

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

1세대 스마트 애니멀팜 산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003822-01

양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발

2022년 01월 10일

주관연구기관 / 올앤리치

협동연구기관 / (주)홍익솔루스

(주)카타콤

한국방송통신대학교

경상국립대학교

제주대학교

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발”(개발기간 : 2020. 07. ~ 2021. 10.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 01월 10 일

주관연구기관명 : 올앤리치

대표 송정훈

협동연구기관명 : ㈜홍익솔루션

대표이사 방재현

한국농촌경제연구원

대표이사 김일용

한국농수산대학 교내협력단

단장 고한중

경상국립대학교 산학협력단

단장 최정문

제주대학교 산학협력단

단장 손원근

주관연구책임자 송정훈

협동연구책임자 방재현

김일용

고한중

최정문

손원근

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

최종보고서

보안예금
일련번호

중앙행정기관명	시업명		내역사업명		연구개발 식별번호		연구개발과제번호		320099-1	
전문기관명	사업명		내역사업명		연구개발 식별번호		연구개발과제번호		320099-1	
공고번호	내역사업명		(학당 시 작성)		연구개발 식별번호		연구개발과제번호		320099-1	
기술분류	국가과학기술 표준분류	EH1502	EE1304	35%	농림축산 과학기술분류	RB0202	40%	연구개발과제명	양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예경보 시스템 산업화 모듈 개발	
기술분류	농림축산과학기술분류	RB0202	40%	연구개발과제명	Integrated monitoring of working environment of poultry facility and		주관연구개발기관		울앤리치 (주) 울산로 43	
연구개발과제명	영문		Integrated monitoring of working environment of poultry facility and		기관명		울앤리치		사업자등록번호	
주관연구개발기관	주소		울앤리치 (주) 울산로 43		법인등록번호		372-26-00619		주소	
연구책임자	성명	직장전화	직위	대표	휴대전화	국가연구자번호	1067 9817		연구개발기간	
연구개발기간	연락처	직장전화	직위	대표	휴대전화	국가연구자번호	1067 9817		2020. 07. 03. - 2021. 10. 02. (15개월)	
연구개발비	정부지원	기관부담	그 외 기관 등의 지원금		합계		비의		연구개발비	
(단위: 천원)	연구개발비	연구개발비	지급차치단체 기타		합계		비의		연구개발비	
총계	400,000	18,400	125,600	408,400	125,600	534,000	비의		연구개발비	
1단계	400,000	8,400	125,600	408,400	125,600	534,000	비의		연구개발비	
공동연구개발기관 등	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	역할		기관유형	
공동연구개발기관	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	역할		기관유형	
연구개발담당자	성명	직장전화	직위	대표	휴대전화	국가연구자번호	1089 9845		연구개발담당자	
실무담당자	연락처	직장전화	직위	대표	휴대전화	국가연구자번호	1089 9845		연구개발담당자	

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

2022년 01월 10 일

연구책임자: 송정훈

주관연구개발기관의 장: 울앤리치

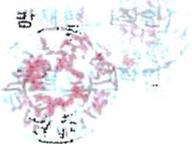
공동연구개발기관의 장: 주흥익솔루스

공동연구개발기관의 장: 주흥익솔루스

대표

대표이사

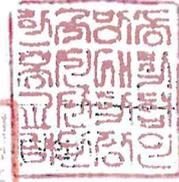
대표이사



공동연구개발기관의 장: 한국방송통신대학교산학협력단

단장

김희성



공동연구개발기관의 장: 경상국립대학교산학협력단

단장

강상수

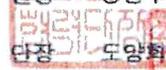
(직인)

공동연구개발기관의 장: 제주대학교산학협력단

단장

도양환

(직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

최종보고서										보안등급	
										일반[], 보안[]	
중앙행정기관명			사업명			사업명					
전문기관명 (해당 시 작성)						내역사업명 (해당 시 작성)					
공고번호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			연구개발과제번호			320099-1		
기술분류	국가과학기술 표준분류		EH1502	35%	EE1304	35%	LC0808		30%		
	농림식품과학기술분류		CA0301	40%	RC0202	40%	RB0202		20%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)			국문		영문						
연구개발과제명			국문		양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발 Integrated monitoring of working environment of poultry facility and development of industrialization module for early warning system						
주관연구개발기관			기관명		울앤리치		사업자등록번호		372-26-00619		
			주소		제주 제주시 동광로 43, 302호(이도일동, 동광빌딩) (우)63196		법인등록번호				
연구책임자			성명		송정훈		직위		대표		
			연락처		직장전화		휴대전화				
			전자우편				국가연구자번호		1087 9817		
연구개발기간			전체		2020. 07. 03. - 2021. 10. 02. (15개월)						
			단계 (해당 시 작성)		1단계		2020. 07. 03. - 2021. 10. 02. (15개월)				
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()				합계		연구개발 비 외 지원금
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
총계		400,000	8,400	125,600					408,400 125,600	534,000	
1단계	1년차	400,000	8,400	125,600					408,400 125,600	534,000	
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)			기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고			
								역할	기관유형		
공동연구개발기관			(주)홍익솔루션	방재현	대표			공동	중소기업		
			(주)카타콤	김일용	차장			공동	중소기업		
			한국방송통신대학교	고한중	교수			공동	대학		
			경상국립대학교	최경문	산학협력중점교수			공동	대학		
			제주대학교	손원근	교수			공동	대학		
연구개발담당자 실무담당자			성명		홍석건		직위		팀장		
			연락처		직장전화		휴대전화				
			전자우편				국가연구자번호		1089 9845		

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

2022년 01월 10일

연구책임자: 송정훈 (인)

주관연구개발기관의 장: 울앤리치 대표 송정훈 (직인)

공동연구개발기관의 장: (주)홍익솔루션 대표이사 방재현 (직인)

공동연구개발기관의 장: (주)카타콤	대표이사	허청	(직인)
공동연구개발기관의 장: 한국방송통신대학교산학협력단	단장	김태성	(직인)
공동연구개발기관의 장: 경상국립대학교산학협력단	단장	강상수	(직인)
공동연구개발기관의 장: 제주대학교산학협력단	단장	도양회	(직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명						총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)						연구개발과제번호		320099-1	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EH1502	35%	EE1304	35%	LC0808	30%		
	농림식품 과학기술분류	CA0301	40%	RC0202	40%	RB0202	20%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)									
연구개발과제명		양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발							
전체 연구개발기간		2020. 07. 03. - 2021. 10. 02. (15개월)							
총 연구개발비		총 534,000천원 (정부지원연구개발비: 400,000천원, 기관부담연구개발비: 134,000천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)							
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)									
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)									
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT 기반 양계 시설 작업환경 통합 모니터링 환경을 구축하고 이를 통한 예·경보 시스템의 산업화 모듈을 개발하며, 양계 시설 작업환경 안전관리 기술을 고도화 - IoT 기반 양계 시설 작업환경 모니터링 SW 1식, 모니터링 센서노드 1식, 무선통신장치(데이터로거) 1식, 현장 적용성 평가보고서 1식 - 실시간 예·경보 SW 1식, 위치추적 및 예·경보 웨어러블 기기 SW 1식, 작업자 건강 상태 설문조사서 1식 					
		전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발 - 저장된 작업환경 정보를 기반으로 모니터링 SW 개발 및 작업환경 정보 저장 전 분석(가공)을 통한 실시간 예·경보 SW 개발 ○ 고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출 - 고정형(챔버형) 환경정보 취득 센서노드개발, 양계 시설 내 센서노드최적 설치방안에 따른 현장 설치 및 데이터 송수신 모듈 개발 ○ ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발 - 전력사용량, 전력선 온도 모니터링 및 유무선 인터페이스 제공 차단기 HW 개발, 긴급차단/제어차단 관리 SW 기술 개발 ○ 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발 - 실내 위치 예측 시스템 모델 설계 및 구현, 비콘환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계 및 구현, 알고리즘 연동 및 위치 측위기법의 검증 ○ 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출 - 축산업 환경 관리 분야에 활용되는 ICT 기기 현장 실증 평가, 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 운용 가이드라 					

		인 제시 ○ 질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가 - 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사를 위한 설문지 개발 및 이를 활용한 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사
	1단계 (해당 시 작성)	목표
		내용

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양계 시설 작업환경 모니터링시스템 1식 ○ 양계 시설 작업환경 실시간 예·경보 시스템 1식 ○ 예·경보 시스템 기반 스마트 전력차단기 1식 ○ 축산업 활용 가능한 챔버형 센서노드 1식 ○ 축산업 활용 가능한 무선데이터 전송장치 1식
--------	---

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 양계사 내부 설치 표준화 및 데이터 교환 표준지침 준수를 통한 제품 패키지화 - 양계 농가 작업환경 모니터링시스템, 실시간 예·경보시스템 등 단위 시스템으로 나누어 제품화 추진 - (4차 산업혁명 시대에 적합한 플랫폼 & 데이터 중심의 Biz 모델 창출) 지속적인 데이터의 확보 및 데이터 중심의 서비스 제공, 검증을 통하여 데이터 경쟁력을 확보하고 확보한 데이터를 활용한 다양한 Biz 모델 창출 - 공기 질의 작업자에 대한 영향 외 양계 환경에 의한 위생환경 비교 평가 가능 - 멀티드롭 인터페이스를 통해 센서노드의 확장성을 확보하여 ICT 적용 스마트그리드 분야 전반에 대한 적용 가능 - 타 산업과 관련된 작업자 위치추적, 위해요소 모니터링 등 산업안전보건분야로의 파급효과가 클 것으로 예상됨 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 국지적 공기 질을 취합하여 종합적인 평가가 가능한 챔버를 통해 양계사 내부의 공기질 지도 작성 가능 - 농가의 작업환경에서 발생하는 다양한 현장 상황의 기록, 다양한 센서노드 등 장치 데이터의 기록 유지 및 시스템 상태 데이터의 관리, 경보 정보의 유지 및 관리와 같은 양계 현장 데이터 관리를 통한 안정적인 양계 시설 작업환경 유지 - 고령자, 귀농인 등 ICT 기기에 익숙하지 않은 사용자가 쉽게 작업환경을 관리하기 위한 손쉬운 설치, 자율화된 알림, 간편한 사용자 인터페이스 지원을 위한 통합 모니터링과 예·경보 기술개발을 통하여 편리하고 쉽게 양계 작업 현장을 관리할 수 있도록 지원함 - 양계사 외 유사 환경 사업장의 적용 가능 - 패키지 및 챔버형 공기질 측정기로 산업용, 가정용 등 다원화를 통한 사업구조 확장 - 향후 작업자의 의료정보 등에 대한 연계 시스템을 통해 특정 작업환경에 의한 의료케어 서비스 제공 가능 - 양계산업의 가축 손실 감소, 비용 절감 및 생산성 향상을 통한 농가 소득 증가 기대 - 작업자의 안전 확보에 따른 손실 비용의 최소화로 양계 농가 경영효율 극대화 - 양계 농가에서 발생하는 가스, 분진 등 위해요소에 대한 선도적 대응으로 농가 주
---------------------------	---

	변 환경개선 효과 기대 및 지속 가능한 산업으로 육성 가능 - 양계시설 작업자의 작업환경 유해요인 모니터링을 통해 산업안전보건 증진에 기여하기 위한 기반 제공												
연구개발성과의 비공개여부 및 사유													
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종		
	1	2				1		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)	양계 작업환경		축산인		예경보시스템		환경 모니터링		유해가스				
영문핵심어 (5개 이내)	Poultry Work Environment		Livestock husbandry workers'		Forecasting and warning system		Environmental monitoring		Exposure to hazardous gases				

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	7
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	96
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	103
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	104
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	105
별첨1] 연구개발보고서 초록	106
별첨2] 자체평가의견서	108
별첨3] 연구성과 활용계획서	113

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발의 목표

- IoT 기반 양계 시설 작업환경 통합 모니터링 환경을 구축하고 이를 통한 예·경보 시스템의 산업화 모듈을 개발하며, 작업환경 안전관리 기술을 고도화
 - IoT 기반 양계 시설 작업환경 모니터링 SW 1식, 모니터링 센서노드 1식, 무선통신장치(데이터로거) 1식, 현장 적용성 평가보고서 1식
 - 실시간 예·경보 SW 1식, 위치추적 및 예·경보 웨어러블 기기 SW 1식, 작업자 건강 상태 설문조사서 1식

1-2. 연구개발의 필요성

- 양계 작업환경 유해요인과 질환
 - 양계 작업환경에서 발생할 수 있는 호흡기 질환의 유해요인 : 유해가스, 분진, 부유 미생물, 석면 등으로 분류됨
 - 유해가스로는 농기계에서 배출되는 일산화탄소, 디젤연소물질, 동물의 배설물에서 나오는 암모니아, 황화수소 등이 해당됨
 - 분진의 경우 밀폐되어 환기가 잘 되지 않는 축사나 비닐하우스에서 고농도로 노출됨
 - 부유 미생물의 경우 호흡기로 흡수되면서 다양한 감염병 또는 기관지 천식, 만성 폐쇄성 폐질환 등의 질병 야기
 - 농가 슬레이트 지붕이나 건축자재에서 발생이 가능한 석면 분진에 의해서도 석면폐증이나 폐암 등의 호흡기질환이 유발
 - 기타 유해요인으로 온열, 저산소 등이 있음
- 양계농가 작업자의 안전실태 및 의식 수준(양계 농업인의 안전사고 관련 조사, 2013년 1년간 경험한 사고, 국립농업과학원)
 - 조사결과 화재 사고유형 20.2%, 협착·감김 16.9%, 추락 16.4%로 조사되었고, 계사 내 외부에서 안전사고가 발생하고 있음
 - 손상부위는 손가락, 다리 등이 가장 많고, 좌상/타박상, 골절, 절단 등의 상해를 경험함

사고 유형	- 과도한 힘·작업자세·신체반응: 9.0%	- 화재: 20.2%
	- 총돌·접촉: 14.6%	- 추락: 14.6%
	- 이상온도 노출·접촉: 11.2%	- 낙하·비래: 1.1%
	- 붕괴·도괴: 4.5%	- 감전(전기접촉): 3.4%
	- 유해·위험물질 노출·접촉: 4.5%	- 협착·감김: 16.9%
발생장소	- 계사내부: 61.8%	- 계사외부: 26.5%
	- 집안에서: 4.4%	- 도로: 1.5%
		- 기타: 5.9%

- 화재, 유해·위험물질 노출, 감전 등(전체 안전사고의 28.1%)의 사고 예방을 위한 실시간 모니터링 및 예·경보 시스템 지원 필요
- 농작업 안전보건 실태 수준 현황
 - 구급함/장비보유 현황, 분진마스크 착용 등은 미비한 수준임

	빈도(비율)	
안전보건 및 태도	위험요인 인지: 334(83.5%)	교육참여 의향: 312(78.4%)
	안전보건 필요성 인식: 343(86.0%)	안 전 보 건 실 침 :

	345(86.7%)
응급상황에 대한 대처방안 인지	응급상황 대처방안 인지: 303(76.5%) 비상연락망속지: 273(68.9%) 구급함/구급장비보유: 255(64.4%)
생활환경	휴식공간 확보: 330(82.7%) 작업후 청결관리: 385(96.0%) 작업후 탈의: 356(88.8%)
보호구 착용	작업복 착용: 345(95.5%) 작업복 분리세탁: 287(78.3%) 면마스크착용: 209(69.2%) 분진(가스)마스크착용: 209(52.3%) 작업시 장갑착용: 344(96.1%)
주요 안전사고	충분한조명시설: 365(91.0%) 작업장 정리정돈: 312(87.4%)
분진/가스 위험성	위험성 인지:322(80.7%) 분진/가스 농도측정: 129(32.4%)
전기/시설 관리현황	기계구동부 방호장치: 275(69.1%) 전기장치 먼지청소: 346(86.3%) 점검시 전원Off: 306(90.2%)

* 조사대상 : 양계 농업인 404명, 국립농업과학원

○ 국내 양계산업이 집약화되는 유형으로 운영됨에 따라 유해인자 노출에 따른 양계 작업자의 건강을 보호해야 하는 산업보건학적 문제들에 대한 사회적 관심과 법적 규제가 계속 증가되고 있음

- 양계 작업환경에서 유래하는 공기오염물질은 작업자의 건강에 악영향을 미칠 뿐만 아니라 외부 배출시 악취 민원 등 사회 경제적으로 다양한 영향을 미칠 수 있기 때문에 이에 대한 객관적인 대책 설정이 매우 시급함

< 국내 양계 작업 유해·위험 요인 및 농작업 재해, 국립농업과학원 >

작업명	위험요인	농작업 재해
공통	미끄러짐, 추락, 넘어짐, 병원성 세균, 바이러스	타박상, 골절, 인수공통감염병
입식작업	유기분진 , 닭과의 접촉, 닭 분뇨	호흡기 질환(직업성 천식 등)
소독/방역작업	유해가스 , 악취, 병원성 세균, 바이러스, 전기누전	호흡기 질환(직업성 천식 등), 인수공통감염병, 면역기계 질환(알러지성 피부염 등), 화재
급이/급수	유기분진 , 닭과의 접촉, 기계협착·감김, 운반 작업, 소음	호흡기 질환(직업성 천식 등), 근골격계질환, 청력장애
계사청소	유기분진 , 유해가스 , 악취, 닭 분뇨, 바이러스, 전기누전	호흡기 질환(직업성 천식 등), 면역기계 질환(알러지성 피부염 등), 화재 및 감전 사고
계분처리	유기분진 , 유해가스 , 악취, 닭 분뇨, 바이러스	호흡기 질환(직업성 천식 등), 면역기계 질환(알러지성 피부염)
출하작업	유기분진 , 악취, 닭 분뇨, 닭과의 접촉, 낮은 조도	호흡기 질환(직업성 천식 등), 근골격계질환, 찰과상, 충돌 및 접촉
환기작업	유기분진 , 유해가스 , 악취, 소음	호흡기 질환, 청력장애

- 위 표에서 보듯이 양계 작업환경의 개선을 위해서는 특히 유기분진, 유해가스에 대한 실시간 모니터링을 통한 예·경보 시스템의 확대 보급 필요

○ IoT용 웨어러블 디바이스의 현실적 한계

- 웨어러블 디바이스의 분류: 웨어러블 디바이스는 사용의 목적, 형태, 특징 등의 다양한 기준에 따라 분류할 수 있으나, 그 중에서 사용 목적에 따른 웨어러블 디바이스 유형을 살펴보면 피트니스, 헬스케어, 인포테인먼트, 군사 및 산업 기능 등의 네 가지로 크게 분류됨

< 사용목적에 따른 웨어러블 디바이스의 분류 >

기능	요구 사항
피트니스 및 웰빙	사용자의 운동이나 활동 중에 웨어러블 디바이스를 통해 이동거리, 속도, 소모된 칼로리, 심장 박동수 등을 체크하고 수집된 수치화된 데이터를 저장 및 전송할 수 있게 함
헬스케어 및 의료	wBAN 기술이 융합된 형태로 사용자의 생체신호 뿐만 아니라 인체 내부의 생체 정보를 측정해 무선으로 데이터를 전송하여 활용할 수 있도록 함
인포테인먼트	정보의 전달성에 오락성을 가미한 디바이스로서 사용자가 웨어러블 디바이스를 통해 증강현실, 스마트 기기의 메시지 확인 등을 활용할 수 있도록 함
군사 및 산업	하이엔드 수리 시장에서 사용되는 웨어러블 디바이스로 통신설비 업체, 항공 및 우주산업, 전기 및 가스, 군대 등의 시설물 관리 등에 활용되고 있음

* 출처 : 웨어러블 디바이스 동향과 시사점, 정보통신정책연구원 제25권, 2013.

- 웨어러블 디바이스에 대한 요구사항을 다음 다섯 가지의 기능으로 나타낼 수 있음

< 사용자를 위한 웨어러블 디바이스 요구사항 >

기능	요구 사항
착용감	일상생활에서 사용하는 의복, 액세서리와 같이 착용을 의식하지 않을 정도의 무게감과 자연스러운 착용감 제공
항시성	사용자 요구에 즉각적인 반응을 제공하기 위하여 컴퓨터와 사용자 간 끊임없는 통신을 지원할 수 있는 채널 존재
편의성	인간의 신체적, 지적 능력의 연장선상에 있어야 하므로 사용자와의 자연스러운 일체감과 통합감 제공
안전성	장시간 착용에 따른 불쾌감과 신체적 피로감을 최소화하고 전원 및 전자파 등에 대한 안정성 보장
사회성	착용에 따른 문화적 이질감을 배제하고 사회 문화적 통념에 부합하는 형태와 개인의 프라이버시 보호

* 출처 : 한국산업기술평가관리원

- 웨어러블 디바이스의 문제점 및 현장 적용 애로사항

- 상기와 같은 사용자를 위한 웨어러블 디바이스 요구사항과 유형별 핵심기술에도 불구하고 현재로서는 다음과 같은 문제점과 상당한 제약 요소를 내포하고 있는 것이 현실임에 따라 실제 양계 작업현장에 적용하는 것은 다소 시기상조인 것으로 판단됨

< 웨어러블 스마트기기의 핵심기술과 문제점 >

구분	액세서리형 (Potable)	의류일체형 (Attacjable)	신체부착/생체이식형 (Eatable/Implementable)
----	--------------------	-----------------------	---------------------------------------

핵심 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 초소형/고용량 배터리 ▪ 저전력 고성능 SoC (System on Chip) ▪ 플렉서블, 박막형 투과형 디스플레이 ▪ 초소형/정밀 비전 센서 ▪ 사용자 인터랙션 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전도성 소재, 원사, 직물센서 개발 ▪ 직물 회로보드 기술 ▪ 접착형 전자소자 패키징 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고분자 화로보드 및 전자소자 패키징 기술 ▪ 안테나 및 통신 기술 ▪ 소재 및 탈부착
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 크기, 무게, 배터리 지속시간 ▪ 입출력 방식 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 굽힘, 접힘, 오염 등에 대한 내구성 ▪ 세탁성 및 양산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 신축성/유연성 ▪ 인체 무해성 ▪ 양산 기술

* 출처 : 웨어러블 스마트 기기 기술동향과 산업전망(KEIT PDIssue Report March 2016)

< 현재 현장에서의 애로사항 >

구분	현장의 제약요소
전지 (Battery)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 배터리 수명은 크기와 에너지 밀도의 영향 ▪ 사용될 배터리는 더 작은 공간 필요 ▪ 배터리의 에너지 밀도 미흡 ▪ 고유 디자인을 위하여 배터리의 변형을 거부 ▪ 인체에 접촉하기 때문에 인체에 유해
센서 (Sensor)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 데이터의 정확성 및 여러 신호 인식을 위한 다수의 소형화 된 센서 및 내장화 필요 ▪ 일부 신호는 신체의 특정 부분에 위치한 센서에 의해서만 인식될 수 있음
디자인 (Design & Usability)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부자연스러운 디자인으로 인하여 소비자의 호응을 얻기 어려움 ▪ 사용자의 라이프스타일에 부합하고 자연스러운 착용감 필요
개인정보/보안 (Privacy/Security)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 착용 중인 웨어러블 디바이스의 네트워크에 다른 장치로부터 데이터 도청, 해킹 및 디바이스 장치의 도난 또는 무단 사용
상호운용성 (Interoperability)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 폼 팩터(하드웨어의 크기, 구성, 물리적 배열), 제조업체, 구축된 플랫폼과 상관없이 각각의 원활한 통신, 인증 및 정보 공유
어플리케이션 (App)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 개별 장치에 대한 소프트웨어 개발 킷 및 응용프로그램 인터페이스의 각각 다른 유형의 조합으로 조각적인 환경 생태계 ▪ 애플리케이션 수의 증가는 장애물로 작용
데이터 관리 (Data Management)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 많은 양의 데이터를 생산, 관리 및 분석하므로 최고정보책임자(CIO)의 부담 가중 ▪ 웨어러블에서 발생하는 거대한 양의 데이터 관리 필요

* 출처 : 웨어러블 스마트 기기 기술동향과 산업전망(KEIT PDIssue Report March 2016)

- 웨어러블 기기를 구성하는 HW 플랫폼은 저전력 소모에 편리성 위주의 저가형 기기와 고가·고기능 지능형 기기로 진화하고 있으며 중소기업형 기기와 글로벌 기업형 기기로 생태계가 재편되고 있음
- SW 플랫폼은 외부 개발자뿐만 아니라 서비스를 소비하는 이용자들도 서비스 시나리오 전개에 참여할 수 있는 개방형 구조로 발전해 나갈 것이고, 기계학습 기반의 빅데이터 분석을 통한 사용자의 경험 향상과 서비스 효과 측정 플랫폼의 필요성이 대두되고 있음
- 이러한 발전 전망에 대한 세부적인 SWOT 분석 내용 중 위험(Threat) 요인과 약점

(Weakness)을 살펴보면 다음과 같음

< 웨어러블 디바이스 발전전망 SWOT 분석 중 T/O 요인 >

구분		현장의 제약 요소
위험 요인 (Threat)	웨어러블 H/W 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 초기 모험적인 시장 성격으로 적극적인 연구개발 투자가 어려움 로벌 기업이 차지하는 시장규모가 점차로 확대됨에 따라 중소기업 자생 모델 구축이 어려움
	웨어러블 S/W 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 구글, 애플 등 글로벌 기업들이 대규모 투자를 통해 특허 및 초기 시장을 선점하였음 중국의 웨어러블 산업 집중에 따라 시장주도권 경쟁이 치열함
	기타 요소기술	<ul style="list-style-type: none"> 초기 모험적인 시장 성격으로 적극적인 연구개발 투자가 어려움
약점 요인 (Weakness)	웨어러블 H/W 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 소재, 융합센서 부품 및 MCU 등에 대한 높은 해외 의존도 웨어러블 디바이스의 차별화를 위한 SW와 연계 HW 기술 부족
	웨어러블 S/W 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 디바이스 사업자별 독자적 플랫폼 운용으로 인한 호환성 부재 통신, 방송, 의료 등 기존 기술 영역에 대한 법·제도 혼재 및 S/W 업체의 취약한 기술 경쟁력
	기타 요소기술	<ul style="list-style-type: none"> 국내 센서 산업의 수입 의존도 심화, 중소기업 중심의 산업 영세구조로 인해 스마트 지능형 센서 R&D 기반 취약

* 출처 : 정보통신기술진흥센터, 2017

- 지금까지 살펴본 IoT용 웨어러블 디바이스의 현실적 한계에 따라 본 연구에서는 웨어러블 디바이스의 현실적 한계를 극복할 수 있는 “챔버형 센서 체계의 구축”을 통하여 연구 목표를 달성하고자 한다.

1-3. 연구개발의 범위

가. 시간적 범위

○ 2020년 07월 03일 ~ 2021년 10월 02일(15개월)

나. 공간적 범위

○ 제주 중심의 총괄 테스트베드 운영 : 산란계사 3(애월, 한림읍), 육계사 2(성산읍)

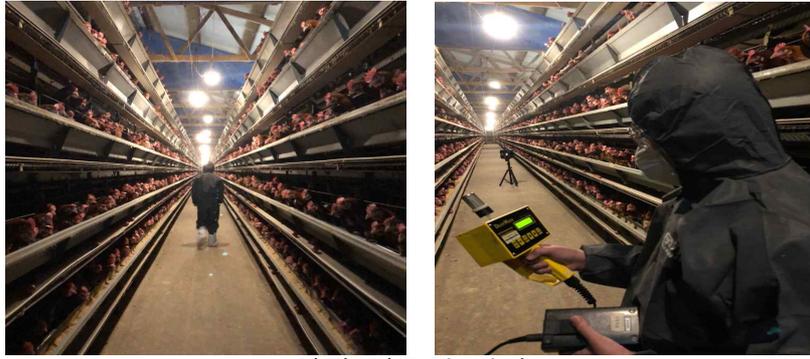


<산란계사>



<육계사>

- 별도 테스트베드 추가 운영 : 충북지역 2곳(현장 적용성 평가), 충남지역 1곳(스마트차단기)



<현장 적용성 평가>

다. 내용적 범위

- 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발
 - 저장된 작업환경 정보를 기반으로 모니터링 SW 개발 및 작업환경 정보 저장 전 분석(가공)을 통한 실시간 예·경보 SW 개발
- 고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출
 - 고정형(챔버형) 환경정보 취득 센서노드개발, 양계 시설 내 센서노드최적 설치방안에 따른 현장 설치 및 데이터 송수신 모듈 개발
- ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발
 - 전력사용량, 전력선 온도 모니터링 및 유무선 인터페이스 제공 차단기 HW 개발, 긴급차단/제어차단 관리 SW 기술 개발
- 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발
 - 실내 위치 예측 시스템 모델 설계 및 구현, 비콘환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계 및 구현, 알고리즘 연동 및 위치 측위기법의 검증
- 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출
 - 축산업 환경 관리 분야에 활용되는 ICT 기기 현장 실증 평가, 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 운용 가이드라인 제시
- 질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가
 - 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사를 위한 설문지 개발 및 이를 활용한 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사

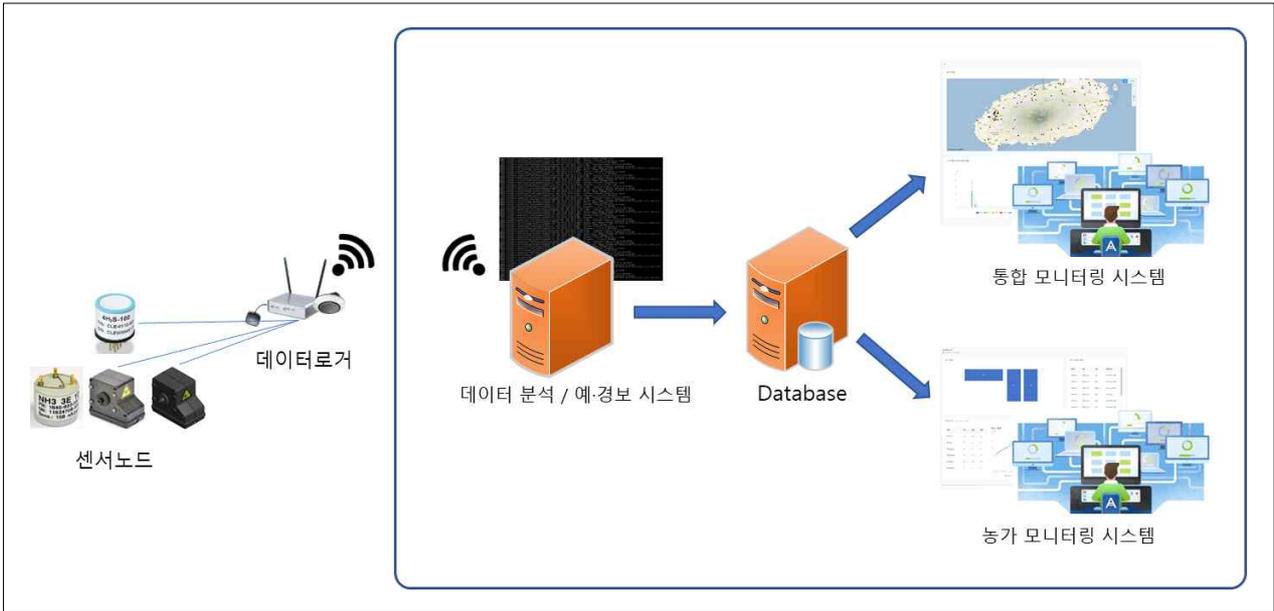


< 전체 시스템 구성도 >

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

2-1. 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발 (올앤리치)

- 해당 통합 모니터링 시스템은 농가 내에 설치된 데이터로거를 통해 수집된 데이터를 분석하고 이를 통해 농가 및 통합 관리자에게 수집 데이터를 통한 각종 현황 자료를 제공하며, 농가별로 설정된 환경 설정 정보를 이용한 예·경보 기능을 제공함으로써 실제 현장 작업자에 대한 최소한의 작업환경을 보장해 줄 수 있도록 함
- 아래의 그림은 통합 모니터링 시스템의 구성도



- 시스템은 크게 통합 모니터링 및 농가 모니터링 시스템과 데이터 분석 및 예·경보 시스템 등 크게 3부분으로 구성

1) DB 설계 및 구성

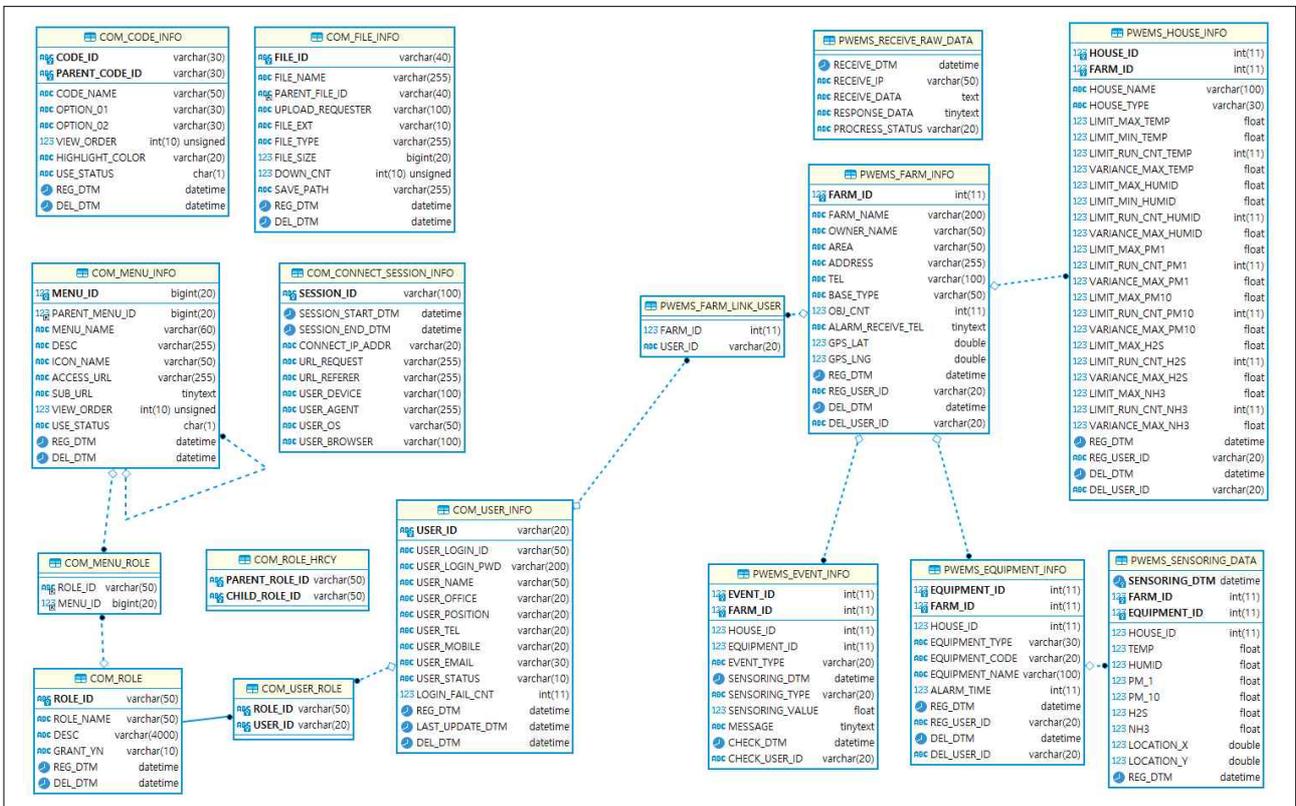
- 본 시스템의 구현을 위한 데이터는 크게 농가 정보, 현장 작업환경 정보로 나뉨
- 농가 정보는 세부적으로 농가 기본정보, 농가 내 양계장 정보, 양계장 내 설치된 작업환경 정보 수집 장비 정보 등으로 구성
- 이를 기준으로 한 데이터베이스 설계 내용은 아래와 같음

가) 테이블 목록

테이블 명	테이블 설명	비고
COM_CODE_INFO	시스템 코드 관리	공통
COM_CONNECT_SESSION_INFO	방문자 정보 저장	공통
COM_FILE_INFO	첨부 파일 관리	공통
COM_MENU_INFO	시스템 메뉴 관리	공통
COM_MENU_ROLE	그룹별 접근 메뉴 관리	공통
COM_ROLE	시스템 운영 그룹 관리	공통

테이블 명	테이블 설명	비고
COM_ROLE_HRCY	시스템 운영 그룹 계층 관리	공통
COM_USER_INFO	시스템 운영자 관리	공통
COM_USER_ROLE	사용자별 그룹 관리	공통
PWEMS_EQUIPMENT_INFO	농가별 설치 장비 정보	
PWEMS_EVENT_INFO	이벤트 내역	
PWEMS_FARM_INFO	농가 정보 관리	
PWEMS_FARM_LINK_USER	농가별 사용자 연결 정보	
PWEMS_HOUSE_INFO	양계 농장별 양계장 정보	
PWEMS_RECEIVE_RAW_DATA	장비 수신 RAW 데이터	
PWEMS_SENSORING_DATA	센서 모니터링 데이터 저장	

나) ERD



다) 테이블 상세

테이블ID		COM_CODE_INFO				
테이블명		시스템 코드 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	Default	비고
1	CODE_ID	코드 ID	varchar(30)	○		

2	CODE_NAME	코드명	varchar(50)			
3	PARENT_CODE_ID	상위 코드 ID	varchar(30)	○		
4	OPTION_01	추가 정보 #1	varchar(30)			
5	OPTION_02	추가 정보 #2	varchar(30)			
6	VIEW_ORDER	표출 순서	int			
7	HIGHLIGHT_COLOR	강조색	varchar(20)			
8	USE_STATUS	사용여부	char(1)		Y	
9	REG_DTM	등록일시	datetime			
10	DEL_DTM	삭제일시	datetime			
		인덱스 키				
PRIMARY_KEY		CODE_ID, PARENT_CODE_ID				

테이블ID		COM_CONNECT_SESSION_INFO				
테이블명		방문자 정보 저장				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNULL	DEFAULT	비고
1	SESSION_ID	세션 ID	varchar(100)			
2	SESSION_START_DTM	세션 생성 일시	datetime()			
3	SESSION_END_DTM	세션 종료 일시	datetime()			
4	CONNECT_IP_ADDR	접속 IP 주소	varchar(20)			
5	URL_REQUEST	요청 URL	varchar(255)			
6	URL_REFERER	이전 URL	varchar(255)			
7	USER_DEVICE	접속 장비 구분	varchar(100)			
8	USER_AGENT	접속 브라우저 정보	varchar(255)			
9	USER_OS	접속 장비 OS	varchar(50)			
10	USER_BROWSER	접속 브라우저 정보	varchar(100)			
		인덱스 키				
PRIMARY_KEY		SESSION_ID				

테이블ID		COM_FILE_INFO				
테이블명		첨부 파일 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNULL	DEFAULT	비고
1	FILE_ID	파일관리 ID	varchar(40)			
2	FILE_NAME	파일명	varchar(255)			
3	PARENT_FILE_ID	상위 파일관리 ID	varchar(40)			
4	UPLOAD_REQUESTER	업로드 요청 구분	varchar(100)			
5	FILE_EXT	파일 확장자	varchar(10)			

6	FILE_TYPE	파일 형태	varchar(255)			
7	FILE_SIZE	파일 크기(byte)	bigint(19)			
8	DOWN_CNT	다운로드 횟수	int(10)			
9	SAVE_PATH	실제 저장 위치	varchar(255)			
10	REG_DTM	등록일시	datetime()			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		FILE_ID				

테이블ID		COM_MENU_INFO				
테이블명		시스템 메뉴 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	MENU_ID	메뉴 관리 ID	bigint(19)			
2	PARENT_MENU_ID	상위 메뉴 관리 ID	bigint(19)			
3	MENU_NAME	메뉴명	varchar(60)			
4	DESC	메뉴 설명	varchar(255)			
5	ICON_NAME	메뉴 ICON명	varchar(50)			
6	ACCESS_URL	접근 URL	varchar(255)			
7	SUB_URL	하위 URL 목록	tinytext(255)			
8	VIEW_ORDER	표출 순서	int(10)			
9	USE_STATUS	사용여부	char(1)			
10	REG_DTM	등록일시	datetime()			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		MENU_ID				

테이블ID		COM_MENU_ROLE				
테이블명		그룹별 접근 메뉴 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	ROLE_ID		varchar(50)			
2	MENU_ID		bigint(19)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		ROLE_ID, MENU_ID				

테이블ID		COM_ROLE				
테이블명		시스템 운영 그룹 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고

1	ROLE_ID	그룹 ID	varchar(50)			
2	ROLE_NAME	그룹명	varchar(50)			
3	DESC	설명	varchar(4000)			
4	GRANT_YN	그룹 부여 여부	varchar(10)			
5	REG_DTM	등록일시	datetime()			
6	DEL_DTM	삭제일시	datetime()			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		ROLE_ID				

테이블ID		COM_ROLE_HRCY				
테이블명		시스템 운영 그룹 계층 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	Default	비고
1	PARENT_ROLE_ID		varchar(50)			
2	CHILD_ROLE_ID		varchar(50)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		PARENT_ROLE_ID, CHILD_ROLE_ID				

테이블ID		COM_USER_INFO				
테이블명		시스템 운영자 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	Default	비고
1	USER_ID	사용자 ID	varchar(20)			
2	USER_LOGIN_ID	사용자 로그인 ID	varchar(50)			
3	USER_LOGIN_PWD	사용자 로그인 비밀번호	varchar(200)			
4	USER_NAME	사용자 성명	varchar(50)			
5	USER_OFFICE	소속	varchar(20)			
6	USER_POSITION	직책	varchar(20)			
7	USER_TEL	전화번호	varchar(20)			
8	USER_MOBILE	휴대전화번호	varchar(20)			
9	USER_EMAIL	전자우편 주소	varchar(30)			
10	USER_STATUS	사용자 상태	varchar(10)			
11	LOGIN_FAIL_CNT	접속 실패 횟수	int(10)			
12	REG_DTM	등록일시	datetime()			
13	LAST_UPDATE_DTM	최종 변경일시	datetime()			
14	DEL_DTM	삭제일시	datetime()			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		USER_ID				

테이블ID		COM_USER_ROLE				
테이블명		사용자별 그룹 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	ROLE_ID	그룹 ID	varchar(50)			
2	USER_ID	사용자 ID	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		ROLE_ID, USER_ID				

테이블ID		PWEMS_EQUIPMENT_INFO				
테이블명		농가별 설치 장비 정보				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	EQUIPMENT_ID	장비 관리 ID	int(10)			
2	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
3	HOUSE_ID	양계장 관리 ID	int(10)			
4	EQUIPMENT_TYPE	장비 구분	varchar(30)			
5	EQUIPMENT_CODE	장비 코드	varchar(20)			
6	EQUIPMENT_NAME	장비명	varchar(100)			
7	ALARM_TIME	알람 시간(데이터 미수집)	int(10)			
8	REG_DTM	등록일시	datetime()			
9	REG_USER_ID	등록자 ID	varchar(20)			
10	DEL_DTM	삭제일시	datetime()			
11	DEL_USER_ID	삭제자 ID	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		EQUIPMENT_ID, FARM_ID				

테이블ID		PWEMS_EVENT_INFO				
테이블명		이벤트 내역 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	EVENT_ID	이벤트 관리 ID	int(10)			
2	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
3	HOUSE_ID	양계장 관리 ID	int(10)			
4	EQUIPMENT_ID	장비 관리 ID	int(10)			
5	EVENT_TYPE	이벤트 구분	varchar(20)			
6	SENSORING_DTM	수집일시	datetime()			

7	SENSORING_TYPE	측정 항목	varchar(20)			
8	SENSORING_VALUE	측정값	float(12)			
9	MESSAGE	메시지	tinytext(255)			
10	CHECK_DTM	이벤트 확인일	datetime()			
11	CHECK_USER_ID	이벤트 확인자	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		EVENT_ID, FARM_ID, HOUSE_ID				

테이블ID		PWEMS_FARM_INFO				
테이블명		농가 정보 관리				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
2	FARM_NAME	농가명	varchar(200)			
3	OWNER_NAME	대표자 성명	varchar(50)			
4	AREA	지역구분	varchar(50)			
5	ADDRESS	주소	varchar(255)			
6	TEL	전화번호	varchar(100)			
7	BASE_TYPE	주 사육계 종류	varchar(50)			
8	OBJ_CNT	사육두수	int(10)			
9	ALARM_RECEIVE_TEL	알람 수신 연락처	tinytext(255)			
10	GPS_LAT	GPS 위도	double(22)			
11	GPS_LNG	GPS 경도	double(22)			
12	REG_DTM	등록일시	datetime()			
13	REG_USER_ID	등록자 ID	varchar(20)			
14	DEL_DTM	삭제일시	datetime()			
15	DEL_USER_ID	삭제자 ID	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		FARM_ID				

테이블ID		PWEMS_FARM_LINK_USER				
테이블명		농가별 사용자 연결 정보				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
2	USER_ID	사용자 ID	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		FARM_ID, USER_ID				

테이블ID		PWEMS_HOUSE_INFO				
테이블명		농가별 양계장 정보				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	HOUSE_ID	양계장 관리 ID	int(10)			
2	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
3	HOUSE_NAME	양계장명	varchar(100)			
4	HOUSE_TYPE	양계장 구분	varchar(30)			
5	LIMIT_MAX_TEMP	최대 온도	float(12)			
6	LIMIT_MIN_TEMP	최소 온도	float(12)			
7	LIMIT_RUN_CNT_TEMP	최대 온도 연속 횟수	int(10)			
8	VARIANCE_MAX_TEMP	최대 변화량 온도	float(12)			
9	LIMIT_MAX_HUMID	최대 습도	float(12)			
10	LIMIT_MIN_HUMID	최소 습도	float(12)			
11	LIMIT_RUN_CNT_HUMID	최대 습도 연속 횟수	int(10)			
12	VARIANCE_MAX_HUMID	최대 변화량 습도	float(12)			
13	LIMIT_MAX_PM1	최대 PM1	float(12)			
14	LIMIT_RUN_CNT_PM1	최대 PM1 연속 횟수	int(10)			
15	VARIANCE_MAX_PM1	최대 변화량 PM1	float(12)			
16	LIMIT_MAX_PM10	최대 PM10	float(12)			
17	LIMIT_RUN_CNT_PM10	최대 PM10 연속 횟수	int(10)			
18	VARIANCE_MAX_PM10	최대 변화량 PM10	float(12)			
19	LIMIT_MAX_H2S	최대 H2S	float(12)			
20	LIMIT_RUN_CNT_H2S	최대 H2S 연속 횟수	int(10)			
21	VARIANCE_MAX_H2S	최대 변화량 H2S	float(12)			
22	LIMIT_MAX_NH3	최대 NH3	float(12)			
23	LIMIT_RUN_CNT_NH3	최대 NH3 연속 횟수	int(10)			
24	VARIANCE_MAX_NH3	최대 변화량 NH3	float(12)			
25	REG_DTM	등록일시	datetime()			
26	REG_USER_ID	등록자 ID	varchar(20)			
27	DEL_DTM	삭제일시	datetime			
28	DEL_USER_ID	삭제자 ID	varchar(20)			
		인덱스 키				
PRIMARY_KEY		HOUSE_ID, FARM_ID				

테이블ID		PWEMS_RECEIVE_RAW_DATA				
테이블명		장비 수신 RAW 데이터				

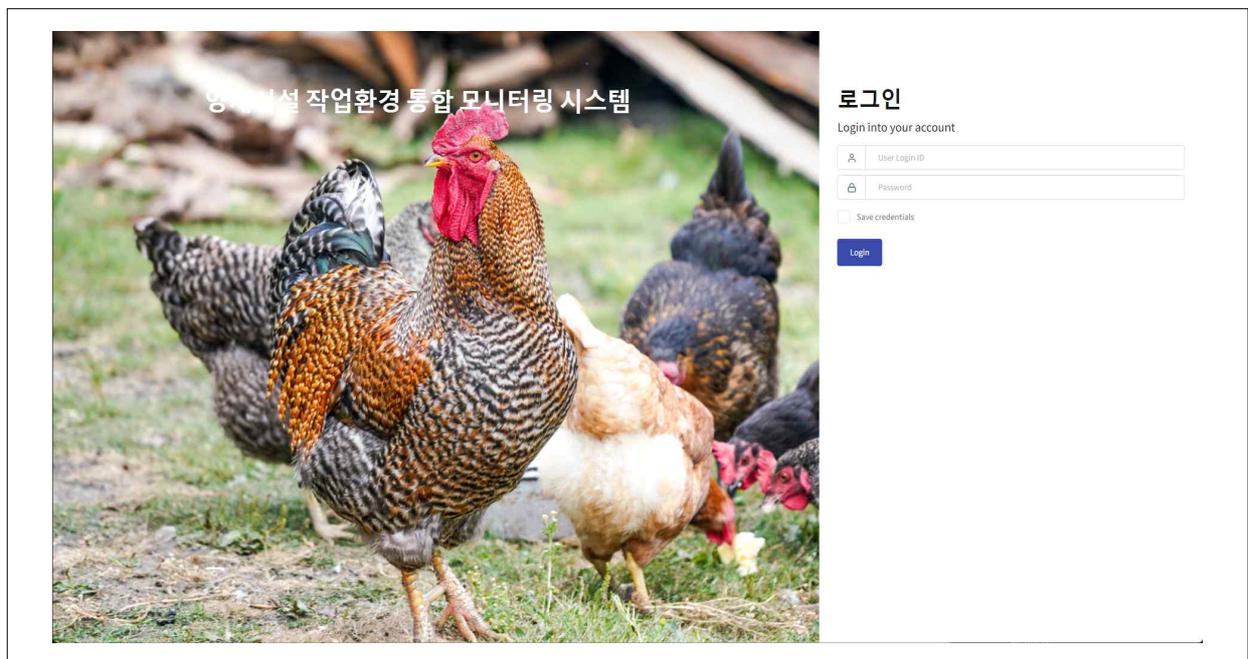
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	RECEIVE_DTM	수신일시	datetime			
2	RECEIVE_IP	수신 IP	varchar(50)			
3	RECEIVE_DATA	수신 데이터	text(65535)			
4	RESPONSE_DATA	응답 데이터	tinytext(255)			
5	PROGRESS_STATUS	처리 결과	varchar(20)			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		RECEIVE_DTM, RECEIVE_IP				

테이블ID		PWEMS_SENSORING_DATA				
테이블명		센서 모니터링 데이터 저장				
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NotNull	DEFAULT	비고
1	SENSORING_DTM	데이터 수집일시	datetime			
2	FARM_ID	농가 관리 ID	int(10)			
3	HOUSE_ID	양계장 관리 ID	int(10)			
4	EQUIPMENT_ID	장비 관리 ID	int(10)			
5	TEMP	온도	float(12)			
6	HUMID	습도	float(12)			
7	PM_1	PM 1.0	float(12)			
8	PM_10	PM 10	float(12)			
9	H2S	황화 수소	float(12)			
10	NH3	암모니아	float(12)			
11	LOCATION_X	위치 좌표 X	double(22)			
12	LOCATION_Y	위치 좌표 Y	double(22)			
13	REG_DTM	등록일시	datetime			
인덱스 키						
PRIMARY_KEY		SENSORING_DTM, FARM_ID, EQUIPMENT_ID				

3) 단위 시스템별 상세

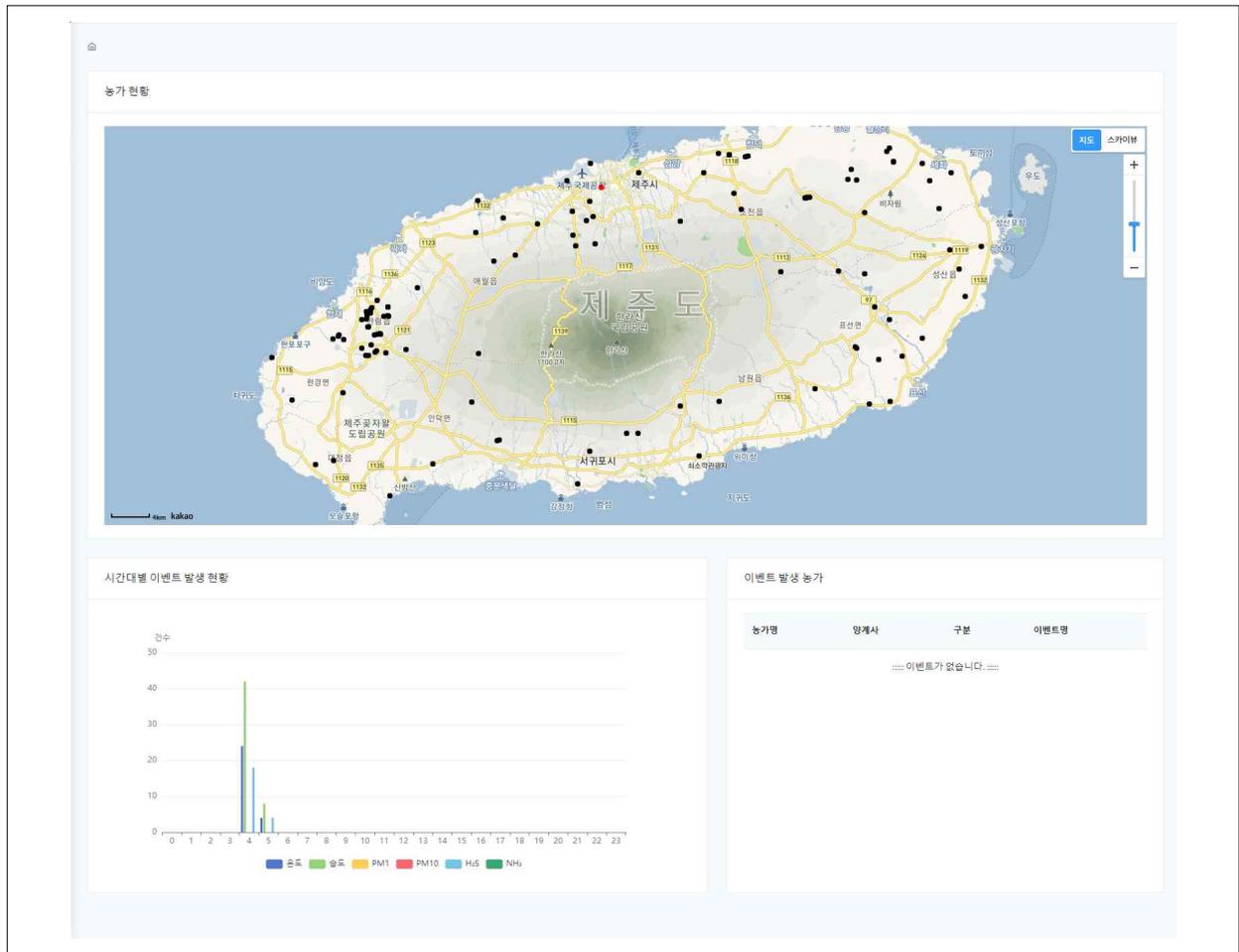
가) 통합 모니터링 시스템

- 통합 모니터링 시스템은 등록된 농가들에게서 수집된 각종 센서 정보들을 통합적으로 확인할 수 있도록 하였음
- 통합 모니터링 시스템의 기본 기능은 아래와 같음
 - 시스템 등록 농가에 대한 기본적인 정보 관리
 - 농가별로 수집된 각종 환경정보에 대한 모니터링
 - 농가별로 수집된 환경정보 이력 조회
 - 농가별 발생한 각종 이벤트 정보 조회
- 통합 모니터링 시스템을 사용하기 위해서는 사용자 인증을 획득하여 사용하도록 하였음
- 이를 위해 아래의 화면과 같이 로그인 과정을 거치게 됨



< 통합 모니터링 로그인 화면 >

- 통합 모니터링 시스템 로그인 후 아래의 그림과 같이 메인화면을 확인할 수 있음



< 통합 모니터링 메인화면 >

- 메인화면은 크게 농가별 위치를 지도상에서 확인할 수 있는 지도부분과 당일 이벤트 발생 현황을 시간대별로 표시한 그래프 부분, 최근 발생한 이벤트에 대한 정보를 확인할 수 있는 부분으로 구성하였음
- 지도 부분에서는 농가 위치 표시와 더불어 수집환경정보의 분석 결과에 따라 정상(●), 이벤트 발생(●), 수집정보 없음(●)으로 구분하여 표출하도록 하여, 다수의 농가에서 수집된 환경정보에 따른 상태 정보를 빠르게 파악할 수 있도록 하였음
- 농가 정보 관리
 - 농가 정보 관리는 제주도 내 알려진 양계농가에 대한 정보를 관리하는 기능을 제공
 - 농가명, 소유자, 연락처, 주소(위치), 구분(육계, 산란계, 겸용계), 사육 두수 등 농가의 운영현황을 간단하게 확인할 수 있는 정보 위주로 구성

농가 관리

기본정보관리 / 농가관리

페이지당 줄수

농가명	소유자명	지역	주소	전화번호	구분	등록일시	등록자	기능
강태호	김태호	애월읍	제주특별자치도 제주시 애월읍 광항2리 2709	711-0956, 011-741-0956	육계			
김정희	김정희	애월읍	제주특별자치도 애월읍 구암리 373-3	713-8988 010-6693-8988	결충계			
서해광	서해광	애월읍	제주특별자치도 애월읍 어음2리 1441-3	070-8804-5999010-3314-5999	산란계			
양학준	양학준	애월읍	제주특별자치도 애월읍 고성리 1256	742-0807 010-8866-0003	결충계			
이승훈	이승훈	애월읍	제주특별자치도 애월읍 봉성리 1541-1	743-2586 011-698-5347	육계			
이흥희	이흥희	애월읍	제주특별자치도 애월읍 유수암리 1560	010-3777-0653	육계			
천의태	천의태	애월읍	제주특별자치도 애월읍 봉성리 산23-1	017-693-8799792-8799	결충계			
허보현	허보현	애월읍	제주특별자치도 애월읍 고성리 924	799-6772 011-252-3617	결충계			
강갑열	강갑열	애월읍	제주특별자치도 애월읍 고성리 1536	010-9656-1459	육계			
강경호(우성농장)	강경호(우성농장)	조천읍	제주특별자치도 조천읍 선릉리 119-5	010-8593-5846	육계			

1-10 / 총 132건 이전 1 2 3 4 5 ... 14 다음

○ 농가별 양계사 정보

- 농가별 양계사 정보는 농가별로 등록되어 있는 양계사에 대한 정보를 확인할 수 있는 기능을 제공
- 양계사별로 작업환경에 대한 모니터링을 위한 설정 정보를 설정 및 관리할 수 있으며, 각 값별로 최대, 최소값, 최대 변화량 및 유지횟수 등의 정보를 설정 데이터 분석 시 예경보 알람의 기초자료로 활용됨

양계사 관리

기본정보관리 / 양계사 관리

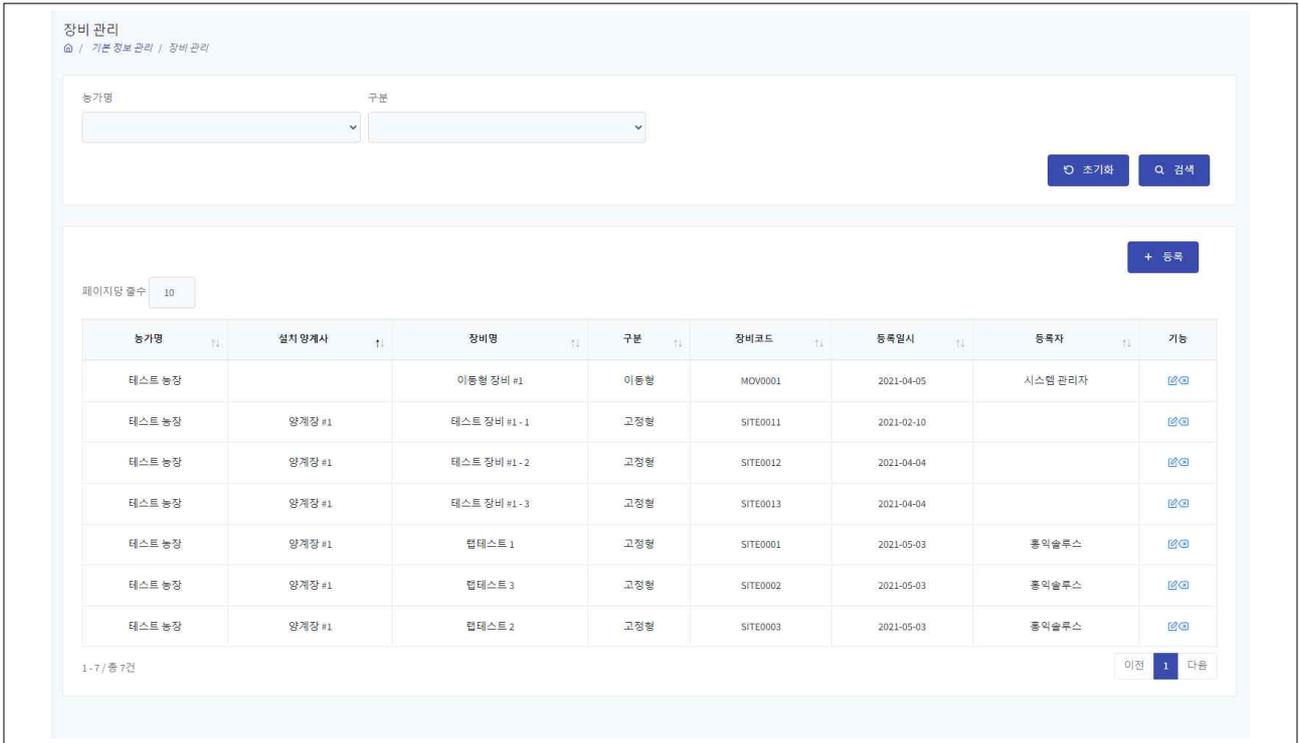
페이지당 줄수

농가명	양계사명	구분	등록일시	등록자	기능
테스트 농장	양계장 #1	육계사	2021-02-23		

1-1 / 총 1건 이전 1 다음

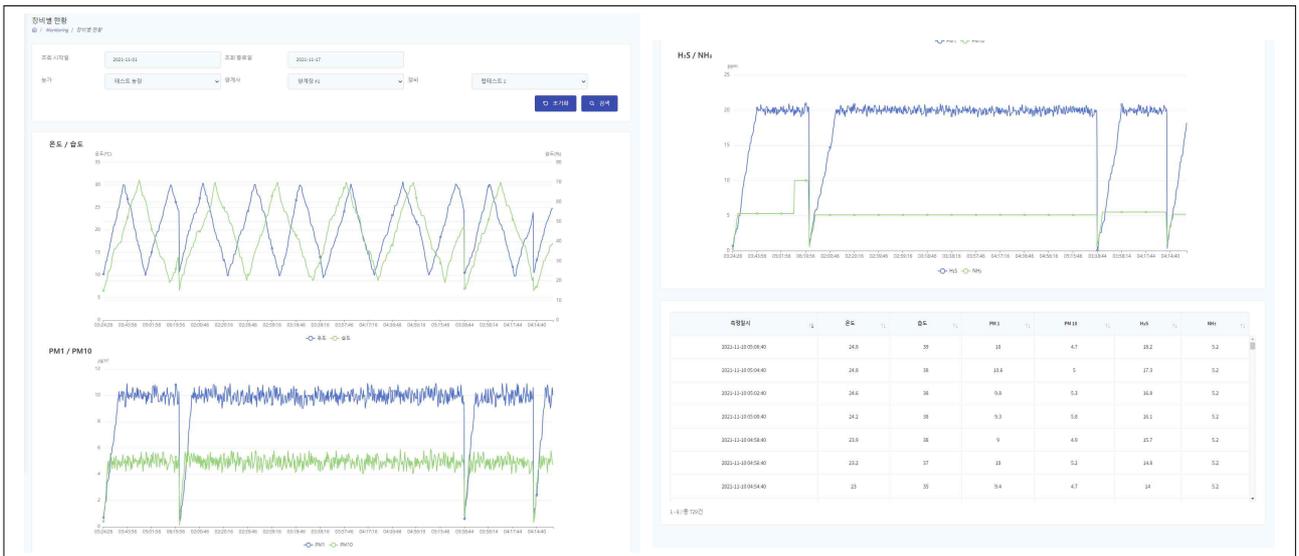
○ 농가별 장비 정보

- 농가별로 설치된 데이터 수집장치에 대한 정보를 확인할 수 있는 기능을 제공



○ 장비별 데이터 조회

- 농가별로 설치된 데이터 수집장치로부터 수집된 각종 환경정보를 조회할 수 있는 기능을 제공

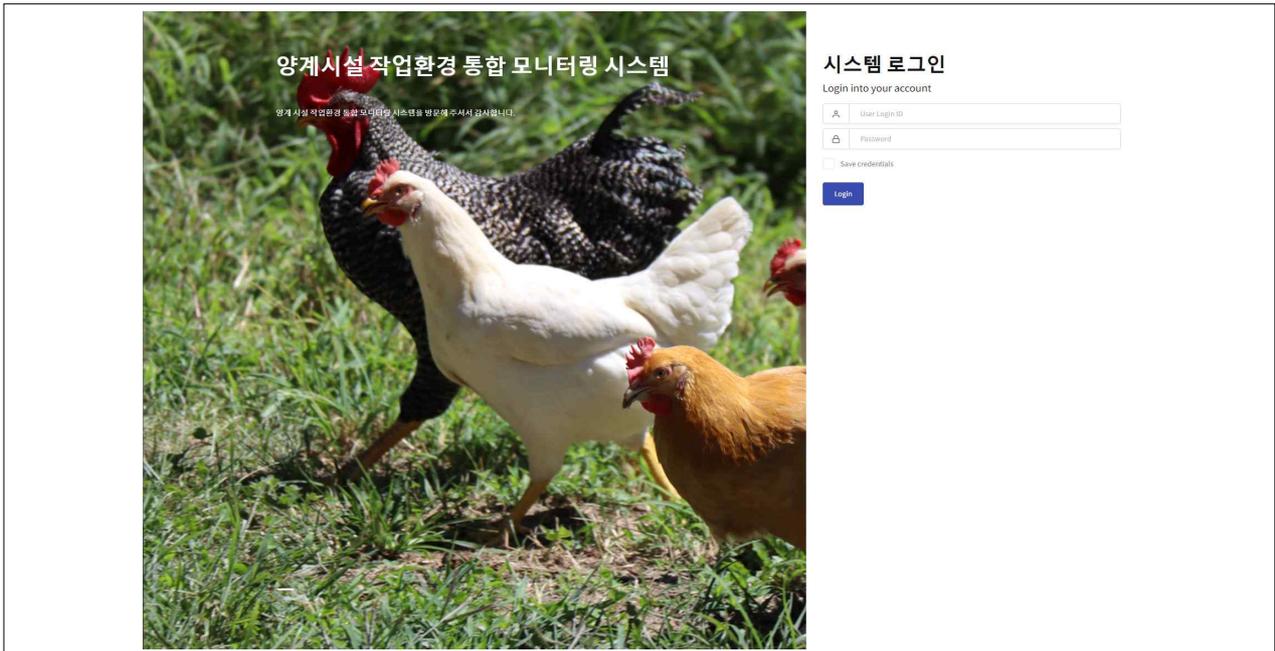


나) 농가별 정보 제공 시스템

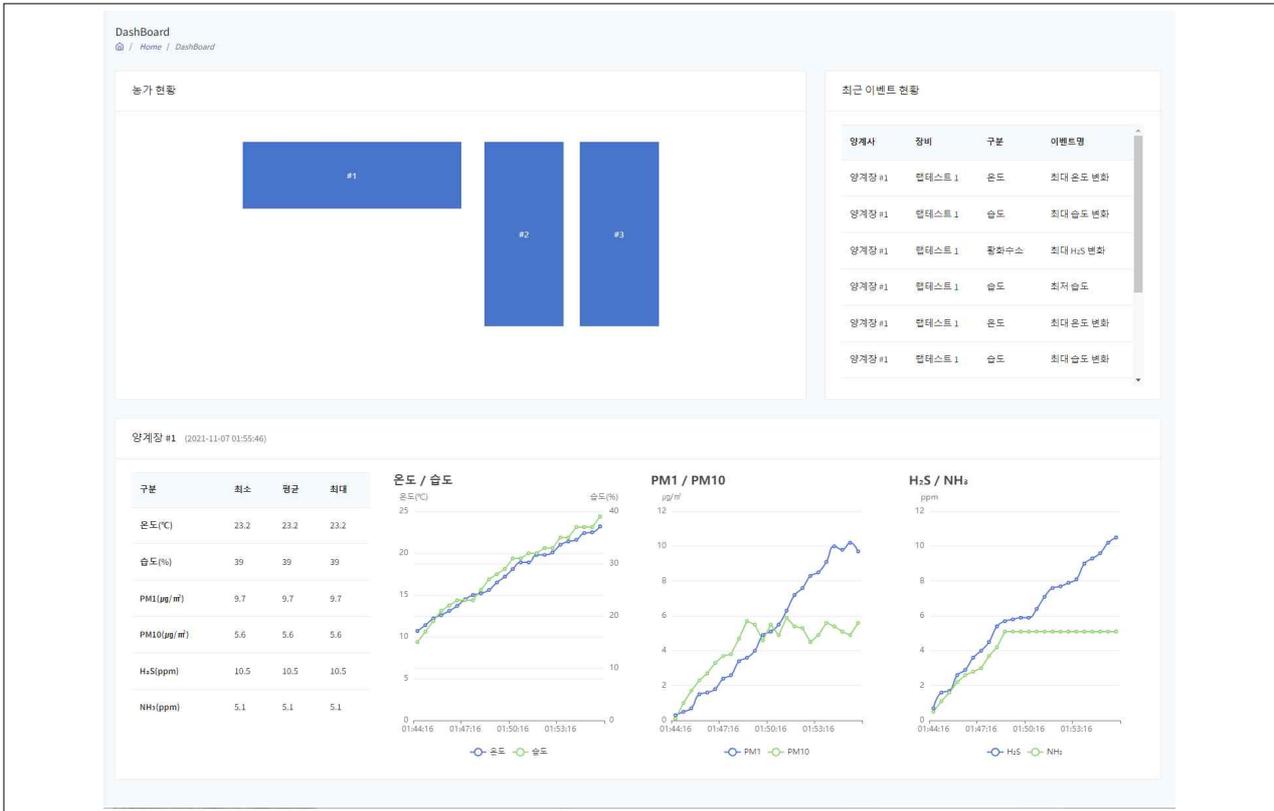
- 농가별 정보 제공 시스템은 각 농가별로 수집된 각종 센서 정보들을 농가가 직접 확인 및 관리할 수 있는 기능을 제공
- 농가별 정보 제공 시스템의 기본 기능으로는 아래와 같음
 - 농가에 대한 기본적인 정보 관리

- 농가내 수집된 각종 환경정보에 대한 모니터링
- 농가내 수집된 환경정보 이력 조회
- 농가내 발생한 각종 이벤트 정보 조회 및 확인

- 농가별 정보 제공 시스템을 사용하기 위해서는 농가별로 발급된 사용자 정보를 이용하여 사용자 인증을 획득하여 사용하도록 하였음
- 이를 위해 아래의 화면과 같이 로그인 과정을 거치게 됨



- 농가별 정보 제공 시스템 로그인 후 아래의 그림과 같이 메인화면을 확인할 수 있음



- 메인화면은 크게 농가 내 환경정보 수집정보에 대한 모니터링 및 발생한 예·경보 알람 내역 등을 확인할 수 있는 부분으로 구성하였음
- 농가 기본정보
 - 농가명, 소유자, 연락처, 주소(위치), 구분(육계, 산란계, 겸용계), 사육 두수 등 농가의 운영현황을 간단하게 확인할 수 있는 정보 위주로 구성

농가 기본 정보

농가명: 테스트 농장

소유주명: 홍길동

연락처: 01000001111

지역구분: 제주시

주소: 오라2동 1234

사육구분: 산란계

사육두수: 50

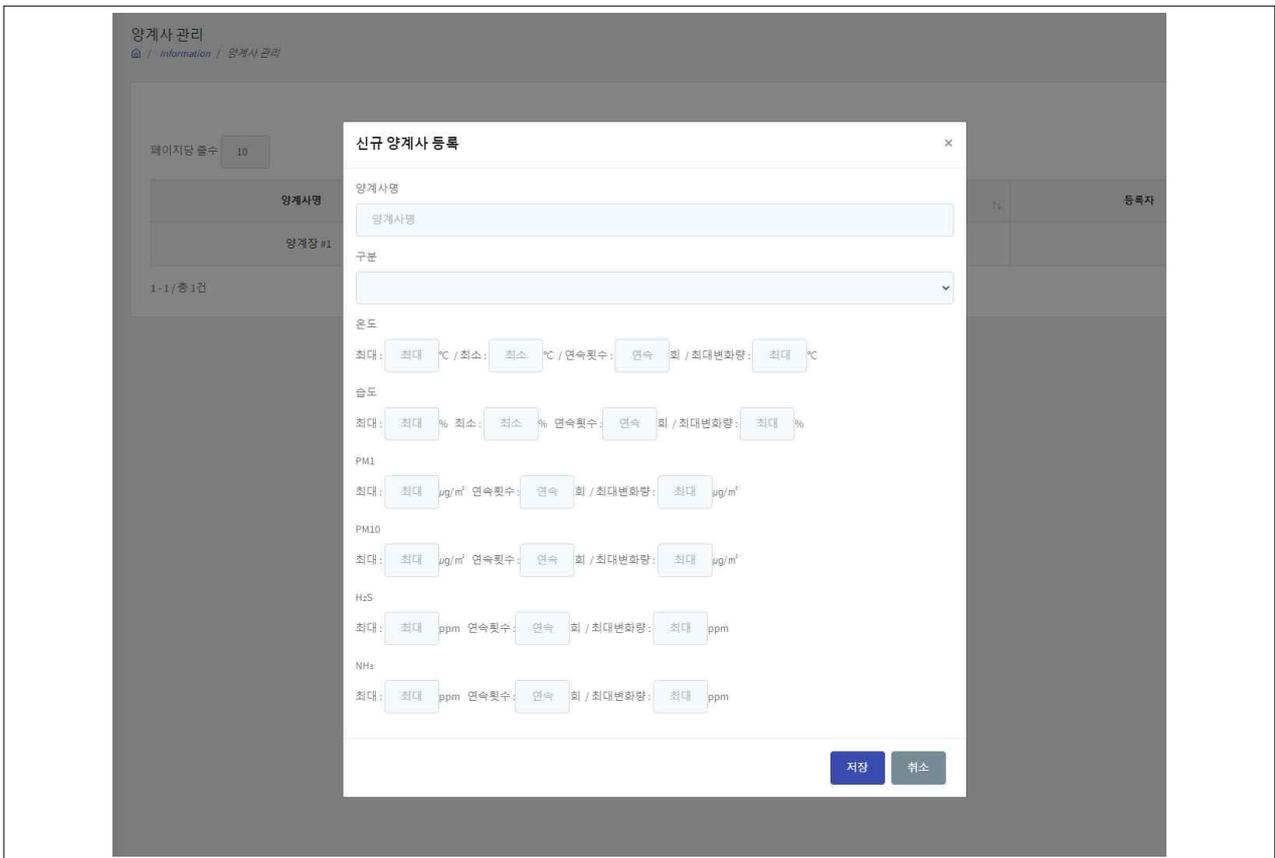
일련 수신 연락처(1로 구분): 01087598265

저장

- 양계사 정보
 - 양계사 정보는 농가 내에 있는 양계사에 대한 정보를 관리할 수 있는 기능을 제공



- 양계사별로 작업환경에 대한 모니터링을 위한 설정 정보를 설정 및 관리할 수 있으며, 각 값별로 최대, 최소값, 최대 변화량 및 유지 횟수 등의 정보를 설정 데이터 분석 시 예경보 알람의 기초자료로 활용됨



○ 장비 정보

- 농가 내 설치된 데이터 수집 장치에 대한 정보를 확인할 수 있는 기능을 제공

장비 관리
Information / 장비 관리

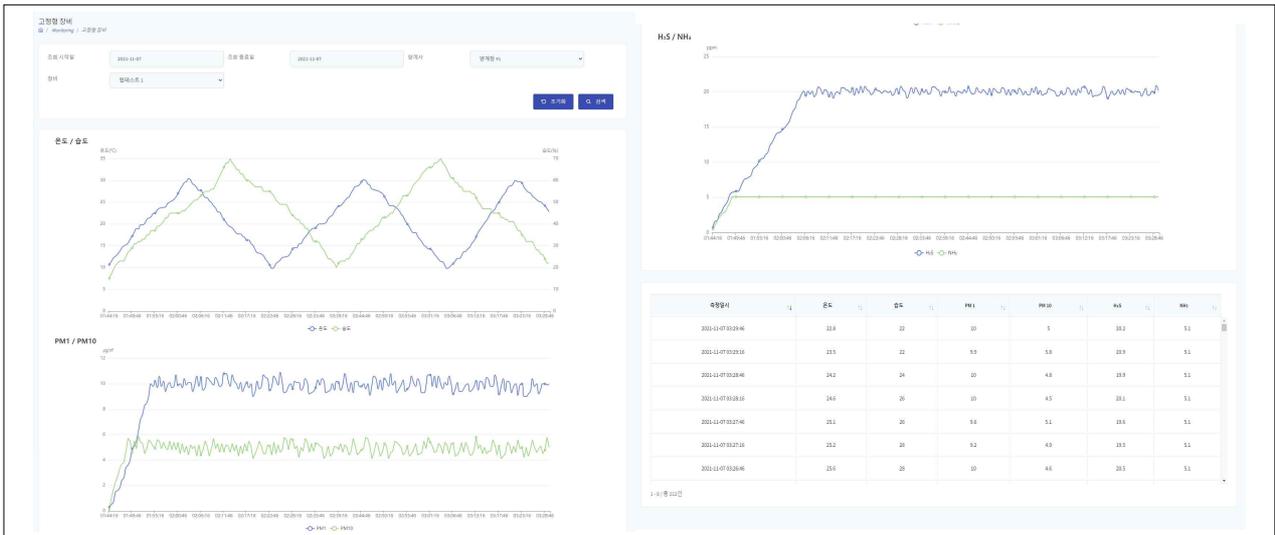
페이지당 줄수 10 + 등록

설치양계사	장비명	구분	장비코드	등록일시	등록자	기능
양계장 #1	랩테스트 1	고정형	SITE0001	2021-05-03	홍익솔루스	🔍🔄
양계장 #1	랩테스트 2	고정형	SITE0003	2021-05-03	홍익솔루스	🔍🔄
양계장 #1	랩테스트 3	고정형	SITE0002	2021-05-03	홍익솔루스	🔍🔄
	이동형 장비 #1	이동형	MOV0001	2021-04-05	시스템 관리자	🔍🔄
양계장 #1	테스트 장비 #1-1	고정형	SITE0011	2021-02-10		🔍🔄
양계장 #1	테스트 장비 #1-2	고정형	SITE0012	2021-04-04		🔍🔄
양계장 #1	테스트 장비 #1-3	고정형	SITE0013	2021-04-04		🔍🔄

1-7 / 총 7건 이전 1 다음

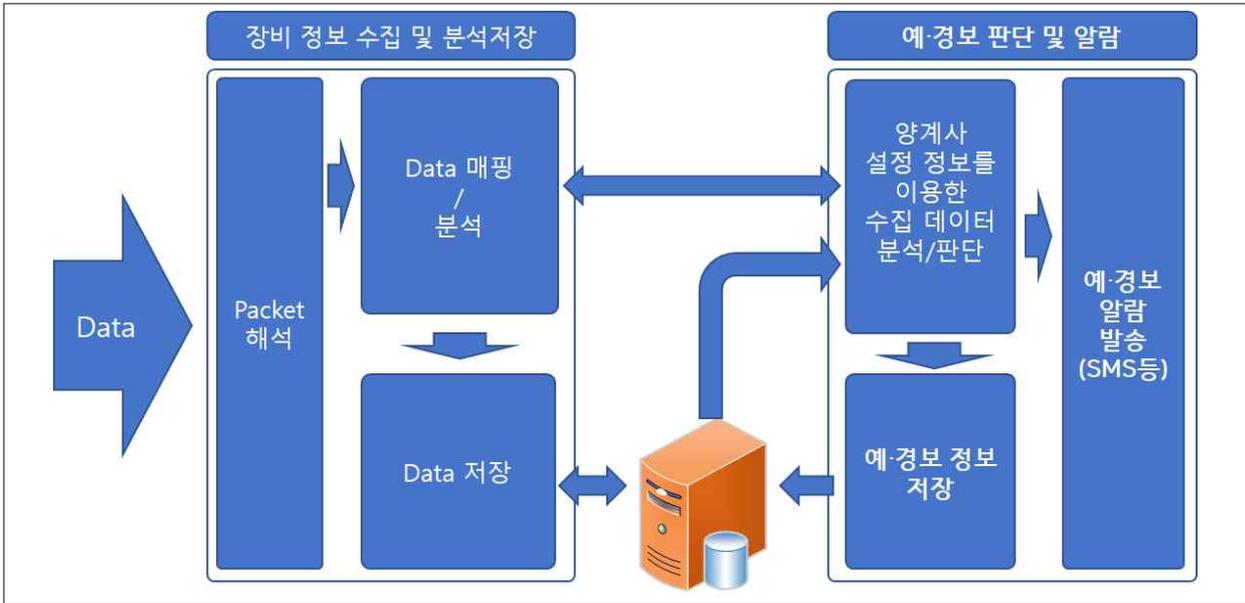
○ 장비별 데이터 조회

- 농가 내 설치된 데이터 수집 장치로부터 수집된 각종 환경정보를 조회할 수 있는 기능을 제공



다) 작업환경 정보 실시간 분석 및 예·경보 S/W

- 작업환경 정보 실시간 분석 및 예·경보 S/W는 현장에 설치되어 있는 환경정보 수집 장치에서 전송되는 데이터에 대한 분석 및 데이터베이스에 저장하며, 수집 환경정보에 대한 분석을 통한 작업환경에 대한 예·경보 알람을 생성하는 기능을 제공
- 작업환경 정보 실시간 분석 및 예·경보 S/W는 아래와 같이 구성되어 있음



○ 현장 장비 정보 수집 및 분석 저장

- 현장 장비 정보 수집 및 분석 저장 부분은 현장에 설치되어 있는 데이터로거로부터 전송된 정보에 대한 Packet해석을 통해 수집 데이터를 도출하고 이를 데이터베이스 내에 있는 기초 정보(농가, 양계사, 장비정보)와의 매핑을 통해 해당 데이터의 발생 위치 등의 정보를 확인하고 이를 저장하는 역할을 수행

○ 예·경보 판단 및 알람

- 장비 정보 수집 및 분석 저장부에서 해석된 데이터와 농가 내 양계사에 대한 설정 정보 중 환경 관련 정보, 즉 환경인자별 최대 및 최소값, 최대 증가량, 연속 횟수 등의 정보를 조합하여 현재 양계사의 환경정보를 분석하고 예·경보 발생 상황인지를 판단하게 됨
- 기본 예·경보 기준값은 입력 가능함
- 이렇게 도출된 예·경보 정보에 대하여 데이터베이스에 저장 및 사용자에게 예비단계부터 알람을 발송하게 됨

이벤트 현황

조회 시작일: 2021-10-01 | 조회 종료일: 2021-12-10 | 양계사: [선택]

장비: [선택]

초기화 | 검색

페이지당 줄수: 10

<input type="checkbox"/>	속정일시	이벤트구분	속정구분	속정값	메시지	가능
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:05:56	최대 H15 변화	황화수소	20.2	이전 속정값(0.7) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:05:56	최대 온도 변화	습도	62	이전 속정값(15.0) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:05:56	최저 습도	습도	62	3.0회 연속 최저 습도 측정	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:05:56	최대 온도 변화	온도	20.3	이전 속정값(10.2) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:07:56	최대 H15 변화	황화수소	20	이전 속정값(0.7) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:07:56	최대 습도 변화	습도	64	이전 속정값(15.0) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:07:56	최저 습도	습도	64	3.0회 연속 최저 습도 측정	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:07:56	최대 온도 변화	온도	20.2	이전 속정값(10.2) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:09:56	최대 H15 변화	황화수소	19.3	이전 속정값(0.7) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓
<input type="checkbox"/>	2021-11-06 04:09:56	최대 온도 변화	습도	64	이전 속정값(15.0) 기준 최대 변화량 이상 변화	✓

1-10 / 총 2,523건



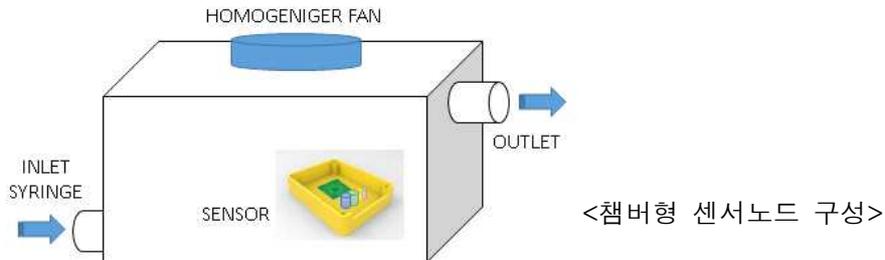
2-2. 고정형 및 웨어러블 기기의 양계시설 최적화 방안 도출 ((주)홍익솔루션)

1) 연구개발 목표

- 기 개발 고정형 및 웨어러블 작업환경 측정 IoT 장치의 양계시설 최적화 방안 도출
 - 고정형 작업환경 측정 IoT 장치 1식
 - 웨어러블 작업환경 측정 IoT 장치 1식
 - 양계시설 내 측정장치 최적화를 위한 시스템 1식
 - 모니터링 DB 구축을 위한 무선 데이터 전송 장치 1식

2) 개발 내용 및 범위

- 주요 기능
 - 센서의 구성
 - : 호흡성분진 (PM 1.0) ~10.0 mg/m3 (광학식)
 - : 흡입성분진 (PM 10) ~ 100.0 mg/m3 (광학식)
 - : 암모니아 (NH3) ~ 50 mg/m3 (전기화학식)
 - : 황화수소 (H2S) ~ 5 mg/m3 (전기화학식)
 - 웨어러블 장비의 구성
 - : 작업환경을 모니터링하는 센서는 데이터를 수집하여 싱크노드에 전송
 - : 싱크노드와 연결된 서버는 데이터수집 후 웨어러블 인터페이스를 통해 작업자에 제공
 - 양계시설 내 측정장치 최적화를 위한 시스템
 - : 주사기 (syringe) 형식의 흡입 펌프를 이용한 챔버 구성
 - : 1회 흡인 또는 호흡량 산출 및 센서의 정확도 향상을 위한 자동 측정 시스템 구성
 - 무선 데이터 전송 장치
 - : 센서 확장을 위한 Multi Drop 형식의 인터페이스 적용 데이터로거 개발
 - : 센서에서 통용되는 422, 485 CAN 통신 프로토콜에 대응 모듈 개발
- 핵심 기술
 - 패키지 내 집약적인 센서를 구성하고 노이즈 최소화 및 컴팩트 패키지 구성
 - 배기 및 환기 시스템이 취약 환경에 국지적으로 분포하여 일시적인 오류발생을 최소화하기 위해 자동 측정을 위한 별도의 챔버를 구성하여 균질화된 공기질의 측정 가능

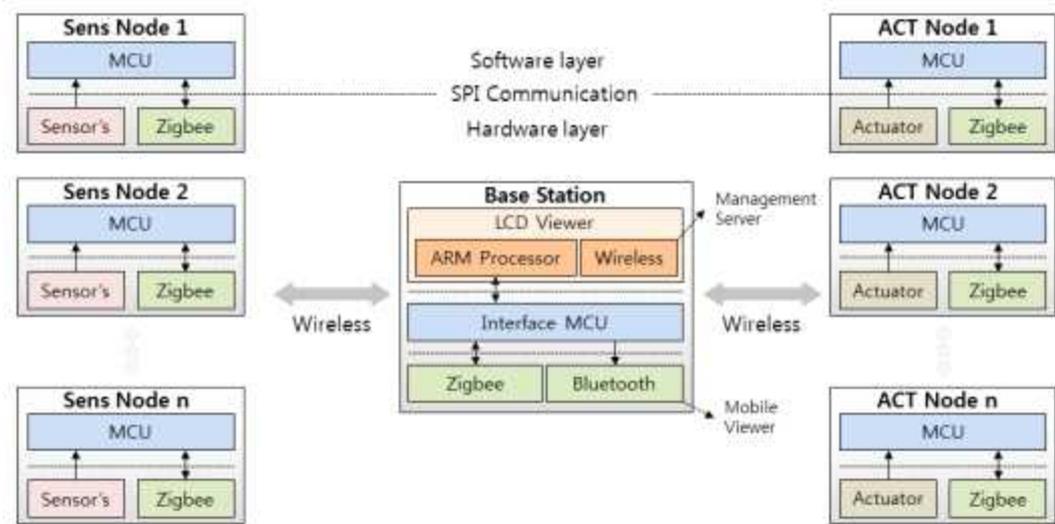


- 센서 확장을 위한 Multi Drop 형식의 인터페이스 적용을 통해 작업환경 외 양계 정보 등에 대한 송수신 가능
- 적용 범위
 - 양계사 내 작업자에게 영향을 미칠 수 있는 작업환경 인자 외 양계 정보 등에 대한 IoT 서비스 제공 가능
 - 양계사 외 돈축사 등 스마트 팜 적용 가능

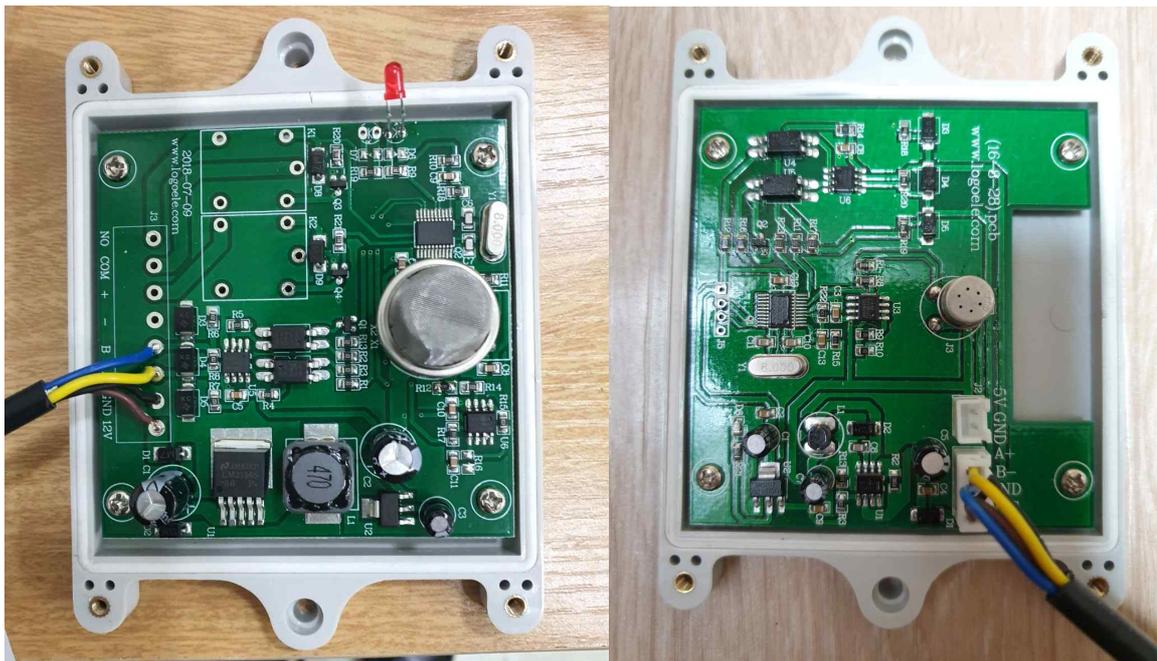
3) 수행 과정

○ 센서노드의 구성 및 확증

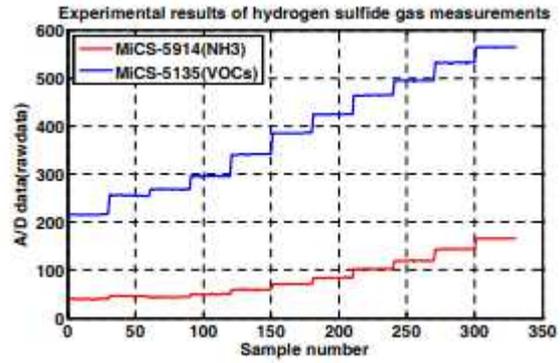
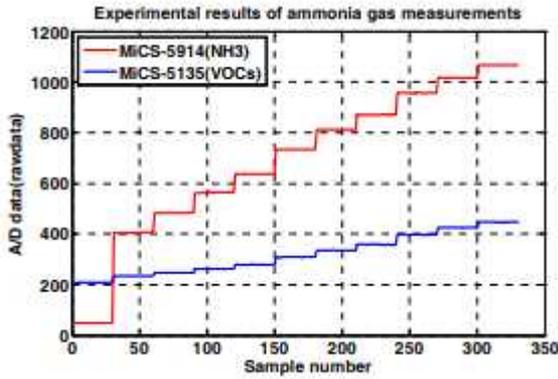
- 센서네트워크 환경에서 환경정보 측정을 위해 센서노드(Sens Node) 먼지(DUST), 이산화탄소(CO2), 암모니아(NH3), 황화수소(H2S), 온도(Temperature), 습도(Humidity), 센서를 하나의 노드로 구성



- 암모니아, 황화수소 및 분진, 온습도에 대해 3개의 모듈로 규정하여 각 센서에 대한 개별모듈의 성능과 제품 호환성을 검증함



- 암모니아, 황화수소에 대해 가스농도를 조절하여 센서의 반응을 검증하였으며, 샘플은 실험조건으로 선택한 각 가스 농도별 측정실험을 통하여 30개씩 추출
- 암모니아 가스실험에서 암모니아센서 MiCS-5914는 농도 에 따라 반응정도의 차이를 명확히 보이고, 황화수소 가스실험에서는 VOCs계 MiCS-5135 센서의 뚜렷한 데이터변화를 보임



○ 센서의 유지관리

- 함체 내부의 센서 내구도 향상을 위해 각 센서의 보호부를 별도로 제작하였으며, 향후 센서의 교체와 유지보수를 위한 설계를 반영함.



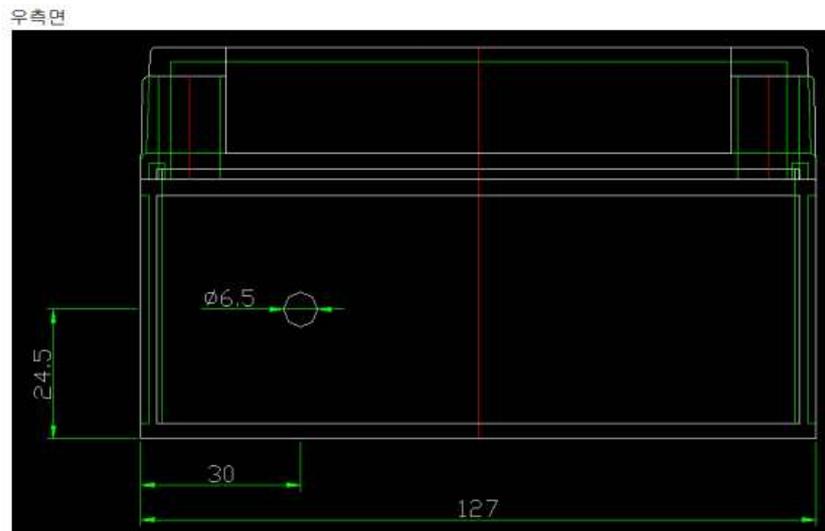
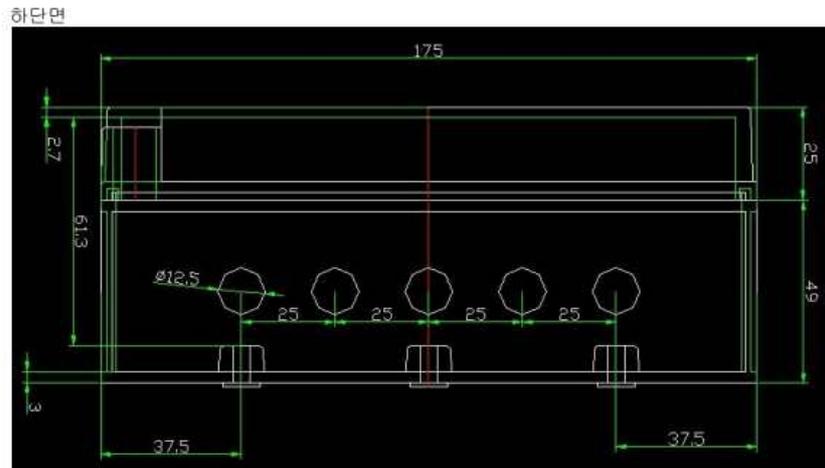
- 유선통신을 사용하는 센서는 작업에 장애가 되지 않도록 설치되었으며, 이전설치의 편리성을 고려하여 배치함.
- 정밀한 값을 위해 다수의 센서를 설치할 시 한 두개의 센서가 오작동하더라도 다른 센서의 신호 값과 합산 평균되어져 나타나게 되는 경우가 발생하며, 이러한 경우에는 어느 정도의 신호 값이 지속적으로 전송되어 정상 작동하는 것으로 오인할 수 있으므로 다수의 센서 설치 시 오작동에 대한 대처 방안으로 개별 프로토콜을 사용함.

○ 센서 보호함체 구성

- 센서 외함은 센서부의 보호와 함께 외기 인입을 위한 형태로 구성되며, 3방향 솔레노이드 밸브를 통해 외기를 순차적으로 인입할 수 있는 형태로 구성됨

- 보호함체의 설계 및 제작

- 보호함체는 외부로 이어지는 전원부와 센서모듈 및 통신선 연결을 위한 인입 커넥터를 설계하였으며, 홀의 개수는 설계 단계에서 조절하여 내부 구성 모듈에 따라 지정할 수 있는 형태로 진행함



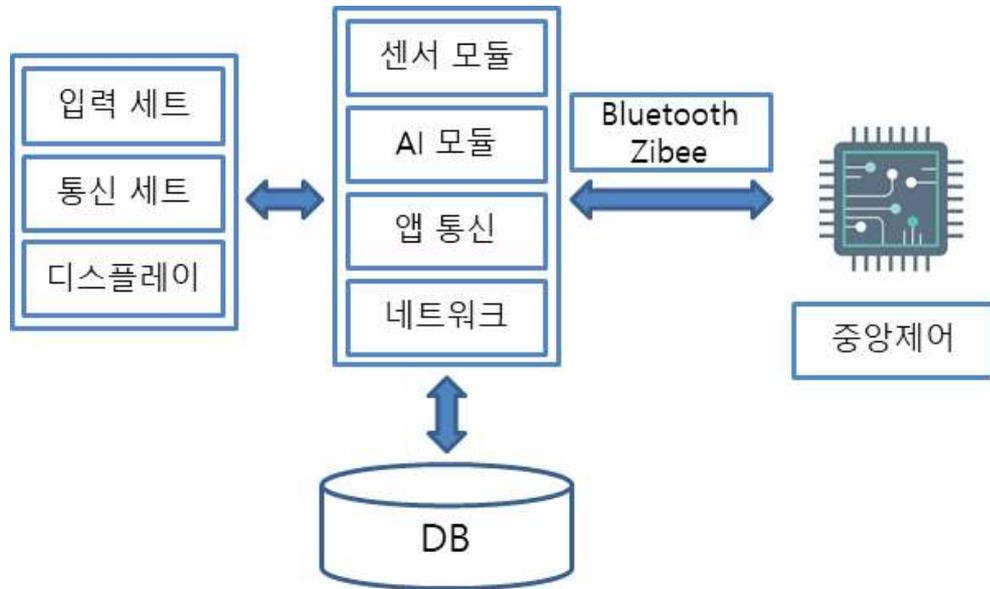
- 3방향 솔레노이드의 구성은 직경 10 cm 기준으로 밸브삽입 후 팩킹을 통해 외기의 혼입을 방지하였으며, 상단부 혼합팬과 세트로 구성하여 제어를 일체형으로 구성할 수 있도록 함. 혼합팬은 상단 캡 중앙부에 부착되며, 흡가공을 통해 내부 혼합이 가능하도록 구성함



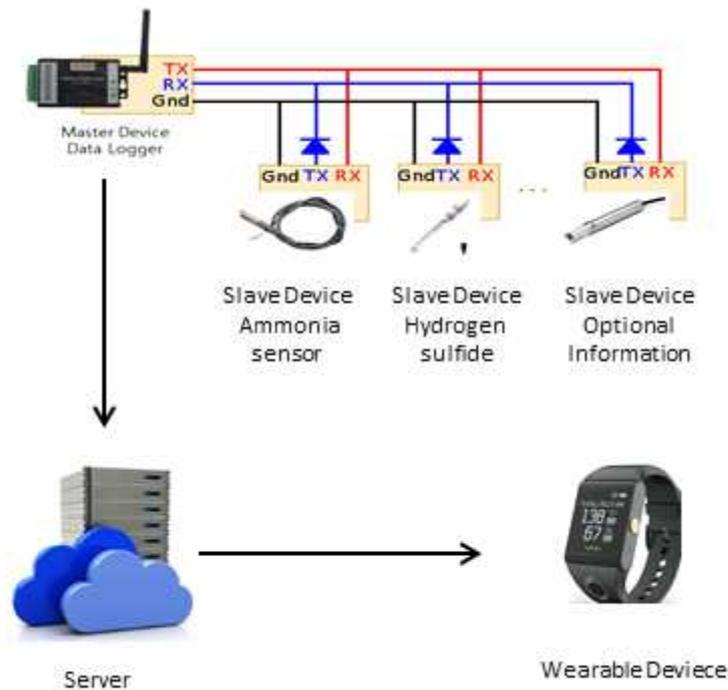
- 3방향 솔레노이드의 구성은 직경 10 cm 기준으로 밸브삽입 후 팩킹을 통해 외기의 혼입을 방지하였으며, 상단부 혼합팬과 세트로 구성하여 제어를 일체형으로 구성할 수 있도록 함

○ 통신모듈의 구성

- 클러스터링/계층구조 방식은 본질적으로 데이터 집중/융합에 유리한 장점이 있으며, 클러스터 헤드 노드의 관리에 의해서 하위 노드들을 조정하여 전력소모도 낮출 수 있으나, 그러나 최적의 클러스터를 만드는 것은 NP-Hard에 해당하는 문제로써 이루기 어려워 많은 프로토콜들이 제안되었으며, 그 중 Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH)가 가장 대표적인 프로토콜임
- LEACH에서 매 라운드마다 각 노드들은 0과 1 사이의 임의의 값을 생성하며, 정해진 임계값보다 생성된 값이 작다면 스스로 클러스터 헤드가 됨을 결정
- 헤드가 된 노드들은 헤드가 되었음을 주위 노드들에게 방송하고, 이를 수신한 노드들은 가장 강한신호를 보낸 헤드의 클러스터에 참가하며, 헤드는 베이스 노드와는 단일-홉 통신을 하고 하위 노드들에게는 타임 슬롯을 할당하는 TDMA 방식의 통신을 이용해서 하위 노드가 불필요하게 RF 트랜시버를 작동하여 전력을 소모하는 것을 방지
- 특정 시간이 경과하면 현재의 라운드를 종료하고, 처음부터 다시 위의 과정을 반복하는 새로운 라운드를 시작

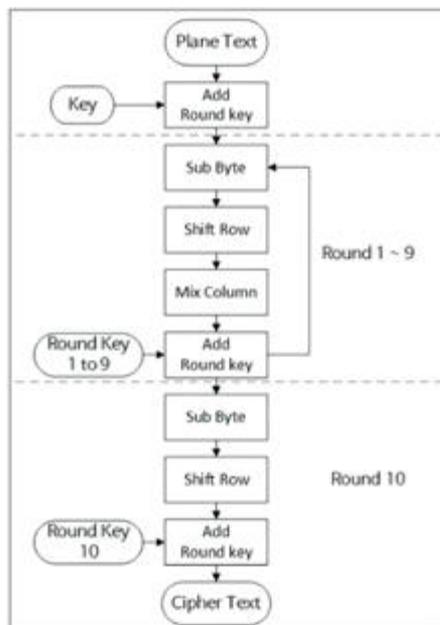


- 각 노드들은 서로 간의 라우팅 정보 교환으로 다음 노드를 찾으며, 균일한 배터리 소모 등을 위해서 우회로를 이용하는 등의 방법을 취할 수 있음. 대부분의 플랫폼 방식이 적은 배터리 소모와 네트워크 수명 연장을 목표로 하고 있으며, SPIN 방식과 EAR 방식 등이 있음

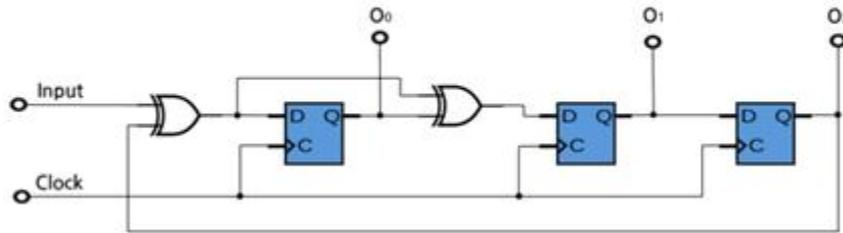
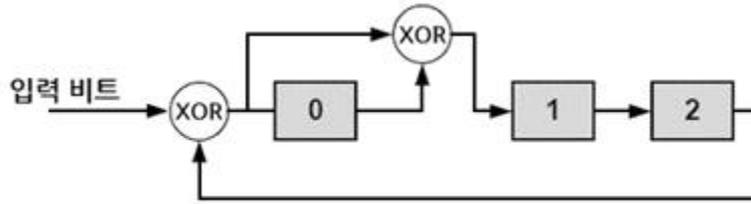


- Sensor Protocols for Information via Negotiation (SPIN)은 유효데이터 전송을 위해 수집한 메타데이터를 이용하여 전송하기 전에 수신 노드와 협상을 하고 데이터를 전송하는 방식으로 flooding 기법보다 훨씬 더 에너지를 절약할 수 있으며, 중복 데이터 전송을 줄이는 효과가 있으나 데이터의 전달을 보장할 수 없음
- Energy-Aware Routing (EAR)은 네트워크 수명을 늘리기 위해서 다중 경로들을 상황에 맞게 번갈아 가면서 사용하는 프로토콜로서, 경로의 비용과 그 경로가 선택될 확률을 부여하는 부분이 이 프로토콜의 핵심기술임

- 노드는 이웃노드가 보낸 비용과 그 이웃노드의 확률의 곱을 더한 기대비용을 인접노드들에게 전파하며, 이 기대비용을 수신한 노드는 기대비용과 그 기대비용을 전송한 노드로의 메트릭을 더해서 그 노드로의 중간비용으로 정의함. 이 방식은 노드의 주소할당절차와 이를 위한 노드의 위치정보가 요구되며, 경로 설정이 다소 복잡함
- 전송 구간(채널, Channel) 보안
 - 전송 구간 암호화, 즉 채널 암호화는 네트워크에서 데이터가 전송되는 형식, 패킷(Packet)의 암호·복호화로 네트워크에서 비인가자 또는 악의적인 사용자가 전송 데이터, 패킷을 가로채더라도 쉽게 전송 데이터의 내용을 파악하지 못하도록 함
 - 전송 구간 암호화는 범위가 네트워크이므로 전송되는 전체 데이터에 적용함
- 전송 구간 암호화
 - 전송 구간 암호화를 위해서는 전송 구간 암호화를 지원하는 가상 사설망(VPN: Virtual Private Network) 또는 유사 솔루션이나 연계 솔루션을 적용

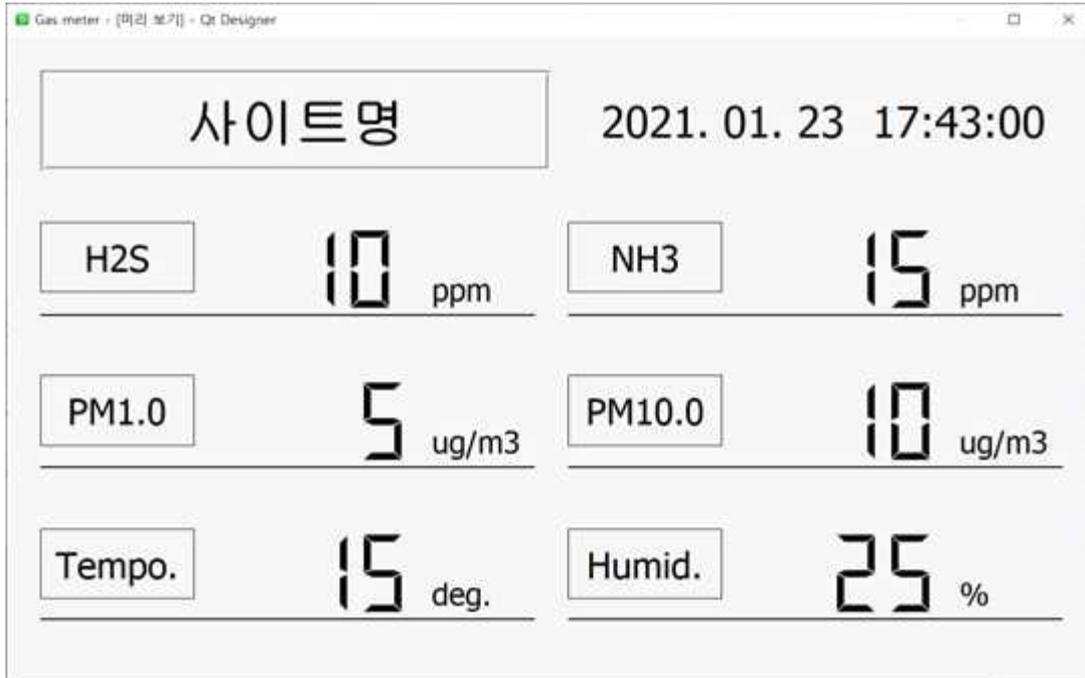


- 채널 보안 솔루션, 가상 사설망 또는 연계 솔루션에서 지원하는 보안 기능으로서 솔루션에 따라서 암호·복호화 적용 여부와 적용 암호화 알고리즘을 선택 가능하며 별도로 구현하거나 변경할 수 있는 기능은 없음
- 전용선과 가상 사설망(VPN: Virtual Private Network)
 - 전송 구간의 보안을 위해서는 송수신 시스템 간에 송수신 시스템만을 위한 개별 전송 회선인 전용선 설치와 병행하여 전송 구간 암호화 솔루션을 적용할 수 있음
 - 송수신 시스템 간의 거리 구간, 송수신 시스템의 네트워크 상이(인터넷 vs 인트라넷), 비용 등으로 인해 전용선 설치 및 이용이 어려울 경우 공중망의 회선을 사설망처럼 이용하는 가상 사설망을 활용함
 - 가상 사설망에는 SSL VPN, IPSec VPN등이 있으며 환경과 데이터의 중요성 등에 따라 선정하여 적용함



○ 소프트웨어 제작

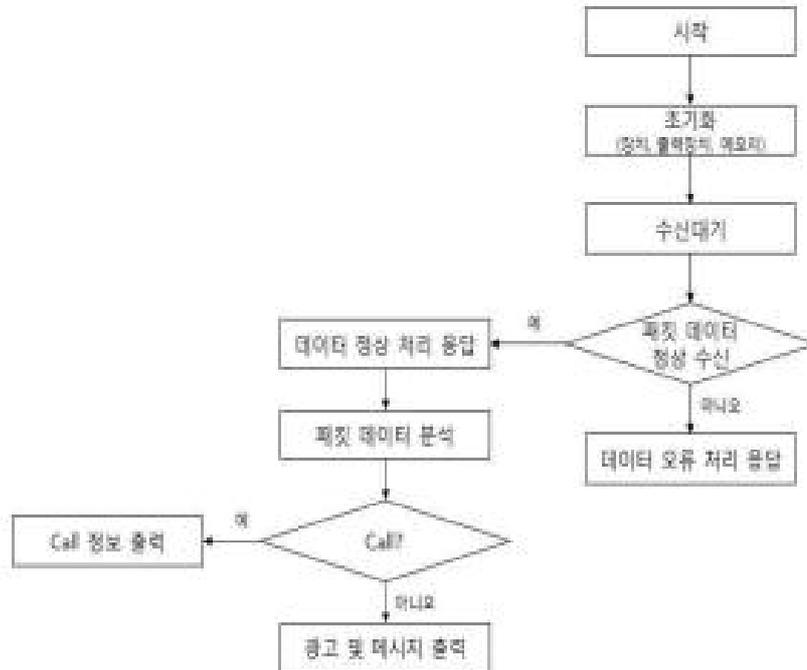
- 제작된 모듈 및 센서 노드의 동작을 위한 기본적인 프로그램을 제작하였으며, 파이썬 코딩을 통해 pc 동작이 가능하도록 제작됨. 특히, 간단한 유지관리 모드와 센싱 항목 또는 추가에 대한 대처가 가능하도록 함
- 제품의 사이트를 기록할 수 있는 상단부를 중심으로 각 항목에 대한 설정값과 단위값을 설정할 수 있으며, 한글 및 영문, 숫자 등으로 해당 정보를 제어할 수 있음



○ 웨어러블 디바이스의 상호 적용

- 센서노드에서 측정된 유해 인자 및 환경정보는 서버로 전송되며, 전송된 데이터의 처리를 통해 위해성을 판단함.

- 관리자가 설정한 위해 농도 또는 환경정보에 따른 국지적 또는 광역에 대한 유해성을 작업자에게 알리는 효율적인 방안을 모색하였으며, 최적 방안으로 관리자의 휴대폰 또는 웨어러블 디바이스로 직접 전송하는 형태로 결정함.
- 웨어러블 디바이스 (스마트워치 또는 스마트폰)에서 수신하는 데이터의 형태는 스마트폰에서 블루투스를 이용하여 전송된 착신 정보를 지그비 방식으로 변환하여 디스플레이 디바이스로 송출하도록 하는 착신정보 연동을 위한 손목형 모듈 데이터 리피터의 기능을 추가함.



- 현장 적용성을 원활하게 하기 위해 별도의 앱이나 모듈 디바이스에 대한 설계를 반영하지 않고 사용자 중심의 정보수신을 위해 sms를 통한 전송 방식을 채택함. cell broadcasting service 와 short message service 에 대한 선택적 적용이 가능하며, 향후 확장성을 고려하여 CBS 형태의 발송을 채택함.

구분	CBS (Cell Broadcasting Service)	SMS (Short Message Service)
개념도	 <p>1회 송출로 선택 지역 기지국내 모든 고객에게 동시 전달 방식</p>	 <p>Point to Point (개별송출 - Polling방식) 개별 송출 방식</p>
차이점	<ul style="list-style-type: none"> * Point to Multi (동시송출 - Multi casting) * 1회의 송출로 선택 지역 기지국내 모든 고객에게 동시 전달 * 1회 송출시 최대 230여자의 대용량 전송 가능 * SMS대비 네트워크 부하 용량 절감 * 동시송출로 실시간 정보 서비스 가능 * 위치기반의 (기지국별)정보 서비스 가능 * 기지국 단위에서 전국단위까지 송출가능 	<ul style="list-style-type: none"> * Point to Point (개별송출 - Polling방식) * 전송하고자 하는 고객에게 각각 개별적으로 송출 * 1회 송출시 약 40자의 제한된 용량만 전송가능 * 개별송출로 인한 네트워크 부하의 증가 * 개별송출로 인한 송출 비용의 고가 * 위치기반이 대량 메시지 발송이 어려움 * 개별번호로의 순차적 전송방식으로 다량의 메시지 송출에 따른 시간소요

○ 현장 설치

- 제주 산란계사를 선정하여 설치를 진행함



- 벽부형 설치를 위한 패널 부에 부착을 진행 시도하였으나, 패널 두께로 인해 벽면 하단 거치형으로 설치하였으며, 현장운동을 시행함

2-3. ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발 (㈜카타콤)

1) 스마트 차단기 개발 내용

가) 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심기술 선정.

나) 핵심기술 선정은 기술개발시급성(10), 기술개발파급성(10), 단기개발가능성(10), 중소기업 적합성을 고려하여 평가

분 류	핵 심 기 술	개 요
스마트 플러그 기술	소비전력 측정 기술	정확하게 실시간 에너지 사용량을 사용자에게 제공할 수 있는 기능으로서 유효전력량을 오차 한도 내에 계측할 수 있는 기술
	대기전력 제어 기술	대기모드 상태에서 스마트플러그가 과도한 전력사용량 또는 위험 발생시 전원을 자동으로 차단하거나, 수동 및 자동복귀 할 수 있는 기술
	스마트 디스커버리 기술	ZigBee, BLE, WiFi 등을 기반으로 홈 IoT 기술과 연동이 가능하며 새로운 디바이스가 설치되면 자동으로 디바이스 정보를 검색/조회/등록 가능한 스마트 디스커버리 기술
전력 관리 기술	전력 전산해석 기술	전력 공급/차단 성능에 대한 예측정보를 제공하기 위하여 전력 사용의 과정을 시뮬레이션하여 가시화 가능한 기술
	저전력 고효율 변환 기술	순간적인 쇼크전압, 누전, 화재, 과부하 등을 인식하는 측정회로를 기반으로 오동작과 정상적인 동작을 스스로 판단하여 자동으로 전력을 차단/공급 할 수 있는 진단회로 및 고효율 전력 변환 기술

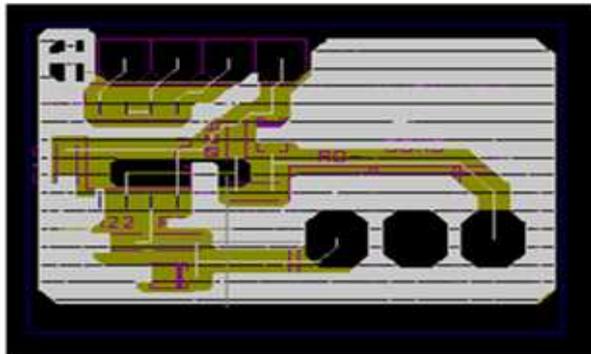
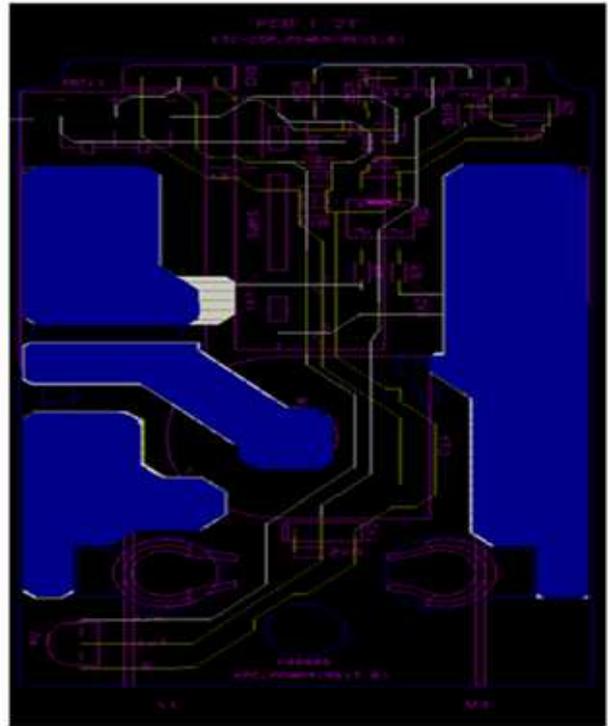
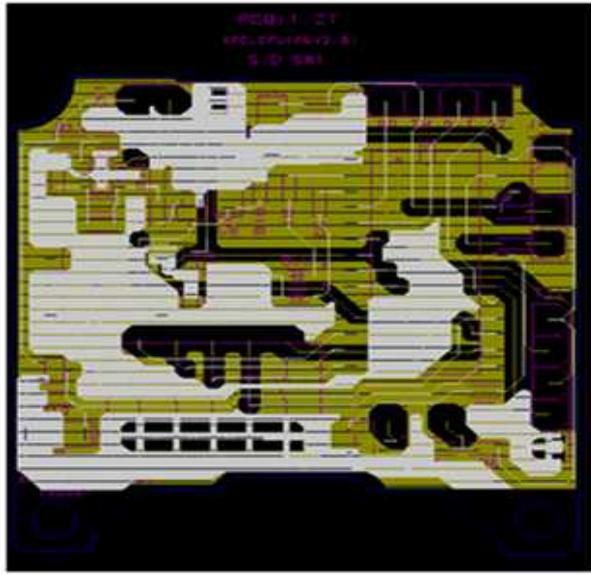
2) 스마트 콘센트 BOM

Level	Component Name	Value	Part Name	소요량
1	Power PCB A'ssy			1
1.01	Power PCB Board	Power PCB	APC-Power(Rev2.0)	1
1.02	Chip Transistor	KTC3875S/KTN2222AS	Q2,Q3	2
1.03	Tantal Cap.	T100uF/10V	C1,	1
1.04	Tantal Cap.	T1uF/10V	C6,CX7	2
1.05	Chip Cap_1608	104J_1608	C2,C5,C12	3
1.06	Chip Resistor -1608	201_1%_1608(200R)	RX1	1
1.07	Chip Resistor -1608	104_5%_1608(100K)	R10	1
1.08	Chip Resistor -1608	223_5%_1608(22K)	R11	1
1.09	Chip Resistor -1608	102_5%_1608(1K)	R24,R25	2
1.10	Chip Resistor -1608	105_5%_1608(1M)	R8,R9	2
1.11	Chip Resistor -1608	101_5%_1608(100R)	RX5	1
1.12	Diode_Bridge	MB10S	BD1	1
1.13	CT1 Coil	HS-1H(1.3)	CT1	1
1.14	IC_Temp_Sensor	MCP9700_TO92	U4	1
1.15	IC_Temp_가이드 스텝기구물	IC_Temp_가이드	U4-1	1
1.16	Relay(HFE20-1 5-1HT-L2)	GRT508EC_20A-1B-05VDC-D	Latch Relay	1
1.17	SMPS(절연형)	AC_DC_5V_150MA	Module	1
1.18	Pin Housing	3P 2.5mm_FH01-03SS(암)	CN3(3Pin)	1
1.19	Pin Housing	4P 2.5mm_FH01-04SS(암)	CN4(4Pin)	1
1.20	Varistor	10D 471K		2
1.21	Wire	AWG1007 #18 45mm		1
1.22	PCB Terminal	AC_Power-terminal_input		2
1.23	PCB Terminal - A	AC_Power-terminal_output		1
1.24	PCB Terminal - B	AC_Power-terminal_output		1
합 계				33

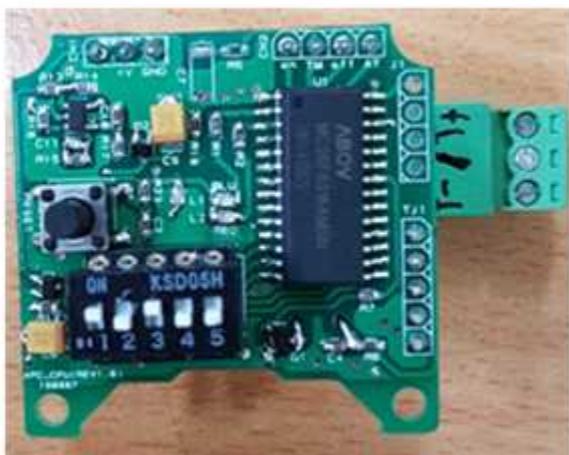
Level	Component Name	Value	Part Name	소요량
2	Main PCB A'ssy			1
2.01	Main PCB Board	Main PCB	APC-CPU(Rev2.0)	1
2.02	MCU	MC96F8316M	U1	1
2.03	IC_OP_Amp	MCP6001_SOT23-5	U2	1
2.04	Chip Transistor	KTC3875S/KTN2222	Q1	1
2.05	Chip Diode_Dual	BAV70W/SOT-323	D1,2	2
2.06	Chip LED_Red	Red_1608	L2(LED2)	1
2.07	Chip LED_Blue	Blue_1608	L1(LED1)	1
2.08	Chip Cap_1608	102J_1608	C4	1
2.09	Chip Cap_1608	104J_1608	C3,10	2
2.10	Chip Cap_1608	82J_1608	C11	1
2.11	Tantal Cap.	T10/10V (10uF)	C8,9	2
2.12	Chip Resistor -1608	102_5%_1608(1K)	R1,2,7	3
2.13	Chip Resistor -1608	101_5%_1608(100R)	R3,4,5,6	4
2.14	Chip Resistor -1608	124_5%_1608(120K)	R12,18	2
2.15	Chip Resistor -1608	472_5%_1608(4.7K)	R13,17,23	3
2.16	Chip Resistor -1608	154_5%_1608(150K)	R15	1
2.17	Chip Resistor -1608	153_5%_1608(15K)	R16	1
2.18	Chip Resistor -1608	105_5%_1608(1M)	R14	1
2.19	DIP-S/W	KSD-05H_5P_2.54mm	SW2	1
2.20	IC-Socket(10DIP)	2.54mmpitch	SW2_1	1
2.21	Tact SW	SMT L=8mm	SW1	1
2.22	Buzzer_9mm	KSP9650(G09B-3)	BUZ1	1
2.23	Pin Head-Terminal	SPS03-(2.50-20mm)	CN1(3Pin), CN2(4Pin)	1
2.24	프로그램입력부-PAD	프로그램 입력-4P	J1(4Pin)	1
합 계				

Level	Component Name	Value	Part Name	소요량
3	RS485_MDL_PCB_ A'ssy	RS485_MDL_PCB_ A'ssy		1
3.01	485 PCB Board	PCB	RS485MDL	1
3.02	IC RS-485	SN75176BDR_8SOP	U3	1
3.03	Diode_Schottky	B5819WS_SOD-323	D3,D4	2
3.04	Chip Cap_1608	104J_1608	C13	1
3.05	Chip Resistor -1608	10_5%_1608(10R)	R19,21	2
3.06	Chip Resistor -1608	472_5%_1608(4.7K)	R20,22	2
3.07	Pin Header-Angle	A2-5PA-DS-D(2.50-20mm)	TJ2	1
3.08	터미널블럭	15EDGK-3.81-03P	CON3	1
3.09	터미널블럭	15EDGVC-3.81-03P	CON3	1
합 계				

3) 제품 도면



4) 제품 보드 사진



< 전 면 >



< 측 면 >

5) 완제품 사진



<p>제 품 명 : 스마트 콘센트 모 델 명 : IH-B-150M-50 안전인증번호 : 정 격 : 220V / 60Hz , 16A 최대허용온도(ta) : -10°C ~ 50°C 제조원/제조국 : ㈜카타콤 / 대한민국 제 조 년 월 : 2021년 05월 판 매 원 :</p> <p></p>	<p>< 취급시 주의사항 ></p> <ul style="list-style-type: none"> • 시공불량에 대한 책임은 당사에서 책임지지 않습니다. • 전원선에 대한 접속은 결선도를 확인하여 정확하게 하십시오. • 제품의 정격전압 이외의 전원은 사용하지 마십시오. • 임의로 분해 또는 수리할 경우에는 품질보증이 되지 않습니다. • 센서등과 조광기에 연결하여 사용할수 없습니다. <p></p> <p>판 매 원 :</p>
<p>A/S: 070-4571-1740</p>	<p>판 매 원 :</p>

2-4. 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발 (경상국립대학교)

1) 실내 위치 예측 시스템 모델 설계

- 개발 시스템의 운영체제는 Windows 10 ver. 1909를 사용하였고, CPU는 Intel(R) Core(TM) i5-9600K CPU @ 4.8GHz을 사용하였으며, 사용자 단말기의 운영체제는 Android ver. 8.0을 사용
- 사용한 비콘의 모델은 Bluetooth 4.0 BLE을 지원하는 빌드잇 BuildThing 비콘 모델을 사용하였고, 비콘의 신호세기는 -23dbm ~ 4dbm의 범위중 신호 전달거리가 70m인 4dbm으로 설정하였음(Hwang et al., 2015)
- 비콘을 활용한 실내 위치 예측 시스템 모델을 다음 Fig. 1과 같이 나타내었음
- 클라이언트 혹은 작업자는 비콘의 데이터를 수신받음
- 해당 데이터는 클라이언트가 선택한 타입에 따라 처리된 후 TCP 통신 프로토콜을 이용하여 클라이언트의 스마트 단말기로 실시간 전송됨
- 데이터의 모니터링을 위하여 시간 정보, 날짜 정보를 포함하여 데이터베이스에 저장
- 데이터베이스는 Sqlite ver.3.34를 사용하였고, 클라이언트는 스마트 단말기를 이용하여 예측된 현재 위치를 확인할 수 있으며 서버와 연결된 다른 시스템에서도 실시간으로 위치를 모니터링할 수 있음

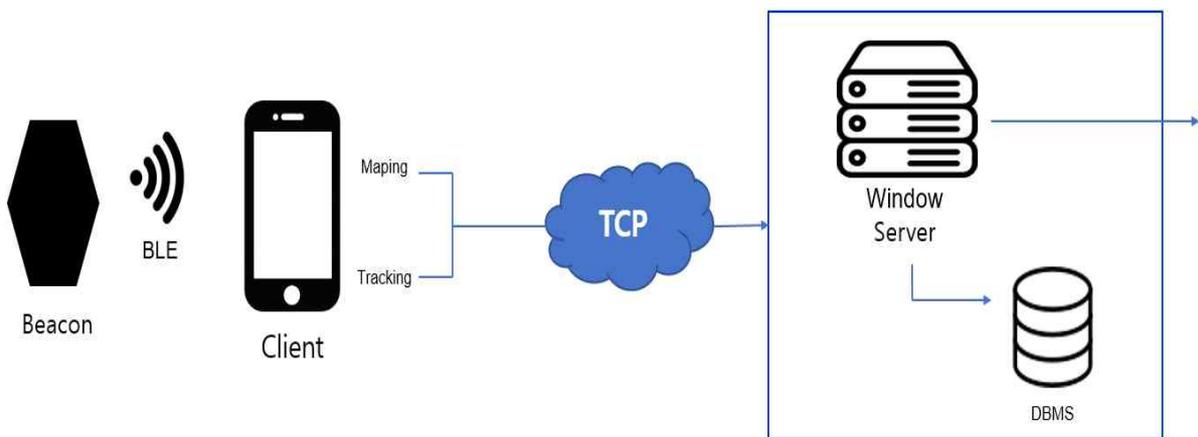


Fig. 1. Location detection system structure diagram

3) 핑거프린트 알고리즘 설계

- 핑거프린트 알고리즘은 2단계의 수행 과정을 거치는데, 스코어맵 생성 단계와 예측 단계임
- 스코어맵 생성 단계는 사전에 위치를 예측할 물리적 환경을 격자로 구분하여 각 구역에서 측정된 수신신호강도를 토대로 스코어맵을 생성하는 단계
- 예측 단계는 사전에 생성된 스코어맵과 현재 수신된 신호강도를 비교하여 위치를 예측하며, Table 1과 같이 각 좌표 별 사전에 측정된 비콘의 스코어맵이 존재한다고 할 때 작업자의 현재 위치의 수신신호강도와 스코어맵의 유사도를 오차 함수를 이용하여 계산하게 됨
- 이때 오차가 가장 낮은 좌표가 현재 작업자의 예측 위치가 됨
- 따라서 핑거프린트 알고리즘을 이용하기 위해서는 사전에 생성된 스코어맵이 필요함

Table 1. Beacon scoremap (example)

Location	Beacon1	Beacon2	Beacon3	...
Coordinate 1	-83	-86	-101	...
Coordinate 2	-90	-95	-106	...
Coordinate 3	-95	-100	-108	...

- 핑거프린팅 알고리즘 이용을 위한 스코어맵의 생성 형식을 Fig. 3과 같이 나타내었음
- 스코어맵은 Data1부터 Data4까지의 항목이 필요한데, 각 위치, 메시지, 이름, 값에 해당
- 위치는 해당 구역의 위치정보를 가지며, 메시지는 구역의 식별 정보를 가짐
- 이름은 비콘의 식별 값을 가지고, 값은 각 구역에서 측정된 비콘의 수신신호강도이며 시스템의 위치 예측 과정에서 유사도 비교 기준이 됨

Map Data:

Map Creation

Data1	Data2	Data3	Data4
Location	Message	Name	Value

Details:

Location	Message	Name	Value
Map's Location	Map's Label	Beacon's ID	RSSI

Fig. 3. Map data protocol

- 4) 비콘 환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계
- 수신신호강도는 주변 환경에 따른 오차를 많이 포함하고 있음
 - 따라서 오차가 결과값에 미치는 영향을 줄이기 위해서는 오차를 제거하는 필터링 작업이 필요(Nam-gung et al., 2015)
 - 필터에 사용되는 알고리즘은 IQR (Interquartile Range) 필터링을 사용하였음
 - IQR 필터링은 해당 데이터의 집합을 사분위로 나누어 이상치 1사 분위와 이상치 4사 분위기를 제외한 데이터만 이용하는 필터링
 - 또한 유사도 비교 알고리즘은 RMSE (Root Mean Square Error)를 사용하였음
 - RMSE 오차 함수는 두 집합에서의 표준오차를 구하여 값의 차이를 나타내는 함수이며 식(1)과 같음

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(\hat{y} - y)^2}{n}} \quad (1)$$

- 시스템의 알고리즘은 클라이언트로부터 데이터를 수신받아 타입이 맵생성일 경우 새로운 스코어맵 생성 작업을 시행

- 타입이 위치 측정일 경우 수신신호강도와 맵의 값을 사분위로 나눈 뒤 2&3사 분위 값만 분류
- 분류된 값은 유사도 비교 알고리즘을 이용해서 구한 뒤 값을 정렬함
- 예측된 위치는 오차가 가장 낮은 값을 가지는 스코어맵의 좌표로 예측함

5) 시스템 구현

가) 시스템 서버 구현

- 시스템 서버는 스마트 단말기로부터 실시간 수신신호강도를 수신받음
- 수신된 데이터는 유사도 알고리즘을 이용하여 사용자의 위치를 실시간 예측함
- 서버는 예측된 사용자 위치를 다른 플랫폼이나 스마트 단말기로 전송
- 서버 인터페이스는 명령어를 통하여 등록된 비콘, 스코어맵 같은 시스템의 자원을 관리할 수 있음
- 서버는 수신된 신호강도 값과 저장된 스코어맵을 불러와 필터링 작업을 거친 후 유사도 비교를 시행
- 결과는 스코어맵의 좌표와 오차 값 형태로 처리되고, 정렬 후 가장 낮은 오차를 가지는 스코어맵의 좌표가 예측된 위치가 되어 데이터베이스에 저장됨

나) 스마트 단말기 애플리케이션 구현

- 스마트 단말기는 비콘의 수신신호강도를 시스템 서버에 전송
- 시스템 서버와 애플리케이션의 연결은 각 화면의 버튼을 누를시 새롭게 정의됨
- 애플리케이션은 스코어맵 생성 화면과 위치 예측 화면으로 구성되어 있음
- 스코어맵 생성화면은 Fig. 5A와 같음
- 스코어맵 생성화면은 스마트 단말기 사용자의 위치를 입력하는 부분과 생성 진행상황 혹은 상태정보, 메시지를 입력하는 부분으로 나뉨
- 위치 예측화면은 Fig. 5B와 같음
- 위치 예측화면은 스마트 단말기의 위치정보와 위치 예측 진행상황 혹은 상태정보를 보여주는 부분으로 나뉨
- 단말기의 위치정보는 시스템 서버에서 실시간으로 수신받으며 갱신됨

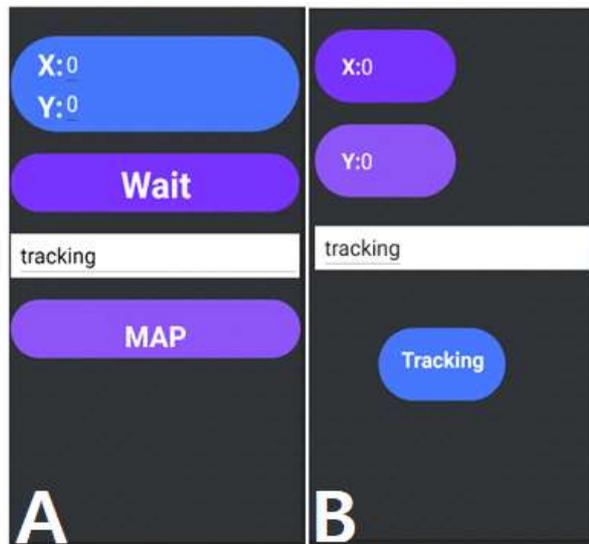


Fig. 5. Application GUI design; (A)Scoremap creation screen; (B)Prediction screen

6) 시스템 위치 측정 및 평가

가) 양계사 선정 및 환경별 수신신호강도 측정

- 실험 대상 지역은 2곳의 양계사로 선정
- 첫 번째 양계사는 Env. 1로 정의하였으며 Fig. 6A과 같음
- Env. 1의 내부는 철재 구조물과 샌드위치형 패널로 이루어져 있음
- 두 번째 양계사는 Env. 2로 정의하였으며 Fig. 6B과 같음
- Env. 2의 내부는 철재 구조물과 콘크리트로 이루어져 있음



Fig. 6. Inside the poultry houses; (A)Env. 1; (B)Env. 2

- 비콘의 수신신호강도 측정은 동일한 비콘을 Env.1과 Env.2에서 거리별로 측정하였음
- 신호측정 주기는 0.1초로 설정하였으며 거리당 100개의 수신신호강도를 수집하여 평균을 구하였고, 측정 거리는 1M, 2M, 3M, 4M, 5M 간격으로 진행하였음
- 실험 결과는 Fig. 7과 같으며 수신신호강도는 실험환경에 따라 오차는 발생하였으나 감소에는 큰 차이를 보이지 않았고, 5M 거리에서 점차 수렴하는 모습을 보였음
- 따라서 두 실험환경에서의 비콘의 유효거리를 5M 이내로 판단하여 비콘의 설치간격은 5M로 설정하였음

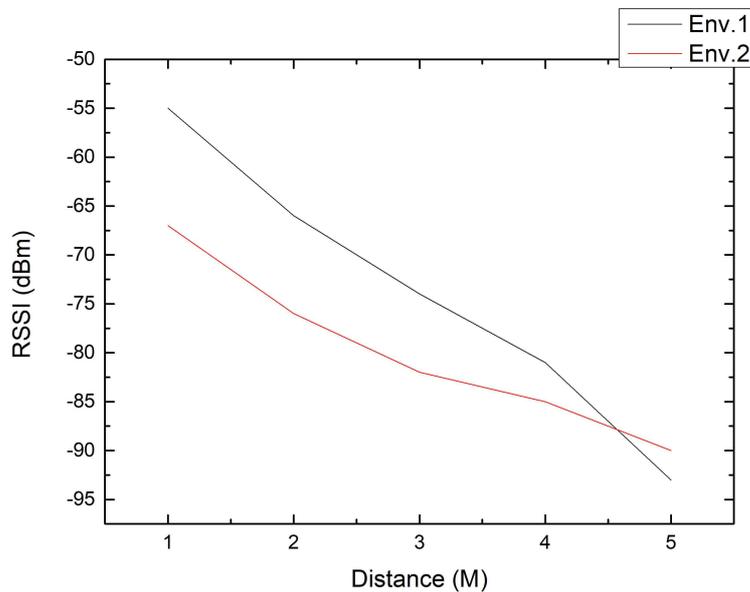


Fig. 7. Received signal strength Indicator value by distance

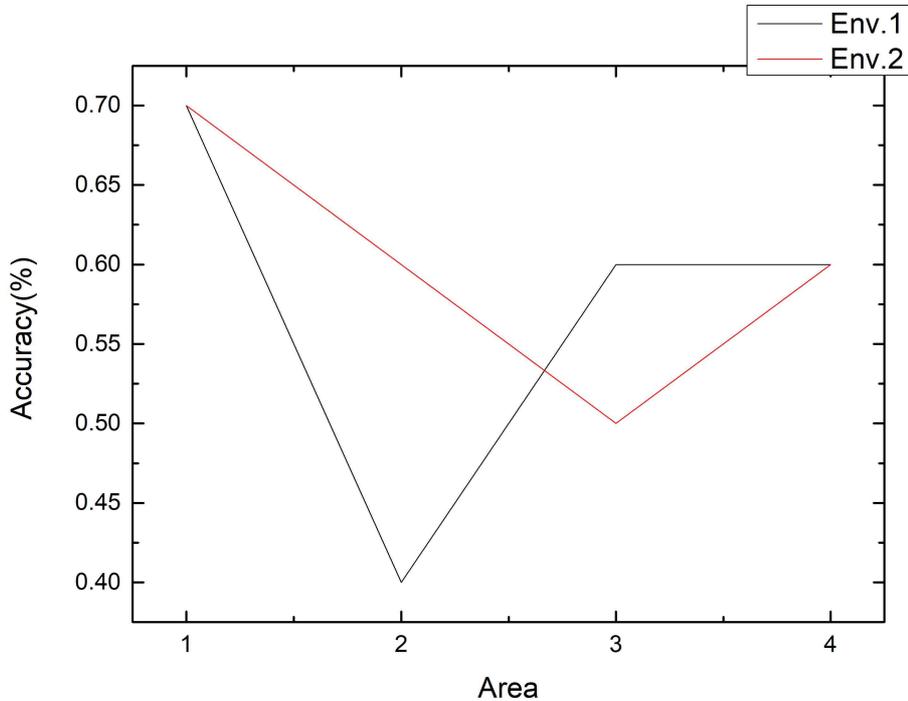


Fig. 8. Position prediction accuracy by area

다) IQR필터 적용 위치 예측 데이터 분석

- 수신신호강도가 양계사 내에서 많은 오차를 포함하고 있다면, 실제 환경에서의 서비스는 제공하기 어려울 수 있음
- 따라서 필터가 적용된 성능을 확인하기 위해 위 실험에서 측정한 실험환경별 수신신호강도에 IQR 필터를 적용해 예측한 정확도를 Fig. 9와 같이 나타냈음
- 파란 선은 단순 측정 데이터를 사용한 위치 예측 정확도의 결과이며, 빨간 선은 IQR 필터링을 사용한 위치 예측 정확도임
- Fig. 9A는 Env. 1에서의 결과이며 단순 데이터를 사용한 결과보다 필터링을 거친 데이터가 높은 정확도를 보여주는 것을 알 수 있음
- Fig. 9B는 Env. 2에서의 결과이며 역시 단순 측정 데이터에 사용한 것보다 필터링을 거친 데이터가 높은 정확도를 보여주는 것을 알 수 있음
- 따라서 시스템의 구조는 핑거프린팅 알고리즘만 적용한 결과보다 IQR 필터와 같은 필터를 적용하면 양계사 내에서 서비스를 제공하기에 충분한 성능이 나오는 것으로 보이며, 양계사 내의 환경에 비콘을 활용한 서비스가 대체 가능함을 보였음

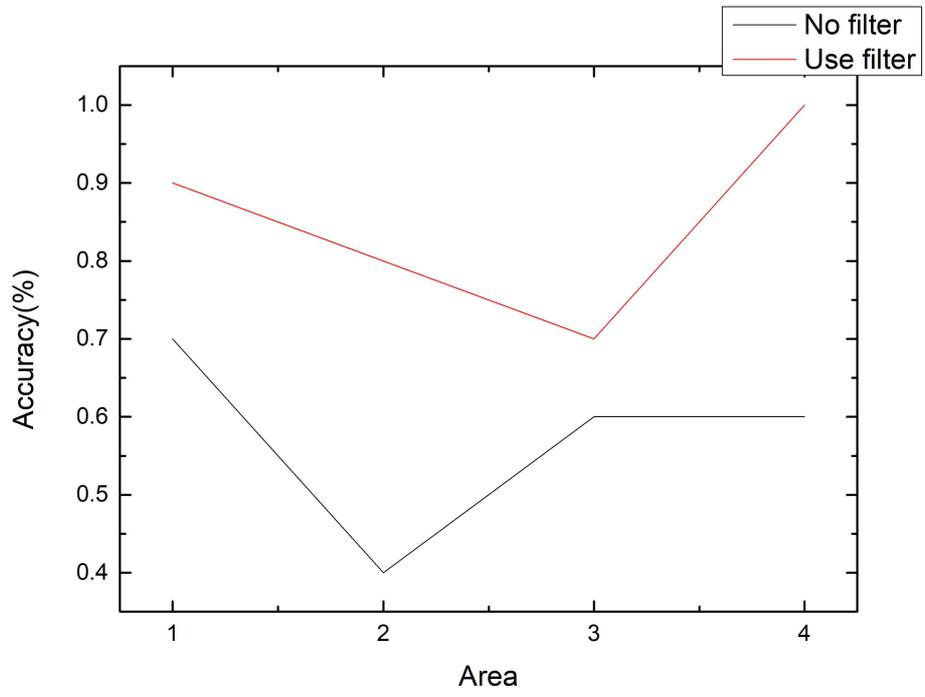


Fig. 9A

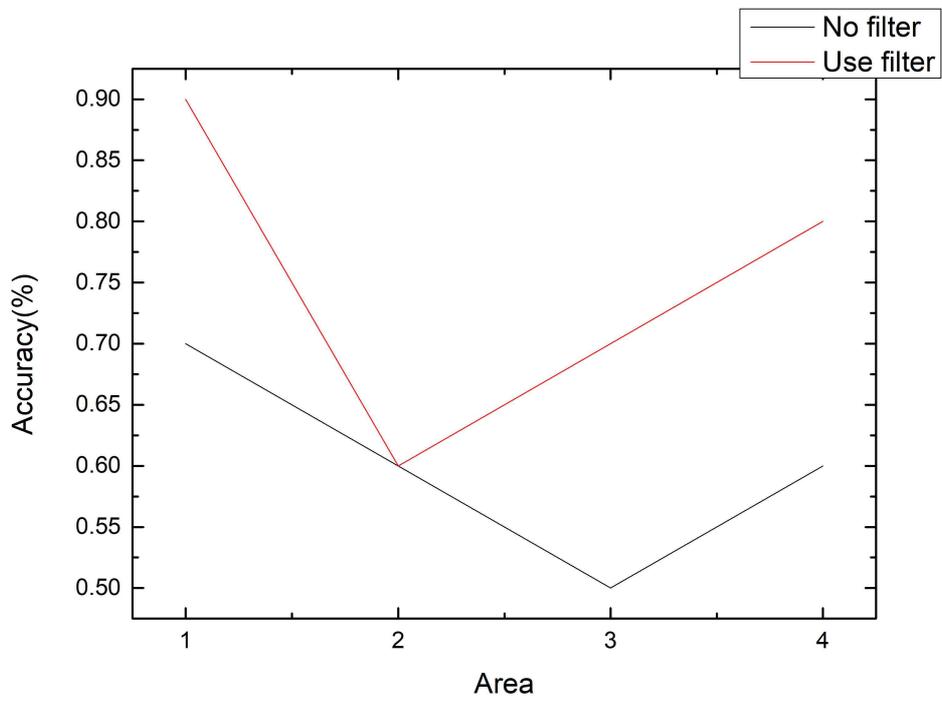


Fig. 9B

Fig. 9. Position prediction accuracy by area using filter

2-5. 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출
(한국방송통신대학교)

1) 축사 환경유해인자 노출에 따른 가축의 생산성 및 질병 발생 문헌 고찰

가) 현재까지 미세먼지 등 환경유해인자 노출관련 가축의 생산성 및 질병 발생에 미치는 영향 평가에 대한 연구 수행은 매우 미진한 실정이며, 다만 미세먼지로 인한 농축산 분야별 발생량, 농업인의 건강 보호 및 농축산물 시설 관리 방법에 대한 일반적인 내용과 대책을 제시하고 있는 수준이다.

- 국립환경과학원에 따르면 2016년 기준 농축산분야 초미세먼지 발생량은 20.3천 톤으로 전체 발생량의 5.8%를 차지하고 있으며, 2차 생성 미세먼지 전구물질 배출량은 356천 톤으로 전체 발생량의 12.1%를 차지
- 1차 초미세먼지는 생물성 연소, 농작업간 비산먼지, 노후 농기계 등이 주요 배출원이며, 2차 생성 미세먼지 전구물질은 축산분뇨와 화학비료로 인한 암모니아와 생물성 연소로부터 발생하는 휘발성 유기화합물(VOCs)
- 특히, 암모니아의 경우 전체 배출량의 82.3%인 237천 톤이 농업·농촌분야에서 배출되는데, 그중 축산분뇨가 91.6% 화학비료가 8.0%를 차지

나) 미세먼지 배출원별 상시 저감 대책 중에서 축산 암모니아 발생 감축과 관련되어 축산농가에 미생물제제를 공급하고, 악취저감시설 설치와 축산분뇨에 대한 관리를 강화

- 농업기술센터를 통해 전체농가의 40%인 69천 농가에 미생물제제 공급, 미생물제제 구매자금을 지원하고(시·도별 연가 3~66억 규모), 축사시설현대화, 광역축산악취개선사업('19년 15개소)을 통해 바이오커튼, 안개분무시설 등을 지원하며, 축산환경 개선 지역 중점관리를 강화하여 축산농가가 자율적으로 암모니아를 저감하도록 유도, 암모니아발생의 주원인인 축산분뇨처리와 관련하여 퇴비유통전문조직을 육성하고, 휴대용 퇴비 부숙도 측정기 개발·보급을 통해 농가 퇴비 부숙도 관리 강화, 또한 축산법 시행령(축산업 허가·등록기준) 개정을 통해 악취배출 허용기준 재설정(환경부)하고, 중장기적으로 돈사 밀폐화로 암모니아 방출을 최소화하는 방안을 추진

<표 > 농축산 분야별 미세먼지 발생저감 배출원별 현장점검 사항

	행동요령	점검내용	점검기관
경종	• 트랙터, 콤바인 활용 등 농작업	• 농기계 사용 및 야외 농작업 지양 계도	• 시군(농정과), 지역농협, 농민단체
축산	• 축사 및 저장시설 분뇨	• 미생물제제 살포	• 시군(축산과), 축산단체지부, 지역축협
	• 축사 외부 적치 퇴비	• 비닐(천막) 덮기	
	• 농경지 퇴·액비	• 살포 중지	
	• 축산농가 등 주변	• 물 살포	
소각	• 영농부산물·폐기물 소각 • 논·밭두렁 태우기	• 소각금지 계도 및 단속	• 농식품부 지역담당관 • 산림청 및 소속기관

다) 한편, 미세먼지로부터의 농업인의 건강보호와 농축산물과 시설 관리방법에 대한 행동요령을 “농업·농촌 미세먼지 대응 TF”등의 검토를 거쳐 다음과 같이 제안

- 축사시설과 관련되어 축사 내부에는 안개분무 시설 또는 지붕 스프링클러 가동(해제 시까지), 가축에게 미생물제제 급여, 축사 내 깔짚 바닥 및 분뇨저장조에 미생물제제 살포(1일 1회), - 축종별로는 양돈·가금 등 밀폐 축사의 경우 악취저감시설 흡수액 교체(보충) 및 가동 최대화, 한육우 등 개방형 축사의 경우 깔짚 바닥 뒤집기 중지
- 더불어 축사 외부는 퇴비·액비 농경지 살포 중지, 퇴비사 미생물제제 살포(1일 1회) 및 비닐천막 덮기(해제 시까지), 퇴액비화 시설 가동을 일시 중단하고, 축사 주변 및 인근 도로 물청소 실시
- 가축분뇨 처리시설에 대한 관리 요령으로는 퇴비장에 미생물제제 살포, 퇴비화시설의 교반기·송풍기 가동 중단, 시설 외부에 적치된 퇴비 원료 및 완제품에 비닐 덮기, 악취저감시설 흡수액 교체 및 가동 최대화, 시설 주변 및 인근 도로 물 청소 실시, 소규모 축산농가, 밀집사육지역, 전통시장 등 주변에 물 살포
- 라) 앞서 살펴본 바와 같이, 미세먼지 발생에 따른 농업인의 건강 우려와 함께 일조량 저하와 가축 질환 등으로 농작물과 가축의 생산성과 품질 저하를 유발할 가능성에 대한 인식을 바탕으로 미세먼지 저감조치에 대한 대책 수립과 행동 요령을 권고하고 있으나 주요 경제 축종(소, 돼지, 닭)별 생산성 및 질병 발생에 대한 위해성 평가 연구는 전무한 실정이라 사료됨
- 마) 미세먼지에 대한 직접적인 영향은 적지만 미세먼지 발생과 관련된 계절별 비육돈의 생산성과 도체 성적에 대한 자료를 살펴보면, 비육돈의 등지방 두께는 암돼지가 거세돈보다 낮게 나타났으나 계절에 의한 등지방두께에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 비육돈의 계절과 성별에 대한 상호 작용에서 지육율은 봄과 여름철에서 가을과 겨울철보다 더 높은 비율로 나타났으며 비육돈의 출생 시기를 기준으로 분석한 결과 도체중은 암·수 모두 여름철이 가장 낮게 나타났다. 본 결과는 여름철에 태어난 돼지들이 성장 과정에서 열 스트레스에 의한 성장과정에서 도체중이 영향을 받은 것으로 판단

<표 > 비육돈의 계절별 생산성 및 도체성적 결과

구 분	봄		여름		가을		겨울		SEM
	거세 (n=20)	암 (n=20)	거세 (n=20)	암 (n=20)	거세 (n=20)	암 (n=20)	거세 (n=20)	암 (n=20)	
시작체중, kg	90.6	89.6	93.2	89.1	89.6	87.7	89.0	89.8	1.05
종료체중, kg	111.4	112.5	111.6	109.5	113.7	111.1	108.4	110.3	1.05
일당증체량, kg	0.88	0.81	0.85	0.77	0.90	0.81	0.91	0.76	0.04
일당사료섭취량, kg	3.25	3.11	3.14	3.02	3.27	3.08	3.39	2.89	0.16
사료효율	0.24	0.26	0.26	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.01
등지방, mm	20.9	16.9	21.1	18.5	20.3	18.2	20.8	16.7	0.83
도체중, kg	83.2	83.8	83.9	82.6	84.6	82.3	79.1	81.5	0.89
지육율, %	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.73	0.74	0.01

바) 또한 미세먼지 영향이 다른 흑서기와 환절기의 환경조건에서 비육돈의 생산성과 도체성

적을 비교한 결과에서도 비육돈 성장률이 가장 좋은 봄이 생산성이 가장 나쁜 여름철과 비교분석 시, 일당사료섭취량은 혹서기(2.54kg) 보다 환절기(3.03kg)에 더 높았고 암돼지(2.71kg) 보다 거세돼지(2.87kg)가 일당사료섭취량이 더 높았다. 봄, 가을철 사료섭취량은 많은 연구결과에도 거세돼지가 높은 것으로 보고됨

<표 > 비육돈의 혹서기와 환절기 생산성 및 도체성적 결과

구 분	여름		가을		SEM
	거세돈 (n=40)	암돼지 (n=40)	거세돈 (n=40)	암돼지 (n=40)	
시작체중, kg	90.3	90.4	89.6	95.8	0.88
종료체중, kg	104.9	106.3	106.8	112.3	1.14
일당증체량, kg	0.70	0.76	0.82	0.79	0.03
일당사료섭취량, kg	2.62	2.47	3.11	2.95	0.02
사료효율	0.27	0.31	0.26	0.27	0.01
증체량, kg	14.6	15.9	17.2	16.5	0.65

2) 축사 환경 관리 관련 센서 개발 현황

가) 국내

○ 기술 현황

- 2015년 ‘화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률’ 시행 및 ‘유해화학물질관리법’과 관련하여 화학업체들 사이에서 감지센서 수요가 증가하면서 더욱 주목받고 있는 상황임
- 국내에서는 초고감도 가스센서와 다양한 가스를 동시에 분석 가능한 가스센서 어레이 개발에 관한 연구가 활발히 진행 중
- 가스센서는 가스의 검출방식에 따라 크게 전기화학식, 접촉 연소식, 반도체식, 광학식 가스센서로 구분하며, 축사용 가스센서 방식은 반도체식 및 전기화학식 가스센서를 적용하고 있음.
- 전기화학식 가스센서는 전해질 내에서 양극과 음극의 산화 환원 반응에 의해 발생하는 전류 값의 변화를 감지하는 센서로써 작동원리에 따라 갈바니 전지방식과 정전위 전해방식으로 구분되며 응답성, 고감도, 가스선택성, 안정성, 재연성 등에서 우수한 특성을 보임
- 반도체식 가스센서는 세라믹 반도체 표면에 가스가 접촉했을 때의 전기전도도 변화를 이용하는 센서로 검출시간을 단축하기 위해 고온이 요구되므로 고온에서 안정한 금속 산화물이 주로 사용되며, 산화주석(SnO₂)이 가장 많이 쓰이고 있다. 그리고 대부분의 유독가스 및 가연성 가스에 반응하며, 검출 회로의 구성이 간단하여 센서 제작이 용이하고 대량생산이 가능한 장점이 있으나 표적 가스의 이외의 다른 가스에 의해서도 전기 전도도가 변화하기 때문에 표적 가스의 농도 차이를 감지하기 어려운 단점도 있음.
- 실시간 악취측정 및 악취 저감 자동 공급 시스템에서는 반도체 센서 기반의 악취측정 장

치가 주종을 이루며, 암모니아(NH₃), 황화수소(H₂S)을 감지하는 통합 센서 모듈이 개발되어 보급되고 있는 기술로 많이 알려져 있음

- 가스센서 수요 증가에 따라 초소형 저전력 센서의 수요가 급증하고 있는 관계로 스마트 가스센서의 발달을 가져와 향후 수년 간 가스센서 시장에서 주요 부분을 차지할 것으로 예상됨
- 소비전력이 적은 온도,습도 센서 위주로 적용된 기존의 유비쿼터스 센서 노드는 서비스 범위가 제한적이나 저전력 가스센서가 탑재될 경우 다양한 기능이 가능하며 유비쿼터스 센서 네트워크 산업이 활성화 될 것으로 기대됨
- 또한 다수의 가스센서들을 어레이화하여 감지 신호를 획득하고, 이를 패턴인식 기술 등의 해석기술을 이용하여 가스 종을 분석하는 전자코(electronic nose)에 대한 기술 수요가 대두되고 있음

<표 > 축사 환경 적용 가스 센서 개발 현황

구분	전기화학식	접촉연소식	반도체식
모식도			
제품사진			
동작원리	가스와의 반응에 의한 전극간의 기전력 변화	가연성 가스와의 발열반응에 의한 열선의 저항변화	가스와의 반응에 따른 금속산화물의 저항변화
대표 감지가스	(CO, CO ₂ , O ₃ , SO ₂ , NO, NO ₂ , VOC)	가연성 가스 (H ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀ 등)	CO, NO ₂ , SO ₂ , H ₂ S, VOC(알콜, HCHO 등)
민감도	상	하	상
감지가스 선택성	중	하	하
반응시간	빠름	중간	빠름
소모전력	중	대	중
가격	저	저	저
크기	소형	소형	소형
활용제품	산소가스센서 유독가스센서 음주측정센서	가연성 가스 경보기	반도체식 가스센서 (소결형, 박막형, 후막형 나노구조형)

○ 시장현황

- 국내 센서 관련 내수 시장은 2012년 약 54억 달러 규모에서 2020년 99억 달러로 연 평균 10.4% 성장할 것으로 전망되며, 국내 기업의 내수시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮은 상황임
- 국내 기업의 생산액은 세계 시장에서 차지하는 비중은 약 1.9%로 매우 낮은 수준임

<표 > 국내 환경측정센서(가스센서) 개발 및 판매 현황

국내 경쟁업체	기술개발 현황
센텍 코리아	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 최고의 반도체식 가스센서 회사, 알코올, LPG/ KNG, CO, VOC, 등을 측정하는 반도체식 가스센서 • 음주측정기 및 가스경보기 제품 생산, 전기화학식 가스센서 및 반도체식 가스센서 판매
센코	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 최고의 전기화학식 가스센서 회사 • O2, CO, NO2, H2S, H2등을 측정
유민	<ul style="list-style-type: none"> • 필름형 센서를 이용한 유해가스 검출 방식 세계 최초 개발, 고정식 및 휴대용 검출기 • 필름형태로 바닥이나 파이프 등 원하는 곳에 양면 접착제만으로 설치가능
신우전자	<ul style="list-style-type: none"> • 접촉 연소식 가스센서 적용한 경보기 및 소화기 판매 • 가스센서 자체 기술개발 완료함 • 나노선/나노튜브를 이용한 센서 연구 진행중
이엘티	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 최고의 NDIR방식 가스센서 회사, 이산화탄소 및 메탄 감지 가스센서 생산
세주	<ul style="list-style-type: none"> • MEMS기반 반도체식 가스센서와 접촉연소식 가스센서 개발, 음주측정기 및 가스측정기 수출
와이즈	<ul style="list-style-type: none"> • 반도체식 MEMS형 VOC 가스센서, IR 방식 온도센서, MEMS형 마이크로히터 광원의 가스센서 판매
알앤에스	<ul style="list-style-type: none"> • 전기화학식 MEMS형 이산화탄소 가스센서 개발 중

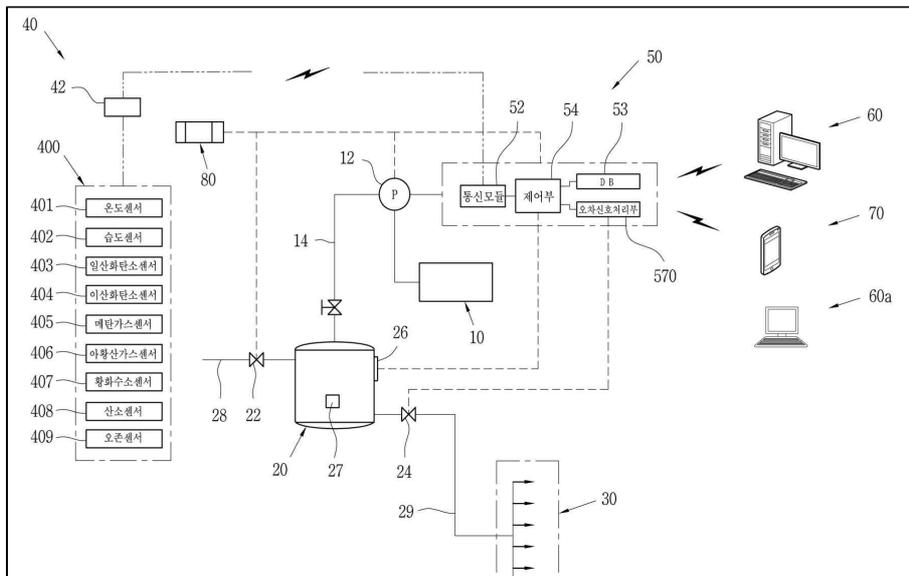
<표 > 축사 환경 관리를 위한 주요 가스센서 국내 보급 현황

물질명	원리	생산 국가	회사명	모델명	측정 범위	구입가격	사진
암모니아 (Ammonia, NH3)	전기 화학식	한국	SENKO	SS21N8	0~100 ppm	-	
휘발성유기화합물 (Volatile Organic Compounds, VOCs)	반도체식	한국	SHIBA KOREA	CCS811	0~32,768 ppb	41,550 원	
	반도체식	한국	센텍 코리아	STK-4000	1 ~ 100 ppm	-	

물질명	원리	생산 국가	회사명	모델명	측정 범위	구입가격	사진
황화수소 (Hydrogen Sulfide, H ₂ S)	전기 화학식	한국	SENKO	SS2198	0~500 ppm	195,000 원	

○ 현장 적용 사례

- 경기도 연천군은 양돈 농장에 스마트 축사 시스템에 환경 모니터링 시스템을 구축하여 축사 환경 개선과 환경 모니터링이 가능하도록 하였다. 온도/습도 모니터링을 위하여 디스플레이를 설치하고, 각 동별로 정전감시 및 경보 시스템을 설치하였다.
- 주식회사 케이에스에스는 IoT 기반의 축산 악취저감 통합 모니터링 장치에 대한 특허를 2018년 10월에 등록하였다(<그림 1> 참조). 본 특허는 축산 악취저감 통합모니터링 장치에 관한 것으로 더욱 구체적으로는, 축사에서 가축의 생장에 영향을 미치는 여러 요소 즉, 유해 가스 농도, 축사 내부의 습도 및 온도 등과 같은 환경정보를 복합센서모듈로 계측하여 원격지에서 모니터링 가능토록 되고, 계측된 데이터를 근거로 하여 음수(飲水)와 악취 방지용 시료의 혼합비율을 최적의 상태로 제어할 수 있는 데이터로 활용함으로써 축사의 악취를 저감시킬 수 있는 IOT 기반의 축산 악취저감 통합모니터링 장치에 관한 것이다



<그림 > 축산 악취 저감 통합 모니터링 시스템 적용 사례(경기 연천 소재 양돈장)

나) 국외

- 전 세계 가스센서 시장규모는 2017년 8억 7,000만달러에서 연평균 성장률 6.83%로 증가하여, 2023년에는 13억 달러에 이를 것으로 전망됨
- 전 세계 산업용 가스 센서 시장에서 지역별 점유율을 살펴보면, 2016년을 기준으로 미주 지역은 39%, 유럽-중동-아프리카 지역은 39%, 아시아 태평양 지역은 33%를

차지하는 것으로 파악됨.

- 전 세계 산업용 가스 센서 시장규모는 2017년 21억 1,050만 달러에서 연평균 성장률 5.80%로 증가하여 2021년에 27억 9820만 달러에 이를 것으로 전망됨.

[그림] 글로벌 산업용 가스 센서 시장 규모 추이

(단위 : 백만 달러)



※ 자료 : TechNavio, Global Industrial Gas Sensors 2017-2021, 2017

- 주요 국가별 환경 센서 개발 현황

- 미국

- 미국은 나노 기술의 경쟁력 유지를 위한 혁신전략으로 국가나노기술전략계획 (Nanotechnology Signature Initiatives)을 집중 추진하고 있으며, 2012년에는 나노센서를 주요 분야로 꼽았다. '15년 3월 초 탄화수소와 질소산화물을 포함한 배기가스 배출량을 2025년까지 30mg으로 81% 감축하도록 의무화하는 제도를 도입하였다. 이에 따라 최근 금속 나노 입자와 나노튜브 등의 결합을 통해 H₂, H₂S, CH₄, CO, NO₂, NO 등의 가스를 탐지하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 저온에서 동작하며 감도가 높은 초고감도 가스센서 관련 연구를 진행 중.
- 2008년 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서는 DREAN(Direct Reading Exposure Assessment Methods)를 만들어 직독식 및 센서를 이용한 개인 건강모니터링 연구를 시작하였고 2014년에는 Center for Direct Reading and Sensor Technologies를 개설하여 산업보건 관련 실시간측정을 위한 기기와 센서 기술개발을 직접 수행하고 있음.
- Emerson Electric company는 최근 가스 분석 모니터링 업체들을 인수함에 따라 센서의 고감도, 고기능의 추구뿐만 아니라, 시스템에 직접 연동 가능한 일체형 센서 개발에 이르기까지 연구영역을 확대하고 있는 상황이다. Emerson Electric company의 한해 가스 센서 생산액은 155억 달러에 달하며, '15년 4월, 양자 캐스케이드 레이저(QCL) 기술을 사용하는 가스 분석 모니터링 시스템 제조업체인 Cascade Technologies Ltd.를 인수하여 가스 분석기 성능을 향상시켰다. '15년 10월, 화염 및 개방형 경로 가스 감지기 제조를 선도하고 있는 Spectrex, Inc.를 인수하여 업계에서 산업용 안전 모니터링 제품군을 강화하였다. Honeywell은 40여년간 가연성 가스, 산소 및 유독성 가스센서를 개발해 왔으며, 매년 200만 개 이상의 가연성 가스센서와 100만 개 이상의 전기화학식 센서를 생산하고 있다. 그 중에서도 Sensepoint Pro는 가연성 가스, 유독성 가스, 산소 농도 등을 측정하는 현장 지시형 검지기로써 적외선 리모컨을 이용하여 검지기를 열지 않아도 설정을 변경할 수 있고 플러그 인 센서를 사용하여 센서 교체가 편리한 장점.

- 일본

- 일본의 경우 세계 온실기체자료센터를 일본 기상청 산하에 두어 운영하고 있으며, Ryori, Minamitorishima, Yonagunijima 등 3개소에서는 종합적인 기후변화 감시관측을 수행하고 있다. 특히 후쿠시마 원전사고로 인해 방사능을 포함한 유해물질에 대한 불안과 경각심이 심화되고 있고, 환경오염가스를 감지할 수 있는 센서 개발에 대한 수요가 급증하고 있다. 일본 오사카 대학에서는 고체 전해질을 이용하여 신뢰성이 높고 저가의 환경오염가스를 감지할 수 있는 센서를 개발하였으며, SO₂, NO_x, NH₃ 등의 감지가 가능하다. 일본 산업기술종합연구소(AIST)는 고감도, 고속 응답이 가능한 자동차 배기가스용 NO_x 감지센서를 개발하였다. 실시간으로 NO_x 농도를 측정해 엔진 연소방식을 제어할 수 있어 디젤자동차 등의 NO_x 배출량을 줄일 수 있는 장점이 있다.
- Figaro Engineering Inc.는 센서 제작 경험이 30년 이상인 기업으로 반도체식 가스센서 기술의 선구자 역할을 하고 있으며, 산업용 목적보다는 대부분 상업, 건물 시장에 주력하고 있다. NEMOTO는 전기화학식 가스센서 제작에 주력하고 있으며, 특히 NEMOTO NAP-505 모델의 경우에는 수명이 5년 이상으로서 미국규격인 UL 인증을 획득할 정도로 기술력을 인정받고 있다. Riken keiki는 접촉연소식 센서와 열전도식 센서의 두 가지 기능을 하나의 시스템에 집약하여 가연성가스 농도의 거의 전 영역을 검출하는 가스센서를 개발하였으며, 가스측정기 분야에서 뛰어난 기술력을 바탕으로 높은 점유율을 보이고 있다. FIS는 반도체 가스센서 전문 업체로, 고감도, 고신뢰성의 가스센서와 효과적인 소프트웨어 개발을 통해 실내용 및 AQS(Air Quality System)용 반도체식 CO센서 시장을 선도하고 있음.

- 유럽

- 유럽은 ECA라고 하는 유럽공동연구를 조직하여 실내공기오염 문제에 적극적으로 관여하고 있다. 실내공기질에 대한 관심이 높아짐에 따라 영국은 차량과 거리조형물 등에 무선 센서를 장착하여 도시의 대기오염에 대한 데이터를 무선 센서 네트워크로 수집·감시하는 모바일 환경센서 그리드(PMESG, Pervasive Mobile Environmental Sensor Grids) 프로젝트를 수행하기도 하였다. 스웨덴 OPSIS에서는 광투과 방식을 활용한 DOAS(dedicated outdoor air system)을 상용화하여 유럽 내 350개 측정소에 보급하였다. 영국 맨체스터 대학의 퍼사우드 교수는 가스센서 어레이를 활용한 전자코 기술에 대해 최고권위자로 연구를 진행하고 있으며, 최근에는 공항이나 가정의 폭발성 가스 검출이나 CO검출용 흑연판 센서를 개발 중.
- City Technology(영국)는 가스센서 선도 기업으로써, 28종류의 가스를 감지하는 300종 이상의 센서를 생산/판매하고 있다. 주력하는 분야로는 촉매입자를 이용한 전기화학식 센서, 적외선식 센서가 있으며, 감지 시 환경의 영향을 받지 않으면서 안정적인 센서 성능을 선보이고 있다. 평균 휴대용 가스 검출기보 오래 작동할 수 있도록 설계된 산소 센서인 40xLL을 출시하였다. Alphasense(영국)는 산소와 유해가스 검출 센서에 주력하고 있으며, 전기화학식, 접촉연소식, 광학식, 반도체식 등 여러 방식의 기술을 섭렵하고 있으며, 영국 브레인트리에 있는 캠브리지 대학과 알파 펀스 대학의 과학자 팀이 저전력, 저비용의 화산 가스 탐지 및 측정 장비를 갖춘 휴대용 전자 기계기반 가스 센서를 개발하였다. E2V(영국)는 설계, 개발, 생산 전 과정을 다루고 있으며, CO, SO₂, VOC 등의 가스를 감지하는 접촉연소식, 적외선식 가스센서 생산에 주력하고 있다. Dynament(영

국)는 설계와 생산을 동시에 하고 있으며, 오직 적외선식 가스센서에만 주력하고 있다. Membrapor(스위스)는 독자적 센서 제조 회사로 전기화학식을 기반으로 하는 유해 가스 센서를 제작하는 것에 주력하고 있으며, 알콜 및 에틸렌에 대하여 교차 민감도가 감소된 가스 센서 PH3 and SiH4를 출시함.

<표 > 환경 센서 관련 국외 업체 현황

경쟁사	기술현황 및 제품분석
Emerson Electric Company (미국)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 가스분석 모니터링 업체들을 인수함에 따라 센서의 고 감도, 고기능의 추구뿐만 아니라, 시스템에 직접 연동 가능한 일체형 센서 개발에 이르기까지 연구영역을 확대하고 있는 상황임 한해 가스센서 생산액은 155억 달러에 달함 화염 및 개방형 경로 가스 감지기 제조를 선도하고 있는 Spectrex, Inc를 인수하여 업계에서 산업용 안전 모니터링 제품군을 강화함
Honeywell(미국)	<ul style="list-style-type: none"> 40여년간 가연성 가스, 산소 및 유독성 가스센서를 개발해 왔으며, 매년 200만 개 이상의 가연성 가스센서와 100만 개 이상의 전기화학식 센서를 생산하고 있음. 세계 휴대용 가스 검출기 시장에서 독보적인 1위 기업이며, 전체 매출액 30% 비중을 차지하고 있음.
Figaro Engineering(일본)	<ul style="list-style-type: none"> 센서 제작 경험이 30년 이상인 기업으로 반도체식 가스센서 기술의 선구자 역할을 하고 있으며, 산업용 목적보다는 대부분 상업, 건물시장에 주력하고 있음.
City Technology(일본)	<ul style="list-style-type: none"> 가스센서 선도 기업으로써, 28종류의 가스를 감지하는 300종 이상의 센서를 생산/판매하고 있음. 주력하는 분야로는 촉매입자를 이용한 전기화학식 센서, 적외선식 센서가 있으며, 감지 시 환경의 영향을 받지 않으면서 안정적인 센서 성능을 선보이고 있음
Alphasense(영국)	<ul style="list-style-type: none"> 산소와 유해가스 검출 센서에 주력하고 있으며, 전기화학식, 접촉연소식, 광학식, 반도체식 등 여러방식의 기술을 섭렵하고 있음.
Dynamet(영국)	<ul style="list-style-type: none"> 설계와 생산을 동시에 하고 있으며, 오직 적외선식 가스센서에만 주력하고 있음.

<표 > 축사 환경 관리를 위한 주요 가스센서 국외 개발 현황

물질명	원리	생산 국가	회사명	모델명	측정 범위	구입가격	사진
암모니아 (Ammonia, NH3)	반도체식	중국	WINSEN	MQ137	5~500 ppm	55,400 원	
	전기화학식	중국	WINSEN	ME3-NH3	0~100 ppm	91,000 원	

물질명	원리	생산 국가	회사명	모델명	측정 범위	구입가격	사진
	전기화학식	영국	EURO-GAS	4-NH3-100	0~100 ppm	101,200 원	
	전기화학식	영국	Alphasense	NH3-A1	20~60 ppm	US \$116	
	반도체식	스위스	SGX sensortech	MICS-2614	1~500 ppm	16,500원	
	전기화학식	일본	MGK SENSOR	NH3-MD-100	0~100 ppm	-	
휘발성 유기화합물 (Volatile Organic Compounds, VOC)	-	스위스	Sensirion	SGPC3	0 ~ 60,000 ppb	17,590 원	
	반도체식	중국	Winsen	MP905	0.5 ~ 1000 ppm	US \$21.94	
	PID	미국	piD-TECH	Purple	0~2,000 ppm	US \$780	
	PID	영국	Alphasense	PID-A12	0~6,000 ppm	US \$750	
	전기화학식	영국	Alphasense	ETO-A1	0~100 ppm	-	
	PID	영국	ION	MiniPID 2	0~6,000 ppm	US \$800	
	PID	미국	Baseline	Black	0~2,000 ppm	-	
황화수소 (Hydrogen Sulfide, H ₂ S)	MEMS	중국	WINSEN	GM-602B MEMS H ₂ S	0.5~50 ppm	US \$44.83	
	전기화학식	중국	WINSEN	ME4-H ₂ S	0~100 ppm	US \$35	

물질명	원리	생산 국가	회사명	모델명	측정 범위	구입가격	사진
	전기화학식	영국	Alphasense	H2S-AH	0~50 ppm	US \$138	
	전기화학식	영국	DDscientific	GS+7H2S	0~50 ppm	US \$50	
	전기화학식	일본	MGK SENSOR	H2S-MD-700	0~100 ppm	-	

3) 축사 환경 관리 분야에 활용되는 ICT 기기 현장 실증 평가

가) 현장 실증 평가 선정

- 산란계사 5개소

○ 현장 실증 평가 대상 환경 인자

- 축사 실내 환경 모니터링용 센서 및 관련 오퍼레이션 장치
- 측정 항목 : 온/습도, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 분진

○ 현장 실증 평가 방법

- 축사 실내 환경 모니터링을 센서화하여 관리하고 있는 기존 축산 농가(산란계사 5개소) 현장 방문
- 공인된 실내 환경 인자 측정 장비를 이용해 측정된 수치를 참값으로 추정하고 이를 센서에 의해 모니터링된 수치와 비교하여 신뢰도 및 유효성 검증
- 축사 현장 관리자들의 면담 조사를 통한 기존 축사 환경 관리 측면에서 활용된 ICT 기기들의 문제점 파악



<그림 > 센서 모니터링 수치의 신뢰도 평가를 위한 산란계사 현장 실측 평가

- 공인된 온/습도의 측정 및 분석 방법
 - 건구흑구온도계(WBGT; (Wet Bulb Globe Thermometer) 적용
- 공인된 이산화탄소의 측정 및 분석 방법
 - 비분산적외선법(이산화탄소의 특정 파장의 적외선을 흡수하는 특성을 이용하여 실내공기 중 이산화탄소 농도를 연속 자동 측정하는 방법) 적용
- 공인된 암모니아와 황화수소의 측정 및 분석 방법
 - 암모니아와 황화수소의 측정 방법은 미국산업안전보건연구원(NIOSH)에서 제시한 공인화된 측정 분석 방법에 근거한다. 암모니아의 경우 황산 흡수액 10ml를 넣은 임핀저(impinger)를 폴리에틸렌 튜브로 공기 흡입 펌프(Model 71G9, Gilian Instrument Corp., Wayne, N.J.)에 연결한 후 1.5~2.0l/min의 유량으로 돈사내 농도 수준에 따라 15~45분 동안 공기 시료를 포집한 후 UV-spectrophotometer를 통해 흡광법으로 측정한다. 황화수소는 고체 활성탄관으로 시료를 포집한 후 Ion Chromatography를 통해 측정하였으며, 그 밖의 분석 과정은 암모니아의 경우와 동일하다. 작업자의 유해물질 장기간 노출기간(TWA)인 8시간에 근거, 돈사 작업자의 근무 시간인 오전 9시부터 오후 5시 사이에 3회(오전 9시, 오후 1시, 오후 5시) 시료를 채취하여 분석한 값들의 평균을 대표값으로 한다.
- 공인된 분진(dust)의 측정 및 분석 방법
 - 측정 및 분석 방법
 - ① 시료 포집은 계사의 중앙에 바닥으로부터 30cm와 150cm 위치에서 시료 채취
 - ② 여과지의 경우 0.3 μm의 입자상물질에 대하여 99 %이상의 초기포집율을 갖는 여과지를 사용하며, 데시케이터 등에서 24시간 이상 보관하여 항량 시킨 후에 사용
 - ③ 각 시료 채취 위치에 1~30l/min으로 유량이 설정된 air sampler(No. 800519, Gilian) 및 a air sampler(KMS-4100)를 설치하여 장시간 노출 기준에 근거, 총 6시간 이상 포집
 - ④ 분진의 농도 보정
산업안전보건법 작업환경측정 고시(제 105조)에 근거하여 분진 측정방법에 따라 측정 장소의 온도와 압력에 따른 미세먼지 측정 데이터의 보정을 실시하였고, 적용된 절차 과정은 다음과 같음

1. 시료채취 유량은 다음 식을 따른다.

$$Q_{ave} = \frac{Q_1 + Q_2}{2} \dots \text{(식 1)}$$

Q_{ave} : 시료채취기간의 평균유량(L/min)
 Q_1 : 시료채취 시작 시의 유량(L/min)
 Q_2 : 시료채취 종료 시의 유량(L/min)

2. 채취한 공기의 부피는 다음 식을 따른다.

$$V = \frac{Q_{vae} \times T}{10^3} \dots \text{(식 2)}$$

V : 채취한 공기의 부피(m³)

Q_{ave} : 시험 전,후 측정된 유량의 평균(L/min)

T : 채취시간(min)

3. 채취한 공기는 2에 따라 25℃, 1기압 조건으로 보정 하여 환산한다.

$$V_{(25^{\circ}\text{C}, 1\text{atm})} = V \times \frac{T_{(25^{\circ}\text{C})}}{T_2} \times \frac{P_2}{P_{(1\text{atm})}} \dots (\text{식 } 3)$$

V : 실제로 채취한 기체의 부피

T_2 : 기체를 채취할 때의 절대온도(K)

P_2 : 기체를 채취할 때의 기압(atm)

4. 3번에 의해 공기 중 미세먼지의 농도를 구한다.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V_{(25^{\circ}\text{C}, 1\text{atm})}} \dots (\text{식 } 4)$$

C : 공기 중 미세먼지의 농도(mg/m³)

W_2 : 시험 후 여과지 무게(mg)

W_1 : 시험 전 여과지 무게(mg)

B_2 : 시험 전 바탕시료 여과지 무게(mg)

B_1 : 시험 후 바탕시료 여과지 무게(mg)

$V_{(25^{\circ}\text{C}, 1\text{atm})}$: 보정된 채취공기의 부피(m³)

나) 현장 실증 평가 결과

(1) 온도

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (℃, 평균값)	공인 측정 수치 (℃, 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	15.3	16.3	-6.13
	B 농가	13.2	14.5	-8.97
	C 농가	11.9	11.1	7.21
	D 농가	16.4	15.4	6.49
	E 농가	15.7	16.9	-7.10

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치) ÷ 공인 측정 수치 × 100

- 온도의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 11.9~16.4℃, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 11.1~16.9℃를 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 -8.97~7.21%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 센서에 의한 온도 측정 수치는 참값 대비 약 ±5~10%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(2) 상대습도

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (%, 평균값)	공인 측정 수치 (%, 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	51.4	56.6	-9.19
	B 농가	49.2	45.8	7.42
	C 농가	55.6	51.3	8.38
	D 농가	47.3	44.8	5.58
	E 농가	52.6	56.2	-6.41

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치) ÷ 공인 측정 수치 × 100

- 상대습도의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 47.3~55.6%, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 44.8~56.6%를 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 -9.19~8.38%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 온도와 동일하게 센서에 의한 상대습도 측정 수치는 참값 대비 약 ±5~10%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(3) 이산화탄소

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (ppm, 평균값)	공인 측정 수치 (ppm, 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	1,826	2,092	-12.72
	B 농가	2,432	2,136	13.86
	C 농가	2,513	2,242	12.09
	D 농가	1,608	1,823	-11.79
	E 농가	2,192	2,493	-12.07

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치) ÷ 공인 측정 수치 × 100

- 이산화탄소의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 1,608~2,513 ppm, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 1,823~2,493 ppm을 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 -12.72~13.86%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 센서에 의한 이산화탄소 농도 측정 수치는 참값 대비 약 ±10~20%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(4) 암모니아

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (ppm, 평균값)	공인 측정 수치 (ppm, 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	9.3	10.8	-13.89
	B 농가	10.8	12.9	-16.28
	C 농가	13.1	11.3	15.93
	D 농가	8.6	10.4	-17.31
	E 농가	7.4	9.2	-19.57

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치) ÷ 공인 측정 수치 × 100

- 암모니아의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 7.4~13.1 ppm, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 9.2~12.9 ppm을 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 -19.57~15.93%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 이산화탄소와 동일하게 센서에 의한 암모니아 농도 측정 수치는 참값 대비 약 ±10~20%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(5) 황화수소

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (ppm, 평균값)	공인 측정 수치 (ppm, 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	n.d.	0.82	-
	B 농가	n.d.	0.43	-
	C 농가	0.6	0.49	22.45
	D 농가	0.9	0.71	26.76
	E 농가	n.d.	0.43	-

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치) ÷ 공인 측정 수치 × 100

#n.d. : not detected; 불검출

- 황화수소의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 n.d.(불검출)~0.9 ppm, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 0.43~0.82 ppm을 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 22.45~26.76%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 황화수소 농도 측정 수치는 참값 대비 약 ±10~30%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(6) 총분진

현장 실증 평가 대상		센서 모니터링 수치 (mg/m ³ , 평균값)	공인 측정 수치 (mg/m ³ , 평균값)	오차율*
산란계사	A 농가	2.54	1.88	35.11

	B 농가	2.08	2.93	-29.01
	C 농가	2.33	1.75	33.14
	D 농가	1.84	2.74	-32.85
	E 농가	2.21	1.67	32.34

*오차율 : (센서 모니터링 수치 - 공인 측정 수치)÷공인 측정 수치×100

- 총분진의 경우 조사대상 산란계사 5개소에서 센서에 의해 모니터링된 수치 범위는 1.84~2.54 mg/m³, 공인 분석 방법(WBGT)으로 측정된 수치(참값) 범위는 1.67~2.93 mg/m³을 나타내 참값 대비 센싱 수치와의 비교를 통한 오차율은 -32.85~35.11%의 범위를 나타냈다. 분석 결과, 센서에 의한 총분진 농도 측정 수치는 참값 대비 약 ±30~40%의 변이 수준을 보이는 것으로 조사되었다.

(7) 고찰

- 산란계사를 대상으로 한 현장 실증 평가 결과, 공인 분석 방법으로 측정된 수치(참값) 대비 센서를 통해 모니터링된 수치와의 비교를 통한 오차율의 수준은 온도와 상대습도는 ±5~10%, 이산화탄소와 암모니아는 ±10~20%, 황화수소는 ±10~30%, 총분진은 ±30~40%인 것으로 분석되었다.
- 열적 인자인 온도와 상대습도의 경우 다른 환경 인자들에 비해 다양한 방식의 센서 개발 및 상용화가 오래전부터 수행되어 그 수준이 안정화 단계에 진입했고, 공인 분석 방법인 건구축구온도계(WBGT)의 측정 원리도 결국은 신호 감지에 의한 센싱 방식에 기반을 두고 있기 때문에 평가 대상 환경 인자들 중 가장 낮은 오차율을 나타낸 것으로 판단된다.
- 반면 이산화탄소, 암모니아, 황화수소와 같은 가스상 물질들의 경우 온도와 상대습도와는 달리 현재 센서 개발이 초기 단계이고, 축사 실내공기 중 높은 수분과 분뇨 및 사료에서 유래하는 유분 등의 입자상 물질의 발생 수준이 다른 일반 시설에 비해 월등히 높아 이러한 열악한 환경 조건들이 정확한 센싱에 방해되는 잠재 변수로 작용하여 상대적으로 높은 오차율을 나타낸 것으로 추정된다. 특히 황화수소의 경우 국내에서 판매 보급되고 있는 대부분의 센서들이 1ppm 수준의 검출한계(LOD; Limit of Detection)를 보이고 있어 일반적으로 황화수소의 발생 농도가 돈사와 계사 내부에서는 ppb 수준이기 때문에 본 현장 실증 평가에서도 확인되었듯이 불검출(not detected)될 가능성이 많아 현재 개발되어 상용화되고 있는 황화수소 센서를 가지고 축사 내부를 정확히 모니터링하기에는 많은 한계성을 내포하고 있다.
- 입자상 물질인 총분진을 모니터링하기 위한 센서는 현재 대부분 광산란방식에 기반을 두고 있어 환기에 의한 유속 등 기타 다른 환경 인자들의 변화에 민감하게 반응하여 수치의 정확성이 떨어지고, 다른 산업 시설들에 비해 상대적으로 높은 분진 농도를 나타내는 축사 내부의 경우 측정 범위의 상한치를 초과하는 경우가 대부분이라 평가 대상 환경 인자 중 가장 높은 오차율을 보인 것으로 추정된다.

4) 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 운용 가이드라인 제시

가) 현장 측정 데이터에 대한 통계적 분석 결과와 현재 상용화되어 시중에 판매되고 있는 센서 현황을 고려하여 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 공기오염 물질로 암모니아, 황화수소, 미세먼진(PM₁₀)을 선정하였다.

나) 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 실내환경 관리기준 설정에 있어 적용한 주요 근거 자료로 국내 산업안전보건법의 작업장 노출기준을 선정하였다. 문헌 고찰 결과, 산업안전보건법은 작업자의 건강 보호를 위해 취급하는 화학물질 중 유해성을 가지는 물질에 대해 허가대상 항목을 설정하여 관리하고 있는 것으로 조사되었다. 관련 법규 내용을 살펴보면, 허가물질을 사용하고자 하는 자는 산업안전보건법 시행규칙 제79조에서 정한 바와 같이 법 30조 제1항과 영 30조의 2에 따라 ① 사업계획서(제조·수입·사용의 목적·양 등에 관한 사항을 포함하여야 함) ② 산업보건 관련 조직을 위한 시설·장치의 명칭·구조·성능 등에 관한 서류 ③ 해당 사업장의 전체 작업공정도, 공정별로 취급하는 물질의 종류·취급량 및 공정별 종사근로자 수에 관한 서류의 내용이 포함된 제조·사용허가신청서를 지방고용노동관서에 제출하여야 하며, 지방고용노동관서의 장은 20일 이내에 ① 신청서 및 첨부서류의 내용이 적정한지 ② 제조·사용 설비 등이 안전보건기준에 관한 규칙 제33조, 제35조 제1항(같은 규칙 별표2 제16호 및 제17호에 해당하는 경우로 한정한다) 및 같은 규칙 제453조부터 제486조까지의 규정에 적합한지 여부를 심사하여 허가 여부를 통보하도록 하고 있다.

다) 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 실내환경 관리기준 설정 : “암모니아”

- 암모니아의 센싱 경보 알림을 위한 돈사 실내환경 관리기준 설정 및 센서 현장 적용 가능 여부를 파악하기 위해 국내/외에서 제시하고 있는 작업장 노출기준을 고찰하였고, 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법을 적용하였다.

(1) 작업장 노출기준

- 암모니아의 경우 현재 실내공기질 기준 항목으로 미설정되어 있어 대신 국내외 작업장 노출기준(<표 > 참조)을 돈사 실내환경 관리기준 설정의 기초자료로 활용하였다. 고찰 결과 시간가중평균T(Time Weighted Average; TWA) 측면에서의 각 국가별 노출기준 설정 범위는 10ppm~50ppm 이었고, 우리나라와 미국의 경우는 동일하게 25ppm으로 제시하고 있다. 단시간노출기준(Shorterm Exposure Limit; STEL)측면에서의 국내외 노출기준은 20ppm~50ppm의 범위로 설정하고 있었고, 우리나라와 미국은 시간가중평균 측면과 마찬가지로 동일한 노출기준(35ppm)을 설정하여 관리하고 있다.

<표 > 암모니아의 국내/외 작업장 노출기준

	Limit value (TWA)		Limit value(STEL)	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
South Korea	25	18	35	27
USA - ACGIH	25		35	
USA - NIOSH	25	18	35	27
USA - OSHA	50	35		
Australia	25	17	35	24
Austria	20	14	50	36

	Limit value (TWA)		Limit value(STEL)	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Belgium	20	14	50	36
Canada – Ontario	25		35	
Canada – Québec	25	17	35	24
Denmark	20	14	40	28
European Union	20	14	50	36
Finland	20	14	50	36
France	10	7	20	14
Germany (AGS)	20	14	40	28
Germany (DFG)	20	14	40	28
Hungary		14		36
Ireland	20	14	50	36
Italy	20	14	50	36
Latvia	20	14	50	36
New Zealand	25	17	35	24
China		20		30
Poland		14		28
Singapore	25	17	35	24
Spain	20	14	50	36
Sweden	20	14	50	36
Switzerland	20	14	40	28
The Netherlands		14		36
Turkey	20	14	50	36

(2) 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법 활용

- 현재까지 보고된 국내/외 계사 내부의 암모니아 측정 농도 결과들을 Der Simonian-Laird 방법의 메타 분석을 적용하여 역분산 가중평균을 산출하여 그 값을 대표치로 추정된 결과 19.34(±7.29)ppm인 것으로 조사되었다.

(3) 센싱 경보 알림 설정 기준 제안

- <표 >에서 제시된 바와 같이 주요 국가들에서 설정한 암모니아의 작업장 노출기준(8시간 개념의 시간가중평균 측면과 15분 개념의 단시간 노출평균)과 메타분석을 통한 역분산 가중평균값을 모두 고려할 수 있는 대표 수치로 25ppm을 제안하는 바이다. 여기에 돈사 내부의 여러 환경 변수의 영향에 따른 센서 측정값의 불확실성을 고려하여 ±10ppm의 오차 범위를 추가 설정할 필요가 있을 것으로 사료된다. 따라서 계사내 암모니아의 실시간 모니터링용 센서의 측정 가능 범위는 15ppm~35ppm으로 설정하는 것이 유효할 것으로 판단된다.

<표 > 측사 실내 환경 측면에서의 암모니아의 센싱 경보 알람 기준 및 센싱 범위

작업장 노출 기준		역분산 가중평균값	센싱 경보	센싱 범위
8시간(TWA)	15분(STEL)		알람 기준	
10~50ppm	20~50ppm	19.34(±7.29)ppm	25(±10)ppm	15~35ppm

라) 센싱 경보 알람 설정을 위한 돈사 실내환경 관리기준 설정 : “황화수소”

- ICT 개념의 통합형 돈사 환경 관리 모델 개발을 위한 황화수소의 돈사 실내환경 관리 기준 설정 및 센서 현장 적용 가능 여부를 파악하기 위해 국내외에서 제시하고 있는 작업장 노출기준을 고찰하였고, 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법을 적용하였다.

(1) 작업장 노출기준

- 황화수소의 경우도 현재 실내공기질 기준 항목으로 미설정되어 있어 대신 국내외 작업장 노출기준(<표 > 참조)을 돈사 실내환경 관리기준 설정의 기초자료로 활용하였다. 고찰 결과 시간가중평균T(Time Weighted Average; TWA) 측면에서의 각 국가별 노출기준 설정 범위는 1ppm~10ppm 이었고, 우리나라와 미국의 경우는 동일하게 10ppm 으로 제시하고 있다. 단시간노출기준(Shorterm Exposure Limit; STEL)측면에서의 국내외 노출기준은 5ppm~20ppm의 범위로 설정하고 있었고, 우리나라와 미국은 시간가중 평균 측면과 마찬가지로 동일한 노출기준(15ppm)을 설정하여 관리하고 있다.

<표 > 황화수소의 국내/외 작업장 노출기준

	Limit value (TWA)		Limit value(STEL)	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
South Korea	10	14	15	21
USA - ACGIH	10	14	15	21
USA - NIOSH			10	15
USA - OSHA	4		20	
Australia	10	14	15	21
Austria	5	7	5	7
Belgium	5	7	10	14
Canada - Ontario	10		15	
Canada - Québec	10	14	15	21
Denmark	10	15	20	30
European Union	5	7	10	14
Finland	5	7	10	14
France	5	7	10	14
Germany (AGS)	5	7,1	10	14,2
Germany (DFG)	5	7,1	10	14,2

	Limit value (TWA)		Limit value(STEL)	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Hungary		14		14
Ireland	5	7	10	14
Italy	5	7	10	14
Japan	10			
Latvia		10		
People's Republic of China				10
Poland		7		14
Singapore	10	14	15	21
Spain	1		5	
Sweden	10	14	15	20
Switzerland	5	7,1	10	14,2
The Netherlands		2,3		
Turkey	5	7	10	14
United Kingdom	5	7	10	14

(2) 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법 활용

- 현재까지 보고된 국내/외 계사 내부의 황화수소 측정 농도 결과들을 Der Simonian-Laird 방법의 메타 분석을 적용하여 역분산 가중평균을 산출하여 그 값을 대표치로 추정된 결과 4.23(±3.81)ppm인 것으로 조사되었다.

(3) 관리기준 제안

- <표 >에서 제시된 바와 같이 주요 국가들에서 설정한 황화수소의 작업장 노출기준(시간가중평균 측면과 단시간노출평균)과 메타분석을 통한 역분산 가중평균값을 모두 고려할 수 있는 대표 수치로 55ppm을 제안하는 바이다. 여기에 계사 내부의 여러 환경 변수의 영향에 따른 센서 측정값의 불확실성을 고려하여 ±5ppm의 오차 범위를 추가 설정할 필요가 있을 것으로 사료된다. 따라서 ICT를 활용한 계사 내부 황화수소의 실시간 모니터링용 센서의 측정 가능 범위는 0ppm~10ppm으로 설정하는 것이 유효할 것으로 판단된다.

<표 > 계사 실내 환경 측면에서의 황화수소의 센싱 경보 알람 기준 및 센싱 범위

작업장 노출 기준		역분산 가중평균값	센싱 경보 알람 기준 (권고치)	센싱 범위
8시간(TWA)	15분(STEL)			
1~10ppm	5~20ppm	4.23(±3.81)ppm	5(±5)ppm	0~10ppm

마) 센싱 경보 알람 설정을 위한 계사 실내환경 관리기준 설정 : “미세분진(PM₁₀)”

- ICT 개념의 통합형 계사 환경 관리 모델 개발을 위한 미세분진의 계사 실내환경 관리

기준 설정 및 센서 현장 적용 가능 여부를 파악하기 위해 국내외에서 제시하고 있는 실내공기질 관리기준을 고찰하였고, 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법을 적용하였다.

(1) 실내공기질 관리기준

- 미세먼진에 대한 작업장 노출기준의 경우 국내/외 모두 성분과 입경에 따라 여러 유형별로 설정하고 있기 때문에 계사 실내환경 관리기준 설정의 근거 자료로 활용하기에는 부적절하다고 판단된다. 따라서 분진 항목에 대해 주요 여러 국가들에서 실내공기질 관리기준 항목으로 설정하여 관리하고 있는 미세먼진(PM₁₀)을 대상으로 조사하였다(<표 > 참조).

<표 > 미세먼진의 국내/외 실내 관리 기준

국가	대한민국	일본	홍콩	캐나다	싱가포르
대상 시설	다중이용시설 & 사무실	특정 이용시설	다중이용시설 & 사무실	주거 공간	사무실
관리 기준	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(2) 역분산 가중평균(Inverse-variance-weighted average) 산출법 활용

- 현재까지 보고된 국내/외 계사 내부의 미세먼진 측정 농도 결과들을 Der Simonian-Laird 방법의 메타 분석을 적용하여 역분산 가중평균을 산출하여 그 값을 대표치로 추정된 결과 624(± 237) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 것으로 조사되었다.

(3) 관리기준 제안

- <표 >에서 제시된 바와 같이 계사 내부에는 미세먼진의 발생원으로 작용하는 사료, 분진, 닭 털 등이 상당량 존재하여 일반 작업장 및 다중이용시설보다 상대적으로 미세먼진이 고농도로 유지되고 있는 상황이기 때문에 일반 실내공기질 관리기준을 적용하는 것은 부적절하다고 판단된다. 따라서 미세먼진의 경우 메타분석을 통한 역분산 가중평균값만을 고려하여 대표 수치로 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 제안하는 바이다. 여기에 계사 내부의 여러 환경 변수의 영향에 따른 센서 측정값의 불확실성을 고려하여 $\pm 200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 오차 범위를 추가 설정할 필요가 있을 것으로 사료된다. 따라서 ICT를 활용한 계사 내부 미세먼진의 실시간 모니터링용 센서의 측정 가능 범위는 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 800\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정하는 것이 유효할 것으로 판단된다.

<표 > 계사 실내 환경 측면에서의 미세먼진의 센싱 경보 알림 기준 및 센싱 범위

실내 관리 기준	역분산 가중평균값	센싱 경보 알림 기준	센싱 범위
		(권고치)	
100~180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	524(± 237) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	600(± 200) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	400~800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2-6. 질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가
(제주대학교)

1) 연구개발 수행 과정

- 전국 양계산업 종사자를 대상으로 양계산업 종사자들의 호흡기 건강 상태를 조사하기 위하여 2020년 7월부터 2021년 3월까지 설문지 작성, 양계농장 종사자 설문협조 전문 수의사 조사를 거쳐 2021년 4월부터 7월까지 주로 전남, 경북, 제주 지역의 43개 양계농장 48명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

<표 1> 양계산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 설문조사 설계

구분	양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 조사
1. 조사대상	■ 전국 양계산업 종사자
2. 조사방식	■ 양계 전문 수의사에 의한 현장면접조사 및 우편 조사 병행
3. 표본추출	■ 편의 추출
4. 유효표본	■ 30 농가
5. 조사기간	■ 2021년 4월 1일 ~ 6월 30일
6. 조사기관	■ 제주대학교 수의과대학 수의학과

2) 주요 조사 내용

- 주요 설문조사 내용은 표 2에서와 같이 양계장의 유형, 양계산업 종사자의 신체적 유해, 화학적 유해인자, 생물학적 유해인자를 포함하였다. 신체적 유해인자는 호흡기 건강 조사와 직접적인 관련은 없으나 농장의 업무 특성상 동일한 자세로 작업하는 경우가 많기 때문에 포함하였다.

<표 2> 설문조사에 포함된 주요 내용

구분	주요 조사 내용
양계장의 유형	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양계산업의 유형 ■ 양계장의 사육 유형
신체적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양계산업 환경에 의한 피부질환 ■ 양계산업 작업환경에 의한 열사병 ■ 양계장 작업에 따른 척추질환
화학적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 호흡기 질환에 의한 결근 ■ 천식 등의 폐질환 ■ 심한 호흡기 질환과 관련된 호흡곤란 ■ 작업환경에 의한 기침 등 호흡기 소견 ■ 작업환경에 의한 비정상적인 눈의 증상 ■ 작업환경에 의한 비강 및 목에 나타나는 증상
생물학적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 알레르기 등에 의한 건초열 ■ 농장과 관련성이 있는 호흡기 감염 ■ 농장과 관련이 있는 소화기 감염 ■ 농장과 관련이 있는 피부 감염

3) 연구내용

가) 양계농장의 일반현황

- 설문에 참여한 양계농장은 총 43농가로서 육계가 34농가로 가장 많았으며, 산란계 5농가였다. 삼계, 토종닭, 산란 실용계 농가가 소수로 참여하였다. 설문에 참여한 농가의 사육규모는 120,000수에서 80,000수 사이가 7농가, 78,000두에서 60,000두 사이가 17농가, 50,000수에서 40,000수 사이가 14농가였으며, 17,000수이하이거나 기록이 없는 농가가 5곳이었다. 계사의 유형은 무창이 26 농가로서 가장 많았으며, 반무창외에 케이지, 하우스, 혼합형 등으로 나누어졌으나 참여농가의 수가 적어 따로 분류하지 않았다.

<표 1> 설문에 참여한 양계농장의 일반현황

항목	분류	농가수(n=43)
양계유형	육계	34
	산란계	5
	삼계	2
	토종닭	1
	혼합	1
사육규모	120,000	1
	90,000	1
	80,000	5 ^{a)}
	75,000	3 ^{b)}
	70,000	7
	65,000	4 ^{c)}
	60,000	5
	50,000	8
	45,000	5 ^{d)}
	40,000	3 ^{e)}
	2,000~17,000	3
미기록	2	
사육유형	무창	26
	반무창 외*	17

^{a)} 82,000수 1농가 포함, ^{b)} 78,000수 1농가 포함, ^{c)} 68,000수 1농가 포함, ^{d)} 48,000수 2농가 포함, ^{e)} 41,000수 전후 포함, ^{f)} 반무창 외는 무창계사 외에 하우스, 케이지, 혼합, 미기록을 포함

나) 양계유형에 따른 분석

- 총 43농가에서 48명이 “양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지”에 응답하였으며, 대부분 응답자의 국적은 한국이었으나 네팔 3명, 캄보디아 1명이 포함되었다.

<표 2> 설문에 참여한 양계유형별 농장의 수와 응답자 수

구분	양계유형					합계
	육계	산란계	삼계	토종닭	혼합	
농장수	34	5	2	1	1	43
응답자 수	39	5	2	1	1	48

(1) 양계유형별 양계종사자의 신체적 유해 분석

- 양계산업종사자들의 경우 양계장의 특성상 고온에 노출되기 쉽고, 오랜 시간동안 일 반적이지 않은 자세에서 작업을 하기 때문에 신체적 유해인자에 관하여 조사하였다.

<표 3> 양계유형별 신체적 위해 분석

설문문항	양계유형[%]			합계(48)
	육계(39)	산란계(5)	기타*(4)	
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(2)	0	0	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(3)	0	0	3(3)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	8(5)	0	0	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	19(18)	2(2)	0	21(20)

*기타는 삼계, 토종닭, 혼합으로서 모든 문항에 해당없음으로서 따로 분류하지 않음
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

- 대부분 참여한 농가의 유형이 육계 농가인 관계로 양계유형별 분석은 큰 의미를 나타 내지 못하였다. 설문에 응답한 48명 중 21명이 허리 통증을 경험하였으며, 그 중 20 명이 병원진료를 받은 적이 있을 뿐만이 아니라 병원진료를 받은 이유에 대한 응답에 서 고질적인 허리 디스크에 의한 통증으로 자주 병원진료를 받을 수밖에 없다고 하였 다. 그 외 여름철 열사병을 겪은 경우도 8명이었으며, 그 중 5명이 병원진료를 받은 것으로 나타났으며, 피부질환의 경우는 3명이었다.



그림 1. 양계유형별 양계종사자의 신체적 유해 분석

(2) 양계유형별 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

- 신체적 위해에 대한 분석에서와 마찬가지로 대부분 참여한 농가의 유형이 육계 농가인 관계로 양계유형별 분석은 할 수 없었으나 문항 18과 19의 눈의 충혈 및 가려움이 응답자 48명중 17명으로 가장 많았으며, 이 질환에 의한 병원진료 경험도 10명 이상이었다. 또한 11명이 충혈과 가려움을 동시에 경험한 것으로 나타났다.

<표 4> 양계유형별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	양계유형			합계(48)
	육계(39)	산란계(5)	기타*(4)	
6. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	1(1)	0	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	1(1)	0	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	3(1)	1(1)	0	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	1(1)	0	0	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	1(1)	0	0	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	6(3)	0	0	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	5(4)	0	0	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	4(3)	0	0	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적이 있습니까?	16(12)	1(1)	0	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	16(10)	1(1)	0	17(11)
20. 코가 자주 막합니까?	6(6)	0	0	6(6)
21. 쉼 목소리가 자주 납니까?	5(5)	0	0	5(5)

*기타는 삼계, 토종닭, 혼합으로서 모든 문항에 해당없음으로서 따로 분류하지 않음
문항 16, 17은 3명이 겹치며, 문항 18, 19는 11명이 겹침
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

- 다음으로 문항 15와 16의 평상시에 기침을 하는 경우와 작업중 기침을 하는 경우도 각각 6명과 5명이었고, 문항 20과 21의 코막힘과 쉼 목소리를 경험한 경우도 각각 6

명과 5명으로 이런 증상을 경험한 작업자는 모두 병원진료를 받은 것으로 나타났다.

- 화학적 위해에 의한 호흡기 질환은 눈의 충혈과 가려움이 가장 많았고, 중증 호흡기 질환으로 볼 수 있는 결근, 폐질환, 천식을 경험한 경우는 거의 없었으나, 가슴이 답답한 경우, 평상시 기침을 자주 하는 경우, 쇠목소리가 자주 나는 경우 등의 종사자가 다수 존재하는 것으로 볼 때 보다 정확한 검사를 받을 필요가 있을 것으로 보인다.

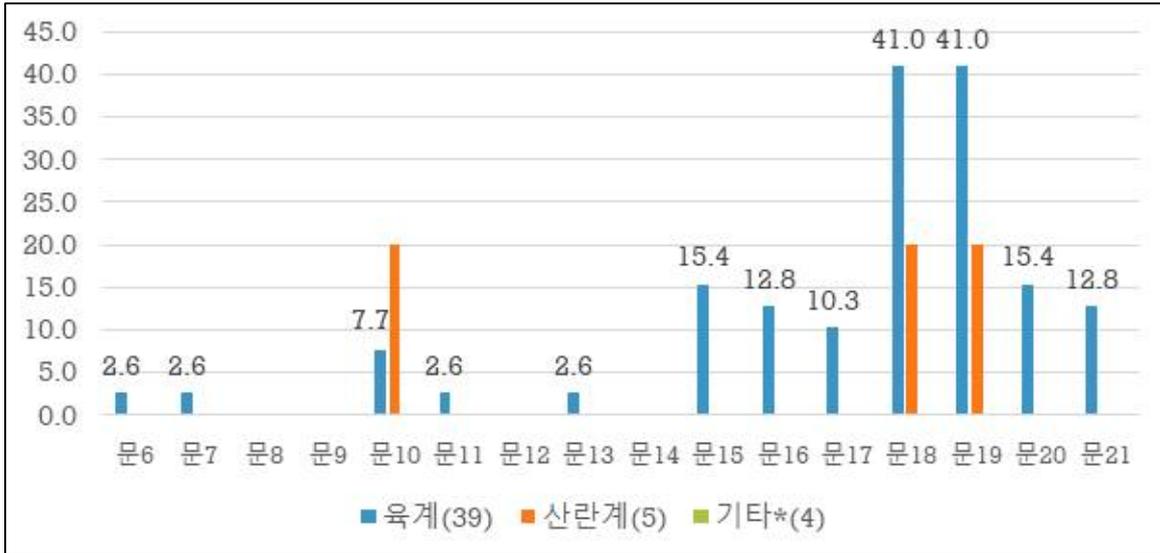


그림 2. 양계유형별 화학적 위해에 따른 호흡기 질환 유해분석

(3) 양계유형별 생물학적 위해 분석

- 양계유형에 관계없이 생물학적 위해에 의한 피해는 낮은 것으로 보이며, 소수의 작업자에서 건초열을 경험하였거나, 호흡기 감염을 겪은 것으로 나타났다.

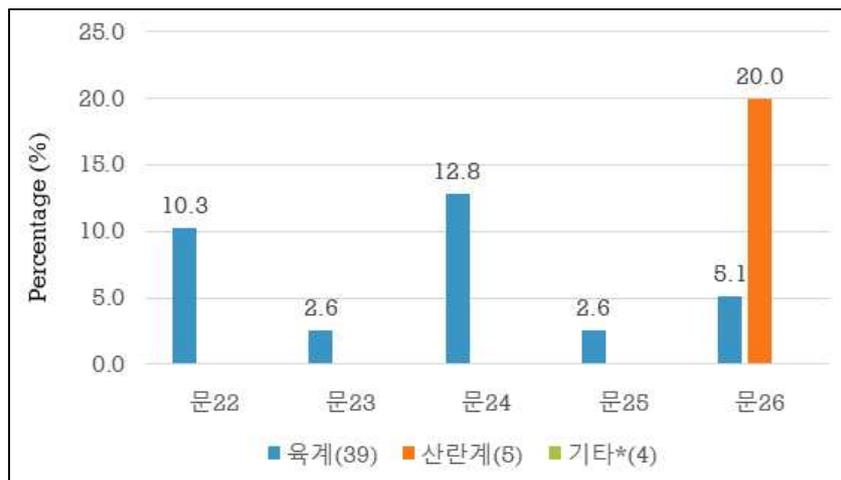


그림 3. 양계유형별 생물학적 위해 분석

<표 5> 양계유형별 생물학적 위해 분석

설문문항	양계유형			합계(48)
	육계(39)	산란계(5)	기타*(4)	

21. 건초열을 경험해 보신 적이 있습니까? 4(3) 0 0 4(3)

(건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부)

염, 결막염, 비염, 천식 등)				
22. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	1(1)	0	0	1(1)
23. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	5(3)	0	0	5(3)
24. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	0	0	1(1)
25. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	2(2)	1(1)	0	3(3)

*기타는 삼계, 토종닭, 혼합으로서 모든 문항에 해당없음으로서 따로 분류하지 않음
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

다) 계사유형에 따른 분석

(1) 계사유형별 양계종사자의 신체적 유해 분석

○ 계사의 유형은 종계, 양계, 기타로 분류하고 케이지, 평사, 무창, 반무창, 하우스, 갈바계사, 기타로 세분화하여 설문을 시행하였으나 무창계사가 대부분을 차지하고 나머지는 소수에 불과하여 무창과 기타로 나누어 분석하였다. 모든 문항에서 무창계사 종사자가 그 외 계사유형에서 종사하는 사람에 비하여 신체적 위해 정도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 문항 4의 허리 통증은 무창계사가 15명(51.7%), 기타 계사가 6명(31.6%)으로 큰 차이를 보였고, 문항 3의 열사병의 경우에도 무창계사는 6명(20.7%)으로서 기타 계사 2명(10.5%)에 비하여 높게 나타났다.

<표 6> 계사유형별 신체적 위해 분석

설문문항	무창(29)	기타(19)*	합계(48)
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(2)	0	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(3)	0	3(3)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	6(3)	2(2)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	15(14)	6(6)	21(20)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

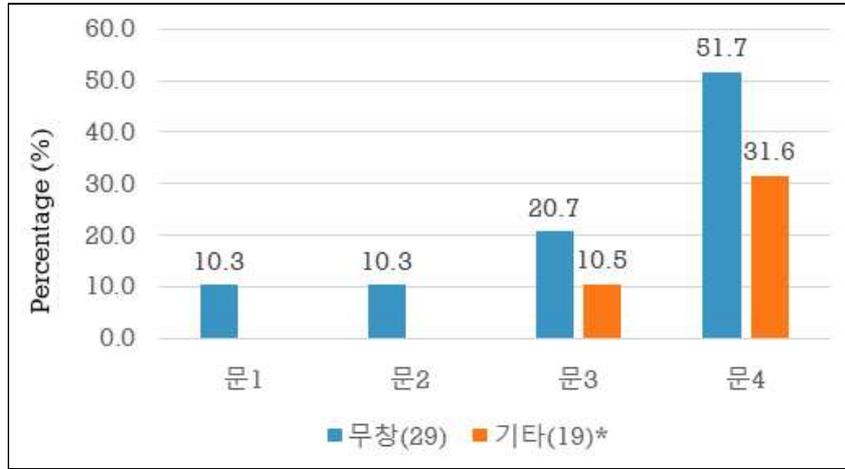


그림 4. 계사유형별 신체적 유해분석

(2) 계사유형별 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

- 화학적 위해에 따른 호흡기 유해분석에서도 무창계사 종사자가 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 문항 10 가슴이 답답해지는 경험은 무창계사 종사자 29명 중 4명(13.8%)이 응답하였으며, 문항 15 평상시 기침 정도, 문항 16 농장에서 일하는 동안 기침을 하는 응답자도 각각 무창계사 종사자 중 5명(17.2%)과 4명(13.8%)으로 많았다. 문항 18과 19의 눈 충혈(37.9:31.6%)과 가려움(41.4:26.3%)은 무창계사 종사자가 더 많았고, 문항 20의 코막힘은 무창계사 종사자가 6명(20.7%)이었고, 문항 21 쉼 목소리 또한 무창계사 종사자에서만 5명(17.2%)이 응답하였고, 이들은 모두 병원 진료 경험이 있어 무창계사에서 종사가 사람의 호흡기 질환 발생에 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 생각된다.
- 무창계사는 조류의 사육에서 차단방역을 용이하게 하는 이점을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 적절한 환기가 유지되지 않을 경우에는 사육하는 동물이나 관리하는 사람에게도 화학적 위해를 초래할 수 있다. 따라서 자동적으로 조절되는 시스템을 도입함으로써 동물과 사람의 건강을 관리하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다.

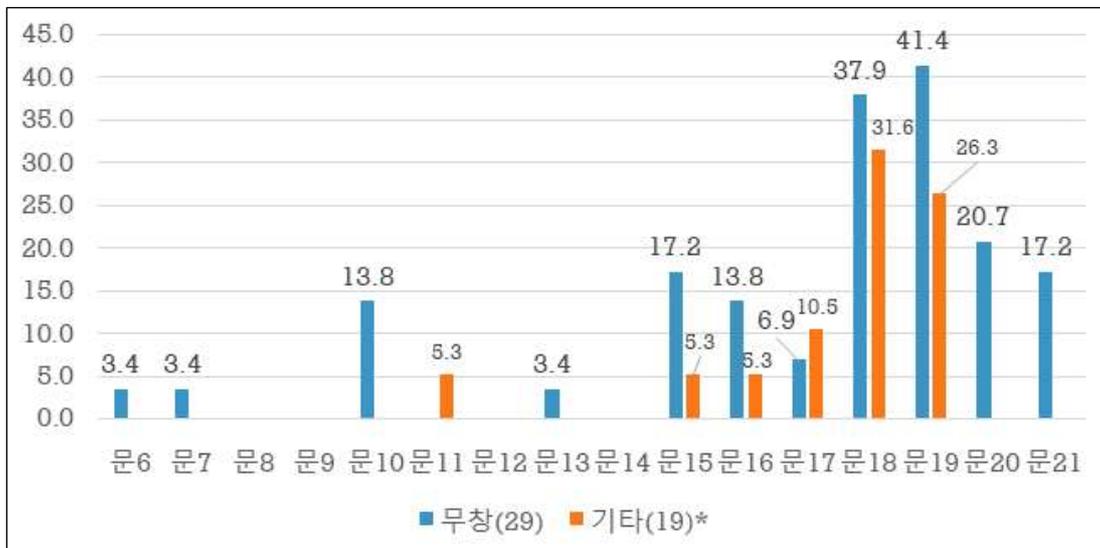


그림 5. 계사유형별 화학적 위해에 따른 호흡기질환 유해 분석

<표 7> 계사유형별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	무창(29)	기타(19)*	합계(48)
6. 지난 3 년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	4(2)	0	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	0	1(1)	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	1(1)	0	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	5(3)	1(0)	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	4(3)	1(1)	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	2(2)	2(1)	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	11(8)	6(5)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	12(7)	5(4)	17(11)
20. 코가 자주 막힙니까?	6(6)	0	6(6)
21. 쉼 목소리가 자주 납니까?	5(5)	0	5(5)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

(3) 계사유형별 생물학적 위해 분석

- 계사유형별 생물학적 위해 분석에서는 무창계사 종사자들이 더 높은 위해가 있는 것으로 나타났다. 문항 22 건초열, 문항 24 호흡기 감염, 문항 26 피부 감염을 경험하였다는 응답자의 수가 3-4명(10.3%~13.8%) 으로 기타 계사유형 종사자의 0-1명(0%~5.3%)에 비하여 높았다(표 8, 그림 6).

<표 8> 계사유형별 생물학적 위해 분석

설문문항	무창(29)	기타(19)*	합계(48)
22. 건초열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	4(3)	0	4(3)

23. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	1(1)	0	1(1)
24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	4(2)	1(1)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	0	1(1)	1(1)
26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	3(3)	0	3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
 문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

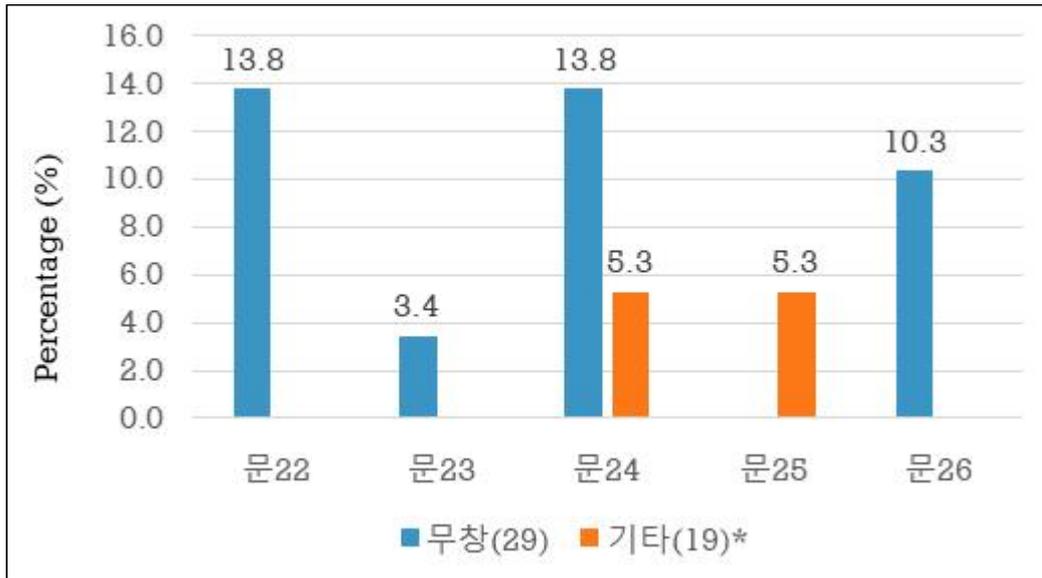


그림 6. 계사유형별 생물학적 유해 분석

라) 사육규모에 따른 분석

(1) 사육규모별 양계종사자의 신체적 유해 분석

○ 양계장의 사육규모는 65,000~120,000, 2,000~60,000의 두 군으로 나누었고 두수를 기록하지 않은 두 개 농장은 제외하였다. 설문문에 응답한 농가의 대부분은 40,000수에서 80,000수를 사육하는 것으로 나타났다. 전 항목에서 사육규모가 많은 곳에서 종사하는 사람들이 신체적 위해에 더 취약한 것으로 나타났으며 특히 열사병을 경험한 적이 있는 경우는 각각 31.8%와 4.2%로 그 차이가 뚜렷하였다(표 9, 그림 7).

<표 9> 사육규모별 신체적 위해 분석

설문문항	사육규모(천수)		합계 (46)
	65~120 (22)	2~60 (24)	
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(2)	0	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린	2(2)	1(1)	3(3)

적이 있습니까?

3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	7(5)	1(0)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	11(11)	9(8)	21(20)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

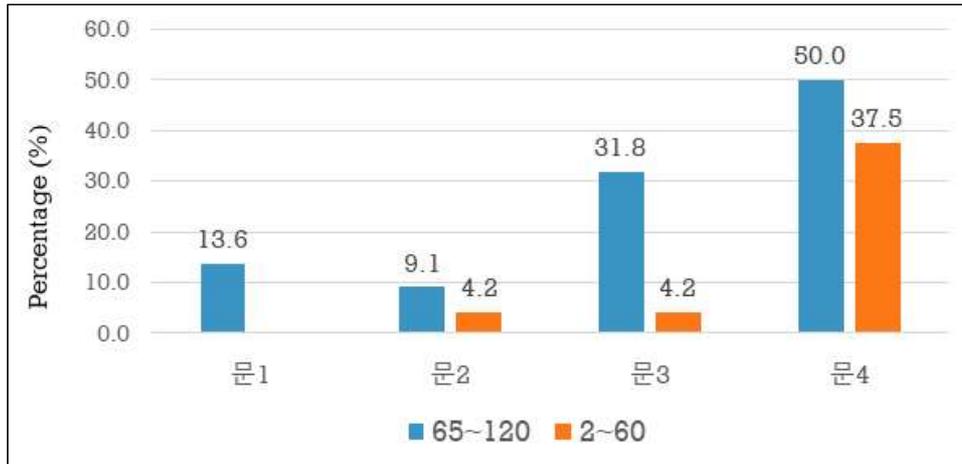


그림 7. 사육규모별 신체적 유해 분석(단위: 천수)

(2) 사육규모별 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

○ 사육규모별 화학적 위해에 따른 호흡기질환 유해 분석에서도 전 문항에서 사육규모가 많을수록 호흡기 질환 유해에 취약하였다. 특히 문항 10의 가슴이 답답함을 느낀 경험이 있는 응답자가 65천수 이상을 사육하는 곳에서 18.2%를 나타내어 60천수 이하를 사육하는 곳의 종사자에 비하여 높게 나타났다. 문항 15, 16의 기침을 자주하는 경우에도 사육규모가 큰 양계장의 종사자가 22.7%인 반면 규모가 작은 양계장 종사자는 4.2%와 0%로 나타났다. 문항 20번과 21번의 코막힘과 쉰 목소리도 규모가 큰 양계장 종사자는 각각 22.7%와 18.2%가 경험이 있었다고 하여 규모가 작은 곳의 4.2%에 비하여 높게 나타났다(그림 8, 표 10).

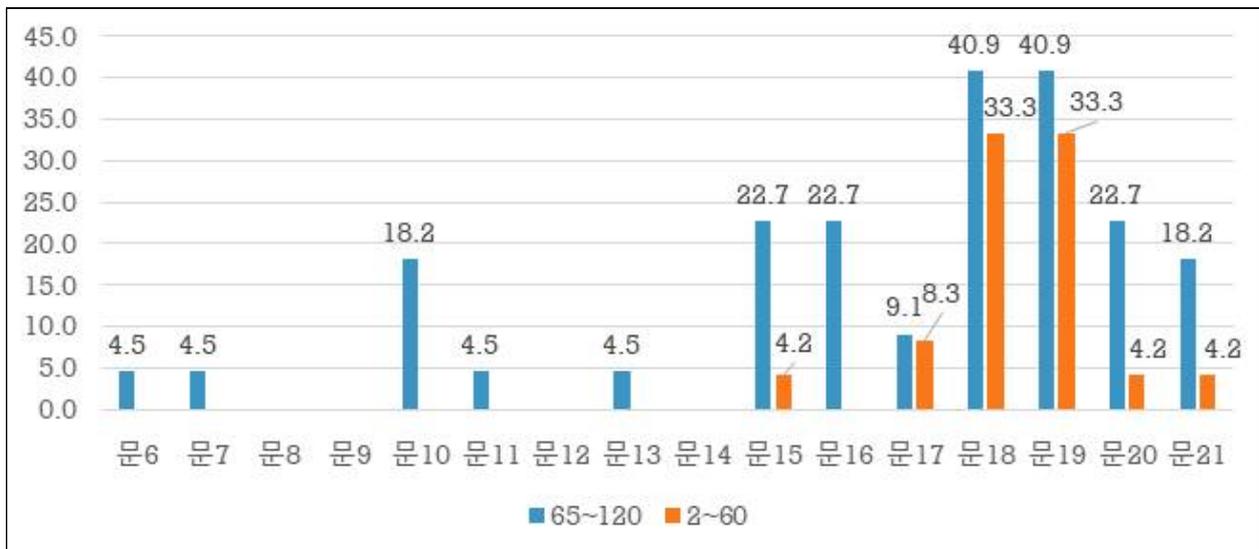


그림 8. 사육규모별 화학적 위해에 따른 호흡기질환 유해 분석

<표 10> 사육규모별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	사육규모(천수)		합계 (46)
	65~120 (22)	2~60 (24)	
6. 지난 3 년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	4(2)	0	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	1(1)	0	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	5(3)	1(0)	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	5(4)	0	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	2(2)	2(1)	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	9(6)	8(7)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	9(5)	8(6)	17(11)
20. 코가 자주 막힙니까?	5(5)	1(1)	6(6)
21. 쇠 목소리가 자주 납니까?	4(4)	1(1)	5(5)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

(3) 사육규모별 생물학적 위해 분석

○ 사육규모별 생물학적 유해 분석에서는 전체적으로 질병을 경험한 사람이 적었지만 사육규모가 큰 양계장에서 건초열(13.6%), 호흡기 감염(18.2%)을 경험하였다고 하는 응답자가 더 많았다(표 11. 그림 9).

<표 11> 사육규모별 생물학적 위해 분석

설문문항	사육규모(천수)		합계 (46)
	65~120 (22)	2~60 (24)	
22. 건초열을 경험해 보신 적이 있습니까?	3(2)	1(1)	4(3)

(건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)

23. 지금도 여전히 건초열을 가지고 있습니까?	1(1)	0	1(1)
24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	4(2)	1(1)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	0	1(1)	1(1)
26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	2(2)	1(1)	3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
 문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

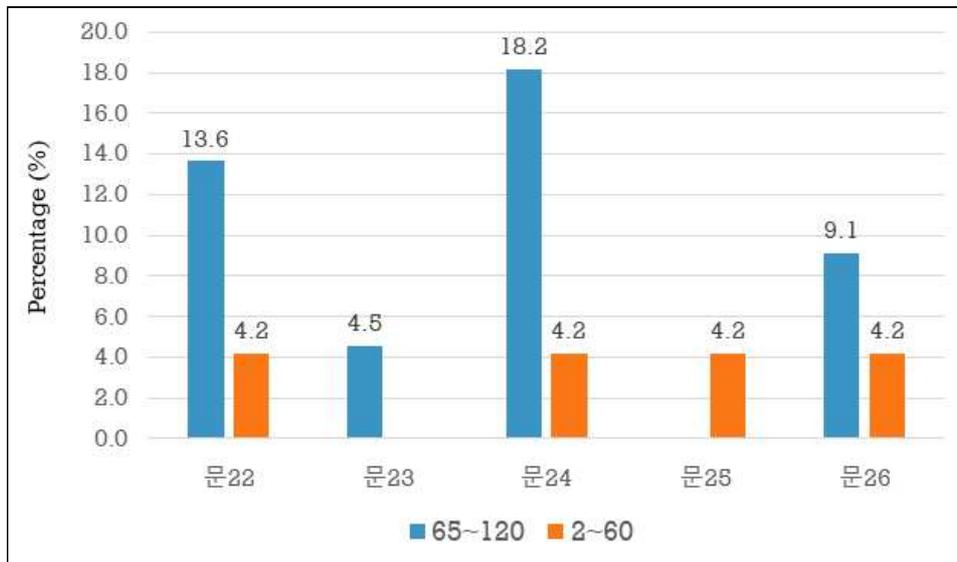


그림 9. 사육규모별 생물학적 유해 분석

마) 성별에 따른 분석

(1) 양계종사자의 성별에 따른 신체적 유해 분석

○ 응답자는 남성이 34명이었고, 여성이 14명으로 남성이 더 많았다. 성별 신체적 유해 정도는 대체적으로 남성이 더 높았고, 열사병과 허리통증을 경험한 경우가 남성에서는 각각 20.6%와 60.0%로 나타났다. 이러한 차이가 성별에 의한 차이인지 동일 농장 내에서 수행하는 업무의 종류나 업무 시간의 차이인지에 관해서는 추가적인 검사가 필요할 것으로 보인다(표 12, 그림 10).

<표 12> 성별 신체적 위해 분석

설문문항	남(34)	여(14)	합계(48)
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(2)	0	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	2(2)	1(1)	3(3)

3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	7(4)	1(1)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	17(16)	4(4)	21(20)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

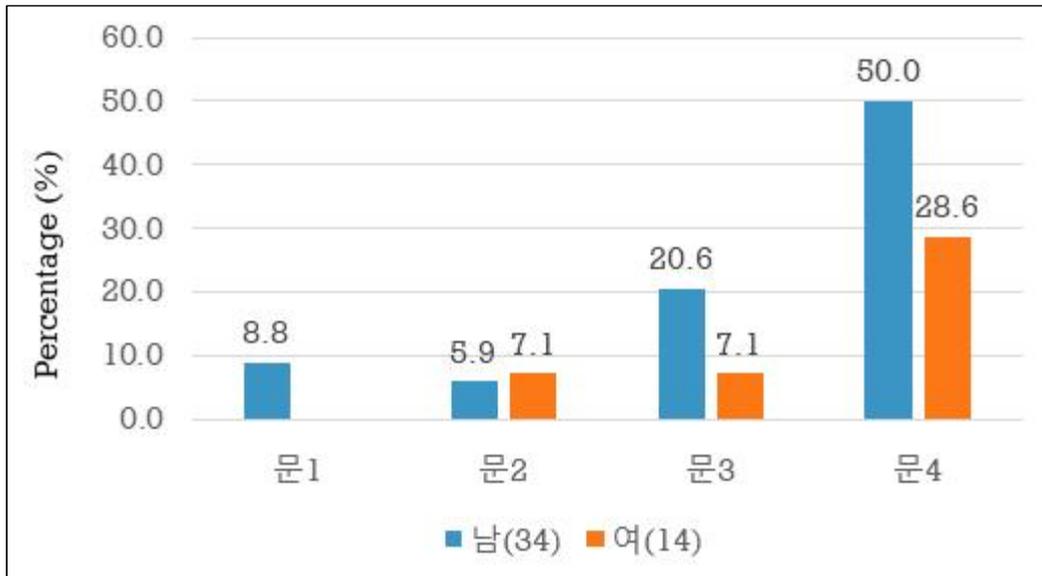


그림 10. 성별에 따른 신체적 위해 분석

(2) 성별 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

○ 화학적 위해에 따른 성별 호흡기 질환 유해 분석에서는 남녀 모두 유사하게 나타났으나 문항 17~19의 눈과 관련된 비정상적인 경험은 남성이 각각 11.8%, 38.2%, 41.2%로 여성의 0%, 28.6%, 21.4%에 비하여 높았고, 문항 20과 21의 코막힘과, 쉼 목소리에서도 남성이 14.7%로 높게 나타났다(표 10, 그림 11)

<표 13> 성별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	남(34)	여(14)	합계(48)
6. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	3(2)	1(0)	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	1(1)	0	1(1)

14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	4(3)	2(0)	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	3(3)	2(1)	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	4(3)	0	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	13(10)	4(3)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	14(9)	3(2)	17(11)
20. 코가 자주 막합니까?	5(5)	1(1)	6(6)
21. 쇠 목소리가 자주 납니까?	5(5)	0	5(5)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

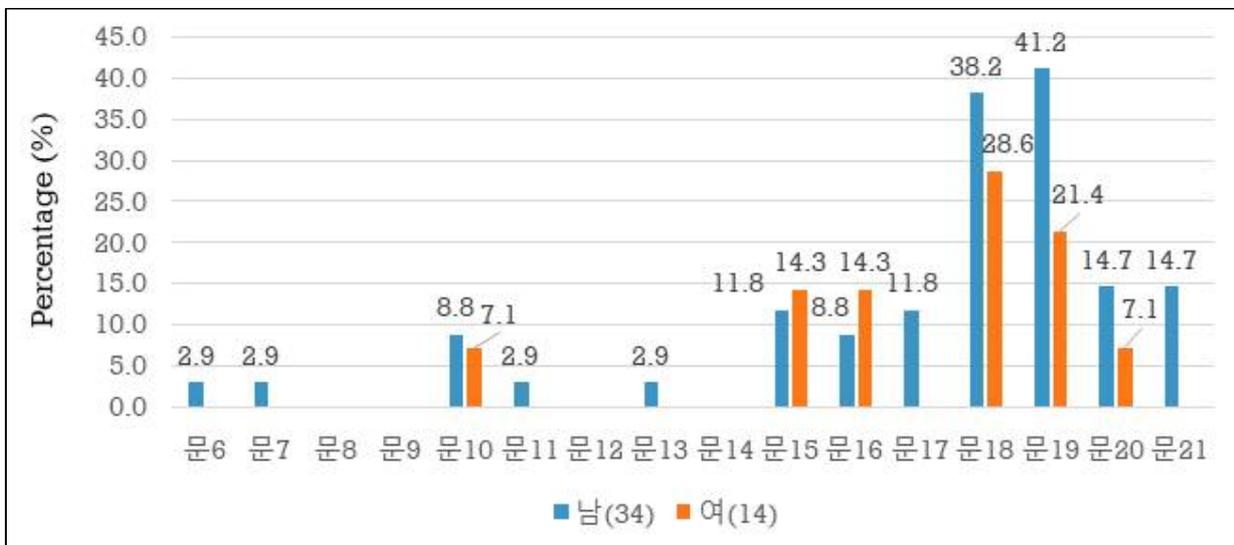


그림 11. 성별 화학적 위해에 따른 호흡기 질환 유해 분석

(3) 성별 생물학적 유해 분석

- 생물학적 유해에 대한 성별차이는 경험하였다고 응답한 사람이 적었으나 건초열을 경험한 경우는 여성이 14.3%로 높았고, 호흡기 감염을 경험한 경우는 남성이 11.8%로 다소 더 높게 나타났다(표 14, 그림 12).

<표 14> 성별 생물학적 유해 분석

설문문항	남(34)	여(14)	합계(48)
22. 건초열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	2(1)	2(2)	4(3)
23. 지금도 여전히 건초열을 가지고 있습니까?	1(1)	0	1(1)
24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	4(3)	1(0)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)

26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까? 2(2) 1(1) 3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
 문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

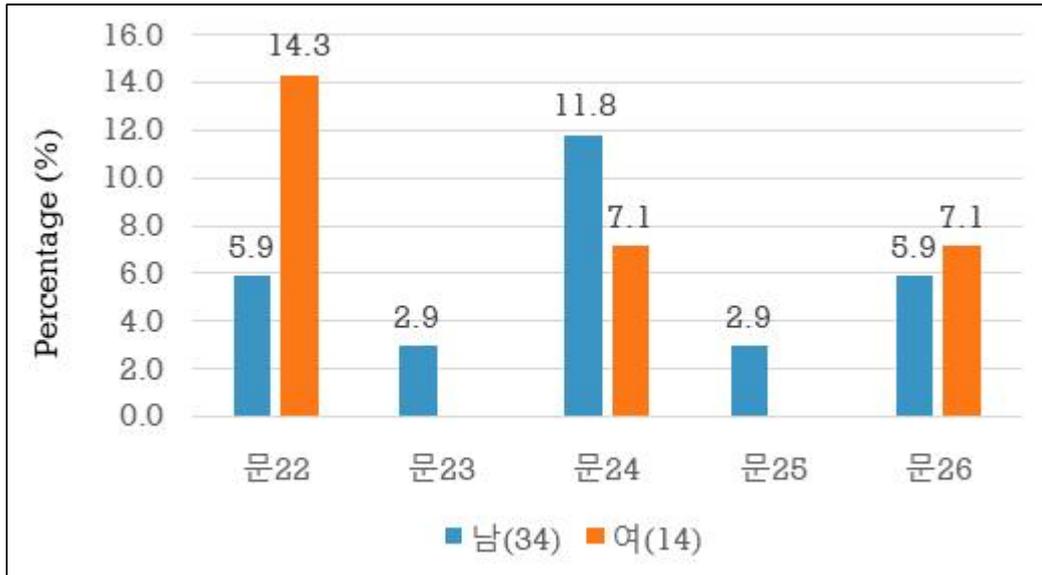


그림 12. 성별 생물학적 유해 분석

바) 흡연에 따른 분석

(1) 양계종사자의 흡연에 따른 신체적 유해 분석

○ 흡연과 비흡연 응답자의 신체적 유해 분석에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나 허리 통증의 경우 흡연자가 57.1%로 비흡연자 35.2%에 비하여 높게 나타났다. 흡연과 요통의 상관관계는 아직 명확하지는 않으나 혈액 기능을 떨어뜨려 모세혈관 축소와 혈액순환 방해에 의해 척추 뼈에 혈액공급이 원활하지 않아 척추 디스크에 영양 공급이 잘되지 않기 때문으로 볼 수 있다(표 15. 그림 13).

<표 15> 흡연에 따른 신체적 위해 분석

설문문항	흡연(14)	비흡연(34)	합계(48)
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	1(1)	2(1)	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	1(1)	2(2)	3(3)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	3(2)	5(3)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	8(8)	13(12)	21(20)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

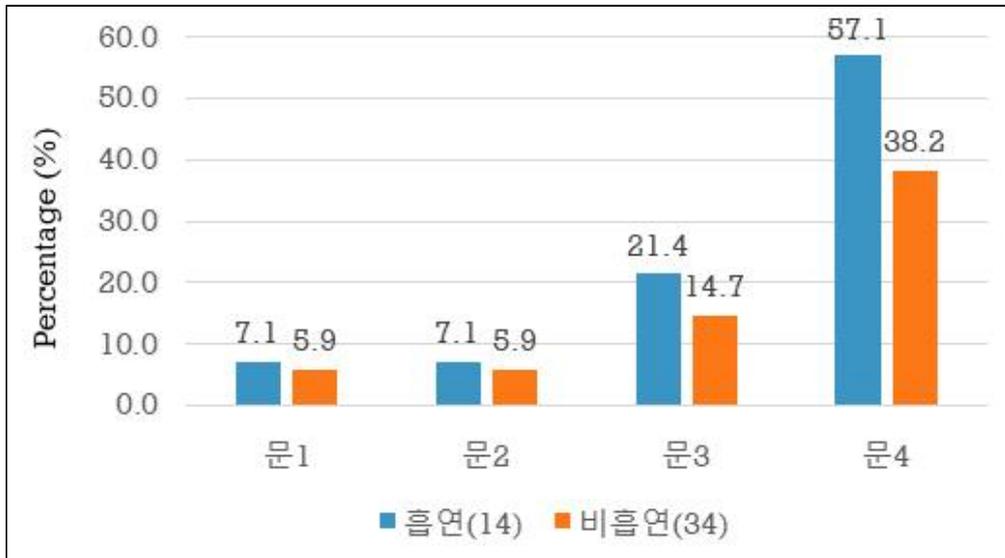


그림 13. 성별에 따른 신체적 유해 분석

(2) 흡연하는 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

○ 흡연 따른 호흡기 질환 유해 분석에서는 일반적으로 알려진 결과와는 달리 비흡연자에서 가슴 답답함과 평상시 기침을 한다고 응답한 비율이 각각 11.8%와 14.7%로 흡연자의 0%와 7.1%에 비하여 높게 나타났다. 이는 평상시의 기침이 흡연보다는 농장의 업무와 관련성이 있음을 암시한다. 문항 17~19의 눈과 관련된 비정상적인 경험은 흡연자가 각각 28.6%, 50.0%, 42.9%로 비흡연자의 0%, 29.4%, 28.6%에 비하여 높았고, 문항 20과 21의 코막힘과, 쉰 목소리에서도 흡연자가 각각 28.6% 및 21.4%로 높게 나타났다(표 16, 그림 14)

<표 16> 흡연자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	흡연(14)	비흡연(34)	합계(48)
6. 지난 3 년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	0	1(1)	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	0	1(1)	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	0	4(2)	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	0	1(1)	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	1(0)	5(3)	6(3)

16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	1(1)	4(3)	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	4(3)	0	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	7(7)	10(6)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	6(5)	11(6)	17(11)
20. 코가 자주 막힙니까?	4(4)	2(2)	6(6)
21. 쉼 목소리가 자주 납니까?	3(3)	3(3)	5(5)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

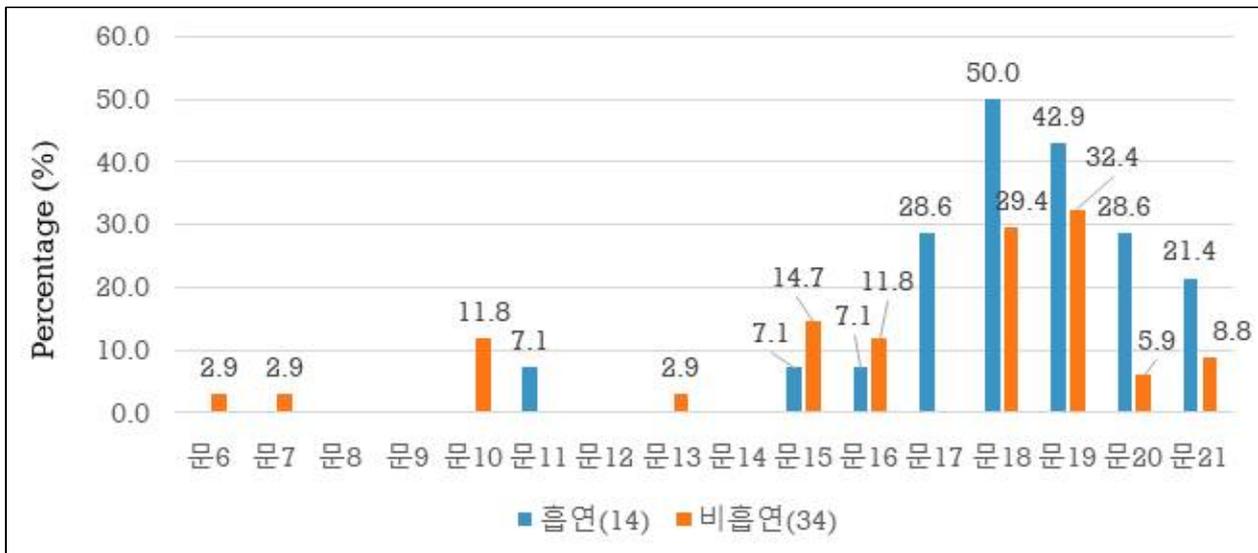


그림 14. 흡연에 따른 호흡기 질환 유해 분석

(3) 흡연에 따른 생물학적 유해 분석

- 흡연에 따른 생물학적 유해 분석에서는 전체문항의 질환을 경험한 사람이 많이 않아 그 차이를 분석하기에 어려움이 있었다.(포 17, 그림 15)

<표 17> 흡연에 따른 생물학적 유해 분석

설문문항	흡연(14)	비흡연(34)	합계(48)
22. 건초열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	1(1)	3(2)	4(3)
23. 지금도 여전히 건초열을 가지고 있습니까?	1(1)	0	1(1)
24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	4(2)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	0	3(3)	3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

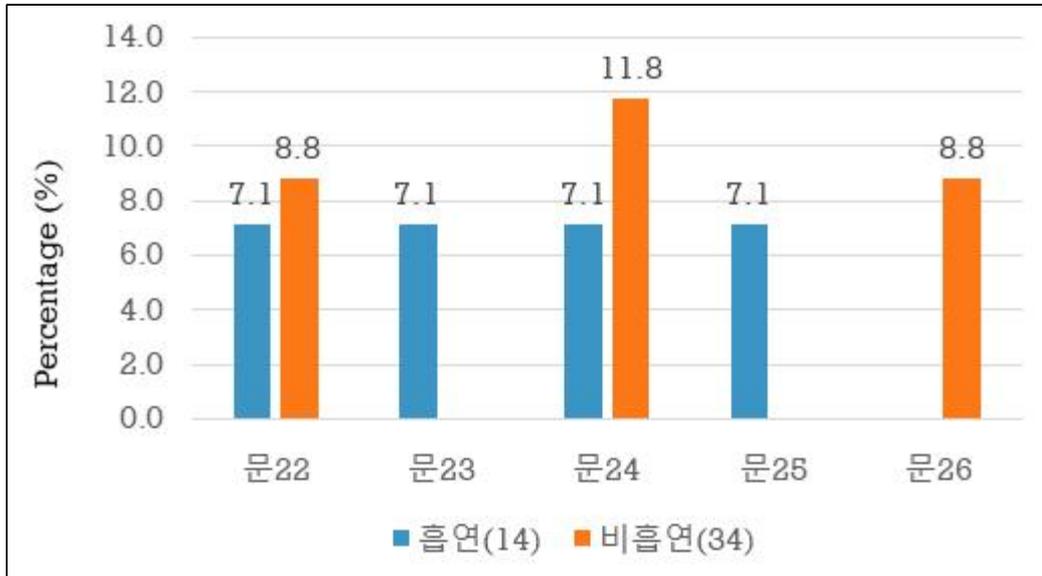


그림 15. 흡연에 따른 생물학적 유해 분석

사) 연령에 따른 분석

(1) 양계종사자의 연령에 따른 신체적 유해 분석

- 연령에 따른 양계종사자의 신체적 유해 분석에서는 피부질환의 경우 30~40대에서 높은 것으로 보이나 검사에 참여한 30~40대의 수가 적었기 때문으로 보이며, 열사병의 경우 50대 이상이 그 이하보다 높았던 것은 양계장에서 일한 횟수가 많았기 때문으로 생각된다. 허리통증의 경우에는 30~40대가 가장 낮았으나 전 연령에서 가장 큰 신체적 유해로 분석된다.

<표 18> 연령에 따른 신체적 위해 분석

설문문항	응답자 연령(세)			합계(48)
	30~40 (9)	50~60 (20)	60이상 (19)	
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	2(2)	0	0	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	3(3)	0	0	3(3)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	1(0)	4(2)	3(3)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	3(3)	10(9)	8(8)	21(20)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

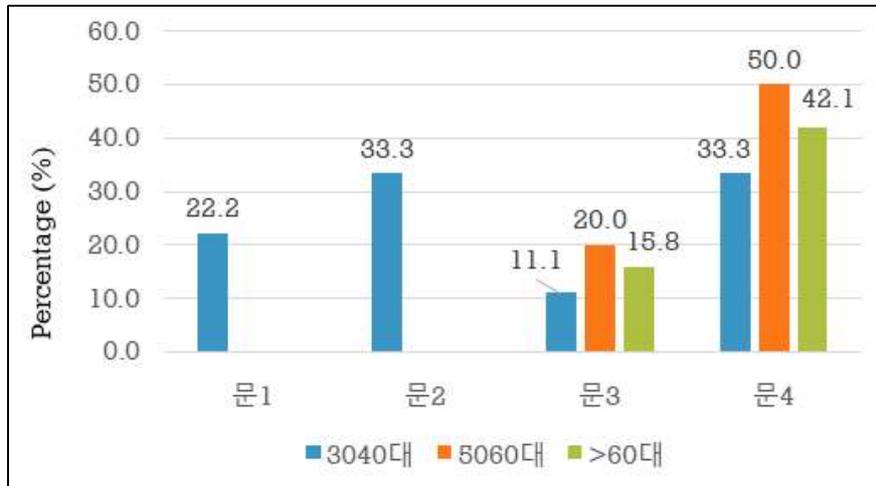


그림 16. 연령에 따른 신체적 위해 분석

(2) 양계종사자의 연령별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

○ 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석에서는 연령대별로 다소간의 차이가 있는 것으로 보이나 30~40대가 전체 응답자 중 가장 적어 그 차이를 분석하는 데 한계가 있었다. 특히 눈의 충혈 정도와 눈의 가려움이 30~40대에서 가장 높은 비율로 나타났지만 이것이 연령대에 따른 차이인지 작업 중 보호구 착용 정도의 차이인지 개인적인 민감도의 차이인지에 대한 추가적인 조사가 필요한 것으로 보인다(표 19, 그림 17).

<표 19> 연령별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	응답자 연령(세)			합계(48)
	30~40 (9)	50~60 (20)	60이상 (19)	
6. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	0	1(1)	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	0	1(1)	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	0	1(1)	3(2)	4(2)
11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	0	0	1(1)	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	0	0	1(1)	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0	0

15. 평상시 기침을 자주 합니까?	0	3(2)	3(1)	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	0	2(2)	3(2)	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	0	2(2)	2(1)	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	4(2)	7(6)	6(5)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	5(5)	5(3)	7(5)	17(11)
20. 코가 자주 막힙니까?	2(2)	3(3)	1(1)	6(6)
21. 쉼 목소리가 자주 납니까?	2(2)	2(2)	1(1)	5(5)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

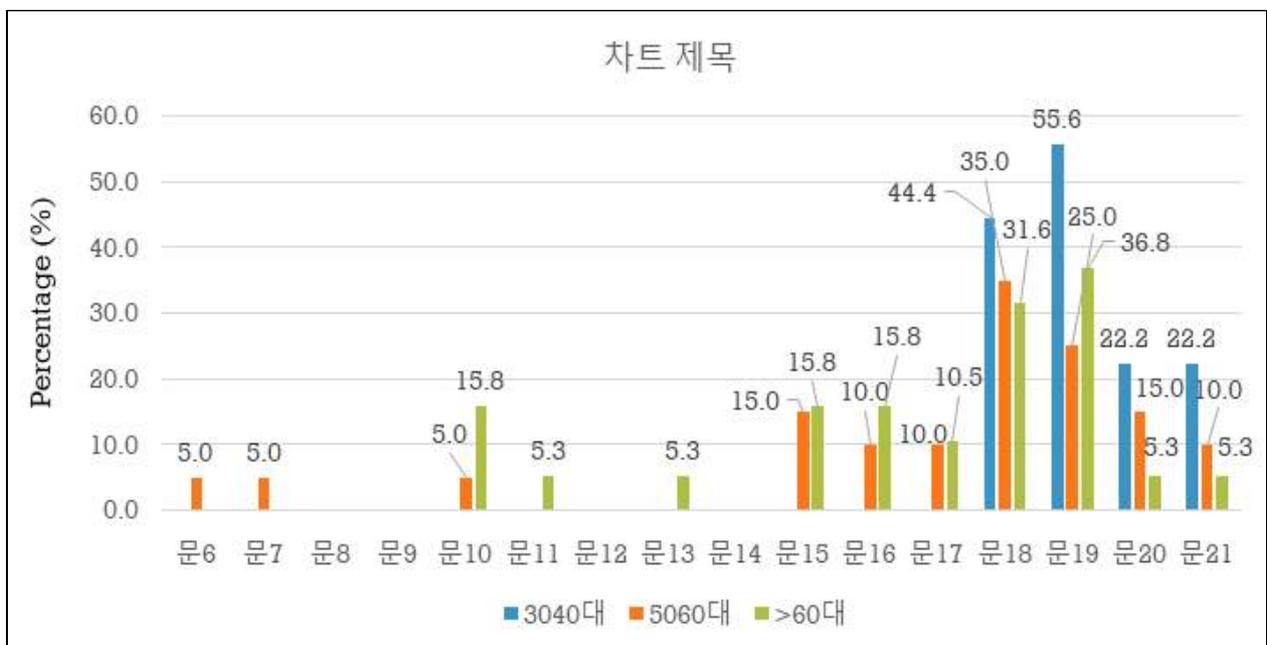


그림 17. 연령별 화학적 위해에 따른 호흡기 질환 유해 분석

(3) 연령에 따른 생물학적 위해 분석

○ 연령에 따른 생물학적 위해 분석에서도 큰차이를 나타내지 않았다(표 20, 그림 18)

<표 20> 연령에 따른 생물학적 위해 분석

설문문항	응답자 연령(세)			합계(48)
	30~40 (9)	50~60 (20)	60이상 (19)	
22. 건조열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건초열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	1(0)	2(2)	1(1)	4(3)
23. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	0	1(1)	0	1(1)

24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	2(1)	2(1)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	0	1(1)	0	1(1)
26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	2(2)	0	1(1)	3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
 문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

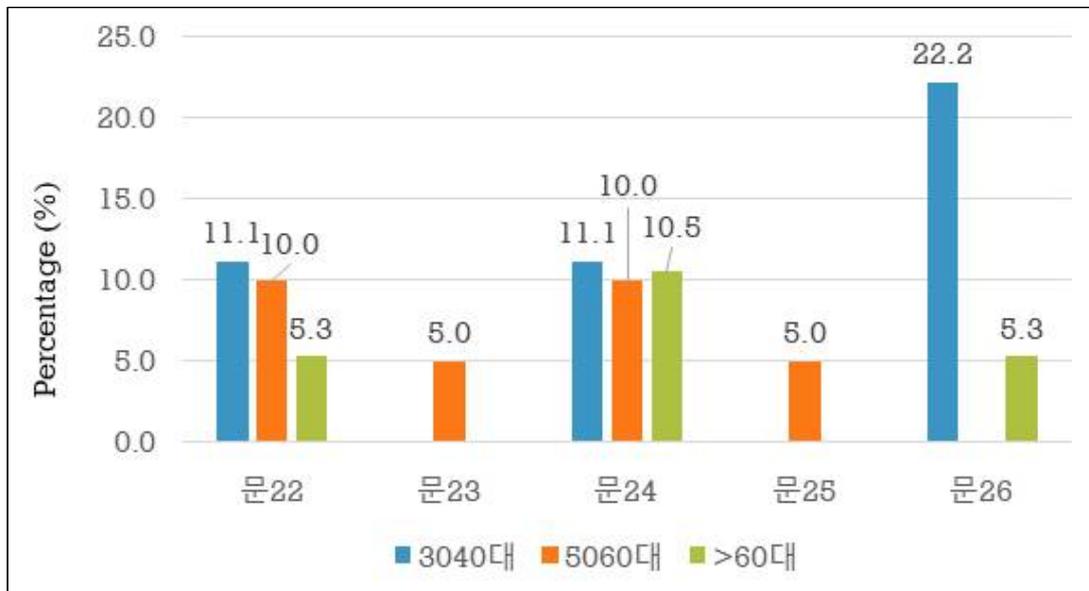


그림 18. 연령에 따른 생물학적 유해 분석

아) 종사 기간에 따른 분석

(1) 양계종사자의 종사 기간에 따른 신체적 유해 분석

○ 양계산업에 종사한 기간에 따른 신체적 유해분석에서는 10년 이상 종사한 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 더 취약한 것으로 나타났으며 특히 열사병과 허리 통증을 경험한 사람의 경우 10년 이상 종사한 경우 각각 31.8%와 59.1%로서 10년 이하 종사자의 3.8%와 30.8%에 비하여 월등히 높게 나타났다(표 21. 그림 19).

<표 21> 종사기간에 따른 신체적 위해 분석

설문문항	종사기간(년)		합계(48)
	>10 (22)	<10 (26)	
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	2(2)	1(0)	3(2)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	2(2)	1(1)	3(3)

3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	7(5)	1(0)	8(5)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	13(12)	8(8)	21(20)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

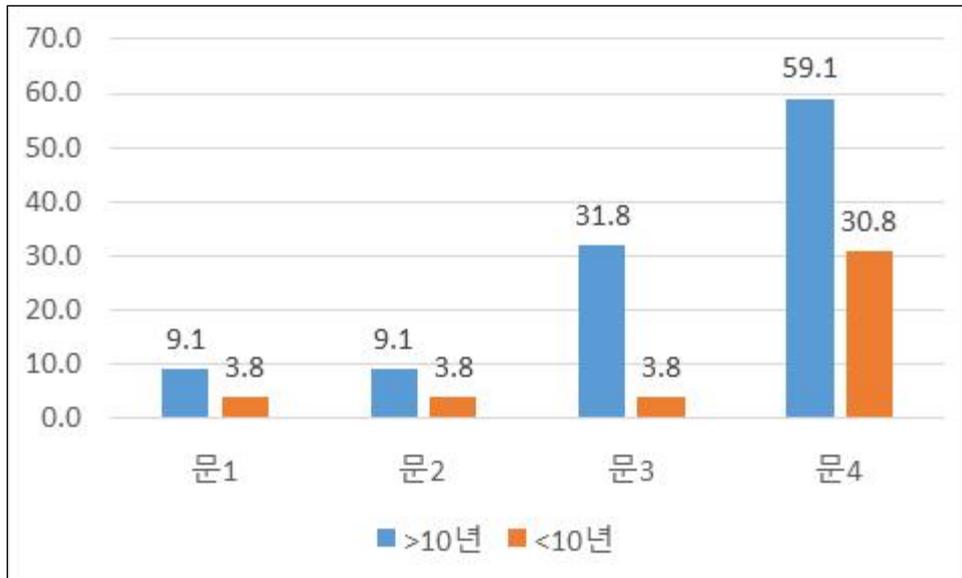


그림 19. 양계산업 종사기간에 따른 신체적 유해 분석

(2) 종사기간별 양계종사자의 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

○ 양계산업 종사기간에 따른 화학적 위해에 의한 호흡기 질환 유해 분석에서도 전반적으로 종사기간이 길수록 호흡기 질환을 경험한 경우가 더 높았다. 문항 15, 16의 기침 경험, 문항 17~19의 눈과 관련된 호흡기 증상, 문항 20의 코막힘과 문항 21의 쇠목소리를 경험한 사람은 10년 이상의 경력을 가지고 있는 응답자에서 각각 18.2%, 22.7%, 45.5%, 50.0%, 18.2%, 18.2%로서 각 문항에서 0~26.9%라고 응답한 10년 이하 경력자에 비해 높게 나타났다.

<표 22> 종사기간별 화학적 위해에 따른 호흡기 유해 분석

설문문항	종사기간(년)		합계(48)
	>10 (22)	<10 (26)	
6. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 결근한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
7. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
8. 감기나 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	0	0	0
9. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	0	0	0
10. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	3(2)	1(0)	4(2)

11. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
12. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	0	0	0
13. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	1(1)	0	1(1)
14. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	0	0	0
15. 평상시 기침을 자주 합니까?	4(2)	2(1)	6(3)
16. 농장에서 일하는 동안 기침을 합니까?	5(4)	0	5(4)
17. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	3(2)	1(1)	4(3)
18. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	10(8)	7(5)	17(13)
19. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	11(8)	6(3)	17(11)
20. 코가 자주 막힙니까?	4(4)	2(2)	6(6)
21. 쇠 목소리가 자주 납니까?	4(4)	1(1)	5(5)

문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

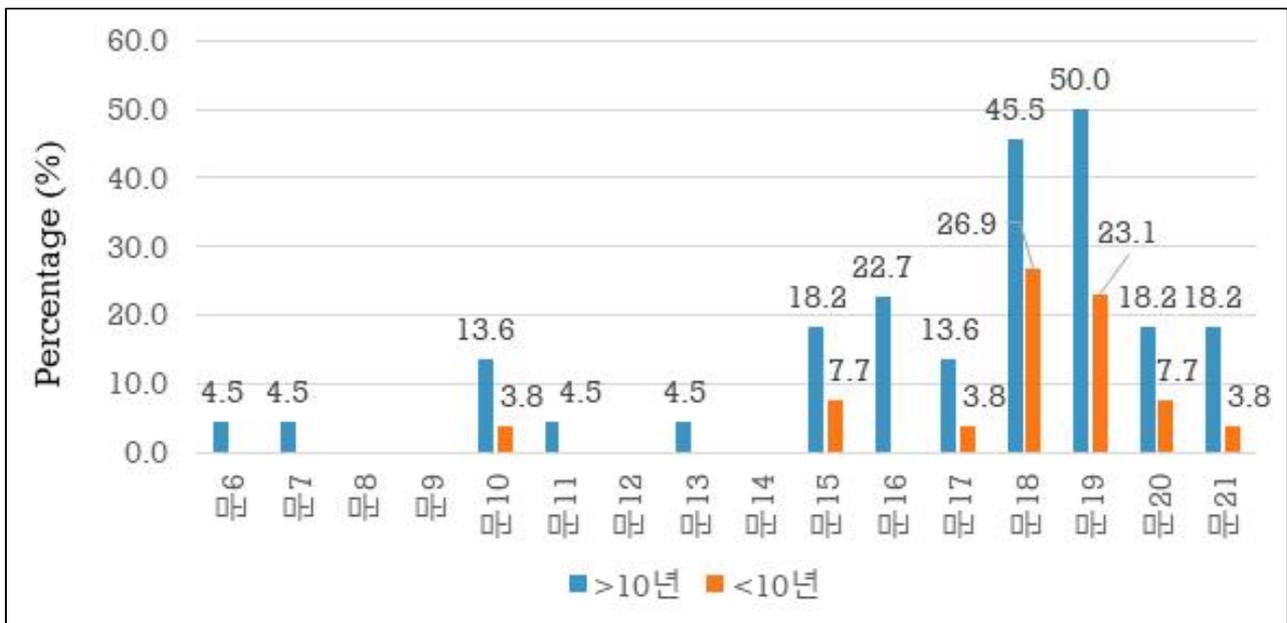


그림 20. 양계산업 종사 기간에 따른 화학적 위해에 의한 호흡기질환 유해분석

(3) 종사기간에 따른 생물학적 위해 분석

○ 양계산업 종사기간에 따른 생물학적 위해 분석에서도 전체 응답자 중 생물학적 위해를 경험한 사람이 적어 그 차이를 분석하기 어려웠다(표 23, 그림 21).

<표 23> 종사기간에 따른 생물학적 위해 분석

설문문항	종사기간(년)		합계(48)
	>10 (22)	<10 (26)	

22. 건조열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건조열: 풀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	1(0)	3(3)	4(3)
23. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	0	1(1)	1(1)
24. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	4(3)	1(0)	5(3)
25. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	1(1)	0	1(1)
26. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	2(2)	1(1)	3(3)

*기타는 반무창, 케이지, 하우스, 혼합, 미기록이 포함됨
문항의 ()는 증상으로 인하여 병원진료를 받은 응답자의 수를 나타냄

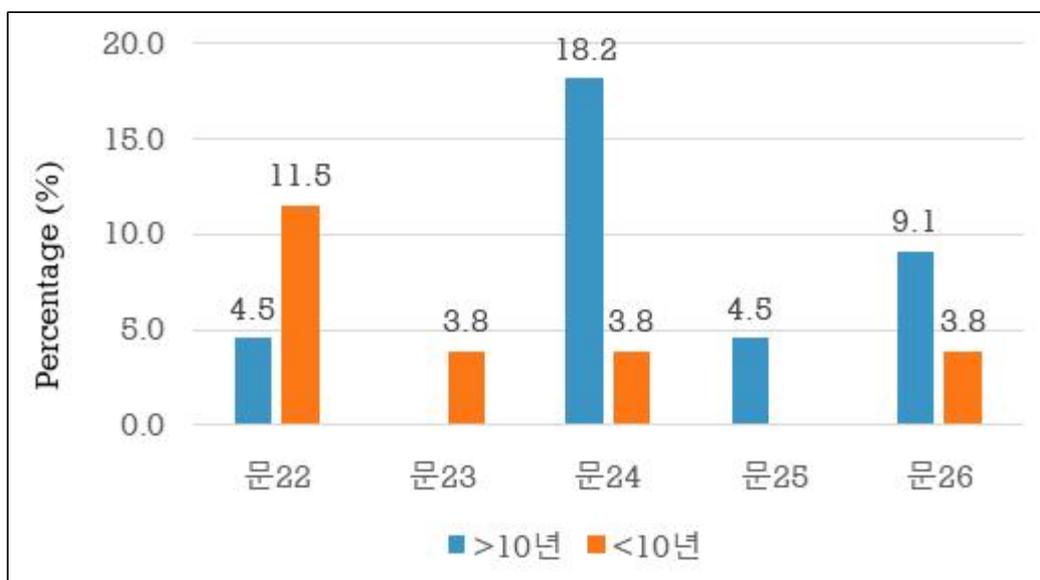


그림 21. 양계 종사기간에 따른 생물학적 유해 분석

4) 결 론

- 총 43농장에 종사하는 48명을 대상으로 양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사를 실시하여 양계유형, 계사유형, 사육규모, 종사자 성별, 흡연 여부, 연령, 종사기간으로 나누어 분석한 결론은 다음과 같다.
- 생물학적인 유해에서는 허리통증을 경험한 종사자가 가장 많았으며, 화학적 유해에서는 눈 충혈 등 안과 질환과 연관된 종사자가 가장 많았다. 생물학적 유해에서는 건조열, 호흡기 감염, 피부감염을 경험하였다고 하였으나 소수만이 경험한 적이 있어 분석 결론에서는 제외하였다.
- 신체적 유해에서는 허리통증을 경험한 종사자가 21명(43.8%), 화학적 유해에서는 눈의 충혈, 가려움이 각각 17명으로서 가장 많았다. 생물학적 유해에서는 전체적으로 응답자가 적었으며, 응답자의 대부분이 육계(34/43농가) 사육농가로서 양계유형별 차이는 분석할 수 없었다.
- 무창계사 종사자 29명 중 15명(51.7%)은 기타 계사 종사자 19명 중 6명(20.7%)에 비하여 허리통증을 경험한 적이 많았으며, 화학적 유해 중 가슴이 답답해지는 경험은

무창계사 종사자 29명 중 4명(13.8%), 평상시 기침 정도, 농장에서 일하는 동안 기침 정도는 각각 5명(17.2%)과 4명(13.8%), 눈 충혈(37.9:31.6%)과 가려움(41.4:26.3%), 코막힘은 6명(20.7%), 쉼 목소리 또한 무창계사 종사자에서만 5명(17.2%)이 응답하여 무창계사 종사가 호흡기 질환 발생에 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 생각된다.

- 사육규모를 60,000수 이상(22농가), 이하(24농가)로 나누어 분석한 결과 전반적으로 사육규모가 높은 곳에서 종사하는 사람들이 신체적 위해에 더 취약한 것으로 나타났으며 특히 열사병을 경험한 적이 있는 경우는 각각 31.8%와 4.2%로 그 차이가 뚜렷하였다. 화학적 유해에서 가슴이 답답함은 18.2%:4.5%, 기침을 자주하는 경우는 22.7%:4.2%, 코막힘과 쉼 목소리는 각각 22.7%와 18.2%:4.2%로서 사육규모가 클수록 화학적 위해에 더 취약하였다.
- 남여 종사자 각각 34명과 14명이었고, 대체적으로 남성이 신체적 유해와 더 관련성이 높았고, 화학적 위해 중 눈의 충혈과 가려움의 경우 남성이 여성보다 더 높았으며, 코막힘과 쉼 목소리도 경험하였다고 응답한 6명 중 5명이 남성이었다.
- 양계산업 종사자 중 비흡연자가 34명으로서 흡연자 14명에 비하여 더 많았으며, 열사병 경험 비율(14.7%:21.4%)과 허리통증 경험 비율(38.2%:57.1)이 흡연자에서 더 높게 나타났다. 가슴 답답함과 평상시 기침의 경우 각각 11.8%와 14.7%로 흡연자의 0%와 7.1%에 비하여 높게 나타나 기침이 흡연보다는 농장의 업무와 관련성이 있음을 암시한다. 눈과 관련된 비정상적인 경험인 눈물, 충혈, 가려움은 흡연자가 각각 28.6%, 50.0%, 42.9%로 비흡연자의 0%, 29.4%, 28.6%에 비하여 높았고, 코막힘과, 쉼 목소리에서도 흡연자가 각각 28.6% 및 21.4%로 높게 나타났다.
- 양계종사자 연령은 60대 이상 19명, 50~60대가 20명, 30~40대가 9명이었으며, 연령별 신체유해, 화학적 유해의 비교는 30~40대의 수가 적어 큰 의미를 찾을 수 없었다.
- 양계산업에서의 종사 기간을 10년 이상이 22명, 10년 이하가 26명이었으며 전 문항에서 종사 기간이 길수록 신체적 유해를 경험한 응답자가 많았다. 화학적 유해에서도 종사 기간이 길수록 관련 경험이 많은 것으로 분석되었다.
- 이번 조사에서 양계산업 종사자는 허리통증, 눈물, 눈의 충혈, 눈의 가려움을 경험한 적이 가장 많았으며, 계사유형, 사육규모, 양계산업 종사 기간에 따라 차이점을 나타내는 것으로 분석되었다. 이번 조사에서 보호구의 착용 정도를 검사지에 포함시켰으나 단순히 착용 빈도만을 조사하여 보호구 착용과의 관련성을 분석할 수 없었다. 특히 눈 관련 질환과의 보호구와의 관련성이 높을 것으로 보이지만, 응답자의 일부가 자율적 답변에서 보안경의 착용이 필요하지만 작업 중 불편하여 착용하기 어렵다고 한 응답에서 알 수 있듯이 보호구와 관련된 설문을 보다 세부적으로 나누어 조사할 필요성이 있다. 계사유형에서 무창계사 종사자가 각종 유해에 더 취약한 것으로 나타난 것은 전염병의 방역차원에서 무창계사가 더 추천되고 늘어나고 있는 추세이기 때문에 그 관련성에 관한 추가적인 조사와 연구가 필요할 것이다.
- 향후 양계장에 대한 예·경보 시스템의 현장 적용은 유해가스의 발생정도를 모니터링하여 양계산업의 생산성 향상은 물론 양계작업종사자의 호흡기 질환 예방에도 기여할 수 있어야 하며, 이번 설문 검사를 바탕으로 예·경보 시스템 적용농가와 비적용농가의 비교분석, 예·경보 시스템의 예보 또는 경보 횟수에 따른 차이점을 분석해 나갈 필요가 있다.

5) 설문조사 결과(일부 스캔)

※ 병원진료를 받지 않았다면 그 이유를 쓰 주십시오 있으신지요?(예, 심한 질병이 아니어서, 병원까지의 거리가 멀어서 등)

신한리양아님.

※ 기타 양계산업 종사자들의 보건복지 향상을 위해 정부에 요청하고자 하는 것이 있으시면 자유롭게 말씀해 주세요.

양계구제지원요청.
농장근로자 건강검진 요청.

※ 아래 문항에서 예로 답하셨을 경우 병원진료를 받은 경험이 있다면 병원진료에도 ○표 해주세요.

1 신체 위해

아래 문항은 농장에서 작업하면서 발생한 신체적 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	()
5. 양계장 내에서 작업을 할 때 보호구를 착용하십니까?	①항상	②자주 ③가끔 ④안함

2 화학적 유해인자 및 호흡기 유해인자

아래 문항은 농장에서 사용하는 소독제, 항생제 등의 화학물질과 농장에서 발생하는 분진, 유해가스 등의 유해 인자에 의한 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
5. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
6. 양계장 종사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
7. 감기나 독감을 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
8. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
9. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
10. 가슴이 답답하면서 호흡이 잘라지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)

양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지

안녕하십니까?

먼저 귀중한 시간을 할애하여 본 검사지 작성에 참여해 주셔서 깊은 감사를 드립니다. 본 검사는 「1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업」을 위하여 양계 산업에 종사하시는 분들의 의견을 경취하고자 진행하고 있습니다. **본 검사 결과는 스마트팜 산업화의 필요성을 부각하고 양계 산업 종사자의 보건 복지 향상을 위한 제도와 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용할 예정입니다.**

아래 제시된 문항에 진솔한 응답을 부탁드립니다. 응답해주신 내용은 통계법에 따라 본 목적 외에 다른 용도로는 절대 사용하거나 공개되지 않을 것임을 약속드립니다.

다시 한 번 검사에 응해주신 데 대해 깊은 감사를 드리며 귀하와 가족 모두에 건강과 행운이 가득하기를 기원합니다.

2021년 4월

제주대학교 수의과대학 교수 손원근

농장의 일반현황

양계 유형(1. 총계: 종오리, 산란계 2. 양계: 육계,삼계,토종닭,오리, 3. 기타)	사육두수	종사자수
①케이지(아파트형) ②평사 ③축사 ④반무창(원차) ⑤하우스 ⑥갈바게사 ⑦기타	20,000	2

응답자 일반현황

성별	① 남	② 여	흡연여부	흡연(년)	비흡연
연령	① 20대	② 30대	③ 40대	④ 50대	⑤ 60대이상
종사기간	① 3년 미만	② 3-5년	③ 6-7년	④ 7-9년	⑤ 10년 이상
국적	대한민국				

11. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
12. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 형상 완전히 회복되곤 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
13. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
14. 평소시 기침을 자주 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
15. 농장에서 일하지 않는 동안 기침을 하지 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
16. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
17. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적이 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	()
18. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	()
19. 코가 자주 막힐니까?		<input checked="" type="checkbox"/>
20. 현 목소리가 자주 납니까?		<input checked="" type="checkbox"/>

3 생활학적 유해인자

아래 문항은 농장 내 먼지, 깔짚, 가금 등에서 발생하는 병원성 미생물과 같은 생활학적 위해 요소와 관련된 질문입니다.

문항	예	아니오
21. 건조열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건조열: 돌, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
22. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
23. 농장에서 일하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
24. 농장에서 일하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
25. 농장에서 일하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)

※ 병력진료를 받지 않았다면 그 이유를 쓰 주실수 있으신지요?(예, 심한 질병이 아니어서, 병원까지의 거리가 멀어서 등)

병원까지의 거리가 멀어서.

※ 기타 양계산업 종사자들의 보건복지 향상을 위해 정부에 요청하고자 하는 것이 있으시면 자유롭게 말씀해 주세요.

왕계비 자원, 가족분보처리 자원, 근로자 건강검진

※ 병력진료를 받지 않았다면 그 이유를 쓰 주실수 있으신지요?(예, 심한 질병이 아니어서, 병원까지의 거리가 멀어서 등)

병원진료없이 자연치유됨, 눈중력은 약국에서 안약 넣고 나아짐, 부검은 부검약도포, 정라양리엔 나옴.

※ 기타 양계산업 종사자들의 보건복지 향상을 위해 정부에 요청하고자 하는 것이 있으시면 자유롭게 말씀해 주세요.

취약, 취약계층 등구등은 농가지원해주면, 질병진화방지도 도움이 되겠음.

양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지

안녕하십니까?

먼저 귀중한 시간을 할애하여 본 검사지 작성에 참여해 주셔서 깊은 감사를 드립니다. 본 검사는 「1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업」을 위하여 양계 산업에 종사하시는 분들의 의견을 청취하고자 진행하고 있습니다. **본 검사 결과는 스마트팜 산업화의 필요성을 부각하고 양계 산업 종사자의 보건 복지 향상을 위한 제도화 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용할 예정입니다.**

아래 제시된 문항에 진술한 응답을 부탁드립니다. 응답해주신 내용은 통계법에 따라 본 목적 외에 다른 용도로는 절대 사용하거나 공개되지 않을 것임을 약속드립니다.

다시 한 번 검사에 응해주신 데 대해 깊은 감사를 드리며 귀하와 가족 모두에 건강과 행운이 가득하기를 기원합니다.

2021년 4월

제주대학교 수의과대학 교수 손원근

농장의 일반현황

양계 유형(1. 종계: 종오리, 산란계 2. 양계: 육계, 삼계, 토종닭, 오리, 3. 기타)	사육두수	종사자수
①케이지(아파트형) ②평사 ③무장 ④반무장(원치)	120,000	2
⑤하우스 ⑥갈비계사 ⑦기타()		

응답자 일반현황

성별	① 남	② 여	흡연여부	흡연(20년)	비흡연
연령	① 20대	② 30대	③ 40대	④ 50대	⑤ 60대 이상
종사 기간	① 3년 미만	② 3-5년	③ 6-7년	④ 7-9년	⑤ 10년 이상
국적	대한민국				

양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지

안녕하십니까?

먼저 귀중한 시간을 할애하여 본 검사지 작성에 참여해 주셔서 깊은 감사를 드립니다. 본 검사는 「1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업」을 위하여 양계 산업에 종사하시는 분들의 의견을 청취하고자 진행하고 있습니다. **본 검사 결과는 스마트팜 산업화의 필요성을 부각하고 양계 산업 종사자의 보건 복지 향상을 위한 제도화 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용할 예정입니다.**

아래 제시된 문항에 진술한 응답을 부탁드립니다. 응답해주신 내용은 통계법에 따라 본 목적 외에 다른 용도로는 절대 사용하거나 공개되지 않을 것임을 약속드립니다.

다시 한 번 검사에 응해주신 데 대해 깊은 감사를 드리며 귀하와 가족 모두에 건강과 행운이 가득하기를 기원합니다.

2021년 4월

제주대학교 수의과대학 교수 손원근

농장의 일반현황

양계 유형(1. 종계: 종오리, 산란계 2. 양계: 육계, 삼계, 토종닭, 오리, 3. 기타)	사육두수	종사자수
①케이지(아파트형) ②평사 ③무장 ④반무장(원치)	170,000	2
⑤하우스 ⑥갈비계사 ⑦기타()		

응답자 일반현황

성별	① 남	② 여	흡연여부	흡연(년)	비흡연
연령	① 20대	② 30대	③ 40대	④ 50대	⑤ 60대 이상
종사 기간	① 3년 미만	② 3-5년	③ 6-7년	④ 7-9년	⑤ 10년 이상
국적	대한민국				

※ 아래 문항에서 예로 답하셨을 경우 병원진료를 받은 경험이 있다면 병원진료에도 ○표 해주세요.

1 신체 위해

아래 문항은 농장에서 작업하면서 발생한 신체적 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
5. 양계장 내에서 작업을 할 때 보호구를 착용하십니까?	①항상 ②가끔 ③가끔 ④안함	

2 화학적 유해인자 및 호흡기 유해인자

아래 문항은 농장에서 사용하는 소독제, 항생제 등의 화학물질과 농장에서 발생하는 분진, 유해가스 등의 유해 인자에 의한 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
5. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
6. 양계장 중사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
7. 갑자기 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	() 병원진료 ()	()
8. 감기에 걸리지 않았는데에도 간혹 천식 증상이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
9. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
10. 가슴이 답답하면서 호흡이 짧아지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()

※ 병원진료를 받지 않았다면 그 이유를 쓰 주실수 있으신지요(예, 심한 질병이 아니어서, 병원까지의 거리가 멀어서 등)

저질근 나왔음

※ 기타 양계산업 종사자들의 보건복지 향상을 위해 정부에 요청하고자 하는 것이 있으시면 자유롭게 말씀해 주세요.

11. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
12. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	() 병원진료 ()	()
13. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	() 병원진료 ()	()
14. 평상시 기침을 자주 합니까?	() 병원진료 ()	()
15. 농장에서 일하지 않는 동안 기침을 하지 않습니까?	() 병원진료 ()	()
16. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	() 병원진료 ()	()
17. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	() 병원진료 ()	()
18. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	() 병원진료 ()	()
19. 코가 자주 막합니까?		()
20. 한 목소리가 자주 납니까?	0	

3 생물학적 유해인자

아래 문항은 농장 내 먼지, 깔짚, 가금 등에서 발생하는 병원성 미생물과 같은 생물학적 위해 요소와 관련된 질문입니다.

문항	예	아니오
21. 건조열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건조열: 땀, 꽃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	() 병원진료 ()	()
22. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	() 병원진료 ()	()
23. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
24. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()
25. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료 ()	()

양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지

안녕하십니까?

먼저 귀중한 시간을 할애하여 본 검사지 작성에 참여해 주셔서 깊은 감사를 드립니다. 본 검사는 「1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업」을 위하여 양계 산업에 종사하시는 분들의 의견을 청취하고자 진행하고 있습니다. 본 검사 결과는 스마트팜 산업화의 필요성을 부각하고 양계 산업 종사자의 보건 복지 향상을 위한 제도와 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용할 예정입니다.

아래 제시된 문항에 진솔한 응답을 부탁드립니다. 응답해주신 내용은 통계법에 따라 본 목적 외에 다른 용도로는 절대 사용하거나 공개되지 않을 것임을 약속드립니다.

다시 한 번 검사에 응해주신 데 대해 깊은 감사를 드리며 귀화와 가족 모두에 건강과 행운이 가득하기를 기원합니다.

2021년 4월

제주대학교 수의과대학 교수 손원근

증상의 일반현황

양계 유형	사육두수	종사자수
1. 종계: 종오리, 산란계 2. 양계: 육계,삼계,토종닭,오리 3. 기타		
①케이지(아파트형) ②평사 ③무장 ④반무장(원지)	60,000	2
⑤하우스 ⑥갈파제사 ⑦기타()		

응답자 일반현황

성별	휴연여부	휴연(년)	비고
①남 ②여	휴연()	휴연()	비고
연령 ① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상			
종사기간 ① 1년 미만 ② 3-5년 ③ 6-7년 ④ 7-9년 ⑤ 10년 이상			
국적	Nepal		

※ 아래 문항에서 예로 답하셨을 경우 병원진료를 받은 경험이 있다면 병원진료에도 ○표 해주세요.

1 신체 위해

아래 문항은 농장에서 작업하면서 발생한 신체적 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
1. 양계장 내 높은 온도 때문에 생긴 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
2. 양계장 작업 중 피부 상처에 의한 피부질환에 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
3. 여름철 작업 중 열사병을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
4. 노동이나 나쁜 자세로 오랜 시간 작업함으로써 허리 통증을 앓은 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
5. 양계장 내에서 작업을 할 때 보호구를 착용하십니까?	<input checked="" type="checkbox"/> 항상	<input type="checkbox"/> 자주 <input type="checkbox"/> 가끔 <input type="checkbox"/> 안함

2 화학적 유해인자 및 호흡기 유해인자

아래 문항은 농장에서 사용하는 소독제, 항생제 등의 화학물질과 농장에서 발생하는 분진, 유해가스 등의 유해 인자에 의한 위해에 대한 질문입니다.

문항	예	아니오
5. 지난 3년 동안의 흉부 질환으로 걸린 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
6. 양계장 중사 이전에 폐 질환을 앓은 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
7. 갑자기 독감에 걸렸을 때 천식을 앓은 적이 있습니까? (천식: 가슴 깊숙한 곳에서 나오는 기침이나 지속적인 심한 기침)	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
8. 감기에 걸리지 않았는데도 간혹 천식 증상이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
9. 가슴이 답답해지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
10. 가슴이 답답하면서 호흡이 잘라지는 경험을 한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)

※ 병원진료를 받지 않았다면 그 이유를 쓰실수 있으신지요?(예, 심한 질병이 아니어서, 병원까지의 거리가 멀어서 등)

※ 기타 양계산업 종사자들의 보건복지 향상을 위해 정부에 요청하고자 하는 것이 있으시면 자유롭게 말씀해 주세요.

양계 자원 인양
양계장 내외 비위

11. 드물게 호흡이 곤란했던 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
12. 규칙적으로 호흡이 곤란하지만 항상 완전히 회복되곤 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
13. 정상속도로 걸을 때 숨이 턱 멈춰질 때가 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
14. 평소시 기침을 자주 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
15. 농장에서 일하지 않는 동안 기침을 하지 합니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
16. 작업 중 비정상적으로 눈물이 나는 경우가 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
17. 작업 중 또는 후에 눈이 충혈 되는 적인 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	()
18. 작업 중 또는 후에 눈이 가려운 경우가 있습니까?	(<input checked="" type="checkbox"/>) 병원진료	()
19. 코가 자주 막합니까?		(<input checked="" type="checkbox"/>)
20. 천 목소리가 자주 납니까?		(<input checked="" type="checkbox"/>)

3 생물학적 유해인자

아래 문항은 농장 내 먼지, 깔짚, 가금 등에서 발생하는 병원성 미생물과 같은 생물학적 위해 요소와 관련된 질문입니다.

문항	예	아니오
21. 건조열을 경험해 보신 적이 있습니까? (건조열: 돌, 깃가루 등으로 인한 알레르기성, 피부염, 결막염, 비염, 천식 등)	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
22. 지금도 여전히 건조열을 가지고 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
23. 농장에서 일을 하는 동안 호흡기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
24. 농장에서 일을 하는 동안 소화기 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)
25. 농장에서 일을 하는 동안 피부 감염을 경험한 적이 있습니까?	() 병원진료	(<input checked="" type="checkbox"/>)

양계 산업 종사자 대상 호흡기 건강 상태 검사지

안녕하십니까?

먼저 귀중한 시간을 할애하여 본 검사지 작성에 참여해 주셔서 깊은 감사를 드립니다. 본 검사는 「1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업」을 위하여 양계 산업에 종사하시는 분들의 의견을 청취하고자 진행하고 있습니다. 본 검사 결과는 스마트팜 산업화의 필요성을 부각하고 양계 산업 종사자의 보건 복지 향상을 위한 제도와 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용할 예정입니다.

아래 제시된 문항에 진솔한 응답을 부탁드립니다. 응답해주신 내용은 통계법에 따라 본 목적 외에 다른 용도로는 절대 사용하거나 공개되지 않을 것임을 약속드립니다.

다시 한 번 검사에 응해주신 데 대해 깊은 감사콜 드리며 귀하와 가족 모두에 건강과 행운이 가득하기를 기원합니다.

2021년 4월

제주대학교 수의과대학 교수 손원근

농장의 일반현황

양계 유형 1. 종계: 동오리, 신란계 2. 양계: 육계, 삼계, 토종닭, 오리, 3. 기타	사육두수	종사자수
①케이지(아파트형) ②평사 ③무장 ④반무장(원치)	60,000	2
⑤하우스 ⑥갈라계사 ⑦커터		

응답자 일반현황

성별	① 남	② 여	휴업여부	휴업()	비휴업()
연령	① 20대	② 30대	③ 40대	④ 50대	⑤ 60대이상
종사 기간	① 3년 미만	② 3-5년	③ 6-7년	④ 7-9년	⑤ 10년 이상
국적	한국				

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발
 - 저장된 작업환경 정보를 기반으로 모니터링 SW 개발 및 작업환경 정보 저장 전 분석(가공)을 통한 실시간 예·경보 SW 개발
- 고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출
 - 고정형(챔버형) 환경정보 취득 센서노드개발, 양계 시설 내 센서노드최적 설치방안에 따른 현장 설치 및 데이터 송수신 모듈 개발
- ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발
 - 전력사용량, 전력선 온도 모니터링 및 유무선 인터페이스 제공 차단기 HW 개발, 긴급차단/제어차단 관리 SW 기술 개발
- 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발
 - 실내 위치 예측 시스템 모델 설계 및 구현, 원활한 데이터 저장을 위한 통신 형식 설계 및 구현
 - 비콘환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계 및 구현, 알고리즘 연동 및 위치 측위기법의 검증
- 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출
 - 축산업 환경 관리 분야에 활용되는 ICT 기기 현장 실증 평가, 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 운용 가이드라인 제시
- 질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가
 - 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사를 위한 설문지 개발 및 이를 활용한 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2020~2021)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	논문	목표(단계별)	2	2	
		실적(누적)	1	1	
	특허	목표(단계별)	2	2	
		실적(누적)	3	3	
	저작권	목표(단계별)		0	
		실적(누적)	1	1	
	학술발표	목표(단계별)		0	
		실적(누적)	2	2	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시	목표(단계별)	3	3	
		실적(누적)	3	3	
	기술료	목표(단계별)		0	
		실적(누적)		0	
	제품화	목표(단계별)	3	3	
		실적(누적)	3	3	
	매출액	목표(단계별)	100,000	100,000	
		실적(누적)			

		실적(누적)	326,014	326,014	
고용창출		목표(단계별)	2	2	
		실적(누적)	2	2	
시제품제작		목표(단계별)		0	
		실적(누적)	1	1	
홍보		목표(단계별)	1	1	
		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(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	양계사 내부 위치 기반 서비스 제공을 위한 작업자의 위치 예측 시스템	농업생명과학연구	최영우		한국	경상국립대학교 농업생명과학연구원	비SCIE	2021/10/21 투고		100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	(사) 한국농업기계학회/2021년 춘계공동학술대회	최영우	2021/04	인터넷	한국
2	한국산업보건학회	신광섭, 고한중	2021. 2. 19	온라인 학술대회	한국

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	공기 흐름이 원활하지 못한 작업환경에서 최소한의 작업환경 보장을 위한 환경 모니터링 시스템 및 예경보를 통한 작업자 보호 방법	대한 민국	송정훈	2021.09 .06	특허-20 21-0118 171					100	√
2	내구도가 향상된 축산용 공기질 측정 장치 및 시스템	대한 민국	주식회사 홍익솔루 스	2021.04 20	10-2021 -005101 3					100	√
3	엘이디 살균 스마트 축사 관리 시스템 및 그 관리 방법	대한 민국	주식회사 카타콤	2020년0 9월01일	10-2020 -011098 8	10-2250 240	주식회사 카타콤	2021년0 5월03일	10-2250 240	50	√

○ 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	√									
3	√									

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	작업환경 통합 모니터링 및 예경보 시스템	2021.09.27	올앤리치 대표 송정훈	2021.10.13	C-2021-04028 9	올앤리치 대표 송정훈	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		
1	KC 안전인증	한국기계전기전자시험연구원	KC인증	HH04120-19003A	2021.02.09.	대한민국

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	고정형 멀티웨이 다항목 실내공기질 측정기	2021.07	주식회사 홍익솔루스	양계장	축산	12개월		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접실시	작업환경 통합 모니터링 및 예경보 시스템	올앤리치	2021.09.30.	-	-
2	직접실시	고정형 유해화학물질 실시간 측정기	(주)홍익솔루스	2021.09.30.	-	-
3	직접실시	ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW	(주)카타콤	2021.09.30.	-	-

* 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	자기실시	신제품개발	국내	대기전력 자동차단 콘센트 (스마트콘 센트)	콘센트의 온도과열 및 전력과열 발생 시 대기전력 을 자동 차단하는 콘센트	카타콤	193,574		2021년	
2	자기실시	신제품개발	국내	내구도가 향상된 축산용 공기질 측정 장치 및 시스템	데이터 수집 및 전송 장치(센서 의 종류를 다양하게 장착할 수 있는	홍익솔 루스	74,800		2021년	

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

- * 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)		
스마트콘센트	2021년	193,574		193,574	
내구도가 향상된 축산용 공기질 측정 장치 및 시스템	2021년	74,800		74,800	
합계				268,374	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1		
	소요예산(천원)			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		268,374	500,000	1,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
국내				
국외				
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	스마트시티, 전기차 산업 관련 제품화 계획			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
	수출			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	작업환경 통합 모니터링 및 예경보시스템	올앤리치	1		1
2	내구도가 향상된 축산용 공기질 측정 장치 및 시스템	(주)홍익솔루션	1		1
합계			2		2

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	1
		생산인력	1
	개발 후	연구인력	
		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	작업환경 통합 모니터링 및 예경보시스템					1	
	내구도가 향상된 축산용 공기질 측정 장치 및 시스템			74,800		1	
	대기전력 자동차단 콘센트 (스마트콘센트)			193,574			
기대 목표							

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

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	일간지 홍보	제민일보	양계 작업환경 모니터링 및 장비 일체 홍보	2021.09.08.

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)

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

- 하드웨어 개발을 통해 타 분야에 적용할 수 있는 유해화학물질 측정 계측기 적용 가능
- 운영 소프트웨어 개발을 통해 프로토콜이 동일한 센서에 대한 확장성 보유
- 양계장 내 설치를 통해 타 축산분야에 대한 확장 적용 가능

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발	○ 양계 작업환경 모니터링시스템 SW 개발 및 예·경보 시스템 SW 개발 완료	○ 100%
○ 고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출	○ 고정형 기기의 양계시설 현장 적용 및 웨어러블 기기를 보완할 수 있는 최적 센싱 방안 마련 및 현장 설치 완료	○ 100%
○ ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발	○ ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발 완료	○ 100%
○ 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발	○ 작업자의 실시간 위치추적 시스템 개발 완료 및 DB 구축 알고리즘 적용 개발 완료	○ 100%
○ 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영 방안 도출	○ 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출	○ 100%
○ 작업환경 예·경보 시스템의 질병 예방 효과 향상을 위한 양계산업 종사자의 호흡기 건강 상태 조사	○ 작업환경 예·경보 시스템의 질병 예방 효과 향상을 위한 양계산업종사자의 호흡기 건강 상태에 따른 설문지 개발 및 이를 활용한 설문조사 완료	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당 사항 없음

2) 자체 보완활동

해당 사항 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당 사항 없음

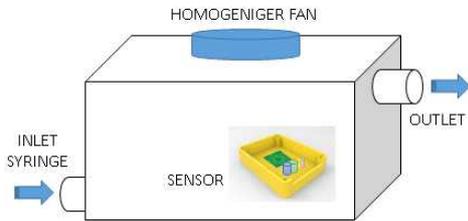
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 국내 양계산업에 있어 작업자의 안전을 위한 환경정보 취득 제품화는 처음



<양계사 내부 제품 설치>

- 축산업 환경정보 취득에 있어 균일한 정보 취득을 위한 제품화 방안 제시



<균일한 정보 취득을 위한 제품화>

- 양계 작업환경 내의 알람 설정(유해환경 발생 시) 기준 제시

<예 : 축사 실내 환경 측면에서의 암모니아의 센싱 경보 알람 기준 및 센싱 범위 제시>

작업장 노출 기준		역분산 가중평균값	센싱 경보 알람 기준	센싱 범위
8시간(TWA)	15분(STEL)		(권고치)	
10~50ppm	20~50ppm	19.34(±7.29)ppm	25(±10)ppm	15~35ppm

- 양계 작업자의 건강 상태 파악을 통한 맞춤형 컨설팅을 시범적으로 적용

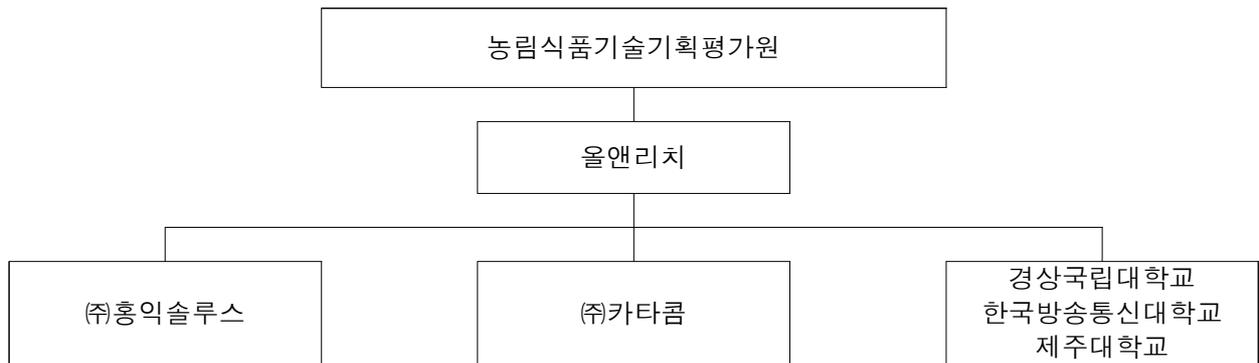
<예 : 설문조사에 포함된 주요 내용>

구분	주요 조사 내용
양계장의 유형	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양계산업의 유형 ■ 양계장의 사육 유형
신체적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양계산업 환경에 의한 피부질환 ■ 양계산업 작업환경에 의한 열사병 ■ 양계장 작업에 따른 척추질환
화학적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 호흡기 질환에 의한 결근 ■ 천식 등의 폐질환 ■ 심한 호흡기 질환과 관련된 호흡곤란 ■ 작업환경에 의한 기침 등 호흡기 소견 ■ 작업환경에 의한 비정상적인 눈의 증상 ■ 작업환경에 의한 비강 및 목에 나타나는 증상
생물학적 유해인자	<ul style="list-style-type: none"> ■ 알레르기 등에 의한 건초열

- 농장과 관련성이 있는 호흡기 감염
- 농장과 관련이 있는 소화기 감염
- 농장과 관련이 있는 피부 감염

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 성과관리 추진체계



○ 연구개발 성과 활용분야 및 방안

- 스마트시티, 스마트홈 분야 환경정보 취득 및 스마트차단기(콘센트) 활용 가능
- 오리, 양돈, 한우 등 타 축산분야 환경정보 취득, 화재 예방 등 활용 가능

○ 추가 연구의 필요성

- 본 과제 진행 중 가장 힘들었던 부분은 조류 인플루엔자(AI) 발생으로 인한 현장 적용이 어려웠음
- 2020년 11월 말부터 전국적으로 발생한 조류 인플루엔자 상황이 2021년도 5월 초까지 진행되어 이 기간 동안 농장 출입이 불가능했음
- 이에 부득이 과제 기간을 10월 2일까지 변경하여 진행하였음
- 제품의 완성도를 높이기 위한 현장 적용 및 환경정보 취득을 현재도 진행 중이며, 향후 지속적 관리가 필요
- 또한, 양계 농장의 운영 형태가 다양화 되고 있어 향후 전국 양계 농장을 대상으로 제품의 고도화 연구가 필요함

< 별첨 자료 >

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

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발				
	(영문) Integrated monitoring of working environment of poultry facility and development of industrialization module for early warning system				
주관연구기관	올엔리치		주 관 연 구	(소속) 올엔리치	
참 여 기 업	(주)홍익솔루스, (주)카타콤		책 임 자	(성명) 송정훈	
총연구개발비 (534,000천원)	계	534,000,000	총 연 구 기 간	2020. 07. ~ 2021. 10.(15개월)	
	정부출연 연구개발비	400,000,000	총 참 여 수	총 인 원	24명
	기업부담금	134,000,000		내부인원	24명
	연구기관부담금			외부인원	
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - IoT 기반 양계시설 작업환경 통합 모니터링 환경을 구축하고 이를 통한 예·경보 시스템의 산업화 모듈을 개발하며, 양계시설 작업환경 안전관리 기술을 고도화 <ul style="list-style-type: none"> ▶ IoT 기반 양계시설 작업환경 모니터링 SW 1식, 모니터링 센서노드 1식, 무선통신장치(데이터로거) 1식, 현장 적용성 평가 1식 ▶ 실시간 예·경보 SW 1식, 위치추적 및 예·경보 웨어러블 기기 SW 1식, 작업자 건강 상태 설문조사 1식 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 저장된 작업환경 정보를 기반으로 모니터링 SW 개발 및 작업환경 정보 저장 전 분석(가공)을 통한 실시간 예·경보 SW 개발 - 고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 고정형(챔버형) 환경정보 취득 센서노드개발, 양계 시설 내 센서노드최적 설치방안에 따른 현장 설치 및 데이터 송수신 모듈 개발 - ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 전력사용량, 전력선 온도 모니터링 및 유무선 인터페이스 제공 차단기 HW 개발, 긴급차단/제어차단 관리 SW 기술 개발 - 작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 실내 위치 예측 시스템 모델 설계 및 구현, 원활한 데이터 저장을 위한 통신 형식 설계 및 구현 ▶ 비콘환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계 및 구현, 알고리즘 연동 및 위치 측위기법의 검증 - 작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 축산업 환경 관리 분야에 활용되는 ICT 기기 현장 실증 평가, 센싱 경보 알림 설정을 위한 축사 환경 맞춤형 운용 가이드라인 제시 					

- 질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가
 - ▶ 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사를 위한 설문지 개발 및 이를 활용한 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 연구성과 활용실적
 - ▶ 특허출원 2건, 기술이전(직접실시) 3건, 제품화 3건, 매출 2.6억 원, 고용창출 2명, 소프트웨어 등록 1건, 시제품 제작 1건, KC인증 1건
 - ▶ 논문 1편 투고, 지역 일간지 제품 홍보 1건, 학술발표 2건
- 연구성과 활용계획
 - ▶ 양계사 내부 설치 표준화 및 데이터 교환 표준지침 준수를 통한 제품 패키지화
 - ▶ 양계 농가 작업환경 모니터링시스템, 실시간 예·경보시스템 등 단위 시스템으로 나누어 제품화 추진
 - ▶ (4차 산업혁명 시대에 적합한 플랫폼 & 데이터 중심의 Biz 모델 창출) 지속적인 데이터의 확보 및 데이터 중심의 서비스 제공, 검증을 통하여 데이터 경쟁력을 확보하고 확보한 데이터를 활용한 다양한 Biz 모델 창출
 - ▶ 멀티드롭 인터페이스를 통해 센서노드의 확장성을 확보하여 ICT 적용 환경, 제조업, 스마트홈 분야 등 산업 전반을 대상으로 활용
 - ▶ 타 산업과 관련된 작업자 위치추적, 위해요소 모니터링 등 산업안전보건분야로의 과급효과가 클 것으로 예상됨

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호		320099-1	
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	1세대 스마트 (플랜트팜/애니멀팜) 산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보시스템 산업화 모듈 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	올앤리치			연구책임자	송정훈
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	20.07.03.~ 21.10.02.	400,000	134,000	534,000
	계		400,000	134,000	534,000
참여기업	(주)홍익솔루스, (주)카타콤				
상대국			상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021년 11월 24일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
올앤리치	대표	송정훈

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 : (아주우수, 우수, **보통**, 미흡, 불량)

- 양계 작업환경에 대한 모니터링 및 예경보 시스템의 산업화는 보기 드문 상황
- 각 센서별 작업환경에 적절한 허용치에 대한 연구도 이루어졌으며, 양계 작업환경에 종사하는 인력에 대한 건강상태 정보 분석도 이루어졌음
- 다만, 조류 인플루엔자(AI) 여파로 충분한 데이터 확보가 아직 미흡한 바 추가 연구 또는 데이터 수집을 통한 깊이 있는 분석이 따른다면 산업화에 따른 기대가 큼

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, **보통**, 미흡, 불량)

- 양계 작업환경에 적용하면서 작업자의 건강 상태를 모니터링 및 설문 조사하여 농장에 알려줌으로써 기존 작업 방법에 따른 보조 역할을 수행하였음
- 작업자들은 이러한 시스템이 처음이라며 많은 관심을 보였음
- 제품화 이후 지속적 업데이트를 통하여 저가형 모델을 개발한다면 사업화 촉진이 가능할 것으로 판단됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 양계 작업환경에 적용할 수 있는 제품화는 완료되었으며, 이를 환경 등 타 산업에 적용하는 매출이 발생함
- 스마트차단기인 경우 스마트홈 분야에 적용이 가능하여 꾸준히 매출이 발생하고 있음
- 환경분야 미세먼지 측정, 알림 서비스 등에 활용하고 있어 향후 개인 대상 환경정보 취득 및 알림 서비스 분야에 진출이 가능할 것으로 판단됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (**아주우수**, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 본 연구팀은 최소 한 달에 1회 이상 과제진행을 위한 업무 협의(대면, 비대면 활용)를 진행하였으며, 두 달에 1회는 최대한 대면 회의를 진행하여 일정 관리 및 상호 연계되는 부분에 대한 업무 협의를 하였음
- 조류 인플루엔자 확산으로 현장 적용에 어려움이 있었으나 각 연구팀 별로 적용 가능한 농가를 추가 섭외하여 최소한 외부 테스트라도 진행하려고 노력함
- 코로나와 조류 인플루엔자 확산에도 불구하고 현장 적용이 성실하게 이루어졌으며, 개발된 산업화 모듈의 시장 확산이 원활하게 이루어졌음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 계획된 연구개발 성과를 대부분 달성하였으나 현재 논문 1편에 대한 투고가 진행되고 있어 사업 기간 내 달성은 못 했으나 이후 달성 가능한 것으로 판단이 됨
- 특히, 매출은 목표 대비 초과 달성하였으며, 저작권, 시제품 제작은 당초 목표 외 추가로 달성된 실적이라 우수함
- 다만 목표 대비 논문 실적 1편이 달성 안 되어 보통으로 평가함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허출원 2건	18	150	출원 2건, 등록 1건으로 초과 달성
기술이전(실시) 3건	11	100	3건 달성
제품화 3건	18	100	3건 달성
매출액 1억 원	29	268	268,374천 원으로 초과 달성
고용창출 2명	18	100	2명 채용
논문 2건		50	논문 1건 달성, 1건 준비 중
홍보 1건	6	100	1건 달성
			시제품 제작 1건, 프로그램 등록 1건, KC인증 1건 추가 달성
합계	100	124.00	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 양계시설 작업환경 모니터링시스템 1식, 양계시설 작업환경 실시간 예·경보 시스템 1식, 예·경보 시스템 기반 스마트 전력차단기 1식, 축산업 활용 가능한 챔버형 센서노드 1식, 축산업 활용 가능한 무선데이터 전송 장치 1식 등 목표했던 산업화 모듈 개발을 완료 했음
- 정량적 목표 또한 실적이 양호함
- 산업화에 따른 매출이 양계 분야뿐만 아니라 타 분야에서 발생하여 향후 확산 가능성이 높음
- 연구개발 결과가 우수하다고 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 정량적 목표치 달성에 따른 평가에 있어 논문 1건에 대해서는 준비 중에 있으며 타 목표의 초과 달성 및 추가 달성된 목표치가 있어 평가 시 반영이 필요함
- 코로나 환경에서 조류 인플루엔자 발생 및 전국 확산이라는 악재가 겹쳐 과제 수행에 어려움이 많았으나 이를 극복하여 수행을 완료한 부분에 대한 고려가 필요함

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 타 축산분야, 환경 분야, 스마트홈, 스마트팩토리 분야 등 다양한 분야 활용이 가능
- 양계 작업환경에 대한 데이터 수집 및 빅데이터 분석 등에 대한 추가 과제 수행이 있다면 큰 도움이 될 것으로 판단됨

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당 사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당 사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	양계시설 작업환경 통합 모니터링 및 예·경보 시스템 산업화 모듈 개발			
주관연구개발기관	올앤리치		주관연구책임자	송정훈
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	400,000,000	134,000,000		534,000,000
연구개발기간	2020. 07. 03. - 2021. 07. 02. (12개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(참여기관 직접 시행) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 저장된 작업환경 정보를 기반으로 모니터링 SW 개발 - 작업환경 정보 저장 전 분석(가공)을 통한 실시간 예·경보 SW 개발 - 양계 작업 특성 고려한 환경정보 DB 구축
②고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 고정형(챌버형) 환경정보 취득 센서노드개발 - 양계시설 내 센서노드최적 설치방안에 따른 현장 설치 및 데이터 송수신 모듈 개발
③ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 전력사용량, 전력선 온도 모니터링 및 유무선 인터페이스 제공 차단기 HW - 긴급차단/제어차단 관리 SW 기술 개발 - 스마트 케어 서비스 융합 전력선 온도 기반의 화재 예방 및 확산 차단 기술 개발
④작업자의 실시간 위치추적 및 DB 구축 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 실내 위치 예측 시스템 모델 설계 및 구현 - 원활한 데이터 저장을 위한 통신 형식 설계 및 구현 - 비콘 환경에서의 필터링을 포함한 유사도 비교 알고리즘 설계 및 구현 - 알고리즘 연동 및 위치 측위기법의 검증(DB 구축 알고리즘 검증)
⑤작업환경 유해요인 모니터링 현장 적용성 평가 및 효율적 운영방안 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 양계시설 내 통합 모니터링시스템의 센싱 데이터 분석, 유해요인 저감 및 적정 환경 설계 - 모니터링 및 예·경보 시스템의 효율적 운영방안 제시
⑥질병 예방 효과 검증을 통한 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템의 현장 적용성 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사를 위한 설문지 개발 - 양계 종사자의 호흡기 건강 상태 조사

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

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	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											SCI		비 SCI	논 문 평 균 I F					
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건		
가중치	15				10	15	15	25		15								5	
최종 목표	2				3	5	3	54, 500		7			2					2	
당해 년도	목표	2			3		3	100		2			2					1	
	실적	2	1		3		3	268		2			1					1	
달성률 (%)	100	추가			100		100	268		100			50					100	

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)]

[별첨 2]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	양계 작업환경 모니터링 및 예·경보 시스템 SW 개발
②	고정형 및 웨어러블 기기의 양계 시설 최적화 방안 도출
③	ICT 기반 계사 안전을 위한 스마트 차단기 시스템 및 SW 기술 개발

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			
②의 기술						v	v			
③의 기술						v	v			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	작업환경뿐만 아니라 축산분야 환경정보 모니터링 및 예경보 서비스 활용
②의 기술	환경, 축산, 스마트시티 등 타 분야 활용
③의 기술	스마트팜, 스마트팩토리 등 타 분야 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용· 홍보		기 타 (타연구 활용예)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	S M A R T T E C H N O L O G Y	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논 문 S C I	논 문 비 S C I			논 문 평 균 I F	학 술 발 표	
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	15				10	15	15	25		15								5	
최종목표	2				3	5	3	54, 500		7			2					2	
연구기간내 달성실적	2	1			3		3	268		2			1					1	
연구종료후 성과창출 계획						5		54, 400		5								1	

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 2]

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리

통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)