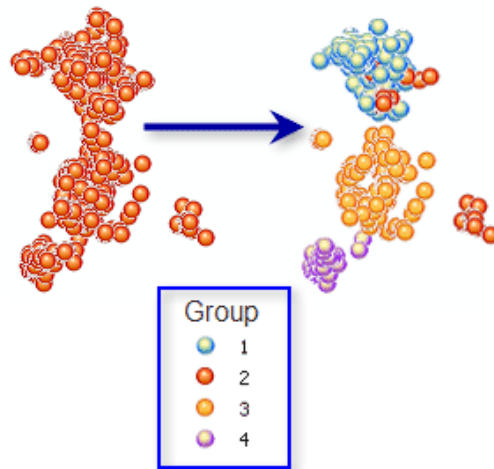


그림 141. 그룹 분석의 개념

이러한 군집 추출은 점 (point)과 면 (polygon)의 두 가지 유형의 공간객체를 대상으로 수행하였다. 먼저 농가의 위치와 HPAI의 발생지점 등 점 객체에 대해서는 그룹분석을 수행하여 속성정보와 위치정보가 동시에 고려된 단위 그룹으로 분류하여 분포의 패턴을 살펴보았다. 다음으로 행정구역 단위로 농가의 수, HPAI 발생 건수 등을 적용하여 HPAI의 발생이 행정구역 단위로 군집을 형성하는지를 분석하였다.

(1) HPAI 군집 패턴

HPAI 발생 농가의 군집 패턴은 점 객체를 이용한 그룹 분석을 통하여 살펴보았다. 그룹 분석의 결과는 그룹별로 평균, 표준편차, 최소값, 최대값, 해당 그룹에 속한 객체가 갖는 속성값의 범위가 전체 속성값의 범위 (본 연구에서는 시간 (day))에서 차지하는 비율 등으로 제시된다. 또한 R^2 (결정계수)를 함께 제시됨으로써 각 그룹의 분석 결과에 대한 설명력의 정도를 확인할 수 있다. 참고로 R^2 의 값은 '1'에 가까울수록 회귀모형의 설명력이 높다. 그리고 그 결과는 box plot의 형태로 시각화 하여 함께 제공된다. 그룹의 정보를 시각화한 box plot에는 전역 사분위 범위와 중앙치, 해당 그룹의 최소값과 최대값의 범위와 평균 등에 관한 정보가 표시되어 있다.

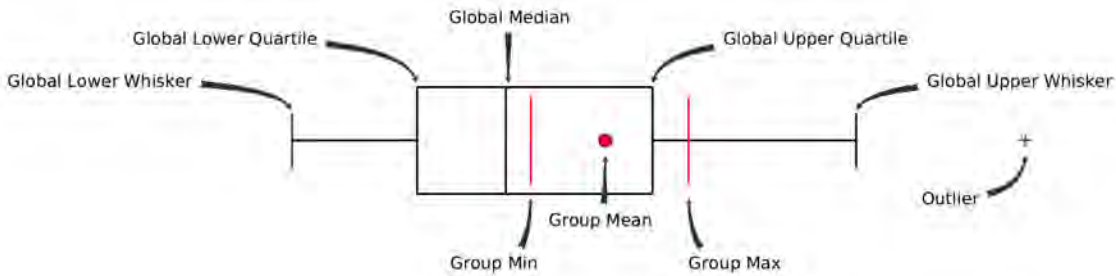


그림 142. 그룹 분석의 box plot 설명

그룹 분석을 수행하기 위해서는 분할할 그룹의 개수와 위치정보와 함께 그룹 분할에 적용될 속성정보 (필드)를 결정해 주어야 한다. 먼저 속성정보의 경우 연속성을 지니는 숫자형의 값이 필요하다. 본 연구에서는 HPAI 발생 시기별로 최초 발생한 날짜를 '0'으로 하여 하루 단위로 날짜를 추가하는 형태로 분석에 적용될 속성정보를 구축하였다. 그리고 그룹의 개수 설정은 특별히 정해진 방법이 없다. 다만 그룹의 수를 변화시키면서 해당 자료에 적합한 최적의 그룹 개수를 결정하는 방법이 일반적으로 사용된다. 2003-04년부터 2014년까지 발생한 HPAI를 연도별로 그룹의 수를 달리하여 분석한 후 최적의 그룹 개수를 결정하였다. 그 결과 연도별로 그룹 개수에 있어서 차이가 있기는 하지만, 연도별로 비교 분석을 병행하기 위해 전체 적으로 볼 때 가장 이상적인 그룹 개수에 해당하는 4개 그룹으로 설정하였다. 따라서 지금까지 5번 발생한 HPAI를 연도별로 시간순서와 위치정보를 이용하여 각각 4개의 그룹으로 세분화 하였다. 일반적으로 그룹 분석도 통계 분석의 일종이기 때문에 분석 대상이 되는 사례수가 최소한 30곳 이상이어야 이상적이다. 그러나 2003-04년과 2006-07년에 발생한 HPAI의 경우 그 사례수가 각각 19건과 12건으로 30건에는 못 미치긴 하지만 타 연도와 HPAI의 분포 패턴을 비교하여 살펴볼 필요가 있다는 점에서 그룹 분석을 수행하였다.

2003-04년에 발생한 HPAI의 경우 101일 동안 모두 19건이 발생하였다. 최초 발생일을 기준으로 하였을 때 그룹별 표준편차는 23.7일이었다. 이들 각 사례에 시간정보와 위치정보를 반영하여 4개의 그룹으로 구분한 결과 그룹 4가 타 그룹에 비하여 높은 군집 정도를 보였다.

2003-04년 HPAI의 경우 그룹 1과 그룹 2에서는 각각 1건씩의 HPAI가 공간과 시간적으로 이격되어 발생한 것으로 군집이라 보기 어렵다. 그룹 3의 경우는 2건의 HPAI가 10일이라는 시차를 두고 인접한 지역에서 발생한 것으로 이들 2건은 서로 영향을 주거나 받았을 가능성이 있다. 그룹 4의 경우 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 22.8%에 걸쳐 있으며, 최초 발생일부 터 23일째에 해당하는 기간으로 발생 초기에서 확산기에 집중되어 있다. 전라남도과 경상북도, 울산시를 제외한 모든 지점이 충청북도와 충청남도, 경기도 인접 지역에 집중하고 있다. 그룹 분석 결과만으로 본다면 2003-04년 HPAI는 발생 초기 방역의 성과가 HPAI의 확산을 차단하는데 일정 부분 기여하였다고 볼 수 있다.

TIME: R2 = 0.96

| Group | Mean | Std. Dev. | Min | Max | Share | |
|-------|----------|-----------|----------|----------|--------|--|
| 1 | 101.0000 | 0.0000 | 101.0000 | 101.0000 | 0.0000 | |
| 2 | 32.0000 | 0.0000 | 32.0000 | 32.0000 | 0.0000 | |
| 3 | 51.0000 | 5.0000 | 46.0000 | 56.0000 | 0.0990 | |
| 4 | 9.6000 | 4.8689 | 0.0000 | 23.0000 | 0.2277 | |
| Total | 19.9474 | 23.6809 | 0.0000 | 101.0000 | 1.0000 | |

그림 143. 2003-04년 HPAI 그룹 분석 결과

2006-07년에 발생한 HPAI의 경우 신고일을 기준으로 하였을 때 115일 동안 모두 12건이 발생하였다. 최초 발생일을 기준으로 하였을 때 그룹별 표준편차는 42.2일이었다. 이들 각 사례에 시간정보와 위치정보를 반영하여 4개의 그룹으로 구분한 결과 그룹 2가 타 그룹에 비하여 높은 군집 정도를 보였다. 2006-07년 HPAI의 발생 특징을 그룹별로 살펴보면, 그룹 1의 경우 최초 발생일로부터 104일째 되는 날로부터 마지막 신고 날짜인 113일까지 9일 간 발생한 4건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 8%에 해당한다. 지역적으로는 충청남도 천안시 동면 화계리 지역에서 집중적으로 발생하였다. 그룹 2는 최초 발생일로부터 43일째 되는 날로부터 58일째 되는 날까지 15일간 발생한 2건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 13%를 차지한다. 지역적으로는 충청남도 아산시 탕정면과 충청남도 천안시 풍세면으로 서로 인접하여 있다. 그룹 3은 최초발생일로부터 18일째 되는 날부터 29일째 되는 날까지 11일간 발생한 3건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 10%에 해당한다. 지역적으로는 전라북도 김제시 공덕면, 전라북도 익산시 황들면, 충청남도 아산시 탕정면에 해당한다. 그룹 4는 최초 발생일로부터 시작하여 5일째 되는 날까지 5일간 발생한 2건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 4%에 해당한다. 지역적으로는 전라북도 익산시 함열읍과 황등면으로 서로 인접하여 있다.

그룹 분석 결과만으로 본다면 2006-07년 HPAI는 특정 지역에서 최초 발생한 이후 인접 지역으로 전파하는 경향을 보였음을 확인할 수 있다. 또한 전체 발생 빈도 등을 고려할 때 2003-04년 HPAI와 같이 초기 방역의 성과가 HPAI의 확산을 차단하는데 기여하였다고 볼 수

있다.

TIME: R2 = 0.99

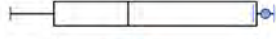

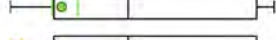
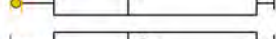
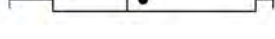
| Group | Mean | Std. Dev. | Min | Max | Share | |
|-------|----------|-----------|----------|----------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 109.2500 | 3.2692 | 104.0000 | 113.0000 | 0.0796 |  |
| 2 | 50.5000 | 7.5000 | 43.0000 | 58.0000 | 0.1327 |  |
| 3 | 22.0000 | 4.9666 | 18.0000 | 29.0000 | 0.0973 |  |
| 4 | 2.5000 | 2.5000 | 0.0000 | 5.0000 | 0.0442 |  |
| Total | 57.3333 | 42.1749 | 0.0000 | 113.0000 | 1.0000 |  |

그림 144. 2006-07년 HPAI 그룹 분석 결과



그림 145. 2003-04년 HPAI 그룹 분석

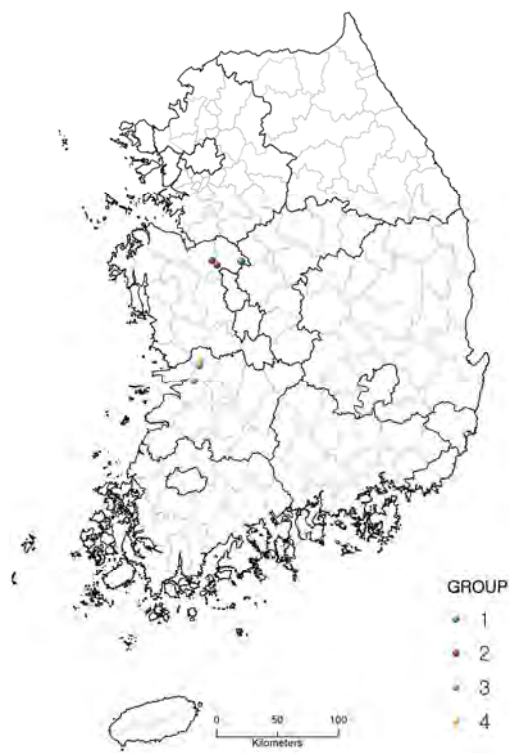


그림 146. 2006-07년 HPAI 그룹 분석

2008년 HPAI는 그 발생 기간이 타 시기에 발생한 HPAI 보다 짧고 봄철에 시작하였다는 특수성이 있다. 2008년에 발생한 HPAI의 경우 신고일을 기준으로 하였을 때 53일 동안 모두 93건이 발생하였다. 최초 발생일을 기준으로 하였을 때 그룹별 표준편차는 11.3일이었다. 이들 각 사례에 시간정보와 위치정보를 반영하여 4개의 그룹으로 구분한 결과 그룹 2와 그룹 4가 타 그룹에 비하여 높은 군집 정도를 보였다. 2008년 HPAI의 발생 특징을 그룹별로 살펴보면, 그룹 1과 그룹 3은 각각 사례수가 1건에 불과하다. 그룹 1의 경우 2008년 HPAI의 마지막 사례로 해당 하며, 지역적으로는 전라북도 정읍시 소성면에 해당한다. 그룹 3의 경우는 최초 발생일로부터 13일 후에 경기도 평택시에서 발생하였다. 그룹 1의 경우는 시간적인 차이로 인한 결과이며 그룹 3의 경우는 공간(위치)적인 차이로 인한 결과이다. 그룹 2는 최초 발생일로부터 시작

하여 20일째 되는 날까지 20일간 발생한 56건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 38%를 차지한다. 지역적으로는 전라북도 정읍시, 김제시, 익산시 등에 해당한다. 그룹 4는 최초 발생일로부터 21일째 되는 날부터 42일째 되는 날까지 21일간 발생한 33건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 40%에 해당한다. 지역적으로는 경상북도 영천시, 경산시, 경주시와 대구광역시, 울산광역시, 부산광역시 등에서 서로 인접하여 집중적으로 분포한다.

그룹 분석 결과만으로 본다면 2008년 HPAI는 특정 지역에서 최초 발생한 이후 인접 지역으로 지속적으로 전파하는 경향을 보였음을 확인할 수 있다. 그룹 특성을 볼 때 발생 지역에서의 초기 방역 차단에 문제가 있었다고 볼 수 있다.

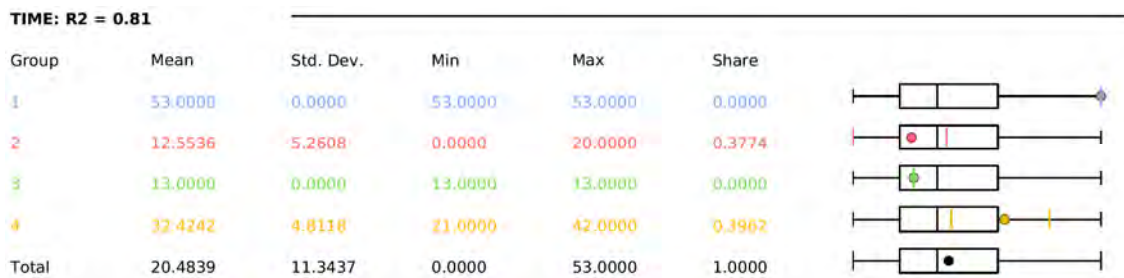


그림 147. 2008년 HPAI 그룹 분석 결과

2010-11년에 발생한 HPAI의 경우 신고일을 기준으로 하였을 때 143일 동안 모두 91건이 발생하였다. 최초 발생일을 기준으로 하였을 때 그룹별 표준편차는 34.6일이었다. 이들 각 사례에 시간정보와 위치정보를 반영하여 4개의 그룹으로 구분한 결과 그룹 3이 타 그룹에 비하여 높은 군집 정도를 보였다. 2010-11년 HPAI의 발생 특징을 그룹별로 살펴보면, 그룹 1의 경우 최초 발생일로부터 138일째 되는 날로부터 140일까지 2일 간 발생한 3건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 1%에 해당한다. 지역적으로는 경기도 연천군에서 발생하였다. 그룹 2는 최초 발생일로부터 57일째 되는 날로부터 98일째 되는 날까지 41일간 발생한 4건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 29%를 차지한다. 지역적으로는 경상북도 영천시에서 발생하였다. 그룹 3은 최초발생일로부터 시작하여 67일째 되는 날까지 67일간 발생한 73건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 47%에 해당한다. 지역적으로는 두 개의 지역으로 구분할 수 있는데 먼저 전라남도 영암군과 나주시가 한 지역이며, 경기도 남부와 충청남도 북부 지역에 해당하는 안성시, 이천시, 천안시가 또 다른 한 지역이다. 그룹 4는 최초 발생일로부터 56일째 되는 날부터 108일째 되는 날까지 52일간 발생한 7건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 36%에 해당한다. 지역적으로는 전라남도 고흥군과 경상북도 영천시, 경기도 여주군 등으로 서로 멀리 떨어져 산발적으로 발생하였다.

그룹 분석 결과만으로 본다면 2010-11년 HPAI는 발생 초기 약 60일 동안에 전라남도과 충청북도 북부 및 경기도 남부 지역에서 집중적으로 발생하였음을 확인할 수 있으며, 이는 HPAI가 인접한 농가로 확산되는 것을 차단하지 못한 결과로 해석된다. 다행인 것은 HPAI가 발생한 시·군내에서는 방역 차단이 제대로 이루어지지 못하였지만, 인접한 시·군으로는 방역 차단이

잘 이루어져 인접 시·군 지역으로의 확산에 따른 피해는 최소화 할 수 있었던 것으로 판단된다.

TIME: R2 = 0.83

| Group | Mean | Std. Dev. | Min | Max | Share | |
|-------|----------|-----------|----------|----------|--------|--|
| 1 | 139.0000 | 0.8165 | 138.0000 | 140.0000 | 0.0140 | |
| 2 | 80.7500 | 14.8724 | 57.0000 | 98.0000 | 0.2867 | |
| 3 | 19.8493 | 14.3161 | 0.0000 | 67.0000 | 0.4685 | |
| 4 | 71.2857 | 20.8444 | 56.0000 | 108.0000 | 0.3636 | |
| Total | 33.3956 | 34.5794 | 0.0000 | 143.0000 | 1.0000 | |

그림 148. 2010-11년 HPAI 그룹 분석 결과

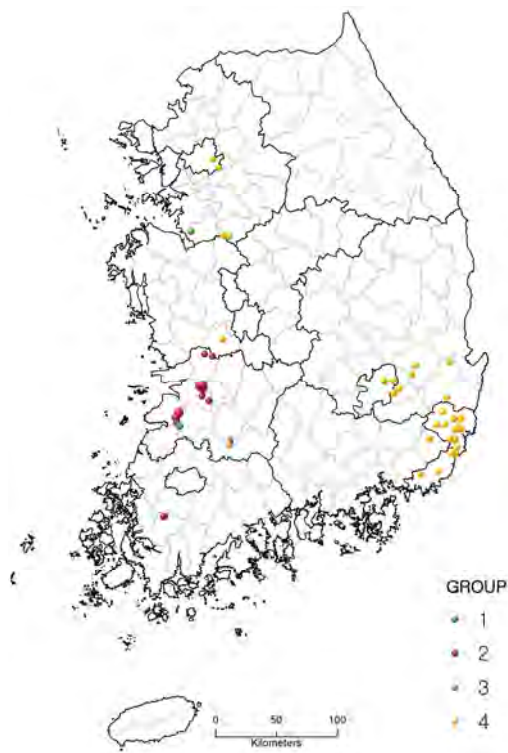


그림 149. 2008년 HPAI 그룹 분석

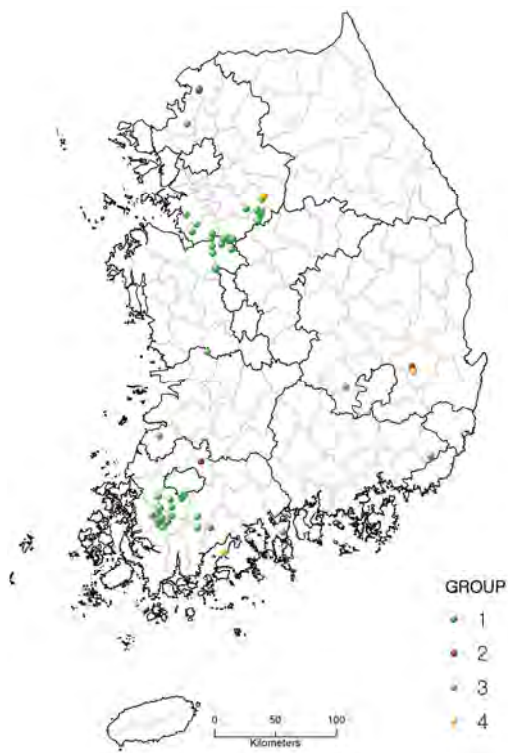


그림 150. 2010-11년 HPAI 그룹 분석

2014년에 발생한 HPAI의 경우 신고일을 기준으로 하였을 때 162일 동안 모두 195건이 발생하였다 (2014년 HPAI의 경우 2016년 6월 현재에도 계속 진행 중인 관계로 2014년 6월까지를 1차년도 분석대상으로 함). 최초 발생일을 기준으로 하였을 때 그룹별 표준편차는 39.0일이었다. 이들 각 사례에 시간정보와 위치정보를 반영하여 4개의 그룹으로 구분한 결과 그룹 1, 2, 3, 4에서 모두 높은 군집 정도를 보였다. 타 년도에 비하여 4개 그룹 모두에서 군집정도가 높게 나타났기 때문에 본 연구에서는 2014년 HPAI에 한하여 5개 그룹으로 추가 분석을 수행하였다. 그 결과 5개 그룹으로 구분하였을 때 3번 그룹을 제외한 4개의 그룹에서 군집정도가 높게 나타났다. 따라서 2014년 HPAI의 경우도 4개의 그룹으로 구분하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 다만, 2014년 HPAI의 경우 결정계수인 R²의 값이 4개 그룹으로 구분할 경우 0.41로

낮게 나타난다는 점에서 그룹 분석 결과에 대한 설명력은 다소 낮다고 볼 수 있다. 2014년 HPAI의 발생 특징을 그룹별로 살펴보면, 그룹 1의 경우 최초 발생일로부터 4일째 되는 날로부터 162일까지 158일 간 발생한 51건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 98%에 해당한다. 지역적으로는 경기도 안성시에 부분적으로 분포하기는 하지만, 전라남도의 영암군, 단양군, 영광군, 나주시, 해남군 등 전라남도 서부 지역의 대부분 시·군에서 발생하였다. 그룹 2는 최초 발생일로부터 시작하여 44일째 되는 날까지 44일간 발생한 40건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 27%를 차지한다. 지역적으로는 전라북도 고창군, 부안군, 정읍시를 중심으로 집중적으로 발생하였다. 그룹 3은 최초발생일로부터 9일째 되는 날부터 158일째 되는 날까지 149일간 발생한 65건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 92%에 해당한다. 지역적으로는 충청북도 진천군과 음성군, 경기도 안성시, 화성시를 중심으로 발생하였다. 그룹 4는 최초 발생일로부터 27일째 되는 날부터 150일째 되는 날까지 123일간 발생한 35건이며, 시간적으로는 전체 HPAI 발생 기간의 약 76%에 해당한다. 지역적으로는 충청남도 천안시, 세종시를 중심으로 발생하였다.

그룹 분석 결과만으로 본다면 2014년 발생한 HPAI는 크게 4개의 그룹으로 특징지어질 수 있다. 이들 그룹들은 모두 지역적인 군집을 보인다는 점이 타 년도에 발생한 HPAI와 차별화를 보인다. 즉, 전라남도 영암군과 전라북도 부안군 그리고 충청북도 음성군·진천군과 충청남도 천안시를 중심으로 크게 4 그룹으로 구분된다. 충청북도와 충청남도 지역에서는 상대적으로 시·군 단위의 차단 방역이 어느 정도 성과를 보인 반면에, 전라남도의 경우는 시·군 단위의 차단 방역이 큰 성과를 보이지 않은 것으로 판단된다.

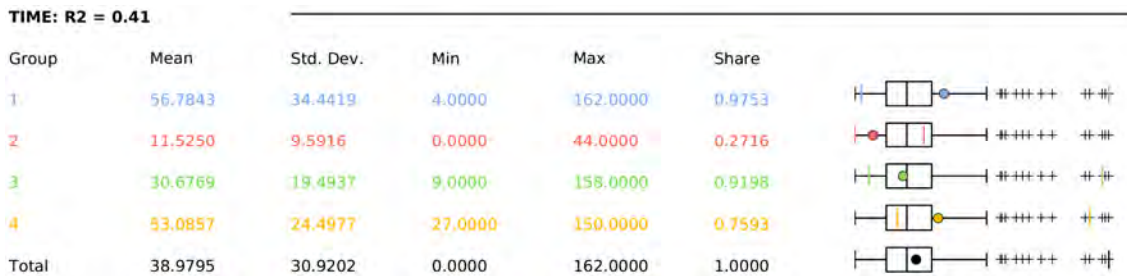


그림 151. 2014년 HPAI 그룹 분석 결과 : 4개 그룹

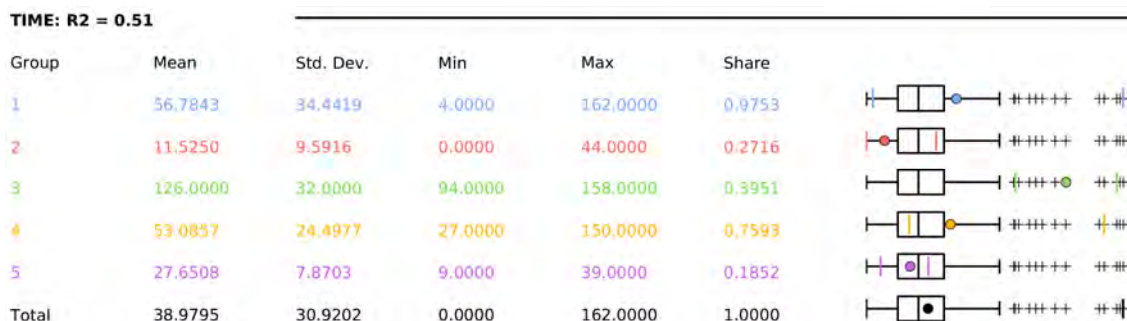


그림 152. 2014년 HPAI 그룹 분석 결과 : 5개 그룹

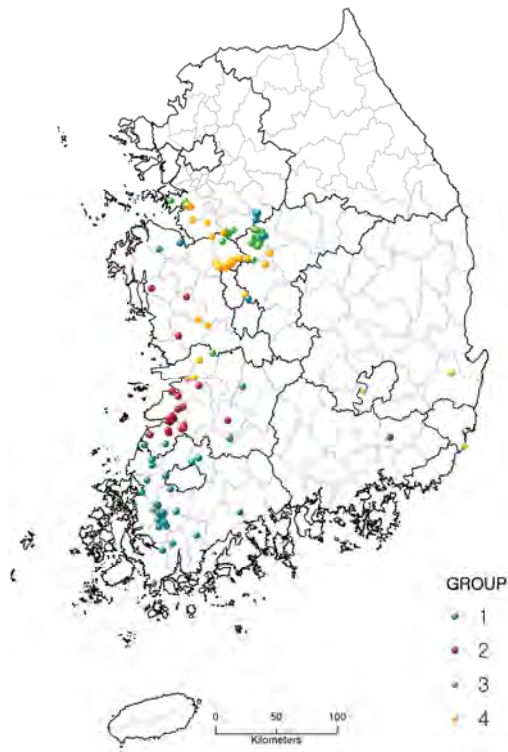


그림 153. 2014년 HPAI 그룹 분석:
4개 그룹

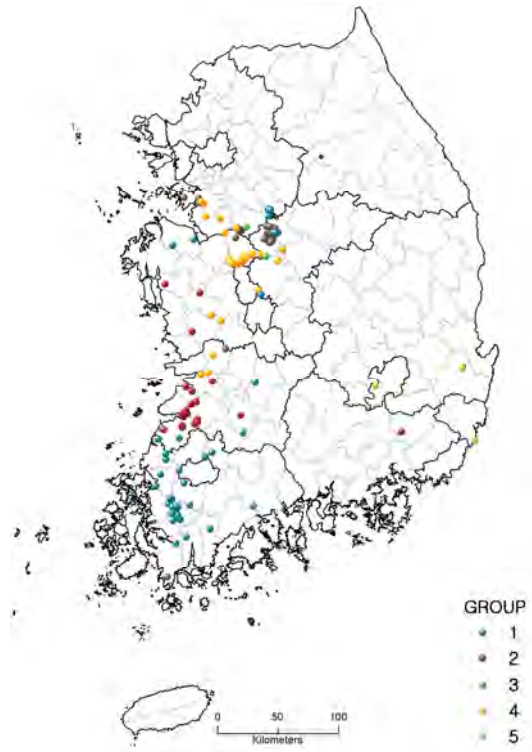


그림 154. 2014년 HPAI 그룹 분석:
5개 그룹

(2) 행정구역 단위의 군집 분석

현재 차단 방역의 기본 단위는 기초자치단체인 시·군 행정구역이다. 따라서 행정구역 단위로 농가의 수, HPAI 발생 건수 등을 적용하여 HPAI의 발생이 행정구역 단위로 군집을 형성하는지를 분석하고자 한다.

다. 시·공간 군집 분석

HPAI의 전파 및 확산과정에 대한 시·공간 군집분석 수행을 통한 전파 및 확산 특징을 분석하였다. HPAI에 대한 시·공간 분석을 수행함으로써 구제역 등 육상 통제가 가능한 기존 질병과 HPAI의 차이점을 제시하고, 육상이동의 통제를 주로 하는 현재의 방역체계의 효과를 분석하고자 하였다. 2003년 이후 국내에서 발생한 HPAI의 발생기간은 3-4개월이며, 2-3년 간격으로 지속적인 발병을 보였다. 그러나 2014년에 발생한 HPAI는 1년 내내 진행되는 경향을 보였다. 그러나 전체적인 HPAI의 경향에서는 초기-중기-말기의 경향을 보였다. 따라서 HPAI의 공간적 분포와 밀집도에 대한 분석도 중요하지만, HPAI의 위치정보와 시간정보를 동시에 고려한 시·공간 군집 분석을 통하여 시·공간상에서 어떠한 분포를 보이면서 확산되었는가를 분석하는 것이 필요하다.

밀도분석과 분포분석은 HPAI 발생 지역을 시각적으로 표현해 주기는 하지만 시간이 변함에 따라 구제역이 어떻게 확산되어 갔는가를 표현해 주지는 못한다. 물론 그룹 분석의 경우 위치정보와 시간정보를 함께 고려하여 그룹을 구분지어 주기는 하지만, 분석 결과로 도출된 그룹이 반드시 일련의 연속된 시간상에 위치하지는 않는다. 즉, 인접전파가 아닌 차량 등에 의한 바이러스 점프의 경우는 시간적으로는 인접하지만 공간적으로 이격되어 있어 동일한 그룹으로 설정이 되지 않을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 HPAI가 발생한 농가의 위치와 함께 날짜를 조사하고 이를 시계열적으로 배열하여 시간이 지남에 따라 HPAI의 확산에 시·공간적인 군집이 발생하였는가를 살펴보았다.

질병의 전파는 공간 및 시간과 밀접한 관련성이 있다. 그리고 이러한 시·공간에서의 전파 과정에서 특이점이나 규칙성을 발견하고 그 원인을 조사하는 것은 역학 조사에 있어서 중요한 부분이다. HPAI와 같이 전염성이 강한 질병의 확산을 보다 정확하게 이해하기 위해서는 공간과 시간을 동시에 고려한 분석 방법이 필요하다. 즉, 일정한 기간 동안 일정한 공간적 범위에서 얼마만큼의 HPAI가 발병하였는가를 분석함으로써, 시·공간을 동시에 고려한 상황에서 HPAI가 집중적으로 발병한 지역을 찾고 그 원인과 결과에 대한 분석을 병행할 필요가 있다.

HPAI 발생지점 전체에 대한 밀도분석과 행정구역(읍/면/동) 단위의 시계열적 확산 분석은 공간 또는 시간의 한 요소만을 고려한 분석이다. 그러나 HPAI와 같이 시간이라는 변수가 공간과 함께 변화하면서 군집(cluster)을 만들어 낼 때는 시간과 공간을 동시에 고려한 시·공간 군집분석 기법을 이용하여야 한다. 즉, 발생한 사건들이 위치적으로 가까우면서 동시에 시간적으로도 가까운가를 분석할 필요가 있다(강호제, 2008). 본 연구에서는 구제역 발생의 시·공간 군집 분석을 위해 검색통계(scan statistics) 방법의 하나인 시·공간 순열모델(space-time permutation model)을 사용하였다. 시·공간 군집 분석을 위한 소프트웨어는 SatScan v9.1을 이용하였으며, 지도화를 위한 소프트웨어는 ArcGIS v10을 사용하였다.

시·공간검색통계의 원리는 사건이 발생한 각 지점들을 중심으로 하는 가상의 원통(cylinder)을 순차적으로 그린다. 이때 원통의 지름은 공간거리를 나타내고 원통의 높이는 시간거리를 나타낸다. 원통의 지름과 높이는 점차 확대되고 이동하면서 시·공간 적으로 군집이 발생한 지역과 시기를 찾게 된다. 일반적으로 각 지점에서의 원통의 지름과 높이는 총 사례 수의 50%까지

확장시켜 분석한다 (kulldorff and Nagarwalla, 1995). 이러한 과정에서 기대치에 대한 관측치의 비율 (observed-to-expected ratio)을 계산하여 실질적으로 사건 발생에 있어서 군집을 추정한다. 그리고 Monte Carlo Simulation 방법을 이용하여 각 클러스터에 대한 관측치와 기대치에 대한 통계적인 유의수준($P < 0.1$)을 검증하는 과정을 거친다(Alkhamis et al, 2009). 이는 시·공간과 관련된 현상을 단순히 주제도로 제작하거나 시간별로 배열하여 추세로 보여주는 방법과 비교할 때 통계적인 설득력을 제공해줄 수 있다는 장점이 있다(강호제, 2008).

시·공간 순열 모델은 사건이 Poisson 분포를 따른다는 전제에서 출발한다. 이러한 가정은 HPAI 발생지점의 최근린(Average Nearest Neighbor)분석을 통하여 검증할 수 있다.

본 연구에서는 시·공간검색통계 분석을 위해 공간의 최대 군집 크기를 사례(HPAI) 수의 50%로 하고, 시간의 최대 군집 크기는 5일로 하였다. 단 2014년의 경우 기존 발생한 HPAI와 비교하여 바이러스의 유형이 상이하고, 발병 기간 또한 1년 이상이기 때문에 시간의 최대 군집 크기를 1일부터 10일까지로 각각 설정하여 수행하였다. 시간의 최대 군집 크기 설정은 일반적으로 병원균의 잠복기에 따라 결정된다. 세계동물보건기구 (OIE)에서는 규정하는 HPAI의 잠복기는 일반적으로 수시간에서 3일 정도이다. 그러나 발병 환경에 따라서는 최대잠복기를 21일까지도 규정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 2014년도에 발생한 HPAI에 한하여 시간 범위를 1일에서 10일까지 각각 설정하여 분석을 수행한 후, 그 결과를 토대로 적절한 시간 범위를 결정하였다.

군집 분석을 위한 소프트웨어는 시·공간 분석 소프트웨어인 SatScan 9.1을 사용하였다. 그리고 분석된 결과는 ArcGIS 10을 활용하여 시각화 하였다.

동물질병의 시·공간 군집분석에 관한 선행연구는 대부분 구제역 등 육상 감염 경로에 의하여 전파·확산되는 질병에 대해서만 수행되었다(배선학 등, 2012). 그러나 HPAI의 경우는 철새라는 매개체가 추가됨으로 인하여 기존의 동물질병과는 전파·확산 유형이 상이할 것으로 예측된다. 따라서 HPAI의 시·공간 분포 유형을 분석함으로써, HPAI를 위한 방역계획 수립을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

시·공간 군집 분석의 시·공간 순열 모델은 사건이 Poisson 분포를 따른다는 전제에서 출발한다. 따라서 HPAI 발생이 임의적 분포를 보이는가는 이미 최근린 분석을 통하여 검증되었다. 즉, 검증결과 유의수준 $P < 0.1$ 수준에서 임의적인 분포를 따르는 것으로 나타났다. 따라서 HPAI 발생은 Poisson 분포를 따른다고 할 수 있다.

그리고 HPAI가 발생한 농가와 인접한 농가에서 수행된 예방적 살처분 농가 중 HPAI 양성 반응을 보인 경우에는 시·공간 군집 분석의 대상에 포함하였다. 그 이유는 예방적 살처분이 수행된 농가에서의 HPAI 발생 빈도는 상대적으로 높으며, 그 결과 인접 전파나 동일한 매개체에 의한 HPAI의 시·공간 군집 현상이 나타날 가능성 또한 높다. 다만, 2014년의 경우는 예방적 살처분 농가를 제외한 경우와 포함한 경우를 모두 적용하여 분석을 수행한 후, 그 결과를 비교하였다.

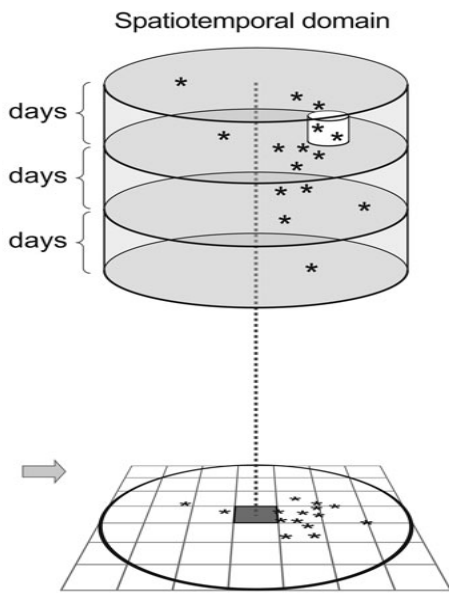


그림 155. 시공간 분석 개념
(Ryan M. et al., 2011)

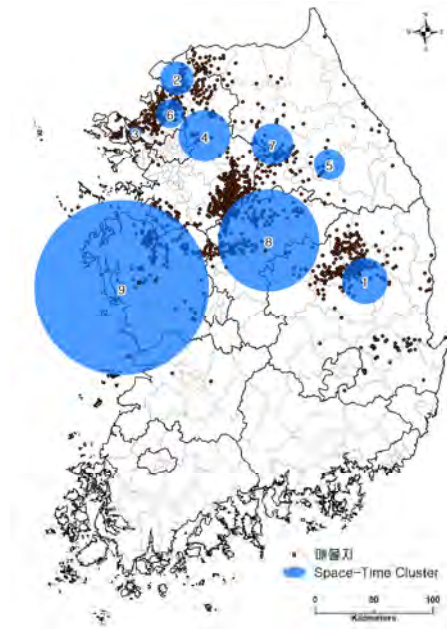


그림 156. 구제역(2010-11년)의 시·공간 분석 사례(배선학 등, 2012)

(1) 2003-04년 HPAI 시·공간 군집 분석

2003-04년 충청북도 음성군에서 시작된 HPAI는 102일 동안 전국 10개 시·군에서 총 19건 발생하였고, 이로 인해 살처분된 가금류만 500만 수에 이른다. 본 연구에서는 시·공간 분석을 통하여 이들 19개 농가들 중 시·공간적으로 인접 관계를 보이는 농가가 있는가를 알아보았다.

시·공간 분석 결과 시·공간 군집은 1건 확인되었지만, 검증 결과는 유의수준 ($P < 0.1$)을 벗어나는 값($P=0.382$)을 보여 통계적으로 유의미한 수준에서의 시·공간 군집은 형성되지 못하였다. 그렇지만 생성된 시·공간 군집을 살펴보면, 2003년 12월 14일부터 2003년 12월 18일까지 5일간 충청북도 음성군, 진천군, 충청남도 천안시 일대의 반경 25.5km에서 6건이 발생함으로써 기대치보다 2.38배 높은 수치를 보였다. 그러나 2003년 12월 10일 천안시에서 최초로 HPAI가 확인된 후로 2003년 12월 23일까지 13일간 충청북도, 충청남도, 경기도의 접경지역 시군을 중심으로 모두 17건의 HPAI가 집중적으로 발생한 결과로 볼 때 이 지역의 HPAI는 동일한 시기에 유입되어 인접한 지역으로 전파하였다고 볼 수 있다. 따라서 시·공간 군집 분석에 근거할 때 2003-04년에 발생한 HPAI는 최초 발생지역인 충청남도와 충청북도 그리고 경기도 접경지역을 중심으로 집중화된 경향을 보이고 있으며, 이는 HPAI 바이러스의 전국적인 확산을 최소화 하는 수준에서 적절한 방역 차단이 수행된 결과로 볼 수 있다. 충청북도 음성군과 진천군 일대는 상대적으로 오리 농가 밀도가 높은 지역이라는 점이 특징적이다.



그림 157. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집



그림 158. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 가금류 농가 밀도



그림 159. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 닭 농가 밀도

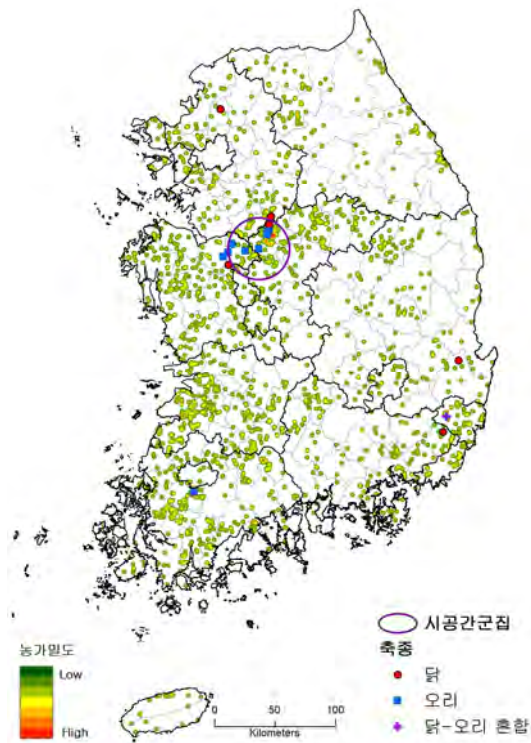


그림 160. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 오리 농가 밀도

표 86. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|-----------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 25.5 | 2003/12/14-2003/12/18 | 5 | 6 | 2.38 | 0.382 |

(2) 2006-07년 HPAI 시·공간 군집 분석

2006년 11월 22일 전라북도 익산시에서 시작된 HPAI는 2007년 3월 20일까지 모두 13건 발생하였고 이로 인해 살처분된 가금류는 57만 수에 이른다. 본 연구에서는 시·공간 분석을 통하여 이들 13개 농가들 중 시·공간적으로 인접 관계를 보이는 농가가 분석하였다.

시·공간 분석 결과 시·공간 군집은 1건 확인되었지만, 검증 결과는 유의수준 ($P < 0.1$) 범위 내에 해당하는 값($P=0.02$)을 보여 통계적으로 유의미한 수준에서의 시·공간 군집이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 이렇게 생성된 시·공간 군집을 살펴보면, 2007년 3월 12일부터 2007년 3월 15일까지 4일간 충청남도 천안시 동면 화계리 일대의 반경 1.2km에서 발생한 3 건으로, 기대치보다는 4배 높은 수치를 보였다. 이 지역에서 발생한 HPAI는 동일한 시기에 유입되어 인접한 지역으로 전파하였다고 볼 수 있다. 2006-07년 발생한 HPAI는 발생 빈도와 규모 모두 상대적으로 미약하였으며, HPAI 발생 지점으로부터 주변 지역으로의 전파 차단 또한 적절하게 수행되었다. 또한 HPAI가 발생한 농가 지역들이 상대적으로 가금류(특히 오리) 농가 밀도가 낮은 지역에 위치한다는 점도 특징적이다.

표 87. 2003-04년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|-----------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 1.2 | 2007/03/12-2007/03/15 | 4 | 3 | 4.00 | 0.020 |



그림 161. 2006-07년 HPAI 발생능가의 시·공간 군집



그림 162. 2006-07년 HPAI 발생능가의 시·공간 군집과 가금류 농가 밀도



그림 163. 2006-07년 HPAI 발생능가의 시·공간 군집과 닭 농가 밀도



그림 164. 2006-07년 HPAI 발생능가의 시·공간 군집과 오리 농가 밀도

(3) 2008년 HPAI 시·공간 군집 분석

2008년 4월 1일 최초 HPAI 신고가 접수된 이후 2008년 5월 24일까지 모두 98 곳에서 HPAI가 발생하였으며, 162만 수의 닭과 오리가 피해를 입었다. 본 연구에서는 시·공간 분석을 통하여 이들 98개 농가들 중 시·공간적으로 인접 관계를 보이는 농가가 분석하였다.

시·공간 분석 결과 시·공간 군집은 모두 4건이 확인되었으며, 1건을 제외하고 모두 검증 결과는 유의수준 ($P < 0.1$) 범위 내에 해당하는 값을 보여 통계적으로 유의미한 수준에서의 시·공간 군집이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 유의수준을 충족하지 못한 1건도 유의수준에 근접한 값($P=0.135$)을 보이고 있다. 이렇게 생성된 시·공간 군집들을 시간 순으로 살펴보면, 먼저 2008년 4월 6일부터 2008년 4월 8일까지 3일간 전라북도 정읍시 일대의 반경 3.5km에서 발생한 3건으로 기대치 보다 18.6배 높은 수치를 보였다. 두 번째로 2008년 4월 16일부터 2008년 4월 20일까지 5일간 전라북도 김제시 일대의 반경 3.3km에서 발생한 22건으로 기대치 보다 2.82배 높은 수치를 보였다. 세 번째로 2008년 4월 28일부터 2008년 5월 2일까지 5일간 경상북도와 대구광역시, 울산광역시 일대의 반경 54.6km에서 발생한 14건으로 기대치 보다 4.89배 높은 수치를 보였다. 마지막으로 2008년 5월 4일에서 2008년 5월 6일까지 3일간 경기도 안성시와 강원도 춘천시 일대의 반경 124.1km에서 발생한 4건으로 기대치 보다 12.4배 높은 수치를 보였다. 일반적으로 전염성 질병의 시·공간 분석에서는 발생 초기에 시·공간 군집의 범위가 작게 형성되는 특징을 보이다가 시간이 지남에 따라 그 크기가 커지는 경향을 보인다. 2008년에 발생한 HPAI가 이러한 질병의 시·공간 확산의 전형적인 유형을 잘 보여주는 사례라 할 수 있다.

2008년 발생한 HPAI의 경우 전라북도 김제시 일대에서 전체 발생 건수의 절반 가량을 발생하였다. 그러나 HPAI의 발생 밀도가 높음에도 불구하고 시·공간 군집이 형성되지 않았다. 이러한 결과는 이 지역에서 장기간(약 20일)에 걸쳐 지속적으로 HPAI가 발생하였기 때문이다. 즉, 김제시 내에서 수행된 초기 차단 방역 및 예방적 살처분에 한계가 있었음을 의미한다. 또한 후반기에 울산광역시를 중심으로 발생한 HPAI의 경우도 약 15일에 걸쳐 지속적인 발생 현상을 보이고 있다. 전라남도 김제시와 같이 농가 밀도가 높은 지역에서 HPAI가 발생할 경우에는 차단 방역의 성과가 제한적이라는 것을 2008년의 사례에서도 확인할 수 있다.

표 88. 2008년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|-----------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 3.5 | 2008/04/06-2008/04/08 | 3 | 3 | 18.60 | 0.135 |
| 2 | 3.3 | 2008/04/16-2008/04/20 | 5 | 22 | 2.82 | 0.000 |
| 3 | 54.6 | 2008/04/28-2008/05/02 | 5 | 14 | 4.89 | 0.000 |
| 4 | 124.1 | 2008/05/04-2008/05/06 | 3 | 4 | 12.40 | 0.075 |

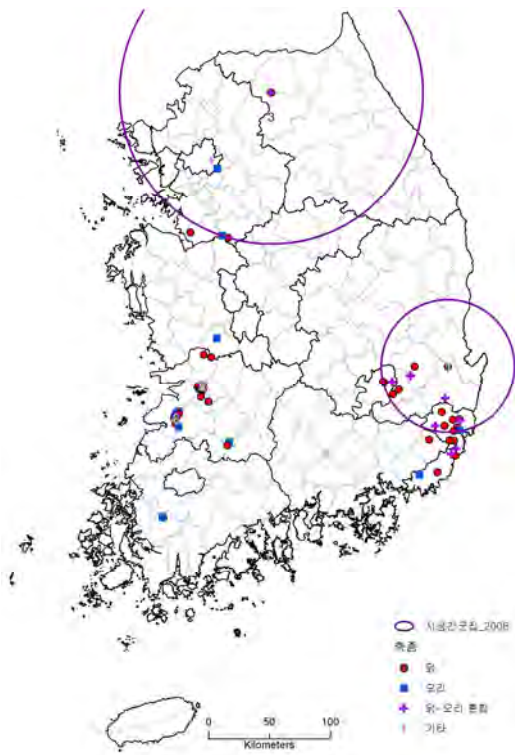


그림 165. 2008년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집



그림 166. 2008년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 가금류 농가 밀도

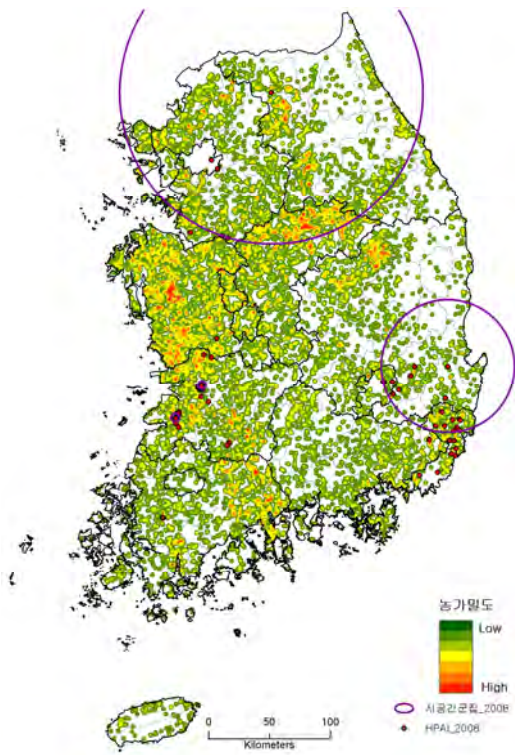


그림 167. 2008년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 닭 농가 밀도

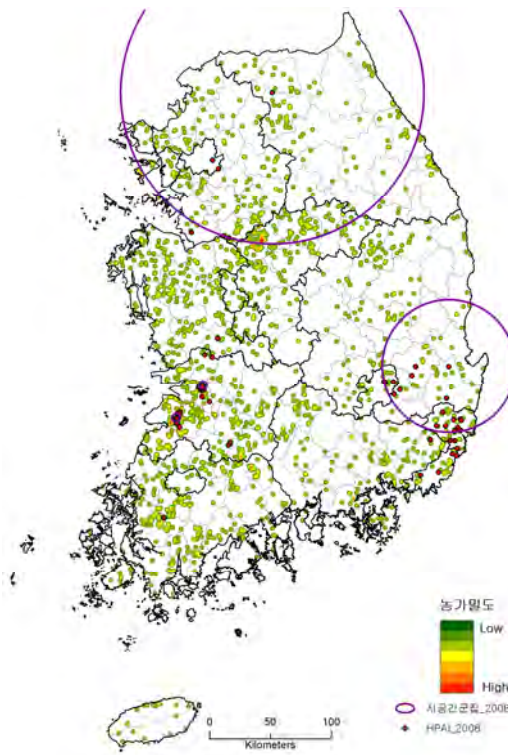


그림 168. 2008년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 오리 농가 밀도

(4) 2010-11년 HPAI 시·공간 군집 분석

2010년 12월 29일 최초 HPAI 신고가 접수된 이후 2011년 5월 21일까지 HPAI가 발생한 농가는 모두 91 곳이며, 262만 수의 닭, 오리, 메추리, 칠면조 등이 피해를 입었다. 본 연구에서는 시·공간 분석을 통하여 이들 91개 농가들 중 시·공간적으로 인접 관계를 보이는 농가가 분석하였다.

시·공간 분석 결과 시·공간 군집은 모두 9건이 확인되었으며, 이들 중 4건은 검증 결과 유의수준 ($P < 0.1$) 범위 내에 해당하는 값을 보여 통계적으로 유의미한 수준에서의 시·공간 군집이 형성되었음을 확인할 수 있었고, 5건은 유의수준을 벗어나는 값을 보였다. 유의수준을 충족하지 못하는 군집 중 1건도 유의수준에 근접한 값($P=0.131$)을 보이고 있다. 이렇게 생성된 시·공간 군집들을 시간 순으로 살펴보면, 먼저 2010년 12월 29일부터 2010년 12월 31일까지 3일간 전라북도 익산시와 충청남도 천안시 일대의 반경 68.8km에서 발생한 3건으로 기대치 보다 30.33배 높은 수치를 보였다. 두 번째는 2011년 1월 5일부터 2011년 1월 9일까지 5일간 전라남도 나주시와 영암군 일대의 반경 5.9km에서 발생한 14건으로 기대치 보다 4.04배 높은 수치를 보였다. 세 번째는 2011년 1월 17일부터 2011년 1월 19일까지 3일간 반경 10.3km에서 발생한 3건으로 기대치 보다 13.65배 높은 수치를 보였다. 그러나 통계 검정에서는 유의수준을 벗어난다. 네 번째는 2011년 1월 25일에서 2011년 1월 27일까지 3일간 경기도 평택시 일대의 반경 10.1km에서 발생한 3건으로 기대치 보다 18.2배 높은 수치를 보였다. 다섯 번째는 2011년 2월 7일부터 2011년 2월 10일까지 4일간 반경 15km에서 발생한 2건으로 기대치 보다 30.33배 높은 수치를 보였지만, 유의수준을 크게 벗어나므로 큰 의미가 없다. 여섯 번째는 2011년 2월 23일에서 2011년 2월 27일까지 5일간 경기도 여주시 일대의 반경 2.7km에서 발생한 6건으로 기대치 보다 10.11배 높은 수치를 보였다. 일곱 번째와 여덟 번째는 각각 2011년 3월 22일에서 2011년 3월 24일까지 3일간과 2011년 4월 6일에서 2011년 4월 8일까지 3일간 발생한 것으로 모두 출현 빈도가 낮고 유의수준에도 크게 벗어나므로 큰 의미는 없다. 마지막으로 아홉 번째는 2011년 5월 17일에서 2011년 5월 21일까지 5일간 경기도 연천군 일대의 반경 3.8km에서 발생한 4건으로 기대치 보다 22.75배 높은 수치를 보였다.

일반적으로 전염성 질병의 시·공간 분석에서는 발생 초기에 시·공간 군집의 범위가 작게 형성되는 특징을 보이다가 시간이 지남에 따라 그 크기가 커지는 경향을 보인다. 그러나 2011년에 발생한 HPAI의 경우는 최초 발생 시 농가 밀도가 높은 지역으로 원거리 이동으로 확산된 후, 2차 감염된 지역에서 인접지역으로 확산되는 경향을 보이고 있다. 이는 초기 대응의 중요성과 역학 조사의 역할을 잘 보여주는 예이다.

표 89. 2010-11년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|-----------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 68.8 | 2010/12/29-2010/12/31 | 3 | 3 | 30.33 | 0.017 |
| 2 | 5.9 | 2011/01/05-2011/01/09 | 5 | 14 | 4.04 | 0.000 |
| 3 | 10.3 | 2011/01/17-2011/01/19 | 3 | 3 | 13.65 | 0.579 |
| 4 | 10.1 | 2011/01/25-2011/01/27 | 3 | 3 | 18.20 | 0.131 |
| 5 | 15.0 | 2011/02/07-2011/02/10 | 4 | 2 | 30.33 | 0.833 |
| 6 | 2.7 | 2011/02/23-2011/02/27 | 5 | 6 | 10.11 | 0.001 |
| 7 | 0.0 | 2011/03/22-2011/03/24 | 3 | 2 | 45.50 | 0.447 |
| 8 | 0.4 | 2011/04/06-2011/04/08 | 3 | 2 | 45.50 | 0.447 |
| 9 | 3.8 | 2011/05/17-2011/05/21 | 5 | 4 | 22.75 | 0.001 |



그림 169. 2010-11년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집



그림 170. 2010-11년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 가금류 농가 밀도

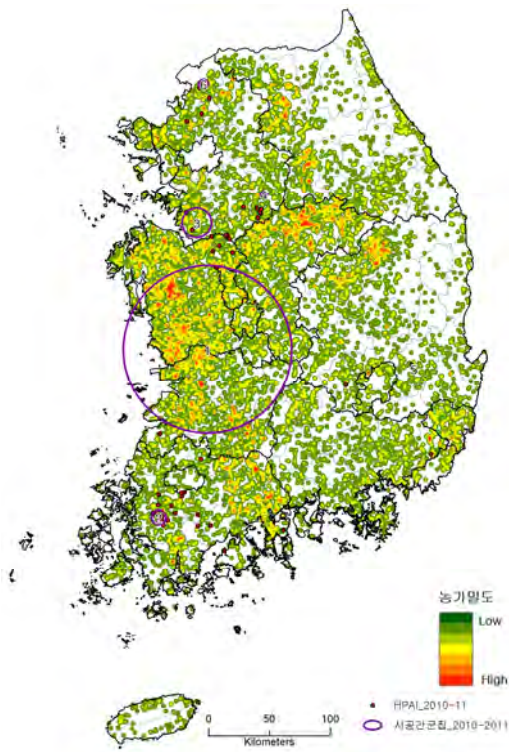


그림 171. 2010-11년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 닭 농가 밀도

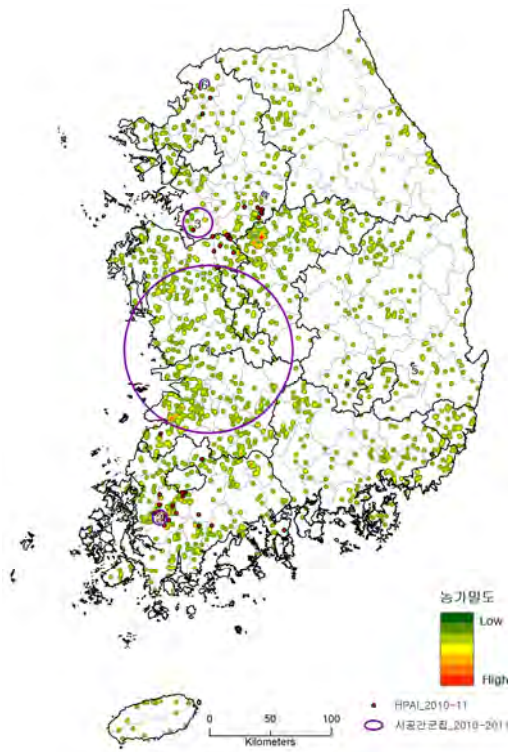


그림 172. 2010-11년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 오리 농가 밀도

(5) 2014년 HPAI 시·공간 군집 분석

2014년 1월 17일 최초 HPAI 신고가 접수 된 이후 2016년까지 HPAI는 그 빈도수는 줄었지만 지속적으로 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 2014년 1월 17일부터 2014년 6월말까지 신고 된 HPAI 발생 농가를 대상으로 그 분석 범위를 한정하였다. 2014년 6월 26일까지 HPAI 발생 농가는 모두 196 곳이며, 501만 수의 닭, 오리, 메추리, 타조, 거위, 기러기, 칠면조 등이 피해를 입었다.

시·공간 분석 결과 시·공간 군집은 모두 4건이 확인되었으며, 이들 중 3건은 검증 결과 유의수준 ($P < 0.1$) 범위 내에 해당하는 값을 보여 통계적으로 유의미한 수준에서의 시·공간 군집이 형성되었음을 확인할 수 있었고, 1건은 유의수준을 크게 벗어나는 값을 보였다. 이렇게 생성된 시·공간 군집들을 시간 순으로 살펴보면, 먼저 2014년 1월 20일부터 2014년 1월 24일까지 5일간 전라북도 부안군과 고창군 일대의 반경 24.7km에서 발생한 17건으로 기대치 보다 7.31배 높은 수치를 보였다. 두 번째는 2014년 2월 17일부터 2014년 2월 19일까지 3일간 충청북도 음성군 일대의 반경 2.2km에서 발생한 28건으로 기대치 보다 6.31배 높은 수치를 보였다. 세 번째는 2014년 2월 28일부터 2014년 3월 2일까지 3일간 반경 57.1km에서 발생한 3건으로 기대치 보다 14.7배 높은 수치를 보였다. 그러나 통계 검정에서는 유의수준을 크게 벗어난다. 네 번째는 2014년 3월 13일에서 2014년 3월 16일까지 4일간 전라남도 나주시 일대의 반경 21.3km에서 발생한 9건으로 기대치 보다 9.8배 높은 수치를 보였다.

일반적으로 전염성 질병의 시·공간 분석에서는 발생 초기에 시·공간 군집의 범위가 작게 형성되는 특징을 보이다가 시간이 지남에 따라 그 크기가 커지는 경향을 보인다. 그러나 2014년에 발생한 HPAI의 경우는 시·공간 군집의 크기가 불규칙 적이다.

표 90. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|---------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 24.7 | 2014/1/20-2014/1/24 | 5 | 17 | 7.31 | 0.000 |
| 2 | 2.2 | 2014/2/17-2014/2/19 | 3 | 28 | 6.31 | 0.000 |
| 3 | 57.1 | 2014/2/28-2014/3/02 | 3 | 3 | 14.7 | 0.998 |
| 4 | 21.3 | 2014/3/13-2014/3/16 | 4 | 9 | 9.8 | 0.000 |

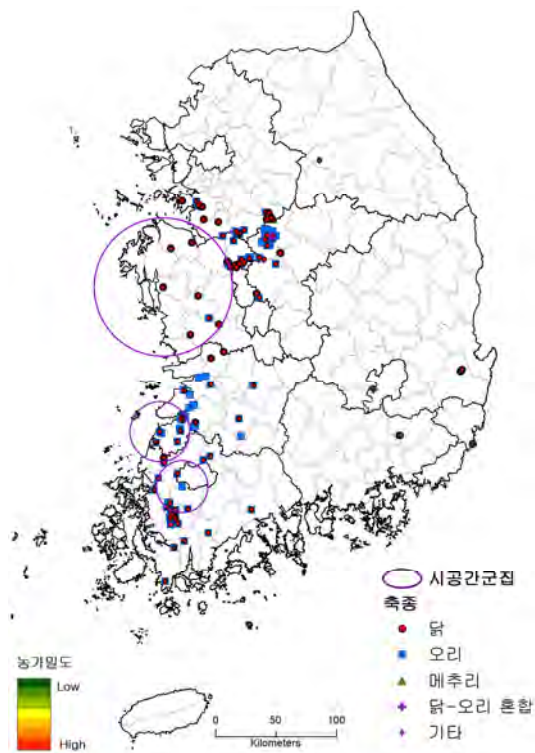


그림 173. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집

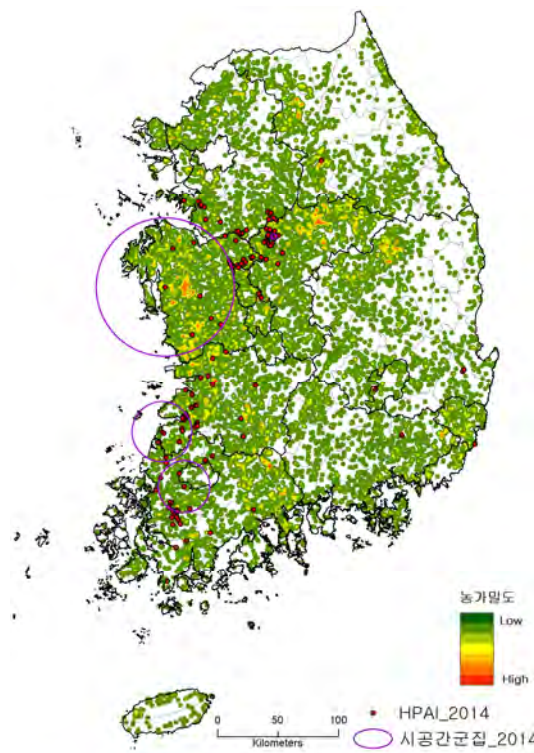


그림 174. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 가금류 농가 밀도

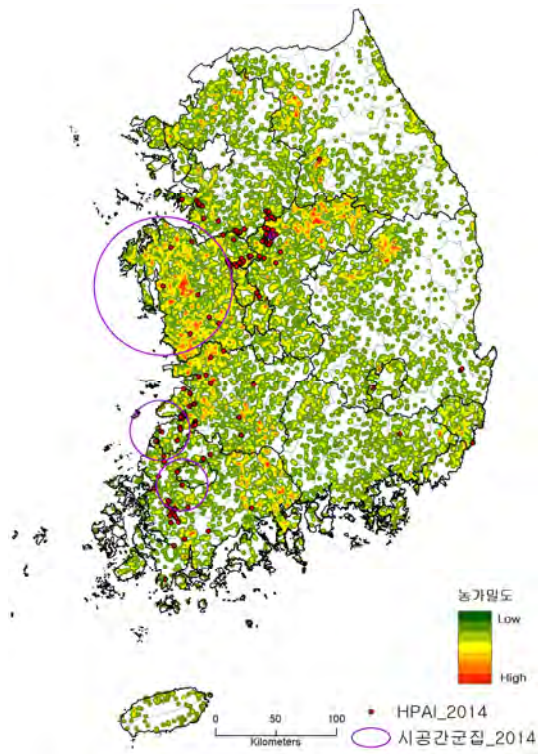


그림 175. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 닭 농가 밀도

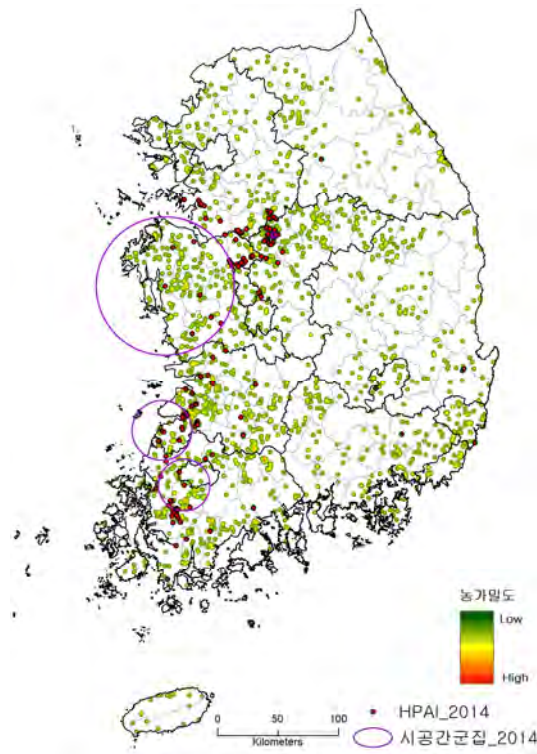


그림 176. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집과 오리 농가 밀도

라. 시·공간 군집분석을 활용한 2014년 HPAI 확산 특징 분석

2014년 HPAI 발생 농가에 대한 시·공간 분석은 시간 범위를 1일에서 10일까지 1일 단위씩 증가시키면서 분석하였다. 이는 시간의 범위에 따라 HPAI가 어느 정도의 범위까지 확장되어 가는가를 살펴보기 위한 것이다. 즉, 1일부터 하루씩 시간 범위를 증가시켜 10일까지 시간 범위를 설정하는 과정에서 시·공간 군집에 있어서 큰 변화가 발생하지 않는 날짜가 나타나면, 이 시점 이후로는 해당 지역에서의 최초 발병한 바이러스가 인접한 주변 지역으로 더 이상 전파되지 않았음을 간접적으로 보여주는 지표가 될 수 있다. 만약 초동 방역에 실패할 경우 시간의 범위가 증가함에 따라 원의 크기가 더욱 커질 것이고, 초동 방역에 성공하였다면 시간의 범위가 증가하더라도 시·공간 군집에는 큰 변화가 없을 것이다. 또한 이러한 분석은 2014년에 발생한 HPAI 바이러스가 우리나라 환경에서 어느 정도의 기간까지 생존하면서 주변 농가를 오염시키는가에 관한 참고 자료로도 활용 가능할 것으로 판단된다.

그리고 2014년 발생한 HPAI의 시·공간 분석에서는 시간 범위를 달리하는 분석과 함께 예방적 살처분 과정에서 양성을 보인 농가를 배제한 시·공간 분석을 함께 수행하였다. 이는 인접한 주변 농가를 대상으로 수행되는 예방적 살처분 농가에서 상대적으로 높은 HPAI 양성 비율을 보인다는 분석 자료에 따른 것으로, 예방적 살처분이 이루어진 인접 지역은 HPAI 최초 신고 농가와 동일한 상황으로 처리하고, 예방적 살처분의 범위를 벗어나는 지역에서 시·공간적으로 군집이 발생하는 가를 살펴보기 위한 것이다. 만약 예방적 살처분을 배제한 HPAI 자료에서도

예방적 살처분을 포함한 시·공간 분석과 유사한 결과가 도출 된다면, 이는 예방적 살처분의 범위의 재조정 및 인접 지역에 대한 방역 개선 등에 관한 논의로 확대되어야 함을 의미한다.

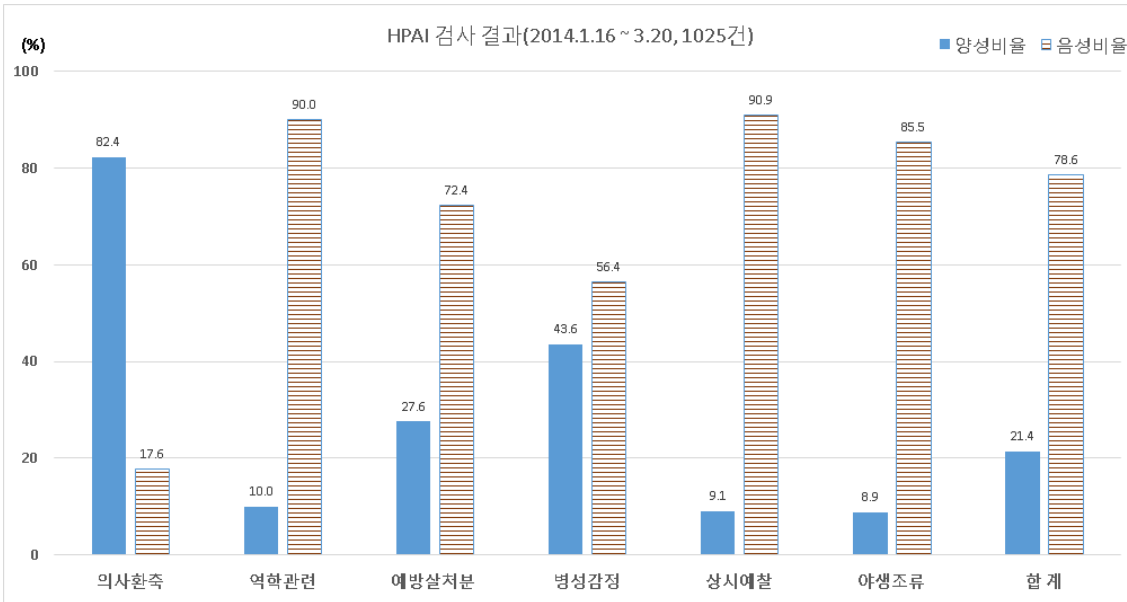


그림 177. 2014년 HPAI 검사 결과(농림축산검역본부, 2014)

(1) 2014년 HPAI 발생 농가 전체의 시·공간 분석

2014년 HPAI 발생 농가 전체를 대상으로 시간적 범위를 점차적으로 증가시키면서 시·공간 군집 분석을 수행하였다. 그 결과 전체적인 경향에서는 시간적 범위 5일 이후에는 비슷한 경향을 보이고 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 최초 신고 후 5일까지는 인접지역으로의 바이러스 확산이 진행되지만, 5일 이후에는 방역활동으로 인하여 바이러스의 확산이 차단되었다고 가정할 수 있다.



그림 178. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 2일



그림 179. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 3일



그림 180. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 4일



그림 181. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 5일



그림 182. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 6일



그림 183. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 7일



그림 184. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 8일

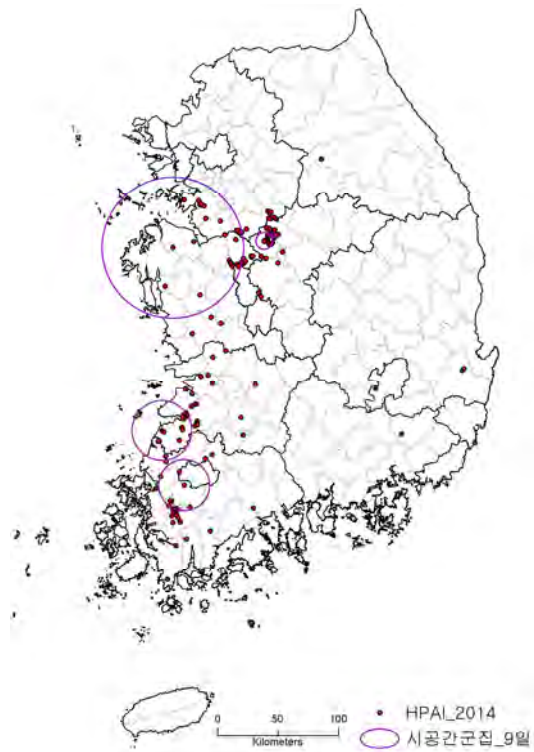


그림 185. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 9일

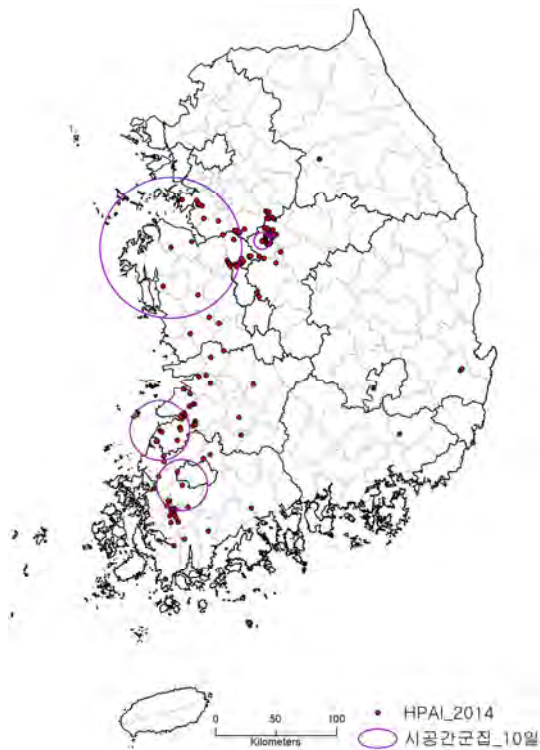


그림 186. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 10일

(2) 2014년 HPAI 발생농가 중 예방적 살처분 농가를 제외한 시·공간 분석

예방적 살처분 농가를 제외한 시·공간 군집 분석에서도 시간적 범위가 5일을 넘어서면 군집이 안정화 되는 경향을 보여주고 있다. 이러한 경향은 시간적 범위로 볼 때는 전체 HPAI 발생 농가를 대상으로 한 분석과 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 시·공간 군집이 형성되는 지역에 있어서는 전체 농가를 대상으로 하였을 때와 차이를 보이고 있다. 군집의 반경은 매우 작게 나타났으며, 군집이 형성된 경우도 대부분 통계적인 유의수준에서 크게 벗어났다. 이러한 결과는 현재 수행중인 예방적 살처분의 방법과 범위가 HPAI의 방역에 일정 부분 기여하고 있음을 의미한다. 이러한 결과에 근거하여 보면, 2014년에 발생한 HPAI의 절반 정도는 인접 전파에 의한 것이고 나머지는 원거리 전파에 의한 것으로 추론할 수 있다. 또한 충청북도와 충청남도 그리고 경기도가 서로 인접하고 있는 지역에서는 HPAI의 발생빈도는 매우 높지만, 시·공간 군집은 형성되지 않고 있다. 이는 이들 지역의 방역 체계에 문제가 있음을 의미한다. 즉, 이 지역은 장기간에 걸쳐 지속적으로 바이러스가 유입되었으며, 이렇게 유입되는 바이러스는 효과적으로 차단되지 못하고 이 일대의 농가들을 장기간에 걸쳐 오염시키고 있음을 의미한다.

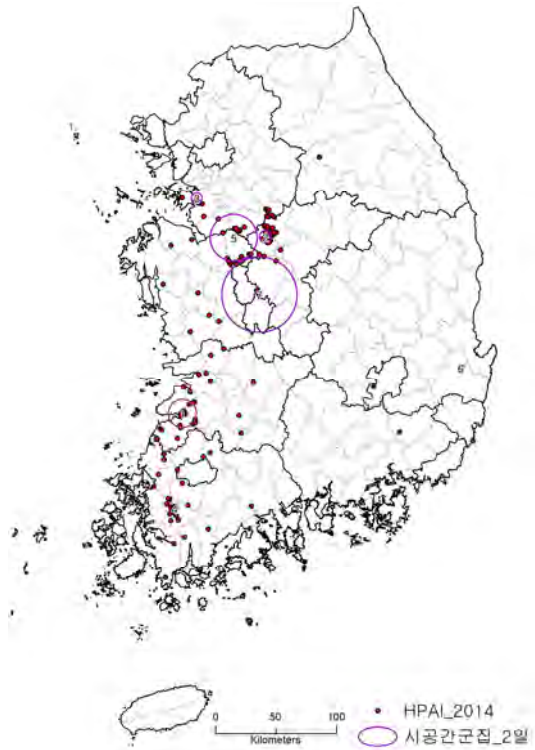


그림 187. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 2일



그림 188. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 3일



그림 189. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 4일

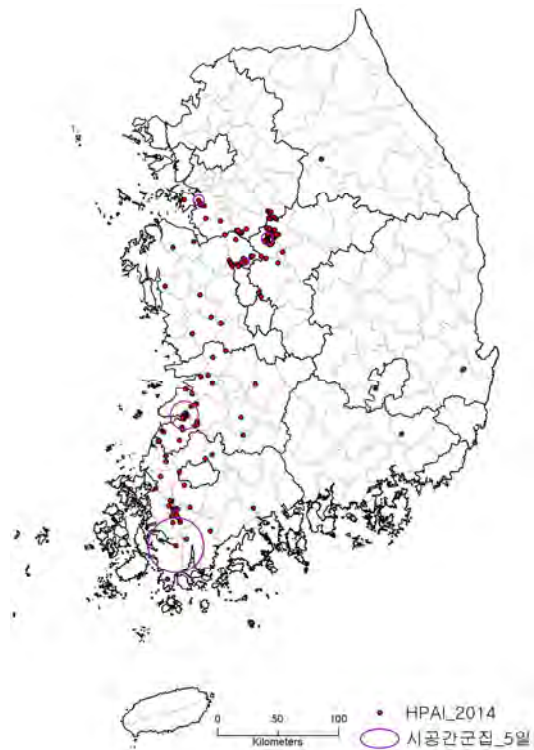


그림 190. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 5일



그림 191. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 6일



그림 192. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 7일

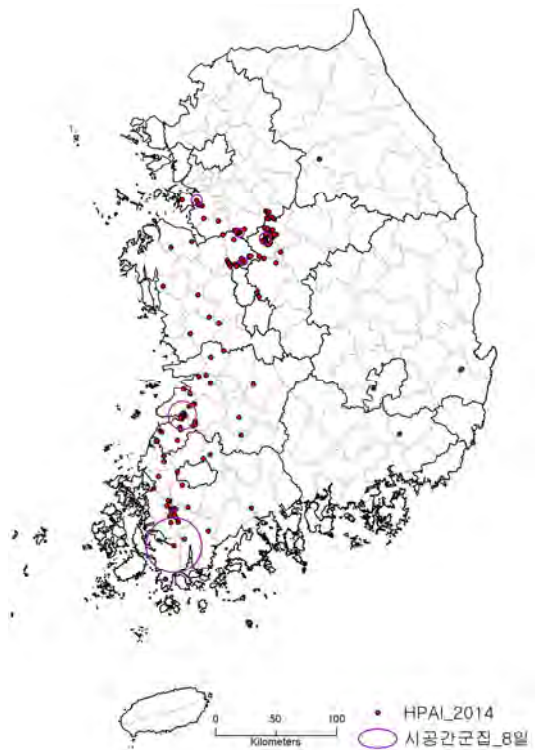


그림 193. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 8일



그림 194. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 9일



그림 195. 2014년 HPAI 발생농가의 시·공간 군집 10일

표 91. 2014년 HPAI 발생농가 중 예방적 살처분 제외 농가에 대한 시·공간 군집분석 결과

| Cluster number | Radius (km) | Time frame | Period | No. of outbreaks | Observed-to-expected ratio | P-value |
|----------------|-------------|---------------------|--------|------------------|----------------------------|---------|
| 1 | 11.7 | 2014/1/17-2014/1/20 | 4 | 7 | 14.57 | 0.000 |
| 2 | 4.9 | 2014/2/01-2014/2/02 | 2 | 2 | 34.00 | 0.925 |
| 3 | 4.4 | 2014/2/06-2014/2/09 | 4 | 3 | 25.50 | 0.094 |
| 4 | 23.0 | 2014/2/11-2014/2/14 | 4 | 4 | 6.80 | 0.997 |
| 5 | 1.3 | 2014/2/20-2014/2/20 | 1 | 2 | 25.50 | 0.986 |
| 6 | 1.7 | 2014/3/07-2014/3/07 | 1 | 2 | 25.50 | 0.986 |
| 7 | 3.0 | 2014/3/17-2014/3/21 | 5 | 3 | 12.75 | 0.949 |

6. 요인간 관계 분석 및 HPAI 발생 농가 간 네트워크 분석

고병원성조류인플루엔자 (Highly Pathogenic Asian influenza 이하 HPAI)는 2003년 충북 음성에서 최초 발병 보고된 이후 지속적으로 가금농가 및 관련 산업에 직·간접적 피해를 입히고 있다. 특히기존에 알려진 H5N1에서 변형된 H5N8형 HPAI의 경우 2014년 이후 매년 발병하여 가금산업 전반에 막대한 피해를 주는 실정이다. 따라서 HPAI의 발생 및 확산에 대한 이해를 기반으로한 방제 대책에 시급하다. 세계적으로 HPAI는 국제수역사무국 (OIE)에 의하여 전염사례 및 대처방법이 보고된다. OIE는 HPAI 발생지역 정보를 전세계 행정정부와 공유하면서 전

염병 근절 및 확산 방지를 실시한다. OIE의 보고에 의하면 HPAI는 2005년을 기점으로 중국, 몽골, 한국, 일본을 포함한 지역 전염병에서 인도를 포함하여 유럽전역과 아프리카에서 유행하는 세계적인 형태의 전염병으로 발전하였다(Subbarao and Katz. 2000, WHO. 2013). 특히 중국 칭하이성에 위치한 칭하이 호수 (Qinghai Lake)에서 HPAI의 아형 H5N1 감염으로 3000마리 이상 폐사한 기러기목 오리과 줄기러기의 주기적인 이주로 인하여 HPAI의 감염이 중국 주변국으로 확산된 이후 세계적인 감염형태로 발전한 것으로 추측된다 (Liu et al. 2005).

효과적인 HPAI 방제 대책의 일환으로 1차년도 연구에서 지리적 공간 정보 및 기상정보 데이터베이스를 이용하여 HPAI의 발생, 확산 및 전파의 위험요인에 대하여 시·공간 분석을 실시하였다. 분석결과 충청북도, 전라북도, 그리고 전라남도에 위치한 가금농가의 HPAI 피해를 확인하였다. 특히, 충청북도의 경우 HPAI 발생농가는 비발생 농가에 비하여 주변 고속도로, 국가하천, 및 철새도래지와 인접성을 보여주었다. 철새도래지의 철새 배변물을 통하여 지역의 농가로 감염된 HPAI는 국가하천 주변 야생동물 등을 통하여 1차 확산 및 전파가 이루어지는 것으로 의심된다(Si, Y. 2011). 예찰을 통한 감염확정 이전에 감염농가를 방문한 외부차량 및 농가관계자의 동선을 통하여 감염균은 주변 지역으로 2차 확산 및 전파가 이루어지는 것으로 의심된다. 1차년도 연구에서 HPAI의 발병, 전염 및 확산이 상대적으로 낮은 온도에서 증가하는 경향을 확인하였으나 통계적 유의미성은 얻지 못하였다. 따라서, 기상정보를 이용한 HPAI의 발병, 전염 및 확산에 대한 공간분석은 2차년도 연구에서 배제하였다.

본 절에서는 시·공간 분석을 이용하여 확인된 전국 HPAI감염농가 특성을 분석한 후 분석결과를 바탕으로 행정단위 내 감염가능농가를 예측하고자 노력하였다. 위의 결과를 통하여 도출된 감염가능농가를 중심으로 효율적 예찰 및 방역을 위해 연구의 시간적 범위 설정, 농가에 접촉한 차량 분석, 차량 네트워크 분석을 통한 다양한 유형 도출 및 분석을 실시함으로써 지리적 경계 내에서의 HPAI감염 확산 및 전파를 차단하고 방역체계를 구축하는 것이 본 연구의 목적이다.

가. 전국 HPAI 발생농가의 현황 분석을 통한 특성 파악

(1) 전국 최초 HPAI 발생농가 현황

철새도래지를 중심으로 산발적으로 발생하는 HPAI감염 확산 및 전파를 전국적으로 확인하는 것은 불가능하다. 따라서 예찰을 통한 시료조사 및 농가 주(주인)의 신고를 통하여 확인된 최초 HPAI감염신고농가 정보는 방역 및 살처분을 위한 지역통제의 중요한 자료로 활용되고 있다. 우리나라 HPAI 최초발생농가의 81%는 서해안에 위치한 경기도, 전라남도, 충청남도, 전라북도에 밀집 분포하였다. 동해안을 접한 강원도와 경상남도, 경상북도의 경우 다른 지역에 비하여 상대적으로 낮은 8%의 HPAI 최초 발생보고가 이루어졌다. 내륙에 위치한 충청북도는 전국 비율의 11%를 차지하고 있었다. 서해 지역은 동해 지역에 비하여 HPAI 최초 감염율이 높았다. 역학보고서에 기술된 바와 같이 HPAI는 철새 분변을 통하여 최초 가금농가로 전파되었을 가능성이 높다 (농림축산검역본부, 2014).

따라서 서해지역과 동해지역의 철새특성 확인은 HPAI 1차 감염 경로에 대한 이해를 높일 수 있다. 지역별 HPAI 감염을 차이는 철새도래지의 개수 및 넓이 보다는 도래하는 철새의 종

류에 기인한 것으로 의심된다 (국립환경과학원, 2012). 삼면이 해안으로 둘러싸인 반도의 특성상, 우리나라 내륙의 일부지역을 제외한 동해와 서해 주변의 지방 및 국가하천에는 매년 수만 마리의 철새들이 도래하고 있다 (국립환경과학원, 2012).

하지만, 도래하는 철새의 종류는 지역에 따른 특이성을 보여준다. 예를 들면, 가창오리 군무가 자주 출몰하는 서해 지역과는 달리 동해 지역은 고니, 오리, 및 기러기류의 철새가 매년 도래하는 것으로 확인되고 있다 (국립환경과학원, 2012). 농림축산검역본부가 발행한 ‘고병원성인플루엔자 역학조사보고서’에 의하면 2003년 HPAI는 충청북도 음성읍을 최초기점으로 충청남도 천안에 위치한 풍세천과 충청북도 청원에 위치한 미호천에서 바이러스가 각각 검출되었다. 이후 국내 HPAI는 감염율이 점차 증가하여 2010년과 2011년에는 전국 7개 시·도(충청남도 6건, 경기도 4건, 전라남도 3건, 경상남도 3건, 전라북도 2건, 충청북도 1건, 울산광역시 1건)에서 포획된 철새 및 철새의 폐사체와 수거분변에서 HPAI가 검출되었다.

또한 국내 HPAI 감염의 주요인으로 지목되었던 겨울철새류 청둥오리와 가창오리와 더불어 2010년 이후에는 기러기목 오리과 4종 (원앙, 쇠기러기, 큰고니, 회뺨검둥오리), 맹금류 매목 수리과 2종 (수리부엉이, 새매) 그리고 매과 1종 (황조롱이)에서도 HPAI가 검출되기 시작하였다 (농림축산검역본부, 2010-2011).

(가) HPAI 발생농가의 축종별 가금두수 현황 확인

전국 HPAI 발생농가의 가금사육두수는 농가규모를 확인하는 자료로 확인된다. 본 연구에서는 감염농가의 평균가금사육두수를 이용하여 감염농가 규모를 확인하였다. 감염농가 규모는 본 연구에서 감염가능농가 예측자료로 활용되었다. 감염가능농가란 기존의 HPAI 감염농가와 유사한 특이성 (농가규모, 방문차량 목적 및 종류, 사육가금 종류 등)을 지닌 가금농가로써 다른 농가에 비하여 추후 높은 감염율로 인하여 일반농가에서 감염농가로 전이될 가능성이 높은 농가를 일컫는다.

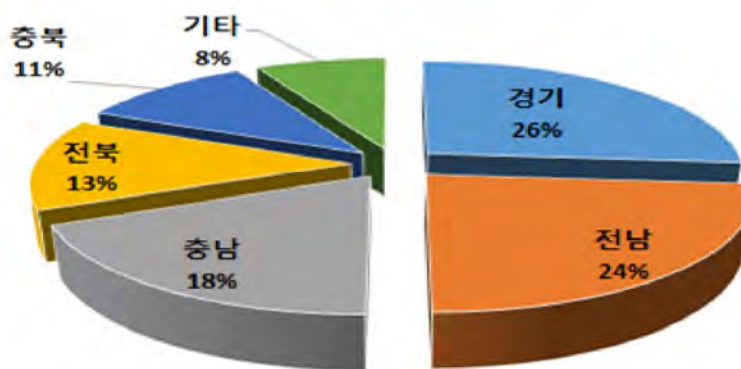


그림 196. 지역별 HPAI 최초감염농가 비율

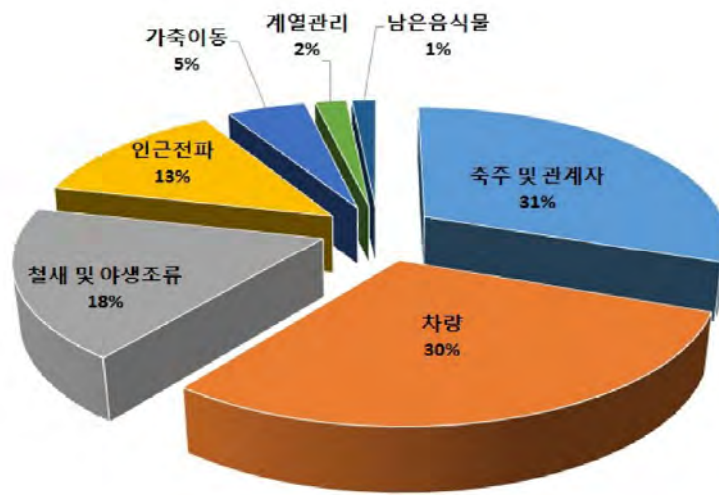


그림 197. HPAI 확산 위험요인의 종류 및 추정확률
(2014 고병원성조류인플루엔자 역학조사보고서, 농림축산검역본부, 2014)

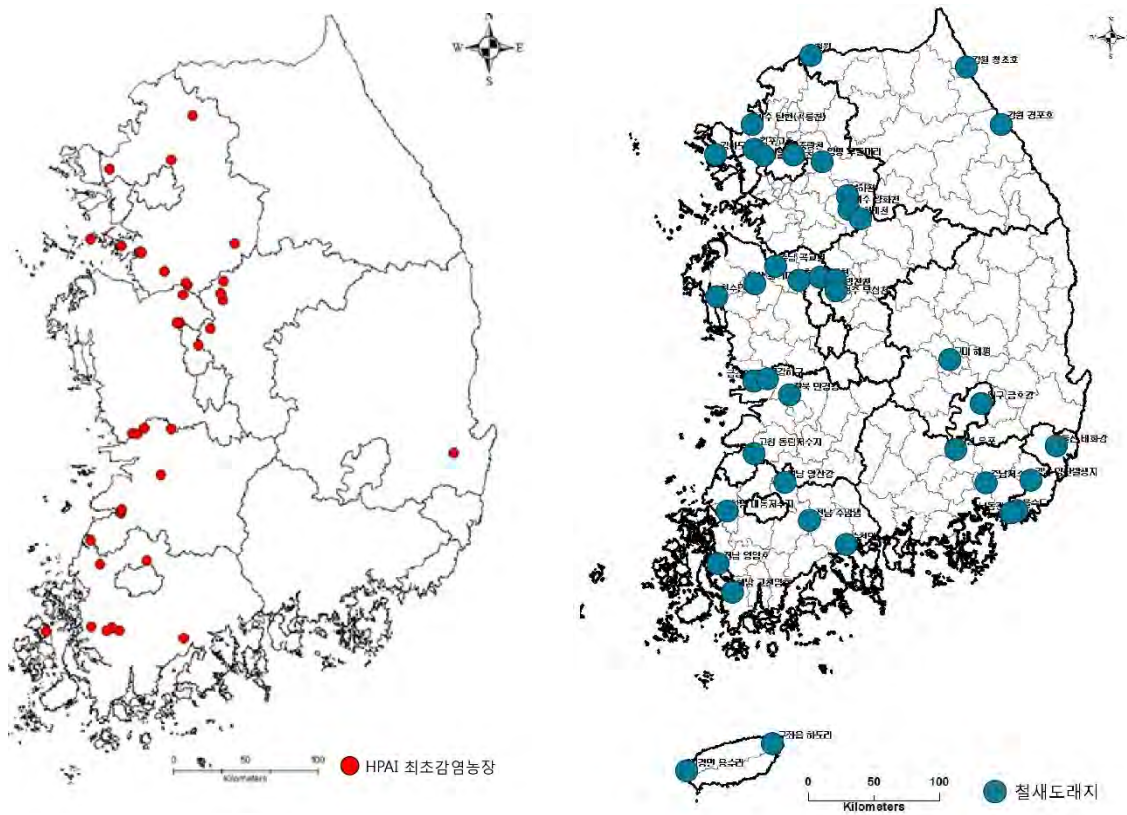


그림 198. 전국 HPAI최초신고농가(좌)와 알려진 철새도래지(우)

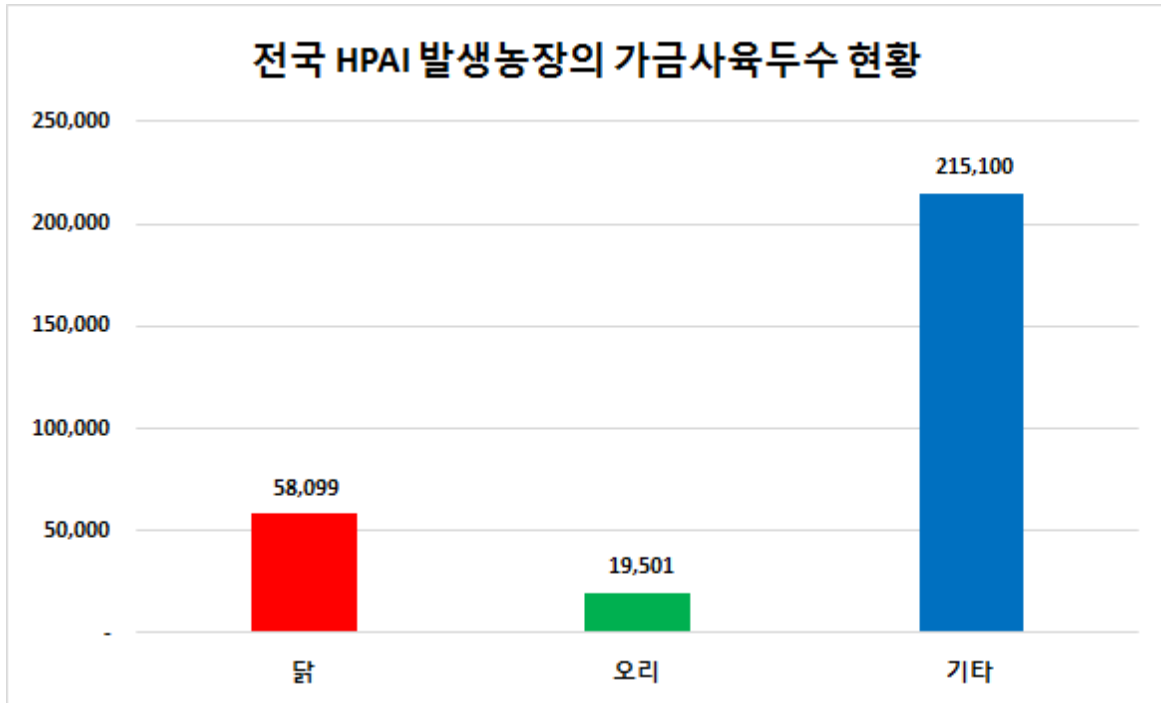


그림 199. 전국 HPAI 발생농가의 가금별 평균 사육두수 현황

(2) HPAI 확산의 위협요인 분석

HPAI 요인별 이동통제 범위와 살처분 범위 설정을 위한 지리정보시스템 (GIS) 기반의 공간 분석과 결과 표현 1차 보고서의 내용을 인용하면 HPAI감염균을 보급한 철새분변을 통한 1차 농가감염을 확인하였다. 1차 감염은 당국의 체계적인 방역 전 농가 주변의 야생동물 등의 근거리 이동매개체를 통하여 직접 감염되는 것으로 여겨진다 (농림축산검역본부, 2010-2011). 이후 예찰을 통한 HPAI 감염확인 이전 지역 방역 및 통제가 미비한 틈을 이용하여 농가를 방문한 차량 및 농가관계자를 통하여 주변 농가 및 지역으로 2차 확산 및 전파 되는 것으로 확인되었다. 특히 다수의 농가를 빈번히 드나드는 외부차량을 통한 감염균의 2차 확산 및 전파의 가능성이 크게 시사되는 바이다 (그림 132). 따라서 감염농가를 중심으로 감염균의 전국 확산 및 전파는 감염농가를 방문한 차량의 동선을 통하여 이루어졌을 가능성이 크다.

(가) HPAI 최초 발생 후 5일간 확산된 발생농가

HPAI최초 발생 후 5일 그리고 5일 이후로 확산된 HPAI 농가수는 강원도와 경상도 지역을 제외한 전국지역에서 증가되었다. 지역별로는 전라북도와 충청북도에서 HPAI최초 신고 농가수 대비 5일과 5일 이후로 각각 300%와 400% 증가하였고 전라남도, 경기도, 충청남도 순으로 각각 188%, 160%, 142% 증가하였다 (그림 5). 해안과 인접한 철새도래지 주변에 위치한 다른 행정구역에 비하여 충청북도는 대규모 철새도래지가 존재하지 않았다. 따라서 충청북도의 경우 철새 및 철새도래지 주변 야생동물을 통한 직접적 확산보다는 감염농가 내 요인을 통하여 인

접확산이 이루어지는 것으로 의심된다. 예를 들면, 1차년도 연구보고서에 기록된 전국 감염농가에 대한 역학분석결과 축주 및 농가관계자와 관련차량의 이동에 따른 감염사례가 전체의 61%를 차지하고 있었다. 하지만 연구의 정확성을 위하여 추가적인 역학조사보고 및 자료분석이 필요하다.

(나) HPAI 최초 발생 5일 이후 확산된 발생농가

HPAI최초 발생농가를 기준으로 발생 5일 이후에는 강원도와 경상도를 제외한 전국에서 산발적으로 감염농가의 수가 증가하였다. 세부적으로는 충청북도와 경기도 경계선 부근, 전라남도와 전라북도 일대의 HPAI 감염농가수 증가가 뚜렷하다. HPAI 신고 후 5일 간 감염농가의 차단 및 방역에도 불구하고 시간이 지남에 따라 주변으로 바이러스가 산발적으로 확산되는 원인으로 농가와 사업적으로 지속적인 교류가 이루어지는 외부차량이 언급되고 있다. 예를들면, 농가 및 축사 운영에 필수적인 사료차량 및 왕겨차량은 HPAI 원거리 확산 및 전파의 위험요인으로 의심된다. 또한 관련 종사자들의 모임을 주도하는 집유장, 부화장, 종축장, 및 가축시장을 통한 HPAI 원거리 확산 및 전파에 대한 세부조사도 필요하다.

공간분석 결과, HPAI감염농가에 대한 차단 및 방역 활동에도 불구하고 HPAI는 원거리로 확산되는 것이 확인되었다. 최초발생 이후 5일 간 감염농가 및 주변지역의 차단 및 방역활동으로 인하여 감염농가 인접 지역으로 HPAI가 확산되는 양상은 경미하였다. 하지만 방역이 실시된 5일 이후 HPAI는 여전히 감염농가를 중심으로 외부지역으로 산발적 확산 형태를 보여주었다. HPAI의 산발적 확산 형태 양상의 원인으로서는 철새 및 야생동물과 같은 1차 감염보균체 혹은 인위적 위험요소로 분류되어 있는 축주 및 농가관리자 혹은 이동차량의 2차 감염보균체가 가능하다. 하지만 1차 감염보균체의 경우 HPAI발생 이후 신속하고 지속적으로 실시되는 감염지역의 차단 및 방역을 통하여 철저히 차단된다. 또한 축주 및 농가관리자의 경우도 차단 및 방역을 통하여 외부와 격리되어 HPAI 외부 확산 요인에서 제외될 것으로 판단된다. 따라서 감염농가와 빈번한 왕래가 이루어지는 외부차량을 통하여 바이러스의 확산 및 전파가 일어날 가능성이 높다.

최초 HPAI발생신고 이후 누적조사된 지역별 HPAI발생농가 수를 확인해본 결과, 전라남도와 충청북도에서 발생한 HPAI 발생 건수는 전국발생 건수의 49%를 차지하고 있었다. 따라서 전라남도와 충청북도 및 인접지역을 중심으로 HPAI 감염농가를 경유한 차량의 운행경로와 HPAI 확산 및 전파간 유사성 혹은 관계성을 확인하여 바이러스의 원거리 확산에 대한 위험요인을 밝힐 필요가 있다.

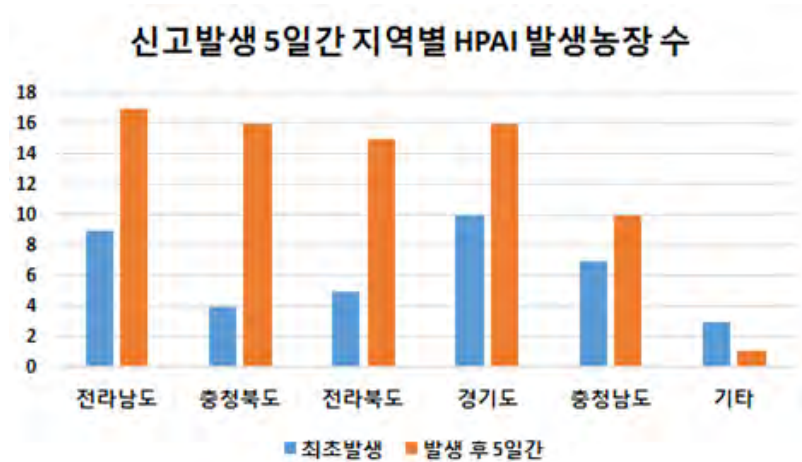


그림 200. 신고발생 5일 간 지역별 HPAI 발생농가 수

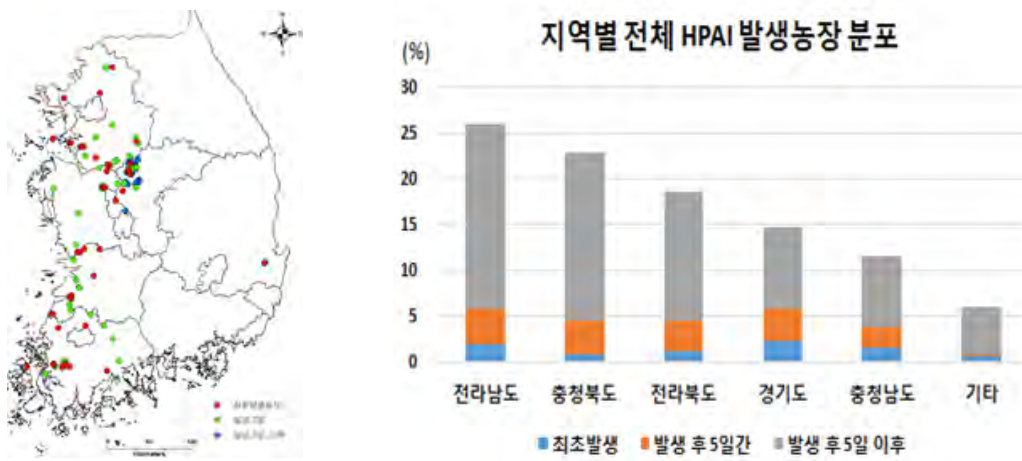


그림 201. 전국 HPAI 발생농가의 지역별 5일과 5일 이후 발생 분포현황

(3) HPAI 발생농가의 차량방문 현황

(가) 차량의 농가방문 빈도

전체 HPAI 발생농가 446개 농가 방문 차량종류에 따른 방문빈도를 확인해 보았다. 차종의 분류에 앞서 전국 HPAI 발생농가 446 농가 중 229개의 농가에 대한 세부 속성 값 누락으로 229개의 농가는 차종에 따른 농가 방문빈도 확인에서 제외되었다. 연구에서 사용된 차량정보는 국가동물방역통합시스템 (KAHIS)를 통해 TXT 확장 문서 파일로 추출 후 R 스튜디오 3.3.1 (Rstudio, Boston, MA, USA)을 이용하여 자료를 1차 분석하였다. 이후 1차분석된 자료는 ArcGis 10.2.2 (Esri, Redland, CA, USA)를 이용하여 우리나라 지도상에 점 형태로 시각화 하였다. 차량의 종류는 크게 일반차량 (승용차)과 화물차량 (트럭 및 상업차량)으로 분류하였다. 예를들면 일반차량은 수의사, 농가관계자 등의 자기차량으로써 승용차, SUV 차량, 승합차 등을 포함하고 있다. 화물차량은 가축운반, 사료운반, 퇴비운반 등의 목적으로 농가를 방문한 트럭으로써 2.5톤 이하 소형트럭, 2.5톤 이상의 중·대형트럭 등을 포함하고 있다. 이후 분류된 일반차량과 화물차량의 전국 HPAI 발생농가의 방문빈도를 확인하였다 (그림 137).

확인결과 감염농가와 빈번한 교류가 이루어진 차량은 화물차량 (74%)이 일반차량 (26%)에 비하여 281% 높은 값을 확인하였다. 하지만 역학조사보고서가 작성되는 기간 동안 HPAI감염 농가 및 감염농가 주변지역 차단 및 방역 시행 여부는 보고조사가 이루어지지 않았다. 따라서 그림 6 에 제시된 화물차량의 경우 HPAI 감염농가를 경유한 후 차단 및 방역대상에서 제외되었을 가능성이 높다. 방역에서 제외된 HPAI바이러스에 오염된 화물차량은 도로망을 이용하여 주변 및 주변 행정지역으로 바이러스 확산 및 전파의 위험요인으로 작용했을 확률이 높다. 이를 근거로 화물차량을 통한 HPAI 감염확산 및 전파가 일반차량에 비하여 월등히 높을 것으로 예측한다 (그림 138).

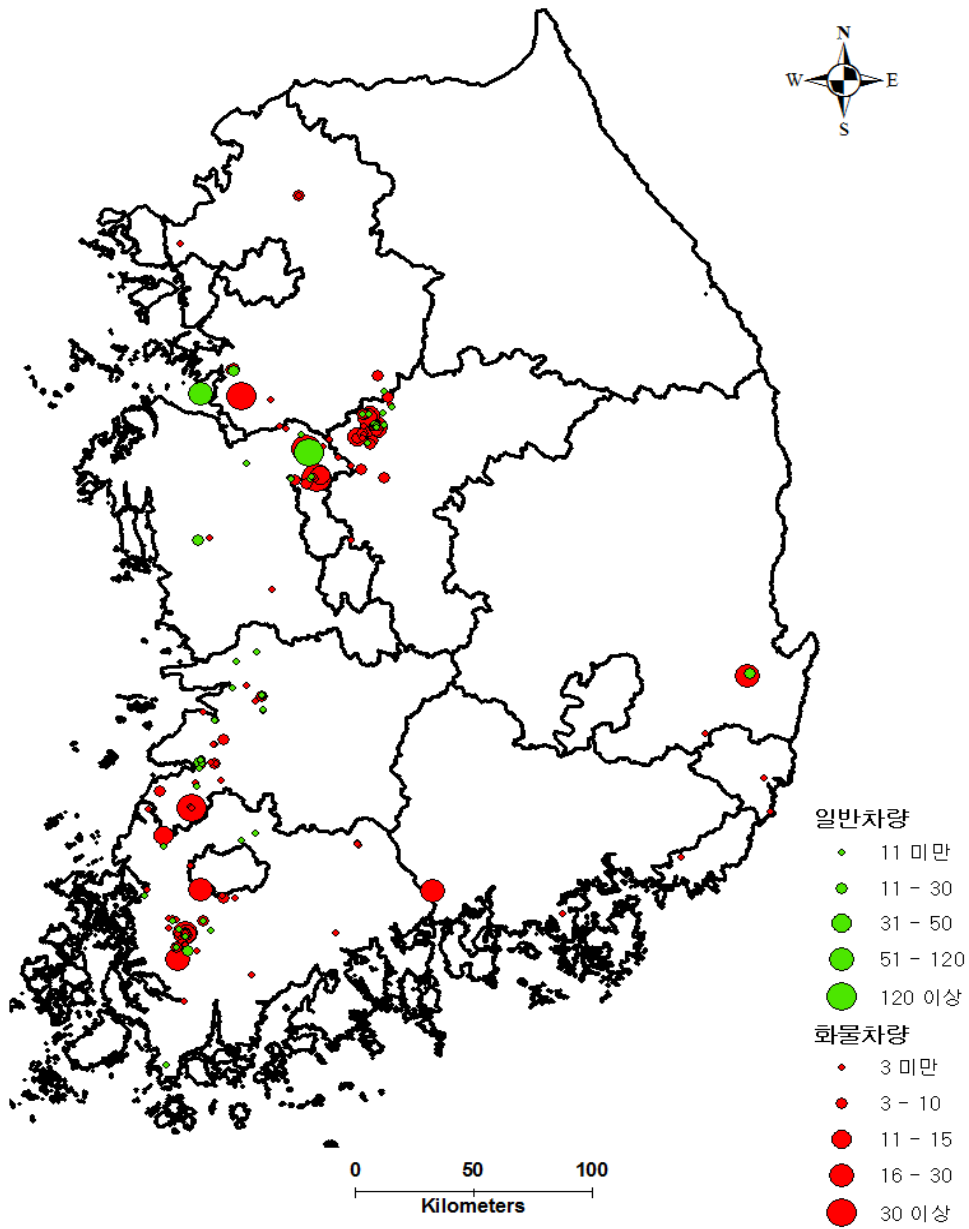
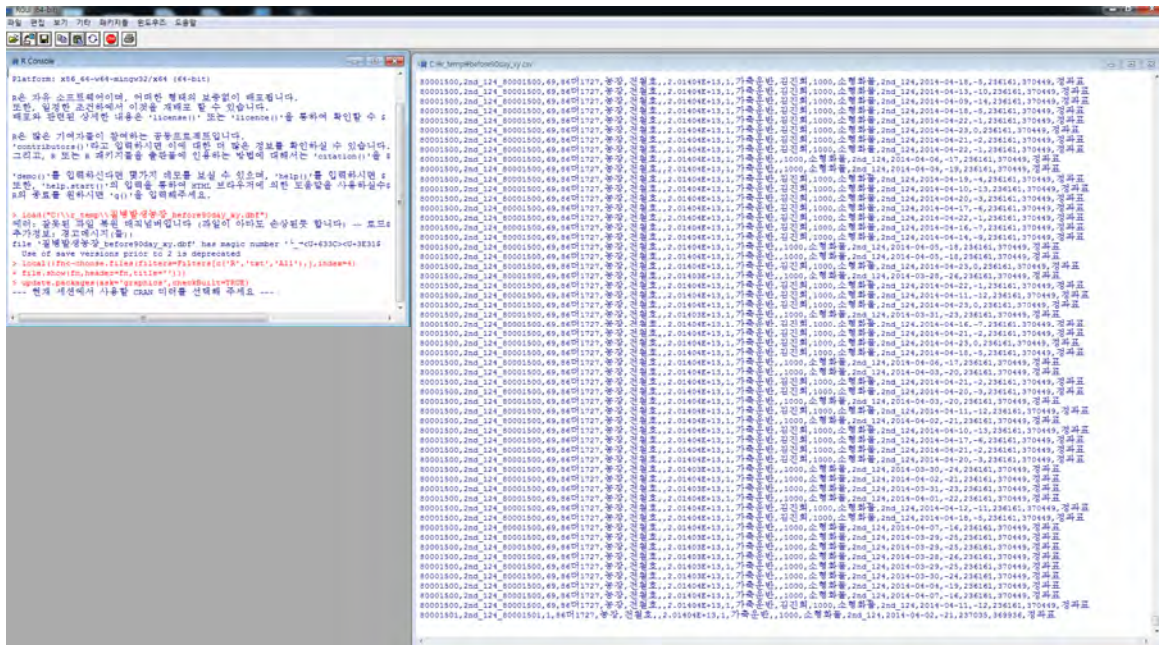


그림 202. 차량종별 전체 HPAI 발생농가 방문빈도



(나) 방문차량의 지역별 현황

지역별 차량의 접촉빈도를 확인결과 경기도와 충청북도, 전라남도 지역 화물차량의 HPAI 감염농가를 방문빈도가 전국 차량빈도의 22%와 28%를 차지하고 있었다. HPAI감염농가를 방문한 일반차량의 접촉빈도는 특히 경기도 지역에서 두드러졌으며 전국 차량빈도의 75%를 차지하고 있었다 (그림 139). 세밀한 조사를 위하여 전국 HPAI 감염농가를 방문한 차량 빈도를 확인하였다 (그림 140). 확인결과 화물차량의 감염농가 방문빈도(785회)는 일반차량 방문빈도(687 회)에 비하여 114% 높았다. 지역별로는 전라북도, 충청북도, 전라남도, 충청남도, 경기도 순으로 화물차량 방문빈도차이를 보여주었다. 다른지역에 비하여 경기도는 일반차량과 농가와 의 접촉이 빈번하였다. 이는 일반도로망 구축율이 높은 경기지역의 특성에 기인한 것으로 여겨지며 농가와 인접한 도계장, 도압장 및 가축시장을 이용하는 일반차량과 가금농가와 의 연관성에 기인할 가능성이 높다. 반면 일반차량에 비하여 화물차량의 빈번한 출입으로 이루어지는 가금 농가는 전라남도, 충청북도에서 각각 39개, 35개 확인되었으며 이는 전체의 31%와 28%를 차지하고 있다 (표 1). GIS를 통하여 시각화된 전국지도를 통하여 확인한 결과 위의 두 행정지역에 위치한 HPAI 감염농가는 다른 행정지역에 비하여 밀집도가 높다. 전라남도와 충청북도 감염농가 부근의 지형, 토지이용현황 및 주변환경요인 등의 분석은 차후 HPAI 발생지역의 특이성을 확인하는 자료로 활용될 수 있다.

(다) 발생 농가 차량방문 목적

앞선 현황 분석에서 전체 HPAI 발생농가 방문차량을 일반차량과 화물차량으로 구분 하였다. 이후 차량의 농가간의 감염농가 방문 빈도, 방문농가 수를 행정지역별로 구분하여 현황을 알아보았다. 본 장에서는 위의내용을 바탕으로 감염농가를 방문한 차량의 목적을 분류하여 HPAI 감염확산 및 전파와의 관련성을 확인하였다. 이를 통해 가금농가들의 HPAI 발생 유형 및 특징을 종합적으로 확인하였다. 화물차량은 가축운반, 사료운반, 시료채취 및 방역, 컨설팅의 목적으로 감염농가를 방문하였다. 상대적으로 방문빈도가 적은 퇴비운반, 인공수정, 진료 등의 목적 차량은 기타로통합 구분하였다.

방문 목적별 차량방문 빈도 현황과약에 앞서 시료채취 및 방역 차량의 경우 HPAI 발생농가의 시료채취, 진단, 살처분 그리고 소독 등 긴급방역조치와 주변 농가 등에서의 HPAI 발생여부를 확인하기 위한 능동적 예찰 및 긴급 방역 등의 목적으로 농가에 방문한 차량으로 조류인플루엔자 방역실시요령 (SOP)¹⁾에 따라 이동된 차량들이다. 대부분의 시료채취 및 방역 차량의 경우 HPAI 발생과는 무관한 차량으로 확인되고 있으며, 현재까지 방역차량과 방역인력에 의해 발생된 사례는 없는 것으로 파악된다. 그리고 이외 전파 요인으로 추정되는 차량들 가축운반, 사료운반, 컨설팅 등의 차량은 역학조사분석을 통해 역학관련 긴급 방역조치차량으로 대부분 구분되어 있다 (농림축산검역본부, 2010-2011). 그 중 가축운반 차량은 HPAI 발생 및 전파 요인 중 가장 위험요인으로 주목 받고 있으며, 발생의 예시로 가축운반 차량은 감염축 운반을 통한 차량의 감염 또는 감염축의 가금밀집 지역 (도계장, 도압장 등)과의 접촉 등을 통한 주변으로의 전파 사례를 보여주고 있다(농림축산검역본부, 2010-2011). 따라서 본 연구에서는 이후 사용 되는 차량 정보 중 시료채취 및 방역 차량의 농장과의 접촉정보는 단순히 수치자료 산출

1) 500m: 살처분, 500m ~ 3km : 예방적 살처분, 3km ~ 10km: 이동통제

및 차량의 빈도 수 비교를 위한 목적으로만 사용 하였다.

방문 목적별 차량방문 빈도는 가축운반, 시료채취 및 방역, 사료운반, 기타, 컨설팅 순으로 확인되었다. 특히 가축운반, 사료운반, 시료채취 및 방역은 전체 방문 목적의 29%, 25%, 25% 를 차지하고 있었다(그림 146). 일반차량의 경우 가축운반과 사료운반을 목적인 경우는 확인되지 않았으며, 다만 시료채취 및 방역, 컨설팅, 기타의 목적을 이유로 감염농가를 각각 31회, 13회, 11회 방문하였다. 특히 컨설팅목적 일반차량은 컨설팅 목적 전체의 93%를 차지하고 있었다 (그림 147).

지역별 차량의 방문 목적 현황을 확인하였다. 그 결과 전라남도, 충청북도가 전체 방문목적 중 26%와 25%의 비율을 보여주고 있으며, 가축운반 차량이 전체 방문목적 중 30%로 가장 높은 값을 보여주었다. 다음으로 사료운반(25%), 시료채취 및 방역(25%)의 순으로 높은 값을 보여주었다 (그림 148).

| No | FRMHS_NO | key | VISIT_COUNT | VISIT_LVL | INDUTY_CL | VISIT_DE | VISIT_TY | VISIT_PURP | MAX_LOAD_QTY | VEH_KIND | disease_id | date | day | 오리 | 기타 | day |
|----|----------|-----------------|-------------|-----------|-----------|----------------|----------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|--------|----|----|-----|
| 1 | 301 | 2nd_75_0000034 | 6 | 93라3939 | 농장 | 20140405100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-05 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| 2 | 332 | 2nd_75_0000033 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140407100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-07 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 3 | 369 | 2nd_75_0000034 | 2 | 93라3939 | 농장 | 20140403100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-03 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| 4 | 441 | 2nd_75_0000044 | 2 | 93라3939 | 농장 | 20140410100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-10 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 5 | 514 | 2nd_75_0000051 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140427100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-27 | 0 | 0 | 0 | 55 |
| 6 | 730 | 2nd_26_0000073 | 1 | 89라7020 | 농장 | 20140503100000 | 1 | 가축운반 | | 포티2 | 2nd_26 | 2014-05-03 | 0 | 0 | 0 | 85 |
| 7 | 976 | 2nd_75_0000097 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140423200000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-23 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| 8 | 1239 | 2nd_75_0000121 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140428100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-28 | 0 | 0 | 0 | 56 |
| 9 | 3029 | 2nd_75_0000302 | 5 | 93라3939 | 농장 | 20140424100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-24 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| 10 | 3041 | 2nd_75_0000304 | 7 | 93라3939 | 농장 | 20140418100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-18 | 0 | 0 | 0 | 46 |
| 11 | 3067 | 2nd_75_0000306 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140409100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-09 | 0 | 0 | 0 | 37 |
| 12 | 3226 | 2nd_75_0000322 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140403200000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-03 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| 13 | 3579 | 2nd_26_0000357 | 1 | 89라7020 | 농장 | 20140501200000 | 1 | 가축운반 | | 포티2 | 2nd_26 | 2014-05-01 | 0 | 0 | 0 | 83 |
| 14 | 3638 | 2nd_32_0000363 | 3 | 경기92자7941 | 농장 | 20140527100000 | 1 | 가축운반 | 3700 | 메가트럭 | 2nd_32 | 2014-05-27 | 461300 | 0 | 0 | 90 |
| 15 | 3639 | 2nd_32_0000363 | 1 | 경기92자7941 | 농장 | 20140527100000 | 1 | 가축운반 | 3700 | 메가트럭 | 2nd_32 | 2014-05-27 | 13 | 0 | 0 | 90 |
| 16 | 3771 | 2nd_26_0000377 | 2 | 89라7020 | 농장 | 20140506100000 | 1 | 가축운반 | | 포티2 | 2nd_26 | 2014-05-06 | 0 | 0 | 0 | 88 |
| 17 | 3778 | 2nd_75_0000377 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140401100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-01 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| 18 | 3883 | 2nd_75_0000388 | 1 | 93라3939 | 농장 | 20140401100000 | 4 | 사료운반 | | 포티2 | 2nd_75 | 2014-04-01 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| 19 | 7968 | 1st_176_0000796 | 1 | 65라3975 | 농장 | 20140328200000 | 8 | 전방 | 0 | 번타미 | 1st_176 | 2014-03-28 | 34000 | 0 | 0 | 37 |
| 20 | 8071 | 2nd_32_0000807 | 1 | 경기85사4313 | 농장 | 20140417200000 | 1 | 가축운반 | | 포티2 | 2nd_32 | 2014-04-17 | 0 | 50 | 0 | 50 |
| 21 | 8203 | 2nd_124_0000820 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140618100000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-18 | 118000 | 0 | 0 | 56 |
| 22 | 8317 | 2nd_124_0000831 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140609200000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-09 | 0 | 0 | 0 | 47 |
| 23 | 8392 | 2nd_124_0000839 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140623100000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-23 | 0 | 0 | 0 | 61 |
| 24 | 8703 | 2nd_34_0000870 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 2 | 0 | 0 | 86 |
| 25 | 8706 | 2nd_124_0000870 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140610200000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-10 | 13 | 0 | 0 | 48 |
| 26 | 8707 | 2nd_34_0000870 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 5 | 0 | 0 | 86 |
| 27 | 8715 | 2nd_34_0000871 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 17 | 0 | 0 | 86 |
| 28 | 8716 | 2nd_124_0000871 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140610200000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-10 | 17 | 0 | 0 | 48 |
| 29 | 8716 | 2nd_34_0000871 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 15 | 0 | 0 | 86 |
| 30 | 8719 | 2nd_124_0000871 | 1 | 84라4258 | 농장 | 20140610200000 | 11 | 시료채취,방역 | | 화물(에티엔스포2nd_124 | | 2014-06-10 | 23 | 0 | 0 | 48 |
| 31 | 8785 | 1st_200_0000878 | 1 | 67라4114 | 농장 | 20140429100000 | 3 | 동물(의)약품운반 | | SMS | 1st_200 | 2014-04-29 | 0 | 0 | 0 | 66 |
| 32 | 8880 | 2nd_34_0000880 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 0 | 0 | 0 | 86 |
| 33 | 8893 | 2nd_34_0000889 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 0 | 0 | 0 | 86 |
| 34 | 8901 | 2nd_34_0000890 | 1 | 87라4376 | 농장 | 20140508100000 | 10 | 컨설팅 | | 화물(봉고) | 2nd_34 | 2014-05-08 | 0 | 0 | 0 | 86 |

그림 204. KAHIS에서 추출한 차량과 농가정보 정제 작업 예시

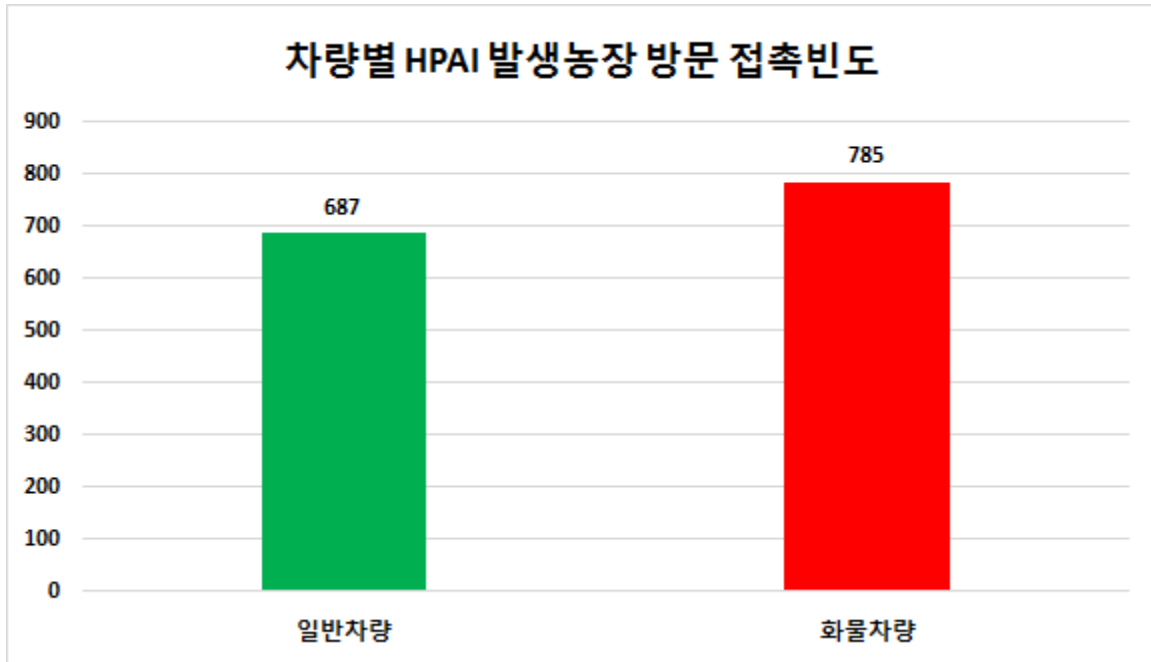


그림 205. 차량별 HPAI 발생농가 방문빈도

표 92. 방문차량 방문빈도 지역별 현황

| | 경기도 | 전라남도 | 전라북도 | 충청남도 | 충청북도 | 기타 |
|---------|-----|------|------|------|------|----|
| 일반차량 | 512 | 40 | 43 | 28 | 48 | 16 |
| 화물차량 | 176 | 216 | 90 | 69 | 175 | 59 |
| 일반차량(%) | 75% | 6% | 6% | 4% | 7% | 2% |
| 화물차량(%) | 22% | 28% | 11% | 9% | 22% | 8% |

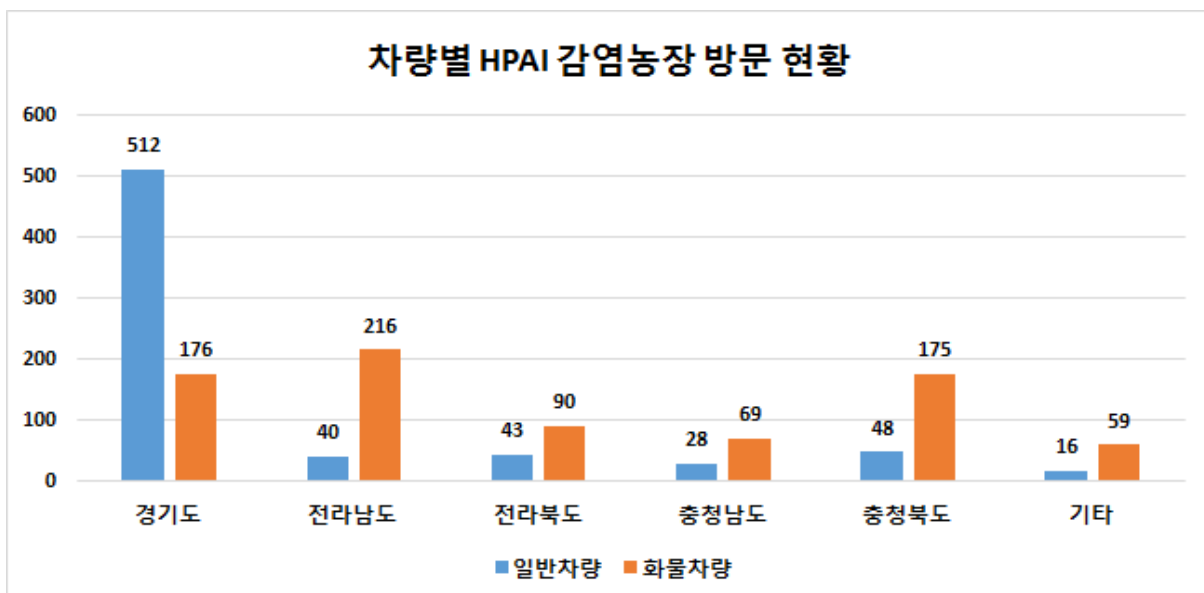


그림 206. HPAI 감염농가를 방문한 지역별 차량 현황

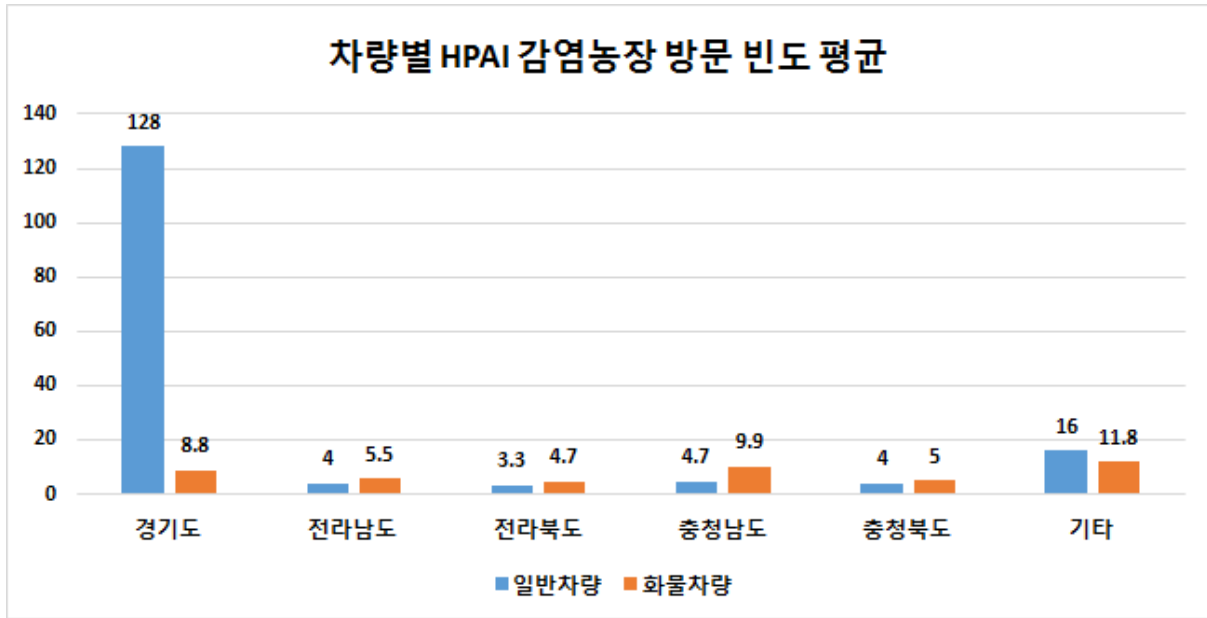


그림 207. HPAI 감염농가를 방문한 지역별 차량 빈도평균

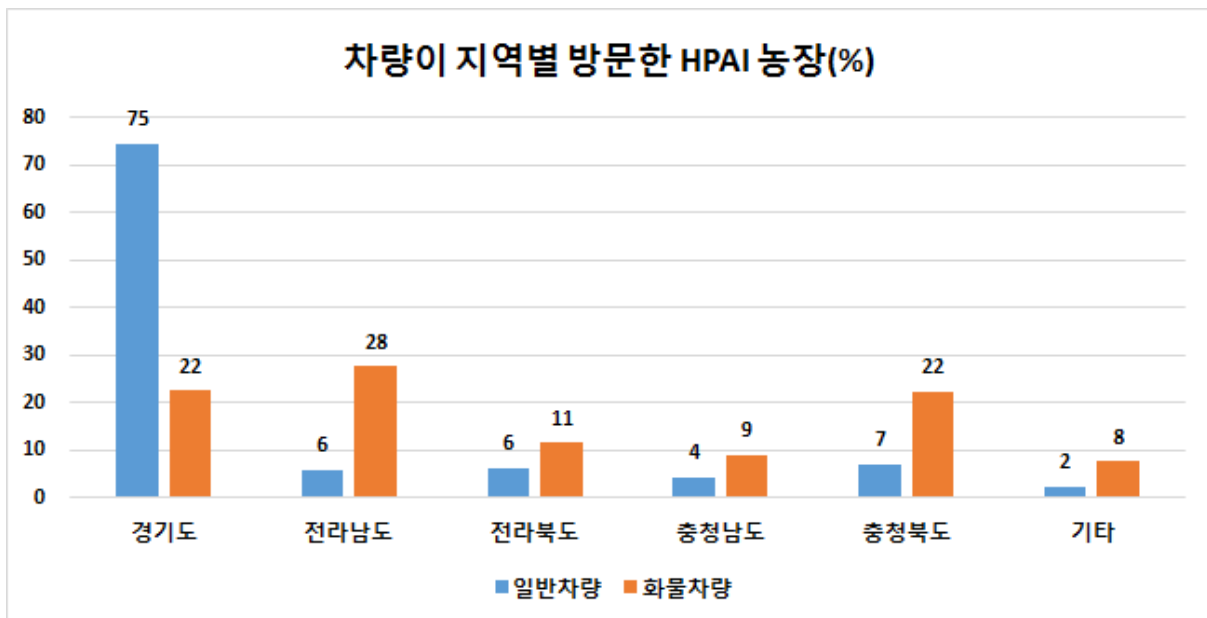


그림 208. 차량이 방문한 지역별 HPAI 농가(%)

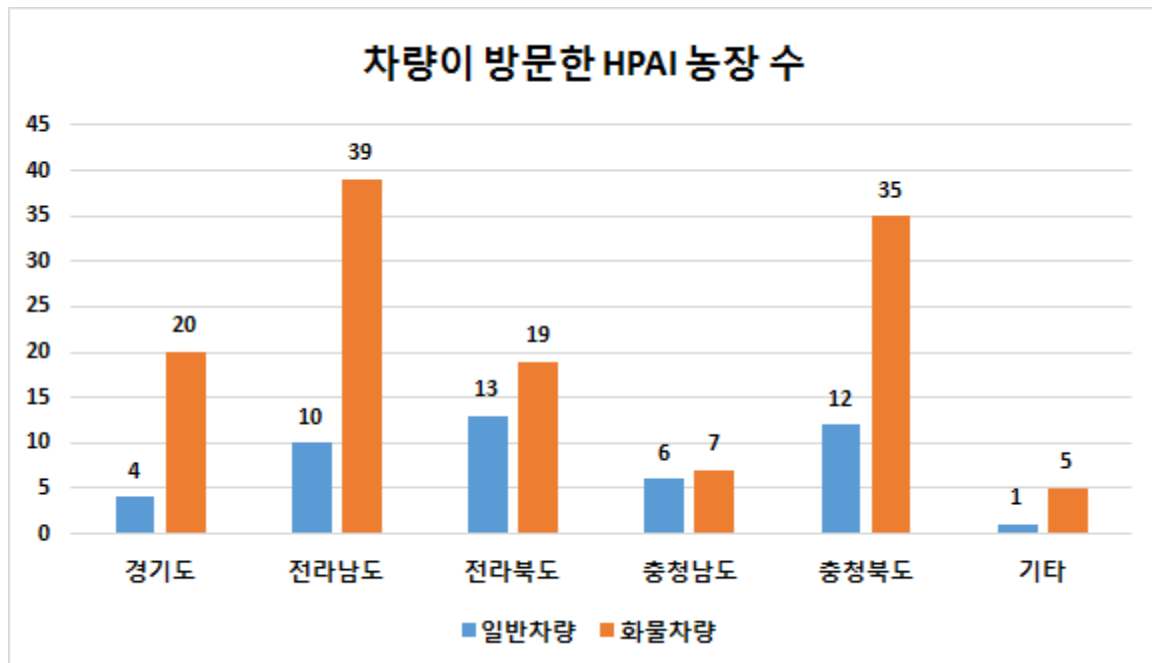
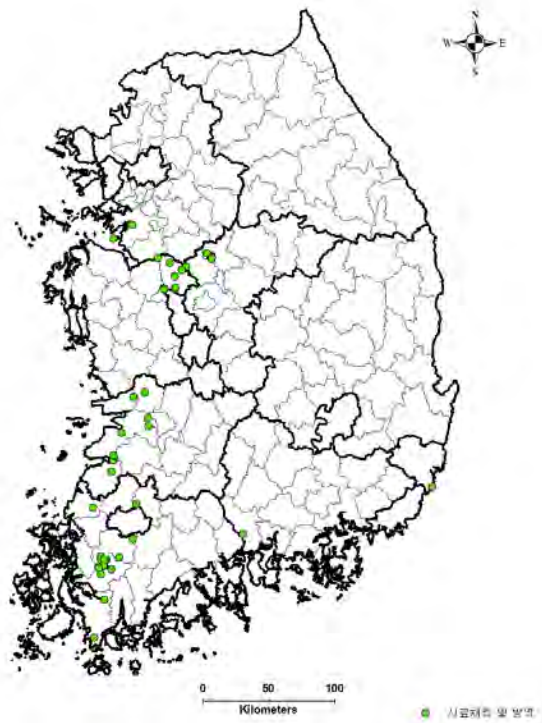
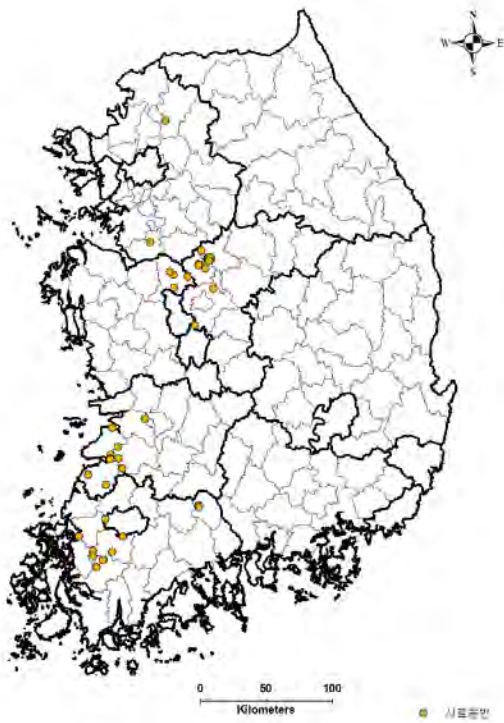
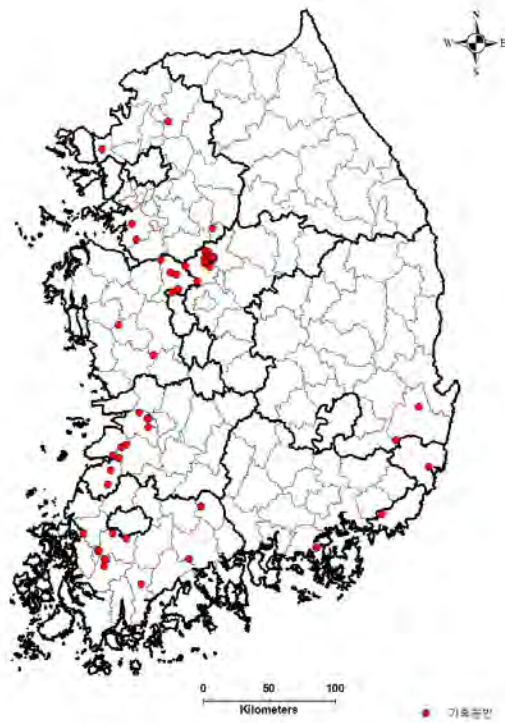
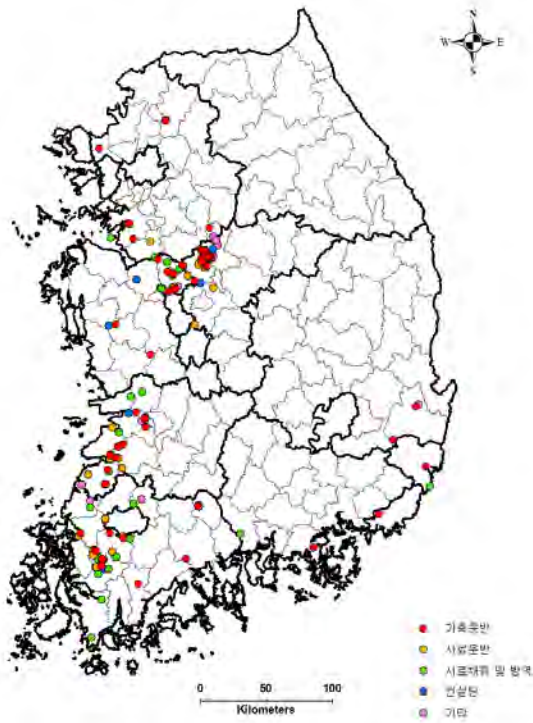


그림 209. 차량이 방문한 지역별 HPAI 농가 수



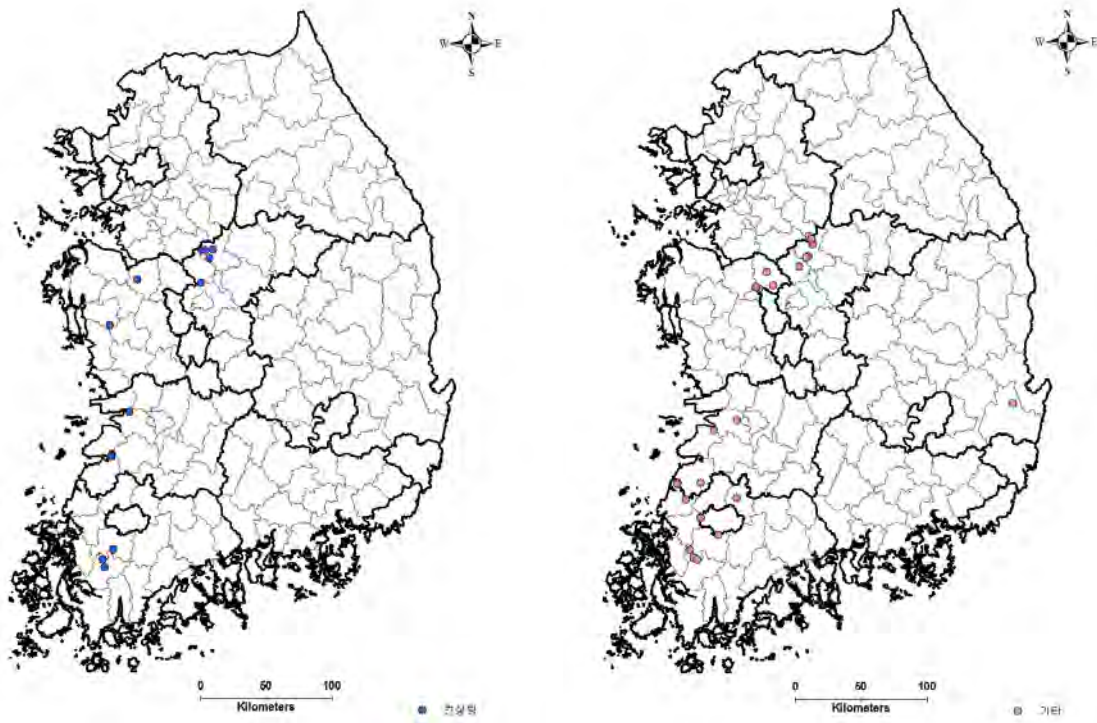


그림 210. HPAI 발생농가의 방문 목적별 분류

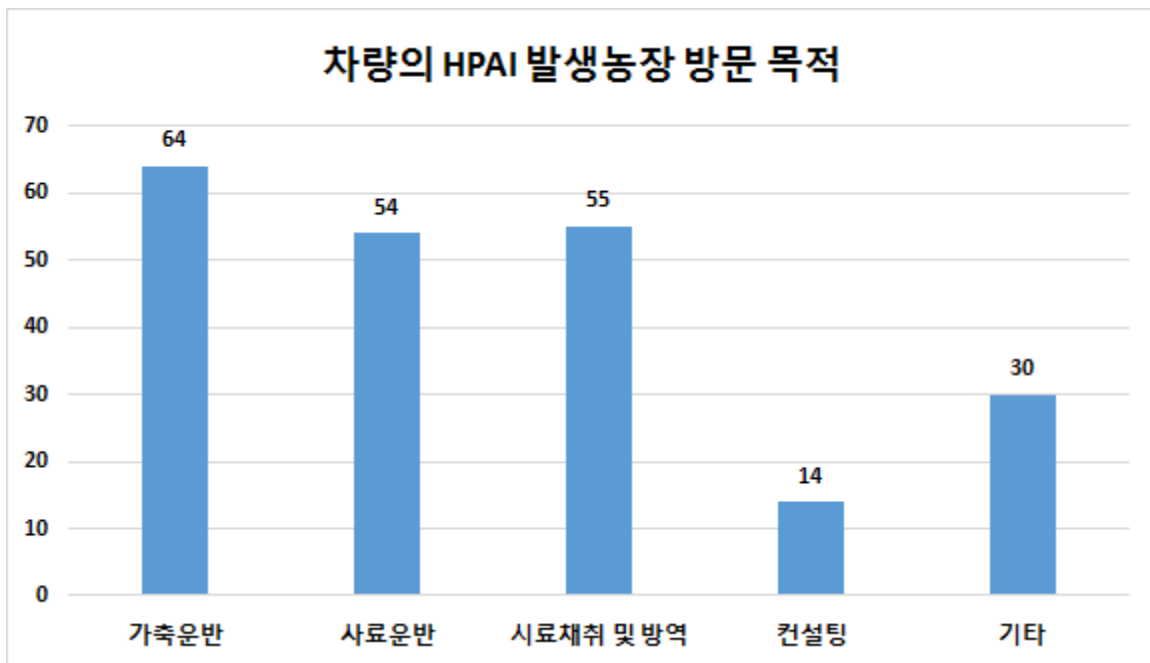


그림 211. 차량의 HPAI 발생농가 방문 목적 분류

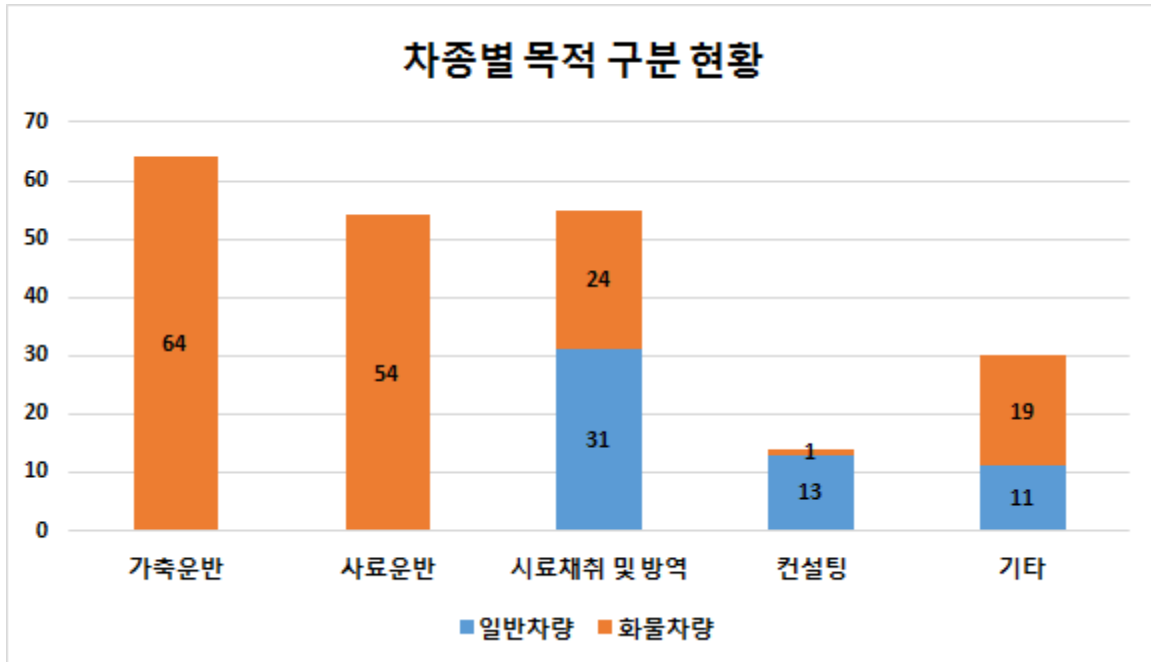


그림 212. 차량의 종류별 HPAI 발생농가 방문 목적 구분

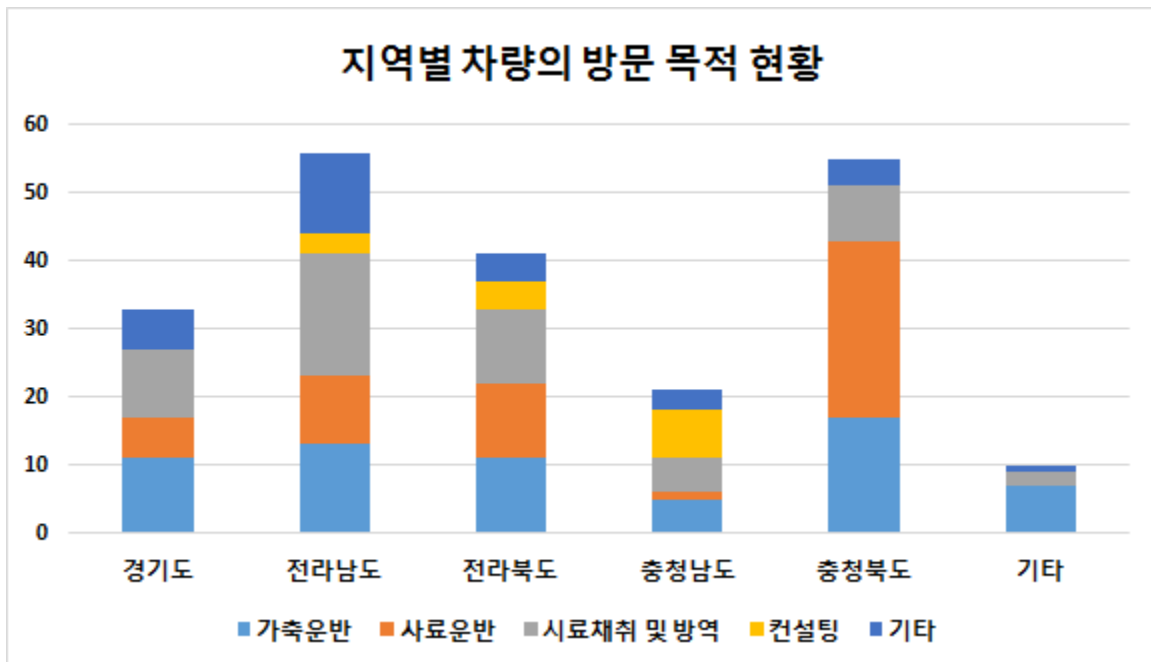


그림 213. 차량의 방문목적 지역별 분포 현황

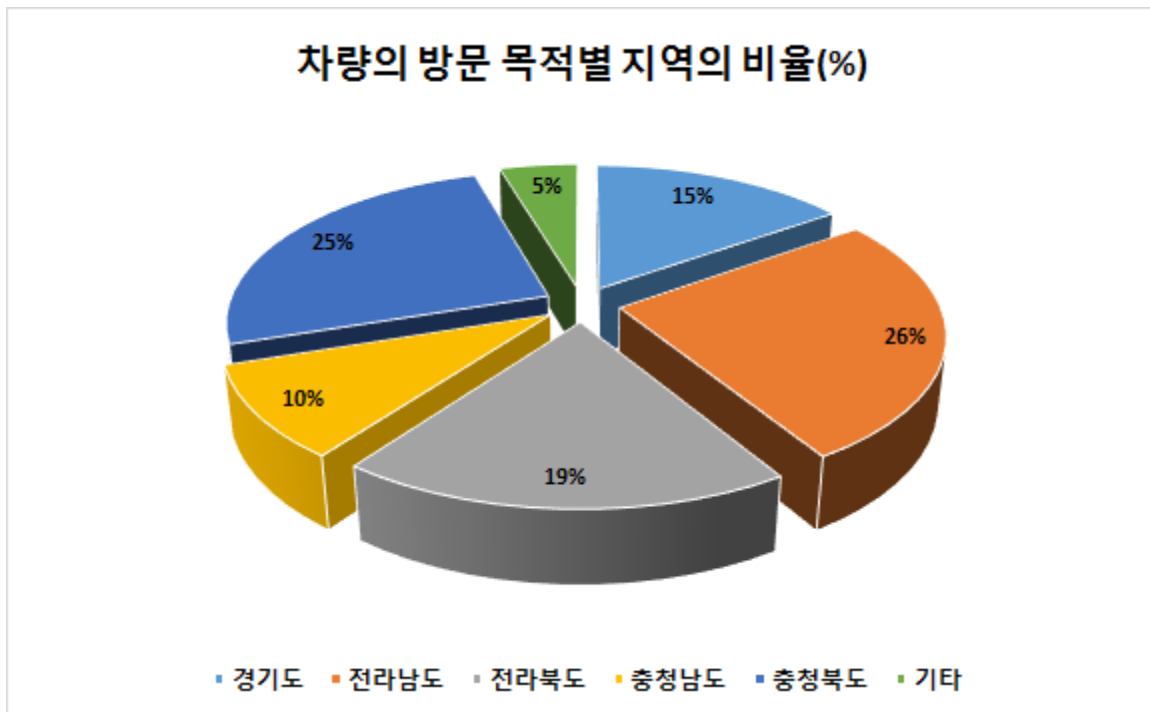


그림 214. 차량의 방문목적 지역별 비율(%)

나. 연구지역 내 가금농가의 현황파악

연구지역 내 가금농가 네트워크 분석을 위하여 우선 기준농가를 선정하였다. 기준농가는 연구지역으로 선정된 지역의 세부행정단위당 1 개씩 선정된 HPAI 감염농가로 정의한다. 위의 선정 기준을 기준으로 1차 Wave 및 2차 Wave 이후 감염이 이루어진 농가 6곳을 선정하여 관리번호를 부여하였다. 관리번호를 부여받은 6곳의 농가는 각각 1차 Wave 193번, 200번 (이하 1st_193, 1st_200)과 2차 Wave 4번, 76번, 123번, 137번 (이하 2nd_4, 2nd_76, 2nd_123, 2nd_137)이다. 추후 이루어질 네트워크 유형분석을 위하여 위의 기준농가들의 세부적인 현황을 파악하였다.

(1) 기준농가 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포현황

(가) 기준농가 1st_193 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포 현황

1st_193 농가를 중심으로 연관된 농가들 중 HPAI 발생농가와 비발생 농가를 분류 하였다. 분류결과 관리농가 주변의 HPAI 발생 농가는 28개, 비발생 농가 62개로 확인되었다. 따라서 비발생 농가는 전체농가의 70%를 차지하고 있었다.

(나) 기준농가 1st_200 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포 현황

1st_200 농가의 HPAI 발생농가와 비발생 농가를 분류하여 1st_200을 중심으로 분포현황을 확인하였다. 확인결과 HPAI 발생농가는 12개, 비발생 농가는 64개의 농가가 분포하고 있음을 확인할 수 있다. 그 중 비발생 농가는 전체 해당농가 76개 중 84%를 차지하고 있었으며, HPAI 발생농가보다 약 533% 높은 증가비율을 보여주고 있다.

(다) 기준농가 2nd_4 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포 현황

2nd_4 농가의 HPAI 발생농가와 비발생 농가의 분포현황을 확인하였다. 확인결과 2nd_4 농가의 HPAI 발생농가 18개, 비발생 농가 117개 로 확인되었다. 전체 135개의 농가 중 HPAI 발생농가 13%, 비발생 87%의 비율을 보여주고 있으며, 비발생 농가는 HPAI 발생 농가에 비하여 650% 높은 비율을 보여주고 있다.

(라) 기준농가 2nd_76 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포 현황

2nd_76 기준농가를 중심으로 연관된 농가들에 대하여 HPAI / 비발생 농가의 분포현황을 확인하였다. 확인결과 HPAI 발생농가 25개, 비발생 농가 287개 의 농가 분포 현황을 보이고 있다. HPAI 발생농가, 비발생 농가는 전체 313개의 농가 중 각각 8%, 92%의 비율을 보이고 있었으며, 그 중 비발생 농가는 HPAI 발생농가에 비하여 1103% 높은 비율을 보이고 있다.

(마) 기준농가 2nd_123 주변의 HPAI 발생 농가 및 비발생 농가 분포 현황

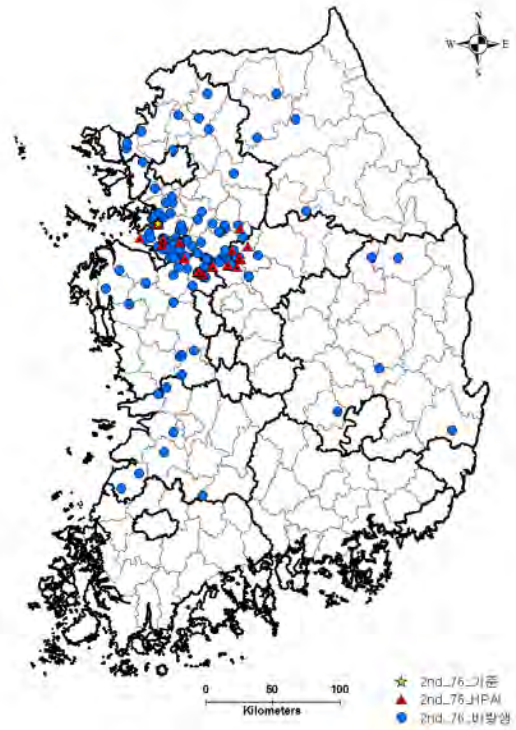
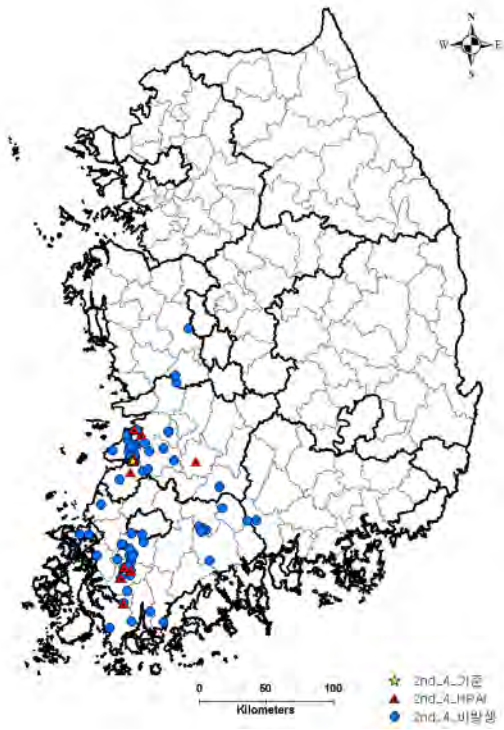
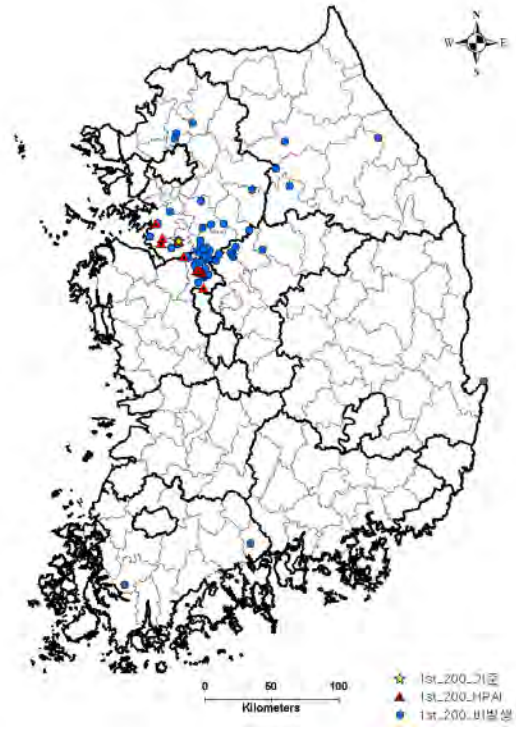
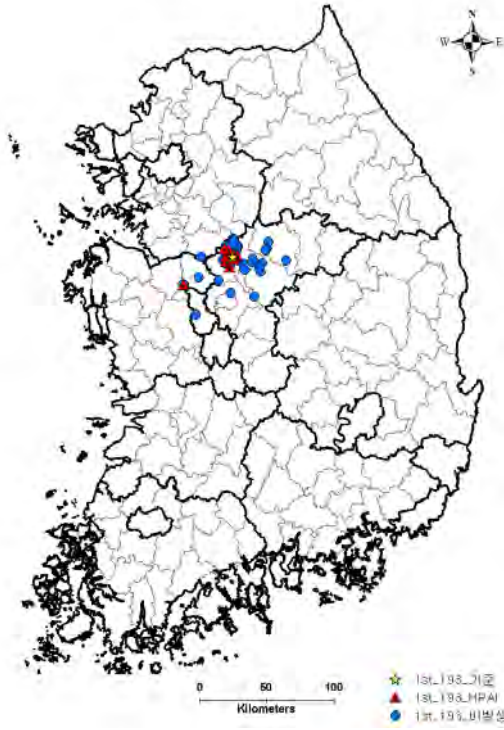
2nd_123 기준농가의 연관된 HPAI 발생농가는 5개, 비발생 농가는 276개로 확인되었다. 또한, 전체 281개의 농가 중 HPAI 발생농가는 2%, 비발생 농가는 98% 의 비율을 보여주고 있었으며, 비발생 농가는 HPAI 발생농가의 5520% 높은 비율을 보인다.

(바) 2nd_137

2nd_137 기준농가의 HPAI 발생농가와 비발생 농가의 분포 현황을 확인하고, 각각 농가와 해당 기준농가가 전체 농가의 차지하는 분포 비율을 확인해 보았다. 확인 결과 전체 농가 54개 중 HPAI 발생농가는 11개, 비발생 농가는 43개 었으며, 각각 농가가 차지하는 비율은 HPAI 발생농가 20%, 비발생 농가 80%의 농가 비율을 보여주고 있다. 또 한 비발생 농가는 HPAI 발생농가에 비하여 391% 높은 비율을 보여주고 있다.

표 93. 발생 기준별 HPAI / 비발생 농가 현황

| | 1st_139 | 1st_200 | 2nd_4 | 2nd_76 | 2nd_123 | 2nd_137 |
|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|
| HPAI 발생 | 28 | 12 | 18 | 26 | 5 | 11 |
| 비발생 | 62 | 64 | 117 | 287 | 276 | 43 |



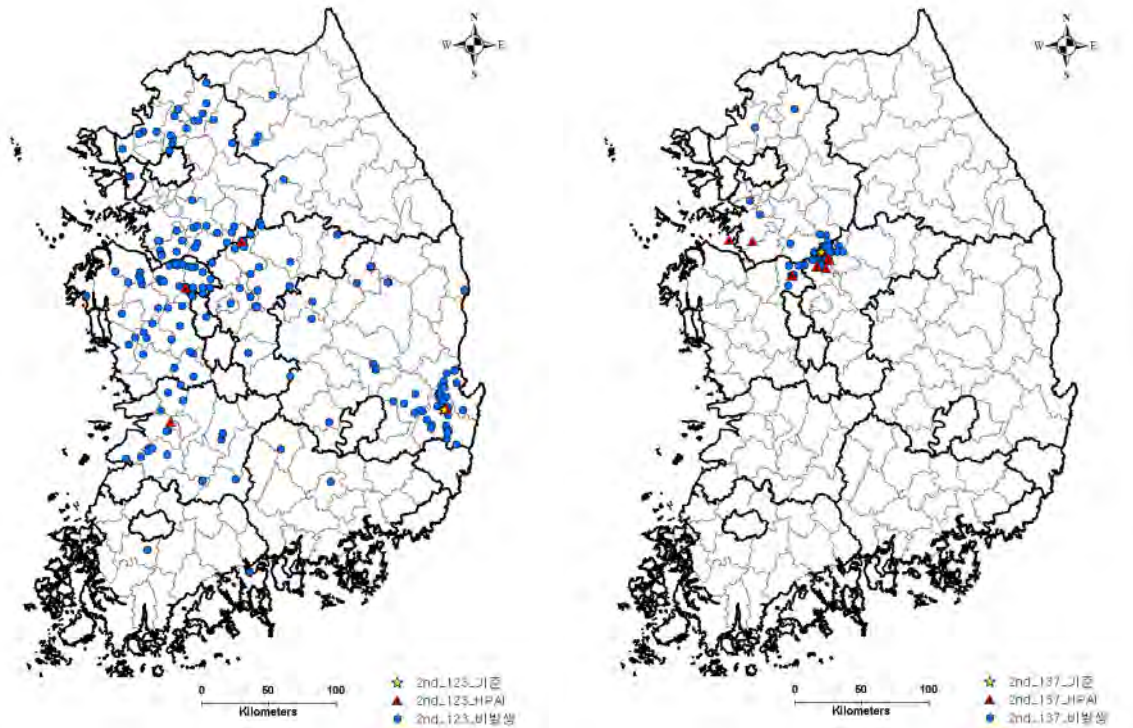


그림 215. 발생 기준별 HPAI / 비발생 농가 분포 현황

(2) 기준농가를 방문한 차량 빈도 조사

기준농가를 중심으로 해당 관리번호 내의 농가간의 차량접촉 빈도를 알아보았다. 역학조사보고서에서 제시된 HPAI 바이러스의 잠복기는 21일 전후로 확인되었다. 따라서 관리번호를 부여받은 가금농가 6곳의 감염신고 전 90일 까지 해당 농가를 방문한 차량의 빈도를 확인하였다.

(가) 기준농가 1st_193을 방문한 차량빈도 조사

1st_193 관리번호 농가의 차량방문 빈도를 확인하였다. 확인결과 전체 차량 방문빈도는 270회였으며, 차종을 일반차량, 화물차량으로 구분하여 차량빈도를 확인해 보았다. 일반차량 207회, 화물차량 63회의 차종별 방문빈도를 확인할 수 있다. 각 차종별 방문빈도에서 공통점을 찾을 수 있었다. 일반차량 화물차량 모두 기준농가를 중심으로 매우 밀집된 형태의 군집을 보이고 있었다. 하지만 일반차량은 중심농가 밀집 이외에 타 지역으로 분산적인 모습이 조금씩 보이고 있다. 반면 화물차량은 각 농가마다 높은 빈도를 보이고 있으며 중심농가 주변으로 밀집되어 있다.

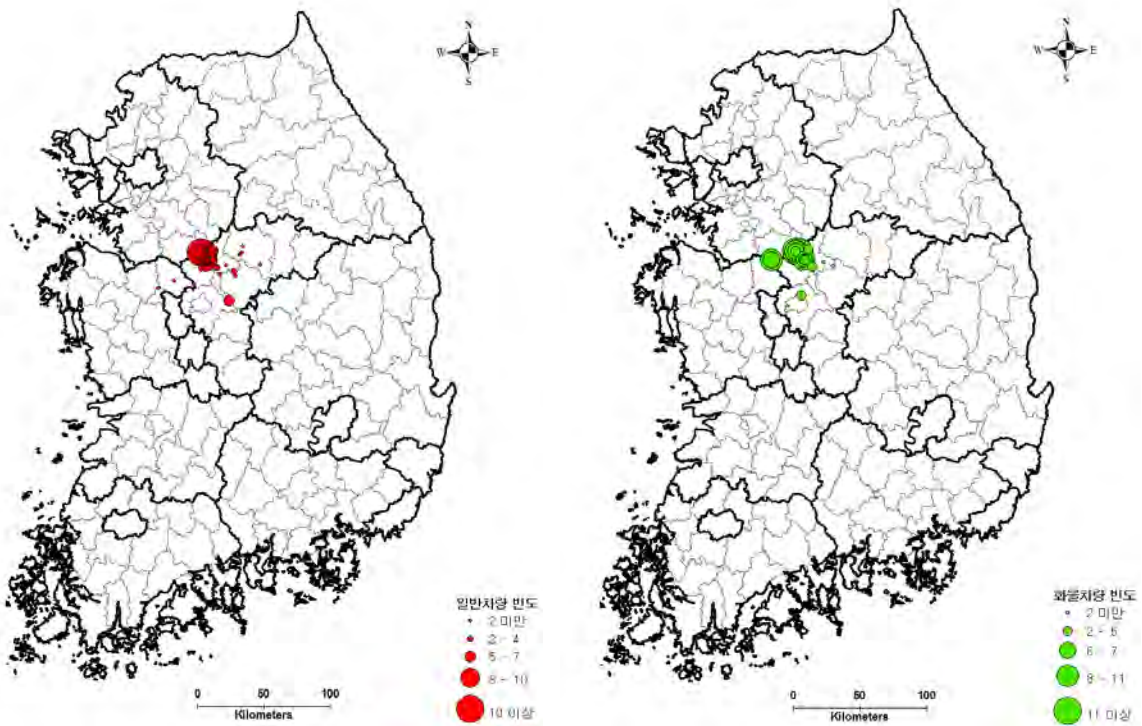
(나) 기준농가 1st_200을 방문한 차량빈도 조사

1st_200 관리번호의 농가별 차량방문빈도를 확인해 보았다. 확인결과 1st_200 관리번호의 전체 차량 방문빈도는 914회이며, 일반차량, 791회, 화물차량 123회의 방문빈도를 보이고 있다. 일반차량 화물차량 모두 중심농가를 벗어난 지역에서 두드러지는 높은 방문빈도를 보이고 있

다. 또 한, 일반차량, 화물차량 모두 중심농가를 벗어난 타 지역(충청남도, 충청북도, 세종특별시) 경계에 밀집되는 군집형태를 보이고 있다.

(다) 종합고찰

기준농가 중 1st_193번 농가, 1st_200번 농가를 Sample로 하여 차량빈도를 조사하였다. 조사 결과 1st_193농가와 1st_200 농가에서 두드러지는 차이점을 확인할 수 있었다. 1st_193농가의 경우 일반차량과 화물차량 모두 중심 기준농가 주변으로 밀집되어 군집을 이루는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 1st_200 농가의 경우 1st_193농가와 반대로 일반차량과 화물차량이 접촉한 농가의 밀집 형태가 중심 기준농가 주변 보다는 멀리 벗어나 타 행정지자체 경계 부근에 밀집되어 군집을 이루는 형태를 보이고 있었다(그림 151).



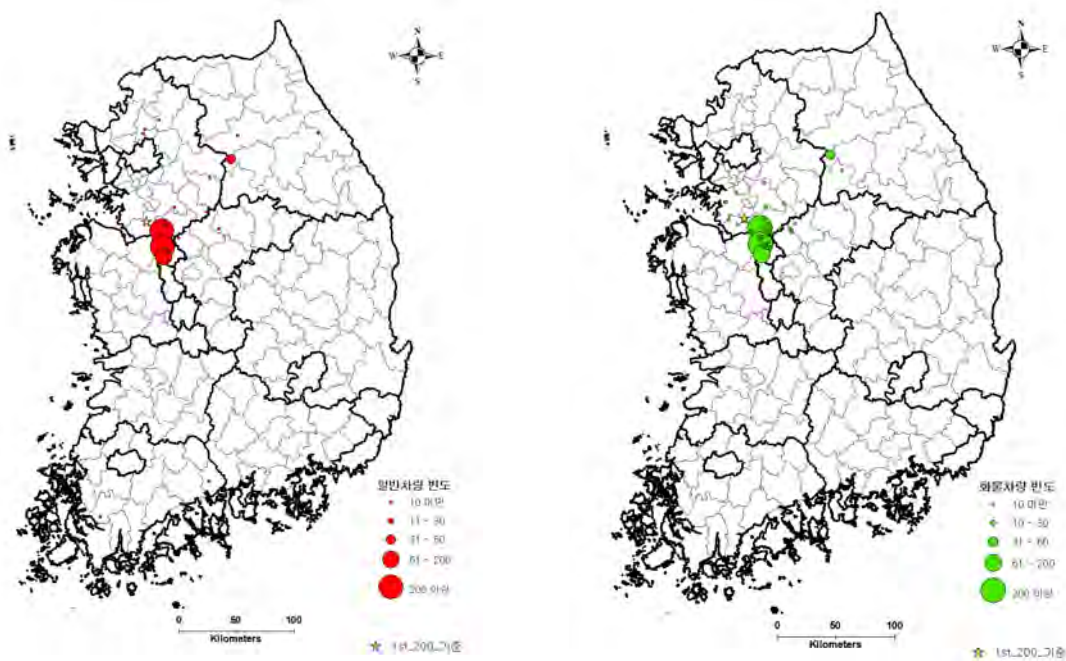


그림 216. 1차 Wave 193번, 200번 농가의 차종별 방문빈도

(3) 기준농가로부터 500m~10km 범위에 위치한 가금농가를 방문한 차량 빈도조사

전체 기준농가 6개 중 거리별 방문차량의 빈도를 확인하기 위해 1st_193 농가를 선정하여 확인해 보았다. 다른 기준농가들에 대해서는 다음 장 발생농가 기준별 차량 방문 범위에 따른 네트워크 유형분석 유형에서 조금 더 세부적인 확인을 하도록 하겠다.

(가) 관리번호 1st_193 농가로부터 3km~10km 범위내 위치한 가금농가 차량빈도 조사

1st_193 의 기준농가로부터 반경 3km~10km 범위내 위치한 차종별 방문 빈도를 확인해 보았다. 확인결과 일반차량 82회, 화물차량 26회의 농가 방문 빈도를 보이고 있으며, 반경 10km 이 외 지역은 일반차량 24회, 화물차량 23회의 방문빈도를 보여준다. 반경 3km~10km 범위내의 HPAI 발생농가는 총 7개의 농가가 있으며, 일반차량이 방문한 HPAI 발생농가는 5곳 이었으며, 화물차량이 방문한 HPAI 발생농가는 3곳이었다. 또 한, 일반차량, 화물차량이 동시 방문한 HPAI 발생농가는 2곳이었으며, 두 차량 모두 방문한 HPAI 발생농가의 차량 방문빈도는 일반차량 평균 41회, 화물차량 평균 12회의 방문빈도를 보이고 있다(표 3).

(나) 관리번호 1st_193농가로부터 500m~3km 범위내 위치한 가금농가 차량빈도 조사

기준농가 1st_193 반경 500m~3km 내에 차종별 방문빈도를 확인해본 결과 일반차량 65회, 화물차량 12회의 빈도를 보였다. 그 중 500m~3km 내의 차량이 방문한 농가 중 HPAI 발생농가는 일반차량 13 곳, 화물 차량은 1곳이었다. 또한 1st_193의 전체 HPAI 발생농가 중 50%의 발생농가가 500m~3km 내에 분포하고 있다(표 12).

(다) 관리번호 1st_193 농가로부터 500m 범위내 위치한 가금농가 차량빈도 조사

1st_193의 기준농가에서 반경 500m 내에 전체 38회의 방문빈도 중 일반차량 36회, 화물차량 2회의 방문빈도를 보이고 있다. 그 중 500m 범위 내의 HPAI 발생농가는 일반차량이 방문한 농가 6곳, 화물차량 2곳의 HPAI 발생농가가 확인된다.

(라) 종합고찰

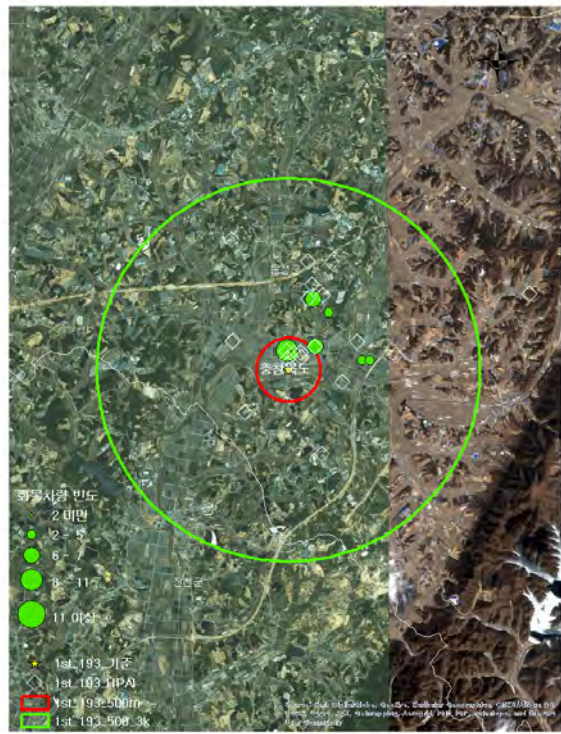
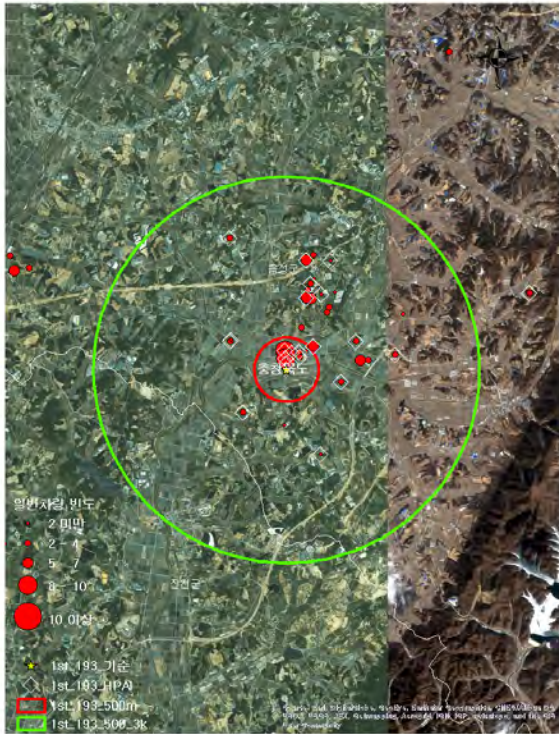
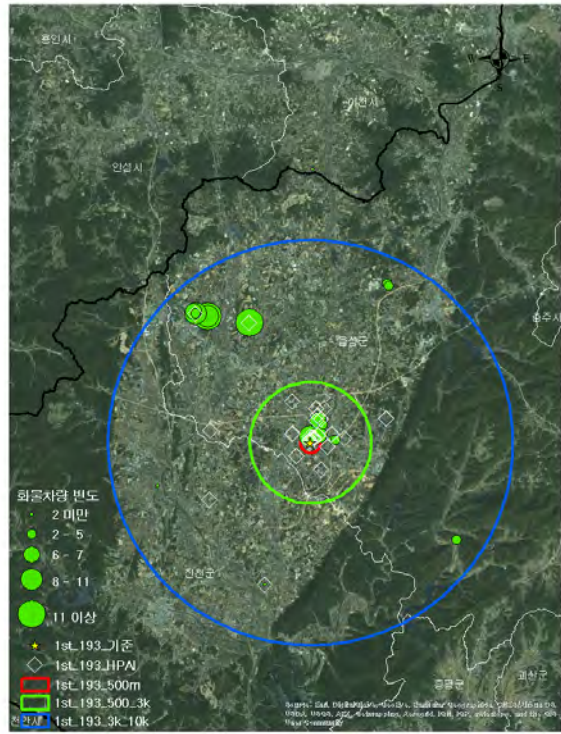
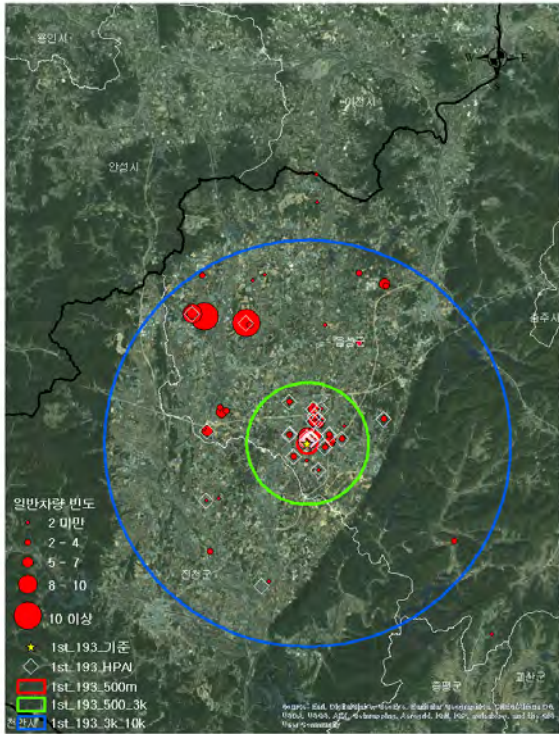
1st_193 기준농가를 중심으로 반경 500m, 500m~3km, 10km, 10km 이외 지역 위치한 가금농가와 해당 가금농가들을 방문한 차량의 빈도 및 각 거리별 HPAI 발생농가의 분포 현황을 확인해보았다. 확인결과 전체 270개의 농가 중 현 방역범위 10km 이내에 분포하는 농가는 83%를 차지하고 있었으며, 일반차량 67.7%, 화물차량 14.8%의 차량별 방문비율을 보이고 있었다. 또 한, 10km 반경 내에 위치한 농가들 중 500m 7개, 500~3km 14개, 10km 이내 7개의 HPAI 발생농가의 분포를 보이고 있었으며, 이는 10km 이내 전체 농가 중 13%의 비율로 HPAI 발생농가가 분포하는 것을 확인할 수 있다(표 13). 1st_193 농가의 경우 살처분 범위가 아닌 10km 범위까지 HPAI 발생농가가 분포하고 있음을 확인할 수 있다 (그림 152). 따라서, 위와 같은 유형을 보이는 농가에 대해서는 HPAI 살처분 범위 설정을 3km~10km 까지 확대할 것을 고려해볼 필요성이 있다고 판단된다. 그러나 하나의 농가만으로는 위와 같은 결론을 내리기는 심각한 오류를 범할 수 있기에 추후 네트워크 유형분석을 통해 좀 더 자세한 분석이 필요하다.

표 94. 1차 Wave 193번 농가의 거리별 차량방문 빈도 현황

| 1st_193 | 500m | 500m - 3km | 10km | 10km 이외 | 합계 | 평균 | 표준편차 |
|---------|------|------------|------|---------|-----|------|-------|
| 일반차량 | 36 | 65 | 82 | 24 | 207 | 51.8 | ±26.5 |
| 화물차량 | 2 | 12 | 26 | 23 | 63 | 15.8 | ±11.0 |

표 95. 1차 Wave 193번 농가의 거리별 HPAI 발생농가 분포현황

| 1st_193 | 500m | 500m - 3km | 10km | 10km 이외 |
|-------------|------|------------|------|---------|
| HPAI 발생농가 수 | 7 | 14 | 7 | 0 |



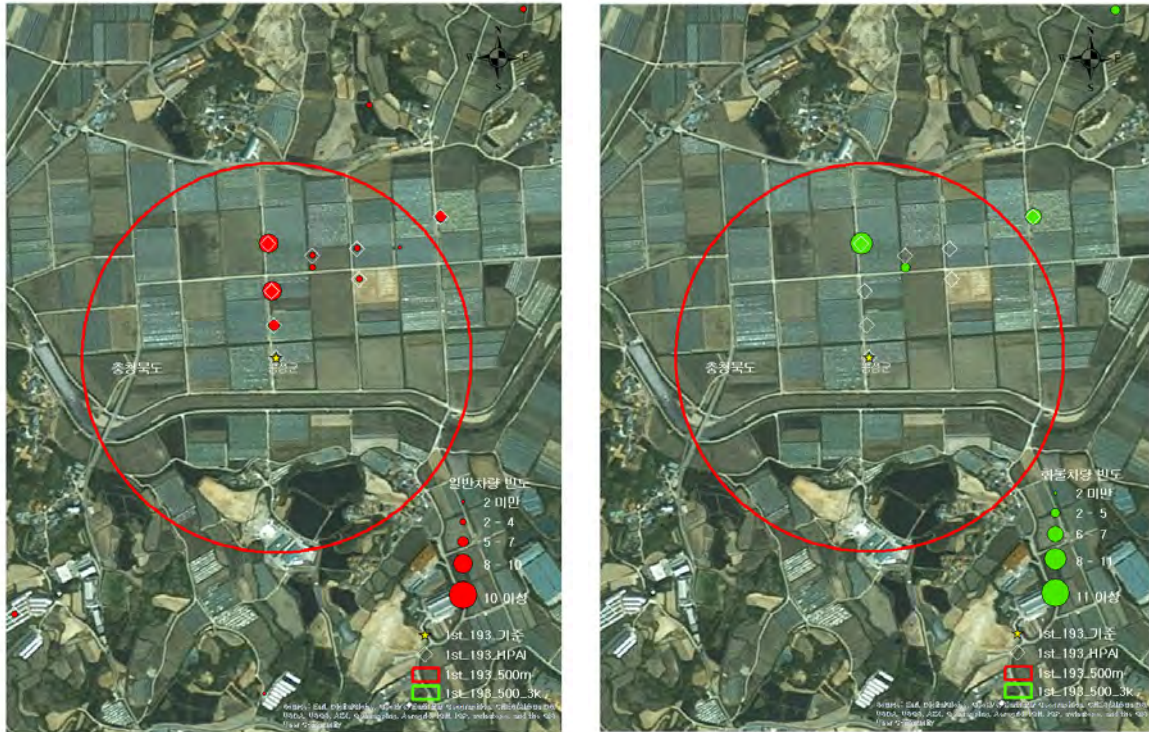


그림 217. 1차 Wave 193번 농가의 거리별 차량방문 빈도

(4) 기준농가에서 0.5~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

6개의 기준농가를 거리별 (500m, 3km, 10km)로 차량의 방문 목적을 확인해 보았다. 방문목적은 가축운반, 사료운반, 시료채취 및 방역, 컨설팅, 기타 의 분류로 나누었으며, 차량의 농가 방문 목적별로 분포현황을 확인하고, 목적별 방문농가의 HPAI 발생농가의 분포 현황도 확인해 보았다

(가) 기준농가 1st_193에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

기준농가 1st_193의 농가 방문목적별 분포는 가축운반 0, 사료운반 23, 시료채취 및 방역 191, 컨설팅 56, 기타 0 의 목적으로 1st_193 내의 농가들에 방문 한 것을 확인하였다. 거리별 분포 현황을 보았을 때 500m, 3km, 10km에서 시료채취 및 방역의 목적으로 방문한 차량의 분포가 각각 14%, 37%, 43%로 다른 항목들에 비해 높은 비율을 보이고 있다. 또 한 1st_193의 HPAI 발생농가 분포를 확인한 결과 기준농가를 제외하고 모두 500m~10km 범위내의 모든 HPAI 발생농가가 시료채취 및 방역을 목적 차량이 방문한 것을 확인할 수 있다(표 14).

(나) 기준농가 1st_200에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

1st_200 농가의 방문목적 및 HPAI 발생 분포 현황을 확인하였다. 확인결과 방문 농가 전체 중 0.7% 만이 기준농가 반경 10km 내에 위치하였으며, 나머지 99.3%의 농가는 모두 10km 범위 밖에 위치하고 있었고, 경기도, 충청남도, 충청북도가 서로 경계하는 지점과 경기도 이외의 지역에 많은 분포를 보이고 있었다. 1st_200의 HPAI 발생농가 분포는 기준농가의 10km 이외

지역에 위치하는 농가가 기준농가의 전체 HPAI 발생 수 중 92%를 차지하고 있었으며, HPAI 발생농가를 방문한 차량의 농가방문 목적은 시료채취 및 방역을 이유로 방문한 것으로 확인된다(표 15).

(다) 기준농가 2nd_4에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

2nd_4 농가의 방문목적 및 HPAI 발생현황 분포를 확인한 결과, 반경 500m~3km 내에 전체 농가의 57% 농가가 분포하고 있었다. 또 한 500~3km 내에 위치한 농가들을 방문한 차량의 목적으로는 시료채취 및 방역, 컨설팅, 기타 순으로 농가를 방문한 회수가 확인되었다. HPAI 발생농가를 방문한 차량은 500~10km 내에서 시료채취 및 방역, 컨설팅, 기타 목적으로 HPAI 발생농가를 방문한 것을 확인하였다(표 16).

(라) 기준농가 2nd_76에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

2nd_76 농가의 방문목적 및 HPAI 발생분포 현황을 확인하였다. 확인결과 총 817회의 방문 목적 중 기준농가 중심 10km 반경 이외의 지역에 94%의 농가 분포를 보이고 있었으며, 10km 반경 내의 지역에서는 6% 라는 매우 적은 수의 농가 분포를 보이고 있었다. HPAI 발생농가 분포현황을 거리별로 확인해 보았다. 500m 와 500m~3km 범위는 시료채취 및 방역을 목적으로 방문한 농가의 HPAI 발생률이 각각 33%, 43%를 차지하고 있었다. 그리고 10km 이외 지역에서는 가축운반, 시료채취 및 방역이 각각 3%, 17.5%의 HPAI 발생농가 분포 비율을 보이고 있었다(표 17).

(마) 기준농가 2nd_123에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

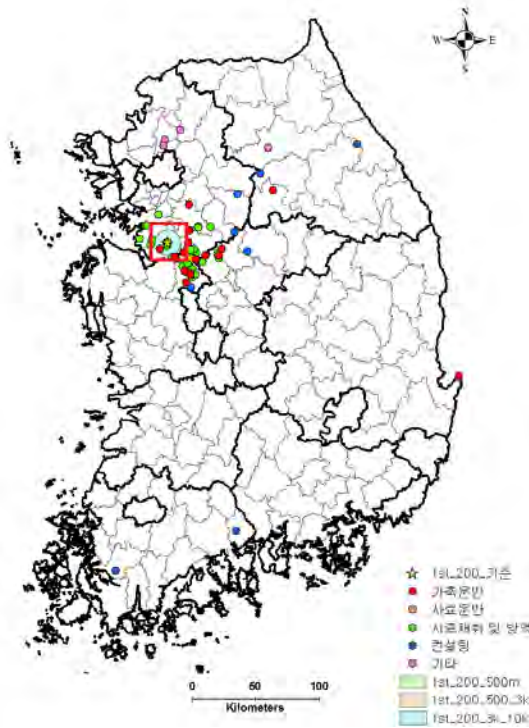
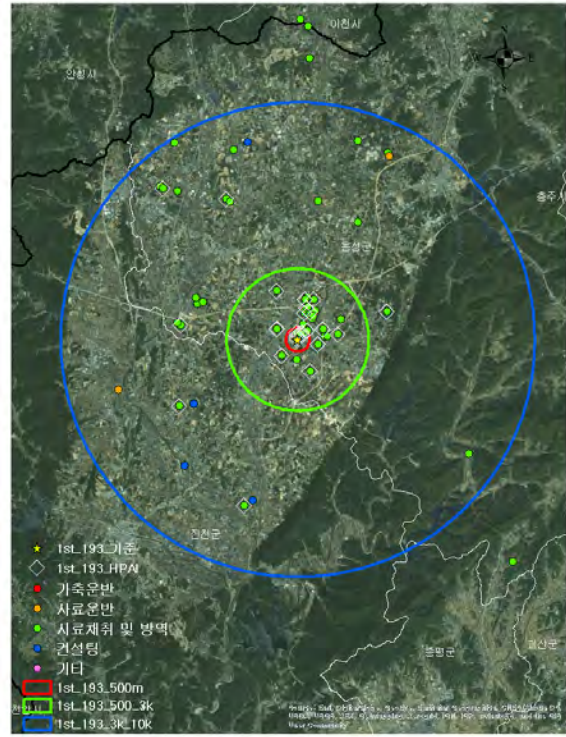
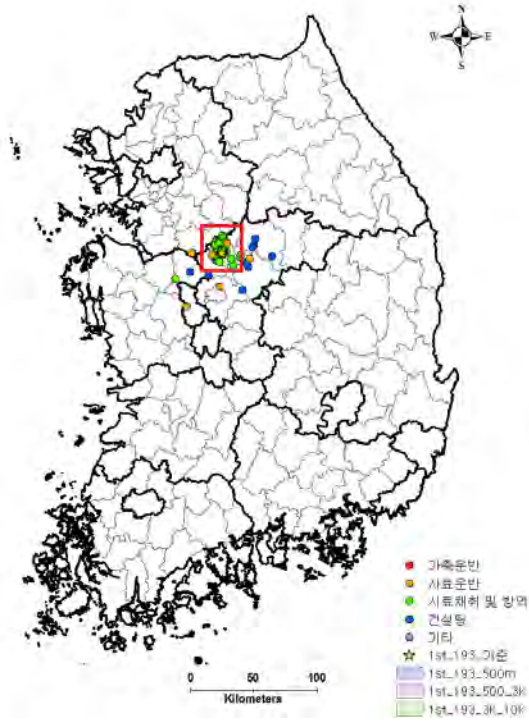
2nd_123 농가의 방문목적 분포현황은 500m 이내 지역과 3km이내지역, 10km 이외 지역에 많은 분포를 보이고 있었다. 특히 10km 이외지역은 500m 이내 지역, 3km 이내 지역과는 높은 폭의 분포현황 차이를 보이고 있었다. 기준농가를 중심으로 10km 이내의 지역 보다 10km 이외 지역에 많은 농가가 분포하고 있지만, HPAI 발생농가의 분포는 500m 이내지역, 3km 이내 지역, 10km 이외지역 각각 1곳, 2곳, 3곳으로 큰 차이를 보이지 않았다. 각 세지역의 차량이 HPAI 발생농가를 방문한 목적으로는 500m 이내 지역은 시료채취 및 방역을 목적으로 방문한 농가 1개, 3km 내 지역은 사료운반 1, 시료채취 및 방역 1 이었다. 또 한, 10km 이외지역은 가축운반 3개의 HPAI 발생농가에 위와 같은 목적으로 방문한 것을 확인할 수 있다(표 18).

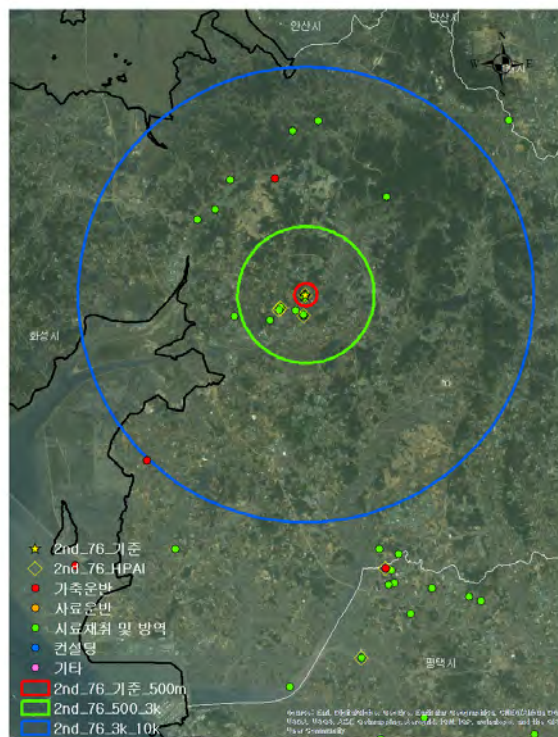
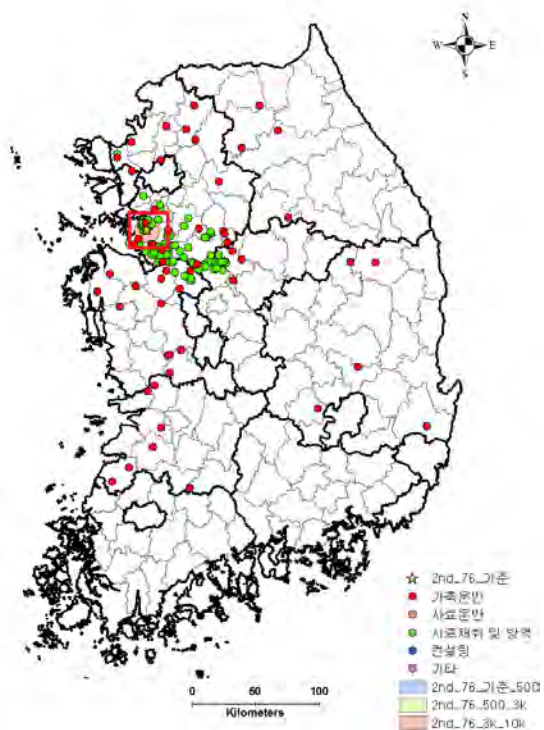
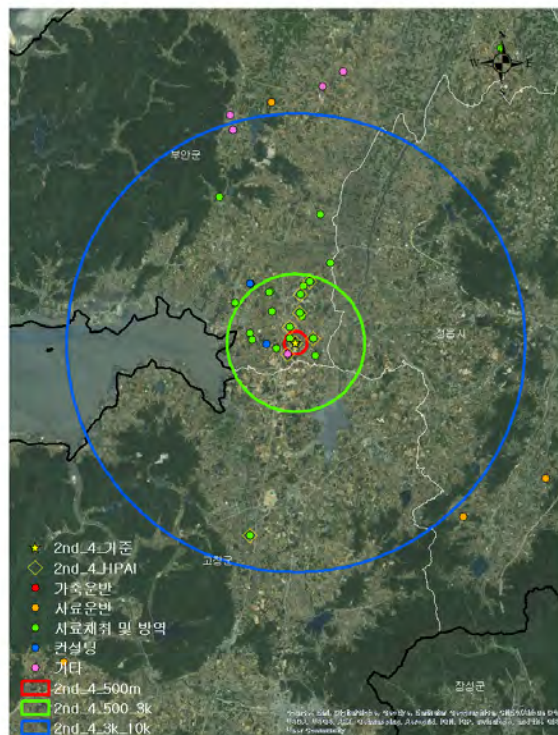
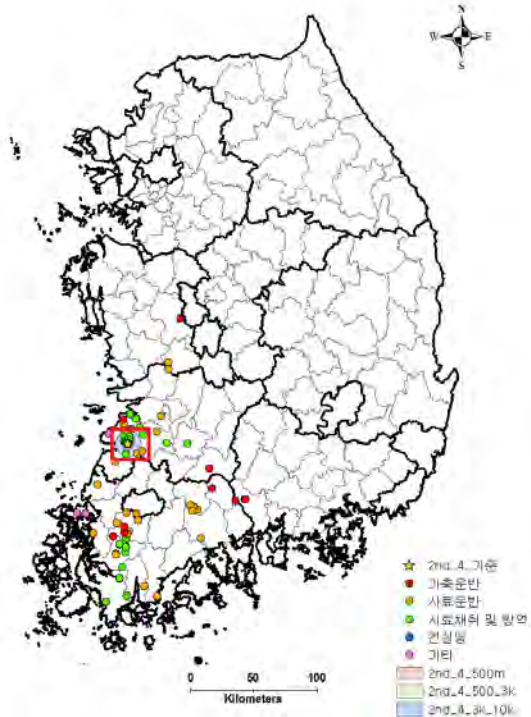
(바) 기준농가 2nd_137에서 500m~10km 내 위치한 가금농가를 방문한 차량의 목적조사

기준농가 2nd_137 농가 방문목적별 분포는 전체 191개의 농가 중 가축운반 11회, 시료채취 및 방역 32회, 기타 148회의 방문목적 현황을 보이고 있었다. 거리별 분포현황을 확인한 결과 500m 이내 24회, 3km 이내 2회, 10km 이내 101회 그리고 10km 이외 64회의 방문 빈도를 보였다. 전체 방문 목적 중 가축운반이 6%로 가장 낮은 방문 비율을 나타내며, 다음으로 시료채취 및 방역 17%, 기타 77%의 순서를 보이고 있다. HPAI 발생농가의 목적별 분포를 확인해 보았다. 확인결과 사료운반 9%, 시료채취 및 방역 91%의 비율을 보이고 있다(표 19).

(사) 종합고찰

각 기준농가를 중심으로 거리별 차량의 농가 방문목적은 확인해 보았다. 확인결과, 2nd_123 농가를 제외한 나머지 농가에서는 시료채취 및 방역 차량이 농가의 방문빈도가 가장 높은 값을 나타내고 있었다. 그러나 2nd_123 농가의 경우 차량의 전체 방문농가 3,601개의 농가 중 가축운반 76.3%, 사료운반 1%, 시료채취 및 방역 9.8%, 컨설팅 6.2%, 기타 6.4%의 목적별 농가 방문 비율을 나타내고 있었으며, 2nd_123 전체 발생농가 중 HPAI 발생농가는 총 6곳으로 나타나고 있었다. 그 중에서 가축운반 차량이 접촉한 농가 중 HPAI 발생농가는 총 3곳이었으며, 시료채취 및 방역 2곳, 사료운반 1곳의 순으로 HPAI 발생농가를 방문한 것을 확인하였다(표 9). 또 한, 전체 기준농가 6곳 중 50%에 해당하는 3개의 농가(1st_193, 2nd_123, 2nd_137)가 10km 이내 지역에 평균 62%의 HPAI 발생농가의 분포 하고 있음을 확인할 수 있다. 위의 결과를 다음 장에 이루어 질 네트워크 유형분석을 통해 농가의 분포별 유형을 구분하고, 분류된 유형별로 HPAI 이동통제 범위와 설치분 범위설정을 위한 방역안을 제시하려 한다.





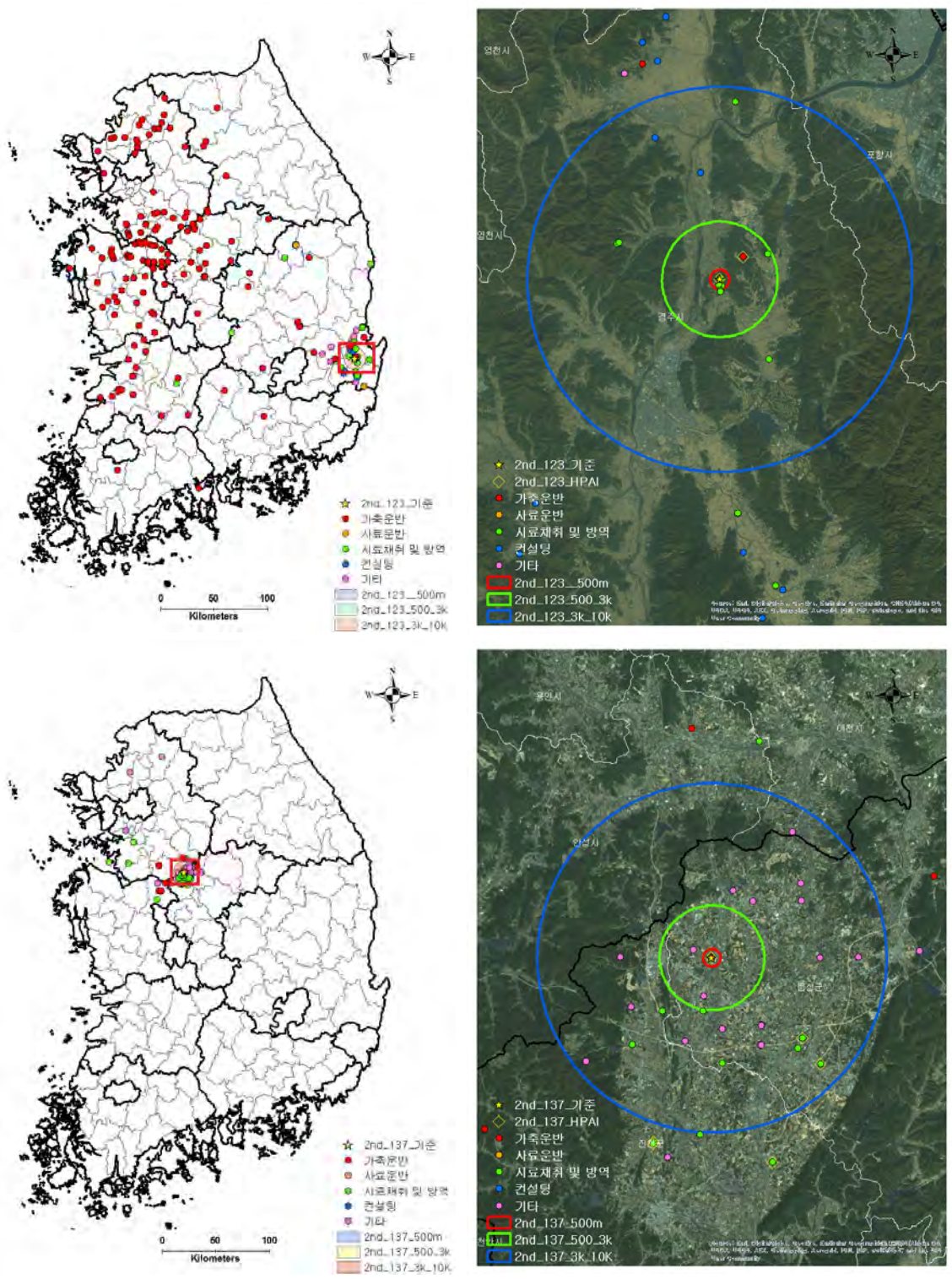


그림 218. 농가 방문목적의 거리별 분포 현황

표 96. 1st_ 193의 정보 분류

| 1st_193 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 시료 채취 | 2 | 24 | 26 | 5 | 2 | 71.4 | 28.6 |
| | 컨설팅 | 0 | 12 | 12 | 2 | | 100.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 계 | 2 | 36 | 38 | 7 | 2 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 시료 채취 | 11 | 59 | 70 | 13 | 10 | 56.5 | 43.5 |
| | 컨설팅 | 1 | 6 | 7 | 1 | 3 | 25.0 | 75.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 계 | 12 | 65 | 77 | 14 | 13 | | |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 사료 운반 | 2 | 0 | 2 | | 1 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 17 | 66 | 83 | 6 | 13 | 31.6 | 68.4 |
| | 컨설팅 | 7 | 16 | 23 | 1 | 7 | 12.5 | 87.5 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 계 | 26 | 82 | 108 | 7 | 21 | | |
| 10Km 이외 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 21 | 0 | 21 | | 5 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 2 | 10 | 12 | | 12 | 0.0 | 100.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 14 | 14 | | 9 | 0.0 | 100.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 계 | 23 | 24 | 47 | 0 | 26 | | |
| 계 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 23 | 0 | 23 | 0 | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 32 | 159 | 191 | 24 | 37 | 39.3 | 60.7 |
| | 컨설팅 | 8 | 48 | 56 | 4 | 19 | 17.4 | 82.6 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 계 | 63 | 207 | 270 | 28 | 62 | 31.1 | 68.9 |

표 97. 1st_200의 현황 분류

| 1st_200 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 0 | 4 | 4 | 1 | 2 | 33.3 | 66.7 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 0 | 4 | 4 | 1 | 2 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 2 | 0 | 2 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축 운반 | 1 | 0 | 1 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 10Km 이외 | 가축 운반 | 532 | 0 | 532 | | 13 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료 운반 | 35 | 0 | 35 | | 1 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 61 | 11 | 72 | 9 | 35 | 20.5 | 79.5 |
| | 컨설팅 | 0 | 94 | 94 | 2 | 7 | 22.2 | 77.8 |
| | 기타 | 160 | 14 | 174 | | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 788 | 119 | 907 | 11 | 62 | 0.0 | 0.0 |
| 계 | 가축 운반 | 533 | 0 | 533 | 0 | 13 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료 운반 | 35 | 0 | 35 | 0 | 1 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 63 | 15 | 78 | 10 | 37 | 21.3 | 78.7 |
| | 컨설팅 | 0 | 94 | 94 | 2 | 7 | 22.2 | 77.8 |
| | 기타 | 160 | 14 | 174 | 0 | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 791 | 123 | 914 | 12 | 64 | 0.0 | 0.0 |

표 98. 2nd_4의 현황 분류

| 2nd_4 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 33.3 | 66.7 |
| | 컨설팅 | | 2 | 2 | 0 | 2) | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | | 1 | 1 | 0 | | 0.0 | |
| | 계 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 15 | 13 | 28 | 4 | 8 | 33.3 | 66.7 |
| | 컨설팅 | 0 | 10 | 10 | 2 | 1 | 66.7 | 33.3 |
| | 기타 | 0 | 8 | 8 | 1 | 1 | 50.0 | 50.0 |
| | 계 | 15 | 31 | 46 | 7 | 10 | | |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 5 | 1 | 6 | 1 | 4 | 20.0 | 80.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 2 | 2 | | 2 | 0.0 | 100.0 |
| | 기타 | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 5 | 4 | 9 | 1 | 7 | | |
| 10Km 이외 | 가축 운반 | 69 | 0 | 69 | | 15 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료 운반 | 101 | 0 | 101 | 2 | 40 | 4.8 | 95.2 |
| | 시료 채취 | 25 | 6 | 31 | 9 | 36 | 20.0 | 80.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 2 | 2 | | 1 | 0.0 | 100.0 |
| | 기타 | 0 | 7 | 7 | | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 195 | 15 | 210 | 11 | 98 | | |
| 계 | 가축 운반 | 69 | 0 | 69 | 0 | 15 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료 운반 | 101 | 0 | 101 | 0 | 40 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 49 | 21 | 70 | 15 | 50 | 23.1 | 76.9 |
| | 컨설팅 | 0 | 16 | 16 | 2 | 4 | 33.3 | 66.7 |
| | 기타 | 0 | 17 | 17 | 1 | 8 | 11.1 | 88.9 |
| | 계 | 219 | 54 | 273 | 18 | 117 | | |

2) 위의값 2의 한농가에 모두 포함됨

표 99. 2nd_4의 현황 분류

| 2nd_76 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 | 33.3 | 66.7 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 22 | 0 | 22 | 3 | 4 | 42.9 | 57.1 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 22 | 0 | 22 | 3 | 4 | | |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축 운반 | 7 | 0 | 7 | | 15 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료 운반 | 13 | 0 | 13 | | 42 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 0 | 0 | 0 | | 45 | 0.0 | 100.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | 9 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 20 | 0 | 20 | 0 | 117 | | |
| 10Km 이외 | 가축 운반 | 432 | 0 | 432 | 2 | 70 | 2.8 | 97.2 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 283 | 55 | 338 | 20 | 94 | 17.5 | 82.5 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 715 | 55 | 770 | 22 | 164 | | |
| 계 | 가축 운반 | 439 | 0 | 439 | 2 | 85 | 2.3 | 97.7 |
| | 사료 운반 | 13 | 0 | 13 | 0 | 42 | 0.0 | 100.0 |
| | 시료 채취 | 310 | 55 | 365 | 24 | 145 | 14.2 | 85.8 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.0 | 100.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.0 | 100.0 |
| | 계 | 762 | 55 | 817 | 26 | 287 | | |

표 100. 2nd_123의 현황분류

| 2nd_123 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 42 | 111 | 153 | 1 | 7 | 12.5 | 87.5 |
| | 컨설팅 | 0 | 148 | 148 | | 3 | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 42 | 259 | 301 | 1 | 10 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축 운반 | 64 | 0 | 64 | | 3) | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 12 | 0 | 12 | 1 | 0.0 | 0.0 | |
| | 시료 채취 | 58 | 70 | 128 | 1 | 2 | 33.3 | 66.7 |
| | 컨설팅 | 0 | 38 | 38 | | 2 | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 16 | 0 | 16 | | 4) | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 150 | 108 | 258 | 2 | 4 | | |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료 운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 6 | 10 | 16 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 6 | 6 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 6 | 16 | 22 | 0 | 0 | | |
| 10Km 이외 | 가축 운반 | 2084 | 606 | 2690 | 3 | 216 | 1.4 | 98.6 |
| | 사료 운반 | 22 | 0 | 22 | | 5 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 40 | 18 | 58 | | 18 | 0.0 | 100.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 34 | 34 | | 11 | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 194 | 22 | 216 | | 15 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 2340 | 680 | 3020 | 3 | 265 | | |
| 계 | 가축 운반 | 2148 | 606 | 2754 | 3 | 216 | 1.4 | 98.6 |
| | 사료 운반 | 34 | 0 | 34 | 1 | 5 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료 채취 | 146 | 209 | 355 | 2 | 27 | 6.9 | 93.1 |
| | 컨설팅 | 0 | 226 | 226 | 0 | 16 | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 210 | 22 | 232 | 0 | 15 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 2538 | 1063 | 3601 | 6 | 279 | | |

3) 시료채취에 포함된 농가

표 101. 2nd_137의 현황분류

| 2nd_137 | 운행 목적 | 차량 | | 차량 방문 빈도수 | 방문 농가 수 | | 비율 (%) | |
|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|------------|--------|
| | | 화물 차량 | 일반 차량 | | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 | HPAI 감염 농가 | 비발생 농가 |
| 500m 이내 | 가축운반 | 4 | 0 | 4 | 1 | | 100.0 | 0.0 |
| | 사료운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료채취 | 9 | 1 | 10 | 1 | | 100.0 | 0.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 1 | 9 | 10 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 14 | 10 | 24 | 2 | 0 | | |
| 500m ~ 3Km 이내 | 가축운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료채취 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 1 | 1 | 2 | | 2 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | | |
| 3Km ~ 10Km 이내 | 가축운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 사료운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료채취 | 3 | 6 | 9 | 2 | 5 | 28.6 | 71.4 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 55 | 37 | 92 | | 17 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 58 | 43 | 101 | 2 | 22 | | |
| 10Km 이외 | 가축운반 | 7 | 0 | 7 | | 5 | 0.0 | 100.0 |
| | 사료운반 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 시료채취 | 4 | 9 | 13 | 7 | 4 | 63.6 | 36.4 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 3 | 41 | 44 | | 12 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 14 | 50 | 64 | 7 | 21 | | |
| 계 | 가축운반 | 11 | 0 | 11 | 1 | 5 | 16.7 | 83.3 |
| | 사료운반 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 시료채취 | 16 | 16 | 32 | 10 | 9 | 52.6 | 47.4 |
| | 컨설팅 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 기타 | 60 | 88 | 148 | 0 | 29 | 0.0 | 0.0 |
| | 계 | 87 | 104 | 191 | 11 | 43 | | |

4) 시료채취, 컨설팅에 포함된 농가

다. 발생농가 기준별 차량 방문 범위에 따른 네트워크 유형분석

실제 공간상에서 HPAI 발생농가에서 타 농가로 방문한 차량을 중심으로 이동 범위를 지도로 표현함으로써, 발생농가를 중심으로 한 차량 방문 범위를 살펴보았다. 이러한 차량 방문 범위는 발생일로부터 90일 이전까지 발생농가에서 타 농가로 이동한 차량을 대상으로 차량에 의한 전파 및 감염에 대한 전파원을 확인할 수 있는 범위이기도 하다. 따라서 예찰 및 방역의 관점에서 이러한 차량에 의한 타 방문과의 접촉 범위는 반드시 분석이 필요하다고 판단된다.

2014년 한 해 동안 HPAI 발생농가 중 선정된 6개 농가가 타 농가와 차량으로 접촉한 빈도를 조사하였다. 이를 분석한 결과, 차량이 방문한 농가는 가금류만 분류한 농가 중 949개였으며, 차량방문 빈도수는 6,066회에 달하였고, 방문한 농가 별로 평균 6.4회 방문하였다. 차량이 방문한 농가 중 HPAI 발생농가는 100개였으며, 방문 전체 농가의 약 10.5%를 차지하고 있었다.

선정된 HPAI 농가를 중심으로 타 농가에 이르는 차량 방문 범위에 대한 네트워크 유형을 분류한 결과, 크게 ‘지역 집중형’, ‘지역확산형’, ‘광역 집중형’, ‘광역확산형’, ‘전국확산형’ 등 5가지 유형으로 나눌 수 있었다.

(1) 지역 집중형

지역 집중형은 단일 지자체 또는 인접 1개 지자체에 집중된 유형으로서, 지리 및 지형적인 조건에 의해 타 지역까지 확산이 되지 못한 지역이 해당되며, 193번 기준농가를 중심으로 차량 접촉 빈도 분석 결과가 이에 속한다. 반경 10km 이내에 집중되어 있는 것이 특징으로 분지 지형 등 다소 타 도시와의 이동이 어려운 지형조건을 가지고 있으며, 평지 내에 주로 분포하는 인근 농가에 많은 접촉이 있는 유형이다.

지역 집중형은 기준농가로부터 500m~3km에 위치한 농가의 수가 많으며, 특히, 거리가 가까운 농가일수록 HPAI 농가비율이 다소 높은 특징을 가지고 있다. 이러한 유형은 발생농가에 가까운 10km 이내 위치한 농가에 대한 예찰과 방역이 우선될 필요가 있다고 본다.

(2) 지역 확산형

지역 확산형은 인접 2~3개 지자체에 집중된 유형으로서, 지역 집중형에 비해 타 지역으로 보다 확산된 유형이다. 교통 조건이 양호한 지역으로 확산된 지역이 해당되며, 200번, 137번 기준농가가 이에 해당된다. 200번과 137번 기준농가는 모두 지역 집중형이나, 반경 10km 내 농가와 접촉빈도의 차이가 난다. 즉 200번 기준농가는 반경 10km 이내보다 이외 인근 지자체에 위치한 농가에 많은 차량 접촉빈도를 가진 특징이 있으며, 137번 기준 농가는 반경 10km 이내보다 많은 농가와 접촉빈도를 가지고 있다.

이러한 거리별 특성에 의해 HPAI 농가비율 또한 10km 이외에 많이 위치하느냐 또는 이내에 위치하느냐의 차이를 나타내는 특징을 보인다. 2개 기준농가는 모두 음성군과 평택시의 중간에 위치한 안성시와 천안시에 많이 확산된 유형으로서 교통이 주요 요인으로 확인된다.

지역 확산형은 교통결절지에 위치하여 확산이 쉬울 수 있는 지역에 대해 보다 심도 있는 예찰 및 방역이 필요하다고 본다.

(3) 광역 집중형

광역 집중형은 하나의 광역지자체 내에 집중된 유형으로서, 지역 집중형에 비해 3개 이상의 지자체에 집중되어 있는 유형이다. 교통 조건이 양호한 지역으로 인접 배후 도시까지 확산된 지역이 해당되며, 76번 기준 농가가 이에 해당된다. 이 유형의 주요한 특징으로 발생 농가 중심으로 10km 이외에 위치한 농가와와의 차량 접촉 빈도가 높으며, 지자체 접경지역에 높은 빈도를 보이는 것이 특징이다. HPAI 발생농가는 10km 이내보다 10km 이외에 위치한 농가에서 많은 접촉이 있었다.

이러한 광역 집중형에 해당되는 농가에 대해서는 확산방지를 위한 광역차원의 예찰과 방역이 필요하다고 본다.

(4) 광역 확산형

광역 확산형은 두 개 이상의 광역지자체 내에 각각 집중된 유형으로, 지역집중형이 각 광역 시도에 1개 이상 확산된 유형이다. 지역집중형의 복수 형태로서 하나의 발생농가에서 인접하여 10km 이내에 집중적으로 차량 접촉 빈도가 높으며, 10km이외의 타 광역지자체의 일정 지역에서 집중적으로 차량 접촉 빈도가 높은 특징을 가지고 있다. 4번 기준 농가가 이에 해당된다. HPAI 발생농가 비율은 10km를 기준으로 볼 때 거의 비슷한 비율을 보이고 있다. 발생 농가는 비교적 평탄한 지형 위에 위치한 지역에 대부분 위치하고 있었으며, 도로 및 하천과의 거리가 인접한 지역의 농가에 많은 차량 접촉 빈도를 보이고 있다.

광역 확산형은 발생농가와 긴밀한 관계가 있는 인접 광역지자체 농가와 연계하여 HPAI가 발생할 수 있다는 점으로 비추어볼 때, 차량 빈도가 높은 인접 광역지자체에 위치한 농가를 최우선 적으로 분석 및 예찰하는 것이 광역 확산을 막는 하나의 방안이 될 수 있다고 판단된다.

(5) 전국 확산형

전국 확산형은 하나의 발생기준 농가에서 전국적인 차원에서의 차량 접촉 빈도가 높으며, 각 광역지자체에 널리 확산된 유형이다. 123번 기준 농가가 이에 해당되며, 경상북도 경주시에 위치한 발생 기준농가는 유통과 수요의 중심이 되는 수도권에 위치한 농가간 차량접촉 빈도가 높았다. 10km 이내 차량 빈도가 581회이나, 10km 이외 수도권 등 전국적으로 확산되어 분포하는 접촉 빈도는 3,020회에 달하며, 농가 수 역시 10km 이내는 17개, 10km 이외 지역은 268개로 분명한 차이를 가지고 있다.

전국 확산형은 타 유형과 달리 차량 접촉 빈도가 높으나 HPAI 발생 비율은 상대적으로 낮은 비율(1.8%)을 보인다. 전국 확산형은 비록 HPAI에 감염될 확률은 타 유형에 비해 낮다고 보나, 과거 사례를 분석하여 주요 농가를 대상으로 사전 예찰 및 방역이 필요하다고 본다.

(6) 종합고찰

위에서 서술한 5가지 유형은 선정한 6개 기준 농가를 기준으로 선정하였는바, 다소 제한적인 유형 분석으로 볼 수 있지만, 선정된 유형은 타 발생 농가에 비추어 크게 벗어나지 않는 유형으로 설명될 수 있다. 이 유형은 지역 집중형으로부터 전국 확산형에 이르기까지 HPAI 발생 농가 비율이 낮아지는 특성을 보이고 있고, 이에 반해 차량 접촉 빈도는 유형별 차이는 있지만

전국 확산형으로 갈수록 많은 경향을 보인다고 볼 수 있다.

따라서, 방역 및 예찰 우선순위는 지역 집중형으로 부터 전국 확산형에 이르는 농가를 대상으로 순위를 정할 수도 있겠으나, 무엇보다 차량 접촉 빈도가 높은 지역 또는 농가에 대해 우선 집중하는 것이 중요하다고 판단된다.

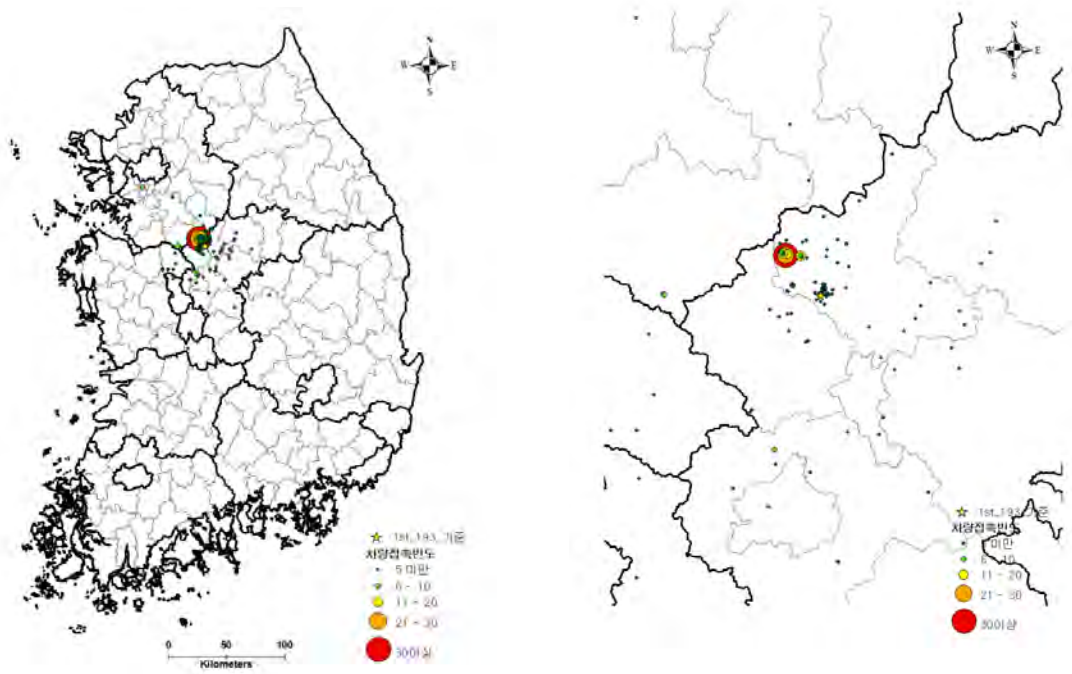


그림 219. 193번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 지역 집중형

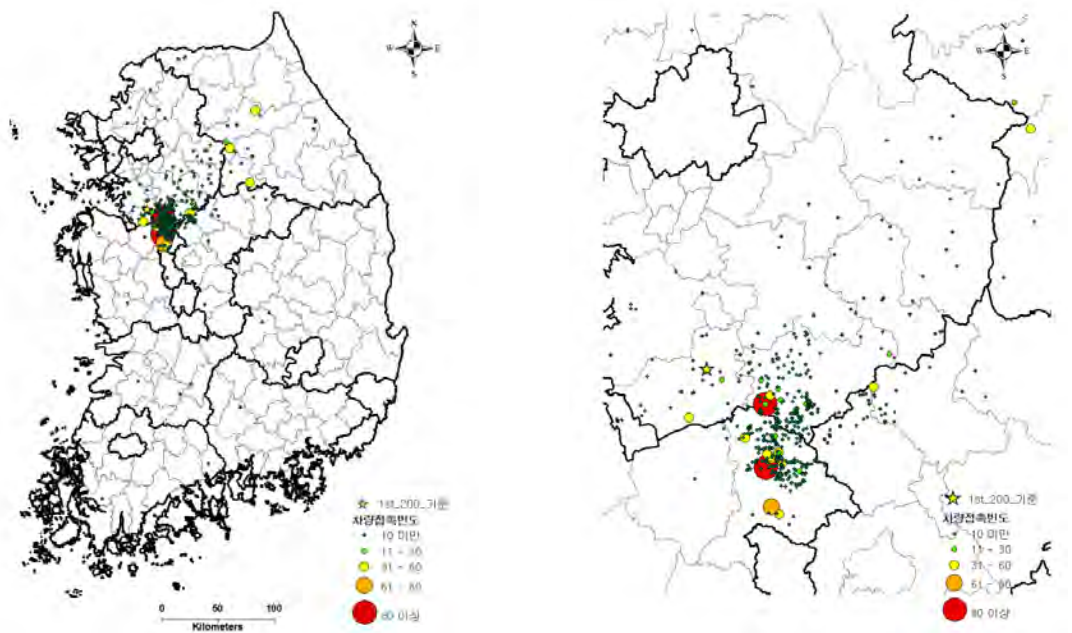


그림 220. 200번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 지역 확산형

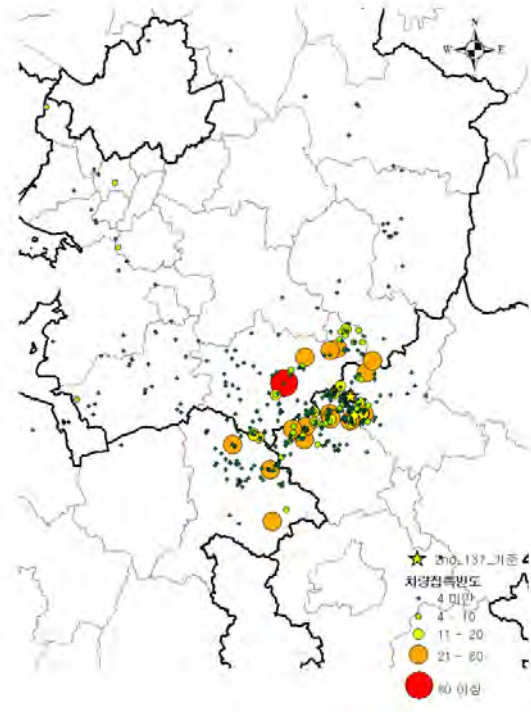
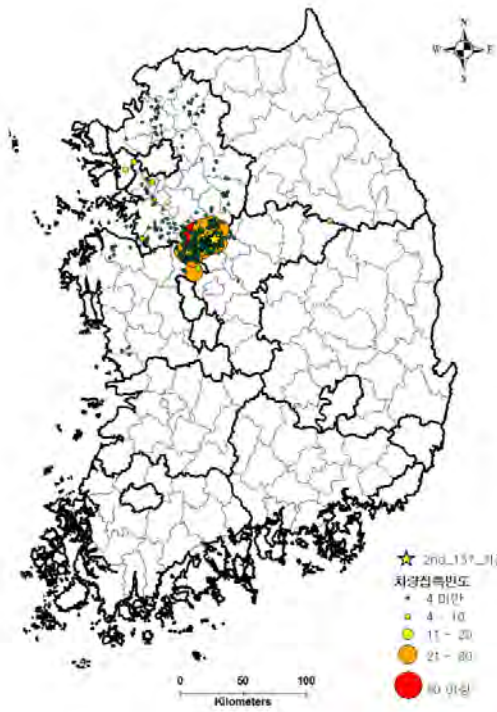


그림 221. 137번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 지역 확산형

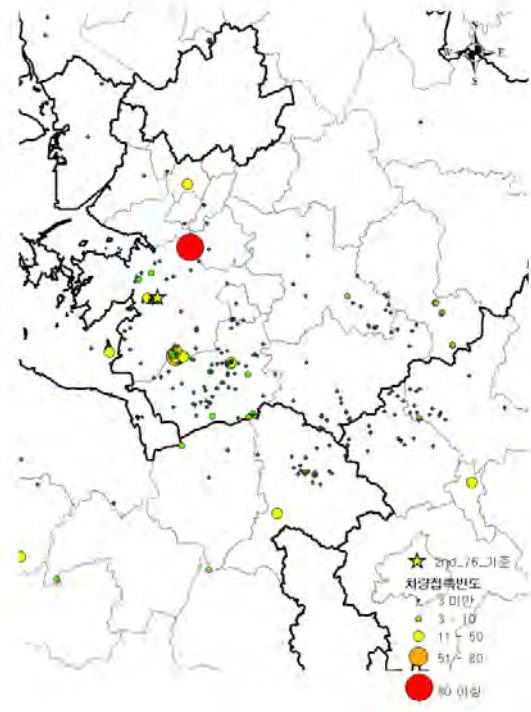
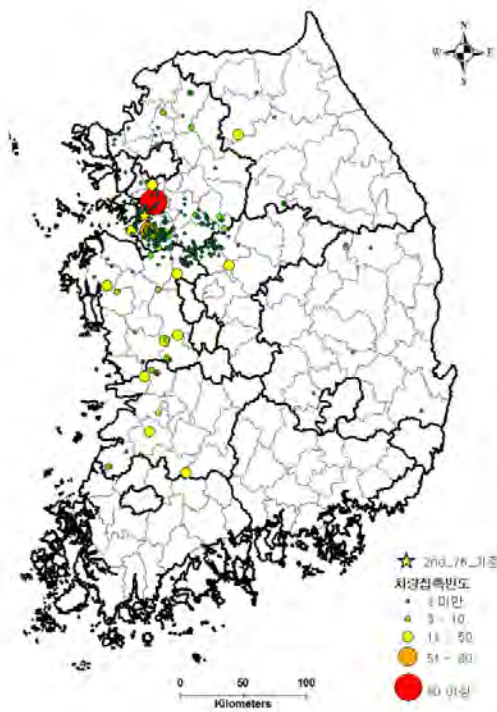


그림 222. 76번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 광역 집중형

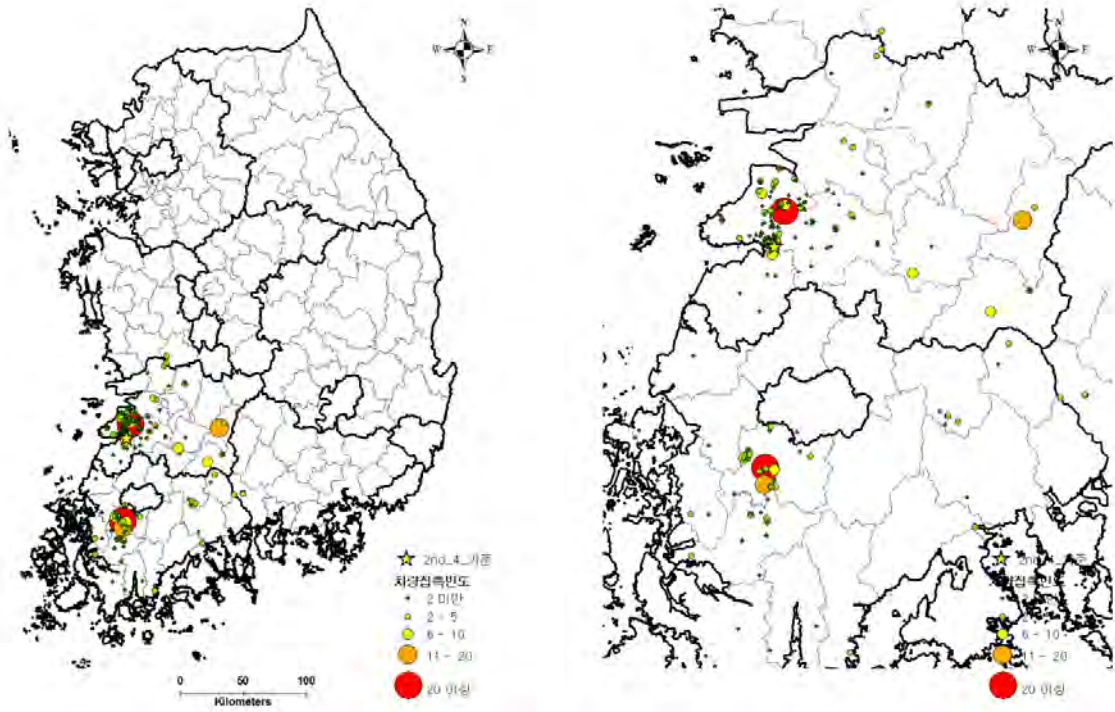


그림 223. 4번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 광역 확산형

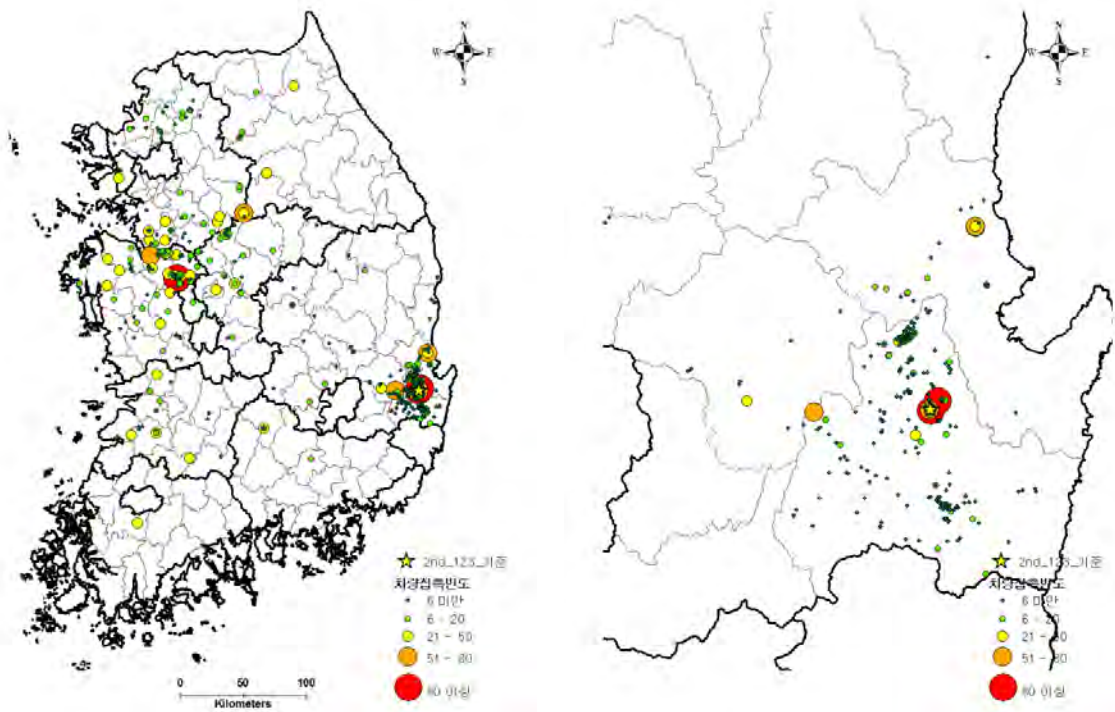


그림 224. 123번 발생기준 농가를 중심으로 한 차량 방문 범위 : 전국 확산형

7. 연구의 결론을 통한 방역대책 및 정책안 제시

가. HPAI 발생 농가의 시·공간 군집 분석

(1) 2014년 HPAI 발생 농가 전체의 시간 변화에 따른 시·공간 분석 결과

2014년 HPAI 발생 농가 전체를 대상으로 시간적 범위를 점차적으로 증가시키면서 시·공간 군집 분석을 수행하였다. 이는 시간의 범위에 따라 HPAI가 어느 정도의 범위까지 확장되어 가는가를 살펴보기 위한 것이다. 즉, 1일부터 하루씩 시간 범위를 증가시켜 10일까지 시간 범위를 설정하는 과정에서 시·공간 군집에 있어서 큰 변화가 발생하지 않는 날짜가 나타나면, 이 시점 이후로는 해당 지역에서의 최초 발병한 바이러스가 인접한 주변 지역으로 더 이상 전파되지 않았음을 간접적으로 보여주는 지표가 될 수 있다. 만약 초동 방역에 실패할 경우 시간의 범위가 증가함에 따라 원의 크기가 더욱 커질 것이고, 초동 방역에 성공하였다면 시간의 범위가 증가하더라도 시·공간 군집에는 큰 변화가 없을 것이다. 또한 이러한 분석은 2014년에 발생한 HPAI 바이러스가 우리나라 환경에서 어느 정도의 기간까지 생존하면서 주변 농가를 오염시키는가에 관한 참고 자료로도 활용 가능할 것으로 판단된다.

그 결과 전체적인 경향에서는 시간적 범위 5일 이후에는 비슷한 경향을 보이고 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 최초 신고 후 5일까지는 인접지역으로의 바이러스 확산이 진행되지만, 5일 이후에는 방역활동으로 인하여 바이러스의 확산이 차단되었다고 가정할 수 있다.

이러한 결과로 볼 때 우리나라의 경우 최초 신고 후 5일 이내에 해당 농가를 중심으로 한 근거리 인접전파가 차단되는 것으로 볼 수 있다. 즉, 현재의 차단 방역과 역학조사 시스템에서는 5일 이내에 인접전파가 차단된다고 할 수 있다. 장기적으로는 이 날짜를 더욱 단축할 수 있다면 인접전파에 의한 피해는 최소화 할 수 있다. 그러나 이보다 더 중요한 것은 HPAI 발생 농가를 보다 빨리 인지할 수 있는 시스템을 확립하는 것이다.

(2) 2014년 HPAI 발생농가 중 예방적 살처분 농가를 제외한 시·공간 분석 결과

예방적 살처분 과정에서 양성을 보인 농가를 배제한 상태에서 시·공간 분석을 수행하였다. 이는 인접한 주변 농가를 대상으로 수행되는 예방적 살처분 농가에서 상대적으로 높은 HPAI 양성 비율을 보인다는 분석 자료에 따른 것으로, 예방적 살처분이 이루어진 인접 지역은 HPAI 최초 신고 농가와 동일한 상황으로 처리하고, 예방적 살처분의 범위를 벗어나는 지역에서 시·공간적으로 군집이 발생하는 가를 살펴보기 위한 것이다. 만약 예방적 살처분을 배제한 HPAI 자료에서도 예방적 살처분을 포함한 시·공간 분석과 유사한 결과가 도출 된다면, 이는 예방적 살처분의 범위의 재조정 및 인접 지역에 대한 방역 개선 등에 관한 논의로 확대되어야 함을 의미한다.

예방적 살처분 농가를 제외한 시·공간 군집 분석에서도 시간적 범위가 5일을 넘어서면 군집이 안정화 되는 경향을 보여주고 있다. 이러한 경향은 시간적 범위로 볼 때는 전체 HPAI 발생 농가를 대상으로 한 분석과 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 시·공간 군집이 형성되는 지역에 있어서는 전체 농가를 대상으로 하였을 때와 차이를 보이고 있다. 군집의 반경은 매우 작게 나

타났으며, 군집이 형성된 경우도 대부분 통계적인 유의수준에서 크게 벗어났다. 이러한 결과는 현재 수행중인 예방적 살처분의 방법과 범위가 HPAI의 방역에 일정 부분 기여하고 있음을 의미한다. 이러한 결과에 근거하여 보면, 2014년에 발생한 HPAI의 절반 정도는 인접 전파에 의한 것이고 나머지는 원거리 전파에 의한 것으로 추론할 수 있다. 또한 충청북도와 충청남도 그리고 경기도가 서로 인접하고 있는 지역에서는 HPAI의 발생빈도는 매우 높지만, 시·공간 군집은 형성되지 않고 있다. 이는 이들 지역의 방역 체계에 문제가 있음을 의미한다. 즉, 이 지역은 장기간에 걸쳐 지속적으로 바이러스가 유입되었으며, 이렇게 유입되는 바이러스는 효과적으로 차단되지 못하고 이 일대의 농가들을 장기간에 걸쳐 오염시키고 있음을 의미한다.

이러한 결과로 볼 때 예방적 살처분은 필요하다. 다만 HPAI의 전파가 주로 차량을 매개체로 한다고 할 때 예방적 살처분의 범위 설정과 장거리 확산 등에 있어서는 축산차량 이동 정보와 연계하여 농가 단위로 차별화하여 적용할 필요가 있다.

나. HPAI 발생 농가 간 네트워크 분석

본 연구에서는 HPAI 발생농가에서 타 농가로의 차량이동 범위를 지도에 표현하여 농가와 차량 간의 접촉빈도 정보를 통해 네트워크 유형을 확인하고 분류하였다. 먼저 유형을 분류하기에 앞서 연구지역을 선정하였으며, 연구지역으로는 지역별로 1곳씩 HPAI 신고농가 6곳을 분류하여 기준농가로 선정하였다. 위 기준농가를 중심으로 “조류인플루엔자방역실시요령(SOP)”의 최대 범위인 10km 이내 지역과 조류인플루엔자방역실시요령에 포함되지 않는 10km 이외 지역의 농가 분포 및 차량의 접촉빈도를 확인하였다. 확인 결과, 1st_193 농가를 중심으로 반경 10km 이내에 분포하는 농가는 전체 270개의 농가 중 224개(83%)의 농가가 위치하고 있었으며, 그 중 일반차량 66.7%, 화물차량 14.8%의 차량 방문비율을 확인하였다. 또 한 10km 이내에서 13%(7개)의 비율로 HPAI 발생농가가 분포하고 있음을 확인 할 수 있었다. 또 한, 기준농가 6곳을 중심으로 거리별 차량의 방문 목적을 확인해 보았다. 확인결과, 2nd_123 농가의 경우 전체 차량방문농가 3,601개의 농가 중 가축운반 76.3%(2,754개), 사료운반 1%(34개), 시료채취 및 방역 9.8%(355개), 컨설팅 6.2%(226개), 기타 6.4%(232개)의 목적별 농가 방문 비율을 확인 할 수 있었다. 그리고 전체 기준농가 6곳 중 3개의 농가(1st_193, 2nd_123, 2nd_137)는 10km 이내 지역에 평균 62%의 HPAI 발생농가 분포를 확인하였다. 이러한 현황분석 결과를 바탕으로 네트워크 유형분석을 통해 5가지의 유형을 확인하였으며 확인된 유형으로는 지역 집중형, 지역 확산형, 광역 집중형, 광역 확산형, 전국 확산형 5가지이다.

지역 집중형은 차량의 접촉빈도 및 농가의 분포형태가 10km 이내에 집중되어 나타나는 것으로, 주로 500m~3km 내에 농가가 밀집하는 것을 확인할 수 있다. 이는 단일 지자체 혹은 인접한 1개의 지자체에 집중하는 유형을 의미한다.

지역 확산형은 HPAI 발생 지역을 벗어나 인접한 2~3개의 지자체에 집중되는 유형을 의미한다. 예를 들어, 기준농가 관리번호 1차 Wave 200번(이하, 1st_200), 2차 Wave 137(이하, 2nd_137)번 농가가 해당 유형에 속한다. 1st_200 농가, 2nd_137 농가는 HPAI 발생농가 반경 10km 이내 지역 보다는 반경 10km 이외 지역에 농가의 분포 및 차량의 접촉 빈도가 높았으며, 특히 해당지역을 벗어난 인근의 지자체에 농가의 분포가 밀집되는 것을 보여 주었다. 해당

지역의 지리적인 특성을 보았을 때 HPAI 발생가능성은 교통결절지에 위치하여 교통에 의한 확산이 용이 할 수 있는 지역으로 확인되었다.

광역 집중형, 광역 확산형, 전국 확산형 3가지 유형은 모두 3개 이상의 지자체 혹은 광역시도에 확산된 유형이다. 해당 유형들은 발생가능 기준 반경 10km 이외의 지역에 위치한 농가와 차량 접촉빈도가 높은 것이 특징이다. 광역 집중형은 하나의 광역지자체 내에 집중되는 유형으로, 교통 조건이 양호하여 인접 배후 도시까지 확산되는 것을 의미한다. 또한, 지자체 접경 지역에서 높은 차량 접촉 빈도를 보이는 것이 특징이다. 지역 집중형이 각 광역시도에 1개 이상 확산된 형태라면 광역 확산형은 HPAI 발생가능성의 해당 지자체를 벗어나 두 개 이상의 광역지자체 내에 집중되는 유형이다. 광역 확산형은 지역 집중형과 광역 집중형의 합쳐진 형태라 볼 수 있으며, HPAI 발생가능 반경 10km 반경 이내에 집중적으로 차량의 접촉빈도가 높고, 반경 10km 이외의 타 광역지자체의 일정 지역에서도 차량의 접촉빈도가 높은 것이 특징이다. 마지막으로 전국 확산형은 기준농가로부터 전국적으로 차량의 접촉빈도가 높았으며, 전국의 광역지자체에 모두 확산된 유형을 의미한다. 예를 들어 2차 Wave 123번 기준농가의 경우 반경 10km 이내 지역의 차량 접촉 빈도 보다는 10km 이외의 해당 광역 지자체를 벗어나 유통과 수요의 중심이 되는 수도권에 위치한 농가와 차량접촉 빈도가 높았다. 특히 10km 이내 지역 보다 수도권을 포함하여 전국적으로 확산된 차량 접촉빈도는 전체 3,601(100%)회 중 3,020(84%)회의 접촉 빈도를 보이고 있었다. 또한, 농가의 분포 수 역시 10km 이내 지역 17개, 10km 이외 지역 268개로 10km 이외지역이 전체의 94% 라는 높은 비율을 보이고 있었다.

이상과 같이 HPAI 발생 농가를 대상으로 한 네트워크 유형분석의 결과의 5가지의 유형 중 지역 집중형을 제외한 나머지 4개의 유형에서 모두 조류인플루엔자방역실시요령의 방역 최대 범위 10km 이내 보다는 이외의 지역에 위치하는 축산시설에서 차량에 의한 접촉 빈도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때 방역 및 예찰 우선순위를 설정하는데 있어서 HPAI 발생가능성과 인접한 농가뿐만 아니라 축산차량의 접촉으로 형성된 네트워크에 근거한 중·장거리 농가도 포함시켜야 한다. 즉, HPAI 발생 후 HPAI 방역지역 선정 시 기존의 조류인플루엔자방역실시요령의 반경 범위를 유지하면서, HPAI 발생가능성의 네트워크 유형을 파악한 후 필요시 방역지역의 최대 범위를 확대시켜야 한다. 또한, KAHIS에 등록차량의 이동정보를 확인하여 HPAI 농가에 방문했던 차량에 대해서는 차량 집결지에서 차량에 대한 소독 또는 운행금지 등의 조치가 취할 필요가 있다.

다. HPAI 발생 농가의 시·공간 군집 분석과 HPAI 발생 농가의 네트워크 분석 결과에 근거한 정책 제안

HPAI 발생 농가들의 시·공간 분석 결과와 축산차량 이동 데이터에 근거하여 HPAI 발생 농가의 접촉 네트워크 분석 결과로 볼 때 아래와 같은 결론은 도출하였다.

첫째, 특정 농가에서의 HPAI 발생이 확인되었을 때, 일반적으로 5일 이내에 인접전파는 차단되었다.

둘째, 시·공간 분석 결과 HPAI 발생 농가를 중심으로 한 살처분은 효과가 있다. 다만 살처분의 범위에 대해서는 축산차량 이동정보와 연계하여 시행할 필요가 있다.

셋째, 경기도-충청도 인접 지역 등 편리한 교통망과 소비시장 인접으로 인하여 축산 농가와

축산시설이 밀집한 지역에서는 HPAI가 장기간에 걸쳐 지속적으로 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 이들 지역에서는 기존의 방역체계에 대한 개선이 필요하다.

넷째, HPAI 발생 농가 네트워크 분석 결과 축산차량에 의해 발생 농가로부터 10km 이상 떨어진 지역의 농가 및 축산시설과 빈번한 접촉이 이루어짐을 확인되었다. 이러한 결과는 획일적인 방역범위 설정의 한계를 보여주는 것으로, 방역범위 설정 시 차량이동 데이터가 반영된 농가별 맞춤형 방역범위 설정이 이루어져야 한다.

다섯째, 시·공간 분석과 네트워크 분석의 결과를 동시에 고려할 때, 현재의 방역시스템은 인접전파에 대해서는 효과적으로 차단한다. 그러나 차량에 의한 원거리 전파를 효과적으로 차단하기 위한 시스템은 개선되어야 할 것으로 판단된다. 원거리 전파의 경우 인접 전파에 비하여 조기 발견이 어렵고, 이러한 조기 발견 실패는 인접전파와 원거리 전파의 악순환으로 되풀이되고 있다.

3절. 국내 HPAI 발생-전파-확산 요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역 시스템 개선안 도출(1협동과제)



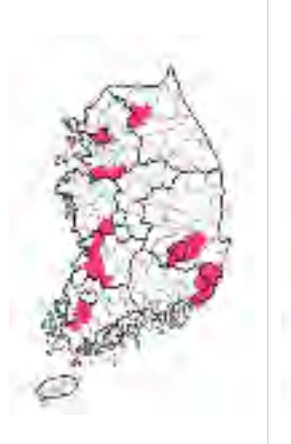

1. 현재 운영 중인 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황조사 및 현지조사를 통한 비교분석

가. 국내외 HPAI 발생현황

(1) 국내 HPAI 발생현황

(가) 국내 HPAI (H5N1) 발생현황

표 102. 국내 H5N1 형 HPAI의 '03-'11년간 발생현황

| 구분 | '03/'04년 | '06/'07년 | '08년 | '10/'11년 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 발생 시기 | 겨울철 (102일간) [03.12.10~'04.3.20] | 겨울철 (104일간) ['06.11.22~'07.3.6] | 봄철 (42일간) ['08.4.1~5.12] | 겨울철 (139일간) ['10.12.29~5.16] |
| 발생 지역 | 10개 시·군 19건 [닭10, 오리9] | 5개 시·군 7건 [닭4, 오리2, 메추리1] | 19개 시·군·구 33건 [닭25, 오리7, 기타1] | 25개 시·군·구 53건 [닭18, 오리33, 메추리1, 꿩1] |
| 발생 지도 |  |  |  |  |
| 형질형 | H5N1 (유전형 2.5) | H5N1 (유전형 2.2) | H5N1 (유전형 2.3.2) | H5N1 (유전형 2.3.2) |
| 유입 추정 방역 조치 | 야생조류 392농가 5,285천수 | 야생조류 460농가 2,800천수 | 야생조류 1,500농가 10,204천수 | 야생조류 286농가 6,473천수 |
| 피해액 (살처분 보상금) | 1,531억원 | 582억원 | 3,070억원 | 804억원 (추정) |
| 청정국 회복일 | '04.9.21 (6개월 후) | '07.6.18 (3개월 후) | '08.8.15 (3개월 경과 후) | '11.9.5 (약 3.5 개월 후) |

국내 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)는 2003년 12월경 충북 음성지역에서 첫 발생된 이후 2005년, 2009년, 2012년, 2013년을 제외하고는 매년 발생하였으며, 2003년부터 2011년까지 네

차례 발생한 것은 H5N1형 HPAI였다.

고병원성 조류인플루엔자 (H5N1, HPAI)의 국내 유입 원인은 월동조류인 겨울철새로 인해 H5N1형 HPAI 바이러스가 유입된 것으로 추정하였고, 2008년을 제외한 세 차례 발생은 월동을 하기 위해 국내로 도래하여 서식하던 겨울철새에 발생된 것으로 추정하였고, 2008년의 경우는 오리류인 겨울철새가 남중국, 동남아시아 등 지역에서 월동을 하고 시베리아, 북중국, 몽골, 알래스카 등에서 번식을 위해 북상하는 과정에서 잠시 국내에서 휴식 및 에너지 보충 (보리밭 등) 등을 위해 체류하는 과정에서 발생된 것으로 추정된다.

고병원성 조류인플루엔자 (H5N1, HPAI)가 국내에서 4차례 발생한 이후, 대부분 지역별 (권역별) 전파·확산의 원인은 가금, 사람, 차량, 물건 등의 인적·물적자원의 이동과 가금산업의 유통과정에서 일어난 것으로 추정된다.

(나) 국내 HPAI (H5N8) 발생현황

① 발생현황

‘14.1.16. 전북 고창 종오리 농장에서 HPAI 발생 보고 이후, 2~3개월 간격을 두고 전국의 가금농장 등에서 총 4차례, 393건의 발생이 있었으며 급번 발생은 과거에 국내에서 발생한 바이러스 (H5N1)와 다른 유형인 H5N8 바이러스가 발생하였으며, 매우 장기간 발생 (약 2년 3개월) 하였다. 또한, 전국 13개 시·도, 59개 시·군·구 등 매우 넓은 지역에 걸쳐 발생하였고 특히 전남·전북 지역 등 서해안 지역에서 다발하는 양상을 보였다.

표 103. 2014~2016년 우리나라 HPAI (H5N8) 발생현황

| 구 분 | 양성건수 (단위 : 건) | | | | | |
|--------------------------------------|---------------|----|-----|------|-----|-----|
| | 신고 | 역학 | 예살 | 병양감정 | 예찰 | 계 |
| 1차 발생 (194일간) (‘14.1.16~7.29) | 29 | 12 | 104 | 61 | 6 | 212 |
| 2차 발생 (261일간) (‘14.9.24~’15.6.10) | 9 | 19 | 49 | 6 | 79 | 162 |
| 3차 발생 (62일간) (‘15.9.14~11.15) | 0 | 2 | 2 | 0 | 13 | 17 |
| 4차 발생 (13일간) (‘16.3.23~4.5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 계 | 38 | 33 | 155 | 67 | 100 | 393 |

표 104 . 2014~2016년 시·도별 HPAI (H5N8) 발생현황

| 시·도 | 시·군·구 | 발생 농장수 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 강원 | 횡성 1 | 1 |
| 경기 | 안성 24, 화성 7, 성남 5, 이천 5, 포천 4, 평택 3, 여주 3, 양주 2, 광주 1, 김포 1, 의정부 1 | 56 |
| 경남 | 고성 1, 밀양 1, 양산 1, 하동 1 | 4 |
| 경북 | 경주 3 | 3 |
| 광주 | 광산구 1, 북구 1 | 2 |
| 대구 | 달성구 1 | 1 |
| 부산 | 강서구 1 | 1 |
| 세종 | 세종 4 | 4 |
| 울산 | 남구 2, 울주군 1 | 3 |
| 전남 | 영암 43, 나주 31, 구례 9, 무안 8, 담양 6, 함평 6, 강진 4, 곡성 4, 영광 3, 장흥 3, 해남 2, 보성 1, 순천 1, 화순 1 | 122 |
| 전북 | 부안 20, 김제 17, 정읍 17, 고창 10, 군산 1, 순창2, 익산 2, 임실 1, 진안 1 | 71 |
| 충남 | 천안 21, 청양 3, 홍성 2, 당진 2, 공주 1, 논산 1, 부여 1, 아산 1 | 32 |
| 충북 | 음성 73, 진천 17, 청원 2, 증평 1 | 93 |
| 총합 | | 393 |

표 105. 2014~2016년 발생시기별·지역별 HPAI (H5N8) 발생현황

| 발생시기 | 부산 | 대구 | 광주 | 울산 | 세종 | 경기 | 강원 | 경남 | 경북 | 전남 | 전북 | 충남 | 충북 | 계 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1차 | - | 1 | - | 4 | 1 | 23 | 1 | 2 | 2 | 47 | 47 | 26 | 58 | 212 |
| 2차 | 1 | - | - | 2 | - | 31 | - | 2 | 1 | 60 | 24 | 6 | 35 | 162 |
| 3차 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 15 | - | - | - | 17 |
| 4차 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 |



그림 225. 2014~2016년 발생시기별·지역별 HPAI (H5N8) 발생현황 그래프

전북, 충남, 충북 지역은 '14.1~7월 1차 발생시기와 비교 시 '14.9~'15.6월 2차 발생 시기에 발생 건수가 확연히 감소하였다. 전북의 경우 주요 발생지역인 고창·부안·정읍 지역 (39건→8건) 발생이 크게 감소하였으며 충남은 천안 (18건→3건)이, 충북은 진천 (15건→2건)의 발생이 큰 폭으로 감소한 것으로 확인되었다.

경기, 전남 지역은 '14.1~7월 1차 발생시기와 비교하여, '14.9월 이후 2차 발생 시기에 발생이 증가하였으며, 전남지역은 3차 시기에 추가 발생하였고 경기 북부 (포천, 양주) 및 동부 (성남, 안성, 여주)에서의 발생건수 증가 및 전남 영암·나주·구례 발생이 확연히 증감함에 따라 변화하였다.

3차 전남지역 발생은 기존 발생지역인 영암·나주 중심으로 발생하였으며 대구, 세종, 강원 지역은 1차 발생시기에만 발생, 경남지역은 1차 및 2차 시기에 모두 2건 발생, 부산지역은 2차 시기에만, 광주지역은 3차 시기에만 발생하였다.

금번 HPAI 발생시 야생조류에서 항원이 다수 분리되었던 시기인 1차 및 2차 중에서도 1분기 (1~3월)인 '14.1월 (39건), '14.2월 (96건), '14.3월 (51건), '15.1월 (34건), '15.2월 (35건), '15.3월 (29건) 기간에 발생이 많은 것을 확인하였다.

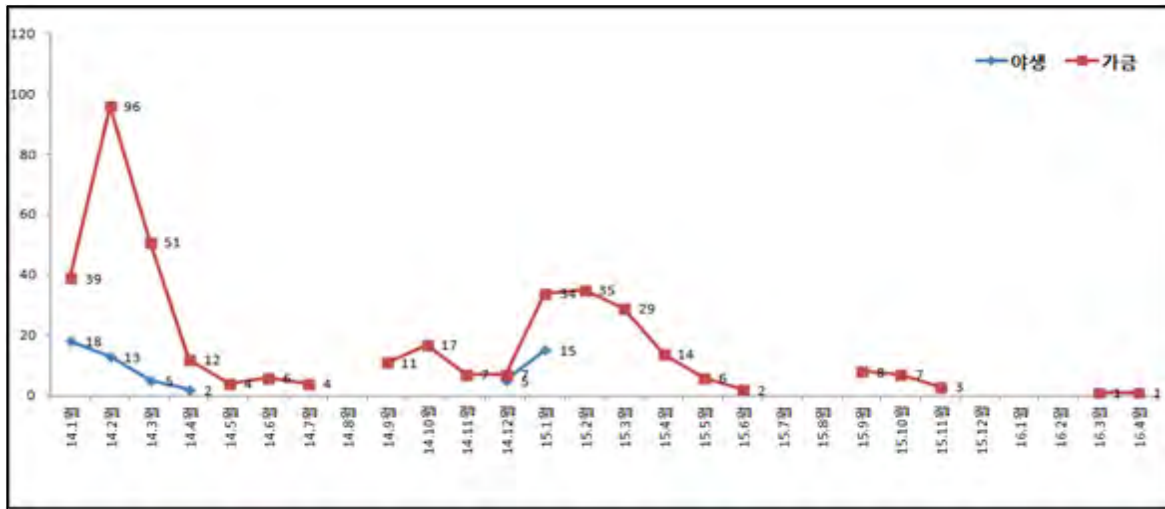


그림 226. 2014~2016년 HPAI (H5N8) 야생 조류 및 가금에서의 항원 분리 건 수

또한, 발생이 지속되어 예찰강화에 따라, 예찰을 통한 발생확인 비율은 1차 (2.8%), 2차 (48.8%), 3차 (76.5%), 4차 (100%) 순으로 시간이 지나면서 높아졌으며, 초기 발생지역 주변 오염확대 가능성에 의한 예방적 살처분도 방역강화 조치에 의해 순차적으로 지속 감소 (49.1% → 30.2% → 11.8%)하였다.

표 106. 2014~2016년 발생시기별 HPAI (H5N8) 대응 현황

| 구분 | 합계 | 의사환축 | 역학관련 | 예방적살처분 | 병성감정 | 예찰 |
|----|-----|------|------|--------|------|-----|
| 1차 | 212 | 29 | 12 | 104 | 61 | 6 |
| 2차 | 162 | 9 | 19 | 49 | 6 | 79 |
| 3차 | 17 | 0 | 2 | 2 | 0 | 13 |
| 4차 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 총계 | 393 | 38 | 33 | 155 | 67 | 100 |

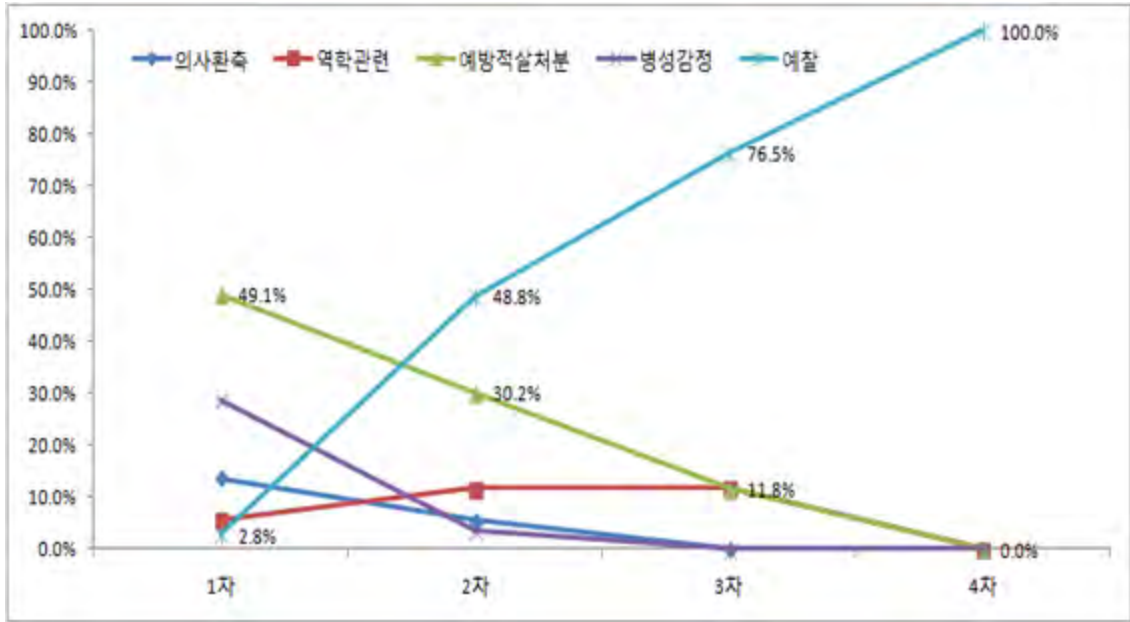


그림 227. 2014~2016년 발생시기별 HPAI (H5N8) 대응 현황 그래프

전체 발생 건(393건) 중 축종별로는 육용오리 229건 (58.3%), 종오리 61건 (15.5%), 산란계 47건 (12%), 토종닭 20건 (5.1%) 순으로 나타났으며, 그 중 오리가 총 290건으로 전체 73.8%를 차지하였으며 또한 농장은 373건, 농장의 시설에서는 총 20건 (전통시장 14건, 중개상 계류장 3건, 가든형 식당 3건)이 발생하였다.



그림 228. 2014~2016년 축종별 HPAI (H5N8) 발생 현황

③ 야생조류 HPAI (H5N8) 항원 검출 ('14.1월-'15.2월, 총 58건, 신고·예찰 포함)

2003년 최초 국내 발생 이후 2006년 충남 천안 및 충북 청원 H5N1형 바이러스 2건 (분변), 2010.11월~2011.2월 기간 중 7개 시·도, 15개 시·군 지역에서 총 20건 H5N1형 바이러스 (포획 1건, 폐사체 14건, 분변 5건)가 검출되었으며 금번 야생조류 HPAI 항원 검출의 경우 1차 발생시기인 2014.1월~5월 까지 8개 시·도, 18개 시·군 H5N8형 38건 (폐사체 22건, 분변 10건, 포획 6건)이 확인되었으며, 2차 발생시기인 2014.12월~2015.1월 까지 7개 시·도, 9개 시·군 H5N8형 20건 (폐사체 7건, 분변 7건, 포획 6건)이 검출되었다. 또한, 시·도별 검출은 충남 19건, 전북 14, 경기 10, 제주 5, 충북 4, 서울 1, 인천 1, 경남 1, 강원 1 순으로 많이 검출되었으며, 시·군별은 고창 9건, 천안 9, 서천 4, 수원 3, 서산 3, 아산 2, 안성 2, 익산 2 순으로 많이 검출되었다.

종류가 확인된 야생조류 중 청둥오리 11, 가창오리 10, 흰뺨검둥오리 4, 큰기러기 4, 쇠오리 4, 쇠기러기 3, 알락오리 2건 이었으며, 홍머리오리·큰고니·원앙·왜가리·물닭·대백로·논병아리 등은 각각 1건에서 바이러스가 검출됨

표 107. '14.1월-'15.2월간 야생조류 HPAI (H5N8) 항원 검출

| 연번 | 시도 | 시군 | 종 류 | 신고일(접수일) | 비고 |
|----|-------|-----|--------------------|-------------|----|
| 1 | 전라북도 | 고창군 | 가창오리 (폐사체 26마리) | 2014. 1.17. | |
| 2 | 전라북도 | 고창군 | 큰기러기 (폐사체 3마리) | 1.19. | |
| 3 | 전라북도 | 고창군 | 가창오리 (폐사체 57마리) | 1.19. | |
| 4 | 전라북도 | 고창군 | 가창오리 (폐사체 6마리) | 1.20. | |
| 5 | 전라북도 | 고창군 | 쇠기러기 (폐사체 3마리) | 1.20. | |
| 6 | 전라북도 | 군산시 | 가창오리 (폐사체 1마리) | 1.21. | |
| 7 | 전라북도 | 고창군 | 가창오리 (폐사체 30마리) | 1.21. | |
| 8 | 전라북도 | 고창군 | 쇠기러기 (폐사체 3마리) | 1.21. | |
| 9 | 충청남도 | 서천군 | 가창오리 (폐사체 3마리) | 1.22. | |
| 10 | 전라북도 | 고창군 | 가창오리 (폐사체 3마리) | 1.22. | |
| 11 | 전라북도 | 고창군 | 물닭 (폐사체 1마리) | 1.22. | |
| 12 | 충청남도 | 서천군 | 가창오리 (폐사체 1마리) | 1.22. | |
| 13 | 충청남도 | 당진시 | 가창오리 (폐사체 20마리) | 1.23. | |
| 14 | 경기도 | 화성시 | 야생조류 (분변, 미상) | 1.24. | |
| 15 | 충청남도 | 서천군 | 가창오리 (폐사체, 1마리) | 1.27. | |
| 16 | 전라남도 | 신안군 | 청둥오리 (폐사체, 1마리) | 1.27. | |
| 17 | 경기도 | 수원시 | 쇠기러기 (폐사체, 1마리) | 1.28. | |
| 18 | 전라남도 | 영암군 | 청둥오리 (폐사체, 1마리) | 1.29. | |
| 19 | 인천광역시 | 옹진군 | 큰기러기 (폐사체, 1마리) | 2. 1. | |
| 20 | 전라북도 | 익산시 | 큰고니 (폐사체, 1마리) | 2. 6. | |
| 21 | 충청남도 | 천안시 | 쇠오리 (인후두·항문 Swab) | 2. 8. | |
| 22 | 충청남도 | 천안시 | 청둥오리 (인후두·항문 Swab) | 2. 8. | |
| 23 | 충청남도 | 서천군 | 청둥오리 (인후두·항문 Swab) | 2.13. | |
| 24 | 강원도 | 원주시 | 흰뺨검둥오리 (분변) | 2.12. | |
| 25 | 충청북도 | 청원군 | 야생조류 (분변, 미상) | 2.13. | |
| 26 | 충청남도 | 천안시 | 원앙 (분변) | 2.17. | |
| 27 | 충청남도 | 천안시 | 야생조류 (분변, 미상) | 2.17. | |
| 28 | 충청남도 | 천안시 | 야생조류 (분변, 미상) | 2.18. | |

| 연번 | 시도 | 시군 | 종 류 | 신고일(접수일) | 비고 |
|----|-------|------|----------------------|-------------|----|
| 29 | 충청남도 | 서산시 | 청둥오리 (인후두-항문 Swab) | 2.21. | |
| 30 | 전라북도 | 익산시 | 야생조류 (분변, 미상) | 2.22. | |
| 31 | 경기도 | 수원시 | 논병아리 (폐사체, 2마리) | 2.27. | |
| 32 | 충청남도 | 서산시 | 청둥오리 (인후두-항문 Swab) | 3. 4. | |
| 33 | 충청남도 | 서산시 | 쇠오리 (인후두-항문 Swab) | 3. 4. | |
| 34 | 충청남도 | 천안시 | 야생조류 (분변, 미상) | 3. 5. | |
| 35 | 전라북도 | 전주시 | 대백로 (폐사체, 1마리) | 3. 7. | |
| 36 | 경기도 | 과천시 | 큰기러기 (폐사체, 1마리) | 3. 9. | |
| 37 | 경기도 | 이천시 | 야생조류 (분변, 미상) | 4. 2. | |
| 38 | 제주도 | 제주시 | 알락오리 (분변) | 5. 8. | |
| 39 | 충청북도 | 증평군 | 흰뺨검둥오리 (인후두-항문 Swab) | 12.15. | |
| 40 | 경기도 | 안성시 | 청둥오리 (인후두-항문 Swab) | 12.16. | |
| 41 | 경기도 | 안성시 | 청둥오리 (인후두-항문 Swab) | 12.18. | |
| 42 | 충청북도 | 청주시 | 야생조류 (분변, 미상) | 12.20. | |
| 43 | 경기도 | 용인시 | 쇠오리 (인후두-항문 Swab) | 12.29. | |
| 44 | 충청남도 | 천안시 | 야생조류 (분변, 미상) | 12.31. | |
| 45 | 충청남도 | 천안시 | 야생조류 (분변, 미상) | 2015. 1. 7. | |
| 46 | 충청남도 | 천안시 | 청둥오리 (인후두-항문 Swab) | 1.13. | |
| 47 | 충청북도 | 증평군 | 흰뺨검둥오리 (인후두-항문 Swab) | 1.16. | |
| 48 | 경기도 | 광주시 | 왜가리 (폐사체, 1마리) | 1.18. | |
| 49 | 제주도 | 제주시 | 흰뺨검둥오리 (폐사체, 1마리) | 1.18. | |
| 50 | 제주도 | 제주시 | 알락오리 (폐사체, 1마리) | 1.23. | |
| 51 | 제주도 | 서귀포시 | 홍머리오리 (폐사체, 1마리) | 1.23. | |
| 52 | 경기도 | 수원시 | 큰기러기 (폐사체, 3마리) | 1.24. | |
| 53 | 충청남도 | 아산시 | 쇠오리 (폐사체, 1마리) | 1.22. | |
| 54 | 충청남도 | 아산시 | 야생조류 (분변, 미상) | 1.22. | |
| 55 | 제주도 | 제주시 | 야생조류 (분변, 미상) | 1.21. | |
| 56 | 경상남도 | 창원시 | 청둥오리 (폐사체, 1마리) | 1.28. | |
| 57 | 전라북도 | 정읍시 | 야생조류 (분변) | 1.21. | |
| 58 | 서울특별시 | 성동구 | 청둥오리 (분변) | 1.27. | |

표 108. 국내 H5N1 및 H5N8 형 HPAI의 '03-'15년간 발생현황

| 구분 | '03/'04년 | '06/'07년 | '08년 | '10/11년 | '14/15년 |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 시기 | 겨울철 (08.12.10~04.3.2) (102일간) | 겨울철 (06.11.22~07.3.6) (104일간) | 봄철 (08.4.1~5.12) (42일간) | 겨울철 (10.12.29~5.16) (139일간) | 겨울철 (①'14.1.16~7.25) (195일간) (②'14.9.24~'15.6.10) (260일간) (③'15.9.14~11.15) (62일간) |
| 지역 및 건수 | 10개 시·군 19건 (닭 10, 오리 9) | 5개 시·군 7건 (닭 4, 오리 2, 메추리 1) | 19개 시·군 33건 (닭 21, 오리 6, 닭·오리 복합 6) | 25개 시·군 53건 (닭 18, 오리 33, 메추리 1, 꿩 1) | ① 19개 시·군 29건 (닭 11, 오리 7, 거위 1) * 신고, 예방적 살처분, 역학 관련 등 총 212건 양성 (11 시도 4 시군) ② 8개 시·군 9건 (닭 5, 오리 4) * 신고, 예방적 살처분, 역학 관련 등 총 162건 양성 (9 시도 34 시군) ①·② 중복(8 시도 19 시군) |
| 방역 조치 | • 392호 528만 5천수 살처분 • '04.5.29 이동제한 등 방역조치 해제 • '04.9.21 청정국 선 언(6개월 후) | • 460호 280만수 살 처분 • '07.5.2 이동제한 등 방역조치 해제 • '07.6.18 청정국 선 언(3개월 후) | • 1,500호 1,020만 4천 수 살처분 • '08.6.29 이동제한 등 방 역조치 해제 • '08.8.15 청정국 선 언(3개월 후) | • 286호 647만 3천 수 살처분 • '11.7.3 이동제한 등 방역조치 해제 • '11.9.5 청정국 선 언(3개월 후) | ① 548호 13,961천수 살처분 ② 234호 5,110천수 살처분 ③ 25호 301천수 살처분 • Standstill 4회 발동 - 1차: '14.1.19 0시~ 1.20. 24시 (48hr, 호남) - 2차: '14.1.27 6시~ 18시 (12hr, 충청·경기) - 3차: '15.1.17 6시~ 1.18. 18시 (36hr, 전국) - 4차: '15.9.18 0시~ 9.20. 0시 (24hr, 광주·전남) |
| 형질 | H5N1형 | H5N1형 | H5N1형 | H5N1형 | H5N8형 |
| 지원액 | 874억원 살처분보상금 458 생계소득안정 55 입식용자수매등 361 | 339억원 살처분보상금 253 생계소득안정 15 입식용자수매등 71 | 1,817억원 살처분보상금 683 생계소득안정 48 입식용자수매등 1,086 | 807억원 살처분보상금 670 생계소득안정 39 입식용자수매등 98 | ①+② 2,386억원 (예상) 살처분보상금 1,392 (1차 1,017, 2차 375) 생계소득안정 67 (1차 42, 2차 25), 입식용자, 수매 등 916 ('14: 870, '15: 46) ③ 정산 중 살처분보상금 14 (3차, 잠 정) |

(1) 국외 HPAI 발생현황 ('15.12.13. 기준)

(가) 최근 HPAI 발생동향

전 세계의 HPAI 발생은 2000년 이후 전반적으로 발생 국가가 지속 증가하고 있으며, 2015년에는 가장 많은 33개 국가 (대한민국 제외)에서 발생한 것으로 확인되었다.

(단위 : 발생 국가 수)

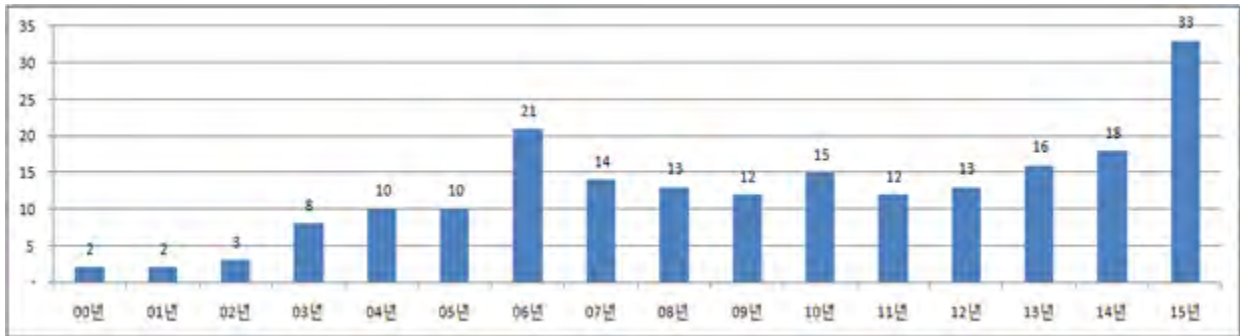


그림 231. 2015년 12월 기준 출처: 세계동물보건기구 (OIE) 긴급 발생 보고

또한, 2000년 이후 HPAI 발생건수 (대한민국 제외)는 주기적으로 파동형 패턴을 보이는 것으로 판단되며, 2004년 2,682건으로 가장 많이 발생하였으며, 10년이 지난 2015년 1,657건으로 다시 큰 폭으로 발생하였다.

(단위 : 발생건 수)



그림 232. 2015년 12월 기준 출처: 세계동물보건기구 (OIE) 긴급 발생 보고

최근 세계의 HPAI 발생은 2013년 H5형 (2가지)·H7형 (4가지), 2014년 H5형 (5가지), 2015년 H5형 (7가지)·H7형 (2가지), 2016.5월 H5형 (6가지)·H7형 (3가지)로 지속적으로 HPAI (H5형·H7형) 발생이 증가한 것으로 확인되었다.

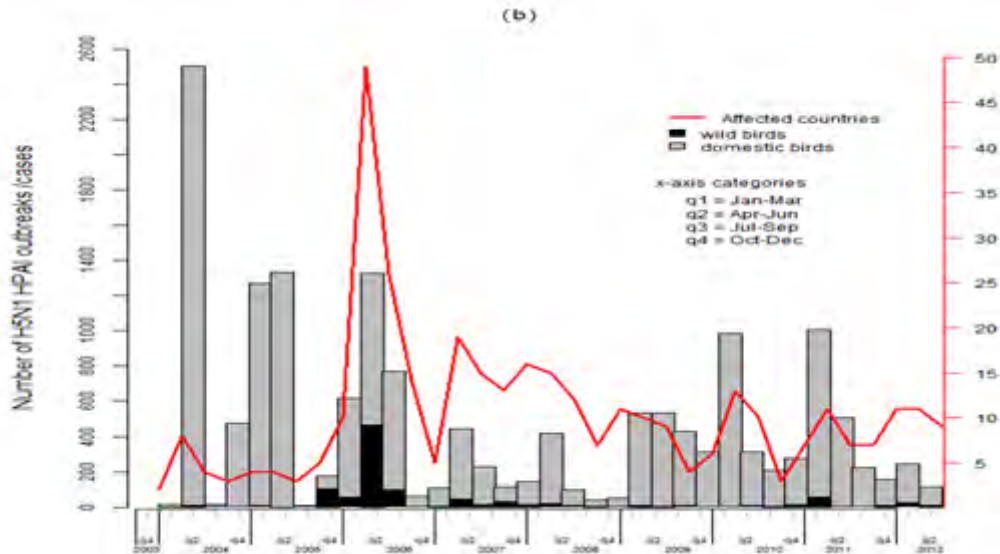


그림 233. 분기별 가금 (H5N1)과 야생조류 (H5 및 H5N1) 감염 비교 분석 ('03 4분기~'12년 2분기 출처: FAO EMPRES)

HPAI는 2014년 이후 한국, 미국을 포함한 전세계의 37개국에서 유래 없이 광범위하게 발생하여 가금산업의 막대한 피해를 초래하였으며 전 세계 H5 아형 HPAI 발생은 러시아로부터의 철새 이동과 일치하는 것이 다수 저널에 발표되었다 (사이언스 지 등). 이는 2014년 H5N8 바이러스가 러시아의 철새에서 확인된 이후, 일본, 독일, 네덜란드, 미국에서 확인되어 야생조류가 러시아 밖으로 바이러스를 운반하였을 가능성 시사하고 있다.

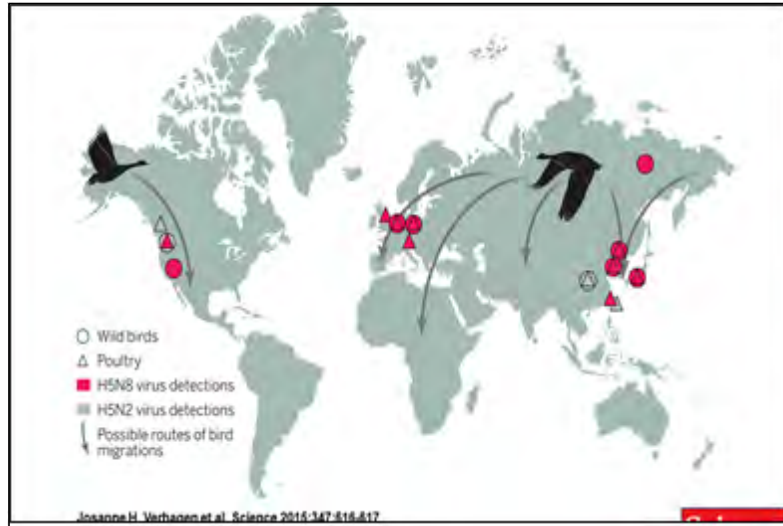


그림 234. HPAI 바이러스 보유 야생 조류의 이동 예상 경로

아시아, 유럽, 북미의 야생조류와 가금에서 H5의 동시 검출은 AI 바이러스가 러시아의 평야 지역에서 유입되었을 가능성을 시사하고 있으며 2014년 동아시아 지역 가금농장에서 광범위한 발생과 야생조류에서 검출된 이후, AI 바이러스가 2014년 12월경 유럽과 북미로 옮겨 간 것으로 보인다. H5 항체는 쇠오리 (Eurasian Teal, *Anas crecca*)와 청둥오리 (Mallard, *Anas platyrhynchos*), 홍머리오리 (Eurasian Wigeon, *Anas penelope*) 등에서 10~53% 정도 확인되며 오리류에서 바이러스가 일정기간 머물고 가다가 외부로 전파되는 것으로 추정되었다.

(나) 가금류 및 야생조류의 HPAI 발생분포 지역 (출처 : OIE)

2014년 이후 대한민국을 포함한 4개 대륙 (아시아, 유럽, 아프리카, 북미) 37국에서 고병원성 조류인플루엔자가 광범위하게 발생하였다.

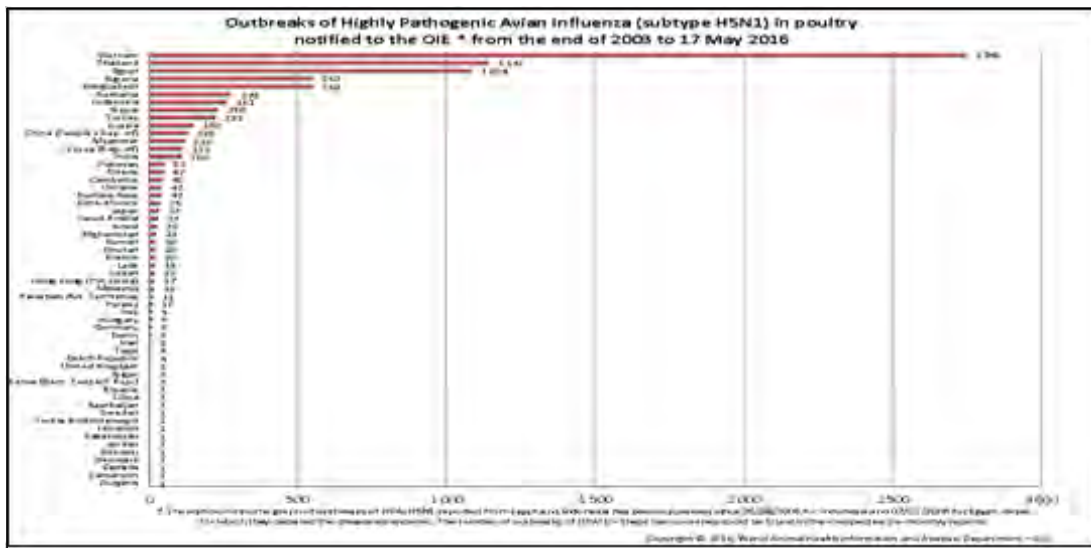


그림 235. 2003년 이후 국가별 고병원성조류인플루엔자 H5N1형 발생현황

(다) 해외 HPAI 발생 현황 (출처 : 검역본부, OIE 발생보고)

누계 ('14년 이후 '16년 6.22일기준)는 총 37개 국가, 2,174건 발생으로 나타났다.

표 109. '14년-'16년간 항원형 별 HPAI 발생 국가 수 및 발생 건

| 구분 | 2014년 | | | | | | 2015년 | | | | | | | | | |
|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | H5N1 | H5N2 | H5N3 | H5N6 | H5N8 | 소계 | H5 | H5N1 | H5N2 | H5N3 | H5N6 | H5N8 | H5N9 | H7N3 | H7N7 | 소계 |
| 국가 (수) | 10 | 4 | 1 | 3 | 8 | 18 | 3 | 23 | 5 | 1 | 5 | 7 | 1 | 1 | 2 | 33 |
| 발생 (건) | 80 | 22 | 1 | 34 | 29 | 166 | 13 | 435 | 835 | 25 | 32 | 334 | 16 | 5 | 2 | 1,503 |
| 구분 | 2016년 | | | | | | | | | | 소계 | | | | | |
| | H5 | H5N1 | H5N2 | H5N6 | H5N8 | H5N9 | H7N3 | H7N7 | H7N8 | 소계 | | | | | | |
| 국가 (수) | 2 | 13 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | | | | | |
| 발생 (건) | 2 | 229 | 27 | 11 | 7 | 4 | 28 | 2 | 1 | 311 | | | | | | |

'14년 HPAI 발생 18개국은 다음과 같다. H5N1 10개국 (나이지리아, 네팔, 러시아, 리비아, 미국, 베트남, 북한, 인도, 중국, 캄보디아), H5N2 4개국 (대만, 미국, 중국, 캐나다), H5N3 1개국 (중국), H5N6 3개국 (라오스, 베트남, 중국), H5N8 8개국 (네덜란드, 독일, 러시아, 미국, 영국, 이탈리아, 일본, 중국)으로 나타났다.

'15년 HPAI 발생 33개국은 각각 H5 (가나, 카자흐스탄, 팔레스타인), H5N1 (가나, 나이지리아, 니제르, 러시아, 루마니아, 리비아, 미국, 미얀마, 베트남, 부르키나파소, 부탄, 불가리아, 이라크, 이란, 이스라엘, 인도, 중국, 캄보디아, 캐나다, 코트디부아르, 터키, 팔레스타인, 프랑스), H5N2 (대만, 미국, 중국, 캐나다, 프랑스), H5N3 (대만), H5N6 (대만, 베트남, 중국, 홍콩, 라오스), H5N8 (대만, 독일, 미국, 스웨덴, 일본, 캐나다, 헝가리), H5N9 (프랑스), H7N3 (멕시코), H7N7 (독일, 영국) 이다.

'16년 HPAI 발생 20개국의 경우 H5N1 (가나, 나이지리아, 니제르, 레바논, 베트남, 이라크, 인도, 중국, 코트디부아르, 방글라데시, 프랑스, 캄보디아, 카메룬), H5N2 (대만, 프랑스), H5N6 (베트남, 중국, 홍콩), H5N8 (대만), H5N9 (프랑스), H5 (미얀마, 러시아), H7N3 (멕시코), H7N7 (이탈리아), H7N8 (미국) 인 것을 알 수 있다.

(라) 국가별 H5N8/H5N2 HPAI 발생 타임라인 (2014년~2016.6월)

| 연도 | 대륙 국가 TYPE | 동북아시아 | | | | 유럽 | | | | | | | 아메리카 | | | | |
|------|------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | | 일본 H5N8 | 대만 H5N2 | 중국 H5N8 | 중국 H5N2 | 네덜란드 H5N8 | 독일 H5N8 | 러시아 H5N8 | 스웨덴 H5N8 | 영국 H5N8 | 이탈리아 H5N8 | 프랑스 H5N2 | 헝가리 H5N8 | 미국 H5N2 | 미국 H5N8 | 캐나다 H5N2 | 캐나다 H5N8 |
| 2014 | 1월 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 2월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4월 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9월 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 10월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11월 | 4 | | | | | 3 | 2 | | | 1 | | | | | | |
| | 12월 | 7 | | | | | 2 | 3 | 1 | | | 1 | | | 1 | 2 | 11 |
| 2015 | 1월 | 4 | 135 | 180 | 1 | | | | | | | | | 4 | 5 | 1 | |
| | 2월 | 1 | 230 | 95 | | | | | | | | | | 1 | 20 | 8 | |
| | 3월 | | 18 | 5 | | | | | | 2 | | | | | 9 | 5 | |
| | 4월 | | 8 | 2 | | | | | | | | | | | 45 | | 3 |
| | 5월 | | 25 | 12 | | | | | | | | | | | 122 | 2 | 1 |
| | 6월 | | 7 | | | | | | | | | | | | 40 | | |
| | 7월 | | 11 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 8월 | | 6 | 1 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 9월 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 10월 | | 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11월 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12월 | | 4 | 2 | | | | | | | | | | 29 | | | |
| 2016 | 1월 | | 4 | | | | | | | | | | | 2 | | | |
| | 2월 | | 9 | 2 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| | 3월 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 4월 | | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5월 | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | 6월 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 합계 | | 17 | 479 | 306 | 7 | 1 | 5 | 8 | 1 | 2 | 1 | 1 | 32 | 1 | 241 | 22 | 15 |

그림 236. 국가별 H5N8/H5N2 HPAI 발생 타임라인

* 발생월별 및 건수는 OIE 보고 기준임

① H5N8

우리나라에서 '14.1월 발생이후 아시아, 유럽 및 미국에서 산발적으로 광범위하게 발생하였다. 주변국인 일본에서 '14.4월, '14.11월~'15.2월 17건, 중국에서 '14.9월 1건에서 발생하였으며, 특히 대만에서는 '15.1월~12월 299건으로 대규모 발생하였다 (총 317건). 대만의 경우 '15.1.7.이후 2016.5월 까지 306건 (농장)이 보고되었으며 거위 88건, 기타 가금 (닭,오리 등) 218건이 발생하였다.

유럽의 경우 '14.9월 이후 러시아 ('14.12월), 네덜란드 ('14.11-12월), 독일 ('14.11월-'15.1월), 스웨덴 ('15.2월), 영국 ('14.11월), 이탈리아 ('14.12월), 헝가리 ('15.2월)에서 발생보고가 있었으며 아시아에서 서유럽까지 철새이동경로는 없기 때문에 유라시아 북부의 번식지에서 교차감염되어 바이러스가 유입되었을 가능성이 있을 것으로 예상되었다. 유럽에서 분리된 바이러스 사이에 근소한 유전적인 차이가 있기 때문에 복수의 유입경로가 있었을 가능성이 있는 것으로 확인되었다.

'14.12월 이후 미국 (22건)과 캐나다 (1건)에서 발생하였다.

② H5N2

H5N2의 경우 '14.4월부터 '16.6월 까지 '대만, 중국, 프랑스, 미국, 캐나다'에서 발생하였으며, 대만 (479건)과 미국 (241건)에서 '15.1월 이후 대규모로 발생하였으며, 특히 대만은 '16.6월 현재 까지도 지속 발생 중이다.

③ H5N8 및 H5N2의 상관성

미국의 경우 '14.12.10일에 워싱턴주의 야생 고방오리로부터 분리된 H5N2 바이러스는 유라시아계통의 H5N8 바이러스와 관련이 있는 것으로 보이며 캐나다에서 분리된 H5N2 바이러스의 8개 유전자분절에서 H5 유전자를 포함한 5개는 유라시아의 H5N8 바이러스 유래이며, 야생조류 유래의 N2 유전자를 포함한 남은 3개는 전형적인 북미의 바이러스 유래인 것으로 판단된다.

* 출처 : Reassortant Highly Pathogenic Influenza A H5N2 Virus Containing Gene Segments Related to Eurasian H5N8 in British Columbia, Canada, 2014

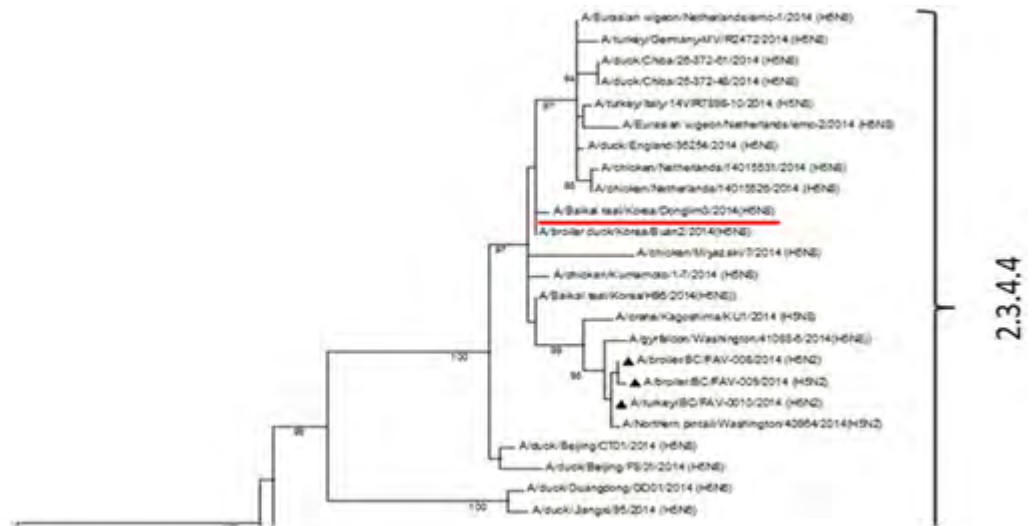


그림 237. Phylogenetic characterization of the hemagglutinin genes of Canadian HPAI H5N2 virus isolates

나. 역학조사서 작성 및 분석 요령

(1) 역학조사 방법

역학조사 자료의 정리는 질병 발생과 관련된 자료는 관심대상인 개체 (individual)의 상태를 시간 (time) 및 공간 (place)에 따라 기술한다. 질병 발생과 관련하여 관심 대상의 단위가 무엇이나에 따라 질병 발생을 기술하는 양상 및 여기에 이용되는 전략에는 차이가 있을 수 있지만, 역학적 개념의 적용 및 해석이라는 큰 줄기에는 변함이 없다. 인의역학 및 수의역학의 기본 개념을 소개하는 교과서에서는 일반적으로 개체를 사람 또는 동물 단위로 설정하여 설명하고 있는 점을 고려하여 본문의 내용을 학습하는 것이 좋을 듯하다.

각 개체 (individual)는 역학조사에서는 질병이 발생한 개체 즉, 환례 (case) 및 발생하지 않은 개체 (control)에 대하여 자료를 수집한다.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1단계 | 기초정보 수집 및 분석 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가동물방역통합시스템 이용 기초정보 파악 <ul style="list-style-type: none"> - 농가기본정보, 이력정보(분양), 도축출하 등 * 발생농장 주변(이장, 주변농가 등), 관할 시험소, 축협, 읍면사무소 등 탐문조사 | |
| 2단계 | 발생농장 현장 역학조사 및 추적조사 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 일반현황, 가축 생산물 이동, 방역조치사항 <ul style="list-style-type: none"> - 사육현황, 축주 타농장 소유, 종사자 현황, 소독실시상황 파악 ▪ 임상증상, 출입사람 차량, 축주 활동사항 등 <ul style="list-style-type: none"> - 임상증상 진행사항, 수의사, 사료차량, 축분 이동 등 파악 | |
| 3단계 | 유입원인 및 전파에 가설 설정 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 농장별 역학조사서 검토하여 유입·전파 위험 요인 가설 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 최초 감염일 추정(임상증상, 정밀검사 결과 분석) - 외국에서 분리된 병원체와의 상동성 비교 등 | |
| 4단계 | 유입원인 및 전파 가설에 대한 검증 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 감염일 및 발생농장간의 역학관계 분석 ▪ 최초 발생 농장과 유입원인 파악, 발생농장 간 연계성 분석 | |
| 5단계 | 역학조사 결과에 대한 검증 및 자문 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 역학조사위원회 공동조사 및 기술 자문 ▪ 전문가 그룹 토의 및 기술 자문 | |
| 6단계 | 역학조사보고서 작성 |



그림 238. 역학조사 수행 체계 Pipeline

(2) 역학조사서 양식

(시도, 시군구) 조류인플루엔자 [산란계 육용오리, 종오리, 육용종계 등] [축주명, 농장명] 역학조사서 (1차)

조사재적금 성명 조사일지

※ 방역조치 필요 항목은 노란색 배경 글씨로
발생, 병성감정, 예방, 살처분, 양성 등은 빨간색 글자로 표시합니다.
[본 역학조사서는 역학조사 수행 과정에서 수정·보완·변경될 수 있음]
(구분, 연번)

| | |
|-----------|------------|
| 축주명 | |
| 농장명 | ※ 위탁농장 계열사 |
| 주소 | |
| 전화번호 | |
| 사육종종 및 두수 | |
| 종사자 (명) | |
| 시료결수일 | |

- 세이제(A형/각립형(H형, H형), x단 y형), 분쇄(알집/술맛)

- 축사의 유형, 건축시기 및 설비사항 등(동별도 건설의 존재 여부에 관하여 기재)
- 축사 명수 기재
- 동별 사육두수 및 면적: 수, 일당(중 x개동 중, y개동 사육)

| 구분(동) | 1 | 2 | 3(계관사) | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|----|----|--------|---|---|---|---|
| 면적(㎡) | | | | | | | |
| 사육두수 | | | | | | | |
| 입상양상여부 | 폐사 | 폐사 | | | | | |

- 입수를 구별할 것(입수 비율 기재)
- 최소 입상양상을 나타낸 사육동의 절반 칸만 분포, 입상양상을 나타낸 사육동은 모든 분포로 작성하여 구분
- 다른 축종(계, 닭 등)
 - 타축종, 특히 계나 고양이를 기를 경우, 한이로 친목회와 폐사체를 먹이는지 별도로 먹이는지 의해서 주는지 여부도 파악

3. 연결 가금농장 사육현황

| 축주명 | 사육현황 | 주소 | 입상농가의 관계 | | |
|-----|------|----|----------|------|------------|
| | | | 거리 | 교류여부 | 연락 방법(휴대폰) |
| | | | | | |
| | | | | | |

- 가능한 자세히 기재하고, 반경 500m 이내 농장 존재여부를 기록
- 동장명도 기재

4. 과거 질병 발생 상황

- 과거 병력을 자세히 물어보고, 당시 질병발병에 따른 조치 여부를 기록

5. 축주의 내·외국인 종사자 현황

- 축주와 종사자로 내외국인이 있는지 국적과 근무기간(입국날짜, 출퇴근 여부(출퇴근 수단, 차량(회사 차량번호) 및 거주지)를 기록
- 종사자 별도 담당업무(담당 사육종)가 구분되어 있을 경우 구별하여 기재

6. 농장주 및 종사자 최근 해외여행

- 최근 17년 내 해외여행 사명(목적지, 경유지 및 기간)

7. 야생조류 현황

- 농장으로부터 철새가 서식하는 하천, 저수지등의 거리와 위치, 목적지와 목적한 철새의 종류 및 수수를 기록
- 철새의 텃새의 서식여부, 고양이, 내구리, 멧돼지의 야생동물 출현여부와 철새 또는 텃새 퇴치약(악포만 살치 등)이나 구서각입(약간기)을 살사하는지 여부를 기록
- 종감, 종감구분 조과 조도, 육사에 철새의 분변 추적 여부 조사

I. 일반현황

I. 농장주(대표자) 인력사항

가. 농장현황

- 농장명
- 주소
- 허가/등록여부
- 제2농장 소유여부

나. 대표자

- 성명: (세, 연락처)
- 명의자와 실제 관리자가 다를 경우 대표자 및 관리자 정보(연락처, 주소) 모두 기재
- 거주지
- 축주 소유 운행차량: 차량번호 (차종)
- 여러대인 경우 차량 모두 기재
- 축산 경력: 년 (※ 현 위치에서 몇 년해인지 기재)
- 부업: (평)
- 타동종이나 증사를 지를 경우 사육/개배규모 및 사육/개배종 기록
- 가족사항

| 구분 | 성명 | 나이 | 직업 | 거주지 | 농장 방문 여부 |
|----|----|----|----|-----|----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

※ 성명, 나이와 직업, 특히 가족 중 축산업 종사자가 있을 경우 상세히 기록

다. 특이사항

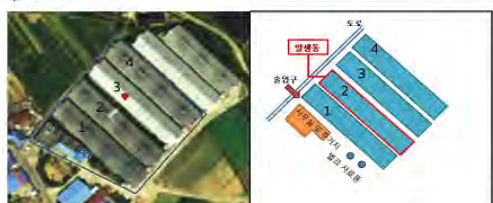
- 축주의 협회, 친목회 등 활동사항을 기재
- 해당 농장주 또는 농장의 경영상대나 주변관계와 관련된 특이사항을 기재
- 위탁농장 관리자의 성명, 연락처를 기재

2. 사육현황

- 사육종종: 산란계(품종:)
- 사육형태:
 - 샌드위치판넬계사, 보존달걀계사, 비닐하우스계사 (문장/유형)

B. 축사모식도

- 대표적인 축사동의 평면도와 축사의 위성사진을 첨부하되 축사의 개수 및 연번, 창고나 관리동, 축주거주지, 분뇨처리시설, 각 축사의 출입구 및 소화조, 지대사료, 난방 등 축사기구 등의 위치를 정확히 묘사할 것
- 발생사육동과 최초발생 사육동, 살처분시 가금 있었던 사육동을 명시
- 출입구 및 폐여부, 축사 파손 여부, 야생동물(쥐 포함) 출입 가능 구역 나열
- 물다리 여부(특히 농장 앞 차단막 설치여부), 쓰레기 배출 장소, 차량 주차 장소
- 외부 주도도와 거리 (접근성 판단시), 차량 이동량
- 농장 진입로(포장/비포장도로), 농장내 축사별(포장/비포장), 축사바닥(포장/비포장)



II. 임상증상

- 임상증상을 구체적으로 사육종, 별도 임상증상을 나타낸 개체수, 날짜 및 시간을 기록
- 임상증상 조사시 주요 시 증상(예시: 사료섭취 저하, 신란을 저하, 팔러져야, 침울, 모여있는 증상, 부리의 청색증, 인면발적, 비슬부위 발적/번색)을 하나씩 물어보며 임상증상 발현여부를 확인
- 축주가 임상증상을 최초로 인지한 시점과, 임상증상을 인지한 후 주변인(지인, 인근농장주, 담당계열관리자, 동물약품회사 등)과 상의한 사실을 기재

| 일시 | 시간 | 발생동 | 임상증상 | 신고경위 |
|----|----|-----|------|--------------------------|
| | | | | ※ 신고시간, 신고자, 신고기관 |
| | | | | 신고이후 방역기관 도착시간, 시료채취자 기록 |
| | | | | |
| | | | | |

III. 입학 이동 및 판매

※ 사육일지나 축주의 기록(배모, 강부)를 참조할 것.

1. All-in All-out 여부, 유지기간(Down time) 유무

○

2. 입학식

○ 중추입학식

| 입학일 | 종류 | 입학수 | 순번자 |
|--------------------------|----|--------|---------------------------------|
| 중추농장명 : 주소 : 연락처 : | | 입 수 | 성명 : 소속 : 연락처 : 지향번호 : |

- ※ 중추를 입학한 농장의 명칭 주소, 연락처와 입학 개체수(입수를 구별)를 기재.
- ※ 순번자의 성명, 소속, 연락처, 차량번호를 기록할(가능하다면 해당 부화장에 입란되는 종란의 출처, 중간 장소에서 순번차량을 교체할 경우 순번자 2명 모두 기록함)
- ※ 입학식 하차방법(하차하는 사람, 하차장소)
- ※ 중추입학과 출하자가 동일인인지 여부 확인

○ 중추농장 이전의 사항

- 신란종계장
- 부화장
- 중추농장
- ※ 대표자, 주소, 연락처, 규모 등

3. 농장내 가족이동(양수 할사 등)

※ 농장내 사육공간 가족이동 상황을 날짜별로 기재

4. 생육판매

※ 생육판매가 있을 경우 판매일시, 수량, 구입자(성명, 농장명, 연락처), 운반자(성명, 소속, 연락처, 차량번호)를 기재

5. 도축종하

※ 플라스틱 난좌 소독·세척용 재용품 여부, 농장별 난좌 구별 여부(다른색 난좌 사용, 페인트 표시 등) 기재

7. 식란 판매

| 일시 | 구입자(성명) | 수량 | 식란 운반자 |
|------------------------|---------|----|--------------------------------------------------------------------------|
| 농장명(농장주) 전화번호 주소 | | | 성명 : 소속 : 전화번호 : 차량번호 : ※가금류 가족 사육자인 경우 - 농장 주소 및 사육종류·두수 |

※ 식란판매 유통망 및 식란유통중개인 방문시 방역형태

○ 운반자 타종장 방문 세부내역

[운반자 차량번호(차량등록번호) 가금관련 축산시설 방문현황, 기간, 개소]

| 방문일시 | 시설주 | 소재지 | 축종 |
|------|-----|-----|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

※ 난좌종류(플라스틱/일회용 종이난좌), 플라스틱 난좌 소독·세척용 재용품 여부, 농장별 난좌 구별 여부(다른색 난좌 사용, 페인트 표시 등) 기재

○ 동물 신란성격

-

IV. 농장출입자 현황

[출입자 현황, 기간 ~]

| 방문일자 | 방문유형 | 순번자명 | 차량번호 | 차량등록번호 | 전화번호 |
|------|------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

1. 가족사료

○ 업체명

- 주문담당자 : (전화)

- 공장(하차장) 주소 : (전화)

※ 사료의 유형(지대, 펠크), 배송경로(중장에서 농장으로 직송되는지, 하차장에서 오는지)를 확인

※ 2종류 이상의 사료를 공급받는 농장은 그 이유를 명시할 것

| 일시 | 출하도계장(도입장) | 출하두수 | 운반자 |
|---------------------------------------------------------|------------|------|--------------------------------------------------------------------------|
| 도축장명 : 전화번호 : 주소 : 외부 계근소 이동시 상호명, 주소, 전화번호 기재 | | | 성명 : 소속 : 전화번호 : 차량번호 : ※가금류 가족 사육자인 경우 - 농장 주소 및 사육종류·두수 |

※ 도축출하가 이루어진 도축장, 날짜, 운반자(성명, 소속, 연락처, 차량번호, 차량등록번호)와 운반한 경로(성명, 소속, 연락처, 내국인 이름, 외국인 이름 등)를 기재하고, 각 차량의 축산시설 방문현황을 기록(KAISIS, 필요시 계열사 포함)

- 신란의 경우 개인 방역장비(방역복, 일회용 비닐장갑)를 착용하였는지 기재

※ 일반적으로 출하시 중검도착 시간과 직입시간, 직입차량 농장에 도착한 이후에 활동사항에 대하여 구체적으로 기재

- 개인 그물망출하시 사용하는 것(사용 여부, 어리건의 세척 상태, 출하된 소독 여부)

○ 운반자 타종장 방문 세부내역

[운반자 차량번호(차량등록번호) 가금관련 축산시설 방문현황, 기간, 개소]

| 방문일시 | 시설주 | 소재지 | 축종 |
|------|-----|-----|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

※ 출하인 계통체크 요령

- 축주 가계 세정체크, 계열관리자 체크 여부(계열관리자의 경우 방문일시 기재, 필요시 계열사의 협조 얻기 바람)
- 계통계 타입(바르니힐, 제벌축전형), 계통체크 방법(계통출이동 간이연막이, 계통계를 계열사에서 가져오는지)

6. 난좌 구입 및 사용

○ 상호명

- 주소 : (전화)

○ 발행증장 배출내역

- 난좌종류(플라스틱/일회용 종이난좌)

- 배출장 : (소속) 유대번호 차량번호

- 발행증장 배출일

[운반자 차량번호(차량등록번호) 가금관련 축산시설 방문현황, 기간, 개소]

| 방문일시 | 시설주 | 소재지 | 축종 |
|------|-----|-----|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

○ 난좌 사용형태

※ 중검 집란시스템(자동화 시스템) 여부, 집란차 집란시 소독 방역 관련 사항

○ 중검 배출내역

| 방문일자 | 방문유형 | 순번자명 | 차량번호 | 차량등록번호 | 전화번호 |
|------|------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

※ 배출난좌와 운반차(차량번호, 연락처)를 기록 - 해당 시설종장에 필요요청

- 펠크/지대차량 출하시 차량소독여부, 지대차량 운반차의 방역요청

- 지대차량 방역장비(방역복, 1회용 비닐장갑) 착용여부

- 차량 보관장소(장고, 축사내 컨실) - 운반자가 사료를 어디까지 운반해주시는지

[운반자, 차량번호(차량등록번호) 가금관련 축산시설 방문현황, 기간, 개소]

| 방문일시 | 시설주 | 소재지 | 축종 |
|------|-----|-----|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. 폐사처리

※ 폐사처리 방법(산독균에게 급여/매몰)과 처리장소

- 폐사처리 수거방법, 1차 수거 보관장소(아래, 남강고), 운반도구(리어카, 차량) 소독여부, 2차 매몰장

- 가능하면 최근 폐사처리 일시까지 기록하고, 처리업체(처리수 등)가 있을 경우 해당 정보 기재

3. 가족분노

※ 가족분노 보관장소(퇴비장 등), 폐사처리방법(비닐로 덮어두는지, 생석회 처리여부), 처리업체(주소, 연락처) 및 처리시기(우기)를 기록

- 처리업체의 경우 처리시기가 위험기간 범위내 속할 경우 가족분노처리 및 차량번호를 기록

- 분뇨처리를 스키토디나 등의 관급방법(사용전후 소독여부)

4. 백신접종

※ 백신접종 종류, 구입시기, 구입처(주소, 연락처), 배양(연락처, 차량번호) 및 방법을 기록

○ 백신접종 인력

※ 다중접종 방문기록

5. 수역사/동물약품

○

※ 동물병원명, 가금약품업체명(대표자, 주소 및 연락처)와 방문(운반차)의 경우 방문/운반 날짜, 성명, 소속, 연락처, 차량번호를 기재

6. 치료결과, 면역증강제, 대생물제 등 구입·사용관계

※ 치료결과, 흡수결과, 면역증강제, 대생물제 등 구입·사용관계, 성명, 연락처 및 배양(연락처, 차량

정보) 기재

7. 기타 방문

- 구체적으로 기재(치료용 구입, 먹배, 기둥(가스), 설비, 종사 등)
- 가족위생시설, 방역지원부 등 방문여부를 묻고, 방문일시와 목적, 기존 시료채취 내역 및 검사결과가 있으면 관련 내용을 기재 (관련별로 해당지역 농장의 방문일자별 시군, 시읍소와 방역지원본부에 요구)

V. 축주 활동사항

- 사양관리 사항
 - 축주(종사자)의 가장자리부터 뒤집시까지의 일련의 축사내외의 사양관리 방법을 시간대별로 구체적으로 기재 (발정중 중심으로)
 - 축사내 반입물품 세척·소독요령
- 기타 모임 등 활동사항
 - 축주(종사자, 가족)의 모임(모임장소, 날짜, 회원명단), 취미생활 등 최근 1달 이내 외출 활동 사항을 기재

VI. 소독 및 방역조치

□ 출입 차량 및 운전자(또는 방문자)의 방역조치

| 구분 | 세부사항 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 차량소독 | ○ 고정식소독시설(), 터널식소독시설(), 이동식 교양분무기(), 수동() |
| 시설유형 | ○ 소독조(), 생식회도포(), 기타() |
| 소독약 | ○ 유형(), 제품명(), 희석배수(), 기타() |
| 소독의 주체 | ○ 농장 종사자가 소독(), 차량운전자가 직접소독() |
| 소독방법 | ○ 차량비류(), 외부전체(), 차량내부() |
| 소독 실시 결과 | ○ |
| 운전자(방문자) 소독방법 | ○ 전신소독 : 분무형(), UV형() ○ 부분소독 : 손소독(), 신발소독(운전자가 자체 소독이) - 손소독(소독약명), 신발소독(소독약명 : 세지광, 켈케이프) ○ 개인 방역용품품 : 1회용 비닐장화(), 방역복(), 장갑() |
| 기타사항 | * 운전자 휴대(), 농장제광() ○ 개인소독기 보유 및 사용여부() |

* 자동차량소독시설만 사용하는지, 이동식 교양/수동분무기만 사용하는지 또는 위 두가지를 병행하는지, 생체외를 바닥에 도포하는지 기록

□ 가족사육시설 안에 있는 사육물의 방역사항

| 구분 | 세부사항 |
|----------|---------------------------------|
| 소장종류 | ○ 관리사무실(), 시료상고() 과 축사 출입구() |
| 실적여부 | ○ |
| 소독약 | ○ 유형(), 제품명(), 희석배수() |
| 소독 실시 일자 | ○ |
| 소독약 | ○ |
| 기타사항 | ○ |

* 발반소독조를 설치한 해당 축사출입구마다 설치하였는지, 축사내외(축사내, 발반소독조의 소독) 교체주기 등 기록

□ 농장주(종사자)의 축사 출입 및 방역조치

| 구분 | 세부사항 |
|------------------|------------------------------------------------|
| 농장진출 | ○ 외출통과 작업을 전달 구분 여부 |
| 진출구 | - 가금의 경우 계사상을 전달 구비여부 : 외출통(), 농장통(), 축사통() |
| 축사 출입 시 소독 실시 일자 | ○ 축사통 전달 작동 후 계분장 입장 → 편지소독 → 타 계분사 입장 |
| 소독약 | ○ 유형(), 제품명(), 희석배수() |
| 기타사항 | ○ |

* 농장 축사에 전방이 존재하는지
* 농장에서 사용하는 장갑을 축사내외의 공통력으로 사용하는지, 축사내외를 구분하여 사용하는지, 또는 모든 축사마다 별도로 장갑을 구비하여 사용하는지 기록

□ 농장내 방역조치

| 구분 | 세부사항 |
|------|--------------------------|
| 소독장소 | ○ 축사외부(구), 축사내부(구) 등 |
| 및 빈도 | ○ 축사주변(구) 등, 기타 |
| 소독방법 | ○ 축사외부, 내부, 기타 |
| 소독약 | ○ 유형(), 제품명(), 희석배수() |
| 소독장제 | ○ 교양분무기(), 수동분무기() |
| 기타사항 | ○ |

* 축사내 외부 소독방법, 실시주기와 횟수를 기록

□ 소독실시기록부 비치 및 기록사항

| 구분 | 세부사항 |
|----------|------|
| 기록부 비치여부 | ○ |
| 기록부 | ○ |
| 기록유지 | ○ |
| 기타사항 | ○ |

* 소독실시기록부 비치 및 기록여부를 확인하고, 시간 등 증거자료를 기록

(3) 세부역학조사서 양식

농장 내부 현황 및 철새 및 기타 기계적 전파여부, 농장 방역상황 등을 확인하기 위하여 추가적인 역학조사서를 작성하여 분석에 활용한다.

2. 세부 역학조사서
HPAI 발생농장별 원인 분석을 위한 세부역학조사서

1. 농장의 지리적 위치

| 연번 | 조사항목 | 조사내용 |
|----|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. | 강, 저수지 등 철새 도래지와 농장간의 거리 (여러곳일 경우 지역별) | 저수지(와동계)에서 약 800m, 강의 지천(강평원)에서 약 500m 떨어져 있음 |
| 2. | 철새 먹이 섭취 가능 지역과의 거리 (가까운 곳) | 인근 지역에 철새 출몰 없음 |
| 3. | 기존 발생농장과의 거리 | OOO 농장과 붙어있음/OOO 농장과 800m 위치에 있음 |

* 해당농장의 지리적 입지여건을 파악하는 것임 (네이버 지도 등 참고할 수 있음)

2. 농장의 주변환경

○ 농장 주변 상황을 좀더 구체화 기술

- 진입로
 - 과거 OOO농장과 진입로를 공유하였으나, 2014년 8월 이후 다른 진입로 이용
 - 차단 방벽한 진입로 초입에서 농장입구(퇴비사)까지는 약 100m 오르막 이어짐
- 주변의 환경
 - OOO농장과 붙어있음
 - 인근 마을과 800m 떨어져 농장 주위로 차량출입이 드묾



농장 진입로(우측)



OOO농장 연결출입로(차단)

3. 주변 철새 도래지 및 출현사항

- 역학조사서상의 야생조류 출현사항을 구체화하는 것으로 1번과 연계하여 실제 농가 주위에 출현하는지 (목격담 등), 농가 주변 논, 밭에 출몰했는지 조사 (출몰 시기, 출몰 횟수, 출몰 개체수 등)
- 인근 지천과 저수지가 있으나 철새는 관찰되지 않았다고 함
- 축사 주변에 까마귀 및 비둘기(깃새) 등은 관찰됨

○ 농가의 사료통 (사료받 받의 흩어진 사료 등)이나 왕겨보관 상태 및 분변 처리사항 (전막으로 덮어 집근 차단했는지, 왕겨 및 분변처리장 주위에 철새 분변, 등 출몰흔적이 있는지 확인) 등을 조사

○ 사료통 주변은 청소되어 있고, 철새 분변, 깃털 등은 확인되지 않음

○ 조사 당시 남은 왕겨는 없음



사료 배출구



왕겨보관장

- 축사 주위에 접근한 흔적으로 지붕위 또는 축사주변 분변, 밭자국, 깃털 등 확인
- 축사주변에 분변, 깃털 등의 오물은 발견되지 않음

4. 축사의 구조 및 구조 및 관리상태

- 축사 그림자 설치 여부 (파손된 사항 있는지 확인), 파손된 부분

- 있거나 구멍이 있는 곳은 축사 등, 위치 등을 정확히 파악, 사진촬영 등.
- 축사별로 그물망이 설치되어 있으며, 5등 축사 좌측에 구멍 발견
- 5등 축사 입구 좌측상부에 구멍이 발견되며, 2,3달여 되었다고 함



축사내 그물망 설치됨



5등 좌측 파손 부위

- 축사 출입문 및 창문 밀폐 사항 확인 및 파손 확인

- 축사 출입문은 이중문 구조는 아님
- 창문은 이중 원치커튼임



축사 출입문



이중막 원치커튼

- 환기구(통)은 어디에 설치되고, 텃새 등 새들이 출입할 수 있는 공간인지 (환기구 주위에 분변 깃털 등 오물이 있을 경우 사진 촬영 등 증거 확보 철저)
- 축사 지붕쪽에 설치된 환기구 주위 분변이나 깃털은 관찰되지 않음
- 텃새 등 유입 불능



환기구



외부 환기장

5. 야생동물 출현 사항

- 농장 주위에 쥐, 텃새, 들고양이, 뱀전, 너구리 등 야생동물 출현여부 및 출현 빈도
- 축사 주위 야생동물 목격 없음

- 이들 야생동물이 축사내 출입확인이나 목격했는지, 축사내에서 가끔의 사료를 섭취하는 것을 보았는지, 직접 목격은 못했더라도 가능성에 대한 의견 등 조사
- 발견되지 않음

6. 소독 등 차단 방역 사항



출입구 고정식 소독시설 미설치



농장입구 이동식 소독기



고압소독기



축사내 안개분무시설

- 역학조사서의 방역조치 사항 점검은 기본으로 하고, 실제 해당 소독 시설, 장비를 정상적으로 가동하고 운용하는 지 확인

- 진입로를 작년 8월에 정비하여 농장입구 고정식 차량소독기는 현재 미설치, 농장 입구 농장차량으로 막아 이동식 분무기로 진입 차량 및 대인 소독 실시한다고 함.
- 고압소독기를 이용하여 소독 실시
- 축사 내외부를 소독 실시, 축사내부에 안개분무 시설 설치 및 가동 확인

- 방문자 신발 소독조 및 축사입구 신발 소독조 운영을 형식적으로 하는지? 실효성있게 운용하는지 (소독약을 너무 적게 타거나, 메탈라 있거나, 신발 바닥만 짚을 수 있거나, 희석배수가 적정한지, 소독약 교체기간 등) 확인

- 축사별로 소독조를 비치하였으나 살처분 완료 후 소독조를 치워 현재 확인 불가

- 축사내외와 축사외의 신발을 구분하는지? (실제 어디서 갈아 신고, 축사별 전용 신발을 비치하고 있는지?)

- 1,2,3등 축사용, 4,5등 축사용 및 축사의 농장용의 3종류로 구분
- 농장 내 관리사에서 갈아신음

- 작업복은 어디서 갈아입고, 몇일마다 세탁하는지 (축사내 작업복을 축사 밖에서도 입고 작업하는지?, 농장 외부 출타 후 돌아와서 농장내 작업복 및 신발을 어디서 갈아입는지? 등)

- 작업복과 의출복은 농장내 관리사에서 교체, 작업복은 수시 세탁 실시한다 함
- 세탁기도 2개를 이용, 작업복과 의출복은 구분하여 세탁

- 농장내 사용하는 도구 및 장비 (집란표, 왕겨 살포 전동차, 수동으로 축사내에서 왕겨를 풀어서 갈아 줄 때 사용도구 종류, 축사내로 가지고 들어갈 때 소독실시 여부, 소독 위치 등) 소독사항 확인

- 왕겨살포기 사전 소독 미실시, 가림 소독함



왕겨 살포기



고압소독기

7. 분동실태

○ 초생추 분동시 축사내에서만 이동되는지? 축사 외부로 나와서 다른 축사로 이동하는가? 분동시 이동 통로에 대해 사전 소독 실시 여부? 분동참여자는 누구인지?

○ 축주가 분동 실시

○ 1,2,3등 분동시 칸막이 이동하며, 4,5등이 떨어져 있어 그물망 이용



분동시 사용하는 칸막이



분동시 사용하는 그물망

8. 축주의 생활 패턴

○ 축주의 거주지와 농장이 구분되어 있을 경우 출퇴근 도로 (도보시 도보행로), 출퇴근시 사용하는 교통 수단

○ 농장내 관리사에서 거주

○ 축주의 외부 활동 사항 (외부 접촉 인물, 빈도, 최근 접촉한 사람 내역 등).

○ 강릉오리협회 진목회 참석(12.9.30) 및 언니 OOO 특감예방접종으로 강릉보건소에서 만남(10.22)

○ 그 외에 특별한 외부 활동 사항 없음

○ 축주의 취미 활동 사항 (산책, 등산, 자전거, 운동 (축구 등 종류), 낚시, 사진촬영 등)

○ 없음

9. 종사원 관리

○ 축주의 종사원 관리 형태 (질병방역교육 실시 여부, 교육 횟수 및 주기, 교육내용, 교육방법, 교육내용 실천사항 확인 여부 등)

○ 축주 혼자 근무함

10. 종사원 근무 및 생활패턴

○ 출퇴근시 주요 이용도로, 교통수단

○ 해당없음

○ 휴식시간 활용사항 (어디서, 무엇하는지?)

농장내 거주자의 경우 외출 후 귀가시 소독 옷 갈아입기 등 조치사항 (언제 어디서?)

○ 휴식시간은 관리사에서 주로 쉼안함

○ 외출후 귀가시 소독 및 의복 교체 관리사에 실시

○ 농장 거주자의 생필품 구입 방법, 구입 및 구입 빈도

○ 생필품 구입시 강릉읍내 소재 OOO마트에서 주 1-2회 구입

11. 지인들이나 주변사람 방문시 조치 사항

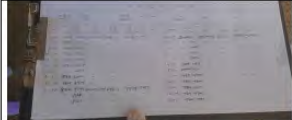
○ 농장 방문 금지, 농장 방문시 소독 등 조치 후 출입허용 (출입시 진입 경로: 농장 입구, 농장내 사무실 또는 사택, 축사 입구, 축사 내 등)

○ 없음

12. 출입통제 및 소독실시 기록부 확인

○ 위와 관련 내용 (출입차량 및 출입자, 소독 등) 진술이 기록되고 있는지 확인 (소독실시 기록부 사진 촬영 등 증거 확보)

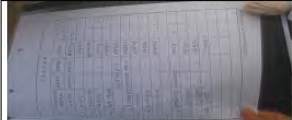
○ 차량출입소독기록부, 사양관리기록부, 소독실시기록부 작성 확인



차량출입소독기록부



사양관리기록부



소독실시기록부

(4) 국가동물방역통합시스템 (KAHIS)을 통한 역학 및 방역조치대상 데이터 분석

KAHIS (국가동물방역통합시스템, www.kahis.go.kr)는 가축질병의 예방, 예찰, 진단 통제 등 방역업무처리 시스템으로 가축질병의 사전예방 및 신속한 질병전파 차단 중심의 첨단 IT 기반의 선진화된 가축방역체계를 지원한다. 추진 배경으로는 최근 구제역, AI 등 악성가축전염병 발생에 따른 사회·경제적 피해가 증대됨에 따라 이에 대한 근본적인 대책 마련을 대통령 지시(‘08.4.22.)신속하고 효율적인 국가가축방역정보체계 구축을 위해 전자정부지원사업으로 ‘디지털 가축방역 체계’, 구축 사업 채택(‘08.11)하고 ‘10년 구제역, AI 발생에 따른 근본적 해결책 마련을 위해 축산 선진화 대책을 마련하였다. (‘11.3)

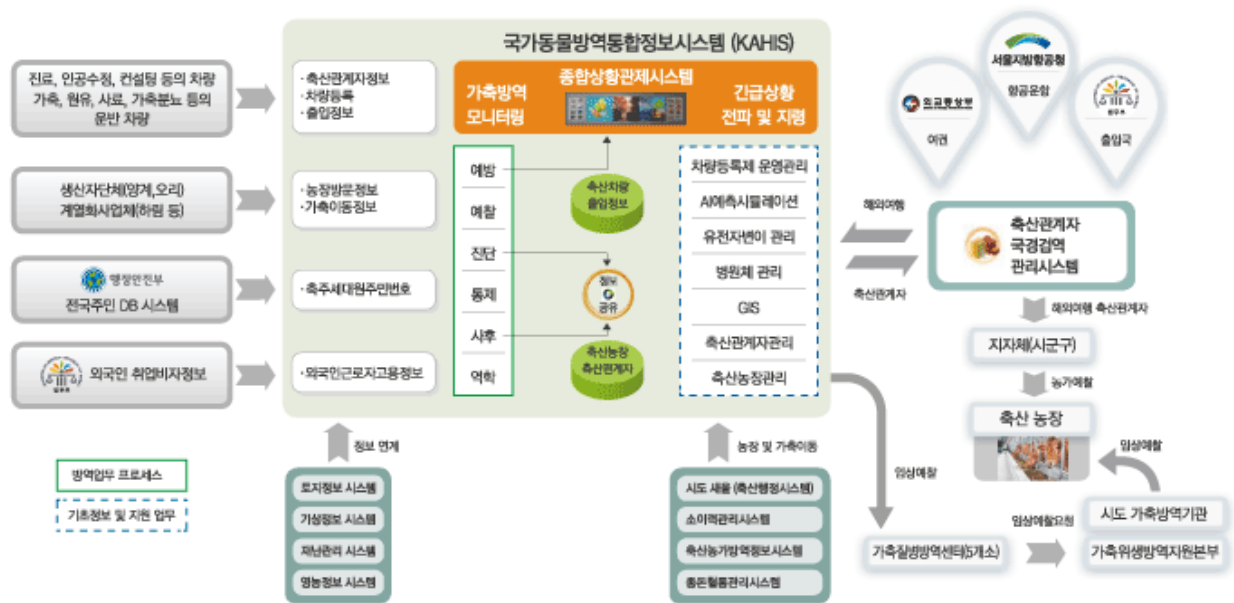


그림 239. KAHIS(국가동물방역통합시스템)의 구성 및 개요

KAHIS를 이용하여 역학조사 데이터 수집은 가축전염병 발생시 역학조사 과정 중에 이루어지며 첫 번째로 발생농장 기초정보 조사 종류로는 농장정보 (성명, 주소, 전화번호), 시설정보 (면적), 가축사육정보, GIS정보 (농장위치 등), 질병발생 현황 등 정보 수집이 있고 발생농장 일반현황, 발생농장간 위치 (거리), 농장의 과거 질병 등이 있다.

주소, 연락처 및 사육현황 파악을 위해 KAHIS 내에 기초정보 관리 메뉴에 있는 농장정보현황에서 농장 정보를 확인하는 방법이 있다.

- ① KAHIS를 로그인 한후 상단에 있는 기초정보관리 메뉴 클릭
- ② 기초정보관리 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 소메뉴들 중 농장정보현황을 클릭
- ③ 농장정보현황에서 지역 (전남 무안 정도)을 선택한 후 조회를 선택
- ④ 해당 농장에 대한 기본정보 (GIS 및 구성원, 축종, 전화번호)등을 확인

KAHIS 내에 역학조사 메뉴에서 있는 질병발생농장조회에서 비발생농장을 선택하여 이용해서 농장 정보를 확인하는 방법은 다음과 같다.

- ① KAHIS를 로그인 한후 상단에 있는 역학조사 메뉴 클릭
- ② 기초정보관리 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 소메뉴들 중 질병발생농장조회를 클릭
- ③ 질병발생농장에서 지역 (전남 무안 정도)을 선택한 후 조회를 선택
 - 단 질병발생농장 제외란을 표시하여야 한다. 표시후 조회를 클릭하면 질병 발생되지 않은 농장이 나타나게 된다.
- ④ 해당 농장에 대한 기본정보 (GIS 및 구성원, 축종, 전화번호)등을 확인 할 수 있음.
 - 농장현황 메뉴와 달리 소의 경우 개체번호를 확인할 수 있으며, 예찰을 누가 실시했는지, 출하는 언제 어디로 했는 정보를 파악할 수 있다.

발생농장 출입차량 내역 조사 방법은 가축전염병 발생일 이전 농장에 출입한 축산관련 차량(사료, 분뇨, 약품 등)에 대한 정보 수집이 있고 발생농장에 오염원을 유입시켰을 가능성이 있는 축산 차량 파악하는 방법 등이 있다. 출하 사항 파악은 KAHIS 내에 역학조사 메뉴에서 있는 도축장 출하 메뉴에서 농장을 조회하는 방법이 있다.

- ① KAHIS를 로그인 한 후 상단에 있는 역학조사 메뉴 클릭
- ② 기초정보관리 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 소메뉴들 중 도축장 출하 현황을 클릭
- ③ 도축장 출하에서 지역을 특정해서 선정하지 말고, 농장주나 농장명만을 입력해서 조회
- ④ 도축장출하 현황에 농장주소를 보고 우리가 원하는 농장주소가 맞으면 출력을 눌러 엑셀 파일로 정리해서 확인할 수 있다.

단, 도축장 출하 사항은 단순히 언제 도축 출하 실시 했는지만 확인할 수 있는 것이 아니라, 누가 운반했는지도 알 수 있다. 해당 내용을 바탕으로 도축을 실시한 도축장에 연락해서 정보가 일치하는 파악해야 한다. 도축장에 정보를 파악했는데 계근를 실시하기 때문에 해당 농장의 계근 이전, 이후 농장 3~4개소를 파악해야 한다. 가축 이동 사항 파악은 KAHIS 내에 역학조사 메뉴에서 있는 농장간 가축이동 메뉴에서 조회하는 방법이 있다.

- ① KAHIS를 로그인 한 후 상단에 있는 역학조사 메뉴 클릭
- ② 기초정보관리 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 소메뉴들 중 농장별가축 이동사항을 클릭
- ③ 농장별 가축이동사항에서 지역(시군구 단위까지) 농장명이나 농장주를 입력해서 조회
- ④ 조회를 누르면 기본정보란에 농장명 농장주 및 축종 등이 나오고 가축이동현황 이동일자 원농장과 가축을 받은 농장에 대한 내용이 나온다.

우리가 조회를 한 농장은 원농장과 이동 농장 어느 한곳에 속하게 되면 가축이동현황에 나타나게 된다. 특히, 이동 농장이나 본 농장에 2차적으로 가축이동사항을 확인 할 수 있다. 예를 들어 A농장을 조회해서 A농장이 가축을 팔아서 B 농장으로 갔다면 A농장은 원농장이고 B농장은 이동농장으로 조회되고, B농장을 클릭하면 B농장이 가축을 이동한 사항도 역시 조회가 된다. 과거 질병 발생 사항 파악은 진단 메뉴에서 병성감정검진 (등록) 메뉴에서 비법정 전염병을 포함하여 농장을 조회할 수 있다.

- ① KAHIS를 로그인 한후 상단에 있는 진단 메뉴 클릭
- ② 진단 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 병성감정(검진)등록 을 클릭
- ③ 병성감정 (검진)등록에서 지역 (전남 무안 정도)을 선택한 후 축주명을 입력

④ 진단일을 설정한 후 기관은 전체 축종 역시 전체 지역 역시 전체로 하고, 등록구분은 전체 법정구분 전체 중복 입력건은 중복포함을 선택하여 조회

이후 나온 정보를 출력을 통해서 엑셀화 작업을 하면 보다 간단하게 정보를 파악할 수 있다.

발생농장 역학관련 시설 및 차량 조사는 발생농장에 출입했던 축산관련 차량 및 그 차량이 방문한 농장, 도축장, 사료회사, 분뇨처리장 등 역학관련 시설에 대한 정보 수집하고 발생농장에서 축산관련 차량을 통하여 가축전염병이 전파될 수 있는 농장을 파악할 수 있다.

농장 출입자 정보 파악은 차량출입정보를 통하여 조회되고 차량출입정보를 조회하기 위해서는 사전에 차량정보 조회를 위한 열람 요청을 하여야 한다.

- ① KAHIS를 로그인 한후 상단에 있는 차량등록제 메뉴 클릭
- ② 차량등록제 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 열람요청 을 클릭
- ③ 열람요청에서 신규요청 메뉴를 클릭하여 신규 요청을 실시하면 된다.

요청 승인이 이루어지면 해당 농장에 먼저 GPS 정보가 등록되어 있는지 농장주소가 동일한지를 파악하기 위해서 축산관계시설등록 메뉴에서 농장을 조회하여야 한다. 해당 농장이 GPS 정보가 등록되어 있다면 역학조사 메뉴에 시설방문현황 (종합)이라는 메뉴에서 특정 기간 동안 출입한 차량에 대한 정보를 조회할 수 있다. 다만, 파악한 출입 정보는 축산차량으로 등록되어 있고, GPS 기기의 작동이 원활히 이루어지는 경우에 한해 조회되는 것으로 현장 조사에서 추가로 확인해야 한다는 점을 명시해야 한다.

- ① KAHIS를 로그인 한 후 상단에 있는 역학조사 메뉴 클릭
- ② 역학조사 메뉴를 클릭하여 왼쪽에 시설방문현황 (종합) 을 클릭
- ③ 시설방문현황 (종합) 에서 지역 (전남 무안 정도)을 선택한 후 축주명을 입력
- ④ 입력을 한 후 방문일자를 발생일 (시료채취일 혹은 신고일)로부터 21일간 혹은 본인 원하는 기간을 설정하여 조회를 누르면 된다.

조회를 누르면 해당 농장에 출입한 차량이 유형과 운전자 연락처 등이 기재된 상태에서 화면에 나타나게 된다. 출력 버튼을 눌러 엑셀파일로 저장을 할 수 있으며 이를 통해 농장주에게 출입자에 대한 방문 정보를 질문할 수 있다.

역학관련 차량 이동경로 조사는 발생농장을 출입한 역학관련 차량의 이동경로(이용도로, 운행시간 등) 정보 수집하고 역학관련 차량의 이동경로 정보를 수집하여 발생농장 간 역학관계 파악하는 것이다.

발생농장 도축장 출하 현황 조사는 발생농장에서 출하한 도축장, 두수 및 가축운반 차량 등 정보 수집하고 발생농장에서 도축 출하한 도축장 및 운반차량 정보 수집으로 가축의 이동에 따른 가축전염병 전파경로 파악한다.

KAHIS 활용 역학조사 우수사례는 발생농장 농장정보 등 신속히 파악하여 발생농장 축주 인적사항, 사육규모, 인근지역 가축사육 현황, 지리적 위치 정보, 도축출하 정보 등 실시간 파악하고 기존에는 발생농장에 현지 출장하여 축주 대면조사로 농장현황을 파악하는데 장시간이 걸렸고 수집정보의 신뢰성이 낮았으나 현재는 KAHIS 조회로 실시간으로 정확한 정보를 파악할 수 있다.

발생농장 방문차량의 신속하고 정확하게 파악을 통해 가축전염병의 전파원이 될 수 있는 축산관련 차량 (가축운반, 사료, 분뇨, 약품 등)에 대한 농장방문 현황을 실시간 파악하고 기존에

는 발생농장에 현지 출장하여 농가에서 작성한 출입자 방문내역 조사를 통하여 파악했으나 (약 8시간정도 소요) 현재는 KAHIS 조회로 파악이 가능하다 (실시간으로 파악). 발생농장 신고 시 발생농장 출입차량 및 그 차량이 방문한 역학관련 농장 등에 대한 출입내역을 조회하여 즉시 방역조치 요청(통보)한다.

발생농장을 방문한 축산관련 차량의 방문내역을 정확히 파악하기 위해서 기존에는 농장에서 작성한 출입자 대장을 근거로 발생농장 출입차량을 파악 (발생농장 출입차량을 정확히 파악하기 어려움)하였으나 현재는 KAHIS 조회로 농장내 출입한 GPS 장착 차량은 모두 파악 가능하다 (발생농장 방문차량 누락없이 모두 파악 가능).

역학관련 차량의 세부 이동경로 파악을 위해서 가축전염병의 전파원으로 예상되는 축산관련 차량의 이동경로 (운행도로, 예상접촉 차량 등)를 시간대 별로 파악을 위하여 기존에는 파악 불가능하였으나 현재는 축산관련 차량에 대하여 시간대별로 운행도로, 운행시간 등 파악이 가능하다.

도축장 방문차량 분석을 통한 추가발생 가능성 (비발생지역) 분석 사례 (12.29)

- 역학관련 도축장 (12.20 기준, 9개소) 출입한 차량이 방문한 축산관련 시설 분석
⇒ 발생가능성이 높은 지역 순으로 안성→홍성→여주→**이천**→공주
- 발생농장의 가축을 도축 출하한 차량 (기사)이 방문한 농가 소재지 분석
⇒ 발생가능성이 높은 지역 순으로 **이천**→충주→**괴산**→안성→용인

가축전염병 추가발생 가능성이 높은 지역 사전 예측을 위하여 발생농장 및 역학적으로 위험성이 높은 도축장 등을 방문한 축산차량을 분석하여 향후 발생가능성이 높은 지역을 사전 예측을 통하여 기존에는 예측이 불가능하였으나 현재는 역학적으로 위험성이 높은 축산관련 차량이 출입한 농장과 이동경로 등을 분석하여 발생 가능성이 높은 지역을 예측할 수 있다.

농장 주변 정보 파악을 위해 먼저 GIS 정보를 활용하고 농장 주변 지역을 파악하기 위해서 GIS 메뉴를 이용하여 기존 발생 농장과의 거리 등을 파악 할 수 있다.

- ① KAHIS를 로그인 한 후 상단에 있는 GIS 메뉴 클릭
- ② GIS 메뉴를 클릭하여 방역대 설정에 농장에 시군구를 설정한 후 축주명을 입력하여 조회를 누르면 된다.
- ③ 해당 농장이 나타나면 상단에 화살표로 표시된 아이템을 클릭하여 농장과 농장간 거리를 잴 수 있다.

농장 주변 농가를 파악하기 위해서 GIS 메뉴를 이용하여 주변 농장 리스트를 파악할 수 있다. 다만, 파악한 농장 리스트는 실제와 다를 수 있으므로, 해당 시군구청에서 정확한 방역대 내 농가를 확보하여야 한다.

- ① KAHIS를 로그인 한 후 상단에 있는 GIS 메뉴 클릭
- ② GIS 메뉴를 클릭하여 방역대 설정 (디폴트)에 농장에 시군구를 설정한 후 축주명을 입력하여 조회를 누르면 된다.
- ③ 해당 농장이 나타나면 하단에 방역대 설정 메뉴에 FMD로 선택한 후 생성을 누르면 위험지역, 경계지역, 관리지역에 농가가 몇 개 있는지 나온다.

관리지역 하단에 보면 전체보기라는 메뉴가 있는데, 이를 클릭하면 방역대 내에 있는 상세 농장

리스트가 나온다. KAHIS 추가 보완 사항은 첫 번째로 역학관련 축산차량 이동경로 자동 조회 개선하여 가축전염병 전파원으로 추정되는 축산관련 차량의 이동경로를 실시간으로 파악할 수 있도록 시스템 개선하여 현재는 역학관련 차량 이동경로 조회 요청 (위기대응센터)하고, 차량 기사에게 GPS 단말기를 켜도록 요청한 후, 자료를 받아 이동경로 조회하였으나 역학관련 차량의 이동경로를 바로 조회할 수 있도록 개선한다.

두 번째로 역학관련 축산차량 방문농장 가축질병 발생 위험도 분석 개선하여 역학관련 축산차량이 방문한 농장 등을 통계화 (자동화) 하여, 향후 발생가능성이 높은 농장, 지역 등을 분석을 통해 현재 역학관련 차량이 방문한 농장을 모두 선별하여 통계화로 분석한 것을 KAHIS 시스템 개선으로 자동화 추진하도록 한다.

(5) 해외 유입 및 국내 전파 위험요소 분석 및 평가

(가) 철새에 의한 유입 위험요소 분석

① 철새에 의한 유입 위험요소 분석

㉔ 야생조류 유입 추정 발생농장 주변 철새 서식지 위치 분석

표 110. 야생조류 유입 추정 발생농장 주변 철새 서식지 위치 분석

| 구 분 | 철새도래지** | 철새도래지 및 소하천·호수 | 소하천·호수 | 비 고 |
|-----|-----------|----------------|------------|----------------------------|
| 1차 | 7 (10%) | 4 (7%) | 49 (70%) | 54호 (1km 이내) 6호 (1-3km) |
| 2차 | 1 (9%) | 1 (9%) | 11 (82%) | 13호 (1km 이내) |
| 합 계 | 8 (10.9%) | 5 (6.8%) | 60 (82.1%) | 67호 (1km 이내) 6호 (1-3km) |

* 발생농장 : 철새에 의한 유입으로 추정되는 발생농장

** 철새도래지 : 환경부 모니터링 철새도래지 200개소 기준

㉕ 발생농가의 야생조류와 연관된 주요 유입경로 종합 분석

제 1 경로 (야생조류의 농가내 출입)의 경우 발생농장의 축사에서 파손부위 (그물망 부재 또는 파손, 환기구 파손 등)가 있거나 농장 내 야생조수류 침입 흔적 (깃털, 사체, 분변 등) 발견, 혹은 개방형 왕겨 및 물품창고의 경우 야생조류에 의한 오염가능성을 유추해볼 수 있다.

제 2 경로 (출입 사람·차량 등에 의한 바이러스 유입)의 경우 철새(분변 포함)에서 고병원성 AI 바이러스가 검출되는 등 위험시기에 사료, 왕겨 및 출하 차량 등에 의한 바이러스 유입이 일어나거나 항원 분리 등 위험시기에 철새도래지 인근의 농경지를 출입한 축주 및 종사자에 의해 농장내 오염원 유입되는 경우라 할 수 있다.

제 3 경로 (축사 외부 오염원의 소독 미흡)는 왕겨를 살포시 기구(전동 살포기, 삽) 등의 위생관리 미흡한 경우 이거나 분동과정 (축사 외 노출 시)에서 야생조류의 오염물에 노출이 되는 경우이다.



그림 240. 철새와 관련된 HPAI 바이러스의 농장유입 및 전파 경로

(나) 국내 발생농장내 유입경로 및 세부 유입원인

① 발생농장내 유입경로 추정

표 111. 시도별 발생농장내 주요 유입 경로분석

| 구분 | 차량 | 철새 및 야생조수류 | 축주 및 관계자 | 계열 관리 | 인근 전파 | 가축 이동 | 남은 음식물 | 합계 (광역시도별) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
| 세종특별 자치시 | 0 | 3 (75%) | 1 (25%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 경기도 | 6 (27.3%) | 3 (13.6%) | 7 (31.8%) | 0 | 4 (18.2%) | 2 (9.1%) | 0 | 22 |
| 충청북도 | 15 (27.3%) | 4 (7.3%) | 20 (36.4%) | 4 (7.3%) | 12 (21.8%) | 0 | 0 | 55 |
| 충청남도 | 10 (33.3%) | 6 (20%) | 8 (26.7%) | 0 | 1 (3.3%) | 5 (16.7%) | 0 | 30 |
| 전라북도 | 11 (23.9%) | 13 (28.3%) | 14 (30.4%) | 0 | 7 (15.2%) | 0 | 1 (2.2%) | 46 |
| 전라남도 | 18 (45%) | 8 (20%) | 12 (30%) | 0 | 2 (5%) | 0 | 0 | 40 |
| 경상북도 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (100%) | 0 | 2 |
| 경상남도 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (50%) | 1 (50%) | 2 |
| 울산 광역시 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (100%) | 1 |
| 합계 (발생원인별) | 60 (29.7%) | 37 (18.3%) | 62 (30.7%) | 4 (2%) | 26 (12.9%) | 10 (5%) | 3 (1.5%) | 202 |

② 유입경로별 세부 유입원인

표 112. 유입 경로별 세부 유입원인 분석

| 구분 | 세부 유입 원인 | | 양성농가수(백분율) | |
|----------------|-----------|----|------------|-----------|
| | | | | |
| 철새 | 소 계 | | | 37 18.3% |
| | 철새 | 25 | 67.6% | |
| 가축이동 | 야생조수류 | 12 | 32.4% | |
| | 가축이동 | | | 10 5.0% |
| 차량 | 소 계 | | | 60 29.7% |
| | 사료차량 | 28 | 46.7% | |
| | 왕겨차량 | 13 | 21.7% | |
| | 입식차량 | 5 | 8.3% | |
| | 출하차량 | 3 | 5.0% | |
| | 외부차량 | 4 | 6.7% | |
| | 분뇨차량 | 2 | 3.3% | |
| | 종란배송차량 | 5 | 8.3 | |
| | | | | |
| 축주 및 농장 출입자 | 소 계 | | | 62 30.7% |
| | 축주(종사자) | 54 | 90.0% | |
| | 축산관계자 모임 | 4 | 6.7% | |
| | 지인 방문 | 2 | 3.3% | |
| | 식란판매상 | 1 | 1.7% | |
| | 컨설턴트 | 1 | 1.7% | |
| 인근전파 | 인근전파 | | | 26 12.9% |
| 계열관리 | 계열관리자 | | | 4 2.0% |
| 남은 음식물 | 남은 음식물 급여 | | | 3 1.5% |
| 합 계 | | | | 202 100 % |

③ 축사 내 유입경로 추정

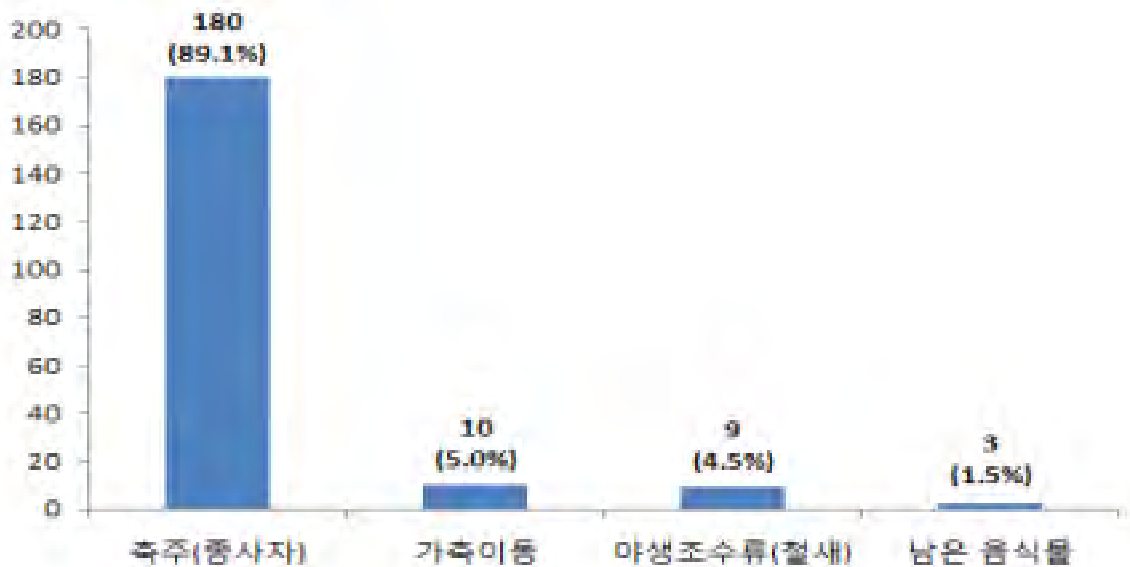


그림 241. 발생농장의 축사내로 유입경로 추정

다. 국내의 HPAI 관련 방역시스템 현황

(1) 국내 HPAI 관련 방역 시스템 현황

농림축산식품부는 고병원성조류인플루엔자 발생사실을 공표하고, 살처분 범위 및 예방접종 여부, 방역인력 동원계획, 소독약 공급계획 등 종합적인 방역대책을 수립·시행한다. 살처분·이동제한 등 고병원성조류인플루엔자 방역대책으로 인한 농가의 피해를 지원하기 위한 대책을 수립·시행한다. 축산농가를 대상으로 이동제한지역 내 축산농가가 지켜야 할 주의사항, 주요 증상 및 이상증상 발견 시 신고요령 등을 홍보한다. (축산농가 당부사항 참조)

농림축산검역본부장의 조치사항은 검역본부에 고병원성조류인플루엔자 방역대책 상황실을 설치·운영하며, 상황실에 종합상황반, 역학조사반, 정밀진단반, 검역대책반 등을 두어 업무를 분장시키되 유기적으로 협조하도록 한다. 중앙역학 조사반으로 하여금 발생원인, 유입 및 전파경로 등 역학조사 및 분석을 실시하도록 한다. 검역본부장은 필요한 경우 대학교수 등 민간전문가와 생산자단체 대표 등으로 중앙역학조사위원회를 구성하여 자문을 받는다. 국내 최초 유입시기, 유입경로 및 발생농장 밖으로의 전파가능성 등을 파악하기 위하여 발생농장의 출입자, 출입차량 및 가축이동 상황 등에 대한 역학조사 및 추적을 실시한다. 국내유입경로 조사 및 분석을 위해 필요한 경우 국내에 도래하는 야생철새에 대한 예찰계획을 수립하고 정밀진단반과 협조하여 예찰을 실시한다.

시·도지사의 조치사항은 고병원성조류인플루엔자 방역대책본부를 설치·운영하고 종합상황반, 방역대책반, 유통수급반, 행정지원반, 홍보반 등을 두어 비상 방역업무를 분장하여 유기적으로 협조하도록 한다. 시장·군수에게 방역지역을 설정하여 사람·차량·동물 등의 이동통제 및 살처분, 소독 등 방역업무를 수행하도록 지시하고, 시·도가축방역기관장에게 방역기술을 지원하도록 지시한다. 시·도지사는 해당 시장·군수 또는 시·도 가축방역기관장에게 경계지역 안의 감수성 동물에 대한 전화 등을 통한 예찰을 실시하도록 지시한다. 경계지역 안의 감수성 동물에 대하여 환축의 발생사실이 공표된 날부터 3일내에 전화 등을 통한 예찰을 완료한다. 또한 사람·차량·가축 및 축산물 등의 출입·이동을 통제하기 위한 통제초소의 운영, 가축의 살처분·매몰 등 방역조치를 위하여 지방경찰청 및 발생지 관할 군부대에 방역인력의 지원을 요청한다. 방역지역 내 고병원성 조류인플루엔자 전파 가능성이 있는 야생동물 및 설치류에 대하여는 살처분 또는 구서대책을 수립·시행한다. 오염·위험지역 및 경계지역 내 이동제한 및 방역실시에 따른 사료·가축분뇨·알·식육·부산물 처리대책을 수립·시행한다. 위험지역 및 경계지역 내 가축의 출하 도축장을 지정하고 농림수산식품부장관의 지시가 있는 경우 축산물의 수매 등을 실시한다. 위험지역 내 사료공급차량은 고정 배치하여 운행토록 하여야 한다. 시·도 가축방역기관장은 시·도 역학조사반으로 하여금 중앙역학조사반과 공동으로 발생농장에 대한 역학조사를 실시하도록 한다. 병원체의 오염우려가 있는 축사, 장비 등에 대하여 소독을 실시하고, 소독이 용이하지 않거나 폐기하는 것이 유리할 것으로 판단되는 물품 또는 시설물 등은 매몰 등 폐기 처분한다. 소독은 청소·세척 및 소독요령에 따라 철저히 이루어지도록 한다. 폐기 처분 시에는 병원체가 외부로 유출되지 않도록 하여야 한다. 농장의 지면을 확인할 수 있는 축적을 적용한 지도를 이용하여 오염지역 (500m이내)·위험지역 (반경500m~3km)·경계지역 (반경3~10km)의 방역지역을 설정, 방역지역 내 감수성 동물 (오염지역 안에서 사육되는 돼지를 포함)의 소유자 등에게 이동제한을 명하고 조류 인플루엔자 방역 실시 요령 방역조치를 한다. 해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 위험지역의 범위를 시·도지사와 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다. 해당지역의

축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 경계지역의 범위를 시·도지사와 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다.

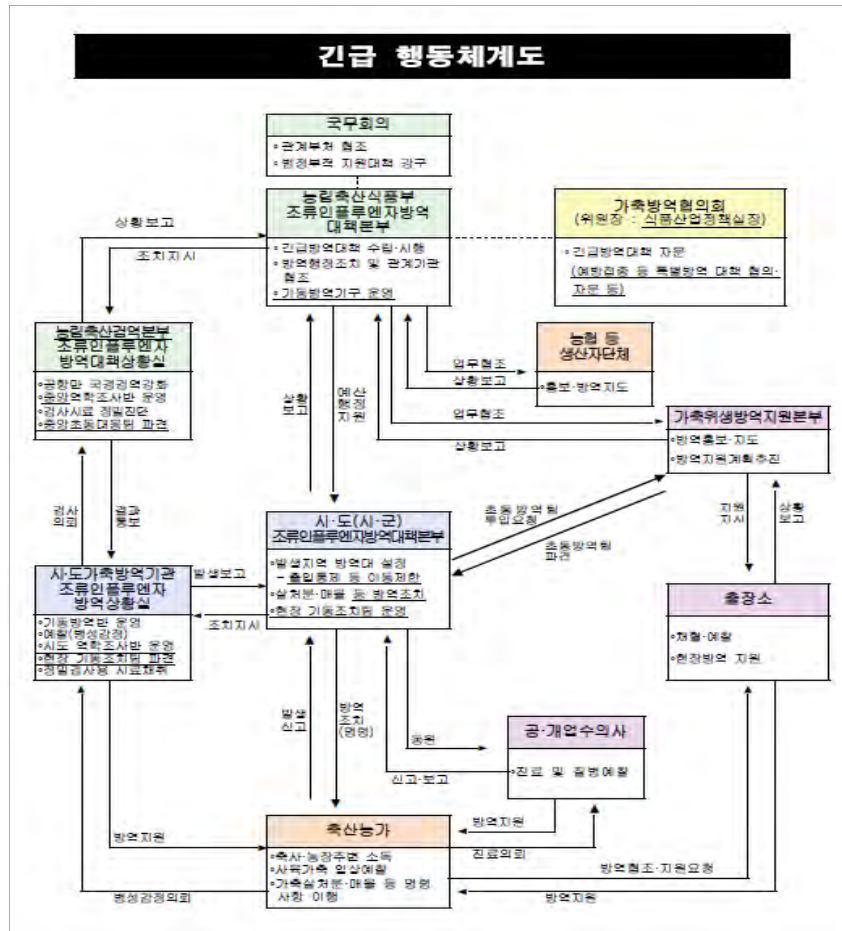


그림 242. 국내 HPAI발생시 긴급 행동체계도

(2) 국외 HPAI 관련 방역 시스템 현황

(가) 일본

일본은 79년만에 처음으로 고병원성 조류인플루엔자가 2004년에 발생 하였으며 당이 4개의 농가가 H5N1로 확인되었다. 이후 2005년에 41개의 농가가 H5N2로 확인 되었으며 2007년에 다시 H5N1 타입의 조류인플루엔자가 재발 하였다. 이후에도 지속적으로 발생하고 있는 상황이다 (OIE).

HPAI 발생시 2011년 10월 1일 농림수산업 장관이 공표한 “고병원성 조류 독감 및 저병원성 조류독감에 관한 특정가축전염병 방역지침”에 따라서 대응을 정한다. 본 연구 팀에서는 국내 방역 법령에 대한 개선안을 찾기 위해서 국내 HPAI 지침과의 차이점에 대해서 살펴보았다.

발생 예방 및 발생 시에 대비한 사전 준비 부분에서 도도부현 (우리나라 시도군)급에서 대처 방안 중 가금 소유자의 방역 의식을 향상시키기 위해서 100마리 이상 가금 소유자를 대상으로 정기적으로 (원칙적으로는 1년에 1회 이상) 출입 검사 및 연수회 개최, 담당 수의사로부터 사양 위생관리 상황을 정기적으로 도도부현에 보고를 받는다.

발생 예찰을 위한 감시에서도 야생조류가 날라 다니는 주변 농가, 개량 형 사양농가 등, 다

른 곳들과 비교했을 때 위험성이 높은 농가들 중에서 한 가축 보건 위생소 당 3 농장을 선별하여 매달 1회 검사를 실시하며, 당 농장 검사를 실시하는 가축 방역원은 사양 가금 임상검사, 및 최저 10마리를 대상으로 기관 swab, cloaca swab, 혈액 및 사망 가금 장기를 검체로 채취하게 된다.

야생 가금류 이외의 조류 중 고병원성 조류독감 감염이 확인된 경우 ① 해당 조류 (시체 포함)를 확보한 장소 또는 해당 조류를 사양하던 장소 소독 및 통행제한, 차단 ② 발생 지점을 중심으로 반경 3 km 이내의 구역 내 농장 (가금을 100마리 이상 사양하는 농장에 한함)에 대해 신속한 출입검사를 하며 이 경우 사망률 증가, 산란율 저하 등 이상이 있는지, 사양위생관리기준을 준수하고 있는지 확인을 하게 된다.

발생 농장에 있어서 방역 조치로는 도살이후 소각 또는 매각이 주를 이루며, 가금 축사 및 시설의 소독은 도살 종료 후 1주일 간격으로 3회 이상 실시한다. 방역 작업에 종사한 사람들은 7일간은 발생 농장 이외의 조류에 접촉 금지를 시키며, 환축 또는 의심 환축이라 판단되는 경우 72시간 이내에 소각 또는 매각을 하게 된다.

제한 구역 설정의 경우 고병원성 조류 독감의 경우 이동 제한 구역은 원칙적으로 발생 농장을 중심으로 반경 3 km 이내 구역에 대해 가금 등의 이동을 금지하게 된다. 만약에 발생 농장 감염 상황에 대해 통보가 늦은 것이 명백하며, 감염이 확대되었다고 의심될 경우 반경 10 km 이내 로 구역을 설정하게 되며 필요에 따라서는 10 km 이상으로 제한구역을 설정을 확대할 수 도 있다. 가금축산물 운반 제한 구역으로는 원칙적으로 반경 10 km 이내 이동제한 구역에 외접하는 구역이 되며, 식용 처리장에서 발생한 경우 해당 처리장을 중심으로 반경 1 km 이내를 이동제한구역으로 설정하게 된다.

저병원성 조류 독감의 경우 이동 제한 구역은 발생 농장을 중심으로 반경 1 km 이내로 지정되며 만약에 발생 농장 감염 상황에 대해 통보가 늦은 것이 명백하다고 판단되며, 감염이 확대되었다고 의심될 경우 반경 5 km 이내로 구역을 설정한다. 필요에 따라 5 km 이상으로 제한 구역을 설정할 수 있다. 운반 제한 구역은 원칙적으로 반경 5 km 이내 이동 제한 구역에 외접하는 구역으로 한다.

이러한 제한 구역은 상황에 따라서 변경 될 수가 있는데 발생 상황 및 주위 농장 청결이 확인되어 감염이 축소될 것이 명백해 졌을 경우 동물 위생과 와 협의 하에 고병원성 조류독감에서는 반경 3 km, 저병원성 조류독감에서는 반경 1 km 까지 이동 제한 구역 축소가 가능하다. 제한 구역 해제는 고병원성 조류독감의 경우 이동 제한 구역 이동 제한 구역 내 모든 발생 농장 방역 조치가 완료 후 10일 후에 청정성 확인 검사를 하여 모두 음성임을 확인하거나 이동 제한 구역 내 모든 발생 농장 방역 조치가 완료 후 21일이 경과했을 때 이며 이는 저병원성도 동일한 절차를 따른다.

일 본

[고병원성 조류 독감 및 저병원성 조류독감에 관한 특정가축전염병 방역지침]

2011년 10월 1일 농림수산업 장관 공표

제2 발생 예방 및 발생 시에 대비한 사전 준비

2 도도부현(우리나라 시도군) 대처 방법

- 가금 소유자의 방역 의식을 향상시키기 위해서 100마리 이상 가금 소유자를 대상으로 정기적으로 (원칙적으로 1년에 1회 이상) 출입검사 및 연수회 개최, 담당 수의사로 부터 사양 위생관리 상황을 정기적으로 도도부현에 보고

제3 발생 예찰을 위한 감시

1. 정점(定点) 모니터링

- 야생 조류가 날라 다니는 주변 농가, 개방형 사양 농가 등, 다른 곳들과 비교했을 때 위험성이 높은 농가들 중에서 한 가축 보건 위생소 당 3 농장을 선별하여 매달 1회 검사를 실시
- 해당 농장 검사를 실시하는 가축 방역원은 사양 가금 임상검사, 및 최저 10마리를 대상으로 기관 swab, cloaca swab, 혈액 및 사망 가금 장기를 검체로서 채취
- 도도부현은 채취한 검체에 대해 바이러스 분리 검사 및 혈청항체검사를 실시

2. 강화 모니터링

- [모니터링 검사 방법]: 닭 검사 시 ELISA를 이용한 검사, 양성인 확인되었을 경우 동일 혈청에 대해 agar gel immune-diffusion 에 따른 검사를 실시
- 닭 이외의 가금을 검사할 경우 agar gel immune-diffusion 검사 실시
- 사양 수 100 마리 이상 (타조의 경우 10 마리 이상)의 농장을 대상으로 95% 신뢰도에 10% 감염을 적발할 수 있는 수의 검사 농장을 무작위로 선정, 개층 별 무작위 추출

5 야생 조류 등에서 감염이 발견되었을 경우 대응 등

- 야생 가금류 이외의 조류 중 고병원성 조류독감 감염이 확인된 경우 다음 조치를 취함
 - ① 해당 조류 (시체 포함)를 확보한 장소 또는 해당 조류를 사양하던 장소 소독 및 통행제한, 차단
 - ② 발생 지점을 중심으로 반경 3 km 이내의 구역 내 농장 (가금을 100마리 이상 사양하는 농장에 한함)에 대해 신속한 출입검사 (사망률 증가, 산란율 저하 등 이상이 있는지, 사양위생관리기준을 준수하고 있는지 확인)

제7 발생 농장에 있어서 방역 조치

1. 도살

- 방역 작업에 종사한 날로부터 7일간은 발생 농장 이외의 조류에 접촉 금지

2. 시체 처리

- 환축 또는 의심 환축이라 판단된 후 72시간 이내에 소각, 또는 매각

3. 오염물품 처리

4. 가금 축사 등 소독

- 도살 종료 후 1주일 간격으로 3회 이상 실시

5. 가금 평가

제9 이동제한구역 및 운반 제한 구역 설정

1. 제한 구역 설정

(1) 고병원성 조류 독감의 경우

① 이동 제한 구역

- 원칙적으로 발생 농장을 중심으로 반경 3 km 이내 구역에 대해 가금 등의 이동을 금지
- 발생 농장 감염 상황에 대해 통보가 늦은 것이 명백하며, 감염이 확대되었다고 의심될 경우 반경 10 km 이내로 구역을 설정
- 필요에 따라 10 km 이상으로 제한구역을 설정

② 운반 제한 구역

- 원칙적으로 반경 10 km 이내 이동제한구역에 외접하는 구역

③ 식용 처리장에서 발생한 경우

- 해당 처리장을 중심으로 반경 1 km 이내를 이동제한구역으로 설정

(2) 저병원성 조류 독감의 경우

① 이동 제한 구역

- 발생 농장을 중심으로 반경 1 km 이내
- 발생 농장 감염 상황에 대해 통보가 늦은 것이 명백하며, 감염이 확대되었다고 의심될 경우 반경 5 km 이내로 구역을 설정
- 필요에 따라 5 km 이상으로 제한구역을 설정

② 운반 제한 구역

- 원칙적으로 반경 5 km 이내 이동제한구역에 외접하는 구역

2. 제한 구역 변경

- 발생 상황 및 주위 농장 청결이 확인되어 감염이 축소될 것이 명백해 졌을 경우 동물위생과의 협의 하에 고병원성 조류독감에서는 반경 3 km, 저병원성 조류독감에서는 반경 1 km 까지 이동 제한 구역 축소가 가능

3. 제한 구역 해제

(1) 고병원성 조류독감의 경우

① 이동 제한 구역

- 이동 제한 구역 내 모든 발생 농장 방역 조치가 완료 후 10일 후에 청정성 확인 검사를 하여 모두 음성임을 확인
- 이동 제한 구역 내 모든 발생 농장 방역 조치가 완료 후 21일이 경과 (저병원성도 동일)

-

(나) 미국

① 미국의 AI 방역대책

1997년에 저병원성 조류인플루엔자가 발생 하였으며 2005년까지 미국을 포함한 북아메리카와 더불어 전세계적으로 발생한 저병원성 조류인플루엔자가 지속적으로 발생하였다. OIE의 조사결과를 바탕으로 할 때 미국에서 1997년부터 2014년까지 한차례의 고병원성 조류인플루엔자가 발생했다고 알려져 있다. 이는 2004년에 텍사스주에서 확인된 H5N2의 사례로 약 7천여마리의 닭이 감염되었던 것으로 알려졌다. 하지만 더 이상 전파는 일어나지 않았으며 종결되었다. 최근 2015년 2월, H5타입으로 알려진 고병원성조류인플루엔자가 몇몇 가금류에서 확인되었다(CDC).

미국의 HPAI의 발생시 대책은 미국 농림부 (United States Departure of Agriculture)에서 발간한 고병원성 조류 인플루엔자의 법령과 대응책인 “Highly Pathogenic avian influenza response plan the red book”을 따른다.

미국의 HPAI 대응 전략의 중요 초점은 발생 직 후 첫 72시간동안의 질병 초기 진화에 중점을 둔다. 농가에서 HPAI 바이러스가 확인이 되면 24시간 이내로 농장의 격리를 실시하고, 이동제한과 standstill을 지시하게 된다. 그리고 발생 농가가 위치한 주와 가금 축산 산업체, 농가와와의 거래처 그리고 대중매체 등에 질병의 발생을 알리게 되고 방역을 우선 실시한 이후 추적조사를 시 tracing activities (추적조사)를 실시한다. 그 후 24에서 48시간 이내에는 격리 환경과 이동제한을 평가한다. 그리고 예찰과 추적조사를 계속해서 실시하고, 공공 기관에 알리는 캠페인을 벌인다. 그리고 계속적으로 방역을 실시한다. 질병 발생 48시간에서 72시간사이에는 기존의 업무를 실시하면서, 질병의 발생도와 와 HPAI의 반응성에 대해서 평가하여 어떤 계획을 지속시킬지 결정한다.

살처분 (stamping-out)이 최우선이며 , 살처분 시 나온 분변이나 털과 같은 모든 감염물의 처리 역시 빠르게 처리한다. 질병 발생 24시간 이내에 감염농가 (IP : Infected Premise)에 있는 가금을 최대한 빨리 안전하고 인도적으로 살 처분하며, 주변농가 (CP : Contact Premise)도 또한 최대한 빨리 살 처분 대상이 되어야 한다. 장비가 부족할 경우에는 위험성이 높은 농가부터 우선적으로 살 처분 대상이 되며 이러한 위험성은 역학조사를 바탕으로 판단한다.

HPAI 예찰의 목적은 HPAI 감염농가를 빨리 찾아내서, HPAI발생의 분포와 크기 (extent, size)를 결정하는 것이다. 통제지역 (CA : Control Area) 안에 있거나 밖에 있는 동물과 물품에 대한 정보를 수집하고, 질병이 종료된 후에는 농가에서 질병 청정 (DF: Disease Freedom) 상태라는 것을 증명해야 한다.

표 113. 농가 정의 요약

| 농 가 | 정 의 | 지 역 |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 감염농가 (Infected Premises : IP) | 환축의 임상증상, 실험실 결과, HPAI의 정의, 국제 규격에 따라서 감염농가로 짐작되거나 판단되는 농가 | 감염구역 (Infected Zone) |
| 접촉농가 (Contact Premises :CP) | 감염농가에서 온 가금, 가금축산물, 비생체 접촉 매개물, 사람 등에 직, 간접적으로 노출된 동물이 있는 농가 | 감염구역, 완충구역 (Buffer Zone) |
| 의심농가 (Suspected Premises:SP) | 임상증상으로 통해서 의심이 가는 환축이 있는 농가 | 감염구역, 완충구역, 예찰구역 (Surveillance Zone), 백신구역 (Vaccination Zone) |
| 위험농가 (At-Risk Premises:ARP) | 감수성 있는 환축이 있으나 임상증상이 나타나지 않는 농장으로 허가가 있으면 통제 구역에서 가금이나 축산물의 이동이 가능하다 | 감염구역, 완충구역 |
| 관찰대상농가 (Monitored Premises: MP) | 관찰농가로 감수성이 있는 동물을 운송한 적이 있거나 통제구역 밖으로 물품을 이동시킨 적이 있는 농가로 위험농가 역시 관찰대상 농가가 될 수 있다. | 감염구역, 완충구역 |
| 청정 농가 (Free Premises : FP) | 제한구역 밖에 위치한 접촉농가나 의심농가가 아닌 농가 | 예찰구역, 청정지역(Free Area) |
| 백신 농가 (Vaccinated Premise: VP) | 긴급백신이 투여된 농가 | 방지백신구역 (Containment Vaccination Zone) 보호백신구역 (Protection Vaccination Zone) |

미국은 농가를 여러 가지로 구분 한다. 먼저, 감염 농가는 여러 검사들을 통해서 감염이 확인된 농가이다. 그리고 접촉 농가는 감염 농가로부터 동물, 동물 상품, 비 생체 접촉 매개물, 사람에 노출되었거나 HPAI에 노출된 듯한 감수성이 있는 동물이 있는 농가이다. 의심 농가로 접촉농가의 전 단계로 HPAI로 의심되는 임상증상을 갖고 있는 동물이 있는 농가이다. 위험농가는 감수성이 있는 동물이 있지만 HPAI에 맞는 임상증상을 갖고 있는 감수성이 있는 동물은 없고, 이 농장만이 관찰대상이 될 수 있다. 관찰대상농가는 감수성이 있는 동물을 운송한 적이 있거나 제한구역 밖으로 물품을 이동시킨 적이 있는 농가이다. 청정농가는 제한구역의 밖에 있는 농가로 HPAI에 걸리지 않았고, 접촉농가나 의심농가가 아닌 농가를 의미한다. 백신농가는 긴급하게 백신을 투여한 농가를 의미한다.

표 114. 구역(Zone) 과 지역(Area)의 정의

| 구역 / 지역 | 정 의 |
|------------------------------|------------------------|
| 감염구역 (Infected Zone: IZ) | 감염농가를 둘러싸고 있는 구역 |
| 완충구역 (Buffer Zone: BZ) | 감염농가나 접촉농가를 둘러싸고 있는 구역 |
| 통제지역 (Control Area: CA) | 감염구역과 완충구역을 통틀어서 일컫는 말 |
| 예찰구역 (Surveillance Zone: SZ) | 통제지역의 경계선을 둘러싸고 있는 구역 |
| 청정지역 (Free Area: FA) | 어떤 통제지역에도 포함되지 않는 구역 |
| 백신지역 (Vaccination Zone: VZ) | 긴급 백신을 투여한 지역 |

미국은 구역을 여러 개로 나누어서 관리 감독에 용이하게 되어있다. 먼저, 감염구역은 감염 농가 주위의 구역을 뜻하는 말이다. 완충구역은 감염농가 또는 접촉 농가를 둘러싸고 있는 구역이며 통제지역은 이 둘을 합쳐서 부르는 말이다. 예찰구역은 통제지역의 의 경계선을 따라서 존재하는 구역이며 청정지역은 통제지역에 포함하지 않는 지역, 백신지역은 긴급백신을 투여한 지역으로 이차적인 지역 설정을 따른다.

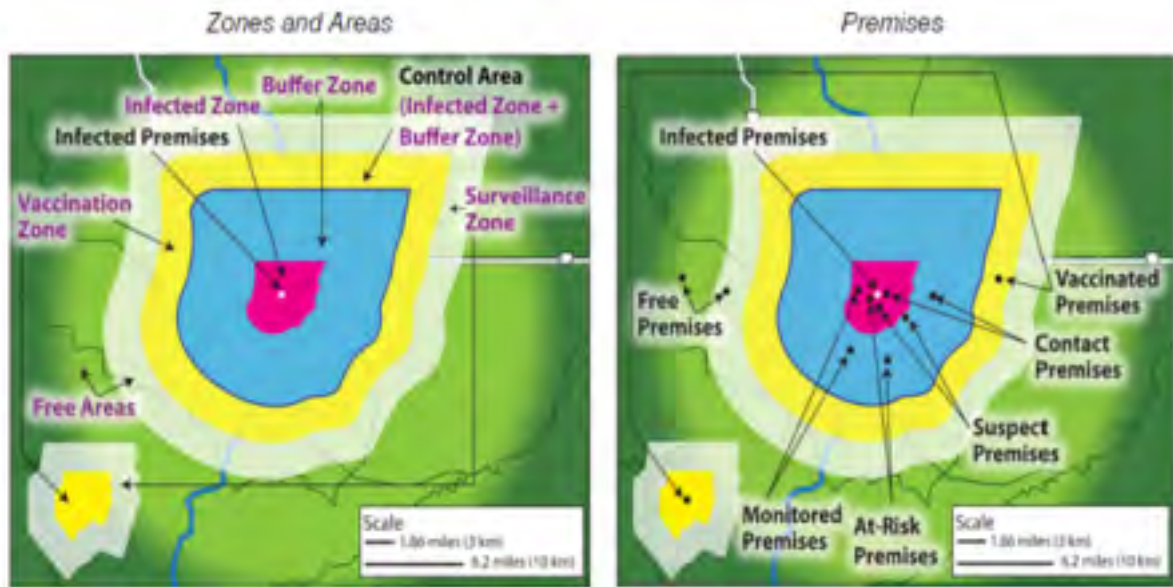


그림 243. HPAI 질병 발생시 구역(Zone), 지역(Areas), 농가(Premises)에 대한 예시

지역과 구역을 정하는 기준은 다음과 같다. 감염지역으로 확진된 감염농가 에서 최소한 3km 까지를 설정하게 된다. 이 지역은 발생이 지속되는 동안 계속해서 재정립시켜야 한다. 완충지역은 감염지역로부터 최소한 7km를 설정하게 된다. 감염지역과 마찬가지로 발생이 지속되는 동안 계속해서 재정립시켜야 한다. 통제구역은 감염농가로부터 최소한 10km를 설정하게 된다. 역학적인 요인을 고려하게 된다 마지막으로 예찰구역은 최소한 10km를 설정하게 되지만 더 클 수도 있다.

② 미 농무부 2016년 고병원성 AI 대비계획 (2016.1.11.)

㉠ 배경

미국 고병원성 AI는 2014.12월~2015.6월 21개주에 걸쳐 상업용 (commercial), 소규모 (backyard), 야생 및 포획된 야생 가금에서 확인된 바가 있다. 상업용 가금 (commercial poultry)에서 9개주/211건, 소규모 가금 (backyard poultry)에서 11개주/21건이 발생하였다. 7천5백만 수의 칠면조, 4억2천백만 수의 산란계/1년 미만의 어린 닭 (pullet chicken)이 살처분되고, 9억5천만분의 연방세금이 사용되었다. 2014.12월~2015.6월 발생에는 미 대륙을 종단하는 4개 철새이동경로 (fly way) 중 Atlantic flyway를 제외한 3개 flyway를 따라 발생하는 양상을 보인 바 있으나, 앞으로는 Atlantic flyway에서도 발생할 것으로 예상된다.

* ① Pacific flyway, ② Central flyway, ③ Mississippi flyway, ④ Atlantic flyway

㉠ 주요 내용

(1) 재발생 차단 또는 감소

(가) 농장 차단방역 개선

차단방역 (Biosecurity)에는 ① 건물 구조상으로 얻어지는 차단방역 (Structural Biosecurity)와 ② 농장 내 절차 준용으로 얻어지는 차단방역 (Operational Biosecurity)가 있으며, 지난 AI 발생 관련 강화된 차단방역은 후자였다. Operational Biosecurity에는 ① 축사 입구에 부츠 세척 장소 제공, ② 방문자 차량 통제 등이 포함되어 있다.

고병원성 AI의 최초 유입은 야생철새에 의하여 이루어졌으나, 그간 역학조사 결과 확인된 잠재적 위험 인자는 ① 농장간 기구의 공유, ② 작은 야생철새의 축사 출입, ③ 감염농장에 인접, ④ 폐사 가금류의 랜더링 이었다. 따라서 각 농장주는 농장 상황에 맞는 차단방역 계획을 수립하여야 한다.

또한 동식물 위생 검사청 (APHIS)은 교육자료 및 농장 차단방역 자가 평가 체크리스트를 APHIS 및 U.S. Poultry and Egg Association 홈페이지에 게시하였고, 수시로 업데이트할 예정이다.

(나) 조기경보체계 구축을 위한 야생조류 예찰 강화

미 농무부 (USDA), 내무부 (Department of Interior), 미국 지리조사 (U.S. Geological Survey), 내무부 산하 어류 및 야생 서비스 (DOI Fish and Wildlife Service) 및 각 주 자연 자원부 (State departments of natural resources)가 합동으로 2015.7월부터 연간 4만수 이상의 야생철새를 대상으로 시료를 채취하여 예찰을 실시할 계획이며, 예찰 결과는 APHIS 홈페이지에 주 (week) 단위로 업데이트할 예정이다.

(2) 대비책 강화

(가) 주 및 관련 업계 대응 역량 강화

APHIS는 관련 업계가 농가 ID의 사용을 증가시켜 APHIS의 비상 데이터 베이스 (Emergency Management Response System, EMRS)에 이를 입력하여 방역조치가 효율화될 수 있도록 협조를 당부하였다.

(나) 발생 시 효율적인 인력 배치 능력 증가

비상사태 자금을 확보한 결과 발생시 350명의 수의사와 방역사 (animal health technician) 및 행정 보조 인력을 고용할 수 있다.

(다) 방역 인력에 대한 훈련, 안전, IT 지원 강화

방역조치에 참여하는 인력을 대상으로 훈련, IT 지원을 강화하며 인체감염과 관련하여 인력 동원 기간 및 동원 해제 후 10일까지 인플루엔자 특이 증상을 보이는지 모니터링 한다.

(라) 살처분 및 폐기 역량 개선

APHIS는 대규모 살처분에 대비하여 ① 대규모의 이동식 살처분/처리 기술을 보유한 회사와 계약을 체결하고, ② 미국 내 가금사육통계를 연구하여 랜더링, 매몰 및 소각시설을 지도화한 단순한 자동 선택 도구를 개발하였으며, ③ 주정부로 하여금 살처분·폐기 능력을 평가하여 미국내 가금 업계에서 널리 사용되는 여러 옵션을 고려토록 하였다.

(마) 장비와 보급품 비축량 증대

연방정부는 국가 수의 비축 (The National Veterinary Stockfile, NVS)에 소독제, 유출 방지턱 (spill berm), 압력 세척기, 운송 가능/접이식 탱크, 분사기 및 스펀지 등을 보유하고 있다. 또한 개인 보호 장구는 하루 6회 교체하는 조건으로 1,500명의 방역 인력이 60일간 사용할 수 있는 물량을 비축하였으며, 주정부도 연방정부와 유사하게 장비와 보급품을 구비하도록 촉구하였다.

(바) 진단 실험실 대응 체계 강화

미국 전역에 걸쳐 위치한 57개소의 NAHLN(National Animal Health Laboratory Network) 소속 실험실은 고병원성 AI에 대한 PCR검사를 수행토록 승인받아 8시간 근무체제로 하루 3만 건의 시료를 검사할 수 있다. 이는 고병원성 AI 발생 시 검사량을 증가시킬 수 있다.

(사) 예방과 대응에 있어 Zoological community 협조

APHIS는 동물원 및 수족관 연합회 (The Association of Zoos and Aquariums)와 공동으로 『동물원에서 고병원성 AI 발생시 대응 계획 (The HPAI Outbreak Management Plan for Zoos)』을 마련하였다.

* Zoological facility : 동물원, 야생동물보호지역, 연구소, 복원소, 훈련소 또는 포획상태의 야생동물이 있는 모든 시설

(아) 대중과 소통강화

APHIS/Legislative and Public Affairs (LPA)는 APHIS 및 USDA 내부의 홍보담당자 (Public Information Officer, PIO)를 재배치하여 각각의 방역 대응 팀 (Incident Management Team, IMT)에 추가하였다. 또한 홍보담당자를 대상으로 표준 행동 요령 (Standard Operating Procedure) 및 시의적절한 훈련 등을 제공하였다. APHIS/Legislative and Public Affairs(LPA)는 가금 사육농가를 대상으로 고병원성 AI 관련 자료 (첨부 1. 고병원성 AI -

방역 조치 가이드)를 배포하고, 차단방역의 중요성에 대한 특별 캠페인을 실시하였다.

(3) 방역 역량 향상 및 절차 간소화

(가) 과거 방역조치의 영향 평가

APHIS는 질병 전파 모델에 과학 및 경제적 데이터를 입력한 결과, 지난 발생시 살처분과 폐기가 최고의 속도와 효율을 보이고, 향상된 검출과 차단방역이 수반되었다면 사육농가의 경제손실은 37% 그리고 보상금은 78% 감소하였을 것으로 추정하였다.

(나) 감염농장 검출 속도 향상

(2015년 사례) : (초기) 고병원성 AI에 대한 방역조치는 APHIS 산하 NVSL (National Veterinary Services Laboratories)의 확진 이후에만 가능→ (후반) 주 최초 발생건이 APHIS NVSL에서 확진된 이후 추가발생건은 주내 NAHLN (National Animal Health Laboratory Network) 소속 연구실의 양성 판정시 살처분 조치 가능토록 변경하였다.

(2015년 가을 고병원성 AI 대응 계획) 주내 최초 발생건을 포함하여 NAHLN (National Animal Health Laboratory Network) 소속 연구실의 양성 판정시 살처분 조치 가능토록 변경하였다. 또한, 업계 종사자가 아프거나 죽은 가금류 시료에 대하여 신속 진단 키트 (rapid on-farm HPAI test: Antigen Capture Immunoassay)를 적용한 결과 양성 시 의심축으로 규정하여 연방 및 주정부의 동의를 받아 출입 차단 및 살처분을 실시하도록 변경하였다. 그리고 모든 NAHLN (National Animal Health Laboratory Network) 소속 연구실 및 신속 진단 키트 (rapid on-farm HPAI test) 결과는 APHIS NVSL에서 재차 확진되어야 한다.

(다) 예비 진단 24시간 이내 살처분 실시

과학적 자료에 기초하여, APHIS, 주 그리고 업계는 고병원성 AI 진단 이후 24시간 이내 살처분이 질병 전파 위험을 최적으로 감소시킨다고 동의하였다. 표준 방법 (foaming, CO₂: 이산화탄소를 이용한 살처분)이 가장 선호되나, 이 방법이 24시간 목표를 맞추지 못 할 경우 현장에 있는 연방, 주 및 업계의 추천을 받아 APHIS의 National Incident Commander가 사례별로 환기장치 폐쇄를 이용한 질식사를 승인할 것이다.

(라) 감염농장의 바이러스 제거를 위한 청소 및 소독 강화

과거 “classical wet cleaning and chemical disinfection”으로부터 2015년 봄·여름 경험에 기초하여 “dry cleaning and subsequent heating”이 효율적이고 비용을 절약하는 방법임을 알게 되었다. 감염 시설을 100~120°F (약38~49°C)로 7일간 (최소 이중 3일은 연속 실시) heating시 고병원성 AI 바이러스 제거 가능하다. 또한, “chlorine dioxide gas disinfection”도 하나의 대안이 될 수 있다.

(마) 보상금, 폐기, 바이러스 제거 활동비용의 지불 간소화

APHIS는 HPAI 보상금으로 시장 가격의 100%를 지불하며, 정기적으로 계산에 사용되는 현재 시장가격을 업데이트하였다. 현재 APHIS는 고병원성 AI 방역조치 상 실제 소유자와 계약 사육자가 보상금을 나누는 것을 허용하지 않으나, 저병원성 AI과 유사하게

나누는 것을 허용하는 잠정 규칙 안을 작성 중에 있다. 2015년 고병원성 AI 발생 시 청소 및 소독 비용의 변제 산정이 어려웠다. 특히 케이지에서 사육하는 산란계의 경우 바닥에서 사육하는 농가에 비하여 청소비용이 월등히 많이 소요되었고, 청소 상태가 좋지 않거나 일상적인 관리가 전혀 이루어지지 않은 경우도 있었다. 따라서 APHIS는 바이러스 제거 조치에 대하여 고정 보상금 (flat rate reimbursement)을 도입할 계획이나, 바이러스 제거 조치 일환으로 사육을 중단하는 경우에는 지급하지 않는다. 과거에는 바이러스 제거 조치 후에 송장과 “협력 준수 협정 (cooperative compliance agreement)”을 제출하여 변제 받는 형태로 특히 “협력 준수 협정”의 체결 때문에 지불 시간이 지연되었었다. APHIS는 향후 발생시 “dry cleaning and subsequent heating”에 적합한 업체 목록을 발표할 예정이며, 농장주는 이를 스스로 하거나 업체와 계약을 맺어 할 수 있다. Dry cleaning의 종료시 APHIS-VS는 농장을 검사 후 subsequent heating을 승인하여 재입식 속도를 높일 것이다.

고정 보상금 (flat rate reimbursement)은 ① 축사 준비 (barn preparation), ② Dry cleaning, ③ Heating 에 기초하여 아래와 같이 산출됨:

- 칠면조 : 마리당 \$3.55
- 산란계 : 마리당 \$6.45
- 육 계 : 마리당 \$1.15

(지난 AI 발생시 육계 발생사례가 없는 관계로 육계와 유사하게 축사 바닥에서 사육하는 칠면조 경우를 산정하여 업계 평균에 기초하였다.)

고정 보상금은 VS 1-23양식을 통해 신청 시 계획이 확정된 이후 50%가 지급되고, 두 번째 (최종) VS 1-23양식에 서명이 되고 환경검사 시료에 대한 실험실 검사결과가 음성으로 판정시 나머지 50%가 지급된다. 추가로, APHIS는 고병원성 AI가 돼지와 살아있는 가금 시장에서 발생 시 대응계획을 작성 중에 있다.

또한, APHIS는 FSIS와 공동으로 Infected Zone/Controlled Area내 FSIS 검사 작업장에서 고병원성 AI가 발생하는 경우와 임상증상을 보이는 가금이 도축 작업장이나 수송중 확인될 경우의 협조체계를 점검하고 있다.

* ① Infected Zone : 발생농장 반경 3Km, ② Buffer Zone : 발생농장 반경 7Km, ③ Controlled Area : 발생농장 반경 10Km

(바) Control Zone에 대한 예찰 계획 개정

이동제한 해제 직전까지 수행되는 소규모 가금 사육 농가에 대한 일상적인 검사 횟수가 감소된다.

(4) 고병원성 AI 백신 사용 대비

2015.6.3. 미 농무부는 당시 발생하는 고병원성 AI strain에 적합한 백신이 없고 국제 무역에 미치는 부정적 영향을 고려하여 백신을 방역조치의 일환으로 사용하지 않을 계획임을 발표하였다. 그러나, APHIS는 2015.8.17./11.20 백신제조업체를 대상으로 EA (Eurasian) H5형 고병원성 AI 백신 생산·개발·공급을 요청한 바 있으며, 현재까지 2개 업체 (언론보도에 따르면, Iowa Ames의 Harrisvaccines 및 France Libourne의 Ceva Sahnet Animals SA)와 구

매 및 비축을 위한 계약을 맺었다. 미 농무부의 백신 관련 입장은 첨부 2. (고병원성 AI 및 백신사용 - Factsheet)에 제시되어 있다.

* 특히 백신 접종군(칠면조 및 산란계)에 대한 예찰 요건 중 실험실 검사 등 상세내용은 별첨 3. “Policy and Approach to HPAI Vaccination”을 참고

첨부 2. 고병원성 AI 및 백신 사용(Fact Sheet)

(1) 고병원성 AI 백신 사용 결정

APHIS는 현재 백신 사용을 허용하고 있지 않으며, 사용 이전 ① 향후 고병원성 AI 발생 범위 및 전파율 (방역활동의 효과 포함), ② 발생한 가금류 사육 농가 종류, ③ 국내 시장 및 해외 공급 및 시장에 미치는 잠재적 영향, ④ 해외 수출에 미치는 영향, ⑤ 백신의 효능 및 사용 가능성을 고려할 것이다. 현재 APHIS는 백신 사용을 결정하기 위한 ① 백신 허가 검토, ② 허가된 백신 비축, ③ 환경에 미치는 영향 평가 등을 진행하고 있다. 향후 고병원성 AI 발생 시 백신을 사용한다 하여도, 이는 부가적인 수단일 뿐 APHIS는 차단방역, 예찰, 신속한 살처분 등에 집중할 예정이다.

※ 백신 사용 목적은 전파율을 줄이고, 폐사율을 낮추는데 있음

(2) 사용 가능한 고병원성 AI 백신

지난 2015년 미국에서 발생한 고병원성 AI에 적합한 백신이 없는 관계로, 연구자들과 백신 제조업체들은 2015년 발생 HPAI 주 (strain)로 백신을 개발하여 효능을 연구 중에 있다. 사용할 고병원성 AI 백신은 관련 법령 (Virus-Serum-Toxin Act)에 의거 허가를 받아야 하며, 허가를 받기 위하여는 접종하고자 하는 동물을 대상으로 백신이 평가되어야 한다.

(3) 백신 접종

가금류에 백신은 ① 주사, ② 에어로졸 스프레이(aerosol mist), ③ 음수를 통해 접종될 수 있다. 현재 승인되거나 연구 중인 백신은 모두 주사 형태로서 난접종 또는 병아리 접종도 가능하고, 21일차에 면역이 생성된다. 칠면조는 최소 1회, 산란계는 2회 이상 부스터(booster) 접종이 필요하나, 육용계는 40일령까지만 키워 부스터(booster) 접종이 필요하지 않다.

(4) 백신의 한계

백신은 임상증상 및 폐사를 감소시키지만, 감염 자체 또는 감염 시 바이러스 배출을 막을 수 없고, 다만 바이러스 배출량을 줄여 새로운 지역으로 전파를 감소시킨다. 생산농가는 고병원성 AI백신을 직접 구매할 수 없을 것이며, 미 농무부 및 주(State) 수의사가 백신사용을 허가하여야 백신이 접종 가능하다.

(5) 백신 접종 이후 조치

백신 접종 이후 농가는 주(State) 및 연방 방역관이 허가하여 도축장으로 바로 운반하는 경우를 제외하고는 백신접종지역 밖으로 백신을 접종한 가금류를 이동할 수 없다. 백신접종 가금류 유래 제품은 미국 내에서만 이동이 가능하며 판매된다. 방역관은 백신을 접종한 가

금류 군(flock)을 정기적으로 모니터링하고 검사할 것이다. 이들 군(flock)에서 고병원성 AI를 확인한 즉시 살처분하고, 사육농가에 보상금을 지급할 예정이며, 백신 접종 가금류는 도축·폐사시점까지 계속 추적될 것이다. 백신이 효과가 없다고 판단될 경우, APHIS는 백신의 사용을 재평가할 것이다. 또한 고병원성 AI 박멸 시 백신 사용을 중단하고, 모든 백신 접종 가금류가 도축·폐사 시 APHIS는“백신을 사용하지 않는 고병원성 AI 청정국(HPAI-free without vaccination)”을 재선포할 것이다.

(다) 호주 및 뉴질랜드

공무국외여행 개요

1. 여행국 : 뉴질랜드, 오스트레일리아(호주)
2. 여행목적 : 살처분·이동통제 범위 등 국가 예찰 및 방역시스템 평가와 개선 관련 농기평(ipet)과제 수행을 위한 호주 및 뉴질랜드 전문가 협의 및 관련 자료수집
※ 과제명 : “살처분·이동통제 범위 등에 대한 오리, 닭 등 품목별 현 국가 예찰 및 방역시스템의 평가와 개선방안 연구”
3. 여행기간 : 2015.05.30.~06.06. (8일간)
4. 여행자 인적사항

| 소속 | 직급 | 성명 | 비고 |
|------------------------------|-------|-----|----|
| 농림축산검역본부 동물질병관리부 역학조사과 | 수의연구원 | 문운경 | |
| | 수의연구사 | 정우석 | |

목 차

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. 출장개요 | 1 |
| 1. 추진배경 | 1 |
| 2. 여행 세부일정 | 2 |
| 3. 출장국가 개요 | 2 |
| II. 주요업무 수행사항 | 4 |
| 1. 뉴질랜드 매시대학교 Epicenter 방문 | 4 |
| 2. Ministry for Primary Industries (MPI) 방문 | 8 |
| 3. 뉴질랜드 현지 양계농가 방문 조사 | 10 |
| 4. 호주 Department of Economic Development, Jobs, Transport & Resources 방문 | 14 |
| 5. 호주 멜버른대학교 수의과대학 방문 | 19 |
| III. 결론 및 향후 계획 | 21 |

1. 추진배경

- 농기평(ipet)과제 수행을 위한 호주 및 뉴질랜드 전문가 협의 및 관련 자료수집

○ 과제명 : “살처분·이동통제 범위 등에 대한 오리, 닭 등 품목별 현 국가 예찰 및 방역시스템의 평가와 개선방안 연구”

<세부내용>

- 국내 5차례 발생된 HPAI에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선 방안 마련
 - 현재 수행되고 있는 국내의 HPAI 관련 방역시스템의 현황 분석 및 조사
 - 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 이론적 근거 제시 및 개선안 도출
 - 살처분 후 사후관리 방법에 대한 관리방안 제시
 - 국내 HPAI 전파/확산 요인에 대한 종합적 역학적 평가를 통한 현 방역 시스템 개선안 제시
 - HPAI의 전국적인 전파·확산방지를 위한 실제적인 역학조사와 방역조치가 연계된 HPAI 역학조사요령(안) 마련
- 동물질병 청정국의 이미지로 대표되는 뉴질랜드와 호주는 엄격한 국경검역 및 수준 높은 차단방역 등 국가방역시스템을 높게 평가받고 있음. 이에 동물질병 관리 등 검역 및 방역 분야에서 세계 여러 나라의 롤모델로서 벤치마킹의 대상이며, 특히 수의역학 분야에서는 선도주자로서의 역할을 하고 있음
- 뉴질랜드 메시대학교 Epicenter는 OIE Co-laboratory Lab으로 역학분야 최고 권위 기관으로 인정받고 있으며, 살처분, 이동제한, 예찰, 모델링 등에 대한 선진자료를 수집하고자 함.

2. 여행 세부일정

| 일 자 | 출발지 | 도착지 | 방문기관 | 업무수행 내용 | 비고 |
|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|
| 2015.5.30. (토) | 인천 | | | 이동 | |
| 2015.5.31. (일) | 뉴질랜드 (오클랜드) | 뉴질랜드 (파머스턴 노스) | | 이동 | |
| 2015.6.1. (월) | | 뉴질랜드 (파머스턴 노스) | Massey University 가금사육농가 방문 | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.2. (화) | 뉴질랜드 (파머스턴 노스) | 뉴질랜드 (웰링턴) | Ministry for Primary Industries | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.3. (수) | 뉴질랜드 (웰링턴) | 호주 (멜버른) | The University of Melbourne | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.4. | | 호주 (멜버른) | Department of Economic Development, Jobs, Transport & Resources Biosciences Research Divisions, Department of Primary Industries | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.5. 2015.6.6. | 호주 (멜버른, 시드니) | 인천 도착 | | 이동 | |

3. 출장국가 개요

| | 뉴질랜드 (New Zealand) | 호주 (Commonwealth of Australia) |
|------|-----------------------|-----------------------------------|
| 일반사항 | | |
| 수도 | 웰링턴(Wellington) | 캔버라(Canberra) |

| | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 인구 | 440만명('11) | 약 2,180만명('11) |
| 면적 | 27만㎢ (한반도의 1.2배) | 768만㎢ (한반도의 35배) |
| 인구구성 | 유럽인 68%, 마오리족14%, 아시아계 92%, 폴리네시아인 69% | 앵글로색슨 80%, 유럽 및 아시아계 18%, 원주민(에보리젠) 및 기타 2% |
| 종교 | 성공회(17%), 카톨릭(14%), 개신교(11%) | 기독교 67%, 무종교 26%, 기타 7% |
| 언어 | 영어, 마오리어 | 영어 |
| 정치현황 | | |
| 정부형태 | 의원내각제 - 영국여왕이 국가원수, 총독이 대리 | 입헌군주제(내각책임제) - 영국여왕이 국가원수, 총독이 대리 |
| 의회구성 | 단원제 (임기 3년, 총 121석(국민당 60, 노동당 34, 녹색당 13, 마오리당 3, 기타 11)) | 상하원으로 구성 (상원 76석, 하원 150석) - 여당 : 노동당 (상원 31석, 하원 71석) |
| 주요인사 | 총독 : Sir Jerry Mateparae 총리 : John Key | 총독 : Quentin Bryce 총리 : Julia Gillard |
| 경제현황 | | |
| 총 GDP(US\$) | 1,688억('11) | 14,882억('11) |
| 1인당 GDP(US\$) | 33,456('11) | 64,477('11) |
| 교역(US\$) | 744억('11) -수출 : US\$ 377억, 수입 : US\$ 367억 | 5,149억('11) -수출 : 2,717억불, 수입 : 2,432억불 |
| 경제성장률(GDP) | 2%(추정치)('12) | 2.1%('11) |
| 산업구조 | 3차산업(74%), 2차산업(18%), 1차산업(7%) ※ 농축산업 등 1차산업은 GDP의 약 7%에 불과하나, 총수출입의 50%이상을 차지하는 등 뉴질랜드 경제의 중요한 견인차 역할 담당 | - 1차산업(농업, 광업) 및 3차 산업(금융, 서비스) 비중이 큰 전형적인 선진국형 산업구조 - 제조업이 GDP의 약 8.6%로 취약 ('10) |
| 우리 무역의 관계 | | |
| 입출국자 현황 | 한국인 뉴질랜드방문 : 59,723명('12) 뉴질랜드인 한국방문 : 25,504명('11) | 한국인 호주방문 : 약 27만명('11) 호주인 한국방문 : 약 11만명('11) |
| 교역(US\$, '11) | 25.7억(수출 : 11억, 수입 : 14.7억) | 345억(수출 : 82억/수입 : 263억) |

※자료출처: 외교부 국가 및 지역정보

II

주요업무 수행사항

1. 뉴질랜드 매시대학교 Epicenter 방문

매시대학교 (Massey University, Te Kunenga ki Pūrehuroa)

- 국립종합대학교인 매시대학교는 1926년 뉴질랜드 대학교(University of New Zealand)의 6번째 단과대학으로 Palmerston North에 설립됨.
- 1928년 정식으로 개교하여 지금의 교명인 ‘매시대학교’는 1966년부터 사용하고 있음. 1993년 오클랜드 지역에 Albany 캠퍼스를 세우고, 1999년 웰링턴폴리테크닉을 병합하여 Wellington 캠퍼스를 세웠음.
- 교육기관으로서의 매시대학교는 상경대학, 예술대학, 보건대학, 인문사회과학대학, 과학대학 등 5개의 대학(College)으로 구성됨. 각 대학 안에는 School, Department, Center, Institute 등의 형태로 학부 및 대학원의 전문과정 교육이 실시되고 있고, 각 대학에서는 교육뿐만 아니라 높은 수준의 연구도 수행되고 있음.

Manawatu 캠퍼스

- Palmerston North에 위치한 Manawatu 캠퍼스는 Turitea와 Hokowhitu 라는 두 지역에 캠퍼스가 위치 함. Manawatu 캠퍼스에는 뉴질랜드에서 유일하게 수의학부(Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences (IVABS))가 위치하고 있으며, IVABS는 과학대학(College of Science)에 속해있음.

EpiCentre

- 과학대학의 수의학부에 소속된 EpiCentre는 1998년에 설립되었으며, 초대 소장인 Roger Morris 교수가 은퇴한 후, 2012년 1월에 Tim Carpenter 교수가 소장으로 부임하였음. Tim Carpenter 교수는 미국 캘리포니아대학교 Davis 캠퍼스 (University of California Davis)에서

2. 여행 세부일정

| 일 자 | 출발지 | 도착지 | 방문기관 | 업무 수행 내용 | 비고 |
|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|
| 2015.5.30. (토) | 인천 | | | 이동 | |
| 2015.5.31. (일) | 뉴질랜드 (오클랜드) | 뉴질랜드 (파머스톤 노스) | | 이동 | |
| 2015.6.1. (월) | | 뉴질랜드 (파머스톤 노스) | Massey University 가금사육농가 방문 | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.2. (화) | 뉴질랜드 (파머스톤 노스) | 뉴질랜드 (웰링턴) | Ministry for Primary Industries | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.3. (수) | 뉴질랜드 (웰링턴) | 호주 (멜버른) | The University of Melbourne | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.4. | | 호주 (멜버른) | Department of Economic Development, Jobs, Transport & Resources Biosciences Research Divisions, Department of Primary Industries | 회의 및 자료수집 | |
| 2015.6.5. 2015.6.6. | 호주 (멜버른, 시드니) | 인천 도착 | | 이동 | |

3. 출장국가 개요

| | 뉴질랜드 (New Zealand) | 호주 (Commonwealth of Australia) |
|------|-----------------------|-----------------------------------|
| 일반사항 | | |
| 수도 | 웰링턴(Wellington) | 캔버라(Canberra) |

○ 토론내용

- 국내 HPAI 및 구제역 발생상황 설명
- 이동제한 및 살처분 규정 등 방역관련 토의

- 신규 발생시 방역조치 사항 결정 방법
 - 질병의 신규 발생시 simulation을 통한 SOP를 만들고 만들어진 규정에 따라 실시하여야 하지만 이럴 경우 시간이 너무 많이 걸리기 때문에 현실적으로 어려움, simulation을 통해서 질병발생 즉시 결과를 도출하기는 어려움
 - 따라서 현실적으로는 발생농가 방문 조사 결과를 바탕으로 한 SOP 작성 및 개정 등을 통하여 방역조치사항 결정할 수 밖에 없음

- 예방적 살처분의 결정 기준
 - 발생 농가 인근의 농가에 대한 예방적 살처분을 결정해야 할 경우 검사를 통한 결과를 토대로 결정해야 함
 - 영국의 경우도 발생농가 인근의 농가에 대하여 살처분을 하였으나 검사 결과 양성인 경우가 있었음
 - 검사 시 sampling 방법이 매우 중요하며 sampling 방법을 어떻게 해야 하는 지에 대한 규정이 필요함

- 구제역 신고 장려 방법
 - 한국뿐만 아니라 다른 나라도 신고에 따른 농가의 이익이 없으면 신고를 안함
 - 축산 농가들 자체적으로 신고와 미신고에 따른 질병의 발생 피해정도를 알 수 있게 하여 스스로 선택할 수 있도록 하는 것이 중요함

- 발생농가에 대한 전두수 살처분과 부분살처분 중 선택기준

- 구제역의 경우 백신의 효율에 따라 결정해야 함
 - 또한 감염된 개체의 수에 따라 결정해야 함. 감염된 개체가 몇 마리 안 될 경우 전두수를 살처분 할 필요 없다고 여겨짐
 - 결정을 해야 할 경우 되도록 간단한 방법을 통하여 결정하는 것이 바람직하며 통계적 방법을 이용한 결정은 바람직하지 않음 (정책결정자는 세부사항에 대하여 이해하기 어려움)
- 현재 개발된 경제성 분석 Modeling을 한국에 바로 적용이 가능하가.
 - 정형화된 modeling 방법은 없으며 상황에 따라 수정 보완해야 함
 - 미국의 경우 구제역 모델보다 경제성분석 모델 만들기가 더 어려워 시간이 많이 소요되었음
 - 뉴질랜드의 모델의 경우 질병관련 모델은 한국에 적용가능할지 모르나, 경제성 분석 모델은 나라마다 상황이 다르기 때문에 바로 적용하기는 어려움
 - 뉴질랜드나 미국의 경우 농업의 수출비중이 높기 때문에 한국의 상황과는 다를 수 밖에 없음
 - 한국의 경제학자들을 활용하면 한국 상황에 맞는 모델 개발이 가능할 것으로 여겨짐



그림 3. Epicenter 소장 Tim Carpenter 교수와의 토론

2. Ministry for Primary Industries (MPI) 방문

□ 뉴질랜드 가축방역에 대한 토의

- 뉴질랜드의 가축방역은 1차산업부(Ministry for Primary Industries, MPI)를 중심으로 중앙집권적으로 수행됨. 또한 매시대학교와 많은 분야에서 협력하고 있으며, 매년 워크숍을 개최하여 뉴질랜드의 동물 질병 관련 현안 문제 해결을 위하여 공동의 노력하고 있음

○ 토론자 :

- Andre van Halderen
Principal Adviser, Animal Diseases
Ministry for Primary Industries

- Carolyn Guy
Manager, International Standards
Ministry for Primary Industries

○ 토론내용

- 뉴질랜드에 구제역이 확인되어 구제역 청정국 지위를 상실하면 어떻게 되는가?
 - 구제역이 확인되면 범 정부적 대응이 시작되며, 비상 차단방역 상황이 공포 됨
 - 담당 기관인 MPI는 구제역 대응 플랜에 따라 구제역 발생에 대응함
 - 구제역 청정국의 지위를 가능한 빨리 획득하기 위하여, 이동통제 및 살 처분 등을 통하여 최대한 빨리 바이러스 제거 실시
- 바이러스의 확산 방지 방법
 - 전국 가축의 일시 이동중지 실시 : 감염지역이 어디인지를 확실하게

알기까지 최소 2-3주간 감수성 동물들의 이동을 금지시킴

- 이 조치는 바이러스의 확산을 막는 매우 중요한 조치임
- 이 조치가 충분히 빨리 시행되지 않음으로써 발생하는 결과는 2001년 영국의 발병 사례에서 볼 수 있음
- 영국은 2007년, 네델란드는 2001년 시행 함
- 감염의 특성 파악 (추적조사, 모니터링 감시)
- 감염된 지역에서의 감수성있는 동물들을 모두 살처분 실시 (고위험 감수성 동물들은 질병이 확진되기전에 예방적 살처분 실시)
- 신속한 사체 처리를 통한 질병 확산 방지
- 백신을 하더라도 감염된 동물은 지속적 살처분 필요

- 뉴질랜드에 구제역 발생시 발생 규모에 따른 예상되는 피해규모

- 소규모 발생 (1두 발생, 1일간 지속) : 61억 달러
- 중규모 발생 (52두 발생, 50일간 지속) : 82억 달러
- 대규모 발생 (508두 발생, 191일간 지속) : 162억 달러

- 거시경제학적 영향

- 구제역의 대규모 발생은 뉴질랜드 경제를 불황으로 이끌음
- 대규모 발생시 5년안에 1차산업관련 50,400개의 일자리가 사라짐

- 사육규모 : 135,000수 (육계, 4개동)
 - ※ 뉴질랜드의 4위안에 드는 규모
- 입식 : 오클랜드 부화장에서 초생추 입식
- 출하 :
 - Faxton 소재 도축장 출하
 - 인근에 6개 농장이 있으며 축주는 모두 일가 친척이 운영
 - 매주 농장별로 돌아가며 출하 함
 - 축사별로 일령이 다르며 축사별 All-in All-out 실시
 - 출하시 출하차량 5대와 4명의 상차반 운영
 - 계사 바닥은 콘크리트 형태로 출하 후 청소 및 소독 실시
- 방역사항
 - 출하시 샤워, 차량 소독을 마치고 농장에 오며 농장에서는 별도의 소독 조치 없음
 - 농장입구에 차량 및 대인 소독 장치 없음
 - 2-3주마다 공무원 또는 수의사가 방문하여 교육 홍보 함
 - 도축장에서 매일 도축되는 닭 3마리씩을 수거하여 검사함
 - ※ 시설검사소에 축주부담으로 검사의뢰
- 백신 : 육계에 백신은 하지 않으며 소량의 콕시듐약제를 사료에 첨가하여 급여
- 사양관리
 - 축사에 하루 1회 방문하여 사양관리 및 폐사체 수거
 - ※ 폐사체 : 5-50수/일
 - 계사 아래에 문이있어서 날씨가 좋을 경우 계사밖으로 자유롭게 나와서 활동이 가능함 (계사 밖에는 그늘막 설치)



그림 6. 농장 입구 및 농장 전경.

- 농장입구에 별도의 소독 및 차단 시설은 없으며, 방문자 및 차량에 대한 별도의 방역조치 사항은 없었음
- 최근 타농장 방문 여부 확인 후 농장 진입



그림 7. 출하 후 세척 소독된 축사.

- 바닥이 콘크리트로 되어있고 출하 후 완벽한 청소상태가 확인 됨
- 축사 주변에 버려진 축분 등이 보이지 않을 정도로 청결상태가 유지되었음
- 출하시 마다 축사내 청소 및 소독이 이루어지며, 축분은 자체 소유 인근 밭에 살포 된다고 함



그림 8. 축사 외부로 통하는 문과 밖으로 나온 닭을 위한 그늘막

- 축사는 일령 및 외부 온도에 따라서 외부로 통하는 문이 개폐됨
- 사육 중인 닭들은 문이 열리면 자유롭게 외부로 출입이 가능하며, 외부로 나온 닭들을 위하여 그늘막이 설치되어있어 햇볕을 피할 수 있도록 되어있음
- 이러한 사육 시설은 국내에서 볼 수 없는 형태이며, 사육 중인 닭의 질병예방 및 생산성 향상에 좋은 영향을 미친다고 함



그림 9. 축사 내부에 사육 중인 닭

- 축사는 자동센서 장치에 의하여 적절한 실내 환기가 이루어져 쾌적한 상태를 유지하고 있음
- 축사내의 온도, 습도 등의 상태는 축주의 모바일 폰을 통하여 확인 가능함

4. 호주 Department of Economic Development, Jobs, Transport & Resources 방문

○ 토론자

- Dr. Charles Milne

Chief Veterinary Officer

- Dr. Stephen Tate

Principal Veterinary Officer

- Mark Stevenson

Professor, Veterinary Epidemiology (One Health)

- Simon Firestone

Lecturer in Veterinary Epidemiology and Public Health

□ 호주의 가축방역 조직체계 개요

○ 호주의 행정구역

- 호주의 행정구역은 6개의 주(states)와 2개의 준주(territories)로 구성되며, 시·군 단위의 지역(local) 정부, 주(state/territory) 정부, 그리고 연방(commonwealth) 정부 단위로 가축방역 업무 수행. 주정부마다 주를 대표하는 CVO가 있음.

주

- 뉴사우스웨일스 주(NSW)
- 빅토리아 주(VIC)
- 퀸즐랜드 주(QLD)
- 사우스오스트레일리아 주(SA)
- 웨스턴오스트레일리아 주(WA)
- 태즈메이니아 주(TAS)

준주

- 노던 준주(Northern Territory, NT)
- 오스트레일리아 수도 준주(Australian Capital Territory, ACT)



그림 10. 호주의 행정구역

○ 가축질병 방역 관리 체계

- 호주는 구제역, 전염성 소 늑막폐렴, 아프리카마역, 소해면상뇌증 등 주요 재난성 질병의 발생이 없는 완전한 청정국의 지위 유지.
- 호주 연방정부는 검역, 국제적인 동물위생 관련 문제, 전국 단위의 조율 등의 업무 담당.
- 주 정부는 현장의 동물 질병 방역관리 실무 담당.
- 방역과 관련된 중요한 사항은 정부와 산업체의 대표자가 함께 참여하는 동물위생위원회(Animal Health Committee)에서 결정 됨.

○ 호주의 가축방역은 국경 전(Pre-border), 국경(Border), 국경 후(Post-border)의 3단계로 연속되는 검역·방역 관리 수행.

- 국경 전 생물안보는 주변국과의 협력을 통한 질병 유입위험 저감화, 수입전 위험평가, OIE와 같은 국제기구의 활동에 적극적인 참여 등이 포함.
- 국경 생물안보는 공항만을 통한 반입금지 품목에 대한 철저한 교육·홍보, 자진신고 반입 전 폐기 등이 포함.
- 국경 후 생물안보는 정부와 관련 업체가 협력하여 질병 유입시 조기 검출 및 신속한 대응조치로 피해 최소화, 농장의 차단방역, 동물위생관련 정보관리 등이 포함.

□ 동물질병 위기대응 체계

○ 호주의 법정전염병은 구제역, HPAI, 광견병 등 95종이 해당 됨

※ <http://www.daff.gov.au/animal-plant-health/pests-diseases-weeds/animal/notifiable>

- 법정전염병을 의심할 수 있는 증상을 발견한 사람은 즉시 일선

수의사 또는 주정부 1차산업 담당부서에 핫라인 동물질병 전화 등으로 신고.

- 의사환축 발생을 보고받은 주정부에서는 주정부 CVO의 책임 하에 현장 대응조치 실시 및 연방정부 CVO에게 통보
- 전국 단위의 조치가 필요시 긴급 동물위생 자문회의 개최.
- 재난성 동물질병 발생시 대응체계
 - 위기대응 절차 문서 : Australian Veterinary Emergency Plan (AUSVETPLAN)
 - 정부와 산업체의 비용부담 및 업무분장 문서 :
Emergency Animal Disease Response Agreement (EADRA)

○ AUSVETPLAN

- AUSVETPLAN은 위기상황에서의 행동요령을 구조화하여 작성한 지침서로 현재 상황에서 유효한 과학적 이론, 기술수준, 현장에서 적용방법 등을 총망라하여 작성한 후, 관계자들의 동의를 거쳐 인증되었음.
- AUSVETPLAN은 다음과 같이 구성됨
 - 각 질병의 특성을 고려하여 질병별로 작성된 질병전략 매뉴얼 (Disease Strategy Manual)
 - ※ 질병의 특성, 방역 및 근절 원칙, 정책 및 근거, 격리 및 이동 제한에 관한 사항 등이 포함되어 있음
 - 현장에서의 대응요령에 관한 운영절차 매뉴얼(Operational Procedure Manual)
 - 축산관련 산업체의 행동요령을 담은 기업 매뉴얼(Enterprise Manual)

- 진단실험실과 상황실의 준비에 대한 관리 매뉴얼(Management Manual)
- 참고문헌

○ EADRA

- 재난성 가축전염병과 관련된 손실에 대해 보상을 할 수 있는 재원을 마련하여 의심축 발견시 경제적 손실에 대한 부담없이 즉시 신고할 수 있는 체계를 구축하기 위함이 첫 번째 목적
- 또한 신고에 따른 신속하고 적절한 대응으로 사회·경제적 피해의 최소화를 도모하는 것이 두 번째 목적임.
- 정부뿐만 아니라 축산관련 업계도 방역비용을 부담함으로써 동물질병 방역관련 의사결정에 참여할 수 있는 권리 부여.

※ <http://www.animalhealthaustralia.com.au>



그림 11. Department of Economic Development, Jobs, Transport & Resources 방문 면담 중 (좌), Mark Stevenson 교수와 함께 (멜버른 대학)

□ 가축전염병 진단체계

- 호주에서 지정된 법정전염병은 모두 주정부의 진단실험실에서 확진 되어야 하며, 수의과대학에서도 최종 진단은 정부기관에 의뢰하여

확인 받아야 함.

- 호주 국내에서 발생하지 않는 해외전염병에 대한 진단은 국가표준 실험실인 Australian Animal Health Laboratory(AAHL)에서만 실시하도록 되어 있음. 예를 들어 구제역과 같은 질병의 의심축이 신고된 경우, 최초 발생건 즉 index case에 대한 진단은 AAHL에서만 실시할 수 있으며, 일단 index case가 확인된 후에 발생지역에서의 감시 등에 필요한 혈청예찰은 주정부의 실험실에서도 실시할 수 있음.
- Department of Primary Industries. Biosciences Research Division에 가검물의 접수는 동·식물 병리 담당자에 의하여 이루어지며 이들에 의하여 이후 담당 진단 부서로 배정이 이루어 짐
 - 이 기관의 주요업무는 구제역, HPAI 등 국가재난형 질병을 제외한 나머지 질병에 대한 진단과 현장 수의사들의 교육 등을 담당하고 있음

표 1. 질병별 호주 국내 진단 인가 실험실

| 질병 | 인가 실험실 | 비고 |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 요네병 | DPI (Victoria) | OIE 표준실험실 및 국가 표준실험실 |
| 블루팅 | AAHL (Geelong) | |
| Hendra & Nipah 바이러스 감염증 | AAHL (Geelong) | |
| 조류인플루엔자 | AAHL (Geelong) | |
| 뉴캐슬병 | AAHL (Geelong) | |
| 소 바이러스성 설사 | EMAI (New South Wales) | |
| 탄저 | DPI (Victoria) | 국가 표준실험실 |
| 부제증 | DAF (Western Australia) | |
| 광견병 | AAHL (Geelong) | |
| 브루셀라병 | AAHL (Geelong) | |

DPI : Department of Environment and Primary Industries

AAHL : Australian Animal Health Laboratory

EMAI : Elizabeth Macarthur Agricultural Institute

DAF : Department of Agriculture and Food

수의사 또는 주정부 1차산업 담당부서에 핫라인 동물질병 전화 등으로 신고.

- 의사환축 발생을 보고받은 주정부에서는 주정부 CVO의 책임 하에 현장 대응조치 실시 및 연방정부 CVO에게 통보
- 전국 단위의 조치가 필요시 긴급 동물위생 자문회의 개최.
- 재난성 동물질병 발생시 대응체계
 - 위기대응 절차 문서 : Australian Veterinary Emergency Plan (AUSVETPLAN)
 - 정부와 산업체의 비용부담 및 업무분장 문서 :
Emergency Animal Disease Response Agreement (EADRA)

○ AUSVETPLAN

- AUSVETPLAN은 위기상황에서의 행동요령을 구조화하여 작성한 지침서로 현재 상황에서 유효한 과학적 이론, 기술수준, 현장에서의 적용방법 등을 총망라하여 작성한 후, 관계자들의 동의를 거쳐 인증되었음.
- AUSVETPLAN은 다음과 같이 구성됨
 - 각 질병의 특성을 고려하여 질병별로 작성된 질병전략 매뉴얼 (Disease Strategy Manual)
 - ※ 질병의 특성, 방역 및 근절 원칙, 정책 및 근거, 격리 및 이동 제한에 관한 사항 등이 포함되어 있음
 - 현장에서의 대응요령에 관한 운영절차 매뉴얼(Operational Procedure Manual)
 - 축산관련 산업체의 행동요령을 담은 기업 매뉴얼(Enterprise Manual)

표 2. 호주의 7개 수의과대학 현황

| 학교명 | 도시 | 주 | 수여학위 (학부) | 학생수/ 학년 |
|---------------------------|----------------|-------------------|--------------|------------|
| University of Sydney | Sydney | New South Wales | BVSc | 120 |
| University of Melbourne | Melbourne | Victoria | DVM | 120 |
| University of Queensland | Brisbane | Queensland | BVSc | 120 |
| Murdoch University | Perth | Western Australia | BVMS | 80 |
| James Cook University | Townsville | Queensland | BVSc | 60~80 |
| University of Adelaide | Adelaide | South Australia | DVM | 80 |
| Charles Stuart University | Wagga Wagga | New South Wales | BVSc | 60~80 |

BVSc : Bachelor of Veterinary Science

DVM : Doctor of Veterinary Medicine

BVMS : Bachelor of Veterinary Medicine and Surgery

- 멜버른대학교 수의과대학 Mark Stevenson은 뉴질랜드 Epicenter에서 근무하다가 멜버른대학교로 옮겼으며, 각종 질병의 발생상황에 대한 역학 simulation 연구를 진행하고 있음
- 현재는 질병의 발생 시 호주 전 지역으로 전파 확산 양상에 대한 연구를 진행 중이며, 인터넷 화상 시스템을 이용하여 각 지역의 전문가들과 정보를 공유하고 있음



그림 14. 호주 멜버른대학교 수의과대학(좌) 및 simulation 결과 토론

Ⅲ 결론 및 향후 계획

- 호주 및 뉴질랜드는 구제역 및 HPAI 등 세계 여러나라에서 문제가 되는 질병에 대해 청정국을 유지하고 있으며, 이를 위하여 체계적인 대응체계를 마련하고 있었음.
- 뉴질랜드는 정부(MPI)와 학계 (멜버른 대학교, Epicenter)가 긴밀한 협조를 유지하며 현장 모니터링 및 발생예측 분석을 진행하고 있었음
- 호주의 경우도 AUSVETPLAN 및 EADRA을 통하여 재난형 질병 발생에 체계적인 대응을 하고 있었음
- 검역본부 역학조사과에서는 뉴질랜드 Epicenter와의 지속적인 공동 연구를 진행할 예정이며, 올해 개최할 International Workshop에 Epicenter 소장인 Tim Carpenter 교수를 초청하여 연구결과에 대한 토론을 진행할 예정임

(라) 태국

- ① 태국 가축방역 조직 및 기능
- ② 중앙 가축방역조직

농업협력부 (MAC Ministry of Agriculture and Cooperatives) 산하 축산개발국 (DLD, Department of Livestock Development)이 총괄부서로 있으며, 축산개발국은 9부, 1개 연구소, 전국적으로 중심 지역에 10개 과/단위/사무소, 9개 지역사무소, 7개 지역수의연구개발센터로 구성되어 있다. 또한 9개의 지역사무소는 77개 주 축산사무소, 887개 지구 축산사무소로 구성되어 있다. 축산개발국은 질병관리, 동물보건, 수의생물제제, 축산물품질관리 등의 동·축산물과 관련된 전반적인 업무를 수행한다. 주요 임무는 국가 동물질병 감시예찰 시스템 관리, 국가 동물질병 보고 시스템 운영, 동물질병 예방 및 관리, 동물 이동통제 관리, 축산식품 위생, 안전, 이력추적 관리 등이 있다.

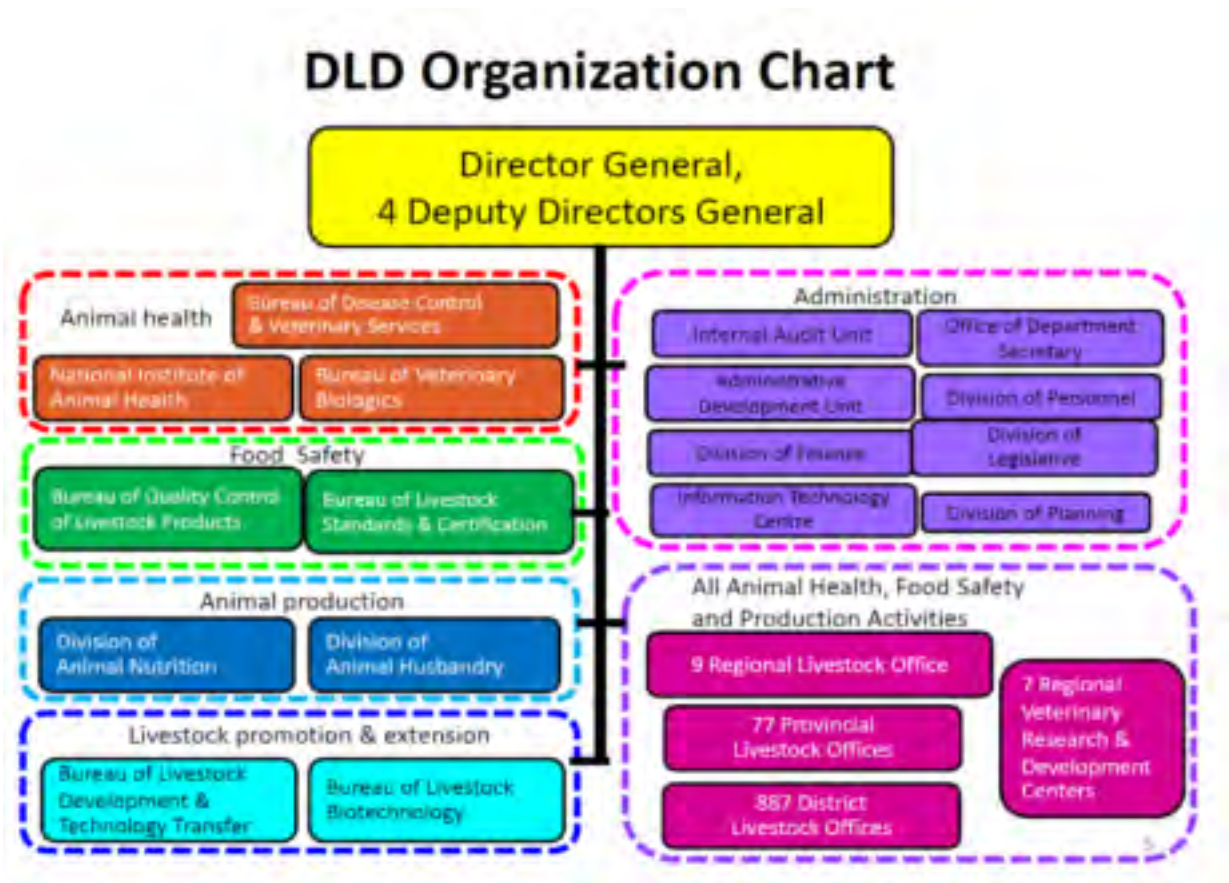


그림 244. 질병관리 및 수의서비스과 조직

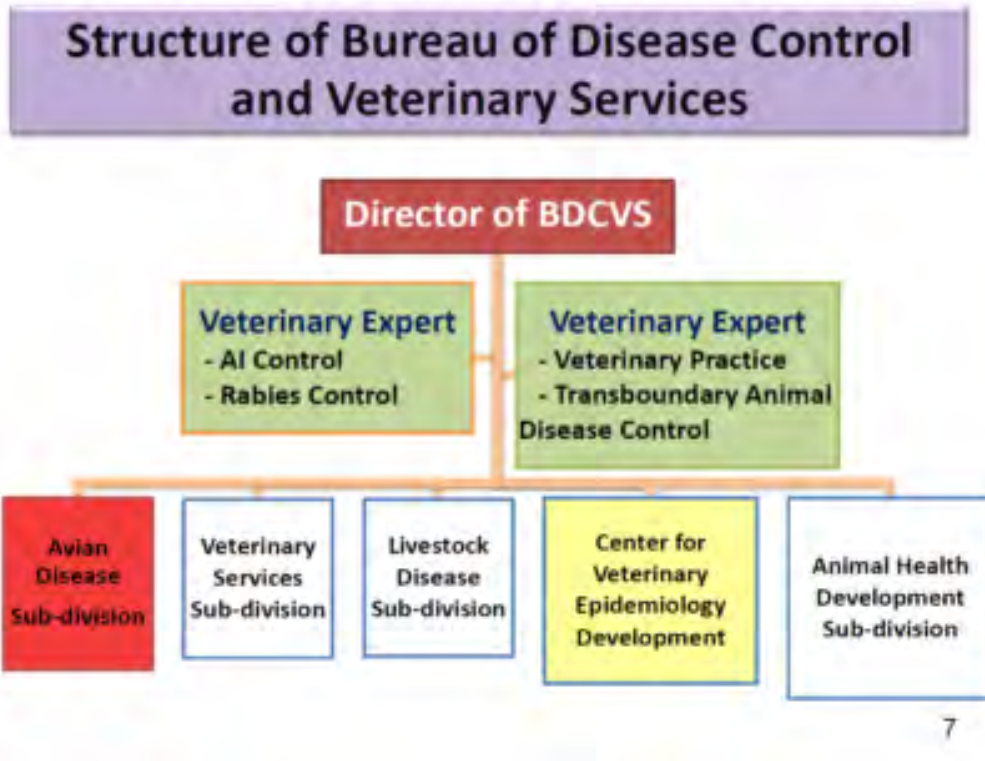


그림 245. BDCVS의 조직 현황

② 태국 축산현황 및 가금 전염병 발생현황

㉠ 축산현황

사육현황은 다음과 같다. 가금류 가축은 닭 1,246.10백만수, 돼지는 13.083백만수이며, 태국이 주로 생산하고 소비하는 육류 (Livestock)는 닭고기와 돼지고기이다. GMP (Good Manufacturing Practice) 도입, 동물 전염병 관리와 같은 정부 정책과 민간의 농장 근대화 투자 노력이 맞물려 태국은 세계적인 가축 사육 및 수출 국가로 발전하였다. 태국의 2014년 닭고기 생산은 수출이 13% 증가한 57만 톤을 기록하고 내수도 7.9% 성장함에 따라 전년 대비 10% 성장한 166만 톤을 기록했으며, 태국 정부는 2015년에도 5% 이상 성장할 것으로 전망하고 있다. 주요 수출국가로는 EU (42.52%), 일본 (42.38%), ASEAN (8.25%), 기타 (6.85%) 등이 있다. 태국의 2014년 돼지고기 생산은 이상고온현상과 PED, PRRS 등 전염병 등으로 인해 전년 대비 감소했으나 2015년에는 2013년 수준 이상으로 회복될 것으로 전망하고 있다.

㉔ 태국 AI 발생 현황

조류인플루엔자 2009년, 뉴캐슬병 2004년 이후로 청정상태를 유지하고 있다.

③ 태국 축산 개발국 방문 및 협의사항

㉕ 협의회 개요

장소 : 태국 축산개발국 (DLD) 2층 회의실

일시 : '16년 4월 19일 14:00~16:00

참석자

- Dr. Thanawat Tiensin (축산개발국 국제가축협력과)
- Dr. Ponkrit outya DVM (축산개발국 가축기준인증과장)
- Dr. Prontipa Rojanasang DVM (축산개발국 수의국제통상계장)
- Dr. Watcharapong Suddee DVM (축산개발국 질병관리 수의서비스과 담당)
- Dr. Suphanan Boonyakarn (축산개발국 가축기준인증과 연구관)

㉕ 협의회 내용

태국의 가금 사육규모, 질병발생상황 등 축산현황 전반과 태국의 가금 보건관리를 위한 국가 전략에 대한 협의를 하였다. 가금생산의 혁신전략인 차단방역 이외에 이동통제, 백신, 감시, 이력관리, 역량강화, 교육·홍보 등에 관한 협의를 하였다. 가금 질병에 대한 국가 차원의 통제 및 예방조치를 논의하였고, 질병감시 (예찰), 차단방역 증진, 예방접종, 질병조사, 가축이동통제, 비상상황 대책, 살처분, 세척 및 소독, 유관기관과 조정 및 협력, 대국민 홍보활동에 대한 논의를 하였다. 또한 태국 조류인플루엔자 예찰 프로그램 개요에 대한 설명을 하였다. 능동 감시 프로그램으로 호별 감시 프로그램 (X-ray survey), 집중 능동 감시 (목적 가금 유형에 대한 조사), 운송 및 도축 감시 (무작위 검사)가 있고, 평시 (수동) 감시 프로그램에는 지역 감시 네트워크에 의한 일상적 임상 검사와 평시 실험실 검사(실험실로 의뢰된 케이스인 경우)가 있다. 야생조류 감시 프로그램 (위험요소 기반)에는 감시 목적 대상군 분류가 있다. 또한 계열화농장 가금, GAP 인증 농장 가금, 예비 GAP 인증 농장 가금, 기본적 차단방역이 적용되는 재래 가금 또는 투계, 소규모 농장 가금, 방목되는 오리농장, 자연 및 야생의 철새, 가금 감시의 연중 시간별 추진사항 등에 대한 논의를 하였다.

Timeframe of surveillance in poultry

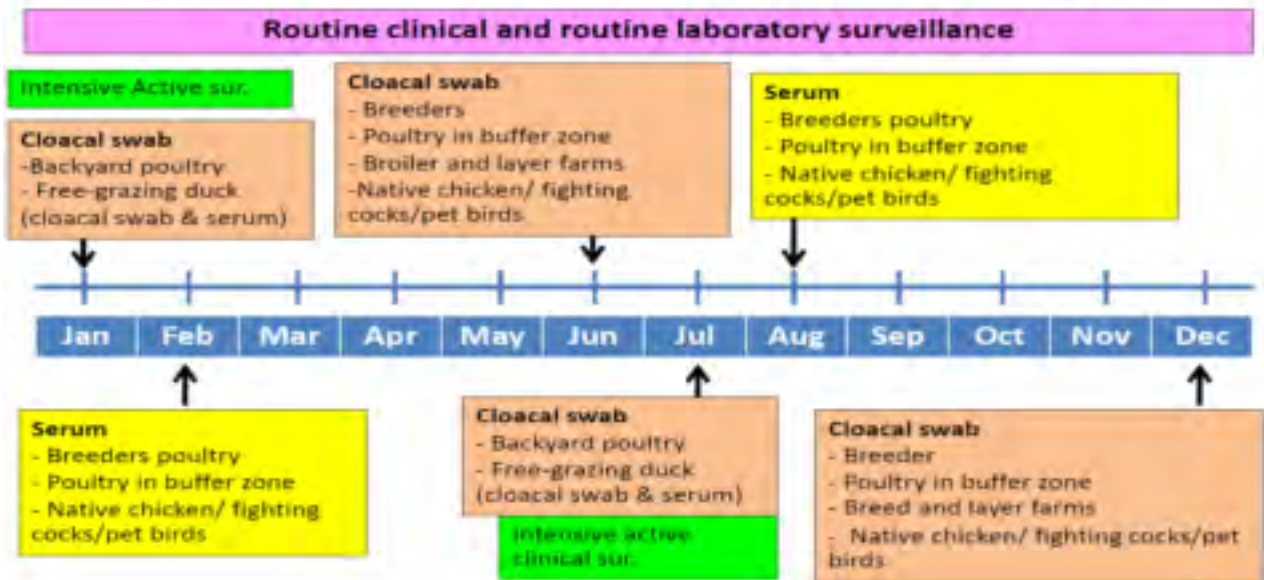


그림 246. 태국의 가금에 대한 정부 검사 실적(총배설장 표본검사)



National Avian Influenza Surveillance in Poultry of Thailand

(Sampling of cloacal swabs)

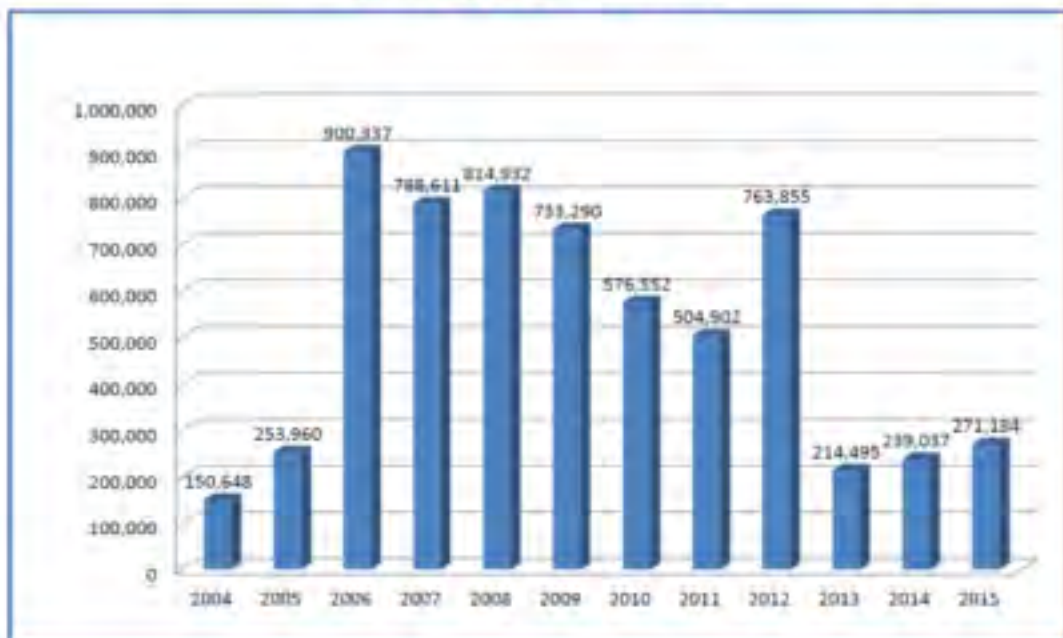


그림 247. 태국의 가금에 대한 정부 검사 샘플 실적(총배설장 표본검사)

축산개발국은 국립공원, 야생동·식물 보호과, 천연자원·환경부와의 협력하에 국가 조

류인플루엔자 (NAI) 감시를 수행하며, 샘플은 비둘기, 황새, 멧비둘기, 찌르레기과, 도요새과, 밀납부리과, 참새과, 등 다른 종류의 새들로부터 채집한다. 샘플채취 시기는 1, 3, 5, 7, 9, 11월(년 6회 실시)이다.

Surveillance in Wild and Migratory Birds

| Year | No of Samples | No of positive cases |
|------|---------------|----------------------|
| 2015 | 2,619* | -ve |
| 2014 | 2,266* | -ve |
| 2013 | 3,058* | -ve |
| 2012 | 2,391* | -ve |

*one sample is pooled cloacal swabs from 3 - 5 birds

29

그림 248. 태국의 야생조류에 대한 정부 검사 샘플 실적(총배설장 표본검사)



그림 249. 태국의 가금 및 야생조류를 대상으로 한 채취 과정(총배설장 표본검사)

SURVEILLANCE NETWORK (One Health)

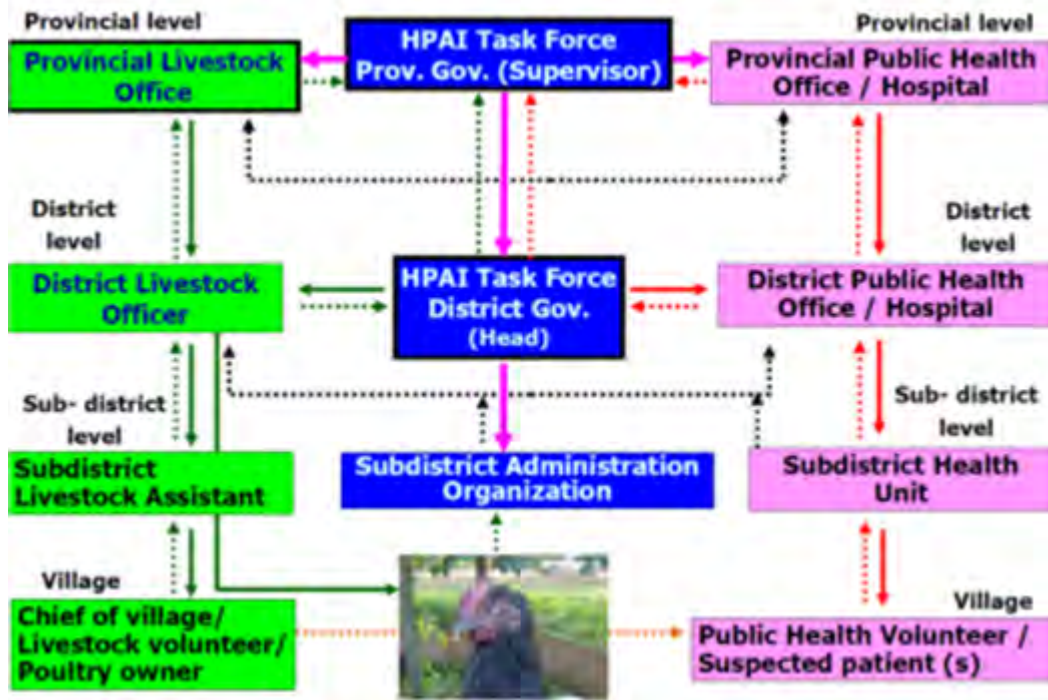


그림 250. One Health 개념의 감시 네트워크

AI Reporting System



그림 251. 태국의 AI 보고 체계

또한 가금농장에서 차단방역 개선을 위해 전통적 소규모 가금 사육에서 재래닭을 위한 사육 모델을 제시하였다.



Biosecurity improvement on farms



Free grazing ducks



Simple duck housing

그림 252. 오리 사육 여건을 자유방목에서 단순오리사 내 사육

Strict Biosecurity on Commercial Poultry farms



그림 253. 계열가금 회사의 엄격한 차단방역 시스템 관리

재래식 사육방식 적용 가금 및 방목사육 오리 등에 대한 백신 접종은 다음과 같다. 백신대상 질병은 뉴캐슬, 전염성기관지염, 가금 콜레라, 계두이며, 백신 주기는 년 4회 접종(3, 6, 9, 12월)을 실시한다. 조류인플루엔자에 대해서는 백신접종을 미실시한다.

태국의 AI발생 시 대응요령은 다음과 같다. 의심축 발생 시에는 살처분 전제로 75% 보상을 하고, 시료 채취 및 실험실 송부, 위험지역에서 신속한 의심축 격리 검역, 사체 및 감염물질에 폐기조치, 오염물질에 대한 소독, 경계지역에 대한 능동적 임상 예찰을 실시한다. 감염 확진 시에는 주 포고령에 따른 발생지역으로부터 반경 10km에 대해 최소 30일 동안 이동금지를 실시하고, 21일간 능동적 임상예찰을 실시한다. 5km 반경에서 시료채취를 하며, 10km 반경에서 임상예찰을 실시한다.

통제활동에 대한 일일 보고체계 유지

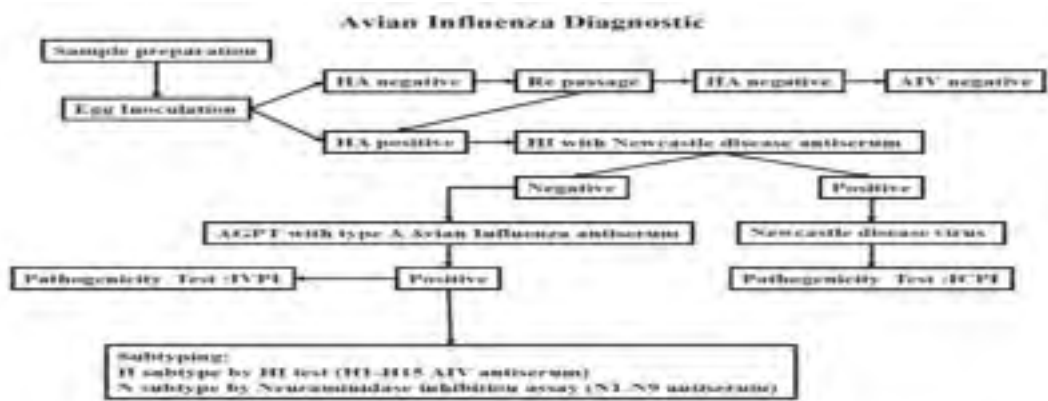


그림 254. 태국의 HPAI진단 요령

가축 이동 제한 요령에 대한 협의는 다음과 같다. 이동이 필요한 모든 가금과 그 생산물은 DLD 정부직원이 발급한 이동허가서를 발급받아야 한다. 태국 내에는 58개의 동물 검역장소와 47개소 가금 통제초소를 운영하고 있으며, 가금 및 그 생산물 운송차량은 가금 통제초소 또는 동물 검역 장소에서 검문을 받아야 한다.

긴급 발생 시 대비계획은 아래와 같다. BDCVS, RLOs, PLO, NIAH 등으로 인력이 구성되어 있으며, 질병통제수행에 필요한 예산을 확보한 후 질병 신고 및 보고 시스템을 설치한다. DLD공무원과 유관기관과의 공조와 협력을 통해 AI 통제와 예방을 하며 가상훈련 및 연습도 실시한다.

Emergency Preparedness



Training in response on AI outbreak with the Public Health Officers.

Emergency Preparedness



The provincial livestock officer was training for emergency preparedness on AI outbreak.

그림 255. 태국의 HPAI 발생 대응 훈련

살처분 요령은 다음과 같다. AI 및 ND의 의심사례 발생 시 발생장소에서 살처분하고 시료 채취, 동물 검역, 사체 및 감염물 폐기, 세척 및 소독, 임상 예찰을 실시한다. AI 및 ND의 확진사례 발생 시에는 가금 및 가금 생산물에 대한 이동제한을 하고, 모든 오염된 물질에 대한 폐기조치, ND에 대한 링 백신, 임상 및 실험실 검사를 실시한다.

Stamping out



그림 256. 태국의 HPAI 발생 가금 살처분 요령

AI 검사 결과 양성확진 후 살처분관련 검역지침을 적용하여 보상위원회에서 동물의 가격을 산정한다. 그 후 농장주와 살처분 협의 및 75% 보상을 실시하고 살처분위원회에 의한 작업 수행 및 보상처리가 이뤄진다.

세척 및 소독의 경우에는 도축장, 국경지역, 공공장소와 같이 감염위험지역에서 캠페인을 실시하며, 매년 1월과 7월에 정기 소독을 실시한다.



그림 257. 태국의 HPAI 발생농가 소독

이외에도 태국과 캄보디아 동물보건 발전 협력에 대한 제8차 회의와 태국과 라오스 간 AI조사, 통계 및 예방을 위한 1,2차 회의를 실시하였다.



그림 258. 태국과 캄보디아의 동물보건 발전 협력 회의

축산개발국 홈페이지를 통한 AI 주의사항을 홍보하고, 학생들을 대상으로 AI 홍보교육, 홍보물, 책자, 지침서, 발간 등을 실시한다. 태국 가금농장 관련 동물복지 현황은 태국 농업협력부 산하 농산물 및 식품기준과에서 운용하는 농업기준 (THAI AGRICULTURAL STANDARD TAS 6901-2009)에 포함되어 있으며 태국 가금 동물복지 기준 (TAS 6901-2009 A.6.ANIMAL WELFARE)에 포함되어 있다.

- A.6.1 기사 내 사육밀도를 적정수로 관리하여 스트레스 없는 편안한 사육 여건 제공
- A.6.2 육계는 건강하고, 정상적 증체율, 정상적인 행동을 표현 할 수 있도록 관리
- A.6.3 육계는 적절한 점검을 실시하고 병들었거나 부상당한개체, 기형 개체는 고통과 질병으로부터 벗어날 수 있도록 즉시 조치
- A.6.4 「농장의 가금의 복지 보호에 관한 축산진흥부서 규정」에 의거 복지적으로 취급해야하고 이동 및 수송의 경우에도 「운송 중 가금보호에 관한 축산진흥부서 규정」 [B.E. 2542(1999)]을 준수해야 함



협의회



DLD 직원들



기념품전달

④ OIE 남동아시아 지역사무소 방문 및 협의사항

㉠ 협의회 개요

장소 : OIE남동아시아 지역사무소(태국 방콕소재) 1층 사무소장실




일시 : '16년 4월 19일 17:00~18:00

참석자

- Dr. Pennapa Matayompong(남동아시아 지역사무소 협력관)

㉡ 협의회 내용

OIE 남동아시아 지역사무소의 활동소개와 호주 정부의 지원을 통해 아세안 10개 회원국의 질병관리를 추진하며, 초 국경 동물질병 및 인수공통 전염병 방지 캠페인을 추진하였다. 또한 아시아지역 수의 서비스 품질향상을 위한 OIE Guidelines on veterinary education core 교육을 실시하였으며, 생물수학, 동물복지 및 윤리학, 기생충학, 독성학, 병리학, 전염병학, 미생물학, 수의역학, 지역경제학, 동물생산, 임상진단과학, 국가 및 국제수의법률, 집단사육경영, 수의공중보건, 식품위생안전, 법학, 등의 교육을 하였다.

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| <p>OIE 남동지역 사무소</p> | <p>협의회</p> | <p>지역사무소 행사소개</p> |

⑤ 태국 축산물 판매 재래시장 방문

㉠ 축산물 판매시장 방문 개요

장소 : 태국 방콕 소재 클롱토이 재래시장

일시 : '16년 4월 19일 09:00~11:00

㉡ 가금류 판매현황

가금류 생축 판매 시장이 다수 분포하고 있었다. 방혈, 깃털제거, 세척 후 판매하고 혈액을 굳혀서 함께 판매하고 있었으며, 제거된 혈액, 깃털은 특별한 조치 없이 현장에 방치되어 있었다. 또한 운송, 도계 과정에서 동물복지 고려사항이 전혀 없었다.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <p>생오리 케이지 보관</p> | <p>생닭 케이지 보관</p> |
|  |  |
| <p>현장에서 닭 손질 및 진열판매</p> | <p>다양한 가금류 진열 판매</p> |

(마) 베트남

① 베트남 가축방역 조직 및 기능

㉔ 중앙 가축방역조직

농림개발부 (MARD, Ministry of Agricultural and Rural Development), 국립수의연구소 (NIVR, National Institute of Veterinary Research), 가축질병국 (DAH, Department of Animal Health), 전문연구소 (Professional Center), 국립수의진단센터 (National Center for Veterinary Diagnostic), 국립수의생명검사센터 1, 2 (National Center for Veterinary Bio-products Inspection), 국립위생검사센터 1, 2 (National Center for Hygiene Inspection)로 구성되어 있으며, 농림개발부 산하 가축질병국은 역학조사과 등 9개 과와 7개의 지역사무소로 구성되어 있고 전문연구소로써 국립수의진단센터 등 5개소로 구성되어 있다. 가축질병국은 가축방역, 검역, 공중보건, 동물약품관리 등의 동·축산물과 관련된 전반적인 업무를 수행한다. 국립수의진단센터는 가축질병 진단, 관리방법 수립, 수의 분야별 교육 등 가축질병 관리 및 위생 등에 관한 업무를 수행한다. 또한 농림개발부 직속연구기관으로 국립수의연구소가 존재하고 있으며, 그 외에 국가가

관리하는 동물용 백신 등 수의 관련 제품을 생산하는 제조회사 (State Company)가 있다.

㉔ 지방 가축방역조직

지방 가축질병국(Sub-Department of Animal Health), 지역 수의사무소(District Veterinary Station)로 구성되어 있다. 지방 가축질병국은 지방정부 소속 기관으로 전국에 63개소(5개 시, 58개 성(省)) 분포되어 있고 그 하부기관으로 지역 수의사무소는 전국 700개소가 분포되어 있다. 또한 우리나라의 가축위생방역지원본부에 해당하는 가축방역사(Animal Health Worker)가 1만명 정도 존재하고 있다.



그림 259. 베트남의 수의관련 조직도

㉕ 인수공통전염병 관련 조직

보건부 (MOH, Ministry of Health)산하의 공중보건국 (GDPM, General Department of Preventive Medicine)으로 구성되어 있으며, 공중보건국은 인수공통전염병 등 수의분야와 관련된 공중보건상의 문제가 발생시 조치를 취하는 부서로 농림개발부의 가축질병국과 협력하여 관련 문제를 해결하고 있다.

② 베트남 축산현황 및 가축전염병 발생현황

㉑ 축산현황

가금류 가축인 닭 220백만수, 오리 70백만수, 메추리 10백만수가 있으며, 우제류는 소, 돼지 정확하게 구분되어 있지 않으나 5백만수가 있다. 버팔로는 2백만수가 존재하며, 국내총생산 (GDP)에서 축산업이 차지하는 비중은 15% 정도 된다.

㉔ 가금 질병 발생현황

베트남에서는 '03년 최초발생 이후 HPAI가 지속적으로 발생하고 있다. 연도별 발생건수는 '11년 38건, '12년 22건, '13년 상반기 25건이다. '05년부터 백신접종을 시작하였으나 '07년 이후 상재화가 되었고, '03.12.~'13.11월까지 총 2,682건으로 아시아에서 최다발생한 지역이다.

표 115. '13년 상반기 발생현황

| 월 | 발생건수 | 감염두수 | | 살처분두수 | |
|----|------|--------|------|--------|------|
| | | 가금류 | 야생조류 | 가금류 | 야생조류 |
| 1 | 12 | 24,928 | - | 80,518 | - |
| 2 | 2 | 2,240 | - | 547 | - |
| 3 | 5 | 3,992 | 177 | 3,507 | 115 |
| 4 | 2 | 1,200 | - | 390 | - |
| 5 | 2 | 1,300 | - | 700 | - |
| 6 | 2 | 2,250 | - | 1,260 | - |
| 합계 | 25 | 35,910 | 177 | 86,922 | 115 |

'03년부터 발생하는 HPAI의 혈청형은 H5N1이며, 베트남 남부 clade 1 ('04년~), 베트남 북부 clade 2.3.4 ('07년~'10년 상반기), 중국 접경지역 (베트남 북부) clade 7 ('08년)이다.

③ 베트남 국립수의진단센터 방문 및 협의사항

㉔ 협의회 개요

장소 : 베트남 국립수의진단센터 (NCVD) 2층 회의실

일시 : '16년 4월 21일 14:00~17:00

참석자

- Dr. Nauyen Dong Tho DVM (국립수의진단센터 바이러스과장)
- Dr. Nguyen Hoang Dang DVM (국립수의진단센터 바이러스과)
- Dr. Mai Thuy Duong DVM (국립수의진단센터 바이러스과)
- Dr. Dam Thi Vui DVM (국립수의진단센터 바이러스과)

㉔ 협의회 내용

베트남의 사육규모, AI 발생상황 등 축산현황 전반과 더불어 베트남의 가축방역현황에 대한 협의를 하였다. 현재 베트남은 가축방역을 관장하는 법률은 없고 이동제한 등 방역조치에 관한 가이드라인에 의거하여 방역을 실시하고 있다. HPAI 신고 및 방역조치 체계는 '농장→지역 수의사무소→지방 가축질병국→가축질병국' 순으로 신고가 이뤄지며, 국립수의진단센터에서 진단이 이뤄지고 있다. 방역조치는 다음과 같다. 베트남에서는 '05년~'11년까지 HPAI 백신접종을 실시하였기 때문에 발생농가 (군)만 살처분을 실시하고 있으며, 발생정도가 심각하면 발생지역 전체 백신접종을 실시하고, 발생농가에서 발생 전에 도축 된 물량에 대해서는 추적·폐기 등의

조치를 취하고 있지는 않다. 백신의 경우 전체 물량의 90%는 수입이고 (중국), 10%는 자체 생산을 한다. 도축 등 위생관리는 다음과 같다. 기본적으로 농장소재지 외 타지역에서의 도축을 금지하고 있으며, 타지역 도축장 이용을 위해서는 지방 가축질병국의 이동허가를 획득해야한다. 또한 타지역으로 이동시 성 (省) 경계마다 백신접종 증명서 등 이동허가에 대한 검사 및 감시를 실시한다. 베트남 HPAI H5N6형 발생 (2014년) 케이스 보고는 2014년 총 5회 발생하였으며 다음과 같다.

| | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 | Case 5 |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|
| Date | 22/04/2014 | 25/06/2014 | 21/08/2014 | 22/08/2014 | 23/08/2014 |
| Province | Lang Son | Ha Tinh | Lao Cai | Quang Tri | Quang Ngai |
| Species | Chicken | Duck | Pheasant | Duck | Duck |
| Production type | Small holder | Meat | Meat | Meat | Meat |
| Flock size | 80 | 1900 In 2 flocks | 558 | 1550 in 2 flocks | 1100 |
| Age | various | 4-6wks | | 4wks | 4 wks |
| Sick | 40 | 950 | | | |
| Dead | 15 | 0 | 498 | 350 | 219 |
| Destroyed | 65 | 1900 | 50 | 1200 | 900 |
| Vaccination to H5N1 | No | No | No | No | Yes (1 day before onset of disease) |
| Diagnosis by real-time PCR | M: Pos H5: Pos N1: Neg | M: Pos H5: Pos N1: Neg | M: Pos H5: Pos N1: Neg | M: Pos H5: Pos N1: Neg | M: Pos H5: Pos N1: Neg |

그림 260. 베트남의 2014년 H5N6형 HPAI 발생 케이스 5회

유전형 분석의 경우에는 다음과 같이 실시하였다. 발생된 5건의 케이스모두 밀접한 연관성 있고 2014년 4월 중국 Sichuan성에서 발생한 사람 사망 사례 시 검출된 H5N6형과 매우 밀접하며, 라오스에서 2014년 3월 검출된 H5N6형과는 약간 차이를 나타내고 있다. 분석방법은 다음과 같다. HA 유전자분열 위치 염기서열 확인 시 PLRERRRKR/GLF인 경우 고병원성판정을 내리고, HA 유전자 수용체 결합부위가 Q226, G228인 경우 조류형으로 판정을 한다.



그림 261. 베트남의 HPAI 발생 유입 경로 및 군집

발생된 5건 H5N6형은 매우 유사하나 3개의 발생군을 형성하여 독립적 유입되었다. 베트남

중부지역 특히 Quang Ngai and Quang Nam에서 검출된 최근 케이스 들은 발생조건들이 주어졌을 때 국소지역범위에서 발생하였다. Lao Cai, Quang Tri, Lang Son, Quang Ngai지역에서 검출된 케이스는 유사성이 높아 바이러스가 지역 간 전파가 일어난 것으로 추정된다. 또한 H5N6형 바이러스의 국소지역 또는 장거리 전파가능성을 고려해 볼 때 국가 간 바이러스 전파 위험성이 높음을 알 수 있다.

AI- H5N6형 발생사례의 현장자료를 보면 닭, 오리, 꿩에서 고병원성을 나타내고 있다. HA 유전자 분열 위치분석을 통해 고병원성 바이러스임을 나타내고 있으며, IV병원성 지표가 2.84로 고병원성으로 판명되었다. 또한 닭 비강 내 감염 시 바이러스 다량 배출과 함께 7일 이내 폐사가 이뤄지고, 폐사 시 구강인두부위 시료의 배출량이 평균 20이 되었다.

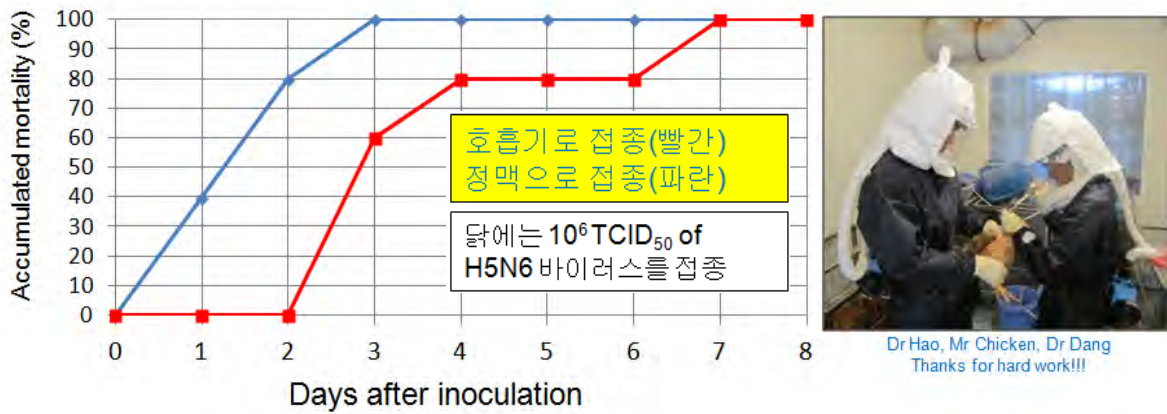


그림 262. 발생 HPAI 바이러스의 병원성 판정

백신 (3종)에 대한 항혈청을 이용한 H5N6 바이러스의 항원성 분석결과는 다음과 같으며, 최근 베트남에서 유행 중인 고병원성 AI H5 바이러스에 대한 H5N1형 백신 효용성 테스트 결과도 다음과 같다.

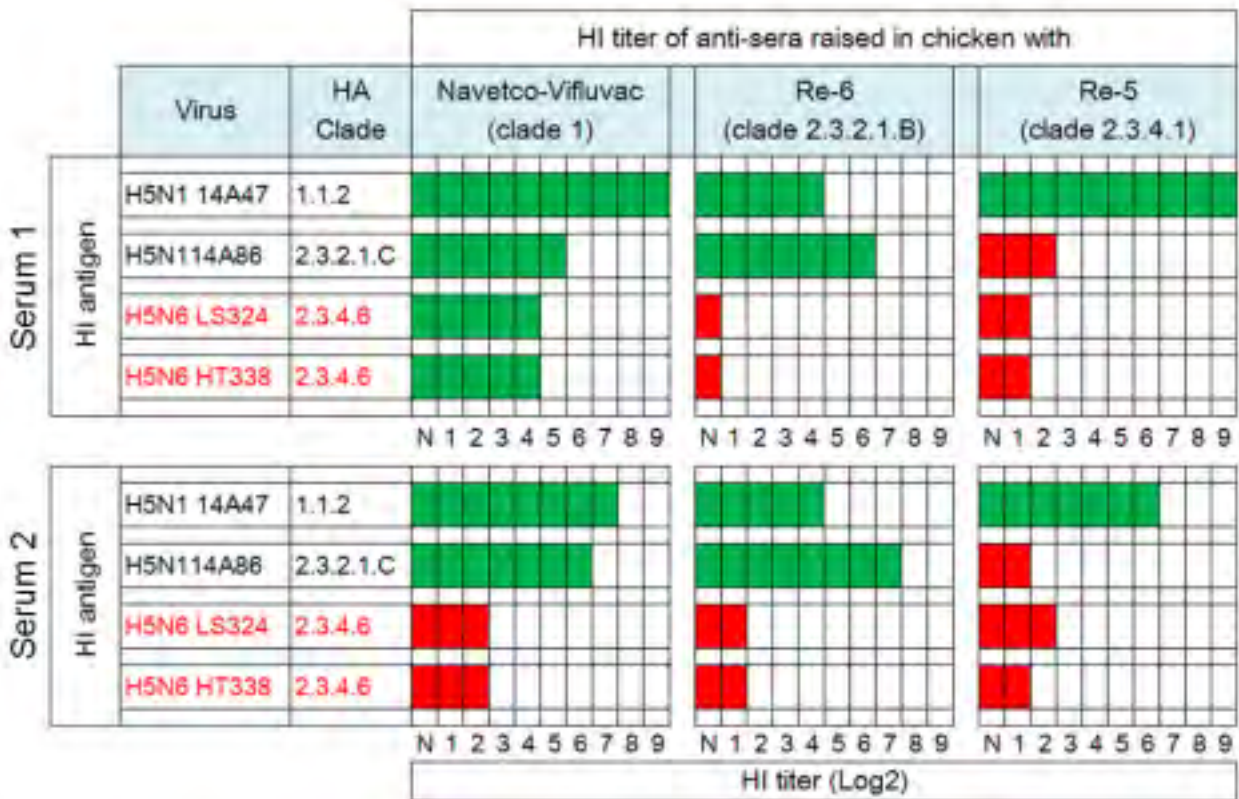


그림 263. 혈청형별 백신 효용성 테스트 결과

| Challenge virus | Mortality after challenge in chicken vaccinated with H5N1 vaccines | | |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| | Navetco (clade 1) | Re-6 (clade 2.3.2.1.B) | Re-5 (clade 2.3.4.1) |
| H5N1 Clade 1.1.2 (14A047/2014) | 0/10 (0%) | 7/10 (70%) | 0/10 (0%) |
| H5N1 Clade 2.3.2.1.C (14A086/2014) | 1/10 (10%) | 1/10 (10%) | 1/10 (10%) |
| H5N6 Clade 2.3.4.6 (14A324/2014) | 1/10 (10%) | 6/10 (60%) | 0/10 (0%) |

그림 264. HPAI 항원형 별 백신의 방어 효과 검증

실험실 진단의 경우에는 아래와 같았다.

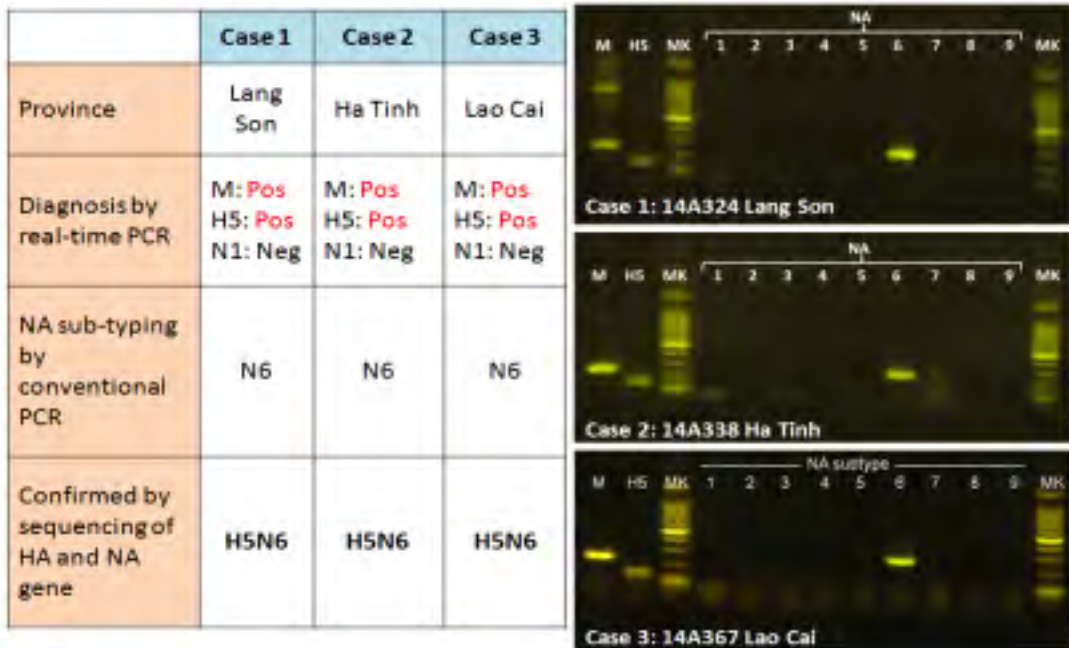


그림 265. 발생 케이스별 유전자 검사를 통한 확정 방법

Quang Ngai 지역 (5차발생) 현장 역학조사결과는 다음과 같다. 가금사육현황은 100만마리/년 (오리 80만/닭20만)이며, 오리 사육주기는 년 4회이다. 능동적 예찰시 H5N1형 바이러스가 높은 수준으로 검출된 조류인플루엔자 다발 지역이었으며, H5N1형 백신 캠페인은 년 2회 (2~3월, 8~9월) 실시되고 있으며 Re-6백신을 사용하고 있다.



그림 266. 베트남 HPAI 발생지역의 가금 사육 방법

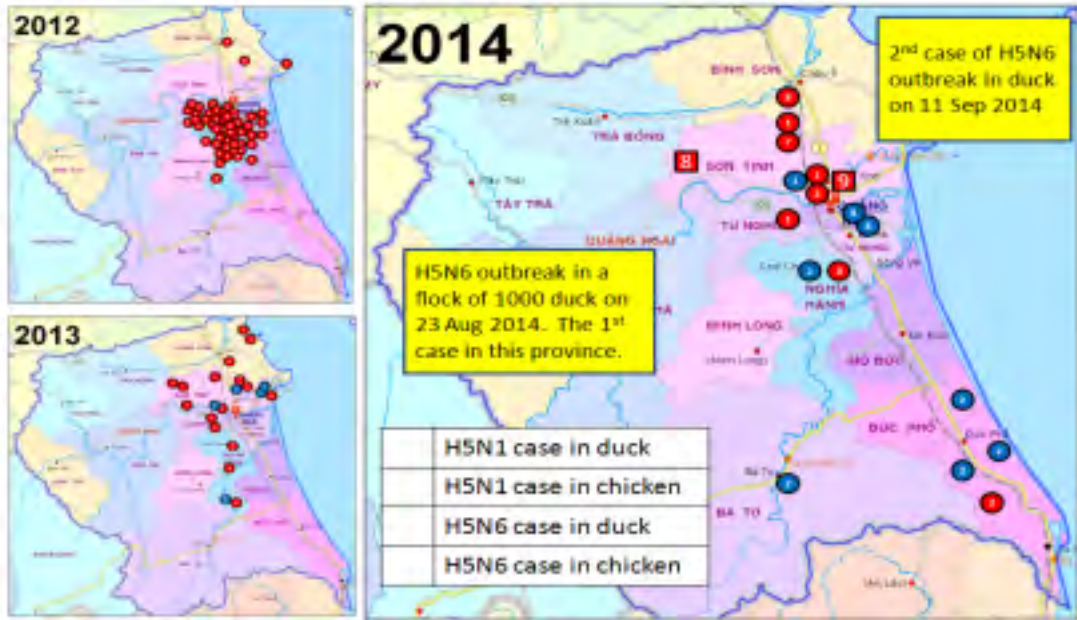


그림 267. Quang Ngai 지역 (5차발생) H5N6,H5N1형 발생 분포 (2012~14)

발생농장 조사현황은 다음과 같았다. 거주인원은 5명 (중국 또는 중국인과 교류 없음)이며, 소 3두, 돼지 30마리 닭, 오리, 개, 벼농사 등 다양한 농축업을 실시하고 있었다. 오리 사육주기는 4회/년이며, Phu Xuyen (하노이지역 내)의 공급업자를 통해 DOD 구매하고 있었다. 오리는 거주지 옆 논과 수로에서 사육하며 타 축종과 접촉은 없었으며, 출하일령의 오리는 Son Tinh과 Son Tay의 시장을 통해 출하되고 있었다.

| Day | 농장의 움직임 | 추측가능한 바이러스 유래? |
|-----|----------------------------------------------------------|---------------------|
| | 농장주는 Phu Xuyen(Hanoi에 있는)에 있는 대규모 사육장에서 1000마리의 오리를 구입했다 | |
| 0 | 오리는 3일 앞 공급업자가 신고 받고 다른 농장에개도 길은 두수의 오리를 공급했다 | 가능성 적음; 침적기가 너무 길다 |
| 14 | 농장주는 오리 구입 후 2주 후에 오리바이러스감염(DEV) 백신을 접종했다 | |
| 15 | 원 농장하는 지역과 도래 근처에 방목을 시작했다 | 가능성 있음 |
| 21 | Binh Dinh에 있는 동물수의원에서 사육배달이 없다 | 가능성 있음 |
| 27 | 해당지역 관할 동물보건업자가 H5N1 백신을 접종했다 | 가능성 적음 - 침적기가 너무 짧다 |
| 28 | 100 마리 오리 죽음(died, 폐사) | |
| 34 | 28일 이후 6일 동안 1000마리 중 총 219마리가 죽었고 781마리가 남았다 | |

그림 268. 본케이스에 대한 일령별 감염요인 역학사항 분석

※ 발생농장으로 H5N6 바이러스 유입원 확증은 매우 지난한 사항임

5차 발생 케이스에 병원체 발견 시점 및 장소에 대한 고찰은 다음과 같았다. 해당지역의 사육 중인 가금의 25%가 거래되는 3개 주요 시설이 존재하고 있으며, H5N6바이러스가 이 지역에 유행할 경우 능동적 예찰활동을 통한 가장 효율적인 바이러스 검출장소는 상기 3개 시설일 것이다. 해당지역의 오리 구강인두 시료 및 환경시료 채취를 통해 실시할 수 있다.



그림 269. 베트남 HPAI 발생지역의 가금류 판매 시장 현황

베트남의 철새 관련 예찰 시스템 및 농장동물 복지 현황은 이러하다. 베트남은 HPAI 상존국가로서 철새보다 다양하고 중요한 유입경로가 존재하여 철새에 대한 예찰시스템은 없으며, 농장동물에 대한 동물복지 정책이 아직 미 시행 중이다.

| | | |
|----------|-----|------|
| | | |
| 국립수의진단센터 | 협의회 | 기념촬영 |

④ 베트남 축산물 판매 재래시장 방문

㉞ 축산물 판매시장 방문 개요

장소 : 베트남 하노이 소재 동쑤언 가금 재래시장

일시 : '16년 4월 19일 09:00~

㉟ 가금류 판매현황

가금류 생축 판매 시장이 다수 분포하고 있다. 방혈, 깃털제거, 세척 후 판매하고 있으며 혈액을 굳혀서 함께 판매하고 있다. 또한 제거된 혈액, 깃털은 특별한 조치 없이 현장에 방치되고 있으며, 운송, 도매 과정에서의 동물복지 고려사항은 전혀 없었다. 특이사항으로는 생축 진열판매 시 냉장보관시설이 갖추어져 있지 않고 있었으며, 특히 가금육의 경우 도축장에서 공급받는 것이 아니라 판매상이 직접 도축·가공하기 때문에 위생 상태에 대한 보장이 없었다.



생닭 · 오리 · 돈육판매



시장 내 생닭 방치

(바) 유럽 연합

① 조류 인플루엔자 감시 현황 법령

㉠ 개요

목적 및 범위

1. 본 명령은 이하의 내용을 규정한다.

1) 조류 인플루엔자의 감시 및 조기 발견에 관련된 특정한 예방적 조치들과 조류 인플루엔자의 위험성에 대한 당국과 농가의 인식 및 대응수준의 제고

2) 가금류 또는 다른 사육 조류에서 발생한 조류 인플루엔자의 유행과 조류인플루엔자의 포유류로의 가능한 전파의 조기 검출시 적용될 최소한의 관리 조치

3) 그밖에 조류유래의 인플루엔자 바이러스가 다른 종으로 전파되는 것을 방지하기 위한 부수적인 조치

2. 회원국들은 본 명령에 의하여 규율되는 분야에서 더욱 엄중한 조치를 자유롭게 취할 수 있다. EU의 법령은 유럽연합 전체 국가에 공통적으로 적용해야 할 포괄적인 내용을 규정하고 그 이상의 조치 등을 자유롭게 취할 수 있도록 하고 있다.

㉡ 보호, 예찰 및 추가 제한 구역들

제16조 고병원성 조류인플루엔자의 발생 시 보호, 예찰 및 추가 제한 구역의 설정

1. 고병원성 조류인플루엔자 발생 즉시, 주무관청은 이하의 구역을 설정하여야 한다.

a) 사육사 주변으로 적어도 3 킬로미터 반경의 보호 구역

b) 보호구역 포함, 사육사 주변으로 적어도 10 킬로미터 반경의 예찰 구역

2. 고병원성 조류 인플루엔자의 발생이 비상업적 사육사, 서커스, 동물원, 애완조류상점, 야생동물공원의 기타 사육조류 과학적 목적 또는 멸종위기종 또는 공식적으로 등록된 가금류를 포함하지 않은 희귀한 종류의 조류의 보존과 관련된 목적으로 기타 사육조류를 기르는 울타리에서 확인될 경우 주무관청은 위험평가 후 보호 및 예찰 구역의 설정 및 그곳에 적용될 조치들과 관련된 제2절 내지 제4절의 조항으로부터 질병의 제어를 위협하지 않는 한 필요한 범위의 적용을 제외할 수 있다.

3. 주무관청은 보호 및 예찰 구역을 설립할 때, 제1항에 정하여진 바에 따라, 최소한 하기의 기준을 고려하여야 한다.

a) 역학조사

b) 지리적 상황 특히 자연경계

c) 사육사의 위치 및 근접성, 및 추정되는 가금의 수

d) 가금류, 기타 사육조류의 이동 및 거래의 패턴

e) 가금류 또는 기타 사육조류, 이들의 사체, 분뇨, 깔짚 또는 사용된 거름, 특히 조류 또는 기타 사육조류가 살처분되어 원래의 사육사로부터 이동되어야 할 경우, 보호 및 예찰 구역 내에서의 이동을 관리할 수 있는 시설 및 인력

4. 주무관청은 제3항에 정하여진 바에 따른 기준을 고려하여, 보호 및 예찰 구역의 주변 또는 이와 가까운 곳에 추가 제한 구역을 설정할 수 있다.

5. 만약 보호, 예찰, 또는 추가 제한 구역이 다른 회원국의 영토를 침해할 경우, 해당 회원

국의 주무관청은 상기구역을 설정할 수 있도록 협력하여야 한다.

㉔ 제한 구역의 설정

제43조 저병원성 조류 인플루엔자가 발생한 경우에 제한 구역의 설정

저병원성 조류 인플루엔자의 발생 직후, 주무관청은 해당 사육사의 주변으로 적어도 반경 1km의 제한 구역을 설정하여야 한다.

제49조 사육사의 재입식

2. 상업적 가금 사육사의 재입식은 제48조에 정한 바에 따른 최종 세척 및 소독이 완료된 날로부터 21일동안 금지된다.

(사) 관찰 및 평가

① 태국

태국은 농업협력부 산하 축산개발국에서 가축방역 질병관리, 수의 생물제제 등 동 축산물 전반에 관한 업무를 총괄하고 있으며, 77개의 주 사무소, 887개의 지역 사무소에서 현장 업무를 수행하고 있다.

㉔ 방역상황

감시프로그램을 능동예찰, 수동예찰, 야생조류 예찰 프로그램으로 구분하여 상황별로 운영하고 있으며, 집중력을 높이기 위해 모든 사육농장에 대한 Door-to-Door 방식의 X-ray survey를 실시하고 있다. 태국도 최근 한국·중국 등에서 검출된 HPAI H5N8형이 기존 H5N1형 보다 병원성이 높다는 점을 인식하고 주변국 발생상황을 예의 주시하고 있는 추세이다. 가뭄, 홍수, 재난성 가축질병발생 시 사전신고를 (사육수수, 토지,축사건물, 관목, 시설, 장비 등을 모두 사전 등록) 실시한 농장에 대해 보상 등 우선적 지원 조치를 함으로서 정부의 가축 등록 정책에 적극적인 참여를 유도하고 있다. 정부의 X-ray survey를 통한 사전 질병여부 신속 파악 및 지방수의조직과 유기적 협조로 인해 신속하고 원활한 대처가 가능하다. 각 농장을 방문 조사하는 X-ray survey에 대한 농가의 반응은 정부의 정확한 진단결과제공으로 인해 질병관리가 가능하다는 인식을 가지고 있다.

㉔ 살처분·이동제한

HPAI 발생농가에 한정하여 살처분을 실시하며 100마리 단위로 플라스틱 재질 chamber에 담아 CO2 gas를 이용하여 살처분을 실시하고 있다. 대규모농장의 경우에는 2시간 이상이 소요된다. 이동제한은 반경 5km 내는 정밀검사를 실시하고, 5~10km 범위는 임상검사를 실시한다. 최종 발생일로부터 21일 미 발생 시 이동제한을 해제한다. 소, 돼지, 가금 등 전 축종에 대해서 태국전역에 58개 통제소와 47개 check point에서 임상검사와 차량소독 조치를 실시한다. 살처분 시 특이점은 최초 발생 시 군부의 적극적 협조 (사람에 대한 감염위험성을 감수하고 명령 이행)로 신속한 대처가 가능하다는 점이다.

㉔ 동물복지 등 기타사항

태국 농업기준 규정에 가금 사육 및 수송과 관련 동물복지 준수항목을 명시하고 HPAI 감염 축 살처분 시 CO2 gas에 의한 의식 상실과정을 거치는 등 미약하나마, 농장동물에 대한 정부의 동물복지 개념도입의 의지가 엿보이고 있다. 인수공통전염병으로서의 HPAI 위험성을 고려하여 불필요한 대국민 불안감을 최소화하기 위해 발생현장의 언론 통제 (기자, 촬영장비 엄격 관리)를 철저히 하고 있다. One-Health 개념을 적용하여 가축 질병 대응 훈련 시 감염의 심환자에 대한 긴급 이송 등 공중보건 공무원과의 연계 훈련을 수행하고 있다.

② 베트남

베트남은 농림개발부 가축질병국에서 가축방역 등 동·축산물 관련 업무를 총괄하고 있으며, 63개의 지방 가축질병국, 700개의 지역 수의사무소와 협조하여 업무를 수행하고 있다. 가축질병의 신고, 진단, 방역조치 관련 업무는 지시·전달 및 분담이 원활하게 이루어지고 있다. 역학조사 관련 업무는 지방 가축질병국에서 실시하고 역학조사 분석업무는 중앙 가축질병국에서 거의 전담하고 있다.

㉔ 예찰 및 백신정책

베트남은 HPAI 상재국으로 근절을 통한 종식보다는 일반적 예찰활동을 통한 확산방지 등 유지 및 관리에 중점을 두고 있으며 신고 시 병성감정 결과에 따라 살처분 등의 조치를 실시한다. 가금사육농가에 대해서 기본적으로 백신정책을 실시하며 수입의존도가 높아 수급량의 90% 정도를 중국에서 수입하고 10% 정도를 국내 생산으로 공급하고 있다.

㉔ 살처분·이동제한

HPAI 발생농가에 한하여 살처분을 실시하며, 가축수송 차량의 경우 통행증명서 소지자에 한하여 운송가능하고 최종발생일로부터 21일 미 발생 시 이동제한을 해제한다. 살처분 시 매몰 전 동물복지를 고려한 의식 상실과정 없이 생매몰을 실시한다. 살처분 인력은 기본적으로 발생지역 동네주민과 수의사를 동원하여 실시하고, 살처분에 비협조적인 농가 발생 등 특이상황 발생의 경우 군·경찰, 공무원이 투입되어 갈등을 조정한다.

㉔ 동물복지 등 기타사항

농장동물의 복지와 관련된 정부 규정은 아직 없으며, 살처분 시 의식상실 없이 생매몰 실시 등 정부의 동물복지에 대한 이해나 실행의지는 아직 희박한 것으로 판단되고 있다. HPAI 상재화로 감염에 대한 국민들의 우려도는 낮은 편이며, 국민들의 방역의식도 약한 편으로 홍보·교육 강화가 필요한 실정이다.

2. 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 개선안 도출에 필요한 이론적 근거 마련

가. 현 살처분 관련 현황 및 법령

(1) 가축전염병예방방법령상 살처분관련 근거 규정

가축전염병예방방법 제20조 (살처분명령) 및 제22조 (사체의 처분제한)
시장·군수 또는 구청장이 가축의 소유자등에게 살처분 명령
가축전염병예방방법 시행령 제8조 (사체의 재활용 등)
가축전염병에 감염된 가축의 사체를 열처리하여 사료, 비료의 원료 또는 공업용 원료로 재활용할 수 있도록 규정
가축전염병예방방법 시행규칙 : 구체적 살처분 방법 및 처리 기준
같은법 시행규칙 제23조 (살처분명령 등) 및 제25조 (사체 등의 소각·매몰기준), 제26조 (환경오염 방지조치) 등

(2) 살처분 관련 전염병별 방역관련 규정

구제역 방역관련 규정
구제역 방역실시요령 제18조 (살처분 등 조치) 등
구제역 긴급행동지침의 살처분·소각 및 매몰요령
고병원성 AI방역관련 규정
가금인플루엔자방역실시요령 제17조 (살처분 등) 등
가금인플루엔자 긴급행동지침의 살처분·소각 및 매몰요령
부루세라병 방역관련 규정
결핵병 및 부루세라병 방역실시요령 제15조 (감염소 등에 대한 조치) 및 제17조 (살처분 명령 등)

나. 고병원성 조류인플루엔자 살처분 범위

발생농장 및 오염지역(500m) 안에 사육 감수성 동물
발생농장 소유자 등이 발생지역 외에서 사육하는 감수성 동물
역학적으로 감염이 의심되는 감수성 동물
농림부 가축방역협의회에서 3km 내외 감수성 동물 살처분 결정

다. 추가 제한 구역 내 위험성이 있는 접촉 사육사 또는 사육사에 적용할 기준을 결정하는데 고려되어야 할 주요 기준 및 위험요소

표 116. HPAI 발생시 살처분 적용 기준

| 살처분 | 미 살처분 |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 접촉 농장 내 조류 인플루엔자를 암시하는 임상증상 우점 가금종의 고감수성 | 접촉 농장 내 조류 인플루엔자를 암시하고 임상증상이 없고 역학적 연관성도 없을 경우 우점 가금종의 저감수성 |
| 감염된 농장에서 바이러스라 들어온 때 이후 조류인플루엔자가 확인된 농장으로부터 접촉 농가로의 가금 또는 기타 사육조류등의 이동 | 감염된 농장에서 바이러스라 들어온 때 이후 조류인플루엔자가 확인된 농장으로부터 접촉 농가로의 가금 또는 기타 사육조류등의 이동이 알려지지 않은 경우 |
| 고밀도 가금 사육 지역 안의 접촉 농장의 위치 | 저밀도 가금 사육 지역 안의 접촉 농장의 위치 |
| 박멸조치의 적용 전 조류 인플루엔자가 확인된 사육사로부터 바이러스가 전파될 만한 시간동안의 질병의 존재 | 질병이 존재 하였으나 박멸조치의 적용 전 조류 인플루엔자가 확인된 사육사로부터 바이러스가 전파가 제한된 경우 |
| 조류 인플루엔자가 확인된 농장의 500m 이내의 접촉 농장 위치 | 조류 인플루엔자가 확인된 농장의 500m 이상의 접촉 농장 위치 |
| 조류 인플루엔자가 확인된 하나 이상의 농장과 관계가 있는 접촉농장 | 조류 인플루엔자가 확인된 하나 이상의 농장과 관계 없는 접촉농장 |
| 유행병은 통제 하에 있지 않고 조류인플루엔자가 확인 된 농장의 수가 증가 한다. | 유행병은 통제 하에 있다. |

※ 가금 밀도가 매우 높을 경우, 더 먼 거리는 반드시 고려되어야 한다.

라. 실제 사례 적용의 축종별 살처분 방법

닭의 경우에는 단순질식 또는 CO₂ 가스 혼용을 하고, 오리의 경우에는 단순질식 또는 CO₂ 가스 혼용, 비닐하우스 내 평사 또는 구덩이를 이용한 안락사를 실시한다.

닭·오리 포획방법은 여덟 가지 방법이 존재한다. 첫 번째는 닭과 오리의 발을 신속히 낚아 켈 수 있는 1~1.5m 정도의 두꺼운 철사 끝 부분을 U자 형태로 만들어 사용하고 닭·오리를 낚아 켈 즉 시 양 날개를 X자 형태로 하여 움직이게 하지 못하게 한 후 두부와 경부 탈출방법으로 폐사시키거나 적당한 수만큼 부대에 넣어서 CO₂ 가스를 주입한 후 매몰지까지 운반하는 방법이다. 두 번째는 여러 명이 그물망 또는 비닐을 이용하여 한쪽으로 몰아서 포획한 후 비닐봉지에 넣어 CO₂ 가스를 주입시키는 것이다. (살처분 진도율이 낮고 닭 포획과정에서 시설 파손 우려) 1번과 2번 방법의 경우는 계사 내 많은 분진이 발생하기 때문에 사전에 소독약 또는 물을 살포를 하여 먼지가 발생하지 않도록 한 후 시행하여야 하며, 산란계 케이지 사육형태일 경우는 케이지로부터 2수씩 손으로 꺼내서 비닐봉지에 넣고 CO₂ 가스를 주입하여 살처분 시킨다. 세 번째 방법은 야간을 이용하여 닭이 취침상태에 들어갔을 때 CO₂ 가스를 주입하여 신속히 포획하는 것이다. 네 번째 방법은 무창 계사 또는 계사를 비닐로 밀폐시킨 후 탄산가스 등을 살포하여 폐사시킨 다음 환기 후 방역요원이 들어가 매몰지 또는 소각지로 이동시키는 방법이다. 세 번째 네 번째 방법은 신속 살처분 시 효과가 적다는 단점이 있다. 다섯 번째 방법은 무창 계사 또는 계사를 비닐로 밀폐시키

거나 환기차단 조치 후 열풍기를 가동하여 산소결핍 초래 유발과 함께 포르말린 훈연제 (K7-block)를 이용하여 1~2일정도 경과한 후 폐사된 것을 확인한 후 환풍기를 가동시켜 환기시킨 후 방역요원이 들어 폐사체를 매몰지 또는 소각지로 이동시키는 방법이다. 이 방법은 인체감염방지 및 살처분 시 계사시설 손상 없는 방법이다. 포르말린가스가 발암성물질이지만 환기 후는 짧은 시간 노출정도는 병원체에 의한 인체감염보다는 현실적인 방안이며, 포르말린 가스 주입과정에서 소독 효과가 발생함으로써 살처분이 지연이 되더라도 병원체 배출이 중지된다. 이 때 포르말린가스 이용은 추운 날씨에는 약효가 떨어지기 때문에 반드시 열풍기 가동 후 사용하는 것이 효과적이며 (K7-block 사용개수는 평수에 맞추어 사용), 평사계사 사용 시는 매우 효율적이거나 케이지 사육 시는 케이지내 2수씩 사육형태로 인한 폐사체 강직으로 인한 손으로 꺼내기가 곤란한 점이 있을 수 있다. 여섯 번째 방법은 사료 및 음수를 1일 (1~3회) 정도 중단시킨 후 폐사용 약물을 음수로 투여하여 폐사 시킨 후 매몰 또는 소각하는 방법이다. 일곱 번째 방법은 발생농장 인근에 살처분 매몰지인 구덩이를 판 후 생축을 이곳으로 이동한 후 비닐을 덮혀서 CO₂ 가스 또는 포르말린 가스를 넣어 질식사시키는 방법으로 생매장으로 오인할 가능성이 있으므로 주의를 요한다. 여덟 번째 방법은 발생농장이 평사이면서 일령이 낮은 오리나 초생 추들의 경우 환기차단 후 열풍기를 이용하여 질식사를 시키거나 한곳으로 몰아서 비닐을 덮혀 CO₂ 가스 또는 포르말린 가스를 주입하여 질식사시키는 방법이다.

마. 가축전염병 감염축 및 감수성 동물의 사체 처리방법

사체의 매몰처리 지역은 수원지·하천·도로 및 주민 집단 거주지역이 아닌 곳, 사람·가축 접근을 제한할 수 있는 곳으로 적용한다. 사체의 소각처리는 소각시설이 있는 장소에서 이용하여야 하고, 사람이나 가축의 접근을 제한할 수 있는 곳에서 소각을 하여야 한다 (사체를 태운 후 남은 뼈와 재는 매몰). 사체의 재활용의 경우 사료 관리법에 의거하여 사료제조시설 또는 열처리시설에서 열처리한 후 동물사료, 비료원료 또는 공업용 원료로 사용된다.

바. 지자체의 살처분 대상동물별 처리실태

소, 돼지등 중·대동물은 주로 약물주사로 살처분을 실시하며, 닭, 오리 등 가금류는 가스를 이용 살처분하는 것으로 조사되었다. 대동물의 경우 약물 (86%), 타격 (10%)의 순이었고, 중동물은 약물 (42%), 타격 (17%), 전살 (15%)의 순, 가금류는 가스 (57%), 약물 (10%), 전살 (15%)의 순으로 나타났다.

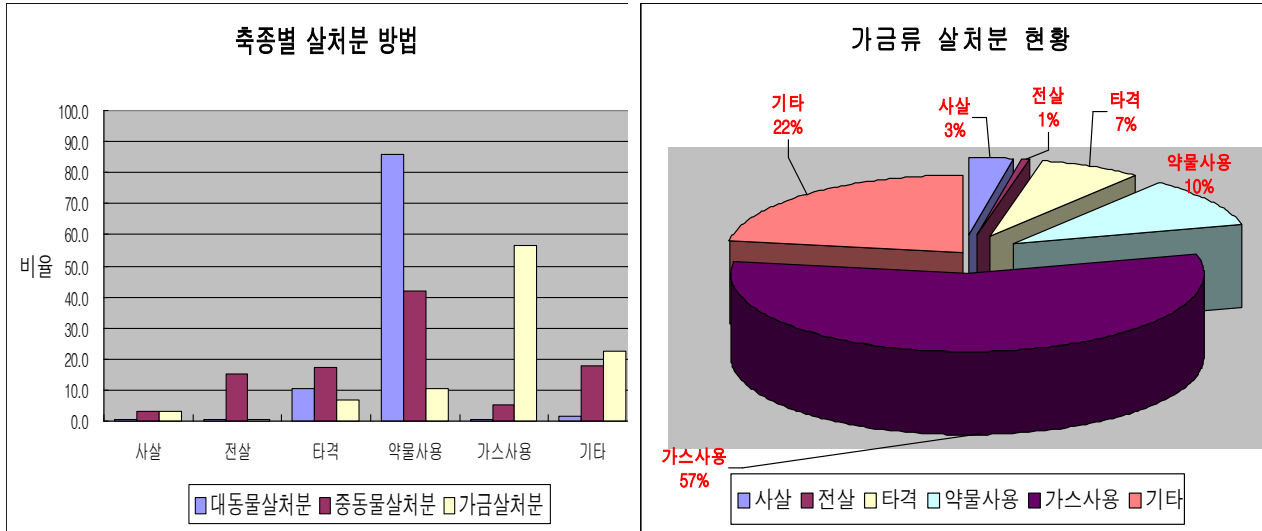


그림 270. 축종별 살처분 방법

(1) 가축의 살처분시 사용되는 약물 및 가스 이용실태

약물 사용시에는 주로 Succinylcholine (99%)을 사용하고 있으며, 가스 이용 시에는 주로 CO₂ 사용 (73%)하고 있다.

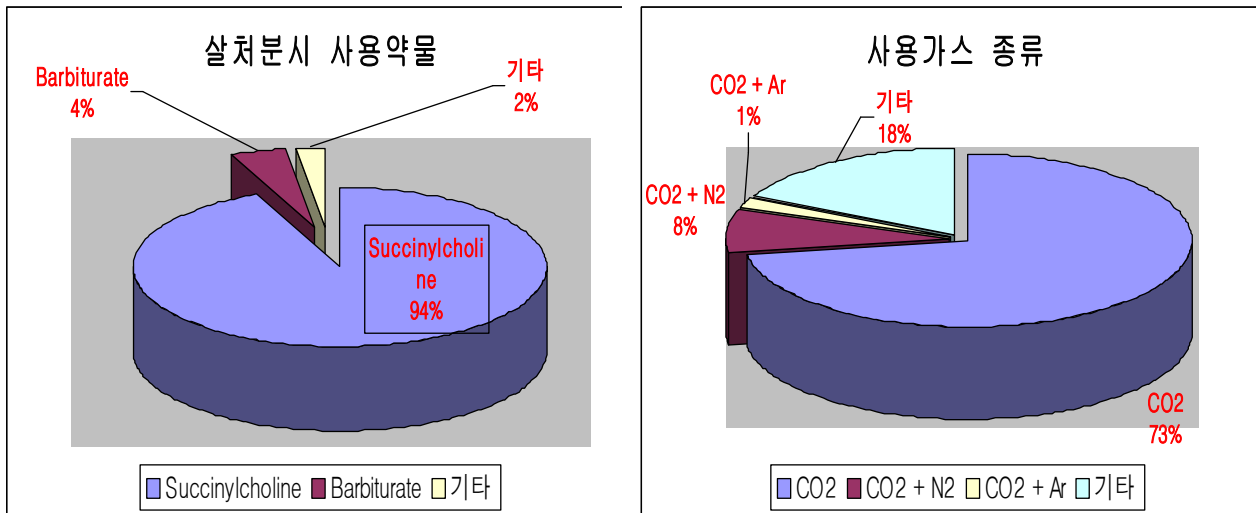


그림 271. 가축의 살처분시 사용되는 약물 이용

(2) 폐사체 처리방법

대동물의 사체처리는 주로 매물 (92%)에 의한 방법으로 처리하고 있으며, 일부 지사체 (충북)는 랜더링 처리를 실시하고 있다.

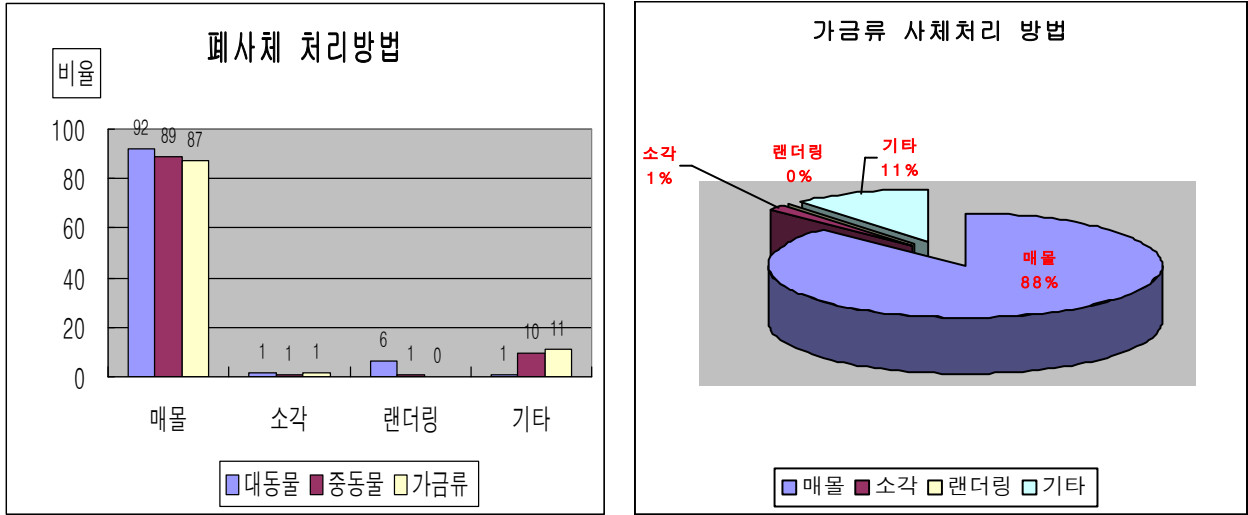


그림 272. 가축별 의 살처분 후 폐사체 처리방법

설문조사시 기타 의견 및 건의사항은 살처분 가축 처리 시 소각매물 이외의 대안이 필요하며, 설문조사 대상 약 65%가 발효처리는 필요하다고 응답하였다. 그 외에도 광역화된 소각로·랜더링 시설 설치 확대 지원, 소각·매물 기준의 구체화 및 세분화, 국가 차원의 살처분 전문처리반 설치·운영, 매몰지 확보방안 강구 및 랜더링 처리 비용 (국비) 지원, 가축전염병 감염 가축 운반시 밀폐된 운반 트럭 지원 등이 있었다.

사. 살처분의 문제점

HPAI 살처분 정책 시행 시 막대한 사회·경제적 손실 및 부정적인 인식이 높았으며, 고병원성 AI 발생 시 살처분 대상 축종 및 범위에 대한 명확한 방역기준이 마련되지 못하고 있는 상태이다. 동물과 사람 간 전파를 매개할 수 있는 돼지와 발생지역 사육 개·고양이에 대한 방역관리 방안 또한 부재한 실정이다. 축종별 살처분 방법이 다양하게 적용되고 있으나, 일부 방법은 현장 적용이 어렵고, 동물보호차원에서 살처분 방법의 문제 제기가 되었다. 가금류에 대한 살처분 시 가스를 사용하도록 규정하고 있으나, 동 방법의 현장 적용 시 안락사가 잘 안되어 개선이 필요하고 부수적으로 가스 사용 시 완전 밀폐가 된 상태에서 가스가 주입이 되어야 하나 재래식 또는 산란계용 계사는 밀폐가 곤란하고 CO₂ (이산화탄소)를 이용한 살처분 방법은 가금류에서 일반적으로 널리 사용되고 있으나 동물에 고통 유발 가능성이 있다. 살처분 사체는 대부분 매물처리하고 있으나 매물 시 환경오염 우려가 있고 이에 따른 적정 매몰지 확보에 어렵고, 매몰지 주변 지하수 오염·악취발생으로 민원 발생 소지가 있었으며 지역 주민의 매몰을 기피 및 반대하고 있어 HPAI의 지속 발생으로 지자체의 매몰지 확보에 한계가 있다. 소각·랜더링 처리의 경우 지역주민이 혐오시설로 인식하여 유치 기피로 소각로·랜더링시설 확보 및 가동 곤란하고, 악취 발생우려 등으로 인해 현실적으로 농장 내 소각이 거의 불가능할뿐 아니라, 소

각·랜더링 시설이 부족하고, 감염축의 소각·랜더링 처리시설까지 이동할 경우 전파 위험성 상존한다. 국가 재난형 질병 발생 시 많은 가축을 일시에 처리해야 하나 소각·랜더링 경우 시설이 한정되어 있어 활용에 한계가 있다. 또한 살처분 가축의 처리 시 소각·매몰 및 열처리하도록 규정하고 있으나 발효처리 등 다양한 방안 강구 필요하며 가축전염병 발생으로 인한 사체 매몰 시 소독방법의 검토가 필요하고 부수적으로 매몰 시 생석회의 무분별 도포로 부패가 잘되지 않으며, 비닐(차수막) 사용시 실효성이 낮고 추가 환경오염 가능성이 대두되고 있다.

아. 국내 HPAI 살처분 사례

국내 고병원성조류인플루엔자 발생 시 대부분 가축전염병예방법 및 조류인플루엔자 방역실시요령(SOP)에 따라 매몰지 선정 및 방법을 따르지만, 지자체별로 현장 상황에 맞춰 살처분 및 매몰조치가 이루어지고 있다. 평지사육을 하는 육계, 종계, 육용오리, 종오리 등은 일반적으로 축사내부에서 한 곳으로 몰아서 두꺼운 비닐을 이용하여 살처분 개체를 덮는데, 이 때 비닐 가장자리를 살처분에 사용된 이산화가스통이나 흙·벽돌·목재 등을 이용하여 비닐 밖으로 가스가 새어나가지 않게 하거나 살처분에 동원된 사람들이 비닐 가장자리위를 둘러 에워싸서 발로써 밟아 이산화가스를 차단하여 살처분을 하는 경향이 많고 무창 계사일 경우는 환기구를 차단하여 이산화탄소를 주입하여 살처분을 하는 경우도 있었다. 케이지 사육을 하는 산란계, 메추리 등은 무창계사일 경우 환기구를 차단한 후 이산화탄소를 주입시켜 살처분을 하지만 케이지 내에서 살처분된 폐사를 끄집어내기가 어렵기 때문에 대부분 살아있는 개체를 먼저 끄집어내어서 통풍이 되는 마대나 플라스틱 박스 등에 담아서 축사밖으로 가져나온 후 비닐을 덮힌 후 이산화탄소를 주입시켜 살처분하거나 밀봉된 플라스틱이라면 구멍을 뚫어서 이산화탄소를 주입시켜 살처분을 하는 경향이 많고, 메추리의 경우도 현장 상황에 맞춰서 산란계 살처분과 유사한 방법으로 처리하고 있었다.

(1) 산란계 발생농장 살처분 사례



살처분 대상 산란계를 끄집어 냄



살처분 대상 산란계가 들어있는 이동용 플라스틱통



살처분 대상 산란계를 축사밖으로 이동



살처분 대상 산란계에 이산화탄소를 주입



살처분 완료후 마대자루로 옮김



마대자루를 매물지로 이동할 차량으로 옮김

그림 274. 2014. 공주지역 HPAI 발생 산란계 농가 살처분 장면

(2) 구제역 발생사례 (AI 경우도 유사한 방법으로 적용)

국내 구제역 발생 시 대부분 가축전염병예방법 및 구제역 방역실시요령(SOP) 등에 따라 매물지 선정 및 방법을 1차적으로 따르지만, 지자체별로 현장 상황에 맞춰 살처분 및 매물조치가 이루어지고 있음

소, 사슴, 염소 등의 경우는 주로 진정제·마취제 등 살처분용 권장 약물을 이용하여 주사기(사슴 등 야생동물의 경우는 마취총 등 이용)를 이용하여 살처분을 하고, 돼지의 경우는 모돈의 경우는 매물지주변이나 매물지로 운반용 차량 인근(돈사내에서 살처분시는 운반이 용이하지 않음)에서 주사기를 이용하여 약물을 투입하는 경우가 많고, 나머지 자돈, 육성돈, 비육돈의 경우는 매물지 주변이나 돈사 주변에 땅을 파서 돼지를 몰아넣거나 아니면 압록박스나 건설용

판넬 박스를 제작하여 그 속으로 돼지를 몰아넣은 후 비닐을 덮어서 이산화탄소를 주입하여 살 처분을 하는 경우가 많음. 이렇게 살처분된 것을 차량을 이용하여 매몰지로 운반함



폐사체 및 마취제 주사



건설용 판넬박스 제작후 돼지를 몰아 넣음



비닐을 씌운 후 이산화탄소 주입



살처분 매몰지로 폐사체를 차량으로 싣고 이동



매몰된 FRP통에 살처분개체(폐사체)를 넣음



가스 및 침출수 배관 설치후 주변정리

그림 275. 2016. 논산지역 구제역 발생 양돈농가 살처분 장면

(3) 열처리 방법을 통한 국내 폐사체 (돼지·가금) 처리 사례

(가) 직접 가열식 처리장치 (스팀+진공) 활용 (축산과학원 개발)

폐사된 가축을 고압스팀으로 가열하여 완전 살균처리가 가능하다. 이 방법은 폐사체의 후처리 작업이 용이하고 재활용 할 수 있어 부루세라병 등 소규모 폐사체 발생 시 활용이 가능하다. 하지만 처리용량이 적고, 구입금액이 높다는 단점이 있다 (2500만원/1대).

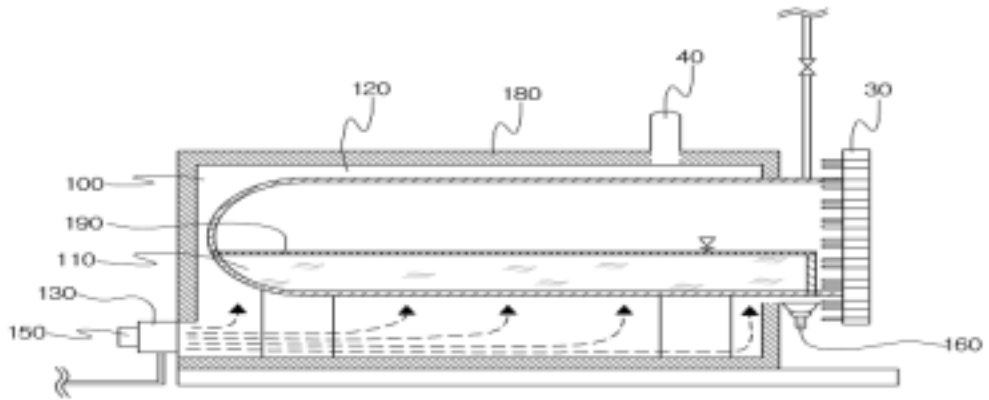


그림 276. 열처리 방법을 통한 사체처리 과정

자. 국내 살처분 정책 현황

(1) 살처분 관계 관련 법 (살처분 범위, 살처분 대상)

(가) 살처분 관련 사항

시장·군수는 법 제20조에 따라 발생농장의 소유자에게 발생농장에서 사육되고 있는 감수성 동물의 살처분 및 그 생산물의 폐기를 명하여야 하고, 다음 각 호의 1에 해당하는 감수성 동물 및 그 생산물에 대하여는 검역본부장의 기술자문을 받아 살처분 또는 폐기 여부를 결정하여 이를 시행하여야 한다.

1. 발생지 또는 오염지역 안에서 사육되고 있는 감수성 동물 및 그 생산물과 돼지 및 그 생산물. 단, 돼지는 역학적 관련성이 높거나 정밀검사 결과 양성으로 판정되는 경우

2. 발생농장 소유자등이 발생지역 이외의 지역에서 사육하고 있는 감수성 동물 및 그 생산물

3. 그 밖에 발생농장과 근접거리에 위치하거나 동일한 진입로 사용, 동일한 분변처리장 이용 등 역학적으로 고병원성조류인플루엔자의 감염이 의심되는 감수성 동물 및 그 생산

검역본부장 또는 시·도지사는 발생농장 주변의 지리적 또는 역학적 특성을 감안하여 고병원성조류인플루엔자가 발생한 축사를 중심으로 반경 3킬로미터 내외의 지역에서 사육되고 있는 감수성 동물의 살처분 및 그 생산물의 폐기를 확대하여 실시할 것을 농림수산식품부장관에게 건의할 수 있다.

농림수산식품부장관은 검역본부장 또는 시·도지사로부터 제2항의 건의를 받은 때에는 이의 시행여부 등을 결정하고, 필요한 경우에는 가축방역협의회의 자문을 받을 수 있다. 시장·군수는 가축의 살처분·매몰 또는 소각에 참여하는 자에 대하여 살처분 관련규정·작업요령·주의사항 등에 관한 사전교육을 실시하고, 보호장구 착용 및 필요한 약제를 투여하도록 지시하여야 한다. 발생농장의 죽은 가축과 살처분한 가축의 처리는 가축방역관의 감독하에 발생지 또는 발생지 인접지역에서 매몰 또는 소각하여야 하며, 제2항 및 제3항에 따른 살처분 대상가축을 매몰·소각 장소로 운반하는 경우에는 덮개가 있고 누수를 방지할 수 있는 차량으로 운반하여야 한다. 이 경우 운반차량은 운반 전·후에 차량의 내·외부를 적정한 소독약으로 소독하여야 한다. 시장·군수는 발생농장의 가축에 대한 살처분 및 매몰작업에 참여한 사람 또는 사용된 장비에 대하여 발생지에서 목욕(세척)·소독 등 필요한 방역조치를 한 후 다른 지역으로 이동하도록 하여야 하고, 해당 작업을 마친 후 7일이 경과할 때까지 감수성 동물을 사육하는 축사 및 축산관련 시설에의 출입을 금지토록 조치하여야 한다. 다만, 살처분 및 매몰작업을 위하여 발생지역의 다른 농장을 출입하는 경우에는 그러하지 아니하다. 시장·군수는 가축방역, 살처분 및 매몰작업에 참여한 사람에 대하여 역학조사 및 추적관찰이 가능하도록 성명, 주민등록번호, 주소, 연락처 등 인적사항을 기록 유지하고, 시·도지사 및 질병관리본부장에게 즉시 통보하여야 한다

(2) 살처분 및 사체 처리 요령에 관한 법령 사항

(가) 살처분 및 폐기범위의 결정

발생농장에서 사육되고 있는 감수성 동물 및 종란·식용란 (이하 “알”이라 한다) 등 그 생산물은 살처분 및 폐기 처리해야한다. 발생지 또는 오염지역 (반경 500m이내) 안에서 사육되고 있는 감수성 동물 및 그 생산물, 돼지 및 그 생산물 (단 돼지는 역학적 관련성이 높거나 정밀검사 결과 양성으로 판정되는 경우), 발생농장 소유자등이 발생지역 이외의 지역에서 사육하고 있는 감수성 동

물 및 그 생산물, 그 밖에 역학적으로 고병원성조류인플루엔자의 감염이 의심되는 감수성 동물 및 그 생산물 등감수성 동물 및 그 생산물에 대하여는 검역본부장의 기술자문을 받아 살처분 또는 폐기 여부를 결정하여 시행하여야 한다.

살처분 사체처리의 기본원칙은 살처분된 사체는 농장 내에서 처리함을 원칙으로 하되, 부득이한 경우 농장에서 가까운 곳에서 처리할 수 있다. 처분된 사체는 FRP 등 액비 대형 저장조, 간이 FRP, 랜더링, 소각 등 친환경적 매물처분으로 처리함을 원칙으로 하되, 이들 방법으로 처리하기 곤란한 경우에 매물지 선정기준에 따른 적정한 매물장소에 매몰한다. 매몰시에는 사체의 신속한 분해, 악취 제거 및 침출수 증발 등을 위해 미생물 (호기성 호열미생물 등) 처리를 권장한다. 사체 처리시 농장내 오염물 및 오염우려물 (사료, 깔짚 등)에 대해 함께 처리한다. 사체 처리는 가축방역관의 지도·감독 하에 실시한다.


살처분 범위 확대 시에는 검역본부장 또는 시·도지사는 발생농장 주변의 지리적 또는 역학적 특성을 감안하여 고병원성조류인플루엔자가 발생한 축사를 중심으로 반경 3킬로미터 내외의 지역에서 사육되고 있는 감수성 동물의 살처분 및 그 생산물의 폐기를 확대하여 실시할 것을 농림수산식품부장관에게 건의할 수 있다. 또한 농림축산식품부장관은 검역본부장 또는 시·도지사로부터 건의를 받은 때에는 이의 시행여부 등을 결정하고, 필요한 경우에는 가축방역협의회의 자문을 받을 수 있다.

살처분 절차에 대하여 살펴보면 사체처리에 참여하는 인력 등에 대한 사전 조치사항은 시장·군수는 평시에 사체처리팀, 사후처리팀 등 살처분 사체의 처리를 위한 인력과 장비를 준비한다. 필요시 군부대 등의 협조를 받는다. 사체처리팀은 살처분된 사체를 처리하며, 전문가를 포함하여 팀을 구성하고 사후처리팀은 발생농장의 사료, 볏짚, 분뇨의 처리 등 사후처리업무를 담당한다. 사체처리에 참여하는 인력에 대한 사전 조치사항은 사체의 처리에 참여하는 인력은 마스크·1회용 방역복·장화·보호안경 등을 착용 하고 작업을 시작한다. 시장·군수는 사체처리에 참여하는 인력에 대하여 작업 전·후 반드시 방역수칙 교육 (사체처리 관련규정·작업요령·주의사항, 안전 사고 예방 등) 및 출입자 통제를 실시한다.

이산화탄소 (CO₂) 가스를 이용한 살처분 방법을 살펴보면 그 중 첫 번째 오리의 안락사 방법부터 알아본다. 먼저 오리 및 오리사의 특성이 중요하다. 오리는 물러다니는 특성이 있으며, 날지 못하므로 0.5~1m이상의 높이로 차단벽을 설치할 경우 넘어가지 못한다. 또한 오리는 야간에 빛이 있는 곳으로 모이는 성질이 있다. 대부분의 오리사육시설은 비닐하우스 (윈치커튼 형식의 환기) 형태이다. 살처분 준비물 (오리 1,000수 기준)은 CO₂ 가스 3통 (7 m³), 폭 10m의 롤 비닐(시판 비닐은 폭 5m 2중으로 되어 있음), 필요한 비닐 (1,000수)은 약 폭 10m 길이 20m 임, 마스크가 부착된 산소 (O₂) 가스통 1~2통 (CO₂ 가스중독에 대비한 응급조치용으로 소방서, 보건소 등에 협조요청), 산소 모니터 (산소량 측정기)가 있다. 오리의 안락사 시키는 방법 (주간 및 야간작업 가능)은 비닐하우스내 평사에서의 안락사 방법이 있으며 그 과정은 다음과 같다.

① 길이 2m× 높이 50cm의 판을 이용하여 비닐하우스 내에 준비된 비닐 폭 넓이에 맞추어

□ 자 형태로 만든다.

② 오리를 높이 50~1m 정도의 물이 판을 이용하여 준비된 장소로 조용히 이동시킨 후 나머지 부분을 막는다 ().

③ 한곳에 모인 오리는 특성상 (군집성) 조용히 있게 된다.

④ 오리가 놀라지 않게 하면서 준비된 비닐을 덮은 다음 주변의 흙 등을 이용하여 비닐을 덮어 밀폐시킨다.

⑤ CO₂ 가스통과 연결된 주입 호스를 3곳에서 비닐하우스 내로 넣는다. 이때 가스통은 주입밸브가 지면과 가까이 되도록 옆으로 누인다(세우면 가스가 잘 주입되지 않음).

⑥ CO₂ 가스를 천천히 주입 한다 (가스 한 통 주입시간 약 20~30분).

급격히 주입하면 오리가 놀라서 요동을 치기 때문임

⑦ 오리는 CO₂ 가스 주입 후 약 10분 정도 경과하면 모두 죽게 되는데 가스통을 비울 목적으로 30분 이상 기다린다.

⑧ 오리가 죽은 것을 확인한 후 (호흡, 눈동자 움직임, 근육운동 등이 없음) 비닐 덮개를 제거하고 매몰시킨다.

※ CO₂ 가스 흡입 후 죽게 되는 과정 : 오리는 바닥에 드러누우며, 항문이 열리고 배설물이 나오며, 머리와 목은 등 쪽으로 꺾임

구덩이를 이용한 안락사 방법은,

① 구덩이 준비 : 길이 20m, 폭 5~7m, 깊이 50~100cm의 구덩이를 오리사에서 접근이 용이한 곳에 포크레인 등으로 준비한다.

○ 구덩이 입구는 오리의 접근이 용이하도록 경사지게 한다.

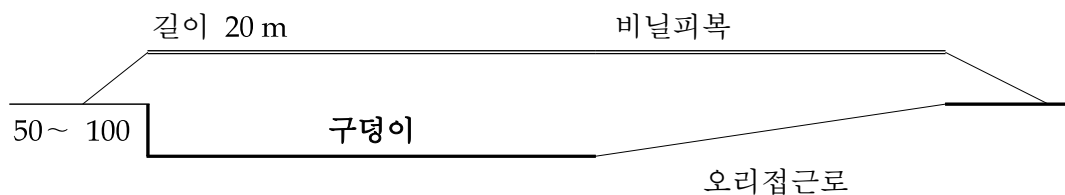


그림 277. 오리 살처분용 구덩이 모식도

② 오리를 높이 0.5~1m 정도의 물이 판을 이용하여 준비된 장소로 조용히 이동시킨 후 비닐하우스내 평사에서 안락사 시키는 방법과 동일하게 처리한다.

CO₂는 조류에게 거의 스트레스를 주지 않고, 신경질적인 행동을 억압하며, 일정량의 CO₂ 흡입 시 5분 이내에 안락사 시킬 수 있음

단, 안락사 유도시에는 밀폐면적과 CO₂ 노출시간과는 관계가 없으며, 짧은 시간 내에 다량의 고농도 CO₂ 주입이 필요함

오리의 경우 밀폐공간에서 60% 이상의 CO₂를 신속하게 주입할 경우 5분 이내에 죽음

닭의 경우 5%, 오리의 경우 산소 2%이하일 경우 수분내에 죽음

다음으로 닭의 안락사 방법을 살펴보면 닭 또한 살처분 전에 닭 및 계사의 특성을 파악하는 것이 중요한데 닭은 매우 잘 놀라고 날개 짓을 통하여 1m이상 비상이 가능하며, 빛이 없을 경우 조용해지지만 주위 환경에 민감하게 반응한다. 생산물 목적에 따라 무창계사, 완전계사, 간이계사 등으로 다양하며 사육형태 또한 케이지 사육 (주로 산란계)과 평사 (주로 육계)로 구분된다.

계사별 살처분 방법으로는 다음의 표와 같다.

표 117. 계사별 살처분 방법

| 구 분 | 무창계사 | 완전계사 | 간이계사 |
|--------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 사육형태 | 케이지 사육, 평사 | 케이지 사육, 평사 | 케이지 사육, 평사 |
| 지붕단열재 | 갈바륨 + 우레탄 100 mm + 골드폼 50 mm | 보온덮개+비닐+타이론 5mm+비닐+천막 | 보온덮개+비닐+천막 |
| 환기시설 | 터널+크로스혼합식 강제환기 | 윈치커튼, 자연환기 | 윈치커튼, 자연환기 |
| 급온기 | 가스 욕추기 | 열풍기+가스 욕추기 | 열풍기 |
| 단순질식 | ○ 환기팬의 전기를 차단 - 산소공급중단 | ○ 열풍기의 산소 공급파이프 (에어통로)를 계사 내로 방향전환 - 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 | ○ 열풍기의 산소 공급파이프 (에어통로)를 계사 내로 방향전환 - 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 |
| CO ₂ 가스 혼용 | 환기팬의 전기 차단하여 산소공급중단 및 CO ₂ 농도 증가 | 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 및 CO ₂ 농도 증가 | 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 및 CO ₂ 농도 증가 |
| 예상소요 시간 | 단순질식 : 1-2시간 CO ₂ 가스 혼용 : 30분 이내 | 단순질식 : 1시간 이내 CO ₂ 가스 혼용 : 30분 이내 | 단순질식 : 1시간 CO ₂ 가스 혼용 : 30분 이내 |

빛이 없는 야간 (저녁 7시경 움직임이 없는 시간대)에 작업 시 효과적이다. 산란계용 계사 등의 밀폐가 용이하지 않은 경우 살처분 전용 밀폐 컨테이너를 활용하여 가스를 이용 살처분을 한다. 주요 준비물은 CO₂ 가스 및 혼합가스 사용시 아르곤 (Ar), 가스통, 밀폐형 컨테이너 또는 텐트 (가스통과 연결), 가금 투입 케이지, 폐사체 담은 포대가 있다.

밀폐 컨테이너를 이용한 가스 살처분 방법은 케이지에 살처분 가금을 넣고 가축을 담은 각 케이지를 밀폐형 컨테이너 또는 텐트에 투입한다. 그런 후 가스주입 밸브를 열어 가스를 주입하고 산소 5% 미만으로 유지 시킨다. 일정시간 후 가금의 움직임 없어지면 컨테이너 문을 연다. 이

매 방독면을 착용하여 CO₂ 가스에 중독되지 않도록 주의 하고 폐사된 가금이 완전하게 폐사되었는지 재확인한다 (호흡·근육·동공의 움직임). 마지막으로 사체를 포대에 담아 소각 또는 매몰 처리 장소로 운반한다.

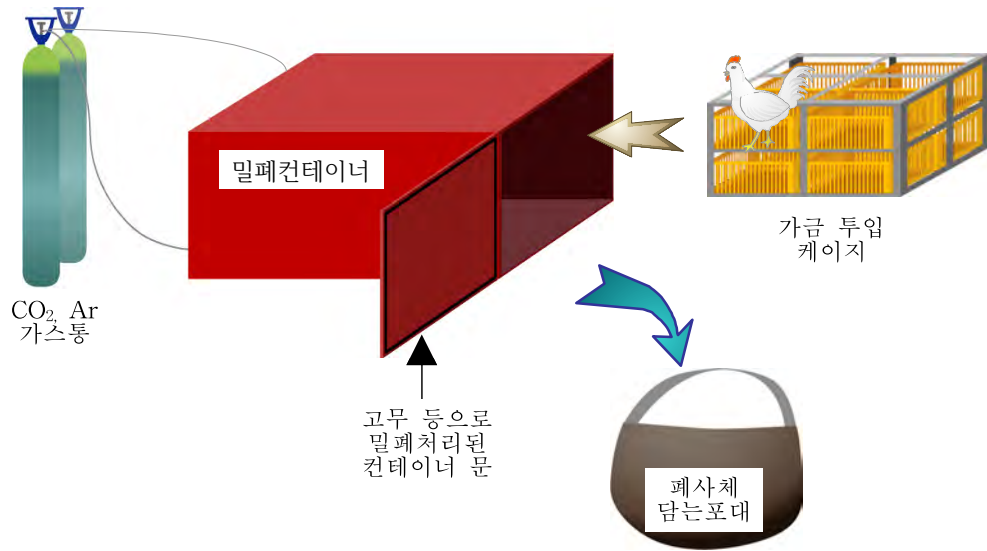


그림 278. 밀폐형 컨테이너를 이용한 살처분 방법

매몰 절차에 대한 살펴보면 매몰시 준비물은 포크레인, 트랙터, 수송차량, 사체운반기구, 삽, 빗자루, 고압세척기나 물호스, 소독차량, 소독약, 물통 기타 소독관련 기구, 작업복·장화·헬멧·장갑·고글 등 개인보호구, 매몰작업 소요자재 {차수재 (0.2mm이상 비닐, 비닐커버, 부직포, HDPE 등), 가스 배출관, 침출수배출 유공관, 톱밥 }등, 경고 표지판, 출입금지용 테이프 등이 있다.

표 118. 매몰처리시 준비물 (예시)

| 품명 | 수량 | 비고 |
|------------|-------|-----------------------------|
| 포크레인 | 2대 | ○ 대형 (6W), 소형 (02) 각 1대 |
| 사체운반기 | 1대 | ○ 스키드로더 |
| 수송차량 | 2대 | ○ 덤프트럭 5톤, 15톤 |
| 계근전자저울 | 1대 | |
| 덮개용 비닐 | 3박스 | ○ 15m × 50m, 0.9mm (비닐하우스용) |
| 생석회 | 2ton | |
| 톱밥 | 400kg | |
| 침출수 배출 유공관 | 1개 | |
| 가스배출관 | 3개 | |
| U자관 | 3개 | |
| 주변관측정 | 1개 | |
| 배수로셀 | 1셀 | |
| 경고표지판 | 1개 | |
| 출입금지띠 | 3롤 | |

기타 준비물은 땀나무, 보조연료, 철골 등 (소각 시), 소독수 (“청소·세척 및 소독요령” 참조), 생석회, 물통 기타 소독관련 기구 등이 있다. 살처분 가축이 소규모인 경우 소각처리하

고, 소각 및 매몰 처리 시 환경오염방지 등을 위해 축산부서와 환경부서간 긴밀히 협력하여 신속히 조치한다. 매몰장소의 선정은 매몰 축종, 매몰수량, 복토량 등을 감안하여 매몰지 크기를 결정하되, 매몰장소의 현장 여건을 고려하여 깊이, 폭, 길이 등 매몰지 크기를 사전 결정한다. 매몰지 깊이는 5m를 넘지 않도록 하며, 지하수위·관정·하천·주거지 등 주변 환경 등을 고려하여 적절한 깊이 및 크기로 설정한다. 매몰수량이 많은 경우에 1개소당 규모가 500m³ (5m×5m×20m)를 초과하지 않도록 적정 규모로 분할하여 매몰지를 조성하며, 한 지점에서 매몰구덩이를 여러개 설치할 때 매몰 구덩이간의 거리는 사람과 장비의 이동이 용이하도록 6m 이상 간격을 둔다. 매몰지 50m³ 크기의 매몰 두수 : 닭 5,000마리이다. 매몰장소의 선택은 시장·군수는 농장 내에서 매몰함을 원칙으로 한다. 다만 농장 내에서 매몰하기에 부적합한 경우 사전에 매몰 후보지를 선정하여 관리한다. 발생농장이 하천 등에 위치하는 경우 액비 저장조, 간이 FRP 저장조, 렌더링, 이동식 소각시설 등을 활용한다.

[매몰 장소로 적합한 장소]

- ㉠ 하천·수원지, 도로 등과 30m 이상 떨어진 곳
- ㉡ 매몰지 굴착과정에서 지하수가 나타나지 않는 곳(지하수위로부터 1m이상 이격)
- ㉢ 음용 지하수 관정과 75m 이상 떨어진 곳
- ㉣ 도로 및 주민이 집단적으로 거주하는 지역에 인접하지 아니한 곳으로 사람이나 가축의 접근을 제한할 수 있는 곳
- ㉤ 유실, 붕괴 등의 우려가 없는 평탄한 곳
- ㉥ 침수의 우려가 없는 곳
- ㉦ 농장부지 등 매몰 대상가축이 발생한 곳으로서 매몰지 선정기준에 적합한 곳
- ㉧ 국가 또는 지방단체 소유 공유지로서 매몰 후보지 선정기준에 적합한 곳

[매몰 장소로 부적합 장소]

- ㉠ 「수도법」 제5조에 따른 상수원보호구역
- ㉡ 「환경정책기본법」 제22조에 따른 특별대책지역
- ㉢ 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항 및 「영산강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항에 따른 수변구역
- ㉣ 「먹는물관리법」에 따른 염지하수관리구역 및 샘물 집수구역
- ㉤ 「지하수법」 제15조에 따른 지하수 보전구역
- ㉥ 그 밖에 이에 준하는 수질환경보전이 필요한 지역

매몰방법은 매몰 구덩이는 매몰수량을 고려하여 사체를 넣은 후 당해 사체의 상부부터 지표까지의 간격이 2m 이상 되도록 파야하며, 바닥면은 침출수 흡입 및 저류가 가능하도록 2%이상의 경사를 이루도록 한다. 매몰지 바닥 및 측면 비닐 설치 방법은 매몰 구덩이의 바닥 및 측

면에 비닐 등 불침투성 재료를 깔고, 그 위에 부직포·비닐커버 등을 추가로 덮어서 비닐 훼손을 방지한다. 다만, 비닐이 아닌 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 등 고강도방수재질을 사용한 경우에는 부직포, 비닐커버 등을 추가로 덮는 것을 생략할 수 있다. 비닐은 환경 친화성 제품을 권장하며, 매몰지의 부피보다 큰 규격으로 사용한다 (두께 0.2mm 이상으로 2중 비닐, 고강도 방수재질). 바닥의 비닐부터 1m 높이의 흙을 투입하되 흙의 중간 부위에 (약 50~60cm 구간)에 생석회 (5cm)를 투입하되, 비닐과 접촉하지 않도록 한다. 매몰지 내부 침출수저류조 및 유공관 설치 방법은 매몰지내 바닥에는 침출수 내부저류조와 침출수 배출관 (유공관 : 상부에는 개폐장치)을 설치하여야 하며 침출수 배출관 하부 (매몰지 바닥)에 침출수를 집수할 수 있는 침출수 집수시설 (1m²)설치하여 침출수를 뽑아낼 수 있도록 한다. 다만 소규모 매몰 (살처분 가축 10톤 내외)일 경우 설치를 생략할 수 있다. 침출수 배출용 내부저류조는 PVC 재질의 통 (1m² 크기 내외) 등을 설치하며, 내부저류조는 매몰지 벽면과 1m 이상의 이격거리를 둔다. 내부저류조는 매몰지 바닥과 평행하게 하단부 유공관 (PVC 재질 구경 200mm 이상)을 설치하고, 내부저류조에서 지상으로 상부유공관 (PVC 재질 구경 200mm 이상)에 설치한다. 설치는 현장 상황에 맞게 적절하게 변경하여 설치할 수 있다. 유공관 상부에 빗물유입방지를 위한 마개 설치한다. 하부 유공관 주위에는 보온덮개 및 자갈 등을 둘러쌓아 유공관의 막힘 방지한다.

사체의 투입 방법은 매몰지 설치가 완료된 후 2m 높이로 사체를 투입하며, 필요시 발생농장의 오염물건 (사료 등)을 함께 매몰한다. 사체 투입 완료 후 사체위에 소독약을 살포하고, 사체위에 지표면까지 1.5m 이상 복토를 한다 (가스배출관 설치 고려). 지표면에서 1m 이상 성토하고, 마지막에 생석회 등으로 소독을 실시한다.

가스배출관의 설치 방법은 가스배출관 바닥은 사체와 접촉하도록 하고, 배출관의 자재는 직경 100mm 이상의 유공연관 또는 유공직관을 사용한다. 가스배출관은 폴리염화비닐 (PVC) 등의 재질로 만들어진 흙통을 이용하여 설치하며, 밑면에는 자갈 등을 깔아 막힘을 방지하고 배출구는 지면에서 적당한 간격으로 돌출시키되, 빗물이 유입되지 않도록 별도 장치 (“∩”자 형, 정화조 송풍기 등)를 설치한다. 설치개수는 매립 당시 20m² 기준으로 최소 1개 이상을 설치하며, 가스 및 용출수 과다, 매몰사체 용기 등이 발생할 경우 숫자를 늘리도록 하며, 매몰지의 안정화에 따라 가스발생이 적거나 미미할 경우 감소 또는 제거한다. 다만 소규모 매몰(살처분 가축 10톤 내외)일 경우 설치를 생략할 수 있다.

배수로 및 외부 저류조 (간이탱크)의 설치 방법은 침출수 유출로 인한 오염방지 및 우천시 빗물에 의해 매몰지가 유실되지 않도록 매몰지 주변여건에 맞게 배수로 및 외부저류조 (용량은 0.5m³ 이상)를 설치한다. 다만, 침출수를 수시로 뽑아내어 처리하는 경우는 외부저류조를 설치하지 않을 수 있다. 배수로는 외부저류조와 연결되도록 하고, 우천시 빗물이 배수로에 유입되지 아니하도록 둔덕을 쌓는다. 외부 저류조는 경사 아래쪽을 선택하여 만들고, 수시로 소독제 등으로 소독을 실시하며, 정기적으로 수거하여 처리한다.

매몰 후 경고표지판을 설치한다. 표지판에는 매몰사체의 병명 및 축종, 매몰 연월일 및 발굴금지기간, 매몰작업 책임자 및 매몰지 책임관리자, 기타 필요한 사항 등을 기재하고 매몰장소에 대한 정보를 KAHIS에 등록한다. 지자체장은 매몰지 조성완료 후 전문시공업체에 의뢰하여 매몰지 외부로 침출수 유출여부를 확인하기 위해 관측정을 설치한다. 관측정은 지자체장이 가축사체를 대규모로 매몰한 지점 등 침출수 유출로 인한 지하수오염 확산방지 등을 위해 필요하다고 판단되면 설치한다. 관측정은 매몰지 내부는 유공관을 활용하고, 매몰지 경계외부에서 5m이내의 떨어진 지점에 지하수 흐름의 하류방향에 깊이 10m 내외의 관측정을 설치한다 (직경 75mm, 스

테인레스 스틸 또는 PVC 재질 등). 지하체는 매몰작업의 단계별로 차수막, 침출수 배출 유공관, 가스배출관, 관측정, 매몰작업 완료 등의 작업 과정을 사진 촬영하여 매몰지 현황카드를 작성한다.

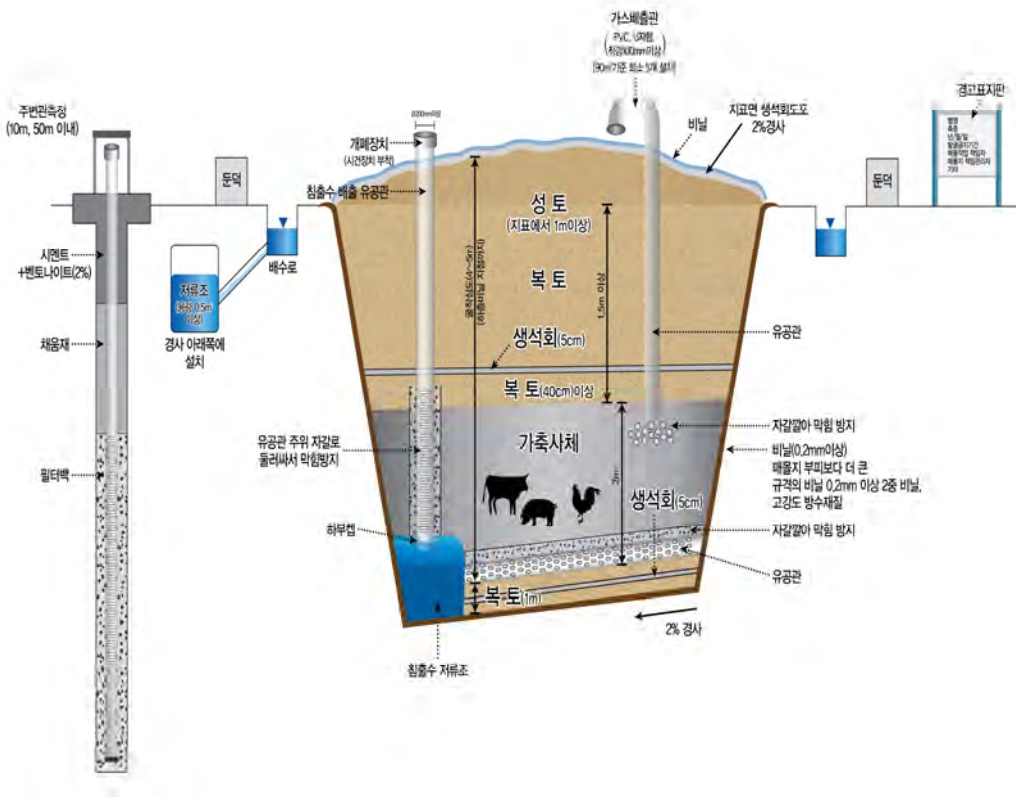


그림 279. 매몰지 설치 모식도

* 매몰지 상부의 비닐은 비가 오는 경우에만 덮고 비가 갠 후에는 벗긴다.

구제역, 고병원성 AI, 소 부루세라병 등 주요 가축전염병 발생시, 전파, 확산을 방지하기 위하여 감염축 또는 인근사육 감수성 동물에 대하여 예방 살처분을 실시하고 있으나, 대량 살처분 시 사회, 경제에 미치는 파급효과 및 영향이 크다. 또한 살처분 가축은 대부분 매몰하고 있으나, 매몰에 따른 지하수 오염 등 환경문제 우려와 적정한 부지확보에 어려움이 있다.

국내외에서 동물보호, 복지에 대한 관심이 높아져 현행 살처분 제도에 대한 개선요구와 국제적인 추세부응이 필요하며, 동물보호법 개정 시행에 따라 동물의 살처분 시 합리적이고 인도적인 차원의 접근 방안이 강구, 필요하다. 뿐만 아니라, 동물 살처분에 대한 국제적이 기준(OIE) 마련시, 이에 대한 대비가 필요하다. 따라서 검역원/시,도/학계전문가 등이 참여한 T/F 팀을 구성하여 검토대상 질병(3종)에 속하는 고병원성 AI, 구제역, 부루세라 병의 현행 살처분 및 사체처리 방법에 대하여 전반적으로 점검, 검토하고 있으며, 이를 통해 개선방안 마련 및 향후 방역대책 수립에 활용할 수 있다.

차. 각 국별 주요 가축 전염병 방역 정책 사례

(1) 국가별 주요 가축전염병별 주요 방역정책

표 119. 주요 국가별 가축 전염병별 주요 방역정책

| 구분 | 우리나라 | EU | 미국 | 일본 | 호주 |
|---------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|
| 구제역 | 살처분 + 예방접종 | 살처분 + (긴급 예방접종) | 살처분 + 예방접종 | 살처분 + 예방접종 | 살처분 + 예방접종 |
| 부루세라병 | 살처분 | 국별 상이 | 살처분+ 예방접종 (일부주) | 살처분 | 살처분 |
| 고병원성 AI | 살처분 | 살처분 | 살처분 | 살처분 | 살처분 |

표 120. 주요 국가별 HPAI 방역정책

| 구분 | 우리나라 | EU | 미국 | 일본 | 호주 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|
| 고병원성 AI | 살처분 | 살처분 | 살처분 | 살처분 | 살처분 |

(2) 국가별 고병원성 조류인플루엔자 살처분 범위

표 121. 주요 국가별 HPAI 발생 시 살처분 범위

| 국별 | 살처분 범위 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EU | <ul style="list-style-type: none"> - 500m 내 감수성동물 (사육밀도 높을 때 확대 적용) - 역학적 감염의심 감수성 동물 (3, 10km 포함) ※ 반경 3km 모든가금 예방살처분, 반경 10km내 칠면조 살처분('03년, 네덜란드) |
| 태국 | <ul style="list-style-type: none"> - 발생농장 감염동물 - 최대 발생농장 반경 5km 이내 감수성동물 예방살처분 |
| 미국 | <ul style="list-style-type: none"> - 발생 및 역학적 연관농장의 감수성동물 (24시간 이내) - 역학적 위험요인에 따라 거리 확대 또는 축소 ※ 감염지역(infected zone) : 발생농장 및 역학적 연관농장을 포함한 2mile(3km) 이내 지역 |
| 일본 | <ul style="list-style-type: none"> - HPAI 바이러스의 감염이 확인된 가금 - 임상검사·정밀검사 결과 및 역학조사 결과 환측으로 의심된다고 판정한 가금 |
| FAO | <ul style="list-style-type: none"> - HPAI의 신속박멸을 위하여 감염축과 감염 우려되는 가축의 살처분 조치를 권고 - 다만, 감염 정도를 정확히 파악하지 못했을 경우 의심이 되는 동물의 예방적 살처분 조치를 권고 |

(3) 국가별 살처분 가축 사후처리 방법

표 122. 주요 국가별 살처분 가축 사후처리 방법

| 국별 | 사후처리 방법 |
|----------|----------------------------------------|
| 한국 | 소각·매몰·랜더링 (일부질병) |
| 일본 | 소각·매몰, 발효소독 (가금) |
| 호주 | 매몰 (선호)·매몰이 불가능할 경우 소각, 랜더링, 퇴비화 |
| 미국 | 가금 : 퇴비화 (발효), 기타 : 매몰 |
| EU | SRM 처리 승인된 랜더링 시설 (반추류), 랜더링 시설 (가금 등) |
| 영국, 아일랜드 | 소각·매몰 (감염동물), 랜더링 (예방적살처분, 가금) |

(4) 국가별 매몰 시 생석회 등 도포방법

표 123. 주요 국가별 살처분 사체 매몰 방법

| 국별 | 도포방법 |
|----|-----------------------------------------|
| 한국 | 생석회 도포 후 사체를 넣은 후 1m 정도 흙을 덮고 생석회 다시 도포 |
| 일본 | 사체위에 두텁게 생석회를 넣고 흙으로 덮음 |
| 호주 | 사체를 흙으로 40cm 덮은 후 흙 위에 소석회 도포 |

(5) 주요 국가의 AI 방역조치사항 비교

표 124. 주요 국가의 AI 방역대 및 살처분 비교

| 구분 | 우리나라 | 유럽연합 | 미국 | 캐나다 | 일본 |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 방역대 설정 | 발생농장 | 발생농장 | 발생농장 | 발생농장 | 발생농장 |
| | 500m 오염지역 | - | - | - | - |
| | 3Km 위험지역 | 3Km 보호지역 | 3Km 감염지역 | 3Km 감염지역 | 3Km 이동제한지역 |
| | | | 3~7Km 완충지역 | | |
| | 10Km 경계지역 | 10Km 예찰지역 | 10Km 예찰지역 | 10Km 제한지역 | 10Km 반출제한지역 |
| 살처분 의무 선택 | 감염농장 | 감염농장 | 감염농장 | 감염농장 | 감염농장 |
| | 500m오염지역 (半의무) | - | - | - | - |
| | 역학농가 살처분 | 역학농가 살처분 | 역학농가 살처분 | 역학농가 살처분 | 역학농가 살처분 |
| | 위험지역 * 지형 등에 따라 지역 범위 조정 | 보호지역 * 역학,기타정보 에 따라 살처분 | - | 감염지역 * 상황평가에 따라 실시 | - |
| 예방적 살처분 사례 | 필요시 3Km 지역 살처분 | '03년 네덜란드 1Km 살처분 (약15천농가, 약25.6백만수) | '02년 미국 발생·접촉농가 (197농가, 약4.7백만수)** | '04년 캐나다 3Km 살처분 (약430농가, 약17백만수) | '05년 일본 역학농가 살처분 (역학8농가, 약2.4백만수) |
| 근거 규정 | 가축전염병 예방법 AI 방역 실시요 령 | 유럽연합 AI 방역 규정 회 원국의 AI방 역규정 | 동물위생보호법 AI 대응계획 | 동물위생법 AI위해특정계 획 | 가축전염병 예 방법 AI 방역 지침 |

(6) 각국의 가축 살처분 방법 활용 사례

(가) 해외 가축 살처분 기본적인 살처분 요령

㉠ 발생농장에 대한 방역 조치

㉡ 살처분 시 조류인플루엔자 발생축에 대하여 농장이나 살처분 처리, 혹은 시설에 이동하여 가스를 주입하여 살처분 후 렌더링 처리한다.

㉢ 살처분 후에는 소독약을 살포하고 42일간 방치한다.

㉣ 슬러리 등의 처리는 70도씨 이상의 열로 60일 이상 처리한다.

㉠ 살처분 방법

㉡ “Whole house” 이산화탄소 가스 주입법

장점은 이산화탄소는 공기보다 무겁고, 사람에게 위험이 적으며 20% 이산화탄소 20분정도 수준에서 마취가 되기 때문에 동물 복지 차원에서 유리하다. 또한 가금 농장의 한 축사내 20,000-30,000 수까지 적용 가능하며 적은 인원으로 수행 가능하다.

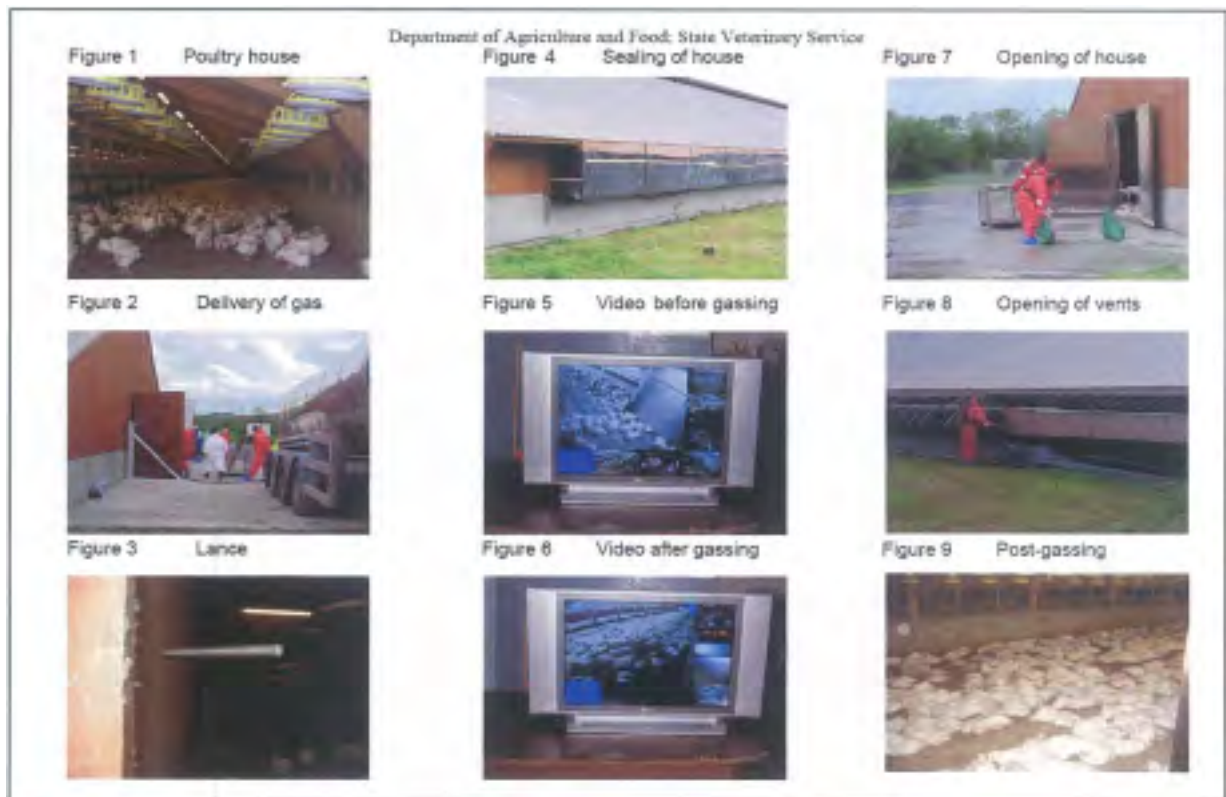


그림 280. 계사의 “Whole house” 이산화 탄소 가스 주입법 (예시)

(나) 영국 (Defra)의 고병원성 AI 발생시 활용 사례

산란계용 계사 등의 밀폐가 용이하지 않은 경우 살처분 전용 밀폐 컨테이너를 활용하여 CO2 가스를 이용하여 살처분을 실시한다. 밀폐 컨테이너 사용방법은 아래와 같다.

박스에 가금 담기 → 살처분 전용컨테이너에 넣기 → 가스 주입 살처분(산소 5%미만유지) → 재확인(살처분 유무) → 사체 처분 → 세척·소독



그림 281. 영국의 HPAI발생 가금류 살처분 요령

(다) 미국의 소방방제용 거품 활용 사례

OIE에서 권장하는 방법은 아니지만 미국의 델마바 (Delmarva, North Carolina주) 지역 농업 부에서 가금의 안락사 목적으로 거품을 사용하는 방법을 실험적으로 적용하였다. 하지만 현재 아직까지 인도적인 살처분 방법으로 승인되지 않는 상태이다. 이 방법은 평사에서의 활용은 가능하나 케이지 사육 시 적용이 곤란한 방법이다.

표 125. 미국의 소방방제용 거품을 활용한 가금류 안락사 방법의 장,단점

| 장점 | 단점 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 친환경적이며 짧은 시간내 대규모 살처분 가능 (~30분/호) • CO2 등을 이용한 가스 살처분시 보다 단시간에 살처분 가능 • 노동력 절감 • 작업자의 병원체 노출 감소 | <ul style="list-style-type: none"> • 장비 사용으로 많은 비용발생 • 물을 많이 사용 • 전문성 부족 • 인도적 방법으로 승인되지 못함 |



소방방제용 거품을 이용한 안락사 방법

그림 282. 미국의 소방방제용 거품을 활용한 가금류 안락사 방법 (예시)

(라) 외국의 가금 폐사체 발효처리 사례

① 가금 폐사체 발효처리 개요

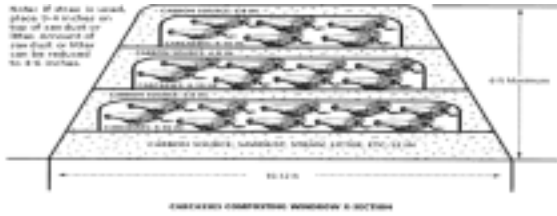
개방 또는 밀폐된 시설 내에서 호기성미생물 분해로 인한 열처리 과정 (발효처리)을 거쳐 퇴비화시키는 방법이다. 조류인플루엔자 발생 시 평사의 경우 축사 내에서 폐사체 발효처리 후 퇴비화시킨다. 사체와 깔짚을 농장에서 매립지나 다른장소로 이동하는 과정에서 질병이 퍼지는 것을 방지하고 비용을 절감할 수 있다는 장점이 있다.

② 외국의 운용 사례

미국의 경우 중층법 (layering option ; 살처분 사체를 농장 내의 좁은 공간에 한정시킬 경우)과 혼합법 (mix and pile option : 사체를 깔짚의 표면에 균등하게 분포시킬 수 있을 경우)을 사용하고 있다.

일본의 경우에는 중층법과 혼합법으로 구분하여 활용할 수 있도록 규정하였다. (AI특정가축 전염병 방역지침)

이에 질병전과 위험이 낮은 가축전염병의 경우 퇴비사 등을 활용하여 발효처리 후 퇴비화 도입을 위한 연구사업의 수행이 필요하다.



layering option(층층법)



mix and pile option(혼합법)

그림 283. 미국, 일본의 가금 폐사체 발효처리 방법 (예시)

3. 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 이론적 근거를 바탕으로 국내 적용을 위한 개선안 도출

가. 살처분 범위·방식 개선방안

(1) 구제역 발생상황에 따른 살처분·예방접종 모델적용 (현행유지)

살처분의 경우 소, 돼지 이외 축종, 구제역 의심축 발병 즉시 신고한 경우, 도서·벽지 등 이동차단이 용이한 지역에서 발생했을 경우 실시하며, 살처분 + 예방접종의 경우에는 소·돼지에서 발생하여 신고가 늦은 경우 및 축산밀집지역에서 발생하였을 때 실시한다.

(2) 고병원성 AI 발생시 축종별 살처분 범위 일부 조정

닭·오리 등 감수성 조류 살처분 범위는 오염지역 (500m이내)내 사육하고 있는 감수성 동물은 전두수 살처분을 실시하고, 위험지역 (3km이내)내 사육 닭은 임상관찰, 오리는 정밀검사 후 HPAI 양성 판정 시 사육농가 전두수 살처분을 실시한다. 돼지의 경우 감수성 동물에 포함시키고, 발생농장과의 역학관계 감안하여 살처분을 실시하고, 500m 이내 지역의 돼지에 대하여는 정밀검사 결과 양성농장에 대하여 살처분을 실시한다. 개·고양이의 경우에는 기계적 전파 위험성을 감안하여 조류인플루엔자 발생 시 소유주에게 이동금지 명령을 조치한다. 단 HPAI 감염축을 사료로 급여하였을 경우 등 감염위험이 높은 경우 및 정밀검사 후 양성인 경우 살처분을 실시한다.

장기적으로 지자체의 HPAI 정밀검사 능력확보 시 임상증사 유무에 따라 오리는 현재와 같이 500m 이내 전두수 살처분, 닭은 임상증상 발현 또는 정밀검사 결과에 따라 살처분하는 것으로 변경하는 것이 바람직하다.

나. 축종별 살처분 방법 개선방안

(1) 중 대동물 살처분 시 동물보호 측면을 고려하여 가급적 약물사용을 장려하고, 국제 기준에 부합되는 약물 사용 권장

살처분 시 주로 사용되는 썩시닐콜린 (Succinylcholine)은 OIE 및 해외 각국에서 고통유발 가능성이 있어 금지약물로 규정되어 있어 대체 약물 및 사용방법의 개선이 필요하다. 따라서 바비츠투레이트 (Barbiturate)의 마취용량 이상의 농도(3배) 투여 혹은 1차 마취제 투여 후 2차적으로 썩시닐콜린을 투여 등의 방법을 생각해볼 수 있다. 단, 바비츠투레이트는 향정신성의약품으로 별도의 관리가 필요한 점을 감안하여 약물관리 및 사용 세부요령의 마련이 필요하다. (시·군별 약물관리·사용 지정 및 확보(동물병원 공수의사), 투여농도, 시술자 등 세부지침 등 시험연구 필요)

(2) 국제적인 관통 볼트 사용 도입으로 타격법의 다양화

화약의 폭발력에 의해 볼트헤드가 가축의 두개골을 관통 또는 강타하여 뇌에 직접 상해를 가하는 방법으로 관통식 (뇌간 및 연수조직 파괴), 비관통식 (방혈필요)의 두 가지 방법이 있다. 이 방법은 사용허가·운용요령 및 사용자 안전성 문제에 대한 검토가 필요하다.

다.

(3) 돼지 살처분 시 전기 충격 방법 개선 및 가스 이용 방법 도입

전기 충격 살처분 시 안전성을 해결하기 위하여 지자체에 자동 전살 차량 제작·공급 방안의 검토가 필요하다. 현재 돼지의 살처분 시 대부분 타격, 전살 등 방법으로 처리하고 있으나, 가금과 같이 CO₂ 가스 등을 통한 살처분 방법이 강구해야 한다.

(4) 가금 살처분 시 CO₂ 혼합가스 (이산화탄소+질소 또는 아르곤) 활용 효율성을 높이기 위하여 이용방법 개선

밀폐가 용이하지 않은 경우에 대비하여 살처분 전용 컨테이너 또는 공기부양식 특수 비닐텐트 제작·보급이 필요하다. 특수한 경우 조류 (닭, 오리)에서도 타격법 사용이 필요하다. 청둥오리나 방사하는 토종닭 등은 타격법이 보다 효율적이다.

(5) 가축의 살처분 및 사체를 일시에 처리할 수 있도록 일괄 처리시스템 개발 및 도입 검토

이동차량, 살처분 컨테이너, 사체분쇄·처리 장치의 도입되어야 한다. 이동차량의 경우 청소차와 같이 컨테이너 적재 후 이동 가능한 차량이어야 한다. 컨테이너 형 트레일러는 안락사에 이용되며, 살처분 사체를 분쇄 할 수 있는 장치가 필요하다. 또한 분쇄된 사체를 저장·발효 처리가능한 사체이동 (발효) 용기가 필요하다. 단, 분쇄장치, 사체운반용기는 대규모 발생 시 적용이 곤란하다.

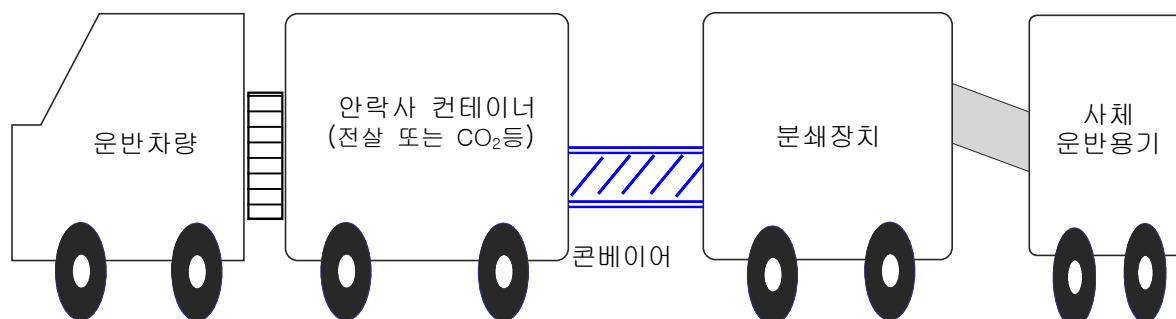


그림 284. 가축의 살처분 및 사체 처리 일괄 처리 시스템 (예시)

다. 사체 처리 개선방안

(1) 가금 사체 처리 시 매물·소각·열처리 이외에 재활용이 가능한 발효처리 방법 추가

살처분 가축의 사체를 발효 처리하여 퇴비화의 기준을 마련하여야 한다. 이는 발효를 이용하는 방법으로 농장내의 개방 또는 밀폐된 시설내의 호기성 미생물에 의한 사체의 분해 (물리적 전처리와 열처리, 유기물첨가, 산소공급 필요) 과정을 거쳐 사체를 처리하여 발효처리된 나머지를 퇴비로 활용하는 방법이다. 이 방법은 매물시의 지하수 오염 방지 및 공기오염 방지가 가능하고 오염된 깔짚과 사체들을 퇴비화 함으로써 농장 내에서 병원체를 사멸시킬 수 있고, 질병 전파의 위험성을 감소시킬 수 있는 장점이 존재한다. 하지만 돼지보다 큰 중대형 가축의 발효퇴비화 후 잔존하는 뼈에 대한 안전한 처리 방법 설정 필요하다.

⇒ 살처분 시 다양하게 처리할 수 있도록 규정의 개정이 필요하다.

(2) 국가·지자체 운용 매립지 등 관련 시설 활용방안 적극 검토

살처분 시 환경오염 등 사유로 매몰 장소 확보가 곤란하므로 국가·지자체에서 운용중인 쓰레기 매립장의 활용이 필요하다. 또한 살처분 가축을 완전 소독하고, 밀폐컨테이너 이용하여 지역 쓰레기 매립장 등에 매몰할 수 있도록 관계부처와의 협의가 필요하다.

(3) 사체 매몰시 사용하는 비닐 (차수막) 등의 사용 제한 필요

매몰지 선정 시 물이 없는 곳인 경우 비닐 사용이 필요 없고, 실제 완벽한 차단이 어려워 가급적 사용을 제한하여야 한다. 다만, 차수막 사용이 부득이 필요한 경우에 한하여 친환경적 비닐을 사용토록 기준의 설정이 필요하다. 외국의 경우 매몰 시 차수막은 설치하지 않고 있으며, 침출수가 지하로 자연스럽게 스며들게 하는 것이 자연정화방법으로 인정되고 있다.

(4) 매몰시 소독으로 활용중인 생석회 도포방법 개선·보완

생석회 살포는 매몰지내의 벌레들이 나오지 못하게 하고, 야생동물의 매몰지 훼손 방지에 효과가 있으나, 사용 시 발효가 원활이 이루어지지 않아 사체의 부패 및 병원체 사멸에 장시간 소요되므로 사용 방법의 개선이 필요하다. 매몰 시 사체를 흙으로 40cm 이상 덮은 다음 생석회 도포 및 마지막에 얇게 도포하는 것으로 관련 규정 개정이 필요하다.

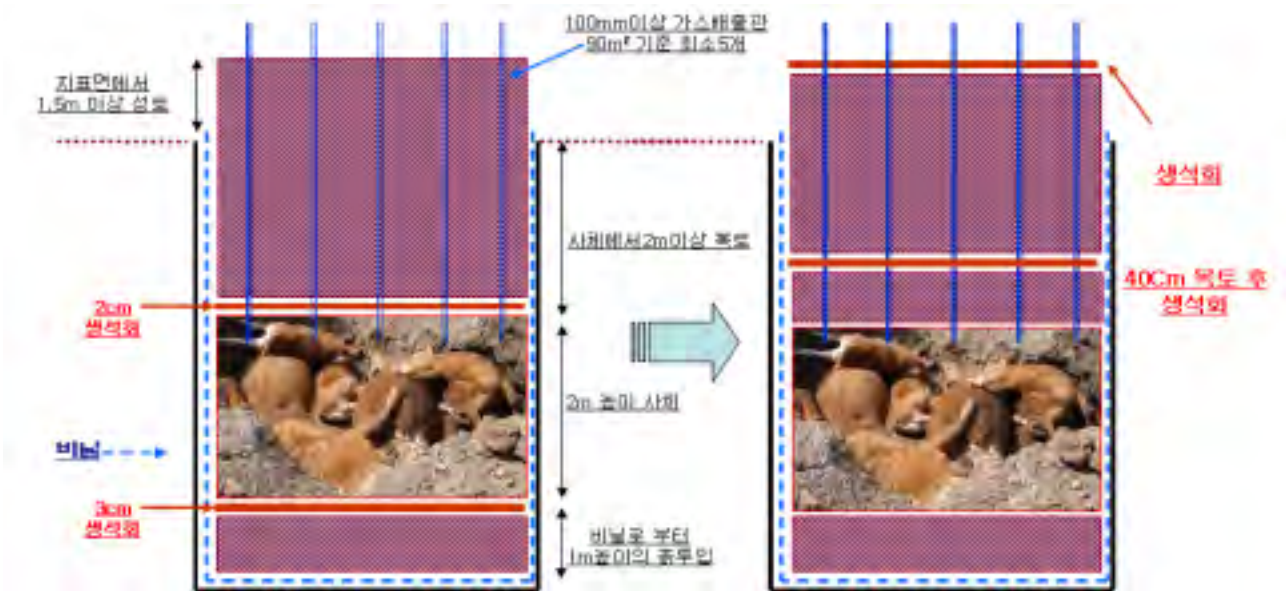


그림 285. 가금 살처분 사체매몰시 생석회 도포 방법 개선안 모식도

라. 종합 검토의견

(1) 고병원성AI 발생 시 감수성조류의 살처분은 현행대로 유지하되 장기적으로는 축종별 살처분 범위를 변경하는 것이 바람직하다. 우선 지자체의 HPAI 검사능력 확보가 선행되어야 하며, 500m이내 지역에 대하여 임상증상이 나타나지 않는 오리는 살처분, 닭의 경우에는 이동제한하여 임상증상 발현 시 살처분을 실시하여야 한다. 돼지는 감수성 동물에 포함시켜, 정밀검사 결과에 따라 양성농가는 살처분하고, 개·고양이는 기계적인 전파를 방지하기 위하여 이동을 금지하여야 한다.

(2) 가축의 살처분 시 동물복지 차원 및 현장적용이 가능하도록 다양한 방법의 도입 검토가 필요하다. 국제적으로 금지된 썩시닐콜린 (Succinylcholine)의 사용은 가급적 자제하고, 바비츄레이트 (Barbiturate)로 대체 사용하거나 또는 마취제(1차) 투여 후 썩시닐콜린(2차)을 사용하도록 개선하여야 한다. 그 밖에 관통고정 볼트법, 돼지 살처분 시 가스방법 이용, 가스 살처분 전용 컨테이너 제작·보급, 일괄처리시스템 등 다양한 방안 도입이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 살처분 사체의 처리 시 발효 처리하여 퇴비화하는 방법을 추가하고 환경오염 등의 사유로 매몰지 확보가 어려워짐에 따라 쓰레기 매립장의 활용 등 다양한 방안 검토가 필요하다. 또한 매몰 시 사용하는 비닐(차수막)의 사용제한이 필요하며, 사용되는 소독제 (생석회)의 도포방법의 개선이 필요하다.

마. 문제점 및 개선 검토사항

(1) 고병원성 AI 발생 시 살처분 정책 시행에 막대한 사회·경제적 손실 및 부정적인 인식이 높아졌다. 고병원성 AI 발생 시에는 살처분 대상 축종 및 범위에 대한 명확한 방역기준이 마련되지 못한 상태이며 동물과 사람 간 전파를 매개할 수 있는 돼지와 발생지역 사육 개·고양이에 대한 방역관리 방안이 부재한 실정이다. 감염축의 지속적인 살처분으로 많은 보상금 예산이 소요되고 매몰 시 적정 부지 확보에 어려움을 겪고 있다.

(2) 축종별 살처분 방법이 다양하게 적용되고 있으나, 일부 방법은 현장 적용이 어렵고, 동물 보호차원에서 살처분 방법에 대한 문제가 제기되고 있다. 가금류에 대한 살처분 시 가스를 사용하도록 규정하고 있으나, 동 방법의 현장 적용 시 안락사가 잘 안되어 개선이 필요하다. 가스 사용 시 완전 밀폐가 된 상태에서 가스가 주입이 되어야 하나 재래식 또는 산란계용 계사는 밀폐가 곤란하며, CO₂ (이산화탄소)를 이용한 살처분 방법은 가금류에서 일반적으로 널리 사용되고 있으나 동물에 고통 유발 가능성이 있다.

(3) 살처분 사체는 대부분 매몰처리하고 있으나 매몰 시 환경오염 우려가 있고 이에 따른 적정 매몰지 확보에 어려움을 겪고 있다. 매몰지 주변 지하수 오염·악취발생으로 민원 발생 소지가 있고, 지역 주민의 매몰 기피·반대가 있다. 또한 구제역·조류인플루엔자 및 부루세라병의 지속 발생으로 지자체의 매몰지 확보에 한계가 있다.

(4) 소각·랜더링 처리의 경우 지역주민이 혐오시설로 인식하여 유치 기피로 소각로·랜더링

시설 확보 및 가동이 곤란한 상태이다. 또한 악취 발생우려 등 현실적으로 농장 내 소각이 거의 불가능하며, 소각·랜더링 시설이 부족하고, 감염축을 소각·랜더링 처리시설까지 이동할 경우 전파 위험성이 상존한다. 국가 재난형 질병 발생 시 많은 가축을 일시에 처리해야 하나 소각·랜더링 경우 시설이 한정되어 있어 활용에 한계가 있다.

(5) 살처분 가축의 처리 시 소각·매몰 및 열처리하도록 규정하고 있으나 발효처리 등 다양한 방안 강구가 필요하다. 돼지오제스키병, 부루세라병, 결핵병 감염축 사체의 열처리에 의한 사료화·비료화 이외 다른 방법으로 처리할 수 있는 근거 규정이 부재하다.

(6) 가축전염병 발생으로 인한 사체 매몰시 소독방법 검토가 필요하다. 매몰 시 생석회의 무분별 도포로 부패가 잘되지 않으며, 비닐 (차수막) 사용 시 실효성이 낮고 추가 환경오염 가능성이 대두되고 있다.

(7) 고병원성 HPAI 전파·확산을 방지하기 위하여 감염축 또는 인근 사육 감수성 동물에 대하여 예방 살처분 (depopulation) 하고 있으나, 대량 살처분 시 사회·경제에 미치는 파급효과 및 영향이 크다. 또한 살처분 가축은 대부분 매몰하고 있으나 매몰에 따른 지하수오염 등 환경문제 우려와 적절한 부지 확보에 어려움을 겪고 있다.

(8) 국내·외에서 동물보호·복지에 대한 관심이 높아져 현행 살처분 제도에 대한 개선 요구와 국제적인 추세에 부응이 필요하다. 동물보호법 개정 시행에 따라 동물의 살처분 시 합리적이고 인도적인 차원의 접근 방안의 강구가 필요되고 있다. 또한 동물 살처분에 대한 국제적인 기준 (OIE) 마련 시 이에 대비하여야 한다.

바. 이동제한 및 살처분 등에 관한 문제점 및 개선방안 (설문조사 결과)

본 연구인 ‘국내 HPAI 발생-전파-호가산 요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역 시스템 개선안 도출’을 효과적으로 마련하기 위해서 현장의 목소리를 제대로 듣기 위해서 국내 고병원성조류인플루엔자 (HPAI), 구제역 (FMD) 등 재난성 가축전염병이 발생 시 일선 시도 및 시군에서 이동제한 및 살처분 등 가축방역을 담당하는 전국의 공무원과 공중방역수의사를 대상으로 2014년 추계 한국가축위생학회 (시도 동물위생시험소 소속직원) 및 중앙예찰협의회 개최 시와 공중방역수의사 교육과정, 그리고 일선 고병원성조류인플루엔자 (HPAI), 구제역 (FMD)의 발생지역의 현장에서 해당 지자체의 가축방역관련 담당 공무원들을 대상으로 무작위로 2014년 10월 1일부터 2015년 3월 31일까지 6개월간 설문조사를 실시하였다. 주요 설문내용은 고병원성조류인플루엔자 (HPAI)가 발생 시에 현장에서 방역업무를 담당하면서 느꼈던 것과 본인이 예찰, 치료채취, 역학조사 및 분석, 살처분, 이동제한 등 해당 가축방역업무에 대해서 정책 입안 또는 직접 수행한다면 어떠한 문제점이 있으며, 또한 해당 문제점에 대해서 개선대책이 무엇인지를 물었다. 그러나, 설문대상이 대부분 공직자들로서 공직자 본인의 의사보다 관련법 및 해당 질병의 행동지침 (SOP)과 해당 지시공문에 따라 움직이는 특성으로 인해 설문조사에 적극적으로 응하지 않는 경향을 보였고, 특히 본인들이 일선에서 느꼈던 것을 그대로 전달할 경우, 본인의 신상에 불리한 점이 생길까 봐 우려하는 경향도 있었고, 또한 재난성 가축전염병의 경우는 긴급 국가 가축방역정책으로 수행된다는 점을 고려할 때 본인들이 의사를 적극적으로 개진하기가 어렵다는 이야기가 많았다. 그러나 한결 같이 현재 수행되고 있는 긴급 가축방역조치들이 중앙의 정책입안자와 현장의 집행부서와는 괴리감이 있는 것이 많기 때문에 중앙과 지방 그리고 현장의 방역업무를 수행하는 사람들간의 실시간 소통할 수 있는 시스템 구축의 필요성을 대부분 제기하였다. 그리고 재난성 가축전염병이 발생 시 개인 및 기관으로서 많은 어려움 등이 발생함으로써 경력자 (상급자)보다 현장 동원 방역인력들이 공직 경력이 짧거나 하급자) 공중방역수의사 등에게 일임하는 형태도 일부 있었다,

(1) 주요 설문내용 결과 (문제점 및 개선대책) 요약

(가) 담당자가 생각하는 HPAI 발생 시 일선에서 예찰의 문제점 및 개선 사항

① 문제점

- ㉠ 한사람이 하루에 여러 농장을 방문하는게 문제
- ㉡ 전문가가 부족하다 AI 전담 예찰요원 뿐만 아니라 상시방역업무가 많다
- ㉢ 소규모 농가일수록 차단방역에 소홀한 경향이 많음
- ㉣ 전문가 간 의견 불일치, 생산자(목장주 등)의 전문성, 책임감 결여, 과학적이지 않는 추정
- ㉤ 역학조사서가 객관화 부족
- ㉥ 이동승인서 발급문제

② 개선대책

- ㉠ 축사가 위치한 장소에 따라 질병 발생농장에 대한 사육제제가 필요
- ㉡ 대규모 농가보다 소규모 가금농가의 방역예찰 및 지도점검 강화
- ㉢ 예방적 살처분 범위의 축소가 필요함
- ㉣ 시도 지방공무원 인원수가 부족하므로 방역은 중앙에서 총괄하는게 좋겠다 (지방이양하

더라도 소속은 중앙으로 하는 게 맞을것 같다)

㉞ 상시와 발생시를 구분한 예찰시스템 구축 발생시에는 전담지역 설정 및 예찰관련 교육을 받은 전담자 파견

(나) HPAI 발생 시 일선에서 관련 역학조사와 분석의 문제점 및 개선사항

① 문제점

역학조사 항목이 너무 많고 불필요한 부분만 개정

시료의 2차 전파 예방을 위한 실험실 시설 환경개선

철새에 대한 이동경로 파악에 어려움

축산 차량등록제 (GPS) 실시 이후 역학관련자를 너무 GPS 에만 의지하여 고려함

SOP 규정을 지키지 않음 방역대 설정 불구 이후에도 역학관련 차량이 발생

수의사 해당축종에 대한 유통시스템 이해부족

농장주의 방역의식부족

② 개선대책

㉞ GPS 기록은 일종의 참고자료면 이용을 하고 발생농가에 대한 여러 설문을 통해 역학조사를 여러 측면에서 이뤄내야 함

㉞ 출입구를 별도로 하는 AI 진단 시설 지원

㉞ 방역대 설정 후 철저히 지킬 것

㉞ 질병전파 부분에서만 집중하여 역학조사 양식 간소화 할 것

㉞ 지속적 교육실시, 시도방역기관 역학담당 신설

㉞역학조사 능력 배양을 위한 교육과 인력충원

(다) HPAI 발생 시 일선에서 가금류 살처분 방역조치 시 문제점 및 개선사항

① 문제점

㉞ CO₂ gas 살처분의 현실적인 어려움

㉞ 매몰지 선정의 어려움- 환경문제

㉞ 지속적 발생시 살처분 인력의 업무 집중도 떨어짐 잔존물 처리 미흡

㉞ 시·군 단위로 살처분이 이루어지고 있는데 도 단위의 살처분 전담팀이 운영되었으면 좋겠음 (살처분하고 다른 농가를 다닐 수 없기 때문에)

㉞ 발생 농가 및 역학관련 농가 위주로 살처분 여부판단

㉞ 지속적 발생시 살처분 인력의 업무 집중도 떨어짐 잔존물 처리 미흡

② 개선대책

㉞ AI에 대한 지식이나 살처분의 점도를 알아야 한다고 생각합니다. 또한 군인력이나 직원들을 동원하여 살처분 현장에서 작업시 그에따른 충분한 보상이 있을 필요가 있을 것 같습니다

(라) HPAI 발생시 가금류 등 살처분 범위를 선정 시에 가장 효율적인 살처분 범위를 결정하기 위해 가장 과학적이면서 합리적인 방법

- ① 발생농가 즉시 살처분 - 역학적 관련농가 및 반경 500m 이내 농가에 21일간 임상관찰 및 정밀검사 실시
- ② 발생농가 및 3Km 내 오리농가
- ③ SOP 대로 하되, 유동성있게 그 결정을 바꿀 수 있는 예시상황 등을 두었으면 한다

(마) HPAI 발생 시 이동통제초소를 근무할 당시 또는 방문했을 경우에 이동통제초소의 문제점과 개선

- ① 이동통제 초소는 발생 농장과 인접한 도로위주로 집중 설치 , 운영하고 전반적으로 축소해야함
- ② 소독 필요 차량 진입 사전 알림 시스템 도입

(바) 살처분·이동통제 범위 등에 대한 국가 예찰 및 방역시스템의 평가와 개선방안

- ① 소규모 가든농장 (토종닭, 오리)의 잦은 가금이동 , 자가도살 조리판매 등의 방역상 문제점 발생→자가도살 금지 생축사육 금지 . 위생적으로 도축 (가공)된 닭, 오리만 판매하도록 개정함이 타당하다고 생각함
- ② 상시발생지역 위주 집중방역 점검 (전라도), 방역조직 확대 필수
- ③ 실선방역요원의 의견과 고충을 파악할 수 있는 "방역신문고" 개설(홈페이지, 블로그)
- ④ 발생농장 살처분+ 역학관련 농장은 이동제한만 , 통제초소는 발생지 주위만 집중 설치, 비상근무 ·24시 근무 , 과도한 비효율적인 방역조치 등 자제하고 AI 연중 발생질병 인정 효과적인 부분으로 연중 꾸준한 방역
- ⑤ 발생지역과 비발생지역 등 상황에 따른 방역시스템 개발 및 적용
- ⑥ 거점소독시설 사료회사 도축장 시설 운영

(1) 주요 설문내용에 대한 답변 결과 분포사항

(가) 효율적인 살처분 범위



그림 286. 살처분 범위 선정 설문 결과

표 126. 살처분 범위 선정 설문 결과 표

| | |
|------------------------------------------|----|
| 현행 SOP 대로 살처분 범위 결정 | 4 |
| 발생 농가만 살처분 범위 결정 | 14 |
| 비 발생 역학적 관련 농가에 대한 예방적 살처분 | 8 |
| 발생농가로부터 반경 500m 이내 비 발생농가 예방적 살처분 | 13 |
| 발생농가로부터 반경 3Km 이내 비 발생농가 예방적 살처분 | 3 |
| 발생농가로부터 반경 10Km 이내 비 발생농가 예방적 살처분 | 0 |
| 비 발생 농가라도 이동제한농가 축주가 예방적 살처분 요구시 살처분 미응답 | 3 |
| 기타의견 | 6 |
| 기타의견 | 4 |

(나) 이동통제 설정 시 중요 부분

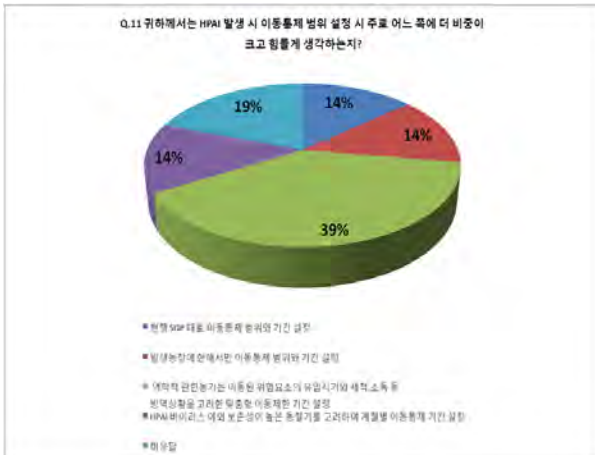


그림 287. 이동통제 설정 시 고려부분 설문 결과

표 127. 이동통제 설정 시 고려부분 설문 결과 표

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 현행 SOP 대로 이동통제 범위와 기간 설정 | 7 |
| 발생농장에 한해서만 이동통제 범위와 기간 설정 | 7 |
| 역학적 관련농가는 이동된 위험요소의 유입시기와 세척,소독 등 방역상황을 고려한 맞춤형 이동제한기간 설정 | 20 |
| HPAI 바이러스 야외 보존성이 높은 동절기를 고려하여 계절별 이동통제 기간 설정 | 7 |
| 미응답 | 10 |

(다) 효율적인 이동통제 범위 설정 방법



그림 288. 이동통제 범위 설정에 따른 설문 결과

표 128. 이동통제 범위 설정에 따른 설문 결과 표

| | |
|-------------------------------------------|----|
| 축종별 상관없이 현행 SOP 대로 동일하게 이동통제 범위 설정 | 6 |
| 닭, 오리, 메추리 등 감수성 가축에게만 이동통제 범위 설정 | 14 |
| 감수성 가축 외에도 사람, 차량, 물건 등에게 동일하게 이동통제 범위 설정 | 22 |
| 사람에게 감염 가능성이 인정될 경우만 사람에게 대한 이동통제 설정 | 4 |
| 미응답 | 5 |

(라) 이동통제 초소의 문제점과 개선사항



그림 289. 이동통제초소 개선 방향 설문 결과

표 129. 이동통제초소 개선 방향 설문 결과 표

| | |
|--------------------------------------|----|
| 이동통제초소의 근무자에 대한 복지문제 개선 | 17 |
| 이동통제초소의 근무자의 근무자세 개선 | 12 |
| 이동통제초소의 근무자에 대한 교통사고 등 안전사고 예방대책 | 6 |
| 기축수송 및 축산물운반차량 등 이동통제 대상 등에 대한 숙지 교육 | 19 |
| 이동통제초소의 소독기의 작동법과 소독액 희석배율 조정법 등 교육 | 5 |
| 미응답 | 1 |
| 기타의견 | 8 |

(3) 이동제한·살처분 등 가축방역과 관련된 기타 질문사항 결과

(가) 현재 귀하께서 소속된 근무처는?

표 130. 근무처 관련 설문 결과

| | |
|----------------------------------|----|
| 시,도청 공무원 (공중방역수의사) | 4 |
| 시,도 가축방역기관(시험소,연구소)공무원 (공중방역수의사) | 19 |
| 검역본부 공무원 (공중방역수의사) | 5 |
| 시,군청 공무원 (공중방역 수의사) | 13 |
| 가축방역지원본부 | 2 |
| 병성감정지정기관 (수의과대학,민간연구소) | 5 |
| 생산단체 | 3 |
| 기타 | 3 |

(나) 귀하께서는 가축방역업무 또는 수의축산분야에 종사하신지 얼마나 되나요?

표 131. 관련 업무 종사 이력 설문 결과

| | |
|-----------|----|
| 5년미만 | 20 |
| 5~10년 미만 | 9 |
| 10~20년 미만 | 11 |
| 20년 이상 | 10 |
| 미응답 | 1 |

(다) 귀하께서는 담당하고 있는 주요 업무는 무엇입니까?

표 132. 담당 업무 설문 결과

| | |
|---------|----|
| 질병 예찰 | 24 |
| 시료 채취 | 17 |
| 진단 | 17 |
| 역학조사,분석 | 13 |
| 방역조치 | 41 |
| 미응답 | 2 |
| 기타의견 | 1 |

(라) 귀하께서는 국가가 매년 HPAI 예찰을 위해 많은 인력과 예산을 투입하고 ,또한 "AI특별방역기간" 내는 준국의 가축방역관련기관 등이 철새 폐사체와 사육농가에서의 가금 폐사 등을 예찰을 통해 조기 파악하도록 하고 있으나 축주 신고 이전에 가축방역당국에서 AI예찰 시스템을 통해 사전인지가 제대로 못 되고 있는 이유는 무엇이라고 생각하십니까?

표 133. AI예찰 시스템을 통한 관리 미흡에 대한 설문 결과

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| AI 예찰 사업목표에 대한 건수 달성 위주의 예찰 | 15 |
| 축주나 관리자의 반대로 가금농가의 축사를 직접 방문하여 임상관찰 이 곤란하여 어쩔 수 없이 형식적(축주나 관리자 의견에 주로 의존)예찰 | 9 |
| 농가 방문 예찰을 하지만 축주나 관리자가 안내해 준 축사에 한해서만 예찰 | 5 |
| 철새 도래지에 대한 예찰을 하라고 하지만 철새 관찰 이용이하지 않아 철새도래지를 대충방문만하고 복명서 작성위주 예찰 | 9 |
| 미응답 | 2 |
| 기타의견 | 2 |

(마) 귀하께서는 HPAI예찰 또는 발생시일 전 가금농장에서 관련 시료채취를 하는 과정에서 어떻게 하고 있습니까?

표 134. 가금 시료채취시 축사 선정 요령 설문 결과

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 가금농가에 대한 HPAI 관련 시료채취 시는 축주나 관리자가 협조를 잘해주는 농가에 주로 시료채취를 하러간다. | 20 |
| 가금농가시료 채취시는 축주나 관리자가 안내해준 축사나 매번 시료채취하는 축사 또는 해당 일령만 새로채취를 한다 | 14 |
| 축주나 관리자를 잘 알지 못하고 처음 방문한 농가는 축사위치를 제대로 알지 못해 아무나 축사 한두군데 들어가서 대충 시료채취를 한다. | 9 |
| HPAI발생시 발생농장이나 인근농장일경우에도 역학적으로려없이 빈축사인 경우는 시료채취를 하지 않는다 | 1 |
| 미응답 | 16 |
| 기타의견 | 8 |

(바) 귀하께서는 HPAI 발생시 일선에서 HPAI 진단시에 주로 어느 쪽에 더 비중을 두고 진단에 임하십니까?

표 135. HPAI 진단시 우선 고려하는 요인 설문 결과

| | |
|--------------------------------|----|
| 정확성보다는 신속성 | 6 |
| 신속성보다는 정확성 | 9 |
| 신속성과 정확성에 기반으로 한 소신껏 진단 | 22 |
| 상급자나 상부기관의 의중이나 두려워서 입맛에 맞춘 진단 | 0 |
| 미응답 | 13 |
| 기타의견 | 1 |

(사) 귀하께서는 HPAI 발생시 일선에서 관련 역학조사 및 분석을 하면서 주로 어느 쪽에 더 비중을 두고 업무에 임하십니까?

표 136. HPAI 역학조사 및 분석 시 업무의 중요도 설문 결과

| | |
|-------------------------------------|----|
| HPAI 발생 원인을 규명 하기 위한 역학 조사 및 분석 | 7 |
| HPAI 전파 확산 방지를 방역조치를 위한 역학조사 및 분석 | 31 |
| 우리지역을 잘 아는 입장에서 선도적인 역학조사 및 분석 | 3 |
| 검역본부 역학조사반에서 역학조사 및 분석한 것 얻어 손쉽게 이용 | 4 |
| 미응답 | 10 |

4. 살처분 후 사후관리 방법에 대한 관리방안 제시

가. 국내 살처분 완료 후 방역조치

(1) 살처분농장에 대한 단계별 사후방역관리 순서 (00 00 AI 방역모델)

표 137. 살처분 농장에 대한 단계별 사후방역관리 순서

| 단계별 | 사후관리 방법 | 조치 이유 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 훈연소독 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 과망간산칼리와 포르말린액을 이용하여 포르말린 훈연소독 실시 ○ 포르말린훈연제 (K-7 block)로 소독 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 사후관리팀에 의한 전파방지 및 인체감염 방지를 위한 1차적인 병원체 사멸 조치 |
| 환기 청소 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 축사 내 포르말린냄새 제거작업 ○ 축사 내 각종 물품 매물, 소각 등 청소 ○ 축사 내 벽, 케이지, 바닥 등의 분변을 삽, 팽이 등을 이용하여 최대한 분변 제거 ○ 제거가 힘든 분변은 1회용가스통에 토치가 램프를 부착하여 소각 (화재방지 및 안전성 확보 후 실시) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 사후방역팀 출입을 위한 냄새 제거 ○ 분변제거 및 소독이 용이하지 않은 물품 중 매물 또는 소각이 용이한 것은 청소 시 매물, 소각방법으로 위험요소 제거 ○ 축사 내 약품저장고, 냉장고, 난좌, 물품창고 등에 대한 청소 강화 |
| 세척 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 축사 내 기본적인 청소후 소독수를 이용한 충분한 세척 실시 ○ 세척순서는 먼지제거와 함께 천장, 벽, 케이지, 바닥, 분변장 순으로 소독수 세척 실시 ○ 계면활성제 (화이타이, 풍풍 등)등을 이용하여 신축사에 준한 청결 세척 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 소독세척수를 이용한 병원체 사멸 및 병원체 제거 작업 ○ 유기물 (분변) 존재 시 소독효과저하로 최대한 유기물 제거를 위한 세척강화 |
| 1단계 소독 (살처분 종료일 또는 사후관리 시작일) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 소독약품설명서 희석배수보다 희석배수를 낮게하여 소독 실시(농도를 적당히 높여 사용하는 것이 효과적임) ○ 축사내 소독제 살포시 동일체제 소독약을 사용할 것 (산성제와 알카리제 혼용시는 약품효과가 중화됨) ○ 소독액을 충분히 살포한 후 1-2시간이후 바닥이 가볍게 건조되었을 때 축사바닥은 생석회 살포, 분변장은 생석회와 가성소다 등을 살포하여 강알카리 (pH 10-12정도) 수준이 되도록 높힘 (pH paper를 이용하여 측정) ○ 열풍기를 이용하여 축사내부온도를 상승시켜 바이러스 사멸 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 희석배수보다 농도를 올려 발생축사, 유기물 또는 세척된 수분과 결합되면서 재희석이 일어날 것을 가정하여 농도를 높여 줄 것 ○ pH 측정은 축산진흥연구소 직원이 pH paper를 이용하여 확인점검 ○ 사후관리팀에 의한 첫 소독 시는 소독효과를 높이기 위해 시차원에서 연료를 일부 제공하여 열풍기 가동 ※ 축주 의존 시 닭이 없는 상태에서는 열풍기 가동을 하지 않기 때문에 사후관리팀에서 1-3일 정도 가동조치 |
| 훈연소독 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 발생 (양성)축사는 비닐로서 완전히 밀폐시키고, 포르말린가스 (과망간산칼리와 포르말린액혼합) 또는 훈연소독(K-7 block, | <ul style="list-style-type: none"> ○ 포르말린 가스 또는 훈연제는 동절기효과가 감소하기 때문에 온도가 상승할수록 포르말린 소독효과가 높기 때문에 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| | Formaster)로서 소독 (열풍기 가동) ○ 살처분농가도 마찬가지로 혼연소독 | 열풍기 가동 권장 |
| 봉쇄조치 | ○ 소독 후 축사 및 농장출입통제 조치 | ○ 불필요한 축사 출입자제 |
| 주위소독 | ○ 매몰지, 농장주위, 숙소 청소 및 소독 | ○ 매몰지 사후관리요령 참조 |
| 2단계 소독(7일) | ○ 1단계 소독 조치후 1주일후 1단계 소독과 동일한 방법으로 수행 | ○ 1단계 소독 시 미비점 개선 보완한 2단계 소독실시 |
| 3단계 소독(7일) | ○ 2단계 소독조치후 1주일후 1단계 소독과 동일한 방법으로 수행 | ○ 시험입식을 위한 축사 내외부 분변에 대한 바이러스 검사를 위한 소독 |
| 4단계 소독(10일) | ○ 분변검사결과 이상이 없을 경우 시험 입식을 위한 축사 (농장) 소독철저, 소독과 동일한 방법으로 수행 | ○ 시험입식준비를 위한 4단계 소독실시 |
| 5단계 소독(3주) | ○ 3주간 시험입식기간내 출입자 (물품, 차량 등)소독 등 지속적 방역관리 | ○ 3주 시험입식 기간 내 재발생방지를 위한 소독강화 |
| 재입식 | ○ 시험축 비발생시 주위발생여건 등을 고려하여 위생적이고 신뢰할 수 있는 농장으로부터 재입식 (입식교육강화) | ○ 재입식전 입식농가에 대한 철저한 방역 교육 |

(2) 살처분 완료 후 조기정상화를 위한 가상 시나리오 (OO OO AI 방역모델)

표 138. 살처분 완료 후 조기정상화를 위한 가상 시나리오

| 단계 | 추진 사항 | 단계별 조치 추정시점 | 발생농장 및 양성농장(실제 발생농장) 현황 | | | | | 비고 | | |
|----|---------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| | | | A농가(최초) | B농가 | C농가 | D농가 | E농가 | | OO농가 | ?농가(최종) |
| | | | 발생농장 | 양성농장(실제 마지막 발생농장 기준일 적용) | | | | | | |
| 1 | 예방 살처분 잠정 종료일 | '04.1.12 ~ 2.15 | '04.1.12 살처분시작 | 인근농장 및 10km이내 예방살처분 | | | | | '04.2.4 살처분완료 | 실제발생 농장기준 (농림부 기측방역과 -990, '04.2.9) 발생(양성)농장은 특별사후 방역관리 실시 |
| | | | '04.1.12 | | | | | | '04.2.15 (11일 소요) | |
| 2 | 예방 살처분 최종 완료일 | '04.2.16 ~ 2.22 | 500수미만 소규모 양계농가 및 기타 조류(타조) 살처분 | | | | | '04.2.22 | 발생(양성)농장은 특별사후 방역관리 실시 | |
| | | | '04.2.16 | 발생(양성)농장 1차 특별사후방역관리(살처분기간내 병행) | | | | | | |
| 3 | 1차 특별사후 방역관리 | '04.2.23 ~ 2.29 | 발생(양성)농장 인근농장 및 예방살처분 농장 1차 특별사후방역관리 | | | | | '04.2.29 (25일 소요) | 집중적인 사후 방역관리 | |
| | | | '04.2.23 | 발생(양성)농장 2차 특별사후방역관리 | | | | | | |
| 4 | 2차 특별사후 방역관리 | '04.3.1 ~ 3.7 | 발생(양성)농장 인근농장 및 예방 살처분농장 2차 특별사후방역관리 | | | | | '04.3.7 (32일 소요) | 이동해제 (농림부 기측방역과 252호, '04.1.10) | |
| | | | '04.3.1 | 발생(양성)농장 3차 특별사후방역관리('04.3.5 : 살처분완료후 30일) | | | | | | |
| 5 | 3차 특별사후 | '04.3.8 ~ 3.14 | 발생(양성)농장 4차 특별 사후방역관리 (마지막발생 또는 살처분종료 30일 경과후 10일째 분변검사 실시) | | | | | | 동절기로 인한 현실적 | |
| | | | 인근농장 및 예방 살처분농장 3차 특별사후방역관리 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| | 방역관리 | | '04.3.8 | | '04.3.14 (40일 소요) | 소독강화 조치 | |
| 6 | 시료채취, 검사 및 사후 방역관리 | '04.3.15 ~ 45 | 발생(양성)농장 5차 특별 사후방역관리 (분변 채취후 최종 판정까지 3주간 소요기간내 지속적 방역관리) 인근농장 및 예방 살처분농장 3차 특별사후방역관리 | | | '04.4.5 (61일 소요) | 분변검사는 부화란접종 2세대 (1대 : 1주) 및 준비기간 |
| | | | '04.3.15 | | | | |
| 7 | 시험입식 | '04.4.6 ~ 4.27 | 발생(양성)농장 6차 특별 사후방역관리 (분변검사결과 이상이 없을 경우 3주간 시험입식) 인근농장 및 예방 살처분농장 4차 특별사후방역관리 | | | '04.4.27 (82일 소요) | 3주간 축사별 중추 5수 이상 입식 |
| | | | '04.4.6 | | | | |
| 8 | 재입식 (정밀 입상검사) | '04.4.28 ~ 5.27 | 재입식후 30일까지는 주 2회 임상관찰 및 30일째 바이러스검사 및 혈청검사실시(지속적인 사후방역관리) | | | '04.5.27 | 5개월간 임상관찰 |
| | | | '04.4.28 | | | | |
| 9 | 재입식 (예찰강화) | '04.5.28 ~ 9.27 | 재입식 5개월후 바이러스검사 및 혈청검사(지속적인 사후방역관리) | | | '04.9.27 | |
| | | | '04.5.28 | | | | |
| 10 | 방역감시 대상해제 | '04.9.28 | 재입식 5개월후 바이러스검사 및 혈청검사결과 음성으로 판정되었을 경우 방역감시대상해제(청정화) | | | 음성시 청정화 | |

※ 단계별 추진과정에서 최종발생농장의 살처분 완료 후 30일째로써 발생(양성)농장(재입식 시까지 통제)외 이동제한 해제가 가능하다 (지자체 방역조건에 따라 연장조치).

※ 구제역, 돼지콜레라 발생 시에도 발생지역내 최종발생농가의 이동해제기간을 적용하여 잠정적인 해제 및 재입식 기간을 산정하여 양축농가의 정상화 추진에 대한 잠정적인 추진일정을 예측할 수 있다.

특별 사후방역관리 효율화 제고를 위한 농가별 그룹화 추진을 하기 위해 00시 축산·방역 관계자, 농협 (축협)관계자, 공수의사, 방역지원본부요원, 동물·사료회사관계자, 지역 계열(00축산, 00축산, 애그00 등) 관계자를 통한 농가별 종합적인 방역의식 분석 및 평가 실시한다.

농가 (축주)별 방역의식을 3그룹으로 구분하여 운영하며 A group은 독자적인 사후방역관리가 가능한 자, B group은 주 1회 정도 방역지도 시 사후방역관리 가능한 자, C group은 사후방역관리가 곤란한 자로 구분한다. 특별 사후관리팀에 의한 청소, 소독 등 방역지도 및 조치사항 불이행시 농장폐쇄, 사육제한 명령, 입식 시 불이익, 보상금차등지원 등 관련법에 따른 조치를 설명 및 홍보하여 농가가 자율방역에 임하도록 한다.

그룹별 사후방역관리 요령은 S group은 특별관리대상인 발생 (양성)농장은 전적으로 특별 사후방역관리팀에서 책임 지도하에 축주와 함께 재입식시까지 지속적인 공동관리, A group 은 특별 사후방역관리팀에 의해 1차적인 방역조치후 농가 스스로 자율 방역관리를 수행하도록 조치, 사후방역관리에 필요한 소독약 등 각종 물품은 재 입식까지 지속 제공, B group 은 주 1회 정도 방역관리 지도 시는 농가 자율방역이 가능한 자로서 정기적 방역점검을 통해 방역 의식 고취, C group은 지속적인 방역지도에도 불구하고 사후방역관리에 대한 의식이 전혀 없는 자로서 특별 사후방역관리팀이 집중적인 관리 필요 등으로 구분된다.

살처분 이후 살처분 농가에 대한 사후방역관리 교육강화가 중요하고 발생 (양성)농가에 대한

집중 사후방역관리 지도교육, 발생 (양성)농장주 및 관리자들에 대한 방역지도 교육, 예방 살 처분농가에 대한 사후방역관리 지도교육, 예방살처분농장주 및 관리자들에 대한 방역지도 교육, 살처분농가들의 타 지역 방문자제 협조 요청, 살처분농가 비발생지역 방문 및 인적·물적 자원 왕래 자제, 재 입식이후 추가 발생위험성 등에 대한 경고 및 방역관리 강화 한다.

청소 및 소독 등 사후관리 미흡시 재발생 가능성 주지하고 무분별한 재입식시는 외부로부터 가금 인플루엔자가 재유입 및 타 전염병 (상재 질병) 유입될 가능성이 증가한다.

살처분지역 내 양계 외 타 축종 축산농가에 대한 방역관리 강화가 중요하다. 소, 돼지, 개 사육농장에 대한 특별 사후방역기간내 일제 소독 및 위험요소제거 등 사후방역관리 강화하고 특히, 발생지역내 대규모 개시장이 형성됨으로서 주변에 개 사육 농장들이 타 지역보다 많이 산재해 있는 실정이다. 개값 하락에 따른 사료비 충당이 곤란해지면서 인근 지역 도계장 등으로부터 도계 부산물을 주기적으로 가져오고 있고, 이것들로 인한 위험요소 (오염원)가 동 지역으로 지속적으로 유입되고 있기 때문에 위험요소 제거, 차단 및 소독에 대한 특별조치가 요구된다. 소, 돼지 사육농장에 지속적으로 출입하는 사료차량 (국내 사료공장이 축종별 사료공급라인이 구분되어 있지 않음)과 분변차량이 축종과 관계없이 출입함으로서 타 양계장에 오염원들 전파 가능성 상존하고 있어 동 지역의 모든 축산 농장에 대한 동 지역 중추 재입식시까지 주 3회 정도 일시 소독의 날을 운영된다.

노후 축사 (양계장 및 빈 축사)에 대한 특별방역관리 조치를 위해 부직포가 덮인 비닐하우스 형태의 노후 양계장은 오염원 제거를 위한 청소 및 소독 효과가 낮기 때문에 이번 기회를 통해 노후 양계장 부직포 소각 및 개보수 작업 필요하고 부직포가 덮인 비닐하우스 형태의 폐가 형태의 빈 양계장에 상재질병이 상존할 수 있기 때문에 이번 기회를 통해 빈 양계장 철거, 부직포 소각 및 개보수 작업 필요하며 특별 사후방역관리 기간 내 예방살처분농장에 준하여 청소, 소독 등 방역관리가 필요하다.

5. HPAI 전파 확산 요인에 대한 종합적 역학적 평가를 위한 연구 방법

가. 기초데이터를 통한 위험요인 분석 방법

가설설정을 우선적으로 현장역학조사를 통해 작성한 농장별 역학조사서를 비교 검토하여 유입·전파 위험요인에 대한 가설 설정한다. 가설설정 과정에서는 농장의 추정감염일, 분리된 병원체의 유전자 염기서열 및 외국에서 분리된 병원체 사이의 상동성 분석 등 분자생물학적 특성, 역학적 관련 농장 현황, 외국의 구제역 발생상황 및 인적·물적 이동경로 등이 함께 고려된다.

감염일 추정은 발생농장에 대한 감염일 추정에는 임상증상, 환축에 대한 정보 (축군의 종류·규모, 환축의 나이, 환축수 등), 정밀검사 성적 (항원·항체 검사 등) 등이 통합된 자료가 이용된다. 수리모델을 이용하여 축군내 감염 및 임상증상 확산 양상 등의 자료가 참고로 이용될 수 있다.

유입 원인 및 전파에 대한 가설 검증은 단면연구, 환례-대조군 연구, 코호트 연구, 생태학적 연구, 실험역학 연구 등 역학적 기법 및 통계분석, 시뮬레이션 모델 등을 활용하여 유입·전파 원인에 대한 가설을 검증한다.

발생농장 간 연계성 검토 및 농장으로 병원체 유입원인 분석은 발생농장의 추정감염일, 농장출입자가 방문한 시기의 선후 관계, 고위험 기간 등을 사전에 규정하여 농장 출입자가 방문한 농장과 그 중 질병 발생이 확인된 농장 등을 분석한다. 이를 통하여 발생농장 간 연계성이 설정되면 각 발생농장으로의 병원체 유입원인이 구명되고, 나아가 농장 간 전파경로를 확인할 수 있다. 이렇게 구명된 농장 간 연결고리를 이용하여 Epidemic tree를 작성한다. 농장 단위로 확인된 감염일 및 발생 농장들 간의 역학적 관계를 분석하면 질병발생이 최초로 시작된 농장과 최초 유입원인을 알아낼 수 있다.

나. KAHIS 활용 효율적 역학정보 수집

GIS 정보를 통한 역학정보 수집을 위해 통제초소 (거점소독장소)는 기본정보 (주소 및 GIS좌표)는 '통제' 메뉴의 '이동통제초소 등록' 메뉴에서 등록 (1차)하고 축산차량GPS를 이용하여 이동통제초소 (거점소독장소)의 접근하는 차량에 대한 축산차량GPS의 선별·통제 기능을 활용은 '축산차량등록제'의 '통제구역 반경등록' 메뉴에서 등록 (2차)한다. 축산차량GPS의 선별·통제 기능을 활용하여 차량등록제에 등록된 차량의 효율적인 차단방역 방안 실시하고 거점소독장소에 축산차량 접근 시 초소근무자에게 전광판 또는 공용 핸드폰 (SMS)으로 알려 축산차량만을 선별하여 소독 실시 한다. 차량운전자에게는 축산차량GPS를 통하여 거점소독장소에 진입 알림 음성메시지 송출로 이동초소 소독시설로 유도한다.

<시스템 활용 절차>

- GPS 축산차량 접근 ⇒ 거점소독장소 진입 알림 메시지 전송 (운전자) [1차 1km → 2차 0.3km] ⇒ 소독장소 전광판 차량정보 표시 (차량번호·차량유형·초소접근거리) ⇒ 차량 소독장소 유도 (소독조치)



그림 290. GPS를 활용한 거점 소독장소 진입 알림시스템 (예시)

다. HPAI 발생농장 및 발생지역의 오염지역, 위험지역, 경계지역 등에 대한 효율적 이동 통제 및 해제 방안 마련

HPAI 발생 관련 용어 정의로 ‘발생농장’은 조류인플루엔자 환축 또는 의사환축이 발생한 가축의 사육시설 (축사)이 있는 농장이다. ‘발생지’은 발생농장이 소재한 마을로서 동일한 생활권으로 리 단위 보다 작은 부락단위 개념으로 쥐 등 야생동물의 이동거리 등을 감안하여 시장·군수가 시·도 가축방역 기관장과 협의하여 설정한다.

‘오염지역’은 고병원성조류인플루엔자에 오염되었거나 오염되었다고 의심되는 지역으로서 발생농장을 중심으로 하여 반경 500m 이내의 지역을 말한다. 다만, 시장·군수 또는 자치구의 구청장 (이하 “시장·군수”라 한다)은 해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 오염지역의 범위를 특별시장·광역시장·특별자치도지사 또는 도지사 (이하 “시·도지사”라 한다)와 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다.

‘위험지역’은 고병원성조류인플루엔자의 확산이 우려되는 지역으로서 발생농장을 중심으로 하여 반경 500m부터 3km 이내의 지역을 말한다. 다만, 시장·군수는 해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 위험지역의 범위를 시·도지사와 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다.

‘경계지역’은 위험지역으로부터 고병원성조류인플루엔자의 확산을 차단하기 위하여 방역조치를 하여야 하는 지역으로서 발생농장을 중심으로 하여 반경 3km를 초과하여 10km 이내의 지역을 말한다. 다만, 시장·군수는 해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 경계지역의 범위를 시·도지사와 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다.

‘방역지역’은 오염지역·위험지역 및 경계지역을 말하고, ‘관리지역’은 야생조수류 및 그 주변에서 고병원성조류인플루엔자의 감염이 확인되었을 경우 해당 야생조수류 및 그 주변시료를 채

취한 지점을 중심으로 반경 10킬로미터 이내의 지역을 말한다. ‘유입경계상황’은 중국·대만·홍콩·일본·북한 등 지리적으로 우리나라와 인접한 국가(지역)에서 고병원성조류인플루엔자가 발생하거나 우리나라와 인적·물적 교류가 많은 나라에서 발생하는 상황이다.

‘의심축 신고상황’은 축주 및 축산관련 종사자 등이 고병원성조류인플루엔자에 감염된 것으로 의심되어 가축방역기관에 유선 등을 통하여 신고된 상황을 말한다. ‘의사환축 발생상황’은 고병원성조류인플루엔자에 감염된 것으로 의심되는 동물 즉 의사환축이 발견되었을 때를 말한다. 의사환축에 대한 즉각적인 정밀진단이 이루어져야 한다. ‘발생확인상황’은 고병원성조류인플루엔자에 감염된 동물의 확진이 이루어졌을 때를 말한다. 국가방역역량을 총집결하여 고병원성조류인플루엔자의 확산을 방지하고 반드시 초기에 차단하도록 힘써야 한다.

‘발생확산상황’은 인근지역 및 전국으로 고병원성조류인플루엔자가 확산되고 있는 상태를 뜻한다. 국가 및 전 국민이 합심하여 고병원성조류인플루엔자 조기근절에 힘써야 한다. ‘의심축’은: 축주 또는 축산관련 종사자 등이 고병원성조류인플루엔자로 의심되어 신고한 가축으로서 시·도 가축방역기관 또는 검역본부 가축방역관이 확인하기 전의 가축을 말한다.

‘의사환축’은 시·도 가축방역기관 또는 검역본부 가축방역관이 임상검사 등을 실시한 결과 고병원성조류인플루엔자에 걸렸다고 믿을 만한 상당한 이유가 있는 가축으로서 정밀검사가 진행 중인 가축을 말한다.

‘환축’은 의사환축에 대한 정밀검사에서 고병원성조류인플루엔자에 걸린 것으로 확인된 가축을 말하고 ‘잠복기’는 특정병원체가 동물에 침입한 후 그 질병의 최초 임상증상이 발현될 때까지 소요되는 기간을 말한다.

‘살처분’은 국가 또는 시·도가축방역기관의 감독 하에 특정질병의 발생시 취할 수 있는 가장 강력한 방역조치의 하나로서 이는 감염동물 및 동일군내 감염의심 동물과, 필요시 직접 접촉이나 병원체를 전파시킬 수 있는 정도의 간접 접촉으로 감염이 의심되는 다른 동물군의 동물을 죽이는 것을 말한다. 살처분된 동물의 사체 혹은 생산물을 통한 질병의 전파를 방지하기 위하여 사체 등은 소각 또는 매몰하거나 기타의 방법으로 폐기되어야 한다.

‘소독’은 전염병 병원체를 사멸시키기 위해 실시하는 작업을 뜻하며, 소독은 동물, 배설물 또는 동물유래 생산물 등에 의해 직접 혹은 간접적으로 병원체에 오염될 수 있는 동물, 사람, 시설, 운반차량 및 기타 대상물에 대해 실시한다.

‘전국 일시이동제한 (Standstill)’ 고병원성조류인플루엔자가 국내에서 최초 발생시 확산 방지를 위해 전국의 모든 가금류 사육농장 및 관련작업장 등에 가금류 가축·사람·차량·물품 등의 출입을 일시 이동제한(48시간 이내 - 필요시 연장)하는 조치를 말한다.

라. 발생확인 시 살처분·이동제한 관련 긴급조치사항

농림축산식품부 장관의 조치사항은 병원성조류인플루엔자가 최초로 확인되는 즉시 Standstill을 발령한다. 전국의 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지하는 조치를 취한다. 고병원성조류인플루엔자 발생사실을 공표하고, 살처분 범위 및 예방접종 여부, 방역인력 동원계획, 소독약 공급계획 등 종합적인 방역대책을 수립·시행한다. 살처분·이동제한 등 고병원성조류인플루엔자 방역대책으로 인한 농가의 피해를 지원하기 위한 대책을 수립·시행한다. 축산농가를 대상으로 이동제한지역 내 축산농가가 지켜야 할 주의사항, 주요 증상 및 이상증상 발견시 신고요령 등을 홍보한다 (축산농가 당부사항 참조).

농림축산검역본부장의 조치사항은 검역본부에 고병원성조류인플루엔자 방역대책 상황실을 설치·

운영하며, 상황실에 종합상황반, 역학조사반, 정밀 진단반, 검역대책반 등을 두어 업무를 분장시키되 유기적으로 협조하도록 한다.

전국의 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지(Standstill)하는 조치를 KAHIS에 등록되어 있는 가금류 사육농가 및 축산관계자에 대해 SMS 등을 통해 전파한다. 중앙 역학 조사반으로 하여금 발생원인, 유입 및 전파경로 등 역학조사 및 분석을 실시하도록 한다. 검역본부장은 필요한 경우 대학교수 등 민간전문가와 생산자단체 대표 등으로 중앙역학조사위원회를 구성하여 자문을 받는다. 국내 최초 유입시기, 유입경로 및 발생농장 밖으로의 전파가능성 등을 파악하기 위하여 발생농장의 출입자, 출입차량 및 가축이동 상황 등에 대한 역학조사 및 추적을 실시한다. 국내유입경로 조사 및 분석을 위해 필요한 경우 국내에 도래하는 야생철새에 대한 예찰계획을 수립하고 정밀진단반과 협조하여 예찰을 실시한다.

시·도지사의 조치사항은 ○○시·도 고병원성조류인플루엔자 방역대책본부를 설치·운영하고 종합상황반, 방역대책반, 유통수급반, 행정지원반, 홍보반 등을 두어 비상 방역업무를 분장하여 유기적으로 협조하도록 한다. 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지하는 조치 (Standstill)를 관내 모든 축산농가·축산관련 종사자 (업체)에게 SMS 및 마을방송 등을 통해 상황을 전파한다. 시장·군수에게 방역지역을 설정하여 사람·차량·동물 등의 이동통제 및 살처분, 소독 등 방역업무를 수행하도록 지시하고, 시·도가축방역기관장에게 방역기술을 지원하도록 지시한다. 경계지역은 시·도지사가 설정을 지도하고, 설정대상 경계선에 소재한 최소 행정단위지역의 외곽이 경계가 되도록 정한다. 다만, 그 최소 행정단위 지역 안에 도로·하천·철도 등이 있는 경우에는 도로·하천·철도 등의 안쪽만을 경계지역으로 설정한다. 시·도지사는 해당 시장·군수 또는 시·도 가축방역기관장에게 위험지역 안의 감수성 동물에 대한 전화 등을 통한 예찰을 실시하도록 지시한다. 위험지역 안의 감수성 동물에 대한 환축의 발생사실이 공표된 날부터 2일내에 전화 등을 통한 예찰을 완료한다.

시·도지사는 해당 시장·군수 또는 시·도 가축방역기관장에게 경계지역 안의 감수성 동물에 대한 전화 등을 통한 예찰을 실시하도록 지시한다. 경계지역 안의 감수성 동물에 대하여 환축의 발생사실이 공표된 날부터 3일내에 전화 등을 통한 예찰을 완료한다. 이동제한 해제 시까지 주기적으로 전화 등을 통한 예찰을 실시한다. 사람·차량·가축 및 축산물 등의 출입·이동을 통제하기 위한 통제초소의 운영, 가축의 살처분·매몰 등 방역조치를 위하여 지방경찰청 및 발생지 관할 군부대에 방역인력의 지원을 요청한다. 방역지역내 고병원성조류인플루엔자 전파 가능성이 있는 야생동물 및 설치류에 대하여는 살처분 또는 구서대책을 수립·시행한다. 오염·위험지역 및 경계지역내 이동제한 및 방역실시에 따른 사료·가축분뇨·알·식육·부산물 처리대책을 수립·시행한다. 위험지역 및 경계지역내 가축의 출하 도축장을 지정하고 농림수산식품부장관의 지시가 있는 경우 축산물의 수매 등을 실시한다. 위험지역내 사료공급차량은 고정 배치하여 운행하도록 하여야 한다.

시·도 가축방역기관장의 조치사항은 시·도 역학조사반으로 하여금 중앙역학조사반과 공동으로 발생농장에 대한 역학조사를 실시하도록 한다. 의사환축이 발생된 날부터 21일전까지의 가축 및 그 생산물의 이동상황을 추적조사 한다. 의사환축이 발생된 날부터 21일전까지의 해당 가축과 직접 접촉한 가축의 소유자·축사관리인·수의사 및 방문자 등이 접촉한 감수성 동물을 조사한다. 의사환축이 발생된 날부터 21일전까지의 발생농장 (발생농장 출하가축을 도축한 도축장 포함)을 출입한 차량이 방문한 농장을 추적하여 해당 시·도가축방역기관에 사육가축에

대한 임상검사를 실시하도록 통보한다. 살처분 대상가축 및 위험·경계지역 오리에 대하여 역학분석을 위한 채혈 등 검사시료를 채취한다. 역학조사 과정에서 임상증상 발현일이 환축 발생일보다 이전으로 추정되거나 확인되었을 경우 당해일로부터 21일전까지 가축 및 그 생산물의 이동상황을 추적 조사한다. 의사환축이 발생한 날부터 21일 전까지 발생농장에 반출·입된 가축의 분뇨 및 이를 운반한 차량을 검사한다.

시장·군수의 조치사항은 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지하는 조치 (Standstill)를 관내 모든 축산농가·축산관련 종사자 (업체)에게 SMS 및 마을방송 등을 통해 상황을 전파하고, 가축전염병예방법 시행규칙 제22조의 규정에 따라 “이동제한 명령”을 공고한다. 시장·군수는 소속 공무원이 방역활동에 참여하도록 비상 동원령을 발동한다. 현장통제본부는 발생농장의 살처분, 소독, 매몰 등을 위하여 출입하는 사람, 차량, 장비, 물품 등에 대한 세척, 소독과 탈의실, 샤워장, 소독기구 (장비) 설치·운용 등 방역상 필요한 조치를 하여야 한다. 현장통제본부는 발생농장 및 발생지에 대한 살처분·소독 등을 총괄적으로 지휘·감독한다. 가축전염병예방법 (이하 “법”이라 한다) 제20조의 규정에 따라 동물을 살처분하고, 폐사체 또는 살처분한 가축은 법 제22조의 규정에 따라 소각 또는 매몰한다. 구체적인 살처분 및 소각·매몰절차는 관련법령에 따른다.

병원체의 오염우려가 있는 축사, 장비 등에 대하여 소독을 실시하고, 소독이 용이하지 않거나 폐기하는 것이 유리할 것으로 판단되는 물품 또는 시설물 등은 매몰 등 폐기 처분한다. 소독은 청소·세척 및 소독요령에 따라 철저히 이루어지도록 한다. 폐기 처분 시에는 병원체가 외부로 유출되지 않도록 하여야 한다.

농장의 지번을 확인할 수 있는 축적을 적용한 지도를 이용하여 오염지역 (500m이내)·위험지역 (반경 500m~3km)·경계지역 (반경 3~10km)의 방역지역을 설정, 방역지역내 감수성 동물 (오염지역 안에서 사육되는 돼지를 포함)의 소유자 등에게 이동제한을 명하고 조류인플루엔자방역실시요령 방역조치를 한다.

시장·군수는 위험지역을 설정하는 때에는 위험지역 설정대상 경계선 (境界線)에 소재한 최소 행정단위 지역 (마을 또는 법정리를 말한다. 이하 같다)의 외곽이 경계 (境界)가 되도록 정한다. 다만, 그 최소 행정단위 지역 안에 도로·하천·철도 등이 있어 질병전파의 위험성이 적은 경우에는 도로·하천·철도 등의 안쪽만을 위험지역으로 설정할 수 있다.

해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 위험지역의 범위를 시·도지사와의 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다. 해당지역의 축산업 형태, 지형적 여건, 야생조류 서식실태, 계절적 요인 또는 역학적 특성 등을 감안하여 경계지역의 범위를 시·도지사와의 협의를 거쳐 이를 확대하거나 축소할 수 있다.

※ 방역지역을 설정 시 국가동물방역통합시스템 (<http://www.kahis.go.kr/>)을 이용하면 방역대내의 개략적인 농가위치·사육현황 등을 확인할 수 있다.

발생농장 또는 발생지에는 이동통제초소를 가장 우선적으로 설치·운영하고 다음 각 호의 조치를 하여야 한다. 발생지 및 방역지역 안에서 사육되고 있는 감수성 동물 (오염지역 안에 사육되는 돼지 포함)의 소유자 등에 대하여 해당 동물의 격리·역류 또는 이동제한 명령 및 명령서의 개별통보 (SMS 문자메세지 병행이용) 및 공고 실시한다. 발생농장 관리자, 관리자의 동거가족 및 발생농장 가축의 소유자에게 고용된 장 등에 대하여 살처분 완료된 날로부터 7일이 경과될 때까지 외출을 제한하고, 부득이한 경우 가축방역관의 통제 하에 세척·소독 등 방

역조치를 실시한 후 외출 허용한다. 발생농장의 살처분, 소독, 매몰 등을 위하여 출입하는 사람, 장비, 차량, 물품 등에 대한 조치를 위하여 별도의 이동통제초소를 운영하여야 하며, 출입자·출입차량·관련 장비 등에 대하여 기록을 철저히 관리한다. 방역지역내의 주요 국도 및 지방도로에 이동통제초소를 설치하고 감수성 가축 및 축산물의 이동을 제한한다. 발생지 및 방역지역이 구분되는 각 도로망에 이동제한 통제초소 및 소독시설을 설치·운영하고, 사람, 가축 또는 차량에 대하여 교통차단·출입통제·소독 등 차단방역을 실시한다. 이동통제초소 근무자는 이동통제초소 근무자 근무요령에 따라 이동을 통제한다.

※ 이동통제초소 근무자 근무요령

가. 기본원칙

- 통제초소 근무자는 본인이 근무하는 통제초소가 “발생지”, “위험지역”, “경계 지역”, “관리지역”중 어디에 위치하는 가를 정확히 파악한다.
- 통제초소 근무자는 동 근무 요령을 사전에 충분히 숙지하고 근무하여야 한다.
- 사람 및 차량의 통제를 철저히 하고, 통행이 허용된 차량의 경우에는 방역대별 소독필증 휴대여부를 반드시 확인, 기록하고 이동을 허용한다.

나. 발생농장 및 인근농장(발생지역)

- 발생지에서 나오는 차량 및 사람
 - 사람 및 차량의 이동은 응급한 경우를 제외하고는 마을 밖 진출을 금지한다. 다만, 가금류 가축이외의 축산관련 차량 및 사람에 대하여는 시·군 가축방역관이 위험성을 평가하여 통행여부를 결정한다. 필요시 중앙 초동대응팀에게 기술지원을 요청한다.
 - 차량의 마을 밖 이동을 허용할 경우에는 현장의 관계관(공무원)의 승인을 받고 세척·소독을 실시한 후 통행을 허용한다.
 - 마을에서 나오는 사람은 손과 신발·옷은 소독 실시
 - 외부로 통행이 허용된 차량은 발생지내 소독장소에서 소독을 실시하고, “소독필증”을 받아 발생지 밖으로 이동을 허용한다.
 - 통제초소 근무자는 출입자 및 출입차량에 대하여 차량번호 및 행선지 등을 기록하여야 한다.
- 생필품 공급을 목적으로 마을에 진입했던 차량은 관계관(공무원)의 감독 하에 세척·소독 실시하고 통행을 허용한다.
- 통행자에 대하여는 세척·소독 실시여부를 확인하고 다른 지역의 농장이나 가축시장 방문을 금지할 것을 당부한다.
- 발생지로 들어가는 차량 및 사람
 - 발생지에 들어갈 수 있는 축산관련 차량은 위험지역의 소독장소에서 소독을 실시하고 별지 8호서식의 “소독필증”을 받아 발생지내로 이동하여야한다.
- 승용차를 포함한 모든 차량의 진입 금지를 원칙으로 하되, 시장·군수는 위험성을 평가하

여 통행여부를 결정한다. 필요시 중앙 초동대응팀의 기술지원을 요청한다.

- 사람의 마을 방문은 관계관(공무원)과 해당 마을 거주자 이외는 통행금지
 - 마을 거주자도 발생농장의 방문은 금지

다. 발생지역 외곽부터 반경 3km이내지역(위험지역)

- 위험지역에서 나오는 차량 및 사람
 - 위험지역에서 외부로 통행이 허용된 비 가금류 축산관련 차량은 위험지역내 소독장소에서 소독을 실시하고, 별지 8호 서식의 소독필증을 받아 위험지역 밖으로 이동하여야한다.
 - 소독장소 근무자는 “거점별 축산관련차량 소독장소 소독실시 기록부”에 기록하여야한다.
 - 닭, 오리 등 가금류 가축을 싣고 나오는 차량은 통행금지
 - 다만, 수매를 목적으로 출하되는 차량에 대하여는 통행 허용
 - 가금류 축산농장 및 축산관련 작업장의 음식물쓰레기를 처리하는 목적으로 출입하는 차량, 가축분뇨 및 퇴비, 사료, 왕겨, 톱밥, 축산기자재, 동물약품 등과 관련된 차량은 통행금지
 - 다만, 가금류 축산농장 및 축산관련 작업장 외에 다른 일반 장소의 음식물쓰레기를 수거하기 위해 출입하는 차량(시·군에서 사전에 위험지역내 음식물 쓰레기 수거 전용차량으로 지정한 차량에 한함)에 대해서는 소독필증 확인후 통행 허용
 - 닭고기, 오리고기 등 가금류 축산물을 실은 차량은 통행금지
 - 비 가금류 관련 축산차량은 소독필증 확인 후 통행 허용
 - 기타 화물차량과 승합·승용차량은 통행 허용
- 위험지역으로 들어가는 차량 및 사람
 - 위험지역으로 통행이 허용된 비 가금류 축산관련 차량은 경계지역내 소독장소에서 소독을 실시하고, 별지 8호서식의 소독필증을 받아 위험지역으로 이동하여야한다.
 - 닭, 오리 등 가금류 가축을 싣고 들어가는 차량은 통행금지
 - 닭고기, 오리고기 등 가금류 축산물을 실은 차량은 통행금지
 - 가금류 축산농장 및 축산관련 작업장의 음식물쓰레기를 처리하는 목적으로 출입하는 차량, 가축분뇨 및 퇴비, 사료, 왕겨, 톱밥, 축산기자재, 동물약품 등과 관련된 차량은 통행금지
 - 다만, 가금류 축산농장 및 축산관련 작업장 외에 다른 일반 장소의 음식물쓰레기를 수거하기 위해 출입하는 차량(시·군에서 사전에 위험지역내 음식물 쓰레기 수거 전용차량으로 지정한 차량에 한함)에 대해서는 소독필증 확인후 통행 허용
 - 위험지역 지정 도축장에서 처리된 정육을 운반할 목적으로 진입하는 차량은 통행허용
 - 도축장 출하 가축과, 전용사료하치장에 사료를 공급하는 차량은 소독을 실시하고 차량번호를 기재 후 진입허용

- 기타 생활필수품·육류 등 오염지역안 주민의 의식주와 관계되는 차량은 진입허용하고, 단 육류 적재차량은 차량번호 기재
- 비 가금류 관련 축산차량은 소독필증 확인 후 통행 허용
- 농장 관리자외의 사람은 가축사육 농장의 방문을 금지할 것을 당부

라. 위험지역외곽부터 반경 10km이내 지역(경계지역)

- 경계지역에서 나오는 차량
 - 경계지역에서 외부로 통행이 허용된 축산관련 차량은 경계지역 내 소독장소에서 소독을 실시하고, 별지 8호서식의 소독필증을 받아 경계지역 밖으로 이동하여야한다.
 - 닭, 오리 등 가금류 가축을 실고 나오는 차량은 통행금지
 - 음식물 쓰레기, 가축분뇨 및 퇴비, 사료, 왕겨, 톱밥, 축산기자재, 동물약품 등과 관련된 차량은 소독필증 확인 후 통행 허용
 - 닭고기, 오리고기 등을 실은 차량 및 비 가금류 관련 축산차량은 소독필증 확인 후 통행 허용
 - 기타 화물차량과 승합·승용차량은 통행 허용
- 경계지역으로 들어가는 차량
 - 경계지역으로 통행이 허용된 축산관련 차량은 경계지역 밖의 소독장소에서 소독을 실시하고, 별지 8호서식의 소독필증을 받아 경계지역 내로 이동하여야한다.
 - 닭, 오리 등 가금류 가축을 실고 들어가는 차량은 통행금지
 - 닭고기, 오리고기 등을 실은 차량 및 비 가금류 관련 축산차량은 소독필증 확인 후 통행 허용
 - 도축장 출하가축과 사료를 적재한 차량은 차량번호를 기재 후 진입허용
 - 기타 생활필수품·육류 등 오염지역안 주민의 의식주와 관계되는 차량은 진입을 허용한다. 다만, 육류 적재차량은 차량번호 기재
 - 농장관리자외의 사람은 가축사육 농장의 방문을 금지할 것을 당부

마. 방역지역외의 지역에서 이동하는 차량

- 방역지역 이외의 축산관련차량은 해당 시·도/시·군에서 운영하는 소독장소에서 소독을 실시하고 별지 제8호서식의 소독필증을 받아 다른 장소로 이동하여야 한다.
- 시·도/시·군은 외부의 축산관련차량이 관내로 진입하는 경우 별지 제8호서식의 소독필증을 확인하고 통행을 허용하고, 관내 소독장소를 안내한다.
- 해당 가축 및 축산물 등의 불법이동 및 반출 관련자 적발과 강력한 사법조치를 취한다.
 - 농장의 지번을 확인할 수 있는 축적을 적용한 지도를 이용하여 방역지역을 지도에 표시하고, 그 지역에 관계된 정보를 명확하게 수집·파악하여야 한다.
- 방역지역에 대한 소독 등 차단방역을 실시한다.
 - 오염·위험·경계지역내의 축사 내·외부, 출입구, 농장주변 도로에 대한 주기적인

소독을 실시한다.

- 시장·군수는 방역지역 안에서 고병원성조류인플루엔자가 추가로 발생시 시·도지사와 협의하여 방역지역을 다시 설정한다. 다만 방역지역간 경계와 인접한 곳에서 발생한 경우는 그 범위를 확대하거나 축소할 수 있다.
- 위험지역 안에서 추가 발생시 : 최초 발생당시의 방역지역을 유지한다.
- 경계지역 안에서 추가 발생시 : 추가 발생농장을 중심으로 오염지역·위험지역 및 경계지역을 재설정하고, 이 경우 당초의 방역지역과 추가 방역지역이 중첩되는 지역에 대하여는 추가 방역지역에 대한 방역조치기간을 적용한다.
- 위험지역 안의 감수성 동물에 대한 환축의 발생사실이 공표된 날부터 2일내에 전화 등을 통한 예찰을 완료하고, 이동제한 해제 시까지 주기적으로 전화 등을 통한 예찰을 실시한다.
- 발생농장 및 오염지역 안의 가금류 사육농가에 방역관련 공무원(방역조치에 필요한 공무원 등을 말함)을 배치하고, 위험지역 안의 가금류 사육농가에는 방역관련 공무원을 지정하여, 해당 농가에 대한 살처분 완료시까지 일일 임상관찰, 오염물건 소독, 이동제한 등 방역조치를 실시하게 한다.

마. 축종별 방역조치 강화 사항

종란 수송차량 소독 관련하여 종란배송차량 및 운송자에 대해 부화장 출입 전후 소독철저히 하고 종란배송차량이 축산차량으로 등록하여 관리할 수 있도록 조치한다. 타 계열사 부화장으로 임부화 자제를 권장하고 타 계열사로 임부화시, 종란배송차량 1대가 이송하지 않고 중간에서 다른 차량으로 옮겨 싣는 경우 소독기 미 장치 구역에서 이송되어 오히려 오염 가능성이 높고 1개의 부화장에 여러 계열사의 종란이 공급되는 과정에서 교차 오염 위험 상존한다.

부화장 방역 조치 강화를 위해 부화장의 종란수송차량과 병아리 분양차량 교차오염 방지하고 종란수송차량과 병아리분양차량의 차량동선을 분리하고 동일 차량으로 종란수송과 병아리분양을 하지 않도록 권장하고 종란이나 병아리를 담은 운반도구는 1회용 사용 권장을 포함하며 종란과 병아리를 수송하는데 사용하는 운반도구를 통해 교차오염 가능성 높다.

종오리 농장 종사자에 대한 방역 조치 강화를 위해 농장 종사자의 타 농장 출입통제 철저히 하고 동일 축주가 종오리농장 등 다수의 농장을 소유하거나 부화장을 소유한 경우 농장 종사자가 다수의 농장을 동시 관리하는 경우 교차오염 가능성이 높다.

종오리 농장에 대한 예찰강화를 위해 종오리 농장의 산란저하증상 관찰 시 시도 가축방역기관에 신고 유도하고 항체 양성의 종오리 농장이 다수 확인된 바, 철저한 상시예찰 필요하다.

6. 국내 HPAI 이동통제 제한에 대한 종합적 역학적 평가

가. 이동제한과 관련된 관계법령 (제16조와 관련한 사항)

발생지를 관할하는 시장·군수는 법 제19조제1항에 따라 방역지역을 설정하여야 한다. 이 경우 각 방역지역의 감수성 가축을 사육하고 있는 농장의 지번을 확인할 수 있는 축적을 적용한 지도를 사용한다. 발생지 관할 시·도지사는 이동통제초소의 운영, 가축의 살처분·매몰 등 방역조치의 원활한 시행을 위해 발생지를 관할하는 지방경찰청 및 군부대에 방역인력의 지원을 요청하여야 한다. 발생지를 관할하는 시장·군수는 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

(1) 발생농장 입구의 눈에 잘 띄는 장소에 조류인플루엔자 발생사실과 출입금지를 출입금지 표지판의 설치

(2) 발생지 및 방역지역 안에서 사육되는 감수성 동물 (오염지역 안에서 사육되는 돼지를 포함한다)의 소유자등에 대하여 해당 동물의 격리·역류 또는 이동제한 명령 및 가축전염병예방법시행규칙 제22조 제1항에 따른 명령서 개별통보 및 공고

(3) 발생농장의 관리자, 관리자의 동거가족 및 발생농장 가축의 소유자에게 고용된 자 등에 대하여 살처분이 완료된 날부터 7일이 경과될 때까지 외출을 제한하고, 부득이한 경우에 한하여 가축방역관의 통제하에 세척·소독 등 방역조치를 실시한 후 외출 허용

(4) 발생지 및 방역지역이 구분되는 각 도로망에 이동제한 통제초소 및 소독시설을 설치·운영하고, 사람·가축 또는 차량에 대하여 교통차단·출입통제·소독 등 차단방역을 실시

(5) 발생지에 거주하는 사람에 대하여는 외출을 자제토록 하고 외출이 불가피한 경우 소독 등 방역조치 후 외출을 허용

(6) 발생농장의 환축과 직접 접촉한 사람 및 차량은 마지막 접촉일로부터 7일간 이동제한

(7) 발생일 기준으로 과거 21일 이내에 발생농장으로부터 공급받은 분변이 있는 경우 분뇨처리업체에서 생산된 퇴비 등에 대하여 이동제한하고 생식회를 도포하거나 소독약을 살포한 후 비닐 등으로 덮어 발효 처리하여 반입된 날로부터 30일이 경과한 후 병원체 오염여부 검사결과 이상이 없는 경우 이동제한 해제

(8) 발생농장에서 판매된 알 (식용란) 중 계란은 발생일로부터 7일 이내 생산된 경우 폐기하고, 오리알은 발생일로부터 14일 이내 생산된 경우 폐기하고 판매·보관 장소 등의 시설·장비·차량 등에 대하여 세척·소독

(9) 발생농장에 병아리를 공급한 부화장은 마지막 공급일로부터 닭농장은 7일 이상 이동제한 및 임상검사(필요시 정밀검사)하고, 오리농장은 14일 이상 이동제한 및 정밀검사 (항원, 항체)

시장·군수는 방역지역안에서 고병원성조류인플루엔자가 추가로 발생한 때에는 시·도지사와 협의하여 다음 각 호와 같이 방역지역을 다시 설정하여야 한다. 다만, 각 방역지역간 경계와 인접한 곳에서 발생한 경우에는 그 범위를 확대하거나 축소할 수 있다.

(1) 위험지역 안에서 추가 발생시 : 최초 발생당시의 방역지역을 유지

(2) 경계지역 안에서 추가 발생시 : 추가 발생농장을 중심으로 오염지역·위험지역 및 경계지역 재설정. 이 경우 당초의 방역지역과 추가 방역지역이 중첩되는 지역에 대하여는 추가 방역지역에 대한 방역조치기간을 적용한다.

발생지를 관할하는 시장·군수는 발생농장 및 오염지역 안의 가금류 사육농가에 방역관련 공무원을 배치하고, 위험지역 안의 가금류 사육농가에는 방역관련 공무원을 지정하여 해당 농가에 대한 살처분 완료시까지 일일 임상관찰, 오염물건 소독, 이동제한 등 방역조치를 실시하게 한다.

나. 이동제한 대상 및 내용

표 139. 위험지역 및 경계지역 내 대응 요령

| 구 분 | 축종 | 위험지역(3km) | 경계지역(10km) |
|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 가금 | 닭 등 | 반출·입 금지 | 오리를 제외한 닭 등 그 밖의 가금류는 가축방역관의 지도·감독하에 반출·입 허용 |
| | 오리 | 반출·입 금지 | 반출·입 금지 다만, 출하 3일전 관할가축방역기관에 신고하여 혈청검사 후 음성인 경우 지정도축장에 출하 허용 |
| 돼지 등 | 돼지 등 | 오염지역 내외로의 반출·입 금지 다만, 오염지역 내 정밀검사 결과 음성으로 확인된 돼지에 대하여는 가축방역관의 지도·감독 하에 도축 출하 허용 발생지 또는 오염지역 안에 돼지, 발생농장의 가축 또는 오염된 생산물을 급여하는 등 역학적으로 관련성이 있는 가축은 2주 간격으로 2회 정밀검사 실시 | - |
| 분뇨 | 공통 | 농장 내 매몰 또는 축사 내 보관 다만, 산란계의 경우 농장 내 이동허용, 농장 밖 반출은 금지 | 농장 밖 반출금지 다만, 닭의 분뇨는 가축방역관의 지도·감독 하에 경계지역내 공동처리장으로 이동가능 |
| 사료·깔짚·왕겨 | 공통 | 농장 밖 반출금지, 위험 지역안 운행 전용차량 이용에 한하여 사료의 반입 허용 | 깔짚·왕겨는 농장 밖 반출금지, 사료의 경우 소독실시후 농장 내 반입 |
| 부화장 | 닭 | 폐쇄 (부화란 폐기) | 가축방역관 지도·감독 하에 부화 및 부화 병아리 반출 허용 |
| | 오리 | 폐쇄 (부화란 폐기) | 이동제한지역 밖에서 반입된 종란을 사용하는 경우에 한하여 부화 및 부화 병아리 반출 허용 |
| 도축장 | 닭 | 경계지역산 닭만 도축 | 가축방역관의 지도·감독 하에 도축 허용 |
| | 오리 | 경계 지역산으로 출하전 검사결과 음성인 오리에 한하여 도축 | 출하 전 혈청검사 결과 음성인 경계지역의 오리에 한하여 도축 허용 |

| 구 분 | 축종 | 위험지역(3km) | 경계지역(10km) |
|------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 종란 | 닭 | 폐기 다만, 이동제한 전 생산된 종란은 포름알데하이드 훈증소독 후 방역관 지도·감독하에 이동허용 | 가축방역관의 지도·감독 하에 이동허용 |
| | 오리 | 폐기 | 폐기 |
| 식용란 | 닭 | 폐기 | 예찰결과 이상 없을 경우 식용허용 |
| | 오리 | 폐기 | 폐기 |
| 출입자 | 공통 | 통제초소 및 가금류 농장 출입 시 신발 및 손 소독 후 통행 허용 | - |
| 차량 | 공통 | 가금류 · 생산물 · 사료 · 동물약품 · 왕겨 등 운반차량은 차량외부 · 바다 · 바퀴 · 운전석 등 소독 후 통행허용 다만, 닭 · 오리 등 감수성 가축의 분뇨운반차량 통행 금지 | 가금류 · 생산물 · 사료 · 동물약품 · 왕겨 등 운반차량은 차량외부 · 바다 · 바퀴 소독 후 통행허용 다만, 닭 · 오리 등 감수성 가축의 분뇨운반차량은 통행금지 하되, 경계지역 공동처리장으로 닭의 분뇨운반차량은 소독 후 이동허용 |
| 사료공장 | 원료 사료 | 이동제한(가금용 이외의 사료는 가축방역관의 지도·감독하에 생산 · 유통 허용) ※오염지역의 경우 이동제한조치하고 바이러스 검사결과 양성이거나 가축방역협의회의 협의 결과 폐기가 필요하다고 판단하는 경우 폐기 | 가축방역관의 지도·감독하에 생산 및 유통 |
| 유기질비료 생산시설 | 공통 | 닭 · 오리 분뇨로 생산하는 시설 폐쇄 | - |

다. H5N1형 HPAI 발생농장의 감염시기 추정 분석

가금류는 동물군당 개체수가 많아 개체별로 임상증상을 관찰하는 것이 불가능하다. 특히 타 질병에서 감염일 추정 방법에 흔히 적용하는 잠복기와 임상증상 등을 고려한 감염일 추정 시는 한계가 있다. 발생농장의 역학조사 과정에서 수집한 자료를 이용한 감염단계 변화모델 (SIR 모델)로 농장별 HPAI 바이러스 유입시기를 추정하고 농장 내 바이러스 확산 양상의 분석이 필요하다.

항원 · 항체 검사결과를 이용한 농장 간 전파 (감염) 분석에서 감염기간이 중복되고 역학조사 내용만으로는 감염의 선후 관계를 명확히 구분할 수 없는 농장 간 상대적 감염 (전파) 순서를 분석할 수 있으며, 감염군에서의 항원 · 항체 변화양상을 시간경과에 따라 아래와 같이 분류하여 농장별 감염 순서를 결정할 수 있다.

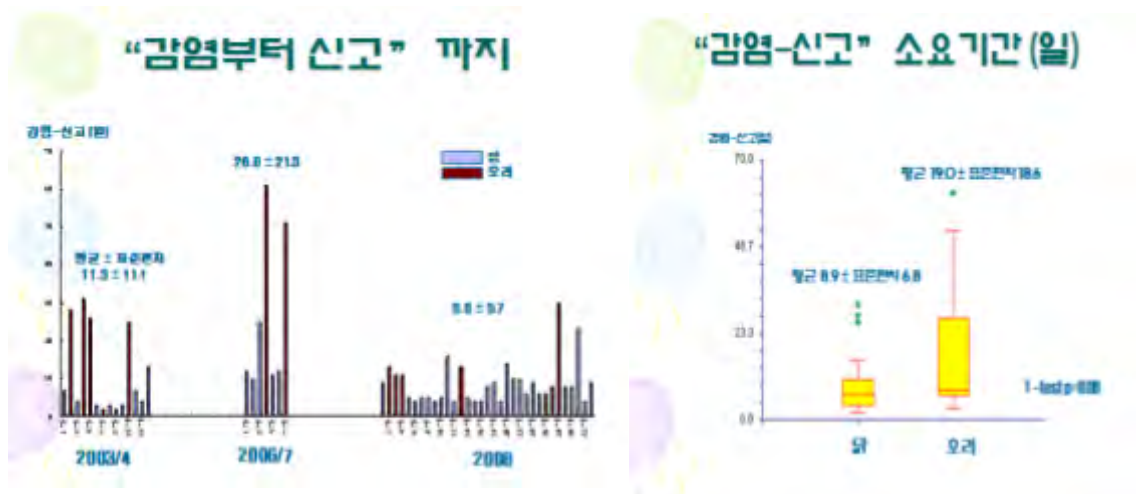


그림 291. 감염부터 신고까지 기간 분석

HPAI 최초 추정 감염일로부터 신고까지의 기간을 비교분석하기 위하여 국내 3차례 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI) 발생농가에 대한 최초 감염 추정일로부터 관할 가축방역당국 (시도 가축위생시험소, 시군 등)에 HPAI 의심축 신고까지의 기간을 분석한 결과, 2003/2004년도 국내 최초 HPAI 발생 시에는 평균±표준편차가 11.3±11.1일이었고, 2006/2007년도 국내 두 번째 발생 시에는 26.0±21.3일이었으며, 세 번째 발생 시에는 8.8±5.7일로써 최초 감염추정일로부터 신고까지의 기간 (일자)이 다양하게 나타났다.

라. HPAI 의심축 신고일로부터 확진까지 기간 비교 분석

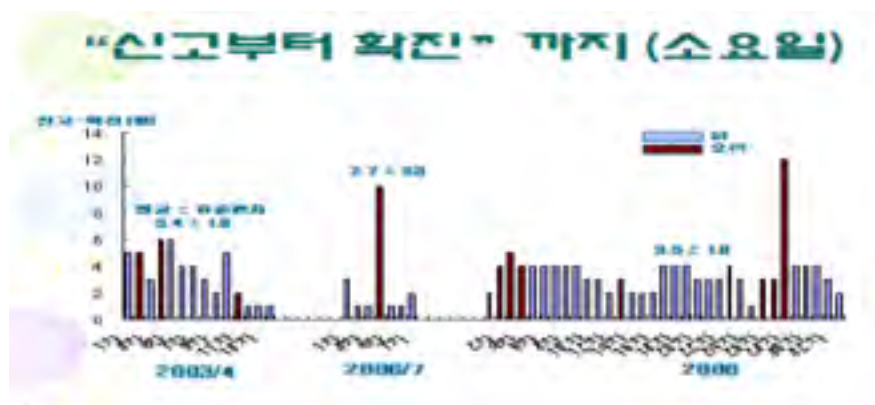


그림 292. 신고부터 확진까지 소요 시간

국내 3차례 고병원성조류인플루엔자 (HPAI) 발생농가에서 관할 가축방역당국 (시도 가축위생시험소, 시군 등)에 HPAI 의심축 신고접수일로부터 정밀검사과정을 통해 최종적으로 HPAI 을 확진하기까지의 검사기간을 분석한 결과, 2003/2004년도 국내 최초 HPAI 발생 시에는 평균 ±표준편차가 3.4±1.8일이었고, 2006/2007년도 국내 두 번째 발생 시에는 2.7±3.3일이었으며, 세 번째 발생 시에는 3.5±1.8일로써 HPAI 의심축 신고일로부터 최종 확진까지의 기간(일자)이 평균적으로 1.8~3.5일로써 다양하게 나타났다.

마. HPAI 바이러스 배출기간 비교분석 결과

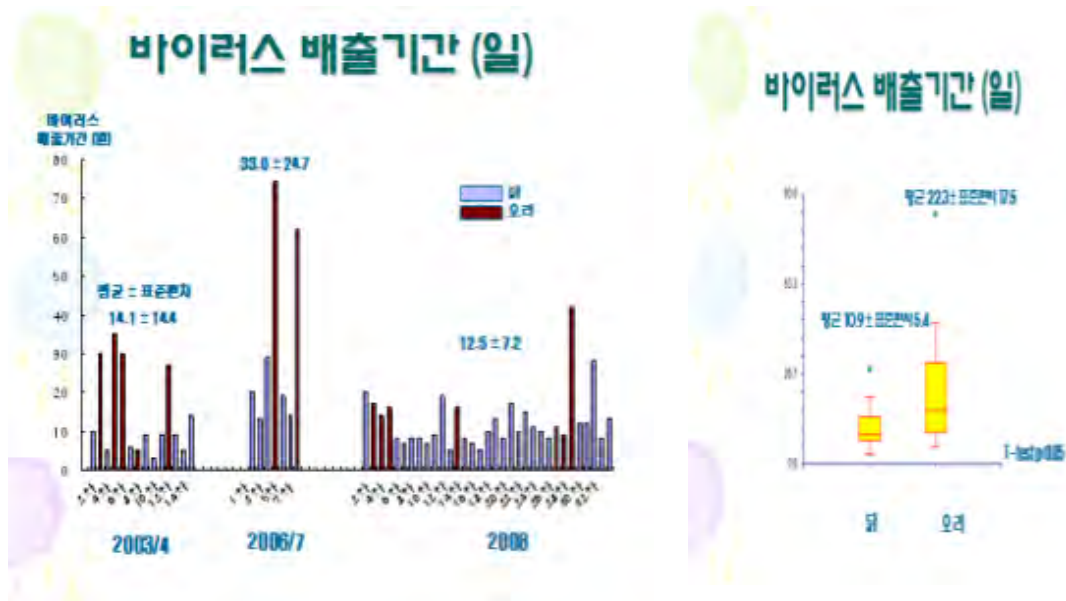


그림 293. HPAI 바이러스 배출기간 분석

연도별 국내 3차례 고병원성조류인플루엔자 (HPAI) 발생농가별 HPAI 최초 임상 발현일부 터 살처분 (매몰 또는 소각)완료일까지 HPAI 바이러스 배출기간을 분석한 결과, 2003/2004년 도 국내 최초 HPAI 발생 시에는 평균±표준편차가 14.1±14.4일이었고, 2006/2007년도 발생 시 에는 33.0±24.7일이었으며, 2008년도 발생 시에는 12.5±7.2일로써 HPAI 최초 임상발현일로부터 살처분완료일까지의 HPAI 바이러스 배출기간 (일자)이 다양하게 나타났으며, 2003/2004년도 HPAI 발생시보다도 2006/2007년도가 2~2.5배 정도 바이러스 배출기간이 길었고, 2008년도는 2003/2004년도 발생시보다 바이러스 배출기간이 다소 기간이 짧았지만 크게 차이를 보이지 않 았으나 2006/2007년도 발생시와의 비교에서는 2.5~3배 정도로 크게 차이를 보였다.

바. 연도별 HPAI 발생과 이동제한기간 비교분석 결과

표 140. HPAI 발생과 이동 제한 조사 결과

| 연도 | 발생건수 | 바이러스 배출기간(일) | 신고-위험 - 경계 지역해제(일) | 신고-경계지역해제 (일) |
|--------|------|--------------|--------------------|---------------|
| 2003/4 | 19 | 126 | 171 | 141 |
| 2006/7 | 7 | 157 | 137 | 161 |
| 2008 | 33 | 56 | 67 | 89 |

2010/11년, 2014/15년 현재 관련 자료 분석 중 연도별 발생건수를 비교한 결과, 2003/2004년 도는 19건, 2006/2007년도는 7건, 2008년도는 33건으로써 2008년도가 가장 발생이 많았고, 최초 발 생농가로부터 마지막 발생농가까지의 바이러스 배출기간을 연도별 분석한 결과, 2003/2004년도는 126일, 2006/2007년도는 157일, 2008년도는 56일로써 2008년도가 바이러스 배출기간이 가장 짧

왔다.

사. 품종별 방역조치 소요기간 비교분석



그림 294. 품종별 방역조치 소요기간 조사 결과

2003/2004년도 축종별 및 품종별 추정 감염일로부터 방역당국에 신고하기까지 소요된 기간은 무증상감염으로 인해 오리가 닭보다 신고가 지연되었고, 품종별로는 오리에서는 종오리가 육용오리보다 신고가 지연되었고, 닭에서는 육용종계가 산란계보다 신고가 지연되었으나 육계가 신고가 가장 빨랐다. 2003/2004년도 축종별 및 품종별 신고일로부터 최종 진단하기까지 소요된 기간은 중·육용오리농가가 종오리농가 보다 진단이 2일간 지연되었으나 HPAI 국내 최초 발생 당시에는 채취된 가검물 운송과 진단과정 등에서 진단일이 다소 차이가 있었지만 산란계는 2일, 육계는 5일, 육용종계는 5일, 육용오리 4일, 중·육용오리 6일, 종오리 4일 등으로 축종별 및 품종별로 신고로부터 진단까지의 소요기간에 대한 유의성은 없었다.

아. 방역조치 소요기간 종합분석 결과

표 141. HPAI 추정감염일부터 살처분까지 비교 분석

| 구분 | 농가 수 | 추정감염일-신고일 | 신고일-진단일 | 신고일-살처분일 |
|--------|------|-----------|---------|----------|
| 2003/4 | 14 | 12 | 4 | 3 |
| 2006/7 | 7 | 27 | 3 | 7 |
| 2008 | 33 | 9 | 3 | 3 |

연도별 HPAI 발생현황은 2006/2007년도가 7건으로 가장 적게 발생하였고 2008년도가 33건으로써 가장 많이 발생하였으며, 추정 감염일로부터 신고일 까지 소요기간은 세 차례 발생 중에서 2008년도가 9일으로써 가장 짧았고, 2006/2007년도와 비교 시는 3배정도 신고일이 단축되었다. 연도별 HPAI 신고일로부터 최종 확진까지의 진단 소요기간이 4일이었던 2003/2004년도 첫 발생 시보다 2006/2007년도와 2008년도가 1일이 단축된 3일 이내에 진단되었고, 신고일로부터 살처분 까지는 2003/2004년도 와 2008년도는 각각 3일인 반면에 2006/2007년도는 7일이 소요되었다.

표 142. HPAI 살처분부터 이동제한 해제까지 비교 분석

| 구분 | 농가 수 | 추정감염일-살처분일 | 살처분일- 위험지역해제일 | 살처분일- 경계지역해제일 |
|--------|------|------------|------------------|------------------|
| 2003/4 | 14 | 15 | 43 | 42 |
| 2006/7 | 7 | 34 | 48 | 48 |
| 2008 | 33 | 11 | 8 | 48 |

연도별 HPAI 추정 감염일로부터 살처분까지는 소요기간은 세 차례 발생 중에서 2008년도 가 11일로써 가장 짧았고, 2006/2007년도와 비교 시는 3배정도 신고일이 단축되었으며, 연도별 살처분일로부터 위험지역 해제일까지의 소요기간이 43~48일간이었고, 살처분일로부터 경계지역해제일은 42~48일로써 연도별 소요기간의 별다른 차이가 없었다.

자. 2014년 HPAI (H5N8) 발생 및 이동제한 해제 현황

표 143. 2014년 HPAI (H5N8) 발생 및 이동제한 해제 현황

| 지역별 | 신고 (발생) | 축종 | 방역조치 완료 | 이동제한 해제 | 비고 | |
|------------|------------|---------------------------|-----------------------------|------------|-------|--|
| 경기 (24) | 00 (11) | 2.11 | 종오리 (4), 육용오리 (1), 혼합사육 (1) | 2.26 | 4.4 | |
| | | 3.6 | 산란계 (2) | 3.31 | 5.2 | |
| | | 3.13 | 육용오리 (1) | 3.31 | 5.2 | |
| | | 3.29 | 산란계 (1) | 3.31 | 5.2 | |
| | | 6.25 | 육용오리 (1) | 6.25 | 7.26 | |
| | 00 (2) | 4.20 | 산란계 (1), 메추리 (1) | 5.2 | 6.3 | |
| | 00 (4) | 2.23 | 종오리 (2) | 2.24 | 4.4 | |
| | | 2.28 | 종계 (1) | 3.1 | 4.7 | |
| | | 3.6 | 산란계 (1) | 3.7 | 4.15 | |
| | 00 (7) | 1.18 | 산란계 (1) | 1.30 | 3.10 | |
| 2.6 | | 육용오리 (2), 산란계 (2), 종계 (2) | 2.28 | 4.4 | | |
| 강원 (1) | 00 (1) | 6.13 | 거위 (1) | 6.14 | 7.15 | |
| 대구 (1) | 00 (1) | 6.16 | 혼합사육 (1) | 6.20 | 7.28 | |
| 울산 (1) | 00 (1) | 4.23 | 토종닭 (1) | 4.27 | 6.3 | |
| 세종 (4) | 00 (4) | 3.3 | 산란계 (1) | 3.8 | 4.14. | |
| | | 3.10 | 산란계 (1) | 3.12 | 4.18. | |
| | | 3.12 | 산란계 (1) | 3.14 | 4.14. | |
| | | 3.25 | 산란중추 (1) | 3.27 | 4.30. | |
| 충북 (58) | 00 (40) | 2.2 | 종오리 (1), 육용오리 (3) | 2.4 | 3.30 | |
| | | 2.17 | 종오리 (2), 육용오리 (31), 타조 (1) | 3.5 | 3.30 | |
| | | 2.21 | 종오리 (1), 육용오리 (1) | 2.26 | 3.30 | |
| | 00 (1) | 3.20 | 종계 (1) | 3.23 | 4.24 | |
| | 00 (15) | 1.27 | 종오리 (2), 육용오리 (4) | 2.7 | 3.30 | |
| | | 2.1 | 육용오리 (7) | 2.6 | 3.30 | |
| | | 2.26 | 종오리 (1) | 2.27 | 4.1 | |
| | | 4.21 | 거위 (1) | 4.22 | 5.23 | |
| | 00 (2) | 3.3 | 육용오리 (1) | 3.6 | 4.6 | |
| | 3.17 | 청둥오리 (1) | 3.18 | 4.21 | | |
| 00 (1) | 5.8 | 산란계 (1) | 5.11 | 6.16 | | |
| 충남 (26) | 00 (1) | 2.20 | 종계 (1) | 2.24 | 4.3 | |
| | 00 (2) | 3.7 | 종계 (1) | 3.9 | 4.14 | |
| | | 3.10 | 종계 (1) | 3.12 | 4.16 | |

| 지역별 | 신고 (발생) | 축 종 | 방역조치 | 이동제한 | 비고 | | |
|------------|------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------|-------|------|
| | | | 완료 | 해제 | | | |
| | 00 (1) | 1.24 | 종계 (1) | 1.28 | 3.9 | | |
| | 00 (18) | 1.26 | 종오리 (1) | 1.29 | 3.9 | | |
| | | 2.13 | 종오리 (1), 육용오리 (1), 산란계 (4), 혼합사육 (1) | 3.27 | 5.4 | | |
| | | 2.23 | 종오리 (1), 육용오리 (2), 산란계 (1) | 3.8 | 4.8 | | |
| | | 3.17 | 종오리 (1), 산란계 (2), 토종닭 (1), 육계 (1) | 3.23 | 5.9 | | |
| | | 3.17 | 종오리 (1) | 3.18 | 5.9 | | |
| | 00 (2) | 2.14 | 산란계 (1) | 2.16 | 3.26 | | |
| | | 2.28 | 육용오리 (1) | 2.28 | 3.1 | | |
| | 00 (1) | 3.2 | 종계 (1) | 3.5 | 4.16 | | |
| | 전북 (47) | 00 (9) | 1.16 | 종오리 (1), 육용오리 (3) | 1.22 | 2.26 | |
| | | | 1.21 | 종오리 (1), 육용오리 (1) | 1.24 | 2.26 | |
| 4.11 | | | 육용오리 (2), 산란계 (1) | 4.17 | 5.20 | | |
| 00 (3) | | 2.16 | 종오리 (1) | 2.21 | 3.24 | | |
| | | 2.20 | 육용오리 (1) | 2.20 | 3.26 | | |
| | | 3.4 | 육용오리 (1) | 3.9 | 4.9 | | |
| 00 (20) | | 1.17 | 종오리 (1), 육용오리 (15) | 1.23 | 1.26 | | |
| | | 1.25 | 육용오리 (2) | 1.26 | 2.26 | | |
| | | 1.29 | 육용오리 (2) | 2.1 | 3.9 | | |
| 00 (2) | | 3.6 | 육용오리 (2) | 3.10 | 4.11 | | |
| 00 (1) | | 3.5 | 종계 (1) | 3.7 | 4.10 | | |
| 00 (10) | | 1.27 | 육용오리 (1) | 1.30 | 3.5 | | |
| | | 1.29 | 육용오리 (2) | 2.2 | 3.12 | | |
| | | 1.30 | 육용오리 (1) | 2.7 | 3.12 | | |
| | | 1.30 | 종오리 (2), 육용오리 (1) | 2.12 | 3.23 | | |
| | | 2.13 | 종오리 (1), 육용오리 (2), 종계 (1) | 2.14 | 3.23 | | |
| 00 (1) | | 3.27 | 육용오리 (1) | 3.28 | 4.21 | | |
| 전남 (47) | | 00 (1) | 5.4 | 육용오리 (1) | 5.9 | 6.17. | |
| | | 00 (1) | 7.25 | 육용오리 (1) | 7.31 | 7.31. | 전통시장 |
| | 00 (14) | 1.25 | 종오리 (1) | 1.26 | 3.9. | | |
| | | 3.13 | 종오리 (2), 육용오리 (4) | 3.14 | 4.14. | | |
| | | 3.16 | 종오리 (1) | 3.17 | 4.29. | | |
| | | 3.26 | 종오리 (2), 육용오리 (2), 산란계 (1) | 3.27 | 5.9. | | |
| | | 6.26 | 종오리 (1) | 6.30 | 7.31. | | |
| | 00 (2) | 5.16 | 육용오리 (2) | 5.19 | 6.22. | | |
| | 00 (1) | 6.16 | 육용오리 (1) | 6.17 | 7.17. | | |
| | 00 (1) | 2.27 | 육용오리 (1) | 3.1 | 4.7. | | |
| | 00 (3) | 2.22 | 종오리 (1) | 2.24 | 3.28. | | |
| | | 2.26 | 종오리 (1) | 2.27 | 4.17. | | |
| | | 3.7 | 산란계 (1) | 3.11 | 4.17. | | |
| | 00 (15) | 1.28 | 종오리 (1) | 1.29 | 3.28. | | |
| | | 2.6 | 육용오리 (2), 산란계 (2) | 2.7 | 3.28. | | |
| | | 2.11 | 종오리 (1) | 2.12 | 3.28. | | |
| | | 2.13 | 육용오리 (1) | 2.15 | 3.28. | | |
| | | 2.20 | 종오리 (1), 육용오리 (3) | 2.21 | 4.14. | | |
| | | 3.2 | 종오리 (1), 육용오리 (1) | 3.4 | 4.5. | | |
| 3.20 | | 종오리 (1) | 3.23 | 4.22. | | | |
| 6.26 | 육용오리 (1) | 6.27 | 7.27. | | | | |
| 00 (1) | 3.20 | 육용오리 (1) | 3.21 | 4.28. | | | |
| 00 (6) | 2.20 | 육용오리 (1) | 2.23 | 3.30. | | | |
| | 3.14 | 종오리 (2) | 3.16 | 4.21. | | | |
| | 7.25 | 육용오리 (1), 토종닭 (1), 기러기 (1) | 7.30 | 9.4. | | | |
| 00 (2) | 1.24 | 종오리 (1) | 1.26 | 3.6. | | | |
| | 2.14 | 육용오리 (1) | 2.16 | 3.25. | | | |
| 경북 (2) | 00 (2) | 3.7 | 산란계 (2) | 3.12 | 4.15 | | |
| 경남 (2) | 00 (1) | 1.29 | 토종닭 (1) | 2.7. | 3.7. | | |
| | 00 (1) | 4.11 | 산란계 (1) | 4.10. | 5.19 | | |
| 합계 | | | 212건 | 1.22~7.31 | 1.26~7.31 | | |

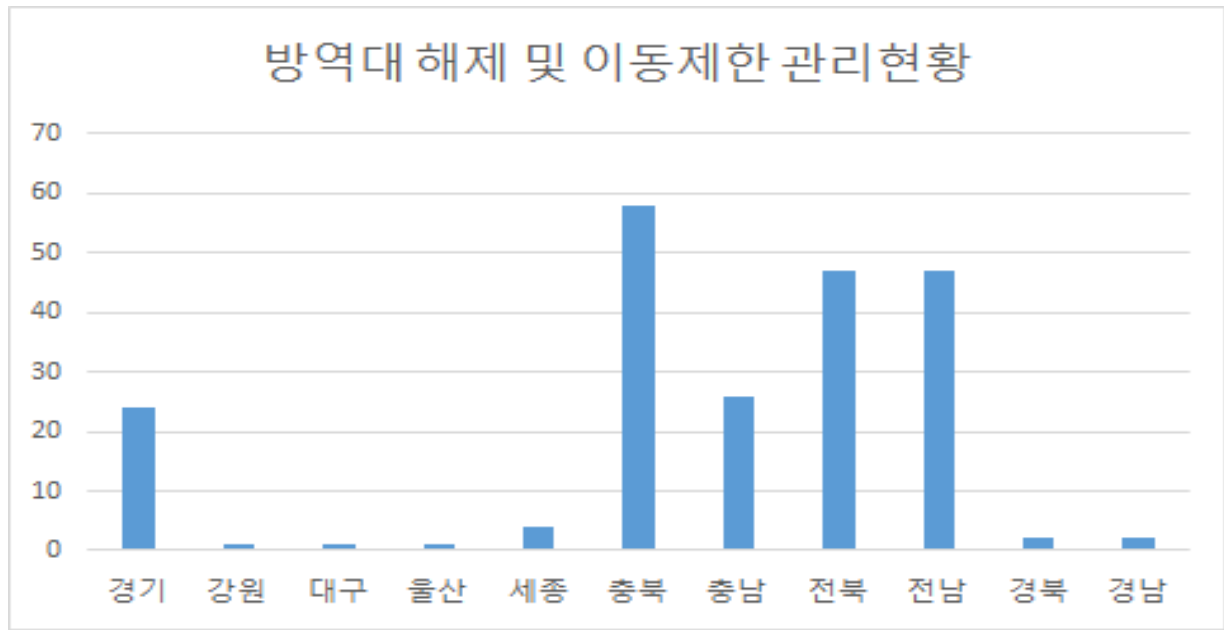


그림 295. 2014년 HPAI (H5N8) 발생 및 지역별 이동제한 관리 현황

방역대 해제 및 이동제한 관리 현황은 충북이 가장 많았고, 전남북, 충남순으로 많았고, 지역적 발생 양상과 비슷한 패턴이 관찰된다.

차. 2014년/2015년 HPAI (H5N8) 발생 및 이동제한 해제 현황

과거 3차례 (2003/2004, 2006/2007, 2008) 발생된 H5N1형과 2014/2015/2016년 발생된 H5N8형과의 발생신고로부터 살처분과 살처분 이후 경계지역 이동해제까지 소요되는 시간을 비교해 본 결과, 닭이 감수성이 높았고 병원성이 높았던 H5N1형이 오리에게 감수성이 높았고 병원성이 다소 낮았던 H5N8형은 과거 H5N1형을 경험한 가금농가에서는 병원성도 다소 낮고 닭에서 감수성이 낮아서 초기 예찰의 어려움으로 인해 신고가 늦어짐으로서 방역조치가 지연됨에 따라 지속적으로 전파가 이루어져 최 장기간 발생으로 가장 큰 피해를 초래하였고, 특히 신고로부터 방역대 해제까지가 과거의 H5N1형보다 평균적으로 1~3배 이상 장기간 소요되었다. 금번에 가장 장기간 이동제한은 전남 영암 지역으로서 최초 발생신고로부터 방역대 해제까지의 기간이 102 (2014.10.5~2015.1.15) ~ 113 (2014.9.24~2015.1.15)일간으로서 동절기 바이러스 생존기간과 맞물려 방역조치의 어려움이 과거 어느 때보다 높았다. 따라서 HPAI 방역은 병원성 높을수록 축주의 인지 및 예찰이 용이하기 때문에 신속한 방역조치가 이루어지지만 병원성이 낮은 경우일수록 축주의 인지 및 예찰이 어렵기 때문에 신고가 지연됨으로서 지연기간동안 오염원들이 타 지역으로 전파 확산되는 위험요소의 빈도수는 증가할 수밖에 없기 때문에 더 많은 피해가 초래되면서 새로운 위험요소가 지속적으로 나타나기 때문에 방역조치의 어려움은 가중될 수밖에 없다. 따라서 국내 고병원성조류인플루엔자 (HPAI)의 발생 경험을 통해 지속적으로 업그레이드된 AI 방역실시요령 및 표준행동지침 (SOP) 일지라도 새로운 타입의 HPAI 가 유입될 경우 1차적으로는 해당 AI 방역실시요령 및 표준행동지침 (SOP)을 준수하겠지만 향후 새롭게 유입된 HPAI 바이러스를 대응하기 위해서는 장기간 소요되는 실험실에서의 병원성 실험결과 이전에 신속한 역학조사를 통해 발생현장에서의 임상증상, 병변, 전파속도 등을 통해서 잠정적으로 병원성 정도와 감수성 정도를 추정하여 초기 대응이 필수적이며, 대응과정에서 체험되는 것들을 실시간 분석하여 현장 맞춤형으로 탄력적인 방역조치가 매우 효과적일 수 가 있다. 그리고 최종적으로는 감수성 동물에 대한 분리된 병원체를 이용한 접종실험 등을 통해 병원성 여부를 판단하여 2차적인 방역조치가 수행되어야 실효적인 대응을 할 수 있다.

표 144. 2014년/2015년 HPAI (H5N8) 발생 및 이동제한 해제 현황

| 지역별 | 발생 | 최종 발생 | 방역대 전환 | | 방역대 해제 | | |
|-----|--------|-----------------|------------|-------------|--------------|---------------|--------|
| | 일자 | 살처분 및 오염물 제거 일자 | 오염·위험 ⇒ 경계 | 경계지역내 검사 기간 | 예정일 | | |
| 전남 | 00 | 9.24. | 9.31 | 10.21. | 11.13.~1.12. | 1.15. | |
| | | 9.30. | 10.16 | 11.4. | 11.13.~1.12. | 1.15. | |
| | | 10.5. | 12.1. | 12.22. | 1.7.~1.12. | 1.15. | |
| | 00 | 10.11. | 10.11 | 11.6. | 12.9.~12.19. | 12.22. | |
| | | 10.17. | 10.28. | 11.18. | 12.9.~12.19. | 12.22. | |
| | | 12.13. | 12.15 | 1.6. | 1.15.~1.20. | 1.19. | |
| | | 1.27 | 2.2. | 2.23. | 3.16.~3.27. | 3.27. | |
| | | 2.9 | 2.13. | 3.6. | 3.16.~3.27. | 3.27. | |
| | | 00 | 10.24. | 10.26. | 11.17. | 11.26.~12.07. | 12.08. |
| | | 00 | 10.29. | 11.1. | 11.22. | 12.4.~12.10. | 12.11. |
| | 1.6 | | 1.11. | 2.2. | 2.24.~3.2. | 3.2. | |
| | 1.19 | | 1.20. | 2.10. | 2.24.~3.2. | 3.2. | |
| | 11.07. | | 11.8. | 12.1. | 12.9.~12.15. | 12.15. | |

| | | | | | | |
|----|----|--------|--------|--------|---------------|-----------|
| | 00 | 11.11. | 11.13. | 12.3. | 12.15.~12.22. | 12.22. |
| | 00 | 1.28 | 3.9. | 3.30. | 4.9.~4.15. | 4.15. |
| 전북 | 00 | 11.7 | 11.20 | 12.11 | 12.21~12.22 | 12.23 |
| | | 3.26 | 4.1 | 4.20 | 4.30~5.10 | 5.10 |
| | 00 | 1.17 | 1.19 | 2.10 | 2.23~3.1 | 3.1 |
| | | 2.17 | 2.18 | 3.11 | 3.21~27 | 4.1 |
| | | 3.20 | 3.20 | 4.10 | 4.20~27 | 4.28 |
| | 00 | 1.26 | 2.4 | 2.25 | 3.7~3.13 | 3.12 |
| | 00 | 2.23 | 2.23 | 3.16 | 3.30~3.31 | 3.31 |
| | 00 | 2.25 | 2.25 | 3.18 | 3.30~4.5 | 4.7 |
| 경남 | 00 | 12.11 | 12.12 | 15.1.3 | 15.1.5~1.11 | 1.12 |
| | 00 | 1.22 | 2.14 | 3.7 | 3.17~3.18 | 3.18 |
| 경기 | 00 | 1.14 | 2.3 | 2.24 | 3.3 | 3.10 |
| | | 1.23 | 1.26 | 2.16 | 2.25 | 2.27 |
| | 00 | 1.13 | 1.29 | 2.20 | 2.28 | 3.2~3.3 |
| | | 2.4 | 2.13 | 3.7 | 3.16 | 3.21 |
| | | 2.3 | 2.7 | 3.1 | 3.10 | 3.21 |
| | | 2.12 | 2.12 | 3.6 | 3.15 | 3.21 |
| | | 3.4 | 3.5 | 4.5 | 4.15 | 4.18 |
| | 00 | 1.21 | 1.25 | 2.24 | 3.3 | 3.10 |
| | | 2.10 | 2.13 | 3.7 | 3.16 | 3.21 |
| | 00 | 1.22 | 1.28 | 2.19 | 2.28 | 2.28 |
| | 00 | 1.31 | 2.7 | 3.1 | 3.10 | 3.16 |
| | 부산 | 00 | 1.13 | 1.14 | 2.4 | 2.6~2.16. |
| 충남 | 00 | 1.28 | 2.2 | 2.23 | 3.4~3.9. | 3.9 |
| | | 3.9 | 3.10 | 4.1 | 4.1.~4.10. | 4.10 |
| | 00 | 3.9 | 3.10 | 4.1 | 4.1.~4.10. | 4.10 |
| | 00 | 3.10 | 3.11 | 4.2 | 4.1.~4.11. | 4.11 |
| | 00 | 3.29 | 3.29 | 4.10 | 4.20.~4.30. | 4.30 |
| 충북 | 00 | 2.22 | 3.13 | 4.3 | 4.13.~4.20. | 4.21 |
| | | 3.3 | 3.3 | 4.3 | 4.13.~4.20. | 4.21 |
| | | 3.10 | | 4.13 | 4.13.~4.20. | 4.21 |
| | | 3.15 | 3.17 | 4.9 | 4.13.~4.20. | 4.21 |
| | 00 | 3.3 | | 3.27 | 4.5.~4.6. | 4.7 |

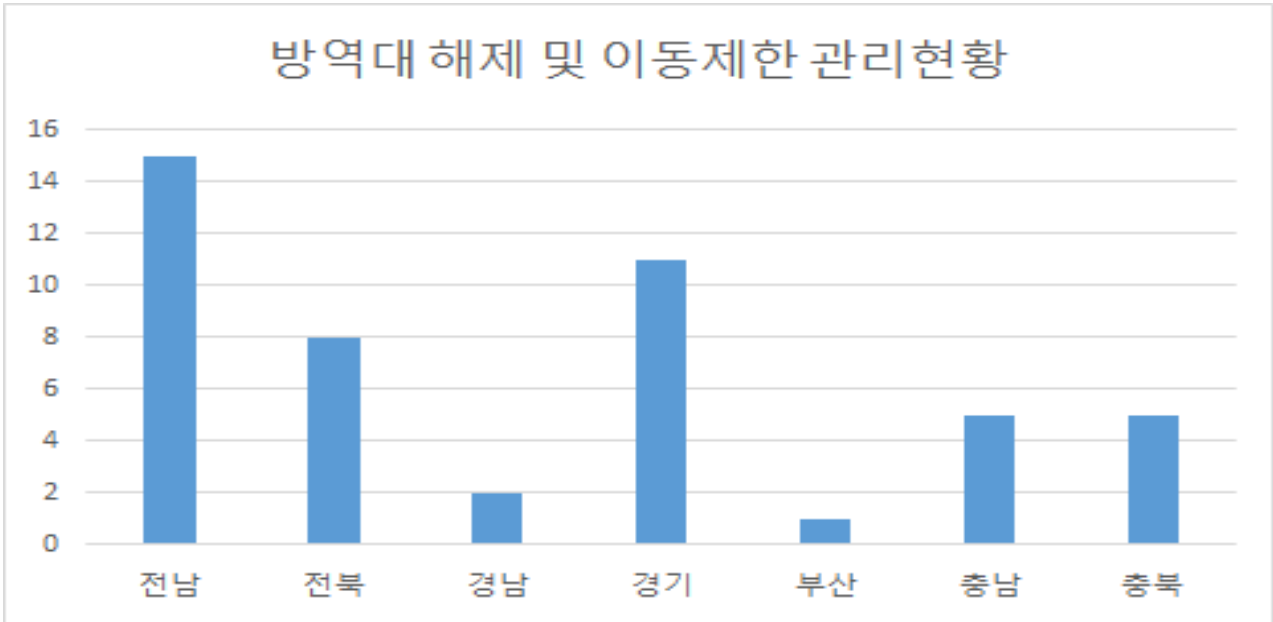


그림 297. 2014년/2015년 HPAI (H5N8) 발생 및 지역별 이동제한 관리 현황

방역대 해제 및 이동제한 관리 현황은 전남이 가장 많았고, 경기, 전북 순으로 많았고, 지역적 발생 양상과 비슷한 패턴이 관찰된다.

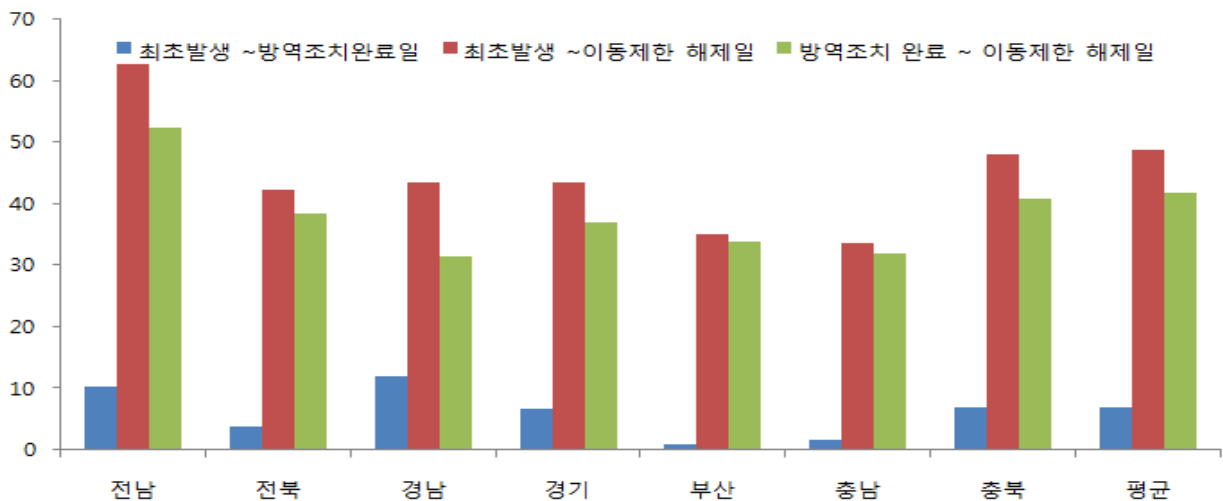


그림 298. 2014년/2015년 HPAI (H5N8) 발생 및 지역별 이동제한 해제일 현황

최초 발생일부터 방역 조치 완료일은 평균 6.8일이고, 최초발생일부터 이동제한 해제일은 평균 48.8일, 방역조치 완료일부터 이동제한 해제일 기간은 41.8일이고, 최초 발생일부터 방역조치 완료일까지 기간은 경남 12일이고, 전남이 10.4일이고, 경기 6.6일 순이고, 최초 발생일부터 이동제한 해제일까지 기간은 전남 62.9일, 충북 48일, 경기 43.6일 순이고 방역조치 완료일부터 이동제한 해제일까지 기간은 전남이 54.5일, 충북이 41일, 울산이 38.3일 순이다.

카. HPAI 바이러스 감염 기준 설정 및 감염양상

(1) HPAI (H5N8) 발생농가의 감염일 추정 기준

감염일 추정 기준 설정을 위해서는 임상증상 경과 및 폐사를 기준으로 개체에서의 질병 경과 추정 하고 급격한 폐사증가 인지를 기준으로 축군 내에서의 감염단계 경과모델 설정한다. 개체 단위의 임상증상의 경과상황 고려 시, 감염 약 11일 후에 폐사 (현장상황) 되고 이상적인 폐사 증가가 3일 정도 계속되면, 축주가 신고를 한다.

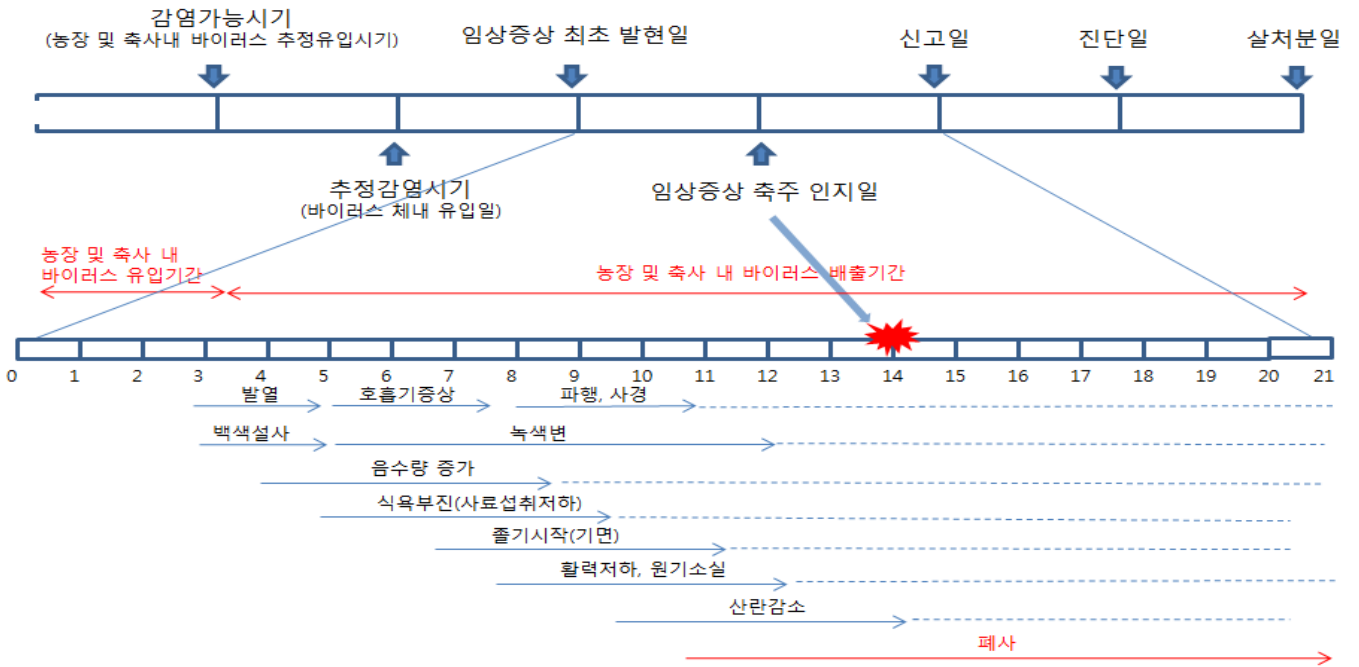


그림 299. HPAI 감염 모델을 통한 발생농가 감염일 추정

다만, 가금은 다수의 개체가 한 공간에 존재하며, 고병원성 조류인플루엔자는 전염성이 높은 질병인 점을 감안해야 한다.

SLIR 모델로 구성요소는 감염전 감수성 (Susceptible, S)→잠재감염 (Latently Infected, L)→바이러스 배출 (Infectious, I)→폐사 (Dead, R_1) 또는 항체 형성 (AB, R_2)으로 나뉜다.



그림 300. 닭 및 오리에서의 SLIR 모델 모식도

닭 사육농가의 감염일 추정분석은 닭 사육농장에서 축군 내 전과양상 추정 역학모델은 역학모델 설정 시 가정하고 닭 축군에서 자연 감염된 개체가 감염 후 1일 경과 시 바이러스 배출한다.

감염 후 평균 4~5일에 폐사하고 처음 폐사를 발견한 후 폐사수가 두 배로 증가할 때까지 (doubling time) 1일이 소요된다고 가정할 때의 기초재생산수(R_0) : 4.12 (감염축 한 마리가 평균 4.12마리의 다른 개체를 감염시킴)로 설정하고 전과양상 추정 모델 (SLIR) ※ 20,000수 사육규모 기준 시 그래프이다.

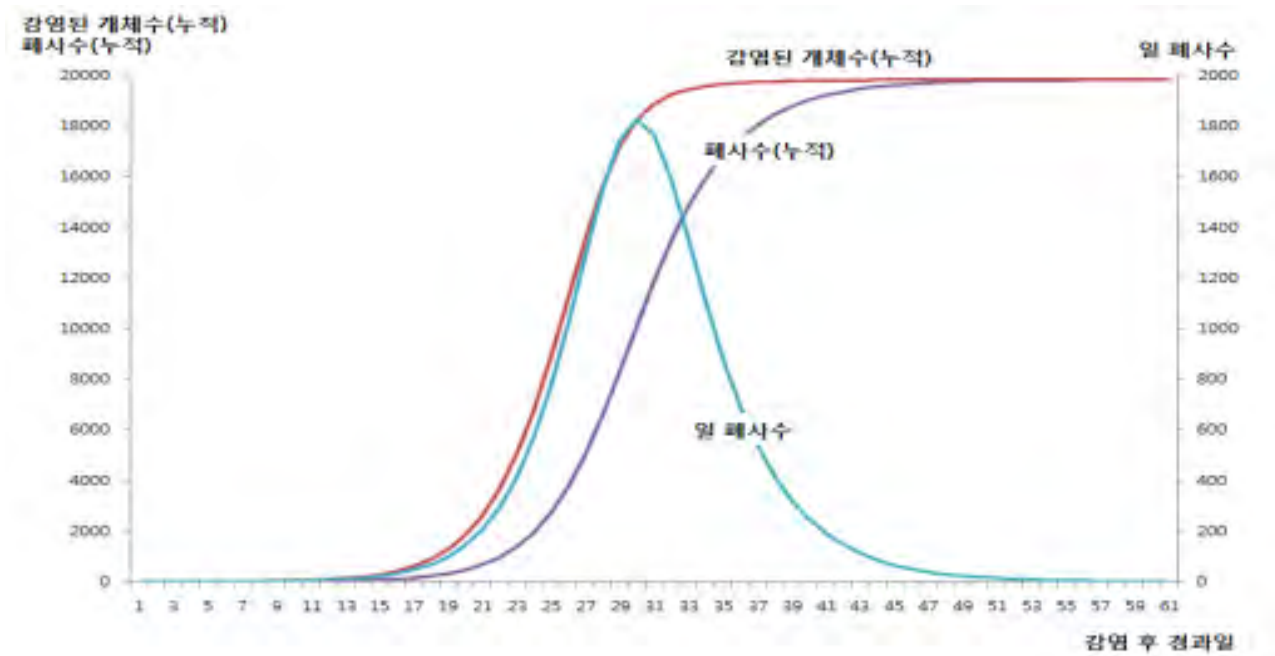


그림 301. 닭 사육농가의 감염, 전파, 폐사 양상 추정모델 (20,000수 기준)

모델 검증 사례는 충북 증평 000 (육용종계 18,592수 규모) 농장을 토대로 작성해본다. 평택 000(3.6일 발생, 역학관련) 농장에서 3.4일 가축을 운반한 차량으로 논산 000 농가로부터 126 일령 18,000수 입식 (3.5일)되었고, 3.5일 오염된 차량에 의해 병원체가 농장으로 유입된 후, 하차 및 축사내 입식 과정에서 가축에 바이러스가 감염되기 시작한 것으로 추정된다. 3.21일 (감염 시작 후 16일 경과) 32수 폐사를 기록하고 시뮬레이션 역학모델에서는 감염 후 15일 경과 시 32수 폐사를 예측한다.

가축을 입식받은 농장에서의 추정감염일은 평소 수준의 폐사로 생각하여 소수의 폐사한 개체를 지속적으로 제거 (살처분 효과)한 경우 (000, 000), 또는 평사보다 케이지 사육인 경우 (000)에 감염 후 축주 인지시까지 더 많은 시간이 소요된다.

표 145. 추정 모델을 이용한 추정 감염일 산출 (예시)

| 출하 농장 | 입식 농장 | 사육 형태 | 사육 규모 | 입식일 | 폐사 | 시뮬레이션 | 추정 감염일 |
|-------|-------|-------|---------|-------|------------|----------|--------|
| 000 | 000 | 케이지 | 25,000수 | 3.4일 | 3.6일 130수 | 감염 후 19일 | 2.15일 |
| | 000 | 케이지 | 30,600수 | 3.4일 | 3.7일 없음 | 감염 후 23일 | 2.12일 |
| | 000 | 케이지 | 30,000수 | 3.4일 | 3.6일 15수 | 감염 후 13일 | 2.19일 |
| 000 | 000 | 케이지 | 7,400수 | 2.17일 | 2.28일 248수 | 감염 후 21일 | 2.7일 |
| | 000 | 케이지 | 39,550수 | 2.17일 | 2.27일 6수 | 감염 후 11일 | 2.16일 |
| 000 | 000 | 평사 | 300수 | 3.20일 | 4.7일 23수 | 감염 후 16일 | 3.22일 |
| | 000 | 평사 | 3,500수 | 3.20일 | 4.7일 200수 | 감염 후 21일 | 3.17일 |
| | 000 | 케이지 | 63,142수 | 3.20일 | 5.8일 119수 | 감염 후 49일 | 3.20일 |

- 추정 감염일 : 000 농장 2.12~2.19일, 000 농장 2.7~2.16일, 000 농장 3.17~3.22일

(2) HPAI 발생 연도별 축군내 감염양상 비교

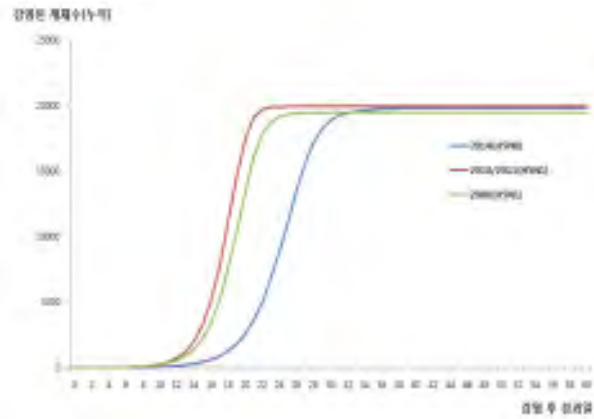


그림 302. HPAI 발생연도별 감염개체수 증가양상

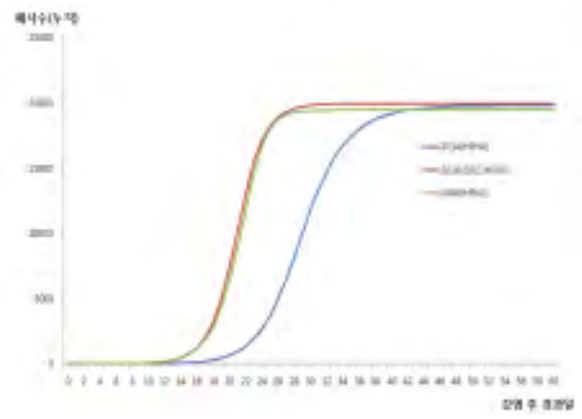


그림 303. HPAI 발생연도별 폐사개체수 증가양상

2010/2011년 HPAI 발생에서의 진행속도가 가장 빠르며, 그 다음이 2008년, 그리고 2014년의 진행속도가 가장 느린 것으로 추정된다.

표 146. 추정감염일 예측을 위한 역학 모델 입력값 (닭)

| 구분 | 2008년 | 2010/2011년 | 2014년 |
|---------------|-------|------------|-------|
| 폐사율(%) | 100 | 100 | 100 |
| 평균 치사시간 | 2일 | 3일 | 4.5일 |
| Doubling time | 0.5일 | 0.5일 | 1일 |
| R_0 | 3.07 | 4.46 | 4.12 |

오리 사육농가의 감염일 추정분석은 오리 사육농장에서 축군내 전파양상 추정 역학모델로 오리 축군에서 자연 감염된 개체가 감염 후 1일 경과시 바이러스 배출하고 감염 후 평균 11일에 폐사 (감염된 개체 중 20%에서만 폐사 발생)한다. 처음 폐사를 발견한 후 폐사수가 두 배로 증가할 때까지 1일이 소요된다고 가정할 때의 기초재생산수(R_0) : 7.93 (감염축 한 마리가 평균 7.93마리의 다른 개체를 감염시킴)이고 감염 후 14일에 항체 검출 가능하다.

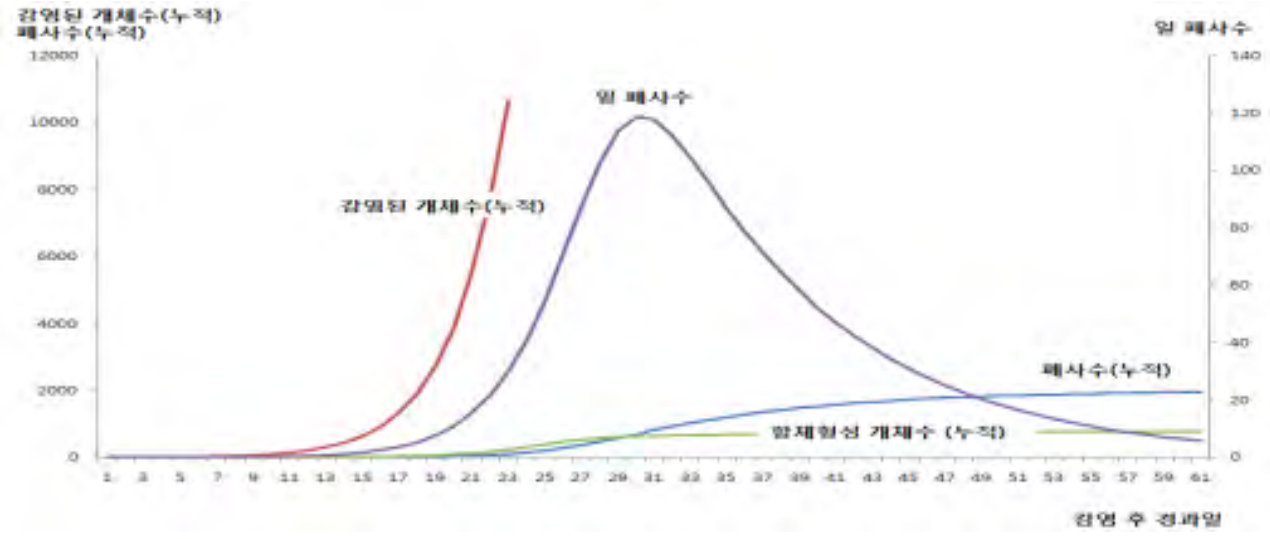


그림 304. 전파양상 추정 모델 (SLIR) ※ 10,000수 사육규모 기준

표 147. 전파양상 추정 모델을 이용한 검증 (예시)

| 농장명 | 사육규모 | 시료 채취일 | 현장 | | 시뮬레이션 | | 추정 감염일 |
|------------|---------|--------|-------------|--------------|----------------|-------------------|--------|
| | | | 폐사 | 산란율 | 폐사 | 산란율 | |
| 000 (종오리) | 9,940수 | 2.2일 | 10수 (2.3일) | 17%감소 (2.2일) | 11수 (감염 후 16일) | 14%감소 (감염후 16일) | 1.17일 |
| 000 (육용오리) | 6,500수 | 1.17일 | 80수 (1.17일) | - | 78수 (감염 후 28일) | - | 12.20일 |
| 000 (종오리) | 5,900수 | 1.27일 | 6수 (1.26일) | 25%감소 (1.25) | 7수 (감염 후 18일) | 13% 감소 (감염 후 18일) | 1.9일 |
| 000 (종오리) | 10,610수 | 1.30일 | 4수 (1.23일) | 자료없음 | 4수 (감염 후 17일) | 18% 감소 (감염 후 17일) | 1.12일 |

종오리와 육용오리는 모두 평사에서 사육되지만, 종오리는 수컷 한 마리를 중심으로 암컷 5수 정도가 생활하는 방식과 육용오리보다 주령도 높다는 점으로 인하여 육용오리보다 축군내 전파·확산 속도가 약간 더 늦을 것으로 추정된다.

표 148. 임상증상이 나타나지 않는 농장에서의 모델 적용 (예시)

| 농장명 | 사육규모 | 시료 채취일 | 항체검출내역 | 시뮬레이션 (항체양성률) | 추정감염일 |
|------------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| 000 (육용오리) | 7,100수 | 2.18. | 2/20수 (10%) (2 ⁵ x2) | 10% 항체형성 (감염 후 29일) | 1.20일 |
| 000 (종오리) | 4,639수 | 3.13. | 26/39수 (67%) (2 ⁴ x2, 2 ⁵ x5, 2 ⁷ x11, 2 ⁷ x6, 2 ⁸ x2) | 67% 항체형성 (감염 후 33일) | 2.8일 |
| 000 (육용오리) | 3,600수 | 4.1. | 60/60수 (100%) (2 ⁵ x1, 2 ⁵ x3, 2 ⁷ x4, 2 ⁸ x15, 2 ⁸ x17, 2 ¹⁰ x13, 2 ¹¹ x6, 2 ¹² x6) | 100% 항체형성 (감염 후 33일) | 2.27일 |

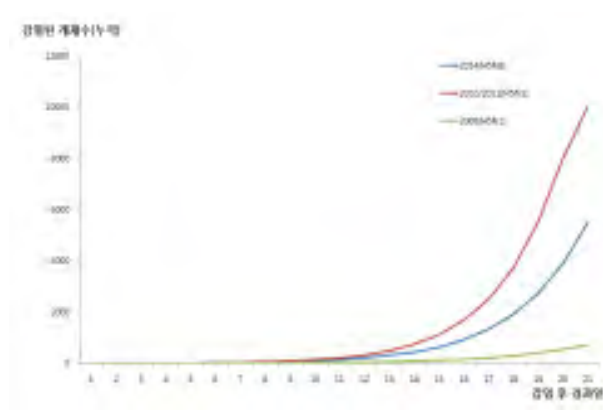


그림 305. HPAI 발생연도별 감염개체수 증가양상

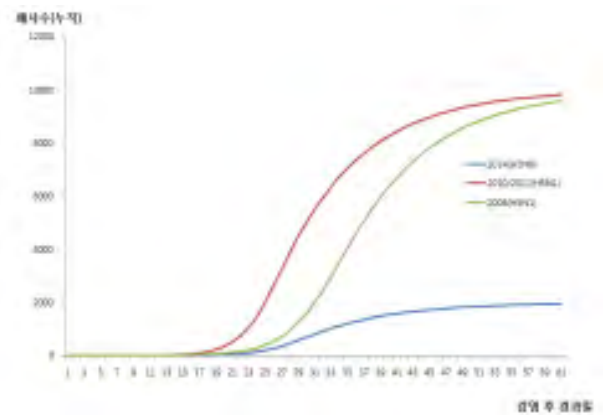


그림 306. HPAI 발생연도별 폐사개체수 증가양상

닭은 2010/2011년 HPAI 발생에서 전파속도가 가장 빨랐으며, 오리는 2014년의 전파속도가 2008년보다 빠른 것으로 추정되나 오리에서 2014년 폐사율은 20%이므로, 폐사율 100%를 보인 2008년 보다 폐사 개체가 적어 실제 현장에서 HPAI로 의심하여 관찰되는 것이 느리다.

표 149. 추정감염일 예측을 위한 역학 모델 입력값 (오리)

| 구분 | 2008년 | 2010/2011년 | 2014년 |
|---------------|-------|------------|-------|
| 폐사율(%) | 100 | 100 | 20 |
| 평균 치사시간 | 4.6일 | 6.8일 | 11일 |
| Doubling time | 0.5일 | 0.5일 | 1일 |
| R_0 | 6.5 | 9.31 | 7.93 |

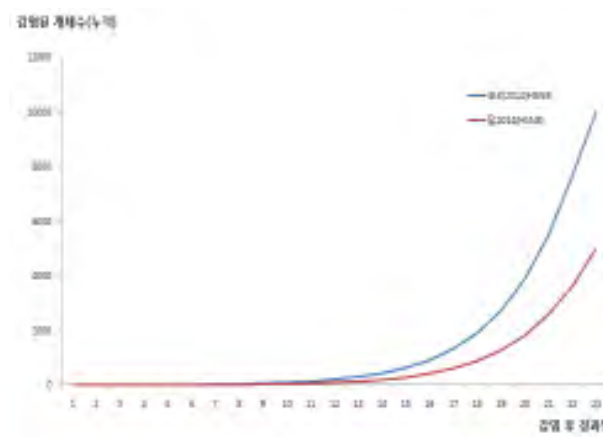


그림 307. 축종별 감염개체수 증가양상

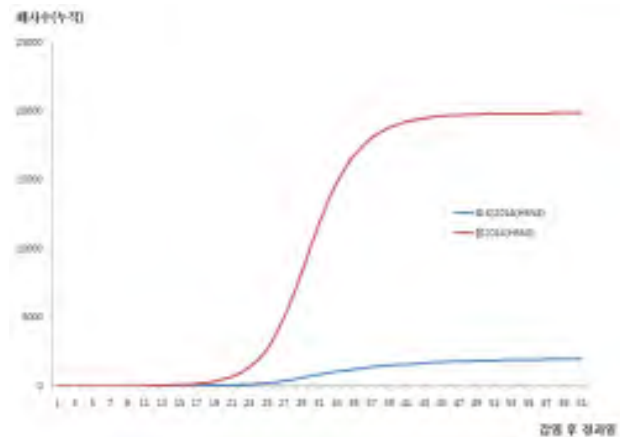


그림 308. 축종별 폐사개체수 증가양상

시뮬레이션을 통해 예측되는 감염의 진행속도는 닭보다 오리에서 더 빠르지만, 실제 현장에서

보기에는 닭에서의 전파확산 속도가 더 빠른 것으로 느낄 수 있고 오리에서는 감염된 개체의 20%정도 폐사하므로, 폐사축 발현 속도는 닭이 오리보다 빠르게 나타나기 때문이다.

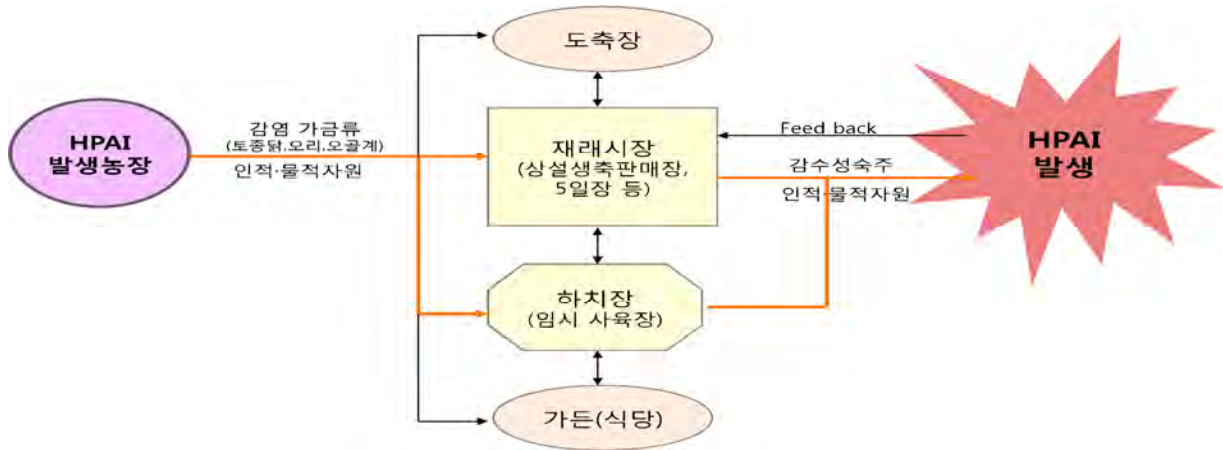


그림 309. 직접전파 (주 전파경로) 모식도

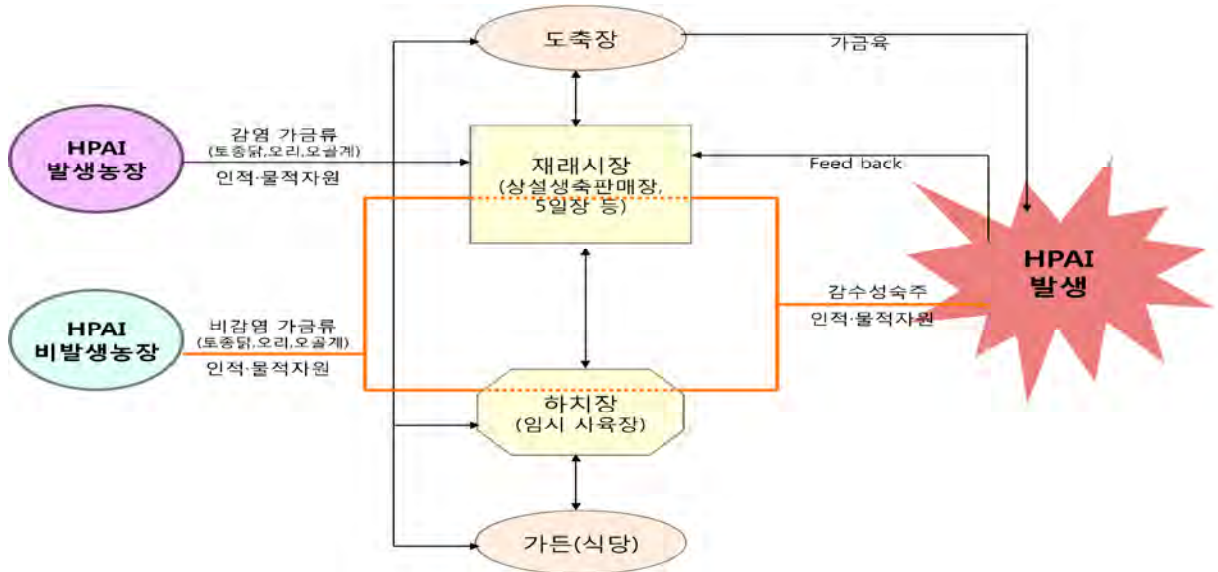


그림 310. 간접전파 (기계적 전파) 모식도

질병확산 모델 개발 (이형진 외 2008)을 바탕으로 질병의 다양한 경로로 질병확산을 파악해보니 HPAI 바이러스의 경우 농장을 출입하는 대상을 이용하여 복잡적이고 다양한 경로를 통해서 다른 농가로 확산되고, 가금 농가들은 지리적으로 고립되어 있으며 농장 관계자, 가금 관련 업체 외에는 농가의 통행이 제한적이다. 농장 관계자의 경우 해당 농가 이외의 방문이 거의 없다면 주기적인 가금 관련 업체의 관계자 및 차량의 출입은 동일 업체를 이용하는 농가들의 유일한 확산 요인으로 가정할 수 있다.

동물 약품 업체와 사료 업체 관계자 및 차량은 농장간의 HPAI 병원균 전달의 매개체 역할을 한다.

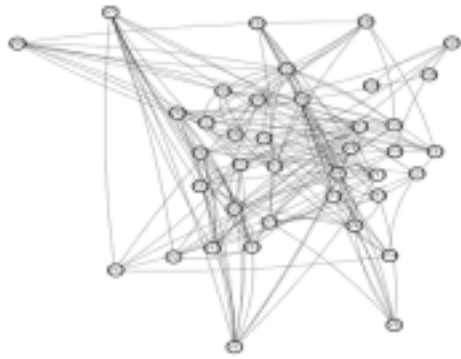


그림 311. Medicine network

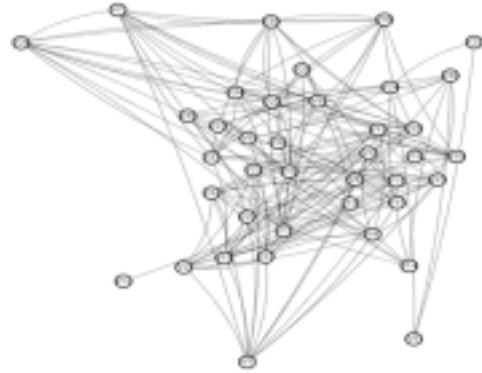


그림 312. Feed network

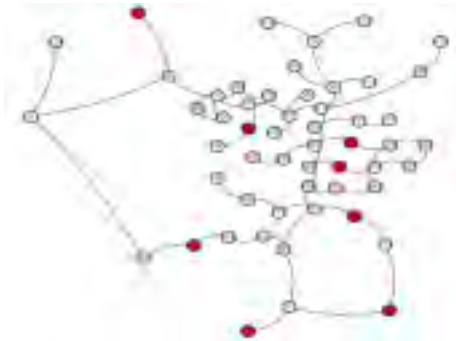


그림 313. Outbreak of HPAI
in City, 2008

실제 모델에 적용한 사례를 보면 대상 농장 관계자의 타농장 방문 여부를 확산 요인으로 추가시켜 동물 약품, 가축 사료와 함께 3가지 요인으로 절점과 연결선을 구성하여 확산 추적의 확률적 가능성이 있다.

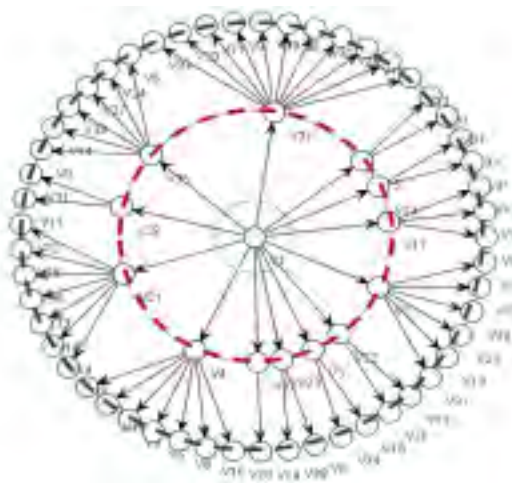


그림 314. Hierarchy network

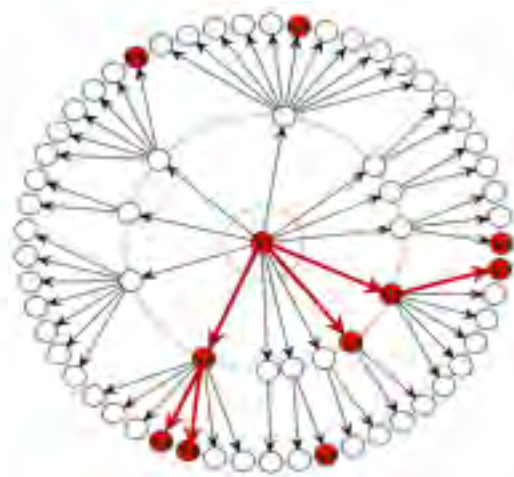


그림 315. Diffusion route

동물약품 네트워크 사례를 보면 2개 이상의 동물약품을 이용하여 다른 농장들과 연결성이 큰

농장들은 주로 Degree, Closeness, Betweenness 지수에서 높은 값을 기록했으며 동물약품을 통해 전달되는 HPAI 질병 바이러스의 전파 가능성이 큰 농장으로 추론할 수 있다. 가축사료 네트워크 사례를 보면 가축사료 네트워크에서 연결성이 높은 지점은 다양한 가축사료업체를 이용하는 농장이 높은 중심성 지수를 기록했고 주요 관리 대상 지점으로 지정 가능하다. 단계별로 감염 농가의 수가 기하급수적으로 증가하는 확산 네트워크의 특성상 주요 절점 통제에의 효과는 단계가 지날수록 커질 것으로 판단이 가능하다.

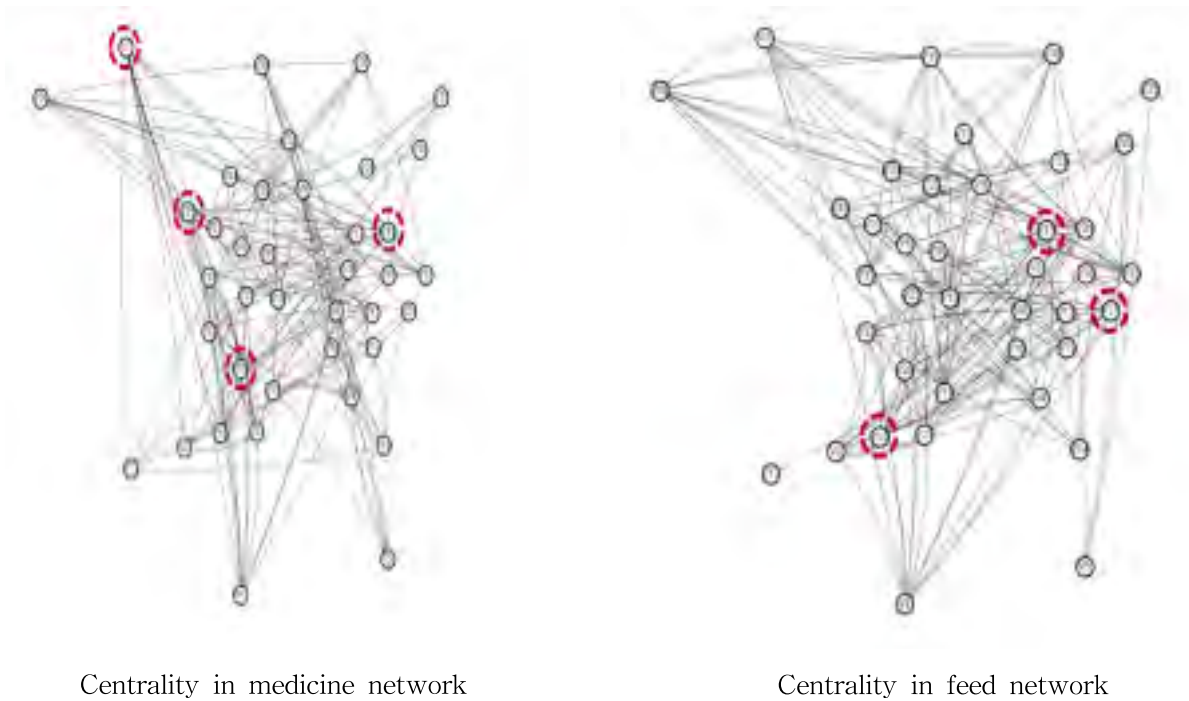


그림 316. Centrality in medicine/feed network



그림 317. Diffusion simulation without controlling node

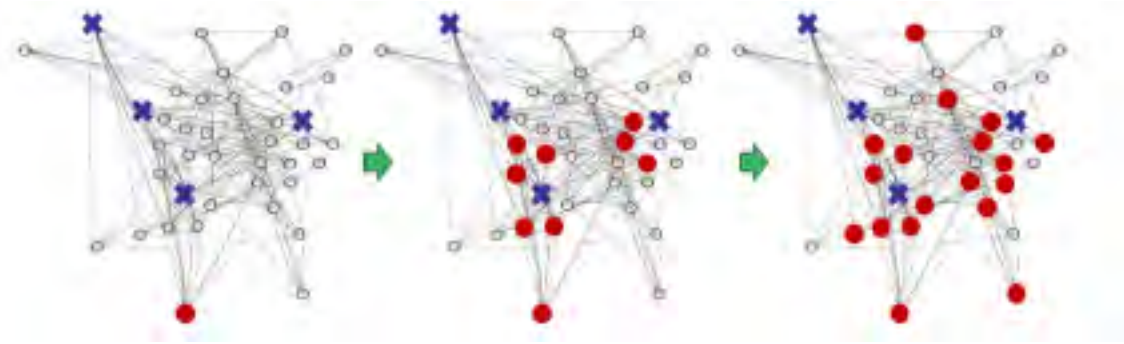


그림 318. Diffusion simulation with controlling node

(3) HPAI 확산 네트워크 (가금산업 유통망분석)에 의한 이동제한 방법

고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)가 발생 전후에 국내 유입원인으로 주목하고 있는 철새 등 야생조수류 등에 의한 전파·확산 방지를 위하여 철새도래지 (소하천, 저수지 등) 및 철새의 채식 활동지역 (논밭 등) 위주로 사람, 차량 등 인적·물적자원을 HPAI 예방차원에서 사전에 출입을 제한하는 경우와 발생 시에는 해당 철새들이 체류 또는 경유한 이동경로 및 예상이동경로에 대하여 제도권 내에서 강력한 이동제한 조치를 취하고 있다.

고병원성 조류인플루엔자 (HPAI) 발생시에 가축전염병예방법 및 고병원성조류인플루엔자 방역실시요령 (SOP) 등 관계법에 의거 발생지, 오염지역, 경계지역 등에 대하여 신속히 이동제한 조치가 이루어지지만 HPAI 발생농장이 축종별 품종별 축사형태별 전파양상이 판이하게 다르기 때문에 발생농가로부터 취해지는 이동제한 조치만으로는 차단방역에 한계점이 있다.

고병원성 조류인플루엔자 (HPAI) 발생 시 발생농장 중심의 차단방역은 원거리 전파·확산방지에 대한 방역조치에는 어려움이 많기 때문에 발생농장 및 발생지역의 중심으로 사람, 차량, 물품 등 인적·물적자원의 원거리 이동에 따른 전국적 또는 권역별 전파·확산경로에 직·간접으로 역학적으로 관련된 가금농가, 재래시장, 사료공장, 도축장, 계분공장, 집란장, 부화장 등 가금관련시설에 대한 신속한 이동제한 조치가 필수적이다.

고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)의 전파·확산이 예측되는 과거 국내 HPAI 발생 사례를 분석하여 지리적조건 (지역별 농장위치), 축산환경조건 (축사별), 가금 종류별 (축종별, 품종별 등)외에도 동물약품판매, 사료판매, 도축출하, 중란이동, 중추 및 초생추 분양, 계분이동 등 가금산업의 유통망에 의한 전파·확산양상을 분석하여 예상되는 위험요소를 사전에 차단하기 위한 가금산업의 사회구조망 분석 (SNA, Social Network Analysis)이 요구된다.

과거 국내 고병원성 조류인플루엔자(HPAI)의 발생 사례 중 2008년 전북 김제 용지산란계 단지를 중심으로 발생한 HPAI 대한 가금산업의 사회구조망 분석 (SNA, Social Network Analysis)을 실시한 결과, 외부접촉 빈도와 접촉강도를 고려한 위험도 평가 접촉빈도와 접촉강도를 종합하여 구성한 질병유입 위험수준행렬 (Risk Level Matrix)에서는 동물과 항상 접촉하는 농장근로자 (축주 포함)가 가장 큰 위험을 가지고 있었지만 원거리 전파요인보다 동일 생활권 내인 인근지역 전파가 대부분이었지만 사료운송, 동물약품운송, 도축출하, 중추입식, 수의사이동, 계분운반 등 가금산업의 유통에 의한 원거리 전파·확산의 가장 큰 요인이었다.

따라서, 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)의 전파·확산이 예측되는 과거 국내 HPAI 발생 사례

를 중심으로 가금 산업 유통망에 대한 사회구조망 분석 (SNA, Social Network Analysis)을 전국으로 실시하여 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI) 발생시 해당 지역에 대한 사전 작성된 사회 구조망 분석 (SNA, Social Network Analysis)이 된 확산 네트워크 지도를 통하여 HPAI 발생 시 긴급히 이동제한조치되는 발생농장 및 발생지역 외에도 역학적으로 관련된 원거리 전파·확산의 주요 전파·확산경로의 중점 위험요소 중에서 가장 큰 주요 절점 (point)을 가장 먼저 신속히 이동제한조치를 한 후 단계별 위험평가를 통한 이동해제 조치가 이루어져 하며, 추가적으로 발생농장 및 발생지역의 사회적 조건, 입지조건, 환경조건과 HPAI의 혈청형별 바이러스 특징별, 축종별, 품종별, 축사조건별, 임상증상 및 병변, 항체수준 등과 관련규정 등 종합적으로 고려된 의사결정시스템이 구축된 상태에서의 이동제한조치가 효과적이다.

(4) 전국 일시 이동제한

고병원성 조류인플루엔자가 최초로 발생 시 확산 방지를 위해 전국의 모든 가금류 축산농장·작업장 등에 가금류 가축·사람·차량의 출입을 일시 금지하는 조치를 말한다. 다만, 적용범위 및 시간 등에 대하여는 “가축방역협의회”를 통해 적용여부를 조정할 수 있다.

농림축산식품부장관은 고병원성 조류인플루엔자가 최초로 발생이 확인되는 즉시 Standstill을 발령한다. 농림축산식품부장관의 발령시점으로부터 48시간 동안 유지하되 필요시 발생 지역 등에 대해 연장 조치 할 수 있다. 전국의 모든 가금류 축산농장에 가축·사람·차량의 출입금지, 전국의 모든 축산관련 작업장에 사람, 차량, 물품 등 이동 금지 등을 그 대상으로 한다.

※ 상기 적용 세부대상 (예시) 외에 모든 사람, 차량, 물품 등의 축산농장 및 축산관련 작업장의 출입을 금지

표 150. Standstill 적용 세부 대상 (예시)

| 구분 | Standstill 적용 세부대상(예) |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 축산농장 | 닭, 오리 등 가금류 농가 |
| 축산관련 작업장 | 도축장, 육가공장, 사료공장, 사료하치장, 사료대리점, 분뇨처리장, 공동퇴비장, 가축분뇨공공처리장, 공동자원화시설, 축산관련운반업체, 축산관련용역업체, 축산시설장비설치 보수업체, 축산컨설팅업체, 퇴비제조업체, 종계장, 동물약품, 축산기자재 판매 등 |
| 축산관련 종사자 | 임상수의사, 수집상, 중개상, 가축분뇨 기사, 동물약품·사료·축산기자재 판매자, 농장관리자, 가축운송기사, 사료운반기사, 컨설팅·방역요원 등 가금류 축산농장 및 관련작업장 등에 종사하는 모든 사람 |

전국 일시 이동제한 (Standstill) 전파와 관련하여 농림축산식품부장관은 고병원성 조류인플루엔자가 최초로 확인되는 즉시 관계부처, 지자체, 관련단체 및 협회에 공문조치 및 언론 등을 통해 발표한다. 검역본부장은 KAHIS에 등록되어 있는 가금류 사육농가 및 축산관계자에 대해 SMS 등을 통해 전파한다. 시·도지사 및 시장·군수는 관내 모든 축산농가·축산관련 종사자(업체)에게 SMS

및 마을방송 등을 통해 상황을 전파하고 동시에 가축전염병예방법 시행규칙 제22조의 규정에 따라 “이동제한 명령”을 공고한다.

* SMS 예시 : ○○군 고병원성 조류인플루엔자 발생, 00월 00일 00시까지 모든 가금류 축산농장·작업장에 가축·사람·차량·물품 등 이동금지 발령

닭, 오리 등 가금류 사육농가 및 축산관련 종사자 (업체)는 사전에 기초정보 (이름, 핸드폰 등)를 확보하여 정리한다. 농협·축종별 단체·협회는 자체 연락망을 통해 Standstill 발령 및 준수사항을 전파한다. 특히, 도계·사료·동물약품·분뇨·기자재 등 모든 축산관련 작업장 경영자는 소속직원 및 지입차량 기사 등에게 즉시 통보한다.

표 151. 기관별 Standstill 전파 대상 및 방법

| 기관명 | Standstill 전파대상 및 방법 |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 농림축산식품부 | 관계부처, 지자체, 관련단체 및 협회에 공문조치 및 언론 등 |
| 검역본부 | KAHIS에 등록된 가금류 사육농가 및 축산관계자에 대해 SMS |
| 시·도지사 (시·도 방역기관) 및 시장·군수 | 관내 축산농가·축산관련 종사자(업체)에 SMS 및 마을방송 등 닭, 오리 등 가금류 사육농가 및 축산관련 종사자(업체)는 사전에 기초정보(이름, 핸드폰 등)를 확보 |
| 농협·단체·협회 | 자체연락망을 통해 발령사항 전파 - 농협중앙회(회원조합), 대한수의사회, 대한양계협회, 한국계육협회, 한국토종닭협회, 한국오리협회, 가축위생방역지원본부, 한국동물약품협회, 한국사료협회, 한국육가공협회, 한국육류유통수출입협회, 한국축산물위생처리협회, 한국축산환경시설기계협회, 한국특수가축협회 등 |

전국 일시 이동제한 (Standstill) 이행상황 점검은 지자체에서는 주요도로에 임시 통제초소를 설치하여 축산관련차량의 이동제한을 실시한다. 축산관련 작업장 출입구에 관련차량의 이동을 통제한다. 금류·축산관련 물품·차량·종사자의 농장출입 금지여부를 순회점검을 실시한다.

전국 Standstill (일시 이동제한) 기간동안 방역조치사항은 검역본부장 및 시·도 가축방역기관장은 발생농장에 대한 긴급역학조사를 실시하고 역학관련농장에 대한 이동제한, 예찰 등 긴급방역조치를 해당 시·군 등에 KAHIS를 통해 요구한다. 검역본부 및 시도 가축방역기관으로부터 역학관련 농장을 통보 받은 시·군에서는 해당농장에 대한 긴급방역조치를 이행하고 그 결과를 시·도에 KAHIS를 통해 보고한다. 시도지사는 긴급방역조치 사항을 농림축산식품부 및 검역본부장에게 KAHIS를 통해 보고한다.

전국 Standstill (일시 이동제한) 명령 해제는 농림축산식품부장관은 발생농장의 역학조사에 따른 역학관련농장의 이동제한 등 방역조치가 완료되면 일시 이동제한 명령을 해제한다. 필요시 이동제한 기간을 연장할 수 있으며, 해제는 발령절차와 동일하게 전파한다.

(5) Standstill의 문제점과 개선방안

사전 예고된 상설 전통시장으로 공급하는 닭, 오리 등 가금들이 예고일 이전에 미판매시 거래처인 공급 농장주 또는 판매 중개인을 통해 농장 또는 하치장 재유입되는 경우가 있고, 이런 경우 재래시장 내 존재하던 HPAI (H5N8) 바이러스가 재유입 가금류를 통해 농장으로 반입되면서 발생가능성이 존재하고 있다. 상설 전통시장으로 판매된 가금류들이 standstill로 인해 예고된 기일 이내 미판매시는 해당 전통시장 내 가금류를 모두 수거하여 도축처리 하여 국내 식당 또는 불우 시설 등에 공급 시스템 구축이 필요하다.

7. 현 방역시스템 개선안

가. 해외 유입 및 국내 전파위험요소 방역대책

고병원성조류인플루엔자 (HPAI) 방역관리는 기본적으로 가축전염병예방법과 AI 방역실시요령 및 표준행동지침 (SOP)에 따라 해외 유입과 국내 전파 확산 방지를 위해 국내 몇 차례 발생과정에서 지속적으로 제·개정을 통해 보완되어 왔지만 국가가축방역측면에서 중앙방역당국의 입장에서 작성된 부분이 많아 실제적으로 현장에서 실무진 입장에서는 잘 맞지 않는 부분이 있었다. 따라서 본 연구에서는 관련법과 제규정들 외에도 추가적으로 보완하고 개선하여 현장에서 실효적으로 참고할 수 있도록 개선안을 작성해 보았다.

(1) 해외 유입 위험요소 방지대책

(가) 철새도래시기 위험관리강화

5차례의 국내 발생된 HPAI에 대한 유입 원인에 대한 역학조사결과, 모두 해외로부터의 철새를 통해 HPAI 바이러스가 유입된 것으로 추정되었다. 이와 같이 국내 HPAI 바이러스의 해외 유입 위험요소 중 가장 큰 위험요소인 철새 (야생조류)에 대한 오염원에 대한 예찰과 철저한 차단 방역관리가 필요하다. 사전에 국내로 유입될 수 있는 동아시아-오스트레리아 철새이동경로상에 있는 월동조류의 남하와 북상경로상에 있는 시베리아, 몽골, 북중국, 알래스카 등 지역의 북반부와 남중국, 대만, 필리핀, 베트남, 태국, 캄보디아 등 남반부로부터 유입되는 철새에 대하여 위치추적기 부착을 통하여 이들의 이동경로를 정확히 파악하고 국내로 유입되는 철새의 종류를 분석해야 하며, 아울러 이들 국가로부터의 HPAI 발생정보를 국제네트워크를 구축하여 실시간 정보를 수집 및 공유를 해야하고, 능동적으로는 부화시기 전후에 주변국의 철새도래지를 직접 방문하여 AI 간이진단키트를 통하여 현장 검사를 통하여 동절기 국내로 AI 바이러스의 국내 유입 상황을 추정해서 대응 전략을 구축해야 한다.

또한 HPAI 발생 위험시기인 철새 국내 유입시기에는 농장 마당과 축사 등에 대해 매일 소독 실시하고, 특히 축사로 출입하는 축주 및 관리자 및 장비 들은 소독액으로 손을 이용하여 유기물을 완전히 제거한 후 출입을 하도록 한다. 그리고 철새가 축사내로 유입되지 않도록 그물망 설치, 출입문 및 창문 개폐시설 보완을 하여 철새 및 텃새들이 축사내로 침입할 수 없도록 철저히 차단을 하고 그에 대한 시설 관리를 강화한다. 그리고 위험시기에 농장이나 축사내로 외부인들과 차량 및 물건 들이 출입하지 않도록 하고, 출입 시는 소독 대상에 따라 분문 및 훈연소독, 자외선 소독 등을 통해 출입자에 대한 소독관리를 강화한다. 또한 개방형 축사나 창고 등은 비닐이나 부직포 등으로 완전히 차단할 필요가 있다.

(나) 해외 유입 인적·물적 위험요인 검역관리 강화

① 인적이동 검역 및 방역관리 강화

해외로부터 HPAI 유입 원인이 철새 다음의 인적 위험요소로서는 HPAI 발생국의 가금농가 및 해외 철새도래지 방문자들로서부터 유입 가능성이 매우 높기 때문에 대한 축산관계자, 애완조류 수입업자 및 불법 유통자, 철새관련 생태학자 및 탐방자 등과 해외여행자, 외국인근로자, 농축산업 종사 외국인 등의 국내 입국장인 국제공항과 항만에 대한 철저한 검역과 방역관리가 강화되어야 한다.

② 물적이동 검역 및 방역관리 강화

철새 및 인적 위험요소 외 해외 HPAI유입 위험요소인 수입사료 원료, 조류 생축, 가금유래 축산물, 휴대축산물, 특송화물, 국제우편, 조류·알 밀수품 등으로서 특히 불법 조류 생축 등을 직접적인 위험요소가 되기 때문에 철저한 검역 강화가 요구된다.

(2) 국내 농장 전파 위험요소 방역대책

(가) 가금 출하 및 입식관리 강화

해외로부터 HPAI 바이러스가 철새, 인적·물적 위험요소에 의해 유입되더라도 가금농가에서 철저한 방역관리가 이루어진다면 발생을 막을 수가 있다. 국내에서는 HPAI 발생농장인 줄리메텔라, 오리바이러스감염 등 타 질병으로인 줄 알고 현환 감염축이나 잠복감염 개체인 줄을 모르고 닭, 오리 등을 출하하는 과정에서 상차반이나 출하기사 및 출하차량 등을 통해 비발생 타 농장이나 도축장으로 오염원을 전파시켜 발생시키는 경우가 많고, 출하과정에서 사육일령이 달라서 출하동과 비출하동으로 인해 사육되는 비출하동으로 오염원이 전파되거나 또는 층아리진 개체를 남겨서 재래시장 등으로 판매하는 과정에서 발생이 많았기 때문에 반드시 가금농가는 출하와 입식의 전 과정이 ALL-in ALL-out 이 되도록 한다. 그리고 출하 전후에 출하와 관련된 사람 및 차량과 기구들의 이동동선에 대해서는 반드시 소독을 실시한다. 또한 출하후 잔여축은 반드시 도태 매몰하도록 하고, 출하한 동을 분변 제거 및 철저한 소독을 하고 휴지기간을 두며, 일부 사육일령이 달라 미출하된 사육동에 대해서는 특별 방역관리를 실시한다.

(나) 시설관리 강화

철새 도래지 주변은 축사 파손부위 특히 찢겨진 비닐축사 등을 통해서 비행하는 철새의 분변이 축사내부로 떨어지는 경우와 파손된 축사틈새를 통해 텃새들이 침입할수 있기 때문에 반드시 파손된 축사 또는 찢어진 비닐축사 등에 대한 개보수가 필요하며, 축사내로 조수류가 침입하지 못하도록 방조망과 울타리를 2중으로 설치하여야 하며, 불특정인이 농장 및 축사로 출입하지 않도록 경고판 설치 및 축사는 자물쇠를 채워서 출입을 하지않도록 철저한 이동통제를 실시한다.

(다) 소독 강화

농장 입구에 차량소독시설, 대인 및 대물 소독시설이 설치되어져 운용이 철저히 이루어져야 하고, 소독을 제대로 할수 있도록 안내문과 소독실시기록부를 배치를 한다. 또한 부득히 외부인이 축사를 출입하고자 할 때는 타 농장 방문 사실이 없는 것을 확인한 후 반드시 1회용 방역복과 방역화를 착용한 후를 출입하도록 하고, 축사입구에서 발판소독조를 설치하여 솔을 이용하여 유기물을 제거한 후 전실을 출입하면서 장화 또는 신발을 교체하여 출입하도록 한다. 그리고 축사 내외부 분무 소독설비를 하거나 수시로 가금의 호흡기에 영향을 받지 않는 미립자 분무 소독을 강화해야 한다. 또한 축사별 소독조 및 장화가 별도로 구비되어야 하며, 농장주 및 종사자의 출입 시에도 생활화된 소독 등 방역관리 강화가 필요하며, 축사내 왕겨를 깔 때 왕겨 운반기구에 대한 유기물 제거가 충분히 되도록 세척 소독관리 강화가 필요하다. 그 외 축주가 다수 농장 소유 시 농장 간 기구 공동 사용 자제 또는 소독 철저 관리하고 매일 일과 전후에 우선적으로 농장내 청소 및 소독 실시하고 종료시점에서 당일의 방역관리에

누락된 부분과 문제점 및 개선해야 할 부분들에 대하여 검토하도록 한다.

(라) 이동통제 강화

농장 및 축사에 불특정 출입 사람 및 차량의 이동통제 강화가 필요하며, 특히 농장입구의 방역관련 안내문과 차량 및 사람의 출입을 차단할 수 있는 차단시설을 설치해야 한다. 그리고 위험시기 기간 중 가금 중개상인의 농장 및 축사 내 출입을 금지가 필요하며, 가금중개상인의 농장 출입 시에는 발생지역 방문여부를 반드시 확인한다. 또한 농장입구와 축사입구간의 전과 매개 위험요인 차단을 위한 추정 감염경로인 이동 동선관리를 강화한다. 또한 인적·물적 위험요소관리 중에서 야생 조수류에 대한 방역관리가 중요하며, 특히 농장 주변에 서식 쥐에 의한 전과 우려가 높으니 주기적인 구서를 실시한다. 이때 가금농가 밀집지역이라면 공동 구서 작업을 실시하는 것이 매우 효과적이다.

(마) 가금·종란 이동 위생관리강화

HPAI 발생 위험지역 및 농가의 가축 반입되지 않도록 주의가 필요하며, 종란 배송 시 오염이 되지 않도록 운반난좌의 세척 및 소독 철저가 필요함하며, 가능하면 1회용 종이난좌를 사용하는 것이 좋다. 또한 초생추 운반시 사용하는 용기의 세척 및 소독 철저가 필요하며, 출하 차량의 어리장 소독, 상차반의 청결한 방역복 및 장화 등의 착용 등 확인하여 미흡 시 개선토록 한다. 그리고 계란수거 차량 등과 같이 소독을 기피하는 차량에 대해서는 내외부의 소독을 강화하도록 해야 하며, 특히 계란수거 시 이용된 플라스틱 난좌는 타 농장의 것일 가능성이 높기 때문에 반입을 불허하고 반입 시는 농장밖에서 철저한 세척 및 소독과 건조 후 반입하도록 한다.

(바) 사람 및 출입차량 관리강화

농장으로 출입하는 가금관련 및 불특정 출입차량 및 기사에 대해서 내외부의 세척 소독관리 강화가 필요하며, 특히 가금관련 물품, 기구 등에 대한 세척 소독 등 방역관리를 강화한다. 또한 계열관리자 방문시 철저한 소독 실시 및 반드시 새로운 방역복, 장화 및 장갑 등을 사용토록 하고 관련 기구는 반드시 소독을 철저히 하도록 하며, 축주 및 종사자의 차량 등 상시 출입차량은 가급적 도압장 등 오염 가능성이 높은 장소를 출입하지 않도록 하며, 인근지역에 발생농가가 있을 시에는 출입 차량의 내 외부 소독강화, 인근 주민과 교류 금지, 농장 이동통제 철저, 매일 농장 소독을 철저한다. 그리고 발생지역에 방문한 백신접종 인력은 이용을 하지 않도록 하며, 위험시기에 농장주 및 종사자는 축산관련 모임과 오염지역 등의 출입 자제가 필요하다.

(사) 물품반입 관리강화

왕겨 포대는 소독이 되거나 재사용을 하지 않는 포대를 사용하도록 하는 것이 필요하며, 특히 철새도래지 주변의 논이나 평야에서 남하한 월동조류가 서식한 후에 수집된 왕겨를 구입하여 사용하는 것을 금하며, 부득히 사용할 경우는 열처리가 된 왕겨나 전년도 수집된 왕겨를 이용하도록 한다. 또한 농장내 분뇨를 처리할 경우 위험지역내 가금농가를 출입한 차량은 출입하지 않도록 한다.

(아) 사양관리 강화

사육되고 있는 가금류에 대하여 동물복지적 측면이 고려된 사양관리 공간 확보와 시설을 충분히 갖춰도록 노력하며, 충분한 휴식과 물과 사료 등이 공급되도록 하고, 사육중인 가금에 대한 질병 예방 및 사양위생관리프로그램에 따라 예방접종, 영양제 및 면역제제 공급과 구서작업 등을 실시한다. 또한 분동 시 분변 등에 오염된 농장 및 축사바닥을 통과하는 과정에서 오염되지 않도록 이동통로 소독 퐁드 청결한 부직포퐁드 비닐 등을 갈아서 이동하는 등 사양관리 강화가 필요하다. 그리고 인근 발생시 가금적 분동을 자제하고 가능한 외부로 노출되지 않는 방법으로 분동을 하도록 개선하도록 하고, 위험시기내에는 가금을 방사하지 않도록 하여야 하며, 가열처리하지 않은 잔반을 급여하지 않도록 한다.

(자) 기타 방역조치강화

백신 접종 시 접종인력은 청결한 방역복 및 장화와 소독된 접종기구 등을 사용하도록 할 것이며, 인근 발생시기에는 가금적 백신접종 등을 삼가야 하며, 가금 반입 시에는 운반자에 가금 이동승인서를 반드시 확인하도록 한다. 또한 비정상적인 폐사, 산란저하 등 이상 징후시 신고 또는 수의사 등에 진단을 받아 이상 유무를 확인하도록 한다.

(차) 교육홍보 강화

HPAI 발생하면 무분별 언론 노출로 인하여 가금육에 대한 불신과 국민들의 보건위생에 대한 불안감이 팽배해지고, 살처분에 따른 지하수 오염 등 환경문제로 비하되면서 HPAI 방역에 전력을 투구를 해야할 인력들이 지역민의 민심이반과 함께 민원이 발생이 증가하기 때문에 AI 방역관련인력이 방역에만 전념할 수 있도록 홍보담당부서에서 축산관련자 및 해당가족과 농가 주변인들에 대한 AI 교육 홍보 강화가 필요하다. 특히 가금산업 관련자 및 철새관련 생태학자 및 탐조객과 철새도래지 주변 일반농가들에 대한 AI 교육홍보 강화를 할 때 AI 발생 시와 비 발생 시와의 구분되는 행동요령 교육강화가 필요하다.

나. 이동제한 및 살처분 개선대책

(1) 이동제한 개선대책

HPAI의 전파 확산방지를 위해 긴급 방역조치 일환으로 수행되는 일시 중지 (standstill)시는 발생지역 중심으로 대부분 권역별로 사전 예고를 통하여 이루어지고 있는데, 일부 농가 및 가금유통업자는 불법으로 비발생지역을 가금류를 출하를 하는 경우가 종종 있기 때문에 qck 적으로 사전 예고없이 신속히 발생지역의 방역대 중심으로 일시 중지 (standstill) 조치가 이루어지는 것이 효과적이며, 2차적으로는 전국적 또는 발생지역 주변지역의 일시 중지 (standstill)시는 사전 예고를 통해서 실시하며, 가금관련 차량들에 대하여 전국 일시 세척 소독을 실시하여 신속히 비발생지역으로의 전파 확산을 차단한다. 또한 일시 중지 (standstill)시에는 재래시장으로 이미 판매된 가금류가 다시 농장으로 재 유입되는 것을 방지하기 위하여 전량 수매조치를 하도록 한다. 그리고 발생농장과 발생농장 주변의 가금농가가 상당한 거리가 있을 경우는 농가별 이동제한 조치가 효과적일 수 있고, 가금사육농가(축산단지)가 밀집되어 있는 곳은 포괄적으로 축산단지별 또는 권역별 이동제한 조치를 하는 것이 실효적일 수 있다.

(2) 이동해제 개선대책

HPAI 발생에 따른 발생신고, 살처분, 농장내 오염물 제거, 위험지역에서 경계지역까지 해제, 최종적으로 경계지역에서 방역대를 해제할 때까지 AI 방역실시요령과 표준행동지침(SOP)에 따라 전국적으로 일률적으로 이루어지는 것은 실효적인 이동제한 및 이동해제 방법으로는 부적합하기 때문에 지역별, 계절별(기온별), 병원성정도, 감수성정도, 가금사육농가의 밀집정도 등 다양한 요인을 종합하여 이동제한 및 이동제한 해제기간을 고려할 필요가 있다. 동절기 중부 및 북부권은 동결로 인하여 소독효과가 없는 상태에서 바이러스 생존기간이 길고, 남부권은 해동으로 인해 소독효과 및 세척효과가 있는 상태에서 바이러스 생존기간이 이들 지역보다 짧기 때문에 발생지역별 맞춤형 이동제한 및 해제기간에 대한 표준가이드라인 설정이 필요하다. 또한 기온차와 축사시설에 따른 열풍기에 의한 열보존성이 높은 축사의 경우 등과 가금농가 밀집지역과 철새도래지 등의 특성을 고려 이동제한해제를 탄력적으로 실시한다.

(3) 살처분 개선대책

HPAI 발생 시 축종별, 품종별, 축사구조별, 살처분 인력수준(전문인 여부 등) 등으로 고려하여 살처분 방법을 결정하며, 특히 매몰지의 토질의 특성과 주변 민가와 축사여부 등을 고려하여 수질오염 가능여부를 판단하여 살처분 방법을 결정한다. 그리고 살처분 시 동물보호·복지를 고려하여 해당 지자체 방역관계자가 살처분 과정에서 동물보호법 위반을 하지 않도록 동물보호법관련 업무 담당자가 살처분을 참관하여 지도를 하도록 한다.

다. 동물질병 역학조사 실무 매뉴얼: 고병원성 조류인플루엔자(농림축산검역본부, 역학조사과, 2015)

본 고병원성조류인플루엔자 역학조사 매뉴얼은 중앙 및 지방의 역학조사관들이 일선 HPAI 발생 현장이나 사무실에서 역학조사과정에서 실무자들이 편리하게 활용할 수 있도록 가축전염병 예방법 및 HPAI 방역실시요령과 AI 표준행동지침에 따라 표준화 및 일원화된 역학조사와 분석을 실시할 수 있도록 작성하였다. 또한 본 연구팀들이 유관부서, 지방자치단체, 생산단체, 수의과대학 등의 의견을 수렴하여 제작하였다. HPAI의 예찰 및 방역을 효율적으로 수행하기 위한 전제 조건인 신속한 역학조사 및 분석을 위해 역학조사관들이 실제 활용 시 과학적, 체계적, 그리고 효과적인 역학조사분석에 도움이 되도록 작성하였다. HPAI 신고부터 최종 역학조사·분석 보고서가 나올 때까지 각 단계별 필요한 방법과 참고내용들을 수록하여 역학조사분석의 경험 여부를 떠나 알기 쉽게 이해하도록 작성하였다.

[별지 제00호 서식]

조류인플루엔자 살처분 매몰지 선정 및 준비사항 기준표

1. 살처분 대상농가

| | | | | | |
|------|--|--------|--|------|--|
| 농가명 | | 소재지 | | 축주명 | |
| 전화번호 | | 축종(품종) | | 사육두수 | |

2. 살처분 매몰지 선정 및 투입 인력 점검 기준표(해당부분 √ 표시)

| 주요항목 | 세부항목 | | 미실시(불가능) | 실시(가능) | 판정(√/기재) |
|------------------------|---------------------|----------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|
| ① 인력 사항 | 살처분관련 사전 준비 교육 | | | | |
| | 살처분후 사후방역관리 교육 | | | | |
| | 살처분 투입 인력조건 | 연령층 | 미성년자 /노약자 | 남녀 성인 | |
| | | 건강 상태 | 질환자 /기왕력자 | 건강한 자 | |
| | | 필수 공직요원 | 필수 공직요원 4명 미 참석 | 방역관/동물복지/보건 /환경담당자 총4명 | |
| | ② 살처분 매몰지 사항 | 살처분 매몰지 주변사항 | | 주거지/ 가금농가 밀집지역) | 비 주거지/ 가금농가 독립지역 |
| 살처분 매몰지 토질사항 | | 논/강/호수 /지하수 주변 | 산/밭/쓰레기매립장 (수질 비오염지역) | | |
| 살처분 매몰지 조치사항 | | 일반 토양 /습지 | 침출수처리용 차수막 비닐설치/ 가스배관/FRP통 /지하수비오염 토양 | | |
| ③발생 농가와 매몰지 거리 (전파 방지) | 발생농장으로부터 살처분 매몰지 거리 | | 발생농장 으로부터 500m이상 /비발생지역 | 발생농장으로부터 500m이내/발생농장내 공터·축사내/비발생지역이라도 가금농가 부채지역(방역관 판단 필요) | |

다. 방역지휘체계 개선대책

(1) 관계법과 SOP 등에 따라 현장 방역이 집행되어야 함에도 불구하고 중앙 및 지방가축방역 대책위원회 및 역학조사위원회 등에서 결정되는 사항이 발생농장에 투입된 시도 및 시군가축 방역관과 역학조사반 등에 정확히 전달되어야 한다 (현장은 관계법과 SOP에 따라 방역 및 역학업무가 수행되고 있는데 정책결정부서와 현장 실무부서간의 소통부재 발생으로 가축방역신 로도 저하 초래).

(2) 발생농장 및 축산관련자들과 주변 민간인들에게 관련법과 SOP 에 따른 조치를 예상하고 있는 상황에서 실시간 변화하는 정책에 대한 이해를 시킬수 있는 현장 홍보담당부서가 필요하다.

(3) 발생현장에서 관련법과 SOP에 따라 수행하고 있는 가축방역관 및 역학조사반에게 맞춤형 실권을 부여하여 선조치 후보고시스템의 구축 필요하다 (선보고에 대부분 인력이 집중함으로서 초동방역 투입 인력 부족 심화).

※ 실제 현장에는 일하는 사람은 적고 윗선으로 층층시아 보고받는 사람만 대부분을 차지함

(4) 보고 및 지시전달 채널을 일원화하여 동일한 내용을 수차례 보고받는 시스템 개선이 필요하다.

※ 동일한 내용을 반복하는 과정에서 초래되는 소요시간을 단축하여 초동방역이 성공적으로 이루어질 수 있도록 현장과 정책결정자가 실시간 정보를 공유하는 IT 시스템 구축 필요

※ 정책부서와 정기적인 정책 자문회의 추진(3회 이상/년)

| 구분 | 일시 | 장소 | 회의 내용 | 참석 인원 |
|------------------|------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1차년도 연구과제 관련 협의회 | 2014.08.07 | 농림축산검역본부 역학조사과 회의실 | -1차년도 진행 중인 현 연구과제 수행사항과 관련한 추가적 자료수집 및 보완 사항 논의 -14년 발생한 HPAI에 대한 역학적 평가를 통한 발생원인 분석 -현재 수행되고 있는 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황에 관한 논의 -철새에 의한 HPAI가 유입 가능 여부 및 이에 따른 농가 방역시스템 관련 논의 | 문운경 등 10명 |
| 1차년도 연구과제 관련 협의회 | 2014.11.12 | 농림축산검역본부 대강당 1층 세미나실 | -현재 수행되고 있는 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황 -14년 발생한 HPAI의 확산에 대한 방역상의 문제점에 대한 토의 -14년 HPAI 발생 농가들에 대하여 살처분 방법 등 방역상의 문제점 및 제도상에 문제점과 관련한 전문가 의견 개진 -철새를 통해 유입되는 국내 HPAI를 사전에 차단하기 위한 방법 모색 | 조성범 등 13명 |
| 1차년도 연구과제 관련 협의회 | 2014.12.10 | 농림축산검역본부 동식물위 | -14년 하반기에 발생한 HPAI의 발생원인 및 전파양상에 대한 토의 -겨울철을 맞이하여 HPAI 추가 확산에 대 | 조성범 등 15명 |

| | | | | |
|-------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| | | 생연구동 3층 국제 회의실 | 한 여부 평가 -토종닭 및 육용오리에 발생이 집중되고 이 에 따른 방역조치 사항의 어려움 및 문제점 제시 -최근 전세계적으로 동시기에 HPAI(H5N8) 발생에 따른 철새 이동경로상의 교차오염 관련 토의 | |
| 1차년도 연 구과제 관련 협의회 | 2015.04.17 | 농림축산 검역본부 역학조사 과 회의 실 | -국내 HPAI 발생, 전파, 확산요인에 대한 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선안 도출 -과제연차실적계획서 작성 논의 | 조성범 등 8명 |
| 역학조사 위 원회 개최 개요 | 2015.09.07 | 검역검사 본부 | - 역학조사 결과 종사자의 해외 방문 및 수 입축산물 유입 등 다른 요인에 의해 국내 유입 가능성은 낮은 것으로 추정됨 - '15년 6월 10일 이후 현재까지 발생이 없 고 AI 근절을 위해 강력한 방역조치를 취 하고 있는 점을 고려할 때 기존 발생농가 등의 잔존바이러스에 의한 국내 추가 발생 가능성은 낮은 것으로 판단됨 - 현재 가금 농가 및 야생조류에 대한 지속 적인 예찰검사를 추진 중에 있으나, 검사결 과 이상 징후가 없음 | 인플루엔자 등 가금질병 전문 가, 야생조류 전문가, 생산자 단체, 방역관련 기관 등 약 30 명 |
| 역학조사 위 원회 개최 개요 | 2015.12.22 | 검역검사 본부 | - 9월부터 발생한 HPAI의 역학 조사를 통 하여 발생원인 규명 및 유전적 근연관계 분 석을 통한 원인 지역 확인 - 방역조치 미흡으로 인한 HPAI의 발생을 방지하기 위한 지속적 관리 강화 방안 모색 - 세계적으로 매우 다양한 HPAI 바이러스 가 발생하고 있어 국내 도래 철새를 통해 국 내 가금사육 농가에 새로운 AI 바이러스 유 입 가능성으로 대비 철저가 필요하다는 데 공감 | 인플루엔자 등 가금질병 전문 가, 야생조류 전문가, 생산자 단체, 방역관련 기관 등 약 30 명 |
| 역학조사 위 원회 개최 개요 | 2016.04.26 | 검역검사 본부 | - HPAI 발생 지역에 따른 역학 관련 분석 결과를 토대로 한 원인 규명 논의 - 역학 조사 및 정밀 검사 결과를 토대로한 확산 가능성 탐색 - 바이러스의 잔존으로 인한 HPAI의 발생 에 대비한 예찰 시스템 강화 필요성 논의 | 인플루엔자 등 가금질병 전문 가, 야생조류 전문가, 생산자 단체, 방역관련 기관 등 약 30 명 |

4장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

1절. 목표달성도

| 구분 (연도) | 세부과제명 | 세부연구목표 | 평가의 착안점 및 기준 | 달성도 (%) |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1차 년도 (2014~ 2015) | [제1세부] HPAI의 발생, 전 파, 확산 요인별 세 부 위험요인 분석 및 위험 평가 | · HPAI의 발생·전파·확산에 영향을 줄 수 있는 각 요인별 위험요인 대상 선정 | - 국내외 위험요인 관련 문헌 조사 분석 - OIE, USDA, EU council 등 HPAI 역학관련 문헌 및 체크리스트 점검표 자료 분석 - 분석결과와 농림축산검역본부 역학조사서를 근거로 요인별 위험요인 선정 | 100 |
| | | · 각 요인별 대상에 대한 위험성 순위 평가 및 요인별 평가점검표 작성 | - Matrix 기반 모델을 이용한 HPAI 도입 위험요인 위험성 순위 평가 - 객관적으로 작성 가능한 폐쇄형 질문 위주 체크 리스트 형 평가점검표 작성 | 100 |
| | | · 공간 및 기상정보 데이터베이스와 연계한 시공간 역학 분석을 통한 위험평가 | - 제2협동팀과 연계하여 GIS 공간정보와 융합 위험요인 및 위험도 분석 - 기온과 HPAI 발생과 연관성분석 | 100 |
| | | · 종별 폐사체-분변 내 AI 바이러스 생존기간 및 닭-오리 간 AI 바이러스 발생 빈도 조사(문헌분석) | - 종별 폐사체, 분변 내 AI virus 생존능을 문헌고찰을 통해 systemic review 분석 - 닭, 오리 종별 발생 빈도 조사 | 100 |
| | [제1협동] 국내·외 방역시스 템의 차이 분석 | · 현재 운영 중에 있는 국내외 HPAI 관련 방역시스템의 현황 조사 및 현지조사를 통한 비교 분석 | - 국가별 HPAI 발생 시 살처분 범위 및 사후처리 방법, 매물 방법 비교분석 - 미국, 일본 등의 국가 방역시스템 현황 조사 | 100 |
| | 이동통제 및 예방 적 살처분 범위 설 정의 이론적 근거 제시 | · 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 개선안 도출에 필요한 이론적 근거 마련 | - 살처분 및 이동제한 관련 종사자들의 설문조사를 통하여 현재 방역 시스템 문제점 및 개선 방안 도출 근거 마련 - HPAI 질병 확산 모델 내 실제 사례 적용을 통하여 살처분 범위 설정 분석 | 100 |
| | [제2협동] 공간분석을 통한 예방적 살처분 범 위 설정을 위한 근거 제시 | · HPAI와 관련된 공간(위치)정보의 조사 및 GIS 데이터 구축 | - 기존의 역학조사 보고서의 발생지점 디지털맵핑 - 기존 자료의 오류 수정 및 새로운 자료 지오크딩을 통한 DB구축 - 기온과 HPAI 발생의 연관성 분석 | 100 |
| | 시·공간 군집분석 을 통한 HPAI의 확산 특징 분석 | · 이동통제와 예방적 살처분 범위 설정을 위한 공간통계 기반의 시·공간 군집분석 수행 | - 1세부팀과 연계하여 시공간 분석을 통한 클러스터링으로 HPAI의 확산 범위와 발생 밀집 분석 | 100 |

| 구분 (연도) | 세부과제명 | 세부연구목표 | 평가의 착안점 및 기준 | 달성도 (%) |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2차 년도 (2015~ 2016) | [제1세부] 종합적 위험평가 분석을 통한 과학 적 근거 제시 및 방역시스템 개선 안 도출 | · 조류 축종별 전파 확산 요인 비교평가 및 이동통제 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시 | - 객관화된 체크리스트 형 평가점검표를 국내 축사 시설에 맞게 작성 - 축사 시설농장 예찰 및 관리에 활용 제시 | 100 |
| | | · 시공간 결과를 바탕으로 한 발생농장을 중심으로 한 살처분 범위 설정을 위한 과학적 근거 제시 | - 시공간통계 분석 방법을 적용하여 유병률 수준에 대한 공간통계적 기준 제시 | 100 |
| | | · 현 방역시스템 개선방안을 위한 과학적 자료 제시 | - 현장 조사를 통한 국내 가금 사육 현황 분석 및 파악 이 후 개선안 제시를 통한 방역 개선안 정책 제안 | 100 |
| | [제1협동] 이동통제 및 예방 적 살처분 범위 설 정에 대한 개선안 도출 | · 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 이론적 근거를 바탕으로 국내 적용을 위한 개선안 도출 | - 이동통제 및 예방적 살처분 범위 설정에 대한 개선안 도출 - 해외 방역 조치 사항 자료 수집 | 100 |
| | | · 살처분 후 사후관리 방법에 대한 관리방안 제시 | - 살처분 후 사후관리 방안 제시 | 100 |
| | | · 국내 HPAI 전파/확산 요인에 대한 종합적 역학적 평가를 통한 현 방역시스템 개선안 제시 | - 현 방역시스템 개선안 제시 | 100 |
| | [제2협동] 방역시스템 개선 을 위한 농장들과 위험요소 간의 연 결 관계 분석 추가 공간분석이 필요한 부분에 대 한 지원과 도출된 결과의 시각화 | · 이동통제와 예방적 살처분 범위 설정을 위한 시·공간 군집분석 해석 및 적용과 네트워크 분석 | - 2014년 발생한 HPAI 농가 SNA 분석을 통한 HPAI 발생 농장의 유형분석과 이를 통한 방역시스템 개선안 제시 | 100 |
| | | · 제1세부 과제와 제1협동 과제에서 공간분석이 필요한 부분에 대한 지원과 도출된 결과 중 GIS를 이용한 지도화(mapping)가 필요한 결과에 대한 지도제작 | - GIS를 이용한 결과의 시각화 | 100 |

2절. 관련분야 기여도

1. 살처분 및 이동통제 범위에 대한 개선방안

- HPAI 발생 후 방역지역 선정 시 기존의 조류인플루엔자방역실시요령의 반경 범위를 유지하면서, HPAI 발생농가의 유형을 비교 후 필요 시 방역지역의 최대 범위 확대 제시
- 발생농장 및 발생지역의 감수성가축의 농장들의 밀집도, 발생농가주변의 민가 분포도 등 지리적 환경조건과 축종별·품종별, 병원성 정도, 질병 경과사항 등 다양한 역학적 상황을 고려하여 이동통제 범위와 이동통제초소 운영과 살처분 등에 대한 개선방향 제시
- 중앙과 지자체 간의 협조를 통한 각 지자체 간의 경계 지역을 이동하는 차량에 대한 차단 방역 및 소독 강화를 제시
- KAHIS 등록차량의 이동정보를 확인하여 HPAI 농가에 방문했던 차량에 대해서 차량 집결지에서 차량의 세척·소독 또는 운행금지 등의 조치 시행 필요성을 제시
- 정부 및 방역당국에서는 KAHIS 등록차량의 GPS 장치 장착 여부 및 사용 여부에 따른 차별점제 등을 도입하여, 이를 이행 하지 않을 시 차량의 운행금지 또는 벌금 등 강경한 대응을 할 수 있는 예방대책을 제시

2. 과학적 근거 제시를 통한 현 질병 방역 정책 개선에 기여

- 본 사업을 통하여 도출된 HPAI의 발생, 전파, 확산 요인 관련 위험요인들은 차후 HPAI 발생 시 관련 정책에 반영하여 방역체계 개선을 가능하게 함
- 위험요인에 대한 위험도 순위평가를 바탕으로 객관적으로 작성 가능한 폐쇄형 질문 위주의 체크 리스트형 평가 점검표를 이용하여 평상시 국내 가금 농가에 대한 정기적인 역학조사 수행을 통한 질병 발생 억제
- 신속한 초동방역조치를 위해서 해당 위험요소에 대한 방역조치를 과학적으로 위험순위별 가장 우선적으로 방역조치가 선행되도록 개선안 제시
- 본 연구를 통해 국내 가금 농가의 HPAI 질병에 대한 예방 및 방역에 대한 농가의 소독 강화 등에 대한 이론적 근거를 제시함으로써 농가 스스로 방역조치의 필요성을 인식하는 계기를 마련함
- 본 연구에서 수행된 국내 최초의 HPAI 관련 case-control study를 토대로 현 국가차원의 방역정책 수립·보완함으로써 국내 실정에 맞는 질병 방역체계 확립

3. 경제·산업적 및 사회적 측면에서의 기여

- 본 연구 결과에서 나타난 문제점과 개선대책을 참고하여 현행 HPAI 관계법과 SOP 등에 적용한다면 향후 국내 HPAI 방역에 매우 실질적인 대책이 마련될 것으로 기대
- 본 연구를 통해 제시된 이동통제, 살처분 범위에 대한 개선안에 근거하여 HPAI 살처분 및 이동통제 정책을 보완함으로써, 국가 재난형 질병에 의한 피해를 최소화하고 국가 방역 정책에 대한 국민 신뢰도를 향상

- 이는 결과적으로 사회·경제적 피해를 최소화하고, 더불어 인수공통전염병으로 인해 발생하는 대국민 공중보건상 위해상황을 사전 예방과 발생 시 신속한 대처로 보건위생향상과 가금육에 대한 안전성 및 신뢰를 확보하게 됨
 - 환경적인 측면에서도 살처분 매몰에 따른 환경오염 방지를 최소화 하고, 동물보호 및 복지측면의 사회적인 문제화 등도 상당부분 해소할 수 있음
4. 국내 수의 역학 역량 등 학문 발전적 측면에서의 기여
- 수의 역학 분야에서 공간분석 도구인 GIS를 본격적으로 적용함으로써 학문 간의 융합이 시도되었으며, 이는 기존의 통계나 텍스트 분석 방법으로는 인지하거나 해결하지 못하던 문제에 대한 본격적인 접근을 가능하게 함.
 - 본 연구를 통하여 향후에는 수의 역학의 다양한 분야에서 공간분석 도구인 GIS가 적극적으로 활용될 것으로 기대됨.
 - HPAI 발생-비발생 농가 간 case-control 연구를 수행하여 얻어진 위험요인 분석 모델은 향후 AI뿐만 아니라 구제역, 브루셀라 등의 다른 국가 재난형가축질병에 대한 분석역학 모델이 될 수 있어 국내 수의 역학 분야 발전에 기여

5장. 연구결과의 활용계획

1. 연구성과의 활용

- 특정 농가에서의 HPAI 발생이 확인되었을 때, 일반적으로 5일 이내에 인접전파는 차단되었음. 따라서 인접전파 차단의 기간을 5일 이내로 단축하기 위한 방향으로 SOP를 개선한다면 HPAI의 피해를 줄일 수 있음.
- 본 연구를 통하여 예방적 살처분의 효과는 일정부분 입증되었음. 다만 예방적 살처분은 관계법에 따라 실시 이전에 축종별, 품종별, 병원성정도, 질병경과시점, 감수성 축종의 범위, 농장 위치 등 다양한 역학적 상황을 충분히 고려하여 예방적 살처분의 범위가 결정되어야 하며, 또한 발생농장 및 발생지역의 상황에 맞게 맞춤형 방역조치가 개별 농가의 상황에 맞게 조정될 수 있도록 하여야 함
- 경기도-충청도 인접 지역 등 편리한 교통망과 소비시장 인접으로 인하여 축산 농가와 축산시설이 밀집한 지역에서는 HPAI가 장기간에 걸쳐 지속적으로 발생하는 것으로 나타남. 이러한 결과로 볼 때 이들 지역에서는 기존의 유통시스템 및 방역체계에 대한 개선이 필요함.
- GIS 기반의 시·공간 분석과 네트워크 분석의 결과를 동시에 고려할 때, 현재의 방역시스템은 인접전파는 효과적으로 차단함. 그러나 가금산업의 물류의 유통시스템에 따른 해당 차량에 의한 원거리 전파를 효과적으로 차단하기 위한 시스템은 개선되어야 할 것으로 판단됨. 원거리 전파의 경우 인접 전파에 비하여 조기 발견이 어렵고, 이러한 조기 발견 실패는 인접전파와 원거리 전파의 악순환으로 되풀이되고 있음.
- 기존의 방역체계의 경우 농가에서 방역에 들이는 노력에 대한 평가가 부정확하나 본 연구에서 도출된 평가 점검표를 기반으로 활용하면 평시에 가금농가의 방역수준에 대한 엄정한 평가가 가능할 것이며 추후 보상 및 제재의 근거자료로 활용될 수 있음.
- 가금산업의 물류의 유통시스템에 의한 원거리 전파 차단을 위하여 일부지역에서 발생농장 및 발생지역에 대한 가금산업의 유통시스템에 대한 시범적으로 조사·분석하여 HPAI 방역에 적용한 결과 매우 실효적이었음
- 세계 최초로 한국에서 발생한 H5N8 HPAI 발생, 전파, 확산 위험요인분석 대한 학술 논문 발표를 통해서 국내 수의역학 분야에 대한 학술적인 기여 가능.

2. 추가연구의 필요성

- 축산차량 이동데이터에 대한 보다 구체적인 분석을 수행함으로써 축산차량에 의한 농가 간의 접촉 관계가 HPAI의 전파와 확산에 어떠한 영향을 주는가에 대한 보다 세부적이고 구체적인 연구가 필요함.
- 또한 농가를 제외한 축산시설인 도계(압)장, 사료공장, 분뇨처리시설 등이 질병의 전파와 확산에 미치는 영향을 축산차량 이동데이터와 HPAI 발생 자료를 연계하여 분석함으로써,

가축질병 발생 시 우선적으로 통제하여야 하는 시설에 대한 사전정보를 확보할 필요가 있음.

- 가금산업의 물류의 유통시스템에 의한 원거리 전파 차단을 위하여 발생농장 및 발생지역에 대한 가금산업의 유통시스템에 대한 전국적인 사회구조망 분석을 사전에 조사·분석하여 특정지역 발생 시 특정지역에만 국한하지 말고 관련된 유통과의 접촉 시 또는 접촉이 가능성이 높은 해당 주요 위험요소들에 대하여 신속히 차단 및 방역조치가 수행될 수 있도록 향후 가금산업의 물류 유통시스템에 사회구조망 분석시스템 구축을 위한 추가적인 연구가 필요함
- 이와 더불어 현재의 일률적인 예방적 살처분 반경을 축산차량이동데이터와 인접전파 현황 등을 토대로 유형화하고, 그 유형에 따라 예방적 살처분 반경을 설정하기 위한 연구도 필요함.
- 현 과제에서 도출된 기초 위험요인 분석 성과물을 바탕으로 향후 농가 계열사, 협회, 방역기관, 정부, 학계 등의 민-관-학 협력을 통해 전국적인 농가에 대한 체계적인 다단계 후속 위험평가 연구가 필요함. 이를 위해 국가차원의 지속적인 연구지원이 필요하며 이는 구제역, 부루셀라 등과 같은 다른 국가재난가축전염병의 발생, 전파, 확산 위험요인 분석 시에도 기초 모델로 적용되어 활용 가능할 것임.

3. 타 연구에의 응용

- 역학조사 등 가축질병 관련 분야에 본 연구에서 제시한 다양한 GIS 기반의 공간분석 방법을 적용함으로써 우리나라 역학조사의 역량을 한 단계 성장시킬 수 있음.
- 본 연구에서 제시된 국내 실정에 맞는 객관화된 체크리스트형 평가점검표를 이용하여 전국 가금 농가에 대한 HPAI 위험요인 평가에 활용될 수 있음. 위험요인 분석을 통해 도출된 가금농가의 질병 위험수준을 3단계 카테고리화 (녹색, 노랑, 빨강) 하여 고위험농가를 중점 관리하는데 활용될 수 있음.
- 본 연구의 시공간분석 결과를 통하여 국내 HPAI 발생 시 신속한 차단 및 제거를 할 수 있는 기반을 마련하였으며, 살처분 반경과 방역 대 설정 시 본 연구에서 제시한 GIS 기반의 공간 분석 결과를 반영함으로써, 차단 방역의 효과를 향상시킴.
- 본 연구 결과에서 나타난 문제점과 개선대책을 참고하여 현행 HPAI 관계법과 SOP 등을 적용한다면 향후 국내 HPAI 방역에 매우 실질적인 대책이 마련 될 것으로 기대됨.
- 기존 국가가축질병통합방역시스템인 KAHIS의 고도화를 통해서 보다 효과적인 HPAI 예찰을 가능하게 하게 하여 차후 KAHIS의 개선 및 추후 연구에 활용될 수 있음.
- 질병역학 분야에서 GIS 기반의 공간분석이 일반화됨으로써, 질병관리가 해외 선진 사례 수준으로 향상될 것으로 기대됨.

6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 선진국 (유럽, 미국, 호주)에서는 동물질병(구제역)에 대한 모델링 방법들이 개발되고 있음. 대표 사례로는 캐나다·미국의 North American Animal Disease Spread Model(NAADSM), 뉴질랜드의 InterSpread Plus 등이 있음. 또한 위 개발된 모델들을 이용하여 동물질병(구제역) 전파 확산에 대한 실제 또는 가상의 자료를 활용해 역학적 시뮬레이션 모델 연구가 수행되고 있음.
- 세계의 HPAI 발생상황
 - 전 세계의 HPAI 발생은 2000년 이후 발생 국가가 전반적으로 증가하고 있으며, 2015년에는 가장 많은 33개 국가(대한민국 제외)에서 발생한 것으로 확인됨.
 - 또한 2000년 이후 HPAI 발생건수(대한민국 제외)는 주기적으로 과동형 패턴을 보이는 것으로 판단되며, 2004년에 2,682건으로 가장 많이 발생하였으며, 10년이 지난 2015년 1,657건으로 다시 큰 폭으로 발생함.
- 태국
 - 농업협력부 산하 축산개발국(DLD, Department of Livestock Development)은 국가 동물 질병 감시예찰 시스템 관리, 국가 동물질병 보고 시스템 운영, 동물질병 예방 및 관리, 동물 이동통제 관리, 축산식품 위생, 안전, 이력추적 관리 및 질병관리 및 수의서비스과 조직을 주요 임무로 하고 있음.
 - 주로 생산, 소비하는 육류는 닭고기 및 돼지고기이며 약 1,246백만수의 닭을 사육하고 있으나 2009년 조류인플루엔자를 마지막으로 청정상태를 유지 중
 - 감시프로그램을 능동예찰, 수동예찰, 야생조류 예찰 프로그램으로 구분하여 상황별로 운영하고 있으며 집중력을 높이기 위해 모든 사육농가에 대한 Door-to-Door 방식의 X-ray survey 실시 중
- 베트남
 - 베트남은 농림개발부 가축질병국에서 가축방역 등 동·축산물 관련 업무를 총괄하고 있음. 63개 지방 가축질병국과 700개 지역 수의사무소와 협조하여 업무를 수행하고 있으며 가축질병의 신고 및 진단, 방역조치 관련 업무는 지시·전달 및 분담이 원활하게 이루어지고 있음. 역학조사 관련 업무는 지방 가축질병국에서 실시하고 역학조사 분석업무는 중앙 가축질병국에서 거의 전담하고 있음.
 - 가금류는 닭 220백만수, 오리 70백만수, 메추리 10백만수 이며, 우체류는 5백만수 수준의 사육현황을 나타내고 있음. 2003년 발생 이후 현재까지 HPAI가 지속적으로 발생 중인 국가이고 HPAI발생 시 발생농가(군)의 살처분을 기본으로 하며 그 정도가 심한 경우 발생지역 전

체 백신접종을 진행하고 있음.

- 2015년 발생한 5건의 케이스 모두 14년 4월 중국의 Sichuan성에서 발생한 사람 사망 사례 시 검출된 H5N6형과 매우 밀접하게 연관되어있었으며, 바이러스 유입은 최소 2~3회로 추정되며 발생한 5건 H5N6형은 매우 유사하나 3개의 발생군을 형성하여 독립적으로 유입
- 철새 관련 예찰 시스템 및 농장 동물 복지에 대한 정책은 미시행 중

○ 일본

- 2014.4.11. H5N8이 최초로 발생한 이후 총 2015년까지 총 17건이 발생(가금농장 6건, 야생조류 11건)함.
- 발생 예찰을 위한 감시에서도 야생조류가 날라 다니는 주변 농가, 개량 형 사육농가 등 다른 곳들과 비교했을 때 위험성이 높은 농가들 중에서 한 가축 보건 위생소 당 3 농장을 선별하여 매달 1회 검사를 실시하며, 농장 검사를 실시하는 가축 방역원은 사육 가금 임상검사 및 최저 10마리를 대상으로 기관 swab, cloaca swab, 혈액 및 사망 가금 장기를 검체로 채취
- 발생 농장에 있어서 방역 조치로는 도살이후 소각 또는 매각이 주를 이루며, 가금 축사 및 시설의 소독은 도살 종료 후 1주일 간격으로 3회 이상 실시함. 방역 작업에 종사한 사람들은 7일간은 발생 농장 이외의 조류에 접촉 금지를 시키며, 환축 또는 의심 환축이라 판단되는 경우 72시간 이내에 소각 또는 매몰

○ 미국

- 2014.12.14.~2015.8.21 사이에 21개 주(중북 8개주), 308건 발생(야생조류 포함)과 더불어 (16.1월) 1건 가금사육농가에서 H7N8 발생
- 미국의 HPAI의 발생시 대책은 미국 농림부 (United States Departure of Agriculture)에서 발간한 고병원성 조류 인플루엔자의 법령과 대응책인 “Highly Pathogenic avian influenza response plan the red book”을 따름. 최초 24시간 이내에는 격리 및 이동제한을, 24시간 - 48시간 이내에는 지속적인 biosecurity와 더불어 대중 매체를 이용한 선전을, 48시간 - 72시간에는 critical activities와 HPAI의 반응성에 대해서 어떤 계획을 지속할 지 결정함.
- 1997년에 저병원성 조류인플루엔자가 발생하였으며, 2005년까지 미국을 포함한 북아메리카와 더불어 전세계적으로 발생한 저병원성 조류인플루엔자가 지속적으로 발생함.
- 미국은 농가와 지역을 다양하게 구분하여 질병의 발생 시에 관리 감독을 용이하게 함.

7장. 연구개발결과의 보안등급

○ 해당사항 없음

8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

○ 해당사항 없음

9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행 실적

○ 해당사항 없음

10장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

1절. 서울대학교 수의과대학 제 1세부 과제 팀

| 번호 | 학술지 또는 학회 | 제목 | 연구원 | 년도 | 국명 |
|----|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 1 | 대한수의학회 춘계 심포지움 | Risk assessment of H5N1 Highly pathogenic avian influenza virus into Korea through Migratory wild birds | Woohyun Kim, Kiman Bang, Hungwui Ho, Hee-jin Dong, Jae-Uk Ann, JunHyunh Kim, Seongbeom Cho | 2015 | 대한민국 |
| 2 | 한국예방수의학회 추계 학술대회 | Risk analysis of Highly pathogenic Avian influenza virus into Korea by wild birds species | Woohyun Kim, Kiman Bang, Oun-Kyung Moon, Sun Hak Bae, Seongbeom Cho | 2015 | 대한민국 |
| 3 | 2015 Dasan conference-대한수의학회 추계 국제 학술대회 | Risk analysis of H5N1 highly pathogenic avian influenza virus into Korea through migratory wild birds | Woohyun Kim, Kiman Bang, Oun-Kyung Moon, Sun Hak Bae, Seongbeom Cho | 2015 | 대한민국 |
| 4 | International Conference on One Medicine One Science | A case control study to reveal risk ractors associated with highly pathogenic avian influenza outbreaks in Korea 2014-2015 | Woohyun Kim, Oun-Kyung Moon, Sun Hak Bae, Seongbeom Cho | 2016 | 미국 |
| 5 | 한국예방수의학회 | Risk factor analysis of Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) poultry outbreaks | Seongbeom Cho | 2016 | 대한민국 |

2절. 강원대학교 지리교육과 제 2협동 과제 팀

| 번호 | 학술지 또는 학회 | 제목 | 연구원 | 년도 | 국명 |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------|------|------|
| 1 | 한국지리정보학회지 | 2014년 국내 발생 HPAI(고병원성 조류인플루엔자)의 시·공간 군집 분석 | 배선학, 문운경, 조성범, | 2015 | 대한민국 |
| 2 | 2015 한국지리정보학회 추계 학술대회 및 국제 GIS 포지움 | 2014 조류인플루엔자(Avian Influenza) 발생농장의 특성분석 | 엄치호, 배선학 | 2015 | 대한민국 |
| 3 | 2015 한국지리정보학회 춘계 학술대회 | 국내에서 발생한 HPAI(고병원성 조류인플루엔자)의 시공간 군집 분석 | 배선학 | 2015 | 대한민국 |
| 4 | 2014 한국지리정보학회 추계 학술대회 | 2000년대 이후 조류인플루엔자 발생 현황 분석 | 엄치호, 배선학 | 2014 | 대한민국 |

3절. 농림축산검역본부 역학조사과/동물보호과 제1협동 과제 팀

| 번호 | 학술지 또는 학회 | 제목 | 연구원 | 년도 | 국명 |
|----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|------|
| 1 | 한국조류학회 2015 춘계 학술대회 | Epidemiology of H5N8 Highly Pathogenic Avian Influenza in Korea, 2014/2015 | 문운경, 정우성, 윤하정, 강용명, 최지다, 전진하, 김용상 | 2015 | 대한민국 |
| 2 | 한국조류학회 2015 춘계 학술대회 | 최근 국내외 고병원성 조류인플루엔자(HPAI) 발생동향과 역학 | 문운경 | 2015 | 대한민국 |

| 번호 | 학술지 또는 학회 | 제목 | 연구원 | 년도 | 국명 |
|----|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 3 | 제37차 한국가축위생학회 | HPAI 역학조사 분석 | 문운경 | 2014 | 대한민국 |
| 4 | 한국조류학회 2014 춘계학술대회 | Epidemiology of H5N8 highly pathogenic avian influenza in Korea, 2014 | Oun-Kyong Moon*, Wooseog Jeong, Hachung Yoon, Young-Myong Kang, Jida Choi, Jinha Jeon, Yong-sang Kim | 2014 | 대한민국 |
| 5 | 2014년 대한수의학회 추계학술대회 | Analysis of HPAI virus transmission factor into the HPAI out break farm through Geographical Avian Influenza-Risk(GAR) Matrix Method | 강용명, 문운경, 정우석, 윤하정, 최지다, 안효명, 박지용 | 2014 | 대한민국 |
| 6 | 2014년 대한수의학회 추계국제학술대회 | Analysis of Moving Routes of Migratory Birds in Korea using GPS-WCDMA Based Telemetry in 2013 and 2014 | Hyo-young Ahn, Oun-Kyong Moon, Wooseog Jeong, Hachung Yoon, Young-Myong Kang, Jida Choi, Hansoo Lee, In Kyu Kim, Yong-Sang Kim | 2014 | 대한민국 |
| 7 | 2014년 대한수의학회 | Pathways of Introducing H5N8 highly pathogenic avian influenza into Republic of Korea for the Epidemic of 2014 | Hachung Yoon, Oun-Kyong Moon, Wooseong Jeong, Jida Choi, Young-Mi Cho, YongMyong Kang, Hyo-Young Ahn, Myoung-Soo Kim, Young-Jin Kwon, Woo-Suck Hang, Jee-Hye Kim, Dae-Sung Yoo, Hyun-Suck Chae, Choong-Sik Chung, Do-Soon Kim, Yong-Sang Kim | 2014 | 대한민국 |
| 8 | 2014년 대한수의학회 추계국제학술대회 | Estimation of Infection Window for H5N8 highly Pathogenic Avian Influenza in Poultry Farms in the Republic of Korea | Hachung Yoon, Oun-Kyong Moon, Wooseog Jeong, Jida Choi, YoungMyong Kang, Hyo-Young Ahn | 2014 | 대한민국 |
| 9 | 2014년 대한수의학회 추계국제학술대회 | Method for Establishment of Event timeline of HPAI outbreak farms | Jida Choi, Hachung Yoon, Wooseong Jeong, Yong-Myoung Kang, Hyo-Young Ahn, Oun-Kyong Moon | 2014 | 대한민국 |
| 10 | 2014년 대한수의학회 추계국제학술대회 | Analysis of Tracking wild Animals as transmission factor of Highly Pathogenic Avian Influenza using GPS-CDMA based telemetry system | Young-Myong Kang, Oun-Jyong Moon, Han-Soo Lee, Woo-Seog Jeong, Ha-Chung Yoon, Ji-Da Choi, Jee-Yong Park, In-Ku Kim, Dal-Ho Kim, Tae-Han Kang | 2014 | 대한민국 |
| 11 | 2014년 대한수의학회 추계국제학술대회 | Evolution of clinical Manifestation of H5N8 highly pathogenic avian influenza | Wooseog Jeong, Oun-Kyong Moon, Hachung Yoon, ong-Myong Kang, Jida Choi, Hyo-Young Ahn | 2014 | 대한민국 |
| 12 | 한국조류학회 2015 춘계학술대회_22 | Analysis of moving routes of migratory birds using GPS-WCDMA based Telemetry system for HPAI surveillance | Wooseog Jeong, Young-Myong Kang, Hyo-young Ahn, Hachung Yoon, Hachung Yoon, Jida Choi, Jinha Jeon, Yong-Sang Kim, Oun-Kyong Moon* | 2015 | 대한민국 |
| 13 | 2015 International Conference on the waterfowl of Northern Eurasia _23 | EAST ASIAN MIGRATION ROUTES OF THE MALLARD (ANAS PLATYRHYNCHOS), DETERMINED BY THE NEWLY INVENTED WT-200 | 이한수, 강태한, 신용운, 문운경, 정우석, 윤하정, 강용명, 최지다 | 2015 | 러시아 |

| 번호 | 학술지 또는 학회 | 제목 | 연구원 | 년도 | 국명 |
|----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 14 | 2015 International Conference on the waterfowl of Northern Eurasia | EAST ASIAN MIGRATION ROUTES OF THE SPOTBILLED DUCK (ANAS POECILORHYNCHA) TRACKED USING THE WT-200 | 신용운, 강태한, 이한수, 문운경, 정우석, 윤하정, 강용명, 최지다 | 2015 | 러시아 |
| 15 | 2015 International Conference on the waterfowl of Northern Eurasia | Home-range and Movements of Mallard (Anas platyrhynchos) in East Asia | 강태한, 이한수, 신용운, 문운경, 정우석, 윤하정, 강용명, 최지다 | 2015 | 러시아 |
| 16 | 한국조류학회 2015 춘계학술대회 | Main HPAI transmission factor analysis between farms through field investigation of 2014/2015 HPAI outbreak farms | Young-Myong Kang, Wooseog Jeong, Hachung Yoon, Jida Choi, Jinha Jeon, Yong-Sang Kim, Oun-Kyong Moon | 2015 | 대한민국 |
| 17 | 한국조류학회 2015 춘계학술대회 | Studies of wild birds movement patterns in Mongolia using GPS-WCDMA Telemetry system | Suvd-Erdene Tseren-Ochir, Oun-Kyong Moon*, Wooseog Jeong, Hachung Yoon, Jida Choi, Young-Myong Kang, Jinha Jeon, Yong-sang Kim, Erdene-Ochir Tseren-Ochir, Bat-Amgalan Khiirev | 2015 | 대한민국 |
| 18 | 한국조류학회 2015 춘계학술대회 | Temporal analysis of H5N8 Highly pathogenic avian influenza (HPAI) epidemiology in republic of korea, 2014/2015 | Jida Choi, Yong-Myung Kang, Wooseong Jeong, Hachung Yoon, Jinha Heon, Yong-Sang Kim, Oun-Kyong Moon | 2015 | 대한민국 |
| 19 | 한국조류학회 2015 춘계학술대회 | 야생동물 위치추적기 (WT-200)을 이용한 청둥오리의 북상현황 | 강태한, 김달호, 신용운, 정상민, 임은홍, 이시완, 강용명, 최지다, 윤하정, 정우석, 문운경 | 2015 | 대한민국 |

11장. 기타사항

○ 해당사항 없음

12장 . 참고문헌

1. Ahmed, M. A., & Alkhamis, T. M. (2009). Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait. *European Journal of Operational Research*, 198(3), 936-942.
2. Alba, A., Casal, J., Napp, S., & Martin, P. A. J. (2010). Assessment of different surveillance systems for avian influenza in commercial poultry in Catalonia (North-Eastern Spain). *Preventive veterinary medicine*, 97(2).
3. A report from the Center for Indonesia Veterinary Analytical Studies(CIVAS) for the Food and Agricultural Organization(FAO) of the United nations(2006).“A review of free range duck farming systems in Indonesia and Assessment of the highly pathogenic (H5N1) strain of avian influenza(HPAI)
4. B. Borck Hog., et al. (2011). “Quistionnaire survey among broiler producers in six European countries.” Camcon Deliverable 1.1.2
5. Biswas, P., J. Christensen, S. Ahmed, H. Barua, A. Das, M. Rahman, M. Giasuddin, A. Hannan, A. Habib, and N. Debnath, 2009a: Risk factors for infection with highly pathogenic influenzaA virus (H5N1) in commercial chickens in Bangladesh. *Vet. Rec.* 164, 743 - 746.
6. Biswas, P.K., Christensen, J.P., Ahmed, S.S.U., Das, A., Rahman, M.H., Barua, H., Giasuddin, M., Hannan, A.S.M.A., Habib, M.A., Debnath, N.C., 2009b. Risk for infection with highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) in backyard chickens. *Bangladesh Emerg. Infect. Dis.* 15, 1931 - 1936.
7. Biswas, P. K., Rahman, M. H., Das, A., Ahmed, S. S., Giasuddin, M., & Christensen, J. P. (2011). Risk for highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in chickens in small-scale commercial farms, in a high-risk area, Bangladesh, 2008. *Transbound Emerg Dis*, 58(6), 519-525. doi:10.1111/j.1865-1682.2011.01235.x
8. Brown, J. D., Stallknecht, D. E., Beck, J. R., Suarez, D. L., & Swayne, D. E. (2006). Susceptibility of North American ducks and gulls to H5N1 highly pathogenic avian influenza viruses. *Emerg Infect Dis*, 12(11), 1663-1670.
9. Brown, J., Stallknecht, D., Lebarbenchon, C., & Swayne, D. (2014). Survivability of Eurasian H5N1 highly pathogenic avian influenza viruses in water varies between strains. *Avian Dis*, 58(3), 453-457.
10. Davidson, I., Nagar, S., Haddas, R., Ben-Shabat, M., Golender, N., Lapin, E., Panshin, A. (2010). Avian influenza virus H9N2 survival at different temperatures and pHs. *Avian Dis*, 54(s1), 725-728.
11. Desvaux, S., Grosbois, V., Pham, T. T., Fenwick, S., Tollis, S., Pham, N. H., Roger, F. (2011). Risk factors of highly pathogenic avian influenza H5N1 occurrence at the village and farm levels in the Red River Delta Region in Vietnam. *Transbound Emerg Dis*, 58(6), 492-502. doi:10.1111/j.1865-1682.2011.01227.x

12. Epidemiologic study of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N2 among Turkey farms, (2015) University of Minnesota.
13. Fang, L. Q., de Vlas, S. J., Liang, S., Looman, C. W., Gong, P., Xu, B., Cao, W. C.(2008). Environmental factors contributing to the spread of H5N1 avian influenza in mainland China. *PLoS ONE*, *3*(5), e2268. doi:10.1371/journal.pone.0002268
14. Fasina, F. O., Rivas, A. L., Bisschop, S. P., Stegeman, A. J., & Hernandez, J. A. (2010). Identification of risk factors associated with highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in poultry farms, in Nigeria during the epidemic of 2006–2007. *Prev Vet Med*, *98*(2-3), 204–208. doi:10.1016/j.prevetmed.2010.11.007
15. Fuller, T., Ducatez, M., Njabo, K., Couacy-Hymann, E., Chasar, A., Aplogan, G. Langeois, Q. (2015). Avian influenza surveillance in Central and West Africa, 2010 - 2014. *Epidemiology and infection*, *143*(10), 2205–2212.
16. Garner, M. and S. Hamilton 2011. Principles of epidemiological modelling. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 302
17. Grabkowsky, B. J., and H. W. Windhorst. "Investigation and quantification of prevalent risk factors for the introduction of avian influenza in European poultry farms." *World's poultry science journal* 66.3 (2010)
18. Hassan, K. E., Shany, S. A., Ali, A., Dahshan, A.-H. M., Azza, A., & El-Kady, M. F. (2016). Prevalence of avian respiratory viruses in broiler flocks in Egypt. *Poultry science*, *95*(6), 1271–1280.
19. Hawley, C. J., Gale, T. M., Sivakumaran, T., & Littlechild, B. (2010). Risk assessment in mental health: Staff attitudes and an estimate of time cost. *Journal of mental health*, *19*(1), 88–98.
20. Henning, K.A., Henning, J., Morton, J., Long, N.T., Ha, N.T., Meers, J., 2009b. Farmand flock-level risk factors associated with highly pathogenic avian influenza outbreaks on small holder duck and chicken farms in the Mekong delta of VietNam. *Prev. Vet. Med.* *91*, 179 - 188.
21. Henning, J., Henning, K. A., Morton, J. M., Long, N. T., Ha, N. T., Vu, L. T., Meers, J. (2011). Highly pathogenic avian influenza (H5N1) in ducks and in-contact chickens in backyard and smallholder commercial duck farms in Viet Nam. *Preventive veterinary medicine*, *101*(3), 229–240.
22. Hjulsgaard, C. K., Breum, S. Ø., Trebbien, R., Handberg, K. J., Therkildsen, O. R., Madsen, J. J., Larsen, L. E. (2012). Surveillance for avian influenza viruses in wild birds in Denmark and Greenland, 2007–10. *Avian diseases*, *56*(4s1), 992–998.
23. Huchhegowda, K., Murugkar, H., Nagaraja, K., Manoj Kumar, N. S., & Tosh, C. (2014). Persistence of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) in soil samples at different temperatures. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, *2*(4), 248–254.
24. Huang, Y., Wille, M., Dobbin, A., Robertson, G. J., Ryan, P., Ojkic, D., Lang, A. S. (2013). A 4-year study of avian influenza virus prevalence and subtype diversity in

- ducks of Newfoundland, Canada. *Canadian journal of microbiology*, 59(10), 701–708.
25. H5N8 Highly Pathogenic Avian Influenza in poultry and wild birds in Republic of Korea. Scientific Task Force on Avian Influenza and Wild Bird. http://www.ecohealthalliance.org/news/309-scientific_task_force_on_avian_influenza_and_wild_birds_update#sthash.esGdJz3j.dpuf.
 26. Iglesias, I., Martinez, M., Munoz, M., De La Torre, A., & Sánchez Vizcaíno, J. (2010). First case of highly pathogenic avian influenza in poultry in Spain. *Transboundary and emerging diseases*, 57(4), 282–285.
 27. Import Risk Analysis on Non-viable Salmonids and Non-salmonid Marine Finfish(1999).Animal Quarantine Inspection Services
 28. Ip, H. S., Flint, P. L., Franson, J. C., Dusek, R. J., Derksen, D. V., Gill, R. E., Matsuoka, S. M. (2008). Prevalence of influenza A viruses in wild migratory birds in Alaska: patterns of variation in detection at a crossroads of intercontinental flyways. *Virology Journal*, 5(1), 1.
 29. Jeong, O.-M., Kim, M.-C., Kim, M.-J., Kang, H.-M., Kim, H.-R., Kim, Y.-J., Lee, Y.-J. (2009). Experimental infection of chickens, ducks and quails with the highly pathogenic H5N1 avian influenza virus. *Journal of veterinary science*, 10(1), 53–60.Keawcharoen, J., Van Den Broek, J., Bouma, A., Tiensin, T., Osterhaus, A. D., & Heesterbeek, H. (2011). Wild birds and increased transmission of highly pathogenic avian influenza (H5N1) among poultry, Thailand. *virus*, 11, 13.
 30. Kalthoff, D., Breithaupt, A., Teifke, J. P., Globig, A., Harder, T., Mettenleiter, T. C., & Beer, M. (2008). Pathogenicity of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) in adult mute swans. *Emerg Infect Dis*, 14(1267), 10–3201.
 31. Keeler Shamus, P., Berghaus, R. D., & Stallknecht, D. E. (2012). Persistence of low pathogenic avian influenza viruses in filtered surface water from waterfowl haibitats in Georgia, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 48(4), 999–1009.
 32. Kou, Z., Li, Y., Yin, Z., Guo, S., Wang, M., Gao, X., . . . Luo, Z. (2009). The survey of H5N1 flu virus in wild birds in 14 provinces of China from 2004 to 2007. *PLoS One*, 4(9), e6926.
 33. Kulldorff, M., & Nagarwalla, N. (1995). Spatial disease clusters: detection and inference. *Statistics in medicine*, 14(8), 799–810.
 34. Kurmi, B., Murugkar, H. V., Nagarajan, S., Tosh, C., Dubey, S. C., & Kumar, M. (2013). Survivability of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus in Poultry Faeces at Different Temperatures. *Indian J Virol*, 24(2), 272–277. doi:10.1007/s13337-013-0135-2
 35. Lam, T. T.-Y., Wang, J., Shen, Y., Zhou, B., Duan, L., Cheung, C.-L., Chen, X. (2013). The genesis and source of the H7N9 influenza viruses causing human infections in China. *Nature*, 502(7470), 241–244.
 36. Lambrecht, B., Marché, S., Houdart, P., van den Berg, T., & Vangeluwe, D. (2015).

- Impact of Age, Season, and Flowing vs. Stagnant Water Habitat on Avian Influenza Prevalence in Mute Swan (*Cygnus olor*) in Belgium. *Avian diseases*, 60(1s), 322-328.
37. Lewis, N. S., Javakhishvili, Z., Russell, C. A., Machabishvili, A., Lexmond, P., Verhagen, J. H., Smith, D. J. (2013). Avian influenza virus surveillance in wild birds in Georgia: 2009 - 2011. *PLoS One*, 8(3), e58534.
 38. Liu, C.-M., Lin, S.-H., Chen, Y.-C., Lin, K. C.-M., Wu, T.-S. J., & King, C.-C. (2007). Temperature drops and the onset of severe avian influenza A H5N1 virus outbreaks. *PLoS one*, 2(2), e191.
 39. Martinez, M., Perez, A. M., De la Torre, A., Iglesias, I., Sanchez-Vizcaino, J. M., & Munoz, M. J. (2011). Evaluating surveillance in wild birds by the application of risk assessment of avian influenza introduction into Spain. *Epidemiology and infection*, 139(01), 91-98.
 40. McQuiston, J. H., Garber, L. P., Porter-Spalding, B. A., Hahn, J. W., Pierson, F. W., Wainwright, S. H., Holt, T. J. (2005). Evaluation of risk factors for the spread of low pathogenicity H7N2 avian influenza virus among commercial poultry farms. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(5), 767-772. doi:10.2460/javma.2005.226.767
 41. Meuwissen, M. P. M., Van Boven, M., Hagenaars, T. J., Boender, G. J., Nodelijk, G., De Jong, M. C. M., & Huirne, R. B. M. (2006). Predicting future costs of High-Pathogenicity Avian Influenza epidemics: large versus small uncertainties. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 54(2), 195-205.
 42. Nazir, J., Haumacher, R., Ike, A. C., & Marschang, R. E. (2011). Persistence of Avian Influenza Viruses in Lake Sediment, Duck Feces, and Duck Meat. *Applied and environmental microbiology AEM.*, 77(14), 4981-4985.
 43. Nguyen, D. T., Bryant, J. E., Davis, C. T., Nguyen, L. V., Pham, L. T., Loth, L., To, T. L. (2014). Prevalence and distribution of avian influenza A (H5N1) virus clade variants in live bird markets of Vietnam, 2011-2013. *Avian diseases*, 58(4), 599-608.
 44. Nishiguchi, A., Kobayashi, S., Yamamoto, T., Ouchi, Y., Sugizaki, T., & Tsutsui, T. (2007). Risk Factors for the Introduction of Avian Influenza Virus into Commercial Layer Chicken Farms During the Outbreaks Caused by a Low Pathogenic H5N2 Virus in Japan in 2005. *Zoonoses and public health*, 54(9-10), 337-343.
 45. Ni, X., He, F., Hu, M., Zhou, X., Wang, B., Feng, C., Li, H. (2015). Investigation of avian influenza virus in poultry and wild birds due to novel avian-origin influenza A (H10N8) in Nanchang City, China. *Microbes and Infection*, 17(1), 48-53.
 46. Organization, W. H. (2013). H5N1 highly pathogenic avian influenza: Timeline of major events.
 47. Osmani, M. G., Thornton, R. N., Dhand, N. K., Hoque, M. A., Milon, S. M., Kalam, M. A., Yamage, M. (2014). Risk factors for highly pathogenic avian influenza in commercial layer chicken farms in bangladesh during 2011. *Transbound Emerg Dis*, 61(6), e44-51. doi:10.1111/tbed.12071

48. Paul M, Wongnarkpet S, Gasqui P, Poolkhet C, Thongratsakul S, Ducrot C, Roger .Risk factors for highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 infection in backyard chicken farms, Thailand. *Acta Trop.* 2011 Jun;118(3):209–16. Case control study– multivariable logistic regression model.
49. Pasick, J., Pedersen, J., & Hernandez, M. S. (2012). Avian influenza in North America, 2009–2011. *Avian diseases*, 56(4s1), 845–848.
50. Probst, C., Gethmann, J., Petermann, H., Neudecker, J., Jacobsen, K., & Conraths, F. (2012). Low pathogenic avian influenza H7N7 in domestic poultry in Germany in 2011. *Veterinary Record*, vetrec-2012-100774. 81. Serrão, E., Meers, J., Pym, R., Copland, R., Eagles, D., & Henning, J. (2012). Prevalence and incidence of Newcastle disease and prevalence of Avian influenza infection of scavenging village chickens in Timor–Lesté. *Preventive veterinary medicine*, 104(3), 301–308.
51. Sánchez Vizcaíno, F., Perez, A., Lainez, M., & Sánchez Vizcaíno, J. M. (2010). A quantitative assessment of the risk for highly pathogenic avian influenza introduction into Spain via legal trade of live poultry. *Risk analysis*, 30(5), 798–807
52. Si, Y. (2011). *Avian influenza and migratory birds: a spatial–ecological perspective*: [Si: sn].
53. Siengsanon, J., Chaichoune, K., Phonaknguen, R., Sariya, L., Prompiram, P., Kocharin, W., Pattanarangsarn, R. (2009). Comparison of outbreaks of H5N1 highly pathogenic avian influenza in wild birds and poultry in Thailand. *Journal of wildlife diseases*, 45(3), 740–747.
54. Shin, J.-H., Woo, C., Wang, S.-J., Jeong, J., An, I.-J., Hwang, J.-K., Chung, H.-M. (2015). Prevalence of avian influenza virus in wild birds before and after the HPAI H5N8 outbreak in 2014 in South Korea. *Journal of Microbiology*, 53(7), 475–480.
55. Shoham, D., Jahangir, A., Ruenphet, S., & Takehara, K. (2012). Persistence of avian influenza viruses in various artificially frozen environmental water types. *Influenza research and treatment*, 2012.
56. Subbarao, K., & Katz, J. (2000). Avian influenza viruses infecting humans. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 57(12), 1770–1784.
57. Tiwari, A., Patnayak, D. P., Chander, Y., Parsad, M., & Goyal, S. M. (2006). Survival of Two Avian Respiratory Viruses on Porous and Nonporous Surfaces. *Avian Dis*, 50(2), 284–287. doi:<http://dx.doi.org/10.1637/7453-101205R.1> -
58. Tiensin, T., Ahmed, S. S., Rojanasthien, S., Songserm, T., Ratanakorn, P., Chaichoun, K., Nielen, M. (2009). Ecologic risk factor investigation of clusters of avian influenza A (H5N1) virus infection in Thailand. *J Infect Dis*, 199(12), 1735–1743. doi:10.1086/599207
59. United States Department of Agriculture(2012). “HIGHLY PATHOGENIC AVIAN INFLUENZA RESPONSE PLAN THE RED BOOK.”
60. U.S. Geological Survey(2009) Avian Influenza Surveillance of Wild bird. http://www.nwhc.usgs.gov/publications/fact_sheets/pdfs/ai/AI_FS_20073094.pdf.

61. Willeberg, P., T. Grubbe, S. Weber, et al. 2011. The World Organisation for Animal Health and epidemiological modelling: background and objectives. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 302: 391-405.
62. 강호제. (2008). 핫스팟 분석기법 (Hot Spot Analysis): 공간분석의 기초, 최근린군집분석과 국지모란지수의 이해와 활용. *국토 (구 국토정보), (구 국토정보다이제스트)*, 116-121.
63. 국립환경과학원, (2012), 야생조류와 조류인플루엔자-고병원성 조류인플루엔자 주의 야생조류 목록과 특징 -
64. 농림수산물부·농림수산물검역검사본부, (2011), 2010-2011 고병원성조류인플루엔자 역학조사보고서.
65. 농림수산물부·농림수산물검역검사본부, (2011), 2014-2015 고병원성조류인플루엔자 역학조사보고서
66. 농림축산식품부. (2014.12). 조류인플루엔자긴급행동지침
67. 배선학. (2010). 웹 2.0 기반의 지리정보를 활용한 경관자원 평가-구글어스를 사례로. *한국사진지리학회지*, 20(3), 1-12.
68. 배선학, 신연경, 김병한, 박선일, 2013, “시공간 클러스터링 분석을 이용한 2010~2011 국내 발생 구제역 전파양상”, *대한수의학회지* 제53권 제1절, pp.1~6. -
69. 우병준, 이형우, 황윤재, 이정민, 김진년, 2008, “조류 인플루엔자 발생의 경제적 영향과 대책”, *한국농촌경제연구원 정책연구보고*, p102.
70. 윤하정, 김한, 윤순식, 김연주, 김병한, Jack Coleman, Tim Carpenter, 2011, “세계의 구제역 전파·확산 역학 모델 개발 현황과 Davis Animal Disease Simulation 모델 국내 적용 연구”, *한국수의공중보건학회지* 제35권, pp199~213.
71. 이슈와 논점 782호, 국회입법조사처
72. 최석근, 송해화, 박경식, 2012, “네트워크기법을 이용한 구제역 확산 속도 분석”, *한국지형공간정보학회지* 제20권, pp. 101-107.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.