

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()발간등록번호()

가축질병대응기술개발사업 2021년도 최종 보고서

발간등록번호

11-1543000-003443-01

야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구

2021. 04. 09.

주관연구기관 / (주)비오지노키

협동연구기관 / (주)케이티

한국외국어대학교

(주)케이웨어

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “ 야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구” (개발기간 : 2018. 07. 31 ~ 2020. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 04. 09.

주관연구기관명 : (주)비오지노키
협동연구기관명 : (주)케이티
케이웨어(주)
한국외국어대학교

이도훈 (인)
구현모 (인)
남 준 (인)
박영철 (인)



주관연구책임자 : 윤 종 응
협동연구책임자 : 고 훈 석
장 국 열
최 대 우

국가연구개발 사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	318069-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2018. 07. 31 - 2020. 12. 31 (29개월)	단 계 구 분	3/3
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구			
연구책임자	윤종웅	해당단계 참여연구원 수	총: 33 명 내부: 6 명 외부: 27 명	해당단계 연구개발비	정부: 400,000 천원 민간: 147,500 천원 계: 547,500 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 33 명 내부: 6 명 외부: 27 명	총 연구개발비	정부: 1,000,000 천원 민간: 368,800 천원 계: 1,368,800 천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)비오지노키			참여기업명 (주)케이티 케이웨어(주) 한국외국어대학교	
국제공동연구	상대국명:	상대국 연구기관명:			
위탁연구	연구기관명:	연구책임자:			
연구개발성과의 보안등급 및 사유					

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품중	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

1. 발생 농가 및 주변지역의 차단 및 일반 방역분소 위치, 개수 파악
2. 인력, 차량 이동에 따른 HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석
3. 국내 발생 HPAI 바이러스의 역학 관계 및 발생 농가 지역의 인력·차량 이동량, 패턴 분석 결과가 반영된 GIS기반의 방제 대책 지원 시스템 개발
4. HPAI의 전파 원인 및 그 상관관계 분석
5. 인력 및 차량 이동패턴에 따른 시사점 도출
6. 최적 조치방안을 위한 영향도 분석
7. 기존 질병발생 실증 데이터를 이용한 방역지대 설정 문제점 및 개선방안 도출
8. 현행 방역지역 범위에 대한 질병 확산 차단 효과 분석
9. 해외 사례 분석

보고서 면수
171P

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 야생조류에서 발견된 HPAI 바이러스의 전파양상 파악 및 발생위험도 평가를 위해 이동통신 기반의 통신 인구 데이터를 생성 및 제공하며, 이를 기반으로 철새도래지에서의 인구이동 패턴을 분석하는 방법론을 개발 ○ HPAI 발생원인 추적을 위한 데이터 분석 및 인공지능 알고리즘 개발 ○ HPAI 발생 역학적 영향도 분석 지원을 위한 GIS 기반 시각화 시스템 구현 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ HPAI 발생농가 지역의 일반 인구 이동패턴 분석을 위한 인구통계 데이터 추출 항목 및 방법론 개발 ○ 분석 및 모델링을 위한 통신인구 데이터의 GIS 분석과 시계열 데이터로의 변환 및 전처리 방법 개발/수행 ○ 철새도래지를 선정하여 해당지역에 방문한 인구를 통신인구 데이터를 시계열 가공하여 이동경로에 따른 방역방안에 대해 분석 ○ KAHIS 데이터와 KT 제공 통신인구 데이터와 연계된 데이터 마트 구성 ○ HPAI 발생 후보지로부터 이동패턴에 따른 확산 주요 원인 발굴 로직 개발 ○ KT 제공 통신인구 데이터를 활용한 이동패턴에 따른 HPAI확산 경로 예측 모델 개발 ○ KAHIS 데이터를 이용한 농가 간 이동패턴에 따른 확산 주요 원인 예측 ○ KAHIS 데이터를 이용한 특정 지역과 관련성이 높은 차량 추출 모델 개발 ○ 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 시스템 개발 ○ 방역초소 운영과 농장 차단방역 평가 및 역학 데이터베이스 구축에 관한 정책 제안 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ HPAI 바이러스 매개체의 이동패턴 분석가능한 통신인구 데이터 활용방안 및 한계점 도출, 이를 토대로 HPAI 등 가축전염병 확산 및 방역에 대한 활용가능성 기반마련 ○ 차량에 의한 HPAI 확산을 차단하는데 효과적인 자료로 사용가능 ○ 공간 정보 기반의 가축질병 대응 시스템으로써 국내 축산 관련 전염병 유입과 확산의 매개체 이동 추적 및 질병발생 고위험지역을 관리하고 역학분석 지원이 가능한 플랫폼으로 향후 다양한 위험 인자에 대한 즉각적 대응 시스템으로 확장이 가능 ○ 제안한 초소운영 방식을 통한 방역향상, 실제 농장 방역현황을 근거로 한 역학DB 구성을 통해 진보된 역학데이터 구축 가능 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>통신인구 데이터</p>	<p>데이터 마트</p>	<p>순환신경망</p>	<p>지리정보시스템</p>	<p>조류인플루엔자</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>KAHIS</p>	<p>Data Mart</p>	<p>GIS</p>	<p>Sankey diagram</p>	<p>HPAI</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

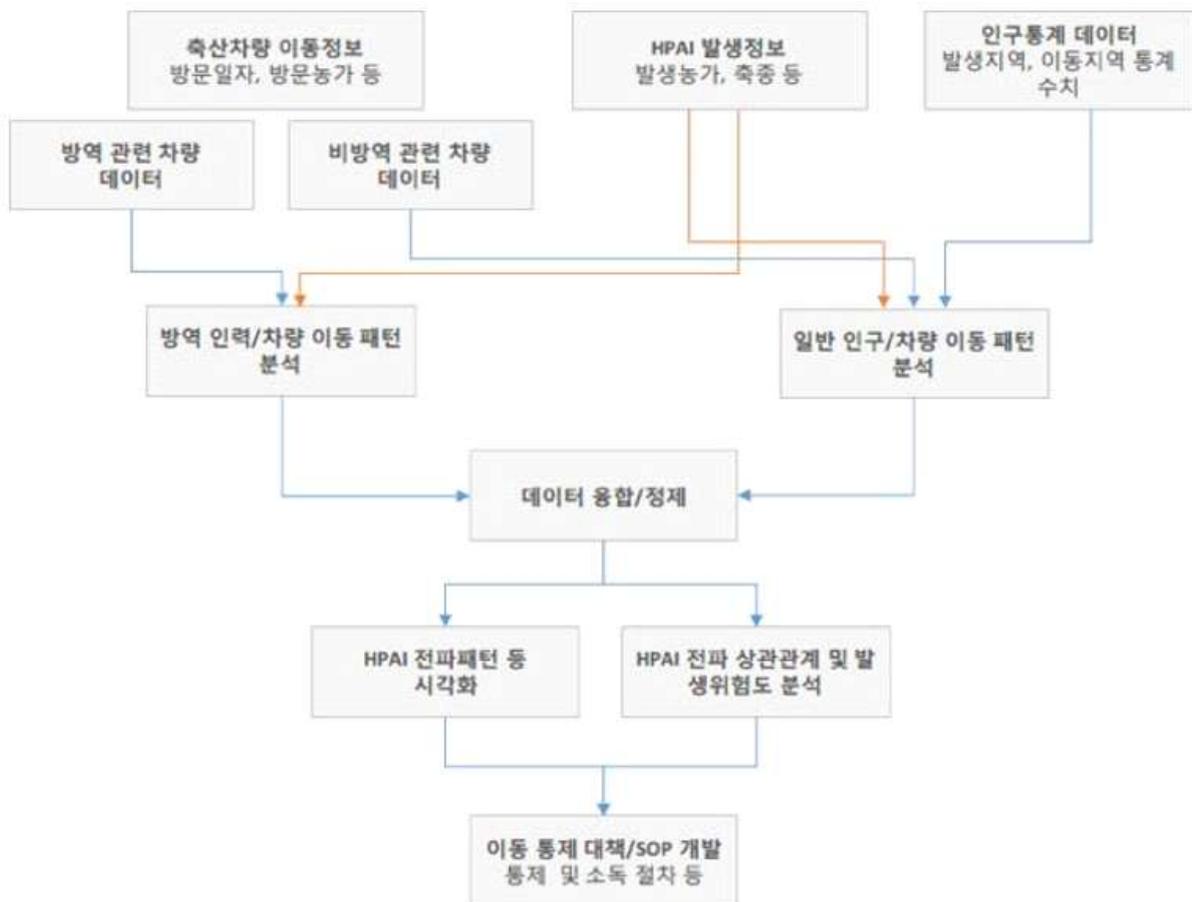
1. 연구개발과제의 개요	6
1.1 연구개발 목적	6
1.2 연구개발의 필요성	8
1.3 연구개발 범위	13
2. 연구수행 내용 및 결과	31
2.1 연구개발의 추진전략 및 방법	31
2.2 연구개발의 추진체계	32
2.3 연구개발 추진일정	33
2.4 연구수행 내용	34
2.5 연구개발의 성과	154
2.6 연구수행 결과	161
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	162
4. 연구결과의 활용 계획 등	164
4.1 연구개발 결과의 활용방안	164
별첨.1 연구개발보고서 초록	165
별첨.2 자체평가의견서	166
별첨.3 연구성과 활용계획서	170

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 목적

본 연구의 최종목표는 야생조류에 의해 광범위하게 HPAI 바이러스가 오염된 지역을 이동한 일반인과 차량의 움직임을 분석하여 발병농가에 바이러스 전파의 근거를 분석하고 위험도를 판단하고, 이를 근거로 효율적인 인원과 차량의 동선을 계획하여 올바른 방역초소 위치를 선정하고 통제방법을 개선하는 정책을 수립하는 것이다.

1. 연구개발 흐름도



<p>접근 방법</p>	<p>○ 실증분석(발생 데이터 활용) ⇨ 일반화(개선 모델) ⇨ 적용(활용 시스템 개발)</p>
<p>실용화 방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산검역본부의 실무자와 지속적인 업무협의를 통해 역학조사에 효율을 기할 수 있는 데이터 구축 ○ 협업 내용 연계 및 전문 분야의 자문가 활용을 통하여 인력/차량 이동통제와 소독등에 대한 방역초소 운영 매뉴얼 개발 ○ 방역초소의 최적화 위치 및 운영방안 정책 제언

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구개발 배경

가. 고병원성 조류인플루엔자(HPAI) 발생 현황

- 고병원성 AI 바이러스는 2003년 12월(1차) 충북 음성에서 최초로 발생한 이후, 2018년 3월 현재까지 총 8차례 발생
 - 바이러스 혈청형은 H5N1형(1~4차), H5N8형(5~6차), 2016/17년(7차)에는 H5N6형과 H5H8형이 동시 발생
- 고병원성 인플루엔자로 인한 경제적 피해는 5차(2014/15년)에서 가장 컸으며 19개 시군에서 38건의 HPAI가 발생
 - 5차 발생은 669일 동안 AI 발생이 지속되었으며, 809개 농장의 가금류 1,937만 마리가 매몰 처리되었고, 살처분 보상금을 비롯하여 2,381억 원의 재정 소요
- 7차(2016년) 발생은 50개 시·군에서 383건의 HPAI가 발생하였으며, 총 946개 농가에서 총 3,787만 마리의 가금류를 살처분
 - 이로 인한 살처분 비용은 2,291억 원에 달했으며, H5N6형과 H5N8형이 동시에 발생한 것이 특징
- 대부분의 HPAI는 겨울철(10~12월)에 다발하였으나, 3차(2008년)와 6차(2016년 3월)에서는 봄철(3~4월)에 발생

[HPAI 발생 현황]

구분	1차	2차	3차	4차
시기	(' 03. 12. 10. ~ ' 04. 3. 20.) (102일)	(' 06. 11. 22. ~ ' 07. 3. 6.) (104일)	(' 08. 4. 1. ~ 5. 12.) (42일)	(' 10. 12. 29. ~ ' 11. 5. 16.) (139일)
지역 및 건수	10개 사군 19건 (닭 10, 오리 9)	5개 사군 7건 (닭 4, 오리 2, 메추리 1)	19개 사군구 33건 (닭 21, 오리 6, 닭오리 복합 6)	25개 사군 53건 (닭 18, 오리 33, 메추리 1, 꿩 1)
매몰처분	· 392호 · 528만 5천수	· 460호 · 280만수	· 1,500호 · 1,020만 4천수	· 286호 · 647만 3천수
혈청형	H5N1형	H5N1형	H5N1형	H5N1형
청정국 지위 회복	' 04. 9. 21.	' 07. 6. 18.	' 08. 8. 15.	' 11. 9. 5.
재정 소요액	874억 원	339억 원	1,817억 원	807억 원

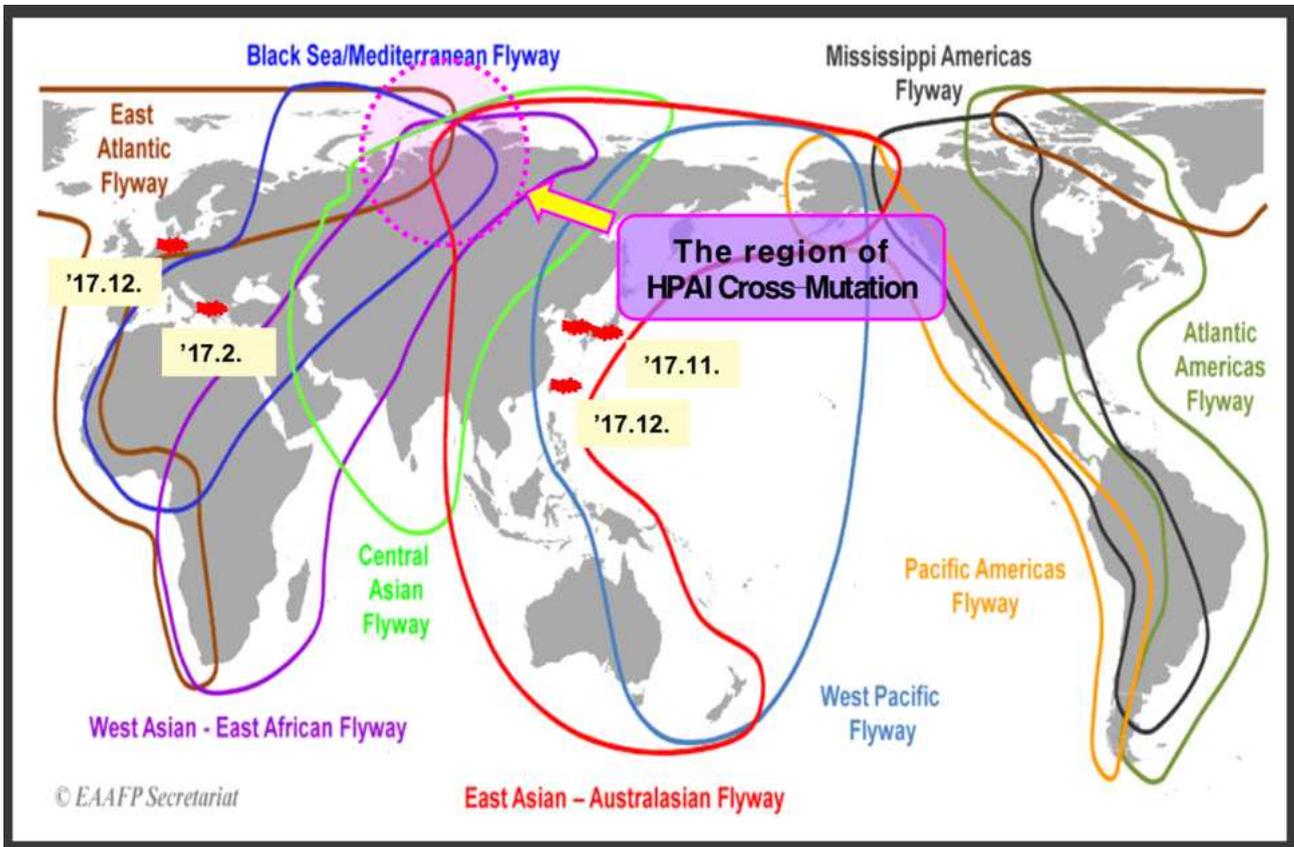
<계속>

구분	5차	6차	7차	8차
시기	(' 14. 1. 16. ~ ' 15. 11. 15.) (669일)	(' 16. 3. 23. ~ 4. 5.) (14일)	(' 16. 11. 16. ~ ' 17. 5. 12.) (178일)	(' 17. 11. 17. ~ ' 18. 2. 8.) (84일)
지역 및 건수	19개 사군 38건 (닭 16, 오리 21, 거위 1)	2개 사군 2건 * 예방적 매몰처분, 역학 관련 등 총 2건 양성	50개 사군 383건 (닭 215, 오리 159, 기타 9)	12개 사군 18건 (닭 5, 오리 13)
매몰처분	• 809호 • 1,397만 2천수	• 5호 • 1만 2천수	• 946호 • 3,787만수	• 87호 • 434만수
혈청형	H5N8형	H5N8형	H5N6형/H5N8형	H5N6형
청정국 지위 회복	' 16. 2. 28.	' 16. 8. 18.	-	-
제정 소요액	2,381억 원	4억 원	2,291억 원	377억 원

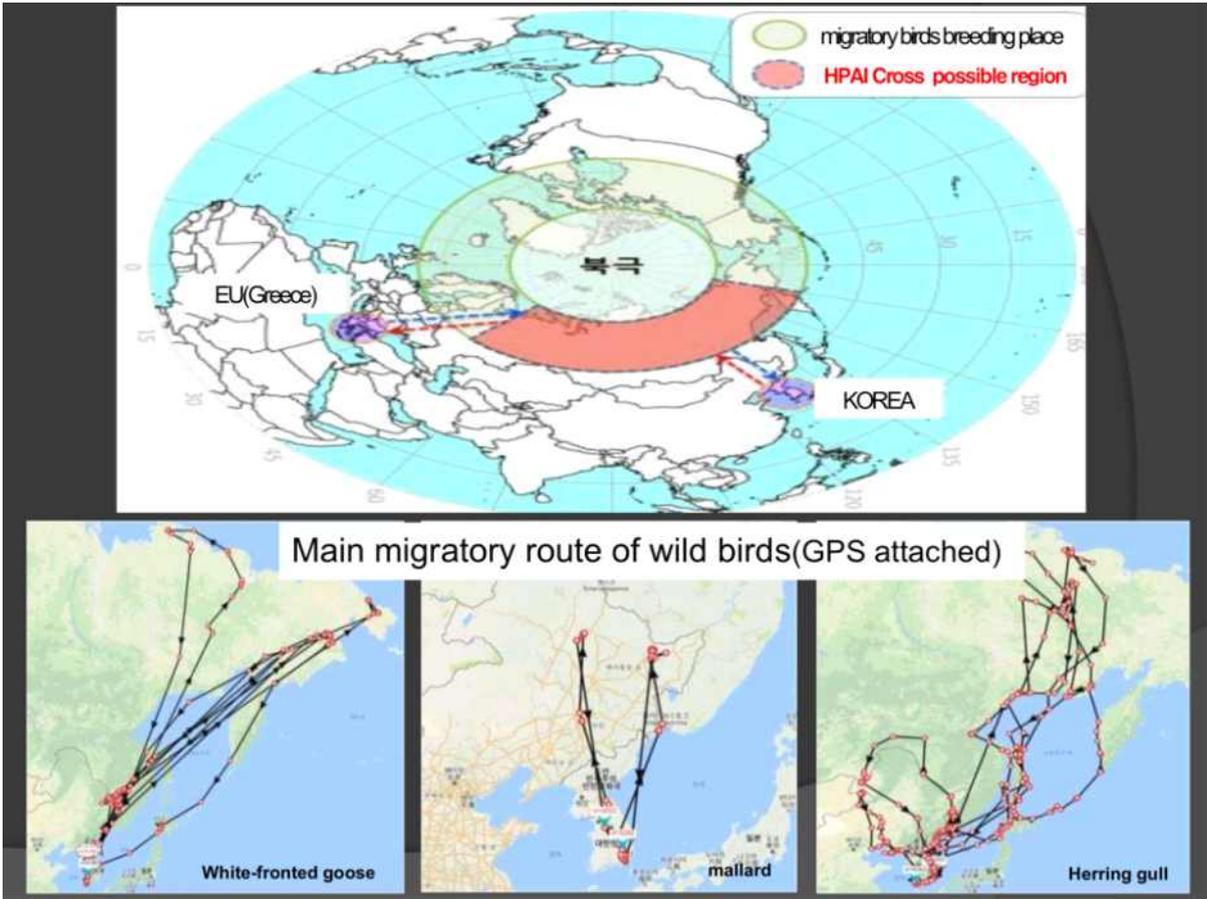
자료: 농림축산식품부 조류인플루엔자(AI)·구제역 홈페이지(<http://www.mafra.go.kr/FMD-AI/main.jsp>; 2018. 3. 16.).

- 매년 고병원성인플루엔자로 인한 막대한 경제적 손실과 함께 사회적인 피해를 주고 있다.

나. 야생조류의 전 지구적 이동 및 HPAI 전파 양상



- 우리나라는 동아시아-호주의 철새권역에 속하며, 이 권역에는 중국, 인도네시아, 베트남 등 대부분 HPAI 상재국이 포함되어있어 매년 새로운 변이종의 바이러스가 유입될 확률이 매우 높다.
- 개별종의 철새의 이동경로 분석 데이터에서 철새들은 한국을 거쳐 북극을 향하며, 유럽이나 북미대륙으로 바이러스를 옮기는 역할을 한다.



- 이런 철새의 움직임이 국내 HPAI 바이러스 유입의 경로이며, 철새로 오염된 지역에서 농장까지 전파된 원인은 대부분 차량과 인력으로 예상된다.

다. 고병원성 조류인플루엔자(HPAI) 전파 관련 현황

- 가장 최근의 「 '16/' 17년 역학조사 분석보고서」의 지역별 HPAI 발생과 전파양상에 대한 분석 내용

지역	항목	내용
경기북부(양주/포천/연천/고양)	발생원인	감염된 철새에 의해 광범위한 지역이 오염되고, 이후 사람/차량/야생조류 등에 의해 바이러스가 농장으로 유입 추정
	전파양상	지역 내에서 축산차량 및 사람을 통한 기계적 전파 또는 사육 밀집지역 내 인근전파 추정
경기남부(안성/이천/평택/여주/화성/용인/김포/과천/광주/양평)	발생원인	감염된 철새에 의해 광범위한 지역이 오염되고, 이후 사람/차량/야생조류 등에 의해 바이러스가 농장으로 유입 추정
	전파양상	축산차량 및 사람을 통한 기계적 전파 또는 사육 밀집지역 내 인근전파 가능성
충청북도	발생원인	감염된 철새에 의해 광범위한 지역이 오염되고, 이후 사람/차량/야생조류 등에 의해 바이러스가 농장으로 유입
	전파양상	첫 발생 이후 신규 발생농장이 대부분 기존 방역대 내에서 발생하여 기존 방역대가 점차 넓어지는 양상

충청남도/세종	발생원인	철새에 의해 지역 내 광범위하게 오염되고, 이후 출입차량/사람/야생조수류 등에 의해 농장내 오염원 유입 추정
	전파양상	아산 첫 발생('16.11.23일)이후, '16.12월부터 방역대 내/외 지역에 동시다발적으로 발생하면서 방역대가 겹쳐지면서 넓어지는 양상
전라북도	발생원인	감염된 철새에 의해 철새도래지/소하천과 농경지가 오염되고, 이후 사람/차량/야생조수류 등에 의해 바이러스가 농장으로 유입 추정
	전파양상	동일축주 농장, 동일계열 소속 농장간 사료운반차량 공유, 축산차량을 통한 기계적 전파와 사육 밀집지역 내 인근전파 추정
전라남도	발생원인	감염된 철새에 의해 광범위한 지역(영산만, 강진만 등)이 오염되고, 이후 사람/차량/야생조수류 등에 의해 바이러스가 농장으로 유입 추정
	전파양상	지역내에서 축산차량 및 사람을 통한 기계적 전파 또는 사육 밀집지역내 인근전파 추정
기타지역(강원/경남/부산/인천)	발생원인	(강원) 오염지역을 왕래하는 축산차량 또는 지역 내 오염원이 사람/차량에 의해 농장으로 유입 추정 (경남) 지역 내 오염원이 차량 및 사람에 의해 농장으로 유입 추정 (부산) 소규모 방역 취약 농장으로 가금을 방사하여 사육하며, 철새도래지와 인접하여 야생조수류를 통한 오염원 유입 추정 (인천) 소규모 자가소비용 방역 취약 농장으로 축사의 차단방역 시설이 전무하여, 주변 야생조수류를 통한 오염원 유입 가능성

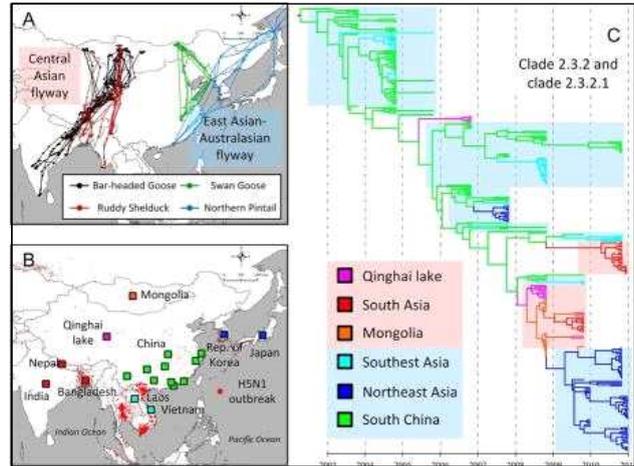
- 대부분 지역의 HPAI 전파양상이 사람과 차량의 이동에 의한 것으로 추정되고 있어, 인구와 차량의 이동패턴과 HPAI 발생위험과의 상관관계를 분석해 이동통제 등 방역에 활용할 수 있는 데이터 및 기술개발이 필요하다.

라. 빅데이터를 이용한 현행 역학조사의 보완과 신뢰성 있는 원인규명

- 2017년도 검역본부의 연구개발과제 분석결과 농가출입 차량 궤적 분석자료 중 전체 출입 차량의 23%만 축산차량으로 분석됨, KAHIS에서 분석된 축산차량의 이동궤적을 기반으로 분석한 역학조사에서 누락된 일반차량의 야생조류 오염지역에서의 이동을 CDR 데이터를 기반으로 분석하여 역학적으로 검증한다.
- 조류인플루엔자 방역실시요령에 의해 야생조류나 분변에서 감염이 확인될 경우 10킬로미터 지역을 예찰지역으로 지정하고 방역초소를 운영하며 7~14일간 예찰지역 방역 조치를 적용한다. 이에 대해 차량이동과 인구이동의 자료를 근거로 야생조류에서 바이러스 검출과 발병농장의 상관관계를 분석하고 그림과 같이 바이러스 타입을 동시에 규명하여 시각적으로 나타내어 역학분석에 활용할 수 있다.
- 예찰과 시료채취등 농장을 방문하는 방역 차량(지원본부 차량, 시험소 차량, 역학조사과, 공무원, 살처분 차량)등의 발생 전후 차량이동 데이터를 분석하여 발병과의 상관관계, 위험도 등을 분석하고자 한다.



<야생조류와 발병농가의 상관관계>



<Phylogenetic Relationship of HPAI 시각화 예시>

- 빅데이터로 분석한 자료와 실제 현장에서의 의견이 다를 경우 그 차이점을 알아보고 빅데이터에서 파악되지 않은 세부요인을 추가하거나 분석 시 변수로 이용할 수 있음, 또한 방역차량이 바이러스의 전파원인이라는 등의 현장에서 오해로 알려진 사실에 대해 분석근거를 제시하여 올바른 정보를 전달하는 역할을 할 필요가 있다.
- 매년 유입되는 바이러스로 인한 질병발생에 대해 바이러스 상재화로 인식하는 사람들에게 대해 지역별 유래된 바이러스의 상동성과 혈청형별 분류를 분석데이터에 반영하여 상재화에 대한 원인을 규명하고 의문을 해소할 수 있다.

위와 같이 현행 역학조사에 대한 의문점을 해소하고 정확한 분석과 결론도출을 위해 본 연구가 필요하다.

제 3절 연구개발 범위

1. 연구개발의 목표 및 내용

가. 최종목표

- 야생조류에 의해 오염된 지역에서 비롯된 발병농장으로의 전파 원인을 구명하기 위해 CDR데이터를 이용하여 인구와 차량이동을 추적하고 바이러스 타입과 연관하여 빅데이터를 분석하여 바이러스 역학 지도를 구축. 과거 HPAI 발생 사례에서 일반 인구/차량, 방역 인력/차량의 이동 패턴을 분석해 HPAI 바이러스의 전파 및 확산과의 영향과 위험도를 분석함
- 분석자료를 토대로 지역에서의 효과적인 방역분소 위치와 통제 방법을 제안함
- 효과적인 통제대책을 개발하기 위해 현장의 현행 통제대책을 분석하고 해외 사례를 참고하여 국가방역 업무에 즉시 활용할 수 있도록 실질적인 매뉴얼을 개발

나. 세부 목표와 주요 내용

분야	세부 목표	주요 내용
국내 발생 HPAI 바이러스의 역학적 영향도 분석	○ 발생 농가 및 주변지역의 차단 및 일반 방역분소 위치, 개수 파악	- 인구 및 차량 이동의 패턴 분석 결과에 따라 HPAI 확산을 방지하기 위해 통행의 차단이 필요한 점과 방역분소의 위치 및 개수 도출
	○ 인력, 차량 이동에 따른 HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석	- 과거 HPAI 발생 사례의 바이러스 전파패턴 분석 - 바이러스 전파 양상과 인력, 차량 이동과의 상관관계 분석 - 방역인력 및 차량의 이동 패턴 분석 - 위 분석된 결과들을 통해 인력, 차량 이동에 따른 농장의 HPAI 발생위험도 분석
시스템 구현	○ 국내 발생 HPAI 바이러스의 역학 관계 및 발생 농가 지역의 인력·차량 이동량, 패턴 분석 결과가 반영된 GIS기반의 방제 대책 지원 시스템 개발	- 신속한 의사결정이 가능한 시스템 개발 - KAHIS와 연계가 가능한 GIS 기반의 의사결정지원시스템 개발

데이터 분석	○ HPAI의 전파 원인 및 그 상관관계 분석	<ul style="list-style-type: none"> - HPAI의 발생지로 예상되는 지역 및 시기로부터 이동되는 1) 등록 차량 및 2) KT로부터 제공되는 데이터를 통해 사람(인력) 및 차량의 이동을 추적하여 확산의 주요 원인 파악 - 특히 KAHIS 등록차량에 대하여 차량 종류별(예를 들어, 사료차량, 축분차량, 컨설팅 등의 목적별) 이동을 파악하여 확산 주요원인 발굴
	○ 인력 및 차량 이동패턴에 따른 시사점 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 이동 패턴에 따른 확산 원인 발굴뿐 아니라 주요 원인의 규칙이나 패턴을 도출함 - 농가 및 인구밀집 지역 등을 고려하고, 기존 차단 및 일반 방역분소 위치를 고려한 영향도 분석
	○ 최적 조치방안을 위한 영향도 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 확산의 방지를 위한 인력 및 차량 이동의 차단 혹은 통제안을 발굴함 - 이동패턴 및 밀집지역을 고려하여 최적의 차단 및 방역분소를 발굴하고 예상 개선효과를 산출함
효과적인 통제 대책 개발	○ 기존 질병발생 실증 데이터를 이용한 방역지대 설정 문제점 및 개선방안 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 질병 발생 농장 데이터와 역학분석 결과를 활용한 실증 평가 - 축산차량 이동 데이터를 이용한 발생 농장 간 네트워크 분석 - 야생조류 서식지와 인접정도와 질병발생 확률 관계 분석
	○ 현행 방역지역 범위에 대한 질병 확산 차단 효과 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 축산시설과 야생조류 서식지 인접정도에 따른 질병 확산 차단 효과 분석 - 현행 통제방식에 따른 질병 확산 차단 효과 분석
	○ 해외 사례 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 확산 및 농장유입 방지를 위한 국가별 통제대책 조사 - 해외 발생사례 연구를 통한 전파오염원 규명

- 효과적인 통제대책을 개발하기 위해 현장의 현행 통제대책을 분석하고 해외사례를 참고하여 국가방역 업무에 즉시 활용할 수 있도록 실질적인 매뉴얼을 개발

다. 최종 성과물

<p>최종 성과물</p>	<p>(1) HPAI 발생농가 지역의 인구/차량 이동패턴 분석 결과 (2) 인구/차량 이동패턴과 HPAI 전파와의 상관관계 및 발생위험도 분석 결과 (3) 실제 질병발생 상황에서 현업 활용이 가능한 통제대책 매뉴얼</p>
<p>담당기관</p>	<p>세부 성과물</p>
<p>(주)비오지노키</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 통제초소의 효용성 평가, 역학적 영향도 분석과 운영방식 보고서 · 실무 현장 의견 수렴, 해외 사례 조사, 현실적 적용 가능한 통제대책 보고서 · 전파억제를 위한 효과적 인력과 차량 이동 통제대책 SOP로 구현, 정책건의
<p>케이티</p>	<ul style="list-style-type: none"> · HPAI 발생농가 지역과 이동한 지역의 추출된 인구통계 데이터 가공 및 전처리 · 인구/차량 이동 패턴과 HPAI 발생위험도 분석을 위한 인구통계 데이터 제공
<p>GDSC (위탁)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · KT 이동통신 CDR(Call Detail Record)를 통해 HPAI 발생 농가지역의 인구 통계 데이터와 이동한 지역별 인구통계 데이터 생성
<p>한국외대</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 데이터 분석 마트 구성 개발서 · HPAI 발생 후보지로부터의 이동패턴 분석결과 보고서 및 분석 code · 확산 원인 발굴을 위한 사회관계망 및 Shanky 다이어그램 및 code · 도로, 농가 및 인구밀집도 등 지역특성을 고려한 확산 영향도 분석 보고서 · 최적 차단 및 방역분소 위치 설정 및 기대효과 분석 보고서
<p>(주)케이웨어</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 분석을 위한 GIS 공간정보 및 속성정보 구축 · GIS 기반 국내 가금 발생 HPAI 바이러스의 역학지도 구축

라. 연구개발 주요 내용 및 방법

내 용	방 법	담 당
<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 분석 결과와 현장상황간의 상관관계 및 발생위험도 분석 ○ 전과역제를 위한 효과적 인력과 차량 이동 통제대책 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빅데이터 분석 결과와 현장 사례의 매칭 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 발병상황 보고서와 담당자 및 농장 진술 사례 수집 - 통제대책의 현장운영 방식 조사 ○ 방역인력에 대한 통제 방법조사 <ul style="list-style-type: none"> - 현장 방역담당자 인터뷰 - 가금전문 수의사 설문 ○ 해외사례와 통제대책 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 전문가 미팅 	비오지노키
<ul style="list-style-type: none"> ○ HPAI 발생 농가 지역에서의 일반 인구 및 차량 이동량, 패턴 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 발생 농가 지역의 인구 통계 데이터 정제 - 해당 인구의 이동 위치 및 이동량 데이터 추출 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 케이티 이동통신 로그에 기반한 인구통계 데이터 추출 <ul style="list-style-type: none"> - 발생일로부터 과거 21일간 발생 농가 지역에 있었던 인구 통계 추출 - 발생농가 지역에 있던 인구들의 시간대별 주재지역을 추출하고 도보 이동과 차량이동을 구분해 가공 ○ KHAIS 축산차량 데이터에서 비방역 차량이동 데이터 추출 <ul style="list-style-type: none"> - KAHIS의 축산차량 데이터 중 방역과 관련없는 방문목적의 차량의 이동경로 추출 ○ 확보한 데이터를 통해 발생농가 지역의 일반 인구 및 차량 이동의 패턴 분석 	한국의국어대학교, 케이티, GDSC
<ul style="list-style-type: none"> ○ 발생 농가 및 주변지역의 차단 및 일반 방역분소 위치, 개수 파악 <ul style="list-style-type: none"> - 인구 및 차량 이동의 패턴 분석 결과에 따라 HPAI 확산을 방지하기 위해 통행의 차단이 필요한 점과 방역분소의 위치 및 개수 도출 	<ul style="list-style-type: none"> ○ GIS 기술을 이용해 발생 농가와 인구, 차량 이동 패턴 시각화 및 결과 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 발생농가와 인구·차량이 이동한 지역을 시각화하고 통행차단이 필요한 지점 파악 - 발생농가와 축산차량이 이동한 경로를 분석해 방역분소가 필요한 위치 및 개수 파악 	한국의국어대학교

<ul style="list-style-type: none"> ○ 인력, 차량 이동에 따른 HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석 - 과거 HPAI 발생 사례의 바이러스 전파패턴 분석 - 바이러스 전파 양상과 인력, 차량 이동과의 상관관계 분석 - 위 분석된 결과들을 통해 인력, 차량 이동에 따른 농장의 HPAI 발생위험도 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ HPAI 발생과 확산된 지역과 인력·차량 이동지역의 연관성 파악 - 상관분석 등 통계기법을 활용 - 이동패턴 도출을 위한 사회관계망 및 Shanky 다이어그램 적용 ○ 머신러닝(Machine Learning) 기법을 통해 인력·차량 이동에 따른 HPAI 확산패턴 모델 개발 - 인력·차량 이동 및 가금농장의 축종 등 관련 변수를 활용해 개발 - 이동패턴 도출 및 모델화 ○ 민감도 분석을 통한 방역조치 평가 - 이동 및 확산패턴에 기반하여 차단 및 방역분소에 따른 영향도 분석을 위한 민감도 분석 적용 	<p>한국의국어대학교</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 가금 발생 HPAI 바이러스의 역학지도 구축 - HPAI 발생농가 및 인력·차량의 이동량 및 패턴 시각화 - GIS 기반의 시스템 구축과 사용자 친화적인 디자인으로 활용성과 신속한 의사결정이 가능하도록 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 질병 발생 시 업무에 활용 가능한 시스템 개발 및 구축 - KAHIS와 연계가 가능한 GIS 기반의 의사결정지원시스템 개발 - 인력·차량 이동 데이터 활용이 가능하도록 시스템 개발 - 신속한 의사결정이 가능하도록 소프트웨어 디자인 	<p>케이웨어(주)</p>

(1) 연구 범위(실증 분석 대상)

- 대상 질병: 고병원성조류인플루엔자
- 실증 연구 대상: 인구통계 데이터와 KAHIS의 축산차량의 이동경로 데이터를 활용할 수 있는 최근에 발생한 사례를 연구 대상으로 선정

(2) 연구진의 구성

- 가축질병역학, GIS 공간분석 전문가: 가축질병 역학 분야의 연구 참여 경험과 선행연구 실적을 보유한 GIS 관련 분야 전문가 (케이웨어)
- 다양한 종류와 수준이 불일치한 빅데이터를 분산처리할 수 있는 전문기관(한국외대)
- 데이터를 분석하여 차단조치를 발굴할 수 있는 분석 전문성을 보유한 기관(한국외대)
- 데이터 분석결과를 활용할 수 있는 프로그램 작성이 가능한 전문가(한국외대, 케이티)
- 인구통계 데이터의 분석 경험을 보유한 기관(케이티)

- 축산분야의 데이터 시스템 구축 참여 경험을 보유한 전문 기관(케이티)
- 가금질병 분야 현장 전문가(비오지노키)
- 해외 HPAI 방역정책 및 대안 사례 수집 경험 보유 기관(비오지노키)

(3) 자료 수집 및 구축: GIS 분석을 위한 공간(위치)데이터와 속성데이터 구축

- 기존 가축질병 발생 데이터 및 역학조사 결과 데이터
- 축산농가(농가 위치, 사육두수, 축종 등) 및 축산시설(도축장, 도계(압)장 등) 데이터
- 지형, 도로, 하천 및 저수지, 주요 철새 도래지 등
- 축산차량 이동 데이터: 개인정보 보호 문제로 해당 데이터 취득에 어려움이 있을 수 있음 => 선행 연구의 분석 결과 활용
- 인구통계 데이터: HPAI 발생 농가와 이동위치를 커버하는 지역에 주재한 인구/차량 데이터(개인 식별이 불가능한 통계적 수치 데이터)

2. 연차별 개발목표 및 내용

<1차년도>

가. 연구개발 목표

기관별 1차 년도 개발목표		주요결과물	
참여기업 (케이티)	주 관	<ul style="list-style-type: none"> HPAI 발생 사례 조사 및 분석 대상 선정 및 관련 농장정보 추출 지원 분석 대상 HPAI 발생농가 지역의 인구통계 추출항목 분석 	-인구통계 데이터 추출 항목 정보
	위 탁	<ul style="list-style-type: none"> 분석 대상 HPAI 발생농가 지역의 이동통신 관련 데이터 조사 	-발생 농가 지역에 대한 기지국 관련 정보 분석
협동연구기관 (한국외국어대 학교)	<ul style="list-style-type: none"> KAHIS 데이터와 KT 제공 데이터와 연계된 데이터 마트 구성 발생 예상지역 및 시점으로부터 차량 및 인원 이동경로 시범분석 	<ul style="list-style-type: none"> 분석용 데이터 마트 구성 데이터 마트 구성 설계서 및 코드 이동경로 분석 보고서 	
참여기업 (케이웨어)	<ul style="list-style-type: none"> HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 지리정보와 GIS 공통기능 분석·설계·구현 	<ul style="list-style-type: none"> 지리기반정보 설계서 HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 세부 아키텍처 및 기본기능 분석 설계서 	
주관연구기관 (비오지노키)	<ul style="list-style-type: none"> 질병발생 요인 분석 현행 방역초소의 질병 확산 차단 효과 평가 방역초소의 운영방법 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 방역초소 설정에 따른 질병 차단 효과 평가 질병의 전파·확산에 영향을 주는 요인 추출 	

나. 개발 내용 및 범위

○ 협동연구기관(케이티)

- HPAI 발생 사례 조사 및 분석 대상 선정과 관련 농장정보 추출 지원

- 본 연구에서 분석을 진행할 HPAI 발생 사례들에서 케이티의 이동통신 인구통계 데이터가 추출될 수 있는 시기인지 등을 조사하여 분석 대상으로 적합한지에 대해 검토함
- 농림축산검역본부와 케이티가 공동으로 구축한 ‘빅데이터 방역 의사결정 지원시스템’에서 농장의 위치, HPAI 발생기간 등의 분석 데이터 추출을 지원

- 분석 대상 HPAI 발생농가 지역의 인구통계 추출항목 분석

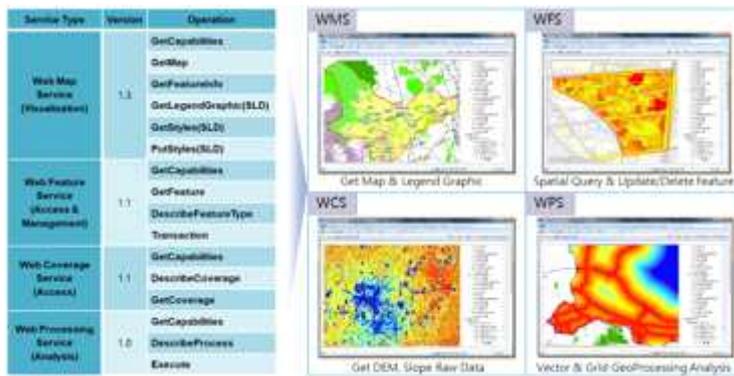
- 일반 인구/차량의 이동패턴 분석을 위해 필요한 인구통계 항목에 대한 조사 및 분석

- 분석 대상 HPAI 발생농가 지역의 이동통신 관련 데이터 조사(위탁)

- 데이터 추출을 위해 분석 대상지역과 분석시점의 과거 이동통신 설비 현황 분석

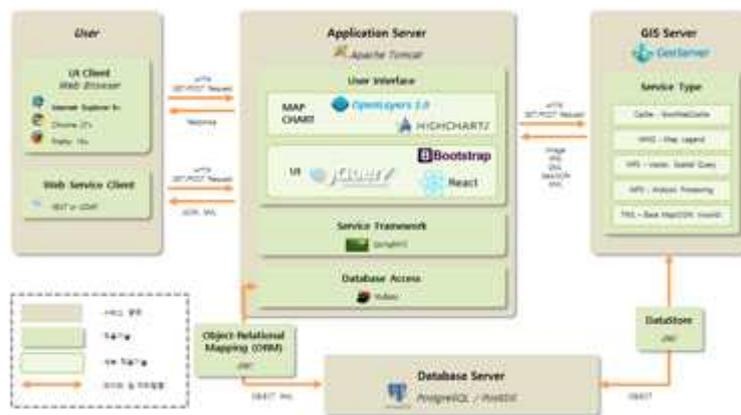
○ 참여기업(케이웨어(주))

- HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 기반 지리정보 구축
 - HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 기반 지리정보 구축
 - 일반인구 및 차량 이동정보, 지리정보(매몰지, 축산농가, 주제도) 등 요구사항 분석과 수집체계 분석
 - 시스템 좌표체계 선정 및 자료 출처별 좌표체계 변환/적재 체계 수립
 - 주소/위치 등 비공간 자료의 공간정보화 방안 수립 및 공간정보화
 - 수집된 기반지리정보 정제 및 공간 DBMS탑재
- HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 GIS 공통기능 분석·설계·구현
 - H가축전염병 확산 예측 시스템 GIS 공통기능 분석·설계·구현
 - OGC 웹 서비스(지도, 피쳐, 분석, 타일(오픈스트리트맵 등) 서비스) 제공 전략 수립 및 공통기능 구현



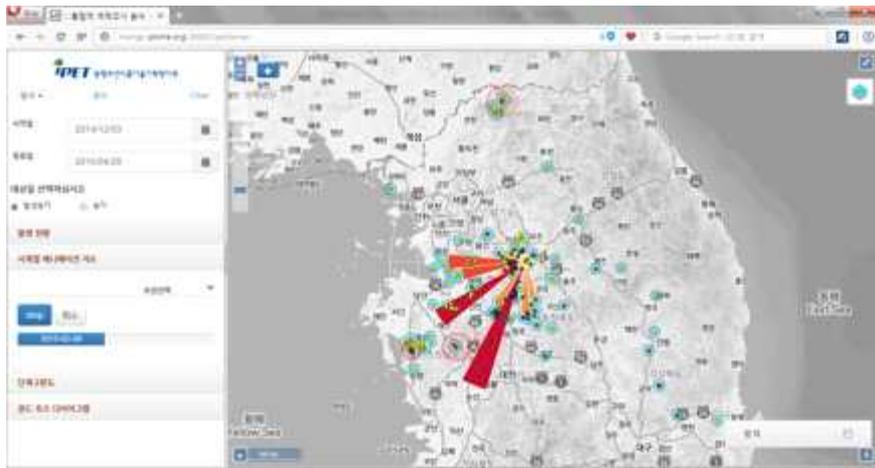
<적용대상 OGC 웹 서비스>

- 오픈소스 GIS 기반 웹 아키텍처 정의



<GIS 기반 아키텍처 예시>

- 수집된 기반지리정보의 목적에 맞는 다양한 시각화 방법 설계 및 분석/처리 프로세스 구현
- 웹 GIS 기반 통계분석기법, 탐색적 공간자료 분석기법 및 OGC 국제표준 적용 방안 수립

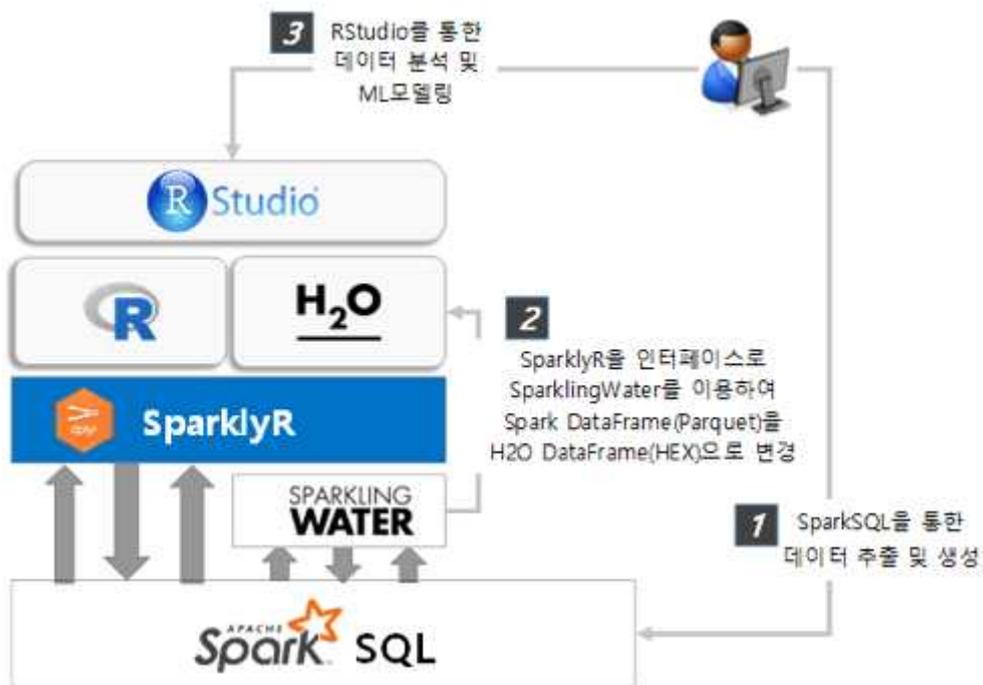


<공간분석 시각화 기법 예시 - Wind-Rose Map>

○ 참여연구기관(한국외국어대학교)

- KAHS 데이터와 KT 제공 데이터와 연계된 데이터 마트 구성

- 분단위 이동경로 데이터 구성을 위해 대용량 데이터 처리 데이터 분석 환경을 구축하여야 함
- 이를 위해 Spark 기반의 분산처리 환경을 구축하고, 구성된 데이터와 데이터 분석을 동일 환경에서 처리할 수 있도록 하여야 함
- 구성된 분산 데이터 처리 및 분석환경 하에 이동경로를 분석할 수 있는 데이터 마트를 구성함



<Spark기반의 데이터분석 환경 구성도>

- 발생 예상지역 및 시점으로부터 차량 및 인원 이동경로 시범분석
 - HPAI 발생 출원지로 예상되는 장소와 시기로부터 KT 제공 데이터로부터 이동경로를 구성함
 - 이동경로를 시간을 고려한 연관관계로 표현하여 그 원인과 확산특징을 도출함
 - 1차년도에의 경우, 제안 연구방법의 타당성을 검증하기 위해 HPAI 후보 발생지 1~2개 지역을 대상으로 수행함

○ 주관연구기관(비오지노키)

- HPAI 발생요인 분석
 - 데이터와 현장간의 실제 상관관계 분석과 실제 방역현장의 수행능력 파악
- 현행 방역초소의 질병확산 차단 효과 평가
 - 방역초소의 역학적인 영향도 분석
- 방역초소의 운영방법 분석
 - 초소별 운영방식과 실제 수행방식 파악
 - 방역초소 위치 설정에 따른 질병 차단효과 평가
 - 질병의 전파와 확산에 영향을 주는 요인 추출

<2차년도>

가. 연구개발 목표

기관별 2차년도 개발목표		주요결과물	
참여기업 (케이티)	주관	<ul style="list-style-type: none"> HPAI 발생농가 지역의 일반 인구/차량 이동 패턴 분석을 위한 인구통계 빅데이터 가공 추출 및 전처리된 인구통계 빅데이터 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 대상지역의 인구통계 현황 빅데이터 이동패턴 분석을 위해 이동경로 정보가 가공된 데이터
	위탁	<ul style="list-style-type: none"> 분석 대상 지역의 인구통계 기초데이터 추출 	<ul style="list-style-type: none"> 이동통신 CDR 기반의 특정지역 인구통계 데이터
협동연구기관 (한국외국어대학교)	<ul style="list-style-type: none"> KAHIS 데이터와 KT 제공 데이터와 연계된 데이터 마트 완성 HPAI 발생 후보지로부터 이동패턴에 따른 확산 주요원인 발굴 로직 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 최종 분석용 데이터 마트 구성 및 개발보고서 확산원인 분석보고서 머신러닝 기반 이동패턴 및 확산원인 발굴을 위한 알고리즘 및 기술보고서 	
참여기업 (케이웨어)	<ul style="list-style-type: none"> HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 GIS 기반 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 기반지리정보 상세 설계서 가축전염병 확산 예측 시스템 상세기능 설계서 	
주관연구기관 (비오지노키)	<ul style="list-style-type: none"> 현장사례 수집 및 분석결과 매치업 해외 방역사례 조사 	<ul style="list-style-type: none"> 분석결과와 현장결과의 비교 데이터 해외 방역사례 보고서 	

나. 개발 내용 및 범위

○ 협동연구기관(케이티)

- 분석을 위해 필요한 인구통계 데이터 추출 항목 정의
 - 추출 대상 지역의 이동통신 기지국 및 시그널데이터의 요약 및 기초 통계 분석
 - HPAI 발생농가 지역의 일반 인구/차량 이동패턴 분석을 위해 필요한 인구통계 데이터 항목에 대한 조사
- 인구통계 데이터 추출 (위탁)
 - 추출 대상 지역의 이동통신 기지국 및 시그널데이터 추출 및 비식별화, 수치요약
 - 추출 대상 인구의 지역별 이동통신 기지국 및 시그널 추출 및 비식별화, 수치 요약
- HPAI 발생농가 지역의 일반 인구/차량 이동패턴 분석을 위한 데이터 형태로 인구통계 빅데이터 가공
 - 인구통계 데이터의 인구항목 세분화(도보/차량 등)
 - 지역별 인구 통계 데이터의 시계열 가공을 통해 이동경로별 인구통계를 추출할 수 있는 형태로 데이터 전처리

- 인구통계 빅데이터 제공

- 분석기관이 요구사항에 맞는 자료 형태로 데이터 익스포트 및 제공

○ 참여연구기관(한국의국어대학교)

- HPAI 발생 후보지로부터 이동패턴에 따른 확산 주요원인 발굴 로직 개발

- 시계열적 마이닝 방법 중 하나인 순차적 연관관계를 적용함
- 연관관계를 표현한 데이터로부터 Shanky 다이어그램을 도시화하기 위한 d3(Data-Driven Document) 패키지에 작용함
- d3 적용을 위해 연관관계 데이터를 JSON으로 변경하는 기술 적용

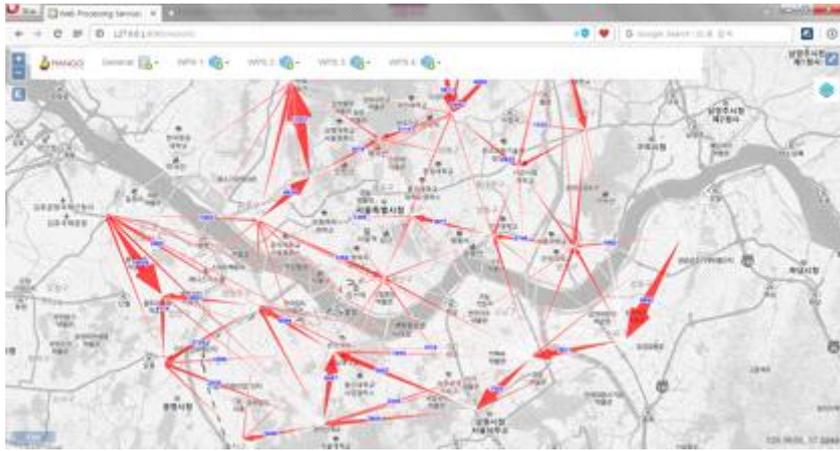


<이동패턴에 따른 확산 주요원인 발굴 로직 구현 이미지>

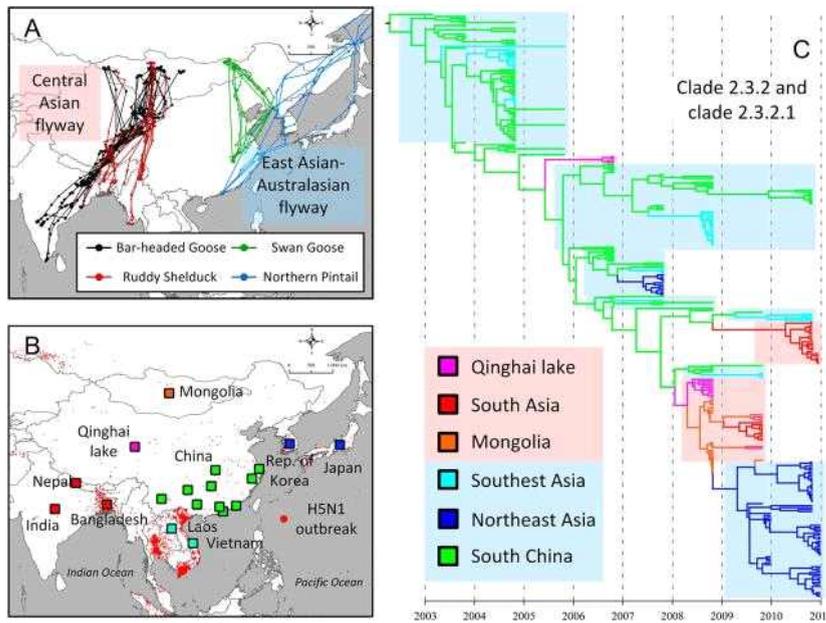
○ 참여기업(케이웨어(주))

- HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 GIS 기반 구현

- 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 개발
 - 국내 HPAI 발생 정보의 GIS기반 다양한 시각화 기법(포인트 Clustering, Density, Flow Map, 시계열 애니메이션 등) 적용
 - 국내 발생 HPAI 항원 유전자 계통 관계도(Phylogenetic Relationship of HPAI) GIS 기반 시각화 구현



<Flow Map 시각화 예시>



<Phylogenetic Relationship of HPAI 시각화 예시>

- HPAI 발생 바이러스 전파 역학조사 지원 시각화 시스템 개발
 - GPS 축산차량 이동정보, 농장 반출입 자원 정보에 기반한 지역별(권역별) HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석 지원 시스템 구현
 - 축산 네트워크 정보를 활용한 지역별(권역별) 축산물 이동량, 패턴 분석 지원 시스템 구현
 - KT 인구통계 데이터 분석 기반 HPAI 검출 지역, 발생농가 인구 이동량, 패턴 시각화 지원 시스템 구현

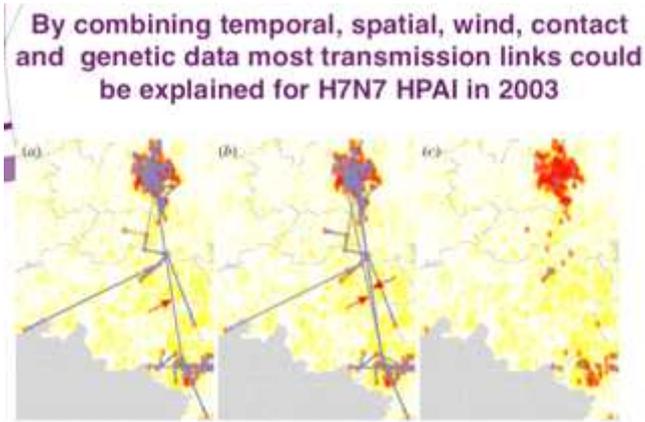
○ 주관연구기관(비오지노키)

- 현장사례 수집 및 분석결과 매치업

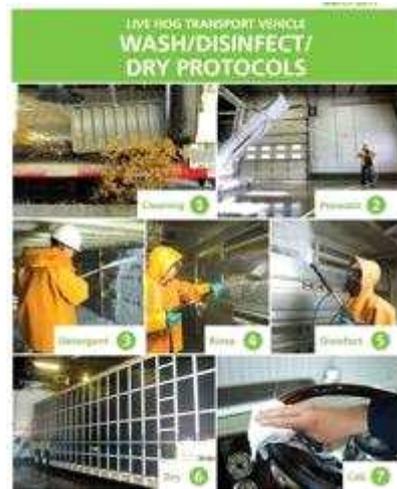
- 현장인력 인터뷰를 통한 소독, 세척 현황 분석
- 개선된 방역초소와 기존 방역초소의 효능비교 평가
- 1차년도 이동사례 분석을 통한 2차년도 연구결과 현장 피드백

- 해외 방역사례 조사

- 네덜란드와 독일 방문, 방역분소 운영사례 수집 및 통제대책과 프로세스 분석
- 해외 선진 방역사례를 분석하여 정책건의와 3년차 현장에 반영 건의



[네덜란드에서 분석한 공간변수들과 바이러스 전파 상관관계]



[캐나다 동물운반차량의 방역 프로세스]

<3차년도>

가. 연구개발 목표

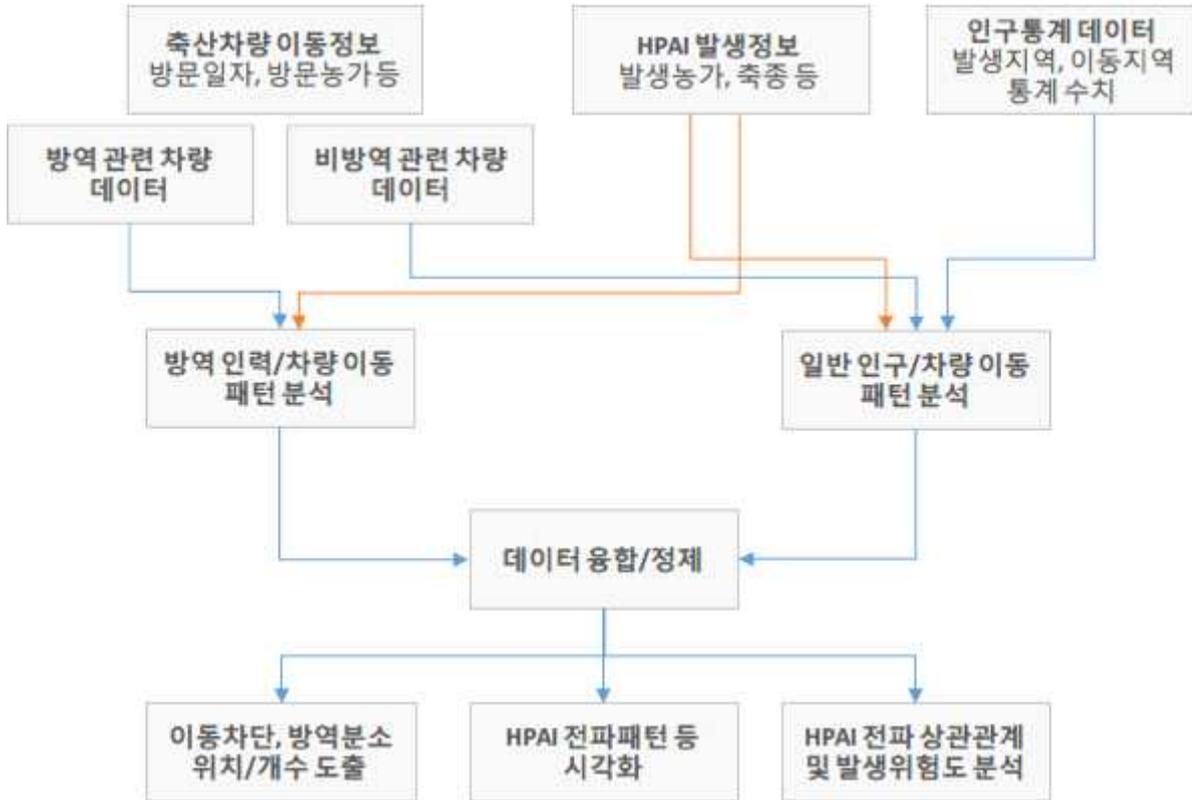
기관별 3차년도 개발목표		주요결과물
협동연구기관 (케이티)	주관	<ul style="list-style-type: none"> - 대상지역의 인구통계 현황 빅데이터 - 분석 대상 지역의 인구통계 데이터와 가공된 데이터
	위탁	
협동연구기관 (한국외국어대학교)	<ul style="list-style-type: none"> • 2차년도 결과 현장 적용 및 검증 • 머신러닝 기반 이동 및 확산패턴 정교화 • HPAI 확산방지 조치에 대한 영향도 검증 • 주요 데이터시각화 요건도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 최종 보고서 - 데이터시각화 요건
참여기업 (케이웨어)	<ul style="list-style-type: none"> • HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 GIS 기반 구현 	<p>[주요 문서]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 통합 시험 결과서 - 테스트베드 현장적용 시험 결과서 <p>[주요 시제품]</p> <ul style="list-style-type: none"> - HPAI 발생 역학적 영향도 분석 지원 시스템
주관연구기관 (비오지노키)	<ul style="list-style-type: none"> • 개선된 방역초소의 질병 확산 차단 효과 평가 • 운영방안 시뮬레이션 및 현장적용 • 정책건의 및 실제 운영상황 피드백 	<ul style="list-style-type: none"> - 방역지역 설정에 따른 질병 차단 효과 평가 - 효율적 운영방안 SOP

가. 개발 내용 및 범위

○ 협동연구기관(케이티)

- 분석을 위해 필요한 인구통계 데이터 추출 항목 정의
 - 추출 대상 지역의 이동통신 기지국 및 시그널데이터의 요약 및 기초 통계 분석
 - 유의한 HPAI 전파와 발생위험도 분석을 위해 필요한 인구통계 데이터 항목에 대한 조사
- 인구통계 데이터 추출 (위탁)
 - 추출 대상 지역의 이동통신 기지국 및 시그널데이터 추출 및 비식별화, 수치요약
 - 추출 대상 인구의 지역별 이동통신 기지국 및 시그널 추출 및 비식별화, 수치 요약
- HPAI 전파 및 발생위험도 분석을 위한 데이터 형태로 인구통계 빅데이터 가공
 - 인구통계 데이터의 인구항목 세분화(도보/차량 등)
 - 지역별 인구 통계 데이터의 시계열 가공을 통해 이동경로별 인구통계를 추출할 수 있는 형태로 데이터 전처리

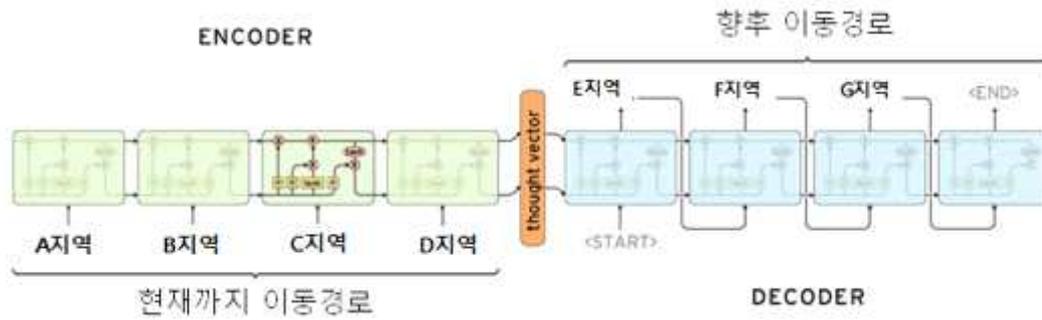
- KAHIS 축산차량 데이터와 결합할 수 있는 형태로 데이터 처리
- 인구통계 빅데이터 제공
 - 분석기관이 요구사항에 맞는 자료 형태로 데이터 익스포트 및 제공



[그림. HPAI 발생과 인구/차량이동의 역학적 영향도 분석과정 도식도]

○ 참여연구기관(한국외국어대학교)

- 머신러닝 기반 이동 및 확산패턴 정교화
 - 시계열적 데이터에 적용하는 딥러닝 방법인 재귀적 신경망(Recurrent Neural Network)을 응용한 seq2seq 알고리즘을 활용하여, 위치별 이동패턴을 모델링화하여 입력이나 이동패턴을 모델링화 함
 - 본 기술의 응용은 검색엔진에 단어를 입력할 때 관련 주요 키워드가 추천되는 예로 이해할 수 있음
 - 이를 통해 연관분석이나 Shanky 다이어그램으로 사람의 조작에 의한 확산패턴의 이해를 넘어, 기계가 인식할 수 있는 패턴 모델링이 가능하여, 향후 패턴발굴 자동화가 가능함

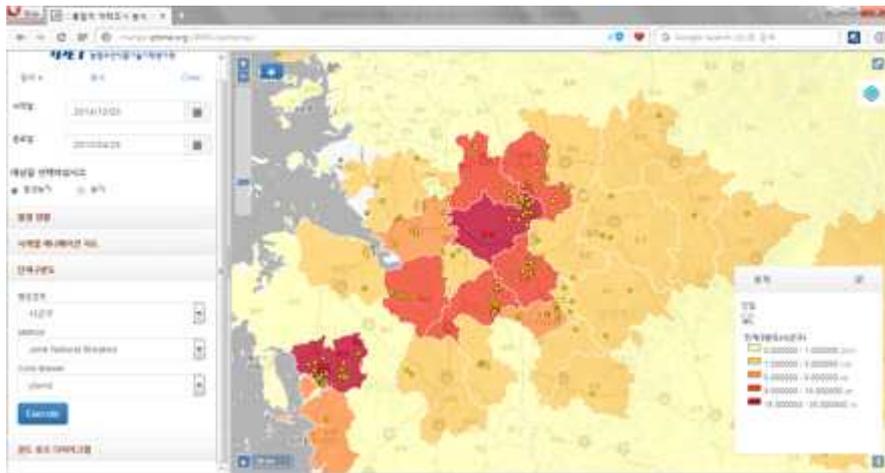


<seq2seq 알고리즘에 의한 이동 패턴 모델링>

○ 참여기업(케이웨어(주))

- HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스템 GIS 기반 구현

- 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 개발
 - 감염압력의 지수화 및 시각화 시스템 고도화
 - 통합 시험과 검증
- HPAI 발생 바이러스 전파 역학조사 지원 시각화 시스템 개발
 - 지역별(권역별) 대응 시스템, 축산 네트워크, 인구통계 정보를 활용한 지역별(권역별) HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석 지원 시스템 고도화
 - 축산 네트워크 정보를 활용한 지역별(권역별) 축산물 이동량, 패턴 분석 지원 시스템 고도화
 - KT 인구통계 데이터 분석 기반 HPAI 검출 지역, 발생농가 인구 이동량, 패턴 시각화 지원 시스템 고도화



<공간통계분석기법의 시각화 예시>

- 통합 시험과 검증

○ 주관연구기관(비오지노키)

- 개선된 방역초소의 질병확산 차단 효과 평가
 - 현장공무원과 전문가 서베이
 - 현장인력 인터뷰를 통한 소독, 세척 현황 분석
- 운영방안 시뮬레이션 및 현장적용
 - 변화된 이동패턴 및 효율성 분석
 - 해외사례 유사적용 초소에 대한 방역능력 비교
- 정책건의 및 실제 운영상황 피드백
 - 효율적인 운영방안 SOP 제안



[일반적인 초소의 차량분무 소독시설]



[건물 밀폐형 자동화 소독시설]

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발의 추진전략 및 방법

- 참여기관 : 개발 목표 달성을 위하여 인구통계와 지리적 분석의 데이터를 (주)케이티와 위탁기관에서 제공하면, 차량 및 인력이동 데이터를 한국외국어대학교 통계학과에서 이동량 패턴과 바이러스 타입별 상관관계를 분석하고, GIS 기반의 다양한 의사결정 지원시스템 개발 경험을 보유한 (주)케이웨어가 상호 협력하여 바이러스 역학지도를 구축함. 그 결과를 토대로 개선된 GIS 기반의 방역초소 위치 및 갯수를 도출하고, 가금질병 분야에서의 풍부한 현장경험과 정책건의 및 분석 경험을 보유한 (주)비오지노키에서 현장역학과 해외사례를 바탕으로 한 통제 운영 계획을 수립하여 정책에 반영될 수 있도록 건의함.
- 자문단 구성 : 개발 목표 달성을 위하여 산업계와 학계 자문단을 구성
 - 축산분야의 임원과 학계의 수의역학 전문가, 협회 실무자 등을 자문위원으로 위촉하여 자문위원단을 구성하고 연구 방향 및 결과물에 대하여 자문을 받고 과기부 연구과제와 함께 공동 협의를 진행하며 과제를 수행함.
 - 발병지역 및 해당지역에서 활동하는 가금전문수의사들을 자문위원으로 선정하여 인터뷰하고 농장과 통제방법에 따른 실무 운영상의 장단점을 진단함
 - 농림축산검역본부의 역학조사과 실무 담당자들과는 연구 과정과 성과를 공유하고 지속적인 정보교환을 통하여 현장의 경험이 반영될 수 있도록 함

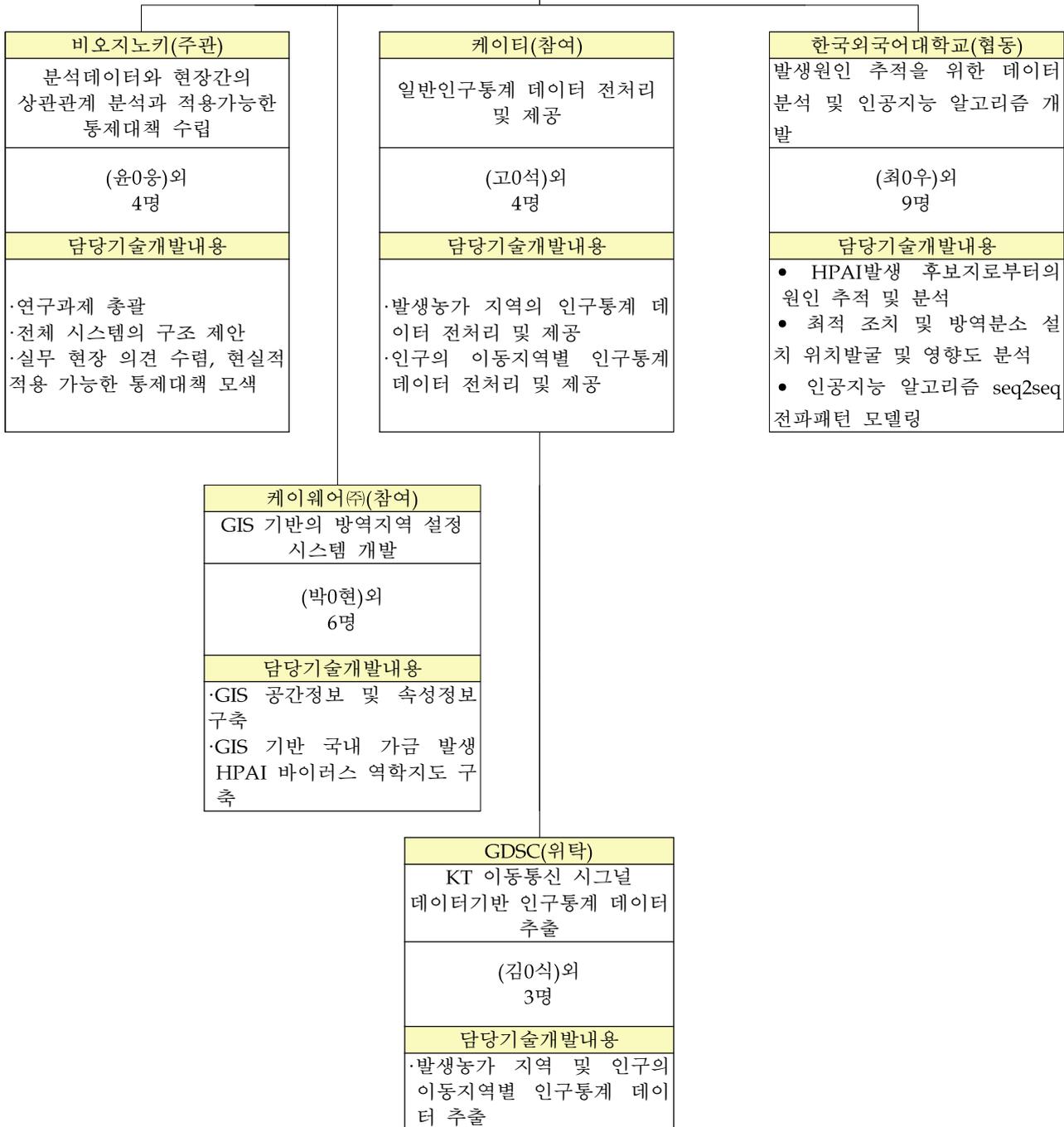
구분	이름	소속	직위	전문 분야
축산	이0현	한국오리협회	전무	오리산업
	김0진	양계협회	부장	양계
	가금전문 수의사	해당지역 가금전문수의사	원장	현장, 차단방역
대학	권0준	서울대학교	교수	조류질병
	김0중	한국농촌경제연구원	부연구위원	축산경제
	박0일	강원대학교	교수	수의역학

- 협업방법 : 과제의 성공을 위한 참여기관 간의 협업적, 조직적 관리를 위해 2개월에 1회 빈도로 오프라인 미팅과 워크숍을 가지면서 협업을 진행함. 2020년 코로나19로 온라인 컨퍼런스 시스템을 활용하여 필요에 따라 4차례 과제내용 협의를 진행하였음.
- 과제결과 검증 방안 : 제시된 정량적 평가항목에 대한 검증을 위하여 자체평가 워크숍을 개최, 진행 상황 보고와 정량적 기준에 대한 평가를 수행
 - 특히, 참여기관들은 실무 적용 부서인 농림축산검역본부 역학조사과와의 긴밀한 업무 협조를 통하여 성과물의 완성도와 활용도 극대화

제 2 절 연구개발의 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구	주관연구책임자 (윤0웅)의 총 30명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중소기업	2	12
대기업	1	9
대 학	1	10



제 3 절 연구개발 추진일정

1차년도																	
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	인구통계 데이터 추출 사전 작업															20,000	고0석 (케이티)
2	HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스 템 지리정보와 GIS 공통기능 분 석·설계·구현															20,000	박0현 (케이웨어)
3	데이터 마트 구성 이동경로 시범분석															80,000	최0우 (한국외대)
4	방역초소 평가 운영방법 분석															43,000	윤0웅 (비오지노 키)
2차년도																	
1	인구통계 데이터 추출															20,000	고0석 (케이티)
2	인구통계 데이터 가공															15,000	고0석 (케이티)
3	HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스 템 GIS 기반 구현															50,000	박0현 (케이웨어)
4	데이터마트 완성 확산원인 발굴 로 직 개발															100,000	최0우 (한국외대)
5	분석사례 현장매칭 해외사례분석															140,000	윤0웅 (비오지노 키)
3차년도																	
1	인구통계 데이터 추출															45,000	고0석 (케이티)
2	인구통계 데이터 가공															50,000	고0석 (케이티)
3	HPAI 발생 역학적 영향도 분석 시스 템 GIS 기반 구현															50,000	박0현 (케이웨어)
4	현장적용 검증 데이터 시각화 요건 도출															50,000	최0우 (한국외대)
5	seq2seq 알고리즘 에 의한 위치 기반 전파 패턴 모델 개 발															50,000	최0우 (한국외대)
6	결과현장적용 검증 정책건의															140,000	윤0웅 (비오지노 키)

제 4 절 연구수행 내용

1. (주) KT

가. 1차 년도 연구결과 (KT)

(1) HPAI 발생 사례조사 및 분석 대상 선정 관련 농장정보 추출 지원

- (가) 본 연구에서 분석을 진행할 HPAI 발생 사례들에서 케이티의 이동통신 인구통계데이터가 추출될 수 있는 시기인지 등을 조사하여 분석 대상으로 적합한지에 대해 검토함
- 인구통계 데이터 추출해 활용한 이동통신 시그널 데이터로 LTE 시그널 데이터 활용 결정
 - LTE는 무선 통신 관련 국제 표준을 관장하는 3GPP에서 정한 이동통신 규격으로 3G 통신보다 빠른 데이터 전송속도를 제공하는 것이 대표적인 특징임
 - LTE는 SIAP 표준 규격의 이동통신 시그널 데이터를 통해 인구를 통계/데이터화할 수 있기 때문에 LTE를 활용하는 것이 유리함
- (나) 농림축산검역본부와 케이티가 공동으로 구축한 ‘빅데이터 방역 의사결정 지원시스템’에서 농장의 위치, HPAI 발생기간 등의 분석 데이터 추출을 지원
- 농림축산검역본부의 ‘빅데이터 방역 의사결정 지원 시스템’의 실제 개발 담당자의 자문을 통해 시스템 현황 파악
 - 데이터 저장/처리에 활용하는 시스템 현황
 - 활용 가능 데이터의 종류 및 형상
 - 검역본부에서 발생농장의 방문차량을 추출하는 기간
 - HPAI 위험도 분석을 위한 각 workflow 단계들의 데이터 전처리 과정

(2) 분석대상 HPAI 발생농가 지역의 인구통계 추출항목 분석

- (가) 일반 인구/차량의 이동패턴 분석을 위해 필요한 인구통계 항목에 대한 조사 및 분석
- 농림축산검역본부의 ‘빅데이터 방역 의사결정 지원 시스템’의 실제 개발 담당자의 자문을 통해 시스템 현황 파악
 - 일반 인구/차량의 이동 패턴 분석을 위한 통계 항목 정의
 - 일자
 - ✓ 일자는 기준일(HPAI 바이러스 검출일)과 이동일자를 포함
 - 일자별 시간대
 - ✓ 시간대는 분석과정에서 원활한 분석을 위해 추출하지 않거나 일단위로 결합이 가능함

(3) 분석대상 HPAI 발생농가 지역의 이동통신 관련 데이터 조사

(가) 데이터 추출을 위해 분석 대상지역과 분석시점의 이동통신 현황 분석

- ‘17/’ 18년 경기도에서 HPAI가 발생한 농장에 대해 발생 시점의 LTE 기지국 현황에 대한 분석 시행
 - ‘18년 1월 3일 발생 건 : 발생농장 최인근 기지국 2국소
 - ‘18년 1월 26일 발생 건 : 발생농장 최인근 기지국 1국소
 - ‘18년 1월 27일 발생 건 : 발생농장 최인근 기지국 1국소
 - ‘18년 3월 16일 발생 건 : 발생농장 최인근 기지국 2국소

나. 2차 년도 연구결과 (KT)

(1) HPAI 발생농가 지역의 일반 인구/차량 이동패턴 분석을 위한 인구통계 빅데이터 가공

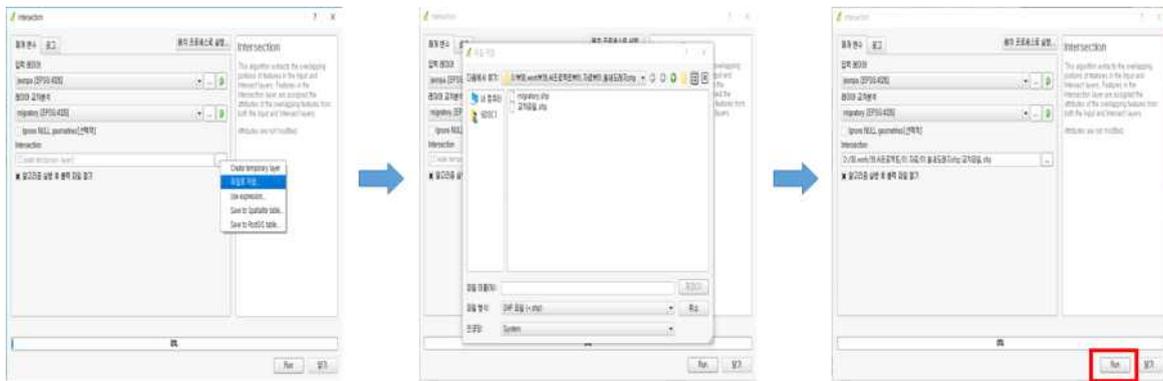
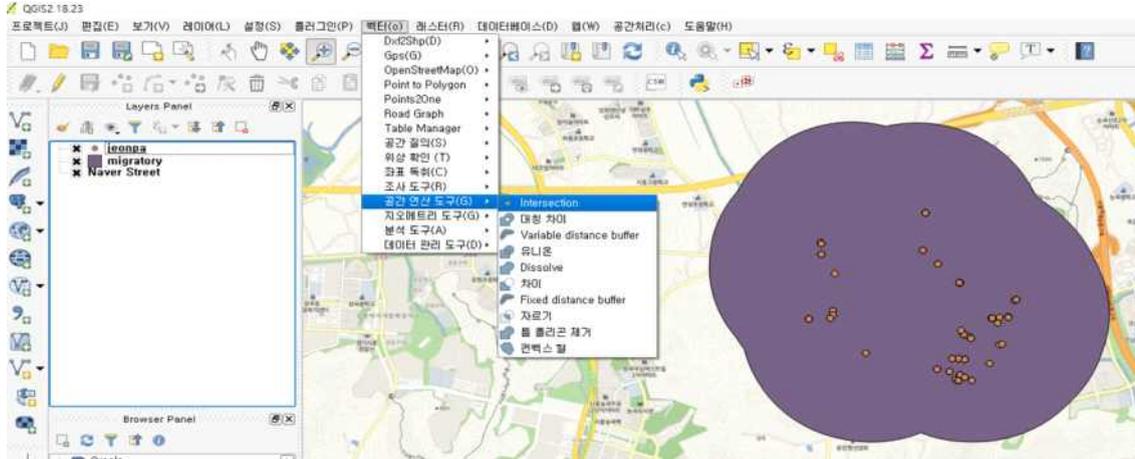
(가) 분석대상을 ‘17/’ 18년 겨울 HPAI 발생 건으로 정하고 해당 발생농장에 대한 정리/분석 진행

발생일 (시료채취일)	시도	시군구	읍면동	축종 / 사육두수 / 바이러스유형
2017-11-17	전북	고창	OO면	육용오리 / 12,500 / 고창형
2017-12-10	전남	영암	OO면	종오리 / 11,500 / 영암형
2017-12-19	전남	영암	OO면	육용오리 / 31,300 / 영암형
2017-12-22	전북	정읍	OO면	육용오리 / 29,000 / 영암형
2017-12-26	전남	영암	OO면	종오리 / 9,700 / 영암형
2017-12-26	전남	고흥	OO면	육용오리 / 17,500 / 영암형
2017-12-28	전남	나주	OO면	종오리 / 23,620 / 영암형
2017-12-28	전남	영암	OO면	육용오리 / 36,800 / 영암형
2018-01-01	전남	고흥	OO면	육용오리 / 8,300 / 영암형
2018-01-03	경기	포천	OO면	산란계 / 197,000 / 고창형
2018-01-04	전남	고흥	OO면	종오리 / 22,000 / 영암형
2018-01-07	전남	나주	OO면	육용오리 / 16,500 / 영암형
2018-01-09	전남	장흥	OO면	육용오리 / 14,500 / 영암형
2018-01-10	전남	강진	OO면	종오리 / 5,900 / 영암형
2018-01-26	경기	화성	OO면	산란계 / 147,700 / 고창형
2018-01-27	경기	평택	OO읍	산란계 / 143,477 / 영암형
2018-02-04	충남	당진	OO읍	육용종계 / 24,400 / 당진형
2018-02-08	충남	천안	OO구	산란계 / 21,721 / 영암형
2018-03-12	충북	음성	OO면	육용종계 / 10,000 / 고창형
2018-03-16	경기	평택	OO면	산란중추 / 486,000 / 고창형
2018-03-16	경기	양주	OO면	산란계 / 26,460 / 고창형
2018-03-17	충남	아산	OO면	산란계 / 30,466 / 당진형

< ‘17/’ 18년 HPAI 발생농장 지역 >

(나) 발생농장 커버리지 기지국 정보 매핑

- 발생농장의 주소를 지도로 확인해 위경도를 찾고 기지국의 위경도 정보를 이용해 발생농장을 커버하는 기지국 정보를 확인
- QGIS 프로그램을 통해 발생농장과 기지국 정보의 교차분석 진행



< QGIS 프로그램 상에서 기지국과 발생농장 교차분석 진행화면 >

(다) 기지국 정보를 읍/면/동 단위로 그룹화 및 비식별화

- 기지국에 정보를 담지 않은 무작위 일련번호를 부여한 후, 기지국의 정보를 읍/면/동에서 절삭하여 기지국의 주소 정보를 그룹화함
- 예) 그룹화한 정보 예시

재부여일련번호(기지국)	시/도	시/군/구	읍/면/동
B2793	서울시	종로구	00동

(라) 21개 발생농장에 대한 추출된 기지국 정보 확인

(2) 추출 및 전처리된 인구통계 빅데이터 가공

(가) 데이터 추출 및 전처리 전체 연산 과정 도식도



(나) 시계열로 가공 연산 및 데이터 컬럼 정보

- 시계열 가공 연산: AI발생일(시료 채취일)을 기준으로 과거 21일간 발생농장 방문자(인구)의 일시를 정리하고, 각 인구가 해당 날짜별로 이후 21일간의 방문일을 추출함
- 데이터 컬럼 정보
 - 시간대
 - 주소 정보(시도, 시군구, 읍/면/동)
 - 비식별된 인구수

(3) 분석대상 지역의 인구통계 기초데이터 추출

(가) 인구통계 데이터 추출 과정

- 분석대상 지역 기지국에서 발생일로부터 과거 21일간 위치한 인구를 이동통신 시그널 데이터를 이용해 일자별로 추출
- 일자별로 추출된 각 인구가 분석대상 지역 방문일 이전 21일간 이동한 지역을 분석할 수 있는 이동통신 시그널 데이터 추출
- 추출된 시그널 데이터를 통해 인구/지역별 통계 생성

(나) 위 과정으로 추출된 인구통계 데이터는 전처리 연산을 통해 아래 2개 목적으로 활용

- 발생농장으로부터 야생조류의 HPAI 바이러스 검출지역까지의 이동패턴 모델링 및 분석을 위해 협동연구기관 한국외대로 전달
- 야생철새가 도래하는 시기에 야생철새 도래지에 위치한 인구의 이동통계를 분석하여 정부의 방역작업에 활용할 수 있는 데이터 생성

(다) 야생철새 도래지 인구이동 통계 데이터 생성

- 정부에서 관리하는 야생철새 AI항원 중점방역관리지구의 각 지역을 분석대상 지역으로 정하여 이동통신 시그널 데이터를 추출하기 위한 시점을 정함(본 2차년도 연구에서는 2018년 10월 한달을 기준 기간으로 정하였음)

- 정부에서 관리하는 야생철새 중점방역 관리지구는 아래 검역본부, 환경부의 야생조류 예찰지역 정보를 활용하였음

시도	기관별 구분		
	방역본부 (단독 33)	중복지역 (35)	환경부(단독 28)
서울 경기	강서지구, 신대저수지, 서호, 안성천, 경안천, 상패천, 왕송호수, 한강하구, 황구지천, 문산천, 포천천, 진위천, 남한강(양평-여주)	중랑천, 탄천, 안양천, 청미천, 시화호	남양호, 화성호, 임진강, 팔당호, 공릉천 하류/중류
강원	한탄강(동송읍), 토교저수지	섬강	철원평야, 남대천(강릉), 소양강 하류, 원주천, 남대천(양양)
충북	보강천, 백곡지	미호천, 무심천	
충남	천수만, 송정저수지, 도당천, 논산천	풍서천, 곡교천, 금강호, 병천천, 간월호, 봉강천, 삼교호, 해미천, 봉선저수지,	아산호, 잡홍지, 대호, 무한천, 부남호, 석문간척지
전북	조류지	금강하구둑, 만경강, 동립지, 동진강	전주천
전남	산수저수지, 함평대동저수지, 사내간척지, 만덕간척지, 고막원천 주암댐,	영산강, 영암호, 고천암, 순천암	금호호, 우습제, 강진만, 지석천, 황룡강
대구 경북	형산강	김천(감천), 금호강, 구미(해평)	고령 낙동강
부산 울산 경남	장척저수지, 양산천, 양상발생지, 태화강, 낙동강(삼랑진-대동)	주남저수지, 창녕우포, 사천만, 낙동강하구	목포, 사지포, 산남지, 동판, 화포천
제주		하도리, 용수저수지, 오조리(성산포)	

- 위 “농식품부, 환경부 야생조류 예찰지역” 에서 중복지역으로 분류된 지역에 대해 야생철새 도래지 인구이동 통계데이터를 생성하고자 하며, 2차년도 연구에서는 시범적으로 2개 국소를 추출하고 분석하여, 연구기관 및 전문위원의 자문을 통해 통계 데이터와 분석방안을 보안하고자 함
- 해당 예찰지역에 대해 GIS 정보를 확보하여 이동통신 기지국과의 지리적인 분석을 위해 협동연구기관인 “케이웨어” 에서 확보한 철새도래지 QGIS shape 정보 활용.



< QGIS 프로그램 상에서 전국 철새도래지 shape 파일을 지도에 표시한 화면 >

(라) 야생철새 도래지 인구이동 통계 데이터 분석 결과

① 대동댐 지역 인구통계 데이터

㉠ 대동댐

- 위치 : 전라남도 함평군 00면 일대



< 철새도래지(대동댐) 위치 이미지 >

㉔ 인구이동지역(이동사람비율 기준 상위 20개)

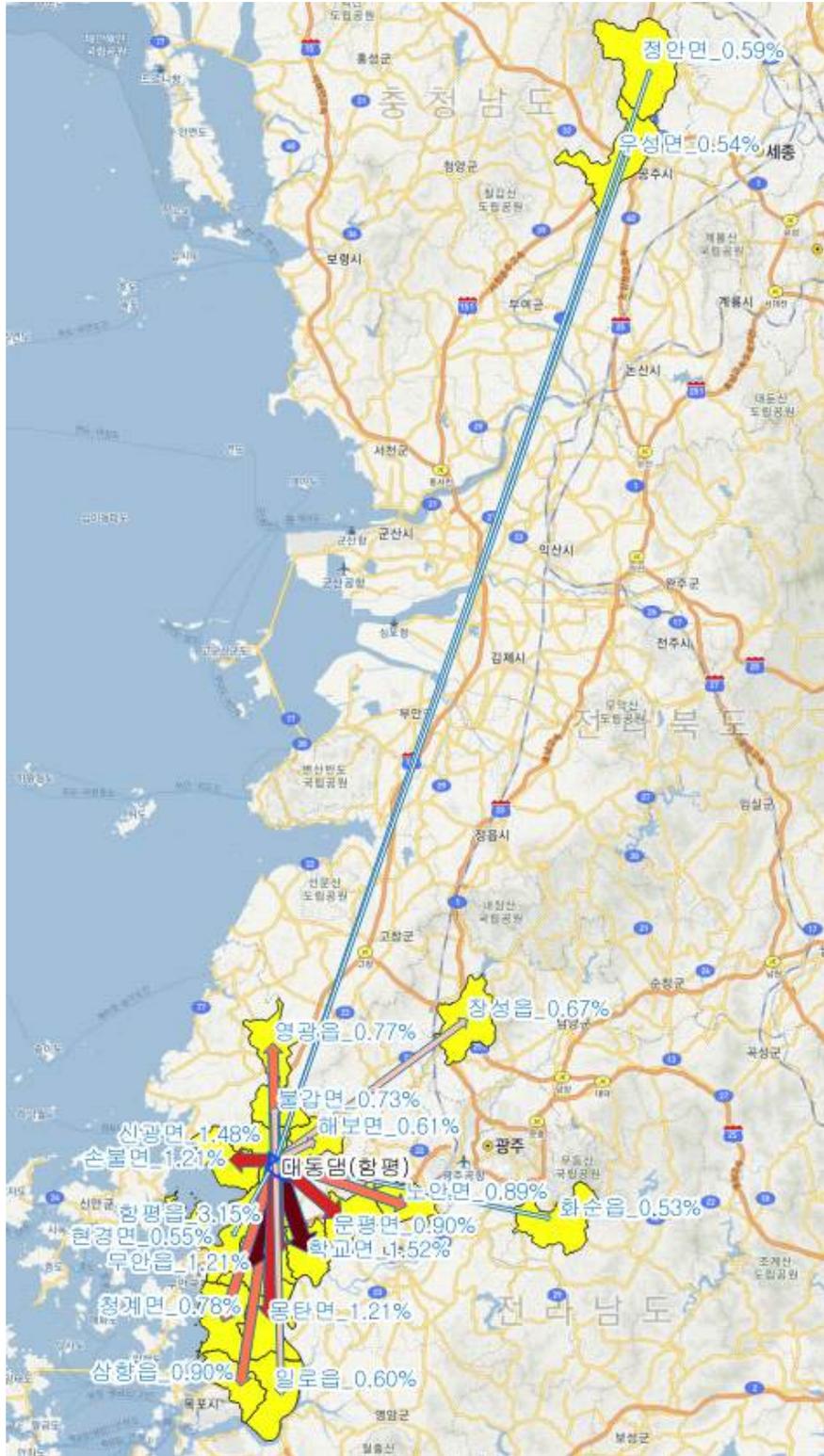
- 시도 기준으로 전라남도, 충청남도로 나타났음
- 시군구 기준으로 함평군 인구가 많이 방문한 것으로 나타났음
- 대동댐으로 인구 이동 집계 상위 20개를 확인 결과 방문회수와 사람수는 전라남도 함평군 함평읍 지역 주민들이 많은 것으로 나타났음

시도	시군구	읍면동	방문회수 비율	방문사람수 비율
전라남도	함평군	함평읍	3.15%	10.87%
전라남도	함평군	학교면	1.52%	2.55%
전라남도	함평군	신광면	1.48%	5.09%
전라남도	무안군	무안읍	1.21%	2.09%
전라남도	무안군	몽탄면	1.21%	0.54%
전라남도	함평군	손불면	1.21%	2.18%
전라남도	함평군	엄다면	0.98%	1.08%
전라남도	무안군	삼향읍	0.90%	2.20%
전라남도	나주시	문평면	0.90%	0.60%
전라남도	나주시	노안면	0.89%	0.49%
전라남도	무안군	청계면	0.78%	0.56%
전라남도	영광군	영광읍	0.77%	0.18%
전라남도	영광군	불갑면	0.73%	0.17%
전라남도	장성군	장성읍	0.67%	0.33%
전라남도	함평군	해보면	0.61%	0.25%
전라남도	무안군	일로읍	0.60%	0.24%
충청남도	공주시	정안면	0.59%	0.17%
전라남도	무안군	현경면	0.55%	0.28%
충청남도	공주시	우성면	0.54%	0.11%
전라남도	화순군	화순읍	0.53%	0.24%

< 이동지역 표 >

㉔ 전체 이동지역(방문회수)

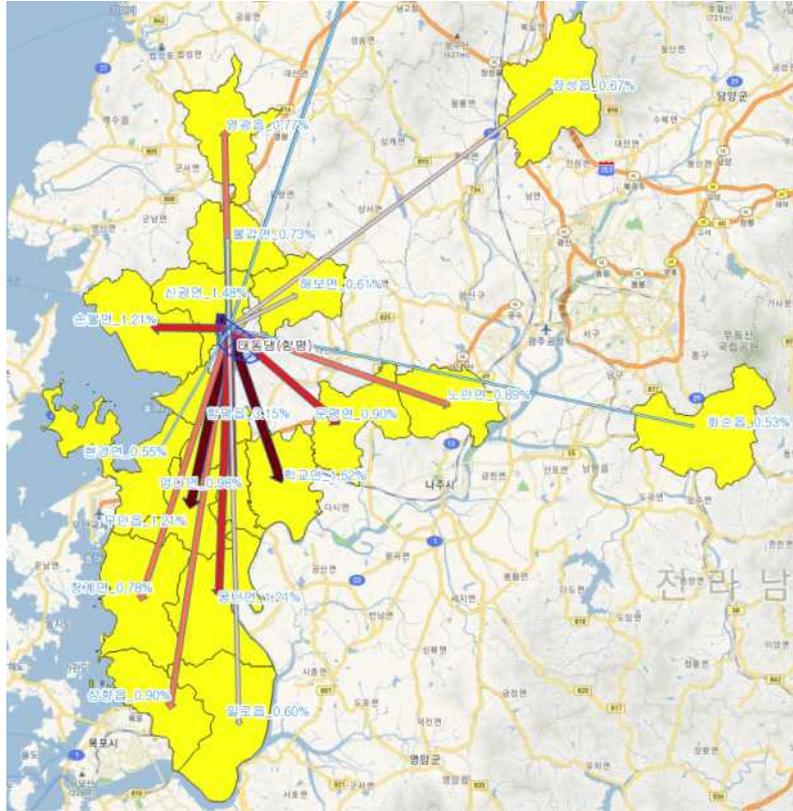
- 전체 이동 지역을 시각화로 표현한 결과 대부분이 철새도래지 지역 근처인 전라남도이며, 충청남도 지역도 포함 되어 있습니다.



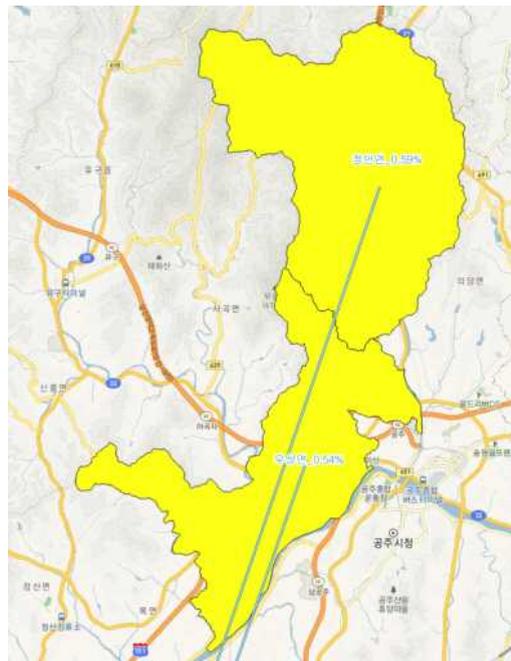
< 전체 이동 경로 시각화 >

㉔ 지역별 세부 이동지역(방문회수)

- 대동댐에 방문한 인구의 지역은 전라남도과 충청남도로 나누어 확인 되었음
- 전라남도는 함평군 함평읍, 함평군 학교면, 함평군 신광면 순으로 나타났으며, 충청남도는 공주시 정안면, 공주시 우성면으로 나타났음



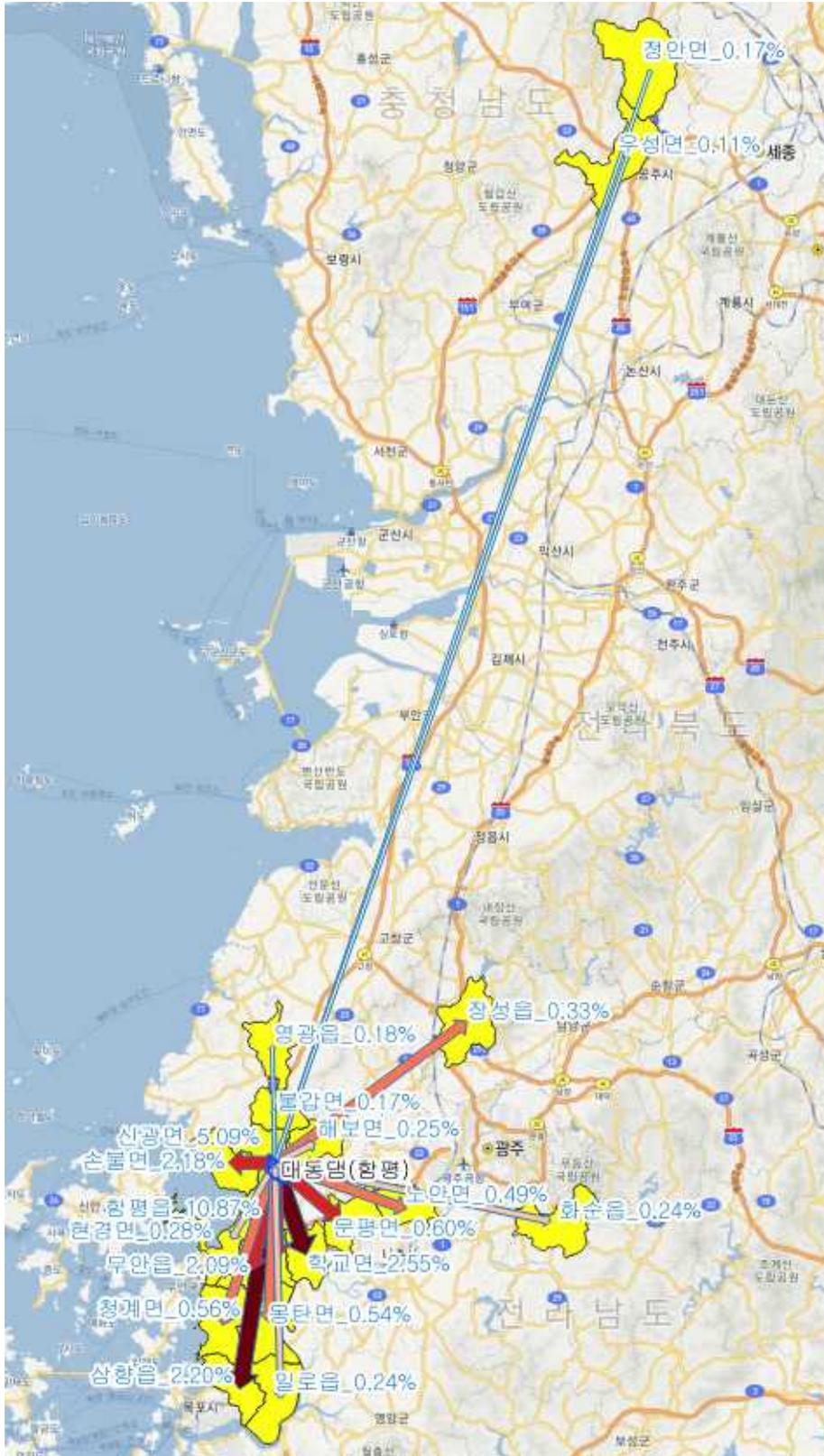
< 전라남도 시각화 >



< 충청남도 시각화 >

㉞ 전체 이동지역(방문사람수)

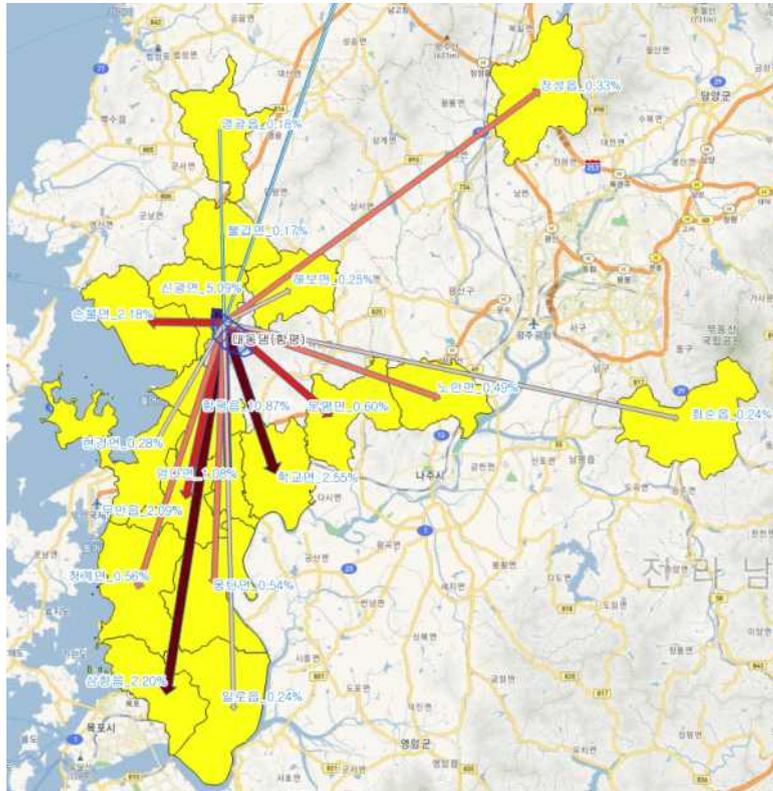
- 전체 이동 지역을 시각화로 표현한 결과 대부분이 철새도래지 지역 근처인 전라남도이며, 충청남도 지역도 포함 되어 있음



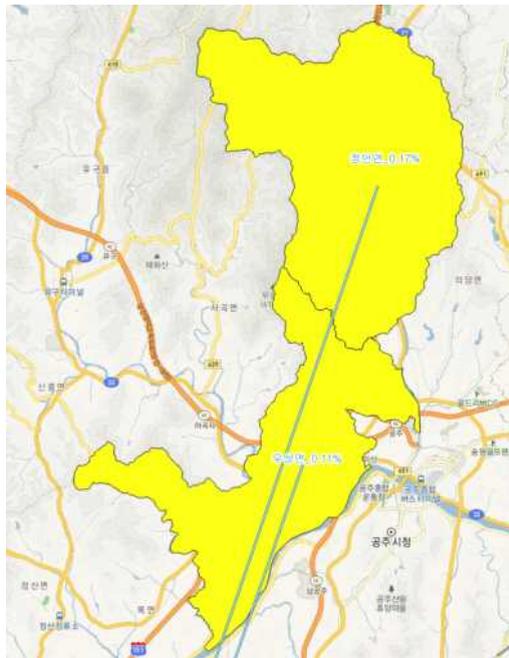
< 전체 이동 경로 시각화 >

㉞ 지역별 세부 이동지역(방문사람수)

- 대동댐에 방문한 인구의 지역은 전라남도과 충청남도로 나누어 확인 되었음
- 전라남도는 함평군 함평읍, 함평군 신광면, 함평군 학교면 순으로 나타났으며, 충청남도는 공주시 정안면, 공주시 우성면으로 나타났음



< 전라남도 시각화 >

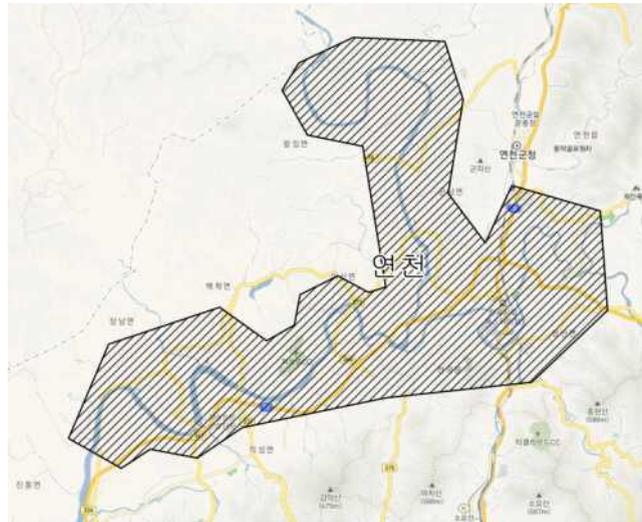


< 충청남도 시각화 >

② 연천 지역 인구통계 데이터

㉠ 연천

- 위치 : 경기도 연천군 군남면 남계리 일대



< 철새도래지(연천) 위치 이미지 >

㉡ 인구이동지역(이동사람비율 기준 상위 19개)

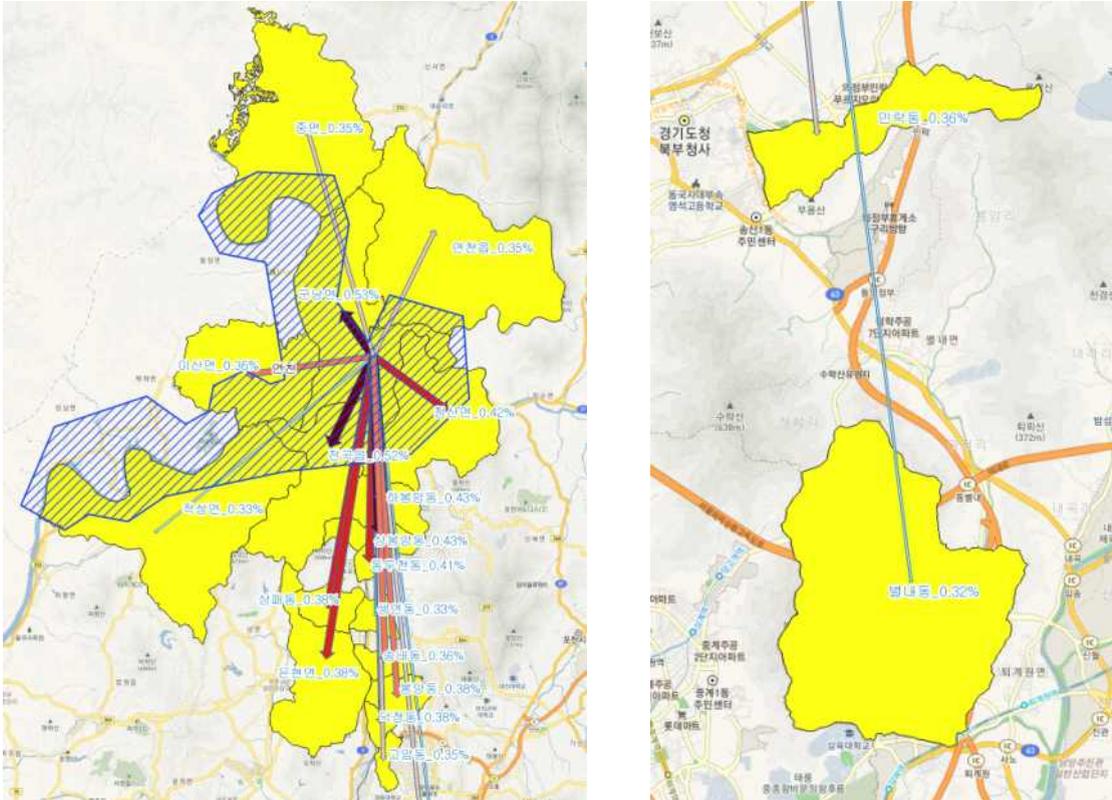
- 시군구 기준으로 연천군, 동두천시 주민들이 많이 오는 것으로 나타났음
- 연천으로 인구 이동 집계 상위 19개를 확인 결과 방문회수와 사람수는 연천군 군남면 지역 주민들이 많은 것으로 나타났음

시도	시군구	읍면동	방문회수 비율	방문사람수 비율
경기도	연천군	군남면	0.53%	1.57%
경기도	연천군	전곡읍	0.52%	3.20%
경기도	동두천시	상봉암동	0.43%	0.43%
경기도	동두천시	하봉암동	0.43%	0.36%
경기도	연천군	청산면	0.42%	0.98%
경기도	동두천시	동두천동	0.41%	0.55%
경기도	동두천시	상패동	0.38%	0.57%
경기도	양주시	덕정동	0.38%	0.60%
경기도	양주시	봉양동	0.38%	0.25%
경기도	양주시	은현면	0.38%	0.55%
경기도	동두천시	송내동	0.36%	0.25%
경기도	의정부시	민락동	0.36%	0.86%
경기도	연천군	미산면	0.36%	0.67%
경기도	연천군	연천읍	0.35%	0.94%
경기도	연천군	중면	0.35%	0.39%
경기도	양주시	고암동	0.35%	0.49%
경기도	동두천시	생연동	0.33%	1.02%
경기도	파주시	적성면	0.33%	1.01%
경기도	남양주시	별내동	0.32%	0.51%

< 이동지역 표 >

㉔ 지역별 세부 이동지역(방문회수)

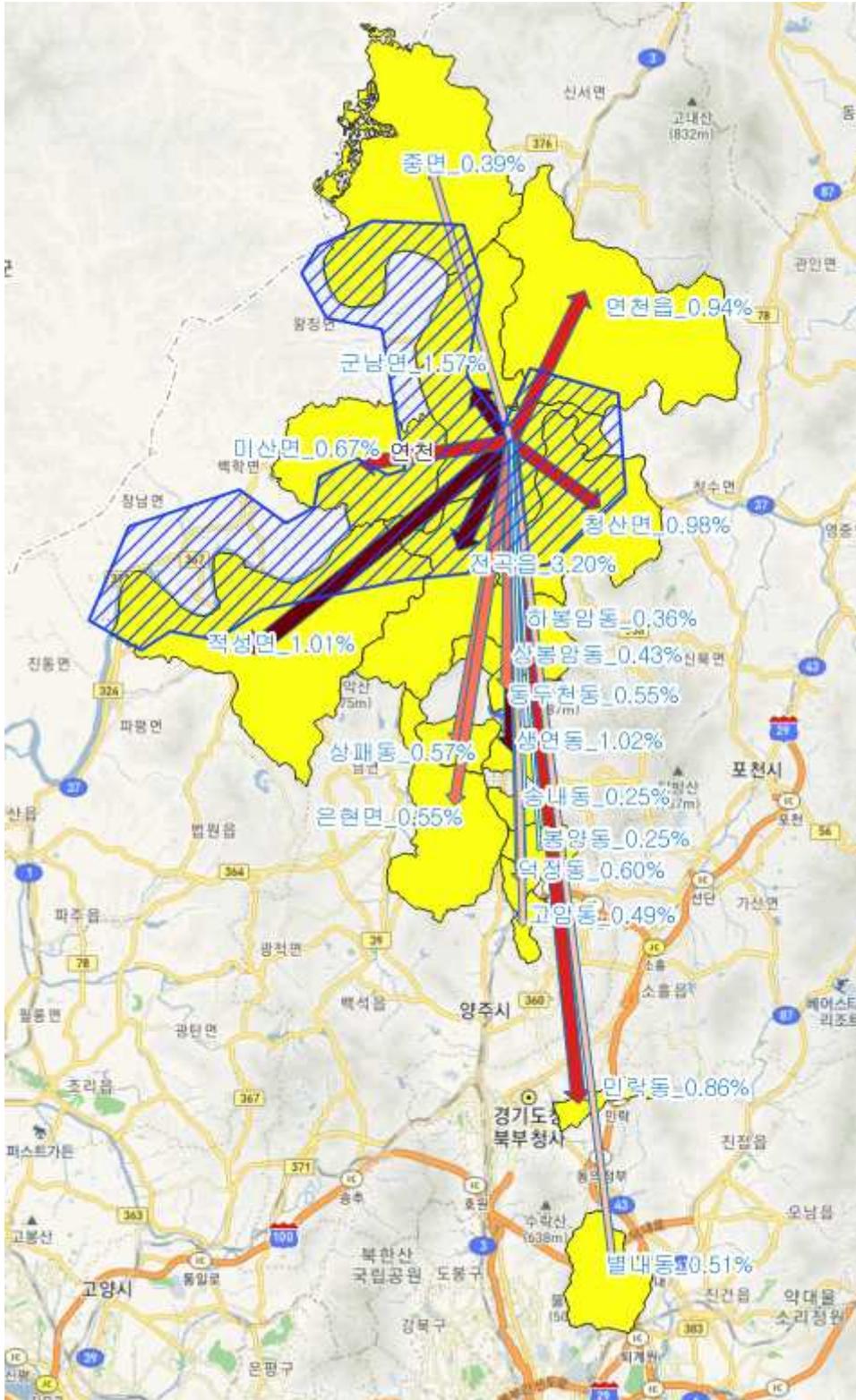
- 연천에 방문한 인구의 연천군 지역이며, 동두천에서도 방문 하는 것으로 나타났음
- 방문회수로 보면 연천군 군남면, 연천군 전곡읍, 동두천시 상봉암동, 동두천시 하봉암동 순으로 집계 되는 것으로 나타났음



< 지역별 시각화 >

㉞ 전체 이동지역(방문사람수)

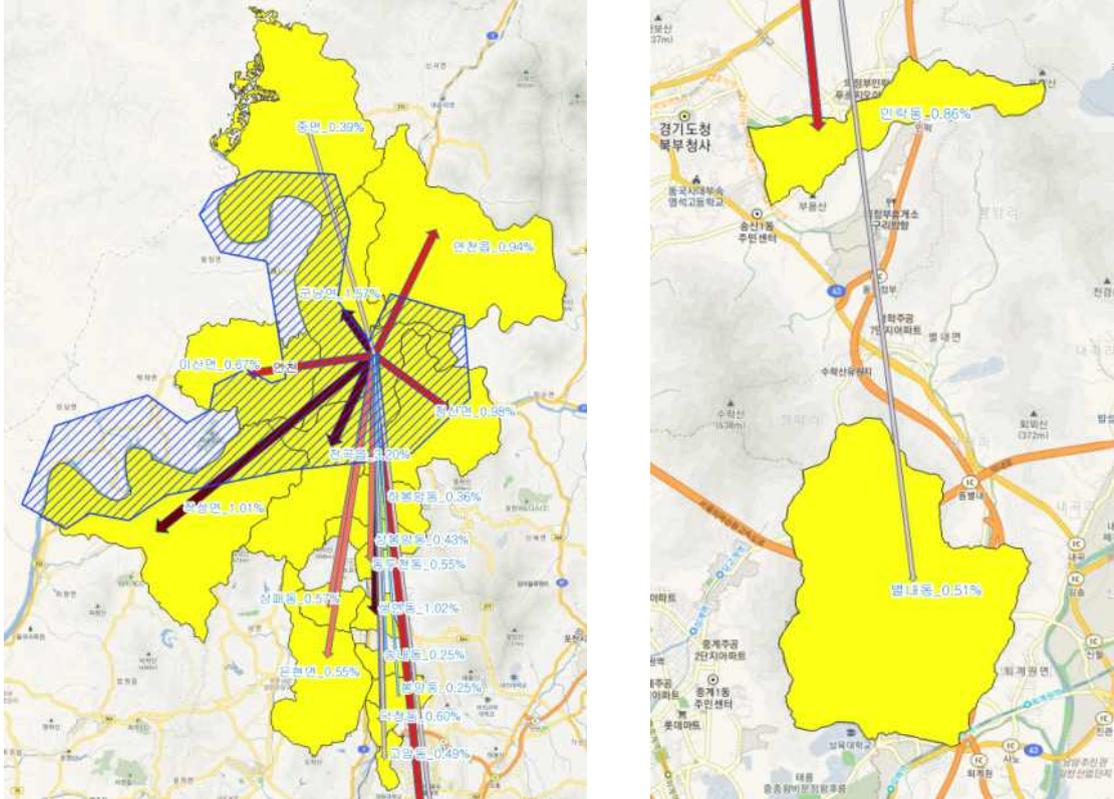
- 전체 이동 지역을 시각화로 표현한 연천 주변 지역인 연천군, 동두천시, 양주시 동두천시, 남양주시, 파주시로 나타났음



< 전체 이동 경로 시각화 >

㉞ 지역별 세부 이동지역(방문사람수)

- 연천에 방문한 인구의 연천군 지역이며, 동두천에서도 방문 하는 것으로 나타났음
- 방문회수로 보면 연천군 전곡읍, 연천군 군남면, 동두천시 생연동, 파주시 적성면 순으로 집계 되는 것으로 나타났음



< 지역별 시각화 >

다. 3차 년도 연구결과 (KT)

(1) 인구통계데이터 추출 항목 정의

- (가) HPAI 발생 농장과 비발생 농장의 인구이동 패턴의 차이가 있는지 분석하기 위해 1개의 발생농장 당 2개의 발생농장을 선정
- (나) 비발생 농장 선정 기준
 - ① 발생농장과 동일한 축종
 - ② 1만호 이상의 사육두수 농장 : 지역단위의 인구이동을 파악해야 하므로 사육규모가 너무 작은 농장은 제외
 - ③ 발생농장 인근 지역 : 발생농장과 읍/면/동이 다른 지역의 비발생 농장 중 (a)와 (b) 조건에 부합하는 최인근 농장 선정
- (다) 발생농장을 대상으로 추출한 통신인구 데이터와 동일한 기간의 데이터 추출

(2) 추출 대상 지역 분석

(가) 추출 대상(비발생 농장)

지역	발생농장 주소	비발생 농장			
		No	주소	축종	사육두수
화성	경기도 화성시 OO면	1	경기도 화성시 OO면	닭	31,920
포천	경기도 포천시 OO면	2	경기도 포천시 OO면	닭	26,000
평택	경기도 평택시 OO읍	3	경기도 화성시 OO면	닭	12,000
화성	경기도 화성시 OO면	4	경기도 화성시 OO면	닭	32,000
평택	경기도 평택시 OO면	5	경기도 평택시 OO면	닭	51,800
평택	경기도 평택시 OO읍	6	경기도 평택시 OO면	닭	42,000
평택	경기도 평택시 OO면	7	경기도 평택시 OO면	닭	26,500
포천	경기도 포천시 OO면	8	경기도 포천시 OO면	닭	40,000

(나) 통신인구데이터 추출 항목

- 정확한 비교분석을 할 수 있도록 동일한 방법과 workflow를 사용하여 데이터를 추출 하였음
- 2차년도 데이터 추출방법 참조

(3) HPAI 발생농가에 대한 이동패턴 분석 데이터 가공

(가) 2016년을 포함한 과거 HPAI 발병자료 데이터를 활용해 차량 유형별 역학 상관관계 분석 2020년 “Osong Public Health and Research Perspectives” 저널의 『Risk Assessment Program of Highly Pathogenic Avian Influenza with Deep Learning Algorithm』 논문에서 나온 2014년부터 2017년까지의 544개의 HPAI 발생농장에 방문한 34,343개의 축산차량들이 방문한 전체 농장 방문회수(58,026건)에 대한 표를 활용해 축산차량의 이동패턴을 살펴보았음

Table 1. Visit records and dangerous contacts generated by livestock-related vehicles during the epidemics of HPAI in Korea from 2014 to 2017.

Category of use for the vehicle	Total visit records		Dangerous contacts				
	No. of vehicles	No. of visits	No. of vehicles	No. of visits	Attack rate (%) by vehicles		
					25 th	50 th	75 th
Feed	11,096	22,230	173	1,571	8.7	14.3	27.3
Live animal	9,110	12,464	140	590	6.7	10.5	22.4
Egg	916	2,549	61	446	33.3	50.0	66.7
Husk	976	1,727	29	209	16.7	25.0	40.0
Consultant	914	1,382	14	79	16.9	28.9	38.3
Veterinary pharmaceuticals	740	1,186	6	35	6.6	10.8	12.3
Livestock compost	343	984	10	159	18.6	50.0	72.9
Manure	280	731	4	105	21.3	29.2	47.9
Veterinarian	434	636	4	13	12.7	17.5	20.6
Others	9,534	14,137	1*	1	-	9.1	-
Total	34,343	58,026	442	3,208	9.1	17.2	36.4

*Livestock machine repairman.

- 위 표의 Dangerous contacts는 HPAI 발생농장에 방문한 축산차량이 HPAI 발생농장을 방문한 이후 방문한 다른 농장 중에서 HPAI가 발생한 건에 대한 수치임
- 사료차량은 HPAI 발생농장을 방문한 전체 축산차량의 3분의 1에 해당할 정도로 많은 수치를 보이나 Dangerous contacts로 이어진 차량수는 1.6%였고, Dangerous contacts로 이어진 차량 방문수는 7.1%였음. 연관된 축산차량의 수에 비해 비율이 높지 않은 것을 알 수 있음
- 두 번째로 많은 축산차량 유형인 가축운반 차량을 살펴보면 Dangerous contacts로 이어진 차량 수는 1.5%로 사료차량과 차이가 없었고, 방문 수는 4.7%로 사료차량보다 더 낮았음
- 알운반 차량은 Dangerous contacts로 이어진 차량수가 6.7%로 높은 것을 확인할 수 있으며, Dangerous contacts로 이어진 방문수도 17.5%로 모든 축산차량 유형 중에 가장 높았음
- 겨운반 차량의 Dangerous contacts로 이어진 차량수는 3.0%로 사료차량 대비 2배 수준이었으며, Dangerous contacts로 이어진 방문수도 12.1%로 높은 편임
- 컨설턴트 차량은 알운반차량, 겨운반차량과 비슷한 수준의 차량수이며, Dangerous contacts로 이어진 차량수는 1.5%로 가축운반 차량과 비슷함. Dangerous contacts로 이어진 방문수는 5.7%로 가축운반차량보다 1.0%포인트 높은 수치를 나타내었음
- 축산차량이 HPAI 발생농장을 방문한 이후에 방문한 농장이 HPAI가 발생할 가능성이 가장 높은 축산차량 유형은 알운반 차량이라고 할 수 있음

※ 동물약품운반 차량과 그 이하의 차량 유형은 Dangerous contacts의 방문 차량 회수가 10이하로 수치에 대한 축산차량 유형별 HPAI 발생농장 이동패턴 분석은 생략함

(4) 통신인구 통계데이터의 인구항목 세분화

(가) 통신인구 데이터를 항목을 도보이동과 차량이동으로 세분화하여 데이터를 분석하고자 하였으나 아래와 같은 사유로 목적과 방법이 없어 진행하지 않았음

- ① 도보이동에 의한 농장 방문은 가능성이 적음. 축산농가는 대중교통과 도보가 발달되지 않은 지역이 많기 때문에 인구의 도보이동을 고려할 이유가 적음
- ② 이동통신 기지국은 1식의 기지국이 커버하는 서비스 범위가 작게는 200m로 매우 넓고 축산농가들이 있는 시골지역은 그 범위가 더 넓은 편임. 기지국 내에서의 이동은 통신인구 데이터로도 구분할 수가 없으며, 마찬가지로 도보이동과 차량이동을 구분할 수 없음

(5) 지역별 통신인구 통계 데이터의 시계열 가공과 이동경로별 인구통계 추출·전처리

(가) 연구 2차년도에서 시범적으로 진행한 철새도래지 지역에 방문한 인구의 이동지역에 대한 인구통계 분석을 기간을 확장하여 진행하여, 철새도래지 야생조류에서 HPAI 바이러스가 발견되었을 때 방역에 고려해야할 사항을 도출하고자 함

(나) 통신인구 데이터 기반의 철새도래지 지역의 인구이동 패턴 분석 개요

- 통신인구 데이터 설명: 해당 기간에 철새도래지 SHAPE에 해당하는 이동통신 기지국을 방문한 인구를 추출하여, 각 인구가 이동한 지역(시/군/구)을 통계적으로 요약
- 데이터 추출 기간 : 2018년 10월 ~ 2019년 2월
- ※ 철새도래지에 야생조류 바이러스가 검출되는 시기

- 데이터 항목

항목	설명
시/도	해당 철새도래지에 방문한 인구가 이동한 시/도
시/군/구	해당 철새도래지에 방문한 인구가 이동한 시/군/구
방문자수 비율	해당 철새도래지에 방문한 인구가 이동한 전체지역(시/군/구) 대비 각 이동한 시/군/구의 방문자수 비율
방문 비율	해당 철새도래지에 방문한 인구가 이동한 전체지역(시/군/구) 대비 각 이동한 시/군/구의 방문 비율

- 위험지역 분석 방법 : 각 기간별로 철새도래지를 방문한 사람들이 많이 이동한 상위 20개 지역(시/군/구)에 대해 분석

(다) 분석결과

① 고천암호

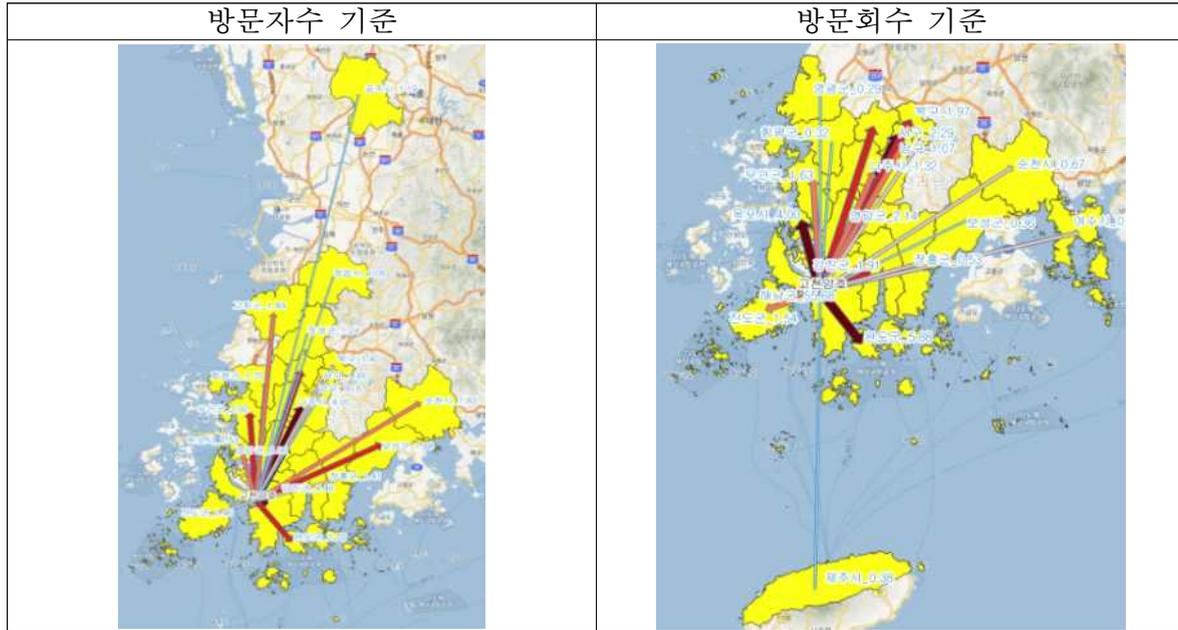
[2018년 10월]

<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	전라남도	해남군	25.58%	1	전라남도	해남군	25.58%
2	전라남도	영암군	6.06%	2	전라남도	영암군	2.76%
3	전라남도	강진군	4.46%	3	전라남도	강진군	1.53%
4	전라남도	나주시	4.00%	4	전라남도	나주시	1.39%
5	광주광역시	광산구	3.06%	5	광주광역시	광산구	3.06%
6	전라남도	무안군	2.92%	6	전라남도	무안군	6.06%
7	전라남도	완도군	2.76%	7	전라남도	완도군	1.40%
8	전라남도	보성군	1.88%	8	전라남도	보성군	4.46%
9	전라남도	순천시	1.83%	9	전라남도	순천시	2.92%
10	전라남도	함평군	1.70%	10	전라남도	함평군	1.46%
11	전라남도	목포시	1.53%	11	전라남도	목포시	4.00%
12	전라북도	고창군	1.49%	12	전라남도	진도군	1.16%
13	전라남도	진도군	1.46%	13	전라남도	장흥군	1.83%
14	전라남도	장흥군	1.41%	14	광주광역시	북구	0.70%
15	광주광역시	북구	1.40%	15	광주광역시	서구	0.57%
16	광주광역시	서구	1.39%	16	광주광역시	남구	1.41%
17	전라남도	장성군	1.24%	17	전라북도	정읍시	0.21%
18	충청남도	공주시	1.19%	18	광주광역시	동구	1.88%
19	광주광역시	남구	1.16%	19	전라남도	여수시	1.70%
20	전라북도	정읍시	1.08%	20	제주자치도	제주시	1.08%

- 고천암호의 10월달은 방문자수와 방문회수 기준으로 전라남도 해남군으로 이동한 비율이 가장 높았음. 상위 11개 지역은 방문자수와 방문회수 모두 순위가 동일했으나, 12위 부터는 전라북도 고창군과 진도군으로 엇갈리는 등 방문자수와 방문회수에 따른 이동지역에 차이를 보였음

<이동지역 시각화>



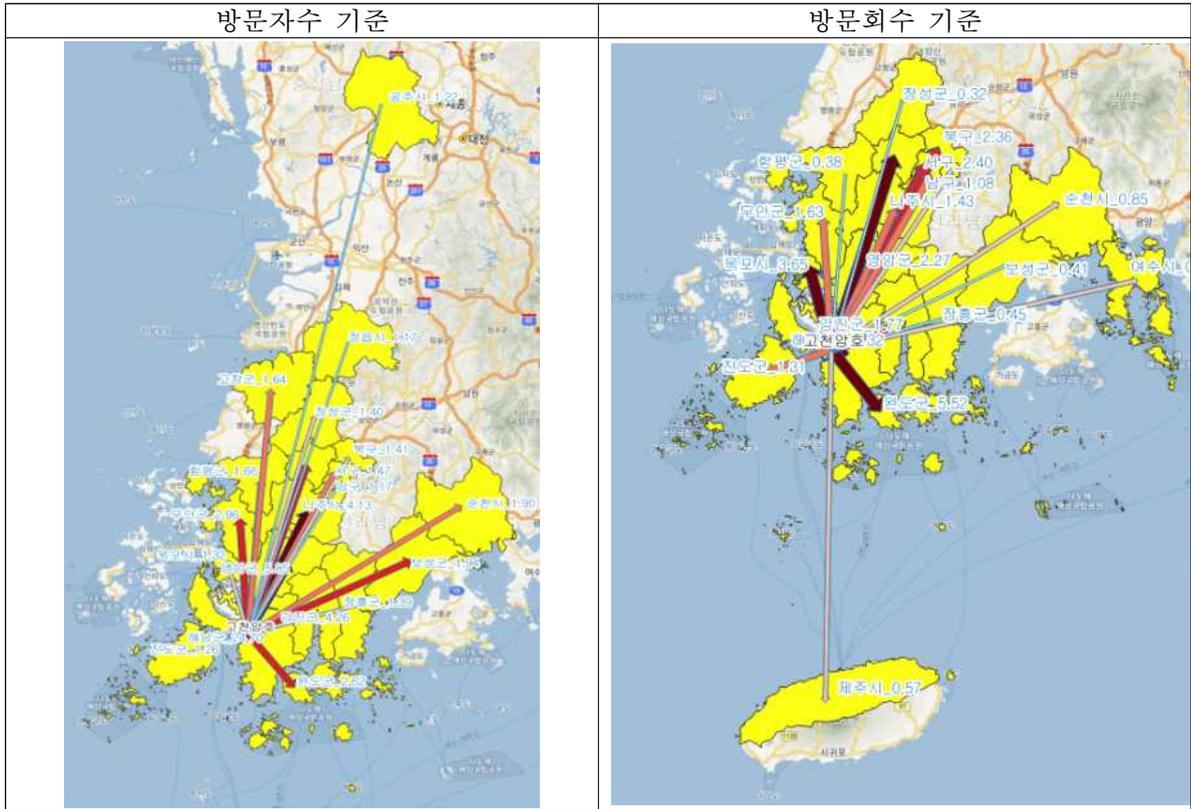
[2018년 11월]

<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	전라남도	해남군	24.70%	1	전라남도	해남군	24.70%
2	전라남도	영암군	5.85%	2	전라남도	완도군	2.62%
3	전라남도	강진군	4.26%	3	전라남도	목포시	1.32%
4	전라남도	나주시	4.13%	4	광주광역시	광산구	3.31%
5	광주광역시	광산구	3.31%	5	광주광역시	서구	1.47%
6	전라남도	무안군	2.96%	6	광주광역시	북구	1.41%
7	전라남도	완도군	2.62%	7	전라남도	영암군	5.85%
8	전라남도	보성군	1.94%	8	전라남도	강진군	4.26%
9	전라남도	순천시	1.90%	9	전라남도	무안군	2.96%
10	전라남도	함평군	1.66%	10	전라남도	나주시	4.13%
11	전라북도	고창군	1.64%	11	전라남도	진도군	1.26%
12	광주광역시	서구	1.47%	12	광주광역시	남구	1.17%
13	광주광역시	북구	1.41%	13	전라남도	순천시	1.90%
14	전라남도	장성군	1.40%	14	광주광역시	동구	0.70%
15	전라남도	장흥군	1.39%	15	제주자치도	제주시	0.34%
16	전라남도	목포시	1.32%	16	전라남도	여수시	0.56%
17	전라남도	진도군	1.26%	17	전라남도	장흥군	1.39%
18	충청남도	공주시	1.22%	18	전라남도	보성군	1.94%
19	전라북도	정읍시	1.17%	19	전라남도	함평군	1.66%
20	광주광역시	남구	1.17%	20	전라남도	장성군	1.40%

- 11월달은 방문자수와 방문회수 기준으로 전라남도 해남군으로 이동한 비율이 가장 높았으나, 2순위 지역은 방문자수와 방문회수 상위 지역이 각각 전라남도 영암군과 전라남도 완도군으로 차이를 보였음. 방문자수와 방문회수 상위 3순위 지역도 각각 전라남도 강진군과 전라남도 목포시로 차이가 나타났음. 전라남도 영암군의 경우 방문자수 상위 지역으로는 2순위였으나, 방문회수 상위 지역으로는 7위로 나타났는데, 이는 고천암호에 방문한 방문자는 많았으나 1회성 방문이 많은 경우 등 다시 방문한 회수는 적은 것으로 유추할 수 있음

<이동지역 시각화>



[2018년 12월]

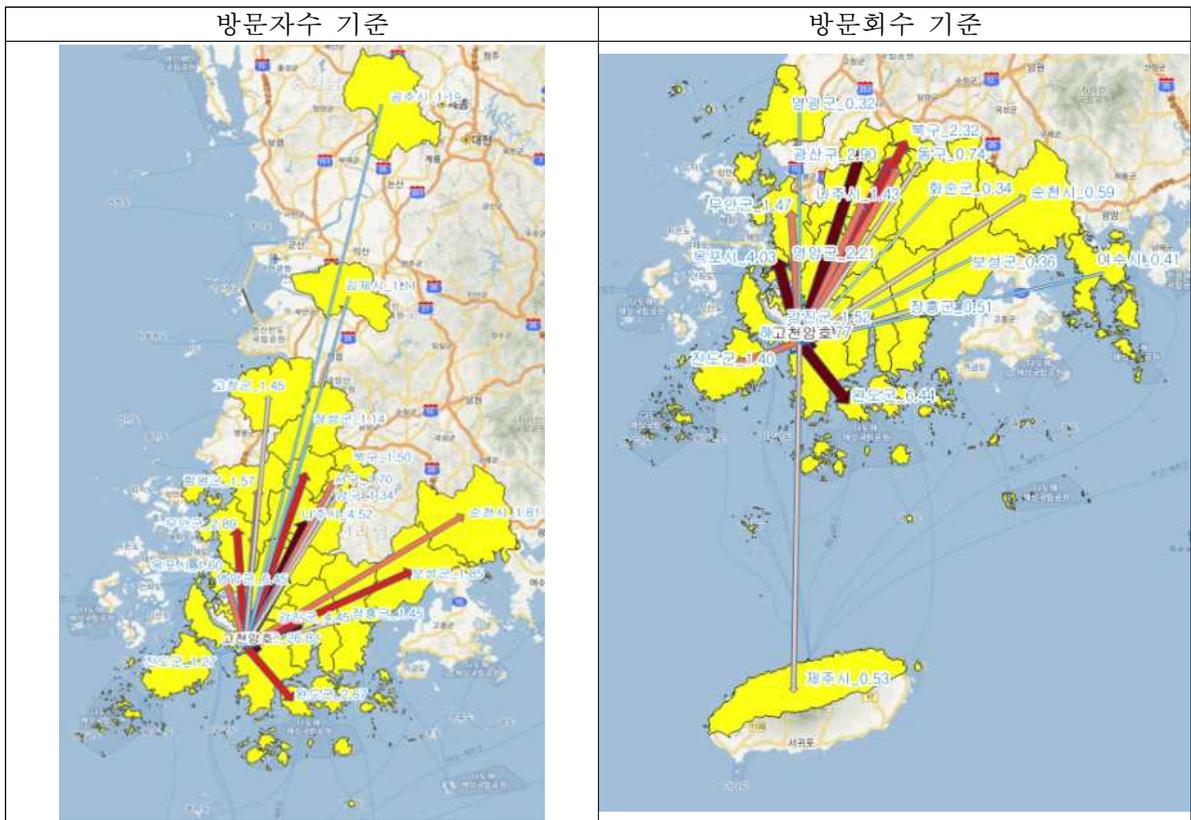
<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	전라남도	해남군	26.82%	1	전라남도	해남군	26.82%
2	전라남도	영암군	6.45%	2	전라남도	완도군	2.67%
3	전라남도	나주시	4.52%	3	전라남도	목포시	1.60%
4	전라남도	강진군	4.45%	4	광주광역시	광산구	3.58%
5	광주광역시	광산구	3.58%	5	광주광역시	서구	1.70%
6	전라남도	무안군	2.89%	6	광주광역시	북구	1.50%
7	전라남도	완도군	2.67%	7	전라남도	영암군	6.45%

8	전라남도	보성군	1.85%	8	전라남도	강진군	4.45%
9	전라남도	순천시	1.81%	9	전라남도	무안군	2.89%
10	광주광역시	서구	1.70%	10	전라남도	나주시	4.52%
11	전라남도	목포시	1.60%	11	전라남도	진도군	1.27%
12	전라남도	함평군	1.57%	12	광주광역시	남구	1.34%
13	광주광역시	북구	1.50%	13	광주광역시	동구	0.81%
14	전라남도	장흥군	1.45%	14	전라남도	순천시	1.81%
15	전라북도	고창군	1.45%	15	제주자치도	제주시	0.31%
16	광주광역시	남구	1.34%	16	전라남도	장흥군	1.45%
17	전라남도	진도군	1.27%	17	전라남도	여수시	0.56%
18	충청남도	공주시	1.19%	18	전라남도	보성군	1.85%
19	전라남도	장성군	1.14%	19	전라남도	화순군	0.59%
20	전라북도	김제시	1.11%	20	전라남도	영광군	0.88%

- 12월달은 방문자수와 방문회수 기준으로 전라남도 해남군으로 이동한 비율이 가장 높았고 11월과 유사한 지역순위를 보였음. 11월과 마찬가지로 12월에서도 발견할 수 있는 특이지역은 광주광역시 서구와 북구인데, 방문자수 상위 지역으로는 각각 10위와 13위이나, 방문회수 기준 상위지역 순위에서는 각각 5, 6위에 해당함. 이는 광주광역시 서구/북구와 고천암호 사이에 주기적인 방문 등 적은 인원의 많은 방문회수가 있었을 것으로 유추할 수 있음

<이동지역 시각화>

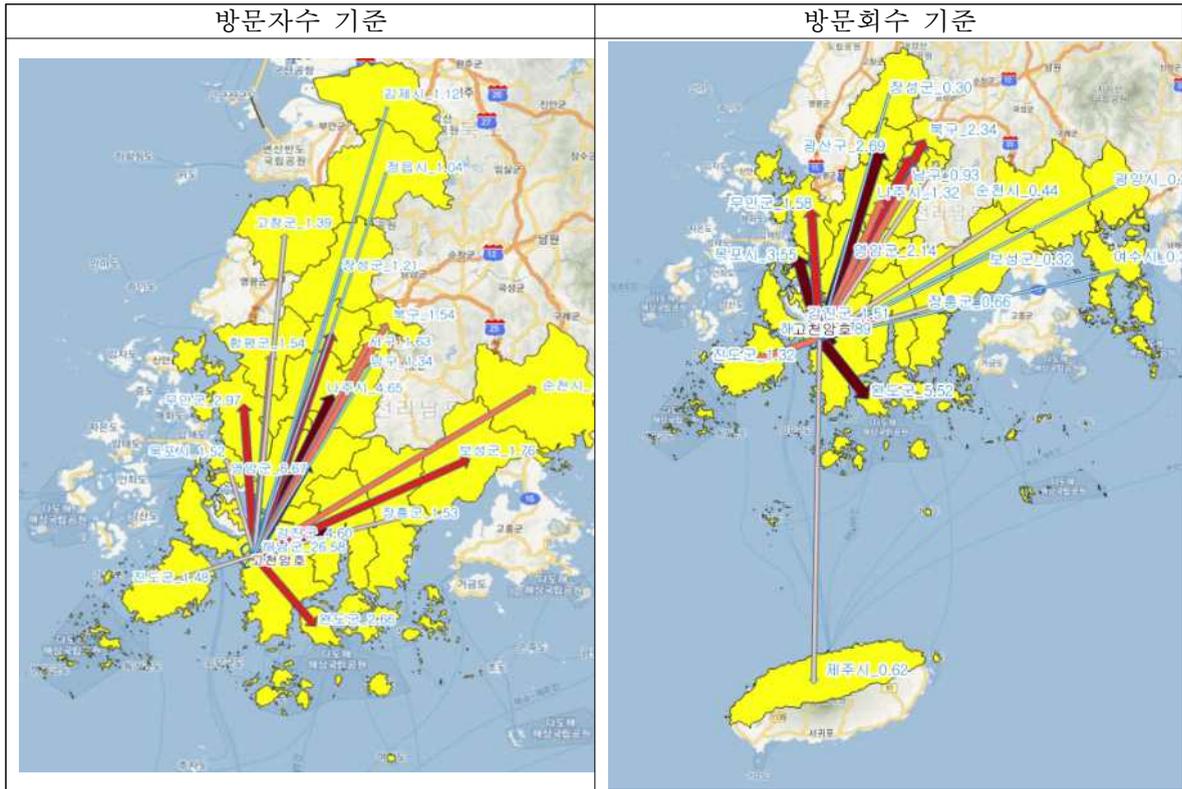


[2019년 1월]
 <데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	전라남도	해남군	26.58%	1	전라남도	해남군	26.58%
2	전라남도	영암군	6.67%	2	전라남도	완도군	2.66%
3	전라남도	나주시	4.65%	3	전라남도	목포시	1.52%
4	전라남도	강진군	4.60%	4	광주광역시	광산구	3.55%
5	광주광역시	광산구	3.55%	5	광주광역시	북구	1.54%
6	전라남도	무안군	2.97%	6	광주광역시	서구	1.63%
7	전라남도	완도군	2.66%	7	전라남도	영암군	6.67%
8	전라남도	보성군	1.76%	8	전라남도	무안군	2.97%
9	광주광역시	서구	1.63%	9	전라남도	강진군	4.60%
10	전라남도	순천시	1.61%	10	전라남도	진도군	1.48%
11	전라남도	함평군	1.54%	11	전라남도	나주시	4.65%
12	광주광역시	북구	1.54%	12	광주광역시	남구	1.34%
13	전라남도	장흥군	1.53%	13	전라남도	장흥군	1.53%
14	전라남도	목포시	1.52%	14	제주자치도	제주시	0.40%
15	전라남도	진도군	1.48%	15	광주광역시	동구	0.78%
16	전라북도	고창군	1.39%	16	전라남도	순천시	1.61%
17	광주광역시	남구	1.34%	17	전라남도	여수시	0.51%
18	전라남도	장성군	1.21%	18	전라남도	보성군	1.76%
19	전라북도	김제시	1.12%	19	전라남도	장성군	1.21%
20	전라북도	정읍시	1.04%	20	전라남도	함평군	1.54%

- 2019년 1월에는 방문회수 지역에 제주자치도 제주시가 상위 방문지역 14위에 올랐음. 2018년 10월부터 12월까지의 상위 20개 방문지역에는 나타나지 않았던 지역으로, 만약 2019년 1월에 고천암호 야생조류에서 HPAI 바이러스가 검출되었다면, 제주도로의 이동경로와 지역에도 방역 등을 검토해 볼 필요성이 유추됨

<이동지역 시각화>



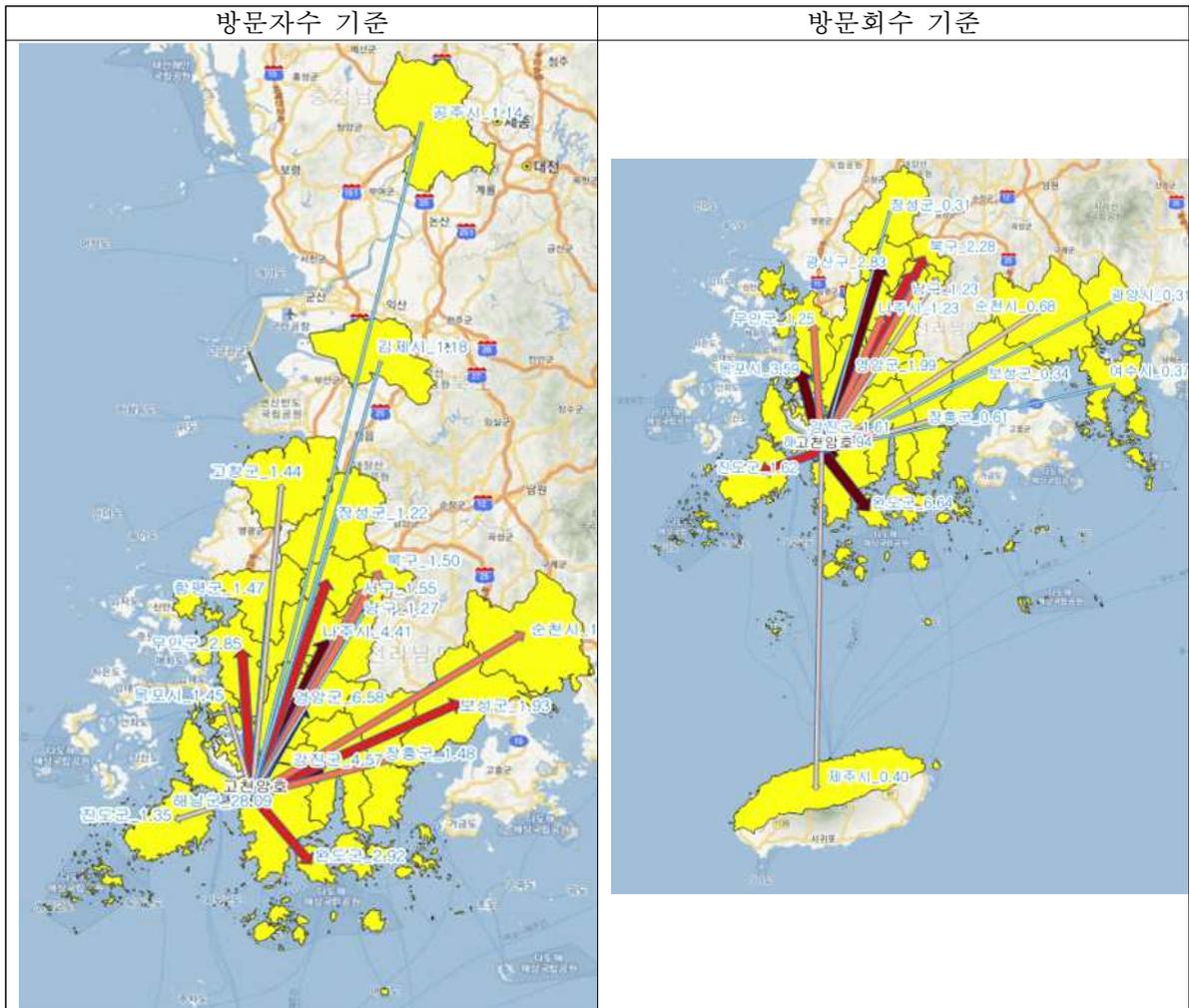
[2019년 2월]
<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	전라남도	해남군	28.09%	1	전라남도	해남군	28.09%
2	전라남도	영암군	6.58%	2	전라남도	완도군	2.92%
3	전라남도	강진군	4.57%	3	전라남도	목포시	1.45%
4	전라남도	나주시	4.41%	4	광주광역시	광산구	3.42%
5	광주광역시	광산구	3.42%	5	광주광역시	북구	1.50%
6	전라남도	완도군	2.92%	6	광주광역시	서구	1.55%
7	전라남도	무안군	2.85%	7	전라남도	영암군	6.58%
8	전라남도	보성군	1.93%	8	전라남도	진도군	1.35%
9	전라남도	순천시	1.80%	9	전라남도	강진군	4.57%
10	광주광역시	서구	1.55%	10	전라남도	무안군	2.85%
11	광주광역시	북구	1.50%	11	광주광역시	남구	1.27%
12	전라남도	장흥군	1.48%	12	전라남도	나주시	4.41%
13	전라남도	함평군	1.47%	13	광주광역시	동구	0.73%
14	전라남도	목포시	1.45%	14	전라남도	순천시	1.80%
15	전라북도	고창군	1.44%	15	전라남도	장흥군	1.48%
16	전라남도	진도군	1.35%	16	제주자치도	제주시	0.28%

17	광주광역시	남구	1.27%	17	전라남도	여수시	0.51%
18	전라남도	장성군	1.22%	18	전라남도	보성군	1.93%
19	전라북도	김제시	1.18%	19	전라남도	광양시	0.75%
20	충청남도	공주시	1.14%	20	전라남도	장성군	1.22%

- 2019년 2월도 2019년 1월과 마찬가지로 제주자치도 제주시가 방문회수 기준 상위지역에 나타났는데, 2019년 1월과 2월에 고천암호와 제주도 사이의 왕래가 발생할 이벤트 또는 계절 특성이 있을 것으로 판단할 수 있음

<이동지역 시각화>



② 주남저수지

[2018년 10월]

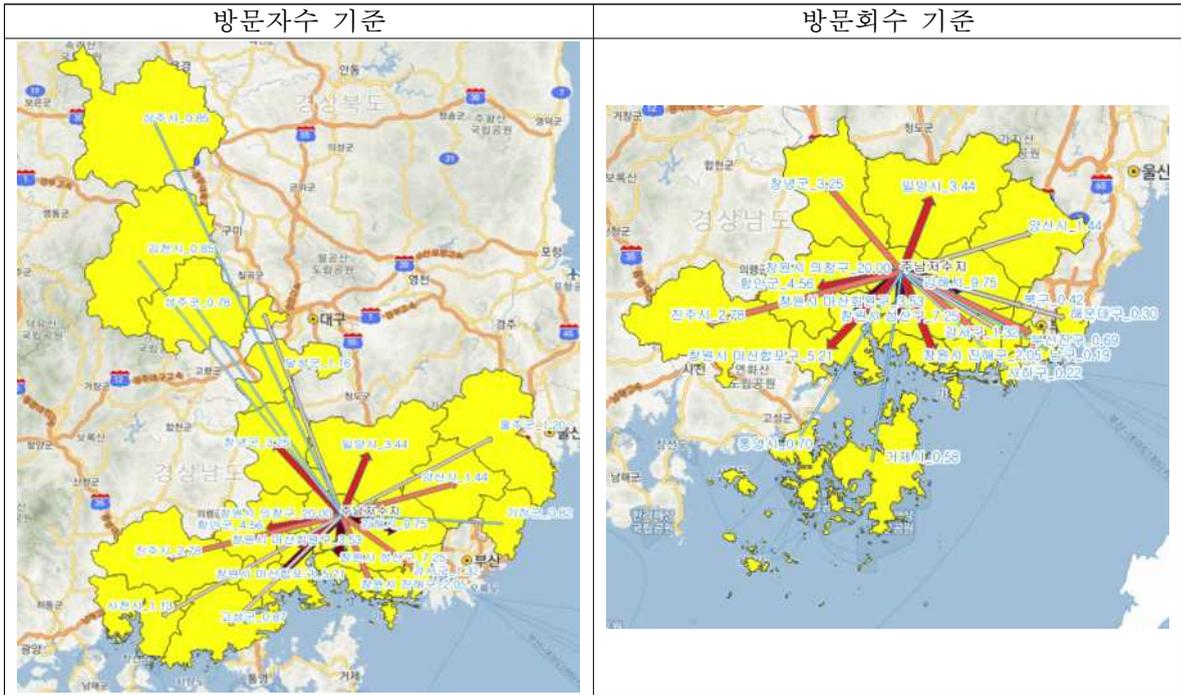
<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	경상남도	창원시 의창구	20.00%	1	경상남도	창원시 의창구	40.16%

2	경상남도	김해시	9.75%	2	경상남도	창원시 성산구	13.64%
3	경상남도	창원시 성산구	7.25%	3	경상남도	김해시	10.95%
4	경상남도	창원시 마산합포 구	5.21%	4	경상남도	창원시 마산회원 구	5.82%
5	경상남도	합안군	4.56%	5	경상남도	창원시 마산합포 구	3.93%
6	경상남도	창원시 마산회원 구	3.53%	6	경상남도	창원시 진해구	2.92%
7	경상남도	밀양시	3.44%	7	경상남도	밀양시	2.51%
8	경상남도	창녕군	3.25%	8	경상남도	합안군	1.73%
9	경상남도	진주시	2.78%	9	경상남도	창녕군	0.95%
10	경상남도	창원시 진해구	2.05%	10	경상남도	진주시	0.90%
11	경상남도	양산시	1.44%	11	부산광역시	강서구	0.90%
12	부산광역시	강서구	1.32%	12	부산광역시	부산진구	0.81%
13	울산광역시	울주군	1.20%	13	경상남도	양산시	0.78%
14	대구광역시	달성군	1.16%	14	부산광역시	해운대구	0.59%
15	경상남도	사천시	1.13%	15	부산광역시	사상구	0.55%
16	경상남도	고성군	0.87%	16	부산광역시	사하구	0.54%
17	경상북도	상주시	0.85%	17	부산광역시	북구	0.54%
18	경상북도	김천시	0.85%	18	경상남도	거제시	0.51%
19	부산광역시	기장군	0.82%	19	경상남도	통영시	0.44%
20	경상북도	경주시	0.78%	20	부산광역시	남구	0.37%

- 주남저수지의 방문자수 기준 상위 지역과 방문회수 기준 상위 지역의 특징은 상위 지역 1위인 경상남도 창원시 의창구의 방문회수 비율이 방문자수 비율 대비 2배에 이르고 있음. 2위부터 나머지 지역의 방문자수 비율과 방문회수 비율은 큰 차이를 보이지 않는 것으로 볼 때, 경상남도 창원시 의창구에서 주남저수지와 주기적으로 또는 자주 왕래가 있는 다수의 인구가 있을 것으로 판단됨. 주남저수지의 야생조류에서 HPAI 바이러스가 검출되었을 때 방역에 유의해야할 지역으로 판단할 수 있음

<이동지역 시각화>



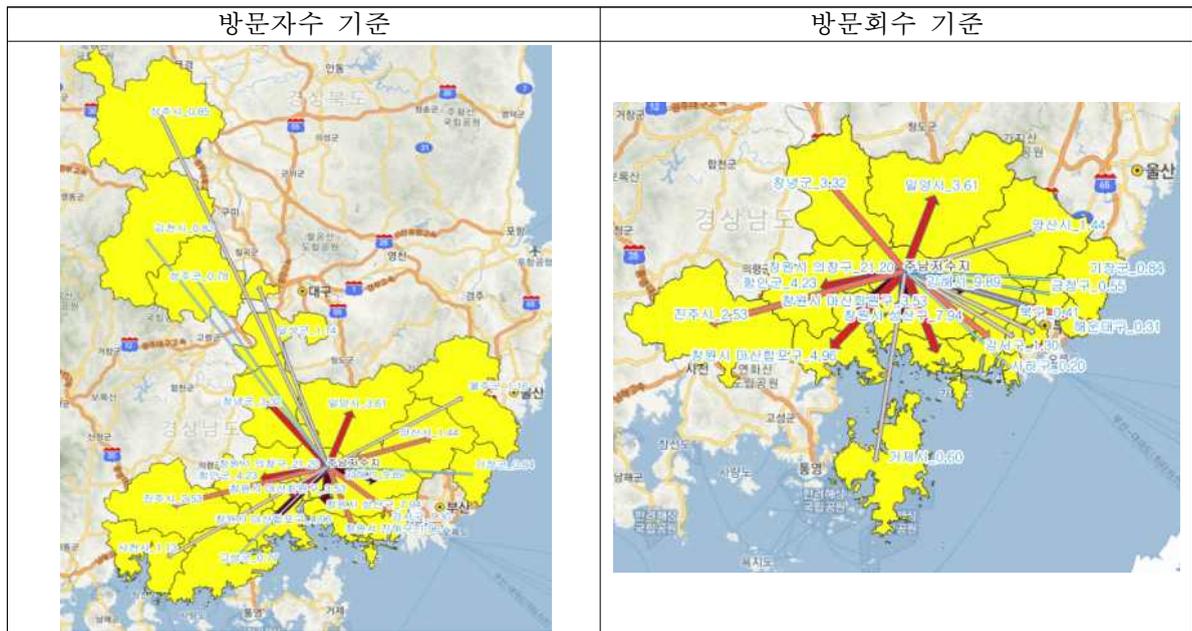
[2018년 11월]
 <데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	경상남도	창원시 의창구	21.20%	1	경상남도	창원시 의창구	44.15%
2	경상남도	김해시	9.89%	2	경상남도	창원시 성산구	12.13%
3	경상남도	창원시 성산구	7.94%	3	경상남도	김해시	10.74%
4	경상남도	창원시 마산합포구	4.96%	4	경상남도	창원시 마산회원구	5.40%
5	경상남도	합안군	4.23%	5	경상남도	창원시 마산합포구	3.58%
6	경상남도	밀양시	3.61%	6	경상남도	창원시 진해구	2.51%
7	경상남도	창원시 마산회원구	3.53%	7	경상남도	밀양시	2.42%
8	경상남도	창녕군	3.32%	8	경상남도	합안군	1.74%
9	경상남도	진주시	2.53%	9	경상남도	창녕군	1.02%
10	경상남도	창원시 진해구	1.96%	10	부산광역시	강서구	0.87%
11	경상남도	양산시	1.44%	11	경상남도	진주시	0.79%
12	부산광역시	강서구	1.30%	12	부산광역시	해운대구	0.73%
13	울산광역시	울주군	1.16%	13	부산광역시	부산진구	0.68%
14	대구광역시	달성군	1.14%	14	경상남도	양산시	0.68%
15	경상남도	사천시	1.13%	15	경상남도	거제시	0.56%

16	경상북도	상주시	0.85%	16	부산광역시	사상구	0.51%
17	부산광역시	기장군	0.84%	17	부산광역시	북구	0.50%
18	경상북도	김천시	0.82%	18	부산광역시	사하구	0.46%
19	경상북도	성주군	0.78%	19	부산광역시	금정구	0.42%
20	경상남도	고성군	0.77%	20	부산광역시	기장군	0.42%

- 11월의 주남저수지 방문자가 이동한 상위지역은 10월과 유사함을 보였음. 마찬가지로 경상남도 창원시 의창구의 방문회수 비율이 높아서 잦은 왕래가 존재함을 유추할 수 있음

<이동지역 시각화>



[2018년 12월]

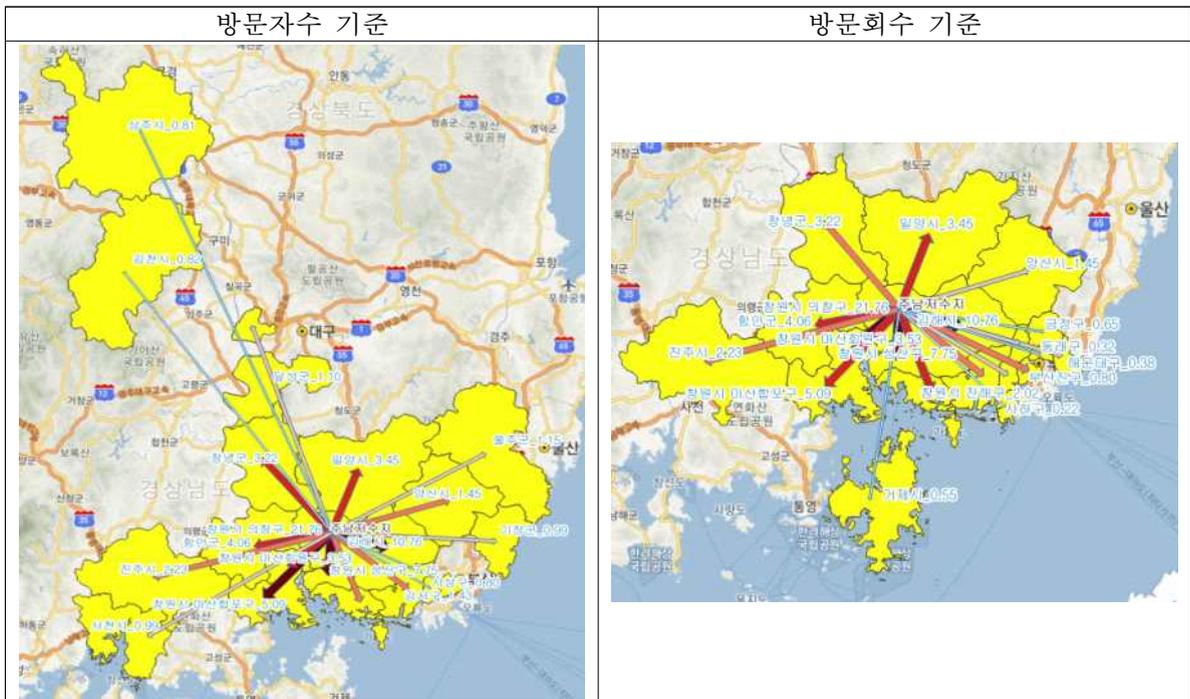
<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	경상남도	창원시 의창구	21.76%	1	경상남도	창원시 의창구	42.12%
2	경상남도	김해시	10.76%	2	경상남도	창원시 성산구	13.08%
3	경상남도	창원시 성산구	7.75%	3	경상남도	김해시	11.20%
4	경상남도	창원시 마산합포구	5.09%	4	경상남도	창원시 마산회원구	5.20%
5	경상남도	합안군	4.06%	5	경상남도	창원시 마산합포구	3.60%
6	경상남도	창원시 마산회원구	3.53%	6	경상남도	밀양시	2.64%

7	경상남도	밀양시	3.45%	7	경상남도	창원시 진해구	2.18%
8	경상남도	창녕군	3.22%	8	경상남도	함안군	1.75%
9	경상남도	진주시	2.23%	9	경상남도	창녕군	1.05%
10	경상남도	창원시 진해구	2.02%	10	부산광역시	부산진구	0.85%
11	경상남도	양산시	1.45%	11	부산광역시	강서구	0.83%
12	부산광역시	강서구	1.43%	12	경상남도	진주시	0.83%
13	울산광역시	울주군	1.15%	13	부산광역시	해운대구	0.70%
14	대구광역시	달성군	1.10%	14	경상남도	양산시	0.69%
15	경상남도	사천시	0.99%	15	부산광역시	북구	0.68%
16	부산광역시	기장군	0.99%	16	부산광역시	사상구	0.64%
17	경상북도	김천시	0.82%	17	경상남도	거제시	0.54%
18	경상북도	상주시	0.81%	18	부산광역시	사하구	0.50%
19	부산광역시	부산진구	0.80%	19	부산광역시	금정구	0.47%
20	부산광역시	사상구	0.80%	20	부산광역시	동래구	0.44%

- 2018년 12월에는 방문자수 기준으로 상위 20개 지역에서 2018년 11월에 각각 19위와 20위에 있었던 경상북도 성주군과 경상남도 고성군이 순위에서 벗어난 것을 확인할 수 있음. 두 지역의 방문자수 비율도 2018년 11월에 각각 0.78%와 0.77%였는데 2018년 12월에는 부산광역시의 사상구가 0.80%로 20위에 존재하고 있어서 2018년 12월에 다른 지역으로 이동했던 방문자가 주남저수지에 많이 방문한 것을 확인할 수 있었음.

<이동지역 시각화>

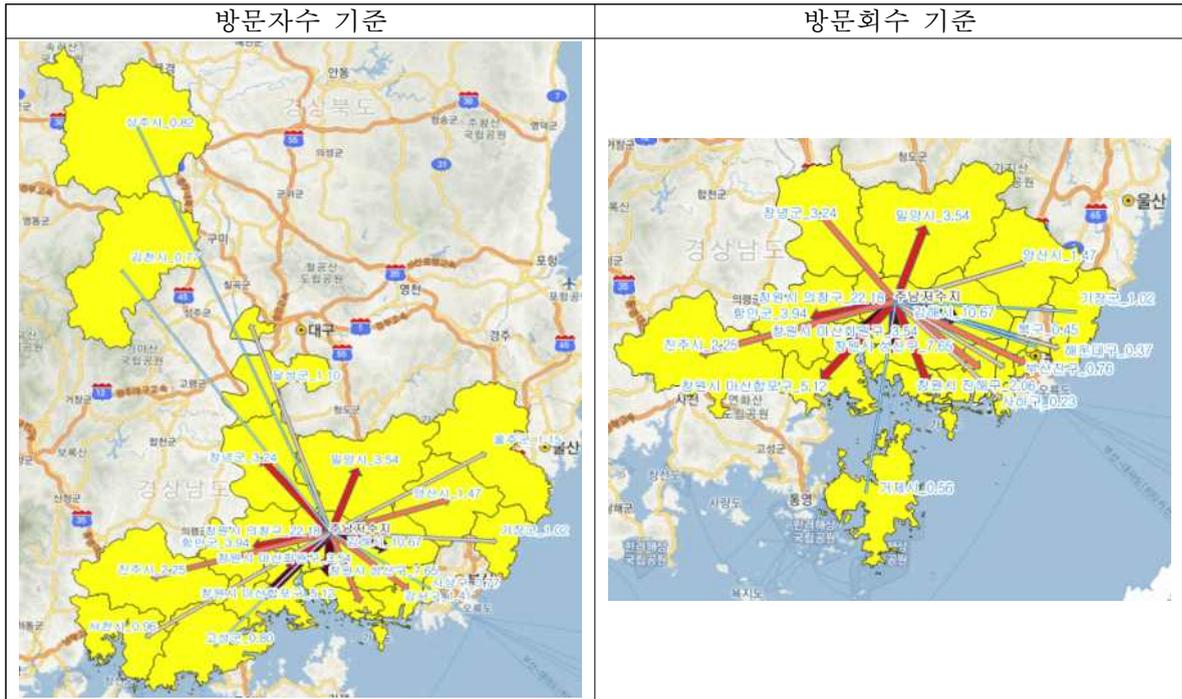


[2019년 1월]
 <데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	경상남도	창원시 의창구	22.18%	1	경상남도	창원시 의창구	44.58%
2	경상남도	김해시	10.67%	2	경상남도	창원시 성산구	12.44%
3	경상남도	창원시 성산구	7.65%	3	경상남도	김해시	11.10%
4	경상남도	창원시 마산합포 구	5.12%	4	경상남도	창원시 마산회원 구	5.25%
5	경상남도	합안군	3.94%	5	경상남도	창원시 마산합포 구	3.64%
6	경상남도	밀양시	3.54%	6	경상남도	밀양시	2.48%
7	경상남도	창원시 마산회원 구	3.54%	7	경상남도	창원시 진해구	2.39%
8	경상남도	창녕군	3.24%	8	경상남도	합안군	1.55%
9	경상남도	진주시	2.25%	9	경상남도	창녕군	0.90%
10	경상남도	창원시 진해구	2.06%	10	부산광역시	강서구	0.84%
11	경상남도	양산시	1.47%	11	부산광역시	부산진구	0.73%
12	부산광역시	강서구	1.41%	12	경상남도	진주시	0.71%
13	울산광역시	울주군	1.15%	13	경상남도	양산시	0.69%
14	대구광역시	달성군	1.10%	14	부산광역시	해운대구	0.66%
15	부산광역시	기장군	1.02%	15	부산광역시	사하구	0.57%
16	경상남도	사천시	0.96%	16	부산광역시	사상구	0.53%
17	경상북도	상주시	0.82%	17	부산광역시	북구	0.50%
18	경상남도	고성군	0.80%	18	경상남도	거제시	0.44%
19	경상북도	김천시	0.77%	19	부산광역시	기장군	0.43%
20	부산광역시	사상구	0.77%	20	부산광역시	동래구	0.41%

- 2019년 1월에는 방문자수 기준 상위 지역에 경상남도 고성군이 18위로 다시 올라온 것을 확인할 수 있는데, 2018년 말에 비해 다소 달라진 순위를 확인할 수 있음

<이동지역 시각화>



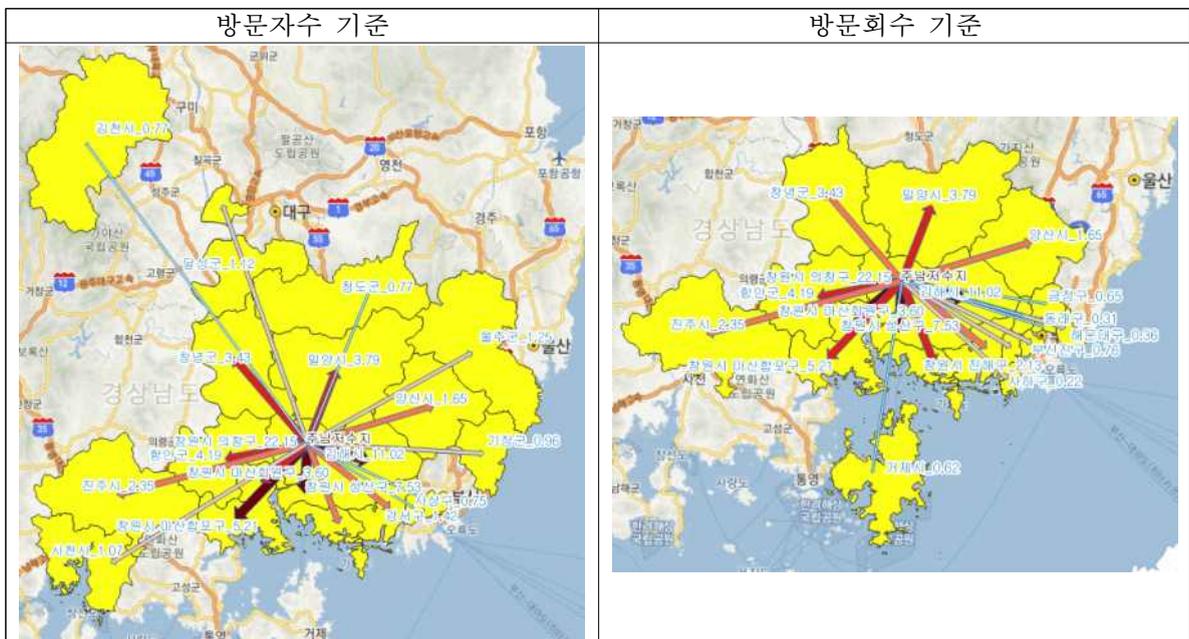
[2019년 2월]
<데이터 도표>

방문자수 기준 상위 20개 지역				방문회수 기준 상위 20개 지역			
순위	시도	시군구	비중	순위	시도	시군구	비중
1	경상남도	창원시 의창구	22.15%	1	경상남도	창원시 의창구	44.57%
2	경상남도	김해시	11.02%	2	경상남도	창원시 성산구	12.11%
3	경상남도	창원시 성산구	7.53%	3	경상남도	김해시	11.26%
4	경상남도	창원시 마산합포구	5.21%	4	경상남도	창원시 마산회원구	5.53%
5	경상남도	함안군	4.19%	5	경상남도	창원시 마산합포구	3.91%
6	경상남도	밀양시	3.79%	6	경상남도	밀양시	2.41%
7	경상남도	창원시 마산회원구	3.60%	7	경상남도	창원시 진해구	2.28%
8	경상남도	창녕군	3.43%	8	경상남도	함안군	1.65%
9	경상남도	진주시	2.35%	9	경상남도	창녕군	0.98%
10	경상남도	창원시 진해구	2.13%	10	부산광역시	강서구	0.81%
11	경상남도	양산시	1.65%	11	경상남도	진주시	0.78%
12	부산광역시	강서구	1.42%	12	경상남도	양산시	0.76%
13	울산광역시	울주군	1.25%	13	부산광역시	부산진구	0.71%
14	대구광역시	달성군	1.12%	14	부산광역시	해운대구	0.59%

15	경상남도	사천시	1.07%	15	부산광역시	사상구	0.59%
16	부산광역시	기장군	0.96%	16	부산광역시	사하구	0.54%
17	경상북도	김천시	0.77%	17	부산광역시	북구	0.48%
18	경상북도	청도군	0.77%	18	부산광역시	금정구	0.45%
19	부산광역시	부산진구	0.76%	19	경상남도	거제시	0.44%
20	부산광역시	사상구	0.75%	20	부산광역시	동래구	0.38%

- 2019년 2월에 경상북도 청군이 새롭게 방문자수 기준으로 상위지역 18위를 기록하였음. 2018년 10월부터 한번도 20위안에 없었던 지역으로 이 기간 청도에서 주남저수지를 방문했던 인구의 비율이 많아졌음을 확인할 수 있었음. 방문회수 기준으로는 상위 20개 지역에 오르지 못한 것으로 보아, 주남저수지에 방문한 인구가 경상북도 청도군으로 이동한 회수는 방문자수보다 적었던 것으로 판단됨

<이동지역 시각화>



1. 한국외국어대학교

가. 1차 년도 연구결과 (한국외국어대학교)

(1) KAHIS 데이터와 KT 제공 데이터와 연계된 데이터 마트 구성

(가) 분 단위 이동 경로 데이터 구성을 위해 대용량 데이터 처리 데이터 분석 환경을 구축 하여야 함

- 데이터를 충분히 수용할 수 있는 서버 구입 및 데이터 분석을 위한 서버 환경을 구축 함

(나) 대용량 데이터 처리 및 분석환경 구축을 위해 Spark 기반의 분산처리 환경을 구축하고, 구성된 데이터와 데이터 분석을 동일 환경에서 처리할 수 있도록 하여야 함

- 현재 구입한 서버를 검역본부에 투입시키기 이전에 연구소에서 Spark 기반의 분산처리 환경으로 만드는 방법들을 진행하고 검역본부에 투입이 되었을 때 동일 환경을 만들 예정임

(다) 구성된 분산 데이터 처리 및 분석 환경하에 이동 경로를 분석할 수 있는 데이터 마트를 구성함

① 현KAHIS 데이터에 있는 축산차량의 이동 경로 자료는 검역본부의 방역감시과와 논의 중에 있으며 현재는 NDAP 자료를 바탕으로 발생 농가에 방문한 차량들의 농가 방문 정보 및 발생 농가를 방문한 차량들의 궤적에 대한 데이터 마트 구성

② NDAP (HIVEQL 쿼리문)

<pre>SELECT DISTINCT D.VISIT_INDUTY_NO, D.INDUTY_VISIT_DT, D.INDUTY_VISIT_TIME, D.VISIT_PURPS_CN, C.INDUTY_CL, D.VISIT_VHCLE_NO FROM (SELECT FRMHS_NO, DT, INDUTY_CL FROM KAHIS.TN_FRMHS_INDUTY WHERE DT > 'yyyyymmdd' AND DT < 'YYYYMMDD' AND (INDUTY_CL = '01' OR INDUTY_CL = '02' OR INDUTY_CL = '09' OR INDUTY_CL = '10' OR INDUTY_CL = '11' OR INDUTY_CL = '12' OR INDUTY_CL = '13' OR INDUTY_CL = '14' OR INDUTY_CL = '15' OR INDUTY_CL = '16' OR INDUTY_CL = '17' OR INDUTY_CL = '18' OR INDUTY_CL = '19' OR INDUTY_CL = '20' OR INDUTY_CL = '21' OR INDUTY_CL = '22' OR INDUTY_CL = '23' OR INDUTY_CL = '24' OR INDUTY_CL = '25' OR INDUTY_CL = '26' OR INDUTY_CL = '28')) C JOIN (SELECT FRMHS_NO AS VISIT_INDUTY_NO, SUBSTR(VISIT_DE, 1, 8) AS INDUTY_VISIT_DT, SUBSTR(VISIT_DE, 10, 15) AS INDUTY_VISIT_TIME, VISIT_PURPS_CN, VISIT_VHCLE_NO FROM KAHIS.TN_VISIT_INFO WHERE DT = 'YYYYMM' AND SUBSTR(VISIT_DE, 1, 8) > 'yyyyymmdd' AND SUBSTR(VISIT_DT, 1, 8) < 'YYYYMMDD') D ON C.FRHS_NO = D.VISIT_INDUTY_NO</pre> <p style="text-align: center;"><농가 방문 정보></p>	<pre>SELECT C.FRHS_NO, D.VISIT_FRMHS_NO, C.LSTKSP_CL, C.BRD_HAD_CO, D.FRHS_VISIT_DT, D.FRHS_VISIT_TIME, D.VISIT_PURPS_CN, D.VISIT_VHCLE_NO, C.DT FROM (SELECT FRMHS_NO, LSTKSP_CL, BRD_HAD_CO, DT FROM KAHIS.TN_BLVSTCK WHERE DT > 'yyyyymmdd' AND DT < 'YYYYMMDD' AND BRD_HAD_CO > 999 AND MASTER_STTUS_SE = '1' AND (SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4150' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4161' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4162' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4166' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4165' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4163' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4164' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4167' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4168' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4169' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4240' OR SUBSTR(LSTKSP_CL,1,4)='4245')) C LEFT JOIN (SELECT FRMHS_NO AS VISIT_FRMHS_NO, SUBSTR(VISIT_DE, 1, 8) AS FRMHS_VISIT_DT, SUBSTR(VISIT_DT, 10, 15) AS FRMHS_VISIT_TIME, VISIT_PURPS_CN, VISIT_VHCLE_NO FROM KAHIS.TN_VISIT_INFO WHERE DT = 'YYYYMM' AND SUBSTR(VISIT_DE, 1, 8) > 'yyyyymmdd' AND SUBSTR(VISIT_DE, 1, 8) < 'YYYYMMDD') D ON C.FRHS_NO = D.VISIT_FRMHS_NO</pre> <p style="text-align: center;"><시설물 방문 정보></p>
---	---

③ R 코드

```

library(data.table)
library(funique)
library(dplyr)
library(funique)

farm_to_farm_list <- fread("./farm_to_farm_list.csv")
farm_to_farm_list <- as.data.frame(farm_to_farm_list)
farm_to_farm_list$farm_visit_dt <- as.Date(farm_to_farm_list$farm_visit_dt)

farm_to_induty_list <- fread("./farm_to_induty_list.csv")
farm_to_induty_list$induty_visit_dt <- as.Date(farm_to_induty_list$induty_visit_dt)

occur_list <- fread("./present_occur_list.csv")
occur_list$occur_dt <- as.Date(occur_list$occur_dt)

unique_occur_dt <- funique(occur_list$occur_dt)

occur_to_farm_visit_data <- NULL
occur_to_induty_to_farm_visit_data <- NULL

for(i in 1:length(unique_occur_dt)){
  occur_no <- occur_list %>% filter(occur_dt == unique_occur_dt[i]) %>%
  select(occur_farm_no)

  occur_car_info <- car_list %>% filter(farm_no %in% occur_no & occur_no %in% occur_farm_no) %>%
  select(farm_no, farm_visit_dt, farm_visit_time, visit_vhcle_no) %>%
  filter((unique_occur_dt[i]-14) <= farm_visit_dt &
  farm_visit_dt <= (unique_occur_dt[i]-1))

  if(nrow(occur_car_info) > 0){
    temp_data1 <- NULL
    temp_data2 <- NULL
    for(j in 1:nrow(occur_car_info)){
      visit_temp <- car_list %>% filter(occur_car_info$farm_visit_dt[j] <= farm_visit_dt
      & farm_visit_dt <= (occur_car_info$farm_visit_dt[j] + 14)
      & visit_vhcle_no == occur_car_info$visit_vhcle_no[j]
      & !frmhs_no %in% occur_no & occur_frmhs_no)

      temp_data1 <- rbind(temp_data1, visit_temp)
      temp_data1 <- temp_data1[order(temp_data1$farm_visit_dt),]
      temp_data2 <- funique(temp_data1)
    }
    names(occur_car_info) <- c("occur_frmhs_no", "occur_visit_dt", "occur_visit_time", "visit_vhcle_no")

    occur_to_farm_visit_info_join <- left_join(temp_data2, occur_car_info, by = "visit_vhcle_no")

    occur_to_farm_visit_car_info <- occur_to_farm_visit_info_join %>%
    group_by(farm_no, lstksp_cl, brd_had_co, farm_visit_dt, visit_purps_cn,
    visit_vhcle_no, occur_farm_no, induty_nm) %>%
    mutate(diff = farm_visit_dt - occur_visit_dt) %>%
    mutate(tidff = farm_visit_time - occur_visit_time) %>%
    filter(diff >= 0 & tidff >= 0) %>% unique()

    occur_to_farm_visit_car_info <- as.data.frame(occur_to_farm_visit_car_info) %>% arrange(farm_no, farm_visit_dt)
    occur_to_farm_visit_car_info$visit_vhcle_no <- as.character(occur_to_farm_visit_car_info$visit_vhcle_no)

    occur_to_farm_visit_data <- rbind(occur_to_farm_visit_data, occur_to_farm_visit_car_info)

    occur_to_induty_to_farm_visit_join <- left_join(occur_to_farm_visit_car_info, car_visit_induty_list,
    by = "visit_vhcle_no")

    occur_to_induty_to_farm_visit_car_info <- occur_to_induty_to_farm_visit_join %>%
    group_by(farm_no, farm_visit_dt, visit_vhcle_no, visit_purps_cn.x, induty_nm.x,
    occur_farm_no, occur_visit_dt, visit_induty_no, visit_purps_cn.y, induty_cl) %>%
    mutate(diff1 = farm_visit_dt - induty_visit_dt, diff2 = induty_visit_dt - occur_visit_dt) %>%
    mutate(tidff1 = farm_visit_time - induty_visit_time, tidff2 = induty_visit_time - occur_visit_time) %>%
    filter(diff1 >= 0 & diff2 >= 0 & tidff1 >= 0 & tidff2 >= 0) %>% unique()
    occur_to_induty_to_farm_visit_data <- rbind(occur_to_induty_to_farm_visit_data,
    occur_to_induty_to_farm_visit_car_info)
  } else {
    not_need_data <- NULL
    occur_to_farm_visit_data <- rbind(occur_to_farm_visit_data, not_need_data)
  }
}

occur_to_farm_visit_data <- occur_to_farm_visit_data[,c("farm_no", "lstksp_cl", "brd_had_co", "farm_visit_dt",
"frmhs_visit_time", "visit_purps_cn", "visit_vhcle_no",
"induty_nm", "occur_frmhs_no", "occur_visit_dt",
"occur_visit_time")]

names(occur_to_farm_visit_data)[1] <- "visit_frmhs_no"
names(occur_to_farm_visit_data)[6] <- "farm_visit_purps"
names(occur_to_farm_visit_data)[8] <- "farm_info"

occur_to_induty_to_farm_visit_data <- occur_to_induty_to_farm_visit_data[,c("frmhs_no", "lstksp_cl", "brd_had_co",
"farm_visit_dt", "farm_visit_time",
"visit_purps_cn.x", "visit_vhcle_no",
"induty_nm.x", "occur_farm_no",
"occur_visit_dt", "occur_visit_time",
"visit_induty_no", "induty_visit_dt",
"induty_visit_time", "visit_purps_cn.y",
"induty_nm.y")]

names(occur_to_induty_to_farm_visit_data)[1] <- "visit_frmhs_no"
names(occur_to_induty_to_farm_visit_data)[6] <- "farm_visit_purps"
names(occur_to_induty_to_farm_visit_data)[8] <- "farm_info"
names(occur_to_induty_to_farm_visit_data)[15] <- "induty_visit_purps"
names(occur_to_induty_to_farm_visit_data)[16] <- "induty_info"

occur_to_farm_visit_data <- as.data.frame(occur_to_farm_visit_data)
occur_to_induty_to_farm_visit_data <- as.data.frame(occur_to_induty_to_farm_visit_data)

fwrite(occur_to_farm_visit_data, "./occurfarm_to_farm.csv")
fwrite(occur_to_induty_to_farm_visit_data, "./occurfarm_to_induty_farm.csv")

```

<발생 농가를 중심으로 한 차량 및 농가 마트 구성 코드>

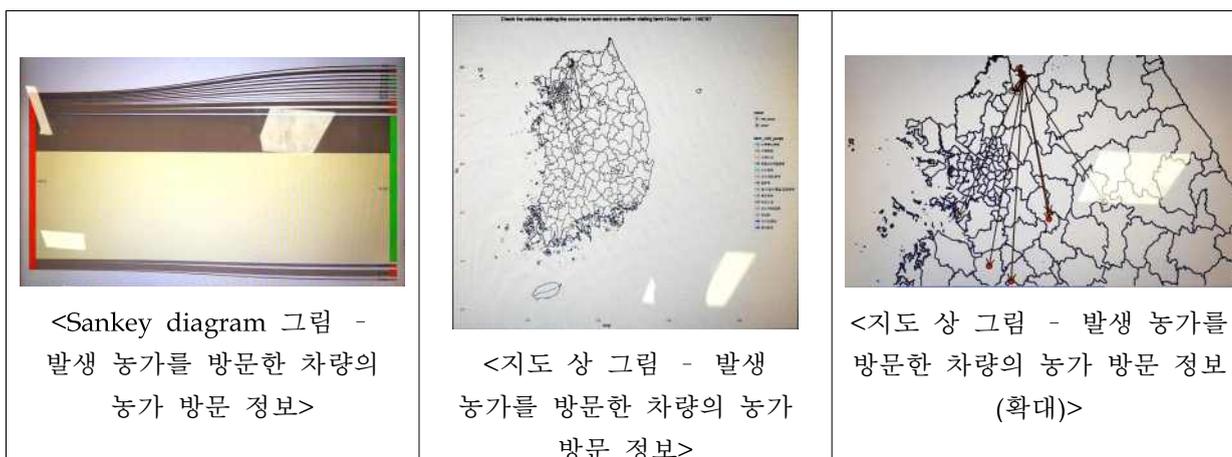
(2) 발생 예상 지역 및 시점으로부터 차량 및 인원 이동 경로 시범 분석

(가) HAPI 발생 출원지로 예상되는 장소와 시기로부터 KT 제공 데이터로부터 이동 경로를 구성

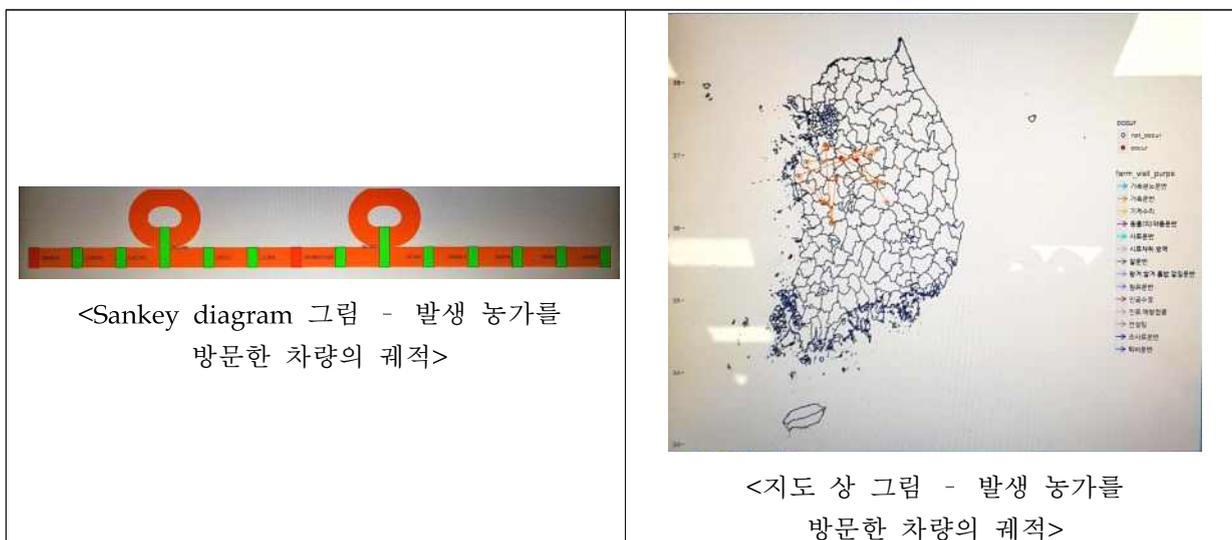
- ① 발생 농가에 방문한 차량들의 농가 방문 정보 및 발생 농가를 방문한 차량들의 궤적을 확인하는 작업 진행

④ R 코드 결과물 일부

㉗ 발생 농가를 방문한 차량의 농가 방문 정보



㉘ 발생 농가를 방문한 차량의 궤적



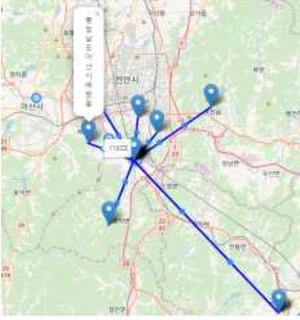
⑤ 2016년 11월부터 2018년 3월 사이에 발생한 모든 HPAI 발생 농가를 바탕으로 지도상 표현 및 Sankey diagram으로 표현을 진행

나. 2차 년도 연구결과 (한국외국어대학교)

(1) KAHIS 데이터와 KT 제공 통신인구 데이터와 연계된 데이터 마트 완성

(가) KAHIS 데이터 수령 후 전처리 진행 예정

- ① KAHIS 자료 수령을 위해 검역본부 2019년 7, 8월 상주 기간 동안 자료의 형태 및 분석 방법을 강구함
- ② KAHIS 데이터 수령을 위해 풍서천 지역에서 향원이 발견된 당시의 상황을 KT 제공 데이터로 분석함
- ③ 2017년 ~ 2018년 HPAI 발생 기간 동안 향원이 많이 검출된 풍서천(철새도래지)를 선택함



<2017.12.12.
~2017.12.27. 기간 동안
풍서천(철새도래지)에서
사람의 이동 경로 확인>

route	start	end	count
NB14826→NB14828	NB14826(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	7742
NB14828→NB14869	NB14828(충청남도 천안시)	NB14869(충청남도 여산시)	6061
NB14869→NB14828	NB14869(충청남도 여산시)	NB14828(충청남도 천안시)	5771
NB15234→NB14828	NB15234(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	5226
NB14828→NB15234	NB14828(충청남도 천안시)	NB15234(충청남도 천안시)	4033
NB14828→NB15396	NB14828(충청남도 천안시)	NB15396(세종특별자치시)	3904
NB15396→NB14828	NB15396(세종특별자치시)	NB14828(충청남도 천안시)	3577
NB14849→NB14828	NB14849(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	2022
NB14828→NB14849	NB14828(충청남도 천안시)	NB14849(충청남도 천안시)	1544
NB14828→NB2597	NB14828(충청남도 천안시)	NB2597(충청남도 천안시)	1761
NB2597→NB14828	NB2597(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	1758
NB14828→NB827	NB14828(충청남도 천안시)	NB827(충청남도 천안시)	1675
NB2597→NB14828	NB2597(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	1625
NB14828→NB14816	NB14828(충청남도 천안시)	NB14816(충청남도 여산시)	1558
NB14816→NB14828	NB14816(충청남도 여산시)	NB14828(충청남도 천안시)	746
NB15073→NB14828	NB15073(세종특별자치시)	NB14828(충청남도 천안시)	681
NB14828→NB1752	NB14828(충청남도 천안시)	NB1752(충청남도 천안시)	528
NB1752→NB14828	NB1752(충청남도 천안시)	NB14828(충청남도 천안시)	443
NB14828→NB15426	NB14828(충청남도 천안시)	NB15426(충청남도 공주시)	419
NB14828→NB15073	NB14828(충청남도 천안시)	NB15073(세종특별자치시)	373
NB6775→NB14828	NB6775(충청남도 여산시)	NB14828(충청남도 천안시)	350

<2017.12.12.~2017.12.27. 기간 동안
풍서천(철새도래지)에서 경로에 대한 횡수>

④ 현재 ASF 발생으로 인해 검역본부와 논의하기 힘든 상황으로 KAHIS 자료를 수령하기 어려운 상황임

(나) KT 제공 통신인구 데이터에 대한 전처리 완료

① KT 제공 통신인구 데이터 소개

- 통신인구 데이터는 정확한 Point의 위도, 경도가 아닌 이동통신 기지국에 대한 정보이며, 실제 기지국의 위치가 아닌 행정구역별 결합정보
- 지도상 시각적 표현을 위해 기지국의 정확한 위치 정보는 알 수 없는 상황이어서, 읍면동 단위까지의 주소 정보를 통해 기지국의 대략적 위치 자료를 만들

② 데이터를 충분히 수용할 수 있는 서버 및 데이터 분석을 위한 서버 환경 구축 완료

③ KT 제공 통신인구 데이터에 대해서 기본적으로 중복된 항목 제거 및 중복 경로에 대해서 제거 진행

- ex) 'A→B→A→A→C' 의 경로가 있을 경우, 'A→B→A→C' 로 바꾸면서 'A→A' 에 머무른 시간을 고려하여 자료 전처리 진행
- 주소(읍.면.동 단위) 위.경도 좌표 값이 철새도래지 내에 속하는지 또는 항원 검출 지점 15km 이내에 있는지를 확인하는 알고리즘 작성

<p><통신인구 데이터에 대한 전처리 코드 일부></p>	<p><철새도래지 내 주소 단위(읍.면.동)의 여부 확인></p>	<p><기지국 인근 행정구역 주소별 위.경도 좌표 및 철새도래지 속한 여부></p>
---------------------------------------	--	--

(다) 철새도래지 위치에서 발생 농가 위치까지의 경로에 대해서 알고리즘 적용

① RNN(Recurrent Neural Networks) 적용

㉞ 순환신경망 모형을 이용한 과거의 경로를 통해 앞으로의 경로를 예측하는 알고리즘 구현

㉟ KT 제공 통신인구 자료를 RNN으로 구현할 자료 형식으로 바꾸는 작업 진행
- 3개의 경로 Input → 3개의 경로 Output

 <p><통신인구 자료를 RNN으로 구현할 자료로 만드는 코드></p>	 <p><RNN 알고리즘 학습 - Many to Many></p>	 <p><RNN 알고리즘 결과 - Many to Many></p>
--	---	---

- 5개의 경로 Input → 1개의 경로 Output

 <p><통신인구 자료를 RNN으로 구현할 자료로 만드는 코드></p>	 <p><RNN 알고리즘 학습 - Many to One></p>	 <p><RNN 알고리즘 결과 - Many to One></p>
---	---	---

② LSTM(Long Short-Term Memory models) 적용

㉞ RNN의 일종인 LSTM 알고리즘을 이용하여 과거의 경로를 통해 앞으로의 경로를 예측하는 알고리즘 구현

㉟ RNN과의 차이는 과거의 긴 길이의 경로 중 필요 없는 정보들을 기계적으로 제거함으로써 예측 결과의 성능을 높이는 효과가 있음

㉞ KT 제공 통신인구 자료를 LSTM으로 구현할 자료 형식으로 바꾸는 작업 진행
- 3개의 경로 Input → 3개의 경로 Output

 <p><통신인구 자료를 LSTM으로 구현할 자료로 만드는 코드></p>	 <p><LSTM 알고리즘 학습 - Many to Many></p>	 <p><LSTM 알고리즘 결과 - Many to Many></p>
---	--	--

- 5개의 경로 Input → 1개의 경로 Output

 <p><통신인구 자료를 LSTM으로 구현할 자료로 만드는 코드></p>	 <p><LSTM 알고리즘 학습 - Many to One></p>	 <p><LSTM 알고리즘 결과 - Many to One></p>
---	---	---

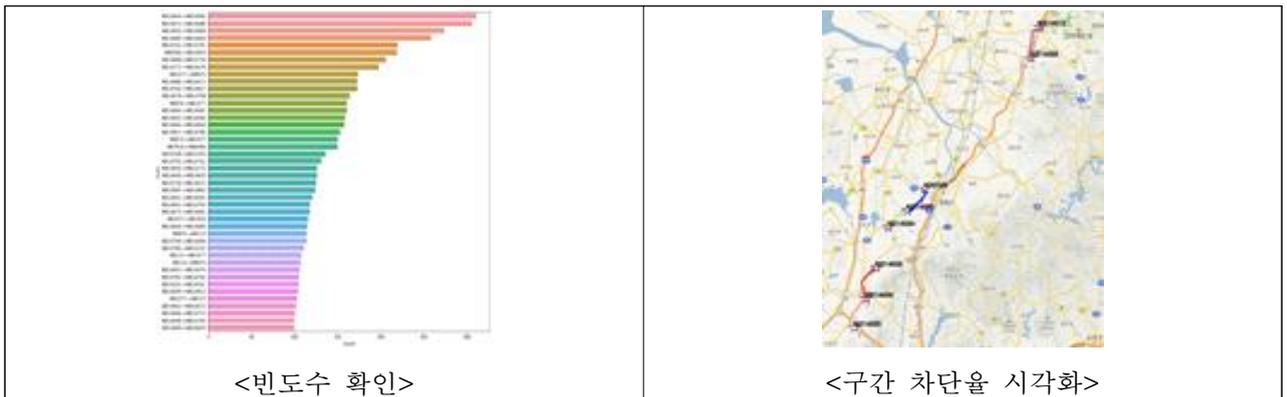
- ③ 적절한 Input의 수와 Output의 수를 결과들을 통해서 찾는 작업 진행
- ④ 자료에 맞는 Deep Learning Model의 Parameter Tuning 작업 진행

다. 3차 년도 연구결과 (한국외국어대학교)

(1) HPAI 발생 후보지로부터 농가를 방문한 비율에 따른 발생/비발생 농가 차이 비교를 통한 의미성 도출

<2차 년도 연구 결과>

- (가) KT 제공 통신인구 데이터 활용
- (나) 발생 농가의 항원 바이러스 타입과 맞는 항원 검출 지점 확인 및 항원을 배출한 철새종 확인
- (다) 철새도래지 위치 및 발생 농가 위치에 10분 이상 머문 사람들이 발생 농가 위치로 갈 때까지의 경로 추출
- (라) 철새도래지 위치에서 발생 농가 위치까지 경로를 찾는 알고리즘 개발
- (마) 알고리즘을 사용하여 확인한 경로 내에서 가장 많이 나온 구간의 빈도수 확인



(2) KT 제공 통신인구 데이터를 활용한 이동패턴에 따른 HPAI 확산 경로 예측 모델 개발

(가) KT 제공 통신인구 데이터 전처리 완료

- ① NLP(Natural Language Processing) 적용을 통한 RNN의 일종인 LSTM(Long Short-Term Memory models) 알고리즘을 이용하기 위해 철새도래지 위치에서 발생 농가 위치까지 차량(인구)의 경로를 추출하는 알고리즘 구현

```

# 차량(인구)별 이동 경로 추출 알고리즘
def find_route(start, end, graph):
    visited = set()
    path = []
    def dfs(node):
        visited.add(node)
        path.append(node)
        if node == end:
            return path
        for neighbor in graph[node]:
            if neighbor not in visited:
                result = dfs(neighbor)
                if result:
                    return result
        path.pop()
        return None
    return dfs(start)

# 예시 그래프
graph = {
    'A': ['B', 'C'],
    'B': ['A', 'D'],
    'C': ['A', 'E'],
    'D': ['B', 'F'],
    'E': ['C', 'F'],
    'F': ['D', 'E', 'G'],
    'G': ['F', 'H'],
    'H': ['G', 'I'],
    'I': ['H', 'J'],
    'J': ['I', 'K'],
    'K': ['J', 'L'],
    'L': ['K', 'M'],
    'M': ['L', 'N'],
    'N': ['M', 'O'],
    'O': ['N', 'P'],
    'P': ['O', 'Q'],
    'Q': ['P', 'R'],
    'R': ['Q', 'S'],
    'S': ['R', 'T'],
    'T': ['S', 'U'],
    'U': ['T', 'V'],
    'V': ['U', 'W'],
    'W': ['V', 'X'],
    'X': ['W', 'Y'],
    'Y': ['X', 'Z'],
    'Z': ['Y', 'A']
}

# 시작 및 종료 노드
start = 'A'
end = 'Z'

# 경로 찾기
route = find_route(start, end, graph)

print(route)
    
```

<차량(인구)별 경로를 찾는 알고리즘>

- ② NLP 적용을 위해 차량(인구)의 이동 경로를 하나의 문장으로, 하나의 차량(인구) 위치를 하나의 단어로 정의

```

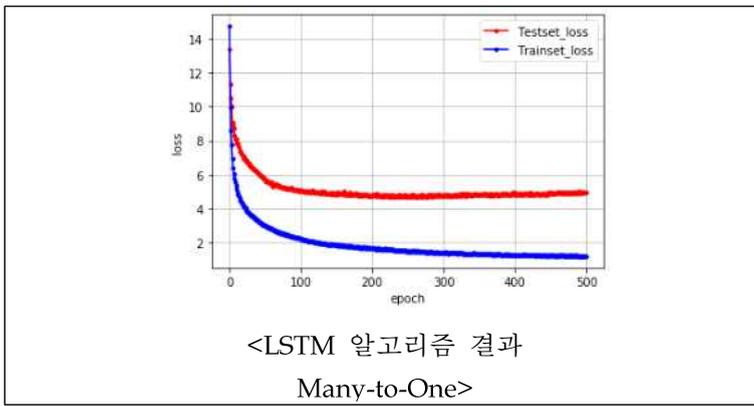
In [7]: 1 route = pocheon_fr_danger_to_occur_route
        2 route

Out[7]: 0 NB6772->NB7697->NB8411->NB6999->NB4285->NB3411...
        1 NB6772->NB7697->NB8450->NB7697->NB6772->NB7697...
        2 NB16->NB118->NB675->NB59->NB1511->NB561->NB638...
        3 NB49->NB675->NB49->NB254->NB118->NB77->NB35->N...
        4 NB49->NB675->NB254->NB297->NB2739->NB3268->NB2...
        5 NB160->NB1207->NB327->NB2212->NB795->NB1961->N...
        6 NB143->NB691->NB291->NB47->NB1027->NB6297->NB...
        7
    
```

<차량(인구)별 이동 경로>

(나) 차량(인구)별 이동 경로에 대해 알고리즘 적용을 위한 데이터셋 지정

- ① 차량(인구)별 이동 경로에 대한 통신인구 데이터 자료를 NLP를 이용한 LSTM 알고리즘에 구현하기 위해 데이터의 형태를 바꾸는 작업 진행



④ 자료에 맞는 Deep Learning Model의 Parameter Tuning 작업 진행

(다) 이동 경로 예측을 위한 함수 구성 및 결과 시각화

① LSTM 알고리즘을 이용한 이동 경로 예측 함수 구축 및 함수를 이용한 결과 시각화

```

1 def generate_route(model, route_test, n_route):
2     in_route, result = route_test, route_test
3     # generate a fixed number of words
4     for i in range(n_route):
5         # encode the test as integer
6         encoded = [word_dict[word] for word in route_test]
7         # encode - np.array(encoded)
8         # predict a word in the vocabulary
9         what = model.predict_classes(encoded, verbose=0)
10        # map predicted word index to word
11        out_word = ''
12        for route_index in word_dict.keys():
13            if route_index == what:
14                out_word = route_index
15                break
16        # append to result
17        in_route, result = out_word, result + ' ' + out_word
18    return result
  
```

<이동 경로 예측 함수>

① 시작 지점은 철새도래지 위치 및 발생 농가 위치로 지정



㉠ <철새도래지 위치로부터 예상 이동 경로> 에 대한 주요 방역 위치 제안

- 그림을 보면 사람들은 일반적으로 철새도래지가 포함된 인근 기지국의 행정 지역인 경기도 연천군 백학면 통구리에서 주월리로 이동한다는 것을 알 수 있다. 통구

리에서 주월리로 이어지는 길에 방역을 강화하면 HPAI 확산을 줄일 가능성이 클 것으로 예상된다. 또한 주월리에서 구읍리, 구읍리에서 객현리, 객현리에서 울포리로 이어지는 길에 추가적인 방역소를 설치하면 HPAI 확산을 줄일 수 있을 것이다.

㉞ <발생 농가 위치로부터 예상 이동 경로> 에 대한 주요 방역 위치 제안

- 그림을 보면 사람들은 일반적으로 발생 농가가 포함된 인근 기지국의 행정 지역인 경기도 화성시 팔탄면 구장리에서 창곡리로 이동한다는 것을 알 수 있다. 구장리에서 창곡리로 이어지는 길에 방역을 강화하면 HPAI 확산을 줄일 가능성이 높을 것으로 예상된다. 또한 창곡리에서 양노리, 양노리에서 구포리, 구포리에서 쌍학리로 이어지는 길에 추가적인 방역소를 설치하면 HPAI 확산을 줄일 수 있을 것이다.

㉞ 연천과 화성의 두가지 방역대에 대한 분석결과를 반영한 새로운 방역초소에 대해 위치제안을 시행하였음, 방역정도의 차이에 의한 제안이기 보다는 이동경로 알고리즘에 의한 제안으로 현장에서 수용요구나 변화된 위치가 효과적인 위치로 확인을 위해서는 지자체와의 협상이 필요.

(라) KT 제공 통신인구 데이터의 한계

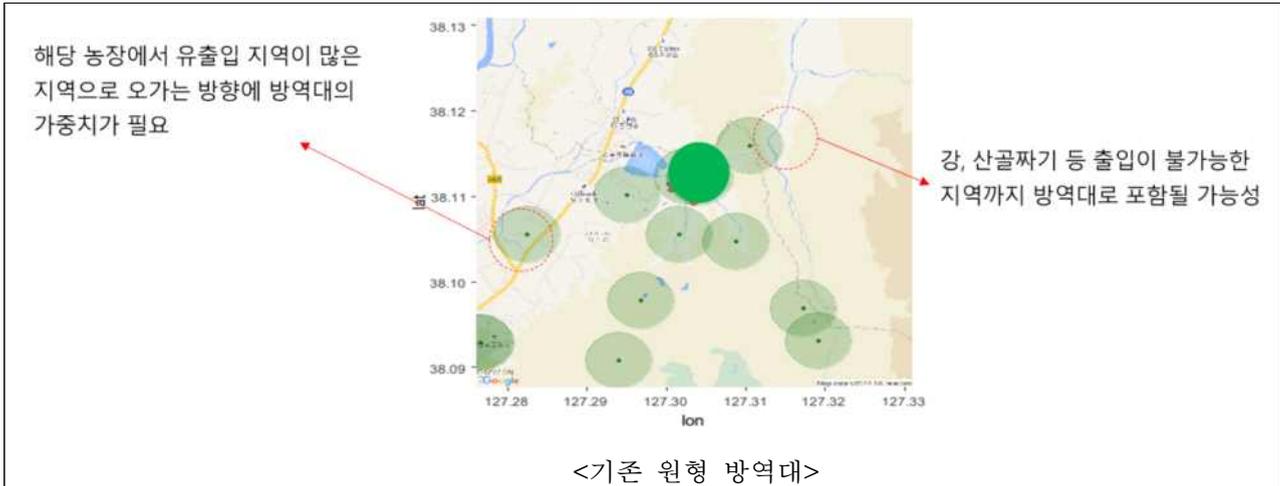
- ① 기지국의 반경은 50 ~ 300m로 매우 넓기 때문에 정확한 위치를 알 수 없다.
- ① 기지국과 통신하는 인구의 정확한 위치는 확인할 수 없다.
- ① 기지국 내에서의 이동은 확인할 수 없으며, 차량인지 도보인지도 구분할 수 없다.

(마) 추가 연구를 위한 제안

- ① 더 정확한 연구를 위해 필요한 데이터
 - ㉞ 철새도래지와 농가를 자주 방문하는 차량 및 인구의 데이터
 - ㉞ 위치가 Point로 위도와 경도가 정확하게 표시되는 데이터
 - ㉞ 중간에 생략된 경로가 아닌 인근 지역으로 이동하는 Sequence한 데이터
- ① 해당 데이터를 이용하여 모델을 개발한다면 보편적으로 사람들이 이동하는 구체적인 경로를 파악할 수 있기 때문에 더 정확하고 효율적인 방역소 위치를 제안할 수 있을 것이다.

(3) KAHIS 데이터를 이용한 방역 Shape 설정

(가) 현재 농장의 방역대는 원형으로 그려지는데 지리적, 방역 위험 요소 등의 특성을 반영하지 못하고 있음



(나) KAHIS의 농장별 차량 방문 기록을 통해 농장별 최적의 방역대 모양을 도출하고자 함

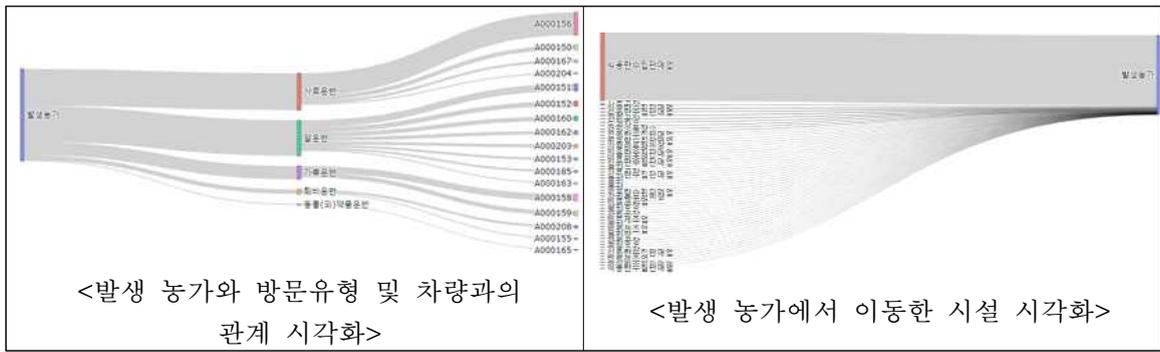
(다) 대상 농장에 방문한 축산차량이 이동한 다른 축산시설에 대해 빈도를 기준으로 통계를 작성하고, 이를 GIS 상에 시각

- ① GIS 상에서 유출입이 많은 상위 n개 지역의 방향으로 향하는 대상 농장의 주변을 새로운 방역대 Shape로 설정



(라) 차량 기준 방역 Shape 설정의 한계

- ① 방역 Shape 설정은 차량의 이동 외 변수들의 영향이 큼
- ② 날씨 : 겨울철 강한 바람에 의한 바이러스 전파



(5) KAHIS 데이터를 이용하여 특정 지역과 관련성이 높은 차량을 추출하기 위한 세 가지 모델 개발

(가) 특정 지역에 방문한 수를 이용한 방문 비율 알고리즘 구축

- ① 방문 비율을 ‘특정 지역에 방문한 수 ÷ 차량이 들른 지역의 수’ 로 정의
- ② 직관적인 방법으로 특정 지역과 연관성이 높은 차량 추출

```

def count_rate(self):
    df = self.data
    remove_dup = df[['차량번호']].drop_duplicates()
    remove_dup = list(remove_dup.index)
    df = df.loc[remove_dup].reset_index(drop=True)
    doc_df = df[['차량번호', 'route']].values.tolist()

    for i in range(0, len(doc_df)):
        doc_df[i][1] = doc_df[i][1].split('<-->')

    sentences = self.sentence
    count_route_all = []

    for i in range(len(doc_df)): # 차량번호 순
        count_route = []

        for j in range(len(sentences)): # 각 시설의 방문 수
            q_route = doc_df[i][1]
            one_loc = sentences[j]
            count_route.append(count_route.count(one_loc))
            count_route_all.append(count_route)

        if self.top_n != count_route_all:
            print('self.top_n: %d보다 많습니다. self.top_n을 수정해주세요.' %
                  self.top_n)
            root_count = heapq.nlargest(self.top_n, enumerate(count_route_all), key=lambda x: x[1])
            index = [x[0] for x in root_count]
            similarity = pd.DataFrame([x] for x in root_count)

            top_n_id=[]
            for i in range(len(index)):
                top_n_id.append('차량번호'+str(index[i]))

            data = pd.DataFrame()
            data['차량번호'] = top_n_id
            data['유사도'] = similarity
            data.to_csv('count_rate_sis.csv', mode='w')

    return data
        
```

<방문 비율 알고리즘>

	차량번호	유사도
0	A000061	0.034
1	A000056	0.024
2	A000021	0.019
3	A000014	0.013
4	A000029	0.013
5	A000018	0.011
6	A000227	0.010

<방문 비율 알고리즘에 의해 추출된 차량>

(나) TF-IDF를 이용한 특정 지역과 관련성이 높은 차량 추출

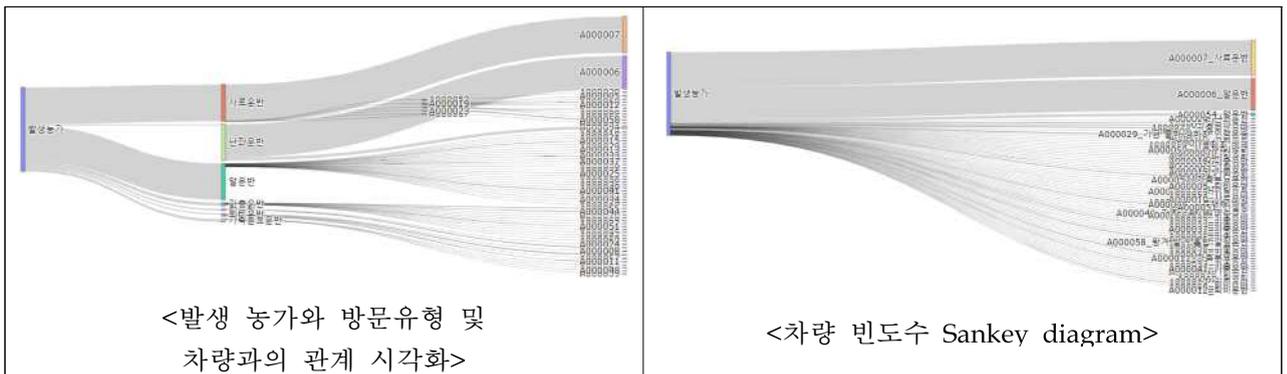
- ① 농가 및 시설을 단어로, 차량의 이동 경로를 문장으로 생각하며 NLP 방법 적용
- ② TF-IDF는 정보 검색과 텍스트 마이닝에서 이용하는 가중치로, 여러 문서로 이루어진 문서 군이 있을 때 어떤 단어가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한지 나타내는 통계적 수치
- ③ TF는 단어의 빈도수를 Vector 위치에 따라 나타내주고, IDF는 단어의 빈도수가 많으면 낮은 weight를, 단어의 빈도수가 적으면 높은 weight를 부여하는 알고리즘

① 방문 비율 알고리즘, TF-IDF 알고리즘, Doc2Vec 알고리즘 중 2가지 이상의 알고리즘에 의해 검출된 차량을 추출하는 함수 구축

<pre>class SankeyMethod_Count(object): def __init__(self, data_1, data_2, data_3): self.data_1 = data_1 self.data_2 = data_2 self.data_3 = data_3 def count_sankey(self): count_sankey = pd.concat([self.data_1, self.data_2, self.data_3]) count_sankey = count_sankey.groupby('차량번호').count() for i in list(count_sankey.index): try: count_sankey[i] += 1 except: count_sankey[i] = 1 count_sankey = count_sankey.reset_index() data = pd.DataFrame() data['차량번호'] = list(count_sankey.index) data['count'] = list(count_sankey.values) data.to_csv('method_count_sankey.csv', mode='w') return data</pre> <p><차량 추출 알고리즘></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>차량번호</th> <th>count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>A000061</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>A000015</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>A000068</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>A000046</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>A000020</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>A000018</td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>A000227</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>A000014</td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td>A000010</td><td>2</td></tr> <tr><td>9</td><td>A000026</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <p><추출된 차량></p>	차량번호	count	0	A000061	2	1	A000015	3	2	A000068	2	3	A000046	2	4	A000020	3	5	A000018	3	6	A000227	3	7	A000014	3	8	A000010	2	9	A000026	2
차량번호	count																																
0	A000061	2																															
1	A000015	3																															
2	A000068	2																															
3	A000046	2																															
4	A000020	3																															
5	A000018	3																															
6	A000227	3																															
7	A000014	3																															
8	A000010	2																															
9	A000026	2																															

(마) 경기도 화성의 발생 농가 데이터를 이용한 Sankey diagram 시각화 기법과 3가지 알고리즘을 이용한 차량 추출 결과

① Sankey diagram을 이용한 차량 추출



㉞ Sankey diagram을 활용하여 발생 농가와 차량과의 빈도를 분석할 수 있다.

㉟ 해당 그림의 결과를 통해 사료 운반을 목적으로 A000007 차량이 가장 많이 방문하고, 다음으로는 알 운반을 목적으로 A000006 차량과 A000054 차량이 많이 방문한다는 것을 알 수 있다.

② TF-IDF 알고리즘 및 방문 비율 알고리즘을 이용한 차량 추출

㉞ 아래 표는 발생 농가를 기준으로 TF-IDF 알고리즘 및 방문 비율 알고리즘을 적용하여 발생 농가와 유사도가 높은 차량을 뽑은 결과이다.

	TF-IDF		방문 비율	
	차량번호	유사도	차량번호	유사도
1	A000054	0.25	A000054	1.00
2	A000007	0.17	A000007	0.44
3	A000006	0.15	A000006	0.23
4	A000049	0.51	A000049	0.14
5	A000029	0.43	A000069	0.08
6	A000069	0.02	A000029	0.07

㉔ Sankey diagram과 다른 점은 발생 농가와 A000054 차량의 유사도가 가장 높다는 점이다. A000054 차량의 방문 비율 알고리즘 결과를 보면 1의 값을 갖는다. 이 결과로부터 A000054 차량은 다른 시설은 방문하지 않는다는 것을 알 수 있다.

③ Sankey diagram 및 TF-IDF, 방문 비율 알고리즘 결과를 Doc2Vec 모델에 적용

㉕ Sankey diagram을 통한 시각화 결과와 같이 A000007 차량과 A000006 차량이 발생 농가와 관련성이 높았다.

㉔ A000007 차량과 A000006 차량의 이동 경로를 기준으로 추가 연구를 위해 Doc2Vec 모델을 이용한다.

㉔ 아래 표는 A000007 차량과 A000006 차량의 이동 경로를 Doc2Vec 모델에 input으로 넣어준 결과이다.

	A000007		A000006	
	차량번호	유사도	차량번호	유사도
1	A000059	0.99	A000068	0.98
2	A000225	0.77	A000016	0.65
3	A000016	0.76	A000053	0.64
4	A000068	0.74	A000061	0.61
5	A000053	0.73		
6	A000061	0.70		

㉔ Doc2Vec 모델을 이용하여 해당 차량의 경로와 유사한 경로를 가진 차량을 추출한 결과 A000059 차량과 A000225 차량의 경우 A000007 차량과 유사한 경로를 가지고 있고, A000068 차량과 A000016 차량의 경우 A000006 차량과 유사한 경로를 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

㉔ 표에 있는 차량은 발생 농가에 자주 방문하지 않거나 방문한 기록이 없을지라도 다른 시설에서 발생 농가를 자주 방문하는 A000006 차량 또는 A000007 차량과 만날 가능성이 높은 차량이다.

④ Sankey diagram과 방문 비율 알고리즘, TF-IDF 알고리즘 및 Doc2Vec 알고리즘에 의해 추출된 차량에 방역을 강화한다면 HPAI 확산을 줄일 수 있을 것이다.

(바) KAHIS 데이터의 한계

- ① KAHIS 데이터는 보안에 의해 중간 경로가 생략된 정보만을 포함
- ② 중간 경로의 생략으로 인해 위험 차량이 아닐 것으로 예상되는 차량이 실제로 위험 차량이 아닌지 알 수 없다. 왜냐하면 위험 지역은 HPAI에 감염된 발생 농가 외에도 철새도래지 또는 철새도래지 인근 지역 등 많기 때문이다.
- ③ KAHIS 데이터의 경우, GPS 단말기에 의해 차량의 출입 정보를 수집, 관리하기 때문에 GPS가 켜져 있지 않을 경우 데이터의 손실 문제가 발생한다.

(사) 추가 연구를 위한 제언

- ① 더 정확한 연구를 위한 필요
 - ㉠ 중간 경로가 포함된 KAHIS 데이터
 - ㉡ GPS 단말기 관리 또는 개선
 - ㉢ 지속적인 데이터 관리
- ② GPS 단말기 문제를 개선하고 중간 경로가 포함된 KAHIS 데이터를 이용하여 해당 방법으로 분석할 경우 더 정확한 분석이 가능할 것이다.

3. 케이웨어 (주)

가. HPAI 발생 역학적 영향도 분석 지원시스템 GIS 기반 구현

(1) 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 개발

(가) GIS 기반 역학지도 시스템 기술 개발

① 오픈소스 기반의 GIS 공간분석 및 시스템 개발

- HPAI 발생 바이러스 전파 역학조사 지원을 위해 국내 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)의 주요 감염원으로 추정되는 철새의 이동 경로와 생태정보를 분석을 위한 GIS 기반의 공간정보 시각화 시스템을 개발하였다.
 - 농림축산검역본부의 협조를 통해 제공 받은 철새 위치추적기 정보 및 환경부 생물자원관의 국내 철새도래지 공간정보, 국토부 도로정보, 농림축산식품부 농장 정보 등 다양한 공간 DB를 구축하고 공간정보를 시각화 할 수 있는 시스템을 PostgreSQL 등의 오픈소스를 활용해 개발하였다.
 - 또한 공간분석을 위한 공간SQL DBMS 및 분석 환경을 구성하고 빅데이터 플랫폼과 연계해 조류인플루엔자 관련 빅데이터를 GIS 공간분석에 바로 활용하고 시각화 할 수 있도록 시스템을 구축하였다.
-
- PostgreSQL : PostgreSQL 은 기존 RDBMS와 다른 ORDBMS로 공간 분석을 위해 최적화 구현진행 하였다.
 - PostGIS Extension : PostGIS의 ORDBMS의 특성을 이용해 Native 수준의 Spatial SQL의 요소인 Type, Index, Function 구현하였다.
 - LibLwGeom : Database를 바로 이용할 수 없는 많은 기능들을 Sub Library에서 Low Level로 구현해 효율을 높였다.
 - PoGEOS : 널리 사용되는 C++기반 공간정보 라이브러리를 이용해 많은 유용한 고수준 분석/처리 기능 추가하였다.
 - Proj4 : 좌표계 변환 라이브러리를 붙여 다양한 표준 및 비표준 좌표계를 처리하도록 한다.
 - LibXML2 : XML 라이브러리를 이용해 GML, KML 등 XML 기반 공간정보 표준 처리하도록 한다.
 - GDAL : 널리 사용되는 C++기반 Raster GIS 라이브러리를 이용해 Raster 데이터 처리와 분석 가능하다.

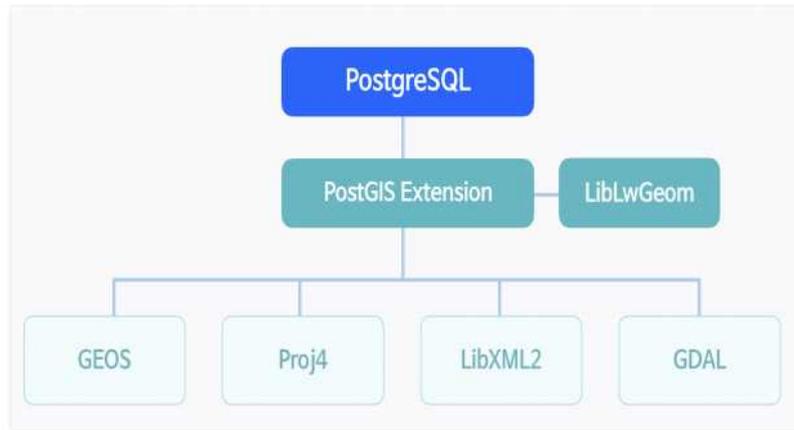


그림 130 <PostGIS Architecture>

② 오픈소스 GIS 기반 아키텍처 구성

- 철새 위치추적기 정보와 함께 통합 분석에 필요한 조류인플루엔자 관련 국내외 데이터 수집/정제/저장/분석 지원 빅데이터 플랫폼을 구축하고 개발한 빅데이터 수집 인터페이스를 고도화 하였다.
 - HPAI 발생정보 관련 국내외 수집정보를 확대하고 수집 데이터의 신뢰도를 높이기 위한 기술적 개선을 진행하였으며, 수집된 데이터의 포맷과 생애주기에 맞춘 관리 체계를 개발하고 시스템에서 자동으로 데이터의 이력부터 정제, 활용, 삭제까지의 추적 관리가 가능한 데이터 관리정책(Data Governance)를 구축했다.
 - 수집한 데이터를 연구팀에서 지속적으로 다양한 분석에 활용할 수 있는 형태로 정제/마이닝할 수 있도록 시스템을 고도화 하였다.
 - 데이터의 수집부터 저장/정제/마이닝/데이터마트 구성, 분석/분석결과 저장/시각화까지 처리할 수 있는 통합 빅데이터 수집/관리/분석/시각화 플랫폼을 구축하였다.
- GIS 기반 오픈소스를 이용한 아키텍처 구성은 PostgreSQL(+PostGIS, 공간 DBMS) + GeoServer(GIS 서버) + 오픈소스 GIS분석(WPS) 패키지로 구성한다.
 - PoJava + Tomcat + Spring Framework + OpenLayers + D3 Chart Library... 등을 사용하였다.

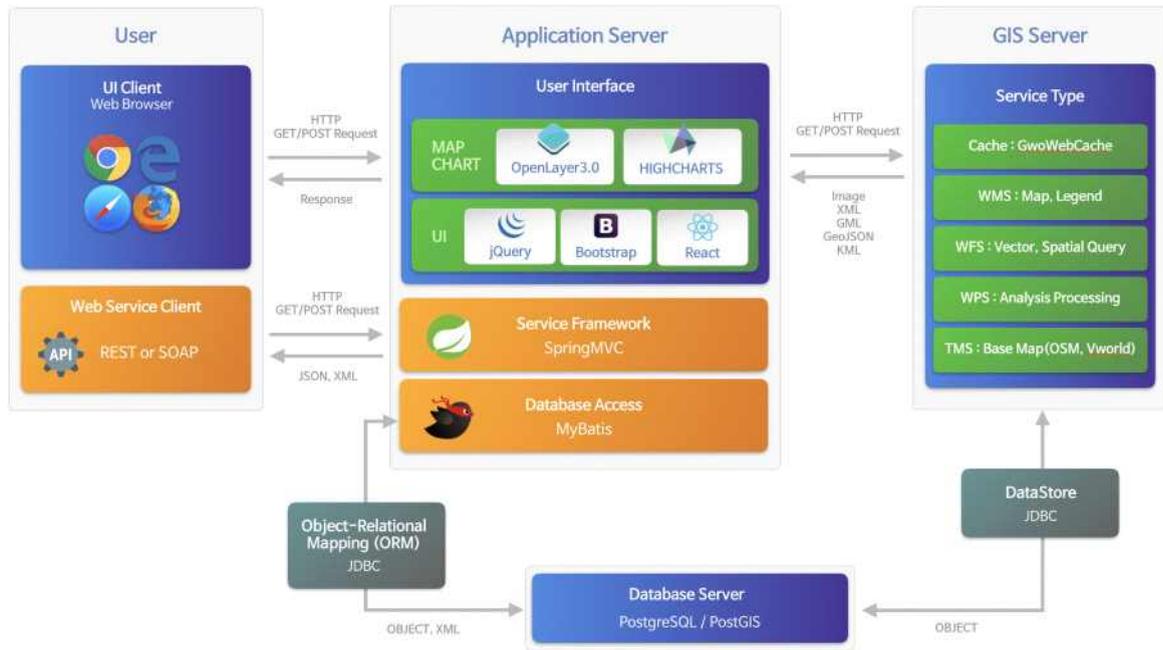


그림 131 <오픈소스 기반 GIS 시스템 아키텍처>

- 다양한 시각화 기법 적용을 위한 GIS 분석 및 시각화 공통 프레임워크를 구현하였다.
- GIS 분석을 위해 Point Clustering, Density, Flow Map, 시계열 애니메이션 등의 시각화 기법을 지원하도록 설계하였다.

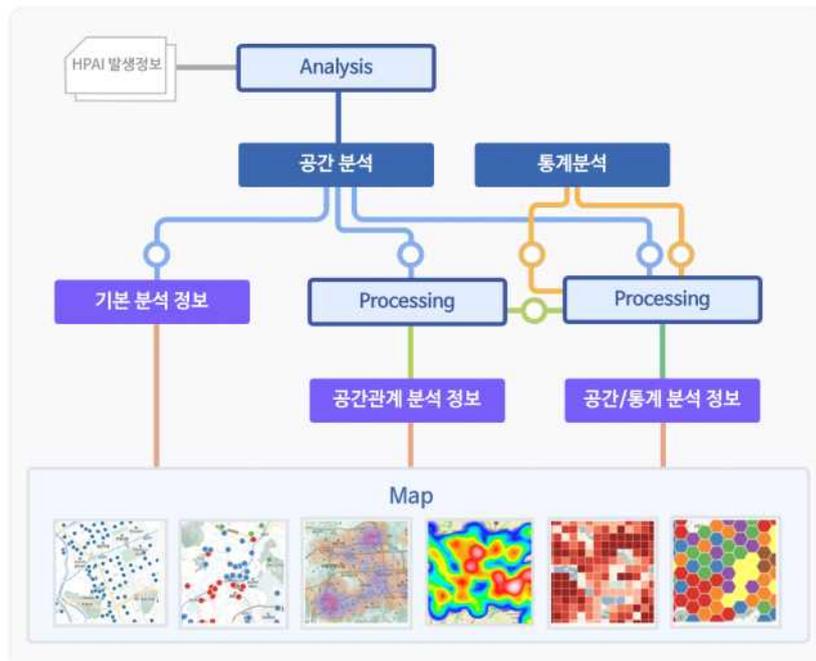


그림 132 <정보 표현에 최적화된 시각화 기법 적용>

- GIS 기반 축산시설 및 방역지대 설정 지원 시각화 시스템을 구현하였다.
 - 축산시설, 지형정도 등의 기반정보와 분석 정보를 공간 데이터화 하여 시각화 설계하였다.
 - 방역지대, 권역, 도래지 등 특정 공간정보(Polygon)를 기준으로 해당 공간에 속한 축산시설 및 해당 지역을 지나간 이동정보에 대한 조회 지원하도록 설계하였다.
 - PostGIS 공간분석 라이브러리를 활용하여 다양한 공간분석 및 시각화 하도록 설계하였다.

(나) 역학지도 공간 DB 구축

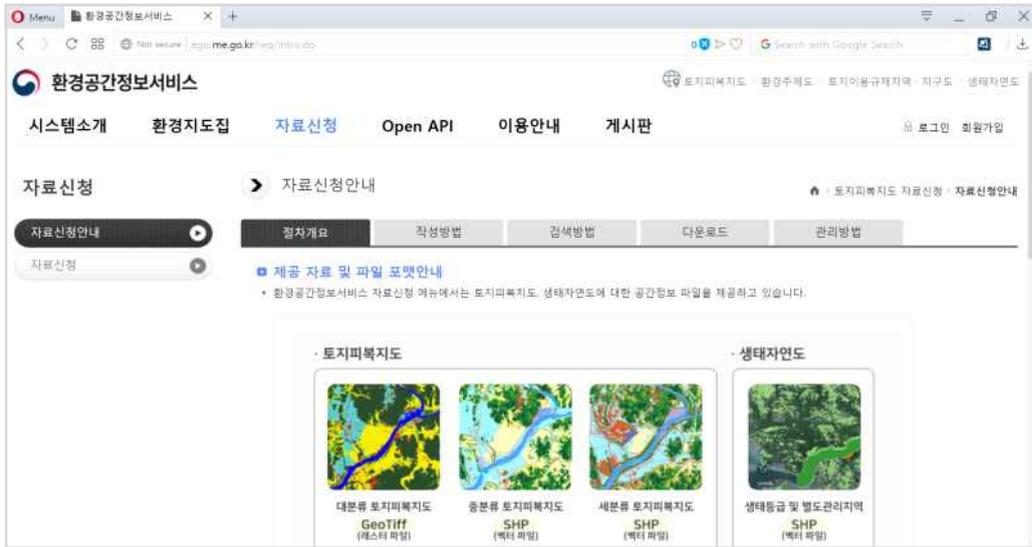
① 공통 공간정보 DB 구축

- 기반 지리정보를 구축하였다.
 - 기반 지리정보는 각 사이트에서 공유해주는 데이터의 요청에 따라 온라인 요청 후 다운로드 진행하였다.
 - 주로 환경부, 행정안전부, 국토교통부 및 국토지리정보원, 산림청, 농촌진흥청 등 공공기관을 통해서 데이터를 수집하였다.
 - 우리나라 공공기관 뿐만 아니라 ASTER GDEM , NASA MODIS등 해외 유명 사이트의 데이터 또한 수집하였다.

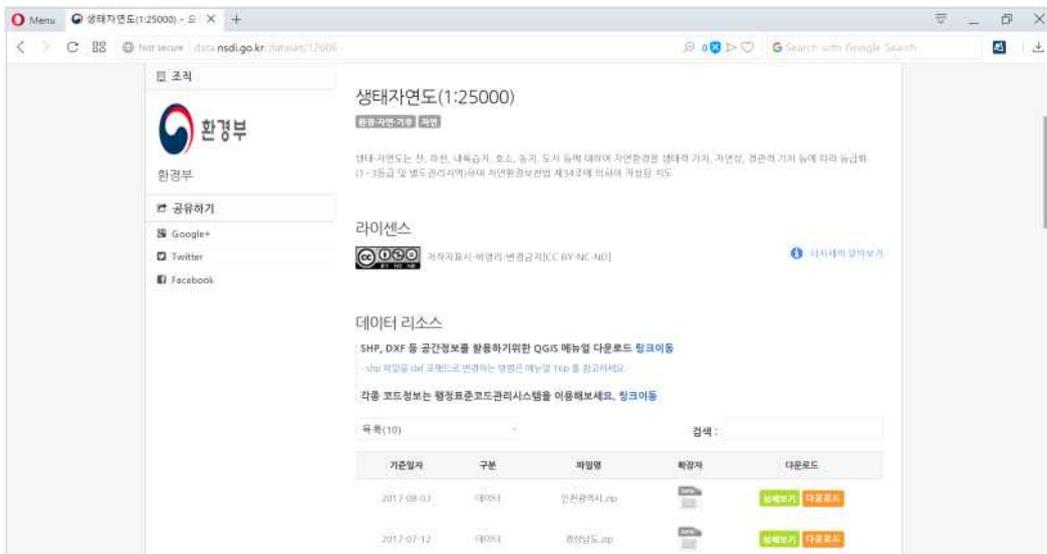
데이터	출처	수집방법	수집상태	범위	유형
철새도래지 공간 데이터	환경부	온라인다운	○	전국	폴리곤
토지피복도 공간 데이터	환경부	온라인요청	○	전국	폴리곤
생태 자연도	환경부	온라인요청	○	전국	폴리곤
수원지 데이터	국토지리정보원	온라인요청	○	전국	폴리곤
습지 데이터	국립습지센터 KLIS-습지보호구역	온라인요청	○ ○	전국	폴리곤
도로 데이터	새주소	온라인요청	○	전국	라인
	지형도	온라인요청	○	전국	라인
	KTDB	온라인요청	○	전국	라인
수치임상도	산림청	온라인요청	○	전국	폴리곤
수치표고자료	ASTER GDEM	온라인요청	○	전국	래스터
경사도	ASTER GDEM	온라인요청	○	전국	래스터
토양도	농촌진흥청	온라인요청	○	전국	폴리곤
NDVI	MODIS 250m	온라인요청	○	전국	래스터

[표 95] 기반지리정보 요구사항 분석 결과

- 원본 데이터 수집을 위한 온라인 출처는 다음과 같다.
- 토지피복도 및 생태자연도 수집
 - 토지피복도란 주제도의 일종으로 지구표면 지형지물의 형태를 일정한 과학적 기준에 따라 분류하여 동질의 특성을 지닌 구역을 색으로 인덱싱한 후 지도형태로 표현한 공간정보DB이다.
 - 토지피복도는 환경부 [환경공간정보서비스 - <http://egis.me.go.kr>] 시스템 접속하여 다운로드 가능하다.
 - 회원 가입 필요하며 도엽별, 행정구역별 영역 지정 가능하다.

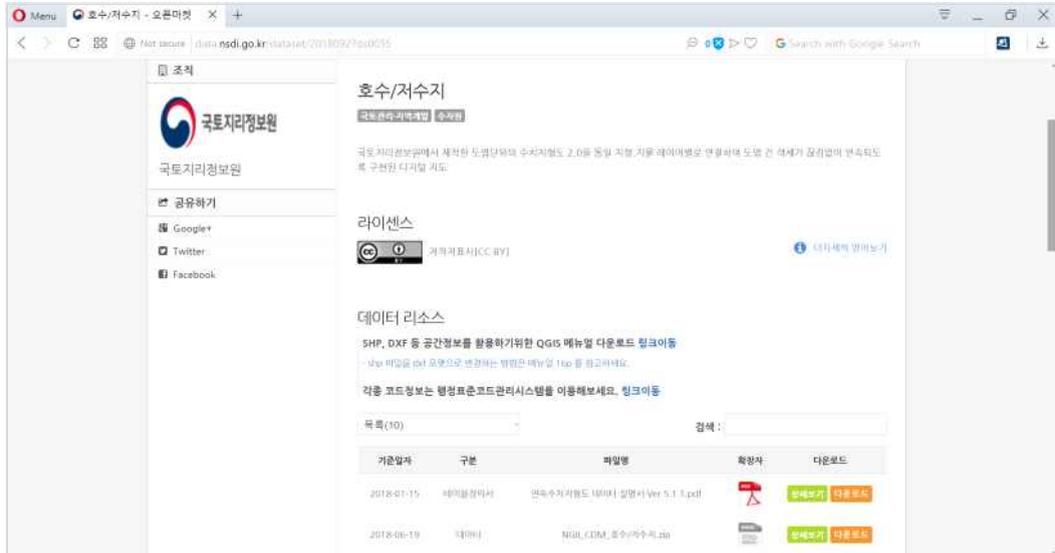


- 생태자연도는 환경부에서 제공하며 전국에 있는 산, 하천, 내륙습지, 호소, 농지, 도시등의 입지에 대한 생태적, 경관적 가치 등에 대한 조사를 실시하여 등급화 한 지도를 말한다.
- 생태자연도의 경우 [국가공간정보포털 오픈마켓]을 통해서도 다운로드 가능하다.
- <http://data.nsd.go.kr/dataset/12606>



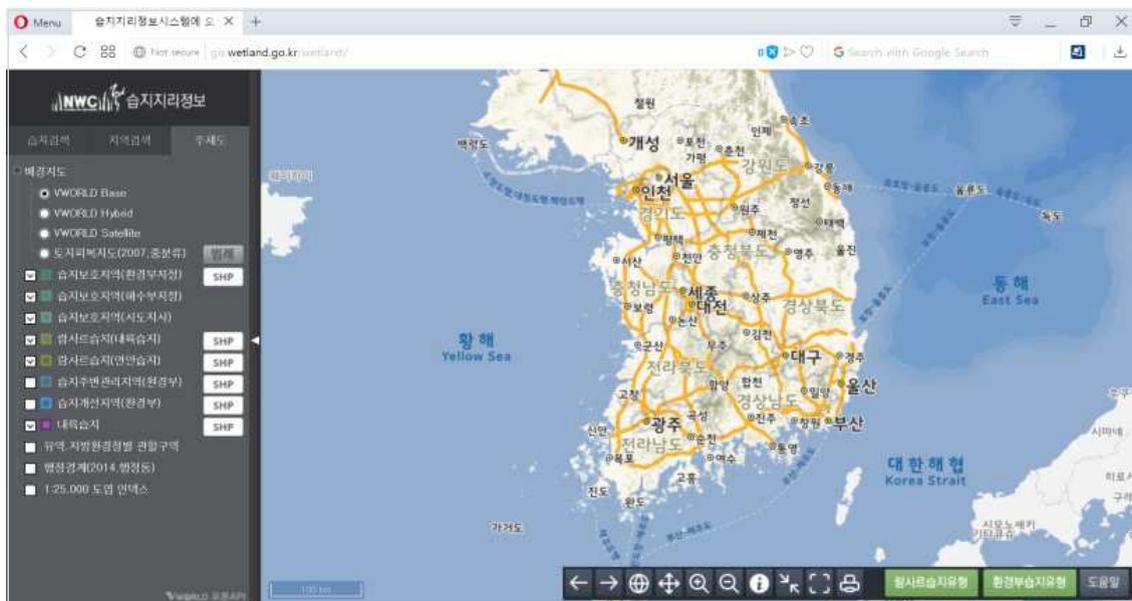
○ 수원지 - 호수 및 저수지 수집

- 국토지리정보원에서 제공하는 연속 수치 지형도 호수/저수지 데이터이다.
- 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.
- <http://data.nsd.go.kr/dataset/20180927ds0055>



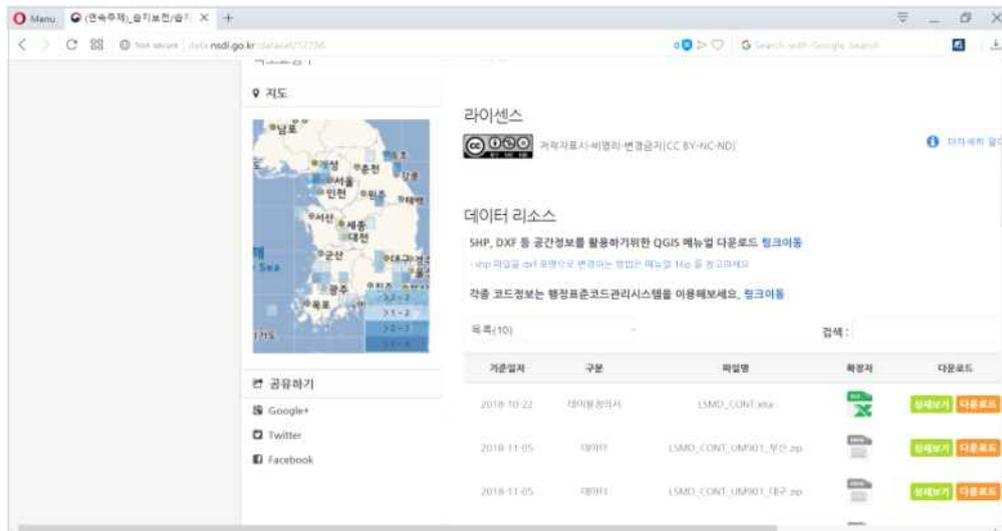
○ 습지데이터 수집

- 국립습지센서에서 제공하는 습지데이터는 우리나라 안에 있는 습지들의 데이터들을 모아놓았으며 시각화를 제공한다.
- 국립습지센터 습지정보시스템에서 온라인 다운로드 가능하다.
- <http://gis.wetland.go.kr/wetland/> 접속 후 Shapefile 형태로 다운로드 가능하다.



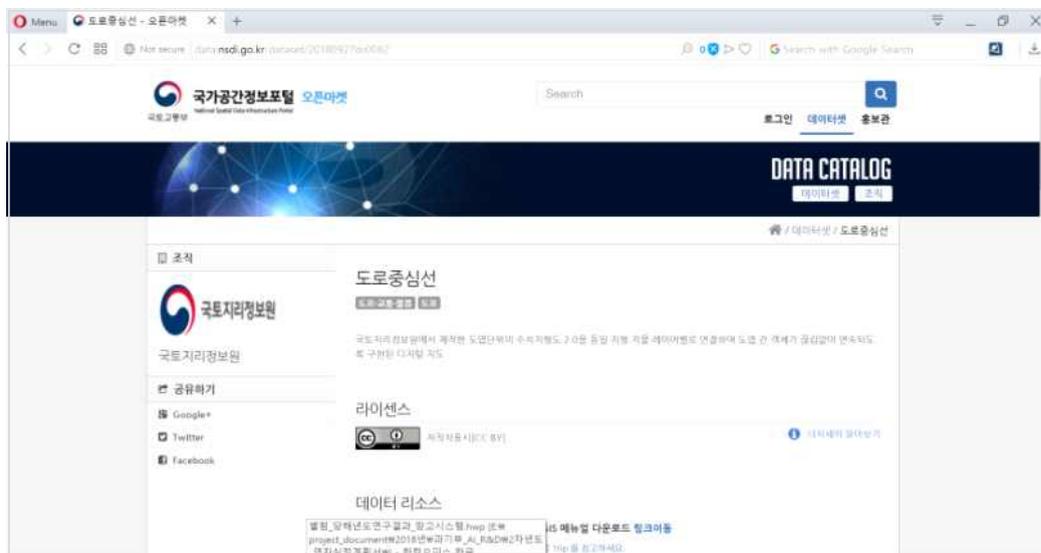
○ 습지보호구역

- 국토교통부에서 제공하는 습지보호구역 데이터는 토지를 경제적, 효율적으로 이용하고 토지이용의 종합적 조정, 관리등을 위하여 도시관리계획으로 결정하는 지역 정보를 담고있다.
- 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.
- 시도별 다운로드 후 합치는 과정 필요하다.
- <http://data.nsd.go.kr/dataset/12756>



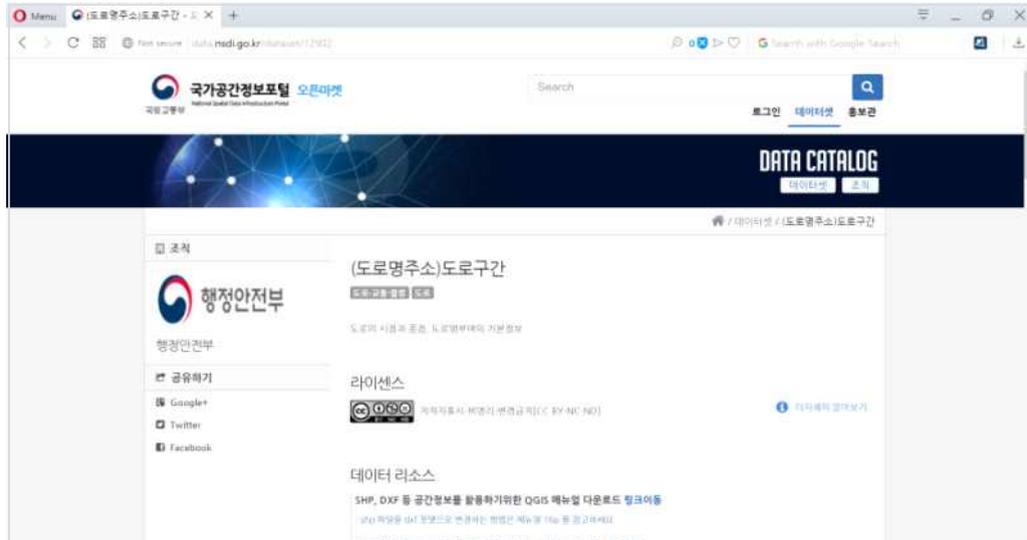
○ 도로 데이터 - 지형도

- 국토지리정보원에서 제공하는 연속수치 지형도 도로중심선 데이터이다.
- 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.
- <http://data.nsd.go.kr/dataset/20180927ds0062>
- 지역별 다운로드 후 합치는 과정 필요하다.



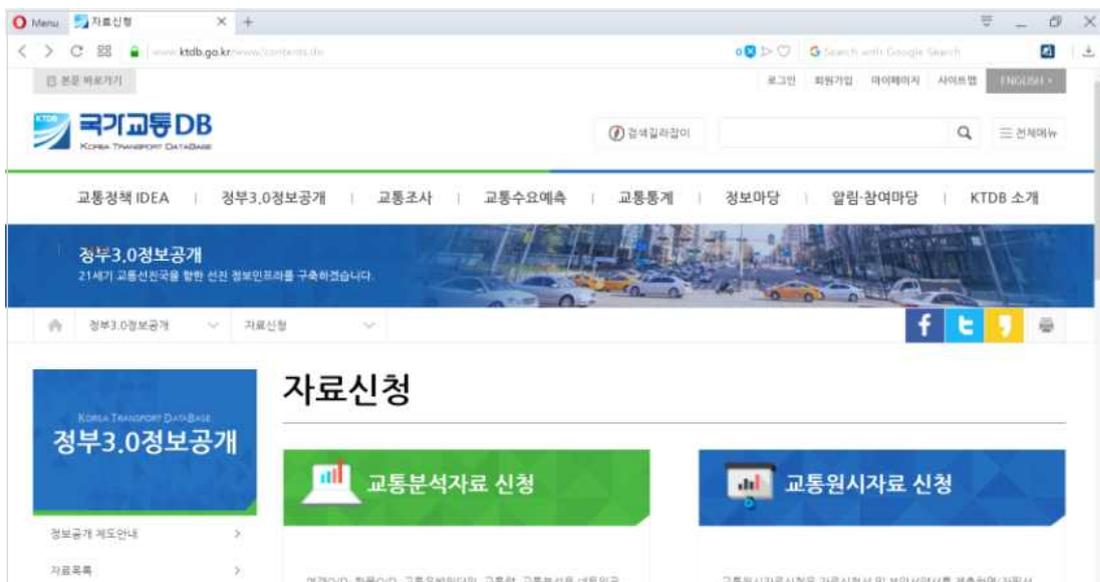
○ 도로 데이터 - 도로명주소

- 행정 안전부에서 제공하는 도로의 시작과 종점, 도로명 부여의 기본정보등을 담은 데이터이다.
- 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.
- <http://data.nsd.go.kr/dataset/12902>
- 시도별 다운로드 후 합치는 과정 필요하다.



○ 도로 데이터 - 국가교통DB

- 국가교통DB 센터를 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.
- <https://www.ktdb.go.kr>
- 교통분석자료 중 교통망 GIS DB 신청, 승인 후 다운로드 가능하다.
- 전국 단일 데이터로 구성되나 KATEC이라는 네비게이션용 좌표체계를 사용한다.



○ 수치임상도 수집

- 수치도, 임상도는 임상별 수종별 산림면적 분포에 대한 통계를 제공함으로써 산림 자원관리 전반에서 기본 자료로 활용이 되는 데이터이다.
- <http://116.67.84.152/forest/#/> 접속

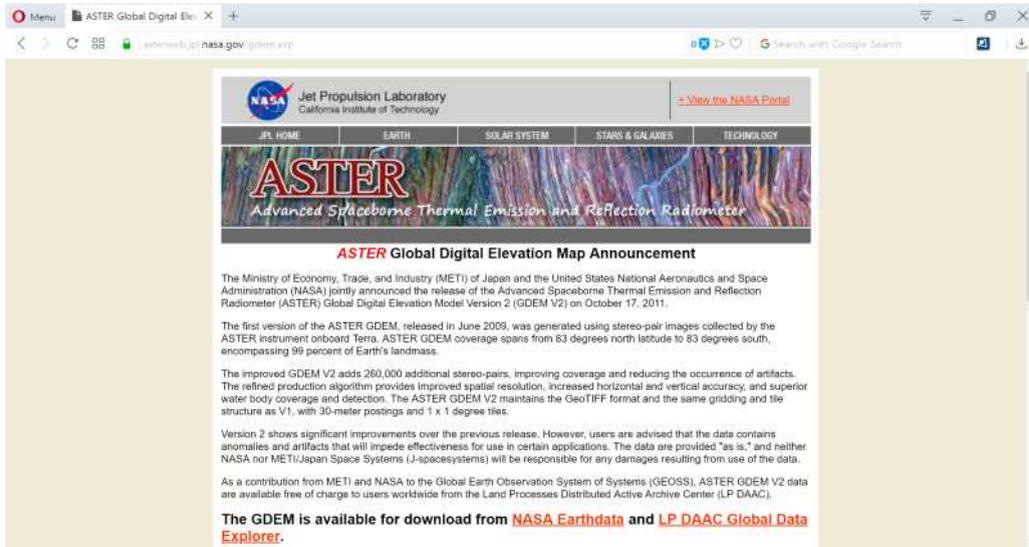


- 산림공간자료 유통 신청 메뉴 클릭 후 본인 인증을 통해 신청 및 승인 후 다운로드 가능하다.

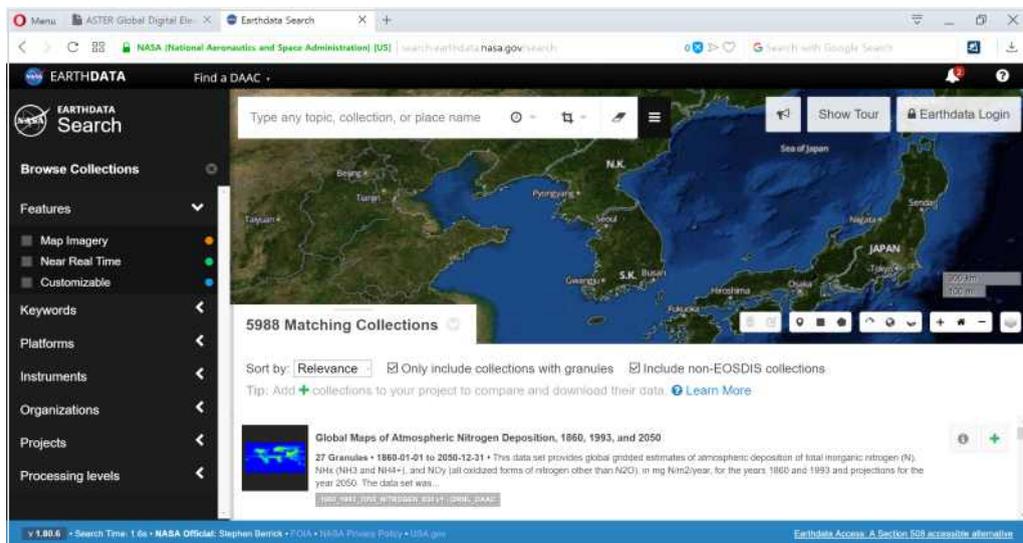


○ DEM 수집

- NASA에서 제공하는 전세계 30m 해상도의 DEM을 다운로드 가능하다.
- <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> 접속 가입 필요하다.

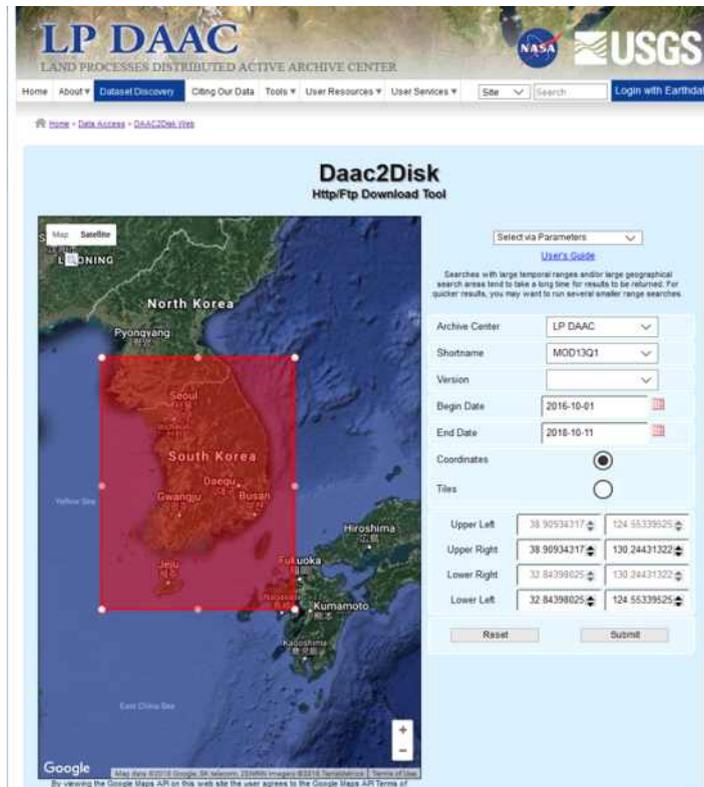


- 온라인에서 영역 지정 후 신청, NASA에서 설정한 도엽 단위로 다운로드 후 합치는 과정이 필요하다.



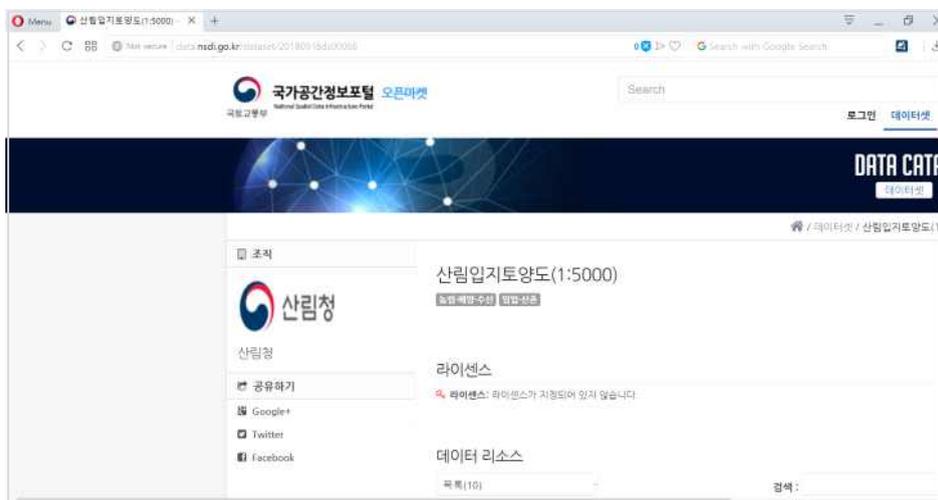
○ NDVI 수집

- NASA의 MODIS 데이터를 다운로드 가능하다.
- 시계열 데이터로 제공한다.
- 2016년 10월 ~ 2018년 10월까지 NDVI 자료를 다운로드 제공한다.



○ 토양도 수집

- 토양도란 산림청에서 제공하는 데이터로써 산림경영, 산지관리, 환경영향평가 등에 필요한 입지·토양환경에 대해 작도단위인 토양형을 구획단위로 조사 및 분석한 정보를 대축척화 하여 수치지형도로 나타낸 산림주제도를 제공한다.
- 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 온라인 다운로드 가능하다.
- 필수로 온라인 회원 가입 해야한다.



- 기반지리정보의 설계서

- 기반지리정보 설계 원칙

- 기반지리정보는 시스템 구축 후 계속 최신 데이터로 갱신되어야 한다.
- 스키마는 원 데이터 출처(공공기관 등)에서 제공하는 원본 스키마를 준수함을 원칙으로 한다.
- 좌표체계는 확산예측 알고리즘 등 활용처에 따라 유연하도록 DBMS 및 GIS 서버에서 동적으로 변환이 가능하다.

- 기반지리정보 세부 설계서

- 산림청 수치임상도 1:5,000 기반지리정보 설계서는 13개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 140이다.

Table Details						
TableName	FS_IM5000	TableID	FS_IM5000	TotalLength	140	
Database		TableSpace	public	First	3,723,468	
Increase	건/일	Overview	임상도(1:5000)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
STORUNST	STORUNST	임목존채코드		String	2	
FROR_CD	FROR_CD	임종코드		String	2	
FRTP_CD	FRTP_CD	임상코드		String	2	
KOFER_GROU	KOFER_GROU	수종그룹코드		String	2	
DMCLS_CD	DMCLS_CD	경급코드		String	2	
AGCLS_CD	AGCLS_CD	영급코드		String	2	
DNST_CD	DNST_CD	밀도코드		String	2	
HEIGHT	HEIGHT	임분고코드		String	2	
LDMARK_STN	LDMARK_STN	지형지물표준코드 ("J"+산림+임종+임상+수종)		String	6	
MAP_LABEL	MAP_LABEL	맵라벨코드 (임종+수종+"-"+경급+영급+밀도)		String	10	
RE_YEAR	RE_YEAR	갱신년도코드		String	8	
ETC_PCMTT	ETC_PCMTT	기타특이사항내용		String	100	
geom	geom	공간데이터		geometry	-	
Index						
Rules						

- 산림청 수치임상도 1:25,000 기반지리정보 설계서는 10개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 53이다.

Table Details						
TableName	FS_IM400	TableID	FS_IM400	TotalLength	53	
Database		TableSpace	public	First	537051	
Increase	건/일	Overview	임상도(1:25000)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
Map_num	Map_num			String	6	
FIFTH_FRTP	FIFTH_FRTP	5차 임상코드		String	2	
DMCLS_CD	DMCLS_CD	경급코드		String	1	
AGCLS_CD	AGCLS_CD	영급코드		String	1	
DNST_CD	DNST_CD	밀도코드		String	1	
SMBL_CD	SMBL_CD	심볼코드		String	10	
Map_name	Map_name			String	10	
SD_NM	SD_NM	시도명		String	20	
SD_CD	SD_CD	시도코드		String	2	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 습지보전지역 기반지리정보 설계서는 7개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 456이다.

Table Details						
TableName	LSMD_CONT_UM901	TableID	LSMD_CONT_UM901	TotalLength	456	
Database		TableSpace	public	First	48	
역역	건/일	Overview	연속용도지역지구도/습지보전지역			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
MNUM	MNUM	관리번호	PK	String	33	N
ALIAS	ALIAS	별칭		String	200	
REMARK	REMARK	비고		String	200	
NTFDATE	NTFDATE			String	8	
SMBL_CD	SMBL_CD	원천도형 ID		Integer	10	
COL_ADM_CD	COL_ADM_CD	원천시군구코드		String	5	
SHAPE	SHAPE	공간데이터		String	-	
Index						
Rules						

- 호수 및 저수지 기반지리정보 설계서는 8개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 272이다.

Table Details						
TableName	Z_NGII_N3A_E0052114	TableID	Z_NGII_N3A_E0052114	TotalLength	272	
Database		TableSpace	public	First	205251	
역역	간/일	Overview	연속수치지형도 / 호수_저수지			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
UFID	UFID		PK	String	34	N
NAME	NAME	명칭		String	100	
SERV	SERV	용도 (설명)		String	50	
MARA	MARA	면적		Real	11,2	
MNGT	MNGT	관리기관 (명칭)		String	30	
SCLS	SCLS	통합코드		String	8	N
FMTA	FMTA	제작정보		String	50	N
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 지하수 측정망(일반지역) 기반지리정보 설계서는 8개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 520이다.

Table Details						
TableName	Z_SGIS_GWMPT_SIDO	TableID	Z_SGIS_GWMPT_SIDO	TotalLength	520	
Database		TableSpace	public	First	1207	
역역	간/일	Overview	토양지하수정보시스템의 지하수 측정망 (일반지역)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
CODE	CODE	지점코드		String	128	
ADDR	ADDR	주소		String	128	
CYONGDO	CYONGDO	용도구분		String	128	
CDRINK	CDRINK	응용구분		String	128	
X	X	LON		Real	17,8	
Y	Y	LAT		Real	17,8	
OBJECTID	OBJECTID			String	8	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 지하수 측정망(오염우려지역) 기반지리정보 설계서는 일반지역과 같이 8개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 520이다.

Table Details						
TableName	Z_SGIS_GWMPT_CHG	TableID	Z_SGIS_GWMPT_CHG	TotalLength	520	
Database		TableSpace	public	First	1207	
역역	건/일	Overview	토양지하수정보시스템의 지하수 측정망 (오염우려지역)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
CODE	CODE	지점코드		String	128	
ADDR	ADDR	주소		String	128	
CYONGDO	CYONGDO	용도구분		String	128	
CDRINK	CDRINK	음용구분		String	128	
X	X	LON		Real	17,8	
Y	Y	LAT		Real	17,8	
OBJECTID	OBJECTID			String	8	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 산림입지토양도 기반지리정보 설계서는 6개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 19이다.

Table Details						
TableName	Z_EGIC_W_ETC_SCS_WGS_P	TableID	Z_EGIC_W_ETC_SCS_WGS_P	TotalLength	19	
Database		TableSpace	public	First	2906	
역역	건/일	Overview	한국수자원공사 / 산림입지토양도			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
OBJECTID	OBJECTID			Integer	10	
LEGEND	LEGEND			String	4	
BBSNCD	BBSNCD			String	5	
SHAPE_AREA	SHAPE_AREA			Real	17,8	
SHAPE_LEN	SHAPE_LEN			Real	17,8	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 국가교통DB 도로 네트워크(링크) 기반지리정보 설계서는 37개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 240이다.

Table Details						
TableName	ad0022	TableID	ad0022	TotalLength	240	
Database		TableSpace	public	First	574751	
역역	건/일	Overview	링크 테이블			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
OBJECTID	OBJECTID			Integer	9	
MAP_ID	MAP_ID			String	13	
LINK_ID	LINK_ID	링크ID		String	13	
UP_FORM_NO	UP_FORM_NO	상행시작노드 ID		String	6	
UP_TO_NODE	UP_TO_NODE	상행종료노드 ID		String	6	
DOWN_FROM_	DOWN_FROM_	하행시작노드 ID		String	6	
DOWN_TO_NO	DOWN_TO_NO	하행종료노드 ID		String	6	
NAVL_LV	NAVL_LV	내비게이션 수치지도 도로망 Level		String	1	
KOTI_LV	KOTI_LV	KOTI 도로망 Level		String	1	
ROAD_NAME	ROAD_NAME	도로명		String	30	
ROAD_NO	ROAD_NO	도로 번호		String	5	
ROAD_RANK	ROAD_RANK	도로 등급		String	3	
LINK_CATE	LINK_CATE	링크 종별		Integer	10	
ONEWAY	ONEWAY	일방통행유무		String	1	
LENGTH	LENGTH	링크 길이		Real	7,3	
WIDTH	WIDTH	도로폭		Integer	1	
UP_LANES	UP_LANES	상행 차로수		Integer	4	
DOWN_LANES	DOWN_LANES	하행차로수		Integer	4	
LANES	LANES	전체 차로수		Integer	4	
BARRIER	BARRIER	중앙분리대 종류		Integer	2	
AUTO_ECLU	AUTO_ECLU	중앙분리대종류		String	1	
HOV_LANE	HOV_LANE	자동차전용도로		String	1	
SHOV_LANE	SHOV_LANE	상행 중앙버스 전용차선		String	1	
MAX_SPD	MAX_SPD	하행 중앙버스 전용차선		String	4	
ROAD_FAC_NA	ROAD_FAC_NA	교통시설물 명칭		Integer	4	
TG_NAME	TG_NAME	블루게이트 명칭		String	30	
PAVEMENT	PAVEMENT	포장 유무		String	1	
ST_DIR	ST_DIR	링크 시작노드의 연결 링크 각도		String	3	
ED_DIR	ED_DIR	링크 종료노드의 연결 링크 각도		String	3	
FACIL_KIND	FACIL_KIND	교통시설물 종류		String	10	
NUM_CROSS	NUM_CROSS	신호등 수		Integer	4	
FIRST_DO	FIRST_DO	시도 행정구역 ID		String	2	
FIRST_GU	FIRST_GU	시군구 행정구역 ID		String	5	
UP_ITS_ID	UP_ITS_ID	국가표준링크 ID(정방향)		String	10	
DOWN_ITS_ID	DOWN_ITS_ID	국가표준링크 ID(역방향)		String	10	
TL_DENSITY	TL_DENSITY	신호등 밀도		Real	7,3	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 도로명주소 도로구간
- 도로명주소 도로구간 기반지리정보 설계서는 21개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 950이다.

Table Details						
TableName	Z_KAIS_TL_SPRD_MANAGE	TableID	Z_KAIS_TL_SPRD_MANAGE	TotalLength	950	
Database		TableSpace	public	First	850522	
역역	건/일	Overview	도로명 주소 체계의 도로구간			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
RDS_MAN	RDS_MAN	도로구간일련번호	PK	Integer	10	N
SIG_CD	SIG_CD	시도코드	PK	String	7	N
RN	RN	도로명		String	82	
ENG_RN	ENG_RN	영문도로명		String	82	
RBP_CN	RBP_CN	기점		String	82	
REP_CN	REP_CN	종점		String	82	
ROAD_BT	ROAD_BT	도로폭		Real	9,8	
ROAD_LT	ROAD_LT	도로길이		Real	9,8	
ROA_CLS_SE	ROA_CLS_SE	도로위계기능구분		String	4	
NTFC_DE	NTFC_DE	고시일자		String	10	
WDR_RD_CD	WDR_RD_CD	광역도로구분코드		String	12	
RDS_DPN_SE	RDS_DPN_SE	도로구간종속구분		String	3	
BSI_INT	BSI_INT	기초간격		String	7	
MVM_RES_CD	MVM_RES_CD	이동사유코드		String	12	
MVMN_DE	MVMN_DE	이동일자		String	10	
MVMN_RESN	MVMN_RESN	이동사유		String	256	
OPERT_DE	OPERT_DE	작업일시		String	16	
ALWNC_RESN	ALWNC_RESN	부여사유		String	256	
ALWNC_DE	ALWNC_DE	부여일자		String	10	
RN_CD	RN_CD	도로명코드		String	9	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 도로명주소 실폭 도로 기반지리정보 설계서는 4개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 31이다.

Table Details						
TableName	Z_KAIS_TL_SPRD_RW	TableID	Z_KAIS_TL_SPRD_RW	TotalLength	31	
Database		TableSpace	public	First	1197576	
역역	건/일	Overview	도로명주소 체계의 실폭도로			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
RW_SN	RW_SN	실폭도로 일련번호	PK	Integer	12	N
SIF_CD	SIF_CD	시군구코드	PK	String	5	N
OPERT_DE	OPERT_DE	작업일시		String	14	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 국토지리정보원 도로중심선 1:5,000 기반지리정보 설계서는 16개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 487이다.

Table Details						
TableName	Z_NGII_N3L_A0020000	TableID	Z_NGII_N3L_A0020000	TotalLength	487	
Database		TableSpace	public	First	14053061	
역역	건/일	Overview	연속수치지형도 / 도로중심선(1:5000)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
UFID	UFID		PK	Integer	34	N
RDNU	RDNU	도로번호		String	30	
NAME	NAME	명칭		String	100	
RDDV	RDDV	도로구부		String	6	N
STPT	STPT	시점		String	100	
EDPT	EDPT	종점		String	100	
PVQT	PVQT	포장재질		String	6	N
DVYN	DVYN	부리대 유무		String	6	N
RDNL	RDNL	차로수		Integer	2	
RVWD	RVWD	도로폭		Real	5,2	
ONSD	ONSD	일방통행		String	6	N
REST	REST	기타		String	50	
RDNM	RDNM	도로명		String	30	
SCLS	SCLS	통합코드		String	8	N
FMTA	FMTA	제각정보		String	9	N
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 국토지리정보원 실폭도로 1:5,000
- 국토지리정보원 실폭도로 1:5,000 기반지리정보 설계서는 4개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 51이다.

Table Details						
TableName	Z_NGII_N3L_A0010000	TableID	Z_NGII_N3L_A0010000	TotalLength	51	
Database		TableSpace	public	First	5992936	
역역	건/일	Overview	연속수치지형도 / 도로경계(1:5000)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
UFID	UFID		PK	String	34	N
SCLS	SCLS	통합코드		String	8	N
FMTA	FMTA	제각정보		String	9	N
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 환경부 생태자연도 기반지리정보 설계서는 18개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 495이다.

Table Details						
TableName	Z_EGIS_ECO01_A	TableID	Z_EGIS_ECO01_A	TotalLength	495	
Database		TableSpace	public	First	2275364	
역역	건/일	Overview	생태자연도 / 생태A (Area, Polygon)			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
gid	gid			Integer	10	
식물군락명	식물군락명			String	32	
군락기호	군락기호			String	8	
분류코드	분류코드			String	6	
대분류코드	대분류코드			String	2	
대분류	대분류			String	20	
yung	yung	영급		Real	10,0	
보전등급	보전등급			String	3	
도엽번호	도엽번호			String	254	
식생평가	식생평가			String	2	
동식물평가	동식물평가			String	2	
습지평가	습지평가			String	2	
지형평가	지형평가			String	2	
생태자연도	생태자연도			String	2	
고시번호	고시번호			String	50	
지형명	지형명			String	50	
비고	비고			String	50	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 환경부 철새도래지 기반지리정보 설계서는 5개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 772이다.

Table Details						
TableName	migratory	TableID	migratory	TotalLength	772	
Database		TableSpace	public	First	206	
역역	건/일	Overview	철새도래지			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
id	id			String	254	
OBJT_ID	OBJT_ID			Integer	10	
MANAGE_NO	MANAGE_NO			String	254	
HBTT_NM	HBTT_NM			String	254	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

- 환경부 습지 데이터 기반지리정보 설계서는 26개의 Field를 가지고 있으며, 원 데이터 출처에서 제공하는 원본 스키마를 준수하였으며 데이터의 총 길이는 5851이다.

Table Details						
TableName	wetlands	TableID	wetlands	TotalLength	5851	
Database		TableSpace	public	First	2551	
역역	간/일	Overview	습지정보시스템 / 습지			
FieldName	FieldID	Description	Key	Type	Length	NULL
gid	gid			Integer	9	
gcd	gcd			String	254	
name	name			String	254	
code	code			String	254	
add	add	소재지		String	254	
n	n			String	254	
e	e			Real	32,31	
area	area	면적		Real	254	
r_type	r_type			String	254	
w_type	w_type			String	254	
d_s_list	d_s_list			String	254	
e_s_list	e_s_list			String	254	
w_grade	w_grade			String	254	
w_p_grade	w_p_grade			String	254	
url1	url1			String	254	
url2	url2			String	254	
report	report			String	254	
report_dn_	report_dn_			Integer	254	
wiew1	wiew1			String	254	
view2	view2			String	254	
view3	view3			String	254	
view4	view4			String	254	
location	location			String	254	
note	note			String	254	
ect	ect			String	254	
geom	geom	공간데이터		Geometry	-	
Index						
Rules						

② 농림축산식품부 가금농장 공간 DB 구성

- 농림축산식품부의 협조를 받아 최신 가금농장 데이터 DB 구축하였다.
- 전국 가금농장 데이터 표준화 및 공간 DB화 진행하였다.
 - 총 79,009개의 가금농장 데이터를 수집하여 데이터 정제 및 표준화 진행하였다
 - 가금농장의 주소 정보를 이용하여 본 시스템의 표준 좌표체계로 정제 진행하였다. (네이버, 다음 포탈의 주소 표준정보를 활용, 지오코딩 스크립트 자체 개발)

idx	district_sido	district_sig	farm_owner	livestock_type	livestock_name	live_cnt	grade	address	farm_sido	farm_sig	farm_emd	lat_dms
34255	강원	양양	박	닭	토종닭	3		강원도 양양군	강원도	양양군	면	38° 04' 34.23
34339	강원	양양	윤	닭	토종닭	0		강원도 양양군	강원도	양양군	면	38° 04' 00.32
67955	전북	정읍	나	닭	토종닭	0		전라북도 정읍시	전라북도	정읍시	동	35° 35' 37.33
30431	강원	홍천	이	닭	토종닭	0		강원도 홍천군	강원도	홍천군	읍	37° 39' 24.18
21528	강원	동해	한	닭	토종닭	0	1	강원도 동해시	강원도	동해시	동	37° 35' 29.40
21557	강원	동해	황	닭	토종닭	0	1	강원도 동해시	강원도	동해시	동	37° 29' 29.92
15180	경기	연천	이	닭	토종닭	90		경기도 연천군	경기도	연천군	면	37° 59' 12.37
30705	강원	홍천	조	닭	토종닭	0		강원도 홍천군	강원도	홍천군	면	37° 44' 11.51
26591	강원	화천	홍	닭	토종닭	0		강원도 화천군	강원도	화천군	면	38° 03' 33.25
20920	강원	강릉	전	닭	토종닭	0	1	강원도 강릉시	강원도	강릉시	면	37° 43' 37.40
26623	강원	양구	강	닭	토종닭	0		강원도 양구군	강원도	양구군	면	38° 06' 22.99
26626	강원	양구	강	거위	거위	0		강원도 양구군	강원도	양구군	읍	38° 06' 25.53
14489	경기	파주	이	닭	토종닭	0		경기도 파주시	경기도	파주시	면	37° 56' 19.38
34557	강원	양양	황	닭	토종닭	0		강원도 양양군	강원도	양양군	면	38° 07' 29.29
26694	강원	양구	김	관상조	관상조	0		강원도 양구군	강원도	양구군	면	38° 08' 36.89
14586	경기	파주	황	닭	토종닭	200	1	경기도 파주시	경기도	파주시	동	37° 46' 22.72
68771	전북	정읍	유	닭	토종닭	10		전라북도 정읍시	전라북도	정읍시	면	35° 36' 53.99
21098	강원	강릉	황	닭	토종닭	0	1	강원도 강릉시	강원도	강릉시	동	37° 46' 04.46
30971	강원	홍천	최	닭	토종닭	0		강원도 홍천군	강원도	홍천군	읍	37° 37' 54.23
1273	경기	화성	이	거위	거위	1		경기도 화성시	경기도	화성시	면	37° 16' 52.17
21179	강원	동해	김	닭	토종닭	0	1	강원도 동해시	강원도	동해시	동	37° 30' 02.54
89441	전남	순천	김	닭	토종닭	8		전라남도 순천시	전라남도	순천시	읍	35° 01' 21.38
14740	경기	연천	강	닭	토종닭	60		경기도 연천군	경기도	연천군	면	38° 02' 05.74
82634	전남	달양	조	기러기	기러기	1		전라남도 달양군	전라남도	달양군	면	35° 12' 19.66

그림 134 <농림축산식품부 제공 최신 가금농장 공간 DB화>

• 가금농장 Meta-data

Column	Data
idx	21129
district_sido	강원
district_sig	강릉
farm_name	○○목장
farm_owner	○○○
livestock_type	닭
livestock_name	토종닭
live_cnt	0
grade	1
address_road	강원도 강릉시 ○○면
address	강원도 강릉시 ○○면
farm_sido	강원도
farm_sig	강릉시
farm_emd	○○면
lat_dms	37° 42' 36.78
lon_dms	128° 56' 54.92

tel	○○○
phone	○○○
livestock_cnt	0
farm_state	휴업

(2) HPAI 발생 바이러스 전파 역학조사 지원 시각화 시스템 개발

(가) 역학조사 지원을 위한 시각화 기술 개발

① GIS 기반 철새도래지 및 AI 검출정보 시각화

- 철새 위치추적정보를 분석해 종별 “국내도래 시기/ 서식지 이동/ 활동 반경/ 북상·남하 시기/ 이동경로 등”의 정보를 분석 기존의 단순 이동경로 중심의 관리에서 보다 다양한 역학분석에 활용될 수 있는 정보를 상시 업데이트할 수 있는 GIS기반 철새 도래지 및 AI 검출 정보 시각화를 진행하였다.
- 또한 GIS기반의 공간분석이 가능하도록 철새도래지, 생태자연도, 행정경계, 습지, 국가경계 등의 다양한 공간정보를 접목하여 철새의 이동정보를 조회/분석할 수 있는 시각화 시스템을 구축하였다.
- 본 연구과제의 철새 도래지와 가금농장 간 역학조사 지원을 위해 도래지 정보 시각화를 진행하였다.
- 환경부 국립생물자원관 제공 국내 철새도래지 219곳을 공간 DB로 구성하고 폴리곤 형태의 공간정보 시각화를 제공한다.

- 철새도래지 Polygon Shape을 국내 지도와 매핑 및 크기/면적 정보 DB화 진행하였다.

Object ID ↑ ↓	도래지 ID ↑ ↓	도래지명 ↑ ↓	도래지 크기 ↑ ↓	도래지 면적 ↑ ↓
219	218	삼교면	39537.3836826	0.00302339071
218	217	교동면 송림	75071.2201722	0.00931285295
217	216	물수저수지	2035.33592921	0.00002478524
216	215	양산면	24103.5367685	0.00132462884
215	214	연주면	14671.81388051	0.00051711388
214	213	백미면	21324.3415226	0.00116756266
213	212	우현면	26731.4738965	0.00096887767
212	211	북미면	25182.5763362	0.00172964992
211	210	보강면	24484.3885979	0.00079509916
210	209	우남면	14131.8766101	0.00029005788
209	208	연주면	28976.8331951	0.001994864
208	207	포천면(영차면)	53148.9450792	0.00573909858
207	206	황구지천	19658.5791718	0.00106189813
206	205	공룡면 송림	31259.0571688	0.00240931867
205	204	양성면	17397.9379889	0.00025880881
204	203	백현면	46539.615355	0.00516015306
203	202	동성저수지	12539.334978	0.00021120939
202	201	대평저수지	12791.3254257	0.00057019604
201	75	안성면	67343.0370865	0.00368608864
200	171	북곡면	5327.46077002	0.00017994091
199	170	물안면	5682.31439602	0.00016245436
198	169	안계저수지	6622.32022006	0.00023479615
197	148	합천초	39802.8966608	0.0045788971

그림 135 <국내 철새도래지 공간 DB>

- 국내 철새도래지 219곳을 GIS 지도상에 폴리곤 형태로 시각화 할 수 있도록 시스템을 구성하고 사용자가 도래지를 선택하여 표시할 지도 상에 표시할 수 있도록 기능 개발하였다.

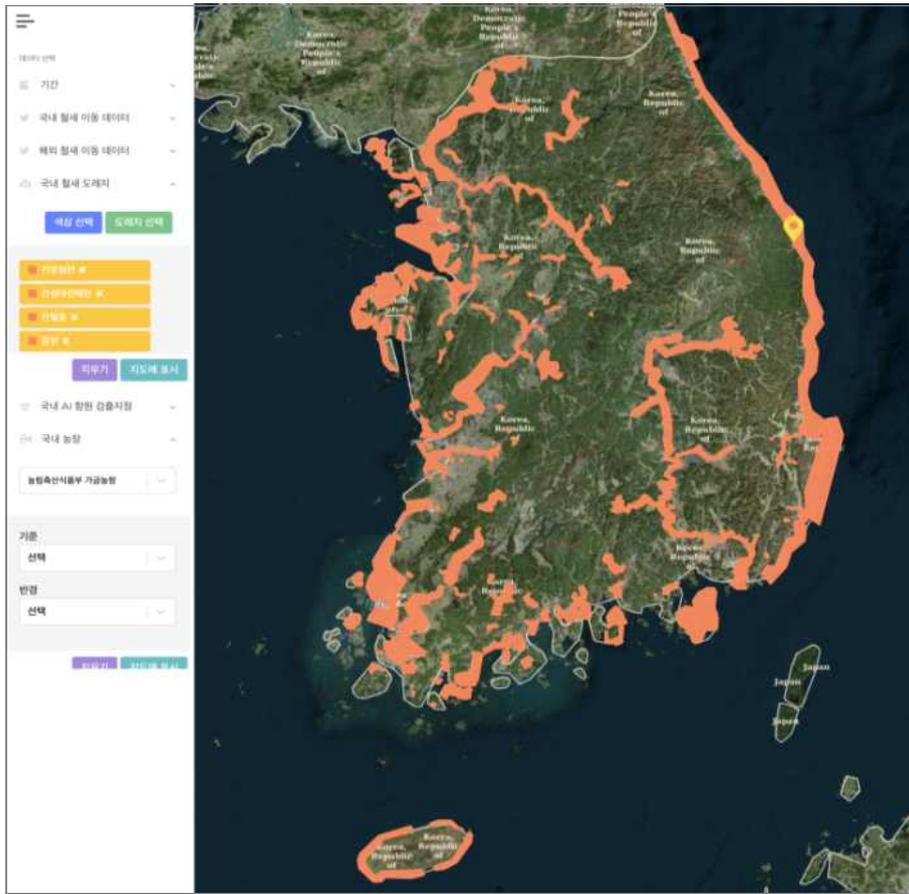


그림 136 <국내 철새도래지 역학지도 위 시각화 예>

- 도래지별 색상을 사용자가 지정하는 기능을 개발함으로써 사용자 맞춤형 시각화 설계 및 구현하였다.

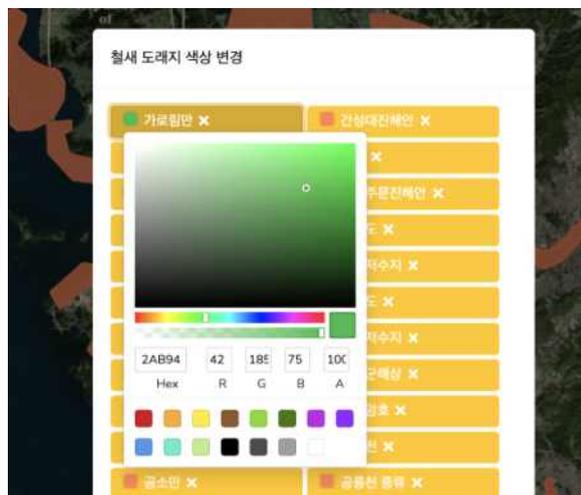


그림 137 <철새 도래지 색상 변경 기능>

- 지자체, 농림축산식품부, 농림축산검역본부 역학조사과의 협조를 받아 확보한 철새의 위치추적 데이터인 위치추적기 정보와 국내 조류인플루엔자 야생조류 검출 및 농장 확진 정보로 17종의 철새에 대한 2014년부터 2019년(최근)까지의 정보를 수집/분석을 진행하였다.
- 국내 서식 철새는 환경부 자료 기준 297종으로 전체 종의 위치추적은 아직까지 한계가 있어 이를 보완하기 위해 환경부에서 제공하는 철새 지리정보(야생조류 동시센서스)를 추가 수집하였다.
- 환경부에서 제공하는 철새 지리정보는 국내 200여개의 철새 도래지에서 관측된 시기별 개체 수를 종별로 분류하여 제공하고 있어, 도래지별 철새 군집정보와 위치추적 정보를 연계하여 월별 서식 개체 수의 변화와 위치추적기의 이동정보 분석을 통해 철새의 이동패턴과 서식 패턴 분석에 활용할 수 있도록 시스템을 구축하였다.
- 제공받은 데이터로 공간DB로 구성하고 공간정보 시각화 표시 기능을 개발하였다.

• 총 1,692건 데이터 공간 DB화 작업 진행 (2014.01.16. ~ 2019.05.08.)

시료	주소(도)	주소(시군구)	수집날짜	결과날짜	항원	역전형
오희	경기도	화성시	2019-05-09 0:00:00	2019-05-14 0:00:00		황구지천
분변	서울	구로구	2019-04-22 0:00:00	2019-04-29 0:00:00	H10	만양천도림천
폐사체	경기도	수원시 팔달구	2019-04-19 0:00:00	2019-04-29 0:00:00		서호저수지
분변	경기도	안성시	2019-03-25 0:00:00	2019-04-02 0:00:00	H7N7	안성천
분변	경기도	안성시	2019-03-25 0:00:00	2019-04-02 0:00:00	H7N7	안성천
오희	전북	정읍시	2019-03-20 0:00:00	2019-03-25 0:00:00		정읍천
분변	경기도	포천시	2019-03-20 0:00:00	2019-03-26 0:00:00	H11	포천천
분변	경기도	파주시	2019-03-19 0:00:00	2019-03-25 0:00:00	H7N7, H5미분리	공룡천
분변	경기도	용인시 처인구	2019-03-19 0:00:00	2019-03-25 0:00:00	H5N2	황미천
분변	경기도	파주시	2019-03-19 0:00:00	2019-03-25 0:00:00	H7N7, H5미분리	공룡천
분변	충남	아산시	2019-03-19 0:00:00	2019-03-22 0:00:00	H1	곡교천
분변	경기도	용인시 처인구	2019-03-19 0:00:00	2019-03-25 0:00:00	H5N2	황미천
분변	경기도	양주시	2019-03-18 0:00:00	2019-03-23 0:00:00	H1	상패천
오희	충남	논산시	2019-03-18 0:00:00			논산천
분변	강원	원주시	2019-03-18 0:00:00	2019-03-22 0:00:00	H7N7	원주천
분변	경기도	고양시 일산서구	2019-03-18 0:00:00	2019-03-23 0:00:00		한강하구
분변	강원	원주시	2019-03-18 0:00:00	2019-03-22 0:00:00	H7N7	원주천

그림 138 <데이터 공간 DB화 작업>

- 국내외 야생조류 이동정보와 서식정보, AI항원 예찰정보의 데이터 통합 분석을 위해 조류 명칭 및 분류체계 표준화 작업을 진행하였다.
- 국내 서식종은 환경부에서 제공하는 조류정보를 기준으로 작성하였으며 해외종과 국내종의 영어명칭은 국제 조류 학술협회의 표준을 참조해 조류의 생태학적, 역학적, 특성별 분류를 체계화하여 데이터베이스를 구축하였다.
- 국내 AI 항원 검출지점 공간 DB화 및 역학지도 정보를 한눈에 볼 수 있도록 시각화 하였다.



그림 139 <국내 AI 항원 검출지점 시각화>

(나) 역학조사 지원 시각화 UI 개발

① 국내 가금 HPAI 역학조사 지원을 위한 역학지도 개발

- 웹 기반의 역학지도 시스템 개발하였다.

- 웹 기반의 역학조사 지원 사용자 UI 개발하였다.
- <http://cdr.kware.co.kr> (케이웨어 서버 운영)
- 국내 철새이동 데이터, 국내 철새 도래지, 국내 AI 항원 검출지점, 국내 농장, 조류동시 센서스(도래지별 야생조류 서식 개체수 조사 정보) 정보 조회 및 시각화를 지원하도록 개발하였다.

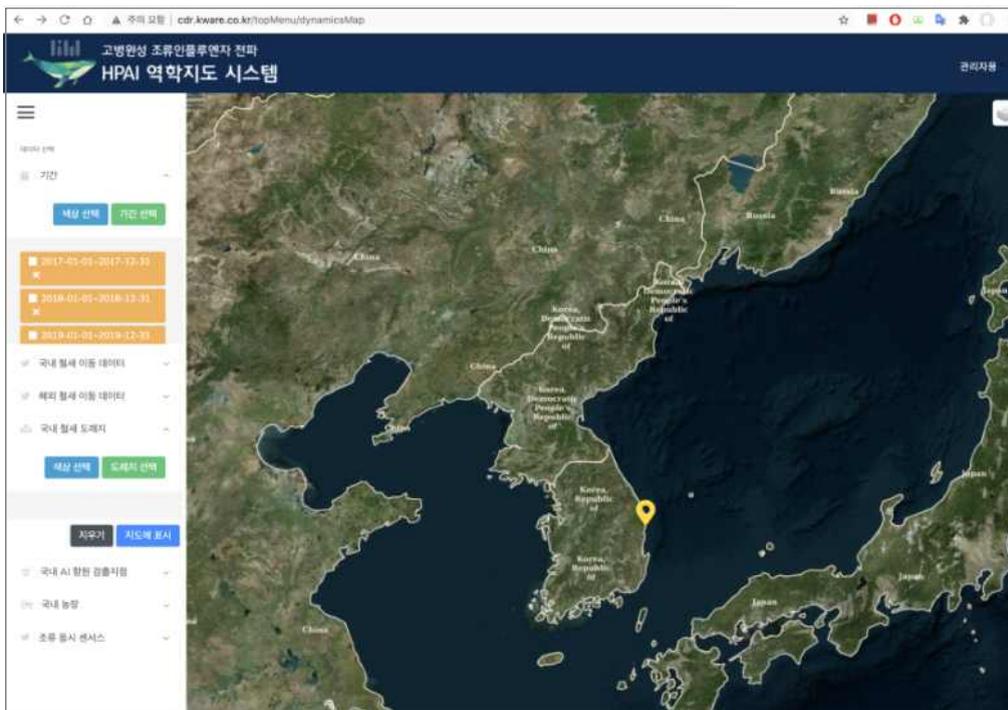


그림 140 <웹 기반 HPAI 역학지도 시스템>

- 기간 조회 시 사용자가 다중 구간을 설정할 수 있으며 기간별 색상을 선택할 수 있도록 지원해 시계열 역학조사에 유용성 제공한다.

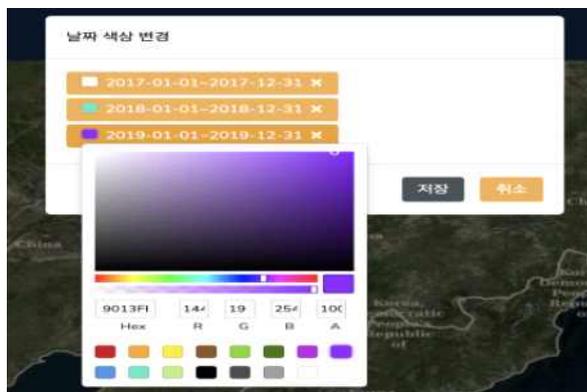


그림 141 <다중 기간설정 및 색상 지정>

- 사용자가 도래지를 선택하고 해당 도래지 주변 지정반경 내 위치한 농장을 검색하여 지도에 시각화 및 농장 정보 제공한다.

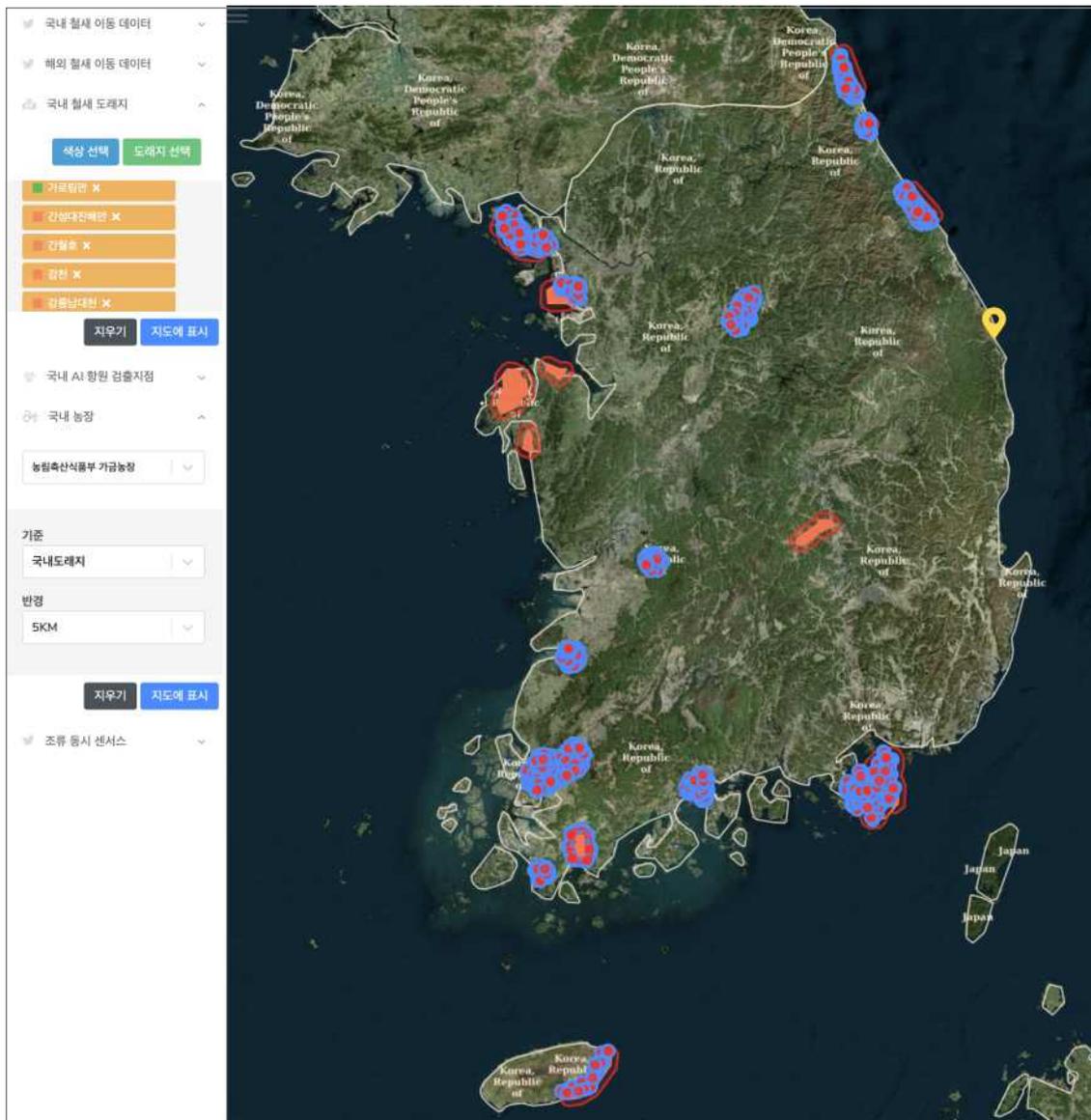


그림 142 <선택 도래지 주변 지정 반경 내 농장 조회 시각화>

- 사용자는 다수의 도래지를 선택할 수 있으며, 도래지별 별도의 색상을 지정할 수 있도록 구현하였다.
- 도래지 주변 반경에 표시할 농장 DB를 선택할 수 있도록 개발하였다.
- 도래지 주변 반경을 사용자가 선택하여 지원할 수 있도록 개발하였다. (500m, 1Km, 3Km, 5Km, 10Km)
- 도래지 Shape에 따라 지정한 거리만큼 확장해 도래지의 모양대로 확장된 공간을 기준으로 해당 공간 내 위치한 농장 정보를 검색하는 시각화를 구현하였다.
- 농장은 핀포인트 형태로 표시되며 마우스를 각 포인트 위로 이동시키면 해당 포인트 위치 농장의 정보를 지도 위에 표시하도록 개발, 빠르게 각 농장 정보를 확인할 수 있는 기능을 구현하였다.



그림 143 <조회 대상 도래지 선택>



그림 144 <도래지 주변 거리 지정>

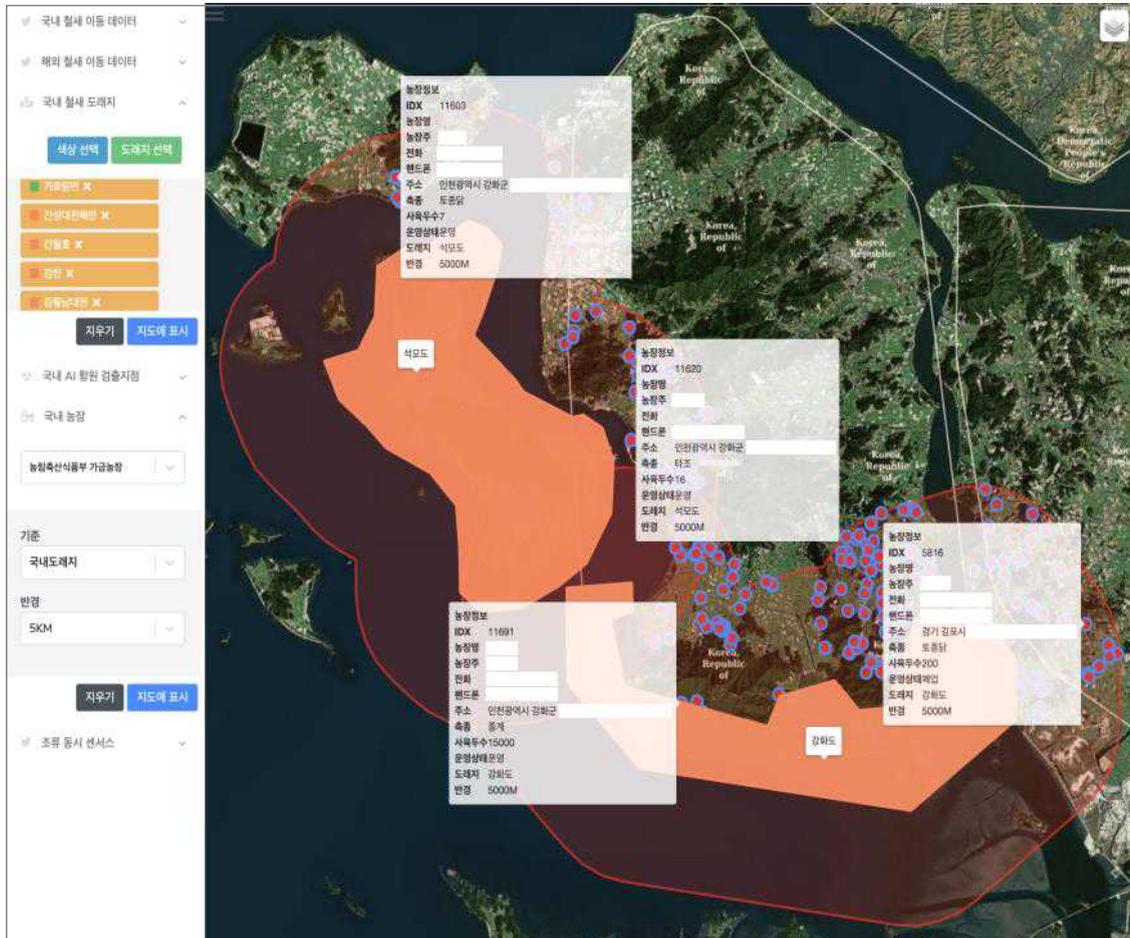


그림 145 <선택 도래지 주변 지정 거리 내 농장 조회 시각화>

- 사용자 지정 도래지 + 조류인플루엔자 바이러스 검출지점 + 지역 내 농장 정보를 지도 위에 정보를 함께 간결하게 볼 수 있도록 개발하였다.

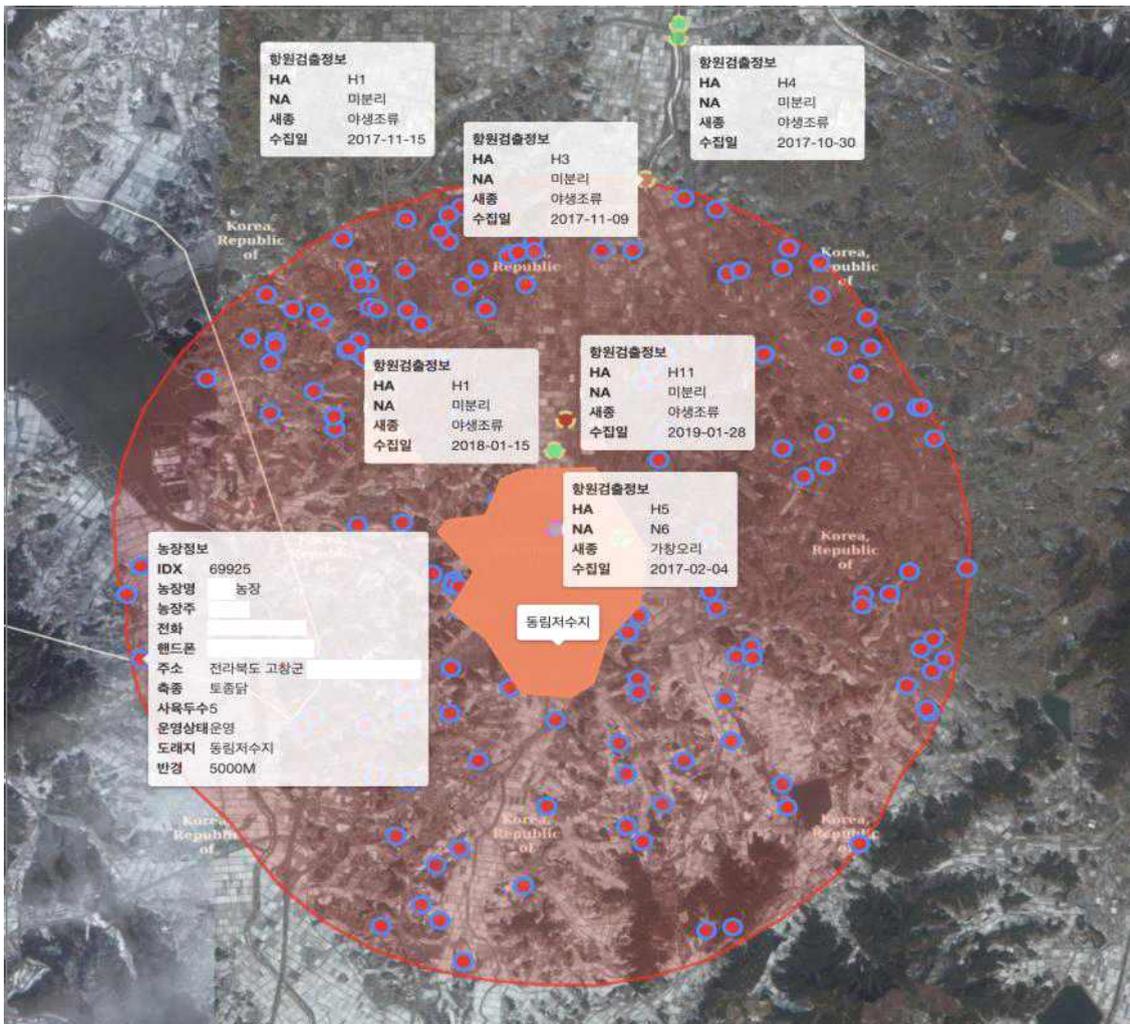


그림 146 <선택 도래지 주변 항원검출 지점 및 농장 정보 시각화>

- 도래지별 철새(야생조류) 서식 정보 시각화를 진행하였다.
- 환경부 국립생물자원관에서 제공하는 시즌(10월, 11월, 12월, 1월, 2월, 3월) 도래지별 야생조류 서식정보를 웹봇을 통해 자동수집, 표준화 데이터마트를 구축하였다.
- 야생조류 대/중/소 분류 및 여름철새/겨울철새/텃새 등 구분 정보 표준화를 정제하였다.
- 환경부 지정 HPAI 고위험종 및 야생조류 추가 분류 코드를 적용하였다.
- 사용자 지정 도래지별 야생조류 서식 정보 조회 및 전년 동월 대비 변화 추이 비교 그래프를 GIS 지도 위에 표시하도록 개발하였다.
- 조회 기간은 야생조류 동시센서스 조사 기간인 매년 10월부터 차년도 3월까지를 하나의 시즌으로 묶어 조회할 수 있도록 사용자 편의성을 제공한다.
- 시즌 검색 시 화면 상단에 해당 시즌 내 월별 타임 슬라이드바를 제공해 쉽게 월별 변화 추이를 확인할 수 있도록 사용자 UI를 구현하였다.
- 조류 동시 센서스는 매월 전국 도래지를 대상으로 이뤄지는 야생조류 서식 개체수를 종별로 조사한 정보로 월별 서식 개체수는 해당 월의 개체수를 나타내며 시

큰 내 월별 개체수 누적은 실제 개체수 파악에 적합하지 않아, 월별 개체수 정보만 제공하도록 설계하였다.

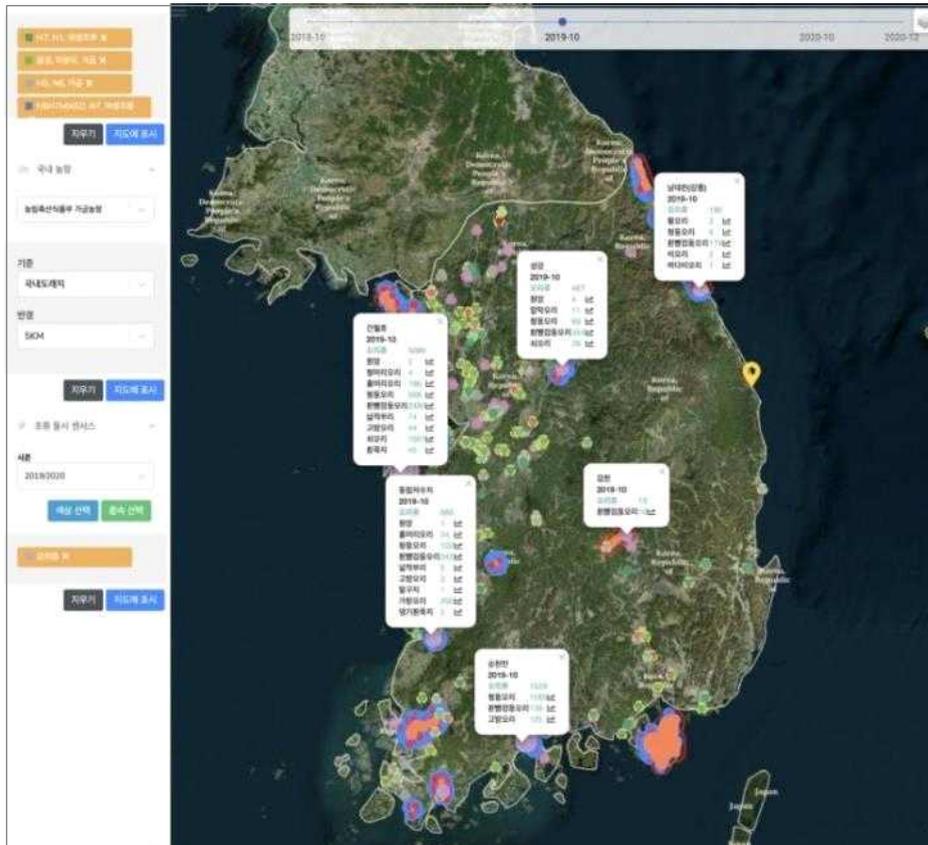


그림 147 <선택 도래지별 야생조류 서식개체 수 시각화>

- 도래지별 야생조류 서식 개체수 변화 그래프 시각화 진행하였다. (전년 동월 비교 추이 분석)

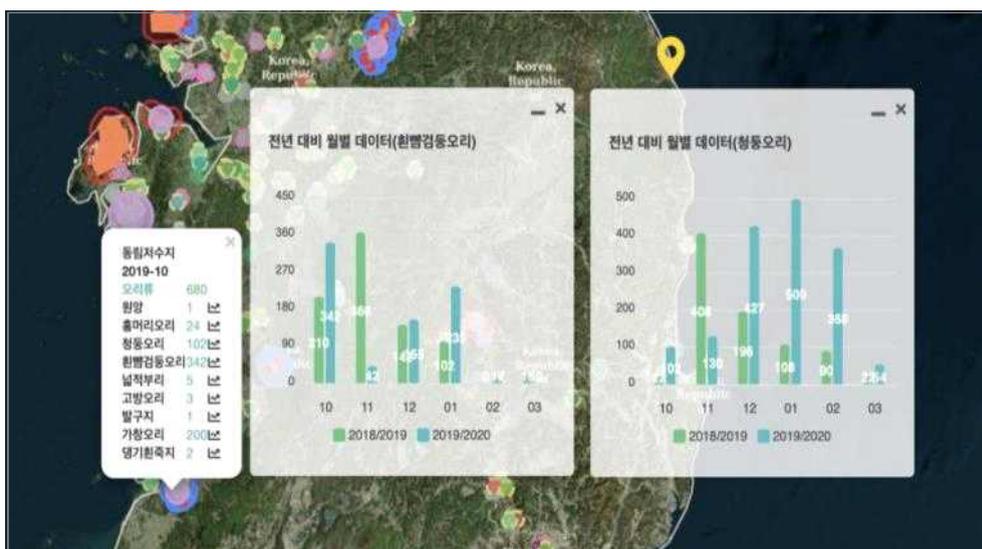


그림 148 <선택 도래지 종별 서식 추이 시각화>

(다) 컨소시엄 분석 결과 시각화 지원 기술 개발

① 사용자 데이터 등록 및 분석 활용 지원 환경 개발

- 웹 기반 사용자별 데이터 등록 및 분석 활용/공유 지원기술을 개발하였다.
- 사용자가 자신의 데이터를 본 역학지도 시스템에 등록해 분석 활용 및 다른 연구자와 공유할 수 있도록 ‘나의 데이터 테이블’ 관리 및 공유 기능을 개발하였다.
- 컨소시엄 연구 데이터 등록 지원을 위해 개발된 기능으로 등록/공유에 대한 권한 및 보안 기능을 구현하였다.

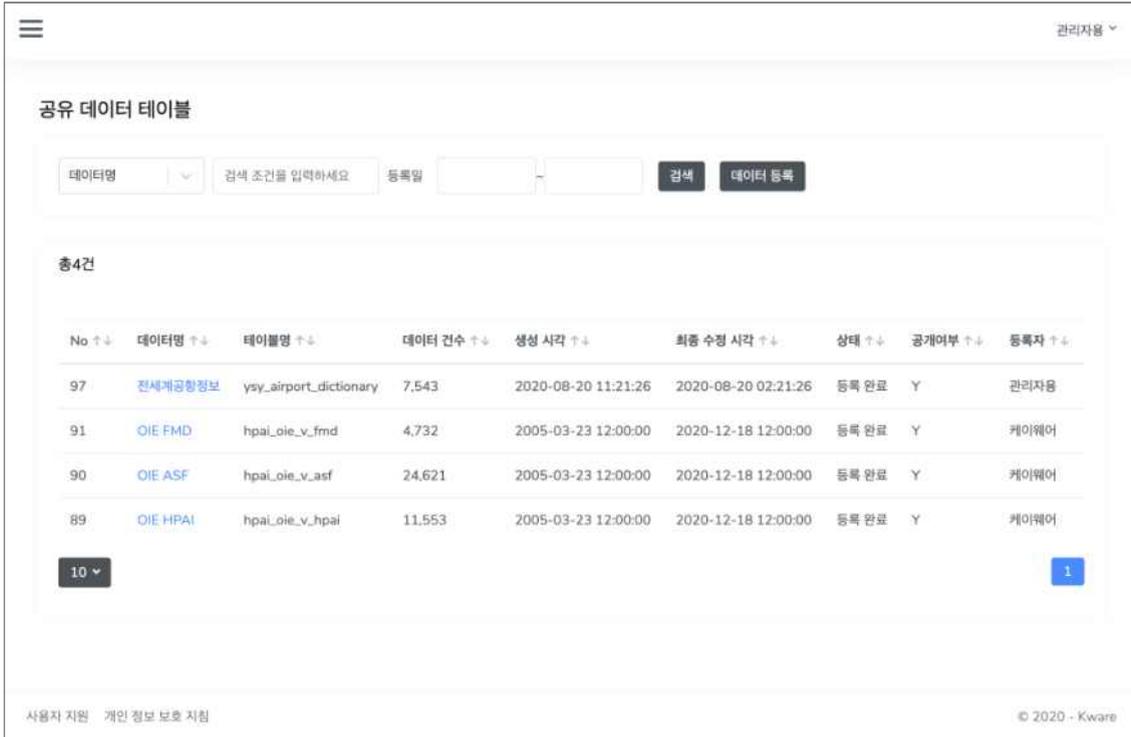


그림 149 <컨소시엄 연구자 데이터 등록 관리 화면>

- 사용자별 등록 데이터는 기존 데이터마트와 동일하게 웹 기반의 분석 도구와 연결해 사용할 수 있도록 지원한다.
- 사용자는 본인의 데이터 공개 여부를 지정함으로써 다른 연구자와의 데이터 공유 여부를 설정할 수 있도록 구현하였다.
- 등록된 데이터는 자동으로 시스템이 기본 분석하여 분석 도구와 연결 및 다른 사용자가 CSV 형태로 다운 받을 수 있도록 변환 저장 및 제공한다.
- 사용자 등록 데이터의 컬럼을 자동 분석하여 컬럼 별 저회 및 검색 기능을 제공한다.
- Zeppelin 연결을 통해 컨소시엄 연구자 간 등록 데이터에 대한 공동 분석이 가능하도록 지원한다.
- 사용자별 등록 데이터 목록과 상세보기 화면을 통해 실제 데이터를 확인할 수 있도록 사용자 편의 UI를 구현하였다.
- 별도의 Query, SQL 명령이 필요 없는 다중 조건의 검색 UI를 제공한다.

데이터 테이블

검색옵션

필름 선택 | 위치 | +

AND | 필름 선택 | 위치 | -

AND | 필름 선택 | 위치 | -

AND | 필름 선택 | 위치 | -

검색

전세계공항정보 데이터

데이터명	전세계공항정보	데이터명	ysy_airport_dictionary
데이터 건수	7,543 건	공개여부	공개
등록자	관리자용	최초 데이터	2020-08-20 02:21:26
상태	등록완료	최종 수정일	2020-08-20 02:21:26
설명	전세계 공항정보 등록		

출력 컬럼 선택 전체 컬럼 선택

city airportid airportname attribute country iata icao idx lat lon tzdatabasetimezone dst logger
 serialversionuid source timezone type

데이터 목록 (총 7,543 건) Zeppelin 분석 CSV 다운로드 통계 보기

⊙ 클릭하여 상세 조회

city ↑↓	airportid ↑↓	airportname ↑↓	attribute ↑↓	country ↑↓	iata ↑↓
Goroka	1	Goroka Airport	5282	Papua New Guinea	GKA
Madang	2	Madang Airport	20	Papua New Guinea	MAG
Mount Hagen	3	Mount Hagen Kagamuga Airport	5388	Papua New Guinea	HGU
Nadzab	4	Nadzab Airport	239	Papua New Guinea	LAE
Port Moresby	5	Port Moresby Jacksons International Airport	146	Papua New Guinea	POM
Wewak	6	Wewak International Airport	19	Papua New Guinea	WWK
Narsarsuaq	7	Narsarsuaq Airport	112	Greenland	UAK
Godthaab	8	Godthaab / Nuuk Airport	283	Greenland	GOH
Sondrestrom	9	Kangerlussuaq Airport	165	Greenland	SFI
Thule	10	Thule Air Base	251	Greenland	THU

10 | 1 2 3 4 5 > >>

그림 150 <사용자 등록 데이터 상세보기 화면>

(3) 통합시험 결과서

(가) 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 통합시험 결과서

① 시스템 공인시험 진행

- 한국정보통신기술협회 소프트웨어시험 인증연구소를 통한 시스템 공인시험 진행하였다.

- 케이웨어 빅데이터 · 공간 · 통계 분석 패키지 v1.0
- 시험대상 운영환경

소프트웨어 정보		
운영체제	서버	Ubuntu 18.04 64bit
	클라이언트	Window 10 64bit
특이사항 (제품구동요구사항)	- 서버: PostgreSQL 9.5 이상(+PostGIS 설치), Apache Tomcat 8이상, GeoServer 2.8 이상, 망고시스템 공간분석 익스텐션 설치, jdk 1.8 이상, Python 3.6.9 이상, R Server 3.4.4 이상, mysql 5.6 이상, Node12.6 이상 - 클라이언트: 웹브라우저 설치, RStudio Desktop 설치	
하드웨어 정보		
하드웨어 사양	서버	CPU : Intel(R) Xeon(R) CPU 8 core @ 2.60GHz 이상 RAM : 32G 이상, HDD : 1T 이상
	클라이언트	CPU : intel i5 2.5GHz 이상, RAM : 16GB 이상, HDD : 500GB 이상. 최소 내장 그래픽 카드 지원
네트워크 환경	클라이언트의 배경지도를 온라인 타일맵 서비스에서 불러오므로 네트워크 연결 필수	
기타 환경		
기타사항		
- 한국정보통신기술협회에서는 제품 시험을 위한 시험 장소를 제공함 - 케이웨어(주)는 시험에 필요한 HW 및 SW를 제공함 - 케이웨어(주)는 시험환경구성, 제품설치 및 기술교육을 지원함		



시험성적서

한국정보통신기술협회 소프트웨어시험인증연구소 주소: 경기도 성남시 분당구 분당로 47 전화: 031-790-9250, Fax: 031-724-0199	협회서번호: BT-A-20-0353	
--	---------------------	---

1. 의 용 지
 - 회사(기관)명 :
 - 주 소 : (08377)서울시 구로구
 - 계약일자 : 2020. 8. 10.

2. 시험성적서의 용도 : 국제 수출용 인증용

3. 제 품 명 : 빅데이터 - 공간 - 통계 분석 패키지

4. 버 전 : v1.0

5. 시험기간 : 2020. 8. 3. ~ 2020. 8. 10.

6. 시험방법 : ISO/IEC 25023:2016의 2개 항목 적용
 - 상세 내용은 "<3. 시험항목 및 방법>" 참고

7. 시험환경 : 실온, 실습

8. 시험결과 : BT-A-20-0353-03H 합격

비 고 : 1. 이 성적서의 시험결과는 시험자에 의해 제공한 시험환경 하에서 획득한 사항을 근거로 합니다.
 2. 이 성적서의 진위여부는 기업지능포털(www.gpb.go.kr)에서 잔위확인코드로 확인 가능합니다.

확 인	작성자 성 명 : 김 환 (인)	승인자 직 령 : 기술 책임자 성 명 : 유 현 (인)
-----	----------------------	--------------------------------------

2020년 8월 10일

한국정보통신기술협회 회장



5. 시험결과

시험 항목별 시험 결과는 아래와 같다. (상세 시험 결과는 "<6. 시험기록>" 참고)

ID	시험항목	시험항목 및 기준	결과	비고																																
TC1	기능리스트 15개 항목별 응답시간 확인	<p><시험목적> 시험대상제품으로 기능리스트 15개 항목의 기능별 실행했을 때, 평균 응답시간 확인</p> <p><시험기준> ※ 기준: 시험대상제품으로 기능리스트 15개 항목의 기능을 실행했을 때, 각 항목의 정상동작 및 별 프로그램의 개발자 도구에서 응답시간 확인</p> <p>※ 기능리스트(15개 항목)</p> <table border="1" style="width: 100%; margin: 5px 0;"> <thead> <tr> <th>기능 번호</th> <th>기능 세부내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>공간정보 불러오기</td></tr> <tr><td>2</td><td>공간정보 저장</td></tr> <tr><td>3</td><td>공간정보 분석</td></tr> <tr><td>4</td><td>공간정보 시각화</td></tr> <tr><td>5</td><td>공간정보 공유</td></tr> <tr><td>6</td><td>공간정보 관리</td></tr> <tr><td>7</td><td>공간정보 검색</td></tr> <tr><td>8</td><td>공간정보 출력</td></tr> <tr><td>9</td><td>공간정보 공유</td></tr> <tr><td>10</td><td>공간정보 관리</td></tr> <tr><td>11</td><td>공간정보 검색</td></tr> <tr><td>12</td><td>공간정보 출력</td></tr> <tr><td>13</td><td>공간정보 공유</td></tr> <tr><td>14</td><td>공간정보 관리</td></tr> <tr><td>15</td><td>공간정보 검색</td></tr> </tbody> </table>	기능 번호	기능 세부내용	1	공간정보 불러오기	2	공간정보 저장	3	공간정보 분석	4	공간정보 시각화	5	공간정보 공유	6	공간정보 관리	7	공간정보 검색	8	공간정보 출력	9	공간정보 공유	10	공간정보 관리	11	공간정보 검색	12	공간정보 출력	13	공간정보 공유	14	공간정보 관리	15	공간정보 검색	평균 응답시간 0.391 초	최대값: 2.06 초, 최소값: 0.011 초
기능 번호	기능 세부내용																																			
1	공간정보 불러오기																																			
2	공간정보 저장																																			
3	공간정보 분석																																			
4	공간정보 시각화																																			
5	공간정보 공유																																			
6	공간정보 관리																																			
7	공간정보 검색																																			
8	공간정보 출력																																			
9	공간정보 공유																																			
10	공간정보 관리																																			
11	공간정보 검색																																			
12	공간정보 출력																																			
13	공간정보 공유																																			
14	공간정보 관리																																			
15	공간정보 검색																																			

※ TC1의 응답시간은 기능리스트 15개 항목의 평균값으로 기술함
 ※ TC1의 응답시간 측정은 시험의뢰기업에서 제공한 시나리오(실정 값)에 한해서 시험을 진행

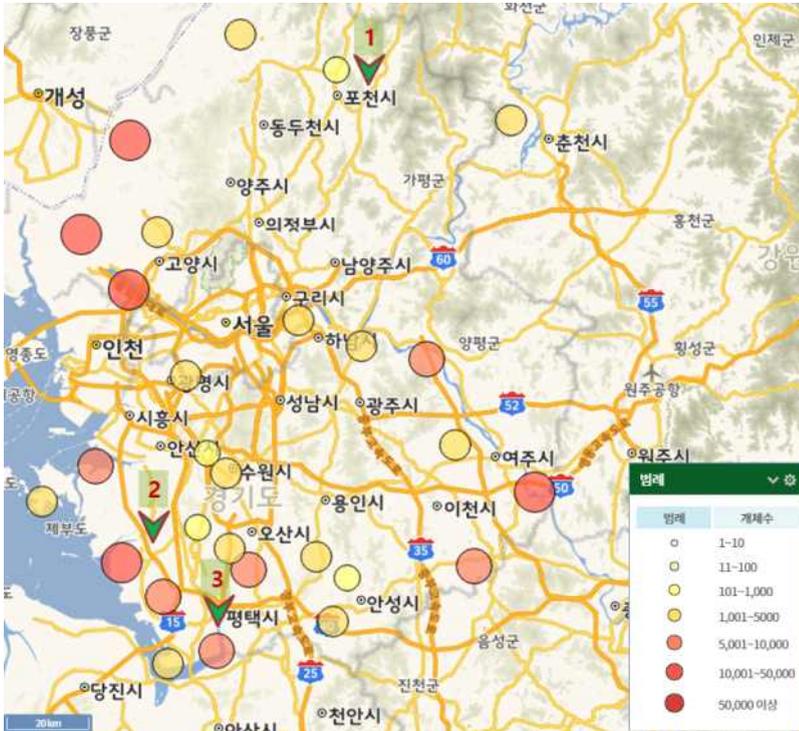
- 시험결과 : 역학지도 평균 응답시간 0.391초 (최대값 2.06초, 최소값 0.011초)
- 공간분석과 시각화 평균 수행시간은 세계 최고 수준 (ESRI 등 상용 SW)에서 제시하는 '3초 이하' 를 만족하는 성능시험 결과를 보여주었다.

4. (주) 비오지노키

가. 1차 년도 연구결과 (비오지노키)

(1) 데이터와 현장간의 실제 상관관계 분석

(가) 철새도래지의 개체수와 AI발병위치의 상관관계 분석



① 18.01.03. 포천시 영북면, 00농장, H5N6 검출

- 발생농장 인근에 위치한 포천천의 철새 개체수는 815마리로 확인됨. 까마귀, 참새 등 야생조소류가 자주 출몰하며, 고양이, 쥐등도 자주 관찰됨. 철새는 거의 보이지 않음.

② 18.01.26. 화성시 팔탈면, 00양계, H5N6 검출

- 발생농장 인근에 위치한 남양만의 철새 개체수는 17,663마리로 확인됨. 오리, 기러기 같은 철새류가 자주 관찰됨. 농장주변 개울에서 까치, 참새, 쥐 등 야생동물 자주 출현함.

③ 18.01.27. 평택시 청북읍, 00농장 H5N6 검출

- 발생농장 인근에 위치한 아산호의 철새 개체수는 7,090마리로 확인됨. 농장주변에서 철새류, 까치, 참새 등 야생조수류가 자주 출몰하며, 농장 인근에 고잔저수지 및 소하천 1개 위치

- 평택은 산란계 밀집지역으로 최초 발생농장 주변에 철새 도래지가 있어 이곳으로부터 바이러스가 유입될 위험이 큼.
- 화성 인근 지역에 오염된 철새도래지 8개소 (시화호, 남양호 등) 및 인접한 평택 등 지역에서 오염원이 유입될 위험이 크며 남양만을 중심으로 철새의 이동사항이 지속적으로 관찰됨

(2) 현행 방역초소의 질병 확산 차단 효과 평가

(가) 방역초소의 역학적인 영향도 분석

① 경기도 평택 지역 방역초소 역학조사 분석



- 평택지역의 방역초소는 철새도래지 장소인 아산호 및 아산만 기점으로 방역초소들이 들어서 있고, 농장밀집지역에 방역초소가 많음. 00양계는 평택제천고속도로에 인근하고 있어 차량의 이동이 많아 위험물질 유입의 위험성이 큼.
- 철새도래지 장소인 남양호 인근에 00농장이 있으며, 화성시에 인접하여 위치해있다. 인근에는 거점소독장소가 1군데 있으며, 서해안고속도로와 평택제천고속도로에 인근하고 있음. 시와 시의 이동간의 차량이 많으며, 화성시 장안면에서 오는 차량에 대해서는 방역이 미흡함.

② 경기도 화성지역 방역초소 역학조사 분석

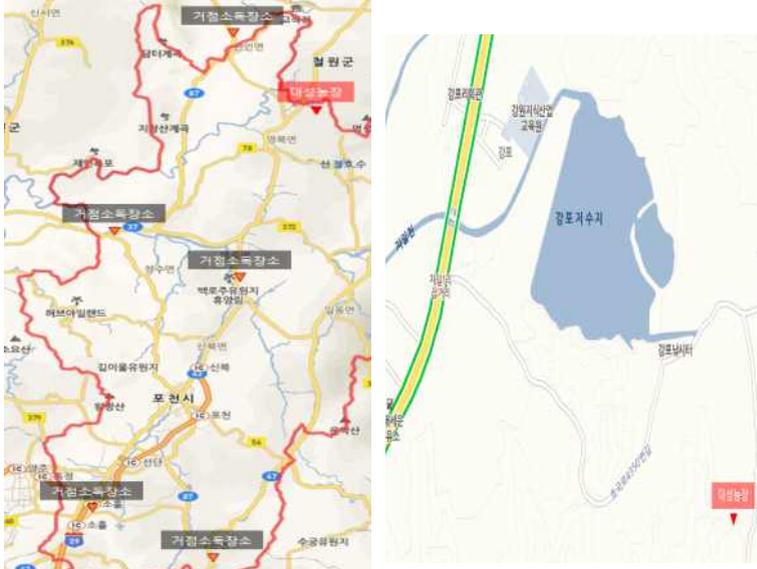


- 철새도래지인 남양만에서 15km 근방에 00양계가 위치함. 방역초소는 거점소독장소 2곳, 이동통제초소 4곳으로 확인됨.



- 울암교차로와 구장교차로 인근에 위치하여 차량 및 인원의 유입 많을 것으로 판단되며, 주위에 산란계 농가들이 위치하나 인근에 방역초소는 많지가 않음.

③ 경기도 포천지역 방역초소 역학조사분석



- 00농장 인근에 1곳의 거점소독장소가 존재하나 이동통제초소는 한군데도 없었음.
- 15km 떨어진 위치에 포천천의 철새도래지가 위치하며 00농장 1km 근방에 강포저수지가 위치하나, 방역초소의 수가 적어 오염물의 유입의 위험성이 큰 것으로 판단됨.

(3) 현행 방역초소의 운영방법 분석

(가) 초소별 운영방식과 실제 수행방식 파악

- ① 시·군 및 시·도간 이동시 거점별 소독장소에서 소독을 실시하고, 소독필증(그림 1)을 휴대하여야함을 축산관련차량 운전자에게 안내하여야함.
- ① 소독에 앞서 고압세척기를 이용하여 차량외부와 바퀴울에 붙어있는 유기물을 완전히 닦아내야 한다. 차량 바퀴를 둘러싼 휠하우스 부분을 직선형 노즐로 닦아내기 어려우므로 가변형 랜스(그림 2)를 사용하면 자세를 바꾸지 않고도 효과적으로 세척할 수 있다.



그림 1. 소독필증



그림 2 휠하우스 세척에 적합한 랜스

- ① 차량용 소독기(그림 3)와 고압 분무기(그림 4)를 이용하여 차량의 외부를 소독하고, 차량의 내부는 소형 분무기를 이용하여 실시하되, 운전자가 접촉되는 부위 (운전대·발판·좌석등)는 소독을 철저히 실시함. 특히, 차량 외부 소독 시에는 유기물(분

변 등)이 붙어 있지 않는 상태에서 분무 등을 통해 소독액에 흠뻑 적시도록 함.



그림 3. 차량소독기 소독

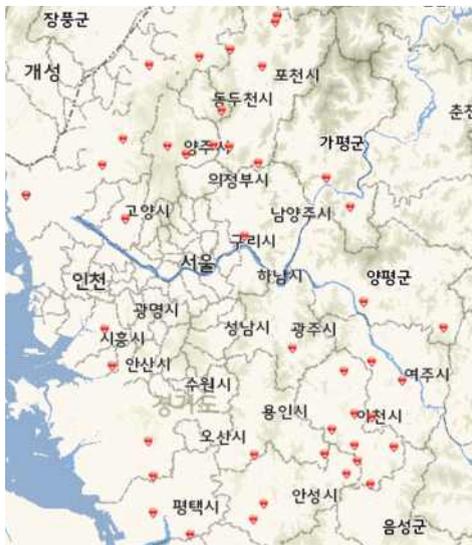


그림 4. 동력분무기 소독

- ① 실제 차량의 외부 소독시 고압분무기를 사용하지 않는 곳이 존재하며, 차량 내부소독은 대다수 실시하지 않는 것으로 확인됨.

(나) 방역초소 위치 설정에 따른 질병 차단효과 평가

- ① 경기도 지역의 방역초소: 총 43개의 거점소독장소 (2018년 11월 말 기준)



- ① 기존의 방역초소의 설치장소 선정은 발생농장, 발생지, 발생시·군의 축산밀집지역, 발생 시·군 및 시·도와 연결한 시·군 및 시·도가 설치한 축산차량 전담 소독장소 인근에 설치함을 원칙으로 하나 감염경로, 확산경로 패턴화 후, 농가, 인구분포, 이동패턴을 고려한 방역초소 위치 선정이 필요함
- ① 거리가 약 300m로 매우 가까운 거점소독소가 존재함. (포천시 송정검문소 관인방면, 자일3리 마을회관)

(다) 질병의 전파와 확산에 영향을 주는 요인 추출

- ① 겨울철새에 의해 감염매개체(조류인플루엔자)가 유입되며, 농장에 대한 직접적인 감염 가능성은 낮은 것으로 추정됨.
- ① 감염된 조류 사체, 감염된 체액, 오염된 표면 및 배설물과의 접촉으로 바이러스에 감염된 쥐, 고양이, 야생동물 및 야생조류(참새, 비둘기 등)가 계사 내로 침입하여 농장으로 전파되는 것으로 추정됨.



- ① 농장간 전파는 농장으로 출입하는 차량, 인력, 장비 등에 의한 전파 가능성이 매우 높음.

(라) 방역초소 운영 오류사례

- ① 총 300여 거점소독소 중 35개소를 표본 조사한 결과 3개소만 소독수 회수저장시설을 갖춤. 소독소에서 살포된 소독약이 하천, 상수원 등에 흘러들거나 가축분뇨 및 오·폐수 처리시설 등에 유입되면 토양 내 소독약 잔류로 인한 2차 오염, 소독약제 성분에 따른 발효·정화처리에 악영향 및 바이러스 재발 가능성 높음.
- ① 거점소독시설 현장에서의 바이러스 소독실험을 진행 하였으나 소독 후 최소 5%에서 최대 50%의 바이러스가 소독 후에도 남아있는 것으로 확인됨.
- ① ‘시·군별 사용중인 소독약품 현황’ 을 분석한 결과, 겨울철 소독효과에 문제가 있거나, 부적절한 유독성 소독제를 사용하는 경우가 무려 3분의2에 이르는 것으로 조사됨. 사용하는 방역약품에 환경호르몬과 발암성 성분이 포함됨.

나. 2차년도 연구 결과 (비오지노키)

(1) 현장사례 수집 및 분석결과 매치업

(가) 분석결과와 현장결과의 비교데이터

- ① 현장인력 인터뷰를 통한 HPAI 확산 방지 소독, 세척 현황 분석: 발생농장의 위생조치 사항을 확인하기 위해 세부적인 청소 및 소독 관리에 대한 조사를 수행하였음.
- ② 청소와 소독 조사항목으로 계사휴지기간(1개월 이내, 1개월 이상), 청소수행주체(자체, 외부), 청소점검 결과(미흡, 적절), 덕트청소 여부, 급수관청소 여부 등을 설정하여 조사를 수행하였음.
- ③ 청소소독은 대부분 자체수행(87.5%)하고 있었고, 전반적으로 다수의 농장(50.0%)이 청소결과 점검 등 관리가 잘 이루어지지 않고 있는 것으로 확인되었음(표 3).
- ④ 주요 사용 소독제 종류는 농장별로 다르며, 사료빈과 급수관에 대해 청소하는 농장은 극히 드물었음.

청소, 소독 실태	질의세목	농장수(%)
계사휴지기간	1개월 이내	22 (55.0)
	1개월 이상	14 (35.0)
청소수행주체(동별 중복)	자체	35 (87.5)
	외부	10 (25.0)
청소점검 결과	미흡	20 (50.0)
	적절	16 (40.0)
급수관청소	미실시	39 (97.5)
	실시	1 (2.5)

(나) 방역초소와 기존 방역초소의 효능비교 평가

- ① 방역 초소별 방역실태 비교 조사 분석하였음
- ② 방역실태 조사항목 간 비교에서 대부분 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았음 ($P < 0.05$)(표 5).

표 5. 기존방역초소와 신규방역초소의 방역실태 비교

차단방역 조사항목	해당 초소수(%)		P 값
	기존방역초소(40농장 기준)	방역초소(20곳 기준)	
방문자와 차량통제시설 설치	21 (52.5)	14 (70.0)	0.19
발판소독조/차량소독장치 설치	31 (77.5)	14 (70.0)	0.53
소독조 교체(3일 이내)	16 (40.0)	9 (45.0)	0.71

③ 현행 방역초소



그림 165 농장앞 방역초소



그림 166 대로변 소독기



그림 167 대로변 초소

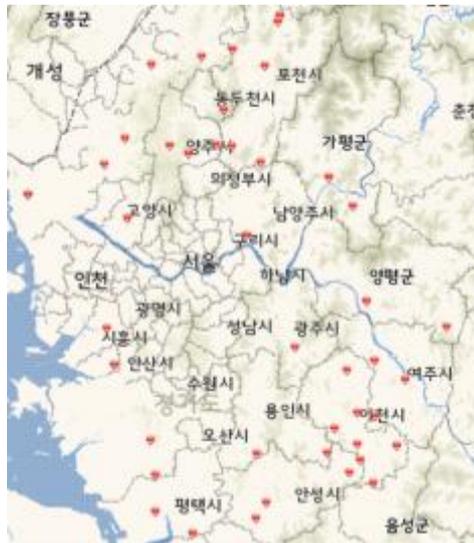


그림 168 농장앞 초소

- ASF 발병당시 연천, 파주와 강화, 김포에 운영되는 초소들 방문. 농장앞 방역초소의 경우 농장으로 진입하는 인구이동 통제. 고압분무기로 소독, 대인소독은 압축식 또는 초미립자 분무기로 소독
- 대로변 소독기와 초소의 경우 차량흐름에 큰 영향을 주고 있으며 야자매트를 깔아 지나는 차량의 바퀴 표면 소독액이 닿도록 고안했으나 차량의 속도와 통행량에 따라 소독효과에는 큰 차이가 있을것으로 보임. 야자매트 내부에 잔류된 유기물과 소독액을 분석하여 효과를 테스트 예정(3년차)
- 소독에 앞서 고압세척기를 이용하여 차량외부와 바퀴울에 붙어있는 유기물을 완전히 닦아내야 한다. 차량 바퀴를 둘러싼 휠하우스 부분을 직선형 노즐로 닦아내기 어려우므로 가변형 랜스를 사용하면 자세를 바꾸지 않고도 효과적으로 세척할 수 있다.

(다) 이동사례 분석을 통한 2차년도 연구결과 현장 피드백: 방역초소 위치 설정에 따른 질병 차단효과 평가

- 경기도 지역의 방역초소: 총 47개의 거점소독장소 (2019년 10월 말 기준)



- 기존의 방역초소의 설치장소 선정은 발생농장, 발생지, 발생시·군의 축산밀집지역, 발생 시·군 및 시·도와 연결한 시·군 및 시·도가 설치한 축산차량 전담 소독장소 인근에 설치함을 원칙으로 하나 감염경로, 확산경로 패턴화 후, 농가, 인구분포, 이동패턴을 고려한 방역초소 위치 선정이 필요함

- 거리가 약 300m로 매우 가까운 거점소독소가 존재함. (포천시 송정검문소 관인방면, 자일3리 마을회관)

(라) 질병의 전파 및 확산에 영향을 주는 요인

- 겨울철새에 의해 감염매개체(조류인플루엔자)가 유입되며, 농장에 대한 직접적인 감염 가능성은 낮은 것으로 추정됨. 다만 농장주변 도래지, 소하천의 경우 논과 밭이 있는 곳에 철새들이 방문하며 공기전파 경로로 농장내 바이러스 유입확률 확인. 경기도 화성시 농가방문(00양계장, 박**)은 17/18년 HPAI 발생농장으로 관련한 인근 농장과 역학적 관계가 아니라 농장인근에 날아온 오리에 의한 감염확률이 높음. 밭에서 바이러스의 농장내 유입에 대한 상세한 근거는 밝혀지지 않음.

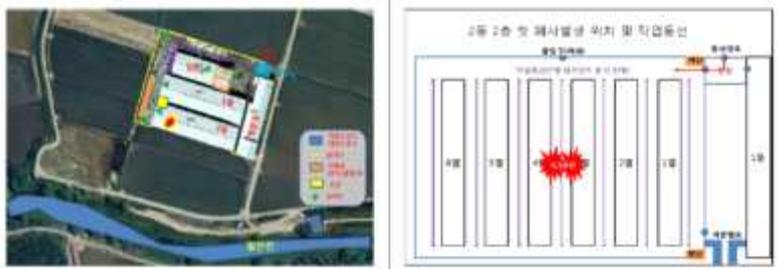


그림 170 화성시 박**농가의 위치와 발병상황

- 농장간 전파는 농장으로 출입하는 차량, 인력, 장비 등에 의한 전파 가능성이 매우 높음. 17/18년 발병농장은 역학에 의한 감염농장 보다 1차확산으로 추정되는 발병이 많았음.

(마) 방역초소 운영 오류사례

- 총 300여 거점소독소 중 30개소를 표본 조사한 결과 3개소만 소독수 회수저장시설을 갖추. 소독소에서 살포된 소독약이 하천, 상수원 등에 흘러들거나 가축분뇨 및 오·폐수 처리시설 등에 유입되면 토양 내 소독약 잔류로 인한 2차 오염, 소독약제 성분에 따른 발효·정화처리에 악영향 및 바이러스 재발 가능성 높음.
- 대표 거점소독소 6군데를(평택, 천안, 화성, 세종, 김포, 김제) 조사하여 거점소독시설의 소독현황을 조사함. 조사결과 거점소독소에 출입하는 차량은 농장으로 진입하는 차량과 농장에서 나오는 차량이 교차오염 가능성이 높은 상황이며, 이에 대한 개선방향을 검역본부 역학조사과에 정책건의를 통해 반영함. 특히 생축을 실은 차량은 내부 소독이 불가하며 동물이 감염된 경우 오히려 소독시설의 오염을 유발할 수 있음. ASF 상황에서 돼지를 출하하는 차량이 거점소독소에서 소독을 거치며 돼지들이뇨와 분변을 배출하는 사태가 빈번함. 반드시 개선되어야 할 중요한 현행 운영 사례로 정책건의 시행.

- 농가로 진입하는 차량(사료차, 약품, 기타 방문) - 거점소독소 이용

- 농가에서 나오는 차량(분뇨, 도축, 알 수송 등) - 도축장이나 종말지에서 개별 소독
- 거점소독소에서 운전자의 발판을 소독하는 현행 소독방식이 효과가 검증되지 않아 현행의 분무기와 스프레이 방식으로 실제 효과를 측정할 필요가 있음(3차년도). 발판매트의 형태에 따라서 유산균을 사용한 균수측정 실험을 수행함.



그림 171 초미립자 분무기



그림 172 운전석 발판 고압세척

발판종류	소독전 균수	소독 후 균수	감소율
코일매트	2400 CFU/mL	560 CFU/mL	76.6 %
벌집매트	4600 CFU/mL	2400 CFU/mL	47.8 %
고무매트	2400 CFU/mL	6 CFU/mL	99.7 %
버킷매트	3100 CFU/mL	5 CFU/mL	99.8 %

- 초미립자 분무기는 침투력이 없고 살포량이 작아 실제 소독효과가 없음(3차년 실험 필요)
- 운전석 발판에 현행 사용되는 압축식분무기에 글루탈데하이드 소독제를 희석하여 분무할 경우 바닥 매트의 종류와 형태에 따라 소독효과가 차이가 있음 (표 참조)
- 구조가 단순하고 청소가 용이한 발판매트(고무 또는 버킷)를 사용할 것을 권장함. 또한 유기물을 떨구고 소독효과를 높이기 위해 발판을 분리하여 고압세척기로 세척을 권장함.

(2) 해외 방역사례 조사

(가) 해외 방역사례 보고서

○ 네덜란드의 방역체계

- 스탠드스틸(standstill) 및 AI 상시예찰
- 정책결정 부서로 식품소비재 안전청, 유가공협회 및 NCAE 보건복지체육부 이하의 국가공인실험실
- 질병발생보고 의무기관으로 식품소비재안전청이 있으며 일반예찰프로그램, 조기경보(AI, CSF), 일반 야생동물 예찰, 인수공통전염병 협의회 등.
- OIE standards를 따름.

○ 네덜란드의 스탠드스틸(standstill) 발령시 행동요령

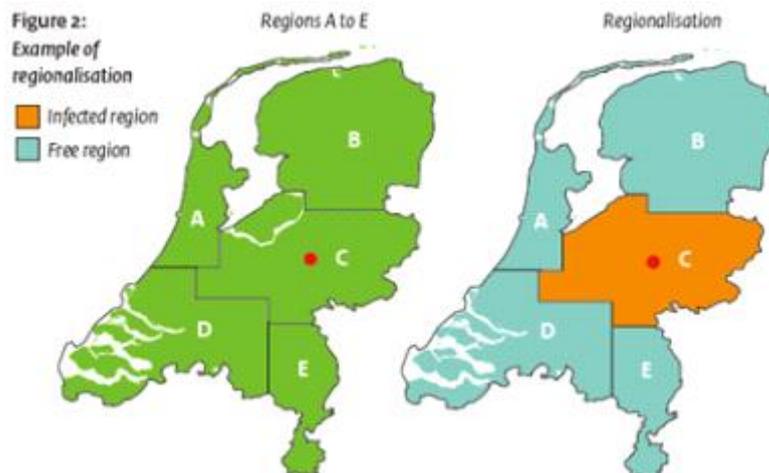
- 동물의 운송금지(조류와 가축으로 규정되어 있지 않은 것 포함)
- 스탠드스틸 발령을 받은 농장의 동물생산물의 운송 금지
- 사료 운반 금지
- 스탠드스틸 발령을 받은 농장에서 나오는 분변 및 중간생산물의 이동 금지
- 상기 내용중 하나에 해당되는 물건을 운송하였거나 운송할 가능성이 있거나 운송되어 왔던 차량의 이동 금지
- 위반시 조치사항 : 규정상으로는 재판이 이루어지고 벌금형에 처함. 스탠드스틸을 어기거나 모르는 경우 없었으며, 일부러 알고 어기는 경우도 없음.

○ 네덜란드의 스탠드스틸 발령해지 필요시 기준과 절차

- 발령72시간이 지난 후 질병 발생상태에 따라 20개의 지역(sleeping resion)이 크게 5~6개 지역으로 지역화(regionalisation)가 이루어짐.



- 72시간의 stand still 기간동안 sleeping region이 합쳐지기 시작하여 5~6개의 working region(활성지역) 형성



- 오염지역(Infected region, buffer area) : 발생농장 혹은 발생지점
- 청정지역(free region) : 그 외 지역
- 질병이 발생한 지역은 오염지역으로, 질병이 발생하지 않은 지역은 청정지역으로 구분되어, 질병의 통제 가능시기까지 각 region 내에서만 이동하게 됨.
- 스탠드스틸 보상 관련 규정 없음 : 질병은 특성상 초기에 조치를 실시하여 더 큰 피해를 막는 것이 standstill의 가장 큰 목적임. 농축산인들도 이러한 사실을 인지하고 있어 standstill시 보상관련 규정은 없음.

○ 독일의 방역사례 및 실사 방문

- 독일의 방역 체계
- 국가의 보상프로그램이 전혀 없이, 농가에서 보험형태로(Animal Disease Bank) 운영함. 농업협동조합의 보험에서 Agravis company를 통해 긴급방역반(TSVG: animal disease prevention society)을 운영함. www.tier-svg.de 는 전염병 문제 해결을 위해서만 만들어졌으며 100여명을 고용
- 의사(25명)와 농가(10명)의 보드멤버로 구성
- 독일전체에 3군데 주요 축산 밀집지역에 위치하고 있음.
- 주요장비 내역으로 캠핑카, 컨테이너(환복, 개인위생), 축종별 도살을 위한 컨테이너, 멧돼지용 펜스, 소각시설
- 수동예찰(멧돼지, 야생조류)
- 정부의 책임
- 농장의 위생이 불량한 경우, 의사 점검, 지자체 공무원
- 보상수준의 삭감조치(70%)



그림 175 살처분 및 방역 유닛



그림 176 보관창고 전경



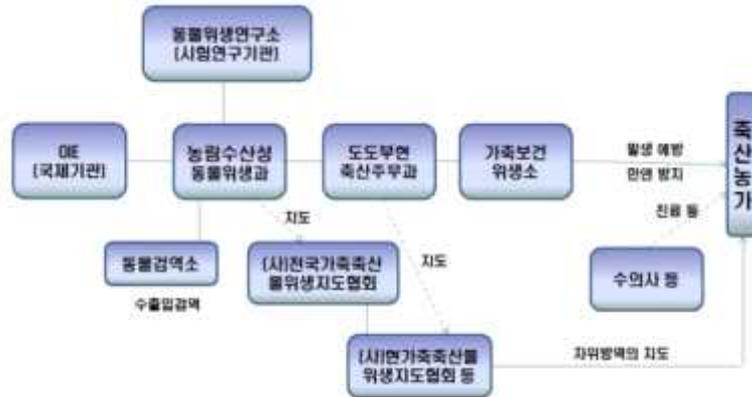
그림 177 멧돼지 방지용 울타리



그림 178 이동식 살처분 장치

○ 해외 선진 방역사례 분석(일본의 방역사례)

- 일본의 방역 조직체계



자료: 일본 농림수산업(www.maff.go.jp)

- 일본은 철새 등에 대한 AI 발생에 대응하기 위하여 환경성 자연환경국에서 ‘도도부현 조수 행정담당부서의 야생조류 AI 대응 기술 매뉴얼’을 작성하여 대비하도록 함.
- 일본은 야생조류 및 쥐 등의 침입을 방지할 수 있는 무창 계사 정비를 위하여 양계업자에게 보조 사업 또는 리스사업등을 활용한 지원 조치를 시행함.
- 조기 발견과 조기 통보 조치에 대한 매뉴얼이 활성화되어있음.
- 발생한 경우 방역 조치에 관해 무엇보다 발생 농장에서 도살 처분과 소각 또는 매몰, 주변지역 이동 제한과 청정성 확인이 신속, 정확하게 추진됨.
- AI 백신 접종에 대한 백신개발 협력 및 승인 절차를 신속하게 실시하도록 하는 규정이 마련되어 있음.

○ 외국의 AI 예찰 현황

국가	예찰 실적	검사결과	비고	
미국	육계	696,744건 (2011년 10월9일-2012년9월30일)	H5·H7형 음성	
	야생조류	23건 (2012년4월1일-2013년3월31일)	-	2011.4월부터 살아있거나 사냥꾼이 포획한 야생조류에 대한 예찰 중단의 역 4만 건
캐나다	살아있는 조류 (live bird)	961건(2012년)	LPAI 25건 양성	
	죽은 조류 (dead bird)	1,054건(2012년)	LPAI 11건 양성	
EU (27개국 기준)	사육가금	2,591,404건 (2012년)	H5·H7형 LPAI : 43건 양성	H5, H6, H6 등 검출
	야생조류	6,504건 (2012년)	H5형 LPAI : 3건 H7형 LPAI : 음성	46건 LPAI 검출
일본	사육가금	만 5,242건(2011년)	모두 음성	항원·항체검사
	야생조류	2만 9,882건(2010-2011년)	97건 양성	
	문화관광기생충 폐사체 포획발생	2건(목 해) 5,581 100	LPAI 37건 양성 (602와-EHI) 음성	A형발생에 따라 문화관광 4,000건 포획(100건) 실시
호주	야생조류	8,225건(2012년)	고병원성 : 음성	대형한 LPAI 검출(4~4건)

자료: 농림축산검역본부(위생) 일일상황보고 자료

- 야생조류 예찰의 경우 미국이나 캐나다, EU-27개국, 호주 등은 연간 1만건 이하인 것에 비하여, 일본은 3만건 정도로 상대적으로 많은 예찰을 실시하고 있는 것이 특징임. 이와 더불어 야생조류의 분변이나 폐사체 등의 샘플 검사와 더불어 발병 시 야생조류 포획 검사도 실시함.

○ 외국의 야생조류 예찰현황 및 방역대책 비교

표 4 외국 야생조류 예찰현황 및 방역대책 비교

국가명	주관기관	예찰 및 검사현황(연간)	HPAI 검출 시 방역조치
미국	지질조사국 농무부 대학 등	<ul style="list-style-type: none"> • 2006-2011년 5년간 약 50만건의 폐사체 야생조류 및 분변 모니터링 검사결과 4,471건 검출 • 현재는 500수 이상 야생조류 폐사 시 검사 실시(2012년 1월-2013년 3월 중 213건 검사) 	<ul style="list-style-type: none"> • 관리지역(10km) 설정 및 이동제한 • 예찰, 검사 후 분출 허용
호주	1차 산업부	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 야생조류 포획 및 폐사체 검사 8,225건 	<ul style="list-style-type: none"> • 별도 조치 없음
독일	농식품부	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 야생조류 포획 및 폐사체 검사 3,500건 • EU : 2012년 6,506건 검사 	<ul style="list-style-type: none"> • 보호지역(3km) : 2일 간 농가 이동제한, 임상예찰(야생조류 검사) • 예찰지역(10km) : 15일 간 이동제한
중국	국가안전감독국	<ul style="list-style-type: none"> • 2013년 498만건 • 철새(외동경로)번식지, 월동지, 휴식지, 거금류 집중사육지역 모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류 사육지 3km내 오리, 닭 등 거금류 사육 금지 • 감수성 높은 사육 조류(오리, 기러기, 왜가리, 공작, 오골계 등) 예방접종 실시
일본	환경성 *지정정부 (환경부에서는 시료채취 및 검체검사)	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류 폐사체 400건 • 분변검사(시료) 3,300건 	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류 발견지점 및 사육장소 소독/동행제한차단 • 발견지점 3km내 지역 임상예찰(폐사물, 소분물 등)
캐나다	농림수산성	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류(잡종) 포획검사 300건 • 폐사체 1,000건 	<ul style="list-style-type: none"> • 관리지역 설정 • 예찰, 이동제한, 임상 검사(30일) 후 해제
일본과 유사	수역국	<ul style="list-style-type: none"> • 야생조류 사육지역 예찰연회 	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 발견지역부터 오염지역 설정 • 오염지역 내 거금농장 예찰 • 동물원 : 정기검사(연회) 및 신규입식 조류 검사

자료: 농림축산검역본부, 국립수목원, 농림수산성, 환경성, 수역국

- 대부분의 국가는 1개 부처가 예찰 및 방역을 전담.
- 일본은 예찰기관과 방역기관이 다름
- 예찰 시 폐사체, 철새 분변, 지정지역 모니터링 예찰 방법 등이 활용. 미국은 폐사체와 분변 모니터링을 통하여 5년의 일정기간 동안 검출현황을 검사하는 체계에서 2012년 이후 일정 마릿수 폐사 시 검사하는 체계로 전환함.

○ 일본과 한국의 철새 및 농장방역 관련 내용 비교

항목	한국	일본
매뉴얼 명	가금인플루엔자 긴급대응지침	도도부현 조수 행정 담당 부서의 마성 조류의 고병원성 조류 인플루엔자에 관한 대응 지침 매뉴얼
예방 단계	조류의 감염병 예방 조치 규정	추상적
	백신 사용 여부 규정	없음
	농가 예방	방역 단계별 생산성 및 소독 여부 조사
이성 조류 관련 조항	없음 (환경부 철새 관찰)	발생방지조치 조가철간 및 조가동보 조치로 나누어 구체적으로 규정 소규모농장 및 야생동물 사육자 별도 규정
발생 단계	발생 시 각 기관별 역할 및 방역 방법	구체적으로 규정
	백신 사용 관련 규정	없음
사후 단계	감염경로 규명을 위한 조직 설치	사후 및 수사

자료: 허덕 외 4인, 2014.2.11. 「서발생 대응상행위 방역정책 추진방향」, KRFI 농정무커스 94호, 한국농촌경제연구원, p. 15

- 일본 방역대응 매뉴얼은 철새 및 농장방역 관련 조항이 예찰부터 발생, 종식에 이르기까지의 전 과정을 매우 구체적으로 규정.
- 우리나라의 매뉴얼(SOP)은 발생 이후의 조치에 관한 내용은 구체적이지만, 예방단계에 관한 내용은 미흡함.

다. 3차 년도 연구 결과 (비오지노키)

(1) 가금농장의 차단방역 평가시스템(Biocheck) 조사- 벨기에 출장 방문

- 벨기에 겐트대학 가금농장 차단방역 평가시스템 및 적용사례 조사(방역시스템에 대한 점수화 방법)

(가) 개요

- Biocheck.UGent 스코어링 시스템은 육계 농장의 차단방역 수준을 측정하고 정량화하기 위해 개발됨
- Biocheck.UGent 스코어링 시스템은 육계 농장의 모든 차단방역 요소로 구성됨
 - 농장 외부 : 1일령 병아리 구입, 살아있는 동물의 농장 외 이동, 사료 및 음수 공급, 분뇨 및 폐사체 처리 등
 - 농장 입구 : 농장출입자 및 농장종사자, 자재공급, 인프라 및 생물학적 벡터, 농장 위치 등
 - 농장 내부 : 질병관리, 청소 및 소독, 자재 및 구획 간 조치 등
- 시스템의 고유한 특징은 다양한 차단방역 측면의 상대적 중요성을 고려하여 위험기반 가중치를 대입하여 점수를 획득함
 - * Biocheck.UGent 스코어링 시스템과 함께 제공되는 설문지는 www.Biocheck.UGent.be에서 무료로 작성 가능
- 획득한 차단방역 점수는 설문지 작성 직후에 제공되며 각 하위 범주의 점수는 국가 평균과 비교하여 농장주가 획득한 결과를 동료에게 벤치마킹할 수 있음

(나) 예비 실험 결과

- 예비 결과 (n=15)는 벨기에의 육계 농장의 내부 차단방역 수준이 54~ 87/100범위이고 외부 차단방역 점수가 55~72/100으로 큰 차이를 보여줌
- 이 결과는 대중화된 차단방역의 중요성에도 불구하고 다른 많은 위험요소에 대한 차단방역 조치의 이행이 부족하며 개선의 필요성을 나타냄

BIOSECURITY SCORING SYSTEM			Score obtained by farmer	Average score of participated farmers
External biosecurity				
A	Purchase of one day old chicks		58 %	63 %
B	Exports of live animals		31 %	67 %
C	Feed and water supply		45 %	48 %
D	Removal of manure and dead animals		66 %	66 %
E	Entrance of visitors and personnel		84 %	79 %
F	Supply of materials		56 %	42 %
G	Infrastructure and biological vectors		77 %	79 %
H	Location of the farm		63 %	73 %
Subtotal External biosecurity:			60 %	65 %
Internal biosecurity				
A	Disease management		58 %	61 %
B	Cleaning and disinfection		71 %	67 %
C	Materials and measures between compartments		53 %	67 %
Subtotal Internal biosecurity:			62 %	72 %
Total:			61 %	67 %

Figure 1. Online results after completing the questionnaire. Color version available in the online PDF.

Table 1. The weight for the category external biosecurity (70), the subcategory location of the farm (7), the weight for the different measures, and the score that can be obtained according to the answers

Question	Weight of the question	Answer possibilities					
		Best	Score	Intermediate	Score	Worst	Score
Is there within a radius of 1 km stagnant or running water?	5	No	1	/	/	Yes	0
At what distance is the nearest poultry farm located?	10	>1 km	1	500 m to 1 km	0.5	<500m	0
Is manure from other poultry farms spread on neighboring farmlands?	8	Never	1	Sometimes	0.3	Often	0
Do animal transports occur frequently (minimum once a day) on the public road where your farm is located at (e.g., due to the location of a slaughterhouse in the neighborhood)?	4	No	1	/	/	Yes	0

= 27

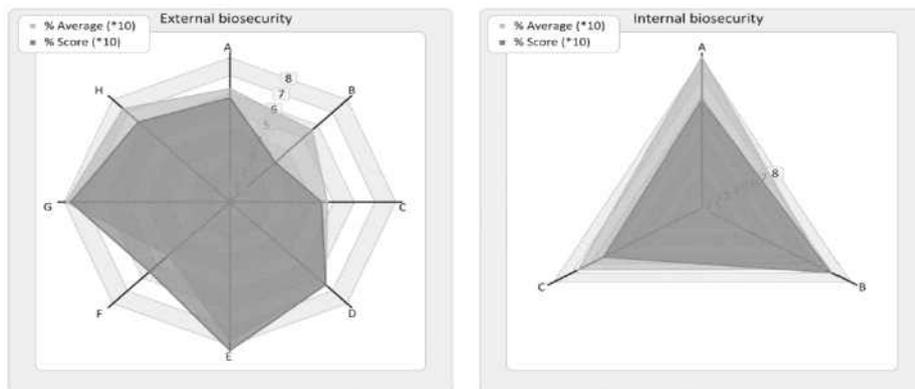


Figure 2. Benchmarking of obtained biosecurity scores against the average through a spider web graph. Color version available in the online PDF.

- 외부 차단방역에 대한 가중치 적용

- 차단방역 점수를 활용한 스파이더 웹 그래프

Table 2. Subcategories of the Biocheck.UGent scoring system and the overall results for a pilot group of broiler herds

(Sub)category	Weight	Audit (A)	Difference	Average score	SD	Minimum	Maximum
External biosecurity	70	A1		64	5	55	72
		A2	+5	69	4	61	74
Purchase of 1-d-old chicks	8	A1		65	16	37	90
		A2	+8	73	14	37	90
Exports of live animals (slaughterhouses, traders, individuals)	11	A1		58	13	31	78
		A2	+7	65	9	51	78
Feed and water supply	8	A1		44	6	40	47
		A2	+4	48	7	37	69
Removal of manure and dead animals	7	A1		64	5	48	66
		A2	+5	69	8	53	78
Entrance of visitors and personnel	11	A1		75	8	64	84
		A2	+6	81	6	70	90
Supply of materials	7	A1		43	25	0	56
		A2	+4	47	21	0	56
Infrastructure and biological vectors	11	A1		81	9	57	94
		A2	+3	84	6	68	94
Location of the farm	7	A1		74	25	24	100
		A2	+1	75	24	24	100
Internal biosecurity	30	A1		73	10	54	87
		A2	+4	77	8	62	88
Disease management	10	A1		81	12	58	100
		A2	+3	84	10	60	100
Cleaning and disinfection	13	A1		67	8	49	78
		A2	+4	71	7	49	78
Materials and measures between compartments	7	A1		72	26	29	100
		A2	+8	80	20	53	100

- Biocheck.UGent 스코어링 시스템의 하위요소와 육계농장의 예비그룹의 전반적인 결과

- ① Biocheck.ugent.be 의 기본적 활용방법, basic, advanced(자동 피드백, 결과공유 가능)
 - ㉠ 대부분 advisor나 농장에서 사용
 - ㉡ 컨설팅 방법 - 결과 비교 보고서, 상담 - 소독, 훈련과 컨설팅
 - ㉢ Risk based tool로써 Finland나 Island에서 사용, 가축보험에서 비용산정에 사용, 베토퀴놀등의 회사와 계약하여 api 사용하도록 라이선스 계약 가능
 - ㉣ 일반적 문항에 대해 새로운 질문을 만들 필요가 없음
 - ㉤ 질병상태에 대한 평가보다는 건강한 상태의 유지를 목표로 함
- ② 차단방역 능력 평가의 효용
 - ㉠ 질병감소, 경제적 효과
 - ㉡ 항생제 사용량의 감소
- ③ 새로운 축종 추가(오리)에 대한 방법
 - ㉠ 가중치와 새로운 문항 추가에 대해서 고려해볼 예정
 - ㉡ 사람마다 측정결과가 다를 수 있으며 항목에 대해 트레이닝이 필요함
- ④ 라이선스 계약(API 사용과 시스템 연결)
 - ㉠ 약 연간 30,000유로와 매년 5000유로 + 트레이닝 등 추가적 비용



Gent 대학 방문 사진

Biocheck.UGENT 산란계 1.0

분류코드	카테고리	번호	질문	답변	가점	비고
A 개인정보						
			성명			
			주소			
			연락처			
B 농장정보						
			농장의 총 사육수수는? 사육가의 양계 경력은? 농장의 직분 수는? 농장에서 가장 오래된 건물은 연수는? 농장 인근에 다른 축산농가가 있는가?	매죽종을 입력하세요 : 아니요		
			농장에서 가장 최신 건물의 연수는? 사육방식은?	일반 케이지 독자영계이지 방사 다단식 방사		
C 초생주의 구입						
		1	성계사와 같이 육성사를 가지고 있나요?	예 아니요(5년으로 아님)		
		2	지난 2년동안 초생주를 동일한 곳에서 공급받습니까?	항상 같다 상황에 따라 다르다		
		3	초생주를 구입하는 경우 수송차량이 본인 농장에 오기 전에 다른 농장을 들렀다가 오나요?	예, 항상 그렇다 가끔 그렇다 절대 그렇지 않다		
		4	초생주를 하차하기 전에 차량, 넥스 등을 소독하나요?	예, 항상 그렇다 가끔 그렇다 절대 그렇지 않다		
D 산란계의 구입						
		5	지난 2년동안 중수를 동일한 곳에서 공급받습니까?	항상 같다 상황에 따라 다르다		
		6	중수 구입 농장의 방역위생 수준에 대한 고려를 하나요(자신의 농장과 유사하거나 높습니까)?	예 아니요		
		7	중수를 구입하는 경우 수송차량이 본인 농장에 오기 전에 다른 농장을 들렀다가 오나요?	예, 항상 그렇다 가끔 그렇다 절대 그렇지 않다		
		8	초생주를 하차하기 전에 차량, 에어컨, 트롤리 등을 소독하나요?	예, 항상 그렇다 가끔 그렇다 절대 그렇지 않다		
		9	경제관우를 사영하나요?	하지 않습니다 가끔 경제관우를 합니다 항상 경제관우를 합니다		
E 도태 및 출하						
		10	도태장에 성계를 수송한 후 차량, 에어컨, 트롤리 등이 농장에 도착하기 전에 항상 깨끗이 비워지	예, 항상 비워져 있음 가끔 비워져 있음(13년으로 아님) 아니요, 항상 비워져 있지 않음(13년으로 아님)		
		11	도태장에 성계를 수송한 후 차량, 에어컨, 트롤리 등이 농장에 도착하기 전에 항상 깨끗이 세척되	예, 항상 비워져 있음 가끔 비워져 있음(13년으로 아님) 아니요, 항상 비워져 있지 않음(13년으로 아님)		
		12	도태장에 성계를 수송한 후 차량, 에어컨, 트롤리 등이 농장에 도착하기 전에 항상 세척과 소독을	예, 항상 세척과 소독 가끔 세척과 소독 아니요, 항상 하지 않음		
		13	출하차량의 운전자나 작업원이 농장에서 제공하는 옷을 입거나 방역복을 입나요?	예, 항상 가끔 아니요, 절대 그렇지 않음		
		14	출하차량의 운전자나 작업원이 농장에서 제공하는 신발을 입거나 비닐장화를 신나요?	예, 항상 가끔 아니요, 절대 그렇지 않음		
		15	출하차량의 운전자나 작업원이 계사에 출입하기전에 항상 손을 씻나요?	예, 항상 가끔 아니요, 절대 그렇지 않음		
		16	출하작업 시 에어컨이나 트롤리가 농장 전용 장비를 사용하나요?	예 아니요		
		17	출하작업 시 에어컨이나 트롤리가 내외부용으로 구분되어 있나요?	예 아니요		
		18	수송차량이 농장에 진입할 때 소독을 하나요(소독조, 분무소독 등)	예 가끔 아니요		
		19	계사별로 도태는 몇회에 걸쳐 진행되나요?	1회 2회 3회 이상		
F 계란의 수송						
		20	알방에서 출하될 계란은 선별된 계란과 서로 다른 구역(출하실)에 보관되나요?	예 아니요		
		21	알 수송 차량의 운전자가 알방에 출입하나요?	예, 알방에 출입함 예, 출하실에만 출입함 예, 알방과 출하실 모두 출입함 아니요, 모두 출입하지 않음		
		22	알 수송 차량이 농장에 오기전에 직제함에 계란이 없는 상태로 오나요?	예, 항상 가끔(25년으로 아님) 아니요, 항상 계란을 신고 함(25년으로 아님)		
		23	알 수송 차량은 농장에 오기전에 항상 세척과 소독을 하나요?	예, 항상 가끔 아니요, 하지 않음		
		24	알 수송차량이 농장에 진입할 때 소독을 하나요(소독조, 분무소독 등)	예, 항상 가끔 아니요, 하지 않음		
		25	농장에서 직접 계란을 판매하나요(일반인 판매)	예 아니요(7년으로 아님)		
		26	일반인이 계란을 사기 위해 농장 연으로 출입하나요?	예, 농장에 진입하나 알방이나 알창고 밖에만 있음 예, 농장에 진입하고 알방이나 알창고 연으로 출입함 아니요, 농장밖에서 거래합니다		

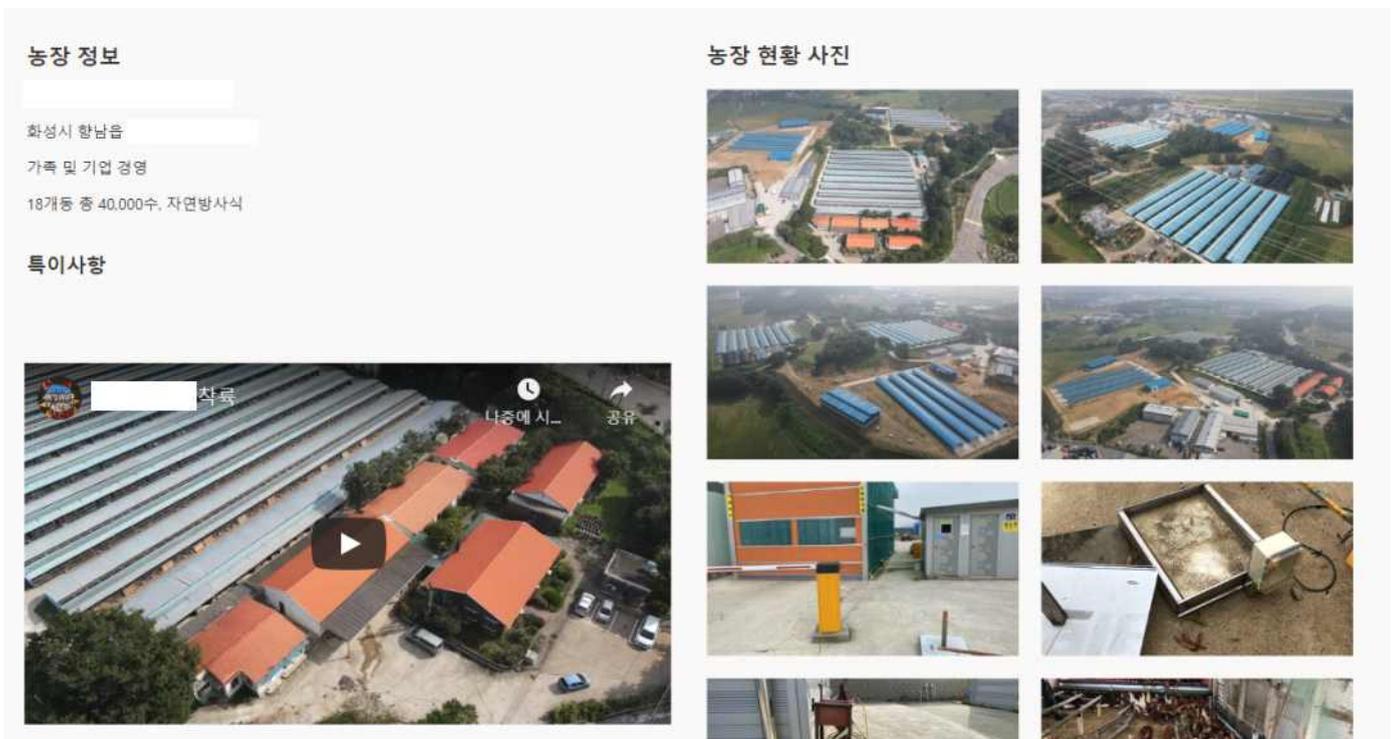
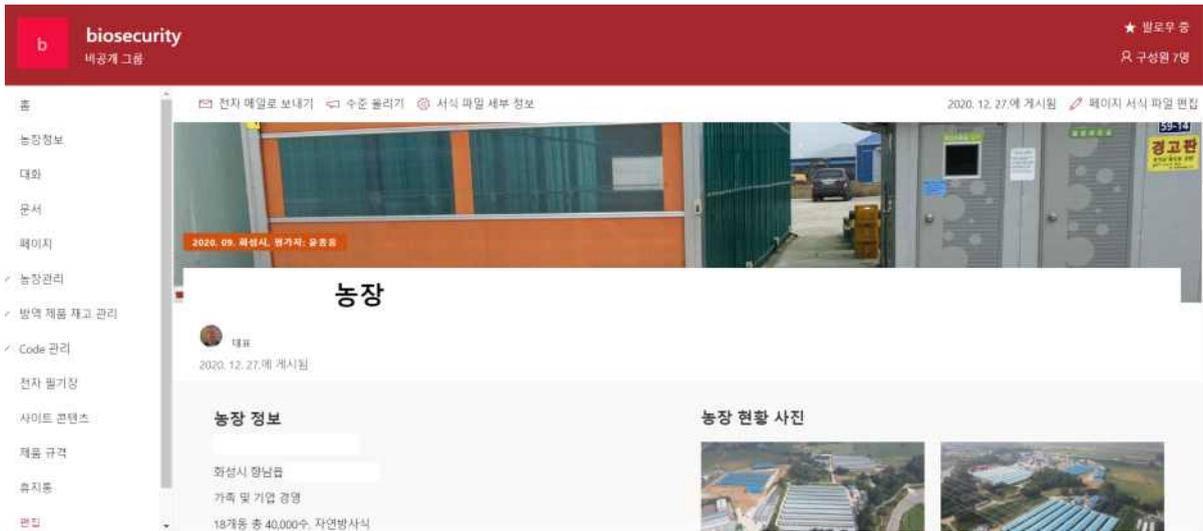
G 사료와 물 공급		
27	농장이 오일구역과 청결구역으로 구분되어 있나요?	예 오일(30년으로 이동) 아니요(30년으로 이동)
28	오일구역과 청결구역이 명확하게 분리구획 되어 있나요?	예 아니요
29	별크린차량이나 지대사료차량이 청결구역으로 진입하지 않고 사료를 공급하나요?	예 부분적으로 아니요
30	사료수송차량이 농장에 진입할 때 소독을 하나요(소독조, 분무소독 등)?	예, 항상 가끔 아니요
31	사료수송차량의 거사가 케사내 출입하거나 담과 적절 접촉할 수 있나요?	예, 항상 가끔 아니요, 절대
32	사료별크린이나 사료상고기 물(습기), 야생조류, 쥐 등으로 부터 보호가 되고 있나요?	예 아니요
33	사료차량이 연간 몇 번이나 농장에 출입하나요?	20회 미만 20-35회 36회 이상
34	수질검사를 몇번이나 실시하나요?	연회 또는 그 이상 2년마다 3년이상 하지 않음(36년으로 이동)
35	수질검사를 위한 물은 어디서 채취하나요?	우수 우수취안 콘 우수와 우수취안 콘
H 계분과 폐사계 처리		
36	농장에 계분을 보관하나요(계분장이 있나요)?	예 아니요(30년으로 이동)
37	계분장이 밀폐된 컨테이너 또는 벽으로 구분되어 있나요?	예 아니요
38	계분차량이 오일구역 또는 전용출입구를 통해 출입하나요?	예 아니요
39	폐사계 전용 처리시설 또는 장비가 있나요?	예 아니요(43년으로 이동)
40	폐사계 처리시설/장비는 쥐, 개, 고양이 접촉하지 못하도록 되어 있나요?	아니요, 소각/열처리 하기 때문에 필요가 없음(43년으로 이동) 완벽하게 그렇습니다. 대체로 그렇습니다.
41	폐사계 처리시설/장비는 정기적으로 세척/소독을 하나요?	아니요 매일 가끔 하지 않음(36년으로 이동)
42	폐사계 처리시설/장비는 냉각/냉동으로 사용하나요?	예 아니요
43	폐사계 처리는 어떻게 하나요?	컴포스트/개분장 매몰 또는 소각(45년으로 이동)
44	폐사계 퇴비화 처리는 어떤 곳에서 하나요?	폐사계는 오물다가 컨테이너시설에 위치(46년으로 이동) 예, 완벽히 밀폐된 건물(47년으로 이동) 예, 플라스틱으로 닫아 있는 열린 공간(47년으로 이동)
45	폐사가 매몰이나 소각은 어떻게 하나요?	아니요 농장에 소각시설이 있음(47년으로 이동) 농장밖 밭에 매몰(47년으로 이동) 농장밖 여단기(47년으로 이동)
46	컨테이너에서 직역/시역이 농장에 진입하지 않고 폐사계를 수거하나요?	예, 농장밖에서 아니요, 농장안으로 진입
47	폐사계 처리작업 과정에서 손을 씻거나 장갑을 끼나요?	항상 가끔 아니요
48	개사방으로 폐사계를 처리할 때 동이나 수레를 이용하고 이것을 정기적으로 세척/소독 하나요?	예, 매일 가끔 아니요
I 농장의 방문객 관리		
49	농장 방문객은 항상 농장에 출입하기 전에 허락을 거치나요?	예 아니요
50	모든 방문객은 다른 농장에 출입하지 않고 방문도록 하나요?	예 아니요
51	대연소독시설이 있으며, 잘 작동하나요?	예 아니요(55년으로 이동)
52	방문객이 케사에 출입하려면 대연소독을 반드시 실시하나요?	예 아니요
53	대연소독시설이 농장의 오일구역과 청결구역의 경계에 설치되어 있나요?	예 아니요
54	대연소독시설에서 방역복,방역장갑등으로 환복할 수 있나요?	예 아니요
55	모든 방문객은 농장에 진입할 때 농장전용옷이나 방역복을 입도록 하나요?	예 아니요
56	모든 방문객은 농장에 진입할 때 농장전용 신발이나 방역장화를 신도록 하나요?	예 아니요
57	모든 방문객은 농장에 진입할 때 손을 씻거나 손소독을 하도록 하나요?	예 아니요
58	1년에 케사에 출입하는 방문객수가 몇회 정도 되나요?	절대 방문객은 출입하지 않음 1-12회 13회 이상
59	농장 직원 중 다른 새를 키우는 사람이 있나요?	예 아니요
60	농장 직원이 다른 농장을 오가며 일을 하나요?	예 아니요
J 물품 공급		
61	다른농장과 함께 사용하는 시설/장비가 있나요?	예 아니요
62	농장에 물품을 들여올 때 방역조치를 하나요(UV, 멸균소독 등)?	예 아니요
K 시설 및 생물학적방역		
63	담이 케사 밖으로 출입하거나 지붕이 없나요?	예 아니요(65년으로 이동)
64	케사 외부가 벽/천장이 막혀 있거나 그물망이 설치 되어 있나요?	예 아니요
65	입기구는 조류나 쥐가 드나들지 못하도록 막혀 있나요?	예 아니요
66	농장의 경계가 펜스나 벽으로 구분되어 있나요?	완벽하게 구분 부분적으로 구분 아니요
67	농장의 외부경계가 포장되어 있거나 깨끗하나요(물/나무/쓰레기)?	완벽하게 그려짐 부분적으로 그려짐 아니요
68	쥐 문제가 농장에서 고민거리 인가요?	예 가끔 아니요
69	구서 작업은 어떻게 하고 있나요?	전문업체에 위탁 농장에서 정기적으로 시행 하지 않고 있음
70	농장내(양명, 대연소독시설 포함)에 개나 고양이를 키우나요?	예 아니요
71	농장 내 다른 종류의 닭이나 조류를 키우고 있나요?	예 아니요
72	농장에 다른 가축(소, 돼지 등)이 있나요?	예 아니요
L 농장의 위치		
73	농장의 반경 1km 이내에 저수지나 하천이 있나요?	예 아니요
74	농장 인근에 다른 양계농가가 있다면 직선거리가 얼마나 되나요?	500m이하 500m-1km 1km 이상
75	농장 인근의 논밭에 다른 양계농장의 계분이 뿌리시나요?	자주 가끔 절대 아님
76	농장과 연결된 도로에 닭을 수송하는 차량이 하루에 최소 한번 이상 지나가나요?	예 아니요

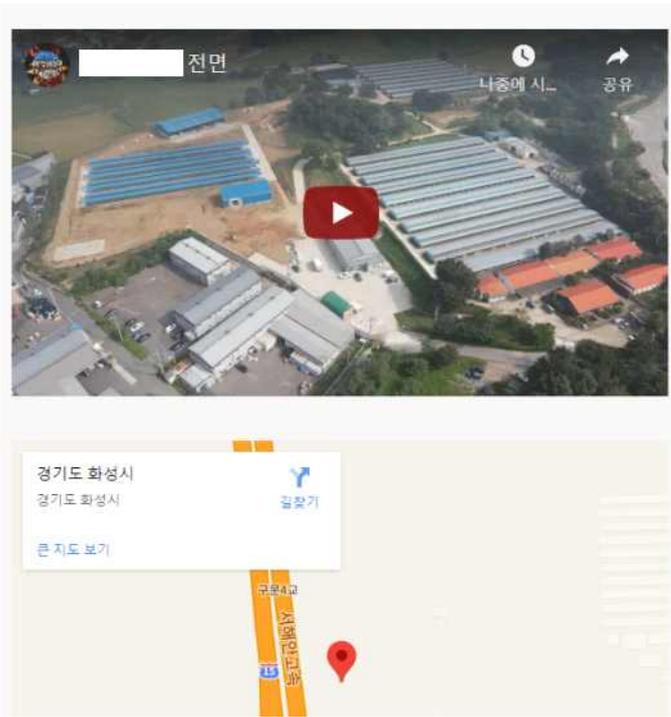
M 일반관리		비고
77	매일 업무 상태를 점검하나?	예 아니요
78	정기적으로 외부전문가로 부터 업무 건강상태를 점검 받고 있나?	예 아니요(09년으로 이음)
79	외부전문가가 점검할 때 폐사계에 대한 부검을 실시하나?	예, 항상 가끔 아니요
80	폐사계 확인 및 처리는 하루에 몇 번 하나?	하루에 2번이상 하루 한번
81	농장에 서로 다른 종류의 닭을 같이 사육하고 있나?	예, 폐사내 서로다른 종류의 닭을 사육중(03년으로 이음) 예, 폐사별로 동일 종류의 닭을 사육중 아니요(03년으로 이음)
82	계사를 출입할 때 신발을 먼저 노계를 나중에 출입하는 순서로 하나?	예 아니요
H 청소 및 소독		
83	도태 후 암상 청소를 하나?	예, 간식/습식 청소를 매번 시행 예, 간식 청소만 매번 시행(06년으로 이음) 아니요, 청소를 하지 않음(06년으로 이음)
84	물청소를 매 조별로 물을 충분히 뿌려준 후 고압세척을 하나?	예 가끔 아니요
85	세척수에 세척제(개면활성제 등)를 사용하나?	예 가끔 아니요
86	도태 후 매번 소독을 실시 하나?	예 가끔 아니요(08년으로 이음)
87	소독을 하기전에 충분한 건조를 하나?	예 가끔 아니요
88	세척과 소독을 한 후 요리에 대한 검사를 하나?(표면세균수 측정 등)	매번 가끔 하지 않음.
89	계사외부나 농장배역을 같이 청소 하나?	매번 간식/습식 청소 매번하지만 간식청소만(01년으로 이음) 하지 않음.(01년으로 이음)
90	계사외부나 농장배역을 같이 소독 하나?	예 아니요
91	알병은 정기적으로 청소하나?	예, 알 줄여 후 매번 예, 도태 할 때 했다 아니요(03년으로 이음)
92	알병은 정기적으로 소독하나?	예, 알 줄여 후 매번 예, 도태 할 때 했다 아니요
93	알병의 가구/실버를 정기적으로 청소하나?	예, 매일 예, 도태 할 때 했다 아니요(05년으로 이음)
94	알병의 가구/실버를 정기적으로 소독하나?	예, 매일 예, 도태 할 때 했다 아니요
95	알병/줄여실은 매번 청소와 소독을 하나?	예 아니요
96	음수라인/물탱크 등 시설을 내외부를 청소/소독하나?	예 아니요 예, 도태 할 때 했다 가끔 아니요
97	사료공급시설(트랙, 오거, 호퍼, 체인 등)을 정기적으로 청소/소독하나?	예, 도태 할 때 했다 가끔 아니요
98	벤트팬 면쪽을 정기적으로 청소/소독하나?	예, 도태 할 때 했다 가끔 하지 않음.
O 구획 및 격리		
99	농장에 계사가 2개 이상있나?	예 아니요(10년으로 이음)
100	계사마다 전선이 설치되어 있나?	예 아니요(03년으로 이음)
101	전선이 오일구역과 상권구역이 구분되어 있나?	예 아니요
102	전선에서 의복과 신발을 교체하도록 되어 있나?	예 아니요
103	방문자가 관리자가 계사출입시 의복을 갈아입거나 방의복을 입도록 하나?	예 아니요
104	방문자가 관리자가 계사출입시 신발을 갈아신거나 방의장화를 신도록 하나?	예 아니요
105	방문자가 관리자가 계사출입시 손을 씻거나 소독하도록 하나?	예 아니요
106	계사 출입시 매다 발판소독조를 지나거나 정회세척을 할 수 있도록 되어 있나?	예 아니요(107년으로 이음)
107	발판소독조나 세척장비가 타격받지않도록 조치 하나?	예 아니요
108	계사별로 물품이 별도로 구비되거나 물품에 계사가 표기되어 있나?	예 아니요
109	청소의 소독에 대한 메뉴얼이 구비되어 있고 매번 메뉴얼대로 시행하나?	예 아니요
P 계란관리		
110	계란을 손질하나? 선별기로 자동선관 하나?	손질관 자동선관
111	계사에서 선별기까지 자동선비로 되어 있나? 아니면 사람이 관여해야하나?	자동선비(113년 문항 skip) 손질관 또는 사람이 관여 않
112	동일한 사람이 계사를 관리하면서 생산해도 하나?	예 아니요
113	손질관 하는 사람이 계사와 알병을 오가나?	예, 항상 가끔 아니요
114	오파란을 별도로 구분하여 보관하나?	예 아니요
115	계란벨트, 벨트브러쉬 등 계란이송 및 선별장비를 정기적으로 청소하나?	예, 매일 가끔 아니요(117년으로 이음)
116	계란벨트, 벨트브러쉬 등 계란이송 및 선별장비를 정기적으로 소독하나?	예, 매일 가끔 아니요
117	난회는 얼어짐으로 사용하나?	예(결과로 이음) 아니요
118	난화의 재질은 무엇인가?	플라스틱 종이난화
119	알판, 알레트 등은 정기적으로 청소하나?	예, 매일 예, 도태 후 하지 않음(결과로 이음)
120	알판, 알레트 등은 정기적으로 소독하나?	예, 매일 예, 도태 후 하지 않음

(2) 국내 가금사육농장 차단방역 평가 결과 및 데이터 베이스 모델

(가) 실태조사 예시

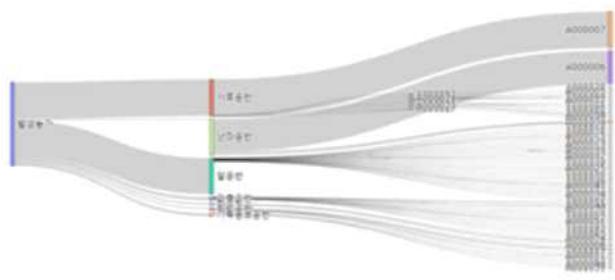
- 농가 역학용 데이터베이스 구성
 - 보안요인을 감안해 MS사의 Sharepoint를 이용하여 intranet site를 구성
 - 축종별 템플릿을 만들어 주요 방역요인을 게시할 수 있도록 구성
- 산란계 농가 역학 데이터베이스 예시





차량 이동 분석

차단 방역 평가 정보



biocheck .ugent

Ghent University

Laying hens

- Identification: Yamagisism
- Entry date: 10/03/2020 - 03:29

Subcategory	Your score	World average
External biosecurity		
A. Purchase of one-day-old chicks	88 %	87 %
B. Purchase of lay...	1 / 2	75 %
C. Depopulation...	...	48 %

매개체 영향 평가



1/2

- 주변정리 미흡, 쥐 굴 발견
- 주변 입야 및 하천 인접, 분취 및 집취 서식 확률 높음

동선 및 방역 수준 평가

- 방역 사항준수

공기전파 영향 평가

- 조사방법 및 기간- 2019. 10~2020. 3
- 겨울철 동향 평가, 환기와 관련성
- 재풍의 영향으로 북동쪽 공기전파 영향
- 인근 농과 출새 도래지와 영향

개선사항

- 개선사항

○ 종계 농가 역학 데이터베이스 예시



축산



대표

2020. 11. 29.에 게시됨

농장 정보

화성시 향남읍
부성축산 직영, 내국인1, 외국인1
4개종 총 19,000수, 평사

농장 현황 사진



주위360

나중에 시... 공유



주위360

나중에 시... 공유

주위 360 관찰



근접 주위 습지쪽

나중에 시... 공유

주위 습지쪽



주위 농장쪽

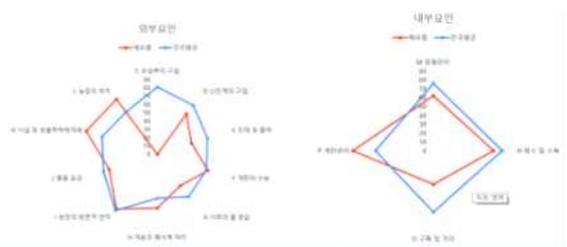
나중에 시... 공유



차량 이동 분석

	A	B	C	D
1	ID	시작 시간	완료 시간	전자 메일
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

차단 방역 평가 정보



매개체 영향 평가



2/2

- 육성시 쥐가 병아리 공격

공기전파 영향 평가

- 조사방법 및 기간-2019. 10~2020. 3
- 겨울철 풍향 평가 환기와 관련성
- 해풍의 영향으로 북풍쪽 공기전파 영향
- 인근 농과 칠새 드래지와 영향

동선 및 차단방역 평가

- 하천주변으로 매개체로 인한 전파 위험

개선사항

- 외국인 교육 필요
- 부화장 근교로 철저한 차단방역 필요

좋아요 댓글 조회수 15개 나중을 위해 저장

메모

댓글을 추가합니다. 다른 사람을 멘션하려면 @를 입력하세요.

게시

(나) 농장 역학 데이터베이스 활용방안

○ 데이터 베이스의 장점

- 농가의 사진을 게시하여 방문하지 않고 현황을 파악할 수 있음
- 현장 수의사의 주기적인 업데이트를 통해, 방역상황과 주요 방역지표에 대한 자료와 변화요소를 파악할 수 있음
- 대화식 웹페이지를 통해 현장수의사와 지자체 및 중앙 방역담당 공무원간 소통 가능
- 차량분석 등의 자료를 분석해 업로드하여 종합적 방역상황 분석 및 위험도 예측 가능
- 드론 사진 및 지형분석 자료를 통한 주변농가와의 거리, 야생조수에 의한 위험도 등 평가 가능
- 상시 데이터베이스를 구축하여 농가에 대한 정보체계 구축이 가능

○ 데이터 베이스 활용

- 평상시 농가의 데이터를 방역 시 역학조사의 기본자료로 활용 가능
- 인터랙티브한 데이터를 기반으로 농가의 변화를 지속적으로 추적함
- 일반적인 가금질병의 역학과 발생보고 및 검사데이터를 포함하므로 농가의 생산성 향상에 기여할 수 있음
- 농장 역학 데이터베이스로 국제적 유래 없는 농장역학 및 질병추적이 가능
- 역학분야의 세계적인 선도 국가로 나아가기 위한 기초 토대구축 가능

(3) HPAI 공간 수리 전파모델 (spatial explicit disease simulation) 적용방안 - 벨기에 출장

(가) 개요

○ 가축전염병의 농장간 전파를 공간적으로 시뮬레이션 하는 모델로, 그리드(Gridl type)의 전파 모델

○ 모델 구성

j 농장이 i 감염 농장으로 부터 감염될 확률 :

$$p_{ij} = 1 - \exp(-S_j T_i K(d_{ij}) dt), \text{ Daily rate of infection; } R_{ij} = T_i S_j K(d_{ij})$$

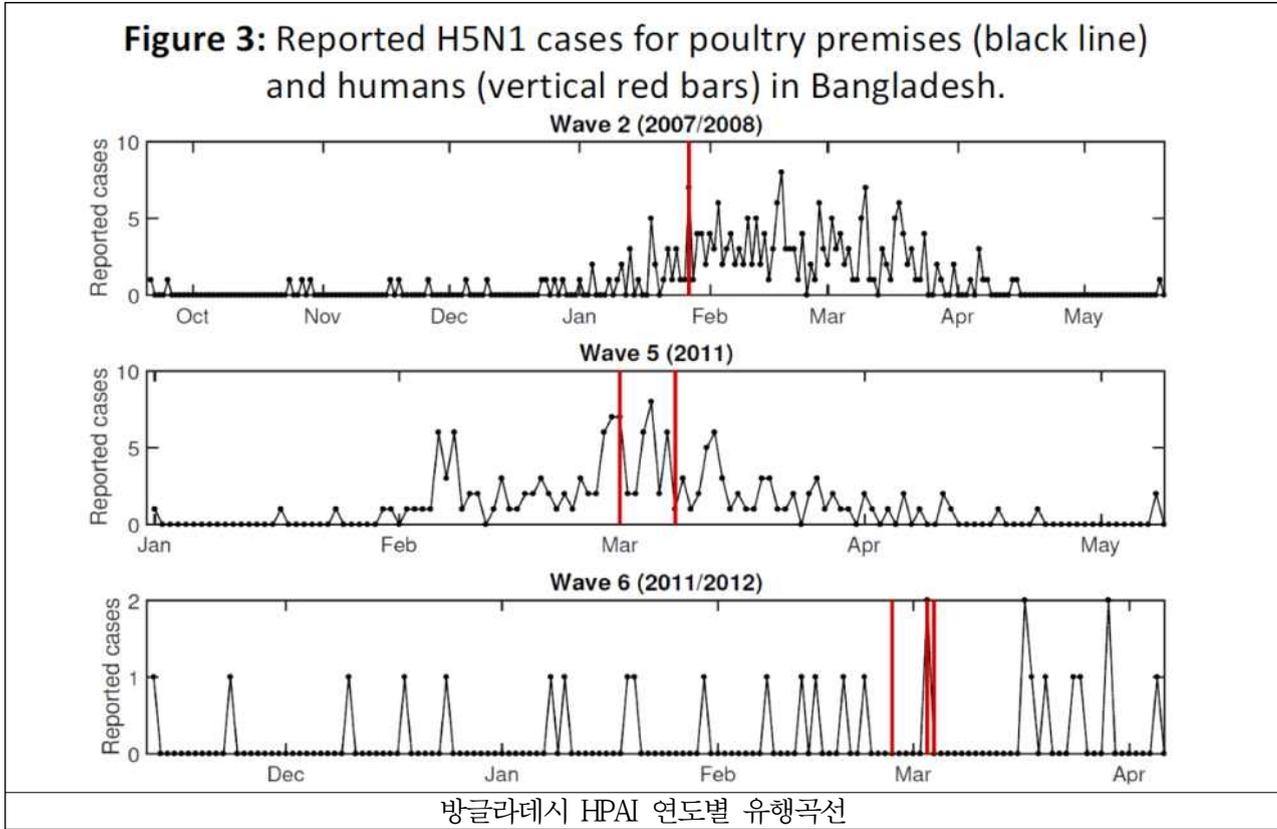
T_i : Transmissibility of i 농장 S_j 농장j의 감수성, $K(d_{ij})$ 는 i와j 농장간 거리에 따른 Kernel

$$K(d_{ij}) = \frac{\alpha}{1 + \left(\frac{d_{ij}}{\beta}\right)^\gamma}, \alpha = \text{Distance kernel normalization constant, } 0.089$$

β = Distance kernel scale parameter , 1600 , γ = Distance kernel shape parameter 4.6

○ 수리 전염병 전파 모델 전문가(Michael Tildesley 교수, 영국 Warwick 대학)와 방글라데시 적용사례 공유

- 방글라데시는 고병원성조류인플루엔자 H5N1 발생이 2003년부터 지속적으로 발생하고 있으며 2007/2008 (2nd wave), 2011 (5th wave), 2011/12 (6th wave)로 크게 발생이 나타남
- warwick 대학 연구팀은 HPAI H5N1의 발생이 많이 나타난 2007/2008, 2011, 2011/12년을 대상으로 공간 수리 전파모델을 개발하였고, 이를 통해 전파가 어떻게 일어났고, 사람으로 전파가능성, 이에 대한 중재효과를 가상의 시나리오를 만들어 적용하여 평가를 실시하였음



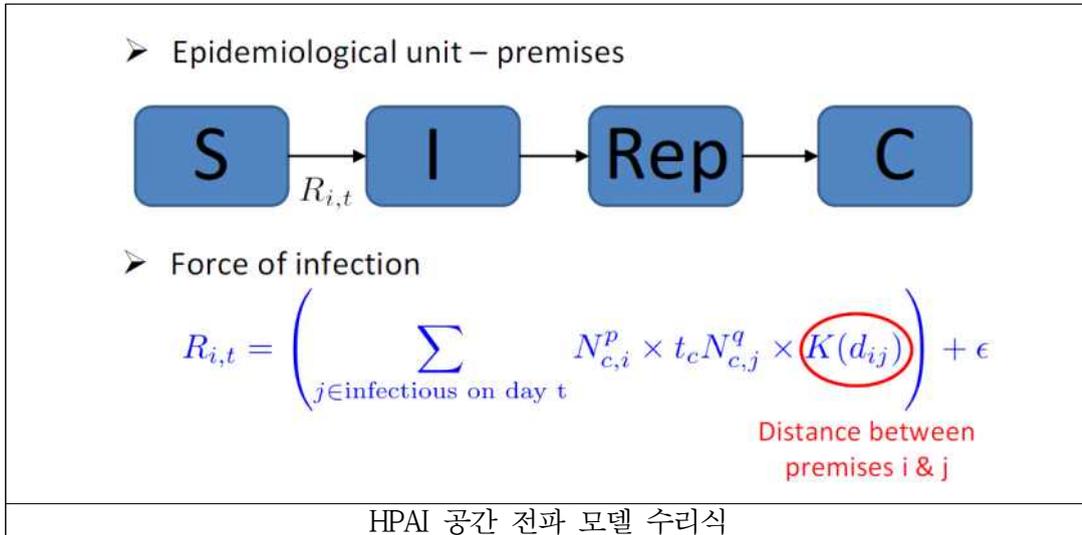
- 수리전파모델은 공간전파 모델¹⁾과 비공간 전파 모델²⁾로 나누어서 개발

① 공간전파 모델은 발생농장에서 공간적으로 인접한 지역으로 전파가 이루어질 것이라는 가정 하에 만든 모델로 축종

* 방글라데시에 적용한 모델의 경우 농장에서 HPAI에 가금에 감염된 후 7일에 신고가 이루어진다고 가정하였음

◁ Force of Infection ▷

◆ Force of infection : 발생농장에서 비발생으로 전염병을 전파시켜 감염시키는 감염력으로 일반적으로 감염된 가금숫자 x 비감염된 가금숫자 x 접촉력 x 감염확률로 계산, 아래에서는 접촉력 x 감염확률을 농장간 거리로 치환해서 계산하는 식을 설계함



② 사육 가축 종류 및 사육 시스템에 따라 Force of infection이 External factor (ϵ) 값을 달리 하여 이러한 요소가 전파에 미치는 영향을 감안하도록 모델을 설계함

* External factor : Live bird markets(D&E), presence of Water bodies(D&E), presence of ducks(D only), presence of ducks(D only)

- HPAI에 대한 사람 감염에 대한 수리 모델 개발 : 가금에서 사람으로 전파(spill-over)는 공간적 요인과 상관없이 일어나는 것으로 가정

〈 인수공통전파 수식 〉

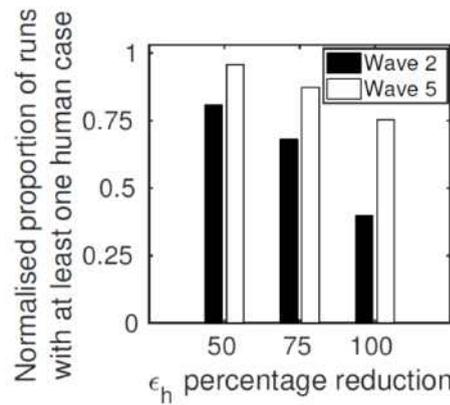
◆ 사람의 전파 감염식 : 사람의 전파 발생률은 포아송 분포에 따른 가정하고 아래와 같은 식을 설계함

infection rate $\lambda(t) = \beta I_b(t) + \epsilon_h$, ϵ_h 는 방역효과를 적용하는 항

Event probability : $1 - \exp(-\lambda(t))$

- 사람으로 전파에 있어서 가금농장의 발생을 감소하는 것이 미치는 중재효과를 평가하였음. 그 결과, 방글라데시에서는 wave 2가 wave 5에서 보다 효과가 큰 것으로 나타남

Figure 8: Zoonotic spillover intervention performance



차단방역 효과에 따른 사람의 전파 정도 평가 결과

- 방글라데시의 고병원성조류인플루엔자 발생 시기(wave별) 방역 중재효과에 대한 평가 모델

* 평가대상 방역중재효과 : 1. Ring culling, 2. Ring vaccination 3. Active surveillance

1		특정 반경 내에 있는 농장을 모두 culling(c) 대상으로 전환
2		백신 접종 대상 집단(농장) S^V , I^V , Rep^V 과 같이 만들어 내고, efficacy는 70%로 해서 모델 적용
3		<p>농동예찰로 report 날짜 2일 이내로 줄어든다고 가정하고 모델 적용</p> <p>- 다만 예찰 방식을 두가지로 나누어서 실시</p> <p>1) Reactive (대응방식) : 발생농장 인근에서 실시하는 것</p> <p>2) Proactive (적극적방식) : 밀도가 높은 농장에 대한 예찰</p>

- 방역중재효과를 적용하였을 때, capacity constraint 는 즉, 실제적용에 있어서 제한 수준을 3가지로 두어 실시함, 이 값이 크면 적용하기 어렵다는 것임

Culling/vaccination (daily limits):

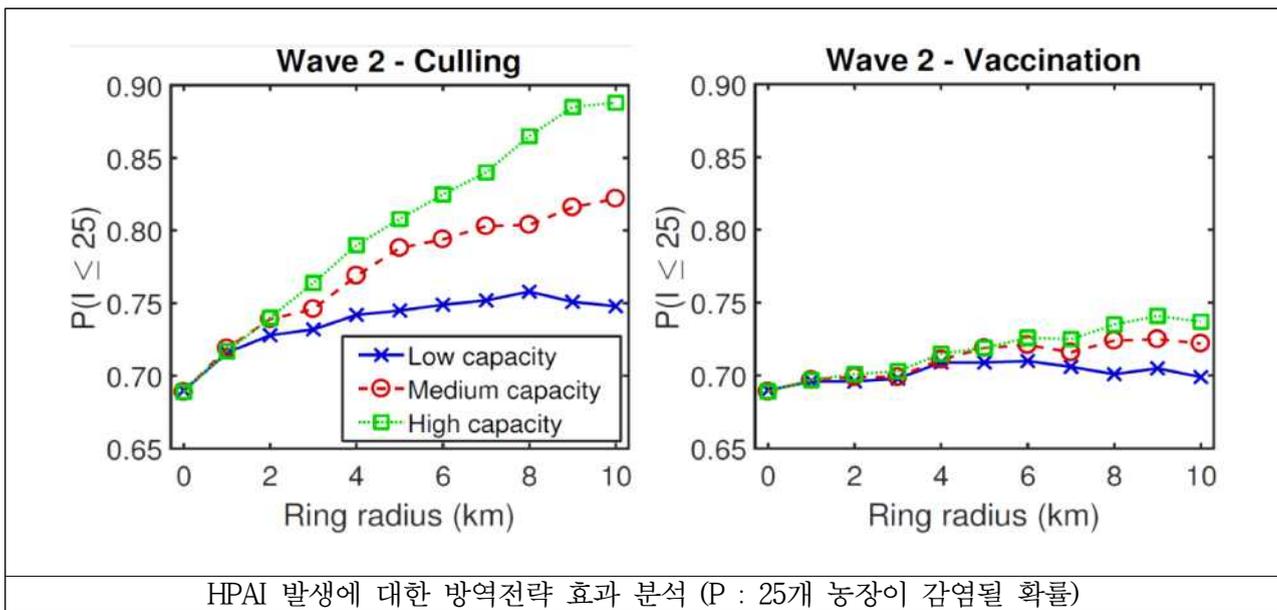
	Birds	Premises
Low	20,000	20
Medium	50,000	50
High	100,000	100

Active surveillance:

	Reactive scheme coverage (per outbreak)	Proactive scheme coverage
Low	25	5%
Medium	50	10%
High	100	25%

capacity constraint 수준별 방역중재효과 적용 정도

- 각각의 시나리오별로 모델에 적용한 결과, wave 2에서 culling의 효과가 높게 나타났으며 특히 2km에 대한 예방적 살처분이 효과가 크게 나타났고, 링 백신에 대한 효과도 크게 나타난 것으로 나타남



○ 국내 HPAI 발생에 대한 수리모델 적용방안 논의

- HPAI 수리전파모델에 있어서 중요한 사항 중 하나인 방역수준에 대한 모델식을 적용이 필요, 국내에는 농장별 기본적인 방역사항이 조사되어 있으며 특히 가금 농장에 대해서 20개 항목 이상의 방역사항에 대한 평가가 이루어지고 있음. 다만, 이를 정량화하는 것이 필요함
- 공간전파모델에서 force of infection 부분에 단순히 거리에 따른 전파력의 차이만이 아닌 차량의 이동에 따른 접촉 전파력을 적용하는 부분이 추가되어야 할 것으로 보임

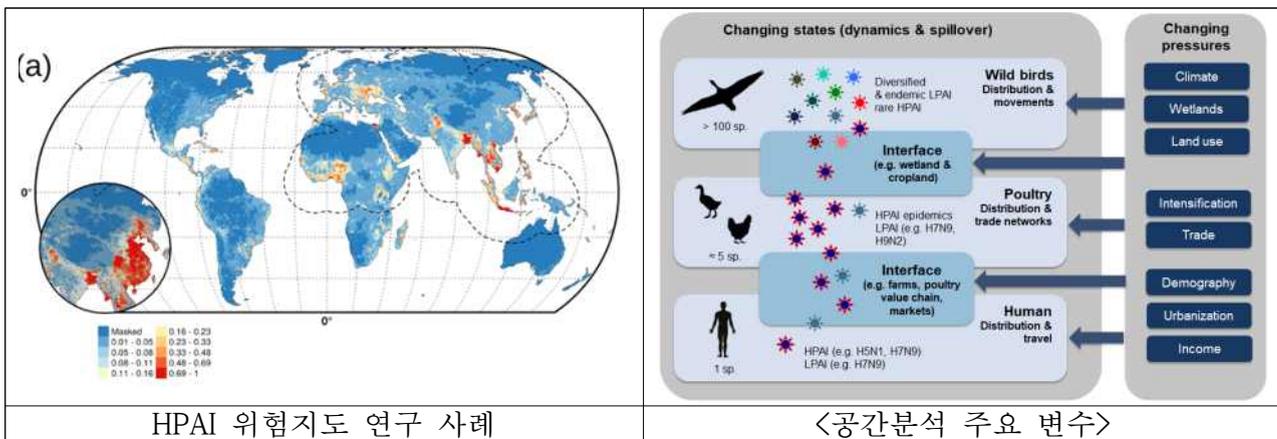
(3) 가금농장의 HPAI 위험도 공간분석사례 및 기법 조사

- 전세계의 연속적인 공간에 대한 HPAI 위험도 추정 연구 방법 조사(Marius Gilbert 교수)
- Marius Gilbert* 벨기에 국립 브뤼셀 자유대학 교수, 공간역학 연구소 소장(Spatial epidemiology Lab, SpELL)

* 수의역학분야 공간분석 전문가로 세계식량농업기구(FAO) 및 여러 국가와 다양한 질병에 대한 공간 분석 연구를 실시

* 1995년 국립 브뤼셀 자유대학 석사, 1997년 영국 옥스퍼드 대학 객원 연구원, 2001년 벨기에 국립 브뤼셀 자유대학 박사학위(응용생명공학)

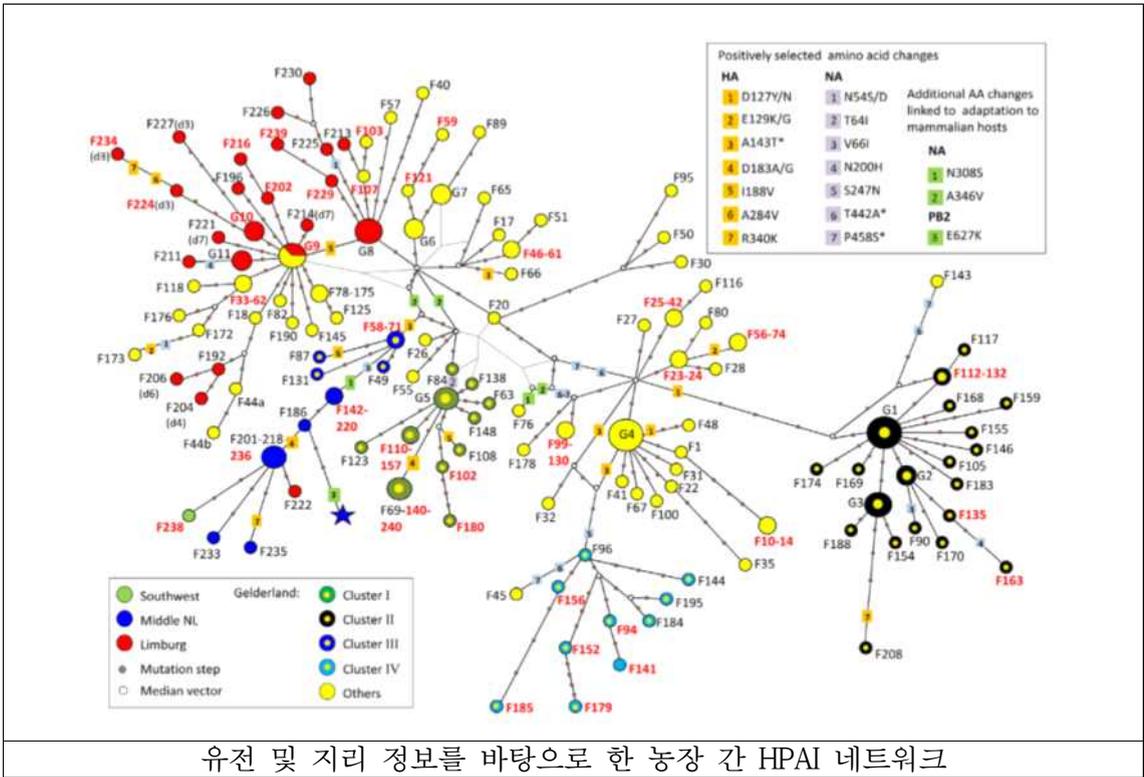
- 지역별 기후 및 환경데이터, 가금농장 사육현황, 야생조류 분포 데이터를 활용, 시기별 위험도를 분석하는 연구방법 공유 및 적용방법 논의



(4) HPAI의 유전형과 역학을 이용한 분석 가능성 파악(비오지노키)

(가) 벨기에에서 배워온 자료를 제시 - 활용단계는 아님, 분자역학을 이용한 AI 전파 경로, 연관성 분석 및 수리 전파 모델 구축 방법 조사, 국내 적용 방안 검토

- 유전자 상동성 분석 소프트웨어(Beast) 개발자 및 분자역학 전문가(Philippe F Simon 교수) 와 가금농장 국내 AI 발생 시 농장별 발생 및 확산 경로, 유입시기 추정 활용 방안 논의



유전 및 지리 정보를 바탕으로 한 농장 간 HPAI 네트워크

○ 유전자정보와 환경정보를 이용한 병원체 전파 추정을 위한 분석도구 검토

- 유전자정보와 환경정보를 이용한 병원체 전파 추정을 위한 분석도구로 세라핌(Studying Environmental Rasters and Phylogenetically Informed Movements, SERAPHIM)을 이용함
- 세라핌은 Nexus 파일 내 phylogenetic tree 정보를 이용한 분석 가능함
- 계통 추정에 대한 불확실성(phylogenetic uncertainty)을 고려하는 방법으로는 베이지안 계통 추정을 통해 얻어지는 사후분포 등을 활용함
- 베이지안 계통 추정 분석도구로는 BEAST가 있음
- 세라핌을 이용하여 병원체 분포에 대한 각종 통계량을 산출할 수 있는데, 예를 들어 평균 branch 속도, Pybus 등(2012)에 의해 정의된 발산계수(diffusion coefficient), Trovao 등 (2015)에 의해 정의된 가중치를 부여한 발산계수, 그리고 최초 발생지역으로부터 시간에 따른 최대 전파 가능 지역 추정(invasion wavefront) plot 등이 산출 가능함
- Wavefront plot은 두 가지 형태의 거리를 사용할 수 있는데 첫째, 최초 발생지점과 해당 지점간 직선거리 둘째, tree root에서 tree tip까지 발생할 수 있는 모든 계통학적 branch를 고려한 공간거리(spatial distances)의 합으로 표현할 수 있음
- 세라핌에서 산출 가능한 통계량은 각기 다른 집단에서 공간전파의 형태(mode)와 정도(rate)를 나타내는 데 유용함
- 세라핌은 또한 공간 전파 기록(spatial dispersal history)에 대한 그래프 작성이 가능함
- 이러한 그래프는 SPREAD(Bielejec 등, 2011) 패키지를 이용함
- 세라핌의 주요 기능은 환경요인이 전파속도에 얼마나 영향을 주었는지 추정하는 것이며 이는 크게 세 단계로 나눌 수 있음
- 첫째, 세라핌은 각 branch에 대해 환경적 가중치(environmental weight)를 추정하는데 이 때

- 미리 정해진 환경요인에 대한 래스터 파일(rasters)을 이용함
- 둘째, 세라핌은 branch 기간과 가중치에 대한 상관정도(correlation)을 추정함
- 셋째, 세라핌은 두 번째 단계에서 계산한 상관정도에 대한 통계적 유의성 검증을 무작위 과정(randomization procedure) 기반 귀무분포(null distribution)를 이용하여 실시함
- 세라핌은 환경적 가중치 계산에 있어 세 가지 형태의 전파 모형(movement models)을 이용하는데 이는 다음과 같음 (i) 직선형(straight-line) (ii) 최소비용형(least-cost) 그리고 (iii) 무작위형(random-walk)
- 무작위형의 경우 순환 이론(McRae, 2006)을 바탕으로 하며 이를 세라핌 내에서 활용하기 위해서는 파이썬 패키지인 CIRCUITSCAPE를 호출하여 실행하여야 함
- 세라핌 사용자는 전파에 대한 사전정보가 없을 경우 이와 같은 세 가지 형태의 모형을 활용하여 각기 다른 형태의 전파형태를 분석할 수 있음
- 각 branch와 환경래스터에 대한 환경적 가중치가 산출되면 벡터 기간(vector duration)과 환경변수 간 상관계수를 계산할 수 있는데 이 때 단변량회귀분석이나 다변량회귀분석을 일반선형모형(generalized linear model, GLM)을 이용함
- 세라핌은 무작위과정을 통해 생성된 귀무분포를 이용하여 통계적 검증을 실시함

(5) 정책 제안사항

(가) 농장별 차단방역 평가와 평시 농장 역학데이터 베이스 구축

- ① 상시 데이터의 분석을 통해 빠른 대응체계 필요
 - 동선분석, zoning에는 시간이 필요
 - 미리 만드는 역학조사 보고서
- ② 농장의 상시 발병 질병을 통한 역학 시스템 검증
 - 조기경보시스템(EWS)가동
 - Salmonella(Sg, SP), Mycoplasma, Coryza, IBD, ILT등 사례
- ③ 차단방역 평가를 통한 질병감소, 경제효과, 항생제 사용감소 효과
- ④ 농장에 맞는 차단방역 목표설정과 실행기반 마련
- ⑤ 차량이동은 Sankey diagram사용한 가시적 표현

(나) 기대효과

- ① 정교한 방역체계 구축 가능
- ② 세계적 역학의 리더, 축산방역의 선구자
- ③ 상시 데이터의 효율적 활용
- ④ 건강한 상태의 농장을 유지

제 5 절 연구개발의 성과

1. 연구 성과 목표 및 대비실적

(단위 : 건수)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성1과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI						
최종목표								2				4	2	4		2			
1 차년도	목표							1											
	실적							0											
2 차년도	목표							1				2	1	2		1			
	실적							35				2	1	1		1			
3 차년도	목표											2	1	2		1			
	실적											2	1	3		1			
합계	목표							2				4	2	4		2			
	실적							35				4	2	4		2			

2. 고용창출 (35건)

- 2019년 35명 채용.

3. 논문게재 (국내전문학술지 4건)

- 최대우, 주재운, 송유한, 한예지 (2019) CDR 자료를 이용한 고병원성 조류인플루엔자 분석, 한국빅데이터학회지. 제4권 제2호, 2019, pp. 13-22.
- 최대우, 송유한, 주재운, 한예지 (2019) CDR 자료를 활용한 HPAI Virus Type 별 인구이동 확인 비교, J. Basic Sci, 기초과학연구/49집(2020.02)/86p~106p.
- 최대우, 이원빈, 송유한, 강태훈, 한예지 (2020) LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자 (HPAI) 확산 경로 예측, 한국빅데이터학회지, 제5권 제1호, 2020, pp. 1-9.
- 최대우, 이원빈, 송유한, 강태훈, 한예지 (2020) 빅데이터를 활용한 HPAI Virus 확산 예방 및 추적, 한국빅데이터학회지, 제5권 제2호, 2020, pp. 145-153.

4. 학술발표 (국내학술발표 2건)

- 최대우, 강기훈, 이성령, 주재운, (2019), 고위험성조류독감 확산 경로모델링 및 차단정책 연구에 대하여, 한국통계학회, 춘천, 대한민국.
- 이원빈, (2020), LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자(HPAI) 확산 경로 예측, 한국통계학회, 온라인개최, 대한민국.

5. 교육지도 (4건)

- AI 방역과 예찰에 대한 교육지도 및 연구성과 발표, 2019, (주)바이오포아, 화성.
- 현장 역학조사에 대한 교육지도 및 역학조사 정보활용 사례 공유, 2020, 성주농장, 평택.
- HPAI 바이러스의 확산방지를 위한 긴급행동지침 교육, 2020, (주)비오지노키, 수원.
- 조류인플루엔자 정의 및 방역대책에 관한 교육, 2020, (주)비오지노키, 수원.

6. 정책활용 (2건)

- 농가 진입차량과 출하차량의 거점소독소 이용 분리, 2019, 주관부처: 농림축산식품부 조류인플루엔자방역과.
- 현장수의사에 의한 농장 방역수준 평가 및 역학조사 체계 개선, 2020, 주관부처: 농림축산식품부 조류인플루엔자방역과.

7. 증빙자료

- 고용창출

No	고용인력	고용기관명	고용창출일	고용형태	승인여부
1	조 식	케이웨어(주)	2019-05-02	정규직	승인
2	박 수	(주)비오지노키	2019-05-21	정규직	승인
3	홍 희	(주)비오지노키	2019-06-26	정규직	승인
4	지 경	케이웨어(주)	2019-01-02	계약직	승인
5	김 주	케이웨어(주)	2019-01-02	계약직	승인
6	이 현	케이웨어(주)	2019-01-02	계약직	승인
7	김 환	케이웨어(주)	2019-02-01	계약직	승인
8	박 수	케이웨어(주)	2019-03-04	계약직	승인
9	박 미	케이웨어(주)	2019-03-05	계약직	승인
10	김 원	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
11	장 경	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
12	최 순	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
13	이 진	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
14	이 미	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
15	장 희	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
16	김 라	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
17	심 나	케이웨어(주)	2019-03-18	계약직	승인
18	장 은	케이웨어(주)	2019-04-01	계약직	승인
19	김 영	케이웨어(주)	2019-04-22	계약직	승인
20	박 환	케이웨어(주)	2019-05-02	계약직	승인
21	박 석	케이웨어(주)	2019-05-02	계약직	승인
22	김 정	케이웨어(주)	2019-05-02	계약직	승인
23	김 주	케이웨어(주)	2019-05-02	계약직	승인
24	조 희	케이웨어(주)	2019-05-08	계약직	승인
25	김 금	케이웨어(주)	2019-05-20	계약직	승인
26	김 영	케이웨어(주)	2019-05-20	계약직	승인
27	장 선	케이웨어(주)	2019-05-27	계약직	승인
28	노 미	케이웨어(주)	2019-06-01	계약직	승인
29	이 희	케이웨어(주)	2019-06-03	계약직	승인
30	한 석	케이웨어(주)	2019-06-10	계약직	승인
31	인 희	케이웨어(주)	2019-06-24	계약직	승인
32	윤 이	케이웨어(주)	2019-06-25	계약직	승인
33	김 식	케이웨어(주)	2019-07-05	계약직	승인
34	한 주	케이웨어(주)	2019-09-02	계약직	승인
35	김 석	케이웨어(주)	2019-10-01	계약직	승인

CDR 자료를 이용한 고병원성 조류인플루엔자 분석

The Analysis of HPAI Using CDR Data

최대우·주재윤¹·송유한·한예지
한국외국어대학교 대학원 통계학과

요약

이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구이다. 고병원성 조류인플루엔자의 유입은 해외로부터 철새를 통해 유입되고 있으나 어떤 경로를 통해 감염 원인을 농장에 제공되는지 정확히 밝혀진 바 없다. 그리고 발상 농장으로부터 농장 간의 전이도 차량이 주 원인이라고 추정할 뿐, 전과 주 원인이 정확히 밝혀진 것은 아니다. 본 논문 연구에서는 KT가 제공하는 CDR(Call Detailed Record) 데이터를 기반으로, 발생후보지로 추정되는 철새도래지를 발원한 사람이 어떤 경로를 거쳐 감염 농장으로 유입이 되는지 해당 시기의 인구 흐름을 분석하고 한다.

■ 중심어 : CDR(Call Detailed Record), HPAI(고병원성 조류인플루엔자)

Abstract

This study was conducted with funding from the government (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) in 2018 with support from the Agricultural, Food, and Rural Affairs Agency, 318069-03-HD040, and is based on artificial intelligence-based HPAI spread analysis and patterning. The inflow of highly pathogenic avian influenza is coming through migratory birds from abroad, but it is not known exactly what pathways provide the farm with the cause of the infection. And the transition between farms from the generated farms only assumes that the vehicle is the main cause, and the main cause of the spread is not exactly known. Based on the call detailed records (CDR) data provided by KT, the study aims to see how people visiting migratory bird-watching sites, presumed to be the site of the outbreak, will flow through infected farms.

■ Keyword : CDR(Call Detailed Record), HPAI(Highly Pathogenic Avian Influenza)

2019년 11월 22일 접수, 2019년 12월 10일 수정본 접수, 2019년 12월 31일 게재 확정
† 교신처가 (soobin229@gmail.com)

1) 318069-03-2HD040, 인공지능기반 HPAI 확산 원인분석 및 차단화 연구*

CDR 자료를 이용한 고병원성 조류인플루엔자 분석 (2019)

한국빅데이터학회지
제5권 제1호, 2020, pp. 1-9

<https://doi.org/10.36498/kbigdt.2020.5.1.1>

LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자(HPAI) 확산 경로 예측*

Prediction of Highly Pathogenic Avian Influenza(HPAI) Diffusion Path Using LSTM

최대우** · 이원빈*** · 송유한*** · 강태훈*** · 한예지**
한국외국어대학교 대학원 통계학과

요약

이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구이다. 최근 시계열 및 텍스트 마이닝에서 활발히 사용되는 모델은 딥러닝(Deep Learning) 모델 구조를 활용한 LSTM(Long Short-Term Memory models) 모델이다. LSTM 모델은 RNN의 BPTT(Backpropagation Through Time) 과정에서 발생하는 Long-Term Dependency Problem을 해결하기 위해 등장한 모델이다. LSTM 모델은 가변적인 Sequence data를 활용하여 예측하는 문제를 정량화 할 해결했고, 지금도 널리 사용되고 있다.

본 논문 연구에서는 KT가 제공하는 CDR(Call Detailed Record) 데이터를 활용하여 바이러스의 밀집한 관계가 있을 것으로 예측되는 사람의 이동 경로를 파악하였다. 해당 사람의 경로를 활용하여 LSTM 모델을 학습시켜 이동 경로를 예측한 결과를 소개한다. 본 연구 결과를 활용하여 HPAI가 전파되는 경로를 예측하여 방역에 중점을 둘 경로 또는 지역을 선정해 HPAI 확산을 줄이는 데 이용할 수 있을 것이다.

■ 중심어 : LSTM(Long Short-Term Memory), CDR(Call Detailed Record), HPAI(고병원성 조류인플루엔자)

Abstract

The study was conducted with funding from the government (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) in 2018 with support from the Agricultural, Food, and Rural Affairs Agency, 318069-03-HD040, and is based on artificial intelligence-based HPAI spread analysis and patterning. The model that is actively used in time series and text mining recently is LSTM (Long Short-Term Memory Models) model utilizing deep learning model structure. The LSTM model is a model that emerged to resolve the Long-Term Dependency Problem that occurs during the Backpropagation Through Time (BPTT) process of RNN. LSTM models have resolved the problem of forecasting very well using variable sequence data, and are still widely used. In this paper study, we used the data of the Call Detailed Record (CDR) provided by KT to identify the migration path of people who are expected to be closely related to the virus. Introduce the results of predicting the path of movement by learning the LSTM model using the path of the person concerned. The results

2020년 07월 14일 접수, 2020년 08월 10일 수정본 접수, 2020년 08월 25일 게재 확정

* 이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구임.

** 한국외국어대학교 자연과학대학 통계학과 교수

*** 한국외국어대학교 대학원 통계학과 석사과정

† 교신처가 (soobin229@gmail.com)

1) 318069-03-2HD040, 인공지능기반 HPAI 확산 원인분석 및 차단화 연구*

LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자 확산 경로 예측 (2020)

CDR 자료를 활용한 HPAI Virus Type 별 인구이동 확인 비교¹

최대우² · 송유한³ · 주재윤³ · 한예지³
한국외국어대학교 대학원 통계학과

이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구이다. 고병원성조류인플루엔자(Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI)는 병원성이 높은 조류인플루엔자 바이러스 감염에 의하여 발생하는 조류의 급성 전염병으로 닭, 칠면조, 오리 등 가금류에서 피해가 심하게 나타난다. HPAI는 철새를 통해 유입되고 있으나 그 후 어떠한 방식을 통해 감염이 전파되는지 정확히 밝혀지지 않았다. 주로 직접 접촉에 의해 전파되며, 감염된 분변 1그램에는 길바닥 내지 배변 처리의 가금류를 감염시킬 수 있는 고농도의 바이러스가 들어있다. 이러한 분변이 주로 오염된 차량이나 사람 등을 통해 전염이 일어난다. 본 논문 연구에서는 KT가 제공하는 CDR(Call Detailed Record) 데이터를 이용한다. 이를 통하여 17/18년에 최초 발생된 HPAI의 virus type별 발원지 발원된 철새도래지를 거처한 인구 이동 패턴을 확인하고자 한다.

I. 서론

1.1 연구의 목적

고병원성조류인플루엔자의 최초 유입은 철새를 통해 유입되고 있으나 그 이후 어떤 경로를 통해 농장에 감염을 시키는지는 정확히 밝혀지지 않았다. 감염된 철새의 분변 1그램에는 길바닥 내지 배변 처리의 가금류를 감염시킬 수 있는 고농도의 바이러스가 들어있다. 이러한 분변은 주로 오염된 차량이나 사람 등을 통해 전염이 일어난다고 알려져 있다.

¹ 이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구임.

² 한국외국어대학교 자연과학대학 통계학과 교수

³ 한국외국어대학교 대학원 통계학과 석사과정

⁴ 318069-03-2HD040, 인공지능기반 HPAI 확산 원인분석 및 차단화 연구*

CDR 자료를 활용한 HPAI Virus Type 별 인구이동 확인 비교 (2019)

한국빅데이터학회지
제5권 제2호, 2020, pp. 145-153

<https://doi.org/10.36498/kbigdt.2020.5.2.145>

빅데이터를 활용한 HPAI Virus 확산 예방 및 추적*

Prevent and Track the Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza Virus using Big Data

최대우** · 이원빈*** · 송유한*** · 강태훈*** · 한예지**
한국외국어대학교 대학원 통계학과

요약

이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구이다. 고병원성 조류인플루엔자(Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI)는 해외로부터 철새를 통해 유입되고 있으나 어떤 경로를 통해 농장에 확산되는지 정확히 밝혀진 바 없다. 그리고 발상 농장에서 유입되는 농가 간의 전이도 차량이 주 원인이라고 추정할 뿐, 전과 주 원인이 정확히 밝혀진 것은 아니다. 하지만 가장 빈번하게 농가에 방문하는 차량의 방문유형이 가축 운반 및 사료 운반과 같은 농가와 시설 간의 방문이기 때문에 발생 농가에 들른 차량과 시설의 관계를 분석할 필요가 있다. 본 논문 연구에서는 농림축산검역본부에서 제공하는 KAHIS(Korea Animal Health Integrated System) 데이터를 기반으로, HPAI Virus 전이의 주요 원인을 확인하고자 한다.

■ 중심어 : Sankey diagram, Doc2Vec, TF-IDF, KAHIS(Korea Animal Health Integrated System), HPAI(고병원성 조류인플루엔자)

Abstract

This study was conducted with funding from the government (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) in 2018 with support from the Agricultural, Food, and Rural Affairs Agency, 318069-03-HD040, and is based on artificial intelligence-based HPAI spread analysis and patterning. Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) is coming from abroad through migratory birds, but it is not clear exactly how it spreads to farms. In addition, it is assumed that the main cause of the spread is the vehicle, but the main cause of the spread is not exactly known. However, it is necessary to analyze the relationship between the vehicles and the facilities at the farms where they occur, as the type of vehicles that visit the farms most frequently is between farms and facilities, such as livestock transportation and feed transportation.

In this paper, based on the Korea Animal Health Integrated System (KAHIS) data provided by Animal and Plant Quarantine Agency, the main cause of HPAI virus transfer is to be confirmed between vehicles and facilities.

■ Keyword : Sankey diagram, Doc2Vec, TF-IDF, KAHIS(Korea Animal Health Integrated System), HPAI(Highly Pathogenic Avian Influenza)

2020년 11월 16일 접수, 2020년 12월 16일 수정본 접수, 2020년 12월 23일 게재 확정

* 이 연구는 2018년도 정부(농림축산식품부)의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원을 받아 수행된 연구임.

** 한국외국어대학교 자연과학대학 통계학과 교수

*** 한국외국어대학교 대학원 통계학과 석사과정

† 교신처가 (wooboo@gmail.com)

1) 318069-03-2HD040, 인공지능기반 HPAI 확산 원인분석 및 차단화 연구*

빅데이터를 활용한 HPAI Virus 확산 예방 및 추적 (2020)

- 교육지도

「AI 방역과 예찰에 대한 교육지도 및 연구성과 발표」

□ 교육 목적

- 현재 시행되고 있는 방역초소의 질병확산 차단 효과에 대한 문제점 및 개선/보완점을 토의
- 야생조류에 의한 현장역학조사의 의견수렴과 연구성과 공유
- 연구 과정과 성과를 공유하고, 지속적인 정보교환을 통하여 현장의 경험반영

□ 개최일시 및 장소

일시	장소	참석인원	비고
2019년 09월 03일 (화)	경기도 화성시 동탄 영천동 205-1, (주)바이오모아	4명	

- 참석대상 : 현장 가금수의사 (황0용 원장, 최0명 원장, 최0원 원장, 박0 교수)

□ 시행기관

- 주최 : (주)비오지노키

□ 주요내용

- 현장 수의사와 대담을 통한 HPAI 확산 방지 소독, 세척 현황분석에 대한 토의와 의견수렴

- 지자체별 방역초소 운영현황 분석 및 장단점 수렴
- 방역초소와 기존 방역초소의 효능비교 평가에 대한 결과 발표 및 방역실태의 문제점 제시
- 이동사례 분석을 통한 방역초소 위치설정에 따른 질병 차단 효과 평가 및 이동패턴을 고려한 방역초소의 위치선정에 대한 교육지도

□ 회의일정

시간(분)	일정	비고
13:00~14:00	60	HPAI 확산 방지 소독, 세척현황 토의
14:00~14:30	30	기존초소와 신규초소의 비교분석 결과 발표
14:30~15:00	30	효과적인 방역초소 위치와 통제방법 제시

□ 교육사진



AI 방역과 예찰에 대한 교육지도 및 연구성과 발표 (2019)

현장 역학조사에 대한 교육지도 및 역학조사 정보활용 사례 공유

□ 교육 목적

- 현장방문을 통하여 '현장 역학조사'에 대한 경험을 공유하고, 역학조사의 발전방향 모색 및 개선/보완점 토의
- 현장 역학조사관의 연구 과정과 성과를 공유하고, 지속적인 정보교환을 통하여 현장의 경험반영 및 의견수렴

□ 개최일시 및 장소

일시	장소	참석인원	비고
2020년 09월 09일 (수)	경기도 평택시 성주농장	6명	

- 참석대상 : 역학조사관(평택시청 김0환, 검역본부 이0성, 설0도), 한국외대 연구팀 (이0빈 외 2명)

□ 시행기관

- 주최 : (주)비오지노키

□ 주요내용

- HPAI 역학조사·분석 및 한국 및 일본 등 아시아의 정보활용 사례 공유
- 현장에서의 역학조사 관련 교육 및 HPAI 현장 역학조사의 의견수렴과 연구성과 공유
- 현장 수의사와 현장 역학조사관의 대담을 통한 HPAI 확산 방지 대책 회의

□ 교육일정

시간(분)	일정	비고
13:00~13:30	30	HPAI 역학조사분석 정보활용 사례 공유
13:30~14:00	30	HPAI 확산 방지 대책 및 현황 역학조사 관련 토의
14:20~15:20	60	현장방문 (평택 성주농장)

□ 교육사진



현장 역학조사에 대한 교육지도 및 역학조사 정보활용 사례 공유 (2020)

HPAI 바이러스의 확산방지를 위한 긴급행동지침 교육

□ 교육 목적

- 산란계 농가 종사자들을 대상으로 HPAI 발생시 확산방지를 위한 초기대응에 관한 메뉴얼 및 긴급행동지침 교육
- 조류인플루엔자가 최초로 발생시 확산 방지를 위한 초기대응 방법과 이동제한 조치요령에 대한 교육으로 조기신고, 신속한 소독 조치를 시행하기 위한

□ 개최일시 및 장소

일시	장소	참석인원	비고
2020년 10월 13일 (화)	(주)비오지노키 부설연구소 (경기도 수원시 권선구 서호로 89)	6명	산란계농가 종사자

□ 참석대상 : 경기도 화성시, 평택시 지역의 산란계 사육농가

□ 시행기관

- 주최 : (주)비오지노키

□ 주요내용

- HPAI 발생시 확산방지를 위한 초기대응에 관한 메뉴얼 및 긴급행동지침 교육
- HPAI 발생시 효과적인 방역조치에 대한 소개와 정책방안을 제시하고 해외 사례 소개

- HPAI의 위험요소를 과거 발생사례 및 역학조사보고서를 바탕으로 위험요소별 중요성 및 발생가능성에 대하여 소개하고, 위험요소별 예방조치 기술에 대하여 교육
- 조류인플루엔자 발생상황별 긴급조치사항 안내

□ 교육일정

시간(분)	일정	비고
13:00-13:10	10	인사말씀
13:10-14:00	60	HPAI 초기대응 메뉴얼 및 방역사례 소개
14:10-15:00	60	조류인플루엔자 표준행동요령 안내
15:10-16:00	60	조류인플루엔자 발생상황별 긴급조치사항

□ 교육사진



HPAI 바이러스의 확산방지를 위한 긴급행동지침 교육 (2020)

조류인플루엔자 정의 및 방역대책에 관한 교육

□ 교육 목적

- 조류인플루엔자의 정의와 전파방법 및 방역대책에 대해 교육하여 축산업 종사자들의 이해를 돕는다.
- 조류인플루엔자가 최초로 발생시 확산 방지를 위한 초기대응 방법과 이동제한 조치요령에 대한 교육으로 조기신고, 신속한 소독 조치를 시행하기 위한

□ 개최일시 및 장소

일시	장소	참석인원	비고
2020년 11월 04일 (수)	(주)비오지노키 부설연구소 (경기도 수원시 권선구 서호로 89)	5명	산란계농가 종사자

□ 참석대상 : 경기도 화성시, 평택시 지역의 산란계 사육농가

□ 시행기관

- 주최 : (주)비오지노키

□ 주요내용

- 조류인플루엔자의 정의, 바이러스의 특성 및 항원성, 병원성, 전파방법, 잠복기간 등
- 조류인플루엔자 의심시 조기신고 방법으로 신속한 오염원 제거 및 소독방법 안내, 확산방지를 위한 방역대책에 대한 설명
- 조류인플루엔자 발생상황별 긴급조치사항 안내

□ 교육일정

시간(분)	일정	비고
13:00-13:50	50	조류인플루엔자의 정의
14:00-14:50	50	조류인플루엔자 표준행동요령 안내
15:00-15:10	50	조류인플루엔자 발생상황별 긴급조치사항

□ 교육사진



조류인플루엔자 정의 및 방역대책에 관한 교육 (2020)

- 정책제안



(주)비오지노키

수신 농림축산식품부(조류인플루엔자방역과장)
 제목 [아생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구] 연구과제 정책제안

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 첨부와 같이 농식품부의 지원을 받아 수행중인 가축질병대응기술개발사업 연구과제와 관련하여 '농가 진입차량과 출하차량의 거점소독소 이용 분리 시스템'을 활용하여 질병에 대한 차단방역 효과를 향상하도록 제안 드립니다.

- 붙임1. AI 과제 정책제안 제출_공문.pdf
- 붙임2. 정책건의_농가 진입차량과 출하차량의 거점소독소 이용 분리 시스템.pdf
- 붙임3. 현행 ASF 행동요령(SOP).hwp



(주)비오지노키

수신 농림축산식품부장관(조류인플루엔자방역과장)
 제목 [아생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구] 연구과제 정책제안

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 첨부와 같이 농식품부의 지원을 받아 수행중인 가축질병대응기술개발사업 연구과제와 관련하여 '현장수의사에 의한 농장 방역수준 평가 및 역학조사 체계 개선'에 대하여 정책제안 드립니다.

- 붙임1. 정책건의_현장수의사에 의한 농장 방역수준 평가 및 역학조사 체계 개선.pdf
- 붙임2. 역학 데이터 베이스(웹페이지) 샘플.pdf
- 붙임3. 방역실태 조사용 설문지 링크_스크어링 차트.xlsx

(주)비오지노키

제출자 2019-11-15
 송달일자 2019-11-15 접수
 시행 M00001-771002 (2019-11-15) 접수
 우 16614 경기도 수원시 권선구 서호로 89 (서문동) 41동 1층 / http://biogenicgroup.com/
 전화번호 031-227-8570 팩스번호 02-0000-0000 / biogenoci@gmail.com / 비공계6)

농가 진입차량과 출하차량의 거점소독소 이용 분리 (2019)

(주)비오지노키

제출자 2020-12-30
 송달일자 2020-12-30 접수
 시행 M00005-954300 (2020-12-30) 접수
 우 16614 경기도 수원시 권선구 서호로 89 (서문동) 41동 1층 / http://biogenicgroup.com/
 전화번호 031-227-8570 팩스번호 02-0000-0000 / biogenoci@gmail.com / 비공계6)

현장수의사에 의한 농장 방역수준 평가 및 역학조사 체계 개선 (2020)

- 학술발표



고위험성조류독감 확산 경로모델링 및 차단정책 연구에 대하여

최0우, 강0훈, 이0령, 주0윤
 한국외국어대학교

고위험성조류독감 확산 경로모델링 및 차단정책 연구에 대하여, 한국통계학회



LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자(HPAI) 확산 경로 예측

최0우 이0빈 송0한 강0훈 한0지
 한국외국어대학교

LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자 확산 경로 예측, 한국통계학회

제 6 절 연구수행 결과

1. 기술적 성과

- 본 과제에서는 그동안 논란이 되어온 AI 발병농장의 바이러스 유입 경로를 밝히기 위해, 발생지역에서 차량이동경로와 일반인의 이동자료를 ICT 기술과 접목한 빅데이터로 분석하여, 야생조류에서 바이러스가 검출된 지역과 발병농장간의 상관관계를 규명함.
- 현행 역학조사에서 파악하는 농장의 선후관계와 방역차량으로 인한 다른 농장의 오염에 대한 내용을 방역차량이동에 대한 자료를 활용하여 분석하고, 바이러스 타임 자료와 비교하여 상관관계를 규명함.
- 청소와 소독 프로세스 및 차량동선을 고려한 구체적인 방역초소 운영 매뉴얼을 통해 방역초소가 오히려 질병전파의 근원이 된다는 오해를 불식시킴.
- 발생지에서 바이러스와 철새에서 검출된 바이러스 상동성 자료를 GIS데이터와 매칭하여 바이러스 상재화에 의문을 가지는 문제를 해결함.
- 과학적이고 합리적인 방역지역 설정의 근거제시를 통해 축산농가 및 축산업계가 정부의 방역조치에 적극적으로 협조함으로써 가축 전염병 발생 시 신속한 방역조치가 가능하여 국가 방역정책에 활용 가능.
- 주요 선진국의 방역분소 운영 방법과 살처분시 차단방역 모델 조사를 통하여 국내 축산업계에 적용이 가능한 분야를 도출함으로써 방역개선 효과 증대와 더불어 정책적 활용도 제고.

2. 경제적 성과

- 방역초소 위치 선정을 위한 객관적이고 합리적인 근거를 제시함으로써 이해관계자들의 저항을 최소화 하고 참여를 유도함으로써 사회적 비용을 최소화.
- 신속하고 효율적인 방역초소 설치와 효과적인 통제대책을 통해 2차 확산에 따른 축산농가의 경제적 손실 최소화.
- 해외 방역초소 운영과 데이터 활용 방역정책 이용 사례를 분석하여 현재 국내의 역학조사 절차에 응용하여 실제적인 방역업무 수립에 협조.

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표

(가) 최종목표

- 야생조류에 의해 오염된 지역에서 비롯된 발병농장으로의 전파 원인을 구명하기 위해 통신인구 데이터를 이용하여 인구와 차량 이동을 추적하고 바이러스 타입과 연관하여 빅데이터를 분석하여 바이러스 역학 지도를 구축. 과거 HPAI 발생 사례에서 일반 인구/차량, 방역 인력/차량의 이동패턴을 분석해 HPAI 바이러스의 전파 및 확산과의 영향과 위험도를 분석함
- 분석 자료를 토대로 지역에서의 효과적인 방역분소 위치와 통제 방법을 제안함

(나) 세부목표

- 통신인구 데이터를 이용한 이동패턴에 따른 HPAI 확산 경로 예측 모델 개발
 - LSTM(Long Short-Term Memory models)을 이용한 이동 경로 예측
 - Input과 Output으로 기지국 번호 사용
 - 지역별 보편적인 사람들의 이동 경로 예측
- 새로운 방역 Shape 설정
 - KAHIS의 축산시설/축산차량 관련 정보 이용
 - 대상 농장에 방문한 축산차량의 이동 경로를 GIS 상에 시각화
 - GIS 상에서 유출입이 많은 상위 n개 지역의 방향으로 향하는 대상 농장의 주변을 새로운 방역대 Shape로 설정
- KAHIS 데이터를 사용한 발생 농가와 시설간 상관도 분석
 - 발생 농가를 기준으로 차량번호, 방문유형, 시설구분, 월평균 빈도, 연관성에 관한 데이터 생성
 - 각 변수들을 대상으로 Sankey diagram을 이용한 시각화 진행
- KAHIS 데이터를 사용한 HPAI와 연관된 지역 및 관련 차량 추출
 - 방문 비율 알고리즘, TF-IDF, Doc2Vec model을 사용하여 HPAI와 연관된 지역과 HPAI와 관련된 차량 추출

2. 목표 달성여부

(가) 국내의 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자(HPAI) 확산 경로 예측	(사)한국빅데이터 학회	이0빈	5-1호	대한민국	(사)한국빅데이터 학회	비SCI	20.08.31	ISSN 2508-1829
2	빅데이터를 활용한 HPAI Virus 확산 예방 및 추적	(사)한국빅데이터 학회	이0빈	5-2호	대한민국	(사)한국빅데이터 학회	비SCI	20.12.31	ISSN 2508-1829

(나) 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	2019년 춘계통계학회	최0우, 강0훈, 이0령, 주0윤	19.05.25	강원대학교	고위험성조류독감 확산 경로모델링 및 차단정책연구에 대하여
1	2020년 춘계통계학회	이0빈	20.07.10	호서대학교 (온라인)	LSTM을 활용한 고위험성 조류인플루엔자(HPAI) 확산 경로 예측

제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

제 1 절 연구개발 결과의 활용방안

활용분야	주요 내용
가축질병 발생에 따른 긴급방역조치 사항에 활용 및 정책건의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과학적이고 합리적인 방역지역 설정의 근거제시를 통해 축산농가 및 축산업계가 정부의 방역조치에 적극적으로 협조함으로써 가축 전염병 발생 시 신속한 방역조치가 가능하여 국가 방역정책에 활용 가능. ○ 주요 선진국의 방역분소 운영 방법과 살처분 시 차단방역 모델 조사를 통하여 국내 축산업계에 적용이 가능한 분야를 도출함으로써 방역개선 효과 증대와 더불어 정책적 활용도 제고. ○ 현장에서 방역초소 설정의 과학적이고 객관적인 기준을 제공하여 방역의 효율성 제고 ○ 정책건의: 바이러스 전파양상과 인력 및 차량 이동패턴에 따른 방역초소(거점소독시설, 이동통제초소) 위치설정의 타당성 평가 ○ 정책건의: 선진방역통제 시스템 견학을 통한 국내 방역초소 통제 방법에 대한 방법개선
기술지도 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장의 방역 담당관(검역본부장, 시·도지사) 및 방역인력이 초소운영 방법에 대해 근거있는 위치를 선정하도록 지도 ○ 방역초소 운영 방법에 대한 방역담당자 교육
학술대회발표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비식별화 통신 이동데이터를 활용한 HPAI 이동 경로 추적 사례 연구 ○ RNN 기반 HPAI 전파 이동경로 패턴 모델링 ○ HPAI 전파원인 파악을 위한 self-service BI 구축 사례 연구
경제·산업적 측면	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가축 질병의 확산 방지를 위한 축산업 수급 안정 ○ GIS와 IT 관련 기술의 연구 저변확대 및 기술 이전을 통한 가치 창출 ○ 신속하고 효율적인 초기 차단방역으로 축산농가의 경제적 손실 예방

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구				
	(영문) Epidemiologic research of HPAI virus with wild bird and human movement for poultry farms by machine learning				
주관연구기관	(주)비오지노키		주 관 연 구 책 임 자	(소속) (주)비오지노키	
참 여 기 업	(주)KT 케이웨어(주) 한국외국어대학교			(성명) 윤중웅	
총연구개발비 (1,368,800 천원)	계	1,368,000	총 연구 기간	2018. 07. 31 - 2020. 12. 31 (29개월)	
	정부출연 연구개발비	1,000,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인원	33명
	기업부담금	368,000		내부인원	6명
	연구기관부담금	-		외부인원	27명

○ 연구개발 목표 및 성과

- 야생조류에서 발견된 HPAI 바이러스의 전파 및 발생위험도를 평가하기 위해 이동통신 기반의 통신 인구 데이터를 생성 및 제공하며, 이를 기반으로 철새도래지에서의 인구이동 패턴을 분석하는 방법론을 개발하였음
- HPAI 발생원인 추적을 위한 데이터 분석 및 인공지능 알고리즘 개발
- HPAI 발생 역학적 영향도 분석 지원을 위한 GIS 기반 시각화 시스템 구현

○ 연구내용 및 결과

- HPAI 발생가능 지역의 일반 인구 이동패턴 분석을 위한 인구통계 데이터 추출 항목 및 방법론 개발
- 분석 및 모델링을 위한 통신인구 데이터의 GIS 분석과 시계열 데이터로의 변환 및 전처리 방법 개발/수행
- 철새도래지를 선정하여 해당지역에 방문한 인구를 통신인구 데이터를 시계열 가공하여 이동경로에 따른 방역방안에 대해 분석
- KAHIS 데이터와 KT 제공 통신인구 데이터와 연계된 데이터 마트 구성
- HPAI 발생 후보지로부터 이동패턴에 따른 확산 주요 원인 발굴 로직 개발
- KT 제공 통신인구 데이터를 활용한 이동패턴에 따른 HPAI확산 경로 예측 모델 개발
- KAHIS 데이터를 이용한 농가 간 이동패턴에 따른 확산 주요 원인 예측
- KAHIS 데이터를 이용한 특정 지역과 관련성이 높은 차량 추출 모델 개발
- 국내 가금 발생 HPAI 바이러스 역학지도 시스템 개발

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- HPAI 바이러스 매개체의 이동패턴 분석가능한 통신인구 데이터 활용방안 및 한계점 도출, 이를 토대로 HPAI 등 가축전염병 확산 및 방역에 대한 활용가능성 기반
- 인구 흐름을 분석한 결과를 통해 어느 구간을 차단했을 때 효과적인지 참고할 수 있는 자료 마련
- 축산차량에 등록된 차량의 농가 간 이동패턴을 이용해 HPAI 확산 주요 원인을 예측가능
- 차량에 의한 HPAI 확산을 차단하는데 효과적인 자료로 사용가능
- 공간 정보 기반의 가축질병 대응 시스템으로써 국내 축산 관련 전염병 유입과 확산의 매개체 이동 추적 및 질병발생 고위험 지역을 관리하고 역학분석 지원이 가능한 플랫폼으로 향후 다양한 위험 인자에 대한 즉각적 대응 시스템으로 확장이 가능

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

	과제번호	318069-3			
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야	-	과제구분		단위	
사업명	가축질병대응기술개발사업			주관	
총괄과제	-	총괄책임자		-	
과제명	야생조류 HPAI 검출에 따른 가금사육 농장단위 HPAI 바이러스 전파 역학조사 연구		과제유형		개발
연구기관	(주)비오지노키		연구책임자		윤종웅
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	18.07.31-18.12.31	200,000	73,800	273,800
	2차연도	19.01.01-19.12.31	400,000	147,500	547,500
	3차연도	20.01.01-20.12.31	400,000	147,500	547,500
	4차연도				
	5차연도				
	계	18.07.31-20.12.31	1,000,000	368,800	1,368,800
참여기업	(주)KT, 케이웨어(주), 한국의국어대학교				
상대국	-	상대국연구기관	-		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021. 01. 15.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)비오지노키	이사	윤종웅

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 : (우수)

이동통신사의 CDR을 통해 생성한 통신인구 데이터를 기반으로 가축전염성질병의 역학을 추적하는 연구과제로 가축전염병의 1차확산을 모델링하려 하였으나 데이터 이용의 제한성, 철새도래지 알고리즘정의 미흡, 농촌 기지국 범위의 한계로 분석의 한계가 발생함. 이후 실제적 분석을 위한 현장조사 등으로 과제의 완성을 위해 노력하여 역학조사에 대한 새로운 방향을 제시하였음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

통신인구 데이터를 활용한 기술은 기반적 한계로 인해 축산분야에서의 이용이 어렵지만, 보조적 수단으로 특정지역의 인구이동 패턴을 분석할 수 있으며, 말미에 연구하여 제시한 개별 농장의 역학DB는 추후 역학조사와 질병통제에 매우 중요한 역할을 할 수 있을것으로 기대됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

기존 KAHIS 데이터를 활용한 빅데이터 분석은 현재 역학조사에 반영되어 위험도 분석에 적극 활용되고 있으나, CCTV 분석데이터와 비교분석하여 실제 활용도에 대한 광범위한 재고가 필요함.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

매월 1회 빈도의 연구팀 회의를 하였으며, 농장방문, 과기부 과제팀과의 공동워크샵을 통해 구성원들의 과제이해도를 높이고, 전반적인 영역학습에 많은시간을 투자하며 다각도로 분석하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

빅데이터 학회에 발표된 내용은 전염병과 관련한 국내 유일의 연구이며, LSTM 알고리즘을 이용한 데이터 추적기법도 타 학회에서 인용되지 않은 독창적인 내용임.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 발생 농가 및 주변지역의 차단 및 일반 방역분소 위치, 개수 파악	15	100	1차년도 파악완료
○ 인력, 차량 이동에 따른 HPAI 전파 상관관계 및 발생위험도 분석	15	100	2차년도 분석완료(KT, 한국외대)
○ 국내 발생 HPAI 바이러스의 역학 관계 및 발생 농가 지역의 인력·차량 이동량, 패턴 분석 결과가 반영된 GIS기반의 방제 대책 지원 시스템 개발	10	100	3차년도 시스템 개발(케이웨어)
○ HPAI의 전파 원인 및 그 상관관계 분석	10	100	1,2차년도 분석완료(한국외대)
○ 인력 및 차량 이동패턴에 따른 시사점 도출	10	100	2,3차년도(비오지노키)
○ 최적 조치방안을 위한 영향도 분석	10	100	전기관 협의
○ 기존 질병발생 실증 데이터를 이용한 방역지대 설정 문제점 및 개선방안 도출	10	100	2,3차년도(비오지노키)
○ 현행 방역지역 범위에 대한 질병 확산 차단 효과 분석	10	100	2,3차년도(KT, 비오지노키)
○ 해외 사례 분석	10	100	2,3차년도(비오지노키)
합계	100점	100%	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

통신인구 데이터를 활용한 기술은 기반적 한계로 인해 축산분야에서의 이용이 어렵지만, 보조적 수단으로 특정지역의 인구이동 패턴을 분석할 수 있으며, 말미에 연구하여 제시한 개별 농장의 역학DB는 추후 역학조사와 질병통제에 매우 중요한 역할을 할 수 있을것으로 기대됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

개인정보 데이터 활용에 대한 제한이 연구분야에 대해서 만큼 자유롭게 활용할 수 있도록 관에서 조치가 필요함.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

농장별 차단방역 평가가 반드시 수행되어 농가에 대한 역학DB가 구축되어야 함.
역학DB에 포함될 내용으로 차량이동 정보, 개인 및 종사자의 정보, 농장 내 동선분석, 차단방역 평가, 매개체 영향력 분석, 공기전파 모델 등이 포함된 종합적인 데이터가 필요함.
이 DB는 지자체 및 중앙에서 사용하게 되며, 농장수의사들을 통해 데이터가 분석되고, HPAI를 제외한 기타 질병의 데이터가 포함되면 농가 생산성 향상까지 기대할 수 있으므로, 반드시 실현되기를 기대함.

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	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																			
연구기간내 달성실적																			
연구종료후 성과창출 계획																			

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 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)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술 개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.