

발간 등록 번호

11-1543000-002372-01

구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구

최종보고서

2018. 11. 14.

주관연구기관 / (주)이지팜
협동연구기관 / 농림축산검역본부

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구”(개발기간 : 2016.09.05 ~ 2018.09.04)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 11. 14.

주관연구기관명 : (주)이지팜 (대표자) 김영국 (인)
협동연구기관명 : 농림축산검역본부 (대표자) 박봉균 (인)



주관연구책임자 : 박혁

협동연구책임자 : 이광녕

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	316096-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2017.09.05. - 2018.09.04	단 계 구 분	2년차 / 2년차
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구			
	세부 과제명	구제역 발생 시 권역별 방역관리 모델 개발 권역별 방역관리 지침서 개발			
연구책임자	박혁	해당단계 참여연구원 수	총: 17 명 내부: 17 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 129,000천원 민간: 43,000천원 계: 172,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 34 명 내부: 34 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 200,000천원 민간: 66,800천원 계: 266,800천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)이지팜 축산연구소 농림축산검역본부 역학조사과			참여기업명 (주)이지팜	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

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

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)	보고서 면수
---	--------

연구의
목적 및 내용

1) 연구개발목적

- 구제역 발생 시 획일적인 방역대(3km, 500m 등) 또는 시도/시군 단위 방역조치로 현장 상황에 맞지 않는 비효율적인 방역사례가 있어 개선 필요
- 이에, 구제역 발생 시 효율적인 방역관리를 위해서 축산현황(가축 사육밀도, 사료공급, 종축이동, 도축장 이용 형태 등)을 종합적으로 고려한 권역별 방역관리 모델 개발
 - 우선, 행정구역 경계를 기반으로 전국을 권역으로 구분하되, 권역 내 축산현황과 관련 산업 등을 고려한 역학분석을 통해 효율적이고 민원을 최소화 할 수 있는 권역별 방역관리 모델 마련
- 구제역 발생 시 확산차단을 위해 현장에서 활용 가능한 권역별 방역관리 방안 마련
 - 권역 내에서 발생기간 동안 가축이동, 도축·사료·왕겨 공급 등 사양관리가 독립적으로 처리됨으로써 관련 산업 피해 최소화 및 효율적인 방역관리 방안 도출
 - 권역을 기반으로 한 방역관리를 통해 기존 축산산업(도축장, 사료 등) 체계를 개편, 관리

2) 연구개발내용

- **(전국 권역 구분을 위한 연구)** 권역화를 통한 방역체계(이동제한, 백신접종 등) 실행이 축산관련 산업(유통)에 미치는 영향에 대한 분석
 - * 분석방법 : 빅데이터 분석 기법을 적용, KAHIS DB의 축산시설 (사료공장, 도축장, 분뇨처리장, 종축장, AI 센터, 동물약품, 집유장 등 포함) 네트워크의 크기 및 범위 등 분석
- **(권역별 방역관리 모델 개발)** 전국을 권역으로 구분하고, 권역 내 질병 발생 시 이동제한 등 효율적인 방역관리를 위한 권역화 모델 개발
 - 기존 방역대 구분을 탈피하여 축산관련 산업과의 연관성을 고려한 분석을 통해 권역화(지역 범위, 기간, 방역관리 등) 모델 구축
 - * 분석방법 : 축산시설별 원료 공급 필요량, 최대 생산량, 최대 가

능 재고량, 일일 소비량 간의 상호 관련성 분석

- **(시뮬레이션 연구)** 개발된 권역화 모델을 활용하여 구제역 발생 상황에 따른 다양한 시나리오 분석을 통해 최적화 방역관리 방안 마련
 - 구제역 발생상황을 가상하여 시나리오 마련 및 시나리오별 시뮬레이션 실행
 - * 분석방법 : 구제역 발생 지역, 발생 상황(발생 농장수), 권역 관리 지속기간, 권역 구분 등을 기반으로 시뮬레이션 실행
 - 권역화 모델 운영에 따른 효과분석을 통해 최상의 방역관리 방안 도출
 - * 분석방법 : 시뮬레이션, 기존 국내·외 자료메타분석 등 수행
 - 시뮬레이션을 통해 권역별 효율적인 방역관리가 가능하도록 축산 및 관련 산업의 재배치 등 체계 개편방안 제시
 - * 분석방법 : 축산네트워크에 대한 효과(시설별 처리 용량, 교통량, 네트워크 밀집도 등) 예측
- **(지침서 개발)** 권역별 효율적인 방역관리를 위한 세부 지침서 마련
 - 지침서는 방역대상별 구분하여 마련(중앙·지방 가축방역기관, 협회, 농가, 업체 등 대상)
 - * 지자체의 경우에는 시·군별로 축산시설 구분에 따라 이용가능한 업체까지 표기
- **(권역화 활용 프로그램 개발)** 개발된 권역화 모델이 활용 가능한 어플 프로그램 개발
 - * 휴대폰·PC 어플 개발
 - 질병 발생 전 : 1) 권역화 정보를 농장 등 축산관계자에게 제공함 2) 발생상황을 가상하여 정보 입력 시 권역화 관련 정보를 제공 ⇒ 사전 예측을 통해 축산관련 거래(유통)시 활용
 - 질병 발생 시 : 권역화 정보를 축산관계자에게 제공함으로써 사전 예측을 통해 축산관련 거래(유통)시 활용
 - * 발생 시 권역화 방역관리 어플을 활용하여, 동물 입식·출하 및 다양한 축산관련 거래 시 등에 축산관계자(생산자, 업체 등)가 산업적 효율성이 극대화된 의사결정이 가능하도록 활용

<p>연구개발성과</p>	<p>○ 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 1) 권역별 방역관리 모델 2) 권역별 세부관리 지침서(보고서) 3) 권역화 방역관리 모바일 앱(소프트웨어)임</p> <p>1) 권역별 방역관리 모델</p> <ul style="list-style-type: none"> - 축산관련 산업네트워크를 고려한 권역별 최적화된 방역관리 모델 - 축산시설별 원부자재 공급 및 수요량을 고려하여 효율적 방역관리 모델 - 구제역 확산 위험 차단을 위한 최적화된 권역별 방역관리 모델 <p>2) 권역별 세부관리 지침서(보고서)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 권역별 효율적 방역관리를 위한 세부 대응 방역조치(SOP)마련 - 질병 발생 시 방역대상별 이용가능한 업체 표기하여 축산관계자에게 제공 - 시뮬레이션을 통한 축산 및 관련산업 재배치 등 개편방안 <p>3) 권역화 방역관리 모바일 앱(소프트웨어)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 질병 발생 전 가상 권역 권역화 정보 제공 - 질병 발생 시 권역화 정보 제공 <p><전략성과> 정책제안 2건 <기타성과> 홍보 1건, 고용창출 2건, 학술발표 2건, 프로그램 등록 2건</p>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 농림축산검역본부와 농식품부에 기술이전하여 제공하거나 보고서로 제출하여 재난형 가축전염병의 발생 시 권역별 가축방역 정책에 활용 검토될 예정임</p> <p>○ 기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 과제에서는 선진국에서 운영하고 있는 권역별 차단방역 시스템을 참고하여 우리나라의 축산 실정을 고려한 권역 산출시스템을 개발함으로써 가축전염병의 확산을 조기에 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 실용적인 측면과 학술적 측면에서 가치가 높을 것으로 기대됨 - 본 과제에서 개발되는 권역 산출 시스템은 농식품부 방역과와 역학조사 담당부서의 현업에 단계적으로 활용될 수 있음

	<p>○ 경제적, 산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 질병에 의한 가축폐사로 발생하는 연간 손실액은 전체 축산업 생산액의 20%에 달하고 있으며, 전 축종에 대한 질병 치료비도 연간 2,256-2,852억 원으로 추정되고 있어 폐사율을 10%만 감소시켜도 가축폐사로 인한 손실을 예방하여 축산농가에 연간 약 850-1,500억 원 정도의 생산성 향상 효과를 기대할 수 있음 - 본 과제의 개발품을 활용하여 가축전염병의 확산을 조기 차단하여 축산농가의 경제적 손실 최소화, 생산성 향상 및 방역당국의 기타 살처분 및 매몰 비용의 감소 등을 기대할 수 있음 - 본 과제에서 개발되는 권역 산출 프로그램에 적용된 원리와 방법론을 타 분야의 연구 사업으로 연계할 경우 사업화가 가능하며, 연관 산업에 대한 GIS와 IT 관련 기술이전을 통한 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대할 수 있음 <p>○ 사회적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재난형 가축전염병의 빈번한 발생으로 축산물 안전에 대한 소비자의 불안이 높아지는 상황에서 가축전염병의 확산을 조기에 차단하여 국내산 축산물의 안전에 대한 우려 불식 				
국문핵심어 (5개 이내)	권역화	구제역	농장	가축방역	지침
영문핵심어 (5개 이내)	regionalization	foot-and-mouth disease(FMD)	farm	animal disease control	guideline

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	8
2. 연구수행 내용 및 결과	11
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	128
4. 연구결과의 활용 계획 등	149

제 1장 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발의 목적

1. 연구개발의 목적

- 가. 구제역 발생 시 획일적인 방역대(3km, 500m 등) 또는 시도/시군 단위 방역조치로 현장 상황에 맞지 않는 비효율적인 방역사례가 있어 개선 필요
- 나. 이에, 구제역 발생 시 효율적인 방역관리를 위해서 축산현황(가축사육밀도, 사료공급, 종축 이동, 도축장 이용 형태 등)을 종합적으로 고려한 권역별 방역관리 모델 개발
 - 우선, 행정구역 경계를 기반으로 전국을 권역으로 구분하되, 권역 내 축산현황과 관련 산업 등을 고려한 역학분석을 통해 효율적이고 민원을 최소화 할 수 있는 권역별 방역관리 모델 마련
- 다. 구제역 발생 시 확산차단을 위해 현장에서 활용 가능한 권역별 방역관리 방안 마련
 - 권역 내에서 발생기간 동안 가축이동, 도축·사료·왕겨 공급 등 사양관리가 독립적으로 처리됨으로써 관련 산업 피해 최소화 및 효율적인 방역관리 방안 도출
 - 권역을 기반으로 한 방역관리를 통해 기존 축산산업(도축장, 사료 등) 체계를 개편, 관리

2절. 연구개발의 필요성

1. 구제역 발생이 매년 반복되고 있고 새로운 구제역바이러스가 유입되고 있음

- 새로운 바이러스가 유입되면 살처분 등에 의한 직접적 피해 이외 매몰 및 방역조치에 대한 재정투입의 규모가 커질 수 있음
- 국내 농가의 밀집도가 매우 높고 축산시설의 출입이 중첩되어 전염병 발생 시 확산차단이 매우 어려움
- 구제역과 같이 인수공통전염병에 대한 국민들의 불안감이 고조되어 장기적으로 축산물 소비의 위축으로 이어질 수 있음

2. 재난형 가축전염병 발생 시 조치되는 이동제한에 의한 추가적 피해를 예방하기 위한 대책 필요

- 재난형 가축전염병 발생 시 추가적 확산을 막기 위한 이동제한 등의 조치로 인해 출하가 예정된 농가의 출하, 사료 공급 등이 제한되어 축산농가의 피해가 커지고 있음
- 본 연구를 통해 재난형 가축전염병 발생 시 발생상황과 축산시설의 여건에 맞는 독

립적 사양관리가 가능한 권역 설정으로 이동제한 등의 조치에 따른 추가적 피해를 예방하고 권역간 이동을 제한하여 가축전염병의 추가확산 차단에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

3절. 연구개발 범위

1. 전국 권역 구분을 위한 연구

가. 권역화를 통한 방역체계(이동제한, 백신접종 등) 실행이 축산관련 산업(유통)에 미치는 영향에 대한 분석

* 분석방법 : 빅데이터 분석 기법을 적용, KAHIS DB의 축산시설(사료공장, 도축장, 분뇨처리장, 종축장, AI 센터, 동물약품, 집유장 등 포함) 네트워크의 크기 및 범위 등 분석

2. 권역별 방역관리 모델 개발

가. 전국을 권역으로 구분하고, 권역 내 질병 발생 시 이동제한 등 효율적인 방역관리를 위한 권역화 모델 개발

- 기존 방역대 구분을 탈피하여 축산관련 산업과의 연관성을 고려한 분석을 통해 권역화(지역 범위, 기간, 방역관리 등) 모델 구축

* 분석방법 : 축산시설별 원료 공급 필요량, 최대 생산량, 최대 가능 재고량, 일일 소비량 간의 상호 관련성 분석

3. 시뮬레이션 연구

가. 개발된 권역화 모델을 활용하여 구제역 발생상황에 따른 다양한 시나리오 분석을 통해 최적화 방역관리 방안 마련

- 구제역 발생상황을 가상하여 시나리오 마련 및 시나리오별 시뮬레이션 실행

* 분석방법 : 구제역 발생 지역, 발생 상황(발생 농장수), 권역 관리 지속기간, 권역 구분 등을 기반으로 시뮬레이션 실행

- 권역화 모델 운영에 따른 효과분석을 통해 최상의 방역관리 방안도출

* 분석방법 : 시뮬레이션, 기존 국내·외 자료메타분석 등 수행

- 시뮬레이션을 통해 권역별 효율적인 방역관리가 가능하도록 축산 및 관련산업의 재배치 등 체계 개편방안 제시

* 분석방법 : 축산네트워크에 대한 효과(시설별 처리 용량, 교통량, 네트워크 밀집도 등) 예측

4. 지침서 개발

가. 권역별 효율적인 방역관리를 위한 세부 지침서 마련

- 지침서는 방역대상별 구분하여 마련(중앙·지방 가축방역기관, 협회, 농가, 업체 등 대상)

* 지자체의 경우에는 시·군별로 축산시설 구분에 따라 이용 가능한 업체까지 표기

5. 권역화 활용 프로그램 개발

가. 개발된 권역화 모델이 활용 가능한 어플 프로그램 개발

* 휴대폰·PC 어플 개발

- 질병 발생 전 : 1) 권역화 정보를 농장 등 축산관계자에게 제공함 2) 발생상황을 가상하여 정보 입력시 권역화 관련 정보를 제공 ⇒ 사전 예측을 통해 축산관련 거래(유통)시 활용

- 질병 발생 시 : 권역화 정보를 축산관계자에게 제공함으로써 사전 예측을 통해 축산관련 거래(유통)시 활용

* 발생 시 권역화 방역관리 어플을 활용하여, 동물 입식·출하 및 다양한 축산관련 거래시 등에 축산관계자(생산자, 업체 등)가 산업적 효율성이 극대화된 의사결정이 가능하도록 활용

제 2장 연구수행 내용 및 결과

1절. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

1. 연구개발 추진전략·방법

- 가. 참여기관 : 개발 목표 달성을 위하여 농축산 솔루션 전문기업인 (주)이지팜과 가축전염병의 원인체 및 확산 실태를 파악하여 역학대책을 수립하는 농림축산검역본부 역학조사과가 협력하여 권역별 방역관리 모델을 개발하고 이에 따른 방역기관별 권역화 세부관리방안, 모바일 방역관리 웹앱 개발, 권역화 산출 프로그램의 알고리즘을 개발하기 위하여 2015년 구제역 권역화 산출 프로그램 개발 경력을 보유한 수학과 전공 후박사급 인력 2명을 신규 채용하여 개발에 투입하고 이후 서울대 통계전공 석박사급 인력을 채용하여 연구개발에 참여
- 나. 자문단 구성 : 개발 목표 달성을 위하여 산업계와 학계 자문단을 구성함. 전국한우협회와 대한한돈협회의 임원과 학계의 수의역학 전문가, 시스템공학 교수를 자문위원으로 위촉하여 자문위원단을 구성하고 연구 방향 및 결과물에 대하여 수시로 자문을 받아 진행함

구분	이름	소속	직위	전문 분야
정부	김대균	농림축산식품부 구제역방역과	과장	연구과제 진도점검 및 연구방향 자문
	정승교	농림축산식품부 구제역방역과	사무관	연구과제 진도점검 및 연구방향 자문
공공 기관	신성호	가축방역위생지원본부	과장	축산 방역정책 자문
	유성룡	가축방역위생지원본부	주임	축산 방역정책 자문
농업	김영원	한우협회	국장	한우 방역정책 자문
	최성현	대한한돈협회	상무	한돈 방역정책 자문
	정재관	한국소임상수의사회	이사	한우 방역정책 자문
	엄길운	한국양돈수의사회	국장	양돈 방역정책 자문
대학	박선일	강원대학교	교수	수의역학
	배선학	강원대학교	교수	지도학
	지인배	동국대학교	교수	식품산업관리학
연구	김세한	한국전자통신연구원	실장	IT 분야 자문
	유한영	한국전자통신연구원	박사	IT 분야 자문
	이종걸	국가수리과학연구소	연구원	알고리즘 자문

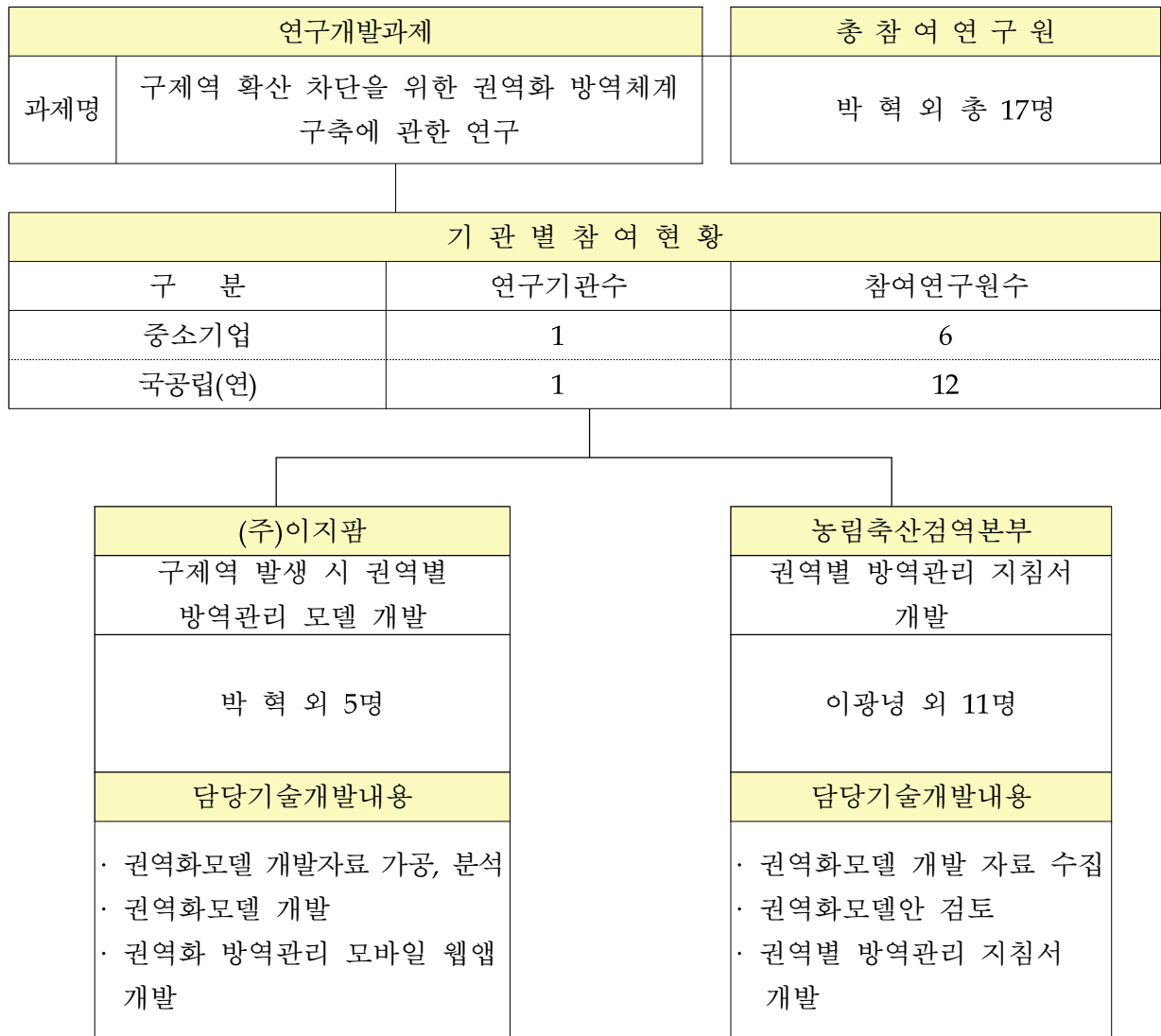
- 다. 협업방법 : 과제의 성공을 위한 참여기관 간의 협업적, 조직적 관리를 위해 정기적으로 오프라인 미팅과 워크숍을 가지면서 협업, 온라인 컨퍼런스 시스템을 활용하여 필요에 따라 유연하게 과제와 관련된 미팅을 갖고, 각 기관별 과제 진행사항을 투명하게 공개

- 라. 서비스 도출 방안 : 기술에 맞는 다양한 응용서비스를 고안하여 응용별 다양한 요구와 스

테이크홀더(사용자, 개발자, 참여기관)를 고려하며 서비스에 대한 시장성 및 운영가능성 (Operational Feasibility)을 협의 및 검토

- 마. 과제결과 검증 방안 : 제시된 정량적 평가항목에 대한 검증을 위하여 자체평가 워크숍을 개최, 진행 상황 보고와 정량적 기준에 대한 평가를 수행
- 바. 과제활용담당관과의 협의회 운영 : 과제 선정 후 방역총괄과와 정책조정회의를 통해 연구 세부방향 확정, 농식품부 및 지자체 구제역 방역담당관, 본 연구팀의 농림축산검역본부 역학조사과와 분기별 1회 이상 협의회를 운영하여 연구과제의 진행상황 보고 및 결과 검증, 정책활용 제안 수행

2. 연구개발 추진체계



3. 추진일정

1차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		2016. 9	10	11	2016. 12	2017. 1	2	3	4	5	6	7	2017. 8		
1	유통구조의 수치화	■													박혁 (이지팜)
2	청정지역과 유통구조와의 관계분석		■	■											박혁 (이지팜)
3	발병지역과 유통구조 변화의 관계 분석				■	■									박혁 (이지팜)
4	권역 요건 선별 및 데이터 수집 및 권역 구분(안) 검토	■	■	■	■	■	■	■							이광녕 (농림축산 검역본부)
5	유통구조 핵심변수 파악하여 권역 판단 기준 확립							■	■						박혁 (이지팜)
6	권역 모델 사용 계산 공식 정립								■	■					박혁 (이지팜)
7	권역 모델 최적화 문제로의 변환										■	■			박혁 (이지팜)
8	권역 모델 개발										■	■	■		박혁 (이지팜)
2차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		2017. 9	10	11	2017. 12	2018. 1	2	3	4	5	6	7	2018. 8		
1	권역 모델 평가 및 개선	■	■	■											박혁 (이지팜)
2	권역 모델을 활용한 시뮬레이션				■	■	■								박혁 (이지팜)
3	시뮬레이션 결과를 통한 체제개편 방안 검토						■	■	■	■					박혁 (이지팜)
4	권역별 세부 관리 지침서 개발										■	■	■		이광녕 (농림축산 검역본부)
5	권역별 방역관리 모바일 웹앱 개발										■	■	■		박혁 (이지팜)

2절. 연구수행 방법

<1차년도>

1. 데이터 정제 및 가공

가. 사용기술

- (1) 관계형 데이터베이스 연산 규칙을 이용한 데이터 정제 및 결합
- (2) 한글이 입력된 데이터의 추출과 오류 탐색 기술

나. 사용도구

- (1) 프로그래밍 언어 : Scala, Python, C
- (2) 데이터베이스 : MS-ACCESS

다. 구체적인 내용

- (1) 수집한 데이터를 데이터베이스로 이식하는 과정에서 생성된 오류의 패턴 탐색
- (2) 조사된 패턴을 보고 데이터 복원 가능성 확인 후 자동화 알고리즘 제작
- (3) 프로그램을 제작 및 실행하여 데이터 정제
- (4) 정제된 데이터를 데이터베이스에 이식 후 관계망에 따라 통합 및 분류

2. 유통구조의 수치화 및 시각화

가. 사용기술

- (1) 농장과 시설물 매칭 : OLAP(Online Analytical Processing)
- (2) 데이터 분류 : 관계형 데이터베이스의 연산 규칙

나. 사용도구

- (1) 데이터 분석 : MS-EXCEL
- (2) 데이터베이스 : MS-ACCESS

다. 구체적인 내용

- (1) 차량 이동 데이터의 이동 목적(도축, 사료, 분뇨처리, 종축)에 맞게 분류하고 관련 농장과 시설물 매칭 SQL문장 완성
- (2) 시설물정보에 GPS정보 이식(2016년 5월~10월 6개월간 KAHIS자료 변환 완료)
- (3) 엑셀로 변환 후 지역별 축종별 사육두수 현황 시각화 로직 완성(산출물 : EXCEL 파일)

3. 권역 구분안 검토

가. 사용기술

- (1) 매칭된 데이터를 그래프 형태의 행렬로 전환 : Graph Theory, OLAP
- (2) 데이터에 GPS정보 이식 및 시각화 : Map-base Visualization

나. 사용도구

- (1) 데이터 분석 및 변환 : MS-EXCEL
- (2) 시각화 : Power BI

다. 구체적인 내용

- (1) 지역별 매칭 자료를 엑셀로 변환
- (2) 엑셀 데이터를 OLAP 기법을 이용하여 전이 행렬로 변환(산출물 : EXCEL 파일, VBA코드) 완성
- (3) 도축장 별 관계망 시각화 로직 완성(산출물 : EXCEL 파일)

<2차년도>

1. 로직 개발

가. 사용기술

- (1) Spectral Clustering에 의한 최적 권역 산출
- (2) 차량 이동 데이터의 From-To 형태의 전이 행렬 산출
- (3) Gaussian Kernel을 이용한 시군 인접도 행렬 도출
- (4) 자립도 수준과 지리적 인접도를 이용한 권역화 단계별 최적 권역 산출
- (5) Markov Chain Model에 의한 지역별 확산 확률 계산
- (6) 선형계획법과 지리적 인접도를 이용한 최적 권역 도출

나. 사용도구

- (1) 로직 개발 : R
- (2) 시각화 : Leaflet

다. 구체적인 내용

- (1) 선형계획법으로 선택된 권역 리스트 투입
- (2) 인접도 행렬을 이용한 네트워크 분석
- (3) 네트워크 단절이 없는 권역 선별

- (4) 전체시설균등/시설별중심 기준에서 자립도 수준이 최대인 권역 최종 선택
- (5) 발생지가 다수일 경우 선형계획법으로 선택된 권역부터 다시 시작
- (6) 다수 지역 결과 취합 후 지역 인접시 단일 권역으로 처리

2. 알고리즘 활용 분석

가. 사용기술

- (1) 권역화 로직

나. 사용도구

- (1) 알고리즘 활용 분석 : R, Python
- (2) 시각화 : Leaflet, Flask, Bootstrap
- (3) DB : Mysql

다. 구체적인 내용

- (1) 권역 내 질병 발생 시 이동제한 등 효율적인 방역관리를 위한 권역화 모델 개발
- (2) 권역화를 통한 방역체계(이동제한, 반출금지 등) 실행이 축산관련 산업에 미치는 영향 분석
- (3) 구제역 발생상황을 가정하고 시나리오 마련 및 시나리오별 시뮬레이션 실행
- (4) 권역별 효율적인 방역관리가 가능하도록 축산 및 관련 산업의 재배치 등 체계 개편방안 제시

3. 데이터 특성 파악

가. 사용기술

- (1) 기술통계 분석

나. 사용도구

- (1) 통계 분석 : R

다. 구체적인 내용

- (1) 기술통계 분석 활용 소 및 돼지 데이터 특성 분석
- (2) 월별 차량 유입량(농장 -> 도축장)과 축평원 월 도축량과 비교
- (3) 도축장 방문차량 특징 분석 : 경유 농장 수, 단독출하 농장 비율
- (4) 도축장 방문차량 특징 분석 : 차량 이동 거리

4. 과거 질병 발생 사례 분석

가. 사용기술

- (1) 구제역 권역화 로직 및 프로그램

나. 사용도구

- (1) 권역화 프로그램 : 전염병 확산 차단을 위한 권역화 분석 시스템

다. 구체적인 내용

- (1) 과거 질병 발생 사례 분석 : 2016년 1월 ~ 3월 돼지 구제역 발생 사례 분석
- (2) GIS 활용 역학 관계 분석 : 광역도 경계를 넘어서 전파되었으며 인접지역 간에는 다른 종류의 FMD 바이러스로 역학관계 미약
- (3) 권역화 분석 시스템(평시권역) : 평시 권역에서 발생지인 김제-논산, 천안-홍성이 동일 권역으로 나타나 세분 권역에 집중 방역 필요
- (4) 권역화 분석 시스템(권역설정) : 광역도 단위 반출금지 장기화 시 권역 내의 축산 시설의 자립도 부족으로 농가 피해가 예상됨

5. 시군 및 축종별 최적권역 설정

가. 사용기술

- (1) API : 권역화 분석 시스템에서 API로 제공

나. 사용도구

- (1) 권역화 분석 프로그램 : 전염병 확산 차단을 위한 권역화 분석 시스템

다. 구체적인 내용

- (1) 시군 및 축종별 발생 권역에 대한 최적권역설정 리스트 제공
- (2) 특정 지자체 발생 시 최적권역리스트와 그 해당 리스트의 축산시설(도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장) 공급자립도 제공

6. 전염병 확산 차단 방역을 위한 권역화 분석 시스템(웹)

가. 사용기술

- (1) 구제역 권역화 로직

나. 사용도구

(1) 프로그래밍 언어 : Flask, Jinja, Python, Bootstrap, Leaflet, R

(2) 기타 : nginx, Vworld map, Mysql, Open street map

다. 구체적인 내용

(1) 평시 권역화 분석

(2) 발생 시 권역화 분석

(3) 권역 설정 및 알림

(4) 축산 시설 밀집도 분석

(5) 축산 시설 규모 분석

7. 구제역 권역별 축산시설(앱)

가. 사용기술

(1) 모바일 웹앱, 반응형 웹

나. 사용도구

(1) 모바일 개발 툴 : Ionic, Google FCM

다. 구체적인 내용

(1) 이동제한 정보

(2) 앱을 통한 권역정보 및 축산시설 조회

(3) 조회된 축산시설까지의 네비게이션 기능

3절. 연차별 연구 수행 결과

[주관연구기관] (주)이지팜

1. 1년차 연구 수행 결과

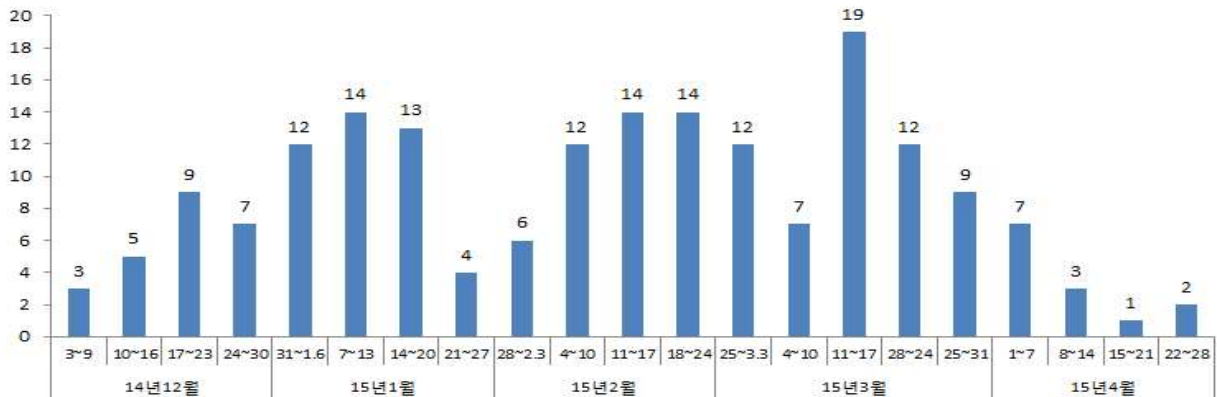
가. 질병 발생 또는 확산이력과 축산관련 산업(유통)의 관련성 분석((주)이지팜, 농림축산검역본부)

(1) KAHIS의 축산시설정보를 바탕으로 발생지역/청정지역 데이터와 축산관련 산업(유통)의 관련성을 빅데이터 분석방법으로 조사하여 권역화에 필요한 중요 변수 탐색

(가) '14-' 16년 기간 구제역 발생농장 역학조사서를 검토하여 수평전파 관련 위험요인 분석

① '14~' 15년 기간 구제역 수평전파 관련 위험요인 분석

㉠ 발생상황 : ' 14.12.3일 구제역 발생 확인 후 ' 15.4.28일까지 21주 동안 매주 구제역 발생농장이 확인되었으며 총 185건이 확인되었으며, 발생 15주째인 ' 15.3.11.~3.17.사이에는 19개소에서 확인되어 주간 최대 발생건수를 기록하였음



< '14.12월~'15.4월 기간 주별 구제역 발생농장수 변화 >

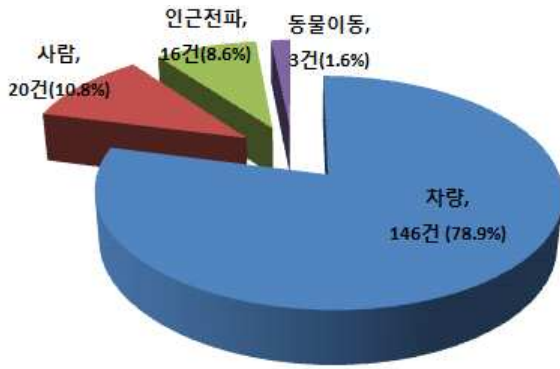
㉡ 지역적으로 충남 홍성 35건, 경기 안성 16건, 이천 14건, 용인 11건, 충북 청주 10건이 발생하였고 4개의 시·공간적 클러스터를 형성하였으며 '충청북도→경기도→충청남도' 로 집중 발생지역이 이동하였음



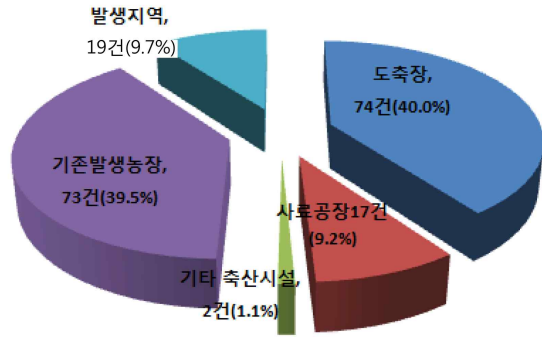
클러스터	지역(반경)	기간	발생건수/기대건수 (p-value)
①	충북 진천·증평, 충남 천안(19.76km)	'14.12.3~'15.1.1	21.0 (p<10 ⁻³)
②	경기 이천·안성·용인(18.82km)	'15.1.8~2.4	18.2 (p<10 ⁻³)
③	경기 화성·평택, 충남 아산·당진·홍성(37.64km)	'15.3.13~4.6	15.4 (p<10 ⁻³)
④	충남 홍성·보령 (1.45km)	'15.2.9~2.15	14.5 (p<10 ⁻³)

< '14.12월~'15.4월 발생 구제역 발생농장의 시·공간 클러스터 >

- ㉠ 농장간 전파경로 : 최초 발생농장은 진천군의 1차 발생 농장이었으며 이어 타 농장으로 차량, 사람 등에 의하여 전파된 것으로 추정됨
 - 185개소로 바이러스가 유입된 경로는 차량(146건, 78.9%)이 가장 많았으며 사람(20건, 10.8%), 인근전파(16건, 8.6%), 동물이동(3건, 1.6%)의 순서인 것으로 추정되었음
 - 차량(146건)의 경우 가축운반 차량(96건, 65.7%)과 사료운반 차량(40건, 27.4%)이었으며, 농장관계자의 차량(가축, 사료운반 포함)도 15건(10.3%) 있었음
 - 사람과 관련된 전파(20건)에는 농장관계자(12건, 60%), 축산관계자의 농장 방문(4건, 20.0%) 및 흔히 농장 외부에서 만나서 정액을 전달받는 경우(4건, 20%) 등이 포함됨
 - 농장에 구제역 바이러스를 유입시킨 경로가 된 차량, 사람 등은 도축장(74건, 40.0%), 사료공장(17건, 9.7%) 등 축산시설에서 93건(50.3%), 그리고 기존 발생농장(73건, 39.5%) 및 발생지역 19건(10.3%) 등에서 92건(49.7%)에서 오염되었음
 - 도축장과 사료공장은 물류이동이 많은 주요 축산시설임에도 불구하고, 가축운반 차량의 76%(73건)가 도축장에서, 사료운반 차량의 35%(14건)가 사료공장에서 바이러스에 노출된 것으로 추정됨
 - 기존 발생농장에서 오염된 것으로 추정된 전파는 출입차량이 51건(69.9%), 사람이 12건(16.4%) 등으로 가축사육농장 방문 후 다른 농장을 방문할 때 방문자의 방역위생의 문제를 드러내었음



< 농장간 전파 경로 >

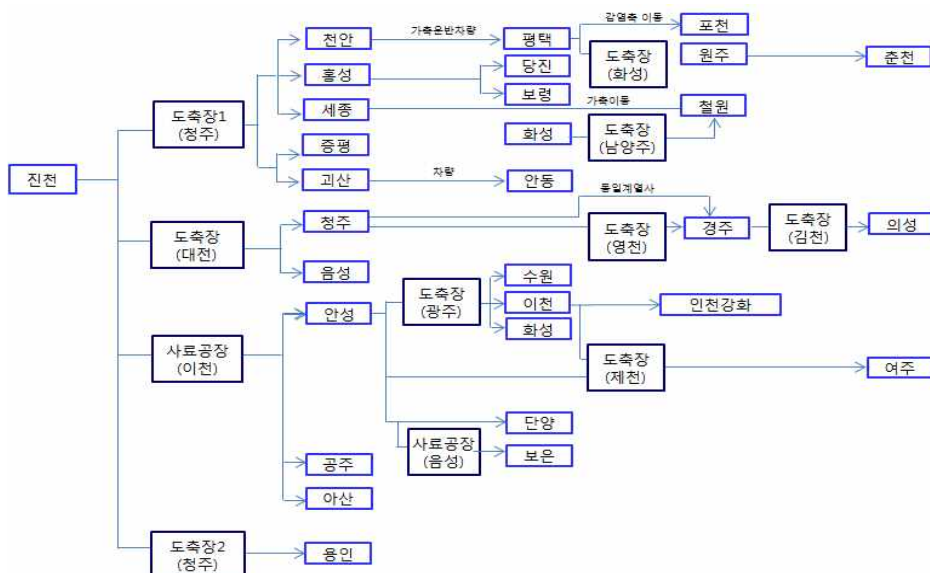


< 감염원 >

㉔ 도축장과 사료공장은 특히 구제역 바이러스가 다른 시·군의 농장으로 전파될 때 중요한 역할을 하였으며, 동물약품, 인공수정(AI)용 정액배송, 분뇨처리 등은 동일 시·군 내의 전파에 관여하였음

- 구제역 발생농장 전파요인 중 다른 시·군으로 확산되는 5가지 경로

- 도축장에서 바이러스에 오염된 차량(운전자)이 다른 농장 방문
- 가축운반 차량(운전자)의 여러 농장을 방문
- 감염된 동물을 다른 지역의 농장으로 분양
- 대규모 계열사의 사료공장에서 여러 시·군의 농장으로 사료(지대·벌크) 배송
- 다른 시·군에 위치하는 2개 이상의 농장을 동일 소유주(개인) 또는 계열사(동일한 담당자)에서 관리

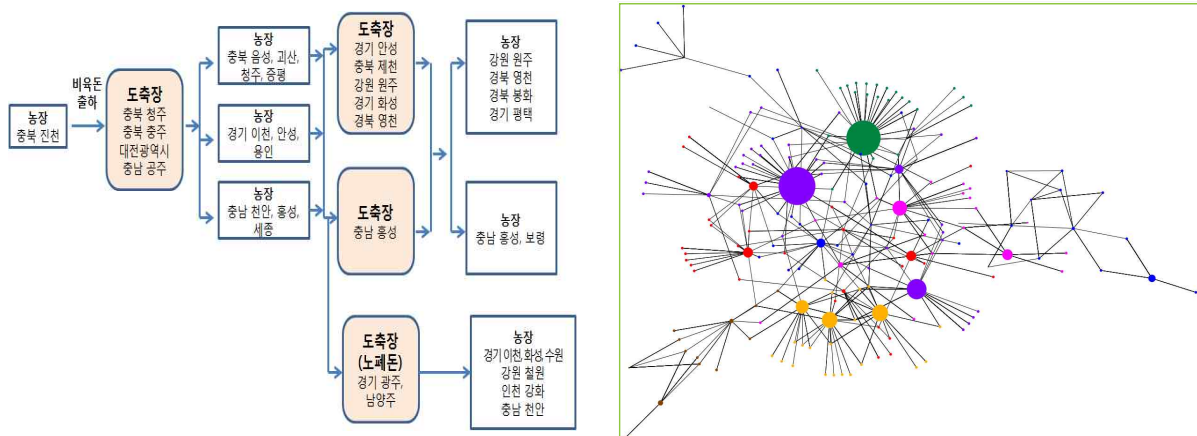


< '14.12월~'15.4월 기간 시·군 단위의 구제역 전파경로 모식도 >

㉓ 전파경로별 사례

- 도축출하와 관련된 바이러스 전파

- 돼지 사육농장의 특성상 도축출하가 빈번하며 잠복 감염된 돼지가 이동하거나 가축 운반 차량의 오염으로 전파됨
- 돼지 발생농장 중 88.3%(159개소)에서 발생 전 30일 이내에 도축·출하한 사실이 있었으나 소는 5개 발생농장 중 단 1개소(20%)에 그쳤음
- 돼지 발생농장 180개소 중 109개소(60.6%)에서 신고 1주일 이내에 도축장으로 출하하였으며, 신고 당일의 도축출하도 21건(11.7%)이 확인되었으며 발생 21일 이내에 있었던 도축출하는 151개 농장에서 총 620건으로 출하기사 201명이 35개 도축장으로 출하한 것이며, 이 중 2개소 이상의 발생농장을 출입한 기사는 84명(41.8%)이었으며, 2개 이상의 도축장을 출입한 기사는 107명(53.2%)이었음
- 발생농장들은 총 20개의 도축장으로 출하하였으며 이 5개가 주요 감염원으로 작용하였으며 특히 2개소는 수퍼전파자(Super-spreader)의 역할을 함



< 도축장을 통한 지역(사·군)간 바이러스 전파 경로 >

< 도축장과 농장간 역학적 관계망 모식도 >

- 감염된 동물의 이동

- 구제역 의심병변을 확인하였음에도 불구하고 신고 시 이동제한에 의한 불이익을 우려하여 자가 치료를 하고 폐사축은 사체소각기로 자체 처리하면서 6일간 4차례에 걸쳐 돼지를 다른 농장으로 분양한 후 임상증상 발현을 신고함

- 가축분뇨 처리

- 주기적으로 여러 농장에서 가축분뇨를 수거하여, 지자체에서 운영하는 공공 가축분뇨처리장 등으로 운반하는 차량에 의한 전파 사례가 확인되었으며, 가축분뇨 처리와 관련된 발생(6건)은 모두 동일 시·군 내에서의 오염원 전파가 특징임

- 사료배송

- 구제역 발생농장 185개소와 관련된 사료 업체는 32개소이며, 58개의 공장 및 하차

장에서 발생농장으로 공급하였고, 관련된 차량(운전자)은 306대이었으며 발생농장 당 평균 2.6대의 차량(기사)이 출입하였음

- * 사료운반 차량 중 90대(29.4%)가 이중 농장 2개소 이상에 배송하였으며, 차량이 발생농장을 방문하고 같은 날 방문한 농장 5개소에서 구제역 발생 확인되었음
- * 2014년 12월 구제역 발생 후 부분 살처분 정책이 적용되면서 사료운반 차량의 농장방문과 관련된 전파 사례는 점차 증가하다가, 2015년 3월 및 4월에 감소함
- 대규모 계열사 소속 사료공장, 소규모 계열사의 하치장 등 동일한 공급처를 통하여 사료가 배송된 다수의 농장에서 구제역이 발생하였음
- 대규모 계열사의 공장에서는 광범위한 지역으로, 생산자 주문상표(OEM)의 제품을 공급받는 지역 양돈조합의 회원 농장으로, 하치장에서 공급받는 지역의 여러 농장으로 오염원이 전파되는 경로가 되었음
- 대규모 계열사 사료공장 1개소가 가장 큰 영향을 미쳤으며, 중소규모 공장 및 하치장이 농장간 역학적 관련성을 형성하였음

- 농장관계자

- 가족들 또는 계열사에서 다수의 농장을 운영하면서, 관리자의 방문, 농장간 가축이동, 가축운반 차량 및 사료차량 등 사람·차량·물품 등을 공유하는 과정에서 전파함
- 구제역 발생농장 185개소 중 50개소(27.0%)의 농장주가 2개소 이상의 농장을 동시에 운영하고 있었으며, 발생농장과 같은 시·군에 36개소(72.0%), 다른 시·군에 19개소(38.0%) 위치하고 있음

- 인근전파

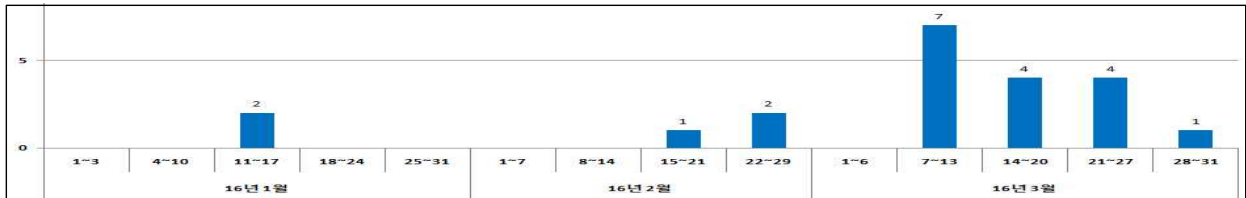
- 시·공간 클러스터가 5개 검출되었음에도 불구하고, 전파경로가 불분명한 소위 인근전파라고 간주되는 농장간 전파는 소수에 그쳤음
- 구제역 발생농장 185개소 중 50개소(27.0%)의 농장주가 2개소 이상의 농장을 동시에 운영하고 최초 발생지역인 충북 진천(5건) 및 집중 발생지역인 충남 홍성(4건)을 제외한 다른 시·군에서는 인근전파가 없거나 1~2건(안성, 청주)에 그침

- 물품반입

- 동물약품이나 인공수정용 정액 등 부피가 작은 물품 배송 시 오염을 피한다는 명목으로 농장 외부에서 농장관계자와 접촉하여 전달하기 때문에 출입자에 관한 GPS 기록이 없어 방역관리의 사각지대가 되고 있음
- * 방역조치를 하지 않은 외부인이 농장관계자에게 전달한 물품이 소독조치 없이 농장으로 반입되기 때문에 오염원의 유입경로로서의 위험이 존재함
- * 구제역 발생 돼지농장 69개소에 25개 AI센터에서 정액을 공급한 사실이 밝혀졌음. 한 지자체의 경우, 관내 AI센터 2개소 중 구제역 발생이 확인된 1개소의 거래농장 2개소와 NSP 항체가 검출된 1개소의 거래농장 8개소에서 구제역 발생이 확인되었음

② '16년도 구제역 수평전파 관련 위험요인 분석

- ㉠ 발생상황 : 지난 '15.4.28일 홍성에서 마지막 발생 이후 258일 만인 '16.1.11일 전북 김제에서 다시 발생하여, 전북 김제/고창, 충남 공주/천안/논산/홍성에서 총 21건이 발생하였음
- ㉡ 시·공간적 발생 분석 : 총 45일간('16.1.11~13, 2.17~3.29) 21건이 발생하였고, 1월 2건, 2월 3건, 3월 16건 발생으로 3월에 가장 발생이 많았으며 지역적으로 충남 논산이 14건, 공주·홍성이 각 2건, 전북 김제·고창, 충남 천안이 각 1건으로 논산이 가장 발생이 많음
- ㉢ 전북 김제와 고창에서 1월 2건 발생 이후 4주간 발생이 없다가 2월 충남 공주, 천안에서 총 3건이 검출되었고 3월 논산에서 3건 발생에 따른 인근 지역 및 충남지역에 대한 예찰에서 13건이 추가 검출됨



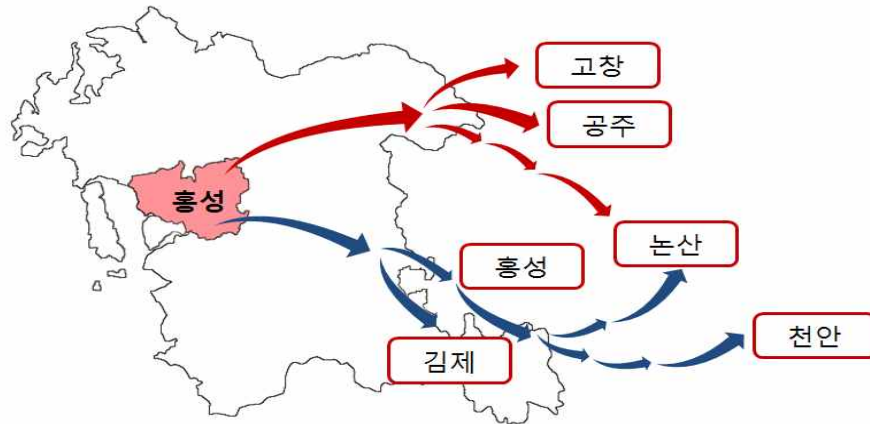
		16년 1월					16년 2월				16년 3월				합계	
		1~3	4~10	11~17	18~24	25~31	1~7	8~14	15~21	22~29	1~6	7~13	14~20	21~27	28~31	
전북	김제			1												1
	고창			1												1
합계				2												2
충남	천안								1							1
	공주							1	1							2
	홍성												1	1		2
	논산											7	4	3		14
합계								1	2			7	4	4	1	19
총합				2				1	2			7	4	4	1	21

㉣ 유전자 분석 결과 : 1차 김제 발생 바이러스 및 '14.12월 1차 진천 발생 바이러스의 상동성은 99.06%로 약 0.94%의 차이가 있어 시간의 경과에 따라 유전자가 지속적으로 변이된 것으로 나타나며 '15.4.28~'16.1.10일 구제역 발생 신고가 없던 기간에도 홍성 등 오염지역을 중심으로 구제역 바이러스가 지속적으로 순환되어 잔존바이러스에 의해 발생한 것으로 판단됨

- 2016년 1차 김제 바이러스와 이후 발생한 20건의 바이러스와 상동성은 99.1~98.1%로 약 0.9~1.9%의 차이가 보였으며 '14/15년 1차 발생농가와 이후 발생된 175개 농가의 바이러스 간의 상동성은 약 100~98.6%로 약 1.4%의 차이를 보임
- 구제역 상동성의 차이로(15년 약 1.4%→ 16년 0.9~1.9%) 이들 바이러스 사이에 발견되지 않은 변형된 바이러스가 다수 존재하며 충남지역은 다양한 바이러스(시간적, 공간적)가 혼재된 것으로 추정됨

차수	신고(접수)일자	시군	김제바이러스와 비교		차수	신고(접수)일자	시군	김제바이러스와 비교	
			상동성(%)	변이수				상동성(%)	변이수
1	1.11	김제	-	-	12	3.11	논산	98.3	11
2	1.13	고창	98.1	12	13	3.14	논산	98.4	10
3	2.17	공주	98.0	13	14	3.14	논산	98.3	11
4	2.17	천안	98.1	12				97.7	15
5	2.24	공주	98.0	13	15	3.17	논산	98.4	10
6	3.7	논산	98.4	10	16	3.19	논산	98.4	10
7	3.10	논산	98.3	11	17	3.21	홍성	99.1	6
8	3.11	논산	98.1	12	18	3.21	논산	98.3	11
9	3.11	논산	98.3	11	19	3.21	논산	98.1	12
10	3.11	논산	98.3	11	20	3.24	논산	98.3	11
11	3.11	논산	98.3	11	21	3.29	홍성	미분리	

< '14.12월~'15.4월 기간 구제역 바이러스 분리주의 유전자 상동성 >



< 유전자 상동성 및 계통학적 분석에 따른 '14/'15년 잔존 바이러스의 발생지역별 유입경로 >

㉞ 발생농장별 역학사항

- 전북 김제 최O규, 전북 고창 정O환 : 홍성 등 기존 발생지역으로부터 축산차량(가축 운반·사료) 등을 통하여 오염원이 유입되었을 가능성이 높음
- 충남 공주 조O석 : 기존 발생지역(홍성, 고창 등)에서 도축장 등을 매개로 교차오염되어 가축운반차량 등을 통한 유입 또는 홍성 등 오염지역의 제3의 농가를 통한 유입 가능성
- 충남 천안 정O균 : 기존 발생 지역(홍성, 보령 등)을 출입한 가축운반차량을 통해 농장 내 바이러스 유입 가능성이 높음
- 충남 공주 임O석 : 기존 공주 발생농장(2.17 조O석) 및 NSP 양성농장(조O동, 2.23)과 동일한 가축운반 차량 및 가축분뇨업체를 공유하면서 유입되었을 가능성이 높음
- 충남 논산 이O진 : 기존 구제역 양성(전북 김제 최O규) 및 NSP 항체 양성농장(홍성

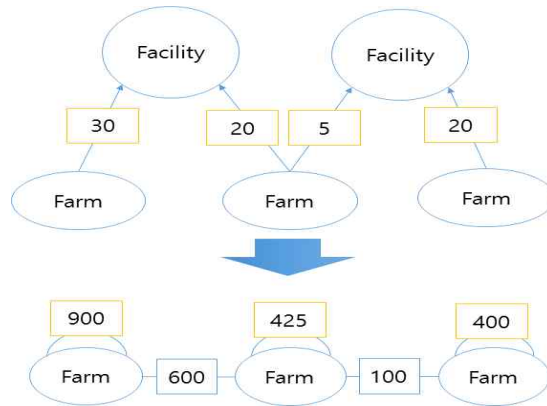
정O윤, 이O영) 또는 확인되지 않은 오염농장 등으로부터 축산차량(가축운반 및 사료 차량)에 의해 유입되었을 가능성이 높음

- 충남 논산 읍3리 밀집단지 : 13호 양돈농장(10,660두) 중 10호에서 구제역 발생하였으며 노O섭, 이O영이 직접 또는 단지 내 차고지를 둔 노폐돈 운반기사가 도축장으로 돼지를 출하하는 과정에서 오염원이 유입되었을 가능성이 높음
 - 김O희 : 확인되지 않은 오염농장(홍성) 또는 오염된 도축장(화O식품, 논산 소재)을 방문한 차량(사람)이 읍3리 밀집지역 출입 과정에서 유입되었거나, 읍3리 내에 차고지가 있는 가축운반기사/차량(김O원)에 의한 유입이 가능성 높음
 - 노O섭 : 유입원인은 확인되지 않은 오염농장 또는 오염된 도축장을 방문한 차량(사람)이 읍3리 밀집지역 출입 과정에서 유입되었을 가능성이 높음
 - 읍3리 단지 내 기타 발생 농가 : 8개 농가는 단지 내 인근전파로 인해 발생되었을 가능성이 높음
- 충남 논산 양O식 : 읍3리 내 구제역 발생농장과 동일한 도축장(논O계O축협도축장, 논산 소재) 및 가축분뇨처리업체를 이용하는 과정에서 차량 또는 사람에 의해 오염원 유입 가능성이 높음
- 충남 논산 박O철 : 축주가 도축장으로 직접 돼지를 선별 출하하는 과정에서 논산지역의 오염원이 농장 내로 유입되었을 가능성이 높음
- 충남 논산 임O목 : 3리 내에 차고지가 있는 가축운반기사/차량(김O원)에 의해 오염된 도축장(논O계O축협도축장, 논산 소재) 또는 읍3리 오염단지 출입 과정에서 유입되었을 가능성이 높음
- 충남 홍성 김O섭 : 홍성지역 내 인근전파 또는 홍성지역 사료판매 및 사양서비스를 제공하는 보O 사료 직원이 농장을 출입하는 과정에서 홍성지역의 바이러스가 유입된 것으로 추정됨
- 충남 홍성 주O택 : 홍성지역 내 인근전파 또는 분뇨차량에 의해 기존 NSP 농장에서부터 바이러스가 유입되었을 가능성이 있음

나. 유통구조의 수치화

(1) 차량 방문 횟수를 집계하고 이를 통하여 연결망을 만드는 로직 완성

(가) 지역별 농장의 시설물의 방문 횟수를 조사한 결과 거리와 상당한 상관관계가 있음을 발견하여 차량방문 횟수로 거리 계산을 대체



<Transformation of directed network to the weighted undirected graph>

- 차량 이동 케이스를 추출하고 분류하여 특정 차량이 여러 농가 방문하여 이동하는 케이스를 분류하였음

FRMHS_NO	REGIST_NO	VISIT_DE	VISIT_VHCL_NO	VISIT_SN	year	month	day	hour	minute	second	date	INDUTY_CL_NM	
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1150	2017	03	26	10	32	43	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1151	2017	03	26	11	18	15	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1151	2017	03	26	11	18	15	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1152	2017	03	26	13	16	15	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1152	2017	03	26	13	16	15	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1153	2017	03	26	18	14	38	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1153	2017	03	26	18	14	38	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1154	2017	03	26	21	02	7	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1154	2017	03	26	21	02	7	2017-03-26	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1155	2017	03	27	11	02	30	2017-03-27	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1155	2017	03	27	11	02	30	2017-03-27	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1156	2017	03	27	17	51	27	2017-03-27	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1156	2017	03	27	17	51	27	2017-03-27	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1157	2017	03	28	12	37	15	2017-03-28	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1157	2017	03	28	12	37	15	2017-03-28	농장
978751	강춘	334	2.017033e-13	8	1158	2017	03	29	14	28	39	2017-03-29	농장

<차량 이동 케이스 추출 및 분류>

- 축평원 월별 출현두수 및 시설물 위치 관련 데이터 DB 적재 : 농가규모를 추정하기 위해 도축/도계업체별 출현두수 및 주소 데이터 구성 후 DB 적재

addr	number	addr	yearm
1 (주)하림부산포스트	113675	부산광역시 해운대구 반여1동	201611
2 원식품	40934	대구시 달서구 장기동	201611
3 (주)카도탈	110820	대구광역시 서구 종리동	201611
4 (주)이가	109035	대구광역시 달서구 칠암동	201611
5 주식회사하림디지털포스터	46490	대구광역시 북구 통호동	201611
6 (주)하림(인천축산물센터)	140500	인천광역시 서구 석남동	201611
7 (주)조광식품	83144	광주광역시 서구 마북동	201611
8 농업회사법인 정우식품(주)	177500	경기도 포천시 신북면 가재리	201611
9 주식회사 대한푸드	80350	경기도 구리시 사노동	201611
10 한국육계유통(주)	278260	경기도 구리시 수택동	201611
11 에비알푸드 주식회사	94916	경기도 화성시 봉담읍 수영리	201611
12 정경식품(주)	129500	경기도 광주시 초월읍 산월리	201611
13 하림FS	109090	경기도 파주시 월롱면 도내리	201611
14 (주)마니커피동두천지점	1073225	경기도 동두천시 하봉양동	201611
15 한강CM(주)	485710	경기도 화성군 태안읍 안녕리	201611
16 (주)현진	63900	강원도 춘천시 동면 만천리	201611
17 주식회사 해마로	39400	강원도 인제군 인제읍 덕산리	201611
18 (주)농협우촌음성육가공공장	370724	충청북도 음성군 금왕면 괴정리	201611
19 (주)캐이써푸드	27890	충청북도 청원군 내수읍 세교리	201611
20 채리부로	1219105	충청북도 진천군 미원면 중산리	201611

<축평원 월별 출현두수 및 시설물 위치 관련 데이터>

- 유통구조 수치화 관련 상세 내용은 하단 마. 권역 모델에 사용되는 계산 공식 및 라. 유통구조 등의 핵심 변수를 파악하여 권역 판단 기준 확립 참조

(나) 실제 사육두수 정보와 비교 검증

- 트럭 종류별 용적량 산출 및 추정 : DB에 등록된 트럭 종류가 3,800여 개로 차량명칭을 기반으로 해당 차량의 적재량(톤) 산출 후 추정 알고리즘을 검토하였음

차량 명칭	number	ton	quan
메가트럭	32579	5	4000
화물	20456	5	4000
중형화물	15151	5	4000
대형화물	15028	7	5600
현대5톤장속카고트럭	12765	5	4000
라이노5톤	9677	5	4000
현대5톤트럭	6156	5	4000
현대5톤트럭-장속	4453	5	4000
대우4.5톤초장속카고트럭	3883	5	4000
에이엔디콘테이너트럭	3757	10	8000
라이노4.5톤	3527	5	4000
현대4.5톤장속카고트럭	3229	5	4000
대형 화물	2678	7	5600
현대4.5톤트럭	2228	5	4000
에이엔디콘테이너트럭	2207	10	8000
화물(현대4.5톤초장속카고트럭)	1992	5	4000
4.5톤트럭	1688	5	4000
현대4.5톤장속카고트럭(터보)	1666	5	4000
대우5톤초장속카고트럭	1549	5	4000
트럭	1381	2	1600
...

<트럭종류별 용적량 산출 및 추정>

- 농장 시설별 사용량 추정 : 농장의 시설별 사용량 추정에 앞서 농장 규모 추정을 위해 도축업체별 출현두수 및 주소 데이터 구성 후 DB 적재 : 농장 규모 정보 산출 후 정확한 경제적 자립도 산출 가능
- 데이터 정제 과정을 통해 도출된 데이터를 기반으로 특정 농장이 특정 도축장에 방문한 빈도를 산출
- DB에 적재된 도축장 주소를 상기 빈도 데이터와 병합
- 병합된 데이터를 기반으로 n(농장)*p(도축장) 행렬 산출 (farm = 농장, slau = 도축장)

	slau ₁	slau ₂	slau ₃	slau ₄	...	...	slau _p	
farm ₁	3	5	0	3	...	...	1	$\sum_{i=1}^p n_{1,i}$
farm ₂	2	0	0	0	...	...	9	$\sum_{i=1}^p n_{2,i}$
farm ₃	0	2	0	3	...	...	0	$\sum_{i=1}^p n_{3,i}$
farm ₄	0	1	12	2	...	...	0	$\sum_{i=1}^p n_{4,i}$
...
...
farm _n	2	1	0	0	...	...	26	$\sum_{i=1}^p n_{n,i}$
	$\sum_{i=1}^n n_{i,1}$	$\sum_{i=1}^n n_{i,2}$	$\sum_{i=1}^n n_{i,3}$	$\sum_{i=1}^n n_{i,4}$	...	...	$\sum_{i=1}^n n_{i,p}$	

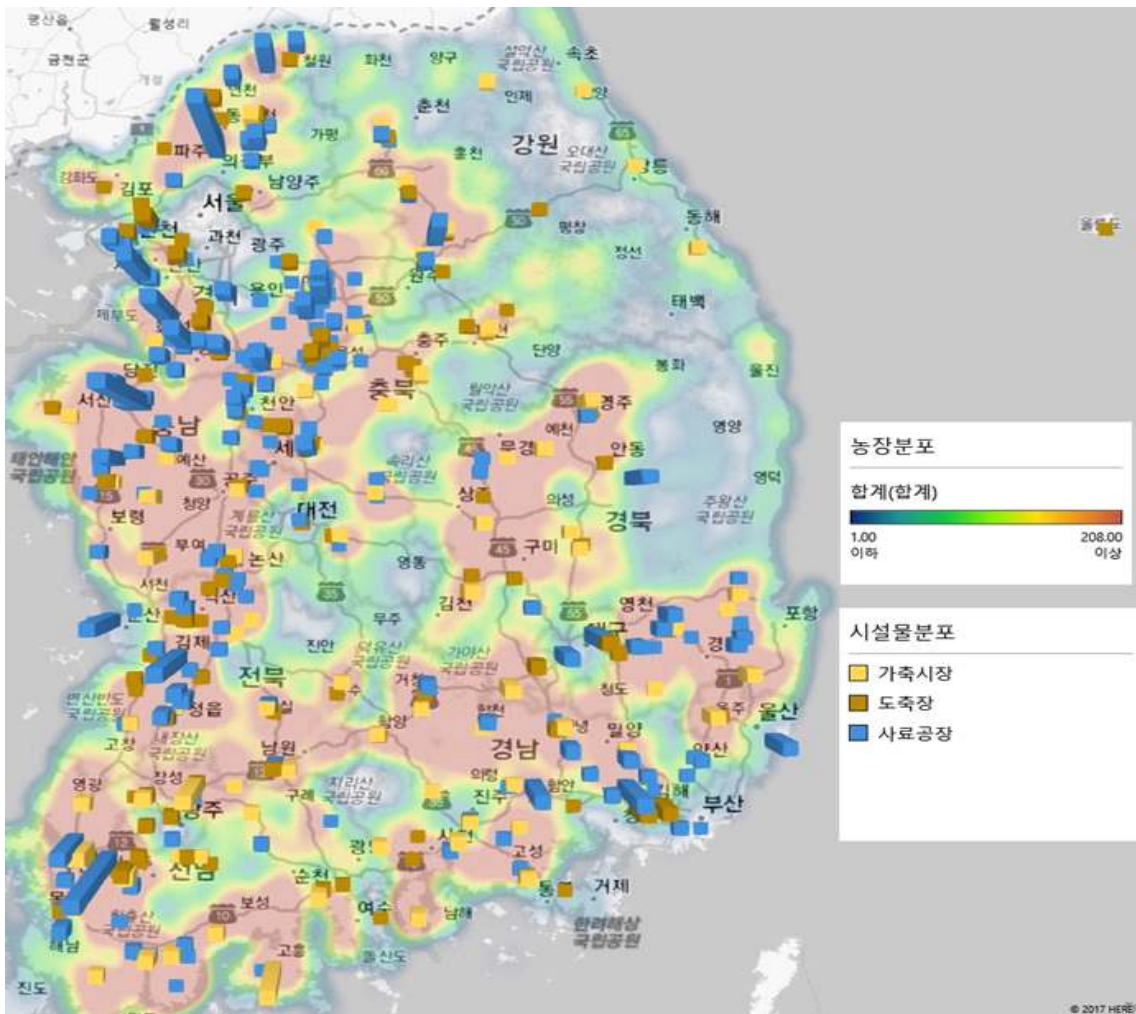
<농장시설별 사용량 추정>

- 사육두수 및 용적량 비교 관련 상세한 부분은 사. 선형계획법 기반의 시군단위 축산 시설 자립도 최적 권역 산출 알고리즘 부분 참조

다. 청정지역(혹은 발병지역)과 유통구조(계열/비계열 농장 분포)와의 관계 분석

(1) 지역별 농장 및 축산시설 분포 데이터 가공

- 유통구조 분석을 위해 시/군 행정구역별로 분포해 있는 농장 및 축산시설의 분포 데이터를 가공하여 분석용 데이터로 활용하였음. 충남, 전북, 경남 지역의 농장 분포가 뚜렷하였고, 도축장 시설은 중부지방, 서남부 지방에는 고른 편이다. 강원도, 경북 북부 및 동부 지역은 농장 분포와 함께 도축장 시설도 부족하였음. 사료공장의 경우 경기 서부와 서부 해안지역 경남 해안지역 중심으로 분포해있는 것을 확인할 수 있음. 이 외에도 종축장, 가축분뇨처리장, AI센터, 집유장 시설도 시/군 행정구역별 분포 데이터를 가공하여 분석에 활용하였음
- 분석에 한계점으로는 계열 및 비계열 조직과 관련한 정보를 제공받을 수 없는 한계로 인해 질병 발생지역과 비발생 지역에 대한 유통구조의 변화와 각 시설 유형별로 질병 발생에 의한 관계를 분석하는 것으로 범위를 한정하였음



<2016년 5월부터 10월동안 차량방문 기록이 있는 축산농장과 관련시설 분포 현황>

(2) 구제역 발생에 의한 유통구조 변화 분석

- 구제역 발생에 의한 유통구조 변화 분석은 2016년 1월~3월에 걸쳐 전북, 충남 지역에서 발생했던 구제역 발생 사례를 토대로 분석을 실시하였음. 분석 방법은 구제역 발생 전 3개월인 2015년 10월~12월, 구제역 발생 진행 중인 2016년 1월~3월, 구제역 종식 후 3개월인 2016년 4월~6월의 3개의 시점에 대하여 발생지역 시/군의 유통구조 변화와 발생지역 광역도의 유통구조 변화를 도축장, 사료공장, 종축장, 가축분뇨처리장 4개의 시설 유형에 대하여 분석하였음
- 구제역 발생 시/군 리스트는 전북 지역은 김제, 고창 두 곳, 충남 지역은 공주, 천안, 논산, 홍성 네 곳. 발생 광역도 리스트는 전라북도, 충청남도 2곳임. 구제역 발생 시 시/군 단위 행정구역의 읍/면 단위의 경우 이동중지 방역 조치가 질병 확산 위험이 완화되는 시점까지 내려지고 심각성 정도에 따라 광역도 단위에 대해서도 24시간의 단기 이동중지 조치가 내려짐. 이동조치 이후에는 광역도 단위의 반출금지 조치가 시행되었고 길게는 1개월 이상의 반출 금지가 이루어지기도 하였음
- 분석을 위해 4개의 시설유형별로 3개월간 구제역이 발생했던 지역과 전체 지역 간의 차량 이동량 데이터를 아래 표와 같이 추출하였음. 이와 같이 도출된 데이터를 이용하여 발생 전 - 발생기간 - 종식 후의 3단계의 시기별로 발생지-외부 간 출입량, 발생지 내부 이동량 통계를 추출하여 분석에 사용하였음

< 농장-도축장간 발생지-전체제역 차량이동량 데이터 >

From 전체	To 발생지	Freq	From 발생지	To 전체	Freq
경기도_가평군	전라북도_김제시	0	전라북도_고창군	경기도_안성시	0
경기도_고양시	전라북도_김제시	0	전라북도_김제시	경기도_안성시	8
경기도_광명시	전라북도_김제시	0	충청남도_공주시	경기도_안성시	38
경기도_광주시	전라북도_김제시	1	충청남도_논산시	경기도_안성시	17
경기도_김포시	전라북도_김제시	4	충청남도_천안시	경기도_안성시	93
경기도_남양주시	전라북도_김제시	0	전라북도_고창군	경기도_안양시	0
경기도_동두천시	전라북도_김제시	0	전라북도_김제시	경기도_안양시	4
경기도_부천시	전라북도_김제시	6	충청남도_공주시	경기도_안양시	0
경기도_수원시	전라북도_김제시	0	충청남도_논산시	경기도_안양시	0
경기도_시흥시	전라북도_김제시	0	충청남도_천안시	경기도_안양시	1
경기도_안산시	전라북도_김제시	0	전라북도_고창군	경기도_양주시	0
경기도_안성시	전라북도_김제시	14	전라북도_김제시	경기도_양주시	0
경기도_안양시	전라북도_김제시	18	충청남도_공주시	경기도_양주시	0
경기도_양주시	전라북도_김제시	0	충청남도_논산시	경기도_양주시	0
경기도_양평군	전라북도_김제시	0	충청남도_천안시	경기도_양주시	0
경기도_여주시	전라북도_김제시	0	전라북도_고창군	경기도_양평군	0
경기도_연천군	전라북도_김제시	5	전라북도_김제시	경기도_양평군	0
경기도_용인시	전라북도_김제시	3	충청남도_공주시	경기도_양평군	1

경기도_이천시	전라북도_김제시	1	충청남도_논산시	경기도_양평군	0
경기도_과주시	전라북도_김제시	0	충청남도_천안시	경기도_양평군	0
경기도_평택시	전라북도_김제시	1	전라북도_고창군	경기도_여주시	0
경기도_포천시	전라북도_김제시	2	전라북도_김제시	경기도_여주시	2
경기도_화성시	전라북도_김제시	2	충청남도_공주시	경기도_여주시	3
경상남도_거제시	전라북도_김제시	0	충청남도_논산시	경기도_여주시	1
...

(가) 도축장 유통 구조 변화

- 구제역 발생 전후의 농장-도축장 간의 이동량을 비교해보면 시/군 단위에서의 이동량은 소폭 변화가 있었으나 유의한 차이를 보이지 않았음. 반면 광역도 단위의 이동량에서는 발생지역인 전라북도, 충청남도 내부(발생지)에서 외부(비발생지)로 이동량과 외부(발생지)에서 내부(비발생지)로의 이동량이 20~30% 가량 감소한 것을 확인할 수 있음. 이는 구제역 발생 시 이동제한이 면 단위에서는 길게 유지되나 시/군 단위와 광역도 단위의 이동제한은 24시간으로 짧은 편이며, 반출금지 조치는 광역도 단위에서 길게 유지된다. 따라서 도축장의 경우 시/군 단위의 이동량은 큰 변화가 없는 대신 광역도 단위의 이동량에서는 유의한 차이를 보인 것으로 해석할 수 있음

발생 전(시/군)			발생 중(시/군)			종식 후(시/군)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	6946	발생지	발생지	6951	발생지	발생지	8039
발생지	비발생지	6317	발생지	비발생지	6281	발생지	비발생지	7177
비발생지	발생지	6415	비발생지	발생지	6247	비발생지	발생지	7278
비발생지	비발생지	191913	비발생지	비발생지	194582	비발생지	비발생지	221697
발생 전(광역도)			발생 중(광역도)			종식 후(광역도)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	36454	발생지	발생지	41336	발생지	발생지	45221
발생지	비발생지	7838	발생지	비발생지	5962	발생지	비발생지	7660
비발생지	발생지	13027	비발생지	발생지	10941	비발생지	발생지	12553
비발생지	비발생지	154272	비발생지	비발생지	155822	비발생지	비발생지	178757

(나) 사료공장 유통 구조 변화

- 구제역 발생 전후의 농장-사료공장 간의 이동량을 비교해보면 시/군 단위에서의 이동량은 소폭 변화가 있었으나 유의한 차이를 보이지 않았음. 반면 광역도 단위의 이동량에서는 발생지역인 전라북도, 충청남도 내부(발생지)에서 외부(비발생지)로의 이동량이 10%가량 감소하였으나 외부(발생지)에서 내부(비발생지)로의 이동량에서는 큰 변화가 없는 것을 확인할 수 있음. 이는 반출금지 조치가 가축에 한하여 적용이

되기 때문에 사료 이동 차량의 경우 거점소독소를 거칠 경우 이동이 비교적 자유롭기 때문으로 볼 수 있음. 한편 발생지에서 비발생지로 이동량이 감소한 것은 질병 발생지역에서 외부로 나가는 것에 대한 위험이 반영된 것으로 추측해볼 수 있음

발생 전(시/군)			발생 중(시/군)			종식 후(시/군)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	16241	발생지	발생지	15842	발생지	발생지	19110
발생지	비발생지	25389	발생지	비발생지	25786	발생지	비발생지	31089
비발생지	발생지	17091	비발생지	발생지	17239	비발생지	발생지	21293
비발생지	비발생지	348950	비발생지	비발생지	355947	비발생지	비발생지	419248
발생 전(광역시도)			발생 중(광역시도)			종식 후(광역시도)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	109055	발생지	발생지	110423	발생지	발생지	133932
발생지	비발생지	25073	발생지	비발생지	23933	발생지	비발생지	27934
비발생지	발생지	21059	비발생지	발생지	21513	비발생지	발생지	23958
비발생지	비발생지	252484	비발생지	비발생지	258945	비발생지	비발생지	304916

(다) 종축장 유통 구조 변화

- 구제역 발생 전후의 농장-종축장 간의 이동량을 비교해보면 시/군 단위에서의 이동량에서는 외부(비발생지)에서 발생지(내부)로의 이동량에서 15% 가량의 유의한 변화가 확인되었음. 그리고 종식 후에 해당 이동량이 예전 수준으로 회복되지 않는 것을 보았을 때, 살처분이나 구제역 바이러스가 남아 있을 가능성으로 인해 새끼 돼지 재입식까지 시간이 걸리는 농장들이 있기 때문으로 추측할 수 있음. 광역도 단위의 이동량에서는 발생지역인 전라북도, 충청남도 내부에서 외부로의 이동량과 외부에서 내부로의 이동량이 각각 5%가량 감소하였고, 종식 이후에도 소폭 감소하는 추세를 보였다. 시/군 단위의 종축장 이동량 감소와 유사한 이유 때문으로 추측됨

발생 전(시/군)			발생 중(시/군)			종식 후(시/군)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	5995	발생지	발생지	5862	발생지	발생지	7517
발생지	비발생지	2480	발생지	비발생지	2465	발생지	비발생지	2398
비발생지	발생지	2879	비발생지	발생지	2446	비발생지	발생지	2544
비발생지	비발생지	87341	비발생지	비발생지	86467	비발생지	비발생지	105659
발생 전(광역시도)			발생 중(광역시도)			종식 후(광역시도)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	29602	발생지	발생지	29668	발생지	발생지	35151
발생지	비발생지	3923	발생지	비발생지	3726	발생지	비발생지	3428

비발생지	발생지	3961	비발생지	발생지	3784	비발생지	발생지	3662
비발생지	비발생지	61209	비발생지	비발생지	60062	비발생지	비발생지	75877

(라) 가축분뇨처리장 유통 구조 변화

- 구제역 발생 전후의 농장-가축분뇨처리장 간의 이동량을 비교해보면 시/군 단위에서의 이동량에서는 내부에서 외부로의 이동량과 외부에서 내부로의 이동량이 각각 15% 가량의 유의한 변화가 확인되었음. 가축분뇨의 경우 구제역 바이러스의 유력한 전파 매개체이기 때문에 해당 기간 동안의 발생 시/군으로의 이동량이 줄어든 것으로 해석할 수 있음. 광역도 단위의 이동량에서는 발생지역인 전라북도, 충청남도 내부에서 외부로의 이동량에서만 10% 가량 감소였다가 종식 후에도 감소세가 유지되는 추세를 보였음. 이는 종식 후에도 일정기간동안 발생지의 분뇨처리차량이 외부로 나가는 것에 대한 위험이 반영된 것으로 추측됨. 반면 이부에서 내부로의 이동량은 변화가 없는 것을 보면 외부 차량의 위험도가 낮기 때문으로 유추할 수 있음

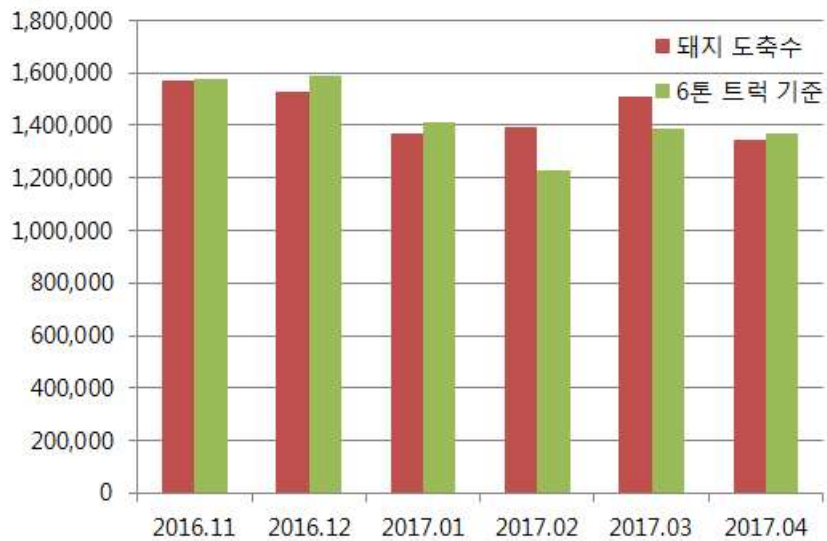
발생 전(시/군)			발생 중(시/군)			종식 후(시/군)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	7097	발생지	발생지	6539	발생지	발생지	10484
발생지	비발생지	1904	발생지	비발생지	1600	발생지	비발생지	2049
비발생지	발생지	1955	비발생지	발생지	1675	비발생지	발생지	2061
비발생지	비발생지	103654	비발생지	비발생지	115073	비발생지	비발생지	134382
발생 전(광역도)			발생 중(광역도)			종식 후(광역도)		
area_from	area_to	move	area_from	area_to	move	area_from	area_to	move
발생지	발생지	46528	발생지	발생지	46874	발생지	발생지	57652
발생지	비발생지	1775	발생지	비발생지	1577	발생지	비발생지	1595
비발생지	발생지	1660	비발생지	발생지	1639	비발생지	발생지	1729
비발생지	비발생지	64647	비발생지	비발생지	74797	비발생지	비발생지	88000

라. 유통구조(축산시설별 원료 공급 필요량, 최대 생산량, 최대 가능 재고량, 일일 소비량) 등의 핵심 변수를 파악하여 권역 판단 기준 확립

(1) 월별 차량 유입량(농장⇒도축장)과 축평원 도축량 비교

(가) 돼지

- 차량 적재량을 고려하여 도축장 차량 방문정보로부터 도축장 유입 두수를 산출하는 것이 가능한데 이때 돼지 출하체중이 120~130kg인 점을 고려하면 1톤 트럭 기준으로 돼지 7~8마리가 적재 가능한 것으로 가정. 축평원 판정량과 비교한 결과 2월을 제외하고 증감 패턴이 유사하며 평균 6톤 트럭으로 계산 시 축평원 판정량과 유사해 짐. 평균 6톤 트럭의 의미는 1톤, 5톤, 10톤 등 다양한 적재량 트럭의 방문 횟수를 산술 평균으로 계산했을 때 평균 6톤이라는 의미임



<월별 돼지 도축수와 차량 방문횟수 추세>

- 월별로 가축이동 차량의 적재율이 상이한 경우가 존재하나 대체로 유사한 추세를 보이는 반면 2016년 11월 ~ 2017년 4월의 축평원 도축 실적 데이터와 KAHIS 차량 이동데이터를 시설 ID로 맵핑하여 상위 50곳의 도축장을 비교한 아래 표를 살펴보면 전반적인 도축량과 차량 방문횟수 간 추세는 유사하나 도축장별로 편차는 큰 것을 확인할 수 있음. 즉 6개월로 6개의 요약통계만을 산출한 것이 70여 개의 도축장별 통계를 산출한 것보다는 편차의 폭을 줄일 수 있음

<도축장별 돼지 도축실적과 차량 방문횟수>

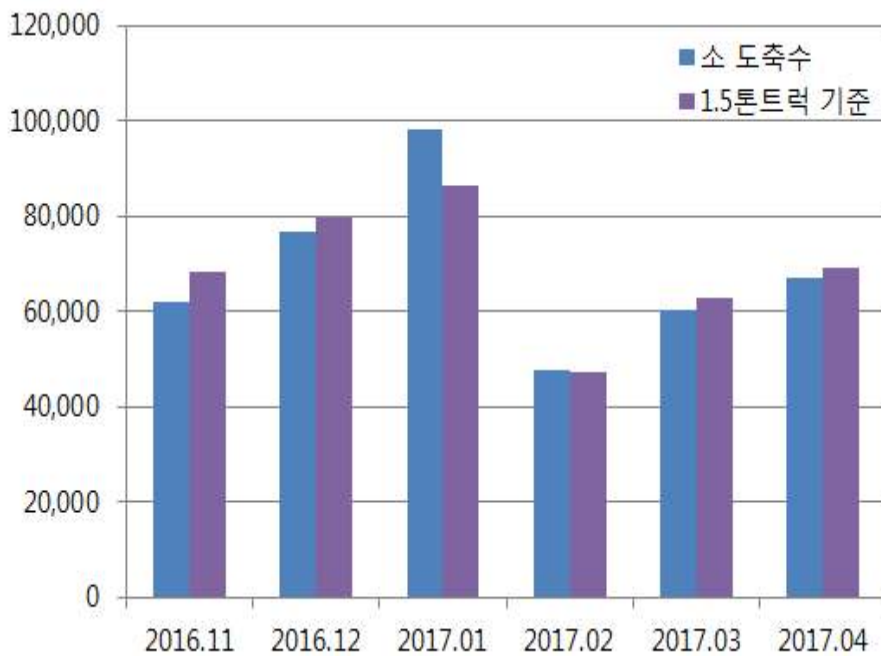
시설ID	도축장명	지역	도축실적	차량 방문수
996047	제주축협축산물공판장	제주특별자치도_제주시	441,061	5,945
996043	도드람엘피씨공사	경기도_안성시	338,361	3,583

996039	(주)팜스토리한냉	충청북도_청주시	330,759	1,700
996060	논산계룡축협식육유통센터	충청남도_논산시	295,010	3,635
1012875	(주)영남엘피씨	경상남도_창녕군	262,444	3,323
1010036	김해양돈농협김해축산물공판장	경상남도_김해시	249,422	4,683
986672	(주)농협목우촌	전라북도_김제시	228,431	2,224
996069	(주)홍주미트	충청남도_홍성군	226,339	2,879
996040	(주)팜스코	충청북도_음성군	204,956	1,777
996007	주)축림(익산)	전라북도_익산시	202,257	2,062
1012839	주식회사경기엘피씨	경기도_연천군	201,333	2,706
996072	주식회사우경축산(지점)	경기도_화성시	201,329	2,289
996051	사조산업(주)	충청남도_천안시	200,451	1,929
986680	김해양돈농협부경축산물공판장	경상남도_김해시	198,575	3,511
1012801	우리손에프앤지_강원엘피씨	강원도_원주시	197,419	2,315
996046	삼성식품(주)	인천광역시_서구	190,047	1,665
996042	(주)박달재엘피씨(LPC)	충청북도_제천시	182,460	2,201
1012459	롯데푸드(주)	경상북도_김천시	180,201	1,430
996006	우진산업	경기도_광주시	178,543	3,333
1012460	농업회사법인(주)민속엘피씨	경상북도_군위군	153,531	1,839
1013178	(주)중앙축산	전라남도_나주시	153,266	30
1009864	동아식품(주)	충청북도_청주시	150,803	1,639
1012815	(주)참푸른글로벌(구,서림글로벌)	전라남도_담양군	149,035	1,289
986687	주식회사장원식품	대전광역시_대덕구	148,570	1,358
1009734	주)삼정산업(정읍)	전라북도_정읍시	144,909	1,403
996059	(주)협신식품	경기도_안양시	140,799	1,882
986688	(주)엘로우덕의당공장	충청남도_공주시	137,035	1,322
1012450	농협고령축산물공판장	경상북도_고령군	133,778	2,036
996022	주)복수(장수)	전라북도_장수군	118,439	1,171
996019	(주)평농	경기도_평택시	118,012	1,429
1012805	금호실업(군산)	전라북도_군산시	115,999	1,006
986682	한우영농조합법인맥우	충청북도_옥천군	109,814	903
1012455	(주)삼세	경상북도_영천시	103,633	1,926
1012871	(주)제일리버스	경상남도_고성군	99,977	1,047
1012827	농협음성축산물공판장	충청북도_음성군	98,755	1,159
1013177	우성식품(주)	전라남도_함평군	98,422	1,191
996055	신흥산업(주)	대구광역시_북구	97,529	2,527
997342	(주)진주SK산업	경상남도_진주시	90,970	1,596
630319	유)부광산업(김제)	전라북도_김제시	90,817	847
996064	삼호축산(주)	광주광역시_북구	90,539	807
1012457	구미칠곡축협(축산물유통센터)	경상북도_구미시	88,287	1,209
996065	(주)우석식품	경기도_김포시	86,502	899
1012855	유)남원제일푸드(남원)	전라북도_남원시	78,885	1,326
996053	농협부천축산물공판장	경기도_부천시	77,161	1,005
1013092	대성실업(주)	충청북도_충주시	76,532	2,017
80003405	중앙산업	충청남도_예산군	75,464	1,940

1012432	농협나주축산물공판장	전라남도_나주시	74,115	1,046
1012489	(주)소백산한우	경상북도_영주시	68,162	777
80004474	농업회사법인정우식품주식회사	경기도_포천시	67,078	-
1013172	새순천축산	전라남도_순천시	65,184	867

(나) 소

- 소의 경우 월별 차량 유입량과 축평원 도축량을 비교해보면 일반적으로 출하되는 소 1마리가 600kg일 때 1톤 트럭에 2마리까지 실을 수 없는 것을 고려했을 때 한번 이동할 때 평균적으로 1.5톤의 소를 적재하는 것으로 나타났으며 월별로 차량 유입량과 도축량이 차이가 있는 것은 전반적인 추세는 돼지보다 더 적은 것을 확인할 수 있음. 돼지의 경우 사육 규모의 범위도 넓고 가축이동 차량의 적재량 범위가 다양한데 반해, 소의 경우 사육규모가 크지 않고 1~2두 규모의 출하가 대다수를 차지하기 때문에 차량이동 횟수와 도축량 간 관계가 뚜렷한 것으로 해석할 수 있음.



<월별 소 도축수와 차량 방문횟수 추세>

- 2016년 11월 ~ 2017년 4월의 축평원 도축 실적 데이터와 KAHIS 차량 이동데이터를 시설 ID로 맵핑하여 상위 50곳의 도축장을 비교한 아래 표를 살펴보면 전반적인 도축량과 차량 방문횟수 간 추세는 유사하나 도축장별로 편차는 큰 것을 확인할 수 있음. 도축장별로 소규모 농가가 많이 이용하는 도축장과 대규모 농가가 많이 이용하는 농가가 구분되기 때문에 이와 같은 편차가 발생한 것으로 유추해볼 수 있음

<도축장별 소 도축실적과 차량 방문횟수>

시설ID	시설명	지역	도축실적	차량 방문수
1012827	농협음성축산물공판장	충청북도_음성군	61,516	5,701
996053	농협부천축산물공판장	경기도_부천시	37,599	4,183
996043	도드람엘피씨공사	경기도_안성시	35,214	5,681
986680	김해양돈농협부경축산물공판장	경상남도_김해시	29,717	6,133
996059	(주)협신식품	경기도_안양시	27,715	3,224
1010036	김해양돈농협김해축산물공판장	경상남도_김해시	27,234	3,748
1012450	농협고령축산물공판장	경상북도_고령군	22,680	3,692
1012432	농협나주축산물공판장	전라남도_나주시	16,719	3,769
996039	(주)팜스토리한냉	충청북도_청주시	8,405	722
1012454	경신산업(주)	경상북도_경산시	7,249	1,863
1012460	농업회사법인(주)민속엘피씨	경상북도_군위군	6,425	1,021
996030	(주)형성케이씨	강원도_횡성군	6,158	2,056
996007	주)축탐(익산)	전라북도_익산시	5,914	1,336
996046	삼성식품(주)	인천광역시_서구	5,680	1,255
996069	(주)홍주미트	충청남도_홍성군	5,620	2,661
1012455	(주)삼세	경상북도_영천시	5,130	786
1012875	(주)영남엘피씨	경상남도_창녕군	4,953	1,347
1012801	우리손에프앤지_강원엘피씨	강원도_원주시	4,943	1,176
1012489	(주)소백산한우	경상북도_영주시	4,913	1,114
986682	한우영농조합법인맥우	충청북도_옥천군	4,363	959
996019	(주)평농	경기도_평택시	4,318	1,520
986687	주식회사장원식품	대전광역시_대덕구	4,130	1,015
996055	신흥산업(주)	대구광역시_북구	4,084	1,074
996064	삼호축산(주)	광주광역시_북구	4,053	1,756
80003405	중앙산업	충청남도_예산군	3,846	2,061
996063	(주)한축산업	울산광역시_울주군	3,460	1,128
1012449	(주)새한축산	경상북도_안동시	3,054	1,185
80004470	삼와산업(주)	울산광역시_남구	2,939	126
986685	화정식품	충청남도_논산시	2,906	866
630319	유)부광산업(김제)	전라북도_김제시	2,896	966
997338	삼국산업	광주광역시_광산구	2,879	1,215
996047	제주축협축산물공판장	제주특별자치도_제주시	2,874	1,291
996042	(주)박달재엘피씨(LPC)	충청북도_제천시	2,860	641
80004491	(주)오성식품	전라남도_목포시	2,811	1,034
1009864	동아식품(주)	충청북도_청주시	2,632	904
996021	사단법인평창기업	강원도_평창군	2,620	533
1013172	새순천축산	전라남도_순천시	2,511	1,452
986683	(주)광축	충청남도_서산시	1,955	981
1012847	(주)부농산업	충청북도_제천시	1,928	437
996020	(주)만나	전라남도_화순군	1,782	791
996072	주식회사우경축산(지점)	경기도_화성시	1,740	2,448

996018	대원축산(주)	전라남도_장성군	1,719	561
996006	우진산업	경기도_광주시	1,667	868
1013164	(주)대호축산	전라남도_광양시	1,667	903
1013178	(주)중앙축산	전라남도_나주시	1,622	485
1012871	(주)제일리버스	경상남도_고성군	1,475	496
986688	(주)엘로우덕의당공장	충청남도_공주시	1,469	574
80004486	주)산수들(신태인)	전라북도_정읍시	1,279	607
986686	은빛팜랜드	충청북도_음성군	1,258	372
1012457	구미칠곡축협(축산물유통센터)	경상북도_구미시	1,213	620

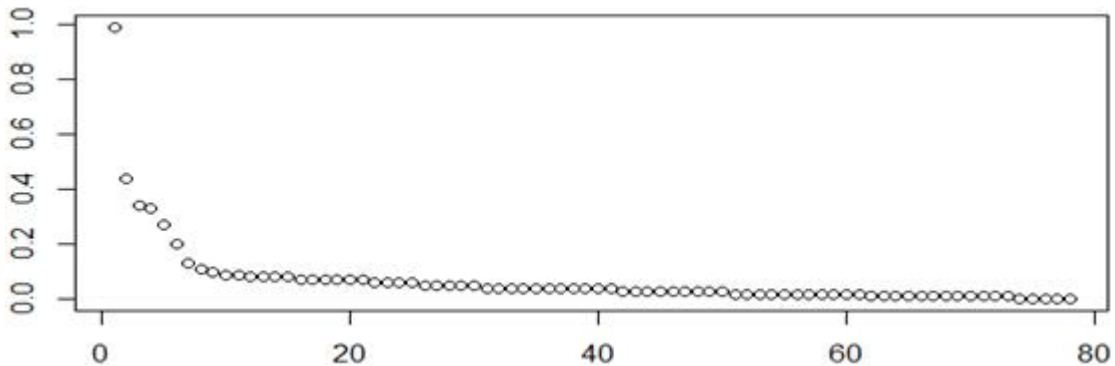
(2) 도축장 방문차량 특징 분석 - 경유 농장 수, 단독출하 농장 비율

(가) 돼지

- DB에 저장된 양돈 농장 6,709 개소 중 양돈농장을 경유한 가축이동 차량의 도축장 방문(270만 건) 패턴을 분석한 결과 60.8%의 농장에서 농장 1곳에서 바로 도축장 방문, 23.5%는 농장 2곳 거친 후 도축장 방문, 15.7%는 3곳 이상 거친 후 도축장 방문하는 것으로 나타남. 다수 농장을 방문하는 차량의 경우 질병 전파확률이 높으므로 모니터링이 더 잘 되어야 한다는 정보를 얻을 수 있으며, 농장별 질병 전파 위험도 평가가 필요한 경우에는 여러 농장을 방문하는 차량 패턴을 보인 농장들의 위험도를 높게 평가할 수 있음

<돼지 농장 방문 차량의 경유농장 수와 비중>

방문농장수	방문빈도	방문비중	방문농장수	방문빈도	방문비중
1	110,716	60.8%	6	2,612	1.4%
2	42,775	23.5%	7	1,796	1.0%
3	10,653	5.9%	8	1,376	0.8%
4	6,322	3.5%	9	1,000	0.5%
5	4,020	2.2%	10	799	0.4%



<도축장 단독이용 돼지농장 비중의 상위 도축장 순 비중도>

- 하나의 농장이 여러 곳의 도축장을 이용하는 정도에서 78개소 도축장 중 제주축협공

관장의 경우 99% 농장이 하나의 도축장만 이용하는 단독 이용 농장으로 나타났고 나머지 대부분의 도축장은 단독 이용 농장 비율이 10% 미만으로 나타나 계열 출하가 미흡하고 구제역 발생 시 다수 도축장 방문에 의한 질병 확산의 위험이 높은 패턴들이 존재하는 것을 확인할 수 있음

<도축장 이용농장수, 단독이용 농장수 단독이용 돼지농장 비중>

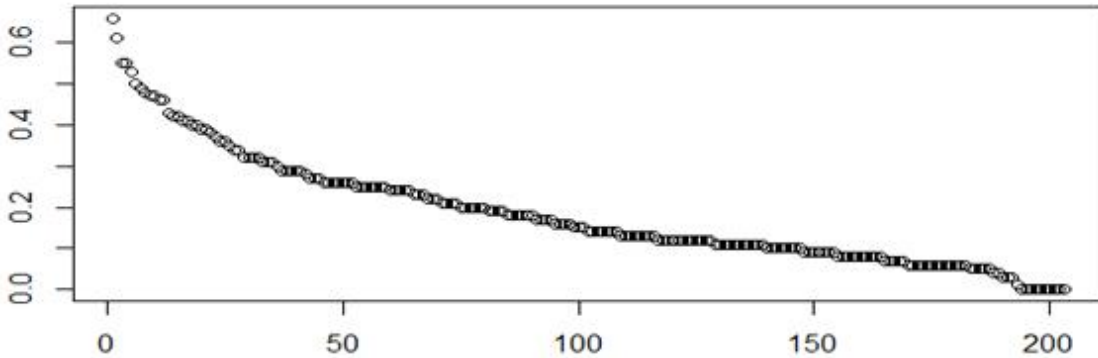
시설코드	이용농장수	단독이용 농장수	단독이용 농장비율
996047	261	259	0.99
1010036	514	54	0.11
1012432	273	27	0.1
986680	581	55	0.09
996053	372	35	0.09
1012450	361	30	0.08
996069	613	42	0.07
996018	197	13	0.07
1013172	167	12	0.07
996055	625	37	0.06
80004486	457	26	0.06
1012855	322	20	0.06
1012449	101	6	0.06
996043	528	24	0.05
996070	310	15	0.05
1012455	265	12	0.05
80004491	204	11	0.05
1012871	151	8	0.05
996009	570	22	0.04
80003405	556	20	0.04
1012827	536	20	0.04
986672	463	18	0.04
986683	309	12	0.04
986685	307	12	0.04
1012801	304	13	0.04
...

(나) 소

- DB에 저장된 한우, 육우농장 102,588개소 중 소농장을 경유한 가축이동 차량의 도축장 방문(691만 건) 패턴을 분석한 결과 33.2%의 농장에서 농장 1곳에서 바로 도축장 방문, 25.5%는 농장 2곳 거친 후 도축장 방문, 61.2%는 3곳 이상 거친 후 도축장 방문하는 것으로 나타남. 소의 경우 돼지보다 다수 농장을 방문하는 차량 비율이 높기 때문에 질병 발생 시 도축장 이동 차량에 의한 전파확률이 상대적으로 높을 수 있으므로 모니터링에 각별한 주의가 필요함

<소농장 방문 차량의 경유농장 수와 비중>

방문농장수	방문빈도	방문비중	방문농수	방문빈도	방문비중
1	91,731	33.2%	6	11,882	4.3%
2	70,507	25.5%	7	8,915	3.2%
3	35,202	12.8%	8	7,379	2.7%
4	23,814	8.6%	9	5,931	2.1%
5	15,722	5.7%	10	5,008	1.8%



<도축장 단독이용 소농장 비중의 상위 도축장 순 비중도>

- 하나의 농장이 여러 곳의 도축장을 이용하는 정도에서 89개소 도축장 중 김해축산물 공판장의 경우 91% 농장이 하나의 도축장만 이용하는 단독 이용 농장으로 나타났고 나머지 도축장에서도 단독 이용 농장 비율이 50% 전후로 나타나 돼지보다 단독 이용 농장 비율이 높은 것으로 나타남. 이는 한우/육우의 경우 소규모 농장 중심이라 출하처가 다양하지 않을 수 있고, 축협 중심의 계열출하 성향이 크기 때문으로 판단됨. 또한, 6개월간의 통계량이기 때문에 출하처 변화가 포착되기 어려운 점도 한계로 볼 수 있음

<도축장 이용농장수, 단독이용 농장수 단독이용 소농장 비중>

시설코드	이용농장수	단독이용 농장수	단독이용 농장비율
996047	340	308	0.91
996038	56	38	0.68
996030	1,204	735	0.61
1010079	249	150	0.6
1012884	420	247	0.59
1012432	2,683	1,475	0.55
1012848	40	22	0.55
1013159	30	16	0.53
80001662	167	88	0.53
986683	868	450	0.52
1012489	985	504	0.51
80003373	71	36	0.51

80004494	50	25	0.5
1012449	976	466	0.48
1012964	46	22	0.48
996069	2,020	953	0.47
996021	514	234	0.46
1012855	580	266	0.46
986688	500	227	0.45
986680	5,113	2,231	0.44
996063	696	303	0.44
1013172	523	231	0.44
80004491	354	157	0.44
996024	415	165	0.4
...

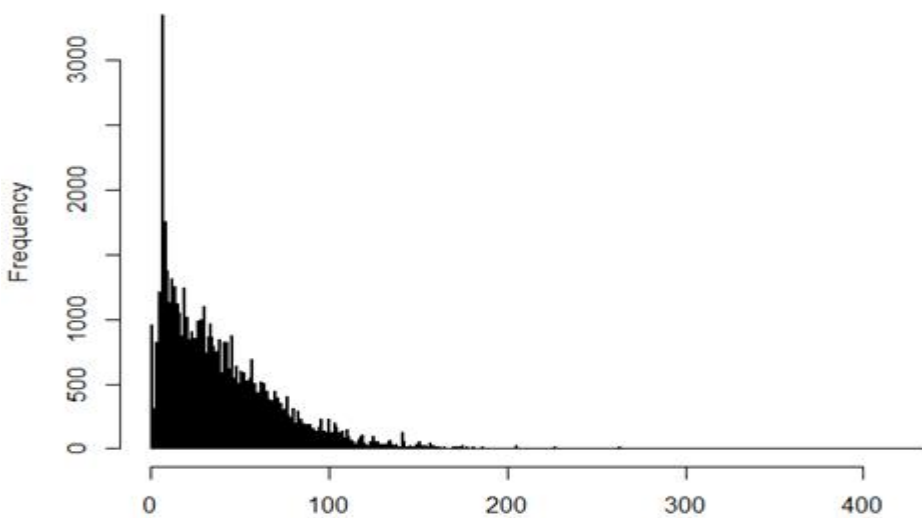
(3) 도축장 방문차량 특징 분석 - 차량 이동 거리

(가) 돼지

- KAHIS 데이터에 GIS 정보를 올리면 농장에서 도축장으로 이동하는 차량의 직선거리 계산이 가능 양돈농장의 경우 도축장까지 평균 이동거리는 39.4km였으며 70%가량은 이동 거리가 50km를 넘지 않은 반면 50~100km 이동하는 경우도 25.2%나 있는 것으로 나타남

<돼지농장-도축장 간 이동거리 범위별 비중>

이동거리	10km 이하	10~50km	50~100km	100km 이상
비중	16.5%	53.2%	25.2%	5.1%



<돼지농장-도축장 간 이동거리 히스토그램>

- 이동거리 최상위 케이스 30위까지를 살펴보면 제주에서 육지로 나오는 케이스와 몇

몇 특이케이스를 제외하면 전남 고흥에서 충북 음성으로의 263km 거리의 이동 케이스가 10건으로 빈번하였음. 일반적으로 광역도 단위 내에서의 방역 조치가 이루어지는 점을 고려한다면 이동거리가 긴 농장에 대한 모니터링을 통해 효과적인 질병 방역에 대비할 필요가 있음

<돼지농장-도축장 간 이동거리 상위 30건 케이스>

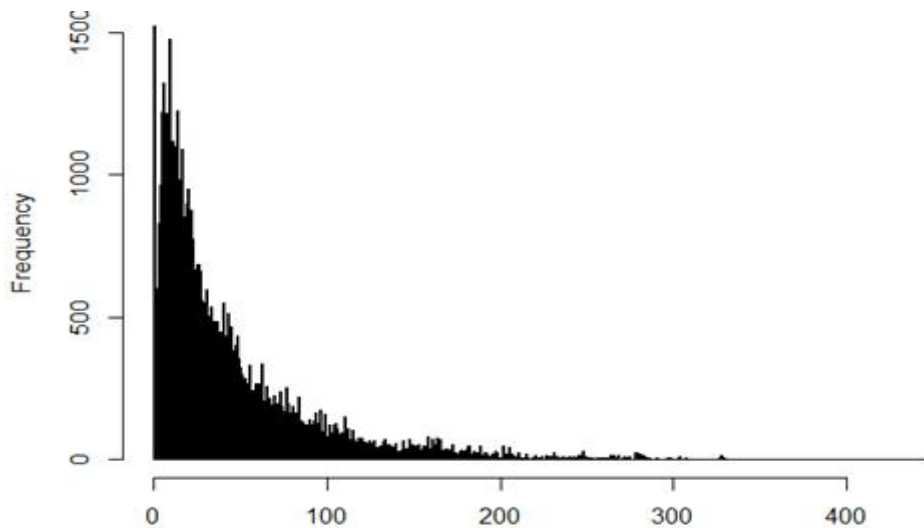
출발지 주소	도착지 주소	출발시설	도착시설	거리(km)
제주특별자치도 제주시 노형동	경기도 안양시 만안구 박달동	농장	도축장	435.8
경기도 포천시 영증면 거사리	전라남도 나주시 운곡동	농장	도축장	333.1
강원도 철원군 갈말읍 신철원리	경상남도 진주시 상대동	농장	도축장	331.1
인천광역시 강화군 불은면 삼동암리	전라남도 목포시 대양동	농장	도축장	314.3
전라남도 함평군 학교면 죽정리	강원도 횡성군 횡성읍 조곡리	농장	도축장	300.5
전라남도 순천시 대룡동	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	295.1
경기도 포천시 일동면 수입리	경상남도 창원군 대지면 효정리	농장	도축장	288.4
경기도 연천군 연천읍 와초리	전라북도 정읍시 하북동	농장	도축장	282.1
전라남도 영암군 도포면 영호리	경기도 안양시 만안구 박달동	농장	도축장	279.3
경기도 양주시 남면 상수리	전라북도 남원시 대산면 대곡리	농장	도축장	272.2
경기도 용인시 처인구 원삼면 독성리	전라남도 목포시 대양동	농장	도축장	268.0
경상북도 영주시 장수면 갈산리	전라남도 함평군 학교면 사거리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
전라남도 고흥군 고흥읍 행정리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	263.2
경상남도 김해시 한림면 안곡리	경기도 화성시 정남면 귀래리	농장	도축장	260.8
경기도 이천시 마장면 관리	전라남도 함평군 학교면 사거리	농장	도축장	257.7
강원도 강릉시 주문진읍 교항리	충청남도 서산시 팔봉면 어송리	농장	도축장	247.9
강원도 강릉시 주문진읍 교항리	충청남도 서산시 팔봉면 어송리	농장	도축장	247.9
경기도 용인시 처인구 백암면 석천리	경상남도 김해시 어방동	농장	도축장	247.0
경기도 용인시 처인구 백암면 장평리	경상남도 김해시 어방동	농장	도축장	246.7
전라북도 순창군 풍산면 한내리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	242.9
전라북도 순창군 인계면 심초리	경기도 김포시 풍무동	농장	도축장	240.4

(나) 소

- 소농장에서 도축장으로 이동한 차량의 평균 이동거리는 43.7km이며 돼지 농장과 유사하게 70% 경우에는 이동거리가 50km를 넘지 않은 것으로 나타남. 반면 100km 이상 이동하는 케이스들이 10.6%로 돼지 농장 대비 두 배 더 많은 것으로 분석됨. 소의 경우 이동거리가 긴 농장이 많으므로 현황 파악과 향후 효과적인 방역 조치를 위해 모니터링이 필요할 것으로 예상함

<소농장-도축장 간 이동거리 범위별 비중>

이동거리	10km 이하	10~50km	50~100km	100km 이상
비중	19.5%	51.5%	18.4%	10.6%



<소농장-도축장 간 이동거리 히스토그램>

- 이동거리 최상위 케이스 30위까지를 살펴보면 제주에서 육지로 나오는 케이스와 몇몇 특이케이스를 제외하면 전남 완도, 해남, 고흥, 강진 지역에서 경기 부천으로의 334km 거리의 이동 케이스가 빈번한 것이 특징임. 일반적으로 광역도 단위 내에서의 방역 조치가 이루어지는 점을 고려한다면 이동거리가 긴 농장에 대한 모니터링을 통해 효과적인 질병 방역에 대비할 필요가 있으며, 이동거리가 긴 케이스들이 주기적으로 발생하는 것인지 일시적인 것인지에 대한 분석을 선행한 후 주기적으로 발생하는 농장들에 대해서 모니터링 리스트에 포함하는 것이 적절함

<소농장-도축장 간 이동거리 상위 30건 케이스>

출발지 주소	도착지 주소	출발시설	도착시설	거리(km)
제주특별자치도 제주시 한림읍 금악리	경기도 안양시 만안구 박달동	농장	도축장	447.8
제주특별자치도 제주시 노형동	경기도 안양시 만안구 박달동	농장	도축장	435.8
경기도 화성시 남양읍 신남리	제주특별자치도 제주시 애월읍 어음리	농장	도축장	421.6
제주특별자치도 제주시 조천읍 신촌리	충청북도 체천시 봉양읍 연박리	농장	도축장	417.7

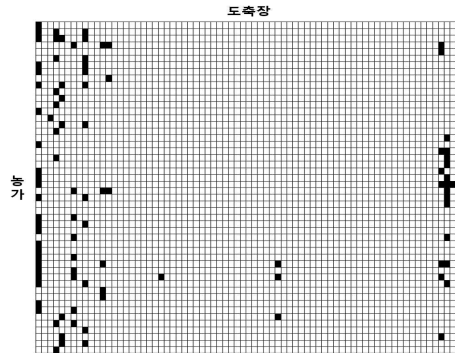
제주특별자치도 제주시 한림읍 금악리	충청북도 음성군 삼성면 상곡리	농장	도축장	414.8
전라남도 완도군 완도읍 중도리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	354.1
경기도 파주시 법원읍 동문리	전라남도 여수시 오천동	농장	도축장	346.6
전라남도 완도군 군외면 신학리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	346.5
전라남도 완도군 고금면 회룡리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	345.1
전라남도 완도군 고금면 도남리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	344.7
전라남도 완도군 고금면 농상리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	344.1
전라남도 해남군 현산면 월송리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	343.3
전라남도 해남군 현산면 월송리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	343.3
전라남도 완도군 고금면	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	343.3
전라남도 해남군 현산면 황산리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	339.2
전라남도 해남군 현산면 황산리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	339.2
전라남도 진도군 고군면 향동리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	339.0
전라남도 해남군 화산면 석호리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	338.4
전라남도 해남군 화산면 석호리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	338.4
전라남도 고흥군 도화면 사덕리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	337.4
전라남도 강진군 마량면 마량리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	337.0
전라남도 해남군 북일면 흥촌리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	336.4
인천광역시 강화군 불은면 삼동암리	전라남도 강진군 강진읍 송전리	농장	도축장	336.2
경기도 포천시 소흘읍 송우리	전라남도 목포시 대양동	농장	도축장	336.0
전라남도 강진군 마량면 영동리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	334.3
전라남도 강진군 마량면 영동리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	334.3
전라남도 강진군 마량면 영동리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	334.3
전라남도 해남군 북일면 운전리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	333.9
전라남도 강진군 대구면 계율리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	332.0
전라남도 장흥군 대덕읍 연정리	경기도 부천시 오정구 삼정동	농장	도축장	331.3
...

(4) 농장-도축장 간 집중도 분석

(가) 분석 방법

- 농장-도축장 간 집중도 분석은 ‘Rasch model’ 과 ‘LCA(Latent Class Analysis)’ 두 가지 방법론이 적용되었음. 상기 두 가지 모델 적용을 위해서는 바이너리 매트릭스 생성이 선행되어야 함. 생성된 바이너리 매트릭스에서 행(row)은 양돈 농장을 의미하고, 열(column)은 농장이 방문한 도축장을 의미한다. 즉, 농장이 해당 도축장에 방문(차량이 이동한 데이터기록을 기반으로)했으면 1, 그렇지 않으면 0으로 처리됨. 만약 특정 농장이 특정 도축장에 1회 방문한 경우는 방문하지 않은 것으로 간주하였음. 따라서 특정 도축장에 2회 이상 방문한 농장만 1로 처리하였음. 이런 방식으로 데이터를 처리한 결과, 5,472의 행(농장)과 73개의 열(도축장)로 구성된 바이너리 매트릭스가 생성. <그림: 농장 및 도축장 간 네트워크 예시>는 농장과 도축장 간 관계

를 대략적으로 파악할 수 있는 바이너리 매트릭스를 ‘matrix plot’ 기술로 표현한 그래프임. 공간의 제약으로 5,272개 농장을 모두 표현하지 않고, 일부 50개 농장과 73개 도축장 간 관계를 표현



<농장 및 도축장 간 네트워크 예시>

- 바이너리 매트릭스를 기반으로 ‘Rasch model’ 과 ‘LCA’ 를 통해 농장을 클러스터링한 후, 클러스터링 된 농장의 프로파일링을 위해서는 개별 농장의 특성을 담은 속성이 추가로 필요. 예를 들어, 농장 주소, 농장 규모, 도축장 방문 빈도, 사료 공장 방문 빈도 등을 들 수 있음. 이러한 변수가 적용되어야 심층적인 분석이 가능해 짐. 아래 표는 바이너리 매트릭스에 포함된 도축장 변수 및 개별 농장에 대한 특성을 담은 속성을 나타내고 있음. 여기서 ‘f_size’ 는 개별 농장의 추정된 사육 두수임

<농장 관련 속성>

Variables	Details	Type
FRAMSH_NO	농장 번호	integer
V1 ~ V73	도축장 1 ~ 73 방문 여부	binary
f_size	표준화된 농장 사육 규모(0 ~ 1)	integer
addr1	농장 주소(도)	character
addr2	농장 주소(시/군)	character
soil	비료 공장 방문 빈도(총계)	integer
slau	도축장 방문 빈도(총계)	integer
feed	사육장 방문 빈도(총계)	integer
breed	종축장 방문 빈도(총계)	integer
기타 사육 품목 변수	현재 사육하고 있는 품목	binary

- ‘Rasch model’ 에서 산출된 파라미터는 ‘logit scale’ 처리가 된 수치. 해석의 편의성을 위해 추정된 파라미터에 지수(exponential)를 적용하였다. 먼저 모델의 적합성 검증 결과, 모델의 LR(likelihood ratio)은 1090.31, 그에 대한 p-value는 0.05 이하로, 모델의 적합성은 문제가 없는 것으로 나타났음
- 아래 표는 ‘Rasch model’ 에서 추정된 개별 농장 파라미터 중 상위 100개만 추출한 내용 일부를 나타냄. 공간의 제약으로 100개 중에서도 일부만 표로 정리

<상위 100개 농장 일부 예시>

농장 번호	θ	$\exp(\theta)$	주소(도)	주소(시군)
P4104	-1.70487	0.181795	전라남도	화순군
P1508	-1.88455	0.151897	전라북도	장수군
P1524	-2.07782	0.125203	전라북도	정읍시
P1849	-2.07782	0.125203	충청남도	보령시
P296	-2.18105	0.112923	경기도	용인시
P375	-2.18105	0.112923	경기도	이천시
P1509	-2.18105	0.112923	전라북도	장수군
P1521	-2.18105	0.112923	전라북도	정읍시
P1877	-2.18105	0.112923	충청남도	부여군
P2879	-2.18105	0.112923	전라북도	익산시
...

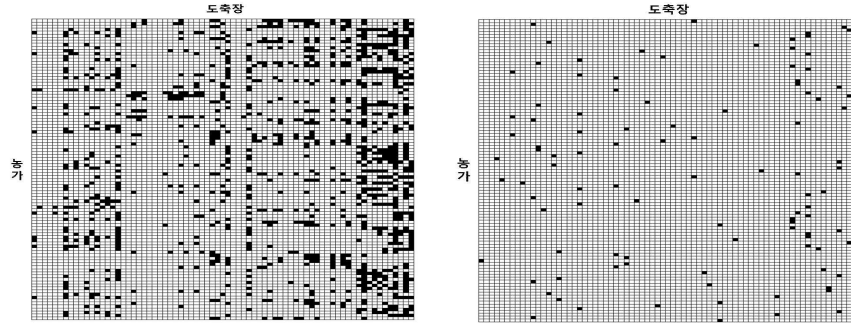
- 결과를 살펴보면, P4104 농장이 가장 다양한 도축장과 연관된 것으로 해석할 수 있음. 특히 P4104 농장과 더불어 P1508 두 농장은, 다른 농장과 비교해 $\exp(\theta)$ 수치가 상당히 높은 수준임을 확인할 수 있음
- 추정된 $\exp(\theta)$ 기준, 상위 100개 농장의 지역 분포를 살펴보면 아래 표와 같음. 주목해야 할 사항은, 5,472 양돈 농장 중 전라북도 비율은 약 12% 정도 수준인 반면, $\exp(\theta)$ 기준 상위 100개 농장의 경우에는 경기도, 충청남도와 더불어 가장 높은 비율을 차지. 특히, 전체 농장의 지역 비율을 고려한 ‘가중 비율’을 살펴보면, 전라북도가 가장 높은 비율인 것을 확인할 수 있음
- 경상북도 농장은 전체 양돈 농장 비율이 전라북도와 비슷한 11.9%의 비율을 차지했으나, ‘Rasch model’에서 산출된 $\exp(\theta)$ 기준 상위 100개 농장에서는 2%의 낮은 비율을 차지(가중 비율에서도 큰 차이는 없었음)

<상위 100개 농장 지역 분포(도, 광역시 기준)>

지역	빈도	비율	가중 비율
경기도	27	27.3	24.2
전라북도	25	25.3	26.7
충청남도	25	25.3	24.5
전라남도	9	9.1	9.9
충청북도	7	7.1	8.0
강원도	2	2.0	2.3
경상남도	2	2.0	2.2
경상북도	2	2.0	2.1

- 다음 그림은 $\exp(\theta)$ 기준 상위 100개 및 하위 100개 농장의 바이너리 매트릭스를 기반으로 생성된 ‘matrix plot’이 표현하고 있음. 상위 100개 농장의 경우 하위 100개 농장과 비교해 상대적으로 많은 도축장과 연계된 것으로 나타나고 있음. 규모의 차이로 인해 이러한 차이가 발생할 수 있으므로, 각 집단의 추정된 사육 규모(표준화 점수) 평균을 산출하였음. 그 결과, 상위 100개 농장의 표준화된 사육 규모 평균 = 0.3639, 중앙값 = 0.3145 하위 100개 농장의 표준화된 사육 규모 평균 = 0.0011, 중

양값 = 0.0015로 산출되었음. 규모의 차이가 도축장과의 연계에 영향을 미치는 것으로 해석이 가능



<exp(θ) 상위 100개 및 하위 100개 농장과 도축장 간 네트워크 예시>

- ‘Rasch model’ 은 아이템에 대한 파라미터도 산출됨. 아이템 파라미터의 의미는 각 도축장이 얼마나 다양한 농장과 연계되어 있는지를 나타내는 점수로 생각할 수 있음. 아래 표는 양돈 농장과 연계되어 있는 각 도축장의 지역 및 exp(ϕ)가 나타나고 있음

<도축장 별 지역 및 exp(ϕ), parameter 별 내림차순>

도축장	지역	exp(ϕ)	도축장	지역	exp(ϕ)
S1	충청북도	8.658	S12	충청남도	4.119
S2	충청남도	7.534	S13	인천광역시	3.987
S3	경상남도	6.736	S14	경기도	3.943
S4	충청북도	6.724	S15	충청남도	3.887
S5	경기도	6.650	S16	충청북도	3.571
S6	전라북도	5.081	S17	경기도	3.302
S7	대구광역시	4.760	S18	경상남도	3.206
S8	전라북도	4.556	S19	충청북도	3.152
S9	경기도	4.545	S20	전라북도	3.014
S10	경기도	4.511	S21	대전광역시	2.940
S11	충청남도	4.332	S22	경기도	2.898
S23	경상북도	2.636	S48	경상북도	1.253
S24	제주특별자치도	2.450	S49	경상북도	1.224
S25	경기도	2.429	S50	경상남도	1.097
S26	경기도	2.388	S51	전라남도	1.088
S27	강원도	2.388	S52	강원도	0.750
S28	충청남도	2.378	S53	전라남도	0.741
S29	경기도	2.367	S54	경상북도	0.732
S30	경상북도	2.316	S55	강원도	0.636
S31	전라북도	2.234	S56	전라남도	0.579
S32	충청북도	2.152	S57	울산광역시	0.485
S33	전라남도	2.061	S58	전라남도	0.362
S34	전라남도	2.020	S59	강원도	0.213
S35	경기도	2.020	S60	전라북도	0.102
S36	전라북도	2.000	S61	경상남도	0.092
S37	경상북도	1.979	S62	전라남도	0.037
S38	전라북도	1.919	S63	강원도	0.037
S39	전라남도	1.899	S64	경상남도	0.037

S40	충청남도	1.858	S65	서울특별시	0.018
S41	경상남도	1.858	S66	강원도	0.018
S42	광주광역시	1.748	S67	경기도	0.018
S43	전라남도	1.668	S68	울산광역시	0.009
S44	전라남도	1.559	S69	경상남도	0.009
S45	경상북도	1.549	S70	경상북도	0.009
S46	광주광역시	1.372	S71	전라북도	0.009
S47	경상북도	1.371			

(나) Latent Class Analysis 결과

- 분석 데이터에 LCA를 적용한 결과, 총 7개의 클러스터가 적절한 것으로 나타났음. 보통 LCA에서는 적절한 클러스터 개수를 결정하는 척도로 AIC(Akaike information Criterion)와 BIC(Bayesian information criterion)가 이용됨. 이번 분석에서는 BIC를 이용해 클러스터 개수를 선정하였음. 아래 표는 클러스터 개수 별 BIC를 나타내고 있음. 결과는 1에서 10까지 클러스터를 분류했을 때 산출되는 BIC 결과를 나타내고 있으며, 클러스터 개수를 7로 했을 때 BIC가 가장 낮은 것을 확인할 수 있음.

<클러스터 개수 별 BIC>

클러스터 개수	BIC
1	12292.5
2	11325.9
3	10851.7
4	10634.6
5	10514.6
6	10429.6
7	10305.1
8	10355.5
9	10321.9
10	10310.1

- 지역별 클러스터 및 클러스터별 지역 분포(비율:%)는 다음의 표와 같이 계산

<지역별 클러스터 분포>

지역 \ 클러스터	클러스터						
	1	2	3	4	5	6	7
강원도	0.0	0.2	16.2	3.3	0.0	0.9	79.4
경기도	0.0	0.0	22.9	15.5	0.5	7.0	54.1
경상남도	1.3	67.1	0.0	0.0	29.9	1.3	0.5
경상북도	0.0	2.3	0.0	0.6	92.8	1.1	3.1
광주광역시	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
대구광역시	0.0	8.5	0.0	0.0	91.5	0.0	0.0
대전광역시	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
부산광역시	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
세종특별자치시	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	67.3	28.6
울산광역시	0.0	64.3	0.0	0.0	35.7	0.0	0.0

인천광역시	0.0	0.0	90.0	3.6	0.0	0.0	6.4
전라남도	85.0	10.1	0.0	0.0	0.0	2.2	2.6
전라북도	78.3	2.8	0.4	0.5	1.9	14.4	1.8
제주특별자치도	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
충청남도	0.7	0.0	0.8	1.8	0.2	87.8	8.7
충청북도	0.1	0.1	0.2	10.3	2.5	13.8	73.0

<클러스터별 지역 분포>

클러스터 지역	1	2	3	4	5	6	7
경기도	0.1	0.1	77.3	69.2	0.8	6.1	48.7
강원도	-	-	13.3	3.6	-	0.2	17.3
충청북도	0.2	0.1	-	15.3	1.3	4.0	21.8
충청남도	3.8	-	2.9	8.8	0.4	83.6	8.6
전라북도	53.9	1.3	0.2	0.3	0.4	1.8	0.2
전라남도	39.5	3.3	0.2	-	-	0.2	0.2
경상북도	0.1	4.3	-	1.6	83.0	0.6	1.6
경상남도	1.6	56.2	-	-	11.7	0.3	0.1
제주도	-	30.3	-	-	-	-	-
광주광역시	0.9	-	-	-	-	-	-
대구광역시	-	0.4	-	-	1.8	-	-
대전광역시	-	-	-	-	-	0.2	-
세종시	-	-	-	1.0	-	3.1	1.4
부산광역시	-	1.8	-	-	-	-	-
울산광역시	-	2.2	-	-	0.6	-	-
인천광역시	-	-	6.1	0.3	-	-	0.1

- 상세한 분석을 위해, 생성된 농장별 개인 변수를 적용해 각 클러스터에 대한 특성을 살펴보면 아래 표와 같이 클러스터별 농장에 대한 개인 변수에 따른 차이가 존재하는지를 확인할 수 있음. 각 클러스터별 산출된 점수는 개인 변수의 평균을 의미한다. 농장 규모의 경우, 4번 집단이 가장 큰 것으로 나타났으며, 5번과 2번 집단이 그 뒤를 따르고 있음. 비료공장 방문 횟수는, 1번과 7번 집단이 가장 많이 방문하는 것으로 나타났음. 도축장의 경우, 4번, 2번, 5번 집단이 가장 많이 방문하는 것으로 나타났음. 도축장 방문 빈도는 해당 농장의 규모와 정의 방향으로 상관되어 있을 가능성이 큼. 앞서 언급한 농장 규모에서도, 4번, 2번, 5번 집단이 가장 큰 규모를 보이는 것으로 나타났음

클러스터 변수	1	2	3	4	5	6	7
농장 규모(표준화 점수)	0.0478	0.0614	0.0504	0.0850	0.0621	0.0472	0.0470
비료공장 방문 빈도	22.1	10.6	6.8	5.5	9.6	7.7	13.3
도축장 방문 빈도	19.2	23.3	17.6	29.2	23.3	18.7	16.7
사육장 방문 빈도	29.1	31.1	22.8	42.8	23.3	28.5	28.2
종축장 방문 빈도	6.8	6.6	3.2	4.9	4.1	3.8	3.4
exp(θ)	0.0234	0.0102	0.0194	0.0479	0.0195	0.0226	0.0148

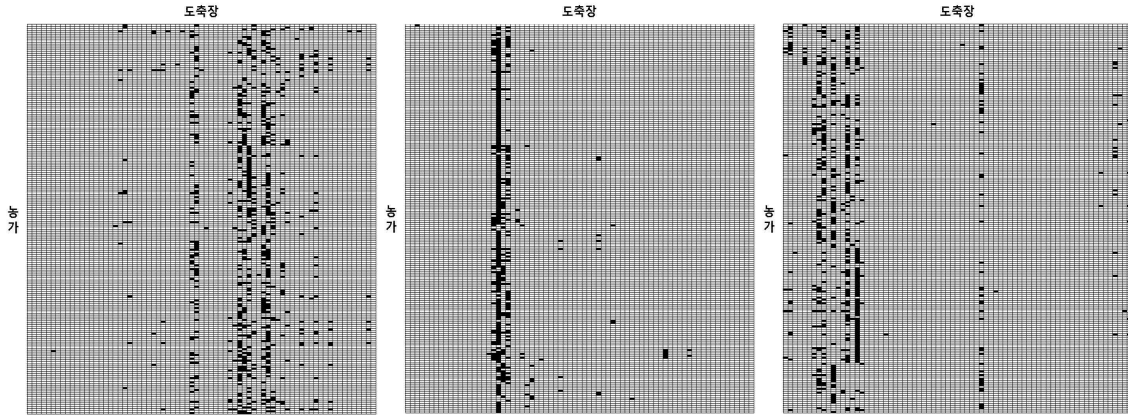
<클러스터별 농장 개인 변수>

- 지금까지의 내용을 종합해 각 클러스터에 대한 프로파일링 결과는 아래 표와 같은 프로파일링에서 중점적으로 활용된 사항은, 지역, 규모, 시설 이용 정도임. 예를 들어, 4번 집단의 경우 주로 경기도에 위치한 대규모 농장으로 이루어져 있으면서 여러 도축장과 연계된 특성을 보이고 있음. 그러나 규모 대비 비료 공장 이용 빈도는 가장 낮은 것으로 나타났음. 집단 1을 살펴보면, 전라도에 위치한 농장 규모가 작은 집단으로, 규모 대비 여러 도축장과 연계된 특성을 보이고 있음. 언급하지 않은 다른 집단 또한 각각의 특성을 보이고 있음.

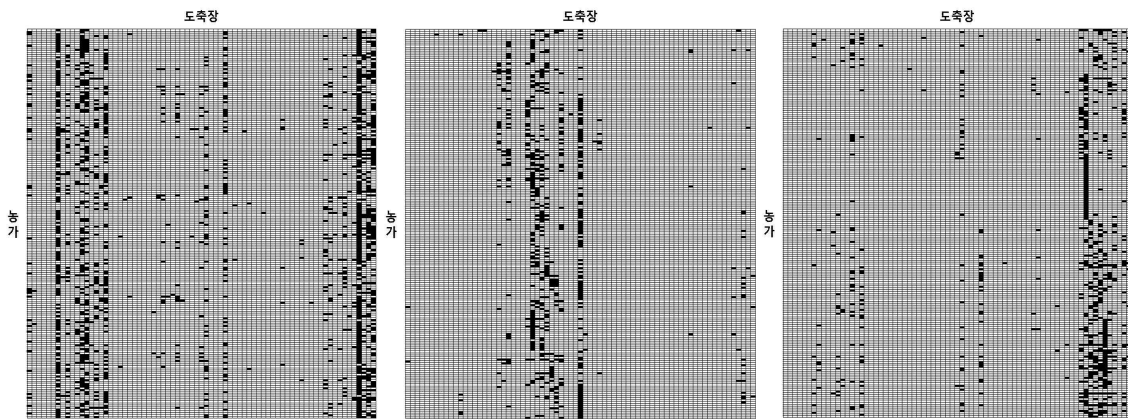
〈클러스터별 프로파일링〉

클러스터	프로파일링
1 (빨강)	·주로 전라도에 위치한 소규모 농장 집단 ·비료공장 및 종축장 방문 빈도가 높고, 여러 도축장과 연계
2 (파랑)	·주로 경상남도, 제주도에 위치한 중간 규모 농장 집단 ·도축장 방문 빈도가 높으나, 지역 내 도축장을 주로 이용
3 (보라)	·주로 경기도 및 강원도에 위치한 소규모 농장 집단 ·지역 내 도축장을 주로 이용
4 (노랑)	·주로 경기도 및 충청북도에 위치한 대규모가 농장 집단 ·사육장 및 도축장 방문 빈도가 높고, 여러 도축장과 연계
5 (연두)	·주로 경상도, 특히 경상북도에 위치한 중간 규모 농장 집단 ·규모에 비해 시설 방문 빈도가 낮고, 지역 내 도축장을 주로 이용
6 (주황)	·주로 충청남도에 위치한 소규모 농장 집단 ·시설 방문 빈도는 낮으나, 여러 도축장과 연계
7 (갈색)	·주로 경기도, 강원도, 충청북도에 위치한 소규모 농장 집단 ·비료 공장 제외 전반적인 시설 방문 빈도가 낮고, 지역 내 도축장을 주로 이용

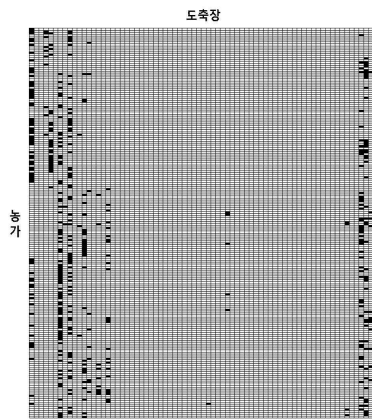
- 클러스터별 ‘matrix plot’ 은 아래와 같음. 표현할 수 있는 공간의 제약으로, 각 클러스터별 무작위로 200개만 추출한 후 그래프를 생성해 표출하였음. 상기 프로파일링 결과에서 언급한 것처럼, 주로 경기도에 위치한 집단 4에 속한 농장은 육안으로 보기에 다양한 도축장과 연계되어 있음을 확인할 수 있음. 반면 집단 2에 속한 농장은 지역 내 도축장의 이용 정도가 높은 것을 확인할 수 있음. <그림: 클러스터별 $\exp(\theta)$ 크기를 고려한 농장 분포도>는 7개의 클러스터를 서로 다른 색상으로 구분하고 농장의 $\exp(\theta)$ 를 원의 크기로 농장의 밀집도를 색상의 진하기로 표현한 시각화 결과임. 그림에서는 예상과 같이 빨간색의 4번 클러스터에 도축장 연계도가 높은 농장들이 많이 분포해있는 것을 확인할 수 있음. 2, 7번 클러스터는 상대적으로 원의 크기가 작고 농장의 밀집도도 높지 않은 것으로 나타나고 있음



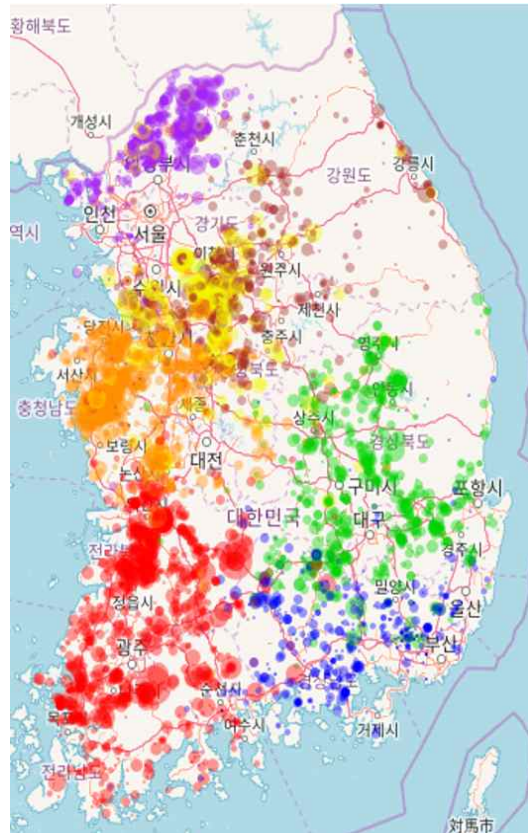
<클러스터 1, 2, 3의 'matrix plot' >



<클러스터 4, 5, 6의 'matrix plot' >



<클러스터 7의 'matrix plot' >



구분	색깔
1번 클러스터	빨강
2번 클러스터	파랑
3번 클러스터	보라
4번 클러스터	노랑
5번 클러스터	연두
6번 클러스터	주황
7번 클러스터	갈색

<클러스터별 $\exp(\theta)$ 크기를 고려한 농장 분포도>

(5) 핵심 변수 정리

(가) 평시 권역화 모델 관련 변수

① 농장-시설유형별 시/군 행정구역간 차량이동량 변수

- 농장과 특정 시설유형 간의 차량이동량 데이터는 평시 권역화 모델에서 사용되는 Spectral Clustering 분석에 필요한 Gaussian Kernel 인접도 행렬을 만드는데 필요한 데이터임. From-to 형태의 방향성을 가진 이동량 데이터를 동일한 지역 간의 중복 케이스를 합산하면 원하는 형태의 농장-시설유형별 행정구역 간 이동량 정보로 환산할 수 있음
- 변수명에서 F1 ~ F7은 시설유형을 의미하는 것으로 소, 돼지 농장의 경우 F1:도축장, F2:사료공장, F3:종축장, F4:AI센터, F5:가축분뇨처리장, F6:가축시장, F7:집유장에 해당함. Spectral Clustering 분석에서는 필요한 시설유형에 대한 컬럼을 선택하여 N*N 형태의 매트릭스 형태로 변환이 필요하며, 이때 여러 유형의 시설물 이동량을 고려할 경우는 해당 유형에 대한 N*N 매트릭스를 구하고 필요시에는 각 매트릭스에 가중치를 적용한 후 합산하여 사용하게 됨

<농장-시설유형별 행정구역간 차량이동량 변수>

addr_from	addr_to	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7
강원도_강릉시	강원도_강릉시	108	214	2120	10	2	100	422
강원도_강릉시	강원도_고성군	0	0	6	0	0	0	5
강원도_강릉시	강원도_동해시	1	2	1	0	0	0	12
강원도_강릉시	강원도_삼척시	2	8	1	0	0	1	30
강원도_강릉시	강원도_속초시	0	0	0	0	0	0	3
강원도_강릉시	강원도_양구군	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_양양군	2	2	13	0	0	2	5
강원도_강릉시	강원도_영월군	0	1	0	0	0	0	1
강원도_강릉시	강원도_원주시	1	43	25	0	0	3	3
강원도_강릉시	강원도_인제군	8	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_정선군	0	0	5	0	0	8	2
강원도_강릉시	강원도_철원군	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_춘천시	0	0	1	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_태백시	0	1	3	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_평창군	0	1	16	1	0	9	8
강원도_강릉시	강원도_홍천군	0	13	6	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_화천군	0	1	3	0	0	0	0
강원도_강릉시	강원도_횡성군	0	31	2	0	0	1	2
강원도_강릉시	경기도_가평군	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_고양시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_과천시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_광명시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_광주시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_구리시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_군포시	0	0	0	0	0	0	0
강원도_강릉시	경기도_김포시	0	0	0	0	5	0	0
...

② 농장-시설유형별 행정구역간 Gaussian Kernel 인접도 Matrix

- Spectral Clustering에서 사용되는 입력 데이터로 인접도 행렬이 필요. 데이터를 가공하면 가장 빈도가 많은 관계는 행정구역 내에서의 이동량이며 지역별로 편차가 크게 나타나기 때문에 이 경우에 대한 표준화가 필요. 행정구역 내에서의 이동량의 경우 질병 확산이나 유통구조 분석에서 필요한 정보를 제공하지 않기 때문에 타 지역 간 인접도가 가장 높은 값을 지역 내 인접도와 등치 시켜서 표준화를 실시

경남도_강릉시	경남도_고성군	경남도_동래시	경남도_삼척시	경남도_옥포시	경남도_양곡군	경남도_양령군	경남도_영남군	경남도_영주시	경남도_연천군	경남도_경선군	경남도_합천군	경남도_김해시
1.000000e+00	9.581964e-01	9.309818e-01	9.951201e-01	2.747895e-01	5.701653e-03	9.914289e-01	5.701653e-03	9.998079e-01	9.309818e-01	5.632053e-01	5.701653e-03	9.85
9.581964e-01	1.000000e+00	1.056825e-09	6.558679e-01	8.132799e-01	8.848865e-01	9.443560e-01	1.056825e-09	9.996746e-01	9.923856e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	9.85
9.309818e-01	1.056825e-09	1.000000e+00	9.959084e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	1.05
9.951201e-01	6.558679e-01	9.959084e-01	1.000000e+00	5.701653e-03	1.056825e-09	8.429818e-01	5.701653e-03	9.865035e-01	8.429818e-01	9.698087e-01	1.056825e-09	1.05
2.747895e-01	8.132799e-01	1.056825e-09	5.701653e-03	1.000000e+00	9.309818e-01	9.757240e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	8.848865e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.05
5.701653e-03	8.848865e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	9.309818e-01	1.000000e+00	5.701653e-03	1.056825e-09	9.998893e-01	9.987588e-01	1.056825e-09	2.747895e-01	9.99
9.914289e-01	9.443560e-01	1.056825e-09	8.429818e-01	9.757240e-01	5.701653e-03	1.000000e+00	6.558679e-01	9.995918e-01	5.701653e-03	1.056825e-09	5.701653e-03	1.05
5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	6.558679e-01	1.000000e+00	2.747895e-01	5.701653e-03	2.747895e-01	1.056825e-09	7.24
9.998079e-01	9.996746e-01	1.056825e-09	9.865035e-01	1.056825e-09	9.998893e-01	9.995918e-01	2.747895e-01	1.000000e+00	9.997165e-01	5.701653e-03	9.959084e-01	9.99
9.309818e-01	9.923856e-01	5.701653e-03	8.429818e-01	8.848865e-01	9.987588e-01	5.701653e-03	5.701653e-03	9.997165e-01	1.000000e+00	1.056825e-09	2.747895e-01	9.99
5.632053e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	9.698887e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	2.747895e-01	5.701653e-03	1.056825e-09	1.000000e+00	1.056825e-09	1.05
5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	2.747895e-01	5.701653e-03	1.056825e-09	9.959084e-01	2.747895e-01	1.056825e-09	1.000000e+00	9.97
9.850162e-01	9.857889e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	9.998243e-01	1.056825e-09	9.998627e-01	9.992592e-01	9.992592e-01	1.056825e-09	9.973347e-01	1.000
1.006160e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	9.978058e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	9.936588e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.05
9.902801e-01	4.374819e-01	1.056825e-09	9.224387e-01	1.056825e-09	5.701653e-03	8.132799e-01	9.581964e-01	9.970044e-01	1.056825e-09	4.374819e-01	5.701653e-03	9.94
9.926692e-01	9.936588e-01	1.056825e-09	4.374819e-01	5.701653e-03	9.991175e-01	9.942753e-01	9.496422e-01	9.999794e-01	9.994510e-01	1.056825e-09	9.981964e-01	9.99
8.662968e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	9.224387e-01	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	9.999454e-01	9.997438e-01	1.056825e-09	8.999204e-01	9.99
9.917669e-01	9.989309e-01	9.720470e-01	9.992851e-01	1.006160e-01	9.975073e-01	9.993405e-01	9.990309e-01	9.999963e-01	9.988496e-01	9.998031e-01	9.997560e-01	9.99
1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	9.946377e-01	9.996667e-01	1.056825e-09	9.224387e-01	9.99
1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	9.949668e-01	9.800187e-01	1.056825e-09	9.647542e-01	4.37
1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.05
1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	5.701653e-03	1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	1.05
1.056825e-09	1.056825e-09	1.056825e-09	9.994395e-01	1.056825e-09	1.006160e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	9.982619e-01	1.056825e-09	1.056825e-09	2.747895e-01	9.92

<차량 이동 패턴을 이용한 Gaussian Kernel 인접도 행렬>

(나) 발생시 권역화 모델 관련 변수

① 농장-시설유형별 시/군 행정구역간 차량이동량 변수

- 발생시 권역화 모델에서도 농장-시설유형별 시/군 행정구역간 차량이동량 변수가 사용. 평시 권역화 모델과의 차이점은 평시 모델에서는 인접도 행렬을 구하는 데 사용되었다면 발생시 모델에서는 From-to 형태의 전이행렬이 사용되는 것이 차이점임. 평시 권역화 모델의 <농장-시설유형별 행정구역간 차량이동량 변수>와 동일한 데이터로부터 N*N의 전이행렬을 아래 그림과 같이 구할 수 있으며 이렇게 구해진 From-To 전이행렬은 Markov Chain Model의 계산에 사용됨

Var1	경남도_강릉시	경남도_고성군	경남도_동래시	경남도_삼척시	경남도_옥포시	경남도_양곡군	경남도_양령군	경남도_영남군	경남도_영주시	경남도_연천군	경남도_경선군	경남도_합천군	경남도_김해시	경남도_거창군	경남도_고령시													
경남도_강릉시	3571	9	13	11	3	1	29	1	85	8	4	0	36	2	34	9	4	3	0	0	0	0	0	0	8	4	1	
경남도_고성군	12	285	0	1	8	6	4	0	70	12	0	0	36	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_동래시	3	0	74	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_삼척시	53	5	56	5048	1	0	5	1	8	5	25	0	0	88	14	0	0	2	0	0	0	1	191	0	0	1	1	
경남도_옥포시	0	1	0	0	18	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_양곡군	0	6	0	0	16	58	0	0	161	60	0	1	134	0	1	73	3	5	0	1	0	0	2	0	0	0	3	
경남도_양령군	19	14	0	5	25	1	1063	1	8	0	0	1	0	0	5	2	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
경남도_영남군	0	0	0	0	0	0	5	404	0	0	3	0	6	0	10	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
경남도_영주시	242	181	0	30	0	270	216	3	10338	176	1	37	280	41	47	481	374	711	49	61	0	1	100	0	73	8	10	
경남도_연천군	8	39	0	5	12	68	1	1	93	2399	0	2	182	0	0	97	152	60	127	17	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_경선군	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	0	0	0	2	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_합천군	1	0	0	0	0	2	0	0	33	1	0	8157	52	0	1	5	4	76	14	13	0	0	3	0	0	215	14	558
경남도_김해시	0	1	0	0	0	208	0	1	107	64	0	35	4961	0	22	391	130	62	59	4	0	0	53	0	0	1	11	128
경남도_거창군	0	0	0	8	0	0	0	0	15	0	0	0	0	337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
경남도_고령시	11	1	0	1	0	4	11	35	0	2	0	36	0	473	18	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
경남도_동거창군	43	53	0	4	1	79	57	16	520	96	0	16	392	4	155	6508	40	1122	54	7	0	0	18	0	0	5	24	84
경남도_화천군	7	0	0	0	0	12	1	0	240	131	0	9	259	0	1	46	1620	7	15	30	0	1	1	0	0	5	2	34
경남도_필성군	46	136	26	167	2	85	109	143	1654	73	313	214	924	26	371	1389	27	10132	32	77	0	22	5	0	8	0	14	15
경기도_거창군	0	0	0	0	0	1	0	0	12	121	0	1	112	0	1	9	9	5	1771	1	0	0	0	0	0	39	9	31
경기도_고령시	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	0	10	0	0	0	12	10	41	1	4707	0	0	5	0	0	57	6	1

<차량 이동 패턴을 이용한 From-To 전이행렬>

② 농장-시설유형별 시/군 행정구역간 차량이동량 변수

- 발생시 권역화 모델에서 고려되는 첫 번째로 행정구역간 질병 확산 위험도는

Markov Chain Model로 계산되었다면 두 번째로 고려되어야 하는 것은 권역화에 의한 축산시설들의 자립도임. 자립도의 개념은 마. 권역 모델에서 사용되는 공식에 나와 있으며 자립도 계산을 위해서는 시/군 행정구역별 사육두수 정보와 축산 시설들의 1일 처리 가능 용적량 정보가 필요함. 시/군 행정구역별 사육두수 정보는 다시 축산 시설물 유형의 1일 사용량으로 추정하여 반기 단위로 환산하였으며 아래 표와 같이 시/군 행정구역별 축산 시설 사용량 변수를 도출하였음

- f1은 도축장에 대한 사용량, f2는 사료공장에 대한 사용량, f3은 종축장에 대한 사용량, f4는 분뇨처리장에 대한 사용량을 의미함. pig는 사육되는 돼지에 대한 사용량, cow는 사육되는 소에 대한 사용량을 의미함

<시/군 행정구역별 축종별 시설유형별 사용량>

address	f1_pig	f2_pig	f3_pig	f4_pig	f1_cow	f2_cow	f3_cow	f4_cow
강원도_강릉시	928	614	2641	12	846	370	66	1
강원도_고성군	196	149	9	0	461	353	15	4
강원도_동해시	4	0	0	0	48	39	3	0
강원도_삼척시	31	60	9	0	454	556	20	0
강원도_속초시	0	0	0	0	52	3	0	0
강원도_양구군	116	260	9	4	643	840	10	45
강원도_양양군	245	146	91	3	176	232	2	3
강원도_영월군	164	393	110	3	899	581	36	12
강원도_원주시	1530	1855	509	1378	2179	4734	15	1084
강원도_인제군	37	97	0	2	189	136	1	1
강원도_정선군	10	28	0	2	405	1003	28	19
강원도_철원군	2999	2972	1614	1824	1977	11939	1092	193
강원도_춘천시	533	776	218	42	1053	6848	58	683
강원도_태백시	6	29	6	0	80	54	0	0
강원도_평창군	192	71	68	9	952	2053	24	26
강원도_홍천군	856	1087	70	1312	2164	10431	58	566
강원도_화천군	291	487	43	13	569	417	55	35
강원도_횡성군	436	680	24	692	6071	16115	267	466
경기도_가평군	346	308	39	359	1075	3142	15	177
경기도_고양시	198	243	0	199	953	6083	19	605
경기도_과천시	0	0	0	0	5	50	0	0
경기도_광명시	46	53	0	0	40	215	0	0
경기도_광주시	38	46	1	45	646	794	9	172
경기도_구리시	0	0	0	0	22	46	0	0
경기도_군포시	0	0	0	0	21	65	0	0
경기도_김포시	401	1160	7	9	835	3275	18	159
경기도_남양주시	49	73	0	176	2061	3832	3	535
경기도_동두천시	390	556	5	1	323	1586	4	1
경기도_부천시	0	0	0	0	1	4	0	0
...

- 앞서 시/군 행정구역별 축종별 사육규모에 맞는 사용량이 변수가 정의되었다면 다음

은 시/군 행정구역별 축산시설의 용적량 변수를 추출한 것임. 시/군 행정구역별 축산 시설의 용적량 정보는 1일 처리량 데이터를 활용하거나 데이터가 없는 경우는 추정치를 사용하여 반기 단위로 환산하였으며 아래 표와 같이 시/군 행정구역별 축산 시설 용적량 변수를 도출하였음.

- f1은 도축장에 대한 용적량, f2는 사료공장에 대한 용적량, f3은 종축장에 대한 용적량, f4는 분뇨처리장에 대한 용적량을 의미함. pig는 사육되는 돼지에 대한 용적량, cow는 사육되는 소에 대한 용적량을 의미함.

<시/군 행정구역별 축종별 시설유형별 사용량>

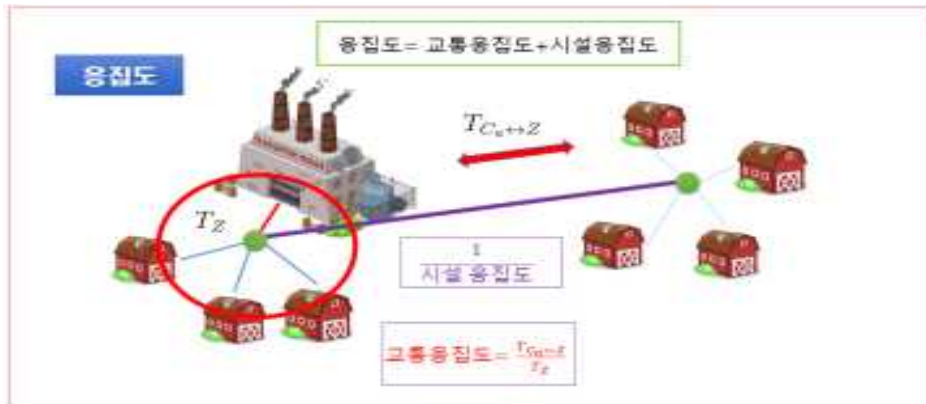
address	f1_pig	f2_pig	f3_pig	f4_pig	f1_cow	f2_cow	f3_cow	f4_cow
강원도_강릉시	0	0	2228	0	0	0	186	0
강원도_고성군	0	0	0	0	56	0	74	0
강원도_동해시	0	0	0	0	0	0	0	0
강원도_삼척시	0	0	0	0	0	0	56	0
강원도_속초시	0	0	0	0	0	0	0	0
강원도_양구군	0	0	0	0	0	0	45	0
강원도_양양군	0	0	0	0	0	0	232	718
강원도_영월군	0	0	0	0	0	881	142	0
강원도_원주시	4755	10926	371	855	8014	2668	0	0
강원도_인제군	0	0	0	0	0	0	0	0
강원도_정선군	0	0	0	0	0	0	0	0
강원도_철원군	1608	3114	1930	1345	0	4701	0	0
강원도_춘천시	838	1842	212	1142	14	0	0	0
강원도_태백시	0	0	0	0	0	4711	176	806
강원도_평창군	1261	0	0	0	2530	10595	0	0
강원도_홍천군	1430	4027	0	963	730	5669	1173	197
강원도_화천군	0	0	196	0	0	0	302	0
강원도_횡성군	2496	12427	305	719	0	212	0	4
경기도_가평군	0	0	0	196	0	0	132	231
경기도_고양시	0	2493	0	842	0	0	0	2
경기도_과천시	0	0	0	0	0	0	0	0
경기도_광명시	0	0	0	0	0	0	0	0
경기도_광주시	5411	0	0	435	2437	85	574	916
경기도_구리시	0	0	0	0	3941	4951	0	0
경기도_군포시	0	0	0	0	0	1601	972	4291
경기도_김포시	1833	0	39	81	0	0	374	1870
경기도_남양주시	3233	0	0	612	3722	2298	630	1465
경기도_동두천시	2	0	0	0	0	0	0	955
경기도_부천시	8679	3503	0	0	548	0	0	0
...

마. 권역 모델에 사용되는 계산 공식

(1) 권역 내 자립도

- 권역이 커질수록 인접 지역의 축산 시설과 관련성이 상대적으로 떨어지도록 하는 수치가 필요함. 즉, 절대적인 기준으로 보면 이웃한 시군과 관계가 밀접하더라도 권역의 크기가 인접 시군보다 상대적으로 크다면 그 값은 작아야 함. 이와 같은 원리에 기반을 두어 다음의 지표를 정의하였음

- (가) 응집도 : 교통 응집도와 시설 응집도를 종합 평가한 값. 값이 작다는 것은 권역의 크기가 이웃 시군보다 크거나 이웃 시군과의 교류가 권역에 비해 상대적으로 작다는 뜻
- (나) 교통 응집도 : 권역 내 교통량과 권역과 추가 지역 사이의 교통량 비율
- (다) 시설 응집도 : 권역과 추가 지역 사이의 중심 거리
- (라) 응집한계 : 인접 지역의 샘플을 추출하여 교통 응집도와 시설 응집도 분포를 계산하여 최댓값과 최솟값의 한계를 추정, 선형성을 가정하여 표준화하여 알고리즘의 제약조건으로 사용



<응집도 개념>

- $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$: 시군 집합.
- $Z = \{C_{z_1}, C_{z_2}, \dots, C_{z_m}\} \subset C$: 권역 집합. $C_{z_i} \in C \setminus Z$: 추가 지역
- $T_{z_i} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [M_{z_i, jkl}]_{w^i}$ $i = 1, 2, \dots, m$: C_{z_i} 시군의 권역 내 교통량
- $T_z = \sum T_{z_i}$: 권역 내 교통량
- $T_{C_z \leftrightarrow Z} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [M_{C_z, z_l}]_{w^i} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [M_{z_l, C_z}]_{w^i}$: 권역과 추가 지역간 교통량
- $T_{z, C_z} = T_z / T_z$: 교통 응집도
- $Z(\bar{x}_z, \bar{y}_z)$: 권역 중심위치. $A_{C_z}(\bar{x}_{C_z}, \bar{y}_{C_z})$: 추가 지역 중심위치
- $F_{z, C_z} = 1/d(Z, A_{C_z})$: 시설 응집도
- $\max(\cdot), \min(\cdot)$: 응집한계($\cdot = F, T$)
- $s(T_{z, C_z}) = \frac{T_{z, C_z} - \min(T)}{\max(T) - \min(T)}$, $s(F_{z, C_z}) = \frac{F_{z, C_z} - \min(F)}{\max(F) - \min(F)}$: 표준화
- $C_{z, C_z} = \alpha s(T_{z, C_z}) + (1 - \alpha) s(F_{z, C_z})$, $0 \leq \alpha \leq 1$, (α : 스케일 조정 상수) : 응집도

<응집도 변수 정의 및 관련 공식>

- (마) 균형지수 : 권역 내 사료 공급과 도축량이 균형을 이루는지 판단하는 지표
- (바) 권역지수 : 균형지수와 응집도를 이용하여 권역으로서 적당한지 판단하는 지표
응집도는 권역이 커지는 것을 막는 Barrier Term으로 사용

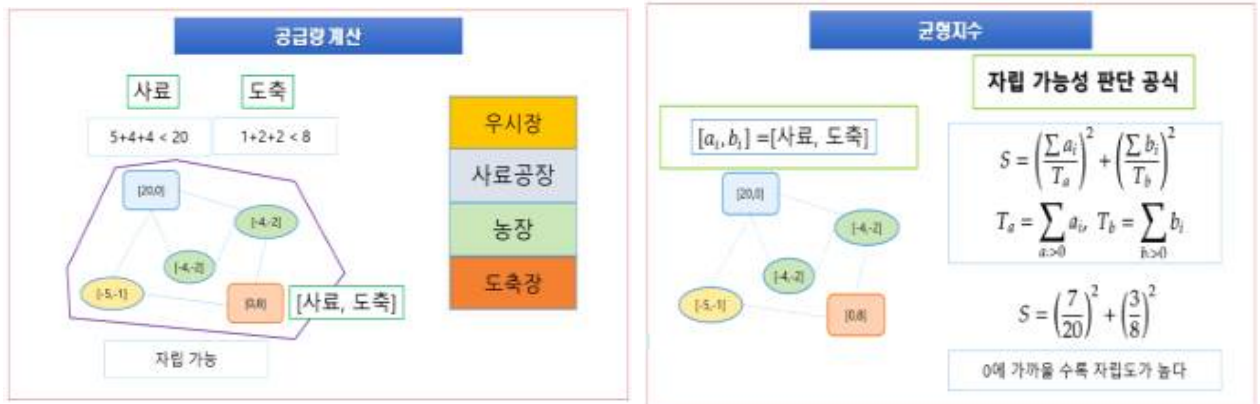
- 도별로 응집한계와 권역지수를 계산했을 경우 제주도가 최소가 될 가능성이 큼. 유통구조 분석을 통해 청정지역이나 통제 가능 지역의 권역 패턴의 분석하여 권역지수 들을 파라미터 설정 기준으로 사용함
- 균형지수는 수십 개의 인접 지역 샘플을 추출하여 발견한 표본평균과 표본표준편차를 이용하여 표준화함

$$- B_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{사육두수} - \text{사료공급량}}{\text{사육두수} + \text{사료공급량}} \right)^2 + \left(\frac{\text{출하량} - \text{도축량}}{\text{출하량} + \text{도축량}} \right)^2}{\text{축종가지수}} : \text{균형지수}$$

(참고) 유통구조 분석 결과에 따라 계열사별로 계산 가능

$$- E_2 = \beta \left(\sqrt{B_2} \right) + (1 - \beta) \ln \left| \frac{1}{C_d} \right|, 0 \leq \beta \leq 1 : \text{권역지수}$$

<권역지수 공식>



<균형지수 개념 및 공식>

(2) Spectral Clustering

- Spectral Clustering 기법은 질병이 발생하지 않은 평시의 최적 권역을 산출하기 위해 사용됨. Spectral Clustering은 네트워크 기반의 군집분석 방법의 하나로 시군 간 이동량이 많은(인접도가 높은) 지역들을 네트워크로 묶어서 군집화를 하고 N개의 권역을 나눌 때 네트워크 응집도가 최대가 될 수 있도록 하는 Link를 Cutting하는 방법론임

- Spectral Clustering 기법 적용은 축종별, 차량이동에 포함할 시설물 유형의 구성 별로 Spectral Clustering 실행 시 유형별로 상이한 최적 권역이 도출되게 됨. 질병 발생이 없는 평시의 권역화 시나리오이기 때문에 권역 설정 시 해당 권역에 의해 기존 시설 방문이 단절되는 정도를 고려하는 Cut-score 기준의 자립도 지표 계산하여 자립도 수준과 지리적 인접도를 이용한 권역화 단계별 최적 권역 산출함. 전체 대비 1 개 권역의 비중을 기준으로 대(25% 이상), 중(12%~17%), 소(6~9%), 세분(3~5%) 으로 4 단계의 권역화 단계 구분하였고 Spectral Clustering 결과만 이용한 권역 설정 시 권역의 경계가 분리되는 경우가 발생 가능하여 각 단계별 범위 내에서 권역별 자립도 수준뿐만 아니라 지리적 인접도가 가장 높은 지점을 최적 권역으로 결정함
- 그러나 이와 같은 Spectral Clustering에 의한 평시 권역 결과는 질병 발생이 전제되지 않은 상황이기 때문에 평시의 권역 내에서 차량 이동을 제한하거나 질병발생 대비 행정 조치를 유효하게 하기 위해서는 법 제정 또는 경제적 유인에 의한 제도화가 선행되어야 할 것으로 판단됨

addr1	metro_name	city_name2	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20
경남도,김해시	경남도	김해시	1	2	4	2	2	3	2	2	10	2	9	8	3	8	4	5	5	5	8
경남도,고성군	경남도	고성군	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	9	14	2	16	3	1	4	8
경남도,통영시	경남도	통영시	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	9	14	2	16	7	1	4	19
경남도,삼척시	경남도	삼척시	1	2	4	2	2	3	6	2	1	8	9	4	3	8	4	5	5	5	8
경남도,속초시	경남도	속초시	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	9	14	2	16	7	1	4	19
경남도,양구군	경남도	양구군	1	2	4	2	2	3	2	2	10	2	9	4	3	8	4	5	2	4	8
경남도,양양군	경남도	양양군	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	4	3	8	4	5	2	4	8
경남도,영월군	경남도	영월군	1	2	4	2	2	3	2	2	10	2	9	8	3	9	4	5	5	5	8
경남도,원주시	경남도	원주시	2	3	2	4	3	5	4	6	7	3	5	10	5	14	12	11	3	9	13
경남도,인제군	경남도	인제군	2	3	2	4	3	5	4	6	7	3	6	2	12	9	14	11	18	17	5
경남도,경산군	경남도	경산군	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	9	14	2	16	3	1	4	10
경남도,함양군	경남도	함양군	2	3	2	4	3	5	4	6	7	3	6	2	12	9	14	12	18	17	5
경남도,혼천시	경남도	혼천시	2	3	2	4	3	5	4	6	7	3	6	2	12	9	14	11	18	17	5
경남도,양백시	경남도	양백시	1	2	4	2	2	7	6	2	1	8	7	9	14	2	16	3	1	4	10

```

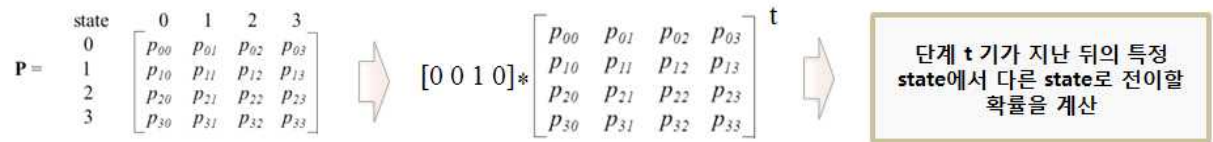
##### Spectral Clustering auto function #####
gkd.fun <- function(addr_treat){
  mat1 <- addr_trmat[,-1] ; for(i in 1:nrow(mat1)){ mat1[i,i] <- 1 }
  mat3 <- mat1 ; for(j in 1:nrow(mat1)){ for(i in 1:nrow(mat1)){ mat3[i,j] <- mat1[i,j] + mat1[j,i] }}
  mat4 <- as.matrix(i(mat3+3)) ; for(i in 1:nrow(mat4)){ mat4[i,i] <- 0 }
  sig_sq <- var(as.numeric(as.matrix(mat4)))^2
  for(i in 1:nrow(mat4)){ for(j in 1:nrow(mat4)){ mat4[i,j] <- exp(-(mat4[i,j]^2/(2*sig_sq))) }}
  return(mat4)
}
sc.fun <- function(d.mat0,n.cl){
  sc <- specc(as.matrix(d.mat0), centers=n.cl)
  d.mat1 <- rbind(d.mat0,sc0,Data)
  d.mat1 <- cbind(d.mat1,c(sc0,Data,0))
  colnames(d.mat1)[nrow(d.mat1)] <- "cluster"
  d.mat2 <- d.mat1
  for(i in 1:nrow(d.mat0)) {
    for(j in 1:nrow(d.mat0)) {
      d.mat2[i,j] <- ifelse(d.mat1[i,nrow(d.mat1)]==d.mat1[nrow(d.mat1),j],d.mat1[i,j],0)
    }
  }
  d.mat2 <- d.mat2[1:nrow(d.mat0),1:nrow(d.mat0)]
  cut_score <- sum(d.mat2^2) / sum(d.mat0^2)
  return(cut_score)
}

```

<Spectral clustering 결과 및 계산 R 코드>

(3) Markov Chain Model

- 질병 발생 시 최적 권역을 도출하기 위해 사용된 방법론 중 최적화 문제로 변환하기 이전 단계에서 시/군 단위 행정구역 간의 질병 확산 확률 계산에 사용된 방법은 Markov Chain Model임. 이는 전이확률 행렬을 이용하여 시간의 흐름에 따른 확률 변화를 계산함



※ state간 전이확률 행렬이 있을 경우 [0 0 1 0]으로 state2가 1인 초기값(2에서 발생)을 입력하면 t기 이후 각 state로 확산확률이 계산됨

<Markov Chain Model 기본 원리>

- 엑셀시트로 표현되어있는 지역별 전파확률 예시를 보면 전북 고창에서 발생했을 단계가 지남에 따라 인근 지역으로 확산되는 확률로 계산되는 것을 확인할 수 있음.

확산 확률이 높은 곳은 빨간색의 진하기가 짙은 곳이고 확률이 낮은 곳은 흰색에 가까운 것으로 나타냄

주소	초기값	단계1	단계2	단계3	단계4	단계5	단계6	단계7	단계8	단계9	단계10	단계11	단계12	단계13	단계14	단계15	단계16	단계17	단계18	단계19	단계20
전라남도 무안군	0	0.02088	0.03077	0.03399	0.03442	0.03378	0.03274	0.03157	0.03039	0.02925	0.02818	0.02717	0.02623	0.02536	0.02454	0.02378	0.02307	0.02241	0.02179	0.02121	0.02067
전라남도 보성군	0	0.01496	0.02424	0.02902	0.03126	0.03209	0.03195	0.03141	0.03061	0.02969	0.02874	0.02778	0.02686	0.02598	0.02514	0.02435	0.02361	0.02292	0.02227	0.02166	0.02109
전라남도 순천시	0	0.01458	0.0233	0.02823	0.03071	0.03169	0.03176	0.0313	0.03057	0.02969	0.02876	0.02782	0.02689	0.02602	0.02518	0.02439	0.02365	0.02295	0.02228	0.02166	0.02112
전라남도 신안군	0	0.03645	0.02606	0.02871	0.03449	0.03441	0.03359	0.03248	0.03129	0.02992	0.02847	0.02695	0.02539	0.02383	0.02228	0.02074	0.01921	0.01769	0.01618	0.01468	0.01319
전라남도 여수시	0	0.04683	0.04966	0.04952	0.04457	0.04364	0.04213	0.04082	0.03961	0.03851	0.03750	0.03658	0.03574	0.03498	0.03428	0.03364	0.03305	0.03251	0.03201	0.03154	0.03111
전라남도 영암군	0	0.04392	0.03897	0.03638	0.0345	0.03291	0.0315	0.03021	0.02904	0.02795	0.02695	0.02602	0.02516	0.02436	0.02361	0.02291	0.02226	0.02165	0.02108	0.02055	0.02005
전라남도 완주군	0	0.02707	0.03411	0.03238	0.0348	0.03378	0.03258	0.03134	0.03015	0.02901	0.02795	0.02696	0.02603	0.02517	0.02437	0.02362	0.02292	0.02227	0.02166	0.02109	0.02055
전라남도 완주군	0	0.00077	0.03668	0.03389	0.03154	0.03074	0.03135	0.03156	0.03133	0.03144	0.03161	0.03175	0.03195	0.03209	0.03231	0.03257	0.03284	0.03311	0.03338	0.03364	0.03389
전라남도 장흥군	0	0.0334	0.03676	0.03586	0.0345	0.03312	0.03179	0.03053	0.02935	0.02825	0.02723	0.02629	0.02541	0.02459	0.02382	0.02311	0.02245	0.02182	0.02124	0.0207	0.02019
전라남도 장흥군	0	0.02667	0.03397	0.03156	0.03473	0.03375	0.03256	0.03135	0.03016	0.02903	0.02797	0.02698	0.02605	0.02519	0.02439	0.02364	0.02294	0.02228	0.02167	0.0211	0.02057
전라남도 장흥군	0	0.01643	0.03123	0.03447	0.03464	0.03416	0.03308	0.03189	0.03066	0.02953	0.02843	0.02741	0.02646	0.02557	0.02474	0.02396	0.02324	0.02257	0.02194	0.02135	0.0208
전라남도 장흥군	0	0.03738	0.03462	0.03469	0.03425	0.03331	0.03216	0.03098	0.02986	0.02889	0.02795	0.02708	0.02626	0.02547	0.02473	0.02414	0.02341	0.02273	0.02209	0.02149	0.02093
전라남도 장흥군	0	0.03005	0.03524	0.03262	0.03483	0.03367	0.03241	0.03116	0.02996	0.02883	0.02777	0.02679	0.02588	0.02503	0.02423	0.02349	0.02278	0.02216	0.02156	0.02099	0.02046
전라남도 장흥군	0	0.02025	0.03088	0.03184	0.03415	0.03348	0.03244	0.03129	0.03012	0.0289	0.02785	0.02686	0.02593	0.02517	0.02447	0.02382	0.02322	0.02262	0.02202	0.02144	0.02088
전라남도 장흥군	0	0.04584	0.04237	0.03637	0.03384	0.03199	0.0305	0.02921	0.02808	0.02704	0.0261	0.02523	0.02442	0.02366	0.02296	0.02231	0.02171	0.02112	0.02059	0.02009	0.01961
전라남도 장흥시	0	0.05189	0.04186	0.03709	0.03437	0.03245	0.03088	0.02955	0.02839	0.02733	0.02636	0.02548	0.02464	0.02387	0.02315	0.02249	0.02188	0.02138	0.02087	0.02037	0.01984
전라남도 장흥시	0	0.03238	0.03768	0.03482	0.03495	0.03314	0.03156	0.03017	0.02884	0.02764	0.02663	0.02569	0.02484	0.02404	0.02329	0.02251	0.02176	0.02106	0.02041	0.01979	0.01927
전라남도 장흥시	0	0.04123	0.03672	0.03314	0.03091	0.02931	0.02802	0.02693	0.02593	0.02504	0.02422	0.02347	0.02277	0.02211	0.0215	0.02094	0.0204	0.01991	0.01944	0.0191	0.01879
전라남도 장흥시	0	0.05584	0.04186	0.03691	0.03438	0.03237	0.03083	0.02952	0.02835	0.0273	0.02633	0.02544	0.02462	0.02385	0.02314	0.02247	0.02185	0.02126	0.02072	0.02021	0.01971
전라남도 장흥시	0	0.0404	0.03954	0.03709	0.03486	0.033	0.03142	0.03006	0.02885	0.02775	0.02675	0.02583	0.02498	0.02419	0.02345	0.02276	0.02212	0.02152	0.02096	0.02043	0.01994
전라남도 장흥시	0	0.04734	0.04089	0.03685	0.03388	0.032	0.03049	0.0292	0.02806	0.02702	0.02608	0.0252	0.02439	0.02364	0.02294	0.02228	0.02167	0.0211	0.02056	0.02006	0.01959
전라남도 장흥시	0	0.04355	0.04087	0.03645	0.03434	0.03214	0.03061	0.02913	0.02786	0.02672	0.02567	0.02474	0.02392	0.0232	0.02251	0.02184	0.02121	0.02063	0.02012	0.01964	
전라남도 장흥시	0	0.02822	0.03702	0.03721	0.03555	0.03349	0.032	0.03066	0.02928	0.02814	0.02713	0.02616	0.02528	0.02447	0.02371	0.023	0.02234	0.02173	0.02115	0.02062	0.02011
전라남도 장흥시	0	0.04261	0.03961	0.03628	0.03429	0.03265	0.03115	0.02987	0.02871	0.02764	0.02666	0.02575	0.02491	0.02412	0.02339	0.02271	0.02207	0.02147	0.02091	0.02039	0.0199
전라남도 장흥시	0	0.04046	0.03881	0.03628	0.03474	0.033	0.03164	0.03048	0.02935	0.02834	0.0274	0.02656	0.02574	0.02498	0.02427	0.0236	0.02292	0.02228	0.02167	0.02108	0.02051
전라남도 장흥시	0	0.04445	0.04076	0.03733	0.03498	0.03317	0.03165	0.03031	0.02911	0.02801	0.027	0.02606	0.02521	0.02439	0.02364	0.02294	0.02229	0.02168	0.02111	0.02057	0.02003
전라남도 장흥시	0	0.04313	0.04014	0.03648	0.0344	0.03255	0.03102	0.02969	0.02852	0.02745	0.02647	0.02557	0.02474	0.02397	0.02324	0.02257	0.02194	0.02135	0.0208	0.02029	0.0198
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.03058	0.02905	0.02762	0.0263	0.02508	0.02394	0.0229	0.02196	0.02112	0.02038	0.01974	0.01919	0.01864	0.0181	
전라남도 장흥시	0	0.04073	0.03809	0.03548	0.03384	0.03221	0.														

바. 권역 모델을 최적화 문제로 변환

(1) 권역 모델의 최적화 변환 개념

- 질병 발생 시 발생 지역을 입력값으로 받고 인접 지역에 대한 모든 가능한 경우의 수에 대한 자립도 계산을 수행할 경우 소요시간이 지나치게 길어지는 문제가 발생함. 때문에 질병 발생 시의 최적 권역 도출 모델은 최적화 문제로 변환하여 생각해 볼 수 있음. 최적화 문제에서 일반적으로 사용되는 방법으로 선형계획법을 들 수 있는데 선형계획법은 목적함수를 최소로 또는 최대로 하는 최적 해를 찾는 것을 목표로 하며 이때 정의된 여러 가지 제약조건의 범위가 하에서 최적해 리스트를 제공함.
- 선형계획법에 따른 최적화를 거치면 최적해가 1차로 도출되는데 이때 단일 해가 아닌 다수의 해를 얻는 것도 가능함. 따라서 도출된 최적해의 권역 리스트를 이용해서 자립도가 최적인 권역을 계산하게 되면 계산 속도가 현저히 개선될 수 있음.
- 아래의 도면은 권역 모델의 최적화 문제로의 변환 개념으로 목적함수는 권역의 크기를 최소화하는 것으로 정의하였고 제약조건은 해당 발생지역 인근의 교통량 네트워크를 이용하여 자립도와 관련된 요소들의 제약 조건을 지정하는 것으로 최적화 문제를 정의할 수 있음. 이때 제약조건에서 지나치게 많은 조건이 들어가게 되면 최적해가 구해지지 않는 문제가 발생하기 때문에 1차 최적화 문제에서는 제약조건을 넓은 범위로 지정하고 1차 선별 리스트가 도출된 후에는 제약조건을 엄격하게 적용하는 2단계 방법을 사용하는 것이 적절함.



<최적화 문제로 도식화된 권역 모델>

(2) 권역 모델의 최적화 수식

- 앞서 기술된 최적화 문제를 해석하면 다음과 같음. 목적함수는 권역으로 설정된 지역들의 행정구역 수가 최소가 되는 것을 목표로 하였고 이 경우 다수의 해가 도출될 수 있음. 제약조건으로는 첫 번째로 발생지역이 반드시 포함되는 것인데 이 제약 조건이 없게 되면 질병 발생지역이 포함되지 않을 수 있으므로 반드시 필요함. 두 번째로 권역 내 표준화 질병전파 확률의 합이 130% 이상인 조건은 질병전파의 위험도가 높지 않은 지역이 권역으로 묶이게 되는 경우를 제한하기 위해서 포함됨. 세 번째부터 여섯 번째까지는 권역 내 도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장 시설의 표준화 용적량 합이 10% 이상으로 제한하는 제약식임. 이 제약식은 네 가지 종류의 시설 유형의 용적량이 설정된 권역의 사용량 대비 10% 수준보다는 커야 한다는 조건으로 권역화로 인해 자립도가 기준 이하인 경우의 수를 제거하는 역할을 함
- 질병 발생 지역 인근에 축산 시설이 고르게 분포해있다면 지금까지의 제약조건에서도 다수의 최적해가 도출되게 되나 축산 시설이 인근에 없는 지역의 경우 해당 조건에서의 최적해가 도출되지 않게 됨. 이 경우는 제약조건들을 완화해가면서 최적해를 다시 구할 수 있도록 조치를 취해야만 No Solution 문제를 해결할 수 있음

목적함수 : 행정구역 수가 최소 (Multiple Solution 조건)

<제약식>

제약조건1 : 발생지역은 반드시 포함

제약조건2 : 권역 내 표준화 질병전파 확률의 합이 130% 이상

제약조건3~6 : 권역 내 도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장 시설의 표준화 용적량 합이 10% 이상

<최적 조건 미발견시>

제약조건2 : 권역 내 표준화 질병전파 확률의 합이 130% 120% → 110% → 100%이상으로 단계적 하향

제약조건3~6 : 권역 내 도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장 시설의 표준화 용적량 합이 10% 이상 5% 이상 0% 이상으로 단계적 하향

(3) 권역 모델 최적화를 위한 R 프로그래밍 코드

```
min_sprd_prob <- 1.3 # LP 제약식에서 권역 내 확산확률 합의 최소값
min_capa_rate <- 0.1

obj.func <- rep(1,nrow(near2.df))
st.func1 <- as.integer(t(near2.df %>% mutate(brk.out=ifelse(near_rank==0,1,0)) %>%
select(brk.out)))
st.func2 <- sprd_prob_std

st.func3 <- fac_capa_clu_std$f1_pig
st.func4 <- fac_capa_clu_std$f2_pig
st.func5 <- fac_capa_clu_std$f3_pig
st.func6 <- fac_capa_clu_std$f4_pig

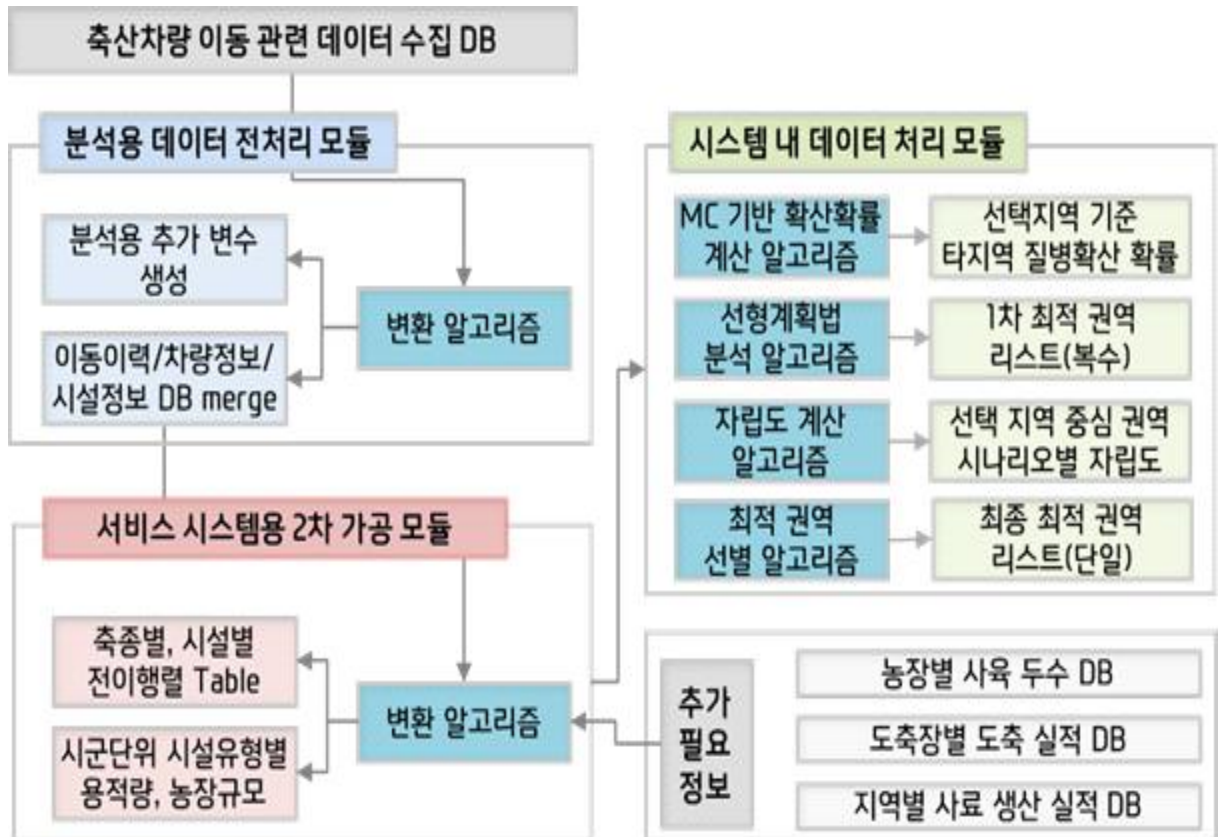
st.func <- rbind(st.func1,st.func2,st.func3,st.func4,st.func5,st.func6)
dir.func <- c("=", ">", ">=", ">=", ">=", ">=")
rhs.func <- c(1,min_sprd_prob,rep(min_capa_rate,4))
numsols <- 50; numcols <- nrow(near2.df)
sel_sols <- lp_solve(obj.func, st.func, dir.func, rhs.func, numcols, numsols)

lp_solve <- function(obj.func, st.func, dir.func, rhs.func, numcols, numsols) {
  lp.sol <- lp('min', obj.func, st.func, dir.func, rhs.func, all.bin=T, num.bin.solns=numsols)
  solutions <- as.data.frame(matrix(head(lp.sol$solution, numcols*numsols), nrow=numsols,
byrow=TRUE))
  solutions$neg <- apply(solutions,1,FUN=function(x) any(x<0))
  solutions$zero <- apply(solutions[,1:numcols],1,FUN=function(x)
ifelse(sum(x==0)>=(numcols-1),T,F))
  sel_sols <- solutions[!(solutions$neg | solutions$zero),1:numcols]
  return(sel_sols)
}
```

사. 선형계획법 기반의 시군단위 축산시설 자립도 최적 권역 산출 알고리즘

(1) 축산시설 자립도 최적 권역 산출 알고리즘 구성 요소

- 알고리즘은 분석용 데이터 전처리 모듈, 서비스 시스템용 2차 가공 모듈, 시스템 내 데이터 처리 모듈의 3개의 모듈로 구성되며 축산차량 이동 데이터 수집 DB, 농장별 사육 두수 DB, 도축장별 도축 실적 DB, 지역별 사료 생산 실적 DB의 외부 데이터를 필요로 함. 각각의 모듈의 기능과 특징은 다음과 같음



(가) 분석용 데이터 전처리 모듈

시스템에서 표출되는 정보는 KAHIS에 저장되어 있는 축산차량 이동 관련 raw 데이터가 의미 있는 데이터로 여러 차례 가공되어서 만들어지는 정보이다. raw데이터는 차량이동 이력정보, 차량 프로파일, 시설 프로파일 데이터가 있다. 본 모듈은 이 세 raw 데이터를 변환 알고리즘을 이용하여 의한 분석용 추가 변수를 생성하고 각각의 데이터를 시설ID, 차량ID를 기준으로merge(join)하여 분석이 가능한 데이터로 변환한다.

(나) 서비스 시스템용 2차 가공 모듈

1차 가공된 데이터는 시스템에서 사용될 수 있는 분석 데이터로의 변환이 필요하다. 본 모듈에서는 축종별, 시설별 전이행렬 Table과 시군 단위 시설 유형별 용적량, 농장 규모 Table이 변환 알고리즘에 의해 생성되어 시스템 내의 DB에 저장된다.

(다) 시스템 내 데이터 처리 모듈

본 모듈은 2차 가공된 Table들을 이용하여 질병이 발생한 지역들과 일시, 축종 선택, 시설별 가중치 정보를 이용하여 시스템에서 표출할 데이터를 생성한다. Markov Chain 기반 확산확률 계산 알고리즘은 선택지역 기준으로 타지역으로의 질병 확산 확률을 계산하며, 자립도 계산 알고리즘은 선택 지역 중심으로 가능한 권역 시나리오별 자립도를 계산한다. 선형계획법 분석 알고리즘은 제약조건 범위 내에서 선택된 질병발생 지역을 중심으로 최적 권역의 후보군을 1차로 선별하여 리스트를 뽑는다. 최적 권역 선별 알고리즘은 지리적 인접도와 자립도가 모두 최적일 수 있는 최종 최적 권역을 결정한다.

(2) 축산시설 자립도 최적 권역 산출 알고리즘 하위 모듈 구동 원리

- 본 노하우의 핵심 기술은 서비스 시스템용 2차 가공에서의 시군 단위 시설 유형별 용적량과 농장규모를 추정하는 방법과 시스템 내 데이터 처리 모듈에서의 각각의 알고리즘들이다. 각각의 방법과 알고리즘은 다음과 같이 구동함

(가) 시군 단위 시설 유형별 용적량 및 농장 규모 추정

- 도축, 종축, 사료, 분뇨처리 시설 중 도축장의 처리량 데이터만 수집이 가능하며 사료공장은 광역도 단위 지역별 사료 생산량 통계만 수집이 가능한 한계가 있음. 농장별 사육두수에 대한 정보는 관련 DB에서 수집이 가능하므로 농장에서 도축장으로 이동하는 차량의 유형과 횟수를 이용하면 각 도축장의 도축실적과 농장의 출하규모(사육두수)를 이용하여 출하 차량이 한 번 이동에 어느 정도의 가축을 실을 수 있는지에 대한 파라미터 추정이 가능함. 각 도축장의 용적량은 도축장 통계자료에 나타난 일처리량, 과거 도축실적에서의 일 최대 처리두수를 이용하여 결정할 수 있음. 사료공장의 용적량은 지역별 사료 생산량과 사료공장-농장 간의 차량 방문횟수 간 관계를 이용하여 지역별 사료공장의 처리 가능한 용적량을 추정함. 종축, 분뇨처리 시설의 경우 용적량 추정 시 비교 가능한 절대량이 없으므로 차량 이동 패턴만을 고려한 상대적 용적량을 산출함

농장 사육두수로 차량 종류별 출하두수 추정

- 도축, 종축, 사료, 분뇨처리 등 도축장의 처리량 데이터만 수집이 가능한 한계점이 있음
- 사료공장은 권역도단위 지역별 사료 생산량 통계를 이용하여 사료공장-농장 간 차량 방문횟수 데이터를 이용한 사용량 추정 필요
- 종축장, 분뇨처리 시설의 최대 용적량의 경우는 차량 방문횟수 데이터만을 이용한 추정이 필요

(사육두수와 도축장 방문 횟수를 이용한 차량 적재 두수 추정)

도축장 차량 이동 횟수 분포도: 도축장 110회, 농장1 19회, 농장2 210회, 농장3 32회, 농장4 48회, 농장5 1회. 농장별 차량 종류: 농장1 1만두, 농장2 2천두, 농장3 2만두, 농장4 3천두, 농장5 5천두.

$$\text{사육두수} = \alpha + \beta_1 \times \text{도축장 차량(유형1)방문횟수} + \beta_2 \times \text{도축장 차량(유형2)방문횟수} + \beta_3 \times \text{도축장 차량(유형3)방문횟수} + \dots + \epsilon$$

- 농장에서 도축장으로 방문한 차량 이동횟수를 이용함
- 사육두수 기준으로 농장규모를 정의하고 차량 종류별로 1회 차량 이동시 출하 두수 파라미터 추정

차량 방문 횟수로 시설물 최대 용적량 추산

- 종축, 사료, 분뇨처리시설에 한함

- 방문차량이 경유한 농장규모로 시설 처리량 계산

시설물(사료) 처리량 계산. 차량이 경유한 농장의 규모를 합산하면 사료공장의 1일 처리 두수 계산 가능. 농장1(1만두) → 농장2(2천두) → 농장3(2만두) → 농장4(3천두) → 농장5(5천두).

시설물 1일 처리량 = 일방문차량 경유농장 규모 합
- 일별 시설 처리량 데이터로부터 최대 용적량 계산

일별 처리량 그래프에서 최대치 값을 수용가능 최대 처리량으로 정의.

최대 처리량 = Max(시설물 1일 처리량)

- 시설별로 최대 처리량을 산출하여 DB화
- 산출된 최대 처리량 정보는 자립도 계산에서 사용

(나) Markov Chain Model 기반 확산확률 계산 알고리즘

- Markov Chain Model은 From-To 형태의 State 간 전이행렬 P가 도출되는 경우 이 행렬을 이용하여 단계의 진행에 따른 전과 확률을 계산할 수 있음. 특정 지역에서 최초 발생한 경우 해당 지역이 1, 나머지 지역은 0으로 하는 벡터를 전이행렬에 곱해주면 해당 발생지역의 감염에 의해 타 지역으로 전파될 가능성을 모든 지역수*지역수만큼의 확률을 표현하는 정사각행렬을 구할 수 있음. 하나의 지역이 아닌 다수의 지역에서 동시간 흐름에서 발생을 할 때 제2 발생일에 해당하는 단계에 발생지역이 1, 타 지역이 0인 벡터를 더해서 최댓값이 1이 되도록 한 후 다시 전이 행렬을 다음 발생 시점까지의 단계 수만큼 곱해주는 방법으로 다수 발생지를 고려한 단계별 확산 확률 Table을 계산할 수 있음

$$\left(\left([1 \ 0 \ 0 \ 0] * \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & p_{02} & p_{03} \\ p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{20} & p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{30} & p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix}^{t1} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right) * \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & p_{02} & p_{03} \\ p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{20} & p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{30} & p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix}^{t2} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right) * P$$

지역1 첫발생 이후 t1 단계 후 지역2 발생을 지역2만 1인 행렬 합으로 계산하며 이후 t2 단계 후 지역3 발생도 동일한 방법으로 계산함

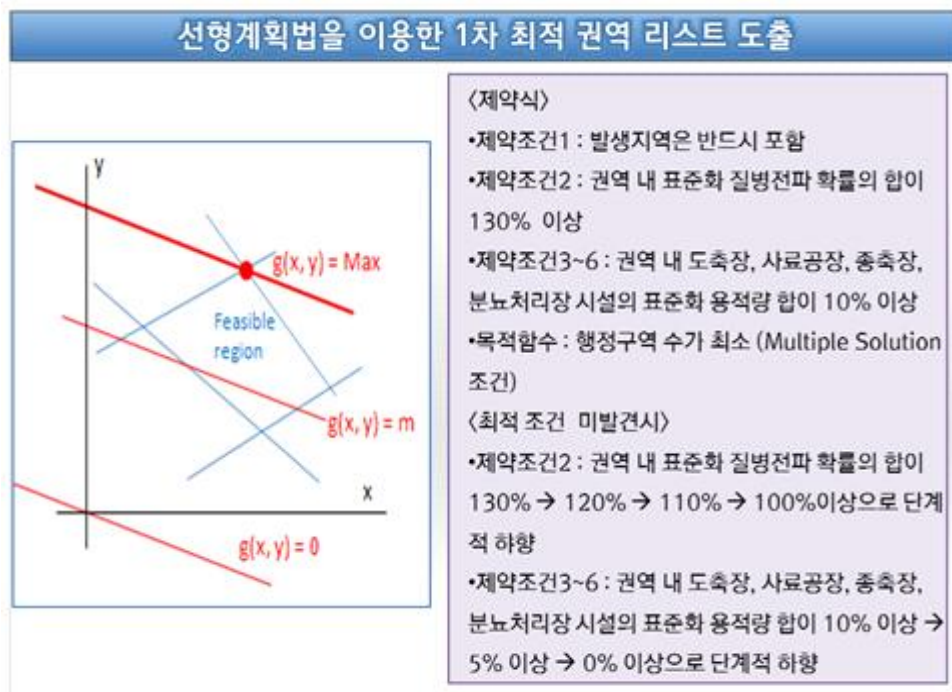
※ Markov chain의 각 단계의 시간 기준은 3일로 설정하여 3일 경과시 1단계, 6일 경과시 2단계, 9일 경과시 3단계로 계산함

<추가 발생에 따른 Markov Chain Model 계산>

주소	초깃값	단계1	단계2	단계3	단계4	단계5	단계6	단계7	단계8	단계9	단계10	단계11	단계12	단계13	단계14	단계15	단계16	단계17	단계18
전라북도 고창군	1	0.251681	0.06727	0.021378	0.010135	0.007751	0.007729	0.008411	0.009371	0.038017	0.05241	0.062403	0.071346	0.080527	0.090513	0.101614	0.11405	0.128021	0.146777
전라북도 군산시	0	0.02541	0.01651	0.011193	0.009592	0.009699	0.01052	0.011688	0.013086	0.051619	0.071883	0.085874	0.098463	0.11144	0.125553	0.141213	0.158723	0.178362	0.211927
전라북도 김제시	0	0.01463	0.016159	0.015776	0.015991	0.017009	0.018636	0.020717	0.023175	0.088707	0.127982	0.155593	0.179182	0.202442	0.227207	0.254498	0.284996	0.319258	0.390168
전라북도 남원시	0	0.002179	0.004828	0.005751	0.00627	0.006857	0.007593	0.008474	0.009492	0.051573	0.066976	0.075819	0.08342	0.091395	0.100343	0.110556	0.122239	0.135578	0.155398
전라북도 무주군	0	0	0.000287	0.000327	0.000344	0.000371	0.00041	0.000457	0.000512	0.00251	0.003151	0.00364	0.004098	0.004578	0.005105	0.005695	0.00636	0.007109	0.008489
전라북도 부안군	0	0.015119	0.008994	0.005739	0.0048	0.004825	0.005227	0.005805	0.006498	0.030006	0.039796	0.04626	0.052077	0.058133	0.064796	0.072266	0.08069	0.090202	0.104976
전라북도 순창군	0	0.000789	0.001646	0.001949	0.002143	0.002364	0.00263	0.002942	0.003299	0.01585	0.020265	0.023348	0.026262	0.029346	0.03275	0.036566	0.040866	0.045717	0.055821
전라북도 완주군	0	0.000676	0.002462	0.002811	0.002981	0.003234	0.003577	0.003992	0.004473	0.024394	0.030088	0.033921	0.037586	0.041523	0.045925	0.050909	0.056568	0.06299	0.075858
전라북도 익산시	0	0.02911	0.041182	0.048816	0.055517	0.062424	0.06998	0.078413	1	0.966908	0.960341	0.972127	0.999674	1.042197	1.099736	1.172798	1.262234	1.369177	1.531481
전라북도 임실군	0	0.001014	0.003671	0.004184	0.00436	0.004669	0.005134	0.005718	0.006404	0.029181	0.039055	0.045595	0.051405	0.057399	0.063969	0.071324	0.079616	0.088979	0.10313
전라북도 장수군	0	0.000113	0.000826	0.000898	0.000926	0.000992	0.001094	0.00122	0.001368	0.003815	0.006015	0.007675	0.009169	0.010675	0.012276	0.014022	0.015948	0.018086	0.022667
전라북도 전주시	0	0.000657	0.00059	0.000569	0.000588	0.000635	0.000701	0.000783	0.000878	0.003349	0.004629	0.005581	0.006455	0.00735	0.008316	0.009381	0.010568	0.011896	0.014092
전라북도 정읍시	0	0.026913	0.040258	0.049044	0.056685	0.064455	0.072873	0.0822	0.092614	0.173023	0.2663	0.367083	0.474367	0.588674	0.711179	0.843393	0.987057	1.144109	1.333714
전라북도 진안군	0	0.00169	0.002933	0.003189	0.003378	0.003674	0.004071	0.004547	0.005097	0.028846	0.035546	0.039722	0.043702	0.048039	0.052943	0.058534	0.064912	0.072172	0.081563
제주특별자치도 서	0	0	9.56E-08	4.09E-07	7.05E-07	9.34E-07	1.12E-06	1.29E-06	1.47E-06	1.66E-06	2.12E-06	3.4E-06	5.15E-06	7.17E-06	9.36E-06	1.17E-05	1.47E-05	1.69E-05	1.98E-05
제주특별자치도 제	0	0	6.43E-06	1.23E-05	1.65E-05	1.99E-05	2.3E-05	2.61E-05	2.95E-05	3.32E-05	5.56E-05	8.72E-05	0.000124	0.000163	0.000205	0.00025	0.000298	0.00035	0.000407
충청남도 계룡시	0	1.88E-05	4.64E-05	5.94E-05	6.82E-05	7.65E-05	8.55E-05	9.57E-05	0.000107	0.000891	0.000983	0.001046	0.00111	0.001182	0.001267	0.001367	0.001485	0.001622	0.002897
충청남도 공주시	0	0.000169	0.001456	0.001644	0.001651	0.001722	0.001866	0.002063	0.002302	0.01003	0.013759	0.01629	0.018502	0.020728	0.023121	0.025769	0.028735	0.032076	0.044559
충청남도 금산군	0	9.39E-05	0.000489	0.00054	0.000564	0.000608	0.00067	0.000746	0.000835	0.003489	0.004806	0.005767	0.006614	0.007454	0.008344	0.009319	0.010406	0.011625	0.023128
충청남도 논산시	0	0.000545	0.003658	0.005741	0.007083	0.008143	0.009171	0.010277	0.011514	0.041809	0.064003	0.080684	0.094366	0.106865	0.119385	0.132719	0.147405	1	0.623319
충청남도 당진시	0	0.001277	0.001699	0.001743	0.001719	0.001736	0.001815	0.001952	0.00214	0.009154	0.013751	0.016927	0.019384	0.021549	0.023678	0.025935	0.028429	0.03124	0.037781
충청남도 보령시	0	0.001071	0.002556	0.003059	0.003192	0.003297	0.003478	0.003754	0.004118	0.012769	0.020976	0.027626	0.033095	0.037932	0.042584	0.047375	0.052528	0.058249	0.069599
충청남도 부여군	0	0.002066	0.003544	0.00408	0.004485	0.004958	0.005521	0.006175	0.00692	0.039233	0.048483	0.054259	0.059773	0.065737	0.072423	0.080003	0.088624	0.098427	0.139931

<전북 고창군 -> 전북 익산시 -> 충남 논산시 발생 케이스

(다) 선형계획법 분석 알고리즘

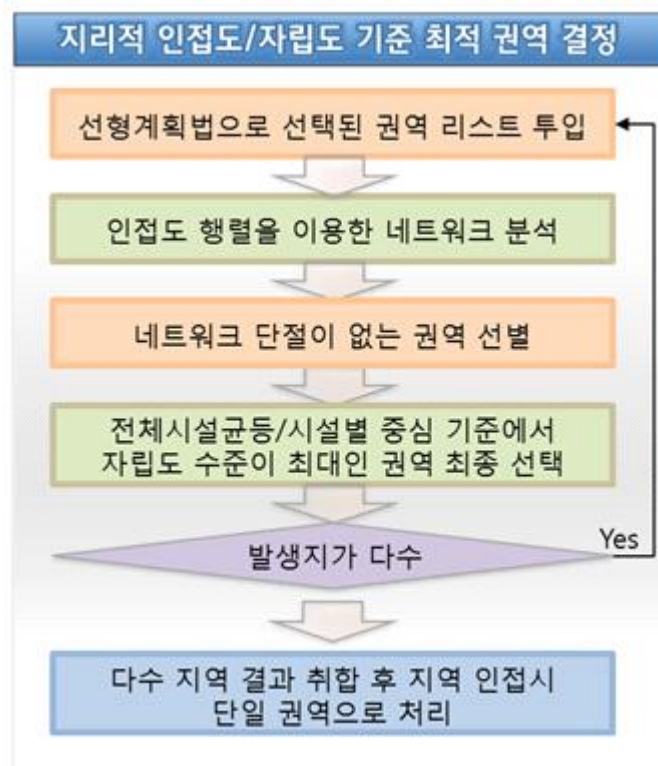


- 앞선 (가), (나)의 하위 알고리즘에 의해 만들어진 시군 단위 시설 유형별 용적량과 질병 발생지역 설정에 의한 시군 단위에서의 질병 확산확률 데이터는 최적 권역을 산출하기 위한 주요 정보로 활용됨. (가)에 의한 결과 데이터를 data1이라고 하고 (나)에 의한 결과 데이터를 data2라고 명명했을 때 선형계획법 분석 알고리즘은 이

두 데이터의 정보를 이용하여 제약식을 고려한 목적함수를 해를 구함

- 선형계획법의 목적함수는 권역에 포함되는 행정구역(시/군)의 수가 최소가 되는 조건을 찾음. 이때 동일한 수의 행정구역 수 내에서는 중복해를 인정하는 조건임. 이 목적함수의 제약식은 첫째, 발생지역은 반드시 포함해야 하며, 둘째 권역 내 표준화 질병 전파 확률의 합이 130% 이상, 셋째, 권역 내 도축장의 표준화 용적량 합이 10% 이상, 넷째, 권역 내 사료공장의 표준화 용적량 합이 10% 이상, 다섯째, 권역 내 종축장의 표준화 용적량 합이 10% 이상, 여섯째, 권역 내 분뇨처리장의 표준화 용적량 합이 10% 이상의 조건임
- 시군 단위 지역별로 축산시설의 분포와 축산 농장의 규모의 분포가 다르므로 해당 조건에서 최적 해가 도출되지 않는 경우도 존재할 수 있음. 이 경우에는 최적 해가 도출될 때까지 제약식의 조건을 완화하는 방법을 사용함. 첫 번째 완화 방법은 표준화 질병 전파 확률이 130% 이상에서 120%, 110%, 100%로 단계적으로 하향시키는 방법이고 두 번째 완화 방법은 시설의 표준화 용적량 합이 10% 이상에서 5%, 0% 이상으로 단계적으로 하향시키는 방법임. 이와 같은 방법을 적용하여 최적 해가 도출되지 않는 경우가 발생하지 않도록 하였음
- 선형계획법 분석 알고리즘에 의해서 입력된 질병 발생 지역에 대한 최적의 권역이 될 수 있는 경우들의 리스트가 결과로 도출됨

(라) 최적 권역 선별 알고리즘



- 최적 권역 선별 알고리즘은 (다)의 알고리즘에 의해 도출되는 최적 권역 후보 리스트들 중 시/군 행정구역의 인접도와 시설유형별 자립도 수준이 최대가 되는 단 하나의 최적 권역을 결정하는 알고리즘임. (다)에서 선택된 권역 리스트를 입력값으로 받으면 우선 인접도 행렬을 이용한 네트워크 분석을 실시함. Igraph R패키지에서 제공하는 함수로 graph.adjacency() 함수를 사용하면 해당 권역에 선택된 시/군 지역으로 필터링한 시/군 경계가 접해 있는지에 대한 경계인접도 매트릭스를 함수에 입력하면 경계가 인접하지 않은 지역이 포함된 경우 클러스터 개수가 1이 아닌 2를 출력하게 됨. 따라서 graph.adjacency()에 의한 클러스터링 결과가 클러스터 1개가 아닌 경우는 후보 리스트에서 제외시킴
- 그다음으로 모든 후보 리스트에 대하여 해당 권역으로 선택된 시/군 행정구역 내의 도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장의 용적량 합과 전체 농장 요구량 합을 비교하여 농장규모보다 용적량이 더 클 경우는 각 시설 유형별로 자립도를 100%로 처리하고 용적량이 적은 경우에는 용적량/농장 요구량으로 자립도를 계산하여 각 후보 리스트별 시설유형별 자립도 테이블을 생성
- 서비스 UI에서 옵션으로 전체시설 균등, 도축장 중심, 사료공장 중심, 종축장 중심, 분뇨처리장 중심의 5가지 기준으로의 시설 자립도 최적 조건을 선정하게 되는데 네트워크 단절이 없는 최적 권역 후보 리스트 전체에 대하여 앞서 계산된 시설 유형별 자립도 기준으로 순위를 매길 때 전체시설 균등은 4개 시설 자립도 평균을 사용, 각 시설 유형별 중심의 경우 각 시설 유형의 자립도를 기준으로 순위를 매김. 시스템 UI에서 특정 조건을 선택하면 그 조건을 기준으로 정렬된 순위에서 최상위에 랭크된 권역 리스트를 반환하여 최종 최적 권역으로 결정함

2. 2년차 연구 수행 결과

가. 권역별 방역 관리 모델 평가 및 개선

(1) 1차 권역 모델 개선 사항

(가) 발병지역 문제 해결

- 두 개 이상의 발병 지역이 제시된 경우 각각의 권역이 인접하게 되면 권역을 하나의 추가 지역으로 간주하고 권역지수를 이용한 테스트를 통해 결합 및 분리를 판단해야 함. 이를 개선하기 위해 Markov Chain 모델에서 세 개 지역의 질병 발생에 대한 계산이 가능하도록 하여 적용하였음. 또한, 다수 지역의 발생으로 권역에 중첩이 발생하는 경우는 권역을 묶어서 하나의 권역을 가정하고 최적화 문제를 계산하여 최적해를 구하도록 개선하였음

(나) 최적화 문제 해결

- 초기 권역에서 두 후보 지역들의 응집도가 근소한 경우 다수의 권역을 동시에 고려할 필요가 있음. 해당 문제의 해결을 위해 최적화 문제에서 1차 선형계획법 계산에서는 제약식의 제약조건을 지나쳐 엄격하지 않도록 하여 다수의 최적해가 도출될 수 있도록 하여 해결하였음. 이렇게 선택된 다수의 최적해는 재귀적인 방법으로 병렬기법을 이용하여 다양한 권역을 계산하고 최적 권역 선택하도록 개선하였음

(다) 광역도 단위의 권역 제약조건 타당성 검토

- 각 시군에 대하여 해당 시가 소속된 도내에서만 권역화를 실시했을 때 독립적인 사양관리가 가능한 권역을 이룰 수 있는지를 평가하고 각각의 평가에 대하여 적합성을 검토하여 가중치, 모수 변경하여 알고리즘 개선을 검토한 결과 광역도 단위 내에서의 권역을 제약할 경우 광역도 단위 제약이 없는 최적 권역과 비교하여 자립도 측면에서의 대등한 결과가 도출되지 않고 대부분 열등한 권역이 산출되는 문제로 인해 광역도 단위 내의 최적 권역 제약 조건은 고려하지 않는 것이 타당함



〈행정구역 제약조건이 포함된 최적화 권역 모델〉

(2) 권역화를 통한 방역체계 실행이 축산관련 산업(유통)에 미치는 영향 분석

- 질병 발생 시 최적 권역을 도출하여 설정할 경우 도축장, 사료공장, 종축장, 분뇨처리장 중 자립도가 100%가 되지 않는 시설이 있을 경우 권역이 장기화되어 고립될 경우 경제적 피해가 발생하게 됨
- 축산관련 산업 중 가장 직접적인 영향은 출하 시기가 된 가축들이 인근의 도축장을 이용해야 하는 상황에서 도축 용량이 부족하여 출하되지 않는 문제가 가장 큼. 최적 권역 설정에 의하여 도축장 자립도가 100%인 권역의 경우는 문제가 되지 않으나 도축장 자립도가 100%가 되지 않는 지역의 경우 해당 지역의 사육두수에 (100 - 자립도) 비율을 곱해주면 해당 권역에서 도축장 시설 부족으로 인한 피해 두수를 계산할 수 있음. 도축장 이용으로 인해 피해가 예상되는 권역의 경우 해당 사육두수만큼의 경제적 피해를 예방하기 위해서는 권역 외부의 도축장으로 가축을 이동할 수 있는 거점소독장소를 마련하고 권역 외부의 도축장까지의 가축 이동 차량에 대한 방역을 철저하게 할 수 있도록 관리가 필요함
- 권역 내 도축장의 자립도는 100%를 초과하는 경우라 하더라도 권역 내의 도축장이 대규모 도축장으로 권역 외부의 농장들과의 거래량이 상당한 경우에는 권역 내/외부의 단절은 권역 외부의 농장에게도 거리가 더 먼 도축장을 이용해야 하거나 일시적으로 인근 도축장의 처리 용량이 초과되어 한참 멀리 있는 도축장을 이용해야 하는 문제도 발생할 수 있음. 이로 인한 축산관련 산업의 영향은 여러 가지 고려해야 하는 요소가 많고 권역 설정으로 인한 방역조치 시기에 반드시 권역 내부의 도축장을 이용할 것이라고 가정하기가 어렵기 때문에 분석 사항에서 제외하였음

수 있음. 충남 홍성 지역과 같이 양돈 농장이 많은 지역은 상대적으로 시설 용적량이 만족되지 않아 공급 자립도가 낮은 것을 확인할 수 있음. 따라서 이와 같은 행정구역별 공급자립도 지수를 활용할 경우 질병 장기화시 축산업 관련 유통망에 미칠 수 있는 부정적인 영향이 발생할 수 있는 지역을 확인할 수 있고 장기적인 관점에서 필요 시설을 인근 지역에 건립하는 정책을 수행하는 기초자료로 활용할 수 있음

<전국 시/군 행정구역 최적권역 리스트 및 시설유형별 공급 자립도>

번호	발생시	최적권역리스트	공급자립도			
			도축장	사료공장	종축장	분뇨처리장
1	서울특별시	경기도 김포시, 서울특별시	100	0	100	100
2	부산광역시	경상남도 김해시, 부산광역시	100	100	52.6	85
3	대구광역시	경상남도 창원군, 경상북도 영천시, 대구광역시	100	100	88.3	100
4	인천광역시	경기도 김포시, 경기도 파주시, 인천광역시	100	100	100	73.6
5	광주광역시	광주광역시, 전라남도 장성군, 전라북도 정읍시	100	100	100	98.9
6	대전광역시	대전광역시, 충청남도 논산시	100	100	100	100
7	울산광역시	경상남도 밀양시, 경상북도 경주시, 울산광역시	38.5	100	100	74.9
8	세종특별자치시	세종특별자치시, 충청남도 천안시, 충청북도 청주시	100	100	89.5	100
9	경기도 수원시	경기도 수원시, 경기도 안산시, 경기도 화성시	100	100	100	100
10	경기도 성남시	경기도 성남시, 경기도 용인시	100	100	100	100
11	경기도 의정부시	경기도 양주시, 경기도 의정부시, 경기도 포천시	65.1	100	75.1	100
12	경기도 안양시	경기도 안산시, 경기도 안양시, 경기도 화성시	100	100	100	100
13	경기도 부천시	경기도 부천시, 인천광역시	100	100	100	100
14	경기도 광명시	경기도 광명시, 경기도 안양시	100	0	100	100
15	경기도 평택시	경기도 평택시, 경기도 화성시, 충청남도 아산시	100	100	100	100
16	경기도 동두천시	경기도 남양주시, 경기도 동두천시, 경기도 포천시	100	100	83.1	100
17	경기도 안산시	경기도 안산시, 경기도 화성시	100	100	100	100
18	경기도 고양시	경기도 고양시, 경기도 김포시, 경기도 파주시, 인천광역시	100	100	100	98
19	경기도 과천시	경기도 과천시, 경기도 성남시	100	100	100	100
20	경기도 구리시	경기도 구리시, 경기도 남양주시	100	100	100	100
21	경기도 남양주시	경기도 남양주시, 경기도 양평군, 경기도 포천시	100	100	100	100
22	경기도 오산시	경기도 오산시, 경기도 평택시	100	100	100	100
23	경기도 시흥시	경기도 김포시, 경기도 시흥시, 인천광역시	100	100	100	100
24	경기도 군포시	경기도 군포시, 경기도 안산시	100	100	100	100
25	경기도 의왕시	경기도 안산시, 경기도 의왕시, 경기도 화성시	100	100	100	100
26	경기도 하남시	경기도 하남시, 서울특별시	100	100	100	100
27	경기도 용인시	경기도 안성시, 경기도 용인시, 경기도 이천시, 경기도 화성시, 충청북도 음성군	100	100	65.8	90.4
28	경기도 파주시	경기도 연천군, 경기도 파주시, 경기도 포천시	92.4	100	60.9	100
29	경기도 이천시	경기도 안성시, 경기도 이천시, 충청북도 음성군	100	100	100	73.4
30	경기도 안성시	경기도 안성시, 충청북도 음성군	100	100	100	81.6

31	경기도 김포시	경기도 고양시, 경기도 김포시, 인천광역시	100	100	100	100
32	경기도 화성시	경기도 안성시, 경기도 평택시, 경기도 화성시, 충청남도 아산시	100	100	100	100
33	경기도 광주시	경기도 광주시, 경기도 여주시, 충청북도 음성군	100	100	100	89.4
34	경기도 양주시	경기도 남양주시, 경기도 양주시, 경기도 포천시	97.2	100	75.1	100
35	경기도 포천시	강원도 철원군, 경기도 양주시, 경기도 연천군, 경기도 파주시, 경기도 포천시	66.6	100	65.6	86.1
36	경기도 여주시	경기도 광주시, 경기도 여주시, 충청북도 음성군, 충청북도 충주시	100	100	100	100
37	경기도 연천군	경기도 연천군, 경기도 포천시	100	100	67.4	100
38	경기도 가평군	경기도 가평군, 경기도 포천시	84.4	100	81.2	98
39	경기도 양평군	강원도 원주시, 경기도 광주시, 경기도 남양주시, 경기도 양평군, 경기도 여주시, 충청북도 음성군	100	100	100	87.1
40	강원도 춘천시	강원도 양구군, 강원도 춘천시, 강원도 홍천군, 강원도 화천군, 경기도 남양주시, 경기도 양평군	100	100	100	100
41	강원도 원주시	강원도 원주시, 경기도 양평군, 경기도 여주시, 충청북도 충주시	100	100	94.5	89.6
42	강원도 강릉시	강원도 강릉시, 강원도 양양군, 강원도 평창군, 강원도 홍천군	80.8	100	51.8	48.1
43	강원도 동해시	강원도 동해시, 강원도 삼척시	0	0	0	100
44	강원도 태백시	강원도 정선군, 강원도 태백시	0	0	0	0
45	강원도 속초시	강원도 속초시, 강원도 양양군	0	0	100	0
46	강원도 삼척시	강원도 동해시, 강원도 삼척시	0	0	0	100
47	강원도 홍천군	강원도 춘천시, 강원도 홍천군, 강원도 횡성군	100	100	100	92
48	강원도 횡성군	강원도 원주시, 강원도 홍천군, 강원도 횡성군, 충청북도 충주시	100	100	97.9	82.1
49	강원도 영월군	강원도 영월군, 강원도 횡성군, 충청북도 제천시, 충청북도 충주시	100	100	100	100
50	강원도 평창군	강원도 강릉시, 강원도 평창군, 강원도 홍천군	90.8	100	53.4	48.2
51	강원도 정선군	강원도 강릉시, 강원도 정선군, 강원도 평창군, 강원도 횡성군	100	100	61.8	67
52	강원도 철원군	강원도 철원군, 경기도 연천군, 경기도 포천시	94	100	73	93.4
53	강원도 화천군	강원도 철원군, 강원도 춘천시, 강원도 홍천군, 강원도 화천군	55.2	100	80.1	72.1
54	강원도 양구군	강원도 양구군, 강원도 춘천시, 강원도 홍천군	100	100	47.6	100
55	강원도 인제군	강원도 인제군, 강원도 홍천군, 경기도 양평군	64	100	100	74.4
56	강원도 고성군	강원도 고성군, 강원도 속초시	0	0	0	0
57	강원도 양양군	강원도 양양군, 강원도 평창군, 강원도 홍천군	100	100	0	48.5
58	충청북도 청주시	세종특별자치시, 충청남도 천안시, 충청북도 청주시	100	100	89.5	100
59	충청북도 충주시	경기도 광주시, 경기도 안성시, 경기도 여주시, 경기도 이천시, 경상북도 문경시, 경상북도 상주시, 충청북도 괴산군, 충청북도 보은군, 충청북도 음성군, 충청북도 제천시, 충청북도 진천군, 충청북도 충주시	100	100	100	95.9
60	충청북도 제천시	충청북도 괴산군, 충청북도 음성군, 충청북도 제천시, 충청북도 충주시	100	100	100	100
61	충청북도	충청북도 보은군, 충청북도 옥천군, 충청북도 청주시	100	100	100	100

	보은군					
62	충청북도 옥천군	충청북도 보은군, 충청북도 옥천군, 충청북도 청주시	100	100	100	100
63	충청북도 영동군	경상북도 김천시, 충청북도 영동군, 충청북도 옥천군	100	100	100	100
64	충청북도 증평군	충청북도 괴산군, 충청북도 음성군, 충청북도 증평군	100	100	100	100
65	충청북도 진천군	충청북도 음성군, 충청북도 진천군, 충청북도 청주시	100	100	100	85.8
66	충청북도 괴산군	충청북도 괴산군, 충청북도 음성군, 충청북도 충주시	100	100	100	100
67	충청북도 음성군	경기도 안성시, 충청북도 음성군	100	100	100	81.6
68	충청북도 단양군	충청북도 단양군, 충청북도 제천시	100	0	55.3	88.8
69	충청남도 천안시	경기도 안성시, 경기도 평택시, 충청남도 아산시, 충청남도 천안시	100	100	100	100
70	충청남도 공주시	충청남도 공주시, 충청남도 논산시, 충청남도 천안시, 충청북도 청주시	100	100	100	100
71	충청남도 보령시	충청남도 보령시, 충청남도 홍성군	41	93.6	100	43.3
72	충청남도 아산시	경기도 평택시, 충청남도 아산시, 충청남도 천안시	74.4	100	100	100
73	충청남도 서산시	충청남도 서산시, 충청남도 예산군, 충청남도 홍성군	84.1	100	66.7	39.6
74	충청남도 논산시	전라북도 김제시, 전라북도 익산시, 전라북도 정읍시, 충청남도 논산시	100	100	100	100
75	충청남도 계룡시	충청남도 계룡시, 충청남도 공주시	100	100	100	100
76	충청남도 당진시	경기도 평택시, 충청남도 당진시, 충청남도 예산군, 충청남도 천안시	76.6	100	100	72.3
77	충청남도 금산군	전라북도 익산시, 충청남도 금산군, 충청남도 논산시, 충청북도 옥천군	100	100	100	100
78	충청남도 부여군	대전광역시, 충청남도 논산시, 충청남도 부여군	100	100	100	100
79	충청남도 서천군	전라북도 군산시, 전라북도 익산시, 충청남도 서천군	86.5	100	100	81.5
80	충청남도 청양군	충청남도 공주시, 충청남도 예산군, 충청남도 청양군, 충청남도 홍성군	73.8	83.4	64.4	43.3
81	충청남도 홍성군	충청남도 당진시, 충청남도 보령시, 충청남도 예산군, 충청남도 홍성군	44.9	100	100	43.2
82	충청남도 예산군	충청남도 보령시, 충청남도 예산군, 충청남도 홍성군	57.8	98.1	100	44
83	충청남도 태안군	충청남도 태안군, 충청남도 홍성군	55.7	100	42.8	34.8
84	전라북도 전주시	전라북도 익산시, 전라북도 전주시	72.2	100	100	82
85	전라북도 군산시	전라북도 군산시, 전라북도 익산시	93.8	100	100	82.1

86	전라북도 익산시	전라북도 김제시, 전라북도 익산시, 전라북도 정읍시, 충청남도 논산시	100	100	100	100
87	전라북도 정읍시	전라북도 고창군, 전라북도 김제시, 전라북도 익산시, 전라북도 정읍시	100	100	100	96.5
88	전라북도 남원시	전라북도 남원시, 전라북도 임실군, 전라북도 장수군, 전라북도 정읍시	93.5	100	100	100
89	전라북도 김제시	전라북도 김제시, 전라북도 정읍시	100	100	100	99
90	전라북도 완주군	전라북도 완주군, 전라북도 익산시, 전라북도 정읍시, 충청남도 논산시	97.8	100	100	100
91	전라북도 진안군	전라북도 무주군, 전라북도 임실군, 전라북도 장수군, 전라북도 진안군, 충청남도 금산군	33.3	50.7	71.7	61.2
92	전라북도 무주군	전라북도 남원시, 전라북도 무주군, 전라북도 장수군, 전라북도 진안군	76.3	44.5	81.8	100
93	전라북도 장수군	전라북도 임실군, 전라북도 장수군, 전라북도 정읍시	90.1	100	100	100
94	전라북도 임실군	전라북도 김제시, 전라북도 남원시, 전라북도 임실군, 전라북도 정읍시	100	100	100	100
95	전라북도 순창군	전라남도 담양군, 전라북도 순창군, 전라북도 정읍시	100	100	100	100
96	전라북도 고창군	전라북도 고창군, 전라북도 정읍시	83.6	100	100	100
97	전라북도 부안군	전라북도 군산시, 전라북도 부안군, 전라북도 정읍시	100	100	100	100
98	전라남도 목포시	전라남도 목포시, 전라남도 무안군	100	100	100	74.9
99	전라남도 여수시	전라남도 순천시, 전라남도 여수시	100	100	74.5	100
100	전라남도 순천시	전라남도 고흥군, 전라남도 광양시, 전라남도 보성군, 전라남도 순천시, 전라남도 장흥군	100	100	70.9	100
101	전라남도 나주시	전라남도 나주시, 전라남도 무안군, 전라남도 영암군, 전라남도 장흥군	100	100	100	76.3
102	전라남도 광양시	전라남도 광양시, 전라남도 순천시	100	100	72.5	100
103	전라남도 담양군	전라남도 담양군, 전라북도 순창군, 전라북도 정읍시	100	100	100	100
104	전라남도 곡성군	전라남도 곡성군, 전라남도 구례군, 전라남도 화순군, 전라북도 남원시	100	36.6	65.2	100
105	전라남도 구례군	전라남도 광양시, 전라남도 구례군, 전라남도 순천시	100	87.9	75.6	100
106	전라남도 고흥군	전라남도 고흥군, 전라남도 보성군, 전라남도 여수시	36.8	17.8	67.4	100
107	전라남도 보성군	전라남도 나주시, 전라남도 보성군, 전라남도 장흥군, 전라남도 화순군	100	100	100	97.3
108	전라남도 화순군	전라남도 나주시, 전라남도 보성군, 전라남도 화순군	100	100	100	89.2
109	전라남도 장흥군	전라남도 나주시, 전라남도 영암군, 전라남도 장흥군	100	100	100	79.3

110	전라남도 강진군	전라남도 강진군, 전라남도 나주시, 전라남도 목포시, 전라남도 무안군, 전라남도 보성군, 전라남도 영암군, 전라남도 장흥군, 전라남도 해남군	100	100	100	82.8
111	전라남도 해남군	전라남도 나주시, 전라남도 목포시, 전라남도 무안군, 전라남도 영암군, 전라남도 해남군	100	100	100	68.8
112	전라남도 영암군	전라남도 나주시, 전라남도 무안군, 전라남도 영암군	100	100	100	71.1
113	전라남도 무안군	전라남도 나주시, 전라남도 목포시, 전라남도 무안군	100	100	100	72.6
114	전라남도 합평군	전라남도 나주시, 전라남도 무안군, 전라남도 함평군	100	100	100	65.4
115	전라남도 영광군	전라남도 영광군, 전라남도 장성군, 전라북도 정읍시	100	100	100	99.2
116	전라남도 장성군	광주광역시, 전라남도 곡성군, 전라남도 나주시, 전라남도 담양군, 전라남도 영광군, 전라남도 장성군, 전라남도 함평군, 전라남도 화순군, 전라북도 고창군, 전라북도 남원시, 전라북도 정읍시	100	100	100	97.5
117	전라남도 완도군	전라남도 목포시, 전라남도 영암군, 전라남도 완도군, 전라남도 장흥군	100	100	100	100
118	전라남도 진도군	전라남도 진도군, 전라남도 해남군	0	33.5	46.3	1.2
119	전라남도 신안군	전라남도 목포시, 전라남도 무안군, 전라남도 신안군	100	100	100	78.7
120	경상북도 포항시	경상북도 경산시, 경상북도 영천시, 경상북도 포항시	80.5	100	100	74.6
121	경상북도 경주시	경상남도 창원군, 경상북도 경산시, 경상북도 경주시, 경상북도 영천시, 대구광역시, 울산광역시	100	100	100	100
122	경상북도 김천시	경상북도 구미시, 경상북도 김천시, 경상북도 상주시, 충청북도 옥천군	100	100	100	100
123	경상북도 안동시	경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 예천군	100	100	100	97.6
124	경상북도 구미시	경상북도 구미시, 경상북도 김천시, 경상북도 상주시, 경상북도 성주군, 대구광역시	100	100	100	100
125	경상북도 영주시	경상북도 봉화군, 경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 예천군, 경상북도 울진군	86.8	100	100	90.1
126	경상북도 영천시	경상북도 경산시, 경상북도 경주시, 경상북도 고령군, 경상북도 군위군, 경상북도 성주군, 경상북도 영천시, 경상북도 의성군, 경상북도 포항시, 대구광역시	100	100	100	100
127	경상북도 상주시	경상북도 구미시, 경상북도 군위군, 경상북도 김천시, 경상북도 상주시, 경상북도 성주군, 경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 예천군	97.1	100	100	100
128	경상북도 문경시	경상북도 문경시, 경상북도 상주시, 충청북도 음성군, 충청북도 충주시	100	100	100	100
129	경상북도 경산시	경상북도 경산시, 경상북도 영천시	87.2	100	100	76.5
130	경상북도 군위군	경상북도 군위군, 경상북도 안동시, 경상북도 의성군	92.2	100	38.9	100
131	경상북도 의성군	경상북도 군위군, 경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 의성군	100	100	81.1	100

132	경상북도 청송군	경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 청송군	100	100	100	100
133	경상북도 영양군	경상북도 영양군, 경상북도 울진군	0	0	0	0
134	경상북도 영덕군	경상북도 영덕군, 경상북도 영천시, 경상북도 포항시	49.6	100	100	39.7
135	경상북도 청도군	경상남도 창원군, 경상북도 경산시, 경상북도 청도군, 대구광역시	100	100	46.9	100
136	경상북도 고령군	경상북도 고령군, 경상북도 영천시, 대구광역시	100	100	100	63.9
137	경상북도 성주군	경상남도 창원군, 경상북도 고령군, 경상북도 성주군	100	100	86.1	85.2
138	경상북도 칠곡군	경상북도 고령군, 경상북도 김천시, 경상북도 칠곡군, 대구광역시	100	100	100	100
139	경상북도 예천군	경상북도 안동시, 경상북도 영주시, 경상북도 예천군	100	100	100	97.6
140	경상북도 봉화군	경상북도 봉화군, 경상북도 안동시, 경상북도 영주시	100	100	100	92.8
141	경상북도 울진군	강원도 삼척시, 경상북도 봉화군, 경상북도 영덕군, 경상북도 영양군, 경상북도 울진군	0	0	50.2	16.6
142	경상남도 창원시	경상남도 창원군, 경상남도 창원시	100	100	43.5	100
143	경상남도 진주시	경상남도 사천시, 경상남도 진주시	68.1	83.6	0	36.4
144	경상남도 통영시	경상남도 고성군, 경상남도 통영시	88.9	38.2	46.7	52.1
145	경상남도 사천시	경상남도 고성군, 경상남도 사천시, 경상남도 하동군	87.8	73.2	81.9	73.7
146	경상남도 김해시	경상남도 김해시, 경상남도 밀양시, 경상남도 양산시, 경상남도 창원군	100	100	71.2	89.5
147	경상남도 밀양시	경상남도 김해시, 경상남도 밀양시	100	100	63.5	83.3
148	경상남도 거제시	경상남도 거제시, 경상남도 통영시	0	100	0	0
149	경상남도 양산시	경상남도 김해시, 경상남도 양산시, 울산광역시	100	100	71.1	82.2
150	경상남도 의령군	경상남도 산청군, 경상남도 의령군, 경상남도 창원군	100	100	65.4	100
151	경상남도 함안군	경상남도 창원군, 경상남도 함안군	100	100	39.4	100
152	경상남도 창녕군	경상남도 김해시, 경상남도 밀양시, 경상남도 창원군	100	100	60.2	91
153	경상남도 고성군	경상남도 고성군, 경상남도 김해시, 경상남도 창원시	100	100	50.3	74.8
154	경상남도 남해군	경상남도 남해군, 경상남도 사천시	100	0	100	88.8
155	경상남도 하동군	경상남도 고성군, 경상남도 사천시, 경상남도 산청군, 경상남도 진주시, 경상남도 하동군, 경상남도 함안군, 전라남도 광양시, 전라남도 구례군	77.9	100	67.9	79.4

156	경상남도 산청군	경상남도 산청군, 경상남도 의령군	0	80.6	68.1	100
157	경상남도 함양군	경상남도 거창군, 경상남도 산청군, 경상남도 진주시, 경상남도 함양군, 전라북도 남원시, 전라북도 장수군	69.3	58.9	87.4	100
158	경상남도 거창군	경상남도 거창군, 경상남도 산청군	68.3	100	85.2	70.3
159	경상남도 합천군	경상남도 의령군, 경상남도 진주시, 경상남도 창녕군, 경상남도 창원시, 경상남도 합천군, 경상북도 고령군, 대구광역시	100	100	54.5	93.3
160	제주특별자치도 제주시	제주특별자치도 서귀포시, 제주특별자치도 제주시	90.8	58.4	36.3	76.8
161	제주특별자치도 서귀포시	제주특별자치도 서귀포시, 제주특별자치도 제주시	90.8	58.4	36.3	76.8

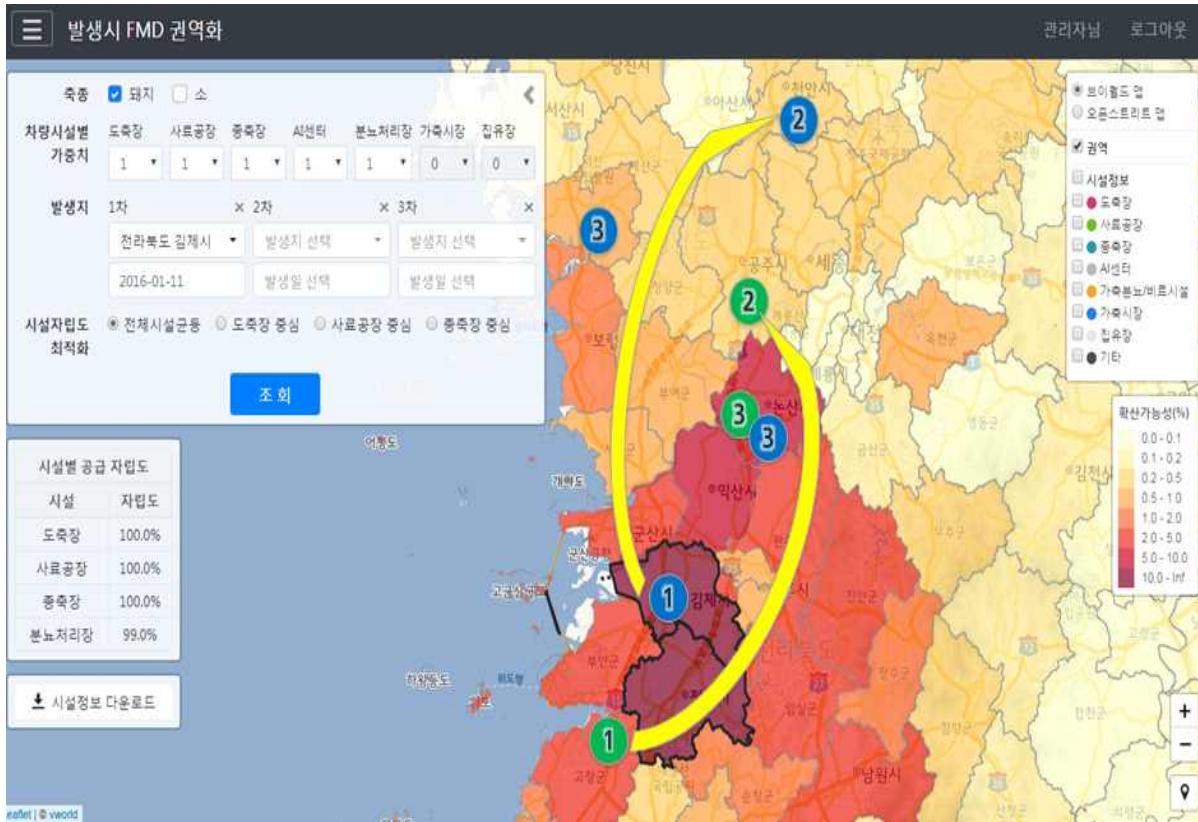
(3) 과거 질병 발생 사례에 대한 권역화 모델 적용 결과 평가

(가) 2016년 1월~3월 돼지 구제역 발생 사례 개요

- 2016년 전북 김제, 고창에서 발생한 구제역의 발생일과 발생지역 정보, 이에 따른 방역 조치사항은 아래 표와 같음

발생 지역				방역 조치		
차수	신고(접수)일자	지역	유형	방역조치	적용지역	방역기간
1	2016-01-11	전북 김제	A	이동중지	김제, 고창 발생지 반경 3km	1/11, 1/13
2	2016-01-13	전북 고창	B	이동중지	전북, 충남 전지역	1/13일0시~14일0시
3	2016-02-17	충남 공주	B	반출금지	전북	1/16일0시~23일0시
4	2016-02-17	충남 천안	A	반출금지	전북	1/23일0시~29일24시
5	2016-02-24	충남 공주	B	이동제한해제	김제 응지면	2월04일
6	2016-03-07	충남 논산	A	이동제한해제	고창 무장면	2월12일
7	2016-03-10	충남 논산	A	이동중지	공주 발생지 반경 3km	02월 24일
8	2016-03-11	충남 논산	A	이동중지	충남, 대전, 세종 전지역	2/19일0시~20일0시
9	2016-03-11	충남 논산	A	반출금지	충남	2/19일0시~25일24시
10	2016-03-11	충남 논산	A	반출금지	충남	2/26일0시~3/3일24시
11	2016-03-11	충남 논산	A	이동중지	논산 발생지 반경 3km	03월 07일
12	2016-03-11	충남 논산	A	반출금지	논산	3/8일0시~14일24시
13	2016-03-14	충남 논산	A	이동중지	논산 추가 발생지 반경 3km	03월 11일
14	2016-03-14	충남 논산	B	반출금지	충남	3/12일0시~18일24시
15	2016-03-17	충남 논산	A	이동중지	홍성 발생지 반경 3km	03월 21일
16	2016-03-19	충남 논산	A	반출금지	홍성, 논산, 공주, 천안	이동제한해제시까지
17	2016-03-21	충남 홍성	A			
18	2016-03-21	충남 논산	A			
19	2016-03-21	충남 논산	A			
20	2016-03-24	충남 논산	A			
21	2016-03-29	충남 홍성	A			

<2016년 1~3월 돼지농장 구제역 발생 및 방역조치 정보>



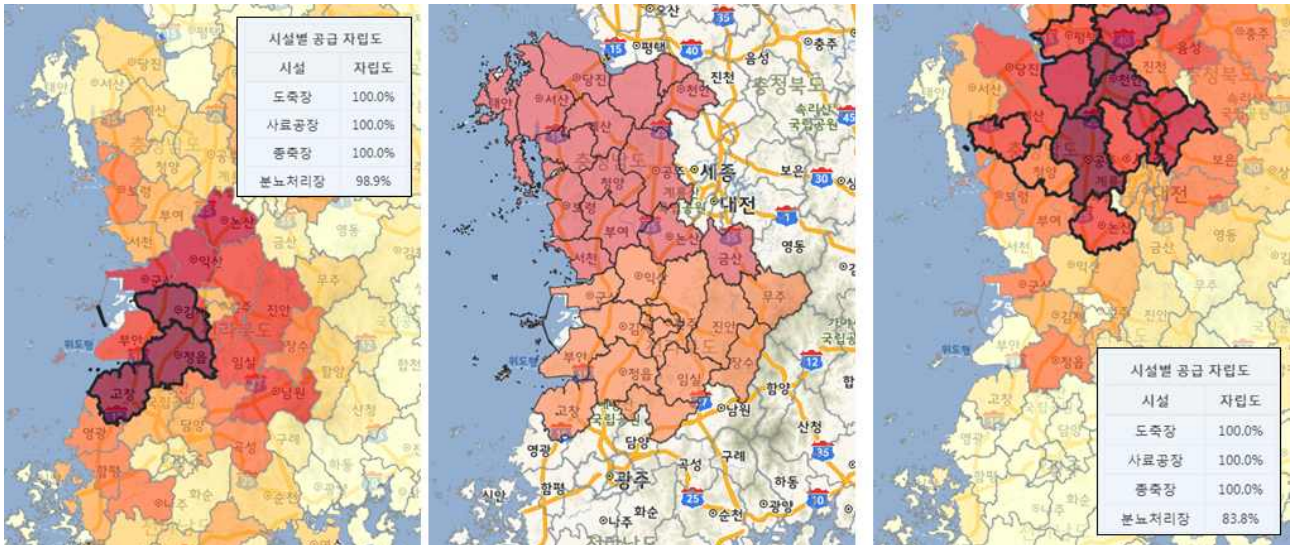
<2016년 1~3월 돼지농장 구제역 전파 경로>

- 해당 기간의 구제역 발생 사례는 광역도 경계를 넘어서 전파되었으며 인접지역 간에는 다른 종류의 FMD 바이러스로 역학관계 미약하였음. 특이한 점은 인접 지역 간에는 구제역 바이러스 유형이 A형, B형으로 서로 다른 종류의 바이러스가 발생하여 멀리 있는 다른 경로로 확산 된 것과 최초 발생 후 1 개월이 지난 후에 광역도 경계를 넘어서 전파된 것임
- 전파 경로 그림은 개발된 시스템에서 최초 발생한 김제 지역을 발생지로 선택했을 때의 화면으로 전파 경로는 숫자와 화살표는 시스템에서 제공된 것이 아니라 시스템 캡처 화면 위에 추가로 그린 것임. 파란색 A형은 전북 김제에서 발생해 충남지역으로 전파되어 천안 → 논산 → 홍성으로 확산되었고, 녹색 B형은 전북 고창에서 비슷한 시기에 발생하여 충남 공주 → 논산으로 확산되었음. 질병 발생으로 인해 이동중지, 반출금지과 같은 방역 조치는 전라북도 도 단위, 충청남도 도 단위로 이루어졌음



<평시 FMD 권역화 기능에 의한 행정구역간 네트워크 확인>

- 평시 FMD 권역화 기능은 질병이 발생하지 않은 평시의 상황에서 농장과 축산시설 간의 관계에 의한 네트워크로 묶이는 권역을 표현하는 기능임. 평시 권역을 살펴보면 발생지인 김제-논산, 천안-홍성이 동일 권역으로 나타나는 것을 확인할 수 있는데 이는 평시의 경우를 보더라도 광역도 단위의 방역 권역이 갖는 의미가 크지 않을 수 있음을 보여줌
- 평시의 이와 같은 광역도를 넘는 행정구역간 네트워크 관계를 고려한다면 발생 초기의 방역조치를 광역도에 추가로 네트워크 관계가 큰 행정구역도 포함시킬 필요가 있다는 것을 시사함. 해당 케이스는 초기에 전북 지역 중심의 방역조치로 인해 충남 지역으로의 전파가 효과적으로 차단되지 못했을 가능성을 생각해볼 수 있음
- 따라서 광역도 단위의 방역 조치가 최선이 아닐 수 있기 때문에 더 나은 방안에 대한 검토가 필요함. 평시 FMD 권역화 기능을 활용하여 김제-논산, 천안-홍성의 관계를 고려한 방역 권역이 설정될 수 있도록 방역당국의 정책 수립이 필요하며 광역도 단위의 방역조치와 더불어 동일 권역으로 나타나는 타 도의 지역을 포괄하여 방역조치를 하는 방안의 법제화가 선행되어야 함



<자립도 중심의 권역화와 광역도 단위 권역화의 자립도 비교>

- 자립도 비교 그림에서 빨간색의 충청남도 전체를 권역으로 할 경우의 자립도는 도축장 61.5%, 사료공장 100%, 종축장 100%, 분뇨처리장 63.6%로 나타났고, 전라북도 전체를 권역으로 할 경우는 도축장 85.5%, 사료공장 100%, 종축장 100%, 분뇨처리장 95.5%인 것으로 나타났음. 따라서 실제로 광역도 단위의 권역화를 했을 경우 충청남도 권역은 도축장과 분뇨처리장의 자립도가 60% 수준으로 경제적 자립이 어렵고 전라북도 권역은 도축장의 자립도가 80% 수준으로 광역도 단위 반출금지가 장기화될 경우 경제적 피해가 발생할 것으로 예상할 수 있음
- 해당 지역을 기준으로 시스템에서의 발생시 최적권역 추천 결과를 보면 1차 발생지인 김제, 고창 발생을 입력했을 때 정읍까지를 묶어주는 권역의 자립도가 거의 100% 수준으로 나타났으며, 2차 발생지인 공주, 천안을 발생지로 입력하면 분뇨처리장을 제외한 나머지 시설의 자립도가 100%인 권역이 설정되는 것을 확인할 수 있음
- 따라서 현행의 광역도 단위의 방역조치 실행보다는 본 연구에서 제안하는 자립도 기준의 권역화를 기준으로 방역조치를 실행하는 것이 축산관련 산업에 미치는 부정적인 영향을 최소화할 수 있을 것으로 평가됨

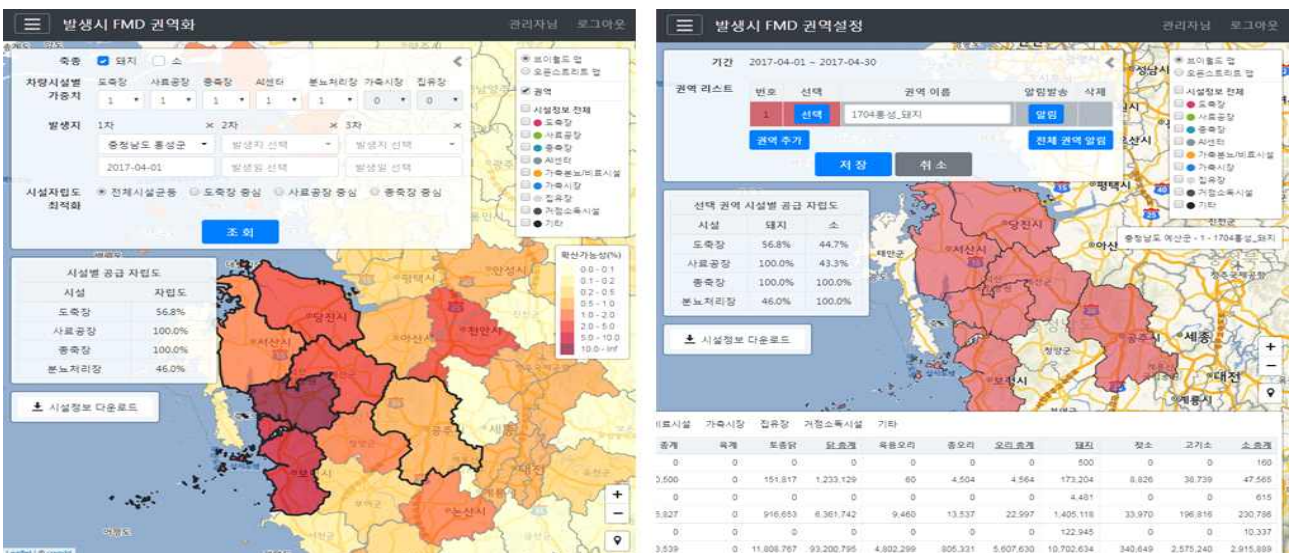
나. 개발된 모델을 활용한 시뮬레이션 분석을 통한 체제 개편방안 제시

- 개발된 권역화 모델을 이용하여 구제역 발생상황을 가상하여 시나리오를 정의하고 시나리오별 시뮬레이션을 실행할 수 있음. 앞서 가. 권역별 방역 관리 모델 평가 및 개선에서는 과거 발생 사례를 개발된 권역화 모델을 이용한 시뮬레이션을 통해 경제적 영향 및 발생지 추가 시 기존 권역을 고려한 권역화 전략을 제시하는 것을 확인할 수 있었음
- 시뮬레이션 분석은 과거 발생사례뿐만 아니라 현재 시점에 발생한다는 가정을 했을 때 경제적 피해를 최소화할 수 있으면서 미래에 질병이 확산될 위험을 고려하여 최적 권역을 어떻게 설정할 것인지에 대한 근거 자료를 제공함
- 연구에서 사용된 데이터가 2017년 4월까지의 데이터이기 때문에 2017년 4월에 충남 홍성군에서 돼지농장에 구제역이 발생한 상황에 대한 시뮬레이션 분석 결과는 다음과 같음

(1) 가상의 질병 발생 시 권역화 전략 수립 시뮬레이션

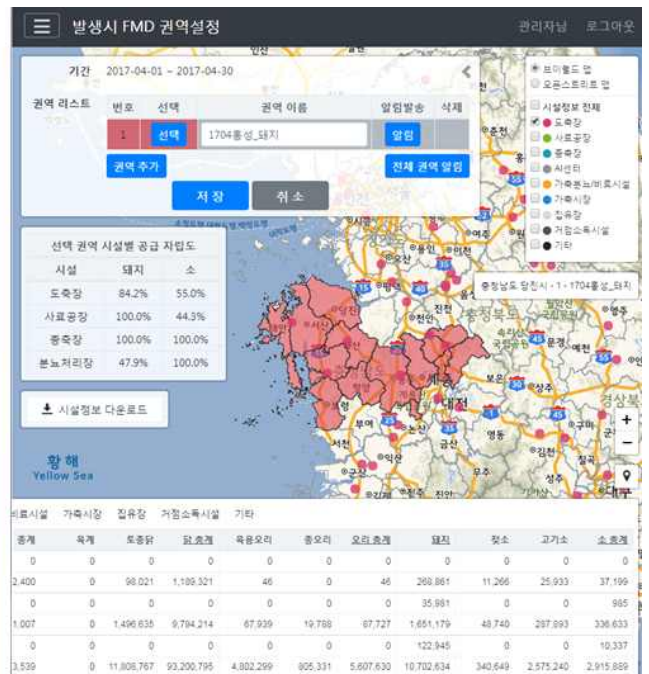
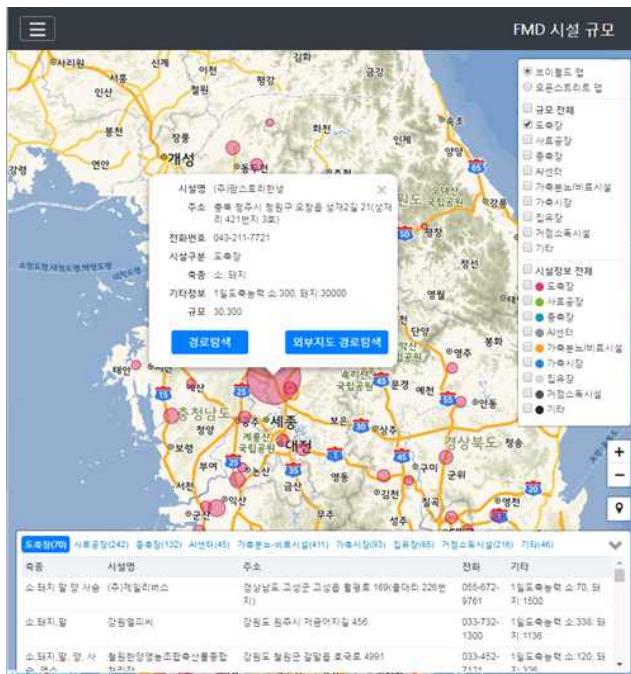
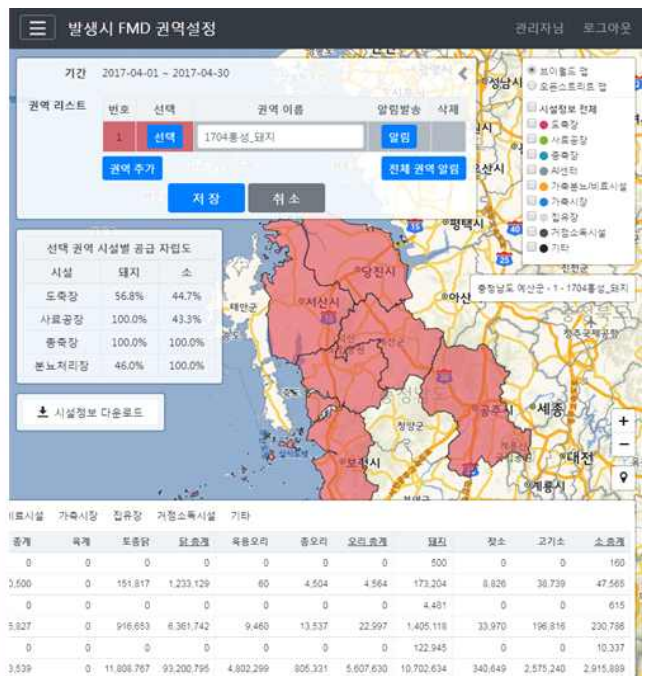
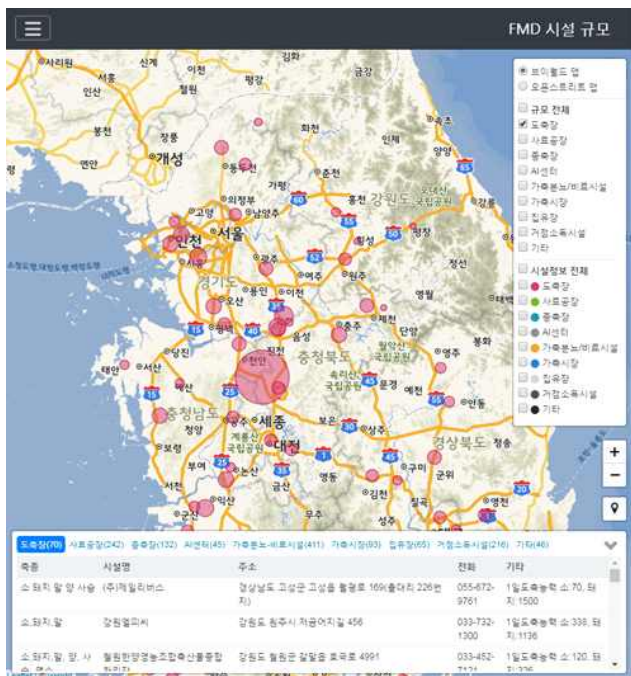
가. 발생시 FMD 권역화 메뉴에서 추천 권역결과 확인 및 권역설정 기능으로 권역 정보 확인

- 먼저 발생시 FMD 권역화 메뉴에서 홍성을 발생지로 입력함. 홍성을 가정했을 때 최적 권역이 도출되는 것을 확인할 수 있음. 그러나 대규모 농장이 많은 문제로 도축장, 분뇨처리장 자립도가 현저히 낮은 것을 확인할 수 있음
- 자립도 수준을 높이기 위해 권역을 확대하는 방향으로 권역 선택이 필요하므로 새로운 브라우저 창에 발생시 FMD 권역설정 메뉴를 열어서 먼저 추천받은 권역을 선택하여 해당 권역의 농장 사육두수, 축산 시설 정보를 확인



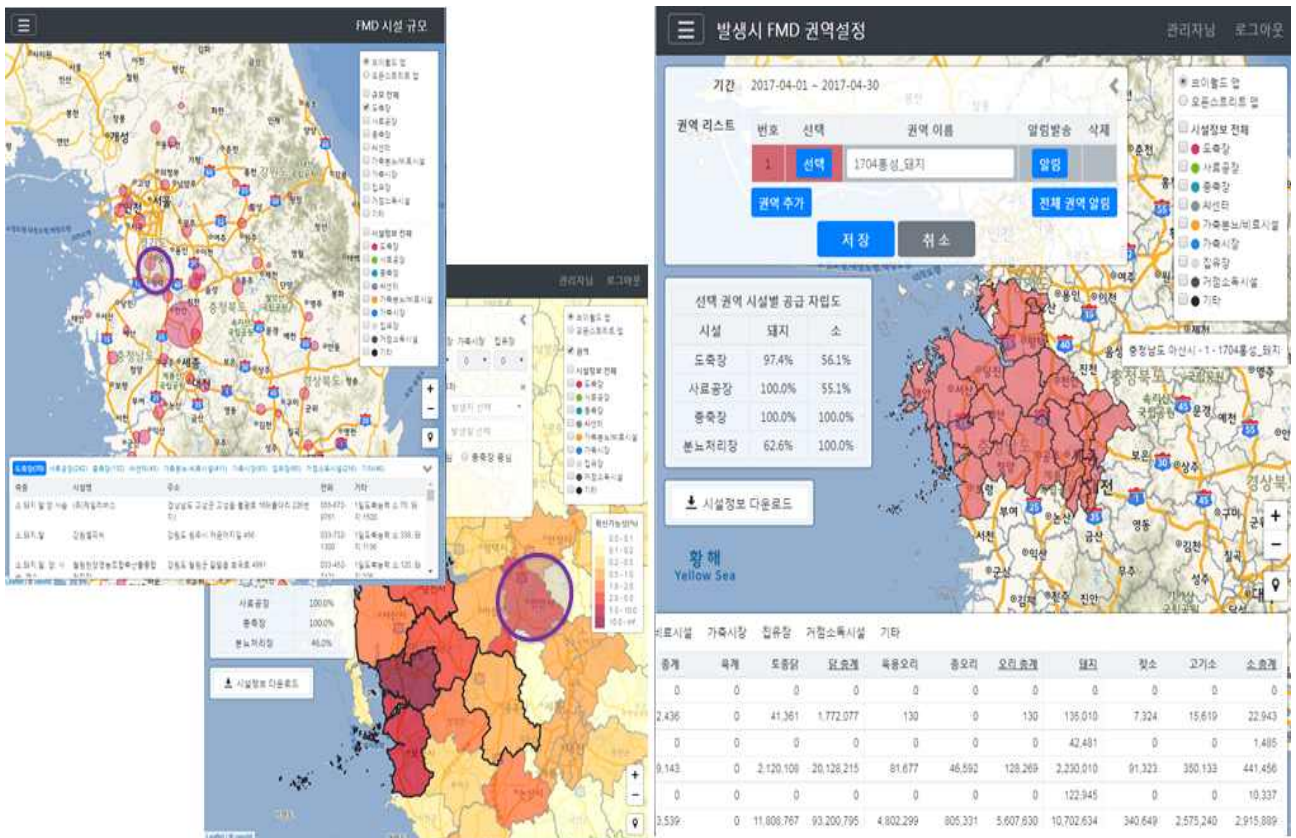
(나) FMD 시설 규모 기능을 활용한 FMD 권역 보완

- 보다 효율적이면서 정확한 정보를 바탕으로 권역 설정을 하기 위해서는 새로운 브라우저 창에 FMD 시설 규모 메뉴를 띄움. 추천 권역에서는 도축장 자립도가 매우 낮았기 때문에 시설 규모 지도를 보고 규모가 큰 도축장이 있는 지역을 살펴봄
- 동쪽으로 청주 지역에 큰 원이 확인됨. 큰 원을 클릭하면 규모가 큰 팜스토리한냉 도축장이 확인됨. 추천 권역에서 현실성을 고려해 태안군, 청양군도 포함시키고 청주 지역을 단절되지 않도록 아산시, 세종시까지 포함함. 이와 같은 절차를 통해 도축장 자립도가 84.2%로 높아진 것을 확인할 수 있음



(다) 발생시 FMD 권역화 메뉴 질병 전파 확률 고려

- 청주 지역으로 권역이 확대되는 상황에서 질병 전파 확률이 높은 천안시가 청주시와 인접해있기 때문에 권역에 포함시키는 가능하므로 권역으로 설정. 그러나 천안시에 중간규모 도축장이 있으나 그만큼의 사육 농장이 있어서 천안시를 추가하여도 도축장 자립도는 84.9%로 거의 변동이 없음
- 다시 FMD 시설규모 지도를 보면 평택, 화성에 중간규모 도축장이 있는 것이 확인됨. 평택, 화성을 추가하고 중간에 끼어있는 아산까지 권역에 포함시키면 우측과 같이 도축장 자립도가 100%에 가까운 권역을 설정할 수 있음
- 이와 같이 발생시 FMD 권역화 기능은 알고리즘에 의한 좁은 범위에서의 권역이 추천되기 때문에 축산 농장이 많은 흥성 같은 지역에서의 발생시에는 자립도가 만족되지 않을 수 있으며 이를 보완할 수 있도록 시설규모 맵 기능, 권역설정 기능이 같이 개발되어 있으므로 여러 가지 기능들을 비교해가면서 가상의 질병발생 상황에서 최적 권역을 설정하는 시뮬레이션을 해볼 수 있음



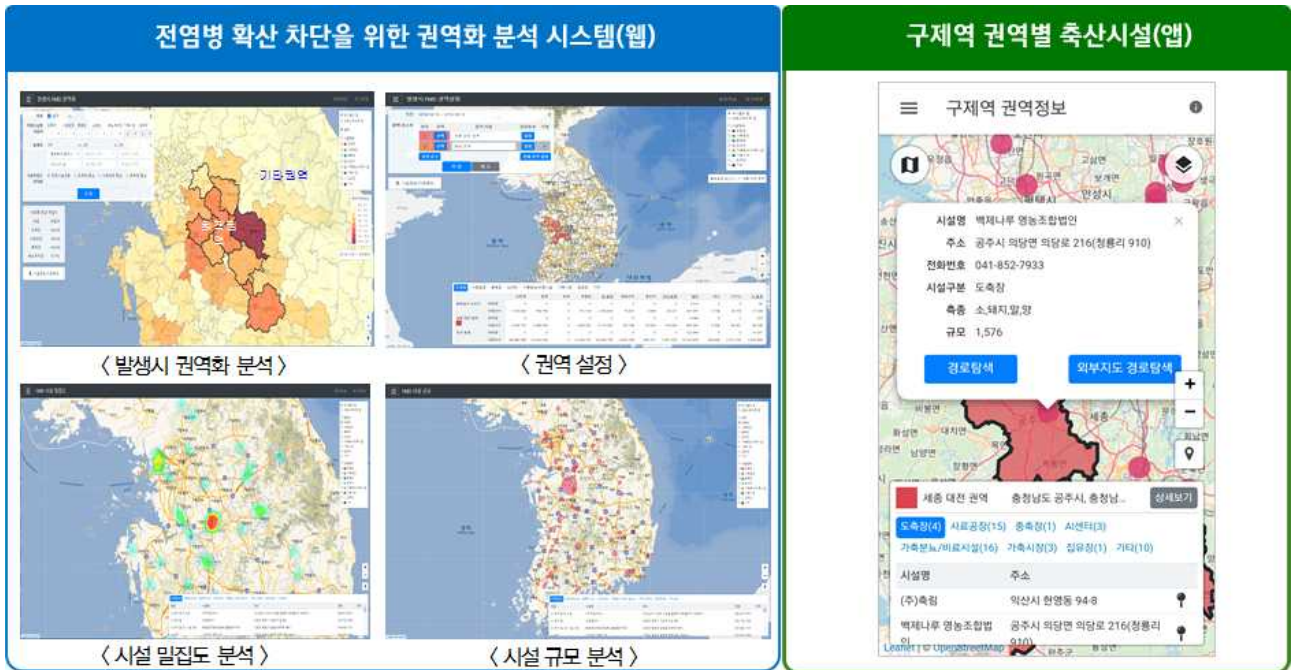
(2) 시뮬레이션 분석을 통한 체제 개편 방안

- 앞서 살펴본 가상의 질병 발생에 대한 시뮬레이션 분석은 발생시 FMD 권역화 기능만으로 전략적인 최적 결정을 내리기 어려운 상황에서 발생시 FMD 권역설정, FMD 시설규모 기능을 이용하여 권역의 크기가 넓어지더라도 보다 더 최적의 권역을 설정하는 방향으로 의사결정을 하는 것이 가능하였음. 이 외에도 발생시 FMD 권역화 기능을 이용하여 축산 시설의 체제 개편 방안을 도출하는 것도 가능함
- 앞서 살펴본 홍성 지역은 축산 농가가 많은 지역으로 권역의 크기를 최소화하는 조건에서는 시설별 공급 자립도가 만족하지 않는 것을 확인할 수 있음. 즉, 해당 지역에는 시설을 추가로 더 건설하는 것이 질병 발생 시 경제적 피해 최소화를 위해서는 바람직함. 반대로 강원도, 경북 동쪽 지역의 경우는 인근에 축산 시설이 없는 문제로 최적 권역을 설정하여도 자립도 수치가 굉장히 낮은 것을 확인할 수 있음. 이 경우는 해당 지역의 환경이나 다른 요인들은 배제하더라도 경제적 자립도만을 고려한다면 시설물이 추가로 건설될 필요가 있음
- 전국 200여 개 행정구역에 대한 최적권역 리스트는 자동으로 추출이 가능한데 이 경우 자립도가 매우 낮은 지역 리스트를 정리할 수 있음. 해당 지역에 대하여 자립도가 낮은 행정구역 중 한 곳에 축산 시설을 건설하는 계획을 수립한다고 가정하면 새롭게 추가될 시설물의 처리용량을 결정하고 용적량 DB에서 해당 행정구역에 시설 추가로 인해 증가하는 용적량을 반영함
- 새롭게 반영된 용적량 DB를 이용하여 다시 문제가 되었던 지역의 발생시 FMD 권역화 기능에 의한 자립도 정보를 뽑아보면 시설의 추가로 인해 개선되는 자립도의 정도를 확인할 수 있음. 이와 같은 시뮬레이션 분석 방법을 이용하여 축산 시설이 부족한 지역에 대하여 적절한 시설의 적절한 용적량을 제안할 수 있고 이와 같은 근거 자료를 활용하여 정책 결정에 활용할 수 있을 것임

다. 권역별 방역관리 모바일 웹앱 개발

(1) 프로그램 개요

- 연구계획서상에는 모바일 웹앱만을 개발하면 되었으나 연구를 진행하는 과정에서 권역화 분석 및 설정을 하는 프로그램이 필요하여 “구제역 권역별 축산시설(앱)” 이외에 추가로 “전염병 확산 차단을 위한 권역화 분석 시스템(웹)”을 개발을 진행하였음



<권역화 분석 시스템(웹) 및 구제역 권역별 축산시설(앱)>

- 권역화 분석 시스템(웹) 주요 기능 : 구제역 등 재난형 가축전염병의 전파와 확산을 차단하기 위해 축산차량 이동정보와 축산시설 정보 등을 활용하여 권역 내 가축 등의 이동을 제한하면서 권역 내 사양관리가 독립적으로 처리될 수 있도록 평시 및 발생시 권역 탐색 기능 제공
- 권역화 분석 시스템에서 제공하는 주요 메뉴는 평시권역, 발생시 권역, 시설밀집도, 시설규모, 권역 설정 등이 있으며 각 메뉴의 기능은 아래와 같음
- 평시권역 : 가축차량의 이동 정보를 통해 축산 네트워크의 현재 구성상태를 보여주어 질병 발생 시 권역 설정에 도움을 주기 위한 지역별 축산 네트워크 정보



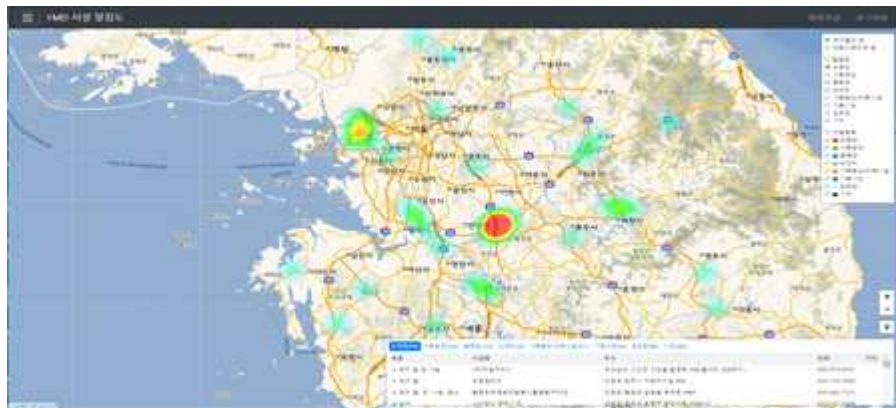
<평시 권역>

- 발생시 권역 : 가축차량의 이동 정보를 활용하여 특정 지역 질병 발생 시 확산의 위험도를 표현함으로써 권역 설정 시 의사결정을 지원



<발생시 권역>

- 시설 밀집도 : 권역 설정 시 참고할 수 있도록 축산시설별 밀집도를 시각화하여 표현



<시설밀집도>

- 시설 규모 : 축산시설의 처리 및 생산 용량 등을 표시하여 권역 설정시 참고할 수 있도록 시각화하여 표현



<시설규모>

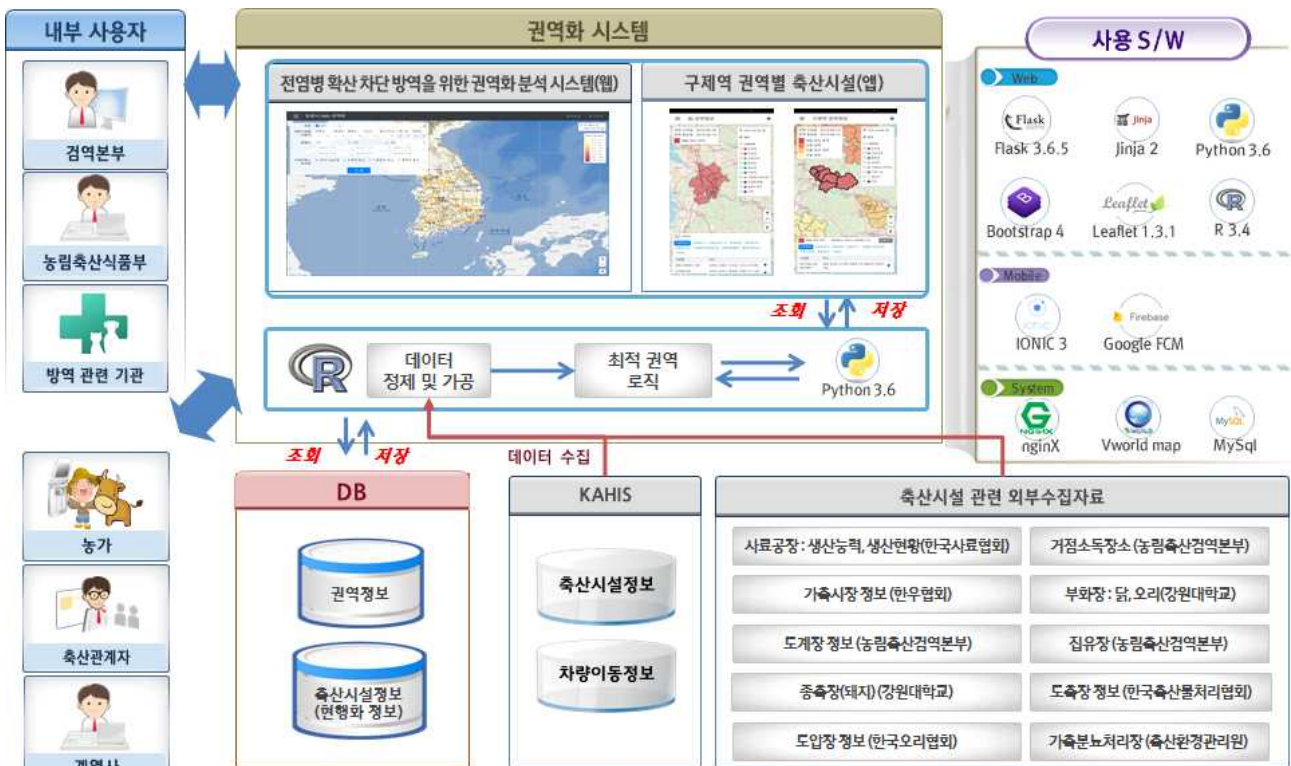
- 모바일 앱 주요 기능 : 축산시설의 GIS 정보 기반 시군별 권역화 실행 시 이용 가능성 정보 제공, 질병 발생 전후, 질병 발생 고려한 권역화 정보 제공, 사전 예측 및 사전에 정보를 습득해 축산관련 거래 시 활용 가능성 제공
- 권역화 시스템 업무 흐름 : 평시 및 발생시 권역 분석을 통해 권역 내 사육관리가 독립적으로 처리될 수 있도록 권역 설정을 하고 설정된 권역 내에서 이용할 수 있는 축산시설 정보를 앱을 통해 대국민에게 공개



<권역화 시스템 업무 흐름도>

(2) 시스템 구성도

- 권역화 시스템은 크게 웹과 앱으로 구분되어서 개발되었으며 웹의 프로그램 명칭은 “전염병 확산 차단 방역을 위한 권역화 분석 시스템” 이며 앱의 프로그램 명칭은 “구제역 권역별 축산시설” 임
- 권역화 시스템에 사용된 데이터는 농림축산검역본부 KAHIS 시스템에서 수집한 축산 시설정보 및 차량이동정보와 그 외 축산시설 관련 외부 협회 등의 수집자료가 활용 되었음
- 웹 시스템에 사용된 소프트웨어는 Python, Flask, Jinja, Bootstrap, Leaflet, R 등이 활용되었으며 모바일 앱은 Ionic으로 개발되었으며 알림 기능은 Google FCM 기능으로 구현되었음
- 웹 서버는 nginx로 구축이 되었으며 사용된 맵은 Vworld map과 Open street map을 선택 사용할 수 있게 되었으며 데이터베이스는 Mysql을 사용하였고 알고리즘은 R로 구현되어 Python과 데이터를 주고받아 Flask에서 시각화되어 사용자에게 정보를 제공하고 있음
- 웹 시스템 URL은 <https://rapse.ezfarm.co.kr/> 이며, 모바일 앱은 구글 플레이 스토어 및 아이폰 앱 스토어에서 구제역 또는 권역별 키워드로 검색하여 다운 받을 수 있음



<시스템 구성도>

(3) 활용 데이터

(가) KAHIS 데이터 수집

- KAHIS 데이터는 농림축산검역본부에 공문을 통해 데이터를 요청하여 수령하였으며 개인정보가 삭제된 리 단위의 정보를 제공받았음
- 축산 시설물 정보는 농가번호, 시설코드, 시설명, 법정동 분류(주소코드), 주소(리 단위), 축종, 축종코드 등으로 구성됨
- 축산 차량이동정보는 방문일자(일시), 방문차량번호, 농가번호, 방문순번, 회사명, 차량등록번호 등으로 구성됨



<KAHIS 데이터>

(나) KAHIS 이외 축산시설 데이터 수집

- KAHIS 데이터 이외에 여러 협회, 대학, 기관을 통해 개별 축산시설 데이터를 수집하여 기존 KAHIS 축산시설 데이터에 업데이트하였으며 그 내역은 다음과 같음

축산시설		시설 수	단위	출처	비고
시설구분	주요 데이터				
AI센터	용돈 규모	45		강원대학교	
가축분뇨처리장	시설용량	85	m3/일	축산환경관리원(공공처리시설 2014년도 기준)	
가축시장		108		한우협회(2016년 말)	
도계장	도축처리능력	40	두/일 (2017년간 도축두수/365일)	농림축산검역본부	2017년 6월 KAHIS 도축장 현황과 매칭하여 주소 사용
도업장	도축처리능력	12	두/일	한국오리협회 (2018년 6월 기준)	
도축장	도축처리능력	70	두/일	한국축산물처리협회 (2018년 3월 기준)	한국축산물처리협회 도축능력활용, 2017년 6월 KAHIS 도축장 현황과 매칭하여 주소 사용
부화장(닭)		157		강원대학교	
부화장(오리)	처리능력	47		강원대학교	
사료공장(생산현황)	생산현황	104	(M/T) 생산현황	한국사료협회 (2017년 연간 축종별 배합사료 생산현황)	
사료공장(생산능력)	생산능력	138	(M/T) TMR+희원+비희원	한국사료협회 (2018년도 1월 기준 배합사료)	사료생산능력 8시간 기준
종양장	사육규모	87		강원대학교	
종축장(돼지)	사육규모(모돈두수)	132		강원대학교	
집유장		65		농림축산검역본부 (2017.06.18기준 집유장 현황)	

<KAHIS 이외 축산시설 데이터>

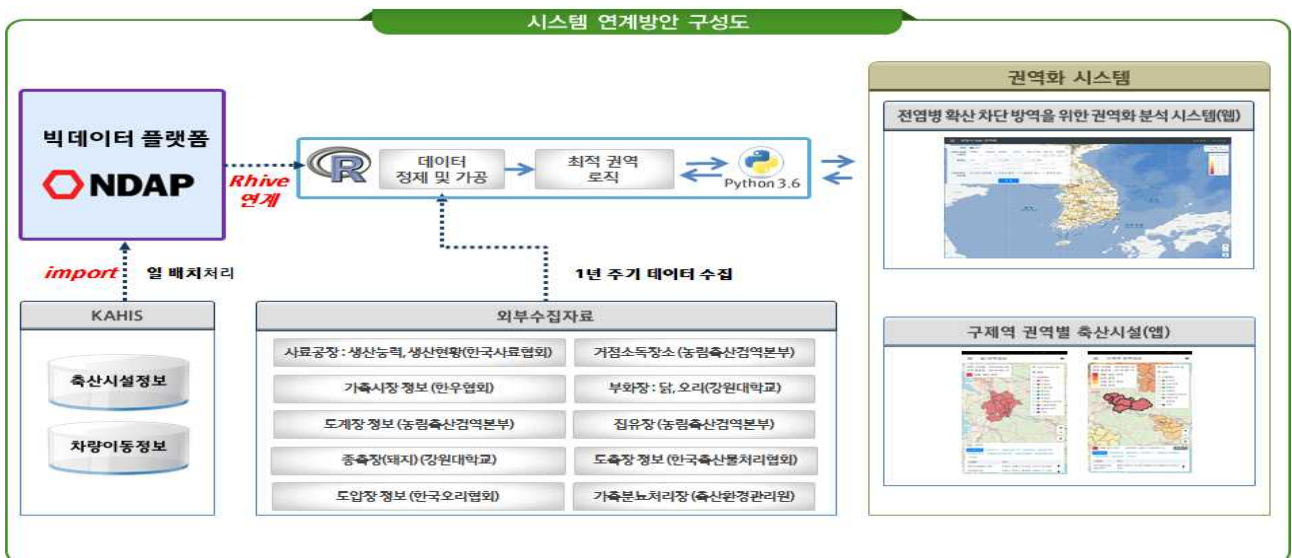
- KAHIS 축산시설 데이터의 시설 수와 업데이트 여부는 다음과 같음

축산시설		시설 수	업데이트 여부	비고
시설구분(KAHIS)	상세구분			
시센터		45	○	
가드형식당		82		
가축검정기관		40		
가축분뇨처리장		85	○	
가축시장		108	○	
가축인공수정소		6		
거점소독정소		216	○	
기타시설		6		
도계장		40	○	
도입장		12	○	
도축장		70	○	
부화장	부화장(닭)	157	○	규모 데이터 없음
부화장	부화장(오리)	47	○	
비료제조업		326		
사료공장	생산현황	104	○	
사료공장	생산능력	138	○	
식용탄수집판매업		600		
전통시장		69		
종축장	종양장	87	○	
종축장	종축장	132	○	
집유장		65	○	
월세도래지				

<KAHIS 축산시설 데이터 및 업데이트 여부>

(4) KAHIS 연계 방안

- 개발된 전염병 확산 차단을 위한 권역화 분석 시스템이 본격적으로 활용되기 위해서는 농림축산검역본부 KAHIS 시스템의 축산시설정보와 차량이동정보와 연계가 필요함
- KAHIS 시스템은 업무 처리 시스템으로 직접적인 연계는 KAHIS 시스템에 과부하를 줄 수 있으므로 축산시설정보와 차량이동정보가 일배치로 저장되는 빅데이터 플랫폼(NDAP)과 연계를 하여 축산시설정보와 차량이동정보를 활용할 수 있음
- 빅데이터 플랫폼(NDAP)은 하둡기반 관리/네임/분석/데이터 노드 서버 등의 여러 서버로 구성된 빅데이터 마트를 활용, 빅데이터 기술에 필요한 데이터 수집/처리/저장/부석 등을 수행할 수 있는 플랫폼으로 NDAP Hive에 저장된 데이터를 Rhive와 연계하여 데이터를 처리할 수 있음
- KAHIS 이외의 외부 수집자료의 자동화 연계는 현재 힘든 상황이며 특정 주기(예: 1년 주기)를 정하여 데이터 수집, 정제, 가공을 통해 시스템에 활용될 수 있음



<시스템 연계방안 구성도>

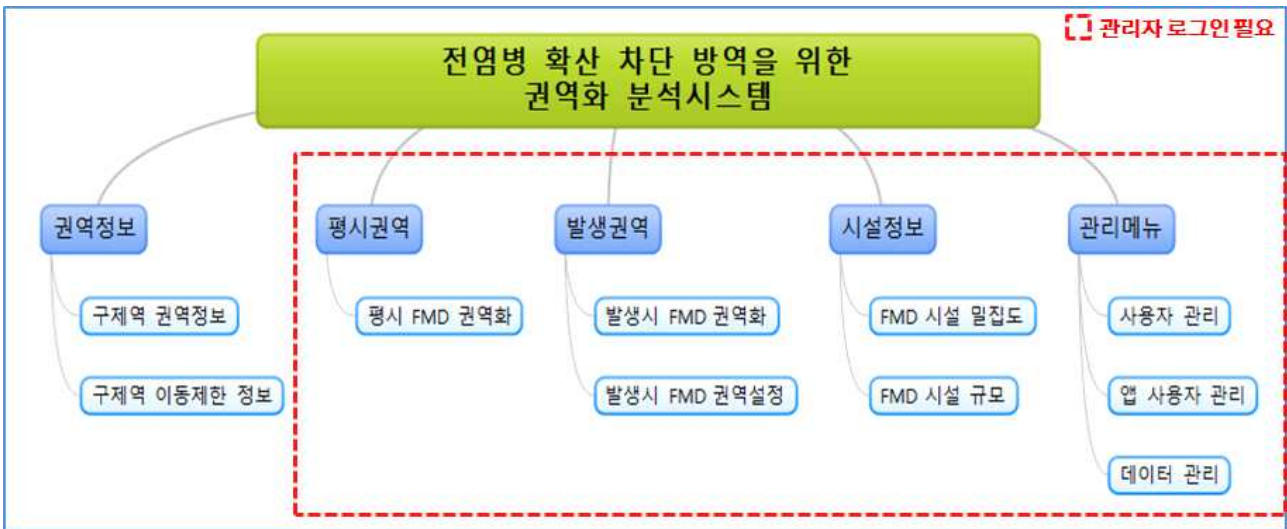
(5) 전염병 확산 차단 방역을 위한 권역화 분석 시스템(웹)

(가) URL

- <https://rapse.ezfarm.co.kr>

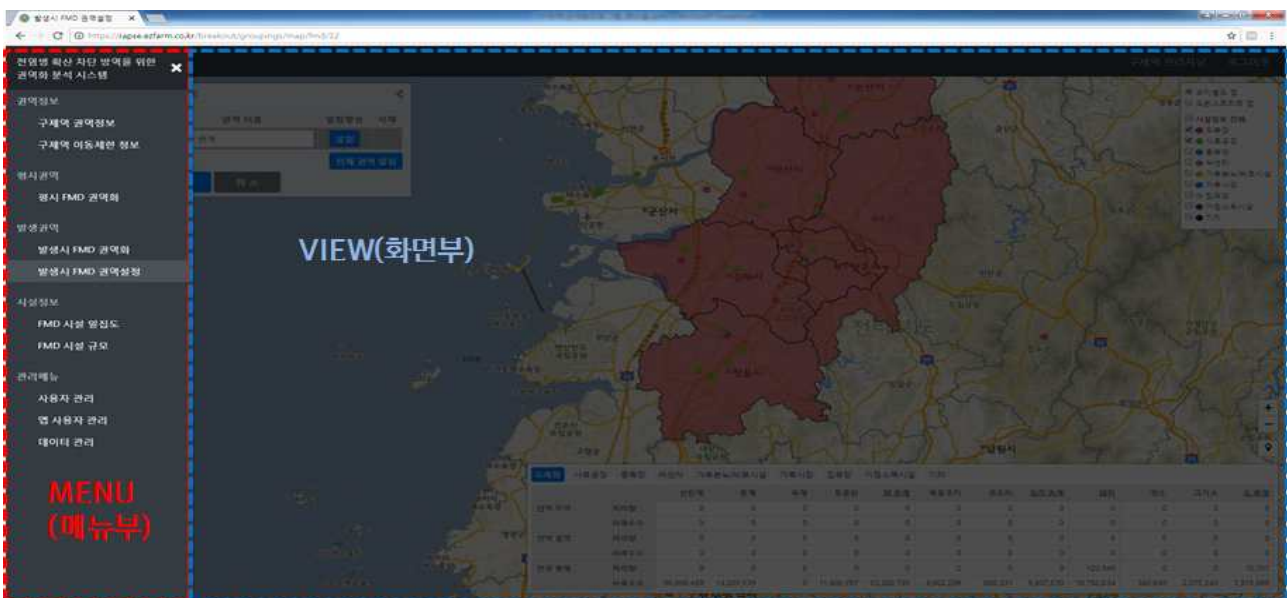
(나) 메뉴구성

- 메뉴는 로그인 없이 사용되는 권역정보와 로그인 후 사용이 가능한 평시권역, 발생 권역, 시설정보, 관리메뉴가 있음
- 권역정보(구제역 권역정보, 구제역 이동제한 정보)는 모바일 앱 화면으로도 보여지며 반응형 웹 기반으로 화면 크기가 자동으로 조절 됨



<메뉴구성>

- 시스템은 메뉴부와 화면부로 나뉘어져 있으며 메뉴부는 슬라이드 메뉴로서 접고 펼 수 있는 기능을 제공함

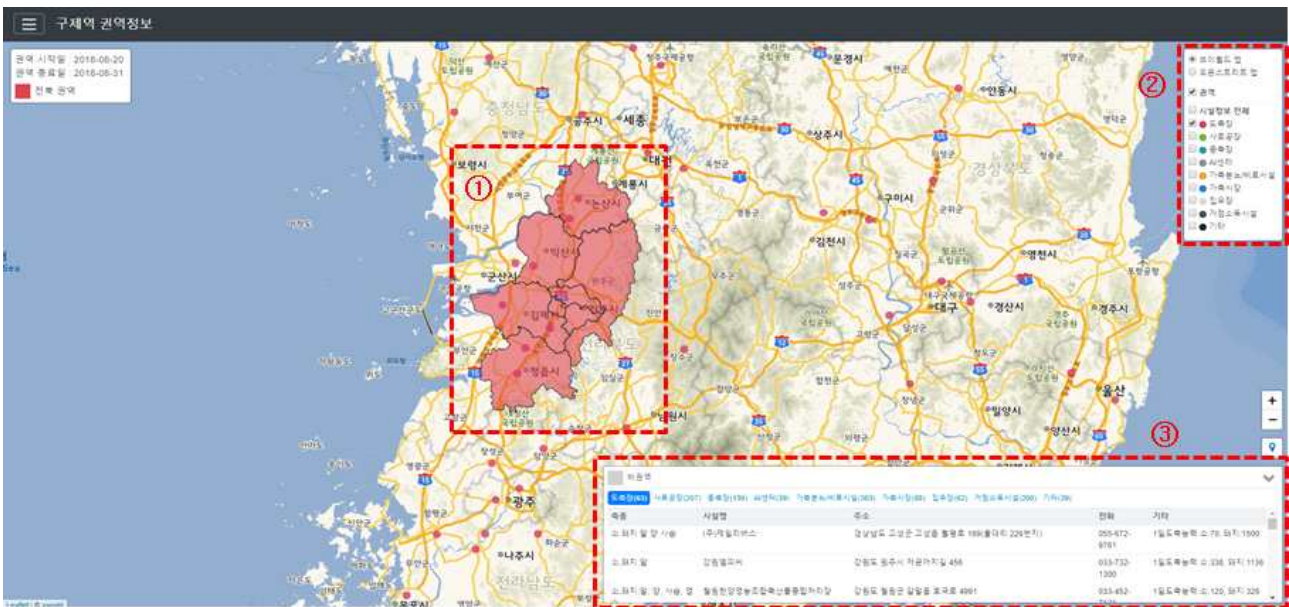


<화면구성>

(다) 권역정보

① 구제역 권역정보

- 지도상의 권역을 선택(①)하면 해당 권역 내 축산시설(③)을 조회
- 레이어 선택(②)을 통해 보여지는 지도의 시각화 표현을 변경할 수 있음 : 권역 레이어 변경, 축산시설(도축장, 사료공장, 종축장, AI센터, 가축분뇨/비료시설, 가축시장, 집유장, 거점소독시설, 기타) 레이어 추가/변경 가능
- 축산시설 리스트 (③)를 통해 권역 내 축산시설의 주소, 연락처, 1일 도축능력 등의 정보를 확인할 수 있음



<구제역 권역정보>

② 구제역 이동제한정보

- 구제역 발생 시 축산관계자는 구제역 발생 권역에 대한 지자체 정보와 그 기간 그리고 이동제한 정보를 확인할 수 있으며 모바일 앱을 통해서도 제공되는 화면



<구제역 이동제한정보>

(라) 로그인 및 회원가입

① 관리자 로그인 화면

- 사용자 로그인 화면이며, 회원가입 시 등록한 아이디와 비밀번호 입력 후, 로그인 버튼을 클릭하여 로그인
- 계정이 없는 경우라면 회원가입(①)을 클릭하여, 회원가입 화면으로 이동하여 회원가입을 진행



<관리자 로그인 화면>

② 회원가입 화면

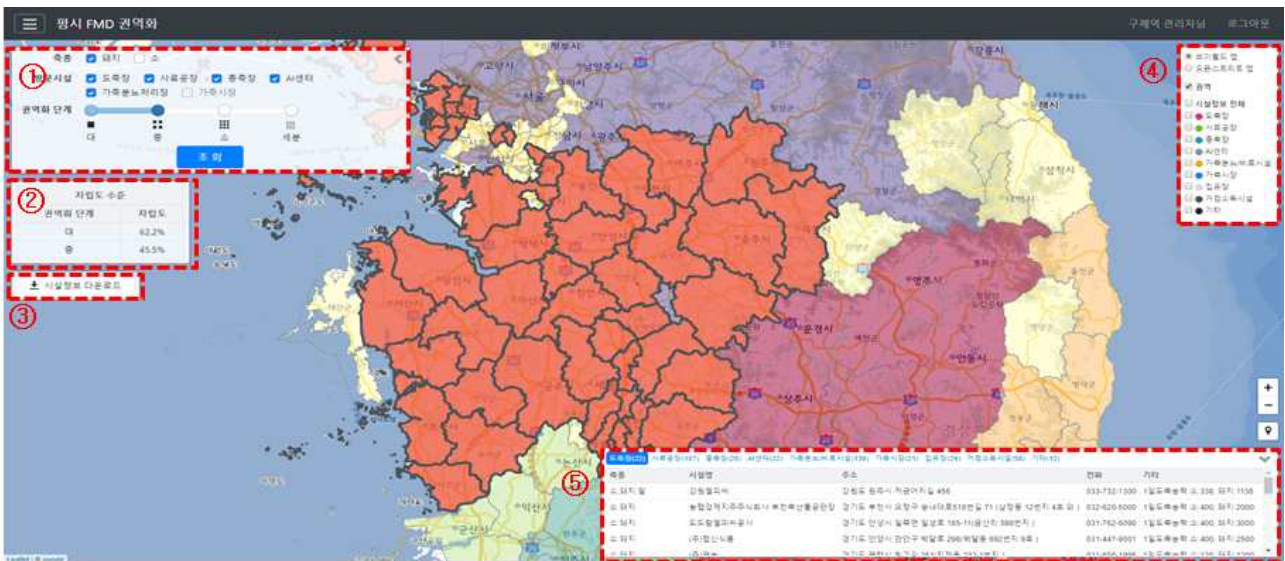
- 계정으로 사용할 아이디와 비밀번호, 이름(실명), 소속, 연락처, 이메일을 입력하고 회원 가입 버튼을 클릭하여 회원가입
- 회원 가입 후, 관리자의 승인이 필요하며, 승인받은 계정(사용자)만이 계정을 사용할 수 있으며 이미 가입되어 있다면, 로그인 (①)을 클릭하여, 로그인 화면으로 이동하여 로그인을 진행



<회원가입 화면>

(마) 평시 구제역(FMD) 권역화

- 평시 권역 조건 ①을 통해 축종 및 방문시설과 단계별로 4단계(대, 중, 소, 세분)로 구분하여 자립도를 고려한 권역 내용을 조회
- 자립도 수준표 ②를 통해 권역화 단계별 자립도를 확인하고 시설정보 다운로드 ③를 통해, 권역화 단계별 시설정보 내역을 엑셀로 다운로드하여 확인
- 레이어 선택④을 통해 보여지는 지도의 시각화 표현을 변경 : 권역 레이어 변경, 축산시설(도축장, 사료공장, 종축장, AI센터, 가축분뇨/비료시설, 가축시장, 집유장, 거점소독시설, 기타) 레이어 추가/변경
- 축산시설 리스트 ⑤를 통해 권역 내 축산시설의 주소, 연락처, 1일 도축능력 등의 내역을 확인

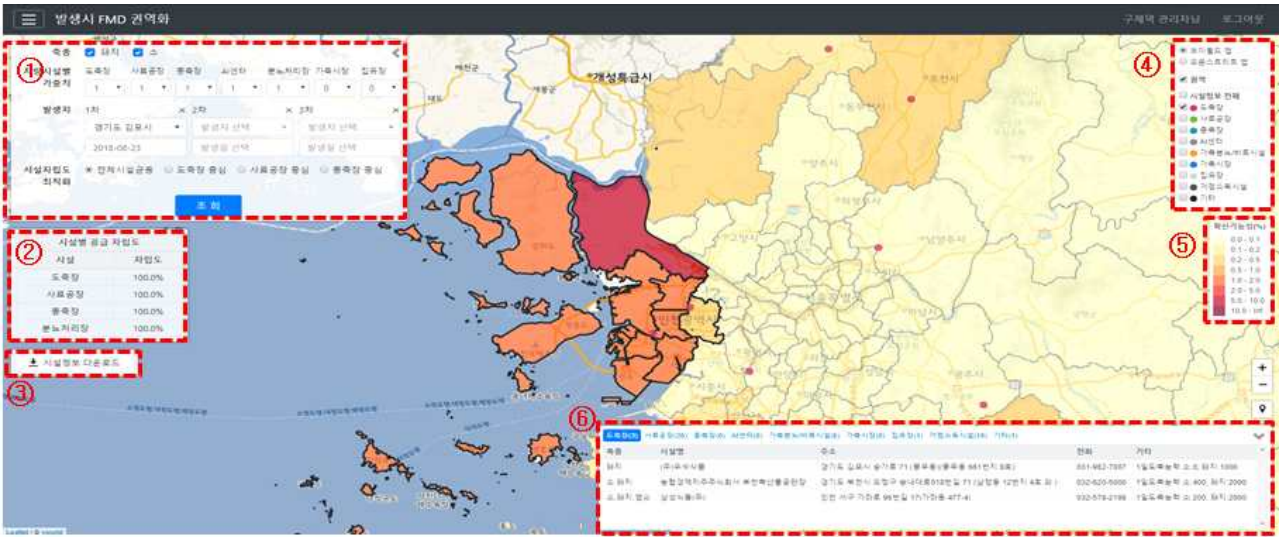


<평시 구제역(FMD) 권역화>

(바) 발생시 구제역(FMD) 권역화

- 구제역 발생 시 권역 조건 ①을 통해 차량시설별 가중치, 발생지 시설자립도를 조건으로 발생지 기준 권역 내용을 조회
- 자립도 수준표 ②를 통해 권역화 단계별 자립도를 확인하고 시설정보 다운로드 ③를 통해, 권역화 단계별 시설정보 내역을 엑셀로 다운로드하여 확인
- 레이어 선택④을 통해 보여지는 지도의 시각화 표현을 변경 : 권역 레이어 변경, 축산시설(도축장, 사료공장, 종축장, AI센터, 가축분뇨/비료시설, 가축시장, 집유장, 거점소독시설, 기타) 레이어 추가/변경
- 확산 가능성 표⑤를 통해 권역 주변 확산 가능성을 확인
- 축산시설 리스트 ⑥를 통해 권역 내 축산시설의 주소, 연락처, 1일 도축능력 등의

내역을 확인



<발생시 구제역(FMD) 권역화>

(바) 발생시 구제역(FMD) 권역설정

① 권역설정 리스트

- 발생시 권역 설정을 위해 권역 설정 추가(①)를 클릭하여, 발생시 권역설정 일정 추가 화면으로 이동해 권역설정 일정을 추가
- 권역 설정 일정(②)을 클릭하여, 발생시 권역설정 화면으로 이동해 권역 설정을 진행
- Row 선택 시, 해당 권역 설정 일정(시작/종료일) 화면으로 이동하여 권역설정을 진행
- 지도 선택은 바로가기를 눌러 권역 설정 지도 선택 화면으로 이동하여 권역설정을 진행



<발생시 구제역(FMD) 권역설정 목록>

② 권역설정 추가

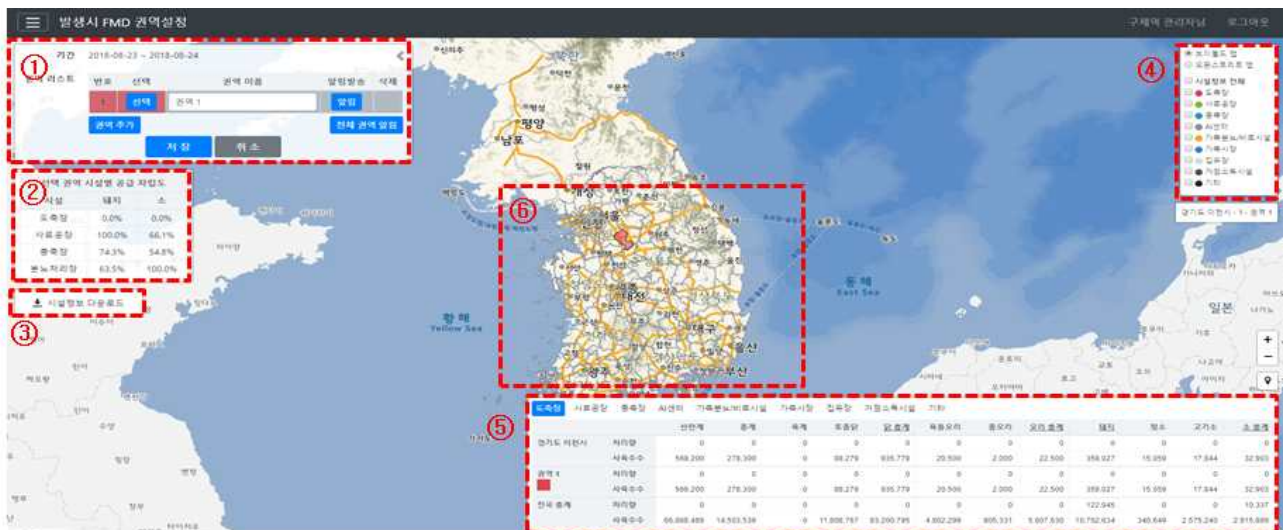
- 시작일(①)과 종료일을 선택하고, 추가버튼을 통해 권역설정 일자를 추가
- 취소를 원할 경우에는 목록 버튼을 클릭하여 권역설정 목록화면으로 이동



<발생시 구제역(FMD) 권역설정 추가>

② 권역설정 저장

- 발생시 권역 설정(①)을 위해, 권역명을 입력하고 선택된 상태에서 지도(⑥)에서 지역을 선택하면 해당권역으로 설정하며 추가 권역이 필요한 경우에는 권역 추가를 눌러, 권역을 추가하고 위와 동일하게 진행
- 선택 권역 시설별 공급 자립도표(②)를 통해 권역별 포함되는 시설의 자립도를 확인하고 시설정보 다운로드(③)를 통해, 권역별 시설정보 내역을 엑셀로 다운로드 가능
- 레이어 선택(④)을 통해 보여지는 지도의 시각화 표현을 변경 : 권역 레이어 변경, 축산시설(도축장, 사료공장, 종축장, AI센터, 가축분뇨/비료시설, 가축시장, 집유장, 거점소독시설, 기타) 레이어 추가/변경
- 축산시설 리스트(⑤)를 통해 권역 내 축산시설의 처리량 및 사육수수, 선택지역 내의 처리량 및 사육수수, 전국 총계 내역을 확인



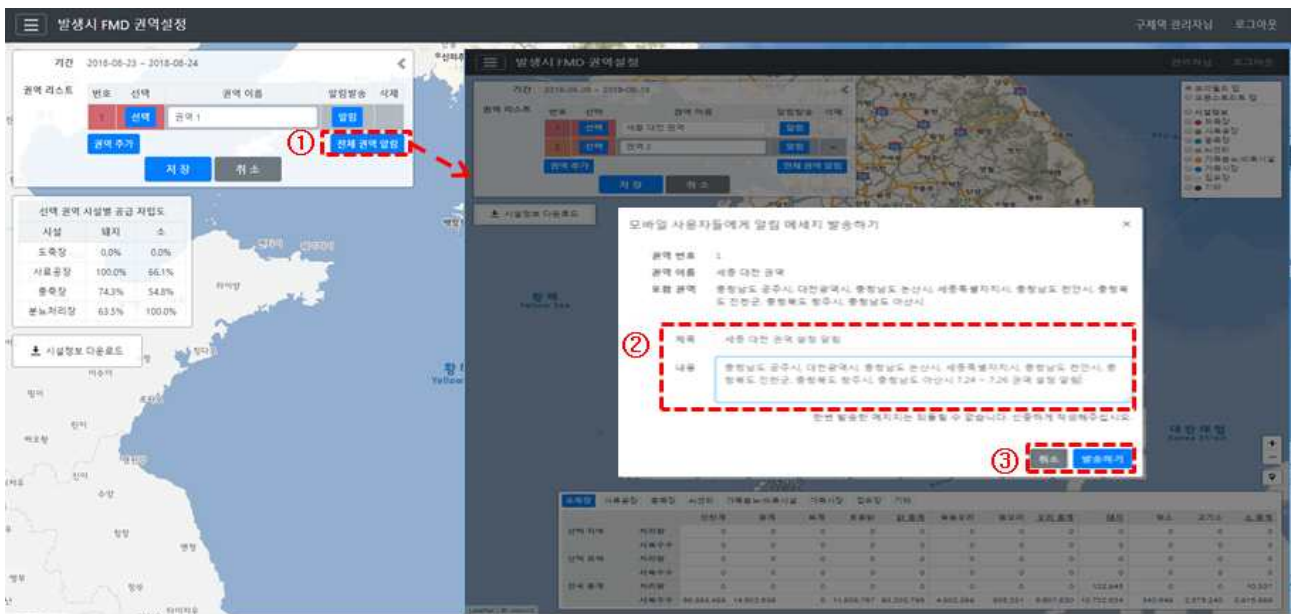
<발생시 구제역(FMD) 권역설정 저장>

권역	시설구분	상세구분	축종	시설명	주소	연락처	위도	경도	기타정보	담	오리	돼지	소	생산능력
1	도축장		돼지	(주)농협육우촌	김제시 금산면 용산리 9-13	540-6700	35.7534	127.004	1일도축능력 :	0	0	2000	0	0
1	사료공장	사료협회		(주)하림 김제공장	김제시 만경읍 만경공단 1길	063 542-6111	35.8575	126.816	생산능력(M/T)	0	0	0	0	430
1	사료공장	사료협회		(주)한곡 축산의회망 서	김제시 만경읍 만경공단 1길	063 543-1111	35.8586	126.817	생산능력(M/T)	0	0	0	0	300
1	집유장		소	동진강낙농축협	김제시 순동 761-1	542-4224	35.8107	126.917	영업여부:정상	0	0	0	0	0
1	도축장		소,돼지,양	(주)부광산업(김제)	김제시 진봉면 가실리 6-10	542-9677	35.8342	126.809	1일도축능력 :	0	0	990	320	0
1	사료공장	사료협회		동원팜스(주) 논산공장	논산시 가야곡면 동안로 128 041 740-5111		36.1286	127.141	생산능력(M/T)	0	0	0	0	300
1	집유장		소	㈜빙그레	논산시 가야곡면 아촌리 351 041-740-1111		36.1392	127.15	영업여부:정상	0	0	0	0	0
1	가축시장		소	논산가축시장	논산시 부석면 백일원로 30		36.2146	127.146	거래일자:2.4년	0	0	0	0	0
1	사료공장	TMR	소	유정영농조합법인	논산시 성동면산업단지로4길	041734-72	36.2183	127.045	생산능력(M/T)	0	0	0	0	400
1	도축장		돼지	논산계룡축협 식육유통	논산시 연무읍 신화길 35-2(041-742-3111)		36.1329	127.083	1일도축능력 :	0	0	2400	0	0
1	사료공장	TMR	소	(주)류전바이오	논산시 연무읍 원양로503번;041741-5311		36.1243	127.142	생산능력(M/T)	0	0	0	0	40
1	사료공장	사료협회		(주)우성사료 논산공장	논산시 은진면 안심로 259-3 041 740-4111		36.1441	127.1	생산능력(M/T)	0	0	0	0	500
1	도축장		소,돼지,말,화정식품		논산시 지산2길 5(지산동 50 041-732-3111)		36.203	127.119	1일도축능력 :	0	0	614	80	0
1	가축분뇨처리장			완주군축산폐수공공처리시설	삼례읍 후정리 150		35.9014	127.061	시설용량(m3/일)	0	0	0	0	0
1	가축분뇨처리장			논산축산폐수공공처리시설	연무읍 신화리 51		36.1413	127.052	시설용량(m3/일)	0	0	0	0	0
1	가축분뇨처리장			정읍축산폐수공공처리시설	영파동 618-23		35.611	126.85	시설용량(m3/일)	0	0	0	0	0
1	가축분뇨처리장			익산(왕궁)축산폐수처리시설	왕궁면 운수리 320-1		35.9227	127.067	시설용량(m3/일)	0	0	0	0	0
1	가축분뇨처리장			김제축산폐수공공처리시설	용지면 용암리 14		35.8335	126.985	시설용량(m3/일)	0	0	0	0	0
1	사료공장	사료협회		(주)제리부로 익산공장	익산시 서동로 23길 47	063 830-3111	35.9438	126.973	생산능력(M/T)	0	0	0	0	260
1	사료공장	사료협회		동일농산(주)	익산시 왕궁면 간동길 6	063 291-5111	35.9663	127.088	생산능력(M/T)	0	0	0	0	50
1	도축장		소,돼지,양	(주)죽림	익산시 현영동 94-8	840-5800	35.9694	126.936	1일도축능력 :	0	0	2600	400	0
1	사료공장	사료협회		제일사료(주)익산공장	익산시 황동면 시와로 63	063 857-7111	36.014	126.937	생산능력(M/T)	0	0	0	0	370
1	가축인공수정소				전라북도 김제시		35.863	126.812		0	0	0	0	0
1	비료제조업				전라북도 김제시		35.8894	126.821		0	0	0	0	0
1	가축인공수정소				전라북도 김제시		35.7814	126.833		0	0	0	0	0
1	비료제조업				전라북도 김제시		35.8411	126.872		0	0	0	0	0

〈엑셀로 다운되는 시설정보〉

③ 권역설정 알림

- 전체 권역알림(①)버튼을 통해 모바일 사용자에게 알림 Push 메시지를 발송하기 위한 팝업창 호출(선택된 권역)
- 알림 제목 및 내용을 입력(②)
- 발송하기 버튼(③)을 통해 모바일 사용자에게 알림 메시지를 전송, 취소 버튼을 통해 해당 기능을 취소

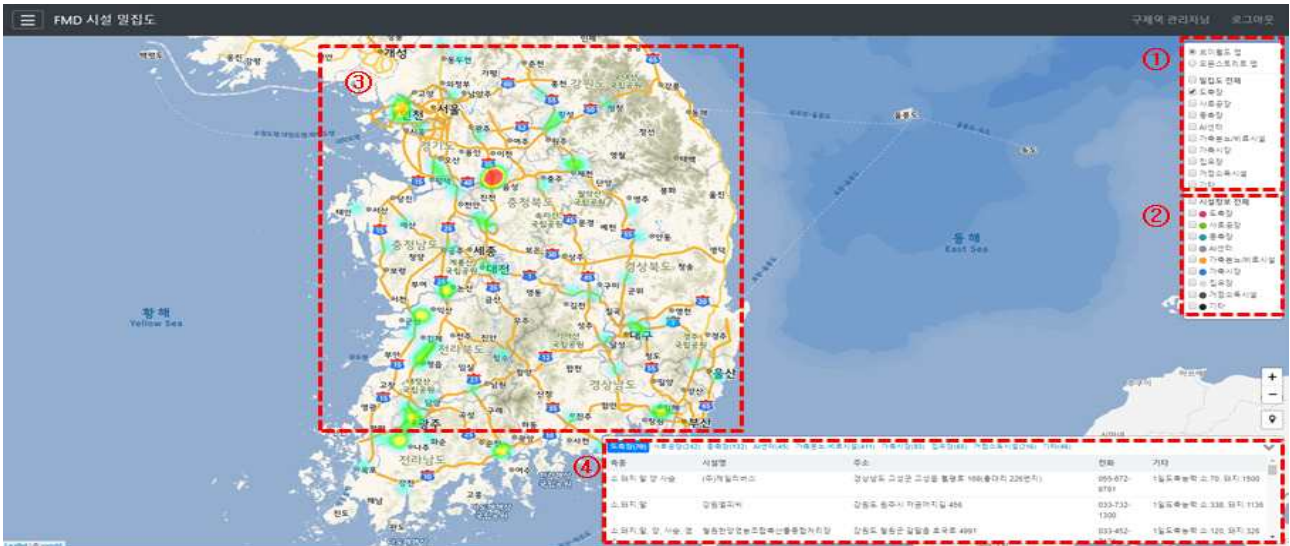


〈발생시 구제역(FMD) 권역설정 알림〉

(사) 구제역(FMD) 시설 밀집도

- 밀집도 선택(①)을 통해 도축장, 사료공장, 가축시장, 집유장 등 선택된 축산시설의 밀집도가 지도(③)에 시각화

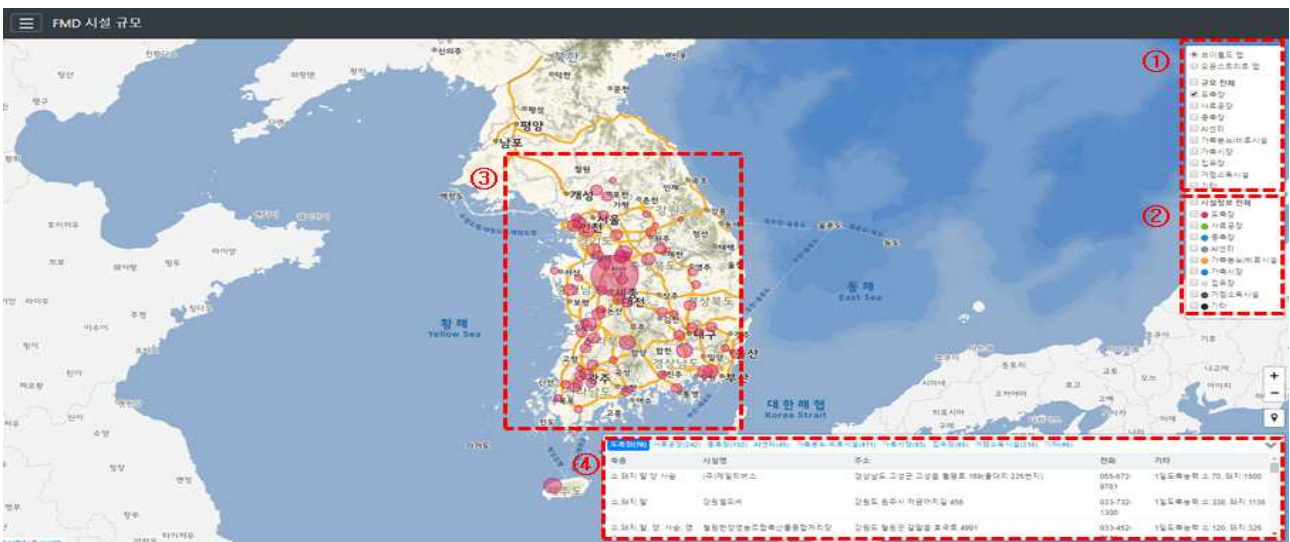
- 시설정보 선택(②)을 통해 도축장, 사료공장, 가축시장, 집유장 등 선택된 시설정보가 지도(③)에 시각화
- 축산시설 리스트(④)를 통해 권역 내 축산시설의 주소, 연락처, 1일 도축능력 등의 내역을 확인



<구제역(FMD) 시설 밀집도>

(사) 구제역(FMD) 시설 규모

- 밀집도 선택(①)을 통해 도축장, 사료공장, 가축시장, 집유장 등 선택된 축산시설의 시설규모의 내용이 지도(③)에 시각화
- 시설정보 선택(②)을 통해 도축장, 사료공장, 가축시장, 집유장 등 선택된 시설정보가 지도(③)에 시각화
- 축산시설 리스트(④)를 통해 권역 내 축산시설의 주소, 연락처, 1일 도축능력 등의 내역을 확인

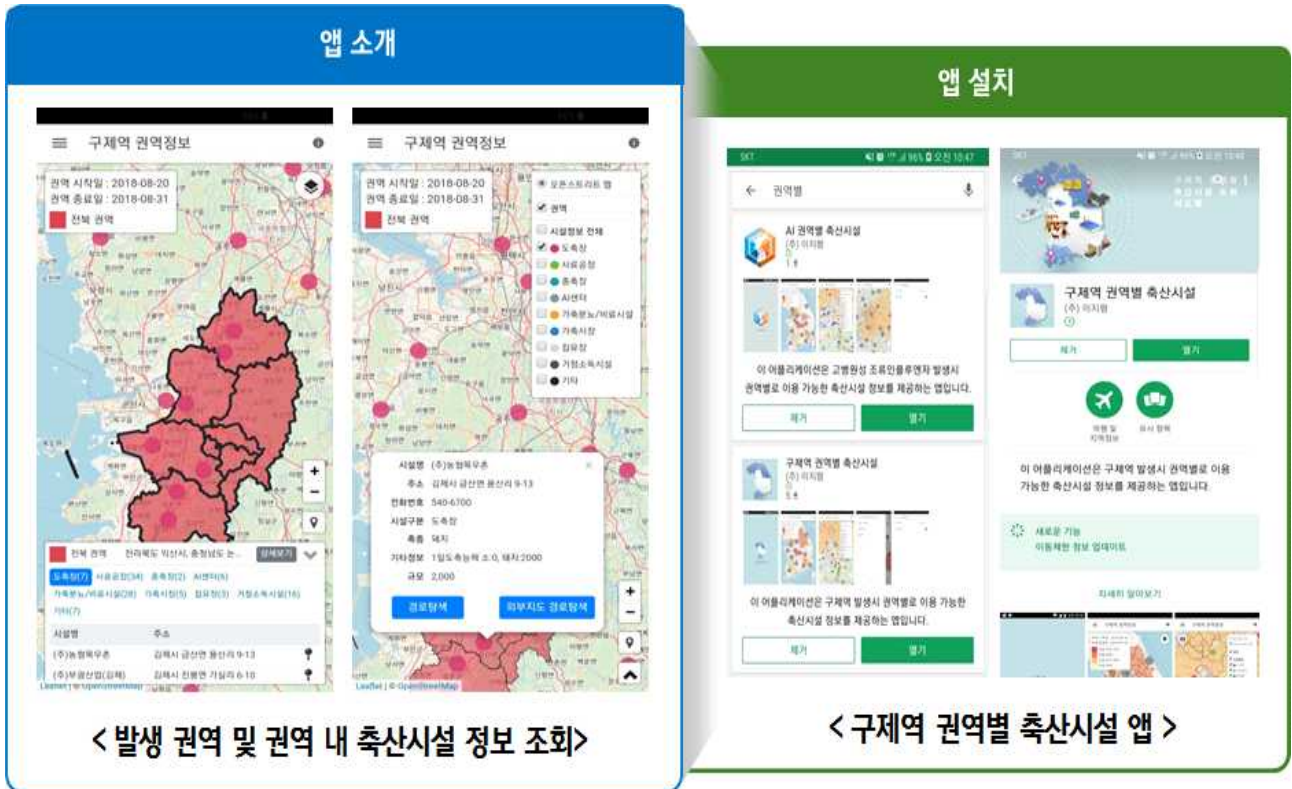


<구제역(FMD) 시설 규모>

(6) 구제역 권역별 축산시설(앱)

(가) 앱소개 및 앱 설치

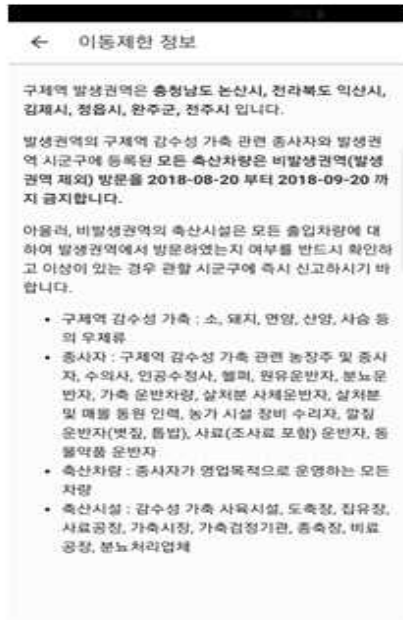
- 설정된 권역을 대국민이 앱으로 조회하고 해당 권역 내 이용할 수 있는 축산시설물 조회
- 웹앱으로 개발되어 웹에서도 조회 가능하며 관리자가 권역 설정 후 관심지역, 축종 선택 여부에 따라 알림 메시지 전송 가능



<앱소개 및 설치>

(나) 메뉴

- 구제역 권역별 축산시설 메뉴는 구제역 권역정보, 이동제한 정보, 환경 설정으로 구성되어 있음
- 권역정보 : 해당 날짜에 설정된 권역정보 확인, 권역 내 및 비 권역 내 이용할 수 있는 축산시설 확인
- 이동제한 정보 : 이동제한 정보 등 축산관계자가 알고 있어야 할 법령, 규칙 등을 제공
- 환경 설정 : 관심지역 선택, 알림 허용 여부 설정



〈구제역 권역별 축산시설 앱 주요화면〉

(다) 권역정보

① 주요 기능

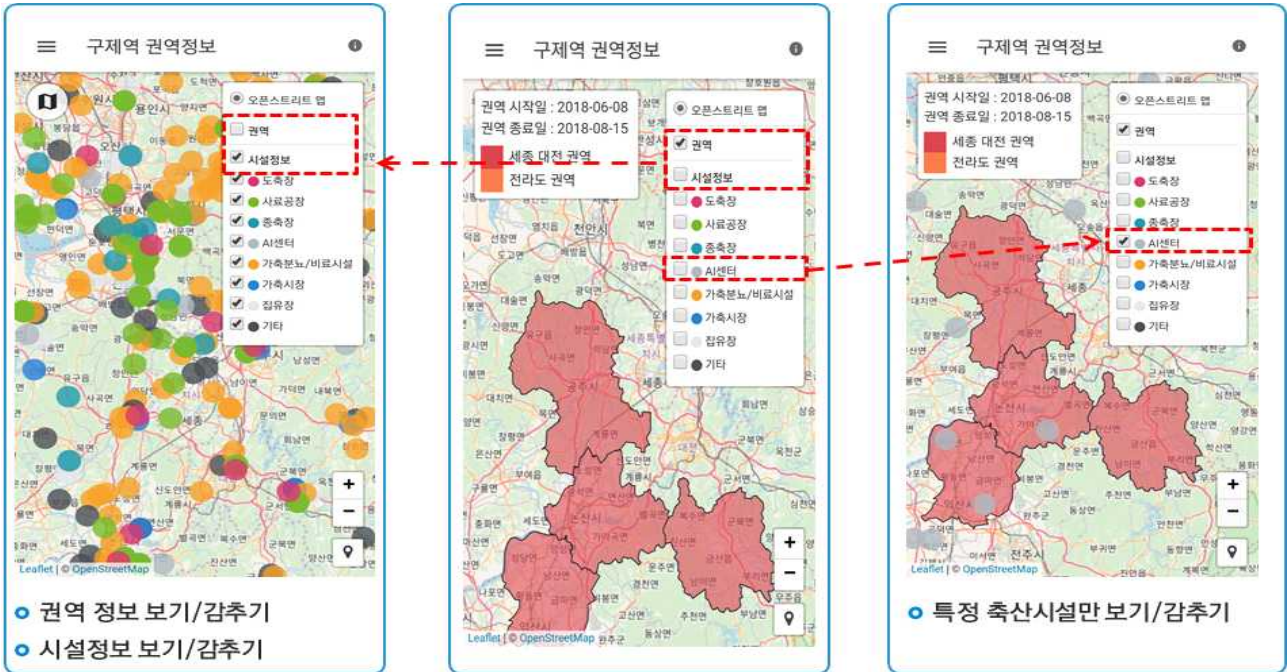
- 권역정보 화면에서는 GIS 기반 정보를 제공하고 있으며 모바일 화면에서 쉽게 볼 수 있도록 각 버튼 클릭을 통해 상세보기/감추기 등을 실행할 수 있음
- 각 버튼 및 화면 클릭별 제공되는 기능은 다음과 같음



〈권역정보 주요기능〉

② 지도범례

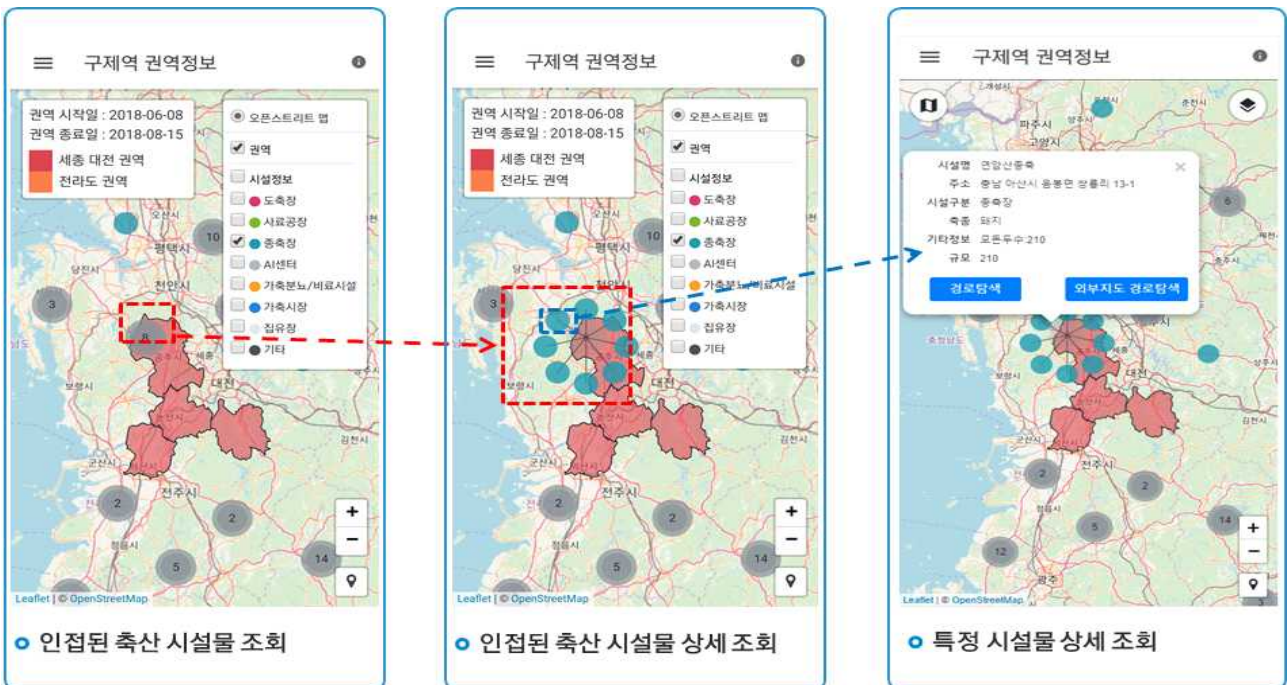
- 권역정보 화면에서는 지도범례 선택여부에 따라서 권역정보와 축산시설정보를 각 개별 및 전체로 조회할 수 있음



<지도범례>

③ 축산시설물 조회

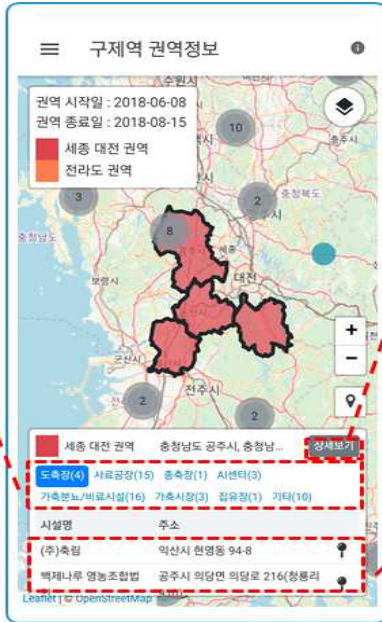
- 지도에 나타난 각 레이어 선택에 따라 인접된 축산시설물 조회, 인접된 축산 시설물 상세 조회, 특정 시설물 상세 조회 등의 축산시설물 조회가 가능



<축산시설물 조회>

④ 권역 내 축산시설 정보 조회

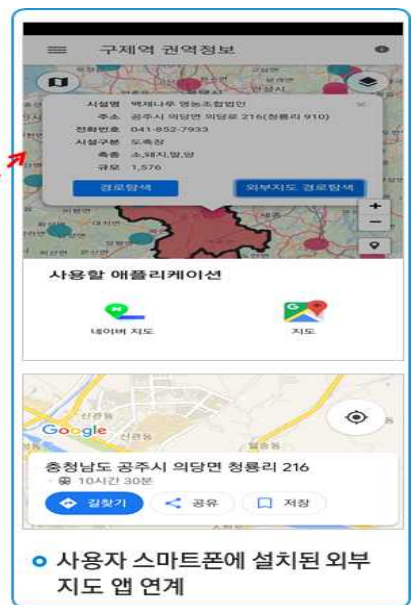
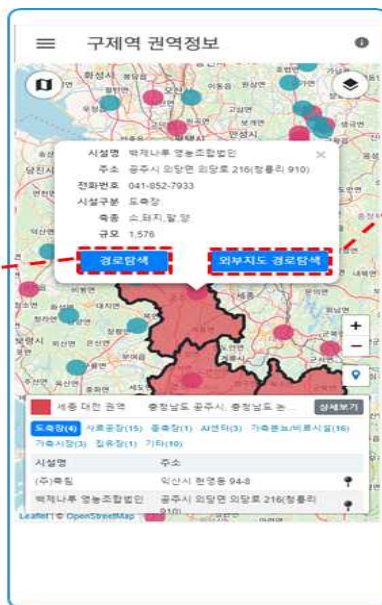
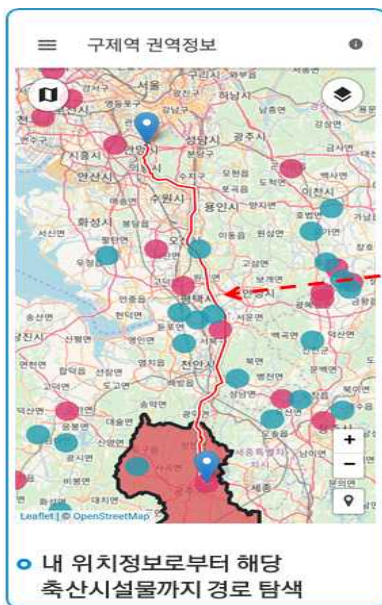
- 지도에서 설정된 권역을 선택하면 권역 내 축산시설 리스트가 나타나며 각 축산시설 별 탭을 선택하여 상세 리스트를 조회할 수 있으며 선택된 축산시설의 위치와 상세 정보를 확인할 수 있음



<권역 내 축산시설 정보 조회>

⑤ 경로탐색

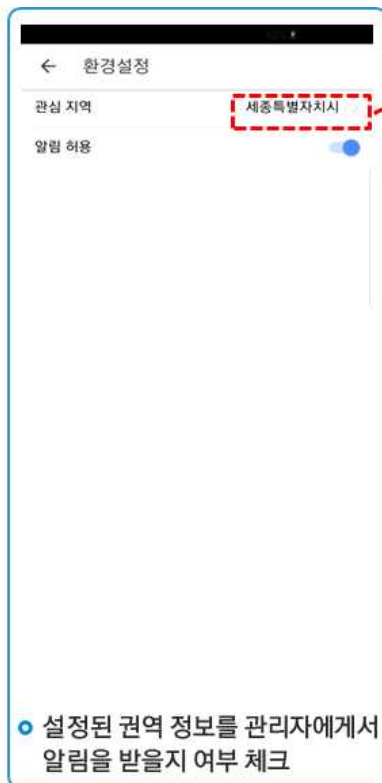
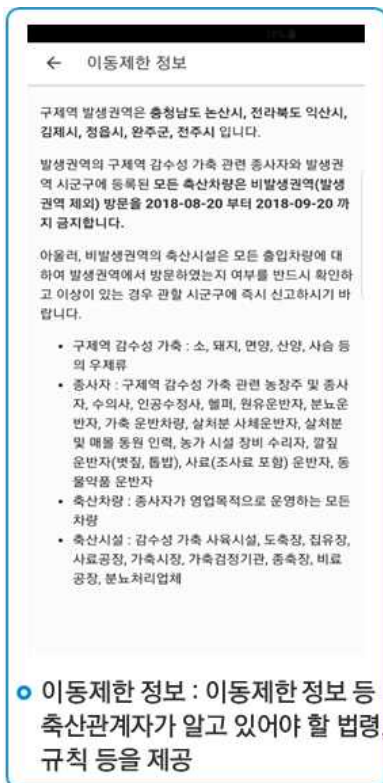
- 경로탐색 버튼을 클릭하여 현 내위치와 해당 축산시설물까지의 이동경로를 탐색할 수 있으며 외부지도 경로탐색을 통해서 사용자 스마트폰에 설치된 네비게이션 관련 앱에서도 경로탐색을 할 수 있음



<경로탐색>

(라) 이동제한정보 및 환경설정

- 이동제한정보는 축산관계자가 알고 있어야 할 발생권역정보, 기간 등의 이동제한 정보를 제공
- 환경설정에서는 관심지역 선택과, 알림 허용 여부를 선택할 수 있음
- 관심 지역 선택 시 모든 지역을 선택하면 구제역 권역 설정 시마다 해당 정보를 알림으로 받아볼 수 있으며 관심 지역을 특정 지자체로 선택하면 구제역 권역설정시 해당 지자체를 설정할 경우에만 알림을 받을 수 있음



<이동제한정보 및 환경설정>

(7) 권역화 분석 시스템 DB

- 권역화 분석 시스템에 사용된 테이블 정보는 다음과 같음

테이블명	gis_fac			
테이블 설명	시설정보 (GIS location data of facility)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
id	int(11)	NO	NULL	시설고유번호(PK)
type	varchar(50)	YES		시설형태
type_detail	varchar(50)	YES		시설형태 상세구분
species	varchar(50)	YES	NULL	축종
name	varchar(255)	YES	NULL	시설명
addr	varchar(255)	YES		주소
addr_shp	varchar(255)	YES	NULL	권역화용 주소
phone	varchar(50)	YES	NULL	전화번호
lat	float	YES	NULL	위도
lng	float	YES	NULL	경도
info	varchar(500)	YES	NULL	기타정보
scale_fmd	int(11)	NO	0	FMD용 규모
scale_hpai	int(11)	NO	0	HPAI용 규모
chicken	int(11)	NO	0	닭
duck	int(11)	NO	0	오리
pig	int(11)	NO	0	돼지
cow	int(11)	NO	0	소
production	int(11)	NO	0	생산능력
newest	int(11)	YES	0	새로입력했는지 여부

테이블명	grouping			
테이블 설명	수동권역설정			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
GROUPING_NO	int(11)	NO	NULL	권역화 고유번호(PK)
DISEASE_TYPE	varchar(50)	YES	NULL	질병타입 fmd / hpai
START_DATE	date	NO	NULL	시작시간
END_DATE	date	NO	NULL	종료시간
CREATE_DT	datetime	YES	CURRENT_TIMESTAMP	생성시간
CLUSTERS	varchar(10000)	YES	NULL	클러스터 리스트 json 타입

테이블명	job			
테이블 설명	R 배치실행 로그			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
JOB_NO	int(11)	NO	NULL	배치작업고유번호(PK)
JOB_STATE	varchar(1)	NO	r	배치작업 상태
START_DT	datetime	YES	CURRENT_TIMESTAMP	시작시간
END_DT	datetime	YES	NULL	종료시간

테이블명	livestock_count			
테이블 설명	사육수수 정보			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
addr_shp	varchar(30)	NO	NULL	지역명(PK)
chicken_sanlan	int(11)	NO	0	산란계
chicken_jong	int(11)	NO	0	종계
chicken_yuk	int(11)	NO	0	육계
chicken_tojong	int(11)	NO	0	토종닭
duck_yukyong	int(11)	NO	0	육용오리
duck_jong	int(11)	NO	0	종오리
pig	int(11)	NO	0	돼지
cow_milk	int(11)	NO	0	젖소
cow_hanwoo	int(11)	NO	0	한우
deer	int(11)	NO	0	사슴
goat	int(11)	NO	0	염소

테이블명	user			
테이블 설명	사용자			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
USER_NO	int(11)	NO	NULL	사용자고유번호(PK)
USER_ID	varchar(50)	NO	NULL	아이디
USER_PW	varchar(255)	NO	NULL	패스워드
USER_ROLE	varchar(20)	NO	user	권한
USER_NM	varchar(50)	NO	NULL	이름(실명)
USER_COMP	varchar(50)	NO	NULL	소속
USER_EMAIL	varchar(50)	NO	NULL	이메일
USER_HP_NO	varchar(50)	NO	NULL	연락처
CREAT_DT	datetime	YES	CURRENT_TIMESTAMP	가입일
APPROVAL	varchar(1)	NO	0	사용자 사용/미사용

테이블명	user_app			
테이블 설명	앱 사용자			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
TOKEN	varchar(500)	NO	NULL	푸쉬용 FCM Token(PK)
HP_NO	varchar(50)	YES	NULL	연락처
DISEASE_TYPE	varchar(10)	NO	NULL	질병타입 fmd/hpai
OS	varchar(20)	YES	NULL	스마트폰 운영체제
PUSH	varchar(1)	NO	0	알림 사용/미사용
INTEREST_REGION	varchar(50)	YES	NULL	관심지역
CREAT_DT	datetime	YES	CURRENT_TIMESTAMP	가입일

테이블명	cut_score_fmd			
테이블 설명	평시 권역화 컷스코어 돼지/소 (total cut score by clustering)			
동일형태 테이블	cut_score_hpai (평시 권역화 컷스코어 닭/오리)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
condition_species	varchar(20)	YES	NULL	축종조건
condition_facilities	varchar(20)	YES	NULL	시설유형 조건
level	int(11)	YES	NULL	권역 크기 수준
score	double	YES	NULL	전체 권역의 자립도

테이블명	fac_capa_addr			
테이블 설명	시설별 용적량 (facility capability with administrative district information)			
동일형태 테이블	farm_use_fac_addr (농장별 시설이용량)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
address	varchar(255)	YES	NULL	시/군 행정구역명
f1_chi	int(11)	YES	NULL	닭 관련 도계장 용적량
f2_chi	int(11)	YES	NULL	닭관련사료공장용적량
f3_chi	int(11)	YES	NULL	닭관련종축장용적량
f4_chi	int(11)	YES	NULL	닭관련분뇨처리장용적량
f1_duc	int(11)	YES	NULL	오리관련도압장용적량
f2_duc	int(11)	YES	NULL	오리 관련 사료공장 용적량
f3_duc	int(11)	YES	NULL	오리 관련 종축장 용적량
f4_duc	int(11)	YES	NULL	오리 관련 분뇨처리장 용적량
f1_pig	int(11)	YES	NULL	돼지관련도축장용적량
f2_pig	int(11)	YES	NULL	돼지 관련 사료공장 용적량
f3_pig	int(11)	YES	NULL	돼지 관련 종축장 용적량
f4_pig	int(11)	YES	NULL	돼지 관련 분뇨처리장 용적량
f1_cow	int(11)	YES	NULL	소관련도축장용적량
f2_cow	int(11)	YES	NULL	소 관련 사료공장 용적량
f3_cow	int(11)	YES	NULL	소 관련 종축장 용적량
f4_cow	int(11)	YES	NULL	소 관련 분뇨처리장 용적량

테이블명	grouping_fmd			
테이블 설명	평시 권역화 군집결과 돼지/소 (group info by clustering)			
동일형태 테이블	grouping_hpai (평시 권역화 군집결과 닭/오리)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
address	varchar(255)	YES		광역시/군명
metro_name	varchar(255)	YES		광역시명
city_name	varchar(255)	YES		시/군명
condition_species	varchar(20)	YES	NULL	축종조건
condition_facilities	varchar(20)	YES	NULL	시설유형조건
level	int(11)	YES	NULL	권역크기수준
cluster	int(11)	YES	NULL	권역 구분 코드

테이블명	tb_adm_adj			
테이블 설명	지역 접경유무 (adjacent information of administrative districts)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
address	varchar(255)	YES	NULL	시/군행정구역명
address2	varchar(255)	YES	NULL	시/군행정구역명2
adj	int(11)	YES	NULL	인접유무코드

테이블명	trmat_chi			
테이블 설명	닭 시설유형별 이동량 (transition matrix of chicken)			
동일형태 테이블	trmat_cow(소), trmat_duc(오리), trmat_hoof(유제품), trmat_pig(돼지), trmat_poul(가금류)			
컬럼명	타입	null 허용여부	기본 값	comment
addr_from	varchar(255)	YES	NULL	시/군행정구역출발지
addr_to	varchar(255)	YES	NULL	시/군행정구역도착지
f1	int(11)	YES	NULL	농장-도축장간이동량
f2	int(11)	YES	NULL	농장-도압장간이동량
f3	int(11)	YES	NULL	농장-사료공장간이동량
f4	int(11)	YES	NULL	농장-종축장간이동량
f5	int(11)	YES	NULL	농장-부화장간이동량
f6	int(11)	YES	NULL	농장-분뇨처리장간이동량
f7	int(11)	YES	NULL	농장-철새도리지간이동량

[1협동] 검역본부

1. 1년차 연구 수행 결과

가. 권역 요건 선별 및 데이터 수집 및 권역 구분(안) 검토

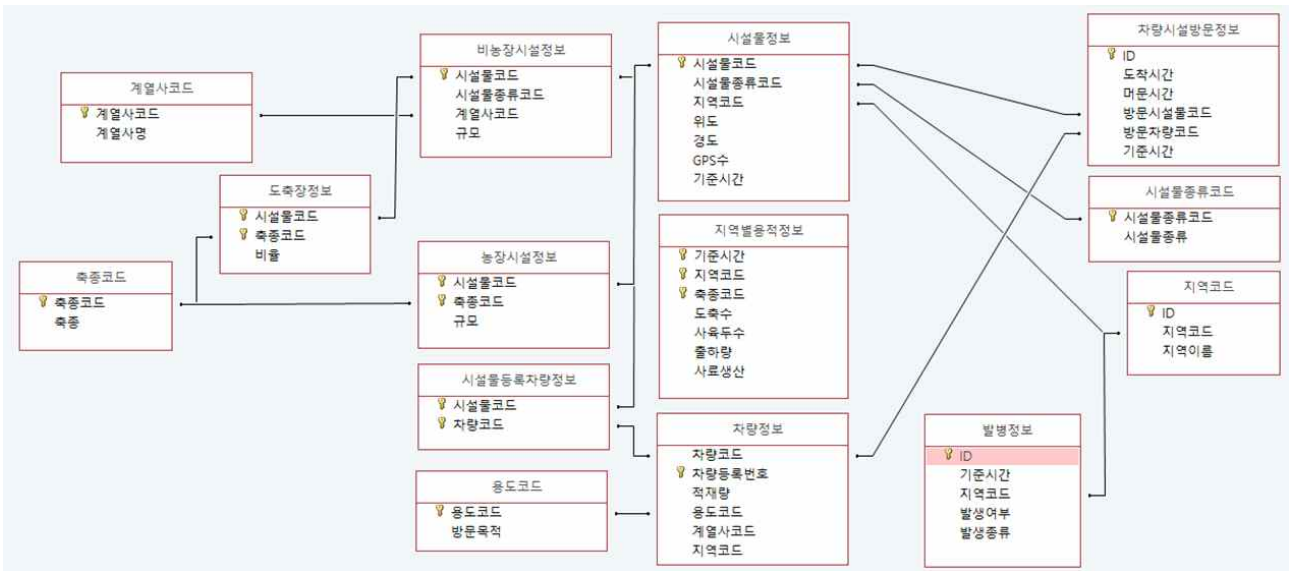
- (1) 2014년 1월부터 2016년 10월까지의 1차 KAHIS 자료를 주관연구기관인 (주)이지팜에 제공하였으며 그 이후 6개월 단위 데이터를 2017년 11월까지 제공
- (2) 제공된 KAHIS 자료는 농장정보, 차량이동정보 등의 데이터를 제공함

① 축산차량방문정보

순번	칼럼ID	칼럼명
1	VISIT_DE	방문시간
2	VISIT_VHICLE_NO	방문차량번호
3	FRMHS_NO	농장번호

② 농장정보

순번	칼럼ID	칼럼명
1	FRMHS_NO	농장번호
2	INDUSTY_CL	시설물종류코드
3	LEGALDONG_CL	법정동주소
4	LSTKP_CL	축종코드



< 데이터 관계도 >

- (3) 권역 요건 선별 및 권역 구분 검토 : 상세 내용은 주관연구기관 1년차 연구 수행 결과 가. 질병 발생 또는 확산이력과 축산관련 산업(유통)의 관련성 분석 참조

(4) 도축신청정보와 용적량 비교

① 도축신청정보

순번	칼럼명
1	도축신청일자
2	도축장주소
3	농장주소
4	운반차량번호
5	축종
6	도축신청두수

- ② 전문가 초청 협의회 결과를 바탕으로 생축이동 위주로 우선 분석하기로 결정
- ③ 특정 목적(중축이동, 도축이동, 사료이동)으로 구분하여 권역화를 위한 최적화 모델 완성
 - 도축신청정보 및 용적량 비교 관련 상세한 부분은 주관연구기관 1년차 연구 수행 결과 사. 선형계획법 기반의 시군단위 축산시설 자립도 최적 권역 산출 알고리즘 부분 참조

2. 2년차 연구 수행 결과

가. 권역별 세부관리 지침서 개발

(1) 중앙·지방 가축방역기관, 협회, 농가 업체 등 방역대상별 지침서 개발

(가) 구제역 권역화 세부관리 지침서 작성을 위한 네덜란드 현지조사 결과

① 출장 개요

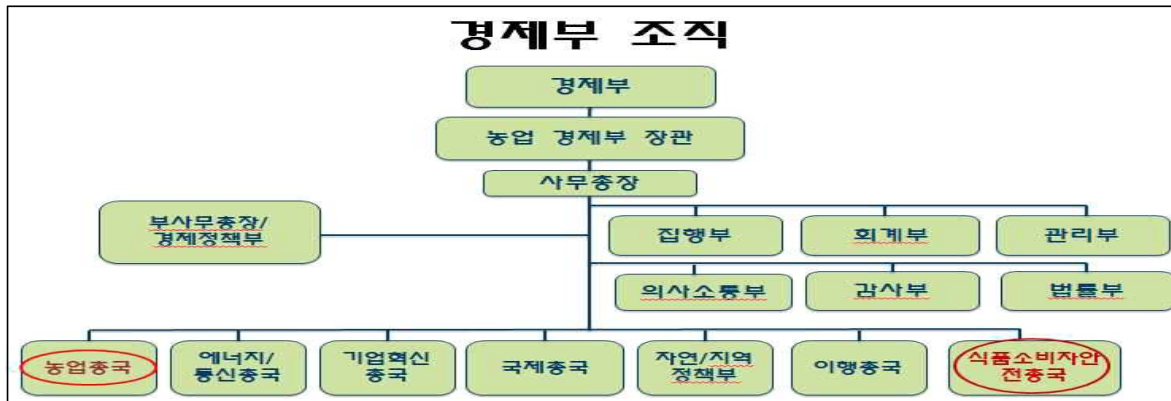
- ㉠ 출장 목적 : 구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구과제(농기평 연구과제) 권역화 지침서 작성을 위한 네덜란드 사례 조사하여 지침서 작성 등에 반영
- ㉡ 출장기간 : '18. 5. 13. ~ 5. 19. (5박 7일)
- ㉢ 출장자 : 역학조사과 조기현·유대성 수의연구사
- ㉣ 방문기관 : 네덜란드 식품소비재안전청(NVWA), 중앙수의연구소(CVI) 등

② 네덜란드 수의조직

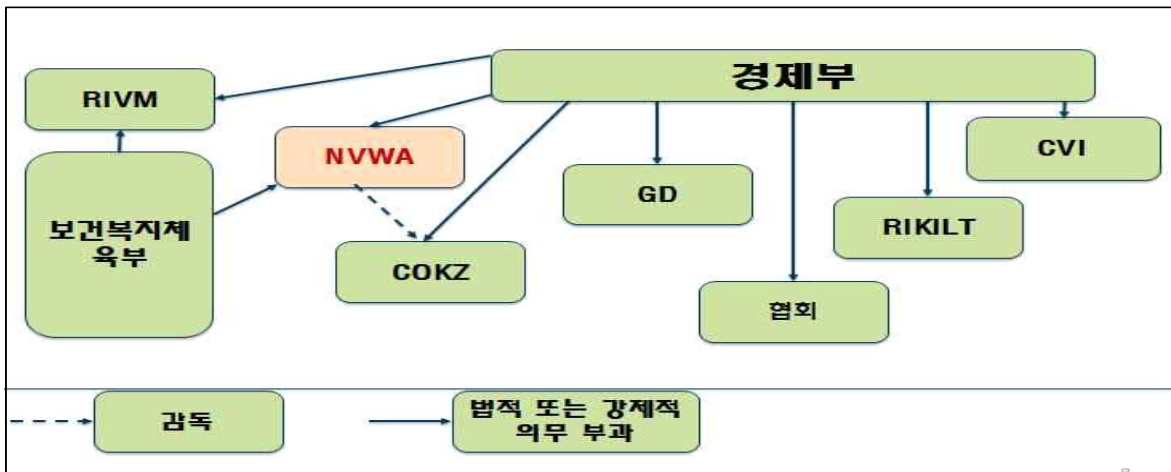
- ㉠ 네덜란드에서 수의 분야 정책 및 법률 담당하는 부처는 경제부와 보건복지체육부이며 경제부 산하 식품소비재안전청(NVWA)이 정책 수행
 - 국가 및 지역 수준에서 식품·사료안전, 동물위생·복지, 식물위생 업무를 담당하는 인원은 약 4,190명임
 - 동물위생, 축산식품안전, 사료 등 수의분야의 업무는 전적으로 중앙정부 수준에서 관리감독하며, 지방정부에 위임하지 않음

㉔ 경제부(MEA)

- 식품·소비자 안전, 동물 위생·복지, 농·어업 전반 및 관련 법률 업무 담당
- 사무총장, 국장(5인) 및 식품소비재안전청장으로 구성된 이사회에서 장기 정책 개발·집행·관리
- 농업총국에서 가축방역을 담당하며 수석수의관(CVO)은 농업총국 소속
- 식품소비재안전총국에서는 식품위생업무를 담당



- 식품소비재안전청, 중앙수의연구소(CVI), 식품안전연구소(RIKILT), 동물위생본부(GD) 등은 경제부의 업무를 수행함



㉕ 식품소비재안전청(NVWA)의 조직구성 및 인원

- 경제부(MEA) 산하의 독립적인 기관으로 MEA와 VWS의 위탁을 받아 가축위생 및 수의공중보건의 실무를 담당하며, 적절한 조직, 인력, 시설 및 예산을 갖추고 있음
- 2개 지원부서, 5개과와 1개의 독립부서로 구성되며 네덜란드 수의분야는 지방정부 조직이 없고 중앙정부에서 총괄운영
- 총 2,749명이 근무하며 NVWA직원이 2,433명, 외부직원이 316명임

③ 동물질병 방역관리체계

㉠ 관련 규정 : 네덜란드는 동물질병 관리와 관련하여 유럽연합(EU)의 공통법률을 준수함

㉡ 신고의무질병 지정 및 관리 : 네덜란드는 질병발생 시 신속한 방역조치를 위하여 Directive(ECC) No. 82/894에 따라 주요 가축전염병을 신고의무 질병으로 관리함

㉢ 질병발생 시 신고 절차

- 동물 소유자, 관리자, 수의사, 실험실 검사원, 동물운송업자 등은 가축질병이 의심될 경우 즉시 정부 수의당국에 해당 사실을 보고해야 할 의무가 있음(관련 법률 : 구제역의 경우 Directive 2003/85/EC)

- 농장, 도축장, 가축시장, 품평회, 전시회 등에서 질병이 의심되면 소유자 등은 정부 수의관에게 이 사실을 알려야 함

㉣ 미신고시의 제재사항

- 동물의 판매, 수입 및 수출 등을 금지 또는 제재
- 일정 기간 동안 일부 사업체 운영정지 및 폐쇄조치
- 작업장 승인 보류 또는 취소 조치
- 당국이 필요하다고 여겨지는 기타 다양한 조치

㉤ 동물질병 관리 정책

- 관련 규정에 따라 질병 예방강화 측면에서 예찰프로그램을 시행하며 체계적인 동물 질병관리를 위해 의심축 신고를 기반으로 한 수동예찰과 특정 질병의 근절 및 모니터링 목적의 능동예찰을 적절하게 병행하여 실시

㉥ 동물질병 발생에 따른 조치 및 절차

- 가축전염병 의심 시 조치사항

- 방역당국은 질병의 발생을 확인하기 위해 공식적인 조사를 실시
- 해당 농장에 대한 공식적인 예찰 실시
- 농장의 모든 동물을 조사하고 감수성 동물은 폐사 개체 및 감염 의심 개체의 수를 각각 기록
- 축주로부터 발생의심 기간에 감수성 동물의 출생 및 폐사 날짜 확보
- 농장 내 우유, 우유생산물, 식육, 식육제품, 사체, 가축 및 피부, 털, 정액, 배아, 난자, 슬러리, 거름, 사료 및 깔짚에 대한 정보 파악
- 감수성 동물의 농장 입출입 금지, 농장 출입구, 농장 내외 소독 실시
- 역학조사 및 역학조사용 시료채취 및 검사 의뢰
- 질병발생이 의심되는 경우 아래와 같이 이동이 금지되며 사체, 우유, 사료 등 질병을 전파시킬 우려가 있는 모든 것, 질병 비감수성 동물, 농장내외의 사람, 농장내외의 탈 것

㉔ 가축질병 확인 시 조치사항

- 발생농장에 대하여 ①농장 내 모든 감수성동물에 대한 살처분을 실시하나, 예외적으로 방역당국이 질병이 퍼질 위험이 없다고 판단될 시 농장외부 살처분 가능, ②정부수의사는 감수성동물의 살처분 전이나 도중에 역학조사를 위한 시료채취 실시, ③자연폐사 또는 살처분한 동물의 사체는 긴급대응계획에 따라 병원체가 퍼지지 않는 방법으로 매몰, 소각 등을 실시, ④농장 내 모든 물건은 정부수의사의 지시에 따라 병원체의 오염이 제거될 때까지 격리(분리)
- 살처분 후 사체는 소각, 유기비료나 토양증강제로 제조하여 판매, 바이오가스로 전환, 가공과정 없이 비료로 사용, 연료로 사용
- 감수성 동물의 살처분과 폐기처리 이후 감수성 동물의 축사 및 그 주변, 동물운송차량, 오염 의심되는 건물이나 기구 등에 대한 청소 및 소독 실시, 농장 내 거주 시설이나 사무실 소독 실시
- 가축별 EU 규정에 정한 방법에 따라 재입식 실시

㉕ 구제역 긴급대응계획에 따른 조치사항

- (살처분) 지침 85/511/EEC 제5항제2조에 따라 구제역이 확인되는 즉시 농장의 모든 감수성 동물을 현장에서 살처분
- (사체 처리) 건조렌더링 법 제2조제1항에 따라 수의학적 질병의 전파를 막기 위해 살처분된 동물의 사체 등은 고위험 물질로 지정되어 동법 제3조에 따라 렌더링됨
- (청소 및 세척) 동물위생복지법 제22조제1항에 따라 공무원이 청소 및 세척에 참여
- (이동제한) 구제역이 확인되는 즉시, 관할 당국은 감염지역 반경 3km를 보호지역, 반경 10km를 예찰 지역으로 설정함(85/511/EEC 제9조)

④ 구제역 권역화 관리시스템

- ㉖ 네덜란드에서는 구제역 정책시나리오(Policy Scenario FMD, NVWA 2013.7월 배포)에 근거하여 구제역 권역화 관리를 수행함
- 7.15장에서 권역화 관리 방안에 대해 명시하고 있음

㉗ 일시이동중지 명령

- (관리주체) 중앙정부(경제부)는 구제역이 발생한 경우 일시이동중지 명령을 홈페이지에 게시하여 필요조치(역학조사, 추적조사 및 이력추적, 실험실검사 등의 절차 진행, 위기대응반 구성 등)를 실시
- (발령기준 및 대상지역) 전국 또는 필요 권역을 대상으로 발령
- (발령기간) 구제역 발생일부터 방역대 해체까지

- 행동요령

- 동물의 운송 금지(조류와 가축으로 규정되어 있지 않은 것 포함)
- 스탠드스틸 발령을 받은 농장의 동물생산물 운송 금지(일부 질병에서 예외가 발생할 수 있음, 예) AI 발생 시 우유 유통가능 또는 FMD 발생 시 계란 유통 가능 등)
- 사료 운반 금지(일부 지역에서 질병전파를 경감시킬 수 있는 추가적 조치를 이행했을 때 부분 가능)
- 스탠드스틸 발령을 받은 농장에서 나오는 분변과 중간 생산물의 이동 금지
- 위의 내용 중 하나에 해당하는 물건을 운송하였거나 운송할 가능성이 있거나 운송됐던 차량의 이동 금지

- 이동통제 방법

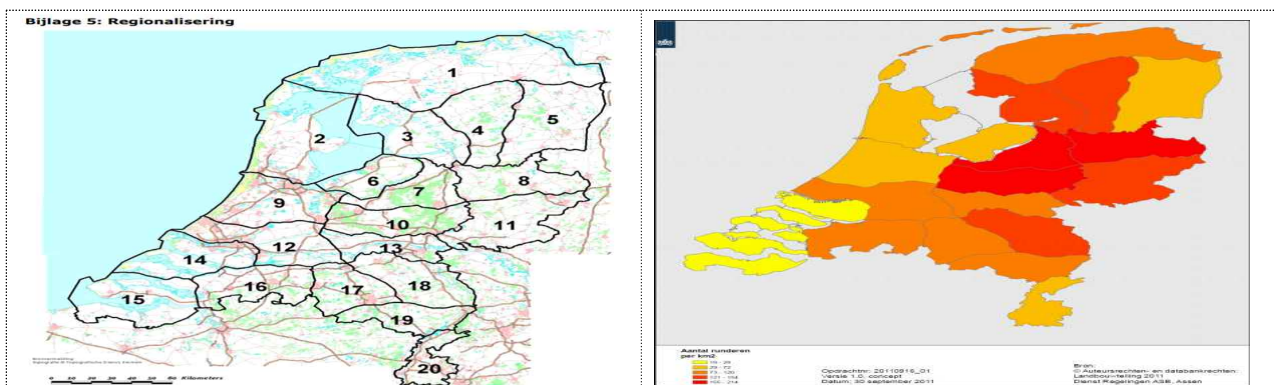
- (현장 이동통제 실시 주체) 이동통제 실시 대상(농장주, 운반기사 등)이 자발적으로 실시
- (타 기관 간 협력사항 및 기관별 역할) 일시이동중지 명령 발령 후 위반 시 경찰이나 군에서 축주 등 위반자에게 이 사실을 알리고 제자리에 돌아갈 것을 명함
- (위반 시 조치사항) 규정상으로는 재판 후 벌금형에 처함

㉔ 권역화 관리시스템

- 일시이동중지 명령 발령 72시간 후 질병 발생 상태에 따라 20개의 휴면권역(sleeping region)*이 활성권역(working region)으로 권역화가 이루어지며 질병발생 혹은 질병발생 지점이 포함된 오염지역(infected region, buffer area)과 그 이외의 청정지역(free region)으로 구분된 지역은 오염지역으로 구분되며 각 권역 내에서만 관련 차량·사람 이동 가능

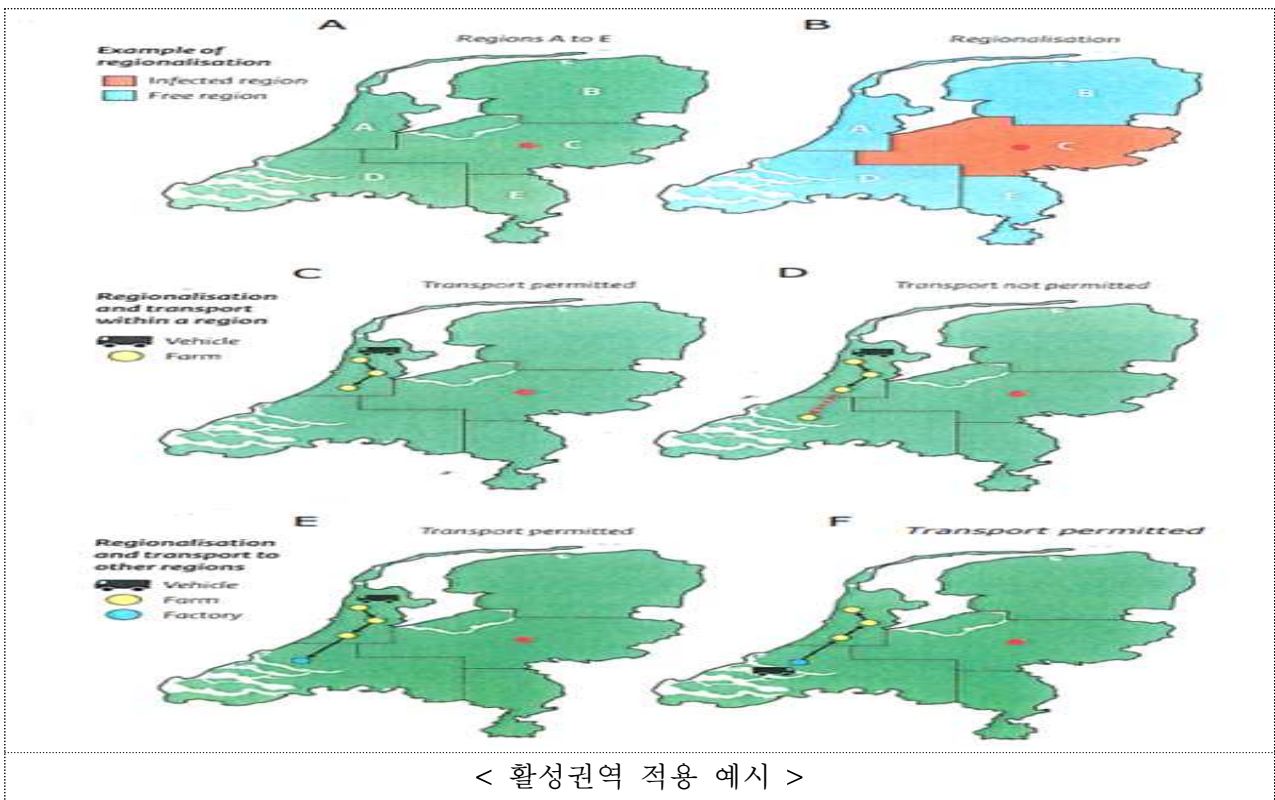
* (휴면권역 설정 기준) 크기, 사육두수, 밀도를 기반으로 고속도로, 수로 또는 질병통제를 위한 자연적 경계를 고려하여 설정하며 동·축산물

** (활성권역 설정 기준) 질병발생 정보에 따라 활성지역의 크기, 모양, 숫자 등



< 20개 휴면권역 및 소·돼지 사육밀도 >

- 권역 내·외 동물의 직접적인 운송은 모두 금지되며 이동금지 대상자는 수의사, 인공수정사, 구조대원, 식용란·원유·분변·사료 운반자, 살처분 사체 운반자, 농장 주변으로 진입하는 모든 기계공, 공급업, 농업관계자, 백신 또는 축산 컨설팅업체 직원
- (축산물 수집 또는 운반 가능 조건) 1)영역밖에 위치한 유가공장으로의 우유 이동 (직접적으로 이루어질 경우에 한함), 2)한 지역에서 사체를 수집 후 영역 밖의 사체 처리 시설로의 직접적 이동, 3)영역내의 여러 농장과 시설에 사료를 공급해 주기 위하여 영역 밖에 있는 사료회사에 사료 수집을 위한 이동, 4)분변의 이동, 단 허가를 득할 시, 5)(영역 외부 도축장으로의 도축을 위한 동물의 이동) 역학적 문제가 없을 경우, 영역 내에 도축시설이 부족하다는 증명 필요, 이동을 위한 까다로운 규정을 반드시 준수해야 함
- (이동차량에 대한 조치) 이동차량은 인증스티커(상세사항 기재)를 배부받아 운행해야 하며 인증스티커는 각 권역마다 색깔과 코드가 달라 통제가 용이하고 다른 권역으로 이동 시 공식적으로 인증된 세척·소독시설에서 세척·소독을 실시하고 다른 권역의 인증 시 스티커를 배부받아 운행해야 함
- NVWA에서 관련 차량에 대해 감시·감독을 실시하며 해당 차량은 24시간 동안 사용금지
- (권역 해제) 청정지역은 빨리 이동제한을 해제하고 감염지역의 경우 늦게 해제됨



⑤ 종합결론

㉓ (관리체계) 네덜란드는 평시에 중앙 중심의 방역체계를 구축하고 있으며 구제역 발생 시에는 특별 중앙조직(RCC)*이 조직되어 방역관리(역학조사, 추적조사, 이력추적, 실험실 검사 등)를 전담함

- 네덜란드에서는 생산자 단체가 과거 구제역, HPAI 발생으로부터 얻은 교훈을 바탕으로 자율적인 권역화 관리를 하고 있어 우리나라와는 차이가 있는 점을 기본적으로 감안해야 함

*RCC(Regional Crisis Organization, 지역 위기 조직)

㉔ 권역화 관리방안 반영 여부 검토 결과

- 권역화 적용단계(일시이동중지 명령발령~전국 방역대 해제)와 오염도 변화에 따른 차별적 권역 해제는 구제역 신속 탐색과 긴급대응과 조기종식을 위해 적절한 방식이므로 반영

- 일시이동중지 명령기간 동안 기존에 휴면권역을 설정하고 휴면권역이 활성권역으로 활성화하는 방식은 효율적인 관리체계인 것으로 판단되므로 반영

- 네덜란드는 최대 72시간 일시이동중지 기간 동안 권역화 관리 준비가 가능하나 농가 수와 국토면적이 넓은 우리나라에서는 48시간 이내 해야 하므로 시간 연장 또는 신속한 준비 필요

*(네덜란드) 면적 41,526km², 소 31,620농가/4,139,947두, 돼지 4,928농가/12,602,872두

** (우리나라) 면적 99,720km² 소 106,505농가/2,908,998두, 돼지 4,909농가/10,186,898두

- 권역별 이동차량 관리를 위해 권역별 인증스티커를 부착하여 외부에서 확인할 수 있게 하는 방식은 관리 강화를 위해서도 효율적인 방법이므로 반영

- 권역화 이동통제를 위해 필요시 군·경 협조를 받으나 국내 상황을 고려하여 자율적인 방법보다는 강제적인 방법에 의해 관리가 이루어져야 함

- 위반 시 조치사항도 네덜란드의 재판 후 벌금형 보다는 위반의 경중에 따라 처벌 강화 검토 필요

- 중앙정부 중심의 권역화 관리 방안은 네덜란드와 같이 국토면적이 좁고 중앙 중심의 관리체계에서는 가능하나 우리나라에서는 중앙과 지방이 보완하는 체제로 반영

· 각 권역 소속 차량의 타 권역 출입여부는 지자체(시·도 및 시·군·구) 1차 확인, 중앙정부(검역본부) 2차 확인 시스템이 국내에서는 현실적으로 적합함

· 아울러, 중앙정부는 지자체에 축산차량 모니터링 결과를 즉각적으로 지자체에 제공

하여 1차 확인이 원활히 이루어질 수 있도록 지원

- 단순한 면적, 사육두수, 밀도 기반의 권역화 설정보다는 현재 진행 중인 연구과제의 축산차량이동 정보 기반(물류이동의 패턴과 범위 고려 등)이 차량을 통한 구제역 전파 차단에 효과적일 것으로 판단됨
 - 네덜란드에서는 감염지역의 농가에서 청정지역의 집유장, 사체처리장(렌더링 시설), 사료공장 등으로의 이동이 가능하나 우리나라에서는 원칙적으로 권역 간 모든 관련 축산차량의 철저히 이동 차단이 필요함
 - 국내 구제역 전파 사례 고려 시 축산차량이 전파체로 작용한 경우가 있어 농가에 출입하는 모든 축산관련 차량은 권역 간 이동을 통제하는 것이 타당함
 - 예외적으로 권역 외로 이동을 할 경우 사전승인을 받고 권역 경계의 권역거점소독시설에서 철저한 세척·소독 후 인증서 발급받아 운행하며 해당 차량은 이동 완료 후 24시간 동안 사용금지 조치
 - 권역화 이동통제 대상 사람과 차량의 경우보다 네덜란드보다 포괄적으로 선정하되 국내 축산차량등록대상을 고려함
 - (네덜란드) 수의사, 인공수정사, 구조대원*, 원유·분변·사료 운반자, 살처분 사체 운반자, 농장(주변 포함) 진입 기계공, 공급업자, 농업관계자, 백신 또는 축산 컨설팅 업체 직원
 - (국내 축산차량등록대상) 헬퍼(젓소농장), 정액운반자, 가축운반차량, 살처분 및 매물 동원인력, 깔짚 운반자, 동물약품 운반자, 조사료 운반자, 방역차량
- *구조대원은 실제 국내 농가 출입하는 경우가 거의 없어 제외

(나) 방역대상별 권역화 세부관리 지침서(안)(Guideline for controlling FMD regions)

* 시·군·구별 축산시설 구분에 따른 이용 가능한 업체는 앱에서 표시됨

** 해당 지침서는 e-book 형태로 농림축산검역본부 도서관 홈페이지(<http://lib.qia.go.kr>)에 공개됨

제1조(목적) 이 지침서는 구제역 발생시 구제역 전파와 확산을 막아 구제역을 신속히 근절하는데 그 목적이 있다.

제2조(정의) 이 지침서에서 사용하는 용어의 정의는 다음의 각 호와 같다.

1. “감수성 가축”이란 구제역에 감수성이 있는 소, 돼지, 면양, 산양, 사슴 등의 모든 우제류 가축을 말한다.
2. “일시이동중지(가축 등에 대한 일시 이동중지, standstill)”란 가축전염병예방법 제19조의 2의 규정에 따라 구제역이 국내에서 최초 발생시 확산 방지를 위하

여 전국의 모든 우제류 축산농장 및 관련 작업장 등에 가축, 사람, 차량, 물품 등의 출입을 일시 중지(48시간 이내 - 필요시 1회 48시간 범위내 연장)하는 조치를 말한다.

3. “권역”이란 구제역 방역실시요령(농림축산식품부 고시) 제2조제12호에 따라 기본적으로 시·도 또는 시·군·구로 구분된 행정구역을 말한다.
4. “평시권역”이란 구제역 비발생 기간 동안에 구분되는 권역으로 축산차량 이동을 중심으로 설정된 권역을 말한다.
5. “발생권역”이란 구제역 방역실시요령(농림축산식품부고시) 제2조제12호에 따른 구제역 발생한 권역을 말하며 구제역 발생에 따른 일시이동중지 명령과 동시에 구제역 권역화 관리시스템(<http://rapse.ezfarm.co.kr>)에서 구제역 발생일, 발생 시·군·구, 관련 축산시설 가중치를 중심으로 구제역 확산가능성과 자립도를 고려하여 설정된 권역을 바탕으로 농식품부와 시·도에서 지정한 권역이다. 농식품부는 전국에 대해서 시·도는 관할 시·군·구에 대해서 지정할 수 있다.
6. “비발생권역”이란 발생권역을 제외한 나머지 권역을 말한다.
7. “축산시설”이란 구제역 감수성 가축과 관련된 사육시설, 도축장, 집유장, 사료공장, 가축시장, 가축검정기관, 종축장, 비료공장, 분뇨처리업체를 말한다.
8. “축산관련 종사자”란 감수성 가축 농장주 및 종사자, 수의사, 인공수정사, 헬퍼, 원유운반자, 분뇨운반자, 가축 운반차량, 살처분 사체운반자, 살처분 및 매물 동원인력, 농가 시설·장비 수리자, 깔짚 운반자(벧짚, 톱밥), 사료(조사료 포함) 운반자, 동물약품 운반자를 말한다.
9. “축산차량”이란 감수성 가축 관련 종사자가 영업목적으로 운영하는 모든 차량을 말한다.

제3조(적용시기) 구제역 의심신고에 따른 일시이동중지 명령 발령부터 전국의 구제역 방역대가 모두 해제되는 시점까지 발생권역이 설정되어 관리된다.

제4조(평시권역) 구제역 비발생 기간 동안에 소, 돼지 관련 축산차량의 이동에 따라 구분되는 권역으로 각 권역별 시·군·구 목록은 아래와 같다.

1. 제1권역 : 서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도 철원군·화천군·춘천시·홍천군·횡성군·원주시, 충청남도, 충청북도(단양군·영동군 제외), 전라북도 익산시
* 경기도 동두천시·의정부시·구리시·하남시·성남시·의왕시·군포시·수원시·오산시, 충청남도 계룡시·태안군, 충청북도 증평군은 제2권역에 포함되어 있으나 제1권역으로 둘러싸여 있는 지리적 위치와 이동관리의 효율성을 고려하여 제1권역에 포함
2. 제2권역 : 강원도(철원군·화천군·춘천시·홍천군·횡성군·원주시 제외), 충청북

도 단양군

3. 제3권역 : 전라북도(익산시 제외), 전라남도(완도군 제외)

* 전라남도 완도군은 제2권역에 포함되어 있으나 제3권역으로 둘러쌓여 있는 지리적 위치와 이동관리의 효율성을 고려하여 제3권역에 포함

4. 제4권역 : 경상북도, 경상남도, 충청북도 영동군

* 경상남도 통영시는 제2권역에 포함되어 있으나 제4권역으로 둘러쌓여 있는 지리적 위치와 이동관리의 효율성을 고려하여 제4권역에 포함

5. 제5권역 : 제주특별자치도

* 제주특별자치도는 제2권역에 포함되어 있으나 섬이라는 특수성과 이동관리의 효율성을 고려하여 별도의 권역으로 설정

제5조(발생권역 관리 준비) 구제역 일시이동중지 명령 발령과 동시에 중앙정부(농림축산식품부 또는 시·도)는 구제역 권역화 관리시스템(<http://rapse.ezfarm.co.kr>)에서 구제역 발생일, 발생 시·군·구, 관련 축산시설 가중치를 중심으로 구제역 확산가능성과 자립도를 고려하여 발생권역을 설정하고 아래와 같이 발생권역 관리 준비를 실시한다.

① 중앙정부(농림축산식품부)는 설정된 발생권역과 비발생권역에 포함된 시·도와 시·군·구를 전국에 공표하고 발생권역 인증스티커를 발생권역을 포함한 시·도를 통해 시·군·구에 신속히 배부한다.

② 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 해당 권역에 등록된 모든 축산차량 대상에 발생권역 인증스티커를 배부하여 차량 전면 유리창에 부착하도록 조치하며 해당 차량이 비발생권역으로의 이동이 불가함을, 축산시설 대상으로는 발생권역 인증스티커를 부착한 축산차량만 출입 가능하며 이를 위반하는 경우 신고하도록 교육·홍보한다.

③ 비발생권역 포함 시·도와 시·군·구에서는 해당 권역에 등록된 모든 축산차량 대상으로 발생권역으로 이동이 불가함을, 축산시설 대상으로는 비발생권역으로부터 온 축산차량만 출입가능하며 이를 위반하는 경우 신고하도록 교육·홍보한다.

④ 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 비발생권역 경계의 주요 도로에서 축산차량의 이동통제 단속과 발생권역에서 비발생권역으로의 이동승인 차량 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 출발용 및 복귀용 소독증명서를 발급할 수 있는 통제초소를 설치하고 군·경에 협조 요청하여 합동단속 준비를 실시한다.

⑤ 중앙정부(검역본부)와 지자체(시·도 및 시·군·구)에서는 농가, 축산시설, 생산자 협회에 위의 사항을 SMS 문자 발송 등으로 홍보한다.

제6조(발생권역 관리) 발생권역 관리가 개시된 이후에는 아래와 같은 조치가 시행된

다.

- ① 발생권역 포함 시·도와 시·군·구에서는 해당 권역에 등록된 축산차량이 비발생권역으로 이동하지 않도록 발생권역과 비발생권역 경계에 설치된 통제초소에서 군·경의 협조를 받아 단속을 실시한다.
- ② 구제역 방역실시요령(농림축산식품부고시) 제30조제2항제1호에 따라 발생권역 포함 시·도 또는 시·군·구는 등록된 모든 축산차량은 해당 권역 내 축산시설에만 출입할 수 있고 비발생권역으로의 이동 금지를 명령한다. 단, 발생권역 포함 시·도는 비발생권역으로 이동이 필요하다라고 판단하는 축산차량에 대하여 예외적으로 이동승인을 할 수 있다. 이 경우 비발생권역으로 이동 전 통제초소에서 이동승인여부 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 출발용 소독증명서를 발급받으며 발생권역으로 복귀시 이동승인여부 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 복귀용 소독증명서를 발급받는다.
- ③ 발생권역과 비발생권역의 축산차량은 이동할 수 있는 권역 내에서 출입할 수 있는 축산시설을 구제역 권역화 관리앱에서 확인할 수 있다.
- ④ 발생권역에 위치한 감수성 가축 관련 축산시설은 모든 출입 축산차량이 발생권역 인증스티커를 부착했는지 확인하고 비발생권역에서 축산차량이 온 경우 이를 관할 시·군·구에 신고한다.
- ⑤ 비발생권역에 위치한 감수성 가축 관련 축산시설은 모든 출입 축산차량이 비발생권역에서 왔는지를 확인하고 발생권역에서 축산차량이 온 경우 이를 관할 시·군·구에 신고한다.
- ⑥ 비발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 발생권을 방문해야 하는 경우 비발생권역 시·도는 발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 비발생권역을 방문하는 동일 절차를 따른다.
- ⑦ 발생권역과 비발생권역을 포함하는 모든 시·도와 시·군·구는 1차적으로 국가 동물방역통합시스템(KAHIS)에서 축산차량 이동통제현황을 모니터링하고 위반하는 경우가 있는 경우 현장 확인을 실시한다.
- ⑧ 중앙정부(농림축산검역본부)는 2차 모니터링을 실시하며 1차 확인이 원활하게 이루어질 수 있도록 지자체에 축산차량 모니터링 결과를 정기적으로 제공한다.
- ⑨ 발생권역과 비발생권역간 미승인 차량의 이동, 발생권역 등록 축산차량의 인증스티커 미부착 등의 위반사항이 있는 경우에는 시·군·구가 이동중지 명령과 함께 법률에 따라 처벌한다.

제7조(발생권역 관리 해제) 전국 구제역 방역대 해제가 되는 경우 발생권역 관리도 아래와 같이 해제된다.

- ① 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 등록된 모든 축산차량에 발생권역 해제를 알리고 축산차량에 부착된 인증스티커를 제거하도록 홍보한다.

- ②발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 발생권역과 비발생권역 경계에 설치된 통제초소를 해체한다.
- ③중앙정부(농림축산검역본부)와 지자체(시·도 및 시·군·구)에서는 위에 해당하는 사항을 SMS 문자 발송 등으로 홍보하도록 한다.

< 중앙정부 대상 지침서 >

1. 중앙정부(농림축산식품부)는 구제역 권역화 관리시스템(<http://rapse.ezfarm.co.kr>)에서 구제역 의심환축 발생에 따른 일시이동중지 명령 발령과 동시에 구제역 발생일, 발생 시·군·구, 관련 축산시설 가중치를 중심으로 구제역 확산가능성과 자립도를 고려하여 발생권역을 설정하고 이를 전국 시·도와 시·군·구에 공표한다. 또한 중앙정부(농림축산검역본부)는 구제역 권역화 관리시스템이 정상 작동하도록 시스템의 유지 관리를 담당한다.
2. 중앙정부는 발생권역 관리 준비를 위하여 아래의 조치가 시행되도록 지방정부에 지시한다.
 - ①중앙정부가 배부한 발생권역 인증스티커를 발생권역 포함 시·도를 통해 시·군·구까지 배부하여 부착하도록 조치한다.
 - ②발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 비발생권역 경계의 주요 도로에 통제초소를 설치하여 군경에 단속 협조를 요청한다.
3. 중앙정부는 발생권역 관리를 위하여 아래의 조치가 시행되도록 지방정부에 지시한다.
 - ①발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 등록된 모든 축산차량은 차량 전면에 발생권역 인증스티커를 부착해야 하며 발생권역 내에서만 이동이 가능함을 교육·홍보한다.
 - ②비발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 등록된 모든 축산차량은 비발생권역 내에서만 이동이 가능함을 교육·홍보한다.
 - ③발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 비발생권역 경계지역의 주요 도로에 통제초소를 설치하여 축산차량 이동통제 단속과 발생권역에서 비발생권역으로의 이동승인 차량 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 출발용 및 복귀용 소독증명서를 발급한다.
 - ④발생권역 포함 시·도는 반드시 필요한 경우에 한하여 축산차량의 비발생권역으로의 이동을 승인할 수 있으며 이를 중앙정부, 발생권역의 차량등록 시·도 및 시·군·구와 비발생권역 출입 시·도 및 시·군·구에 공지한다.
 - ⑤비발생권역 포함 시·도는 관할 비발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 발

생권역을 방문해야 하는 경우 발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 비발생권역을 방문하는 동일절차를 시행한다.

⑥ 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 1차적으로 국가동물방역통합시스템(KAHIS)에서 축산차량 이동통제현황을 모니터링하고 위반하는 경우가 있는 경우 현장 확인을 실시한다.

4. 중앙정부(농림축산검역본부)는 2차 모니터링을 실시하며 이동통제 위반사항이 있는 경우 시·도와 시·군·구에서 확인하도록 조치하며 1차 확인이 원활히 이루어질 수 있도록 지자체에 축산차량 모니터링 결과를 정기적으로 제공한다.

5. 중앙정부(농림축산식품부)는 전국 구제역 방역대가 해제되는 경우 아래와 같이 발생권역 관리 해제 조치를 지방정부에 지시한다. 지자체(시·도)가 공표한 발생권역에 대해서는 해당 지방정부에서 전국 구제역 방역대가 해제되는 경우 자체적으로 관리 해제 조치를 한다.

① 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 등록된 축산차량에 권역화 관리 해제를 알리고 축산차량에 부착된 인증스티커를 제거하도록 홍보한다.

② 발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 발생권역과 비발생권역 경계에 설치된 통제초소를 해제한다.

6. 중앙정부(검역본부)는 감수성 가축 관련 축산시설, 축산단체, 관련 종사자에게 발생권역 관리가 해제되었음을 SMS 문자 발송 등으로 홍보하도록 한다.

< 지자체(시·도 및 시·군·구) 대상 지침서 >

1. 전국 지자체(시·도 및 시·군·구)는 구제역 의심환축 발생에 따른 일시이동중지 명령 발령과 동시에 중앙정부(농림축산식품부)가 설정하여 공표한 발생권역에 포함된 지자체 목록을 확인하여 아래의 발생권역 관리 준비를 실시한다. 또한 필요시 전국 지자체(시·도)는 자체적으로 관할 지역에서 구제역 발생시 구제역 권역화 관리시스템(<http://rapse.ezfarm.co.kr>)에서 구제역 의심환축 발생에 따른 일시이동중지 명령 발령과 동시에 구제역 발생일, 발생 시·군·구, 관련 축산시설 가중치를 중심으로 구제역 확산가능성과 자립도를 고려하여 발생 권역(시·군·구)을 설정하고 이를 전국 시·도와 시·군·구에 공표한다.

① 발생권역 포함 시·도는 중앙정부에서 배부 받은 발생권역 인증스티커를 관할 시·군·구에 신속히 재배부하여 등록 축산차량 전면부에 부착하도록 조치한다.

- ②발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 해당 권역에 등록된 모든 축산차량 대상에 발생권역 인증스티커를 배부하여 차량 전면 유리창에 부착하도록 조치하며 해당 차량이 비발생권역으로의 이동이 불가함을, 축산시설 대상으로는 발생권역 인증스티커를 부착한 축산차량만 출입 가능하며 이를 위반하는 경우 신고하도록 교육·홍보한다.
- ③구제역 방역실시요령(농림축산식품부고시) 제30조제2항제1호에 따라 발생권역 포함 시·도 또는 시·군·구는 등록된 모든 축산차량은 해당 권역 내 축산시설에만 출입할 수 있으며 비발생권역으로의 이동금지를 명령한다. 아울러, 관할 지역내 축산시설 대상으로는 비발생권역으로부터 온 축산차량만이 출입가능하며 이를 위반하는 경우 신고하도록 교육·홍보한다.
- ④발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 비발생권역 경계의 주요 도로에서 축산차량의 이동통제 단속과 발생권역에서 비발생권역으로의 이동승인 차량 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 출발용 및 복귀용 소독증명서를 발급할 수 있는 통제초소를 설치하고 군경에 협조 요청하여 합동단속 준비를 실시한다.
- ⑤지자체(시·도 및 시·군·구)에서는 농가, 축산시설, 생산자 협회에 위의 사항을 SMS 문자 발송 등으로 홍보한다.

2. 발생권역 관리가 개시된 이후에는 지자체에서는 아래와 같은 조치를 시행한다.

- ①발생권역 포함 시·도와 시·군·구에서는 해당 권역에 등록된 축산차량이 비발생권역으로 이동하지 않도록 발생권역과 비발생권역 경계에 설치된 통제초소에서 군·경의 협조를 받아 단속을 실시한다.
- ②발생권역 포함 시·도는 해당 권역에 등록된 축산차량이 해당 권역 내 축산시설에만 출입할 수 있고 비발생권역으로의 이동이 금지되나 비발생권역으로의 이동이 필요하다고 판단되는 축산차량에 대하여 예외적으로 비발생권역으로의 이동승인을 할 수 있다. 이동승인 사항은 중앙정부, 발생권역의 차량등록 시·도 및 시·군·구와 비발생권역 출입 시·도 및 시·군·구에 공지한다. 아울러, 비발생권역으로 이동 전 통제초소에서 이동승인 여부 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 출발용 소독증명서를 발급받아 비발생권역을 방문하고 발생권역으로 복귀 시 통제초소에서 이동승인 여부 확인, 세척 및 소독(대인소독 포함), 복귀용 소독증명서를 발급한다.
- ③발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 해당 권역에 위치한 감수성 가축 관련 축산시설이 모든 출입 축산차량이 발생권역 인증스티커를 부착했는지 확인하고 비발생권역에서 축산차량이 방문한 경우 이를 관할 시·군·구에 신고하도록 교육·홍보한다.
- ④비발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 해당 권역에 위치한 감수성 가축 관련 축산시설이 모든 출입 축산차량이 발생권역 인증스티커를 부착했는지 확인하고 발생

권역에서 축산차량이 방문한 경우 이를 관할 시·군·구에 신고하도록 교육·홍보한다.

- ⑤비발생권역 포함 시·도는 관할 비발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 발생권역을 방문해야 하는 경우 발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량이 비발생권역을 방문하는 동일절차를 시행한다.
- ⑥발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 1차적으로 국가동물방역통합시스템(KAHIS)에서 축산차량 이동통제현황을 모니터링하고 위반하는 경우가 있는 경우 현장 확인을 실시한다.

3. 전국 구제역 방역대 해제에 따라 아래와 같이 발생권역 관리를 아래와 같이 해제한다.

- ①발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 등록된 모든 축산차량에 발생권역 해제를 알리고 축산차량에 부착된 인증스티커를 제거하도록 홍보한다.
- ②발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 발생권역과 비발생권역 경계에 설치된 통제초소를 해제한다.
- ③발생권역 포함 시·도와 시·군·구는 위에 해당하는 사항을 SMS 문자 발송 등으로 홍보하도록 한다.

< 생산자 단체 대상 지침서 >

1. 감수성 가축 관련 생산자 단체는 중앙정부(농림축산식품부) 또는 지자체(시·도)가 공표한 발생권역에 대한 정보를 홈페이지 게시 등을 통해 소속 회원들에게 공지하고 발생권역 관리 준비 지원을 위해 아래의 사항을 실시한다.

- ①발생권역 시·군·구에 등록된 모든 축산차량 대상으로 해당 시·군·구로부터 발생권역 인증스티커를 배부받아 차량 전면에 부착하고 비발생권역으로의 이동이 불가함을 홍보한다. 단, 불가피한 사유로 비발생권역을 방문해야 하는 경우 해당 사항을 관할 시·도에 문의하도록 알린다.
- ②비발생권역 시·군·구내 모든 축산시설 대상으로 발생권역 인증스티커를 부착한 축산차량만 출입가능하며 이를 위반하는 경우 시·군·구에 신고하도록 홍보한다. 단, 불가피한 사유로 발생권역을 방문해야 하는 경우 해당 사항을 관할 시·도에 문의하도록 알린다.
- ③구제역 권역화 관리 앱에 대해 홍보하여 발생권역 내 사용 가능한 축산시설을 사용할 수 있도록 소속 회원들을 독려한다.

2. 전국 구제역 방역대 해제에 따라 발생권역 관리 해제 정보를 홈페이지 게시 등을 통해 소속 회원들에게 공지한다.

< 축산시설 및 축산농가 대상 지침서 >

1. 감수성 가축 관련 축산시설 및 축산농가는 중앙정부(농림축산식품부) 또는 지자체(시·도)가 공포한 발생권역을 인지하고 아래와 같이 발생권역 관리를 실시한다.
 - ① 축산시설과 축산농가에서 보유한 축산차량의 등록 시·군·구가 발생권역에 포함된 경우 해당 시·군·구로부터 발생권역 인증스티커를 배부받아 차량 전면
에 부착하고 발생권역 내에서만 이동한다. 만약, 불가피한 사유로 비발생권역으로 이동해야 하는 경우 관할 시·도로 문의한다.
 - ② 발생권역 내 위치한 축산시설과 축산농가는 출입하는 모든 축산차량에 대하여 발생권역 인증스티커를 부착하였는지 확인하고 위반사항이 있는 경우 시·군·구에 신고한다.
 - ③ 비발생권역 내 위치한 축산시설과 축산농가는 출입하는 모든 축산차량에 대하여 발생권역으로부터 방문하였는지를 확인하고 위반사항이 있는 경우 시·군·구에 신고한다.
 - ④ 구제역 권역화 관리 앱을 스마트폰에 설치하고 발생권역 내 사용 가능한 축산시설을 확인하고 축산시설을 이용한다.
2. 전국 구제역 방역대 해제에 따라 발생권역 관리 해제 시 발생권역 시·군·구에 등록된 축산차량은 발생권역 인증스티커를 제거한다.

제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1절. 목표 및 달성여부

1. 과제 목표 달성

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	권역화 산출 시스템 개발을 위한 권역 요건 선별 및 데이터 수집 및 데이터 가공 및 분석을 통한 권역 구분 알고리즘 개발과 이에 대한 검토	전국 권역 구분을 위한 연구((주)이지팜)	100%
		권역별 방역 관리 모델 개발((주)이지팜)	100%
		권역 요건 선별 및 데이터 수집 및 권역 구분(안) 검토(농림축산검역본부)	100%
2차년도	권역별 방역관리 시뮬레이션 분석과 이 결과를 활용한 권역별 세부지침서 개발, 권역관리 모바일 앱 개발	권역별 방역관리 모델 평가 및 개선 ((주)이지팜/농림축산검역본부)	100%
		개발된 모델을 활용한 시뮬레이션 분석 ((주)이지팜)	100%
		권역별 세부지침서 개발 (농림축산검역본부)	100%
		권역화 방역관리 모바일 웹앱 개발 ((주)이지팜)	100%

2. 정량적 목표 달성

No	항목	명칭	코드	달성도
1	정책활용 (주)이지팜 1건	권역화 시스템 정책활용 방안	농림축산식품부 방역정책국 구제역방역과	100%
2	정책활용 농림축산검역본부 1건	구제역 권역화 세부 관리 지침서 (안)	농림축산식품부 방역정책국 구제역방역과	100%
3	홍보 1건 (주)이지팜	방역대가 스마트해진다? 구제역 권역화 방역체계에 관심	데일리벳 2018.08.31	추가성과
4	고용창출 2건 (주)이지팜	신규채용 2명		추가성과
5	프로그램 등록 2건 (주)이지팜	구제역 권역별 축산시설 구제역 확산 차단 방역을 위한 권역화 분석 시스템	C-2018-028023 C-2018-028024	추가성과
6	학술발표 (주)이지팜 1건	Relationship estimation between poultry farms and livestock facilities by using a network analysis, 박혁	대한수의학회 2018년 추계국제학술대회	추가성과
7	학술발표 농림축산검역본부 1건	Epidemiological Review of the HPAI outbreaks in the Republic of Korea since 2003, 이광녕	대한수의학회 2018년 추계국제학술대회	추가성과

No.1 정책활용, 권역화 시스템 정책활용 방안

양식	정책건의/시행	* 정부시책, 법령개정, 매뉴얼(지침), 시스템 반영 등	
과제명	구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구		
건의명	권역화 시스템 정책활용 방안		
주관부처 (담당자)	농림축산식품부 구제역방역과 (정승교 사무관)	건의일자 (제출일)	2018년 10월 25일
시책명		시행일 (시행예정일)	년 월 일
주요내용 요약	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구제역 등 재난형 가축전염병의 전파와 확산을 차단하기 위해 축산차량 이동정보와 축산시설 정보 등을 활용하여 권역 내 가축 등의 이동을 제한하면서 권역 내 사양관리자 독립적으로 처리될 수 있도록 권역을 설정할 수 있는 시스템의 활용방안 제시 - 평시 권역 시스템 활용 방법 - 발생 시 권역 시스템 활용 방법 		
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구제역 권역화를 통한 방역체계 실행이 축산 유통 관련 산업에 미치는 영향 분석으로 활용 가능 ○ 권역 설정 시 축산시설의 공급자립도 등을 분석하여 권역을 설정할 수 있음 ○ 구제역 발생상황에 따른 다양한 시나리오분석이 가능하며 지자체별 최적권역 리스트를 참고하여 권역 설정 시 활용 가능 		
증빙자료 1 (하단별첨)	* 제출 공문 및 건의내용		
증빙자료 2 (하단별첨)	* 정부시책 및 법령(개정) 결과물 등		

<증빙자료 1>

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성



이지팜

수신 농림축산식품부(구제역 방역과장)

제목 [구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축] 연구과제 정책제안

1. 귀 기관의 부당한 발언을 기입합니다.
2. 첨부와 같이 농식품부의 지원을 받아 수행중인 가축질병대응기술개발사업 연구과제 외 산출물인 '권역화 분석 시스템'을 활용하여 권역실질 및 정책결정 시 업무에 활용하도록 제안 합니다.

붙임1. 구제역 권역화 정책제안_1025_이지팜.hwp

주식회사 이지팜 대표이사



제출자 2018-10-25
박재

사형 M00000111931 (2018-10-25) 결주

☎ 13929 경기도 안양시 동안구 동천로20번길 9 (관왕동) 스타드넷빌딩 http://www.ezfarm.co.kr
3층, 4층

전화번호 031-421-3414 팩스번호 031-421-3422 / ezfarm@ezfarm.co.kr / 리용재(원)

정책 제안

구제역 확산차단을 위한 권역화 분석 시스템 정책 활용

1. 건의 부서

- 농림축산식품부 방역정책국 구제역방역과 (정승교 사무관(044-201-2358))

2. 현황 및 문제점

- 구제역 발생 시 획일적인 방역대 또는 시도/시군 단위 방역조치로 현장 상황에 맞지 않는 비효율적인 방역사례가 있어 개선이 필요
- 재난형 가축전염병 발생 시 조치되고 있는 이동제한에 의한 추가적 피해를 예방하기 위한 대책 필요

3. 사전 협의 내용

- 농림축산식품부 구제역방역과와 농림축산검역본부 역학조사과, 방역감시과와 정책활용 회의를 통해 권역화 분석 시스템의 활용방안 검토

4. 정책 제안 내용

- 구제역 등 재난형 가축전염병의 전파와 확산을 차단하기 위해 축산차량 이동 정보와 축산시설 정보 등을 활용하여 권역 내 가축 등의 이동을 제한하면서 권역 내 사양관리가 독립적으로 처리될 수 있도록 권역을 설정할 수 있는 시스템의 활용방안 제시

5. 정책제안 반영 기대효과

- 구제역 권역화를 통한 방역체계 실행이 축산 유통 관련 산업에 미치는 영향 분석으로 활용 가능
- 권역 설정 시 축산시설의 공급자립도 등을 분석하여 권역을 설정할 수 있음
- 구제역 발생상황에 따른 다양한 시나리오분석이 가능하며 지자체별 최적권역 리스트를 참고하여 권역 설정 시 활용 가능

6. 제안자

- 박혁, (주)이지팜 (031-8090-3150, papavar@ezfarm.co.kr)

7. 근거과제(농식품부 가축질병대응기술개발사업 과제번호 316096-2)

- 구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구(2016. 9. 5 - 2018. 9. 4)

No.2 정책활용, 구제역 권역화 세부 관리 지침서(안)

양식	정책건의/시행	※ 정부시책, 법령개정, 매뉴얼(지침), 시스템 반영 등	
과제명	구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구		
건의명	구제역 권역화 세부 관리 지침서 (안)		
주관부처 (담당자)	농림축산식품부 구제역방역과 (정승교 사무관)	건의일자 (제출일)	2018년 10 월 25 일
시책명	구제역 권역화 세부 관리 지침서 (안)	시행일 (시행예정일)	
주요내용 요약	<p>1. 건의 부서</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산식품부 방역정책국 구제역방역과 (정승교, 044-201-2358) <p>2. 현황 및 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 발생지역(관리, 보호, 예찰)과 구별되는 발생권역의 차별적인 적용 방식 및 역할에 대한 구체적인 지침이 부재 ○ 권역의 설정 및 운영을 위해 주제별 역할에 대한 규정과 정리가 필요함 ○ 권역의 설정을 위한 주요 고려 요인인 축산업의 지속 가능성을 고려한 자립도와 질병 확산 방지를 위한 적정 영역 설정을 위한 질병 위험도가 적절히 반영될 수 있는 권역 설정 메커니즘이 확립되어야 하고 이에 따른 권역 설정 및 운영 지침이 수립될 필요가 있음 ○ 축산차량에 GPS를 부착하여 이들의 이동 궤적을 추적할 수 있는 여건이므로, 이를 발생권역 설정에 최대한 반영할 필요가 있음 <p>3. 사전 협의 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농림축산식품 연구개발사업(가축질병대응기술개발사업)으로 ㈜이지팜과 검역본부가 2016.9.5.일부터 24개월간 과제 수행 <p>4. 정책 제안 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 구제역 확산 차단을 위한 권역 설정 및 운영을 위한 지침(안) - 권역 설정·운영·해제, 시스템 유지 관리 및 기초 정보 제공 등을 위한 구체적인 지침을 기술하여 제공 <p>5. 정책제안 반영 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 발생권역 설정 및 운영을 위한 구체적인 지침 제시를 통해서, 가축전염병법상에 정한 발생권역의 실질적 운영이 가능함 ○ 발생권역의 설정, 운영, 유지·관리를 위한 지침(안)을 토대로 현장 적용가능성에 대한 다양한 검토 및 논의가 가능 <p>6. 제안자</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 이광녕, 농림축산검역본부 (054-912-0440, leekwn@korea.kr) 		

	7. 근거과제(농식품부 가축질병대응기술개발사업 과제번호 316096-2) ○ 구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구 (2016. 9. 5 - 2018. 9. 4)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발생권역 설정 및 운영을 위한 구체적인 지침 제시를 통해서, 가축전염병법 상에 정한 발생권역의 실질적 운영이 가능함 ○ 발생권역의 설정, 운영, 유지·관리를 위한 지침(안)을 토대로 현장 적용가능성에 대한 다양한 검토 및 논의가 가능 ○ 시군별 시도별 또는 광역지역 단위의 단계적인 권역화 운용이 가능한 운영 원칙이 세워짐 ○ 추후 축산 현실을 고려한 실질적 권역화 운영 방안 도출이 가능함.
증빙자료 1 (하단별첨)	※ 제출 공문 및 건의내용
증빙자료 2 (하단별첨)	※ 정부시책 및 법령(개정) 결과물 등



이지팜

수신 농림축산식품부(구제역방역과장)

제목 [구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축] 연구과제 정책제안

1. 귀 기관의 부강한 발전을 기원합니다.
2. **첨부와 같이 농식품부의 지원을 받아 수행중인 가축질병대응기술개발사업 연구과제의 산출물인 "구제역 권역화 세부 관리 지침서"를 정책결정 시 업무에 활용하도록 저안을 드립니다.**

붙임1. 구제역 권역화 [정책제안 20181026]_검표용부.hwp

주식회사 이지팜 대표이사



제출자 2018-10-25
이지팜

서명 MO0906111940

(2018-10-25)

접수

☎ 13929 경기도 안양시 동안구 승림로20번길 9 (승림동) 스마트팜빌딩, http://www.ezfarm.co.kr
3층, 4층

전화번호 031-421-3414 팩스번호 031-421-3422 / ezfarm@ezfarm.co.kr / 비공개(6)

구제역 권역화 세부 관리 지침서 (안)

1. 건의 부서

- 농림축산식품부 방역정책국 구제역방역과 (정승교, 044-201-2358)

2. 현황 및 문제점

- 발생지역(관리, 보호, 예찰)과 구별되는 발생권역의 차별적인 적용 방식 및 역할에 대한 구체적인 지침이 부재
- 권역의 설정 및 운영을 위해 주체별 역할에 대한 규정과 정리가 필요함
- 권역의 설정을 위한 주요 고려 요인인 축산업의 지속 가능성을 고려한 자립도와 질병 확산 방지를 위한 적정 영역 설정을 위한 질병 위험도가 적절히 반영될 수 있는 권역 설정 메카니즘이 확립되어야 하고 이에 따른 권역 설정 및 운영 지침이 수립될 필요가 있음
- 축산차량에 GPS를 부착하여 이들의 이동 궤적을 추적할 수 있는 여건이므로, 이를 발생권역 설정에 최대한 반영할 필요가 있음

3. 사전 협의 내용

- 농림축산식품 연구개발사업(가축질병대응기술개발사업)으로 ㈜이지팜과 검역본부가 2018.9.5.일부터 24개월간 과제 수행

4. 정책 제안 내용

- 구제역 확산 차단을 위한 권역 설정 및 운영을 위한 지침(안)
: 권역 설정-운영-해제, 시스템 유지 관리 및 기초 정보 제공 등을 위한 구체적인 지침을 기술하여 제공

5. 정책제안 반영 기대효과

- 발생권역 설정 및 운영을 위한 구체적인 지침 제시를 통해서, 가축전염병법에 정한 발생권역의 실질적 운영이 가능함
- 발생권역의 설정, 운영, 유지-관리를 위한 지침(안)을 토대로 현장 적용가능성에 대한 다양한 검토 및 논의가 가능

6. 제안자

- 이광녕, 농림축산검역본부 (054-912-0440, leekwn@korea.kr)

7. 근거과제(농식품부 가축질병대응기술개발사업 과제번호 316096-2)

- 구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구
(2016. 9. 5 - 2018. 9. 4)

방역대가 스마트해진다? 구제역 권역화 방역체계에 관심

구제역 발생지 주변서 돼지반출 차단..종축·출하·사료·축분 등 권역내 자립도 반영해 피해 최소화

등록 : 2018.08.31 11:54:57 수정 : 2018.08.31 11:54:57

윤상준 기자 ysj@daillyvet.co.kr

구제역 확산위험은 차단하면서 이동제한으로 인한 부작용을 줄이는 '권역화 방역체계'에 대한 관심이 높아지고 있다.

구제역 발생농장을 중심으로 축산관계차량 이동빈도가 높은 지역(시군)을 선별적으로 방역대에 포함시켜 확산 위험을 줄이되, 해당 방역대 안에서도 사료공급이나 출하처리가 가능하도록 '자립도'를 높이면 부작용도 줄일 수 있다는 개념이다.

'구제역 확산 차단을 위한 권역화 방역체계 구축에 관한 연구'를 주관한 이지팜과 농림축산검역본부는 29일 대전 리온컨벤션에서 연구과제 자문회의를 개최했다.



현재 구제역이 발생하면 크게 2가지 종류의 방역대가 활용된다.

발생농장으로부터 반경 500m, 3km, 10km의 원을 그리고 그 안에 위치한 농장에 살처분이나 이동제한 등을 실시하는 전통적인 원형 방역대가 첫번째다.

여기에 더해 최근에는 발생지역 밖으로 돼지의 반출을 금지하는 권역화 조치가 활용되고 있다. 대부분 시도 단위 행정구역으로 구분된다. 천안에서 구제역이 발생하면 충남 내에서 사육되고 있는 돼지는 일정기간 충남 밖으로 이동하지 못하도록 만드는 식이다.

하지만 반출금지조치가 행정구역경계를 기준으로 시행되다 보니 부작용도 생긴다.

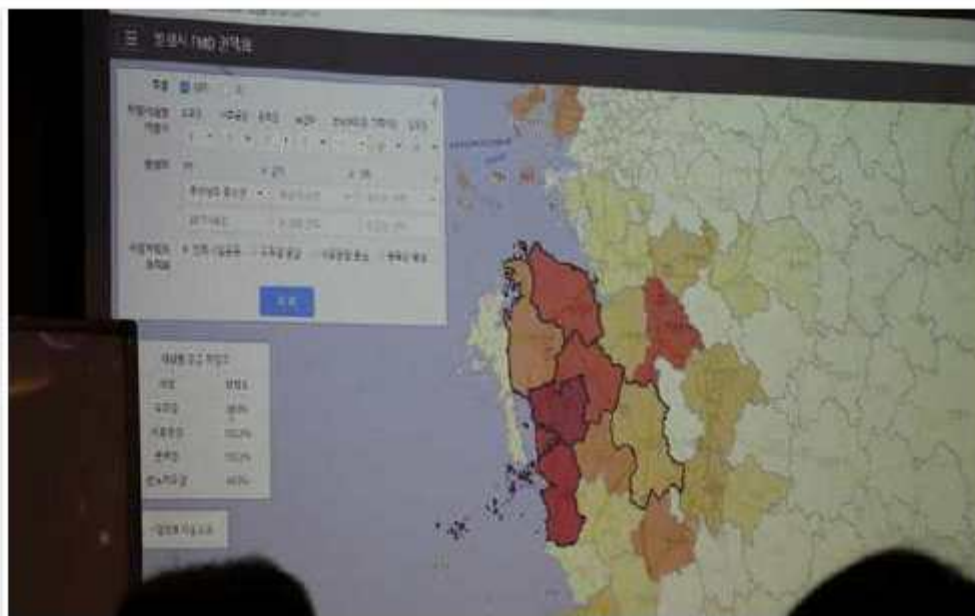
가령 충남의 도축시설 자립도는 60% 수준에 불과하다. 충남 행정구역을 기준으로 반출금지명령이 내려지면, 결국 도축지연으로 이어져 농가 피해가 불가피하다. 그러다 보니 반출금지명령을 어기고 인접시도 도축장으로 몰래 출하하다가 적발되는 사례까지 생겼다.

연구진은 질병 수평전파의 중요요인인 축산관계차량에 주목했다. 축산차량 GPS 이동기록을 기반으로 발생지 주변의 확산 위험도를 분석하고, 이를 바탕으로 권역을 설정하는 프로그램을 개발했다.

권역이 설정되면 그 안의 도축, 사료공급, 증축, 분뇨처리 등의 자립도도 자동 계산된다. 자립도가 부족한 항목은 해당 시설이 위치한 인근 지역을 권역에 포함시키는 방식으로 보완할 수도 있다.

연구진이 개발한 웹프로그램과 모바일어플리케이션을 활용하면, 방역담당자나 축산관계자가 권역 포함여부와 권역내 축산시설을 손쉽게 확인할 수 있다.

이번 연구를 주관한 박혁 이지팜 축산연구소장은 "구제역 확산위험을 차단하면서도 이동제한으로 인한 축산업 피해를 최소화할 수 있는 방안을 모색했다"고 설명했다.



충청남도 구제역 발생상황을 가정한 권역 설정 시연 장면

이날 자문회의에 참석한 생산자단체는 권역화 연구결과가 반출금지명령이나 이동제한으로 인한 농가피해를 줄일 수 있다는데 기대감을 보였다.

한돈협회 관계자는 "반출금지조치가 시도단위로 이뤄지다 보니, 포천 북부에 구제역이 발생해도 방역상 무관한 평택의 농가까지 피해를 입을 수밖에 없었다"며 개선 필요성에 공감했다.

반면 자립도를 반영한 권역화 방역조치가 도입되려면 보완이 필요하다는 조언도 이어졌다. 특히 데이터 현행화 문제가 반복적으로 지적됐다.

연구진이 자립도를 산출한 도축, 분뇨처리 등의 물량은 농장과 처리장 사이의 축산차량 이동빈도로 간접 계산한 것이라, 보다 정확히 산출하려면 관련 데이터를 보완해야 한다는 것이다.

축산차량 GPS기록은 국가동물방역통합시스템(KAHIS)에서 실시간으로 공유되지만, 농장이나 축산관련시설 정보는 지속적인 현행화가 전제되어야 한다는 지적도 나왔다.

도축, 출하, 사료, 종축 등 모든 방면에서 100% 자립할 수 있는 권역을 만들기가 어렵다는 현실적인 문제도 제기된다.

권역 크기가 지나치게 커지거나, 구제역 발생농장과 멀리 떨어진 지역이 도축장 등의 확보를 위해 권역에 포함된다면 논쟁이 있을 수 있다는 것이다.

이날 참석한 한 정부관계자도 "이동제한이나 반출금지를 위한 권역 설정은 현장의 반발이 굉장히 심한 문제"라며 방역담당자가 임의적으로 조정하기에 부담이 될 수밖에 없다는 점을 지적했다.

연구진도 "때문에 권역화 방역조치가 성공하려면 생산자단체의 자발적 참여와 협력이 선행돼야 한다"고 강조했다.

아울러 질병발생 시 자립도가 높은 권역을 효율적으로 설정할 수 있도록 지역별 축산관련시설 보완 등 정상시의 준비작업이 필요하다는 제언도 덧붙였다.

윤상준 기자 ysj@dailyvet.co.kr



1 / 2

발급번호 : G20181019011014

건강보험자격득실확인서

확인청구자	성명	주민등록번호
	강충한	

자 격 득 실 확 인 내 역

No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직			
2	직장가입자	(주)이저팜	2017.08.01	2018.09.06
3	직			
4	직			
5	직			
6	직			
7	직			
8	직			
9	직			
10	직			

2018.10.19

국민건강보험공단 이사장



- ※ 이 확인서의 취득일·상실일은 실제의 사업장 입사일·퇴직일과 다를 수 있습니다.
- ※ 이 확인서는 국민건강보험공단 인터넷 홈페이지(www.nhis.or.kr)에서 직접 발급이 가능합니다.
(공인인증서 필요)
- ※ 이 확인서는 건강보험 자격확인용이므로 다른 용도(재직증명용, 경력증명용, 대출용 등)로 사용시 공단에 법적인 책임이 없음을 알려드립니다.





프로그램의 내용

과제 번호 : 1545015664

프로그램종류코드 : 42990

1. 적용 분야	정보대응기술개발
2. 주요 내용	<p>제 목</p> <p>구제외관정보시스템을 활용하여 이동 가능한 확산시설 정보 제공하는 모바일 앱. 앱 사용자에게 지역별 현황과 이동제한 조치를 신속히 알릴 수 있도록 하며 앱 내에서 확산 관련 거래 현황을 알 수 있도록 확산 시설 정보를 제공한다</p>
	<p>주요 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 구제외관 정보 - 이동제한 정보 - 확산 현황 정보
	<p>사용 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> - GIS기반 이동 가능한 확산시설 조회 - 확산제한 지역 알림 현황 - 확산제한대면 구제외관 발생 시 권역화 push 알림 - 이동 가능한 확산시설 정보 제공 및 경로 탐색
	<p>판매구분</p> <p>비상업용</p>
3. 사용 기종	모바일
4. 사용 OS	IOS
5. 사용 언어	JAVA,Python,JAVASCRIPT
6. 필요한 프로그램	없음
7. 규모(line, byte)	244,854 BYTE
8. 업무상 창작에 참여한 자에 관한 사항	박혁(691116),김중현(750125),이호완(780227),박지윤(780313),박건주(930307),장익훈(810404),박형재(801025),이광녕(731129),조기현(791024),홍성근(850822)





大韓獸醫學會誌

제58권 3호 부록

2018년 10월



(사)대한수의학회 2018년 추계국제학술대회
동물과 인간의 공존에 있어서 수의학의 역할
Veterinary Medicine for Coexistence Between Humans and Animals

- 일 시 : 2018년 10월 25일(목) ~ 27일(토)
- 장 소 : 델피노골프앤리조트
- 주 최 : (사)대한수의학회, 대한수의역학·경제학연구회, 반려동물연구사업단, 수의학의학회, 한국독성병리학회, 한국동물매개심치료학회, 한국수의과대학협회, 한국수의교육학회, 한국실험동물수의사회, 한국어병학회, 한국예방수의학회
- 후 원 : 한국과학기술단체총연합회, 한국마사회, ㈜카길에그리나퓨리나, 베링거인겔하임동물약품(주), ㈜중앙백신연구소
- 협 찬 : ㈜벡스퍼트, ㈜바이오노트, 한국화학연구원부설안전성평가연구소, ㈜새론바이오, ㈜오리엔트바이오, 한국실험병리(주), ㈜인투업, 반려동물사업단, ㈜바이오톡스텍, 빙그레, ㈜엑스피바이오

사단법인 대한수의학회
The Korean Society of Veterinary Science

이 발표논문집은 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음

Relationship estimation between poultry farms and livestock facilities by using a network analysis

Hyuk Park, Son-Il Pak

College of Veterinary Medicine and Institute of Veterinary Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Gangwon-do, Republic of Korea

Introduction

When a highly pathogenic avian influenza (HPAI) is outbreak, the HPAI virus can be easily transmitted from an infected area to a far area by poultry farming vehicles since a major poultry farming company runs several affiliates including feed factory or poultry abattoirs.



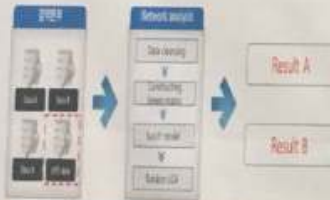
Importance of network between farms and slaughterhouses

Objectives

The current study conducted a network analysis to estimate a relationship between poultry farms and livestock facilities such as feed factory or poultry abattoirs by using the poultry farming vehicle movement information.

Study data

The poultry farming vehicle movement information was obtained from the Korea Animal Health Integrated System (KAHIS), a national livestock statistics system.



Data collection and analysis

Network analysis

The relationship between poultry farms and livestock facilities was visualized using a matrix. An agent based model was also applied as each individual poultry farm or facility was considered a unit and a relationship among units was estimated by taking account variables including movement frequency.

Results of network analysis

The likelihood of that an individual poultry farm could be associated with which major poultry farming company coverage was estimated. In addition, a network of poultry farms to other poultry farms or livestock facilities was visualized.

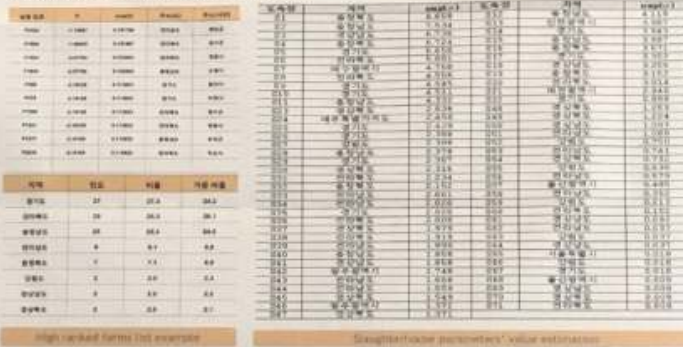


Figure 1. Results of network analysis using a Rasch model

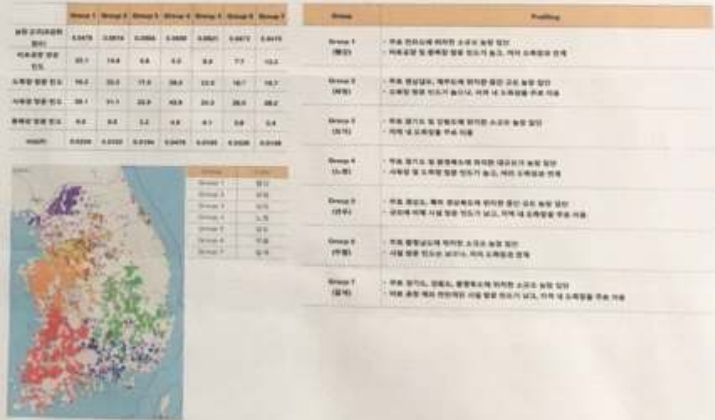


Figure 2. Results of network analysis using a latent class analysis

Acknowledgement

This study was financially supported by the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (Project code: 316096-2).

P-097

Relationship estimation between poultry farms and livestock facilities by using a network analysis

Hyuk Park¹, Son-Il Pak^{2*}

¹Erfarm Ltd., ²Kangwon National University

When a highly pathogenic avian influenza (HPAI) is outbreak, the HPAI virus can be easily transmitted from an infected area to a far area by poultry farming vehicles since a major poultry farming company runs several affiliates including feed factory or poultry abattoirs. The current study conducted a network analysis to estimate a relationship between poultry farms and livestock facilities such as feed factory or poultry abattoirs by using the poultry farming vehicle movement information. The poultry farming vehicle movement information was obtained from the Korea Animal Health Integrated System (KAHIS), a national livestock statistics system. The relationship between poultry farms and livestock facilities was visualized using a matrix. An agent based model was also applied as each individual poultry farm or facility was considered a unit and a relationship among units was estimated by taking account variables including movement frequency. As results, the likelihood of that an individual poultry farm could be associated with which major poultry farming company coverage was estimated. In addition, a network of poultry farms to other poultry farms or livestock facilities was visualized. When HPAI is outbreak, the relationship estimation results between poultry farms and livestock facilities could support a HPAI control strategy decision making because the current network analysis could use a real-time poultry farming vehicle movement information.

P-099

T cells-mediated immune response induces viral suppression in type 1 PRRSV-infected pigs

Hyung Tae Lee, Hyeonjeong Kang, Seok-Jin Kang, Sul-Hwa You, In-Soo Cho, Sang-Ho Cha

Viral Disease Research Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do, Republic of Korea

Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) causes serious economic damage to swine industry. Due to antigenic variability of field viruses, the live PRRSV vaccines induce partial protection before the appearance of neutralizing antibody, suggesting cell-mediated immunity or other mechanisms may be involved. Herein, a suppressive effect of PRRSV replication by T cell-mediated immunity reported from the previous our lab was investigated in pigs challenged with type1 PRRSV (E38). Six three-week-old pigs were challenged with the E38 strain ($10^{4.5}$ TCID₅₀/ml) through intramuscular and intranasal routes. And then sera and peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) were collected every week for 8 weeks. IFN- γ secretion was evaluated by IFN-gamma ELISpot assay using PBMCs. The suppression of viral replication was examined by viral suppression assay (VSA) using PRRSV-specific T cell enriched PBMC and monocyte-derived macrophages obtained from each of PRRSV infected pigs. In results, the number of PRRSV-specific IFN- γ -secreting T-lymphocytes was increased in all pigs challenged with E38 from 2 weeks post-infection (wpi), reaching at the peak in the number of IFN- γ -secreting T-lymphocytes at 7 wpi and showing drastic decrease at 8 wpi. More importantly, PRRSV suppressive effect has been observed from 2 weeks post-infection, lasting until the end of the study. In addition, the PRRSV suppressive effect was observed against type 1 (LDV) and type 2 PRRSV (LMY). Our results suggested that the PRRSV replication suppressive effect was PRRSV-specific T cell mediated immune response, which was cross-protective between genotypes or among strains as shown in the previous study.

P-098

Identification and phylogenetic analysis of *Filarial Nematode* (Filarioidea : Onchocercidae) from a wild *Anas falcata* in South Korea, 2018

Young Ji Kim^{1,2}, Jin Ho Jang³, Hye Kwon Kim^{1*}

¹Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Daejeon, Republic of Korea, ²Department of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Chungju, Republic of Korea, ³Chungnam Wild Animal Rescue Center, Yesan, Republic of Korea

The filaria is a parasitic nematode that is small, slender worm and inhabits in specific tissues where it mates and produces microfilariae. Among them, *Filarial nematode* in family *Onchocercidae* infects wild animals and birds, but several species cause serious diseases in humans and domestic animals, involving skin lesions, blindness, and gross deformities, such as nodules and elephantiasis. In this study, a novel *Filarial nematode* in family *Onchocercidae* was identified from an *Anas falcata* and its nucleotide sequences were phylogenetically analysed. The wild *Anas falcata* was rescued in Chungnam (2018.01.31.), but failed to survive. When the blood smear was observed in a light microscope, about 60um of *Filarial Nematodes* were found. DNA was extracted from blood samples and 18S rRNA gene was examined using *Filarial Nematode*-specific primer set. As a result, positive band was detected, and its nucleotide sequence was obtained. Phylogenetic showed it belonged to *Filarial nematode* in family *Onchocercidae*. In addition, PCR using universal primer sets from mitochondrial NADH dehydrogenase subunit 5 (ND5) and 12S rRNA genes was positive for the family *Onchocercidae*. In general, the blood parasites commonly found in wild birds in Korea are *Plasmodium* spp and *Haemoproteus* spp. However, in this study, a *Filarial nematode* belonged to family *Onchocercidae* was identified in a wild bird (*Anas falcata*) in Korea based on the phylogenetic analysis, which showed a new clade compared to the existing *Onchocerca* species around the world. Therefore, a *filarial nematode* in this study may be a new species in family *Onchocercidae*.

P-100

Prevalence of enteric pathogens in dogs and cats in Korea

Yu-Ran Lee¹, Jong Wan Kim¹, Chung Hyun Kim¹, Bo Youn Moon¹, Jong Ho Kim¹, Bun Seung Jo¹, Byunglae So¹, Haeseung Lee², Dongmi Kwak², Ha-Young Kim^{1*}

¹Animal Disease Diagnostic Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea, ²College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Republic of Korea

Dogs and cats have been living in a close community with humans. As a result of frequent contact, the possibility of zoonotic pathogen transmission is high. Therefore, screening enteropathogens is important to determine the risk of microbial transmission to humans, and vice versa. The purpose of this study was to investigate the distribution of the enteric pathogens in dogs and cats in Korea. From February 2016 to May 2018, fecal samples were collected from 799 dogs and 158 cats. The sheep blood, MacConkey, CHROMagar™ *Salmonella* Plus and BBL™ *Clostridium difficile* selective agar plates were used for isolation of bacteria. The PCRs were performed following infectious agents: *Campylobacter* spp., *Cryptosporidium* spp., CPV, CDV, CECoV, CRV, FCoV, FPV, FeLV, and FCV. *Giardia* spp. was detected using commercial ELISA kit (IDEXX). Intestinal parasite eggs and *Cystoisospora* spp. oocysts were detected using the fecal flotation technique. Overall, the most prevalent enteropathogen was CPV (23.0%) and FPV (44.4%) in dogs and cats, respectively. Most of the infectious agents except *C. difficile* showed higher prevalence in shelter pets than companion pets. CPV (61.2%), *C. difficile* (38.3%), intestinal parasites (93.3%), and FPV (33.6%) were most prevalent in shelter dogs, companion dogs, shelter cats, and companion cats, respectively. The results of this survey revealed that CPV and FPV are the most frequent in dogs and cats, respectively. Also, these findings can provide the current knowledge for establishing effective control strategies for enteric pathogens in dogs and cats, especially in shelter pets.

No.7 학술발표, 농림축산검역본부, 대한수의학회 2018년 추계국제학술대회, Epidemiological Review of the HPAI outbreaks in the Republic of Korea since 2003, 이광녕



Session 3 HPAI 국내 발생 현황, 감시활동(surveillance) 및 역학분석 연구 (대한수의역학·경제학연구회)	
장소: 직송 (B1)	
좌장: 박선일 (강원대학교)	
15:00~15:30	Epidemiological Review of the HPAI outbreaks in the Republic of Korea since 2003 이광녕 (농림축산검역본부)
15:30~16:00	Status of Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) in wild birds and Surveillance in Korea 정원화 (국립환경과학원)
16:00~16:30	Development of a highly pathogenic avian influenza infection risk index using a machine learning method 김으뜸 (강원대학교)
Session 4 야생동물과 특수동물 임상에서의 최신경향	
장소: 백송 (B1)	
좌장: 연성찬 (서울대학교)	
15:00~16:30	Current Knowledge for Wildlife and Human Relationship Thomas N. Tully (LSU - School of Veterinary Medicine)
15:30~16:00	The effects of infectious diseases on game and wildlife population in Europe János Gál (University of Veterinary Medicine Budapest)
16:00~16:30	Korea's latest situation in wildlife treatment and management 연성찬 (서울대학교)
Session 5 Africa Swine Fever	
장소: 반송 (B1)	
좌장: 강해은 (농림축산검역본부)	
15:00~16:30	African Swine Fever : Current situation, prevention and control measures 남향미 (농림축산검역본부)

3절. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

No	항목	명칭	코드	비고
1	논문 (주이지판 2건 (종료 1차년도 1건)	양돈 농장 및 도축장 간 네트워크 분석: 차량 GPS 데이터를 기반으로	한국예방수의학회, 투고 18.10.21	

No.1 논문, 양돈 농장 및 도축장 간 네트워크 분석: 차량 GPS 데이터를 기반으로				
<p style="text-align: center;">Network Analysis Swine Farms and Slaughters: based on automobile GPS data</p> <p style="text-align: center;">Hyuk Park¹, Eutteum kim¹, Kwang-Nyeong Lee², Hachung Yoon², Ki-hyun Cho², Dae-sung Yu², Seong-Keun Hong², Han-mo Son², Wooseog Jeong², Minje Jeong³, Ik-Hoon Jang³, Youngchan Choe³, Son-il Pak^{1*}</p> <p>¹ College of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon, Republic of Korea; ²Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Gyeongbuk, Republic of Korea; ³ College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea</p> <p>This study is to conduct a network analysis between hog farms and slaughters using GPS based vehicle movement data. In order to cope with foot and mouth disease, early response and preemptive prevention of epidemics can be crucial role. Data analysis of vehicle movement and relationship between slaughters and hog farms needs to be conducted for the successful prevention strategies. This study conducted network analysis between slaughters and hog farms with vehicle movement data from KAHIS. For this analysis, we constructed binary matrix data between slaughters and hog farms. Based on Aitkin et al.(2017)'s terrorist study, we applied 'Rasch Model' to estimate parameters for each slaughters and hog farms. After that, we also used 'Latent Class Analysis(LCA)' to cluster hog farms. Results from 'Rasch Model' said that farms in Jeollabuk-do Province and Gyeonggi-do Province have high level parameters(close relationship with diverse slaughters) which indicates high risks for disease spread. Results from LCA said that the proper number of clusters is seven. Considering the exp(), which indicates level of relationship with diverse slaughters, government agency needs to concentrate upon clustering group 4, followed by cluster group 1, 3, 5, 6. In the case of cluster group 2, 7, which have low exp(), they have relatively lower risks for disease spread. The results considered, it can be a better strategy that government agency restricts only a few paths in Jeollabuk-do Province and Chungcheongnam-do Province instead of all paths in the outbreak of disease.</p>				

제 4장 연구결과의 활용 계획 등

1절 연구성과의 활용분야 및 활용방안

1. 방역대책 활용 및 정책건의

- 선진국에서 활용하고 있는 권역별 차단방역 정책을 우리나라 실정에 맞게 활용할 수 있도록 권역을 산출하는 프로그램을 개발하여 제공함으로써 정책의 신뢰성과 축산인의 순응 확보 및 축정 만족도 제고
- 구제역 등 재난형 가축전염병의 장기화 시 이동제한에 따른 축산농가 및 전후방 산업의 침체, 축산물 교역 중단 등을 권역별로 분리함으로써 관련 산업의 피해 최소화
- 권역화 프로그램은 농림축산식품부 방역당국 및 역학조사 담당 부서의 현업에 즉각 활용할 수 있음
- 현재 운용되고 있는 KAHIS 정보를 비롯한 다양한 국가 보유 DB를 활용하여 가축전염병 발생 시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하며, 장기적으로 국가 방역정책 수립의 기초자료로 활용

2. 기술지도 및 교육

- 본 과제 산출물인 권역화 분석 시스템의 운용 방법에 대한 기술지도
- 권역 산출방법에 대한 방역담당자 교육

3. 연구분야

- 구제역 발생지역 유통 구조 분석을 통한 모델 연구
- 권역 모델 시뮬레이션을 통한 축산업 유통 구조 개편방안 연구

4. 경제·산업적 측면

- GIS와 IT 관련 기술의 연구 저변확대 및 기술 이전을 통한 가치 창출
- 권역별 차단방역 정책으로 원거리 가축전염병의 전파를 차단하여 2차 확산에 따른 축산 농가의 경제적 손실 예방

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 아니됩니다.

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 아니됩니다.