

(옆면)

(앞면)

320048
-3

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농업기반 및 재해대응 기술개발사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004353-01

농업용
관정 제어
효율화
기술개발

최
종
보
고
서

2022

농
림
축
산
식
품
부

농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

농업용 관정 제어 효율화 기술 개발

2023.05.17

주관연구기관 / (주)인터텍

참여기관 / 제주대학교 산학협력단

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업용 관정 제어 효율화 기술 개발”(개발기간 : 2020. 04. 29. ~ 2022. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023.05.17

주관연구기관명 : (주)인터텍 (대표자) 김 명 지, 임 연 주



참여기관명 : 제주대학교 산학협력단 (대표자) 이 영 돈



주관연구책임자 : 임 연 주



참여기관책임자 : 조 영 열



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

최종보고서							보안등급				
							일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]				
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명	농업기반및재해대응 기술개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)	농업용수 및 기반시설 관리 효율화 기술					
공고번호	제 농축2020-99호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
				연구개발과제번호		320048-3					
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EI0903	30%	LB0901	20%	LB0903	20%				
	농림식품과학기술분류	RA0101	40%	RA0102	20%	RC0102	20%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문										
연구개발과제명	영문		농업용 관정 제어 효율화 기술 개발								
	국문		Development of efficiency control technology for agricultural wells								
주관연구개발기관	기관명	(주)인터텍			사업자등록번호	730-88-00128					
	주소	(우 63236) 제주시 구산 로 4길 38-6			법인등록번호	220111-0132018					
연구책임자	성명	임연주			직위	대표이사					
	연락처	직장전화				휴대전화					
		전자우편				국가연구자번호					
연구개발기간	전체		2020.04.29 - 2022.12.31(2년 9개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2020.04.29 - 2021.12.31(1년 9개월)								
		n단계	2022.01.01 - 2022.12.31(1년 0개월)								
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금	
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	지원금
총계	476,000	-	145,250	-	-	-	-	476,000	145,250	621,250	-
1단계	1년차	130,000	-	44,000	-	-	-	130,000	44,000	174,000	-
	2년차	173,000	-	58,000	-	-	-	173,000	58,000	231,000	-
2단계	1년차	173,000	-	43,250	-	-	-	173,000	43,250	216,250	-
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위	휴대전화	전자우편	비고				
공동연구개발기관	제주대학교 산학협력단	조영열		교수			공동	역할 기관유형 대학			
연구개발담당자 실무담당자	성명	김영수			직위	연구소장					
	연락처	직장전화				휴대전화					
		전자우편				국가연구자번호					

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

2023년 05월 17일

연구책임자: (주) 인터텍 임연주 (인)

주관연구개발기관의 장: 인터텍 김명지, 임연주 (직인)


공동연구개발기관의 장: 제주대학교 산학협력단 이영돈 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	농업기반및재해대응기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)	농업용수 및 기반시설 관리 효율화 기술			연구개발과제번호		320048-3	
기술분류	국가과학기술 표준분류	EI0903	30%	LB0901	20%	LB0903	20%
	농림식품 과학기술분류	RA0101	40%	RA0102	20%	RC0102	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명	농업용 관정 제어 효율화 기술 개발						
전체 연구개발기간	2020.04.29. ~ 2022.12.31.						
총 연구개발비	총 621,250천원 (정부지원연구개발비: 476,000천원, 기관부담연구개발비 : 145,250천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>]		기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준(4) 종료시점 목표(6)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ IoT 기반 농업용 지하수 관정 제어 시스템 설계 및 작물별 수분스트레스 측정 기반 지하수 공급기술 개발 ■ IoT 기반 재배지역별 맞춤형 농업용 지하수 관정 제어 시스템 실증 및 고도화와 농업용 지하수 관정 제어 시스템 설계 및 구축 ■ 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 실증운영을 통한 채소재배농가의 스마트농업 적용과 시스템 표준설계를 통한 국내 노지스마트팜 현장 보급 확대 도모 <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; text-align: center;">IoT 및 LTE망 기반 네트워크 구축</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">제주시 메밀을 신일리 노지 채소밭</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">농업용 관정 #1 농업용 관정 #2</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">수위 수위 전기 전도도 전기 전도도 온도 온도</p> </div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;"> IoT 기반 농업용 지하수 관정 제어 시스템 개발 & 스마트농업 적용 고소득 신선채소 생산을 위한 최적 지하수 공급 체계 구축 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #e0f0e0;"> (주)인터텍 <ul style="list-style-type: none"> ■ 사업 총괄 ■ 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축 ■ 지하수 분배 가능한 농업용 관정제어 시스템 개발 ■ IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발 ■ 관리자용 관정제어시스템 개발 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 ■ 다수 관정, 다수농가 제어 시험적용 ■ 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축 </td> <td style="width: 33%; background-color: #e0f0e0;"> 제주대학교 <ul style="list-style-type: none"> ■ 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 ■ 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색 ■ 농가별, 작물별 용수요량 예측 ■ 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 검토 ■ 관정제어시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정 ■ 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화 </td> <td style="width: 33%; background-color: #e0f0e0;"> 자문기관 & 실증농가 <ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안 ■ 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문 ■ 실용화, 사업화를 위한 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력 네트워크 구축 ■ 제주도 및 내륙의 농가 실증적용을 통한 관정기술 개발 및 지하수 공급체계구축 </td> </tr> </table>	(주)인터텍 <ul style="list-style-type: none"> ■ 사업 총괄 ■ 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축 ■ 지하수 분배 가능한 농업용 관정제어 시스템 개발 ■ IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발 ■ 관리자용 관정제어시스템 개발 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 ■ 다수 관정, 다수농가 제어 시험적용 ■ 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축 	제주대학교 <ul style="list-style-type: none"> ■ 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 ■ 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색 ■ 농가별, 작물별 용수요량 예측 ■ 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 검토 ■ 관정제어시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정 ■ 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화 	자문기관 & 실증농가 <ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안 ■ 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문 ■ 실용화, 사업화를 위한 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력 네트워크 구축 ■ 제주도 및 내륙의 농가 실증적용을 통한 관정기술 개발 및 지하수 공급체계구축
(주)인터텍 <ul style="list-style-type: none"> ■ 사업 총괄 ■ 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축 ■ 지하수 분배 가능한 농업용 관정제어 시스템 개발 ■ IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발 ■ 관리자용 관정제어시스템 개발 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 ■ 다수 관정, 다수농가 제어 시험적용 ■ 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축 	제주대학교 <ul style="list-style-type: none"> ■ 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 ■ 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색 ■ 농가별, 작물별 용수요량 예측 ■ 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 검토 ■ 관정제어시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정 ■ 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화 	자문기관 & 실증농가 <ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안 ■ 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문 ■ 실용화, 사업화를 위한 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력 네트워크 구축 ■ 제주도 및 내륙의 농가 실증적용을 통한 관정기술 개발 및 지하수 공급체계구축 			

전체 내용

1. 연구개발 필요성

■ 연구개발 배경 및 필요성

- 경쟁력 있는 고소득 작물과 특용작물의 선호로 농업용 지하수 수요량이 증가함
- 농업용수 취수량 및 이용량 등 정확한 데이터 수집이 어려워 현재 이용되고 있는 농업용 지하수 관정 시설의 효율적인 이용 및 체계적인 관리가 미흡한 실정임
- IoT 기반 관정 제어 시스템으로 이용 농가의 생산성 및 품질 향상에 도움

2. 연구개발의 목표 및 내용

■ IoT 기반, 농업용 관정 제어 시스템 개발

- 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축
- 지하수 분배 가능한 농업용 관정 제어 시스템 개발
- 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발
- 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 및 알고리즘 개발
- 태양광 등 친환경에너지 전력공급을 위한 에너지 자급실연 방안 모색
- 관리자용 관정 제어 시스템 개발

■ 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 스마트 농업 적용

- 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색
- 농가별, 작물별 용수수요량 추정알고리즘 개발
- 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 평가
- 다수 관정별 계측/센싱/제어 등을 위한 중앙제어시스템으로 전송을 위한 무선관측 시스템 구축
- 관정 제어 시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정
- 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화

■ 노지 스마트팜 지하수 공급에 실용화 도모

- 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안
- 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문
- 실용화, 사업화를 위한 제주도 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력네트워크 구축

3. 추진전략 방법 및 추진체계

■ 주관기관 (주)인터텍

- 사업 총괄
- 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축
- 지하수 분배 가능한 농업용 관정 제어 시스템 개발
- IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용
- 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수제어시스템 개발
- 관리자용 관정 제어 시스템 개발
- 적외선 활용, 작물스트레스 센싱
- 다수 관정, 다수농가 제어 시험적용
- 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축

■ 참여기관 제주대학교

- 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정
- 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색
- 농가별, 작물별 용수수요량 예측
- 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 검토
- 관정 제어 시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정
- 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화

■ 자문 제주특별자치도 농업기술원

- 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축
- 효율적 지하수 공급체계구축을 위한 검증, 개선 제안
- 표준설계(안) 검토 및 개선 제시

	1단계 (해당 시 작성)	목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ IoT 기반, 농업용 관정 제어 시스템 개발(신업리 #1, #2, 영주 #1) - IoT 기반, 다수의 관정 상호 간 지하수 양수를 조절 - 작물 수분스트레스 측정에 기반 농업용 관정 제어 시스템 개발
		내용	<ul style="list-style-type: none"> ■ IoT 기반, 농업용 관정 제어 시스템 개발(신업리 #1, #2, 영주 #1) - 실증사이트 3곳(신업리 #1, #2, 영주 #1) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축 - 지하수 분배 가능한 농업용 관정 제어 시스템 개발 - IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용 - 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발 - 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 및 알고리즘 개발 - 태양광 등 친환경에너지 전력공급을 위한 에너지자급실현방안 모색 - 관리자용 관정 제어 시스템 개발 - 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정제어 적용방안 모색 - 농가별, 작물별 용수수요량 추정알고리즘 개발
	2단계 (해당 시 작성)	목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 스마트 농업 적용(신업리 #1, #2, 영주 #1) - 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 용수수요에 대응하는 제어, 시험 - 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안), 시공(안), 운전매뉴얼 - 제주도 및 내륙의 농가 실증적용을 통한 관정기술 개발 및 지하수 공급체계구축 ■ 노지 스마트팜 지하수 공급에 실용화 도모 - 제주특별자치도 농업기술원 전문 자문 및 협력네트워크 구축 또는 3차년도 등 연구참여를 통한 실용화 방안 강구
		내용	<ul style="list-style-type: none"> - 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 평가 - 다수 관정별 계측/센싱/제어 등을 위한 중앙제어시스템으로 전송을 위한 무선관측 시스템 구축 - 관정 제어 시스템 동시 계측/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정 - 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화 - 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안 - 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문 - 실용화, 사업화를 위한 제주도 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력네트워크 구축

연구개발성과	<예상되는 연구개발성과 유형>												
	구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종		
									생명 정보	생물 자원	정보	실물	
	예상성과 (N/Y)	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	<예상되는 연구개발성과별 목표>												
	성과목표		단위		개발목표치								
					1차년도		2차년도		3차년도		소계		
	지식 재산권	특허출원		건		1		1		-		2	
		특허등록		건		-		-		1		1	
	기술이전		건		-		-		1		1		
사업화	제품화		건		-		-		1		1		
	관련매출액		백만원		-		50		150		200		
	고용창출		명		-		1		1		2		
학술 성과	논문		건		-		1(비SCI)		1(SCI)		2		
	학술발표		건		-		1		1		2		
홍보전시		건		-		1		-		1			
기타(타연구활용 등)		-		-		-		1		1			

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 작물 수분스트레스 측정에 기반한 농업용수 공급 효율화 <ul style="list-style-type: none"> - 농가별 재배작물 및 면적 등을 D/B 구축 - 재배작물의 수분스트레스 측정으로 농업용수 필요 수요량 공급 - 관정 제어 시스템의 농업용수 공급량 자동 조절 - 노지 스마트팜 간의 농업용수 부족 및 공급 불균형 해소 ■ 농업용 관정별 통합제어 시스템 체계적인 관리·운영 <ul style="list-style-type: none"> - 관정별 농업용수 상태(지하수 수위, 수온, 유량, 펌프상태 등) 및 공급 가능량과 용수 수요량 D/B 구축 - 관정 제어 시스템 및 농업용수 공급에 문제 발생 시 보완 및 개선 가능 - 다수의 취수 관정을 무선관측 및 관수량 자동제어 ■ 친환경 전력공급방식 지급 실현 <ul style="list-style-type: none"> - 농업용수 및 지하수관정 상부보호공 설치지역 상단에 지하수 상태 모니터링 측정을 위한 데이터 센싱 로거 및 제어함을 설치하고 상부에 태양광 등 친환경 재생에너지 설비를 설치하여 전력을 생산·활용하는 등 에너지 자급 도모
---------------------	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	2	1										
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)	사물인터넷		관정 제어 시스템		지하수		노지 스마트팜		무선 통신망			
영문핵심어 (5개 이내)	IoT		Well control system		Groundwater		Open field smart farm		Cellular network			

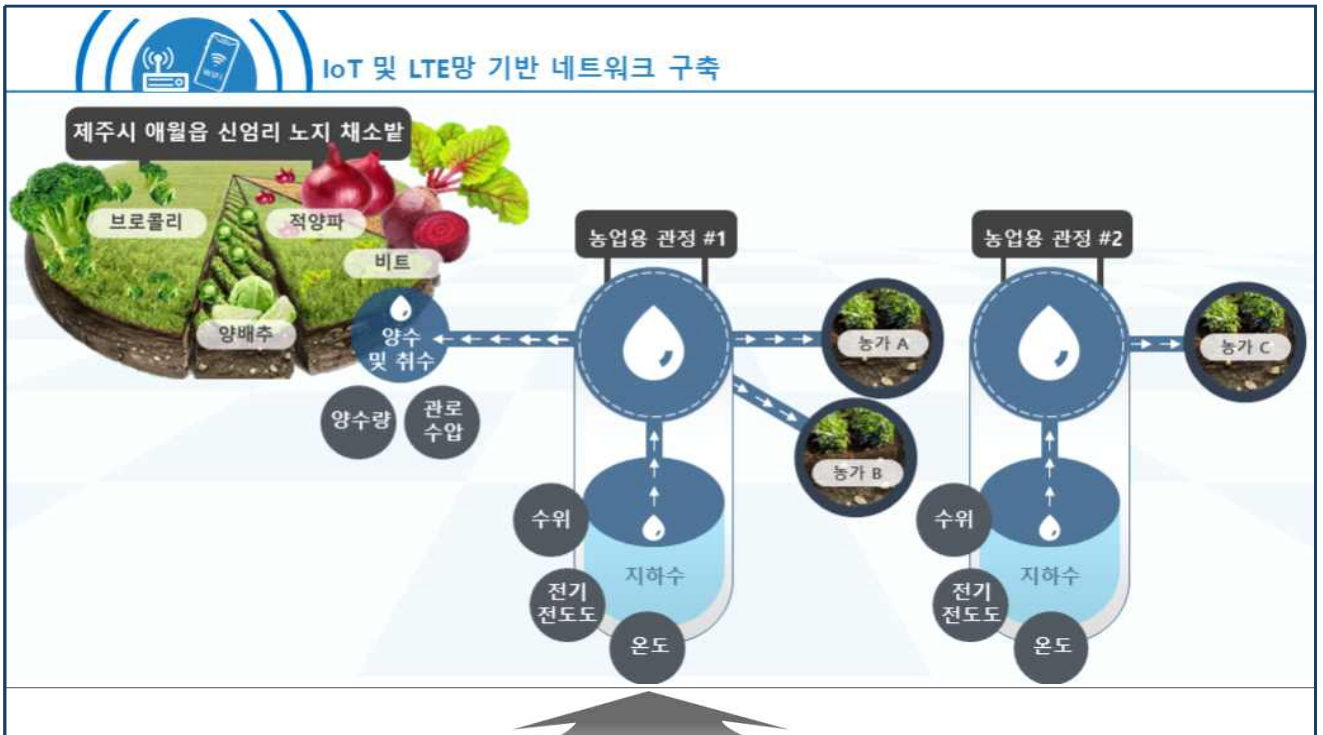
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	07p
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용	09p
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	70p
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)	82p
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도	83p
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	84p

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개요

과제명		농업용 관정 제어 효율화 기술 개발
최종과제표 및 전략	IoT 기반, 농업용 관정 제어 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> IoT 기반, 다수의 관정 상호 간 지하수 양수를 조절 작물 수분스트레스 측정에 기반 농업용 관정 제어 시스템 개발
	농업용 관정 제어 시스템 구현 및 스마트 농업 적용	<ul style="list-style-type: none"> 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 용수수용에 대응하는 제어, 시험 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안), 시공(안), 운전매뉴얼
	노지 스마트팜 지하수 공급에 실용화 도모	<ul style="list-style-type: none"> 제주특별자치도 농업기술원 전문 자문 및 협력네트워크 구축 또는 3차년도 등 연구참여를 통한 실용화 방안 강구



(주)인터텍	제주대학교	자문기관 & 실증농가
<ul style="list-style-type: none"> ■ 사업 총괄 ■ 실증사이트(채소재배농가) 구축 및 스마트농업시설 설비 구축 ■ 지하수 분배 가능한 농업용 관정제어 시스템 개발 ■ IoT 기반 지하수위, 관로수압 실시간 센싱, 수중 모터 제어인버터 적용 ■ 적외선 활용, 작물스트레스 센싱 및 관수 제어시스템 개발 ■ 관리자용 관정 제어 시스템 개발 ■ 다수 관정, 다수농가 제어 시험적용 ■ 실용화, 사업화를 위한 협력네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 노지 채소별, 작물 수분스트레스 측정 기반 필요관수량 추정 ■ 시설 용배수로 등을 고려한 농업용 관정 제어 적용방안 모색 ■ 농가별, 작물별 용수수요량 예측 ■ 농업용 스마트 관정제어 시험적용 및 검토키트/센싱/제어/시험을 통한 시스템 보완 및 오류수정 ■ 농업용 관정시스템 표준설계(안), 시공 및 운전 매뉴얼화 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 효율적 지하수 공급체계 구축을 위한 테스트베드 제공, 검증, 개선 제안 ■ 농업용 지하수 기 관리 체계 및 개선점 등 자문 ■ 실용화, 사업화를 위한 제주도 농업기술원, 실증농가 등 유관기관 협력네트워크 구축

나. 연구배경 및 필요성

연구 배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 경쟁력있는 고소득 작물과 특용작물의 선호로 농업용 지하수 수요량 증가 ■ 농업용수 취수량 및 이용량 등 정확한 데이터 수집이 어려워 현재 이용되고 있는 농업용 지하수 관정 시설의 효율적인 이용 및 체계적인 관리 미흡 ■ IoT 기반 관정 제어 시스템으로 이용 농가의 생산성, 품질향상 										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>센서부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ 수온 ■ 지하수위 ■ EC(전기전도도)등 </td> </tr> <tr> <td> 농업용수/지하수 관측 상태모니터링 </td> </tr> </tbody> </table>	센서부	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수온 ■ 지하수위 ■ EC(전기전도도)등 	농업용수/지하수 관측 상태모니터링	<table border="1"> <thead> <tr> <th>제어부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ 실시간 자료수집 및 저장, ■ 상태모니터링 실시간 전송 및 연계 ■ IoT기반 동시계측 및 상호간 통신 네트워크 구축 ■ 양수모터 및 관수제공을 위한 설비, 스프링클러 등 자동제어 </td> </tr> <tr> <td> 관수를 위한 설비, 관수 제어 </td> </tr> </tbody> </table>	제어부	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실시간 자료수집 및 저장, ■ 상태모니터링 실시간 전송 및 연계 ■ IoT기반 동시계측 및 상호간 통신 네트워크 구축 ■ 양수모터 및 관수제공을 위한 설비, 스프링클러 등 자동제어 	관수를 위한 설비, 관수 제어	<table border="1"> <thead> <tr> <th>관제부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ 관정시스템화, 원격제어 ■ 실시간 모니터링 기반, 현황 정보 수집 및 상태감지 ■ 이상, 오류감지 및 경보알람 ■ 개별관제 DB화된 정보 중앙관제 시스템 전송 </td> </tr> <tr> <td> 개별관제, 중앙관제 시스템 </td> </tr> </tbody> </table>	관제부	<ul style="list-style-type: none"> ■ 관정시스템화, 원격제어 ■ 실시간 모니터링 기반, 현황 정보 수집 및 상태감지 ■ 이상, 오류감지 및 경보알람 ■ 개별관제 DB화된 정보 중앙관제 시스템 전송 	개별관제, 중앙관제 시스템
센서부											
<ul style="list-style-type: none"> ■ 수온 ■ 지하수위 ■ EC(전기전도도)등 											
농업용수/지하수 관측 상태모니터링											
제어부											
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실시간 자료수집 및 저장, ■ 상태모니터링 실시간 전송 및 연계 ■ IoT기반 동시계측 및 상호간 통신 네트워크 구축 ■ 양수모터 및 관수제공을 위한 설비, 스프링클러 등 자동제어 											
관수를 위한 설비, 관수 제어											
관제부											
<ul style="list-style-type: none"> ■ 관정시스템화, 원격제어 ■ 실시간 모니터링 기반, 현황 정보 수집 및 상태감지 ■ 이상, 오류감지 및 경보알람 ■ 개별관제 DB화된 정보 중앙관제 시스템 전송 											
개별관제, 중앙관제 시스템											

다. 연구개발 대상 및 기술 개요

1	IoT 기반, 농업용 관정 제어 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ■ IoT 기반, 다수의 관정 상호 간 지하수 양수를 조절 ■ 작물 수분스트레스 측정에 기반 농업용 관정 제어 시스템 개발
2	농업용 관정 제어 시스템 구현 및 스마트 농업 적용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 농업용 관정 제어 시스템 구현 및 용수수용에 대응하는 제어, 시험 ■ 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안), 시공(안), 운전매뉴얼
3	노지 스마트팜 지하수 공급에 실용화 도모	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제주특별자치도 농업기술원 전문 자문 및 협력네트워크 구축 또는 3차년도 등 연구참여를 통한 실용화 방안 강구

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

1단계

1차년도 (2020.04.29.~2020.12.31.)

가. 실증사이트 #1 구축 및 스마트 농업시설 설비 구축

① 실증사이트 #1 재배농가 개요 및 현황

■ 실증사이트 #1 (이하 #1 신엄리)

- 1차년도 실증사이트였던 농업회사법인 주식회사 길영농원의 재배지역인 제주시 애월읍 신엄리 2437일대 선정

[표 1] 농업법인 길영농원(채소재배 농가)

  	
	면적 및 개요
	농가 재배면적 3000평 가량 중, 1500평 실증사이트 구축
	재배작물
	비트, 브로콜리, 단호박, 양배추, 적양파, 초당옥수수 등 채소 및 작물 재배

② #1 신엄리 인근 농업용 관정 및 지하수 조사

■ #1 신엄리 인근 농업용 관정 현황 및 선별

- F-448(옛저리 관정), F-139(오동밭 관정), F-10(자운당 관정), D-47(용마루 관정), F-318(제와니 관정) 등 총 5개 인근 농업용 관정 조사
- 신엄리사무소에서 관리하는 관정 수리계를 통해 농업용 관정별 불량, 파손, 누수, 노후화 등 점검 및 수리현황 파악

③ 실증사이트 주요 관정 선정과 설비, 센서, 관정관리 계획 수립

■ #1 신엄리 주요관정 선정

- 인근 농업용 관정은 총 5개로 주요 관정 선정을 위해 관정별 점검요소 등을 체크리스트화 하였으며, 현장 실태조사를 실시
- 현장 실태조사와 수리계를 통해 실증 대상농가 인근 농업용 관정 중 가장 활용성이 높고 직간접적으로 연계되어있는 오동밭관정을 주요 관정으로 선정

나. #1 신엄리 농업용수/지하수 활용분배를 위한 시스템 설계 및 개발

① 농업용 관정 지하수위, EC, 수온 등 지하수 상태모니터링을 위한 계측센서 선정 및 설치

■ 지하수 계측 센서 설치 위치

- 오동발 관정에 지하수 관측 센서를 삽입하여 관정 내 지하수위, 온도, EC 등 지하수 환경 계측을 진행하려 하였으나, 관정 관리의 주체가 명확하지 않아 센서 삽입에 대한 협의 과정에 어려움이 있었고 신엄리사무소에서 협의를 통해 최종 착수 일정을 12월 1일로 진행

② #1 신엄리 기 구축 설비

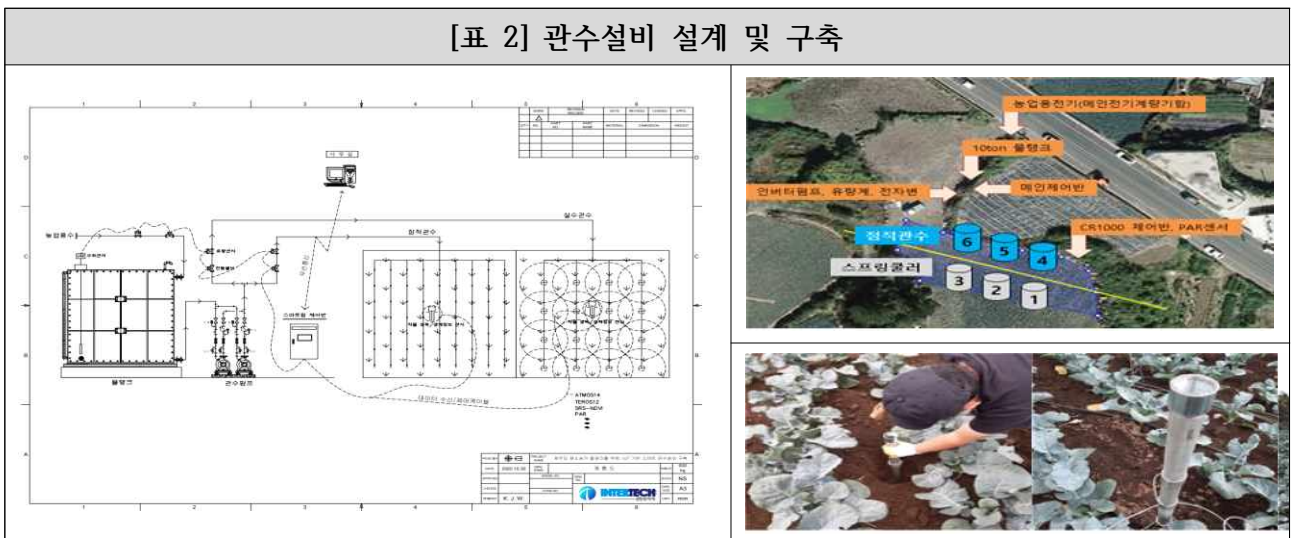
- 지하수 관정 기반, 관수 배관은 기 설치되어 있었으며, 스프링클러를 통한 살수관수를 사용하고 이외 관수관리를 위한 물탱크 및 전기, 펌프 등의 시설은 실증사이트 #1. 내 미설치
- 효율적 물관리를 위해 농업용 지하수 관정 관리는 물론 실증사이트 노지환경에 적합한 노지 스마트 관수관리 적용이 필요시 됨

③ 실증사이트 효율적 관수관리를 위한 전기공사 및 관수설비 설계·구축

■ #1 신엄리 농업용수/지하수 활용 분배를 위한 환경조사 및 관수설비 설계

- #1 신엄리 관수공급 및 제어, 운영을 위해 2020년 11월 19일 전기인입공사 실시
- 실증 농가 대상의 노지환경 및 토지 수분함수율 측정 기반의 효율적 물관리를 위한 스마트 관수설비 설계 수행
- 실증 농가에 물탱크를 설치하여 기존의 관수방법인 수위차를 이용해 용수를 저장하고, 농가로 공급되는 관수라인 앞단에 인버터 펌프를 설치하여 물탱크에 저장되어있는 용수의 용량을 고려하여 대상작물에 관수를 진행할 수 있도록 설계 및 구축 진행

[표 2] 관수설비 설계 및 구축



■ #1 신엄리 효율적 관수설비 구축을 위한 점적살수 설비적용 및 비교분석

- 실증 농가를 대상으로 설계된 관수설비를 구축하였으며, 점적살수 기법을 적용하여 물 절약과 함께 효율적인 농작물 생육 기대
- 효율적 관수관리 방안 체계 구축을 위한 노지채소 재배지 환경분석을 실시하였으며, 실증 농가에 대한 열화상 촬영 이미지 활용

다. IoT 기반, 지하수 관정 환경계측 및 실시간 모니터링 연계

① 지하수 관측소(JM신업) 지하수위, 전기전도도, 온도 등 센싱 및 계측

- 오동밭 관정과 약 20m 가량의 거리에 위치한 JM신업 관측소에서 2019년 12월~ 2020년 11월 계절별 지하수 환경(지하수위, 온도, 전기전도도, 센서내부기압, 대기압 등) 분석
- 혹시 모를 지하수 염수 침투를 확인하기 위해 관정에 전기전도도(EC) 측정 장치를 설치하여 지하수의 염수 함유 유무를 실시간으로 확인
- 관수 공급 및 제공을 위한 #1 신업리 양수량 및 관로 수압 센싱
- 12월, 관정 내 지하수 계측 센서 설치 이후 관정별 양수량을 계측하여 농가 사용량 및 누수량 파악이 가능할 것으로 기대
- 또한, 실증농가의 관로 상태 확인 결과 밸브 고장 및 누수에 따른 수압 및 농업용수량이 적어 수리를 진행

② ㈜인터텍 지열냉난방시스템 관측지열공(김순일 농가) 지하수위, 전기전도도, 온도 등 센싱 및 계측

- 김순일 농가 관측지열공은 ㈜인터텍에서 분산전원 활용기반, 제주도 맞춤형 지열냉난방시스템을 감귤하우스에 적용한 지열공으로 협의 중인 신업리 관정에 지하수 상태 측정을 위한 모의테스트를 실시

[표 3] JM신업 관측소 및 김순일 농가 지하수 관정 환경 계측

 <p style="text-align: center;"><JM신업 관측소></p>	 <p style="text-align: center;"><김순일 농가></p>
지하수 관정 환경 계측 요소	지하수위(EL, GL), 온도, 전기전도도, 센서내부기압, 대기압 등


③ 지하수 계측센서 설치(도련 농가)지역 기상 환경 분석

- 지하수 계측센서 설치(도련 농가)지역 인근 외부기상 자료 수집
- 제주지방기상청 대흘 AWS 자료 수집 및 분석을 통해 평균기온, 최고기온, 최저기온, 강수량, 상대습도, 평균풍속 등 측정
- 지하수 관정 환경계측 데이터 DB화 및 모니터링시스템 구축 계획 마련
- IoT 기반, 데이터 수집 및 모니터링시스템 구축
- 위치별, 기능별, 장비별 실시간 상태 계측자료 수집 및 DataBase화
- DB시스템 및 자료처리, 통계 등 데이터베이스 구축 및 서버에 저장


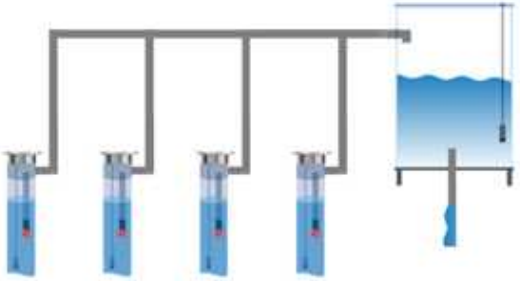
라. 관수제공 및 관수량 조절을 위한 수중모터 제어 인버터 적용

① #1 신업리 노지채소 재배지에 관수제공 및 관수량 조절을 위한 수중모터 제어 인버터 적용

■ 관정 관수량 조절을 위한 인버터 적용

[표 4] 관수량 조절을 위한 인버터 시스템	
	기존방식
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수중모터(양수) → 물탱크(저장) → 자동펌프(가압) ■ 전기 컨트롤 박스 ON/OFF 수동 조작 ■ 지하수위 변동에 따라 유량차이가 심함



인버터 제어방식 : 수중모터(양수->가압)	다수의 관정 제어방식 (인버터 제어방식)
 <ul style="list-style-type: none"> ■ 일정량의 농업용수를 자동제어 공급 ■ 에너지 절감효과 (기존 대비 약 30~40%) ■ 시공비 절감 탁월함 ■ 쉽고 간편한 설치가 가능함 ■ 지하수량이 충분하다면 물탱크가 필요없이 사용 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ 일정량의 농업용수를 저류조에 저장하여 다수의 농가에 좀 더 안정적인 농업용수 공급이 가능함 ■ 공공 관정의 경우 다수의 농가에서 동시에 양수가 필요한 기간이 많으나 일일 양수 허가량이 있어 저류조에 농업용수를 저장 및 관개 스케줄링이 가능함

■ #1 신업리 관정 제어방식

- 본 사업에서는 '관정(공급) - 제어 인버터 - 고가수조(수요)'인 관정 시스템을 '농가 물탱크(공급) - 제어 인버터 - 관수 설비(수요)'인 농가 관수 시스템을 동일한 시스템으로 판단, 관정의 효율적인 운영을 위해서 실증 농가 재배작물의 필요 관수량과 물탱크의 용량을 고려한 제어 인버터 방식의 관수 운영을 진행

② 친환경 전력공급방식 자급 실현

■ 농업용수 및 지하수관정 상부보호공 친환경 전력공급 도모

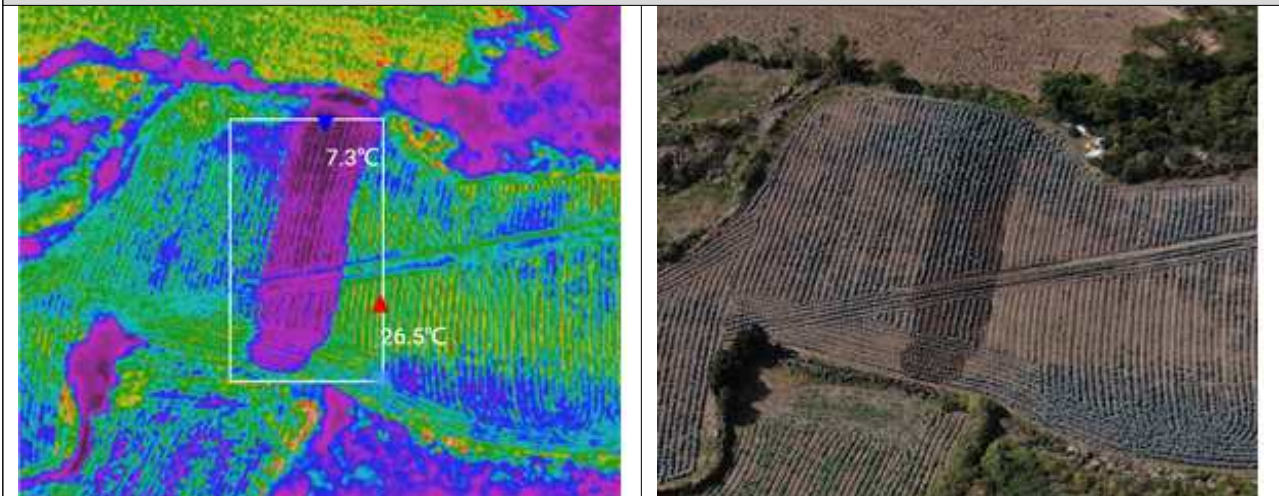
- 농업용수 및 지하수관정 상부보호공 설치지역 상단에, 지하수 상태 모니터링 측정을 위한 데이터 센서 로거 및 제어함을 설치하고 상부에 태양광 등 친환경 재생에너지 설비를 설치하여, 전력을 생산·활용하는 등 에너지 자급 도모

마. 수분스트레스 측정 기반, 작물의 생육상태 모니터링

① 수분 스트레스 측정

- 채소농가재배 작물의 작물스트레스 측정을 위한 드론 & 적외선 측정 기반, 상태모니터링
 - 본 1차년도에는 열화상 카메라를 이용해 대상 작물 외관부 엽온의 시공간 변이를 분석하고 수분 스트레스를 측정하여, 이를 통해 관수의사결정에 기여
 - 따라서, 열화상카메라를 이용한 작물 수분스트레스 진단을 위해 드론을 활용하여 실증사이트 #1. 재배지 촬영을 진행
 - 브로콜리 정식(9월) 후 관수를 진행할 때 미관수 구역을 선정하여 관수, 미관수 2개의 그룹으로 나누어 드론 및 열화상카메라를 이용하여 엽온과 기온의 차를 통해 작물 수분스트레스를 측정 및 비교하였으며, 관수 구역의 엽온은 7.3°C로 기온에 비해 13.7°C 낮았고 수분함량은 미관수 구역이 관수 구역에 비해 54.3% 낮은 것으로 확인

[표 5] 수분스트레스(열화상) 측정



- 현재 실증 농가의 관수방식은 스프링클러를 활용한 방식으로 모든 작물에게 골고루 관수가 되는 곳과 이를 제외한 스프링클러의 중앙 부분 등 물이 가지 않는 범위의 차이가 확연히 가시화
- 충분하고 적절한 관수가 필요한 농업 측면에서 이와 같은 관수설비는 생육 발달에 직·간접적인 영향을 미쳐, 생육의 발달은 물론 품질적으로도 큰 차이를 보이는 등의 한계 존재하기 때문에 각 농작물별 필요 관수량을 관수 할 수 있는 관수설비 적용 필요

② 수분스트레스 관측기간 동안의 기상환경

■ 드론 촬영기간 동안의 기상환경 조사

- 채소농가재배 작물의 작물스트레스 측정을 위해 드론촬영을 진행하였으며, 드론촬영 당일을 포함하여 -1일, +1일의 시간별 기상환경을 조사
- 드론 촬영은 10월 17일, 10월 29일, 11월 4일 총 3차례에 걸쳐 진행되었고, 조사한 기상요소는 평균기온, 평균풍속, 강수량, 상대습도의 4가지 요소이며, 기상청의 애월 AWS 관측지점 시간별 데이터를 활용
- 추가로 토양환경 조사를 위해 농업기술원의 신엄리 관측지점의 일별 자료를 동일한 기간에 대해 조사하였으며, 조사 항목은 평균기온, 최고기온, 최저기온, 상대습도 등 요소에 해당

바. #1 신엄리 노지채소 재배지 환경 분석

① #1 신엄리 지리적 환경 분석

■ 지리적 환경

- 실증사이트인 길영농원은 주변에 높은 지형은 없고 약 700m 거리에 바다가 위치하고 있는 지역적 특성을 가지고 있으며, 용도로는 '자연녹지지역'에 해당

■ 기상 환경

- 기상 데이터는 기상청 기상자료개방포털과 농업기술원의 제주특별자치도 병해충방제정보시스템을 통해 실증농가 인근 지역의 기상데이터를 수집
- 기상자료개방포털을 통해 실증농가와 가장 가까운 지점인 애월(이격거리 약 3.5km)의 데이터를, 병해충방제정보시스템을 통해 신엄리(이격거리 약 388m) 지점의 데이터를 수집하였으며, 데이터 수집 기간은 2020년 1월 1일부터 2020년 11월 17일까지에 해당
- 기상청과 농업기술원에서 관측된 기상요소 중 중복되는 기상요소의 연평균 데이터를 정리하여 아래 표로 정리하였으며, 애월과 신엄리 지점의 관측 결과는 대부분 비슷한 수치로 확인

연평균	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	일강수량 (mm)	순간최고풍속 (㎞/시)	평균풍속 (㎞/시)
기상청	17.0	20.3	13.7	3.6	8.7	3.2
농기원	16.5	20.6	12.5	3.9	8.9	1.8

② #1 신엄리 재배지 토양 환경 분석

■ 토양 환경

- 실증사이트의 토양환경 분석을 위해 실증사이트에서 가장 이격거리가 짧은 농업기술원 신엄리 지점 데이터를 수집하여 토양환경을 분석
- 농업, 농작물의 생육과 관련이 높은 초상온도와 토양온도, 토양수분의 2020년 1월 1일부터 2020년 11월 17일까지의 연평균 데이터를 확인
- 평균초상온도는 17.4°C, 최저초상온도는 13.7°C였으며, 평균토양온도는 18°C, 최고토양온도는 19.3°C, 최저토양온도는 16.9°C를 기록하였고 평균 토양수분 함유량은 32.7%로 분석
- 이처럼 토양환경과 농작물이 갖는 밀접한 연관성 때문에 초상온도 및 토양온도 분석과 실시간 모니터링을 통한 주기적인 관리가 필요

연평균	평균초상온도 (°C)	최저초상온도 (°C)	평균토양온도 (°C)	최고토양온도 (°C)	최저토양온도 (°C)	평균토양수분 (%)
농기원	17.4	13.7	18.0	19.3	16.9	32.7

■ #1 신엄리 토양 성분 검정

- #1 신엄리의 토양을 5~10개 지점에서 겉흙을 1~2cm 정도 걷어낸 후 10~15cm 정도 옆면 작토부위의 흙을 채취하였으며, 제주농업기술센터에 토양검정을 의뢰
- 검정 결과 전반적으로 생산력이 높은 농경지로 토양관리가 용이하나, 토양 pH가 낮아 작물 생육이 저조할 수 있어 작물 재배시 유의 필요

사. #1 신임리 작물별, 생육단계별 필요관수량 추정

① #1 신임리 재배작물 및 작물별 재배기간

- 본 실증사이트의 작물별, 생육단계별에 대한 관수는 토양수분센서 및 온도값에 따라 제어가 가능하며, 재배작물의 관수에 따른 수분함량 등을 분석하여 관수시기를 결정
- 또한, 물관리는 생육시기별로 달리해야 하며, 토양특성과 수확기 작물 기준을 고려하여 관수기간과 관수량을 결정 요구

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
겨울비트	수확											
여름비트		파종		정식	관수	수확						
겨울브로콜리								파종	정식	관수		수확
밭 관리			흙 관리	밀 비료	웃 비료		흙 관리		밀 비료		웃 비료	
비고	• 2021년 재배예정 채소작물 : 비트, 브로콜리, 콜라비											

- 1차년도 대상, #1 신임리의 노지채소작물은 약 3000평 가량을 재배하고 있는 브로콜리를 대상으로 작물별, 생육단계별 재배방법과 관수관리에 대해 조사, 분석

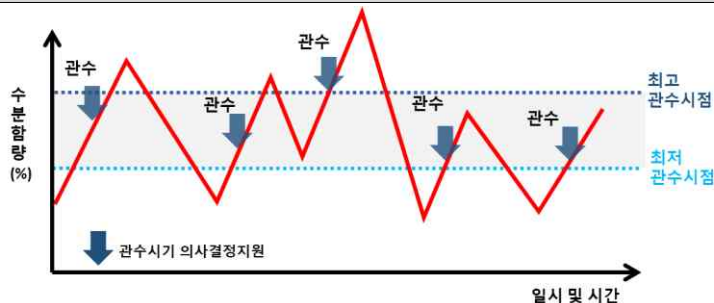
② #1 신임리 재배작물의 생육단계별 필요관수량 추정

■ 사업기간 재배작물 종류 및 생육단계별 필요관수량

- 수분스트레스 측정 및 노지채소 재배의 관수모델링을 구현하기에는 3년이라는 시간이 부족한 것은 사실이지만 건강한 녹색 채소로 각광받고 있음에도 불구하고 실제적인 관수관리, 시비방법 등 체계화가 미흡한 실정으로 본 연구를 통해 농업기술원과 협업하여 연구 및 기술축적, 기존의 노지 채소 외 일부 소외된 작물의 수분스트레스 및 관수 관리방안 확보에 기여할 예정

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
재배방법								파종	정식			수확
관수									관수		수분 스트레스	
비고	• 브로콜리 관수 : 9/12~14, 9/28, 10/5, 10/19 • 브로콜리 수분스트레스 기간 : 11월											

관수시기 의사결정지원



아. 시설 용배수로 현황 조사 및 이를 고려한 농업용 관정제어 적용방안 모색

① #1 신엄리 인근 농업용 관정 및 체크리스트

■ 주 활용 농업용 관정과 용배수로 현황 조사

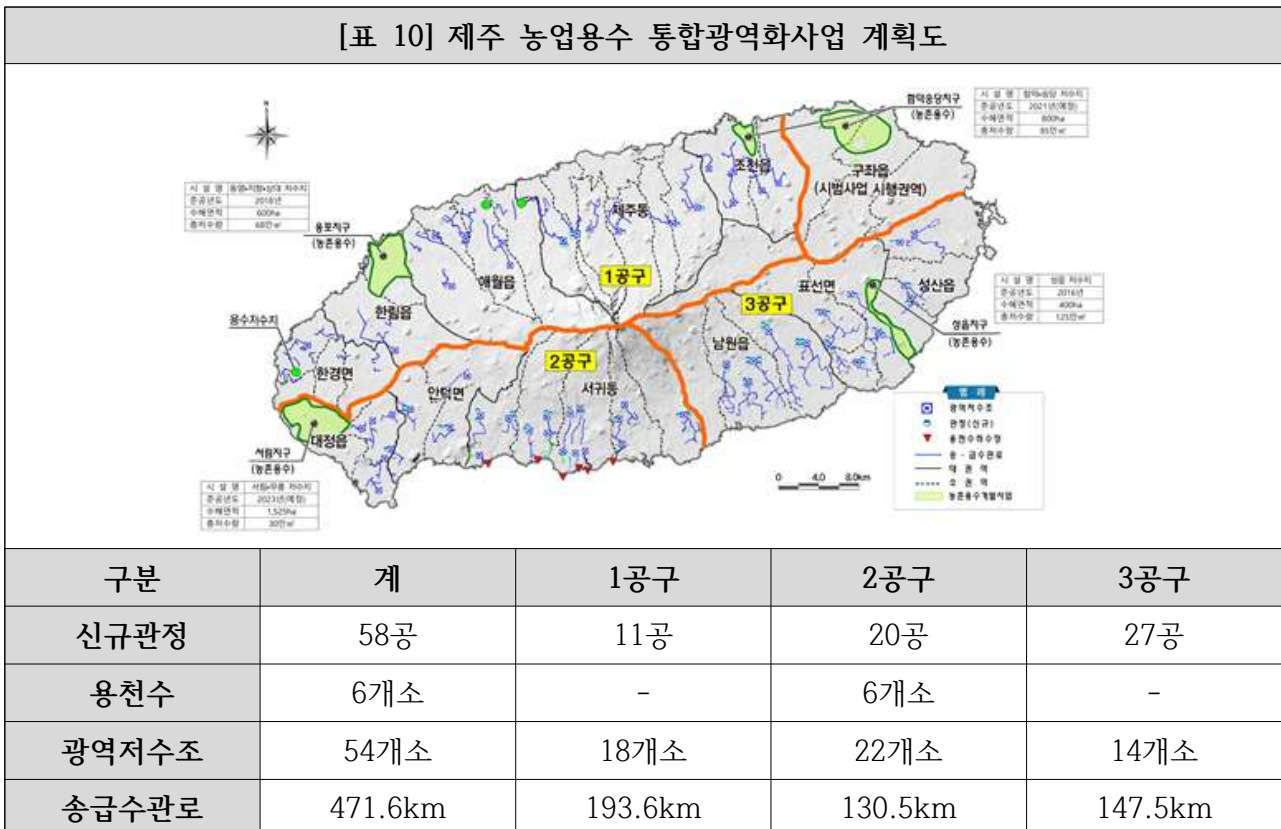
- 현재 신엄리 인근 5개의 관정을 약 500개의 농가가 사용하고 있으며, 관정끼리 병렬형태로 연결되어 있어 각 관정별 취수량 및 사용량을 확인할 수 없는 상태
- 또한, 신엄리수리계는 1년 단위로 적산유량계를 사용하여 농가별 농업용수 사용량을 계측하고 있어 월별 사용량을 파악하는데 어려움이 존재
- 각 관정에서 농가로 공급되는 관로는 일부 지면에 일치하거나 지표에 노출되어 있어 파손위험이 높고 관로 및 장비 등의 노후화로 인해 용접부 및 배관 연결부의 누수가 잦으며, 실제 신엄리수리계에 따르면 올해에만 누수 수리건이 15번으로 확인
- 관정을 효율적으로 운영하기 위해서는 관로 및 시설 등의 관리가 이루어져야하며, 선제적으로 농업용수 수요처인 각 농가의 재배작물에 따른 필요관수량(수요량) 파악 필요

② 신엄리 일대, 농업용 관정 신규설비 조성 계획 및 용배수로 관리계획안 정리

■ 제주농업용수 통합광역화사업

- 제주도 전역 농업용수에 대하여 관수로를 이용한 통합 광역체계 구축 및 관리체계를 재편하여 근본적인 물부족 문제를 해결하기 위한 사업으로 제주특별자치도와 한국농어촌공사 제주지역본부가 시행
- 2020년 10월에 선포된 지자체가 시행하는 사업계획은 오는 2024년까지 각 지역마다 통합 광역화 급수체계를 계획하고, 광역저수조를 설치하여 농업용수 공급체계를 광역화하며 기존의 농업용 관정의 효율화를 도모하고, 용배수로를 설치하는 등 가뭄이나 급수시기에 선제적으로 대응 필요

[표 10] 제주 농업용수 통합광역화사업 계획도



자. #1 신임리 재배작물의 생육 및 복합환경모니터링 기반 관수관리 방안 도출

① 재배작물의 생육 및 복합환경모니터링 기반, 계측 데이터 분석

- 실증농가 재배작물의 필요관수량 추정을 위해 #1 신임리에 토양수분센서(온도, 습도, EC), 온·습도센서, 광량센서, NDVI센서를 설치하여 농가에서의 경험적 관수와 설치한 센서에서 계측되는 데이터를 분석

② 복합환경모니터링 기반 관수관리방안 도출

- 작물의 수분스트레스, 병충해 스트레스 등 각종 복합환경에 따른 스트레스 정보를 수집하고, 데이터화하기 위해 토양수분센서 측정에 기반한 토양함수율을 측정
- #1 신임리 채소재배지역의 최근 기상현황 및 지하수 부존량, 관개량 등을 조사 분석하고, 재배지역의 토양, 기상환경, 병충해 발생현황 등 각종 작물스트레스 정보를 수집
- 대상작물의 영양생장 혹은 생식 생장을 강화, 병충해 방제 실시 등 의사결정지원

■ 복합환경모니터링 기반, 농가의 관수관리방안 가이드(안) 제작

- 토양의 수분, 기온 등 외부환경요인만을 기반으로 양수를 하는 것은 작물의 종류, 생육시기마다 작물이 필요로 하는 양수량과 상이할 수 있음. 이에 작물에 최적화된 관수 관리를 위해 재배되는 생육환경 뿐만 아니라 작물의 종류, 생육 상태를 기반으로 한 관수제어 기술이 필요
- 관수모델링의 바탕으로 기계적 관수 손실 및 제어의 고도화를 통한 최적 관수
- 데이터 분석을 통하여 관수모델링을 계산하고 이에 따른 대상 작물의 물 요구량을 산출
- 또한, 관수 설비에 있어 파이프에서의 압력 손실, 관수 펌프의 적정용량을 통한 관수 적정성 확보

■ 농가 관수관리 및 농업용 관정제어 효율화를 위한 제언사항 도출

- 농업용 관정실태, 농가의 현장 목소리, 농업용관정 용배수로 현황, 농가 재배지역 관수량 등 당해연도 연구개발 결과를 바탕으로 통합관리방안 및 제언사항 도출

■ 협력네트워크 구축 및 농가 관수관리 매뉴얼 제공

[표 11] 협력네트워크 구축 및 농가 관수관리 매뉴얼

대한환경공학회 참석	신임리·제주도청 협력네트워크 구축을 위한 미팅	관수관리 매뉴얼
		

- 농가 및 본 컨소시엄, 제주도 농업기술원의 협업 네트워크 구축을 통해 농업용 관정설비, 기술 보다는 노지채소 작물별 생육재배 방법, 관리, 관수관리 방안 등의 재배기술, 관수관리방법을 중심으로 전문자문 및 교육자료 배포, 회의 등을 진행 예정

가. #1 신엄리 실증 운영

① #1 신엄리 재배농가 개요 및 현황

- 1차년도 실증사이트였던 농업회사법인 주식회사 길영농원의 재배지역인 제주시 애월읍 신엄리 2437 일대를 대상으로 실증 운영을 실시
- #1 신엄리에서는 1차년도 기준 브로콜리를 재배하였으나, 2차년도에는 비트 작물을 생산

② #1 신엄리 추가 관정 선정 및 설비, 센서, 관정관리 수행

- 실증사이트 주요 관정 선정과 현황
- 1차년도에 현장실태조사와 수리계를 통해 실증 대상농가 인근 농업용 관정 중, 가장 활용성이 높고 직간접적으로 연계된 오동밭관정을 선정하였고, 이와 함께 2차년도에 추가로 자운당관정을 주요 관정으로 선정하였으며, 일부 노후된 시설물에 대한 장비 교체와 점검을 진행

[표 12] 2차년도 최종 선정 관정 위치도

	실증사이트 #1 신엄리
	제주시 애월읍 신엄리 2437-1
	F139 오동밭 관정
	제주시 애월읍 신엄리 2307-1
	F-10 자운당관정
	제주시 애월읍 신엄리 3127-3

- 자운당관정 현장실태조사를 통한 점검 수행 및 센서 설치
- 2차년도 추가 확장한 자운당관정 현장실태조사를 통해 자운당관정의 현 상태를 점검 및 확인하였으며, 점검을 통해 지하수 센서를 투입하여 설치
- 지하수 관측소(자운당 관정) 지하수온도, 전기전도도, 수압 등 센싱 및 계측 진행

③ #1 신엄리 관정 자동제어 시험 적용

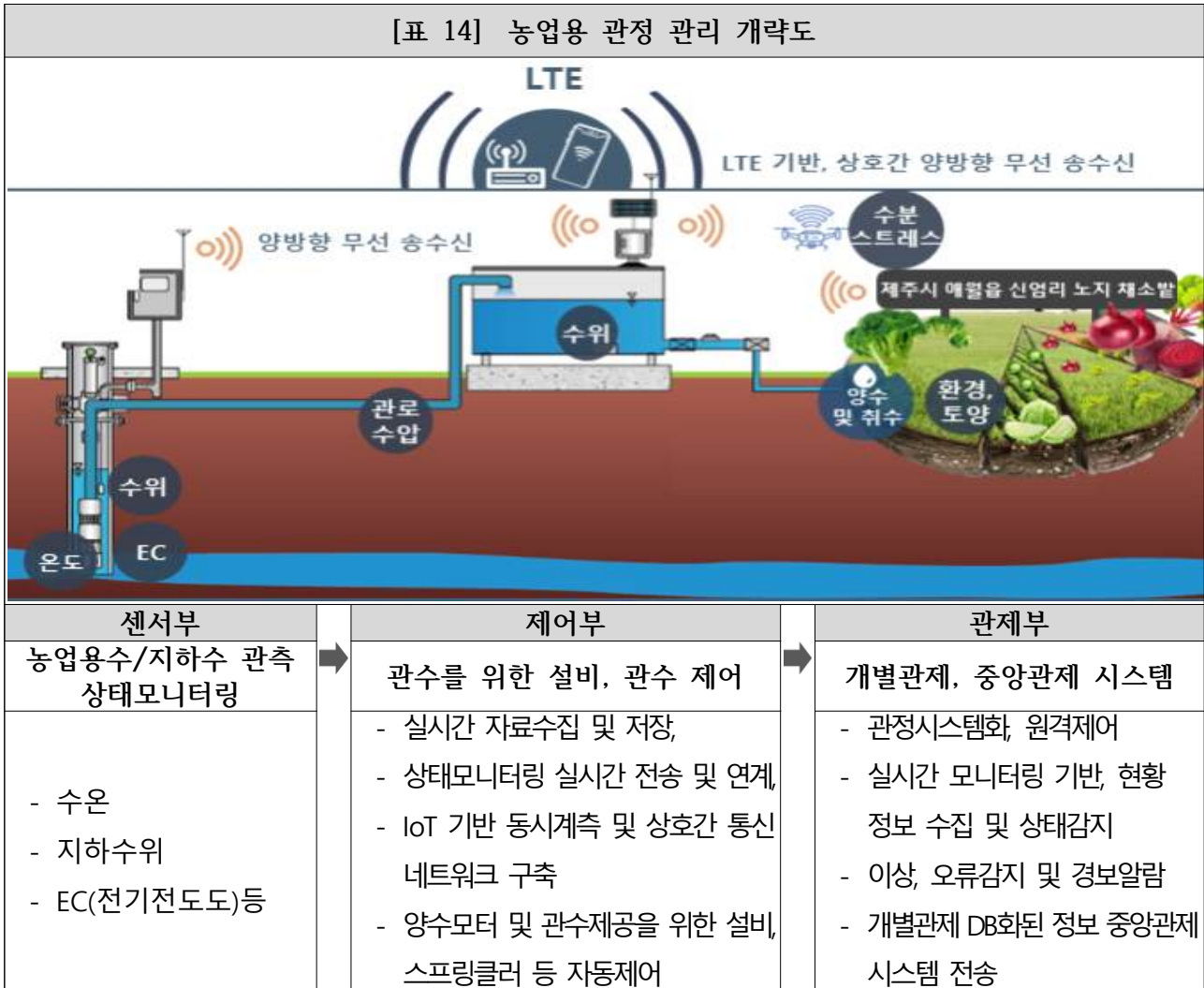
- #1 신엄리 관정 자동제어 시험 운영
- 관정 자동제어 프로세스를 정립하고 시험 운영을 실시하였으며, 관정 제어 시스템 및 관리자용 모니터링 시스템을 개발하여 적용

[표 13] #1 신엄리 관정 자동제어 시험 적용



■ 농업용 관정 체계적 관리계획 수립

- 센서부, 제어부, 관제부로 관리체계를 수립 및 구성하여, 관정의 제어 및 관제 시스템화를 구축
- 센서부는 농업용수 및 지하수 관측 상태 모니터링을 위한 관정의 지하수위, EC, 수온 등의 센서를 설치하고 실증사이트의 관수를 위한 설비를 통해 관수 제어를 수행하여, 실시간 모니터링이 가능한 관제 시스템을 개발하여 적용하는 제어부와 관제부로 연결



④ #1 신엄리 계측 데이터 분석

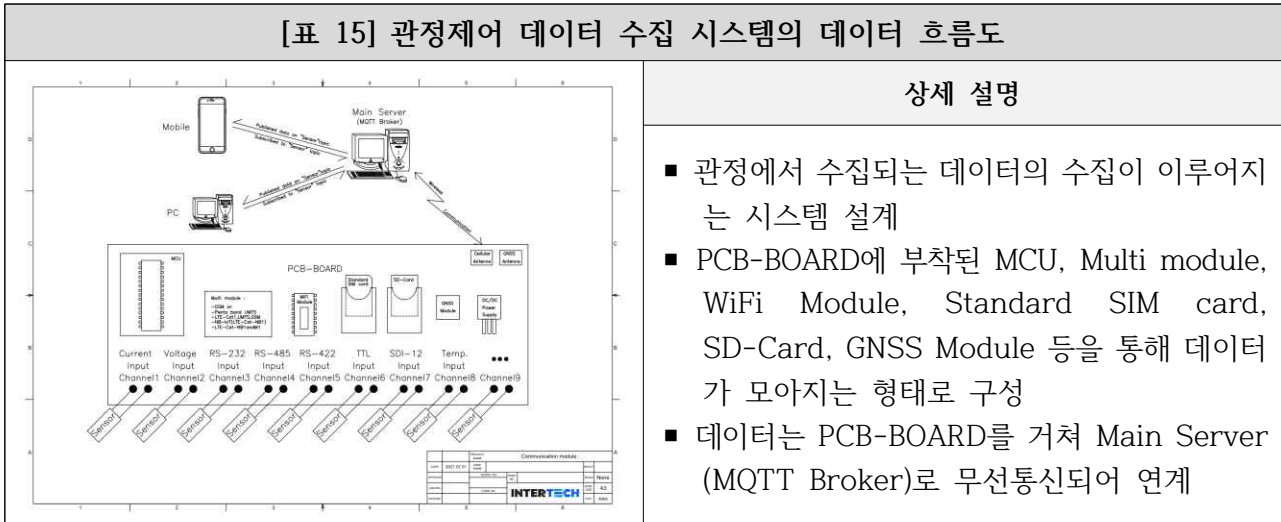
- #1 신엄리 대상으로 측정한 기상 및 토양 계측 데이터 분석을 수행
- 데이터 수집 기간은 2020년 10월부터 2021년 7월까지이며, 8월 이후에는 농가 정리 및 밭 비료 작업 등의 이유로 센서 철거 진행
- 측정한 기상데이터는 수증기압, 기온, 상대습도로 토양데이터는 토양 수분과 온도, EC로 각각 3가지 요소에 해당하며, 실증사이트 내 총 6곳의 지점에서 측정한 데이터의 평균을 통해 분석
- 수증기압 평균은 1.32kPa로 일반적인 기준 기압인 2.3kPa와 비교했을 때, 낮은 값을 보였으며 기온과 상대습도는 해당 지역의 일반적인 값으로 분석
- 토양수분은 21.85%로 계절적 차이가 크지 않았으며, 토양온도는 기온과 비슷한 수치로 확인
- 토양 EC의 평균은 0.05로 분석되었는데, 일반적인 토양EC의 기준은 0~2dS/m로 모든 작물이 생육 가능한 범위에 해당하고 있음을 확인

나. #1 신임리 관정 제어 시스템 설계 및 개발

① #1 신임리 관정 제어 데이터 수집 시스템 설계

- #1 신임리 농가에 적용한 오동발, 자운당 관정을 대상으로 관정제어를 수행하기 위한 데이터 수집 시스템의 설계를 수행
- 초기 구상한 관정 제어 시스템의 데이터 흐름도 설계(안)을 기반으로 실증 관정에 적용 가능한 시스템을 설계

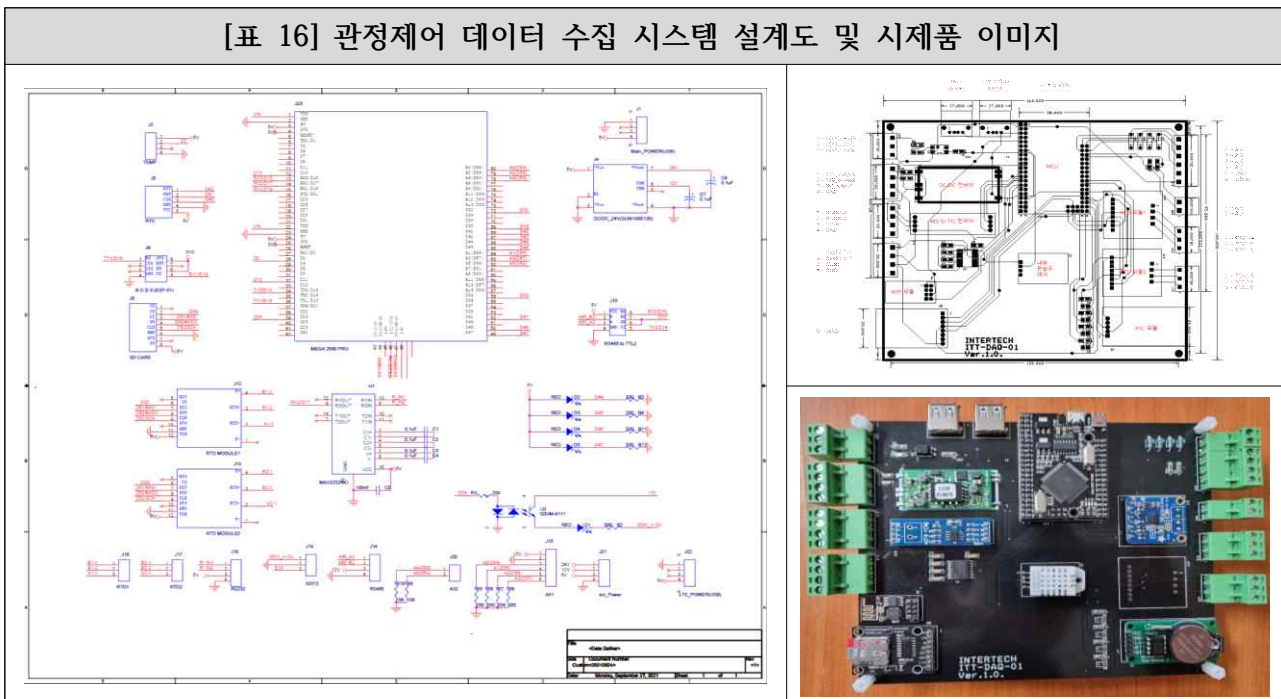
[표 15] 관정 제어 데이터 수집 시스템의 데이터 흐름도



② #1 신임리 관정 제어 데이터 수집 시스템 개발

- 설계한 시스템 설계도를 기반으로 데이터 수집 시스템을 개발하였으며, 초기 설계도를 기반으로 필요한 요구사항을 정리, 이에 대한 시스템을 개발
- 정의한 설계 요구사항에 대한 상세 설계를 진행하였으며, MCU/입력포트/데이터 저장/와 이파이 모듈/ 전원부로 크게 구분하여 진행
- 요구사항 및 상세 설계에 맞춰 관정 제어 데이터 수집 시스템을 설계하였으며 총 3가지 버전의 설계 보안을 거쳐 최종안 도출

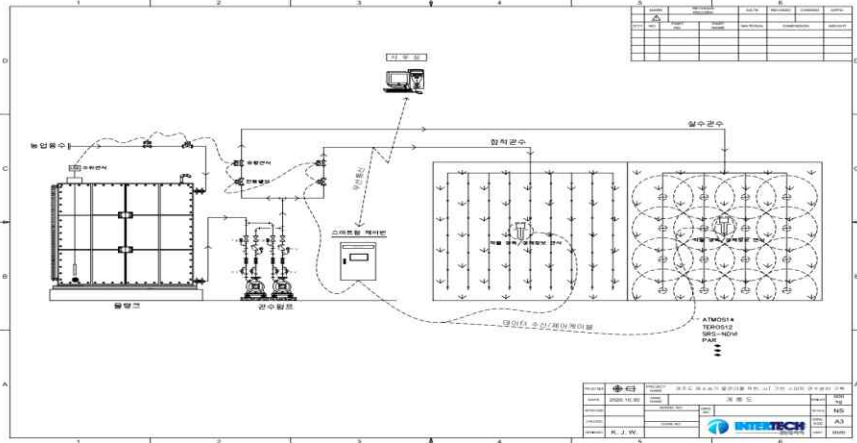
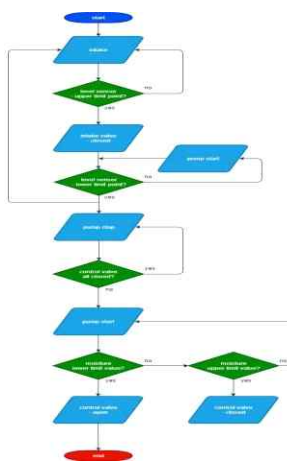
[표 16] 관정 제어 데이터 수집 시스템 설계도 및 시제품 이미지



③ #1 신엄리 관정 제어 시스템 개발

- 1차년도 수행했던 실증농가 대상의 노지환경 및 토지 수분함수율 측정 기반의 효율적 물관리를 위한 스마트 관수설비 설계를 토대로 관정 제어 시스템을 개발
- 현재 농업용 관정 자체를 활용할 수 없는 문제가 있어, 각 농가에 설치되어 있는 물탱크의 레벨 센서를 통해 관정으로 갈음, 실증사이트 대상의 관수제어를 수행
- 기존 실증 농가의 관수 방법은 관정에서의 수위차로 공급되는데, 해안가로 갈수록 수압이 약해져 주변농가에서 동시에 관수를 할 때 실증 농가와 같은 저지대에 위치한 농가의 경우 충분한 관수를 진행할 수 없는 상태
- 경쟁력 있는 작물 재배를 위한 농가별 필요관수량의 증가와 관수관리가 필요하게 되었으며, 이에 따라 농가별, 작물별 필요관수량을 조사하고 그에 맞는 스마트 관수설비 구축으로 관정 시설의 효율적인 이용과 관리는 물론, 기상요인에 따라 작물 재배에 대해 관수가 집중·편향되는 문제 함께 해결 가능
- 따라서, 실증 농가에 물탱크를 설치하여 기존의 관수방법인 수위차를 이용해 용수를 저장하고, 농가로 공급되는 관수라인 앞단에 인버터 펌프를 설치하여 물탱크에 저장되어있는 용수의 용량을 고려하여 대상작물에 관수를 진행할 수 있도록 설계
- 설계한 관수 설비를 통해 관수 제어 시스템을 개발하였으며, 실증 농가 농가주와의 협의를 통해 농가 맞춤형으로 적용한 프로세스에 따라 실증사이트 관수제어가 진행

[표 17] 실증사이트 농업용수/지하수 활용 분배 관수설비 설계 및 관수제어 프로세스

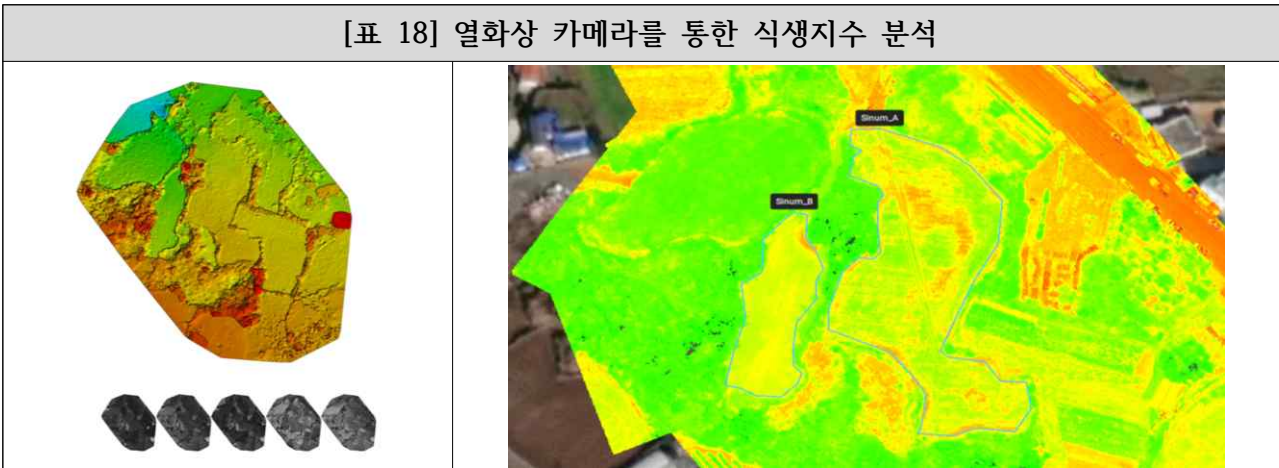
<p>관수설비 설계</p>			
<p>관수제어 로직 및 프로세스</p>	<p>STEP 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 취수시간(야간으로 설정) 중 레벨센서를 통해 측정된 수위가 상한점에 도달할 경우 취수밸브 닫힘 - 취수시간은 예를 들어 20시부터 매일 4시로 설정(주변농가 물사용 겹쳐 물부족현상 방지) 	
<p>STEP 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 펌프를 이용한 관수 중, 탱크의 수위가 하한점에 도달할 경우 펌프의 작동을 멈춤 		
<p>STEP 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 스프링클러의 제어밸브가 모두 닫힘으로 되면 펌프 멈춤 - 제어밸브라도 열리면 다시 작동 		
<p>STEP 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 관수 설정시간(8시~18시) 중 설정시간(3시간) 간격으로 펌프가 작동되어 탱크에 저장된 물로 관수 - 레벨센서를 통해 측정된 수위가 상한점에 도달하지 않을 경우 취수밸브가 열리며 탱크에 물 저장 		

다. #1 신임리 실증 운영에 따른 설비 및 시스템 개선사항 도출

① #1 신임리 실증 운영

- 1차년도 실증사이트 #1 신임리 대상의 작물 수분스트레스 분석 결과, 점적관수의 토양수분함수율이 스프링클러보다 약 9% 정도 높은 수치를 보였으나, 실증 농가의 운영 방향에서 점적관수 방식을 적용하는 것이 농가의 방향과 차이를 보여 2차년도에도 스프링클러 방식을 적용
- 2차년도에는 다준분광 카메라를 활용하여 스프링클러를 적용하고 있는 실증 농가의 식생지수를 측정하였으며, 분석을 통해 수분 스트레스가 작물에 어떠한 영향을 미치는지 확인

[표 18] 열화상 카메라를 통한 식생지수 분석



② 실증 운영에 따른 설비 및 시스템 개선사항 도출

- 실증 운영 결과 점적관수를 적용한 방식이 더 높은 수분함수율을 보였지만, 해당 농가의 경우 작물의 재식거리를 짧게 하여 높은 출하량을 목적으로 하는 데 방향성을 가지고 있어, 2차년도에도 스프링클러 관수 방식을 적용
 - 실증 농가 관리자용 모니터링시스템 필요
 - 농가를 운영하는 관리자 입장에서의 모니터링시스템에 대한 필요성이 제기되었으며, 이 부분에 대한 보완을 위해 모니터링시스템을 개발하여 제공
 - 운영자용 시스템 오류 수정 및 기능 개선
 - 실증 운영 결과 1차년도 개발한 운영자용 시스템 내 일부 오류 발생과 데이터 응답속도 시간 등에 대한 기능 개선의 필요성이 있어, 오류 수정과 기능 개선 업데이트를 진행

[표 19] 시스템 개선 사항

실증 농가 관리자용 모니터링시스템	운영자용 시스템 오류 수정 및 기능개선
<p>지하수 관정 통합 모니터링</p>	<pre> <code> </code> </pre>

라. #1 신엄리재배작물 확대 및 관수제어시스템 고도화

① #1 신엄리 재배작물 확대 및 작물 재배기간

- 1차년도 브로콜리에 대한 운영을 진행하였으며, 2차년도에는 비트에 대한 실증 운영을 진행하여 비트의 시기별, 생육단계별 관수요구량을 산정
- 여름재배의 경우 기온이 낮은 고랭지 지역에서 이루어지며, 제주도의 경우 봄재배와 가을재배를 진행하나, 실증사이트 #1 신엄리의 경우 가을재배를 진행
- #1 신엄리가 위치한 제주도 지역의 경우 육지에 비해 기온이 높고, 농가주의 경험적인 요인이 반영되어 아래와 같은 생육과정을 거쳐 수확할 예정

[표 20] 비트 작물의 생리·생태적 특성 정리

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
비트 생육과정 (농촌진흥청)	봄재배						가을재배					
		밀거름 토양관리	파종	웃거름중경 제조		수확		밀거름	파종	웃거름중경 제조		수확
비트 생육과정 (실증사이트)							파종	정식		관수		수확

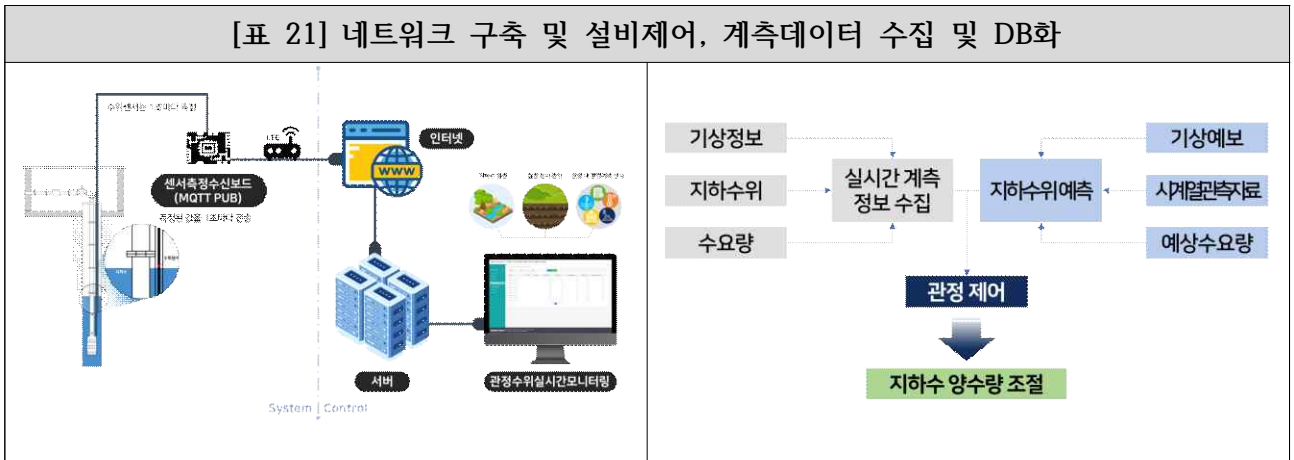
② #1 신엄리 재배작물의 생육단계별 필요관수량 추정

- 본 실증사이트의 작물별, 생육단계별에 대한 관수는 토양수분센서 및 온도값에 따라 제어가 가능하며, 재배작물의 관수에 따른 수분함량 등을 분석하여 관수시기를 결정
- 또한, 물관리는 생육시기별로 달리해야 하며, 토양특성과 수확기 작물 기준을 고려하여 관수 기간과 관수량을 결정하도록 진행

③ 관수제어시스템 고도화

- IoT를 이용한 관정 상호간 통신 및 LTE 등 무선통신망을 이용한 통신 네트워크 구축
- 지하수 양수량 조절까지 이루어지는 것이 가장 효율적인 관정 제어 로직이지만, 제주도의 지하수 제도상 불가능한 부분이 있어 농가에 설치된 제어 설비로 대신 진행

[표 21] 네트워크 구축 및 설비제어, 계측데이터 수집 및 DB화



- 관수제어시스템의 1차년도 개발내용을 바탕으로 2차년에 걸쳐 고도화를 실시
- 실증 농가 #1신엄리에 설치된 관수제어는 총 2식의 제어함을 통해 제어를 수행하였지만, 2차년도에 추가로 구축될 실증사이트는 1식의 제어함으로 변경하여 적용

④ 관수량 산출 및 관수 기준 분석

- 추가로 관수제어를 위한 관수 기준과 관수시기, 관수량 산출에 대한 내용을 조사하여 분석
- 관수방법에는 중력관수법, 기압관수법 등으로 구분할 수 있으며 관수효율의 경우 지표관수가 50~60%, 스프링클러 관수가 65~85%, 점적관수가 85~95%에 해당하지만, 계절적인 영향을 많이 받고 있어 겨울철에는 관수 회수와 양을 줄이는 방안을 적용할 필요가 존재
- 1회 관수량은 용적비와 관수 전의 토양 함수량, 근권 깊이, 관수효율 등으로 구성된 산정식을 주로 활용하고 있으나, 정밀한 관수량과 관수시기를 결정하기 위해서는 토양표면 증발량, 증발산량 등 고려해야 할 내용이 많이 존재

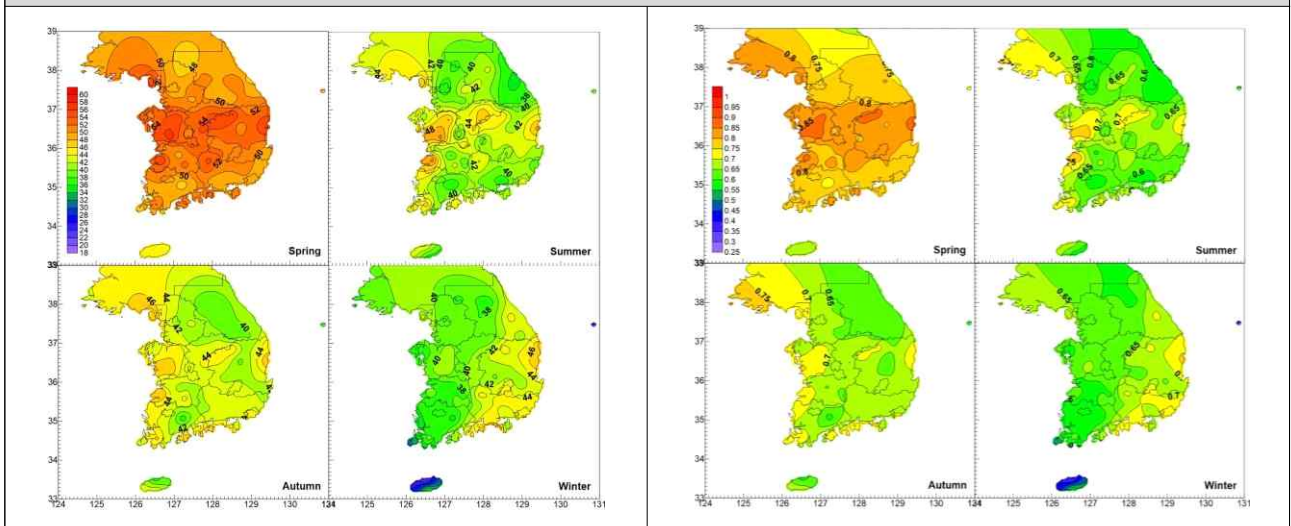
$$R = \{ (Fc - W) / 100 \} \times D \times E$$

R : 1회 관수량 / Fc : 포장 용수량(용적비) / W : 관수 전의 토양 함수량

D : 근권 깊이(mm) / E : 관수효율

- 우리나라의 30년 연평균 광도 데이터를 이용하여 계절별로 증산량을 비교한 연구결과에 따르면, 전반적으로 증산량은 봄(3- 5월)에 가장 높았으며 겨울(12-2월)이 가장 낮았고 여름에 비해 가을(9-11월)이 다소 높은 결과 수치를 표출
- 일조가 좋지 못하고 광주기 또한 짧은 우리나라의 겨울철 기후 특성 때문에(Blanke, 2007), 겨울이 사계절 중 작물의 증산은 가장 적었고 지역간의 편차도 크지 않았던 시기인 것으로 사료
- 이 추정 데이터를 활용하여 지역별, 계절별 관수량 추정을 수행, 결과에 대한 분석 내용을 정리

[표 22] 증산량 추정 데이터 & 지역별, 계절별 관수량 데이터



- 증산량 추정 데이터와 30년간의 연평균 광도 데이터를 이용하여 배액율(30%) 기준 관수 제어를 할 경우 연평균 작물 1주당 공급해 주어야 될 관수량을 지역별, 계절별 분석 내용을 정리
- 관수량 데이터의 경우 지역별 증산량 데이터와 유사한 경향을 보였으며, 제주도와 울릉도를 제외한 내륙 지역의 경우 작물 1주당 공급해 주어야 할 수분의 0.55- 0.90kg 범위에서 지역별로 차이를 보인 반면 제주도의 경우 봄, 여름, 가을은 큰 관수량의 변화가 나타나지 않았으나 겨울의 경우가 약 0.2kg정도 감소한 수치를 보이고 있음을 확인

마. 실증사이트 #2. 구축 및 스마트 농업시설 설비 구축 확대

① 실증사이트 #2-1 (이하 #2-1 신엄리)

- 1차년도 실증 농가는 1곳으로, 2차년도에는 설비 구축 확대와 활용도 확장을 위해 실증 농가 2곳을 새롭게 추가하여 스마트 농업시설 설비 구축을 확대

■ 주 활용 농업용관정과 용배수로 현황

- 현재 신엄리 인근 5개의 관정을 약 500개의 농가가 사용하고 있으며, 관정끼리 병렬형태로 연결되어 있어 각 관정별 취수량 및 사용량을 확인할 수 없는 상태
- 또한, 신엄리 수리계는 1년 단위로 적산유량계를 사용하여 농가별 농업용수 사용량을 측정하고 있어 월별 사용량을 파악하는데 어려움이 있어 효율적인 관정 운영이 불가능한 실정
- 관정을 효율적으로 운영하기 위해서는 관로 및 시설 등의 관리가 이루어져야 하며, 선제적으로 농업용수 수요처인 각 농가의 재배작물에 따른 필요관수량(수요량) 파악 필요

[표 23] 실증사이트 #2-1 현황

	주소	제주특별자치도 제주시 애월읍 신엄리
	재배면적	400평 이상
	재배작물	콜라비
	개요	지하수 관정 기반, 관수 배관 기 설치 및 스프링클러를 통한 살수관수

■ 확장 실증사이트 환경 및 기 설비 구축현황

- 실증사이트 #1 신엄리, #2-1 신엄리 인근 5개의 관정이 존재하지만 이격거리가 1km이내인 관정은 옛저리, 오동밭, 자운당 관정이 존재
- 기 구축된 오동밭 관정을 제외하고 관정 1개소를 추가로 계획을 논의하였는데, 실증사이트와 이격거리가 가장 가까운 옛저리 관정은 접근성이 떨어지고 시설의 노후화로 인해 이격거리가 두 번째로 가까운 자운당 관정으로 추가 공사를 진행
- 기 구축되어있는 장비가 없어 물탱크, 유량계, 스프링클러, 토양수분센서등을 설치하여 데이터를 수집 중

② 실증사이트 #2-2 (이하 #2-2 영주)

■ 실증사이트 인근 농업용 관정 종류 및 현황

- 추가로 구축한 실증사이트 #2-2 영주에는 개인적으로 설치한 농가 내부 관정을 통해 지하수 계측 센서를 설치하였고 기존 설치되어있는 물탱크에 유량계를 추가, 토양수분센서를 설치하여 데이터를 수집 중 (10월 말 고추 수확하여 센서 철거)

[표 24] 실증사이트 #2-2 현황

	주소	경상북도 영주시 문수면 문수로
	재배면적	600평 이상
	재배작물	고추
	개요	지하수 관정 기반, 관수 배관 기 설치 및 스프링클러를 통한 살수관수

③ 실증사이트 및 관정 확장공사

■ 실증사이트 추가에 따른 관정 선정 및 확장 공사

- 실증사이트 #2는 두 곳으로 확장하면서 추가 공사가 진행되었으며 실증사이트 #2-1 신엄리와 #2-2 영주로 이루어져 있으며 #2-1 신엄리 인근 관정에 추가로 센서 설치 작업을 진행
- 실증사이트 농가 인근 5개(옛저리, 오동밭, 자운당, 용마루, 제와니관정)의 관정 중 주요 활용 및 접근성, 노후화 상태 등을 고려하여 자운당관정으로 추가 선정

[표 25] 실증사이트 및 관정 추가 작업

자운당 관정	  
실증사이트 #2-2영주	  
실증사이트 #2-1신엄리	  

바. 실증사이트 #2. 농업용수/지하수 활용 분배를 위한 시스템 설계 및 개발

① 관수설비 제어시스템 설계

- 실증사이트 #1 신엄리, #2-1 신엄리와 #2-2 영주 사이트까지 총 3곳의 관수설비 제어시스템을 설계
- 실제 농업용 관정의 제어를 통해 농업용수의 활용 분배를 위한 시스템을 설계해야 하나, 관정이 가지는 특성과 실제 관정 대상의 제어가 어려운 점으로 인해 실증 농가에 위치한 물탱크를 제어
- 현재 실증사이트 3곳을 대상으로 각 1식의 물탱크와 일체 시스템이 갖추어져 있는 상태
- 실증사이트가 위치한 지역의 차이, 물탱크의 용량과 함께 실증 대상 작물 특성상 농업용수의 활용 분배 자체가 어려운 부분이 있었으며, 실증 농가주와의 협의 과정에서 각 사이트마다 1식의 설비 일체를 갖추는 것으로 진행
- 영주의 경우, 제주도의 실증사이트와 다르게 개인관정을 설치하여 활용하고 있으며, 이에 적합한 형태의 관수설비 제어시스템을 설계 및 적용

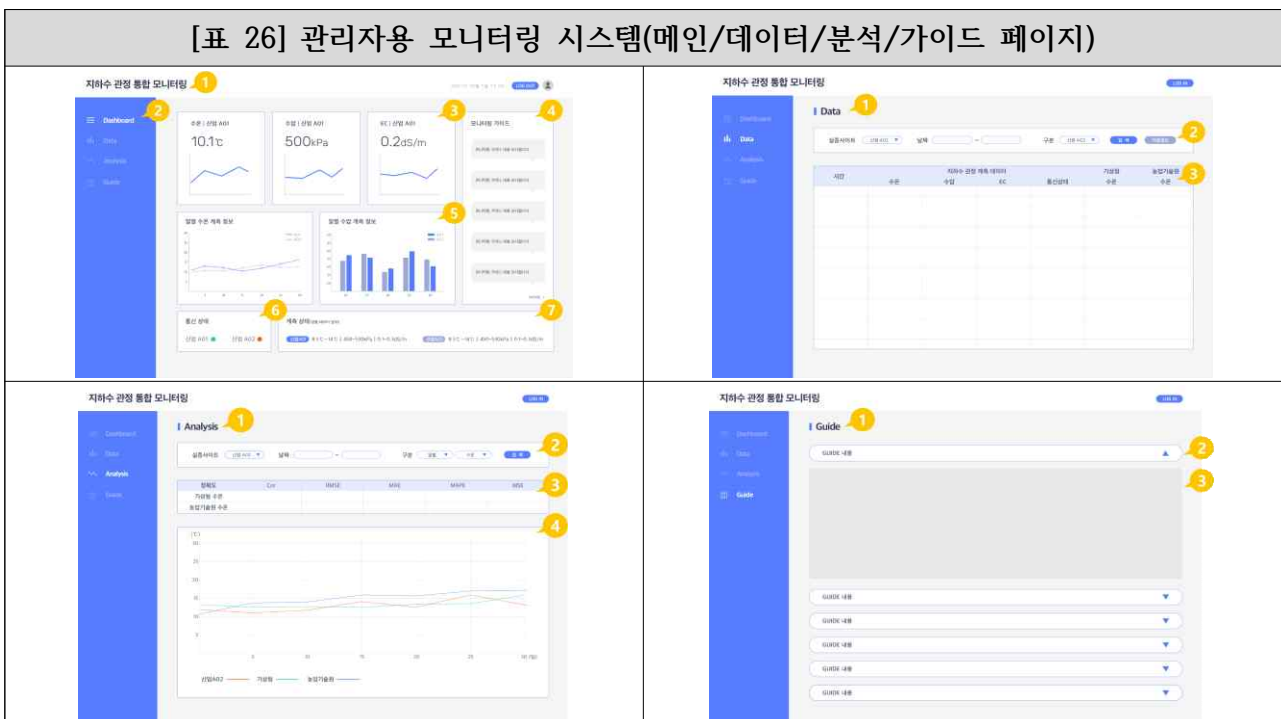
② 실증 농가 스마트농업을 위한 효율적 관수설비 구축

- 농가의 지하수 관정 기반 관수 배관은 기 설치되어 있으며, 스프링클러를 통한 살수 관수를 사용
- 이 외, 관수관리를 위한 물탱크 및 전기, 펌프 등의 시설은 실증 농가 내 미설치
- 스마트 관수설비 설계도를 토대로 스마트농업을 위한 실증 농가 대상의 관수설비 구축으로 실제 채소재배농가가 가지고 있는 관수에 대한 어려움을 보완하고 효율적인 관수관리가 가능할 수 있을 것으로 기대

③ 관리자용 모니터링시스템 개발

- 실증사이트와 관정의 실시간 모니터링을 위한 관리자용 모니터링 시스템을 개발
- Dashboard 형태의 메인 페이지/수집 데이터 표출 페이지/수집된 데이터의 통계분석 페이지/관리자를 위한 관정제어 가이드 페이지로 구성

[표 26] 관리자용 모니터링 시스템(메인/데이터/분석/가이드 페이지)



사. 제주특별자치도 농업기술원의 전문 자문의견 수렴 및 협력체계 구축

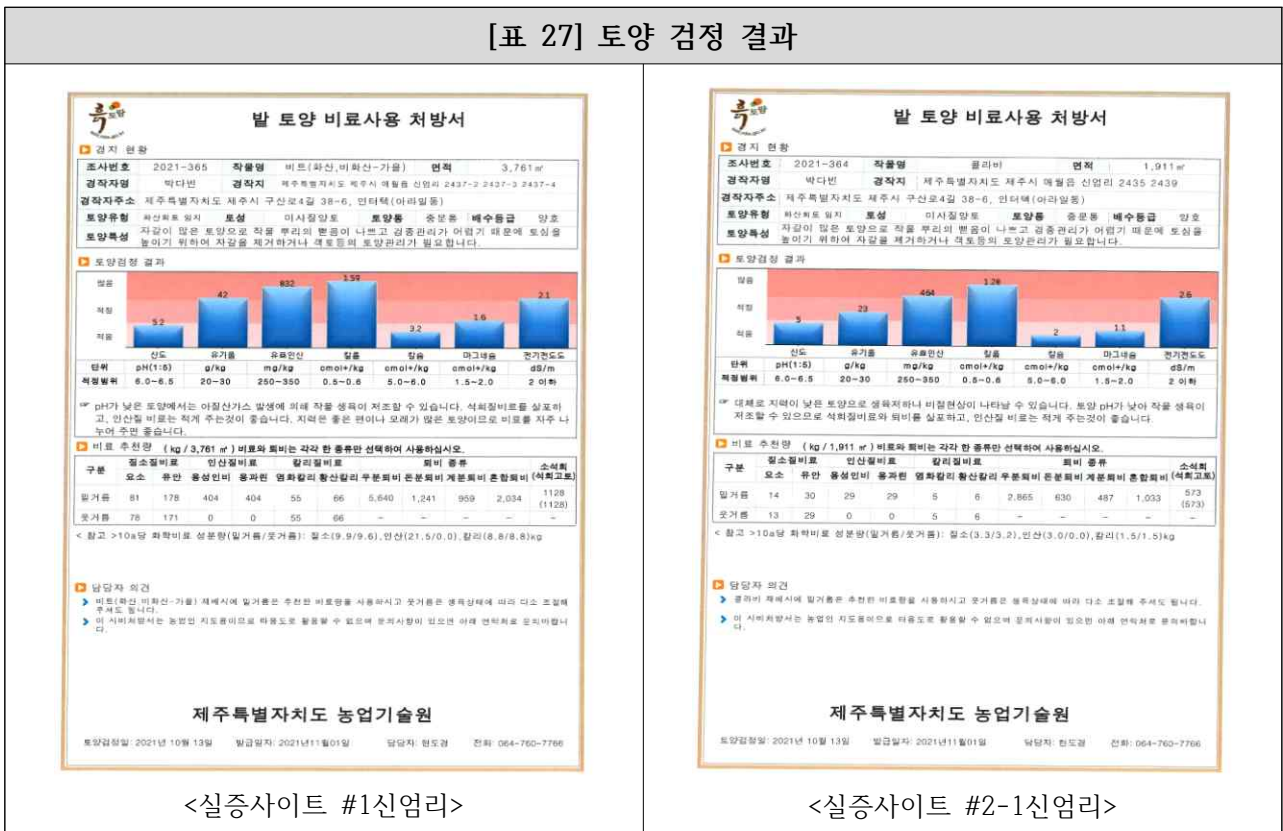
① 목표달성을 위한 업무협약 및 전략수립

- 제주도 농업기술원, 농어촌공사와의 협업 네트워크 구축을 통해 농업용 관정설비, 노지채소 작물별 생육재배 방법, 관리, 관수관리 방안 등의 재배기술, 관정 설비 일정 업무협조 요청
- 1차년도에 제작되었던 관수관리 매뉴얼 설명을 통해 자문을 구하고 앞으로의 관수 방향에 관한 논의를 진행하였으며, 2차년도에 실증사이트를 추가로 구축하는 사안에 있어서 인근 관정 상태와 실증사이트와의 거리를 고려한 자문 진행
- 그 외에는 신임리사무소, 실증농가의 농가주와의 지속적인 협조체계를 구축해왔으며, 관정 센서 설치 등에 있어 도움과 자문을 받아 연구를 수행하였고 기타 관련분야 전문가들과의 지속적인 회의를 통해 연구를 수행

② 실증사이트 토양 검정

- 실증사이트 #1 신임리와 #2-1 신임리의 토양을 5~10개 지점에서 겉흙을 1~2cm 정도 걷어낸 후 10~15cm 정도 옆면 작토부위의 흙을 채취하였으며, 제주농업기술센터에 토양검정을 의뢰
- 두 지점의 토양 검정 결과, 토양유형은 화산회토 임지로 토성은 미사질양토, 배수등급은 양호로 자갈이 많은 토양으로 자갈을 제거하거나 토양관리가 필요하다는 처방을 확인
- 또한, 토양 pH가 낮아 작물 생육이 저조할 수 있다는 결과도 함께 도출

[표 27] 토양 검정 결과



- 실증사이트의 토양 특성은 화산회토로, 작물에 따라 차이를 보이지만 일반적으로 토양수분은 45% 내외가 적정하다고 판단하고 있으나, 실증사이트의 2021년 토양수분을 분석한 결과 연평균이 약 32.7%, 토양의 습도는 20%가 채 되지 않아 적절한 관수관리에 대한 필요성이 대두
- 실증사이트의 경우 현재 작물이 자라고 있다는 점과 실증사이트를 대상으로 토양수분 측정을 진행한 기간이 수분스트레스 기간인 점 등으로 토양 습도가 낮게 측정된 것으로 분석

아. 실증사이트 #1. 실증운영에 따른 환경, 설비, 관수제어 실용성 검토

① 실증사이트 환경 분석

- 제주도의 기온과 강수량의 30년 평년값을 기상청 기상자료개방포털을 통해 수집하였으며, 조회기간은 1981년 ~ 2010년까지의 30년 평년값으로 지점은 제주, 고산, 성산, 서귀포의 네 지점에 해당하며 기상요소는 평균/최고/최저기온과 강수량에 해당
- 농업, 농작물의 생육과 관련이 높은 초상온도와 토양온도, 토양수분의 2020년 1월 1일부터 2020년 11월 17일까지의 연평균 데이터를 확인

② 실증운영에 따른 환경, 설비, 관수제어 검토

- 실증운영 시 수집한 토양 및 관정 데이터를 분석하여 그 결과를 요약하였으며, 작물의 수분스트레스, 병충해 스트레스 등 각종 복합환경에 따른 스트레스 정보를 수집하고, 데이터화하기 위해 토양수분센서 측정에 기반한 토양함수율을 측정
- 실증사이트 #1. 채소재배지역의 최근 기상현황 및 지하수 부존량, 관개량 등을 조사 분석하고, 재배지역의 토양, 기상환경, 병충해 발생현황 등 각종 작물스트레스 정보를 수집

■ 농가 관수관리 및 농업용 관정제어 효율화를 위한 제언사항 도출

- 농업용 관정실태, 농가의 현장 목소리, 농업용관정 용배수로 현황, 농가 재배지역 관수량 등 1차년도 연구개발 결과를 바탕으로 통합관리방안 및 제언사항을 정리

③ 실증운영에 따른 관정 제어 시스템 보완 및 기능 개선 도모

■ 실증 농가 관수관리 및 운영, 관리를 위한 기술매뉴얼 작성 및 배포

- 복합환경모니터링 기반, 농가의 관수관리방안 가이드(안) 제작
- 농가 활용을 위해 설계한 관수설비를 바탕으로 한 기술매뉴얼 제작 및 전달
- 스마트 관수설비 설계 및 구축에 대한 내용을 아래와 같이 기술매뉴얼로 정리하여 구성

[표 28] 실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼

	<p>STEP 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - 취수시간(야간으로 설정) 중 레벨센서를 통해 측정된 수위가 상한점에 도달할 경우 취수밸브 닫힘 - 취수시간은 예를 들어 20시부터 명일 4시로 설정(주변농가 물사용 겹쳐 물부족현상 방지) <p>STEP 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - 펌프를 이용한 관수 중, 탱크의 수위가 하한점에 도달할 경우 펌프의 작동을 멈춤(비상시 수동운전) <p>STEP 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - 두 개의 제어밸브(스프링, 점적)가 모두 닫힘으로 되면 펌프 멈춤 - 한 개의 밸브라도 열리면 다시 작동 <p>STEP 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - 관수 설정시간(8시~18시) 중 설정시간(3시간) 간격으로 수분센서 값을 측정하여 하한 수분값 도달 시 제어밸브 열고, 상한 수분값 도달 시 제어밸브 닫힘(협힘의 가능)
--	---

자. 실증사이트 #2 작물별, 생육단계별 필요관수량 추정

① 실증사이트 #2 재배작물 개요

■ 콜라비

- 콜라비는 줄기는 짧고 지상 2~5cm의 부분에서부터 줄기가 비대해 순무처럼 되는데 이 부분이 식용으로 이용
- 표피 내부는 자르면 육질이 희며 무처럼 육질이 단단하고 비대된 줄기의 직경은 10cm 내외이며 종자의 모양은 양배추 씨앗과 비슷하며 양배추, 브로콜리와 같은 십자화과 채소 품종이며 제주지역에서는 겨울철 저온에 감응하여 맛이 좋아지는 12월 이후 출하를 목적으로 재배

■ 고추

- 가지과에 딸린 여러해살이 나무이며 온대지방에서는 겨울에 죽기 때문에 한해살이 풀로 알고 있는 경우가 다수
- 키는 60~90cm, 가지가 많이 갈라지고 잎은 길고 둥글며 끝이 뾰족
- 열매는 장과로서 길고 둥근 모양이고, 처음에는 짙은 녹색이나 익어 가면서 점점 붉어지며 껍질과 씨는 매우 매운맛을 내는 것이 특징

② #2-1 신엄리 재배작물의 생육단계별 필요관수량 추정

- 본 실증사이트의 작물별, 생육단계별에 대한 관수는 토양수분센서 및 온도값에 따라 제어가 가능하며, 재배작물의 관수에 따른 수분함량 등을 분석하여 관수시기를 결정
- 또한, 물관리는 생육시기별로 달리해야 하며, 토양특성과 수확기 작물 기준을 고려하여 관수기간과 관수량을 결정

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
재배방법									토양 관리	파종	정식		수확
관수											수분 스트레스	관수	수분 스트레스
비고	수분스트레스 2회 진행 예정												

③ #2-2 영주 재배작물의 생육단계별 필요관수량 추정

- 본 실증사이트의 작물별, 생육단계별에 대한 관수는 토양 수분 센서 및 온도 값에 따라 제어할 수 있으며, 재배작물의 관수에 따른 수분함량 등을 분석하여 관수 시기를 결정

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
재배방법	파종, 이식			순화 및 정식		1차 방제		수확	2, 3차 방제			
관수	관수			관수								

차. 실증사이트 #2. 환경 모니터링, 실증 채소작물 수분 및 복합스트레스 측정기반 관수시기, 필요관수량 추정

① #2-1 신엄리 토양 환경 및 관정 분석

■ 토양 환경 분석

- 실증사이트의 토양환경 분석을 위해 실증사이트에서 가장 이격거리가 짧은 농업기술원 신엄리 지점, 실증사이트의 데이터를 수집, 토양환경을 분석하여 농업, 농작물의 생육과 관련이 높은 초상온도와 토양온도, 토양수분의 2021년 1월 1일부터 2021년 10월 31일까지의 연평균 데이터를 확인
- 평균 초상온도는 17.4°C, 최저 초상온도는 13.7°C였으며, 평균 토양온도는 18°C, 최고 토양온도는 19.3°C, 최저 토양온도는 16.9°C를 기록하였고 평균 토양수분 함유량은 32.7%로 분석

■ #2-1신엄리 데이터 분석

- 실증사이트의 농가 측정, 유량 데이터 분석을 위해 농가에 설치된 토양 센서와 물탱크에 설치된 유량계를 통한 데이터를 활용하여 데이터 분석을 진행
- 2021년 10월 27일부터 11월 9일까지 실시간으로 데이터를 수집하였으며 수집된 데이터는 1시간, 하루 단위 평균 데이터로 변경하여 분석을 진행
- 데이터 수집기간 중, 실증사이트 #2-1신엄리는 수분 스트레스 기간 때문에 평균적으로 토양 수분이 낮게 측정되었고, 관정을 통해 물탱크에 비축해 둔 물을 사용하여 관수하는데는 이상이 없었지만, 데이터 손실 등의 이유로 정확한 사용 유량을 도출할 수 없어 보완이 필요

② 실증사이트 #2-2 영주 토양 환경 및 관정 분석

■ 토양 환경 분석

- 실증사이트의 토양환경 분석을 위해 실증사이트에서 가장 이격거리가 짧은 기상청 경상북도 영주(272)지점의 ASOS 자료를 활용하여 평균 토양온도, 최저 초상온도, 최고·최저 토양온도 데이터를 수집하여 토양환경을 분석
- 평균토양온도는 17.7°C, 최저초상온도는 6.8°C였으며, 최고토양온도는 24.5°C, 최저토양온도는 10.4°C를 기록

■ #2-2 영주 기상 및 토양 계측데이터 분석

- 측정된 기상데이터는 수증기압, 기온, 상대습도로 토양데이터는 토양 수분과 온도, EC로 각각 3가지 요소에 해당하며, 총 3곳의 지점에서 측정된 데이터의 평균을 통해 분석
- 약 7개월의 수증기압 평균은 1.76kPa로 일반적인 기준 기압인 2.3kPa와 비교했을 때, 낮은 값을 보였으며 기온은 일반적인 값을, 상대습도는 다소 높게 나타났음을 확인

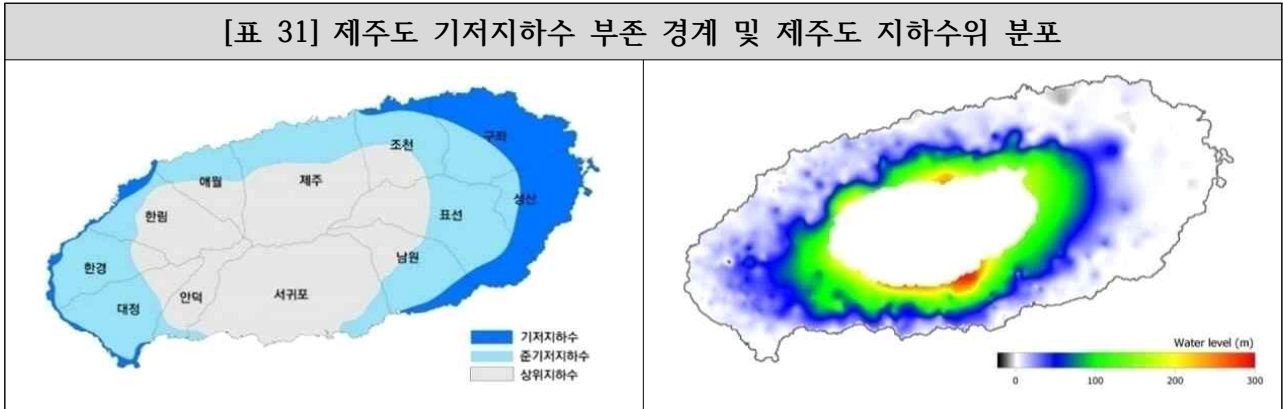
■ #2-2 영주 관정 계측데이터 분석

- #2-2 영주는 제주도 실증사이트와는 달리 개인 관정을 활용하고 있으며, 개인 관정의 지하수 데이터 측정을 위해 지하수온도와 전기전도도, 온도전도도를 계측하여 분석
- 지하수 온도는 평균 15.11°C, 전기전도도는 410.6 μ s/cm, 온도전도도는 10.46 μ s/cm로 분석
- 분석 데이터를 제주도의 지하수 관측소인 자운당 관정과 비교하였으며, 자운당 관정의 평균 지하수온도는 16.3°C이며, 전기전도도는 316.8 μ s/cm로 나타남

③ 실증사이트 지역의 지하수 부존량, 관개량 조사

■ 유역별 시기별 지하수위 변동추세

- 장기간 측정된 지하수위 시계열 자료를 사용하여 지하수위 변화추세를 분석한 결과를 정리
- 지하수위는 지하수의 부존량과 직접적인 관련이 있는 자료로서 강수량과 이용량의 영향을 받으므로 지하수위 관측과 더불어 지하수 이용량 모니터링을 전체 이용 관정으로 확대하여 수위 관리 방안 마련이 필요



■ 관개기법에 따른 관개량 저감효과 분석

- 한국의 연평균 강수량은 세계의 연평균 강수량보다 상대적으로 많은 편이지만 국토의 지형 경사가 급하고 강수량의 편차가 계절적으로 크기 때문에 수자원의 확보 및 관리가 어려운 환경
- 특히 우리나라의 농업용수는 국내 수자원 사용량의 약 60%에 달하고 있으며, 이 중 약 60%가 논 용수로 활용되고 있어 논에서의 수자원을 효율적으로 관리하는 것은 중요
- 하지만 농민은 농업용수를 무상 공공서비스로 인식하여 관행으로 물 흘려대기로 관개하는 등 물 절약에 대한 인식이 부족한 상황이라는 비판이 많아 관개기법에 따른 관개량의 저감효과가 필수적으로 활용

④ 실증 작물에 대한 수분 및 복합 스트레스 환경 조사

■ 수분스트레스와 작물간의 상관관계

- 수분스트레스는 작물 생육에 있어서 형태적 수준 또는 분자적 수준에 이르기까지 영향을 주며, 수분 부족은 식물의 계절적 생육단계에서도 식물체에 영향
- 실증사이트에서 재배하는 콜라비, 비트는 타 작물에 비해 상대적으로 내건성이 강한 것으로 알려져 있음에도 불구하고 최근의 이상기후 영향으로 가뭄에 영향을 받을 경우 농가에 심각한 피해를 끼칠 수 있어 이에 대한 대비책 마련이 필요
- 따라서 당해연도에 식생지수 분석과 토양 수분 함수율 비교를 통하여 수분스트레스가 작물에 미치는 영향에 대하여 분석을 실시

■ 수분스트레스 기간 동안의 토양 수분 함수율 분석

- 실증사이트 #2-1 신엄리를 3곳(A, B, C)으로 나누어 수분 스트레스기간(10월 중순~말) 동안 토양 온도·습도·EC의 시간 단위 데이터를 낮 12시 기준으로 비교를 진행
- 수분 스트레스 기간 동안의 토양 수분 함수율은 A, B, C 평균 15.4%에서 14.4%로 약 1.1% 줄어듦을 확인

카. 농업용 스마트관정제어 시험적용에 따른 환경측정, 관수제어 분석 및 제언

① 식생지수와 작물 수분 스트레스 지수

■ 식생지수와 수분스트레스 관련성

- 수분 스트레스는 특히 여름철 낮 시간대, 즉 증산작용이 가장 활발한 오전 10시부터 오후 2시 사이에 자주 볼 수 있는데, 잎의 경우 다른 줄기 등과 달리 태양 복사에너지에 더욱 많이 직접적으로 노출되기 때문에 더 심한 수분 스트레스에 노출
- 식물체 내 수분함량이 감소하게 되면 세포는 수축되고 세포벽은 이완되게 되는데, 이러한 변화에 의해 팽압이 감소하고 기공이 닫히고 이로 인해 광합성 속도 및 CO_2 확산 전도도가 감소하게 되며, 더 이상 증산이 발생하지 않게 되고, 이는 곧 증산에 의한 열 소산이 이루어지지 않기 때문에 잎의 온도가 올라가는 원인
- 이러한 원리를 이용해 엽온 또는 식생지수로 작물 체내 수분 스트레스 유무 및 정도를 판단하고, 이를 이용해서 적정 관개계획을 수립하는 등 연구가 진행 중
- 따라서 절대적인 온도 값에는 생물학적 의미를 부여하기 어렵고 상대적인 온도 값 산정을 통해 작물의 스트레스 정도를 판단할 수 있으며, 2차년도에는 5개의 밴드를 활용한 식생지수 촬영을 통해 수분 스트레스를 분석

② 실증사이트의 식생지수 분석

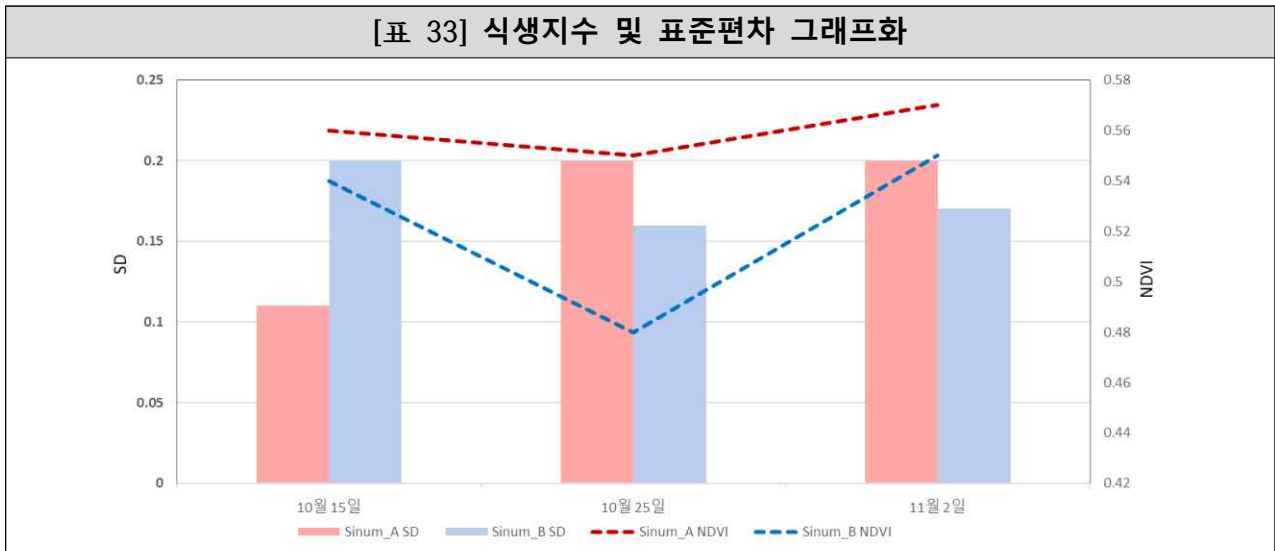
■ 드론 촬영 경로 설정

- 본 2차년도에는 다중분광 카메라가 탑재된 드론을 이용하여 수분 스트레스가 작물에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여, 이를 통해 관수의사결정에 기여 예정
- 다중분광 카메라가 탑재된 드론을 이용하여 수분스트레스가 작물에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 하며 VRS(Virtual ReferenceStation) 측량을 통해 취득한 지상기준점(GroundControl Point, GCP)을 영상에 매칭시켜 광학(RGB) 및 근적외선(Nir) 정사영상을 구축

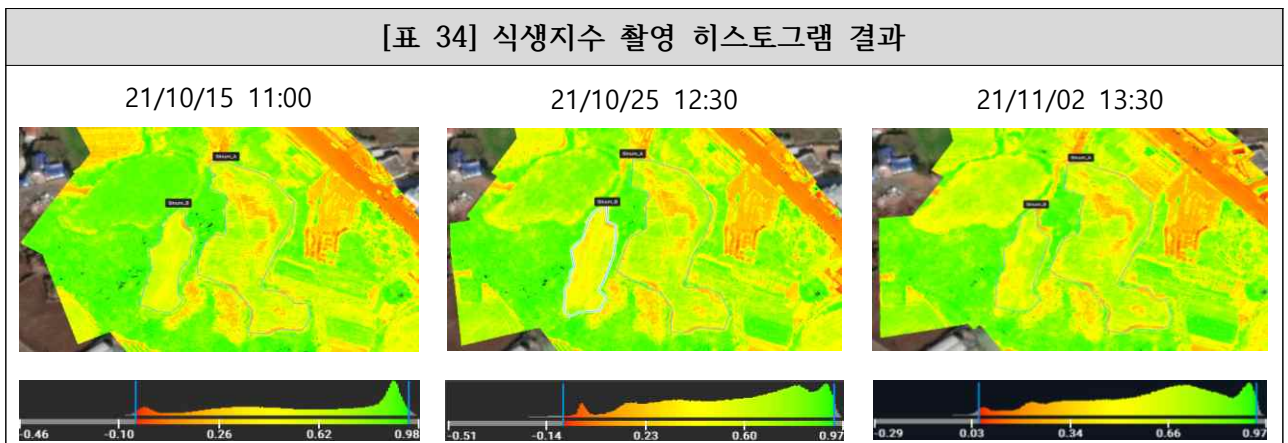
■ 식생지수 분석 결과

- 구축된 밴드별(Green, Red, Red edge, NIR, Alpha) 정사영상 자료로부터 GIS 공간연산을 통해 NDVI 식생지수를 계산하였으며, 식생 활력도를 고려하여 현장에서 총 140점의 식생(Vegetation) 지점의 위치를 데이터베이스로 구축
- 총 세 번의 촬영을 진행하였으며 현장 조사한 위치와 드론 영상을 통해 구축한 식생지수 간의 공간중첩을 통해 식생지수 분석을 진행
- 9월 말 분석 대상지에 작물을 정식, 작물의 성장기~성숙기에 촬영을 진행하였으며 전체적으로 V형태의 식생지수가 나타났고 실증사이트 #1신업리의 표준편차는 증가, 실증사이트 #2-1신업리의 표준편차는 감소하는 양상
- 10월 15일 촬영 이후로 1차 수분 스트레스를 주어 10월 25일 촬영 결과로 식생지수가 0.02(실증사이트 #1 신업리), 0.10(실증사이트 #2-1 신업리)씩 감소
- 1차 수분 스트레스 기간 이후로 관수를 진행하여 11월 2일 드론 촬영을 진행
- 관수 이후 식생지수는 처음 촬영보다 증가하였으며 12월까지 추가적인 수분 스트레스를 주며 작물 재배 예정

[표 32] 드론 촬영 일자						
	날짜	기상상태	온도 (°C)	습도 (%)		
1차 촬영	21/10/15 11:00	구름 많음	24.2	69		
2차 촬영	21/10/25 12:30	맑음	18.6	61		
3차 촬영	21/11/02 13:30	구름 많음	16.9	56		
일	월	화	수	목	금	토
10월 10일	11 29.0mm	12 1.5mm	13 1.5mm	14	15 드론 촬영	16 14.0mm
17	18	19	20	21	22	23
24	25 드론 촬영	26	27	28	29	30 1.0mm
31 1.0mm	11월 1일 관수	2 드론 촬영	3	4	5	6



Sinum_A = 실증사이트 #1 신염리
Sinum_B = 실증사이트 #2-1 신염리



가. 실증사이트 #1 & #2 실증 따른 환경, 설비, 관수제어시스템의 지속적인 운영 및 개선, 고도화

① 실증사이트 #1 & #2 재배농가 개요 및 현황

■ 실증사이트 #1

- 1차년도에 작물재배를 위해 스마트 관수시스템 설계·구축 및 2차년도에 실증사이트 운영에 따른 관수제어시스템의 개선사항 도출

[표 37] 실증사이트 #1 신임리 현황

	주소	제주특별자치도 제주시 애월읍 신임리
	재배면적	1500평
	재배작물	1차년도 : 브로콜리 / 2차년도 : 비트
	개요	지하수 관정 기반, 관수 배관 기 설치 및 스프링클러를 통한 살수관수

■ 실증사이트 #2-1

- 1차년도 실증사이트 #1의 구축을 바탕으로 2차년도에 새롭게 #2-1 실증사이트에 관수시스템 구축 및 스마트 농업시설 구축 확대

[표 38] 실증사이트 #2-1 신임리 현황

	주소	제주특별자치도 제주시 애월읍 신임리
	재배면적	400평 이상
	재배작물	콜라비
	개요	지하수 관정 기반, 관수 배관 기 설치 및 스프링클러를 통한 살수관수

■ 실증사이트 #2-2

- 실증사이트 #2-2는 내부 농가 내부 관정을 활용하여 지하수 관측 센서를 구축 하였고, 물탱크 및 토양에 센서를 설치하여 데이터 수집

[표 39] 실증사이트 #2-2 영주 현황

	주소	경상북도 영주시 문수면 문수로
	재배면적	600평 이상
	재배작물	고추
	개요	지하수 관정 기반, 관수 배관 기 설치 및 스프링클러를 통한 살수관수

② 관수제어시스템의 지속적인 운영을 통한 데이터 수집 및 모니터링 페이지 개선

- 위 실증사이트에서 구축된 센서를 활용하여 물탱크(물탱크수위, 물탱크유입유량, 점적관수유량, 살수관수유량), 농가밭(토양수분함량, 토양온도, 토양EC), 근처 관정(자연수위, 지하수높이, 지하수온도, 전도도, 센서내부배터리, 계측값, 센서내부기압)의 데이터를 지속적으로 수집
- 수집된 자료를 인터택 DB에 저장하고 2차년도에 제작한 지하수 관정 통합 모니터링 사이트 업데이트를 통해 농가주, 관리자 모두 접근성 제고 및 csv 파일 저장을 통한 사용 범위 확대
- 2차년도에 개발된 데이터 수집장치를 통해 받은 데이터를 모니터링 시스템과 연계하여 실증 사이트 농가들의 데이터의 효율적 사용 기대

[표 40] 측정데이터 현황

데이터 위치	센서 측정 항목 데이터
물탱크	물탱크수위, 물탱크유입유량, 점적관수유량, 살수관수유량
농가밭	토양수분함량, 토양온도, 토양EC
근처 관정	자연수위, 지하수높이, 지하수온도, 전도도, 센서내부배터리, 계측값, 센서내부기압

물탱크 데이터 관측 현황	농가밭 데이터 관측 현황

- 2차년도에 개발된 모니터링 페이지를 농가주와의 논의, 개선사항 도출로 Control(제어)화면의 항목을 공통 설정, 자동모드 설정, 시간모드 설정 항목으로 세분화하여 개선 수행
- 3차년도에 도출한 관정 제어 운전 조건 수립을 통해 자동모드를 설정하였으며 수동으로 제어 가능
- Web 페이지에서 설정한 사항을 즉각적으로 농가에 원격으로 적용이 가능하며 농가에 직접 방문하지 않아도 효율적으로 제어 및 환경 모니터링 가능

[표 41] 모니터링 페이지 개선사항

제어화면 중 자동모드 설정 화면	제어화면 중 시간모드 설정 화면

③ 관수제어시스템 유지보수

■ 각 실증사이트별 현장점검 유지보수 체크리스트

[표 42] 현장점검 유지보수 체크리스트					
구분	목적				
점검 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 실증사이트별 구축 시스템 점검, 불량, 누수, 유지보수 필요사항 등 점검 • 사이트별, 요소별, 항목별 현황을 체크리스트화하여 현장실태조사를 실시하고, 불량/파손/누수에 따른 유지보수 사항을 도출 • 실증사이트 점검을 통해 문제점 및 개선사항을 파악하여 운영 효율을 도모 <p>(양호 : ○ , 점검필요 : △ , 불량 : ×)</p>				
구분	점검 항목	#1 신엄리	#2-1 신엄리	#2-2 영주	비고
일반사항	관수 펌프 시설 파손 여부	△	○	○	#1 신엄리 시설 관리 필요
	실증사이트 주변 환경정비 확인	△	△	△	한파 및 폭설로 인한 환경관리 미흡
	작동 및 사용 여부	△	○	○	#1 신엄리 장비 고장으로 인한 사용 에러
	물탱크 주변 환경정비 상태	△	△	△	한파 및 폭설로 인한 환경관리 미흡
	물탱크 수위 레벨 점검	○	○	○	양호
고장	수중모터 펌프 작동 이상 유무	○	○	○	양호
훼손	장비 훼손 여부	○	○	○	양호
파손	물탱크 균열·깨짐 여부	×	○	○	#1 신엄리 한파 및 폭설로 인한 물탱크 파손
	벨브 파손 여부	×	○	○	#1 신엄리 배관벨브 부품 파손
노후	노후화	○	△	△	#2-1 신엄리, #2-2 영주 제품 노후화 확인
누수	배관 누수 확인	○	○	○	양호
수질	악취 발생 및 오·폐수 혼입 등 수질 불량	○	○	○	양호



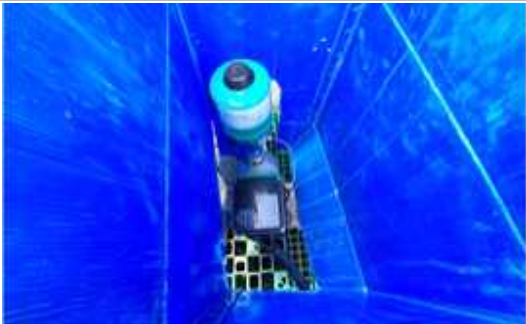

■ 실증사이트 현장점검 중 문제사항 및 수리내용

- 실증사이트의 유지보수 체크리스트 중 파손 내용인 물탱크와 배관 펌프에 관하여 현황 파악 및 교체 작업 진행 후 시스템 정상 작동 테스트 실시
- 실증사이트의 주변환경 관리 미흡으로 야기되는 제품 노후화 가속 진행으로 인하여 농가주와의 의사소통을 통해 주변환경 관리 취약 부분 파악 후 현황에 맞는 실증사이트 주변 환경정비 완료

[표 43] 물탱크 파손 및 교체

물탱크 교체 전	물탱크 교체 후
	
<p>- 물탱크 파손 원인으로는 최근 기록적인 한파 및 폭설로 추정하여 새로운 물탱크 구입 후 관정 배관 밸브와 연결 완료 후 시스템 점검 확인 완료</p>	

[표 44] 관수 펌프 수리

관수펌프 및 배관수리 전	관수펌프 및 배관수리 후
	
관수 펌프 시설 보강 전	관수펌프 및 주변 배관 시설 보강 후
	
<p>- 관수 펌프 구성요소인 스트레이너 파손으로 확인 및 부품 교체 완료 - 펌프 파손의 원인으로 펌프보호 미흡으로 추정하여 박스형식에서 조립식 창고로 설치 및 관정과의 연결을 통해 시스템 점검 확인 완료</p>	


나. 농업용 관정 제어 시스템으로부터 획득한 관정별 관측자료의 중앙DB화

① 무선관측 시스템 구축

■ #1 신업리의 데이터 관측 및 데이터 관리 현황

- #1 신업리 데이터는 토양수분센서 및 온/습도센서를 통해 실증농가의 토양 수분 함수량 및 기상 환경 정보를 수집하고 있으며, 2020년 11월 04일부터 1분 간격으로 데이터 수집
- 데이터 수집 센서들은 실증농가의 관수부분에 3개 점적관수부분에 3개 설치 되어있고, 센서와 작물들이 인접하게 설정되어 있으므로 정확한 데이터 측정값 관측 가능
- 센서로부터 취득한 데이터는 무선통신을 통해 서버에 데이터 전송, DB화된 데이터를 2차년도에 개발한 모니터링 시스템과 연계하여 사용자 및 관리자에게 표시
- 모니터링 시스템 페이지를 통해 취득하고 있는 데이터를 csv 파일로 저장하며 개별적으로 데이터 분석 후 실제 작물 재배 작업 시, 분석데이터를 참고하여 농작물 생산성 증대 기대

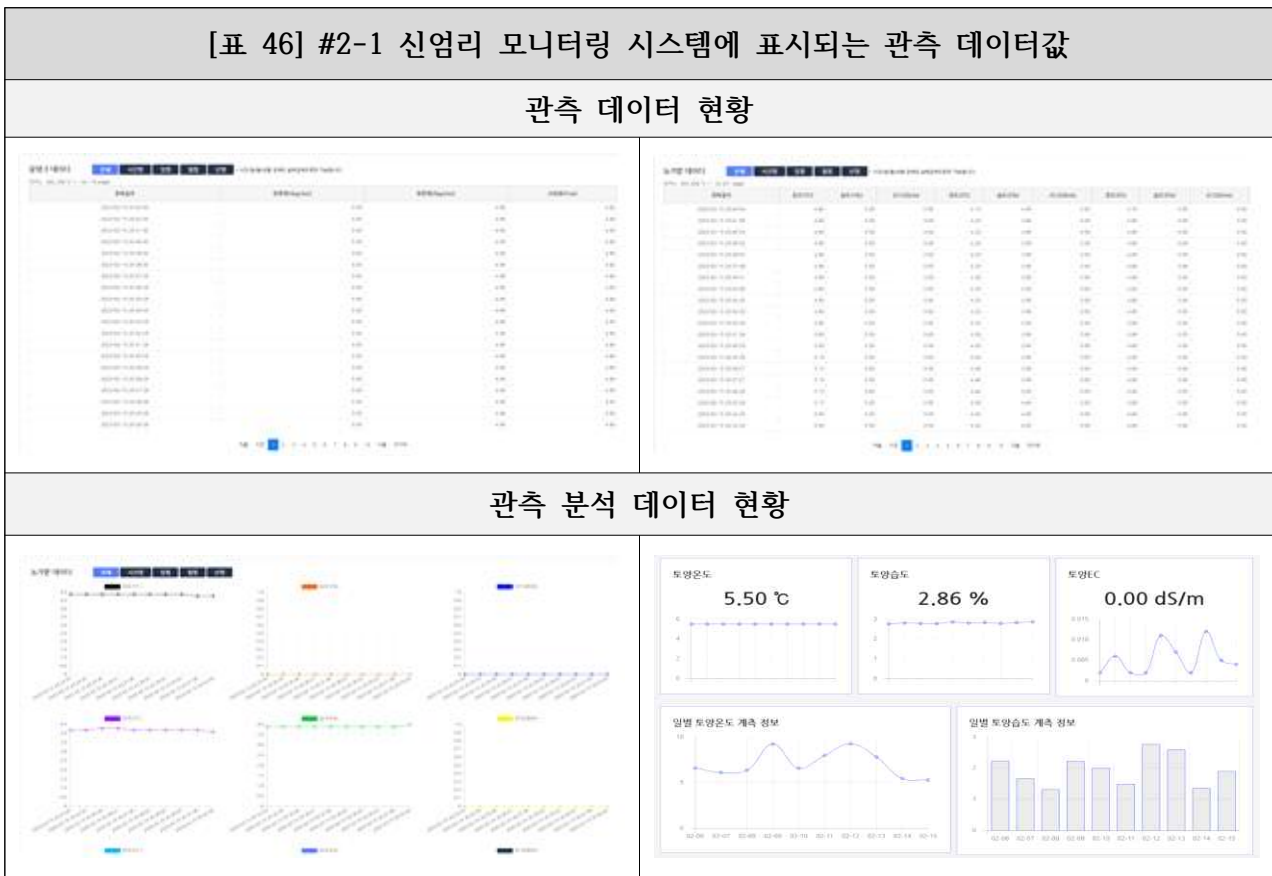
[표 45] #1 신업리 모니터링 시스템에 표시되는 관측 데이터값

관측 데이터 현황		csv파일 형식의 데이터																																																																																																																																																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>차레</th> <th>관측일자</th> <th>토양수분함량_1(%)</th> <th>토양온도_1(°C)</th> <th>토양EC_1(dS/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2023-02-14 19:57</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>2</td><td>2023-02-14 19:56</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>3</td><td>2023-02-14 19:55</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>4</td><td>2023-02-14 19:54</td><td>39.35</td><td>22.65</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>5</td><td>2023-02-14 19:53</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>6</td><td>2023-02-14 19:52</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>7</td><td>2023-02-14 19:51</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>8</td><td>2023-02-14 19:50</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>9</td><td>2023-02-14 19:49</td><td>39.4</td><td>22.6</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>10</td><td>2023-02-14 19:49</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>11</td><td>2023-02-14 19:47</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>12</td><td>2023-02-14 19:46</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>13</td><td>2023-02-14 19:45</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>14</td><td>2023-02-14 19:44</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>15</td><td>2023-02-14 19:43</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>16</td><td>2023-02-14 19:42</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>17</td><td>2023-02-14 19:41</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>18</td><td>2023-02-14 19:40</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>19</td><td>2023-02-14 19:39</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>20</td><td>2023-02-14 19:38</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>21</td><td>2023-02-14 19:37</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>22</td><td>2023-02-14 19:36</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>23</td><td>2023-02-14 19:35</td><td>39.38</td><td>22.62</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>24</td><td>2023-02-14 19:34</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>25</td><td>2023-02-14 19:33</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>26</td><td>2023-02-14 19:32</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>27</td><td>2023-02-14 19:31</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>28</td><td>2023-02-14 19:30</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>29</td><td>2023-02-14 19:30</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>30</td><td>2023-02-14 19:29</td><td>39.39</td><td>22.61</td><td>15.29</td></tr> <tr><td>31</td><td>2023-02-14 19:28</td><td>39.38</td><td>22.62</td><td>15.29</td></tr> </tbody> </table>		차레	관측일자	토양수분함량_1(%)	토양온도_1(°C)	토양EC_1(dS/m)	1	2023-02-14 19:57	39.4	22.6	15.29	2	2023-02-14 19:56	39.39	22.61	15.29	3	2023-02-14 19:55	39.4	22.6	15.29	4	2023-02-14 19:54	39.35	22.65	15.29	5	2023-02-14 19:53	39.4	22.6	15.29	6	2023-02-14 19:52	39.4	22.6	15.29	7	2023-02-14 19:51	39.4	22.6	15.29	8	2023-02-14 19:50	39.4	22.6	15.29	9	2023-02-14 19:49	39.4	22.6	15.29	10	2023-02-14 19:49	39.39	22.61	15.29	11	2023-02-14 19:47	39.39	22.61	15.29	12	2023-02-14 19:46	39.39	22.61	15.29	13	2023-02-14 19:45	39.39	22.61	15.29	14	2023-02-14 19:44	39.39	22.61	15.29	15	2023-02-14 19:43	39.39	22.61	15.29	16	2023-02-14 19:42	39.39	22.61	15.29	17	2023-02-14 19:41	39.39	22.61	15.29	18	2023-02-14 19:40	39.39	22.61	15.29	19	2023-02-14 19:39	39.39	22.61	15.29	20	2023-02-14 19:38	39.39	22.61	15.29	21	2023-02-14 19:37	39.39	22.61	15.29	22	2023-02-14 19:36	39.39	22.61	15.29	23	2023-02-14 19:35	39.38	22.62	15.29	24	2023-02-14 19:34	39.39	22.61	15.29	25	2023-02-14 19:33	39.39	22.61	15.29	26	2023-02-14 19:32	39.39	22.61	15.29	27	2023-02-14 19:31	39.39	22.61	15.29	28	2023-02-14 19:30	39.39	22.61	15.29	29	2023-02-14 19:30	39.39	22.61	15.29	30	2023-02-14 19:29	39.39	22.61	15.29	31	2023-02-14 19:28	39.38	22.62	15.29
차레	관측일자	토양수분함량_1(%)	토양온도_1(°C)	토양EC_1(dS/m)																																																																																																																																																															
1	2023-02-14 19:57	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
2	2023-02-14 19:56	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
3	2023-02-14 19:55	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
4	2023-02-14 19:54	39.35	22.65	15.29																																																																																																																																																															
5	2023-02-14 19:53	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
6	2023-02-14 19:52	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
7	2023-02-14 19:51	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
8	2023-02-14 19:50	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
9	2023-02-14 19:49	39.4	22.6	15.29																																																																																																																																																															
10	2023-02-14 19:49	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
11	2023-02-14 19:47	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
12	2023-02-14 19:46	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
13	2023-02-14 19:45	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
14	2023-02-14 19:44	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
15	2023-02-14 19:43	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
16	2023-02-14 19:42	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
17	2023-02-14 19:41	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
18	2023-02-14 19:40	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
19	2023-02-14 19:39	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
20	2023-02-14 19:38	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
21	2023-02-14 19:37	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
22	2023-02-14 19:36	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
23	2023-02-14 19:35	39.38	22.62	15.29																																																																																																																																																															
24	2023-02-14 19:34	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
25	2023-02-14 19:33	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
26	2023-02-14 19:32	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
27	2023-02-14 19:31	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
28	2023-02-14 19:30	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
29	2023-02-14 19:30	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
30	2023-02-14 19:29	39.39	22.61	15.29																																																																																																																																																															
31	2023-02-14 19:28	39.38	22.62	15.29																																																																																																																																																															

■ #2-1 신업리의 데이터 관측 및 데이터 관리 현황

- 실증사이트 농가의 토양 데이터 측정(토양온도, 토양습도, 토양EC)을 위해 토양 센서를 설치, 유량 데이터 측정(물탱크 투입 유량, 출수 유량, 수위)을 위해 물탱크 유량계로 데이터 수집
- 2021년 10월 27일부터 실시간으로 데이터를 수집하였으며 수집된 데이터는 1시간, 하루 단위 평균 데이터로 변경하여 분석을 진행
- 설치된 센서들로부터 받은 물탱크 투입 유량, 물탱크 출수 유량, 물탱크 수위, 토양 온도, 토양 습도, 토양 EC 데이터를 인터텍 Data Base에 저장하여 관리하고 있으며, 해당 서버와 연동되는 모니터링 페이지를 통해 실증사이트 농가주들에게 데이터 제공
- 관측 데이터를 그래프로 표출하여 실증농가들 재배작물 특성에 따라 효율적인 관수량 조절이 가능하고, 환경·관수데이터 비교를 통해 농가 현황에 맞는 관수 운영을 실시하여 재배 작물 생산성 증가와 농가의 효율적 운영 가능
- 모니터링 메인 페이지(Dash Board)에 관측 데이터 분석 결과를 나타내는 화면을 통해 농가주 혹은 사용자가 모니터링 페이지에 접속 시 쉽게 분석 결과를 인지하여 직관적인 데이터 관리 가능

[표 46] #2-1 신염리 모니터링 시스템에 표시되는 관측 데이터값



■ #2-2 영주의 데이터 관측 및 데이터 관리 현황

- #2-2 영주 데이터는 유량계, 레벨 센서, 전자변 센서, 지하수 센서를 활용하여 관정으로부터 받는 물의 양을 조절하여 관수 시스템 구축
- 기상관측망 센서를 통해 관측되는 기상데이터는 수증기압, 기온, 상대습도이고 토양관측 센서를 통해 관측되는 토양데이터는 토양 수분과 온도, EC로 각각 3가지 요소에 해당하며, 총 3곳의 지점에서 측정된 데이터의 평균을 통해 분석
- 센서로부터 받은 데이터는 아두이노 및 무선통신 시스템이 구축된 제어함으로 데이터를 전달한 후, 인터텍 DB서버로 전송하여 연계된 모니터링 시스템을 활용하여 실증농가의 데이터 현황 파악

[표 47] #2-2 영주 모니터링 시스템에 표시되는 관측 데이터값



② 외부 기상 데이터 활용



■ #1 신업리의 외부 데이터 관측 및 관측소 현황

- 외부기상 데이터는 기상청 기상자료 개방포털의 AWS데이터 자료를 활용하고, 강수량 데이터를 활용하기 위해 실증사이트와 이격거리가 가장 짧은 애월(893)AWS로부터 데이터를 확보하여 한시간 단위로 데이터 갱신
- 실증사이트는 바닷가에 근접해 있으므로 애월(893)AWS 관측소의 데이터를 바탕으로 분석

[표 48] #1 신업리 외부데이터 관측소 정보	
기상청 기상자료 개방포털 AWS 애월	AWS 및 ASOS 관측소 정보
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 애월(893)AWS <ul style="list-style-type: none"> - 위치 : 33.2757N, 126.1938E - 실증사이트와 이격거리 : 3.5km 

■ #2-1 신업리의 외부 데이터 관측 및 관측소 현황

- 실증사이트의 토양환경 분석을 위해 사용되는 외부기상 자료는 기상청 기상자료 개방포털의 데이터를 사용하여 내부 측정 데이터와 연계하여 효과적인 시스템 운영 도모
- 기상청 기상자료 개방포털의 자료는 실증사이트와 가장 가까운 애월(893) AWS를 기준으로 하여 실증사이트 주변의 기상 데이터를 활용하여 분석
- #2-1 신업리와 #1 신업리는 인접한 위치에 있으므로, 데이터 공유 및 의견공유를 통해 재배작물들의 생산성 상승 도모 및 관수 시스템 운영상의 문제점 발생 및 상호 협조를 바탕으로 효율적인 운영 가능

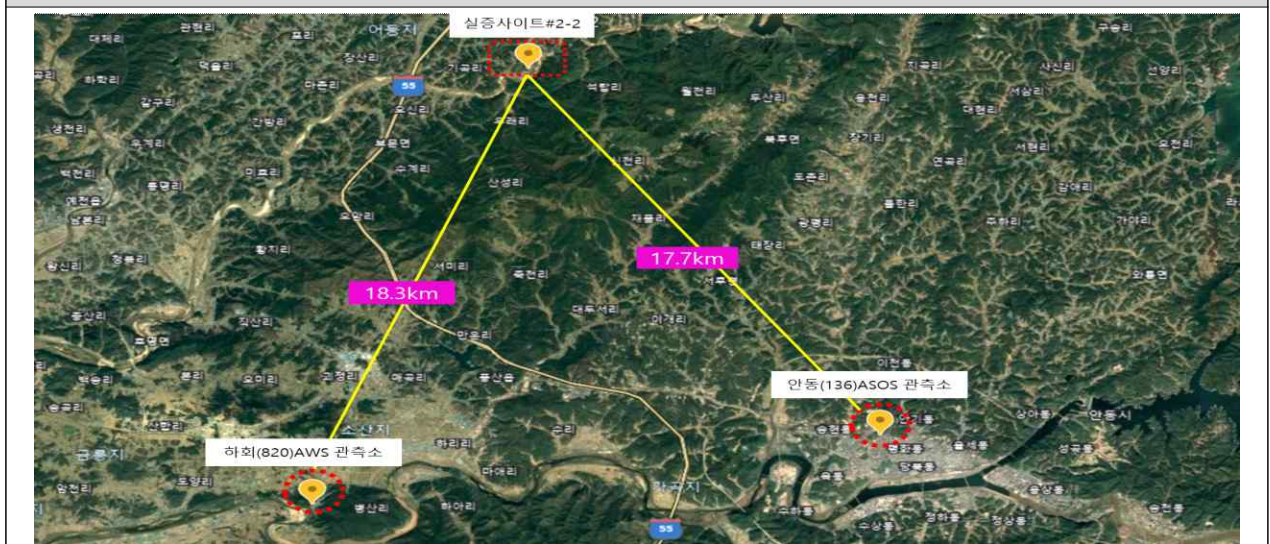
[표 49] #2-1 신업리 외부데이터 관측소 정보	
기상청 기상자료 개방포털 AWS 애월	AWS 관측소 정보
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 애월(893)AWS <ul style="list-style-type: none"> - 위치 : 33.2757N, 126.1938E - 실증사이트와 이격거리 : 3.6km 

■ #2-2 영주의 외부 데이터 관측 및 관측소 현황

- 실증사이트의 강수량 데이터를 획득하기 위해 기상청 기상자료 개방포털의 하회(820) AWS와 안동(136)ASOS 관측 데이터를 획득하여 사용
- 하회(820) AWS 관측소는 해발고도 76m에 위치하고, 기상 관측 센서는 철탑 위에 부착되어 있으므로 강수량 데이터 관측 시 지면에 고여 있거나 바람에 의해 잘못 관측되는 확률을 감소시켜 데이터의 신뢰성 상승
- 안동(136) ASOS 관측소와 하회(820) AWS 관측소의 외부 기상 데이터 사용시 실증사이트 기준 이격 거리가 비슷하기 때문에 가중치 설정 또한 비슷하게 적용
- 관측소가 위치한 안동의 날씨 특성과 실증사이트의 영주시의 날씨 특성의 차이점을 고려하여, 외부 기상 데이터 적용시 현장 농가 현황 및 농가주의 자문에 근거하여 시스템 구축

[표 50] #2-2 영주 외부데이터 관측소 정보									
기상청 기상자료 개방포털 AWS 하회	AWS 및 ASOS 관측소 정보								
 <table border="1" data-bbox="231 1209 750 1288"> <tr> <td>지점명</td> <td>하회(820)</td> <td>관측종류</td> <td>12월 31, 2100</td> </tr> <tr> <td>관측개시일</td> <td>11월 20, 2012</td> <td>주소</td> <td>경상북도 안동시 흥천면 전서로</td> </tr> </table>	지점명	하회(820)	관측종류	12월 31, 2100	관측개시일	11월 20, 2012	주소	경상북도 안동시 흥천면 전서로	<ul style="list-style-type: none"> ■ 안동(136)ASOS <ul style="list-style-type: none"> - 위치 : 36.57293N, 128.70733E - 실증사이트와 이격거리 : 17.7km ■ 하회(820)AWS <ul style="list-style-type: none"> - 위치 : 36.54819N, 128.52665E - 실증사이트와 이격거리 : 18.3km
지점명	하회(820)	관측종류	12월 31, 2100						
관측개시일	11월 20, 2012	주소	경상북도 안동시 흥천면 전서로						

[표 51] #2-2 영주와 관측소 위치 및 거리



■ 모니터링 페이지와 연계한 관측소 데이터

- 2차년도에 개발한 통합 모니터링 페이지의 실증사이트와 근처 관측소 위치, 관측소 정보, 관측소 데이터, 지질주상도, 관정정보를 활용하여 사용자의 편의성 제고
- 관측소 위치·정보를 활용하여 실증사이트와 연결된 관측소 파악 및 해당 관측소의 외부 기상 데이터 활용 시 농가의 실제 기상과 비교하여 농가에 적용함으로써 효율적인 농가 운영 가능
- 지질주상도에 표시되어있는 지하수 지층의 구성요소인 자갈, 점토, 모래 등을 파악하여 관수 펌프 시스템 혹은 배관 구성 시 해당 불순물에 강점을 가지는 필터 혹은 설비를 설치하여 관정 수질 향상 도모
- 외부 기상 데이터 수집 중 평이한 데이터 수집 시 연결된 관측소 데이터 현황(EL, GL, 온도, 기압, 배터리 등)을 확인하고 현재 관측소 내부 에러 사항 파악하여 해당 데이터 수정 및 삭제
- 관정으로부터 관개 작업 문제 발생 시 관정정보 데이터를 확인하여 해당 관정과 연결을 통해 신속하게 문제상황 전달 및 해결
- 관수 시스템 성능 향상 혹은 개선점 파악 시 지질주상도의 프린터 기능을 활용하여 전문가와 의사소통을 통해 현황에 맞는 설비 개선 가능

[표 52] 모니터링페이지에 표시되는 관측소 정보

관측소 (Observatory)

관측소 위치
관측소 정보
관측소 데이터
지질주상도
관정정보

● 관측소 위치
 ● 농가 위치
 ● 관정 위치
 ● 관정보기



지질주상도



관측소 정보

순번	관측소명	관측소코드	북	동	고도
1	관측소1	1000000001	33.48000	126.50719	1000
2	관측소2	1000000002	33.48000	126.50719	1000
3	관측소3	1000000003	33.48000	126.50719	1000
4	관측소4	1000000004	33.48000	126.50719	1000
5	관측소5	1000000005	33.48000	126.50719	1000
6	관측소6	1000000006	33.48000	126.50719	1000
7	관측소7	1000000007	33.48000	126.50719	1000
8	관측소8	1000000008	33.48000	126.50719	1000
9	관측소9	1000000009	33.48000	126.50719	1000
10	관측소10	1000000010	33.48000	126.50719	1000

관측소 데이터

일련번호	일시	고도	수온	EC	바르메트	바터미	PH	DO	DOH	DOV	DOE	CL
2023011810	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011811	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011812	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011813	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011814	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011815	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011816	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011817	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011818	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011819	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2023011820	011	18.25	18.25	17.36	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

관정정보



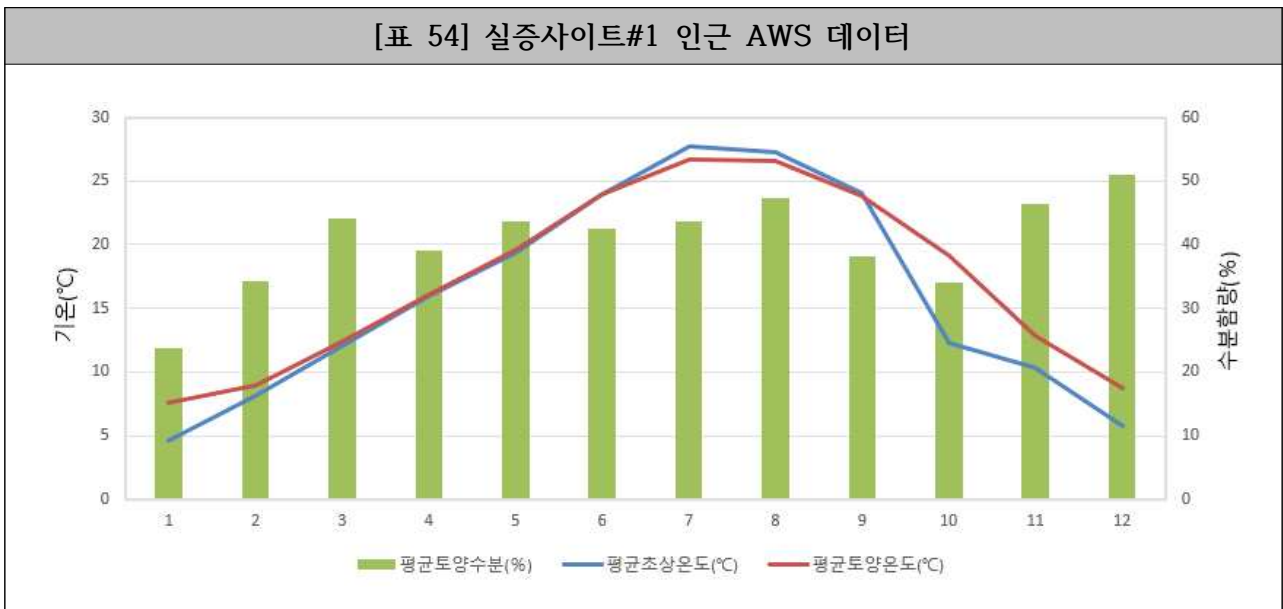
다. 다수 관정, 다수농가 관정 제어 시스템 적용을 위한 시험적용

① 다수 관정, 다수 농가 제어 테스트

- 관정 제어 시스템 적용을 위해 제주도에 구축된 실증사이트(#1, #2-1)의 관수 밸런스 운전 로직 설계 실시
- 본 연구를 통해 실증사이트에 물탱크를 설치하였으며 수위 데이터로 농가에 공급 가능한 관수량을 도출해 다수 농가 제어 테스트 실시
- 밸런스 운전 로직을 설계하기 위해 재배 작물과 필요 관수 시기, 실증사이트 기상 환경에 따른 조건을 정리하여 설계에 반영
- 2차년도에 실증 작물 관수 시기 및 관수량 추정 결과를 바탕으로 작물간 관수 우선순위 검토
- 비트와 콜라비는 파종시기와 수분 스트레스 전후 시기에 중점적으로 관수를 해야하는 작물이며 9월에 파종을 먼저 하는 비트를 관수 우선 순위로 설정하여 조건 설정

[표 53] 재배 작물에 따른 조건 설정											
#1 신엄리					#2-1 신엄리						
재배작물 : 비트					재배작물 : 콜라비						
구분		9월	10월	11월	12월	구분		9월	10월	11월	12월
비트	재배방법	파종			수확	콜라비	재배방법	토양 관리	파종	정식	수확
	관수		관수	수분 스트레스			관수	수분 스트레스	관수	수분 스트레스	

- 지속적으로 수집되고있는 데이터를 활용하여 2021년 실증사이트#1의 기상 환경 및 토양 수분 데이터와 제주도의 연기후특성 분석을 기반으로, 작물 재배시 관수가 필요한 기간 및 수분스트레스 기간 및 관수 조건 설정



2021년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균초상온도(°C)	4.6	8.2	12.0	15.9	19.4	23.9	27.7	27.2	24.1	12.3	10.3	5.7
평균토양온도(°C)	7.6	9.0	12.4	16.1	19.6	23.9	26.7	26.6	23.8	19.1	12.8	8.7
평균토양수분(%)	23.8	34.3	44.1	39.1	43.6	42.4	43.7	47.4	47.5	51.8	46.4	50.9
연간	평균초상온도 : 15.9°C				평균토양온도 : 17.2°C				평균토양수분 : 42.9%			

② 다수 관정, 다수농가 최적 제어시스템 구축 및 시험적용

- 다수 관정, 다수 농가 적용을 위한 조건별 밸런스 운전을 설계하여 시험적용 실시
- 현재 실증사이트는 인근 관정에서 농업용수를 끌어오고 있으며 각 사이트마다 물탱크를 설치하여 물 사용량이 많을 때를 대비해 비축해 놓는 용도로 사용
- 실증사이트가 위치해있는 애월 권역은 2001년 이후부터 꾸준하게 지하수위 감소 추세를 보이며 9~10월에 농업용수 이용이 급증하기 때문에 낮과 밤, 농가간에 물 사용량을 적절하게 분배하는 방안이 필요
- 또한 제주도의 기후특성을 보았을 때 10~11월에 가뭄에 의한 작물의 병해를 주의해야하며 상대적으로 강수량이 적은 11월 중순~12월 초에 작물에 수분 스트레스 기간이 있기 때문에 이를 고려하여 제어 시스템에 반영
- 각 실증사이트에서 재배하고 있는 작물은 비트, 콜라비, 고추이며 많은 관수량이 필요하지 않은 작물이지만 작물 수확 전, 관수 제어를 통해 작물의 당도를 끌어올리는 수분 스트레스 기간이 필요하기 때문에 농가주가 기르고있는 작물 중 관수 제어의 최적 효과를 볼 수 있는 작물로 선정
- #1 신엄리에서 기르고있는 작물은 비트이며 9월 노지 농가에 바로 파종하여 관수 필요
- #2-1 신엄리에서 기르고있는 작물은 콜라비이며 파종은 다른곳에서 진행하여 10월 중순에 노지 농가에 정식을 하기 때문에 이후 관수 필요
- #1 신엄리는 #2-1 신엄리보다 먼저 농가에 파종하기 때문에 9월부터 10월 초까지 1순위로 관수를 실시
- #2-1 신엄리는 10월 초에 파종하여 10월 중순에 정식하기 때문에 정식 전 토양관리를 위해 관수 실시
- 관수시기가 겹치는 10월~11월은 순위를 두어 농가 내에 설치된 토양센서를 통해 일정 수분 이상 측정되게 관수 실시
- 수분스트레스가 실시되는 11월 중순 이후에는 관수제어를 중단하여 작물의 당도가 증가할 수 있는 환경 조성

구분 (월/주)	9월				10월				11월				12월			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
#1 신엄리	토양수분 25% ▲				토양수분 20%▲		토양수분 20%▲		토양수분 20%▲		수분 스트 레스	관수 종료				
	1순위	1순위	1순위	1순위	1순위	1순위	2순위	2순위	2순위	2순위						
#2-1 신엄리	작물휴지기				토양수분 20%▲		토양수분 25%▲		토양수분 20%▲		수분 스트 레스	관수 종료				
					2순위	2순위	1순위	1순위	1순위	1순위		1순위	1순위			

라. 실용화, 사업화를 위한 산/학/연협력네트워크 구축

① 농업기술원과 협업체계 구축

■ 실증사이트 운영 고도화를 위한 농업기술원의 운영방안 검토

- 2차년도에 새롭게 구축된 실증사이트에 대한 현황에 대해 분석하고, 해당 농가주들의 의견 수렴 및 이에 따른 문제상황 파악
- 농업용 관정시스템 표준(안) 1차 기획을 바탕으로 추진 중인 전략에 대해 농업기술원의 자문을 구하고 표준안의 수정사항 또는 개선사항을 도출
- 실증사이트의 농가주들이 작물 재배를 진행하면서 발생하는 애로사항이나 문제점에 대해서 농업기술원의 조언을 활용하여 각 농가의 현황에 맞는 해결책 제시 및 이에 따른 효율적인 관수관리 방안 확보


■ 농업용수 통합 광역화 사업에 대하여 각 기관과 업체들에 대한 의견 수렴


- `20.10~`24년까지 진행 예정인 군집 관정 단위의 통합 활용으로 효율적 농업용수 공급 및 관리 도모를 위한 농업용수 통합 광역화에 대하여 참여기관 및 농업기술원이 해당 사업에 대한 의견 제시와 이에 따른 사업화 진행 방향 모색
- 2차년도에 진행되었던 '제주도 농업용수 통합 광역화' 비즈니스 모델 수립 및 제언을 바탕으로 신규 급수공급 방법 구상에 대한 농업기술원의 의견 수렴


■ 과제 협력기관 및 참여기관들의 협업을 위한 업무 미팅

- 새롭게 구축된 실증사이트와 관련기관 및 농업기술원과의 협업체계 구축을 위하여 해당연도에 진행하는 사업에 대한 자료 공유 및 의논
- 실증사이트의 주위의 농업용 관정, 용배수로 등 기구축 설비들의 현황 파악 후, 관수 시스템을 농가에 적용할 때 발생하는 문제점 및 어려움에 대한 실증농가와 농업기술원의 업무 회의를 통한 효과적인 농가 운영 방법 강구
- 사업 종료 이후 실시 예정인 농업기술원 부지에 인터텍의 보유 기술 적용 사업에 대한 업무 회의를 통하여 요구사항 및 필요사항을 사업실시 이전에 파악한 후 필요한 자료들을 확보하여 논의 진행

[표 56] 업무 미팅 내용

구분	회의 내용	
농업 기술원 업무회의	기 구축 설비 활용을 위한 방안 모색	
일 시	2022년 4월 14일 (목)	
회의 장소	인터텍 기업부설연구소	
참 석 자	농업기술원, (주)인터텍, 농가주	
회의 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 기구축 설비 사용을 위한 농업기술원과 업무 회의 	

구분	회의 내용	
농업 기술원 업무회의	▶ 실증사이트 재배 작물과 관수시스템 활용에 대한 자문	
일 시	2022년 5월 4일 (수)	
회의 장소	인터텍 기업부설연구소	
참 석 자	제주대학교, 농업기술원, (주)인터텍, 농가주	
회의 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 농가주들이 관수시스템이 적용된 농가를 운영하면서 느낀 불편함 또는 개선사항에 대해 농업기술원 담당자 및 (주)인터텍 기술담당자와의 자문을 통해 문제점 해결 	

구분	회의 내용	
농업 기술원 업무회의	(주)인터텍 기술을 농업기술원 부지 적용에 관한 논의	
일 시	2022년 09월 20일 (화)	
회의 장소	인터텍 기업부설연구소	
참 석 자	농업기술원, (주)인터텍, 농가주	
회의 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 해당연도에 진행 예정인 농업기술원 부지 사용건에 대한 인터텍 관계자와 농업기술원 담당자들의 회의를 통한 준비사항 검토 	

② 농업기술원을 대상으로 한 기술적용 가능성 검토

■ 농업기술원 관정 현황 및 기구축 설비 현황 파악

- 농업기술원 관정 현장 방문을 통하여 현황을 파악하고, 담당자와의 대화를 통해서 농업기술원의 관정 활용 방법 및 적용 대상에 대한 정보 획득
- '95년과 '15년에 최초허가를 받은 관정 2개로써, '15년도에 받은 관정은 서부농업기술센터 입구 주차장 앞에 위치하고 있으며, '95년에 받은 관정은 서부농업기술센터가 관리하고 있는 실증부지들 가운데에 위치
- 두 개의 관정에 대한 양수 능력, 취수 허가량, 토출관 구경, 굴착 심도의 차이로 인해서 각 관정별로 획득할 수 있는 지하수 양의 차이가 존재하여 이에 따른 시스템 조절 필요
- 다수 관정에 대해서 동시 시스템 제어 및 관리를 달성하기 위해 관정 현황에 따라 달라지는 시스템 값을 계산·예측하여 효율적이고 안정적인 대규모 통합 관리시스템 구축

[표 57] 제주시 한림읍 금능리 350-7 관정

관정개요	양수능력	700m ³ /일	굴착심도	160m
	취수 허가량	13,000m ³ /월	최초허가일	2015년 07월 27일
	토출관 구경	100mm	용도	생활용(업무시설)
관정사진				
				

[표 58] 제주시 한림읍 금능리 산 17 관정

관정개요	양수능력	800m ³ /일	굴착심도	120m
	취수 허가량	10,000m ³ /월	최초허가일	1995년 09월 28일
	토출관 구경	65mm	용도	생활용(업무시설)
관정사진				

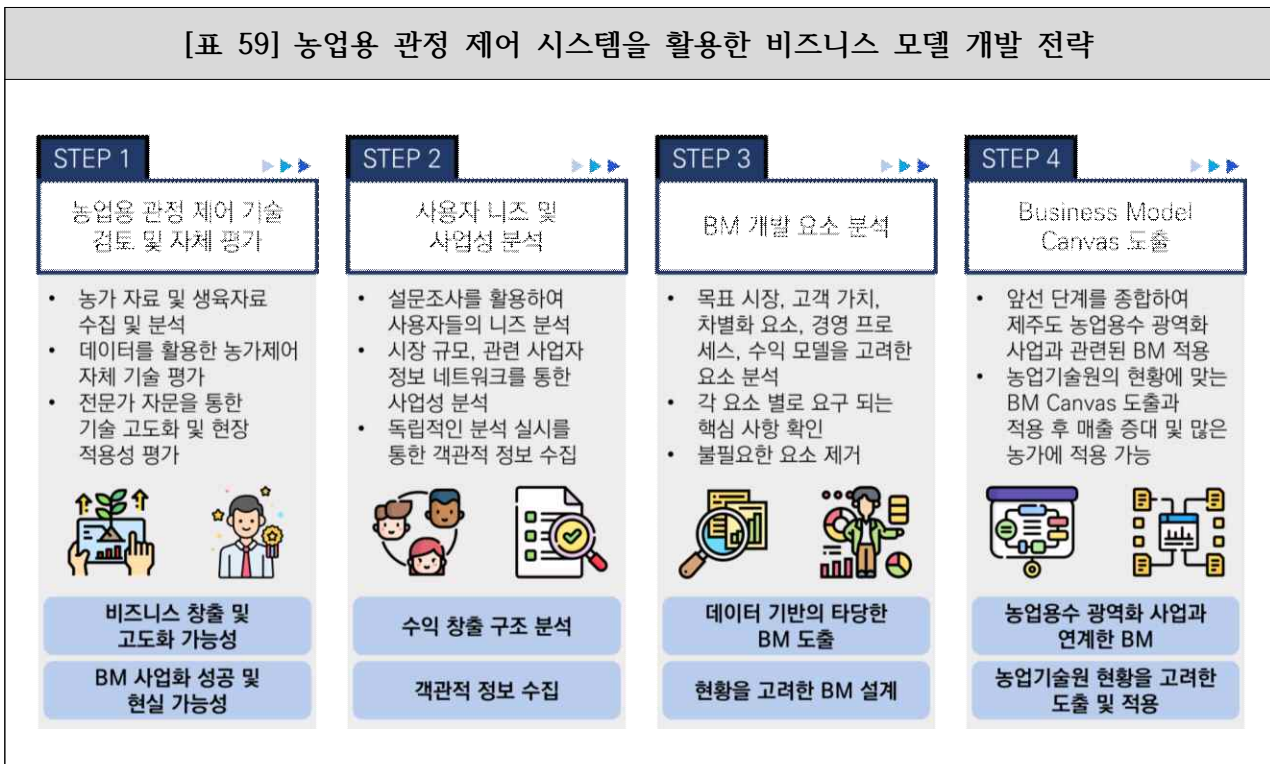
■ 농업기술원 관정 부지 분석 및 관정 제어 시스템 적용 가능 여부 파악

- 농업기술원 인근 농가들을 대상으로 하여 본 연구를 통해 개발된 표준 설계(안) 및 표준 시공(안)을 고려하여 농업용 관정 제어 시스템 적용 가능 여부 분석
- 관정의 양수능력과 관수를 받는 인근 실증사이트의 면적 및 재배 작물 분석을 통해 개발된 농업용 관정 제어 시스템의 도입이 가능할 것으로 예측되며, 관정과 실증사이트 사이의 설비 구축 완료 후 통합 모니터링 시스템과 연동하여 데이터 현황 파악 가능

■ 제주 농업용수 통합 광역화 사업과 연계한 비즈니스 모델 개발

- 제주 농업용수 통합 광역화 사업은 2024년까지 1,362억원의 사업비로 총 11개 대권역과 36개 소권역으로 나눠 추진되며, 총면적 3만 2,755ha에 신규로 농업용수를 공급 및 보충
- 기존의 급수 방식은 소규모 단위로 진행되지만, 농업용수 통합 광역화 방식이 개발·구축이 되면 군집 관정 단위의 대규모 활용으로 다량의 농가에 동시에 적용 가능
- 농업기술원 부지에 적용 예정인 기술 또한 다수·동시 관정 제어 시스템이기 때문에 이를 활용하여 효과적으로 광역화 사업에 기술 적용 가능
- 신규 급수공급을 위해 생성되는 관정에 대하여 사용되는 데이터 및 현황 파악을 위해 모니터링 시스템이 필요한 상황이며, 1·2차년도에 개발 및 실증사이트에서 운영하고 있는 통합 관정 모니터링 시스템을 확장 및 고도화하고 광역화 사업에 맞게 변형하여 사용성 높은 시스템으로 사용 가능
- 농업기술원에 적용되는 기술의 문제점 및 개선사항의 축적 데이터를 활용하여 농업용수 광역화 사업 진행 중에 발생하는 애로사항에 대해서 유연하고 빠른 대처 필요
- 본 연구를 통해 개발된 다수 관정, 다수 농가 제어에 사용되는 기술과, 농업용수 광역화 사업에 비즈니스 모델을 적용하여 제주도의 지하수 및 농업용수 사용량 극대화 가능

[표 59] 농업용 관정 제어 시스템을 활용한 비즈니스 모델 개발 전략



마. 실증사이트 #1 & #2 채소재배농가의 농업용 관정 제어 시스템 운영 효과 조사

① 실증사이트 운영 효과

- 제주도의 한정된 관정으로 관수량 부족 문제를 해결하기 위해 본 관정 제어 시스템을 적용
- 제주도의 관정 특성상 대략 100개의 농가가 2개의 관정에 의존하고 있으며 물 사용량이 많은 낮에 관수를 하지 못하는 농가 발생
- 제어 시스템 도입을 통해 관수시기를 파악하고 물을 비축해 자동으로 제어하며 농가주가 직접 밭에 가지 않아도 자동으로 밭에 관수 가능
- 드론 촬영을 통해 1차년도에는 열화상, 2차년도에는 식생지수를 분석하여 농가 제어를 통해 관수 효과를 정량적으로 평가하여 개발 완료하였으나, 3차년도에는 전체적 설비 고도화를 진행하였으며 실증사이트 3곳의 3년간의 전체적인 평가를 위해 LCC로 분석 실시

[표 60] #1 신임리 운영 효과 분석

#1 신임리		재배작물	비트	위치	제주
		면적	3,594.9m ²		
항목	2019년	2020년	2021년	2022년	
수확 (kg)	5,000	3,500	6,000	11,500	
매출 (천원)	5,470	5,803	4,950	15,847	
평균가격 (원/kg)	1,148	1,658	825	1,378	

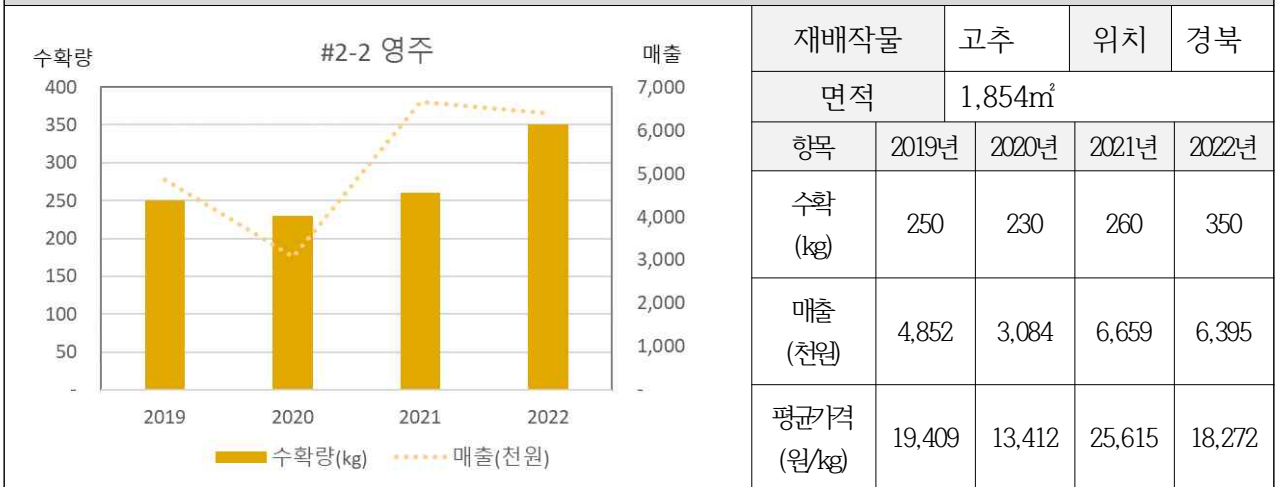
- #1 신임리는 비트를 재배하고 있으며 20년 12월 관정 제어 시스템 구축 완료 후 전년도 대비 수확량 71% 증가, 매출 853,000원 하락 발생
- 수확량은 증가하였지만 매출이 하락한 원인은 2021년에 전국적으로 50%가량 비트 가격이 하락하여 영향을 미친 것으로 사료되나 2022년에 가격 회복 및 매출량 증가로 관정 제어 시스템을 통한 지속적인 관리로 작물 관리에 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석

[표 61] #2-1 신임리 운영 효과 분석

#2-1 신임리		재배작물	브로콜리	위치	제주
		면적	1,327.8m ²		
항목	2019년	2020년	2021년	2022년	
수확 (kg)	1,000	1,000	1,450	2,960	
매출 (천원)	2,590	2,579	3,696	8,332	
평균가격 (원/kg)	2,590	2,579	2,549	2,815	

- #2-1 신임리는 브로콜리를 재배하고 있으며 21년 3월 관정 제어 시스템 구축 완료 후 전년도 대비 수확량 45% 증가, 매출 1,117,050원 증가
- 관정 제어 시스템 구축 후 지속적으로 수확량과 매출이 증가하였으며 2022년은 브로콜리의 전국 가격 소폭 상승 및 B밭의 수확량 대폭 증가로 결과적으로 수확과 매출에서의 큰 증가폭을 나타냄
- 관정 제어 시스템을 통한 지속적인 관리로 작물 관리에 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석

[표 62] #2-2 영주 운영 효과 분석



- #2-2 영주는 고추를 재배하고 있으며 21년 3월 관정 제어 시스템 구축 완료 후 전년도 대비 수확량 13% 증가, 매출 3,575,140원 증가
- 2022년은 전년도 대비 수확량은 증가하였지만 매출이 하락한 원인은 2022년에 전국적으로 40% 가량 고추 가격이 하락하여 영향을 미친 것으로 사료되지만 관정 제어 시스템을 통한 지속적인 관리로 작물 관리에 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석

② 데이터 처리속도 및 연동주기 달성

- 실증사이트 #1, #2-1, #2-2에서 계측하고 있는 데이터들에 대한 처리속도 및 연동주기를 공인 기관(한국건설생활환경시험연구원)에 의뢰하여 기술개발목표 달성도 확인
- 클라이언트 PC에서 Google의 Chrome DevTools를 실행하여 개발한 페이지에 대한 응답속도를 각 10회씩 반복 측정하여 5초 이내 임을 확인
- 10회 측정 결과 평균 0.474초의 처리속도를 나타내었으며 목표치인 5초 내 결과를 통해 성과 지표 만족

[표 63] 시험 결과

소프트웨어 정보										
제품명(버전)	관정 제어 및 통합모니터링 시스템									
운영체제	서버	CENTOS 7								
	기타 소프트웨어	MariaDB 10.5.8, Apache 2.4								
	클라이언트	WEB								
하드웨어 정보										
하드웨어 사양	서버	CPU	intel Xeon-Silver 4110							
		RAM	16GB							
		HDD	3.6TB							
	클라이언트	CPU	intel(R) Core(TM) i7-7700 @ 3.60GHz							
		RAM	16GB							
		HDD	256GB							
		GPU	Geforce GTX 1060 3GB							
네트워크 환경	TCP/IP									
시험 결과										
1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회	평균
0.585	0.514	0.441	0.508	0.421	0.501	0.441	0.441	0.439	0.448	0.474

[표 64] 데이터 처리속도 및 연동주기 시험성적서

the way to trust **KCL**
049-007-8943-8597

시험성적서

1. 성적서 번호 : QJ22-02444K
 2. 의뢰자
 ○ 업종 : 주식회사 인터텍
 ○ 주소 : 제주특별자치도 제주시 구산로4길 38-6 (아라일동)
 3. 시험기간 : 2022년 11월 02일 ~ 2022년 11월 11일
 4. 시험성적서의 용도 : 과제결과물 제출용
 5. 시료명 : 관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)
 6. 시험방법
 (1) 의뢰자 제시방법

확인

작성 자 성명

권영우

기술책임 자 명

역승민

비고 : 1. 이 성적서는 KS O ISO/IEC 17025 및 KCLAS 인정과 관련하여 문건, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체 제품에 대한 보증을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 정보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 본도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 인정할 수 없습니다.
 4. 이 성적서의 권위유무는 홈페이지(www.kcl.or.kr)에서 확인 가능합니다.

2022년 11월 11일
한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 51395 경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 31 (물동동) ☎ (055)717-7882
 ● KISO 인증 (KQ001) KMSI199-12-01-03(1)

the way to trust **KCL**

시험성적서

성적서번호 : QJ22-02444K

7. 시험결과

7.1. 시험개요
 가. 시험기준
 고객에 의뢰한 관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)에 대하여 고객이 제공하는 시험항목, 시험용자, 시험환경에 따라 한국건설생활환경시험연구원이 수행하고 결과를 확인한다.
 나. 시험장소
 경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 31, 소프트웨어벤처센터 시험실

다. 시험대상제품

제품명	의뢰자
관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)	주식회사 인터텍

라. 의뢰자 제시 기준

시험항목	개발목표	단위
데이터 처리 속도 및 연동주기	5 이하	s

7.2. 시험결과

시험항목	시험결과	비고
데이터 처리 속도 및 연동주기	0.474 s	10 회 반복

● KISO 인증 (KQ001) KMSI199-12-01-03(1)

the way to trust **KCL**

시험성적서

성적서번호 : QJ22-02444K

7.3. 시험환경

가. 서버 사양

장비명	사양
CPU	Intel Xeon(R) Silver 4110 CPU @ 2.10 GHz
RAM	32 GB
HDD	4 TB
OS	CentOS Linux 8
SOFTWARE	관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)
기타 SOFTWARE	Apache 2.4.37, MariaDB 10.5.8
NETWORK	Ethernet

나. 시험용 PC 사양

장비명	시험용 PC
CPU	Intel Core(TM) i5-9600K CPU @ 3.70 GHz
RAM	8 GB
HDD	256 GB
GPU	NVIDIA GeForce GT 730
OS	Windows 10 pro 64 bit
기타 SOFTWARE	Google Chrome 107.0.5304.87
NETWORK	Ethernet

다. 스위치 사양

장비명	스위치
모델명	HPE 1820 Series Switch J9980A
제조사	Hewlett Packard Enterprise Company

● KISO 인증 (KQ001) KMSI199-12-01-03(1)

the way to trust **KCL**

시험성적서

성적서번호 : QJ22-02444K

가. 시험도구

시험도구명	개발자 도구
설명	웹 클라이언트 성능 테스트

나. 시험환경 구성

[시험용 PC]

[스위치]

[서버]

● KISO 인증 (KQ001) KMSI199-12-01-03(1)

시험성적서

시험서번호 : QJ22-0244K

7.4. 데이터 처리 속도 및 연동주기

가. 시험내용

- 1) 시험용 PC에서 Google Chrome(107.0.5304.87)를 통해 서버에 구축된 관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)으로 접속하고 암호자가 제공한 ID/PASSWORD로 로그인함
- 2) 관정 제어 및 통합모니터링 시스템(V1.0)의 메인화면에서 관측 데이터 탭 아래 실종사이트 페이지로 이동함
- 3) Google Chrome(107.0.5304.87)의 웹 클라이언트 성능 테스트 도구(페이지 사용 중지 환경)를 실행하고 실종사이트 페이지의 검색 기능에 대한 응답속도를 측정함
- 4) 절차 2) ~ 3)을 10회 반복하여 평균 데이터 처리 속도 및 연동주기별 계산함

나. 시험결과

- 1) 데이터 처리 속도 및 연동주기 가 평균 0.474 s 임을 확인함

구분	시험결과				
	1회	2회	3회	4회	5회
데이터 처리 속도 및 연동주기 측정	0.585 s	0.514 s	0.441 s	0.508 s	0.421 s
	0.501 s	0.441 s	0.441 s	0.439 s	0.448 s
(평균) 데이터 처리 속도 및 연동주기					0.474 s

2) 시험결과 화면



● 7903바, 총 5663바 양성TOP-12-01-02(1)



시험성적서

시험서번호 : QJ22-0244K



● 7830바, 총 6863바 양성TOP-12-01-02(1)



시험성적서

시험서번호 : QJ22-0244K



● 7830바, 총 7863바 양성TOP-12-01-02(1)



바. 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안) 도출

① 농업용 관정 시스템 기술연구 내용 조사

- 관정시스템 표준(안)에 대한 국내의 사례는 존재하지 않으며, 현재는 농어촌지하수관리시스템, 국가지하수정보센터 등의 기관과 일반기업에서 나온 특허 내용이 대부분에 해당
- 제주특별자치도는 수자원 관리체계 전략과 세부 추진과제를 통해 제주도 상황에 적합한 '지속 가능한 제주형 수자원 관리체계' 마련 중

[표 65] 지속가능한 제주형 수자원 관리체계	
전략	세부 추진과제
제주형 통합 물이용 체계 구축	제주형 용수공급시스템 통합 운영
	공공관정 등 지하수 이용체계 합리화 빗물·용천수·하수재처리수 등 대체수자원 통합 이용
지하수 환경기준 설정 및 수질등급별 관리	지하수 환경기준 설정 및 수질등급별 관리
	지하수 수질·오염원 통합 관리 체계 구축
	오염 지하수 관정 시설 개선
지속이용가능한 지하수 보전·관리	유역별 지하수 개발·이용 총량 관리
	수량·수질 통합 관리
	주요 함양지역 관리체계 강화 및 지하수자원특별관리구역 제도 보완
	지하수 이용 형평성 제고

(제주연구원, 2019)

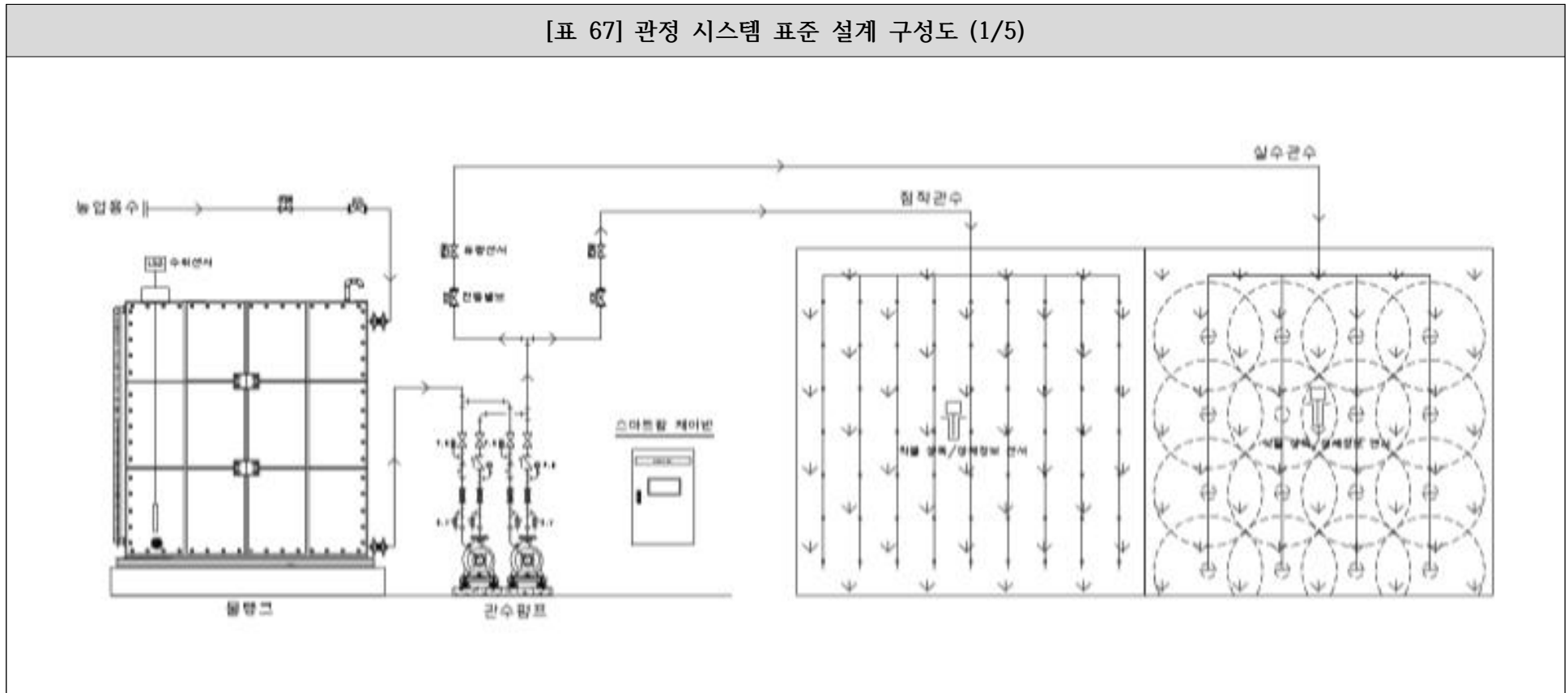
- 제주특별자치도 지하수 관리 조례 내용을 조사하여 관정 제어 시스템 표준 설계시 반영
- 지하수 개발·이용 시설, 지하수 정보체계 구축·운영 시 고려 사항, 농업용수 공급 및 시설물 관리에 필요한 사항 등을 고려하여 다음과 같은 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안) 구성

[표 66] 제주도 지하수 관리 조례 일부		
<p style="text-align: center;">제주특별자치도 지하수 관리 조례</p> <p style="text-align: center;">제20조(수자원관리위원회) 제1항(제1호)</p> <p style="text-align: center;">제21조(지하수 관리) 제1항</p> <p style="text-align: center;">제22조(지하수 개발·이용) 제1항</p> <p style="text-align: center;">제23조(지하수 보전·관리) 제1항</p>	<p style="text-align: center;">제24조(지하수 개발·이용) 제2항</p> <p style="text-align: center;">제25조(지하수 보전·관리) 제2항</p> <p style="text-align: center;">제26조(지하수 보전·관리) 제3항</p> <p style="text-align: center;">제27조(지하수 보전·관리) 제4항</p> <p style="text-align: center;">제28조(지하수 보전·관리) 제5항</p> <p style="text-align: center;">제29조(지하수 보전·관리) 제6항</p> <p style="text-align: center;">제30조(지하수 보전·관리) 제7항</p> <p style="text-align: center;">제31조(지하수 보전·관리) 제8항</p> <p style="text-align: center;">제32조(지하수 보전·관리) 제9항</p> <p style="text-align: center;">제33조(지하수 보전·관리) 제10항</p> <p style="text-align: center;">제34조(지하수 보전·관리) 제11항</p> <p style="text-align: center;">제35조(지하수 보전·관리) 제12항</p> <p style="text-align: center;">제36조(지하수 보전·관리) 제13항</p> <p style="text-align: center;">제37조(지하수 보전·관리) 제14항</p> <p style="text-align: center;">제38조(지하수 보전·관리) 제15항</p> <p style="text-align: center;">제39조(지하수 보전·관리) 제16항</p> <p style="text-align: center;">제40조(지하수 보전·관리) 제17항</p> <p style="text-align: center;">제41조(지하수 보전·관리) 제18항</p> <p style="text-align: center;">제42조(지하수 보전·관리) 제19항</p> <p style="text-align: center;">제43조(지하수 보전·관리) 제20항</p> <p style="text-align: center;">제44조(지하수 보전·관리) 제21항</p> <p style="text-align: center;">제45조(지하수 보전·관리) 제22항</p> <p style="text-align: center;">제46조(지하수 보전·관리) 제23항</p> <p style="text-align: center;">제47조(지하수 보전·관리) 제24항</p> <p style="text-align: center;">제48조(지하수 보전·관리) 제25항</p> <p style="text-align: center;">제49조(지하수 보전·관리) 제26항</p> <p style="text-align: center;">제50조(지하수 보전·관리) 제27항</p> <p style="text-align: center;">제51조(지하수 보전·관리) 제28항</p> <p style="text-align: center;">제52조(지하수 보전·관리) 제29항</p> <p style="text-align: center;">제53조(지하수 보전·관리) 제30항</p> <p style="text-align: center;">제54조(지하수 보전·관리) 제31항</p> <p style="text-align: center;">제55조(지하수 보전·관리) 제32항</p> <p style="text-align: center;">제56조(지하수 보전·관리) 제33항</p> <p style="text-align: center;">제57조(지하수 보전·관리) 제34항</p> <p style="text-align: center;">제58조(지하수 보전·관리) 제35항</p> <p style="text-align: center;">제59조(지하수 보전·관리) 제36항</p> <p style="text-align: center;">제60조(지하수 보전·관리) 제37항</p> <p style="text-align: center;">제61조(지하수 보전·관리) 제38항</p> <p style="text-align: center;">제62조(지하수 보전·관리) 제39항</p> <p style="text-align: center;">제63조(지하수 보전·관리) 제40항</p> <p style="text-align: center;">제64조(지하수 보전·관리) 제41항</p> <p style="text-align: center;">제65조(지하수 보전·관리) 제42항</p> <p style="text-align: center;">제66조(지하수 보전·관리) 제43항</p> <p style="text-align: center;">제67조(지하수 보전·관리) 제44항</p> <p style="text-align: center;">제68조(지하수 보전·관리) 제45항</p> <p style="text-align: center;">제69조(지하수 보전·관리) 제46항</p> <p style="text-align: center;">제70조(지하수 보전·관리) 제47항</p> <p style="text-align: center;">제71조(지하수 보전·관리) 제48항</p> <p style="text-align: center;">제72조(지하수 보전·관리) 제49항</p> <p style="text-align: center;">제73조(지하수 보전·관리) 제50항</p> <p style="text-align: center;">제74조(지하수 보전·관리) 제51항</p> <p style="text-align: center;">제75조(지하수 보전·관리) 제52항</p> <p style="text-align: center;">제76조(지하수 보전·관리) 제53항</p> <p style="text-align: center;">제77조(지하수 보전·관리) 제54항</p> <p style="text-align: center;">제78조(지하수 보전·관리) 제55항</p> <p style="text-align: center;">제79조(지하수 보전·관리) 제56항</p> <p style="text-align: center;">제80조(지하수 보전·관리) 제57항</p> <p style="text-align: center;">제81조(지하수 보전·관리) 제58항</p> <p style="text-align: center;">제82조(지하수 보전·관리) 제59항</p> <p style="text-align: center;">제83조(지하수 보전·관리) 제60항</p> <p style="text-align: center;">제84조(지하수 보전·관리) 제61항</p> <p style="text-align: center;">제85조(지하수 보전·관리) 제62항</p> <p style="text-align: center;">제86조(지하수 보전·관리) 제63항</p> <p style="text-align: center;">제87조(지하수 보전·관리) 제64항</p> <p style="text-align: center;">제88조(지하수 보전·관리) 제65항</p> <p style="text-align: center;">제89조(지하수 보전·관리) 제66항</p> <p style="text-align: center;">제90조(지하수 보전·관리) 제67항</p> <p style="text-align: center;">제91조(지하수 보전·관리) 제68항</p> <p style="text-align: center;">제92조(지하수 보전·관리) 제69항</p> <p style="text-align: center;">제93조(지하수 보전·관리) 제70항</p> <p style="text-align: center;">제94조(지하수 보전·관리) 제71항</p> <p style="text-align: center;">제95조(지하수 보전·관리) 제72항</p> <p style="text-align: center;">제96조(지하수 보전·관리) 제73항</p> <p style="text-align: center;">제97조(지하수 보전·관리) 제74항</p> <p style="text-align: center;">제98조(지하수 보전·관리) 제75항</p> <p style="text-align: center;">제99조(지하수 보전·관리) 제76항</p> <p style="text-align: center;">제100조(지하수 보전·관리) 제77항</p> <p style="text-align: center;">제101조(지하수 보전·관리) 제78항</p> <p style="text-align: center;">제102조(지하수 보전·관리) 제79항</p> <p style="text-align: center;">제103조(지하수 보전·관리) 제80항</p> <p style="text-align: center;">제104조(지하수 보전·관리) 제81항</p> <p style="text-align: center;">제105조(지하수 보전·관리) 제82항</p> <p style="text-align: center;">제106조(지하수 보전·관리) 제83항</p> <p style="text-align: center;">제107조(지하수 보전·관리) 제84항</p> <p style="text-align: center;">제108조(지하수 보전·관리) 제85항</p> <p style="text-align: center;">제109조(지하수 보전·관리) 제86항</p> <p style="text-align: center;">제110조(지하수 보전·관리) 제87항</p> <p style="text-align: center;">제111조(지하수 보전·관리) 제88항</p> <p style="text-align: center;">제112조(지하수 보전·관리) 제89항</p> <p style="text-align: center;">제113조(지하수 보전·관리) 제90항</p> <p style="text-align: center;">제114조(지하수 보전·관리) 제91항</p> <p style="text-align: center;">제115조(지하수 보전·관리) 제92항</p> <p style="text-align: center;">제116조(지하수 보전·관리) 제93항</p> <p style="text-align: center;">제117조(지하수 보전·관리) 제94항</p> <p style="text-align: center;">제118조(지하수 보전·관리) 제95항</p> <p style="text-align: center;">제119조(지하수 보전·관리) 제96항</p> <p style="text-align: center;">제120조(지하수 보전·관리) 제97항</p> <p style="text-align: center;">제121조(지하수 보전·관리) 제98항</p> <p style="text-align: center;">제122조(지하수 보전·관리) 제99항</p> <p style="text-align: center;">제123조(지하수 보전·관리) 제100항</p>	<p style="text-align: center;">제124조(지하수 보전·관리) 제101항</p> <p style="text-align: center;">제125조(지하수 보전·관리) 제102항</p> <p style="text-align: center;">제126조(지하수 보전·관리) 제103항</p> <p style="text-align: center;">제127조(지하수 보전·관리) 제104항</p> <p style="text-align: center;">제128조(지하수 보전·관리) 제105항</p> <p style="text-align: center;">제129조(지하수 보전·관리) 제106항</p> <p style="text-align: center;">제130조(지하수 보전·관리) 제107항</p> <p style="text-align: center;">제131조(지하수 보전·관리) 제108항</p> <p style="text-align: center;">제132조(지하수 보전·관리) 제109항</p> <p style="text-align: center;">제133조(지하수 보전·관리) 제110항</p> <p style="text-align: center;">제134조(지하수 보전·관리) 제111항</p> <p style="text-align: center;">제135조(지하수 보전·관리) 제112항</p> <p style="text-align: center;">제136조(지하수 보전·관리) 제113항</p> <p style="text-align: center;">제137조(지하수 보전·관리) 제114항</p> <p style="text-align: center;">제138조(지하수 보전·관리) 제115항</p> <p style="text-align: center;">제139조(지하수 보전·관리) 제116항</p> <p style="text-align: center;">제140조(지하수 보전·관리) 제117항</p> <p style="text-align: center;">제141조(지하수 보전·관리) 제118항</p> <p style="text-align: center;">제142조(지하수 보전·관리) 제119항</p> <p style="text-align: center;">제143조(지하수 보전·관리) 제120항</p> <p style="text-align: center;">제144조(지하수 보전·관리) 제121항</p> <p style="text-align: center;">제145조(지하수 보전·관리) 제122항</p> <p style="text-align: center;">제146조(지하수 보전·관리) 제123항</p> <p style="text-align: center;">제147조(지하수 보전·관리) 제124항</p> <p style="text-align: center;">제148조(지하수 보전·관리) 제125항</p> <p style="text-align: center;">제149조(지하수 보전·관리) 제126항</p> <p style="text-align: center;">제150조(지하수 보전·관리) 제127항</p> <p style="text-align: center;">제151조(지하수 보전·관리) 제128항</p> <p style="text-align: center;">제152조(지하수 보전·관리) 제129항</p> <p style="text-align: center;">제153조(지하수 보전·관리) 제130항</p> <p style="text-align: center;">제154조(지하수 보전·관리) 제131항</p> <p style="text-align: center;">제155조(지하수 보전·관리) 제132항</p> <p style="text-align: center;">제156조(지하수 보전·관리) 제133항</p> <p style="text-align: center;">제157조(지하수 보전·관리) 제134항</p> <p style="text-align: center;">제158조(지하수 보전·관리) 제135항</p> <p style="text-align: center;">제159조(지하수 보전·관리) 제136항</p> <p style="text-align: center;">제160조(지하수 보전·관리) 제137항</p> <p style="text-align: center;">제161조(지하수 보전·관리) 제138항</p> <p style="text-align: center;">제162조(지하수 보전·관리) 제139항</p> <p style="text-align: center;">제163조(지하수 보전·관리) 제140항</p> <p style="text-align: center;">제164조(지하수 보전·관리) 제141항</p> <p style="text-align: center;">제165조(지하수 보전·관리) 제142항</p> <p style="text-align: center;">제166조(지하수 보전·관리) 제143항</p> <p style="text-align: center;">제167조(지하수 보전·관리) 제144항</p> <p style="text-align: center;">제168조(지하수 보전·관리) 제145항</p> <p style="text-align: center;">제169조(지하수 보전·관리) 제146항</p> <p style="text-align: center;">제170조(지하수 보전·관리) 제147항</p> <p style="text-align: center;">제171조(지하수 보전·관리) 제148항</p> <p style="text-align: center;">제172조(지하수 보전·관리) 제149항</p> <p style="text-align: center;">제173조(지하수 보전·관리) 제150항</p> <p style="text-align: center;">제174조(지하수 보전·관리) 제151항</p> <p style="text-align: center;">제175조(지하수 보전·관리) 제152항</p> <p style="text-align: center;">제176조(지하수 보전·관리) 제153항</p> <p style="text-align: center;">제177조(지하수 보전·관리) 제154항</p> <p style="text-align: center;">제178조(지하수 보전·관리) 제155항</p> <p style="text-align: center;">제179조(지하수 보전·관리) 제156항</p> <p style="text-align: center;">제180조(지하수 보전·관리) 제157항</p> <p style="text-align: center;">제181조(지하수 보전·관리) 제158항</p> <p style="text-align: center;">제182조(지하수 보전·관리) 제159항</p> <p style="text-align: center;">제183조(지하수 보전·관리) 제160항</p> <p style="text-align: center;">제184조(지하수 보전·관리) 제161항</p> <p style="text-align: center;">제185조(지하수 보전·관리) 제162항</p> <p style="text-align: center;">제186조(지하수 보전·관리) 제163항</p> <p style="text-align: center;">제187조(지하수 보전·관리) 제164항</p> <p style="text-align: center;">제188조(지하수 보전·관리) 제165항</p> <p style="text-align: center;">제189조(지하수 보전·관리) 제166항</p> <p style="text-align: center;">제190조(지하수 보전·관리) 제167항</p> <p style="text-align: center;">제191조(지하수 보전·관리) 제168항</p> <p style="text-align: center;">제192조(지하수 보전·관리) 제169항</p> <p style="text-align: center;">제193조(지하수 보전·관리) 제170항</p> <p style="text-align: center;">제194조(지하수 보전·관리) 제171항</p> <p style="text-align: center;">제195조(지하수 보전·관리) 제172항</p> <p style="text-align: center;">제196조(지하수 보전·관리) 제173항</p> <p style="text-align: center;">제197조(지하수 보전·관리) 제174항</p> <p style="text-align: center;">제198조(지하수 보전·관리) 제175항</p> <p style="text-align: center;">제199조(지하수 보전·관리) 제176항</p> <p style="text-align: center;">제200조(지하수 보전·관리) 제177항</p> <p style="text-align: center;">제201조(지하수 보전·관리) 제178항</p> <p style="text-align: center;">제202조(지하수 보전·관리) 제179항</p> <p style="text-align: center;">제203조(지하수 보전·관리) 제180항</p> <p style="text-align: center;">제204조(지하수 보전·관리) 제181항</p> <p style="text-align: center;">제205조(지하수 보전·관리) 제182항</p> <p style="text-align: center;">제206조(지하수 보전·관리) 제183항</p> <p style="text-align: center;">제207조(지하수 보전·관리) 제184항</p> <p style="text-align: center;">제208조(지하수 보전·관리) 제185항</p> <p style="text-align: center;">제209조(지하수 보전·관리) 제186항</p> <p style="text-align: center;">제210조(지하수 보전·관리) 제187항</p> <p style="text-align: center;">제211조(지하수 보전·관리) 제188항</p> <p style="text-align: center;">제212조(지하수 보전·관리) 제189항</p> <p style="text-align: center;">제213조(지하수 보전·관리) 제190항</p> <p style="text-align: center;">제214조(지하수 보전·관리) 제191항</p> <p style="text-align: center;">제215조(지하수 보전·관리) 제192항</p> <p style="text-align: center;">제216조(지하수 보전·관리) 제193항</p> <p style="text-align: center;">제217조(지하수 보전·관리) 제194항</p> <p style="text-align: center;">제218조(지하수 보전·관리) 제195항</p> <p style="text-align: center;">제219조(지하수 보전·관리) 제196항</p> <p style="text-align: center;">제220조(지하수 보전·관리) 제197항</p> <p style="text-align: center;">제221조(지하수 보전·관리) 제198항</p> <p style="text-align: center;">제222조(지하수 보전·관리) 제199항</p> <p style="text-align: center;">제223조(지하수 보전·관리) 제200항</p>

② 시스템 표준 설계 도면

- 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안) 구성도는 IoT 기반, 다수의 관정 및 농가 상호간 지하수 공급을 조절하여 노지 스마트팜에 농업용수를 공급하는 구성
- 물탱크, 관수펌프, 배관, 관수 종류, 제어반 등으로 구성되어 있으며 관수 시기를 파악하고 물 사용량이 적은 시간을 파악해 물을 비축, 농가주 경험 및 센서 기반 데이터를 활용하여 자동으로 제어 가능

[표 67] 관정 시스템 표준 설계 구성도 (1/5)

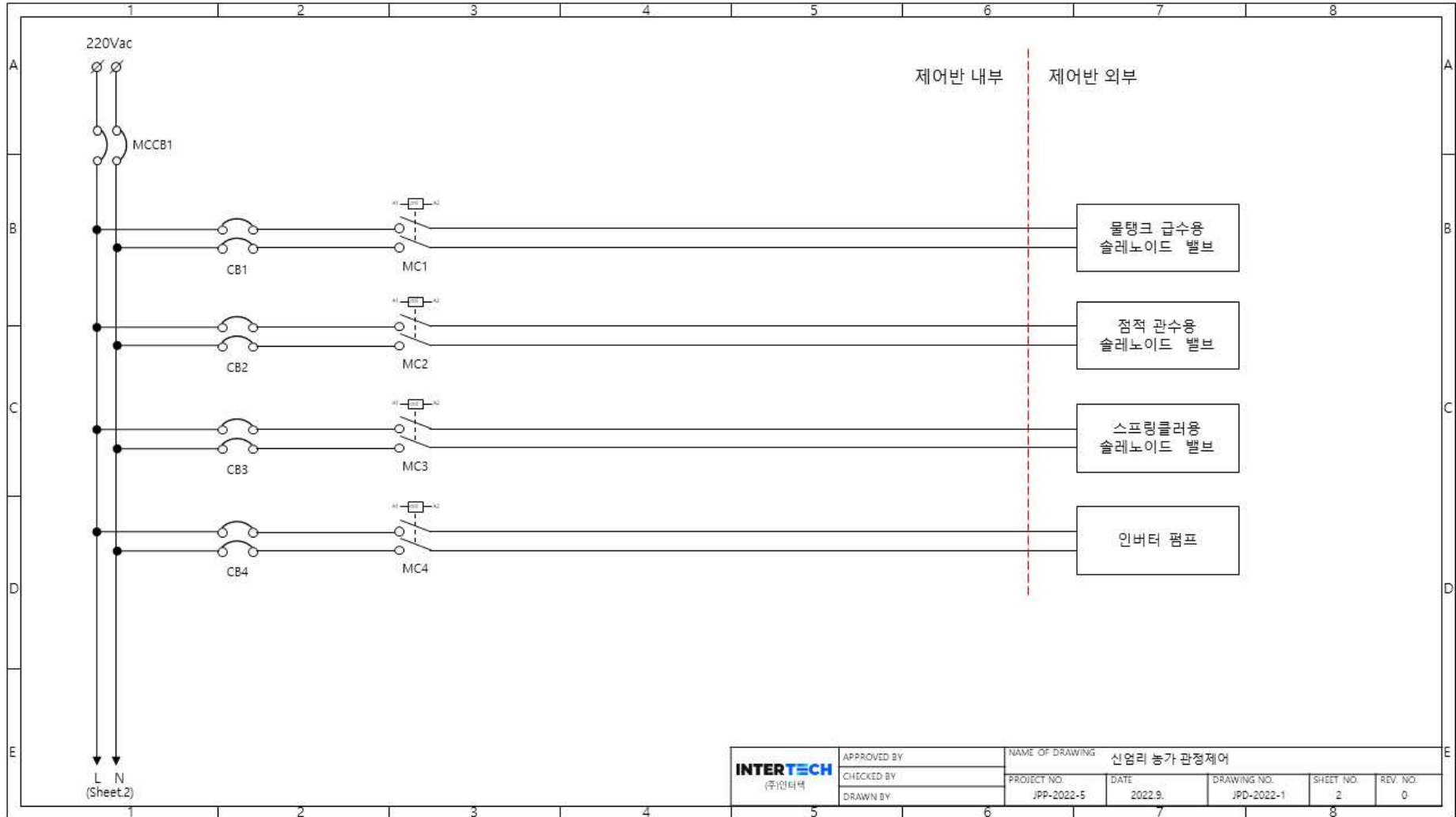


[표 68] 관정 시스템 표준 설계 구성도 (2/5)

Bill Of Materials List							
No.	이름	모델명	사양	No.	이름	모델명	사양
1	MCCB1	ABS-32C	220Vac / 30A / 30kA	21			
2	CB1	BS-32C	220Vac / 10A / 1.5kA	22			
3	CB2	BS-32C	220Vac / 10A / 1.5kA	23			
4	CB3	BS-32C	220Vac / 10A / 1.5kA	24			
5	CB4	BS-32C	220Vac / 10A / 1.5kA	25			
6	MC1	MC-9a	220Vac / 9A	26			
7	MC2	MC-9a	220Vac / 9A	27			
8	MC3	MC-9a	220Vac / 9A	28			
9	MC4	MC-9a	220Vac / 9A	29			
10	ELCB1	32-GRHS	220Vac / 15A / 2.5kA / 30mA	30			
11	ELCB2	32-GRHS	220Vac / 15A / 2.5kA / 30mA	31			
12	SMPS1	MDR-10-24	220Vac in / 24Vdc out / 10W	32			
13	SMPS2	MDR-20-24	220Vac in / 24Vdc out / 24W	33			
14	R1	HR705-4PL	24Vdc / 5A / 4C	34			
15	R2	HR705-4PL	24Vdc / 5A / 4C	35			
16	R3	HR705-4PL	24Vdc / 5A / 4C	36			
17	R4	HR705-4PL	24Vdc / 5A / 4C	37			
18	REALY MODULE	4ch relay module	4ch relay output(dry point)	38			
19	ADAM	ADAM-4017	8ch AI, RS485	39			
20				30			

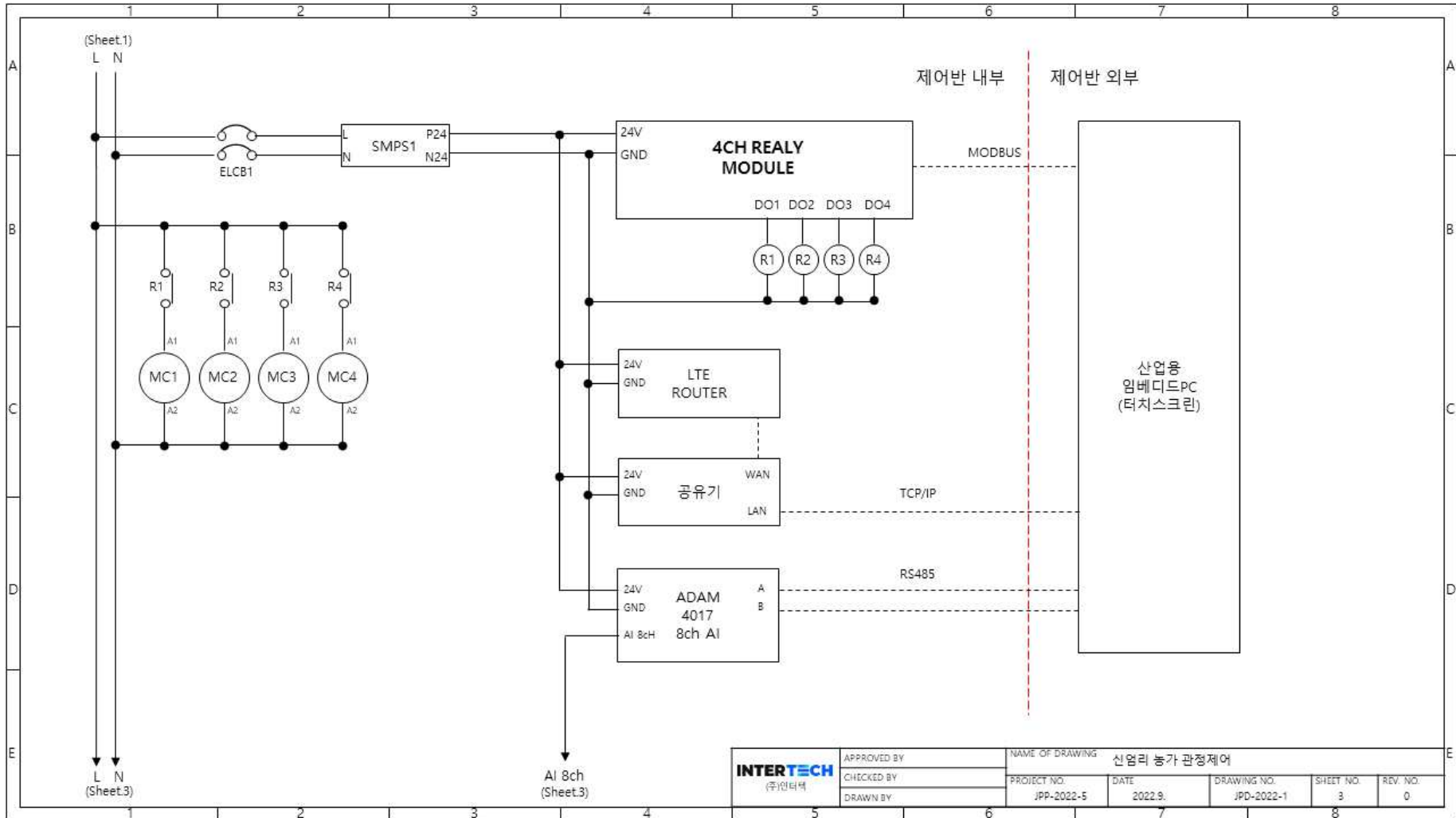
INTERTECH <small>(주)인터텍</small>	APPROVED BY	NAME OF DRAWING 신업리 농가 관정제어				
	CHECKED BY	PROJECT NO. JPP-2022-5	DATE 2022.9.	DRAWING NO. JPD-2022-1	SHEET NO. 1	REV. NO. 0
	DRAWN BY					

[표 69] 관정 시스템 표준 설계 구성도 (3/5)



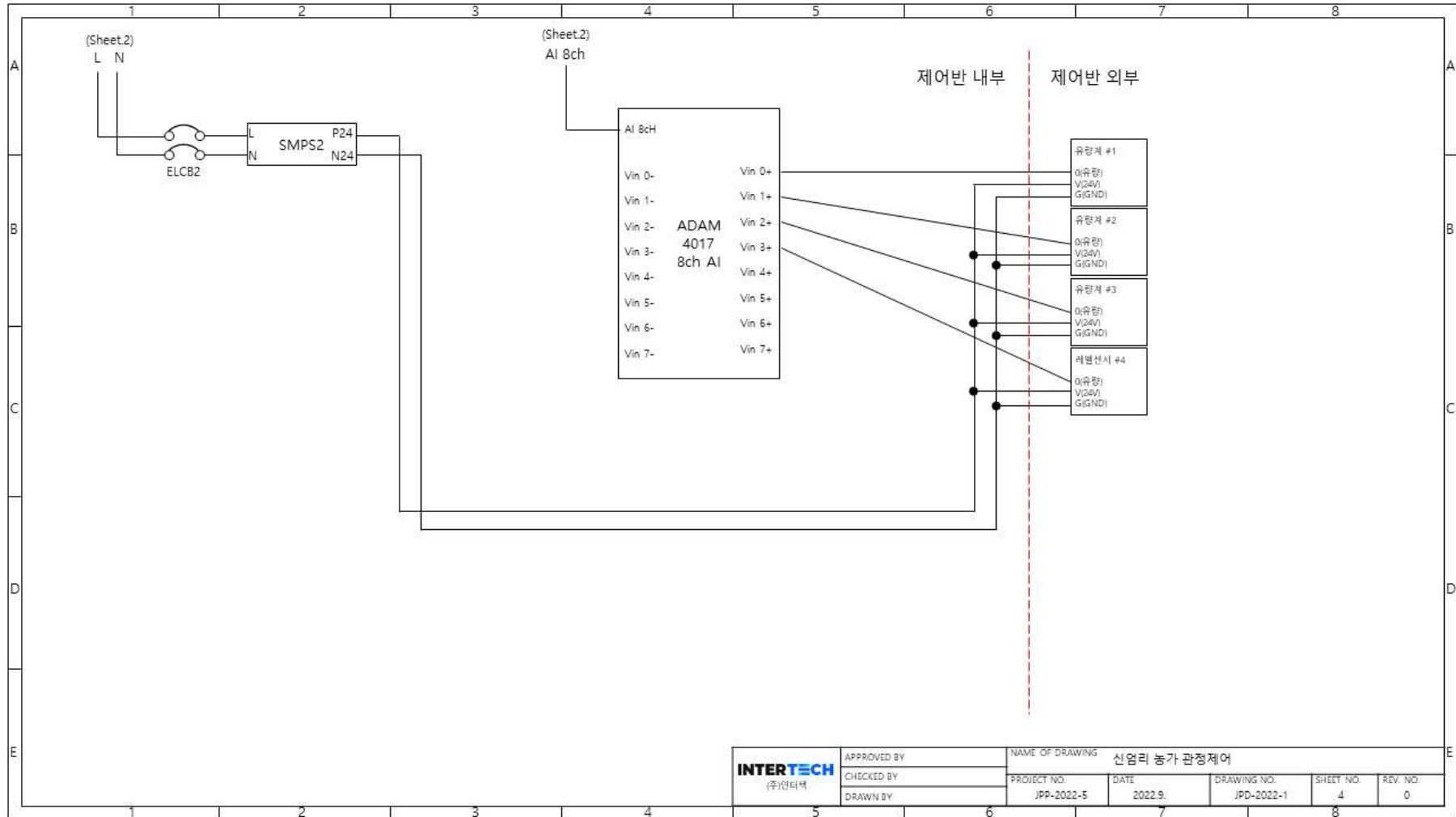
INTERTECH (주)인터텍	APPROVED BY	NAME OF DRAWING 신임리 농가 관정제어				
	CHECKED BY	PROJECT NO. JPP-2022-5	DATE 2022.9.	DRAWING NO. JPD-2022-1	SHEET NO. 2	REV. NO. 0
	DRAWN BY					

[표 70] 관정 시스템 표준 설계 구성도 (4/5)



INTERTECH (주)인터텍	APPROVED BY	NAME OF DRAWING 신업리 농가 관정제어			
	CHECKED BY	PROJECT NO. JPP-2022-5	DATE 2022.9.	DRAWING NO. JPD-2022-1	SHEET NO. 3
	DRAWN BY			REV. NO. 0	

[표 71] 관정 시스템 표준 설계 구성도 (5/5)



사. 농업용 관정 제어 시스템 표준시공(안) 및 운전조건 수립

① 시스템 표준시공(안) 도출

■ 농업용 관정 제어 시스템 표준시공(안) 수립

- 표준시공(안)에 기준이 될 #1 신엄리는 약 1,000평 정도의 규모로 인근 관정에서 10T 물탱크로 농업용수를 운반하며, 관정 제어 시스템을 통해 저장되어있는 농업용수를 효율적이고 체계적으로 작물에 공급이 가능
- 또한, 온·습도, 기상 상황 등 전반적인 정보를 실시간 모니터링하여 토양이나 생육 환경을 최적화하고 데이터를 지속적으로 수집, 저장, 분석하여 작물 성장에 적용 가능
- 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계 도면과 표준시공(안)을 토대로 제주도에 실증적용이 가능한 농업용 관정 기술 개발 및 지하수 공급체계 구축 기대



② 운전조건 기술매뉴얼 작성

- 1, 2차년도에 개발되었던 관정 제어 시스템 및 데이터 수집장치에 대한 기술매뉴얼을 작성하여 사업 종료 이후에도 농가주들의 관수 설비 사용성 편의 증대를 위해 기술매뉴얼 작성
- 관정 제어 시스템은 구축된 설비들의 동작 프로세스를 나타내고, 데이터 수집장치는 실증 사이트에 설치된 센서로부터 인터텍 서버 DB까지의 데이터 프로세스를 표현

[표 72] 실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼 - 관정 제어 시스템	
Step 1	- 물탱크 가동 중 레벨센서를 통해 측정된 수위가 상한점에 도달할 경우 주입 밸브 닫힘 - 상한점이 아닐 시 물탱크 가동 지속
Step 2	- 펌프를 이용한 관수 중, 탱크의 수위가 하한점에 도달할 경우 펌프의 작동을 멈춤(비상시 수동운전) - 센서가 하한점에 도착후 물탱크 주입 밸브 가동 시작
Step 3	- 컨트롤밸브가 둘중 하나라도 개방되어있을 시 펌프 가동 - 밸브가 모두 닫혀 있을 때는 펌프 중지
Step 4	- 농가에 설치된 수분함량센서가 하한값에 도달할 때 컨트롤밸브를 가동하여 펌프를 이용한 관수 진행 - 수분센서의 수분 데이터 값이 상한값일 때 컨트롤 밸브 중지

Fig.1 관정 제어 시스템
실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼

관수 제어 로직

관수 설비 주요기능

사용방법

Fig.1 관정 제어 시스템
실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼

정역관수 (자동관수)

실수관수 (미스트관수)

[표 73] 실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼 - 데이터 수집장치	
Step 1	- 220V ac 입력전원단자 / 7~26V dc의 입력 전원 단자를 통해 파워 공급
Step 2	- RRS232 입력 2채널 / S486 입력 2채널/ 아날로그 입력 8채널/ 디지털 입력 8채널의 입력 모듈을 통해서 센서 측정 데이터 수신
Step 3	- 수신된 데이터를 ATMEGA 2560 MCU에서 무선송신 및 데이터 저장 가능하도록 처리
Step 4	- 저전력 와이파이 모듈인 ESP01을 통해서 중앙서버DB로 데이터 전송 - 수집장치 내부에 존재하는 Micro SD카드에도 별도로 저장하여 필요에 따라 사용자 사용 가능

Fig.2 데이터 수집장치 (Data Collector)
실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼

설계도

기능

- 220V ac 입력전원단자 / 7~26V dc의 입력 전원 단자를 통해 파워 공급
- RRS232 입력 2채널 / S486 입력 2채널/ 아날로그 입력 8채널/ 디지털 입력 8채널의 입력 모듈을 통해서 센서 측정 데이터 수신
- 수신된 데이터를 ATMEGA 2560 MCU에서 무선송신 및 데이터 저장 가능하도록 처리
- 저전력 와이파이 모듈인 ESP01을 통해서 중앙서버DB로 데이터 전송
- 수집장치 내부에 존재하는 Micro SD카드에도 별도로 저장하여 필요에 따라 사용자 사용 가능

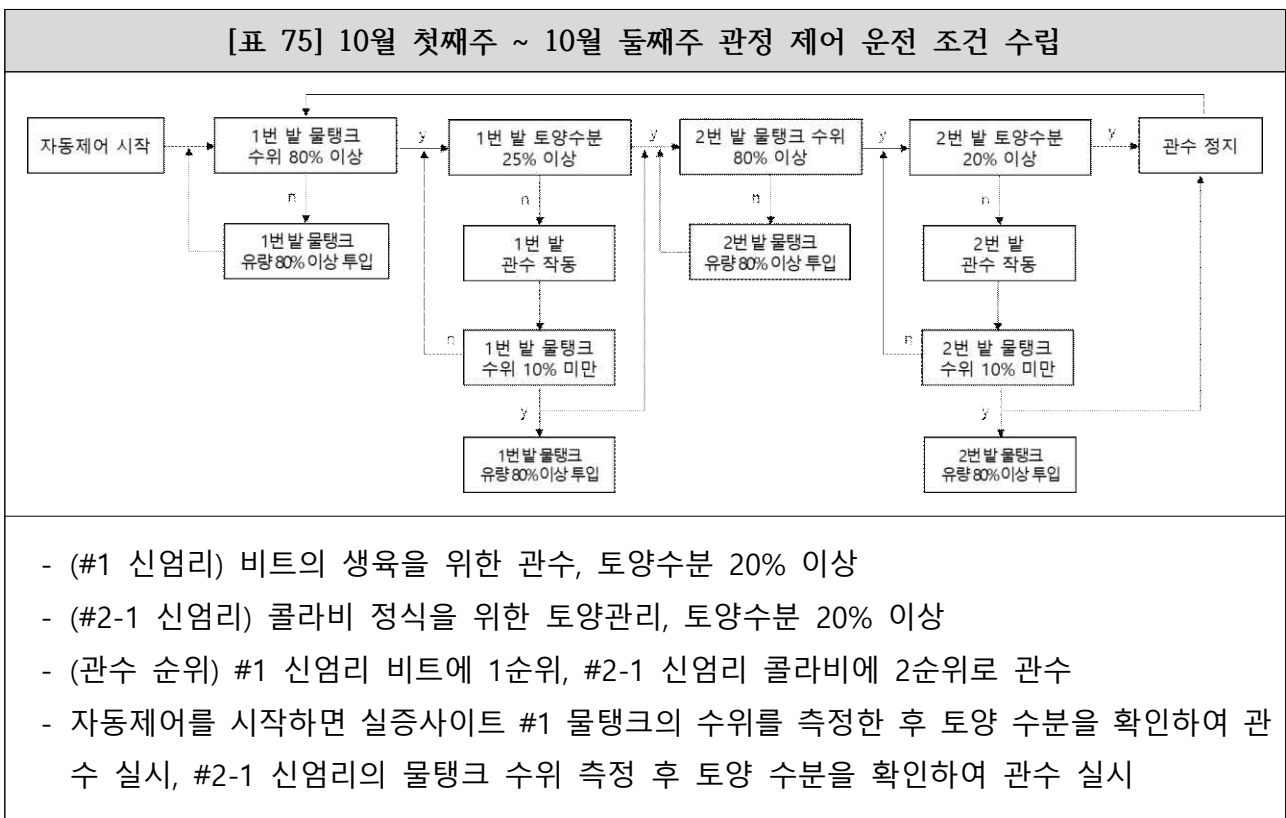
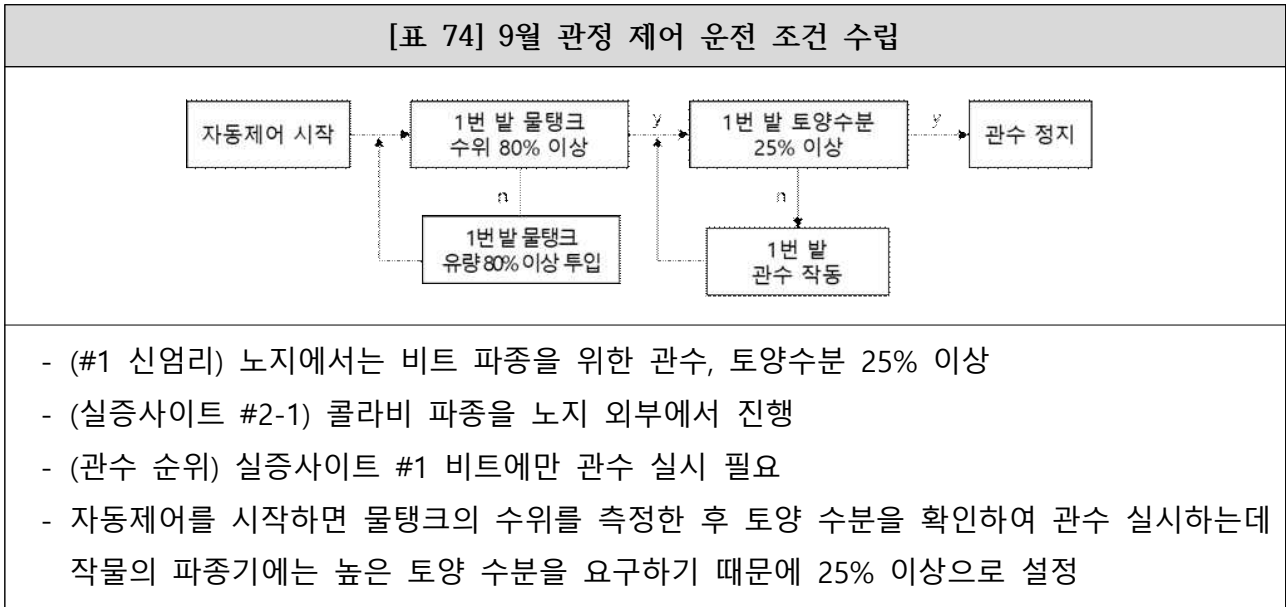
Fig.2 데이터 수집장치 (Data Collector)
실증 농가 관수관리를 위한 기술매뉴얼

재질

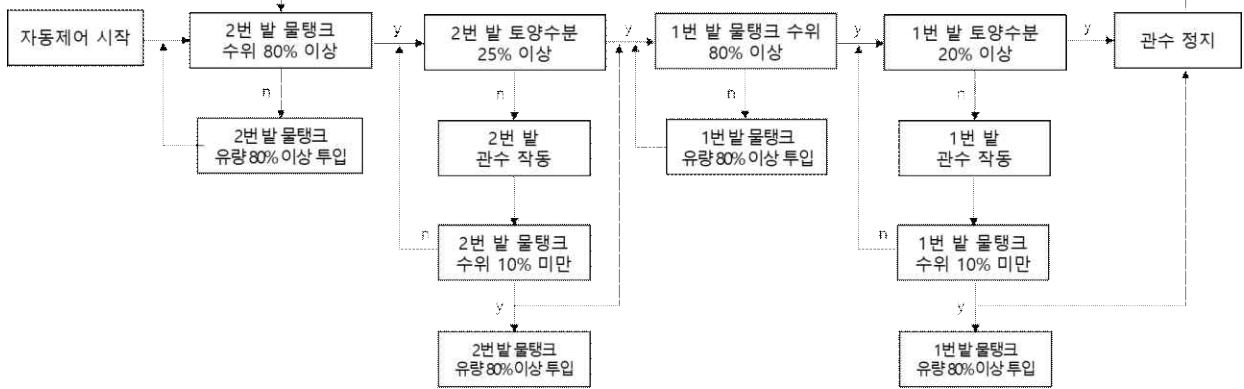
No.	구분명	사양
1	MCU	ATMEGA 2560
2	전원부	220VAC / 24VDC
3	통신부	RS485
4	입력부	8채널
5	출력부	8채널
6	데이터 저장	8GB
7	통신망	4G LTE

③ 외부데이터 수집을 통한 관정 제어 운전 조건 수립

- 1, 2차년도에 수집하여 분석된 외부 기상 데이터(강수량)와 다수 관정, 다수 농가 관정 제어 시스템 조건을 분석하여 관정 제어 운전 조건 수립
- 제주도의 기후 특성과 농업 특성을 보았을 때 10~11월에 가뭄에 의한 주의가 필요하며 농업 용수 사용량이 많아, 물탱크 자동 투입 시간은 물 사용량이 없는 저녁 시간대인 18시부터 명일 6시로 설정하고 관수는 6시부터 18시 사이에 작동하도록 9월부터 11월까지 관정 제어 운전 조건 수립

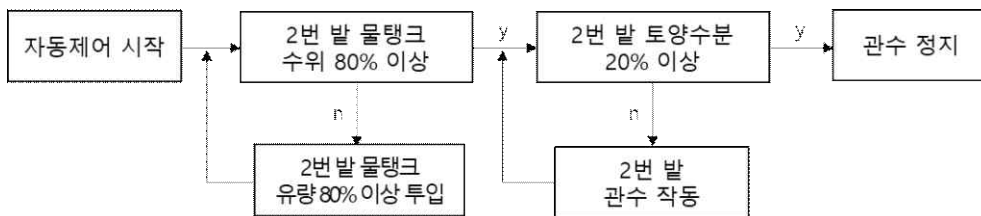


[표 76] 10월 셋째주 ~ 11월 둘째주 관정 제어 운전 조건 수립



- (#1 신임리) 비트의 생육을 위한 관수, 토양수분 20% 이상
- (#2-1 신임리) 콜라비 정식 및 생육을 위한 관수, 토양수분 25% 이상
- (관수 순위) #2-1 신임리 콜라비에 1순위, #1 신임리 비트에 2순위로 관수
- 자동제어를 시작하면 실증사이트 #2 물탱크의 수위를 측정 후 토양 수분을 확인하여 관수 실시, #1 신임리의 물탱크 수위 측정 후 토양 수분을 확인하여 관수 실시

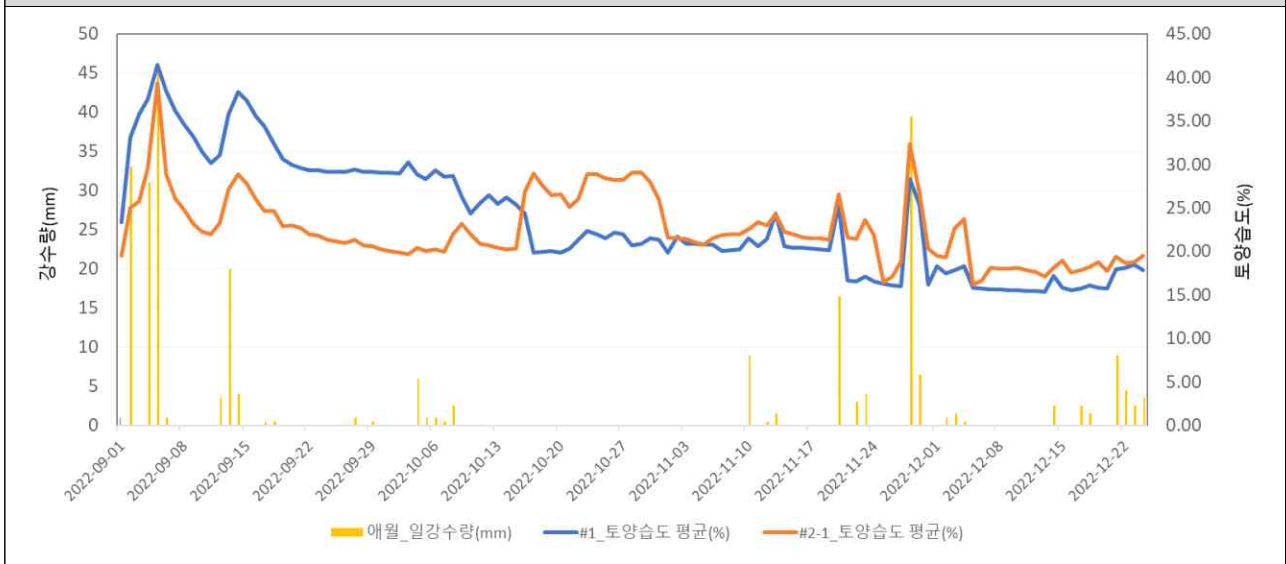
[표 77] 11월 셋째주 ~ 넷째주 관정 제어 운전 조건 수립



- (#1 신임리) 비트의 당도 증가를 위한 수분 스트레스 기간
- (#2-1 신임리) 콜라비 생육을 위한 관수, 토양수분 20% 이상
- (관수 순위) #2-1 신임리 콜라비에만 관수 실시 필요
- 자동제어를 시작하면 물탱크의 수위를 측정 후 토양 수분을 확인하여 관수 실시
- 비트와 콜라비는 관수 기간 이후 수분 스트레스 기간을 거치며 수확기에 접어들고 관수 종료

- 위와 같은 기간에 다른 관정 제어 운전 조건을 통해 3차년도 9월~12월까지 최적 제어시스템 시험 적용을 실시하여 아래와 같은 데이터 획득
- 실증사이트 근처 애월AWS 데이터(일 강수량)를 활용하여 강수량이 없는 시기에 중점적으로 자동제어를 실시하였고 작물 일정별 관수 조건에 따라 농가에 관수를 진행하여 목표 토양 수분에 도달함을 확인
- 농업용수 사용이 적은 밤에 물탱크 유량 투입을 진행하였고 그 결과 관수가 필요한 낮 시간대에 원활하게 관수를 진행하여 작물 품질 향상 및 농가 소득 확보 가능

[표 78] 다수 관정, 다수 농가 최적 제어시스템 시험적용 결과



아. 노지채소 농가의 경제적, 사회적 효과

① LCC 분석 결과

- LCC 분석 보고서를 바탕으로 총괄표 분석 내용, 취득 원가 계산 방법, 대상제품 작성
- 기존 농업용 관정 대비, 농업용 관정 제어 시스템 적용에 따른 경제성 검토를 위해 실증사이트 #1 신염리, #2-1신염리, #2-2 영주의 매출, 수확량, 구축비용 등 경제성 분석 실시
- 본 연구 및 기술개발결과에 따른 경제성은 제조원가, 설치원가, 연구개발비를 보고서 내 산출 근거에 따라 실시(보고서 별첨으로 첨부)

[표 79] 경제성효과 원가분석 총괄표

구분	#1 신염리			#2-1 신염리			#2-2 영주		
	수확량 (kg)	매출 (원)	전년도대비 수확량 (%)	수확량 (kg)	매출 (원)	전년도대비 수확량 (%)	수확량 (kg)	매출 (원)	전년도대비 수확량 (%)
2019년	5,000	5,740,000	-	1,000	2,590,000	-	250	4,852,250	-
2020년	3,500	5,803,000	-	1,000	2,579,000	-	230	3,084,760	-10%
2020년 12월 농업용 관정 제어 시스템 구축 완료			2021년 3월 농업용 관정 제어 시스템 구축 완료						
2021년	6,000	4,950,000	+171%	1,450	3,696,050	+145%	260	6,659,900	+113%
	(▲2,500)	(▼853,000)		(▲450)	(▲1,117,050)		(▲30)	(▲3,575,140)	
2022년	11,500	15,847,000	+192%	2,960	8,332,400	+204%	350	6,395,200	+134%
	(▲5,500)	(▲10,733,000)		(▲1,510)	(▲4,636,350)		(▲90)	(▼264,700)	
구축비용	23,294,000원			11,190,000원			14,345,000원		
면적	3,594.9㎡			1,327.8㎡			1,854㎡		

- 본 제어 시스템의 초기 투자비(설비 투자비 및 인건비)는 면적당 7,205원이 소요되지만, 관수가 필요한 시기에 자동으로 관수가 가능하며 직접 밭에 가지 않아도 조절이 가능하다는 점을 활용하여 인건비를 줄이고 효율적으로 물을 사용하고 농작물 품질을 상승시킬 수 있는 효과를 지님
- 그로 인해 농가에서 농작물을 기를 때, 가장 중요한 관수 제어를 시기에 맞추어 설정된 관수량을 통해 효율적으로 제어 할 수 있으므로 본 제어 시스템 도입 시 발생하는 초기비용 상쇄 가능
- 또한 2021년에 본 제어시스템을 도입하여 농업용수 취수량, 이용량 데이터 수집이 가능하고 물 사용량이 적은 시기에 자동제어를 통해 농가의 효율적인 물관리 가능
- 원격제어를 통한 관리 인건비 감축, 효율적 물관리를 통한 제어로 134~192%의 수확량 증가가 발생
- 2021년 #1 신엄리, 2022년 #2-2 영주의 수확량은 전년도 대비 증가하였으나 매출이 감소한 이유는 #1 신엄리와 #2-2 영주의 농산물 출하 가격이 평균 50% 하락하여 매출에 영향을 준 것으로 분석

[표 80] 실증사이트 #1의 공사원가계산서

공사원가계산서				
[관정 모니터링 시스템 구축 공사(A밭)]				
비 목		금 액	구 성 비	비 고
순공사원가	재료비	직접재료비	17,591,092	
		간접재료비		
		작업설, 부산물(△)		
		[소 계]	17,591,092	
	노무비	직접노무비	291,802	
		간접노무비	36,475	직접노무비 * 12.5%
		[소 계]	328,277	
	경비	기계경비		
		산재보험료	12,146	노무비 * 3.7%
		고용보험료	3,315	노무비 * 1.01%
		국민건강보험료	10,198	직접노무비 * 3.495%
		국민연금보험료	6,711	직접노무비 * 4.5%
		퇴직공제부금비	671	직접노무비 * 2.3%
노인장기요양보험료		125,135	건강보험료 * 12.27%	
기타경비		1,397,711	(재료비+노무비) * 7.8%	
환경보전비		89,414	(재료비+직노+경비) * 0.5%	
건설기계대여금지급보증서발급수수료		12,518	(재료비+직노+경비) * 0.07%	
[소 계]	1,657,820			
계	19,577,189			
일반관리비	1,174,161	계 * 6%		
이윤	425,560	(노무비+경비+일반관리비) * 15%		
공급가액	21,176,910			
부가가치세	2,117,691	공급가액 * 10%		
도금액	23,294,000	천원미만철사		
총공사비	23,294,000			

- 농업용수 부족 문제 해결을 위해 3년간 본 시스템의 드론 촬영을 통한 이미지와 경제적 효과를 분석하였으며, 노지에서 기를 수 있는 타 작물로도 활용이 가능하여 향후 노지 농가를 포함한 산업체, 관계기관에서 활용 가치가 클 것으로 사료

■ LCC경제성 분석에 따른 자본회수기간 산정

- 자본회수기간이란 투자에 소요되는 모든 비용을 회수하는데 걸리는 기간으로서 보통 연으로 표시하며, 이 방법에서는 초기 투자가 매기의 수익에 의하여 회수될 때까지의 기간이 짧은 것을 유리함으로 판단 가능
- 자본회수기간법은 산정 방법이 용이하고 회수기간 내의 현금유입만 고려하므로 현재보다 가까운 미래에 더 비중을 두어 장기예측보다는 그 정확성이 높다는 이점이 있어 유리한 쪽으로 선택이 가능
- 아래의 회수기간법 수식에 따라 투자액을 P, 순이익을 R, 이자율 i, 회수기간 N으로 하여 자본회수계수를 이용하여 회수기간(N) 도출 가능

$$R = P(A/P)_n^i = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (R/P = (A/P)_n^i \text{ 에서 복리계수표 활용 })$$

- 실증사이트 모두 농업용 관정 제어 시스템 구축 완료 시점 이후 기준으로 2021년, 2022년 매출순이익의 평균값을 R, 구축 비용을 P로 산정하여 복리계수표를 기반으로 회수기간(N)을 도출

[표 81] 자본회수기간법에 따른 회수기간 산정			
구분	#1 신염리	#2-1 신염리	#2-2 영주
자본회수계수(R/P)	0.0893	0.1075	0.0910
회수기간(N)	약 11.9년	약 9.8년	약 11.7년

- 결과에 따라 실증사이트의 회수기간은 위의 결과와 같이 각각 약 11.9년, 9.8년, 11.7년으로 확인할 수 있었으며, 농업용 관정 제어 시스템의 수명을 약 20년으로 보았을 때, 회수기간을 제외한 나머지 기간동안 농가소득 향상에 도모 가능
- 농업용 관정 제어 시스템은 작물의 최적 수분함량에 도달하는 시간을 확인한 후 효율적인 관수 관리 제어가 가능하며, 농업용 관정의 효율적인 관리를 위한 체계적인 데이터 구축 및 관수, 생육데이터 관리 활용으로 고품질 노지재배채소의 생산량과 품질향상이 가능할 것으로 기대

[표 82] 경제형 효과(LCC) 원가계산 보고서 일부

농업용 관정제어 효율화 기술 개발

경제성 효과(LCC) 원가계산 보고서

2022.12

INTERTECH

II. 경제성 효과(LCC) 원가계산서

1. 취득 원가 계산

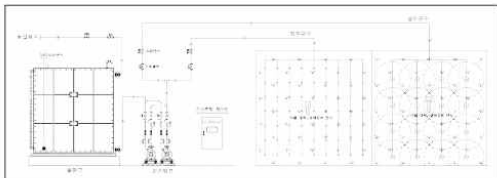
가. 산출개요

- 원가계산 : 제조원가 + 설치원가 + 연구개발비
- 산출근거
 - 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 제6조 제2항
 - 예정가격 작성기준(계약예규 제380호, 2018. 6. 4)
 - 제2절 제조원가계산 및 제3절 공사원가계산
 - 법인세법 제23조 및 동법 시행령 제24조 및 제26조(개발비 상각)

○ 대상제품

구분	신장제품	비교제품	비고
품명	농업용 관정제어 시스템	노지 농기	
모델명			
규격			
수명(내용연수)	20년	-	

• 농업용 관정제어 시스템 구성도



농업용 관정제어 시스템은 스트리밍클러와 정적관수의 실증 운영데이터를 통해 작물의 최적 수분함량에 도달하는 시간을 확인한 후 계속된 데이터 기반으로 효율적인 관수 관리 및 제어 가능하며, 농업용 관정의효율적인 관리를 위한 체계적 데이터 구축 및 관수, 생육데이터 관리 활용으로 고품질 노지재배재초의 생산량과 품질향상, 농가소득 향상에 도모 가능

물탱크	레벨센서
<p>물탱크는 PE 10ton이며, 관정으로부터 실증농가 재배작물의 관수를 위해 20시~04시 사이에 레벨센서 제어 값에 따라 물을 채움</p>	<p>레벨센서는 최대 10m의 규격을 가지며, 센서 계속 깊은 4~20mA로 계속, 또한 농가에 시 쉽게 이해할 수 있도록 계산 값을 적용하여 마센트로 볼 수 있음. 상한선은 90%, 하한선은 40%로 제어 값을 설정</p>
관수펌프	제어반
<p>관수펌프는 인버터 일체형으로 1Ph*220V의 규격을 가지며, 스트리밍클러 및 정적관수에 각 1개의 배시, 모니터링 제어반을 통해 수동으로 운전이 가능하며, 토양수분함량에 따라 제어값설정 후 자동운전도 가능</p>	<p>시스템 제어반은 펌프 및 전자변제어가 가능하며, Digital I/O 18ch, 6ch 규격을 가지며, 데이터 스트리밍 지원이 가능함. 또한, 터치 스크린 모니터를 제공하여 실시간 또는 누적 데이터의 확인이 가능</p>

나. 산출내용

○ 총괄집계표

(단위 : 원, Vat 포함)

비목	신장제품	비교제품	비고
	농업용 관정제어 시스템	노지 농기	
제조원가			
설치원가	48,829,000	0	
연구개발비			
취득원가	48,829,000	0	

- 주 1) 신장제품 : 원가계산서 참조
- 2) 비교제품 : 본 시스템 적용 전 농기

○ 공사원가(A발)

구분	비목	금액	당량비	비고
총괄	직접재료비	17,581,000		
	간접재료비			
인건	작업량 투입액(인)	17,391,000		
	직접노무비	291,800		
노무	간접노무비	86,470	간접노무비 * 5.13%	
	인건계	2,079,270		
유류	기계유			
	신장유	12,040	노무비 * 0.7%	
	공로유	3,310	노무비 * 1.87%	
	역전	10,710	인건노무비 * 1.69%	
	역전	6,570	인건노무비 * 0.9%	
	기계유	4,770	직접노무비 * 2.3%	
	노연유	1,251,100	간접노무비 * 12.27%	
	기타유	3,291,770	유류비(노무비) * 2.9%	
	유류	18,462,870	유류비(노무비) * 0.7%	
	인건노무비(인건노무비) * 0.07%	12,530		
인건계	1,687,800			
총괄	19,278,800			
물	물	1,576,500	물 * 8%	
	인건	453,500	노무비(인건노무비) * 1.9%	
총괄	21,258,800			
부가가치세	2,127,480	총괄가액 * 10%		
노출	23,386,280	총괄가액 * 10%		
총괄	25,513,760			

② 농업용 관정 제어 시스템 활용 기반 효과

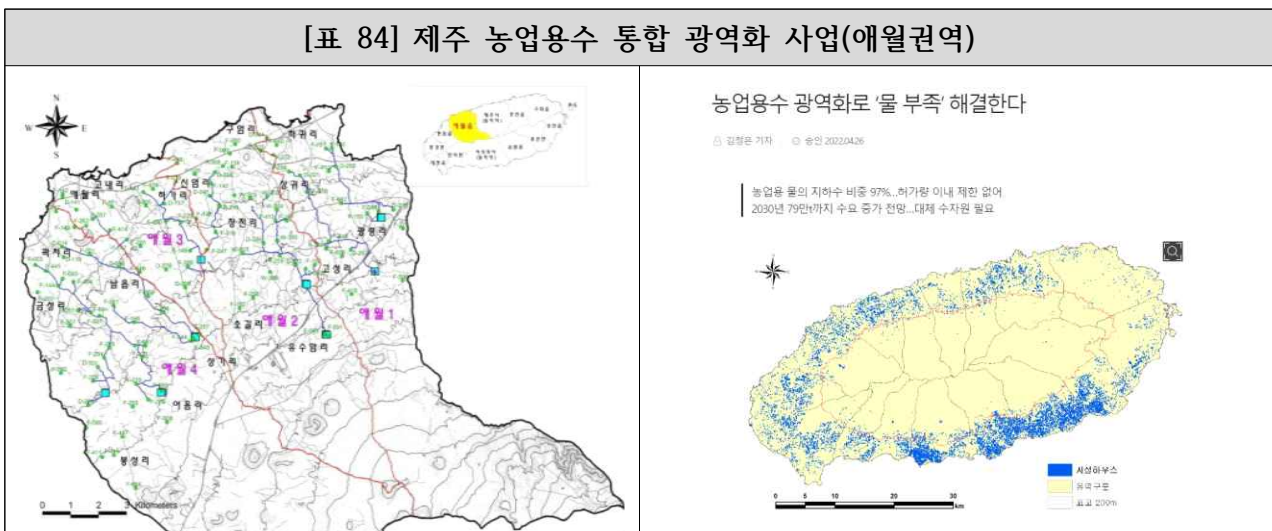
- 기술 적용에 따른 실증사이트 재배농가의 생산량 증대 및 고품질 작물수확 등 경제적, 사회적 효과 검증
- 노지채소재배 농가의 생산성 증대는 생산량 및 판매수익을 통한 직접적 경제적 수익창출과 IoT 기반의 융복합 기술을 통한 농업 생산성 증대, 노동력감축에 따른 직·간접적 불필요한 비용 절감 및 효율성 증대 등으로 분류 가능
- 본 연구에서는 농업용수 및 기반시설관리의 효율성 향상, 토지/관정/기상정보 정보 등을 실시간으로 획득, 환경측정과 관수제어 및 토양스트레스 매핑 등 노지 채소농가 현장맞춤형 통합 관리솔루션 적용을 통해 실증사이트 전반적으로 113~204%가량 수확량이 증가하였고 농가의 수익 창출 효과는 연차별로 점진적 성장이 가능 할 것으로 예상

[표 83] 실증사이트 수확량 및 매출 그래프



- 현재 제주도 뿐만 아니라 전세계적으로 이상 기온과 기후 변화에 대응하기 위해서는 물 관리 체계 개선이 필요하며 본 관정 제어 시스템을 통해 마을 단위 광역화 사업과 더불어 읍, 면 단위로 공급체계를 연계할 수 있는 시스템 구축이 가능하며 도민들이 직접 물관리에 참여할 수 있는 시스템 기반 마련 가능할 것으로 사료
- 특히 제주 농업용수 통합 광역화 사업과 연계하여 실증사이트가 위치해있는 애월을 시작으로 하여 대용량 저수조, 관로를 연계하여 용수 확보율 증가에 도움이 될 것으로 예상

[표 84] 제주 농업용수 통합 광역화 사업(애월권역)



3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

	세부연구목표	연구결과
1차 년도	실증사이트 #1. 구축 및 스마트 농업시설 설비 구축	- 실증농가 인근 농업용 관정 및 지하수 자료 수집 - 농가 주요활용 관정 조사 및 선별, 관정 관리 계획 수립
	실증사이트 #1. 농업용수/지하수 활용 분배를 위한 시스템 설계 및 개발	- 지하수 환경 계측 센서 설치(관리 주체의 부재로 도련 농가에 설치) 및 수집 - 신업리 관정 내 지하수 환경계측을 위한 협의 진행 - R&D 연계지원사업을 통한 통합제어플랫폼 기초자료 수집 및 인프라 구축 - 농업용수/지하수 활용 분배를 위한 환경조사 및 관수설비 설계 및 구축
	IoT기반 지하수 관정 환경계측 및 실시간 모니터링 연계	- 주요관정 인근 관측소 데이터 및 비교군 데이터 모니터링시스템 구축 - 관정 내 지하수 환경계측 센서 설치 및 양수량, 농가 사용량 계측 - 지하수 관정 환경계측 데이터 DB화 및 모니터링시스템 구축 계획 수립
	실증사이트 #1. 노지채소 재배지에 관수제공 및 관수량 조절을 위한 수중모터 제어 인버터 적용	- 실증농가 재배작물의 필요관수량 및 물탱크 용량을 고려한 제어 인버터 방식의 관수 운영 진행 - 친환경 전력공급방식 자금 실현
	수분스트레스 측정 기반, 작물의 생육상태 모니터링	- 드론 및 열화상카메라 활용 작물의 수분스트레스 측정 - 당해연도 실증농가 인근 기상자료 수집 및 수분·작물스트레스 분석을 통한 관수
	친환경 전력공급방식 자금실현	- 통합모니터링이 가능한 패널 분리형 상부보호공 설치
	실증사이트 #1. 통신네트워크 구축을 통한 설비제어	- 네트워크 구축 및 설비제어, 계측데이터 수집 및 DB화 - IoT를 이용한 관정 상호간 통신 및 LTE 등 무선통신망 이용, 통신 네트워크 구축
	실증사이트 #1. 노지채소 재배지 환경 분석	- 실증농가 지리적 환경(기상, 기후, 토양) 분석 - 기상청 및 농업기술원 데이터 활용
	실증사이트 #1. 작물별, 생육단계별 필요관수량 추정	- 실증농가 재배작물 종류 및 생육단계별 필요관수량 추정 - 생육 및관수관리 방법 조사 및 적용
	기설 용배수로 현황 조사 및 이를 고려한 농업용 관정제어 적용방안 모색	- 농업용관정 조사 및 용배수로 조사·분석 - 농업용관정 신규설비 조성 계획 및 용배수로 관리계획안 정리
	환경 모니터링, 실증 채소작물 수분 및 복합스트레스 측정 기반 관수시기,필요관수량 추정	- 실증데이터 분석 기반, 대상작물의 생육 및 환경에 따른 관수시기 의사결정지원 및 관수량 추정

2차 년도	실증사이트 #1. 실증 운영	<ul style="list-style-type: none"> - 실증농가 현황 및 추가 관정 선정, 센서 설치 - 관정 자동제어 시험 적용 및 운영
	실증사이트 #1. 관정 제어 시스템 설계 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 관정제어 데이터 수집 시스템 설계 및 개발 - 도출 설계안 기반, 데이터 수집 시스템 시제품 설계 및 제작 - 관정 제어 시스템 개발 및 적용과 실증 운영 - R&D 연계지원사업 활용을 통한 수집 시스템 기반 구축과 설계 활용
	실증사이트 #1. 실증운영에 따른 설비 및 시스템 개선사항 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 실증 운영에 따른 설비 및 시스템 개선사항 도출 및 디벨롭 - 모니터링 관정 사이트 추가/관수 방식 적용/관리자용 모니터링시스템 개발 - 운영자용 시스템 오류 수정 및 기능 개선
	실증사이트 #1. 재배작물 확대 및 관수제어시스템 고도화	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 사이트 내 재배작물 확대 및 관련 자료 조사 - 생육단계별 필요관수량 추정과 통신 네트워크 적용 - 관수제어시스템 고도화를 통한 실증사이트 적용
	실증사이트 #2 구축 및 스마트 농업시설 설비 구축 확대	<ul style="list-style-type: none"> - 관정과 실증사이트 환경 및 구축현황 파악 및 확장 공사 수행 - 실증사이트 일대 농업용 관정 신규설비 계획 및 용배수로 관리계획안 정리 - 실증사이트 토양 검정 수행
	실증사이트 #2 농업용수/지하수 활용 분배를 위한 시스템 설계 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 관수설비 제어시스템 설계 및 적용(#2-1신엄리, #2-2영주) - 농가 효율적 관수설비 구축 및 관리자용 모니터링 시스템 개발
	제주특별자치도 농업기술원의 전문 자문의견 수렴 및 협업체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체 농업용수 통합광역화사업 지원 및 비즈니스 모델 수립 및 제언 - 목표달성을 위한 업무협약 및 전략수립, 토양 검정 의견 수렴
	실증사이트 #1. 실증운영에 따른 환경, 설비, 관수제어 실용성 검토	<ul style="list-style-type: none"> - 실증사이트 환경 분석과 환경, 설비, 관수제어 검토 - 관수관리 및 농업용 관정제어 효율화 제언사항 도출 - 관수관리방안 가이드(안) 제작 및 스마트 관수관리 활용 방안 수립 - 실증 농가 운영 및 관리 기술매뉴얼 작성 및 배포
	실증사이트 #2. 작물별, 생육단계별 필요관수량 추정	<ul style="list-style-type: none"> - 비트는 10월에 관수 진행 후 수분스트레스, 콜라비는 11월 관수 전 후로 수분스트레스 진행
	실증사이트 #2 환경 모니터링, 실증 채소작물 수분 및 복합스트레스 측정기반 관수시기, 필요관수량 추정	<ul style="list-style-type: none"> - 상대적으로 강수량이 적은 11~12월에 작물의 생육상태에 따라 1차적으로 수분 스트레스를 진행하는 방안이 적합 - 비트와 콜라비는 많은 관수량을 필요로 하지 않는 작물로 땅이 갈라지지 않을 정도로 관수 진행
농업용 스마트관정제어 시험적용에 따른 환경측정, 관수제어 분석 및 제언	<ul style="list-style-type: none"> - 수분 스트레스 기간 동안의 식생지수를 분석하였으며 총 3회의 촬영 진행 - 스트레스 기간 동안은 식생지수가 감소, 관수 이후로는 식생지수가 1차 촬영때보다 증가 	
농업용 관정시스템 표준(안) 1차 기획	<ul style="list-style-type: none"> - 관정시스템 표준(안)에 대한 국내의 사례는 있지 않음 - 기관과 일반 기업에서 나온 특허 내용이 대부분에 해당 - 제주특별자치도 지하수 관리 조례 내용을 토대로 1차 기획에 반영 예정 	

3차 년도	실증사이트 #1 & #2 실증에 따른 환경, 설비, 관수제어시스템의 지속적인 운영 및 개선, 고도화	<ul style="list-style-type: none"> - 관수제어시스템의 지속적인 운영을 통한 데이터 수집 - 실증사이트 현장점검 중 문제사항 및 수리내용 파악으로 현황에 맞는 실증사이트 주변 환경 정비 완료
	농업용 관정 제어 시스템으로부터 획득한 관정별 관측자료의 중앙DB화	<ul style="list-style-type: none"> - 설치된 센서들로부터 받은 데이터들을 DB에 저장·관리 및 연계된 모니터링 시스템을 활용하여 실증사이트 농가주들에게 데이터 제공
	다수 관정, 다수농가 관정 제어 시스템 적용을 위한 시험적용 및 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> - 다수 관정, 다수 농가 적용을 위해 작물 재배시 관수가 필요한 기간 및 수분 스트레스 기간, 관수 조건 등 밸런스 운전을 설계하여 시험적용 실시
	실용화, 사업화를 위한 산/학/연 협력네트워크 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 실증사이트 운영 고도화를 위한 농업기술원의 운영방안 검토 - 농업용수 통합 광역화 방식에 대하여 각 기관과 업체들에 대한 의견 수렴 - 과제 협력기관 및 참여기관들의 협업을 위한 업무 미팅 진행
	실증사이트 #1 & #2 채소재배농가의 농업용 관정 제어 시스템 운영 효과 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 농업용 관정 대비, 시스템 적용에 따른 경제성 분석 실시 - 농업용 관정 제어 시스템 구축 후, 자본회수기간법에 따라 실증사이트 당 약 11년의 자본회수기간을 도출 - 실증사이트에서 계속하고 있는 데이터들에 대한 처리속도 및 연동주기를 공인기관에 의뢰하여 기술개발목표 달성도 확인
	농업용 관정 제어 시스템 표준 설계(안) 도출	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수 개발·이용 시설, 지하수 정보체계 구축·운영 시 고려사항, 농업용수 공급 및 시설물 관리에 필요한 사항등을 고려하여 시스템 표준 설계(안) 구성
	농업용 관정 제어 시스템 표준 시공(안) 및 운전조건 수립	<ul style="list-style-type: none"> - 농업용 관정 제어 시스템 표준 설계 도면을 토대로 제주도에 실증 적용이 가능한 표준 시공(안) 구성 - 외부데이터 수집을 통한 관정 제어 운전 조건 수립
	노지채소 농가의 경제적, 사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 적용에 따른 실증사이트 재배농가의 생산량 증대 및 고품질 작물 수확 등 경제적, 사회적 효과 검증

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

■ 사업화지표 연구개발성과

- 1, 2, 3차년도 목표 대비 110% 이상의 실적을 달성하였으며, 특히 사업화 매출액의 경우 목표가 200백만원이었던 반면, 실적으로는 221백만원을 기록함.

■ 연구기반지표 연구개발성과

- 연구기반지표 성과 또한 목표 대비 실적을 모두 100% 이상 달성하였고 기타성과의 경우 1, 2차년도 모두 2건으로 각각 R&D 연계사업 1건, 특허컨설팅 1건을 수행하였으며, 3차년도에는 전시회 참가 및 해외기업 탐방, 인터뷰 2건 등을 수행함.

<연구개발성과 목표 대비 실적>

(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 (타 연구 활용 등)	
	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		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건				
가중치	20	10				10	10		20					10			10	10		
최종 목표	2	1			1	1	200		2			1	1	2			2	1		
1차 년도 (2020)	목표	1																		
	실적	1																2		
2차 년도 (2021)	목표	1						50	1				1	1			1			
	실적	1						64	1					1			1	2		
3차 년도 (2022)	목표		1			1	1	150	1			1		1			1	1		
	실적		1			1	1	157	1			1	1	1			1	4		
1,2 단계 (2020 ~2022)	목표	2	1			1	1	200	2			1	1	2			2	1		
	실적	2	1			1	1	221	2			1	1	2			2	8		
달성률 (%)	100	100			100	100	111		100			100		100			100	800		

(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	Study on an Advanced Borehole Heat Exchanger for Ground Source Heat Pump Operating in Volcanic Island	한국신재생에너지학회	김종우	10	대한민국	(주)인터텍	SCI	2022.09.01.	1738-3935	100%
2	해수온도차발전 적용을 위한 역자기열량효과 발전시스템 성능연구	대한설비공학회	김영민	34(12)	대한민국	한국생산기술연구원	비SCI	2022.12.01.	1229-6422	100%

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국기계기술학회 추계 학술발표대회	(인터텍) 임연주, 박다빈, 오소빈 (제주대) 김대영	2021.11.18. ~ 2021.11.19.	전북대학교	대한민국
2	대한기계학회 2022년 학술대회	(인터텍) 이재욱	2022.11.11.	제주특별자치도 서귀포시 ICC제주국제컨벤션센터	대한민국

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	지하수 공급 시스템	대한민국	(주)인터텍	2020.12.09.	10-2020-0171695	10-2513023-00-00	(주)인터텍	2023-03-17	10-2513023-00-00	100%	
2	센서 통합 장치	대한민국	(주)인터텍	2021.12.31.	10-2021-0194010	-	-	-	-	100%	

○ 지식재산권 활용 유형

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

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

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	관정 제어 및 통합 모니터링 시스템	2022.09.26.	(주)인터텍	2022.10.26.	C-2022-041572	(주)인터텍	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		

(22쪽 중 8쪽)

□ 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	데이터 수집장치	2021.12.	(주)제펠랩	(주)인터텍 공장	관정 및 토양 데이터 수집	2년	-	-

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	기타	관정 제어 및 통합 모니터링 시스템을 통한 지하수 환경 측정 기술	(주)제펠랩	2022.12.26.	9,000,000원	9,000,000

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1	-	995,453	-	995,453	신용 대출

□ 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	기존 제품 개선	제주	농업용 센싱 데이터 수집장치	MCC판넬 MCU보드	(주)인터텍	18,986	-	2021	5년
2	자기실시	신제품 개발	제주	지하수 관정 계측 데이터	지하수 계측 데이터 가공	(주)인터텍	45,000	-	2021	10년
3	자기실시	신제품 개발	제주	데이터 수집장치 제품화	MQTT 서버 전송 및 다양한 센서 데이터 수집	(주)인터텍	156,763	-	2022	10년

* 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)		

농업용 관정 제어 효율화 기술 개발

↳ 농업용 센싱 데이터 수집장치	2021	18,986	-	18,986	세금계산서
↳ 지하수 관정 계측 데이터	2021	45,000	-	45,000	세금계산서, 협약서
↳ 데이터 수집장치 제품화	2022	156,763	-	156,763	세금계산서
합계				220,749	

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		농업용 센싱 데이터 통합제어모니터링			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	5년			
	소요예산(천원)	100,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		220,749	250,000	350,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	-	-	-
국외		-	-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		농업용 센싱 데이터 통합제어모니터링 지하수 관정 계측 데이터 활용 지하수 이용시설 통합관리시스템			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출	-	-	-	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2022년	
1	농업용 관정 제어 효율화 기술 개발	(주)인터텍	1	1	2
합계			1	1	2

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	1
		생산인력	2
	개발 후	연구인력	8
		생산인력	7

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	(단위: 천원/년)	
						고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	농업용 관정 제어 효율화 기술 개발	-	-	220,749	-	2	-
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	컨퍼런스 부스 운영	2021 그린뉴딜 엑스포	농업용 관정 관리와 관리장치에 대한 방법	2021.10.06. ~ 2021.10.08.
2	컨퍼런스 부스 운영	그린비즈니스워크 2022	IoT 기반 농업용 제주도 지하수 관정 제어 시스템	2022.10.12. ~ 2022.10.14.

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	데이터	2022 데이터 품질대상 최우수상	유통 데이터 품질관리 체계 구축	㈜인터텍	2022.12.20.	한국데이터산업진흥원

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

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

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

■ 특허 컨설팅 2건

- ① 지하수 관정, 작물, 수분 스트레스, IOT 제어 등 Key Word 기반, 특허 컨설팅 수렴
 - 검색키워드 : 지하수 관정, 작물, 수분 스트레스, IOT 제어, 관정 센싱 수분 스트레스 센싱 등
 - 과제 관련 유사 특허 및 관련 선행특허조사 및 차별성 확인
 - 검색키워드와 관련한 주요 특허 기술의 사례와 차별성 분석
 - 특허 컨설팅 내용 바탕으로 '특허-2020-0171695' 출원 완료('20.12)
- ② 지하수 관정 계측 및 통합 모니터링 기술 특허 컨설팅 수렴
 - 검색키워드 : 농업, ipc, 디바이스/시스템, 센싱, 사물인터넷(IoT/MQTT), 통합, 단말기
 - 과제 관련 유사 특허 및 선행특허조사 및 차별성 확인
 - 연도별, 국가별 출원 동향 조사 및 분석
 - 특허 컨설팅 내용을 바탕으로 '21.12 특허 출원 예정

■ 이전공공기관 연계육성사업 기업지원사업 2건 - OpenLAB 연계 R&D 지원사업 수행

- ① 제주도 채소농가 효율적 물관리를 위한, IoT 기반 스마트 관수설비 구축
 - 노지환경 및 토지 수분함수율 측정 기반, 효율적 물 관리를 위한 스마트관수설비 설계
 - 농가별, 작물별 필요관수량 조사 및 스마트관수설비(점적살수) 구축
 - 농업용 관정 통합제어플랫폼 구현을 위한 기초자료 수집 및 인프라 구축
- ② 지속가능한 수자원 활용을 위한 제주도 지하수 관정 계측 및 모니터링 기술 개발
 - 실증사이트의 효율적 관수설비 구축을 위한 기업지원사업 연계
 - 농업 및 냉난방 에너지원 등 산업 전방위에 활용되는 지속가능한 지하수자원으로서의 활용
 - 지하수위 모니터링을 위한 기초자료 수집 및 인프라 구축
 - 기상에 따른 지하수위 변동량 분석을 통한 지하수 이용량 예측 및 제안

■ **농업용 관정시스템 표준(안) 설계를 위한 기술 세미나 개최**

- 2021.11.22. 농업용 관정시스템 표준(안) 설계 관련 기술 세미나 개최

■ **대한민국 기계설비전시회 HVAC KOREA 참가**

- 2022.05.18.~20. 서울특별시 강남구 SETEC에서 '대한민국 기계설비전시회 HVAC KOREA' 개최

■ **네덜란드 기업탐방 및 MCE 2022 참관**

- 2022.06.25. 6박8일간 주한네덜란드대사관, 네덜란드 기업청, 칸Kharn이 공동기획한 네덜란드의 제로에너지빌딩(ZEB), 신재생에너지 전문기업 ENG현장 탐방

■ **그린뉴딜 선도기업 인터뷰 진행**

- 제주도 내 에너지 전문기업으로서 열에너지를 적용한 제주도 내 실증사이트와 수요처를 보유하고 다수의 실증경험을 토대로 2020년 '그린뉴딜 유망기업 100'에 선정

■ **MCE를 통한 글로벌 냉난방공조 트렌드 인터뷰 진행**

- 유럽 최대 냉난방공조 전시회(MCE)를 통해 유럽의 기술동향을 파악하고 신재생에너지 관련 분야 선도기업을 방문하기위해 참관

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

해당없음

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
특허출원 2건	- 지하수 공급 시스템 / (주)인터텍 / '20.12.09. / 특허-2020-0171695 : 특허 컨설팅 바탕으로 특허 출원 완료 - 지하수 관정 계측 및 통합 모니터링 기술 / (주)인터텍 / '21.12. 예정 : 특허 컨설팅 수행 및 특허 출원 예정	100
특허등록 1건	- 지하수 공급 시스템 / (주)인터텍 / 심사중 / 심사중 : 특허 등록 예정(우선심사 중)	100
기술이전 1건	- 관정 제어 및 통합 모니터링 시스템을 통한 지하수 환경 측정 기술 / (주)제펠랩 / '22.12.16. / 9,000(천원)	100
사업화 매출액 200백만원	- 농업용 관정 제어 효율화 기술 개발 / 220,749(천원) : 농업용 센싱 데이터 수집장치 / 2021 / 18,986(천원) : 지하수 관정 계측 데이터 / 2021 / 45,000(천원) : 데이터 수집장치 제품화 / 2022 / 156,763(천원)	100

<p>사업화 고용창출 2명</p>	<ul style="list-style-type: none"> - (주)인터텍 / 1명 - 윤한별 / '20.06.~'22.09. : 관정 제어 설비 및 시스템 구축 업무로의 신규 인력 고용 창출 - (주)인터텍 / 1명 - 오준모 / '22.02.~현재 : 업무로의 신규 인력 고용 창출 	<p>100</p>
<p>학술성과 논문 SCI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Study on an Advanced Borehole Heat Exchanger for Ground Source Heat Pump Operating in Volcanic Island: Case Study of Jeju Island, South Korea / Jong Woo Kim / 2022.09.01. / 한국신재생에너지학회 	<p>100</p>
<p>학술성과 논문 비SCI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 해수온도차발전 적용을 위한 역자기열량효과 발전시스템 성능연구 / Jong Woo Kim / 2022.12.01. / 대한설비공학회 	<p>100</p>
<p>학술성과 학술발표 2건</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 한국기계기술학회 추계 학술발표대회 / '21.11. / (안)임연주, (제)김대영 : 드론을 활용한 수분 스트레스 기간동안의 노지 작물별 NDMI 분석 - 대한기계학회 2022년 학술대회 / '22.11. / (안)이재욱 : IoT 기반 제주 농업용 지하수 관정 제어 및 모니터링 시스템 개발 	<p>100</p>
<p>홍보전시 2건</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2021 그린뉴딜 엑스포 / '21.10 / 농업용 관정 관리와 관리장치에 대한 방법 - 그린비즈니스워크 2022 / '22.10. / IoT기반 농업용 제주도 지하수 관정 제어 시스템 	<p>100</p>

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당없음

2) 자체 보완활동

해당없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구 개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
농업용 관정 제어 효율화 기술 개발	농업용 관정 제어 효율화 기술 개발	(주)인터텍	중소기업 (영리)	431.25	286	66.32	신규 기술개발	①-①	66.32
계				431.25	286	-	-	-	-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

■ 본 연구를 통해 개발한 성과의 관리 및 활용 계획

- 1, 2단계 연구과제를 수행하면서 도출한 성과를 바탕으로 연구개발 종료 후 5년 이내의 성과 활용 계획을 수립
- 정량적 성과의 경우 논문과 특허, 인력양성을 위해 적극 활용할 계획이며 정성적 성과의 경우 관정 제어 표준(안)을 통해 관정 제어 시스템에 활용, 이를 통한 사업화를 지속적으로 추진해 나갈 예정

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE					
	비SCIE		1			1
국내논문	SCIE		1			1
	비SCIE	1		1	2	
특허출원	국내		1			1
	국외			1		
특허등록	국내	1		1		
	국외				1	
인력양성	학사	1	2		1	
	석사	1		2		1
	박사			1		1
사업화	시제품개발	1		2	1	1
	상품출시		1		1	
	기술이전			1	1	2
	공정개발					
	매출액(단위 : 천원)	100,000	150,000	150,000	200,000	200,000
	기술료(단위 : 천원)	3,316	4,974	4,974	6,632	6,632
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보		1	1	1	1	1
포상 및 수상실적			1		1	1
정성적 성과 주요 내용						

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농업기반 및 재해대응 기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농업기반 및 재해대응 기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.