

320054-2

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
가축질병대응기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003872-01

ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구

2022. 03. 23.

주관연구개발기관 / 인트플로우(주)
공동연구개발기관 / 전남대학교 산학협력단
인플랩(주)

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간

네트워크 예찰 시스템 구축 연구

2021

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구”(개발기간 : 2020. 04. ~ 21. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 23.

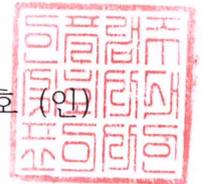
주관연구개발기관명 : 인트플로우(주)

(대표자) 전 광 명



공동연구개발기관명 : 인플랩(주)

(대표자) 장 원 호 (인)



공동연구개발기관명 : 전남대학교 산학협력단 (대표자) 민 정 준 (인)



주관연구책임자 : 전광명

공동연구책임자 : 강문일, 박종욱

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		가축질병대응기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		320054-2
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명 LB0710	50%	2순위 소분류 코드명 EE0108	40%	3순위 소분류 코드명 LB701	10%
	농림식품 과학기술분류	1순위 소분류 코드명 RB0201	50%	2순위 소분류 코드명 AB0203	40%	3순위 소분류 코드명 RC0202	10%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명 전체 연구개발기간		ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구 2020. 04. 29 - 2021. 12. 31(1년 9개월)					
총 연구개발비		총 622,667천원 (정부지원연구개발비: 467,000천원, 기관부담연구개발비 : 155,667천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[O] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		아프리카돼지열병 발생 예방 및 대응을 위하여 지능형 사물 센서와 데이터분석 및 시각화 기술을 활용한 양돈농장 네트워크 예찰 시스템 구축 연구				
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ ASF 발생 예방과 확산방지를 위해 AIoT 센서를 활용하여 축산관련 데이터 측정·분석 및 표출 <ul style="list-style-type: none"> - [아이디어]ASF 발병과 높은 상관성을 지니는 ASF예찰 데이터 항목 정의 - [시제품]ASF예찰 데이터 수집장치 시제품 제작 - [시제품]ASF예찰 데이터 누적 및 접근 체계 제시 (서버, 클라우드) - [시제품]테스트베드 농장의 ASF 예찰 분석결과 대시보드 개발 ○ ASF 유입 및 전파 관련성 분석에 기반 네트워크 예찰·방역 시스템 구축 및 현장적용 <ul style="list-style-type: none"> - [현장적용]ASF예찰 데이터 수집장치가 설치된 테스트베드 농장 다수 확보 - [현장적용]테스트베드 농장 간 네트워크 예찰·방역 시스템 구축 - [기술문서]기존 연구데이터와 ASF 예찰 분석데이터 간 상관관계 분석 				
	1단계		목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ ASF 발생 예방과 확산방지를 위해 AIoT 센서를 활용하여 축산관련 데이터 측정·분석 및 표출 ○ ASF 유입 및 전파 관련성 분석에 기반 네트워크 예찰·방역 시스템 구축 및 현장적용 			
내용			<주관연구기관: 인트플로우 주식회사> <ul style="list-style-type: none"> ○ ASF 예찰을 위한 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의 <ul style="list-style-type: none"> - ASF긴급행동지침(SOP)에 근거한 예찰포인트 항목 정의 <ol style="list-style-type: none"> 1) 차량·사람 이동 경로 2) 농장 정기소독 여부 3) 멧돼지 차단 4) 돈군 활동성 				

		<p>5) 무허가 잔반급이 여부</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 연계방안 수립 <p>○ ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 지능사물 (AloT : Artificial Intelligent of Things) 센서 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농장간 차량정보 분석 (번호, 탑승자, 과적) 센서 개발 (영상지능) - 소독여부 파악용 환경센서 개발 (센서지능) - 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 개발 (영상지능+열화상) - 돈군 활동성 분석 센서 개발 (영상지능) - 사료급이량 측정 센서 개발 (센서지능) <p>○ 예찰 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 및 데이터 활용 관련 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - AloT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발 - ASF 관련 데이터베이스 체계 설계 - 테스트베드 농장 관리 목적의 일체형 서버 HW 및 SW 구축 - 정형/비정형 데이터 수집 및 공유를 위한 클라우드 분산 서비스 개발 - Python 기반 ASF 관련 데이터 공유용 Open API 인터페이스 설계 <p><협동연구기관: 인플랩 주식회사></p> <p>○ GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 : “원포인트ASF” 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시나리오 기반의 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 데이터 분석 기능 개발 - 효과적인 방역 전략 의사결정 지원 데이터 시각화 기능 개발 - 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기능 개발 - 데이터 시각화 기술을 활용한 ASF 예찰 분석결과 대시보드 사용 체계 고도화 <p>○ 대시보드 시각화 데이터 표출을 위한 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 멀티 디스플레이 스크린을 통한 스마트 빅보드 영상처리 기술 개발 <p><협동연구기관: 전남대학교 산학협력단></p> <p>○ ASF 발생요인과 전파요인에 대한 역학분석을 위한 국내외 사례 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 국·내외 ASF 피해 사례를 조사, 발생 요인 및 전파 요인 파악 - 법정 주요전염병 발생 농장과 비발생 농장의 차이점 비교 분석 <p>○ ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 대처 방안 및 방역 전략 매뉴얼화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농장 간 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집 방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드 마련 - ASF 예방을 위한 전염병 발생 관련 요인 제거 방안 마련 - 축산농가에 대한 농장 간 연결 구조를 변화시킬 수 있는 방안 및 방역전략 마련 <p><위탁연구기관: 압해성일축산></p> <p>○ 양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 구축 및 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다수의 현업 양돈농가와 협업하여 ASF예찰 테스트베드 구축 - ASF예찰 통합 시스템 시범 운영
--	--	--

			-
--	--	--	---

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특허출원 2건 <ul style="list-style-type: none"> - 영상에 기반하여 동물 개체의 상태를 식별하는 장치 및 방법 특허 출원 (10-2021-0105322) - 가축질병통제시스템 및 가축질병통제방법 특허 출원 (10-2021-0106583) ○ 비SCI 논문 1건 <ul style="list-style-type: none"> - 정보기술융합공학논문지 가축 전염병 예측을 위한 지능형 센서 네트워크 논문 게재 ○ SW등록 2건 <ul style="list-style-type: none"> - 원포인트ASF 프로토타입 - 영상기반 돈군 활동성 분석 SW(소프트웨어) ○ 기타연구 1건 <ul style="list-style-type: none"> - 농장의 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드라인 ○ 고용창출 2건 <ul style="list-style-type: none"> - 주소현, 신동해 ○ 전시회 참가 2건 <ul style="list-style-type: none"> - AI EXPO KOREA 2020 (국제인공지능대전) - AI EXPO KOREA 2021 (국제인공지능대전)
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ ASF 예찰 시스템의 전 농가 확대 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 지원사업 연계를 통해 양돈농가의 네트워크 예찰 참여 독려 - 전국 농장별 ASF 발병 유관 데이터 실시간 수집 및 비교분석을 통한 ASF 발병 가능성 예찰 및 농장 맞춤형 예방방안 제시 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - ASF 예찰을 통해 농장별 향후 발병 가능성을 미리 파악하여 당국, 지자체, 농장 간 효과적인 대응이 가능 - ASF 예찰에 활용된 양돈 데이터의 수집 및 분석 경험으로부터 다양한 스마트팜 고도화 사업 기회를 촉발
---------------------------	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	
-----------------------	--

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문 (비 SCI)	특허 (출원)	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	1	2				2		생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)			ZEUS 등록번호	
국문핵심어 (5개 이내)	아프리카돼지열병			예방	농장간 네트워크		예찰 시스템		사물지능			
영문핵심어 (5개 이내)	African Swine Fever			Prevention	Pig Farm Networking		Forecasting System		Artificial Intelligence of Things			

최종보고서										보안등급	
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명			일반[O], 보안[]	
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		가축질병대응기술개발사업				
공고번호		농축2020-110호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
		연구개발과제번호			320054-2						
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	50 %	2순위 소분류 코드명	40 %	3순위 소분류 코드명	10 %				
	농림식품과학기술분류	1순위 소분류 코드명	50 %	2순위 소분류 코드명	40 %	3순위 소분류 코드명	10 %				
연구개발과제명		국문	ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구								
		영문	Research on establishment of the Forecasting system of pig farm networks for prevention and respond of ASF outbreaks								
주관연구개발기관		기관명	인트플로우 주식회사			사업자등록번호		510-81-36396			
		주소	(우61472) 광주광역시 동구 금남로 193-12, 4층 401호			법인등록번호		200111-0569059			
연구책임자		성명	전광명			직위		대표이사			
		연락처	직장전화	062-573-4591			휴대전화				
			전자우편			국가연구자번호					
연구개발기간	전체		2020. 04. 29 - 2021. 12. 31(1년 9개월)								
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발 비외 지원금
	연구개발비	연구개발비	연구개발비	지방자치단체	기타()						
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	467,000	8,900	146,767					475,900	146,767	622,667	
1단계	1년차	200,000	0	66,667				200,000	66,667	266,667	
	2년차	267,000	8,900	80,100				275,900	80,100	356,000	
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
공동연구개발기관		인플랩㈜	박종욱	차장			역할	기관유형			
		전남대학교 산학협력단	강문일	교수			수의연구	중소기업			
위탁연구개발기관		압해성일축산	이용기	대표이사			현장제공	농업법인			
연구개발담당자 실무담당자		성명	임채준			직위		운영이사			
		연락처	직장전화	062-573-4591			휴대전화				
			전자우편			국가연구자번호					

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 2월 3일

연구책임자: 전 광 명

주관연구개발기관의 장: 전 광 명

공동연구개발기관의 장: 장 원 호

공동연구개발기관의 장: 민 정 준



위탁연구개발기관의 장: 이 용 기



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

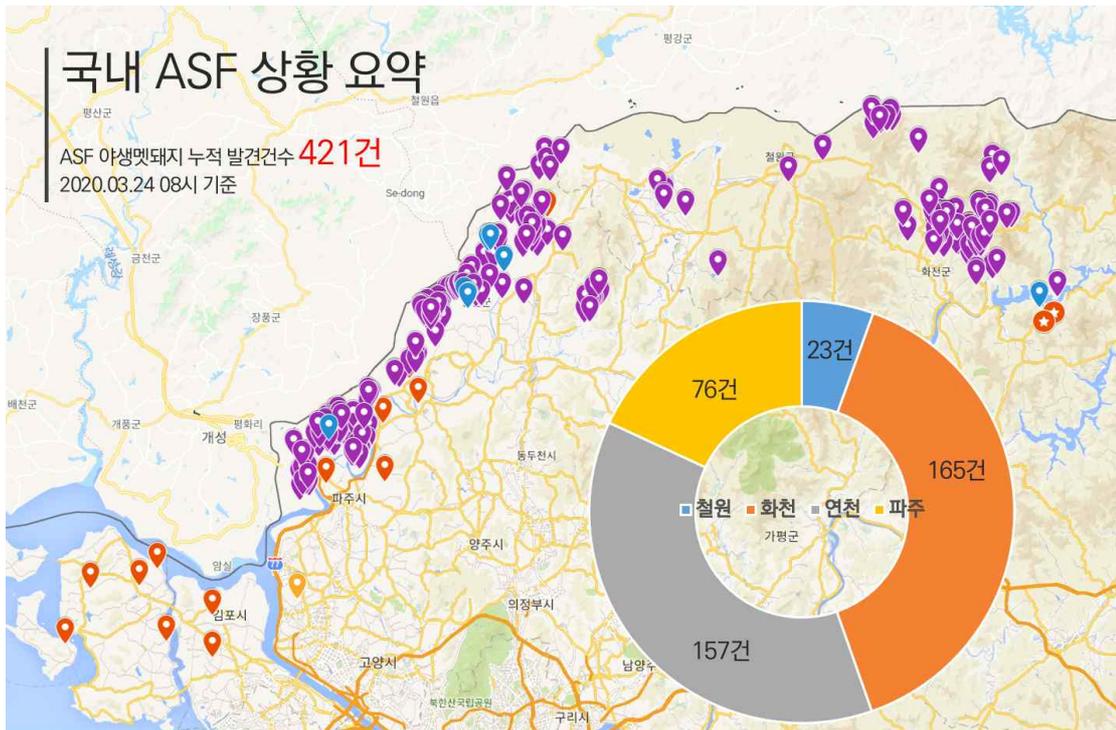
1. 연구개발과제의 개요

○ 전염병 확산에 대한 사회적 관심과 공포

- 신종 코로나바이러스 “코로나19”의 확산으로 전세계가 대인간 전염병에 대한 사회적 관심이 높아진 가운데, 2020년 3월 경기 포천과 인접한 연천에서 한돈농가에 큰 타격을 주는 ASF (African Swine Fever, 아프리카돼지열병) 야생멧돼지가 연달아 발견
- 포천에는 약 163호 양돈농가, 돼지 30만여두가 있으며 화천에 이어 추가 확산의 우려가 커지고 있어 이에 정부와 지자체는 울타리를 추가 설치 및 긴급 점검하는 동시에 일선 양돈농가에는 차단방역 수준을 높일 것을 지시
- 24일 오전 8시 기준 야생멧돼지 가운데 ASF 바이러스가 검출된 개체는 모두 421두이며, 지난해 10월 3일 첫 발견 이후 172일만에 일 평균 2.4두가 되는 추세

○ 아프리카돼지열병(ASF)의 정의

- ASF는 출혈열의 특징을 갖고 바이러스의 병원성이 다양하며 병원성에 따라 이병율과 치사율이 달라지기는 하나 급성형의 경우에는 치사율이 100%에 달하며 전염력이 강한 바이러스성 돼지 질병
 - 소규모 농가부터 대규모 농장까지 양돈 산업 전체에 심각한 영향을 미치므로 발생 국가의 식량 안정성 확보를 위협하는 사회 경제적 위험성을 가짐
 - 국가간 전파력도 높기 때문에 국내에서는 제1종 가축전염병으로 지정
- 2019년 09월 경기도 파주시에서 첫 발병된 뒤로 차단방역을 통해 2019년 10월 이후로는 사육돼지의 ASF 발병사례는 없는 것으로 파악
- 현재까지 ASF에 대한 치료법 및 백신은 개발되어 있지 않음



[그림] 현재 국내 ASF 발생 상황 요약

○ ASF 예찰 시스템의 필요성

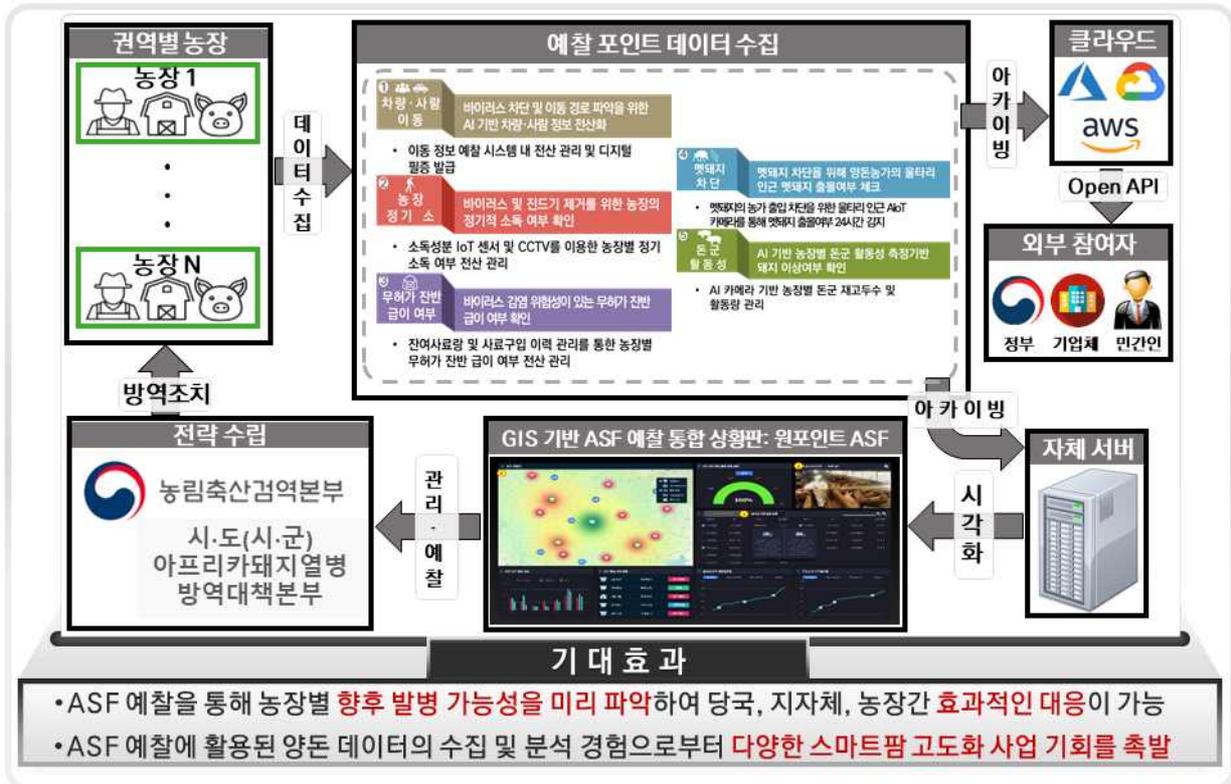
- ASF 확산을 효과적으로 차단하기 위해서는 ASF 발생요인과 전파요인 등 종합적 역학 조사를 통한 관리 포인트 정의 필요
- ASF 발생과 밀접한 관리 포인트를 효율적이고 정량적으로 관찰하면서 양돈농가들이 자발적으로 ASF예방에 동참할 수 있도록 네트워크 예찰 시스템 필요
- 국내양돈농가 전체에 대한 네트워크 예찰시스템 활용을 통해 방역당국, 지자체, 양돈농가 간 유기적인 전국 ASF방역체계를 확립함으로써 ASF 발병 요인을 사전 차단 가능
- 양돈농장 네트워크 예찰 시스템 의무 활용을 통해 종국적으로 국내 ASF발생 가능성을 현저히 낮추어 ASF청정 국가로써 발돋움 할 수 있는 계기 마련

○ 제안연구 개요: **ASF 예방 및 대응을 위한 AIoT (Artificial Intelligence of Things, 지능사물) 기반 양돈농장 네트워크 예찰 시스템**

- 국내 ASF 발생의 예방과 확산방지를 위한 농가별 실시간 방역포인트 관리에 집중
- 양돈농가 별 방역포인트 마다 AIoT 센서를 적용하여 지능적인 데이터 수집·분석 수행
- ASF 예찰,방역 상황을 한눈에 확인하기 위한 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기술 개발
- ASF 유입 및 전파 관련성 분석에 기반 네트워크 예찰·방역 시스템 구축 및 현장적용

ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 개요

■ AIoT 기술을 활용해 농장 간 네트워크를 구성하여 권역별 농장관리 및 예찰 프로세스 개선



[그림] 제안연구개요-ASF 예방 및 대응을 위한 AIoT기반 양돈농장 네트워크 예찰 시스템

- 세부연구 항목1: ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 지능사물 (AIoT : Artificial Intelligent of Things) 센서 개발
 - 농장간 차량정보 분석 (번호, 탑승자, 과적) 센서 개발 (영상지능)

- 소독여부 파악용 환경센서 개발 (센서지능)
 - 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 개발 (영상지능+열화상)
 - 사료급이량 측정 센서 개발 (센서지능)
 - 돈군 활동성 분석 센서 개발 (영상지능)
- **세부연구 항목2:** ASF 관련 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 기술 및 서비스 개발
- AIoT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발
 - ASF 관련 데이터베이스 체계 설계
 - 테스트베드 농장 관리 목적의 단일화 서버 HW 및 SW 구축
 - 데이터 수집 아카이빙 기술의 클라우드 분산 구현
 - Python 기반 ASF 관련 데이터 공유용 Open API 인터페이스 설계
- **세부연구 항목3:** GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 : “원포인트ASF” 개발
- 시나리오 기반의 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 데이터 분석 기능 개발
 - 효과적인 방역 전략 의사결정 지원 데이터 시각화 기능 개발
 - 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기능 개발
 - 데이터 시각화 기술을 활용한 ASF 예찰 분석결과 대시보드 사용 체계 고도화
 - 멀티 디스플레이 스크린을 통한 스마트 빅보드 영상처리 기술 개발
- **세부연구 항목4:** 양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 구축 및 실증
- 다수의 현업 양돈농가와 협업하여 ASF예찰 테스트베드 구축 및 예찰포인트 데이터 축적 조력
 - ASF예찰 통합 시스템 시범 운영
 - 농장 별 현장피드백 취합 및 기관별 제공
- **세부연구 항목5:** ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 대처 방안 및 방역 전략 매뉴얼화
- 농장 간 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집 방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드 마련
 - ASF 예방을 위한 전염병 발생 관련 요인 제거 방안 마련
 - 축산농가에 대한 농장 간 연결 구조를 변화시킬 수 있는 방안 및 방역전략 마련

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

<주관연구기관(인트플로우)>

(1) ASF 예찰을 위한 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의

- ASF 긴급행동지침(SOP)에 의거한 예찰 관리 포인트 항목 정의
 - ASF 발생 시 주요 확산 경로와 관련이 깊은 관리 포인트 선별
 - 관리 포인트 선별의 근거
 - 아프리카돼지열병의 전파 요인은 다음의 세 포인트로 나눌 수 있음

요인	직접전파	간접전파	매개체 전파
내용	감염된 동물이 건강한 동물과 접촉할 때 발생 (침, 호흡기 분비물, 오줌, 분변)	오염된 차량, 사료 및 도구를 통해 전파	ASF에 감염된 물렁진드르기, 흡혈곤충을 통해 전파
대응	- 멧돼지 접촉 예방 - 돈군간 확산여부 조기 확인	- 차량/사람 이동시 소독 - 사체잔반 급이 금지	- 돈사내 정기 소독

[표] 아프리카돼지열병 바이러스의 전파 경로 및 방식 (출처: 농림축산검역본부)

- 알려진 모든 ASF 전파 요인을 실시간으로 관찰 및 대응할 수 있다면 ASF의 발발 여부를 예찰하며 조기 종식시킬 수 있음
- 이에 본 과제에서는 아프리카돼지열병의 전파요인 및 이를 차단하기 위한 방법론에 근거하여 5개 예찰 포인트 및 관련데이터 항목과 수집대상, 그 방법을 다음과 같이 정의함
 - 모든 관리 포인트 별 데이터 수집 방법은 AIoT 기술을 활용하여 현장

1 차량·사람 이동 바이러스 차단 및 이동 경로 파악을 위해 AI 기반 차량·사람 정보 전산화를 통한 ASF 감염 예찰		2 농장 정기 소독 바이러스 및 진드기 제거를 위한 농장의 정기적 소독 여부 확인을 통한 ASF 감염 예찰			
수집대상	데이터	방법	수집대상	데이터	방법
차량 정보	차 번호	농장출입 차량의 용도 및 소독 여부 매칭을 위해 AI 기반 차량 번호판 인식을 활용하여 차량 정보 확보	농장 정보	돈사 내 소독성분 농도	• 소독성분 측정 IoT 센서를 이용해 소독 시 감소하는 돈사 내 소독성분 농도를 측정
	차량 용도	농장출입 차량의 용도(인간, 임돈수송, 사료수송, 분뇨처리, 축산기자재 수송, 수의약품 수송 등)를 운전자로부터 입력받아 예찰시스템 내 차량 번호와 매칭 및 디지털 소독 발증 발급 근거 마련		돈사 내 영상	• IoT 센서 연계하여 소독 감지 시 영상 클립 전송 및 기록
	차량 소독 여부	인식된 차량 번호에 해당하는 차량이 소독 시설을 통과했는지 여부를 예찰 시스템에 입력하여 차량 번호와 매칭 및 디지털 소독 발증 발급 근거 마련	우허가 잔반 급이 여부	잔여사료량	• 농가별 사료 저장소 내 IoT 센서 부착을 통한 잔여사료량 측정 및 예찰 시스템 내 시설 정보와 매칭
사람 신상 정보	농장출입자의 소독 및 금지물품 소지 여부 매칭을 위해 신분증 인식을 통한 출입자 신상 정보 확보	사료 구입 기록		• 사료 구입 이력(업체, 양, 생산일자 등)을 농가로부터 예찰 시스템에 입력받아 예찰 시스템 내 시설 정보와 매칭	
사람 소독 여부	농장출입자의 소독 여부를 예찰 시스템 내 신상 정보와 매칭 및 디지털 소독 발증 발급 근거 마련	농장 정보		돈사 돼지 활동량	• 돈사 내 CCTV 영상을 시각 지능 기술로 분석하여 농가별 돈군 활동량 측정 및 예찰 시스템 연계
금지물품 소지 여부	농장출입자의 금지물품 소지 여부 설문 조사 및 신상 정보 매칭을 통한 디지털 소독 발증 발급 근거 마련		실시간 사망 두수 확인	• 돈사 내 CCTV 영상을 시각 지능 기술로 분석하여 농가별 실시간 사망 두수 확인 및 예찰 시스템 연계	
소독 발증 정보	디지털 소독 발증 발급	예찰 시스템 내 매칭된 차량 및 사람 정보를 기반으로 핸드폰 문자 형태의 디지털 소독 발증 발급 및 예찰 시스템을 통한 차량·사람 관리	돈군 활동성	5 돈군 활동성 AI 기반 농장 별 돈군 활동성 측정을 통해 돼지 이상여부 확인을 통한 ASF 감염 예찰	
지역 정보	지역 등급 정보	ASF 재난 상황에 대한 권역별 정보 파악이 용이하도록 정부 당국의 권역별 등급 정보를 예찰 시스템을 통해 스마트 빅데이터 시각화		수집대상	데이터
4 멧돼지 차단 멧돼지 차단을 위해 양돈농가의 울타리 인근 멧돼지 출몰여부 체크를 통한 ASF 감염 예찰		3 무허가 잔반 급이 여부 바이러스 감염 위험성이 있는 무허가 잔반 급이 여부 확인을 통한 ASF 감염 예찰	농장 정보	멧돼지 출몰 빈도	• 멧돼지의 농가출입 차단을 위한 울타리 인근 AIoT 카메라를 통해 멧돼지 출몰 여부 24시간 감지

[그림] ASF 예찰을 위한 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의

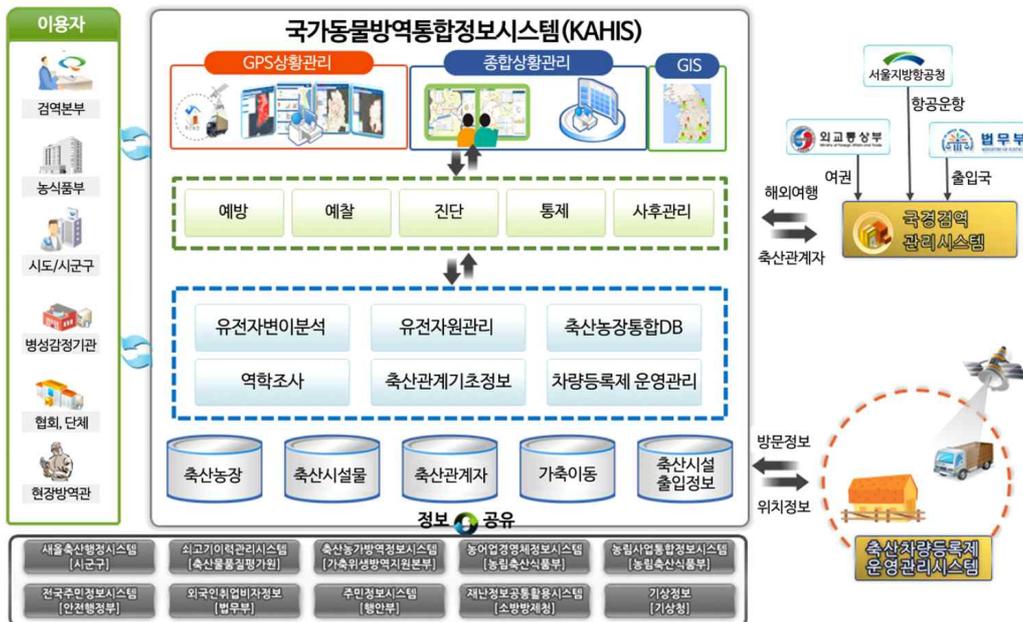
○ 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 연계방안 수립

- 축산차량등록제와 ASF예찰시스템간의 연계방안 검토

- 양돈 포인트 별 차량 정보와 축산차량등록제 등록대상 차량의 이동동선 취합정보 활용 방안 제안
- KAHIS 축산차량등록제 데이터베이스 연계를 위한 Open API 활용가능 여부 검토

- 가축전염병 발생상황과 ASF 예찰시스템간 연계방안 검토

- KAHIS 질병발생 관리 정보와 GIS, ASF예찰시스템간 연계하여 권역별 ASF예찰 중요도 차등 관리 방안 제안
- KAHIS 축산차량등록제 데이터베이스 연계를 위한 Open API 활용가능 여부 검토



[그림] 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 구성도

- 본 과제에서 정의하는 5개 예찰포인트의 농장별 데이터의 KAHIS 데이터베이스간의 연계 및 통합을 고려할 수 있음

- ASF의 예방 및 예찰의 진단 정확성 및 그 시간이 크게 개선될 것으로 기대됨
- AIoT 데이터로부터 24시간 측정되는 데이터로부터 감염병 발생 상황을 예의주시하고 판단하기 때문에 시스템 운영의 투명성과 신뢰성이 크게 개선될 것으로 기대됨

- KAHIS와 신규 시스템의 연계를 위한 현재의 한계점들

- KAHIS의 방역 관리 핵심인 차량등록, 조회 서비스의 Open API 서비스가 없는 관계로 본 과제의 연구단계 프로젝트들과 그 시스템을 연계할 수 있는 기술적 방안이 없음
- 현재의 KAHIS는 축산 관계자들의 개인정보와 밀접한 개인차량의 GPS정보에 의존하여 관리하기 때문에 해당 정보를 직접 접근하기 위한 법적 이슈의 해결이 필요함 (샌드 박스형 R&D 지원 등)

- 향후 KAHIS와 신규 시스템간 연계방안 예상안

- KAHIS와 제안하는 ASF 예찰 시스템 모두 차량/사람의 이동의 추적 및 관리를 방역의 핵심으로 두고 각각 GPS, 차량번호 식별등의 방법으로 관리함
- 이에 두 차량 관리 방안을 통합하여 운영한다면, 사전등록 차량은 물론 미등록차량의

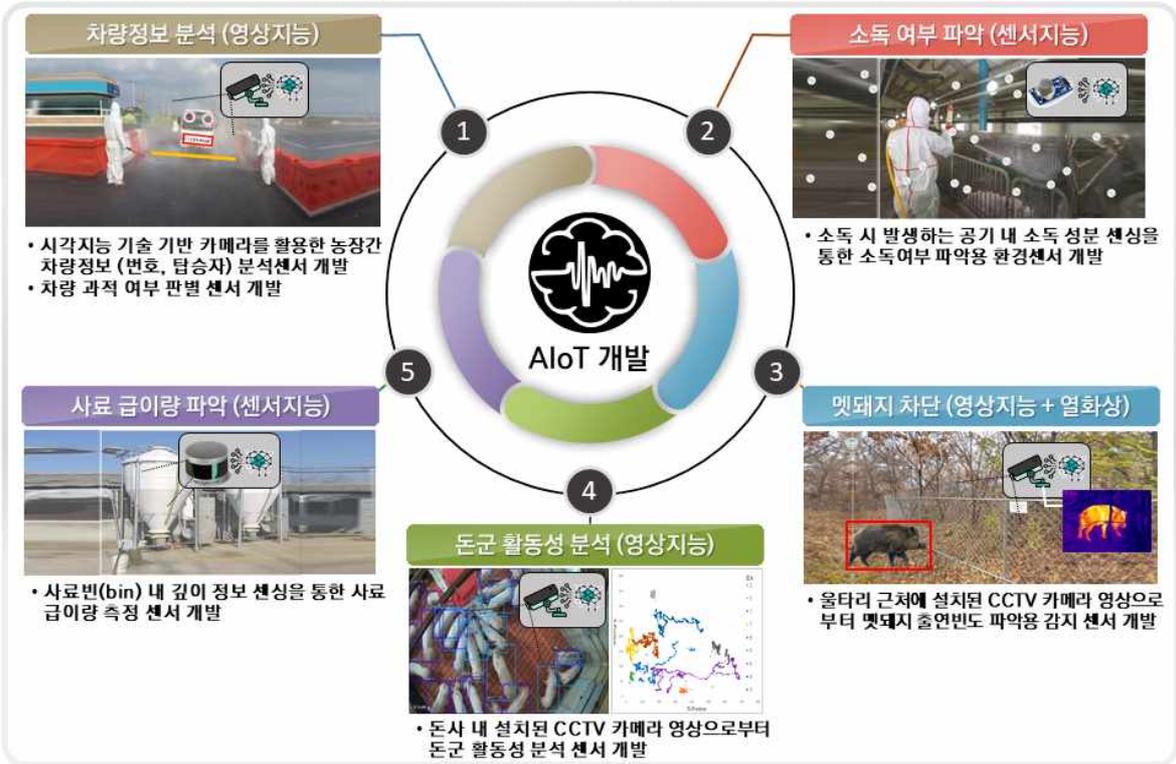
관련시설간 움직임까지 모두 추적/검색이 가능하여 ASF 확산의 초등대응을 위한 역학조사
의 정확성과 신뢰성이 대폭 개선될 것으로 기대됨

- 또한 기존의 KAHIS에서 데이터화 하지 못한 ASF 감염 방지를 위한 추가적인 측정 데이터 {정기소독여부, 멧돼지 발발여부, 잔반급이여부, 돈군 이상활동여부}를 24시간 농장 단위로 측정 및 분석이 가능하여 신속/정밀하게 ASF 발생 여부를 모니터링하고 대응할 수 있을 것으로 기대됨

(2) ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT센서 개발

ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT 센서 개발

정의된 중요 예찰 포인트의 유관 데이터 수집 및 분석을 위해 인공지능 기술 개발 및 접목을 통한 센서 지능화



[그림] ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT 센서 개발 구성도

○ 농장간 차량정보 분석 (번호, 탑승자, 과적) 센서 개발

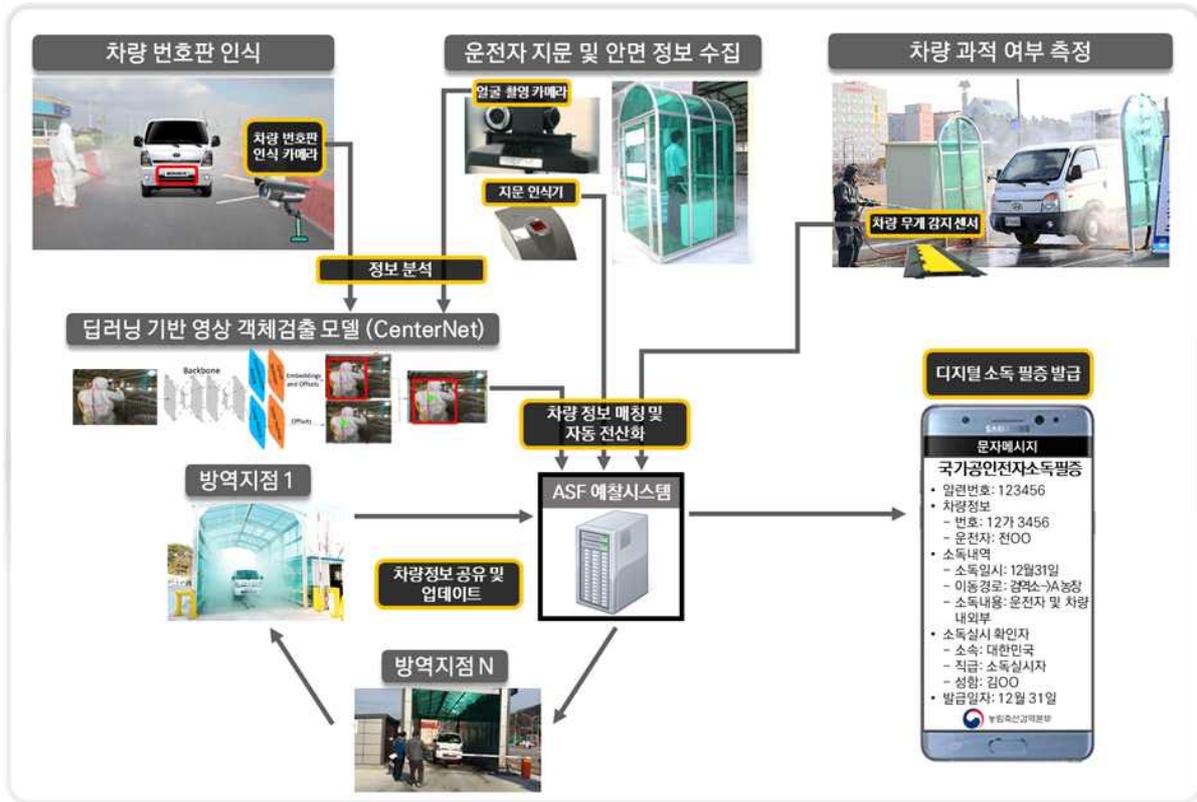
- 기존 KAHIS 축산차량등록제 운영관리시스템의 운용 문제점

- 거점소독시설근무자가 차량 번호, 탑승자, 과적여부 등 차량 정보를 눈으로 확인한 뒤 수기로 작성한 지류소독필증을 발급하고 있는 실정
- 수기로 입력하는 지류소독필증은 인력·시간·비용·관리의 측면에서 비효율적

일련번호: 1584		소 독 필 증		
운 전 자	성 명	김기영	차량번호	██████████
	주 소	██████████	(연락처: ██████████)	
소독내역	소독일시	2019.11.5	이동경로(농장포함)	진출지역 → 개성지역
	소독내용	운전자 및 축산차량 내·외부 소독 실시		
소 독 실시자	소독지역	<input type="checkbox"/> 발생지 <input type="checkbox"/> 보호지역 <input type="checkbox"/> 예찰지역 <input checked="" type="checkbox"/> 화순군		
	소독장소	██████████		
	소 속	██████████	직 급	소독실시자
가축전염병예방법 제17조제3항에 따라 위와 같이 소독을 실시하였음을 증명합니다. 2019년 11월 5일				
소독실시 확인자 소속:		직:		성명: ██████████

[그림] 검역지역 진·출입시 실제로 발급받은 수기 지류소독필증

ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT 센서 개발 개념도



[그림] AIoT 센서 기반 ASF 관련 정보 수집 및 디지털 소독필증발급 과정 개념도

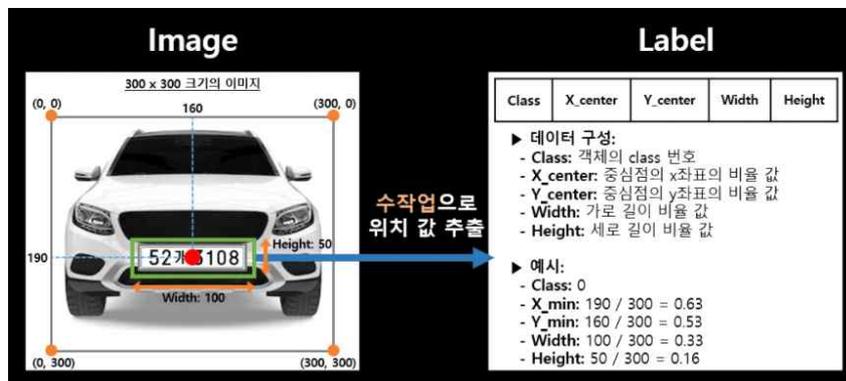
- 또한, 차량의 이동경로 파악을 위해 축산관계차량 내 GPS 설치 및 작동을 의무화 하고 있는데, 이는 사생활 침해 소지·운전자에 의한 GPS 장치 동작 멈춤·GPS를 설치 한 축산관계차량만 추적가능 등의 문제가 상존
 - 위 문제점을 해결하는 동시에 ASF 관련 권역 내 운행되는 모든 차량에 대한 전수조사가 쉽게 가능하도록 시스템 개선 필요
- ASF 권역 진·출입 차량관리 및 사후역학조사 효율화를 위한 AIoT 기반 차량정보 자동 인식
- 권역 거점소독시설 등에 진·출입하는 차량 정보를 자동으로 인식하고 이를 ASF 시스템에 전산화하여 관리하게 되면 인력·시간·관리·비용적인 측면에서 효율 증가 기대
 - 차량 검사 및 소독 시 딥러닝 기반 번호판 인식 기술을 활용, 카메라로 차량번호를 자동으로 인식한 뒤 ASF 예찰 시스템에 자동 입력
 - 운전자 및 탑승자가 대인소독기에 입실하여 개별 소독 진행 시, 지문기를 이용한 지문 정보 및 얼굴인식 딥러닝 기반 출입자 얼굴 자동 촬영 후 ASF 예찰 시스템에 자동 입력 및 차량번호와 매칭
 - 차량 번호판 인식과 자동 안면 촬영은 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확성으로 수행 (K. Duan et. al., CenterNet: Keypoint Triplets for Object Detection, arXiv:1904.08189, Apr, 2019)
 - 거점소독지점 등에 진입 시 차량 무게 인식 센서를 통한 현재 차량의 무게 정보를 ASF 내 기존 정보와 매칭 및 거점지점마다 차량무게 변화 비교분석을 통한 차량 내 이동금지대상 적재 여부 확인

- 농가 진입지점의 차량번호판 인식 알고리즘 개발
 - 국내 차량용 번호판 식별용 가상 데이터셋 생성
 - 총 15,000건의 가상 번호판 데이터셋을 생성하여 자체 DB 구축 완료



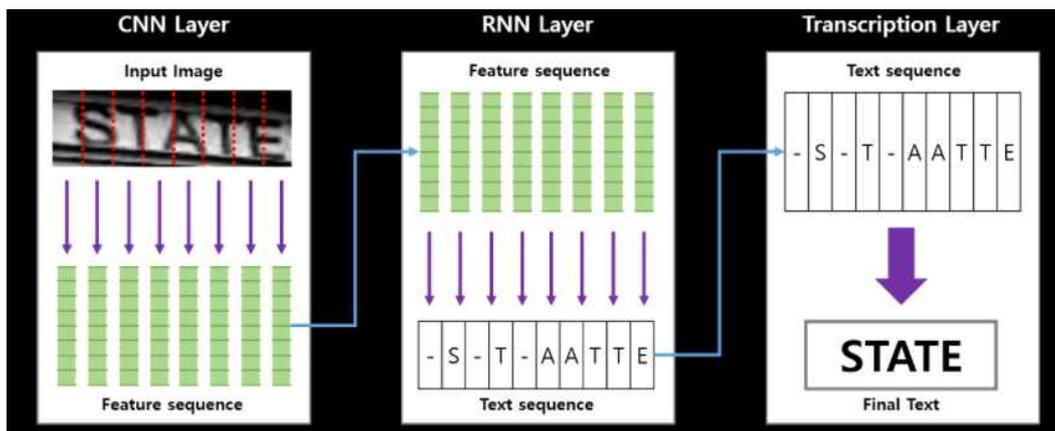
[그림] 국내 차량번호 식별용 가상 데이터셋 생성

- CenterNet 기반 번호판 영역인식 모델 개발
- 다양한 각도의 번호판을 강건히 인식할 수 있도록 차량+번호판 합성 기법 활용



[그림] 객체검출 모델 기반 번호판 영역인식

- Convolutional Recurrent Neural Networks (CRNN) 기반 번호판 문자인식 모델 생성



[그림] CRNN의 문자식별 원리

- 번호인식 시스템의 현장설치 및 운영
- 차량진입 차단기와 카메라기반 번호인식 시스템을 조합하여 농장 진입/출 차량 기록을 데이터베이스 내에 능동적으로 누적시킴



[그림] 압해성일축산 차량출입구 내 차단기 설치 장면

- ASF 예찰 시스템 내 기록된 차량정보에 근거한 전자소독필증 발급
 - AIoT 기술로 수집된 차량 정보 (번호, 탑승자, 과적여부) 기반 모바일 디지털 소독 필증 발급을 통한 발급과정 효율화
 - 필증 발급을 위해 수기 입력 방식이 아닌 디지털 소독 필증을 발급하여 소독 여부 또는 신분 확인 과정에 드는 인력, 비용 및 시간 등의 낭비를 혁혁히 개선할 수 있을 것으로 기대

디지털 소독 필증 발급을 통한 검역 내역 확인 및 관리의 효율화

As is: 수기 기록된 지류 소독 필증

말련번호: 1884		소독 필증	
운전자	성명	주민번호	(연락처)
소독일시	이동경로(농장포함)		
소독내역	운전자 및 축산차량 내·외부 소독 실시		
소독지역	<input type="checkbox"/> 발생지 <input type="checkbox"/> 보호지역 <input type="checkbox"/> 예정지역 <input checked="" type="checkbox"/> 화순군		
소독실시자	소독장소	직급	성명
가축전염병예방법 제17조제3항에 따라 위와 같이 소독을 실시하였음을 증명합니다. 2017년 11월 6일			
소독실시 확인자	소속	직	성명

To be: AIoT 수집 정보 기반 디지털 소독 필증

문자메시지
국가공인전자소독필증

- 일련번호: 123456
- 차량정보
 - 번호: 12가 3456
 - 운전자: 전OO
- 소독내역
 - 소독일시: 12월31일
 - 이동경로: 검역소→A 농장
 - 소독내용: 운전자 및 차량 내외부
- 소독실시 확인자
 - 소속: 대한민국
 - 직급: 소독실시자
 - 성함: 김OO
- 발급일자: 12월 31일

농림축산검역본부

[그림] 필증 발급방식 개선을 위한 모바일 디지털 소독 필증

- 소독부스 내 카메라 및 정보등록 시스템 내제화
- 압해성일축산 입구의 대인소독부스 설치 및 부스 내 대인소독기록 시스템 내제화 구현
- 개인정보 입력 + 카메라 기반 안면촬영만으로 전자소독필증의 메신저 안내 및 데이터 실시간 기록 기능 지원

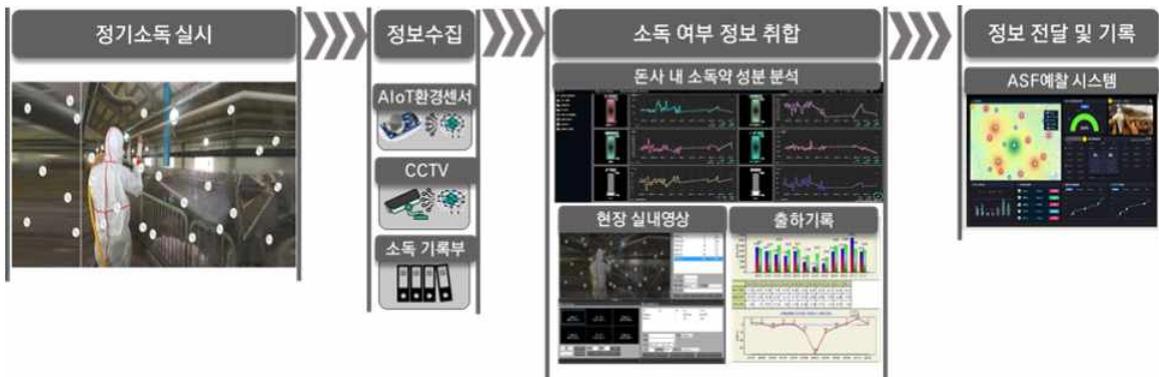


[그림] 카메라 및 등록기반 대인소독필증 발급 시스템 동작 흐름도



[그림] 대인소독기록 시스템 및 대인방역부스 내 탑재 모식도 (압해성일축산)

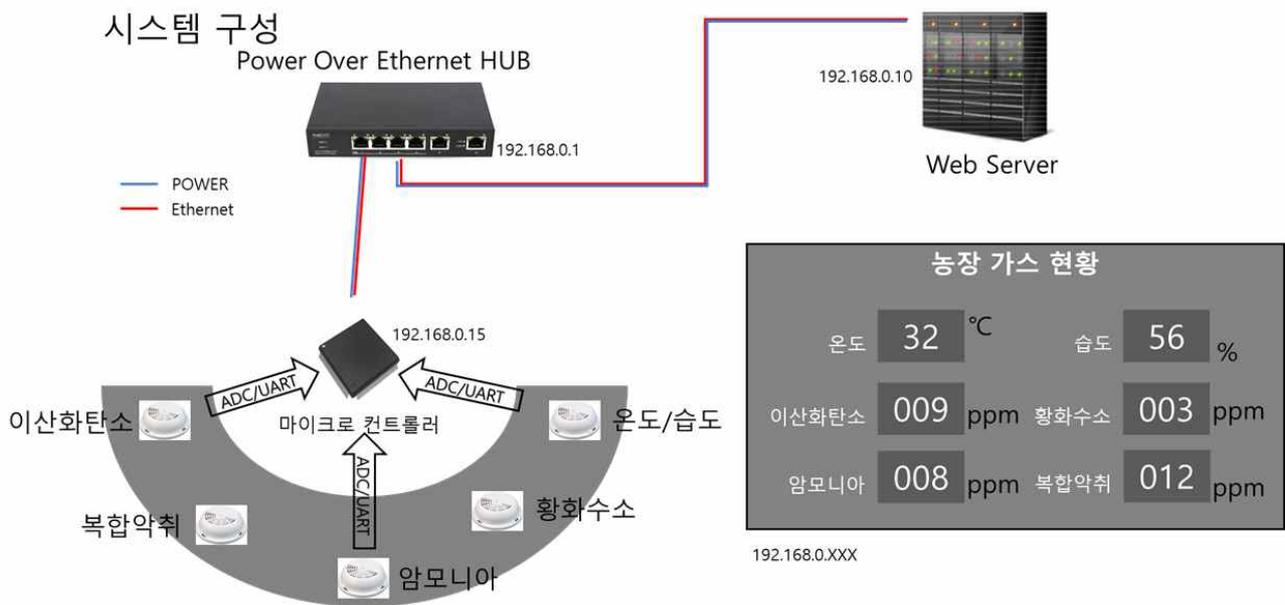
○ 소독여부 파악용 환경센서 개발



[그림] AIoT 환경센서가 포함된 양돈농장 정기소독 여부 파악 절차

- 농장 내 전염성 질병발생의 예방을 위해서는 돈사내부는 출하주기에 맞추어 정기적으로 소독하는 것이 원칙
- 돼지의 출하 후 소독 절차는 다음을 따름
 - [돼지 출하] → [청소] → [수세] → [건조] → [소독] → [건조] → [돼지 입식]
- 현재는 소독 여부 관리를 위해 농가가 개별적으로 수기 장부를 기록하고 보관하고 있다가 문제 발생 시 관련 당국에 해당 자료를 제시하는 방식으로 관리 됨

- 농가의 참여 의지와 관리 당국의 행정 투명성에 의존하는 비효율적인 관리 방식임
- 농장의 정기 소독여부 관리 효율성과 투명성을 재고하기 위해서 본 ASF예찰 시스템의 요소기술로써 소독여부 파악용 대기질 감지 환경센서 개발을 제안함
- 돈사 내 소독여부를 객관적으로 측정하고 자동으로 전산관리하기 위한 AIoT 센서로 구성
 - 돈사 내 소독약 성분 (강한 산성 또는 염기성)을 일정시간 검지 후 소독 여부를 실시간 파악
- 소독과 연관성이 높은 당시 돈사 내 영상정보와 출하시기 정보를 취합 정리 후 ASF예찰 시스템으로 전달함
 - 농가별 정기소독의 투명성을 보장하며 농가 스스로 ASF관리의식을 고취시키는 효과를 기대할 수 있음
- 환경인지 센서 개발 현황
 - CCTV 시스템과 연결 호환이 가능한 다중 가스센서 체계 및 PCB 보드의 자체설계



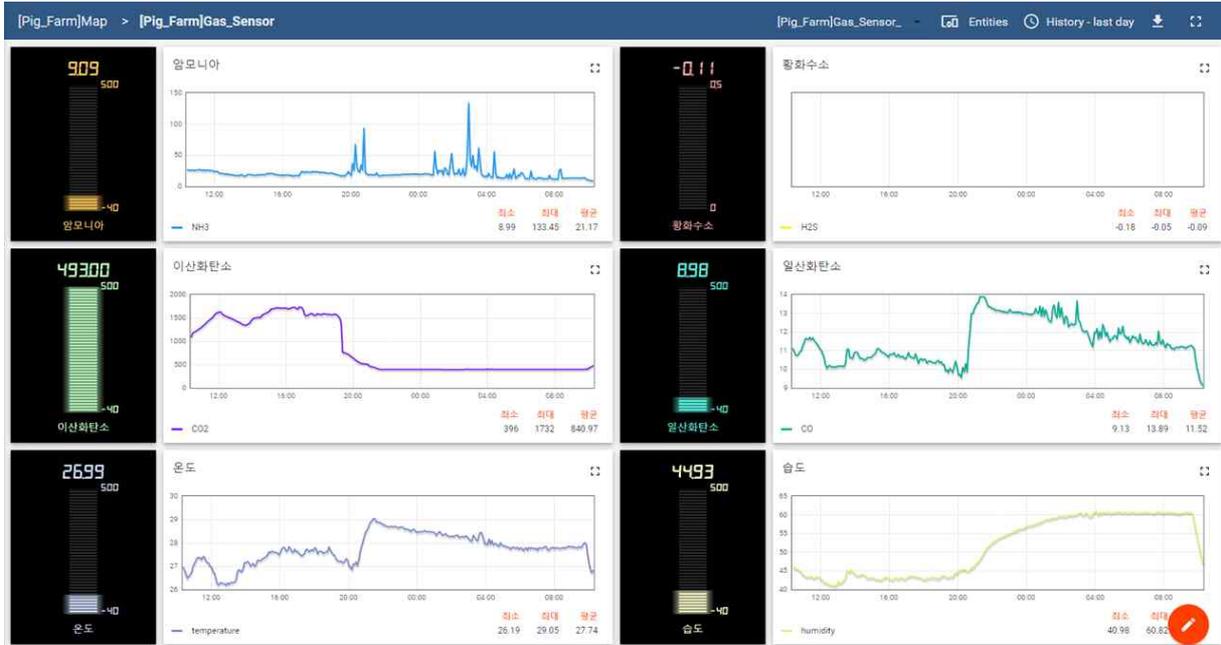
[그림] 환경센서 시스템 구성

- 압해성일축산 농장 외벽에 시운전하여 상시 소독여부를 정량적으로 점검 가능함을 확인



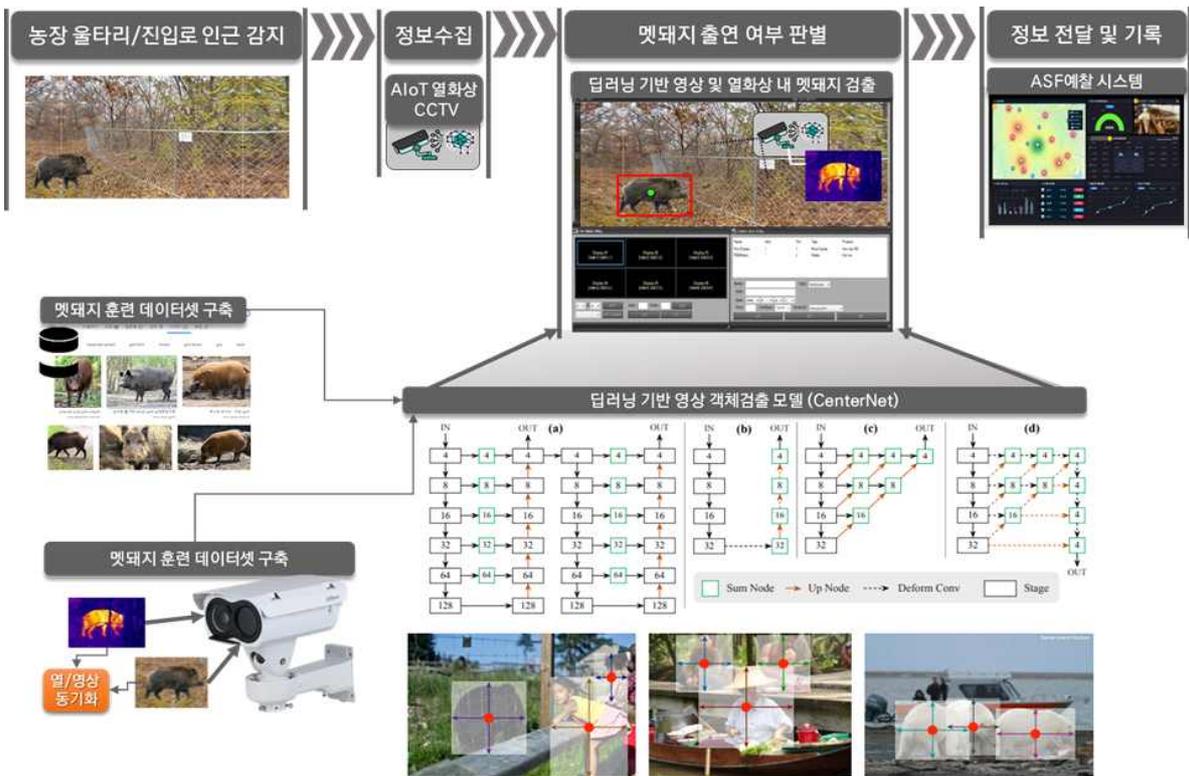
[그림] 환경센서 시운전 사례 (압해성일축산, Site1, 2)

- IoT 대시보드를 통해 스마트폰과 PC에서 자유로운 복합가스 농도 변화추이를 확인 가능
→ 정기 소독여부를 객관적으로 판단 가능함을 확인



[그림] Web 대시보드에서의 실시간 환경변화 현황 확인

○ 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 개발



[그림] AIoT 영상+열감지 센서를 이용한 딥러닝 기반 멧돼지 출현여부 판별 절차

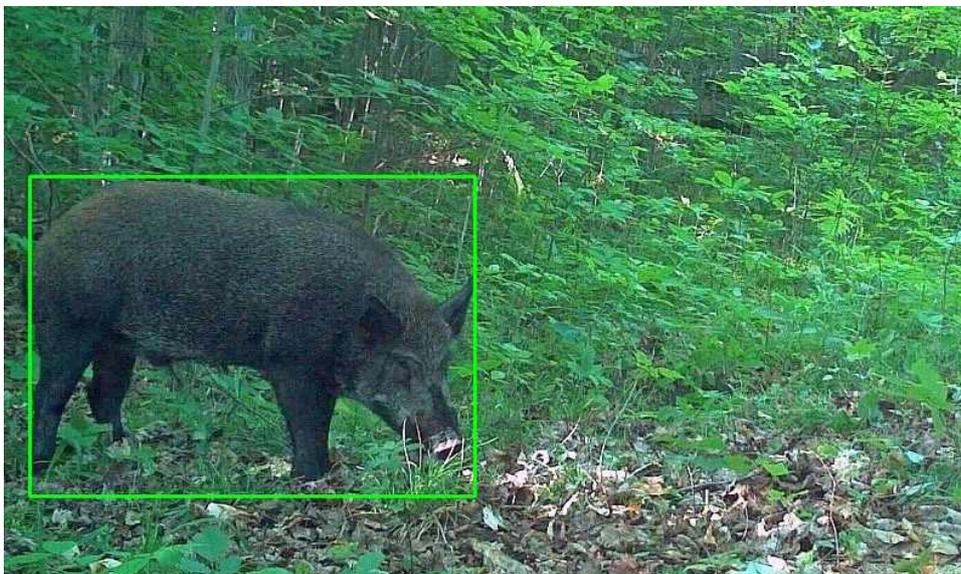
- 성공적인 ASF 예찰 및 방역을 위해서는 국내 ASF 확산의 제1요인으로 의심되는 야생 멧돼지의 농장 인근 출현여부의 체계적인 상시 감지가 필수임
- 현재의 멧돼지 출몰 지역 파악은 주로 엽사나 주민들의 신고에 의존하는 상황
 - 2019년 기준 국내 30만마리로 추산되는 멧돼지로 인한 ASF 역학조사는 매우 어려움

- 농장인근의 멧돼지 출현 빈도를 실시간으로 파악할 수 있다면 제한적인 멧돼지 추적 및 차단 역량을 효과적으로 집중할 수 있음
- 이에 본 연구과제는 ASF예찰 시스템의 요소기술로써 농가 인근을 배회하는 멧돼지를 실시간으로 감지하고 기록하는 영상 및 열화상 기반 멧돼지 감지센서 개발을 수행함
 - 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확성으로 멧돼지 검출을 수행
 - 딥러닝 구동은 양돈농장 내 엣지컴퓨팅 장치를 활용하여, 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지가 가능하도록 구현함
- (훈련데이터셋 구축) 멧돼지 중심의 유해조수 영상 데이터베이스
 - 야외환경에서 촬영된 멧돼지, 고라니, 들개 등 국내서식 야생동물이 포함된 영상컨텐츠를 웹 크롤링 후 사진 추출 (약 1만 장)



[그림] 크롤링한 멧돼지 사진

- 1만장의 데이터셋 내 멧돼지와 기타 유해조수의 비율이 8:2 수준이 되도록 컨텐츠 안배
- 유해조수 이미지 별 bounding box 및 center point에 대한 annotation 작업 수행



[그림] 멧돼지 bounding box annotation 사진

```

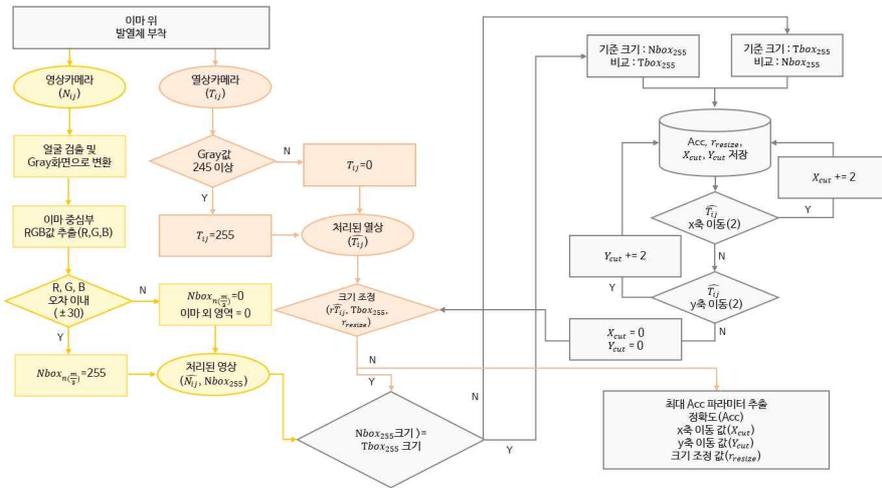
{
  "file_path": "00000_01.jpg",
  "obj_id": 0,
  "cx": 204.63156127929686,
  "cy": 204.63156127929686,
  "xmin": 21.47586059570312,
  "ymin": 142.7613525390625,
  "xmax": 387.7872619628906,
  "ymax": 409.2369384765625,
  "obj_class": 0
}

```

[그림] 멧돼지 annotation json

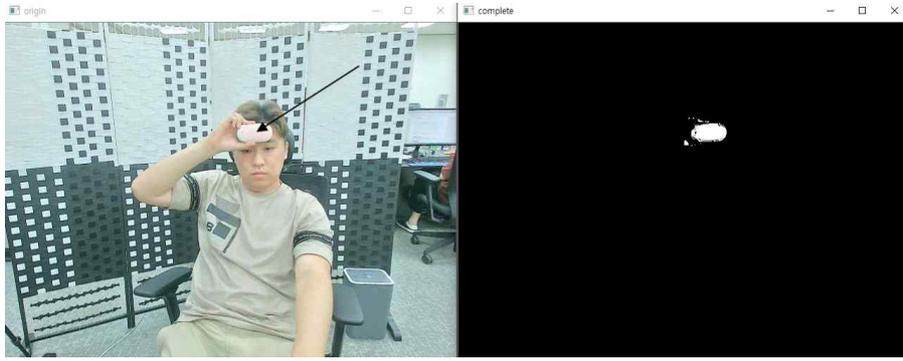
- (열화상 및 영상 이용) 열화상 및 영상센서 간의 화상 틀어짐 보정 기술

- 열화상 및 영상센서의 물리적 배치간격을 고려한 양 센서간 화각 틀어짐 및 표출 화상 시간대 불일치 보정 기술 개발
 - ✓ 영상/열화상 이중채널 카메라 모듈로 영상카메라 해상도 ($M_x \times M_y = N_{ij}$), 열상카메라 해상도 ($m_x \times m_y = T_{ij}$)로 정의
 - ✓ 보편적으로 영상 해상도보다 열상 해상도가 낮아($M_x > m_x, M_y > m_y$) 화각이 좁기 때문에 영상 해상도를 열상카메라 해상도 크기로 맞추는 작업을 수행. 즉, 열상을 영상에 맞추는 것인데, 이 방법은 현장에서 맞추기 위한 수단으로 설치자의 의도에 맞는 거리에서 최적의 화각을 맞추는 것을 목표로 함



[그림] 화각보정 알고리즘 전개도

- ✓ 초기 세팅 시 발열체 세팅이 필요. 최초에는 발열체의 위치를 추적. 발열체를 사용하는 이유는 열상에서 가장 뜨거운 것을 255(흰색)으로 표현하는 속성이 있기 때문임.

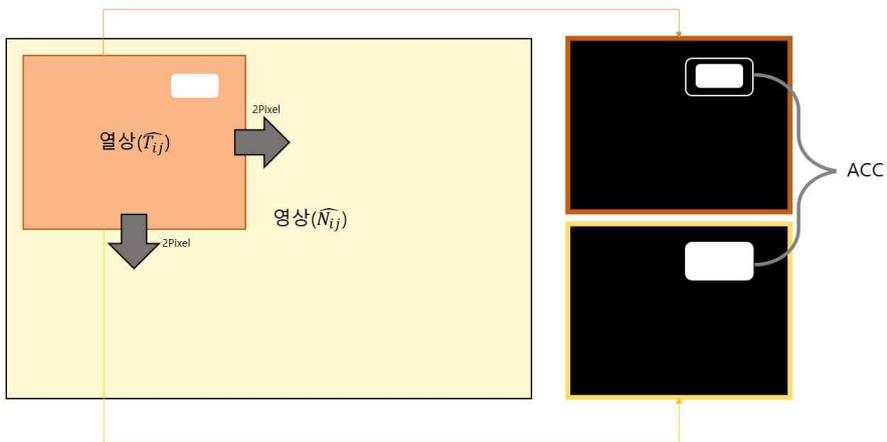


[그림] 영상에서 발열체 부분을 thresholding한 결과물



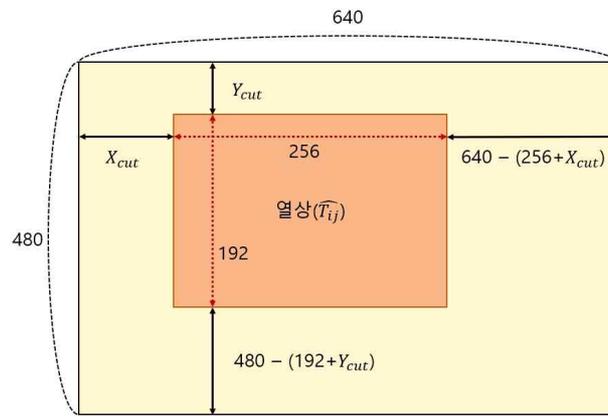
[그림] 열화상에서 발열체 부분을 thresholding한 결과물

- ✓ 결과를 보면 열화상의 흰색 부분이 영상의 255(흰색)부분보다 더 큼을 알 수 있음. 이는 해상도의 차이이며, 영상은 화각이 넓어 해당 부분이 좁은 것임. 이를 맞춰주는 그림은 다음과 같음. 열상의 해상도를 n배해주고, 위치를 이동하다보면 영상의 255(흰색)와 열상의 255(흰색)가 가장만이 겹치는 지점이 바로 화각의 보정 지점임.

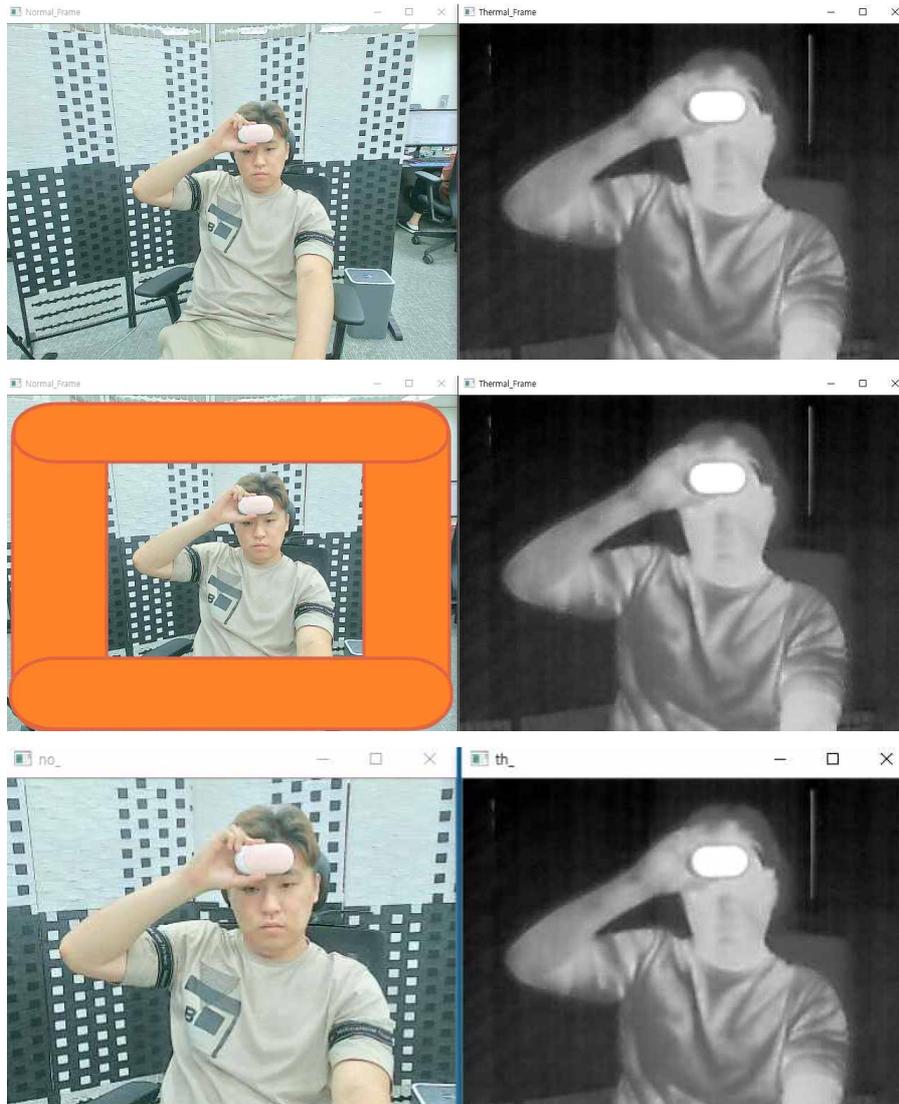


[그림] 화각 보정 알고리즘 Step 1

- ✓ 해당 파라미터를 기준으로 영상을 얼마나 cut할 것인가를 저장해 놓고 다음 부팅 때부터 사용하면 됨.



[그림] 화각보정 알고리즘 Step 2



[그림] 실험 사진 및 실제 보정된 결과물

- ✓ 완벽하게 크기를 조정한 것은 아니나 객체를 추적하는 데 약간의 보정을 거치면 충분히 활용할 수 있음.

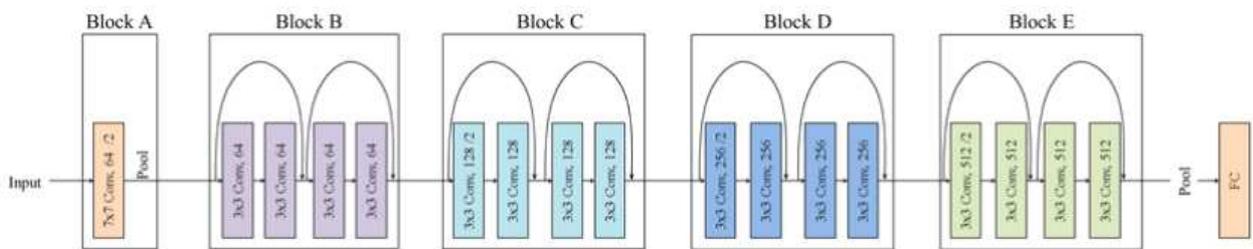
AI Video Streaming



[그림] 화각 보정 적용 예제

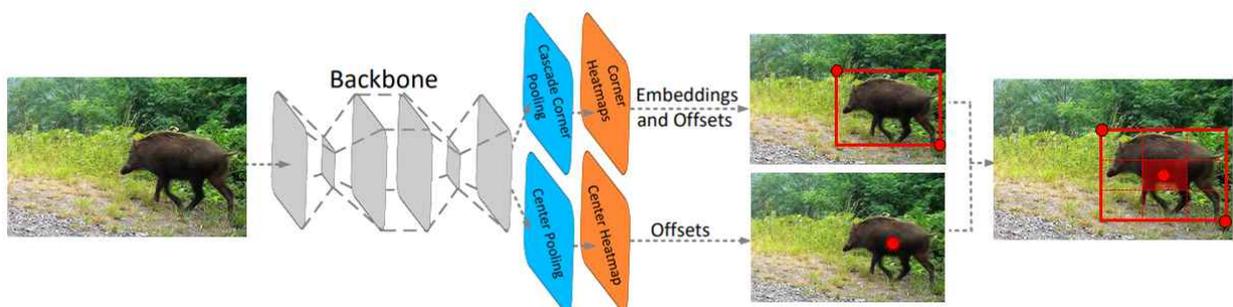
- (딥러닝 엔진 개발) 멧돼지 검출 전용 딥러닝 엔진 개발

- 유해조수 훈련데이터셋과 ResNet-18 Backbone 기반 사전훈련 가중치 모델 활용



[그림] ResNet-18 구조

- CenterNet 딥러닝 모델에 대해 전이 훈련(transfer learning) 수행



[그림] CenterNet을 이용한 멧돼지 검출 수행 과정

- 기존의 객체검출 딥러닝 모델들은 미리 정해진 anchor 기반으로 bounding box를 찾기 때문에, 수많은 anchor를 처리하여야하고 NMS(Non-Maximal Suppression)도 거쳐야하

기 때문에 효율적이지 못함

- CenterNet은 Object의 중앙점을 먼저 찾고 bounding box를 예측하는 방식으로, anchor가 필요하지 않아서 기존 객체검출 딥러닝 방식들보다 훨씬 효율적임.
- 입력 영상의 프레임 별로 CenterNet을 거쳐서 실시간으로 영상에서 멧돼지의 존재 유무와 위치를 파악
- 모델 경량화를 통해 CenterNet 모델이 엣지 디바이스에서도 원활히 구동될 수 있도록 함

- (시스템구축) PTZ 카메라, 열화상센서와 엣지컴퓨팅 기반 감시 시스템 구축

- RTSP (Real Time Streaming Protocol) 규격에 따라 영상 및 열화상 정보를 엣지컴퓨팅 장치로 2채널 실시간 전송
 - ✓ PTZ카메라와 열화상카메라가 바라보는 같은 지점을 엣지컴퓨터에서 2채널로 전달 받고있음
 - ✓ 육안으로는 PTZ 카메라에서 검출 되지않던 객체들이 열화상카메라에는 검출 됨
 - ✓ 따라서 영상과 열화상 동기화 하여 작업을 진행함



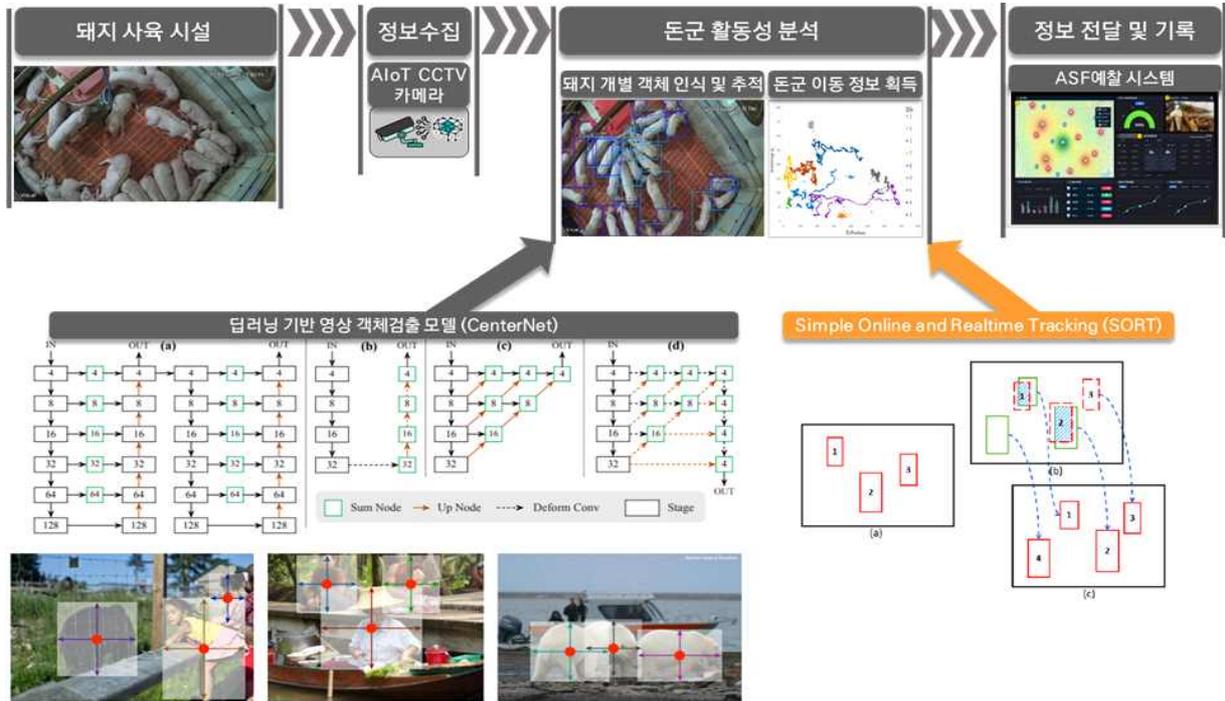
[그림] RTSP 송출 사진

- 주/야간 조도차이에도 강건한 멧돼지 검출이 가능하도록, 전송된 2채널 영상스트림은 CenteNet 기반 멧돼지 개체검출 추론엔진으로 입력되어 영상, 열화상 측면에서의 멧돼지 발견 확률을 산출
 - ✓ 주간데이터와 야간 데이터를 같은 비율에 맞게 설정한후 CenterNet 훈련 진행하여 mAP 91.14성능 확보 및 검출스코어 0.5이상에 모델 생성

```
Average forward time: 3.68 ms, Average NMS time: 1.30 ms, Average inference time: 4.98 ms
Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets=100 ] = 0.911
Average Precision (AP) @[ IoU=0.50 | area= all | maxDets=100 ] = 0.935
Average Precision (AP) @[ IoU=0.75 | area= all | maxDets=100 ] = 0.924
Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = 0.893
Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.851
Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.941
Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 1 ] = 0.151
Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 10 ] = 0.622
Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = 0.896
Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.859
Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.946
Training of experiment is done and the best AP is 91.14
```

[그림] 객체 검출 성능 사진

○ 돈군 활동성 분석 센서 개발



[그림] AIoT 영상 센서를 이용한 딥러닝 기반 돈군 활동성 분석 절차

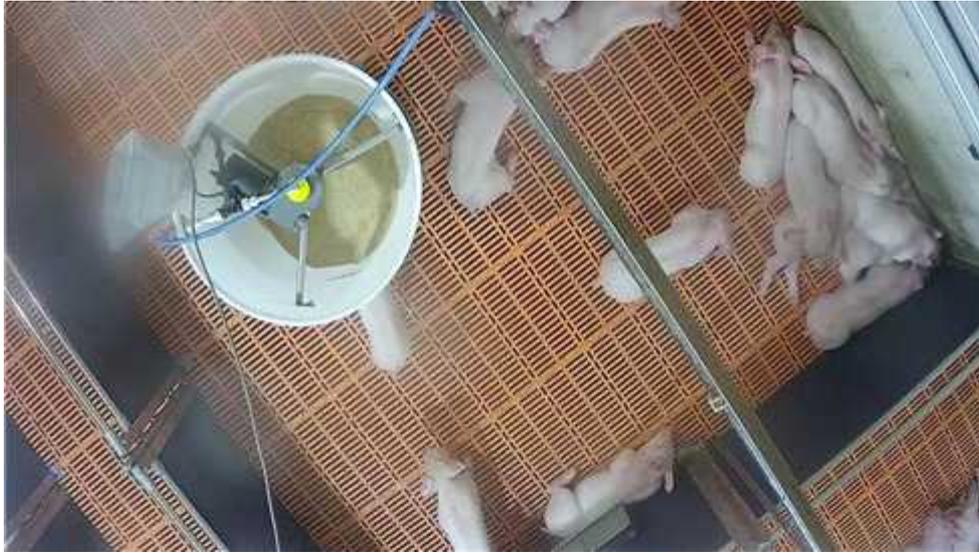
- 날씨, 환기, 급이 등 여러 생장 요인의 변화로부터 돈군의 활동성이 크게 위축될 수 있고, 이는 면역력 저하의 전조 증상으로 해석될 수 있음

아프리카돼지열병 주요 임상증상					
돼지들이 한데 겹쳐있음	발열증상	급사	비틀거림	식욕절폐	총혈소견

(출처: 농림축산검역본부)

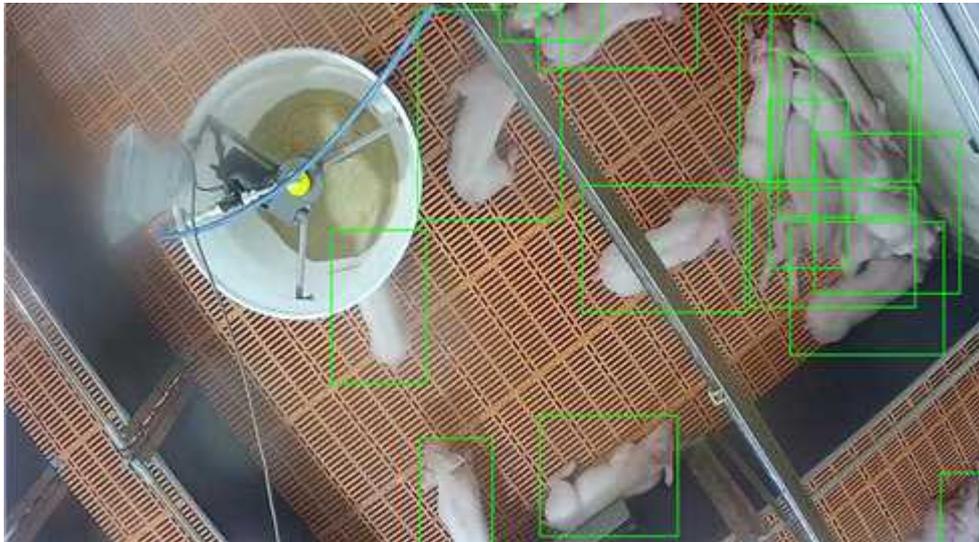
- 특히 한데 뭉쳐서 겹쳐있는 돈군의 행동패턴이나 발열, 급사, 비틀거림 등의 사유로 인한 장시간의 활동성 둔화는 ASF의 초기 감지 판별을 위한 중요한 검사요인임
- 농장의 현장 작업자들은 오랜 경험을 통해 돈사 내 돈군의 활동성을 목측 관찰하면서 이들의 활동성 위축, 움직임 행태에 따른 건강 상태를 예측 가능하다고 알려짐
 - 하지만 급격한 양돈농가 규모화에 따라 2019년 통계청 기준, 현장 작업자 1인당 관리해야 하는 돼지의 수는 600여마리에 육박하므로 돈군의 활동성을 목측만으로 24시간 관리하는 것은 현실적으로 불가능함
- 즉, 돈사 내 돈군의 활동성을 24시간 실시간으로 파악하고 기록할 수 있다면 ASF 발병 예방의 골든 타임을 놓치지 않고 신속한 예방이 가능할 것으로 기대됨
 - 이에 본 연구과제는 ASF예찰 시스템의 요소기술로써 돈사 내 다수 돈군을 실시간으로 감지하고 기록하는 AIoT+영상 기반 돈군 활동성 감지 센서 개발을 수행
 - 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확성으로 멧돼지 검출을 수행
 - 딥러닝 구동은 양돈농장 내 엣지컴퓨팅 장치를 활용하여, 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지가 가능하도록 구현
- (훈련데이터셋 구축) 양돈 영상 데이터베이스 고도화

- 2019년 인트플로우가 자체적으로 6개월간 기 촬영한 양돈환경에서의 자돈, 비육돈의 raw 영상으로부터 유의미한 이미지를 선별 추출 (비육돈, 자돈 각 3만장 규모)



[그림] 자돈 사진

- 양돈 이미지 별 bounding box 및 center point에 대한 annotation 작업 수행



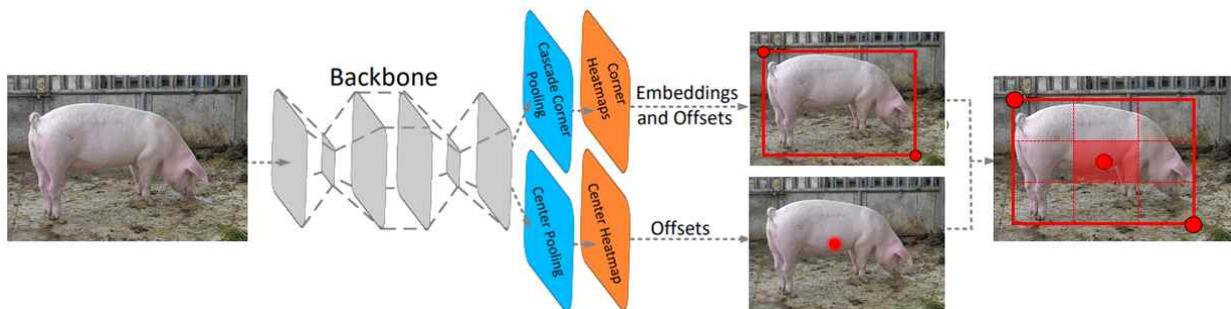
[그림] 자돈 bounding box annotation 사진

```
[
  {
    "file_path": "000215.jpg",
    "obj_id": 0,
    "cx": 732.9226956765697,
    "cy": 639.4326760546481,
    "xmin": 687.2772847302464,
    "ymin": 504.2083305303716,
    "xmax": 778.568106622893,
    "ymax": 774.6570215789247,
    "class": 1
  },
  {
    "file_path": "000215.jpg",
    "obj_id": 1,
    "cx": 1182.7593644900498,
    "cy": 951.0558200564092,
    "xmin": 1050.307115531472,
    "ymin": 842.7046397085646,
    "xmax": 1315.2116134486275,
    "ymax": 1059.4070004042537,
    "class": 1
  },
],
```

[그림] 자돈 annotation json

- (딥러닝 엔진 개발) 양돈 검출 전용 딥러닝 엔진 개발

- 양돈 영상 데이터베이스와 ResNet-18 Backbone 기반 사전 훈련 가중치 모델 활용



[그림] CenterNet을 이용한 양돈 검출 수행 과정

- 기존의 객체검출 딥러닝 모델들은 미리 정해진 anchor 기반으로 bounding box를 찾기 때문에, 수많은 anchor를 처리하여야하고 NMS(Non-Maximal Suppression)도 거쳐야하기 때문에 효율적이지 못함

- CenterNet은 Object의 중앙점을 먼저 찾고 bounding box를 예측하는 방식으로써, anchor가 필요하지 않아서 기존 객체검출 딥러닝 방식들보다 훨씬 효율적임.
- 입력 영상의 프레임 별로 CenterNet을 거쳐서 실시간으로 영상에서 양돈의 위치를 파악
- 모델 경량화를 통해 CenterNet 모델이 엣지 디바이스에서도 원활히 구동될 수 있도록 함

- (양돈 활동성분석 엔진 개발) 양돈 개체별 추적 엔진 개발

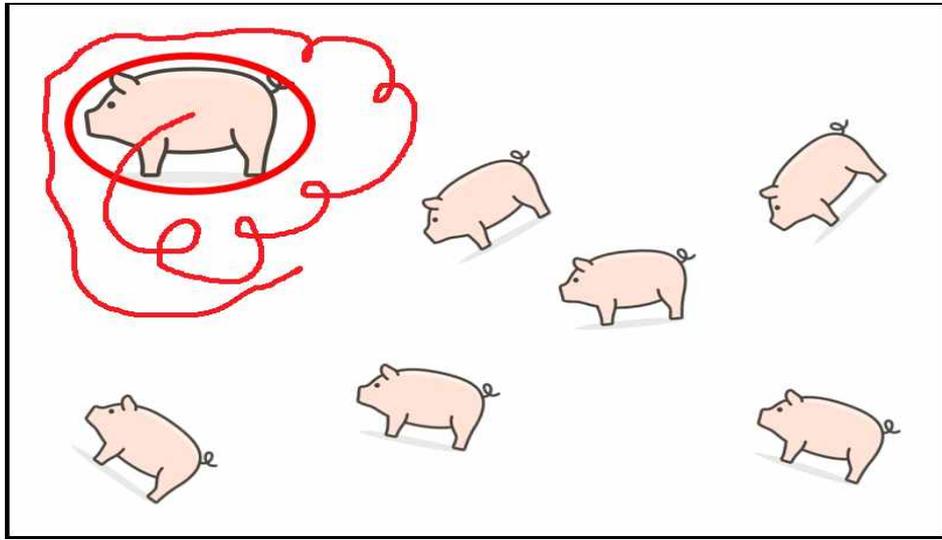
- SORT (simple online and realtime tracking) 알고리즘을 활용하여 기 검출된 양돈 개체 별 좌표를 동시에 추적하여 양돈 개체 다수의 활동성을 측정

- ✓ SORT 알고리즘은 tracking 알고리즘의 일종으로 정확도는 다소 낮지만, 빠른 속도와 높은 코드 호환성을 가지고 있어 많은 곳에서 사용되고 있다.
- ✓ 개체별 활동성을 측정하기 위해서 최소한 그 개체를 따라다니는 번호 개념이 필요하다. 예를들어 첫 프레임에서 번호화 t 프레임에서 번호가 같다면 그 돼지의 고유의 번호로 이 번호가 특정돼지를 매칭할 수 있다. 이러한 개념을 이용하여 개체별 활동성을 측정할 것이다.



[그림] frame별 tracking 번호 비교 사진

- ✓ 하지만 대부분의 tracker가 가지고 있는 문제점으로 그 번호가 오래 유지되지 못하는 점이다. 이를 해결하기 위해 돼지이표(개체식별번호)를 연계하면 tracker의 번호 유지력을 향상시킬 수 있다. 하지만 이표 인식 모델이 추가로 들어가 모델이 무거워져 실시간 추적이 안될 수 있는 문제점이 존재한다. 따라서 Tracker의 핵심과제는 얼마나 오랜시간 동안 강건하게 번호를 유지할 수 있는가이다. FairMOT, FastMOT 등의 모델들이 개발되고 있어 이를 비교해볼 예정이다.
 - ✓ 대안 1번인 FairMOT는 object detection과 Re-ID를 섞은 모델로 객체 검출과 추적을 동시에 할 수 있는 장점이 있다. 모델구조는 Encoder-Decoder 방식이고 Re-ID feature로는 heatmap, box-size, center-offset으로 각각의 loss가 있어서 각각 훈련이 된다. feature값 기반으로 tracking하니 잠깐 잃어버려도 다시 찾을 수 있다. 그러나 모델이 무겁고 training을 위한 데이터 비용이 너무 크기 때문에, 사용하기 어렵다
 - ✓ 대안 2번인 FastMOT는 고전적인 Sort에 추가정보를 더해 t-1, t시점의 유사도를 측정한다. 이 때 사용하는 파라미터로 distance, angle, area, perimeter 등이 있다. SORT에 알고리즘 추가하는 것이니 호환성도 유지되며 속도를 오히려 더 빠르게 할 수 있는 장점이 있어 이 방법을 채택하였다.
- 돈사 내 돈군의 활동성 통계를 산출하여 농장 별 양돈 돈군의 건강상태를 실시간 갱신
 - ✓ 돼지 센터의 픽셀단위 이동을 t분 단위로 추출하여 DB에 업로드를 진행, X시간 단위로 상태를 추정한다. 예를 들어 다른 행동패턴을 파악할 때 다른 개체들과 비교하는 방법을 이용한다.
 - ✓ 아래의 사진에서 모든 개체가 활동량이 0에 수렴한 때 유독 하나의 돼지만 활동량이 많다면, 이상징후를 의심해야한다.



[그림] 활동성 예시

개체별 활동량



[그림] 이상개체 그래프 예시



[그림] DB 및 UI 예시

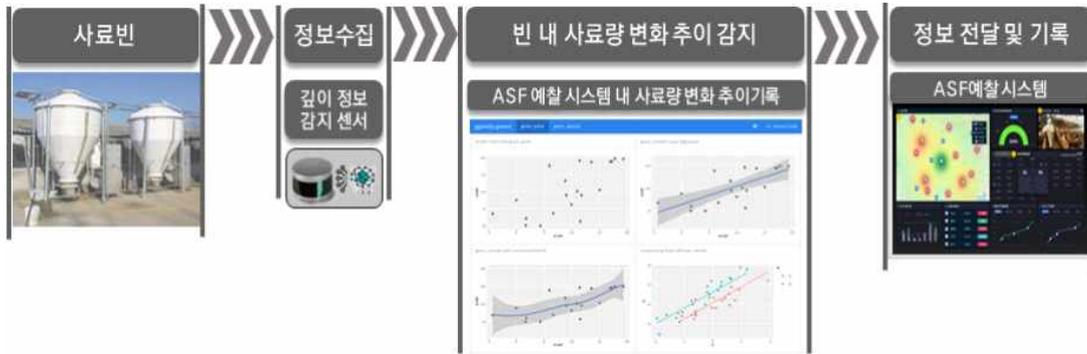
- (시스템구축) 다채널 CCTV 및 엣지컴퓨팅 기반 돈사내 개체관리 시스템 구축
 - RTSP (Real Time Streaming Protocol) 규격에 따라 돈사 내 8채널 영상 정보를 엣지컴퓨팅 장치로 실시간 전송 (약 200마리 관리)
 - ✓ 네트워크 대역폭을 고려하여 현장의 POE 1대당 IP카메라 8채널을 연결하는 1:8로 구성
 - ✓ IP카메라로부터 RTSP 스트림을 웹브라우저로 사용하는 MES를 활용하여 실시간 영상 수집 및 모니터링 체계구축



[그림] RTSP 화면 송출

- ASF 예찰시스템과 연계하여 매일 설치 농장의 평균 양돈 활동성, 위축돈 수, 폐사 의심돈 수를 측정 후 정보 전달
 - ✓ 객체 ID 추적알고리즘 을 이용하여 평균 양돈 활동성 , 인공지능 모델을 이용하여 위축돈 수 폐사의심돈 수를 측정
 - ✓ 측정 정보와 ASF 예찰 시스템내의 정보들을 데이터 베이스에 전달
- 돈군 활동성 분석 센서를 활용한 ASF 주요 임상증상의 조기발견 및 알림
 - 목측으로 관측 가능한 ASF 주요 임상증상 3종 (돼지들이 겹쳐있음, 급사, 비틀거림)의 24시간 조기발견 및 알림 수행
 - 오동작, 오검지를 최소화하기 위한 분석 알고리즘의 자체 판단 기간 2시간을 설정
 - 24시간 무인 돈군분석을 통해 분석시간 2시간 이후 임상증상 발견 의심시 조기대응 골든 타임 확보

○ 사료급이량 측정 센서 개발



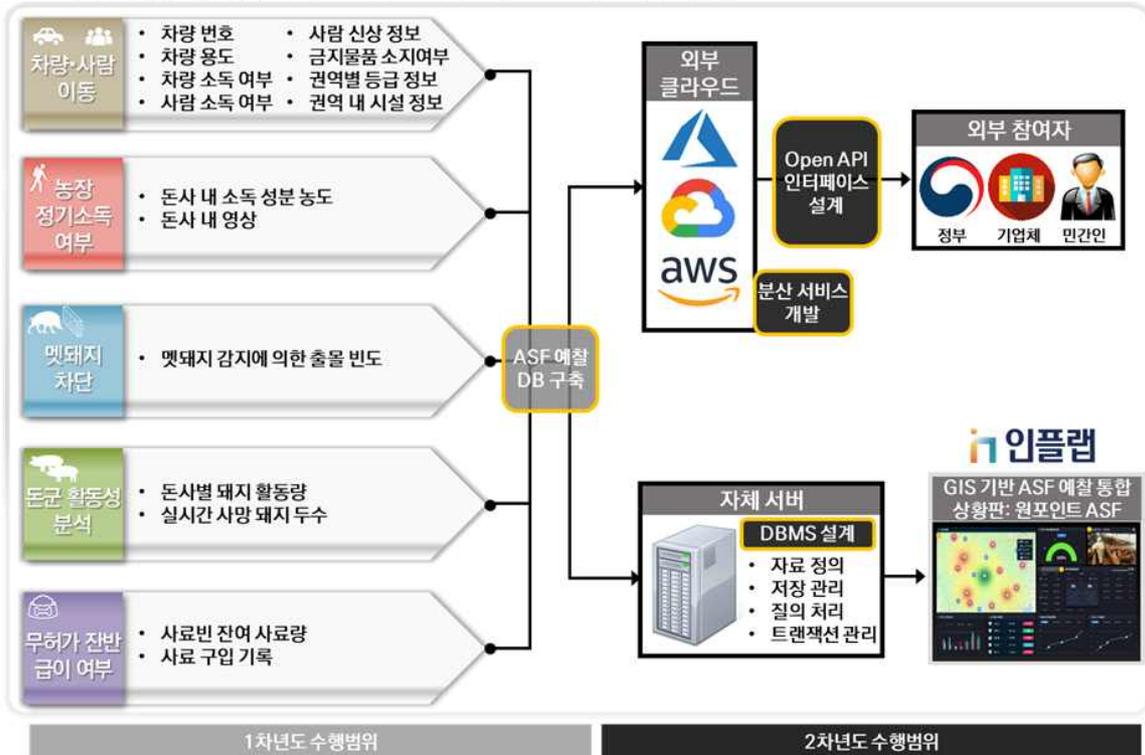
[그림] 깊이정보 감지센서를 이용한 사료빈 내 사료 변화량 추이 기록 수집 절차

- 무허가 잔반급이는 ASF 확산의 또 다른 주요 원인
 - 대규모 인력 수용 시설 (학교, 공항, 항만시설 등)에서 나오는 음식물 쓰레기 처리 및 돼지 사료 비용 등의 문제를 해결하기 위해 오래 전부터 잔반이 돼지사료로 사용
 - ASF 바이러스의 특성상 70℃ 이상에서 30분 이상 멸균 처리되지 않은 잔반 안에서 전염력을 그대로 가진 채 생존
 - 중국 등지에서 유통된 ASF에 감염된 돼지고기가 포함된 잔반을 사육 돼지에게 먹일 경우 높은 확률로 ASF 감염 및 확산 가능
- 사료빈(bin) 내 잔여사료량 측정을 통한 무허가 잔반 사용 여부 확인
 - ASF가 발생하더라도 정상적인 경로로 판매되는 사료의 가격이 비싸 무허가 잔반 사료를 사용하는 농가가 존재
- 따라서, 본 연구과제 수행 중 돼지 사료 급이를 위해 사용하는 사료빈 내 LiDAR 기반의 깊이정보 감지 센서를 설치함
 - 시간에 따른 깊이 정보를 ASF 예찰시스템에 자동 기록하여 급이량의 변화를 바탕으로 무허가 잔반 사용 여부 가능성 확인을 통한 방문 감독 여지 마련
 - 사료빈 무게를 실시간으로 기록하여 농장 사육두수 대비 정량의 사료급이가 정기적으로 이루어지는지를 정량적으로 측정, 무허가 잔반급이 여부를 간접적으로 파악함
- (센서 선정) 사료빈 측정에 최적화된 깊이측정 센서 선정
 - 실내 깊이 측위에 널리 쓰이는 LiDAR 센서나 stereo depth camera 센서 후보군 분석
 - 가격, 내구성, 보편성, 강건성을 고려하여 센서 (Intel社 RealSense L515) 선정
- (센싱 데이터 처리) 잔여사료 측정 알고리즘 개발
 - 깊이센서 기반 잔여 사료 부피 측정값과 잔여사료량 간의 상관관계 모델링
 - 상기의 상관관계 모델의 실시간 연산을 위한 파라미터 최적화 기법 수행
 - 돈사 외부 환경에서 강건히 동작 가능하면서 가격대성능비가 우수한 MCU 폼팩터 선정 및 해당 폼팩터 내 잔여사료 측정 알고리즘 구현
- (시스템구축) 양돈 사료빈 내 잔여사료 측정 시스템 구축
 - 깊이측정 센서, 잔여사료 측정 모듈과 POE (Power Over Ethernet) 규격을 지원하는 IoT 장치 개발
 - ASF 예찰 시스템 네트워크와 상시 연결되어 농가 별 사료빈의 잔여사료량과 기간별 변화추이를 실시간으로 전달

(3) ASF 관련 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 및 데이터 활용 기술 개발

예찰 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 및 데이터 활용 기술 개발

■ 서버 내 안전한 저장을 위한 ASF 예찰 데이터 아카이빙 기술 개발 + 예찰 통합 상황판 탑재를 위한 일체형 서버 개발 + 데이터 공유를 위한 클라우드 분산 서비스 개발 + Open API 인터페이스 설계



[그림] 예찰 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 및 데이터 활용 기술 개발 구성도

○ AIoT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발

- 본 과제에서 정의한 5개의 AIoT 센서 실시간 측정값과 종래 관리체계의 전산 수기입력, 그리고 누적된 전산데이터를 복합적으로 수집하기 위한 입력 체계 개발
 - IoT를 위한 표준 프로토콜(ISO/IEC PRF 20922)인 MQTT (메시지 큐잉 텔레메트리 트랜스포트, Message Queuing Telemetry Transport)를 통해 중앙서버로 데이터를 농장별로 취합
 - 대다수 농장의 전산관리에 익숙한 웹 기반 수기 전산입력 템플릿 제공 (excel, csv포맷 호환)
 - 다년간 축적된 농장 관리 데이터베이스 아카이브의 import 지원
- 각 경로로 취득된 데이터셋들 간 체계화된 아카이빙을 위한 정규화된 SQL (Structured Query Language) 저장 포맷 개발

○ ASF예찰 데이터베이스 체계 설계

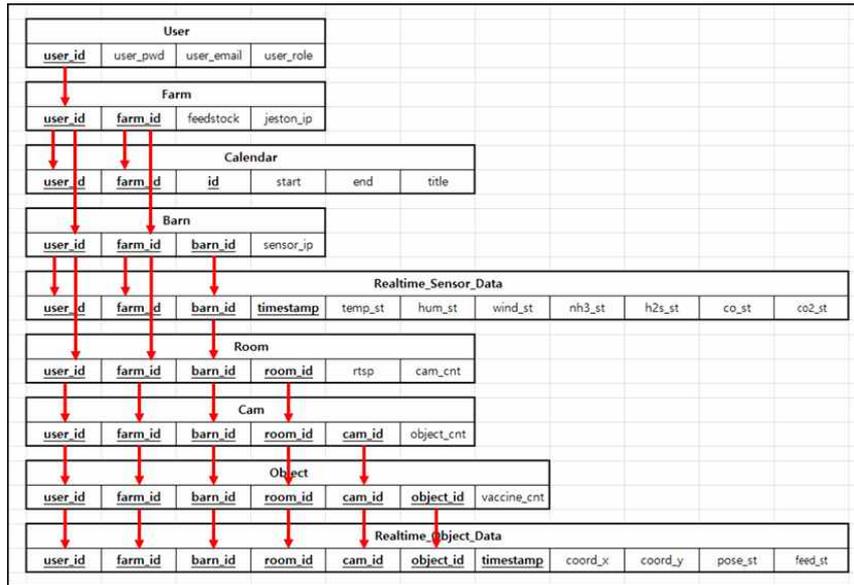
- 복합 데이터셋의 효과적인 관리를 위한 데이터베이스 운영 시스템 (DBMS, Database Management System) 설계
- ASF예찰 데이터베이스 설계 단계별 수행
 - 1) 요구사항 수집 분석: 각 데이터별로 어떤 기능들이 필요한지 분석
 - 2) 개념적 설계: 개체관계(ER, Entity Relation) 모델 다이어그램을 통해 요구사항을 개념적으로 표현
 - 3) 논리적 설계: 관계모델(Relation model)을 통해 개념적 설계를 논리적으로 표현
 - 4) 물리적 설계: 실제 디스크와 같은 물리 저장장치에 데이터를 저장할 수 있도록 표현

○ 데이터 복합수집기술 개발 진행상황

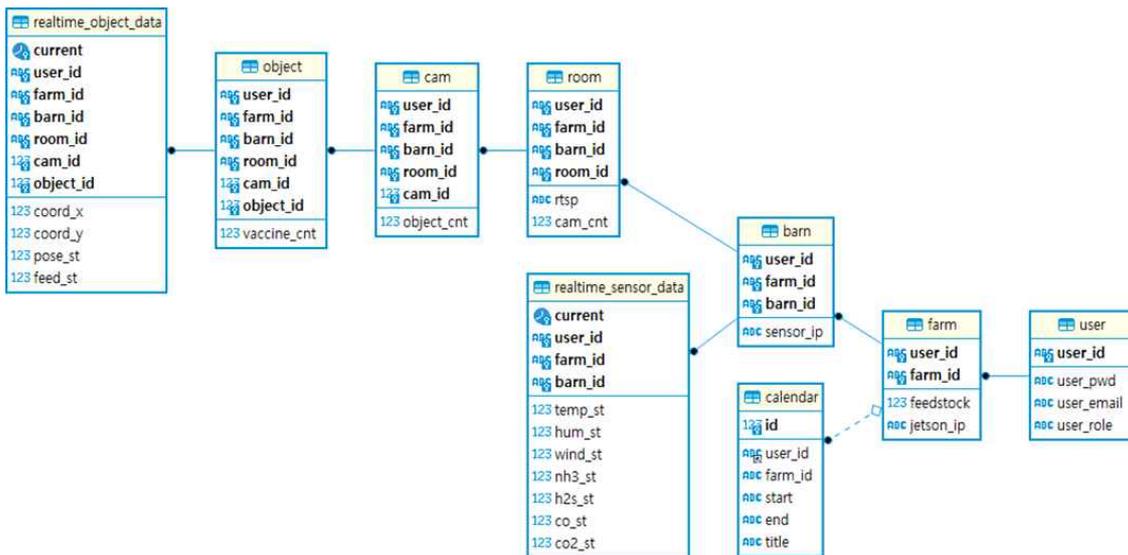
- AIoT 기반 영상데이터 실시간 스트리밍 체계 개발 완료
- MQTT 기반 농장 장치/데이터베이스간 데이터 교환 체계 개발 완료
- Web 인터페이스 기반 직접입력 체계 개발 완료

○ ASF예찰 데이터베이스 체계 설계 진행상황

- 데이터베이스 릴레이션 스키마 설계



[그림] ASF예찰 시스템의 데이터베이스 릴레이션 스키마 개요도



[그림] ASF예찰 시스템의 데이터베이스 ER 다이어그램 개요도

- 데이터베이스 ER 다이어그램 설계
- ASF 관련 데이터베이스 체계 명세서 작성 완료 (기술문서 별첨)

○ 테스트베드 농장 관리 목적의 일체형 서버 HW 및 SW 구축

- 1차년도에 개발된 AIoT 기반 기술 및 원포인트ASF 예찰시스템을 탑재할 수 있는 HW 스펙 정의
 - 원활한 AIoT 기술 기반 ASF 예찰 시스템의 작동을 위해 최적의 성능을 발휘할 수 있는 HW 스펙 정의 및 서버 구축
 - 최대 10개 농장이 연계된 네트워크 예찰 시스템의 실시간 구동이 가능한 수준의 워크스테

이선 급 HW 선정 및 설치

No	Role	OS	CPU	Mem	Storage	Pre-Requisite
1	모니터링 서버	Linux Debian 11.0 (64bit)	Intel XEON Gold 5122 @3.60GHz	32GB	500GB	-Go 1.13.8
2	웹 서버	Linux Ubuntu 18.04.6 LTS (64bit)	Intel XEON Gold 5122 @3.60GHz	32GB	500GB	-Docker 20.10.7 -nginx 1.21.3 -MySQL 5.7.35 -bootstrap 4.6.0 -Python 3.6. -bcrypt 3.2.0
3	분석 서버	Linux Ubuntu 18.04.6 LTS (64bit)	AMD EPYC 7282 @2.80GHz	128GB	2TB	- MySQL 5.7.35 - CUDA 11.1.1-1 - Deepstream 5.1 - gnu++14 - GStreamer 1.14.5 - opencv 3.2.0 - eigen3 3.3.4 - curl 7.58.0 - TensorRT 7.2.2 - libjson-glib-dev 1.4.2 - libgstrtspserver-1.0-dev 1.14.5
						GPU: GeForce RTX 3090 (GPU Memory: 24GB) * 2EA

- 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 객체 인식 딥러닝 모델 및 각종 알고리즘 등 AIoT SW 기술 서버내 탑재

- 자체 서버의 OS 및 하드웨어 스펙 등을 고려해 딥러닝 모델의 경량화 및 각종 알고리즘의 최적화 등을 고려한 SW 라이브러리 일체 제작
- 다채널 영상 원본 데이터 저장 환경 구축
- 다수의 환경센서 데이터 실시간 취득 및 아카이빙 환경 구축
- 디지털 소독필증 시범구현을 위한 차량, 탑승자 연계 농장방문이력 정보 관리 체계 구축
- 탑재된 SW의 검증을 통한 SW 운용 안정성 확보



[그림] 인트플로우 워크스테이션 사진

○ 정형/비정형 데이터 수집 및 공유를 위한 클라우드 분산 서비스 개발

- 1차년도에 개발된 아카이빙 기술을 바탕으로 상용 클라우드 서비스로의 ASF 예찰 데이터베이스 분산기술 개발

- Google Cloud Platform(GCP), Amazon Web Service(AWS), Microsoft Azure(Azure) 와 같은 안정성 높은 상용 클라우드 서비스로의 ASF 예찰 데이터베이스 분산 기술 개발을 통

한 외부 사용자(민·관)에게 공유할 수 있는 환경 마련

- 기 개발된 아카이빙 기술을 GCP, AWS, Azure의 각 클라우드 서버 환경에 최적화하여 ASF 예찰 데이터베이스의 저장 안정성 확보

- Python 기반 ASF 관련 데이터 공유용 Open API 인터페이스 설계

- 전세계 Open Source에서 가장 높은 사용비율을 차지하는 Python 언어 기반의 Open API 개발을 통해 ASF 예찰시스템의 응용화 가능성 제고
- Open API 항목, 기능, 입출력 인터페이스 정의 및 온라인 사용메뉴얼 작성



<공동연구기관(인플랩)>

(1) ASF 예찰 통합 상황판 플랫폼 개발

○ 시스템 상세 분석 및 계획 수립

- 질병 관리체계에 관한 선진 사례 벤치마킹

- 벤치마킹 분석을 통해 구현 전략 및 프로세스를 도출하기 위하여 ASF 예찰 통합 상황판과 유사한 목적 및 기능을 갖는 국립야생동물질병관리원의 '야생동물 질병 관리 시스템' 분석을 수행



[그림] 야생동물 질병 관리 시스템 (wadis.go.kr) 분석도

- 발생 현황 및 위치 등을 시각화, 수치화하여 대응 체계 구축에 도움이 되는 상황판 구축 계획
- 이에 사용자의 참여성을 증가시켜 기관 및 지자체에서 양돈 농가와 관리 권역에 직접 대응을 할 수 있는 시스템을 구축하도록 개발 방향성 확보

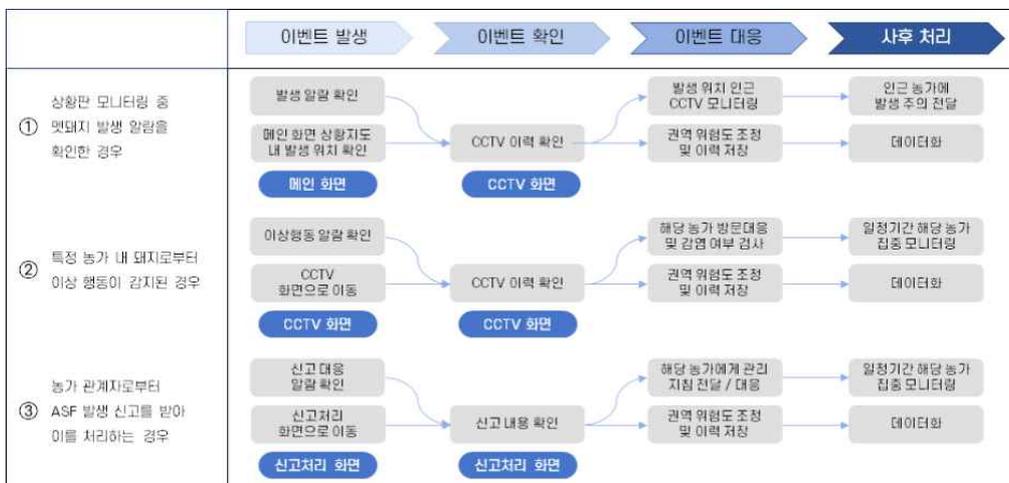
○ 시스템 운영환경 및 모듈 구축

- ASF 예찰 통합 상황판에서의 '정보'의 종류 및 범위를 정하고 기준에 따라 분류한 다음 각 정보의 구체적인 속성을 정의

- 기 구축된 데이터베이스 정보 간 연관성, 상하관계, 워터폴 구조 등을 파악하여 사용자 화면에 표현할 구조 설계
- 상황판에서 정보를 접하는 방법을 다각화하여 사용자에게 중요 정보를 전달하고 이에 쉽게 응답할 수 있도록 화면 설계 작성

- 시나리오 기반의 데이터 분석을 위한 데이터 프로세스 설계

- 고도화된 시나리오를 바탕으로 분석을 위한 프로세스 고도화
- 데이터 프로세스를 적용하기 위한 상황판 기획 및 디자인 고도화



[그림] 사용자 정보 전달 방법 및 서비스 흐름 구조도

○ 출입 내역 작성 및 소독 필증 발급 시스템 개발

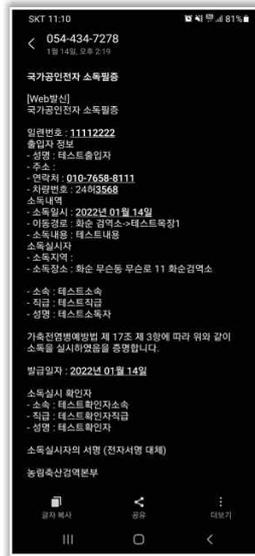
- ASF 기존 발생구역 및 핵심 대책구역 내 양돈 농가들의 외부 출입 통제
 - 지정된 ASF 주의 권역에 대하여 관련 기관이 체계적으로 관리하기 위한 시스템 도입 필요
 - 출입 내역을 관리하고 데이터베이스에 축적하여 감염 경로 역학 조사 등에 활용
- 외부 출입 관리 및 통제를 위한 출입 명부 시스템 개발
 - 허용된 외부 인원만 출입할 수 있도록 출입 내역을 권역 관리 기관에서 작성
 - 작성된 출입 내역은 인트플로우 데이터베이스에 저장되며 입력된 정보를 기반으로 소독 필증 발급을 하여 출입자에게 SMS로 전달

▪ 출입 내역 확인 및 작성



- 소독필증 일련번호 및 농장 정보 작성
- 출입자 정보 및 소독 정보 작성
- 돼지 열병 확산 시 저장된 내역을 통해 감염 역학조사에 활용

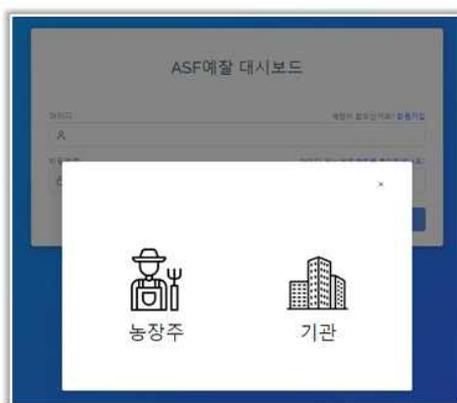
▪ 소독 필증 발급 예시



[그림] 출입 내역 작성 폼 및 실제 소독 필증 발급 테스트 예시

○ 서비스 이용자별 맞춤 기능 화면 제공

- 농가, 기관, 관리자 별 맞춤 서비스로 각 이용자에 적합한 이용방식을 제공
 - 농가에는 농장주 본인의 농가 관리 및 농가 내 ASF 의심 사항을 신고할 수 있는 기능 위주로 구성
 - 기관에는 관리 권역 선택 및 권역 위험도 열람, 방역활동 통계, 농가 신고사항 처리 등 ASF 전파 상황 전체를 관제하고 이에 대응하기 쉽게 도와주는 서비스를 제공
 - 관리자에는 농가와 기관 사용자의 서비스 이용을 도와주고, ASF 예찰 통합 상황판의 유지보수를 할 수 있도록 운영 지원에 관한 서비스 제공



[그림] 회원가입 시 농장주와 기관 구분

○ 시험운영 및 산출물 보완

- ASF 예찰 통합 상황판 시험운영 및 이용 테스트

- 서비스 흐름 단위의 분석을 진행하되, 정의된 사용성 분석 기준을 기반으로 흐름 단위별 시험 진행
- 관제화면에 가입하고, 서비스 이용 준비 및 전체 기능을 이용하는 과정에서의 분석 진행

- 주요 서비스 전개 및 전체 화면 표출에 맞는 상황판 메인화면 재구성

- 최종적으로 농가 및 기관이 직접 보지 않아도 되는 정보 정리
- 시각화 정보에 대해 우선순위 선정 및 이에 따른 메인화면 UI 개선
- 상황지도 POI 출력, 알람, 자동 목록 갱신 등을 통하여 중요 정보에 대해 여러 창구를 통하여 사용자에게 전달하도록 구성

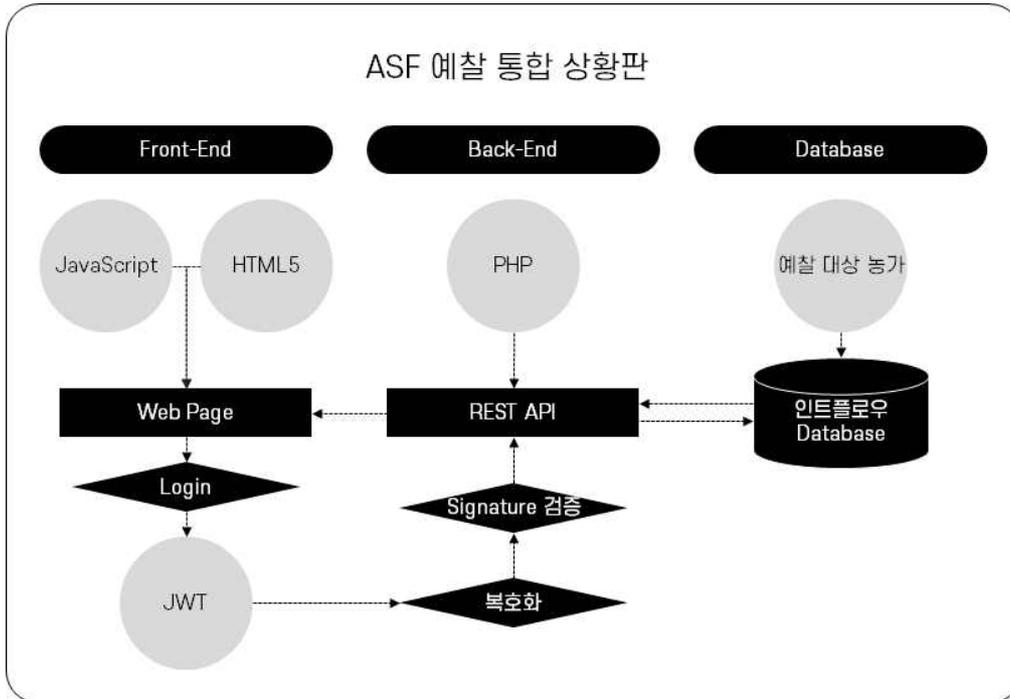


[그림] ASF 예찰 통합 상황판 메인화면 디자인

○ 1차년도 의견의 기반으로 개발한 내용 정리 및 개선점 도출

- 웹 서버, 클라이언트 개발 적용 기술 정리

- 시각화 처리와 대시보드의 효과 및 멀티 디스플레이 표출을 위한 HTML5 및 JavaScript를 이용한 Web Front-End 기반 반응형 대시보드 고도화
- Back-End 서버에 PHP를 도입함으로써 웹페이지의 Component화 및 생산성 향상
- 로그인 인증에 JWT(JSON Web Token)를 활용하여 로그인 인증 정보에 대한 무결성을 검증할 수 있는 hash 값을 비교하고 조작되지 않은 정상적인 인증 정보만 웹 페이지에 접근을 허용



[그림] ASF 예찰 통합 상황판 서버 아키텍처

- 현재 ASF 예찰 통합 상황판 클라이언트 지속 개선 및 유지보수 상황

- 웹 퍼블리셔 직군의 부재로 디자인적인 요소가 부족하여 웹 페이지 외관 요소에 대한 보충이 필요하며 현재 상황판 메인화면부터 하여 지속해서 개선 중
- 비동기 요청으로 서버로부터 받아오는 정보에 응답시간이 늦는 문제가 있어 이에 대해 비동기 요청 병렬방식 최적화 및 각 이력 및 목록 열람 기능에 대해 Pagination 형식으로 불러오게끔 변경 중

<공동연구기관(전남대학교)>

(1) 아프리카 돼지 열병 발생 및 전파요인

○ 국내의 아프리카 돼지열병

가) 국내 첫 발생 시기

- 2019년 10월 2일, 연천 신서면에 DMZ 안에서 야생멧돼지 패사체에서 국내 처음으로 아프리카돼지열병이 확인됨 (확진 2019년 10월 3일)

나) 역학 분석과 피해 사례

- 비무장지대 인근 접경지역으로 최초 유입
- ASF 바이러스는 모두 유전형II(Genotype II)->올타리는 ASF 확산 차단 또는 지연 효과

다) 역학 조사-중간결과(2019.10.2.~2020.4.30.)

ASF 발생(건수)	파주	연천	철원	화천	양구	고성	포천	계
2019년	10월	5	7	6	-	-	-	18
	11월	6	2	7	-	-	-	15
	12월	8	10	4	-	-	-	22
	소계	19	19	17	-	-	-	55
2020년	1월	27	20	2	34	-	-	83
	2월	22	45	3	73	-	-	143
	3월	17	94	1	77	-	-	189
	4월	11	52	6	38	3	3	115
	5월	1	8	-	10	-	-	19
	소계	78	219	12	232	3	3	549
총계	97	238	29	232	3	3	2	604

[표] 지역별, 월별 멧돼지 ASF 발생 현황

검사시료 건수	분석결과					
	합계	폐사체		포획		
		양성	음성	양성	음성	
총 247건(폐사체 117, 포획 130)	247	24	93	-	130	
발생지역	파주	14	1	3	-	10
	연천	51	10	15	-	26
	철원	9	-	2	-	7
	화천	61	13	34	-	14
	양구	58	-	14	-	44
	고성	6	-	3	-	3
	포천	7	-	4	-	3
그 외 지역	41	-	18	-	23	

[표] 20.4.29~5.6 검사현황

- 2019년 10월 2일부터 2020년 4월 30일까지 국립환경과학원은 역학조사반을 거쳐 역학조사 중간결과, 전국적으로 채취한 야생멧돼지 시료 16,809건 검사결과에서 585건 (약 3.5%)에서 ASF 바이러스가 검출됨
- 16개 시도 177개 시,군,구의 멧돼지 시료 중 파주,연천,철원,화천,양구,고성,포천 등

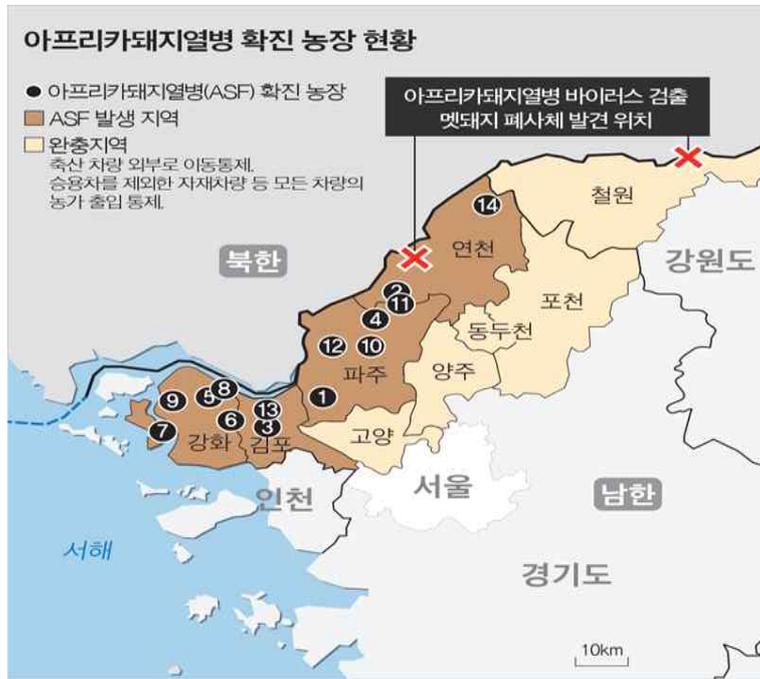
- 7개에서만 ASF 바이러스 양성으로 검출
- 지역별 검출율은 연천 230건(39.3%)과 화천222건(37.9%)이 제일 높고, 파주 96건(16.4%), 철원 29건(0.5%), 양구 3건(0.5%), 고성 3건(0.5%), 포천 2건(0.3%) 순으로 나타남
 - 유전자 분석 결과 국내 야생멧돼지에서 검출된 500여 건의 ASF 바이러스는 모두 유전형II로 확인됨. 유전형II는 동유럽에서 발생하여, 유럽과 중국, 러시아, 몽골, 베트남 등으로 전파 되었는데, 현재 국내 발생 바이러스와 동일
 - 야생멧돼지 ASF의 국내 유입경로는 러시아, 중국에서 유행 중인 ASF 바이러스가 비무장지대 인근 접경지역으로 유입된 것으로 추정
 - 발생지역들의 발생시점 등 최초 유입 및 확산 양상을 분석한 결과 철원, 연천, 파주는 모두 남방한계선 1km 내에서 발생이 시작됨
 - 올해 4월 처음 확진된 고성군도 남방한계선 근접 0.2km 지점에서 ASF 바이러스가 검출 되었으며, 올해 2월에 실시한 비무장지대 환경조사에서도 바이러스가 검출
 - 비무장지대를 출입하는 차량(20년 2월 5일, 파주)과 비무장지대 내 물웅덩이(20년 2월 13일, 양구)에서도 ASF 바이러스 유전자가 검출됨

라) 현재까지의 역학조사 2020년 11월 18일 기준

- 확진 농가 누적 기준 16건(파주5, 연천2, 김포2, 강화5, 화천2)
- 경기 9건: 파주 5(연다산동/9.16, 적성면/9.23, 파평면·적성면/10.2, 문산읍/10.3), 연천 2(백학면/9.17, 신서면/10.9), 김포 2(통진읍/9.23/10.3)
- 인천 5건: 강화 5(송해면/9.24, 불은면/9.25, 삼산면/9.25, 강화읍/9.26, 하점면/9.27)
- 강원 2건: 화천(상서면/'20.10.9/10.10)

연번	발생농장				비고
	발생지역	신고일자	확진일자	사육규모	
1	파주 연다산동	19.9.17	19.9.17	2,369	모든 폐사 5
2	연천 백학면	9.17	9.18	4,638	모든 폐사 1
3	김포 통진읍	9.23	9.23	2,119	모든 폐사 1, 유사산 4
4	파주 적성읍	9.23	9.24	2,273	모든 폐사 1, 유사산 2
5	강화 송해면	9.24(예찰)	9.24	388	예찰
6	강화 불은면	9.25	9.25	830	모든 폐사 2, 유산 1
7	강화 삼산면	9.25(예찰)	9.26	2	석모도/예찰
8	강화 강화읍	9.26	9.26	980	비육 폐사 1, 모돈식물1
9	강화 하점면	9.26	9.27	2,000	비육 폐사1,비출혈2
10	파주 파평면	10.1	10.2	2,400	모든 폐사1,식물4
11	파주 적성면	10.1(예찰)	10.2	18	예찰 양성
12	파주 문산읍	10.2	10.3	2,226	모든 식물4
13	김포 통진읍	10.2	10.3	2,800	비육 폐사4
14	연천 신서면	10.9	10.9	4,000	모든 식물4,유산2
15	화천 상서면	20.10.8(예찰)	20.10.9	940	모든 폐사,기립불능,식물
16	화천 상서면	10.10(예찰)	10.10	1,075	살처분 전 검사 모든 양성2

[표] 아프리카 돼지열병의 확진 농가 및 예찰에 대한 현황



[그림] ASF 확진 농장의 역학적 순서를 표기한 맵(Map)

시/군	전체		살처분		수매	
	농장	두수	농장	두수	농장	두수
2019	261	446,520	248	380,963	125	65,557
2020	5	4,077	5	4,077		
합계	266	450,597	253	385,040	125	65,577

[표] 국내 ASF 살처분 현황

ASF 발생(건수)		연천	철원	파주	화천	양구	고성	포천	인제	춘천	계
2019년	10월	7	6	5							18
	11월	2	7	6							15
	12월	10	4	8							22
	소계	19	17	19							55
2020년	1월	20	2	27	34						83
	2월	45	3	22	73						143
	3월	94	1	17	77						189
	4월	52	6	11	38	3	3	2			115
	5월	24		2	18		1	1			46
	6월	17			5			2			24
	7월	7			17			10			34
	8월	3	4		17	5		2	6	1	38
	9월	3			10	7		1	4	2	27
	10월	5	1		5	5			6		22
	11월				16	2			8	2	28
소계	270	17	79	310	22	4	18	24	5	749	
총계		289	34	98	310	22	4	18	24	5	804

[표] 야생 멧돼지 ASF 검출 현황

- 야생멧돼지에서 ASF 검출은 2020년 11월 기준 총 804건이었음
- 각 지역별로 연천289, 철원34, 파주98, 화천310, 양구22, 고성4, 포천18, 인제24, 춘천5건

	ASF 멧돼지 발생시군	최초 발견일	DMZ 내	민통선 내	민통선 외	소 계	비고
	인천 강화						멧돼지 없음
	경기 김포						멧돼지 없음
1	경기 연천	19-10-03	1	174	114	289	
2	강원 철원	19-10-12		21	13	34	
3	경기 파주	19-10-17		98	-	98	
4	강원 화천	20-01-18		22	288	310	광역 울타리 밖 4
5	강원 양구	20-04-01		3	19	22	
6	강원 고성	20-04-03		4	-	4	항체 검출
7	경기 포천	20-04-21		-	18	18	
8	강원 인제	20-08-14			24	24	
9	강원 춘천	20-08-26			5	5	
총 계	804	일평균 건수	2.02	1	322	481	804

[표] 지역별 아프리카 돼지열병 양성 개체 현황

- 국내 지역분포별 아프리카 돼지열병에 양성반응을 보인 개체는 총 804건이었음
- 5월 6일 강원 고성 포획 ASF 야생멧돼지(#606)에서 첫 항체가 검출되었음
- 6월 7일 강원 화천 파라호 ASF 야생멧돼지(#663) 호수 위 감염 개체 발견되었음

마) 발생 요인 파악

- 개요

- 사람이나 다른 동물은 감염되지 않고 돼지과(Suidae)에 속하는 동물만 감염됨
- 사육돼지와 유럽과 아메리카대륙의 야생멧돼지는 자연숙주로 기능함

- 발생요인

- 돼지가 죽어도 혈액과 조직에 바이러스가 존속하기에 감염동물의 조직을 포함한 바이러스와의 물리적 접촉으로 감염 발생
- 돼지 이외에 유일하게 Ornithodoros spp.에 속하는 물렁 진드기(soft tick)가 해당 바이러스를 보균함

바) 전파요인 규명

- 개요

- 크게 직접전파, 간접전파, 매개체 전파를 통하여 ASF의 전파가 이루어짐

- 전파 요인

- 감염성 있는 침, 호흡기 분비물, 오줌 및 분변에 바이러스가 대량 존재하기 때문에 감염 동물이 건강한 동물과 직접 접촉할 때 바이러스가 전파됨
- 바이러스의 강한 환경 저항성은 오염된 차량, 사료 및 도구 등 생체 접촉매개물(Fomites)에 의해 간접적으로 전파 가능함
- ASF 바이러스에 감염된 물렁진드기 같은 매개체가 돼지를 흡혈할 때 바이러스 전파됨
- ASF 전파에 있어 감염원(축산물 및 생축)의 이동 및 잔반 급이가 대다수를 차지하는 것으로 알려짐

- 전파요인에 관한 연구
 - 멧돼지 간 전파는 가족집단 내 얼굴 비빔, 잠자리와 먹이 공유, 수컷 간 경쟁, 암수 간 번식 시 접촉을 통해 일어남
 - 비빔목, 목욕장 등 멧돼지 생활환경이 감염 개체의 분노나 타액으로 오염될 경우도 바이러스 전파
 - 멧돼지가 감염 폐사체 냄새를 맡거나 주변 흙은 파헤치거나 폐사체에 생긴 구더기 섭취 과정에서도 감염

- 국내 전파요인에 관한 연구
 - 국내 유입경로는 하천, 매개동물, 사람 및 차량 등의 가능성
 - 국내 유입 이후 발생지역 내에서 전파 경로는 감염된 멧돼지 또는 폐사체 접촉으로 판단
 - 기존 발생지역보다 7~33km 떨어진 곳에서 새로 발생한 화천군 풍산리, 연천군 부곡리, 양구군 수인리 등 일부 사례는 수렵활동이나 사람, 차량 이동 등 인위적 요인의 영향으로 추정되며 2003년 독일에서 조사된 자료에 의하면 수렵이 자연전파보다 최대 7배 이상 확산 유발(출처: Wildlife biology 9(Suppl 1),2003년 1월)
 - 울타리가 멧돼지의 ASF 확산을 차단 또는 지연하는 효과가 있다고 알려짐
 - 파주, 연천, 철원, 화천 지역의 ASF는 올해 4월 30일까지 설치된 18개의 2차 울타리 내에서 검출
 - 접경지역을 동서로 가로지르는 광역 울타리가 약 99.5%의 차단 효과(2020년 4월 30일까지 검출된 585건 중 광역울타리 내에서 582건(99.5%) 검출)

○ 국외의 아프리카 돼지열병

가) 국외 ASF 발생 현황

- 최초 보고

- 1921년 아프리카 케냐에서 최초 보고된 이후 주로 아프리카지역 풍토병(endemic)으로 발병

- 국가적 전염병단계(epidemic)으로의 진입

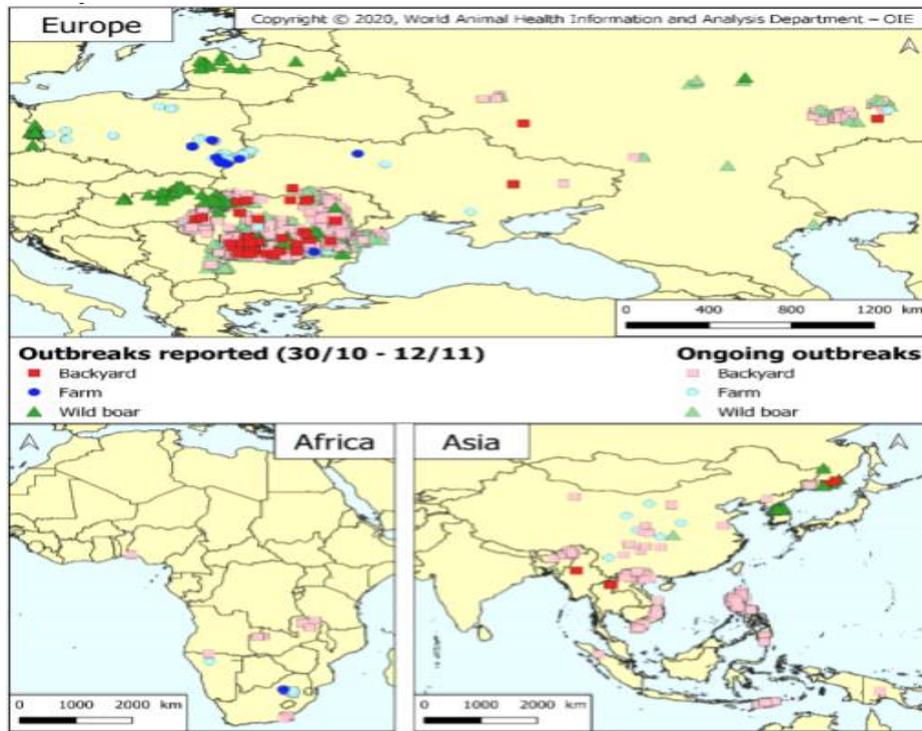
- 1957년 아프리카 앙골라 지역에서 포르투갈로 최초 유입 이후 유럽 전역에 확산
- 2007년부터 아프리카, 아시아, 유럽 등 여러 나라들에서 보고되기 시작
- ASF의 국가 간 확산에 대한 매우 높은 잠재력은 2007년 코카서스에서의 발병, 러시아에서 동부유럽으로 점진적인 전파로 입증
- 2018년 8월 아시아 최초로 중국에서 발생한 이후 2019년에 들어 몽골, 베트남, 캄보디아 등 아시아 국가로 확산

- 국내로의 유입

- 2019년 10월, 국내 최초 보고 후 산발적으로 발생

나) 국외 ASF 발생으로 인한 피해

- 중국에서 ASF 발생 후 돼지고기값이 40% 넘게 오르는 돼지고기 파동을 겪음
- 중국 정부의 발표에 의거, ASF 발생으로 인한 직접 피해액만 1400억 달러(약 168조 원)에 이르는 것으로 추산
- 2020년 9월에는 독일에서 ASF가 발병하여 비EU 국가로의 돼지고기 수출을 중단하기도 함



[그림] 아프리카 돼지열병(ASF) 발생 지역분포 대륙별 현황

	국가
유럽(9개국)	독일, 헝가리, 라트비아, 몰도바, 폴란드, 루마니아, 러시아, 세르비아, 우크라이나
아시아(12개국)	중국, 인도, 인도네시아, 한국, 북한, 라오스, 미얀마, 파푸아뉴기니, 필리핀, 러시아, 동티모르, 베트남
아프리카(4개국)	나미비아, 나이지리아, 남아프리카 공화국, 잠비아

[표] 최근(2020년 10월 30일~ 11월 12일) 아프리카 돼지열병 발생 현황(출처:OIE)

다) 발생 및 전파요인

- 전파 방식

- 직접 전파
 - ✓ 감염된 동물이 건강한 동물과 접촉할 때 발생
 - ✓ 감염성 있는 침, 호흡기 분비물, 오줌과 분변에 바이러스가 다량 존재
 - ✓ 돼지가 죽은 후에도 혈액과 조직에 바이러스 존속 가능하여 감염 동물 조직을 포함하고 있는 열처리하지 않은 잔반을 돼지에 급여하면 신속히 전파
 - ✓ 부검 또는 돼지들끼리 싸우는 중 흘린 피, 혈액 섞인 설사 등으로 인해 환경에 바이러스 대량 오염 가능
- 간접 전파
 - ✓ 환경에 저항성이 강한 ASFV가 오염된 차량, 사료 및 도구 등 비생체 접촉매개물(fomites)에 의해 바이러스 전파
 - ✓ 장거리 간접전파 방법 중 한 가지는 열처리하지 않은 돼지고기 산물로 오염된 잔반을 돼지에 급여하는 관행
 - ✓ 덜 조리된 돼지고기, 건조·훈연·염장 처리된 고기, 혈액, 돼지에서 유래한 사체잔반(carcaass meal) 등을 돼지에 급여
- 매개체 전파

- ✓ ASFV에 감염된 Ornithodoros spp. 물렁진드기가 돼지를 흡혈할 때 돼지에 바이러스를 전달
- ✓ 감염된 진드기는 또한 짹짹기나 자궁내감염 등을 통해 다른 진드기나 자손 진드기에게 바이러스를 전달
- ✓ 돼지우리에 살면서 ASFV를 유지하고 전파하는 물렁진드기의 역할은 아프리카와 이베리아반도에서 자주 증명된 바 있음
- ✓ 모기나 무는 파리 같은 흡혈곤충도 ASFV를 기계적으로 전파할 수 있을 것임

- 역학적 전파 요인

- 남은 음식물 특히 항공기나 선박의 주방 쓰레기에서 유래한 음식물 쓰레기는 ASF의 국제 전파에서 감염원으로 큰 문제가 되고 있음
- 감염된 돼지고기를 대량으로 포함하고 있는 음식물 쓰레기는 전파원이 될 가능성이 높기 때문에 지금까지의 이 질병 발생의 대부분의 원인이었던 것으로 추정
- ASFV는 오랫동안 보존된 고기에 생존하는데 ASF로 인해 폐사한 돼지의 고기를 돼지에 주는 것이 문제를 유발함
- 사하라 이남의 아프리카 전역에 서식하는 사막흑멧돼지와 물렁진드기(Ornithodoros moubata) 사이 감염 고리에서 바이러스 전파를 보였음



[그림] 국가별 ASF 발생 원인 모식도 (출처: 농림축산검역본부)

(2) 법정 주요 전염병 발생 농장 및 비발생농장 차이점 비교/분석

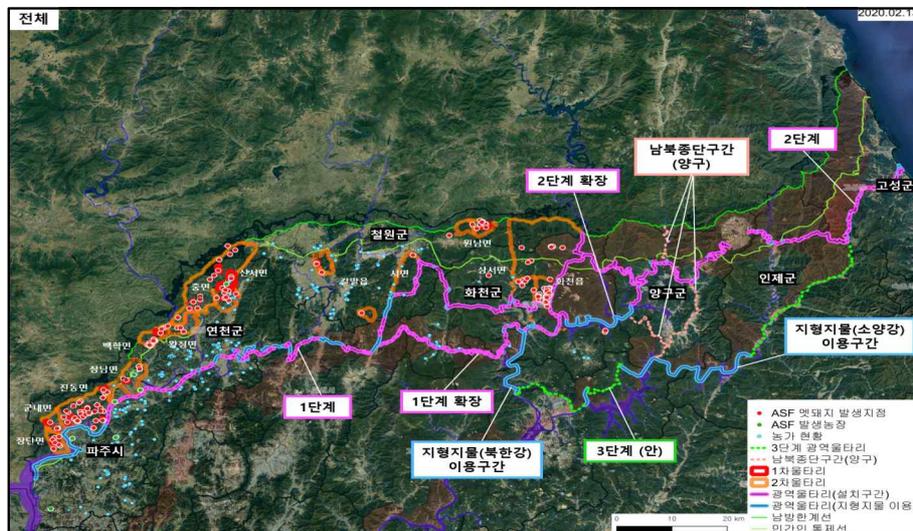
○ 법정 주요 전염병 발생농장의 특징

- 아프리카 돼지열병의 경우, 우리나라에 신규 도입된 재난형 가축전염병으로서 전세계적으로 문제를 유발하고 있으며 앞으로 국내에서도 큰 문제를 일으킬 가능성이 높아 새로운 법정 전염병의 신규 유입경로 측면에서 다각도적인 역학적 분석을 위해 법정 주요전염병으로 해당 보고서에서 선정함
- 구제역의 경우, 현재 비교적 우리나라에서 이전부터 비교적 데이터 수집이 많이된, 즉 이를 통해 농장 내에서 발생과 관련된 인과관계가 뚜렷히 규명된 가축전염병으로서 신규 도입보다는 기존 발생과 관련하여 이후 확산 및 전파의 역학적 상관성 규명에서 중요한 가축전염병으로 판단되어 해당 보고서에서 법정 주요전염병으로서 분석을 실시
- 조류 인플루엔자의 경우, 해당 유입 및 전파 경로가 철새에의해 유발되는 계절적 특성이 비교적 명확히 알려져있고, 그 유입 경로가 육로가 아닌점으로 고려하여 해당 보고서에서 법정 주요전염병으로서 농장에 대한 분석은 실시하지 않음

- 그러나, 조류인플루엔자에 대한 분석을 실시하지 않은 까닭은 해당 가축전염병의 중요성이 낮음을 의미하는 것이 아닌 발생 농장에서의 신규 도입적 측면이 비교적 잘 알려져있고 단순한점을 고려하여 해당 보고서에서만 제외 되었음을 인식할 필요가 있음

가) 아프리카돼지열병 발생농장

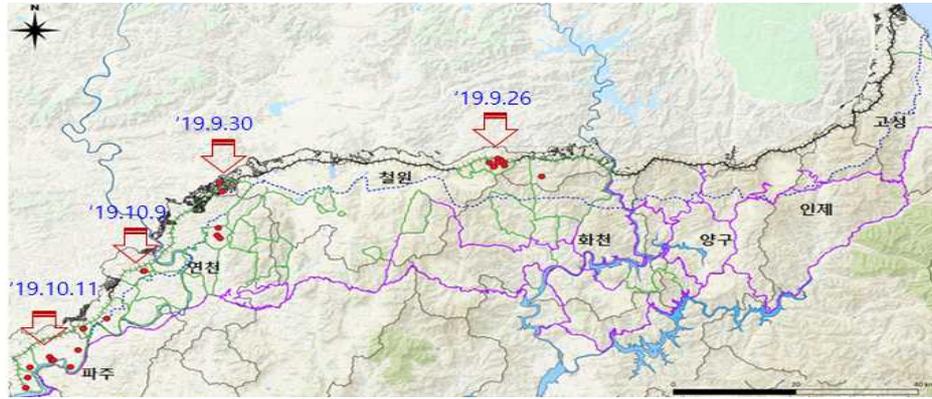
- 2020년 5월 7일 기준, 16개 시도 177개 시·군·구의 멧돼지 시료 중 파주, 연천, 철원, 화천, 양구, 고성, 포천 등 7개에서만 아프리카돼지열병 바이러스 양성으로 검출됨
- 국내에서 아프리카돼지열병은 러시아, 중국에서 유행 중인 ASF 바이러스가 야생멧돼지를 통해 비무장지대 인근 접경지역으로 유입된 것으로 추정
- 발생지역들의 발생시점 등 최초 유입 및 확산 양상을 분석한 결과 철원, 연천, 파주는 모두 남북한계선 1km 내에서 발생이 시작
- 올해 4월 처음 확진된 고성군도 남북한계선 근접 0.2km 지점에서 ASF 바이러스가 검출되었으며, 올해 2월에 실시한 비무장지대 환경조사에서도 바이러스가 검출됨
- 비무장지대를 출입하는 차량(20년 2월 5일, 파주)과 비무장지대 내 물웅덩이(20년 2월 13일, 양구)에서도 ASF 바이러스 유전자가 검출됨



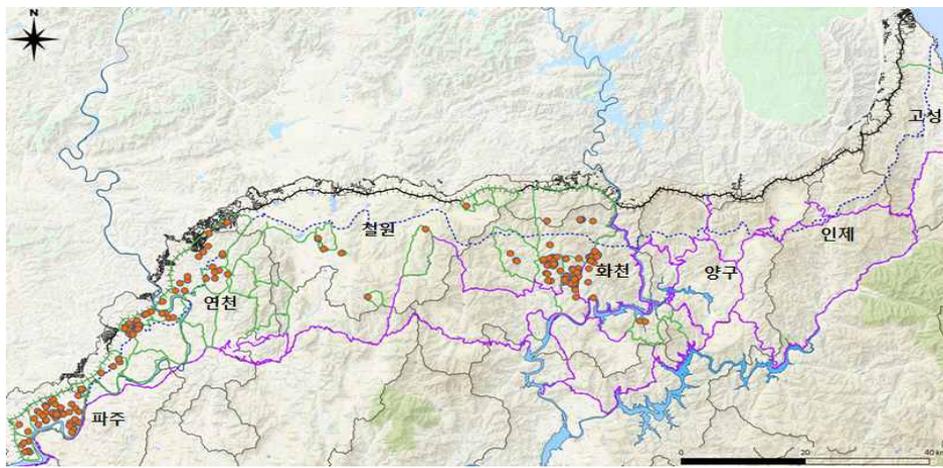
[그림] 아프리카 돼지열병에 대한 3단계 광역 울타리 설치 계획



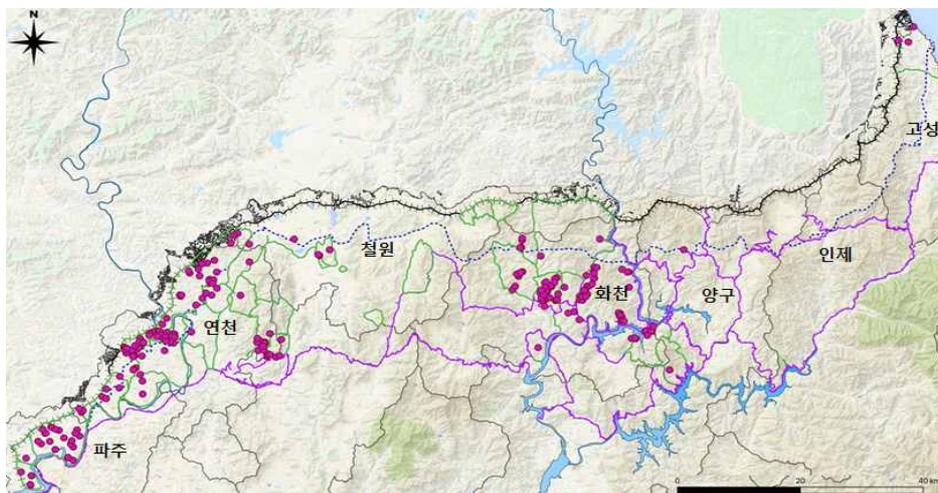
[그림] 국내 야생멧돼지에서 나타난 아프리카돼지열병 신규 양성 검출현황



‘19년 10월~11월
: 유입초기 남방한계선 및 민통선 주변에서 발생



‘19년 12월~’20년 2월
: 철원, 화천지역 민통선 밖 장거리 전파 및 확산



‘20년 3월~4월
: 연천지역 민통선 밖 장거리 전파 및 고성지역 신규발생

[그림] 국내 아프리카돼지열병 발생의 시기별 농장의 알려진 역학적 전파 경로

나) 구제역 발생농장

- 발생 현황

- 2000년 3월 경기도 파주시 파평면에서 구제역이 발생, 경기도 파주, 화성, 용인, 충북 충주, 충남 홍성, 홍성, 보령 등 6개 지역 15개 농가에서 발생
- 발생 원인은 수입건초와 해외여행객의 신발, 휴대 축산물을 통해 전파된 것으로 추정
- 2002년 5월 경기도 안성 젓소에서 구제역이 발병되어 총 16건이 발생, 2000년과 다르게 돼지를 중심으로 질병이 확산됨
- 발생 원인은 외국인 근로자가 해외의 구제역 바이러스를 국내에 전파한 것이 원인으로 추정
- 2010년 1월 경기도 포천 젓소 농장에서 의심축이 발생하여 살처분, 포천, 연천 두 개 시. 군에서 6건이 발생, 동년 4월부터 5월까지 김포, 충주, 청양 등 4개 시, 군에서 11건이 발생
- 2010년 11월 경북 안동시에서 구제역 의심축이 신고되어 양성으로 확인된 후 2011년 5월까지 최종 발생하여 제주도와 전남, 북을 제외한 전국 11개 시,도, 75개 시,군,구에서 발생
- 2014년 7월 경북 의성군 돼지 사육농장에서 의심축이 신고되었고 고령군, 경남 합천에서 의심군이 신고됨
- 가축 이동제한 해제 이후 2014년 12월 충북 진천군에서 구제역이 다시 발생하여 천안, 청주, 괴산, 의성, 안동, 홍성 등 8개 시,도, 37개 시,군으로 구제역이 확산됨

- 발생지역 분포

- 2014년 말부터 2015년 3월 8일까지 돼지 농장의 구제역 발생 건수는 총 126건으로 구제역 발생 건수는 경기도가 32.5%로 가장 많았으며, 충청남도가 31.0%, 충청북도가 28.6%, 경상북도가 4.8%, 강원도 3.2%를 각각 차지하고 있음
- 통계청 가축사육동향조사의 돼지 사육농가의 지역별 분포에 의하면, 경기도가 18.5%를 차지하여 사육농가 수가 가장 많았으며, 다음으로 충청남도(17.6%), 전라남도(16.1%), 경상남도(12.2%), 전라북도(10.9%), 경상북도(9.8%) 등의 순으로 많음
- (1) 사육 두수나 (2)농장주의 경력과 (3)연령과 구제역 발생률과의 상관관계는 미미한 것으로 파악됨
- 구제역 발생농장의 사육 유형을 보면, 사육 농가와 비육 농가가 각각 58 농가로 46.0%를 차지하고 있고, 번식 농가가 3.2%를 차지하고 있음
- 특히, 우리나라의 돼지사육 유형 비율을 고려하면, 자돈을 구입하거나 위탁받아 돼지를 사육하는 비육 농가의 구제역 발생 비율이 높은 것으로 나타남
- 구제역 발생농장 중 66%의 농장에서 다른 동물을 사육하는 것을 조사되었으며 농장 주변에 주로 출현하는 야생동물은 고라니, 고양이, 쥐, 조류, 토끼 등이었고, 이 중 멧돼지, 고라니, 노루 등은 우제류에 속하는데 고라니의 경우 구제역 발생 농장의 56%에서 출현하였음
- 2014~2015년 구제역이 발생한 농장 중에서 46%의 농장은 과거에도 구제역이 발생한 것으로 조사됨
- 농장에서 폐사한 돼지는 주로 교반기, 퇴비사 등에서 처리되는 것으로 조사됨
- 거름으로 활용한다는 농장 비율이 74.1%를 차지하고 있으며, 폐사축 처리기 이용 농장은 11.2%, 가축의 먹이로 활용하거나 매립한다는 농장은 각각 5.2%를 차지하고 있다. 기타 소각장, 염산소독기 등으로 처리되는 비율은 4.3%로 조사됨
- 폐사축의 70% 이상이 거름으로 활용되는 것으로 보아 거름내에 구제역 바이러스가 잔존할 가능성이 있을 것으로 의심됨
- 구제역 발생 농장에서 이용 중인 차량의 수는 평균 2.12대였으며, 최소 1대 에서 최대 17대인 것으로 나타남
- 축산차량 등록이 확인 가능한 29농장 중 (98농장 중 69농장은 확인 불가), 1대만 등록된 농장은 7곳이었으며 차량을 등록하지 않은 농장은 22곳으로 나타남. 29개 농장의 축산차량 등록률을 산출한 결과, 평균 14.5%로 매우 낮게 나타나, 효율적인 방역체계 구

축을 위해 등록 차량의 정보를 활용하기에는 아직까지 미흡한 실정

- 차량 소독은 농장에서 실시하고 있으며, 운전자도 차량 소독을 실시하는 경우도 상당수 있는 것으로 나타남
- 전자에 대해서는 전신소독, 손소독, 신발소독을 실시하는데, 전신소독의 경우 발생 농장 중 35.7%(나머지 무응답)로 조사되었고, 손소독 실시농장은 22.2%, 신발소독 실시 농장은 28.6%로 조사

○ 발생 농장을 통해 본 법정 주요전염병 비발생 농장의 차이점

가) 아프리카 돼지열병

- 농장 인근 울타리 설치

- 아프리카 돼지열병의 비 발생농장에 대한 공통적 요소를 분석한 결과, 인근에 ASF 감염 멧돼지가 출현한 경우에 멧돼지 행동권, 주변 지역의 지형특성 및 서식범위 등을 고려하여 철제 울타리를 설치했었다는 특징이 있었음
- 철제 울타리의 경우 대개 높이는 1.5m 정도로 확실한 야생 멧돼지의 이동을 차단할 수 있었으며, 야생 멧돼지 군집간 혹은 지역간 이동을 차단하여 질병의 확산을 효과적으로 예방할 수 있었음
- 또한 농장에 설치한 울타리의 경우, 2차 울타리에 해당된다면 지자체별로 실명관리제를 통해서, 광역 울타리의 경우 국립생태원을 유지관리 전담 기관으로 지정하여 지역주민을 고용해 유지관리 또한 수행되고 있었음
- 이는 농장 사이의 아프리카돼지열병의 확산을 차단 혹은 지연하는 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 올해 4월 30일까지 설치된 파주, 연천, 철원, 화천 지역의 18개 2차 울타리 내에서 주로 아프리카돼지 열병이 발생한 점에 미루어 효과적인 차단방역 기능을 수행하는 것으로 입증됨
- 접경지역을 동서로 가로지르는 광역 울타리가 설치된 경우, 약 99.5% 차단 효과가 있는 것으로 알려짐

- 농장 내 소독

- 북한과의 접경지역에 있는 양돈 농장 256호에 대해 중앙사고 수습본부의 모돈사 소독 실태를 점검한 결과 모든 농장에서 적절한 소독 장비를 착용하고 모돈사를 철저히 소독하는 것이 확인되었음
- 이는 지자체와 한돈협회의 협조로 농장종사자가 적절한 소독장비(방역복·장갑·장화·모자)를 착용하고 모돈사에 대한 소독작업 사진을 제출하면, 시군 담당자와 한돈협회 지부장 등이 미흡 사항에 대해 개선을 요청하는 방식으로 지속적인 점검·지도가 이루어진 결과 이룩된 사항임
- 모돈사는 다수의 농장관계자 출입, 잦은 기자재 반출입 등으로 오염원 유입 우려가 크며, 올해 발생한 화천의 두 농장 모두 모돈사 내의 돼지에서 아프리카돼지열병이 발생하였던 전례가 있었음
- 이러한 소독의 중요성을 인지하고 있는 중앙사고수습본부는, 10월 20일에 경기·강원 북부 11개 시·군*에 수색인력 455명(환경부 수색팀 318, 군(軍) 인력 137)과 소독인력 102명을 투입하여 농장 외 야생멧돼지 폐사체 수색과 환경 소독을 추가적으로 실시하였음

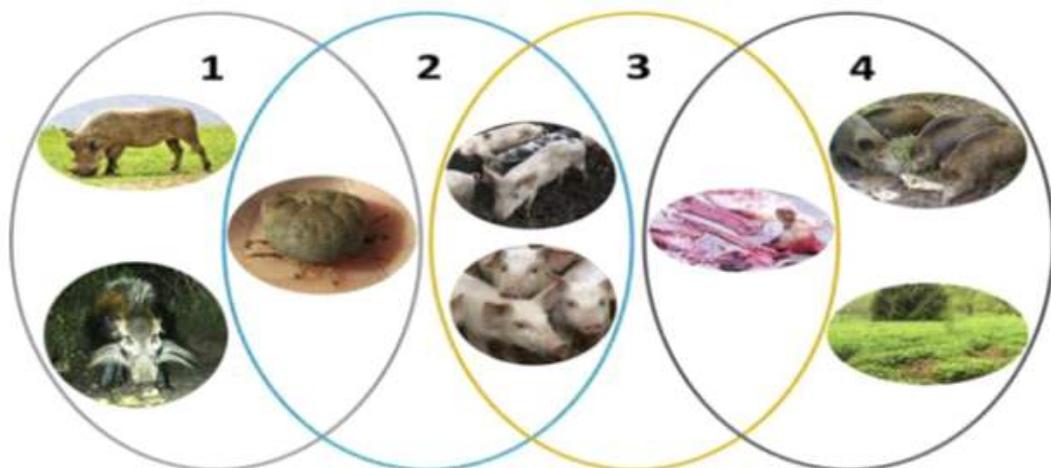
나) 구제역

- 구제역의 경우, 해외 유래의 유입(수입건초, 해외여행객의 신발, 휴대 축산물 등)을 통해서 이루어지고 있는 것으로 알려져 있고 이와 관련되어 특히 구제역 발생 농장의 경우 수입산 사료 등에 의한 발생 가능성 존재함. 특히 사육, 비육관련 농가에서 그 발생율이

- 높은 것을 고려한다면 다량의 사료를 급여해야 하는 상황에 놓일 가능성이 높으며 비교적 값이 저렴한 수입산 사료 이용 시 가능성은 좀 더 높을 수 있음.
- 구제역으로 폐사한 70%의 폐사축은 거름으로 쓰이고 있다는 보고에서 비발생 농장과 발생 농장에서 유의한 차이로 구제역 사망 폐사축의 재활용 여부와 관련한 문제도 고려할 대상이 될 수 있음
 - 축산차량 등록제를 준수하지 않는 경우에도 비교적 그 전파와 관련하여 역학적 추적 및 사전 차단방역 조치를 불가능하게 만드는 하나의 농장 유래 장애요인이 될 수 있음이 나타남. 이는 궁극적으로 농장간의 알 수 없는 경로로의 지속적인 전파를 야기하는 요인이 될 수 있음
 - 농장 내 소독의 중요성이 강조되고 있으나, 미흡한 소독 및 부적절한 소독 실시와 관련된 양상 또한 나타났으며 심지어는 발생 농장에서의 재발생과 같은 문제 또한 잦은 빈도로 발생하였음. 이는 발생 이후에도, 위와 같은 기본적인 소독 사항들이 지켜지지 않을 가능성을 내포하고 있으며 관련된 효과적인 농장 교육의 부재 및 권고사항에 대한 농장의 협조도의 부재 고려할 수 있음
 - 추가적으로 구제역의 경우, 현재 국내에서 백신 접종을 실시하고 있으므로 농장에서 구제역 백신 접종에 의한, 백신 접종 유형 구제역이 발생가능하며 이에 대한 긴급행동지침(SOP)이 마련되어 있음

(3) ASF 예방을 위한 발생관련 요인 분석 및 제거방안 마련

○ 아프리카돼지열병(African swine fever, ASF)의 발생 관련 요인 분석



[그림] 네 가지 주요 ASF 전파 사이클과 감염 요인들. 1) 야생 사이클, 2) 연진드기와 가축돼지, 3) 가축돼지와 식육제품, 4) 멧돼지와 사체/환경오염 요인

※ 출처: Chenais et al. 2018, Emerging Infectious Diseases. 24:810-812

가) 직접전파

- 직접전파는 감염된 동물이 건강한 동물과 직접 접촉할 때 발생한다. 감염된 동물의 타액과 분변, 혈액, 호흡기 분비물, 오줌과 분변에 바이러스가 대량 존재하기 때문에 이러한 물질과 접촉하면 효과적으로 전파
- 부검 중 또는 돼지들끼리 싸우는 중에 흘리는 피, 혈변 등으로 인해 환경에 바이러스가

대량으로 오염될 수 있음

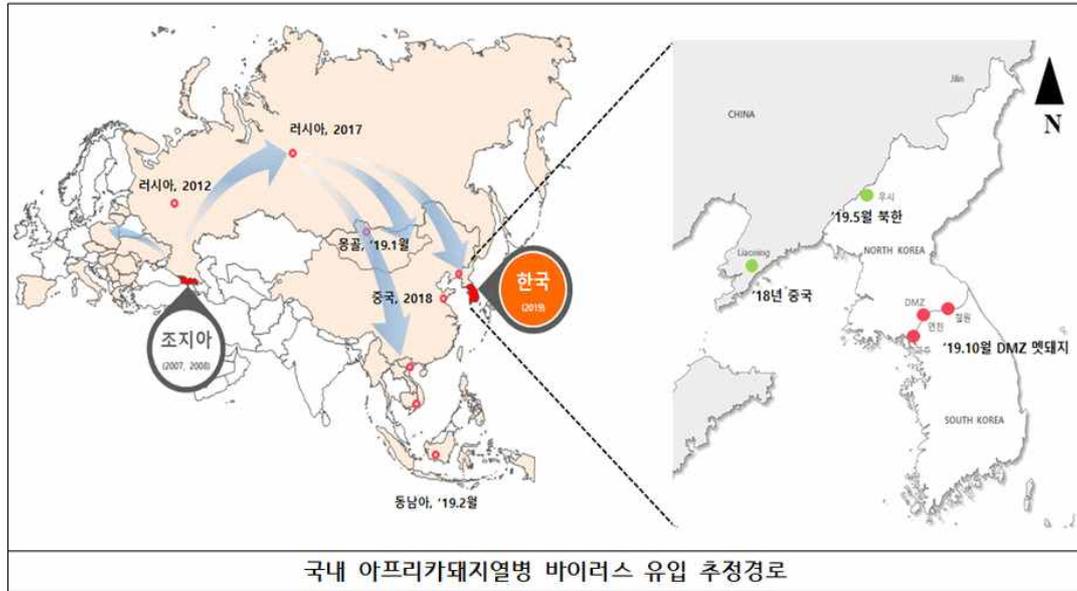
- 돼지가 죽은 후에도 혈액과 조직에 바이러스가 존재할 수 있기 때문에 감염동물 사체의 관리에도 주의를 기울여야 함
- ASF virus는 공기전파 등의 감염사례가 보고된 적이 없으며, 다른 바이러스에 비해 전파 경로가 뚜렷하여 방역 관리를 잘한다면 비교적 쉽게 막을 수 있음
- **직접전파에서 야생멧돼지의 역할**

ASF 발생(건수)		연천	철원	파주	화천	양구	고성	포천	인제	춘천	계
2019 년	10월	7	6	5							18
	11월	2	7	6							15
	12월	10	4	8							22
	소계	19	17	19							55
2020 년	1월	20	2	27	34						83
	2월	45	3	22	73						143
	3월	94	1	17	77						189
	4월	52	6	11	38	3	3	2			115
	5월	24		2	18		1	1			46
	6월	17			5			2			24
	7월	7			17			10			34
	8월	3	4		17	5		2	6	1	38
	9월	3			10	7		1	4	2	27
	10월	5	1		5	5			6		22
	11월				16	2			8	2	28
소계	270	17	79	310	22	4	18	24	5	749	
총계		289	34	98	310	22	4	18	24	5	804

[표] 야생멧돼지 ASF 검출 현황

- 멧돼지 간 전파는 가족집단 내 얼굴 비빔, 잠자리와 먹이 공유, 수컷 간 경쟁, 암수 간 번식 시 접촉을 통해 일어남
- 국내 야생멧돼지에서 ASF 검출은 2021년 3월 기준 총 1,281건이었음
- 5월 6일 강원 고성 포획 ASF 야생멧돼지(#606)에서 첫 항체가 검출되었음
- 6월 7일 강원 화천 파라호 ASF 야생멧돼지(#663) 호수 위 감염 개체 발견되었음
- 2012년 7월, 멧돼지에 GPS를 달아 야생멧돼지의 활동 반경을 조사한 국내 연구는 수렵과 포획이 금지된 오대산에서 하루 행동권이 최대 2.38km²에 이르는 것으로 조사되었음
- 기존 발생지역보다 7~33km 떨어진 곳에서 새로 발생한 화천군 풍산리, 연천군 부곡리, 양구군 수인리 등 일부 사례는 수렵 활동이나 사람, 차량 이동 등 인위적 요인의 영향으로 추정되며 2003년 독일에서 조사된 자료에 의하면 수렵이 자연 전파보다 최대 7배 이상 확산 유발(출처: Wildlife biology 9(Suppl 1), 2003년 1월)
- 야생멧돼지를 통한 ASF의 국내 유입경로는 러시아, 중국에서 유행 중인 ASF 바이러스가 비무장지대 인근 접경지역으로 유입된 것으로 추정
- 야생에서 돼지는 고열로 몸 상태가 불편해지면 이동하지 않고 은신처를 찾아 그 자리에 머무는 특성이 있다. 이 경우 감염된 돼지에 남아 있는 바이러스는 멀리 확산하지 않고, 돼지가 폐사한 뒤에는 그 자리에서 스스로 소멸하기도 함
- 발생지역들의 발생 시점 등 최초 유입 및 확산 양상을 분석한 결과 철원, 연천, 파주는 모두 남방한계선 1km 내에서 발생이 시작됨
- 비무장지대를 출입하는 차량(20년 2월 5일, 파주)과 비무장지대 내 물웅덩이(20년 2월 13일, 양구)에서도 ASF 바이러스 유전자가 검출됨

- 야생멧돼지를 통한 아프리카돼지열병 바이러스의 국내 유입



[그림] 국내 아프리카돼지열병 바이러스 유입 추정경로(출처: 환경부)

- 환경부는 국내 야생멧돼지들에 발생한 아프리카돼지열병이 북한에서 비무장지대를 넘어 유입됐다는 잠정 결론을 내림
- 2007년 유럽의 조지아에서 처음으로 유전형 II의 아프리카돼지열병 바이러스가 유행하였으며, 조지아에서 유래한 유전형 II 바이러스는 2018년까지 점차 서유럽 및 러시아로 전파된 것으로 파악
- 국립환경과학원은 확인된 585건의 바이러스가 모두 동유럽인 조지아공화국(2003)·러시아(2017)·체코(2017)·벨기에(2018)·중국(2018)·북한(2019)에서 발견된 바이러스와 동일한 '유전자II형'으로 확인됐다고 밝힘
- 2019년 5월 북한에서 발병했을 때 어떤 유형의 바이러스가 나왔는지는 국제적으로 보고되지 않았지만, 유라시아 대륙에서 북한으로 유입된 바이러스가 다시 한국으로 전파됐을 가능성이 있는 것으로 추정

나) 간접전파

- 환경에 저항성이 강한 ASFV가 오염된 차량, 사료 및 도구 등 비생체접촉매개물 (fomites)에 의해 바이러스가 전파될 수도 있음
- 최근 유럽에서 발병한 아프리카돼지열병은 가축 수송차량이 바이러스 전파 원인 중 첫 번째로 꼽혔음
- 장거리 간접전파 방법 중 한 가지는 열처리하지 않은 돼지고기로 오염된 잔반을 돼지에 급여하는 관행이다. 덜 조리된 돼지고기 건조, 훈연, 염장 처리된 돼지고기, 혈액, 돼지에서 유래한 사체잔반(carcass meal) 등을 돼지에 급여하면 질병이 전파될 수 있음
- 조사나 방역을 위해 움직이는 관계기관 공무원, 취재기자 등도 전파매개체가 될 수 있음
- 오염된 음식물로 인한 간접전파
 - 아프리카 풍토병이었던 ASF가 1960년대 처음 유럽에 전파된 이유도 아프리카를 향해 가고 돌아온 선박에서 나온 잔반을 돼지 농가의 먹이로 제공했기 때문임
 - ASF virus는 훈연, 건조한 돼지고기에서도 1년 가까이 살아남을 수 있어 육포나 식품을 통한 감염이 매우 큰 위협이 됨
 - 냉동 고기에서는 무려 1,000일, 4℃ 보관한 혈액에서는 540일 생존
 - 일반적인 환경에서 반감기는 9일에서 최대 2주

- 해외의 경우 잔반 사료에 의한 감염률이 매우 높다. 2008년부터 2012년까지 잔반 사료에 의한 감염이 전체 284건 중에서 100건(35.21%)을 차지하고 있다. 그러나 이 데이터는 양돈장 수평감염 사례도 포함하고 있어서 최초 사례의 원인이 될 가능성으로 압축해 보면 잔반 사료에 의한 감염이 무려 58.8%에 이룸
- 국내에서 11번째로 확진 판정을 받은 파주의 농가는 지방자치단체에 등록되지 않은 무허가 농가로, ASF 발생 이후에도 잔반을 급여한 사실이 확인됨
- 국내에서는 대형 급식소의 남은 음식물을 가져와 사료 대신 먹이는 잔반 급이 농가가 문제가 되었으며, 19년 7월 25일부터 금지됨

환경	ASFV 생존 시간
뼈가 없고 분쇄되지 않은 고기	105일
염장육	182일
70°C에서 최소 30분 이상 조리된 고기	0
건조육	300일
훈제육	30일
냉동육	1,000일
양념육	110일
(음식 재료로 쓰는) 내장	105일
피부/지방	300일
4°C에 보관된 혈액	18개월
실온에 보관된 분변	11일
부패한 혈액	15주
오염된 돼지 우리	1달

[표] 축산 관련 물품별 아프리카돼지열병바이러스 생존능력

- 해외여행객 및 외국인 근로자를 통한 전파 가능성

- 확진 농가들이 발표된 경기 북부 지역에는 상당수 외국인 근로자가 거주하고 있고, 이들은 대부분 사업체에서 제공하는 기숙사에서 지내다 주말에는 파주의 종교시설에서 다른 외국인 근로자와 교류 시간을 갖는 것으로 조사됨
- 외국인 근로자가 귀향 후 복귀하면서 불법 휴대축산물을 반입하거나, 국제 택배를 통하여 반입할 수 있음

다) 매개체 전파



[그림] 아프리카돼지열병 매개체인 물렁진드기(Ornithodoros spp.)



[그림] 우리나라 서식

작은소참진드기(Haemaphysalis longicornis)

※출처: F. Boinas, Sara Madeira, FMV-UTL

※출처: 서울대학교 수의과대학 채준석 교수

- 진드기 매개

- ASFV에 감염된 Ornithodoros spp.와 같은 물렁진드기가 돼지를 흡혈할 때 돼지에 바이

러스를 전달

- 감염된 진드기는 또한 짝짓기나 자궁내 감염 등을 통해 다른 진드기나 자손 진드기에게 바이러스를 전달할 수 있음
- 돼지우리에 살면서 ASFV를 유지하고 전파하는 물렁진드기의 역할은 아프리카와 이베리 아반도에서 자주 증명된 바 있다. 경진드기가 ASFV의 생물학적 매개체로 작용한다는 증거는 없음
- 아프리카에서는 물렁진드기가 주요 전파매개체로 알려졌지만, 우리나라에는 물렁진드기가 서식하지 않는 것으로 보고됨
- 2013년부터 2015년까지 실시된 농림축산검역검사기술개발 용역과제로 국내 진드기를 채집하여 동정한 결과, ASF를 전파하는 것으로 알려진 물렁진드기가 아닌 참진드기(작은소참진드기)만 발견됨

- 흡혈 곤충(침파리)의 전파 감염성

- 모기나 무는 파리 같은 흡혈 곤충도 ASFV를 기계적으로 전파할 수 있음
- 덴마크 코펜하겐대학과 영국 퍼브라이트 연구소의 실험에 따르면 아프리카돼지열병을 전파할 수 있는 매개체 중에서도 특히 '침파리(축사파리)'에 의한 전파 가능성을 확인
- 코펜하겐대학에선 오염된 침파리를 돼지가 섭취해 아프리카돼지열병에 감염되는 것을 확인했는데, 농장에선 축사 환기구 등을 통해 돈사 내부로 들어간 바이러스 오염 파리가 죽은 뒤 그 사체가 사료통에 섞여 돼지가 이를 섭취하면 감염될 가능성이 있음.
- 침파리는 국내뿐만 아니라 전 세계에서 매우 흔한 파리로, 살아있는 소·돼지·양의 상처 부위 등을 흡혈하는 특성이 있음.
- 침파리는 5~9월 사이 가축 분변에서 번성하고, 하루 1.5km를 이동해 질병의 단거리 전파가 가능하다. 아프리카돼지열병 바이러스의 경우 2일까지 보존할 수 있음.

○ 아프리카돼지열병(Africa swine fever) 발생요인 제거 방안

- 전 세계적으로 ASF의 확산을 막기 위해 방제 프로그램 등을 개발하는 등 노력을 기울이고 있지만, 여전히 근절되지 않고 있음.
- 본 질병의 통제를 어렵게 하는 요인은 아래와 같음:
 - 바이러스가 축산물과 환경에서 매우 안정성이 높다는 점
 - 돼지와 돼지 산물의 법적·불법적 이동 가능성
 - 농장에 차단방역이 잘 안 되는 점
 - 질병에 대한 경각심 부족
 - 다른 돼지 질병들과 임상증상이 유사한 점
 - 돼지에 잔반을 급여하는 관행
 - 감염된 야생멧돼지 수 증가
 - 감염된 멧돼지와 농장 내 사육돼지와의 접촉
- 멧돼지를 통한 전파의 방지
 - 일부 국가에서는 멧돼지 수렵을 무제한으로, 일 년 내내 허용하고 있음에도 불구하고 해당 국가들에서 수렵량이 심하게 증가할 가능성은 희박함(Massei 등, 2015)
 - 멧돼지들은 위험을 회피하는 학습 능력과 행동양식, 행동권, 서식지 선호도를 유동적으로 변화시키는 등 복합적인 반응 행동으로 인해 수렵을 해도 자연적으로 회복할 수 있음
 - 멧돼지들은 흔히 서로 연결된 보호지역을 활용하거나, 총기 사용이 금지됐거나 제한된 지역 경계의 완충지역, 또는 도심지역에 몰려 지내기도 함
 - 멧돼지에서 아프리카돼지열병을 성공적으로 없앤 유일한 사례는, 아프리카돼지열병이 좁은 지역에 유입되어 국소적 확산이 일어난 체코가 유일하다. 이를 달성하기 위해서는

비현실적일 정도의 노력과 자원의 투입, 그리고 전례 없는 수준의 협력이 필요함

- ASF가 발생한 유럽 국가들의 상황을 봤을 때, 아직 질병이 발생하지 않은 지역으로 바이러스가 확산하는 것을 막기 위해서는 감염 지역과 인접한 50km 구역 내에서 4개월에 걸쳐 해당 지역에 있는 멧돼지의 실제 개체 수의 80%를 예방적으로 줄여야 바이러스의 증식을 막을 수 있음
- 컴퓨터 시뮬레이션으로 얻은 교훈은 멧돼지 개체 수를 낮추는 것이 감염 위험을 줄이는데 도움이 된다고 여겨지는 경우, 이를 위해서는 특정 상황에 가장 적합하고 실현 가능한 여러 방법을 동시에 적용해야 함(EFSA, 2017)

가) 이동 제한을 활용한 비살상 방법

- 멧돼지 이동을 효과적으로 제한하기 위해서는 최소 1.5m에서 1.8m 높이가 되어야 하고 깊이가 0.4~0.6m 땅속으로 묻어야 함
- 울타리의 철망 상단과 측면에는 가시철사로 감쌀 수 있다. 울타리에 전류가 흐르게 하면 그 효율이 향상됨
- 감염 지역과 비감염 지역 간의 동물 이동을 물리적으로 예방하기 위한 목적으로 울타리를 설계하는 경우 다음과 같이 불규칙하게 발생하는 요소들을 고려해야 함
 - 발정기의 암컷
 - 기아 상황 또는 선호하는 먹이원의 유무
 - 분만 후 새끼를 키우는 데 필요한 은신처 필요성
 - 수렵 같은 위협에서 벗어나려는 개체군의 의지
- 습지나 뺨뺨한 숲처럼 지형이 험하고 돌이 많거나 다니기 어려운 곳에서는 울타리를 설치하는 것이 어려울 수 있음
- 생물/비생물 매개체들은 울타리 너머 질병을 유입시킬 가능성이 매우 크므로, 울타리가 바이러스의 장거리 확산을 영원히 막지는 못함
- ① 전기울타리
 - 전기울타리는 비교적 소규모 농장이나 정원으로 멧돼지가 침입하여 곡물 피해를 주는 것을 계절에 따라 보호하기 위해 개발되었음
 - 전기울타리가 효과적으로 작물 피해를 막는다고 알려졌지만, 사람이 살지 않는 넓은 지역을 장기적으로 보호하는 데는 사용할 수 없음(Reidy 등, 2008)
 - 전기울타리는 처음 설치를 위한 노력과 정기적 전기 공급 시스템, 그리고 잦은 울타리 유지 관리가 필요하다. 또한 울타리는 사슴이나 엘크 같은 대형 야생 우제류가 심각하게 훼손할 수 있음
 - 전기울타리는 전반적인 이동량을 줄일 수 있지만 굶주림, 사살 위협, 번식기 행동 등에 의한 동물들의 이동을 막을 수 없음
- ② 기피제
 - 멧돼지 기피제들은 화학제품, 시각 및 청각적 자극 또는 이들을 병합하여 만들기도 함
 - 이러한 제품들을 분석한 결과 효과는 미약하거나 통계적으로 무의미하였음(Schlageter and Haag-Wackernagel, 2012, 2015)



[그림] 냄새기피제는 거품 형태로 플라스틱 컵에 담아 4m 간격으로 땅 위에 놓아둠; 바로 앞에 전기 철책이 보임

나) 개체군 변동에 영향을 주는 비살상 방법

- ① 피임

- 피임은 비살상 방법으로, 멧돼지의 번식력을 저하해 멧돼지를 포함한 인간과 야생동물의 충돌해소에 이바지할 수 있는, 기대되는 방법 중의 하나임
- 피임법을 효과적으로 야생동물에게 적용하기 위해서는 몇 가지 중요한 특성을 충족시켜야 함
- 피임법이 충족시켜야 할 특성들은 아래와 같음:
 - ✓ 경구투여로 효과가 있어야 하며
 - ✓ 엄격하게 종 특이적이어야 하며
 - ✓ 높은 효율을 보여야 하고(약 70~80%)
 - ✓ 암수 모두 번식 제한 효과가 있어야 하며,
 - ✓ 환경적으로 안전해야 하며,
 - ✓ 다양한 환경 조건(기온, 직사광선, 비 등)에서도 효과가 있고 안정적이어야 하며,
 - ✓ 동물들의 복지와 행동에 부정적 영향이 없어야 함.
- 현재로서 이런 이상적인 피임방법은 아직 연구 수준에 머물러 있고, 아직 공식적으로 허가하거나 상업화한 경우는 없음
- 피임제는 호르몬성, 화학성, 면역성 세 가지 종류가 있고 현재까지는 면역성 피임법 (Immune-contraceptives: IC)만이 멧돼지에서 성공적으로 실험된 바 있다.(Massei 등, 2008)
- 현재 상업적으로 등록된 번식조절 방법은 주사용 제제뿐이며, 이는 개체 포획과 직접 주사가 필요해서, 멧돼지 적용이 극도로 제한됨
- 현재 멧돼지의 종 특이적 경구제제는 실험적 단계를 벗어나지 못하고 있으며, 종 특이성이 없는 상태의 경구제제는 다른 동물의 번식률에 부정적인 영향을 미칠 위험이 높아 사용이 불가함
- 면역성 피임법(IC)의 경구제제 부재, 생태적 위험 가능성 등 몇 가지 불확실한 요인들로 인해 적용하기 위해서는 수년간의 연구와 실험이 필요할 것으로 보임

- ② 멧돼지 먹이급여금지와 수렵금지를 통한 관리

- 감염지역에서 수렵 중 생물 안전 수칙을 적용하기 어려운 경우 멧돼지 수렵을 금지시키는 것이 합리적인 해결책
- 이는 사체를 안전하게 보관하거나 오염 물질을 안전하게 파괴하는 것이 불가능한 경우를 포함함

- 이 조치를 통해서 수렵활동에 의한 동물 교란과 이동을 방지하고, 사체 해체 및 이송 작업을 완전히 없애, 이 두 가지 경로로 다른 지역으로 질병이 전파될 가능성을 줄일 수 있음

다) 개체군 감축을 위한 살상 방법

- ① 물이식 수렵

- 물이식 수렵에 따른 멧돼지의 행동 변화에 대한 최근 연구에 따르면, ASF 바이러스가 활발하게 순환하는 지역 안에서 공격적인 멧돼지 수렵 활동은 감염 확산을 증가시킬 수 있음을 시사
- 특히 개를 이용한 물이식 수렵은 멧돼지의 대규모 분산과 행동권 확장으로 이어질 수 있으며 결국 질병 통제에 역효과를 낼 수 있음(keuling 등, 2008; Ohashi 등, 2013).

- ② 번식기 암컷 표적수렵

- 일반적으로 수렵한 멧돼지들은 대략 당년도 새끼 돼지가 50-60%, 아성체(만 1년생 및 전년도에 태어난 개체)가 20-30%, 2년생 이상의 성체가 10-20%를 차지
- 통상적으로 암컷 아성체(전년도에 태어난 두 살배기 암컷)를 선택적으로 표적 수렵하는 경우, 멧돼지 개체수를 줄이는데 도움이 될 수 있으나, 효과를 보기 위해서는 장기간 유지해야 함(5년 이상)
- 현실적으로 현장에서 개체 연령과 성별을 구분하는 것은 어려운 일이므로 흔히 전 연령의 암컷에 대한 표적수렵을 진행하는 경우가 많음
- 표적수렵은 물이식 수렵과 같은 비선택적 방법에 비해 시간효율이 떨어져서, 마리당 약 30시간 정도가 더 소요된다(Schlageter, 2015). 따라서 푯거 수렵은 멧돼지 수가 지역 평균 밀도보다 높고, 멧돼지가 정기적으로 먹이급여지에 출현하며, 접근이 용이한 수렵장에서 보다 적합
- 선택적 수렵의 단점은 기존 멧돼지 가족군의 사회 구조가 붕괴된다는 점이며, 우두머리 암돼지를 제거하는 경우 특히 그렇다. 이로 인해 해당 가족군은 다시 이합집산 과정을 거칠 가능성이 높음
- 따라서 가족군 내 우두머리(나이가 가장 많은) 암컷 개체를 수렵하는 것은 지양하는 것이 바람직함
- 암돼지를 체계적으로 과잉 수렵하면 더 어린 개체들의 번식 참여가 앞당겨질 수 있고, 나이 많은 개체들이 한배에 더 많은 자돈을 생산할 수도 있음

- ③ 포획 후 안락사

- 포획은 개체군에 영향을 최소화하면서 개체를 제거하는 방법인 동시에, 적용이 가장 어려운 방법이기도 함
- 포획은 포획 장비 제작, 미끼 공급, 일단위의 관리 그리고 운용을 위해 막대한 투자가 필요하다. 또한 자연 먹이자원이 부족한 경우에만 그 효과가 증가한다. 일반적으로 실패 확률이 높으며, 가격 대비 비효율적일 가능성이 큼
- 총기 사용과 비교했을 때, 포획의 장점은 커다란 포획장을 이용하는 경우, 멧돼지 가족군 전체를 포획할 수도 있다는 것임
- 기본적으로 포획 개체의 일부는 무증상으로 감염되어있다고 가정한 채로 실질적인 조치 방안들을 마련해야 함
- ASF 양성으로 확인된 개체의 안락사, 이송, 보관, 그리고 필요한 경우 폐사체 폐기를 위한 현실 적용 가능한 방법들을 고민해야 함
- 질병관리 전략으로 멧돼지 포획이 성공적이었던 사례는 돼지열병(CSF)에 감염된 불가리아의 소규모 개체군에서 입증된 바 있음(Alexander 등 2011)



[그림] 왼쪽: 옥수수를 미끼로 멧돼지를 포획하기 위한 대형 포획장
오른쪽: 마취한 어미 멧돼지(위)와 함께 포획된 어린 멧돼지들(아래), 불가리아 Strandzha

- ④ 멧돼지 독살(Poisoning)

- ASF가 발생한 몇몇 국가에서 멧돼지 폐사율을 극단적으로 늘리기 위해 독성물질로 멧돼지 개체군을 관리하자는 해결책이 제안된 바 있음
- 자연환경 속 멧돼지 독살을 목표로 사용하는 살생제를 합법화하고, 공식적으로 허용하고, 개체군 관리 프로그램에 실질적으로 사용하기 위해서는 많은 조건을 충족해야 함
- 사용하는 독성물질은 곰, 늑대 혹은 조류와 같은 비표적종들에게 우발적 중독을 일으키지 않아야 하고, 표적종만 죽일 수 있는 종 특이성이 있어야 함
- 현장인력에게 충분히 안전해야 하며, 유사 상황에 대비하여 인간과 가축 모두에게 효과적인 해독제가 있어야 함
- 토양, 지표수 및 표층수, 무척추동물 생물군집 등 환경 속에서 완전하고 안전하게 분해되어야 함
- 표적종 개체군 크기의 장기적 감축을 충분히 달성하기 위해 광범위한 규모로 반복 사용하는 것이 가능해야 함
- 야생동물 개체군 관리를 위해 여러 가지 살생제를 적용한 실제 사례는 미 대륙과 오세아니아 국가들에서 찾아볼 수 있다. 이들 지역에서는 와파린, 인, 1080(sodium monofluoroacetate), 아질산나트륨 등을 사용하였음
- 어떤 종류의 독성물질이든, 멧돼지가 섭취, 소화할 수 있는 미끼와 혼합될 수 있어야 한다. 비표적종들의 독성물질 섭취를 막기 위해, 미끼는 종 특이적인 방법으로 멧돼지에게 전달되어야만 함

○ 농장 내 유입 방지 방안

- 농장에서 일하거나 농장을 방문하는 사람은 누구나 해외여행에서 돌아와 최소한 48시간이 지난 후, 방역복 등을 착용하고 농장에 출입하여야 함
- 농장에 새로 들어오는 돼지에 대한 격리, 농장 방문자나 차량 등의 통제 및 소독 등과 같은 추가적인 차단방역도 필수적임
- 일반적으로 많은 소독제가 ASF 바이러스에 효과가 없으므로 특별히 이 바이러스에 효과

가 있다고 입증된 소독제를 사용하여야 함

- 차아염소산염(Sodium hypochlorite, 2%)이나 구연산(citric acid, 2%), 3% ortho-phenylphenol(30분) 등의 소독제로 소독하면 아프리카돼지열병 바이러스가 불활화 된다고 보고되었음
- 잔반이나 음식물 찌꺼기를 돼지에 급여하지 말아야 함
- 야생멧돼지와 사육 돼지들이 접촉하지 않도록 돼지는 우리 안에 가두어 키워야 하고, 농장에서 기르는 야생멧돼지는 최소한 단단하고 높은 이중 울타리로 보호해야 함
- 현재로서는 감염된 야생멧돼지를 통해 국내에 유입될 가능성은 거의 없으나, 유럽에서는 아프리카돼지열병에 감염된 야생멧돼지를 통해 국경 지역에서 이웃 나라로 질병이 유입된 경우들이 있음

가) 농장 내 의심축을 어떻게 알아차릴 수 있을까?



[그림] 감염된 돼지 뒷다리에 나타난 총혈 및 청색증 소견

(출처: Carmina Gallardo-EURL, CISA-INIA)



[그림] 감염된 돼지의 귀에 나타난 점상출혈 소견

(출처: <http://www.pigprogress.net/>)

- 농장주와 고용인, 수의사 등 양돈 관련자들이 이 질병의 임상증상과 병변에 대해 잘 알고 의심축이 발견되면 조기에 신고하는 것이 매우 중요함
- 그러나, 야외에서 아프리카돼지열병이 발생하면 임상증상이 항상 전형적으로 나타나지는 않으며, 특히 소량의 바이러스로 인해 감염되면 알아차리기가 쉽지 않음
- 보통 짧은 발열성 질환 후 높은 폐사율이 나타나는 것이 특징이다. 돼지들이 침울해지고 먹는 것을 중단하고 서로 겹쳐있고 아급성형에서는 임상증상이 발생하기 전에 죽을 수 있음
- 하루 이상 살아남은 돼지는 비틀거리거나 누워있고 호흡이 곤란하며, 특히 백색 돼지에게서는 흔히 복부와 말단부 피부가 빨갛게 됨
- 그 외에도 귀와 사지말단 부위의 청색증, 기침, 설사, 구토, 그리고 급성이 아닌 경우 임신돈에서 유산이 관찰될 수 있음
- 비발생 농장에 소량의 바이러스가 감염되었을 때는 돼지에 발열과 약간의 출혈성 림프절이 있으면서 폐사하는 것을 제외하고는 높은 폐사율을 일으키지도 않을 뿐만 아니라 특징적인 임상증상도 없을 수 있음
- 일반적으로, 며칠 후 바이러스 순환 증가로 폭발적인 감염이 이루어짐에 따라 비로소 높은 폐사율과 특징적 임상증상 및 병변이 관찰될 수 있음
- 우리나라에도 발생한 적이 있는 돼지열병(Classical swin fever)은 주로 자돈에서 발생하지만, ASF는 모든 연령의 돼지들이 다 감염될 수 있음
- 아프리카돼지열병 바이러스 감염으로 인해 나타날 수 있는 임상증상과 병변이 다양하고 돼지의 다른 출혈성 질병과 유사하므로 확진을 위해서는 실험실 진단이 필수적임

- 따라서, 축주나 수의사 등 관련자들은 농장에 아프리카돼지열병이 의심되는 돼지가 발견되거나 비정상적으로 많은 수의 돼지가 폐사했을 때는 즉시 신고하여 실험실적 확진이 될 수 있도록 해야 함

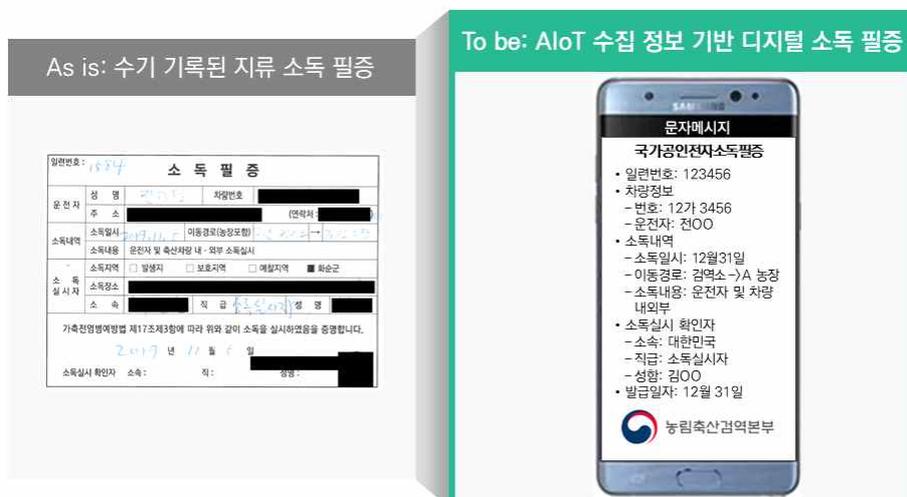
(4) 축산농가에 대한 농장간 네트워크의 분석 및 방역전략 마련

○ 축산농가에 대한 농장간 네트워크의 분석

가) 농장간 차량정보 (번호, 탑승자, 과적) 센서 활용

- ASF 권역 진·출입 차량 관리 및 사후역학조사 효율화를 위한 AIoT 기반 차량 정보 자동 인식
 - 권역 거점소독시설 등에 진·출입하는 차량 정보를 자동으로 인식하고 이를 ASF 시스템에 전산화하여 관리하게 되면 인력·시간·관리·비용적인 측면에서 효율증가 기대
 - 차량 검사 및 소독 시 딥러닝 기반 번호판 인식 기술을 활용, 카메라로 차량번호를 자동으로 인식한 뒤 ASF 예찰 시스템에 자동 입력
 - 운전자 및 탑승자가 대인소독기에 입실하여 개별 소독 진행 시, 지문기를 이용한 지문 정보 및 얼굴인식 딥러닝 기반 출입자 얼굴 자동 촬영 후 ASF 예찰 시스템에 자동 입력 및 차량번호와 매칭
 - 차량 번호판 인식과 자동 안면 촬영은 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확도로 수행
 - 거점소독지점 등에 진입 시 차량 무게 인식 센서를 통한 현재 차량의 무게 정보를 ASF 내 기존 정보와 매칭 및 거점지점마다 차량무게 변화 비교분석을 통한 차량 내 이동금지대상 적재 여부 확인
- ASF 예찰 시스템 내 기록된 차량정보에 근거한 전자소독필증 발급
 - AIoT 기술로 수집된 차량 정보 (번호, 탑승자, 과적여부) 기반 모바일 디지털 소독 필증 발급을 통한 발급과정 효율
 - 필증 발급을 위해 수기 입력 방식이 아닌 디지털 소독 필증을 발급하여 소독 여부 또는 신분 확인 과정에 드는 인력, 비용 및 시간 등의 낭비를 개선 가능

디지털 소독 필증 발급을 통한 검역 내역 확인 및 관리의 효율화



[그림] 필증 발급방식 개선을 위한 모바일 디지털 소독 필증

나) 소독여부 파악용 환경센서 활용

- 농장 내 전염성 질병 발생의 예방을 위해서는 돈사 내부는 출하주기에 맞추어 정기적으로 소독하는 것이 원칙
- 농장의 정기 소독여부 관리 효율성과 투명성을 재고하기 위해서 소독여부 파악용 대기질 감지 환경센서 이용을 실시
- 돈사 내 소독여부를 객관적으로 측정하고 자동으로 전산관리하기 위한 AIoT 센서로 구성
- 돈사 내 소독약 성분 (강한 산성 또는 염기성)을 일정시간 검지 후 소독 여부를 실시간 파악
- 소독과 연관성이 높은 당시 돈사 내 영상정보와 출하시기 정보를 취합 정리 후 ASF 예찰 시스템으로 전달
- 농가별 정기소독의 투명성을 보장하며 농가 스스로 ASF 관리의식을 고취시키는 효과를 기대할 수 있음

다) 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 활용

- 성공적인 ASF 예찰 및 방역을 위해서는 국내 ASF 확산의 제1요인으로 의심되는 야생 멧돼지의 농장 인근 출현 여부의 체계적인 상시 감지가 필수적
- 농장인근의 멧돼지 출현 빈도를 실시간으로 파악하여 제한적인 멧돼지 추적 및 차단 역량을 효과적으로 집중 가능함
- ASF예찰 시스템의 요소기술로써 농가 인근을 배회하는 멧돼지를 실시간으로 감지하고 기록하는 영상 및 열화상 기반 멧돼지 감지센서 활용
 - 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확성으로 멧돼지 검출을 수행
 - 딥러닝 구동은 양돈농장 내 엣지컴퓨팅 장치를 활용하여, 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지가 가능하도록 구현

라) 돈군 활동성 분석 센서 활용

- 날씨, 환기, 급이 등 여러 생장 요인의 변화로부터 돈군의 활동성이 크게 위축될 수 있고, 이는 면역력 저하의 전조 증상으로 해석될 수 있음

아프리카돼지열병 주요 임상증상					
돼지들이 한데 겹쳐있음	발열증상	급사	비틀거림	식욕절폐	총혈소견

(출처: 농림축산검역본부)

- 특히 한군데 뭉쳐서 겹쳐있는 돈군의 행동패턴이나 발열, 급사, 비틀거림 등의 사유로 인한 장시간의 활동성 둔화는 ASF의 초기 감지 판별을 위한 중요한 검사요인임
- 농장의 현장 작업자들은 오랜 경험을 통해 돈사 내 돈군의 활동성을 목측 관찰하면서 이들의 활동성 위축, 움직임 행태에 따른 건강 상태를 예측 가능하다고 알려짐
- 하지만 급격한 양돈농가 규모화에 따라 2019년 통계청 기준, 현장 작업자 1인당 관리해야 하는 돼지의 수는 600여마리에 육박하므로 돈군의 활동성을 목측만으로 24시간

관리하는 것은 현실적으로 불가능함

- 즉, 돈사 내 돈군의 활동성을 24시간 실시간으로 파악하고 기록할 수 있다면 ASF 발병 예방의 골든타임을 놓치지 않고 신속한 예방이 가능할 것으로 기대됨
- ASF예찰 시스템의 요소기술로써 돈사 내 다수 돈군을 실시간으로 감지/기록하는 AIoT+영상 기반 돈군 활동성 감지 센서를 활용
 - 딥러닝 기반 객체 검출 모델 중 가장 진보한 방법 중 하나인 CenterNet을 활용하여 높은 정확성으로 멧돼지 검출을 수행
 - 딥러닝 구동은 양돈농장 내 엣지컴퓨팅 장치를 활용하여, 인터넷 연결이 끊겨도 24시간 실시간 감지가 가능하도록 구현

마) 사료급이량 측정 센서 활용

- 무허가 잔반급이는 ASF 확산의 또 다른 주요 원인
 - 대규모 인력 수용 시설 (학교, 공항, 항만시설 등)에서 나오는 음식물 쓰레기 처리 및 돼지 사료 비용 등의 문제를 해결하기 위해 오래 전부터 잔반이 돼지사료로 사용
 - ASF 바이러스의 특성상 70℃ 이상에서 30분 이상 멸균 처리되지 않은 잔반 안에서 전염력을 그대로 가진 채 생존
 - 중국 등지에서 유통된 ASF에 감염된 돼지고기가 포함된 잔반을 사육 돼지에게 먹일 경우 높은 확률로 ASF 감염 및 확산 가능
- 사료빈(bin) 내 잔여사료량 측정을 통한 무허가 잔반 사용 여부 확인
 - ASF가 발생하더라도 정상적인 경로로 판매되는 사료의 가격이 비싸 무허가 잔반 사료를 사용하는 농가가 존재
- 돼지 사료 급이용 사료빈 내 LiDAR 기반의 깊이정보 감지 센서 활용
- 시간에 따른 깊이 정보를 ASF 예찰시스템에 자동 기록하여 급이량의 변화를 바탕으로 무허가 잔반 사용 여부 가능성 확인을 통한 방문 감독
- 사료빈 무게를 실시간으로 기록하여 농장 사육두수 대비 정량의 사료급이가 정기적으로 이루어지는지를 정량적으로 측정, 무허가 잔반급이 여부를 간접적으로 파악

○ 축산농가에 대한 방역전략 마련

가) 역학조사 기반의 아프리카 돼지열병 최초 발생요인 제거방안

- 역학조사 및 국, 내외 사례
 - 국내 가장 최근에 발생한 아프리카돼지열병의 경우, 2021년 10월 5일 강원도 인제군 소재 돼지농장에서 발생하였음. 농장 주변 방역대 (10km) 내 돼지농장은 다행히 없었으며 중수본의 경우 “최근 농경지 주변까지 내려오는 야생 멧돼지”와 “영농활동으로 인한 오염원의 내부 유입” 이 원인으로 작용했을 것으로 잠정 판단하였음
 - 유럽식품안전청(EFSA)이 발표한 ‘2008~2012’ 아프리카돼지열병 전파 경로 분석에 따르면 주요 발생 원인으로 돼지의 이동에 의한 감염과 잔반 사료가 차지하였으며 총 73%가 넘는 비율을 차지하였음. 역학조사 결과 원인 불명으로 발생한 경우도 약 23%에 달했음
 - 최초발생요인으로는 잔반급여가 가장 높은 비율을 차지하였으며, 다음으로는 원인이 불명한 경우가 뒤를 이었음

- 전파확산요인으로는 돼지의 이동이 가장 높은 비율을 차지한 것으로 조사되었으며, 이미 ASF에 감염된 돼지를 판매하여 전파된 것이 다음을 차지하였음
- 또한 발생국으로부터의 비발생국으로 ASF 유입 또한 중요한 발생요인 중 하나로 작용하였는데 크게는 공항만 유래 잔반, 돼지 부산물의 이동, 야생 멧돼지 이동이 주요인을 차지했음 (출처 : Sanchez-Vizcaino et al. (2015))



[그림] 국가별 ASF 발생 원인 모식도
출처 : 농림축산검역본부

- 이 중 최근 가장 중요한 원인으로 야생멧돼지의 이동이 꼽히고 있으며, 현재 인접하고 있는 유럽국가간의 주된 전파 요인으로 작용하고 있음
- 인접한 국가간 전파를 감안한다면 중국에서 발생한 ASF에 대하여 중국대륙 내의 전파가 일어난 경우, 국내로의 야생 멧돼지를 통한 이동이 불가능하지 않음

중국 정부의 ASF 전파요인 분석

자료출처	생축 운송	잔반 급여	사람, 차량	원인 불명	합계
'18.10 중국농업농촌부 기자간담회	9건(35%)	13건(50%)	4건(15%)		26건
'18.11 중국농업농촌부 뉴스브리핑	13건(19%)	23건(34%)	32건(46%)		68건
'18.12 중국 CCTV 취재	14건(16%)	32건(37%)	35건(40%)	6건(7%)*	87건
'19.4 중국정부 주관 ASF국제회의 중국연구자 발표	16건(14%)	49건(44%)	46건(42%)		111건

* 파악 불가 요인: 감염된 불법 판매, 하천으로 폐사체 버리는 행위 등

[그림] 중국 정부에서 분석한 ASF의 주된 전파요인
출처 : 농림축산검역본부

- 또한 최근 강화된 국경검역으로 인하여 발생은 감소하였으나, 돈육 및 돼지 부산물에 의한 바이러스 전파 가능성 또한 제거방안 도출을 위해 필요

- 제거방안

- 여행자 수화물에 대한 집중 검역을 실시하고 홍보함. 특히 세관 등의 합동 검사와 현장 검역관 확대 배치 및 탐지견 확대 투입 등을 고려, 또한 ASF 발생국 등 취약노선 대상 집중 검색 확대를 실시함



[그림] 여행자 수화물에 대한 집중 검역 실시를 위한 홍보 포스터

출처 : 농림축산검역본부

- 축산 관계자에 대해서는 검역본부 국경검역관리시스템(BQMS)을 활용하여 축산관계자 소독 및 교육을 실시하고, ASF 발생국 방문 양돈 관계자에 대한 방역수칙 이행여부를 점검함
- 또한 ASF 발생국 여행자 중 미신고 휴대축산물 적발 시 최대 과태료를 상향하는 방향으로 최초 유입을 줄이는 방향으로 설정할 수 있음
- 해외여행객 ASF 예방수칙 등 국경검역 관련사항을 중점적으로 언론 및 온라인 홍보를 실시하며, ASF 발생 동향 및 특이사항에 대한 문자(SMS) 홍보를 실시

② 농장 간 연결 구조 변화를 통한 발생 후 전파요인 제거 방안

- 제거방안

- 우선 발생 농장에 대한 초동방역 조치로써 살처분을 실시하고, 농장 뿐 아니라 주변 도로 등에 대한 청소 및 소독을 실시하며, 역학 농장 및 차량에 대한 이동제한과 세척-소독 등 조치도 긴급실시함
- 발생 농장과 인접한 시군 돼지 농장에 대한 정밀검사를 가능한 빨리 실시하며 권역화 지역의 경우 정밀검사와 임상검사를 병행하여 실시하던 도축 출하 전 검사를 정밀검사로 일원화하는 방안으로 진행함



<아프리카돼지열병 채혈 및 정밀검사 강원도동물위생시험소 직원이 2019.10.31.(목) 양돈장 돼지채혈 및 생물안전3등급(BL3) 실험실에서 정밀검사를 수행하고 있다>

[그림] 아프리카돼지열병 정밀검사 수행과정

출처 : 인산인터넷신문

- 오염원의 확산방지를 위해 돼지 및 돼지의 분뇨에 대한 권역 밖 이동금지 조치를 지속 시행하고, 강원지역 거점소독시설과 농장통제초소 운영으로 차량 및 사람에 대한 철저한 통제와 소독을 추진함
- 권역화 지역 농장을 대상으로는 전화 예찰을 실시하며, 가축위생방역지원 본부 등의 도움을 받아 모돈사 관리 등 농가 방역 수칙에 대한 집중 홍보하는 방안을 실시



[그림] 아프리카 돼지열병 예방위한 농장주변 방역관리 홍보 자료

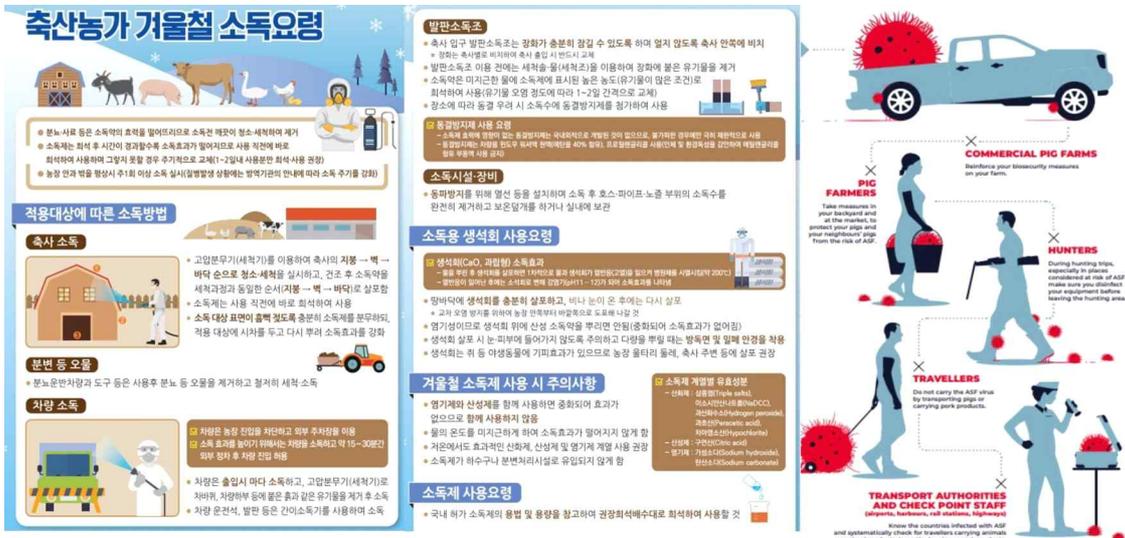
출처 : 농림축산검역본부

(5) ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 대처 방안 및 방역 전략 매뉴얼화

- 농장 간 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집 방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드 마련
 - 1년차에 진행한 다각적 역학 조사에 대한 구체적 결과 도출
 - 환경 항목 : 소독시설, 울타리, 안내판, 샤워장, HACCP 지정 등등
 - 농장별 위험 요소 별 위험도의 차등 평가로 안정성의 수치화 도출
 - 데이터에 따른 수집시기 및 분석 간격에 대한 구체적 방안 마련
 - 실시간 감시가 필요한 데이터와 분기별로 필요한 데이터의 구분
 - 효율적인 데이터 분석 간격을 마련하여 실무에 적용 가능하도록 최적화
- ASF 예방을 위한 전염병 발생 관련 요인 제거 방안 마련
 - 역학조사와 국, 내외 사례 조사를 통한 제거 방안 도출
 - 발생/미발생 농가에 대한 다각화 평가
 - 위험도 평가에 따른 발생 관련 요인의 구체적 도출
 - 발생 관련 요인 제거에 따른 효과의 예측 방안 마련
- 축산농가에 대한 농장 간 연결 구조를 변화시킬 수 있는 방안 및 방역전략 마련
 - 방역 전략의 매뉴얼 구축
 - 농장간 네트워크 개선 방안 마련 및 방제 시스템 개선 방향 제시
 - ASF의 확산 방지를 위한 국가적 방역 전략 제시
 - 실무적 방역 교육 자료 마련
 - 위기관리 표준매뉴얼 및 SOP에 적용하여 활용
 - 축산농가에 적용 가능한 다양한 교육자료 활용



[그림] 아프리카돼지열병 역학분석을 통한 역학조사보고서, 긴급행동지침, 차단방역조치에 적용 예시



[그림] 소독요령 및 방역 교육자료 예시
출처: 농림축산식품부, OIE

○ ASF 예찰 시스템 도입을 위한 농가 교육 프로그램 마련

- ASF 예찰의 중요성에 대한 농가 교육
 - ASF의 확산방지를 위한 국가적 방역전략 교육
 - 예찰 시스템의 중요성에 대한 환기 및 자발적인 농가의 시스템 도입을 유도
- ASF 예찰 시스템의 사전교육을 통한 예찰 효과 극대화
 - 예찰 장비 및 시스템 유지를 위한 농가 사전교육 프로그램 마련
 - 적극적인 농가 참여를 통한 ASF 발생 예방 효과 기대

<위탁연구기관(압해성일축산)>

(1) 양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 확장 구축 완료

○ AIoT 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 3차 테스트베드 확보 : 5장소

- ICT 장치 설치 및 관리가 상대적으로 용이한 자돈사 농장 5장소 내 시스템 구축
 - 테스트베드 구축에 적합한 시범농장 5곳 선정
 - ICT 장치 설치 및 관리가 용이하도록 농장내 전력 및 통신 인프라 구축
 - 기타 테스트베드 구축에 필요한 부대설비 구비

- ASF 예찰데이터 수집용 장치 5종, 농장별 현장 설치 및 데이터 수집 수행

- 농장 입구 방역차단 포인트 내 AIoT 기반 차량번호 분석센서 및 출입자 확인장치 5식 설치
- 돈사 내 환경센서 5식 설치
- 농장 외각 멧돼지 감시용 AIoT 기반 CCTV 5식 설치
- 돈사 내 돈군활동성 분석용 AIoT 기반 CCTV 5식 설치
- 사료빈 내 사료잔여량 측정 센서 5식 설치
- 현장 데이터 수집 전담용 PC 5식 설치

- 데이터 수집장치 개발을 전담하는 인트플로우(주)와 긴밀히 협업하여 데이터 수집 과정에서 정보 누락, 왜곡, 오취득 등의 문제점 사전 확인 및 보완

- 다수 테스트베드와 연동된 ASF 예찰 통합 상황판 운용
 - 3차 테스트베드와 연계된 네트워크 예찰 시스템의 정보를 실시간 표출하는 '원포인트 ASF' 설치 및 관제 실증
 - 상황판을 표출하기 위한 디스플레이 설치 및 기능 적용



[그림] ASF 예찰 통합 상황판 디스플레이 분할 화면

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

<정성적 연구개발성과 1차년도>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2020)	[인트플로우] ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구	ASF 예찰을 위한 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의	- ASF 긴급행동지침(SOP)에 의거한 예찰포인트 항목 정의 - 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 연계방안 수립	- ASF 긴급행동지침에 의거한 예찰포인트 5종 정의 및 국가가축방역통합시스템과의 연계방안 검토 보고서 작성
		ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT센서 개발 (차량이동, 소독)	- 농장간 차량정보 분석 (번호, 탑승자, 과적) 센서 개발 - 소독여부 파악용 환경센서 개발 - 농장 내 센서 2종 설치 및 실증	- 농장간 차량정보 분석 (번호, 탑승자, 과적) 센서 개발 완료 - 소독여부 파악용 환경센서 개발 완료 - 농장 내 센서 2종 설치 및 실증
		ASF 관련 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 기술 개발	- AIoT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발 - ASF 관련 데이터베이스 체계 설계	- AIoT, 수기입력, 기존 전산데이터 복합 수집 기술 개발 완료 - ASF 관련 데이터베이스 체계 명세서 작성
	[전남대] ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 ASF 대처 방안 및 방역 전략 연구	ASF 발생요인과 전파요인에 대한 역학분석을 위한 국내외 사례 조사	- ASF 국내의 피해 사례의 역학분석으로, 발생 및 전파 요인 파악 - 법정 주요전염병 발생 농장과 비발생 농장의 차이점 비교 분석	- 국내외 피해 사례 및 역학분석, 발생 및 전파요인 보고서 작성 - 법정 주요전염병 발생 농장과 비발생 농장의 차이점 비교 분석 보고서 작성
	[인플랩] GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 : "원포인트ASF" 개발	GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 : "원포인트ASF" 프로토타입 개발	- 시나리오 기반의 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 데이터 표출 기능 개발 - 효과적인 방역 전략 의사결정 지원 기능 개발 - 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기능 개발 - 데이터 시각화 기술을 활용한 ASF 예찰 분석결과 대시보드 프로토타입 개발	- 상황판 데이터-초기세팅 데이터-API 명세서 작성 - 상황판 데이터-GIS상황판 표출데이터-API 명세서 작성 - 원포인트 ASF 예찰 시스템 프로토타이핑
[압해성일축산] 양돈농장 네트워크 예찰시스템 테스트베드 구축	양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 1차 구축	- AIoT 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 테스트베드 확보	- AIoT 센서 설치를 위한 테스트베드 제공 완료	

<정성적 연구개발성과 2차년도>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (2021)	[인트플로우] ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구	ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타데이터 수집을 위한 AIoT센서 개발 (멧돼지검출, 돈군활동성, 사료급이)	- 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 개발 - 돈군 활동성 분석 센서 개발 - 사료급이량 측정 센서 개발 - 농장 내 센서 5종 설치 및 실증	- 멧돼지 출현빈도 파악용 감지 센서 개발 완료 - 돈군 활동성 분석 센서 개발 완료 - 사료급이량 측정 센서 개발 - 농장 내 센서 5종 설치 및 실증
		ASF 관련 데이터 활용 기술 개발	- 테스트베드 농장 관리 목적의 일체형 서버 HW 및 SW 구축 - 정형/비정형 데이터 수집 및 공유를 위한 클라우드 분산 서비스 개발	- 테스트베드 농장 관리 목적의 일체형 서버 HW 및 SW 구축 완료 - 정형/비정형 데이터 수집 및 공유를 위한 클라우드 분산 서비스 개발 완료
	[전남대] ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 ASF 대처 방안 및 방역 전략 연구	ASF 발생 예방과 확산방지를 위한 대처 방안 및 방역 전략 매뉴얼화	- 농장의 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집 방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드라인 마련 - ASF 예방을 위한 발생 관련 요인 분석 및 제거 방안 마련 - 축산농가에 대한 농장 네트워크의 분석 및 방역전략 마련	- 농장의 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집 방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드라인 마련 - ASF 예방을 위한 발생 관련 요인 분석 및 제거 방안 마련 - 축산농가에 대한 농장 네트워크의 분석 및 방역전략 마련
	[인플랩] GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 :“원포인트ASF” 개발	GIS 기반 ASF 예찰 통합 상황판 : “원포인트ASF” 개발	- 시나리오 기반의 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 데이터 분석 기능 개발 - 효과적인 방역 전략 의사결정 지원 데이터 시각화 기능 개발 - 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기능 개발 - 데이터 시각화 기술을 활용한 ASF 예찰 분석결과 대시보드 사용 체계 고도화	- 시나리오 기반의 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 데이터 분석 기능 개발 완료 - 효과적인 방역 전략 의사결정 지원 데이터 시각화 기능 개발 완료 - 축산농가, 관계시설, 축산차량, 농장위치 모니터링 및 시각화 기능 개발 완료 - 데이터 시각화 기술을 활용한 ASF 예찰 분석결과 대시보드 사용 체계 고도화 완료
		대시보드 시각화 데이터 표출을 위한 기술 개발	- 멀티 디스플레이 스크린을 통한 스마트 빅보드 영상처리 기술 개발	- 멀티 디스플레이 스크린을 통한 스마트 빅보드 영상처리 기술 개발 완료
	[압해성일축산] 양돈농장 네트워크 예찰시스템 테스트베드 구축	양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 확장 구축	- AIoT 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 2차 테스트베드 확보 - AIoT 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 3차 테스트베드 확보 - 다수 테스트베드와 연동된 ASF 예찰 통합 상황판 운용	- AIoT 센서 프로토타입 설치 및 운용을 위한 2,3차 테스트베드 5장소 확보 완료 - 다수 테스트베드와 연동된 ASF 예찰 통합 상황판 운용 완료

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계	계	가중치 (%)	
			(2020~2021)			
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	2	2	20%	
		실적(누적)	2	2		
	논문 (비SCI)	목표(단계별)	1	1		
		실적(누적)	1	1		
	프로그램	목표(단계별)	1	1	10%	
		실적(누적)	2	2		
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	고용창출	목표(단계별)	2	2	60%	
		실적(누적)	2	2		
	기타	목표(단계별)	1	1	10%	
		실적(누적)	1	1		
	계					

- * 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신품종 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.
- * 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	가족 전염병 예측을 위한 지능형 센서 네트워크	정보기술 융합공학	전광명 박도진 임채준	11	대한민국	정보기술융 합공학	비SCIE	2021.12.31	2234-3326	100%

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호			
1	영상에 기반하여 동물 개체의 상태를 식별하는 장치 및 방법	대한민국	인트플로우(주)	21.8.10	10-2021-0105322	-	-	-	-	100%		
2	가족질병통제시스템 및 가족질병통제방법	대한민국	인트플로우(주)	21.8.12	10-2021-0106583	-	-	-	-	100%		

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√	√	√							
2	√	√	√							

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	원포인트 ASF 프로토타입	2020.11.23	인플랩(주)	2020.12.18	C-2020-051169	인플랩(주)	100%
2	영상기반 둔군 활동성 분석 SW(소프트웨어)	2021.10.15	인트플로우(주)	2021.12.15	C-2021-055173	인트플로우(주)	100%

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	돈군활동성 분석 시스템	2021.11	인트플로우	압해성일축산 농장	농장내 돈군 활동현황 모니터링	1년		
2	원포인트 ASF	2021.12	인플랩	압해성일축산 사무실	농장 감염병 관리현황 관제	2년		

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1」 기술이전 또는 자기실시
- * 2」 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3」 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		ASF 예찰 네트워크 시스템 사업화			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2년			
	소요예산(천원)	2,000,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		0	4,000,000	10,000,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
			국내	0	5
국외			0	5	15
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		AIoT 기반 농장 정밀 모니터링 솔루션을 융합한 양돈 원격수의진료 플랫폼 구축			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출	0	2,000,000	5,000,000	
		0	2,000,000	5,000,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	신규고용	인트플로우(주)	2	고용유지	2
합계			2		2

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	18	
		생산인력		
	개발 후	연구인력	20	
		생산인력		

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도						2	
기대 목표	ASF 예찰 네트워크 시스템 사업화	1,000,000	1,000,000	2,000,000	4,000,000	5	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2022		3	3		6					6	

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2022			3		3					3	

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전시	(주)서울메쎄, (사)한국인공지능협회, 인공지능신문	2020 국제인공지능대전 AI EXPO KOREA	20.10.27 ~ 29
2	전시	(주)서울메쎄, (사)한국인공지능협회, 인공지능신문	2021 국제인공지능대전 AI EXPO KOREA	21.03.24 ~ 26

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과]

- 기타연구 성과 (보고서 : 농장의 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드라인)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 국내 특허출원 2건	영상에 기반하여 동물 개체의 상태를 식별하는 장치 및 방법 특허 출원 (10-2021-0105322)	100%
	가축질병통제시스템 및 가축질병통제방법 특허 출원 (10-2021-0106583)	
○ 비SCI논문 1건	정보기술융합공학논문지 가축 전염병 예측을 위한 지능형 센서 네트워크 논문 게재	100%
○ 기타연구 1건	농장의 네트워크 예찰을 위한 데이터 항목과 수집방법, 수집시기, 데이터 분석 간격에 대한 가이드라인	100%
○ 고용유지 2건	주소현, 신동해 고용유지	100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당사항 없음

2) 자체 보완활동

해당사항 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당사항 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

AIoT 기술을 활용하여 감염병 발생 예찰을 위한 관리포인트를 구체적으로 선정하고 실증 농장에서 테스트를 수행하였다는 점에서 향후 다양한 동물감염병 관리 방법의 고도화 방안의 선행 사례를 제시함

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 1) 성과 확산을 위한 사업화 추진
 - ASF 예찰을 위해 정의하고 개발한 5개의 AIoT 농장관리 포인트 시스템의 사업화 추진
- 2) 국가 동물감염병 관리 수단 채택을 위한 고도화 진행
 - 농림축산검역본부가 운영 중인 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 와 연구개발성과 간 융합을 위한 기술고도화, 실증농장 확대, 정책 제언등의 후속연구 활동 수행

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	1	
	비SCIE		
	계	1	
국내논문	SCIE		
	비SCIE	2	
	계	2	
특허출원	국내	1	
	국외	1	
	계	2	
특허등록	국내	1	
	국외	1	
	계	2	
인력양성	학사	2	
	석사		
	박사		
	계	2	
사업화	상품출시	2	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발	2	
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보		2	
포상 및 수상실적		2	

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		320054-2	
사업구분	가축질병대응기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	가축질병대응기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구			과제유형	(개발)
연구개발기관	인트플로우 주식회사			연구책임자	전 광 명
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	20.04.29~20.12.31	200,000	66,667	266,667
	2차년도	21.01.01~21.12.31	267,000	89,000	356,000
	계	20.04.29~21.12.31	467,000	155,667	622,667
참여기업	인플랩(주), 전남대학교 산학협력단, 압해성일축산				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2022.02

3. 평가자(연구책임자) : 전광명

소속	직위	성명
인트플로우 주식회사	대표이사	전광명

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

ASF 예찰을 위해 AIoT 기반의 농장현장 관리 포인트를 구체적으로 분류 및 관련 기술을 실증농장 내 구현하여 ASF가 아직 발생하지 않은 농가들의 관리 현황을 정량적이고 객관적으로 관리할 수 있는 새로운 가축방역 방법론을 제시하고 이를 검증함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

본 연구과제에서 다른 각 관리포인트별 농장관리 기술은 ASF 예찰을 위한 관리지표로써 뿐만 아니라 농장의 생산성과 직결된 시설, 환경, 사양관리에도 밀접한 정보를 제공함. 따라서 본 연구과제의 개발결과는 지능형 축산사양관리 솔루션, 또는 원격수의진단 플랫폼 등으로 확대 활용되며 큰 잠재적 파급효과를 지닌다고 판단됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

직접적으로 본 연구개발결과의 고도화 및 확산을 통해 그 실효성을 입증하는 기간을 거친다면 국가가축방역통합시스템 (KAHIS) 내 요소기술 내제화가 가능하여 ASF를 비롯한 구제역, 조류독감 등 주요 가축감염병의 선제적 예찰 및 관리에 주요하게 활용될 수 있을 것으로 기대 됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

본 연구과제의 참여기관들은 각자의 분명하고 구체적인 역할을 전담받았으며, 연구과제 수행기간 내 기관별 할당 업무를 성실하게 수행하여 계획 단계에서 설정한 정량적/정성적 연구 성과를 모두 달성하였음.

코로나19 상황에도 불구하고, 온라인 회의등을 통해 정기적 워크샵과 기관관 연구교류를 지속하여 기관관 협업을 지속적으로 수행함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

연구과제의 정량적 목표에 따라 1건의 논문개제, 2건의 특허출원, 2건의 고용창출 등을 달성하였으며 특히 ASF 예찰 시스템 관련 SW프로그램 등록을 목표보다 1건 초과한 2건을 달성하여 적극적인 연구성과를 달성하였다고 판단됨.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
ASF 예찰을 위한 관련 데이터 항목, 수집대상 및 방법 정의	8	8	ASF SOP 대응지침 및 농장현황을 고려한 5개 관리포인트 정의 완료
ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타 데이터 수집을 위한 AIoT센서 개발1	10	10	출입차단센서, 환경센서 시제품 개발 완료
ASF 관련 데이터 수집·저장을 위한 아카이빙 기술 개발	8	8	데이터 저장체계 정의 및 아카이빙 기술 개발 완료
GIS 기반의 통합 상황판 프로토타입 개발	8	8	통합상황판 프로토타입 개발 완료
ASF 발생요인과 전파요인에 대한 역학분석을 위한 국내외 사례 조사	8	8	사례 조사 완료
양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 1차 구축	8	8	1차 테스트베드 구축 완료
ASF 관련 데이터의 현장분석 및 메타 데이터 수집을 위한 AIoT센서 개발2	10	10	돈군 활동성분석, 멧돼지감지, 사료빈 감지 센서 시제품 개발 완료
ASF 관련 데이터 활용 기술 개발	8	8	저장데이터 활용 표출, 알림 기술 개발 완료
GIS 기반의 통합 상황판 개발	8	8	GIS기반 통합 상황판 개발 완료
대시보드 시각화 데이터 표출을 위한 기술 개발	8	8	대시보드 시각화 기술 개발 완료
ASF 대처 가이드라인 마련과 방역 전략 매뉴얼 화	8	8	매뉴얼 작성 완료
양돈농장 네트워크 예찰 시스템의 테스트베드 확장 구축	8	8	확장 테스트베드 구축 완료
합계	100점	100점	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구과제의 개발결과는 ASF의 발생 가능성을 사전에 인지하고 대응수단을 강구하여 각 농가별 ASF 발병을 사전적으로 차단하기 위한 구체적인 방법을 도출하고 현장 적용을 수행한데 의의가 있다고 판단됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

종래의 감염병 관리 방법과는 다른 농장내 포인트별 정밀관리 및 데이터 분석등 신개념에 대한 연구와 검증이 포함되어 해당 연구과제 수행 기간 (1년 9개월) 내 표준화나 국가 공식 시스템 채택까지는 그 기간이 매우 부족하였음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구결과의 활용방안 및 향후조치가 지향하는 바에 따라, 적용한 시범운영 케이스를 늘려나가며 국가 가축방역통합시스템 내 취합을 위한 기술적 고도화와 제도적 노력을 지속한다면 ASF를 비롯한 주요 가축 감염병의 선제적 관리 시스템의 확보와 AI 기반 감염병 방제 솔루션의 해외 수출을 통한 대외매출 증가와 같은 경제적 효과까지 기대할 수 있을 것으로 사료됨

IV. 보안성 검토

과제 수행 목적과 의의 등이 비보안성 성격을 지니며, 연구 수행중 진행된 요소 기술들은 특허와 SW 등록 등으로 소유권의 보호를 받을 수 있도록 조치하였으므로 보안성 검토에 해당사항 없다고 판단됨.

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	가축질병대응기술개발	
연구과제명	ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구			
주관연구개발기관	인트플로우 주식회사		주관연구책임자	전광명
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	467,000	155,667		622,667
연구개발기간	2020.04.29 ~ 2021.12.31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① ASF 발생 예방과 확산방지를 위해 AIoT 센서를 활용하여 축산관련 데이터 측정·분석 및 표출	5개 관리포인트에 대한 AIoT 센서와 데이터 수집, 분석 기술을 개발하여 GIS기반 관제 현황 시스템에 연동 및 현황 표출 성공
② ASF 유입 및 전파 관련성 분석에 기반 네트워크 예찰·방역 시스템 구축 및 현장적용	ASF 기존 발생사례에 기인한 유입 및 전파 관련성 분석 및 전남지역 테스트베드 농장 5장소 내 시스템 구축 및 현장운영 수행

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용액)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T TECHNOL O G Y	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출		투 자 유 치	논 문 S C I	비 S C I			논 문 평 관 I F	학 술 발 표		정 책 활 용
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20		10							60										10
최종 목표	2		1							2			1							1
당해 년도	목표	2		0						유지			1							1
	실적	2		1						유지			1							1
달성률 (%)	100		100							100			100							100

[별첨 2]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	AIoT센서기반 ASF 관련 데이터 현장분석 및 메타데이터 수집 기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v			v	v	v	v	v	

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	* 다양한 가축감염병 예방 및 선제관리를 위한 요소기술로 활용 가능 * 축산 정밀사양관리 및 원격수의진료 분야에 응용사업화 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출		투자유치	논문 SCI	논문 비SCI			논문 평균 I-F	학술 발표		정책 활용
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20		10							60										10
최종목표	2		1							2			1							1
연구기간내 달성실적	2		2							2			1							1
연구종료후 성과창출 계획	2	2					2						1	2			2		2	

[별첨 2]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업 ASF 발생 예방 및 대응을 위한 양돈 농장 간 네트워크 예찰 시스템 구축 연구연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.