

1. 표지

(뒷면) (옆면)

(앞면)

<p>3cm</p>	<p>11-1543000-001898-01</p> <p>가축전염병 폐사축 매몰지 확산방지 안전관리 역학조사 시스템 및 개발 최종보고서</p> <p>(견고타 14p)</p> <p>2017 (견고타 13p)</p>	<p>4cm</p> <p>Development on epidemiological investigation system for preventing animal disease spread and safety management system of burial sites for livestock mortalities R&D report</p>	<p>3cm</p> <p>0.5cm</p> <p>2.5cm</p> <p>9cm</p> <p>5cm</p> <p>(견고타 31p)</p> <p>발간등록번호 11-1543000-001898-01</p> <p>가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발 최종보고서</p> <p>(0.1cm)</p> <p>2017. 10. 13. (견고타 15p)</p> <p>0.15cm (별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</p> <p>주관연구기관 / 강원대학교 산학협력단 협동연구기관 / 농림축산검역본부 협동연구기관 / (주)이지팜 협동연구기관 / (주)망고시스템</p> <p>(백색바탕)</p> <p>농림축산식품부</p>	<p>3cm</p> <p>0.5cm</p> <p>2.5cm</p> <p>9cm</p> <p>5cm</p> <p>(견고타 31p)</p> <p>발간등록번호 11-1543000-001898-01</p> <p>가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발 최종보고서</p> <p>(0.1cm)</p> <p>2017. 10. 13. (견고타 15p)</p> <p>0.15cm (별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</p> <p>주관연구기관 / 강원대학교 산학협력단 협동연구기관 / 농림축산검역본부 협동연구기관 / (주)이지팜 협동연구기관 / (주)망고시스템</p> <p>(백색바탕)</p> <p>농림축산식품부</p>	<p>5cm</p> <p>3cm</p> <p>3cm</p> <p>(견고타 25p)</p> <p>(견고타 17p)</p> <p>(견고타 20p)</p>
------------	---	--	--	--	---

2. 제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 가축질병대응기술개발사업 “가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발”(연구기간 : 2015. 8. ~ 2017. 8.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 10. 13.

주관연구기관명 : 강원대학교 산합협력단 (대표자)	(인)
참여기관명 : 농림축산검역본부 (대표자)	(인)
참여기관명 : (주)이지팜 (대표자)	(인)
참여기관명 : (주)망고시스템 (대표자)	(인)

주관연구책임자 : 박 선 일

참여기관책임자 : 문 운 경

참여기관책임자 : 고 경 일

참여기관책임자 : 이 민 파

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라
보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	315038-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2015.8. ~2017.8.	단 계 구 분	(2차년도)/(2년)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발			
연구책임자	박 선 일	해당단계 참 여 연구원 수	총: 38명 내부: 38명 외부: 명	해당단계 연 구 개 발 비	정부:600,000천원 민간:215,400천원 계:815,400천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 40명 내부: 40명 외부: 명	총 연구개발비	정부:600,000천원 민간:215,400천원 계:815,400천원
연구기관명 및 소속부서명	강원대학교 산학협력단 농림축산검역본부			참여기업명 (주) 이지팜 (주) 망고시스템	
위탁연구	연구기관명: (해당 없음)			연구책임자: (해당 없음)	
미국, 호주, 일본 등 선진국에 현재 개발, 적용하고 있는 통합적 역학조사 방식 분석하여 이를 바탕으로 ICT기반 국내 적용 가능한 통합적 역학조사 분석 모델 개발함. 이는 광역 지자체(최근 3년간 구제역, 조류인플루엔자 발생 피해 지구)의 지리정보, 축산현황, 축산차량 이동정보 등 대용량 정보를 포함한 통합적 역학분석 시스템임. 개발된 현장 역학조사 지원시스템 구축 제안서 제시하고 실증연구를 통한 최적활용 모델 평가 및 국가동물방역시스템과의 연계방안을 제시함. 뿐만 아니라 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 및 친환경 사후 관리체계를 구축함. 개발된 시스템 내 수문지질도 및 축산시설 정보를 포함하여 GIS기반 매몰지 선정 및 폐사축 매몰 예정지 등급도 제공 및 국가동물방역통합 시스템과의 연계 방안 제시함.				보고서 면수: 336	

4. 국문 요약문

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 재난형 가축전염병(구제역, 조류인플루엔자) 발생 시 조기에 확산을 방지할 수 있는 사전기술과 매몰된 폐사축을 안전하게 관리할 수 있는 사후관리 시스템의 개발 및 운영 - ICT 기반 현장 역학조사 분석지원 시스템 개발 - 수문지질도를 반영한 GIS 기반의 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 및 친환경 사후 관리체계 구축 운영 					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> □ ICT 기반 현장 역학조사 지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 미국, 호주, 일본 등 선진국에 현재 개발, 적용하고 있는 통합적 역학조사 방식 분석 ○ ICT기반 국내 적용 가능한 통합적 역학조사 분석 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 광역 지자체(최근 3년간 구제역, 조류인플루엔자 발생 피해 지구)의 지리정보, 축산현황, 축산차량 이동정보 등 대용량 정보를 포함한 통합적 역학분석 시스템 ○ 개발된 현장 역학조사 지원시스템 구축 제안서 제시 ○ 실증연구를 통한 최적활용 모델 평가 및 국가동물방역시스템과의 연계 □ 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 및 친환경 사후 관리체계 구축 운영 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수문지질도 정보, 축산시설 등을 포함한 지리정보체계(GIS) 구축 ○ GIS기반의 매몰지 선정 의사결정지원 모형 정립과 2010-11년 구제역 매몰지 적용 검증 ○ GIS기반의 폐사축 매몰 예정지 등급도 제작 - 지하수 정보 및 침출수 위험성 예측 ○ 폐사축 매몰지 사후관리 시스템 개발 및 국가동물방역통합 시스템과의 연계 방안 제시 ○ 지원 모델 시범적용 평가 					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT 기술을 활용한 실시간 역학자료 분석을 통한 신속한 차단방역 지대 선정으로 가축전염병 확산차단 ○ 현장 역학조사 입력 지원 시스템을 활용한 현장 역학조사 인력의 업무 효율성 증가 ○ 수문지질도 정보를 활용한 과학적인 폐사축 매몰지 관리로 환경오염 예방 ○ 대량의 폐사축 발생 시 수질오염을 최소화하는 가축질병 사후관리 대책 수립 ○ 본 연구는 공공기술을 개발하는 것이 목적이므로 과제 수행과정에서 개발되는 기술을 이용한 자체 사업화 가능성은 낮지만 협동과제에서 개발되는 요소기술의 완성도를 높여 타 분야에 이술이전과 응용이 가능함 ○ 축산현장을 비롯하여 현재 운영되고 있는 KAHIS(국가동물방역통합시스템)에 ICT 관련 융복합 기술의 접목 가능성을 제시함으로써 시스템의 현업 활용성이 증가할 것으로 기대됨 					
중심어 (5개 이내)	정보통신기술	역학조사	지리정보시스템	폐사축	매몰지	

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> ○ To develop preventive measures for catastrophic livestock contagious diseases such as foot and mouth disease (FMD) or highly pathogenic avian influenza (HPAI) and a system can manage livestock carcass burial sites in a safe manner - To develop an ICT-based epidemiologic investigation support system - To construct a decision support system which takes account for a hydrogeologic map 					
Results	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> An epidemiologic investigation support system development ○ Systematic review of epidemiologic investigation system in the United States, Australia and Japan ○ An ICT-based epidemiologic investigation system development <ul style="list-style-type: none"> - Epidemic history of FMD and HPAI for the last three years was included in the developed system ○ Providing a proposal for supporting the developed system ○ Practical evaluation of the developed system and providing a way to add the developed system on the Korea Animal health Integrated System (KAHIS) <input type="checkbox"/> A decision support system for choosing livestock carcass burial sites and managing the sites in an eco-friendly manner <ul style="list-style-type: none"> ○ Geographical information system (GIS) including hydrogeologic map of burial sites and ranking map of burial sites ○ A management system of burial sites and providing a way to add the developed system on the KAHIS ○ Evaluation of the developed decision support system 					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ○ A rapid prevention of disease spread by setting a biosecurity zone ○ Increasing an efficacy of epidemiologic investigation ○ Minimizing the negative impacts of burial sites on the environment ○ Providing a public technology for control of livestock contagious diseases and management of burial sites which can apply in other research areas 					
Keywords	Information technology	Epidemiologic investigation	Geographical information system	Livestock carcass	Burial site	

6. 영문목차

〈Contents〉

1. Introduction of Research Project	1
2. Current State of Domestic and Foreign Technology	10
3. Research Contents and Results	20
4. Achievements and Contributions to Related Fields	266
5. Application Plans of Research Results	267
6. Foreign Information Collected in Research	270
7. Security Grade of Research Results	314
8. Research Facility and Equipment registered in National System	314
9. Implementation Performance of Security Measures	314
10. Representative Results of Research Projects	315
11. The Others	318
12. References	318

<Appendix> Self-Evaluation Reports

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요	1
2. 국내외 기술개발 현황	10
3. 연구수행 내용 및 결과	20
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	266
5. 연구결과의 활용계획 등	267
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	270
7. 연구개발성과의 보안등급	314
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	314
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	314
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	315
11. 기타사항	318
12. 참고문헌	318

<별첨> 자체평가의견서

8. 뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

1-1. 연구개발 목적

- 본 과제에서는 국가 재난형 가축전염병(구제역, 조류인플루엔자) 발생 시 조기에 확산을 방지할 수 있는 기술로서 ICT 기술을 활용한 모바일 역학조사 분석 지원시스템과 수문지질도를 반영한 GIS 기반의 폐사축 매몰지 선정을 위한 의사결정 지원시스템 개발을 목표로 한다.

1-2. 연구개발의 필요성

(1) 가축질병의 지속적 발생에 따른 경제적 피해 최소화

- 2013년 기준으로 우리나라의 농림업 총생산액은 46조6480억원이며, 이 중 축산업 생산액은 16조 2328억원으로 총 생산액의 34.8%를 차지하여, 2012년 대비 1.3% 증가하였다. 축산업 분야로 볼 때 돼지 5조원(10.7%), 한육우 3조 7천억원(7.9%), 닭·계란 3조 8천억원(8.2%), 우유 2조 7백억원(4.4%), 기타 1조 6천억원(3.6%)으로 돼지의 생산비중이 가장 높다. 우리나라의 경우 2000년대 들어 현재까지 구제역(Foot-and-Mouth Disease, FMD)은 2000, 2002, 2010-2011, 2014-2015년 총 4회, 고병원성조류인플루엔자(Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI)는 2003-2004, 2006-2007, 2008, 2010-2011, 2014-2015년 등 총 5회 발생하는 등 재난형 질병이 지속적으로 발생하고 있다.
- 가축질병으로 인한 경제적 피해 규모는 생산시스템, 사육규모, 질병 발생상황 등에 따라 차이가 있지만 세계동물보건기구(OIE)에서는 축산물 생산액의 약 20%로 추정하고 있다. 우리나라의 경우 2000년 구제역 발생(2000.3.24-4.16; 23일)으로 총 4,767억원(서종혁 등, 2000), 2002년(2002.5.2-6.23; 53일) 총 1,444억원(최정섭 등, 2002), 2010-2011년 발생에서는 총 3조원 이상의 예산이 소요되었다. 고병원성조류인플루엔자(HPAI)의 경우 2003-2004년(2003.12.10-2004.3.20; 102일) 1,531억원, 2006-2007년(2006.11.22-2007.3.6; 104일) 582억원, 2008년(2008.4.1-5.12; 42일) 3,070억원, 2010-2011년(2010.12.29.-2011.5.16.; 139일) 822억원이 소요되었다. 이러한 손실액은 정부에서 방역의 목적으로 지출한 직접비용만을 고려한 것으로 연관 산업의 직접 및 간접적인 피해를 감안하면 금액은 더 증가할 것으로 예상된다. 2008년 HPAI 발생 사례에 대한 연구에서는 생산, 유통, 판매단계의 손실을 포함하여 6,324억원으로 추계한바 있다(우병준 등, 2008).
- 전염성 가축질병의 유입원은 매우 다양하기 때문에 원발성 가축 질병의 발생을 원천적으로 차단하는 것은 현실적으로 불가능하지만 신속하고 효과적인 차단방역 조치를 통하여 2차 확산을 차단할 수 있다면 경제적 피해는 최소화할 수 있다. 이러한 목적으로 발생 농장에 대한 광범위한 역학조사(epidemiological investigation)를 실시하게 되며 그 결과는 차단방역 지대 선정이나 방역조치 도출 등에 활용하게 된다. 특히 2014-2015년 국내에서 발생한 HPAI와 FMD의 전국적 확산으로 가

축전염병 발생에 대비한 감시활동 체계(surveillance system) 구축과 가축전염병 발생의 원인과 전파경로 규명을 위한 신속한 역학조사의 중요성이 더욱 부각되었다.

(2) 신속한 역학조사와 통합적 역학정보 공유

- 역학조사는 발생농장의 감수성 가축에 대한 임상관찰, 가축 및 그 생산물의 이동사항, 출입자, 출입차량 등에 대한 조사 등 전염병의 발병원인을 규명하고 확산을 차단하기 위하여 수행되는 일련의 조사 과정을 포함한다. 우리나라는 국토의 면적이 좁지만 교통량이 많고, 외국에 비하여 가축 사육 밀집도가 매우 높다(한국교통연구원, 2011). 국내 축산 밀집도는 일본에 비하여 소는 약 3배, 돼지는 약 4배 밀집되어 있으며 호주에 비하면 소는 약 10배, 돼지는 약 330배에 해당하는 밀집도를 보이고 있다. 또한 지난 20년간 가축 사육 농가 수는 감소하였지만 농가 당 사육두수는 급격히 증가하였다. 한(육)우의 경우 1990년 농가 당 평균 2.6두에서 2010년에는 16.9두로 증가하였고, 돼지의 경우 34.1두에서 1,237두로 증가하였다.

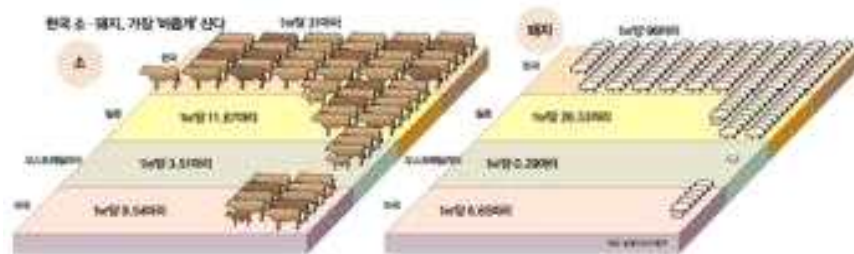


그림 1-1-1-1. 국가간 축산 밀집도 비교

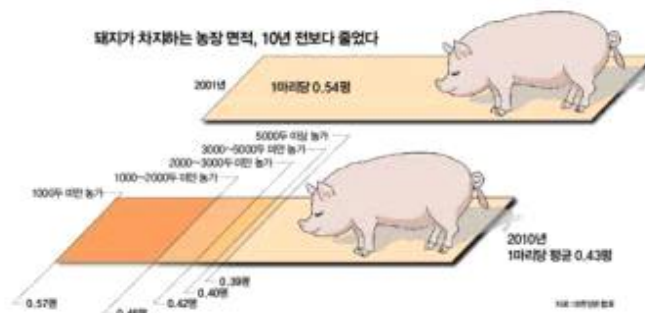


그림 1-1-1-2 돼지가 차지하는 농장 면적 변화

- 이러한 추세는 가축전염병 발생 시 급속한 확산의 가능성이 매우 높고 전염성이 높은 가축질병 발생 시 발생초기에 신속한 역학조사와 초기 방역조치가 효과적이지 못하면 2차 확산에 따른 경제적 피해를 막을 수 없다. 따라서 가축 밀집도가 높은 한국형 농가상황에서 가축전염병을 효과적으로 제어하기 위해서는 신고에 의존하는 기존의 사후대처 방식에서 벗어나 사전예방적 측면에서의 접근이 필요하며, 성공의 열쇠는 조기검출과 확산 가능성을 예측하는데 필요한 역학조사로 수집되는 정보를 얼마나 효율적으로 활용하느냐에 좌우된다.

- 효율적인 역학조사를 위해서는 원발성 감염 농장과 관련된 모든 역학 정보를 신속하게 확보하고 공유할 수 있어야 한다는 점이다. 왜냐하면 질병(병원체)은 차량, 사람, 생축의 이동, 공기, 무생물 매개체, 정액, 농장의 기구 등 다양한 경로를 통하여 전파되며, 특히 구제역은 감염동물의 비말을 통한 호흡기감염이 주요 감염경로이지만 감염동물의 배설물에 오염된 축산관련 인력이나 차량(사료 운반차, 출하차, 집유차 등) 등에 의한 간접접촉 역시 전파의 중요한 기전이 되어(김봉환·최성호, 2001) 기대한 수준 이상으로 급속하게 전파한다는 점에서 이러한 순환 고리를 차단하지 못하면 역학조사의 가치가 훼손되기 때문이다. 감염농장을 직접 방문하거나 간접적으로 접촉하는 경우는 매우 빈번하며, 임신감정이나 인공수정을 위한 수의사 및 정액 배달자의 농가출입, 사료운반이나 도축장 운반을 위한 축산관련차량의 출입, 인근 축산업 종사자들의 모임, 오염지역 거주자의 모임 등(박예진·염재홍, 2013)도 전파에 중요한 역할을 하므로 이러한 정보 공유는 가축전염병 발생 시 효과적인 역학조사에 필수적이다. 가축전염병이 발생한 현장에서 채취한 시료의 실험실 검사결과, 역학조사 진행상황, 기타 방역 관련 정보를 신속하게 수집·통합하고 이를 실시간으로 분석한 결과를 현장 역학조사관이 직접 조회하고 파악할 수 있는 의사결정을 지원시스템 개발이 시급히 요구되고 있다.

(3) 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 개선 요구도 증가

- 공간자료의 실시간 수집기술과 대용량 자료(big data) 처리 및 분석기술이 빠른 속도로 발전하여 가축방역 분야에 활용되고 있다. 우리나라의 경우 2013년부터 축산관련차량에 GPS를 장착하여 차량의 실시간 이동궤적 뿐만 아니라 방문농가 및 시간 등을 업무유형(사료운반, 도축이동, 기타)별로 구축하여 가축질병의 전파확산을 모니터링하고 있다. 가축질병의 진단 및 예찰 등을 통하여 전파를 차단함으로써 막대한 사회적 비용을 줄이고자 농림축산검역본부에서는 국가동물방역통합시스템(Korea Animal Health Integrated System, KAHIS)을 운용하고 있다. KAHIS는 유관기관으로부터 축산관련 정보를 수집하여 가축전염병의 예방과 예찰, 진단, 통제, 사후보상, 역학 추적 활동을 지원하기 위한 데이터베이스 시스템으로 사실상 역학조사의 근간이 되는 대부분의 정보를 담고 있다. 발생농장과 지역에 대한 현지 역학조사 정보는 역학조사관이 설문지 형식의 표준 양식을 이용하여 면접이나 탐문조사를 통하여 수집한 후 KAHIS에 등록하고 있는 절차를 따르고 있다.

- 현행 KAHIS의 유용성은 매우 높지만 개선되어야 할 점도 많다. 첫째, 역학조사 현장에서 설문지를 이용하여 수집된 자료를 사무실 복귀 후 KAHIS에 다시 입력함으로써 초래되는 시간적 지연은 신속한 역학조사와 그에 따른 방역조치를 도출해야 하는 확산 예방에 심각한 장애가 된다. 둘째, 등록된 정보는 필요에 따라 신속하게 가공되어 역학조사를 수행하는 전 과정에 피드백이 되어야 하지만 현행 KAHIS의 기능만으로는 이러한 역할을 담보하기 어렵다. 셋째, 축종별, 질병별 조사내용이 방대하고 질병발생 상황에 따라 조사항목이 수시로 확장되며, 더군다나 중앙과 시도 역학조사 인력이 부족한 상황에서 동일한 작업을 반복하는 것은 매우 비효율적이다. 또한 신규로 배치(파견)된 인력이 이러한 전문적인 내용을 모두 이해하고 입력·분석하기에는 한계가 있다. 넷째, KAHIS에 저장되고 있는 대단위 정보(big data)를 역학조사 현장에서 다양한 방역정보와 연계하여 조회하기 어렵고, 역학조사관에게 필수적으로 요구되는 분석기능이 미비하여 수작업으로 관련 정보를 추출하는

방식으로는 역학조사의 신속성을 담보해주지 못한다. 다섯째, KAHIS에 저장된 정보의 일부는 GIS 기반의 결과로 표현해주고 있지만 축산차량 이동 정보와 같은 big data를 역학조사에 효과적으로 활용할 수 있는 시각화 방안이 충분히 반영되어 있지 않다. 특히 대부분의 급성 가축전염병의 경우 최초 발생 농가와 역학적으로 관련된 고리를 통하여 감수성 농장에 전파된다는 점을 감안하면 역학 조사과정에서 초기 발생농가의 위치 및 시점, 축종 및 규모, 해당 농가를 경유한 전파매체(축산관련 인력 및 차량)의 이동경로 및 그에 따른 타 농가의 공간적 확산경과 등을 체계적으로 파악해야 한다. 따라서 KAHIS에 저장된 방문차량 및 방문자 정보, 질병발생상황 정보, 인접농장 사육현황, 외국인 근로자 현황, 축산인 해외여행 현황 등 역학 관련 자료를 통합하여 실시간으로 조회함으로써 체계적인 역학조사가 이루어지도록 개선하는 것이 시급하며, 국내 ICT 기술과 모바일 기기의 급속한 발전과 보급의 확대에 따라 시각화 기술 실현은 충분히 가능하다.

AS-IS	TO-BE
피조사자의 면접에 의존하여 자료를 수집한 후 KAHIS에 별도로 등록하기 때문에 역학정보의 즉시 활용이 불가능함	조사 전 또는 조사 과정에서 KAHIS의 정보를 실시간 조회하여 역학조사를 진행함
조사 내용은 한글, 엑셀 파일의 형태로 보고되어 분석 활용가능성이 낮음	웹 베이스로 구축되는 역학조사 입력 지원시스템에 현장에서 즉시 입력함으로써 시간 단축과 정보의 활용가능성을 높일 수 있어 KAHIS 정보의 현행화에 기여할 수 있음
초동방역관리 GIS 시스템: 신고농장 및 지역현장 상황조회, 통제초소 및 전자방역대 설치 가능하지만 상황실에서 전달된 사진 파일 형태로 전달되어 활용성이 저하됨	축산관련 시설을 통합한 차단방역 지대 선정을 GIS 기술로 구현하며 이러한 정보를 현장에서 실시간으로 확인할 수 있도록 개선함
방역조치관리 GIS 시스템 : 이동제한 등록 등 방역조치관리, 살처분 매립지 조회 등 전염병 발생관리, 통제현황 조회, 통계 조회 등이 GIS등을 통해 조회, 출력되고 있으나 현장에서는 접속이 어려움	태블릿 PC를 이용하여 현장에서 직접 관련 정보를 조회할 수 있도록 개선함
축산차량의 이동정보는 차량무선인식(GPS) 기술을 활용하여 수집되고 있으나 가축이동 정보의 수집체계가 제한적임	가축운반 차량의 방문정보 분석을 통해 축종별, 성장단계별 이동현황 및 농장간 이동경로추적 프로그램 등 분석기능 강화
축산농장정보에 대한 공간 DB 확보	농장정보를 비롯한 축산시설 관련 모든 자료에 대한 공간 DB를 구축함

(4) 정보의 시각화 및 의사결정 지원 시스템 개발

- 가축전염병은 시공간상에서 발생하기 때문에 발생지점의 지리적 위치와 시점에 관한 정보는 시간과 공간적 차원에서 차단방역 조치를 도출하는데 필수적으로 요구된다. 시간적 개념은 차단방역 조치의 경시적 타당성, 공간적 개념은 지리적 영역의 타당성에 관한 것이다. 과거 구제역 등 가축전염병 발생 사례에서 볼 때 질병발생에 대한 시공간적 이해와 통합적 분석능력이 부족하여 타당성이

결여된 방역조치로 인해 확산을 차단하지 못하였는데 이는 역학정보를 2차원적으로 해석하고 시각화하지 못하였다는 것을 의미한다. 단일 사건 내에서도 질병발생 양상은 경시적으로 변하기 때문에 방대한 역학정보를 실시간으로 수집·분석·가공하여 역학조사에 활용할 수 있어야 효과적인 대응이 가능하다.

- 질병발생 현장에서 접하게 되는 무엇(what), 어떻게(how), 왜(why)와 관련한 의사결정 문제에 대하여 역학조사관의 전문가적 판단에 근거하여 조사내용과 방향에 대한 의사결정이 이루어지고 있지만 유행 기간 중 수집되는 방대한 정보를 사람의 인지능력으로 통합하여 파악하는 것은 불가능하다. 가축전염병 발생 양상을 정확히 규명하기 위해서는 발생 농가와 관련된 다양한 역학 자료와 실험실 검사결과를 비롯한 다양한 정보를 통합적으로 연계·분석할 수 있는 의사결정 시스템 개발이 필수적으로 요구된다. 질병은 단일 요인에 의하여 발생하는 경우는 매우 드물고 대부분 다요인(multifactorial)에 기인하여 발생한다는 점에서 발생 현장에서 수집된 방대한 정보를 통합할 수 있어야 역학조사의 효율성이 향상되고 전염병 확산과정에 따라 적절한 방역조치에 대한 의사결정을 내리는데 도움을 주기 때문에 역학정보의 통합은 질병발생의 다요인성을 반영하는 것이라고 할 수 있다. 가축전염병이 발생한 농가에서의 현장자료를 효율적으로 수집하여 정보를 누적하고 이를 적절하게 분석함으로써 현장에서 파악하기 어려운 역학정보를 도출하고 이를 공유하는 ICT 기반의 의사결정 지원시스템이 요구되고 있지만 현행 KAHIS에서는 이러한 기능이 탑재되어 있지 않아 개선이 시급하다.

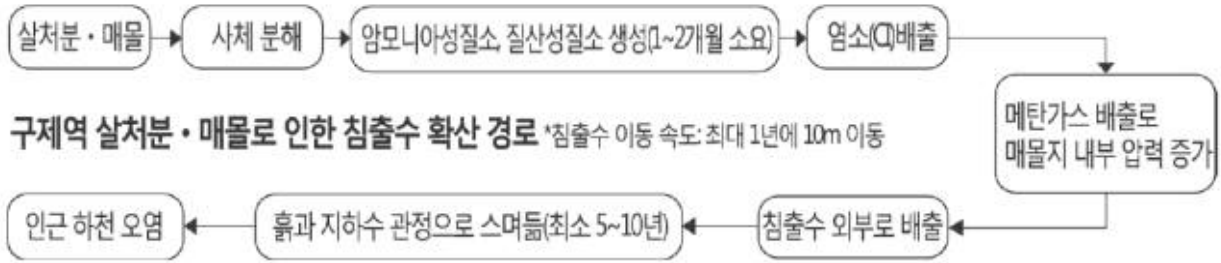
(5) 매몰지 선정 및 사후관리 체계 확립

- 바이러스의 확산을 차단하기 위해서는 신속하게 가축을 살처분 매몰하는 것이 일반적이다. 가축전염병 발생 시 감염축은 가축전염 예방법에 따라 모두 도살, 매몰, 소각 등의 방법으로 처리하도록 되어 있으며 우리나라는 대부분의 경우 매몰의 방법으로 처리하고 있다. 2010-2011년 발생한 구제역과 2014년 발생한 조류 인플루엔자의 경우 해당 질병에 감염된 가축은 모두 살처분에 의한 매몰의 방법으로 처리되었다. 또한 농림수산식품부(2011. 4월)에 의하면 2010-2011년 구제역 발생으로 전국적으로 4,799개소의 매몰지(소 2,212개소, 돼지 2,251개소, 닭 66개소, 오리 138개소, 기타 132개소)에 총 10,553,587두를 매몰한바 있다.
- 가축 매몰은 침출수 및 악취 문제, 토양, 지하수 및 생태계 환경에 오염문제를 유발할 수 있다. 가축 사체의 70%는 수분을 함유한 부패성 유기물질로 구성되어 있기 때문에 사체가 부패하는 과정에서 자연적으로 다량의 침출수가 발생하게 된다. 이러한 침출수에는 병원성 미생물이 존재할 가능성과 함께, 다양한 유기오염물질이 포함되어 있다. 또한 살처분에 사용된 소독제 및 항생제 등 다양한 오염원이 함께 내포되어 있다. 침출수가 지하수계로 유입될 경우 지역과 위치에 따라 그 이동속도나 저감의 정도가 다르게 나타나며, 그 관리가 거의 불가능하다. 지하수 내에서 확산·분산·이송 과정을 통해 퍼져나갈 뿐만 아니라 지하수가 통과하는 주변 토양이나 대수층을 구성하는 지질매체에 흡착하거나 공극을 채우고 있는 수분에 오염물질이 머무르면서 향후 빗물이 침투해 들어오면 다시 오염물질이 용해되어 이동함으로써 지속적으로 오염운(contaminant plume)을 만들어내는 작용

을 하게 된다(홍성만·하동현, 2012). 매몰지의 침출수 누출은 매몰과정의 부주의로 차수층 훼손, 매몰지 입지 설정의 실패, 관련 시설의 미설치 등 다양한 원인에 의하여 발생한다. 일단 침출수 누출이 발생하게 되면, 침출수를 일정부분 수거한다고 하더라도 우기가 오면 우수의 침투로 또 다시 침출수가 발생하기 때문에 침출수 전량을 효과적으로 회수하는 것은 불가능하다(박준범, 2011).

◦ 구제역, 조류인플루엔자 등 국가 재난형 질병 발생시 대량의 폐사축 매몰지에서 발생하는 침출수에 의한 토양 및 지하수 오염, 악취 문제 등을 해소하기 위하여 폐사축 매몰 후보지 선정에 대한 과학적 기준이 마련되어야 한다. 가축 매몰 후보지는 해당 지역의 과거 질병발생 양상, 가축사육 규모, 비누화시설, 랜더링 시설, 축분 공공처리시설의 활용 가능성 등을 고려하여 침출수의 유출이 최소화 될 수 있는 지역을 매몰지로 선정하는 것이 중요하다. 가축전염병에 감염된 가축의 살처분 매몰지를 선정할 때 가장 중요하게 고려할 요소의 하나는 병원체 오염원이 발생농장으로부터 외부로 누출 또는 전파되는 것을 차단하기 위하여 발생농장 내에서 살처분 매몰지를 우선으로 선정하고, 발생농장내에서 살처분 매몰지 확보가 어려울 경우에는 발생농장으로부터 인접한 공터나 인근 지역의 시·군 또는 국유지, 소각로(랜더링 시설), 쓰레기매립장 등에서 살처분 대상 가축을 처리하며, 살처분 매몰지 선정 시 발생지역 현장 상황에 맞추어 매몰지를 선정하지만 발생농장 외에는 반드시 살처분 매몰지 주변은 축산농가를 피해야 하며, 특히 감수성 축종이 사육되고 곳을 피해야 한다. 또한 이때 반드시 환경적 요소를 고려는 필수이다.

◦ 매몰지에서 발생하는 이러한 침출수가 유출될 경우 1차적으로 상수원과 지하수, 농작물 등을 오염시킬 수 있으며, 2차적으로는 수생 생태계와 사람에게 영향을 줄 수 있다(김동우 등, 2014). 환경부(2008)에 따르면, 농어촌 지역 면 단위 인구의 55%, 읍 단위 인구의 14%는 필요한 수자원을 지하수나 계곡수에 의존하고 있어 폐사축의 매몰지의 침출수에 의한 지하수 오염은 보건학적으로 매우 심각한 문제를 초래할 수 있다. 대규모 가축매몰지역에 대한 사후관리가 미비하면 지역주민의 건강문제와 2차 환경오염 문제를 야기할 수 있기 때문에 자연 생태계와 공중보건학적 문제를 고려하여 사후관리체계를 강화하는 것이 매우 중요한 정책적 과제다. 매몰지의 침출수가 유출될 경우 지하수의 이동 속도는 지역과 위치에 따라서 100배 이상의 차이가 날 수 있으므로 적어도 몇 년 이상 중장기적인 모니터링과 분석이 수행된 이후에 관리의 종료 여부를 결정하여야 한다(홍성만·하동현, 2012). 우리나라의 경우 살처분에 의한 매몰지 관리를 3년으로 한정하고 있지만 3년 이후에도 매몰지에서 직접적으로 오염물질이 배출될 수 있으며, 매몰지 주변에 축적되어 있는 오염물질이 수년~수십년 동안 주변지역으로 확산될 수 있다는 점을 고려하여 체계적으로 관리하기 위해서는 매몰지 관리 시스템이 반드시 필요하다.



출처: 경향신문 (2011.2.11.)

그림 1-1-1-3 구제역 살처분 매물에 따른 침출수 확산 경로

◦ KAHIS에서 제공하는 가축매몰지 관리는 사후관리 위주의 업무처리, 관제 및 통계관리로 구성되어 있다. 그러나 가축매몰지와 인근에 하천이나 지하수 정보 등 수문 환경과 관련된 정보를 고려하지 않은 채로 구축되어 있으며, 가축매몰지에 대한 사전 입지 후보지의 적정성에 대한 평가가 이루어진 바 없고, 가축매몰지 최적지 선정에 대한 과학적이고 정량적인 기준이 미흡한 상황이다. 또한 농식품부의 가축질병방역체계 개선 및 축산업 선진화 세부방안에 따르면, 가축사육업 허가를 위해서는 매몰 후보지 등 폐사축 처리와 관련된 시설의 확보를 요구하고 있다. 따라서 매몰지의 선정과 관련하여 지하수의 흐름과 연계된 종합적인 위치 선정과 이러한 정보를 활용할 수 있는 체계적 의사결정 지원시스템이 필요하며, 한국수자원공사에서 개발하여 보유하고 있는 수문지질도 정보를 KAHIS 가축질병 사후관리시스템과 연계하여 폐사축 매몰 시 발생할 수 있는 환경오염 등을 예방하기 위한 연구가 필요하다. 전염성이 매우 높은 가축전염병이 복합적으로 발생할 경우 단기간에 전국적으로 많은 수의 매몰지를 조성하여야 하는 응급상황이 발생할 수 있으므로 이에 대비하여 활용 가능한 매몰 후보지 정보를 사전에 구축해 둘 필요가 있으며, 응급 상황 시 별도의 추가적인 분석 없이 매몰 후보지 선정에 이러한 정보를 신속하게 활용함으로써 매몰지 입지 선정 시간을 최소화하여 신속한 차단방역이 가능해진다.

1-3. 연구개발 범위

[제1세부] 강원대학교

가. 역학조사분석 지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템 개발

(1) 매몰지선정 의사결정 지원시스템 개발

(가) 행정구역별 주요 매몰 후보지 선정

(나) 2011-2015년 구제역 매몰지 선정의 적절성 평가

(다) 매몰 후보지 주제도 및 등급도 제시

(라) 매몰 후보 예정지 선정 및 평가 결과에 대한 정책대안 제시

[제2세부] 농림축산검역본부

가. 역학조사분석 지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템 개발 수요 조사

(1) 역학조사분석 지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템 구축

(가) 개발 수요조사 및 현장 적용 평가 시험

(나) KAHIS와의 연계 및 현행화를 위한 제안서 작성

나. 살처분 가축매몰지 선정과 관리시스템 개발 수요조사 및 병원체 전파 위험요인 평가

- (1) 살처분 가축매몰지 선정과 관리시스템 개발 수요조사
- (2) 병원체 전파 위험요인 평가와 현장 적용 평가시험
- (3) KAHIS와의 연계 및 현행화를 위한 제안서 작성

다. KAHIS 상 포탈적 역학조사분석시스템 및 의사결정지원시스템의 실효적 구축

- (1) 역학조사분석시스템 및 의사결정시스템의 과거 국내 사례분석
- (2) 역학조사분석시스템 및 의사결정시스템의기반조성 연구

[제1협동] 이지팜

가. ICT기반 역학조사 입력지원 시스템 개발

- (1) 역학조사 분석 선진 국내외 사례 발굴 및 적용가능성 검토
- (2) 모바일 역학조사 입력지원시스템 개발
 - (가) 방역현장에서 신속하게 역학조사 및 방역조치 결과를 등록, 조회, 활용할 수 있도록 현장방역 지원기능 강화
 - (나) 시스템의 고도화
 - ① 시스템 검증을 통한 DB구조 고도화 및 시스템 고도화
 - ② 모바일 UI Interface 디자인 보완
 - (다) 입력된 질병정보 데이터를 활용하여 분석 결과 표출
- (3) 국가동물방역시스템과의 연계방안 제시
 - ① 전체시스템의 연계도 구성

[제2협동] 망고시스템

가. GIS 기반 통합적 역학분석 및 매몰지 선정 의사결정 지원 시스템 개발

- (1) 통합적 역학조사 분석 시스템 개발
 - ① 제1세부(주관) 강원대 연구 결과(통합적 역학조사 분석 모델 개발)의 시스템 구현
- (2) 매몰지 선정 의사결정지원 시스템 개발
 - ① 제1세부(주관) 강원대 연구 결과(매몰지 선정 의사결정지원 모델 및 데이터 구축)에 대한 의사결정지원 시스템 개발
- (3) GIS 기반 통합적 역학분석 및 매몰지 선정 의사결정 지원 시스템 고도화
 - (가) 개발 제품의 고도화
 - ① 통합적 역학조사 분석 시스템 고도화
 - ② 시스템 시범 적용을 통한 추가기능 개발과 사회 연결망 그래프 등 방법론을 개선하여 시스템에 적용
 - ③ 매몰지 선정 의사결정지원 시스템의 고도화 및 매몰지 현황관리시스템 기능 설계
- (4) 국가동물방역시스템과의 연계방안 제시
 - ① 제1협동 연구기관인 (주)이지팜과 협업으로 1차년도에 구현된 통합적 역학조사 분석 시스템, 매몰지 선정 의사결정지원 시스템의 국가동물방역시스템과의 연계방안 제시

매몰지 선정 의사결정지원 시스템

방법론 및 데이터 구축



의사결정지원 시스템



2. 국내외 기술개발 현황

(1) 국내 연구동향 및 시사점

◦ 국가동물방역통합시스템(KAHIS, www.kahis.go.kr)은 가축질병의 예방, 예찰, 진단통제 등 방역업무처리시스템으로 가축질병의 사전예방 및 신속한 질병전파 차단 중심의 첨단 IT기반의 선진화된 가축방역시스템이다. 최근에는 축산물품질평가원, 가축위생방역지원본부 등 각 기관에 분산되어 있는 축산정보를 일원화하는 축산농장 통합 DB 사업을 진행하고 있다.

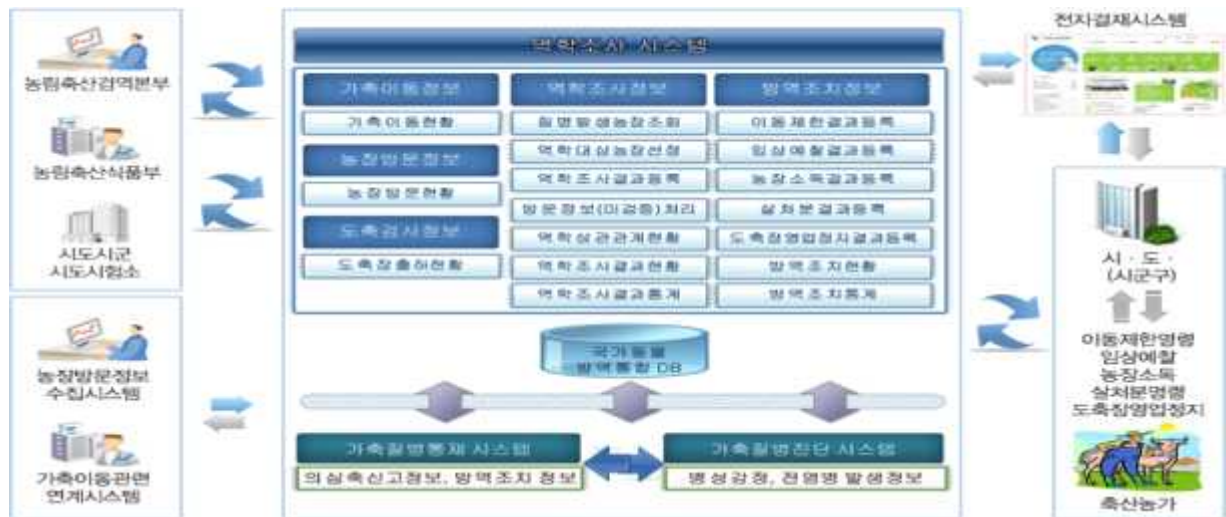


그림 2-1-1-1 KAHIS 역학조사 시스템 구성도

◦ 검역본부는 가축방역 관련 공간정보를 분석 통합하여 GIS 기반의 가축방역안전지도를 구축하고, GPS 축산차량의 정보를 활용하여 축산차량 통합관제 시스템을 개발 하고 축산차량의 이동정보 등 대용량 정보를 활용하여 차단방역 정책 수립에 활용할 예정에 있다.



그림 2-1-1-2 GIS 기반의 가축방역안전지도



그림 2-1-1-3 GPS 이용 축산차량 정보 조회

축산분야에서 ICT, BT 기술 등을 활용하여 차단방역 정책에 사용하기 위한 연구로는 본 과제의 제1협동연구기관인 (주)이지팜에서 진행한 원격감시 현장 가축방역 통제시스템 개발 정책 연구(2014)가 있다. 박훈동 등(2014)은 질병발생시 진단요원의 부족 등을 어려움을 극복하기 위하여 영상진단 장비 등을 활용하여 현장에서 실시간으로 조기 질병검색, 진단 및 질병발생 시 IT기술을 활용한 실시간 현장 방역시스템 구축관련 타당성을 검토하고, 질병검색지원시스템과 원격 현장중계 시스템, 농장이동통제 시스템, 종합상황실 시스템 등을 제안하였으며, 제안된 농장이동통제시스템의 목표서비스 구성도는 다음과 같다.



그림 2-1-1-4 농장이동통제시스템 목표서비스 구성도

ICT 기술을 활용하여 현장 역학조사 지원시스템을 구축한 사례로 박예진·염재홍(2013)의 연구에서

는 실시간 재해 공간 DB 수집을 위한 구제역 방문조사 모바일 웹 앱을 프로토타입 시스템으로 구현한 뒤 시나리오를 가정하여 활용성을 예시하였다. 이 시스템은 클라우드소싱과 모바일 웹앱 기술을 결합하여 역학조사에 직접적으로 관여하는 관계 전문가뿐만 아니라 불특정 다수가 현장 상황을 자료로 기록할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 이는 구제역 발생을 관찰한 불특정 다수가 웹 앱을 통하여 자발적으로 리포팅함으로써 현장자료를 구축하는 기능을 포함하고 있으며 아래 그림은 저자들이 제안한 연구 내용을 모식도로 재구성한 것이다.

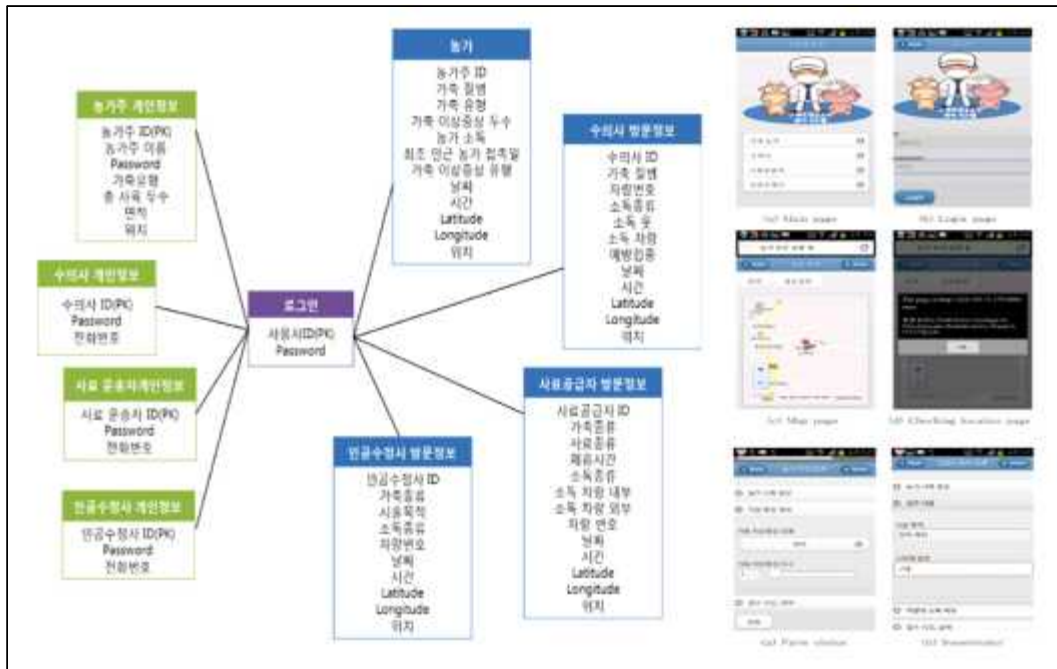


그림 2-1-1-5 구제역 방문조사 모바일 웹앱 프로토타입 시스템 구축 사례

- 경민주·염재홍(2012)은 가축전염병 발생현황을 통계로 집계한 정보와 발생 농가의 공간적 위치정보 및 특성을 다차원적으로 지원하기 위하여 open source 기반의 가축전염병 예찰 및 방역 의사결정 지원시스템을 구현한바 있다. 이 시스템에서는 발생현황에 대한 텍스트 기반의 분석정보와 함께 지도 및 그래프 등을 연동하여 분석결과를 시각화함으로써 직관적 의사결정을 돕기 위한 측면에 시스템 구축의 초점을 두고 있다. 아래 그림은 저자들의 연구 내용을 재구성하여 시스템 활용성 가능성을 예시한 것이다.

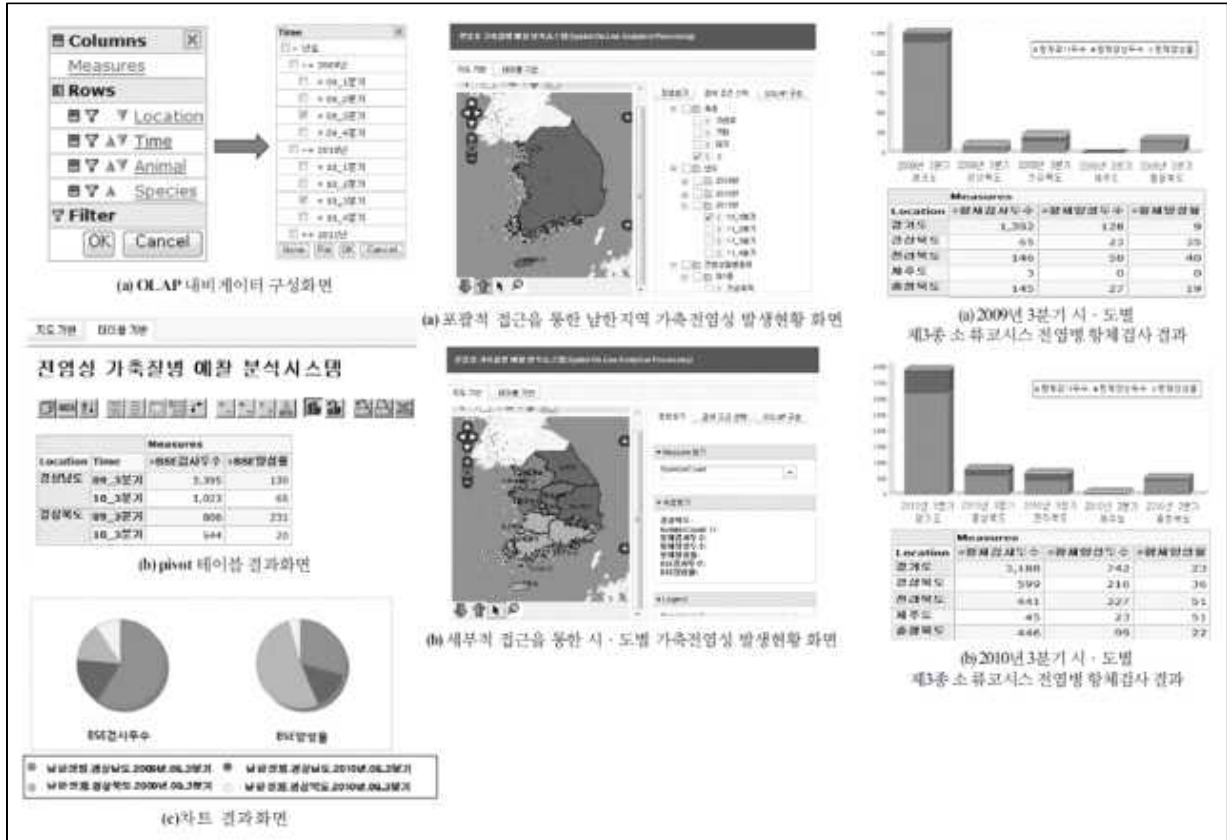


그림 2-1-1-6 가축전염병 예찰 및 방역 의사결정 지원시스템 구축사례

- ICT기술을 활용하여 폐사축 매몰지의 친환경적 관리방안을 연구한 사례로는 김계훈 등(2008)이 수행한 ‘가축매몰에 따른 환경오염관리방안 마련’ 연구가 있다. 이 연구에 따르면 매몰지 입지 후보지를 선정할 때 지상인자(지표수체, 도로, 주거지, 생산시설 등과의 거리, 지형)와 지중인자(토양, 복토두께, 우물로부터의 거리, 매립지 바닥에서 지하수위 까지 깊이)를 고려해야 하며, 문헌조사 등을 통해 지표수체와의 거리 30m, 도로/생산시설과의 거리 30m, 주거지와의 거리 90m, 우물(관정)으로부터의 거리 75m, 매립지 바닥에서 지하수위까지 깊이 1m 기준을 제안하였다. 최광준 등(2011)은 ‘긴급 살처분 매몰지 침출수에 의한 오염지하수 확산방지 연구’에서 매몰방법의 문제점과 개선방안을 제시하였으며, 폐사축 매몰이 지하수 환경에 미치는 영향 및 매몰지 침출수 확산방지 방안을 검토하였다.
- 국토연구원(2014)에서 수행한 ‘국민행복과 건강국토를 위한 가축재난 GIS 고도화 방안’ 연구에서는 지속가능한 국토공간의 효율적 관리를 위하여 매몰지 입지 선정과 매몰지 관리를 위한 GIS 기반의 매몰지 관리 시스템의 필요성을 제안하였다. 저자들은 가축 재난과 관련된 정보화 현황, 시스템의 수요 분석과 관리모형을 제시하는 등 정책개선 방안을 제시하였다. 또한 매몰지 입지 선정의 경우 가축 전염병이 발생하고 있는 긴박한 상황에서는 사후분석을 통하여 매몰지를 선정하는 것이 시간적으로 제한되므로 폐사축 매몰이 가능한 후보지를 사전에 선정하여 분석한 결과를 주체도로

제작하고 후보지 분석에서는 다양한 기관에서 보유하고 있는 공간정보를 유기적으로 연계하는 것이 중요하다고 강조하였다.

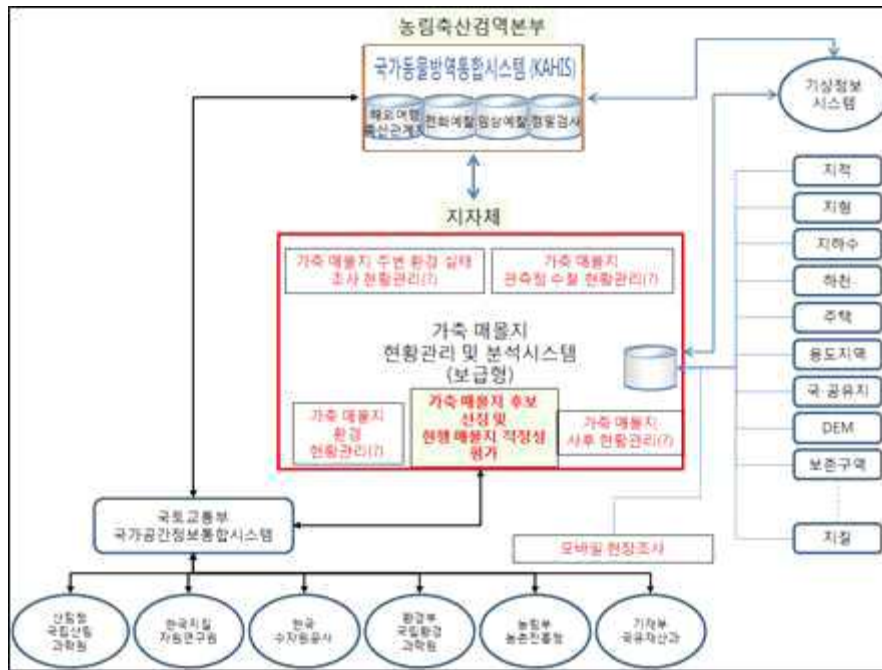


그림 2-1-1-7 가축매몰지 의사결정 체계 구상도

(2) 국외 연구동향 및 시사점

◦ Lin과 Heffernan (2011)는 이동전화 네트워크 시스템을 활용하여 저비용으로 편리하게 활용할 수 있는 HPAI 감시 시스템(surveillance system) 개발에 관한 연구를 수행하였다. 본 감시 시스템의 목적은 특히 HPAI의 전세계적 발원지 중 하나인 동남아시아 저개발 국가들의 경우 체계적인 감시 시스템을 갖추지 못한 사회적 인프라 여력이 충분치 못함을 전제로 예방 및 피해저감을 위한 정책입안 및 의사결정 과정에서 활용할 수 있도록 하는 것이다. 이 연구 역시 점점 보편화되고 휴대성 측면에서 현장상황을 기록하기에 편리한 이동전화를 전송수단으로 활용한 시스템 구축을 통하여 가축전염병 전파확산을 저감하기 위한 노력의 일환으로 수행되었다. 아래 그림은 저자들의 연구내용을 재구성한 것이다.

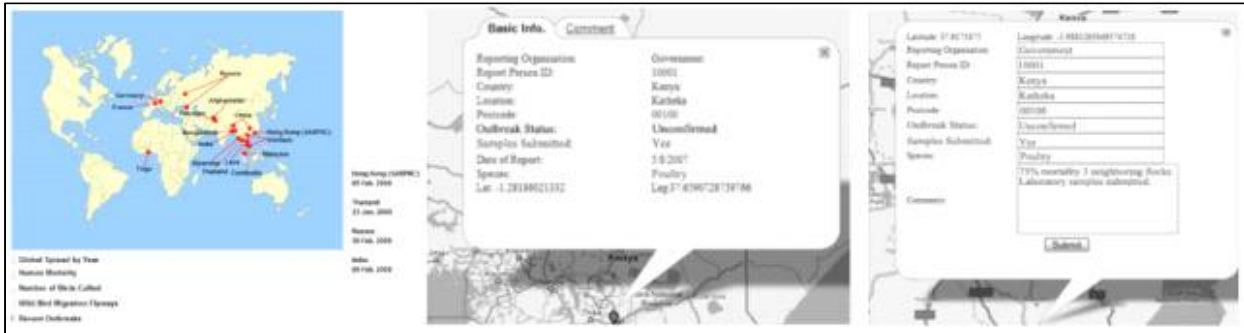


그림 2-1-1-8 이동전화 시스템 기반의 HPAI 감시 시스템 구축 사례

◦ Meloni 등(2011)은 사람의 이동 및 교통수단 등을 고려하여 사회관계망으로 표현하여 가축전염병에 확산에 관한 이해를 높이기 위해 전염성 질병의 확산에 영향을 주는 요인에 관한 연구를 수행한 바 있다(Modeling human mobility responses to the large-scale spreading of infectious disease). 이 연구에서는 집단의 상태를 감수성 집단(S), 감염집단(I), 회복집단(R)으로 구분하고, 점선의 화살표로 이동이 이루어지는 것보다 화살표(파란색)로 이동이 이루어지면 감염이 확산될 우려가 있음을 의미한다.

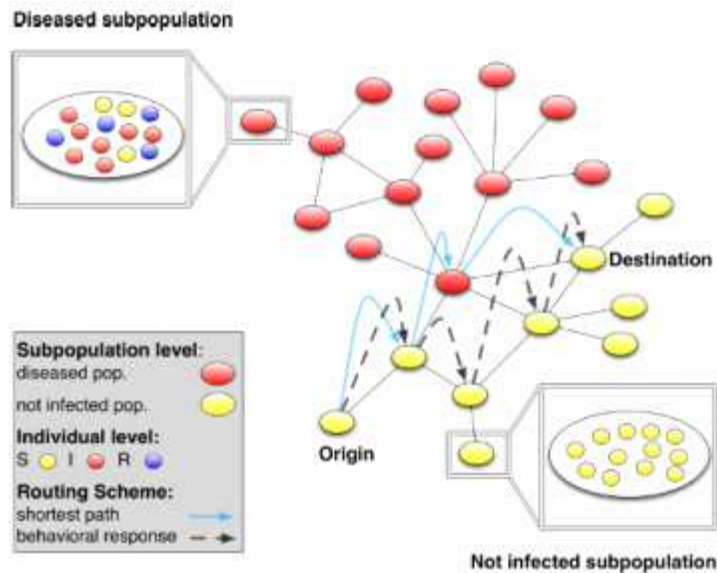


그림 2-1-1-9 질병의 전파와 사회관계망

◦ Wahl 등(2012)은 One health 개념에 근거하여 재난형 질병을 감시하고 예방하기 위한 러시아의 Electronic Integrated Disease Surveillance System(EIDSS)에 대해 분석하였다. 병원 및 병성감정기관 등 말단에서 수집되는 정보를 웹과 모바일 환경에서 GIS 기술을 활용하여 제공함으로써 질병의 예찰과 예방에 기여할 수 있음을 제시하였다. 이와 함께 병원체에 대하여 FRID의 기술 등을 활용하여 관리함으로써 수집, 조사 및 보관 과정에서 추적성이 담보된다고 보고하였다(Electronic

Integrated Disease Surveillance System and pathogen asset control system).



Freezer 1 [HSDO-1303]. Shelf 1.Box 1					
	Container ID	Pos	Material #	Container Type	Microorganism / Sample type
1	 C100061	4	M100008	Ampoule	Brucella suis
2	 C100062	5	M100008	Ampoule	Brucella suis
3	 C100065	18	M100008	Ampoule	Brucella suis

그림 2-1-1-10 Electronic Integrated Disease Surveillance System(EIDSS)

- Boenderl 등(2007)은 네덜란드의 사례를 통해 조류인플루엔자, 구제역, 돼지열병 등 재난형 가축 전염성 질병의 확산을 결정하는 변수에 대하여 수학적, 확률적 기법을 활용한 연구에서 질병 전파와 관련하여 농장의 밀집도를 분석하고 이 모델을 활용하여 살처분의 반경 등에 따른 질병의 통제 효과 등을 예측·분석한바 있다(Risk Maps for the Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza in Poultry).

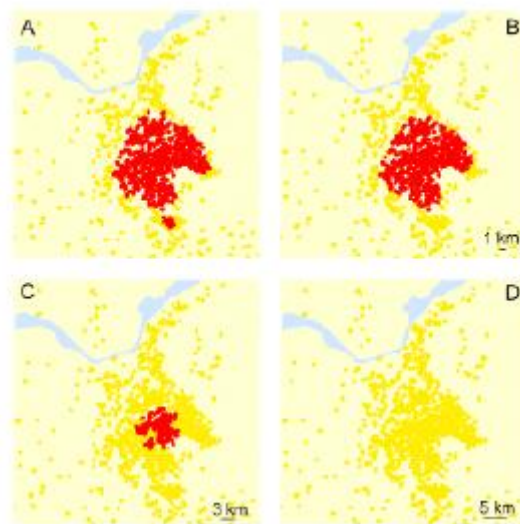


그림 2-1-1-11 네덜란드 농장밀집도 예

- 호주의 경우 가축전염병 위기대응 전략에 따라 시뮬레이션 기법을 활용하여 질병의 확산 양상 및 통제 전략의 효과성 및 경제성 분석을 수행하고 있다. 아래의 그림은 확률적, 공간적 시뮬레이션

기법을 활용한 Australian Animal Disease Spread(AADIS) 모델의 결과로 이 모델은 AusSpread 라는 확산 모델로 발전하였다.

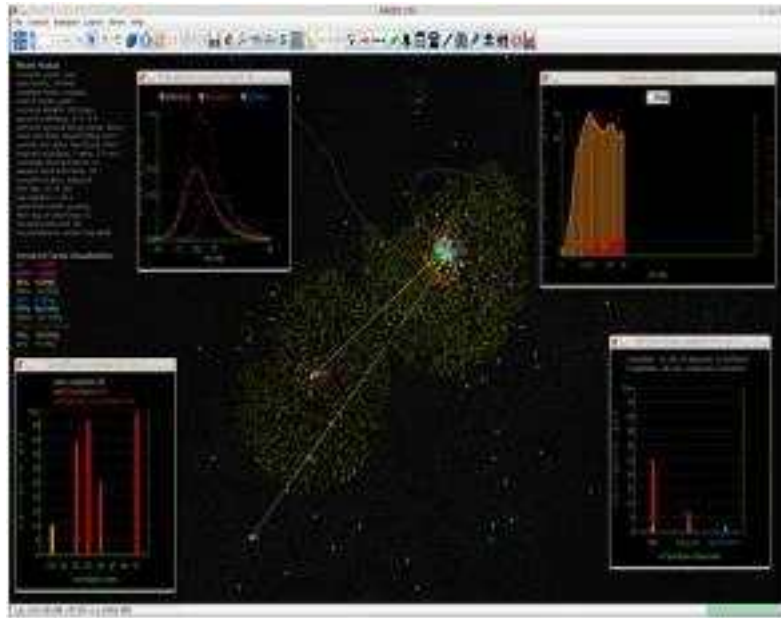


그림 2-1-1-12 Australian Animal Disease Spread(AADIS)

- 미국의 아리조나 대학이 운영하는 BioPortal은 구제역에 대한 실시간 인터넷 감시망을 구축하여 운영하고 있으며, 아래 그림은 바이오포탈의 구제역 모델을 예시한 것이다.

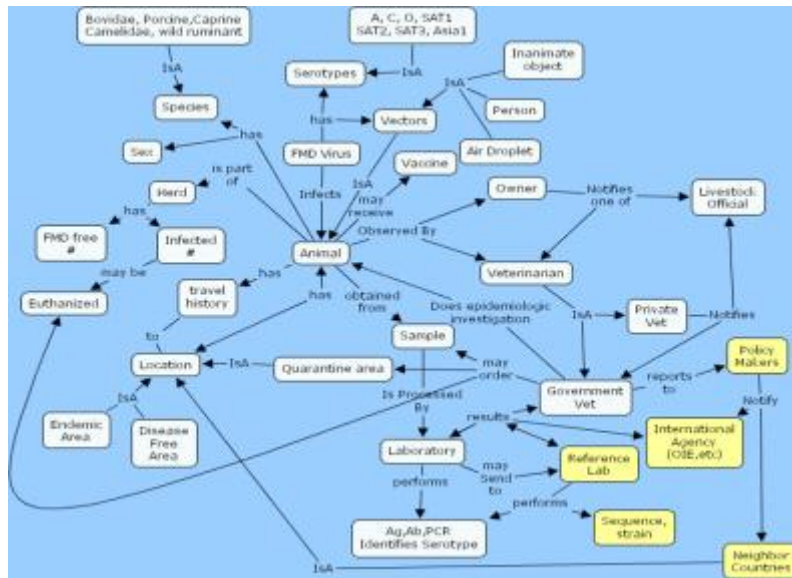


그림 2-1-1-13 Bioportal 예

- Lombardo 등(2003)은 미국에서 민간과 군이 협력하여 진단정보 뿐만 아니라 비진단 정보를 공유하고 통합하여 질병 예찰에 활용되고 있는 ESSENCE II (Electronic surveillance system for the

early notification of community based Epidemic) 시스템의 전염병 조기경보 정보체계를 분석하였다.

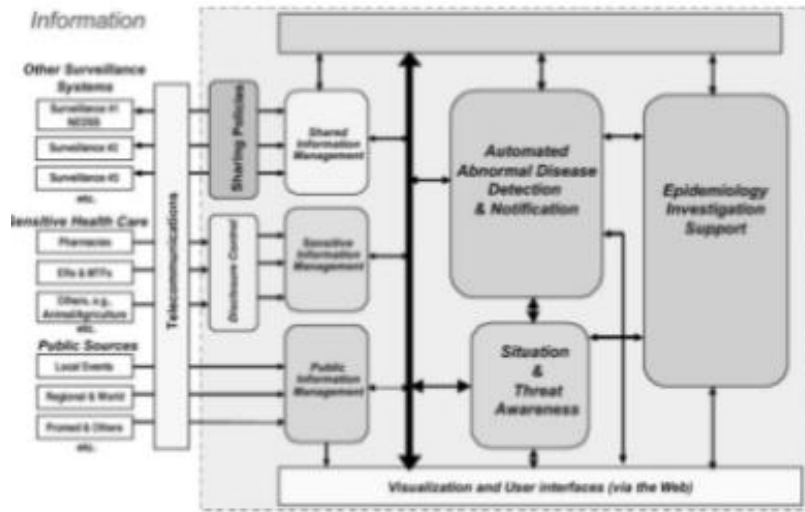
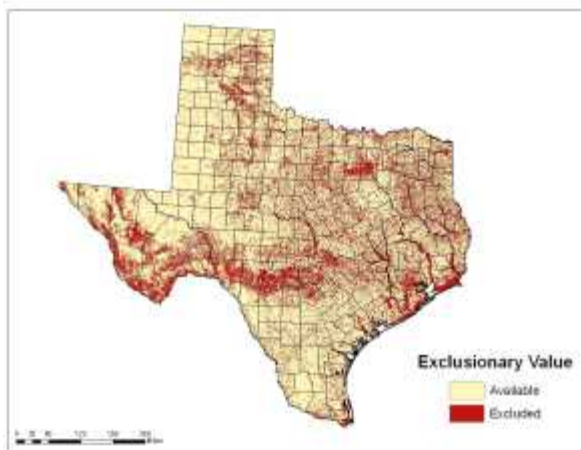
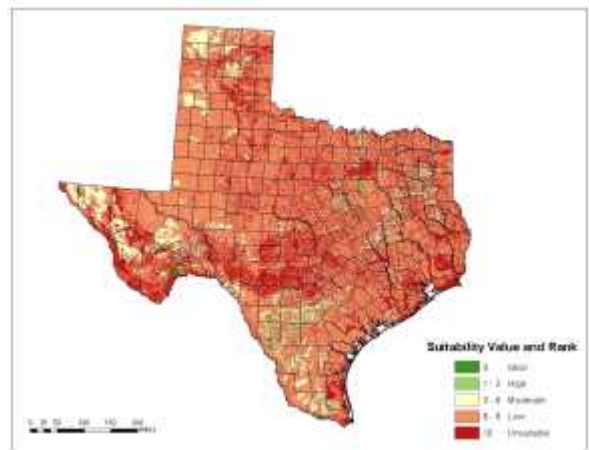


그림 2-1-1-14 Electronic surveillance system for the early notification of community based Epidemic

- 미국의 USDA에서는 GIS를 이용하여 폐사축 매물 후보지를 사전에 선정하고 있는데 매물지 입지에 영향을 줄 수 있는 다양한 공간정보 레이어들을 GIS를 이용하여 분석 하는 방법으로 매물 후보지를 평가하였다. 매물지 선정에 있어서 배제 요소가 되는 공간정보를 GIS의 중첩분석과 버퍼분석 방법으로 분석하여 배제지역을 선정하고, 배제지역 이외의 지역에 대하여서는 추가적인 적정성 분석을 통하여 폐사축 매물 후보지로서 적정성을 등급화된 주제도로 제작하여 제공한바 있다.



<매물 가능지역과 배제지역>



<매물 가능지역의 적정성 등급>

그림 2-1-1-15 GIS를 활용한 매물 가능지역과 배제지역 예

- 일본은 가축방역 지도 프로그램을 개발하여 이상 가축 발견 시 신속하게 해당 농장에 대한 자세한

목록을 확인하고 가축 전염병 발생이 의심되는 경우에는 청정성 검사지역, 이동제한구역, 반출제한 구역을 설정하며, 지역 내 가축 사육농장이나 매몰지, 집회장, 소독 위치 등을 출력하는 기능을 가진 GIS 기반의 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 지역의 현 단위에서 방역연습용으로 개발된 이후 기능 업그레이드와 방역지도 추가 작업을 지속적으로 추진하고 있다.



그림 2-1-1-16 위성사진과 GIS 데이터를 이용한 일본의 가축방역지도

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

[제1세부] 강원대학교

(1) 시공간통계 분석기법을 활용한 구제역 발생 고위험 지역 탐색

① 개요

◦ 구제역(Foot-and-Mouth Disease: FMD)은 소, 돼지, 양과 같이 발굽이 갈라진 유제류(有蹄類) 포유동물에서 발병하는 전염력이 강력한 가축질병들 중 하나로, 발병 시 막대한 경제적 피해가 우려된다(Bessel 외, 2010; Keeling, 2005; Lee 외, 2012; Menach 외, 2005; Pinto, 2004; Perez 외, 2004; Riley, 2010). 따라서 발생 초기에 신속한 방역조치가 이루어질 필요가 있다.

◦ 전염력이 강한 가축질병은 발생한 농가를 중심으로 상호교류 등이 이루어진 농가들을 중심으로 확산되기 때문에 시간의 흐름에 따른 발생위치의 분포패턴에 대한 면밀한 감시활동이 필요하다. 지리적 공간상에서 이루어지는 역학조사 및 방역활동의 효율성을 뒷받침하기 위해서는 가축질병이 발생할 위험이 높은 지역에 대한 실증적 이해가 필요하다. 가축질병 발생위험이 높은 지역이란 일반적으로 예상되는 수준을 넘어서 높은 발병빈도를 보이는 지리적 범위를 의미하는 경우가 많다(Ersbøll and Ersbøll, 2009). 가용한 역학자원이 한정되어 있음을 고려할 때 가축질병 발생 고위험 지역을 파악하는 것은 자원투입의 우선순위를 부여하기 위한 단초정보로 활용성이 높다(Burke and Beilage, 2003; Chhetri and Perez, 2010; Martinez-Lopez 외, 2009; Pfeiffer 외, 2008).

◦ 가축질병 발생 및 전파·확산에 영향을 미칠 수 있는 요인들 각각의 기여도를 정확하게 구분하기는 어렵지만, 이러한 요인들이 복합적으로 작용하여 질병이 발생한 것은 분명하다. 가축질병 고위험 지역이란 이러한 요인들이 강하게 상호작용한 결과로 형성된 지리적 공간상에서의 특정한 지역적 범위로 볼 수 있다.

◦ 만일 위험요인들의 영향이 없었더라면, 고위험 지역이 우연히 형성되었을 가능성은 극히 낮다. 다시 말하면 고전염성 가축질병과 같은 지리적 사상(geographic event)이 지리적 공간상에서 군집한 패턴은 이러한 위험요인들의 복합적 상호작용의 결과로 볼 수 있다. 지리적 사상들이 공간상에서 군집한 정도 즉, 공간군집도(degree of clustering)는 질병발생의 위험수준을 가늠하기 위한 지표로 활용되어져오고 있다.

◦ 위험요인들의 공간적 상호작용은 일종의 공간과정(spatial process)을 형성하게 되고, 이러한 공간과정이 공간패턴(공간군집도 등)을 만들어내는 것으로 볼 수 있는 것이다(O'Sullivan and Unwin, 2003). 공간과정에 의하여 형성된 공간적 군집패턴은 공간적 무작위성(complete spatial randomness: CSR, 혹은 independent random process: IRP)을 전제로 형성된 준거패턴(reference pattern)인 공간적 무작위 패턴(spatial random pattern)으로부터 얼마나 벗어났는지 정도를 정량화함으로써 통계적 유의성을 가늠하게 된다.

◦ 공간통계학(spatial statistics) 분야에서는 지리적 사상들의 공간적 군집도를 통계지수로 정의하

고 그 통계적 유의성을 검정하기 위한 수단들에 관한 연구가 이루어져오고 있다. Besag and Newell(1991)에 따르면 공간적 군집도를 정의하는 통계지수는 다음과 같이 세 가지 범주로 구분할 수 있다: 1) general tests(GT), 2) focused tests(FT), 3) tests for clustering detection(TCD).

◦ GT는 대상지 전체의 관점에서 질병이 공간적으로 군집한 정도를 가늠하기 위한 공간통계지수를 통칭한다. 대표적으로 Moran's I 통계량(Moran, 1948)이나 Getis-Ord G 통계량(Getis and Ord, 1992), Geary's C 통계량(Geary, 1954)이 이 범주에 포함된다. 질병이 특정한 지리적 범위에 군집하여 발생할 경우, 이를 공간단위(예: 읍면동)로 취합할 경우, 발생빈도가 높은 공간단위와 높지 않은 공간단위들끼리 지리적으로 인접하는 결과를 초래할 가능성이 크기 때문에, 결과적으로는 공간적 자기상관성(spatial autocorrelation)이 높게 나타날 가능성이 증대된다. Moran's I 통계량의 경우 그 정의상, 지리적으로 인접한 높은 발생빈도를 보이는 공간단위와 낮은 발생빈도를 보이는 공간단위 모두 해당 통계지수 값을 증가시키는데 기여하게 된다. 결과적으로 질병이 특정 지역적 범위 내에서 공간적으로 군집할 경우 이는 대상지 내 공간적 군집도를 높이기도 하지만, 공간적 자기상관성 역시 증가하게 되는 결과가 파생된다. 이와는 대조적으로 Getis-Ord G-통계량의 경우 그 수학적 정의상 높은 발생빈도를 가지는 공간단위들이 지리적으로 인접한 경우만 높은 값을 보이게 된다. 따라서 I 통계량과 G 통계량은 분석대상지 전체에 대하여 동일한 지리적 사상의 발생패턴을 다른 관점에서 정량화하는 통계지수로, 서로 보완적으로 활용하는 것이 일반적이다.

◦ FT는 질병의 발생이 특정 지점에 위치한 환경적 입지요인과 관련이 있다는 점을 전제한다. 이는 일반적으로 가령, 폐기물 소각시설 등 환경성 질병 발생에 모종의 영향을 주었을 것으로 의심되는 지점을 중심으로 특정 반경(영향권역) 내 질병의 실제 발생빈도가 예상빈도와 얼마나 차이가 나는지를 통계지수로 정량화하고 유의성을 검정하는 방식으로 활용된다. 결과적으로 특정 영향권역 내 질병의 발생빈도가 우연의 결과가 아닌 해당 요인(소각로)이 어떤 형태로는 영향을 주었을 가능성이 높을 것이라는 점을 반증하기 위한 것이다. 대표적으로 본 연구에서 활용하고자 하는 score test가 이 범주에 해당된다.

◦ TCD는 대상지 내 질병발생의 공간적 군집패턴특성을 탐색하기 위하여 대상지 전체를 공간적으로 검색하여 실제 발생빈도와 예상빈도 간 통계적 차이를 가늠하고, 차이가 가장 두드러지거나 일정한 조건을 만족시키는 발생지점 및 공간적 검색범위를 도출하기 위한 목적으로 활용된다. 대표적으로 Openshaw 외(1987)이 제안한 GAM(Geographical Analysis Machine)이 해당 범주에 포함된다. 이후 GAM의 방법론 구성 원리를 출발점으로 다양한 형태의 검색통계량이 고안되어왔다. Fotheringham and Zhan(1996)은 GAM이 가지는 계산과정에서의 과부하 문제를 완화하기 위한 개선된 방법론을 제안하였다. Turnbull 외(1990)은 포아송(Poisson) 확률분포를 전제로 질병발생의 공간적 발생 가능성을 탐색하기 위한 검색통계량으로 CEPP(cluster evaluation permutation procedure). Kulldorff(1997)는 공간검색통계량(spatial scan statistic)을 제안하였는데, 현재 질병의 시공간 군집패턴 탐색을 위한 검색통계량들 중 가장 널리 활용되는 통계지수들 중 하나로 자리매김하고 있다. 가축질병 발생의 시공간패턴 탐색과 관련된 연구들에서도 빈번히 활용되고 있다 (Abrial 외, 2003; Falconi 외, 2002; Miller 외, 2002; Sinkala 외, 2014; Stevenson 외, 2000).

◦ 공간검색통계량과 같은 TCD 범주에 해당하는 공간통계량은 방법론 활용과정에서 크게 두 가지

측면의 제약사항을 지적할 수 있다. 하나는, 기존의 TCD 통계량의 경우 단순한 지리적 권역구분을 통하여 권역 내에서의 실제 발생빈도와 예상빈도를 비교하는 방식을 적용하는 것이 보통이다. 따라서 일단 권역이 설정되면, 권역 내에서 발생한 질병은 모두 동일하게 간주하게 된다. 가령, 최초 발생지점을 중심으로 반경 3km 이내에 가령 4건이 추가적으로 발생한 경우, 해당 반경 내 질병 발생 빈도는 5건으로 집계할 수 있다. 이는 최초 발생지점과 바로 인접한 농장에서 발생한 질병이나 권역 내에는 위치하지만 3km 인근, 가 2.8km 떨어진 농가에서 발생한 질병을 동일한 관점에서 바라본다는 전제가 깔려있다. 그런데 최초 발생농가와 가까운 농가일수록 최초 발생농가와 더 큰 상호작용(농가들 간 인력방문, 사료운반 등)이 이루어졌을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 현실적으로는 거리가 가까울수록 최초 발생한 농가로부터의 영향력이 더 크게 반영될 필요가 있는 것이다. 이는 지리적 공간상에서 발생하는 대부분의 현상에서 발견되는 거리조락효과(distance-decay effect)에 해당한다. 기존의 TCD 통계량은 이렇듯 거리증가에 따른 점진적인 거리조락효과를 반영하지 못하고, 공간 상에서의 권역구분을 통한 이분법적 조락효과만을 고려하는 경우가 일반적이다. 이는 기존 TCD 유형의 통계지수가 가지는 명백한 한계들 중 하나이다.

- 두 번째 한계는 계산과정에서의 과부하 문제이다. GAM이나 공간검색통계량의 경우 모든 지점과 공간범위에서 산출된 통계지수의 통계적 유의성 검정을 위하여 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation)에 의존하고 있다. 그러나 대상지의 지리적 범위가 커지고 검색하고자 하는 공간 범위가 세분화될수록 계산에 소요되는 비용(computer resource, 시간 등)이 크게 증가하게 된다. 이는 분석결과를 즉각적으로 도출하여, 결과를 해석하고, 피드백 과정을 통하여 정교한 결과를 산출하기 위한 탐색적 분석에 있어서 큰 걸림돌이 아닐 수 없다.

- 본 연구에서는 공간적 군집도를 정의하는 기존의 통계지수들 중 FT에 해당하는 score test (이후 스코어 통계량)을 TCD 범주의 검색통계량으로 수정하여 활용하기 위한 방안을 제시한다. 이 과정에서 앞서 지적한 기존 TCD 통계량이 가지는 활용상의 제약을 보완하고, 이에 덧붙여 기존 score 통계량에 시간 차원을 추가함으로써 TCD 유형의 통계량으로써의 활용성을 높이기 위한 방법론 구성 원리를 제시한다. 제시된 TCD 유형의 score 통계량을 2014-2015에 국내에서 발생한 구제역 자료에 적용하여 시공간 패턴을 실증적으로 분석하고, 방역활동과 관련된 정책적 함의를 도출한다.

② 분석방법론

- 스코어 통계량(the original score statistic)
- 스코어 통계량은 아래의 (식1)과 같이 정의한다(Lawson, 1993; Waller and Gotway, 2004).

$$SC_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_{ij} (O_j - E_j) \quad (\text{식1})$$

- (식1)에서 O_j 와 E_j 는 각각 중심지점 (local focus) i 를 중심으로 일정 반경 내에서 발생한 질병의 실제 관찰빈도(이후 관측빈도)와 예상빈도(이후 기대빈도)를 나타낸다. 중심지점이란 가령 질병의 발생과 관련성이 의심되는 환경요인(예: 소각로, 오염물질 배출시설)의 입지 지점 등을 의미한다. 본 연구의 맥락에서 보면, 구제역이 발생한 농가가 이에 해당되는 것으로 볼 수 있다. j 는 관측빈

도 및 기대빈도를 산출하기 위한 공간단위를 나타낸다. 엄밀하게 말하면, 공간단위의 지리적 중심점 (geographic centroid)을 의미한다. 일반적으로 활용되는 공간단위로써 가축질병의 발생빈도를 집계할 읍면동이나 시군구 등을 들 수 있다. \tilde{w}_{ij} 는 중심지점 i 로부터 지리적으로 d 만큼 떨어진 공간 단위 j 에 부여되는 공간가중치(spatial weight)를 나타내며, (식2)와 같이 정의한다.

$$\tilde{w}_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij})^2}}, w_{ij} = \exp\left\{-d_{ij}\left(\frac{sw_c}{s_c}\right)\right\} \quad (\text{식2})$$

◦ (식2)에서 d_{ij} 는 중심지점 i 와 공간단위 중심점 j 간 지리적 거리를 나타낸다. sw_c 와 s_c 는 각각 공간가중치와 이에 대응하는 거리임계값(threshold value)을 나타낸다. 가령, 중심지점 i 로부터 3km 떨어진 공간단위 중심점 j 에서의 공간가중치가 0.01이라고 전제할 경우, sw_c 와 s_c 는 각각 0.01과 30km로 설정할 수 있다. 이를 전제로 30km보다 작은 거리에 대해서는 0.01보다 큰 값이 공간가중치로 부여된다. 거리에 따른 공간가중치의 증감 즉, 거리조락효과를 반영하기 위하여 본 연구에서는 (식2)와 같이 역거리 지수함수(inverse distance exponential function)를 적용하였다. 두 지점 간 거리가 0인 경우 공간가중치는 1이 된다. 즉, 구제역이 발생한 지점으로부터 그 지점 자체에 주어지는 공간가중치는 1이다. 거리가 멀어질수록 거리조락효과에 의한 공간가중치는 점점 감소하게 되면, 공간가중치와 거리의 임계값 조건 하에서 해당 임계거리에 도달할 경우 공간가중치는 0에 가까운 값 즉, 0.01이 부여된다. 즉, 해당 임계거리를 넘어가게 되면, 중심지점 i 와 공간단위 중심점 j 간 상호작용에 의한 질병의 전파·확산 가능성이 실질적으로 거의 없는 상황을 정량적으로 나타낸 것으로 해석할 수 있다.

◦ 스코어 통계량은 평균이 0이고 분산이 (식3)으로 알려져 있다(Lawson, 1993). 따라서 스코어 통계량을 (식4)와 같은 표준정규분포 확률변수로 변환하여 활용할 수 있다. (식4)를 이용하면 표준정규분포의 유의수준에 대응하는 임계값(critical value)을 적용하여 스코어 통계량의 통계적 유의성을 손쉽게 검정할 수 있다.

$$V[SC_i] = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_{ij}^2 E_j - \sum_{j=1}^n O_j \left[\sum_{j=1}^n \tilde{w}_{ij} \left\{ \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j} \right\} \right] \quad (\text{식3})$$

$$Z[SC_i] = \frac{SC_i - E[SC_i]}{\sqrt{V[SC_i]}} = \frac{SC_i}{\sqrt{V[SC_i]}} \quad (\text{식4})$$

◦ <표 3-1-1-1>은 표준정규분포 확률변수의 통계적 유의성 검정에 일반적으로 적용되는 유의수준 및 경계에 해당하는 z-값 등을 기준을 제시한다.

1) KAHIS DB로부터 추출한 축산관계시설은 소나 돼지 등의 가축뿐만 아니라 닭, 오리 등과 같은 가금류 관련 농가 및 시설까지를 모두 포함한다. 각 시설별로 이들 축산물 유행 및 범주는 현 KAHIS DB 내에서는 구분하기 어려운 한계가 있다. 또한,

표 3-1-1-1. z-값의 통계적 해석기준 (양측 검정)

z-값	통계적 유의성	유의수준
$2.57 \leq z$	매우 유의	1%
$1.96 \leq z < 2.57$	유의	5%
$1.64 \leq z < 1.96$	약간 유의	10%
$-1.64 \leq z < 1.64$	보통 (무작위)	
$-1.96 \leq z < -1.64$	약간 유의	10%
$-2.57 \leq z < -1.96$	유의	5%
$z \leq -2.57$	매우 유의	1%

- TCD 유형의 스코어 통계량(A new scan type score statistic)
- 본 연구에서는 앞서 (식1)에서 정의한 FT 범주에 해당하는 스코어 통계량을 TCD 유형의 검색 통계량으로 확장하여 활용할 수 있는 방안을 제시한다. (식5)에서 정의하는 $STSC_i$ 는 TCD 유형의 검색 통계량을 나타낸다.

$$STSC_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} (\tilde{O}_j - E_j) \quad (\text{식5})$$

- (식5)가 (식1)에서 정의한 스코어 통계량과 명백하게 다른 점은 \tilde{O}_j 를 정의하는 방식에 있다. TCD 유형의 검색 통계량에서의 \tilde{O}_j 는 (식1)의 스코어 통계량에서의 관측빈도(O_j)와는 다른 방식으로 추정한다. (식6)은 \tilde{O}_j 를 추정하는 방식을 나타낸다.

$$O_j = \sum_{k=1}^r w_{ik_j}, \quad w_{ik_j} = \exp \left\{ -\Delta t_{ik} \log \left(\frac{tw_c}{t_c} \right) \right\} \quad (\text{식6})$$

- (식6)에서 Δt_{ik} 는 가축질병 발생사례 i 와 발생사례 k 가 발생한 시점들 간 시차를 나타낸다. tw_c 와 t_c 는 각각 시간가중치와 기간(period)의 임계값(threshold value)을 나타낸다. 이는 공간가중치를 추정할 때 정의하였던 sw_c 와 s_c 에 해당하는 파라미터를 시간가중치 파라미터로 표현한 것이다. 가령, tw_c 와 t_c 를 각각 0.01과 21일(day)로 설정했다면, 이는 발생사례 i 가 관측된 이후 21일 후에 발생사례 k 가 관측되었다면, 사례 i 를 기준으로 사례 k 에 부여되는 시간가중치는 0.01로 주어진다라는 의미이다. 이는 사례 i 가 발생한 이후 21일이 경과한 후에 관측된 사례 k 는 발병과 관련하여 i 로부터 영향을 받았을 가능성이 실질적으로 0에 가까운 0.01일 것이라는 전제가 깔려있다. 가령, 구제역의 잠복기를 21일로 설정했다면, 사례 i 가 발생하고 21일이 경과한 후에 발

생한 사례 k 는 사례 i 와는 전과과정에서 시간적 연계성이 거의 없다는 점을 함의한다. 만일 사례 i 가 발생한 바로 그 날에 사례 k 가 발생했다면, 사례 i 의 관점에서 사례 k 에 주어지는 시간가중치는 1이 된다. 이는 사례 k 가 사례 i 와 등가의(equivalent) 관측빈도로 합산됨을 의미한다. 사례 i 로부터 시간이 경과함에 따라 사례 k 가 관측빈도에 기여하는 정도는 점점 감소하게 된다. 21일이 경과한 후에는 사례 k 는 관측빈도로 합산되는 비중이 0.01건으로 미미한 수준으로 바뀌게 된다. 이는 질병의 발생은 발생지점들 간 거리가 증가함에 따라 서로 영향을 주고받는 정도가 감소함을 의미하는 거리조락의 개념이 시간에 적용된 것으로 해석할 수 있다.

◦ 결과적으로 \tilde{O}_j 는 중심지점 i 를 중심으로 (식6)의 시간가중치를 적용한 발생사례들을 공간단위 j 로 취합하여 관측빈도로 집계한 결과를 나타낸다. 즉, \tilde{O}_j 는 중심지점 i 로부터 일정 지리적 반경 내 위치하는 공간단위 j 에서의 사례들의 단순한 총합으로써의 발생빈도가 아니라 중심지점으로써의 사례 i 가 발생한 시점을 기준으로 시간조락을 적용하여 경과시간(Δt_{ik})에 따라 1로부터 차감된 값을 발생빈도로 정의한 것으로 해석할 수 있다. 만일 중심지점 i 로부터 일정 지리적 반경 내(공간단위 j)에 위치하는 사례들이 10건이라고 가정하자. 만일 이들 모두 정확히 21일 후에 발생했다면, (식6)의 tw_c 와 t_c 를 각각 0.01과 21일(day)로 설정한 조건 하에서, \tilde{O}_j 는 $1.1(=1+0.01 \times 10)$ 건이 된다. 이러한 방식으로 산출된 \tilde{O}_j 에 발생지점에 해당하는 중심지점 i 를 기준으로 d_{ij} 만큼 떨어진 공간단위(중심점) j 에서의 공간가중치까지 고려함으로써 (식5)는 시공간 조락효과가 반영된 스코어 통계량이 된다. 분석대상지 내 모든 발생지점을 중심지점 i 로 설정하여 (식5)를 계산하는 과정을 적용할 경우 이는 원래 FT로써의 스코어 통계량을 TCD 유형의 검색 통계량으로 활용할 수 있게 된다. TCD 유형의 검색 통계량 즉, $STSC_i$ 는 (식1)의 SC_i 의 경우와 마찬가지로, (식3)을 이용하여 (식4)의 표준정규분포 확률변수로 변환하여 도출된 분석결과를 해석하는 방안을 적용할 수 있다.

③ 실증분석 및 결과해석

◦ (식5)로 정의한 $STSC_i$ 를 2014년 12월에서부터 2015년 4월까지의 기간 동안 국내에서 발생한 구제역 사례에 적용하여 실증적 분석결과를 도출하였다. 분석을 위한 필요한 데이터는 KAHIS(Korea Animal Health Information System)로부터 추출하였다. KAHIS에는 해당 기간 동안의 구제역 발생시점, 발생농가(축산관계시설)의 위치 및 속성정보(시설유형, 사육두수 등)가 구축되어있다. 이로부터 구제역이 발생한 시점과 위치를 시공간자료(spatio-temporal data)로 추출할 수 있었다. KAHIS로부터 추출한 시공간자료에 앞서 제시한 시공간통계 분석기법을 적용하여 실증적 분석결과를 도출하였다.

◦ FMD 발생가능성이 있는 잠재적 발생 위험군(population at-risk)으로 전국 40여만 개의 축산관계시설을 의미한다.¹⁾ 분석기간 동안 집계된 FMD 발생건수는 총 184건으로 나타났다.

◦ <그림 3-1-1-1>은 분석기간(2014.12~2015.4) 동안 국내 FMD 발병농가들(빨간색 ×로 표시)과 축산관계시설들(회색 ■으로 표시)의 공간적 분포를 나타낸다. 그림을 보면 충남지역 및 충남, 충북, 경기 접경지역을 중심으로 FMD가 집중적으로 발생했음을 알 수 있다. 또한 강원도 북부와 경기도 북부 일부 접경지역에서도 집중발생이 이루어졌음을 알 수 있다.

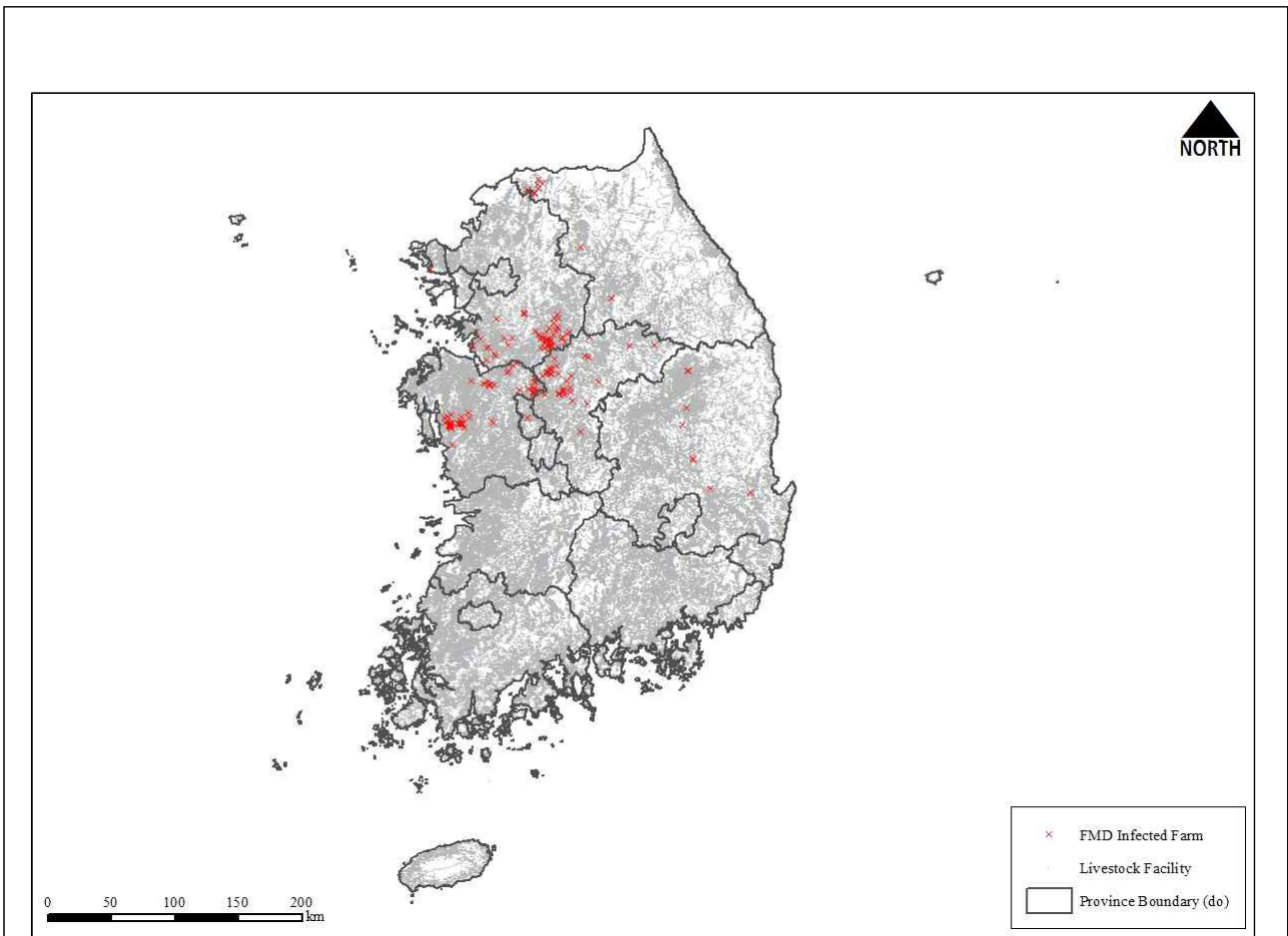


그림 3-1-1-1. 국내 축산관계시설의 위치 및 FMD 발생시설 (2014.12-2015.4)의 분포도

◦ 그러나 그 3-1-1-1이 나타내는 분포현황에 관한 지도정보만으로는 FMD 발생의 뚜렷한 공간적 패턴특성을 포착하기 어려운 측면이 있다. FMD와 같은 지리적 공간상에서 xy좌표를 가지는 점 (point) 즉, 지리적 점 사상(geographic event point)들의 공간적 분포패턴 특성을 시각적으로 쉽게 이해하기 위하여 커널밀도분석기법(kernel density analysis technique)을 활용할 수 있다.

◦ 그림 3-1-1-2는 FMD 발생농가들의 공간적 분포특성을 커널밀도분석기법을 적용하여 도출한 지도를 나타낸다. 이 그림을 보면, FMD 발생농가가 밀집한 지리적 범위를 그림 3-1-1-1에 비하여 좀 더 명확하게 시각적으로 확인할 수 있다. 눈에 띄는 분포특성은 충청남도 서해안 인접지역을 위시하여 충청북도 북서부 및 이와 인접한 경기도 남동부 지역을 중심으로 FMD 발생 밀집지역의 뚜렷한 경계가 형성되어 있다는 점이다.

◦ 아울러 경기도 북동부 및 미와 인접한 강원도 북동부 지역으로도 경기도 및 충북, 충남 경계지역 만큼은 아니지만, 이들과는 지리적으로 고립되어 별도의 밀집지역을 형성해왔음을 알 수 있다.

◦ 그림 3-1-1-3은 국내 축산관계시설들의 공간적 분포특성을 FMD 발생농가의 경우와 마찬가지로 커널밀도분석기법을 적용하여 도출한 지도를 나타낸다. 그림 3-1-1-2에서 진한 검은색 톤으로 나타낸 고밀도 지역이 그림 3-1-1-3의 축산관계시설들의 밀도분포에 있어서 특히, 충남 및

충북과 경기도 접경지역을 중심으로 일정부분 일치하는 것을 알 수 있다.

◦ 결과적으로, 축산관계시설 밀집지역을 중심으로 일차적으로는 FMD 발생역시 집중되었을 가능성을 추론해볼 수 있다. 이는 그림 3-1-1-1과 같이 시설들의 위치를 표시하는 것만으로는 도출해내기 어려운 공간정보이다.

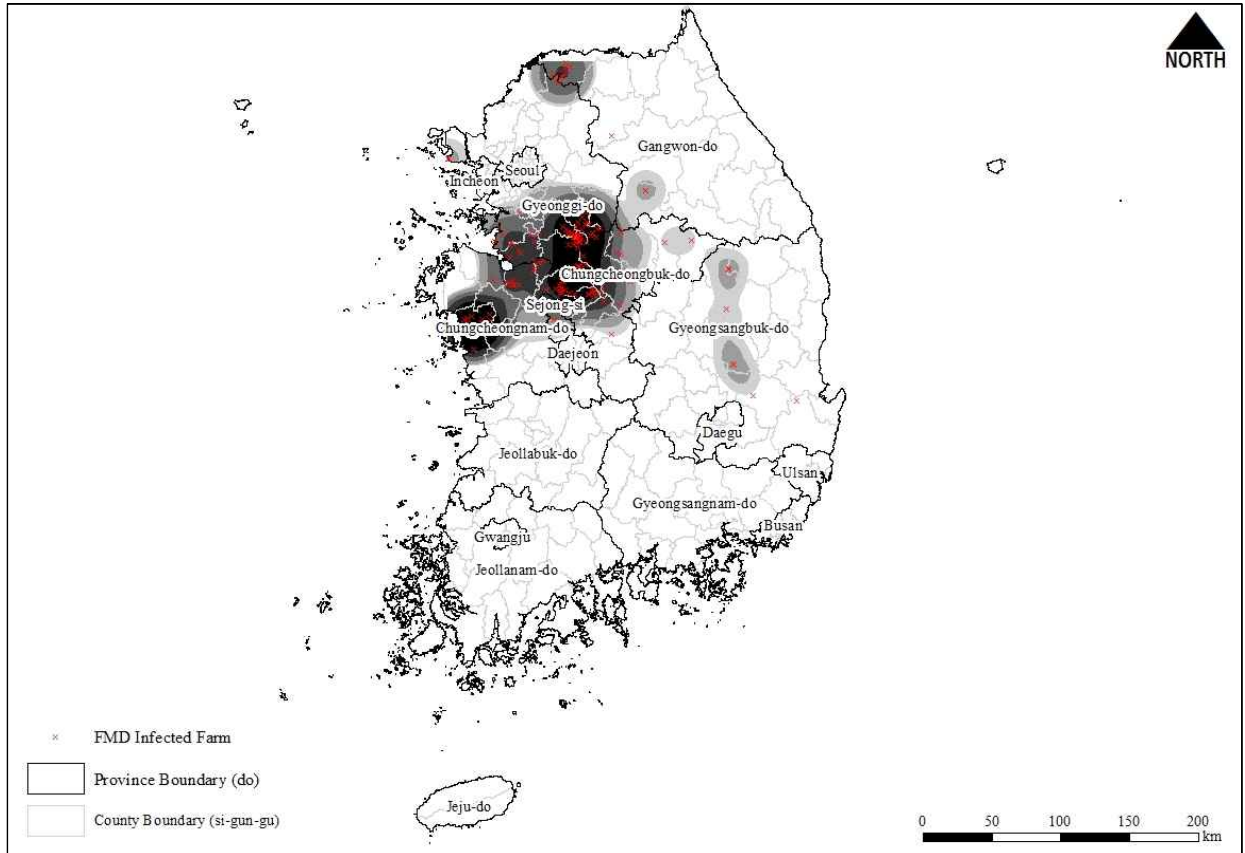


그림 3-1-1-2 FMD 발생시설들의 커널밀도 분석결과

축산관계시설의 신축이나 폐업, 축종변경 등의 시설운영에 관한 이력 정보 역시 누계하여 추적하기 어려운 한계가 있다. 이와 관련한 자료의 정확성 및 현시성 등을 보장하기 위해서는 유지 및 관리 측면에서의 지속적 개선이 이루어질 필요가 있다.

- 2) Hässig 외 (2015)
- 3) Geo-Processing이란 GIS 데이터를 조작하기 위해 사용되는 작업으로 하나 이상의 입력데이터를 이용하여 자료 처리 후 결과물을 반환하는 형식이며, 일반적으로 중첩, 래스터 분석, 데이터 변환 등이 있음
- 4) 최진호 외, 2013, GIS 공간분석을 활용한 대구광역시 산부인과 입지 분포 특성 분석, Journal of Daegu Gyeongbuk Development Institute, Vol.12, No.2 pp 149~156.

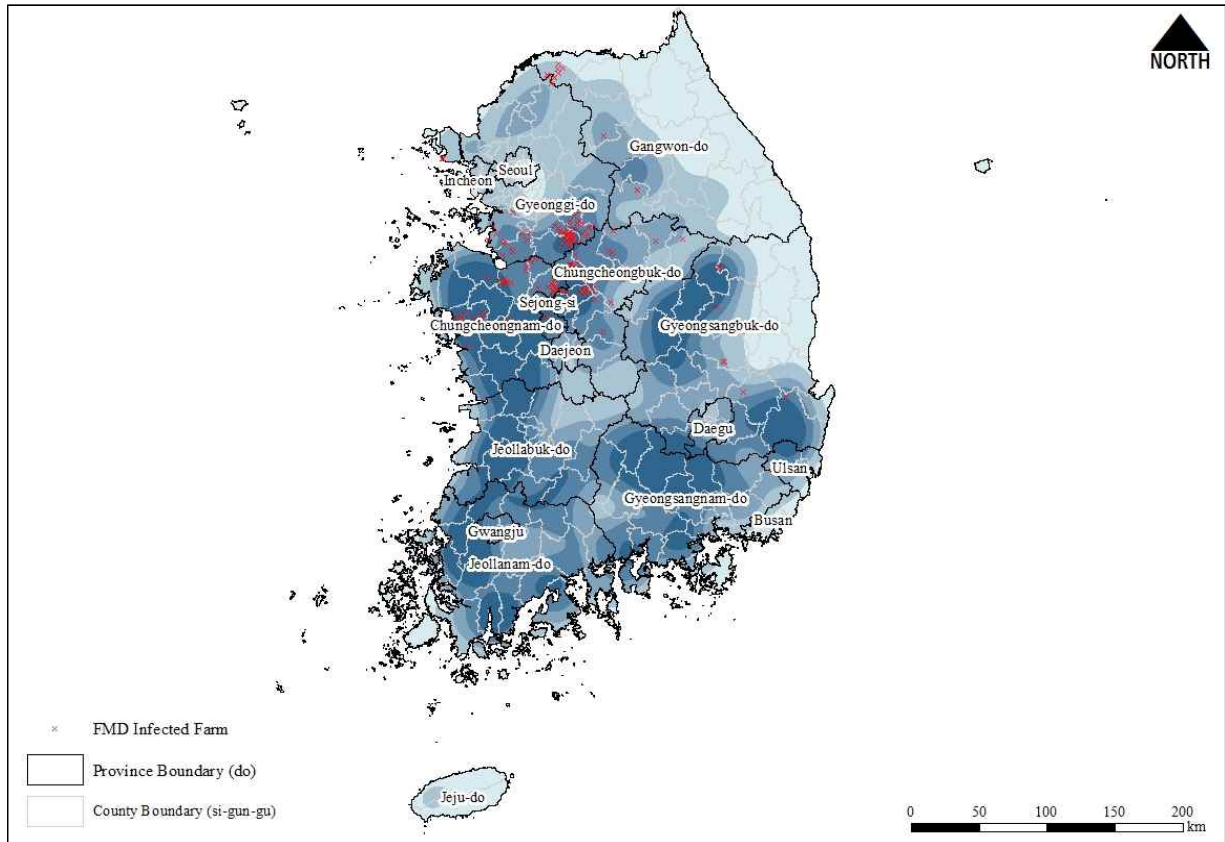


그림 3-1-1-3 축산관계시설들의 커널밀도 분석결과

◦ 그림 3-1-1-2와 그림 3-1-1-3만으로는 단순히 FMD 발생가능성이 있는 농가 및 시설들의 밀도에 비례해서 FMD 발생빈도가 관측된다고 결론짓기에는 무리가 있다. 만일 잠재적 감염 위험군 (population at-risk)인 축산관계시설의 공간적 밀도분포를 반영한 뒤에도 여전히 특정지역을 중심으로 공간적 군집패턴이 나타난다면, 이는 단순한 밀도에 비례한 질병발생 빈도가 아닌 해당 지역에서의 위험요소(risk factor)의 존재 및 영향력 가능성을 의심해볼 수 있는 근거로 해석해볼 수 있다.

◦ 이 연구에서 (식1)이나 (식5)의 E_j 는 잠재적 질병발생 위험군의 공간적 분포특성을 반영한다. 같은 식들에서 O_j 와 E_j 간 차이는 바로 위험군의 분포패턴을 반영한 뒤에도 추가적인 발생빈도를 정량화하기 위한 방식을 의미한다. 이 값이 클수록 단순히 위험군의 밀도 이외에도 추가적인 발생을 초래할 가능성이 있는 타 요인들의 존재 가능성이 높은 것을 반증하는 것으로 해석할 수 있다. 분석기간 내 최초 발생일은 2014년 1월 3일로 충북에 있는 한 농가에서 보고되었고, 2015년 4월 28일에 충남에 있는 한 농가에서의 보고사례를 마지막으로 종료되었다.

◦ 그림 3-1-1-4는 분석기간(2014.12~2015.4) 내 주 단위로 집계한 FMD 발생빈도의 변화추이를 나타낸 것이다. FMD 발생빈도의 주별 변화추이를 보면 한 가지 눈에 띄는 패턴이 주기적인 상승과 하락이 반복된다는 점이다. 이는 FMD 감염시점 및 잠복기 등의 기간 등을 고려할 때 질병확산 역

제를 위한 방역활동의 효과로 발생빈도가 감소하다가, 시간의 추이에 따라 잠복기가 지나면서, 다시 발생빈도가 증가하는 양태가 반복되었을 가능성을 의심해볼 수 있다. 이러한 패턴은 3월 말 경에 이르러 전반적인 감소세로 접어든 후 4월 마지막 주 종료시점까지 이르게 된 것으로 보인다.

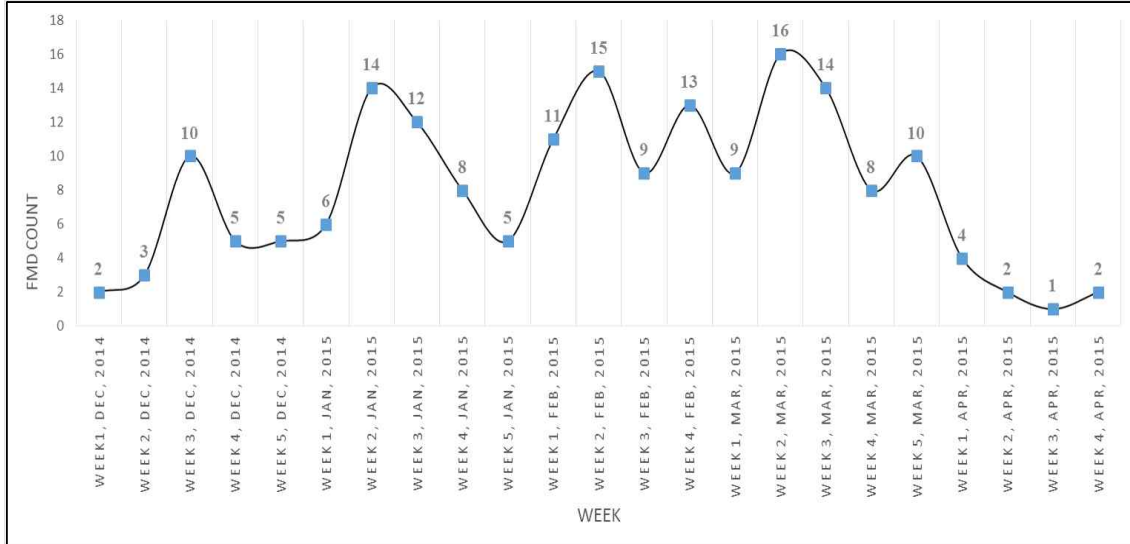


그림 3-1-1-4 분석기간(2014.12~2015.4) 내 주별 FMD 발생빈도 변화추이

◦ 표 3-1-1-2는 (식5)를 활용하여 도출한 국지적 공간 클러스터(local spatial cluster)에 관한 주요 특성을 지표로 정리한 것이다. 표의 첫 번째 항목인 ‘Cluster No.’은 표의 네 번째 항목인 ‘z-값’을 기준으로 내림차순으로 정렬한 순서를 나타낸다.

◦ 표 3-1-1-2의 분석결과에 따르면, 충청남도 홍성군 천북면에서 2015년 2월 21일 FMD가 발생한 농가를 중심으로 4,000m 반경의 거리임계값을 적용할 경우 공간가중치가 0.01에 이르도록 설정한 상태에서 z-값이 약 232로 최대치를 보이고 있다. 이후 (식5)의 $STSC_i$ 를 표준정규분포 확률변수로 변환한 값 즉, z-값은 안성시 일죽면, 수원시 서둔동, 평택시 송북면, 철원시 갈말읍의 순으로 이어지고 있다. 이들 중 두 번째 국지적 공간 클러스터 즉, 안성시 일죽면의 경우 거리임계값이 27km로 설정된 경우 z-값이 최대치를 보이고 있는데, 이는 FMD 발생에 영향을 주었을 가능성이 있는 잠재적 요인들이 지리적으로 광범위하게 연관되어 있음을 시사한다.

◦ 이들 다섯 지역의 국지적 공간 클러스터는 $STSC_i$ 의 z-값(= $Z[STSC_i]$)은 표 3-1-1-1의 유의수준 1%인 2.57보다도 훨씬 큰 값이 도출되었음을 볼 수 있는데, 이는 형성된 국지적 공간 클러스터가 우연한 공간과정에 의한 산물이라고 결론짓기에는 그 가능성이 너무 희박함을 반증하는 통계적 근거이다. 즉, $Z[STSC_i]$ 분석을 통하여 파악된 국지적 공간 클러스터는 그 형성과정에서 단순히 잠재적 발생 위험군 즉, 축산관계시설의 분포밀도 이외에도 다양한 환경적 요인들이 상호작용하여 형성된 결과일 가능성이 큼을 함의하는 것이다. 해당 환경요인으로는 기온을 포함하여 기후적인 요인과 동물의 마리수 등이 있다.

◦ 물론 어떠한 요인들이 얼마만큼 영향을 주었을지는 또 다른 연구 사안이기 때문에 이 연구의 범

위를 벗어난다. 그러나 본 연구에서 제안한 방법론을 적용하여 도출한 FMD 발생의 시공간적 패턴에 관한 결과가 이를 형성한 요인들의 상호작용 가능성을 강하게 반증한다면, 영향요인에 관한 면밀한 추가적 연구가 필요함을 함의한다는 점에서 일차적인 의의가 있을 것으로 생각된다.

◦ 분석지표들 중 상대적 위험도(Relative Risk: RR)에 관한 결과는 눈여겨 볼만하다. 상대적 위험도는 보통 전국적 질병 발생비율로 특정 지역(읍면동 혹은 시군구)에서의 질병 발생비율을 나누어 산출한다. 전국의 질병 발생비율이란 전국에서 분석기간 중 발생한 질병 발생빈도를 전국에 분포한 축산관계시설의 개수로 나눈 값을 의미한다. 특정 지역에서의 질병 발생비율도 동일한 방식으로 산출한다. 만일 전국과 특정 지역의 발생비율이 동일하다면, 상대적 위험도는 1보다 큰 값을 가질 것이다. 특정 지역의 발생비율이 전국의 그것보다 클수록 해당 지역에서의 상대적 위험도는 증가하게 된다.

◦ 분석결과 상위 5개의 국지적 공간 클러스터들 중 수원시 서둔동에 위치한 농가를 중심으로 산출된 클러스터에서의 상대적 위험도가 7.8로 가장 높은 값을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 이 클러스터에서의 관측빈도는 1건으로 나타났음을 알 수 있으며, 거리임계값 1km 범위 내에서 56개소의 잠재적 감염위험군 즉, 축산관계시설이 분포하고 있음을 알 수 있다. 평택시 송북면의 경우에도 이와 유사한 결과가 도출되었다. 반면, 홍성군 천북면의 경우 상대적 위험도는 4.3으로 수원시 서둔동에 비하여 다소 작은 값을 보이고 있지만 여전히 1보다는 큰 값으로 전국 비율을 훨씬 상회하는 것을 알 수 있다.

◦ 이보다 중요한 점은 해당 공간 클러스터 내 관측빈도가 31건이고 잠재적 감염위험군은 총 3,148개소에 달한다는 점이다. 수원시 서둔동의 경우 FMD 잠재적 감염 위험군 농가수가 상대적으로 매우 적은 상황에서 1건이 발생한 상황으로 기대빈도가 0.13건으로 집계된 점을 감안하면, 이보다 약 8배(7.8) 정도 더 많은 발생빈도를 보인 셈이다. 홍성군 천북면의 경우에는 기대빈도가 7.17건으로 실제 발생빈도는 이보다 약 4배 정도 더 많은 결과이다. 홍성군 천북면의 31건을 1건으로 환산하여 기대빈도를 계산하면 $0.23(=7.17 \div 31)$ 이다.

◦ 따라서 수원시 서둔동의 경우 0.13건이 예상되는 가운데 1건이 발생한 것이고, 홍성군 천북면의 경우는 0.23건이 예상되는 가운데 1건이 발생한 것이기 때문에, 수원시 서둔동에서 발생한 1건의 FMD는 사실상 상대적으로 발생하기 더 힘든 상황에서 발생한 것으로 볼 수 있다. 결과적으로, 상대적 위험도는 수원시 서둔동에서 발생한 사례를 중심으로 형성된 공간 클러스터가 더 큰 것으로 해석할 수 있다. 비록 절대빈도에 있어서는 홍성군 천북면이 더 크지만, 잠재적 감염 위험군이라는 요인을 고려하면, 수원시 서둔동에서의 1건 발생은 결코 무시하기 어려운 사례임을 함의하는 것으로 해석된다.

표 3-1-1-2 국지적 공간 군집지역 분석결과 집계표

Cluster No.	시군구	읍면동	z-값	발생일자	거리임계값 (threshold value: s_c)	관측빈도 (O: Observed)	기대빈도 (E: Expected)	잠재적 감염위험군 (Population at-risk)	상대적 위험도 (RR: Relative Risk)
1	홍성군	천북면	232.4	2015-02-21	4000	31	7.17	3148	4.3
2	안성시	일죽면	148.3	2015-01-22	27000	58	32.37	14213	1.8
3	수원시	서둔동	117.5	2015-03-13	1000	1	0.13	56	7.8
4	평택시	송북면	87.7	2015-03-03	1000	1	0.44	193	2.3
5	철원군	갈말읍	63.1	2015-03-23	12000	9	5.49	2412	1.6

◦ 그림 3-1-1-5는 표 3-1-1-2에서 도출된 국지적 공간 클러스터가 형성된 기간을 나타낸다. 이 연구에서는 잠복기를 21일로 설정²⁾하였기 때문에 각각의 FMD 발생시점을 중심으로 전후 21일 이내에 발병한 FMD 사례들을 포함하는 방식으로 시간가중치(w_{ik_j})를 적용한 뒤 이를 읍면동 단위로 집계한 \tilde{O}_j 를 산출하였다.

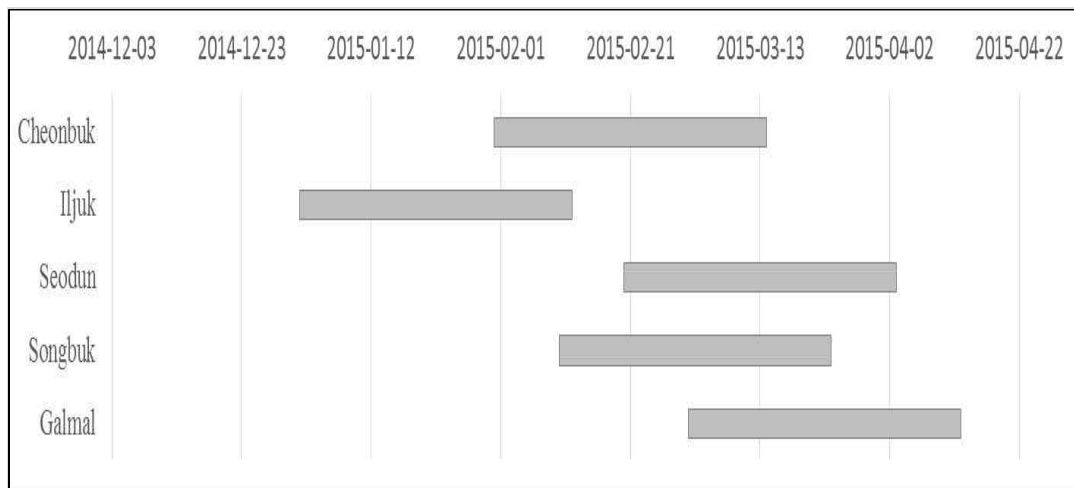


그림 3-1-1-5 $Z[STSC_i]$ 값 기준 상위 5개 공간 클러스터 형성기간

◦ 홍성군 천북면을 중심으로 형성된 클러스터의 경우 발생시점 측면에서는 안성시 일죽면에서 발생한 사례 이후에 발생한 것을 알 수 있다. 따라서 $Z[STSC_i]$ 값이 가장 큰 홍성군 천북면 클러스

터의 경우 안성시 일죽면 클러스터에 포함된 발생사례와 시공간적 연관성이 있었을 것으로 추측된다. 가령, 안성시 일죽면 클러스터에서 감염된 농가를 방문한 차량이 잠복기 내 일정 기간에 홍성군 천북면 클러스터에 위치한 농가를 방문하였고 이로부터 천북면 클러스터에서의 $Z[STSC_i]$ 가 가장 큰 값으로 확장되었을 가능성을 추론해볼 수 있다. 이후 수원시 서둔동이나 평택시 송북면 즉, 잠재적 감염 위험군이 적은 지역에서 발생사례가 발견되고, 철원군 갈말읍까지의 지리적 공간 영역까지 확대되었음을 추론해 볼 수 있다.

◦ 이로부터, 발생초기 즉, 안성시 일죽면과 홍성군 천북면을 중심으로 형성된 공간 클러스터 지역 내 축산관계시설들을 대상으로 한 방역활동이 더 이상의 확산을 억제하는 수준까지 성공적으로 이루어지지 못하고, 지역적으로 인접한 수원시와 평택시를 거쳐 멀리 떨어진 철원군까지 확대된 상황임을 간접적으로 알 수 있다. 이는 축산관계차량에 대한 소독 및 이동제한 등과 같은 방역조치가 큰 효과를 거두지 못했음을 함의하는 것으로 판단된다. 철원군 갈말읍 클러스터가 분석기간 후반까지 이어지고, 이후에는 상대적으로 뚜렷하게 형성된 공간 클러스터를 발견하기 어려운 점으로 보아 이 지역에서의 방역활동의 경우 상대적으로 성공적으로 이루어졌을 가능성 역시 추측해볼 수 있다.

◦ 그림 3-1-1-6은 표 3-1-1-2에서 특성을 요약한 바와 같이 $Z[STSC_i]$ 값을 기준으로 상위 5개의 국지적 공간 클러스터들의 위치와 범위를 표시한 지도를 나타낸다. 빨간색 글씨의 'cluster1'으로 표시된 위치는 충청남도 홍성군 천북면의 FMD가 발생한 한 농가를 중심으로 형성된 $Z[STSC_i]$ 값이 가장 큰 국지적 공간 클러스터이다. 클러스터의 범위는 빨간색 원으로 표시되어 있는데, 첫 번째 클러스터의 공간적 범위는 표 3-1-1-2에 명시된 바와 같이 4km 정도이다. $Z[STSC_i]$ 값이 두 번째로 큰 클러스터 즉, 'cluster2'는 안성시 일죽면의 FMD가 발생한 한 농가를 중심으로 역시 표 3-1-1-2에 명시된 바와 같이 약 27km의 지리적 범위에 걸쳐 형성되어 있다. 참고로 각 클러스터의 중심위치는 검은색 핀 모양으로 표시되어 있다. 세 번째 클러스터(수원시 서둔동)와 네 번째 클러스터(평택시 송북면) 역시 지도상에 그 중심위치가 표시되어 있으나 그 지리적 범위가 두 클러스터 모두 1km 범위에 지나지 않아서, 지도상에는 클러스터의 지리적 범위를 표시하는 원이 보이지 않는다. 다섯 번째 클러스터 역시 철원군 갈말읍 소재 FMD 발생 농가를 중심으로 반경 12km의 지리적 범위에 걸쳐있음을 알 수 있다.

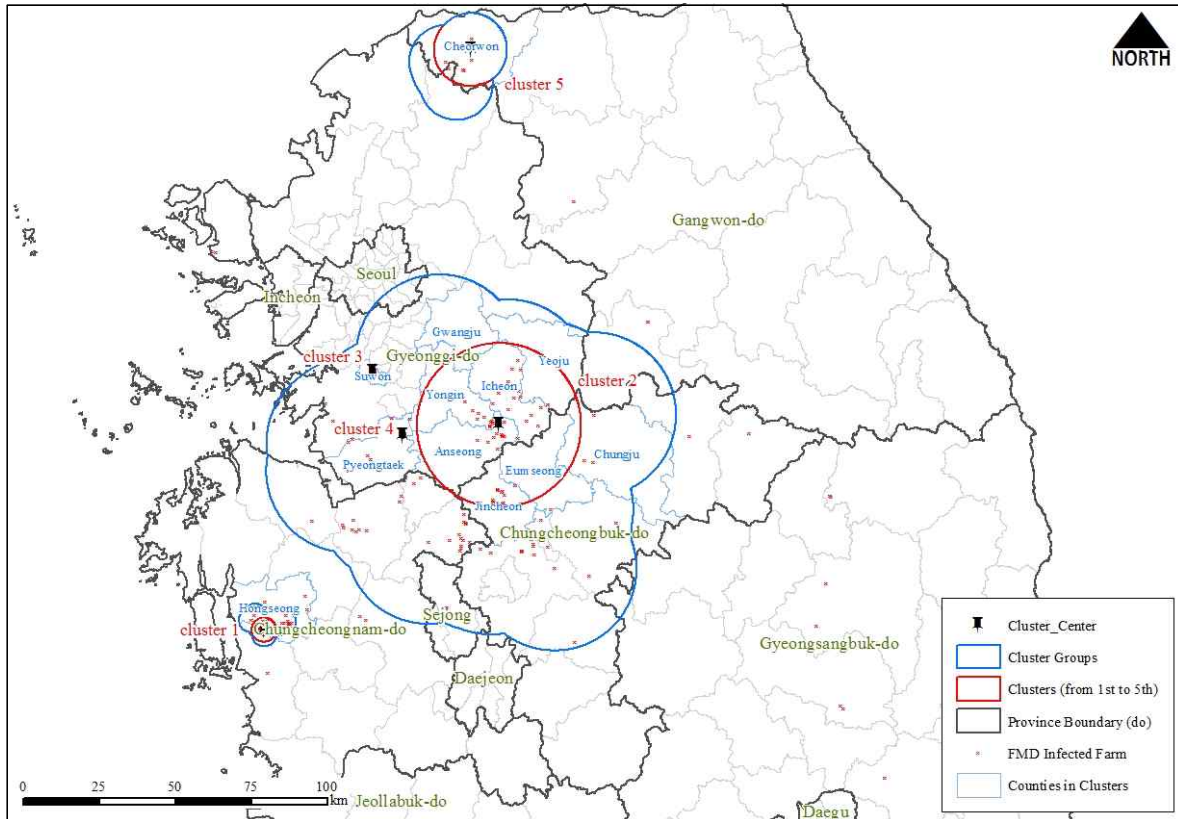


그림 3-1-1-6 $Z[STSC_i]$ 값 기준 상위 5개 공간 클러스터들의 중심점(centroid) 위치와 지리적 범위

◦ 파란색 경계를 가지는 폐곡선은 각 클러스터를 중심으로 클러스터 군(群) (cluster group)을 표시한 것이다. 그림 3-1-1-6의 지도에 표시된 5개의 클러스터들은 지리적으로 중첩되지 않는다는 조건을 전제로 $Z[STSC_i]$ 값의 순서에 따라 클러스터의 순위를 매기고 지도상에 표시한 결과이다. 클러스터 군이란 이러한 방식으로 탐색된 각 클러스터를 중심으로 지리적으로 중첩되었지만, 해당 클러스터보다는 작은 $Z[STSC_i]$ 값을 가지는 클러스터들을 뭉뚱그려서 외부 경계만을 표시한 결과이다.

◦ 첫 번째 클러스터와 다섯 번째 클러스터의 경우는 해당 클러스터를 중심으로 외곽으로 지리적 영역이 약간 확장된 정도에서 타 클러스터 군과는 지리적으로 독립적인 영역을 차지하고 있음을 알 수 있다. 두 번째 클러스터 군의 경우는 충청남도과 충청북도, 그리고 경기도 접경 지역을 중심으로 지리적으로 상당히 넓은 범위에 포진해 있음을 알 수 있다.

◦ 세 번째와 네 번째 클러스터 즉, 평택시 송북면과 수원시 서둔동에서 각각 1건씩 발병한 사례들의 경우, 지리적 범위가 가장 넓은 두 번째 클러스터 군에 포함되어 있다는 점이 흥미롭다. 이는 두 번째 클러스터 군의 지리적 영역이 상대적으로 광범위하게 확장되어있다는 점과 무관하지 않아 보인다. 즉, 두 번째 클러스터 군이 형성되는 과정에서 평택시 송북면과 수원시 서둔동과 같이 잠재적 감염 위험군 즉, 농가시설들의 분포밀도가 비교적 희박한 지역에서 한 건씩의 사례를 발생시켰을

가능성이 있어 보인다. 즉, 클러스터의 범위가 전과기간 동안 지리적으로 확장되다보니 한 건 정도의 발생 가능성도 낮은 이들 지역에서 발병사례가 발견되었을 가능성을 배제할 수 없을 것으로 추정된다.

◦ $Z[STSC_i]$ 순위에 있어서 두 번째로 큰 지리적으로 광범위한 범위의 두 번째 클러스터를 기점으로 시간의 추이에 따라 홍성군 천북면에서의 첫 번째 클러스터가 생성되고, 수원시 서둔동, 평택시 송북면, 그리고 철원시 갈말읍으로 이어지는 국지적 공간 클러스터가 형성되었을 것으로 추정된다. 이는 클러스터가 형성된 기간 동안 FMD의 확산이 전국적으로 이루어져왔음을 함의하는 것으로 볼 수 있다. 농장 간 FMD 전파에 있어서 차량의 이동방문에 의한 유입 가능성 비중이 매우 큰 것으로 알려져 있다(Kerkhove 외, 2009). 국내의 경우 차량방문에 의한 유입 비율이 전체의 78.9%에 달한다는 점을 전제하면(농림축산검역본부 역학조사과, 2015), 상위 5개의 클러스터 형성과정은 바로 축산관계차량의 농장방문 및 이동에 기인했을 가능성이 클 것으로 판단된다. 따라서 전국적인 확산과정에서의 차량이동에 대한 감시 및 방역활동에 있어서 허점이 노출된 결과인 것으로도 추정해볼 수 있다.

④ 정책적 함의 및 결론

◦ 본 연구에서는 FT(Focused Test) 유형의 스코어 통계량을 TCD(tests for clustering detection) 유형의 새로운 통계량을 제시하고, 이를 2014년 12월에서 2015년 4월까지의 기간 동안 국내에서 발생한 FMD의 시공간 패턴을 분석하는데 적용하여, 구체적 발생 고위험 지역을 나타내는 국지적 공간 클러스터의 지리적 위치와 범위를 도출하였다. 이러한 실증 분석결과를 토대로 다음과 같이 몇 가지 방역정책과 관련한 함의를 도출하였다.

◦ 첫째, 실증 분석결과 FMD의 시공간 전파·확산 양상은 시군구 단위의 지자체의 범위를 넘어서 분석기간 동안 전국적 단위로 확대되었음을 알 수 있다. 따라서 지자체 단위의 방역체계 구축 및 방역활동만으로는 확산차단에 실효를 거두기 어려운 점이 지적될 수 있다. 본 연구에서 도출된 국지적 공간 클러스터들의 위치와 지리적 범위에 관한 분석정보를 토대로, 클러스터 내 포함된 지자체들 간 실효성 있는 방역활동 강화를 위한 협력적 거버넌스(governance)의 구축 및 운영이 필요할 것으로 판단된다.

◦ 둘째, FMD의 발생 및 전파양상이 시공간적 군집을 뚜렷하게 형성하고 있는 만큼 군집이 형성된 지역을 중심으로 거점소독장소 입지선정 및 차단방역지대 설정방안 등에 대한 고려하는 것이 방역활동의 실효성을 높이는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 물론 거점소독장소 입지선정 등에 관한 의사결정은 공간 군집지역의 위치 및 범위에 관한 정보만으로 가능한 사안은 아니다. 이를 위해서는 특히 본 연구에서 탐색된 고위험 지역 즉, $Z[STSC_i]$ 가 큰 값을 보이는 시설들 및 지역을 중심으로 잠복기에 해당하는 기간 동안 발생 시설들 및 이와 연결된 시설들을 방문하거나 경유하였던 축산관계차량들의 이동궤적에 관한 정보를 토대로 FMD 발생시설들을 빈번하게 오간 차량들이 주로 이동하였을 것으로 판단되는 도로네트워크 및 주요 노드지점들에 관한 분석정보가 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

◦ 셋째, FMD 발생 가능성이 높은 지역이 국내 특정 지역 즉, 충남, 충북, 경기 접경지역을 중심으로

로 고착화되는 경향을 보이는 것으로 드러났다. 즉, $Z[STSC_i]$ 가 높은 값을 보이는 국지적 공간 클러스터들이 특정 기간 내에 지리적으로 매우 인접하여 분포하는 것을 보면, 높은 발생 가능성을 고착화시키는 환경적 요인의 존재 및 영향력을 의심해볼 수 있다. 여기에는 빈번한 차량방문 역시 유력한 요인들 중 하나로 지목될 수 있을 것으로 추측된다. 아울러, 살처분 과정에서 시설 주변에 설치되는 매몰지 등의 지리적 집중은 해당 매몰지로부터의 침출수 유출 가능성을 높이는 요인으로 의심된다. 따라서 국지적 공간 클러스터들을 중심으로 2차적 오염원의 가능성이 있는 매몰지로부터 침출수 등의 유출을 억제하기 위한 현장확인 및 검증과 같은 사후적 방역활동 방안을 강화할 필요가 있을 것으로도 판단된다.

부록 3-1-1-1. 구제역 발생지점 184개 z-value 표

No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈도	기대빈도	Pop at-risk	상대적위험도	X좌표	Y좌표
1	보령시	천북면	232.44	4000	2015-02-21	2015-01-31	2015-03-14	31	7.17	3148	4.32	162	333
2	홍성군	은하면	232.42	7000	2015-02-28	2015-02-07	2015-03-21	33	10.36	4547	3.19	161	334
3	홍성군	은하면	231.96	4000	2015-02-12	2015-01-22	2015-03-05	31	7.17	3148	4.32	161	333
4	홍성군	은하면	231.95	5000	2015-02-21	2015-01-31	2015-03-14	33	9.90	4345	3.33	161	334
5	홍성군	은하면	231.91	5000	2015-02-11	2015-01-21	2015-03-04	33	9.90	4345	3.33	161	334
6	홍성군	은하면	231.76	5000	2015-02-28	2015-02-07	2015-03-21	33	9.90	4345	3.33	161	334
7	홍성군	은하면	231.76	5000	2015-03-10	2015-02-17	2015-03-31	33	9.90	4345	3.33	161	334
8	홍성군	은하면	231.61	5000	2015-02-24	2015-02-03	2015-03-17	33	9.90	4345	3.33	161	334
9	홍성군	은하면	231.60	4000	2015-02-15	2015-01-25	2015-03-08	31	7.17	3148	4.32	161	334
10	홍성군	은하면	231.13	3000	2015-02-13	2015-01-23	2015-03-06	26	4.61	2025	5.64	161	334
11	홍성군	은하면	231.05	3000	2015-02-22	2015-02-01	2015-03-15	26	4.61	2025	5.64	161	333
12	홍성군	은하면	230.77	5000	2015-03-03	2015-02-10	2015-03-24	33	9.90	4345	3.33	161	334
13	홍성군	은하면	230.74	3000	2015-02-12	2015-01-22	2015-03-05	26	4.61	2025	5.64	161	333
14	보령시	천북면	230.45	3000	2015-02-14	2015-01-24	2015-03-07	31	7.17	3148	4.32	162	333
15	홍성군	은하면	230.43	3000	2015-02-09	2015-01-19	2015-03-02	26	4.61	2025	5.64	161	333
16	홍성군	은하면	230.37	9000	2015-03-21	2015-02-28	2015-04-11	39	18.37	8064	2.12	163	336
17	홍성군	은하면	230.07	2000	2015-02-12	2015-01-22	2015-03-05	26	4.61	2025	5.64	161	333
18	홍성군	은하면	229.97	2000	2015-02-12	2015-01-22	2015-03-05	26	4.61	2025	5.64	161	333
19	홍성군	은하면	229.93	2000	2015-02-06	2015-01-16	2015-02-27	26	4.61	2025	5.64	161	333
20	홍성군	은하면	229.83	7000	2015-03-13	2015-02-20	2015-04-03	33	11.34	4980	2.91	161	336
21	홍성군	은하면	229.68	6000	2015-03-10	2015-02-17	2015-03-31	33	9.90	4345	3.33	161	335
22	보령시	천북면	229.61	1000	2015-02-14	2015-01-24	2015-03-07	23	3.29	1446	6.98	161	332
23	보령시	천북면	161.00	2000	2015-03-30	2015-03-09	2015-04-20	41	35.63	15644	1.15	162	331
24	안성시	일죽면	148.34	27000	2015-01-22	2015-01-01	2015-02-12	58	32.37	14213	1.79	239	400
25	안성시	일죽면	148.	280	2015-01	2014-12	2015-02	58	34.14	14990	1.70	240	401

No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈 도	기대빈 도	Pop at-risk	상대 위험 도	X좌표	Y좌표
			16	00	-11	-21	-01						
26	홍성군	결성면	148.07	30000	2015-03-13	2015-02-20	2015-04-03	43	55.78	24492	0.77	159	337
27	안성시	일죽면	146.73	26000	2015-01-17	2014-12-27	2015-02-07	56	31.60	13876	1.77	240	397
28	안성시	일죽면	146.60	30000	2015-01-11	2014-12-21	2015-02-01	62	38.38	16850	1.62	241	401
29	홍성군	결성면	146.54	30000	2015-03-16	2015-02-23	2015-04-06	41	53.03	23286	0.77	158	336
30	안성시	일죽면	145.86	26000	2015-01-14	2014-12-24	2015-02-04	56	31.56	13856	1.77	240	397
31	안성시	일죽면	145.62	22000	2015-01-08	2014-12-18	2015-01-29	52	24.98	10970	2.08	238	398
32	안성시	일죽면	144.40	25000	2015-01-08	2014-12-18	2015-01-29	55	29.64	13014	1.86	241	397
33	안성시	일죽면	143.81	24000	2015-01-11	2014-12-21	2015-02-01	51	21.18	9298	2.41	240	396
34	홍성군	광천읍	140.35	29000	2015-03-11	2015-02-18	2015-04-01	44	60.17	26419	0.73	168	335
35	안성시	일죽면	138.01	30000	2015-01-27	2015-01-06	2015-02-17	64	38.45	16881	1.66	239	403
36	안성시	일죽면	137.73	28000	2015-02-03	2015-01-13	2015-02-24	62	34.66	15217	1.79	237	401
37	홍성군	광천읍	135.58	30000	2015-03-09	2015-02-16	2015-03-30	46	63.47	27868	0.72	168	335
38	용인시	백암면	134.56	28000	2015-02-03	2015-01-13	2015-02-24	63	34.32	15071	1.84	236	400
39	안성시	일죽면	134.21	30000	2015-03-12	2015-02-19	2015-04-02	72	40.31	17700	1.79	237	402
40	안성시	죽산면	134.06	30000	2015-01-05	2014-12-15	2015-01-26	76	41.65	18289	1.82	237	396
41	용인시	백암면	133.67	30000	2015-01-20	2014-12-30	2015-02-10	70	37.86	16625	1.85	236	400
42	안성시	일죽면	132.81	30000	2015-01-28	2015-01-07	2015-02-18	70	39.31	17259	1.78	237	401
43	홍성군	결성면	129.16	30000	2015-02-23	2015-02-02	2015-03-16	43	57.40	25202	0.75	159	340
44	홍성군	구항면	123.54	30000	2015-04-06	2015-03-16	2015-04-27	46	60.43	26535	0.76	162	342
45	이천시	율면	121.46	30000	2015-01-13	2014-12-23	2015-02-03	69	44.26	19435	1.56	245	396
46	이천시	모가면	120.65	30000	2015-02-04	2015-01-14	2015-02-25	61	40.56	17810	1.50	242	405
47	홍성군	광천읍	117.79	30000	2015-03-20	2015-02-27	2015-04-10	46	65.23	28643	0.71	170	336
48	수원시	서둔동	117.54	1000	2015-03-13	2015-02-20	2015-04-03	1	0.13	56	7.84	198	418
49	홍성군	광천읍	117.16	30000	2015-03-20	2015-02-27	2015-04-10	46	65.23	28643	0.71	170	335
50	홍성군	홍동면	116.98	30000	2015-03-17	2015-02-24	2015-04-07	46	66.34	29127	0.69	169	338
51	홍성군	광천읍	114.73	30000	2015-03-13	2015-02-20	2015-04-03	46	65.23	28643	0.71	170	335
52	안성시	죽산면	114.01	30000	2015-01-08	2014-12-18	2015-01-29	76	42.21	18535	1.80	236	394
53	홍성군	장곡면	112.08	30000	2015-03-16	2015-02-23	2015-04-06	46	65.61	28808	0.70	170	334
54	안성시	죽산면	111.99	30000	2015-01-08	2014-12-18	2015-01-29	82	44.76	19653	1.83	239	392
55	홍성군	서부면	109.75	30000	2015-04-02	2015-03-12	2015-04-23	42	53.19	23357	0.79	156	340
56	이천시	설성면	108.98	30000	2015-01-30	2015-01-09	2015-02-20	61	41.51	18227	1.47	248	402
57	홍성군	장곡면	104.97	30000	2015-03-14	2015-02-21	2015-04-04	46	65.31	28678	0.70	171	335
58	이천시	모가면	104.48	30000	2015-01-24	2015-01-03	2015-02-14	53	35.34	15518	1.50	237	407

No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈 도	기대빈 도	Pop at-risk	상대 위험 도	X좌표	Y좌표
59	이천시	대월면	101.61	30000	2015-02-06	2015-01-16	2015-02-27	55	40.35	17719	1.36	244	409
60	이천시	장호원읍	101.31	30000	2015-01-10	2014-12-20	2015-01-31	61	42.68	18741	1.43	250	403
61	용인시	백암면	101.08	30000	2015-01-29	2015-01-08	2015-02-19	70	37.35	16399	1.87	234	403
62	이천시	장호원읍	97.24	30000	2014-12-29	2014-12-08	2015-01-19	59	44.37	19484	1.33	252	400
63	여주군	가남면	95.45	30000	2015-01-15	2014-12-25	2015-02-05	55	39.31	17262	1.40	246	410
64	용인시	백암면	94.31	30000	2015-03-13	2015-02-20	2015-04-03	70	38.77	17024	1.81	232	402
65	홍성군	홍성읍	91.03	30000	2015-03-23	2015-03-02	2015-04-13	46	65.32	28680	0.70	170	340
66	이천시	모가면	89.66	30000	2015-01-31	2015-01-10	2015-02-21	52	38.86	17061	1.34	239	411
67	홍성군	장곡면	88.27	30000	2015-04-28	2015-04-07	2015-05-19	46	68.12	29912	0.68	172	332
68	이천시	대월면	88.12	30000	2015-01-17	2014-12-27	2015-02-07	54	38.09	16723	1.42	246	411
69	평택시	송북동	87.65	10000	2015-03-03	2015-02-10	2015-03-24	1	0.44	193	2.28	207	397
70	이천시	장호원읍	87.53	30000	2015-01-19	2014-12-29	2015-02-09	53	42.41	18622	1.25	253	406
71	아산시	인주면	85.48	70000	2015-03-30	2015-03-09	2015-04-20	10	5.26	2308	1.90	191	369
72	안성시	삼죽면	84.63	30000	2015-01-15	2014-12-25	2015-02-05	78	42.00	18442	1.86	232	395
73	용인시	백암면	84.38	30000	2015-03-08	2015-02-15	2015-03-29	62	37.85	16619	1.64	232	404
74	용인시	원삼면	83.81	30000	2015-01-05	2014-12-15	2015-01-26	62	37.70	16552	1.64	230	405
75	아산시	신창면	83.63	12000	2015-03-16	2015-02-23	2015-04-06	10	9.37	4113	1.07	191	366
76	이천시	부발읍	80.99	80000	2015-02-28	2015-02-07	2015-03-21	8	5.13	2252	1.56	243	419
77	이천시	부발읍	80.73	10000	2015-02-24	2015-02-03	2015-03-17	3	1.07	470	2.80	246	418
78	이천시	부발읍	80.72	10000	2015-02-12	2015-01-22	2015-03-05	3	0.36	159	8.28	245	422
79	아산시	신창면	79.20	20000	2015-03-30	2015-03-09	2015-04-20	15	25.86	11354	0.58	192	365
80	아산시	신창면	78.74	30000	2015-03-25	2015-03-04	2015-04-15	40	59.77	26243	0.67	193	366
81	천안시	병천면	77.44	50000	2015-03-03	2015-02-10	2015-03-24	14	2.83	1243	4.95	228	368
82	천안시	병천면	76.91	60000	2015-03-02	2015-02-09	2015-03-23	15	3.26	1431	4.60	228	368
83	천안시	병천면	76.67	70000	2015-02-25	2015-02-04	2015-03-18	20	5.63	2470	3.56	228	368
84	천안시	병천면	76.43	10000	2015-01-23	2015-01-02	2015-02-13	7	0.68	298	10.31	226	364
85	천안시	병천면	76.43	10000	2014-12-31	2014-12-10	2015-01-21	7	0.68	298	10.31	227	363
86	천안시	병천면	76.43	10000	2015-01-02	2014-12-12	2015-01-23	8	1.24	544	6.46	227	362
87	용인시	원삼면	75.86	30000	2015-01-05	2014-12-15	2015-01-26	58	36.52	16037	1.59	228	408
88	여주군	가남면	74.71	30000	2015-01-16	2014-12-26	2015-02-06	51	40.50	17782	1.26	255	407
89	아산시	선장면	73.85	21000	2015-03-18	2015-02-25	2015-04-08	14	30.17	13246	0.46	188	367
90	진천군	이월면	73.29	30000	2014-12-13	2014-11-22	2015-01-03	85	50.94	22366	1.67	239	379
91	진천군	이월면	73.13	30000	2014-12-15	2014-11-24	2015-01-05	85	51.09	22431	1.66	239	379
92	천안시	수신면	72.9	70000	2014-12	2014-11	2015-01	15	6.98	3067	2.15	227	360

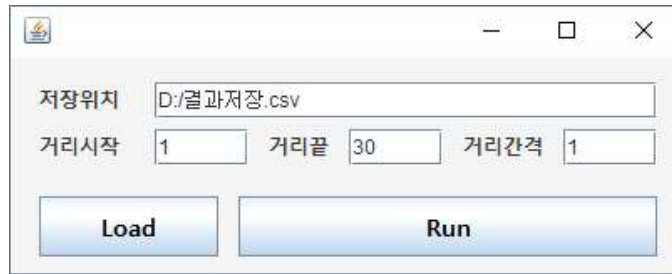
No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈도	기대빈도	Pop at-risk	상대위험도	X좌표	Y좌표
			1	0	-16	-25	-06						
93	이천시	대월면	72.80	30000	2015-03-22	2015-03-01	2015-04-12	45	35.83	15733	1.26	242	414
94	아산시	선창면	72.44	20000	2015-03-24	2015-03-03	2015-04-14	14	29.04	12752	0.48	188	367
95	아산시	신창면	71.25	30000	2015-03-21	2015-02-28	2015-04-11	42	58.50	25688	0.72	196	366
96	천안시	수신면	70.98	8000	2014-12-30	2014-12-09	2015-01-20	15	7.53	3305	1.99	227	360
97	진천군	이월면	70.54	30000	2015-01-20	2014-12-30	2015-02-10	84	51.00	22394	1.65	240	378
98	진천군	이월면	70.11	30000	2014-12-18	2014-11-27	2015-01-08	84	50.99	22389	1.65	240	378
99	진천군	이월면	68.82	30000	2014-12-08	2014-11-17	2014-12-29	81	50.91	22354	1.59	237	376
100	천안시	수신면	67.52	10000	2015-01-01	2014-12-11	2015-01-22	15	9.05	3972	1.66	226	359
101	진천군	이월면	67.00	30000	2015-01-19	2014-12-29	2015-02-09	83	49.96	21935	1.66	241	377
102	음성군	삼성면	66.28	30000	2015-01-03	2014-12-13	2015-01-24	85	47.19	20722	1.80	243	386
103	진천군	진천읍	65.69	30000	2014-12-04	2014-11-13	2014-12-25	80	51.96	22814	1.54	237	375
104	진천군	진천읍	64.86	30000	2014-12-03	2014-11-12	2014-12-24	80	52.15	22898	1.53	237	375
105	평택시	오성면	64.69	20000	2015-03-03	2015-02-10	2015-03-24	4	1.46	639	2.75	196	390
106	진천군	진천읍	63.93	30000	2014-12-12	2014-11-21	2015-01-02	78	49.85	21890	1.56	241	375
107	진천군	진천읍	63.52	30000	2014-12-15	2014-11-24	2015-01-05	80	50.76	22290	1.58	240	374
108	철원군	갈말읍	63.07	12000	2015-03-23	2015-03-02	2015-04-13	9	5.49	2412	1.64	230	524
109	평택시	오성면	62.67	30000	2015-03-17	2015-02-24	2015-04-07	31	40.40	17740	0.77	197	389
110	철원군	갈말읍	62.63	10000	2015-03-18	2015-02-25	2015-04-08	6	1.13	495	5.32	228	517
111	철원군	갈말읍	62.63	10000	2015-03-23	2015-03-02	2015-04-13	6	1.13	495	5.32	227	517
112	철원군	갈말읍	62.63	10000	2015-04-01	2015-03-11	2015-04-22	6	1.13	495	5.32	230	520
113	보령시	주교면	62.22	30000	2015-03-12	2015-02-19	2015-04-02	42	49.71	21828	0.84	163	319
114	진천군	백곡면	60.15	30000	2015-01-06	2014-12-16	2015-01-27	74	50.46	22155	1.47	233	373
115	철원군	김화읍	59.34	30000	2015-04-01	2015-03-11	2015-04-22	7	2.03	893	3.44	233	524
116	천안시	병천면	58.84	12000	2015-02-23	2015-02-02	2015-03-16	26	8.88	3900	2.93	228	371
117	철원군	갈말읍	57.95	80000	2015-03-12	2015-02-19	2015-04-02	8	3.12	1372	2.56	230	527
118	홍성군	홍동면	57.07	30000	2015-03-24	2015-03-03	2015-04-14	50	69.82	30658	0.72	176	339
119	청원군	북이면	55.21	30000	2014-12-19	2014-11-28	2015-01-09	48	44.88	19707	1.07	251	358
120	진천군	덕산면	55.01	30000	2015-03-09	2015-02-16	2015-03-30	83	47.38	20803	1.75	245	380
121	평택시	포승읍	54.55	30000	2015-02-21	2015-01-31	2015-03-14	25	44.83	19685	0.56	190	385
122	강화군	화도면	53.62	10000	2015-03-23	2015-03-02	2015-04-13	2	0.27	118	7.44	146	457
123	강화군	화도면	53.62	10000	2015-03-26	2015-03-05	2015-04-16	2	0.27	118	7.44	145	457
124	청원군	내수읍	52.73	30000	2015-01-12	2014-12-22	2015-02-02	46	43.80	19230	1.05	247	359
125	청원군	내수읍	52.73	30000	2014-12-31	2014-12-10	2015-01-21	46	43.67	19175	1.05	247	359

No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈 도	기대빈 도	Pop at-risk	상대 위험 도	X좌표	Y좌표
126	청원군	내수읍	52.67	30000	2015-01-12	2014-12-22	2015-02-02	46	43.80	19230	1.05	247	359
127	춘천시	동면	52.12	30000	2014-12-21	2014-11-30	2015-01-11	53	50.67	22250	1.05	230	362
128	청원군	북이면	50.36	30000	2014-12-23	2014-12-02	2015-01-13	48	45.04	19775	1.07	251	360
129	진천군	초평면	49.93	30000	2014-12-21	2014-11-30	2015-01-11	74	47.99	21073	1.54	246	374
130	청원군	북이면	49.65	30000	2014-12-27	2014-12-06	2015-01-17	51	45.40	19936	1.12	250	361
131	청원군	북이면	49.58	30000	2014-12-28	2014-12-07	2015-01-18	50	44.48	19530	1.12	250	363
132	증평군	증평읍	49.17	30000	2014-12-17	2014-11-26	2015-01-07	45	43.82	19241	1.03	255	360
133	용인시	포곡읍	48.09	1000	2015-02-24	2015-02-03	2015-03-17	3	0.66	291	4.53	219	422
134	천안시	북면	47.13	30000	2015-02-06	2015-01-16	2015-02-27	58	55.10	24193	1.05	223	362
135	평택시	청북면	46.28	30000	2015-03-16	2015-02-23	2015-04-06	26	35.32	15509	0.74	190	394
136	평택시	청북면	45.46	30000	2015-03-17	2015-02-24	2015-04-07	26	34.74	15252	0.75	191	395
137	천안시	성환읍	45.23	1000	2015-02-14	2015-01-24	2015-03-07	3	0.91	398	3.31	211	381
138	천안시	성환읍	45.23	1000	2015-02-26	2015-02-05	2015-03-19	3	0.91	398	3.31	213	383
139	천안시	성환읍	45.23	1000	2015-02-05	2015-01-15	2015-02-26	3	1.38	607	2.17	207	382
140	포천시	관인면	44.53	20000	2015-03-02	2015-02-09	2015-03-23	9	11.01	4836	0.82	223	517
141	괴산군	청안면	43.75	30000	2015-01-07	2014-12-17	2015-01-28	49	45.81	20116	1.07	256	364
142	홍성군	금마면	43.59	30000	2015-03-04	2015-02-11	2015-03-25	51	68.77	30194	0.74	175	344
143	원주시	소초면	42.87	1000	2015-02-22	2015-02-01	2015-03-15	2	0.63	276	3.18	288	434
144	원주시	소초면	42.87	1000	2015-02-23	2015-02-02	2015-03-16	2	0.63	276	3.18	288	434
145	아산시	음봉면	42.68	30000	2015-03-15	2015-02-22	2015-04-05	52	49.99	21949	1.04	206	375
146	증평군	도안면	41.35	30000	2014-12-25	2014-12-04	2015-01-15	66	46.59	20459	1.42	253	369
147	철원군	동송읍	41.04	26000	2015-04-14	2015-03-24	2015-05-05	9	12.92	5671	0.70	222	520
148	청원군	미원면	40.33	30000	2014-12-27	2014-12-06	2015-01-17	43	43.58	19135	0.99	257	353
149	용인시	포곡읍	40.16	30000	2015-01-19	2014-12-29	2015-02-09	42	30.21	13266	1.39	219	423
150	용인시	포곡읍	39.88	30000	2015-02-10	2015-01-20	2015-03-03	42	30.01	13175	1.40	219	423
151	청원군	오창읍	38.74	30000	2014-12-18	2014-11-27	2015-01-08	52	49.14	21576	1.06	233	359
152	아산시	음봉면	38.14	30000	2015-03-31	2015-03-10	2015-04-21	57	46.08	20232	1.24	207	377
153	철원군	갈말읍	33.29	30000	2015-04-09	2015-03-19	2015-04-30	9	15.38	6752	0.59	225	513
154	음성군	원남면	33.22	30000	2014-12-18	2014-11-27	2015-01-08	63	44.57	19570	1.41	256	373
155	제천시	금성면	32.31	1000	2015-01-03	2014-12-13	2015-01-24	2	0.88	387	2.27	352	308
156	제천시	금성면	32.31	1000	2015-01-12	2014-12-22	2015-02-02	2	0.88	387	2.27	352	307
157	평택시	서탄면	31.89	30000	2015-04-02	2015-03-12	2015-04-23	33	33.36	14647	0.99	204	403
158	청원군	오창읍	28.48	30000	2015-02-16	2015-01-26	2015-03-09	52	47.25	20748	1.10	236	358
159	충주시	주덕읍	27.7	100	2015-02	2015-01	2015-03	2	1.11	486	1.81	270	388

No	시군구명	읍면동명	Z-value	거리	발생일자	21일 이전일	21일 이후일	관측빈 도	기대빈 도	Pop at-risk	상대 적위 험도	X좌표	Y좌표
160	충주시	주덕읍	27.78	1000	2015-02-21	2015-01-31	2015-03-14	2	1.11	486	1.81	267	389
161	봉화군	봉화읍	26.41	1000	2015-02-24	2015-02-03	2015-03-17	2	1.31	577	1.52	348	377
162	봉화군	봉화읍	26.34	1000	2015-03-04	2015-02-11	2015-03-25	2	1.31	577	1.52	348	377
163	용인시	남사면	24.53	3000	2015-04-14	2015-03-24	2015-05-05	57	36.00	15809	1.58	210	402
164	당진시	합덕읍	23.59	3000	2015-03-27	2015-03-06	2015-04-17	33	60.67	26638	0.54	178	369
165	괴산군	감물면	22.95	1000	2015-01-02	2014-12-12	2015-01-23	1	0.78	343	1.28	278	368
166	화성시	장안면	21.24	3000	2015-02-26	2015-02-05	2015-03-19	19	29.94	13148	0.63	185	402
167	춘천시	서면	20.94	1000	2015-02-07	2015-01-17	2015-02-28	2	1.34	588	1.49	222	340
168	춘천시	서면	20.94	1000	2015-01-07	2014-12-17	2015-01-28	2	1.34	588	1.49	222	340
169	단양군	어상천면	20.49	1000	2015-02-09	2015-01-19	2015-03-02	1	0.54	236	1.86	321	398
170	천안시	북천읍	19.96	3000	2015-04-28	2015-04-07	2015-05-19	54	51.32	22535	1.05	216	362
171	화성시	우정읍	19.17	3000	2015-04-06	2015-03-16	2015-04-27	23	33.58	14745	0.68	179	397
172	화성시	우정읍	19.13	3000	2015-04-06	2015-03-16	2015-04-27	23	32.10	14094	0.72	179	397
173	안동시	남후면	18.77	1000	2015-01-03	2014-12-13	2015-01-24	1	1.41	617	0.71	343	334
174	춘천시	동산면	18.59	1000	2015-02-22	2015-02-01	2015-03-15	1	1.31	576	0.76	264	474
175	공주시	유구읍	18.47	7000	2015-01-18	2014-12-28	2015-02-08	2	5.61	2462	0.36	194	337
176	공주시	신봉면	17.83	1000	2015-02-08	2015-01-18	2015-03-01	2	9.34	4102	0.21	195	336
177	괴산군	청천면	16.28	1000	2015-02-19	2015-01-29	2015-03-12	1	0.69	303	1.45	269	351
178	영천시	화산면	14.95	1000	2014-12-30	2014-12-09	2015-01-20	1	0.69	302	1.45	366	284
179	제천시	금성면	14.48	1000	2015-02-05	2015-01-15	2015-02-26	1	0.77	338	1.30	302	397
180	경주시	안강읍	10.53	1000	2015-03-12	2015-02-19	2015-04-02	1	2.58	1135	0.39	397	281
181	안동시	서후면	9.96	1000	2015-03-31	2015-03-10	2015-04-21	1	1.23	542	0.81	347	348
182	충주시	소태면	8.96	3000	2015-03-30	2015-03-09	2015-04-20	40	39.27	17242	1.02	270	404
183	화성시	남양동	8.73	3000	2015-04-21	2015-03-31	2015-05-12	13	25.23	11079	0.52	182	407
184	보은군	보은읍	7.84	1000	2015-01-23	2015-01-02	2015-02-13	1	1.79	784	0.56	264	329

부록 3-1-1-2. 국지적 공간 클러스터 분석 프로그램 개요

국지적 공간 클러스터 분석 프로그램



- Default로 지정된 저장위치는 D드라이브이며 수정 가능함
- 거리시작, 거리끝, 거리간격은 거리시작(km)으로부터 간격(km)만큼 거리끝(km)까지 스캔하며 z-value를 계산함
- 거리정보 또한 Default로 지정되어 있지만, 수정 가능함
- Load버튼 클릭 시 184개 구제역 텍스트파일과, 전국 읍면동 텍스트파일의 불러오기가 실행되며 불러오기 완료 후 메시지박스로 실행 완료 확인창이 생성됨
- Run버튼 클릭 시 계산이 완료된 후 저장위치에 결과가 저장됨
- 본 프로그램은 java를 이용하여 작성하였으며 프로그램의 소스코드는 바로 아래 부록3에 수록되어 있음

부록 3-1-1-3. 국지적 공간 클러스터 분석 프로그램 소스코드

변수 선언부

```
private JPanel contentPane;
private File file;
private BufferedReader in;
private File file2;
private BufferedReader in2;
private File write;
private FileWriter fw;
private BufferedWriter bw;

static ArrayList<String> Num = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> FMD_DATE = new ArrayList<String>();
static ArrayList<Double> FMD_POP = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> FMD_CNT = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> FMD_Ei = new ArrayList<Double>();
```

```

static ArrayList<Double> X = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> Y = new ArrayList<Double>();

static ArrayList<String> Num2 = new ArrayList<String>();
static ArrayList<Double> FMD_DATE2 = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<String> EMD = new ArrayList<String>();
static ArrayList<Double> X2 = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> Y2 = new ArrayList<Double>();

static double[] Ui;
static double[] ZUi;

static ArrayList<Double> AllZUi_temp = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<String> AllDT_temp = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> AllD_temp = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> AllXY_temp = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> All_EMMD = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> All_FMD = new ArrayList<String>();
static ArrayList<Double> AllEi = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> All_CNT = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> AllSemiUi = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<Double> AllOI = new ArrayList<Double>();

static ArrayList<Double> AllZUi_temp2 = new ArrayList<Double>();
static ArrayList<String> AllDT_temp2 = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> AllD_temp2 = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> AllXY_temp2 = new ArrayList<String>();
static ArrayList<String> All_EMMD2 = new ArrayList<String>();
static ArrayList<Double> AllOI2 = new ArrayList<Double>();
private JTextField Save;
private JTextField START;
private JTextField END;
private JTextField TERM;

*****
                        Data Load
*****
file = new File("D:/EMD.txt");
    try {

```



```

        in = new BufferedReader(new FileReader(file));
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    String s;
    try {
        s = in.readLine();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    try {
        while ((s = in.readLine()) != null) {
            String[] values = s.split("WW|");
            Num.add(values[0]);
            FMD_CNT.add(Double.parseDouble(values[1]+ ""));
            FMD_POP.add(Double.parseDouble(values[2]+ ""));
            FMD_Ei.add(Double.parseDouble(values[3]+ ""));
            FMD_DATE.add(values[4]);
            X.add(Double.parseDouble(values[5]+ ""));
            Y.add(Double.parseDouble(values[6]+ ""));
        }
    } catch (NumberFormatException | IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    try {
        in.close();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    file2 = new File("D:/FMD.txt");
    try {
        in2 = new BufferedReader(new FileReader(file2));
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    String s2;
    try {
        s2 = in2.readLine();

```

```

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    try {
        while ((s2 = in2.readLine()) != null) {
            String[] values = s2.split(",");
            Num2.add(values[0]);
            FMD_DATE2.add(Double.parseDouble(values[1]+ ""));
            EMD.add(values[2]);
            X2.add(Double.parseDouble(values[3]+ ""));
            Y2.add(Double.parseDouble(values[4]+ ""));
        }
    } catch (NumberFormatException | IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    try {
        in2.close();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"데이터 불러오기 완료");

```

Z값계산(Run)

```

try {
    int start = Integer.parseInt(START.getText());
    int end = Integer.parseInt(END.getText());
    int size = end - start;
    double[] D = new double[size+ 1];

    for(int i=start; i<end+ 1; i+ ){
        D[i-1] = i * 1000.0;
    }

    double[] AllZUi2 = new double[Num2.size()];
    double[] AllOi2 = new double[Num2.size()];
    String[] AllXY2 = new String[Num2.size()];

```

```

String[] AllD2 = new String[Num2.size()];
String[] AllD = new String[Num2.size()];
String[] AllEMD2 = new String[Num2.size()];

for(int i=0; i<184; i++){
    AllZUi2[i] = -999999.0;
    AllXY2[i] = "";
    AllD2[i] = "";
    AllD[i] = "";
    AllEMD2[i] = "";
    AllOi2[i] = 0.0;
}

for(int dij = 0; dij<D.length; dij++){

    AllZUi_temp.clear();
    AllXY_temp.clear();
    AllDT_temp.clear();
    All_EMD.clear();
    AllD_temp.clear();
    AllOI.clear();

    for(int term=0; term<146; term++){
        double[] 발생수 = new double[Num.size()];
        String[] 발생일자 = new String[Num.size()];
        double[] semiUi = new double[Num.size()];
        double[] 관찰값 = new double[Num.size()];

        Ui = new double[Num2.size()];
        ZUi = new double[Num2.size()];

        for(int i=0; i<Num.size(); i++){
            발생수[i] = FMD_CNT.get(i);
            발생일자[i] = "";
            관찰값[i] = 0.0;
            semiUi[i] = 0.0;
        }

        for(int i=0; i<Num2.size(); i++){
            Ui[i] = 0.0;
        }
    }
}

```

```

        ZUi[i] = 0.0;
    }

    for(int i=0; i<Num.size(); i++){
        if(FMD_CNT.get(i) != 0){
            String[] date = FMD_DATE.get(i).split(",");
            for(int j=0; j<date.length; j++){
                if(발생수[i] > 0){
                    if(Integer.parseInt(date[j]) < term +
21 && Integer.parseInt(date[j]) > term - 21){
                        발생일자[i] = 발생일자[i] +
", " + date[j];
                            continue;
                    } else {
                        발생수[i] = 발생수[i] - 1;
                    }
                }
            }
        }
    }

    for(int i=0; i<Num.size(); i++){
        double 개수 = 0.0;
        String[] date = 발생일자[i].split(",");
        for(int k=0; k<Num.size(); k++){
            if(발생수[k] != 0.0){
                String[] date2 = 발생일자[k].split(",");
                for(int j=1; j<date.length; j++){
                    for(int l=1; l<date2.length; l++){
                        if(Integer.parseInt(date[j]) -
Integer.parseInt(date2[l]) == 0){
                            개수
= 개수 + 1.0;
                        } else {
                            개수
= 개수 + Math.exp(Math.abs(Integer.parseInt(date[j]) - Integer.parseInt(date2[l])) * (((-2) *
(Math.log(10)) / 21.0)));
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    }
    관찰값[i] = 개수;
}
double[][] W_matrix = new
double[Num2.size()][Num.size()];

for(int i=0; i<Num2.size(); i++){
    for(int j=0; j<Num.size(); j++){
        W_matrix[i][j] =
Math.exp(거리(X2.get(i),Y2.get(i),X.get(j),Y.get(j)) * ( (-2) * (Math.log(10)) / D[dij] ));
    }
}

for(int i=0; i<Num2.size(); i++){
    double totalW=0;
    for(int j=0; j<Num.size(); j++){
        totalW = totalW +
Math.pow(W_matrix[i][j],2);
    }
    for(int j=0; j<Num.size(); j++){
        W_matrix[i][j] = W_matrix[i][j] /
Math.sqrt(totalW);
    }
}

double[][] SWM_Adjusted = new
double[Num2.size()][Num.size()];

for(int i=0; i<Num2.size(); i++){
    for(int j=0; j<Num.size(); j++){
        SWM_Adjusted[i][j] = W_matrix[i][j];
    }
}

double FirstEleVar_Adjusted = 0.0;
double SecondEleVar_Adjusted = 0.0;
double VarScore_Adjusted = 0.0;

for(int i=0; i<Num2.size(); i++){

```

```

double total=0;
for(int j=0; j<Num.size(); j++){
total = total + (SWM_Adjusted[i][j] * (관찰값[j] -
FMD_Ei.get(j)));

FirstEleVar_Adjusted = FirstEleVar_Adjusted +
(SWM_Adjusted[i][j] * SWM_Adjusted[i][j] * FMD_Ei.get(j));
SecondEleVar_Adjusted = SecondEleVar_Adjusted +
(SWM_Adjusted[i][j] * FMD_Ei.get(j));
}

SecondEleVar_Adjusted = (SecondEleVar_Adjusted *
SecondEleVar_Adjusted) / 184.0;

Ui[i] = total;

VarScore_Adjusted = FirstEleVar_Adjusted -
SecondEleVar_Adjusted;

ZUi[i] = Ui[i] / Math.sqrt(VarScore_Adjusted);

FirstEleVar_Adjusted = 0.0;
SecondEleVar_Adjusted = 0.0;
}

for(int i=0; i<ZUi.length; i++){
AllZUi_temp.add(ZUi[i]);
AllXY_temp.add(X2.get(i) + "," + Y2.get(i));
AllDT_temp.add(term+ "");
All_EMD.add(EMD.get(i));
AllD_temp.add(D[dij]+ "");
AllOI.add(관찰값[i]);
}
term = term + 9;
}

```

출력

```

for(int j=0; j<Num2.size(); j++){
    for(int i=0; i<AllZUi_temp.size(); i++){
        if(AllXY_temp.get(i).equals(X2.get(j) + "," + Y2.get(j)) && AllZUi2[j] <
AllZUi_temp.get(i)){
            AllZUi2[j] = AllZUi_temp.get(i);
            AllXY2[j] = AllXY_temp.get(i);
            AllD2[j] = AllDT_temp.get(i);
            AllD[j] = AllD_temp.get(i);
            AllEMD2[j] = All_EMD.get(i);
        }
    }
}

for(int j=0; j<AllZUi2.length; j++){
    AllZUi_temp2.add(AllZUi2[j]);
    AllXY_temp2.add(AllXY2[j]);
    AllDT_temp2.add(AllD2[j]);
    All_EMD2.add(AllEMD2[j]);
    AllD_temp2.add(AllD[j]);
}

write = new File(Save.getText());
fw = new FileWriter(write, true);
bw = new BufferedWriter(fw);
bw.write("읍면동,ZValue,원통중심,Dij,X,Y");
bw.newLine();

for(int i=0; i<AllEMD2.length; i++){
    bw.write(AllEMD2[i] + "," + AllZUi2[i] + "," + AllD2[i] + "," + AllD[i] + "," +
AllXY2[i].split(",")[0] + "," + AllXY2[i].split(",")[1]);
    bw.newLine();
}

bw.close();

*****
                거리계산
*****

static double 거리(double x, double y, double x1, double y1){
    return Math.sqrt(Math.pow(Math.abs(x1-x),2) + Math.pow(Math.abs(y1-y), 2));
}

```


(2) 매몰지 선정을 위한 공간데이터베이스 설계 및 구축

◦ 가축 매몰지 입지 평가를 위해 매몰지 선정을 위한 공간데이터베이스를 설계·구축하고, 이를 토대로 의사결정 지원구조 설계 및 prototype 개발을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다. 즉, 매몰지 선정을 위한 GIS 기반의 의사결정 모델을 정립하고 이 모델을 적용하여 매몰 후보지를 시스템을 통하여 지도 형태로 제시하는 것이다. 본 연구에서 매몰방법은 현재 사용하고 있는 PVC 통을 비롯하여 비닐 등과 같이 침출수의 발생을 최소화 하는 매몰법을 가정하였다.

① 매몰 후보지 입지 선정 모델 정립

◦ 본 연구에서는 선행연구를 통하여 부분적으로 수행된 매몰지 입지 평가와 관련된 GIS 기반의 분석들을 조사하여, 매몰 후보지 입지 분석 모형에 반영될 수 있도록 하였다. 매몰지 입지 분석과 관련된 선행연구 사례로는 하천과의 거리 분석, 정밀토양도와 수문지질도 등을 이용한 지하수 오염 위험성 분석, 과거 침수 이력 정보를 이용한 침수 가능성 분석, 상수원보호구역 집수구역과의 거리 분석 등이 있다. 또한 환경부(2010)의 ‘가축매몰지 환경관리지침’에서 제시된 입지와 관련된 내용에서는 지하수(지하수위와 1m 이상), 하천, 수원지, 집단가옥으로부터 이격(하천·수원지 등과 30m 이상) 시켜 매몰지를 설치하도록 하고 있다. 개별 매몰지의 크기는 가급적 바닥 폭 4-5m, 상부 폭 5-6m, 깊이 5m를 넘지 않도록 하며, 지하수위·관정·하천·주거지 등 주변 환경을 고려하여 조성하도록 하고 있다.

그러나 이러한 조건은 가축 매몰지 구성에 있어서 입지가 가장 중요한 요소임을 고려할 때 그 내용이 매우 제한적이어서 추가적으로 고려되어야 할 다양한 상황과 요인들에 대한 제시가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 보다 구체적인 요인들이 반영된 매몰지 선정 모형을 제시하고자 한다.

이를 위해 기존에 국내·외에서 활용된 적지 평가 사례를 검토한 후 이를 토대로 개선된 매몰지 후보지 평가 모델을 정립하였다. 매몰지 적지 선정 시 참고할 만한 GIS 기반의 공간분석 모델로는 국외의 경우 미국 USDA의 가축매몰지 사전 선정이 있고, 국내의 경우 토지적성평가(토지의 적성평가에 관한 지침. 국토교통부, 2015)와 가축매몰지적지선정연구(국토연구원, 2014)가 대표적이다. 본 연구에서는 우리나라의 실정과 여건을 고려하여 토지적성평가, 가축매몰지적지선정연구, 가축매몰지 환경관리지침 등을 중점적으로 검토하여 매몰 후보지 선정을 위한 모델을 정립하였다.

GIS 기반의 매몰지 선정 의사결정지원 모형은 크게 두 단계로 구분된다. 먼저 매몰 후보지에서 배제하여야 하는 지역을 선정하여 우선적으로 제외하여야 한다. 다음으로 배제되지 않은 예비후보지를 대상으로 매몰지로서의 적절성을 평가하여 등급화 한다. 토지적성평가와 가축매몰지적지선정연구 또한 이러한 두 단계로 대상지역을 평가하고 있다. 본 연구에서도 이러한 기준을 적용하여 평가 결과를 ‘부적합(배제지역)’, ‘미흡’, ‘주의’의 3단계로 구분하여 제시하였다.

1) 평가 요소 선정

가축 매몰 후보지 선정을 위한 평가 요소는 토지적성평가, 가축매몰지적지선정연구, 가축매몰지 환경관리지침 등 선행연구와 지침 등에 근거하여 선정하였다. 토지적성평가의 경우를 살펴보면 우선적으로 보전대상지역을 선정하여 후보지에서 배제한 후, 이에 해당되지 않는 지역을 정량적으로 평가하는 방식을 취하고 있다. 보전대상지역의 평가는 자연보전(생태자연도, 임상도), 수질보전(국가하천, 상수원보호구역, 저수지)의 두 부분으로 이루어져 있다. 개발가능지역의 평가는 물리적특성(경사도, 고도), 지역특성(생태자연도 상위등급비율, 도시용지비율 등), 공간적입지특성(공적규제지역과의

거리, 공공편익시설과의 거리)을 복합적으로 평가하여 세부 등급을 부여하고 있다. 본 연구에서는 토지적성평가의 이러한 평가 요소들 중 매물 후보지 선정 시 고려되어야 하는 자연보전(생태자연도 1등급)과 수질보전(상수원보호구역, 법정하천, 저수지) 요소를 반영하였다. 물리적 특성 중에서는 매물지의 유실과 붕괴를 방지하기 위해 경사도를 반영하였다. 또한 공적규제지역에 해당하는 여러 대상 중 문화재 부분에서 아직 발굴되지 않고 땅속에 묻혀 있는 문화재의 훼손 가능성을 고려하여 매장문화재와 문화유적분포지도 등을 부적합(배제)지역으로 분류하였다. 다만 문화유적분포지도의 경우 미확인 지역의 특성상 미흡 지역으로 분류하여 향후 매물지 설정 시 문화재 관련 담당자의 확인을 받도록 유도(시스템에서 해당지역에 관한 정보를 사용자에게 제공) 하였다.

국토연구원(2014)에서 수행한 가축매물지적지선정연구에서도 역시 배제지역과 예비후보지 평가라는 두 단계가 적용된 매물지 입지 분석 모델을 제시하고 있다. 배제지역분석에는 자연환경, 토지이용, 기존시설 등을 고려하여 배제지역을 선정하였고, 예비후보지의 경우 자연환경조건, 인문사회조건, 법제적조건을 고려하여 평가하도록 제시하고 있다.

가축매물지적지선정연구에서 제시된 평가 요소를 살펴보면 자연환경분야에서는 급경사지역, 투수성지질, 상수원보호구역과 하천 등이 있으며, 사회경제분야에서는 인구, 주요도로, 토지이용, 문화재보호구역, 기존 매물지 등이 있다. 법제분야에서는 보전지역 및 특별관리지구 등이 있다. 이들 지표 중 본 연구에서는 급경사지(경사도 20도 이상), 투수성지질(단층, 토양의 배수등급), 수문(상수원보호구역, 하천, 저수지), 주요도로, 토지이용(토지피복), 문화재(문화재분포), 기존 매물지 등을 반영하였다.

표 3-1-2-1. 토지적성평가 평가 지표

구분	부분	평가지표	기 준	기준점수 (A)	해당여부 (B)	점수(값) (C)
보전대상지역	자연보전	생태자연도	1등급, 별도관리지역	-	<input type="checkbox"/>	
		임상도(영급)	5영급 이상인 지역	-	<input type="checkbox"/>	
	수질보전	국가하천 및 지방하천(지방자치단체의 장이 별도로 정하는 경우에 한함)의 양안중 당해 하천의 경계로부터의 거리	300m 내외의 집수구역	-	<input type="checkbox"/>	
상수원보호구역 경계로부터 거리		동일수계지역내 1km 내외의 집수구역	-	<input type="checkbox"/>		
유효저수량 30만m ³ 이상인 호소·농업용 저수지 만수위선으로부터 거리		300m 내외의 집수구역	-	<input type="checkbox"/>		
개발가능지역	물리적특성	경사도	15도 미만	100		
			15도 이상 20도 미만	60		
			20도 이상	20		
	표고	50m 미만	100			
		50m 이상 150m 미만	60			
		150m 이상	20			
	지역특성	생태자연도 상위등급비율	10% 미만	100		
			10% 이상 25% 미만	60		
			25% 이상	20		
	도시용지 비율	5% 이상	100			
		1% 이상 5% 미만	60			
		1% 미만	20			
공간적입지특성	공적규제지역과의 거리	1.5km 이상	100			
		0.5km 이상 1.5km 미만	60			
		0.5km 미만	20			
	공공편익시설과의 거리	1km 미만	100			
		1km 이상 4km미만	60			
		4km 이상	20			
평가대상토지 적성값 (D=ΣC)						
만점대비 평가대상토지의 적성값 비율(%) (E)						
적성등급(F)	관정	<input type="checkbox"/> A등급 <input type="checkbox"/> B등급 <input type="checkbox"/> C등급				
	조정	<input type="checkbox"/> A등급 <input type="checkbox"/> B등급 <input type="checkbox"/> C등급				
	조정사유					

*자료 : 토지의 적성평가에 관한 지침(국토교통부, 2012)



그림 3-1-2-1. 가축 매몰지 적지 선정 모형(국토연구원, 2014, 재구성)>

표 3-1-2-2. 가축매몰지 적지선정 모형에서 제시한 공간 데이터 구성

조건		입지선정인자	
		배제지역분석자료	예비후보지 평가자료
자연 환경	지형	급경사, 고지대	경사도, 고도
	지질	투수성지질	토양성질, 오염위험지수
	수문	하천, 저수지 및 호수	집수구역면적, 하천과 상수원보호구역
	동물	보호구역	동식물분포
	경관	-	경관미, 가시거리, 시각흡수능력
사회 경제	인구	-	인구밀도, 가구수
	교통	주요도로	도로접근도
	지가	-	지가수준
	토지이용	주거밀집지	토지이용현황, 취락지와 시설물 인접도
	문화재	문화재보호구역	지정, 비지정문화재
	기존입지	이미 입지한 시설	기존 시설 근접도
	권역경계	행정구역, 경계	
법제	국토이용계획 등 각종 지역, 지구		
	보전지역 및 특별관리지구		

※자료 : 국토연구원(2014), 국민행복과 건강국토를 위한 가축제단GIS 고도화

◦ 환경부(2010)의 ‘가축매몰지 환경관리지침’에서 제시한 매몰지의 입지와 관련된 내용에서는 지하

수(지하수위와 1m 이상), 하천과 수원지(하천·수원지 등과 30m 이상 이격), 매몰지 크기(바닥 폭 4-5m, 상부 폭 5-6m, 깊이 5m를 넘지 않도록), 지하수위·관정·하천·주거지 등 주변 환경의 고려라는 조건을 반영하였다. 또한 기존 매몰지의 침출수 조사를 위하여 매몰지로부터 40 ~50m 떨어진 지점에 깊이 10m 내외의 시추공을 추가로 설치하여 모니터링 하도록 하고 있으므로, 매몰지가 직접 오염시킬 수 있는 가능성이 있는 거리 선정을 위한 근거로 활용하였다.

2) 평가 기준 설정

◦ 평가는 부적합(배제) 지역 선정과 그 외 지역에 대한 등급 평가의 두 단계로 진행된다. 본 연구에서는 살처분 매물 후보지의 등급을 부적합, 미흡, 주의의 3단계로 설정하였다. 그리고 여기에 해당하지 않는 그 외 지역은 적합지역에 해당한다. 즉, 매몰지 선정에 있어서 반드시 고려되어야 할 요소들에 대하여 매몰지 선정 담당자가 인지할 수 있도록 설계하였다.

가) 부적합(배제)지역 평가 기준

◦ 부적합(배제)지역은 매몰지 입지 선정에서 반드시 배제 되어야 하는 대상지의 경계를 기준으로 하였다. 그리고 실질적인 배제지역은 이들 경계로부터 일정한 거리(버퍼)를 두고 설정 하였으며, 거리는 평가요소에 따라 서로 상이하다.

◦ 상수원보호구역 인접지역, 하천 인접지역, 지하수관정 설치지역, 투수지질, 취락지, 급경사지, 기존 매립지 등이 매몰지 입지 선정에서 반드시 배제되어야 하는 지역에 해당한다. 우선적으로 이러한 배제기준을 설정하고 이에 해당하는 공간데이터들을 수집·구축하여 배제지역을 추출한다. 또한 상수원보호구역과 주요(법정)하천, 취락지 등 대부분의 배제 대상지역들은 경계를 포함하여 해당지역으로부터 일정한 거리를 설정하여 함께 배제되도록 하여야 한다. 예를 들어 상수원보호구역의 경우 ‘집수구역(물이 상수원보호구역으로 흘러들어갈 수 있는 범위)으로부터 1km 이상 떨어져야 한다.’(토지적성평가 지침, 2015)와 ‘하천, 수원지 등과 30m 이격한 곳으로 선정’(가축매몰지 환경관리지침, 2010) 등의 기준을 반영하여 설정하였다. 기존 매몰지와 이격 거리는 환경부에서 기존 매몰지의 침출수 조사를 위하여 제시한 50m를 반영하여 적용하였다.

나) 예비후보지역 평가 기준

◦ 부적합(배제)지역이 결정된 후, 부적합에 해당되지 않는 지역을 대상으로 매물 후보지 평가를 수행하였다. 매물 후보지 분석에서는 평가 요소 단위로 기준을 설정하여 등급(미흡, 주의)을 부여한 후, 중첩 분석을 통하여 평가 요소(주제도)의 등급을 통합하고, 지역별로 어떠한 평가 요소가 등급 결정에 영향을 주었는지 사용자가 확인할 수 있도록 함으로써 실질적인 의사결정에 도움이 되도록 하였다.

◦ 등급 부여의 기준 또한 부적합(배제)지역 선정에서와 같이 기본적으로는 선행연구와 관련 규정에 근거하여 제시하였다. 다만 관련 근거의 확보가 어려운 일부 요소의 경우는 유사한 평가 요소나 경험적인 지식을 적용하여 반영하였다. 예를 들어 지하수심도의 경우 환경부에서 제시한 기존 매몰지 침출수 오염 범위 조사를 위하여 시추공 깊이 10m를 적용하여 지하수심도가 10m 되는 지역까지는 평가에 적용받도록 하였다.

◦ 이러한 과정을 거쳐 도출된 매물 후보지 입지선정을 위한 평가 지표는 아래의 표와 같다. 후보지 평가에 활용된 지표는 수문지질도, 지하수공, 기존 매몰지, 축산시설과 축산농가, 수자원, 생태환경, 문화재, 토지이용 현황, 지형, 도로와 인구, 토양도 등 매우 다양하다. 지표 선정의 기준은 법제적인

요소와 자연환경적인 요소, 경관적인 요소 등 다양한 측면에서 고려되었다. 앞에서 제시한 토지적성 평가지침(국토교통부, 2015)과 가축매몰지 환경관리지침(환경부, 2010), 국민행복과 건강국토를 위한 가축재난GIS 고도화(국토연구원, 2014), 구제역과 조류인플루엔자의 역학조사보고서(농림축산식품부, 2015), 문화재보호법 등 매몰지의 입지에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들을 고려하여 평가 기준을 설정하였다.

◦ 각 평가 기준에 대한 근거를 살펴보면 먼저, 수문지질도와 지하수공, 법정하천과 저수지의 경우 환경부(2010)의 가축매몰지 환경관리지침에 근거하여 급간을 설정하였다. 생태자연도와 문화재, 경사도 등은 토지적성평가에 근거하여 급간을 설정하였다. 상수원보호구역의 경우는 가축매몰지 환경관리지침과 토지적성평가를 동시에 고려하여 급간을 설정하였다. 그 외 기존매립지, 축산시설, 토지피복, 도로, 토양 등은 이미 설정된 평가 기준과의 형평성 등을 고려하여 급간을 설정하였다.

표 3-1-2-3. 매몰 후보지 입지선정을 위한 평가 지표

구분	평가요소	적합	주의	미흡	부적합
수문지질도	지하수심도	-	8-10m	6-8m	지하수심도 6m 이내
	단층	-	-	50~100m	50m 이내
지하수공	지하수공	-	50-100m	30-50m	30m 이내
매몰지	기존매몰지	-	100-500m	50-100m	50m 이내
축산시설	축산시설	-	500-1,000m	100-500m	100m 이내
	축산농가	-	100-500m	50-100m	50m 이내
수자원	상수원보호 구역	-	-	500-1,000m	500m 이내
	법정하천	-	-	30-300m	30m 이내
	저수지	-	-	30-300m	30m 이내
생태환경	생태자연도	-	-	-	1등급지역, 별도관리지역
문화재	지정문화재	-	-	-	해당지역
	매장문화재	-	-	-	해당지역
	문화유적분 포지도	-	-	해당지역	-
토지피복	토지피복	나지, 초지	농업지역	산림지역	습지, 수역, 시가화건조지 역
지형(DEM)	경사도	-	10-15도	15-20도	20도 이상
인문경관	주요도로	-	50-100m	50m 이내	-
	인구*	-	-	인구 고밀도	-
토양도	배수등급	-	매우양호	-	-

* 인구는 평가에 직접 활용하지 않고 참고자료로 제공

② 매물 후보지 선정을 위한 GIS 기반의 공간분석 방법

1) GIS 기반의 공간분석 방법 적용

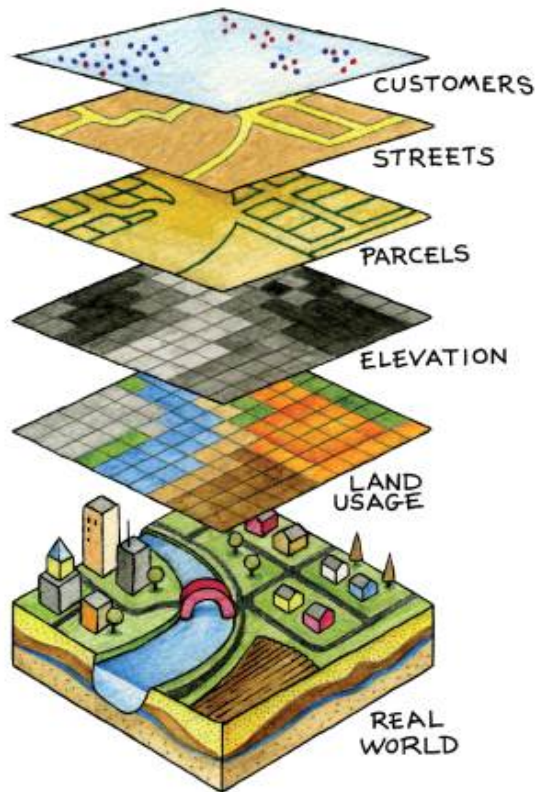
◦ 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System)은 가축사체 처분 전, 처분 중, 그리고 처분 후에도 지도화나 공간적 데이터 관리에 있어 중요한 역할을 해야 한다. GIS는 지도를 제공하는 가장 간단한 수준에서부터, 중요한 결정을 지원하는 역량을 제공하는 보다 복잡한 수준의 역할을 제공할 수 있다(가축 매몰지 관련 자료집(환경부, 2012)). 이처럼 질병 역학 분야에서 GIS는 이미 중요한 역할을 수행하고 있다. 본 연구에서도 매물 후보지 입지 분석을 위한 기본 분석 도구로 GIS를 활용하였고, 분석 결과의 표출 또한 GIS를 이용하여 지도화 하였다.

◦ 공간분석의 목적은 가축 폐사체 매물에 적절한 장소를 찾아내는 것이다. 이를 위해 의사결정 과정에서 GIS 분석을 통해 여러 속성을 가지고 있는 공간데이터들로부터 결과 데이터를 생성한다. 매몰지 선정을 위한 GIS 분석 방법은 크게 중첩분석(overlay analysis), 버퍼분석(buffer analysis), 3차원 지형분석(3D analysis)이며, 이러한 분석 개념은 상황에 따라 단독으로 또는 서로 복합적으로 교차하여 활용된다.

◦ 중첩분석이란 평가에 필요한 요인들 중 공간정보 부분을 각각의 주제도로 제작한 후, 필요에 따라 서로 중첩하여 원하는 결과를 도출하는 분석 방법이다. 예를 들면, 상수원 보호를 위하여 상수원 보호구역의 집수구역으로부터 500m 이내 지역에 해당하는 주제도를 제작한 후에 중첩분석을 통하여 평가 대상지로부터 이 지역을 우선적으로 제외(부적합지역)시키게 된다.

◦ 버퍼분석이란 인접분석이라고도 하며 매몰지 선정 시에 하천, 주요도로, 취락지구 등 일정한 거리를 유지할 필요가 있는 요소들에 대하여 지도상에서 그 반경을 계산하여 적용하는 분석 방법이다. 분석 결과 해당 반경에 포함되는 경우 매물 후보지에서 배제하거나 낮은 점수를 부여하는 방법으로 평가를 수행하게 된다.

◦ 3차원 지형분석이란 고도(높이) 값을 이용하여 침수가능성과 경사도 등을 측정하는 방법이다. 기존 매몰지들 중 산비탈 등 경사가 급한 지역에 설치된 경우 장마철과 집중호수가 발생하였을 때 유실의 우려가 높은 것으로 조사되었다. 따라서 3차원 지형분석은 매몰지 선정에 있어서 경사도 등을 고려함으로써 환경훼손과 매몰지 유실을 최소화할 수 있도록 유도하는데 사용되는 분석 방법이다.



<중첩분석>



<버퍼분석>



<지형분석(침수 가능지)>

그림 3-1-2-2. GIS 기반의 공간분석 방법

2) 모델빌더를 이용한 매물 후보지 입지 분석 모델 구현

본 연구에서는 매물지 적지 선정을 위한 GIS 기반의 공간분석 모델을 GIS 소프트웨어의 모델빌더를 활용하여 구현함으로써 사용자가 해당 모델을 쉽게 이해하고 수정이나 갱신이 용이하도록 구축하였다. 아래 그림은 GIS 기반의 모델 빌더를 활용하여 본 연구에서 도출한 매물 후보지 선정 모델이다.

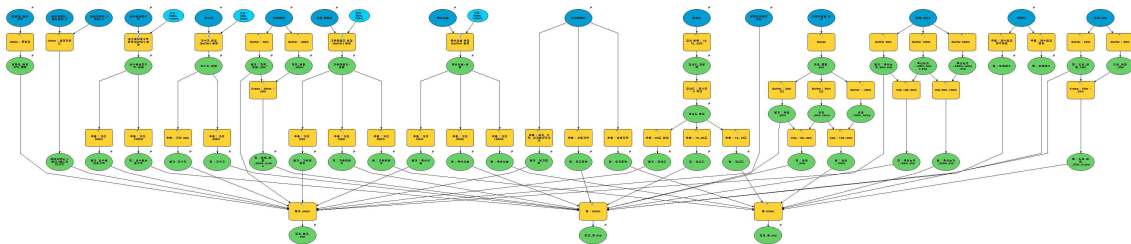


그림 3-1-2-3. 매물 후보지 선정을 위한 GIS 분석 모델

③ 공간정보 데이터베이스 구축

1) 공간정보 데이터베이스 구축

매물 후보지 입지 분석에 활용되는 공간정보 데이터는 농림축산식품부, 국토교통부, 환경부, 문화재청, 통계청, 농어촌공사, 수자원공사 등 다양한 기관에 산재되어 있다. 이와 같이 여러 기관에 산재되어 있는 공간 데이터를 조사하여 수집하고, 수집된 공간 데이터를 GIS 분석이 가능한 형태의

공간 데이터베이스로 구축하는 것이 가장 중요하다. 따라서 본 연구에서는 관련기관에 협조 공문을 보내거나 홈페이지 등을 통하여 공개된 자료를 제공받아 매물 후보지 선정에 필요한 공간정보를 구축하였다. 활용된 공간정보와 공간정보를 관리·제공하는 기관은 아래 표와 같다.

표 3-1-2-4. 매물지 입지 선정에 활용된 공간데이터

공간 데이터	내용	보유기관
지형(DEM)	경사도	국토교통부
도로	주요도로	
인구	주민등록인구	통계청
상수원보호구역	상수원보호구역	국토교통부 공간정보통합체계 (www.nsic.go.kr)
하천	법정하천	
저수지	전국 주요 저수지	한국농어촌공사
토양도	표토의 특성을 나타내는 지도	농촌진흥청
수문지질도	시/군 단위 지하수관리 기초조사자료 지하수심도, 단층	수자원공사 (국가지하수정보센터) (http://www.gims.go.kr)
지하수관정*	약 1,363,738공(2014년 기준)	
토지피복도	토지이용현황	환경부 환경공간정보
생태자연도	생태자연도1등급 지역, 별도관리지역	
문화재	지정문화재, 매장문화재, 등록문화재, 문화유적분포도	문화재청
축산시설 및 매물지	축산시설(도축, 사료, 분뇨 등)	국립수의과학검역원 (http://kahis.nvrqs.go.kr) 국가동물방역통합시스템
	축산농가	
	매물지	

* 지하수관정 데이터는 자료의 정확성 등의 이유로 수자원공사에서 제공받지 못함.

(3) 수문지질도 정보 등 관련 평가요소를 반영한 매몰지 선정 의사결정 지원 구조 설계 및 prototype 개발

◦ 매몰지 입지선정에 있어서는 수문지질도를 포함한 다양한 공간정보들이 활용되어야 한다. 본 연구에서는 경사도, 도로, 인구, 상수원보호구역, 하천, 저수지, 토양도, 수문지질도, 지하수관정, 토지피복도, 생태자연도, 문화재, 축산시설, 기존 매몰지 입지 등 매몰지 입지 선정에 영향을 줄 수 있는 다양한 정보를 활용하여 의사결정에 실질적인 도움을 줄 수 있도록 prototype을 개발하였다. 이러한 결과는 매몰 상황 발생 시 현장에서 활용할 수 있도록 제2협동((주)망고시스템)기관과 함께 시스템으로 구현하였다.

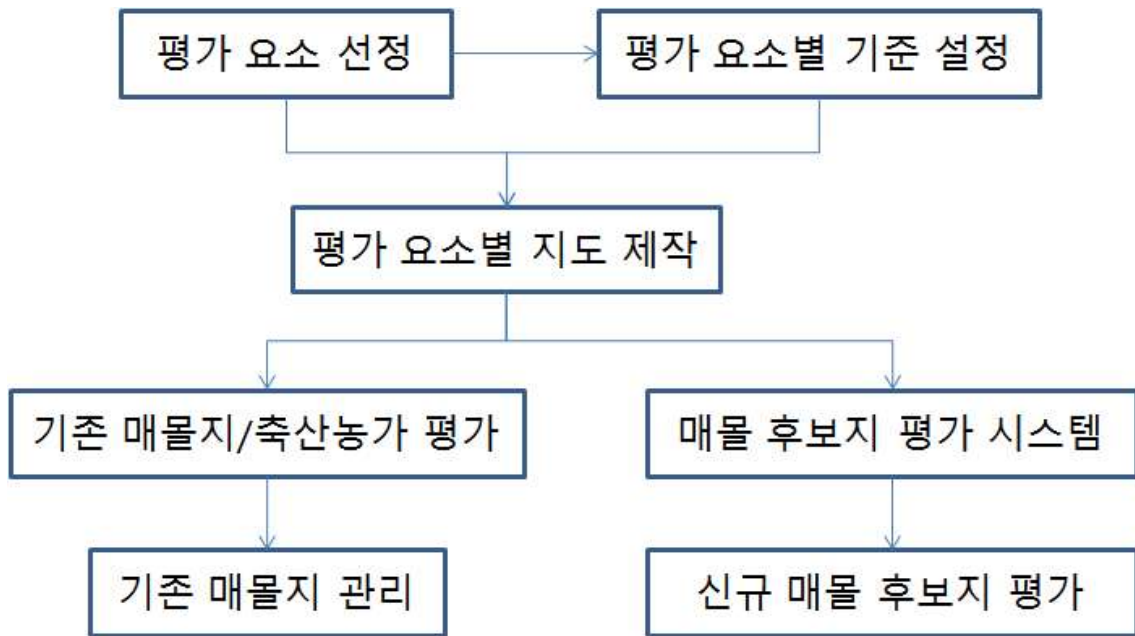


그림 3-1-3-1. 매몰지 평가 흐름도

① 매몰지 입지선정 평가요소 반영

1) 경사도

◦ 급경사지에 위치한 매몰지는 집중호우 등에 의한 지반 붕괴로 유실 등의 위험성이 높다. 경사도란 지표면과 지평면이 이루고 있는 각도를 말한다. 경사도의 측정은 고도 데이터인 DEM(Digital Elevation Model)을 이용하여 계산하였다. DEM이란 평균해수면으로부터 특정지점까지의 수직고도를 래스터 형식으로 저장한 파일이다. 일반적으로 입지 분석에서 고도 자료로 활용되지만 이 경우 상대적인 고도 값을 적용하여야하기 때문에, 전국단위의 평가에서는 획일적인 기준 고도의 설정이 불가능하여, 고도 값은 평가 요소에서 제외하였다. 경사도의 평가 기준은 기존의 선행 연구와 지침(토지적성평가 등)에 근거하여 10~15도(주의), 15~20도(미흡), 20도 이상(부적합)으로 설정하였다.

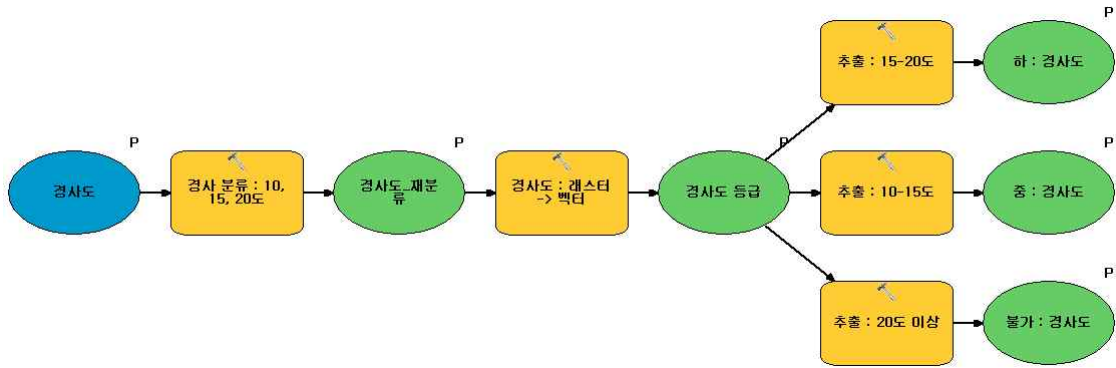
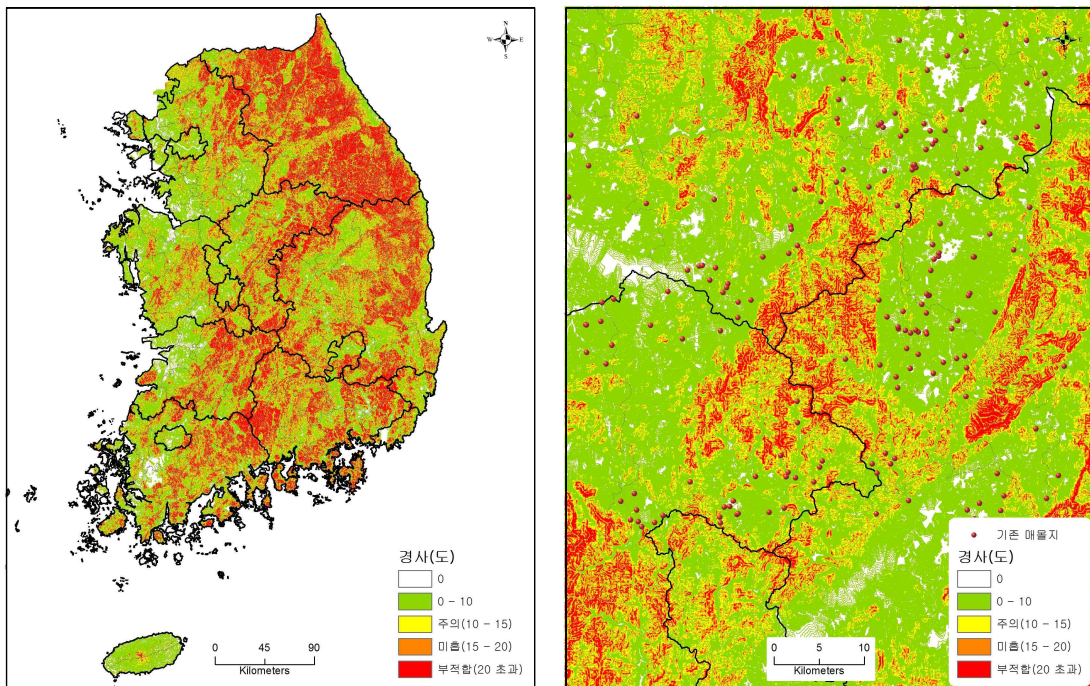


그림 3-1-3-2. 경사도 등급부여 모델빌더



<경사도 등급부여 결과>

<기존 매물지와 경사도>

그림 3-1-3-3. 경사도 등급부여 결과 및 기존 매물지와 경사도

2) 도로

◦ 도로와 인접한 매물지는 악취, 경관훼손, 노출된 바이러스의 확산 위험 등 다양한 문제를 내포한다. 따라서 도로와의 거리를 평가 요소로 활용하였다. 분석을 위한 도로망은 지능형교통체계관리시스템(<http://nodelink.its.go.kr>)에서 제공하는 표준노드링크를 활용함으로써 도로의 중요도와 데이터의 최신성이 반영되도록 하였다. 지능형교통체계관리시스템에서 제공하는 도로는 관련법령(도로법 및 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)의 모든 도로를 대상으로 한다. 즉 고속국도, 일반국도, 특별시도 및 광역시도, 지방도와 시내부도로 중 중앙선이 존재하는 왕복 2차로 이상의 시·군·구도로를 대상으로 한다. 또한, 구축대상자를 기준으로 현재 또는 향후 교통관리 및 교통정보 수집 및 제공에 필요하다고 판단하는 경우 그 대상에 우회도로 및 일방통행로도 포함한다.

도로와의 거리에 대한 평가 기준은 50m 이내(미흡), 50-100m(주의)로 설정하였다.

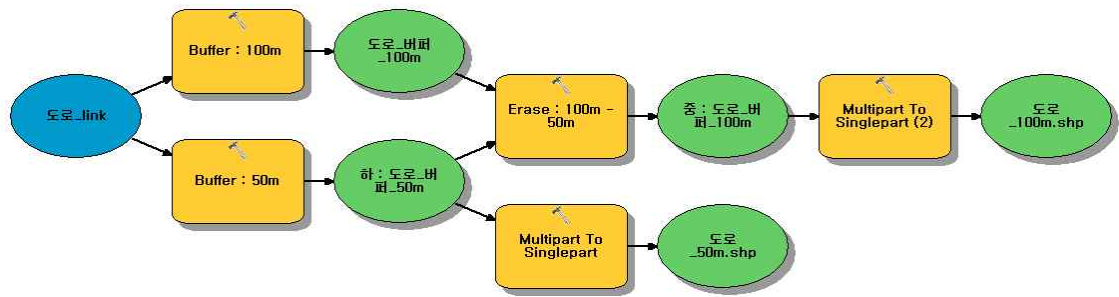
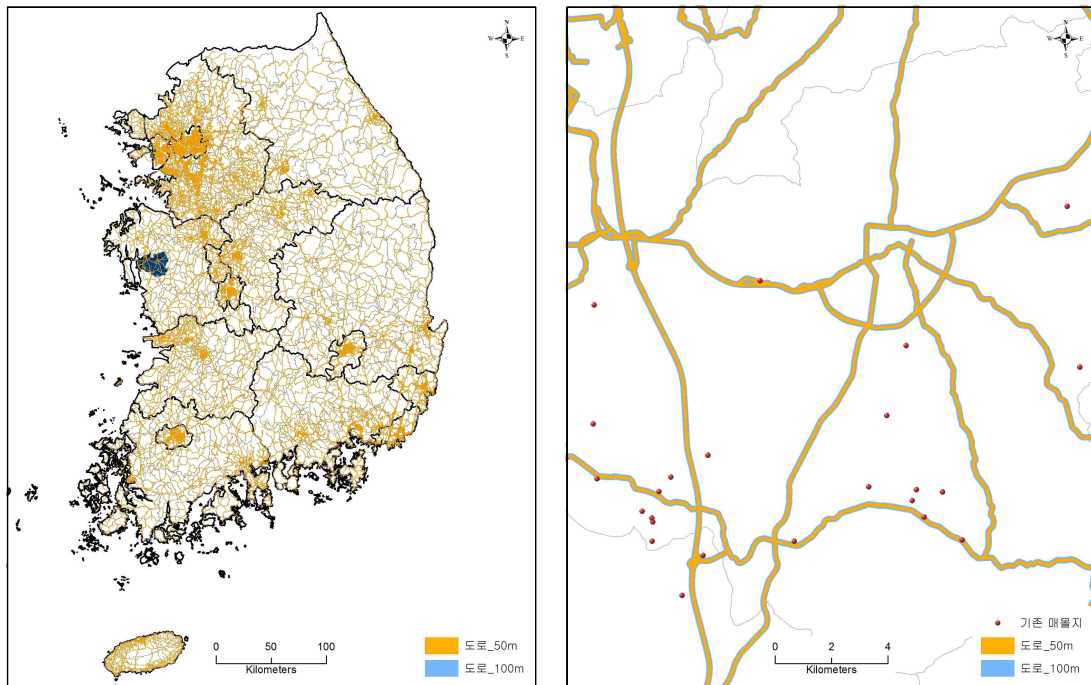


그림 3-1-3-4. 도로 등급부여 모델빌더



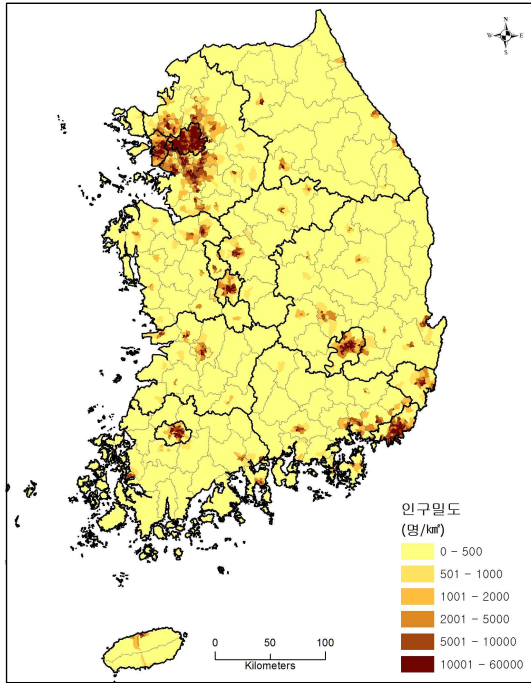
<도로 등급부여 결과>

<기존 매물지와 도로망도>

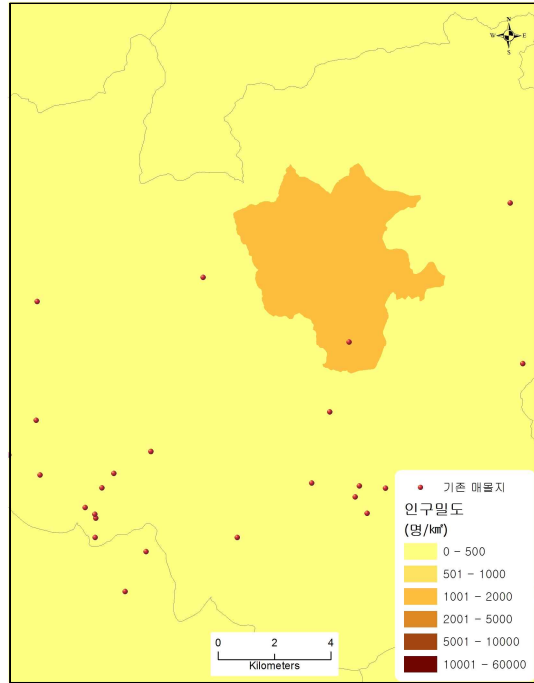
그림 3-1-3-5. 도로 등급부여 결과 및 기존 매물지와 도로망도

3) 인구

◦ 매물지는 악취, 경관훼손, 바이러스의 확산 위험 등으로 인하여 인구밀집지역에 입지하는 것이 바람직하지 않다. 그러나 인구데이터가 행정구역 단위로 관리되고 있기 때문에 동일한 행정구역에서도 위치에 따른 편차가 발생할 수밖에 없어서 일률적인 평가지표로 적용 하는데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 사용자가 인구 자료를 매물지 평가를 위한 참고 자료로 활용할 수 있게 서비스 시스템에서 제공하고자 한다. 현재 통계청에서 제공하는 최소 행정구역 단위인 읍·면·동 단위의 2015년 주민등록 인구 자료를 적용하여 인구 밀도(인구밀도 = 인구(명)/km²)를 계산한 후, 그 결과를 읍·면·동 행정구역 단위로 제공하였다.



<인구밀도>



<기존 매몰지와 인구밀도>

그림 3-1-3-6. 인구밀도 및 기존 매몰지와 인구밀도

4) 상수원보호구역, 하천, 저수지

◦ 상수원보호구역(「수도법」)은 상수원의 확보와 수질 보전을 위하여 설정된 보호구역이다. 상수원보호구역은 식수와 관련되어 있기 때문에 상대적으로 보수적인 지표값을 적용하였다. 상수원보호구역으로부터의 거리 500m 이내(부적합), 500~1,000m(미흡)인 지역을 추출하여 해당지역을 평가 요소로 활용하였다.

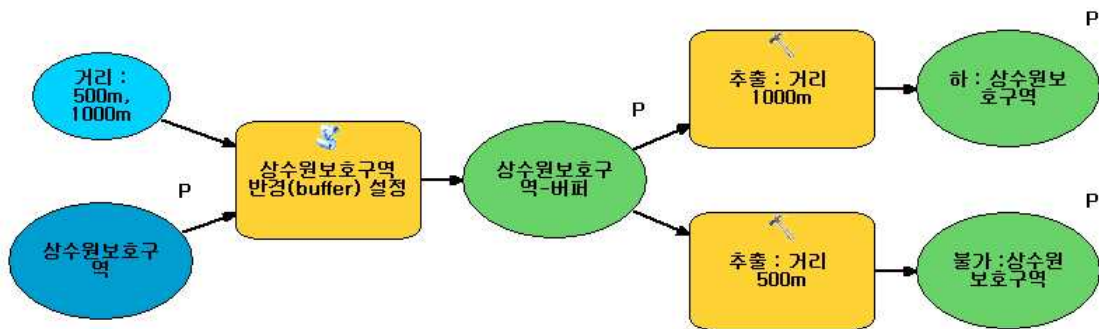
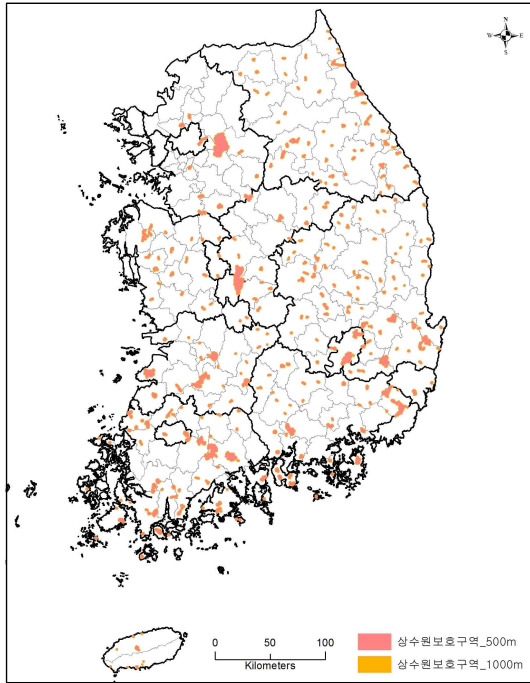
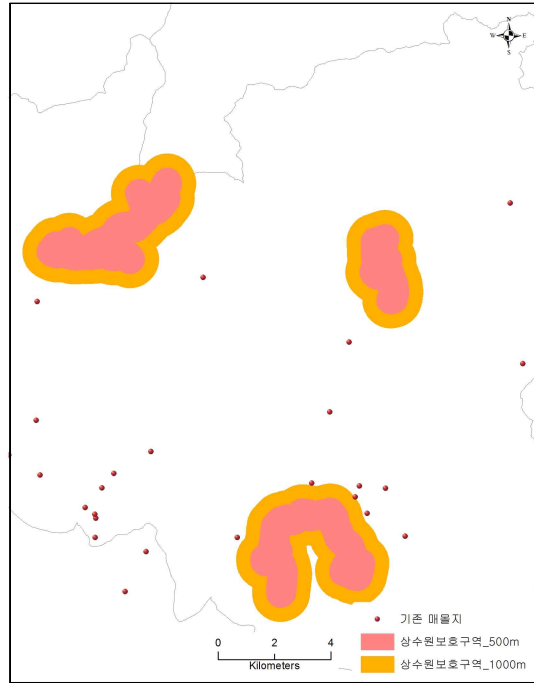


그림 3-1-3-7. 상수원보호구역 등급부여 모델빌더



<상수원보호구역 등급부여 결과>



<기존 매물지와 상수원보호구역>

그림 3-1-3-8. 상수원 보호구역 등급부여 결과 및 기존 매물지와 상수원 보호구역

◦ 하천은 법정하천과 일반하천으로 구분된다. 법정하천은 다시 국가하천과 지방하천으로 구분된다. 본 연구에서는 주요하천에 해당하는 법정하천을 대상으로 매물 후보지 선정을 위한 평가를 수행하였다. 하천으로부터의 거리 30m 이내(부적합), 30~300m(미흡)인 지역을 추출하여 해당지역을 평가요소로 활용하였다.

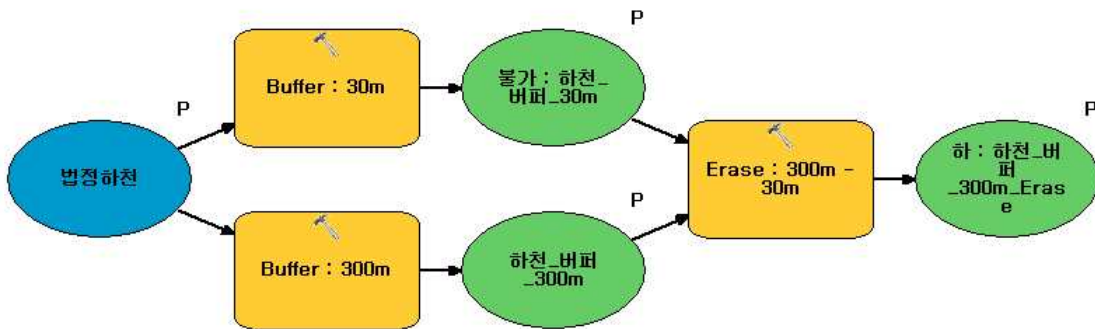
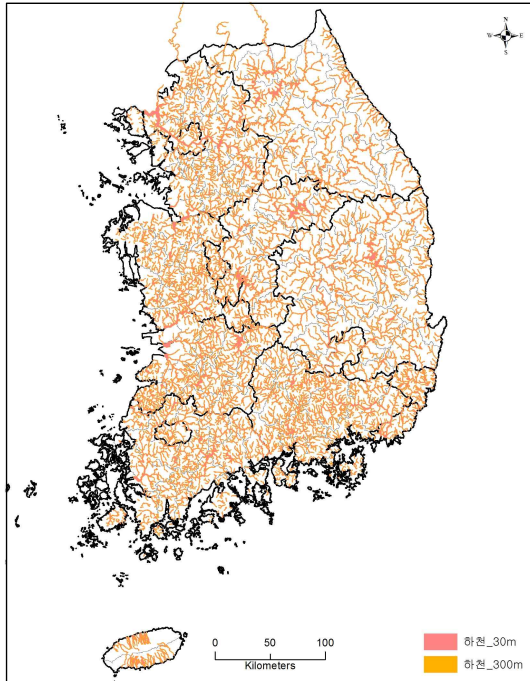
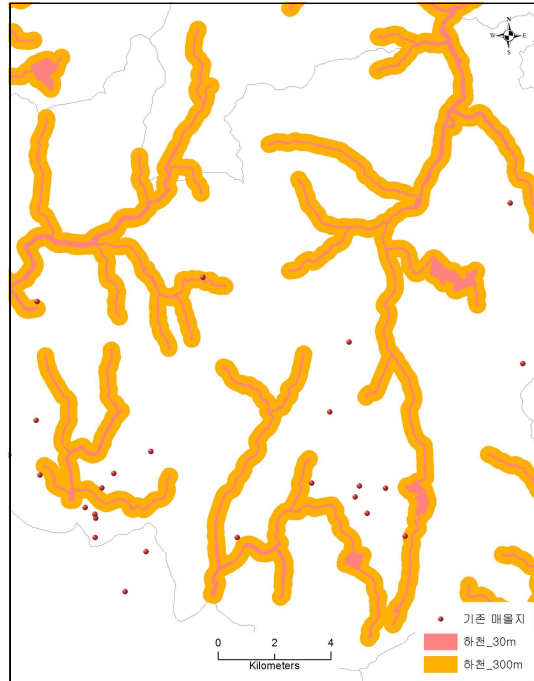


그림 3-1-3-9. 하천 등급부여 모델빌더



<하천 등급부여 결과>



<기존 매물지와 하천>

그림 3-1-3-10. 하천 등급부여 결과 및 기존 매물지와 하천

◦ 저수지란 하천 또는 계곡에 흐르는 물을 댐 또는 제방 등을 쌓아 가두어 놓은 물로서, 본 연구에서는 농어촌공사에서 관리하는 저수지를 대상으로 하였다. 규모가 큰 인공호수의 경우는 이미 국가 하천 수계에 포함되고 관리되고 있기 때문에 하천 분석에 포함되어 분석된다. 저수지로부터의 거리 30m 이내(부적합), 30~300m(미흡)인 지역을 추출하여 해당지역을 평가 요소로 활용하였다.

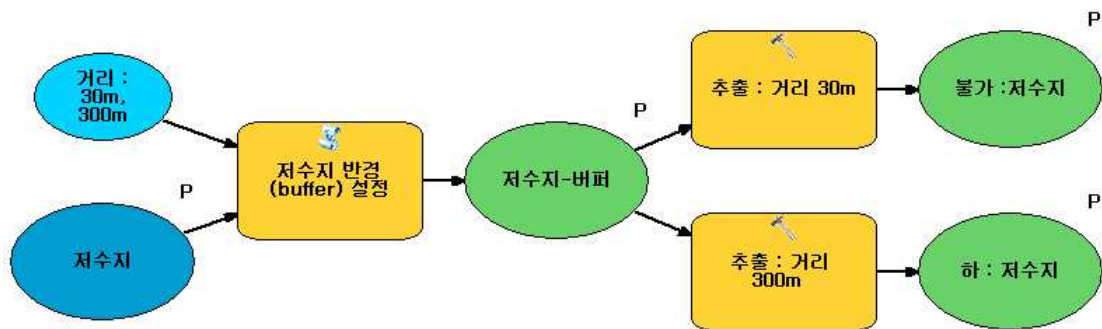
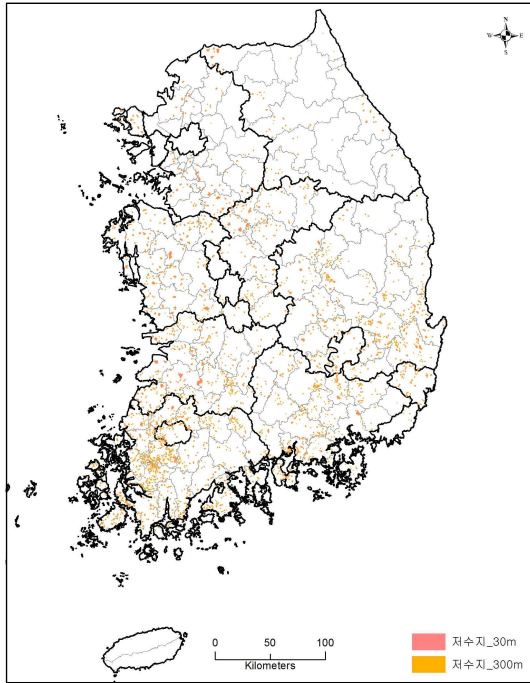
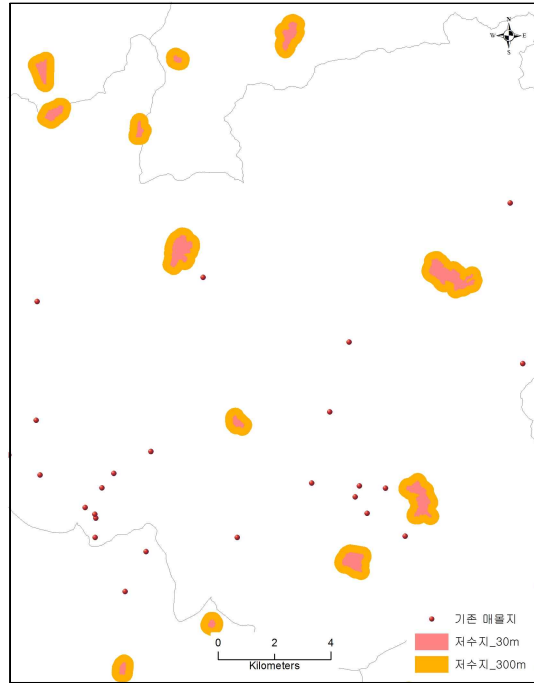


그림 3-1-3-11. 저수지 등급부여 모델빌더



<저수지 등급부여 결과>



<기존 매물지와 저수지>

그림 3-1-3-12. 저수지 등급부여 결과 및 기존 매물지와 저수지

5) 토양도

◦ 정밀토양도에는 토양통, 토성, 유효토심, 배수등급, 추천이용 등의 정보가 포함되어 있다. 본 연구에서는 이러한 속성 값들 중 침출수로 인한 오염을 고려하여 배수등급을 평가의 요소로 활용하였다. 배수등급 중 매우양호(주의) 지역을 추출하여 매물 후보지 평가에 활용하였다. 그러나 정밀토양도에서 배수등급이 매우양호인 지역이 광범위하게 존재하고, 정밀토양도의 경우 표토를 중심으로 조사되었기 때문에 본 연구에서는 참고자료로만 활용하였다.

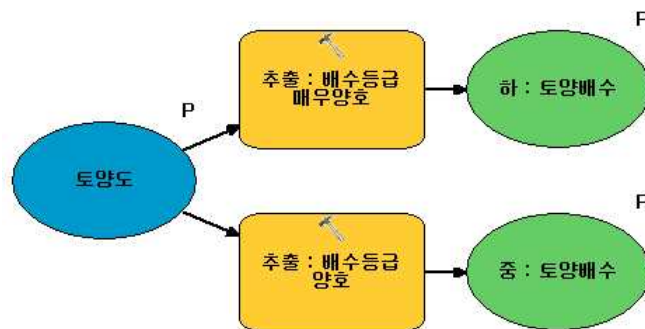
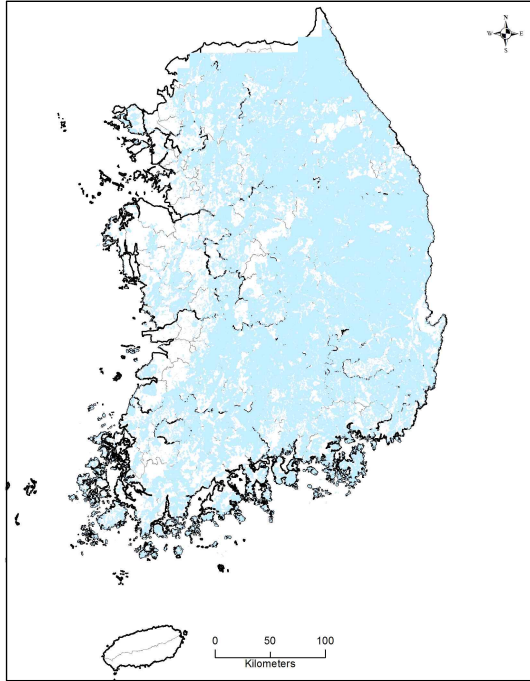
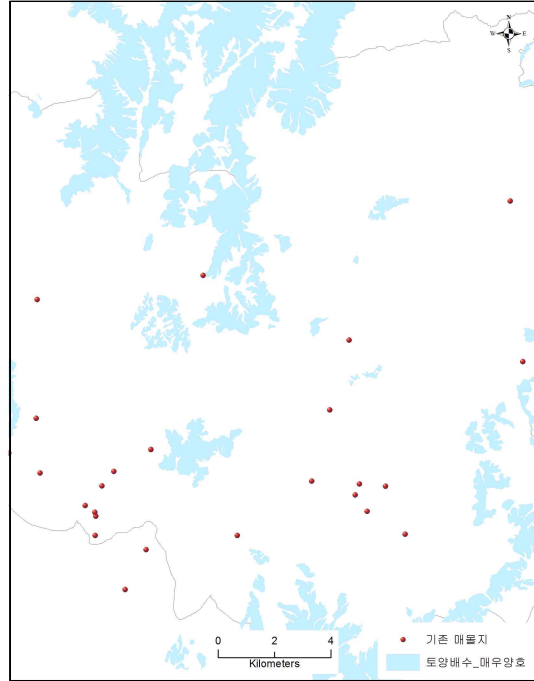


그림 3-1-3-13. 토양배수 등급부여 모델빌더



<토양배수 등급부여 결과>



<기존 매몰지와 토양배수>

그림 3-1-3-14. 토양배수 등급부여 결과 및 기존 매몰지와 토양배수

6) 수문지질도

◦ 수문지질도에 포함되어 있는 다양한 공간정보 중 매몰지 입지 선정에 영향을 줄 수 있는 요소로는 지하수심, 단층 등이 있다. 지하수심도는 지하수위가 존재하는 지표의 깊이를 표현한 것으로 지하수심도분포도라는 이름의 주제도로 제작되어 있다. 즉, 지표로부터 지하수가 나타나는 지점까지의 깊이를 의미하므로, 지하수의 오염가능성을 고려할 때 매몰지 선정에 있어서는 매우 중요한 평가 요소다. 국가지하수정보센터(<http://www.gims.go.kr>)에서 제공된다.

◦ 환경부(2010)의 ‘가축매몰지 환경관리지침’에 의하면 매몰지 바닥면은 지하수위와 1m 이상 이격을 두어야 한다는 조건이 있다. 그리고 매몰지의 깊이가 5m를 넘지 않도록 규정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 매몰지의 최대 깊이 5m에 지하수위와의 최소 이격 거리 1m를 적용하여 지하수위 6m 이하인 지점은 부적합 지역으로 선정하였으며, 6~8m(미흡), 8~10m(주의)를 평가 기준에 포함하였다.

◦ 그러나 이러한 조건을 부여하였을 경우 대부분의 지역이 부적합으로 분류된다. 따라서 지하수위 값에 대한 조정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 부적합으로 판정된 경우도 침출수 유출을 원천적으로 제거할 수 있는 방법이 적용될 경우에 대한 고려도 필요할 것으로 생각된다.

◦ 2015년 현재 수문지질도가 구축된 지역은 모두 71개 시군이며, 구축시기에 따라 좌표체계가 상이하거나 누락되어 있고, 데이터가 누락되어 있거나 목록이 통일되어 있지 않다. 따라서 현재 데이터가 구축되어 있으며, GIS 데이터로 분석에 활용할 수 있는 곳만 적용하였다.

◦ 지하수심도 데이터는 등치선 형태의 벡터 데이터 형식으로 되어 있다. 따라서 불연속성을 갖는 이러한 벡터 형식의 등치선 데이터를 연속적인 값을 갖는 래스터(그리드) 데이터로 변환하여야 한다. 벡터 데이터의 래스터 데이터 변환은 ‘등치선 -> 불규칙삼각망(TIN : Triangular Irregular Network) -> 래스터(GRID)’의 과정으로 진행된다.

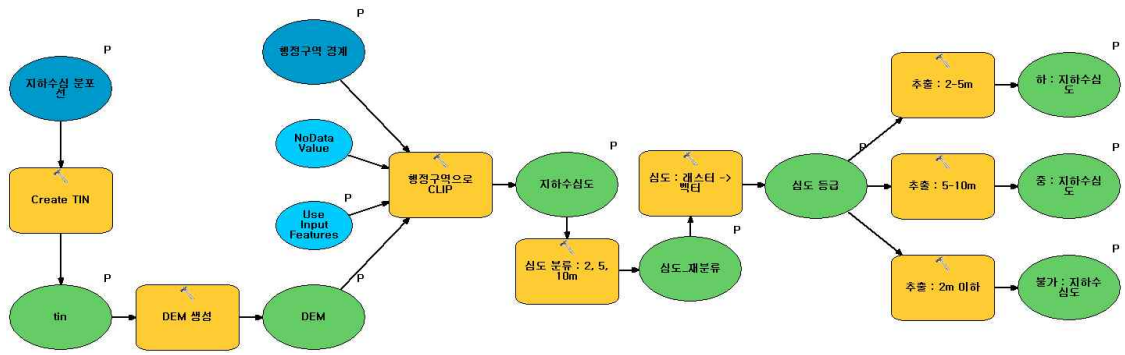
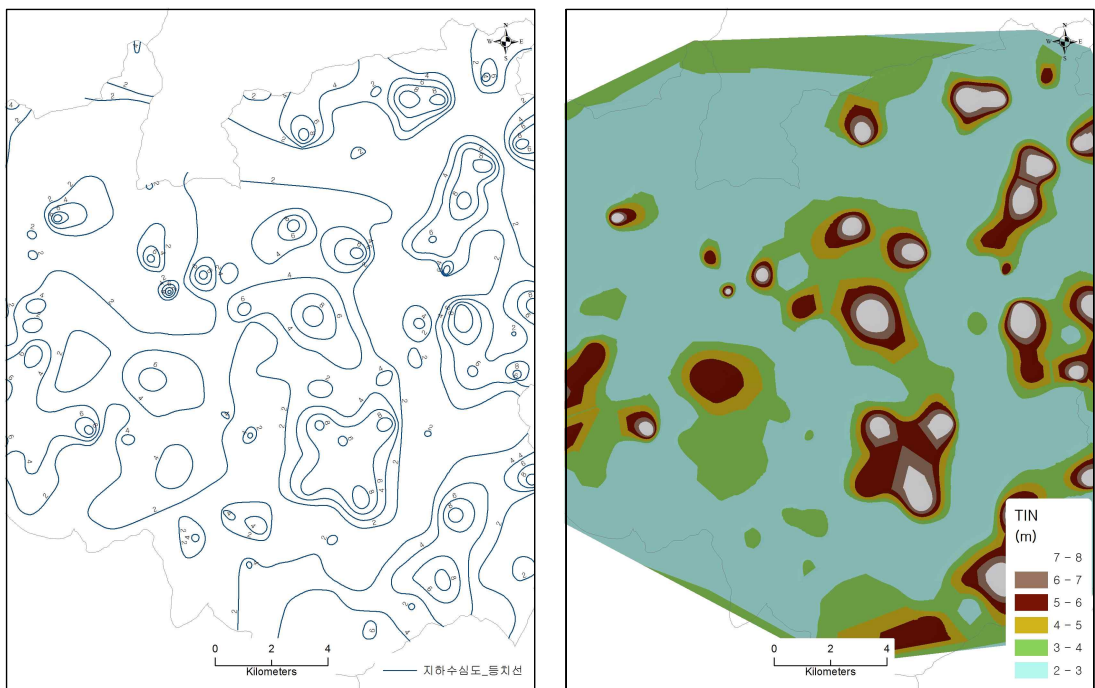


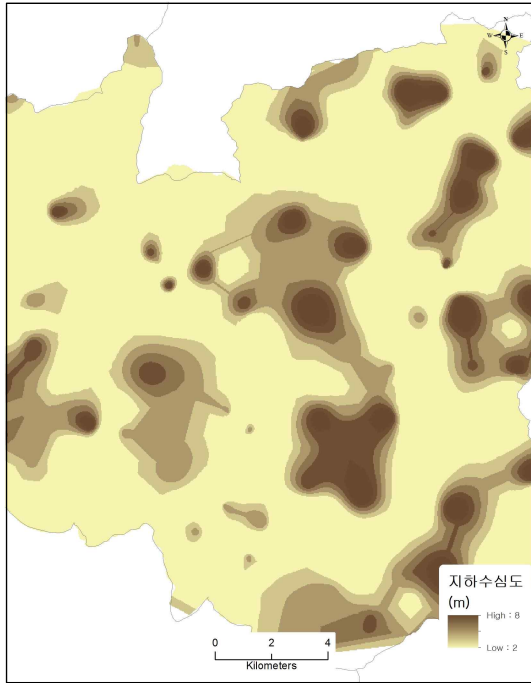
그림 3-1-3-15. 지하수심도 등급부여 모델빌더



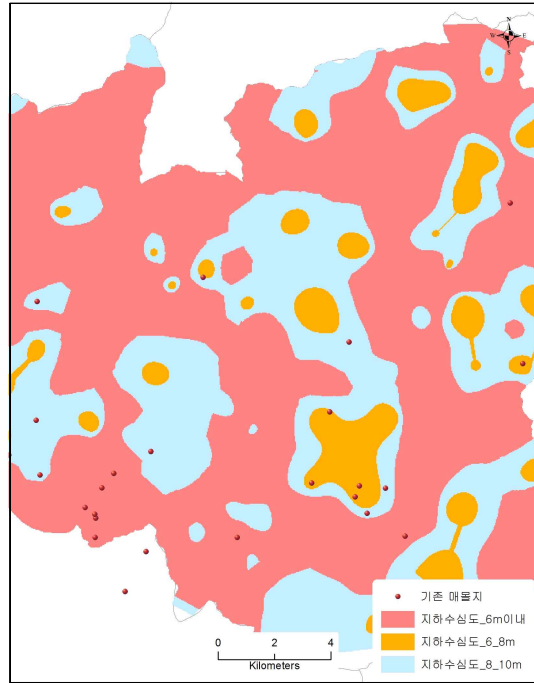
<지하수심도 등치선도>

<지하수심도 TIN>

그림 3-1-3-16. 지하수심도 등치선도 및 불규칙삼각망(TIN)



<지하수심도 래스터>



<기존 매물지와 지하수심도>

그림 3-1-3-17. 지하수심도 래스터 및 기존 매물지와 지하수심도

◦ 단층은 외부의 힘을 받은 지각이 두 개의 조각으로 끊어져 어긋난 지질구조이다. 따라 지하수가 용출하기도 하지만 침출수가 지하수로 유입되기 쉬운 경로이기도 하다. 따라서 단층선을 따라 인접 기준을 50m 이내(부적합), 50~100m(미흡)로 각각 설정하여 평가에 적용하였다.

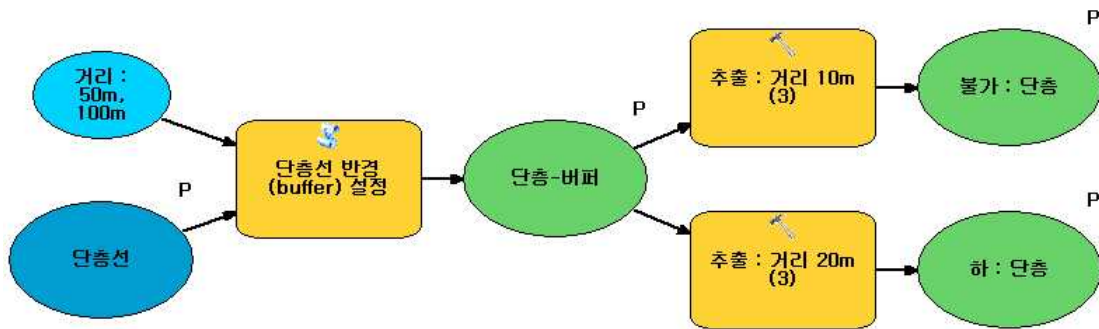
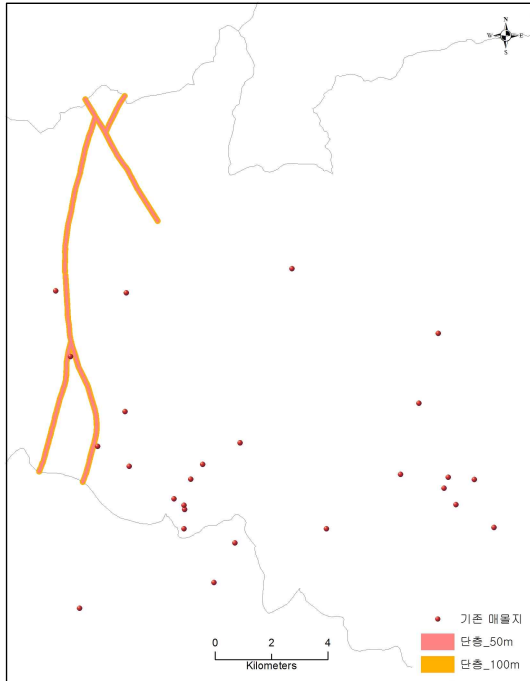
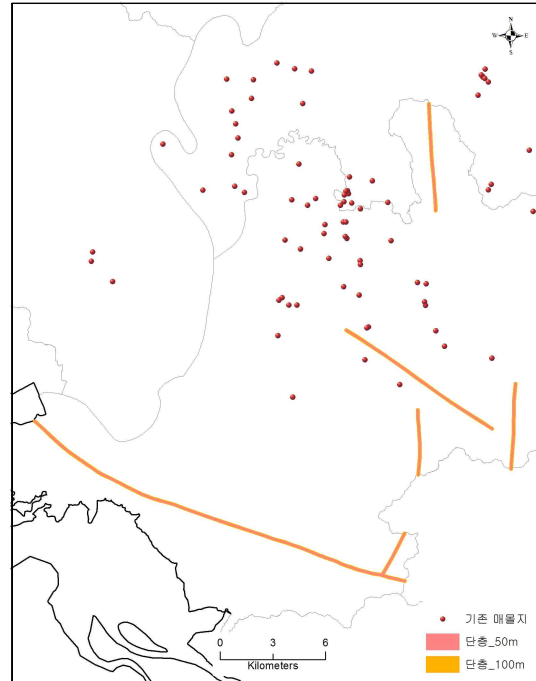


그림 3-1-18. 단층 등급부여 모델빌더



<기존 매립지와 단층 : 홍성군>



<기존 매물지와 단층 : 영암군>

그림 3-1-3-19. 기존 매립지와 단층(홍성군(좌), 영암군(우))

◦ 그 외 수문지질도 구축 지침에 포함된 주제도 중 우물과 토양에 관한 정보도 매물 후보지 선정에 위한 평가에 활용 가능하다. 그러나 시·군에 따라 해당 주제도의 제작에 일관성이 없고, 우물의 경우 지하수 관정과 중복되고 토양의 경우 토양도와 중복되는 부분이기 때문에 본 평가에서는 제외하였다.

7) 지하수 관정(지하수공)

◦ 지하수 관정은 매물지의 침출수로 인한 지하수 오염의 직접적인 경로가 될 수 있으므로 매물지 선정에 있어서 고려되어야 할 매우 중요한 자료이다. 국가지하수정보센터에서 파악하고 있는 전국의 지하수 개발이용시설은 약 156만공이며, 이들 관정에 대한 위치, 시설제원, 양수능력 등이 속성정보로 관리되고 있다(국가지하수정보센터, 2016). 그러나 지하수 관정 자료의 경우 위치정보의 부정확 등을 이유로 수자원공사(국가지하수정보센터)에서 제공하지 않고 있기 때문에 본 연구에서는 평가요소로 활용하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 연구팀이 자체 보유하고 있는 강원도 춘천시, 원주시, 강릉시의 지하수 관정 자료를 이용하여 분석을 수행하였다.

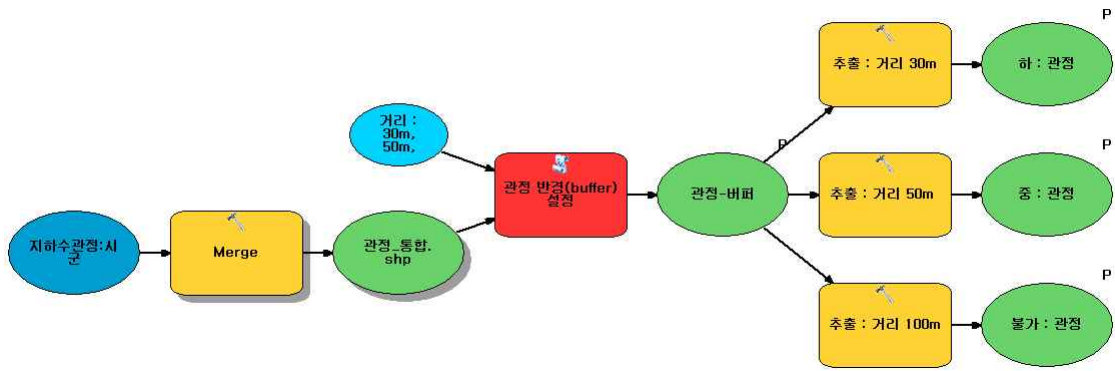


그림 3-1-3-20. 지하수 관정 모델빌더

8) 토지피복도

◦ 토지피복지도는 지표면의 토지피복 상태를 표현한 지도로써, 환경부의 환경공간정보서비스를 통하여 제공되는 GIS 데이터이다. 시가화건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역의 7개 대분류 항목과 22개 중분류 항목에 대하여 전국 단위로 데이터가 구축되어 있다. 본 연구에서는 7개 대분류를 기준으로 부적합(습지, 수역, 시가화건조지역), 미흡(산림지역), 주의(농업지역)로 구분하여 평가에 활용하였다.

◦ 토지피복도에서 불가지역의 선정 기준으로 활용된 시가화건조지역은 건물, 도로 등 인공구조물로 이루어진 지역으로 넓은 면적을 차지한다. 시가화건조지역이 인구밀집지역과 중복되는 경향이 있지만, 인구밀집지역과 도로인접지역이 매몰지 선정을 위한 참고자료로만 활용되기 때문에 이들 지표의 특성을 반영하기 위해 본 연구에서는 불가지역의 평가요소로 활용하였다.

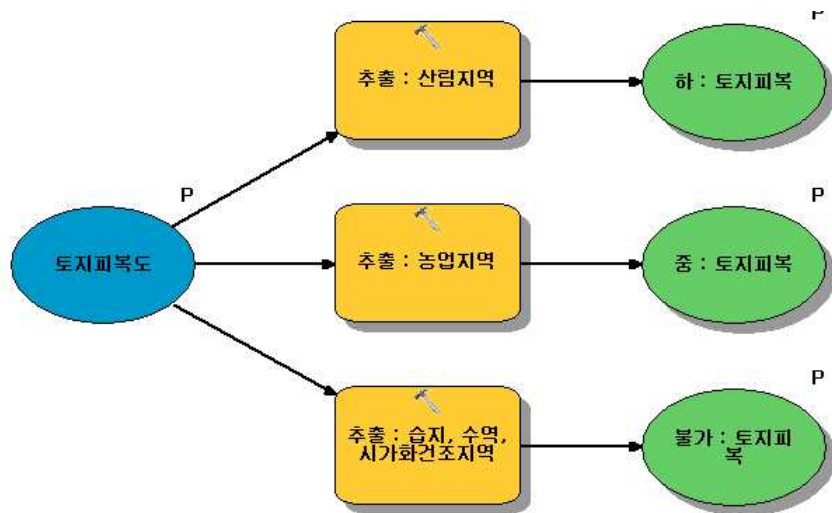
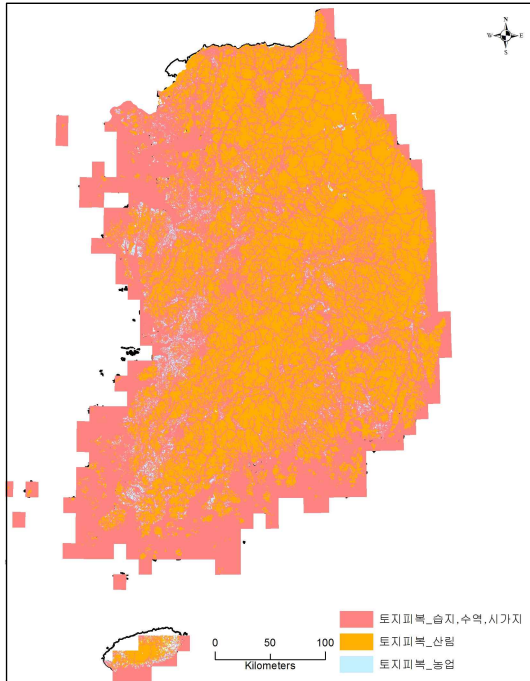
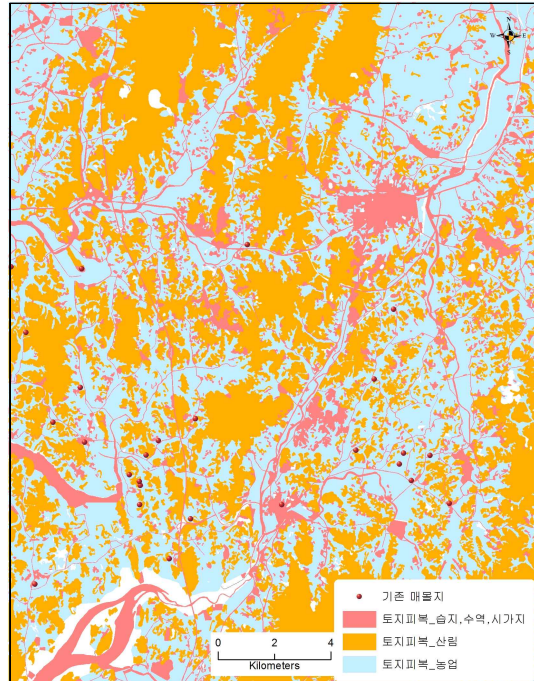


그림 3-1-3-21. 토지피복 등급부여 모델빌더



<토지피복 등급부여 결과>



<기존 매물지와 토지피복>

그림 3-1-3-22. 토지피복 등급부여 결과 및 기존 매물지와 토지피복

9) 생태자연도

◦ 생태자연도란 「자연환경보전법」 제34조의 규정에 의하여 환경부장관이 산·하천·내륙습지·호소·농지·도시 등에 대해 자연환경의 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치를 고려하여 1~3등급과 별도관리지역으로 등급화하여 제작한 도면을 말한다. 생태자연도의 별도관리지역은 「자연환경보전법시행령」 제25조에 의하여 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전을 위하여 관리하고 있는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 따른 산림유전자원보호림, 「자연공원법」에 따른 자연공원, 「문화재보호법」에 따라 천연기념물로 지정된 구역과 그 보호구역, 「야생동·식물보호법」에 따른 야생동·식물특별보호구역 또는 야생동·식물보호구역, 법 제40조의 규정에 따른 수산자원보호구역(해양에 포함되는 지역은 제외), 「습지보전법」에 따른 습지보호지역(연안습지보호지역은 제외), 「백두대간보호에 관한 법률」에 따른 백두대간보호지역, 「자연환경보전법」에 따른 생태·경관보전지역 및 시·도 생태·경관보전지역을 말한다. 따라서 본 연구에서는 생태자연도 1등급 지역과 별도관리지역에 대하여 부적합 지역으로 지정하여 평가에 반영하였다.

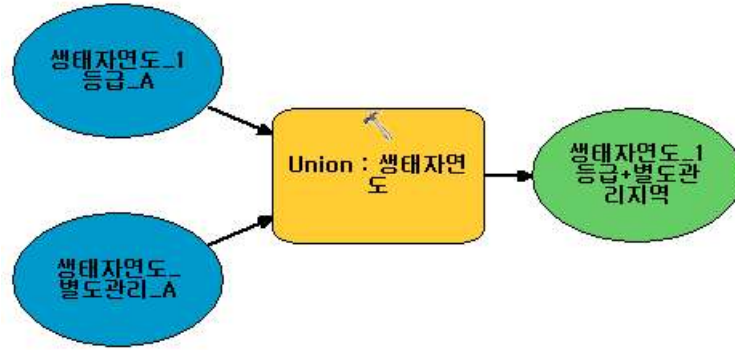
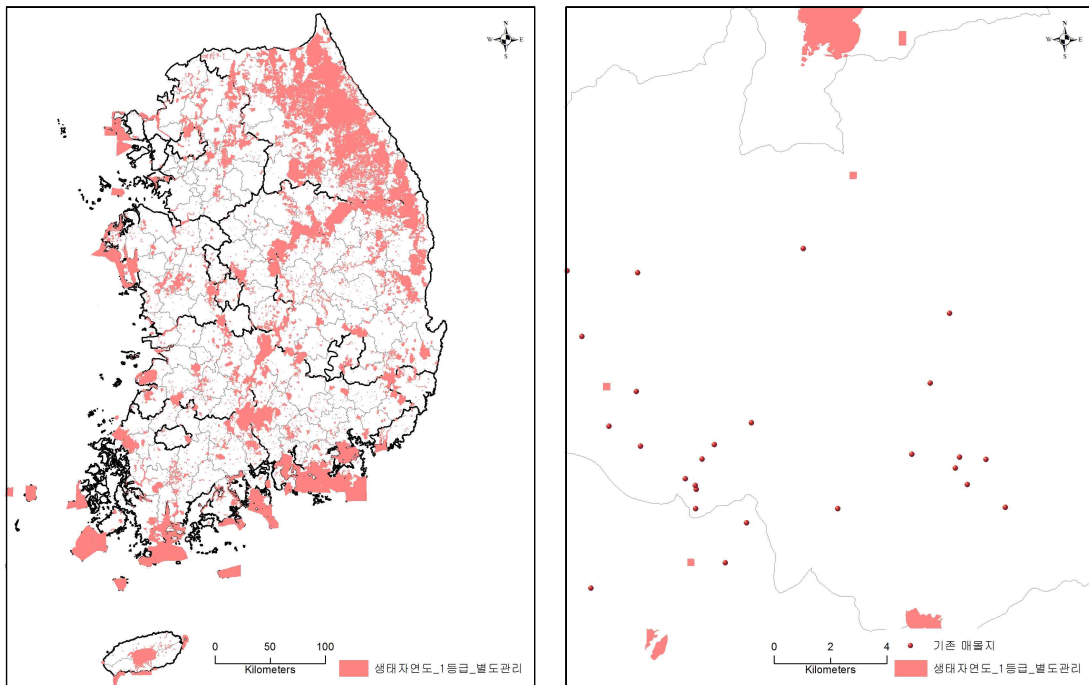


그림 3-1-3-23. 생태자연도 등급부여 모델빌더



<생태자연도 1등급·별도관리지역>

<기존 매물지와 생태자연도>

그림 3-1-3-24. 생태자연도 1등급 및 별도관리지역과 기존매물지와 생태자연도

10) 문화유적

◦ 문화재청에서 관리하는 문화재 관련 주제도 중 국가지정문화재(국가지정문화재, 국가지정 보호구역), 등록문화재, 매장문화재는 부적합 지역의 선정을 위해 활용하였다. 국가지정문화재란 문화재청장이 문화재보호법에 의하여 문화재위원회의 심의를 거쳐 지정한 중요문화재로서 국보·보물·국가무형문화재·사적·명승·천연기념물 및 중요민속문화재 등 7개 유형으로 구분된다. 등록문화재란 지정문화재가 아닌 문화재 중 건설·제작·형성된 후 50년 이상이 지난 것으로서 보존과 활용을 위한 조치가 특별히 필요하여 등록한 문화재이다. 매장문화재란 비지정문화재 중 문화재보호법 제54조에 따라 '토지, 해저 또는 건조물 등에 포장(包藏)된 문화재'라고 정의되는데, 보통 발굴에 의해 그 모습을 드러내게 된다. 마지막으로 문화유적의 분포 가능성을 지도로 제작한 문화유적분포지도는 미흡 지역 선정에 활용하였다. 특히 문화유적분포지도에 의하여 문화재 분포 가능성이 제기된 지역에 대

해서는 매물 후보지 시스템 개발 시, 문화재 관련 담당자로부터 자문을 구할 수 있도록 별도의 정보를 제공할 필요가 있다.

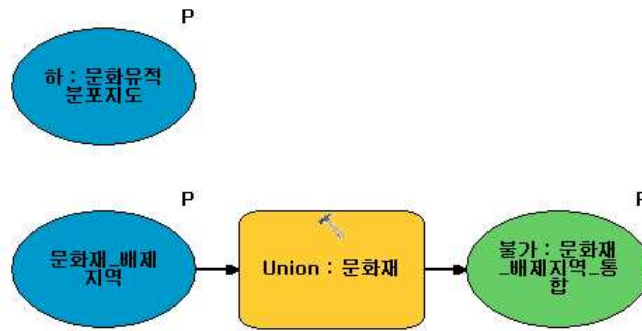
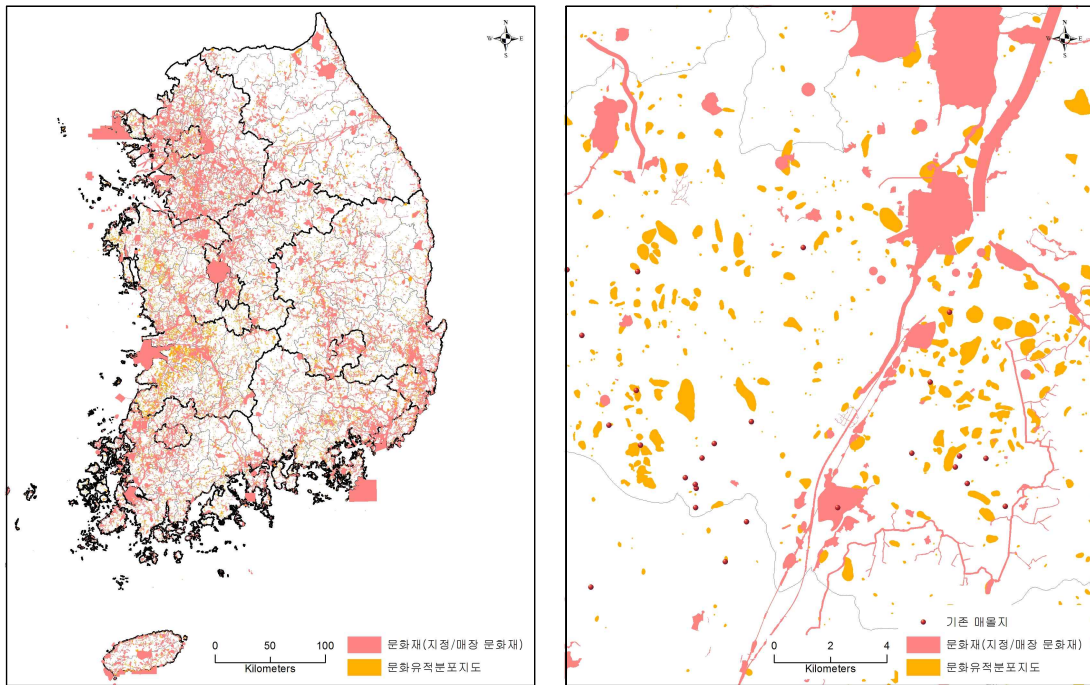


그림 3-1-3-25. 문화재 등급부여 모델빌더



<문화재 등급부여 결과>

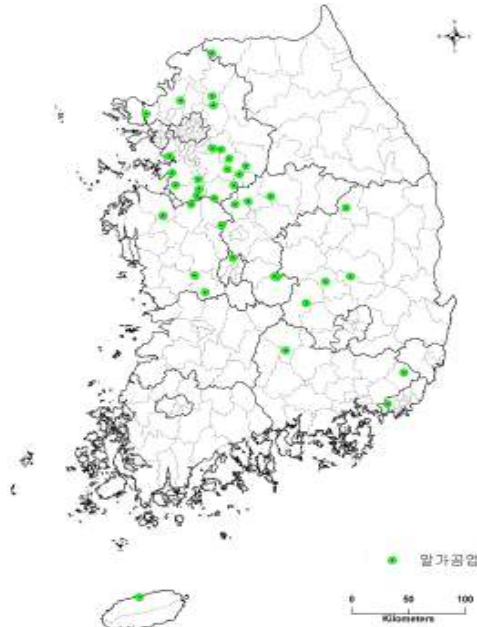
<기존 매물지와 문화재>

그림 3-1-3-26. 문화재 등급부여 결과 및 기존 매물지와 문화재

11) 축산시설

◦ 구제역, 조류인플루엔자, 축산시설, 농장, 축산차량 이동정보 등에 대한 자료는 농림축산검역본부의 KAHIS 시스템으로부터 제공 받아 DB로 구축하였다. 대부분의 질병발생 이력 및 축산시설과 관련된 자료는 위치정보가 주소의 형식으로 제공되었다. 이 경우 주소 정보를 이용한 지오코딩 (geocoding) 작업을 수행하여 공간정보로 전환한 후 공간분석에 활용하였다.

번호	업체명	업체주소
1	농업회사법인 코	[467-872] 경기 이천시 오가면 서경리
2	영광	[343-903] 충남 당진군 합덕읍 1
3	농업회사법인 오주	[487-817] 경기 포천시 가산면 4
4	유동원	[385-822] 충북 진천군 이월면 3
5	주식회사 삼	[456-842] 경기 안성시 마당면 길
6	농업회사법인 세	[456-893] 경기 안성시 죽산면 장
7	유한	[330-881] 충남 천안시 수성면 뽕
8	농업회사법인	[389-811] 충북 음성군 영동면 영
9	유정원	[370-911] 충북 영동군 용산면 상
10	유성	[464-110] 경기 광주시 대천동
11	유일	[413-852] 경기 파주시 광탄면
12	한국양계	[451-861] 경기 용역시 인위면 가
13	세원	[451-806] 경기 평택시 평성읍 4
14	(주)파디에이	[120-823] 충남 논산시 온진면 대죽동
15	행복	[306-230] 대전 대덕구 신일동
16	오경	[626-851] 경남 영산시 상북면
17	유경	[314-851] 충남 공주시 안천면
18	보배	[445-080] 경기 화성시 신남동 1
19	백을	[730-816] 경북 구미시 고아읍 1
20	농업회사법인	[750-894] 경북 영주시 봉현면
21	유신	[425-090] 경기 안산시 단원구 월시
22	농업회사법인 주	[467-812] 경기 이천시 마장면 예
23	유원	[459-040] 경기 평택시 오죽
24	정원	[487-835] 경기 포천시 내촌면
25	재원	[690-819] 제주 제주시 용담1
26	금	[336-822] 충남 아산시 영인면
27	(주)대	[716-803] 경북 군위군 군위읍
28	영농조합법인	[415-835] 경기 김포시 대곶면



b) 알 가공업체 분포도

그림 3-1-3-27. 축산관련시설의 주소정보(a)에 대한 지오코딩(b) 예

◦ KAHIS에 등록되어 있는 축산시설로는 축산농가를 포함하여 AI센터, 가축검정기관, 가축분뇨처리장, 가축시장, 가축인공수정소, 거점소독장소, 도축장, 도계장, 도압장, 부화장, 비료제조업, 사료공장, 식용란수집판매업, 전통시장, 종축장, 집유장 등 다양하다. 따라서 이들 축산시설 중 축산농가에 대하여서는 반경 50m 이내(부적합), 50~100m(미흡), 100~500m(주의)로 버퍼를 설정하여 입지 평가에 반영될 수 있도록 하였다.

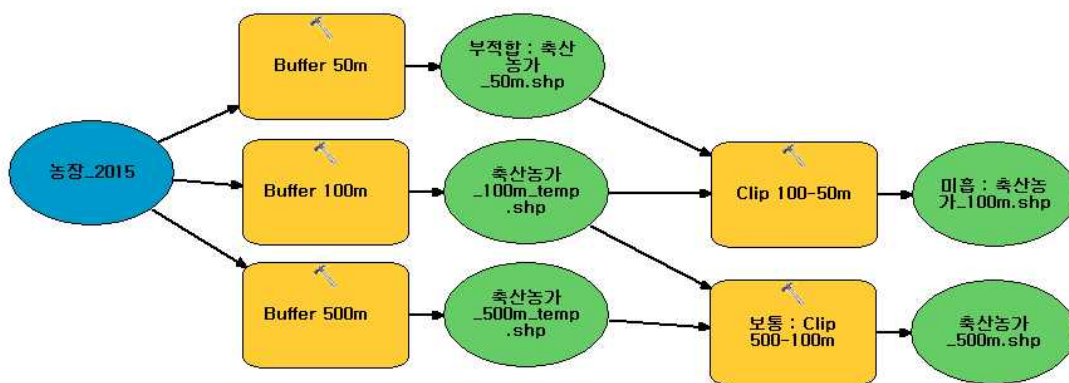


그림 3-1-3-28. 축산농가 등급부여 모델 빌더

◦ 또한 축산농가를 제외한 축산시설에 대하여서는 보다 엄격한 기준을 적용하였다. 따라서 반경 100m 이내(부적합), 100~500m(미흡), 500~1,000m(주의)로 설정하여 입지 평가에 반영하였다.

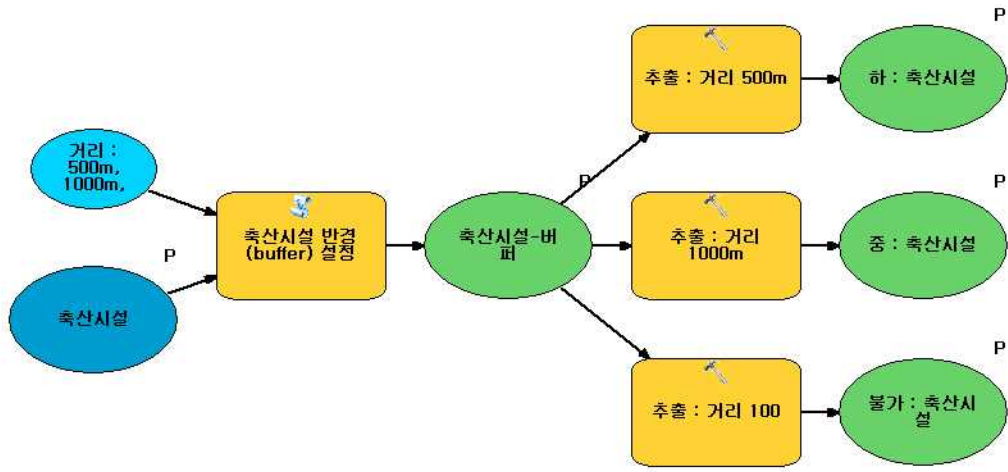


그림 3-1-3-29. 축산시설 등급부여 모델빌더

12) 기존 매몰지

◦ 일반적으로 매몰지는 3년 간 관리된다. 그리고 3년 이후에는 관리가 해제되어 토지 소유주 등에 의한 발굴과 토지이용이 가능하다. 그러나 매몰지의 환경 등에 따라서 폐사축이 완전하게 부패되지 않은 매몰지가 존재하기도 한다. 이러한 경우 기존 매몰지에 존재할 가능성이 있는 바이러스와의 접촉을 방지하고 바이러스 간 접촉을 통한 변종 바이러스의 발생을 막기 위해서 기존 매몰지로부터 일정한 거리를 두고 매몰지를 설치할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서도 기존 매몰지 50m 이내(부적합), 50~100m(미흡), 100~500m(주의)로 설정하여 입지 평가에 반영하였다.

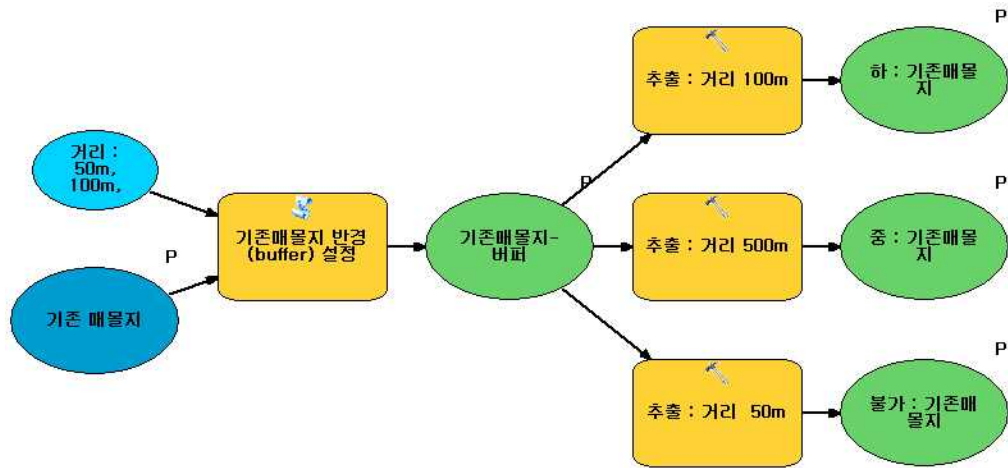
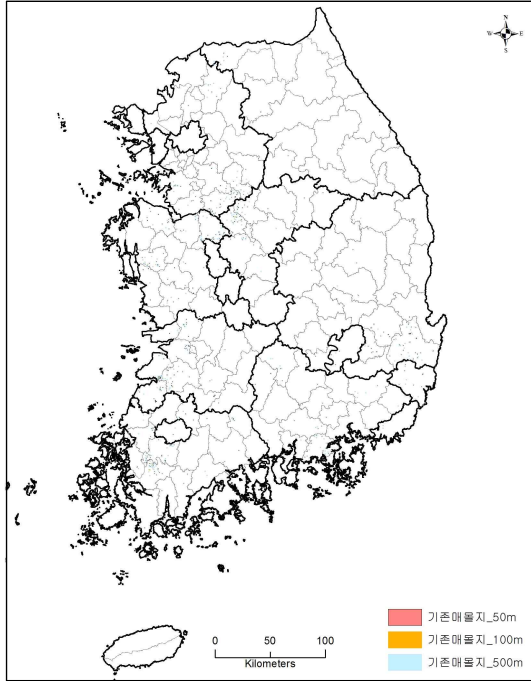
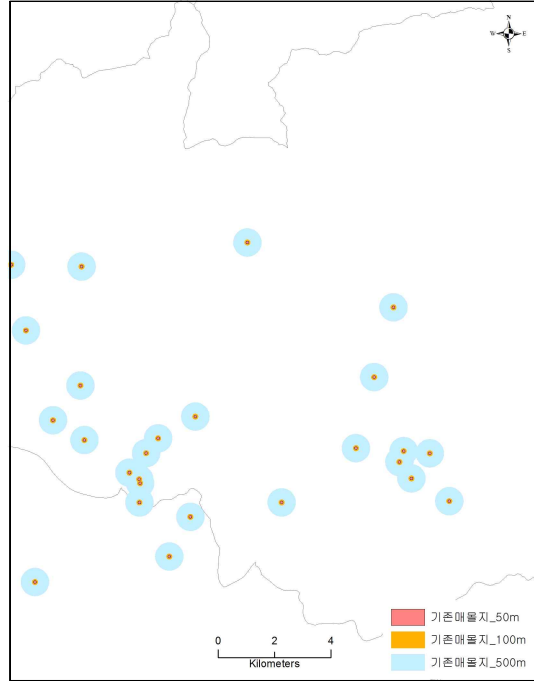


그림 3-1-3-30. 기존 매몰지 등급부여 모델 빌더



<기존 매몰지 등급부여 결과>



<기존 매몰지 등급부여 확대>

그림 3-1-3-31. 기존 매몰지 등급부여 결과 및 확대

② 매몰 후보지 입지 평가

◦ 앞에서 제시한 평가요소와 평가기준을 적용하여 남한지역 전체에 대한 매몰 후보지 선정을 수행하였다. 기본 원리는 배제지역을 우선적으로 제외하고, 그 외 입지 선정에서 고려하여야 하는 지역들을 그 중요도에 따라 등급화하여 적용하였다. 각 주제도 단위로 생산된 등급(부적합, 미흡, 주의) 주제도를 중첩분석 한 후, 두 개 이상의 등급이 서로 교차할 경우 배제를 위해 우선적으로 고려되어야 하는 등급 즉, 매몰지 입지에 부정적인 영향이 큰 등급의 값을 해당 지역에 배정하였다. 그리고 매몰지 입지에 부정적인 영향을 줄 수 있는 요소들은 사용자가 시스템에서 관련 내용을 확인할 수 있도록 하였다.

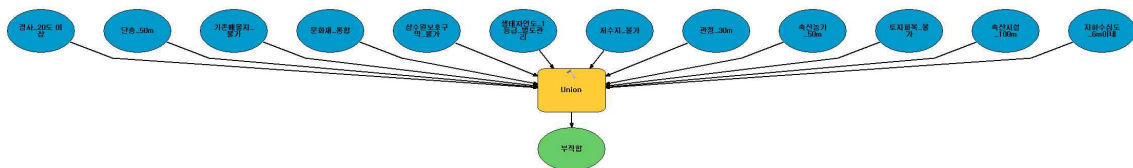
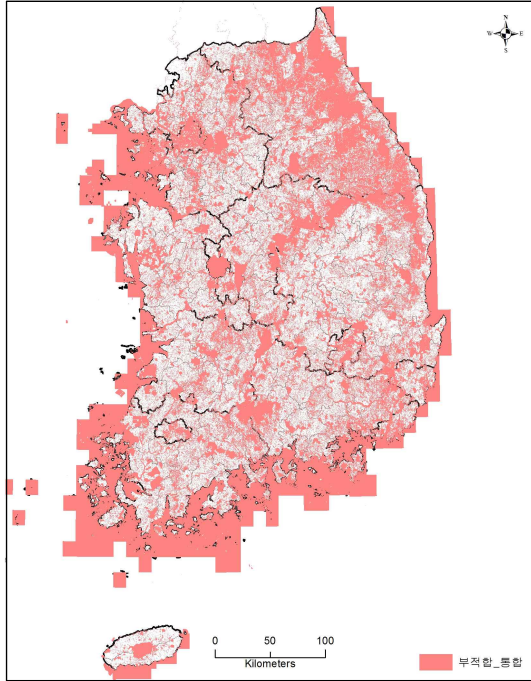
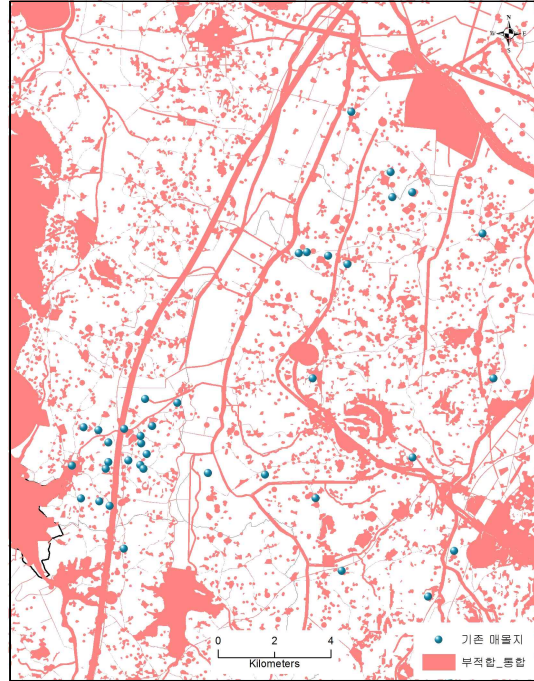


그림 3-1-3-32. 부적합 지역 추출 모델 빌더



<부적합지역 통합 결과>



<기존 매물지와 부적합지>

그림 3-1-3-33. 부적합지역 통합 결과 및 기존 매물지와 부적합지

◦ 미흡 지역은 미흡 관련 공간 요소들을 통합한 파일에서 부적합 지역과 중복되는 부분을 제외시켜서 완성하였다.

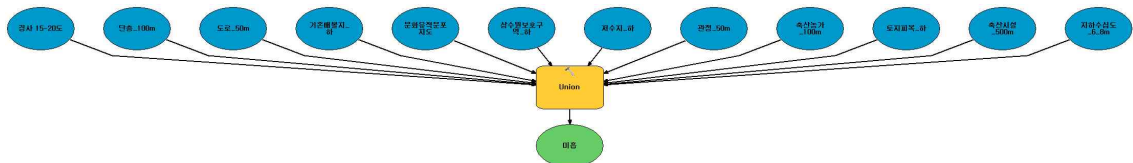
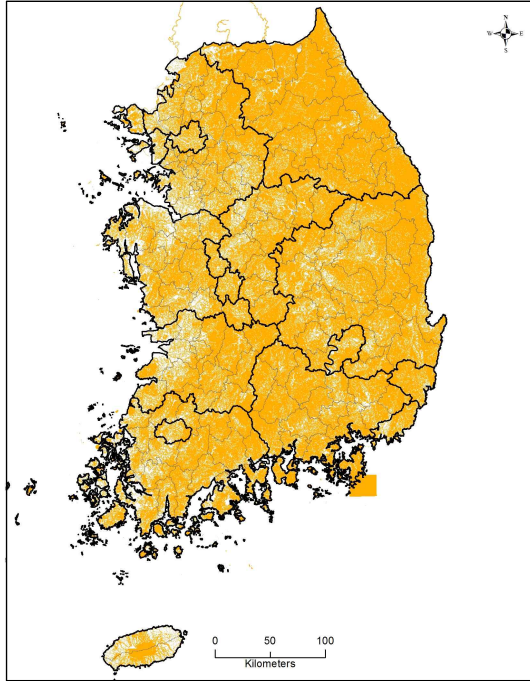
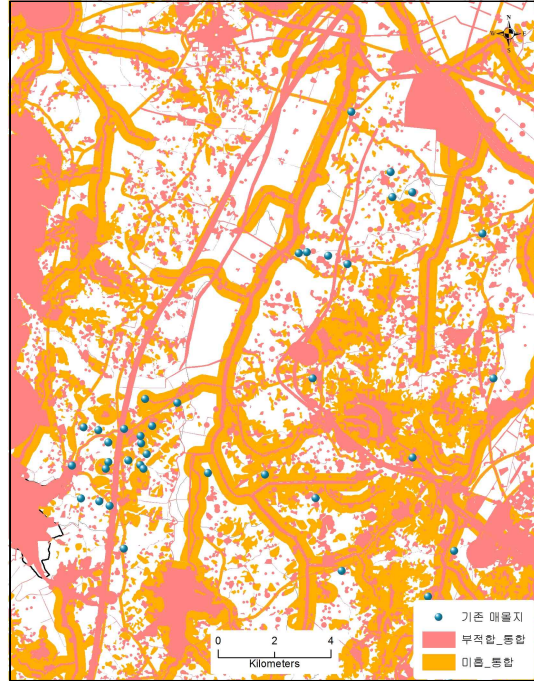


그림 3-1-3-34. 미흡 지역 추출 모델 빌더



<미흡지역 통합 결과>



<기존 매몰지와 부적합·미흡지역>

그림 3-1-3-35. 미흡지역 통합 결과 및 기존 매몰지와 부적합·미흡지역

◦ 주의 지역은 주의 관련 공간요소들을 통합한 파일에서 부적합 지역과 미흡 지역에 중복되는 부분을 제외시켜서 완성하였다.

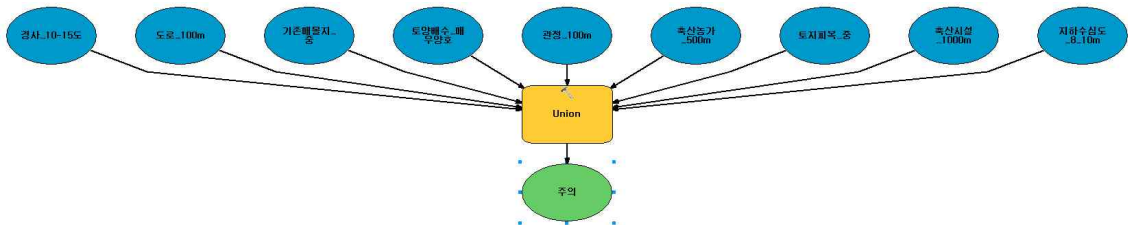
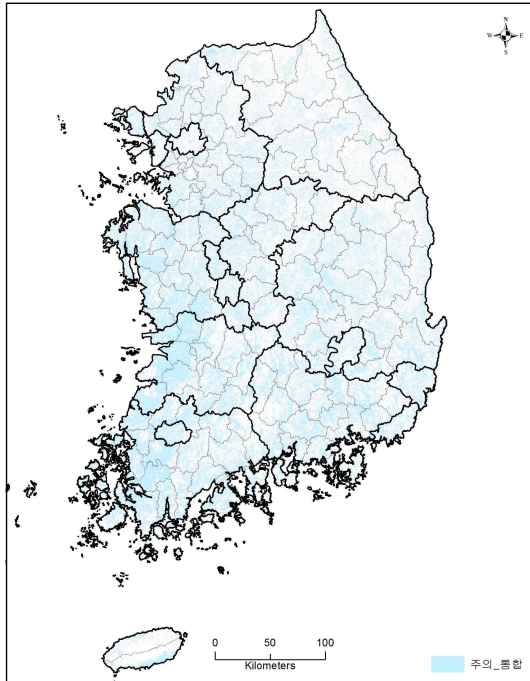
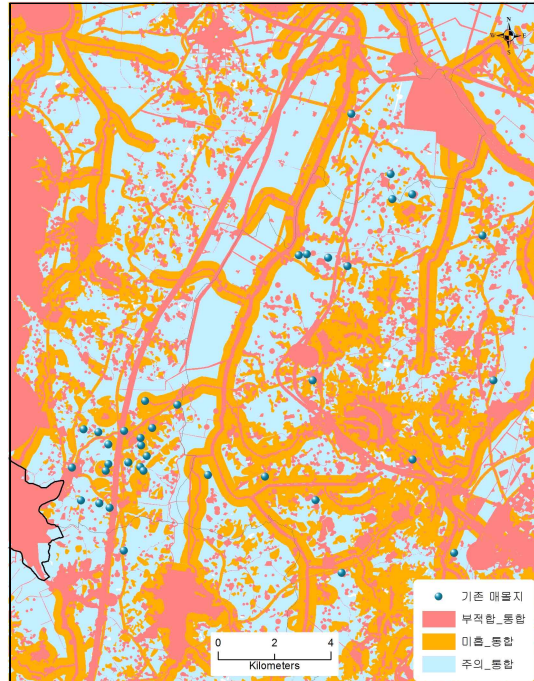


그림 3-1-3-36. 주의 지역 추출 모델 빌더



<주의지역 통합 결과>



<기존 매물지와 부적합·미흡·주의지역>

그림 3-1-3-37. 주의지역 통합 결과 및 기존 매물지와 부적합/미흡/주의지역

③ 기존 매물지에 적용 및 검증

◦ 본 연구를 통하여 제시된 평가 요소와 평가 기준에 근거하여 수행된 가축 매물 후보지 평가 결과를 기존 매물지에 적용하여 검증하고자 하였다. 농림축산검역본부의 KAHIS 시스템에서 2016년 2월 기준으로 관리되고 있는 매물지(2012년 8월 ~ 2016년 2월) 1,450곳을 대상으로 한 입지 평가를 통해 매물지 적지 선정 모형 검증을 수행하였다. 본 연구를 통하여 개발된 가축 매물지 적지 선정 모형을 적용하여 부적절한 곳에 매몰된 매물지 현황을 조사하고, 영상지도 활용, 현장조사 등을 통하여 해당 매물지의 실질적인 입지 상황을 알아봄으로써 본 연구에서 제시한 매물지 입지 평가 모형을 검증하고자 하였다. 이러한 과정을 통하여 매물지 적지 선정 모형을 개선해 나감으로써 매물지 적지 선정 모형의 완성도는 높아질 것이다. 또한 기존 매물지의 입지에 관한 체계적인 사례 정리가 이루어짐으로써, 향후 매물지 입지 선정의 참고자료로도 활용될 수 있다.

기존 매물지 입지평가 및 검증 단계에서는 평가 요소 중 기존 매물지 지표는 제외하고 수행하였다. 또한 부분적으로 데이터가 존재하는 수문지질 지표(지하수심도, 단층)와 지하수관정 지표는 별도로 적용하여 분석을 수행하였다.

◦ 기존 매물지 1,452곳 중 주소가 중복되는 매물지를 통합한 915곳의 매물지에 대하여 분석을 수행하였다. 그 결과 기존 매물지 중 부적합지에 위치하는 매물지는 모두 656(72%)곳으로 매우 높게 나타났다.

◦ 그러나 축산농가의 경우 살처분한 농가 내 또는 농가 주변에 매물지를 확보하여 매몰하는 것이 일반적이기 때문에, 기존 매물지의 상당수가 축산농가와 인접성에서 부적합으로 나타날 가능성이 높을 수 있다. 따라 축산농가를 제외하고 분석을 수행하였다. 축산농가를 제외한 분석에서는 부적합지가 217(24%)곳으로 기존 분석 보다는 낮게 나타났다. 이러한 결과는 지하수공 자료의 확보와 지

하수심도 등이 누락된 평가 지표를 반영될 경우 변화가 있을 것으로 예상된다.

◦ 부적합 지역에 입지하는 매몰지의 경우 대부분 단일 부적합 요소에 적용되어 부적합으로 평가되었다. 특정 매몰지의 경우 최대 3가지의 부적합 요소가 영향을 미치기도 하였지만, 그 비율은 매우 낮았다.

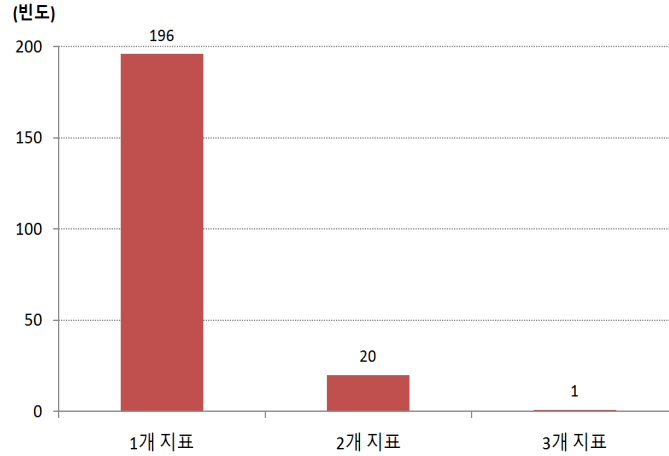
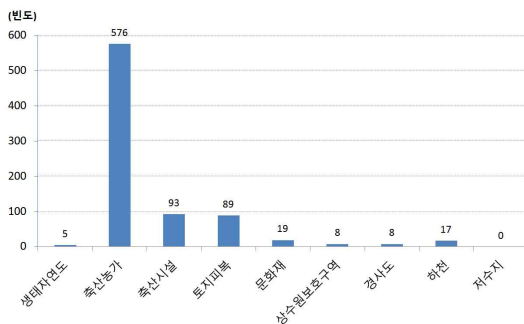


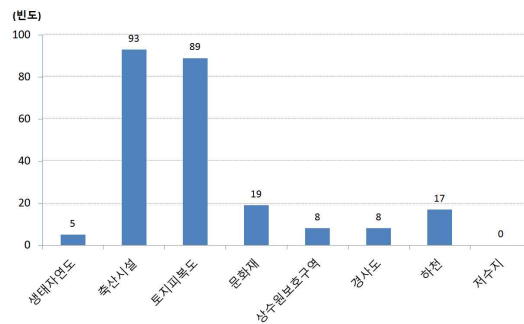
그림 3-1-3-38 기존 매몰지에 적용된 부적합 평가지표의 개수

◦ 기존 매몰지에 대한 입지평가에서 부적합지역에 입지한 것으로 평가된 매몰지의 평가 결과에 영향을 미친 요소들을 살펴보면, 축산농가(반경50m 이내 : 576곳)의 빈도가 절대적으로 높았다. 축산농가를 제외하면 축산시설(반경 100m 이내 : 93곳)과 토지피복도(시가화건조지역, 하천, 습지 : 89곳)에서 높은 빈도를 보였으며, 문화재와 하천으로부터의 거리, 상수원보호구역, 경사도, 생태자연도의 순으로 높은 빈도를 보였다. 다만, 저수지(30m 이내)에 저촉되는 기존 매몰지는 존재하지 않았다.

◦ 토지피복도의 시가화건조지역은 거주지역과 인구밀집지역, 도로와의 인접성, 기존 개발지역과의 인접성 등 다양한 인문적인 평가 요인들을 대체할 수 있다. 문화재의 경우는 지금까지 매몰지 선정과정에서 고려되지 않았으나, 문화재 지역의 상당 부분이 매장 문화재인 점을 감안할 때 향후 매몰지 조성을 위한 굴착 작업 시 문화재 관련 부서와 함께 확인하여야 할 사항이다.

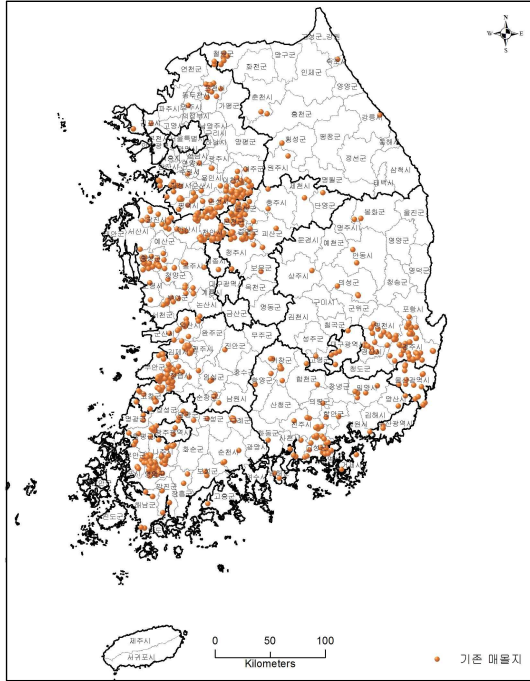


<기존 매몰지 부적합 사유:
축산농가 포함>

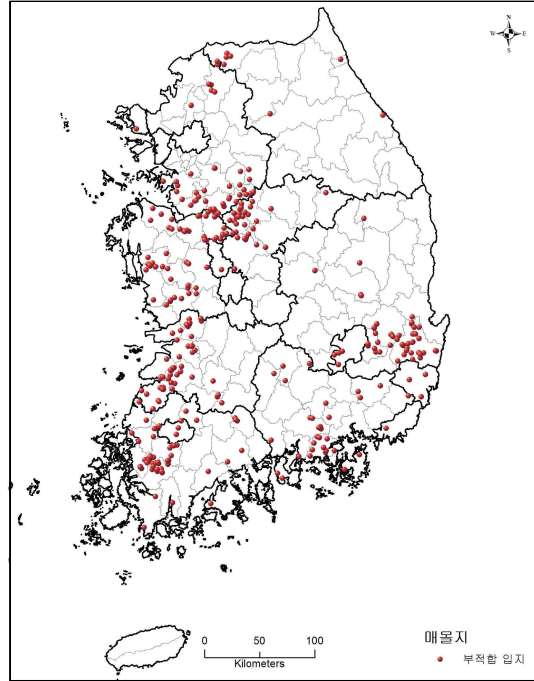


<기존 매몰지 부적합 사유:
축산농가 제외>

그림 3-1-3-39 기존 매몰지 부적합 사유에 따른 빈도수(축산농가 포함(좌) 제외(우))



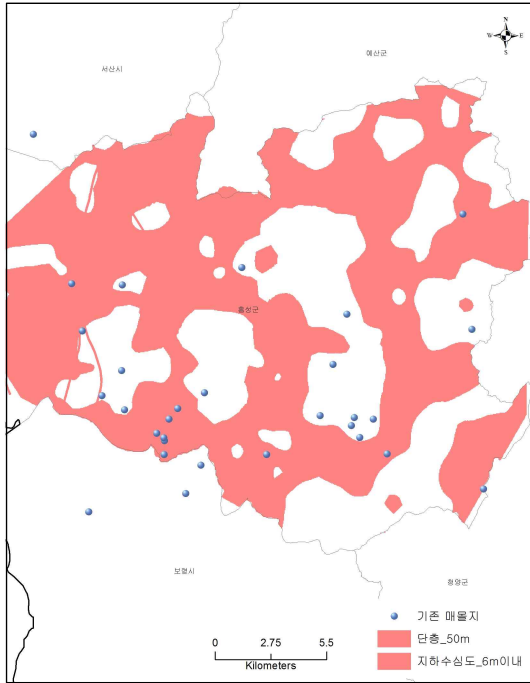
<기존 매몰지 : 전체>



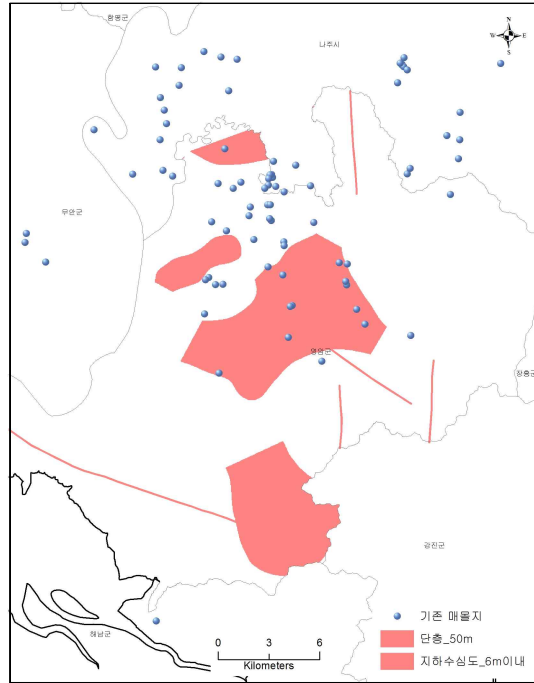
<기존 매몰지 : 부적합지역 입지>

그림 3-1-3-40. 기존 매몰지와 부적합지역 입지

◦ 수문지질도가 구축되어 있는 충청남도 홍성군과 전라남도 영암군에 대하여서는 수문지질도를 적용하여 기존 매몰지를 추가적으로 분석하였다. 그 결과 홍성군은 37곳 중 12곳(32%)이 지하수심도 6m 이내 지역에 포함되었으며, 영암군은 기존 매몰지 75곳 중 12곳(16%)이 지하수심도 6m 이내 지역에 포함되었다. 따라서 현재의 지하수심도 기준을 전국단위에 적용할 경우 상당수의 매몰지가 부적합한 지역에 입지하는 것으로 평가될 가능성이 높다. 그러나 본 연구에서는 전국 단위의 데이터 구축이 이루어지지 않았기 때문에 자료구축이 된 지역에 한하여 매몰지 선정시 참고자료로 활용될 수 있도록 시스템에서 구현하였다.



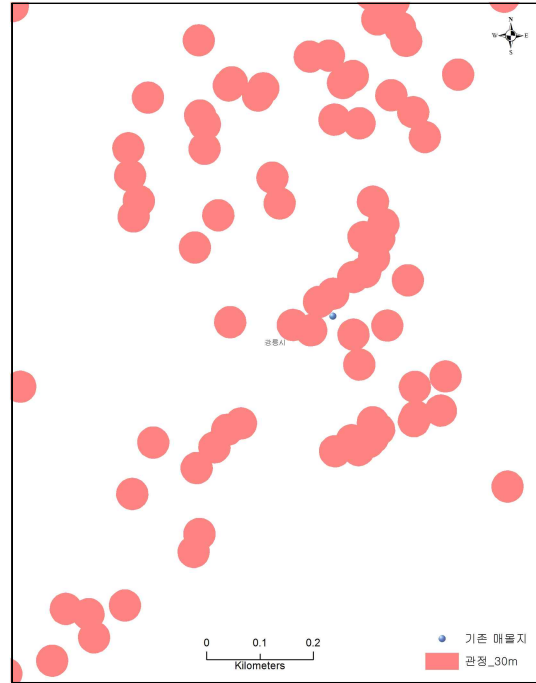
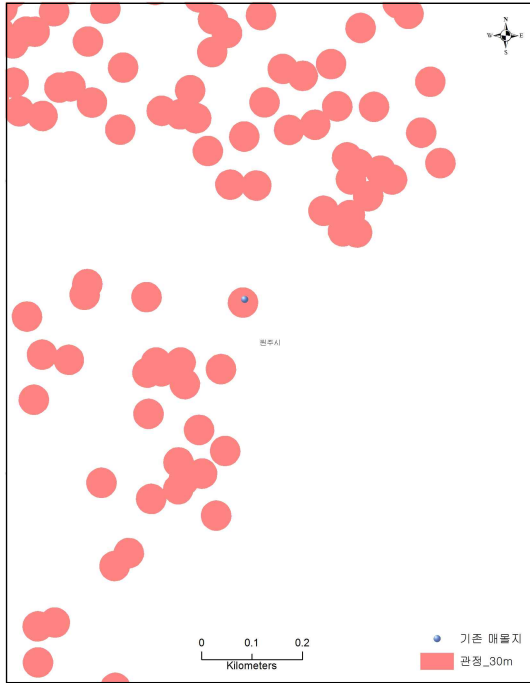
<지하수심도 부적합 지역과 기존 매물지 :
홍성군>



<지하수심도 부적합 지역과 기존 매물지 :
영암군>

그림 3-1-3-41. 지하수심도 부적합 지역과 기존 매물지(홍성군(좌), 영암군(우))

◦ 강원도 춘천시, 원주시, 강릉시를 대상으로 지하수관정 데이터를 적용하여 분석한 결과 원주시 1 곳(100%)이 지하수관정으로부터 30m 이내에 분포하고 있었으며, 강릉시는 30m 바로 외곽에 분포하고 있었다. 이럴 경우 침출수 누출은 지하수를 위협하는 직접적인 요인이 될 수 있다. 지하수관정 데이터의 경우도 데이터를 제공받지 못하여 본 연구에서는 적용하지 못하였다. 그러나 향후에는 수질 보호라는 관점에서 반드시 지하수관정 자료의 공유와 반영이 필요하다.



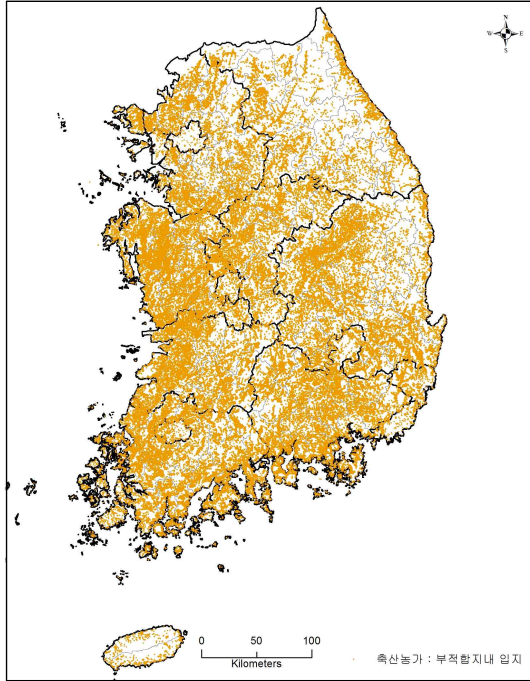
<지하수관정 부적합 지역과 기존 매몰지 :
원주시>

<지하수관정 부적합 지역과 기존 매몰지 :
강릉시>

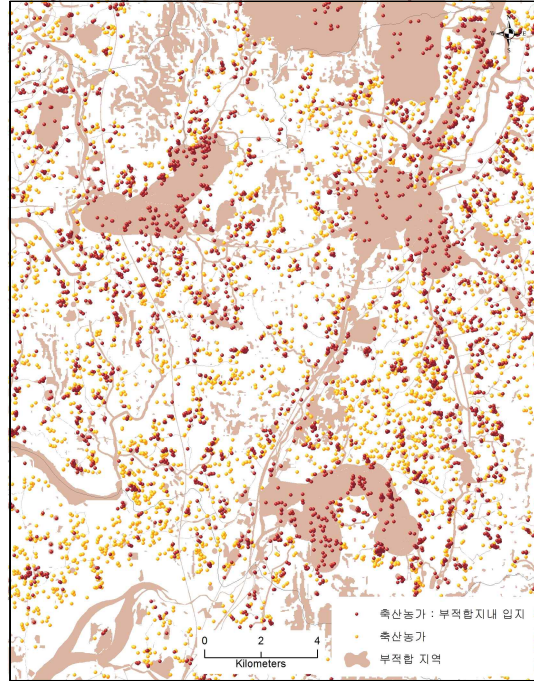
그림 3-1-3-42. 지하수관정 부적합 지역과 기존 매몰지(원주시(좌), 강릉시(우))

④ 개별 농가에 대한 매몰지 확보 가능성 평가

- 지속적인 가축질병의 발생으로 인하여 축산농가는 가축질병이 발생하여 살처분이 수행될 경우를 대비하여 농가 인근에 매몰지 가능한 후보지를 확보할 필요가 있다. 따라서 이러한 상황을 고려하였을 때 농가 인근에 매몰지 확보가 어려운 농가의 현황을 사전에 분석함으로써, 매몰지 확보와 살처분에 따른 폐사축 처리를 위한 중장기적인 계획 수립에 활용할 수 있다.
- 따라서 본 연구에서는 KAHIS에 등록되어 있는 385,425개 축산농가를 대상으로 매몰지 확보 가능성을 분석하였다. 분석 방법은 개별 농장에 대하여 부적합에 해당하는 곳에 입지한 농가를 공간상에서 확인하는 방법으로 수행하였다. 농가별 매몰지 확보 가능성 평가에서는 축산농가가 적용된 평가 지표는 제외하고 수행하였다. 또한 부분적으로 데이터가 존재하는 수문지질 지표(지하수심도, 단층)와 지하수관정 지표도 분석에서 제외하였다.



<축산농가 : 부적합지역내 입지>



<축산농가 입지>

그림 3-1-3-43. 축산농가 부적합지역 내 입지

◦ 분석 결과 전체 축산농가의 57%에 해당하는 219,885 농가가 부적합 지역에 입지하였다. 부적합 지역에 입지하는 농가는 향후 살처분 입지 선정에 있어서 어려움을 겪을 가능성이 있는 것으로 조사되었다.

⑤ 연구 결과 및 개선 사항

◦ 기존 매몰지와 축산농가에 대한 평가 결과 상수원보호구역, 저수지, 법정하천 등 수자원과 관련된 부적합 지역에 위치하는 기존 매몰지의 비율은 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 매몰지 입지 선정에서 수질오염과 관련된 부분이 집중적으로 부각되었기 때문에 나타난 결과일 수 있다. 반면에 부적합 지역으로 평가된 매몰지 및 축산농가의 상당수가 토지피복도, 문화유적에 집중되어 나타났다. 이러한 결과는 한국의 축산농가와 축산시설이 거주 지역 및 기존 개발 지역과 인접하여 분포하며, 발생 농가 인근에 매몰지를 조성하는 현실이 반영되었기 때문일 것이다. 이는 결과적으로 효과적인 가축 전염병의 통제와 방역에 부정적인 영향을 미치게 되며, 살처분 매몰지의 위치 선정과 관리에도 어려움을 초래한다. 따라서 장기적으로는 축산 시설과 축산 농가가 거주 지역 및 개발 지역과 분리될 수 있도록 관련 규정을 정비할 필요가 있다.

◦ 본 연구에서는 중요한 평가 요소에 해당하는 지하수관정(지하수공) 데이터를 관련 기관에서 제공받지 못함으로써, 지하수 오염의 위험성을 정확히 반영하지 못하였다. 따라서 향후 지하수관정 데이터 협조를 위한 기관 간의 협의가 필요할 것으로 생각된다. 또한 수문지질도의 경우 시·군 단위로 제작되고 있는 관계로, 2015년 현재 수문지질도가 제작완료 된 시·군은 70여개 지역에 불과하다. 또한 지자체에 따라 제작 시기와 제작 방법, 성과물에 포함되어 있는 주제도의 목록이 서로 상이하고 투영정보 등이 누락된 경우가 많았다. 따라서 본 연구에서는 매몰지 입지 선정 시 현장에서 참고 자료로 활용될 수 있도록 시스템에서 구현하였다.

◦ 기존 매물지와 축산농가, 축산시설 등의 위치정보는 주소(텍스트 자료)로 제공되었다. 따라서 본 연구에서는 지오코딩의 과정을 거쳐서 주소를 좌표로 변환하였다. 그러나 이 과정에서 위치 확인이 되지 않는 주소(잘못된 주소)가 다수 존재하는 것으로 나타났으며, 이들 자료는 현재로서는 위치 확인이 불가능한 상황이다. 또한 지번 주소에 대한 지오코딩 과정에서 해당 번지의 중심점을 좌표로 반환하기 때문에 필지 면적이 넓을 경우 위치 오차가 커질 수밖에 없다. 따라서 장기적으로는 현재 주소 방식으로 관리되고 있는 KAHIS의 축산농가 및 축산시설 위치정보가 좌표 방식으로 전환될 필요가 있다. 매물지 위치정보의 경우도 주소가 아닌 좌표로 관리되어야 한다.

◦ 본 연구에서 매물지 평가에 적용된 평가 요소는 현재 공간정보로 구축되어 있고 확보가 가능한 자료로 한정하였다. 따라서 공간정보는 아니지만 매물지 평가에 필요한 평가 요소에 대한 적용 방안 모색과 누락된 공간정보와 지속적으로 갱신되는 공간정보(축산농가, 토지피복도, 도로 등)에 대한 반영 방법 등에 대한 추가 연구가 필요하다.

[제2세부] 농림축산검역본부

(1) 역학조사지원 및 매몰지선정, 관리지원시스템 구축 제안서 작성 및 KAHIS 연계지침 작성

① 역학조사분석지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템의 KAHIS 연계 구축

1) 역학조사분석 지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템 개발 수요 조사

◦ 구제역(FMD, Foot and Mouth Disease), 고병원성조류인플루엔자(HPAI, High Pathogenic Avian Influenza) 등 재난성 동물전염병 발생 시 역학조사·분석지원 및 매몰지 선정·관리와 방역조치 등이 과학적이면서 실효적으로 추진될 수 있도록 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 상에서 모두 구현될 수 있게 하고, 또한 신속하고 정확한 과학적인 의사결정시스템이 도입되어져 재난성 동물전염병 발생 시 국가 가축방역 지휘 체계상에서의 혼선 초래 방지와 더불어 control tower 로서의 중앙 정부(농림축산식품부, 농림축산검역본부)가 제 기능을 제대로 할 수 있도록 관련 제도를 개선하여 재난성 동물 전염병의 발생 현장을 직접 관할하는 지방 정부(시·도, 시·군)와의 소통이 원활하여 국가 가축방역 업무가 신속 정확하게 유기적으로 협조가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 요구되고 있다.

◦ 따라서, 해당 재난성 동물 전염병에 대한 관계법과 표준행동지침(SOP)에 따라 예상되는 각종 단계별 방역조치가 방역지휘 체계상에서 혼선이 초래되지 않도록 ICT 기반인 KAHIS 상에서 포괄적 역학조사분석시스템과 매몰지 선정·관리시스템이 상호 연동되어져 최종적으로 과학적이면서 일원화된 통합적인 의사결정지원시스템이 구현된 국가 가축방역시스템의 구축을 위한 기반조성 연구를 위해 개발 수요 조사를 실시하였다. 수요 조사방법은 재난성 동물 전염병이 매년 국내 발생 시 마다 중앙정부와 지방정부의 관계자들중에서 일선 가축질병 발생 현장에서 밀접하게 역학조사·분석, 방역조치, 매몰지 선정·관리 등을 직·간접적으로 수행하면서 경험을 했던 내용들에 대한 의견 청취 및 수렴을 위해서 관련 대상자들의 집합 교육장소 등에서 설문서를 작성하거나 직접 발생 현장인 시·군의 방문 조사를 통하여 각종 의견들을 수집하였다. 조사대상은 재난성 동물 전염병에 대한 관계법과 표준행동지침에 따라 단계별 방역조치를 실시하는 관계자로 하였다.

가. 개발 수요조사 관련 설문서 작성(양식)

역학조사지원 및 매몰지 선정 관리시스템 현장적용 평가 및 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 연계 지침 작성

(총괄 과제명 : 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리시스템 개발)

< 안 내 문 >

농림축산검역본부에서는 농림축산식품부의 지원하에 농림축산식품기술기획평가원(IPET) 가축질병대응기술개발사업(과제번호: 315038-02-2-HD050) 연구과제를 수행하고 있습니다. 본 연구팀은 강원대, (주)이지팜, (주)망고시스템 등과 공동과제를 수행하고 있으며, 본 설문을 통해서 제출하신 귀하의 소중한 의견은 구제역, AI 등 국가 재난성동물질병 및 인수공통전염병의 전파·확산방지를 위한 역학조사, 살처분 등 국가 가축방역업무의 기초자료 활용 및 개선·보완방안 마련을 위해서만 이용하고자 합니다.

국내 구제역, AI 등 재난성 동물질병 및 인수공통전염병의 역학조사, 살처분 등 가축 방역업무의 발전을 위해 성실하게 답변해 주신다면 큰 도움이 되겠습니다. 감사합니다

※ 무기명으로 작성하며, 설문응답자는 해당 내용에 작성 가능한 부분만 기술해 주십시오

I. 설문 응답자 사항

1. 귀하의 직업은 무엇입니까?()
 가. 국가공무원 나. 지방공무원 다. 수의·축산관련 라. 학계 마. 기타()
2. 귀하가 주로 하시는 일은 무엇입니까?()
 가. 동물질병 방역(진단, 연구 등) 나. 사람질병 방역(진단, 연구 등) 다. 축산 라. 기타()
3. 귀하의 연령층은 다음중 어디에 해당 합니까?() (성별 구분 : 남, 여)
 가. 30대 미만 나. 30대 다. 40대 라. 50대 이상

II. 역학조사 지원사항

1. 귀하께서 생각하시는 발생농가 등 역학대상농가에 대한 역학조사반의 효율적인 투입 및 운영 방안 (SOP를 떠나서)은?()
 가. 발생농가를 중앙역학조사반이 전적으로 책임지고 조사·분석한다.
 나. 발생농가를 해당 시·도의 지방역학조사반이 전적으로 책임지고 조사·분석한다.
 다. 발생농가를 중앙과 지방역학조사반 합동으로 실시한 후 조사·분석 내용을 상호 공유한다.
 라. 발생농가를 중앙역학조사반과 민간전문가 합동으로 실시한 후 조사·분석내용을 상호공유한다.
 마. 발생농가를 중앙·지방역학조사반과 민간전문가 합동으로 실시한 후 조사·분석내용을 상호공유한다.
2. 발생농가에 대한 현장 및 사무실 등에서 실시간 수행하는 중간 역학조사·분석결과를 해당 발생 시·군과 중앙 과견 기동방역기구(특별방역팀)에게 실시간으로 전달하여 신속한 방역조치활동이 가능한 실효적 도움을 줄 수 있는 가장 좋은 방법은? () 또한 추천 방법은?
 가. 발생농장 현장에서 실시간 중간 역학조사 분석결과가 최종 역학조사결과와 상이 할 경우, 언론 등에 노출로 혼란이 가중될 수 있으므로 특정인(관련부서, 상위부서 등)에게 제한된 공개를 한다.
 나. 발생농장에 투입된 중앙 및 지방 역학조사반만 실시간 역학조사·분석결과를 공유한다.
 다. 발생농장에 투입된 중앙역학조사반 및 해당부서인 역학조사부서만 공유한다.
 라. 발생농장에 대한 초기 역학조사 분석결과가 향후, 최종 역학조사·분석결과와 상이 하여도 실시간으로 신속히, 중앙 및 지방방역부서와 해당 시·군과 긴급 과견된 중앙기동방역기구(특별방역팀) 간에 실시간 공유를 통해, 해당 위험요소에 대한 신속한 방역조치를 취하도록 한다.
 마. 기타 추천()
3. 귀하께서 발생농장에 대한 실시간 역학조사분석결과를 공유한다면 어떤 것이 가장 실효적 방법인가?()
 가. 중앙과 지자체 방역기관과 중앙 과견 긴급 기동방역기구(특별방역팀장)에 전화로 전달한다.
 나. 중앙과 지자체 방역기관과 중앙 과견 긴급 기동방역기구(특별방역팀장)에 이메일로 전달한다.
 다. 중앙과 지자체 방역기관과 중앙 과견 긴급 기동방역기구(특별방역팀장)에 카톡으로 전달한다.
 라. 중앙과 지자체 방역기관과 중앙 과견 긴급 기동방역기구(특별방역팀장)에 밴드로 전달한다.
 마. 중앙과 지자체 방역기관과 중앙 과견 긴급 기동방역기구(특별방역팀장)에 방역용 스마트폰 앱을 설치하도록 하고 ID와 PW를 부여하여 해당기관 관계자들이 실시간 전달 및 토론을 한다.
4. 귀하께서 구제역과 고병원성조류인플루엔자와 같은 재난성 동물질병·인수공통전염병 발생 시

신속한 예찰, 신고, 진단, 역학조사분석 및 방역조치와 사후관리 등에 일관성 및 통합성을 가진 첨단형 의사결정시스템과 컨트롤 타워(control tower) 구축을 위한 미래형 국가 동물질병 총괄 통제시스템을 새롭게 개발한다면 다음 중 어떤 방법을 추천하겠는가?()

가. 기존의 국가 동물질병통합시스템(KAHIS)을 이용만 잘한다면 다른 것은 크게 필요하지 않다.

나. 기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템을 추가시켜 운영하면 크게 필요하지 않다.

다. 기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시켜 운영하면 될 것이다.

라. 기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시킨 것 외에도 ‘왓슨(인공지능 슈퍼컴퓨터)’처럼 인공지능(AI)을 추가 시킨 의사결정시스템 구축이 필요하다.

마. 기타 추천()

5. 축산농가, 축산관련시설 종사자, 중앙 및 지방방역공무원, 유관기관 종사자 등에 대한 맞춤형 해당 교육을 실시한다면 어떤 것이 가장 효과적인 방법인가?()

가. 국가 및 지방방역기관에서 필요 시에, 시군을 순회하면서 관계자 교육을 실시한다.

나. 국가 및 지방방역기관의 교육시설에서 교육신청 시에 기존의 교재, 슬라이드, 현장방문 등의 교육방식으로 해당 교육을 실시한다.

다. 국가 및 지방방역기관에 해당교육자들이 실제 체험한 것과 같은 느낌을 받을 수 있도록 가상현실체험(VR), 4차원(4D) 공간을 마련하여, 매년 의무교육을 받도록 한다.

라. 국가 및 지방방역기관에 실제 현장 체험할 수 있는 실습장을 설치하여 해당 교육 대상자별로 특성화된 연수교육을 실시한다.

마. 기타 추천()

III. 살처분 관련사항

1. 귀하께서 부득이 하게 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 동물질병 및 인수공통전염병에 감염된 가축을 살처분을 하게 된다면 가장 먼저 고려해야 할 우선 순위를 표기하여 주시기 바랍니다.

(> > > > > >)

가. 질병의 전파·확산방지를 위해 가장 먼저 감염 가축의 살처분을 생각한다.

나. 질병의 전파·확산방지를 위해 가장 먼저 발생농장에서 유출될 오염원 차단을 위하여 철저한 이동제한 및 소독 등 방역조치를 한 후에 살처분을 실시한다.

다. 살처분 이전에 생명존중의 의미 등 동물복지적 측면을 먼저 고려하여 살처분을 최소화하기 위한 방법을 생각한다.

라. 살처분시 매몰지 선정을 고민하면서 매몰로 인한 수질오염, 토양오염 등 환경오염 문제를 먼저 생각한다.

마. 살처분시 살처분 전문 인력과 장비 확보 문제를 가장 먼저 고려한다.

바. 살처분시 살처분 및 매몰지보상금 등 해당농가와의 민원 발생 방지에 대한 생각을 우선시 한다.

사. 기타()

2. 발생농장 및 발생지역의 감염가축이나 예방살처분 가축의 매몰지 선정 시 입지 조건을 고려해야 할 우선순위를 표기하여 주시기 바랍니다. (> > > > >)

가. 해당 농장 내 살처분 매몰지로 적합한 빈 공터를 먼저 찾아 선정한다.

나. 해당 농장 내 살처분 매몰지를 선정 시 인접 농장 등으로의 질병 전파 우려를 먼저 생각한다.

- 다. 해당 농장 또는 해당 농장의 인접 매몰지 선정 시 주민들의 반대 민원을 먼저 생각한다.
- 라. 해당 농장 또는 해당 농장의 인접 매몰지 선정 시 수질오염 가능성을 먼저 확인한다.
- 마. 해당 농장 또는 해당 농장의 인접 매몰지 선정 시 토양오염 가능성을 먼저 확인한다.
- 바. 기타()

3. 살처분 매몰지의 각종 문제점을 개선 보완할 살처분 방식과 가축사체로부터 유출되는 수질오염과 토양오염의 원인이 될 수 있는 침출수 예방을 위해 다음 중 어떤 방식을 추천 하시겠습니까?()

- 가. FRP통을 이용하여 살처분 가축을 처리한다.
- 나. ‘호기호열성 발효미생물법’을 이용하여 살처분 가축을 처리한다.
- 다. 농장 또는 농장 인근 공터에서 랜더링 차량을 이용하여 살처분 가축을 처리한다.
- 라. 압록박스(청소) 차량 등을 이용하여 원거리에 있는 랜더링 시설로 이동하여 살처분 가축을 처리한다.
- 마. 소각하는 방법으로 한다.
- 바. 최대한 침출수로 인해 우려되는 수질 및 토양 오염이 최소화할 수 있는 추정되는 장소에 신속히 매몰한다.
- 사. 기타()

4. 각종 살처분 가축 처리방식에 있어서 향후, 사후관리 및 관계법상 3년 이후 매몰지 해제 또는 그 이전에 특별 해제 시 나타날 수 있는 각종 문제점과 개선방안에 대하여 귀하께서 생각하시는 해당 내용을 상세히 기술해 주시기 바랍니다(작성란이 부족할 시에는 설문서 여백 어디에나 작성해 주십시오).

- 가. FRP통 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()
- 나. 호기호열성 발효미생물법 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()
- 다. 랜더링 차량을 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()
- 라. 랜더링 시설로 원거리로 이동하여 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()
- 마. 소각법 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()
- 바. 토양에 매몰 적용 시 나타날 수 있는 문제점과 개선방안은?
 - 문제점()
 - 개선방안()

5. 살처분에 인력 동원으로 우선 투입해야 할 대상을 순위를 기재 해주시기 바랍니다. 그리고 해당 항목별 찬성과 반대의견을 기술해 주시기 바랍니다.

(> > > > > > >)

가. 군인(생물학적 훈련을 받은 화생방 전문 인력 포함)

- 찬성(), 반대()

나. 수의·축산 관련공무원(공중방역수의사 포함)

- 찬성(), 반대()

다. 가축입식과 출하 전문 상차반(가축 도축관련 전문인)

- 찬성(), 반대()

라. 인력시장에서 매일 확보하는 인력(아르바이트생 등)

- 찬성(), 반대()

마. 기타(자원봉사자, 수의축산관련 전공 대학생 등)

- 찬성(), 반대()

6. 귀하께서 생각하시는 구제역 및 고병원성조류인플루엔자가 발생 시 축종별, 사육규모별, 축사구조별 가장 효과적인 적정 살처분 투입 인력에 대하여 두서없이 자율적으로 기술해 주시기 바랍니다? (해당 사항을 √ 표시한 후 해당 인력을 기재해 주십시오.)

가. 한우(축사 내 사육과 방목 구분)

① 사육규모(축사 내) : 50두 미만(), 50~100두(), 100~500두(), 500두 이상()
(두 조건 모두 기재 : 전문인력 명, 비 전문인력 명)

② 사육규모(방 목) : 50두 미만(), 50~100두(), 100~500두(), 500두 이상()
(두 조건 모두 기재 : 전문인력 명, 비 전문인력 명)

나. 젖소(축사 내 사육과 방목 구분)

① 사육규모(축사 내) : 50두 미만(), 50~100두(), 100~500두(), 500두 이상()
(두 조건 모두 기재 : 전문인력 명, 비 전문인력 명)

② 사육규모(방 목) : 50두 미만(), 50~100두(), 100~500두(), 500두 이상()
(두 조건 모두 기재 : 전문인력 명, 비 전문인력 명)

다. 돼지(일괄사육농장, 비육농장 구분)

① 사육규모(일괄사육농장) : 1000두 미만(), 1000~5000두(), 5000~10,000두 이상()
- 전문 인력 : 1000두 규모 개방돈사 최소 명, 무창돈사 최소 명
- 비전문인력 : 1000두 규모 개방돈사 최소 명, 무창돈사 최소 명

② 사육규모(비육농장) : 1000두 미만(), 1000~5000두(), 5000~10,000두 이상()
- 전문 인력 : 1000두 규모 개방돈사 최소 명, 무창돈사 최소 명
- 비전문인력 : 1000두 규모 개방돈사 최소 명, 무창돈사 최소 명

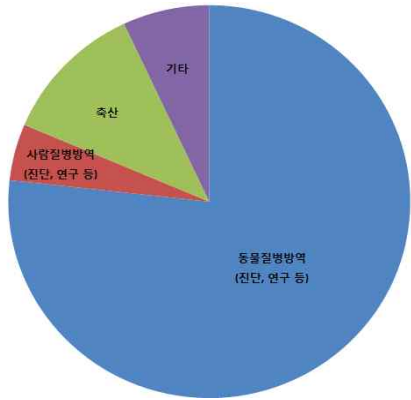
라. 닭(산란계, 종계, 육계 구분)

① 사육규모(산란계, 케이지사육) : 1만수 미만(), 1만~5만수(), 5만~10만수 이상()
- 전문 인력 : 1만수 규모 개방계사 최소 명, 무창계사 최소 명
- 비전문인력 : 1만수 규모 개방계사 최소 명, 무창계사 최소 명

② 사육규모(종계·육계, 평지사육) : 1만수 미만(), 1만~5만수(), 5만~10만수 이상()
- 전문 인력 : 1만수 규모 개방계사 최소 명, 무창계사 최소 명
- 비전문인력 : 1만수 규모 개방계사 최소 명, 무창계사 최소 명

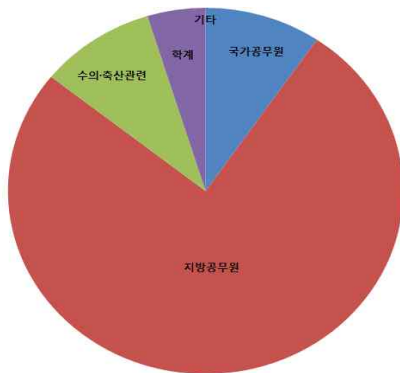
마. 오리

① 사육규모(평지사육) : 5000수 미만(), 5천~2만수(), 2만~5만수(), 5만수 이상()
- 전문 인력 : 5천수 규모 개방계사 최소 명, 무창계사 최소 명



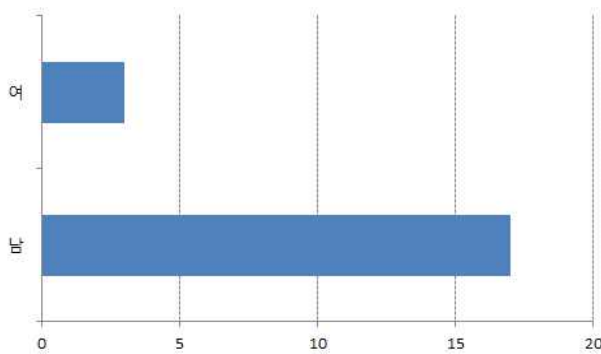
구분	빈도(%)
합계	42(100)
국가 공무원	4(9.5)
지방 공무원	32(76.2)
수의·축산관련	4(9.5)
학계	2(4.8)
기타	0(0.0)

2. 귀하가 주로 하시는 일은 무엇입니까?

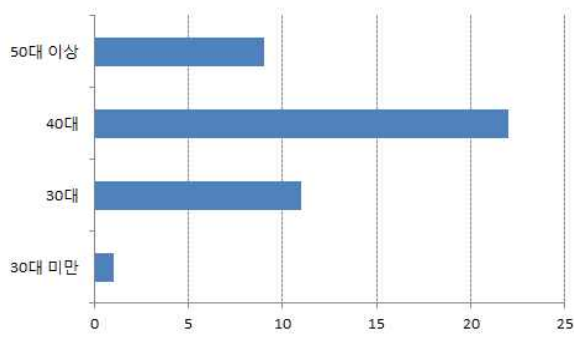


구분	빈도(%)
합계	43(100)
동물질병 방역담당 (진단, 연구 등)	33(76.7)
사람질병 방역담당 (진단, 연구 등)	2(4.7)
축산담당	5(11.6)
기타	3(7.0)

3. 귀하의 성별과 연령층은 다음 중 어디에 해당 합니까?



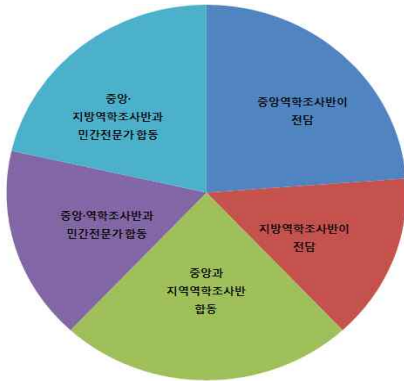
구분	빈도(%)
합계	20(100)
남	17(85.0)
여	3(15.0)



구분	빈도(%)
합계	43(100)
30대 미만	1(2.3)
30대	11(25.6)
40대	22(51.2)
50대 이상	9(20.9)

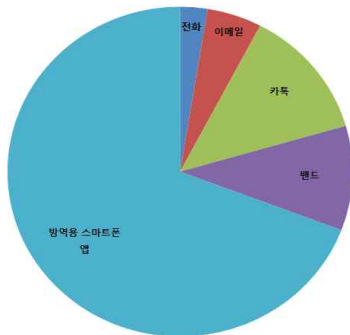
II. 역학조사 지원사항

1. 귀하께서 생각하시는 발생농가 등 역학대상농가에 대한 역학조사반의 효율적인 투입 및 운영 방안(SOP를 떠나서)은?



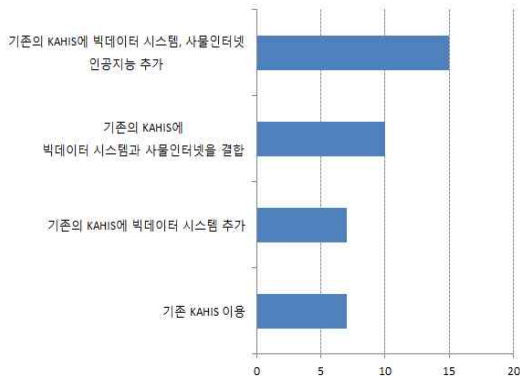
구분	빈도(%)
합계	42(100)
중앙역학조사반이 전적으로 책임지고 조사, 분석	10(23.8)
해당 시·도의 지방역학조사반이 전적으로 책임지고 조사, 분석	6(14.3)
중앙과 지방역학조사반 합동으로 실시한 후 조사·분석 내용을 상호 공유	10(23.8)
중앙·역학조사반과 민간전문가 합동으로 실시한 후 조사·분석 내용을 상호 공유	7(16.7)
중앙·지방역학조사반과 민간전문가 합동으로 실시한 후 조사·분석 내용을 상호 공유	9(21.4)

2. 발생농가에 대한 현장 및 사무실 등에서 실시간 수행하는 중간 역학조사·분석결과를 해당 발생 시·군과 중앙 파견 기동방역기구(특별방역팀)에게 실시간으로 전달하여 신속한 방역조치활동이 가능한 실효적 도움을 줄 수 있는 가장 좋은 방법은? 또한 추천 방법은?
3. 귀하께서 발생농장에 대한 실시간 역학조사분석결과를 공유한다면 어떤 것이 가장 실효적 방법인가?



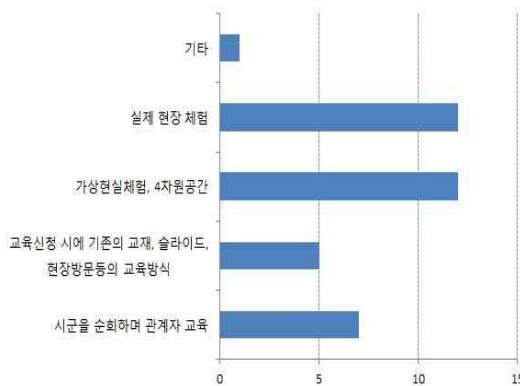
구분	빈도(%)
합계	39(100)
전화로 전달	1(2.6)
이메일로 전달	2(5.1)
카톡으로 전달	5(12.8)
밴드로 전달	4(10.3)
방역용 스마트폰 앱을 설치하도록 하고 ID와 PW를 부여하여 해당 기관 관계자들이 실시간 전달 및 토론	27(69.2)

4. 귀하께서 구제역과 고병원성조류인플루엔자와 같은 재난성 동물질병·인수공통전염병 발생 시 신속한 예찰, 신고, 진단, 역학조사·분석 및 방역조치와 사후관리 등에 일관성 및 통합성을 가진 첨단형 의사결정시스템과 컨트롤 타워 구축을 위한 미래형 국가 동물질병 총괄통제시스템을 새롭게 개발한다면 다음 중 어떤 방법을 추천하겠는가?



구분	빈도(%)
합계	43(100)
기존의 국가 동물질병통합 시스템 (KAHIS)을 이용만 잘한다면 다른 것은 크게 필요하지 않음	7(16.3)
기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템을 추가 시켜 운영	7(16.3)
기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시켜 운영	10(23.2)
기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시킨 것 외에도 '왓슨 (인공지능 슈퍼컴퓨터)'처럼 인공지능을 추가시킨 의사결정 시스템 구축	15(34.9)
기타	4(9.3)

5. 축산농가, 축산관련시설 종사자, 중앙 및 지방방역공무원, 유관기관 종사자 등에 대한 맞춤형 해당 교육을 실시한다면 어떤 것이 가장 효과적인 방법인가?



구분	빈도(%)
합계	37(100)
국가 및 지방방역기관에서 필요 시에, 시군을 순회하면서 관계자 교육 실시	7(18.9)
국가 및 지방방역기관의 교육시설에서 교육신청 시에 기존의 교재, 슬라이드, 현장방문 등의 교육방식으로 해당 교육을 실시	5(13.5)
국가 및 지방방역기관에 해당 교육자들이 실제 체험한 것과 같은 느낌을 받을 수 있도록 가상현실 체험 (VR), 4차원(4D) 공간을 마련하여, 매년 의무교육 실시	12(32.4)
국가 및 지방방역기관에 실제 현장 체험할 수 있는 실습장을 설치하여 해당 교육 대상자별로 특성화된 연수교육을 실시	12(32.4)
기타	1(2.7)

※ 기타 : 특성화된 연수교육을 추천하지만 교육일정을 다양화 필요

3) 개발 수요조사 결과 분석에 따른 방역정책 건의사항 및 시사점

3-1) 설문 응답자 분석결과

○ 본 연구과제인 '역학조사 지원 및 매몰지 선정·관리 지원시스템 구축 제안서 작성 및 KAHIS 연계 지침 작성' 관련하여 국가 가축방역 업무 관계자에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문조사 방법은 본 연구과제의 수행과 관련하여 개최한 'FMD, HPAI 방역 및 예방기술교육 워크숍 (2017.3.30~3.31)'에 참석한 가축방역관계자 140명(중앙정부 28명, 지자체 73명, 공공기관 7명, 학계 8명, 군 8명, 민간기업 15명, 언론사 1명)에게 설문지를 배포하여 조사를 실시하였다. 그러나 예상과 달리 가축방역관계자 대부분이 공직자인 관계로 설문조사로 인하여 혹시 불이익이나 향후 설문으로 인해 곤혹을 치를 지 모른다는 의식이 팽배하여 설문조사에 대부분 소극적으로 응했

다.

◦ 또한 본 연구 기간내내 구제역, 고병원성조류인플루엔자의 장기간 발생으로 인해 실제적으로 이들 질병이 발생하는 기간내에서는 해당 발생지역의 시도 및 시군 방역관계자들에 대한 설문조사가 용이하지 않아 구제역 종식과 고병원성조류인플루엔자의 소강상태 기간을 이용하여 개최한 'FMD, HPAI 방역 및 예방기술교육 워크숍'에서 중앙 및 지방정부의 가축방역관계자들에 대한 설문조사를 시도하였지만 예상과 달리 응답율은 낮았다. 설문서가 배포된 참석자 140명중 설문서 해당 항목에 따라 최소 18명(12.9%)에서 최고 43명(30.7%)이라는 낮은 응답율을 나타냈었다.

◦ 해당 항목별 설문결과는 다양하였지만, 설문에 응한 응답자 총 43명중 직업 분석에 응답한 42명중 일선 시도 및 시군에서 실제 가축방역업무를 수행하고 있는 지방공무원이 76.2%(32명)이 차지하고 있었고, 그 다음이 9.5%(4명) 국가공무원이었다. 또한 이들이 실제 수행하고 있는 업무를 분석한 결과 응답자 43명중 76.7%(33명)이 동물질병 방역담당자였고, 그 다음이 11.6%(5명)가 축산담당자였었다. 그리고 성별과 연령층을 분석한 결과, 응답자 20명중 85.0%(17명)가 남자였으며, 연령층은 응답자 43명중 절반인 51.2%(22명)가 40대였고, 그 다음순으로 25.6%(11명)가 30대, 20.9%(9명)가 50대였었다.

◦ 따라서, 본 설문서의 응답자는 참석자의 1/3 수준이었지만, 응답자들 대부분이 그 동안 국내 구제역과 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 가축전염병 발생 시 실제로 질병 발생 현장에서 체험한 일선 시도 및 시군의 가축방역공무원들이 그 동안 자신들이 생각하고 있었던 가축방역의 문제점과 개선사항과 정책적 방향 등에 대한 중요한 의견을 본 설문서를 통해 제시해준 것으로 사료되었다.

3-2) 역학조사 지원사항 분석결과

가) 역학조사반 투입과 운영사항

◦ 국내 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 가축전염병이 매년 발생할 때마다 발생농가 등 역학조사 대상자에 대한 역학조사를 위해 투입되는 현행 역학조사방법을 개선하고자 역학조사반의 효율적인 투입과 운영방안에 대하여 해당 질병의 표준행동지침(SOP)을 떠나서 실무방역관계자들이 생각하는 의견을 들어보았다. 응답자 42명중에서 각각 23.8%(10명)로서 중앙역학조사반이 전적으로 책임을 지고 역학조사·분석를 하는 것이 좋다는 의견과 또 하나의 의견은 중앙과 지방역학조사반 합동으로 실시한 후 조사·분석한 내용을 공유하는 것이 좋다는 의견이었다. 그 다음순으로는 21.4%(9명)인 중앙 및 지방역학조사반과 민간전문가와 합동으로 실시한 후 조사·분석하여 내용을 서로 공유하는 것과 16.7%(7명)인 중앙역학조사반과 민간역학조사반 합동으로 실시한 후 조사·분석내용을 공유하는 것이었다.

◦ 따라서, 일선 가축방역업무에 종사하는 관계자들은 역학조사·분석 업무를 역학조사대상자와 이해관계가 없는 객관적인 입장에서 조사를 임할 수 있는 공직자들로 구성된 중앙역학조사반이 직접수행하거나 또는 중앙과 지방역학조사반과의 합동 역학조사·분석 업무를 수행하는 것이 타당하다고 절반 정도인 47.6%(20명)가 생각하고 있었고, 그 다음 순으로는 중앙 및 지방역학조사반과 민간전문가 합동으로 역학조사·분석을 하기를 원했다. 그러나 일선 질병 발생현장을 잘 아는 관할 시도의 지방역학조사반이 전적으로 책임을 지고 하는 것에 대해서는 가장 낮은 응답율을 나타냈었다.

◦ 이러한 현상은 현재 관련법에는 시도의 지방역학조사반을 구성하도록 되어 있으나, 첫째 시도 가축방역기관(동물위생시험소)에 역학조사·분석 업무를 전담할 조직이 대부분 없는 상태이기에 질병 발생 시 질병예찰, 시료채취 및 운송, 질병진단, 초동방역 등에 투입할 인력도 충분하지 않은 상태에서 새롭게 역학조사·분석을 맡을 전문 인력이 없거나 절대적으로 부족하기 때문에 기피를 하고 있었다. 둘째, 다양한 질병에 대한 역학조사·분석 업무의 전문성 부족과 오펜 시 발생하는 추가 발생 및 살처분보상금 지급 시 역학조사·분석 자료 활용과 방역조치 관련 책임 등으로 인해 기피하고 있었다. 셋째, 발생농가 등 지역내 역학조사 대상자들과 지인관계 등 상호 인과관계 등으로 인해 실질적인 역학조사·분석에서의 어려움 등으로 인해 기피하고 있었다.

나) 방역조직간 실시간 역학조사·분석결과 공유사항

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물전염병 발생 시 발생농장 등 역학조사 대상자에 대한 실시간 수행하고 있는 최초 및 중간 역학조사·분석결과가 최종적으로는 상이할지는 모르지만, 일선 발생 시도 및 시군 등에서 질병의 조기 확산 차단을 통한 피해 최소화를 위해 실시간 진행 중인 역학조사·분석결과를 전달하여 이용함으로써 신속한 방역조치가 가능한 실효적 도움을 주기 위해 응답자들이 추천한 방법을 수렴하였다.

◦ 총 응답자 43명중 대부분이라고 할 수 있는 76.7%(33명)가 발생농장 현장에서 실시간 중간 역학조사·분석결과가 최종 역학조사결과와 상이할 경우, 언론 등에서 노출되어 혼란이 가중될 수 있으므로 특정인(관련부서, 상위부서 등)에게 제한적인 공개만 하는 것이 좋을 것 같다는 의견이 많았다. 그 다음 순으로는 11.6%(5명)인 발생농장에 투입된 중앙역학조사반 및 해당부서인 역학조사부서만 공유하고, 7.0%(3명)는 발생농장에 대한 초기 역학조사·분석결과가 향후, 최종 역학조사·분석결과와 상이하여도 실시간으로 신속히, 중앙 및 지방부서와 해당 시군과 긴급 파견된 중앙 기동방역기구 간에 실시간 공유하는 것으로 응답하였다.

◦ 따라서, 응답자 대부분이 발생농장 등 역학조사 대상자 들에 대한 실시간 중간 역학조사·분석 결과가 역학조사·분석 진행과정에서 언제든지 바뀔수 도 있고, 또한 최종 역학조사·분석결과에서 상이한 결과가 나올 때 실시간 정보 제공에 따른 돌이킬 수 없는 오펜과 역학조사·분석결과에 따른 발생농가에 대한 살처분 보상금 지급 등 각종 방역조치결과와 인권침해, 역학조사·분석에 대한 대국민 신뢰도 저하 등으로 인해 검증되지 않은 실시간 중간 역학조사·분석 결과의 외부 노출은 금하고 일선 발생 현장의 시군과 발생농가에게 직접 전달하기보다는 가축방역지휘체계상의 해당부서와 지휘자에게만 보고(통보)되어져 긴급 방역조치에 활용하도록 하는 것이 방역체계의 혼선 초래를 방지하고 실효적인 방역조치에 효과적이라는 의견이 많았다.

다) 실시간 역학조사·분석결과 실효적 공유 방법

◦ 재난성 가축전염병 발생 시 발생농장 등 역학조사대상자들에 대한 실시간 중간 역학조사·분석 결과를 공유 대상자와 공유를 한다면 가장 실효적인 공유 방법이 무엇인가?를 물었을 때, 응답자 39명중에서 69.2%(27명)가 방역용 스마트 앱을 개발 및 설치하여 ID와 PW를 부여하여 해당 기관 관계자들간 실시간 전달 및 토론하는 방법이 가장 좋을 것 같고, 그 다음순으로는 12.8%(5명)이 카톡을 개설하여 전달하는 방법을 권했고, 10.3%(4명)는 밴드를 개설하여 해당 내용이 실시간 전달되는 것이 좋겠다고 답하였다. 메일과 전화로 전달 응답자도 있었지만 긴급 상황에서 일일이 응대하기가 힘든 부분이 있어 선호하지는 않았다.

◦ 따라서, 질병 발생 현장에서 실시간 역학조사·분석결과를 상호 공유하거나 토론을 하기 위해서는

발생 현장에서도 휴대가 용이하고 간편성과 신속성을 갖춘 ICT 기반으로 스마트폰 앱상에서의 역학조사·분석 지원시스템의 필요성이 제기되고 있다.

라) 미래형 국가 동물질병통합시스템 구축 방안

◦ 구제역과 고병원성조류인플루엔자와 같은 재난성 동물질병과 인수공통전염병이 발생시 신속한 질병 예찰, 신고, 진단, 역학조사·분석 및 방역조치와 사후관리 등을 위한 일관성 및 통합성을 가진 첨단형 의사결정시스템과 컨트롤타워 구축을 위한 미래형 국가 동물질병 방역을 총괄할 수 있는 통제시스템을 새롭게 개발한다면 어떠한 방향을 구축되었으면 하는지 의견을 구하였다.

◦ 해당 설문서 항목에 의견을 제시한 총 응답자 43명중 1/3 정도인 34.9%(15명)가 기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시킨 것 외에도 ‘왓슨(인공지능 슈퍼컴퓨터)’처럼 인공지능을 가진 의사결정시스템이 구축되기를 원했다. 그 다음순으로는 23.2%(10명)인 기존의 KAHIS에 빅데이터 시스템과 사물인터넷을 결합시켜 운영하는 것을 제시하였다. 또한 각각 16.3%(7명)는 기존의 국가 동물질병 통합시스템(KAHIS)을 이용만 잘한다면 다른 것을 크게 필요하지 않다는 의견과 기존의 국가 동물질병 통합시스템(KAHIS)에 빅데이터 시스템을 추가 시켜 운영하는 것을 추천하였다.

◦ 이상과 같은 응답자들의 내용을 심도 있게 분석해보면, 기존에 관행적으로 이루어지고 있는 비전문화 또는 비과학화적인 국가 가축방역 지휘시스템 상에서 이루어지던 의사결정시스템을 이제는 시대상황에 맞춰서 질병 예찰, 신고, 진단, 역학조사·분석 및 방역조치와 사후관리 등에 방역 전반에 대한 것을 감안할 수 있는 첨단과학기술이 적용된 시스템을 요구하고 있다. 과학적이고 객관적인 빅데이터 기반화에서 기존의 국가 동물질병 통합시스템(KAHIS)을 넘어선 인공지능(AI)과 가상현실(VR)이 탑재된 새로운 국가 동물질병 통합시스템이 구축되어져 신속정확한 과학적인 역학조사·분석과 예측시스템 하에서의 재난성 동물질병과 인수공통전염병 발생 시에 조기 예찰 및 진단과 전파·확산 방지를 위한 신속한 방역조치를 위한 의사결정시스템이 구축되어져 일상불란한 지휘체계가 구축되어져 질병 예방 및 발생 시 조기 박멸을 효과적으로 추진하여 국가 경제의 피해 최소화와 대국민의 보건위생에 크게 이바지할 것으로 사료되었다.

마) 실효적인 맞춤형 가축방역교육 방안

◦ 국가 또는 지방정부차원에서 축산농가, 축산관련시설종사자, 중앙 및 지방방역공무원, 유관기관 종사자 등에 대하여 그 동안 수행해왔던 교육에 대해서 향후 교육대상자별 맞춤형 교육을 실효적으로 실시할 수 있는 방안에 대한 의견을 물었다.

◦ 가축방역교육을 효과적으로 수행하기 위한 총 응답자 37명 중 각각의 32.4%(12명)는 국가 및 지방방역기관에 해당교육자들이 실제 체험한 것과 같은 느낌을 받을 수 있도록 가상현실 체험(VR), 4차원(4D)공간을 마련하여 매년 해당 교육대상자로 하여금 의무적으로 교육을 실시해야 한다는 의견과 국가 및 지방방역기관에 실제 현장 체험을 할 수 있는 실습장을 설치하여 해당 교육 대상자별로 특성화 교육을 실시해야 한다는 의견이 주류를 이루었다. 그 다음 순으로는 18.8%(7명)가 국가 및 지방방역기관에서 필요시에, 시군을 순회하면서 관계자 교육을 실시하거나 또는 13.5%(5명)는 국가 및 지방방역기관의 교육시설에서 교육 신청 시에 기존의 교재, 슬라이드, 현장방문 등의 교육방식으로 해당 교육을 실시해도 무방한 것으로 답하였다.

◦ 따라서, 응답자들의 의견을 종합했을 때 타성에 젖은 기존의 가축방역교육방식을 탈피하여 직접 보고 듣고 하는 체감할 수 있는 체험형 교육 필요성을 절감하고 있었지만, 눈에 보이지도 않고 각종 위험요소인 사람, 동물, 차량, 물건(기구) 등에 의해 병원체가 전파·확산되고 또한 동물

과 사람들이 감염될 수 있는 상황을 고려할 때 실제 체험형 가축질병방역교육을 실시하려면 해당 질병과 축종 등 다양한 조건에 따라 실제 체험과 가상 체험 등으로 구분된 교육이 필요하기 때문에 최근에 각광 받고 있는 가상 현실체험(VR)과 4차원(4D) 등을 이용한 교육 공간과 실제 체험과 이론적 교육을 받을 수 있도록 가축방역교육 대상자별로 교육이 충분히 가능한 전용 가축방역교육장을 건립하여 주기적으로 교육대상자별로 의무적인 가축방역교육을 실시하고, 경우에 따라 축산업을 시작하고자 하거나 축산업 관련산업에 종사하고자 하는 사람과 가축방역과 축산관련 공직자들도 마찬가지로 주기적으로 전용 가축방역교육연수원(가칭)에서 받을 수 있도록 한다. 또한 가축방역교육을 받고자 하는 사람들은 언제든지 교육을 받을수 있도록 하는 국가 가축방역교육시스템 구축이 필요성 제기되고 있다.

(2) 가축매몰지 선정·관리 지원과 매몰조치 관련 의사결정시스템의 KAHIS 연계 구축

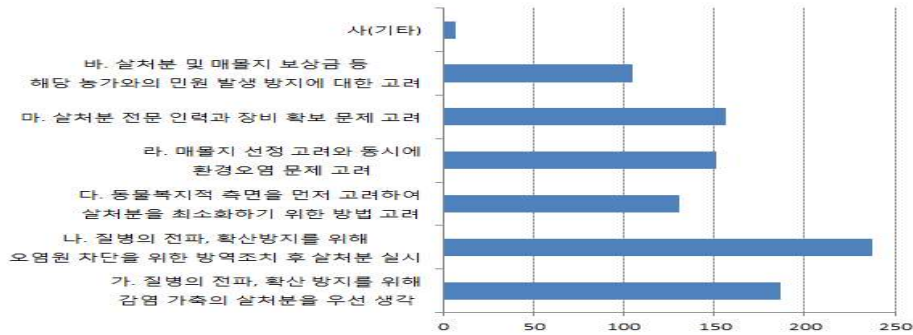
가. 살처분 가축매몰지 선정과 관리시스템 개발 수요조사 및 병원체 전파 위험요인 평가

(1) 살처분 가축매몰지 선정과 관리시스템 개발 수요조사

◦ 역학조사분석지원 시스템과 방역조치 관련 의사결정시스템의 KAHIS 연계 구축에서 개발 수요조사 관련 설문서 작성(양식)인 ‘**역학조사지원 및 매몰지 선정 관리시스템 현장적용 평가 및 국가동물방역 통합시스템(KAHIS) 연계 지침 작성**’양식에서의 III. 살처분 관련사항(1문항에서 9문항까지)을 통하여 살처분관련 사항에 대한 설문을 통하여 수요조사를 실시하여 분석 결과가 아래와 같이 나왔다.

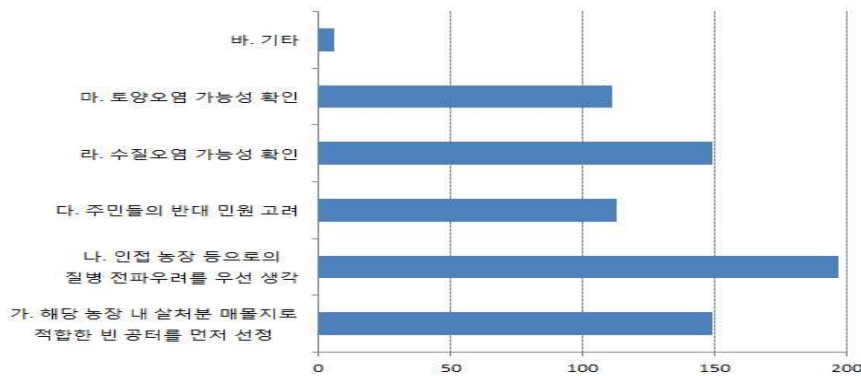
(가) 살처분 관련사항 조사결과

1. 귀하께서 부득이 하게 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 동물질병 및 인수공통전염병에 감염된 가축을 살처분을 하게 된다면 가장 먼저 고려해야 할 우선 순위를 표기하여 주시기 바랍니다.



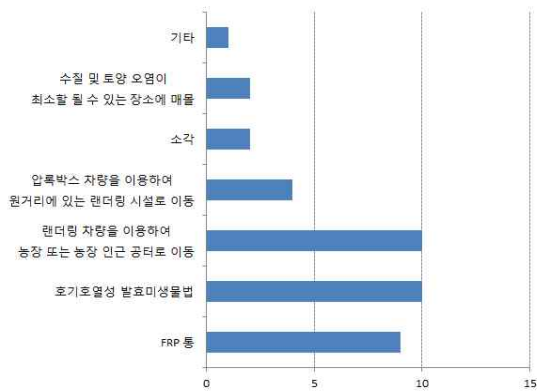
(1순위=7점, 2순위=6점, 3순위=5점, 4순위=4점, 5순위=3점, 6순위=2점, 7순위=1점으로 계산)

2. 발생농장 및 발생지역의 감염가축이나 예방살처분 가축의 매몰지 선정 시 입지조건을 고려해야 할 우선순위를 표기하여 주시기 바랍니다.



(1순위=6점, 2순위=5점, 3순위=4점, 4순위=3점, 5순위=2점, 6순위=1점으로 계산)

3. 살처분 매몰지의 각종 문제점을 개선 보완할 살처분 방식과 가축사체로부터 유출되는 수질오염과 토양오염의 원인이 될 수 있는 침출수 예방을 위해 다음 중 어떤 방식을 추천 하시겠습니까?



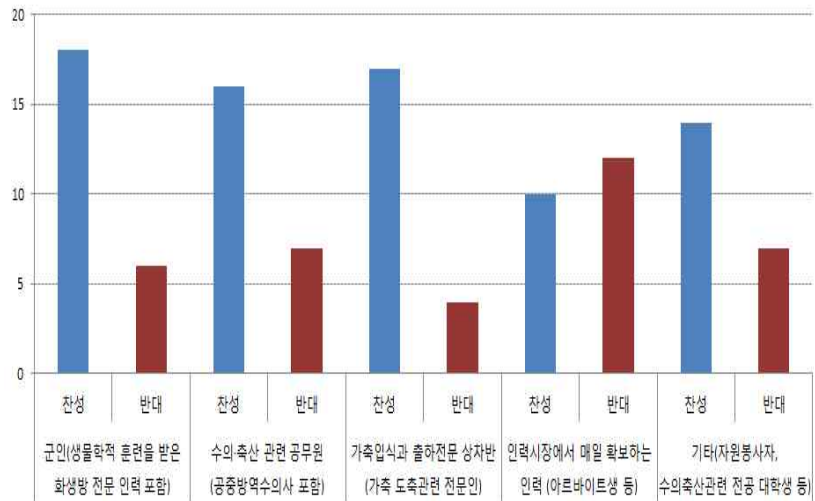
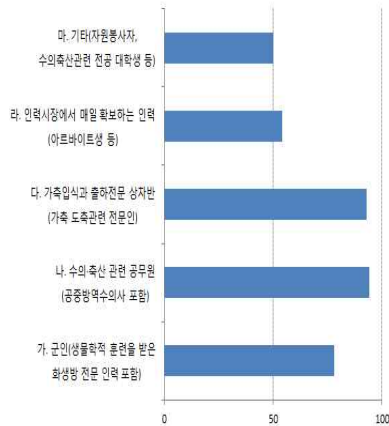
구분	빈도(%)
합계	38(100)
FRP 통을 이용하여 살처분 가축을 처리	9(23.7)
‘호기호열성 발효미생물법’을 이용하여 살처분 가축을 처리	10(26.3)
농장 또는 농장 인근 공터에서 랜더링 차량을 이용하여 살처분 가축을 처리	10(26.3)
압록박스(청소) 차량 등을 이용하여 원거리에 있는 랜더링 시설로 이동하여 살처분 가축을 처리	4(10.5)
소각하는 방법	2(5.3)
최대한 침출수로 인해 우려되는 수질 및 토양 오염이 최소화할 수 있는 추정되는 장소에 신속히 매몰	2(5.3)
기타	1(2.6)

4. 각종 살처분 가축 처리방식에 있어서 향후, 사후관리 및 관계법상 3년 이후 매몰지 해제 또는 그 이전에 특별 해제 시 나타날 수 있는 각종 문제점과 개선방안에 대하여 귀하께서 생각하시는 해당 내용을 상세히 기록해 주시기 바랍니다.

구분	의견
FRP통 적용	문제점 <ul style="list-style-type: none"> • 농장규모가 커지면서 매몰용량에 대한 한계 • 폐사축이 분해되지 않고 부패됨 • FRP통 파열문제 • 고비용 • 냄새, 침출수 • 2차 작업
	개선방안 <ul style="list-style-type: none"> • 발굴 후 랜더링 또는 호기호열 처리 • 공기를 강제 공급할 수 있는 설비 부착 • 적정량 투입 등 여러가지 고려 • 발효 미생물 혼합 • 호열균(부패균)을 폐사체 중간중간에 넣는다. • 소독을 통 주위와 입구만 한다. • 사용권고 중지 • 부패 촉진 reagent나 chemical 등 개발 시급 • FRP통 전문 업체 발굴
호기호열성 발효미생물법 적용	문제점 <ul style="list-style-type: none"> • 높은 초기 비용 • 외부에 노출되어 있어 발효 전 바이러스 유출 우려 • 오랜기간 소요 • 소독약과 접촉하면 미생물이 사멸 • 토양오염, 수질오염, 악취 • 매몰지 확보/환경오염/악취 등 규격(규모에 따른) 없음 • 매몰지 관리 정도에 따른 발효 진행 및 속도 차이 발생 • 미생물 투입량, 종류에 대한 지식 부족
	개선방안 <ul style="list-style-type: none"> • 대체 발효 미생물 개발 • 비닐하우스 추가 설치로 외부와 단절시킬 필요 있음 • 시간축소 • 소독을 입구와 주위만 진행 • 매몰 규모에 다른 규격 표준화/악취 등 저감 방법 개발 • 기술 교육(지자체)을 통한 문제점 해결
랜더링 차량	문제점 <ul style="list-style-type: none"> • 감염원 노출 위험

적용		<ul style="list-style-type: none"> • 속도가 느림 • 처리능력 한계 • 이동 중 오염 가능성 • 차량이 매우 큼 • 대량 살처분 또는 대동물 처리에 한계 노출 • 비용이 많이 소요되고 렌더링 후의 사체처리 문제 • 현장마다 설치 운영의 문제 (많은 지역에서 동시 발생시 수급 문제)
	개선방안	<ul style="list-style-type: none"> • 대용량으로 여러대 구입 • 권역별 렌더링 시설장소를 구축해 신속히 렌더링 • 차량과 축체에 충분한 소독 • 작은것을 여러대로 사용 • 매물과 렌더링 방법에 관한 체계적 연구 • 특정지역 발생시, 여러 지역의 렌더링 차량 동시에 모아 처리
렌더링 시설로 원거리 이동	문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 이동하면서 감염원 노출 위험 • 차량에 대한 폐사축의 관한 운송요령 없음 • 시간이 오래걸림, 약취, 환경오염
	개선방안	<ul style="list-style-type: none"> • 시도별로 권역별 렌더링 시설 설치(이동거리 단축) • 철저한 차량 차단 소독 • 오염 전파 가능성을 파악해서 오염전파 요인 제거 • 용량이 작은 것을 여러 개수로 사용 • 방역, 소독 시설 방법의 정례화 • 현장처리 • 신속한 운송 및 소독차량 back-up 및 완전 밀폐 • 원거리 이동시 오염 막을 수 있는 지침 마련 • 밀폐형 냉장차에 박스에 비닐포장후 운반
소각법 적용	문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 환경오염 • 바이러스 노출 우려 • 대기오염 및 냄새 • 소각장소 및 민원발생 • 혐오감 조장함 • 관련 시설 유지의 어려움, 설치 후 관리방안 • 비용과다 소요 • 많은 시간 소요
	개선방안	<ul style="list-style-type: none"> • 공기정화시설 • 소규모정도만 소각법을 적용한다. • 사용금지 • 지자체별로 소각시설 설치 건의
토양에 매몰	문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 수질 오염 • 토양오염 • 폐사체(감염축)부패 • 매몰지 관리, 점검에 많은 인력 소모
	개선방안	<ul style="list-style-type: none"> • FPR통 이용 • 부패 미생물 사용과 소독과의 연관성을 면밀히 검토 • 매몰 처리 규정에 대한 연구 필요 ex)면적당 매몰 두수 (소, 돼지, 닭 등) • 매몰지 관리를 전담부서에서 맡도록 함

5. 살처분에 인력 동원으로 우선 투입해야 할 대상을 순위를 기재 해 주시기 바랍니다. 그리고 해당 항목별 찬성과 반대의견을 기술해 주시기 바랍니다.



(1순위=5점, 2순위=4점, 3순위=3점, 4순위=2점, 5순위=1점으로 계산)

분류		의견
가.군인(생물학적 훈련을 받은 화생방 전문 인력 포함)	찬성	<ul style="list-style-type: none"> 일본 자위대 투입이 좋은 모델 신속한 업무처리 다수 인력으로 순환근무 가능 선제적 교육 필요, 살처분 시 수당 지급 필요
	반대	<ul style="list-style-type: none"> 비전문인 무조건적 동원 시 트라우마 생길 우려
나.수의·축산 관련 공무원 (공중방역수의사 포함)	찬성	<ul style="list-style-type: none"> 전문인 현장 지휘 가능 인력 일반 공무원 포함
	반대	<ul style="list-style-type: none"> 컨트롤 타워 역할을 하여야 함 검사와 시료채취만으로도 인력이 참으로 부족한 상황에서 살처분까지 동원되기엔 현실상 어려움이 있음 관련 공무원 현안 업무 과다로 인한 투입시간 부족
다.가축입식과 출하전문 상차반 (가축 도축관련 전문인)	찬성	<ul style="list-style-type: none"> 가축보정 등 신속한 업무처리 인력시장 인원 교육 및 그룹지휘 가능 가축에 대한 전문성 있음
	반대	<ul style="list-style-type: none"> 방역에 문제점 있음
라.인력시장에서 매일 확보하는 인력(아르바이트생 등)	찬성	<ul style="list-style-type: none"> 적절한 보수+교육으로 노동력 확보 경제 활성화 효과 있음
	반대	<ul style="list-style-type: none"> 비효율적 업무 수행 방역에 취약함 모니터링에 대한 어려움 있음
마.기타(자원봉사자, 수의축산관련 전공 대학생 등)	찬성	<ul style="list-style-type: none"> 적절한 보상이 있는 경우 찬성 일회성으로 가능
	반대	<ul style="list-style-type: none"> 컨트롤 힘듦, 고된 업무에 중도 포기가능성 높음 업무 적극성 떨어질 우려

6. 귀하께서 생각하시는 구제역 및 고병원성조류인플루엔자가 발생 시 축종별, 사육규모별, 축사구조별 가장 효과적인 적정 살처분 투입 인력에 대하여 두서없이 자율적으로 기술해 주시기 바

합니다.

가. 한우(축사 내 사육과 방목 구분)

① 사육규모(축사 내)

【기준 : 50~100두】

구분	10명 이하	11 ~ 20명	21~ 30명	31~ 40명	41~ 50명	51 ~ 60명	61~ 70명	71 ~ 80명	81~ 90명	91~ 100명	100명 초과
전문인력	10	1			1						
비전문인력	7	2			1						

② 사육규모(방목)

【기준 : 50~100두】

구분	10명 이하	11~ 20명	21~ 30명	31 ~ 40명	41~ 50명	51~ 60명	61~ 70명	71~ 80명	81 ~ 90명	91 ~ 100명	100명 초과
전문인력	10	1								1	
비전문인력	6	5								1	

나. 젖소(축사 내 사육과 방목 구분)

① 사육규모(축사 내)

【기준 : 50~100두】

구분	10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91~ 100명	100명 초과
전문인력	10	1								1	
비전문인력	9	2			1						

② 사육규모(방목)

【기준 : 50~100두】

구분	10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91~ 100명	100명 초과
전문인력	10										1
비전문인력	6	4									

다. 돼지(일괄사육농장, 비육농장 구분)

① 사육규모(일괄사육농장)

【기준 : 1,000두】

구분	10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91~ 100명	100명 초과
전문인력	개방사	9	1			1				1	
	무창사	7	2			2				1	
비전문인력	개방사	3	3	2	1	3					
	무창사	2	2	3	1	4					

② 사육규모(비육농장)

【기준 : 1,000두】

구분	10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91~ 100명	100명 초과
전문인력	개방사	8	2			1				1	
	무창사	6	3			2				1	
비전문인력	개방사	3	3	3		3					
	무창사	2	2	4		4					

라. 닭(산란계, 종계, 육계 구분)

① 사육규모(산란계, 케이지사육)

【기준 : 10,000두】

구분		10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61 ~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91 ~ 100명	100명 초과
전문 인력	개방 계사	9	2			1						1
	무창 계사	4	5	2							1	1
비 전문 인력	개방 계사	5	4			1					1	
	무창 계사	1	5	3		1					1	

② 사육규모(종계, 육계, 평지사육)

【기준 : 10,000두】

구분		10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61 ~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91 ~ 100명	100명 초과
전문 인력	개방 계사	8	3									1
	무창 계사	4	4	3								1
비 전문 인력	개방 계사	6	5									1
	무창 계사	1	7	3								1

마. 오리

① 사육규모(평지사육)

【기준 : 5,000두】

구분		10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61 ~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91 ~ 100명	100명 초과
전문 인력	개방 계사	8										1
	무창 계사	5	2		1							1
비 전문 인력	개방 계사	6	2			1						
	무창 계사	3	4		1	1						

바. 메추리

① 사육규모(케이지사육)

【기준 : 50,000두】

구분		10명 이하	11 ~ 20명	21 ~ 30명	31 ~ 40명	41 ~ 50명	51 ~ 60명	61 ~ 70명	71 ~ 80명	81 ~ 90명	91 ~ 100명	100명 초과
전문 인력	개방 계사	7	1									1
	무창 계사	3	4	1	1							
비 전문 인력	개방 계사	6	2									1
	무창 계사	1	5	2	1							

7. 귀하께서는 살처분 인력과 장비가 살처분 대상농가에 투입된 이후, 살처분 농장 밖으로 나갈 때 철저한 세척·소독 등 방역조치가 수행되지 않을 경우, 제2, 제3의 농장에서 이들에 의해 추가

발생할 수 있기 때문에 철저히 세척 소독 및 이동 동선까지 사후방역관리를 하고 (있다, 없다). 만약에 있다면 살처분에 투입된 사람이나 장비 등에 대해서 나름대로 사후방역관리의 노하우를 자유롭게 기술해 주시기 바랍니다.

구분	빈도	의견
있다	9	<ul style="list-style-type: none"> • 소독차량으로 철저히 소독 후 반출 • 인근 지정 목욕 시설에서 샤워 가능하게 해야함 • 인적사항 파악 후 이동제한 조치를 지키는지 확인 후 장비 임대료를 이동 제한, 시간까지 지급 • 살처분 인력은 살처분 들어가기 전에 속옷,장화 등을 일체 지급하고 나올 때 폐기하고 소독 후 목욕탕에 일괄 목욕 후 귀가 조치, 장비는 농장에서 소독, 세척하고 1주일 정도 농장에 둔다. • 살처분 인력 별도 관리 (14일~21일) 격리 • 착용 의복 및 장비는 살처분 현장 사용 후 가능한 소각 (폐기) 처리 살처분 완료 후 목욕,소독 등 진행 • 사람은 목욕 등 오염원 제거, 장소 철저소독 반복, 장비 :고온세척
없다	2	<ul style="list-style-type: none"> • 인근 지정 목욕 시설에서 샤워 가능하게 해야함

8. 고병원성조류인플루엔자 발생 시에 가금상차반과 긴급 살처분 인력으로 다수에 외국인 근로자가 동원되는 사례가 많은데, 살처분 투입 전 언어소통 문제로 기본적인 예방 및 방역 교육을 하지 못하는 현실에 직면하여 방역상 인력관리에 큰 어려움이 발생하고 있습니다. 이에 대한 대책으로서, 농림축산검역본부와 질병관리본부 공동으로 외국인들이 자국어로 읽어볼 수 있는 요약본인 '가축방역 및 인체감염 예방수칙'을 제작하여 현장교육에 효과적으로 사용할 필요성이 제기되며, 만약에 제작을 하게 된다면 우선적으로 필요한 5개 이상의 국가를 추천해 주시기 바랍니다.

중국	베트남	태국	우즈베키스탄	캄보디아	몽골	필리핀	영어	인도	네팔	기타(말레이시아, 파키스탄,러시아, 아랍어,방글라데시)
12	12	9	4	3	3	3	3	2	2	1

9. 재난성질병인 구제역 및 고병원성조류인플루엔자가 발생 시에 살처분 현장에서 매몰지선정 방법과 살처분 인력 투입 전·후에 효과적으로 사용할 예방 및 사후방역관리 표준가이드라인 제공, 또는 해당 질병의 SOP에 반드시 수록되어야 할 내용들을 추천하여 주시기 바랍니다.

의견
<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 정보지도 확인 후 매몰지를 선정하도록 해야 함 • 살처분 후 사후관리를 구체적으로 기재 해야 함 • ①살처분 매뉴얼,매몰 매뉴얼을 구체적 상세하게 표기해야 함 ②FRP등 살처분에 관련 구입할 수 있는 업체 연락처 표기 해야함 • 계열자 발생시 3년간 농가 업직 금지 (계열자 벌금 및 살처분 비용 부담) • ①매몰지 선정→환경수도 관련 부서 합동 선정해야함 ②살처분인력→계사별or역학별 구분위해<등위시 번호로 사람통제>해야함 • 살처분 인력 투입 전 기본 방역교육 및 질병전파 관련 주의 사항 등 알림 교육이 필요함 • 살처분 인력에 대한 안전 교육 및 PPE 착용 요령, 탈의 방법 • 현재 SOP만 철저히 이행하여도, 그러나 상황에 따라 다를 수 있으므로 그동안 여러 차례 AI,FMD 발생 시, 사례가 무수히 많은 상황 이므로 보완 개선이 필요함

IV. 기타 건의사항(질의되지 않은 역학조사, 살처분, 각종 방역관련 문제점 및 개선사항 등)

의견

- 발생농가를 최소 3년간 폐업조치
- ①역학조사 내용의 빠른전파로 질병 전파방지에 도움이 되도록 한다
- ②살처분 동원 인력등은 중앙의 별도기관에서 전체 수급 조절 하도록 한다.
- ③지자체에서 어렵다고 생각하는 부분을 별도의 중앙기관에서 계획과 투입 인력을 할 수 있도록 조치
- 수의직 인력 확충

(2) 살처분 매몰관련사항 분석결과

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 가축전염병이 발생 시마다 해당 질병의 SOP에 따라 살처분을 실시하고 있지만 살처분 대상가축의 농장규모, 축사시설, 매몰지 확보사항, 매몰지 선정기준, 살처분과 매몰 관련하여 투입될 적정 인력, 토양의 지질환경 조건 등이 해당 규정에는 제대로 설정되어 있지 않아 제반 규정을 준수해서 집행하기에는 많은 어려움이 발생되고 있다.

(가) 살처분 매몰관련 우선 순위 분석

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 동물질병 및 인수공통전염병과 같은 재난성 전염병이 발생 시 감염 가축을 살처분 하고자 할 경우에 설문조사의 응답자들이 가장 우선적으로 고려해야 될 것에 대하여 우선적으로 순위를 평가한 결과, 첫째, 우선적으로 질병 전파·확산방지를 위해 오염원 차단을 위한 방역조치 후 살처분을 실시해야 한다는 것이 가장 많았다. 둘째, 질병 전파·확산방지를 위해 감염가축의 살처분을 해야 한다는 것이었고, 셋째, 살처분 전문인력과 장비 확보 문제를 고려해야 한다는 것이었다. 넷째, 매몰지 선정 고려와 동시에 토양 및 수질오염 등 환경오염 문제를 고려해야 한다는 것이었고, 다섯째, 동물복지적 측면을 먼저 고려하여 살처분을 최소화하기 위한 방법을 고려해야 한다는 것이었다. 여섯째, 살처분 및 매몰지 관련 보상금 등 해당 농가와 민원 발생 방지에 대한 고려가 필요하다는 것이었다.

◦ 대부분의 일선 가축방역관계자들은 발생농장에 대한 가축을 살처분 할 경우, 가장 먼저 고려할 대상이 전염성 병원체를 배출하는 대상인 가축의 살처분이 아니라 타 지역으로의 전파·확산 방지를 위한 차단방역이 선행된 후 그 다음 단계의 살처분조치 등이 뒤따라야 한다는 생각을 하고 있었다. 재난성 전염병이 신고되는 즉시 철저한 이동통제 등 방역조치가 이루어지고난 이후 전염성 병원체를 배출하는 대상 가축을 살처분하기로 하고, 그 다음 단계로 살처분을 위한 살처분 전문인력 확보와 장비확보를 고려한 다음, 살처분을 시행할 때는 동물복지적으로 살처분 개체의 최소화와 가축의 고통이 덜 수반되는 방법을 택하려고 한 다음, 맨 마지막에 해당농가와 살처분 및 매몰지 관련 보상금 등의 민원 발생 방지에 신경을 쓰고 있었다.

◦ 따라서, 살처분 가축에 대한 매몰조치에는 반드시 발생농장에 대한 이동통제 등 차단방역에 대한 선행 조치를 우선으로 하거나 동시에 이동통제 등 차단방역조치와 병행된 살처분이 이루어져 할 것이다. 이때 반드시 동물복지측면이 충분히 고려된 해당 질병의 SOP내 축종별 동물복지적 살처분 방법을 택해서 실시하도록 한다.

(나) 살처분 가축 매몰지 선정 시 입지조건

◦ 설문 응답자에게 발생농장 및 발생지역의 감염가축이나 예방살처분 가축의 매몰지 입지조건 선정 시 우선적으로 고려할 순서를 파악한 결과, 첫째, 가장 먼저 인접 농장 등으로의 질병 전파우려가 없는 곳으로 선정하고, 둘째, 수질오염 가능성이 없는 곳이면서 해당농장내에서의 살처분 매몰지로 적합한 공터를 택한다. 셋째, 토양오염과 주민들의 반대 민원이 발생하지 않을 곳으로 선정한다. 또한 대부분 추가 발생 방지를 위해 가장 먼저 인접지역으로 전파·확산 우려가 없는 곳을 선정한다.

수질오염과 토양오염 등 환경문제와 주민들의 집단 민원 발생이 없는 곳으로 택하려고 하였다.

◦ 따라서, 축산농가들은 질병 발생이전에 재난성 질병 등의 발생을 가정하여 사육가축에 대한 집단 살처분이 이루어질 경우를 대비하여 농장 주변의 빈공터에 매몰지를 확보하도록 하고, 예상 매몰지를 선정시 수질오염과 토양오염 등 환경오염 등에 문제점이 노출되지 않는 곳으로 선정을 한다. 또한 축사를 신설하고자 하는 축산인은 반드시 사전에 매몰지를 고려한 농장위치를 의무적으로 선정하도록 제도화한다.

◦ 그리고 매몰지 확보가 어려운 지역을 위해 관할 시군은 마찬가지로 수질과 토양오염이 없는 공유지 확보가 필요하고, 살처분 가축이나 살처분 예정 감염가축을 운송시에는 감염원이 외부로 노출되지 않는 특수 차량을 이용하여 공유지 매몰지나 랜더링 시설 등으로 안전하게 운반하는 시스템을 구축한다.

(다) 환경오염 방지를 위한 살처분 방식

◦ 살처분 매몰지의 각종 문제점을 개선 보완할 살처분 방식과 가축사체로부터 유출되는 수질오염과 토양오염의 원인이 될 수 있는 침출수 예방을 위해 가장 선호하는 살처분 방식을 설문 응답자에 물은 결과, 총 38명중 각각 26.3%(10명)이 ‘호기호열성 발효미생물법’을 이용하여 살처분 가축을 처리하거나 농장 또는 농장 인근 공터에서 랜더링 차량을 이용하여 살처분 가축을 처리한 것을 대부분 추천하였다. 그 다음순으로는 23.7%(9명)은 FRP통을 이용하여 살처분 가축을 처리하고, 10.5%(4명)은 압물박스(청소) 차량 등을 이용하여 원거리에 있는 랜더링 시설로 이동하여 살처분 가축을 처리하는 것을 추천하였다. 나머지는 소각처리하거나 최대한 침출수로 인해 수질 및 토양오염이 최소화될 수 있는 장소에 신속히 매몰하는 방법을 추천하였다.

◦ 따라서, 살처분 매몰방식은 지속적으로 개선되어야 하며, 매몰지 환경조건에 따라 맞춤형 매몰방식으로 전환되어야 할 것 같고, 특히 소각되지 않고 특정한 매몰처리방식으로 처리하여 매몰되는 사체가 완전히 발효가 된 경우일지라도 축산농가 주변의 농작물에 퇴비로서 살포하거나 매몰하는 것은 금해야 한다. 왜냐하면 사체의 부패과정에서 나오는 보툴리균 독소에 의한 가축들이 보툴리즘독소 증에 감염될 우려가 있고, 음수나 토양 그리고 농작물을 통해 사람과 접촉되어 섭취가 되었을 때 인체감염 우려가 있고, 수년간 가축의 자연폐사 매몰지나 각종 전염병에 의한 살처분매몰지가 시간이 지나면서 매몰장소를 확인할 수도 없는 곳에서나 확인된 곳으로부터 부패된 사체가 장마나 대규모 단지조성 등 난 개발과정에서 보툴리균 독소가 외부로 노출되면서 보툴리즘 독소증 유발 가능성이 점차적으로 증가하고 있다.

◦ 또한, 매몰 개체에 대한 사후관리가 종료된 이후 부패된 사체는 반드시 소각하도록 하고, 소각이 어려운 경우는 가축의 방목지가 아닌 개발 미 예정지역인 산림지역의 산림녹화 목적의 퇴비로 전환시키는 방법도 고려해 볼 필요가 있으며, 향후 매몰 사체의 사후관리 이후의 과학적인 안전처리방안에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

(라) 살처분 매몰처리방식에 대한 문제점 및 개선방안

① FRP통 적용 방식의 문제점 및 개선방안

◦ 구제역과 고병원성조류인플루엔자 등이 발생 시 일선 시군에서 FRP 통을 살처분 가축매몰용으로 2~3년전에 먼저 사용한곳에서는 FRP통 사용에 따른 몇 가지 문제점을 호소하고 있는데, 첫째, 3년이 지나도 FRP 통에 사체가 부패되지 않고 매몰 당시 형태를 그대로 유지하고 있고, 둘째, 매몰개체의 미부패로 인해 매몰지 사후관리 연장으로 인한 토양 원복이 늦어지면서 재산권 행사에 지장을 초래하고 있고, 셋째, FRP 통내에서 매몰개체를 회수하려고 해도 기존의 형태를 유지하면서 회수는

불가능하여 FRP통 상단을 절개한 후 매물개체를 꺼집어 내어야 하는 어려움이 발생하고, 넷째, FRP통이 4계절을 겪어면서 겨울철 동파와 여름철 고온으로 FRP 통이 변질되어 침출수가 외부로 유출되는 경우가 종종 발생하는 점, 다섯째, 살처분 두수가 많은 경우에 FRP통으로는 매물용량에 대한 한계점, 여섯째, FRP 통이 매물 당시에 가격도 비싸고 매물지 사후관리 종료후 원복을 위해 처리하는데에도 비슷한 가격으로 고가가 형성되지만 해당 FRP 통이 환경법상 재활용이 불가능하다는 점을 들었다.

◦ FRP 개선방향은 발굴 후 랜더링 또는 호기호열 처리와 FRP 통내로 공기를 강제로 공급할 수 있는 설비를 부착하도록 하고, 또한 매물개체를 적정량 투입하는 등 여러 가지 상황을 고려를 해야 하며, 그리고 발효 미생물을 잘 혼합하며, 호열균(부패균)을 폐사체 중간 중간에 골골 넣어 준다. 또한 소독은 FRP 통 입구에만 실시하고, 부패 축진을 위한 시약이나 화공약품 개발 등이 시급하며, 매물지 사후관리이후에는 FRP통 전문 업체가 발굴하는 것으로 개선할 필요가 있다고 응답하였다.

◦ 특히, FRP 통을 사용할 당시는 크게 어려움이 없지만 매물지 사후관리후에 토양 원복시 가장 많은 어려움이 있어 사용한 일선 시군에서는 FRP통을 이용한 살처분 매물방식은 사용권고를 중지하고 SOP상에서 제외해 줄 것을 건의하였다.

② 호기호열성 발효미생물법의 문제점과 개선방안

◦ ‘호기호열성 발효미생물법’ 방식의 문제점으로서 높은 초기 비용과 외부에 노출되어 있어 발효 전 바이러스 유출 우려와 오래기간이 소요되고, 소독약과 접촉 시 미생물이 사멸하는 단점이 있고, 토양 및 수질오염과 악취 발생 우려가 높고, 매물지 확보, 환경오염, 악취 등과 규모에 따른 규격이 없으며, 매물지 관리정도에 따른 발효 진행 및 속도 차이가 발생하며 미생물 투입량과 종류 등에 대한 지식이 부족한 점이 많다고 응답하였다.

◦ 개선방향으로는 EICP 발효 미생물 개발, 비닐하우스 추가 설치로 외부와 완전히 단절시킬 필요가 있고, 시간단축이 필요하며, 소독은 입구와 주위에만 살포하고, 매물 규모에 따른 규격 표준화와 악취 등 저감방법 개발이 필요하며, 지자체를 통한 기술교육을 통한 문제점을 해결이 필요하다고 응답하였다. 그러나, 과거와 달리 최근 “호기호열성 발효미생물법”을 이용한 살처분 매물개체 처리방법이 많이 개선되면서 일선 시군에서는 선호하는 경향을 나타내었다.

③ 랜더링 차량 적용의 문제점 및 개선방안

◦ 랜더링 차량을 통해 살처분 감염가축을 이동하는 과정에서 감염원이 노출될 가능성과 이동중 오염 가능성 및 원거리 전파 가능성이 우려되고, 살처분 가축의 처리속도가 매우 느리며, 대량살처분 또는 대동물처리에 처리능력의 한계가 노출되고 있고, 차량이 매우 크기 때문에 농장 진입로에 따라 사용이 용이하지 않으며, 비용이 많이 소요되고 랜더링이후의 사체처리 문제가 있으며, 많은 지역 동시다발적 발생시 차량 동원이 어려움 등 현장마다 설치 운영상의 문제점이 노출되고 있다.

◦ 개선방향으로는 대용량의 차량을 여러대 구입하고, 권역별 랜더링 시설장소를 구축해 신속히 랜더링하고, 차량과 축체에 충분한 소독을 실시하고 외부노출 방지를 위한 비닐밀봉을 하고, 농장 진입로를 고려하여 작은 것은 여러대 사용하고, 매물과 랜더링에 대한 체계적인 연구가 필요하고, 특정지역 발생시 여러지역의 랜더링 차량을 동시에 모아서 일괄 처리하는 방식 등으로 실시하는 것이 좋을 것 같다는 의견이 있었다.

④ 랜더링 시설로 원거리 이동의 문제점과 개선방안

◦ 문제점은 이동하면서 감염원이 노출될 위험성이 높고, 차량에 대한 폐사축의 운반에 대한 운송요령이 없고, 처리 시간이 오래 걸리고 이동과정에서 악취 및 환경오염이 우려된다.

◦ 개선방안으로는 시도별로 권역별 랜더링 시설을 설치하여 이동거리를 단축하고 철저한 차량 소독과 오염원 차단하고 또한 오염 전파 가능성을 파악해서 오염전파 요인을 제거해주고, 용량이 적은 것은 여러대를 이용하고, 시설에 대한 소독 등 방역조치를 정례화하고 현장처리를 잘하고 신속한 운송과 완전 밀폐상태로 이동하는 운송차량을 소독차량이 따라가면서 도록 소독 등을 실시한다. 또한 원거리 이동시 오염 차단을 위한 지침이 마련되어야 하며, 밀폐형 냉장차에 박스에 비닐 포장 후 운반하는 것등의 의견을 주었다. 그리고 살처분가축을 랜더링 시설로 운반하는 특수전용차량을 개발하여 이용하자는 의견도 일부 있었다.

⑤ 소각법 적용의 문제점 및 개선방안

◦ 매몰가축을 소각시에는 다이옥신 등 환경오염과 바이러스 노출 우려와 대기오염 및 냄새가 나면서 소각장소에 대한 민원이 발생하며 혐오감을 조장할 우려가 높으며, 관련시설 유지의 어려움과 설치후 관리방안 모색이 어렵다. 또한 비용과다하게 발생하고 많은 시간이 소요된다.

◦ 개선방향으로는 공기정화시설 설치와 소규모 살처분 가축에만 소각방식을 적용하고, 지자체별로 소각시설을 설치를 건의를 한다고 응답하였고, 일부는 소각로 자체 사용을 금지하자는 사람도 있었다.

⑥ 토양에 매몰 방식의 문제점 및 개선방안

◦ 기존의 관행적인 방식의 하나로서 지하수 오염과 토양오염이 우려되며, 폐사체(감염축) 부패로 인한 침출수 발생과 매몰지 관리 점검에 많은 인력이 소모된다.

◦ 개선방안으로는 FRP 통을 이용하거나 부패 미생물을 사용하면서 소독과의 연관성 면밀히 검토하고 매몰 처리 규정(축종별 면적당 매몰 두수 등)에 대한 연구가 필요하며, 매몰지 관리는 전담부서가 맡는 형태로 전환되어야 한다고 응답하였다.

(마) 살처분 동원인력

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 가축전염병 발생 시 동원되는 인력에 대한 해당 질병의 SOP 상에 구체적으로 명시되어 있지 않아 발생시마다 시·군에서 동원 가능한 공무원 인력을 차출하거나 군인, 가축운반자(상차반), 축산시설관계자, 일용노동자, 아르바이트 학생, 주민 등 다양한 인력이 동원되고 있지만 살처분과 질병에 대한 전문성 및 이해 부족 등으로 인해 또 다른 문제점들이 노출되고 있다. 동원된 인력이 감염성 병원체에 노출될 우려가 높고 살처분에 따른 생명경시 풍조가 만연될 수도 있으며, 특히 살처분에 동원된 후 사후관리에 실패를 가져오는 사례가 종종 발생하고 있다.

◦ 이러한 문제점을 개선시키기 위해서 일선 지자체 방역관계자에게 의견을 들어 종합한 결과, 살처분이후에 사후방역관리가 용이하고 건강한 체력을 바탕으로 하는 군인을 우선적으로 동원하고, 특히 군인일지라도 예상하지 못한 신종질병 등이 발생할 수도 있기 때문에 생물학전 대비훈련을 받은 화생방 전문 군인이 우선적으로 투입되기를 원했다. 그 다음 순으로는 가축입식과 출하를 전문으로 하는 상차반이나 가축도축과 관련된 전문인력이 투입되고, 그 다음은 수의축산관련공무원(공중방역수의사 포함)이 투입되게 하고, 그 이후 수의축산관련 전공대학생이나 자원봉사자를 투입하고 마지막으로 인력시장에 확보한 인력이나 아르바이트생을 투입하게 하였지만 대부

분은 인력시장이나 아르바이트생 투입에 대한 반대 의견이 매우 높았다. 이것은 살처분 인력에 대한 사후방역관리 측면에서 가장 많은 문제점을 가지고 있고 타 지역 추가 전과자 역할 가능성이 있어 투입인력으로는 부적합하다는 의견을 내었다.

① 군인(생물학적 훈련을 받은 화생방 전문인력 포함)

◦ 찬성의견은 일본 자위대 투입이 좋은 모델이며, 신속한 업무를 처리하고, 다수의 인력으로 순환 근무가 가능하며, 선제적으로 필요한 살처분 및 사후방역교육도 가능하고 살처분 투입시 수당도 지급이 필요하다는 의견이 많았다.

◦ 반대의견으로는 비전문인이며, 무조건 동원 시 군인들이 트라우마가 생길 우려가 높다는 의견이 있었다.

② 수의축산공무원(공중방역수의사 포함)

◦ 찬성의견은 전문인이며, 현장 지휘가 가능한 인력이며, 또한 전문직 공무원의 지휘하에 일반 공무원 동원도 필요하다.

◦ 반대의견은 전문직공무원이 발생지역의 시군에서 컨트롤타워 역할을 해야 하는데, 발생현장에 투입됨으로서 방역업무 전체를 마비가 초래될 우려가 있고, 검사와 시료채취만으로도 인력이 부족한 상황에서 살처분에 동원되면 질병 전과 우려로 인해 타 농장 방문이 어렵기 때문에 예찰 및 시료채취 등 고유한 긴급 방역업무 기능이 마비되며, 관련 공무원의 현안 업무 과다로 인한 투입시간이 부족하는 등 일선 시군의 수의축산공무원의 살처분 현장 동원은 지양되어야 한다는 의견이 있었다.

③ 입식과 출하 전문상차반(도축관련전문인)

◦ 찬성의견은 가축보정 등을 신속하게 업무를 처리 할 수 있고, 인력시장의 인원 교육 및 그룹 지휘가 가능하고 가축에 대한 전문성이 있지만, 팀제로 운영되는 관리자와 발생시군과의 계약이 이루어지지만 실제 살처분에 임하는 팀원의 경우는 일당제로 운영되기 때문에 다음날까지 임금을 받기위해 경우에 따라 살처분 처리속도를 늦추는 경우도 있다.

◦ 반대의견은 살처분 동원 이후 사후방역상 문제점이 노출된다. 특히 최근 전문상차반들 대부분이 다국적 외국인근로자로 구성되어 있어 살처분에 투입되는 인력에 대한 개인위생안전관리 수칙 및 가축질병전과 차단을 위한 방역교육 등이 제대로 수행되지 못하고 설령 살처분 투입 전에 받는 교육이 다국적 언어로 된 교육이 아니라 내국인에 전달되는 수준에 있어 사실상 사후방역 관리가 충분히 이루어지지 못하고 있다.

④ 인력시장의 인력(아르바이트생)

◦ 찬성의견은 적절한 보수와 교육으로 노동력을 확보할 수 있고, 경제 활성화 효과가 있고, 반대의견은 비효율적 업무 수행과 방역상 취약점이 많고, 사후관리 모니터링에 어려움이 발생된다.

⑤ 기타(자원봉사자, 수의축산대학생)

◦ 찬성의견은 적절한 보상이 있고 일회성으로는 가능하며, 반대의견으로는 컨트롤리 힘들고, 고된 업무로 인해 중도 포기 가능성이 높고, 업무의 적극성이 떨어질 우려가 높다.

나. 병원체 전과 위험요인 평가와 현장 적용 평가시험

(1) 구제역 주요 유입 및 전파 위험요소분석

(가) 국내 구제역 발생 현황('10년 이후)

구 분	2010년			'14년	'14~'15년	'16년
	'10.1월(포천)	'10.4월(강화)	'10/'11년(안동)			
발 생	○ 1.2~1.29 (28일간) ○ 6건(소6) ※ 1개도, 2개 시·군	○ 4.8~5.6 (29일간) ○ 11건 (소7, 돼지4)	○ '10.11.28~ '11.4.21(145일간) ○ 153건 (소97,돼지55,염소1)	○ 7.23~8.6 (15일간) ○ 3건(돼지3)	○ '14.12.3~ '15.4.28.(147일간) ○ 185건 (돼지180,소5)	○ '16.1.11~13, 2.17~3.29 (45일간) ○ 21건(돼지21)
	※ 1개도, 2개 시·군	※ 4개 시·도, 4개 시·군	※ 11개 시도, 75개 시·군 - 부산 1, 대구 1, 인천 3, 울산 1, 대전 1, 경기 19, 강원 13, 충북 8, 충남 10, 경북 16, 경남 2	※ 2개도, 3개 시·군	※ 7개 시·도, 33개 시·군	※ 2개 시·도, 6개 시·군
혈청형	A형	O형	O형	O형	O형	O형
발생 원인 (추 정)	○ 외국인 근로자 관리소홀	○ 농장주 발생 지역 여행	○ 농장주 발생 지역 여행	○ 해외 유입 (유입경로 미상)	○ 해외 유입 (유입경로 미상)	○ '15년 잔존 바이러스
방 역 조 치	○ 살처분 55농가, 5,956두 * 소 2,905두, 돼지 2,953, 염소·사슴 98	○ 살처분 395농가 49,874두 * 소 10,858두, 돼지 38,274, 염소·사슴 742	○ 살처분 6,241농가 3,479,962두 * 소 150,864두, 돼지 3,318,298, 염소·사슴 10,800	○ 살처분 3농가 2,009두 * 돼지 2009	○ 살처분 196농가, 172,798두 * 돼지 172,721 소 70,사슴 7	○ 살처분 25농가, 33,073두 * 돼지 33,073
	○ 예방접종 배제	○ 예방 접종 배제	○ 예방접종 실시 (전국 백신)	○ 전국 예방 접종	○ 전국 예방접종	○ 전국 예방접종
국 내 종 식	○ 이동제한 해제 (3.23)	○ 이동제한 해제 (6.19일) 후	○ 최종 발생일: '11.4.21 (경북 영천)	○ 이동제한 해제(9.4)	○ 이동제한 해제(5.22)	○ 이동제한 해제 (4.27)
		※ 청정국 회복 ('10.9.27)	※ 백신 청정국 ('14.5.29)	※ 백신접종중, 종식 선언은 하지 않음	※ 백신접종 중, 종식선언은 하지 않음	
재 정 소요액	○ 272억원 - 보상금 93 - 수매, 소독 등	○ 1,040억원 - 보상금 637 - 수매, 소독 등	○ 27,383억원 - 보상금 18,337 - 수매, 소독 등	○ 약 17억원 - 보상금 5 - 소독 등 12	○ 약 638억원 - 보상금 454 - 생계·소득 19 - 소독 등 165	○ 59억원(추정)

(나) 국내 구제역 유입 위험요인 분석(왜! 구제역 바이러스가 계속 유입되는가?)

① 시대적 상황과 지리적 위험요소분석

○ 지리적으로 반도국가인 우리나라는 남북한 대치상황으로 인해 휴전선 철책을 두고 야생조수류를 제외하고는 육로상으로는 자유롭게 왕래가 되지 않는 육지속의 섬과 같이 외부로부터 단절된 곳으로서 그동안 구제역 유입 위험도가 낮은 곳이었다. 그러나 우리나라의 주변국이자 구제역의 심 오염국가들인 중국, 몽골, 러시아 등과 같은 공산권 국가들간 교류가 거의 없다가 공산정권의 붕괴와 자유화 등으로 이들 국가간 국교 수교가 이루어지면서, 수교 이후인 1990년대부터 서서히 왕래가 증가하기 시작하면서 2000년대 이후 본격적으로 인적·물적 교류가 크게 증가하였다.

* 한국과 국교 수교 연도 : 소련(1990), 몽골(1990), 중국(1992), 베트남(1992), 라오스(1995), 캄보디아(1997) 등

○ 또한 개방화이후 주변국인 구제역의 심 오염국가인 동남아시아, 몽골, 중국, 러시아 등으로부

터 외국인근로자들이 2000년대 이후 코리아드림을 안고 지속적으로 국내 유입이 증가하는 이때, 국내 축산농가의 기업화 및 전업화 추진 시기와 맞물려 내국인들 축산농장에서 근무를 3D 직업으로 취급하여 취업 기피와 더불어 인건비 상승 등으로 축산농가에서 노동력 확보에 어려움이 가중되었고, 이에 대체 인력으로 외국인근로자들이 찾게 되면서 국내 축산농가와 국내 취업을 원하던 외국인근로자간의 이해관계가 일치되면서 축산농장으로 합법 또는 불법적인 외국인근로자가 크게 유입이 되었다(타 산업에서도 증가).

◦ 이러한 과정에서 국내 축산농가에 외국인근로자 증가로 인한 자국에서 섭취하는 축산물을 몰래 가져오거나 자국의 축산농가나 축산업을 하던 과정에서 착용했던 의복류나 신발 등과 각종 용품 및 기구 등을 가져오거나 고국의 가족이나 지인등으로부터의 국제우편물(택배) 등 각종 물류 증가하고 있다. 또한 국내 축산농가에서 거주하던 외국인근로자들이 주말이나 휴무기간을 이용하여 해당국가의 타운 등이나 외국인 집단 인력시장 등에서 지인 등을 만나 고국의 음식물을 섭취하는 등 상호접촉 및 교류가 빈번지고 있다.

* 해당국가의 타운으로 동대문(몽골, 우즈베키스탄 등), 안산(방글라데시, 캄보디아, 베트남 등), 구로(중국, 동남아시아 등) 등이 있지만 축산농가로 돌아갔을때 발생 위험도가 있지만, 진천, 음성 등과 같은 외국인 인력시장에 의한 공장 취업 등이 많이 이루어지고 있는 농촌지역일 경우는 도심지역과 달리 축산농가가 인접해 있기 때문에 불특정 다수의 외국인들과 내국인 축산인들과의 접촉 등에 의한 발생 위험도는 타 지역보다 높을 수 있다.

◦ 최근 한류 확산으로 인해 구제역의 심 오염국가인 중국, 몽골, 러시아와 캄보디아, 베트남 등 동남아시아로부터 많은 외국인관광객 및 외국인근로자 유입과 더불어 이들 국가로 해외여행 및 사업하는 내국인(축산관계자)들의 수요가 폭발적으로 증가하면서 해외로부터의 구제역 유입 위험요소는 계속적으로 증가하고 있다. 그리고 구제역의 심오염국가인 중국, 러시아, 몽골 등과의 육로 등으로 인적·물적교류가 활발한 북한의 경우는 인적·물적교류 외에도 야생조수류로부터 구제역이 유입되어져 언제든지 구제역이 발생할 수 있는 입지적 환경 조건을 갖추고 있기 때문에 북한 구제역 발생 시 휴전선으로 인해 육로 상으로 인적·물적교류를 통한 유입 가능성은 낮지만 야생조수류를 통한 국내 유입 가능성도 완전히 배제할 수 없다.

【우리나라 주변국 구제역 유입 가능 주요 위험국가 및 위험요소 분석】

발생국가	주요 유입 위험요소	국내 축산농가
러시아 몽골 중국 베트남 캄보디아 미얀마 라오스 기타 국가	⇒ 외국인근로자 내외국인 해외여행자(축산관계자 등) 내외국인 각종사업차 방문(축산관계자 등) 해외물류(우편물, 택배, 장비, 시설, 차량 등) 야생조수류(철새, 고라니, 멧돼지 등) 공기유동물질(미세먼지, 황사 등) 불법반입 우제류/육제품	⇒ 소(한우, 젃소) 돼지 염소 사슴 기타 야생우제류

② 국내 농장 주요 유입 및 전파 위험요인분석(2014/2015)

◦ 2014년 12월 3일부터 2015년 2월 22일까지 총 105건 발생된 구제역 중에서 돼지는 101농가(96%), 소는 4농가(4%)로서, 2014년 12월 3일 최초 발생이후, 3주간 집중 발생하다가 1~2주소장 상태를 보이는 양상을 두 번씩 반복하다가 2015년 2월 들어 발생건수가 급증하는 양상

을 보였다. 이러한 형태는 기존 심오염 지역에서 지속적으로 발생하였고, 축산시설 등 공동 감염원에 의한 오염으로 양돈밀집지역에서의 발생 등이 급증의 원인이 되었다.

◦ 시·공간적 발생양상을 주별로 구제역 발생양상을 분석한 결과, 첫 3주('14.12.3~12.23) 동안은 최초 발생지역인 충북 진천을 중심으로 인근 지역에서 주로 발생하였는데, 발생농장의 신고(이동제한) 이전 도축출하로 오염된 도축장을 출입한 가축운반차량이 방문한 다른 지역(청주, 음성, 천안 등)으로 확산되었다. 또한 발생지역의 수가 가장 많았던 시기인 '14.12.24~'15.1.20까지, 4주 동안 15개 시·군에서 발생하였고, 발생농장 관련 계열사 위탁농장이 도축출하 과정을 통해 오염되었다. 이어지는 4주간('15.1.21~2.16)은 13개 시·군에서 발생이 확인 되었으며, 충남 홍성 및 보령 양돈 밀집지역의 농장에서 집중적으로 발생하면서 2015년 2월 6일 홍성 은하면 덕실 양돈단지내 최초 발생 이후 전체 23농가 중 11개소(48%)에서 발생되었으며, 2월 17일 이후는 기존 발생지역(홍성, 충주 등) 중심으로 산발적 발생 양상을 나타냈었다.

◦ 지역별 발생 형태는 시·군별 발생 양상은 3가지로 구분 가능하며, 지속적인 발생 양상은 경기도는 안성(15)·이천(11)·용인(7)지역에서, 충청북도는 진천(12)·청주(11)지역에서, 충청남도는 천안(11)·홍성(11)·보령(3)지역 등에서 나타났었다. 또한 1~2주간 소수 발생 후 비발생 양상은 경기도는 여주(2)지역에서, 강원도는 철원(1)지역에서, 충청북도는 증평(2)·괴산(2)·보은(1)·단양(1)·제천(1)·음성(2)지역에서, 경상북도는 영천(1)·안동(1)·의성(2)지역에서 나타났다. 그리고 산발적 발생 양상은 충청북도는 충주(2)지역에서, 충청남도는 공주(2)와 세종(2)지역에서 나타났었다. 또한 광역 시·도별로는 경기(34.9%, 37건), 충북(33%, 32건) 등 순서였고, 시·군 단위로는 안성이 15건(14.2%)으로 가장 많고, 진천(12건,11.3%), 이천·청주·천안·홍성(각 11건) 순으로 다수 발생하였다.

◦ 그 동안 국내 구제역 발생에 따른 역학조사·분석결과에 의하면 국내 전과 양상은 시기별 일부 특징을 나타낸 경우도 있었지만 대부분 2014/2015년 구제역 발생 시 국내 농장 주요 유입 및 전파 위험요인을 분석한 범주내의 해당되는 경우가 많았다.

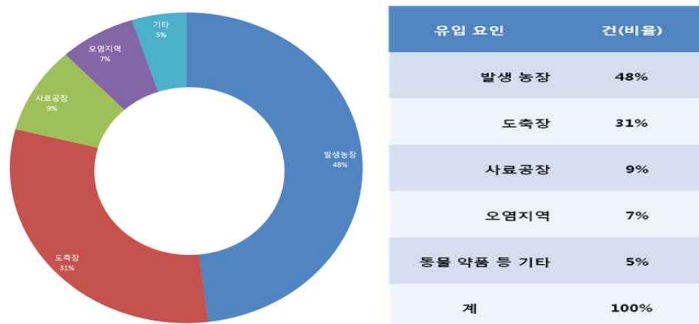


그림 3-2-1-1. 농장 내 주요 유입 위험요인

◦ 2014/2015년 국내에서 발생한 구제역의 농장 내로의 주요 유입 위험요소를 분석한 결과, 구제역 발생농장에서부터 유입된 경우가 절반(48%) 가까이 되었고, 그 다음순으로는 도축장에서부터 유입된 경우가 31%였고, 사료공장에서부터 유입된 경우는 9%였으며, 오염지역에서부터 유입된 경우는 7%였고, 동물약품 등 기타 위험요소로부터 유입된 경우는 5%이었다.

◦ 이 처럼 구제역 발생 시 추가적인 전파 확산 방지를 위해서는 발생농장에 대한 차단방역관리가

얼마나 중요한지를 여실히 보여주고 있고, 발생농장을 떠나서는 가장 큰 위험요소는 도축장이었다. 구제역 발생 사실을 인지하지 못했거나 알고도 불법으로 출하한 경우 등으로서 신고이전 이동제한조치가 수행되기 이전에 나간 오염원과 발생이후 발생농장에 대한 이동제한이후에 살처분 및 사후관리과정에서 오염원이 또다시 도축장으로 전파되면서 주요 위험요소 중에서 가장 큰 로드인 도축장에 대한 철저한 세척, 소독 등 이동제한 및 차단방역조치가 이루어지지 않아 비발생 농장으로의 오염원이 전파될 가능성은 매우 높다고 할 수 있다.

◦ 사료공장과 비교했을 때에도 3~4배정도 높은 위험성을 가진 이유는 발생농장으로부터 감염된 가축을 통해 도축장내 도축직전까지 호흡과정에서 구제역 바이러스를 살포함으로써 도축장을 전체적으로 오염을 시키고, 또한 오염원된 사람, 차량, 기구 등을 통해 오염원(수포액, 타액, 피모, 가피, 분변 등)이 도축장으로 이동된후 새롭게 도축장을 통해 살포된 구제역 바이러스나 오염원이 비발생농장으로 이동되면서 농장내로 유입된다. 그러나 사료차량의 경우는 감염개체의 이동이 아니고 사람과 차량 등에 의한 오염원만 이동되고 차량의 세차 소독 등이 용이한 측면이 있다.

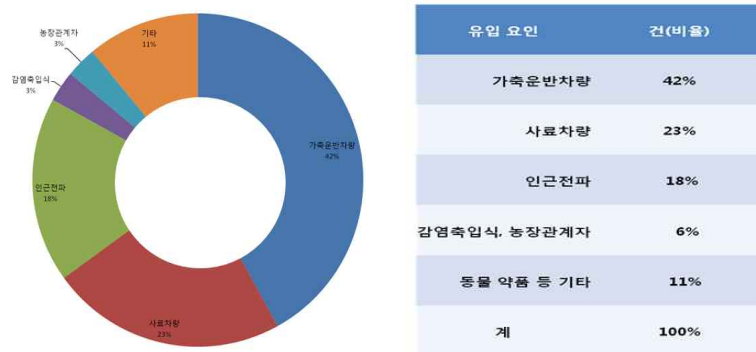
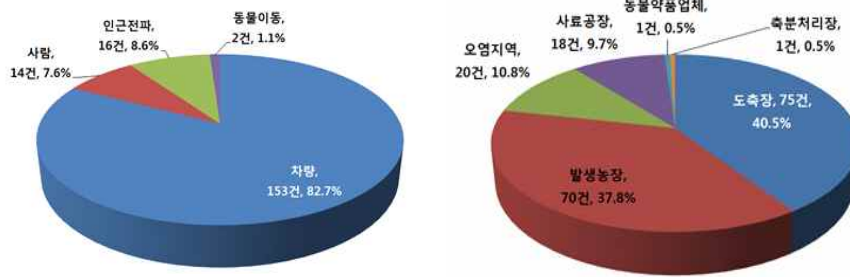


그림 3-2-1-2. 농장 간 주요 전파 위험요인

◦ 국내 농장간 구제역의 주요 전파 위험요인을 분석한 결과, 가축운반차량이 절반(42%) 정도를 차지하였고, 그 다음순으로 사료차량이 23%였고, 인근전파가 18%였으며, 감염축입식, 농장관계자들이 6%였고, 동물약품 등 기타 위험요소가 11%였었다. 농장내 주요 유입 위험요소처럼 살아있는 감염축이나 오염원이 가축운반차량을 통해 가장 많이 농장간 주요 위험요소로 작동되고 있다는 것을 알수 있었다. 그 다음인 가축운반차량보다는 사료차량은 절반 정도 농장간 전파 위험성은 낮았지만 농장내 사료를 공급하기 위해 매일 출입하는 과정에서 세척 및 소독 등 철저한 방역관리가 이루어지지 않을 경우 여전히 위험성이 높았다. 그리고 인근전파의 경우는 마을 주민 및 지인 등이 농가 출입하는 경우나 야생조수류가 발생농장으로부터 비발생목장으로 먹이 등을 찾아 이동하는 과정에서 오염원이 전파되는 것으로 추정되었다. 또한 약품차량이나 각종 컨설팅 요원 등이 여러 농장을 이동하는 과정에서 오염원이 전파되는 것으로 추정되었다.



농장간 전파경로
그림 3-2-1-3. 농장간 바이러스 전파 및 감염원 추정(185개소)

◦ 농장간 바이러스 전파경로는 차량에 의한 경우는 153개소(82.7%)였고 , 그 다음순으로 사람에 의한 경우는 14개소(7.6%)였으며, 인근 전파에 의한 경우는 16개소(8.6%), 가축의 이동에 의한 경우는 2개소(1.1%) 였었다.

◦ 그리고, 농장별 바이러스 감염원은 도축장에 의한 경우는 75건(40.5%)이였고, 그 다음순으로 기존발생농장에 의한 경우는 70건(37.8%)였으며, 오염지역으로부터의 경우는 20건(10.8%)였고, 사료공장으로부터의 경우는 18건(9.7%)이여T다.

③ FMD 주요 발생 추정 위험요인 분석결과(2000년부터)

◦ 2000년부터 2015년 2월 현재까지 국내에서 발생된 구제역에 대한 역학조사·분석결과에 의하면 구제역 발생으로부터 국내로 구제역 바이러스에 오염된 주요 유입 위험요인들은 외국인근로자(불법축산물 등), 건조, 공기유동물질(황사 등), 축산관련사업자, 해외여행자(내외국인), 해외우편물(택배) 등이 추정되었고, 주로 외국인근로자(불법축산물)나 축산관련사업자와 건조 등에 의해 유입될 가능성이 높은 것으로 분석되었다.

◦ 또한 국내 구제역 발생이후에 농장 간 주요 전파 위험요인으로는 축주 및 근로자와 그의 가족, 출하차량 및 기사, 사료차량 및 기사(지대 등), 분노차량, 음식물(잔반)수집 및 공급차량, 폐사축수집차량(개사육농가 등), 축산관련자(약품판매자, 컨설팅요원, 인공수정, 임신진단자, 발효제 및 축산기자재 판매자, 농장 및 축산공사자 등), 생활용품공급자(식료품판매차량, 택배차량, 우편/신문 등 배달부, 가스 및 전기점검차량 등), 방역요원(백신접종자, 시료채취자, 살처분요원 및 장비, 시균 및 읍면관계자, 소독차량), 인근 주민 및 불특정인 출입자(지리 미숙자) , 야생 조수류(야생쥐 및 고양이, 닭, 너구리, 참새, 까치 등) 등에 의해 전파되는 것으로 추정되었다.

◦ 특히 축산농장의 경우는 사유재산권이 보장되는 곳인 만큼 불특정인이 함부로 출입할 수 없는 지역이기 때문에 대부분 발생 농장내 오염원 유입 원인이 축주나 관리자들이 발생 원인으로 지목되는 경우가 가장 많았고, 이들이 자기 농장에 대한 발생원인을 파악하기 위한 역학조사과정에서 본인들의 과실이 드러나 살처분보상금 등 삭감 등 불이익과 추후 민형사상 책임이 돌아올 것이 두려워 역학조사에 불성실하게 임하는 경우가 많고 그것으로 인한 추가적 발생사례가 종종 나타나는 경우가 있다.

◦ 따라서, 가장 위험성이 높았던 가축운반차량과 그 다음순이었던 사료차량 등 축산관련차량 등에 의한 오염원의 유입 및 전파 위험성 이전에 먼저 축주 및 관리자 등이 자기 농장을 자기가 지킨다는 각오로서의 농가별 축주 및 관리자들의 생활화된 방역위생관리의 중요성을 일깨워주고 있다.

④ FMD 추정 발병 위험요소 분석('17.3, 현재)

◦ 2017년 2월 5일부터 2월 11일까지 9일간 총 9개 농장에서 구제역이 발생한 충북 보은 O형 및 전북 정읍 O형과 경기 연천 A형 발생이후, 향후 국내 구제역 발생 가능성에 대하여 추정 발병 위험요소를 분석해 보았다.

◦ 먼저 국내 발생했던 구제역 발생농장 및 발생지역내 오염원의 잔존 가능성은 농장 및 축사바닥과 살처분 이동경로상의 토양, 축사 천장 및 벽, 발생농장 냉장고, 사육관련장비 및 기구, 퇴비사(분변장), 축주 및 근로자 거주지 신발장, 냉장고 등에 세척 소독 등을 통해 오염원이 제거되지 않았을 경우에 잔존하던 오염원이 이동하여 비접종개체 등과의 접촉에 의해 일어날 가능성이 있다.

◦ 이러한 발병 위험요소에 대해서 동절기에는 충분히 세척 소독이 되지 못한 위험요소에 대한 해동기 세척소독 등 사후관리 강화, 우천 시 빗물에 의해 외부 노출된 바이러스가 세척과 기온상승과 햇빛에 의한 자비 소독 등에 의해 바이러스 사멸될 시기까지 지속적으로 세척과 소독 등을 실시해야 한다. 그러나, 이들 위험요소도 하절기를 지나면서 외부에 노출된 동 위험요소들은 햇빛에 의한 자비소독과 외부온도 상승으로 바이러스가 사멸되면서 제거가 될 수 있지만 냉장고 등에서는 구제역 바이러스가 존재할 수 있고, 일부 발생농장이 이동제한 이전에 나갔던 잠복감염 개체들이 도축되어 냉장 또는 냉장 보관 중일 경우에는 냉장 우제류 식육 또는 냉동 우제류 식육 등과 같은 위험요소에는 여전히 바이러스가 잔존할 수 있기 때문에 오염 가능성이 있는 우제류 식육은 조속히 폐기하고 냉장고(도축장 및 가정용 냉장고 등)에 대한 세척 소독을 철저히 한다.

◦ 또한 NSP 검출지역이나 발생지역 주변의 사육 가축, 특히 캐리어로 작용하는 소(젓소, 한우, 염소, 사슴 등)와 야생동물(멧돼지, 고라니, 노루 등)에서 잠복할 가능성이 있고 순환감염도 일어날 수 있기 때문에 지속적으로 항원 및 항체 모니터링을 적극적으로 실시 등 예찰을 강화해야 한다. 그리고, 농장내 외국인근로자 및 해외우편물(택배, 소포 등) 방역관리가 철저히 이루어져야 하며, 명절 등 고국 방문 후 농장 재근무시, 외국인근로자 주말집결지(타운), 외국인 전통 식재료 마트 및 식당 등 출입 후에 대한 구제역 예방 및 방역관리에 대한 홍보가 강화되어야 한다.

(다) 구제역 예방 및 방역대책

① 구제역 발생 이전

◦ 구제역 표준방역지침(SOP)을 잘 준수하고, 구제역 예방활동과 방역조치 등 기본적으로 축산농가와 시군에 대하여 방역교육을 강화한다. 또한 기본적으로 예찰을 강화(농가, 도축장, 주요 고위험 발생지역 집중감시, NSP 검출지역, 우제류 집단사육지역 및 축산관련시설지역 등)하고, 예방접종 강화(축종별 접종프로그램 준수, 백신 적정온도 보관 및 사용법과 접종법 준수, 접종 취약지역농가는 공수의사 또는 방역지원본부요원 등 전문인력이 접종)하도록 한다.

◦ 그리고, 오염원 제거를 위해서 농장 및 축사내 바닥과 시설 및 장비(삽, 빗자루, 기구 등)와 냉장고에 대해서 주기적인 세척과 소독을 실시하고, 농장입구, 축사입구에 세척 및 소독과 의복류 및 신발 교체와 발판소독조를 주기적으로 소독액을 교체하고 유기물을 제거한후 세척과 소독을 실시하며, 농가의 자발적인 소독 강화와 소규모 취약농가 등에는 지역 공동방제단 등을 운영하고, 축산단지에는 출입구 단일화 및 공동출입구에 공동차량 소독시설 운영하며, 축산관련차량은

거점소독시설을 반드시 이용하도록 한다. 또한 도축장, 사료공장, 분뇨처리장, 계근장 등 주요 축산관련시설은 상시 특별방역관리를 하며, 농장 및 축사 주기적 구서활동과 축사 방조망 등 야생조수류 차단방지를 위한 울타리 설치 및 파손축사 개보수를 실시한다.

② 구제역 발생 이후

◦ 구제역 표준행동지침(SOP)을 잘 준수하고, 구제역 긴급 예방활동과 방역조치를 강화하며, 발생농가 및 역학관련농가와 주요 축산시설(발생농가 및 인근농가, 도축장, 사료공장, 분뇨처리장 등)에 대한 긴급 차단방역조치를 강화한다. 또한 발생농가 중심 방역대 긴급 임상예찰강화(전화예찰, 축주 및 근로자 임상예찰, 예방접종시 임상관찰을 병행)한다. 그리고 발생지역에 대하여 구제역 SOP에 따라 긴급 예방접종을 실시한다(공수의사 등 전문인력을 3km, 10km, 20km로 3그룹으로 편성하여 외부로부터 발생지역 방향으로 집중 및 예찰 실시).

◦ 구제역 발생농장 및 발생지역에 대한 긴급 차단조치는 발생농장의 경우는 발생농장 입구 1차 통제 및 소독조치와 발생농장 입구로부터 500m지점 2차 통제소설치 및 긴급 소독시설 설치하고, 발생농장으로부터 1~3km 지점의 양편도로에 차량소독시설 설치 또는 전면적으로 도로를 차단한다(현장 상황 맞춤형 설치). 또한 발생농장도로를 통과차량은 이곳에서 1차 세척소독후 거점소독시설을 이용하지 않을 경우는 거점소독시설이 오히려 교차오염지역이 될 수 있으므로 철저히 세척 소독을 실시한다. 그리고 도축장 내외부와 도축장 진입 1~3km(교차오염지역) 세척소독 강화와 역학적 고위험 도축장일 경우는 긴급 이동제한 및 차단방역조치를 취한다. 또한 사회구조망분석(SNA)결과 발생농장 외에도 가장 고위험로드(도축장, 사료공장, 분뇨처리장 등) 크기에 따라 우선적으로 긴급방역조치를 취하고, 이후 2차적으로 전국적으로 확대 실시한다.

◦ 구제역 살처분 조치를 위해서는 살처분 인력 투입 전 반드시 해당 질병관련 긴급 방역 교육 후 투입하고(향후 살처분 투입 전문인력 동원업체는 사전교육 이수한 업체 이용), 동물복지 측면을 고려하여 살처분을 실시한다(마취제 사용 등 SOP 준수). 살처분 인력 투입 요령은 농장입구 500m 통제초소에서 탈의실이나 차량 등에서 탈의후 비닐 2개에 해당 옷과 신발을 각각 넣고 밀봉 조치후 1회용 방역복과 장화 2벌을 착용한 후 투입하며, 현장 지휘자는 살처분 인력의 전문성 고려하여 역할분담과 적정인력 배치 및 현장지휘체계를 갖추도록 한다. 또한 살처분종료후 농장내에서 1차 탈의한 것을 소각조치하고 소독후 2차로 농장입구에서 마지막 방역복 탈의후 드럼통을 이용하여 소각(방역요원)하고 소독후 방역복 착용후 목욕탕에서 목욕후 보관한 옷으로 환복 실시하도록 한다(군인의 경우는 부대 복귀후 동일조치).

◦ 기타 주의사항으로는 농장입구 500m통제초소는 농장내부 살처분 등 방역요원과 외부 방문자와간 접촉으로 교차오염 유발 가능성이 높아 실시간 주변 소독실시하고, 가래침, 코풀고, 녹차 제공 등으로 호흡과정 유입된 바이러스를 배출시킨다. 또한 살처분 투입 장비 세척 소독 등 사후 관리는 살처분장비와 차량은 살처분 완료이후 농장내에서 세차 소독후 농장내 또는 인근 공터에서 세차 소독후 포크레인, 차량 등을 비닐을 씌워 포장후 3일~1주간 1차 포르말린 훈연소독(K-7block)후 재세차 소독후 이동을 하며, 축산농가 및 축산관련시설 방문을 금지하도록 한다(단, 계속 살처분 동원시 이동가능, 발생지역내 살처분지역으로 이동 가능, 원거리 이동 시는 반드시 세차 소독이후 이동). 최종적으로 발생축사 및 살처분축사는 분뇨처리후 세척소독후 구서제가 첨가된 사료를 놓아두고, 밀폐된 곳은 포르말린훈연(k-7Block) 소독 실시한다.

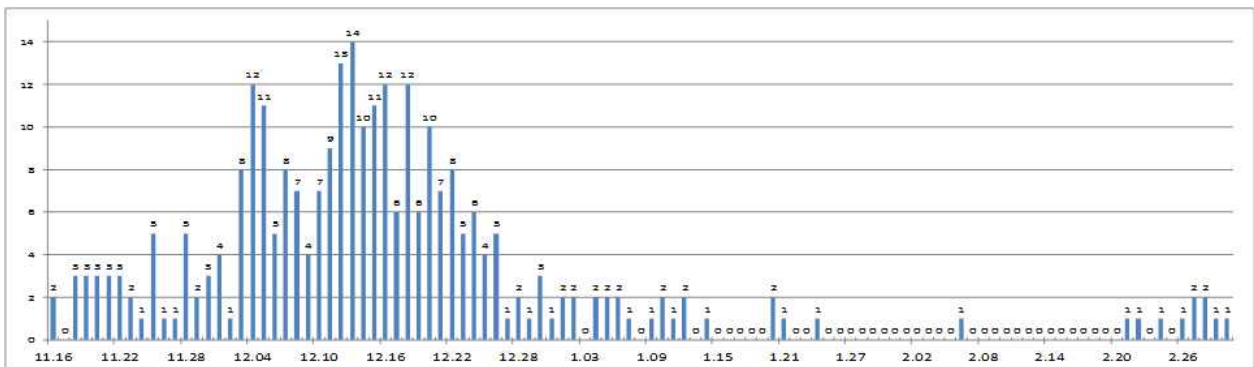
(3) HPAI 주요 유입 및 전파 위험요소분석

(가) HPAI 발생 현황

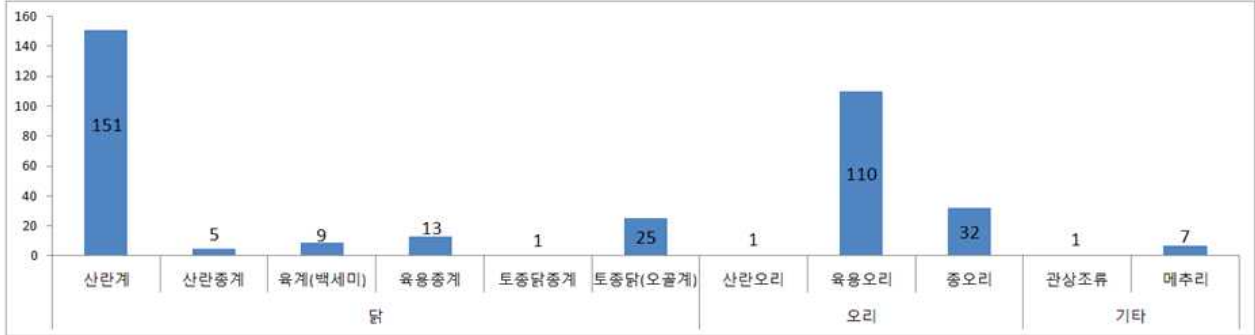
구 분	2003/2004	2006/2007	2008	2010/2011	2014/2015	2016
발생시기	2003.12.10 ~ 2004.3.20.	2006.11.22 ~ 2007.3.6.	2008.4.1 ~ 2008.5.12.	2010.12.29 ~ 2011.5.16.	2014.1.16 ~ 2015.11.15.	2016.3.23 ~ 2016.4.5.
바이러스 유전형	H5N1 (clade 2.5)	H5N1 (clade 2.2)	H5N1 (clade 2.3.2.1)	H5N1 (clade 2.3.2.1)	H5N8 (clade 2.3.4.4)	H5N8 (clade 2.3.4.4)
행정구역	7 도 (10 시/군)	3 도 (5 시/군)	11 시/ 도 (19 시/군/구)	6 도 (25 시/군/구)	13 도 (61 시/군/구)	1 도 (2 시/군)
발생기간	102 일	104 일	42 일	139 일	528일	14일
발생건수	19 건	7 건	33 건	53 건	38 건 (양성 391건)	2 건
발생농장(호)	닭 10, 오리 9	닭 4, 오리 2, 메추리 1	닭 24, 오리 8, 기타 1	닭 18, 오리 33, 기타 2	닭 86, 오리 295, 기타 10	오리 1, 혼합사육 1
살처분 가금(마리)	5,285 천마리	2,800 천마리	10,204 천마리	6,473 천마리	19,375천마리	12천마리
재정지원액 (보상비용 포함)	874 억원	339 억원	1,817 억원	807 억원	2,402 억원	4 억원
청정국 선언 (OIE report 제출)	2004.9.21	2007.6.18	2008.8.15	2011.9.5	2016.2.28	2016.8.18

① 가금농장 HPAI 발생 현황 (2017. 3.2. 현재)

- 발생시기(가금농장) : 2016.11.16. ~ 2017.3.2. 현재
- 발생농장(개소) : 352농장 (46개 시군구)
살처분 현황 : 845농장 3,376만수 (닭 2,826만수, 오리 263만수, 메추리 287만수)
- 352건 발생추이
 - ◇ 5N6형 342건 : 2016.11.16.~ 현재
 - ◇ 5N8형 10건 : 2017. 2. 6.~ 현재



- (축종별) 352건 발생 양상
 - 산란중계) 사육 16농가 중 5농가 발생 (31.3%)
 - 육용중계) 사육 358농가 중 13농가에서 발생 (3.6%)
 - 중오리) 사육 78농가 중 32농가에서 발생 (원종오리 1 포함 41%)
 - 산란계) 사육 1,061농가 중 151농가에서 발생 (14.2%)



② 야생조류 HPAI 검출 현황

- ▶ 검출시기 : 2016.10.28.~2017.3.2. 현재
- ▶ 검출건수 : 61건 (H5N6형 51건, H5N8형 10건)

(나) 국내외 HPAI 발병 위험요인 분석(추정)(왜! HPAI 바이러스가 계속 유입되는가?)

① 시대적 상황과 지리적 위험요소분석

◦ 우리나라 주변국인 중국, 시베리아(러시아), 몽골, 알래스카, 동남아시아국인 고병원성조류인플루엔자(HPAI) 심 오염국가이며, 최근 전세계적으로 철새이동으로 인해 대륙간 HPAI 바이러스(H5N8 등) 전파 및 확산되고 있다. 2000년 이후 국내 주요 철새도래지가 서식환경조건이 과거와 달리 계속적으로 호전되고 있어 귀소본능을 가진 철새가 국내로 지속적으로 유입되고 있다. 또한 철새 국내 유입시기가 가을철 추수기와 일치하면서 콤바인 수확과 곤포싸일레지 증가로 낙곡이 과거보다 더 많이 발생되면서 먹이가 풍부해지고 있다. 그리고 환경보호로 서식환경(수질개선, 먹이수용력 증가, 총기사용금지 등 사냥 및 포획금지) 개선으로 국내로 유입 개체가 증가되고 있으며, 봄철에는 남중국, 동남아시아서 월동조류 북상하면서 통과하는 과정에서 국내 휴식시점에 청보리 등 새싹들로 인해 채식활동이 용이해졌다.

◦ 그리고, 국내 축산농가의 기업화 및 전업화 추진 시기와 맞물려 내국인들 3D 직업 기피현상과 인건비 상승 등으로 축산농가의 노동인력 확보의 어려움이 가중되면서 대체 인력으로 외국인근로자의 유입이 증가되고 있다(타 산업에서도 증가). 또한 고가의 애완조류 사육붐으로 인해 고병원성조류인플루엔자 발생국으로부터 밀반입 사례 증가하고 있다.

◦ 고병원성조류인플루엔자의 국내 유입 원인으로 가장 먼저 주목 받는 철새의 이동경로를 살펴보면, 우리나라의 경우는 일반적으로 9월말에서 10월초 추수기부터 시베리아, 몽골, 알래스카, 북중국 등 번식처로부터 겨울철새가 월동을 위해 남하하는 과정에서 국내로 유입되기 시작하면서 본격적으로 11월에서 다음해 1월경까지 대부분 국내로 도래하고 있다.

◦ 월동조류가 남하과정에서 국내에 서식하지 않고 동남아시아, 남중국 등으로 남하한 오리류 철새들이 번식처를 향해 북상하면서 통과하는 시기와 이들 국가에 서식하던 여름철새가 우리나라에서 번식을 위해 북상하는 시기 3월초부터 5월말에서 6월초 사이에 마찬가지로 국내에서 겨울을 난 월동조류가 번식처인 시베리아, 북중국, 몽골, 알래스카 등지로 북상을 하기 시작한다. 이러한 과정에서 국내로 유입된 철새가 HPAI 바이러스를 보유하게 되면 철새가 주로 서식하는 철새도래지, 소하천 등이나 논밭 등에서 먹이를 섭취와 휴식을 취하는 과정에서 분변을 배설하게 되고, 이러한 배설물을 농작물 수확과정이나 야생조류류 등에 의해 HPAI 바이러스가 직·간접적으로 가금농가로 유입되면서 국내로 철새가 유입된 후 1~3개월 사이에 주로 발생한다.

· 이와 같이 철새 서식의 호조건으로 인해 시베리아, 북중국, 몽골, 알래스카 등 넓은 지역에서 소규모 단위로 번식을 한 철새들 남하를 하는 과정에서 중간 기착기 등에서 계속적으로 집결((분대급 → 소대급 → 중대급 → 대대급 → 연대급 → 사단급 → 군단급 순으로 무리가 형성)이 이루어지면서 국내로 유입될 때는 최대한 무리가 유입되고 있고, 번식처에서 넓게 분포한 철새들 무리속에서 특정지역에서 감염된 개체가 남하과정에서 집결하는 과정에서 비감염개체에게도 바이러스를 전파시켜 순환감염이 이루어지면서 개체간 전파과정에서 병원성을 계속 획득하게 되면서 병원성이 높아질 가능성도 배제할 수 없다. 그리고 번식처에서 주요 철새이동경로가 여러개가 겹치는 지역에서 각 대륙에서 유입된 오염원들과의 교차오염이 이루어질수 있고, 교차오염된 것이 월동을 위해 남하하는 과정이나 번식처로 복상하는 과정 등에서 국내로 오염원이 유입 될 수 있다.

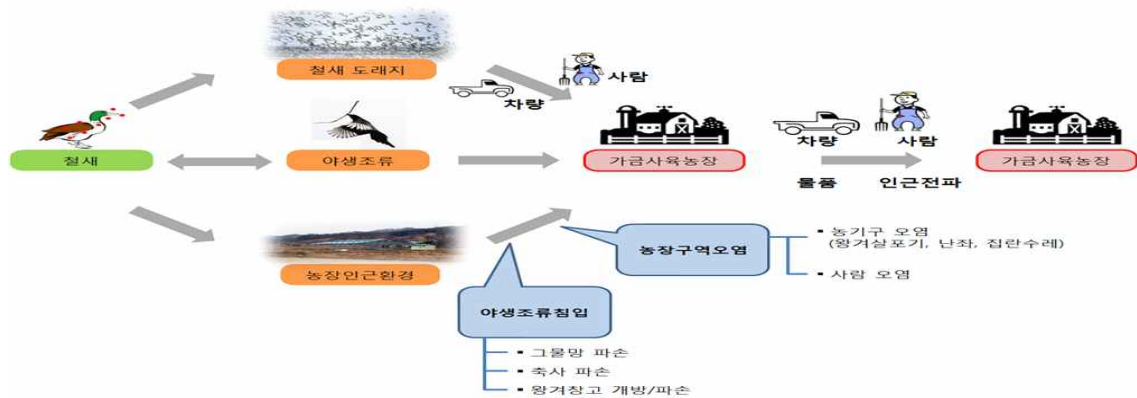
【우리나라 주변국 HPAI 유입 가능 주요 위험국가 및 위험요소 분석】

발생국가	주요 유입 위험요소	국내 축산농가
러시아 몽골 중국 베트남 캄보디아 미얀마 라오스 기타 국가	⇒ 철새(오리류 월동조류 등) 외국인근로자(가금농가) 내외국인 해외여행자(축산관계자 등) 내외국인 각종사업차 방문(축산관계자 등) 해외물류(우편물, 택배, 장비, 시설, 차량 등) 불법반입 애완조류 공기유동물질(미세먼지, 황사 등)	⇒ 오리(종오리, 육용오리) 닭(종계, 산란계, 육계) 메추리 기타 애완조류

② 국내 가금농장 HPAI 주요 유입 및 전파 위험요인분석

· 고병원성조류인플루엔자에 감염되었거나 오염된 철새가 철새도래지에서 분변등을 통해 HPAI 바이러스를 배설해 놓은 것을 농작물 수확과정이나 이 지역을 방문하는 사람과 차량 및 기구 등에 오염원이 접촉되어져 가금사육농장으로 유입되어져 발생한 후 발생농장으로부터 다시 비발생 농장으로 사람, 차량, 기구, 물품 등 각종 위험요소를 통해 전파되고 있다. 또한 HPAI에 감염되거나 오염된 철새가 비감염된 철새나 까치, 참새 등 텃새들과 야생고양이, 너구리, 삵, 야생쥐 등을 통해 가금농장으로 오염원이 전파되거나, 아니면 농장의 시설이 노후화되거나 파손이 되었을 때 축사주변을 통과하는 과정에서 분변을 배설하거나 철새가 직접 가금농가로 진입하는 사례가 간혹 있다.

㉞ 철새와 관련된 HPAI 바이러스의 농장 유입 및 전파 경로



㉞ 국내 농장내 주요 유입 위험요소 추정



국내 농장내로 HPAI 바이러스가 유입되는 경로로는 8가지 주요 위험요소로 구분할 수 있다.

- 첫째 야생조수류에 의한 요인, 둘째, 가축의 이동에 의한 요인, 셋째, 전통시장 및 중개상인에 의한 요인, 넷째, 차량에 의한 요인, 다섯째, 축주 및 농장 출입자의 방역의식 미흡에 의한 요인, 여섯째, 계열관리자에 의한 요인, 일곱째, 남은 음식물 공급에 의한 요인, 여덟째, 축사 밀집으로 인한 인근 전파 요인 등을 들 수가 있다. 이와 같이 국내 농장내로 HPAI 바이러스가 유입되는 8가지 주요 위험요소 외에도 지금까지 국내 HPAI 발생시기마다 다양한 위험요소가 추가적으로 있을 수는 있지만 대부분은 동 범주 내에서 발생되고 있다.

㉔ HPAI 추정 발병 위험요소(‘17.3. 현재)

- 국내 고병원성조류인플루엔자를 발생을 예방하기 위해서 2017년 3월 현재 시점에서, 사전에 향후 발생 가능성에 대하여 추정 위험요소를 분석한 결과, 2016/2017년초 동절기에 발생한 농장 및 발생지역내 오염원이 잔존할 가능성이 있었다. 주로 발생 농장 및 축사바닥과 살처분 이동경로상의 토양, 축사 천장 및 벽, 발생농장의 냉장고, 사육관련 장비 및 기구, 계분장, 집란장, 축주 및 근로자의 거주지와 그들의 신발장, 냉장고 등과 축산관련시설(도축장, 사료공장, 계분집하장, 부화장 등) 등의 위험요소에 HPAI 바이러스가 잔존할 가능성이 있었다.
- 동절기에 충분히 세척·소독이 되지 못한 위험요소들에 대한 해동기에 세척·소독 등 사후관리 강화와 우천 시는 빗물에 의해 외부에 노출된 HPAI 바이러스가 세척되거나 기온상승과 햇빛에 의한 자비 소독 등으로 바이러스가 사멸될 수 있기 때문에 이 시기까지 지속적인 청소 및 세척과 소독 실시한다. 그러나, 이러한 위험요소들도 하절기를 지나면서 외부에 노출되어 있는 각종 위험요

소들은 햇빛에 의한 자비소독과 외부온도 상승으로 바이러스가 제거 될 수가 있지만, 냉장고 등에서는 동절기와 같은 상태가 유지되기에 HPAI 바이러스가 그대로 생존할 수가 있다. 또한 일부 발생농장에서 이동제한 이전에 출하되었던 잠복감염 개체들이 도축되어져 냉동 또는 냉장상태로 보관 중일 경우에는 냉장 가금육 또는 냉동 가금육 등과 같은 위험요소에 여전히 HPAI 바이러스가 잔존할 수 있기 때문에 오염 가능성이 있는 가금육은 신속히 폐기하고, 냉장고(도축장 및 가정용 냉장고 등)에 대한 세척 소독을 철저히 해야 한다.

◦ AI 바이러스의 항원·항체가 지속적으로 검출되는 지역이나 HPAI 발생지역의 주변 가금류에서 잠복 가능성이 있기 때문에 출하 전에 지속적으로 AI 항원·항체 모니터링 실시 및 임상관찰 등 예찰을 더욱 강화해야 한다. 특히 종오리나 기러기 등 장기간 사육되는 가금류에 대해서는 모니터링에 더욱 철저를 기한다. 급번 HPAI의 경우는 산란계농가에서 다발로 인해 살처분에 따른 계란부족사태의 심화로 발생농장과 발생지역에서 거래하던 계란 중개상인들이 거래처를 상실함에 따라 비발생지역에서 계란수집과정에서 비발생농장으로의 오염원 유입 및 전파 우려가 있다.

◦ 또한 HPAI 발생된 산란계농가와 발생지역의 예방살처분된 비발생농가 등이 이동제한으로 계분이 농장내에서 평소 거래처로 이동되지 못해 특정지역에서의 계분의 부족사태가 발생되었고, 계분의 이동이 빈발한 봄철 영농시기에 인근의 가금농장으로부터 계분 구입이 용이하지 않아 평소와 달리 원거리에서의 계분을 구입하는 사례가 증가되면서 발생지역의 오염된 계분이 비발생지역으로 이동에 따른 발병 위험도가 증가할 수 있다.

◦ 겨울철새가 번식처로 북상한 시기에 국내 월동조류와 동남아시아, 남중국 등에서 월동한 조류의 통과하는 과정에서 국내 체류 시기 및 여름철새의 국내 유입시기에 서해안지역의 철새도래지 중심으로 철새들이 소하천과 논밭에 서식하면서 배설해 놓은 분변이 곳곳에 산재해 있어, 여전히 논밭에 위험이 상존하고 있는 상황에서 영농철로 인해 농민들 오염원인 분변과의 접촉 빈도가 증가할 수가 있다. 또한 가을철의 경우에도 마찬가지로 추수기 전후에 시베리아, 알래스카, 북중국, 몽골 등 번식처로부터 월동을 위해 남하는 겨울철새들이 국내로 도래하는 과정에서 철새도래지, 소하천, 논밭 등에서 배설해 놓은 분변과의 접촉 가능성이 높아지고 이들 분변을 통해 새롭게 HPAI 바이러스가 농가로 유입될 가능성이 있다. 그리고, 그동안 국내에서 월동을 한 오리류 철새들 중에서 이미 일부 텃새화된 흰뺨검둥오리와 원앙 등과 같은 야생조류에서 HPAI 바이러스를 보독할 가능성도 완전히 배제할 수 없다.

◦ 살처분 농가나 발생지역의 이동제한으로 미 입식된 농가에서는 이동제한 해제 이후에 재입식을 하는 과정에서 병아리, 중추 등의 분양 입식과정에서 평소 구입처와 다른 비발생권의 가금농가로부터 구입에 따른 가금류의 원거리 이동이 빈발함으로써 그 위험성은 증가하고 있고, 특히 토종닭 등이 봄철에 이동이 증가하면서 마찬가지로의 위험들이 증가할 수 있다. 계절적으로 가금류의 입식과 출하 양상은 다소 차이가 있지만 대부분 가금산업이 계열화되어 있기 때문에 계절과 상관없이 입식과 출하가 빈번하게 일어나고 있고, 이러한 입식과 출하과정에서 HPAI 바이러스와 접촉될 경우 계절과 상관없이 HPAI가 발생 할 수가 있다. 그러므로 겨울철새가 유입되는 가을철과 동절기에는 가금류의 입식 및 출하과정에서 HPAI 바이러스가 유입될 수 있기 때문에 HPAI 발병 위험요소를 차단하기 위해 고위험지역의 경우는 입식을 제한하거나 입식과 출하 시는 가금류 운반차량, 특히 어리장과 출하차량에 대한 세척 및 소독이 철저히 이루어져야 한다. 상차반의 경우도 방역교육과 함께 농장 출입시 1회용 방역복과 방역화를 착용하도록 하고, 가금농가에서도 반드시 입식과 출하는 all-in all-out 시스템을 하도록 하여 입식과 출하 전후에 철저한 소독 등 방역조치가 뒷 따라야 할 것 같다.

◦ HPAI 발생 시에 동원되는 살처분 인력들의 경우에도 비발생지역에서 발생지역으로의 원거리 이동하여 살처분을 마친후 다시 비발생지역으로 돌아가는 과정에서 제대로된 사후관리가 이루어지지 않고 있고, 추가 발생된 사례 중에 일부가 이들에 의해 발생된 것으로 추정되는 부분도 있다. 따라서 살처분인력을 발생지역의 관할권에서 활동하는 전문 인력을 활용하는 것이 바람직하며, 특히 살처분에 동원되는 전문인력 대부분이 가금 상차반이 많이 존재하고 있고 외국인근로자들로 구성된 경우가 많아 방역상 허점이 노출되고 있다. 가금류 입식과 출하과정에서 오염원이 농장내 유입 및 전파로 인한 추가 가능성이 존재하기 때문에 반드시 특별 방역관리를 하도록 한다.

◦ 가금농장내 근무하는 외국인근로자들과 이들에게로 오는 해외우편물(택배, 소포 등)에 대한 방역관리를 철저히 해야 한다. 명절이나 휴가때에 이들이 자국을 방문한 다음 다시 본인의 근무지인 국내 농장으로 재근무하는 과정에서 입사 초기와 달리 자국의 음식물이나 물품들이 가지고 소독 등 방역조치가 없이 농장으로 반입하는 경우가 종종 있다. 또한 외국인근로자들이 휴무일을 통해 주말에 자국의 지인들과의 외국인집결지(타운)에서 고국의 음식물을 접하거나 지인을 통해 자국으로부터 지인들부터 받아 온 물품을 건네받은 후 그대로 농장으로 반입시키는 경우가 있다. 그리고 일부 동남 아시아인들은 보신용으로 사농(오리부화란, 닭부화란), 오리알과 오리고기 등을 선호하여 구입과정에서 무분별하게 여러 가금류농가들을 출입하는 사례가 있다. 이들은 외국인 타운 내에 있는 국가별 외국인 전용 전통식재료 마트와 식당 등에 출입한 후 소독 등 방역조치 없이 다시 농장으로 들어가는 경우가 있기 때문에 이들과 HPAI 발생국으로 해외여행을 하는 내외국인(축산인)이나 축산관련사업자 등에 대한 방역관리 및 홍보를 강화해야 한다.

③ HPAI 예방 및 방역대책

㉞ HPAI 발생 이전

◦ 고병원성조류인플루엔자의 표준행동지침(SOP)을 준수하고 예방활동과 방역조치 등을 가금농가와 시군에 대하여 기본적으로 준수해야 할 방역교육을 실시하고, 가금농가, 가금류 도축장, 주요 철새도래지 및 고위험 발생지역을 집중 감시하고 가금류의 집단사육지역 및 축산관련 시설지역 등에 대한 예찰을 강화한다. 그리고 봄철 파종기나 가을철 추수기에 농작물 수확과정에서 오염된 철새분변이 사람, 차량, 기구 등으로 오염원이 농장 및 축사내로 유입될 수 있기 때문에 철새분변에 노출될 수 있는 논밭과 철새도래지 등에 방문을 자제하고 방문 시는 농장 방문을 피하고 부득히 방문시는 철저히 세척·소독 후 출입하고, 축사 출입시는 반드시 목욕후 환복하고 신발도 교체 후 출입을 한다.

◦ 가금농장 및 계사내 바닥, 시설, 장비(ss기, 기구 등)등과 냉장고를 주기적으로 세척과 소독을 실시하고, 농장입구, 축사입구 등에 세척 및 소독과 의복류 및 신발교체와 발판소독조에 주기적으로 소독약을 교체해주고, 계사 출입시 유기물을 완전히 제거할 수 있도록 세척용 솔을 준비하여 신발을 철저히 세척 및 소독을 한다. 농가의 자발적인 소독을 강화하고 소규모 취약농가는 지역의 공동방제단을 운영하여 소독을 실시한다.

◦ 가금단지의 경우는 출입구를 단일화하여 공동출입구에 공동차량소독시설을 운영하고, 축산관련 차량은 거점소독시설을 이용하도록 한다. 특히 가금류 도축장, 사료공장, 계분처리장, 계근장 등 축산관련시설 특별방역관리를 하고, 이들 장소를 왕래하는 차량에 대해서는 방역관리를 더욱 철저히 한다. 또한 가금농장 및 축사는 주기적 구서활동과 축사에 방조망 설치 등 야생조수류에 대한 차단방지를 위한 울타리 설치와 파손 축사는 개보수를 하도록 한다.

㉔ HPAI 발생 이후

- 고병원성조류인플루엔자 표준방역지침(SOP)을 준수하여 긴급 예방활동과 이동제한 등 방역조치를 강화하고, 발생농가 및 역학관련농가와 주요 축산시설(발생농가의 인근농가, 가금류 도축장, 사료공장, 계분처리장, 집란장, 부화장, 재래시장 등)에 대하여 긴급 차단방역조치를 강화한다. 발생농가 중심으로부터 방역대별로 긴급 임상예찰(전화예찰, 축주 및 근로자 임상예찰)을 강화한다. 또한 발생지역의 인근 철새도래지 및 소하천과 논밭의 철새 분변에서 HPAI 바이러스 존재 유무를 확인하고, 도축장을 통한 상차반 및 출하기사와 어리장 차량에 대한 특별방역관리를 실시한다.
- 긴급 차단조치로서 발생농장의 입구에 1차 통제초소를 설치하여 이동제한 및 소독 등 방역조치를 취하고, 발생농장에 출입하는 모든 인적·물적자원에 대한 소독 및 1회용 방역복 환복조치 등 방역관리를 1차적으로 실시한다. 또한 발생농장의 입구로부터 500m 지점에는 2차 통제초소를 설치하여 이동제한과 긴급 세척 및 소독시설을 설치하여 발생농장으로 출입하는 모든 인적·물적자원(살처분 방역요원과 물품 등)에 대한 2차적으로 소독과 출입자 기록관리 등 방역관리를 실시한다. 발생농장으로부터 1~3km 지점의 도로양쪽에 차량소독시설을 현장 상황에 따라 맞춤형으로 설치하거나 전면 도로를 차단한다. 특히 발생농장 주변의 도로를 통과한 차량은 이곳에서 1차 세척 및 소독후 거점소독시설을 이용하지 않을 경우는 거점 소독시설이 오히려 교차오염지역이 될 수가 있기 때문에 거점소독시설을 거친 차량이라 할지라도 반드시 소독을 실시하도록 한다.
- 도축장의 내외부 통과시와 도축장의 진입로부터 1~3km(교차오염지역) 도로는 도축장에서 세척과 소독을 하고 나온 차량이 농장으로 갈 때 농장으로부터 오는 차량과 교행을 하는 도로로서 왕래과정에서 교차오염이 유발될 수 있기 때문에 반드시 도축장 진입로에 대하여 세척소독을 강화한다. 역학적으로 고위험 도축장일 경우는 긴급 이동제한 및 차단방역조치를 신속히 실시하고, 사회구조망분석(SNA)결과 발생농장 외에도 가장 고위험 로드(도축장, 사료공장, 계분처리장, 집란장, 부화장 등)크기에 따라 우선적으로 긴급방역조치를 실시하고, 이후 2차적으로 전국적으로 확대 실시한다.
- 고병원성조류인플루엔자 감염가금류나 예방살처분 대상 가금류에 대한 살처분 조치를 위해서는 살처분 인력 투입 전 반드시 해당 질병관련 긴급 방역 교육 후 투입하고(향후 살처분 투입 전문 인력 동원업체는 사전교육 이수한 업체 이용), 동물복지 측면을 고려하여 살처분을 실시한다(마취제 사용 등 SOP 준수). 살처분 인력 투입 요령은 농장입구 500m 통제초소에서 탈의실이나 차량 등에서 탈의후 비닐 2개에 해당 옷과 신발을 각각 넣고 밀봉 조치후 1회용 방역복과 장화 2벌을 착용한 후 투입하며, 현장 지휘자는 살처분 인력의 전문성 고려하여 역할분담과 적정인력 배치 및 현장지휘체계를 갖추도록 한다.
- 기타 주의사항으로는 농장입구 500m통제초소는 농장내부 살처분 등 방역요원과 외부 방문자와간 접촉으로 교차오염 유발 가능성이 높아 실시간 주변 소독실시하고, 가래침, 코풀고, 녹차 제공 등으로 호흡과정 유입된 바이러스를 배출시킨다. 또한 살처분 투입 장비 세척 소독 등 사후관리는 살처분장비와 차량은 살처분 완료이후 농장내에서 세차 소독후 농장내 또는 인근 공터에서 세차 소독후 포크레인, 차량 등을 비닐을 씌워 포장후 3일~1주간 1차 포르말린 훈연소독(K-7block)후 재세차 소독후 이동을 하며, 축산농가 및 축산관련시설 방문을 금지하도록 한다(단, 계속 살처분 동원시 이동가능, 발생지역내 살처분지역으로 이동 가능, 원거리 이동 시는 반드시 세차 소독이후 이동). 최종적으로 발생축사 및 살처분축사는 분뇨처리후 세척소독후 구서제가 첨가된 사료를 놓아두고, 밀폐된 곳은 포르말린훈연(k-7Block) 소독 실시한다.

(4) KAHIS 상 포탈적 역학조사분석시스템 및 의사결정지원시스템의 실효적 구축

가. 역학조사분석시스템 및 의사결정시스템의 과거 국내 사례분석

(1) 국내 역학조사·분석시스템

(가) 관계 근거 법령

◦ 우리나라의 역학조사분석에 관한 법령의 근거는 가축전염병예방법 제13조(역학조사) [법률 제 12048호, 2013.8.13, 일부개정] 및 가축전염병예방법 시행규칙 제15조(역학조사의 대상 등) 및 제16조(역학조사반의 구성·임무 등) [부령 제1호, 2013.3.23, 타법개정]에 역학조사 실시, 역학조사반 구성, 역학조사 협조 등에 관한 근거에 관한 조항이 마련되어 있다.

◦ 주요 내용으로는 국립(또는 시·도) 가축방역기관장은 고병원성 조류인플루엔자 등 가축전염병이 발생하였거나 발생할 우려가 있다고 인정할 때에는 지체 없이 역학조사를 실시하도록 되어 있고, 두 개소 이상의 시·도에서 가축전염병이 발생하였거나, 시·도가축방역기관장의 역학조사가 불충분하거나 기술·장비 등의 부족으로 역학조사가 곤란하다고 판단되는 경우에는 검역본부와 공동 역학조사를 실시할 수 있다.

(나) 역학조사 실시에 관한 행정규칙

행정규칙명	소관기관	발령번호	(개정)발령일자	비고
조류인플루엔자 방역실시요령	농림축산식품부 고시	제2013-165호	2013.10.7	제18조(역학조사)
조류인플루엔자 긴급행동지침	농림축산식품부 농림축산검역본부	-	2011.12.19.	제 4장 조류인플루엔자 표준 행동 요령 (10.역학조사 요령)
중앙역학조사반 운영규정	농림축산검역본부 훈령	제26호	2013.03.23	

(다) 농가 단위별 역학조사 수행 체계(HPAI 역학조사방법 중심으로)

◦ 고병원성 조류인플루엔자(또는 의사환축) 발생 시, 발생농장과 역학적 관련, 예방 살처분, 상시예찰, 병성감정 의뢰 등과 관련하여 실시된 검사결과 양성으로 판정되면 해당 농가에 대한 역학조사를 실시하고, 의사환축 발생농장에서는 (의사)환축이 발생된 날(또는 양성으로 판정된 시료를 접수한 날)부터 21일 전까지 가축 및 그 생산물의 이동상황 추적조사, 해당 가축과 직접 접촉한 가축의 소유자, 축사관리인, 수의사 등이 접촉한 감수성 동물, 발생농장에 반출·입된 가축의 분뇨 및 이를 운반한 차량, 발생농장을 출입한 차량이 방문한 농장의 감수성 동물 등에 대한 역학조사를 실시한다. (필요하다고 판단되는 경우, 역학조사 대상기간은 확대될 수 있음)

◦ 국가동물방역통합시스템(KAHIS)과 연계하여, 농장의 출입자 및 출입자가 방문한 다른 농장들에 대한 정보를 참조하여 역학조사 실시 오염원 유입 및 전파기간 동안의 농장 출입자 및 출입자(차량) 등이 방문한 농장에 대한 사항을 실시간으로 파악하여 통보한다. 또한 KAHIS와의 연계를 통하여 좌표가 미등록된 농가와 축산차량으로 미등록된 차량이나, 차량 GPS 단말기를 수령한 후에 미장착된 차량과 단말기를 작동하지 않고 운행하는 행위 등 각종 문제점들을 도출해 내고 있다. 그리고 현장조사 시 농장의 출입자 및 출입차량 기록부에서 누락된 사항을 추가로 확인하여 방역조치를 실시하고 있다.

◦ 현장역학조사, 추적조사 및 보강조사 결과에 의하여 역학적으로 관련이 있다고 확인된 농장 등은 방역조치 대상으로 선정하여 방역조치를 취하고 있다. 그리고 역학조사 결과에 대한 분석 실시 및 추가 역학조사 방향 등을 설정하고 있다. 또한 역학조사 내용에 대한 검증 및 결과의 신뢰도 향상을 위하여, 역학조사 대상자에 대한 탐문조사 결과, 농장 및 관련 업체에서 제공한 증거문헌, KAHIS 기록 등을 비교하여 일치하는 사항들을 역학조사 내용으로 인정하고 있다.

(라) 역학조사 추진단계

1단계	발생농장에 대한 기초정보 수집 및 분석
-----	-----------------------

- 국가동물방역통합시스템(KAHIS)를 통해 기초정보 파악
 - 농가 기본정보, 도축출하내역 및 출입차량내역 등
 ⇒ 방역조치대상 통보

2단계	발생농장 현장 역학조사 및 추적조사
-----	---------------------

- 현장 역학조사시 역학적으로 의심되는 모든 유입요인 및 전파요인에 대해 조사
- 현장에서 수집된 역학조사를 바탕으로 추적조사 실시
 - ⇒ 방역조치대상 통보

3단계	HPAI 유입원인 및 전파에 대한 가설 설정
-----	--------------------------

- 농장별 역학조사서를 검토하여 유입·전파 위험요인 가설 설정
 - 농장의 추정감염일, 병원체의 분자생물학적 특성, 역학관련 농장 현황, 외국의 AI 발생상황 등을 함께 고려함

4단계	HPAI 유입원인 및 전파에 대한 가설 검증
-----	--------------------------

- 시뮬레이션 모델 통계분석 등 역학적 기법을 활용하여 유입전파 원인에 대한 가설 검증
- 감염일 및 발생농장 간의 역학적 관계를 분석하여 최초 발생농장 및 유입원인 파악

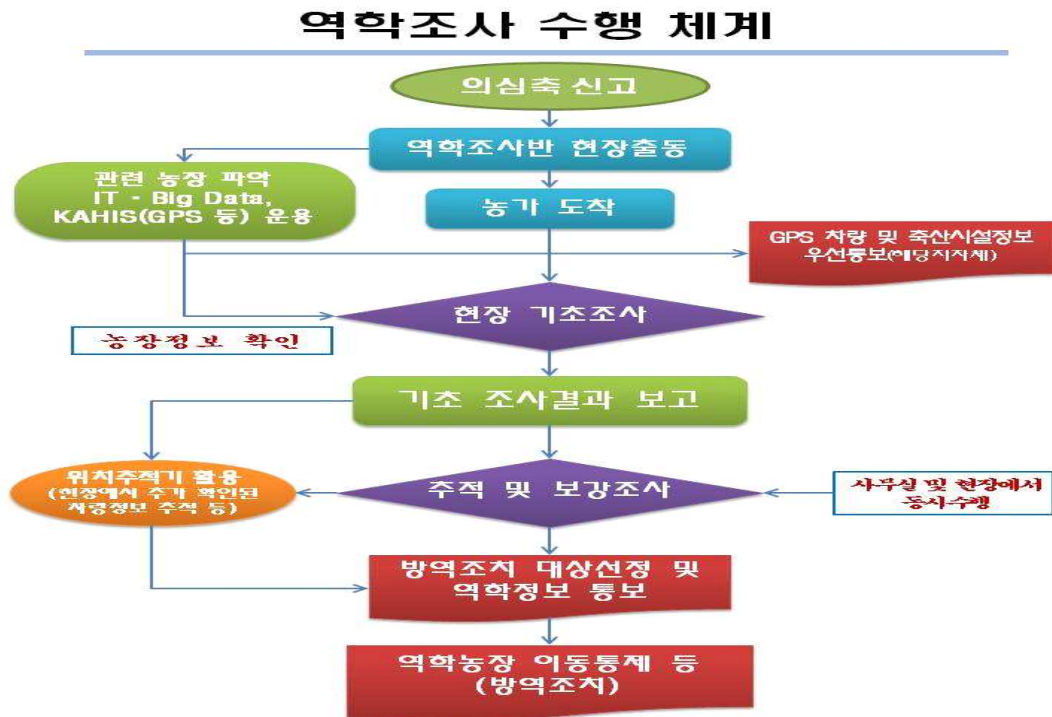
5단계	역학조사 결과에 대한 검증 및 자문
-----	---------------------

- 역학조사위원회(AI 분과위) 검증 및 기술자문
- 전문가 그룹 회의 및 기술자문

6단계	역학조사보고서 작성
-----	------------

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성동물질병에 대한 역학조사 및 분석 추진체계는 기본적으로 6단계 과정을 통해 수행되며, 간혹 질병의 특성에 따라 맞춤형으로 추진하는 경우도 있다.

(마) 역학조사수행체계



◦ 역학조사 수행체계는 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 가축전염병에 대한 의심축 신고가 접수되면 가축전염병예방법 및 해당 질병의 표준방역지침(SOP)과 해당 질병의 역학조사 매뉴얼에 따라 실시되며, 의심축으로 접수된 해당되는 질병이 관련법과 규정에 따라 현장 역학 조사를 실시할 내용이라고 판단되면 지체 없이 역학조사반이 현장으로 출동하여 단독 또는 합동 역학조사를 실시하고 있다.

◦ 현장 역학조사와 분석과정을 실시간으로 진행하면서 긴급 방역조치 대상에 대한 해당 역학정보를 방역조치기관에 통보하여 역학대상 농장 및 축산관련 시설 등에 대한 이동제한조치 등 적절한 방역조치를 취하도록 역학적 자료를 제공하고 있다.

(바) 조류인플루엔자 발생관련 역학조사 사항(HPAI 역학조사방법 중심으로)

◦ 최근 국내에서 가장 많이 발생한 고병원성조류인플루엔자의 역학조사·분석과정에서 그동안 많은 부분이 보완되고 현행화된 역학조사 항목 및 질문사항에 대한 상세한 내용 포함된 아래의 역학조사서식을 참조하고 있다. 구제역의 경우는 현재 구제역 백신을 접종 중에 있기 때문에 구제역 백신접종사항과 우제류에 대한 사육시설, 사육규모, 연령별 기본적인 백신접종프로그램과 이동사항, 우제류의 입식과 출하에 따른 유통구조망과 환경조건 등이 다소 차이는 있지만 역학조사방식에는 크게 차이를 보이지 않는다.

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병이 발생시 기본적인 역학조사서를 중심으로 KAHIS정보를 이용하여 농가의 위치정보, 축산관련차량의 GPS 정보를 통한 이동사항과 빅데이터와 사회구조망 분석 등을 통한 추가 발생지역을 예측하고 있다.

① 발생장소(농장)에 관한 사항

조사항목	조사내역	세부 조사내역
농장명	-	-
농장주소	-	-
축사관련 사항	발생농장 축사운영	◦축사 형태 및 갯수, 동별 사육현황
	환축 발생장소	◦환축 발생지점 ※ 환축 발생위치가 표시된 농장모식도 첨부
농장경영	계열사	◦농장 관련 계열사 (관련 부화장, 소속 농장 현황, 계열사 제공항목 및 농장 자체 관리 항목 등)
	감수성 동물 관리	◦올인-올아웃 여부 (사육 휴지기간 유무) ◦농장내 동물이동 ◦폐사축 및 가축분뇨 처리 관계 ◦과거 질병 발생 기록 ◦발생축종 외 다른 가금 축종 사육내역 ◦평소 사양관리에 관한 사항 (왕겨살포, 사료 및 음수공급 등, 최근 시설물 고장 등 특이사항)
	비감수성 동물 사육	◦농장내 비감수성 축종동물(개 등) 사육 관련 사항 (가금 폐사체 급여여부 등)
	소독 및 방역관리	◦농장내 소독시설, 농장시설 및 출입자에 대한 방역조치, 방역수칙 준수사항 ◦소독시설 및 소독실시 관련사항 (소독실시기록부 기록사항 점검 등)
	사양관리 물품 공급 및 관리	◦가축사료 ◦질병관리 : 수의사 진료, 동물약품공급, 백신접종 등 ◦ 깔짚 : 왕겨, 톱밥 등 ◦난좌 (또는 알 운반상자) : 구입, 세척·소독, 다른 농장의 난좌와 혼입 가능성 등
	사료첨가제 등 사용	◦사료첨가제, 면역증강제, 미생물제제 등 구입 및 사용관계
농장 및 주변 환경	종축장 특이사항	◦종축장과 동일 구역 내 부화장 및 육용가금 사육농장 운영 내역
	산란계 농장 특이사항	◦농장과 구역 내에 가축분뇨 처리시설의 존재 및 가동내역 (원료 수급 및 제품판매 등)
	인근 가금 사육농장	◦발생농장 인근 가금 사육농장 현황 및 발생농장과의 연관성
	야생조수류 서식관련 환경조건	◦논·밭, 하천 등 관련사항(규모, 거리 등) ◦야생조수류 출현 목격, 흔적발견 등 ◦도로, 마을, 이웃농가와의 물리적 사항 (진입로, 출입문, 담 등 시설물 공유) ◦인근에 위치한 시설물 등 ※ 농장 주변환경을 나타내는 위성사진 첨부

② 발생축에 관한 사항

조사항목	조사내역	세부 조사내역
발생축	발생축 및 발생축군에 관한 사항	◦축군의 종류, 규모, 나이 등을 동별로 상세히 기록
임상증상	임상증상 인지 상황	◦최초 발견시점, 발견자, 처리내역 등) 및 신고경위
	임상증상 경과	◦사육동별 시간 경과에 따른 임상증상 진행 내역을 구체적으로 기록 (증상기술, 발현 개체수 등, 환축의

조사항목	조사내역	세부 조사내역
		나이·성별 등)
감수성 동물	농장외부로 동물이동	<ul style="list-style-type: none"> ◦감수성 동물 입식관련 사항 (입식일, 입식처, 운반자, 입식 상황-운반자, 운반상자 등) <ul style="list-style-type: none"> - 병아리 입식시 : 부화장 관련 사항 (부화장으로 종란 입식농장, 부화장에서 병아리 분양 내역 등), 축사내 입식 방법 - 중추 입식시 : 병아리 사육농장 및 부화장 관련 사항, 하차반, 축사내 입식 방법 ◦도축출하시 : 출하일, 도축장, 운반자, 도축 및 도체유통 가공 관련 사항, 출하전 점검사항(체중 계측 등) <ul style="list-style-type: none"> - 종축 폐기시 : 도체처리 관련사항 ◦생축분양시 : 분양일, 분양농장, 상차반, 운반자, 분양진 및 분양 후 관리사항 등
	농장내 동물이동	<ul style="list-style-type: none"> ◦육용오리 : 분동(분동일, 분동방법 등) ◦종축 : 암·수 합사 및 분리 등
가금 생산물	축산물의 이동	<ul style="list-style-type: none"> ◦종란(종축장), 병아리(부화장), 식란(산란계, 메추리), 가공용 재료(거위알 등) ◦식란 출하시 : 유통 관련사항 (구매자, 집하장 및 판매 관련 사항 등)
	가금 분뇨처리	<ul style="list-style-type: none"> ◦가금분뇨 처리방법 ◦산란계 농장의 경우 농장 구역내에

③ 농장 관계자 및 출입자에 관한 사항

조사항목	조사내역	세부 조사내역
농장주 및 농장 종사자 (내·외국인)	인적사항 및 축산관련 기본 사항	<ul style="list-style-type: none"> ◦인적사항, 가족사항 (농장 출입 관계) ◦축산경력 ◦농장주의 다른 농장 경영여부 및 발생농장과 관련성 ◦거주지 및 출퇴근 관련사항 ◦축산관련분야 활동내역 ◦생활습관, 취미생활 및 야외활동 등 ◦최근 국내·외 여행 (특히 AI 발생국 방문)
외국인 종사자	외국인 종사자 고용내역	<ul style="list-style-type: none"> ◦출입국내역, 전근무지, 입사일 등 ◦동일국적 동포들과 교류 상황
농장 출입차량 및 출입자	농장 운영 차량	<ul style="list-style-type: none"> ◦농장주 및 관계자 출퇴근시 이용차량 ◦농장에서 운영하는 다른 업종의 업무 수행에 이용되는 차량 ◦가족·지인 등 소유차량으로 필요시 농장주가 지속적으로 이용(영업용 차량 포함)
	사양관리 물품 공급	<ul style="list-style-type: none"> ◦가축사료, 깔짚(왕겨 등), 동물약품 등 주기적출입차량 (출입자)
	동물과 접촉하는 출입자	<ul style="list-style-type: none"> ◦수의사, 백신접종팀, 컨설팅 등 동물과 직접 접촉하는 출입자 (방문시 이용 차량) ◦검사 등의 목적으로 채혈을 위한 방문자 (이용차량)
	축사 폐기물 및 가금생산물 처리	<ul style="list-style-type: none"> ◦깔짚 및 축사분뇨 처리 및 외부반출을 위하여 농장을 방문하는 자 (이용 차량)
	기타 방문자	<ul style="list-style-type: none"> ◦농장 및 축사 시설 공사 관계자 ◦유류 공급, 수도·전기 검침, 택배·우편물 배송 등을 위한 농장 방문자 (이용차량) ※ 농장 관계자의 국제우편물(소포) 수령 내역
불특정 다수 차량	<ul style="list-style-type: none"> ◦의도적으로 해당농장에 방문하지 않았으나 농장 내부로 진입했다가 차를 돌려나간 경우 	

조사항목	조사내역	세부 조사내역
		- 농장 인근 방문시 길을 잘못들어 농장 입구에서 회차 - 농장 인근에 물류센터 등 불특정 다수 차량이 방문하는 시설 위치

④ 농장 출입자에 대한 추적조사

조사항목	조사내역	세부 조사내역
발생농장 출입내역	발생농장 출입내역	◦출입일시, 출입목적, 동반자, 이용차량 등 ◦출입자의 감수성가축 사육 여부 및 관련내역 ◦발생농장 출입자가 (또는 다른 사람이 동일차량을 이용하여) 발생농장 출입 전·후에 방문한 감수성 동물 사육농장

⑤ 역학적 관련농장에 대한 추적조사

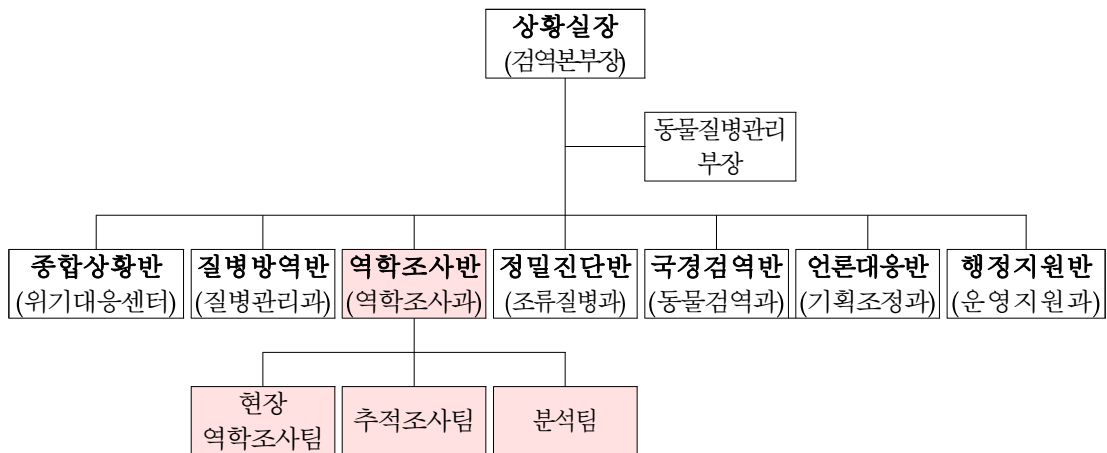
조사대상 농장	조사내역
◦발생농장으로 동물을 분양한 농장 ◦발생농장에서 동물을 입식한 농장 ◦동일한 축주(또는 동거하거나 자주 만나는 가족)이 사양관리하는 농장	역학조사서식의 항목에 대한 조사 (발생농장과 동일)

⑥ 축종·사육형태별 조사 특이사항

축종	사육형태 특이사항	조사내역 특이사항
오리	종오리 (부화장)	◦부화장으로 종란납품내역 ◦부화장과 연관된 종오리·육용오리 농장
	육용오리	◦입식 (부화장) 및 출하 (도축장) 관련 내역
닭	종계 (병아리~중추)	◦발생농장으로부터 중추 분양 내역 (농장, 운반자 등)
	종계 (중추 이상)	◦입식받은 중추를 분양한 원농장 관련 사항
전축종	산란계, 메추리	◦식란판매 및 유통 ◦분뇨처리
	잔반 급여	◦잔반 제공업체, 수거(차량 및 내역), 동일 업체에서 잔반을 제공받은 다른 농장 ◦잔반을 이용한 가금사로 제조과정 (첨가물, 공급처 등)
	재래시장 판매	◦재래시장 상인이 포함된 육용오리, 토종닭 등의 유통내역

(사) 중앙 역학조사반 구성 및 운영체계(재난성 동물질병 발생 시 운영체계)

① AI 역학조사반 구성 및 운영사항(구제역과 동일)



【 농림축산검역본부 조류인플루엔자 방역대책상황실 구성체계도 】

② 농림축산검역본부 중앙역학조사반 구성 및 운영

◦ 농림축산검역본부 중앙역학조사반은 현장역학조사팀, 추적조사팀, 분석팀 등 3개 팀으로 구성하여 운영하고 있다. 중앙역학조사반은 지방역학조사반과 공동으로 현장역학조사 및 추적조사, 분석을 실시하여 신속한 원인규명 및 차단방역을 실시하고 있다. 경우에 따라 민간전문가를 위촉하여 중앙역학조사반으로 운영하고 해당 결과를 중앙역학조사위원회에서 보고하여 자문과 검증 실시한다. 중앙역학조사반이 역학조사과정에서 해당방역기관에 발생농장과 역학적 관련을 가진 출입자 및 농장(시설) 등에 대한 방역조치를 요청한다.

③ 현장역학조사팀 활동내역

◦ 중앙역학조사반의 현장역학조사팀은 구제역, HPAI 의심축 신고농장 및 발생농장에 파견되어 현장 역학조사 실시를 실시하고, 의심축 신고 등 발생단계에서는 전파·확산 방지를 위해 발생농장을 중심으로 역학관련 축산시설 등을 우선적으로 파악하는데 역학조사의 노력을 집중한다. 또한 구제역, HPAI의 발생 진정단계에 들어가면 발생농장에 대한 발생원인·전과경로 등을 정확히 파악하기 위해 추가적인 정밀 역학조사를 실시한다.

(2) 국내 의사결정시스템 체계

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물 질병이 발생 시 우리나라는 기본적인 행정조직체계로 해당 내용이 상부기관으로 보고되고 다시 하부기관으로 지시되는 형태로 질병 발생 시의 지휘체계가 구축되어 있다. 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물 질병이 발생 시 해당 질병의 표준행동지침(SOP)에 따라 행정 조직에 따른 해당기관별 긴급 가축방역상황실을 설치하도록 되어 있다.

◦ 가축전염병예방법에 의거 가축방역조치에 관한 권한이 중앙의 농림부장관으로부터 지자체장인 도지사에게 다시 일선 시장·군수에게로 해당 권한 위임되어 있기 때문에 재난성 동물 질병이 발생 시 긴급 방역조치를 책임지고 가장 먼저 현장에 투입되어서 긴급 방역조치를 수행하고 있다.

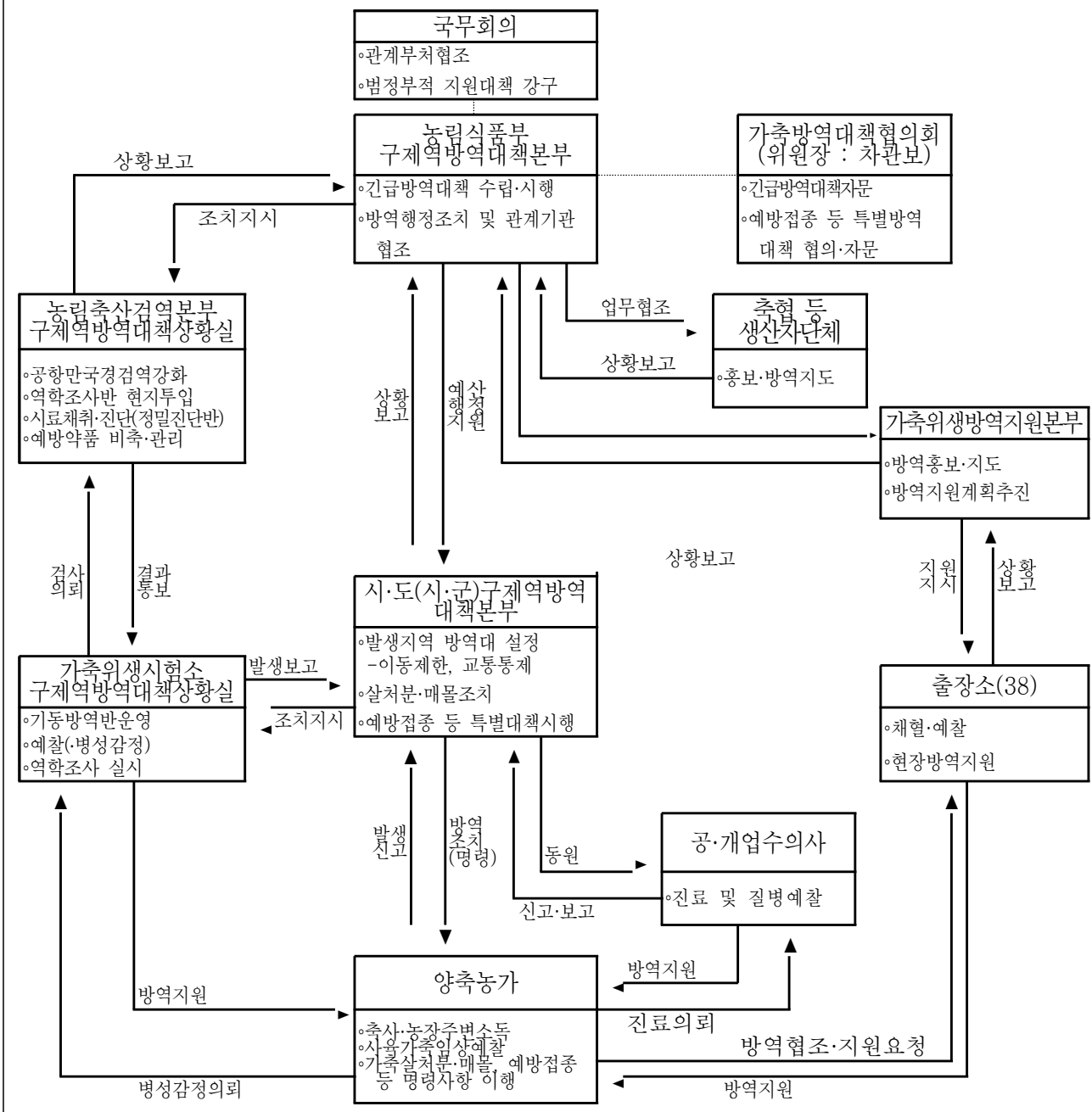
◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 질병이 발생한 농장을 관할하는 일선 시군에서 긴급 가축방역상황실이 해당 SOP에 따라 설치되고 그와 동시에 관할 시도를 비롯한 각 시도와 농림식품부 및 농림축산검역본부 등에서도 마찬가지로 해당 SOP에 따라 긴급 가축방역상황실이 설치된다. 또한 이들 질병이 발생되면 해당 기관의 상황실에서도 마찬가지로 유관기관의 협조를 받도록 되어 있고 직접적인 해당 유관기관의 경우에 상황실이 설치된다.

◦ 해당 질병의 발생 정도에 따라 농림부장관에서 국무총리로 격상되어 전체적인 상황에 대한 위기관리를 하는 형태로 진행된다. 경우에 따라서는 국무총리 대신 또는 지휘체계가 격상되어서 대통령이 해당 상황에 대한 위기관리를 직접 주재하는 경우도 있다.

◦ 농림식품부 상황실이나 행정자치부 국가종합상황실 등에 유관기관에서 파견나온 사람들과 구성되어 상황실이 운영된다. 중앙부터 지방조직까지 해당 SOP에 준해서 설치된 상황실에서 관계법과 SOP 따른 역할이 상부기관과 하부기관간의 해당 역할이 나누어져 있다. 각 상황실별로 보고 및 지시형태로 당일에 추진했던 상황과 익일에 추진하고자 하는 계획들에 대하여 논의가 이루어지고 있고, 논의된 결과와 실시간 보고된 내용들이 실시간 전달되거나 각 기관들이 해당 SOP에 따라 스스로 제각기 맡은 바 역할을 수행하고 있다. 그러나 발생 현장의 여러 상황 조건이 SOP를 적용하기에 우리가 따르거나 맞지 않는 부분도 상당히 있고, 해당 시군의 경우에도 지자체장과 업무 담당자의 잦은 인사이동 등으로 업무를 제대로 파악하지 못하는 사례도 있기 때문에 검역본부에서 방역주재관을 파견시켜 방역기술을 지원하고 있다.

○ 그러나, 관련법과 해당 질병의 SOP에 따라서 일선 시군에서 수행하는 방역조치들이 중앙기관에 실시간 결정된 의사와 반하는 경우가 종종 발생하면서 일선 현장에서 방역에 혼선을 가져오는 경우가 있다. 해당 기관별 지휘관의 업무 스타일에 따라 방역조치에 대한 의사결정시스템이 비과학적으로 이루어지는 경우도 종종 있다. 이러한 문제점들로 인해 초동방역의 실패를 가져오면서 국가적으로 경제적 및 사회적 피해와 더불어 국민보건위생이 크게 위협을 받을 우려가 발생할 수도 있다. 또한 발생 현장에서 신속한 방역조치를 취할 일선 시군에서 관련법이나 SOP에 따라 예측되는 방역조치를 단계별로 추진해 나가는 경우에서 의사결정시스템의 비과학적 판단 등에 의해 나타나는 오류와 방역조치 지연으로 인해 초동방역의 실패를 가져오게 하는 누를 범할 수도 있다. 아래와 같이 현재 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병 발생 시 국가 방역조직상 행동체계도인 동시에 의사결정시스템이라 할 수 있다.

【 가축방역 의사결정시스템(보고 ↔ 지시)】



나. 역학조사·분석시스템 및 의사결정시스템의 기반조성 연구

1) 역학조사·분석시스템 기반 조성

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물 질병이 그 동안 수차례 발생하는 과정에서 나타난 각종 문제점에 대한 개선대책을 마련하는 과정에서 역학조사·분석 방법을 더욱 과학화하고 체계적으로 수행하기 위한 기반 조성과 실효적으로 이용할 수 있는 다양한 연구과제를 수행해 왔다.

◦ 국가 동물질병 통합방역시스템(KAHIS) 상에서 축산농장 및 축산시설 등에 대한 위치 및 지형정보를 신속히 파악할 수 있는 지리정보시스템(GIS) 정보와 축산관련차량들의 이동정보를 파악할 수 있는 인공위성항법장치(GPS)를 통한 정보 등이 연계된 빅데이터 분석 및 사회구조망(SNS) 분석을 비롯한 구제역 및 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병의 전파·확산 모델 개발 등 다양한 역학조사·분석기법을 개발하고 있다. 또한 계속적으로 최신형 역학조사·분석 기법들을 개발하기 위해서 해외사례들을 수집하거나, 그와 관련된 최신 과학기술들을 도입하고 해외 역학조사·분석 전문가들과의 인적 네트워크를 구축하고 국내외 역학조사·분석관련 국제학술대회 등에 참가 또는 개최하거나 기술교류를 실시하고 있다.

◦ 최근 주변국과의 역학적 정보를 교류해 나가고 있고, 국내에서 매년 개최하는 국제수의역학학술대회를 통해 아시아를 넘어서 타 대륙의 전문가들과의 각종 동물질병 발생 정보와 역학관련 정보 및 기술을 교류하고 있다. 이런 과정속에서 국내외 각 기관 등에서 활용되고 있거나 개발하고 있는 역학조사·분석시스템 관련 사례들을 수집하여 상호 비교 분석 해나간다면 국내 역학조사·분석과정에서 많은 부분에서의 오차들을 최소화 시킬 수 있다. 특히 최근 세계동물보건기구(OIE)의 표준역학연구소인 뉴질랜드 메시대학의 Epi-Center와 뉴질랜드 정부 등 양국의 수의역학기술 향상관련 역학정보와 인적자원 등에 대하여 상호교류를 촉진하고 있다.

◦ 우리나라는 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물 전염병 발생 시 중앙역학조사반이 직접 전국의 모두 동물 질병의 발생 현장을 출동하여 역학 조사를 수행하는 현행의 방법들은 많은 문제점을 안고 있다. 특정질병이 한두 곳 정도로 최소화 발생 시에는 가능한 방법일지는 모르겠지만 최근 국내에서 발생한 재난성 동물 질병의 경우는 전국적인 발생 양상을 띠고 있어 개선대책 마련이 필요하다.

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병의 역학조사·분석과정에서는 시도 동물위생시험소의 지방역학조사반보다는 중앙역학조사반이 역학조사·분석관련 전문성은 더 갖고 있을 수는 있지만, 특정 질병의 발생 현장을 직접 관찰하는 시도 동물위생시험소의 지방역학조사반의 경우는 해당 질병의 발생 농장과 인근 지역에 대해서 중앙역학조사반보다 더 잘 알고 있고, 또한 지역 내 수의·축산관련 인적·물적자원의 이동상황과 상호 연계성 및 인과관계 등과 지형 등을 누구보다 잘 알고 있다. 중앙역학조사반의 경우는 원거리 이동에 따른 신속한 역학조사의 어려움이 있고, 또한 발생지역에서 비발생지역으로 이동하는 과정에서 오염원을 전파시킬 우려도 있다.

◦ 중앙역학조사반이 전국의 질병 발생 농장과 역학관련대상을 모두 조사를 해야 하기 때문에 역학조사·분석 업무에 대한 사전 교육훈련이 제대로 되어 있지 않은 검역업무 등에 종사하는 인력을 단기간 차출하기 때문에 차출되는 인력의 역학조사·분석의 전문성 부족과 방역의식 미흡 등 2차적인 문제가 발생할 우려가 있다. 또한 차출되는 인력들이 대부분 미경험자들로서 역학조사의 유경험자와 비경험자간 한조를 이루어 발생 현장으로 긴급 출동을 시키고 있지만, 유경험자라 할지라도 숙련되어 있지 않고 인력 부족에 따른 전문성 저하를 크게 초래하고 있다. 차출 인력들의 단기간 차출이지만 해당기간이 끝나고 복귀할 날만을 기다리고 있고, 전담 업무부서의 인력이 아니기 때문에 책임성 또한 결여되어 있는 경우가 많다.

◦ 시도동물위생협회의 지방역학조사반의 경우에도 지역 사정을 잘 아는 경력자가 업무를 수행하는 경우도 있지만 일부 지방역학조사반의 경우는 신규자나 미경험자를 출동시키는 경우가 많아 마찬가지로 전문성 저하를 초래되고 있다. 또한 시도 동물위생시험소에 아직도 역학조사·분석을 전담하는 부서가 신설되지 않은 곳이 많고, 최근 일부 신설된 곳도 아직 충분한 역할을 하기에는 전문성 부족이 많은 것도 현실이다.

◦ 우리나라의 수의분야에서 역학조사과가 신설된 배경은 소 부루셀라병 백신접종사건 관련 역학조사과정과 2000년 66년만에 발생한 구제역 역학조사·분석과정에서 해외 구제역 역학조사분석 전문가들의 초청하여 역학관련 자문을 받는 과정에서와 2001년 만성사슴소모성증후군(CWD) 발생과 더불어 이들 질병의 역학조사·분석과정에서와 돼지열병의 청정화과정에서 우리나라에서의 역학조사과 신설의 필요성이 제기되어, 2002년 2월 1일 정부 조직내에 처음으로 신설되었다.

◦ 국내 역학조사과의 신설이후 15년 여년 기간 동안 구제역, 고병원성조류인플루엔자, 돼지열병, 만성사슴소모성질병, 신종플루, 꿀벌질병 등 다양한 축종과 질병에 대한 역학조사·분석 업무를 수행해 나가면서 역학조사·분석 기법을 개발과 경험과정에서 기술을 축적 해왔다. 이 처럼 역학조사과 신설이후 잦은 재난성 동물질병의 발생으로 인해 단기간에 국내 역학조사·분석기법은 다양한 질병을 경험하면서 진일보 해 나갔다. 또한 해외 역학조사·분석 기법과 국내 최신 IT 기술을 접목시켜 역학관련 분야에 도입하게 되면서 상당부분은 역학조사 선진국 수준까지 발전해 왔다.

◦ 그러나 현행 관련법상 2개 이상의 시도의 질병이 발생 시나 농림식품부 장관이 지시 등에 의해 출동하게 되어 있었지만, 아직도 중앙역학조사반이 활동하는 이 기간 동안에 시도동물위생시험소내 역학조사 전담부서가 신설되지 않아, 국내 모든 역학조사를 중앙역학조사반이 수행하게 되었고, 이러한 관례가 지속되어 오다보니 여전히 전국의 질병 발생 현장조사부터 모든 역학조사·분석을 중앙역학조사반이 직접 수행하는 후진국형 역학조사·분석의 형태를 벗어나지 못하고 있다.

◦ 대부분의 역학조사·분석에 관한 선진국의 운영형태를 보면, 가축방역의 수의조직이 지방조직없이 중앙조직으로만 구성되어 있는 형태로 되어 있거나 아니면 지방조직으로 분산되어 있는 경우로 되어 있지만 수행하는 일에서는 중앙조직 소속이나 지방조직 소속의 구분없이 신속한 역학조사를 수행하기 위해 사무실이 지방 위치해 있는 가장 가까운 조직을 이용하고 있다는 점이다.

◦ 일반적으로 해외 사례는 중앙수의방역조직의 소속이면서 지방에 주재하고 있는 국가공무원이 신고를 받고 역학조사반이 출동해야 할 사안인지 아닌지를 일단 판단한 후 즉시 출동할 내용이라면 신속히 발생 현장으로 출동하여 역학조사에 임하고 있다. 이들 역학조사반이 출동을 하게 되면 동 지역에 질병 발생 시 긴급 역학조사반으로 투입된다. 또한 사전에 역학조사반으로 위촉된 관할지역의 민간전문수의사를 출동 시 마찬가지로 동원하여 합동역학조사를 수행한 결과를 실시간 중앙역학조사반으로 통보하는 체계로 되어 있다. 그리고 통보된 현장의 역학조사결과를 토대로 하여 중앙역학조사반이 종합적으로 분석된 것이 상황회의에 상정되어 토의를 거쳐서 최종 결정된 사안을 현장으로 다시 전달하는 체계로 구축되어 있다. 그러나, 현장으로부터 보고되는 역학조사결과들이 미흡하거나 중대성에 따라 중앙역학조사반이 직접 투입되어져 단독 또는 합동으로 역학조사를 수행하는 체계로 운영되고 있다.

2) 의사결정시스템 기반 조성

◦ 구제역, 고병원성조류인플루엔 등 재난성 동물전염병이 발생될 때마다 가축전염병예방법과 해당 질병의 표준행동지침(SOP)에 따라 수행되는 각종 방역조치들이 현장 상황과 해당 축산단체 등과

주민들의 의견 등과 중앙정부 및 지방정부들의 입장에 따라 발생 농장에 나가 있는 중앙 및 지방정부의 실무 방역조치 담당자들은 관계법에 따라 예견된 방역조치를 단계별 준비해 나가는 중에 현장과 관계법에 따른 예견된 과정과 다르게 실시간 변화되는 방역상황으로 인해 해당 농가 및 인근 주민들에 대해서 예견된 내용들을 전달하면서 설득한 것들이 무용지물되면서 열심히 설득하고 준비해 온 일선 현장의 방역담당자들이 분통을 터뜨리는 경우가 종종 발생하고, 해당 방역조치에 대한 공과 실에서 고스란히 현장으로는 실무진의 과실 부분만을 전가하는 형태를 보이는 경우도 종종 있다.

- 중앙가축방역기관의 경우에도 지휘관의 전문성과 경험과 의지에 따라 일선으로 전달되는 방역조치 내용들이 크게 두가지 형태로 전달되는데, 하나는 일선 방역현장의 의견을 충분히 수렴한 후 중앙정부의 의견이 전달되거나, 또 하나는 완전히 일선 방역현장의 의견을 무시한 채 정부의 의견만을 그대로 전달만 하는 형태를 띄는 경우가 있다. ‘같은 값이면 다홍치마’, ‘같은 말이라도 전달하는 의미에 따라 천냥 빚을 갚는다’는 말이 있듯이 현장과 소통하는 방역조치에 관한 전달 방식은 수행하는 입장에서도 능동적인 방역조치에 임하게 됨으로서 초동방역에서 성공을 가져오고, 일방적 불통의 방역조치 전달 방식은 수동적인 방역조치를 가져와 결국은 초동방역의 실패 가져오고, 이러한 과정에서 혹시 인권 침해 사례가 발생하면 향후 방역조치를 더욱 어렵게 만들고 민원 소요의 단초를 제공하기도 한다.

- 가축방역에 관한 의사결정시스템은 매우 과학적이고 전문성 및 경험성을 가지고 정확성과 신속성이 요구되는 의사결정시스템이 요구된다. 일반적으로 우리나라 행정조직상 일선 조직은 시·군과 읍·면 단위로 구성되어 중앙정부의 의견이 전달되는 체계로 운영되고 있다. 이러한 체계 속에서 산불이나 수해 및 지진 등 재난 상황이 발생 시 가장 먼저 출동을 하는 일선 읍·면의 단위에서는 그동안의 경험에 의존하여 산불이 수해 등에 신속히 대응하고 있지만, 이러한 모든 것들은 대응팀의 눈에 가시적으로 보이는 것이기 때문에 스스로의 자기 방어를 하면서 접근할 수도 있고, 접근 후 사후조치를 취하는 수순을 밟고 있다.

- 그러나, 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물전염병은 대응하는 대상는 해당 병원체가 가시적으로 눈에 보이지 않기 때문에 서부른 대응은 또다른 원인 제공자로서의 역할을 하게 되고 인근 전파 또는 원거리 전파의 매개체 역할을 한다. 또한 인수공통전염병의 경우는 대응 당사자가 감염을 받을 수 있기 때문에 질병 예방 및 방역에 대한 전문성을 갖지 못하면 본인의 감염 외에도 타인에게 병원체를 전파시킬 수 있고, 감염되거나 최악으로는 사망에 이를 수가 있게 때문에 반드시 재난성 동물질병 및 인수공통전염병에 동원되는 대응팀에 대해서는 질병 예방 및 방역에 전문성을 가진 사람의 지휘하에 생물학전을 취급한다는 개념으로 접근해야 한다.

- 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병 및 인수공통전염병이 발생 시의 의사결정 시스템은 해당 질병에 대한 전문가의 분석결과와 일선 현장의 방역조치팀 등과의 의견이 소통된 것과 발생농장 및 인근지역과 역학관련대상자 들에 대한 위치정보 등에 대한 지리정보시스템(GIS), 해당질병의 SOP 및 전파·확산 모델링 결과와 KAHIS 상 차량정보 등 빅데이터 자료 등을 활용하여 종합적인 역학조사·분석결과를 도출한 것을 바탕으로 전문가의 의견이 내려지는 의사결정시스템 도입이 필요하다. 최종적인 전문성과 과학적인 결과를 가지고, 그동안의 방역상 경험과 정부의 입장 등을 고려하여 최종적으로 지휘계통에서 결정된 의견이 내려지는 체계로 구축되어져 한다.

- 매번 질병 발생시마다 관계법이나 해당 질병의 SOP 개정을 통해 계속 수정·보완되고 있으나, 일선 현장인 시군에서 실제 질병 발생 시는 최종 의사결정 이전에 ‘선조치 후보고’가 될 수 있도록 이들 관계법과 해당 SOP에 따라 수행할 수 있는 예측되는 방역조치 관련 시스템이 필요하다. 예를 들어

버스를 타려고 기다리는 사람도 차가 오면 예견대로 자기 차례가 오면 차에 올라탈 수가 있다는 것을 알고 있고, 또한 여러 개 화장실을 두고 한 줄로 서서 기다리는 사람들은 그 다음 순으로 먼저 기다린 사람에 당연히 수순이 돌아온다 걸 알고 뒷줄에서 참고 기다리게 되는 것이다. 만약 이들 보다 새치기 하는 사람들에게 먼저 기회가 계속 부여될 경우는 질서도 무너지고 기다릴 때 오는 예측 결과를 기대하는 예측시스템은 사라지게 될 것이다.

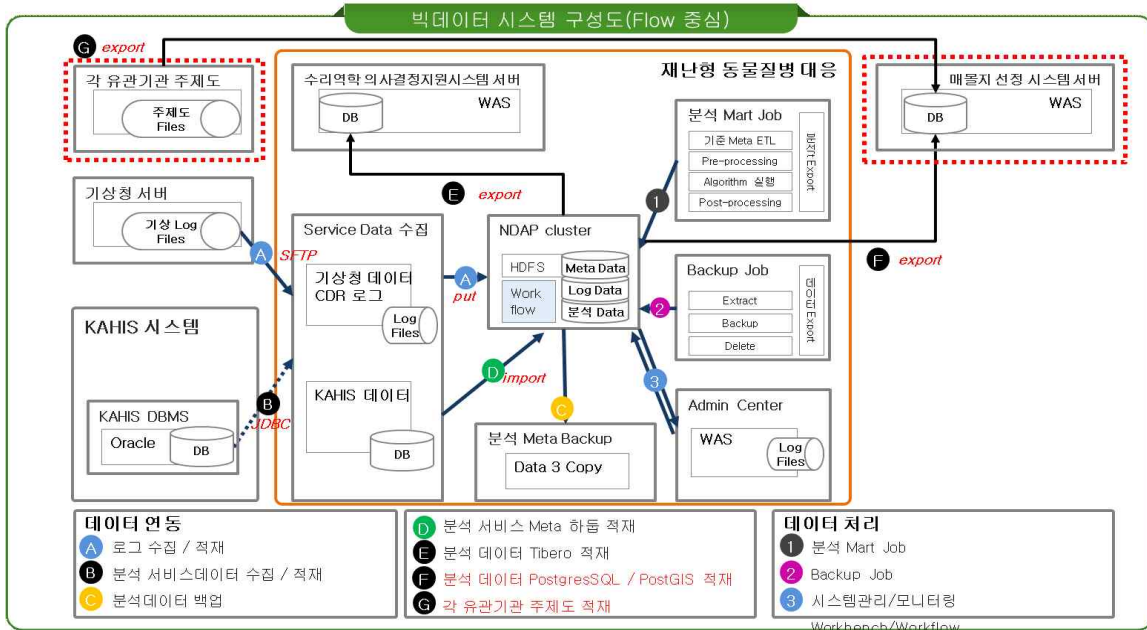
◦ 따라서, 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병에 대한 의사결정시스템은 지속적으로 과학적이고 전문성을 갖고 신속성과 정확성을 갖는 통합형 의사결정시스템이 구축되기 위해서 다양한 분야에서 적용되고 있는 각종 기법들의 개발하고, 그동안 국내 재난성 동물질병 발생 시 마다 이루어졌던 방역조치 등에 관한 의사결정시스템상에서의 문제점을 도출하여 우리나라의 방역행정조직과 접목된 통합형이면서 맞춤형 의사결정시스템을 구축하기 위한 추가적인 연구가 요구된다.

(5) KAHIS와의 연계 및 현행화를 위한 제안서 작성

가. KAHIS와의 연계 시스템 구축

◦ ‘가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발’ 연구과제를 수행하기 위해 공동연구팀으로 참여한 기관 중에서 농림축산검역본부의 국가동물방역통합시스템(KAHIS)에 대한 시설개선 및 보완 등 시스템 관리 주체기관인 (주) 이지팜과 공동연구를 수행하면서, 본 연구에서 개발 중인 현장용 ‘역학조사지원시스템’ 스마트폰 웹과 ‘매몰지 선정 시스템’을 현재 농림축산검역본부의 빅데이터 시스템 구성도(Flow 중심)처럼 아래 그림처럼 KAHIS DB에서 데이터 마트로 데이터를 수집하고 적재하여 각 유관기관 주제도를 수집하여 적재시켜 연동시키는 방법으로 운영하고자 하며, 운영하는 과정에서 실시간 도출되는 장단점을 수시로 개선이 가능하고 실효적으로 운영될 수 있도록 현행화 추진 방안을 모색하고자 한다. 그리고, KAHIS와 연동시켜 원활하게 운영하기 위해서는 본 연구 결과에 대하여 제도화를 추진하고자 한다.

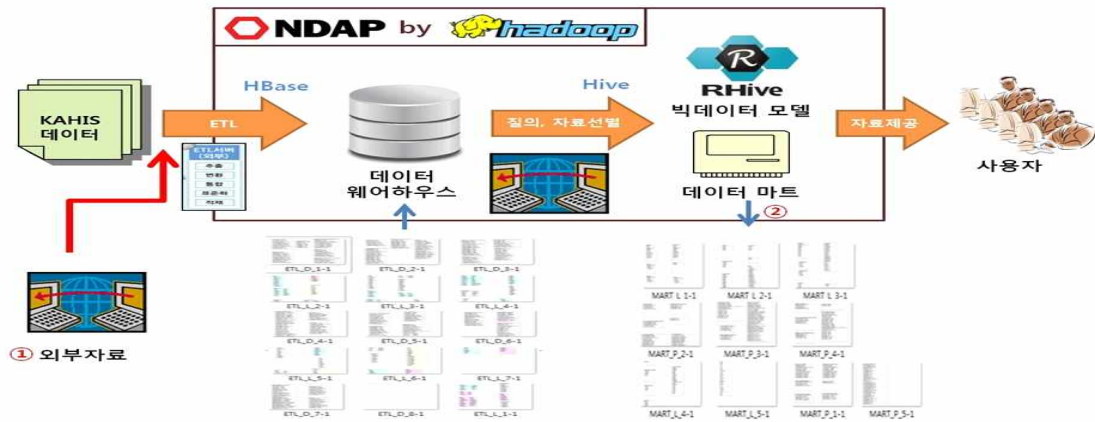
【 빅데이터 시스템 구성도상 KAHIS 연동시스템 】



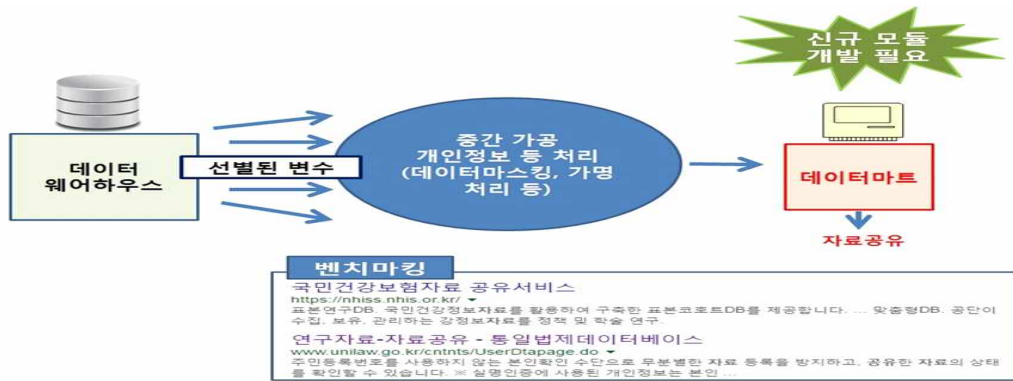
【 검역본부의 빅데이터 시스템 이해도 】

◦ 기본적으로 운영 중인 KAHIS 에 새로운 시스템인 역학조사분석지원시스템과 살처분 매몰지 선정 및 관리 지원시스템을 직접 탑재할 경우에는 기존의 KAHIS를 운영하는 데 무리가 따르면서 원활한 운용이 어려워질 수 있다. 최근 농림축산검역본부와 KT 와 공동으로 개발한 역학조사분석예측시스템의 하나의 모델을 기존의 KAHIS와 연동시키는 과정에서 어려움이 발생하여 서로 필요시 자료를 공유할 수 있고, KAHIS에 무리가 발생 하지 않는 방식을 고심하다가 KT가 데이터마트 시스템을 제공하여 필요시 상호 자료를 추출하여 공유하는 시스템을 구축함으로써 문제가 해결된 바가 있다.

◦ 따라서, 개발된 본 연구에서 개발된 역학조사분석 지원시스템과 매몰지 선정과 사후관리시스템을 마찬가지로 데이터 마트에 연결함으로써 KAHIS에 자동적으로 연동되어져 상호 자료를 공유할 수 있는 시스템으로 그림과 같이 구축하여 운영하고자 한다.



【 검역본부의 데이터 공유 시스템 이해도 】



나. KAHIS와의 연동된 시스템의 현행화 추진

- 데이터 마트로서 KAHIS와 연동된 역학조사·분석지원 시스템과 살처분 매몰지 선정 및 사후관리 지원시스템을 중앙 및 지방 역학조사반과 시·군 방역담당들이 실시간 사용하는 과정에서 나타나는 문제점과 그들이 요구하는 개선사항을 적극적으로 반영하여 수정·보완하면서 현행화가 가능한 시스템으로 구축하고자 한다.
- 또한 사무실 등에서만 가능한 시스템이 아닌 실시간 어디서나 편리하고 간편히 휴대하면서 KAHIS내 각종 자료를 활용할 수 있는 유비쿼터스(Ubiquitous)를 스마트폰 웹상에서 구현하여 역학조사반이 현장에서 신속 정확하게 과학적인 자료를 받아 보면서 역학조사 내용들을 실시간 새롭게 입력할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다. 또한 마찬가지로 시·군 방역담당자들도 실시간 사무실이나 살처분 현장에서 스마트폰의 웹상으로도 구현된 살처분 매몰지 선정 및 사후관리 지원시스템을 이용하여, 살처분 매몰지에 매몰지 선정과 사후관리에 있어 보다 나은 살처분 매몰지를 선정함으로써 매몰지의 수질과 토양 등 환경오염방지와 민원도 최소화 할 수 있는 과학적인 매몰지 선정기준으로 적용함으로써, 올바른 매몰지를 선택하게 하고 사후 매몰지 관리에서도 크게 문제점이 발생되지 않도록 하는 최적의 조건을 신속 정확하게 편리하게 찾아서 능동적인 방역조치를 수행할 수 있도록 적극 지원 한다.

다. 제도화 추진을 위한 정책 건의 추진

- '가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발' 연구 과정에서 개발된 역학조사분석 지원시스템과 폐사축 매몰지 선정 및 사후관리지원시스템 관련하여 해당 기관 및담당자들이 손쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 각 세부과제 또는 협동과제별로 나온

결과들 제도적으로 지원할 수 있는 부분을 모색 하고자 한다.

- 본 연구과정에서 나타난 각종 문제점 들을 도출하여 제도적으로 개선해야 할 내용들은 적극적으로 관계 법령이나 SOP 등을 개선하도록 별도로 정책 건의를 추진하고자 하며, 동 연구과제 관련하여 해당 업무를 개선 발전시키기 위해 그 동안 연구를 수행하는 과정에서나 연구과제가 종료된 이후라도 해당 업무의 개선과 발전에 도움이 될 수 있는 것들은 실시간 제도 개선을 추진함과 동시에 항구적으로 추진해야 할 것들은 정책연구 등으로 추진하고자 한다.

[제1협동] 이지팜

(1) 역학조사 및 역학조사 분석 선진 사례 분석

(가) 사례

① 해외 역학조사서 분석

㉠ 미국

- 구제역 역학조사서 분석

A. 기본정보

- 1) 농가 축종
- 2) 농가 형태
- 3) 농가 주변 야생동물 관찰여부
- 4) 농가 주변 야생동물 관찰여부
- 5) 본 농가 이외에 다른 농가 소유여부
- 6) 인근에 감수성 구제역 감수성 동물이 있는 타 농가 여부

B. 농가 가축동향

축종	1년 이상 수컷	1년 이상 암컷	1년 이하
돼지			
양/염소			
소			
기타			

그 외 구제역 비감수성 동물여부

C. 농장 내 이동 추적 정보(Trace Back Information)

최근 한 달 이내 아래 항목 중 농장 외부로부터 농장 내로 이동이 있던 사항에 관한 질문.

가. 감수성 동물 이동여부

- 1) 종류
- 2) 규모

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log) 을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

나. 우유 및 낙농제품 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

다. 사료차량 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

라. 깔개(bedding)관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

마. 축분관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

바. 발굽관리관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

사. 폐사축처리관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

차량기사가 농장내에서 차량 밖으로 나왔는가? 만약, 그렇다면

1) 해당 기사가 방문한 지역은 어디인가?

2) 해당 기사는 방역복과 장화를 농장으로부터 제공받았는가?

아. 회사 관련 수의사 및 기술지원가 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

자. 개인 수의사 및 컨설턴트 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

차. 설비기사(가스, 상하수도 및 해충관리 등) 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

카. 소비자/바이어/중개상인 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

타. 타 생산자 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

파. 일반방문(친척/이웃 등) 여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

D. 농장 외 이동 추적정보(Trace Forward Information)

최근 한 달 이내 아래 항목 중 농장 내로부터 농장 외부로 이동이 있던 사항에 관한 질문

가. 감수성 동물 이동여부

- 1) 종류
- 2) 규모

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

나. 우유 및 낙농제품 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

다. 사료차량 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

라. 깔개(bedding)관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

마. 축분관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

바. 발굽관리관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

사. 폐사축처리관련 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

차량기사가 농장내에서 차량 밖으로 나왔는가? 만약, 그렇다면

- 1) 해당 기사가 방문한 지역은 어디인가?
- 2) 해당 기사는 방역복과 장화를 농장으로부터 제공받았는가?

아. 회사 관련 수의사 및 기술지원가 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

자. 개인 수의사 및 컨설턴트 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

차. 설비기사(가스, 상하수도 및 해충관리 등) 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

카. 소비자/바이어/중개상인 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

타. 타 생산자 이동여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

파. 일반방문(친척/이웃 등) 여부

이동처/날짜	트럭과 장비 출입 전소독 여부	트럭과 장비 반출 시소독 여부	개별 가축 출입구역 여부	동물 이동 전 구제역 검사 여부	방문지역(visitor log)을 통한 이동 여부
	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오	예/아니오

E. 차단방역 및 농장근로자 위험요인 정보

- 1) 최근 한 달 이내 응답자의 업무 중 구제역 감수성 동물이 존재하는 타 농가 관련 업무 존재여부. 혹은 타 농가, 낙농가, 도축장, 육가공장, 사료시설 등을 방문한 사람과 관계된 업무 존재여부. 만약 존재한다면 어떤 시설이었는지 기술하십시오
- 2) 농장 근로자 중 타 농장, 낙농가, 도축장, 육가공장, 사료시설 등에 근무하는 사람과의 동거여부
- 3) 최근 한 달 이내 신규 채용여부. 만약 채용하였다면 신규채용자의 타 농장 근무여부. 신규 채용자의 이전 근무지
- 4) 최근 한 달 이내 농장 근로자의 도축장 및 렌더링 시설 방문여부. 만약 방문하였다면 어떤 시설인지 기술하십시오. 방문 전후 차량소독여부. 방문 전후 환복여부. 방문 전후 신발 교체 여부 혹은 방문 시 지정 신발 착용여부

F. 차단방역 위험 요인

- 1) 최근 한 달 이내 농장 내에서 야생 반추류 목격여부
- 2) 최근 한 달 이내 농장 내에서 설치류, 개, 고양이 목격여부
- 3) 농장의 사체처리 방법(렌더링, 매장, 퇴비화, 소각, 기타)
- 4) 농장 내 가축의 타 농장 반출여부
- 5) 차단방역규정(biosecurity audit) 준수여부

◦ 모든 조사가 이루어지면 역학조사관은 해당 농장 입구에 역학조사중이라는 표지판을 설치한 후 사람, 차량, 도구 등의 농장출입을 금지한다(Foot-and-mouth disease response plan, the red book, United States Department of Agriculture)

Appendix G
Epidemiological Investigation Questionnaire

This appendix contains a sample epidemiological questionnaire that could be incorporated in the event of a FMD outbreak.

A. General Information

1. Do you have a permit? _____
2. Type of permit: _____
3. How do animals from all animals on the premises? _____
 Yes No Sometimes
4. Are there any other animals on the premises? _____
 Yes No Sometimes
5. Do you have a biosecurity plan? _____
 Yes No
6. Are there any other animals on the premises? _____
 Yes No

B. Animal Population on Premises

Species	Males + 1 year	Females + 1 year	+ 1 year
Cattle			
Sheep/Goats			
Pigs			
Other susceptible species			

C. Trace-Back Information: In the last 30 days, did the following movements take the "movement"? Please provide as much accuracy information as possible for each unique source.

1. Feedstuffs Yes No Follow No

2. Bedding or supplements Yes No Follow No

3. Equipment Yes No Follow No

그림 3-3-1-1. 미국 구제역 역학조사 설문서

- 조류인플루엔자 역학조사서 분석

A. 기본정보

1) 농가 축종

양계장명, 주소, 농장ID, 등록번호

B. 인적사항

소유주 및 근로자 인적사항(연락처)

C. 양계장 상세정보

- 1) 가금종류(육계, 산란계, 칠면조 등)
- 2) 생산형태(육류, 달걀, 번식 등)
- 3) 연령(단일, 다양)
- 4) 성별(암컷, 수컷, 모두)
- 5) 양계규모
- 6) 시설형태(산란, 육성, 교배 등)

- 7) 산란과 육성을 동시에 하는 경우, 동일 계사 내 산란 및 육성여부
- 8) 계사 수 및 규모
- 9) 계사 환기형태(커튼, 자연, 슬라이드 등)
- 10) 냉패드(cool cell pads) 사용여부 및 사용 시 용수 공급원
- 11) 인근 수원과의 거리
- 12) 수원 종류(연못, 호수, 개천, 강 등)
- 13) 양계장 내 타 동물(소, 말, 양, 염소, 돼지, 개, 고양이 등)여부
- 14) 양계장 용수 공급원(상수도, 지하수, 표층수 등)
- 15) 양계장 용수 전처리 여부

D. 양계장 차단방역

- 1) 양계장 내 거주시설 여부
- 2) 양계장 및 거주시설 진입로 공유여부
- 3) ‘접근금지’ 등과 같은 팻말 비치여부
- 4) 양계장 입구 게이트 설치여부
- 5) 입구 게이트 시건여부
- 6) 양계장 둘레 펜스여부
- 7) 양계장 내 제초작업 빈도
- 8) 양계장 내 각종 시설 위생수준
- 9) 차량소독시설여부
- 10) 근로자 및 방문자를 위한 독립된 주차시설여부
- 11) 근로자용 환복시설여부
- 12) 근로자 시설 출입 시 의복세척여부
- 13) 계사 내 근로자 고무작업화 착화여부
- 14) 계사 출입문 시건여부
- 15) 신발소독조 구비여부
- 16) 신발건조기 구비여부
- 17) 신발소독조 액상소독제 사용여부
- 18) 신발소독조 소독제 교체주기
- 19) 계사 내 입구지역(entry area)여부
- 20) 해충 및 야생동물 방역사항
 - a. 설치류 미끼설치여부
 - b. 설치류 미끼 교체주기
 - c. 파리 방역여부
 - d. 주거지역 조류방역
 - e. 야생조류 관찰여부(횟수 및 종류)
 - f. 야생동물(너구리, 여우 등) 관찰여부(횟수 및 종류)
 - g. 야생칠면조, 야생비둘기, 야생메추라기 관찰여부(횟수 및 종류)
- 21) 차단방역에 대한 평가여부
- 22) 과거 조류인플루엔자 감염여부

E. 양계장 근로자

- 1) 근로자 수
- 2) 양계장 내 거주 근로자 수
- 3) 근로자의 모든 시설 접근 허용여부
- 4) 근로자 공통 휴식시간여부
- 5) 외부 가금 관련 시설 근로자 파견여부
- 6) 근로자 대상 차단방역교육 빈도
- 7) 외부 과금 관련 시설 근로자의 가족 고용여부
- 8) 근로자 휴가 및 공휴일 시 파트타임 근무자 채용여부
- 9) 근로자의 백야드 접근금지여부

F. 양계장 설비기기

- 1) 전용차량 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 2) 전용사료차량 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 3) 전용게이트 사용여부(미사용시 공동사용처 기술)
- 4) 전용잔디관리사 채용여부(미비시 공동관리처 기술)
- 5) 전용로더(live haul loader) 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 6) 전용계사이동차량 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 7) 전용프리로더(pre-loaders) 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 8) 전용고압분무기 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 9) 전용불도저(skid-steer loaders) 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 10) 전용트랙터(tillers) 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 11) 전용트럭 구비여부(미비시 공동사용처 기술)
- 12) 기타 전용장비 구비여부(미비시 공동사용처 기술)

G. 깔개 방역

- 1) 깔개 형태
- 2) 공급처
- 3) 깔개보관소(litter shed) 설치여부
- 4) 부분 클린아웃(cleanout) 실시여부
- 5) 클린아웃 빈도 및 최근 시행 날짜
- 6) 클린아웃 시행주체(근로자 혹은 계약자)
- 7) 양계장 내 깔개처리여부

H. 사체처리

- 1) 일별 폐사율
- 2) 일별 사체처리 방식
 - a. 양계장 내부 처리: 저장고/소각/퇴비/기타
 - b. 양계장 외부 처리: 매장/랜더링/기타

- c. 양계장 외부 처리주체: 근로자/기타
- d. 저장고 이용시 매일 봉토작업여부
- 3) 사체처리 계약업체 이름
- 4) 사체처리 주기
- 5) 사체용기 밀폐여부

I. 양계장 방문자

- 1) 일별 방문자수
- 2) 방명록 구비여부
- 3) 방문자를 위한 의복 제공여부
- 4) 계군 관련 근로자 근무사항 기록여부
 - a. 계군관리
 - b. 백신접종
 - c. 이동관리
 - d. 출하관리
 - e. 출하차량
 - f. 랜더링
 - g. 깔개관리
 - h. 클린아웃
 - i. 기기사용
 - j. 사료운반
- 5) 계군 이동 후 계사 단속여부
- 6) 사료 밀폐여부

J. 야생조류

- 1) 야생조류 출현여부
- 2) 년중 지속적 출현여부
- 3) 조류 출현 시 주기여부
- 4) 조류 출현 시 양계장과의 관계
 - a. 근방 서식지이나 양계시설에서 멀리 떨어져 있음
 - b. 양계장 내 출현하나 계사 내에서는 관찰되지 않음
 - c. 양계장 내 계사 내에 출현

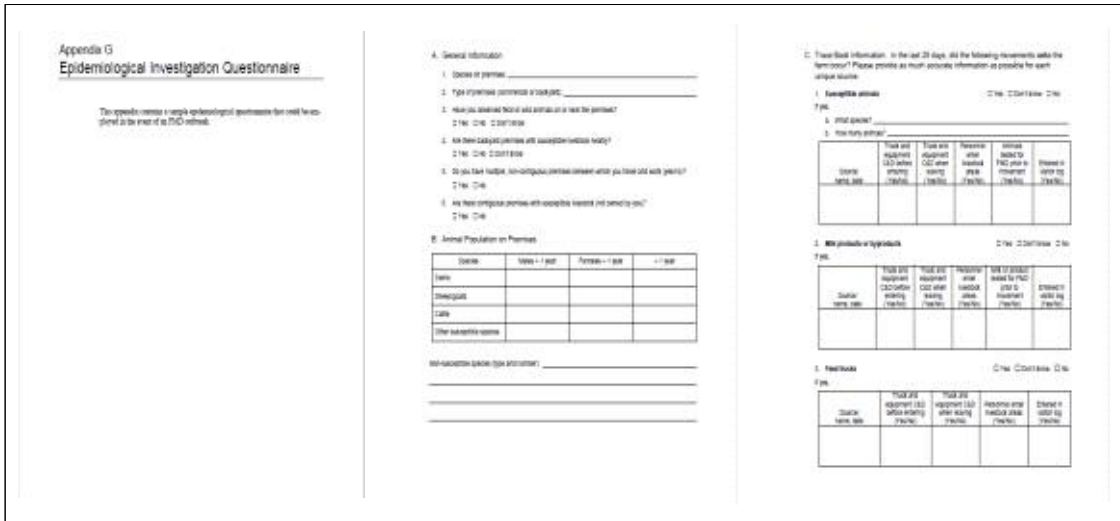


그림 3-3-1-2. 미국 조류인플루엔자 역학조사 설문서

㉠ 일본

○ 일본의 경우 가축전염병 역학조사 내용을 구제역의 예를 통해 살펴보면 다음과 같다. 역학조사의 형태는 크게 수동과 능동으로 나뉘며, 수동조사(passive surveillance)의 경우 기본 농장정보(농장소유주, 지리정보, 농장형태 및 크기) 이외에도 구제역 진단기관명, 구제역 검사절차, 구제역 감별진단 절차, 임상증상관찰 책임자(예를 들어, 농장주, 농장관리인, 의사 등), 구제역 신고지역 및 미신고시 처벌규정 공지, 구제역 신고기관명, 구제역 피해보상 지침, 구제역 신고횟수 등이 포함된다. 능동조사(active surveillance)의 경우 수동조사에서 조사하는 항목 이외에도 보다 자세한 표본추출방식(대상집단, 마리수, 추출방법, 시기와 횟수, 표본추출 담당자)과 지난 2년 간 실시되었던 능동감시의 결과가 조사항목에 포함된다 (Specific questions on foot and mouth disease, Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries, 2010). 구제역 및 조류인플루엔자의 역학조사 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 구제역 역학조사서 분석

A. 구제역 및 구제역 발병의 정의에 관한 법령과 규정

- 1) 구제역 방제를 위한 법령, 규정, 비상대책의 명칭과 각각에 대한 간단한 설명
- 2) 구제역 발병의 정의와 법령 및 규정의 사례

B. 진단 방법

- 1) (선별검사 및 질병 확진을 위한) 구제역 진단 담당 기관/단체
- 2) 임상검사 또는 질병 확진을 위한 선별 검사에 의해 검출된 의심사례를 통한 검사 절차도
- 3) 다른 수포병(예, 수포성 구내염, 돼지수포병)과 구별하는 방법

C. 감시

* 참고: (구제역이 있다면) 구제역 발병의 검출, 통지, 확진을 하기 위한 행동 규정을 설명하는 발병 대비 매뉴얼과 가이드라인(영어 또는 일본어)을 제공

가. 수동 감시 관련

- 1) 임상 관찰과 의심 사례 통지 담당자 (예, 소유자, 농장직원, 민간 수의사, 공공 수의사)
- 2) 법령 및 규정에서 통지에 대한 법적 의무와 불이행시 처벌
- 3) 통보 받을 기관/단체. 초기 통지를 받은 후 취해야 할 행동
- 4) 조기 신고를 장려하기 위한 노력 (예, 발병농장에 대한 보상 체계, 농장주와의 소통 강화, 교육활동)
- 5) 최근 2년간 접수된 신고 건수 (발병 시, 구제역 양성 사례 건수)

나. 능동 감시 관련

- 1) 능동적 감시에 사용되는 진단 방법, 능동적 감시 이행 기관/단체/실험실(연구소)
- 2) 표적집단(예, 지역, 종, 농장유형(낙농, 비육, 번식)을 포함하는 자세한 샘플링 방법, 모집단에서 추출된 표본의 개체 수(근거 포함), 추출된 표본의 선택 방법, 표본 추출의 시점과 빈도, 표본 추출 담당 인력)
- 3) 최근 2년간 지역 및 종별로 실시된 능동적 감시 결과, 자료는 지역내 축사와 동물의 수, 조사된 축사의 수, 조사된 표본의 수, 양성반응의 축사와 동물의 수를 포함해야 함.

* 참고: 발병 시에는 상기 정보를 포함하는 감시 보고서를 제공

D. 구제역 발병 대응

* 참고: 아래 내용을 포함하는 비상계획(영어 또는 일본어)을 제공하고 대응 부분 강조

- 1) 발병 상황에서 중앙/지방 정부 및 기타 관련 기관/단체의 명령, 역할, 책임 계통
- 2) 제한구역 설정, 구역내 통제 사항(이동통제 등), 제한구역 해제 요건
- 3) 발병 농장에 대한 조치 (예, 동물 살처분, 사체처리, 세척 및 소독)
- 4) 역학 추적 작업과 조사의 개요
- 5) 관련 농장(예, 역학적 관련 농장, 고위험 농장)과 해당 농장에 대한 조치(예, 동물 살처분, 이동제한, 긴급 백신접종, 표적감시, 도축관리)에 대한 정의
- 6) 구제적 청정 확인 방법(검사방법, 표본조사 방법, 대상 동물 및 축사, 검사시기)
- 7) 보상 방식(특히, 보상 대상, 보상 비율, 정부와 사업체 간의 비용 분담 비율)과 법적 근거

E. 백신

- 1) 구제역 백신 생산, 마케팅, 유통, 사용에 대한 감독과 승인, 수입에 대한 책임 기관/단체
- 2) 구제역 백신접종 정책 (예, 필수 백신접종, 긴급 백신접종, 백신접종 금지)
- 3) (백신접종이 허용된 경우) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 승인된 구제역 백신의 자세한 정보
- 4) (백신접종이 금지된 경우) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 사용된 구제역 백신의 자세한 정보
- 5) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 구제역 발병 대비 긴급용도의 정부 비축 백신에 대한 자세한 정보와 긴급 백신접종 매뉴얼 제공 (있을 경우)

F. 구제역에 대한 국경 통제 조치

1) 생축 및 축산물 수입에 대한 국경 통제 조치

- a. 구제역 발병 국가로부터 수입된 구제역 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)
- b. 백신접종 사례가 있는 구제역 청정 국가로부터 수입된 구제역 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)
- c. 백신접종 사례가 없는 구제역 청정 국가로부터 수입된 구제역 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)

2) (국내 구제역 발병 시) 구제역 발병(또는 의심사례 발견) 상황시 교역 상대에게 통지하는 시기와 OIE에 통지하는 시기(구제역 사례 확진 이전 또는 이후)

3) 인근 국가에서 구제역 발병 시 조치

G. 구제역 발병 이력 및 현재 상황

- 1) 최근 10년간 구제역 발병 상태 이력, 최근 10년 동안 발병 사례가 없다면 해당 국가에서 마지막으로 구제역이 발병한 날짜를 명시
- 2) 최근 3년동안 각각의 구제역 발병에 대한 아래의 정보를 제공 (불가능할 경우, 마지막 발병에 대한 정보 제공)

* 참고: 아래 각 문항에 대한 답변 대신 OIE에 접수한 기록서류(있는 경우)와 같은 관련 발병 보고서 제공

- 첫 발병사례부터 종식까지의 발병 기록 및 요약
- 격리된 바이러스의 특성
- 발병에 대응한 조치의 과정 (예, 구역 설정, 이동제한, 긴급 백신접종, 살처분, 세척 및 소독)
- 사체와 오염 물품의 폐기
- 발병에 대응한 집중 감시의 결과와 검사방법, 대상 축사, 대상 가축 및 검사 표본의 수, 검사결과가 포함된 정보
- 감염된 농장(의심사례 포함)과 동물의 전체 수
- 구제역 바이러스 발병 원인과 전파 경로 (가능한 경우)

H. 기타

- 1) 구제역 관리 그리고/또는 구제역 의심 야생동물 모니터링 프로그램에 관한 정보 (있는 경우)
- 2) 구제역과 관련하여 해당 국가에서 구역 설정과 구획화를 하는가? 예를 들어, 구제역 상황에 따라 서로 다른 상태로 지정되는 지역이 있는가?
- 3) 구제역에 대비하여 다른 관련 관리 조치에 대한 정보 제공

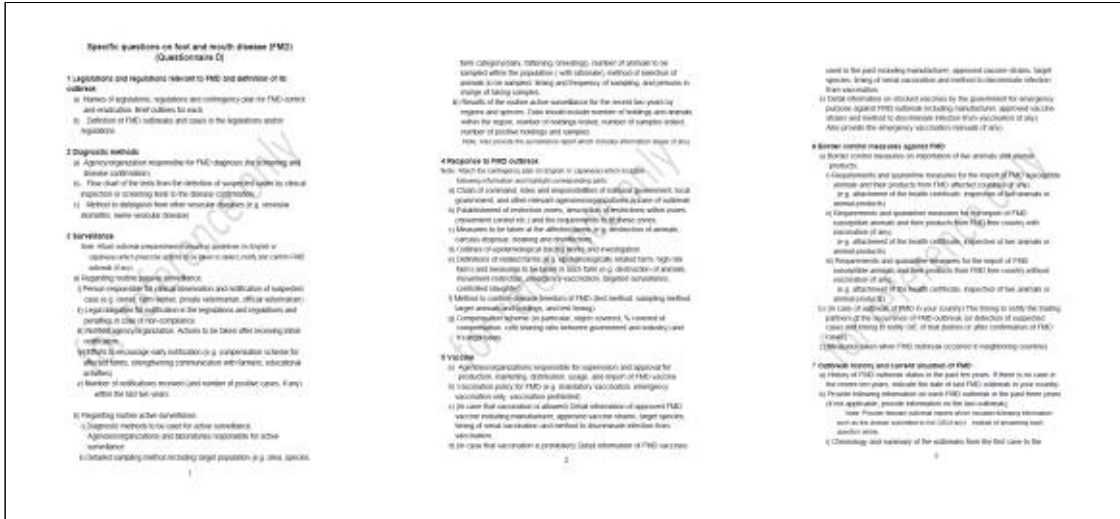


그림 3-3-1-3. 일본 구제역 역학조사 설문서

- 조류인플루엔자 역학조사서 분석

A. NAI 및 NAI 발병의 정의에 관한 법령과 규정

- 1) NAI 방제를 위한 법령, 규정, 비상대책의 명칭과 각각에 대한 간단한 설명
- 2) NAI 발병의 정의와 법령 및 규정의 사례

B. 진단 방법

- 1) (선별검사 및 질병 확진을 위한) NAI 진단 담당 기관/단체
- 2) 임상검사 또는 질병 확진을 위한 선별 검사에 의해 검출된 의심사례를 통한 검사 절차도
- 3) 다른 가금류 질병(예, 뉴캐슬병)과 구별하는 방법

C. 감시

* 참고: (NAI이 있다면) NAI 발병의 검출, 통지, 확진을 하기 위한 행동 규정을 설명하는 발병 대비 매뉴얼과 가이드라인(영어 또는 일본어)을 제공

가. 수동적(소극적) 감시 관련

- 1) 임상 관찰과 의심 사례 통지 담당자 (예, 소유자, 농장직원, 민간 수의사, 공공 수의사)
- 2) 법령 및 규정에서 통지에 대한 법적 의무와 불이행시 처벌
- 3) 통보 받을 기관/단체. 초기 통지를 받은 후 취해야 할 행동
- 4) 조기 신고를 장려하기 위한 노력 (예, 발병농장에 대한 보상 체계, 농장주와의 소통 강화, 교육활동)
- 5) 최근 2년간 접수된 신고 건수 (발병 시, NAI 양성 사례 건수)

나. 능동적 감시 관련

- 1) 능동적 감시에 사용되는 진단 방법, 능동적 감시 이행 기관/단체/실험실(연구소)
- 2) 표적집단(예, 지역, 종, 농장유형(번식, 육계, 산란)을 포함하는 자세한 샘플링 방법, 모집단에서 추출된 표본의 개체 수(근거 포함), 추출된 표본의 선택 방법, 표본 추출의 시점과 빈도, 표본 추출 담당 인력
- 3) 최근 2년간 지역 및 종별로 실시된 능동적 감시 결과, 자료는 지역내 축사와 조류의 수, 조사된 축사의 수, 조사된 표본의 수, 양성반응의 축사와 조류의 수를 포함해야 함.

* 참고: 발병시에는 상기 정보를 포함하는 감시 보고서를 제공

다. 야생조류 감시 관련

- 1) 권한 관리, 조사 방법, 대상 지역, 대상 조류종, 그리고 가장 최신의 결과(있는 경우)를 포함한 야생 조류 조사에 관한 정보
- 2) 야생 조류에서 NAI가 확진되었을 때 NAI 양성 사례에 대한 대응

D. NAI 발병 대응

* 참고: 아래 내용을 포함하는 비상계획(영어 또는 일본어)을 제공하고 대응 부분 강조

- 1) 발병 상황에서 중앙/지방 정부 및 기타 관련 기관/단체의 명령, 역할, 책임 계통
- 2) 제한구역 설정, 구역내 통제 사항(이동통제 등), 제한구역 해제 요건
- 3) 발병 농장에 대한 조치 (예, 조류 살처분, 사체처리, 세척 및 소독)
- 4) 역학 추적 작업과 조사의 개요
- 5) 관련 농장(예, 역학적 관련 농장, 고위험 농장)과 해당 농장에 대한 조치(예, 조류 살처분, 이동제한, 긴급 백신접종, 표적감시, 도축관리)에 대한 정의
- 6) 구체적인 청정 확인 방법(검사방법, 표본조사 방법, 대상 조류 및 계사, 검사시기)
- 7) 보상 방식(특히, 보상 대상, 보상 비율, 정부와 사업체 간의 비용 분담 비율)과 법적 근거

E. 백신

- 1) NAI 백신의 생산, 마케팅, 유통, 사용에 대한 감독과 승인, 수입에 대한 책임 기관/단체
- 2) NAI 백신접종 정책 (예, 필수 백신접종, 긴급 백신접종, 백신접종 금지)
- 3) (백신접종이 허용된 경우) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 승인된 NAI 백신의 자세한 정보
- 4) (백신접종이 금지된 경우) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 사용된 NAI 백신의 자세한 정보
- 5) 제조사, 승인된 백신 균주, 대상 종, 단계별 백신접종 시기, 백신 접종에 의한 감염 구별 방법을 포함하는 NAI 발병 대비 긴급용도의 정부 비축 백신에 대한 자세한 정보와 긴급 백신 접종 매뉴얼 제공 (있을 경우)

F. NAI에 대한 국경 통제 조치

- 1) 생축 및 축산물 수입에 대한 국경 통제 조치;
- 2) NAI 발병 국가로부터 수입된 NAI 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조

치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)

- 3) 백신접종 사례가 있는 NAI 청정 국가로부터 수입된 NAI 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)
- 4) 백신접종 사례가 없는 NAI 청정 국가로부터 수입된 NAI 의심 가금류와 가금류 제품에 대한 요구사항 및 검역 조치 (있는 경우) (예, 건강 진단서, 생축 및 축산물 검사서 첨부)
- 5) (국내 NAI 발병 시) NAI 발병(또는 의심사례 발견) 상황시 교역 상대에게 통지하는 시기와 OIE에 통지하는 시기(NAI 사례 확진 이전 또는 이후)
- 6) 인근 국가에서 NAI 발병시 조치

G. NAI 발병 이력 및 현재 상황

- 1) 최근 10년간 NAI 발병 상태 이력, 최근 10년 동안 발병 사례가 없다면 해당 국가에서 마지막으로 NAI이 발병한 날짜를 명시
- 2) 최근 3년동안 각각의 NAI 발병에 대한 아래의 정보를 제공 (불가능할 경우, 마지막 발병에 대한 정보 제공);

* 참고: 아래 각 문항에 대한 답변 대신 OIE에 접수한 기록서류(있는 경우)와 같은 관련 발병 보고서 제공

- 첫 발병사례부터 종식까지의 발병 기록 및 요약
- 격리된 바이러스의 특성
- 발병에 대응한 조치의 과정 (예, 구역 설정, 이동제한, 긴급 백신접종, 살처분, 세척 및 소독)
- 사체와 오염 물품의 폐기
- 발병에 대응한 집중 감시의 결과와 검사방법, 대상 축사, 대상 가축 및 검사 표본의 수, 검사 결과가 포함된 정보
- 감염된 농장(의심사례 포함)과 조류의 전체 수
- NAI 바이러스 발병 원인과 전파 경로 (가능한 경우)

H. 기타

- 1) NAI 관리 그리고/또는 NAI 의심 야생조류 모니터링 프로그램에 관한 정보 (있는 경우)
- 2) NAI과 관련하여 해당 국가에서 구역 설정과 구획화를 하는가? 예를 들어, NAI 상황에 따라 서로 다른 상태로 지정되는 지역이 있는가?
- 3) 의심사례가 뉴캐슬병으로 진단되었을 경우 조치

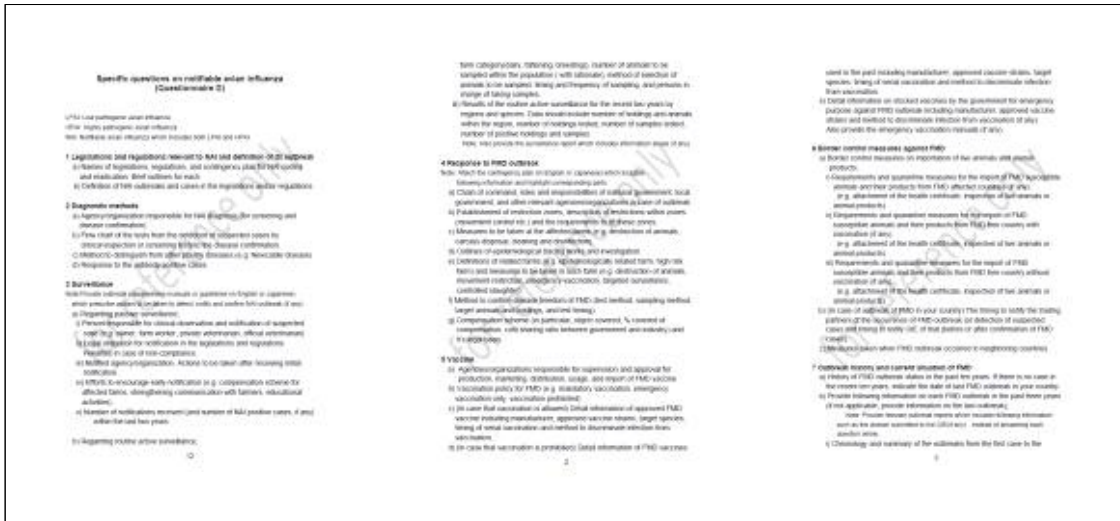


그림 3-3-1-4. 일본 조류인플루엔자 역학조사 설문서

㉔ 호주

가축전염병이 잘 발생하지 않는 호주나 뉴질랜드의 경우 역학조사 방식은 질병발생 이후 청정국 지위 획득에 중점을 두어 설계되어 있다. 호주의 경우 구제역을 예로 들어 살펴보면, 구제역 역학조사는 국제수역사무국(OIE)에서 제시하는 기존의 청정국이 질병발생 이후 청정국지위를 다시 획득하기 위해 필요한 사항들을 근거로 역학조사가 설계되어 있다. 임상조사(clinical surveillance)의 경우, 구제역 감수성 동물을 대상으로 한 임상검사 이외에도 의심축의 즉각적인 신고를 위해 농장 관련 종사자들에 대한 교육실시 및 도축장이나 가축시장에서의 임상검사 실시 등이 포함된다. 혈청학적 조사(seerological surveillance)의 경우, 예상유병률(design prevalence), 대상집단(target population), 조사결과의 신뢰수준, 검사법의 민감도와 특이도, 표본크기 등을 고려하여 설계한 후 실시하도록 권고하고 있다. 특히 백신접종이 이루어진 지역에 대해 혈청학적 조사를 실시할 경우 백신에 의한 항체와 자연감염에 의한 항체를 구분할 수 있는 검사법을 고려하여 역학조사를 실시하도록 되어있다. 호주의 구제역과 조류인플루엔자 역학조사를 살펴보면 다음과 같다.

- 구제역 역학조사서 분석

A. 청정 인증

구제역 발병에 따라, 감시는 모집단에서 감염이 근절되었음을 증명하고, 남아있는 이동 제한이 국가 내에서 해제될 수 있도록 하여야 한다. 청정 인증은 교역 상대를 만족시키고 국제시장에 접근이 요구된다.

세계동물보건협회(OIE) 육상 규약(Article 8.5.9)에는 이전에 구제역 청정 국가나 지역이 질병발생 이후에 구제역 청정 지역으로 인정받기 위한 기준을 나열하고 있다. 호주의 공식적인 구제역 청정 상태로의 회복을 위해서는 자세한 근절 절차, 감시 프로그램, 보고 결과를 담은 공식 보고서를 OIE에 제출하여야 한다. 제출이 OIE에 접수되면, 전문가들로 구성된 국제 패널은 청정 상태로의 복귀에 대한 프로그램이 정당화 될 수 있는지 여부를 결정하기 위해 자료를 검토한다.

- OIE에서 구제역 청정 상태로 회복하기 위한 가이드라인을 제공하고 있음에도, 구제역 발생 이후 구제역 청정 상태 회복의 승인은 개별 교역 상대와 협상이 필요하고 육상 규약에서 규정한 최소 기간보다 상당히 오래 걸릴 수 있다.
- OIE 및 교역 상대를 위한 핵심 요구 사항은 모집단에 질병이 존재하는 경우 감염을 검출할 수 있는 효과적인 감시 프로그램과 질병 청정의 사례를 지원할 수 있는 자료 분석의 증가가 될 것이다. 감시 프로그램의 설계가 정당화하기 위해서 수의학 서비스, 취약 모집단 및 관련 산업 구조의 통계자료와 그에 대한 설명이 요구된다.

B. 질병 발생 후 감시 프로그램을 설계를 위한 원칙

- 구제역 바이러스가 더 이상 순환하지 않는다는 확신을 주기 위해서는 광범위한 감시프로그램이 요구된다. 이것은 많은 비용과 복잡한 절차의 프로그램을 피하는 반면에, OIE 및 국제 교역 상대에게 신뢰할 수 있고 수용할 수 있는 충분한 자료를 생성되는 것이 확실 하도록 조심스럽게 설계되고 이행될 필요가 있다. 감시 프로그램은 제어단계에서 수행되는 감시, 추적, 진단 검사를 기반으로 수립될 것이다. 발병 이후 감시 프로그램은 임상 및 혈청 감시와 지정 및 임의의 구성 요소를 포함해야 한다.

C. 임상 감시(clinical surveillance)

- 임상 감시의 목적은 감염 동물의 임상검사를 통한 구제역 증상을 감지하여 감염의 증거를 찾는 것이다. 기관(수동적 감시)에 보고된 의심 사례의 임상 그리고/또는 실험실 조사 뿐 아니라 일부 능동 감시는 특히 위험이 높은 것으로 보이는 동물 그룹의 질병을 검색하기 위해 수행된다. 구제역 감염이 없다는 것은 구제역 청정 인증을 뒷받침한다.

임상 감시를 위한 방법은 대응 기간 동안 조치가 계속되며 다음을 포함해야 한다:

- 정부 가축 질병과에 수포 질병의 의심을 바로 보고할 수 있도록 생산자와 동물 건강 전문가(수의사, 축산 검사관, 생육 검사관 등)에 대한 홍보 및 인식 캠페인
- 도축장, 경매장 및 기타 집하 지점에서 향상된 가축 임상 검사
- 진단이 보류된 의심 지역에 배치된 공식 경보 시스템
- 질병이 의심되는 경우 즉시 조사가 이뤄짐을 입증할 수 있는 효과적인 수의학 조사 및 진단 서비스
- 표준화된 조사 프로토콜 및 보고 양식의 사용

D. 혈청학적 감시(serological surveillance)

- 질병 대응에 백신 접종의 여부와 상관없이, 육상 규약은 구제역 청정을 입증하기 위한 중요한 요소로 혈청학적 감시가 필요하다. 혈청학적 감시는 구제역 바이러스에 대한 감수성 동물 노출 증거를 검출하는 것이 목적이다. 이것은 표적 집단 또는 무작위 표본 집단 또는 이들의 조합에 기초할 수 있다. 일반적으로, 표적 집단 방식은 노출 위험이 높은 모집단의 특정 그룹 또는 분야의 상태를 확인하기 위해 사용된다. 예를 들어, 발병 인접지역으로 인해 이전의 RAs와 CAs의 소들이 표적 집단이 될 수 있고, 다른 취약 종에 비해 무증상 감염이 많기 때문에 양이 표적 집단이 될 수 있다.
- 무작위 표본에 근거한 설문조사는 구제역 바이러스 감염이 해당 국가에 존재하지 않는다는

믿을만한 증거를 제공하는 점에서 중요하다. 표본 전략은 통계적 신뢰도의 허용 수준에서 구제역 바이러스 순환이 없음을 증명하기 위해 설계될 것이다.

표본 체제를 설계할 때 고려되어야 할 중요한 요소는 다음을 포함한다:

- 설계 유병률 - 질병이 존재하는 경우 검출 될 감염의 최소 수준
- 대상 모집단 - 모든 취약 종을 포함하는 감시 대상 모집단
- 결과에 필요한 통계 신뢰 수준
- 진단 검사의 민감도와 특이도
- 표본 크기 - 추출된 무리의 수와 무리에서 추출된 동물의 수

◦ 호주에서는 바이러스 균주, 환경 조건, 지역, 감염된 모집단에 따라 구제역 발병의 특성이 매우 다양하기 때문에, 모든 상황을 커버하는 특정 권고사항을 제공하는 것은 불가능하다. 역학에서 유능하고 경험이 많은 전문가의 전문 기술이 요구될 것이다. 설문조사를 위한 적절한 유병률과 통계적 신뢰 수준의 선택을 위한 특별한 주의가 요구된다. 왜냐하면, 이들 변수 값은 정당화 되어야 하고 국제적으로 철저한 인증을 거쳐야 하기 때문이다. 어떤 진단 검사도 완벽하지 않기 때문에, 설문 설계는 가양성 반응의 발생을 예측하고 적절한 후속 절차를 포함하여야 한다.

E. 백신접종지역 감시

◦ 구제역 대응방안으로 백신이 접종되었다면, 모집단에서 백신 접종된 동물을 제거하거나 정상적인 상품으로의 삶을 살 수 있도록 하는 두 가지 선택이 있다. 백신 접종된 동물을 감염 동물과 차별화 하는 시험(DIVA 시험)의 가용성은 백신 접종 동물이 정상적인 삶을 살기 위해 모집단에 계속 남아 있도록 허용하는 것을 의미한다.

◦ 백신 접종 후 모집단의 감염이 없음을 증명하기 위해서는 발병 후 감시를 위한 추가적인 작업이 요구된다. 일부 동물은 백신 접종 후에도 감염될 수 있기 때문이다. 백신 접종된 가축이 여전히 감염될 수 있지만, 백신접종 무리에서 감염의 전파는 낮을 수 있다. 그러므로, 백신접종 무리는 상대적으로 낮은 유병률이 예상된다. 이는 백신접종 집단에 대한 조사 설계 시 고려해야 한다. 감염에 노출 된 경우, 돼지 뿐 아니라 백신 접종된 반추동물에도 해당될 수 있다.

◦ DIVA 시험은 바이러스의 비-구조 단백질에 대한 항체 검출에 기초한다. 이와 같은 단백질은 바이러스가 숙주에서 증폭되는 것을 의미하며, 정제된 불활성화 백신에서는 비-구조 단백질은 매우 낮은 수준으로 나타난다.

◦ 호주의 DIVA 검사는 바이러스의 비-구조 단백질(3ABC)에 대한 항체를 검출하는 ELISA를 기초로 한다. 검사는 백신 접종된 모집단에서 감염된 동물을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 생-백신에 노출된 것이 아니라 정제된 불-활성화 백신이 접종된 동물은 3ABC에 항체를 만들어 낼 가능성이 적지만, 이후 반복적인 부스터-백신 접종 후에 항체를 만들어 낼 수 있다. 예방 접종 후 감염된 동물에서 백신접종을 금지하지 않고 백신접종 억제를 통해 발생된 항체, 바이러스의 증폭은 검사 시 고려해야 한다. 바이러스가 훨씬 낮은 수준에서 복제되므로, 3ABC와 같은 비-구조 단백질에 대한 항체의 역가(titers) 가 훨씬 낮다. 그 결과, 백신 접종된 동물의 진단 민감도가 백신 접종을 하지 않은 감염 동물보다 낮다. 이와 같은 민감도의 차이는 표본 추출 전략의 일부로써 고려되어야 한다. 이와 같은 이유로 3ABC ELISA는 군집 단위에 사용된다.

◦ OIE에 따르면, 바이러스 순환은 임상 증상, 혈청 증거 또는 바이러스 분리에 의해 증명된 구

지역 전파를 의미한다.



그림 3-3-1-5. 호주 구제역 역학조사 지침

- 조류인플루엔자 역학조사서 분석

A. 감시(surveillance)

○ 지역질병통제센터(LDCC) 담당자가 폐사 및 질병상태보고를 위해 위험농가를 방문 및 조사를 실시한다. 능동감시(active surveillance)는 조류인플루엔자(AI)의 조기 발견에 중요한 역할을 함으로, 조류인플루엔자(AI)가 의심되자마자 시작되어야 한다. 질병발생초기에 제한지역(RA) 내의 모든 상업용 및 가정용 가금류와 동물원 조류의 위치가 확인되고 지도화되어야 한다. 제한지역(RA)에서 폐사한 가정용 조류의 샘플은 조류인플루엔자(AI) 병변에 대한 확인이 이루어져야 하며, 검사용 시료는 바이러스의 격리를 위해 승인된 실험실로 제출되어야 한다. Directigen™ 시험을 포함한 실시간 PCR기법 등으로 신속한 진단을 실시한다. 현장 감시 조사는 가축건강상태 변화에 중점을 두고 잠재적 사례 및 신규 사례 확인을 목표로 실시한다.

현장조사는 다음의 사항을 포함하여 실시한다:

- 폐사한 조류 혹은 샘플의 형태로 실험실 전달
- 전화 또는 팩스로 감수성 개체 보고
- 전화 조사
- 혈청 및 바이러스 테스트
- 현장 방문은 그 후 추가 사례가 확인됨에 따라 지속적으로 이루어 질 수 있다.

감시는 질병의 진행 단계에 따라,

- 발병 초기: 임상증상이나 바이러스 분리로 질병확산범위 확인
- 발병 후기: 질병에서 회복된 조류 무리의 혈청전환 확인 후 질병확산범위 재확인
- 백신접종과 같은 방역조치를 고려한 질병확산범위 확인

B. 훈련시 요구사항(Training needs)

- 감시관 및 방역 당국은 반드시 다음 사항을 고려해야 한다.

- 가금류 산업, 동물원 운영 혹은 애완용 조류에 대한 지식
- 전문가에게 분석을 위한 정보 전달능력

○ 만약 야생 조류의 조사가 필요하다면 감시관은 자연적 이동과 야생 조류의 행동에 대한 지식을 가지고 있어야 하며, 조류학자에게 분석을 의뢰할 수 있어야 한다.

감시관은 다음의 정보를 확인할 수 있어야 한다.

- 가정용 및 동물원 조류의 일반 건강 기록
- 질병 요약 기록, 임상증상에 대한 그림이나 비디오, 조류인플루엔자에 의한 생산성변화

C. 필요 정보(Information required)

- 질병고위험군에 대해 소유주나 근무자가 작성한 기록을 확보해야 한다.

상업용:	비상업용:	기타:
육종용 영계 번식용 육계 칠면조 레포츠 조류	비둘기 애완동물샵 가정용 조류 고급 조류	동물원 조류

- 질병보고는 다음사항을 포함하여 실시한다.

1) 소유주/근무자의 인터뷰에 관한 사항

- 사료 및 음수 감소여부
- 달걀 생산량 감소여부
- 폐사율, 운동량감소, 호흡기 질병 증가여부
- 부은 머리와 벃 또는 아랫벃 청색증 관찰여부

2) 현장조사에 관한 사항

- 벃 또는 아랫벃의 심각한 팽창
- 벃의 청색증
- 벃의 출혈 및 괴사
- 눈 주위 부종
- 정강이와 발의 붓기
- 내장의 점상 출혈
- 카타르성 기관지염
- 기관 부종
- 기관의 점상 출혈
- 건성 기관 삼출물

- 질병은 진단기관의 판정을 근거로 하며, 발병상황은 다음의 내용을 포함하여 보고한다.

- 질병발생상황 시 감시활동은 다음의 내용을 포함한다.

- 감염구역(IP), 위험접촉구역(DCP), 의심구역(SP) 조류 주변 지역 및 감염구역으로부터
- 조류나 생산품의 이동이 있던 지역에 대한 조사

- 제한지역(RA) 내의 관련업계 종사자는 조사활동 후 전화 및 팩스를 통한 보고
- 지역질병통제센터(LDCC) 담당자의 제한지역(RA) 내 정기적 조사
- 제한지역(RA) 및 통제지역(CA) 내 질병의심폐사 조사
- 조사결과 지도화
- 제한지역(RA) 내 번식용 조류의 혈청학적 조사
- 통제지역(CA) 내 방목하는 닭, 칠면조, 타조와 오리 등에 대한 조사
- 동물원 조류에 대한 바이러스 조사
- 조류 건강 저하(사료 및 음수 소비와 계란 생산 감소, 폐사율 증가, 운동량 감소 또는 호흡기 질병 등)와 관련된 모든 사항이 보고서에 포함되어야 한다.
- 질병 확산에 잠재적으로 영향을 줄 수 있는 야생 조류에 대한 조사 역시 이루어져야 하나, 감수성 시설이 야생 조류와의 접촉을 방지하는 차단방역을 실시할 경우, 이를 고려한 조사활동이 이루어져야 한다.



그림 3-3-1-6. 호주 조류인플루엔자 역학조사 지침

② 휴대기기를 활용한 감시시스템(surveillance system) 구축사례

◦ 역학조사의 경우, 역학조사관이 종이로 된 역학조사서를 바탕으로 실시하는 경우 이외에도 스마트폰이나 태블릿과 같은 휴대기기를 통해 조사 및 질병감시를 실시할 수 있다. 휴대기기 혹은 스마트기기를 활용한 사례들은 다음과 같다.

㉠ Lin and Heffernan (2011): HPAI 감시시스템

◦ Lin과 Heffernan (2011)는 이동전화 네트워크 시스템을 활용하여 저비용으로 편리하게 활용할 수 있는 HPAI 감시 시스템(surveillance system) 개발에 관한 연구를 수행하였다. 본 감시 시스템의 목적은 특히 HPAI의 전세계적 발원지 중 하나인 동남아시아 저개발 국가들의 경우 체계적인 감시 시스템을 갖추기 위한 사회적 인프라 여력이 충분치 못함을 전제로 예방 및 피해절감을 위한 정책입안 및 의사결정 과정에서 활용할 수 있도록 하는 것이다. 이 연구 역시 점점 보편화되고 휴대성 측면에서 현장상황을 기록하기에 편리한 이동전화를 전송수단으로 활용한 시스템 구축을 통하여 가축전염병 전파확산을 저감하기 위한 노력의 일환으로 수행되었다. 아래 그림은 저자

들의 연구내용을 재구성한 것이다.



그림 3-3-1-7. 이동전화 시스템 기반의 HPAI 감시 시스템 구축 사례

㉔ Mwabukusi et al.,(2014): 질병감시시스템

◦ Mwabukusi 등(2014)은 스마트폰이나 태블릿 PC와 같은 휴대기기를 통한 질병감시 시스템 개발에 관한 연구를 수행하였다 (Mobile technologies for disease surveillance in humans and animals). 이 연구는 스마트폰과 같이 어느 정도 PC의 기능을 수행할 수 있는 동시에 웹서버에 접속할 수 있는 기기를 질병감시에 활용할 수 있는 방안을 연구하였다. 연구대상지역은 사람, 가축 그리고 야생동물이 공존하는 지역 및 국경지대와 같이 전염성 질병이 발병할 경우 전파속도가 매우 빠른 지역을 대상으로 하였다.

◦ 역학조사서는 기존에 사용하던 조사서를 디지털화 하여 서버에 저장함으로써, 휴대기기를 통해 서버에 접속 후 디지털조사서를 불러와 조사결과를 입력할 수 있게끔 하였다.

이 연구에서 스마트폰과 같은 휴대기기는 클라이언트로써 인터넷이나 네트워크를 통한 문자메시지 등을 통해 서버에 데이터를 입력한다. 서버에 저장된 현장조사 데이터는 웹사이트를 통해 이용자들에게 정보를 제공한다. 본 연구에 사용된 스마트폰은 안드로이드를 기반으로 하였으며, 서버의 경우 우분투 (Ubuntu version 10.0.4.1)와 데이터 수집 응용프로그램인 EpiCollect와 Open Data Kit을 사용하였다.

◦ 이 연구는 휴대기기를 통해 서버의 데이터베이스에 직접 조사결과를 입력함으로써, 자료의 정리 및 분석에 걸리는 시간을 단축시키는 물론 분석결과를 토대로 즉각적인 방역정책을 수립할 수 있었음을 보여주었다. 뿐만 아니라, 휴대기기의 GPS기능을 통해 조사결과서 입력 시 각 농장의 정확한 위치를 기록함으로써 방역정책에 참고하도록 하였다. 아래 그림은 연구의 내용들을 재구성한 것이다.

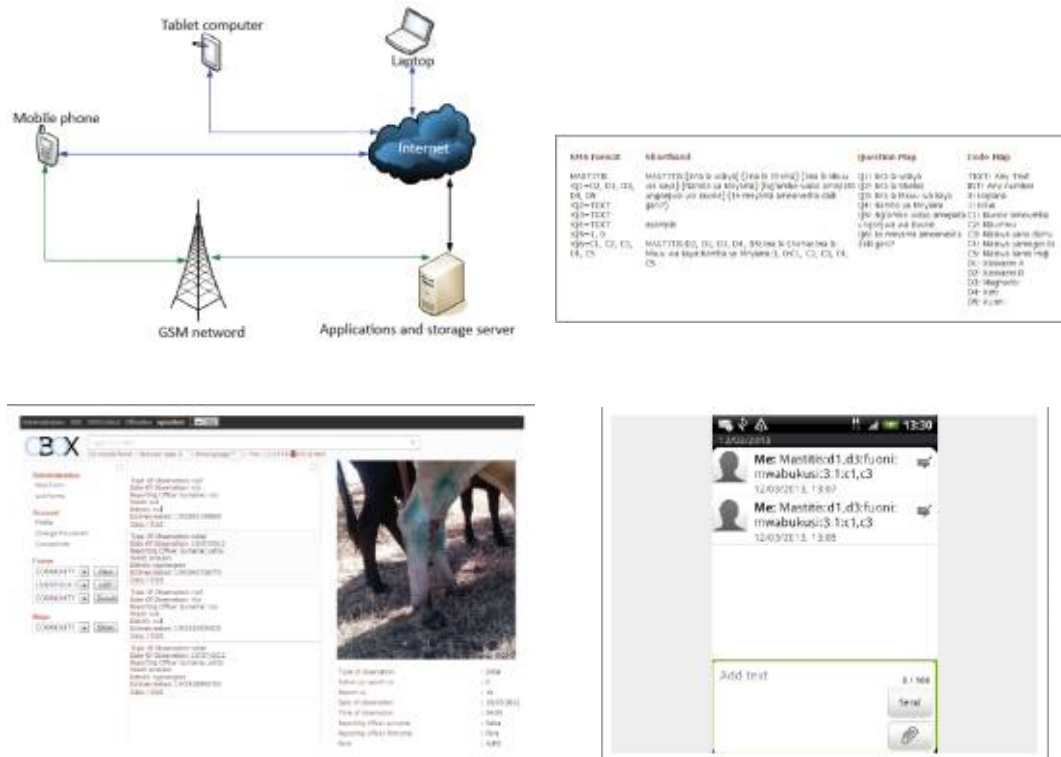


그림 3-3-1-8 휴대기기를 통한 질병감시 시스템 구축 사례

㊦ Lozano et al.,(2013): 모기매개질병 감시시스템

◦ Lozano 등(2013)은 휴대전화 기반의 모기매개질병 감시시스템 구축 및 해당 시스템의 비용효과(cost-effectiveness)를 분석하는 연구를 텡기열을 대상으로 시행하였다(Cell Phone-Based System (Chaak) for Surveillance of Immatures of Dengue Virus Mosquito Vectors). 이 연구의 목적은 크게 두 가지로써 첫째, 휴대전화를 기반으로 텡기열 감시를 위한 시스템의 개발 및 현장시험, 둘째 개발된 시스템의 비용효과 분석이 그것이다. Chaak는 시스템 관리자, 데이터 관리자, 그리고 현장요원으로 구성된다. Chaak 구조는 총 4 개의 층으로 구성되며, 조사정보를 입력하는 응용프로그램층(application tier), 입력된 정보를 서버에 저장할 수 있게 해주는 비즈니스 접근층(business access tier), 입력된 데이터를 정제 및 평가하는 비즈니스층(business tier) 그리고 정보를 저장하는 데이터층(data tier)로 구성된다. PC나 스마트폰을 통해 조사정보를 입력하면 웹서비스를 통해 입력된 정보를 저장 서버로 전송하게끔 구성되어 있다.

◦ 조사결과를 입력하는 응용프로그램층은 PC의 경우 마이크로소프트 윈도우 .NET 그리고 휴대기기의 경우 구글 안드로이드로 응용프로그램을 개발하였다. 비즈니스접근층과 비즈니스층의 경우 웹서비스인 아파치 웹서버(Apache Webserver)에 모노모듈(module mono)을 인스톨한 후 사용하였다. 데이터층의 경우 PostgreSQL에 PostGIS 플러그인을 설치하여 사용하였다.

◦ 이러한 시스템을 통해 각 지역에 설치된 모기채집 등 정보를 수집한 결과, 기존의 종이로 된 조사서 입력방식에 비해 정보의 입력속도와 정확도가 증가하는 것으로 나타났다. 시스템비용의 경우 데이터사용료에 따라 기존의 조사방식과 유사하거나 조금 높게 측정되었다. 이 연구 또한

휴대기기를 통한 자료 입력 시스템이 기존의 종이를 기반으로 한 조사 방식보다 우월할 수 있음을 보여주었다. 아래의 그림은 연구의 내용들을 나타낸 것이다.



그림 3-3-1-9. 휴대전화 기반 모기매개질병 감시시스템

③ 역학모형 설계도구 분석

◦ 문서기반 혹은 휴대기기를 이용한 역학조사로 얻어진 결과를 활용하여 질병전파모형이나 관계망분석 등과 같은 다양한 역학적 분석을 실시할 수 있다. 질병전파모형의 경우 구축에 사용되는 요인(병원체의 특성, 위험대상, 전파, 방역조치 등)에 대한 모수값은 역학조사결과나 문헌고찰을 통해 추정할 수 있다. 다음은 질병전파모형을 구축할 수 있는 소프트웨어들이다.

㉞ InteSprad Plus(뉴질랜드)

◦ InterSpread Plus(ISP)는 질병전파를 모형화할 수 있도록 만들어진 소프트웨어로써, 질병발생 상황 재현이나 방역정책의 효용성평가 등에 사용되고 있다. 본 소프트웨어의 구조를 구체역의

예를 통해 살펴보면 다음과 같다.

1. 역학적 프레임워크(epidemiological framework)

◦ ISP는 농가를 기본단위로 질병전파를 나타내며, 농가 내 동물(individual)의 감염위험 정도에 따라 농가의 감염여부가 결정된다. 농가 간 질병전파에 관여하는 요소들로는 농가 내 가축, 가축 및 생산품의 이동, 공기전파, 농가의 형태, 임상증상, 직접/간접 접촉, 농가 위치, 질병의 역학적 특성 등이 포함된다. 위험농가집단(farm population at risk)은 지리정보인 Cartesian좌표 등과 농가 별 가축동향을 이용하여 나타낸다. ISP 내에서 농가의 지리적 위치는 폴리곤이나 포인트를 이용하여 표시하며, 이를 이용하여 공간분석을 실시한다. 육우나 낙농과 같은 농가의 형태 또한 ISP내에서 구분지어 입력할 수 있으며, 각 형태별로 해당요소들을 입력할 수 있다. 예를 들어, 하나의 모형 내에서 낙농농가의 경우 주기적이고 비교적 짧은 거리의 원유이동을 설정하고, 육우농가의 경우 원거리의 비주기적 가축이동을 설정할 수 있다. ISP내에서 농가 뿐 아니라, 가축시장이나 도축장 등의 지리정보 또한 설정할 수 있다.

2. 농가상태와 발병기록

A. 농가상태(farm state) 설정

◦ ISP는 상태기반 소프트웨어로써, 농가의 상태는 크게 감수성(susceptible), 감염(Infected), 비위험(not at risk)의 세 가지로 나타낸다. 감수성상태는 농가 내 동물들이 감염위험이 있는 상태를 말하고, 감염상태는 농가 내 동물들이 질병의 잠복기 혹은 임상증상을 보이는 상태를 말하며, 비위험상태는 살처분이나 백신접종 등과 같은 방역정책으로 농가 내 동물들이 감염위험이 없는 상태를 말한다. 감염상태의 하위 구분으로, 임상증상기(동물들이 임상증상이 발현된 상태)와 탐지기(동물들이 감염으로 판명된 상태)가 있다. 이외에도 ISP는 유저에 의해 각 상태별로 하위 구분을 정할 수 있다. ISP는 각 시물레이션 횟수별로 농가별 상태의 변화를 추정하여 질병전파모형을 구축한다. 질병전파모형구축을 위해서 우선 아무런 방역정책이 적용되지 않은 상태에 대한 추정이 필요하다. 구제역의 경우 구제역 바이러스가 농장에 유입되어 동물이 감염되면, 이 바이러스는 직/간접 접촉 등을 통해 전파가 이루어진다. 이를 잠재전파기(silent spread phase)라 하며, 일반적으로 질병은 한 농장 이상의 경우에서 발견이 이루어지고 결과적으로 방역정책의 시행이 뒤따르게 된다. 따라서 방역정책이 시행된 가운데 질병의 전파는 질병의 감염성(infectivity, 감염부터 임상증상발현까지의 기간과 각 농가의 질병에 대한 감수성정도), 농가 간 접촉 빈도, 항시 수행되고 있는 감시시스템(surveillance system)의 효용성 정도 등을 고려하여 이루어진다. 원발농장의 경우 ISP는 첫 감염농가 확인 후 일정기간 내 탐지가 이루어지도록 설정하거나 혹은 탐지확률을 기반으로 탐색될 수 있게끔 설정할 수 있다. 모형의 결과에 대한 불확실성은 크게 두 가지 형태로 나뉘는데 모형 내에서 질병전파과정에 대한 불확실성(model structural uncertainty)과 모수들에 대한 불확실성(model parameter uncertainty)이 그것이다. ISP는 모수들에 대한 불확실성을 고려하기 위해 모수의 입력을 확률분포를 통해 이루어지게 하며, 이러한 이유로 시물레이션은 여러 번 반복되어 시행한다.

B. 발병기록(epidemic history)

◦ 발병 농가에 대한 기록을 바탕으로 질병 확산에 대한 시뮬레이션을 실시한다. ISP내에서 발병 기록은 두 가지 형태로, 상태파일(state file)은 발병농가의 위치를 기록한 파일이며 가축파일(animal file)은 각 농가별 가축동향을 기록한 파일이다. 이러한 발병기록은 시뮬레이션에서 시작점으로 작용하며 추후 질병확산에 있어 중요한 역할을 한다.

3. 이동, 접촉, 전파 시뮬레이션

◦ 질병확산 모형 내에서 질병의 전파는 이동(동물, 사람, 기타 도구 모두 포함), 근접전파(local spread), 공기전파 등을 통해 이루어진다. 이 중 근접전파는 비교적 근거리(5km 이내)에서 지리적 근접성 이외의 다른 전파경로가 포착되지 않은 경우를 말한다. 공기전파는 반대로 바람을 통한 원거리 전파를 말한다. 그러나 실제 질병전파에서 이 두 가지 전파방식(근접전파, 공기전파)을 명확히 구분짓는 것은 어려운 일이기 때문에, 이 두 전파의 조합에 의한 전파확률을 추정하는 방식이 사용된다.

A. 구역(zones)

◦ 농가를 농가의 형태에 따라 구분할 수 있듯이, 구역 또한 농가의 위치를 기준으로 구분할 수 있다. Explicit은 Cartesia좌표등을 이용하여 구역을 설정하는 것을 말한다. Explicit 구역의 특징은 시뮬레이션 동안 구역설정이 변하지 않는다는 점이다. 예를 들어, 기상정보를 가지고 공기전파를 설정하는 경우, explicit구역을 설정한 후 각 구역에 대한 공기전파를 설정할 수 있다. Radial구역은 특정 규칙을 기준으로 설정되는 구역을 말한다. 예를 들어, 구제역의 경우 살처분 구역은 발생농가를 중심으로 1km가 될 수 있으며, 이 때 radial 구역은 검출농가 중심 0-1km이 된다. 만약 농가가 점이 아닌 폴리곤의 형태로 정의되어 있으며, 구역은 폴리곤 각 변을 기준으로 설정된다.

B. 감염성(infectivity)

◦ 감염성은 병원체의 특성을 나타내는 것으로, 잠복기(감염부터 임상증상발현까지의 기간)와 감염기(감염성을 유지하는 기간)로 나타낸다. 감염성에 대한 시뮬레이션은 다음 두 가지 방법 중 하나로 시행된다. 첫 번째 방법은 농가수준에서 감염성의 발현을 나타내는 것으로 이는 농가 내 가축의 종류나 수에 관계없이 설정하는 것이다. 두 번째 방법은 가축의 종류에 따라 감염성을 달리 설정한 후 이를 바탕으로 농가수준 감염성을 정하는 방식이다. 감염성의 발현시기는 감염시기나 임상증상발현시기 등을 기준으로 정할 수 있다. 감염성에 의해 질병 특징이나 질병전파에 미치는 영향 등을 지정할 수 있다. 예로, 동물의 이동에 의한 질병전파 시 감염성은 해당 농가가 감염된 시점을 기준으로 설정할 수 있으나, 공기전파의 경우는 임상증상의 발현시점을 기준으로 설정할 수 있다. 감염성은 각 시뮬레이션 횟수 별로 각 농가에 대해 적용되는 것으로, 감염성 개체와 감수성 개체 간 접촉이 있을 경우 감염이 될 확률을 추정한다. ISP의 경우 현재 농장 내 감염성에 대한 설정은 설정할 수 없는 상태이다.

C. 이동(movement)

◦ ISP에서 이동은 질병을 전파시킬 수 있는 동물, 사람, 생산품 및 물체(fomites)의 농가 간 이동

을 의미한다. 이동을 설정하기 위해서는 이동빈도, 이동확률, 이동을 통한 전파확률 등을 적용해야 한다. 예를 들어, 낙농 농가에서 태어난 수컷송아지의 경우 비육농가로 이동시키게 된다. 이때, 이동에 대한 모수는 낙농농가를 원농가(source)로 비육농가를 위탁농가(receive)로 설정할 수 있다. 이동의 빈도는 평균이 0.75인 포아송분포로 설정한다고 하면, 이는 매 1.3일 ($1/0.75$)일에 한 번 꼴로 이동이 이루어지는 것을 말한다. 만약 동물 간 접촉이 매 이동 시 발생할 경우, 접촉은 각 이동 시 감염동물이 포함되는 우도(likelihood)로써 표현할 수 있다.

질병의 증폭(amplification)은 감염동물이 시장과 같은 접촉지점에 이동할 경우 발생할 수 있다. 접촉지점으로부터 농가로의 이동 혹은 농가로부터 접촉지점에서의 이동을 통해 질병이 확산될 수 있다. 이동에 관한 모수는 농가의 형태에 따라 일상적인 이동동향을 포함하여 설정되어야 하며, 방역조치가 시행되기 전까지 이러한 이동동향은 질병확산에 많은 영향을 미친다. 가축이동동향을 법적으로 보고해야하는 경우 이에 대한 통계량을 바탕으로 이동에 대한 모수를 추정할 수 있다.

D. 경로(routes)

◦ 비정규경로(irregular route)와 고정경로(fixed route)는 이동에 대한 모수와 유사하나, 중요한 차이는 경로는 집유차량, 인공수정기사, 수의사 등과 같이 한 농가에서 다른 농가로의 연속적인 움직임을 가지는 것을 말한다. 비정규경로와 고정경로의 차이는 비정규경로의 경우 발생시간이 일정치 않음에 비해 고정경로는 일정한 발생시간을 가지는 점이다. 집유차량의 경우 전형적인 고정경로이지만, 수의사의 방문 같은 경우는 비정규경로에 포함될 수 있다.

E. 근접전파(local spread)

◦ 질병의 전파는 감수성개체가 감염성개체로부터 얼마나 멀리 떨어져 있느냐(거리)와 그리고 감염성의 발현부터 감수성개체가 병원체에 노출되기까지(시간)에 따라 달라질 수 있다. ISP내에서 이는 근접전파의 형태로 나타내어진다. 농가 내에 감염성 개체가 있고, 농가가 감염성을 나타낼 때 근접전파확률은 거리와 시간에 따른 전파확률의 표로써 설정할 수 있다. 이 때 시간은 감염성이 발현되는 시점 혹은 임상증상이 나타나는 시점을 기준으로 설정할 수 있을 뿐 아니라, 가축의 종류에 따라 다르게 설정할 수 있다. 예를 들어, 차단방역이 잘 이루어지는 농가의 경우 전파확률을 0.25로 한다면, 이는 이 농가가 근접전파에 의해 감염될 확률이 다른 농가에 비해 1/4이란 의미이다.

F. 공기전파(airborne spread)

◦ 공기전파는 접촉이력이 없는 질병의 원거리 전파를 설정할 때 사용한다. 비록 감염성 질병에서 공기전파는 주 전파경로는 아니지만, 구제역의 경우 고려해야 할 전파경로 중 하나이다. ISP내에서 공기전파는 기상정보를 통해 설정한다. 근접전파와 유사한 방법으로, 거리와 시간에 따른 공기전파확률표를 작성하여 공기전파 모수에 입력한다. 추가로 일별 풍향을 고정값(풍향이 일정한 경우)이나 변동값(풍향이 일정하지 않은 경우)으로 입력한 후, 이에 따른 가중치를 부여할 수 있다. 가축의 종류에 따른 공기전파에 의한 상대적 감수성 정도 또한 설정할 수 있다. 구제역의 경우 소는 1.00, 양은 0.05, 돼지는 0.01과 같은 값을 입력한 경우, 이는 이는 소를 기준으로 양은 소에 비해 1/20정도, 돼지는 1/100 정도 감수성이 덜 예민한 것을 의미한다. 상대적 감염성 또한 유사한 방식으로 입력할 수 있다. 구제역의 경우 소는 0.20, 양은 0.20, 돼지는 1.00을 입력한 경우 이는 소와 양은 돼지에 비해 1/5수준의 공기전파 감염성을 가진다는 의미이다.

4. 방역조치(methods to control disease)

◦ 구제역이나 돼지열병(classical swine fever)에 대한 방역조치는 다음의 원칙을 따른다. 1) 감수성개체와 바이러스 간 접촉을 차단할 것. 2) 감염개체에서 바이러스의 생산을 근절할 것. 3) 감수성개체의 저항성(resistance)을 증가시킬 것. 이러한 원칙은 검역, 이동제한, 살처분, 백신접종 등과 같은 조치를 통해 이루어진다. 구제역의 경우, 링 백신접종(ring vaccination)은 감염개체를 중심으로 일정 반경 내 감수성개체에게 백신을 투여하여 완충지역(buffer)을 만드는 것이며, blanket 백신접종은 일정 지역 내 모든 감수성개체에게 백신을 투여하는 방법을 말한다. 방역조치는 방역조치내용(nature of control activity)과 자원(resource)으로 나누어 설정할 수 있다. 자원의 경우 방역조치를 시행하기 위해 필요한 인적/물적 자원을 말하며, 이는 유한적이다.

A. 자원(resource constraint)

◦ 각 방역조치는 한정된 자원 내에서 시행된다. 구제역을 예로 들면, 구제역 발생상황에서 살처분과 링 백신접종이 동시에 이루어질 수 있다. 이 경우, 두 가지 자원제약이 이루어져야 하는데, 첫째로 단위시간당 살처분 동물 혹은 농가 수의 한계와 둘째로 단위시간당 백신접종 동물 혹은 농가 수의 한계가 그것이다. 자원제약은 시간에 따라 달라질 수 있다. 예로, 감염농가 탐지가 이루어진 직후에는 가용자원이 극히 제약적일 수 있으나, 질병발생이 진행됨에 따라 가용자원도 증가할 수 있다. 농가의 상태는 대기(waiting), 진행(processed), 완료(completed)등으로 구분되어 자원 모수에 적용할 수 있다.

B. 예찰(Surveillance)

◦ 예찰은 감염농가 혹은 임상증상을 보이는 농가를 검출할 우도(likelihood)를 말한다. 이동에 대한 모수 설정과 마찬가지로, 질병의 확산에 대한 시뮬레이션을 실시할 경우 수동예찰(passive surveillance)가 일반수준(백그라운드 레벨)이 된다. 첫 감염농가를 검출한 후에는 예찰활동이 강화되므로 이를 모수에 반영해야 한다. ISP 내에서 두 가지 설정 (1) 예찰활동에 포함되는 농가의 비율과 (2) 감염농가 검출확률을 통해 예찰에 대한 설정을 실시한다. 검출확률의 경우 시간에 따라 변할 수 있기 때문에 이에 대한 설정 또한 실시한다.

C. 살처분(Depopulation)

◦ 살처분에 관한 모수는 감수성 개체를 도태시키는 것을 반영한다. 살처분 모수 설정 시 첫 번째로 고려해야 할 사항은 살처분정책을 시행하는 계기이다. 이는 검출시점, 발병 후 일정 기간, 혹은 추적(tracing)을 통해 일정한 이동이 위험농가로 있을 경우 등이 될 수 있다. 두 번째로, 살처분 대상 농가의 설정이다. 이는 일정 지역 내 모든 농가 혹은 특정 상태를 보이는 농가만을 대상으로 실시할 수 있다. 일반적으로 검출농가를 대상으로 살처분을 시행하나, 일정지역을 대상으로 실시할 경우 반경 등과 같은 세부사항을 설정해야 한다.

D. 백신접종(Vaccination)

◦ ISP 내에서 링 백신접종과 blanket 백신접종을 설정할 수 있다. 살처분과 마찬가지로, 백신접종을 시행하는 계기를 우선 설정해야한다. 이는 검출시점, 발병 후 일정 기간, 혹은 일정 수 이

상의 감염농가가 나타나는 경우 등이 될 수 있다. 두 번째로, 백신대상농가를 설정해야 한다. 링 백신접종의 경우 검출농가를 중심으로 일정 반경이내의 위험농가가 그 대상이 된다. 백신접종 설정에 있어 중요요소는 면역형성능력이다. ISP는 확률분포나 혹은 표를 통해 이를 설정할 수 있다. 예를 들어, 특정 기간 내 감염확률이 0.25이고 특정 농가의 면역수치가 0.75(이는 농장 내 동물 중 75%가 감수성개체가 될 수 있음)일 경우 이 농장의 감염확률은 0.19가 된다. 마찬가지로, 면역수치가 0일 경우 감염확률 또한 0이 된다. 이외에도 백신접종 후 농가의 상태를 보다 세분화하여 설정한 후 시뮬레이션을 실시할 수 있다.

E. 추적(Tracing)

◦ 감염농가 검출 이후 농장주 혹은 근무자와의 인터뷰 및 기타 조사와 같은 후발(backward) 추적을 통해 최초감염일을 추정할 수 있다. 이 과정을 통해 감염이 이루어진 경로 또한 파악이 가능하다. 이외에도 검출농가의 감염기 동안 접촉할 가능성이 있는 감수성 농가들 또한 선발(forward)추적을 통해 파악이 가능하다. 추적에 대한 모수는 농장주 혹은 근무자 인터뷰 내용의 신뢰도, 추적활동에 소요되는 기간, 추적을 통해 밝혀진 농가들에 대한 예찰활동 등을 통해 설정한다.

F. 이동제한(Movement restriction)

◦ 이동제한은 앞서 설정한 이동과 관련이 있다. 일반적으로 최초감염농장이 검출된 후에 이동제한을 실시한다. 예로, 감염농장 검출 후 0-14일 이내에 0.99의 수준으로 이동제한을 실시하는 것은, 모든 이동에 대해 99%의 확률로 제한한다는 의미이다. 가축시장폐쇄와 같은 이동제한 또한 농가에서 시장으로 가는 이동을 제한함으로써 설정할 수 있다.

G. 이동정지(Movement standstill)

◦ 이동정지는 일정기간 동안 농가와 관련한 모든 이동(가축구입, 사료 등)을 금지하는 것이다. 이 설정을 적용하면 ISP내에서 질병확산 시뮬레이션 시 농가의 이동(off-farm movement)은 사용할 수 없게 된다.

3. 시뮬레이션 흐름(Simulation flow)

◦ ISP는 C++ 언어로 짜여진 소프트웨어로써, 윈도우즈나 리눅스 환경에서 구동이 가능하다. 모든 모수들에 대한 설정이 끝나면, 컴퓨터 내 C++가 실행될 수 있는 폴더에서 시뮬레이션을 실시한다. 윈도우즈 버전의 경우, GUI(graphic user interface)를 통해 시뮬레이션 진행을 파악할 수 있게끔 되어있다. 메모리에 저장된 농가정보를 바탕으로 시간이 1단위씩 증가하면서 농가의 상태가 모수설정 에 따라 바뀐다. 감염농가는 이동, 근접전과, 공기전과 등의 경로를 통해 질병을 확산시킨다. 방역조치들이 적용되었을 경우, 이를 고려한 농가의 상태가 설정되며, 본 과정이 정해진 횟수만큼 반복된다.

4. 결과(Outputs)

◦ 시뮬레이션 결과는 ASCII 텍스트 파일의 형태로 세 가지 내용으로 구분된다. 첫째는 시뮬레이

형은 일반적으로 유사한 내-무리 질병 전승 및 동물 출하량, 간접 접촉 유사한 요금 및 공중 보급이 단위의 그룹을 포함한다. 사용자에게 의해 정의 된 생산 유형은 일반적으로 군집 내 질병 전파와 동물 출하량, 간접 접촉 및 공기 중 전파의 비율이 유사한 개체들의 그룹을 포함한다. 생산 유형은 가축 (예를 들어, 젖소) 또는 혼합 형태 (예를 들어, '양과 염소')의 한 종류 일 수 있다. 각 개체의 동물 수는 고정된 것으로 가정한다. 개체의 모집단은 동물의 이동 또는 질병 사망률에 의해 변경되지 않는다. 개체가 소멸되는 경우에만 동물의 수가 영향을 받는다. 시뮬레이션은 하루의 시간 단계로 진행된다. 각각의 시뮬레이션 날짜에서 질병 확산(예, 접촉 또는 공기중 확산), 감염된 개체들의 자연적인 질병의 진행 또는 질병 관리 행동(예, 검출, 백신접종, 살처분)에 기여하는 프로세스의 여러 타입들이 개별 개체에 영향을 미칠 수 있다. “모델”은 이와 같은 프로세스 및 행동의 집합을 의미한다.

B. 질병

- 의심 개체가 감염되면 하나의 질병 상태에서 다음 상태로 전환을 시작한다. 사용자는 각 생산 유형에 대해 별도의 분포에 따라 각 질병 상태의 지속 기간을 지정한다. 감염되면, 개체는 잠복기에 들어간다. 질병 관리 대책이 수행되지 않는 한 감염된 개체는 임상적으로 감염 상태로 진행(가시적인 질병의 징후를 동반한 에이전트 제한)되기 까지 잠재 상태에서 무증상 감염 상태(가시적인 질병의 징후 없이 에이전트 제한)로 자연스럽게 진행된다. 이후 개체는 자연 면역 상태로 진행되며, 일정 시간이 경과 한 후에 다시 감수성 상태로 전환된다. 각각의 특정 개체에 대한 이와 같은 상태들의 개별 지속 기간은 사용자에게 의해 입력된 분포에서 확률적으로 선택된다.
- 소멸되지 않는 한 모든 감염된 개체는 결국 질병 감수성 상태로 돌아갈 것이다. 결론적으로, 시뮬레이션을 위한 시간 프레임을 확장하는 경우, 특정 개체는 감염된 상태를 한번 이상 진행될 수 있다. 또한 한 상태는 지속기간을 0일로 설정하여 지나칠 수도 있다. 예를 들면, 잠재 상태에서 임상적 감염 상태로 바로 전이가 진행될 수 있다. 개체는 감염 다음날 바로 첫 전이 상태 변화를 겪게 된다. 의심 상태가 아닌 개체를 감염시키는 시도는 아무런 영향을 주지 않는다. 즉, 이미 감염된 개체의 질병 과정은 변경되지 않고, 자연적으로 면역된 개체는 감염될 수 없다.

C. 전파

가. 직접 접촉 전파

- 하나의 생산 유형에서 다른 유형으로 접촉되는 기본 비율은 생산 유형들의 각 쌍 사이에서 각 방향의 움직임에 독립적으로 지정된다. 예를 들며, 소에서 젖소 개체로의 접촉률은 젖소에서 소 개체로의 비율과 다를 수 있고, 소와 소 개체로의 접촉률 또한 다를 수 있다.

기준 접촉 비율은 사용자가 지정한 방식으로 시간이 지남에 따라 변경 될 수 있다. 이 때 조정은 질병 검출의 초기 사건 발생 이후 경과 일에 근거한다. 이러한 방식으로, 모델은 질병 발생의 대응 과정을 통해 이동 제어를 구현하는데 사용될 수 있다. 또한, 제어가 실행되기 전에 이동을 가속화 할 수 있다. 기준 접촉 비율과 같이, 이동 제어 기능은 원인 및 수신자 생산 유형의 각 묶음에 대해 지정된다. 감염되었으나 격리되지 않은 개체는 질병을 전파할 수 있다. 임상적으로 감염된 개체는 항상 질병을 전파할 수 있지만, 잠재 개체와 무증상 개체는 직접 접촉에 의해 질병을 전파할 수 있는 여부를 지정할 수 있다. 개별 시뮬레이션 날짜에서, 모델은 필요할 경우 이동 제어 기능에 의해 조정되는 기준 접촉률에 근거하여 각 감염 개체로부터 발생할 수 있는 접촉의 수를 결정한다. 각 감염된 개체를 위해 접촉의 수는 조정된 접촉률을 의미하는 포아송 분포로부터 샘플링에 의해 결정된다.

- 감염된 개체로부터 각 접촉점을 위해 거리 D는 이동거리 분포에서 확률적으로 선택된다. 그리고, 모든 적합한 수용 개체(말살, 격리되지 않고, 접촉 원인이 아닌)에서 프로그램은 분포에서 선

택된 거리 D에 가장 가까운 수용 개체를 선택한다. 원인으로부터 동일한 거리에 있는 다수의 접근 가능한 대상이 있다면, 모델은 보다 큰 개체내(두배의 동물 수를 가지는 개체는 그만큼 선택될 확률을 가진다.) 수용 개체가 질병 의심 단계가 아니면, 접촉은 질병 상태에 영향을 주지 않고, 노출만 기록된다. 원하는 수용 생산 유형이 없는 경우나 원하는 수용 개체가 모두 말살되거나 격리된 경우는 접촉이 발생하지 않는다. 질병 의심 수용체에서 난수 r은 0에서 1미만의 범위에서 생성된다. r이 주어진 노출에서 지정된 감염 확률보다 작은 경우, 수용체의 상태는 사용자가 지정한 전이 지연 후에 잠재 상태로 변한다.

◦ 질병 상태는 개체내 특정 동물 상태를 직접 반영하는 것보다 개체 전체의 특성이다. 새로 감염 개체들은 전달 개체가 잠재, 무증상 감염 또는 임상적 감염 상태에 관계없이 항상 잠재 상태에서 질병 주기를 시작한다. 기술적으로 임상적으로 감염된 동물을 받아들인 개체는 즉시 임상적으로 감염된 것으로 간주할 수 있다. 그러나, 잠재 상태의 수용 개체의 치료는 개체내 대다수의 동물들이 여전히 이전 질병 상태에서 진행이 필요하다는 사실을 반영한다. 새로운 감염이 발생하지 않는 것을 포함해 직접 접촉은 기록되고 추적(전방-추적) 조사 중 나중에 식별될 수 있다. 선적 동물의 수는 고려되지 않는다.

나. 간접 접촉 전파

◦ 개체 내에서 사람, 자재, 차량, 기기, 축산물 등이 이동과 같은 간접 접촉은 무증상 감염과 임상적 감염을 제외한 잠재적 상태에서 직접 접촉과 동일하게 시뮬레이션 하며, 감염의 원인으로 작용할 수 있다. 격리 단위는 간접 접촉의 원인으로 작용할 수 있다. 간접 접촉의 변수는 직접 접촉의 변수와 유사하지만 독립적이다. 간접 접촉은 기록되고 추적(전방-추적)조사 동안 식별될 수 있다.

다. 공기 전파

◦ 공기 전파에 대한 변수는 생산 타입들의 각 조합 사이에서 각각의 방향에 대한 전파로 별도로 주어진다. 이는 다른 생산 유형의 동물을 위해 생산된 바이러스의 전위차 또는 최소 감염성 투여량의 차이를 설명한다. 공기 전파는 격리된 개체 전반에 발생할 수 있다. 공기 전파에 의한 감염은 추적하여 식별 할 수 없지만, 공기 전파의 전반적인 분포는 계속 기록된다. 무증상 및 임상 감염 개체는 공기 전파의 원인으로 작용할 수 있다. 개체가 감염 의심 상태, 원인개체로부터 최대 전파 거리 내에 있는 경우, 원인의 방향이 지정된 우세한 바람의 방향과 일치하는 경우는 공기 전파에 대한 대상 수용체가 된다.

◦ 원인과 대상 생산 유형의 각 조합에서, 값은 1km 떨어져 평균 크기 또한, 감염 단위 (동물의 수에 기초하여), 평균 크기(동물의 수에 기초하여)의 감염 개체에서 1km 거리의 평균 크기 의심 개체로 질병이 전파되는 기초 확률을 나타내는데 특정된다. 이 기준 확률은 인구의 평균 단위 시뮬레이션에 포함 된 모집단의 평균 개체보다 더 많거나 적은 수의 동물을 가지는 원인과 수용 개체 모두를 위해 모델에서 조정된다(모집단에서 가장 큰 개체 사이 1km 거리에서 전파의 확률은 지정된 평균 확률의 거의 2배, 가장 작은 개체 사이 1km 거리에서 전파의 확률은 거의 0). 기준 확률은 원인 개체와 잠재적 수용 개체들 사이의 거리에 근거하여 조정된다. 사용자는 공기 전염에 의해 질병 전파의 최대 거리를 지정하고, 전파 확률은 기준 확률에서 최대 거리에서 0이 되도록 선형적으로 감소한다. 식 (2)에 나타낸 바와 같이, 특정 원인 개체와 특정 수용 개체 사이에 공기 전염에 의한 질병 전파의 최종 확률이 계산된다.

각각의 잠재적인 공기 노출에서 난수 r은 0 이상 1 미만 사이에서 생성된다. R이 계산된 확률 미만이면, 수용 개체의 상태는 공기 전파 지연시간이 경과한 후 잠재적인 상태로 변화된다.

D. 질병 검출

- 질병의 임상 증상이 관찰될 확률과 관찰된 임상 증상을 가진 개체가 기관에 보고될 확률은 질병 검출의 전체 확률에 기여한다. 두 확률은 각 생산 유형에 대해 별도로 규정될 수 있다. 각각의 날 및 각 생산 유형에서, 모델은 개체가 임상적으로 감염된 상태의 경과 일에 대해 사용자가 지정한 함수인 관찰 증상의 확률을 결정한다. 마찬가지로, 모델은 모집단에서 첫 질병 감지 이후 경과 일수에 대한 함수인 보고의 확률을 결정한다. 이것은 사용자가 발병이 진행됨에 따라 질병의 개선 상황 인식에 미치는 영향을 시뮬레이션 할 수 있도록 한다. 0이 아닌 기준 값은 시뮬레이션에서 첫 검출이 발생하기 전에 보고될 확률을 나타낸다. 임상적 감염 개체의 전체 검출 확률은 이들 두 확률에 의해 생성된다. 그리고, 모델은 위에서 언급하였듯이 난수 r 을 생성한다. R 이 전체 검출 확률보다 작으면, 개체는 질병 검출된 것으로 지정된다. 검출에 의존하는 후속 통제 조치는 그 이후에 개시될 수 있다. 임상적 감염 상태의 개체만 검출될 수 있고, 양성 검출의 오류는 없다.

E. 추적

- 감염된 개체가 검출되었을 때, 검출 이전에 일정 기일 내에 발생한 접촉이 있는 다른 개체는 추적(전방 추적)에 의해 식별될 수 있다. 모델은 한 단계 앞의 직접 및 간접 접촉의 추적을 시뮬레이션한다. 변수는 표 2에 나열된 각 생산 유형의 추적을 위해 사용자에게 의해 지정되었다. 추적 조사는 즉각적이고, 검출된 개체로부터 즉시 접촉만 살펴보아야 한다. 성공적인 추적을 수행하는 확률이 100% 미만으로 지정되어 불완전한 추적이 시뮬레이션 될 수 있다. 추적에 의해 식별된 개체는 격리되고, 선제적 말살에 지정될 수 있다. 모델은 감지된 개체에 대한 감염의 잠재적 원인이었을 개체에 다시 추적 시뮬레이션을 하지 않는다.

F. 질병관리대책

- NAADSM에 의해 시뮬레이션 된 질병 관리 대책에는 격리, 살처분, 백신 접종이 있다.

가. 격리

- 개체는 모델에서 다음의 이유에서 하나 이상의 이유로 격리된다. 병에 걸린 개체는 즉시 검출되어 바로 격리된다. 직접 또는 간접 접촉 수용체의 추적 조사에 의해 식별된 개체도 또한 격리된다. 결국, 이들 개체는 살처분에 대한 우선 순위 대기자 명단에 등록되고 격리된다. 격리된 개체는 직접 접촉을 받지 않고 생성도 하지 않지만, 간접적인 접촉 및 공기 전파는 격리된 개체에 의해 여전히 발생할 수 있다. 격리는 검출 확률에 영향을 미치지 않는다. 격리되었지만 감염된 개체는 동일한 생산 유형의 다른 감염 개체보다 검출될 가능성이 없다.

나. 살처분

- 첫 검출이 언급된 경우, 모델은 살처분 프로그램을 시뮬레이션 할 수 있다. 사용자는 초기 감지로부터 살처분 프로그램이 시작될 때까지 날짜를 정의한다. 검출된 모든 개체는 살처분에 지정될 수 있다. 추적 조사에 의해 지정된 개체(위험 접촉 파괴)와 검출된 개체의 주어진 반경 내에 있는 개체(반경 파괴)들도 또한 선제 살처분으로 지정될 수 있다. 생산 유형 특정 변수는 해당 유형의 감염된 개체의 검출이 살처분 반경의 형성을 촉발할지 여부를 결정한다. 예를 들어, 감염된 돼지 개체의 검출이 다양한 생산 유형의 주변 개체의 살처분으로 이어질 수 있지만, 감염된 양 개체의 검출은 아닐 수 있다. 생산 유형 특정 매개 변수는 특정 유형의 개체가 살처분 반경에 포함할지 여부를 제어한다. 예를 들어, 젖소 개체는 인근 병에 걸린 개체의 검출에 대한 대응으로 살처분될 수 있지만, 양 개체는 살처분되지 않을 수 있다.

- 하루에 살처분될 수 있는 개체의 개수에는 제한이 있다. 이것을 살처분 용량이라고 한다. 살처분 용량은 살처분된 개체의 동물 수를 고려하지 않는다. 살처분 용량은 질병의 첫 검출 이후 경과 일

수의 함수로서 특정된다. 하나의 살처분 용량은 모든 생산 유형의 개체에 적용된다. 예를 들어, 특정 일에 살처분 용량이 10 개체라고 하면, 그 날에 할당된 살처분 우선 순위에 따라 소 개체 10 개 또는 돼지 개체 10개 또는 한 개체 6개와 다른 개체 4개가 살처분될 수 있다. 한 개체가 살처분에 지정되었지만 즉시 살처분되지 않는다면(최대 용량에 도달했기 때문에), 그 개체는 격리되고 살처분에 대한 우선 순위 대기자(큐)에 배치된다. 사용자가 순서 또는 중요성을 평가해야 하는 살처분 우선순위에 사용되는 세 가지 기준은 개체의 생산 유형, 개체 살처분의 원인, 살처분 대기열에서 대기한 경과일이다. 또한, 이러한 기준에 대해 좀더 자세한 사항을 지정해야 한다. 생산 유형 기준 내에서, 시나리오에서 표현된 생산 유형의 우선 순위를 포함한다(예, 소는 돼지보다 살처분에 대해 보다 높은 우선 순위를 가질 수 있다. 반대의 경우도 있음). 마찬가지로 살처분의 이유도 상기 지정된 기준에 따라 우선 순위를 정한다. 예를 들어, 질병 검출로 살처분으로 지정된 가축 무리가 살처분 반경 내에 위치해서 살처분으로 지정된 가축 무리보다 높은 우선 순위를 가질 수 있다.

◦ 매일 관계 기관은 가장 높은 우선 순위로 시작하여 대기 목록에서 가능한 한(그 날의 파괴 용량까지) 많은 개체를 살처분한다. 가장 높은 우선 순위의 기준에 의해 가장 먼저 적용된다. 두 개체가 우선 기준에 기초하여 순위가 같은 경우, 다음 순위의 조건이 적용된다. 두 개의 생산 유형/살처분 원인에 대한 살처분 조합은 동일한 우선 순위를 가질 수 없다. 살처분의 우선 순위 구분은 노출 원인을 기초로 만들어지지 않는다.

다. 백신접종

◦ 전수 백신접종은 질병의 제어 프로그램의 일부로서 사용될 수 있다. 감염된 개체의 수가 사용자가 지정한 수준에 도달하면 접종 프로그램이 개시된다. 지정한 임계값에 도달하면, 전수 백신접종은 시뮬레이션 날짜와 후속 시뮬레이션 날짜에 검출되는 임의의 개체 반경을 형성할 수 있다. 같은 반경에 위치한 개체는 예방 접종에 지정될 수 있다. 특정 생산 유형 주위에만 전수 백신접종을 실행하거나 반경내 선택된 생산 유형의 개체만 백신접종을 실행하는 전략을 시뮬레이션 할 수 있다.

◦ 백신 접종 용량에 따라 하루에 접종할 수 있는 개체의 수는 살처분 용량과 동일한 방식으로 처리된다. 살처분과 백신 접종은 일일 한도는 서로 독립적으로 운영한다. 모델이 동적으로 하나의 작업에서 다른 작업으로 리소스를 동적으로 이동하지 못 한다. 한 개체가 백신 접종에 지정되었지만 즉시 접종할 수 없는 경우, 우선 순위 대기 리스트에 놓인다. 백신 접종 우선 순위는 살처분 우선 순위와 유사하게 설정되어 있다. (i) 백신 접종 대기 개체의 생산 유형 단위와 (ii) 접종 리스트에서 대기한 일수의 두 기준 접종 우선 순위를 사용할 수 있다. 의심 개체가 백신 접종 되면, 면역력이 개발될 때까지 지정된 시간 동안 의심 상태를 유지하고 나서 백신-면역 상태가 된다. 백신-면역 상태가 100 % 효과적인 것으로 가정되면 개체가 백신-면역이더라도 감염될 수 없다. 면역 기간의 지속 기간은 각 새롭게 접종된 개체에 대해 확률적으로 결정된다. 개체가 이전 백신-면역 상태에서 백신 접종 후에 감염된 경우, 백신은 효과가 없는 것으로 간주되고, 상기 개체는 통상 질환 주기에 들어간다. 의심 상태가 아닌 개체의 백신 접종은 질병 상태에 영향을 주지 않는다.

◦ 개체는 시뮬레이션의 과정을 통해 여러 번 예방 접종을 할 수 있다. 개체가 재-접종하기 전에 사용자에게 의해 지정된 최소 경과 일을 지나야 한다. 지정된 일수가 경과한 후에 접종 반경내 대상 개체의 경우, 재-접종할 수 있다. 그림 5는 위의 접근 방식을 표현한다.

G. 질병관리 우선순위

◦ 모델에서 지정된 날짜에 사건들이 동시에 발생하기 때문에, 개체 변경의 충돌 작용을 방지하기

위해 모델에서 실행되는 프로세스의 순서와 우선순위를 설정할 필요가 있다. 개체가 감염되고 백신 접종을 받은 개체 또는 당일 감염되고 살처분된 개체인 경우, 이들에게 적용되는 순서는 무작위로 선택된다. 그러나, 개체가 예방 접종과 같은 날에 회복 불능이 될 경우, 살처분은 항상 우선 순위가 된다. 세 가지 동작(감염, 살처분, 예방 접종)이 같은 날에 발생하도록 계획된 경우, 개체는 살처분되기 전에 감염 또는 분류되지 않을 수 있지만 결코 예방 접종 되지 않는다. 두 개 이상의 프로세스가 동일한 날의 동일한 개체를 감염시킬 경우(예, 하나의 개체로부터 직접적인 접촉과 다른 개체로부터 간접 접촉), 하나의 과정은 무작위로 선택되고, 감염의 원인으로 보고된다. 마찬가지로, 개체를 접종하거나 살처분하는 둘 이상의 이유가 있는 경우, 하나의 이유는 보고를 위해 무작위로 선택된다. 감염, 파괴, 그리고 예방 접종은 모두 같은 날에 자연 상태로 전환하기 전에 발생하는 것으로 간주된다: 개체는 특정 일에 백신 면역 상태에서 의심 상태로 변환하면, 또한 같은 날 감염 개체와 충분한 접촉이 있다면, 개체가 여전히 면역 상태에서 접촉이 일어난 것으로 간주되기 때문에 문제의 개체는 감염되지 않을 것이다.

H. 비용

◦ 살처분과 백신 접종과 관련된 직접 비용 추정은 모델에서 서로 다른 관리 대책 비용의 비교를 통해 계산될 수 있다.

가. 살처분 관련 비용

◦ 이 모델에는 개체내 동물의 수와 관계없이 각 파괴된 개체의 평가와 관련된 고정 비용이 있다. 각 개체의 세정과 살균에 연관된 비용도 또한 각 개체의 동물 수에 관계없이 고정되어 있다. 이러한 단위 개체당 고정 비용뿐만 아니라, 안락사, 사체 처리 및 보상을 위한 동물 당 비용도 적용된다.

나. 백신접종 관련 비용

◦ 개체내 동물의 수와 관계없이 각 백신 접종된 개체의 접종 설정과 관련된 고정 비용이 있다. 개체내 각각의 동물의 예방 접종 비용이 고정 개체 비용에 추가된다. 각각의 동물의 예방 접종 비용은 접종 동물의 수에 영향을 받을 것이다. 각 동물에 지정된 임계 값 최대치에 기본 예방 접종 비용이 적용된다. 이 임계 값을 넘는 각 동물의 경우, 추가 비용이 적용된다.

3. 결과

◦ 넓은 범위의 입력되는 값과 변수의 조합에 따른 결과 때문에, 사용자는 특정 시나리오와 질병 관리의 다양한 조합에 대한 모델을 만들 수 있다. 각각의 특정 모델은 '실제'(모델) 및 '추정'(검출 모델) 전염병 곡선, 발병 기간, 파괴 및 백신 접종된 총 개체 및 동물의 수, 질병 관리 대책과 관련한 총 직접 비용과 같은 관심사의 다양한 결과의 점 추정치를 한번에 실행할 수 있다. 더 일반적으로, 특정 모델은 관심 결과와 이들 결과의 평균, 범위, 표준편차, 선택 백분위와 같은 기술 통계의 분포를 생성하기 위해 여러 번 사용할 수 있다. 시뮬레이션의 각 날에 발생한 모든 이벤트 (감염, 관리 대책)의 기록은 모의 발병을 재 생성하는데 사용할 수 있다.

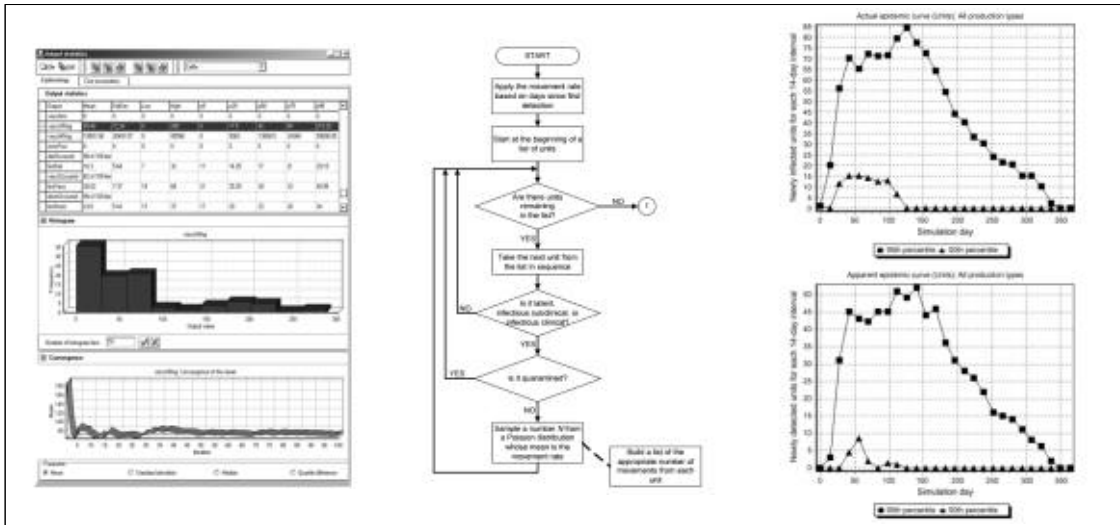


그림 3-3-1-11. 미국의 북미 질병확산 모델

㉔ AADIS(호주)

◦ Australian Animal Disease Spread Model(AADIS)는 질병전파를 모형화할 수 있도록 호주에서 만들어진 소프트웨어로써, 질병발생상황 재현이나 방역정책의 효용성평가 등에 사용되고 있다.

1. 모델배경(Modeling Context)

A. 구제역(Foot-and-Mouth Disease, FMD)

◦ FMD는 국내 및 야생 우제류 동물의 급성 전염성이 강한 바이러스성 질환이다. 이 질환은 임상적으로 입과 코, 유두, 발굽 사이와 위의 피부에서 수포와 짓무름이 형성되는 특징을 가진다. 구제역 바이러스가 직접 접촉(예:, 생축의 농장 간 또는 농장-시장 간 이동), 간접 접촉 (예: 축산물 부산물 및 매개물) 및 에어로졸을 통해 무리 사이에서 확산된다.

◦ 호주는 중요한 가축 생산국이자 가축, 축산물 및 가축 유전 물질의 주요 수출국이다. FMD의 유행은 특히 수출 시장에서의 손실로 심각한 경제적 영향을 미칠 수 있다. FMD 유행에 의한 심각한 결과 때문에 호주는 예방 및 계획에 상당한 자원을 투자하고 있다. FMD의 침입을 관리하는 호주의 접근 방법은 호주 수의학 비상 계획(AUSVETPLAN)에 기재되어 있다(Animal Health Australia, 2014a).

◦ 요약하면, 정책은 감염되거나 감염위험에 노출된 동물의 도태 및 폐기를 포함하는 살처분을 통하여 가능한 신속하게 질병을 종식시키는 것이다. 표준 동물원 위생 대책과 이동 제한 또한 최소한 3일 이내에 국가 가축 현상유지와 감염 구역(IPs) 및 위험 접촉 구역(DCPs) 주위에 통제영역 설정한다. 백신 접종은 AUSVETPLAN 일부 상황에서 옵션으로 확인된다.

B. 가축생산시스템(Livestock Production Systems)

◦ 호주의 가축의 생산은 주로 대규모 방목에 기초하고 있으며, 주로 양모, 양고기, 쇠고기, 유제품이 주력 상품이다. 호주 역시 소규모의 집약적인 돼지 및 가금류 산업을 가지고 있다. 축산업은 다양하며 열대 북부 퀸즈랜드의 육우의 영역에서부터 온대 남부 태즈메이니아의 양 영역에까지 연장되어 있고, 해안의 뉴 사우스 웨일즈의 낙농 분야에서 서호주의 메리노 양모 생산 지역까지 이어져있다.

- FMD에 의해 직접적인 영향을 받는 주요 산업은 쇠고기, 유제품, 양모, 양고기, 돼지산업이다. 호주는 또한 78,000 상업 농장(추산 104,000 개소 소규모/생활형 농장)에서 약 7400만 양, 2800만 소, 200만 돼지를 사육하고 있다. 질병 전파의 관점에서 관심을 가지는 핵심 단위는 하나의 그룹으로 관리되는 같은 종류의 동물 군으로 정의되는 무리(herd) 단위이다. 호주의 상업 농장은 대규모 생산이 가능하고 동일 종 또는 다른 종의 무리를 구성할 수 있다.
- 호주는 6개 주와 2개의 특별구로 구성된 연합이다. 호주 정부는 방역, 질병 보고, 수출 인증 및 무역에 대한 책임을 가진다. 주 및 지역 정부는 각각의 관할 구역 안의 동물 위생 서비스를 담당하고 있다. 이는 구제역과 같은 질병을 관리하기 위한 국가 정책이 있는 것을 의미하며, 실제 통제 조치는 자체 법률에서 규정된 관할별로 운영된다. 질병 통제의 목적을 위해 무리 단위보다는 농업 기업 단위가 핵심 단위로 사용된다.

2. AADIS 접근방법(Hybrid Approach)

- 전국 규모로 호주의 구제역 연구를 위해 모델은 다양한 종과 생산 시스템에 걸친 약 24만 무리를 다룰 필요가 있을 뿐 아니라 통제 조치와 자원 제공에서의 질병의 전파와 관할 변동에서 지역적 이질성을 포괄하고 있다. 이러한 복잡성에 대해 고심하기 위해 AADIS 개별 기반의 모델링 및 인구 기반 모델링을 조합한 하이브리드 모델의 아키텍처를 사용하고 있다. 이 접근법은 계산적으로 효율적인 무리 내부 확산과 무리 간의 전파가 발생하는 다양한 이질적 환경을 포착한다. 모델링의 목적을 위해 호주의 가축은 11 무리의 종류와 10 농장 유형으로 표 1과 같이 분류하였다. 무리는 종류, 크기, 위치, 관할 및 지방 정부 지역과 같은 정적 속성과 감염 상황과 같은 동적 속성을 가지고 있다. 농장은 하나 이상의 무리로 구성되어 있다. 공간적으로, 농장과 그 구성 무리의 지점은 위도와 경도로 정의되어 있다. 또한 무리 집단은 농업 센서스 데이터 및 산업 보고서와 데이터에서 취합된다.

A. 군집 내 전파모형을 위한 방정식기반 모형(Equation-Based Modeling of Within-Herd Disease Spread)

- AADIS는 무리를 질병 전파 지점의 관점에서 잘 혼합된 것으로 간주한다. 즉, 무리의 모든 구성원이 질병에 걸릴 확률을 동일하게 봄. 이것은 국가 규모에서의 질병의 확산을 모델링하기 위한 합리적인 단순화이며, 인구 기반의 접근 방식에 적합하다. AADIS는 FMD의 무리 내부에서의 확산을 표현하기 위해 비공간적, 확정적 SEIR, 구획된 EBM를 사용하고 있다. 접근 방식은 Keeling과 Rohani (2008)에 의해 제안된 것과 동일하다. 각 무리는 연구 중인 무리의 유형과 병원체를 위해 맞춰진 자체 ODE 시스템을 가지고 있다. AADIS는 도태 시키지 않는 상태에서 무리 규모를 인정한 것으로 단순화한다. 민감 무리가 감염된 경우에는 ODE 시스템은 시간의 흐름에 따른 SEIR 구획 비율을 산출하기 위해 4차 Runge Kutta 방법을 사용한다. EBM은 감염된 무리의 유병률과 임상 증후를 기술 한 곡선을 생성한다. EBM 접근법은 외부의 비동기적 이벤트가 무리가 적용 될 때까지 남아있는 솔루션으로 계산상 효율적이다. 만약 무리가 백신 접종이 되고 면역 수준이 증가하면, EBM은 이후의 시간 그 시점에서 업데이트 된 SEIR 구획 비율을 얻기 위해, ODE 시스템을 해결하는 방법으로 반응한다. EBM은 무리 내부 감염 상태와 임상 증후의 존재를 역동적인 표현으로 제공한다.

B. 군집 간 전파모형을 위한 에이전트기반 모형 (Agent-Based Modeling of Between-Herd Disease Spread and Control)

- 가축 한 무리가 무리 내 질병 확산의 모집단으로 볼 수 있다면, 그 무리는 무리 간 확산에 대해서는 개체로 볼 수도 있다. EBM에 의해 생성된 무리 레벨에서의 감염, 잠재적(노출) 및 임상적 발병률 통합 데이터는 무리 간의 질병 확산 모델의 입력 변수이다. 이것은 특히 FMD와 같은

고전염성 질병이 진행이 확인되지 않은 취약 집단에 도입된 경우의 전국단위 모델에 대한 합리적 단순화이다. 무리 간 확산 설정에서는 한 무리는 ABM에 참여하는 원자 항원으로 볼 수 있다. 무리 내 질병 확산은 확정적, 비공간적이지만 무리 간 질병 확산은 고도의 확률적이며 공간적으로 명시적이다. 이것은 질병 확산경로 및 제어수단이 구비된 풍부한 ABM 환경에 의해 달성된다. 질병의 확산은 다음의 경로로 모델화된다. 각 확산 경로는 감염된 무리에서 취약 무리로 질병이 전파될지에 대한 시뮬레이션 날짜가 결정되는 알고리즘을 가지고 있다. AADIS는 몬테카를로 샘플링 확률 분포 함수를 통해 확률을 도입한다. 이종 무리 간 질병 확산은 ABM 같은 개별 기반 모델에 잘 적용된다.

직접 접촉	구역 간 생축의 이동
시장/경매장 임시 우리 확산	시장/경매장 임시 우리에서의 생축의 출입
간접 접촉	무리 간 축산물, 부산물, 매개물의 이동
지역 확산	근접 구역간에 공유되는 경계 펜스 등에서의 접촉
공기 전파	공기중에서 생존하는 에어로졸 형태로 가축에서 배출되는 바이러스

◦ 질병 통제도 ABM 환경의 일부이다. 이것은 이동 제한, 모니터링, 추적, IP 운영, 자원 관리와 예방 접종이 포함되어 있다. ABM 긴급 행동은 모집단에 걸친 시공간적 질병 확산과 질병 통제 및 근절을 위한 후속 활동을 포괄한다. 질병 확산 경로 및 통제 대책이 ABM 환경의 구성 요소로 간주 될 수 있다. 구성 요소는 자율 로직, 실행의 그 자체 맥락, 비동기 이벤트를 받기 위한 블로킹 큐가 있다. AADIS ABM 환경의 각 구성 요소는 독립적 병렬적으로 운영된다.

3. AADIS 기능 설명(AADIS Functional Description)

A. 전파경로(Transmission Pathways)

◦ AADIS는 FMD가 무리 간에 전파될 수 있는 5가지 독립적인 수단을 모델화한다.

가. 직접접촉전파(Direct Contact Spread)

◦ 직접 접촉에 의한 전파는 무리 간 생축의 움직임에 의해 발생한다. 일별 무리의 출입 움직임의 수, 예상되는 수, 규모, 목적지는 월별로 계층화되며 이는 다양한 보고서와 산업에서의 자료로부터 도출된다. 모든 무리에서 모든 움직임을 고려하는 것이 계산적으로 불가능하기 때문에 AADIS는 감염 무리의 데이터만으로 가축 이동을 모델화한다. 각 감염 무리에 대해서는, 일별 이동 속도, 무리 유형별 이동의 방향, 이동 거리와 동선이 확률적으로 결정된다. 이는 이동 빈도, 거리 분포, 접촉 매트릭스를 포함하는 구성 데이터를 기반으로 한다.

나. 가축시장을 통한 전파(Saleyard/Market Spread)

◦ 시장과 경매장의 임시 우리는 질병이 인지되고 통제가 수행되기에 앞서 유행을 증폭 할 가능성을 내포하고 있다. 이는 질병 전파가 다수의 취약 무리와 출하를 위해 뒤섞이고 분할되는 정도에 의해 많이 촉진되기 때문이다. 농장 외부로의 출하된 가축은 다수의 넓은 범위의 지역으로 이동된다. AADIS는 데이터의 가용성에 따라 경매장의 임시 우리에서의 전파를 시뮬레이션하기 위한

두 가지 옵션을 제공한다. 단순화 모듈은 다른 종류의 무리로부터의 출하 빈도와 목적지를 계산에 포함시킨다. 특정 일에 감염 무리에서 경매장 임시 우리로 가축을 보낼 가능성은 확률에 기반하여 결정된다. 경매장 임시 우리로의 각각의 감염축 출하는 beta-PERT 분포에 기반한 여러개의 감염축 외부출하 분포를 생성한다. 경매장 임시우리 전파의 보다 명시적인 표현은 가축 판매의 유형, 빈도, 시점을 넣어서 계산하는 것이 가능하다. 이 방법은 개별 가축의 판매 시 특정 매매 패턴에 의해 이루어진다. AADIS는 시뮬레이션 동안에 유사 판매 이벤트를 모델화한다. 만약 판매가 감염 무리를 포함하여 발생한다면 그 일련의 확률적 결정은 감염축의 외부출하 두수, 출하처 유형(일반농장, 사육장, 도축장 등), 목적지를 결정하기 위해 만들어진다. 감염은 출하 상황에서 바이러스 양에 따라서 상대적 강도로 목적지 무리에 전파된다.

다. 간접접촉전파(Indirect Contact Spread)

◦ 간접 접촉 전파는 오염된 축산물, 부산물 및 장비, 사람, 자동차 등의 매개물의 무리간 이동에 의해 발생한다. 잠재적 원천은 수의사, 진단 계약자, 인공수정 기술자, 우유탱크 및 사료배송 차량이 될 수 있다. 간접 접촉은 감염 전파의 잠재력에 따라서 고, 중, 저로 구분할 수 있다. 계산 효율의 관점에서는 AADIS가 유일하게 지정된 평균(baseline) 전파 확률 기반의 간접 접촉 단일 카테고리 사용한다. 사용자는 다른 위험 프로파일을 표현하기 위해 이를 파라미터화할 수 있다. 직접 접촉과 비교하면 간접 접촉에는 데이터의 제한이 있다. 노출된 무리의 유형과 위치는 무리의 유형에 따라 접촉 매트릭스와 거리 분포를 이용하여 확률적으로 결정된다. 무리가 간접 접촉을 통해 노출되는 경우에는 전송 확률은 원천 무리의 바이러스 양, 원천 무리의 상대적인 감염성(종과 무리 규모별), 바이러스의 생존에 영향을 미치는 환경 조건, 차단방역 관행, 노출 무리의 상대적 감도(종과 무리 규모별)에 의해 결정된다.

라. 근접전파(Local Spread)

◦ 지역 전파는 근접지(기본 3 킬로미터 이내)에서 감염 무리부터 취약 무리에 이르는 질병 감염을 다루고 있다. 전파의 실제 매개체는 잘 파악되지 않으며, 팬스를 통한 지역 에어로졸, 비축물, 자동차, 사람, 유출수, 이웃 간 장비 공유 등이 매개체가 될 수 있다. AADIS는 위험 지역 전파 반경 내의 모든 취약 무리에서 지역 전파를 표현하기 위해 공간 커널 방식을 사용하고 있다. 위험 임박 무리에 대한 전파 확률은 원천 무리의 발병률, 원천 무리의 감염성(종 및 규모별), 대상 무리의 민감도, 대상 구역에서의 차단방역 방법, 및 원천과 대상 무리의 거리에 따라 확률적으로 결정된다. 원천 무리와 대상 집단간의 거리 영향은 선형 감쇠 함수-더 가까운 무리가 원천이 되고 전파 확률이 더 커지는. 또한 지역 전파는 동일한 농장에서 공존하는 무리들 사이에서 발생할 수 있으며, 동일한 농장에서 관리되는 무리 간 지역 전파에 더 높은 잠재력을 반영하여 증가하는 전파 확률을 보인다.

마. 공기전파(Airborne Spread)

◦ 공기에 의한 전파는 바람을 타고 옮겨지는 바이러스에 의해 취약 가축이 감염되는 것이다. 돼지는 상대적으로 다른 종에 비해 대량의 바이러스를 배출하는 잠재력 때문에 공기중 전파의 최대 위협이다. 공기중 전파는 응축된 바이러스 원천, 적절한 기상조건, 취약동물로의 풍향 조건에서 발생할 가능성이 높다. AADIS는 오직 돼지 무리만이 3 킬로미터 이상의 FMD 공기 전파를 할 수 있는 것으로 가정한다. 3 킬로미터의 이내의 공기중 전파는 지역 전파 경로에 의해 포착된다. 각각의 시뮬레이션 일자에 대하여 각 감염 돼지 무리에서 가장 가까운 기상 관측소에서 공기중 전파에 기여하는 조건 정보를 제공한다. 만약 적합하다면 우세한 바람 방향에서의 감염 무리 위치에서 구역이 설정되고, 설정 각도(그림 4)에 의해 대응된다. 구역의 반경은 그날 바이러스 기동

의 정도를 나타내며 원천 무리의 감염 돼지 수에 의해 결정된다. 3km 이내를 제외한 구역 내의 취약 무리가 확인된다. 전파 확률은 취약 무리의 종, 무리의 크기, 감염 무리로부터 취약 무리까지의 거리의 의해 계산된다.

4. 질병관리

◦ 호주의 FMD 정책은 경제적 영향의 최소화하면서 적절한 전략을 조합하여 질병을 가능한 최단 시간에 퇴치하는 것이다. 필수 통제 전략은 다음을 포함한다. 감염 전파를 최소화하기 위한 지정 지역에서의 가축, 축산물, 부산물의 검역과 이동 통제 원천과 감염 정도를 결정하기 위한 추적과 감시 감염구역과 잠재 위험 접촉구역에서의 가축 검사 및 살처분된 가축, 축산물의 처리 및 해당 지역의 오염제거.

◦ 추가적인 통제 전략은 다음을 포함한다.

- 취약 가축에 의한 감염과 임상적 질병, 잠재적 바이러스 배출 감소를 위한 백신접종.

- 감염의 전파를 최소화하기 위한 취약 가축의 선제적 처분.

(거래를 지원하기 위한) 구역화 및 구획화 리스크 기반 이동 통제.

◦ 농장은 질병 통제의 관점에서 모집단의 단위이다. AADIS 농장은 유형 및 구성 무리와 같은 정적인 속성과 구역 분류 및 선언 지역과 같은 동적인 속성을 가진다. 시뮬레이션된 주요 통제 전략은 이동 제한, 감시, 추적, IP 운영 및 백신접종이다. 질병 유행의 통제와 퇴치 단계는 최초 감염 구역을 선언한 후 시작된다. 최초 탐지일은 (알려진 무리 유형과 임상적 발병률에 의한 구성 확률로) 확률적으로 결정되거나, 특정 또는 임의로 선정된 농장에서의 고정된 날로 지정된다.

A. 이동제한(Movement Restrictions)

◦ 전국단위의 가축 이동금지(최소 3일 이상)는 첫번째 IP가 발견된 후 즉시 실시된다. AADIS는 직접 및 경매장 임시 우리에서의 전파 경로를 제한에 의해 가축 이동금지를 모델화 된다. 제한 수준은 이동금지 상태, 통제 영역의 종류, 전파 경로 통제 효과에 따라 결정된다. 각 경로의 적합률은 이동금지 시의 불법적인 움직임이 있을 가능성을 고려하기 위해 AADIS 설정 데이터에 정의되어 있다. AADIS 구성 데이터는 관할 당국에 의해 전국 가축 이동금지 기간을 정한다. 이는 개별 구역에서 어떻게 최초 3일간의 기간을 초과하여 전국단위 가축 이동금지를 연장할 수 있는지를 반영하고 있다. 통제 지역은 가축, 축산물 및 기타 물질의 이동을 제한하기 위해 각 감염 구역 주위에 설정된다. 통제 지역은 지정된 지역(지방 정부, 주/특별구) 또는 IP 당 반경 기반으로 정의되고 관할별로 시행된다, 통제는 2개의 수준으로 구분된다: 즉시적으로 IP들을 포함하는 제한지역(RAs)과 RA들을 포함하는 통제지역(CAs). CA는 상대적으로 통제 수준이 낮은 반면 RA는 통제 수준이 최고 수준이다. AADIS는 단계적으로 통제지역의 부과를 모델화한다. 더 큰 통제지역은 질병 유행 초기에 적용된다. 통제 프로그램이 진행되면 통제구역의 차원은 관할별로 축소된다. 반경 기반의 통제지역은 대상 IP의 관할 경계 내에 들어가도록 구획된다. IP들은 구성 RA와 CA의 조합에 의해 형성되는 메타-RA 및 메타-CA로 분류된다.

B. 예찰과 추적(Surveillance and Tracing)

◦ 감시는 새로운 감염이 확인되고 선언되는 과정이다. FMD 유행시에는 감시는 새로운 발생을 감지하고 감염의 범위를 정의하고 감염되지 않은 지역의 청정을 입증하는데 사용된다. AADIS는 소유자/검사자 등에 의한 즉시적인 의심사례 보고를 허용한다. 이것은 새로운 IPs를 발견하기 위한 가장 중요한 메커니즘 중 하나이다. AADIS는 첫 번째 IP가 선언 된 후에 의심사례 보고를 시작하고 실제 양성과 허위 양성 모두를 보고하도록 한다. 허위 양성 보고가 발견되는 증상 확인하지만 실제로 FMD에 감염된 것은 아니다. 실제 양성 보고는 감염된 무리의 임상 발병률, 보고되는 확

를, 보고가 예상되는 시간에 따라 확률적으로 생성된다. 후자의 두 가지 파라미터가 AADIS 구성 데이터에 무리 유형별로 정의되어 있습니다. 생성된 허위 양성 보고 수는 n일(default3), 실제 양성 보고의 이동평균에 비례하고 있다. McLaws등(2007년)의 연구에 따르면 실제 대비 허위 보고 비율은 2.34인 것으로 나타났다. 실제 및 허위 양성 보고를 모두 모델링 하는 것은 보다 현실적인 감시의 모델링을 가능하게 한다. 즉 감시가 양성 판정이 되는 것과 무관하게 팀의 자원이 사용된다. AADIS는 또한 RA 내의 구역에서의 활성화된 검사를 모델화한다. IP 지정 거리 내의 모든 농장은 구성 가능한 검사 일정(검사 횟수와 빈도)의 대상이 된다.

◦ 감시팀의 방문이 필요한 구역은 RAs내의 구역에서의 추적, 적극적 검사, 의심구역 보고를 통해 확인된다. 실험실 시료는 필요시에 채취한다. 감시 방문은 위험에 따라 우선 순위가 매겨진다. AADIS는 감시 방문이 예정된 구역을 자원 제한적 동적 순서에 따라 유지한다. 방문 우선순위는 구역 분류, 선언 지역과 무리 분류에 따른 설정 방식에 따라 부여된다. 여러 구역이 동일한 우선 순위를 가지고 있는 경우는 방문을 기다리는 대기시간에 따라 부여된다. 방문기간, 방문 빈도 및 전반적인 감시 기간은 무리 유형 및 우선순위에 따라 부여할 수 있다.

C. 감염농가처리(Infected Premises(IP) Operations)

◦ IP 운영은 평가, 살처분, 구역내 오염 제거로 구성되어 있다. 살처분은 FMD 발생을 통제하기 위한 호주의 기본 초기 정책이다. 살처분은 IP에서의 바이러스 배출을 줄여서 전파를 감소시키는 가장 빠른 방법으로 고려된다. 살처분은 위험 평가를 통해 모든 IP, 잠재적으로는 DCPs에서 실행된다.

◦ IP 구역 내에서는 다음의 상태를 통해 운영을 이행한다: 도태 보류, 도태 진행, 처분 보류, 처분 진행, 살처분 보류, 살처분 진행, 오염제거 보류, 오염제거 진행, 상황 종료. 각각의 관할에서는 도태, 폐기, 오염제거 팀 구성을 위한 인력풀을 구분하고 있다. 인력풀(모든 팀에서 할당된)이 소진 되면 대기중인 작업은 대기열에서 홀당된다. 구역 방문은 IP 구역 분류, 무리/종 우선순위, 무리 크기, 대기열 시간, 및 IP 근접성에 따라 우선 순위가 부여된다. 도태, 살처분, 오염 제거 중인 구역에서 요구되는 시간은 AADIS 구성 데이터에 무리 유형별로 정의되어 있다.

D. 백신접종(Vaccination)

◦ 백신접종은 FMD 유행에 대한 살처분 지원을 위해 가능한 옵션 중 하나이다. FMD 상황에서 백신접종 결정과 백신접종의 특정 역할은 특정 발생 시나리오에 따라 달라진다. 백신접종 전략은 다음을 포함한다.

Suppressive(진압) - 백신 접종은 알려진 감염지역(RAs) 내에서 향후 전파 감소를 위한 위험군 및 노출 무리에 서의 바이러스 생성의 억제를 위해 실행된다.

Protective(보호) - 백신 접종은 알려진 감염지역 밖에서 취약 가축을 감염으로부터 보호하기 위해 실행된다.

Mass(대규모) - 백신접종이 광범위한 지역의 대규모 가축에 대해서 실행된다. 이 전략은 질병 유행이 통제를 벗어나고 급속한 전파 위험이 있을 때 적용된다.

◦ AADIS은 백신접종 프로그램을 시작하기 위한 2 개의 트리거를 제공한다: 통제 프로그램에서 설정이 가능한 날, 또는 IP가 선언되어 구성 가능한 날. AADIS은 반경 내부 및 외부의 구성 가능한 원형 내에서 모든 백신 접종 정책을 모델화한다. 반경 내부는 억제 및 대규모 목적의 예방 접종을 위해 0으로 설정되어 있다. 백신 원형 구역은 각각의 대상 IP 주변으로 설정되며, 원형 내부의 적격 구역에 대해서 백신접종 일정을 수립한다. 사용자는 백신 프로그램의 시작일 이후 지정되는 IPs 주변에 대해서만 백신접종을 할지, 기존에 지정된 IPs를 포함하여 새로운 IPs 모든 곳에서 백신접종을 할지 선택할 수 있다. 각 원형 내부의 백신접종 후보는 무리의 유형 및 크기, 최근접 IP

에 대한 근접성에 따라서 우선순위가 부여된다. 특정 무리 유형에 대해서는 백신접종을 생략 할 수도 있다. 백신접종의 방향(내부로부터 외부 또는 외부로부터 내부)은 AADIS 구성 데이터에 설정되어 있다.

◦ 백신 접종 효과는 시간의 경과에 따라 집단 면역(즉, 무리의 감염에 대한 민감성을 저하시키는)을 높이는 것이다. 부분적으로 면역 무리가 감염에 노출되면 EBM에 의해 생성된 바이러스 생산 프로파일은 일부 가축이 방어 면역을 가지고 있는 것을 반영한다.

감시 및 IP 운영에서와 같이 예방 접종 프로그램을 수행하는 능력은 자원의 가용성에 따라 달라진다. 각 관할은 분리된 백신 접종 인력풀을 가지고 있다. 인력풀(즉 모든 팀에서 할당된)이 소진되면 대기중인 작업이 대기열서 홀딩된다. 구역 방문은 무리 유형 및 크기, 대기열 시간, IP 근접도에 따라 우선 순위가 부여된다. 구역 내에서 예방 접종에 요구되는 시간은 AADIS 구성 데이터에 무리 유형별로 정의된다.

E. 자원(Resourcing)

◦ 비상 가축 질병의 발생을 관리하는데 필요한 자원은 인원(예: 의사, 관련 기관 담당자, 통제 센터 인력), 기기 (예: 운송수단), 시설 (예 : 실험실) 및 소모품 (예: 백신, 소독제)를 들 수 있다. 질병 통제 및 근절의 일부 측면은 자원 집약적이며, 자원의 부족이 전염병 대응에 심각한 장애물이 될 수 있다. AADIS는 감시, 도태, 살처분, 오염제거 및 예방접종의 핵심 사업 활동에 필요한 인적 자원을 모델화한다. 주와 특별구 정부는 관할 경계 내에서의 비상 가축 질병 관리를 담당하고 있는 바와 같이, 팀은 관할별 인력풀에서 조직화된다. 즉 각각의 관할은 5개의 인력풀을 가진다. 자원 수준은 시간이 지남에 따라 증원이 예상되므로 처음에는 인력풀이 작은 규모로 시작하여 최대 크기까지 선형적으로 증가하도록 관리하고 있다. 출발 지점, 증원 기간, 및 최대 인력풀 사이즈는 자원 유형 및 관할별로 AADIS 구성 데이터에 정의되어 있다. AADIS는 통제 프로그램에 자원 제약이 얼마나/어디서 있는지에 대한 즉각적인 피드백 제공을 위한 자원의 가용성 및 할당을 추적한다.

5. 모형구현(Model Implementation)

◦ AADIS는 Java(오라클, 2014)에서 구현되고 있으며, PostgreSQL (PostgreSQL 2014)과 OpenMap (BBN 2014) 등의 오픈 소스 제품을 채용하고 있다. AADIS는 Linux 또는 Windows 중 하나에서 작동하고 Java 스레드를 통해 병행 처리되는 비동기 소프트웨어 아키텍처를 가지고 있다. 이것은 쿼드코어 x64 대상 시스템에서 사용 가능한 저렴한 병렬 처리를 할 수 있다는 이점을 가진다. 비록 C 및 C++은 계산 중심의 응용 프로그램을 위한 일반적이거나, Java는 플랫폼 독립성과 풍부한 유틸리티 라이브러리를 제공하는 장점을 가진다. Parker and Epstein(2011)는 Java 기반의 GSAM 유행성 모델이 어떤 방식으로 32노드 고성능 컴퓨팅(HPC) 클러스터에 걸쳐 분산된 65억 에이전트에 적용될 수 있는지 설명하고 있다. AADIS는 효율적으로 단일 데스크톱 플랫폼에서 호주 전체의 FMD 취약 무리에서의 복잡한 질병의 전파 및 통제 시나리오 작업을 할 수 있다. 예를 들어, 100일 국가 전염병 발생 상황에서 모든 가능한 질병의 전파 경로에서, 모든 통제 수단이 사용되고, 동적 자원할당, 보고서 작성, 실시간 시각화를 수행하는데 16기가 바이트의 RAM을 탑재한 쿼드코어 노트북에서 약 10초가 걸린다. 이것은 하이브리드 모델 아키텍처, 비동기 소프트웨어 아키텍처, 그리드 기반의 공간 인덱스 시스템(데이터베이스 서버와 지리적 SQL의 교환 대신) 및 경량화 에이전트를 포함한 몇몇 전략을 통해 달성된다. 구현 및 성능에 대한 자세한 내용은 향후 논문에서 제시된다. 그림 6은 AADIS 서브 시스템 간의 주요 관계의 개요를 보여준다.

6. 시뮬레이션 흐름(Simulation Flow)

◦ AADIS는 하루의 이산 시간 단위로 운영된다. 시뮬레이션 시점의 시작 단계에서 질병의 전파 구성요소 및 통제 구성요소는 그날의 무리/농장 초기 조건에 액세스한다. 모든 구성 요소는 독립적이며 동시에 질병의 전파와 통제에 관한 다양한 확률적 결정을 내릴 때 일단위의 처리를 진행한다. 각 구성 요소가 일단위 처리를 종료함으로써 일련의 무리/농장 업데이트 요청이 대기열을 가진 ABM 구성 요소 스케줄러에 비동기적으로 전송된다. 모든 업데이트가 수신 될 때, 그것들은 수집, 분석 후 무리/농장 에이전트 집단에 제출된다. 새로운 무리/농장 현황은 다음 시뮬레이션 시점이 시작될 때 모든 구성 요소에서 사용할 수 있다. 이러한 동시 접근 방식은 계산상으로 효율적이고 전파와 통제가 질병 유행 기간 동안 독립적이고 병렬적으로 진행되는 현실을 반영하고 있다. 하나 이상의 구성 요소가 같은 날, 같은 무리/농장에서 작동하려고 할 때마다 스케줄러가 조정된다. 조정은 무작위 또는 규칙기반 모두 가능하다. 예를 들어, 직-간접 전파 경로가 동시에 같은 날, 같은 무리에 감염을 시도하려는 경우, 스케줄러는 무작위로 성공적인 하나의 경로를 선택합니다. 반면, 예를 들어, IP 운영 구성요소와 백신접종 구성요소가 동시에 같은 날 동일한 농장의 통제를 시도할 경우 스케줄러는 항상 IP 작업을 우선시한다.

7. 데이터구성(Configuration Data)

◦ AADIS는 3가지 수준의 데이터 구성을 가진다:

연구를 위한 프로젝트 데이터는 무리 정보, 기상 데이터, 이동 패턴 및 병원체 특정 파라미터를 포함한다. 이 데이터는 일반적으로 자주 변경되지 않으며 교차 종속성이 클 가능성이 높다. 프로젝트 데이터는 관계형 데이터베이스인 PostgreSQL 2014 저장되어 있고 변경사항이 있을 시 참조 무결성 보장을 위해 데이터베이스 재구축이 요구된다.

◦ 시나리오별 데이터는 다수의 모델호출에서 동일하게 반복되는 Java 속성 파일에 저장되어 있다. 데이터는 외부 데이터베이스에 저장되어 변경사항으로 인한 데이터베이스 재구축은 요구되지 않는다.

◦ 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)는 선택된 구성 데이터의 단기 조정에 사용될 수 있다. 변경사항은 최근에 호출된 모델에서만 적용된다.

8. 결과

◦ AADIS는 확률에 기반한 모델로, 동일한 시작 파라미터로 실행할 경우 가능한 결과를 범위의 형태로 제공한다. 특정 시나리오를 모델링할 때, 다수의 반복적인 모델 실행은 잠재적인 산출물의 확률적 분포를 생성하기 위해 사용된다. 개별 실행의 산출물과 실행 그룹들의 요약결과가 생성된다. AADIS는 테이블 형태 뿐만 아니라 그래픽 결과도 제공한다.

◦ AADIS 시나리오 실행의 공식적인 결과물은 CSV로 제공된다. 이 파일에는 무리, 농장에서의 측정기준 범위와 시나리오 수준이 포함되어 있고, 결과적으로 역학분석에 사용된다.

◦ AADIS는 질병 유행의 진행과정을 시각화 하기 위한 3가지 모드를 제공한다.

1) Within-herd spread (EBM) - 감염 무리가 바이러스 적재치를 반영하여 열화상 도트로 표현된다.

2) Between-herdspread(ABM) - 감염 무리가 감염이 촉발되는 특정 경로를 반영하여 컬러 도트로 표현된다. 각 경로의 연계는 전체 감염 네트워크를 묘사할 수 있도록 벡터 형태로 표현하는 옵션도 있다.

3) Control (ABM) - 농장은 현재의 구역 분류에 따라 컬러 도트로 표현된다.

◦ AADIS는 무리 발병 커브, 전염성 커브, 감염 볼록껍질(convex hull), 통제된 지역, 추적, 자원

사용 및 재고량, 최대 자원 수준 등을 동적인 화면으로 제공하기 위해 사용될 수 있는 그래픽 도구들의 범위를 제공한다.

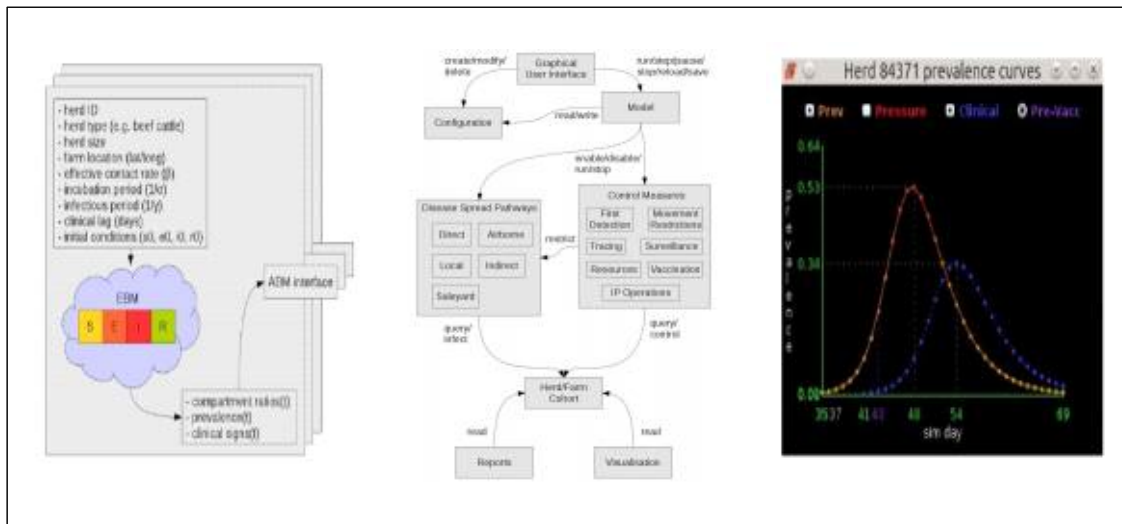


그림 3-3-1-12 호주의 동물 질병확산모델

④ 관계망분석 및 질병감시 사례

㉞ 감염성질병 관계망분석, Meloni et al.(2011)

◦ Meloni 등(2011)은 사람의 이동 및 교통수단 등을 고려하여 사회관계망으로 표현하여 가축전염병에 확산에 관한 이해를 높이기 위해 전염성 질병의 확산에 영향을 주는 요인에 관한 연구를 수행한바 있다(Modeling human mobility responses to the large-scale spreading of infectious disease). 이 연구에서는 집단의 상태를 감수성 집단(S), 감염집단(I), 회복집단(R)으로 구분하고, 점선의 화살표로 이동이 이루어지는 것보다 화살표(파란색)로 이동이 이루어지면 감염이 확산될 우려가 있음을 의미한다.

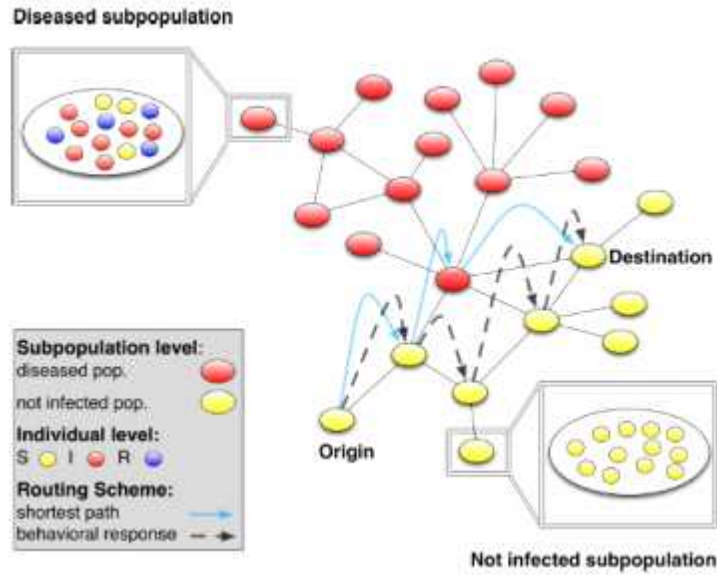


그림 3-3-1-13. 사회관계망을 통한 전염성 질병의 확산 예

㉔ 관계망분석을 활용한 소결핵병 감시, Ribeiro-Lima et al.(2015)

◦ Ribeiro-Lima 등(2015)은 농장들의 관계망을 기반으로 하여 소결핵병에 대한 위험기반 조사에 관한 연구를 시행하였다(An approach to risk-based surveillance for bovine tuberculosis in Minnesota, United States). 소 이력추적시스템으로부터 얻은 이동정보를 분석하여 농장 간 혹은 농장 간 혹은 농장과 도축시설 혹은 농장과 판매시장 간 관계망을 UCINET 소프트웨어를 이용하여 구축하였다. 그 후 구축된 관계망을 기반으로 농장별 위험지수 해당 농장이 관계망 내에서 차지하는 비중과 역할을 고려하여 산출하였다. 이 연구는 재난형 질병의 예방과 감시과정에서 농장의 관계망 또한 고려해야 할 요소임을 시사하고 있다. 아래의 그림은 연구의 내용들을 나타낸 것이다.

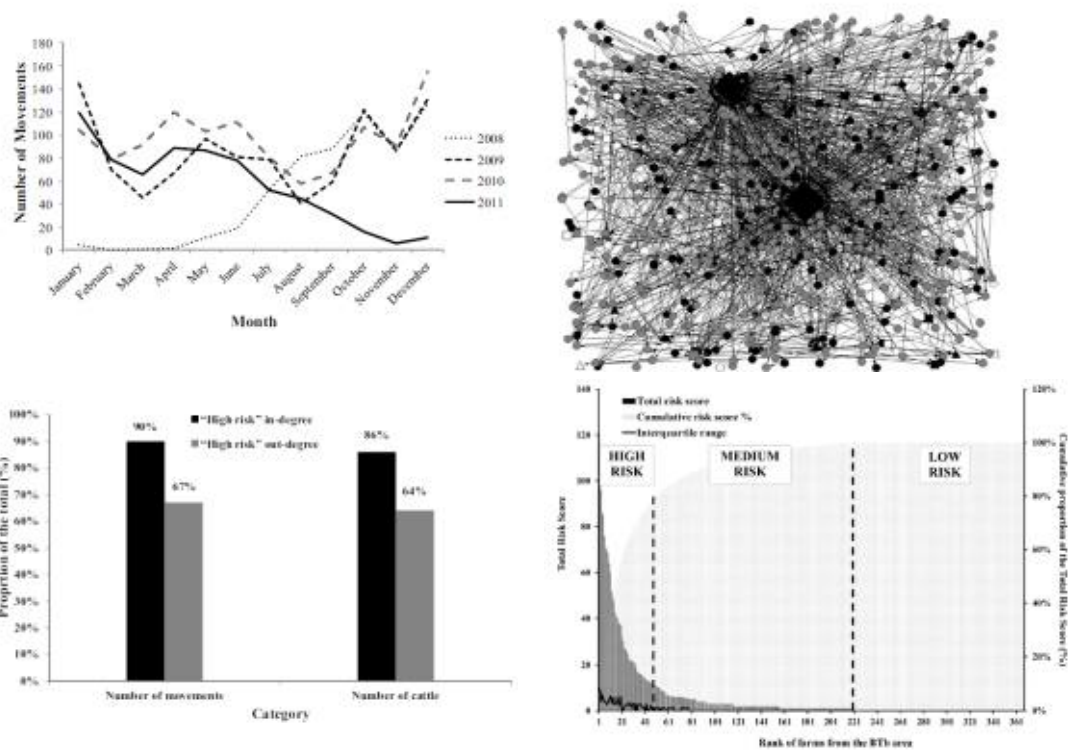


그림 3-3-1-14 사회관계망 기반 농장 별 전염성 질병 위험분석 예

㉔ 전자기기를 활용한 질병감시시스템, Wahl et al.(2012)

◦ Wahl 등(2012)은 One health 개념에 근거하여 재난형 질병을 감시하고 예방하기 위한 러시아의 Electronic Integrated Disease Surveillance System(EIDSS)에 대해 분석하였다. 병원 및 병성감정기관 등 말단에서 수집되는 정보를 웹과 모바일 환경에서 GIS 기술을 활용하여 제공함으로써 질병의 예찰과 예방에 기여할 수 있음을 제시하였다. 이와 함께 병원체에 대하여 FRID의 기술 등을 활용하여 관리함으로써 수집, 조사 및 보관 과정에서 추적성이 담보된다고 보고하였다(Electronic Integrated Disease Surveillance System and pathogen asset control system).






Freezer 1 [HSDO-1303]. Shelf 1.Box 1					
	Container ID	Pos	Material #	Container Type	Microorganism / Sample type
1	 C100061	4	M100008	Ampoule	Brucella suis
2	 C100062	5	M100008	Ampoule	Brucella suis
3	 C100066	18	M100008	Ampoule	Brucella suis

그림 3-3-1-15. 러시아의 통합적 질병 예찰 시스템

㉔ HPAI 질병전파 관계망분석, Boenderl et al.(2007)

◦ Boenderl 등(2007)은 네덜란드의 사례를 통해 조류인플루엔자, 구제역, 돼지열병 등 재난형 가축전염성 질병의 확산을 결정하는 변수에 대하여 수학적, 확률적 기법을 활용한 연구에서 질병 전파와 관련하여 농장의 밀집도를 분석하고 이 모델을 활용하여 살처분의 반경 등에 따른 질병의 통제 효과 등을 예측·분석한바 있다(Risk Maps for the Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza in Poultry).

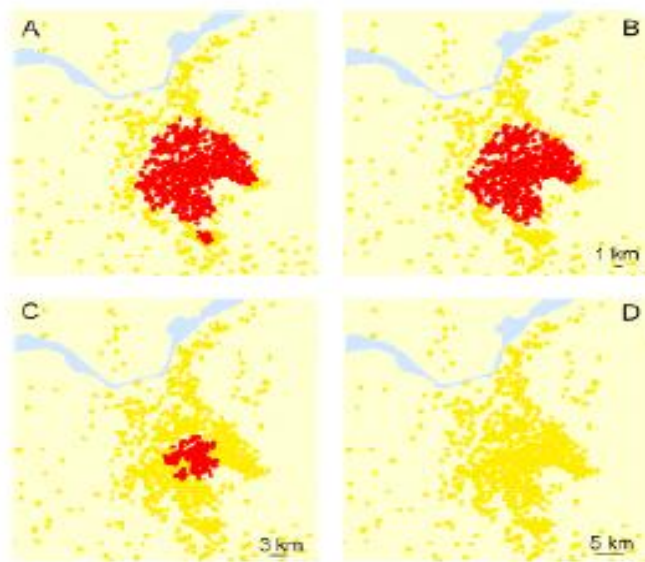


그림 3-3-1-16. 고병원성 조류인플루엔자의 위험도 예

◦ 호주의 경우 가축전염병 위기대응 전략에 따라 시뮬레이션 기법을 활용하여 질병의 확산 양상 및 통제 전략의 효과성 및 경제성 분석을 수행하고 있다. 아래의 그림은 확률적, 공간적 시뮬레이션 기법을 활용한 Australian Animal Disease Spread(AADIS) 모델의 결과로 이 모델은 AusSpread라는 확산 모델로 발전하였다.

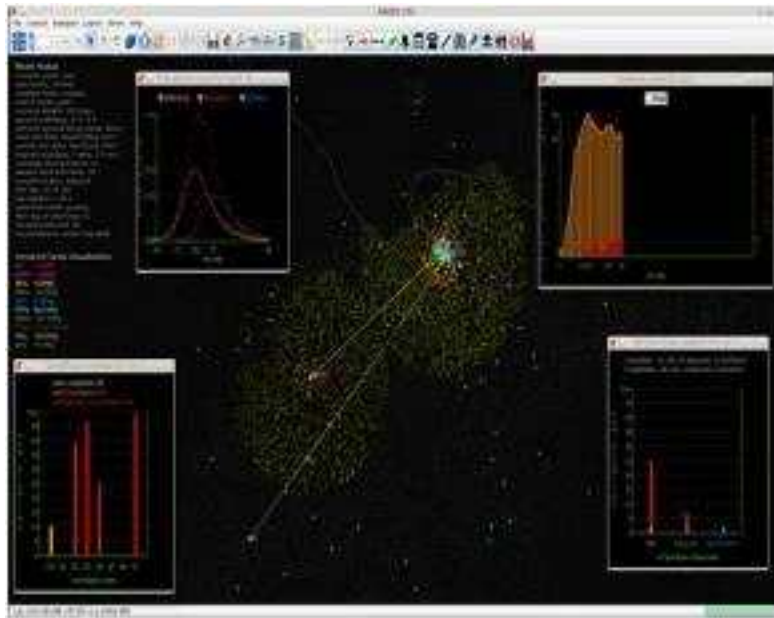


그림 3-3-1-17. 호주 AAIDS의 공간적 질병 시뮬레이션

◦ 미국의 아리조나 대학이 운영하는 BioPortal은 구제역에 대한 실시간 인터넷 감시망을 구축하여 운영하고 있으며, 아래 그림은 바이오포탈의 구제역 모델을 예시한 것이다.

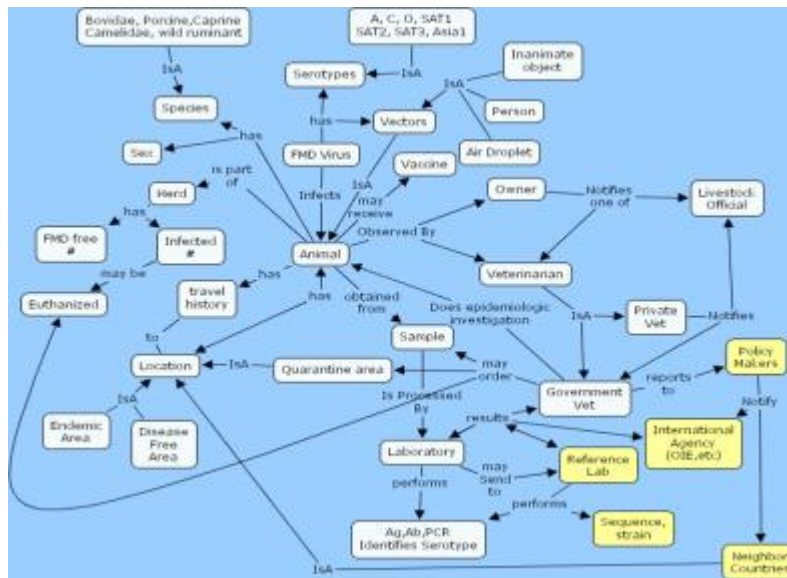


그림 3-3-1-18. 미국 아리조나 대학의 바이오포탈 구제역 모델

◦ Lombardo 등(2003)은 미국에서 민간과 군이 협력하여 진단정보 뿐만 아니라 비진단 정보를 공유하고 통합하여 질병 예찰에 활용되고 있는 ESSENCE II (Electronic surveillance system for the early notification of community based Epidemic) 시스템의 전염병 조기경보 정보체계를 분석하였다.

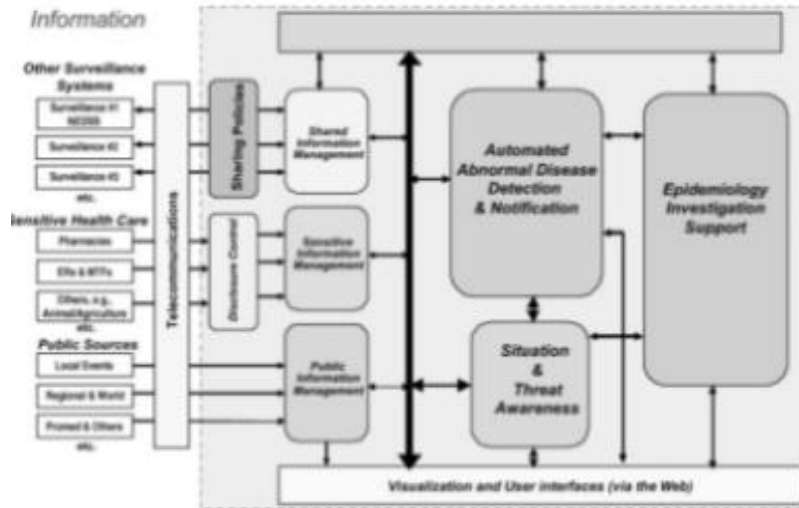


그림 3-3-1-19. 미국 전염병 조기 경보 예찰 시스템

◦ 미국의 USDA에서는 GIS를 이용하여 폐사축 매몰 후보지를 사전에 선정하고 있는데 매몰지 입지에 영향을 줄 수 있는 다양한 공간정보 레이어들을 GIS를 이용하여 분석 하는 방법으로 매몰 후보지를 평가하였다. 매몰지 선정에 있어서 배제 요소가 되는 공간정보를 GIS의 중첩분석과 버퍼분석 방법으로 분석하여 배제지역을 선정하고, 배제지역 이외의 지역에 대하여서는 추가적인 적정성 분석을 통하여 폐사축 매몰 후보지로서 적정성을 등급화된 주제도로 제작하여 제공한바 있다.

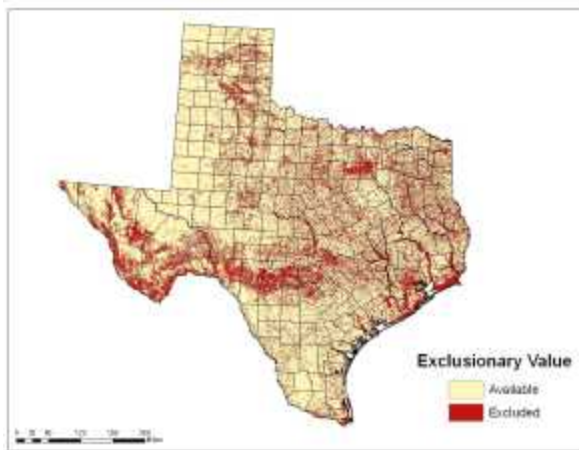


그림 3-3-1-20 매몰 가능지역과 배제지역

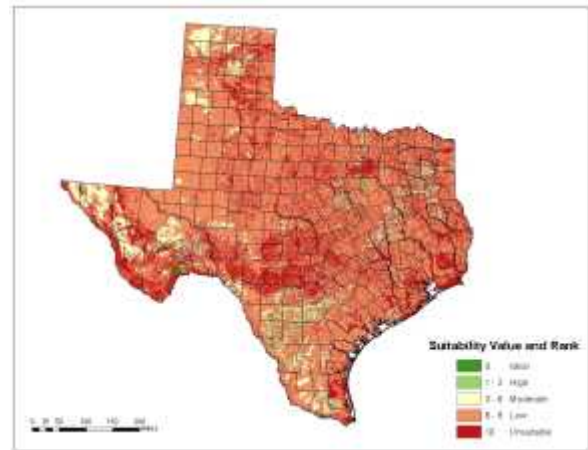


그림 3-3-1-21 매몰 가능지역의 적정성 등급

◦ 일본은 가축방역 지도 프로그램을 개발하여 이상 가축 발견 시 신속하게 해당 농장에 대한 자세한 목록을 확인하고 가축 전염병 발생이 의심되는 경우에는 청정성 검사지역, 이동제한구역, 반출제한구역을 설정하며, 지역 내 가축 사육농장이나 매몰지, 집회장, 소독 위치 등을 출력하는 기능을 가진 GIS 기반의 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 지역의 현 단위에서 방역연습용으로 개발된 이후 기능 업그레이드와 방역지도 추가 작업을 지속적으로 추진하고 있다.

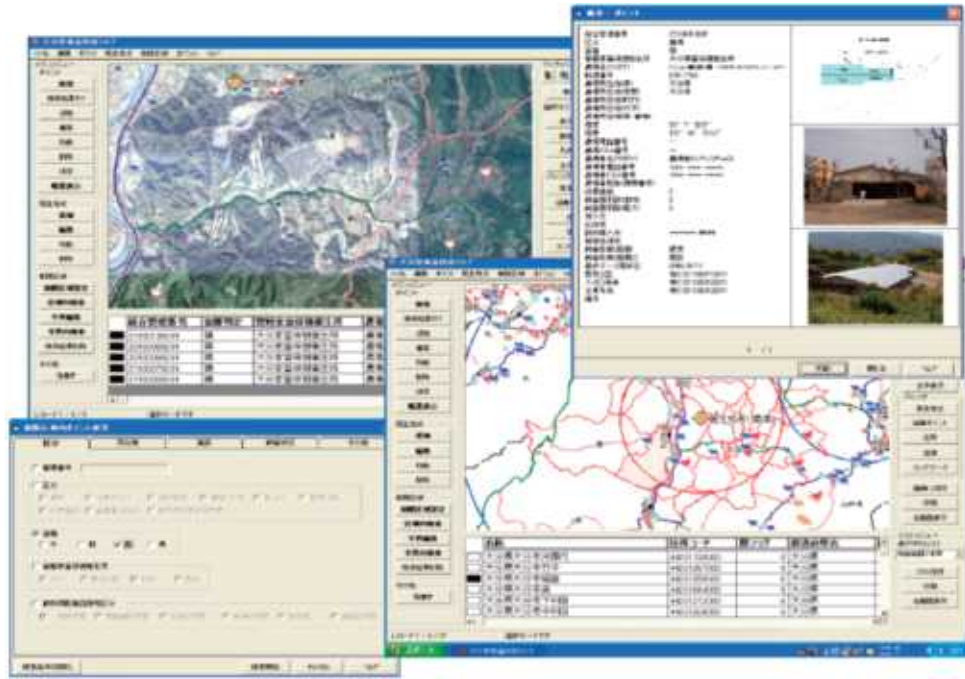


그림 3-3-1-22. 위성사진과 GIS 데이터를 이용한 일본의 가축방역지도

(나) 분석 결과 요약

- 미국, 일본, 호주, 영국, 뉴질랜드를 비롯한 약 10개국에서 사용하는 역학조사, 휴대기기를 활용한 감시(예찰)시스템, 역학모형 및 기타역학분석 등을 분석하였다. 역학조사의 경우 역학조사서를 기반으로 분석을 실시하였으며, 감시(예찰)시스템은 각 국가에서 현재 시행중인 국가방역시스템 중 감시(예찰)시스템 부분을 분석대상으로 하였다. 휴대기기를 활용한 감시(예찰)시스템은 문헌고찰을 통해 스마트폰, 태블릿, 휴대용PC와 같은 기기의 활용을 통해 질병예찰에 응용한 사례를 분석하였다. 역학모형의 경우 각 국가에서 방역정책 수립이나 효율성 평가에 활용하고 있는 질병전파모형을 분석하였다. 기타역학분석은 질병전과과정이나 감수성 대상 간 관계를 파악할 수 있는 관계망분석이 고병원성조류인플루엔자 혹은 소결핵병에 사용된 사례를 분석하였다.
- 분석 결과, 역학조사의 경우 현행 역학조사서와 해외 역학조사서 선진사례 간 뚜렷한 차이는 보이지 않았으나 역학조사 방문 시 조사관의 행동요령 등과 같은 세부사항의 매뉴얼화 등은 국내 활용가능성이 있는 것으로 나타났다. 감시(예찰)시스템의 경우 선진사례의 표본 추출방법이나 표본 수 결정 등이 국내 활용성이 높은 것으로 나타났다. 휴대기기를 활용한 역학조사나 감시(예찰)시스템의 경우, 현재 국내에서 연구 및 개발 중인 선진역학조사기법이 해외 사례들에 비해 그 활용성이 높을 것으로 추정되었다. 역학모형의 경우 농림축산검역본부를 비롯한 다수의 기관 및 대학 등에서 국내 상황을 고려한 역학모형을 설계하여 질병전과상황연구 등에 활용하고 있으나, 해외역학모형들과의 상호검증 등을 통해 국내 모형의 정확성을 증가시킬 필요가 있는 것으로 나타났다. 관계망분석 등과 같은 기타역학분석의 경우, 현재 국내에서도 다수의 연구기관에서 연구를 진행 중에 있으며, 앞서 언급한 선진역학조사기법 등과의 연동을 통해 그 활용성을 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다.

(2) ICT 기반의 모바일 역학조사 입력지원 시스템 개발

(가) 개발목표

- 역학조사 입력지원 시스템 : 방역현장에서 신속하게 역학조사 및 방역조치 결과를 등록, 조회, 활용할 수 있도록 현장방역 지원기능 강화

(나) 개발환경

- 반응형 웹 기반 모바일 웹앱 프로그램 개발
 - Java : 1.7
 - WAS : Apach Tomcat 7.0
 - Framework : 전자정부 프레임워크 3.0, JQuery Mobile 1.4.4
 - DBMS : Mysql 5.5
 - 기타언어 : JSP, JavaScript, Html, JSTL, ajax, json 등

(다) 개발내용

① 화면정의서

화면명	로그인
설명	사용자 아이디 / 패스워드를 체크하고 로그인 한다.



화면명	농장정보등록
설명	농장정보를 등록 관리한다.(GPS를 연동해 현위치를 등록한다)



화면명	농장선택
설명	등록된 농장리스트를 검색하여 정보를 입력할 농장을 선택한다.



화면명	시설등록
설명	농장의 각 시설(돈사)를 등록하고 관리한다.



화면명	임상증상
설명	가축의 질병 발병 내용을 등록 관리한다.



화면명	가축이동등록
설명	농장내 전입, 폐사, 출하 등 두수의 이동내역을 관리한다.



화면명	방문자 현황분석
설명	농장내 방문자 정보를 기록 관리한다.



화면명	보고서
설명	농장내 역학관련 방역조치 보고서를 조회하고 파일로 다운 받는다.

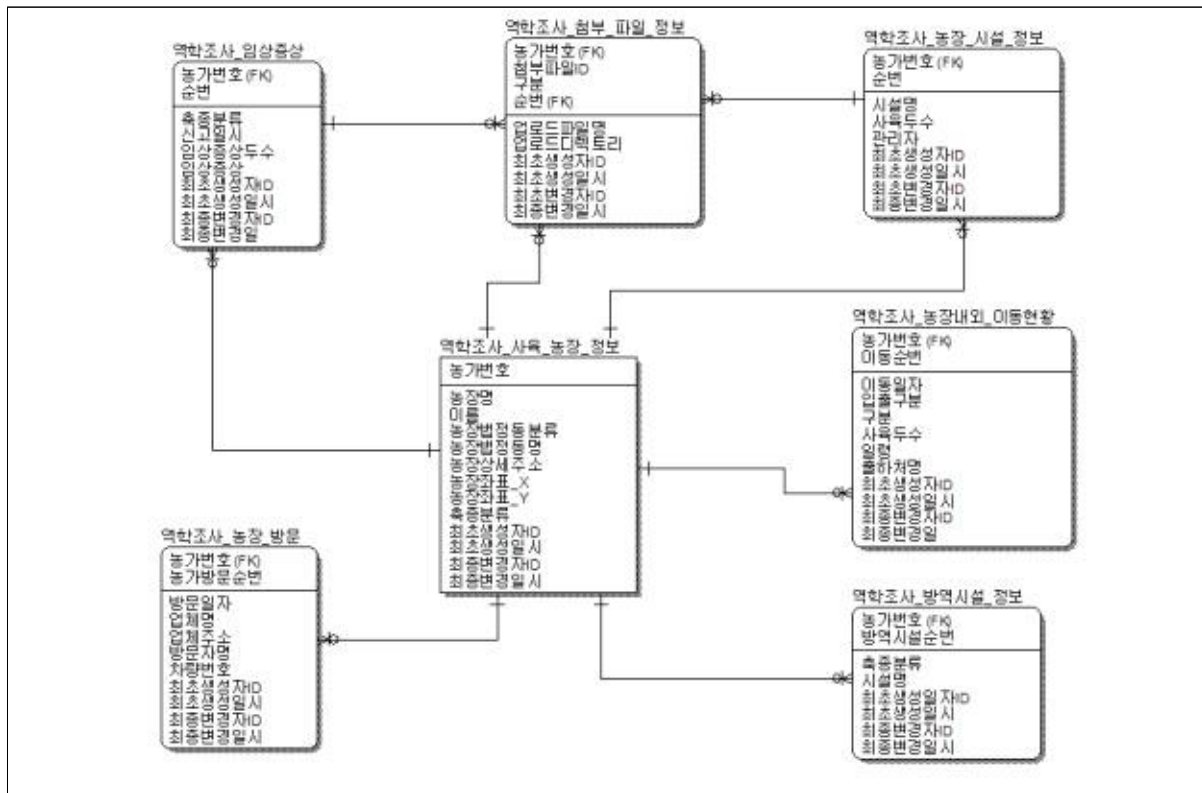


화면명	방역시설등록
설명	농장내 방역시설을 등록한다.

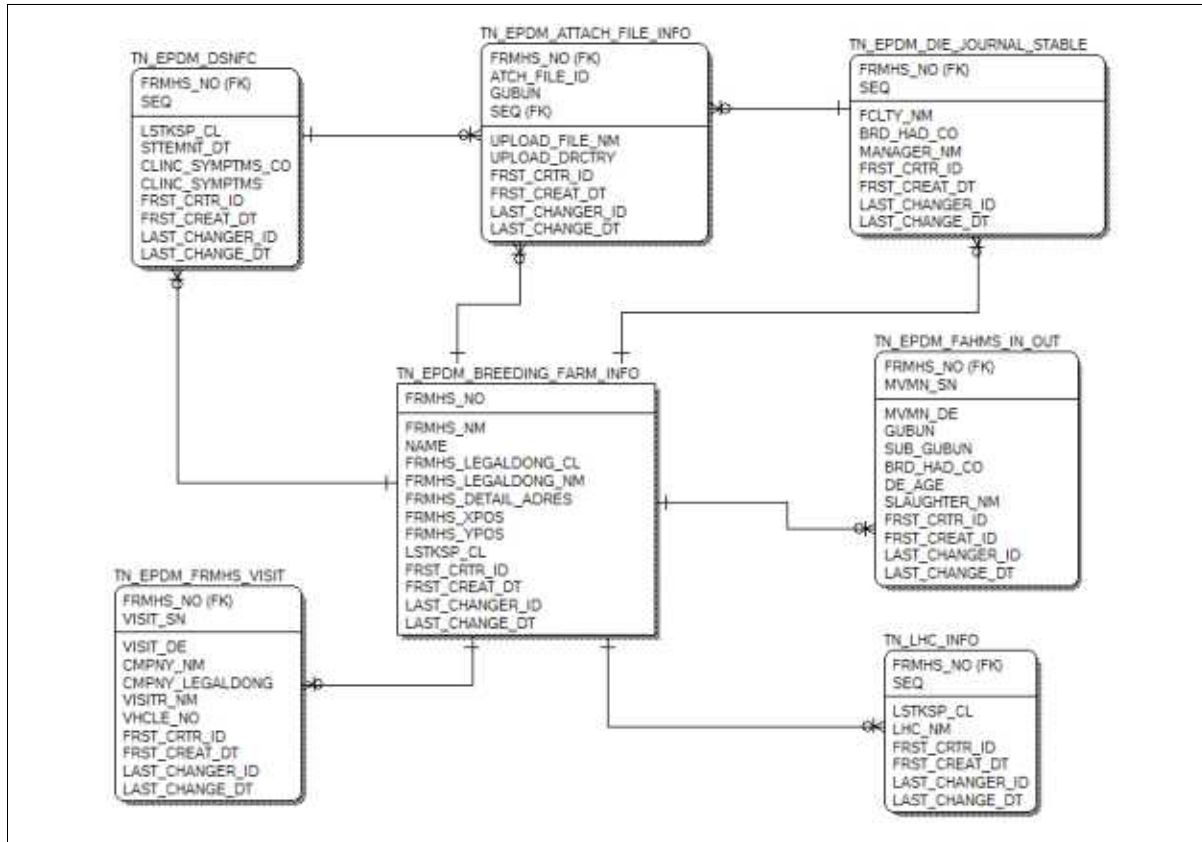


② 테이블ERD

㉗ 논리 ERD



㉔ 물리 ERD



③ 테이블 정의서

㉔ 역학조사 사육농장 정보

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	FRMHS_NM	농장명	VARCHAR(50)	
3	NAME	이름	VARCHAR(20)	
4	FRMHS_LEGALDON_CL	농장법정동분류	CHAR(10)	
5	FRMHS_LEGALDON_NM	농장법정동명	VARCHAR(100)	
6	FRMHS_DETAIL_ADDRESS	농장상세주소	VARCHAR(100)	
7	FRMHS_XPOS	농장좌표(X)	VARCHAR(20)	
8	FRMHS_YPOS	농장좌표(Y)	VARCHAR(20)	
9	LSTKSP_CL	축종분류	CHAR(6)	
10	FRST_CRTR_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
11	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
12	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
13	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㉞ 역학조사 농장시설 정보

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	SEQ	순번	FLOAT	
3	FCLTY_NM	시설명	VARCHAR(20)	
4	BRD_HAD_CO	사육두수	FLOAT	
5	MANAGER_NM	관리자	VARCHAR(20)	
6	FRST_CRTR_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
7	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
8	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
9	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㉟ 역학조사 첨부파일 정보

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	ATCH_FILE_NO	첨부파일ID	FLOAT	
3	GUBUN	구분	CHAR(6)	
4	SEQ	순번	FLOAT	
5	UPLOAD_FILE_NM	업로드 파일명	VARCHAR(200)	
6	UPLOAD_DRCTRY	업로드 디렉토리	VARCHAR(300)	
7	FRST_CREATE_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
8	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
9	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
10	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㊱ 역학조사 임상증상

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	SEQ	순번	FLOAT	
3	LSTKSP_CL	축종분류	CHAR(6)	
4	STTEMNT_DT	신고일시	VARCHAR(10)	
5	CLINC_SYMPTMS_CO	임상증상두수	FLOAT	
6	CLINC_SYMPTMS	임상증상	VARCHAR(4000)	
7	FRST_CREATE_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
8	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
9	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
10	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㉞ 역학조사 농장내외이동현황

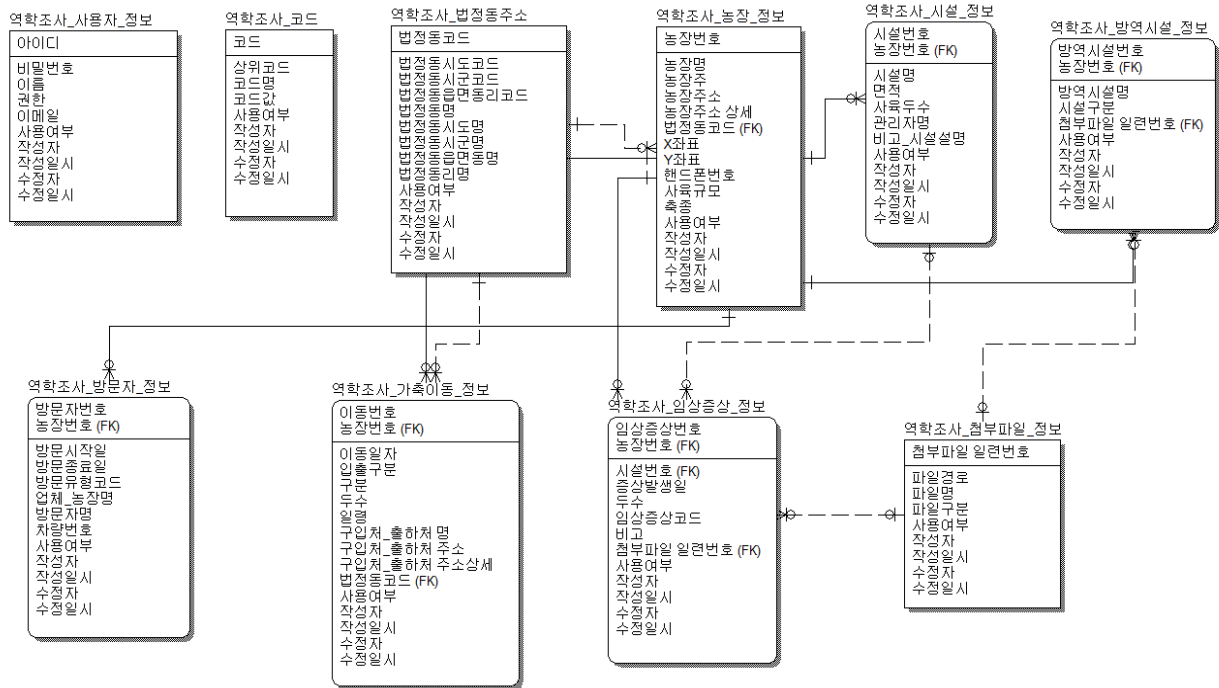
순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	MVMN_SN	이동순번	FLOAT	
3	MVNM_DE	이동일자	VARCHAR(10)	
4	GUBUN	입출구분	VARCHAR(6)	
5	SUB_GUBUN	구분	VARCHAR(6)	
6	BRD_HAD_CO	사육두수	FLOAT	
7	DE_AGE	일령	FLOAT	
8	SLAUGHTER_NM	출하처명	VARCHAR(50)	
9	FRST_CREATE_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
10	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
11	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
12	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㉟ 역학조사 농장방문 정보

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	VISIT_SN	농가방문순번	FLOAT	
3	VISIT_DE	방문일자	VARCHAR(10)	
4	CMPNY_NM	업체명	VARCHAR(20)	
5	CMPNY_LEGALDONG	업체주소	VARCHAR(100)	
6	VISITR_NM	방문자명	VARCHAR(50)	
7	VHCLE_NO	차량번호	VARCHAR(12)	
8	FRST_CREATE_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
9	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
10	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
11	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	

㊱ 역학조사 방역시설 정보

순번	칼럼ID	칼럼명	데이터타입	비고
1	FRMHS_NO	농가번호	CHAR(8)	
2	SEQ	순번	FLOAT	
3	LSTKSP_CL	축종분류	VARCHAR(6)	
4	LHC_NM	시설명	VARCHAR(20)	
5	FRST_CREATE_ID	최초생성자ID	VARCHAR(20)	
6	FRST_CREATE_DT	최초생성일시	DATETIME	
7	LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR(20)	
8	LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATETIME	



- 테이블 정의서

테이블ID	tn_addr_code	테이블명	역학조사_법정동주소	업무영역				
정의	법정동주소 코드를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_ADDR_CODE_01		Y	B_CODE					
IX_TN_ADDR_CODE_02		N	B_SD_CODE , B_SG_CODE					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	B_CODE	법정동코드	O		VARCHAR(10)	N	N	
2	B_SD_CODE	법정동시도코드			VARCHAR(2)	Y		
3	B_SG_CODE	법정동시군코드			VARCHAR(3)	Y		
4	B_UMIRI_CODE	법정동읍면동리코드			VARCHAR(5)	Y		
5	B_NAME	법정동명			VARCHAR(200)	Y		
6	B_SD_NAME	법정동시도명			VARCHAR(50)	Y		
7	B_SG_NAME	법정동시군명			VARCHAR(50)	Y		
8	B_UM_NAME	법정동읍면동명			VARCHAR(50)	Y		
9	B_RI_NAME	법정동리명			VARCHAR(50)	Y		
10	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	Y	Y	
11	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
12	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
13	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
14	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_법정동주소 테이블>

테이블ID	tn_code	테이블명	역학조사_코드	업무영역				
정의	공통코드를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_CODE_01		Y	CHASU , CODE					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	CODE	코드	O		VARCHAR(10)	N		
2	PCODE	상위코드			VARCHAR(10)	N		
3	CNAME	코드명			VARCHAR(100)	N		
4	VALUE	코드값			FLOAT	Y		
5	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
6	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	N		
7	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	N		
8	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	N		
9	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	N		

<역학조사_코드 테이블>

테이블ID	tn_farm	테이블명	역학조사_농장_정보	업무영역				
정의	농장 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_FARM_01		Y	FARM_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	O	O	INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
2	FARMNAME	농장명			VARCHAR(50)	Y		
3	OWNER	농장주			VARCHAR(20)	Y		
4	ADDR1	농장주소			VARCHAR(50)	Y		
5	ADDR2	농장주소 상세			VARCHAR(50)	Y		
6	B_CODE	법정동코드		O	VARCHAR(10)	N		
7	X_POS	X좌표			DOUBLE	Y		
8	Y_POS	Y좌표			DOUBLE	Y		
9	HTEL	핸드폰번호			VARCHAR(20)	Y		
10	SCALE	사육규모			FLOAT	Y	0	
11	GUBUN	축종			VARCHAR(4)	Y		
12	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
13	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
14	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
15	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
16	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_농장정보 테이블>

테이블ID	tn_user	테이블명	역학조사_사용자_정보	업무영역				
정의	사용자의 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_USER_01		Y	USER_ID					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	USER_ID	아이디	O		VARCHAR(20)	N		
2	PASSWORD	비밀번호			VARCHAR(20)	N		
3	USER_NAME	이름			VARCHAR(20)	N		
4	USER_AUTH	권한			CHAR(4)	N	0101	일반 : 0101 , 관리자 : 0102
5	E_MAIL	이메일			VARCHAR(50)	N		
6	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
7	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
8	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
9	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
10	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_사용자정보>

테이블ID	tn_facty	테이블명	역학조사_시설_정보	업무영역				
정의	농장별 시설 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_FACTY_01		Y	FARM_NO,FACTY_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	O	O	INT(5)	N		
2	FACTY_NO	시설번호	O		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
3	FACTY_NAME	시설명			VARCHAR(20)	N		
4	SCALE	면적			FLOAT	N	0	
5	CNT	사육두수			INT(5)	N	0	
6	MANAGE_NAME	관리자명			VARCHAR(50)	Y		
7	ETC	비고_시설설명			VARCHAR(100)	Y		
8	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
9	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
10	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
11	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
12	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_시설정보>

테이블ID	tn_pn_facty	테이블명	역학조사_방역시설_정보	업무영역				
정의	농장별 방역시설 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_PN_FACTY_01		Y	FARM_NO,PN_FACTY_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	O	O	INT(5)	N		
2	PN_FACTY_NO	방역 시설번호	O		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
3	FACTY_NAME	방역시설명			VARCHAR(100)	N		
4	GB_CODE	시설구분			CHAR(4)	N		
5	FILE_NO	첨부파일 일련번호		O	INT(5)	Y		
6	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
7	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
8	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
9	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
10	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_방역시설정보>

테이블ID	tn_sign	테이블명	역학조사_임상증상_정보	업무영역				
정의	농장별 임상증상 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_SIGN_01		Y	FARM_NO,SIGN_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	O	O	INT(5)	N		
2	SIGN_NO	임상증상번호	O		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
3	FACTY_NO	시설번호		O	INT(5)	N		
4	WK_DT	증상발생일			DATETIME	N		
5	SIGN_CNT	두수			INT(5)	N	0	
6	SIGN_CODE	임상증상코드			CHAR(4)	N		
7	ETC	비고			VARCHAR(100)	Y		
8	FILE_NO	첨부파일 일련번호		O	INT(5)	Y		
9	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
10	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
11	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
12	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
13	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_임상증상정보>

테이블ID	tn_transfer	테이블명	역학조사_가축이동_정보	업무영역				
정의	농장별 가축이동 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_TRANSFER_01		Y	FARM_NO,TRANS_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	O	O	INT(5)	N		
2	TRANS_NO	이동번호	O		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
3	WK_DT	이동일자			DATETIME	N		
4	TRANS_CODE	입출구분			CHAR(4)	N		
5	GB	구분			CHAR(6)	N		
6	CNT	두수			INT(5)	N	0	
7	CLOA_CNT	일령			INT(5)	N	0	
8	TRANS_PC_NAME	구입처(출하처)명			VARCHAR(100)	N		
9	TRANS_PC_ADDR1	구입처(출하처)주소			VARCHAR(50)	N		
10	TRANS_PC_ADDR2	구입처(출하처) 주소상세			VARCHAR(50)	N		
11	B_CODE	구입처(출하처) 법정등록코드		O	VARCHAR(10)	N		
12	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
13	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
14	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
15	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
16	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_가축이동정보>

테이블ID	tn_file	테이블명	역학조사_첨부파일_정보	업무영역				
정의	농장별 첨부파일 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스 명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_FILE_01		Y	FILE_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FILE_NO	첨부파일 일련번호	O		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
2	FILE_PATH	파일경로			VARCHAR(100)	N		
3	FILE_NAME	파일명			VARCHAR(50)	N		
4	FILE_GB	파일구분			CHAR(4)	N		
5	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
6	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
7	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
8	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
9	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_첨부파일정보>

테이블ID	tn_visit	테이블명	역학조사_방문자_정보	업무영역				
정의	농장별 방문자 정보를 관리한다.							
Row길이	1000	초기건수	0	발생건수/년				
인덱스정의								
인덱스명	인덱스유형	UNIQUE	칼럼명					
IX_TN_VISIT_01		Y	FARM_NO,VISIT_NO					
순번	칼럼ID	칼럼명	PK	FK	데이터타입	NULL	DEFAULT	범위 및 Value Check조건
1	FARM_NO	농장번호	○	○	INT(5)	N		
2	VISIT_NO	방문자번호	○		INT(5)	N	AUTO_INCREMENT	
3	VISIT_ST_DT	방문시작일			DATETIME	N		
4	VISIT_ED_DT	방문종료일			DATETIME	N		
5	VISIT_TYPE_CODE	방문유형코드			CHAR(4)	N		
6	VISIT_CORP_NAME	업체(농장)명			VARCHAR(100)	N		
7	VISIT_NAME	방문자명			VARCHAR(100)	N		
8	VISIT_CAR_NO	차량번호			VARCHAR(100)	Y		
9	USE_YN	사용여부			CHAR(1)	N	Y	
10	LOG_INS_ID	작성자			VARCHAR(20)	Y		
11	LOG_INS_DT	작성일시			DATETIME	Y		
12	LOG_UPT_ID	수정자			VARCHAR(20)	Y		
13	LOG_UPT_DT	수정일시			DATETIME	Y		

<역학조사_방문자정보>

② 메뉴구조 개선 및 디자인 보완

㉠ 전체 메뉴구조

- 농장관리
 - 농장검색 및 수정
 - 시설관리
 - 방역시설관리
- 역학조사
 - 임상증상관리
 - 가축이동관리
 - 방문자관리
 - 차량출입내역
- 보고서
 - 임상증상농가맵
 - 역학조사서



㉡ 로그인 메인메뉴의 디자인 적용



<모바일 배경화면 아이콘>



<로그인 화면 디자인>

㉔ 변경 보완된 메뉴 화면



<농장정보 입력 화면-농장의 위치를 지도상에 찍어 좌표 저장>



<시설정보 입력>



<방역시설정보 입력>



<임상증상 입력>



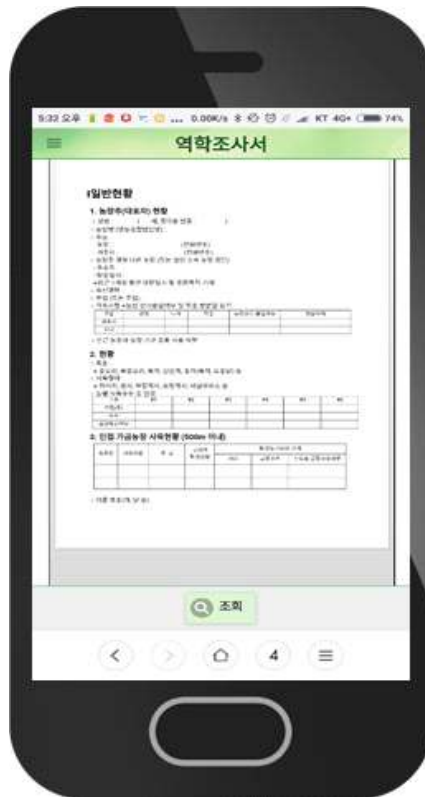
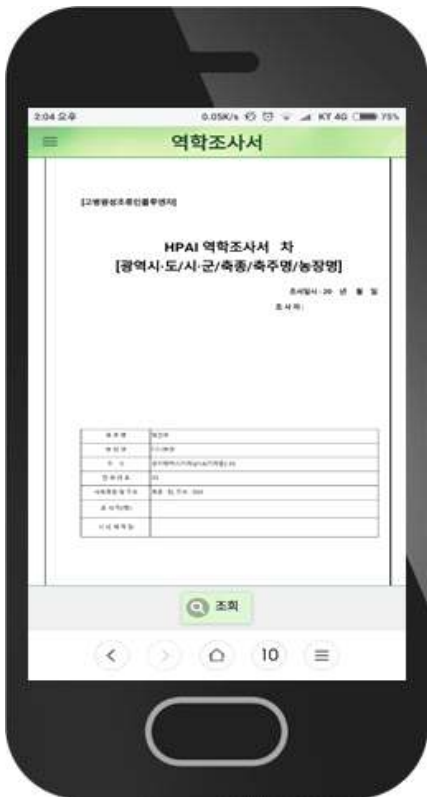
<가축이동내역 입력>



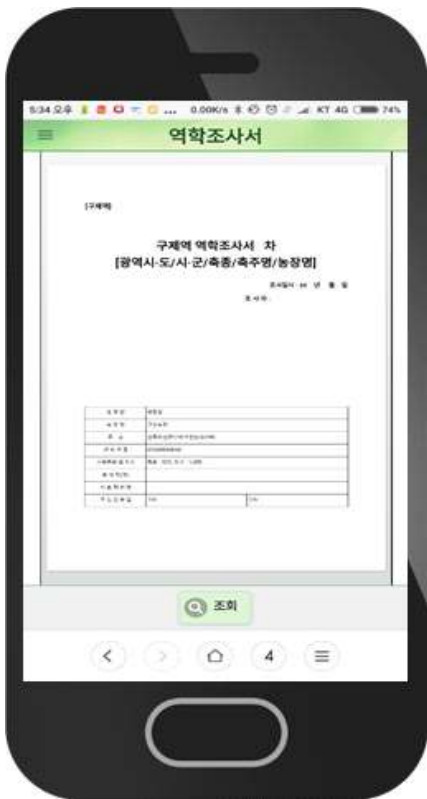
<농장방문자 정보입력>



<차량출입정보 조회>



<역학조사서 출력·저장 기능_HPAI>



<역학조사서 출력·저장 기능_구제역>

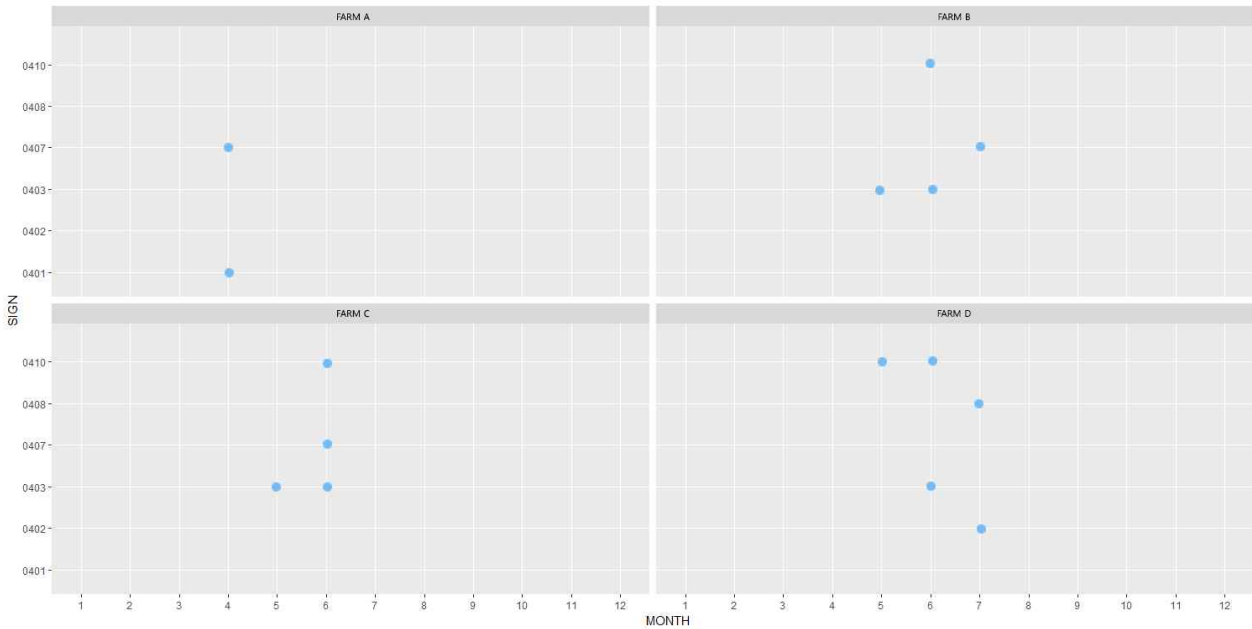
- (나) 분석도구를 활용하여 입력 정보 분석
 ① GIS 활용한 질병발생 농장 분포 표시



<임상증상맵-임상증상별 지도 분포 표시 및 농장정보 상세>

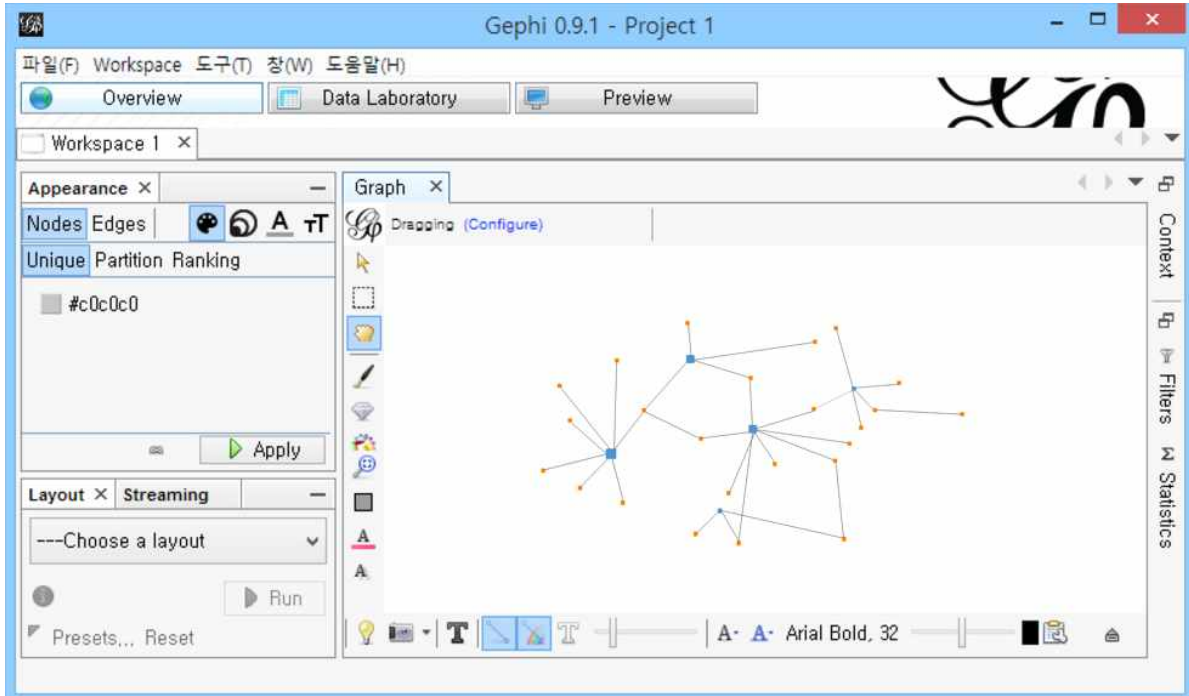
② 농가별 질병의 월별 현황 분포도

월별 질병의 발생현황을 농가 간 비교한 분석결과 도출



③ 발병농가 방문차량 및 방문농가 간 네트워크 분석

질병이 발생한 농가의 방문기록 및 차량정보의 데이터를 Gephi 분석도구를 활용하여 관계망 분석결과 도출(■ : 차량 , ■ : 발병농가)

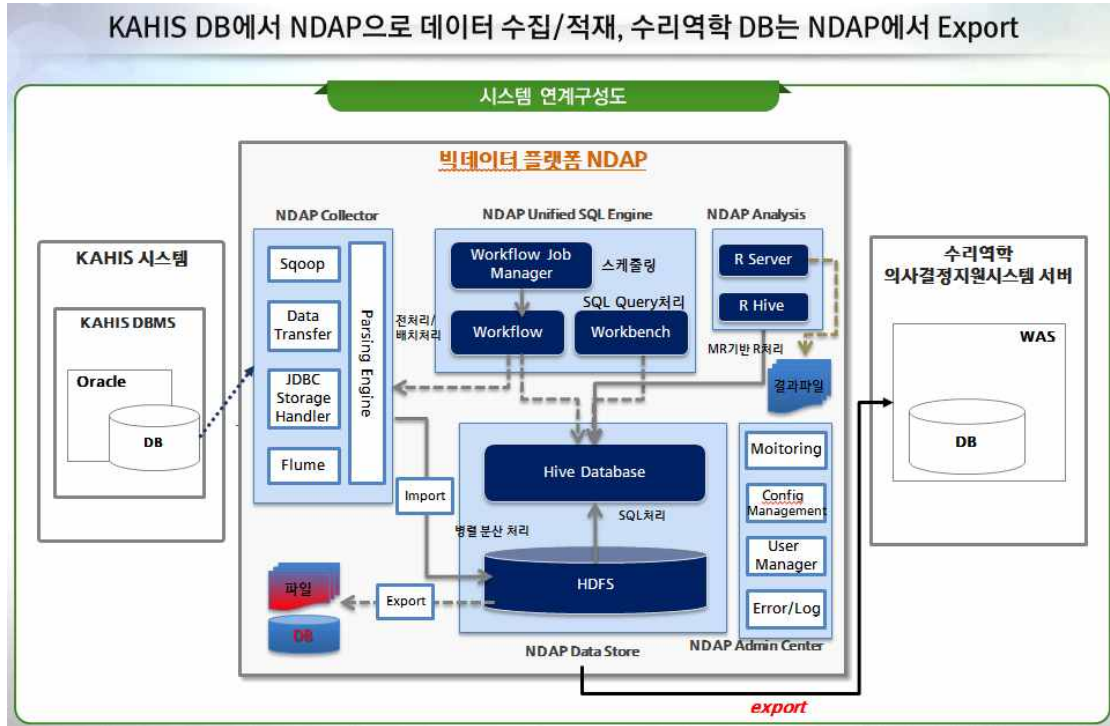


(다) 국가동물방역시스템과의 연계방안 제시

- ① 연계 정보 데이터 정의
- ② 연계 절차 및 방법 제시

㉠ 기존 KAHIS 연계

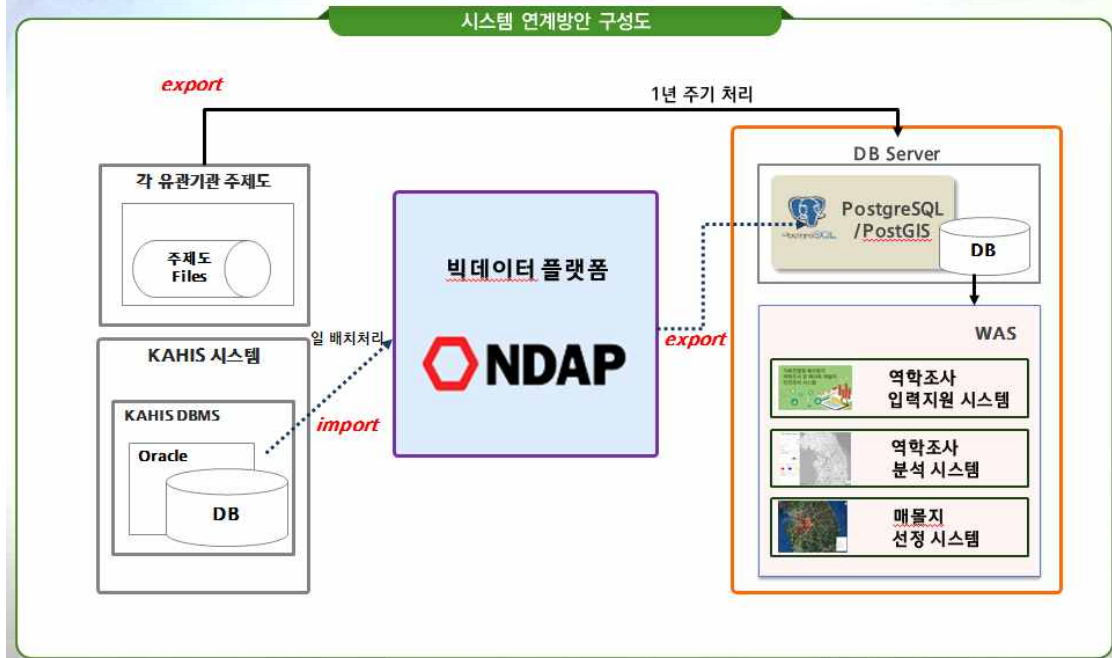
- 빅데이터플랫폼(NDAP)을 통해 KAHIS시스템과 의사결정지원시스템 간 연계



㉡ KAHIS 연계방안 제시

- 기존 연계구조와 같이 NDAP을 통해 KAHIS시스템과 연계가 이루어지도록 하며 연계데이터 및 전체시스템 DB를 공동DB화하여 통합하여 사용하도록 하는 방안 제시

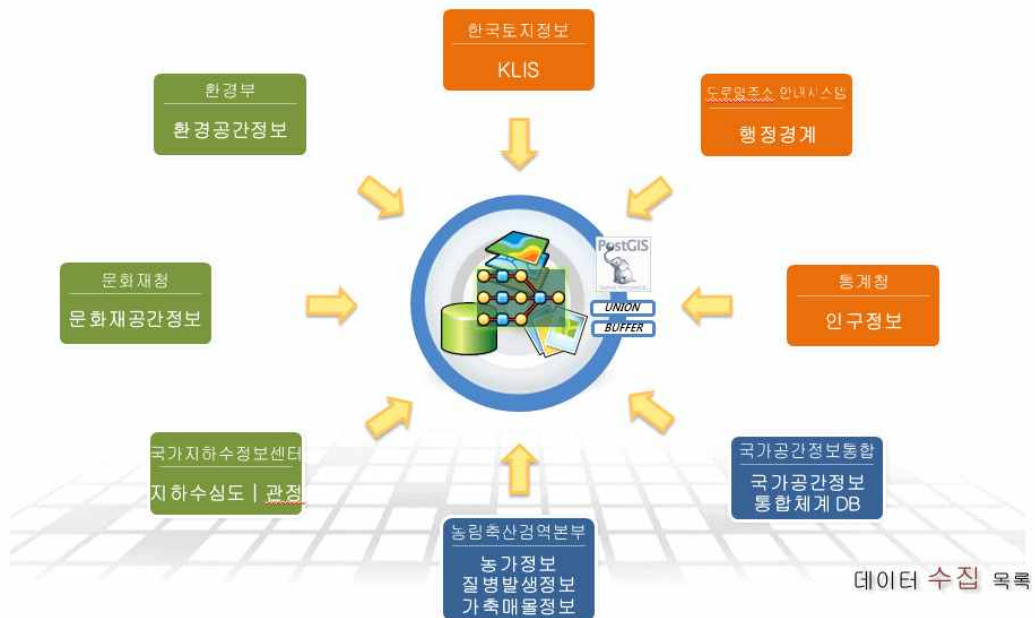
KAHIS DB에서 NDAP으로 데이터 수집/적재, NDAP에서 시스템 통합DB로 EXPORT



㉔ 연계 데이터 정의

- 역학조사 분석시스템, 매몰지 선정 시스템, 역학조사 입력지원 시스템 연계 데이터 정의
- KAHIS에서 연계한 데이터를 공통 DB(PostgreSQL)로 Export 해서 각 시스템에서 사용
- 연계를 위한 데이터 목록 및 구조 정의 작업 선행

자료 수집 및 취합



<데이터 수집 목록>

[역학조사 분석시스템 연계 데이터 정의]

- 초기 데이터 정의

데이터명	레이어명	형식	출처	제공	갱신주기
차량방문정보	frmhs_xxxxxx	Table(text)	농림축산검역본부 KAHIS	농림축산검역본부 KAHIS	매일
시도경계	kob_pa_sid	Polygon	도로명주소 안내시스템	도로명주소 안내시스템(www.juso.go.kr)	1년
시군구경계	kob_pa_sgg	Polygon	도로명주소 안내시스템	도로명주소 안내시스템(www.juso.go.kr)	1년
읍면동경계	kob_pa_emd	Polygon	도로명주소 안내시스템	도로명주소 안내시스템(www.juso.go.kr)	1년
구제역발생정보		Table(text)	농림축산검역본부 KAHIS	농림축산검역본부 KAHIS	갱신시
축산농가시설정보		Table(text)	농림축산검역본부 KAHIS	농림축산검역본부 KAHIS	갱신시

- 주소정보를 이용하여 Geocoding

구제역발생정보	kob_pp_occur	Point	농림축산검역본부 KAHIS
전국축산농가/시설정보	kob_pp_fac	Point	농림축산검역본부 KAHIS

[매몰지 선정 시스템 연계 데이터 정의]

- 초기 데이터 정의

데이터명	레이어명	형식	출처	제공	갱신주기
고도(m)	dem	raster	ASTER DEM(2015), 국가수자원관리종합정보시스템	ASTER DEM(2015), 국가수자원관리종합정보시스템	-
법정하천	kob_pa_stream	polygon	국가수자원관리종합정보시스템	KLIS	1년
상수원보호구역	kob_pa_wpasw	polygon	국가수자원관리종합정보시스템	KLIS	1년
지하수심도	soosim	raster	국가지하수정보센터(http://www.gims.go.kr)	국가지하수정보센터(http://www.gims.go.kr)	1년
정밀도양도	kob_pa_detailsm	polygon	농촌진흥청	국가공간정보통합체계	1년
국가지정문화재	kob_pa_cnpz	polygon	문화재청	KLIS	1년
국가지정보호구역	kob_pa_cncp	polygon	문화재청	KLIS	1년
등록문화재	kob_pa_crcp	polygon	문화재청	KLIS	1년
매장문화재-발굴사업	kob_pa_cbcps	polygon	문화재청	문화재공간정보서비스(http://gis-heritage.go.kr/indexMain.do)	1년
매장문화재-발굴유적	kob_pa_cbcpsdr	polygon	문화재청	문화재공간정보서비스(http://gis-heritage.go.kr/indexMain.do)	1년
매장문화재-지표사업	kob_pa_cbcpsis	polygon	문화재청	문화재공간정보서비스(http://gis-heritage.go.kr/indexMain.do)	1년
매장문화재-지표유적	kob_pa_cbcpsir	polygon	문화재청	문화재공간정보서비스(http://gis-heritage.go.kr/indexMain.do)	1년
문화유적분포지도	kob_pa_ccrdm	polygon	문화재청	문화재공간정보서비스(http://gis-heritage.go.kr/indexMain.do)	1년
시군구경계	kob_pa_sgg	polygon	통계청	KLIS	1년

시도경계	kob_pa_sid	polygon	통계청	KLIS	1년
저수지	kob_pa_rsor	polygon	한국농어촌공사	국가공간정보통합체계	1년
생태자연도	kot_ea_ecna_3857	polygon	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	1년
생태자연도_1등급	kob_pa_ecna1c	polygon	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	1년
생태자연도_별도관리	kob_pa_ecnaem	polygon	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	1년
토지피복도	kob_pa_landcm2007	polygon	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	갱신시
생태자연도_Line	kob_pl_ecna	line	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	1년
생태자연도_Point	kob_pp_ecna	point	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)	1년
가축매몰지정보		Table(text)	농림축산검역본부 KAHIS		갱신시
축산농가시설정보		Table(text)	농림축산검역본부 KAHIS		갱신시

- 주소정보를 이용하여 Geocoding

데이터명	레이어명	형식	출처	기준연도	공간적범위	좌표계(EP SG)	구축방법
경사도	slope	raster	ASTER DEM(2015), 국가수자원관리종합정보시스템	2013	전국	3857	-
기존매몰지	bury	point	농림축산검역본부 KAHIS	2015	전국	3857	Geocoding
미흡	mihub_single	polygon	미흡	2016	전국	3857	분석된미흡데이터데이터UNION PostGIS에서처리
미흡_경사도	mi_slope	polygon	경사도	2016	전국	3857	폴리곤 변환후 추출
미흡_관정	mi_gwanj	polygon	관정과의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_기존매몰지	mi_gijon	polygon	기존매몰지와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_단층	mi_dancheung	polygon	단층과의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_도로	mi_road	polygon	도로와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_문화재	mi_cult	polygon	문화재 해당지역	2016	전국	3857	-
미흡_상수원	mi_sangsoo	polygon	상수원보호구역과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_저수지	mi_jusoo	polygon	저수지와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_지하수심도	mi_soosim	polygon	지하수심도와의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_축산농가	mi_nonga	polygon	축산농가와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_축산시설	mi_chuksan	polygon	축산시설과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
미흡_토지피복	mi_sanlim	polygon	산림지역	2016	전국	3857	추출
미흡_하천	mi_hachun	polygon	하천과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합	boojuchab_single	polygon	부적합	2016	전국	3857	분석된부적합데이터데이터UNION PostGIS에서처리
부적합_경사도	boo_slope	polygon	경사도	2016	전국	3857	폴리곤 변환후 추출
부적합_관정	boo_gwanj	polygon	관정과의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리

부적합_기존매물지	boo_gijon	polygon	기존매물지와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_단층	boo_dancheung	polygon	단층과의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_문화재	boo_cult	polygon	문화재 해당지역	2016	전국	3857	-
부적합_상수원	boo_sangsoo	polygon	상수원보호구역과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_생태자연도	boo_sangtae	polygon	생태자연도	2016	전국	3857	-
부적합_저수지	boo_jusoo	polygon	저수지와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_지하수심도	boo_soosim	polygon	지하수심도와의 거리	2016		3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_축산농가	boo_nonga	polygon	축산농과와의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_축산시설	boo_chuksan	polygon	축산시설과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
부적합_토지피복	boo_landuse	polygon	시가화건조지역, 습지, 수역	2016	전국	3857	추출
부적합_하천	boo_hachun	polygon	하천과의 거리	2016	전국	3857	Buffer분석 PostGIS에서처리
읍면동인구	kob_pa_popemd	polygon	통계청	2015	전국	3857	-
축산농가	nonga	point	농림축산검역본부 KAHIS	2015	전국	3857	Geocoding
축산시설	sisul	point	농림축산검역본부 KAHIS	2015	전국	3857	Geocoding

[역학조사 입력지원 시스템 연계 데이터 정의]

- 초기 데이터 정의

데이터명	출처	비고
농장정보	시스템 입력	농림축산검역본부 KAHIS 연계가능
임상증상	시스템 입력	농림축산검역본부 KAHIS 연계가능
방문자정보	시스템 입력	농림축산검역본부 KAHIS 연계가능
가축이동정보	시스템 입력	-
시설정보	시스템 입력	농림축산검역본부 KAHIS 연계가능
방역시설정보	시스템 입력	-

- 주소정보를 이용하여 Geocoding

축산농가	-	Point	농림축산검역본부 KAHIS
시설지점	-	Point	농림축산검역본부 KAHIS

㉠ 시스템 아키텍처



<시스템 아키텍처>

[제2협동] 망고시스템

(1) OGC 표준 서비스

(가) WMS(Web Map Service)

- 웹을 통해 지도 형식(이미지)으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터서버에 저장된 레이어 또는 분석을 통해 생성된 벡터 및 래스터 데이터를 시각화(Visualization)하는 서비스
- WMS는 Basic WMS(GetCapabilities, GetMap), Queryable WMS(GetFeatureInfo)로 구분

① Basic WMS

- GetCapabilities: Web Map Server에서 서비스 가능한 레이어의 메타정보 반환
- GetMap: 요청한 레이어를 이미지로 반환
- Queryable WMS
- GetFeatureInfo: 요청한 위치의 피쳐 정보를 반환

- WMS는 Styled Layer Descriptor(SLD) 확장을 통해서 다음의 Operation을 추가할 수 있음

② Styled Layer Descriptor(SLD)

- GetLegendGraphic: 요청한 레이어의 범례정보를 이미지로 반환
- GetStyle: 요청한 레이어의 스타일 정보를 반환
- PutStyle: 요청한 레이어의 스타일 정보를 등록

- 일반적으로 GetMap Operation을 사용해 지도를 요청하는 과정은 다음과 같음

- WMS 클라이언트는 관심 레이어, 레이어에 대한 심볼 및 스타일, 좌표체계, 요청범위, 이미지 형식 등을 설정한 후 서버에 요청

- 서버는 클라이언트의 요청에 맞게 지도를 생성하고 이를 이미지로 반환

(나) WFS(Web Feature Service)

- 웹을 통해 피쳐(Feature) 형식으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터서버에 저장된 벡터 레이어를 공간 및 속성조건을 이용해서 불러오거나 관리(피쳐의 추가/수정/삭제)하기 위한 서비스
 - 벡터 레이어에 대한 접근(Access) 및 관리(Management)
 - 공간 데이터를 인코딩하기 위하여 Geography Markup Language(GML) 사용
 - 공간 및 속성조건을 설정하기 위해 Filter Encoding Standard(SES) 사용
- WFS는 Basic WFS(GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature), Transaction WFS(LockFeature, Transaction)로 구분할 수 있음

① Basic WFS

- GetCapabilities: 서비스 가능한 Layer, Operation, Parameter에 대한 메타정보를 XML로 반환
- DescribeFeatureType: 요청한 Layer에 해당하는 스키마 등 메타정보를 XML로 반환
- GetFeature: 요청한 레이어의 공간 정보를 GML형식으로 반환

② Transaction WFS

- LockFeature: 레이어의 특정 피쳐에 대해 편집 중임을 알리는 Lock 요청
- Transaction: 요청한 입력, 수정, 삭제를 처리하여 처리결과를 XML로 반환

- 일반적으로 GetFeature Operation을 사용해 피쳐를 요청하는 과정은 다음과 같음
 - WFS 클라이언트는 관심 레이어, 레이어에 대한 필터, 좌표체계, 요청범위, 요청 포맷 등을 설정한 후 서버에 요청
 - 서버는 클라이언트의 요청포맷에 맞게 인코딩(GML 등)하여 반환

(다) WCS(Web Coverage Service)

- 웹을 통해 그리드 커버리지(Grid Coverage) 형식으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터서버에 저장된 Coverage를 불러오기 위한 서비스
 - 래스터 레이어에 대한 접근(Access)
 - Grid Coverage는 위성영상, DEM, TIN과 같은 래스터 데이터를 포함
 - 반환값은 일반적으로 잘 알려진 Coverage 포맷을 사용함

- WCS의 Operation

- GetCapabilities: 서비스 가능한 Coverage에 대한 메타정보를 XML로 반환
- DescribeCoverage: 요청한 Coverage에 해당하는 메타정보를 XML로 반환
- GetCoverage: 요청한 범위의 Coverage를 Raw Data 형식(GeoTIFF 등)으로 반환

- 일반적으로 GetCoverage Operation을 사용해 커버리지를 요청하는 과정은 다음과 같음
 - WCS 클라이언트는 관심 레이어, 좌표체계, 요청범위, 요청 포맷 등을 설정한 후 서버에 요청
 - 서버는 클라이언트의 요청포맷에 맞게 인코딩(GML Coverage, GeoTiff 등)하여 반환

(라) WPS(Web Processing Service)

- WPS는 지리정보에 대한 다양한 처리 서비스(Geo-Processing³⁾ Service)를 웹상에서 정의하고 접근할 수 있도록 하기 위한 인터페이스이며 모든 OGC 표준 웹 서비스들과 상호 호환성을 갖

도록 정의됨

- 특정 데이터에 직접 바인딩되어 있지 않으며, 클라이언트에 의해 동적으로 주어지는 데이터 또는 데이터 참조(WFS Request 등)들을 입력으로 받아들여 이를 처리하는 프로세스 서비스들로 구성
- 간단한 계산(버퍼 연산 등)에서부터 복잡한 분석 연산(기후 모델의 생성 등)을 지원하며, 원칙적으로 WFS 인터페이스에 기반을 두고 구현함에 있어 어떠한 제약사항도 없음
- 따라서 WFS 인터페이스 준수를 통해서 다양한 분석기능의 확장이 가능함

- WFS의 Operation

- GetCapabilities: 서비스 가능한 Process에 대한 메타정보를 XML로 반환
- DescribeProcess: Process에 대한 상세정보(input, output, 사용가능 포맷 등)를 XML로 반환
- Execute: PS가 제공하는 프로세스들 중 하나를 실행하고 결과를 요청형식에 맞게 반환

- 일반적으로 Execute Operation을 사용해 분석을 요청하는 과정은 다음과 같음

- WFS 클라이언트는 분석프로세스, 입력 파라미터, 출력형식을 설정한 후 서버에 요청
- 서버는 클라이언트의 입력 파라미터를 이용하여 요청 프로세스를 실행하고 결과를 요청형식에 맞게 반환

(2) 오픈소스 기반 아키텍처 적용

(가) 개발환경

분류		제품	버전	비고
DB Server	데이터베이스	PostgreSQL	9.2 ~ 9.6	
		PostGIS	2.2.2	Spatial Extension
Application Server	운영체제	ubuntu	14.04	
	Java VM	JDK	1.7	
	웹 컨테이너	Apache Tomcat	7	
	GIS 서버	GeoServer	2.8.5	
분석시스템 (Web)	Application Framework	Spring Framework	3.2.2	
	자바스크립트 라이브러리	Bootstrap	3.2.0	
		jQuery	1.11.1	
	지도 시각화 라이브러리	OpenLayers 3	3.13.1	

<표 154> 개발환경

(나) 활용소프트웨어

① 공간 DBMS(PostgreSQL + PostGIS)

- 공식 사이트: <http://postgis.net/> 또는 <http://postgis.org/>
- License: GNU GENERAL PUBLIC LICENSE(GPL) Version 2.0

- 특징 및 기능
 - 오픈 소스 기반의 가장 인기 있는 공간 DBMS이며 벡터 뿐만 아니라 Raster, Topology, Routing 지원
 - PostGIS 2.0 한글 매뉴얼 번역 완료 (2013/11)
 - ESRI ArcGIS 뿐만 아니라 QGIS, uDig 등 거의 모든 오픈 소스 GIS 프로그램이 편집기능까지 지원



그림 3-4-1-1. PostgreSQL + PostGIS

② WAS(Apache Tomcat)

- 공식 사이트: <http://tomcat.apache.org/>
- License: Apache License version 2
- 특징 및 기능
 - 웹 컨테이너로서 가장 널리 보급되어 있음
 - JK Connector를 통한 로드 밸런싱을 지원하여 대량의 트래픽에 대비
 - JMX 원격지원과 서버 모니터링으로 효율적인 서버 관리를 지원

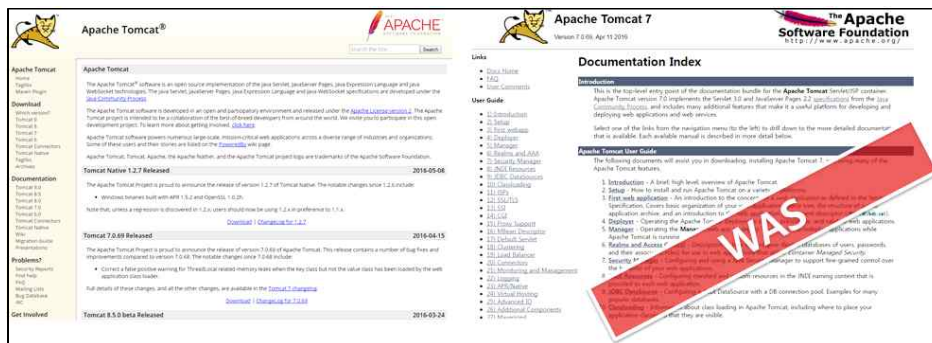


그림 3-4-1-2 Apache Tomcat

③ GIS Server(GeoServer)

- 공식 사이트: <http://geoserver.org/>
- License: GNU GENERAL PUBLIC LICENSE(GPL) Version 2.0
- 특징 및 기능
 - 국내 및 전 세계에서 가장 많이 활용되고 있는 오픈 소스 GIS 서버
 - 프로그램 한글화(2013/01) 및 한글 매뉴얼 완료(2014/01)
 - 국내 공간 DBMS(Altibase, Tiberio, Kairos) 및 국토지리정보원 NGI 포맷 드라이버 지원



그림 3-4-1-3 GeoServer

④ Web Framework(Spring Framework)

- 공식 사이트: <http://spring.io>
- License: Apache License version 2
- 특징 및 기능
 - 국내 및 전 세계에서 가장 많이 활용되고 있는 오픈 소스 GIS 서버
 - 프로그램 한글화(2013/01) 및 한글 매뉴얼 완료(2014/01)
 - 국내 공간 DBMS(Altibase, Tiberio, Kairos) 및 국토지리정보원 NGI 포맷 드라이버 지원

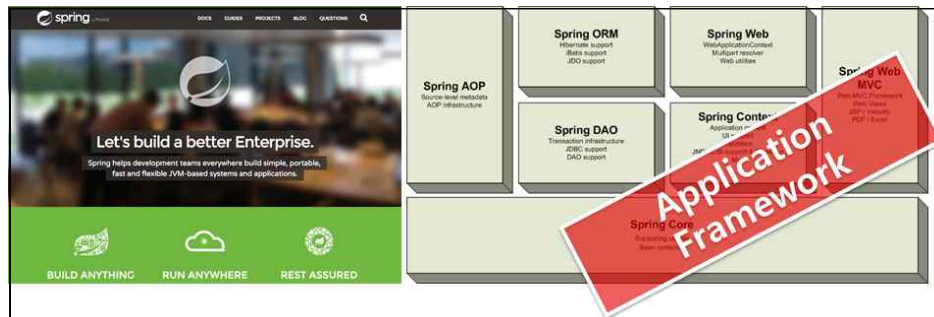


그림 3-4-1-4 Spring Framework

⑤ Web Mapping Library(OpenLayers 3)

- 공식 사이트: <http://openlayers.org>
- License: 2-clause BSD License (FreeBSD)
- 특징 및 기능
 - 국내외 Web GIS 개발에 가장 많이 활용되는 자바스크립트 맵 라이브러리
 - 현재 3.0 버전 출시와 함께 Web GL 기반의 Cesium.js와 3D Globe까지 포함 개발
 - 공간정보산업진흥원의 VWorld를 포함하여 대부분의 국내 웹 GIS의 클라이언트로 활용

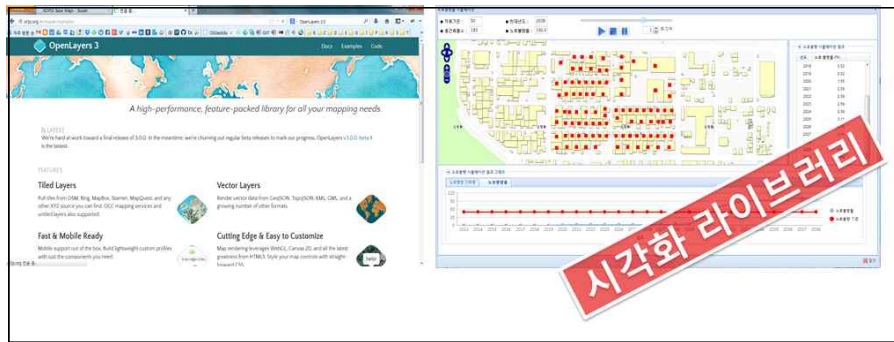


그림 3-4-1-5 OpenLayers 3

⑥ JavaScript Library(jQuery)

- 공식 사이트: <http://jquery.com>
- License: MIT License
- 특징 및 기능
 - Rich Client UI를 개발하는 다양한 기능을 지원
 - HTML에서 구조와 동작을 분리하여 작성, 크로스 브라우저 지원, 다양한 플러그인 지원
 - 여러 동작을 한 줄에 나열이 가능하며, 임시 변수 사용을 최소화 하거나 불필요한 반복을 피할 수 있음

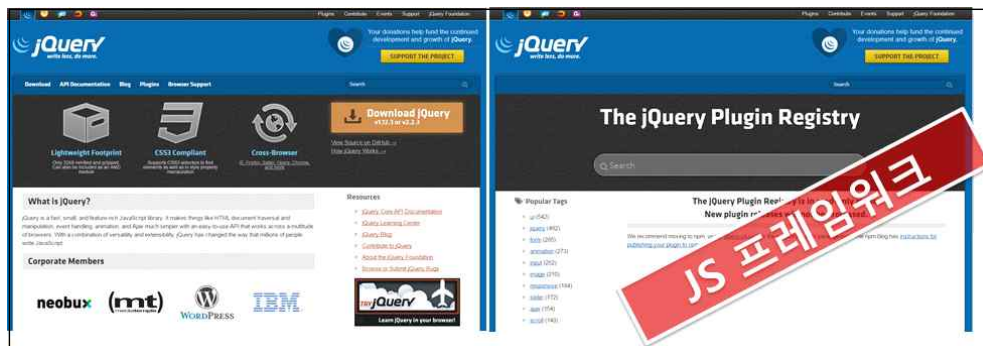


그림 3-4-1-6 jQuery

⑦ JavaScript Library(Bootstrap)

- 공식 사이트: <http://getbootstrap.com>
- License: MIT License
- 특징 및 기능
 - HTML에서 사용되는 기본 스타일을 제공
 - 기본 요소 외에도 사용자들이 자주 사용하는 요소들을 포함
 - 자바 스크립트를 이용하여 드롭다운, 탭, 버튼 등의 기능을 구현

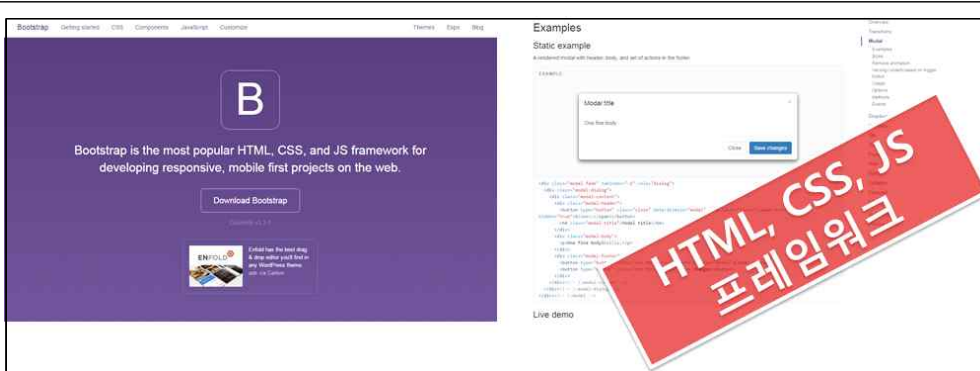


그림 3-4-1-7 Bootstrap

나. 통합적 역학조사 분석시스템

(1) 아키텍처

- 전자정부 표준 프레임워크에서 활용하고 있는 Spring 기반의 웹 아키텍처를 적용하여 확장성 있는 아키텍처 수립

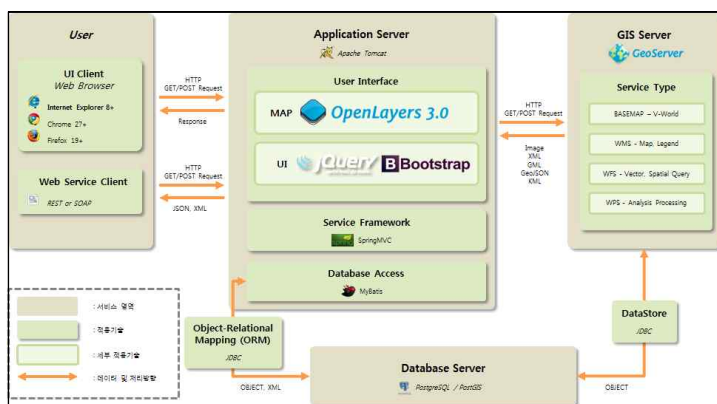


그림 3-4-1-8 통합적 역학조사 분석시스템 아키텍처

(2) 개발내용

(가) 데이터 변환 및 구축

① 레이어와 테이블

- 차량방문정보(약 1억건), 농가정보(약 40만건), 구제역발생정보(185건) 테이블로 구성

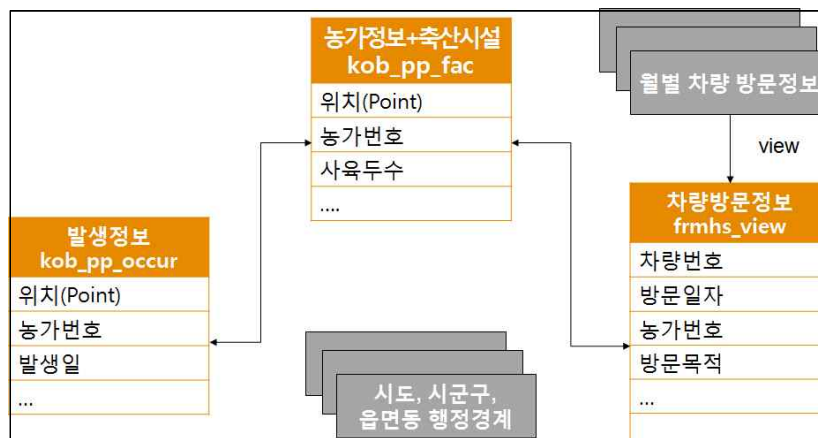


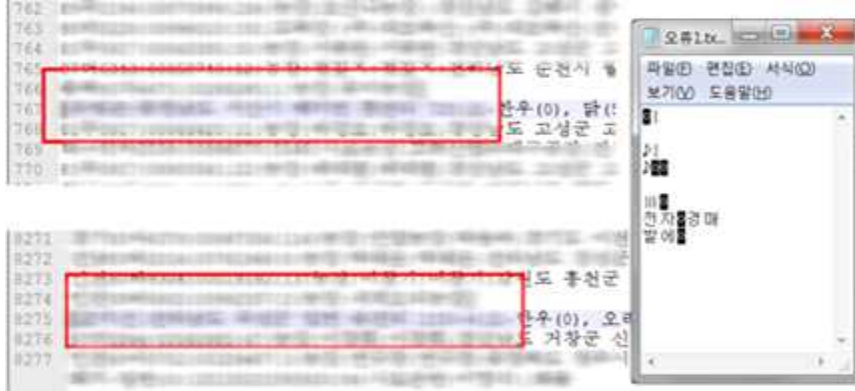
그림 3-4-1-9 레이어 및 테이블 구성

② 지오코딩

- 지오코딩을 통해 위치정보(건물의 중심점 또는 지번의 중심점)를 생성하였으므로 주소의 정확도에 따른 오차가 큼
- 농장정보 및 축산시설의 경우 폐업 농가의 처리가 이루어지지 않아 농가의 수가 40만 건이 넘음

③ 데이터 정제

- 원본데이터의 줄바꿈 문자가 있어 정제 후 데이터베이스에 업로드



④ 최적화를 위한 준비

- 차량방문정보, 농가정보, 구제역발생정보 테이블에서 반드시 최적화(필드 유형과 크기 변경, 인덱스 생성)가 필요
- 키 필드
 - 차량번호(visit_vhcle_no, character varying(10))
 - 농가번호(frmhs_no, character varying(8))
 - 방문일자(visit_de, character varying(14))
 - 경우에 따라 방문목적(visit_ty, visit_purps_cn) 필드도 변경
- 필드 최적 크기 확인 예
 - SELECT Min(char_length(visit_vhcle_no)), Max(char_length(visit_vhcle_no)) FROM frmhs_201501;
 - SELECT Min(char_length(frmhs_no)), Max(char_length(frmhs_no)) FROM frmhs_201501;
 - SELECT Min(char_length(visit_sn)), Max(char_length(visit_sn)) FROM frmhs_201501;
 - SELECT Min(char_length(visit_de)), Max(char_length(visit_de)) FROM frmhs_201501;

⑤ 차량방문정보 최적화

- frmhs_201210 ~ frmhs_201601 등 월별로 약 250만건 적재
- ```
CREATE TABLE frmhs_201501
(
 visit_vhcle_no character varying(10),
 frmhs_no character varying(8),
 visit_sn integer,
 induty_cl_nm text,
 frmhs_nm text,
 ltkrsr_nm text,
 frmhs_detail_adres text,
```

```

lstksp text,
visit_de character varying(14),
visit_ty text,
visit_purps_cn text,
cmpny_nm text,
max_lod_qy text,
veh_kind text,
gid serial NOT NULL,
CONSTRAINT frmhs_201501_pkey PRIMARY KEY (gid)
);

```

- 테이블 변경 및 인덱스 생성

- 모든 차량방문정보 테이블에 대해 이 과정 수행후 View 테이블 생성
- SQL

```

ALTER TABLE frmhs_201501 ADD COLUMN gid serial NOT NULL;
ALTER TABLE frmhs_201501 ADD CONSTRAINT frmhs_201501_pkey PRIMARY
KEY(gid);

```

```

ALTER TABLE frmhs_201501 ALTER COLUMN visit_vhcle_no TYPE character
varying(10);
ALTER TABLE frmhs_201501 ALTER COLUMN frmhs_no TYPE character varying(8);
ALTER TABLE frmhs_201501 ALTER COLUMN visit_de TYPE character varying(14);

```

```

ALTER TABLE frmhs_201501 ALTER COLUMN visit_sn TYPE integer USING
(NULLIF(replace(trim(visit_sn), ',', ''), '')::numeric::integer);

```

```

CREATE INDEX idx_frmhs_201501_frmhs_no_visit_de ON frmhs_201501 (frmhs_no ASC
NULLS LAST, visit_de ASC NULLS LAST);
CREATE INDEX idx_frmhs_201501_visit_vhcle_no ON frmhs_201501 (visit_vhcle_no ASC
NULLS LAST);
CREATE INDEX idx_frmhs_201501_frmhs_no ON frmhs_201501 (frmhs_no ASC NULLS
LAST);
CREATE INDEX idx_frmhs_201501_visit_vhcle_no_visit_de ON frmhs_201501
(visit_vhcle_no ASC NULLS LAST, visit_de ASC NULLS LAST);
CREATE INDEX idx_frmhs_201501_visit_vhcle_no_visit_de_frmhs_no ON frmhs_201501
(visit_vhcle_no ASC NULLS LAST, visit_de ASC NULLS LAST, frmhs_no ASC NULLS
LAST);

```

⑥ 차량방문정보 View 생성 예

- 성능향상을 위해 사용하는 필드만 명시 필요

```

CREATE OR REPLACE VIEW frmhs_view AS
SELECT * FROM frmhs_201501 UNION ALL
SELECT * FROM frmhs_201502 UNION ALL
SELECT * FROM frmhs_201503 UNION ALL
SELECT * FROM frmhs_201504 UNION ALL
....

```

```
SELECT * FROM frmhs_201512 ;
```

⑦ 농가/축산시설정보 최적화

- 지오코딩을 통해 생성된 전국 축산농가 정보

- 테이블 구조

```
CREATE TABLE kob_pp_fac
(
 frmhs_no character varying(8) NOT NULL,
 induty_cl text,
 induty_cl_nm text,
 frmhs_nm text,
 ltkrsr_nm text,
 frmhs_detail_adres text,
 lstksp text,
 numb integer,
 remark numeric(10,0),
 geom geometry(Point,3857),
 gid serial NOT NULL,
 CONSTRAINT kob_pp_fac_pkey PRIMARY KEY (gid)
);
```

- 테이블 변경 및 인덱스 생성

- SQL

```
CREATE INDEX kob_pp_fac_geom_idx ON kob_pp_fac USING gist(geom);
ALTER TABLE kob_pp_fac ADD COLUMN gid serial NOT NULL;
ALTER TABLE kob_pp_fac ADD CONSTRAINT kob_pp_fac_pkey PRIMARY KEY(gid);
ALTER TABLE kob_pp_fac ALTER COLUMN frmhs_no TYPE character varying(8);
ALTER TABLE kob_pp_fac ALTER COLUMN frmhs_no SET NOT NULL;
CREATE INDEX idx_kob_pp_fac_frmhs_no ON kob_pp_fac (frmhs_no ASC NULLS LAST);
```

⑧ 구제역발생정보 최적화

- 지오코딩을 통해 생성된 전국 구제역발생정보

- 테이블 구조

```
CREATE TABLE kob_pp_occur
(
 gid serial NOT NULL,
 no_ numeric(10,0),
 divis character varying(254),
 report_d date,
 addr character varying(254),
 kind character varying(254),
 number_ character varying(254),
 owner_ character varying(254),
 limit_ character varying(254),
 detail character varying(254),
 antigen character varying(254),
 nsp character varying(254),
```

```

date_ date,
remark character varying(254),
x_cd numeric(10,0),
y_cd numeric(10,0),
geom geometry(Point,3857),
frmhs_no character varying(8),
CONSTRAINT kob_pp_occur_pkey PRIMARY KEY (gid)
);

```

- 테이블 변경 및 인덱스 생성

- SQL

```

ALTER TABLE kob_pp_occur ADD COLUMN frmhs_no character varying(8);
CREATE INDEX idx_kob_pp_occur_frmhs_no ON kob_pp_occur (frmhs_no ASC NULLS
LAST);

```

(나) Query

① 구제역 발생정보

```

SELECT frmhs_no, to_char(date_, 'YYYYMMDD'), owner_, kind, addr, detail FROM
kob_pp_occur ORDER BY date_;

```

② 특정농가 방문차량 확인

- 00034515 농장을 발생시점을 기준으로 전/후 21일 사이에(예 20150101 ~ 20150121) 방문  
한 차량 고유번호

- 방문차량정보

```

SELECT
*
FROM
frmhs_view
WHERE
frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND
'20150121999999';

```

- 방문차량 고유번호

```

SELECT
distinct visit_vhcle_no
FROM
frmhs_view
WHERE
frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND
'20150121999999';

```

- 방문 유형별 필터링

- visit\_ty = 01 ~ 13

"01";"가축운반"

"02";"원유운반"

"03";"동물(의)약품운반"

"04";"사료운반"



"05";"가축분뇨운반"  
 "06";"왕겨운반"  
 "07";"퇴비운반"  
 "08";"진료"  
 "09";"인공수정"  
 "10";"컨설팅"  
 "11";"시료채취,방역"  
 "12";"기계수리"  
 "13";"알운반"

- 농가정보 확인

- 방문차량(예 경기91바1158)이 발생시점을 기준으로 전/후 21일 사이에(다음 예는 20150101 ~ 20150121) 방문한 농가정보

```
SELECT
 frmhs_no, frmhs_nm, lstksp, frmhs_detail_adres, visit_de
FROM
 frmhs_view
WHERE
 visit_vhcle_no = '경기91바1158' AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND
 '20150121999999'
ORDER BY visit_de;
```

- 선택방문차량 농가위치정보 포함

- 조건: 발생농가번호, 차량번호, 시작일, 종료일

```
SELECT
 b.gid AS gid, b.geom AS geom, a.visit_vhcle_no, a.visit_purps_cn, b.frmhs_no AS
 frmhs_no, b.frmhs_nm AS frmhs_nm, b.lstksp AS lstksp, a.frmhs_detail_adres AS
 frmhs_detail_adres, a.visit_de AS visit_de
FROM
 (SELECT frmhs_no, visit_vhcle_no, visit_purps_cn, frmhs_detail_adres, visit_de
 FROM frmhs_view WHERE visit_vhcle_no = '경기91바1158' AND visit_de
 BETWEEN '20150101000000' AND '20150121999999') AS a,
 (SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM
 frmhs_view WHERE frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999') AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999')) AS b
WHERE
 a.frmhs_no = b.frmhs_no
ORDER BY visit_de;
```

- 모든방문차량 농가위치정보 포함

- 조건: 발생농가번호, 시작일, 종료일

```
SELECT
 b.gid AS gid, b.geom AS geom, a.visit_vhcle_no, a.visit_purps_cn, b.frmhs_no AS
 frmhs_no, b.frmhs_nm AS frmhs_nm, b.lstksp AS lstksp, a.frmhs_detail_adres AS
 frmhs_detail_adres, a.visit_de AS visit_de
```

```

FROM
 (SELECT frmhs_no, visit_vhcle_no, visit_purps_cn, frmhs_detail_adres, visit_de
 FROM frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no
 FROM frmhs_view WHERE frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999') AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999') AS a,
 (SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM
 frmhs_view WHERE frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999') AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999')) AS b
WHERE
 a.frmhs_no = b.frmhs_no
ORDER BY visit_vhcle_no, visit_de;

```

- 선택방문차량 경로정보

- 조건: 발생농가번호, 차량번호, 시작일, 종료일

```

SELECT (ROW_NUMBER() OVER()) AS gid, ST_MakeLine(points.geom) AS geom
FROM (
 SELECT b.geom AS geom
 FROM
 (SELECT frmhs_no, visit_de FROM frmhs_view WHERE visit_vhcle_no = '경기91
 바1158' AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND '20150121999999') AS a,
 (SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM
 frmhs_view WHERE frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999') AND visit_de BETWEEN
 '20150101000000' AND '20150121999999')) AS b
 WHERE
 a.frmhs_no = b.frmhs_no
 ORDER BY visit_de
) AS points;

```

- 모든방문차량 경로정보

- 조건: 발생농가번호, 시작일, 종료일

```

SELECT (ROW_NUMBER() OVER()) AS gid, visit_vhcle_no,
 ST_MakeLine(points.geom) AS geom, MIN(visit_de), MAX(visit_de)
FROM (
 SELECT a.visit_vhcle_no AS visit_vhcle_no, a.visit_de AS visit_de, b.geom AS
 geom FROM (SELECT frmhs_no, visit_vhcle_no, visit_purps_cn,
 frmhs_detail_adres, visit_de FROM frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN
 (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM frmhs_view WHERE frmhs_no =
 '00034515' AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND '20150121999999')
 AND visit_de BETWEEN '20150101000000' AND '20150121999999') AS a,
 (SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM

```

```

frmhs_view WHERE frmhs_no = '00034515' AND visit_de BETWEEN
'20150101000000' AND '20150121999999') AND visit_de BETWEEN
'20150101000000' AND '20150121999999')) AS b
WHERE
a.frmhs_no = b.frmhs_no
ORDER BY visit_de
) AS points
GROUP BY points.visit_vhcle_no;

```

(다) GeoServer 설정

① GeoServer에서 레이어 등록

- DB구성 및 레이어 등록
- 레이어 등록
  - kob\_pp\_fac(축산농가 + 축산시설)
  - kob\_pp\_occur(구제역 발생농가)
- GeoServer SQL View
  - farm\_vehicle\_fmd  
발생농가번호, 시작일, 종료일을 파라미터로 사용하여 차량별 농가방문정보를 공간정보와 함께 조회
  - farm\_vehicle\_route\_fmd  
발생농가번호, 시작일, 종료일을 파라미터로 사용하여 차량별 농가방문정보를 경로정보와 함께 조회

| <input type="checkbox"/> | 유형 | 작업공간 | 스토어  | 레이어 이름                 | 활성화 | 원본 SRS    |
|--------------------------|----|------|------|------------------------|-----|-----------|
| <input type="checkbox"/> | •  | foss | ipet | farm_vehicle_fmd       | ✓   | EPSG:3857 |
| <input type="checkbox"/> | ■  | foss | ipet | farm_vehicle_route_fmd | ✓   | EPSG:3857 |
| <input type="checkbox"/> | •  | foss | ipet | kob_pp_fac             | ✓   | EPSG:3857 |
| <input type="checkbox"/> | •  | foss | ipet | kob_pp_occur           | ✓   | EPSG:3857 |

그림 3-4-1-11 GeoServer에서 레이어 등록

- farm\_vehicle\_fmd
- GeoServer SQL View
 

```

SELECT
 b.gid AS gid, b.geom AS geom, a.visit_vhcle_no, a.visit_purps_cn, b.frmhs_no AS
 frmhs_no, b.frmhs_nm AS frmhs_nm, b.lstksp AS lstksp, a.frmhs_detail_adres AS
 frmhs_detail_adres, a.visit_de AS visit_de
FROM
 (SELECT frmhs_no, visit_vhcle_no, visit_purps_cn, frmhs_detail_adres, visit_de FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no
 FROM frmhs_view WHERE frmhs_no = '%farmid%' AND visit_de BETWEEN
 '%start%000000' AND '%end%999999') AND visit_de BETWEEN '%start%000000'
 AND '%end%999999') AS a,
 (SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
 frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM

```

```

frmhs_view WHERE frmhs_no = '%farmid%' AND visit_de BETWEEN
'%start%000000' AND '%end%999999') AND visit_de BETWEEN
'%start%000000' AND '%end%999999')) AS b
WHERE
a.frmhs_no = b.frmhs_no
ORDER BY visit_vhcle_no, visit_de

```

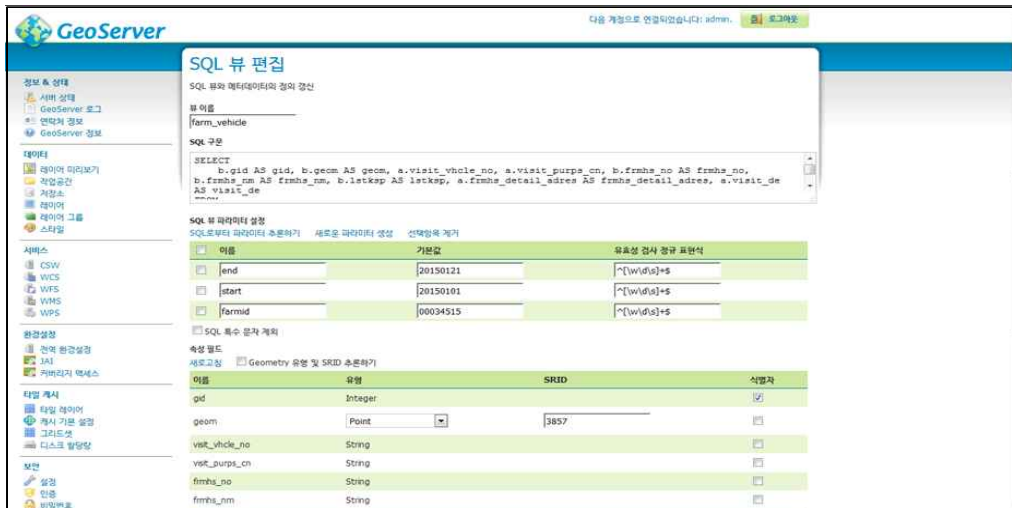


그림 3-4-1-12 GeoServer SQL View - farm\_vehicle\_fmd

- WMS / WFS 활용

- ViewParams

&viewparams=farmid:00034515;start:20150101;end:20150121  
farmid(발생번호), start/end(시작일/종료일로 YYYYMMDD 포맷)

- WMS

[http://localhost:8085/geoserver/ipet/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=ipet:farm\\_vehicle\\_fmd&styles=&bbox=1.40947931130997E7,4344821.32361778,1.43210359073534E7,4543154.59145765&width=512&height=448&srs=EPSG:3857&format=application/openlayers&viewparams=farmid:00034515;start:20150101;end:20150121](http://localhost:8085/geoserver/ipet/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=ipet:farm_vehicle_fmd&styles=&bbox=1.40947931130997E7,4344821.32361778,1.43210359073534E7,4543154.59145765&width=512&height=448&srs=EPSG:3857&format=application/openlayers&viewparams=farmid:00034515;start:20150101;end:20150121)

- WFS

[http://localhost:8085/geoserver/wfs?service=WFS&version=1.1.0&request=GetFeature&typeName=ipet:farm\\_vehicle\\_route\\_fmd&outputFormat=application/json&viewparams=farmid:00298063;start:20150101;end:20150103](http://localhost:8085/geoserver/wfs?service=WFS&version=1.1.0&request=GetFeature&typeName=ipet:farm_vehicle_route_fmd&outputFormat=application/json&viewparams=farmid:00298063;start:20150101;end:20150103)

- farm\_vehicle\_route\_fmd

- GeoServer SQL View

```

SELECT (ROW_NUMBER() OVER()) AS gid, visit_vhcle_no, ST_MakeLine(points.geom)
AS geom, MIN(visit_de), MAX(visit_de)
FROM (
SELECT a.visit_vhcle_no AS visit_vhcle_no, a.visit_de AS visit_de, b.geom AS geom
FROM
(SELECT frmhs_no, visit_vhcle_no, visit_purps_cn, frmhs_detail_adres, visit_de FROM
frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM

```

```

frmhs_view WHERE frmhs_no = '%farmid%' AND visit_de BETWEEN '%start%000000'
AND '%end%999999') AND visit_de BETWEEN '%start%000000' AND '%end%999999')
AS a,
(SELECT * FROM kob_pp_fac WHERE frmhs_no IN(SELECT frmhs_no FROM
frmhs_view WHERE visit_vhcle_no IN (SELECT distinct visit_vhcle_no FROM
frmhs_view WHERE frmhs_no = '%farmid%' AND visit_de BETWEEN '%start%000000'
AND '%end%999999') AND visit_de BETWEEN '%start%000000' AND '%end%999999'))
AS b
WHERE
a.frmhs_no = b.frmhs_no
ORDER BY visit_de
) AS points
GROUP BY points.visit_vhcle_no

```

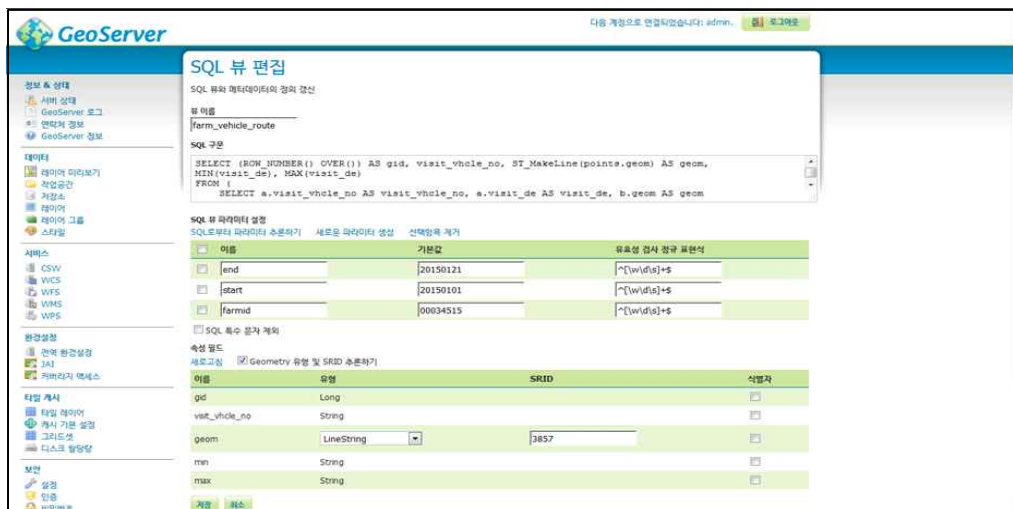


그림 3-4-1-13 GeoServer SQL View - farm\_vehicle\_route\_fmd

- WMS / WFS 활용

- ViewParams

&viewparams=farmid:00034515;start:20150101;end:20150121  
farmid(발생농가번호), start/end(시작일/종료일로 YYYYMMDD 포맷)

- WMS

http://localhost:8080/geoserver/foss/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&l  
ayers=foss:farm\_vehicle\_route\_fmd,foss:farm\_vehicle&styles=&bbox=1.40947931130997E7  
,4344821.32361778,1.43210359073534E7,4543154.59145765&width=512&height=448&srs  
=EPSG:3857&format=application/openlayers&viewparams=farmid:00034515;start:20150101  
;end:20150121

- WFS

http://localhost:8080/geoserver/wfs?service=WFS&version=1.1.0&request=GetFeature&ty  
peName=foss:farm\_vehicle\_route\_fmd&outputFormat=application/json&viewparams=farmid  
:00034515;start:20150101;end:20150121

- WMS 예시

- 비추천: 성능문제

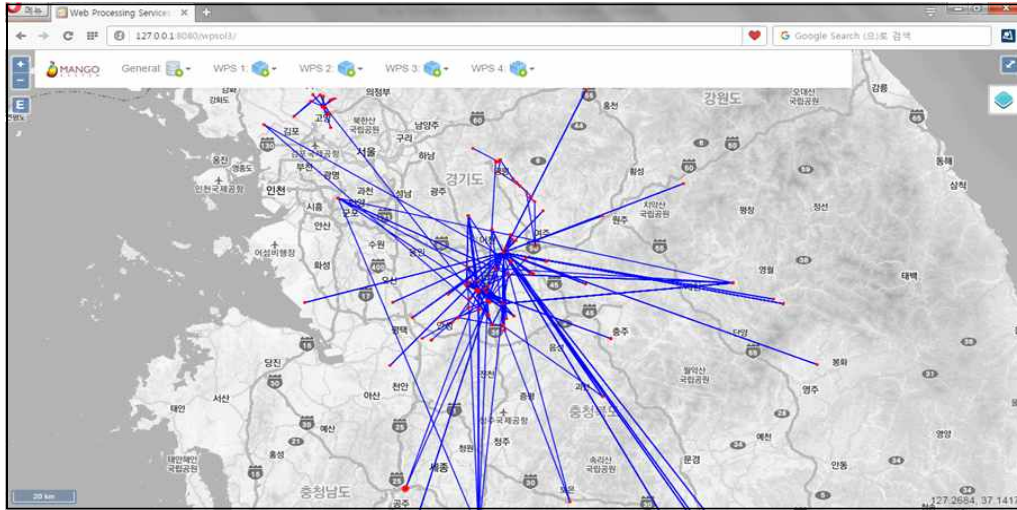


그림 3-4-1-14 WMS - farm\_vehicle\_fmd/farm\_vehicle\_route\_fmd

-WFS 예시

- 추천

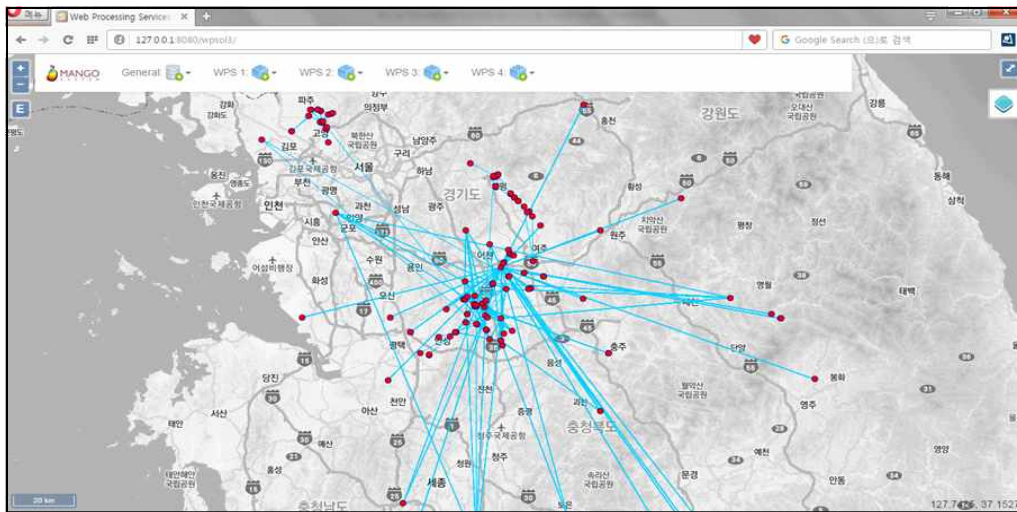


그림 3-4-1-15 WFS - farm\_vehicle\_fmd/farm\_vehicle\_route\_fmd

(라) GeoServer SQL View 레이어 발행

① SQL View 레이어 발행 순서

- PostGIS와 같은 공간데이터베이스에서만 가능

- GeoServer 관리자 페이지의 [레이어] → [새로운 리스스 추가하기] → [이 저장소로부터 레이어 생성] 콤보박스에서 PostGIS 저장소를 선택 후 아래와 같이 [새로운 SQL 뷰 설정하기...] 링크를 클릭



그림 3-4-1-16 SQL View 레이어 발행 순서 1

- 뷰 이름 입력: farm\_vehicle\_fmd
- SQL 구문 입력: 위 20페이지 SQL View

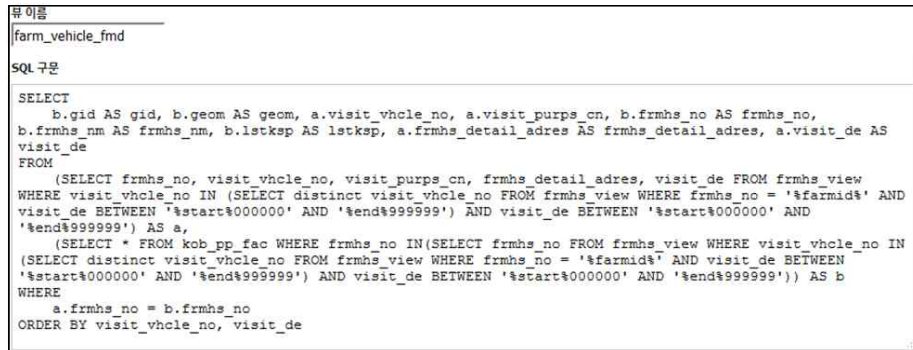


그림 3-4-1-17 SQL View 레이어 발행 순서 2

- SQL 뷰 파라미터 설정에서 [SQL로부터 파라미터 추론하기] 링크를 눌러 파라미터를 설정
- 자동으로 start, farmid, end 파라미터를 추론하며 필요시 기본값(start = 20150101, farmid = 00034515, end = 20150121)을 입력



그림 3-4-1-18 SQL View 레이어 발행 순서 3

- 속성필드에서 [Geometry 유형 및 SRID 추론하기]를 체크한 후 [새로고침]버튼을 클릭
- 유형과 SRID 확인하고 gid 필드에 [식별자] 체크 반드시 확인 후 [저장] 클릭



속성 필드  
 새로그림  Geometry 유형 및 SRID 추론하기

| 이름                 | 유형      | SRID | 식별자                                 |
|--------------------|---------|------|-------------------------------------|
| gid                | Integer |      | <input checked="" type="checkbox"/> |
| geom               | Point   | 3857 | <input type="checkbox"/>            |
| visit_vhcle_no     | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| visit_purps_cn     | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| frmhs_no           | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| frmhs_nm           | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| lstksp             | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| frmhs_detail_adres | String  |      | <input type="checkbox"/>            |
| visit_de           | String  |      | <input type="checkbox"/>            |

저장 취소

그림 3-4-1-19 SQL View 레이어 발행 순서 4

- 레이어 페이지에서 레이어 최소경계 영역을 설정하고 저장  
 레이어 최소경계 영역은 파라미터에 따라 달라지므로 우리나라 전역을 가정  
 Min X, Min Y, Max X, Max Y 를 입력 : 13,869,650, 3,910,389, 14,565,253,  
 4,666,951.5  
 [원본 영역으로부터 계산하기] 버튼을 누르면 경위도 영역 자동 계산

**레이어 최소경계 영역**  
 원본 데이터 최소경계 영역

| Min X      | Min Y     | Max X      | Max Y       |
|------------|-----------|------------|-------------|
| 13,869,650 | 3,910,389 | 14,565,253 | 4,666,951.5 |

[데이터로부터 계산하기](#)

위/경도 영역

| Min X           | Min Y           | Max X           | Max Y           |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 124.5931858038E | 33.11357600546C | 130.84189386967 | 38.616956803107 |

[원본 영역으로부터 계산하기](#)

그림 3-4-1-20 SQL View 레이어 발행 순서 5

- 피쳐타입(스키마)의 정보는 다음과 같음

피쳐 타입 상세정보

| 속성                 | 유형      | 널값허용  | Min/Max Occurences |
|--------------------|---------|-------|--------------------|
| gid                | Integer | false | 1/1                |
| geom               | Point   | true  | 0/1                |
| visit_vhcle_no     | String  | true  | 0/1                |
| visit_purps_cn     | String  | true  | 0/1                |
| frmhs_no           | String  | false | 1/1                |
| frmhs_nm           | String  | true  | 0/1                |
| lstksp             | String  | true  | 0/1                |
| frmhs_detail_adres | String  | true  | 0/1                |
| visit_de           | String  | true  | 0/1                |

[Edit sql view](#)

그림 3-4-1-21 SQL View 레이어 발행 순서 6

(마) 기능설계



- ① 기간설정
    - 분석 및 탐색기간을 설정
  - ② 편맵
    - 포인트 데이터를 지도상에 표시
  - ③ 포인트 클러스터
    - 포인트 데이터의 군집 수를 산정하여 지도상에 숫자로 표시
  - ④ 커널 밀도 지도
    - 포인트 데이터의 밀도를 산정하여 지도상에 래스터 형식으로 표시
  - ⑤ K-최근린 지도
    - 각각의 포인트로부터 k번째 가까운 포인트를 연결하여 지도상에 라인데이터 형식으로 표시
  - ⑥ 연속적 공간군집체 지도
    - 각각의 포인트로부터 일정거리가 이격된 폴리곤 데이터를 생성하여 지도상에 표시
  - ⑦ 윈드로즈 다이어그램
    - 기준이 되는 포인트 또는 임의지점을 선택하여 선택된 지점의 반경 내 포인트 수를 산정하여 그 포인트 수와 방향에 비례하는 윈드 로즈 폴리곤을 생성하여 지도상에 표시
  - ⑧ 상대적 위험도 지도
    - 행정구역별로 질병발생수와 농가의 수 전국의 질병발생수와 농가의 수를 이용하여 상대적 위험도를 산정 한 뒤 행정구역 폴리곤을 이용하여 지도상에 표시
    - 상대적 위험도 산정방법은 입지상(LQ) 산출방법과 동일
$$\text{상대적 위험도} = \frac{\text{지역별 발병수} / \text{지역별 농장수}}{\text{전국 발병수} / \text{전국 농장수}}$$
  - ⑨ 사회연결망그래프
    - 전국 농가 포인트 데이터, 발병 농가 포인트 데이터, 다년간 축척된 농가별 차량 방문 정보를 이용하여 질병 발생 시점을 기준으로 발병 농가를 방문한 차량들의 이동경로와 방문지점을 지도상에 표시
  - ⑩ 단계구분도
    - 행정구역별로 발병농가의 수를 산정하여 폴리곤 형식으로 지도상에 표시
  - ⑪ 범례
    - 지도상에 표시된 데이터의 심볼을 확인 할 수 있는 화면
  - ⑫ 배경지도
    - 브이월드 그레이맵, 위성지도, 스트리트맵, 하이브리드맵 등 배경지도를 선택 가능하도록 설계
- (2) 개발결과
- (가) 메인화면

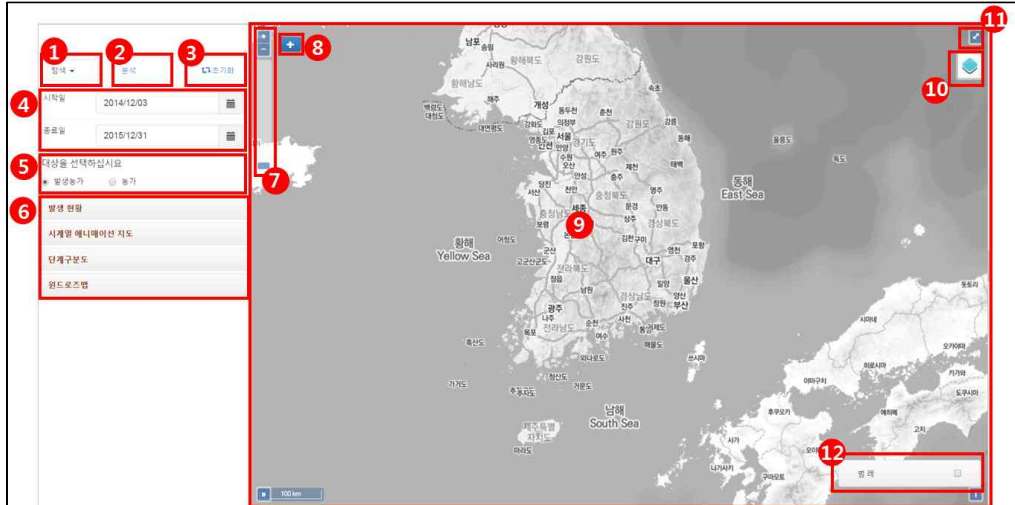


그림 3-4-1-22 통합적 역학조사 분석시스템 메인화면

- ① 탐색
  - 통합적 역학조사 분석시스템은 탐색과 분석 탭으로 구분되며 탐색은 선택된 기간 내 데이터의 발생 현황을 조회함
- ② 분석
  - 분석은 선택된 기간 내 데이터를 이용하여 WPS를 통해 분석된 결과를 조회함
- ③ 초기화
  - 지도상에 표출된 탐색 및 분석데이터를 전부 제거
- ④ 시작일, 종료일
  - 탐색 및 분석 기간을 설정
- ⑤ 발생농가, 농가
  - 발생농가는 구제역이 발생한 농가를 이용하여 탐색하며 농가는 모든 농가의 정보를 탐색함
- ⑥ 발생현황, 시계열 애니메이션 지도, 단계구분도, 윈드로즈 맵
  - 발생농가를 이용하여 다양한 기법으로 지도상에 표출하는 기능
- ⑦ 축척
  - 스크롤바 또는 + - 버튼을 이용하여 축척을 조절
- ⑧ 도구모음
  - 지도상에서 원하는 곳을 확대 하거나 축소, 길이 측정, 면적 측정 등을 수행할 수 있는 기능
- ⑨ 지도(Map)
  - 분석된 데이터가 표출되는 화면
- ⑩ 레이어 선택
  - 배경지도를 변경하거나 표출된 데이터를 켜거나 끌 수 있는 기능
- ⑪ 전체화면
  - 지도(map)을 전체화면으로 변경 하는 기능
- ⑫ 범례
  - 탐색 및 분석데이터 심볼에 대한 설명

(나) 탐색기능

- ① 발생농가
  - 발생현황
    - 핀맵

핀맵은 구제역 발생농가를 포인트 형태로 지도상에 표시하는 기능임  
 돼지는 노란색, 한우는 파란색 포인트로 표시되며 포인트를 클릭하면 속성정보가 조회됨  
 탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택  
 발생농가 라디오버튼을 선택하고 발생현황 메뉴에서 핀맵을 선택하면 지도상에 발생농가  
 핀맵이 호출됨

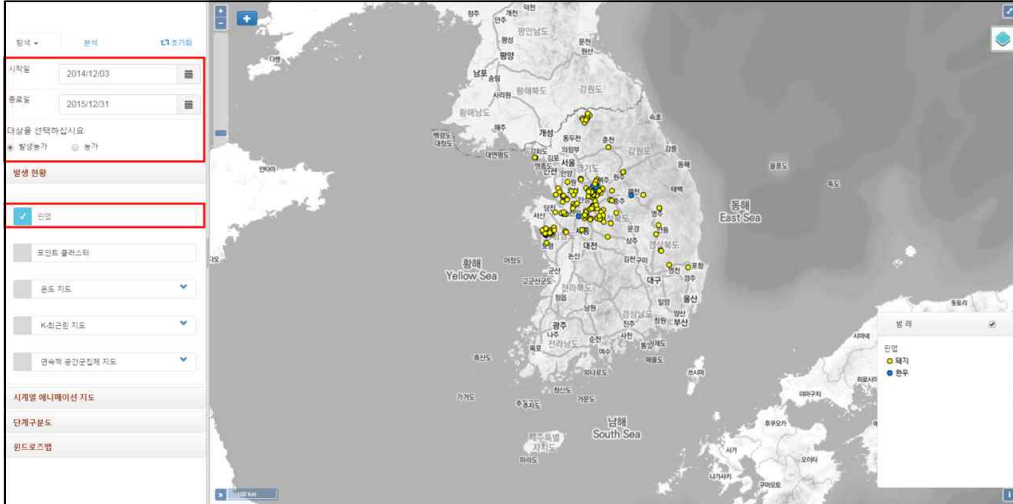


그림 3-4-1-23 발생농가 - 핀맵

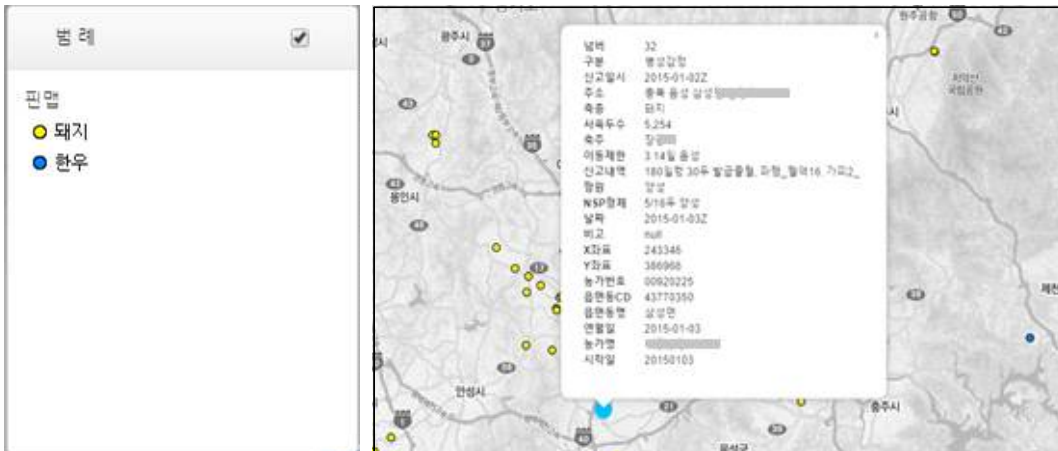


그림 3-4-1-24 핀맵 - 범례    그림 3-4-1-25 핀맵 - 속성보기

• 포인트 클러스터

포인트 클러스터는 포인트를 일정구간으로 묶어 화면에 호출하는 기능임  
 지도 Zoom Level에 따라 포인트 클러스터는 변경됨  
 Zoom Level에 따른 구제역 발생 농장 군집을 파악 할 수 있음  
 탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택  
 발생농가 라디오버튼을 선택하고 발생현황 메뉴에서 포인트 클러스터를 선택하면 지도상에  
 발생농가 포인트 클러스터가 호출됨

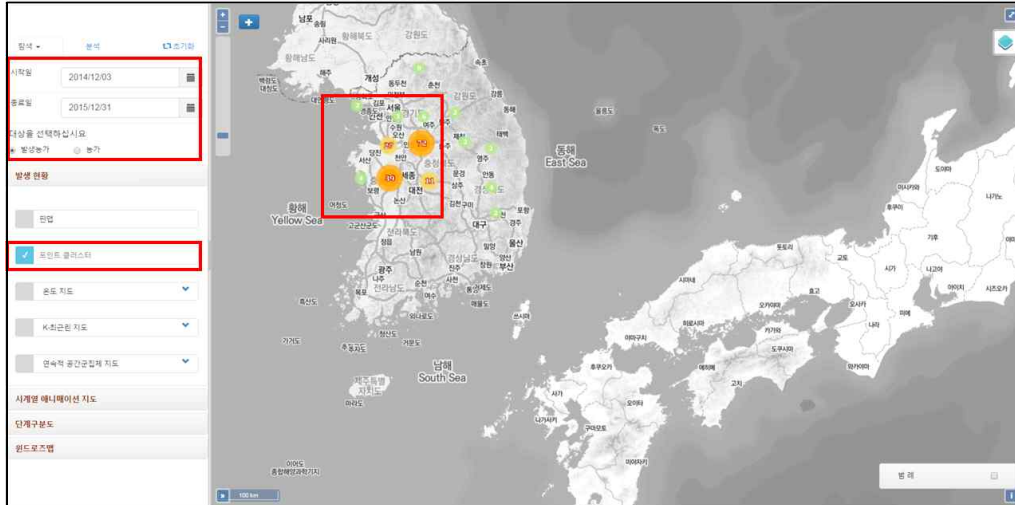


그림 3-4-1-26 발생농가 - 포인트 클러스터



그림 3-4-1-27 포인트 클러스터 - Zoom Level 변경

• 온도지도

온도지도는 커널밀도 분석(Kernel density)을 사용

커널밀도(Kernel density)분석은 연구지역의 서로 다른 데이터의 특성으로부터 그 밀도를 측정하는 방법으로 점(Point) 분포 패턴을 효과적으로 나타낼 수 있는 방법 중 하나임

커널함수는 일정한 분석 반경(bandwidth)안에 포함하는 점 데이터 밀도를 측정하여 커널함수 K로 표현하며 이는 식(1)과 같음. 커널밀도분석은 점 객체가 위치한 지점에서 가장 높은 값이 부여되고 이후 거리가 멀어지게 됨에 따라 그 값이 작아져 설정한 반경의 경계를 벗어나면 그 값이 부여되지 않음.4)

$$f(x,y) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

여기서,

f(x): kernel함수 추정치  
n: number of point  
h: bandwidth  
k(x): kernel함수  
d: data dimensionality  
x: 지점  
xi: i번째 지점

식(1)

반경은 미터(m)이며 Zoom Level에 따른 1픽셀의 크기를 m단위로 파악하고 Zoom Level이 변

경될 때 온도 지도를 업데이트 함

탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택

발생농가 라디오버튼을 선택하고 발생현황 메뉴에서 온도 지도를 선택하면 지도상에 발생농가 온도 지도가 표출됨

버튼을 클릭하면 커널 밀도 지도의 반경을 입력 할 수 있는 창이 활성화 되며 기본 값은 5000m로 설정됨

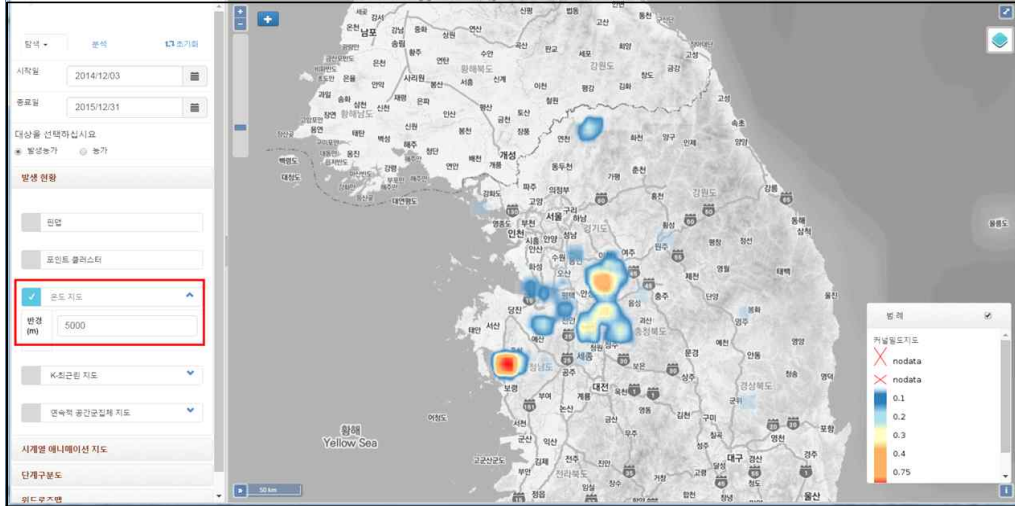


그림 3-4-1-28 온도지도



그림 3-4-1-29 온도지도 반경 입력

• k-최근린 지도

k-최근린 지도는 특정 공간내 k개의 가장 가까운 이웃을 찾아내 선으로 이어주는 기능임

구제역 발병농장과 그 농장의 최근린 구제역 발병농장을 연결하여 군집 성향을 파악할 수 있음

탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택

발생농가 라디오버튼을 선택하고 발생현황 메뉴에서 k-최근린 지도를 선택하면 지도상에 발생농가 k-최근린 지도가 표출됨

버튼을 클릭하면 이웃의 수를 입력 할 수 있는 창이 활성화 되며 기본 값은 2로 설정됨  
라인을 클릭하면 속성을 조회할 수 있음

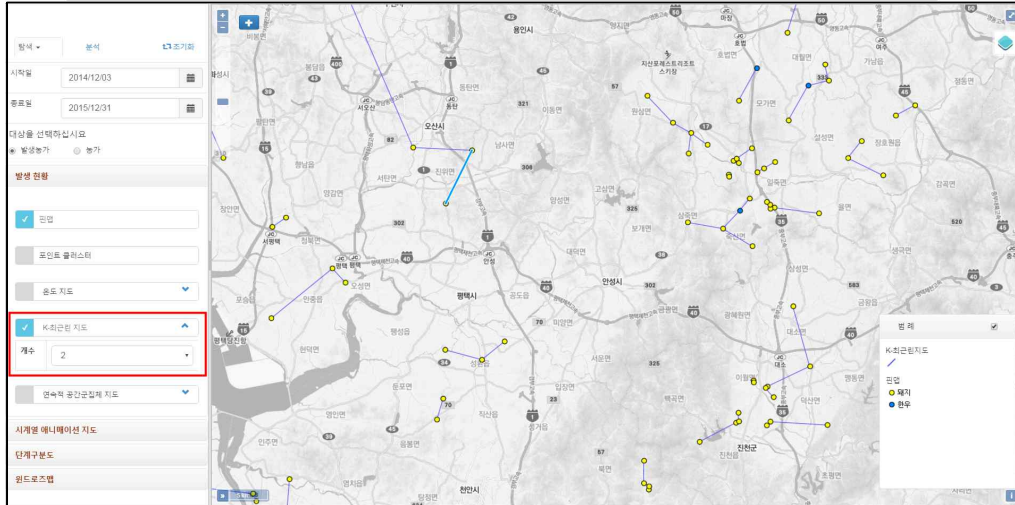


그림 3-4-1-30 k-최근린 지도

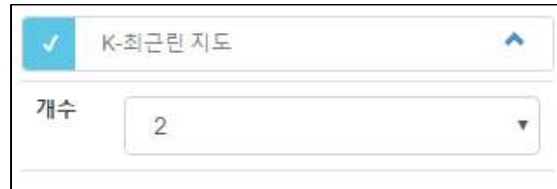


그림 3-4-1-31 k-최근린 지도 이웃의 수 입력

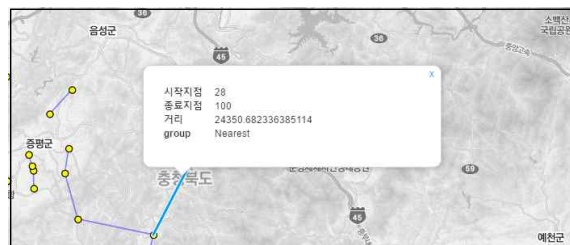


그림 3-4-1-32 K-최근린 지도 속성보기

- 연속적 공간군집체 지도

구체역 발병 농장으로부터 특정 거리만큼 버퍼를 생성하여 화면에 표출하는 기능

구체역 발병 농장 주변 반경을 확인할 수 있음

탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택

발생농가 라디오버튼을 선택하고 발생현황 메뉴에서 연속적 공간군집체 지도 지도를 선택하면 지도상에 발생농가 연속적 공간군집체 지도가 표출됨

- 버튼을 클릭하면 반경을 입력 할 수 있는 창이 활성화 되며 기본 값은 5000m로 설정됨
  - 생성된 폴리곤을 클릭하면 속성을 조회 할 수 있음



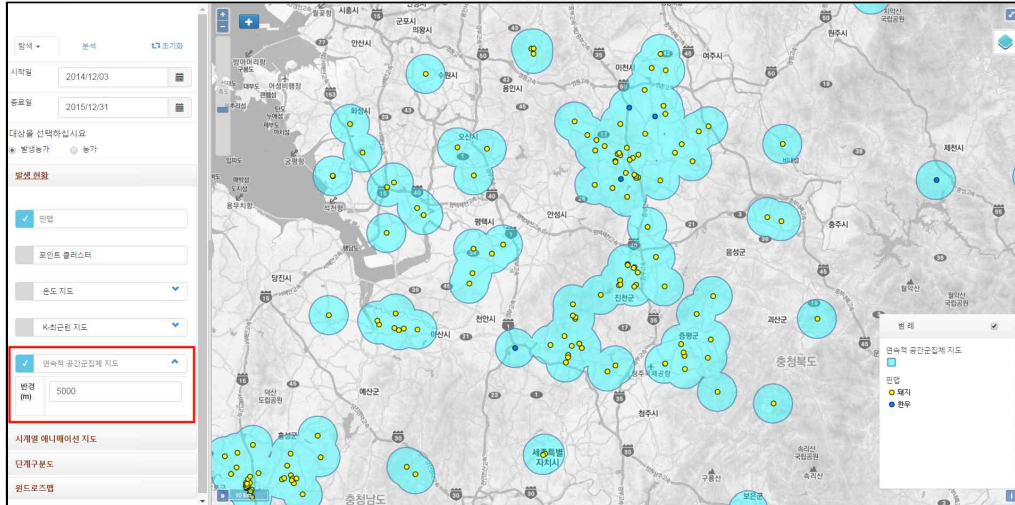


그림 3-4-1-33 연속적 공간군집체 지도



그림 3-4-1-34 연속적 공간군집체 지도 반경 입력

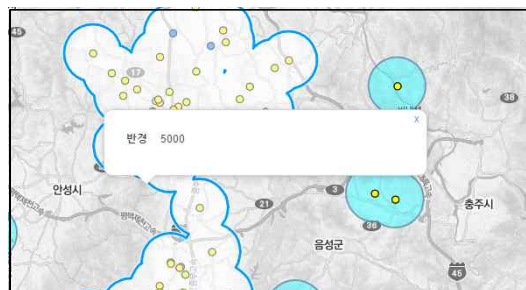



그림 3-4-1-35 연속적 공간군집체 지도 속성보기

- 시계열 애니메이션 지도

- 구제역 발생데이터의 발생시점 정보를 이용하여 시계열 애니메이션을 생성하는 기능
- 전체 기간을 지정하여 애니메이션을 생성 하거나 시점 정보를 입력하여 어떤 시점을 지나치면 다른 색상으로 표현될 수 있도록 애니메이션을 설정 할 수 있음
- 마우스 또는 키보드를 이용하여 애니메이션 Time Bar를 움직일 수 있음  
탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택
- 발생농가 라디오버튼을 선택하고 시계열 애니메이션 지도 메뉴에서 시작 버튼을 선택하면 발생 순서에 따라 포인트 애니메이션이 시작됨
-  버튼을 클릭하면 간격 및 지속시간을 설정 할 수 있는 창이 활성화 되며 기본값은 간격 250ms, 지속시간 1000ms로 설정됨

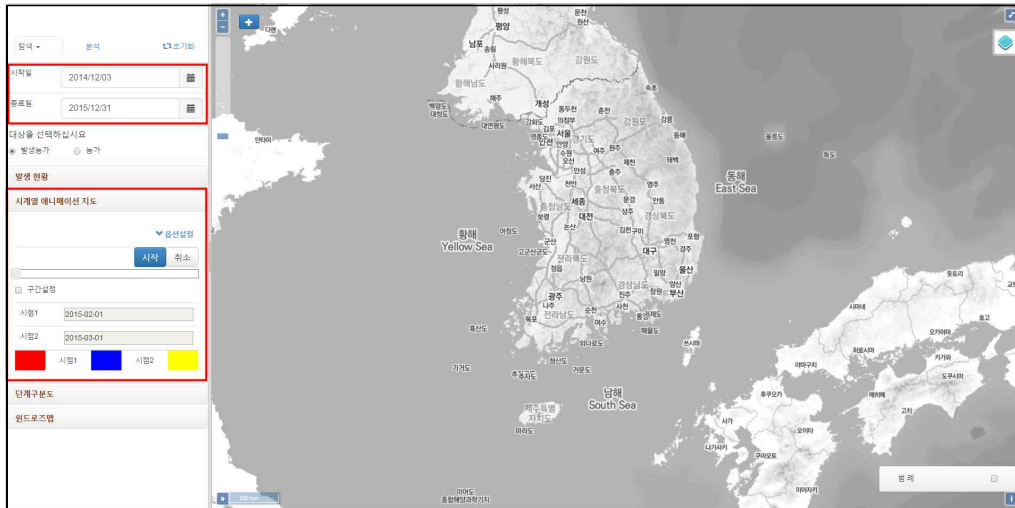


그림 3-4-1-36 발생농가 - 시계열 애니메이션 지도

**시계열 애니메이션 지도**

[옵션설정](#)

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| <b>간격 (ms)</b>   | <input type="text" value="250"/>  |
| <b>지속시간 (ms)</b> | <input type="text" value="1000"/> |

---

구간설정

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| 시점1 | <input type="text" value="2015-02-01"/> |
| 시점2 | <input type="text" value="2015-03-01"/> |

시점1
  시점2

그림 3-4-1-37 시계열 애니메이션 설정



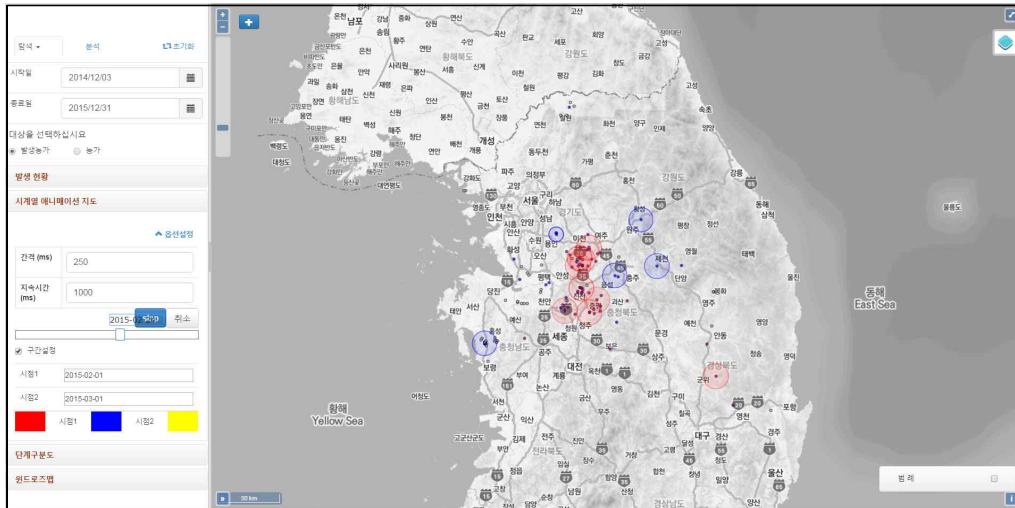


그림 3-4-1-38 시계열 애니메이션 실행화면

- 단계구분도

- 단계구분도는 행정구역별(시도, 시군구, 읍면동)로 구제역 발생 수를 집계 하여 화면에 표시하는 기능임
- 탐색 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택
- 발생농가 라디오버튼을 선택하고 단계구분도 메뉴에서 행정경계(시도, 시군구, 읍면동) 선택
- 급간구분방법(Method), 색상(Color Brewer) 선택
- Execute 버튼을 선택하면 행정구역별로 발생농가가 카운트된 단계구분도가 표출됨
- 급간구분방법(Method)는 Jenk Natural Breaks, Quantile, Equal Interval, Standard Deviation이 있으며 색상(Color Brewer)은 ylorrd, Purples, Oranges, Greens, Greys, Blues가 있음

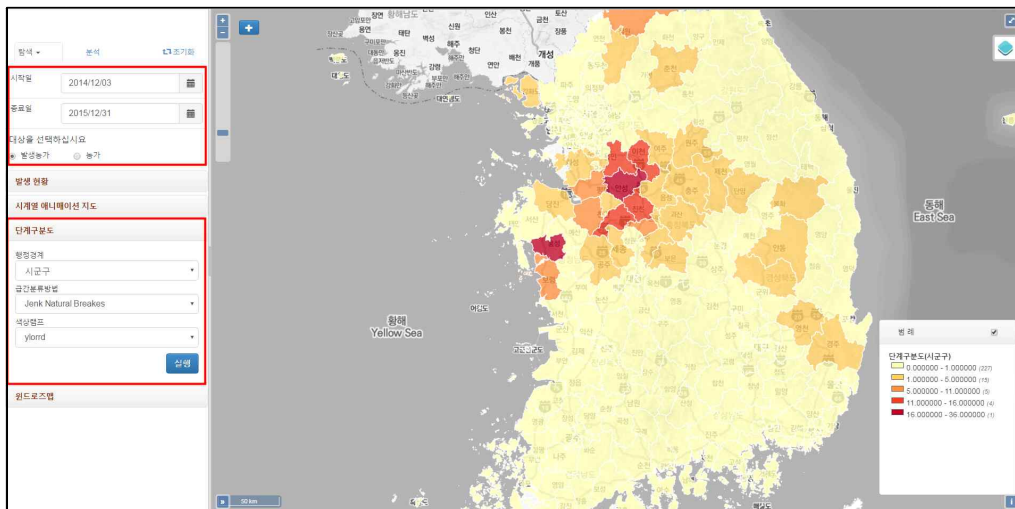



그림 3-4-1-39 발생농가 - 단계구분도

- 윈드로즈맵

-  버튼을 클릭하면 윈드로즈의 반경을 설정 할 수 있는 창이 활성화 되며 기본값은 100,000m로 설정됨

- 실행 버튼을 선택하면 밀도와 방향성을 확인 할 수 있는 윈드로즈맵이 표출됨



그림 3-4-1-40 윈드로즈맵 - 'OO농장' 구제역 발생 21일전 분석

**윈드로즈맵**

기준      지점

농장명      [ ]

반경 (m)

100000

발생일 기준    -21 일

**실행**

그림 3-4-1-41 윈드로즈맵 설정



- 발생일 기준 체크박스를 해제하면 전체기간 발생한 구제역 정보를 이용하여 윈드روز맵을 생성함

② 농가

- 현황보기

- 전체농가 포인트를 이용하여 핀맵, 온도지도, 행정구역별 단계구분도로 표출
- 현황은 전체농가 혹은 농가 유형별로 설정할 수 있음
- 설정된 유형은 현황보기에 모든 시각화 메뉴에 적용됨

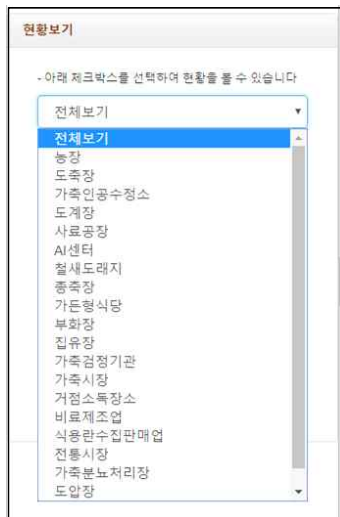


그림 3-4-1-43 농가-농가유형 선택

- 핀맵

- 전국 농가 및 축산시설 정보를 확인 할 수 있음
- 우측 하단에 범례가 생성되며 포인트를 클릭하면 속성정보가 조회됨
- 탐색 탭을 선택
- 농가 라디오버튼을 선택하고 현황보기 메뉴 선택
- 농가의 유형을 선택
- 핀맵 버튼을 선택
- 단, 농장의 경우 농장의 수가 너무 많아 5000:1 축척 이하에서만 표출됨

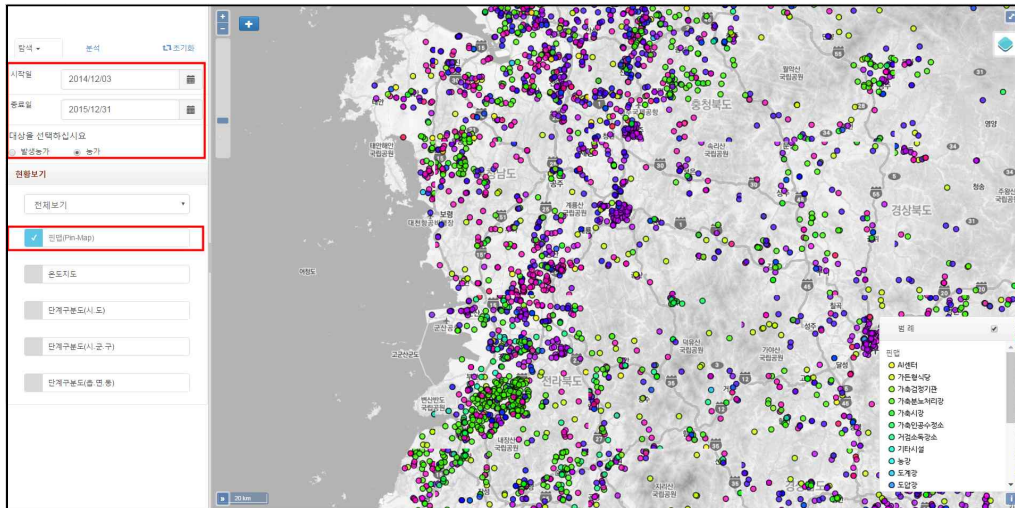


그림 3-4-1-44 농가 - 편집



그림 3-4-1-45 농가 - 속성정보 조회

- 온도지도

- 탐색 탭을 선택
- 농가 라디오버튼을 선택하고 현황보기 메뉴 선택
- 농가의 유형을 선택
- 온도지도 버튼을 선택



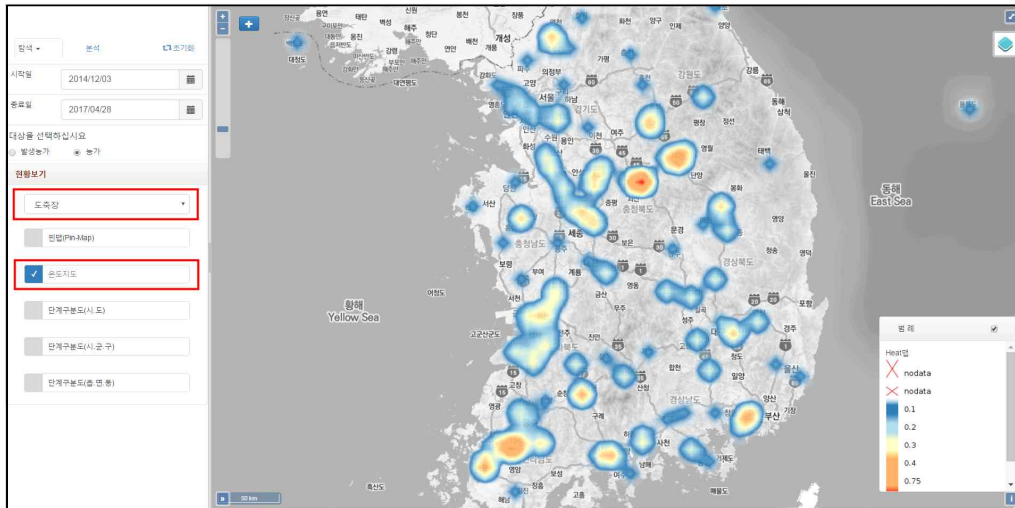


그림 3-4-1-46 농가 - 온도지도

- 단계구분도(시도, 시군구, 읍면동)
  - 탐색 탭을 선택
  - 농가 라디오버튼을 선택하고 현황보기 메뉴 선택
  - 농가의 유형을 선택
  - 단계구분도(시도, 시군구, 읍면동) 버튼을 선택

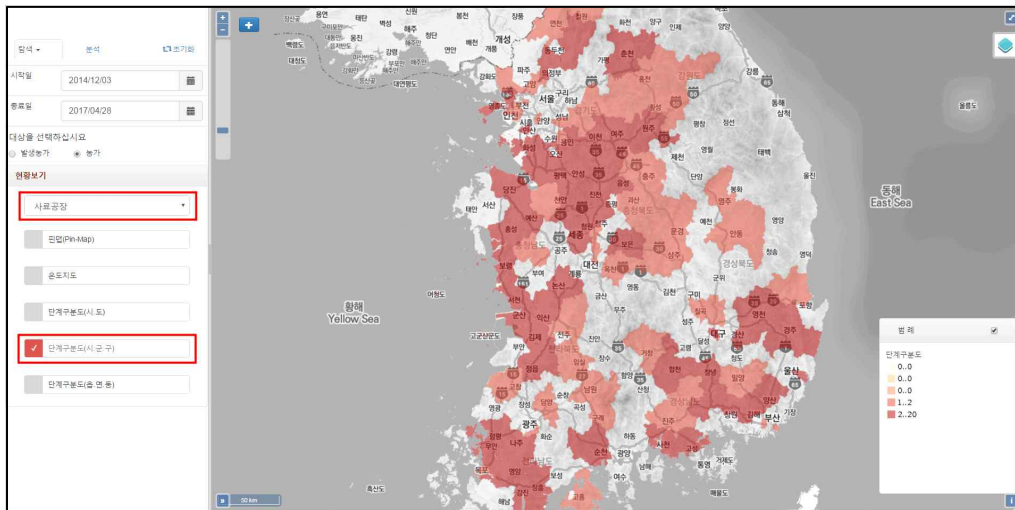


그림 3-4-1-47 농가 - 단계구분도(시.군.구)

(다) 분석기능

① 사회연결망그래프

- 사회연결망그래프는 구제역 전과경로를 분석하는 방법 중 하나로 구제역 발생 농가에 구제역이 발생하기 전·후 어떤 차량들이 출입했는지 그리고 그 차량들이 어떤 곳을 방문했는지 분석하는 기능
- 분석 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택
- 사회연결망그래프 메뉴에서 지점 선택
- 지점 선택방법은 데이터를 선택하고 농장명, 주소, 발생날짜를 선택하여 설정  
지점을 선택하면 지도(Map)상에 노란색으로 표시됨

- 버튼을 클릭하면 구제역 발생 일을 기준으로 분석기간을 설정 할 수 있으며 기본 값으로 발생 21일 전으로 설정됨
- 아래 기준일1, 기준일2는 도축장 분석에만 해당함
- 발생일 기준 체크박스를 해제 하면 선택된 시작일, 종료일로 설정됨
- 실행 버튼을 선택하면 밀도와 사분위수 거리에 따른 동심원과 방문농가 포인트가 표출되며 지도(Map)오른쪽에 방문 차량 정보가 표출됨



그림 3-4-1-48 사회연결망그래프 실행화면

- 오른쪽 화면에서 차량번호를 선택하면 차량이동궤적이 붉은색으로 표시되며 오른쪽 하단 화면에 선택 차량이 방문한 농가의 목록이 표시됨

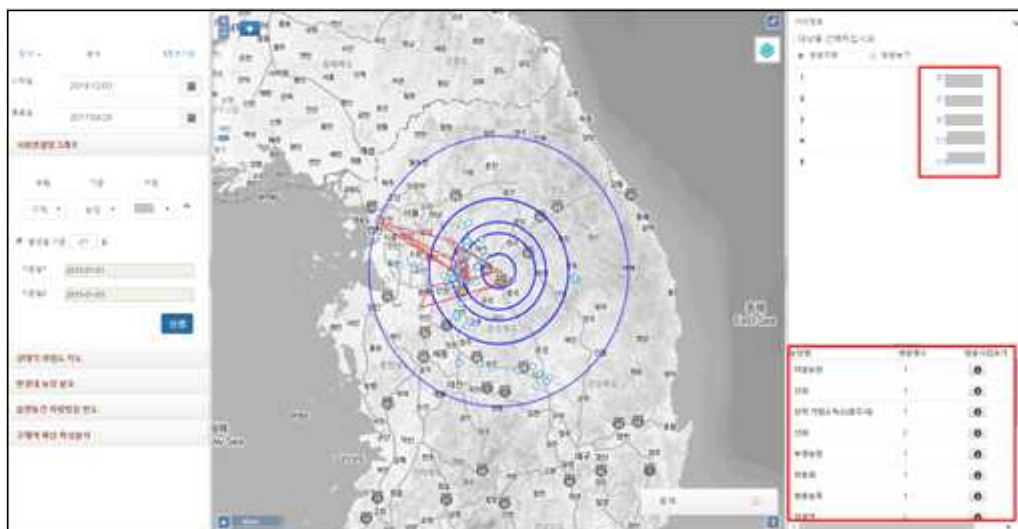



그림 3-4-1-49 사회연결망그래프 - 차량이동궤적

- 선택 차량의 방문농가 목록은 농가의 명칭과 선택차량의 방문횟수가 표시되며 목록방문시점보기 버튼을 클릭하면 선택차량이 언제 방문했는지 목록이 표시됨



그림 3-4-1-50 사회연결망그래프 - 방문시점 정보

- 우측 상단에 거리정보  버튼을 클릭하면 사분위수 거리가 표출됨

| 거리정보<br>Column | Value       |
|----------------|-------------|
| 최단거리           | 0.0905 km   |
| 1사분위           | 21.0193 km  |
| 2사분위           | 28.8762 km  |
| 3사분위           | 52.1616 km  |
| 최장거리           | 138.2895 km |

그림 3-4-1-51 사회연결망그래프 - 거리정보

- 오른쪽 화면에서 방문농가 라디오버튼을 선택하면 선택차량이 아닌 모든 차량이 방문한 농가의 목록이 표출되며 농가 목록을 선택하면 지도(Map)상에 붉은색으로 표시됨
- 우측 하단에 농장명, 농장번호, 농장주소 등 농가정보가 표출됨

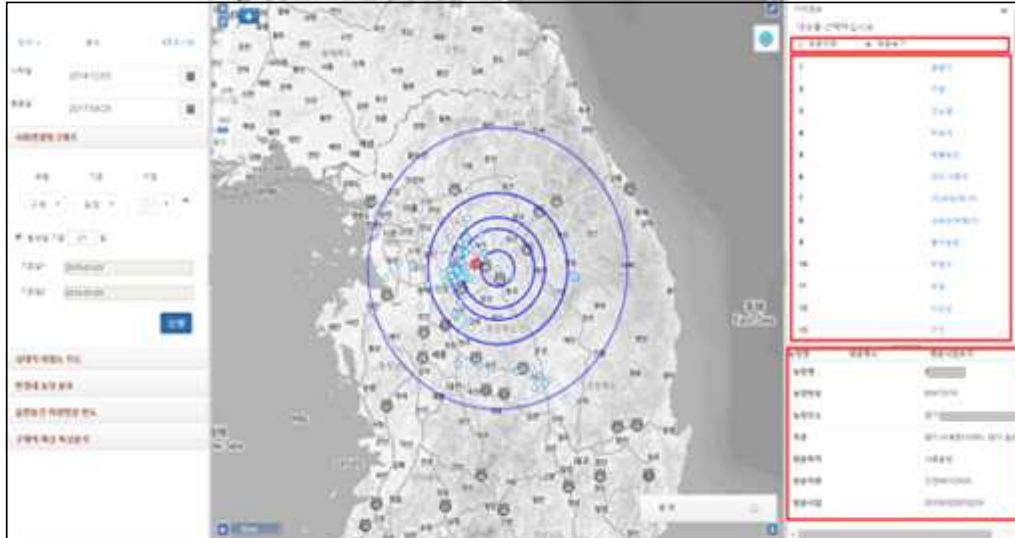


그림 3-4-1-52 사회연결망그래프 - 차량이 방문한 농가정보

- 사회연결망그래프는 구제역 발생 농장뿐만 아니라 전국 도축장을 이용하여 분석 할 수 있음
- 도축장의 경우 분석기간을 입력해야 함
- 데이터 선택 박스에서 도축장을 선택하면 아래 기준일1, 기준일2 창이 활성화 되며 날짜를 입력하거나 선택 할 수 있음
- 도축장의 경우 분석기간을 설정해야 하며 도축장의 특성상 차량의 방문 빈도가 높아 분석기간을 길게 하면 분석시간이 오래 걸림

**사회연결망그래프**

Layer Name

데이터 선택   필드 선택   지점 선택

기준일1  

기준일2

그림 3-4-1-53 사회연결망그래프 - 구제역 선택



**사회연결망그래프**

Layer Name

데이터 선택   필드 선택   지점 선택

기준일1  

기준일2  

그림 3-4-1-54 사회연결망그래프 - 도축장 선택

② 상대적 위험도 지도

- 상대적 위험도 지도는 행정구역별 상대적 위험성을 분석하는 기법으로 계산방법은 식(2)와 같음

$$\frac{\text{지역별 구제역 발생수} / \text{지역별 농장수}}{\text{전국 구제역 발생수} / \text{전국 농장수}} \quad \text{식(2)}$$

- 분석 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택
- 상대적 위험도 지도 메뉴 선택
- 행정경계(시도, 시군구, 읍면동) 선택
- 급간구분방법(Method), 색상(Color Brewer) 선택
- Execute 버튼을 선택하면 행정구역별로 발생농가가 카운트된 단계구분도가 표출됨
- 급간구분방법(Method)는 Jenk Natural Breaks, Quantile, Equal Interval, Standard Deviation 이 있으며 색상(Color Brewer)은 ylorrd, Purples, Oranges, Greens, Greys, Blues가 있음

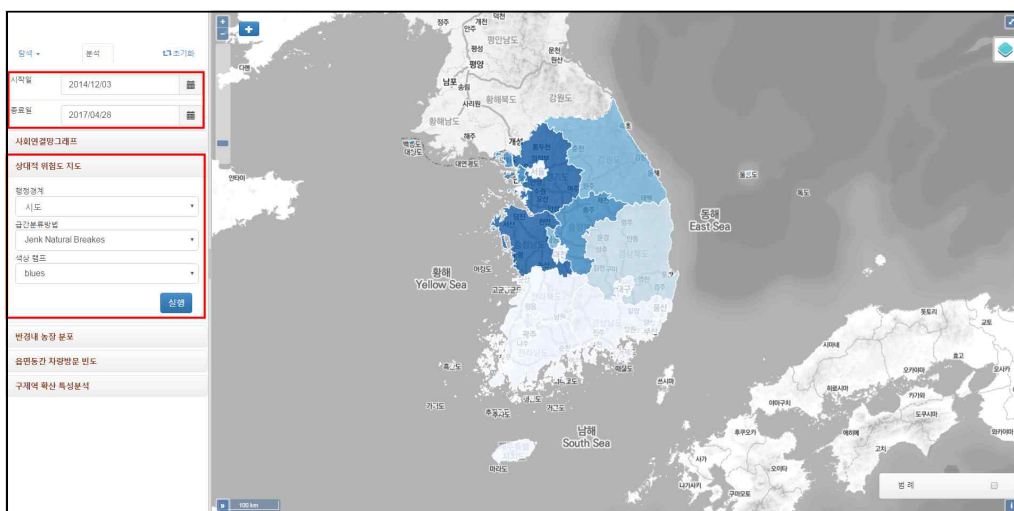


그림 3-4-1-55 상대적 위험도 지도

③ 반경내 농장 분포

- 구제역 발생지점 또는 도축장 주변의 농장의 수, 가축의 수를 조회하는 기능
- 지점(구제역 또는 도축장)을 선택하고 최소거리, 중간거리, 최대거리를 입력한 뒤 실행버튼을 클릭하면 선택된 지점주변에 농장 및 가축의 수가 조회됨
- 분석 탭을 선택하고 시작일과 종료일을 선택
- 반경내 농장 분포 메뉴 클릭
- 데이터, 필드, 지점을 선택하고 최소, 중간, 최대거리를 입력 후 실행 버튼 클릭



그림 3-4-1-56 반경 내 농장분포 실행화면

- 우측 화면에 요약정보가 표시되며 농장유형 및 유형별 가축수가 표시됨

|          |      |
|----------|------|
| 검색반경     | 3000 |
| 유형별 농가수  |      |
| 농장유형     | 개수   |
| 농장       | 76   |
| 식용란수집판매업 | 0    |
| 비료제조업    | 0    |
| 가축분뇨처리장  | 0    |
| 유형별 가축수  |      |
| 유형       | 개수   |
| 한우       | 256  |
| 육우       | 0    |
| 젖소       | 0    |
| 산양       | 179  |
| 염소       | 160  |

그림 3-4-1-57 유형별 농가수, 가축수

- 반경내 농장 목록이 하단에 표시되며 농가 목록을 클릭하면 지도상에 표시됨
- 농가 목록에는 농가번호, 농장주 외 가축의 종류별 수가 표시됨





그림 3-4-1-61 읍면동 차량방문 빈도

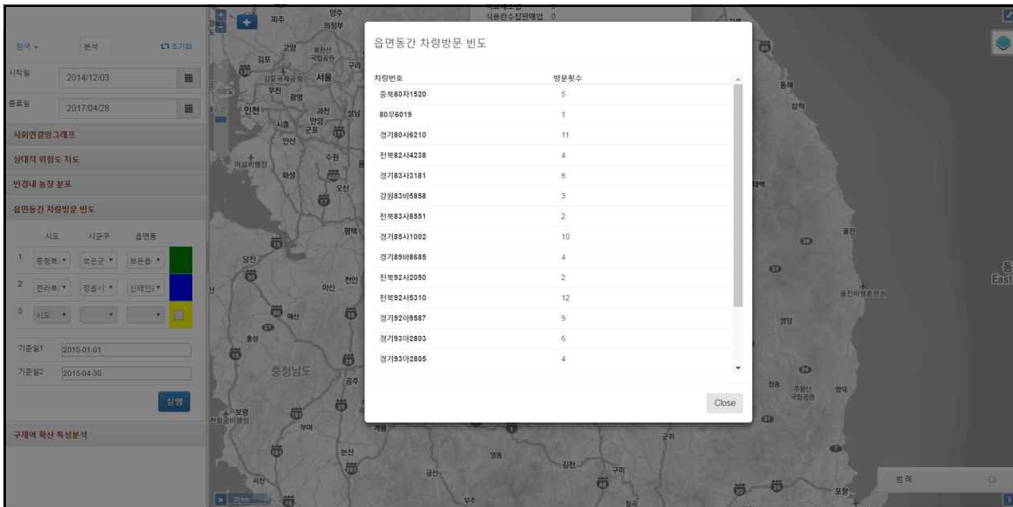


그림 3-4-1-62 읍면동 차량방문 빈도 - 실행화면

⑤ 구제역 확산 특성분석

- 1일, 7일, 14일 등 분석기준 단위를 설정하여 구제역 확산의 특성을 분석하는 기능
- 구제역 확산 특성분석 버튼 클릭시 구제역 확산 특성분석 페이지로 이동.
- 분석탭을 선택하고 구제역 확산특성 분석 메뉴 클릭
- 구제역 확산 특성분석 버튼 클릭



그림 3-4-1-63 구제역 확산 특성분석

- 구제역 확산 특성분석페이지에서 시작일과 종료일을 선택하고 기준분석일(1일, 1주, 2주, 4주)을 설정하여 분석버튼 클릭하면 기준분석일 별 구제역 확산거리, 확산속도에 대한 통계와 발생 위치의 분포도 및 발생시간별 시계열 그래프를 조회 할 수 있음
- 시작일과 종료일을 선택
- 기준분석일(1일, 1주, 2주, 4주) 선택 후 분석 버튼 클릭



그림 3-4-1-64 구제역 확산 특성분석 - 메인페이지

- 시작일과 종료일에 해당하는 구제역 확산 특성들을 기준 분석일단위로 집계하여 통계자료 생성

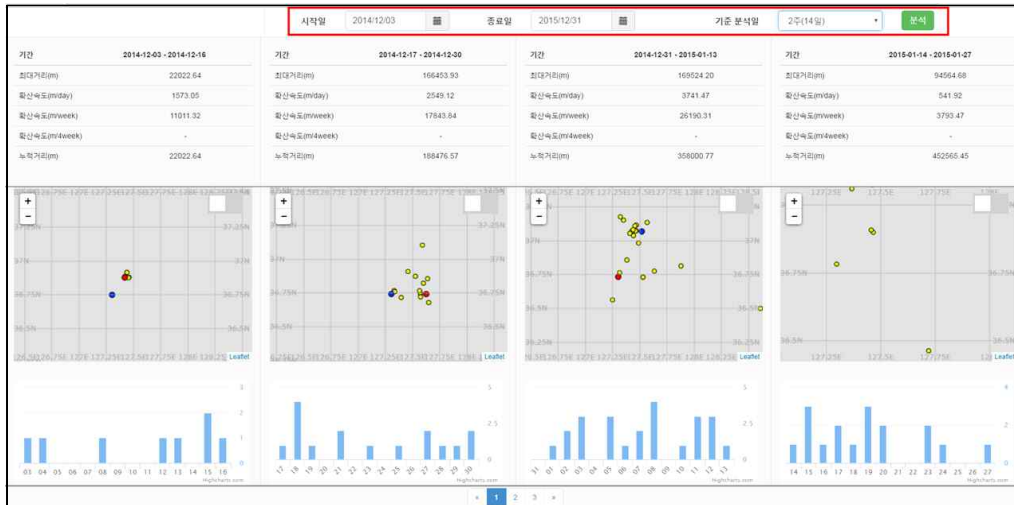


그림 3-4-1-65 구제역 확산 특성분석 - 실행화면

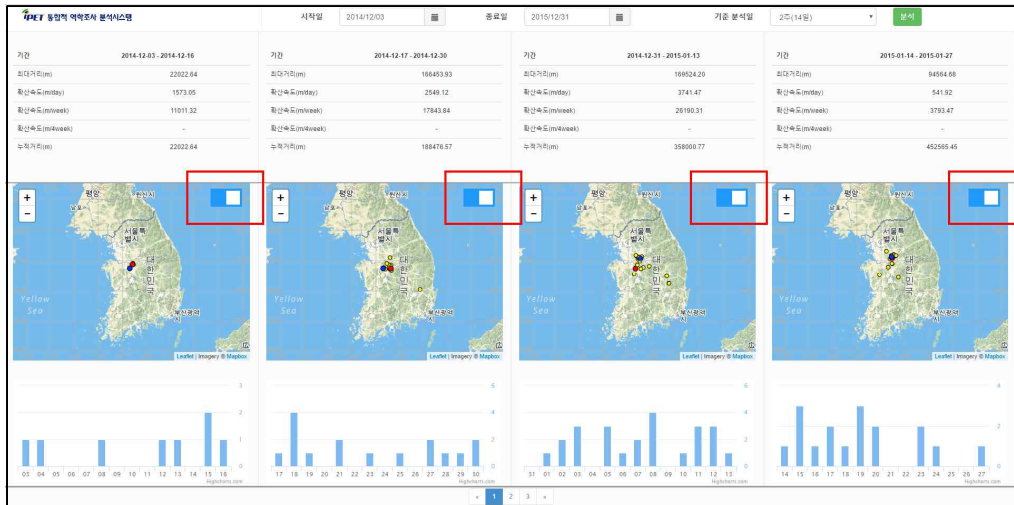


그림 3-4-1-66 구제역 확산 특성분석 - 지도전환



### (3) 매몰지 선정 의사결정지원 시스템 개발

#### (1) 아키텍처

- 전자정부 표준 프레임워크에서 활용하고 있는 Spring 기반의 웹 아키텍처를 적용하여 확장성 있는 아키텍처 수립

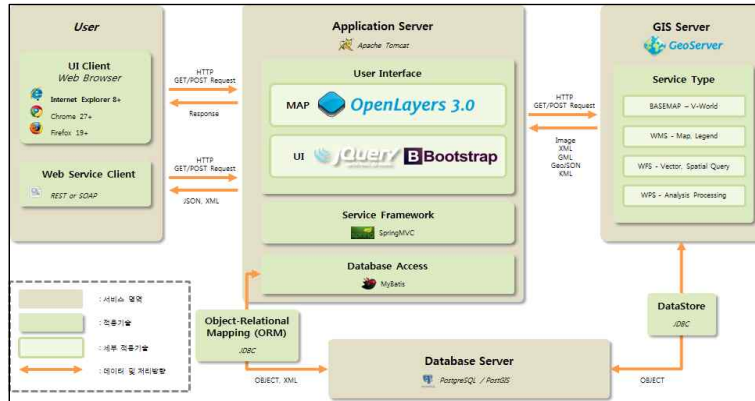


그림 3-4-1-67 매몰지 선정 의사결정지원 시스템 아키텍처

#### (2) 개발내용

##### (가) 데이터 변환 및 구축

##### ① 구축데이터 현황

- Shape 파일을 아래 표와 같이 DB에 테이블로 구성

표 3-4-1-1. 매몰지 선정 의사결정지원 시스템 데이터베이스 테이블

| 분류       | 레이어명       | DB명              | 지오메트리   |
|----------|------------|------------------|---------|
| 부적합      | 부적합        | boojuchab_single | polygon |
|          | 부적합_경사도    | boo_slope        | polygon |
|          | 부적합_관정     | boo_gwanj        | polygon |
|          | 부적합_기준매몰지  | boo_gijon        | polygon |
|          | 부적합_단층     | boo_dancheung    | polygon |
|          | 부적합_문화재    | boo_cult         | polygon |
|          | 부적합_상수원    | boo_sangsoo      | polygon |
|          | 부적합_생태자연도  | boo_sangtae      | polygon |
|          | 부적합_저수지    | boo_jusoo        | polygon |
|          | 부적합_지하수심도  | boo_soosim       | polygon |
|          | 부적합_축산농가   | boo_nonga        | polygon |
|          | 부적합_축산시설   | boo_chuksan      | polygon |
|          | 부적합_토지피복   | boo_landuse      | polygon |
| 부적합_하천   | boo_hachun | polygon          |         |
| 미흡       | 미흡         | mihub_single     | polygon |
|          | 미흡_경사도     | mi_slope         | polygon |
|          | 미흡_관정      | mi_gwanj         | polygon |
|          | 미흡_기준매몰지   | mi_gijon         | polygon |
|          | 미흡_단층      | mi_dancheung     | polygon |
|          | 미흡_도로      | mi_road          | polygon |
|          | 미흡_문화재     | mi_cult          | polygon |
|          | 미흡_상수원     | mi_sangsoo       | polygon |
|          | 미흡_저수지     | mi_jusoo         | polygon |
| 미흡_지하수심도 | mi_soosim  | polygon          |         |
| 미흡_축산농가  | mi_nonga   | polygon          |         |

|       |            |                   |         |
|-------|------------|-------------------|---------|
|       | 미흡_축산시설    | mi_chuksan        | polygon |
|       | 미흡_토지피복    | mi_sanlim         | polygon |
|       | 미흡_하천      | mi_hachun         | polygon |
| 기존매물지 | 기존매물지      | bury              | point   |
| 축산농가  | 축산농가       | nonga             | point   |
|       | 축산시설       | sisul             | point   |
| 행정경계  | 시도경계       | kob_pa_sid        | polygon |
|       | 시군구경계      | kob_pa_sgg        | polygon |
| 수자원   | 상수원보호구역    | kob_pa_wpasw      | polygon |
|       | 저수지        | kob_pa_rsor       | polygon |
|       | 법정하천       | kob_pa_stream     | polygon |
| 생태자연도 | 생태자연도_1등급  | kob_pa_ecnalc     | polygon |
|       | 생태자연도_별도관리 | kob_pa_ecnaem     | polygon |
| 문화재   | 국가지정문화재    | kob_pa_cnpz       | polygon |
|       | 국가지정정보보호구역 | kob_pa_cncp       | polygon |
|       | 매장문화재-지표유적 | kob_pa_cbcpir     | polygon |
|       | 매장문화재-발굴유적 | kob_pa_cbcldr     | polygon |
|       | 등록문화재      | kob_pa_crcp       | polygon |
|       | 문화유적분포지도   | kob_pa_ccrdm      | polygon |
| 토지피복도 | 토지피복도      | kob_pa_landcm2007 | polygon |
| 지형    | 고도(m)      | dem               | raster  |
|       | 경사도        | slope             | raster  |
| 인구    | 읍면동인구      | kob_pa_popemd     | polygon |
| 기타    | 정밀토양도      | kob_pa_detailsm   | polygon |
|       | 지하수심도      | soosim            | raster  |

## ② 좌표변환

- 본 시스템에서 Google Mercator(EPSC:3857) 좌표를 사용하므로 좌표 변환 작업이 필요함
- 원본데이터의 경우 GRS80 Transverse Mercator 20만 50만 중부원점 (EPSG:5181)를 사용하므로 원활한 시스템 운영을 위해 좌표 변환

## (3) 개발결과

### (가) 메인화면

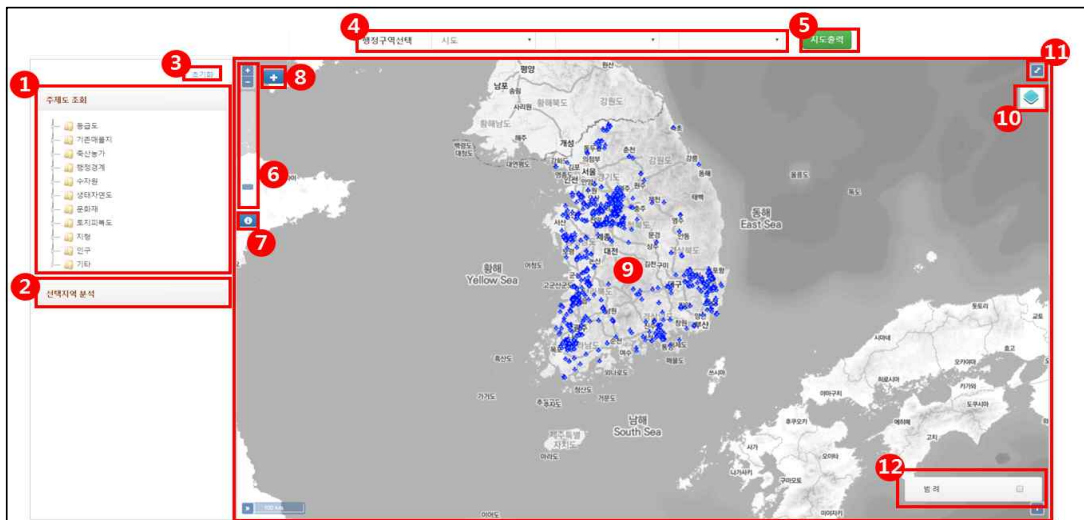


그림 3-4-1-68 매물지 안전관리 시스템 메인화면



- ① 주제도 조회
  - 매물지 등급도(부적합/미흡)와 매물지 선택의 평가지표가 되는 레이어들을 조회
- ② 선택지역 분석
  - 지도상에 영역을 그려 그 영역의 매물지 부적합, 미흡 비율과 면적을 분석
- ③ 초기화
  - 지도상에 표출된 분석데이터를 제거
- ④ 행정구역선택
  - 지도화면을 원하는 행정구역으로 바로 이동
- ⑤ 지도출력
  - 현재 보여지는 지도화면을 PNG 파일로 저장
- ⑥ 축척
  - 스크롤바 또는 + - 버튼을 이용하여 축척을 조절
- ⑦ 레이어 정보
  - 시스템에 사용된 레이어의 평가기준, 자료출처, 반영여부 제공
- ⑧ 도구모음
  - 지도상에서 원하는 곳을 확대 하거나 축소, 길이 측정, 면적 측정 등을 수행할 수 있는 기능
- ⑨ 지도(Map)
  - 분석된 데이터가 표출되는 화면, 기본적으로 기존매물지의 위치(📍로 표시)가 제공
- ⑩ 레이어선택
  - 배경지도를 변경하거나 표출된 데이터를 켜거나 끌 수 있는 기능
- ⑪ 전체화면
  - 지도(map)을 전체화면으로 변경 하는 기능
- ⑫ 범례
  - 탐색 및 분석데이터 심볼에 대한 설명

| 평가지표  | 평가기준    |         | 분석에 사용된 자료출처(연도) | 반영 여부                                    |                             |
|-------|---------|---------|------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
|       | 부적합     | 미흡      |                  |                                          |                             |
| 수문지갈도 | 지하수상도   | 6m 이내   | 6-8m             | 국가지하수정보센터(https://www.gnrs.go.kr) (2016) | 미반영(참고자료로 제공)               |
|       | 단층      | 50m 이내  | 30-100m          | 국가지하수정보센터(https://www.gnrs.go.kr) (2016) | 미반영(참고자료로 제공)               |
| 지하수공  | 지하수공    | 30m 이내  | 30-50m           | 국가지하수정보센터(https://www.gnrs.go.kr) (2016) | 미반영                         |
| 매물지   | 기존매물지   | 50m 이내  | 50-100m          | 농림축산검역본부 KAHIS (2015)                    | 반영<br>(기존 매물지 평가에서는<br>반영됨) |
| 죽산시보  | 죽산시보    | 100m 이내 | 100-500m         | 농림축산검역본부 KAHIS (2015)                    | 반영                          |
|       | 죽산농가    | 50m 이내  | 30-100m          | 농림축산검역본부 KAHIS (2015)                    | 미반영                         |
| 수자원   | 상수원보호구역 | 500m 이내 | 500-1,000m       | 국가수자원관리종합정보시스템 (2013)                    | 반영                          |
|       | 법정하천    | 30m 이내  | 30-300m          | 국가수자원관리종합정보시스템 (2013)                    | 반영                          |
|       | 저수지     | 30m 이내  | 30-300m          | 한국농어촌공사 (2016)                           | 반영                          |
|       | 1등급지역   |         |                  | 환경공간정보서비스(geonum)                        | ...                         |

그림 3-4-1-69 레이어 정보

(나) 분석기능

- ① 행정구역선택
  - 지도를 직접 이동(확대/축소) 하지 않고, 시도/시군구/읍면동 단위로 사용자가 원하는 지역을 선택하면 지도화면이 선택한 단위의 행정구역으로 이동

- 선택한 행정구역의 전 범위를 포함하도록 축적이 자동으로 설정

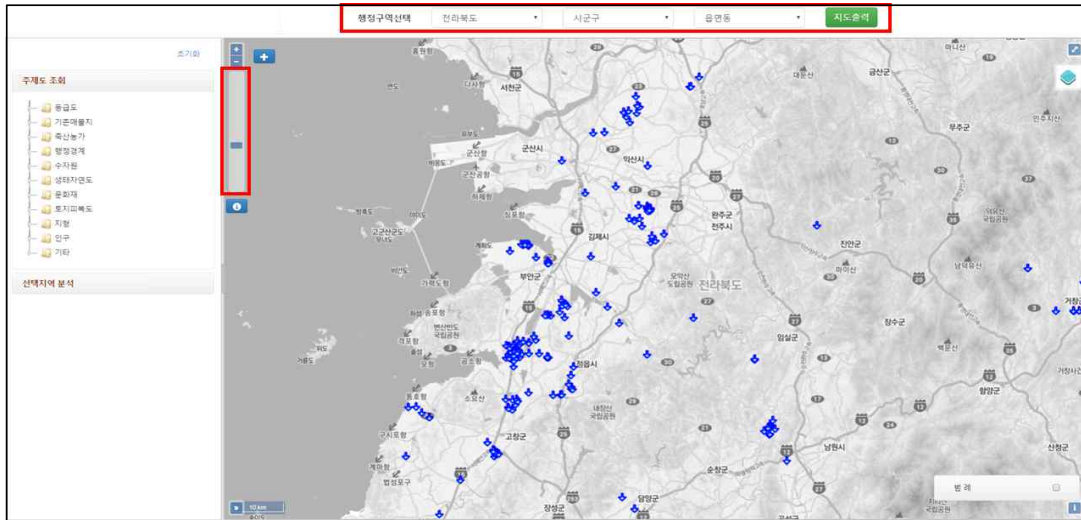


그림 3-4-1-70 행정구역선택 - 시도단위 선택



그림 3-4-1-71 행정구역선택 - 읍면동단위 선택

② 주제도 조회

- 매물지 등급도(부적합/미흡)와 매물지 선택과 관련된 레이어들을 선택하여 조회하는 기능
- 주제도는 매물지 선택의 평가지표와 관련된 레이어, 레이어별 평가지표에 따라 생성된 개별 등급도, 각각의 등급도를 통합하여 생성된 부적합/미흡레이어 등으로 구성

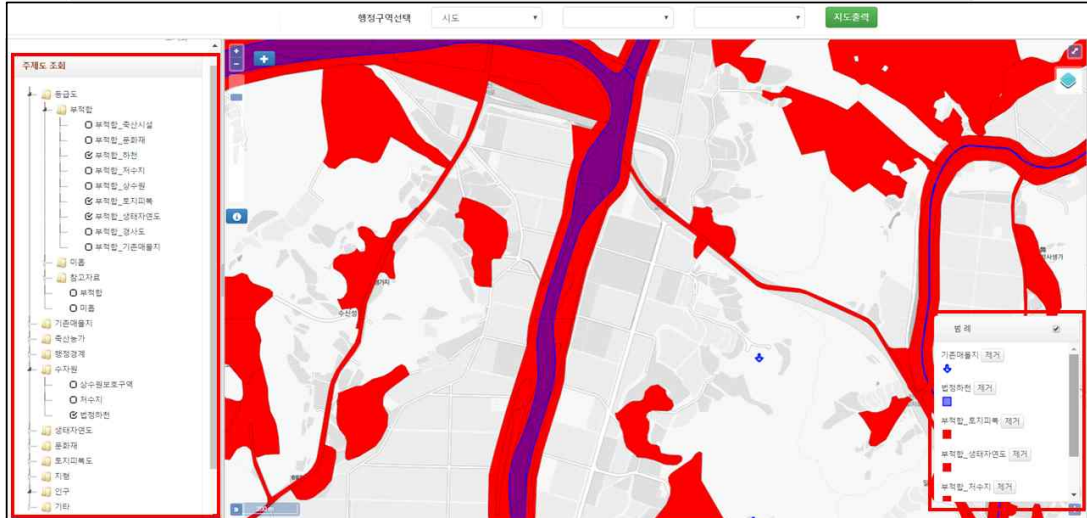


그림 3-4-1-72 주제도 조회



|   |                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 매물지 관련 레이어들을 평가지표에 따라 부적합과 미흡지역으로 구분하여 생성한 개별등급도</li> <li>- 주제도별 평가지표는 레이어 정보 또는 주제도 정보에서 확인 할 수 있음.</li> </ul> |
| ② | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개별등급도를 통합하여 하나의 레이어로 생성된 부적합, 미흡 레이어</li> </ul>                                                                 |
| ③ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 등급도 제작에 사용된 레이어 및 참고 레이어</li> </ul>                                                                             |

그림 3-4-1-73 주제도 구성

- 주제도 조회 항목은 폴더와 체크박스로 구성되며 원하는 폴더를 확장/축소하여 체크박스를 선택할 수 있음
- 체크박스 선택 시 지도에 레이어와 범례가 추가되며 복수의 체크박스를 선택하여 여러 주제도들을 동시에 조회가능
- 체크박스 선택을 해제하거나 범례창의 제거 버튼을 클릭하면 조회한 레이어를 삭제할 수 있음



그림 3-4-1-74 주제도조회 - 폴더    그림 3-4-1-75 주제도조회 - 체크박스    그림 3-4-1-76 범례

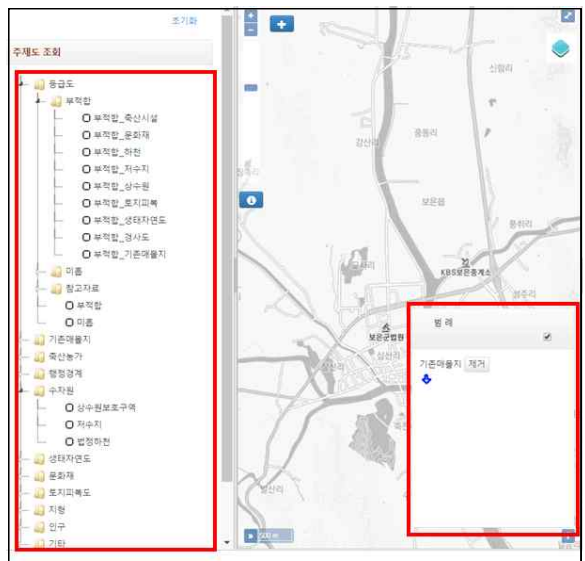
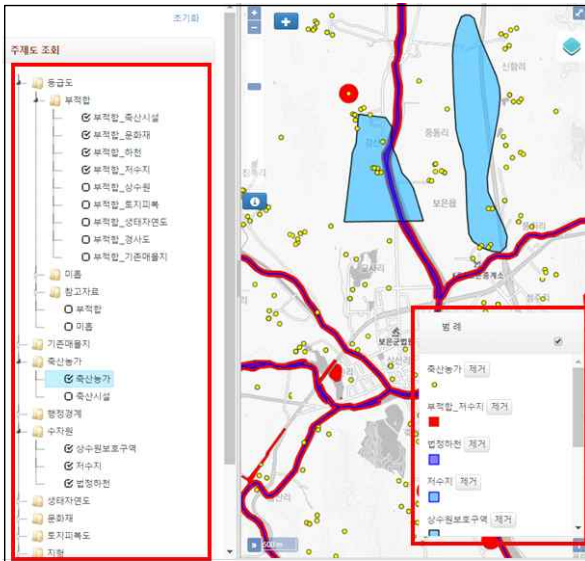


그림 3-4-1-77 주제도 조회 - 주제도 복수선    그림 3-4-1-78 주제도 조회 - 레이어 제거

- 주제도 항목 우클릭 시 레이어의 투명도를 변경 하거나 주제도 정보를 확인할 수 있음
- 주제도 정보에는 레이어의 분류, 데이터 출처, 구축년도, 지역, 좌표계, 설명이 표시

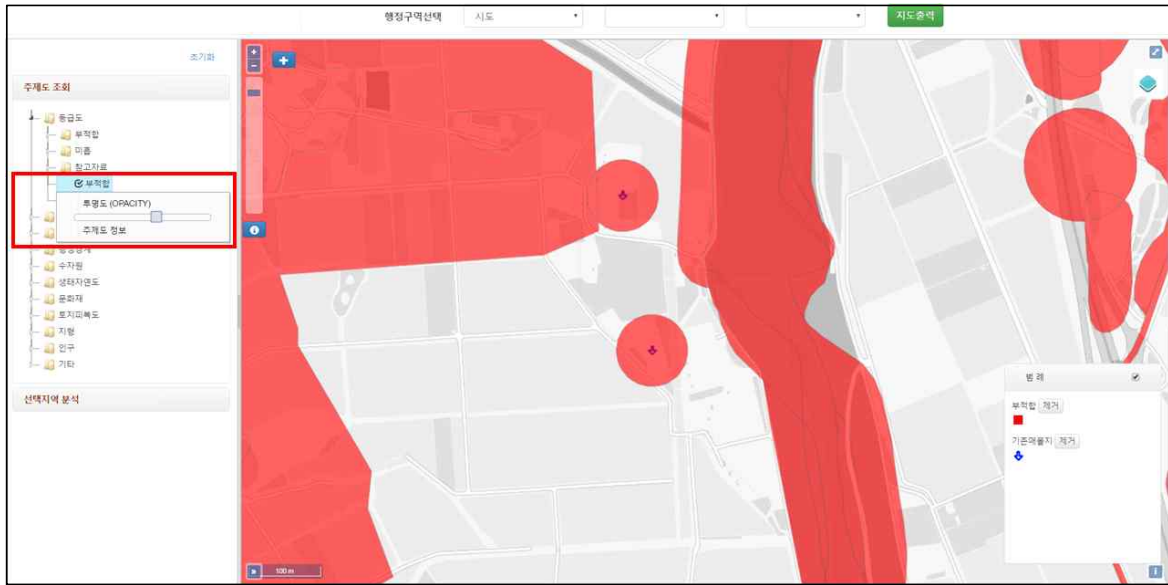


그림 3-4-1-79 주제도 조회 - 주제도 투명도 조절



그림 3-4-1-80 주제도 조회 - 우클릭 메뉴

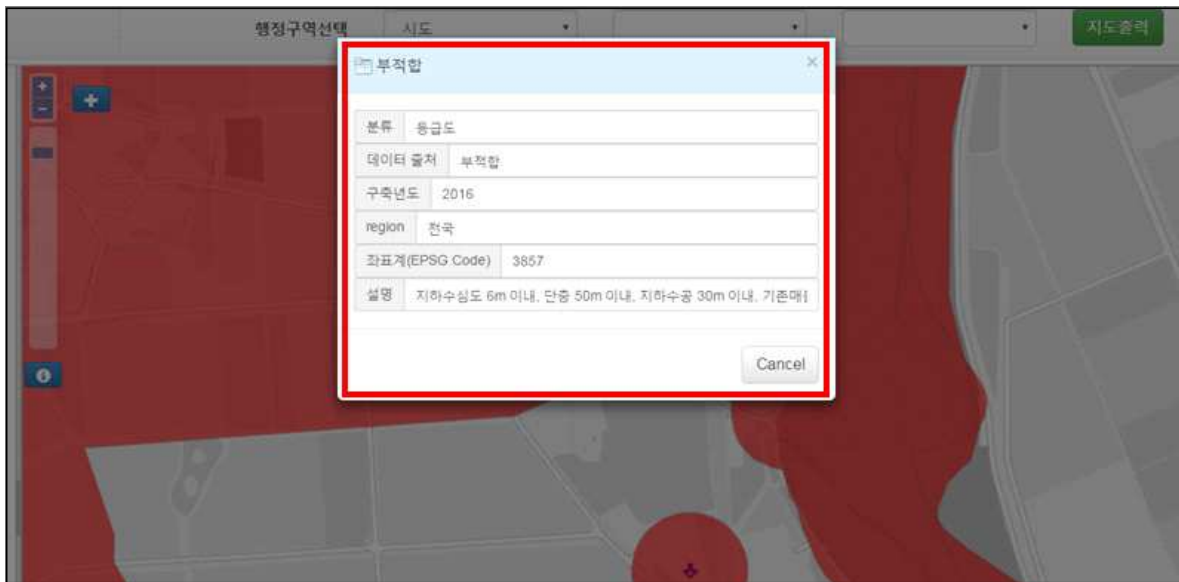


그림 3-4-1-81 주제도 조회 - 주제도 정보

③ 선택지역 분석

- 지도상에 영역을 그려 그 영역의 매물지 부적합, 미흡 비율과 면적을 분석
- 선택지역 분석 탭을 선택하고 그리기 모드를 활성화하여 지도에 영역을 지정
- 그리기 종류를 선택하면 그려지는 도형의 종류를 선택할 수 있음
- 원하는 지역을 그린 뒤 선택영역 분석을 실행하면 영역의 부적합, 미흡의 비율과 면적을 제공



- 초기화 버튼 클릭 시 지도에 그린 도형과 분석결과가 초기화됨

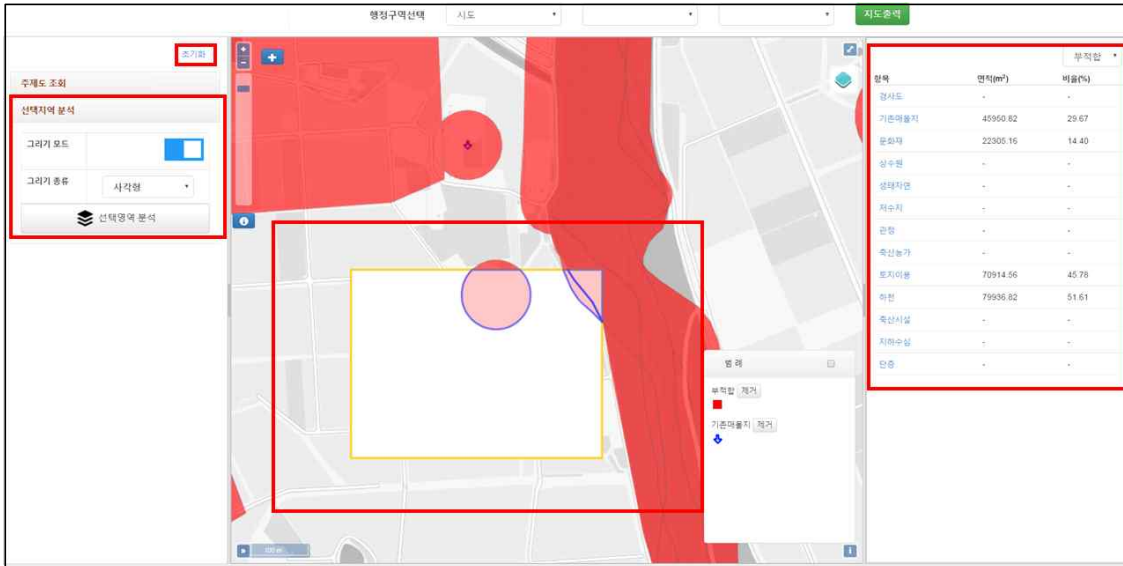


그림 3-4-1-82 선택지역 분석

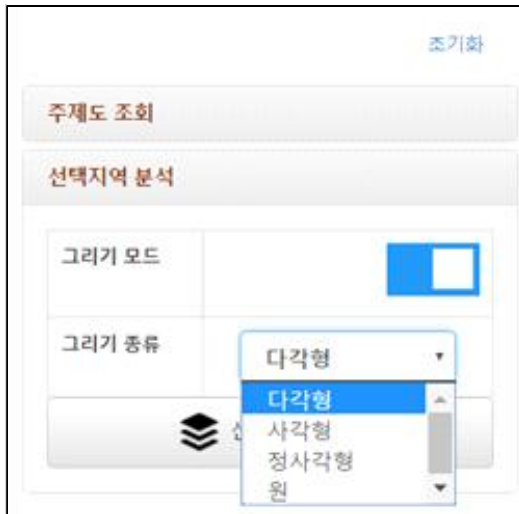


그림 3-4-1-83 선택지역 분석 - 그리기 종류 선택

| 항목    | 면적(m <sup>2</sup> ) | 비율(%) |
|-------|---------------------|-------|
| 경사도   | -                   | -     |
| 기존마을지 | 45950.82            | 29.67 |
| 문화재   | 22305.16            | 14.40 |
| 상수원   | -                   | -     |
| 생태자연  | -                   | -     |
| 저수지   | -                   | -     |
| 관정    | -                   | -     |
| 축산농가  | -                   | -     |
| 토지이용  | 70914.56            | 45.78 |
| 하천    | 79936.82            | 51.61 |
| 축산시설  | -                   | -     |
| 지하수심  | -                   | -     |
| 단종    | -                   | -     |

그림 3-4-1-84 선택지역 분석 - 분석결과

#### 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

##### 4-1. 목표달성도

가. 연구개발결과의 성과 및 활용목표

| 성과목표    | 사업화지표  |    |       |     |      |      |      |      | 연구기반지표 |       |   |      |       |       |          |       |                |
|---------|--------|----|-------|-----|------|------|------|------|--------|-------|---|------|-------|-------|----------|-------|----------------|
|         | 지식 재산권 |    | 기술 이전 | 사업화 |      |      |      |      | 기술 인증  | 학술성1과 |   |      | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용-홍보 |       | 기타 (타 연구 활용 등) |
|         | 출원     | 등록 |       | 제품화 | 기술창업 | 매출창출 | 고용창출 | 투자유치 |        | 논문    |   | 학술발표 |       |       | 정책 활용    | 홍보 전시 |                |
|         |        |    | SC I  |     |      |      |      |      | 비 SC I |       |   |      |       |       |          |       |                |
| 최종목표    | 2      | 2  | 2     | 1   |      |      | 1    |      |        | 2     | 3 | 4    | 4     |       | 3        |       | 3              |
| 1차년도    | 1      |    |       |     |      |      |      |      |        |       | 1 |      |       |       |          |       |                |
| 2차년도    | 1      |    | 1     |     |      |      |      |      |        | 1     | 1 | 2    | 2     |       | 2        |       | 1              |
| 소 계     | 2      | 1  | 1     |     |      |      |      |      |        | 1     | 2 | 2    | 2     |       | 2        |       | 1              |
| 달성실적    | 2      |    | 1     | 1   |      |      | 1    |      |        | 2     | 8 | 12   | 6     |       | 6        |       | 3              |
| 종료 1차년도 |        | 1  | 1     | 1   |      |      | 1    |      |        | 1     | 1 | 1    | 1     |       | 1        |       | 1              |
| 종료 2차년도 |        |    |       |     |      |      |      |      |        |       |   | 1    | 1     |       |          |       | 1              |
| 종료 3차년도 |        |    |       |     |      |      |      |      |        |       |   |      |       |       |          |       |                |
| 종료 4차년도 |        |    |       |     |      |      |      |      |        |       |   |      |       |       |          |       |                |
| 종료 5차년도 |        |    |       |     |      |      |      |      |        |       |   |      |       |       |          |       |                |
| 소 계     |        | 1  | 1     | 1   |      |      | 1    |      |        | 1     | 1 | 2    | 2     |       | 1        |       | 2              |
| 합 계     | 2      | 2  | 2     | 1   |      |      | 1    |      |        | 2     | 3 | 4    | 4     |       | 3        |       | 3              |

##### 4-2. 관련분야 기여도

가. ICT기술을 활용한 역학조사 입력 지원 시스템 구축

- (1) 모바일 입력 지원 시스템으로 현장에서 쉽게 등록이 가능하여 현장 역학조사 인력의 업무 효율성 증대
- (2) 현장에서 현 위치를 바로 등록할 수 있어서 농장 주소 정보 등록이 용이하고, GIS로 발생지점 표시가 가능
- (3) 입력된 질병발생 정보를 활용하여 다양한 방법으로 분석이 가능하므로 가축전염병 확산차단 및 현장에서 효과적으로 활용할 수 있는 정보 시스템이 될 것으로 기대

나. 매몰지 선정 의사결정지원 시스템 구축

- (1) GIS기반의 폐사축 매몰 예정지 등급도 제작을 통한 지하수 정보 및 침출수 위험성 예측
- (2) 수문지질도 정보를 활용한 과학적인 폐사축 매몰지 관리로 환경오염 예방
- (3) 대량의 폐사축 발생 시 수질오염을 최소화하는 가축질병 사후관리 대책 수립



## 5. 연구결과의 활용계획

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 코드번호 | D-07 |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| <p>가. 활용방안</p> <p>◦ 본 연구에서 도출될 결과의 활용분야를 요약하면 다음과 같다.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |
| 활용분야                                                      | 주요 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |      |
| 역학조사 현업 활용 및 정책건의                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 환경 친화적인 매몰지 선정으로 대국민 신뢰 회복과 가축 전염병 발생시 효율적인 최적지 선정 가능</li> <li>◦ 현장 역학조사에 필요한 정보의 실시간 제공으로 조사의 정확성과 효율성을 높일 수 있음</li> <li>◦ 역학조사 입력 지원시스템은 역학조사 담당부서의 현업에 즉각 활용할 수 있음</li> <li>◦ 현재 운용되고 있는 KAHIS 정보를 비롯한 다양한 국가 보유 DB와 통합 하여 GIS 정보와 연계할 경우 질병 발생시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하며, 장기적으로 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용 가능함</li> <li>◦ 선진국에서 활용하고 있는 ICT 관련 기술을 역학조사 분석과정에 접목할 수 있는 대안을 제시함으로써 효과적인 차단방역 기법 개발과 가축질병관리 정책 수립에 활용할 수 있을 것으로 기대함</li> <li>◦ 정책건의: 매몰 후보지 정보 및 부지 선정의 타당성 평가 결과</li> </ul> |      |      |
| 기술지도 및 교육                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 본 과제에서 도출되는 2종의 시스템의 운용 방법에 대한 기술지도</li> <li>◦ 매몰지 선정 방법에 대한 방역담당자 교육</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |      |
| 지식재산권                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 역학조사 분석 지원시스템 프로그램 등록</li> <li>◦ 매몰지 선정 의사결정 지원시스템 프로그램 등록</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |      |
| 학술대회 발표                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 매몰 후보지 선정 기준 및 평가 결과</li> <li>◦ 매몰지 선정의 타당성 평가에 관한 연구</li> <li>◦ 축산차량등록제 관련 정보의 가축방역 활용 방안 연구</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |      |
| 경제·산업적 측면                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ GIS와 IT 관련 기술의 연구 저변확대 및 기술 이전을 통한 가치 창출</li> <li>◦ 신속하고 효율적인 초기 역학조사로 2차 확산에 따른 축산농가의 경제적 손실 예방</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |      |

## 나. 기대성과

### (1) 학문적·기술적 측면

- 본 과제에서는 선진국에서 개발·운용하고 있는 다양한 역학조사 기법을 비교분석하여 우리나라 실정에 맞는 ICT 기술을 접목한 역학조사 통합분석 시스템을 개발함으로써 가축전염병의 확산을 조기에 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대된다.
- 주요 선진국의 차단방역 모델 조사를 통하여 국내 축산업계에 적용이 가능한 분야를 도출함으로써 방역개선 효과와 더불어 정책적 활용도를 높일 수 있다.
- 가축전염병 발생 역학조사에 필요한 정보를 실시간으로 제공함으로써 역학조사의 정확성과 효율성을 높일 수 있으며, 본 과제에서 도출되는 역학조사 입력 및 분석 지원시스템과 매몰지 선정 의사결정 지원시스템은 역학조사 담당부서와 농식품부 방역과의 현업에 즉각 활용할 수 있다.
- 환경 친화적인 매몰 후보지를 선정함으로써 매몰지에 대한 대국민 신뢰 회복과 가축 전염병 발생시 신속한 매몰지 선정이 가능하여 국가 방역정책에 활용할 수 있다.
- KAHIS의 정보를 비롯한 국가 보유 축산 DB와 통합하여 GIS로 시각화함으로써 질병 발생시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용할 수 있으며 이는 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용할 수 있다.
- 선진국에서 활용하고 있는 ICT 관련 기술을 역학조사 분석과정에 접목할 수 있는 대안을 제시함으로써 효과적인 차단방역 기법 개발과 가축질병 관리 정책 수립에 활용할 수 있다.
- 본 과제에서 적용하게 되는 GIS와 IT 관련 기술의 학술 연구 저변을 확대하여 기타 연구 사업에 응용할 수 있다.
- 매몰지 관리시스템을 통하여 장기간 축적된 자료는 매몰지 관련 연구와 의사결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

### (2) 경제·산업적 측면

- 가축질병이 확산되는 주요 원인은 원발 감염농장의 초기 대응과 밀접한 관련이 있기 때문에 본 과제에서 도출하게 되는 분석지원시스템이 성공적으로 운용될 경우 질병 확산이 억제되어 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.
- 질병에 의한 가축폐사로 발생하는 연간 손실액은 한·육우 403-1,695억원, 젖소 427-1,081억원, 돼지 6,953-11,840억원, 닭 686억원에 이르고 있으며, 질병치료비도 연

간 2,256-2,852억원으로 추정되고 있어 폐사율을 10%만 감소시켜도 가축폐사로 인한 손실을 예방하여 축산농가에 연간 약 850-1,500억원 정도의 생산성 향상 효과를 기대할 수 있다.

- 신속하고 효율적인 초기 역학조사로 2차 확산에 따른 축산농가의 경제적 손실을 최소화할 수 있다.
- 본 연구에서 도출되는 의사결정 지원시스템에 적용된 원리와 방법론을 기타 연구 사업으로 연계할 경우 사업화가 가능하며, 연관 산업에 대한 GIS와 IT 관련 기술이전을 통한 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

## 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

|      |      |
|------|------|
| 코드번호 | D-08 |
|------|------|

### I. 해외(덴마크, 네델란드) 역학조사분석지원 시스템, 가축방역시스템(지휘체계, 이동제한, 살처분 등), 매몰지 선정관리 시스템 등 조사 분석 결과

◦ 2000년도 이후 우리나라는 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물질병 발생이 거의 매년 반복적으로 질병이 발생되고 있다. 이러한 과정에서 축산농가 및 축산관계자들 떠나 일반 국민들이 호기심과 자각이 싹트기 시작하면서 구제역, 고병원성조류인플루엔자 등 재난성 동물 질병 발생에 따른 해외 유입 원인과 국내 전파·확산의 원인은 무엇이며, 이렇게 국가적으로 큰 피해를 입히는 것을 원천적으로 검역과정에서 차단하지 못한 것과 국내 전파·확산이전에 사전에 예측하여 차단하지 못한 것에 대한 많은 질타가 이어지고 있다. 또한 재난성 질병 발생에 따른 대규모 살처분은 기계적인 공장식의 사육방식에 따른 밀사 등으로 인해 가축들이 좁은 공간에서 학대받고 살아가면서 면역력(항병력) 저하로 이어져 해마다 재난성 질병이 반복적으로 발생하고 있다고 일반국민 및 동물보호단체 등으로부터 가축방역당국은 거센 항의를 받고 있다.

◦ 따라서, 매년 반복되고 있는 재난성 동물전염병의 발생의 고리를 끊을 수 있는 선진국형 방역 관리시스템과 동물복지적 사육방식과 동물복지 축산물에 대한 국민들의 관심을 기울이게 되면서 체계화된 방역시스템과 동물복지적 사육과 동물복지 축산물을 생산하는 유럽의 대표적인 국가인 덴마크와 네델란드 현지 방문 조사를 통해서 질병 예찰 및 진단 방법, 발생시 역학조사분석지원 시스템, 이동제한 및 살처분과 살처분 매몰지 선정 및 관리지원 시스템, 발생 시 중앙과 지방정부간의 방역의 지휘체계, 축산농가의 방역관리 및 복지적 사육실태와 동물복지적 축산물의 생산 시스템 등 국내 축산의 패러다임 전환을 위한 기초 연구를 위해서 축산과 방역 전반에 대한 조사를 실시하였다. 특히 본 연구와 관련한 역학조사·분석지원 시스템과 살처분 매몰지 선정 및 관리 시스템과 동물복지적 살처분과 방역의 지휘체계에 대해서 개략적으로 조사하였다.

#### (1) 덴마크 수의식품청 방문 결과

##### (가) 개요

○ 방문기관 : Stationsparken 31 2600 Glostrup 소재 수의식품청(The Danish Veterinary and Food Administration)

\* 덴마크 환경 식품부(Ministry of Enviroment and Food) 산하기관



덴마크 환경 식품부 및 수의식품청 조직도

- 인력 : 본청 540명, 11개 지역수의식품통제국 1,370명
- 생산에서 소비 단계 까지 식품안전관리
- 축산물 안전 법령 제정, 정책개발, 도축검사, 식품검사 업무
- EU내 우수한 가축질병 위기대응능력 확보 평가

수의식품청 개요

(나) 덴마크 가축질병 대응 시스템

○ 덴마크 가축사육 현황(CHR 통계, '16.7월 기준)

| Species:<br>축종          | Number of holdings:<br>농장 보유 수 | Number of herds:<br>가축 수 | Total no. of animals:<br>총 동물 수 |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| <b>Cattle</b> 소         | <b>17,576</b>                  | <b>18,370</b>            | <b>1,567,213</b>                |
| <b>Pigs</b> 돼지          | <b>8,707</b>                   | <b>8,778</b>             | <b>13,384,992</b>               |
| <b>Sheep</b> 양          | <b>6,687</b>                   | <b>6,717</b>             | <b>148,226</b>                  |
| <b>Goats</b> 염소         | <b>2,997</b>                   | <b>3,003</b>             | <b>20,082</b>                   |
| <b>Deer</b> 사슴          | <b>502</b>                     | <b>504</b>               | <b>14,852</b>                   |
| <b>Fur animals</b> 모피동물 | <b>1,621</b>                   | <b>1,682</b>             | <b>17,285,727</b>               |

| Species:<br>축종          | Number of holdings:<br>농장 보유 수 | Number of herds:<br>가축 수 | Total no. of animals:<br>총 동물 수 |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| <b>Laying hens</b> 산란암탉 | <b>620</b>                     | <b>635</b>               | <b>5,531,616</b>                |
| <b>Broilers</b> 육계      | <b>304</b>                     | <b>308</b>               | <b>26,887,273</b>               |
| <b>Turkeys</b> 칠면조      | <b>34</b>                      | <b>34</b>                | <b>367,635</b>                  |
| <b>Ducks</b> 오리         | <b>100</b>                     | <b>102</b>               | <b>425,128</b>                  |
| <b>Geese</b> 거위         | <b>74</b>                      | <b>77</b>                | <b>10,581</b>                   |
| <b>Game birds</b> 업조    | <b>168</b>                     | <b>178</b>               | <b>595,190</b>                  |
| <b>Ostriches</b> 타조     | <b>20</b>                      | <b>20</b>                | <b>127</b>                      |

| Species:<br>축종              | Number of holdings:<br>농장 보유 수 | Number of herds:<br>가축 수 | Total kg:<br>총 Kg |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>Fish</b> 어류              | <b>221</b>                     | <b>223</b>               | <b>49,587,488</b> |
| <b>Bivalves</b> 쌍각류(조개)     | <b>45</b>                      | <b>74</b>                | <b>10,286,301</b> |
| <b>Crustaceans</b> 갑각류      | <b>9</b>                       | <b>9</b>                 | <b>14,561</b>     |
| <b>Put and take</b> 반입 및 반출 | <b>212</b>                     | <b>213</b>               | <b>2,093,915</b>  |

(다) 중앙 가축등록 시스템(CHR, Central Husbandry Register)

- 중앙 가축등록 시스템(CHR, Central Husbandry Register)은 덴마크 수의식품청(the Danish Veterinary and Food Administration)에서 직접 운영하고 있고, 가축방역 정책수행을 위한 중앙 데이터베이스(DB)로 구축되어져 가축의 이동경로 등 다양한 자료 포함하고 있다.
- 중앙 가축등록 시스템(CHR)을 운영하는 목적은 축산농가에 대해서 보험료 집행 (Administration of premiums), 통계(Statistics), 분뇨·약품 등 환경 관리 [Environmental controls (manure and medicine)] 하는데 있다.
- CHR 정보는 축종별 농장 및 사육두수(Holdings and herds), 소 개체정보(Individual cattle), 돼지 이동정보(Movements of pigs), 양·염소의 이동정보(Movements of sheep and goats) 등 CHR 모든 정보는 인터넷 사이트(chr.fvst.dk)을 통해 공개하고 있다.
- CHR 은 1993년에 처음으로 운영하기 시작하여 현재 소, 돼지, 양, 염소, 사슴, 가금류, 모피동물, 양식 어류에 대한 농가, 사육두수 등 정보들이 구축되어 있다. 그리고, 유럽위원회

(European Commission)에서 소 등록·관리를 위한 완벽한 DB로 CHR 인정(1999년)하고 있고, 2002년과 2003년 이후에 돼지, 양, 및 염소의 이동정보 DB를 모두 구축하였다.

◦ 그리고, CHR의 DB 주요 정보로는 농가번호(Holding number (CHR number) e.g. 654321)), 무리정보(Herd number), 농가주소(Address of the holding), 농가 지리정보 (Geographical position of the holding (barn co-ordinates)), 가축소유자 이름, 주소, 전화번호 등(Keeper's name, address, contact numbers and VAT or , 축종(Type of herd (e.g. beef cattle)), 사육두수(Size of the herd (number of animals)), 질병 등 건강상태 기록(Veterinary events), 동물병원 이름, 주소, 전화번호(Name, address and telephone number of veterinary clinic), 귀표 할당(Allocation of ear tags), 등록 및 폐업 일(Date of establishment and discontinuance), 관할지역 수의당국 정보(Name and address of the local veterinary control office) 등이 들어 있다.

◦ CHR 운영 절차를 요약하면 신규농장은 최소 CHR 등록 시 자동으로 “환영편지\*(welcome letter)”를 농장주에게 발송하고 있으며, 편지 내용에는 농장 소유자가 지켜야 할 관련 법률 내용이 포함되어 있고, 특히, 양과 염소 소유자에게는 진단지 형태의 보다 자세한 정보를 전달하고 있다. 또한 애완용 돼지 소유자에게도 자세한 정보 전달하고 있다. 농장을 폐업할 경우에는 농장 소유자는 폐업 관련 영수증을 수령하여야 한다. 그외 CHR 자동 농가발송 시스템은 다양한 정보를 농가에 전달하고 있다. 매년 약 84천통의 편지가 농가로 발송되고 있다.

(라) 주요 가축질병 발생 상황

| <b>OIE Listed diseases</b>                        |                  |
|---------------------------------------------------|------------------|
| ▪ Foot and mouth disease                          | 1983             |
| ▪ Vesicular stomatitis                            | (never recorded) |
| ▪ Swine vesicular disease                         | (never recorded) |
| ▪ Rinderpest                                      | 1782             |
| ▪ Paste des petits ruminants                      | (never recorded) |
| ▪ Contagious bovine pleuropneumonia               | 1886             |
| ▪ Lumpy skin disease                              | (never recorded) |
| ▪ Rift Valley fever                               | (never recorded) |
| ▪ Bluetongue                                      | 2008 (BTV 8)     |
| ▪ Sheep pox and goat pox                          | 1879             |
| ▪ African horse sickness                          | (never recorded) |
| ▪ African swine fever                             | (never recorded) |
| ▪ Classical swine fever (hog cholera)             | 1933             |
| ▪ Highly pathogenic avian influenza (Fowl plague) | 2017             |
| ▪ Low pathogenic avian influenza                  | 2016             |
| ▪ Newcastle disease                               | 2005             |

(마) 질병통제 전략(Strategy for disease control)

① 의심축 발생농장 5시간 이내 지방 수의당국에 의해 조사(Clinical suspect farms must be

investigated within 5 hours by the local veterinary authority)가 이루어져야 한다.

- ② 24시간 이내 발생농장 감수성 가축은 살처분(Killing of outbreak herds within 24 hours)이 되어야 하며, 살처분은 반드시 인도적 방법에 의해서 실시하여야 하고, 가금류는 CO2 chamber 에 넣어서 살처분을 실시하고, CO2 가스가 충분하지 않아 생존 개체 발견 시는 즉시 멈추고 다시 CO2를 충분히 주입한 후 살처분을 실시한다. 축종별로 인도적 및 상황에 따라 살처분 방법을 제시하고 있다. 주로 인도적인 살처분시 사용하는 마취제로서는 바비추레이트를 사용하거나, Co2가스 등을 이용하고 있다.

살처분 현장에 투입되는 인력은 공무원수의사와 비상대책위원회 소속 직원(일반 공무원; 가스, 생물학, 화학전 등)이 살처분 현장에 투입되며, 경찰은 대중과 방해 요인을 제거하기 위한 차단 목적으로 투입된다. 또한 전염병 발생 정보, 살처분 정보 등을 루머 확산 방지를 위해서 정확한 정보를 국회와 언론 등에 실시간 제공하여 일반 국민과 축산농가들의 불안감을 조기에 해소하고 정부의 신뢰성을 더 높이기 위해 제공하고 있다.

- ③ 48시간 이내 감염축과 접촉된 동물들을 살처분(Killing of contact herds within 48 hours)한다.
- ④ 72시간 이내 세척·소독 완료(Preliminary cleaning and disinfection completed within 72 hours of killing)해야 한다.

(바) 의심축 신고 시스템



◦ 가축전염병 신고체계는 첫째, 농가가 기본적으로 교육(3년반 교육이수자)이 잘 되어 있어 빠른 신고를 하고 있고, 둘째, 동물질병의 지식교육이 잘되어 있어, 특히 FMD, HPAI 등 발생 시 개인수의사에게 신고하게 되어 있고, 셋째, 해당 수의사가 가축전염병으로 의심 시 수의식품청로 곧 바로 신고를 하도록 하고 있다. 그리고 수의식품청에서 신속히 현장으로 출동하여 치료채취, 역학조사, 긴급 방역조치를 실시하고, 치료를 받은 실험실(국립수의연구소)에서는 양성 시 빠르게 수의식품청으로 의무적으로 신고하도록 되어 있다.

(사) 질병 예찰(Active/Passive Surveillance)

- ① 기본/수동 예찰



◦ 기본적으로는 질병 예찰은 수동적 예찰 방법인 신고(Notification)에 주로 의존하고 있지만, 수의당국에 의해 도축장, 가축시장, 축산박람회(Shows/Fairs) 등에 대해서는 임상 예찰 등 수동적인 예찰을 실시하고 있지만 2차적인 능동적인 예찰도 병행하여 실시하고 있다.

② 이차적인/능동 예찰

◦ 2차적으로는 능동적인 예찰 방법으로는 혈청학적, 바이러스 검사(Serological and virological surveillance)를 실시하고, 목적 또는 무작위 예찰(Targeted or random sampling)을 실시하고 있다. 주요 능동적 예찰대상 질병은 다음과 같다.

**【 능동적 예찰 대상 질병 】**

- **TB (officially free 1980)** 결핵(공식적으로 1980년 근절)
- **Brucella bovis (officially free 1980)** 브루셀라균 소(공식적으로 1980년 근절)
- **BSE (negligible risk OIE 2011)** (무시할 수 있는 위험 OIE 2011년)
- **Bovine Virus Diarrhoea (BVD)(close to eradication)**
- **Enzootic Bovine Leucosis (EBL) (officially free 1991)**
- **Infectious Bovine Rhinotracheitis (IBR) (officially free 1991)**
- **Salmonella Dublin (eradication programme running)** (근절 프로그램 실행)
- **Brucella melitensis (never recorded)**
- **Brucella suis (last outbreak 1999)**
- **Bluetongue (free since 2011)** (2011년 이후 근절)
- **Classical Swine Fever (free since 1933)** (1933년 이후 근절)
- **African Swine Fever (never recorded)**
- **Aujeszky's disease (officially free 1992)** (공식적으로 1992년 근절)

◦ 대부분의 예찰 방법은 1차적으로 수동적 예찰을 실시하고, 2차적으로 능동적 예찰을 실시하고 있다. 축산농장과 도축장에 대해서 혈청검사, 바이러스검사 등 무작위 검사 등 능동적인 예찰을 실시하고 있다. 1880년 이후 결핵(TB) 근절 프로그램 채택 이후 산업체와 수의당국이 공동으로 예찰검사를 실시하고 있다. 덴마크 방역은 정부 이전에 관련 산업쪽의 요구에 의해 시작되었으며, 관련 산업쪽에서 구성원들이 미 실행시 피해가 크다고 설득하여 정부가 능동적인 예찰 프로그램을 실시하도록 하고 있다. 그러나, 스페인 등 일부 EU 국가는 정부가 관여해서 초기에는 따르지 않았으나 나중에는 경제적 동기부여를 통해 필요에 의해 따르고 있다.

(아) 신고의무 대상 질병 백신(Vaccination - Notifiable Disease)

- Prohibition to vaccinate against 백신 금지**
- Foot and mouth disease
  - Classical swine fever
  - Avian influenza in poultry
  - Bluetongue
  - Lumpy Skin disease
  - Aujeszky's disease
  - IBR
  - BVD
- Mandatory vaccination programme 의무**
- Newcastle disease
- Voluntary vaccination programmes 자율 백신**
- Avian influenza in zoo birds (H5N9)

(자) EU 내 질병 발생 대응(Reaction in case of disease outbreaks with in EU)

① 위험 평가

◦ EU내 질병 발생 대응은 특정 질병에 대한 지식, 전과 양상 등과 축산물 이동 등 교역에 대한

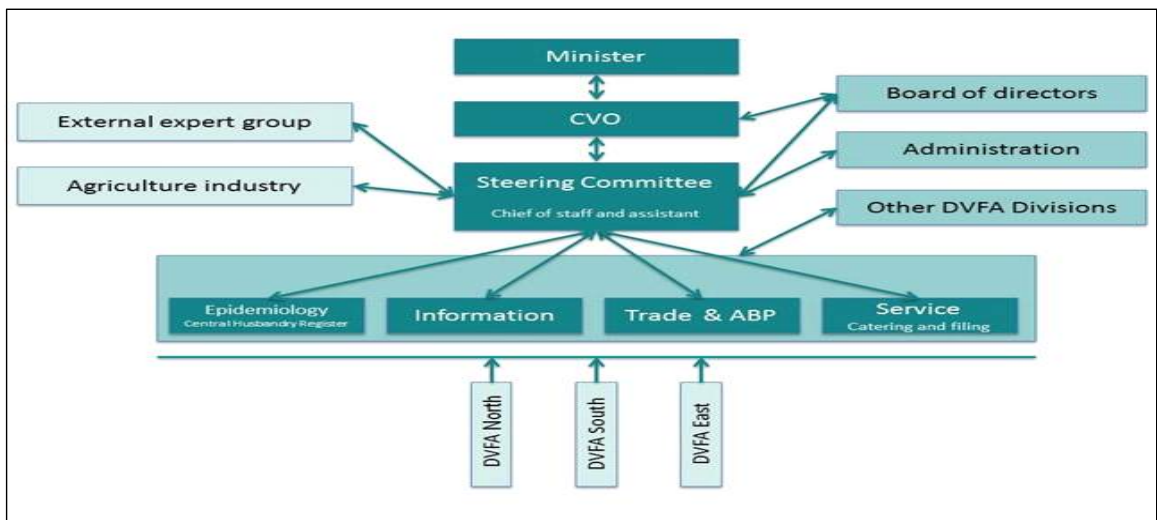
정보와 추적시스템을 통한 제한지역 교역 점검(Check of trade from restricted via TRACE) 등에 대한 위험평가를 실시하여 대응하고 있다.

② 국가 간 생축이동에 대한 규칙에(Ruls for intercommunity trade of live animals) 따라 악성 가축전염병 발생 시 주요 대응절차

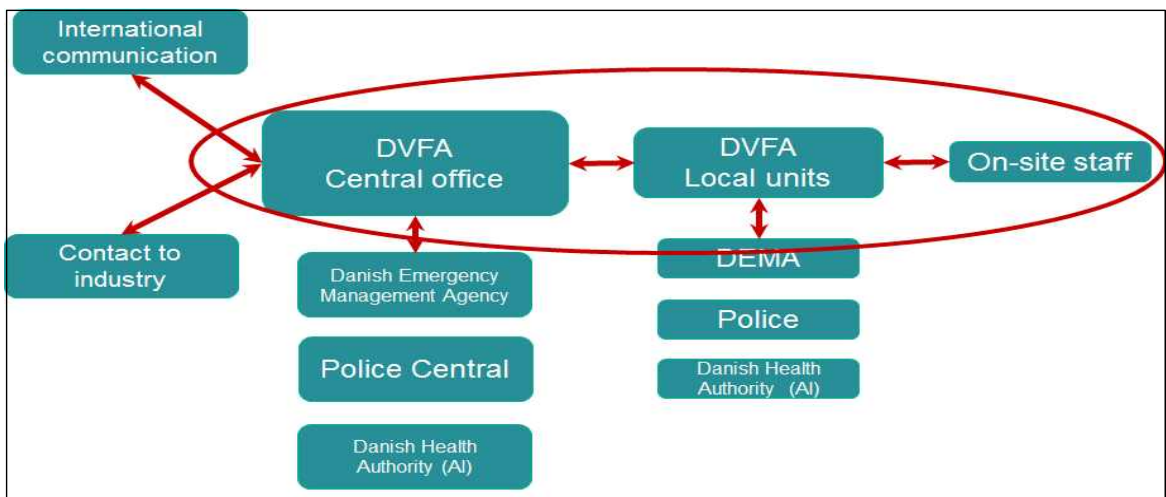
◦ 악성 가축전염병이 발생 시 이동제한 지역 내 생축의 즉각적인 이동금지와 EU 위원회 대응 결정 발표에 따라 질병 발생 국가에서는 EU 규약에 따른 질병 대응의 책임을 준수해야 한다. 그의 관련동물의 이동 목적지인 국가 국경에서는 별도의 방역 조치 없음(No control at the boreder of the country of destination)

(차) 덴마크 가축질병 위기관리 및 의사결정 시스템

① 위기관리 구조



② 지휘계통 및 의사결정 프로세스



(카) 덴마크 비상계획(Danish contingency plan)

① 덴마크 비상계획

◦ 덴마크의 비상계획은 다양한 재난성 질병 발생에 대비한 비상 계획이 수립되어 있으며, 2016년에 전반적으로 수의분야의 비상계획이 대부분 수립되었다. 전반적 수의분야의 비상계획에는 특정 질병에 대한 운영 매뉴얼이 작성되어 있으며, 해당 질병별로는 2015년에 조류인플루엔자, 2017년 개정된 뉴캐슬병, 2016년 구제역, 2016년 12월 개정된 돼지열병, 2017년 개정된 블루팅, 2017년 림피스킨병과 웨스트 나일바이러스병 등 해외질병 매뉴얼과 2017년 개정된 어류(양식동물) 질병 등이 수립되어져 있다. 또한 권역별(지역별) 위기관리 비상계획이 수립되어져 있고, 마찬가지로 권역별 수의분야통제 계획이 수립되어져 있다.

## ② 수의분야 비상계획

◦ 첫 번째의 구조 부분에서는 위기관리조직, 정보 공유시스템(중앙·지역수준의 상황보고), 발생 신고, 전염성 동물질병 통제전략, 국가 단위의 생축일시이동정지(stand-still), 방역구역(지대) 설치, 가축의 외부 이동제한, 감염동물의 가치평가(살처분대상가축 평가), 감염된 농장의 가축 살처분(살처분 조치), 살처분가축 처리 등 분야에 대해 상세히 작성되어져 있다.

◦ 두 번째의 구조 부분에서는 세척 및 소독, 농가와 연락(접촉), 역학조사, 긴급 백신접종, 예방적 살처분, 수의분야(방역) 장비, 외부전문가 그룹, 재정측면, OIE 기준에 청정화(종식선언), 협조기관(경찰, 덴마크비상관리국, 렌더링공장 등), 실험실진단 등 분야에 대해 상세히 언급되어 있다. 그리고 부록편에는 방법과 평가제도, 청소 및 소독 승인제도 표준작업 절차서 등이 작성되어져 있다.

## ③ 축주(소유주)에 대한 보상금 지급

◦ 관련법에 의거 질병 발생통제와 관련된 비용은 정부 보조금으로 충당되고, 가금류 산업은 지역에 위치한 농장의 수출 제한과 수출시장의 손실로 소득이 감소할 수 있으며, 발생 농장주들은 살처분 동물과 달걀의 가치를 완전히 보상을 받으며, 정부는 농장 청소 및 소독 비용을 지불하고 있다.

◦ DFVA(수의식품청) 제정은 발생 농장주에게 소득 손실의 20% 제공하고 있고, 손실 여분은 농장주에게 지급하고, 업계에는 보험은 없다. 동물과 달걀에 대해서 질병 발생 시 통제하기 위한 DFVA의 비용 중 일부는 EU에 의해 50%까지 자금이 지원되고 있다(규정 652/2014). 또한 질병 발생상황에서 산업체의 소득 손실은 업계 자체(덴마크 농업식품위원회)에서 산정하고 있다.

## ④ 특정 질병운영 매뉴얼(예, AI)

◦ 특정 질병에 대한 설명과 함께 개인보호, 역학조사, HPAI 또는 LPAI의 발생, 도태와 관련된 샘플링, 농장에서의 다른 동물의 검사, 세척 및 소독, 구역(보호 - 예찰 - 제한 구역), 구역내 측정, 구역내 감시, 구역내 이동제한, 재 비축, 도축장, BIP 또는 운송차량에서의 발생, HPAI 야생조류, 긴급 백신접종, 다른 당국과의 협력, 외부전문가 그룹 법적근거, 공개정보 등에 대한 운영 매뉴얼이 작성되어 있다.

## ⑤ 외부전문가 그룹 운영

◦ 조류인플루엔자 및 뉴캐슬병이 발생 시 외부전문가 그룹(역학조사위원회 및 방역대책위원

회) 운영은 국립수의연구소 바이러스전문가가 위원장이 되고, 야생조류전문가, 덴마크 수의협회 지정 가금전문수의사, 가금류 산업계에서 지정한 가금 전문수의사가 참여하고, 덴마크 수의식품청은 국립수의연구소에 과학적 자문을 요청하며, 또한 국립수의연구소의 위험평가에도 외부전문가 그룹들이 참여가 가능하도록 되어 있다.

⑥ 권역별(지역별) 위기관리 비상계획

◦ 권역별(지역별) 위기관리 비상계획내에서 권역별 수의(질병)통제를 실시하고 있으며, 지역차원의 위기관리조직과 지역 질병 통제센터 설립하고 대민 소통 홍보조직을 설치하고, 덴마크 비상대책기구(감염된 농장 가축 살처분), 경찰(시료운송), 보건당국(인간의 질병예방) 등 다른 기관과 랜더링회사(살처분가축 처리), 청소 및 소독회사(농장소독) 등 협력업체에게 연락할 조직을 설치하도록 되어 있다.

⑦ 덴마크 위기관리팀(DEMA)의 역할: DFVA(수의식품청)의 질병 통제 지원

◦ 감염된 농장에 청소 차량과 인력, 동물의 살처분 또는 달걀 폐기를 수행하는 인력, 감염된 농장 청소 및 소독을 수행하는 인력, 덴마크 전역에 AI 분석을 위한 야생조류 폐사체 수집, 덴마크 전역에서 수집된 야생조류 폐사체를 국립수의연구소로 이송, 개인보호 및 가금류 축사내 가스 처리를 위한 장비 보관 등을 지원하는 위기관리팀이 조직되어 있다.

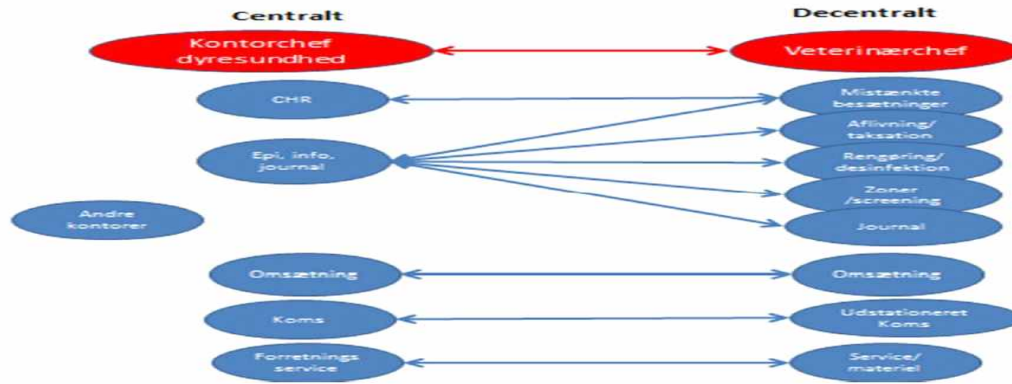
⑧ 경찰은 질병 통제를 위해 DFVA(수의식품청)를 지원

◦ 재난성 질병의 발생이 의심될 때 도축장과 농장의 격리, 국립수의연구소로 시료운송, 헬리콥터로 발생지역으로 방역관련직원을 신속히 운송하거나 국립수의연구소로 시료를 운송하고, 구역 및 보통 가금류의 불법 이동에 대한 도로를 감시한다.

(타) 수의(가축질병)위기관리 모델(의사결정에 중요한 도구)

◦ 재난성 가축전염병이 발생 시 위기관리를 위한 의사결정에 중요한 도구인 모델을 위험분석가, 역학자 및 실무자간의 시너지 효과를 거두기 위해 동참하여 개발하고 있는데, 덴마크 수의과대학으로 국립수의연구소가 입주한 후 2012년 수의과대학에서 모델 개발 준비 프로젝트가 준비되고 있다. 2001년과 2007년 영국 구제역 발생과 덴마크의 AI 발생 경험을 기초로 하여 모델이 이미 개발되었다.

① 지시라인



② 가축방역(AI) 상황실

◦ 가축방역상황실은 의자 없이 스탠드형식으로 각팀별 A4용지 한 장에 오전 9시경에는 전일한 것과 금일 할 것에 대한 해당 업무를 요약하여 각 팀당 5분씩 발표를 갖고, 오후 3시경에는 오전 전달사항에 대한 이행 점검과 익일 할 것에 대한 계획을 발표한다. 각팀에서 발표한 A4 한 장 내용을 다시 종합하여 A4 한 장으로 정리하여 장관께 보고, 보고한 직후 전국적으로 방역업무관계자에게 동일 내용을 즉시 전달하는 체계로서 상하부조직이 동시에 일사불란하게 의사를 전달하는 체계로 구축되어 있다. 그리고 가축방역상황실에서 종합 집계된 것은 역학 전문부서로 보내져 모든 상황에 대하여 실시간 종합 분석한 결과를 기초로 하여 최종 의사결정을 내리는 시스템으로 구축되어져 있다.

Birdtable centralt



【 상황회의실 팀별 배치 평면도, 전원 기립상태로 5분이내 상황 요약 전달 방식】

(파) 2016년 의심축 대응 결과

| Disease                | Total number of suspicions 2016 (440) | Number of infected 2016 |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Foot and mouth disease | 3                                     | 0                       |
| African Swine Fever    | 16                                    | 0                       |
| Classical Swine Fever  | 16                                    | 0                       |
| Distemper (fur)        | 7                                     | 0                       |
| Bluetongue             | 7                                     | 0                       |
| Plasmacytosis          | 69                                    | 47                      |
| Newcastle Disease      | 3                                     | 0                       |
| Avian Influenza        | 67 (48*)                              | 1                       |
| Brucellosis            | 12                                    | 0                       |
| Rabies                 | 11                                    | 0                       |

(하) 덴마크 조류인플루엔자(AI) 대응 시스템

① AI 예찰 프로그램 개요

㉠ 수동예찰

◦ 농장주는 매일 사육 동물의 건강상태를 점검하고 AI 의심축 발견 시 DVFA 즉시 신고하도록 하고 있다.

㉡ 능동예찰

◦ 2003년 이후 EU 규정과 조화시켜서 2006년 이후 상업적 가금사육 시스템 상 다양한 축종별 위험요인을 고려하여 맞춤형 시료채취 등 예찰을 실시하고 있다.

② AI 능동예찰 프로그램 전략

◦ 탐색 및 박멸(Detect and Eradicate) 정책은 저병원성 H5, H7형 AI 바이러스와 가금류 생산시스템에서 순환하는 고병원성 AI 바이러스에 대해서 능동적이 예찰을 실시하고 발견 시 발생 24시간 이내 모든 감염 가금류 살처분을 실시한다.

③ 위험요인을 고려한 축종별 능동예찰

◦ 100수 이상 사육 농장을 대상으로 예찰을 실시하고, 축종별 모든 종축은 년 1회 예찰을 실시하며, 산란 시작전(Pullets, before release to egg-production) 에 예찰을 실시하며, 야외 사육(방사) 산란계는 년 4회 실시한다. 그리고 방사한 육계와 칠면조는 도축 전에 예찰을 실시하고, 사냥용 조류 종축 및 새끼는 년 2월~8월 사이에 4회 실시를 하며, 살아있는 가금 및 사냥용 조류에 대한 AI 검사증명서를 첨부하도록 하고 있다.

④ PCR 예찰 - “조기경보(Early warning)”

◦ 농장주는 24시간 이내 사료 및 음수 섭취량 20% 감소하거나 또는 2일 이상 산란율이 5% 감소할 때, 그리고 3일 이내 폐사율이 평소 보다 3% 이상 증가할 경우에 DVFA에 의무적으로 신고하도록 하고 있다. 또한 해당 시료에 대해서는 반드시 PCR 검사(Newcastle disease 검사 포함)를 하도록 하고 있다. 참고적으로 2016년에는 25건 조기경보가 있었다.

⑤ AI 발생



| Year | Type of production            | Surveillance category | Avian influenza |
|------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
| 2006 | Backyard flock                | Passive               | H5N1 HPAI       |
|      | Mallards for hunting purposes | Active                | H5N2 LPAI       |
|      | Mallards for hunting purposes | Active                | H5N3 LPAI       |
|      | Mallards for hunting purposes | Active                | H5N3 LPAI       |
| 2008 | Ducks 오리                      | Active                | H7N1 LPAI       |
| 2010 | Mallards for hunting purposes | Active                | H7 LPAI         |
|      | Mallards for hunting purposes | Active                | H7N1 LPAI       |
| 2013 | Mallards for hunting purposes | Active                | H7N7 LPAI       |
| 2016 | Mallards for hunting purposes | Active                | H7N7 LPAI       |
|      | Mallards for hunting purposes | Active                | H5N2 LPAI       |
|      | Backyard flock                | Passive               | H5N8 HPAI       |
| 2017 | Other captive birds           | Passive               | H5N8 HPAI       |

⑥ 야생조류 AI 예찰프로그램

◦ EU 국가 내 수동 예찰과 능동 예찰 프로그램을 2003년부터 2011년까지 조정하였고, 2011년부터 EU 수동예찰 프로그램을 조정하여, 병든 또는 폐사체에 대한 고병원성 AI 검사를 강화하였다. 또한 2011년부터 국가 능동예찰 프로그램 실시하여 고위험 종의 살아있는 개체에 대한 저병원성 AI 검사를 강화하여, 2016년에는 900수를 검사하였다.

⑦ 야생조류 AI 검출

◦ H5N1 HPAI 는 2006년 봄에 발트해(Baltic Sea) 해안선을 따라 검출되었고, 야생조류의 폐사체 44수에서 H5N1 HPAI 이 검출되었다. H5N1 HPAI 가 검출 야생조류 종은 오리 60%, 백조 16%, 멧금류 18%, 까마귀 2%, 그 외 물새 4%에서 각각 검출되었다.

◦ H5N8 HPAI 는 2016년 가을에 발트해 해안선을 따라 검출되었는데, 야생조류의 폐사체 65수에서 H5N8 HPAI 가 검출되었고, H5N8 HPAI 검출 야생조류 종은 오리, 백조, 멧금류, 그 외 물새, 갈매기 등이 검출되었다. 저병원성 AI 검출결과는 검사를 진행 중이며, 현재까지의 예찰 결과는 물새 중 특히 오리류에서 자연적으로 검출되고 있다.

【 '16 ~ '17년 예찰결과 지도】





⑧ 국립수의연구소(National Veterinary Laboratory) 역할

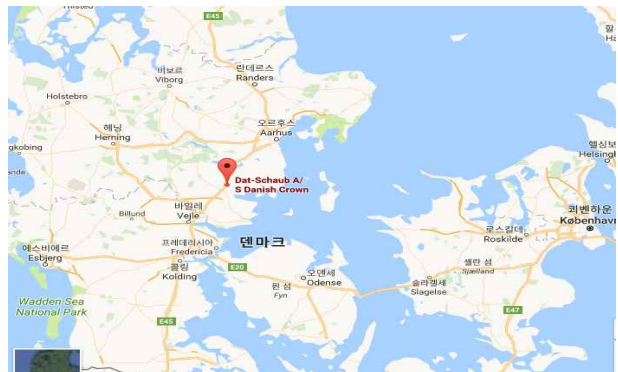
◦ The Danish Technical University내 위치GO 있고, 독립적으로 과학적 기술 자문을 실시하고 있으며, 모든 신고의무대상 전염병에 대한 국가표준실험실 역할을 수행하고 있고, EU 표준실험실 규칙에 의거 운영되고 있다. 국립수의연구소만이 신고의무대상의 전염병에 대한 진단을 실시할 수 있다.

(2) 데니쉬크라운(Danish Crown Slaughterhouse) 방문 결과

(가) 방문 장소 : Østbirkvej 2, 8700 Horsens Demark 소재 Danish Crown 도축장



도축장 전경



위치

(나) 주요 수행 사항

① 도축장 부사장 면담 및 현장 견학

◦ Danish Crown 계열 돈육생산 시스템(농장 → 운송 → 도축)과 Danish Crown 계열 양돈장 질병 방역 위생관리 시스템 조사와 Danish Crown 계열 양돈장 및 도축장 동물복지 실태 조사를 실시하였다.

② 덴마크 농식품위원회(Danish Agriculture and Food council) 담당자\* 면담

\* Ms Anne-Mette Olsen(Chief Adviser, DVM, MVPH, Food and Veterinary Issues)



도축장 관계자 면담



도축장 현장 견학

(다) 데니쉬 크라운 도축장 현황

① 개요

- 데니쉬 크라운 도축장은 토지 면적 82,000 m<sup>2</sup>이며 2004년에 완공('05년 5월 운영 시작)되었고, 1,500명 이상의 직원이 상주(국외 직원은 26,000명)하고 있다.
- 유럽 최대 규모 돼지·소 도축장 및 육가공장으로서 도축장(1887년)이 식품생산업체(1912년)로 전환되면서 농장수준에서 고품질의 높은 안정성 및 안전성, 저지방 등을 추구하면서 영국으로 베이컨 수출 경험을 기반으로 성장하였다. 현재 유럽 1위이면서 세계 2~3위 도축장으로서 육가공 부문에서는 세계 1위 돈육 생산(10%는 닭·오리 가공, Beef 가공제품은 드물)하고 있다.
- 1960년 도축장이 전국적으로 70여개 정도로 산재해 있던 것을 1990년 데니쉬크라운이 60~70년대 경쟁관계 있던 큰도축장 3개를 통합한 후 메이저급 성장하였으며, 덴마크에 12개 도축장중 7개 도축장이 데니쉬크라운 도축장이며, 모두 협동조합식의 도축장으로 구성·운영하고 있다

② 도축 규모

- 돼지는 년 14,800천두, 소는 년 297천두 도축을 하며, 돼지는 70천두/일 도축(4개 라인)하고 있으며, 1960년 1,000~2,500두 도축 규모가 2017년 일반도축장(20%) 10,000~15,000두/주, 데니쉬 크라운 도축장(70%) 30,000두/주에서 도축되고 있다. 유럽에서의 데니쉬 크라운 도축장은 영국에서 가장 큰 도축장이며, 폴란드에서는 2번째, 스웨덴에서는 1번째, 독일에서는 4번째 규모이며, 유럽의 돼지 사육규모는 스페인 > 독일 > 덴마크 순으로 사육되고 있다. 인구(500만명)대비, 돼지 사육두수(2,000만두)는 4배 정도로 많기 때문에 대부분 수출에 의존하고 있다.

③ 도축장 운영

- 도축장은 24시간 운영되고 있고, 도축작업(18시간) → 청소 및 소독(4시간) → 건조(2시간) 순으로 작업이 진행되고 있다.

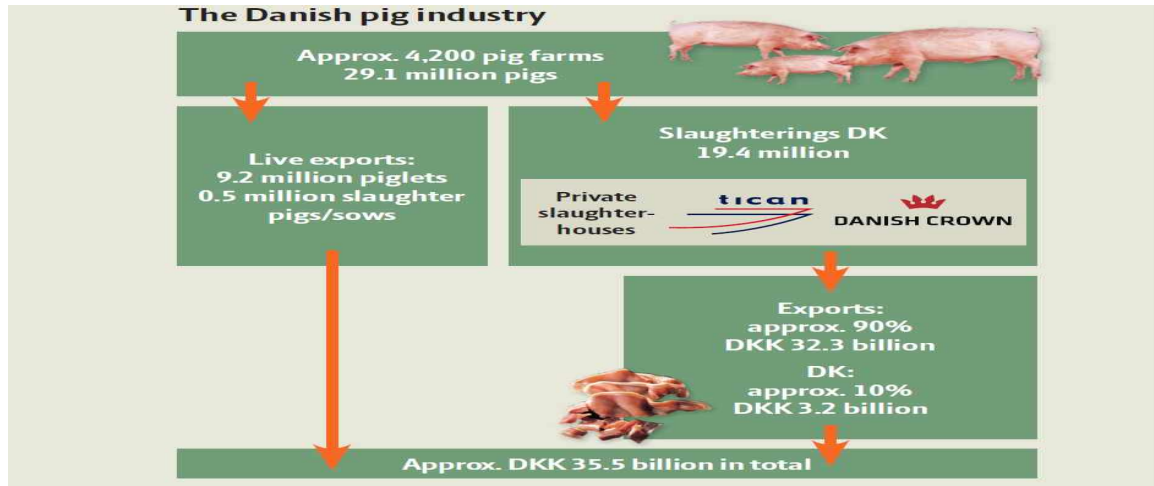
④ 도축검사

- 도축장 검사는 수의식품청의 검사관(Official Veterinarian)과 도축장 자체 검사원(Technical Inspector)들이 수행하고 있고, Lead Veterinarian(LV)가 총괄하며, 공식수의사 86명이며, 라인별 검사원은 6명(머리·내장·지육 4, Extended Area 1)이고, 검사관 2명 이상이 E. area 순환하며 검사원과 함께 세부 검사를 실시하고 있다. 계류장 진입전 검사 → 도축후 도체검사(○, ×)를 실시하고, × 일때는 라인 정지 후 다른 방향으로 전환시켜 도축장 재검사하여 사용여부 확인)→ 자체검사에 대한 검사를 실시하고 있다.
- 계류장에서 도축시작부터 → 냉장까지 1시간 소요(도축온도 37℃에서 5℃로 다운시키는데 1시간 소요)되며, -25℃ ~ -30℃ 저장로 도체육을 보관하며, 도축돈의 체표면이 -21℃, -25℃, -30℃ 표면일지라도 심부온도는 영상 20℃일수 있기에 16시간을 냉장시킨다(온도 급속냉장으로 세균오염방지와 육즙함량보존을 통해 육질향상). 또한 냉장고에서 1박(16시간)을 한 후 돈육을 가공 후 -12℃ 상태에서 130여개국으로 수출하고 있다.

(라) 데니쉬 크라운 돼지고기 생산 시스템 : 동물복지 중심

① 개요

◦ 덴마크 사육 돼지 90% 데니쉬 크라운 생산시스템에서 처리하고, 나머지 10% Tican이며, 10,200명 회원 농가(양돈 4,200, 모돈 2,200, 소 5,800)로서, 양돈농가가 주인으로서 협동조합형태(농업협력위원회)로 운영하고 있다.



② 관리(Control)

◦ 품질·안전 보증(Quality & Safety Guarantee) 시스템은 EU 및 덴마크 법규 준수하며 추가적인 강화된 내부 관리지침 포함하고 있다. 돼지농장은 매년 3회 이상 독립적인 인증기관에 의해 동물복지, 이력(Traceability) 및 식품안전 기준에 부합하는지 검증하고 있다.

◦ 도축장은 덴마크 품질 인증 보증을 위해 세계 적색육 표준(Global Red Meat Standard, GRMS)에 부합되어야 하고, GRMS는 돼지 운송, 계류, 도축 과정 중 동물복지 요구사항을 포함하며, 특히 도축장에서의 표준절차를 위해 개발되었다.

③ 농장동물 복지(Welfare on the farm)

◦ 모든 임신돈은 수정 4주 이후부터 분만 1주전 까지 군사 사육을 하며, 코로 땅을 파는 (foraging, rooting) 돼지의 습성을 고려하여, 톱밥·짚 등을 제공(인공적인 플라스틱 제공 금지)하고 있으며, 어린 돼지의 거세(Castration) 시행 전에 진통 약품을 투여하고 있다. 자돈 또는 비육돈에 건조하고 안락한 휴식 공간을 제공하고 질병 발생 시 즉시 돼지를 격리 공간 (환돈방) 제공하여 분리사육을 실시하고, 20kg 이상 돼지 사육공간에 혹서기 온도관리를 위한 샤워시설을 설치하고 있다. 2020년 까지는 최소 10%이상의 임신돈을 위한 동물복지를 고려한 분만틀을 설치하고, 2021년 까지 어미 돼지 수정을 위한 공간은 동물복지를 고려하여 설비 (~'20년)를 하고 있다.

#### ④ 동물복지 운송·도축(Welfare during transport and at the slaughterhouse)

◦ 덴마크내 모든 사육 돼지는 동물복지를 고려한 운송차량을 통해 도축장으로 운송하고 있고, 농장으로부터 도축까지는 6~8시간이내 되어야하며, 10시간 초과 시는 돈육 품질 저하 초래할 수 있다.

◦ 동물운송차량은 정부당국에 승인되어야 하며, 회사 내부규정에서 정한 추가적인 설비기준을 충족해야 한다. 모든 운송차량의 운전자는 공식적인 교육을 받아야 하고 정부당국에 등록하여야 하며, 불필요한 고통을 최소화하기 위해 운송, 계류, 도축과정 중 무리를 유지하고 운송차량은 GPS, 환기, 급수 시설을 설비하여야 한다. 운송과정 중에서 폐사율은 0.006%(12년 기준)이하 이여야 하며, 운송, 물이 과정 중 전기봉은 사용을 금지(2003년부터)하고, 이동시는 7~8마리 무리를 짓어서 이동하게 한다.

◦ 기질시는 동물복지를 고려하여 CO<sub>2</sub> 이용하고 CO<sub>2</sub> 질식은 2~3분 소요되며, CO<sub>2</sub> 질식기 6대 1대당 7~8두 수용하도록 하고 혈액 3~4L 채취, 60~63℃ 탈모 오염방지를 하게 하고, 도축장 계류시간은 최소 3시간이내로 그룹 단위로 도축을 실시한다.

◦ 데니쉬 크라운 도축장의 규정에 따라 절식시키며, 운송차량에서 도축장 계류장에 내리자마자 경사를 올라가는 것을 좋아하기 때문에 같은 그룹을 함께 계속 이동시킨다(1인당 도축, 650두/1시간).또한 단계별로 조명밝기를 조절하여 돼지가 조명을 따라 가도록 하고 도축 직전에서 조명이 가장 밝아야 한다.

◦ 동물복지 측면에서 도축장의 계류장 근무자가 가장 중요하며, 이곳에서 돼지가 스트레스를 가장 많이 받고 고기질을 결정하기에 처음 입사하는 직원에게 3단계를 거친 후 투입하며, 처음에는 계류장 등 도축장을 보여준 다음 실습을 시키고 나서 이론 공부를 시킨 후 계류장에 투입하고 있고, 계류장 근무자는 동물복지 준수여부는 감시는 CCTV로 하고 있다. 특히 영국의 소비자들은 동물복지도축장에서 어떻게 하는가를 볼 수 있도록 녹화한 것을 보여 달라고 요구하고 있다.

◦ 실내 계류장을 사용하는 이유는 주변 이웃에 도축장으로부터의 냄새를 제거하기 위해서 환풍기를 이용해서 42미터 이상의 높이의 굴뚝으로 통해 냄새를 배출함으로써 주변 민원을 방지(주변 이웃은 전혀 냄새가 나지 않음)하고 있다.

#### (마) 데니쉬 크라운 계열 농가 방역관리 시스템

##### ① 방역사항

◦ 기본적으로 수의식품청 및 EU 비상방역계획에 따라 수행하고 있고, 국경간에는 가축운송차량이 통과 시 세척 소독시설에서 반드시 세척과 소독을 실시하고 있다. 만약 규정을 위반할 경우 면허 취소 및 인증 상실한다.

◦ 철새는 많고 야생멧돼지는 소수이지만 평소 방목하는 돼지(가금)는 발생 위험 경고가 내려지면 즉시 축사내로 들어가게 하고 있다.

##### ② 질병 모니터링 및 신고체계

- 질병(병원체) 모니터링은 축산농가 → 수의사 → 개인연구소(EU 인증) → 수의식품청(무작위 검사) 순으로 실시하고 있다.
- 데니쉬 크라운 도축장의 질병(병원체) 모니터링은 자체검사원과 지역수의식품청 공무원에 의해서 검사가 수행되며, 수의식품청에서 수시 또는 정기적으로 무작위 행태의 검사가 이루어지고, 자체검사원의 검사결과와 대조 등을 통한 지도 감독 실시하고 있다.
- 최근 덴마크 양돈장에도 많은 외국인이 근무하고 있고, 아프리카돼지열병이 발생하고 있는 폴란드 등에서도 많이 오고 있어 신경을 많이 쓰고 있고, 농장 취업 및 본국으로 휴가를 다녀오는 경우에는 반드시 모국어로 질병 방역교육을 실시하고 있다. 또한 외국인 근로자 등 사람이 문제가 아니라 엄격한 규칙을 적용시켜 누구에게나 준수하도록 하는 것이 매우 중요하다(질병 발생시 제품 수출 지장초래로 농민들이 손해보기 때문에 반드시 지키게 해야 함, 농가들이 높은 방역의식 수준을 갖고 있음).
- 데니쉬 크라운 도축장에서는 방역체계는 4가지 요소인 국가차원, 농업협력위원회, 도축장 계약 수의사, 개인농가의 자체방역수준 등으로 구축되어 있으며, 도축장은 질병 발생 시 신속히 도축장을 차단하는 훈련을 실시하고 있고, 작은 스케일 훈련은 년 1회 실시하고, 5년마다 총훈련을 실시하고 있다. 항상 작은 의심축이 발생하더라도 완전히 회수 직전까지 훈련을 실시하며, 질병 발생 시는 도축장과 자체 수의사 등이 검사결과가 나오면 곧바로 맡은 임무대로 작동되면서 전체적으로 방역조치들이 자동적으로 실행되도록 되어 있다.

### (3) 네덜란드 중앙수의연구소 방문결과

#### (가) 개요

- ① 방문기관 : P.O Box 65, 8200 AB Lelystad Netherland 소재 중앙수의연구소(Central Veterinary Institute)
- ② 주요 수행사항
  - 중앙수의연구소 관계자(Klink Ed Van, DVM PhD, Departement of Bacteriology & Epidemiology) 등 면담과 네덜란드 조류인플루엔자(AI) 대응 시스템을 조사하였다.

#### (나) 네덜란드 중앙수의연구소(Central Veterinary Institute) 역할

- 중앙수의기관(CVI)은 2012년도에 국가로부터 분리된 민간기관이며, 정부로부터 질병진단 관련 다양한 업무를 위임 받고 있으며, EU 규정에 의거하여 2015년도에 계획된 '5개년 중장기 계획'에 따라 운영되고 있다. 또한 1년에 2차례에 걸쳐 정부의 감사르 받고, 동물 질병분야에서 국제적인 명성을 떨치고 있는 기관이다. 기초 및 응용 연구로 250명 이상의 수준 높은 연구자들이 농장을 대상으로 한 연구를 수행하고 있다. 고위험 병원체를 포함한 25개의 바이러스성 질병 및 70개의 세균·프리오 질병을 주 대상으로 하며 수산질병에 대한 연구를 병행하고 있다. 특히 생물안전 3등급 시설(BSL-4) 및 동물이용 생물안전 4등급 시설(ABSL-4)을 보유하고 있고, 실험실은 안전을 위해 지역적으로 독립되고 외진 지역에 설치되어 있다.

◦ 주요 임무로는 네덜란드 정부를 위한 법적으로 중요한 질병에 관한 연구와 국가적, 국제적 규정을 위한 모든 동물 질병을 연구하고 있고, 네덜란드에서 중요한 질병에 대한 reference lab 역할을 수행하고 있다. 의심되는 중요 전염병에 대한 진단 및 조언을 수행할 임무를 가지고 있다. 그리고 오제스키병, 전염성 말 자궁염(CEM)과 캄필로박터증의 OIE reference lab을 가지고 있다.

【 주요 연구 질병 】

| 바이러스성 질병                                            | 세균·프리온성 질병                                                 |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Foot and Mouth Disease     | <input type="checkbox"/> Salmonella                        |
| <input type="checkbox"/> Classical Swine Fever      | <input type="checkbox"/> Campylobacter                     |
| <input type="checkbox"/> Rinderpest                 | <input type="checkbox"/> Tuberculosis                      |
| <input type="checkbox"/> Newcastle Disease          | <input type="checkbox"/> Brucellosis                       |
| <input type="checkbox"/> Avian Influenza            | <input type="checkbox"/> BSE                               |
| <input type="checkbox"/> African Swine Fever        | <input type="checkbox"/> Scrapie                           |
| <input type="checkbox"/> Bluetongue                 | <input type="checkbox"/> CEM                               |
| <input type="checkbox"/> Schmallenbergvirus         | <input type="checkbox"/> Malleus                           |
| <input type="checkbox"/> African Horse Sickness     | <input type="checkbox"/> American foulbrood                |
| <input type="checkbox"/> Bovine Leukosis            | <input type="checkbox"/> Psittacosis                       |
| <input type="checkbox"/> Sheep pox and goat pox     | <input type="checkbox"/> Botulism                          |
| <input type="checkbox"/> Peste des petits ruminants | <input type="checkbox"/> Contagious Bovine Pleuropneumonia |
| <input type="checkbox"/> Riftvalley Fever           | <input type="checkbox"/> Leptospirosis                     |
| <input type="checkbox"/> Vesicular Disease          | <input type="checkbox"/> Fish and Shellfish Disease        |
| <input type="checkbox"/> Aujeszky's Disease         | <input type="checkbox"/> Wild life mortality               |
| <input type="checkbox"/> Rabies                     | <input type="checkbox"/> Q-fever                           |
| <input type="checkbox"/> Fish and shellfish Disease | <input type="checkbox"/> Antibiotics resistance            |

(다) 네덜란드 AI 대응 시스템

① 능동예찰(Active surveillance)

◦ 농가의 가금 및 야생조류에 대한 정기 예찰 검사를 실시하고, 1년 평균 약 10만건의 예찰을 실시하고 있다.

㉠ 혈청학적(Serologic surveillance)

◦ 저병원성 H5, H7 의 조기 검출을 위해 실시하고 있고. 모든 가금 농가는 최소 1년에 1회 항체검사를 실시(시료30점)하고 있으며, 방목형 가금 사육농가는 1년에 4회 실시하고 칠면조 및 오리사육농가는 매 사육 주기(breeding cycle)마다 실시하고 있다.

◦ 농장 간 가금이동이 있을 경우는 의무적으로 실시하고, 농가당 혈액 30점을 채취 → ELISA 검사 → 양성일 경우 HI 검사를 실시하고 있다.

◦ H5 또는 H7 항체가 검출되는 경우 전문가 집단이 현장 방문을 통해 임상검사를 실시하고 시료 채취 후 PCR 검사 → PCR 양성 가금 농가는 즉시 살처분을 실시한다.

㉔ 야생조류, Wild bird surveillance

- 야생조류 폐사체는 유럽연합의 규정에 따라 야생조류학센터(SOVON), 야생동물 건강센터(DWHC)에서 수행하고, 야생조류 포획은 로테르담 대학에서 실시하며 년/6000~9000수를 검사하고 있다.

② 수동예찰(Passive surveillance, 조기경보시스템)

㉕ AI 조기경보 시스템(Early-warning system, Syndrome surveillance)

- 고병원성 및 저병원성 AI 신속 진단과 일반 가금질병 및 AI 감별진단을 목적으로 수행하고 있으며, 축주는 매일 임상관찰을 실시하고 다음의 폐사율을 보일 경우 반드시 기관에 신고해야 한다.
- 축주가 신고하는 요령은 산란계, 종계, 10일령 이상 육계 가 2일 연속 1일당 0.5% 이상의 폐사율을 나타내거나 칠면조가 2일 연속 1일당 1% 이상의 폐사율을 보일 때, 그리고 기타 가금류가 1일당 3% 이상의 폐사율을 나타낼 때 반드시 신고하여야 한다.
- 그리고 축주는 다음의 임상증상. 즉 2일 연속 1일당 물·사료 섭취량이 5%이상 감소될 경우와 2일 연속 1일당 산란율이 5% 이상 감소될 경우, 그리고 특별한 사유 없이 이상 증상이 관찰될 경우에는 반드시 수의사와 상의해야 해야 한다. 수의사는 가금 사체 또는 질병에 걸린 것으로 의심되는 가금 시료를 CVI 등의 검사기관에 송부(예찰 검사 비용은 농가 부담이나 이 경우 PCR 검사 비용 무료)하여야 한다. 시료는 축사당 총배설장 20점, 인후두 20점, 혈액20점, 임상증상이 확인되는 환축 5마리 등을 송부해야 한다.

㉖ LPAI 대응

- 제한 구역을 설정(1km, 3km)한 후 모든 가금에 대한 실내에 사육하도록 조치(예외; 일부 취미사육 개체)를 하고, 가금 농가에 대한 외부인의 접근을 불허한다. 그리고 가금, 가금 생산물, 분변 및 포유류 등 EU 에 의해 규정되는 모든 대상에 대한 이동 제한 조치를 가한다. 감염 확진 농가는 살처분을 실시한 후 세척 및 소독을 실시한다.

㉗ 역학조사 및 분석

- 감염 농가로부터 운반된 동물 및 그 생산물에 대한 최근 이동경로 추적 등 역학조사를 실시한다.

㉘ 정밀검사(전염 가능 농가 및 제한 구역 내 모든 농가 정밀검사)

(라) HPAI 대응

① (1단계: Stand still) 전국적인 방역조치

- 스탠드 스틸 발령하며, 야생조류에 대한 수렵활동을 금지시키며, 가금농장에 대한 방문자제 및 금지를 실시한다. 그리고 모든 가금에 대한 실내 사육 조치를 실시한다(예외; 일부 취미사육 개체). 또한 발생 농가의 살처분 및 세척·소독을 진행하고 역학조사를 실시한다.



② (2단계: During stand still) 일시이동중지 기간 동안의 조치  
 ◦ 위기 대응반을 구성하고 제한구역을 설정한다. 발생농장(지역)으로부터 3km를 예방 구역(Protection zone), 10km를 예찰 구역(Surveillance zone), 그리고 질병이 발생한 농장 주변지역 또는 주의가 필요한 지역을 완충 지역으로 설정한다. 또한 발생 인접 농가에 대한 정밀검사 실시하고, 예찰구역 내 정밀검사를 실시하며, 인접 농가에 대한 예방적 살처분을 실시한다.

③ (3단계: After the Standstill) : 일시이동중지 해제 후 조치  
 ◦ 구역화(Regionalisation)를 시행하며, 발생 농가 주변 농가에 대한 지속적인 검사 및 예방적 살처분을 실시한다. 그리고 안정적인 통제 상황에 이를 경우, 청정지역(Free region) 및 완충지역(Buffer zone)에 대한 이동제한 규제 완화하고 EU 규정에 따라 예방 구역 및 예찰 구역 축소 시행한다.

【 고병원성 및 저병원성 조류인플루엔자 방역정책 비교 】

| 구분      | HPAI                                                | LPAI                             |
|---------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| 반경 1KML | ○ 전 농가 살처분                                          | ○ 발생농가 살처분<br>○ 모든 농가 예찰검사       |
| 반경 3KM  | ○ 모든 농가 예찰검사<br>○ 이동 제한                             | ○ 모든 농가예찰검사(가능할 경우에만)<br>○ 이동 제한 |
| 반경 10KM | ○ 농가현황 파악 및 임상증상등 확인<br>○ 이동 제한                     | -                                |
| 기타      | ○ 일시 이동중지(Stand still)<br>○ 지역구분정책(Regionalisation) | -                                |

(마) 살처분 방법

① 실내 살처분

◦ 실내를 완전히 밀폐후 환기차단 및 조명을 소등시킨 후 살처분이 진행되며, CO 가스를 사용하여 1.5~2% 가스를 30~60분간 살포하거나, 또는 CO<sub>2</sub> 가스를 사용시 40% 액화 또는 가열가스를 30~60분간 살포하는데, 이때 살처분은 유럽연합위원회 규정(EC, NO 1099/2099)을 준수하며 화재를 대비한 소방당국의 협조를 구한다. 그리고 축사로부터 폐사체 반출 전에 완전한 환기를 실시한다.

② 실외 살처분

◦ 이동형 컨테이너 또는 전살 장비를 이용하며, 소규모 이동형 컨테이너에 CO<sub>2</sub> 가스를 채워 살처분을 실시하거나 35 입방미터의 대규모 컨테이너에 CO<sub>2</sub> 가스를 채워 살처분을 실시한다. 또는 이동형 전살기 장비를 이용하여 살처분을 실시한다. 그리고 실외 살처분의 경우에는 바이러스 전파의 위험성, 인체감염의 위험성, 동물복지 문제(가금 운반 시 스트레스), 고농도의 가스 사용에 따른 고통 증가 등의 단점을 가지고 있어 선호하지 않는 방법이다.

③ 살처분 업체 살처분 진행 거부권 행사

◦ 네덜란드 농업경제 혁신부와 계약을 맺은 살처분 업체는 살처분 진행 거부권을 가지고 있으며, 정부에서 파견된 수의사의 관리 감독하에 살처분을 진행하게 되지만 동물복지측면에서 문제가 있다고 판단될 경우 업체는 살처분 진행을 거부할 수 있다.

④ 살처분 사체 처리

◦ 네덜란드 농업경제혁신부(EL&I)는 기본적으로 살처분 사체의 매몰 및 실외 소각을 금지하고 있다. 살처분 사체 처리 시는 유럽연합위원회 규정(EC NO 1069/2009)을 준수하고 있다. 살처분 사체의 처리는 지정된 랜더링 및 소각 업체를 통해 이루어지며, 밀폐용기를 갖춘 수송 트럭을 통해서 운반된다. 네덜란드의 경우는 국토보다 강이 5~10m 높이로 강둑이 쌓여 있는 나라로서 매몰 시 수질오염 때문에 전량 랜더링 시설에서 처리하고 있다. 또한 살처분가축을 수송하는 트럭의 하루 최대 운반 가능량인 7,000톤을 초과하여 살처분을 진행 할 수 없도록 규정하고 있다. 일반적인 질병의 경우는 폐기물 처리업체는 주 10,700톤의 사체를 처리 할 수 있다.

(4) 네덜란드 농장(돼지, 닭, 소) 방문·조사

(가) 돼지농장 방문 조사

① 방문지 및 농장개요

◦ Lankerenseweg 35. 37811nB Voorthuizen 소재 돼지농장(농장주 Peter Druijff)으로서, 모든 300두 규모에 일관 사육농장으로서 슬러리(Slurry) 돈사로서, 위해요소중점관리(HACCP)와 동물복지적인 사육을 하는 농장에 대한 현지 방문조사를 실시하였다.

② 조사결과

㉠ 방역위생관리(차단방역, 시설 등 일반 사양)

◦ 농장에 외부인이 출입 시 차단방역용 샤워실 설치·운영하고 있고, 농장 내에서 제공하는 방역복과 신발로 모두 환복을 실시한 후 농장으로 들어가는 이동동선이 모두 설치된 울타리를 따라 가게 되어 있고 외부인 함부로 다른 곳으로 아동을 할 수 없는 구조로 되어 있었다. 그리고 돈사내 출입전에 20~30cm정도의 널빤지를 이용하여 돈사 입구를 완전히 차단하고 있었고, 동 널빤지를 넘어갈때는 반드시 환복 당시 교체한 신발 벗고 맨발로 넘어서서 돈사내에 있는 장화와 앞치마를 두른 후 자동 신발세척기에 장화를 신고 출입하였다. 돈사와 농장을 나올 때는 모든 것이 역순으로 이루어졌다. 그리고 돈사내 온도, 환기, 습도 등과 돼지 임상관찰 및 폐사여부 등은 CCTV로 관찰이 가능하였고, 사료급여 및 분만 등 모든 사육관리는 컴퓨터 프로그램으로 관리를 하고 있었다. 또한 돈사별 전실 설치·운영과 돈사별 전용 신발이 있었고, 자돈사 바닥을 전면 슬랫을 설치·운영하고 있었다. 일부는 동물복지적 사육에 반하는 자돈의 꼬리자르기(단미)를 아직 시행하고 있었고, 16주(112일) 사육, 125kg 규격 시 돼지를 출하하고 있었다.

㉡ 동물복지 관련 사양관리

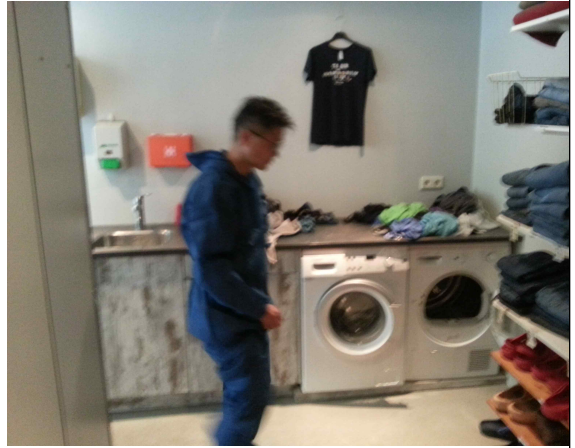
◦ 임신돈은 군사사육을 하고 있었고, 인공수정 후 4주간 제한적으로 스톨 사육,을 하고 있었고, 분만 1주 전까지 군사 사육을 하고 있었다( 2013년부터 EU 모든 국가 임신돈 군사사육 적용). 그리고 돼지 이동 등 취급을 동물복지를 고려한 보드·패드(돼지몰이시 돼지에게 직접 위해를 가하지 않고 보드내에 구슬이나 방울을 넣어 흔들 때 나는 소리를 이용하여 돼지몰이를 하고 있었음)를 사용하고 있었다. 또한 돼지의 행동욕구를 충족 보조물(Enrichment) 제공하고 있었고,

수태지는 거세를 하지 않았다.

㉔ 현장조사 사진



농장사무실과 입구 울타리



샤워 및 탈의



돈사 이동간 울타리



농장내 울타리



축사입구 전실서 신발교체



동물복지를 고려한 돼지 물이 도구





축사 배치 평면도



분만사 통로



분만사



분만틀



온도관리

스틀



임신돈 군사사육



임신돈사



자돈사



육성사

### ③ 위험요소 방역관리실태 점검 결과

- 주거지와 사무실은 농장과 완전히 분리된 상태로 별도의 구역으로 구분되어 있고 농장입구는 자동차량소독시설 및 대인소독시설은 없지만 양돈장 입구는 울타리로 출입구가 모두 봉쇄되어 있었다.
- 양돈장 출입시는 반드시 사무실을 통과한 후 탈의, 샤워후 농장에서 제공하는 세탁된 작업복과 신발로 교체 후 돈사로 이동 할수 있었고, 돈사간 이동 시는 농장 내 울타리를 따라 자연히 이동 동선이 정리되어 있어 위험요소에 노출될 수 있는 것들을 사전에 방지할 수 있게 되어 방역관리가 용이한 구조로 농장이 설계되어 있었다.
- 돈사 출입시는 각 돈사마다 돈사 입구 전실에서 농장에서 샤워실에서 의복류 교체후 제공된 신발을 돈사 전실에서 돈사진입전 가로막널판지(높이 30~50cm, 폭 25~30cm, 돈사복도에 맞게 제작)앞에서 벗고, 다시 돈사내부에 있는 장화로 교체한 후 돈사내의 앞치마작업복을 착용한 후 돈사를 진입할 수 있도록 되어 있었다. 돈사내 작업실에서 돈사내 돼지를 비롯한 모든 시설에 대한 상태를 컴퓨터로 모든 것을 파악하고, 돈사 화재 발생 시를 대비하여 곳곳에 소화기가 설치되어 있었다.



◦ 돈사를 나올 때는 들어갈 때의 역순으로 앞 치마를 벗고 장화를 수돗물과 연결된 자동 세척솔에서 장화를 세척한 후 장화를 벗고, 돈사 진입 전 벗어 두었던 샤워실에서 제공된 신발을 착용한 후 샤워장으로 이동하여 다시 탈의한 옷은 세탁기에 넣고 샤워 후 원래 농장 방문시 착용했던 옷으로 다시 갈아 입고 농장 밖으로 나올수 있었다. 이와 같이 농장입구부터 돈사와 돈방내에 들어 갈때까지 소독약 살포는 한번도 없었지만 농장 설계부터 병원체 유입 위험요소에 대해서 철저히 외부로부터의 유입될 수 있는 각종 위험요소에 대한 방역관리는 소독보다는 원천적으로 이동동선 정리를 통한 철저한 차단방역을 통해 질병 예방을 하고 있었e(저비용의 위험관리 실행).

#### ④ 네델란드 양돈장에 대한 동물복지 관리실태 점검 결과

◦ 농장의 외부 전경과 돈사의 내부 환기 및 청소와 정리정돈 상태가 매우 양호하였고, 악취가 거의 없는 쾌적한 상태로서 컴퓨터 시스템을 이용한 자동제어 기능을 갖추어 인력 최소화와 사람 및 동물복지가 잘 지켜지고 있었다. 주거공간 및 사무실공간과 돼지사육장소인 돈사와는 완전히 구분되어 있고, 일부 동물복지에 반하는 단미(꼬리물기에 의한 스트레스로 인해 단미 시행으로 최근 단미실시과 동물복지에서 논쟁사유임)가 있었지만 대부분은 동물복지적으로 되고 있었다. 각 돈방을 확인한 결과 돼지밀사는 피하고 돈방 전체가 청결하고 환기가 매우 쾌적한 상태로서 돈사바닥에 깔짚은 없었지만 동물복지용 돼지물이기구는 소리를 이용하여 돼지를 이동하는 등 대체적으로 동물복지수준은 높았다.

#### 나. 가금농장 AI 발병 위험요소 및 동물복지 조사결과

◦ 조사지역은 양돈농가 방문지역 반경 5km 이내지역으로서, 대부분 현대식 무창계사였고, 가금농가 입구에 차량소독시설 및 대인소독기는 없었지만 울타리 설치와 가금축사내 출입시는 양돈장과 동일한 수준의 방역관리가 이루어지고 있는 것으로 판단되었다.

◦ 가금농가간 다소 거리가 있고 축사와 농장간은 초지로 조성된 젓소 및 양목장들 중간중간 위치해 있었고, 이들 가금농가 주변에는 저수지, 늪, 호수 등은 인근에 없었고, 일부 야생조류(참새, 비둘기 등)는 있었지만 오리류의 철새는 관찰되지 않았다.

## 무창계사 및 야외방목



◦ 일부 양계장의 경우는 가금축사와 연결된 초지에 야외방목을 대규모로 하고 있었지만 철새로 인한 AI 발병 위험요인은 낮은 것으로 판단되었음, 다만 AI 발생 위험시기 또는 발생시기에는 가금축사내에서 사육할 것으로 추정된다.

◦ 시기적으로 철새들의 번식철이지만 이들 가금농가 주변은 철새들이 번식할 환경적 조건을 갖추지 못했고, 겨울철의 경우에도 월동을 위해 남하하기 때문에 동 지역에서의 철새들에 의한 AI 전파 위험성은 매우 낮은 것으로 판단되었음, 다만 와덴해 해안 인근의 늦지대나 De Alde Feanen 국립공원처럼 철새들의 주요 번식처나 월동지의 주변에 가금농가가 위치해 있다면 AI 발병 위험 가능성은 높다고 할 수 있다.

### 다. 젓소 및 양목장 구제역 발병 위험요소 및 동물복지 조사결과

◦ 유럽 대부분의 국가처럼 축사내 사육보다는 외부 초지에서 방목을 하고 있기 때문에 구제역 유입시는 공기전파 등 전파확산 속도가 빠를 것으로 추정되며, 젓소목장간 넓은 초지로 연결되기



때문에 타 농장간 축사거리는 원거리이지만 젖소 및 양떼들의 방목과정에서 이동하는 과정에서 초지를 오염시키면서 공기전파나 야생동물들을 통해 전파 가능성은 높았다. 목장의 입구에는 차량소독시설 및 대인소독시설이 없고 목장내 사용하는 작업용 차량과 승용차 등의 교차오염 가능성은 매우 높다.

◦ 구제역 바이러스 등이 유입되지 않았을 경우는 크게 문제되지 않지만 유입 시는 우리나라와 달리 농장내 야생동물과 면양 등이 많고 소, 염소, 돼지 등이 많이 사육되고 있어 백신접종 없이는 많은 피해가 우려되지 때문에 국경검역이 철저히 이루어져할 것으로 사료되었다.

젖소목장, 산양목장, 면양목장



◦ 동물복지 측면에서는 네델란드는 넓은 초지에 자유방목이 되고 있어 충분한 풀사료를 급여하고 있고 넓은 공간 등으로 동물복지측면에서는 최상의 상태를 유지하고 있었다.

(5) 관찰 및 평가

◦ 덴마크의 경우는 구제역, AI 등 가축전염병 위기관리 및 의사결정 시스템이 체계화 되어 있어, 신속한 위기대응이 가능하도록 되어 있었고, 수의식품청이 주도적으로 역할을 수행하고 있었다.

◦ 평시에는 중앙 가축등록 시스템(CHR), 능동/수동 예찰, 의심축 신고 시스템을 구축하여 실시간 상황을 모니터링하고 위기대비 활동을 하고 있었다. CHR을 활용하여 농가별 지리정보, 질병이력 등 DB 구축·운영하여 과학적 방역정책 수립·추진 가능하였다. 또한 능동/수동 예찰프로그램 추진 성과로 결핵(TB), 블루텅(Bluetongue) 등 주요 가축전염병 근절하였고, 실행 가능한 질병별 비상계획(Contingency plan) 매뉴얼 작성하여 운영중이었다.

- 그리고 재난성 질병 발생 시는 CVO, 역학분석가, 현장 수의사 등 다양한 전문가 그룹이 참여, 위기대응 모델링(Model for scaling up in veterinary crisis) 통해 위기대응 일자별 필요 전략자산(인력·장비)을 총○동원하는 체계를 갖추고 있었다. 또한 질병 발생·위기대응을 위해 질병 통제 전략 실행, 집행부서(수의식품청)와 정책결정부서(환경·식품부)간 지휘계통을 가동하고 있었다.
- 5시간 이내 의심축 농장 역학조사, 24시간 이내 발생농장 감수성 가축 살처분, 48시간 이내 감염축 접촉 동물 살처분 등이 이루지고 있었고, 중앙으로부터 일선 현장까지 신속한 상황공유 및 의사결정을 위한 보고체계가 가동되고 있었다. 또한 상황회의 시간을 최소화하고 보고서도 단순 명료화 Model for scaling up in veterinary crisis 참조]하고 있어 우리에게 많은 것을 시사해주고 있었다.
- AI 대응에서도 축종별 위험요인을 고려한 능동예찰, 수동예찰(조기경보) 및 야생조류 예찰 프로그램 운영으로 AI 조기에 검출(덴마크·네덜란드 공통)하고 있었고, 산란계 산란 시작전, 방사 조류 년 4회, 농장간 이동시 검사 등 축종별 위험요인을 고려한 능동예찰과 24시간 이내 사료·음수량 20% 감소, 2일 이상 산란율 5% 감소, 3일 이내 폐사율 3%이상 증가 시 의무적으로 신고(수동예찰)하는 시스템이 구축되어 있었으며, 특히 농장주는 사육동물 매일 건강상태 점검 의무화하고 있었다.
- 농장동물 폐지의 보편적 동물복지는 덴마크·네덜란드, 폐지의 보호를 위한 최소 기준 [Laying down minimum standards for the protection of pig(Council Directive 2008/120/EC of 18 Dec. 2008)\*에 따라 동물복지 실행(법적 의무)] 을 준수하고 있었다. EU내 국가는 임신돈 군사사육(수정 4주후부터 분만 1주 전까지, 스톨 사육 금지) 등 최소 동물복지 기준 준수 의무하도록 하고 있고, 별도로 테니쉬 크라운, 법적 의무 동물복지 기준 이외 추가적으로 강화된 복지 기준을 농장·운송·도축 과정에 적용하고 있었다. 특히 거세 전 진통제 투여, 온도 관리를 위한 샤워실 설치, 기절시 CO<sub>2</sub> 사용(도축장)하고 있었다.

## II. OIE 및 EU의 가축살처분 관련 규정

### 가. 세계동물보건기구(OIE) 동물복지 지침

○ 2005년부터 2006년까지 동물의 해상운송, 육상운송, 항공운송, 인간소비를 위한 도축, 질병방역 목적의 살처분 등 5개 분야에 대한 동물복지 지침이 제정되었다.

#### 【 살처분 중 조류 관련분야 요약 】

| 연령        | 방법                                                                | 생포 및 보정 | 발생가능한 문제점                                                | 비고   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------|------|
| 초생추 및 수정란 | 분쇄(마쇄)                                                            | 불필요     | ○ 체액 누출                                                  |      |
| 성체        | 비관통식 고정볼트                                                         | 필요      | ○ 기절 후 의식회복 가능성<br>○ 완벽한 살처분을 위하여 방혈 등 후작업 필요<br>○ 체액 누출 | 그림 1 |
| 성체        | 전살(電殺)                                                            | 필요      | ○ 기절 후 의식회복 가능성                                          | 그림 2 |
| 전체        | 가스흡입<br>(CO <sub>2</sub> / N <sub>2</sub> / Ar+ CO <sub>2</sub> ) | 필요      | ○ 의식불명까지 시간소요<br>○ 고농도의 경우 기피성 보임                        | 그림 3 |
| 전체        | 바르비투르산염 및 기타 약물주사                                                 | 필요      |                                                          |      |
| 성체        | 사료 또는 음수에 마취제 투여                                                  | 불필요     | ○ 개체별 섭취량에 따라 효과가 균일하지 않을 가능성<br>○ 경추탈구 등 이후의 작업 필요 가능성  |      |



그림 1. 비관통식 고정볼트 (Captive bolt)를 이용한 조류의 살처분(왼쪽). 최근에는 화약의 힘이 아닌 압축공기를 이용한 비관통식 고정 볼트 발사기(CASH, 오른쪽)의 사용이 늘고 있음



그림 2. 전기를 이용한 조류의 살처분 방법. Shackle 또는 사람의 손으로 보정된 조류의 두부에 전극을 위치시켜 감전사를 유도.



그림 3. CO<sub>2</sub> 챔버를 이용한 가스 살처분 방법. 영국 등 유럽의 경우, 조류(닭) 운송에 사용되는 어리장의 규격이 확립되어 있어, 운송에 사용되는 어리장을 살처분시에 동일하게 사용하고 있음. 살처분 시 CO<sub>2</sub> 농도는 40% 이상이어야 함.

#### 나. EU의 살처분 규정

##### (1) 관련법규 : Council Directive 93/119 EC

- ① 법규명 : protection of animals at the time of slaughter or killing
- ② 1993.12.22 제정

##### (2) 주요 내용

##### ① 모피동물을 제외한 가축의 기절 및 도축방법 (ANNEX C)

- ㉠ 허용되는 방법
  - ㉠ 기절 : 고정볼트 피스톨법, 충격법, 전기마취, CO<sub>2</sub> 노출
  - ㉡ 도축 : 총살, 감전사, CO<sub>2</sub> 노출

##### ② 살처분 방법 (ANNEX E)

- ㉠ ANNEX C에 언급된 용인된 방법을 이용하여야 함
- ㉡ 관찰당국이 의식있는 동물의 도축을 허가할 경우 다음을 유의하여야 함
  - ㉠ 즉사(即死)를 일으키지 않는 방법(예 : 고정볼트 피스톨법)일 경우, 의식을 회복하기 전에 동물이 죽을 수 있도록 적절한 방법이 행하여져야 함(예 : 방혈 등)
  - ㉡ 죽음이 확인되기 전까지는 다른 일이 진행되어서는 안됨

##### ③ 부화부산물로서의 초생추 및 부화란의 도축

- ㉠ 초생추 도축 시 허용되는 방법
  - ㉠ 급사(急死)를 행할 수 있는 기계적 장치
  - ㉡ CO<sub>2</sub> 노출
- ㉡ 부화란 도축 시 허용되는 방법
  - 기계적 장치

#### 다. 미국의 살처분 규정

##### (1) 관련 법규

- 인도적 가축 도살법 (Humane Methods of Livestock Slaughter)

##### (2) 주요 내용

- 가축(소, 송아지, 말, 노새, 양, 돼지 및 기타 가축)의 도축 시 한번의 충격 또는 충격 또는 전기·화학 및 기타 방법으로 신속하고 효과적으로 아픔을 느끼지 않도록 하여야 함

라. 일본의 살처분 규정

(1) 관련 법규

- ① 가축전염병 예방법, 시행령, 시행규칙에는 직접적 언급이 없다.
- ② '고병원성 조류 인플루엔자 관련 특정가축전염병방역지침(SOP)'에 의하면 동물애호(동물 복지) 측면에 따라 아래의 두 가지 방법을 이용하도록 하고 있다.
  - ㉠ 경추분리
  - ㉡ CO<sub>2</sub> 노출에 따른 질식사

마. 마취제 과다투여를 통한 동물의 살처분

(Depopulation of Animals by Anesthesia Overdose)

- ① 마취제 과다투여를 통한 동물의 살처분<sup>5)</sup>은 인도적인 방법으로 인정받고 있다.

**【 살처분 방법 및 관련요소 평가표 】**

| 살처분 방법   | 수행자 안전          | 동물 보정         | 동물 복지 | 수행자 숙련도 | 비용 | 기타                |
|----------|-----------------|---------------|-------|---------|----|-------------------|
| 마취제 과다투여 | 안전              | 필요            | 매우 좋음 | 필요      | 비쌈 | 수의사면허 필요          |
| 관통 고정볼트  | 안전              | 필요            | 중음    | 일부 필요   | 낮음 | 체액누출로 차단방역상 주의 필요 |
| 총격       | 총알의 반사에 대한 주의필요 | 불필요 (어느정도 필요) | 중음    | 일부 필요   | 낮음 | 총기사용에 따른 법적규제     |

- ② 그러나, 사용약물에 대한 뚜렷한 규정은 전 세계적으로 아직 명문화 되어있지 않으며, 그나마 언급된 사용가능한 약품은 바비튜레이트(barbiturate)이며, 반대로 석시니콜린(succinicholine)을 비롯한 근육 이완제를 이용한 살처분은 금지하고 있다.

③ 동물복지 측면에서의 barbiturate의 투여방법

- ㉠ 조류의 경우, 정맥주사 및 복강주사 모두 허용
- ㉡ 조류를 제외한 가축의 경우, 정맥주사만 허용

④ 살처분을 위한 barbiturate의 농도

- 기본적으로, 살처분을 위한 마취제의 투여량은 마취 목적을 위한 사용량의 3배 이상을 투여하여야 한다.

**【 동물종에 따른 살처분 목적의 barbiturate의 투여량<sup>6)</sup> 】**

| 동물 종 | Barbiturate 투여량 (mg/kg) |     |
|------|-------------------------|-----|
|      | IV                      | IP  |
| 양    | 90                      | -   |
| 염소   | 90                      | -   |
| 닭    | 150                     | 150 |
| 돼지   | 90                      |     |
| 소    | 60-80                   |     |

소의 경우, [http://www.agrosecurity.uga.edu/annexes/Annex05\\_Euthanasia.pdf](http://www.agrosecurity.uga.edu/annexes/Annex05_Euthanasia.pdf) 참조

기타 동물의 경우, <http://research.uiowa.edu/animal/print.php?get=euthanasia> 참조

바. 주요 국가의 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        |

사. 각국의 살처분 범위(HPAI)

| 국별  | 살처분 범위                                                                                                                         |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EU  | - 500m 내 감수성동물(사육밀도 높을 때 확대 적용)<br>- 역학적 감염의심 감수성 동물(3, 10km 포함)<br>※ 반경 3km 모든가금 예방살처분, 반경 10km내 칠면조 살처분('03년, 네덜란드)          |
| 태국  | - 발생농장 감염동물<br>- 최대 발생농장 반경 5km 이내 감수성동물 예방살처분                                                                                 |
| 미국  | - 발생 및 역학적 연관농장의 감수성동물(24시간 이내)<br>- 역학적 위험요인에 따라 거리 확대 또는 축소<br>※ 감염지역(infected zone) : 발생농장 및 역학적 연관농장을 포함한 2mile(3km) 이내 지역 |
| 일본  | - HPAI 바이러스의 감염이 확인된 가금<br>- 임상검사·정밀검사 결과 및 역학조사 결과 환축으로 의심된다고 판정한 가금                                                          |
| FAO | - HPAI의 신속박멸을 위하여 감염축과 감염 우려되는 가축의 살처분 조치를 권고<br>- 다만, 감염 정도를 정확히 파악하지 못했을 경우 의심이 되는 동물의 예방적 살처분 조치를 권고                        |

아. 감염동물의 살처분 처리방법

(1) 닭의 살처분 방법

| 구분                    | 무창 계사                  | 완전 계사                                               | 간이 계사                                               |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 단순 질식                 | 환기팬 전기 차단<br>- 산소공급 중단 | 열풍기의 산소 공급 파이프 (에어통로)를 계사내로 방향 전환, 열풍기사용으로 인한 산소 고갈 | 열풍기의 산소 공급파이프 (에어통로)를 계사내로 방향 전환, 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 |
| CO <sub>2</sub> 가스 혼용 | 환기팬전기 차단<br>- 산소공급 중단  | 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 및 CO <sub>2</sub> 농도 증가           | 열풍기의 사용으로 인한 산소고갈 및 CO <sub>2</sub> 농도 증가           |

(2) 살처분 방법

① 가축전염병예방법시행규칙 제 23조 제 3항

- 사살·전살(電殺)·타격·약물사용 등의 방법

② HPAI SOP

- 사살·전살·타격·CO<sub>2</sub>가스 등의 방법 가운데 현장에서 사용이 용이하고 신속 안전하게 완료할 수 있으며, **동물에게 고통이 적은 방법을 선택**하여 적용 (문맥상 CO<sub>2</sub>를 추천)

③ FMD SOP

- 사살, 전살, 타격, 약물사용 등의 방법 중에서 현장에서 사용이 용이하고 신속히 완료할 수 있는 방법

자. OIE 동물복지 지침의 살처분

(1) 동물 종에 따른 살처분 방법

① 소

| 적용 연령          | 방법                           | 보정 필요성 | 부적절한 적용시의 문제점                |
|----------------|------------------------------|--------|------------------------------|
| 모든 개체          | 총살                           | 불필요    | 부상                           |
| 신생우를 제외한 모든 연령 | 관통 고정 볼트 사용 후<br>척수 절단 또는 방혈 | 필요     | 비효과적인 전살                     |
| 성숙개체           | 비 관통 고정 볼트 사용 후 방혈           | 필요     | 비효과적인 전살,<br>도축 전 의식 회복      |
| 송아지            | 전살 - 2단계 적용                  | 필요     | 비효과적인 전살에 따른<br>심장마비와 연계된 고통 |
| 송아지            | 전살 - 1단계 적용 (방법 1)           | 필요     | 비효과적인 전살                     |
| 모든 개체          | 바르비투르산염과<br>다른 약물의 주입        | 필요     | 불충분한 약물량,<br>주사 부위의 고통       |

② 양 및 염소

| 적용 연령          | 방법                              | 보정 필요성 | 부적절한 적용시의 문제점                |
|----------------|---------------------------------|--------|------------------------------|
| 모든 개체          | 사살                              | 불필요    | 부상                           |
| 신생축을 제외한 모든 연령 | 관통 고정볼트 사용 후<br>척수절단 또는 방혈      | 필요     | 비효과적인 전살,<br>도축 전 의식 회복      |
| 신생축을 제외한 모든 연령 | 비관통 고정볼트 사용 후 방혈                | 필요     | 비효과적인 전살,<br>도축 전 의식 회복      |
| 신생축            | 비관통 고정볼트                        | 필요     | 부상                           |
| 모든 연령          | 전살 - 2단계 적용                     | 필요     | 비효과적인 전살에 따른<br>심장마비와 연계된 고통 |
| 모든 연령          | 전살 - 1단계 적용 (방법 1)              | 필요     | 비효과적인 전살                     |
| 신생축            | CO2 / 공기 혼합기체                   | 필요     | 의식불명 지체,<br>혐오 및 기피          |
| 신생축            | 질소 그리고/또는 비활성가스<br>와 CO2와의 혼합기체 | 필요     | 의식불명 지체<br>혐오 및 기피           |
| 신생축            | 질소 그리고/또는 비활성가스                 | 필요     | 의식불명 지체                      |
| 모든 연령          | 바르비투르산염과<br>다른 약물의 주입           | 필요     | 치명적이지 않은 약물량,<br>주사부위의 고통    |

③ 돼지

| 적용 연령          | 방법                              | 보정 필요성 | 부적절한 적용시의 문제점                |
|----------------|---------------------------------|--------|------------------------------|
| 모든 연령          | 사살                              | 불필요    | 부상                           |
| 신생축을 제외한 모든 연령 | 관통식 고정볼트 사용 후<br>척수절단 또는 방혈     | 필요     | 비효과적인 전살,<br>도축 전 의식 회복      |
| 신생축            | 비관통식 고정볼트                       | 필요     | 부상                           |
| 모든 연령1         | 전살 - 2단계 적용                     | 필요     | 비효과적인 전살에 따른<br>심장마비와 연계된 고통 |
| 모든 연령          | 전살 - 1단계 적용 (방법 1)              | 필요     | 비효과적인 전살                     |
| 신생축            | CO2 / 공기 혼합기체                   | 필요     | 의식불명 지체,<br>혐오 및 기피          |
| 신생축            | 질소 그리고/또는 비활성가스와 CO2<br>와의 혼합기체 | 필요     | 의식불명 지체,<br>혐오 및 기피          |
| 신생축            | 질소 그리고/또는 비활성 가스                | 필요     | 의식불명 지체                      |
| 모든 연령          | 바르비투르산염과<br>다른 약물의 주입           | 필요     | 치명적이지 않은 약물량,<br>주사부위의 고통    |

④ 조류



| 적용 연령     | 방법                               | 보정 필요성    | 부적절한 적용시의 문제점        |
|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------|
| 성체        | 비관통식 고정볼트                        | 필요        | 비효과적인 전살             |
| 초생추 및 수정란 | 분쇄                               | 필요        | 부상, 비즉각적             |
| 성체        | 전살 - 1단계 적용 (방법 2)               | 필요        | 비효과적인 전살             |
| 성체        | 전살 - 1단계 적용 후 도축 (방법 3)          | 필요        | 비효과적인 전살, 도축 전 의식 회복 |
| 모든 연령     | CO2 / 공기 혼합기체<br>방법 1<br>방법 2    | 필요<br>불필요 | 의식불명 지체, 혐오 및 기피     |
| 모든 연령     | 질소 그리고/또는 비활성가스와 CO2와의 혼합기체      | 필요        | 의식불명 지체, 혐오 및 기피     |
| 모든 연령     | 질소 그리고/또는 비활성가스                  | 필요        | 의식불명 지체              |
| 모든 연령     | 마르비투르산염과 다른 약물의 주입               | 필요        | 불충분한 약물량, 주사부위의 고통   |
| 성체        | 사료 또는 음수에 마취제 추가 후, 적절한 도축방법의 적용 | 불필요       | 비효과적 또는 의식불명의 지체     |

(2) 살처분 방법

① 사살(총격)

㉠ 적용대상 : 소, 돼지, 양과 같은 중대형 가축

㉡ 장점 및 단점

㉢ 장점

- 즉각적인 사망으로 인하여 방혈이 필요 없음
- 특별한 보정이 필요 없음

㉣ 단점

- 우리나라의 경우, 총기사용이 엄격히 규제되어 있으므로 실제 적용하기 어려움
- 총기를 다루어야 하므로 엄격한 제한이 뒤따름

② 고정 볼트 (captive bolt)

㉠ 적용대상 : 대부분의 가축에 적용 가능

㉡ 종류

㉢ 관통식 고정볼트

- 화약의 폭발력에 의해 볼트헤드가 가축의 두개골을 관통하여 뇌에 직접적인 상해를 가하여 의식불명상태에 이르게 함
- 이후 척수절단(pithing)을 통하여 뇌간 및 연수조직을 파괴하여 사망토록 하는 방법

㉣ 비관통식 고정볼트

- 화약의 폭발력에 의해 볼트헤드가 가축의 두부를 강타하여 의식불명상태에 이르게 하는 방법으로, 주로 어린 중·대가축과 가금에 사용됨
- 이후 반드시 방혈을 통하여 사망토록 하여야 함

㉤ 장점과 단점

㉢ 장점 : 탄환(bullet)을 사용하지 않으므로 우리나라에서도 적용 가능

㉣ 단점 : 반드시 척수절단 또는 방혈이 뒤따라야 하며, 체액의 누출로 인한 차단방역 (bio-security) 문제 야기 가능성

③ 전살 (電殺)

㉔ 적용대상 : 송아지, 돼지, 양, 가금과 같은 중·소형 동물

㉕ 종류

㉖ 전살 (2단계 적용법)

○ 전살기를 두부에 1회 적용, 의식불명을 이끌어낸 후, 다시 가슴 부위에 재차 적용하여 심장 마비를 일으켜 사망케 하는 방법

㉗ 전살 (1단계 적용법) : 방법 1

○ 두부와 등(가슴) 두 곳에 동시에 전류를 통과시키는 방법으로 의식불명과 함께 사망을 유발 하는 방법

㉘ 전살 (1단계 적용법) : 방법 2

○ 가금에 적용하는 방법으로, 전류가 흐르는 수조에 가금의 두부를 통과시켜 의식을 잃도록 한 후, 방혈시켜 사망을 유발

㉙ 장점과 단점

㉚ 장점 : 체액의 누출이 없어 차단방역에 유리

㉛ 단점 : 전원장치 근처로 가축을 몰아야 하며, 보정이 필요, 작업자의 감전 위험 존재

④ 가스 이용

㉔ 적용대상 : 주로 가금이나 돼지와 같은 중·소형 동물

㉕ 종류

㉖ CO<sub>2</sub> gas : 일반적으로 널리 사용되지만 동물이 혐오감을 가질 수 있으며, 고통 유발 가능성

㉗ CO<sub>2</sub> + N<sub>2</sub> and/or inert gas (Ar 등)

㉘ N<sub>2</sub> and/or inert gas : 의식불명이전에 고통이 없음이 증명됨

㉙ 장점과 단점

㉚ 장점 : 체액의 누출이 없어 차단방역에 유리

㉛ 단점 : 죽음까지 장시간의 노출이 필요, 공간 밀폐 필요성, CO<sub>2</sub>이외의 가스의 경우 비교적 고가 (CO<sub>2</sub> < Ar < N<sub>2</sub>)

| 가스백이용법                                                                                                                                                                                                                                                      | 계사 전체 가스법                                                                                                                                                                                                                                                   | 가스거품 이용법                                                                                                                                                                                                                                                       | 가스 컨테이너 이용법                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |

⑤ 기타

㉔ 치사량의 약물주사

- ㉠ 적용대상 : 모든 축종 (적은 수)
- ㉡ 방법 : 고단위의 마취제 또는 진정제의 투여
  - 예 : 바르비투르산염(Barbiturates)
- ㉢ 장점과 단점
  - 장점 : 모든 축종에 사용가능하며, 인도적인 살처분을 가져옴
  - 단점 : 보정이 필요하므로 다수 동물의 살처분에는 적합하지 않음
- ㉣ 사료·음수에 마취제 혼합
  - ㉠ 적용대상 : 가금류 (다수)
  - ㉡ 장점과 단점
    - 장점 : 보정이 불필요하며, 차단방역상의 잇점
    - 단점 : 개체별 섭취량이 상이하므로 일정치않은 효과 유발 가능

차. 감염축 살처분 방법 및 관련 내용 [아일랜드(EU 공통: 영국포함) 자료]

(1) 구제역 방역정책

(가) 구제역에 관련된 살처분 규정

- ① EU 규정 (붙임 규정 1 참조)
  - ㉠ Category 1 : 특정위험물질 (SRM)을 포함하고 있는 반추류로서, 처리 승인을 받은 랜더링 시설에서 처리해야 함
  - ㉡ Category 2 : SRM을 포함하고 있지 않은 비반추류로서, 랜더링 시설에서 처리해야 함
- ② 아일랜드 규정
  - ㉠ 감염농장에서 감수성 있는 모든 동물은 살처분 실시
  - ㉡ 역학적 연결 농장(epidemiologically linked holding, dangerous contacts) 그리고 접촉 연결 농장(adjoining or contiguous holding)에 대해서도 살처분이 인정됨
  - ㉢ 감염동물에 대한 매몰과 소각은 발생농장에서 실시
  - ㉣ 예방적 살처분은 랜더링 실시

(나) 구제역 살처분 순서 (긴급 농장 살처분)

- ① 우선 살처분 팀 발생농장으로 이동, 구제역에 감수성이 없는 동물 (애완동물 등) 확인
- ② 구제역 살처분 동물에 대한 평가(valuation) 실시
- ③ 살처분 장소 선택
  - ㉠ 시설 확보(facilities available)
  - ㉡ 동물 차단방역(animal security)
  - ㉢ 폐기물처리장 접근 편리성(proximity and ease of access to disposal site)
  - ㉣ 살처분 작업자의 안전(safety to personnel)
  - ㉤ 소유자에 대한 수용성(acceptability to the owner)
  - ㉥ 재산 및 용역 손상 가능성(likelihood of damage to property and services)
  - ㉦ 공공장소로부터의 보호(protection from public view)
- ④ 살처분 우선 순위 결정
  - ㉠ 다른 축종에 비해 바이러스량이 많이 생성되는 돼지는 우선 살처분 실시
  - ㉡ 잠재적 위험성이 높은 황소(Bulls), 암퇘지(Sows), 수퇘지(boars) 등은 우선 살처분 실시

⑤ 보고서 작성

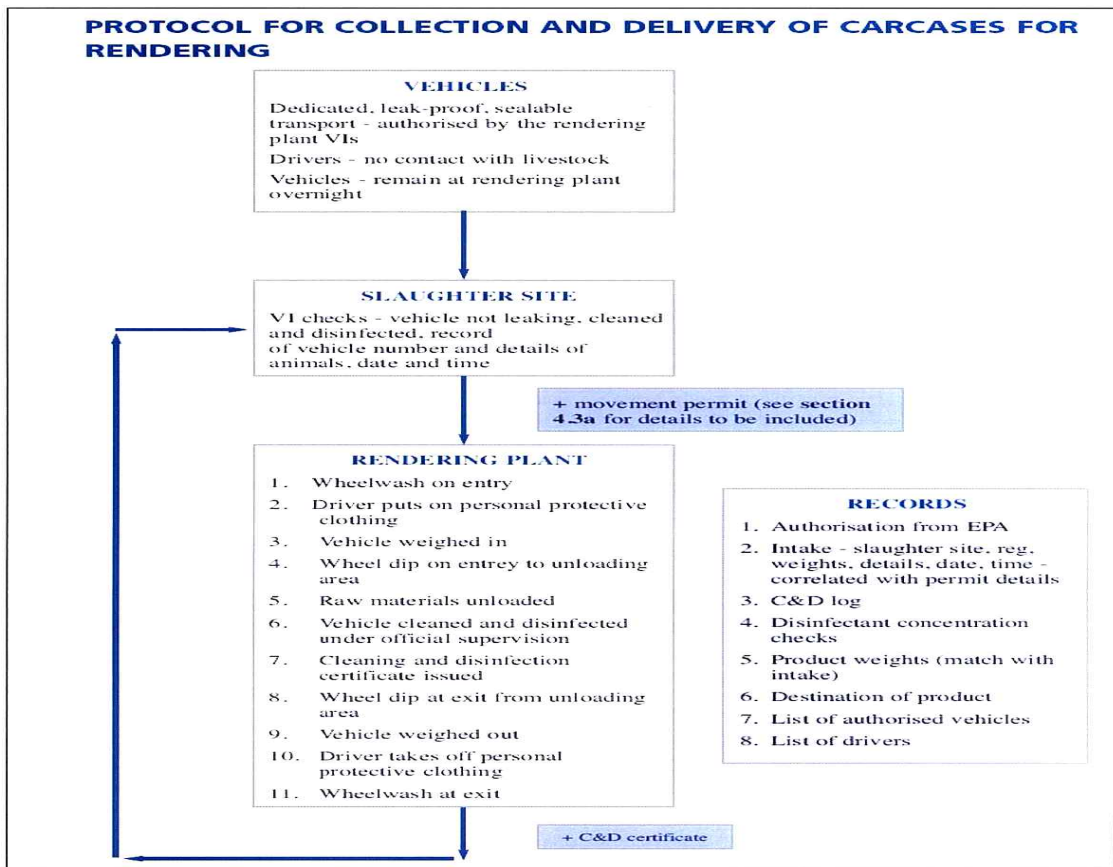
- 시료채취(sampling), 임상증상, 농장 위치, 살처분 방법, 시간 등에 대한 상세한 기록

(다) 구제역 살처분 방법

① 랜더링(rendering)



랜더링 운송 차량



랜더링 모식도

② 매몰(burial)

- ㉠ 감염농장에 위치 선정 고려 요건
- ㉡ 지하수와 토지 (강, 호수, 저수지, 연못 등)

- ㉠ 단단한 지형조건
- ㉡ 가스 배출 지역
- ㉢ 침출수 발생지역

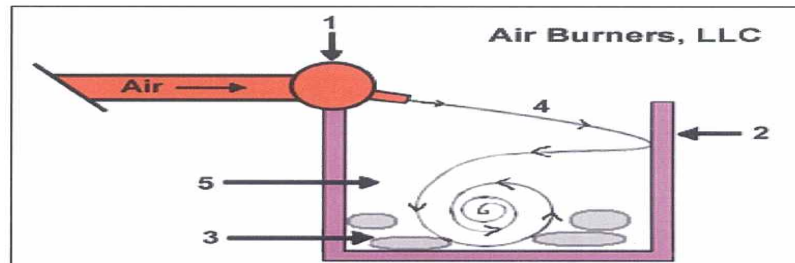
㉣ 매몰 방법

- ㉠ 매몰 구멍은 적어도 4미터 깊이(deep)와 3미터 넓이(wide), 6미터 길이(long)로 파야 되며, 동 매몰지에는 20마리 소 혹은 60마리 양 혹은 60마리 돼지를 처리하는 것이 적당함
- ㉡ 매몰을 마친후, 2미터 높이로 토양을 덮어야 함
- ㉢ 모든 매몰지에는 2 mm의 Polyethylene을 뿌려줌
- ㉣ 반추류의 제1위는 천공 후 methane과 carbon dioxide로 처리후 우선 처리

③ 소각 (burning)

㉣ Air contain burner를 이용한 방법 사용

- ㉠ 장작을 이용한 방법보다 시간 절약
- ㉡ 유해가스 배출이 적음
- ㉢ 시간당 40마리의 소를 처리 할 수 있음
- ㉣ 장작을 이용한 온도(800-1200도씨) 보다 높음
- ㉤ 털, 가죽, 재, 등이 날리는 정도가 적음
- ㉥ 이동이 쉬움
- ㉦ 찌꺼기 생성이 적음



Air contain burner를 이용한 방법

㉣ 장작(Pyres)을 이용한 방법 사용

- 발생농장의 매몰 방법이 적용되지 않은 경우 사용되며, 시간이 오래 걸림

㉣ 소각을 위한 재료 및 방법

- ㉠ 소각 재료
  - 목재(forestry timber, 8 ft × 1 ft) : 성우 마리당



- 짚(straw) : 성우 마리당 기본 사이즈 (50 bales per ton of coal)
- 석탄(coal) : 성우 마리당 4 cwt
- 점화(kindling) : 성우 1마리당 1/2 cwt
- 플라스틱 백(blastic bags) : 감염동물 마다 5개
- 디젤 오일(diesel oil) : 장작 길이의 yard 당 1 gallon

㉔ 소각 방법

- 장작의 길이는 남북 방향으로 성우 마리당 3 ft가 되어야 함
- 소각 후 재(ash)는 36시간 이후에 제거함

(2) 조류인플루엔자 방역정책

(가) 발생농장에 대한 방역 조치

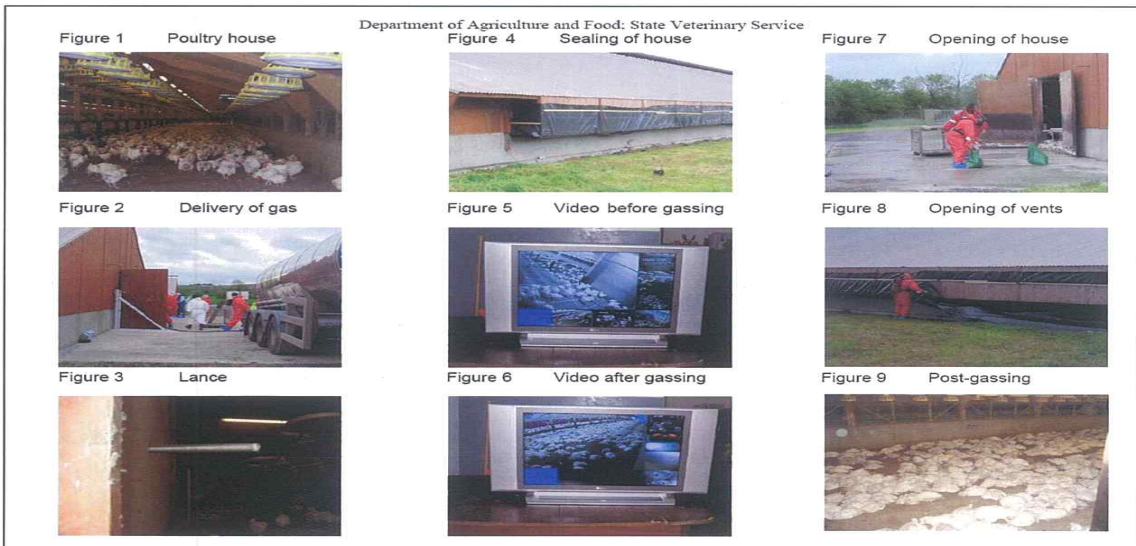
- ① 살처분 : 조류인플루엔자 발생축에 대하여 농장이나 살처분 처리시설에 이동하여 가스를 주입하여 살처분 후 렌더링 처리
- ② 살처분 후 : 소독약을 살포하고 42일간 방치
- ③ 슬러리 등 처리 : 70도씨 이상의 열로 60일 이상 처리

(나) 살처분 방법(“Whole house” 이산화탄소 가스 주입법)

① 장점

- ㉠ 이산화탄소 선택 이유 : 공기보다 가볍고, 사람에게 위험이 적음
- ㉡ 동물 복지 차원에서 유리 : 20% 이산화탄소 20분정도 수준에서 마취
- ㉢ 가금 농장의 한 축사내 20,000-30,000 수까지 적용 가능
- ㉣ 적은 인원으로 수행 가능

② 방법







“Whole house” 이산화탄소 가스 주입법

파. 각국의 가축 살처분 방법 활용사례

(1) 영국(Defra)의 고병원 AI 발생시 활용 사례

- ① 산란계용 계사 등의 밀폐가 용이하지 않은 경우 살처분 전용 밀폐 컨테이너를 활용하여 CO<sub>2</sub> 가스를 이용 살처분
- ② 밀폐 컨테이너 사용방법(순서: ㉠ → ㉡ )

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                      |                                                                                     |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ㉠ 박스에<br>가금 담기                                                                    | ㉡ 살처분 전용<br>컨테이너에 넣기                                                              | ㉢ 가스 주입<br>살처분(산소 5%<br>미만 유지)                                                    | ㉣ 재확인<br>(살처분<br>유무) | ㉤ 사체 처분                                                                             | ㉥ 세척<br>·소독 |
|  |  |  |                      |  |             |

(2) 미국의 소방방제용 거품 활용 사례

- ① 소방 방제용 거품을 이용한 살처분 방법 적용 검토
- ㉠ OIE에서 권장하는 방법은 아니지만 미국의 델마바(Delmarva, North Carolina주) 지역 농업부에서 가금의 안락사 목적으로 거품을 사용하는 방법을 실험적으로 적용, 현재 아직까지 인도적인 살처분 방법으로 승인되지는 못함
- ㉡ 평사에서 활용 가능하나 케이지 사육 시 적용 곤란

| 장 점                                                                                                                                                                                       | 단 점                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경적이며 짧은 시간내 대규모 살처분 가능 (~30분/호)</li> <li>· CO<sub>2</sub> 등을 이용한 가스 살처분시 보다 단시간에 살처분 가능</li> <li>· 노동력 절감</li> <li>· 작업자의 병원체 노출 감소</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 장비 사용으로 많은 비용발생</li> <li>· 물을 많이 사용</li> <li>· 전문성 부족</li> <li>· 인도적 방법으로 승인되지 못함</li> </ul> |



**소방방제용 거품을 이용한 안락사 방법**

(3) OIE의 살처분 사례(고정볼트)

- (가) 관통식 고정볼트



- ① 화약의 폭발력에 의해 볼트헤드가 가축의 두개골을 관통하여 뇌에 직접적인 상해를 가하여 의식불명상태에 이르게 함
- ② 이후 척수절단(pithing)을 통하여 뇌간 및 연수조직을 파괴하여 사망토록 함

(나) 비관통식 고정볼트

- ① 화약의 폭발력에 의해 볼트헤드가 가축의 두부를 강타하여 의식불명상태에 이르게 하는 방법으로, 주로 어린 중·대가축과 가금에 사용됨
- ② 이후 반드시 방혈을 통하여 사망토록 하여야 함

(다) 활용시 장점과 단점

- ① 장점 : 탄환(bullet)을 사용하지 않아 우리나라에서도 적용 가능
- ② 단점 : 반드시 척수절단 또는 방혈이 뒤따라야 하며, 체액의 누출로 인한 차단방역 (bio-security) 문제



**여러가지 종류의 고정 볼트 (발사기)**

타. 살처분 가축(폐사체) 사후처리 사례

(1) 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)         |

(2) 국가별 매몰시 생석회 등 도포방법

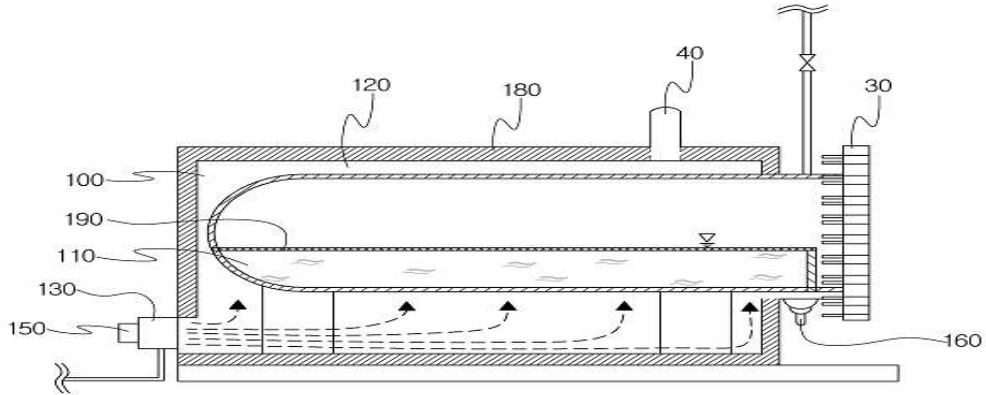
| 국별 | 도포방법                                    |
|----|-----------------------------------------|
| 한국 | 생석회 도포 후 사체를 넣은 후 1m 정도 흙을 덮고 생석회 다시 도포 |
| 일본 | 사체위에 두텁게 생석회를 넣고 흙으로 덮음                 |
| 호주 | 사체를 흙으로 40cm 덮은 후 흙 위에 소식회 도포           |

(3) 열처리 방법을 통한 국내 폐사체 처리 사례 [ 직접 가열식 처리장치(스팀+진공) 활용(축산과학원 개발)]

- ① 폐사된 가축을 고압스팀으로 가열 완전 살균처리 가능
- ② 폐사체의 후처리 작업이 용이하고 재활용 할 수 있어 부루세라병 등 소규모 폐사체 발생 시

활용 가능

※ 단점: 처리용량이 적고, 구입금액이 높음(2500만원/1대)



【 열처리 방법을 통한 사체처리 과정】



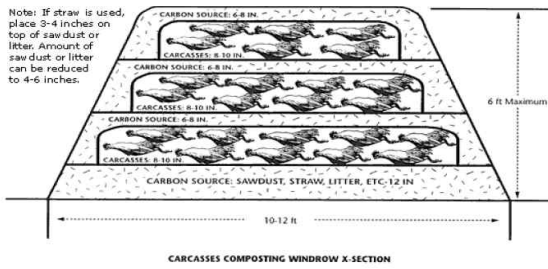
#### (4) 외국의 가금 폐사체 발효처리 사례

##### (가) 가금 폐사체 발효처리 개요

- ① 개방 또는 밀폐된 시설내에서 호기성미생물 분해로 인한 열처리 과정(발효처리)을 거쳐 퇴비화
  - 조류인플루엔자 발생시 평사의 경우 축사 내에서 폐사체 발효처리 후 퇴비화
  - ⇒ 사체와 깔짚을 농장에서 매립지나 다른장소로 이동하는 과정에서 질병이 퍼지는 것을 방지하고 비용을 절감할 수 있음

##### (나) 외국의 운용 사례

- ① 미국 : 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)
- ② 일본 : 중층법과 혼합법으로 구분하여 활용할 수 있도록 규정(AI특정가축전염병 방역지침)



layering option(중층법)

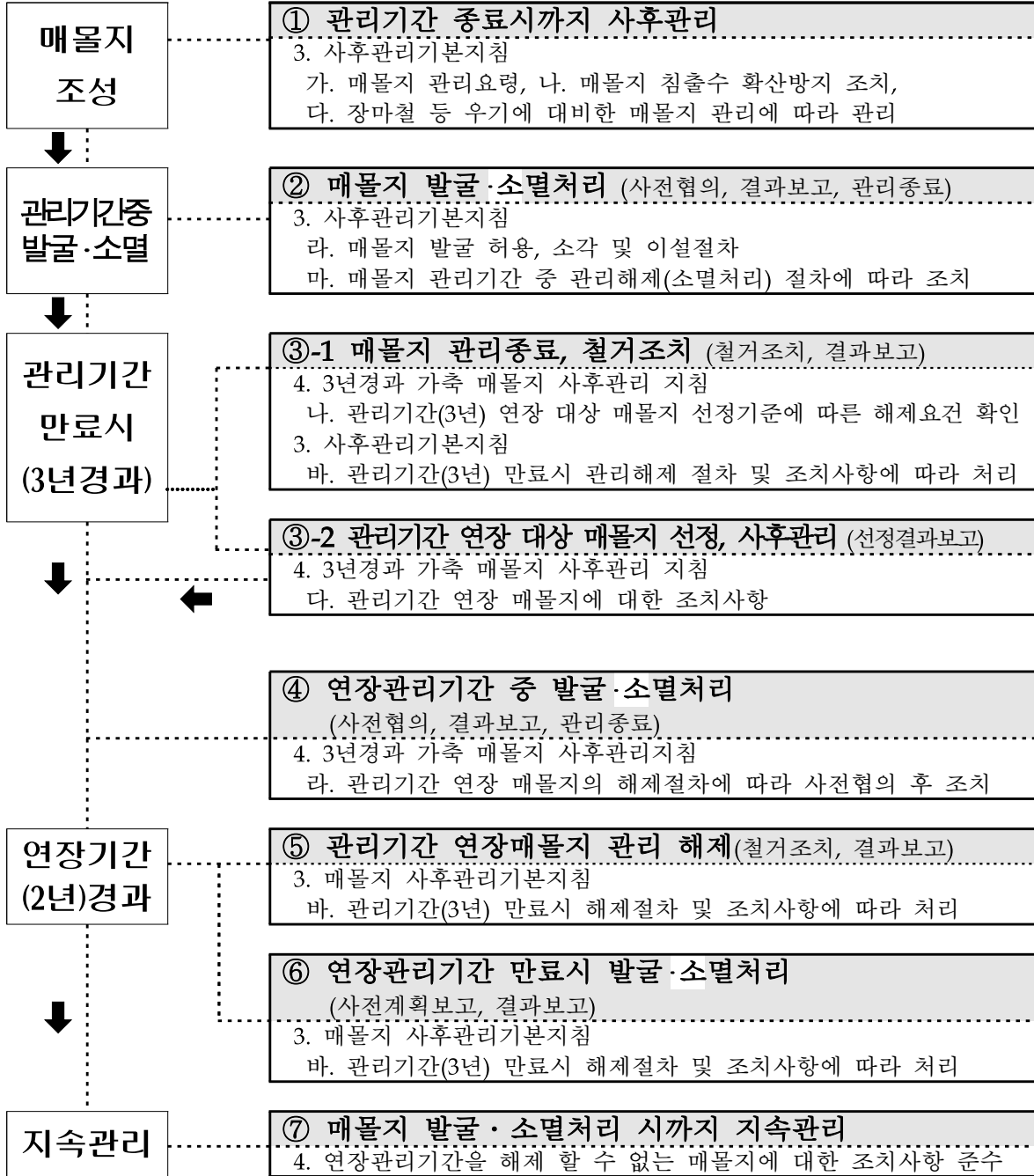
mix and pile option(혼합법)

⇒ 질병전파 위험이 낮은 가축전염병의 경우 퇴비사 등을 활용하여 발효처리 후 퇴비화 도입을 위한 연구사업 수행 필요(단, 폐사체 퇴비화 이후 폐사체내 보툴리눔균 독소로부터 보툴리즘증독증이 유발될 수 있기 때문에 사람과 동물이 접촉이 되지 않는 곳의 퇴비로 이용)

과. 우리나라 가축매몰지 사후관리지침

(1) 가축매몰지 사후관리지침 개정(방역관리과 - 4582, 2017.3.28. 시행)

## 가축 매몰지 사후관리 지침 (요약)



(2) 관리기간 해제 가축 매몰지 사후관리 철저(방역관리과 - 5340, '17.4.19)

**15.9월 이전 사체 분해여부 확인 없이 관리해제한 매몰지 사후관리 요령 (미분해 사체 처리 철저)**

| [단계]                 | [주요내용]                                                                                       | [관계기관]                                         |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>대 상</b>           | 가축 매몰지 사후관리지침 개정('15.9월) 이전에 관리기간이 종료되어 매몰한 가축 사체의 분해여부를 확인하지 못한 매몰지                         | 매몰지 관리부서                                       |
| ↓                    |                                                                                              |                                                |
| <b>사전 고지</b>         | 토지소유자는 해당 토지를 발굴하여 사용 할 때에는 발굴 전에 관할 시·군·구 (매몰지 관리부서)에 신고해야 함을 고지<br><br>해당 매몰지 내역을 건축부서로 통보 | 매몰지 관리부서<br>→ 토지 소유자<br><br>매몰지 관리부서<br>→ 건축부서 |
| ↓                    |                                                                                              |                                                |
| <b>건축, 도로개설 등 발굴</b> | 해당 매몰지에 건축허가 등 개발행위를 하는 경우, 매몰지 관리부서로 해당사항 통보                                                | 건축부서 → 축산(방역)부서                                |
| ↓                    |                                                                                              |                                                |
| <b>가축사체 잔존물 처리</b>   | 매몰토지 발굴과정을 참관하여 가축사체 잔존물 적정 처리여부 확인<br>- 잔존물처리 : 소각, 열처리, 퇴비화                                | 매몰지 관리부서                                       |



## 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| 번호 | 구분<br>(논문/<br>특허/<br>기타) | 논문명/특허명/기타                                                                                                                               | 소속<br>기관명  | 역할 | 논문게재지/<br>특허등록국<br>가                     | 코드번호             |                            | D-12                         |                            |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
|    |                          |                                                                                                                                          |            |    |                                          | Impact<br>Factor | 논문게재일<br>/특허등록일            | 사사여부<br>(단독사사<br>또는<br>중복사사) | 특기사항<br>(SCI여부/인<br>용횟수 등) |
| 1  | 프로<br>그램<br>등록           | 모바일 역학조사<br>입력지원 시스템                                                                                                                     | (주)이지<br>팜 |    | 대한민국                                     |                  | 2017.03.28<br>(프로그램등<br>록) | 단독                           | C-2017-0<br>08026          |
| 2  | 특허                       | GIS기반 폐사축<br>매몰지 선정<br>의사결정 지원<br>시스템                                                                                                    | 강원대        |    | 대한민국                                     |                  | 2017.04.11<br>(출원)         | 단독                           | 출원                         |
| 3  | 특허                       | 사회 연결망 그래프<br>기반 농축산물 질병<br>정보 시각화 장치<br>및 방법                                                                                            | (주)이지<br>팜 |    | 대한민국                                     |                  | 2016.08.17<br>(출원)         | 단독                           | 출원                         |
| 4  | 논문                       | Criteria and<br>indicators for foot<br>and mouth<br>disease (FMD)<br>control strategy<br>decision making<br>in Asia-Oceania<br>countries | 강원대        |    | OIE<br>Scientific<br>Technical<br>Review | 1.52             | 2017.12.1                  | 단독                           | SCI                        |



제 C-2017-008026 호



## 저작권 등록증

- |                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| 1. 저작물의 제호(명칭)  | 모바일 역학조사 입력지원 시스템                                |
| 2. 저작물의 종류      | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램                                |
| 3. 저작자 성명(법인명)  | 주식회사 이지팜<br>경기도 안양시 동안구 동편로20번길                  |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 130111-0060896                                   |
| 5. 창작연월일        | 2016년11월                                         |
| 6. 공표연월일        | 2016년12월05일                                      |
| 7. 등록연월일        | 2017년03월28일                                      |
| 8. 등록사항         | 저작자 : 주식회사 이지팜,<br>창작 : 2016.11, 공표 : 2016.12.05 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2017년 03월 28일



한국저작권위원회



증빙1: 프로그램 저작권

## 출원번호통지서

출원일자 2017.04.11  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)  
출원번호 10-2017-0046906 (접수번호 1-1-2017-0354206-46)  
출원인명칭 강원대학교산학협력단(2-2004-008857-1) 외 2명  
대리인성명 김순웅(9-2006-000534-4)  
발명자성명 박선일 배선학 이민파 박혁 문윤경  
발명의명칭 GIS기반 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 시스템

## 특 허 청 장

증빙2: 특허출원\_GIS기반 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 시스템

## 출원번호통지서

출원일자 2016.08.17  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)  
출원번호 10-2016-0104023 (접수번호 1-1-2016-0795183-15)  
출원인명칭 (주)이지팜(1-2002-046445-8)  
대리인성명 김순웅(9-2006-000534-4)  
발명자성명 박선일 박혁 이경주 이민파  
발명의명칭 사회 연결망 그래프 기반 농축산물 질병 정보 시각화 장치 및 방법

## 특 허 청 장

증빙3: 특허출원\_사회 연결망 그래프 기반 농축산물 질병 정보 시각화 장치 및 방법

## 11. 기타사항

| 코드번호                          | D-13 |
|-------------------------------|------|
| <input type="radio"/> 해당사항 없음 |      |

## 12. 참고문헌

| 코드번호                          | D-14 |
|-------------------------------|------|
| <input type="radio"/> 해당사항 없음 |      |

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |             |                  |                        |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------------|----|
| 과 제 명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (국문) 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발                                                                                                                           |             |                  |                        |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | (영문) Development on epidemiological investigation system for preventing animal disease spread and safety management system of burial sites for livestock mortalities |             |                  |                        |    |
| 주관연구기관                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 강원대학교                                                                                                                                                                |             | 주 관 연 구<br>책 임 자 | (소속) 강원대학교             |    |
| 참 여 기 업                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | (주)이지팜, (주)망고시스템                                                                                                                                                     |             |                  | (성명) 박선일               |    |
| 총연구개발비<br><br>(815,400천원)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 계                                                                                                                                                                    | 815,400,000 | 총 연구 기간          | 2015. 8.~ 2017. 8.(2년) |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 정부출연<br>연구개발비                                                                                                                                                        | 600,000,000 | 총 참 여<br>연구 원 수  | 총 인원                   | 38 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 기업부담금                                                                                                                                                                | 215,400,000 |                  | 내부인원                   | 38 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 연구기관부담금                                                                                                                                                              |             |                  | 외부인원                   |    |
| <p><b>가. 연구개발 목표 및 성과</b></p> <p><input type="checkbox"/> 국가 재난형 가축전염병(구제역, 조류인플루엔자) 발생 시 조기에 확산을 방지할 수 있는 사전기술과 매몰된 폐사축을 안전하게 관리할 수 있는 사후관리 시스템의 개발 및 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ICT 기반 현장 역학조사 분석지원 시스템 개발</li> <li>- 수문지질도를 반영한 GIS 기반의 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 및 친환경 사후 관리체계 구축 운영</li> </ul> <p><b>나. 연구내용 및 결과</b></p> <p><input type="checkbox"/> ICT 기반 현장 역학조사 지원 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미국, 호주, 일본 등 선진국에 현재 개발, 적용하고 있는 통합적 역학조사 방식 분석</li> <li>○ ICT기반 국내 적용 가능한 통합적 역학조사 분석 모델 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광역 지자체(최근 3년간 구제역, 조류인플루엔자 발생 피해 지구)의 지리정보, 축산현황, 축산차량 이동정보 등 대용량 정보를 포함한 통합적 역학분석 시스템</li> </ul> </li> <li>○ 개발된 현장 역학조사 지원시스템 구축 제안서 제시</li> <li>○ 실증연구를 통한 최적활용 모델 평가 및 국가동물방역시스템과의 연계</li> </ul> |                                                                                                                                                                      |             |                  |                        |    |

- 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 및 친환경 사후 관리체계 구축 운영
  - 수문지질도 정보, 축산시설 등을 포함한 지리정보체계(GIS) 구축
  - GIS기반의 매몰지 선정 의사결정지원 모형 정립과 2010-11년 구제역 매몰지 적용 검증
  - GIS기반의 폐사축 매몰 예정지 등급도 제작 - 지하수 정보 및 침출수 위험성 예측
  - 폐사축 매몰지 사후관리 시스템 개발 및 국가동물방역통합 시스템과의 연계 방안 제시
  - 지원 모델 시범적용 평가

**다. 연구성과 활용실적 및 계획**

- ICT 기술을 활용한 실시간 역학자료 분석을 통한 신속한 차단방역 지대 선정으로 가축전염병 확산차단
- 현장 역학조사 입력 지원 시스템을 활용한 현장 역학조사 인력의 업무 효율성 증가
- 수문지질도 정보를 활용한 과학적인 폐사축 매몰지 관리로 환경오염 예방
- 대량의 폐사축 발생 시 수질오염을 최소화하는 가축질병 사후관리 대책 수립
- 본 연구는 공공기술을 개발하는 것이 목적이므로 과제 수행과정에서 개발되는 기술을 이용한 자체 사업화 가능성은 낮지만 협동과제에서 개발되는 요소기술의 완성도를 높여 타 분야에 이술이전과 응용이 가능함
- 축산현장을 비롯하여 현재 운영되고 있는 KAHIS(국가동물방역통합시스템)에 ICT 관련 융복합 기술의 접목 가능성을 제시함으로써 시스템의 현업 활용성이 증가할 것으로 기대됨

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

|                     |                                       |                 |             |             |             |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
|                     |                                       |                 | 코드번호        | D-15        |             |
| 과제번호                |                                       |                 | 315038-2    |             |             |
| 사업구분                | 농식품기술개발사업                             |                 |             |             |             |
| 연구분야                | 수의학.수의예방.동물질병관리                       |                 | 과제구분        | 단위          |             |
| 사업명                 | 가축질병대응기술개발사업                          |                 |             | 주관          |             |
| 총괄과제                |                                       |                 | 총괄책임자       |             |             |
| 과제명                 | 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발 |                 | 과제유형        | (기초)        |             |
| 연구기관                | 강원대학교, 농림축산검역본부,<br>(주)이지팜, (주)망고시스템  |                 | 연구책임자       | 박선일         |             |
| 연구기간<br>연구비<br>(천원) | 연차                                    | 기간              | 정부          | 민간          | 계           |
|                     | 1차년도                                  | 2015.8.~2016.8. | 300,000,000 | 107,000,000 | 407,700,000 |
|                     | 2차년도                                  | 2016.8.~2017.8. | 300,000,000 | 107,000,000 | 407,700,000 |
|                     | 계                                     | 2015.8.~2017.8. | 600,000,000 | 215,400,000 | 815,400,000 |
| 참여기업                | (주)이지팜, (주)망고시스템                      |                 |             |             |             |
| 상대국                 | 해당사항 없음                               | 상대국연구기관         | 해당사항 없음     |             |             |

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2017. 10. 10.

3. 평가자(연구책임자) :

|       |    |     |
|-------|----|-----|
| 소속    | 직위 | 성명  |
| 강원대학교 | 교수 | 박선일 |

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

|     |  |
|-----|--|
| 확 약 |  |
|-----|--|

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

본 과제에서 개발한 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템을 통해 환경친화적인 매몰지 선정으로 대국민 신뢰 회복과 가축 전염병 발생 시 효율적인 최적지 선정이 가능할 것으로 판단된다. 농식품부에서는 자체적으로 보유하고 있는 매몰지 자료(위치 정보)를 본 시스템을 이용하여 매몰지 위치의 적절성 평가를 의뢰하였으며(2017.4.13), 본 연구팀은 기존 매몰지의 적절성 여부를 평가하여 그 결과를 제공한바 있다. 또한 본 시스템에서는 현장 역학조사에 필요한 정보의 실시간 제공으로 조사의 정확성과 효율성 또한 증가할 것으로 기대되며, 역학조사 입력 지원시스템은 역학조사 담당부서의 현업에 즉각 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 특히 매몰지 안전관리 시스템의 경우 국내에서는 개발된 사례가 없음을 감안하여 본 연구개발결과의 우수성과 창의성 분야는 '아주우수'인 것으로 판단한다.

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

본 과제에서 개발한 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템은 질병 발생 이후 살처분 폐사축의 매몰을 위한 신속한 매몰지 위치 선정과 관련한 공간정보 제공과 질병 발생 관련 역학정보 입력 지원이 목표이기 때문에 연구개발 결과를 계량화하는 것은 불가능할 것으로 판단한다. 본 시스템이 성공적으로 운용될 경우 장거리 이동에 따른 2차 확산 차단, 적절한 매몰지 위치 선정에 따른 환경오염 최소화 및 공중보건 향상, 질병 발생정보의 실시간 제공으로 역학조사 결과의 신속한 정보 공유 등 무형의 이익이 매우 높을 것으로 예상되어 본 연구개발결과의 파급효과는 '우수'인 것으로 판단한다.

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

본 과제에서 개발한 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템은 현재 농림축산 검역본부에서 운용하고 있는 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 정보를 비롯한 다양한 국가 보유 DB와 통합하여 GIS 정보와 연계할 경우 질병 발생시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용이 가능하며, 장기적으로 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용 가능할 것으로 판단한다. 특히 매몰지 안전관리 시스템은 거의 매년 발생하는 구제역과 조류인플루엔자와 관련하여 현업에서 즉시 활용이 가능하다. 또한 선진국에서 활용하고 있는 ICT 관련 기술을 본 과제의 결과물을 통해 역학조사에 활용할 수 있는 방안을 제시함으로써 연구성과의 활용성을 증대시켰으므로 본 연구개발결과의 활용가능성은 '아주우수'인 것으로 판단한다.



#### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

본 과제 수행기간 동안 강원대학교, 농림축산검역본부, ㈜이지팜, ㈜망고시스템 등 모든 참여기관의 연구자는 성실하게 과제를 수행하였으며, 연구기관 간 월 2회 이상의 정기적인 협의를 통해 최선의 연구개발결과를 도출하고자 노력하였다. 또한 본 연구과제의 담당부서인 농식품부 총괄방역과와 질병관리과의 담당자와 수시로 의견을 교환함으로써 연구결과의 활용도를 높이고자 노력하였다. 그 결과 연구개발계획서에 제시한 연구개발결과 당초 목표인 지식재산권 출원 2건, 등록 1건, 기술이전 1건, SCI논문 1건, 비SCI논문 2건, 학술발표 2건, 교육지도 2건, 정책활용 4건, 타연구활용 1건 등을 달성하였으며, 특히 매물지 안전관리 시스템에 대한 언론 홍보(축산경제신문 2017.4.13)도 추진하는 등 본 연구개발 수행노력의 성실도는 '아주우수'인 것으로 판단한다.

#### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

본 연구의 성과물로 SCI 저널인 세계동물보건기구(OIE)의 Scientific and Technical Review에 논문을 게재하였으며, 비SCI 논문의 경우 연구개발성과 목표인 2건을 400% 추가 달성하여 총 8건의 논문을 한국임상수의학회지를 비롯한 다수의 저널에 게재하였다. 지적소유권을 경우 연구개발성과 목표인 특허출원 2건을 100% 달성하였으며, 학술발표 또한 연구개발성과 목표인 2건을 600% 추가 달성하여 대한수의학회를 비롯하여 다수의 학회에서 총 12건의 구연 및 포스터발표를 추진하였다는 점에서 본 과제의 공개발표된 연구개발성과는 '아주우수'인 것으로 판단한다.

## II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표<br>(연구계획서상의 목표) | 비중<br>(%) | 달성도<br>(%) | 자체평가      |
|------------------------|-----------|------------|-----------|
| 특허출원 2건                | 20        | 100        | 연구목표 달성   |
| 기술이전 1건                | 10        | 100        | 연구목표 달성   |
| SCI논문 1건               | 20        | 100        | 연구목표 달성   |
| 비SCI논문 2건              | 10        | 400        | 연구목표 초과달성 |
| 학술발표 2건                | 10        | 600        | 연구목표 초과달성 |
| 교육지도 2건                | 10        | 600        | 연구목표 초과달성 |
| 정책활용 2건                | 10        | 300        | 연구목표 초과달성 |
| 타 연구활용 1건              | 10        | 300        | 연구목표 초과달성 |
| 합계                     | 100       | 2500       |           |

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

가축전염병 발생 시 ICT 기술을 활용한 실시간 역학자료 분석을 통한 신속한 차단방역 지대를 선정함으로써 가축 전염병 확산을 최소화하며 신속한 역학조사를 실시할 수 있으며, 대량의 폐사축 발생 시 수질 및 환경오염을 최소화하는데 활용할 수 있는 매몰지 안전관리 시스템을 현업에 활용할 경우 국가 재난형 가축질병 관리의 효율성을 증대시키는데 기여할 것으로 판단한다.

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구는 역학조사 및 매몰지 선정 등 가축방역 정책과 관련한 시스템을 개발하는 것이 목적이므로 과제 수행과정에서 적용된 기술 그 자체를 이용한 사업화 가능성은 당연히 낮을 수밖에 없다. 다만 협동기관에서 개발한 요소기술의 완성도를 높여 타 연구에 활용하거나 관련 ICT 업계에 기술이전이 가능할 것으로 판단한다.

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

가축질병 발생 시 현재 운용중인 국가동물방역통합시스템(KAHIS)의 정보를 비롯한 국가 보유 가축정보를 활용하여 신속하고 효율적인 초기 역학조사로 2차 확산에 따른 축산농가의 경제적 손실을 최소화할 수 있으며, 환경 친화적인 폐사축 매몰지 선정 및 관리를 통해 가축질병대응 관련 대국민 신뢰도가 증가할 것으로 기대된다. 또한 본 연구에서 개발한 의사결정 지원시스템에 적용된 원리와 방법론을 기타 연구 사업으로 연계할 경우 연관 산업에 대한 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 판단한다. 본 연구의 활용성과 관련하여 본 시스템을 KAHIS와 연계시키기 위한 후속 연구와 매몰지 등급평가에 사용한 각종 GIS DB의 현행화 작업에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 판단한다.

### IV. 보안성 검토

○ 해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

#### 1. 연구책임자의 의견

바탕 10pt

#### 2. 연구기관 자체의 검토결과

바탕 10pt

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

|        |                                                                                                                                                                                          |             |              |             |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제                                                                                                               | 분 야         | 가축질병대응기술개발사업 |             |
| 연구과제명  | 가축전염병 확산방지 역학조사 및 폐사축 매몰지 안전관리 시스템 개발                                                                                                                                                    |             |              |             |
| 주관연구기관 | 강원대학교                                                                                                                                                                                    |             | 주관연구책임자      | 박선일         |
| 연구개발비  | 정부출연<br>연구개발비                                                                                                                                                                            | 기업부담금       | 연구기관부담금      | 총연구개발비      |
|        | 600,000,000                                                                                                                                                                              | 215,400,000 |              | 815,400,000 |
| 연구개발기간 | 2015. 8. 15. ~ 2017. 8. 14.                                                                                                                                                              |             |              |             |
| 주요활용유형 | <input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(기술이전 )<br><input type="checkbox"/> 미활용 (사유: _____ ) |             |              |             |

### 2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표      | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|-----------|----------------|
| 특허출원 2건   | 특허출원 2건        |
| 기술이전 1건   | 기술이전 1건        |
| SCI논문 1건  | SCI논문 1건       |
| 비SCI논문 2건 | 비SCI논문 8건      |
| 학술발표 2건   | 학술발표 12건       |
| 교육지도 2건   | 교육지도 6건        |
| 정책활용 2건   | 정책활용 2건        |
| 타 연구활용 1건 | 타 연구활용 3건      |
| 연구인력활용 0건 | 연구인력활용 1건      |
| 홍보실적 0건   | 홍보실적 1건        |

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

| 성과<br>목표          | 사업화지표        |              |              |                  |         |             |             |             |                  |                  |          | 연구기반지표  |              |                        |                  |          |          |                  |                  |                            |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------|---------|--------------|------------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------------------------|
|                   | 지식<br>재산권    |              |              | 기술<br>실시<br>(이전) |         | 사업화         |             |             |                  |                  | 기술<br>인증 | 학술성과    |              |                        |                  | 교육<br>지도 | 인력<br>양성 | 정책<br>활용·홍보      |                  | 기타<br>(타<br>연구<br>활용<br>등) |
|                   | 특<br>허<br>출원 | 특<br>허<br>등록 | 품<br>종<br>등록 | 건<br>수           | 기술<br>료 | 제<br>품<br>화 | 매<br>출<br>액 | 수<br>출<br>액 | 고<br>용<br>창<br>출 | 투<br>자<br>유<br>치 |          | 논문      |              | 논<br>문<br>평<br>균<br>IF | 학<br>술<br>발<br>표 |          |          | 정<br>책<br>활<br>용 | 홍<br>보<br>진<br>시 |                            |
|                   |              |              |              |                  |         |             |             |             |                  |                  |          | SC<br>I | 비<br>SC<br>I |                        |                  |          |          |                  |                  |                            |
| 단위                | 건            | 건            | 건            | 건                | 백만원     | 백만원         | 백만원         | 백만원         | 명                | 백만원              | 건        | 건       | 건            | 건                      | 명                | 건        | 건        |                  |                  |                            |
| 가중치               |              |              |              |                  |         |             |             |             |                  |                  |          |         |              |                        |                  |          |          |                  |                  |                            |
| 최종목표              | 2            | 1            |              | 1                |         |             |             |             |                  |                  | 1        | 2       |              | 2                      | 2                |          | 2        |                  | 1                |                            |
| 연구기간<br>내<br>달성실적 | 2            |              |              | 1                |         |             |             | 1           |                  |                  | 1        | 8       |              | 12                     | 6                |          | 6        |                  | 3                |                            |
| 달성율(%<br>)        | 100          |              |              | 100              |         |             |             | 100         |                  |                  | 100      | 400     |              | 600                    | 300              |          | 600      |                  | 300              |                            |

### 4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명                                |
|----|--------------------------------------|
| ①  | 사회 연결망 그래프 기반 농축산물 질병 정보 시각화 장치 및 방법 |
| ②  | GIS기반 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원 시스템         |

### 5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분    | 핵심기술 수준  |          |                |               |               | 기술의 활용유형(복수표기 가능) |                |                |          |    |
|-------|----------|----------|----------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|----------------|----------|----|
|       | 세계<br>최초 | 국내<br>최초 | 외국기술<br>복<br>제 | 외국기술<br>소화·흡수 | 외국기술<br>개선·개량 | 특허<br>출원          | 산업체이전<br>(상품화) | 현장애로<br>해<br>결 | 정책<br>자료 | 기타 |
| ①의 기술 |          | ●        |                |               |               | ●                 |                |                | ●        |    |
| ②의 기술 |          | ●        |                |               |               | ●                 |                |                | ●        |    |

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과                         |
|-------|-----------------------------------------------|
| ①의 기술 | 사회 연결망 그래프 기반 가축질병 정보 시각화를 통한 질병확산 조기차단       |
| ②의 기술 | GIS기반 폐사축 매몰지 선정 의사결정 지원을 통한 친환경적 매몰지 선정 및 관리 |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표          | 사업화지표  |      |      |           |     |     |     |     |      |      | 연구기반지표 |      |      |      |      |      |          |      |                |
|---------------|--------|------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|------|------|------|------|----------|------|----------------|
|               | 지식 재산권 |      |      | 기술실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |      |      | 기술인증   | 학술성과 |      |      | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용-홍보 |      | 기타 (타 연구 활용 등) |
|               | 특허출원   | 특허등록 | 품종등록 | 건수        | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 |        | 논문   |      | 학술발표 |      |      | 정책활용     | 홍보전시 |                |
|               |        |      |      |           |     |     |     |     |      |      |        | SCI  | 비SCI |      |      |      |          |      |                |
| 단위            | 건      | 건    | 건    | 건         | 백만원 | 건   | 백만원 | 백만원 | 명    | 백만원  | 건      | 건    | 건    | 건    | 명    |      |          |      |                |
| 가중치           |        |      |      |           |     |     |     |     |      |      |        |      |      |      |      |      |          |      |                |
| 최종목표          |        | 1    |      | 1         |     | 1   |     |     | 1    |      | 1      | 1    |      | 2    | 2    |      | 1        |      | 2              |
| 연구기간내 달성실적    |        |      |      |           |     |     |     |     | 1    |      |        | 8    |      | 12   | 6    |      | 6        |      | 3              |
| 연구종료후 성과창출 계획 |        | 1    |      | 1         |     | 1   |     |     |      |      | 1      |      |      |      |      |      |          |      |                |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

|                          |                                                                                                                                                              |                       |    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|
| 핵심기술명 <sup>1)</sup>      |                                                                                                                                                              |                       |    |
| 이전형태                     | <input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상                                                                                                      | 기술료 예정액               | 천원 |
| 이전방식 <sup>2)</sup>       | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정<br><input type="checkbox"/> 기타( ) |                       |    |
| 이전소요기간                   |                                                                                                                                                              | 실용화예상시기 <sup>3)</sup> |    |
| 기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup> |                                                                                                                                                              |                       |    |

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)