

119003-02

딸기
고설재배용
전동관리기
개발

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

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

발간등록번호

11-1543000-003529-01

딸기 고설재배용 전동관리기 개발

2021. 06. 03

주관연구기관 / (주)동인

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “딸기 고설재배용 전동관리기 개발” (개발기간 : 2019.04.16. ~ 2020.12.31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06. 03

주관연구기관명 : (주)동인 (대표자) 강 동 훈



주관연구책임자 : 강 동 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “딸기 고설재배용 전동관리기 개발” (개발기간 : 2019.04.16. ~ 2020.12.31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06. 03

주관연구기관명 : (주)동인 (대표자) 강 동 훈 (인)

주관연구책임자 : 강 동 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	119003-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2019. 4. 16.~ 2020. 12. 31 (21개월)	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	침단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당없음)			
	세부 과제명	딸기 고설재배용 전동관리기 개발			
연구책임자	해당단계 참여연구원 수	총: 10명 내부: 10명 외부: -명	해당단계 연구개발비	정부:340,000천원 민간:114,250천원 계:454,250천원	
	총 연구기간 참여연구원 수	총: 10명 내부: 10명 외부: -명	총 연구개발비	정부:340,000천원 민간:114,250천원 계:454,250천원	
연구기관명 및 소속부서명	(주)동인 경상대학교 산학협력단			참여기업명: (주)동인	
위탁연구	연구기관명 : 경상대학교 산학협력단			연구책임자 : 김 ○ 태	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음
-------------------------	---

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		2·119 003-2									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

□ 정량적 연구성과

- 지식재산권 : 특허 2건 출원
- 논문(비SCI) 1개 투고
- 학술발표 2회
- 한국농기계신문 기사 1회
- 한국농기계신문 홍보 1회
- 신규 인력 채용, 주관기관 1명

□ 정성적 연구성과

- 고령자, 여성을 위한 딸기 고설재배용 전동관리기 본체, 시작기 개발 및 제작
- 딸기 고설재배용 전동관리기 로터리 스크류날 개발 및 제작
- 이동대차 (고설재배용 전동관리기용) 시작기 제작
- 인체공학적/사용편의성을 고려한 전동관리기 개발
- 제조 원가 제소화

보고서 면수 :94p

< 요약 문 >

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>□ 연구 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경적이고 기술집약적이면서 안전한 딸기 고설재배용 전동관리기 개발로 작업의 효율성과 농가소득증대에 기여함 ○ 딸기와 같은 농작물은 지표면에서 재배하는 것이 일반적이거나, 토경 재배는 노동자에 작업 부담이 크고, 열매가 토양에 직접 접촉되어 생산량이 저하되는 문제가 있어 고설수경재배가 널리 이용되고 있음 ○ 대부분의 고설재배용 베드의 로터리 등의 작업을 작업자가 수작업으로 수행하고 있으며 이로 인해 농가 고령화·여성화 및 종래 노동집약적 생산방식에서 야기되는 생산성 저하, 고 수확비용 문제를 해결하여 농가 소득 증대 및 농업생산력을 향상시킬 수 있도록 딸기의 고설재배용 베드의 배지 쇄토작업과 동시에 보충용 혼합상토를 투입하여 교반작업을 하여 두둑형상을 완성하는 전동관리기 개발 ○ 고설재배용 베드의 배지 보충방식 <ul style="list-style-type: none"> - 수작업 - 일부농가 : 로타리(쇄토기)후 보충용 혼합상토 수작업 - 딸기 고설 재배용 전동 관리기 : 로타리(쇄토기) + 보충용 혼합상토(교반 작업) + 두둑형성 <p>□ 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배지의 쇄토/보충용 혼합상토 투입 및 교반/두둑형성 : 비용절감, 생산성 향상 (대다수 농가 수작업, 일부농가 로타리(쇄토기)후 보충용 혼합상토 수작업) ○ 저소음/저탄소 배출설계 (기존 화석연료 엔진 → 전기 모터 제어 설계) ○ 작업 안정성 고려한 이동 대차 개발 및 제작 : 고령화, 여성화 작업환경 개선 (보충용 혼합상토 적재 및 운반용, 고설베드간 전동 관리기 이동성 용이) <p>□ 기관별(연차별) 연구 내용 요약</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주관기관 (주동인) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 : 딸기 고설재배용 전동관리기 개발 및 제작 - 2차년도 : 주요 작업별 성능시험, 위탁기관 분석자료 설계 반영, 전동 관리기 보완 및 2차 시작기 개발 및 제작 ○ 위탁기관 (경상대학교 산학협력단) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 : 딸기 고설재배용 전동관리기 성능평가 및 시험 - 2차년도: 딸기 고설재배용 전동관리기 실증시험 결과 추출 및 추출데이터를 통한 분석
<p>연구개발성과</p>	<p>□ 기술적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 특허 출원 : 2건 (주관 1, 위탁 1) ○ 이동 대차 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 배지폭에 따라 대차 상부레일 폭 조절 가능한 이동식 환봉레일 설계 고설재배 시스템 높이에 따른 높이 조절용 레버설계 ○ 기존의 로터리날을 보완한 로터리 스크류날 설계 및 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 배지를 파쇄하지 않고 보충을 하는 형식의 로터리가 요구되어 로터리 스크류날 타입을 고안 ○ 구동방식(체인) 보완 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 고설베드에 맞는 동력전달을 위해 기존 좌측 2륜 구동 동력을 전륜 2

	<p>륜 구동으로 보완 설계 제작함</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 바퀴 조절 장치(다양한 베드 규격에 조절 가능한 바퀴 조절 장치) <ul style="list-style-type: none"> - 전동관리를 다양한 고설베드에 적용 가능하게 위하여 스프링형식의 바퀴조절 장치를 고안하여 설계 제작함 <p>□ 학술적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 논문(투고) <ul style="list-style-type: none"> - 경상대학교 농업생명과학연구 논문 투고 ○ 학술대회 <ul style="list-style-type: none"> - 한국생물환경조절학회 2019 - 한국농업기계학회 2020 <p>□ 경제성 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 신규 인력 채용 1명 (주관기관) ○ 농업기계신문 광고 및 기사 (농기계박람회 대체) ○ 주요 포털사이트 홍보 ○ 사업화 1개 기종 : 딸기 고설재배용 전동관리기 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>□ 딸기 고설재배용 전동관리기 과제 기술 확대 적용</p> <p>가. 동력원 다변화로 친환경 발농업 기계 개발 필요 나. 과제 기술, 기술 타기종으로 확대 실시 다. 생산, 양산화 추진</p> <p>□ 전동관리기 활용성 확대</p> <p>가. 추가 작업기의 발굴 및 개발 나. 기체 중량과 규격의 지속적 감소 필요</p> <p>□ 필드의 요구사항</p> <p>가. 전동관리기 및 이동대차 대한 지속적 시장 요구에 대응하고자, 옵션별 다양화를 통해 구매력과 편의성을 동시에 도모 예정 나. 단계별 사업화 등록으로 시장 선점 및 시장 요구에 대응, 소비자 만족도 향상 기대</p> <p>□ 지속적 홍보 및 전시계획</p> <p>가. 진주 국제 농업박람회, 김제 농업박람회, 상주 농기계박람회 → 전시홍보 나. 한국농기계신문 등 대중매체를 통한 홍보 → 수요창출, 공급확대</p> <p>□ 국내 시장 활성화 및 수출시장 진출</p> <p>가. 주관기관의 활발한 내수시장 공급망을 활용하여 지속적으로 수요량 개척에 노력 나. 가격 경쟁력과 기술 경쟁력의 좋은 조건을 필두로 개발도상국의 폭넓은 정부 지원 정책에 부합 할 수 있도록 전략적 추진 실시하여 추가 매출 향상에 활용 예정</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>발농업기계</p>	<p>딸기</p>	<p>고설재배</p>	<p>쇄토기</p>	<p>시설하우스</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Field Agricultural Machinery</p>	<p>Strawberry</p>	<p>Elevated-bench Cultivation</p>	<p>Crusher</p>	<p>Green house</p>

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	9
2. 연구개발대상의 국내외 현황	14
3. 연구수행 내용 및 결과	28
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	88
5. 연구결과의 활용 계획 등	91
붙임. 참고 문헌	93

<별첨> 연구개발보고서 초록

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

<별첨> 연구성과 활용계획서

1장. 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발 목적

1. 연구개발 목적

- 친환경적이고 기술집약적이면서 안전한 농기계 보급으로 환경개선, 작업 안전성 및 소득증대에 기여

가. 최종목표

- 기존의 디젤 엔진을 전동 모터로 바꿈으로 친환경적 농업기계로 발돋움
- 기존의 로터리 작업과 배토작업을 하나의 기계로 진행할 수 있도록 설계함으로 중복된 농기계 투자를 막아 비용 절감의 효과를 가져옴
- 현재의 노동집약적 작업에서 탈피하여 인구절벽과 고령화의 문제에 직면해 있는 농업 문제에 대안을 제시
- 위험한 로터리, 배토 및 소독 등의 작업을 대비하여 각종 안전장치 기술을 설계하여 작업 안전성 확보

나. 세부목표

- 전동기술 확보를 통한 다양한 농업용 전동 소형기계 기술 습득
- 모터 제어 기술 확보로 농업기계 전반의 전기모터 적용 가능성 확대
- 농작업의 다목적 기계의 개발로 안전하고 편리한 농기계 연구에 박차
- 친환경 농기계 연구로 수출 유망상품 개발

2. 연차별 개발목표 및 내용

가. 1차년도

- 연구개발 목표
 - 주관연구기관 (주)동인
 - Concept 설정 및 시스템 디자인
 - 부품 설계 및 부품 개발
 - 금형 및 가공기계를 활용한 시제품 제작
 - 시제품 성능 테스트 및 보완
 - 배터리팩 검토 및 모터 경량화
 - 위탁연구기관 (경상대학교 산학협력단)
 - 국내외 로터리 칼날 관련 특허 및 연구 개발 동향 분석
 - 로터리 칼날 절단형상 분석
 - 베지 예취 위치별 물성 차이 측정

- 배토 속도 별 배지 두덕 형상 분석
- 고설재배용 전동 관리기 성능 시험

나. 2차년도

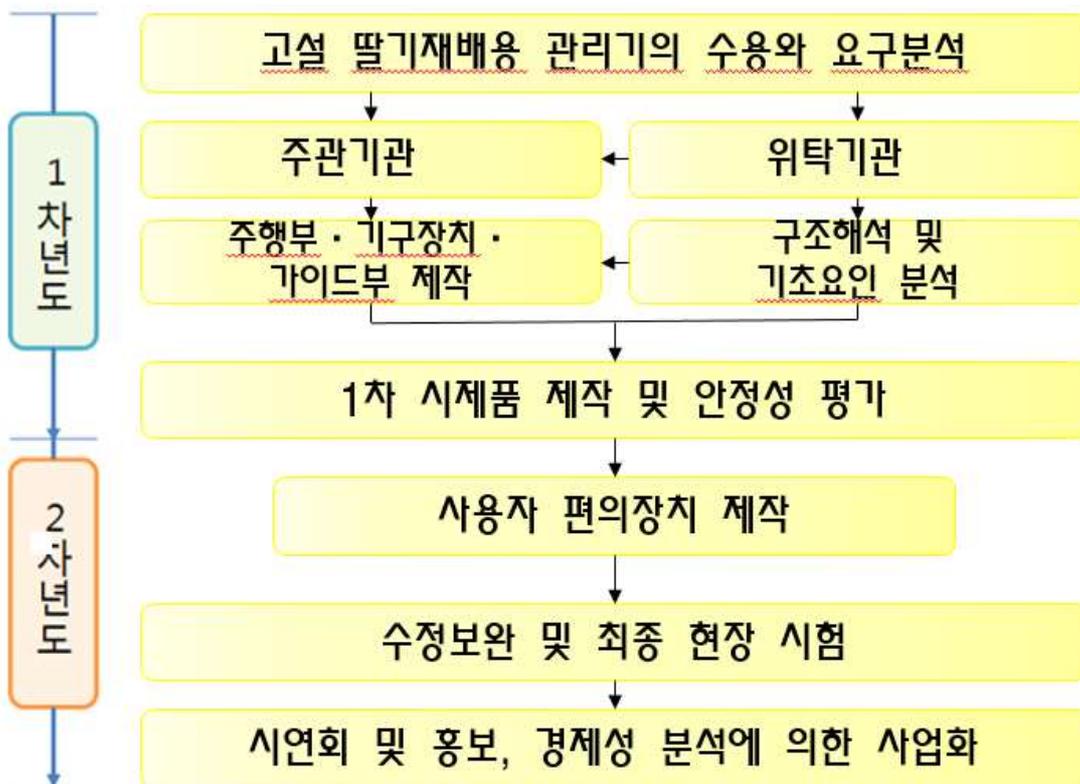
□ 연구개발 목표

○ 주관연구기관 (주동인)

- 시제품 완성 및 판매목표의 설정과 양산계획 수립
- 금형 및 가공기계를 활용한 자체제품 생산
- 대리점 및 각 공공기관 등 국내외 홍보 및 마케팅
- 국내 및 해외 판매와 생산증대 및 2차 추가제품 개발

○ 위탁연구기관 (경상대학교 산학협력단)

- 최대 작업 능력 및 사용조건을 고려한 구조 및 강도 해석
- 시작품 결과와 구조해석 결과치 비교분석
- 고설재배용 전동 관리기 현장 평가 시험
- 고설재배용 전동 관리기 보완 설계 및 경량화 설계



2절. 연구개발의 필요성

1. 고설재배 전동관리기 필요성

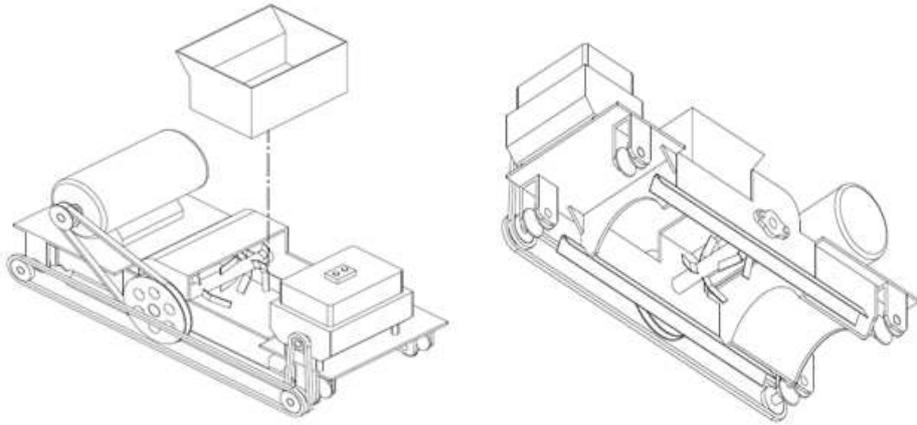
- 국내 딸기 산업은 비닐하우스와 같은 백색혁명으로 재배면적이 증가함
- 1985년까지는 대부분이 노지에서 재배됐으나, 90년대부터 하우스가 보급되고 시설재배로 전환되면서 생산성이 향상되고 소득도 증가함
- 노지재배보다 시설재배가 단위 면적당 2배의 생산성을 보이며, 농촌경제연구원 자료에 의하면 향후 인구 고령화와 노동력 부족의 영향으로 딸기 재배면적은 전반적으로 감소세를 보여 2017년 5,727 ha, 2022년 5,568 ha가 될 것으로 예상되지만 딸기 단수는 다수확재배품종인 설향 증가와 고설재배 증가 등의 기술 보급으로 향후 연평균 2% 증가할 것으로 보임
- 또한 노지 재배에 경우 허리를 숙이는 작업이 많아 작업자에 작업 부담이 크며 열매가 토양에 접촉하여 생산량이 저하되며 이에 따라 고설재배 방법으로 크게 전환하고 있음
- 하지만 대부분의 딸기 시설 하우스에서는 배드의 로터리, 배토 및 정식 등을 작업자가 수작업으로 수행하고 있으며 현재 개발되어 있는 기계들은 대부분 노지재배에 적합하게 만들어져 있음
- 이에 따라 여성과 노약자들이 작업을 하는데 너무 큰 부담을 가지게 되며 소득 및 정식작업에 경우 매우 번거로우며 많은 시간을 소요하게 됨, 또한 추가적인 보완 재작업을 하여야 하므로 이로 인한 작업시간 및 인건비 등의 엄청난 원가 상승을 초래함

따라서 고설재배의 기계 자동화를 통해 생산 효율성을 높이고, 농가 고령화 및 여성화로 종래의 노동집약적 생산방식에서 야기되는 생산성 저하, 고수확 비용의 문제를 해결하여 농가 소득증대 및 농업생산력을 향상시킬 수 있는 관리기를 개발 연구가 필요함

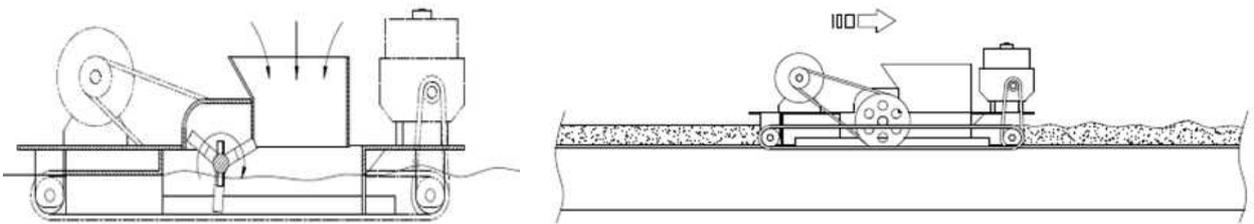
3절. 연구개발 범위

1. 주관연구기관 : ㈜동인

가. 구조 (1)



<그림 1-1> 딸기 고설재배용 관리기 3D 모형



<그림 1-2> 딸기 고설재배용 관리기 실제 작업 예상도

표 1. 평가항목

항목	세부평가항목	가중치(%)	개발 목표치	평가방법
구조 및 성능	인양능력	70	30 kg 이상	농업기계 시험방법 및 건설기계 시험방법 (EN1726-1 / EN1175-1)
	구동방식		레일 가이드식(캐스터)	
	최대속도		2 km/h 이내	
	연속 사용시간		2 hr 이상	
	최대 전도각		10° 이상	
조작 및 안정성	전도시험	10	10%	
	조작난이도		적정	
	안전장치 및 표시의 이행		적정	
	내구성 및 신뢰성 평가		연속구동시험 후 이상유무	
사업화 여부	시스템의 경제성	20	매연 없음, 소음 60 dB 이하	경제성 분석
	에너지 절감 및 친환경성		기존 엔진형 관리기 이용 대비 약 20% 절감	

2. 위탁연구기관 : 경상대학교 산학협력단

- 관리기의 이송속도 및 로터리 속도에 따른 쇄토 성능 분석
- 관리기의 이송속도 대비 로터리속도 최적화
- 현장적용실험을 통한 보완

2장. 연구개발대상의 국내외 현황

1절. 기술 수준 및 시장 현황

1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

□ 본 개발기술은 고설재배 하고 있는 작물에 소독, 로터리, 배토 작업을 개선하기 위한 작업기로 구체적 작목으로 딸기 배지 배토, 고설 재배용 배지 로터리, 고설 재배용 배지 소독 기술로 구성되고 이중 기술시장 분석은 관리기에 한하여 조사하였음

1) 농작물 관리기 기술현황

가) 농작물 관리기 분류 및 기술 동향

□ 농수산용 기계는 농용 트랙터와 부속작업기(부착형/견인형), 자주식 농작업 기계(보행형/승용형), 수확 후 처리 시스템 및 부속기자재, 원예·축산 기계, 임업기계 및 시설, IT/BT 융합제어 시스템, 양식장 및 양어장 관련 기계등으로 구분하고 있으며, 본 기술개발에서 개발하고자하는 고설재배용 전동관리기는 트랙터와 부속작업기로 구분되며, 더 세분화하면 부속작업기에 포함됨

<표 2-1> 농수산용 기계주요 제품 분류표

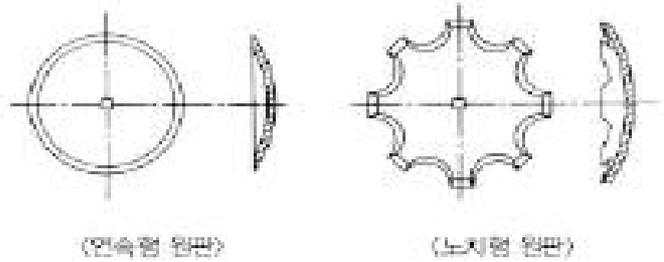
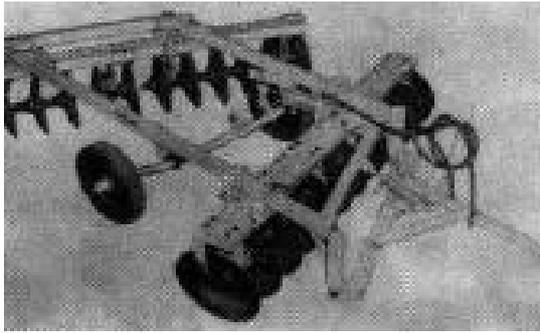
세부전략분야	주요품목	주요 제품 및 기술
농수산용 기계	트랙터 및 부속작업기와 자주식 농작업 기계	트랙터, 로터베이터, 구굴기, 모어, 관개배수기계, 관리기 , 백호, 로터, 파종이식기, 비료살포기, 방제기, 경운기, 이앙기, 수확기, 운반용 기계
	수확 후 처리 시스템 및 부속기자재	건조기, 도정시스템, 선별기, 미곡종합처리장, 산지종합처리장, 전처리 시스템, 저장시스템, 포장시스템 등
	원예 축산기계 및 시설	환경제어장치, 접목기, 육묘기계 및 시설, 원예용 선별기, 원예용 포장기계, 농용 베이열, 사료작물수확기, 축사환경 제어시스템, 착유기, 자동급이기, 자동급수기, 계란선별기, 사료배합기 등
	임업용 기계	양묘용 기계, 조림/육립 기계, 벌도/조재 기계, 집/운재 기계 시스템

나) 작물 관리기 기술현황 (출처 : kocw.net, 바이오시스템 작업기계학)

(1) 견인식 쇄토기 (원판 해로우)

□ 접시모양의 구면형 원판을 1개의 연결축에 5~10장을 매달고 이것을 2개 또는 4개 씩 하나의 묶음으로 연결하여 견인

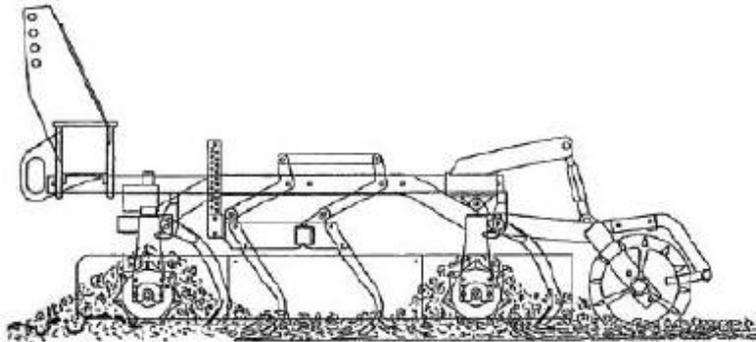
- 원판: 연속형, 노치형
- 원판의 지름 : 40~60 cm



<그림 2-1> 원판 헤로우

(2) 파종, 이식, 토양 준비 작업기

- 절단바가 달린 첫 번째 롤러로 분쇄하면서 표토 절단칼로 균평
- 2차 분쇄와 균평 실시하고 롤러로 다져줌
- 감자 등 이식을 위한 두둑 성형시, 분쇄와 2차 경운 동시에 실시



<그림 2-2> 여러 작업기가 결합된 파종배드 작업기

(3) 로터리 경운기

- 동력경운기 또는 트랙터의 엔진에서 구동력을얻어 회전운동을 하면서 경운·쇄토 하는 작업기
- 수평으로 된 로터리축에 여러 개의 경운날을 부착하여 그 축에 전달되는 구동력으로 경운날을 회전시킴으로써 흙을 절단·파쇄
- 엔진의 구동력이 흙에 직접 전달되므로 동력의 손실이 적고 포장의 흙 다짐을 줄일 수 있음



〈그림 2-3〉 로터리 경운기

나. 시장현황

1) 국내 농업기계 시장현황

〈표 2-2〉 부착작업기 공급만 관점의 범위

대분야	중분야	세부제품 및 기술
부착 작업기	토양관리 작업기	쟁기, 몰드보드 플라우, 원판 플라우, 로터리, 원판 해로우, 스파이크 해로우, 스프링 해로우, 롤러 진압기, 씨레, 두둑 성형기, 트랜처, 롤링 컬티베이터, 로터리 컬티베이터, 슈움기계, 배토기, 잔가지 파쇄기
	파종기	산파기, 조파기, 정밀점파기, 구절기, 벼직파기, 감자파종기, 땅콩파종기, 옥수수 파종기
	수확 운반작업기	범용 고소수확기, 진동형 과일 수확기, 양배추 수확기, 옥수수 수확기, 샐러리 수확기, 파 수확기, 양파 수확기, 감자수확기, 고구마 수확기, 당근수확기, 마늘 수확기, 트레일러, 특수목적용 대형 트레일러 (미나리 수확기)

- 부착작업기는 사용조건에 적합한 다양한 작업기 개발, 고부가가치 제품으로 성장하기 위한 대형 고성능 복합 작업기가 개발되고 있으며, 선진 시장 진출을 위한 고급 기술 적용 작업기 개발, 후진국업체와 기술격차 유지를 위한 핵심부품의 자체 개발을 할 경우 부착작업기 산업은 지속 성장 가능
- 부착작업기 생산 업체는 대부분 중소기업체로 단순기능의 소형제품 개발 판매는 일정 수준 능력을 갖추고 있으나, 세계시장 진출을 위한 고기술 고기능 대형 제품 생산을 위한 투자 및 기술 인력확보에 한계가 있어 적극적이며, 체계적인 관련 중소기업 지원 체계 구축이 필요한 실정임

가) 부착작업기에 대한 국내 니즈분석 결과

- (1) 부착작업기 수출시장 확대 : 현지 적응형 부착작업기 개발기술

- 트랙터의 수출 확대로 부착작업기 역시 수출이 증가하고 트랙터 수출 지역에 적합한 작업기가 생산될 경우 트랙터의 수출 뿐만 아니라 부착작업기의 수출 확대 전망 예상

(2) 고부가가치 시장으로 확대 성장 : 대형 고성능 복합 부착작업기 개발기술

- 부착 작업기 시장은 확대 성장되고 있으나, 현재 국내 업체의 부착작업기는 대체로 소형 저가형으로 수익성 제고가 필요한 상황으로 이를 위해서는 대형 작업기 개발이 필요하며, 대형의 경우 고강성 고성능이 요구되고 있음.

(3) 기술경쟁력 확보로 세계시장 진출 : 융복합 기술 적용 부착작업기 개발

- 트랙터 분야에서 융복합 지능형 기술과 통합 센서 제어기술을 활용하는 추세로 트랙터 각 시스템간 양방향 통신 및 제어가 기능하고 이러한 기술 발전은 트랙터 부착 작업기의 작동 및 제어를 양방향으로 가능하도록 요구되며, 특히 중부하 작업을 수행하는 대형 작업기 분야와 농업 생산에 사용되는 비료, 농약 등의 투입량을 위치별로 기록하여, 수확량과 비교하여 농자재를 효율적으로 관리하는 정밀농업 분야 관련 작업기 분야는 융복합 기술 적용이 요구되고 있음

(4) 부품시장 규모 확대 및 세계시장에서 후진국 업체와 기술격차 유지

- 고성능 핵심 부품 설계 기술
- 부착작업기 시장 확대로 관련 부품시장도 확대되고 있으며 일반기능의 부품은 오히려 현지 조달로 대신하는 방안이 가격 경쟁력 유지를 위해서도 필요하나 유압 및 관련핵심 부품은 제품의 수명과 성능에 영향을 미치므로 자체 설계 및 생산 공급하는 것이 품질 및 수익성 제고를 위해 필요

구분	주요품목	2014	2015	2016	2017	2018	성장률(%) (2014-2018)
국내 시장	트랙터	10,156	10,968	11,846	12,793	13,817	8.0
	콤바인	1,634	1,765	1,906	2,059	2,223	8.0
	어장기	835	902	974	1,052	1,136	8.0
	합계 (상기 3개 품목)	12,625	13,635	14,726	15,905	17,176	8.0
	농업기계산업 전체	14,960	16,157	17,450	18,846	20,353	

· 자료: 2013년 한국농업기계연간 자료 이용, 각 기종별 대수, 마력별 평균가격을 이용하여 시장 규모를 추정, 성장률은 가격인상률 및 평균 사용 대역증가를 고려하여 설정



〈그림 2-4〉 국내 농업기계 시장현황 그림 농업기계 분야 국내 시장 전망

- 국내 농업기계 기종들의 생산량 기준으로, 1997년까지는 동력경운기가 약 90,000대로 가장 많았으나, 2000년 중반 이후부터는 트랙터가 연간 30,000대 수준으로 크게 증가함
- 2011년에는 약 43,000대의 트랙터가 생산되어 그중 약 29,000대가 수출(한국농촌경

- 제연구원, 2012년)하고 있으며, 농기계 반값공급정책이 한시적으로 시행된 1993년부터 1997년 까지 약 8,000억원에서 1조 2,000억원까지 평균10%씩 성장
- 2003년에는 약 6,000억원 규모로 감소하였으나, 시장의 점진적 회복으로 2008년 다시 1조 2,000억원 수준, 2009년에는 1조 4,000억원을 초과
 - 국내 내수시장은 2010년 1조 5,00억원 수준에서 경기위축으로 2013년 9,252억원 수준으로 감소
 - 국내 농기계 시장은 정체 단계에 들어섰다고 판단하고, 수출을 통한 시장 확대를 적극적으로 모색 중. 용자기종을 중심으로 약 1조원 규모이며 이는 2000년대 전후와 같은 수준. 국내 내수시장과 달리 수출은 빠르게 성장해 2013년에는 내수시장과 비슷한 시장 규모를 달성

2) 국내 딸기 생산 및 시장 현황

<표 2-3> 딸기 국내 생산 동향 및 향후 전망

구분	'12	'13	'14	'15	'16	'17
재배면적(ha)	6,435	6,890	6,875	6,403	5,978	5,907
생산량(톤)	192,140	216,803	209,901	194,513	191,218	198,000
수출량(톤)	2,525	3,117	3,657	3,678	3,539	4,788
수출액(천불)	24,270	29,808	33,374	33,027	32,449	42,992
수출비중(%)	1.31	1.43	1.74	1.90	1.85	2.4

- '15년 이후 딸기의 전체 재배면적은 감소 추세였으나 최근 귀농인구 증가 및 높은 딸기 가격으로 재배면적 및 생산량 증가세에 있음
- 고설식 수경재배면적이 '15년 대비 큰 폭으로 증가(738 ha → 1,115 ha) 하였고 다수확 품종(설향) 보급 확대로 단수 전년대비 1% 증가(1 ha 당 3,068 kg) 추정
- 중장기적으로 농가 고령화 등으로 재배면적은 감소 되나 재배 기술 발달로 생산량은 2026년 20만 9천톤 수준까지 증가 전망
- 딸기 수출액은 2011년을 기점으로 대폭 증가하였고, 그 이후에도 지속적으로 증가되고 있음 (출처: 한국농수산물유통공사)

<표 2-4> 국내 시장규모

구분	시장규모(2015년)	예상 시장규모(2020년)
국내 시장규모	151억	204억
산출 근거	2015년 기준, 고설수경재배 농가수 7,572가구 * 2,000,000원(판매가) ≒ 151억원	
	2020년 예상, 고설수경재배 농가수 10,194가구 * 2,000,000원(판매가) ≒ 204억원	
	딸기농가수 자연 증가율 : 1.25%/년 고설재배 비율 : 2015년 75%, 2020년 95% 예상(증가율 5%/년)	

다. 경쟁기관 현황

1) 국내 부속작업기 경쟁기관 현황

- 국내 농업기계 생산업체는 약 460개사(한국농기계공업협동조합 회원사 기준)로 대동공업, LS엠트론, 동양물산, 국제종합농기계, 아세아종합기계 등을 제외한 나머지는 전형적인 중소기업으로, 50인 이하의 업체 수가 전체의 90% 이상 차지

<표 2-5> 국내 부속작업기 경쟁기관 현황 분석

기업규모	업체명	매출액(억원)	주요생산품
대기업	LS 엠트론	9,237	자동차부품, 트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, HMT, 운반차, 건설용 중장비
중견기업	대동공업	4,737	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, HMT, 건설용 중장비등
	동양물산	3,589	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 건설용 중장비등
	국제종합기계	1,917	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 임업용 기계, 엔진, HMT, 건설용 중장비등
중소기업	아세아텍	1,057	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진 등
	한서정공	326	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 축산 관련 장비등

출처 : 2015년 중소기업 기술로드맵-산업용기계

2) 국내 농업제어기관 관련 경쟁기관 현황

<표 2-6> 국내 중소기업 경쟁기관 현황(농기계)

업체명	사진	사양
혼다		- 화학 연료 사용 - 파쇄기 - 18.1 kg - 180 mm ~ 260 mm
아세아		- 디젤엔지 - 차륜형
(주)한농테크		- 로터리 기능만 가짐 - 디젤엔진형

라. 지식재산권 현황

1) 지식재산권, 정부과제 및 제품 분석 결과

- 상용화되어 판매된 제품(근거: 농기계공업협동조합 등록현황, 포털사이트)은 없음
- 정부과제로 수행되고 있는 제품(근거: 중복검증사이트)은 없음
- 특허(www.kipris.or.kr)는 없지만, 응용 가능한 특허는 총 4건이 있음

- 엔진을 이용한 방식(특허출원번호 : 10-2015-0153240, 10-2015-0129826) 특허는 있지만 모터 방식은 없음

2) 지식재산권 보유 현황

- 고설재배 방식에 적용 가능한 배토기의 골목 특허를 출원함 (특허출원번호: 10-2017-0175429)

3) 신규 지식재산권 확보 계획

- 국내외 유사 제품의 지식재산권을 분석 및 차별화하여 기 출원 특허를 바탕으로 우리 회사만의 고유한 아이디어를 적용한 지식재산권을 확보 할 계획임
- 다양한 제품에 대한 연구개발로 추가 지식재산권 확보
- 첨단 융복합 기술이 적용된 신규 개발제품의 구동시스템 및 알고리즘에 관한 지식재산권 확보

<표 2-7> 국내외 관련지식재산권 현황

지식재산권명	지식재산권 출원인	출원국/출원번호
① 고설재배용 베드의 배토용 쇄토장치	윤충식	한국/1020130119111
② 고설재배용 작물뿌리 파쇄장치	이배영농조합법인	한국/1020140037095
③ 고설재배용 쇄토장치	민영준	한국/1020150153240
④ 고설재배용 쇄토장치	주식회사 아세아텍	한국/1020150129826

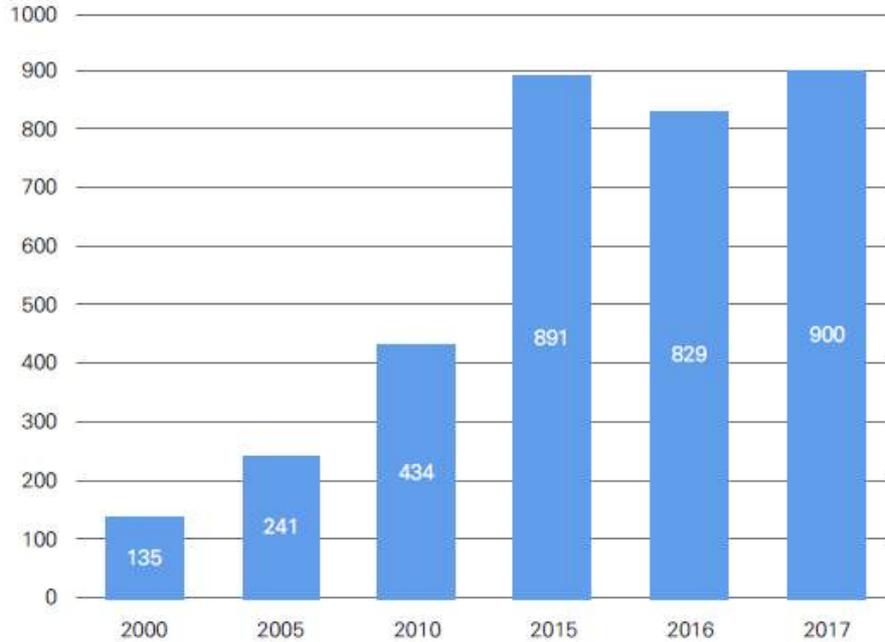
〈표 2-8〉 지식재산권 공보

No.	자 료	No.	자 료
①	 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 33/02 (2006.01) A01B 33/12 (2006.01) A01B 69/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-0119111 (22) 출원일자 2013년10월07일 심사청구일자 2013년10월07일 (56) 선행기술조사문헌 JF200811658 A* JF2008125601 A* *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 3 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 베드의 배토용 선포장치 (57) 요약 본 발명은 농작물의 수확이 끝난 후에 고설재배용 베드에 남아 있는 잔뿌리를 선포하여 선포된 잔뿌리를 비토로 격리할 수 있고, 또한 잔뿌리의 선포와 동시에 고랑(두둑)을 형성함으로써 고설재배의 작업효율을 대폭 향상시킬 수 있는 고설재배용 베드의 배토용 선포장치에 관한 것이다. 본 발명에 의한 고설재배용 베드의 배토용 선포장치는, 선포 하우징; 선포 하우징의 내부공간에 설치된 선포유닛; 및 상기 선포 하우징의 상부에 설치되어 상기 선포유닛을 구동시키는 엔진;을 포함하고, 상기 선포 하우징은 그 하부가 개방되고, 그 내부에는 상기 선포유닛이 설치되는 내부공간이 형성되며, 상기 선포유닛은 상기 선포 하우징의 내부공간 하부에 구동가능하게 설치된 구동축과, 상기 구동축의 외주면에 설치된 복수의 선포날을 가지는 것을 특징으로 한다.	③	 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 37/00 (2006.01) A01B 38/00 (2006.01) A01B 39/12 (2006.01) A01B 43/00 (2006.01) A01G 31/02 (2006.01) A01G 9/14 (2006.01) (52) CPC특허분류 A01B 37/00 (2013.01) A01B 38/00 (2013.01) A01B 39/00 (2013.01) (21) 출원번호 10-2016-0189240 (22) 출원일자 2016년11월09일 심사청구일자 2016년11월09일 (69) 공개번호 10-2017-0028800 (43) 공개일자 2017년03월02일 (30) 우선권주장 KR20150118881 2016년06월21일 대한민국(KR) (56) 선행기술조사문헌 JF2008125601 A* KR200433414 Y1* JF63287401 A* *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 8 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 선포장치 (57) 요약 본 발명에 따른 고설재배용 선포장치는, 전면에 제1롤러브라가 부착된 제1롤러; 상기 제1롤러에 결합되며, 후면에 제2롤러브라가 부착된 제2롤러; 상기 제2롤러의 상부에 설치되며, 상기 제1롤러를 안착하는 회전축의 일단과 연결된 동력부; 상기 제1롤러의 하부에 설치되며, 상기 회전축의 타단과 연결된 배토부; 및 상기 제1롤러브라 및 상기 제2롤러브라에 설치되는 이동부;를 포함한다. 따라서, 고설재배용 베드에서 농작물을 수확한 후, 흙에서 잔뿌리를 선포하여 선포된 흙의 모양을 독특한 형상의 고랑(두둑)이 형성될 수 있도록 한다.
	 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 43/00 (2006.01) A01B 37/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2014-0037085 (22) 출원일자 2014년08월28일 심사청구일자 2014년08월28일 (65) 공개번호 10-2015-0112800 (43) 공개일자 2015년10월07일 (56) 선행기술조사문헌 JF2004073145 A* KR1013090084070 A* JF2004041186 A JF2001352801 A *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 4 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 작물뿌리 파쇄장치 (57) 요약 본 발명은 작물베드 후 적베드에 묻힌 식생토를 소실하는 것을 방지하면서 식생토에 영인 작물의 뿌리를 파쇄할 수 있도록 한 고설재배용 작물뿌리 파쇄장치에 관한 것으로, 이는 프래임을 중심으로 상부에 걸리는 커버를 통해 식생토를 소실하는 것을 방지하고, 또한 커버의 내부에 배치되는 파쇄날의 회전력을 이용하여 적베드의 상부면을 작물 진행하면서 식생토의 경운(耕翻)은 물론, 식생토에 영인 작물의 뿌리를 파쇄할 수 있는 특징이 있다.		 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 17/00 (2006.01) A01G 9/14 (2006.01) (52) CPC특허분류 A01B 17/006 (2013.01) A01G 9/1433 (2012.01) (21) 출원번호 10-2015-0129838 (22) 출원일자 2015년09월14일 심사청구일자 2015년09월14일 (65) 공개번호 10-2017-0032837 (43) 공개일자 2017년08월28일 (56) 선행기술조사문헌 JF2008125601 A* JF06000202 U* KR1002010069015 A *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 6 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 선포장치 (57) 요약 본 발명은 고설재배용 선포장치에 관한 것으로서, 전후방과 후방이 개방되는 형태를 띤 본체(100)와; 본체(100) 상부에 설치되는 엔진부(200)와; 엔진부(200)의 동력에 의해 고설재배용 베드 내부의 흙을 파쇄하는 선포부(300)와; 선포부(300)를 통해 엔진부(200)에서 선포부(300)로 동력을 전달을 제어하는 구동부(400)와; 본체(100) 양측에 설치되어 구동부(400)에 의해 베드의 지지프레임 상부에서 구동되는 적일바카바(500)를 포함하여 구성함으로써, 선포작업의 안정성과 신뢰성을 향상시킬과 동시에 낮은 노동 강도로 작업으로 여성이나 고령의 작업자가 선포작업을 쉽고 능률적으로 수행할 수 있는 효과가 있다.
②	 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 37/00 (2006.01) A01G 9/14 (2006.01) (52) CPC특허분류 A01B 37/006 (2013.01) A01G 9/1433 (2012.01) (21) 출원번호 10-2015-0129838 (22) 출원일자 2015년09월14일 심사청구일자 2015년09월14일 (65) 공개번호 10-2017-0032837 (43) 공개일자 2017년08월28일 (56) 선행기술조사문헌 JF2008125601 A* JF06000202 U* KR1002010069015 A *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 6 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 선포장치 (57) 요약 본 발명은 고설재배용 선포장치에 관한 것으로서, 전후방과 후방이 개방되는 형태를 띤 본체(100)와; 본체(100) 상부에 설치되는 엔진부(200)와; 엔진부(200)의 동력에 의해 고설재배용 베드 내부의 흙을 파쇄하는 선포부(300)와; 선포부(300)를 통해 엔진부(200)에서 선포부(300)로 동력을 전달을 제어하는 구동부(400)와; 본체(100) 양측에 설치되어 구동부(400)에 의해 베드의 지지프레임 상부에서 구동되는 적일바카바(500)를 포함하여 구성함으로써, 선포작업의 안정성과 신뢰성을 향상시킬과 동시에 낮은 노동 강도로 작업으로 여성이나 고령의 작업자가 선포작업을 쉽고 능률적으로 수행할 수 있는 효과가 있다.	 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1) (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01B 17/00 (2006.01) A01G 9/14 (2006.01) (52) CPC특허분류 A01B 17/006 (2013.01) A01G 9/1433 (2012.01) (21) 출원번호 10-2015-0129838 (22) 출원일자 2015년09월14일 심사청구일자 2015년09월14일 (65) 공개번호 10-2017-0032837 (43) 공개일자 2017년08월28일 (56) 선행기술조사문헌 JF2008125601 A* JF06000202 U* KR1002010069015 A *는 심사관에 의하여 인용된 문헌 전체 청구항 수 : 총 6 항 (54) 발명의 명칭 고설재배용 선포장치 (57) 요약 본 발명은 고설재배용 선포장치에 관한 것으로서, 전후방과 후방이 개방되는 형태를 띤 본체(100)와; 본체(100) 상부에 설치되는 엔진부(200)와; 엔진부(200)의 동력에 의해 고설재배용 베드 내부의 흙을 파쇄하는 선포부(300)와; 선포부(300)를 통해 엔진부(200)에서 선포부(300)로 동력을 전달을 제어하는 구동부(400)와; 본체(100) 양측에 설치되어 구동부(400)에 의해 베드의 지지프레임 상부에서 구동되는 적일바카바(500)를 포함하여 구성함으로써, 선포작업의 안정성과 신뢰성을 향상시킬과 동시에 낮은 노동 강도로 작업으로 여성이나 고령의 작업자가 선포작업을 쉽고 능률적으로 수행할 수 있는 효과가 있다.	

마. 표준화 현황

1) 국내 농업기계 표준화 현황

- 농기계 분야 국제표준 개발은 대부분 미국이나 유럽 등이 주도해 왔으며, 우리나라는 개발된 ISO 국제표준을 번역해 국가표준으로 제정해 사용
- ISO는 경제협력개발기구(OECD)의 트랙터 표준시험코드 연례회의에서 ISO의 트랙터 선회 환경 시험 방법 개정을 알리고, OECD 트랙터 표준시험코드 개정을 논의
- 우리나라는 2000년 이후 농기계 수출은 정체된 내수시장 의존전략을 탈피하고 해외 시장 개척에 많은 노력을 집중해 2017년까지 900만 달러의 수출을 기록했으며, 이는 2000년 대비 6.6배 이상 급격히 증가한 수출 실적임



구분	2000	2005	2010	2014	2015	2016	2017
트랙터	47	103	223	524	556	532	545
작업기	2	8	52	61	74	67	73
부품	29	47	47	140	121	102	103
기타	57	83	112	136	140	128	179
합계	135	241	434	861	891	829	900

<그림 2-5> 농기계 수출 실적

2. 국외 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

1) 국외 기술 수준

- 동력전달시스템의 경우 기본적으로 HST, 파워셔틀, 파워 시프트 등의 유압식 변속장치 기능을 출시한지는 이미 오래 되었고 첨단 변속제어 기술이 적용된 HMT, CVT 등 차별화된 기술을 바탕으로 보이지 않는 무역장벽을 형성
- 친환경 제어기술 측면에서도 고기능 청정화 처리 장치 개발을 완성하여 배기가스 규제 강화를 통해 후발업체와의 기술 격차 유지
- 기존 농기계의 로봇화와 파워 어시스트 수트 등의 구현 기술로 농사 자동화로 배토, 접목, 포장, 출하, 판매 등에 활용. 벼농사용 제초로봇, 추수 로봇, 작업기 등 첨단 기술 상용화 진행

2) 국외 기술개발 동향

- 기계의 기능 및 성능을 제고하는 연구에서 이제는 작업효율을 높이면서 작업자의 사용편의성, 안락성, 안전성을 제고하는 방향으로 연구개발이 추진되고 있으며, 고효율,

고기능, 지능형, 자동화, 무인화의 방향으로 발전

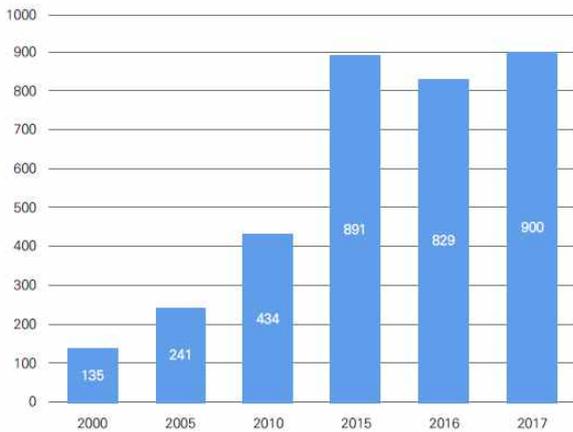
- 농작업의 자동화·로봇화·무인화 및 인간공학기술, 환경을 보전하면서 수확량을 줄이지 않고 고품질 농산물을 생산할 수 있는 정밀농업용 기계기술 실용
- 전기를 이용한 구동 방식도 연구개발 추진되어 주행부를 전기구동 또는 작업기 구동부를 전기로 작동시키는 연구도 추진

나. 시장현황

1) 국외 농업기계 시장 현황

- 2014년 The Freedom Group의 시장보고서에 의하면 2013년에는 1,490억불, 2018년에는 2013년보다 약39% 성장한 2,080억불 수준으로 전망(The Freedom Group, 2014년)

농기계 수출실적 (단위 : 백만 달러)



구분	2000	2005	2010	2014	2015	2016	2017
트랙터	47	103	223	524	556	532	545
작업기	2	8	52	61	74	67	73
부품	29	47	47	140	121	102	103
기타	57	83	112	136	140	128	179
합계	135	241	434	861	891	829	900

<그림 2-6> 농업기계 세계시장 현황

- 2014년 The Freedom Group의 시장보고서에 의하면 2013년에는 1,490억불, 2018년에는 2013년 보다 약 39% 성장한 2,080억불 수준으로 전망(The Freedom Group, 2014년)
- 품목별로 2,080억불 중 트랙터가 768억불로 36.9%, 부품 336.5억불로 16.2%, 수확기계가 397.5억불로 19.1%, 이식 및 시비기계가 151.5억불로 7.3%를 차지 전망
- 작업기에 경우 2000년부터 2015년까지 370%에 높은 성장률을 가졌으며 17년까지 유지하고 있으며 더욱 성장 가능한 것으로 전망

2) 국외 스마트 농업 자동화 기술시장

- 국내외적으로 농기계 자동화 기술이 발전하고 있는 추세이며, 범세계적으로 스마트 농업과 관련된 자동화 기술이, IoT 기술, 빅데이터, 고속 네트워크, 인공지능, 자율 주행, 드론 등 관련 기술 발전에 힘입어 급성장하고 있는 추세임
- 소비자용 드론으로 유명한 중국의 DJI 사의 아그라스 MG-1은 약 10에이커의 농지에 농약을 1시간 만에 살포할 수 있는 성능을 보유함
- 일본은 자율주행 농기계 관련 기술에 박차를 가하고 있음

- 핵심 로봇 기술을 보유하고 있는 일본은, 2018년 실용화를 목표로 자율주행 트랙터 개발 중에 있으며, 이를 토대로 적은 일손으로 큰 농지를 경작이 가능할 것으로 기대되고 있음
- 일본은 자동조향시스템 등을 조합하여 사전에 작업할 공간을 파악 후 미리 생성한 작업경로를 따라 스스로 작업이 가능한 트랙터 로봇을 개발 중에 있음

다. 경쟁기관 현황

1) 해외 부속작업기 경쟁기관 현황

- 농기계 매출기준 JOHN DEERE(JD) -CNH(Case NewHolland) -AGCO(여러 트랙터 업체를 인수합병) -Kubota 순이며, 생산대수 측면에서는 연 약 40만대를 생산하는 인도의 Mahindra&Mahindra가 1위이고, 기종별로는 트랙터, 수확기 및 부품/부속작업기 시장이 주류를 형성

<표 2-9> 해외 부속작업기 경쟁기관 현황

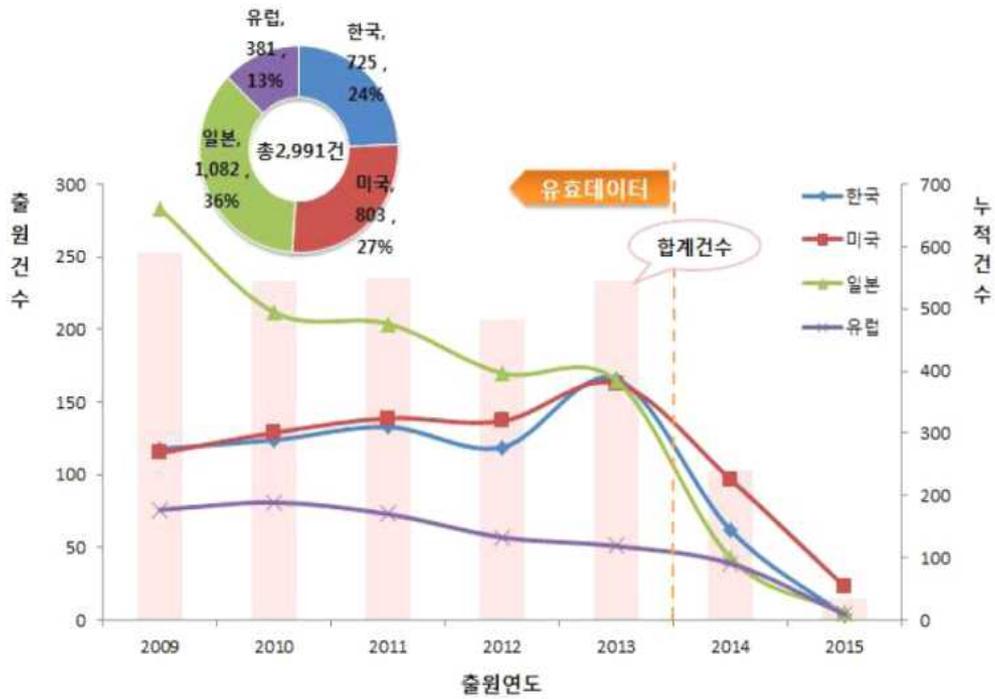
순위	업체명	매출액(백만불)	주요 생산품
1	JOHN DEERE	29,132	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, 건설용 중장비 등
2	CNH	21,448	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, 임업용 기계, 건설용 중장비 등
3	AGCO	10,787	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, 건설용 중장비 등
4	KUBOTA	7,089	트랙터 및 부속작업기, 수확기, 엔진, 운반차, 굴삭기 등

출처 : 2015년 중소기업 기술로드맵-산업용기계

라. 지식재산권 현황

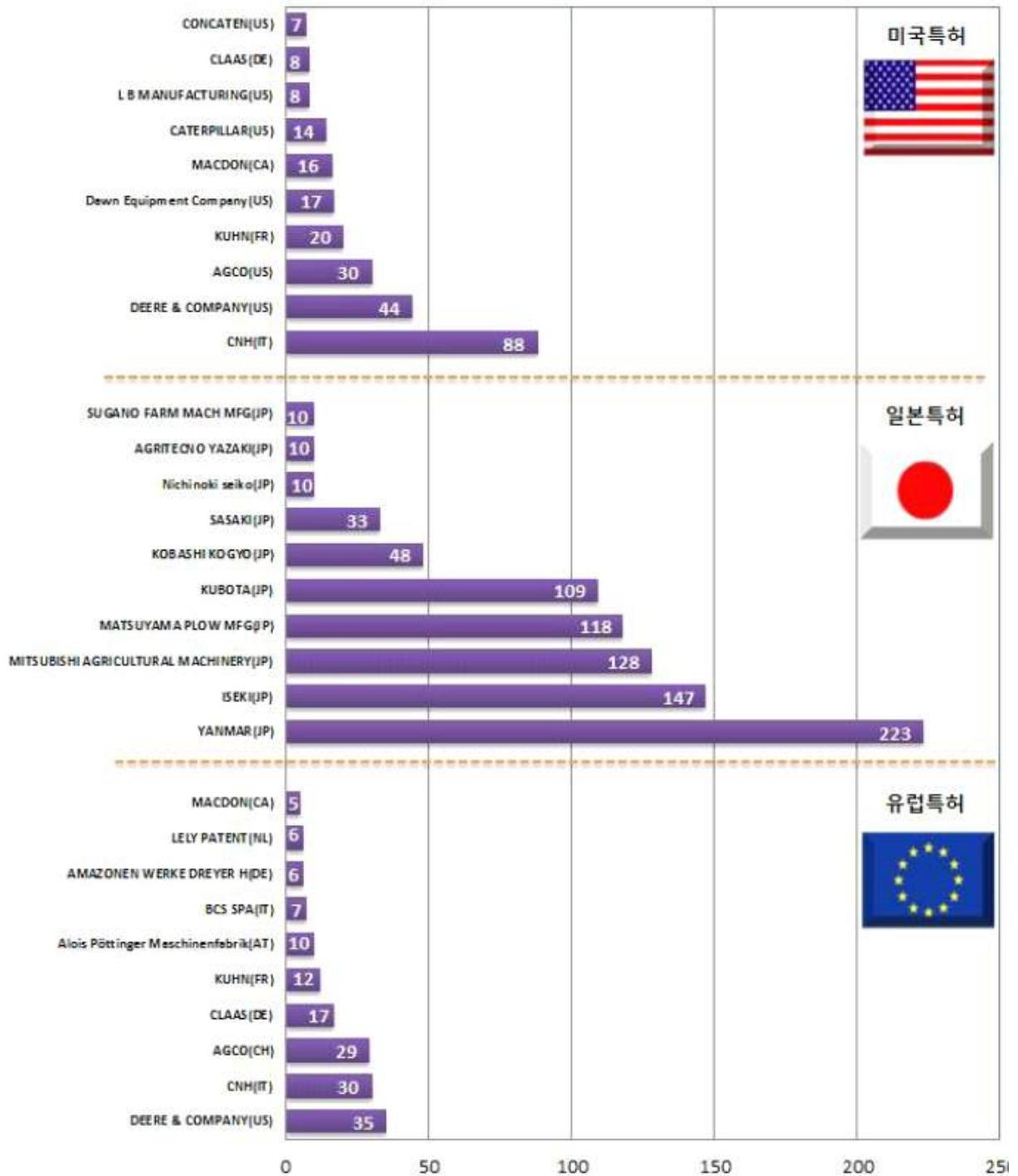
1) 세계 부착작업기 출원 현황

- 부착작업기의 대상특허 2,991건에 대한 각 국가의 연도별 출원동향을 살펴보면 전반적으로 최근까지 꾸준한 출원이 이루어지는 양상을 보이고 있으며, 일본이 가장 많은 특허를 보유
 - 출원규모에 있어서는 일본이 1,082(32%)로 가장 높은 점유율을 나타내며, 이어서 미구기 803(27%), 한국 725(24%), 유럽 381(13%) 순으로 특허 점유
 - 2009년 이후 일본과 유럽이 감소하는데 비해, 한국과 미국은 매년 비슷한 추세를 유지하고 있는 것으로 분석



〈그림 2-7〉 부착작업기의 국가 연도별 출원 동향

- 부착 작업기의 해외특허 주요 출원인의 출원 현황을 살펴보면, 전체적으로 일본 특허의 비중이 높고 일본국적의 출원인의 활동이 두드러지는 것으로 분석
- 일본의 경우 자국 국적 출원인에 의해 활발하며, YANMAR(JP)가 최상위 출원인으로 나타났고, 미국의 경우 CNH(IT)가 최상위 출원인으로 나타났으며, 유럽의 경우는 DEERE가 최상위 출원인으로 기록



<그림 2-8> 해외특허의 주요출원인 동향

마. 표준화현황

- 농업 전반에 걸친 표준화가 ISO에서 추진되어 왔음
 - ISO (International Organization for Standardization)에서는 ISO65-시리즈 표준을 통하여 농장 구조물, 농업 기기, 양봉 등 농업의 전반적인 분야에 대한 표준 기술을 확보하고 있음

- ICT와 관련된 스마트농업 분야 국제표준화는 ITU-T를 통해 추진되고 있음

- 농업과 ICT 기술이 융합된 스마트농업과 관련된 분야의 국제표준화는 ITU-T SG13(Future Network & Cloud)과SG20(IoT and applications, smart cities)에서 담당하고 있음
- 스마트농업 프로세스에 따라, 스마트농업을 3단계로 구분된 참조 모델표준이 ITU-T SG13에서 2015년도에 제정되었음
- 스마트농업의 생산 단계, 생산후 단계에 대한 요구사항 정의와 시설원예 프레임워크에 대한 국제표준을 ITU-T SG20에서 국내 주도로 개발 중에 있음

3장. 연구수행 내용 및 결과

1절. 1차년도 연구 결과

<표 3-1> 1차년도 추진일정

일련 번호	연구내용	월별 추진 일정											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	계획수립 및 자료조사				■	■	■						
2	설계 및 구조해석					■	■	■	■	■			
3	하우스 이동 시스템 설계						■	■	■	■	■		
4	누전 및 경량화를 위한 소재설계								■	■	■		
5	1차 시작품 제작										■	■	■

1. 고설재배용 전동 관리기 시작기-1 개발

가. 고설재배용 전동관리기 개발

- 본 연구는 고설재배 전동관리기 개발을 위해서 배드 이송장치 시스템을 구상하였다. 진주 지역에서 주로 사용되는 고설재배 폭 30 cm를 기준으로 차체에 폭을 결정하였으며 전동관리기를 작동하였을 때 차체에 무게와 효율적인 경지 정리를 위해서는 배드의 봉을 사용하여야 한다. 따라서 직진성의 확보가 상대적으로 쉽고 배드의 봉을 사용하는 레일 가이드형으로 개발하고자 한다.

1) 선형 대차

가) 선형 대차의 의의

- <표 3-1>은 국내의 딸기 생산 동향을 나타낸 자료이며, 국내의 양액재배 및 환경의 조절, 딸기생산량 등의 이유로 노지재배에서 시설재배 방법이 크게 바뀌고 있다. 따라서 본 연구팀은 비교적 경지정리가 잘 이루어진 경작지에서 적합한 대차(선형 대차) 특히 고설재배에 특화되어 있는 레일 가이드형 대차를 개발하고자 하였다.

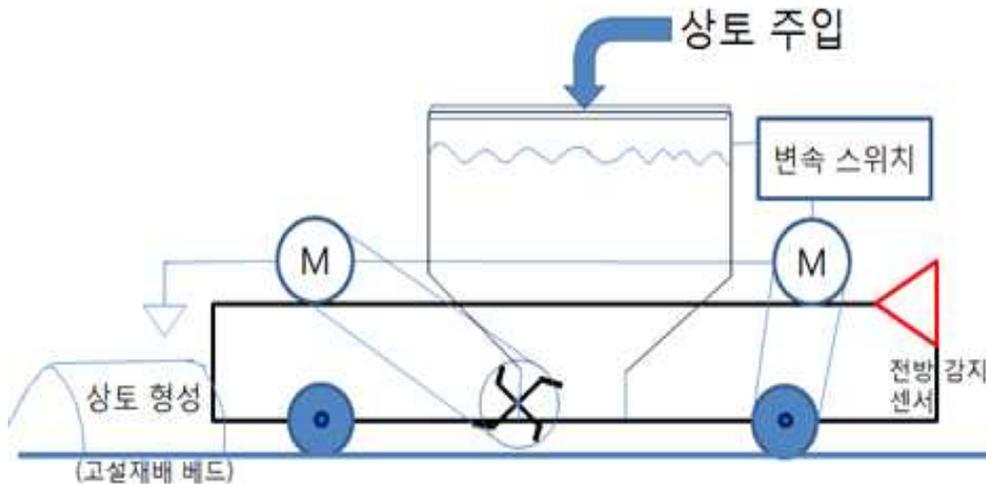
<표 3-2> 국내 딸기 생산 동향

구분	1980년	1990년	2000년	2005년	2012년
재배 면적(ha)	10,195	6,857	7,090	6,969	6,435
시설재배(ha)	1,914	4,715	6,555	6,709	6,290
노지재배(ha)	8,281	2,142	535	260	145
생산량(톤)	103,551	108,647	180,501	201,995	192,140

(출처 : 국가통계포털 (KOSIS))

나) 선형 대차의 개념도

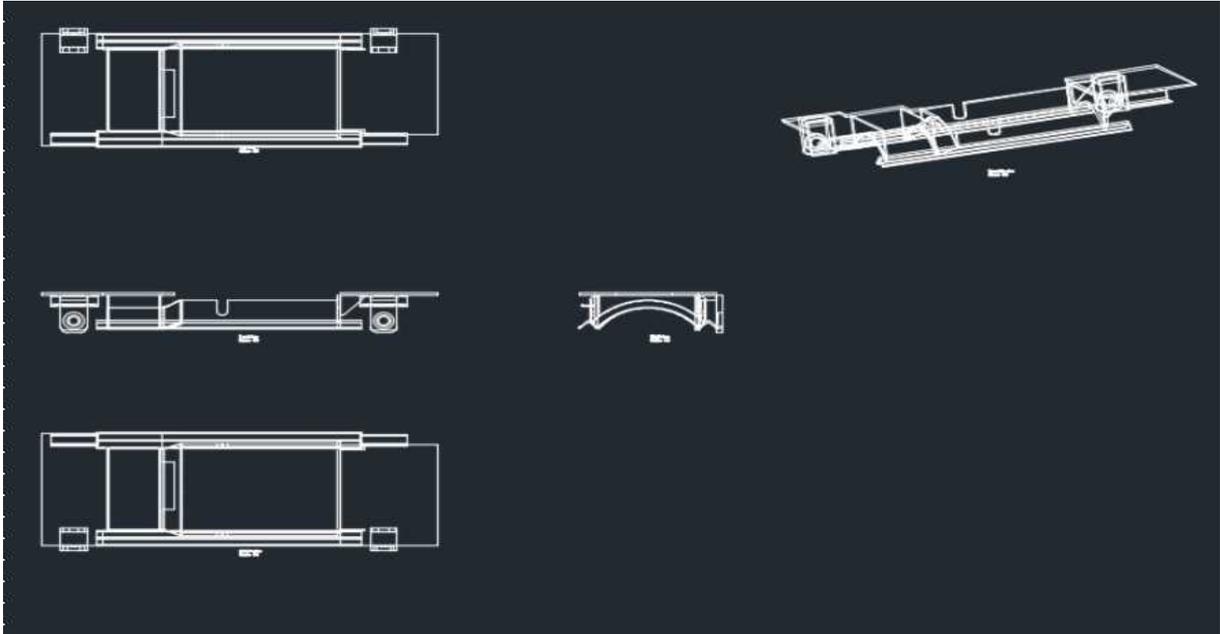
- 본 연구의 개념도는 <그림 3-1>과 같으며, 대차는 고설재배 배지 구역에서 사용 가능하고, 유선 대차형으로 작성하였고 추후 무선 전동 대차 위한 기초연구로도 활용하고자 한다.
- 이는 무선 대차에 비해 무게를 낮고 작게 설계하여 운반을 위한 대차의 에너지소모도 절감할 수 있도록 하고자 하였다. 현재 시제품의 무게를 30Kg을 목표로 하고 있다. 그러나 무선에 경우 배터리 장착이 불가피하며 배터리에 무게가 15Kg으로 현재 무게의 절반을 차지하기에 유선 방식으로 설계하였다.
- 또한 무선 방식에 비해 소형화되며 소요 동력이 적어 모터의 출력을 감소시키는 장점이 있다. 이는 대차 제작 시 제작비용의 절감을 이룰 수 있을 것으로 판단된다.



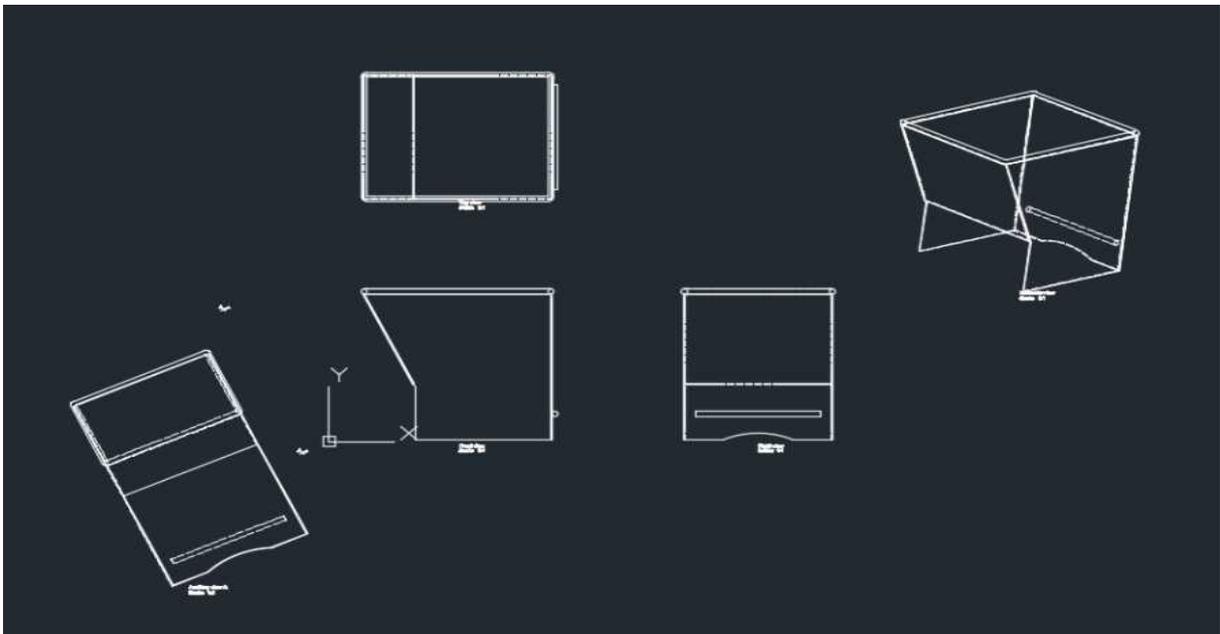
<그림 3-1> 선형대차의 개념도

다) 선형 대차의 설계도

- 본 연구에서 개발한 대차는 <그림 3-2>, <그림 3-3> 와 같이 설계하였으며, 로터리와 배토부가 연계되어 작업할 수 있도록 하였다.
- 선형대차의 크기는 진주지역에서 주로 사용되는 고설재배 배지 1줄 크기에 맞추어 선정하였다. 배지의 폭은 30cm이므로 두둑의 폭을 최대 26 cm로 산정하였다.



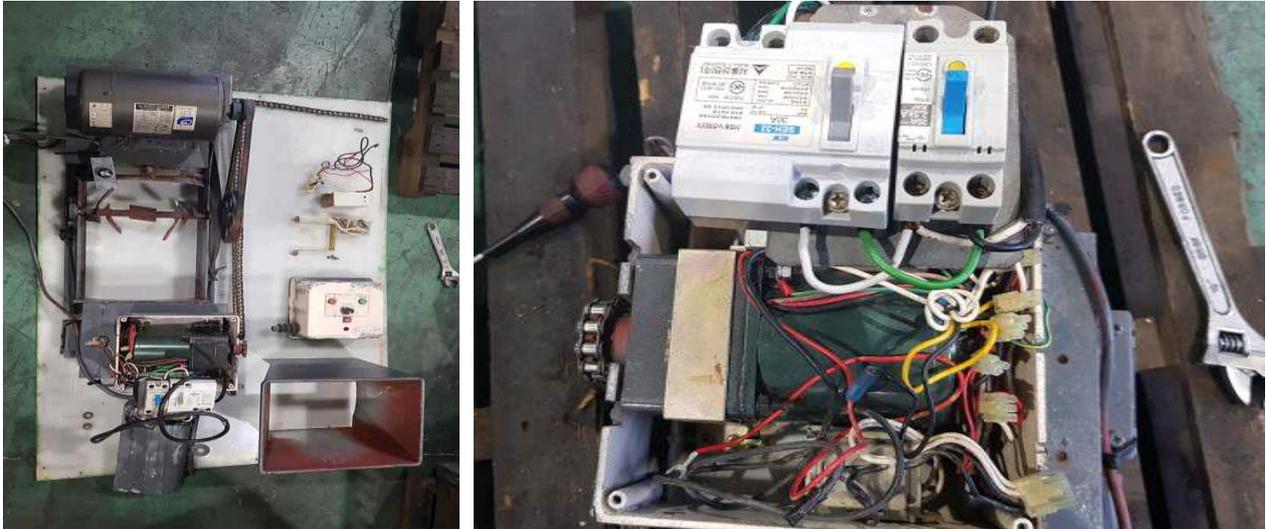
〈그림 3-2〉 고서재배용 전동관리기 대차 설계도



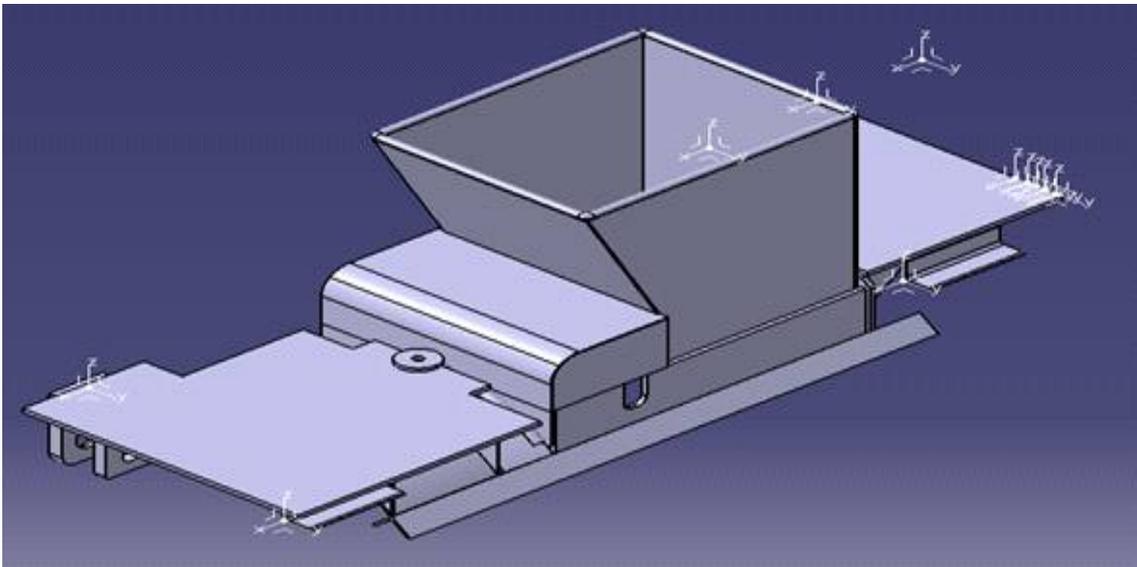
〈그림 3-3〉 고서재배용 전동관리기 상토 투입구 및 지지대 설계도

라) 선형 대차 시작기

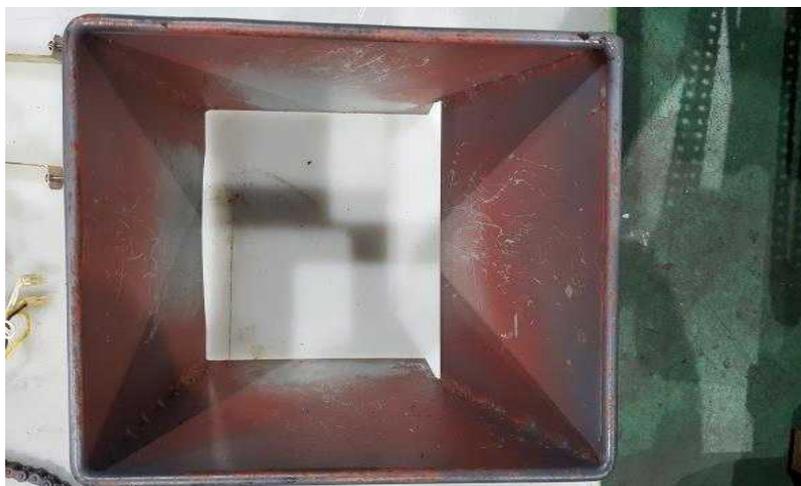
- 딸기 고서재배 전동 관리기에 구성품 및 완성품은 〈그림 3-4〉 ~ 〈그림 3-7〉과 같으며, 개념도의 설계와 동일하게 구성하기 위해 체인을 통해 DC 모터에서 구동 바퀴로 동력을 전달할 수 있는 구조로 개발을 진행하였다.
- 주 모터에 경우 뒤쪽에 부착하였으며 컨트롤러에 경우 앞쪽으로 부착하여 전동 관리기의 레일 이탈 및 대차의 전체에 하중을 분배 할 수 있도록 구성하였다.



<그림 3-4> 고설재배용 전동관리기 대차 속도 컨트롤러 구성



<그림 3-5> 고설재배용 전동관리기 3D 설계도면



<그림 3-6> 상토 투입구 및 지지대



<그림 3-7> 전동관리기 완성품 사진

2) 관리기의 동력원

- 레일 가이드형 대차의 경우, 동력원 엔진에서 모터로 변경하여 연구를 수행하였다. 이는 앞으로 화석연료 등의 문제를 포함하여 전기동력원을 연구가 지속될 것으로 판단되며, 앞으로 고설재배 농업기계에서도 활용도가 높을 것으로 예상되기 때문이다.
- 현재 제작되어 있는 고설재배 농업기계는 가솔린엔진을 이용하지만, 소음과 배기가스에 의해 큰 불편을 전달하고 있다. 따라서 대차의 엔진을 전동모터로 대체하는 것이 작업자의 편의, 환경 문제, 에너지 공급면에서 효율적으로 판단되어 모터로 대체하여 대차 개발을 진행하였다.
- 대차의 엔진 사양은 <표 3-3>와 같으며, 대차를 구동하기 위한 엔진의 최대 출력은 1,720 RPM에서 0.75 KW, 292 kg-cm의 출력을 나타내었다.
- 모터의 경우 개발목표상에는 경량화를 실시하려고 하였으나, 모터의 경우 경량화를 실시하면 출력과 동력이 충분하지 않아 기존의 모터를 사용하였음.

<표 3-3> E사 사용 엔진의 최대 출력

Model	Output	Torque	Max rpm
SSH-0084	0.2KW ~ 3.7KW	292kg-cm	3600

- 따라서 모터의 출력은 최대 출력에서 구동을 위한 토크를 기준으로 출력을 선정하였으며, 이에 따라 292kg-cm에 유사한 모터를 선정하여 사용하였다.

3) 관리기의 컨트롤러

- 모터 컨트롤러의 경우, D사의 I모델을 이용하여 모터를 제어하였다. 스피드 컨트롤러 모터의 세부사항은 <표 3-4>과 같으며, I모터 컨트롤러는 시중에서 일반적으로 사용되는 범용 컨트롤러이며, 전류의 제어용량과 모터 출력의 제어가 가능하며 이로 인해 차체에 전진, 후진이 가능하다. 또한 거리 리미트를 장치하여 안정장치에 닿으면 장치가 멈추도록 제작하였다. 컨트롤러는 <그림 3-8>와 같으며 내부와 외부 모습을 확인 할 수 있다.



<그림 3-8> 로터리 컨트롤러 및 모터 감속기

<표 3-4> 스피드 컨트롤러 모터 세부사항

Model	사용전압-적용모터 출력
D-model	IHT9PF60-22YS-PR
제품 특성	
사용전압 범위	220v
주파수	60HZ
RPM	70~1400 RPM
설치 각	90

- 본 컨트롤러는 추후 모터제어와 로터리의 유기적인 속도제어가 가능할 것으로 판단된다.

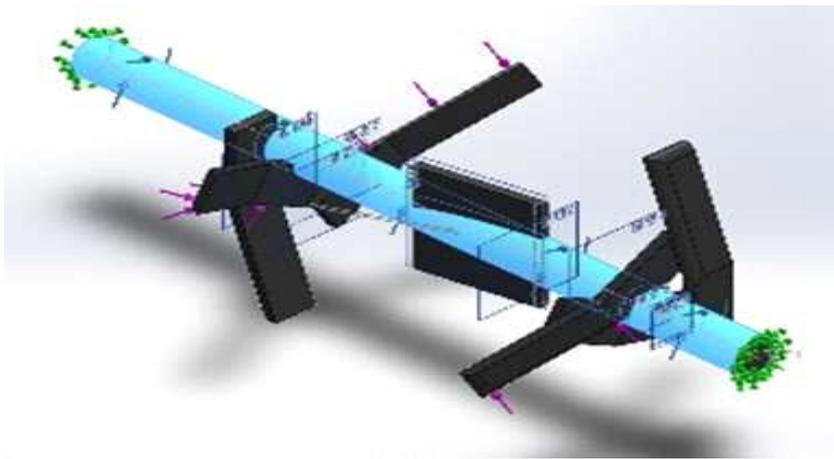
4) 관리기의 로터리 장치

가) 로터리 장치의 설계도

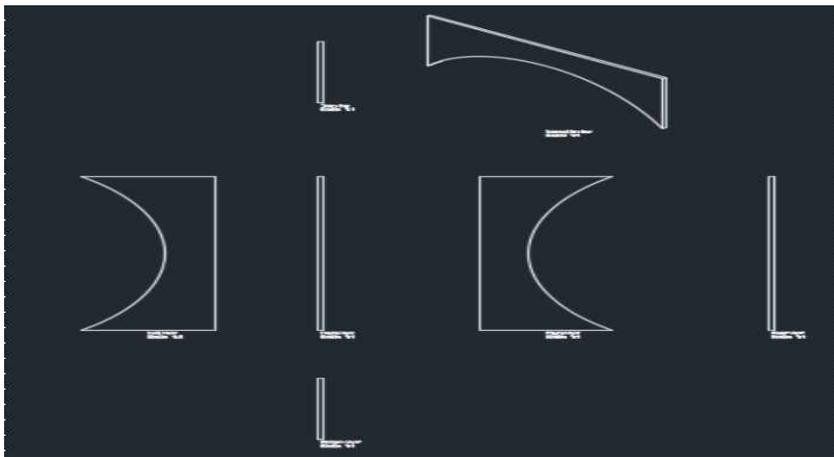
- 일반적인 고설 재배에서는 재배를 시작할 때 전에 사용하였던 상토를 재사용을 하며 유실된 상토를 추가하는 방법을 사용한다. 하지만 사용이 끝나고 방치된 상토에는 처리가 안된 딸기의 잔뿌리와 상토가 얽혀있으며 수분에 증발로 고착화되어 바로 사용이 불가하다. 따라서 배지를 다시 이용할 수 있도록 흙을 경운해주며 서로

엷혀있는 딸기의 잔뿌리를 풀어주는 작업이 필요하다. 이러한 과정은 주로 수작업으로 이루어지며 이에 따른 노동력의 문제, 상토에 유실 등의 문제가 발생하는 경우가 있다.

- 따라서 본 연구에서는 이러한 부분을 최소화하기 위해서 내향 배열법을 통한 작두형 경운날을 사용하였다. 경운날에 선택에는 주걱형, L형등 여러 형태에 칼날이 있으나 작두형에 날형태가 잔뿌리를 절단하는데 더욱 효과적이므로 경운날을 선택하였다.
- 상토를 경운하는 로터리장치, 상토 경운시 상토를 성형하고 두둑을 형성하는 배토부까지 설계 하였다. 로터리와 배토부의 설계도는 <그림 3-9>, <그림 3-10> 로터리 설계도와 같다.



<그림 3-9> 로터리 설계도



<그림 3-10> 배토부 설계도

나) 로터리 장치의 개념도

- <그림 3-11> 로터리 칼날의 모델링 현상이다. 일반적으로 배토기를 장착한 작업과 같이 흙을 양쪽으로 파헤칠 필요가 있거나 소요 동력에 문제가 있을 경우에는 외향 배열법이 적합하나 고설재배에 경우 배드에 모양에 의해 손상을 입힐 수 있어

내향 배열법으로 설계 하였다.



<그림 3-11> 로터리 칼날 모델링

- 다음 로터리 중앙 칼날은 두둑 성형성에 효율을 위해 중앙 부분은 짧은 칼날을 이용하여 경운을 하도록 설계하였다. 중앙 부분에 경우 짧은 칼날로 인해 로터리가 안되는 부위가 생기지만 로터리 안되는 부위 폭이 짧고 딸기 재배를 하는데 큰 영향을 미치지 않는다. 또한 중앙 부분에 상토에 경도가 강하기에 두둑이 쉽게 무너지지 않으며 일관성 있게 두둑을 만드는 효과가 있다. 또한 기존 제품과는 다르게 큰 굴곡이 없으며 각 양 옆에 3개에 칼날에 의해 상토 지면으로부터 6cm까지 로터리가 가능하도록 설계를 하였다. 이는 중앙 부분에 영향을 주지 않고 양 옆 딸기가 성장하는 상토 부위에 잔뿌리와 고착화된 상토를 로터리가 잘 이루어지도록 하기 위함이다.

다) 로터리 장치의 시작기

- 제작된 로터리 시작기에 경우 구동부와 같은 동력을 이용하여 구동되며 로터리에 서 경운된 상토가 바로 뒤에 배토 성형판을 이용해 두둑을 성형하도록 제작하였다. 전체 구성은 <그림 3-12>, <그림 3-13>와 같다.



<그림 3-12> 로터리 칼날



<그림 3-13> 로터리 칼날 및 시제품 결합

2. 딸기 고설재배용 전동관리기 실증 시험

1) 실증 시험을 위한 실험 변수 설정

- 딸기 고설재배용 전동관리기 시작기(1)의 실증시험을 경상대학교 내 플라스틱 온실의 딸기 고설재배 배드에서 실시하였다.



<그림 3-14> 딸기 고설 재배용 전동관리기 실증시험 I



<그림 3-15> 딸기 고설 재배용 전동관리기 실증시험 II

- 전동 관리기의 절단날 회전속도(R. S.) 3수준(350 rpm, 490 rpm, 630 rpm), 전동 관리기의 속도(M. S.) 3수준(4 cm/s, 7 cm/s, 10 cm/s)에 변수를 두고 진행하였다.
- 절단날의 회전속도는 사용된 모터 및 감속기에 의해 최대 630 rpm, 최저 속도 350 rpm

의 속도를 낼 수 있으며 이에 따라 그 중간 값인 490 rpm을 고려하여 3수준을 설정하였다.

- 전동관리기의 속도는 최고 속도인 20 cm/s 의 속도를 낼 수 있으나 실제 현장 사용시 최고 속도를 사용하면 관리기의 속도가 빨라 작업 및 실험을 하는데 지장이 있어 최고 속도의 절반 속도인 10 cm/s에서 최저 가동 속도인 4 cm/s를 기준으로 중간 값 7 cm/s를 고려하여 3수준을 설정하였다. 이를 통해 상토의 물리적 특성의 변화량을 측정하였다.

2) 경운 작업 후 토양의 반전을 조사

가) 속도에 따른 경운 반전을 조사

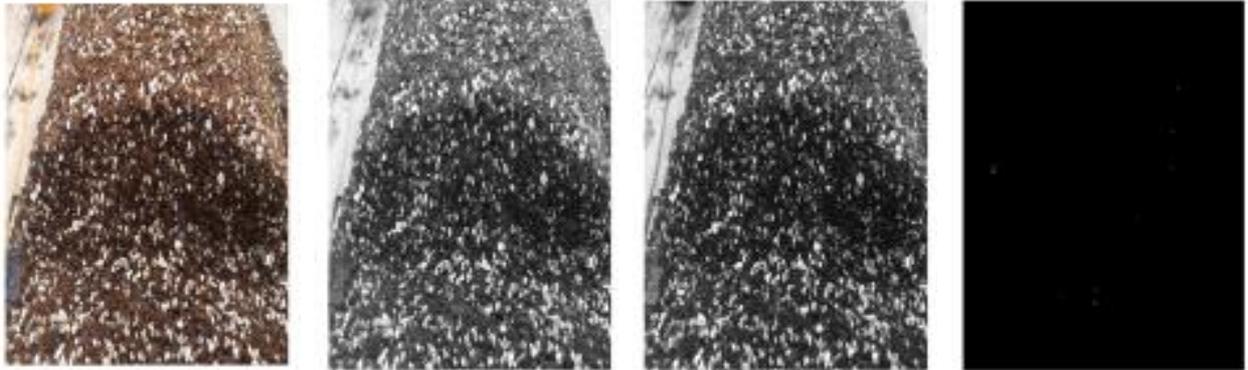
- 토양의 특성, 함수율 등 토양의 물리적 특성들이 경운 작업에 어떠한 영향을 갖는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다.
- 본 연구에서는 작업기의 로터리를 이송장치에 부착하여 고설재배 배드에서 실험을 통해 토양의 물리적 특성(공극율, 기상율), 작업기의 특성(주행속도, 로터리 속도)에 따른 경운 토양의 반전을 등을 분석하고자 하며, 작업시기의 적정 토양의 물리적 상태를 확인하여 농가의 기초자료로 활용하고자 한다. 실험은 실제 농장을 대상으로 여러 변수를 설정하고 실험하기에는 어려움이 있다고 판단하여 실제 현장을 감안하여, 경상대학교 내 위치한 비닐하우스에서 고설재배 배지를 설치하여 전동 관리기의 절단날 회전속도 3수준(350 rpm, 490 rpm, 630 rpm), 전동 관리기의 속도 3수준(0.4 cm/s, 0.7 cm/s, 1 cm/s)에 변수를 두고 진행하였다. <그림 3-14>와 같이 경운 작업 전·후의 색깔 규소 분포를 영상처리를 이용하여 흙과 색깔 규사의 픽셀 수를 측정한 후 반전을 계산하였다.



<그림 3-16> 전동 관리기 사용 전 색깔 규사 산포 작업

- 두둑 내의 흙의 경운 정도를 조사하기 위해 <그림 3-16>과 같이 평탄화 및 색깔 규사를 산포하고 경운작업을 실시하였다. 그 후 속도 별로 두둑의 단면을 잘라 <그림

3-17>와 같이 상용 공학 소프트웨어인 MATLAB을 이용한 영상처리 방식으로 그림이 깨지는 현상을 제거하기 위해 노이즈를 제거하였다.



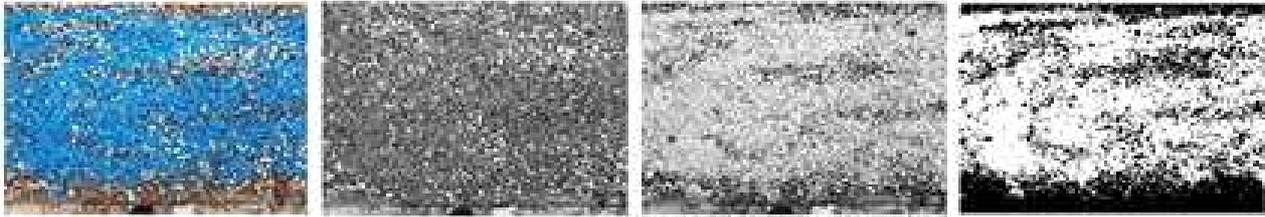
<그림 3-17> 두둑의 단면과 영상처리 측정

- 흙의 양이 많고 상토의 양보다 색깔 구사의 양이 적어 두둑의 단면에 색깔 구사에 양이 적어 실험을 하는데 어려움이 있었다 따라서 아래와 같이 다른 방식을 통해 반전율을 조사하였다.
- <그림 3-18>은 앞에 실험과 같이 1m씩 일정하게 3회 색깔 구사를 산포하고 상토의 투입 없이 1m씩 작업기 및 로터리의 속도별로 실험을 실시하였다. 결과분석은 상용 공학 소프트웨어인 MATLAB을 이용한 영상처리 방식으로 그림이 깨지는 현상을 제거하기 위해 노이즈를 제거하였다.



<그림 3-18> 작업기를 사용 전·후 배지 상토 단면

- <그림 3-19>와 같이 영상처리 방식을 통해 노이즈를 서서히 제거하는 과정으로써 4 번째 사진에는 노이즈를 제거하고 얻고자 하는 부분만 남게 되었다.



〈그림 3-19〉 베지 단면 영상처리 과정

- 〈그림 3-20〉은 위에 영상을 얻기 위한 MATLAB 언어이며 사진에 색깔을 구분해놓은 뒤 파란색만 추출하도록 설정하였다.

```
function [BW,maskedRGBImage] = createMask(RGB)
%createMask Threshold RGB image using auto-generated code from colorThresholder app

% Auto-generated by colorThresholder app on 25-Nov-2019
%-----

% Convert RGB image to chosen color space
I = RGB;

% Define thresholds for channel 1 based on histogram settings
channel1Min = 0.000;
channel1Max = 255.000;

% Define thresholds for channel 2 based on histogram settings
channel2Min = 0.000;
channel2Max = 255.000;

% Define thresholds for channel 3 based on histogram settings
channel3Min = 0.000;
channel3Max = 255.000;

% Create mask based on chosen histogram thresholds
sliderBW = (I(:,:,1) >= channel1Min ) & (I(:,:,1) <= channel1Max) & ...
    (I(:,:,2) >= channel2Min ) & (I(:,:,2) <= channel2Max) & ...
    (I(:,:,3) >= channel3Min ) & (I(:,:,3) <= channel3Max);

% Create mask based on selected regions of interest on point cloud projection
I = double(I);
[m,n,~] = size(I);
polyBW = false([m,n]);
I = reshape(I,[m*n 3]);

% Project 3D data into 2D projected view from current camera view point within app
J = rotateColorSpace(I);

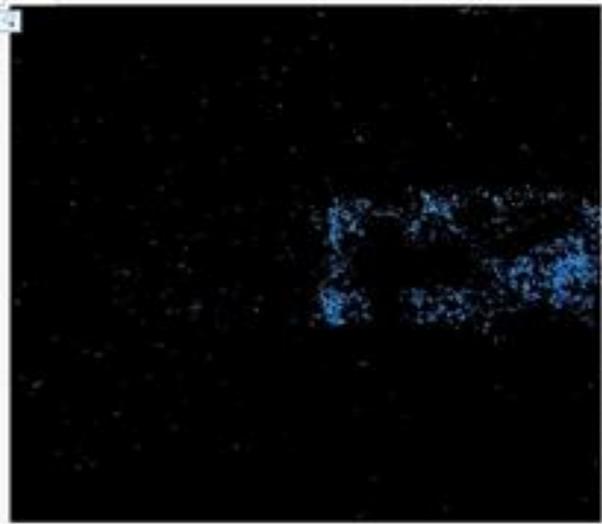
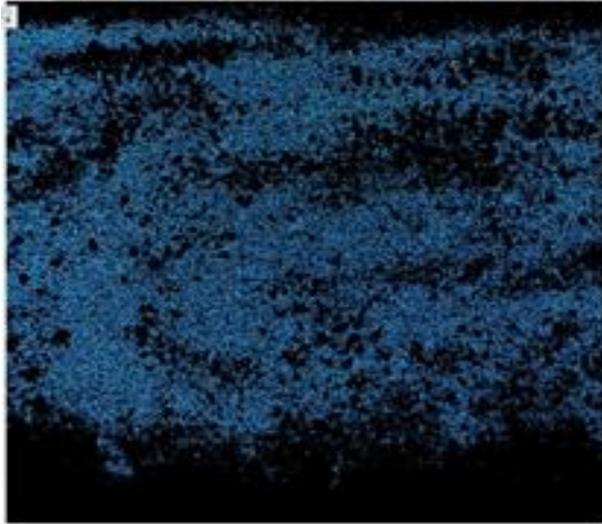
% Apply polygons drawn on point cloud in app
polyBW = applyPolygons(J,polyBW);

% Combine both masks
BW = sliderBW & polyBW;

% Initialize output masked image based on input image.
maskedRGBImage = RGB;
```

〈그림 3-20〉 MATLAB 코드 설정

- 〈그림 3-21〉는 위에 과정을 통해 구해진 사진으로써 육안으로 보기에다 대부분의 상토가 반전이 된 것을 확인 할 수 있다.



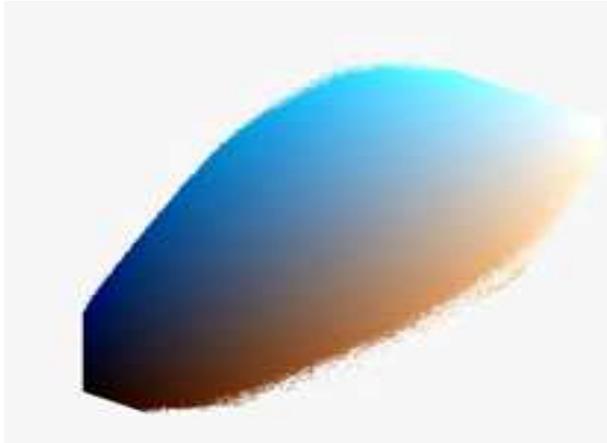
작업 전 색깔 규사

작업 후 색깔 규사

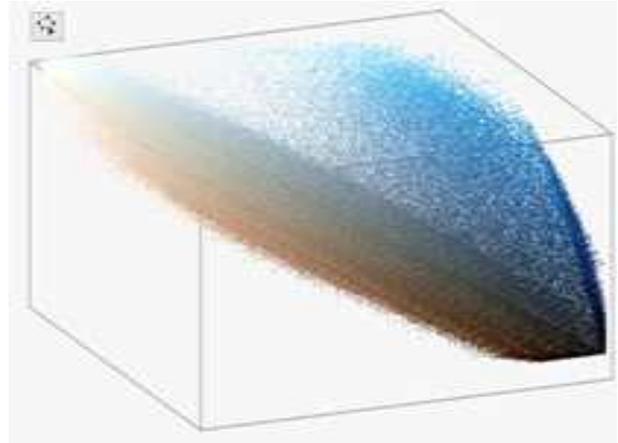
<그림 3-21> 노이즈 제거 영상

나) 반전을 측정 결과

- 두둑의 영상처리를 분석하였을 때 두둑의 양측면에 고르게 색깔 규사가 산포 되어 있으며 중간 부분에는 잘 섞이지 않은 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 작업 칼날이 측면에 길게 만들어져 있고 중앙에는 짧게 만들어져 주로 측면만 경운이 이루어진 것으로 판단된다. 하지만 칼날 끝에 있던 색깔 규소가 단면에 여러 부분에 분포되어 있는 것을 확인 할 수 있었으며 이로 인해 경운이 잘 이루어졌다고 판단된다.
- 현재 착색상토의 형태와 분포도로 반전율을 판단하였으며, 각각의 착색상토가 크기가 일정하지 않아 픽셀 수나 비율을 측정하는 연구를 진행하고 있다
- <그림 3-22> 와 같이 육안으로 확인 가능할 정도로 색깔 규사가 반전이 이루어진 것을 확인 할 수 있었다. 또한 <그림 3-22>의 색깔 분포도를 확인 하였을 때 작업 전과 작업 후에 파란색 분포도가 크게 차이가 나는 것을 확인 할 수 있었으며 이로 인해 작업기를 사용하므로써 상토를 반전 및 로터리를 하는데 문제없이 작업을 이룰 수 있다고 판단된다. 다만 어느 정도에 반정이 안 되어 있는 부분이 남아있지만 작물을 재배하거나 작업을 하는데 충분히 감안할 수 있는 수치이며 로터리의 속력이 높아질수록, 작업기의 속력이 적을수록 효율이 다소 높아지는 것을 확인 할 수 있다. 그러나 작업기의 속도가 반전율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.



작업 전 규사 분포도



작업 후 규사 분포도

<그림 3-22> 색깔에 따른 분포도

3) 경운 작업 후 토양의 물리적 특성

- 작물은 토양에 뿌리를 내리고 작물생육에 필요한 양분을 토양으로부터 흡수하여 생육한다. 작물은 온도, 광, 습도 등 환경과 토양, 지형 등 지리적 여건에 따라 생리적, 생태적 특성이 달라지기 때문에 이들 특성에 맞는 관리가 필요하다. 한정된 기간에 한정된 용기에 따라 식물체의 양분 흡수 형태와 흡수량이 각각 다르다. 따라서 작물에 따라 각각에 필요한 양분과 수분이 필요하며 특히 모든 상토의 물리적 특성으로 통기성, 보수성, 투수속도 등이 적절하여야 하며 이러한 성질은 가급적 변화되지 않고 유지되어야 한다. 하지만 상토를 오래 쓰게 되면 관수에 의한 침강으로 상토가 다져져 과습과 통기가 불량하기 쉽다. 이로 인해 뿌리의 발육이 억제되고, 지상부 생육이 불량해지기에 본 제품을 이용하여 공극율, 기상율을 측정하여 성능 분석을 하였다.

가) 토양 공극 및 기상율 측정

(1) 속도에 따른 토양 공극 및 기상율 측정

- 500mL의 알루미늄 실린더에 Bilderback 등의 방법에 의해 목표 가비중이 되도록 배양토를 채워 넣었다. 다음 저면관수 방법에 의하여 배양토의 모든 공극을 물로 포화시키고 수면이 배양토의 표면과 일치 된후 15분을 기다렸다가 배수하였으며 배수된 수분량을 측정하였다. 배수 후 알루미늄 실린더를 깔때기에서 분리시켜 습윤상태의 무게를 측정하였다. 무게 측정 후 105℃의 건조기에서 12시간 건조 시킨 후, 다시 건물중을 측정하였으며 실험은 3반복으로 수행하였다.
- 아래 <그림 3-23>과 같이 Bilderback et al.의 측정 방법을 통해 상토의 공극율, 기상율을 측정하였다.



(a) 경운작업 후 상토 채취



(b) 500 mL 매스실린더 내 상토 투입



(c) 저면 관수법을 이용한 수분 공급



(d) 배수된 수분 측정



(e) 건조기를 이용한 상토 건조



(f) 건물중 측정

<그림 3-23> 상토 공극율, 기상율 측정 방법

(2) 토양 공극 및 기상율 측정 결과

<표 3-5> 상토 공극율 및 기상율

변수 \ 딸기상토	딸기 재배 전 상토 (딸기 전용 상토)	딸기 재배 후 상토
공극율 (%)	70.57	36.64
기상율 (%)	16	10.66

□ <표 3-5>와 같이 사용하였던 새로운 상토와 사용하였던 상토의 공극율과 기상율을 측정하였다. 사용하였던 상토에 경우 공극율 36.64%, 기상율 10.66%에 값이 측정되었고 새 상토에 경우 공극율 70.57%, 기상율 16%에 값이 측정되었다.

<표 3-6> 새 상토를 이용한 평균 공극율 및 기상율

변수 \ 속도	관리기 0.04 m/m			관리기 0.7 m/m			관리기 0.1 m/m		
	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM
공극율 (%)	62.2	62.2	63	57	58	62.2	56	57	58
기상율 (%)	17	22	23	20.4	22	19	11	15.8	13.4

□ 위 <표 3-6> 와 같이 전동관리기를 사용하였을 때 관리기 속도가 최저일 때, 로터리 속도가 최고일 때 가장 높은 값이 측정되었으며 관리기 속도가 최고 일 때, 로터리 속도가 최저일 때 값이 가장 낮은 값이 측정되었다. 전동관리기를 사용하였을 때 기본 새 상토에 값보다 낮은 값이 측정되었는데 이는 사용된 상토와 경운이 되었기에 나온 값으로써 충분히 경운이 된 것으로 판단된다.

<표 3-7> 사용된 상토와 혼합 이후 평균 공극율 및 기상율

변수 \ 속도	관리기 0.04 m/m			관리기 0.7 m/m			관리기 0.1 m/m		
	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM
공극율 (%)	55.96	68.44	62.01	71.22	69.40	69	70.8	65.47	64.89
기상율 (%)	15.8	12.33	10.33	6.33	16.66	16.33	11	14.33	9.66

□ 위 <표 3-7> 와 같이 전동관리기를 사용하였을 때 관리기 속도가 가장 적정하고 로터리 속도가 낮을 때 가장 높은 공극율을 나타내었다. 하지만 대부분 비슷한 정도에 공극율을 가졌으며 기존에 재배가 끝난 상토를 비교 했을 때 약 2배 이상의 효과가 나타난다고 판단된다.

나) 토양의 경도 측정

(1) 배지 로터리 속도 및 위치별 경도 측정

□ 경도계의 경우, T사의 E모형을 이용하여 상토의 경도를 측정하였다. E 경도계의

세부사항은 <표 3-8>과 같으며, E 경도계는 시중에서 일반적으로 사용되는 보급형 경도계이다.



<그림 3-24> T사 E 경도계

<표 3-8> T사 경도계 세부사항

Model	사용전압-적용모터 출력
D-model	351-EN
제품 특성	
경도 눈금	0~44 mm
분해능	1 mm
최대압력	약 8 kg
규격	50*230 mm
무게	127 g

- <그림 3-24> 와 같이 토양경도계(351-EN)를 이용하여 1.0 m 간격으로 2회 중간, 좌측, 우측을 짚러 사용하였던 상토와 고설재배용 전동 관리기를 사용한 후 상토의 경도를 측정하였다.



〈그림 3-25〉 경도계를 이용한 측정

(2) 배지 로터리 속도 및 위치별 경도 측정 결과

□ 아래 표 3-9와 같이 사용한 흙에 경우 평균 8.5 mm 정도에 경도를 가졌으며 좌측 4 mm, 우측 4.2 mm 정도에 경도를 가졌다. 이는 작물을 심기에는 어려울 정도에 강한 경도를 가지고 있으며 사이드 부분에 경우 딸기 작물을 제거하면서 흙과 같이 손실이 일어나 경도가 낮은 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 흙이 부족하여 쉽게 부서졌으며 더 깊게 들어갈 시 중앙과 같은 경도를 가져 작물을 재배하는데 어려움을 줄 수 있는 정도에 경도이다.

〈표 3-9〉 사용된 상토의 경도

속도	관리기 0.04 m/m			관리기 0.7 m/m			관리기 0.1 m/m			평균
	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	
좌측(mm)	5	3	5	5	4	4	3	3	4	4.00
중앙(mm)	7	10	8	9	9	10	7	8	9	8.56
우측(mm)	4	3	5	2	4	5	5	4	6	4.22

□ 〈표 3-10〉 에 경우 전동 관리기를 사용한 후 측정한 경도이며 중앙 평균 1.78 mm 정도 이며 좌측 1.89 mm, 우측 1.61 mm에 경도를 가졌다. 경도가 낮아 작물을 심기 용이하였으며 사용하였던 흙에 경도를 3.5배 이상 충분히 낮출 수 있었다.

<표 3-10> 전동 관리기 사용 후 상토의 경도

속도 위치	관리기 0.04 m/m			관리기 0.7 m/m			관리기 0.1 m/m			평균
	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	로터리 350 RPM	로터리 490 RPM	로터리 630 RPM	
좌측 (mm)	3	1.5	2.5	1.5	2	1.	2.5	1	2	1.89
중앙 (mm)	2	2	2	2	2.5	1	1.5	1	2	1.78
우측 (mm)	2	2	2	2	1.5	1	1.5	1	1.5	1.61



<그림 3-26> 채집된 상토 사진

2절. 2차년도 연구 결과

<표 3-11> 2차년도 추진일정

일련 번호	연구내용	월별 추진 일정											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	시스템 보완 설계도면 작성	■	■										
2	현장실험		■	■	■								
3	시스템 보완				■	■	■	■					
4	성능평가항목 설정 (국내외 비교)						■	■	■	■			
5	실내 성능평가 실험							■	■	■	■	■	
8	시작품 완성 및 보고서 작성										■	■	■
9	시작품 평가회											■	■

1. 고설재배용 전동 관리기 개발

가. 경량화 딸기 고설재배용 전동관리기 시작기(2) 개발



<그림 3-27> 딸기 고설재배용 전동관리기 시작기(2) 조립 준비 사진



〈그림 3-28〉 쌀기 고설재배용 전동관리기 시작기(2) 조립 사진

- 쌀기 고설재배용 전동관리기의 경우 내구성을 고려하여 철판으로 이루어져 있어 경량화가 필요하다.
- 시작기(2)는 설계단계에서 운반 중앙부의 높이와 상토 투입구의 크기를 변경과 철판의 두께를 조절하여 전동관리기의 무게를 절감하였다.

나. 운반 대차 동력전달 변경 보완



〈그림 3-29〉 쌀기 고설재배용 전동관리기 시작기(1)

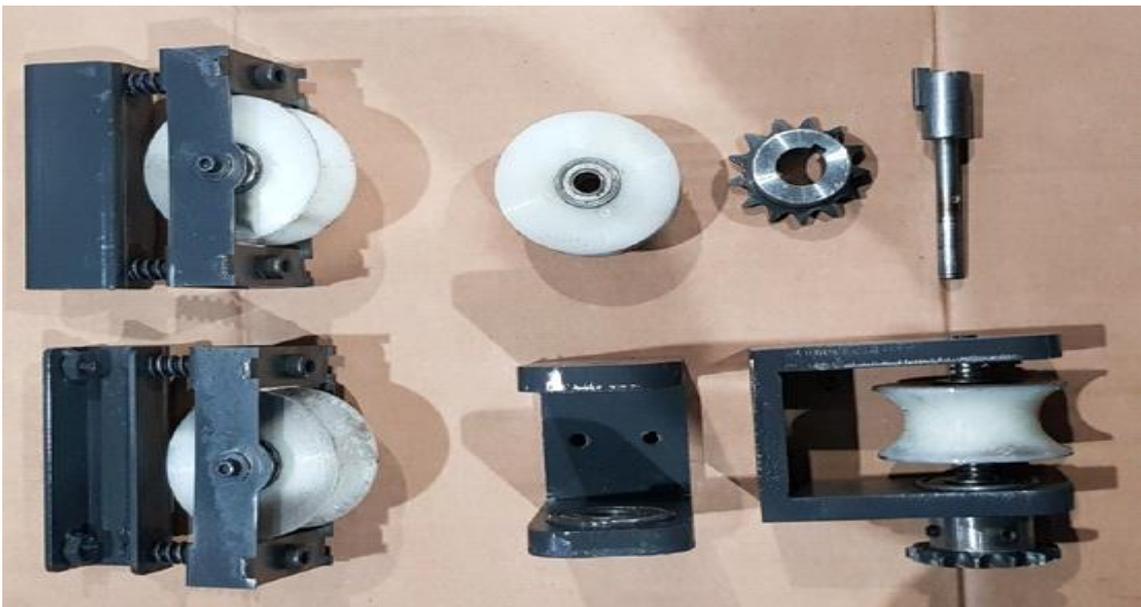
- 구동체인과 로타리 구동시 폴리 간 간격이 좁아 간섭 발생 여지가 있어 구동방식을 전륜구동방식으로 변경하여 간섭 요인을 해소하려 하였다.



〈그림 3-30〉 딸기 고설재배용 전동관리기 시작기(2)

- 1차년도 필드시험 결과, 운반 대차의 동력이 좌측 앞, 뒤 바퀴로 구동되어 동력전달이 원활이 이뤄지지 않아 이동 시 장애가 발생하였다. 작업 중 배지 등에 끼임이 발생하여 이를 해소하였다.

다. 바퀴 폭 조절 장치 개발



〈그림 3-31〉 바퀴 폭 조절 장치

- 고설배드의 폭과 대차 바퀴의 폭이 같지 않을 경우, 바퀴의 슬립현상이 발생하여 작업 진행에 지장을 주었다.



〈그림 3-32〉 바퀴 폭 조절 장치 부착

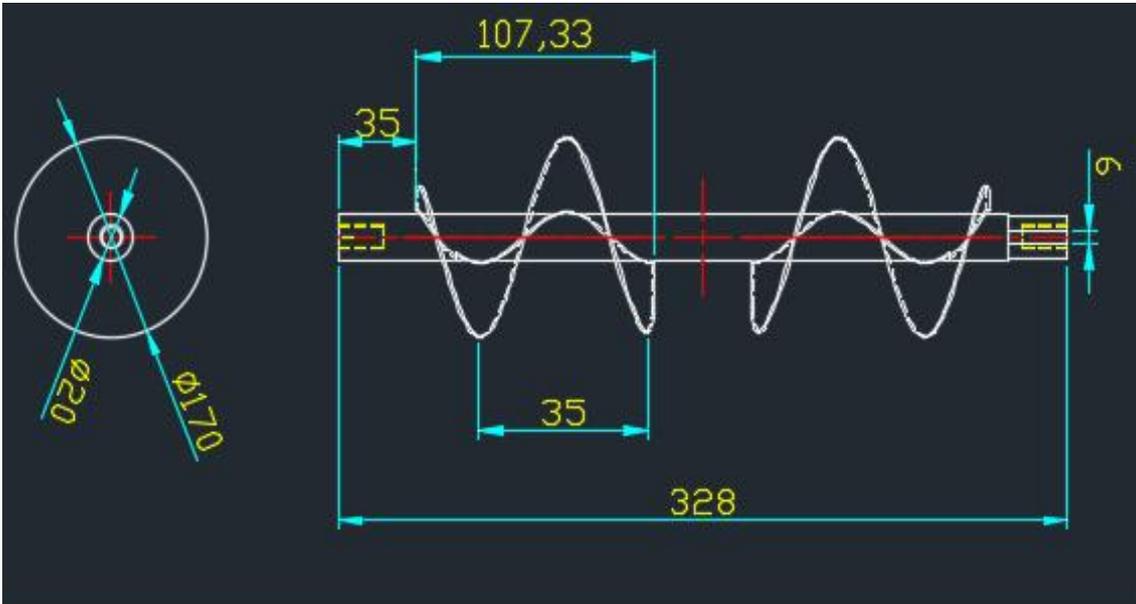
- 작업 시 배드의 상하 높낮이에 따라 충격을 완화할 수 있게 설계하였다.
- 농가의 경우 고설배드의 폭 크기가 일정하지 않아 바퀴의 폭을 일정 범위 안에 조절할 수 있게 개발하였다.

라. 고설재배용 전도 관리기의 로터리부 개발



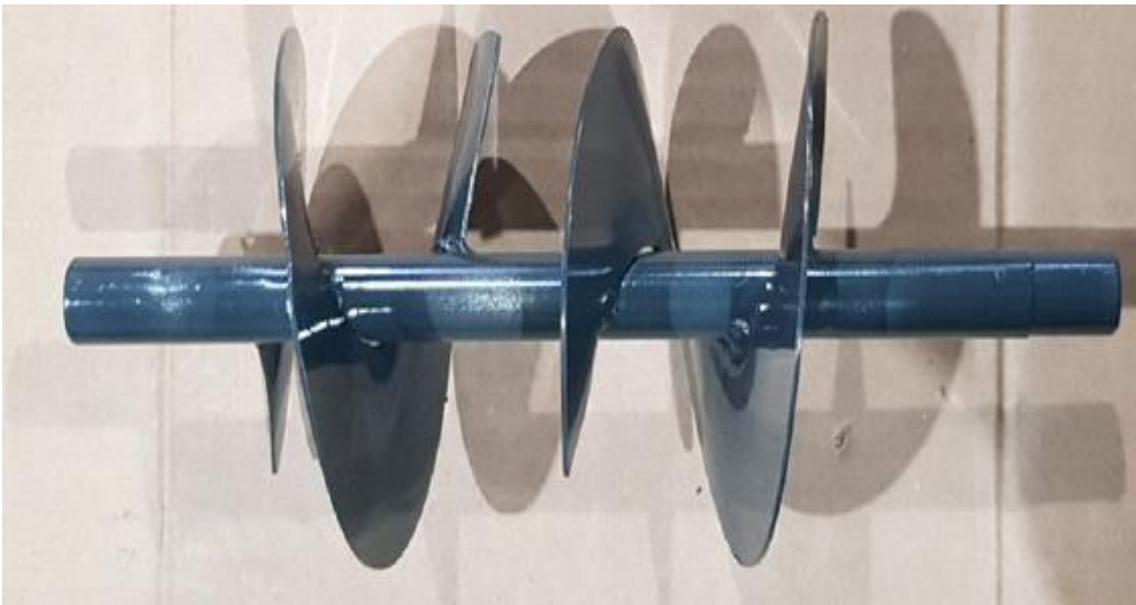
〈그림 3-33〉 고설재배용 전도관리기 로터리 날

- 로타리의 날을 중앙봉에 탈부착식으로 고안하였으나 중앙봉 탈부착식의 경우 로터리 작업시 장애가 발생하여 로터리날을 중앙봉 교체식으로 제작하였다.



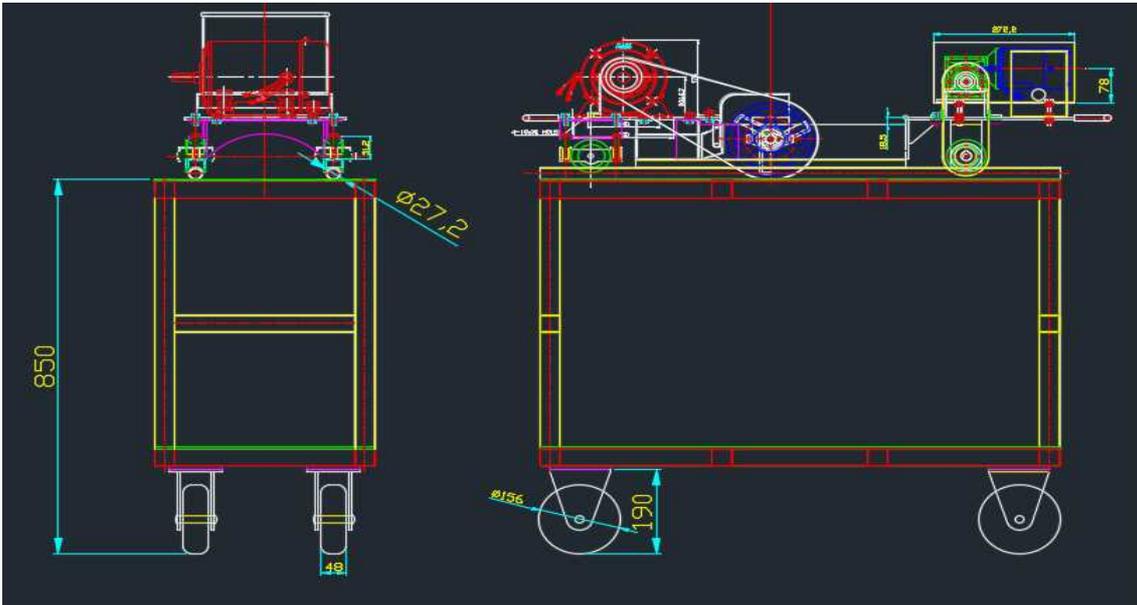
<그림 3-34> 고설재배용 전동관리기 로터리 스크류날 도면

- 배지를 파쇄하지 않고 보충을 하는 형식의 로터리가 요구되어 로터리 스크류날 타입을 고안하였다.
- 딸기 고설 재배용 전동관리기의 폭과 높이를 고려하여 스크류날의 지름을 20 cm으로, 상토를 보충하는 방식으로 중앙분리식으로 총 2개의 날을 설치하여 제작하였다.



<그림 3-35> 고설재배용 전동관리기 로터리 스크류날 현물

마. 고설재배용 이동 대차 개발



<그림 3-36> 고설재배용 전동관리기 이동대차 도면

- 작업 중 상토의 이송과 전동관리기에 상토 보충용 및 베드와 베드 사이에 관리기를 이송하기 위하여 제작되었다. 중앙 관리기 지지대를 고정하지 않아 상황에 맞춰 크기를 조정하여 관리기를 배달할 수 있게 제작되었다.



<그림 3-37> 고설재배용 이동대차 현물



<그림 3-38> 고설재배용 이동대차를 이용한 전동관리기 이동

- <그림 3-38>과 같이 이동대차를 베드에 붙여 이동대차를 그대로 진행시켜 작업의 편리성을 높였다. 이동 대차의 길이는 크기 크지 않은 비닐하우스와 대차의 길이를 고려하여 100 cm로 제작 되었으며, 높이의 경우 85 cm로 제작되었다. 이동 대차 밑 하단부에 상토포대를 보관할수 있게 제작되었으며, 바구니를 설치하여 상토를 보충할 수 있게 제작되었다.



<그림 3-39> 고설재배용 전동관리기 승차



<그림 3-40> 고설재배용 전동관리기 하차



<그림 3-41> 고설재배용 이동대차를 이용한 상토 운반

바. 딸기 고설재배용 전동관리기 실증 시험

1) 실증 시험을 위한 변수 설정

- 경운은 작물의 재배에 적합하도록 작물을 재배하기 전에 토양의 파쇄 또는 반전을 통하여 부드럽게 하는 작업으로 심층 토양에 산소를 공급하여 유기물 분해가 용이하게 하고 작물의 뿌리 신장을 조장하고 초기 잡초 제거등을 위하여 사용되어지는 토양 관리 방법이다.

- 경운 작업은 토양의 입경, 수분함량, 경도, 토양 3상등의 물리적인 면에서도 많은 영향을 받는다. 따라서 전동관리기를 통한 작업 전과 작업 후의 상토의 물리적 특성(경도, 상토의 3상, 수분 함수량, 쇠토율)을 측정하여 전동 관리기를 통한 토양의 품질을 분석하였다.



<그림 3-42> 딸기 고설재배용 전동관리기 실증시험

- 실험은 경상대학교 내 위치한 비닐하우스에서 고설재배 배지를 설치하여 전동 관리기의 절단날 회전속도(R. S.) 3수준(350 rpm, 490 rpm, 630 rpm), 전동 관리기의 속도(M. S.) 3수준(4 cm/s, 7 cm/s, 10 cm/s)에 변수를 두고 진행하였다. 절단날의 회전속도는 사용된 모터 및 감속기에 의해 최대 630 rpm, 최저 속도 350 rpm의 속도를 낼 수 있으며 이에 따라 그 중간 값인 490 rpm을 고려하여 3수준을 설정하였다.



<그림 3-43> 다양한 변수를 적용한 실증시험

2) 경운 작업 후 토양의 경도 측정

- <그림 3-24> 와 같이 토양경도계(351-EN)를 이용하여 1.0 m 간격으로 2회 중간, 좌측, 우측을 짚러 사용하였던 상토와 고설재배용 전동 관리기를 사용한 후 상토의 경도를 측정하였다.
- 토양경도계(351-EN)를 이용하여 1,000 mm × 600 mm 면적 내 임의에 상토를 가운데, 좌측, 우측을 기준으로 재사용 상토와 경운 작업 후 상토의 경도를 3회 반복하여 측정하였다.

3) 경운 작업 후 토양의 3상 분포 측정

- 500 mL의 알루미늄 실린더에 Bilderback et al.의 방법에 의해 목표 가비중이 되도록 배양토를 채워 넣었다. 다음 저면관수 방법에 의하여 배양토의 모든 공극을 물로 포화시키고 수면이 배양토의 표면과 일치 된 후 15분을 기다렸다가 배수하였으며 배수된 수분량을 측정하였다. 배수 후 알루미늄 실린더를 깔때기에서 분리시켜 습윤상태의 무게를 측정하였다. 무게 측정 후 105℃의 건조기에서 12시간 건조 시킨 후, 다시 건물중을 측정하였으며 실험은 3반복으로 수행하였다.
- 아래 <그림 3-23>과 같이 Bilderback et al.의 측정 방법을 통해 상토의 공극율, 기상율을 측정하였다.
- 다음의 공식으로 계산하여 용기 용수량(Volumetric water content, VWC), 공극율(Total Porosity, TP), 그리고 기상율(Air Space, AS)을 측정하였다.

$$\text{Volumetric water content} = \frac{\text{Wet soil Weight} - \text{Dry soil Weight}}{\text{Volume of Sample}} \times 100 \quad \dots (1)$$

$$\text{Air Space} = \frac{\text{Volume of Water Drained}}{\text{Volume of Sample}} \times 100 \quad \dots (2)$$

$$\text{Total Porosity} = CC + AS \times 100 \quad \dots (3)$$

4) 경운 작업 후 토양의 수분 함수량 측정

- 배지의 보수력 차이 때문에 작물이 가용할 수 있는 수분의 양이 다르고, 관수량이 같을 경우에도 배액의 속도와 배액 이후 재포화 되는 정도가 다르다. 따라서 작물의 적정 생육을 위한 최적 근권 수분관리를 위해서는 사용하는 배지의 특성을 파악할 필요가 있다.
- 경운 작업은 토양의 물리적 특성인 토성, 용적밀도, 경도, 수분함량 등에 영향을 받는다. 이에 따라 전동 작업기의 특성에 따른 경운 방법에 따라 상토의 수분 함수량의 미치는 영향을 분석하고자 아래 식을 이용하여 수분 함수량을 측정하였다.

$$\text{Moisture content of soil} = \frac{W_b - W_a}{W_b} \times 100 \quad \dots (4)$$

W_a : Weight of soil before drying, W_b : Weight of soil after drying

5) 경운 작업 후 토양의 쇄토율 측정

- 아래 <그림 3-44>와 같이 표준 실험용 체망(CHUNG GYE SANG GONG SA, Standard Sieve Korea)을 이용하여 경운 작업 후 100 mm × 60 mm 면적 내의 쇄토를 입경 2 mm 이하, 0.84 mm, 0.297 mm 이상으로 구분하여 수집하고 다음 식으로 쇄토율을 계산하였다.

$$\text{Soil crushing rate} = \frac{\text{Crushed soil mass less than 2mm}}{\text{Total weight of soil crushed}} \times 100 (\%) \quad \dots (5)$$



<그림 3-44> 표준 실험용 체망

6) 딸기 생육 비교 분석 실험

가) 딸기 생육 실험을 위한 이식

- 동신 딸기 전용 상토 (상토 2호 / 초경량 / 딸기)를 이용하여 두둑을 형성하였다. 두둑은 3.0 m간격으로 200° 의 로터리 칼날을 사용하여 관리기의 절단날 회전속도 3수준(350 rpm, 490 rpm, 630 rpm), 전동관리기의 속도는 7 cm/s,으로 작업하였다. 아래 <그림 3-10>와 같이 고설재배 배드에 설향 딸기 작물을 이식하였으며 정식 후 양액제어기(SH-2001, SHINHAN A-TEC Co.,Ltd, Korea)로 양액을 공급하였고 제어장치(UBN Co., FARM LINK, Korea)를 이용하여 설정온도 25~28℃로 촉창을 제어 하였으며 보조 난방기(PASECO, P-H50000, Korea)를 5~10℃ 범위로 설정하여 생육 적정 온도를 관리하였다.



<그림 3-45> 딸기 생육 실험

나) 딸기 작물부 생육 조사 방법

- 정식 후 1주차부터 8주까지 1주 간격으로 딸기 작물의 크라운 직경, 작물 초장, 엽수, 과실 수를 조사하였다. 크라운 직경과 초장, 엽수 측정을 위해 버니어 캘리퍼스 (Mitutoyo, 애플루트 디지매틱 캘리퍼스, Japan)와 줄자(Komelon Co. Ltd., Korea)를 이용하였다.



<그림 3-46> 딸기 생육 조사

다) 딸기 과실부 생육 조사 방법

- 정식 후 6주차부터 착과가 시작되었으나 딸기의 크기가 작아 측정을 하기에 무리가 있어 정식 12주차부터 2주 단위로 딸기의 개수, 크기, 무게를 측정하였다. 측정을 위해 버니어 캘리퍼스(Mitutoyo, 애플루트 디지털 캘리퍼스, Japan)와 줄자(Komelon Co. Ltd, Korea)를 이용하였다.

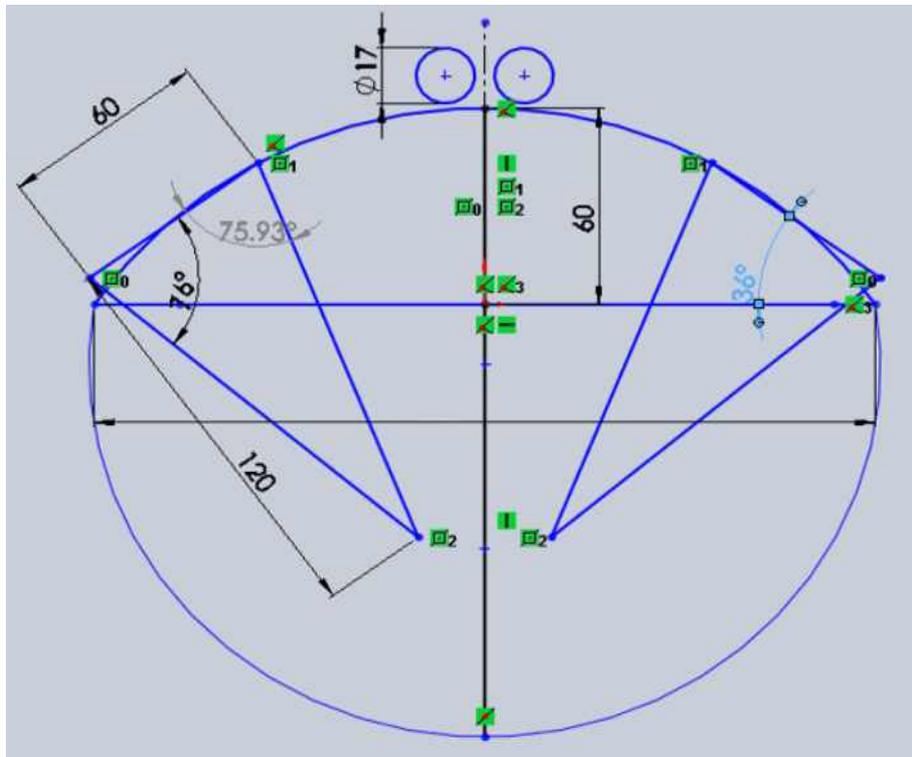


<그림 3-47> 딸기 생육 비교 실험

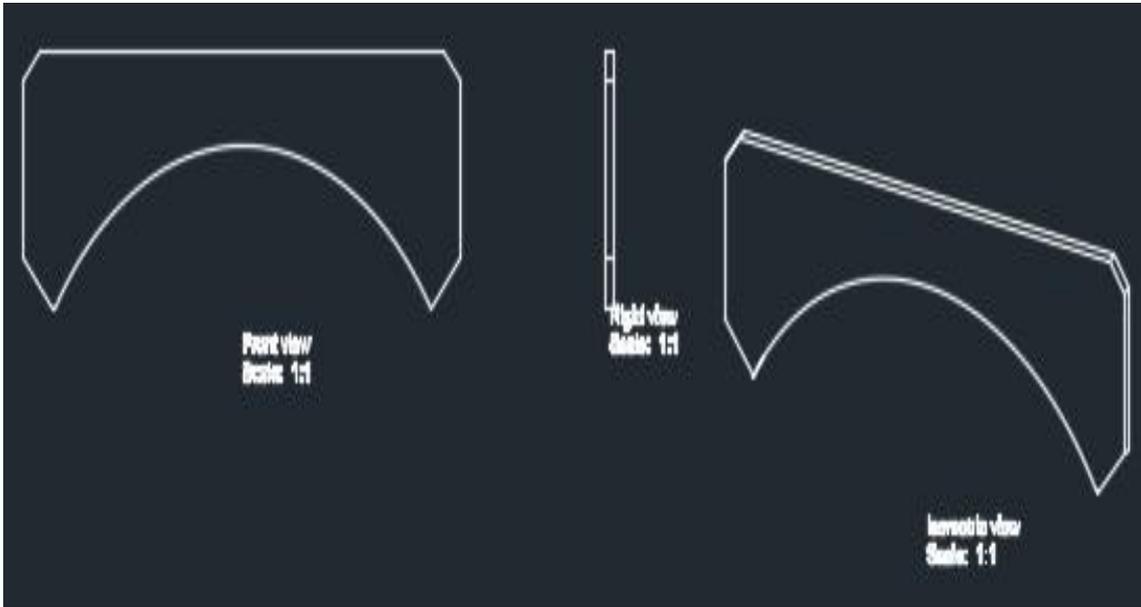
7) 두둑 선형성 측정

가) 배토 속도별 두둑 선형성 측정

- 딸기 의 생산성 및 품질 향상을 위하여 두둑을 형성하고 재배를 한다. 두둑 높이가 높거나 낮을수록 상품의 품질이 달라지기도 한다. 따라서 두둑의 성형을 딸기 재배에 중요한 포인트이다.
- 아래 <그림 3-48>, <그림 3-49>와 같이 Solid Works, CAD 프로그램을 이용하여 딸기를 정식 시 최적에 두둑 높이를 설계 하였으며 설계 시 딸기 육묘와 상토 표면과 1cm정도에 여유를 두고 정식을 하는 것을 목표로 설계하였다. 따라서 딸기 육묘 크기에 따른 배토 성형부를 설계 하였으며 <그림 48>은 위에 내용으로 만든 설계도이다
- 두둑 선형성을 측정할 시 속도에 따라 1m씩 두둑을 만들었으며 크게 구멍이나 무너진 곳이 없는지 또는 원래 크기와 현저히 다르게 두둑이 만들어졌는지에 대해 측정하였다.



<그림 3-48> Solid Works를 이용한 두둑 모양 설계



〈그림 3-49〉 두둑 성형 배토부 설계도

나) 배토 속도별 두둑 선형성 측정

□ 아래 〈그림 3-50〉과 같이 속도에 따라 두둑을 형성 하였다.



(a) 로터리 최저, 작업기 최저



(b) 로터리 최저, 작업기 중간



(c) 로터리 최저, 작업기 최고



(d) 로터리 속도, 작업기 최저



(e) 로터리 속도, 작업기 중간



(f) 로터리 속도, 작업기 최고



(g) 로터리 속도,작업기 최저 (h) 로터리 속도, 작업기 중간 (i) 로터리 속도, 작업기 최고

<그림 3-50> 두둑 선형성 측정

- 시험 후 작업물에 결과물을 확인하였을 때 대부분의 두둑이 잘 형성되었으며 크게 무너지는 부분 또한 없었다. 간혹 작은 구멍이 있었으나 충분히 작업을 하는데 이상이 없는 정도에 구멍이었으며 이로 인해 작업기를 사용하여 두둑을 형성하는데 큰 문제가 없다고 판단된다.

8) 상토의 물리적 특성에 따른 경운 작업 분석

가) 경도 측정 결과

(1) 재배 후 상토 경도 측정

- 아래 <표 3-12>.와 같이 재배가 끝나고 방치된 흙에 경도를 측정하였다. 측정값은 평균 두둑의 좌측 0.42 Mpa, 중앙 0.81 Mpa, 우측 0.62 Mpa에 경도를 가졌다. 중앙 부분에는 고착화가 이루어져 다른 부위에 비해 강한 경도를 가지고 있었다
- 양 옆 부분에 경우 딸기 작물을 제거하면서 흙과 같이 상토가 유실 되거나 구멍이 뚫려 있었으며 측정을 할 때에는 최대한 영향을 미치지 않는 지점에서 측정을 하였다. 측면에 경우 중앙에 비해 다소 낮은 경도를 가졌다.

<표 3-12> 재사용 상토의 경도

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Avg.
Left (MPa)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.51	0.51	0.42
Center (MPa)	0.81	0.98	0.98	0.51	0.98	0.81	0.89	0.65	0.65	0.81
Right (MPa)	0.39	0.51	0.81	0.58	0.65	0.73	0.65	0.58	0.65	0.62

(2) 관리기 작업 후 상토 경도 측정

- <표 3- 13 ~ 15>의 경우 전동 관리기의 변수에 따라 작업 후 측정된 두둑의 경도이다.
- 작업 후 모든 값의 평균 경도로는 좌측 0.17 Mpa, 중앙 0.32 Mpa, 우측 0.19 Mpa의 경도가 측정 되었으며 이 값을 통해 작업 전과 후를 비교 하였을 때 좌측 2.5 배 이상, 중앙 2.2 배 이상, 우측 3.1 배 이상 경도가 낮아졌다. 모든 값에서 좌측에 경우 0.17 Mpa에 경도를 가졌으나 우측에 경우 다소 차이가 나는 값을 가졌으나 대부분 비슷한 값을 가졌다. 중앙 경도에 경우 관리기 속도가 낮고 로터리 속도가 높을수록 경도가 더 낮게 나왔다

<표 3-13> 350rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토 경도

Point \ Speed	R. S. 350 rpm								
	M. S. 4 cm/s			M. S. 7 cm/s			M. S. 10 cm/s		
Lef (MPa)	0.17	0.17	0.17	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Center (MPa)	0.17	0.17	0.33	0.39	0.17	0.28	0.28	0.33	0.51
Right (MPa)	0.17	0.28	0.17	0.17	0.28	0.17	0.08	0.17	0.22

<표 3-14> 490rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토 경도

Point \ Speed	R. S. 490 rpm								
	M. S. 4 cm/s			M. S. 7 cm/s			M. S. 10 cm/s		
Left (MPa)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Center (MPa)	0.28	0.39	0.28	0.33	0.28	0.33	0.39	0.39	0.28
Right (MPa)	0.17	0.08	0.08	0.17	0.13	0.17	0.17	0.22	0.28

<표 3-15> 630rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토 경도

Point \ Speed	R. S. 630 rpm								
	M. S. 4 cm/s			M. S. 7 cm/s			M. S. 10 cm/s		
Left (MPa)	0.13	0.17	0.17	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Center (MPa)	0.33	0.28	0.28	0.33	0.33	0.39	0.45	0.28	0.39
Right (MPa)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.28	0.28	0.17	0.17	0.28



<그림 3-51> 경도측정 사진

나) 상토 공극률 측정결과

(2) 작업 전 재사용 상토 및 새 상토의 3상 측정 결과

- <표 3- 16 ~ 17>와 같이 사용된 상토와 새 상토의 공극율, 기상율, 용기 용수량을 측정하였다. 사용하였던 상토에 경우 평균 용기 용수량 55.76 %, 기상율 9.87 %, 포트 용수량 65.63 %에 값이 측정 되었고 새 상토에 경우 평균 용기 용수량 47.43 %, 기상율 24.33 %, 공극율 71.76 %에 값이 측정되었다.
- 사용된 상토에 경우 용기 용수량이 다소 높은 것을 확인 할 수 있는데 새 상토에 경우 일정량에 수분을 포함 하고 있어 건조된 상토에 비해 낮게 나온 것으로 판단 된다. 사용된 상토에 경우 고착화가 이루어져 새 상토가 기상율 14.46 %, 공극률 6.13 % 더 높은 것을 볼 수 있다.



<그림 3-52> 작업 전 재사용 상토 및 새 상토의 3상 측정

<표 3-16> 재사용 상토의 3상 측정결과

No.	1	2	3	4	5	Avg.(%)
Container capacity	57.88	56.97	57.12	53.00	53.81	55.76
Air Space	10.66	7.33	2.33	16.33	12.7	9.87
Total Porosity	68.55	64.30	59.46	69.34	66.51	65.63

<표 3-17> 새 상토의 3상 측정결과

No.	1	2	3	4	5	Avg.(%)
Container capacity	56.27	47.14	47.88	48.75	37.11	47.43
Air Space	20	24.17	21.17	26	30.33	24.33
Total Porosity	76.27	71.31	69.05	74.75	67.44	71.76

(3) 작업 후 상토의 3상 측정 결과

- 작업기 속도 3수준(4 cm/s, 7 cm/s, 10 cm/s), 로터리 속도 3수준(350 rpm, 490 rpm, 630 rpm)을 가지고 작업기를 사용하여 작업을 하였고 그 후 상토의 공극율, 기상율, 용기 용수량을 측정하였다.

- <표 3- 18 ~ 20>와 같이 전동관리기의 변수에 따라 작업 후 측정된 값이다.
- <표 3-18>의 경우 상토의 용기 용수량의 값이며 로터리 속도가 높을 수록 값이 증가 하였으나 R. S. 490 rpm 이상부터는 증가 폭이 미미하거나 비슷한 값이 측정되었다.



<그림 3-53> 작업 후 상토의 3상 측정 사진

- <표 3-19>의 경우 상토의 기상율을 측정한 값으로써 대부분 비슷한 값이 측정되었으나 R. S.가 높고 M. S. 이 낮을수록 값이 증가되는 것을 확인 할 수 있었다..
- <표 3-20>의 경우 상토의 공극률을 측정한 값으로써 로터리 속도가 높을수록 값이 증가하였으나 R. S. 490 rpm 이상부터는 증가 폭이 미미하거나 비슷한 값이 측정되었으며 R. S. 630 rpm, M. S. 0.04 m/m 일 때 최고값이 측정되었다.
- 위에 내용을 종합하여 3상 분포는 로터리 속도가 높고 관리기 속도가 낮을 때 가장 높은 값들이 도출 되었으며 로터리 속도가 490 rpm 일 때 가장 높은 값이 측정되었었다. 특히 전동 관리기를 사용하고 나서 공극율과 기상율은 사용전과 비교하여 크게 높아 졌으며 특히 기상율에서 큰 차이를 보였다. 이는 로터리 작업 후 충분히 상토가 잘게 부서지고 교반이 이루어져 차이 가 나는 것으로 판단된다.

<표 3-18> 작업 후 용기 용수량

No.	M. S. 0.04 m/m				Avg.	M. S. 0.7 m/m				Avg.	M. S. 0.1 m/m			Avg.(%)
R. S. 350 rpm	49.63	48.35	49.30	49.09	51.33	50.45	48.41	50.06	51.31	34.40	51.85	45.85		
R. S. 490 rpm	55.27	57.17	57.07	56.50	55.79	55.57	53.35	54.90	56.61	55.03	55.83	55.82		
R. S. 630 rpm	52.91	54.80	53.38	53.70	56.79	61.03	55.93	57.92	56.85	53.22	47.44	52.50		

<표 3-19> 작업 후 기상율

No.	M. S. 0.04 m/m				Avg.	M. S. 0.7 m/m				Avg.	M. S. 0.1 m/m			Avg.(%)
R. S. 350 rpm	29.33	34.00	24.67	29.33	20.83	26.00	27.00	27.31	20.00	23.33	35.33	27.01		
R. S. 490 rpm	25.67	36.77	25.83	29.42	25.33	25.83	29.17	28.29	26.67	26.33	28.67	28.00		
R. S. 630 rpm	27.00	20.67	45.00	30.89	23.00	21.00	22.00	27.08	27.00	29.00	30.67	27.57		

<표 3-20> 작업 후 공극율

No.	M. S. 0.04 m/m				Avg.	M. S. 0.7 m/m				Avg.	M. S. 0.1 m/m			Avg.
R. S. 350 rpm	78.97	82.35	73.97	78.43	72.16	76.45	75.41	76.82	71.31	57.73	87.18	75.53		
R. S. 490 rpm	80.94	93.94	82.90	85.93	81.12	81.40	82.51	84.11	83.27	81.36	84.49	83.81		
R. S. 630 rpm	79.91	75.47	98.38	84.59	79.79	82.03	77.93	82.59	83.85	82.22	78.11	82.26		

다) 상토의 수분 함수량 측정 결과

(1) 기준 상토의 수분 함수량 측정 결과

- 아래 <표 3-21>와 같이 사용된 상토와 새 상토의 수분 함수량을 측정하였다. 사용된 상토에 경우 평균 6.04 %의 수분 함수량을 가지고 있었으며 새 상토의 경우 평균 51.01 %의 수분 함수량을 가지고 있었다. 사용된 상토에 경우 햇볕에 건조되어 수분 함수량이 낮은 것으로 판단된다.

<표 3-21> 재사용 상토 와 새 상토의 수분 함수량

No.	1	2	3	4	5	Avg.(%)
Used bed soil	7.26	5.33	5.94	6.17	5.49	6.04
New bed soil	50.20	51.36	52.03	47.18	54.30	51.01

(2) 각 변수에 따른 수분 함수량 측정 결과

□ 아래 <표 3-22>와 같이 각 변수에 따른 수분 함수량을 측정하였다. 평균 51.89 %로 새 상토의 수분 함수량보다 소폭 높아졌으며 R. S. 490 rpm, M. S. 01 m/m 일 때 최고값이 측정되었다. 로터리 속도가 높을수록 수분 함수량이 높게 측정 되었으며 로터리 속도 490 rpm 이상부터는 새 상토의 수분 함수량 보다 높게 측정 되었다. 따라서 전동 관리기 작업이 수분 함수량의 증가에 영향을 미친다고 판단된다.

<표 3-22> 각 변수에 따른 수분 함수량

No.	M. S. 0.04 m/m			Avg.	M. S. 0.7 m/m			Avg.	M. S. 0.1 m/m			Avg.(%)
R. S. 350 rpm	48.90	45.58	45.02	46.50	50.10	49.75	51.14	50.33	47.65	50.54	53.12	50.44
R. S. 490 rpm	51.02	51.63	51.04	51.23	50.81	49.21	50.76	50.26	55.61	56.60	59.05	57.09
R. S. 630 rpm	53.60	52.21	53.33	53.05	53.78	56.33	53.60	54.57	52.31	53.25	55.07	53.54



<그림 3-54> 함수율 측정 사진

9) 쇠토울

가) 상토의 쇄토율 측정 결과

- 총 질량에 대한 입경 2 mm 이상의 질량비는 24.86 %, 2 ~ 0.297 mm 66.69 %, 0.297 mm 이하를 기준으로 계산한 상토는 19.5%로 측정이 되었다. 이었다. 입경 2 mm 이상에서는 주로 펄라이트와 뿌리, 다져진 상토가 채취 되었으며 2~ 0.297 mm 의 입경이 가장 많은 비율을 차지한다.

<표 3-23> 총질량에 대한 입경별 질량의 비율

Size	mass ratio by particle	
	Soil mass (g)	Ratio (%)
Above 2 mm	24.86	12.43
2 ~ 0.297 mm	133.38	66.69
Below 0.297 mm	39	19.5
Total	197.24	98.62

나) 작업 후 상토의 쇄토율 측정 결과

- 총작업기의 속도 3수준, 로터리 속도 3수준을 이용하여 작업을 하였고 그 후 상토의 입경별 질량과 수집한 쇄토의 총질량, 그리고 총질량에 대한 입경별 질량의 비율을 측정하였다. <표 3- 24 ~ 26>와 같이 전동관리기의 변수에 따른 작업 후상토의 입경별 질량의 비율이다.
- 총 질량에 대한 입경 2 mm 이상의 질량비는 평균적으로 9.17 %, 2 ~ 0.297 mm 55.03 %, 0.297 mm 이하를 기준으로 계산한 상토는 34.72 %로 측정이 되었다.
- <표 3-24>에 경우 R. S. 350일 때 M. S.의 변수에 대한 값으로 써 M. S.값이 증가할수록 2 mm 이상의 입자가 줄어 드는 것을 확인 할 수 있다. <표 3- 24 ~ 26>를 확인하며 로터리 속도가 증가할수록 2 mm의 입자의 값이 줄어들었으며 0.297 mm 이하의 입자는 쇄토가 모두 줄어들었으며 이에 따라 전동관리기를 사용하였을 때 쇄토성이 우수하다고 판단된다.
- 로터리 속도가 높을수록 2 mm 이상의 입경 쇄토가 줄어들었으며 그 이하의 입자가 증가 하는 것을 확인 할 수 있다. 0.297 mm의 입자에 경우 R. S. 490 rpm일 때 최고값을 가졌으며 대부분 비슷한 값을 가지는 것을 확인 할 수 있으며 이로 인해 36.50 % 이상 증가 하지 않을 것으로 판단된다.
- 그에 반해 2 ~ 0.297 mm 의 입경 값은 계속적으로 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 2 ~ 0.297 mm 의 입경 값을 비교 하였을 때 로터리 속도가 증가 할수록 증가하는 것을 측정하였으며 이에 따라 로터리 속도가 높을수록 쇄토성이 우수하다고 판단된다.

<표 3-24> 350rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토의 입경별 질량의 비율

Size	M. S. 4 cm/s mass ratio by particle		M. S. 7 cm/s mass ratio by particle		M. S. 10 cm/s mass ratio by particle	
	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)
Above 2 mm	25.08	12.54	27.58	13.79	21.12	10.56
2 ~ 0.297 mm	102.98	51.49	108.06	54.03	107.64	53.82
Below 0.297 mm	68.96	34.48	62	31.00	69.46	34.73
Total	197.02	98.51	197.64	98.82	198.22	99.11

<표 3-25> 490rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토의 입경별 질량의 비율

Size	M. S. 4 cm/s mass ratio by particle		M. S. 7 cm/s mass ratio by particle		M. S. 10 cm/s mass ratio by particle	
	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)
Above 2 mm	16.3	8.15	16.84	8.42	17.84	8.92
2 ~ 0.297 mm	111.82	55.91	109.24	54.62	106.14	53.07
Below 0.297 mm	70.2	35.10	71.78	35.89	73	36.50
Total	198.32	99.16	197.86	98.93	196.98	98.49

<표 3-26> 630rpm 로터리 속도로 관리기 작업 후 상토의 입경별 질량의 비율

Size	M. S. 4 cm/s mass ratio by particle		M. S. 7 cm/s mass ratio by particle		M. S. 10 cm/s mass ratio by particle	
	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)	Soil mass (g)	Ratio (%)
Above 2 mm	12.24	6.12	16.86	8.43	11.26	5.63
2 ~ 0.297 mm	112.76	56.38	112	56.00	117.88	58.94
Below 0.297 mm	72.62	36.31	68.24	34.12	69.62	34.81
Total	197.62	98.81	197.1	98.55	198.76	99.38

10) 로터리 속도에 따른 생육 조사 결과

가) 로터리 작업 후 딸기 작물 생육 조사

- 재사용 상토와 로터리 속도에 따라 작업을 한 상토를 이용하여 설향 딸기를 정식 하였으며 생육조사에 사용된 딸기 작물 대한 기초 생육조사 결과는 <표 3- 27 ~

30>와 같다. 작물에 평균값은 줄기 직경 330 mm, 초장(키)은 240 mm, 엽수는 10 매이다.

<표 3-27> 작업을 하지 않은 배토를 사용한 딸기 생육 조사

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Crown length (cm)	0.53	0.50	0.52	0.65	0.68	0.53	0.55	0.50	0.58
Plant length (cm)	5.07	6.05	7.06	5.89	6.11	4.82	6.05	7.97	8.60
Number of leaf (ea)	3	3	3	3	4	3	3	4	3

<표 3-28> 350rpm 로터리 속도로 관리기 작업 한 딸기 생육 조사

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Crown length (cm)	0.59	0.56	0.58	0.72	0.76	0.59	0.61	0.56	0.50
Plant length (cm)	5.64	6.72	7.84	6.55	6.79	5.36	6.72	8.86	6.65
Number of leaf (ea)	3	3	3	3	4	3	3	4	3

<표 3-29> 490rpm 로터리 속도로 관리기 작업 한 딸기 생육 조사

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Crown length (cm)	0.47	0.56	0.58	0.73	0.76	0.60	0.62	0.56	0.51
Plant length (cm)	5.69	6.79	7.92	6.61	6.86	5.41	6.79	8.94	6.72
Number of leaf (ea)	3	3	3	3	3	3	3	3	3

<표 3-30> 630rpm 로터리 속도로 관리기 작업 한 딸기 생육 조사

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Crown length (cm)	0.53	0.63	0.63	0.75	0.79	0.62	0.64	0.58	0.59
Plant length (cm)	5.95	7.09	8.27	6.91	5.14	5.65	7.09	5.04	6.98
Number of leaf (ea)	3	3	3	3	3	3	3	3	3

나) 딸기 작물 생육 조사

- 정식 및 멀칭 작업 후 생육조사에 사용된 딸기 작물에 대한 생육조사 결과는 <그림 3- 57 ~ 59>와 같다.
- <그림 3-57>의 경우 딸기 작물의 잎의 개수의 비교 값으로써 최고 2장까지 차이 나는 것을 확인 할 수 있었다.
- <그림 3-58>의 경우 작물의 초장으로써 R. S. 490 rpm로 작업한 상토에서 생육한 작물의 평균 초장이 가장 길었으며 무경운 상토에서 생육한 작물의 초장과 4 cm 이상 차이 나는 것을 확인 할 수 있었다.

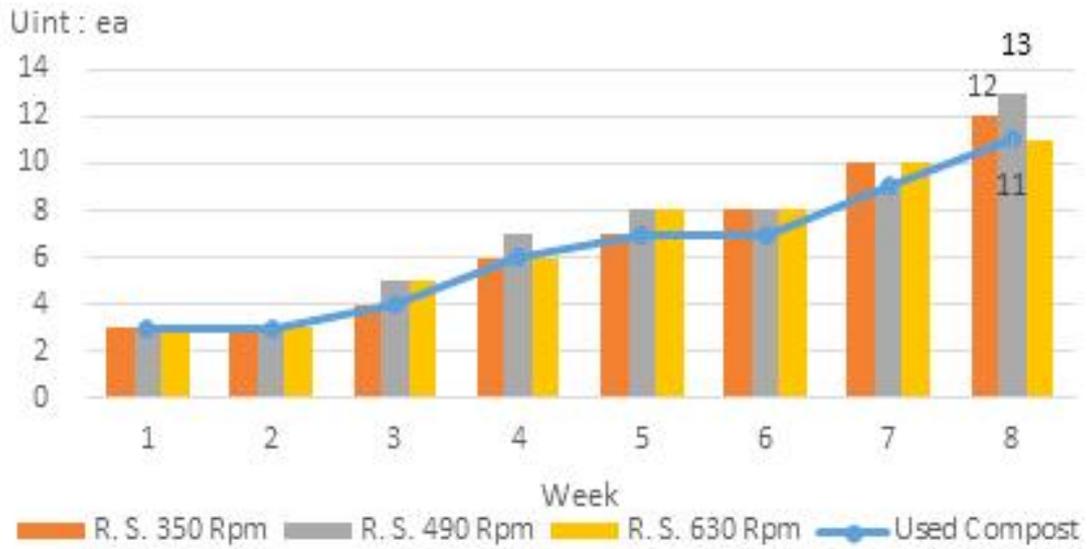


<그림 3-55> 딸기 생육 조사

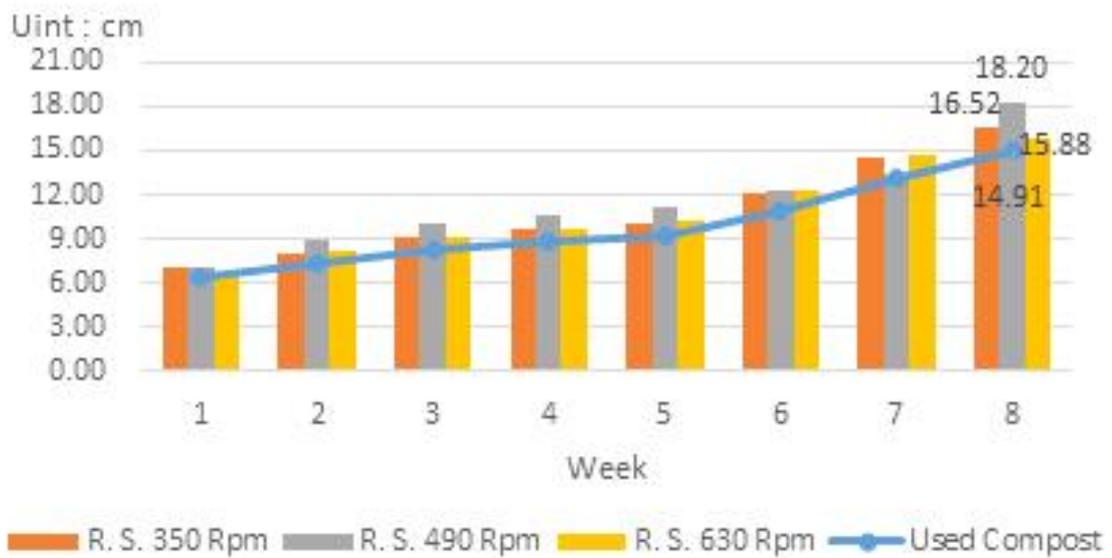
- <그림 3-57>은 딸기 작물 크라운의 비교 값으로 R. S. 490 rpm에서 가장 초장이 가장 컸으며 무경운 상토에서 자란 작물의 초장이 가장 작았다.
- 로터리 작업 후 상토에서 생육된 딸기 작물이 대부분 작업을 하지 않은 배토를 사용한 상토를 이용하여 생육된 작물에 비해 생육이 더 잘 이루어 졌으며 이에 따라 로터리 칼날의 작업 효율이 우수하다고 판단된다.



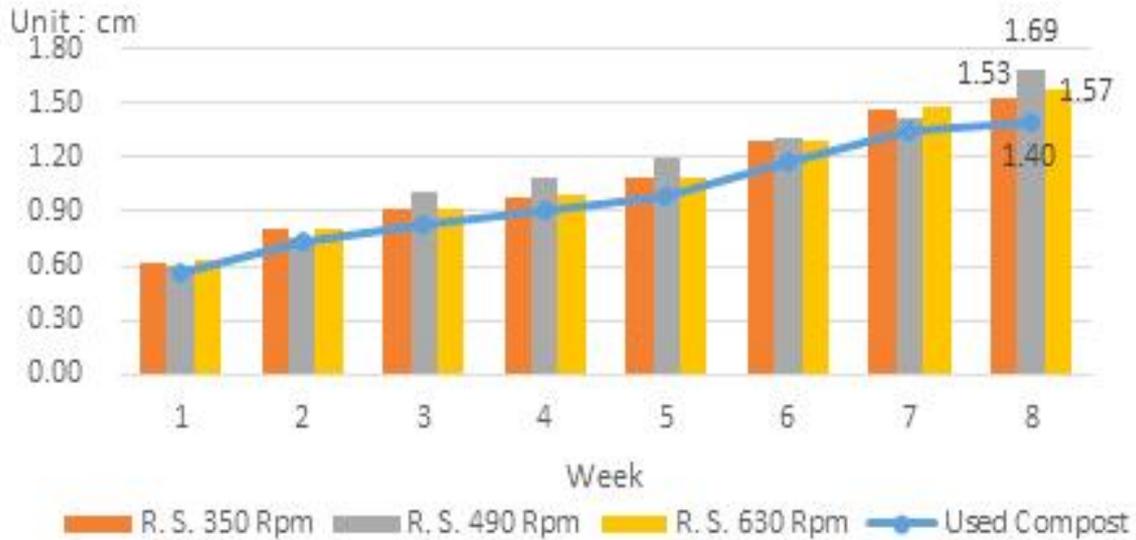
<그림 3-56> 딸기 잎의 개수 조사



<그림 3-57> 각 변수의 딸기 잎 수



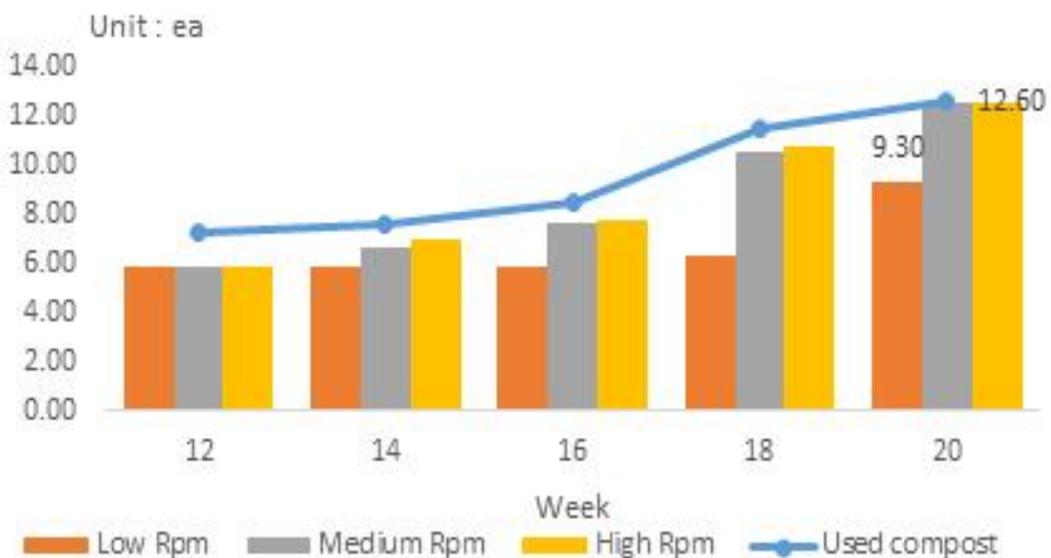
<그림 3-58> 각 변수의 딸기 초장



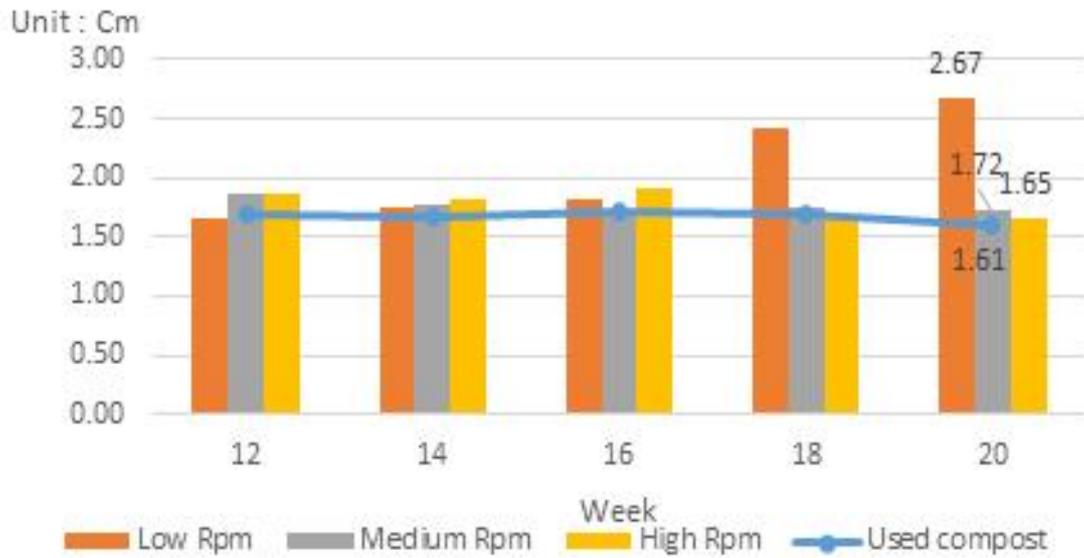
〈그림 3-59〉 각 변수의 딸기 크라운 길이

다) 딸기 과실 생육 조사

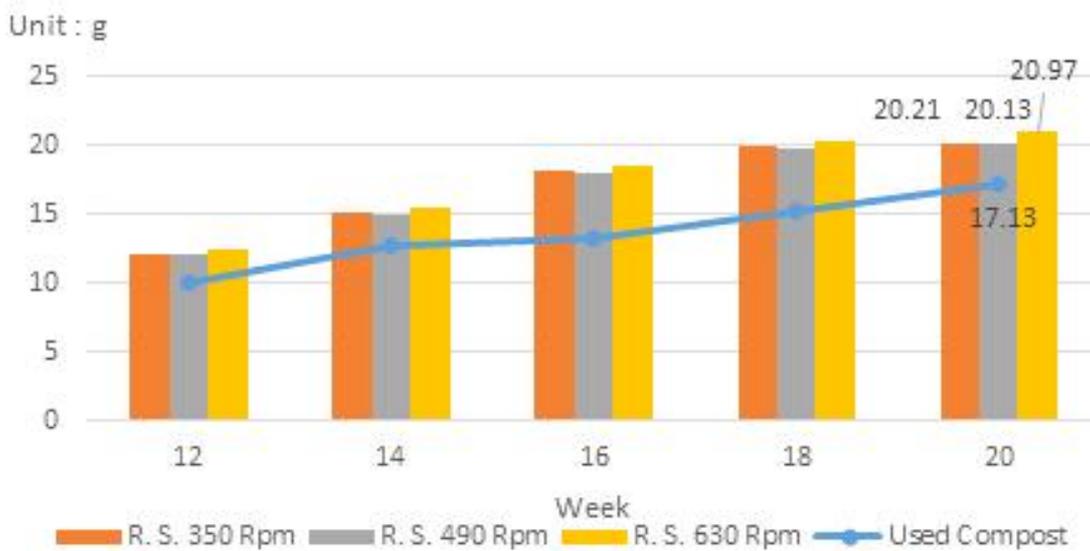
- 12주 이후 딸기에 대한 생육조사 결과는 〈그림 3- 60 ~ 62〉와 같다.〈그림 3-60〉에 경우 딸기의 개수를 비교한 값으로써 350 rpm으로 작업한 딸기 작물에서 다른 조건보다 열매가 적게 열렸다. 이에 따라 〈그림 3-61〉와 같이 350 rpm에서 수확된 딸기의 사이즈가 가장 크게 자랐다.
- 350 rpm을 제외한 다른 조건의 딸기작물은 비슷한 개수의 열매를 맺었으며, 〈그림 3-61〉에서 볼 수 있듯 딸기의 크기도 비슷한 값을 측정할 수 있었다.



〈그림 3-60〉 각 변수의 딸기 수



<그림 3-61> 각 변수의 딸기 크기



<그림 3-62> 각 변수의 딸기 무게

□ <그림 3-62>에서 볼 수 있듯이 작업한 상토에서는 대부분 비슷한 값의 딸기 무게가 측정되었으나 무경운 상토에서 수확된 딸기에 경우 3 g의 차이가 나는 것을 확인 할 수 있다. 이에 따라 전동 작업기를 사용 후 작업 효율이 올랐으며 딸기 수량과 품질의 영향을 미친다고 판단된다.

3절. 요약 및 결론

본 연구에서는 고설재배 전동 관리기를 이용하여 로터리 작업 후 상토의 물리적 특성의 변화와 딸기 작물 생육에 관한 연구를 진행하였다. 로터리 작업은 심층 토양에 산소를 공급하여 유기물 분해가 용이하게 하고 작물의 뿌리 신장을 조장하고 초기 잡초제거 등을 위하여 사용되며 이는 상토의 품질을 올리기 위한 작업이다. 따라서 본 연구에서는 로터리 작업 전과 작업 후 상토의 물리적 특성에 관한 연구를 집중적으로 진행하였다. 또한 로터리 속도와 작업기의 속도에 변수를 주어 작업기에 특성에 따른 상토의 물리적 특성 변화에 관한 연구를 진행하였으며 작업기의 최적 작업 속도와 상토의 품질을 향상하는데 목적을 두었다.

실험은 새 상토, 사용된 상토를 이용하여 각 전동 작업기의 변수에 따라 작업 후 상토의 3상, 경도, 수분 함수량, 쇠토율을 측정하였으며 딸기 작물의 생육실험을 통해 상토의 물리적 성질이 작물에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

경도의 경우, 사용된 상토에 비해 좌측 2.5 배, 우측 3.1 배, 중앙 2.2 배 이상 경도가 낮아졌다. 특히 작물 생장 및 이식에는 두둑에 양 측면을 사용하며 이에 따라 작물 뿌리 생장에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 상토의 3상에서는 포트 용수량에 경우 2.83% 낮은 결과가 측정되었지만 공극율 15.93 %, 기상율 18.45 %로 크게 증가한 결과를 측정하였다. 이는 새 상토에는 일정 수치에 수분이 함유되어 있으며 사용된 상토에 경우 방치되어 햇빛에 의해 건조되어 포트 용수량이 다소 낮게 나왔으나 기상율과 공극율에 증가를 확인하였을 때 작업 후 상토의 물리적 특성이 크게 증가 하였다고 판단된다. 수분 함수량에 경우 작업 후 평균 51.89 %로 측정 되었으며 사용된 상토에 비해 45.85 % 증가한 결과를 측정되었다. 딸기는 비교적 습한 토양에서 생장이 잘 이루어지므로 작업 후 토양의 품질이 크게 향상되었다고 판단된다. 쇠토율에 경우 로터리 작업 후 2 mm 이상 상토 입자가 3.27 %, 2 ~ 0.297 mm의 입자는 11.66 % 감소하였으며 0.297 mm 이하의 상토 입자가 15.21 % 증가하였다 이로 인해 0.297 mm 이상의 입자가 로터리 작업으로 인해 절삭이 되어 감소하였으며 그에 반해 0.297 mm의 입자가 증가하였다고 판단된다. 따라서 작업기 사용 후 쇠토가 잘 이루어졌다고 판단된다. 또한 모든 물리적 특성에서 로터리 속도 490 rpm 이상부터 로터리 속도가 느릴수록 상토의 품질이 향상되는 것을 확인 할 수 있었다.

딸기 작물 생육 실험에서는 모든 부분에서 작업 후 상토를 이용한 작물과 비교하여 무경운 상토를 이용한 작물이 생육이 저하되는 것을 확인 할 수 있었다. 특히 딸기 무게에서 3.3 g에 차이가 나는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 경운 작업에 의해 작물 생산성 향상에 영향을 미친다고 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 고설재배용 전동 관리기의 사용이 작물 생장 및 상토의 물리적 성질을 향상시키는데 영향을 미친다고 판단된다. 전동 관리기의 성능으로는 로터리 속도 490 rpm 이상, 기계 속도가 낮을수록 상토의 품질이 향상 되는 것을 확인 할 수 있었으며 추후 추가적인 연구를 통해 최적에 고설재배용 전동 관리기를 개발하여, 딸기 고설재배의 기계화와 생력화에 향상도 가능 할 것으로 판단된다.

4절. 연구 개발 성과

1. 특허

가. 딸기 전동관리기 전용 멀칭기

- 1). 출원일자 : 2019. 12. 24.
- 2). 출원번호 : 10-2019-0173950
- 3). 출원인 : 경상대학교 산학협력단

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2019.12.24
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2019-0173950 (접수번호 1-1-2019-1334951-77)
출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
대리인성명 노대현(9-2016-003321-2)
발명자성명 김현태 이준현
발명의명칭 딸기 전동관리기 전용 멀칭기

특 허 청 장

나. 딸기 고설 재배용 전동관리기

- 1). 출원일자 : 2019. 12. 24.
- 2). 출원번호 : 10-2019-0173950
- 3). 출원인 : 경상대학교 산학협력단

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2020.11.20
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0156448 (접수번호 1-1-2020-1248457-07)
(DAS접근코드 C84A)
출원인명칭 주식회사 동인(1-2020-084177-7)
대리인성명 이충한(9-2013-001988-2)
발명자성명 강동훈
발명의명칭 딸기 고설재배용 전동관리기

2. 논문(투고)

가. 비SCI

- 1). 논문 제목 : 딸기 고설 재배용 전동 관리를 통한 토양 물리적 성질에 따른 경운작업 분석
- 2). 학술지 : 농업생명과학연구원
- 3). 저자명 : 이준현, 이덕현, 최경문, 강동훈, 김현대

딸기 고설 재배용 전동 관리를 통한 토양 물리적 성질에 따른 경운작업 분석

이준현^{1*}, 이덕현¹, 최경문¹, 강동훈², 김현대^{1*}

¹경상대학교 바이오시스템공학과, ²(주)동인.

접수일(2020년 월 일), 수정일(2020년 월 일), 게재확정일(2020년 월 일)

Analysis of Tilling Operation according to the Physical Form of Soil & Electric Cultivator for an Elevated Strawberry Cultivation

Jun Hyeon Lee^{1*}, Deog Hyun Lee¹, Gyeong Mun choie¹, Dong Hun Kang²,
Hyeon Tae Kim^{1*}

¹Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and
Life Science, Gyeongsang National University(IALS), Jinju, 52828, Korea

²company for Agricultural Machinery, 14, Solbat-ro 43beon-gil, Jinju-si,
Gyeongsangnam-do, Republic of Korea, Korea

*Corresponding author: Hyeon Tae Kim

Tel: +82-055-772-1896

Fax: +82-055-772-1899

E-mail: biosni@gnu.ac.kr

초록

딸기 고설재배를 함에 가장 작업 부담이 큰 부분 중 하나로 다쳐진 상토와 얽혀있는 잔뿌리를 풀어주는 작업과 두둑 성형을 뽑을 수 있다. 본 연구에서는 딸기 상토의 로터리와 두둑 성형을 할 수 있는 고설재배 전동관리를 통한 토양 물리적 성질에 따른 경운 작업 효율에 관한 연구를 집중적으로 진행 하였다. 고설재배 베드를 통해 작업기의 특성(주행속도, 로터리 칼날 속도)에 따른 경운 토양의 공극률, 토양 수분함수량, 경도를 측정하였으며 이를 통해 고설재배 딸기 관리기의 개발의 기초자료로 활용하고자 한다. 전동 관리를 사용 후 경도에 경우 기존 상토에 비해 좌측 2.5 배, 우측 3.1 배, 중앙 2.2 배 이상 경도가 낮아졌다. 상토의 공극률에서는 포트 용수량에 경우 2.83% 낮은 결과가 측정 되었지만 공극률 15.93 %, 기상률 18.45 %로 크게 증가한 결과를 측정하였다. 수분 함수량에 경우 작업 후 평균 51.89 %로 측정 되었으며 기존 상토에 비해 45.85 % 증가한 결과를 측정되었다. 이를 통해 작업 후 모든 물리적 특성에 향상 되었으며 로터리 속도 490 rpm이상부터 관리기의 속도가 느릴수록 상토의 품질이 향상되는 것을 확인 할 수 있었다.

3. 학술발표

가. 국내

- 1). 학술대회명 : 한국생물환경조절학회
- 2). 발표 일자 : 2019. 11. 08.
- 3). 발표제목 : 고설 재배용 전동식 관리기 개발 및 성능 분석

나. 국내

- 1). 학술대회명 : 한국농업기계학회
- 2). 발표 일자 : 2020. 06. 15.
- 3). 논문제목 : 고설 재배용 전동식 관리기 개발에 따른 로터리 칼날 안정성 검토

194-7	단수수 생육과 당 함량 Growing and Sugar Contents of Sweet Sorghum(Sorghum bicolor var. dulciculorum) 김도, 장석우, 이희주, 장승우, 안재훈, 위수환*	243
194-8	사탕무 종중별 생육 특성 Growing Characteristics of Sugar Beet(Beta vulgaris var. saccharifera) at Different Variety 김도, 장석우, 이희주, 장승우, 안재훈, 위수환*	244
194-9	생육온기 저온 저조도 조건이 토마토의 수확에 미치는 영향 Effects of Low Temperature and Low Solar Radiation on Yield of Tomato 프소환*, 권희, 이희주, 장승우, 안재훈, 이진형, 이희수	245
194-10	사막형 온실 냉방패키지 구성 및 기호 성능시험 Cooling Package Composition and Performance Test of Desert Climate Greenhouse 프소환*, 권희, 이진형	246
194-11	스마트형 오이와 멜론의 생산량과 생산면적 상관관계 분석 Correlation between Leaf Area and Yield of Smart Farm Cucumber 프소환*, 정운경, 조영희, 이태연	247
해나지/사원/구조/양계		
194-1	유리온실 부속품 기능성필름 투광성능 분석 Transmittance of Functional Film for Covering Glass Greenhouse 표준환*, 조영희, 김병준, 이태연, 오영식, 유정현	251
194-2	Energy Saving Potential of Greenhouse Thermal Screens Adem Rabab, Wook Hi Na, Jong Won Lee, Hyun Woo Lee*	252
194-3	Determination of Long-Wave Emissivity and Absorptivity of Thermal Screen for Greenhouse Adem Rabab, Wook Hi Na,Adnan Rabab, Hyun Woo Lee*	253
194-4	식물 생육 측정을 위한 식물표형학 분석기의 적용 가능성 Applicability of Plant Phenotype Analyzer for Measuring Plant Growth 도희만*, 김진형, 이희주, 박기호, 이태연, 이준성	254
194-5	리퍼프 보급방법을 통한 물안기배에 적합한 고정식 수재 하우스 설계 Design of the Fixed Type Single-span Plastic Watermelon Greenhouse Suitable for Haman Region Using the Reinforcing method of the Eaves 홍신호*, 부희영, 조영현, 김승우	255
194-6	변로형 고층고 연동 비닐하우스 설계 Design of the Venlo Type High Eaves Multi-span Plastic Greenhouse 홍신호*, 부희영, 조영현, 김승우	256
194-7	발열관의 배치에 따른 유속이 온수순환 온실의 온도분포에 미치는 영향 Effect of Pipes Layout and Flow Velocity on Temperature Distribution in Greenhouses with Hot Water Heating System 신원호, 김병식, 남양호*	257
194-8	고설 재배용 전동식 관리기 개발 및 성능 분석 A Study on the Development and Performance Analysis of Electric Cultivator for on Strawberry Cultivation Bed 김진호, 이태연, 최우현, 장승우, 김현태*	258

고설 재배용 전동식 관리기 개발에 따른 로터리 칼날 안정성 검토

*이진형, 이희수, 장승우, 안재훈, 위수환
김도, 장석우, 이희주, 장승우, 안재훈, 위수환

서론 및 연구 목적

- 국내에서 열기가 많은 농작물은 지프에서 재배하는 것이 일반적이거나, 논지 재배는 노동자에 따른 부담이 크고 열매가 토양에 직접 접촉되어 생산량이 저하되는 문제가 있어 재배 방법이 고설재배로 점차 전환되고 있다. 하지만 대부분의 고설재배용 베드의 두께, 길, 로터리, 열풍송출 작업자가 수작업으로 수행하고 있으며 이로 인해 인력 부족, 생산성 저하, 고 수확비용 등에 문제를 해결하는 것이 시급하다. 따라서 열의 문제를 해결 할 수 있는 고설 재배용 전동식 관리기를 개발하였다. 하지만 고설 재배 베드의 평균 길이 80~100 cm로 작업자의 허리에서 돌출져 정도의 높이로 그 뒤에 기계를 사용할 시 기계의 안정성이 매우 중요하다. 본 연구는 고설 재배용 전동 관리기 개발을 위해 수행되었으며 고설재배용 전동기의 안정성 검토를 목표로 한다.

재료 및 방법

- 고설재 베드에서 전동 관리기를 사용하였을 때 이물질의 의한 로터리 칼날의 파괴, 로터리 칼날의 고유진동수를 Solid Works 프로그램 이용하여 분석하였다.
- 전동 관리기는 마터의 전기모터를 사용하며 로터리 칼날 속도는 최대 700 rpm을 낼 수 있으며 재질은 Alloy Steel을 사용하였다.
- 로터리 칼날은 계속적으로 회전할 하며 이로 인해 공진에 의한 파괴를 고려하여야 한다. 따라서 Solid Works 프로그램을 이용하여 로터리 칼날 샤프트의 베어링 지지를 지정하여 고유진동수를 측정하였다.
- 칼날날의 회전 중 충격중심이 가해진 상황을 해석하기 위한 동적해 분석을 위해 원시 모델을 100%라고 가정을 하였다. 해석을 위해 경운 칼 파드를 관리하여 간섭을 제거하여 진행하였다. $T = F \cdot r$ 식을 이용하여 총력을 이용하여 로터리 칼날의 기계적 가해지는 충격하중 14.76 kgf의 값을 구하였으며 안정성 검토를 위해 원 영의 칼날에 2배, 4배, 6배의 충격 하중을 주어 로터리에 가해진 충격력을 측정하였다.

결과 및 고찰

로터리의 칼날의 충격하중 해석결과 최대 von 미세스 응력이 30MPa로 칼날의 끝부분에 도출되어 작업에 큰 영향은 미치지 않는 것으로 나타났다. 허나 로터리 칼날 회전시 해석결과 von 미세스 응력이 299MPa로 도출되었으며 Alloy steel의 항복강도가 600MPa로 안전계수가 2.0이 도출되어 칼날 안쪽이 보강되어야 한다고 사료된다. 허나 실제 제작 후 칼날을 사용하였을 때 로터리 샤프트에 이상이 없었으며 이는 고강도구조강을 로터리 샤프트 용에 하여있기에 von 미세스 응력이 높게 나온것으로 사료되며 실제도 작업시 베어링을 통해 작업기의 결합을 하기에 로터리의 칼날을 사용하는 데 큰 문제가 없다고 판단된다. 로터리의 칼날의 최대 회전 속도는 116.62 Hz로 설정되어 공진현상이 일어나는 754.2Hz보다 적게 설계되어 칼날의 공진현상은 나타나지 않을 것으로 판단된다.

사사

- 본 결과들은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술포합사업의 지원을 받아 연구되었음(119003-2)

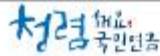
Gyeongsang National University (GNU), Department of Bio-systems Engineering,
Smart Farm Research Center, Smart Farm Systems Laboratory

4. 신규인력 고용 창출

가. 연구 과제 참여 연구원 신규 인력 채용

- 1) 이름 : 김○대
- 2) 채용일시 : 2020. 11. 01.

출력일시 : 2020.11.30 10:36

4대 사회보험 사업장 가입자 명부						
발급번호	20201130046517	발급일시	2020-11-30 10:35	사업장 관리번호	41787011160	
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험		
사업자등록번호	417-87-01116	417-87-01116	417-87-01116	417-87-01116		
사업장 명칭	주식회사동인	주식회사동인	주식회사동인	주식회사동인		
■ 가입 내역(발급일자 현재기준) 1 / 1						
연번	주민(외국인) 등록번호	성명	자격 취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	600925-1*****	정태중		2018.01.01	2018.01.01	2018.01.01
2	740101-1*****	김동대	2020.11.01	2020.11.01	2020.11.01	2020.11.01
3	761130-1*****	강동훈	2018.01.01	2018.01.01		
4	771226-2*****	남은주	2019.03.04	2019.03.04		
5	840827-1*****	김동민			2018.01.01	2018.01.01
이 하 여 백						
<p>▷ 위 사업장 가입자 명부는 [확인용]으로 신청·발급된 것임을 알려드립니다. - [확인용]은 4대 사회보험의 업무목적을 위해서만 제공하는 것이므로 재직증명용, 경력증명용, 대출용 등 다른 용도로 사용시에는 발급 기관에 법적 책임이 없다는 점을 알려드립니다. - 타 기관 제출을 위한 용도로 발급을 원하시는 경우에는 각 공단 지사 창구로 신청하시기 바랍니다.</p> <p>▷ 위 사업장 가입자 명부는 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계 받아 제공하는 것입니다.(문의전화: 국민연금 1355, 건강보험 1577-1000, 산재·고용보험 1588-0075) - 사업장 가입자 명부의 내용이 사실과 다를 경우에는 해당 공단으로 문의하시기 바랍니다. - 과거 가입내역은 해당 보험별 각 공단에 문의하여 발급받으시기 바랍니다.</p> <p>▷ [산재보험]의 경우, '자격취득일'은 근로자 고용일을 뜻하며, 건설업 및 별목업 등 '자진신고 사업장'은 근로자 고용정보 신고 대상이 아니므로 '자격취득일(고용일)'은 표기되지 않습니다.</p> <p>▷ 위 사업장 가입자 명부는 [사업장 관리번호]를 기준으로 작성되었습니다.</p>						
위와 같이 국민연금 가입내역을 확인합니다. 국민연금공단 이사장		위와 같이 건강보험 가입내역을 확인합니다. 국민건강보험공단 이사장		위와 같이 산재보험 가입내역을 확인합니다. 근로복지공단 이사장		위와 같이 고용보험 가입내역을 확인합니다. 근로복지공단 이사장
						
						
<p>▷ 위 사업장 가입자 명부는 4대 사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단 국민건강보험공단 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계받아 제공하는 것이며, 발급사실 여부는 발급일로부터 90일까지 4대 사회보험 포털사이트(www.4insure.or.kr)의 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다. *청명한 정보연계서비스, 4대 사회보험이 함께 합니다.*</p>						

5. 홍보전시 및 기사

가. 기사

- 1). 신문사 : 한국농기계신문
- 2). 기사 일자 : 2020. 11. 30.
- 3). 기사제목 : 동인 ‘딸기 고설재배용 전동관리기’ 개발

동인 ‘딸기 고설재배용 전동관리기’ 개발

농기평 ‘2019 첨단생산기술개발사업’ 통해 기계화율 높여

이재학기자 jaehakxx@kamnews.co.kr

㈜동인(대표 강동훈)이 ‘2019 첨단생산기술개발사업’을 통해 위탁기관 경상대학교와 함께 ‘딸기 고설재배용 전동관리기’를 개발했다.

지난해 4월에 시작해 올해 딸기 지 진행되는 이 사업은 약 4억6천만원 규모의 총 사업비와 함께 갈수록 심화되고 있는 고령화와 여성화 농촌의 생산성 향상을 위해 고설재배용 전동관리기를 개발하는 것을 목표로 시작했다.

현재 딸기 생산에 많은 수의 농가가 노지 재배 방법에서 고설재배 방법으로 변경되고 있지만, 딸기 고설재배용 기계화율이 현격히 낮고 제작된 기계에 경우도 대부분 인력이 투입돼 수동으로 작동되고 있는 실정이다.

이에 이번 사업을 통해 농촌 고령화 문제가 지속되고 있는 상황에서 여전히 진행중인 기존 노동 집약적인 단순 딸기 생산 방식을 타개하고, 고설재배용 기계화율을 높여 농가수익을 증대시키겠다는 것이 개발담당 업체측의 설명이다.

이번에 개발된 딸기 고설재배용 전동관리기는 기존 수동식 제품과는 달리 모터 구동 전동방식으로 섀토와 배토(두둑형성)를 동시에 작업해 작업 인력을 줄일 수 있어 인



수작업이었던 고설재배 배토작업을 기계화 함으로써 작업의 효율성을 향상시켰다.

건비 또한 절감시키는 효과가 있다. 이어 전동 모터를 이용함으로써 화석연료 사용의 감소와 에너지 절약에 기여하며, 작업시 기존의 엔진구동방식과 다르게 소음 피해에서 벗어날 수 있다.

강동훈 ㈜동인 대표는 “이번 기술개발 사업을 통해 수작업이었던 고설재배 배토작업을 기계화 작업으로 변경함으로써 작업의 효율성을 극대화 시킬 수 있게 됐다”며 “고령화 및 여성화에 대비한 편한 조작으로 노동력 절감과 안전성 확보에 신경을 많이 썼다”고 설명했다. 이어 “최대한 농민의 입장에서 서서 생각하며 그것이 개발로 이어질 수 있도록 했다”며 “이는 농가의 안정적인 수익창출을 기여할 뿐만 아니라, 생산성 극대화를 통한 농가소득이 향상될 것을 기대한다”고 전했다.

나. 홍보

- 1). 신문사 : 한국농기계신문
- 2). 기사 일자 : 2020. 11. 30.
- 3). 기사제목 : “고령화, 여성화 농촌 생산성 향상 딸기 고설재배용 전동관리기”

“고령화·여성화 농촌 생산성 향상 딸기 고설재배용 전동관리기”



안전성

안전성 검증을 위한 유한요소 해석 및 설계

경량화

노인 및 여성이 사용하기 쉽게 가볍게 제작

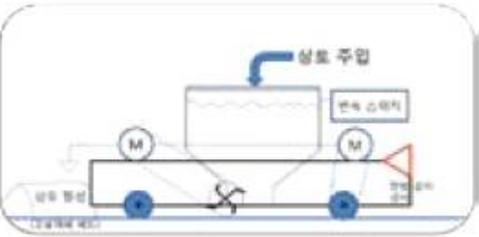
안정성

테스트 베드 설계 및 구축을 통한 실 환경에 적용 가능한 제품 구축

특장점

쇄토·배토 일체형 기계 설계 및 제작
전동모터탑재, 소음 및 대기환경 개선 제품

딸기 고설재배용 베드의 배토 및 쇄토장치
(특허등록 대한민국 10-1908061)



(주)동인 경상남도 진주시 솔밭로 43번길 14

T. 055)763-2198 F. 055)755-1855
E. dongin2198@hanmail.net

검색결과 약 1,460개 (0.38초)

www.kamnews.co.kr > news > articleView ▾

동인, '딸기 고설재배용 전동관리기' 개발 < 생산·유통 < 기사본문 ...

2020. 11. 25. — 동인(대표 강동훈)이 '2019 첨단생산기술개발사업'을 통해 위탁기관 경상대학교와 함께 '딸기 고설재배용 전동관리기'를 개발했다. 지난해 4월부터 ...

딸기 고설 전동관리기 관련 이미지



이미지 신고



모두 보기

www.kamnews.co.kr > news > articleList ▾

기사목록 - 한국농기계신문

동인, '딸기 고설재배용 전동관리기' 개발. 이재학 기자 2020.11.25 15:15. 더보기. 농기계 생산·유통 기자재 농업 스마트 지방 오피니언 기획 비주얼뉴스 ...

5. 사업화

가. 제품 판매

1). 판매일자 : 2020. 11.30

물품구매계약서

공급자 ㈜동인과 수요자 이상영 고객님간에 다음과 같이 물품 구매 계약을 체결한다.

제 1조 물품내역 및 금액

품명	규격	수량	단가(원)	금액(원)
딸기 고설재배용 전동 관리기	DI-100	1	1,500,000	1,500,000
공급가 : ₩ 1,500,000 (금 일백오십만원)				

제2조 물품인도

공급자 ㈜동인은 2021년 11 월 20 일까지 수요자 이상영 고객님이 주문한 상기 물품을 인도키로 한다.

제3조 검수 및 인도

공급자 ㈜동인이 납품한 물품은 수요자 이상영 고객님이 검수 후 인수한다.

제4조 물품 대금 지급

1. 물품대금은 제3조 규정에 따라서 인수가 끝난 후 수요자 이상영 고객님은 즉시 지급하여야 한다.
2. 공급자 (주)동인과 수요자 이상영 고객님 쌍방간의 특수한 사정이 있을때는 지급조 건을 변경할 후 있으며 대금 지급은 계약 체결 후 일주일 이내로 완납한다.

제5조 특약사항

상기계약 일반사항 이외의 아래 내용을 특약사항으로 정하며 일반사항과 특약사항이 상충하는 경우 특약사항을 우선하여 적용하도록 한다.

1. 사후관리(무상보증기간) : 물품 인수일로 부터 1년으로 한다.
2. 단 수요자 이상영 고객님의 귀책사유, 소모성부품, 천재지변등의 의한 경우 공급자 ㈜동인은 일정의 소요실비를 청구할 수 있다.

제6조 기타

본 계약서에 명시되지 않은 사항은 통상적인 상거래 관련 법령에 따른다.
본 계약을 보증하기 위해 계약서 2통을 작성하여 각자 서명날인 후 각각 1통씩 보관한다.

2020년 11 월 16 일

공급자 : (주) 동 인 (인)



수요자 : 이상영 (인)

물품인수완료증명서

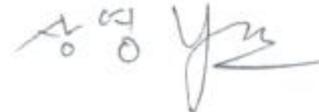
품명	규격	수량	비고
딸기 고설재배용 전동 관리기	DI-100	1	

상기물품을 정히 인수합니다.

2020년 11월 20일

물품인계자 : (주) 동인 강동훈(인)



물품인수자 : 이 상영 

4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1절. 목표

- 본 연구의 최종목표는 딸기 고설재배용 전동관리기를 개발하여 친환경적이고 기술 집약적이면서 안전한 농기계 보급으로 환경개선, 작업 안전성 및 소득증대에 기여하는 것이다.
- 주관기관 및 협동기관은 과업기간내 연구개발목표를 달성을 위해 성실히 연구개발을 진행하였으며, 연구 및 분석결과 연구개발 성과품을 토대로 연구개발 성과를 평가한 결과 모두 달성한 것으로 판단된다.

2절. 목표 달성여부

1. 1차년도

연구개발 목표	기관	연구개발내용		가중치 (%)	달성도 (%)	
딸기 고설재배용 전동관리기 개발	동인	기술 자료 수집 및 분석을 통한 개발 방향 설정	- 소비자 needs 파악	15	100	
			- 시장동향 및 특허 조사	15		
			- 선행 개발품 분석 및 작업효율 테스트	10		
	동인	시작기 설계 및 개발	- 프레임부 - 조작부 - 로터리부 - 감속기 및 모터부	25	100	
			시작기 제작	- 부품 입고 - 부품 검사 - 부품 제작 - 조립 및 작동 시험	35	100
	경상대학교	전동 관리기 동력 분석모델링 개발 및 구조해석		- 대상 작업 필드 시험 데이터 취출 및 분석, 해석	50	100
			전동 관리기 실증시험	- 공극율 - 기상율 - 반전율 - 경도	40	100
				학술대회	- 학술대회 발표	10

2. 2차년도

연구개발 목표	기관	연구개발내용	가중치 (%)	달성도 (%)	
딸기 고설재배용 전동관리기 개발	동인	주요 성능평가	- 가동 및 조작 시험	10	100
			- 전동관리기 경량화	25	
		- 동력 전달 방식 변경			
		- 바퀴 폭 조절 장치 개발			
		- 스크류형 로타리 개발			
		시작기 설계 및 개발	- 프레임부	20	
	시작기 제작	- 조작부	20	100	
		- 로터리부			
	이동대차 개발 및 제작	- 감속기 및 모터부	10	100	
		- 부품 입고			
홍보 및 전시	- 부품 검사	15	100		
	- 부품 제작				
경상대학교	전동 관리기 실증시험	- 조립 및 작동 시험	40	100	
		- 이동대차 개발 및 제작			
	딸기 생육 시험	- 농기계신문 홍보	50	100	
		- 농기계신문 기사			
학술대회	- 경도	10	100		
	- 공극율				
	= 기상율				
	- 용기용수량				
	- 함수량				
	- 췌토율				
	- 줄기 직경	50	100		
	- 초장				
	- 엽수				
	- 과실의 수, 크기, 무게				
	- 학술대회 발표	10	100		

3절. 관련 분야 기여도

1. 기대성과

□ 기대성과

- 상토의 유실없이 상토를 배토할 수 있는 시스템 기술 확보
- 화석연료 엔진 방식이 아닌 전기를 사용하여 환경오염을 개선하고자 함.
- 수작업을 기계화하여 여성 및 노약자의 친화적인 관리기를 개발하여 생산량은 올

리고 작업 강도는 낮춤

□ 경제적 기대효과

- 농가소득 증대 및 고부가가치화
- 생산성 증가로 인한 경제 가치 증가 (30억원/년 효과)
- 생산량증가로 가공식품 증가
- 친환경 농기계 보급의 활성화
- 농작업의 편의성 확보
- 친환경 농기계의 개발로 친환경 농업의 실현 및 수출 유망상품 보유
- 타 산업분야에 활용 가능 (다양한 농작업 기계)
- 고령화에 따른 지역산업 약화를 방지하여, 청년이 몰려오는 농촌지역 및 부농으로 이루어진 농업 사회 구축
- 이를 통해 지역민의 생활과 밀접한 농가 수확시스템 문제를 해결하고, 지역 업체와 협업하여 지역의 연구개발 역량을 강화 시키는 역할을 함

□ 경제적 기대효과

- 수작업이었던 고설재배 배토작업을 기계화 작업으로 변경함 함으로서 작업 효율 향상.
- 추가적인 시비 작업의 최소화로 딸기의 생산량이 증가하게 됨.
- 전동기술 확보를 통한 다양한 농업용 전동 소형기계 기술 확보
- 모터 제어 기술 확보
- 전동형 관리기로 화석연료 사용의 감소 및 에너지 절약에 기여
- 고령화 및 여성화에 대비한 편한 기기 조작으로 노동력 절감, 안전성 확보
- 위험한 로터리, 배토 및 소독 등 작업 대비 각종 안전장치 기술로 작업 안정성 확보
- 기타 농업기계의 전기모터 적용 가능성 확보

5장. 연구결과의 활용 계획 등

1. 딸기 고설재배용 전동관리기 과제 기술 확대 적용

가. 동력원 다변화로 친환경 발농업 기계 개발 필요

- 1) 소형 모터 제어 기술 확보로 농업용 소형기계에 적용 가능성 확대
- 2) 전기 전동기술 확대 보급으로 탄서저감, 소음감소 등 쾌적한 작업 환경 조성

나. 과제 기술, 기술 타기종으로 확대 실시

- 1) 기존제품에 금번 편의 기술 및 작업성 개선 기술을 적용 -> 제품 품질 향상
- 2) 타 모델군의 수입 제품에 대한 경쟁력 강화, 시너지 효과

다. 생산, 양산화 추진

- 1) 생산 원가 저감을 위한 생산기술 개발 필요
- 2) 모듈 조립의 자동화 라인 검토

2. 전동관리기 활용성 확대

가. 추가 작업기의 발굴 및 개발

- 1) 다양한 발잡업에 대한 대응성을 높여 발작업 기계화율의 추가적인 상향추구
- 2) 지역별, 작목별 특화된 작업기 개발로 작업 효율 극대화 필요
- 3) 특허 출원 중인 딸기 전동관리기 전용 멀칭기 도입을 위한 지속적인 기술 개발

나. 기체 중량과 규격의 지속적 감소 필요

- 1) 합리적 구조 설계로 충분한 내구성을 유지하면서도 기체 컨트롤이 더욱 쉽도록 중량 및 밸런스 관계 개선 개발 필요

3. 필드의 요구사항

가. 전동관리기 및 이동대차 대한 지속적 시장 요구에 대응하고자, 옵션별 다양화를 통해 구매력과 편의성을 동시에 도모 예정

나. 단계별 사업화 등록으로 시장 선점 및 시장 요구에 대응, 소비자 만족도 향상 기대

4. 지속적 홍보 및 전시계획

가. 진주 국제 농업박람회, 김제 농업박람회, 상주 농기계박람회 -> 전시홍보

나. 한국농기계신문 등 대중매체를 통한 홍보 -> 수요창출, 공급확대

5. 국내 시장 활성화 및 수출시장 진출

가. 주관기관의 활발한 내수시장 공급망을 활용하여 지속적으로 수요량 개척에 노력

나. 가격 경쟁력과 기술 경쟁력의 좋은 조건을 필두로 개발도상국의 폭넓은 정부 지원 정책에 부합 할 수 있도록 전략적 추진 실시하여 추가 매출 향상에 활용 예정

붙임. 참고문헌

1. Park G. S. 2016. Types and Physicochemical Characteristics of the Nursery Media Used in Major Strawberry-Farming Regions Journal of Environmental Science International 25(6) ; 889~895
2. Hai S., You S. H., Lee J. H. and Oh S. H . 2019. A Study on the Development and Design of Mini-rotary Device for Crushing Nutrient Coco Peat on Strawberry Cultivation Bed. Korean Society of Mechanical Technology. 21(3) : 533-538
3. Choi J. Lee Y. B., Ku. J. H., M., Ahn J. W. 1997. Effect of Medium Composition on Physical Properties of Soil and Seedling Growth of Red - Pepper in Plug System. Horticultural, environment, and biotechnology. 38(6) : 618-624.
4. Jung H. J., Kim S. S., Jo J. M., Kang D. S., Kim H. T. 2018. Analysis of Tilling Operation according to the Physical Form of Soil & Work Machine. Journal of Agriculture & Life Science. 21(2) : 17-17.
5. Choi H. G., Moon B. Y., Kang N. J., Ko D. W., Kwon J. K., Lee J. H. , Park K. S. 2016. Analysis on Growth and Yield of Cherry Tomato Grown in a Two-Story Bed System Adapted to Strawberry Cultivation as Affected by the Planting Time during the Uncultivated Period. Korean J. Hortic Sci & Technol. 34(2) : 228-235
6. Jeong H. J., Rho I. R. and Jeon H. Y. 2013. Improvement of Bed System for High-bench Type Hydroponic. Korean Society For Horticultural Science. 31 72-72
7. Park K. L., Lee B. M., Lee S. B., Lee M. H., Nam H. S. and Kim J. H. 2013 Soil Physical Properties in an Organic Corn Field by Tillage Method. Korean Society Of Soil Sciences And Fertilizer. 98-98

8. Cho, J. H. and K. R. Kim. 1997. Effects of bulk density, volumetric water and gravel contents on hardness in prepared sandy loam. Korean J. Soil Sci. Fert. 30:46-50.
9. Topp G. C., Reynolds W. D., Cook F. J., Kirby J. M. and Crater M. R. 1997. Physical attributes of soil quality. Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. 25 : 21-58
10. Taylor, H.M., Roberson G.M., and Parker J.J. 1966. Soil strength and root penetration relations for medium to coarse-texture soil materials. Soil Sci. 102:18-22.
11. Kim C. Y., Seo Y. J., Kwon T. Y. , Park J. H., Heo M. S., and Ha S. K. . 2010. Correlation between the Factors of Soil Physical Property in Upland Soil. Korean Society of Soil Science and Fertilizer. 43(6) : 793-797
12. Canarache A. 1991. Factors and indices regarding excessive compactness of agricultural soils. Soil and Tillage Research. 19 : 145-164
13. Bilderback, T. E., Fonteno W. C., and Johnson D. R. 1982. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark, and peat moss and their effect on azalea growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 522-525.
14. Fonteno, W.C., Cassel D. K., and Larson R. A. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 736-741.
15. Choi J. M., Ahn J. W., Ku J. H. and Lee Y. B. 1997. HORTICULTURE ENVIRONMENT and BIOTECHNOLOGY 38(6) : 618-624
16. Bak, G. S., Kim, Y. C., An, S. W., Gang, H. Y. and Choei, J. M.. 2015. Changes in Moisture Contents of Rice-hull Based Root Media and Growth Responses of 'Seolhyang' Strawberry during Vegetative Propagation. Korean journal of horticultural science & technology. 33(1) : 47-54
- 17 Lee S. K., Kim S. T. and Woo J. K. 2000. Tillage Characteristics of the Single-Edged Rotary Blade. Journal of biocystems Engineering, 25(5) : 369-378

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	딸기 고설재배용 전동관리기 개발				
	Development of Electric Cultivator for strawberry High-rise Reclamation				
주관연구기관	(주)동인		주 관 연 구 책 임 자	(주)동인	
참 여 기 업	경상대학교			강동훈	
총연구개발비 (454,250 천원)	계	454,250	총 연구 기간	2019. 04. 16 ~ 2020. 12. 31 (1년 9월)	
	정부출연 연구개발비	340,000	총 참 여 연구 원 수	총 인 원	10
	기업부담금	114,250		내부인원	10
	연구기관부담금	-		외부인원	-

□ 연구개발 목표 및 성과

- 친환경적이고 기술집약적이면서 안전한 농기계 보급으로 환경개선, 작업 안전성 및 소득증대에 기여함
- 특허출원 2건(주간 1, 위탁 1), 학술대회 2건, 신규 인력 채용 1명(주간 1), 농업기계신문 광고 및 기사, 사업화 1개종 기종(딸기 고설재배용 전동 관리기)

□ 연구내용 및 결과

- 고령화·여성화 및 종래 노동집약적 생산방식에서 야기되는 생산성 저하, 고 수확비용 문제를 해결하여 농가 소득 증대 및 농업생산력을 향상시킬 수 있도록 딸기의 고설재배용 베드의 배치 쇠토작업과 동시에 보충용 혼합상토를 투여하여 교반작업을 하여 두둑형상을 완성하는 전동관리기 개발
- 고령자, 여성을 위한 딸기 고설재배용 전동관리기 본체, 시작기 개발 및 제작
- 딸기 고설재배용 전동관리기 로터리 스크류날 개발 및 제작
- 이동대차(고설재배용 전동관리기용) 시작기 개발 및 제작
- 인체공학적/사용편의성을 고려한 전동관리기 개발

□ 연구성과 활용실적 및 계획

- 소형 모터 제어 기술 확보로 타 기계에 적용하여 제품의 다양성 확보
- 전동관리기 및 이동대차에 대한 시장요구에 대응하여, 옵션별 다양화를 통해 구매력과 편의성을 동시 도모 할 예정
- 가격 경쟁력과 기술 경쟁력의 좋은 조건을 필두로 개발도상국의 폭넓은 정부 지원 정책에 부합할 수 있도록 전략적 추진을 실시할 예정

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		119003-2	
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야	농업기계·시스템			과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	뜯기 고설재배용 전동관리기 개발			과제유형	개발
연구기관	(주)동인			연구책임자	강동훈
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도		140,000	47,500	187,500
	2차연도		200,000	66,750	266,750
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계		340,000	114,250	454,250
참여기업	-				
상대국	-	상대국연구기관	-		

2. 평가일 : 2021. 02. 01

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)동인	대표	강동훈

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	강동훈 
----	---

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		119003-2	
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야	농업기계·시스템		과제구분	단위	
사업명	첨단생산기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	딸기 고설재배용 전동관리기 개발		과제유형	개발	
연구기관	(주)동인		연구책임자	강동훈	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도		140,000	47,500	187,500
	2차연도		200,000	66,750	266,750
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계		340,000	114,250	454,250
참여기업	-				
상대국	-	상대국연구기관	-		

2. 평가일 : 2021. 02. 01

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)동인	대표	강동훈

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	강동훈
----	-----

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

- 딸기 고설 재배용 배지의 상토 보충방식의 획기적인 전환
 - 대다수 농가 수작업 진행, 일부농가 기존배지 로타리(쇄토기)사용 후 수작업으로 보충용 상토 공급 후 두둑형성
 - 고설재배용 전동관리기 : 보충용 혼합상토를 공급하면서 기존배지와 혼합교반 로타리 후 두둑형성 까지 동시 진행
- 기존 화석연료 엔진에서 전기모터 제어 설계로 친환경적 발농업기계 개발
 - 저탄소 배출과 저소음으로 시설하우스내 쾌적한 작업 환경 조성
- 이동대차(편이기기) 설계 및 제작
 - 보충용 상토의 적재 및 소운반
 - 전동관리기 배지간 이동
 - 고령화, 여성화 작업환경 개선

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

- 경제적·산업적 측면
 - 청장년층 남성을 대상으로 한 농기계산업에서 현재, 단순형태 농기구 의존 빈도가 높은 고령자, 여성들의 농기계 사용 비중을 늘림으로서 농작업 효율이 높아지고 자연스럽게 농업 생산성의 증가하여 농가 소득 개선을 줌
 - 고령자, 여성농업인 뿐만 아니라 전형적인 중소형 농가의 작업효율을 높여 농업인의 작업환경을 개선하고 농가의 수익을 증대시킴
- 사회적 측면
 - 전문 농기계를 활용함으로써 노동시간을 감축하고 농업의 규모화를 이뤄 생산성을 높이고 이를 통한 여성 주도적인 농업 활동이 증가하여 여성의 사회적/경제적 활동 참여를 이끌어 내는 단초가 될 수 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

- 기술적 측면
 - 수행과제를 통한 소형 모터 제어 기술 확보로 타 기계에 적용하여 다양한 적용 기종 확대
 - 여성 농업인들의 발농업 비율중 특히 높은 하우스 및 고설재배작물에서도 유용하게 사용 할 수 있도록 전동관리기를 딸기전용으로 국한하지 않고 개발하여 다양한 작물에 대한 기대 활용도가 높을 것으로 기대 함
- 사회적 측면
 - 관련기술과 전동관리기를 국내외 전문 학술지, 농업기계 미디어등에 선행기술을 홍보하고 국내 농작업 기계의 대외 경쟁력을 전파하여 국내 농작업기계의 대외 경쟁력을 향상 및 이미지 개선

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

- 고령자와 여성 농업인들이 노동집약적 딸기 고설재배·작업 환경을 개선하고자 이 연구개발을 진행하게 되었다.
- Concept 설정 및 시스템 디자인, 부품설계, 금형 및 가공기계를 활용한 시제품 개발, 실증시험에서의 문제점 도출 등 여러 단계를 반복하여 1차 시작기를 완성하였다.
- 위탁기관의 로타리 칼날 절단 형성분석 및 각종 물성실험들을 토대로 로타리 스크류날 설계 및 제작, 구동방식 보편 설계, 베드규격에 조절 가능한 바퀴조절 장치 등을 보완 설계를 진행하였다.
- 2차 시작기 실증시험 전 보충용 상토의 적재 및 운반, 고설베드간 전동관리기 이동성을 용이하기 위해 이동대차를 설계 및 제작 하였다.
- 2차 고설베드 실증 시험결과로 도출된 기계적 단점은 바퀴조절 장치의 길이조정(전도방지), 로타리 배지의 유출최소화(가림막 설치)등을 보완하여 딸기 고설재배용 전동관리기를 개발하였다.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (보통)

- 특허 2건 (딸기 전동관리기 전용 멀칭기, 딸기 고설 재배용 전동관리기)을 출원함.
- 학술발표대회 2건 (고설재배용 전동식 관리기 개발 및 성능 분석, 고설 재배용 전동식 관리기 개발에 따른 로타리 칼날 안정성 검토)을 발표함.
- 논문투고 1건(딸기 고설 재배용 전동 관리기를 통한 토양 무리적 성질에 따른 경운작업 분석)
- 한국농기계신문 홍보 1회, 기사 1회 및 주요 포털사이트 홍보 (코로나 정국으로 인해 전국의 농기계 전시회, 박람회 등이 취소되어 부득이하게 신문 매체를 활용하여 홍보 및 전시를 진행하였다.)

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
- 선행 개발품 분석 및 작업효율 테스트	10	100	완료
- 현재 제작되어 있는 작업기 관련 특허 및 여 구 개발 동향 분석	10	100	완료
- 이동, 채토, 교반등의 각 부 문제점 도출 및 개선을 위한 설계 및 모델링	20	100	완료
- 시제품 모형의 구조, 성능, 강도 등의 분석	10	100	완료
- 기계 적응성 분석 및 경량화 등의 분석	10	100	완료
- 기존기대와 차별화한 제품제작 목표	10	100	완료
- 경남 고설재배에 맞는 시작기 개발 및 경량화	15	100	완료
- 개발장비의 실증 실험을 통한 평가	15	100	완료
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구과제를 통해 딸기 고설재배용 전동 관리기의 시작기(1) 개발 및 이를 보완한 시작기(2)를 제작, 이를 딸기 온실 및 고설재배 배드 내 실증 시험을 통해 분석, 보완, 검증을 실시하였다. 구체적으로 고설재배 전동 관리기를 통해 고설 배드 내 딸기 재배 후 상토를 대상으로 관리기의 이송 속도와 로터리 회전 속도의 변화를 통해 로터리 작업 후 상토의 물리적 특성 변화와 딸기 작물 생육에 관한 연구를 진행하였다. 이를 통해 최종적으로 관리기의 최적 이송 속도 도출에 따른 상토 품질 향상에 목적을 두었다. 딸기 고설재배용 전동 관리기의 개발 및 보완을 통해 현행 화석연료 사용의 시스템에서 전기적 방법을 통한 시스템으로 변경하였으며, 또한 여성 및 노약자 친화적 농업기계 개발을 위해 관리기의 경량화를 진행하였다. 관리기의 실증 시험을 통해, 로터리 회전속도 490 rpm 이상, 그리고 관리기의 이송 속도는 낮을수록 토양의 공극율, 기상을 등의 품질은 향상되는 것으로 나타났으며, 이를 통해 딸기 수확에 따른 무게 또한 향상되는 것으로 나타났다. 다만, 추가적으로 더 많은 농가를 대상으로 실증 시험을 확대할 필요가 있을 것으로 판단되며, 이를 통해 딸기 고설재배의 기계화와 생력화 향상을 달성 가능할 것으로 판단된다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구과제의 목표인 딸기 고설재배용 전동 관리기를 통해 현행 딸기 고설재배를 위한 일반적 공정 단계를 간단하게 줄일 수 있는 핵심 기술 개발을 달성하였다. 핵심 기술 개발을 통해 현행 방법에 비해 고설 재배에 사용되는 상토의 유실없이 배토, 재배 할 수 있는 핵심 기술을 개발하였으며, 또한 전기 시스템 활용을 통한 화석연료 사용 저감, 수작업 방법을 대체할 수 있는 기계화 달성을 통한 작업 효율 향상, 여성 및 노약자 친화적 기계 개발을 통한 농가 노동력 부족 문제 해결 등 당초 계획 시 예상했던 기대효과를 모두 달성 할 수 있는 것으로 판단된다. 다만, 전동 관리기 내 사용되는 시스템의 용량 등에 따라 경량화의 한계점을 이동 대차 개발을 통해 보완하고자 하였으며, 경량화는 추후 시스템 구조 및 재질 등을 통해 지속적으로 보완할 예정이다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구과제의 목표인 딸기 고설재배용 전동 관리기 개발을 통해, 소규모, 여성 및 노약자 친화적 농업기계 개발 및 이를 통한 국내외 기술 사업화가 가능할 것으로 판단되며, 특히 국내 기술 사업화 및 관련 기관을 통한 기술 보급사업 및 지원사업 등을 통해 관련 시장 전반에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 보안성 검토

해당 사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당 사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당 사항 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농업기계 · 시스템	
연구과제명	딸기 고설재배용 전동관리기 개발			
주관연구기관	(주)동인		주관연구책임자	강동훈
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	340,000	114,250		454,250
연구개발기간	2019. 04. 16. ~ 2020. 12. 31. (21개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: _____)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 부품 설계 및 부품 개발	스크류날, 전륜2륜 체인등 부품 설계 및 개발
② 배터리팩 및 모터 경량화	배터리팩 및 모터 경량화 설계 제작
③ 금형 및 가공기계를 활용한 시제품 제작	금형 및 가공기계를 활용한 시제품 1, 2 개발
④ 시제품 성능 테스트 및 보완	시제품 성능 테스트 및 보완설계 및 개발
⑤ 고설재배용 전동관리기 현장실증시험	1차, 2차 현장실증시험 완료
⑥ 고설재배 전동관리기를 이용한 딸기 생육 실험	생육 실험을 통한 딸기데이터 분석

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		SCI	비 SCI	논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
단위	건	건	건	건	백	백	백	백	명	백	건	건	건	건	명	명	건	건		

				만 원	만 원	만 원	만 원		만 원									
가중치	20				25			25					20					10
최종목표	1				1			1			1		2					1
연간내 달성실적	2		1		1			1					2					2
달성율(%)	200		100		100			100					100					200

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	관리기의 전동화
②	쇄토와 교반 작업의 통일화
③	구동방식의 자동화

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화흡수	외국기술 개선개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		√				√	√			
②의 기술		√				√	√			
③의 기술		√				√	√			

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	화석연료를 사용하지 않아 하우스내 소음 및 대기환경 개선으로 쾌적한 작업환경조성
②의 기술	쇄토, 교반의 분리작업의 통일화로 인건비 절감 및 노동시간 절감
③의 기술	일정한 작업으로 전체적인 배지의 쇄토 및 교반의 형상이 정형화 됨

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구활용등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI	논문평균 IF			학술발표	정책활용		홍보전시
단위	건	건	건	건	백	건	백	백	명	백	건	건	건	건	명					

				만 원		만 원		만 원		만 원								
가중치	20				25			25						20				10
최종목표	1				1			1					1	2				
연구기간내 달성실적	2			1	1			1						2				2
연구종료후 성과창출 계획	1	2			1	6,400		2						1				2

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	딸기 고설재배용 전동관리기		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	2,989천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(직접실시)		
이전소요기간	2020.11.22.~2040.11.21.	실용화예상시기 ³⁾	상품화(2021. 08월)
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	해당사항 없음		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.