

자율주행기술발전과 정밀 농업 발전(제주도)

문희창

부교수 / 공학박사
홍익대학교 기계시스템디자인공학과

RoMoMo Lab

1. 농업기계 시장 및 개발동향

국내외 농기계 시장 및 점유기업

- 2019년 세계 농기계 생산규모는 **1532억 달러(한화210조원)** 수준으로 **증가**세

* Global Industry Analysis

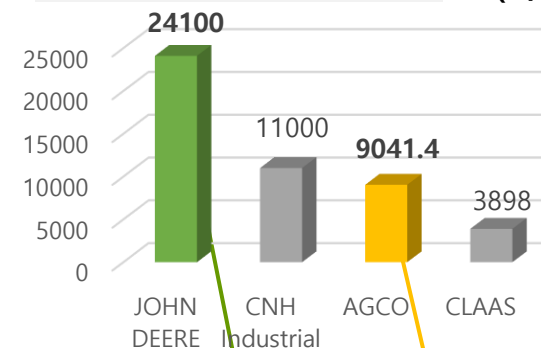
• 국내 농기계 매출규모



- ✓ 국내 농기계 1위 매출 기업
- ✓ 주력상품 : 트랙터, 콤바인
- ✓ 연 매출 : 1조 1798억(2021년)

• 국외 농기계 매출규모

(백만달러/'19년)



JOHN DEERE



- ✓ 세계 농기계 1위 매출 기업
- ✓ 주력상품 : 트랙터, 콤바인 외 중장비
- ✓ 연 매출 : 약 23조 원(2010년)



Your Agriculture Company



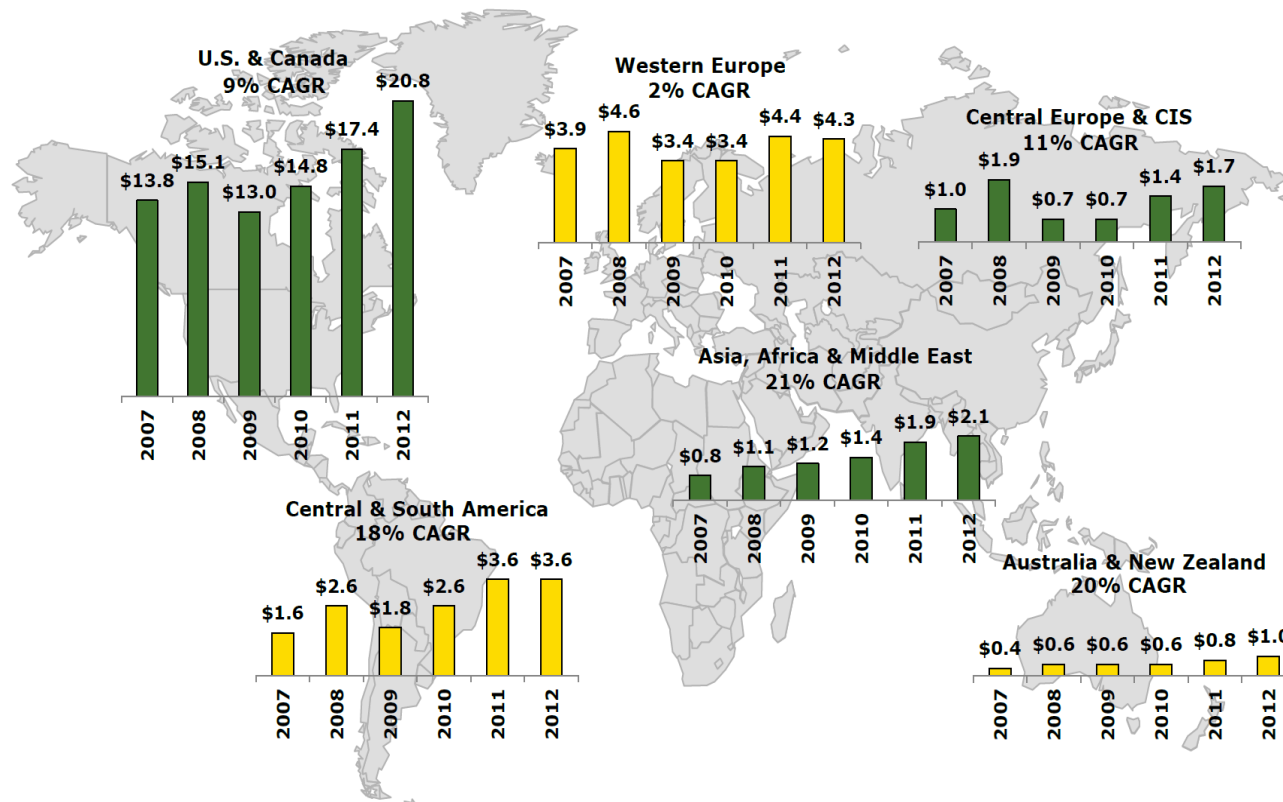
- ✓ 세계 농기계 3위 매출 기업
- ✓ 주력상품 : 트랙터, 콤바인
- ✓ 연 매출 : 약 7조(2010년)

* 국외 농기계 매출규모 - The Freedom Group

1-2

세계 농기계 개발동향

• 세계 농기계 개발동향



▲ 연도별 전 세계 농기계시장 발전 동향

* John Deere 2013 실적 보고서

- 세계 농기계시장은 북미지역을 중심으로 유럽과 남미시장이 전체 시장 중 80%이상을 차지
- 특히 북미 지역과 같은 광활한 평야지대의 대규모 경작지에서 곡물을 생산 시 농민의 편의를 위해서 자동 운전시스템인 (Auto-Guidance System)을 장착하여 일정 범위에서 자동 생성된 경로를 따라 자동 운전하면서 주어진 작업을 수행

1-3

세계 농기계 개발동향

Auto-Guidance System

* 자동 유도 시스템으로 무인 주행이 가능하도록 장착되는 시스템

- 미국과 유럽에서 2000년대 초부터 GPS를 이용한 자율주행 기술이 도입된 **상품이 판매**되기 시작
- 대부분의 트랙터의 자율주행 기능 구현을 위한 **Auto-Guidance System*** 관련 제품과 함께 정밀 농업을 위한 Management system을 함께 판매



▲ Auto-Guidance System

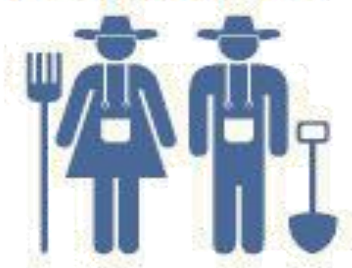


▲ 상용화 되어 있는 Auto-Guidance System 관련 주요 제품

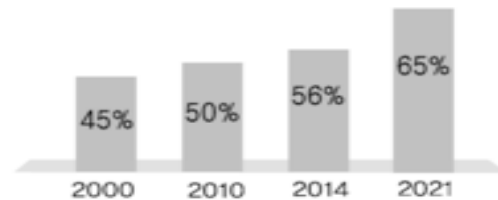
국내 농기계 개발동향

농림축산식품부 정책

발농업 기계화율 증대

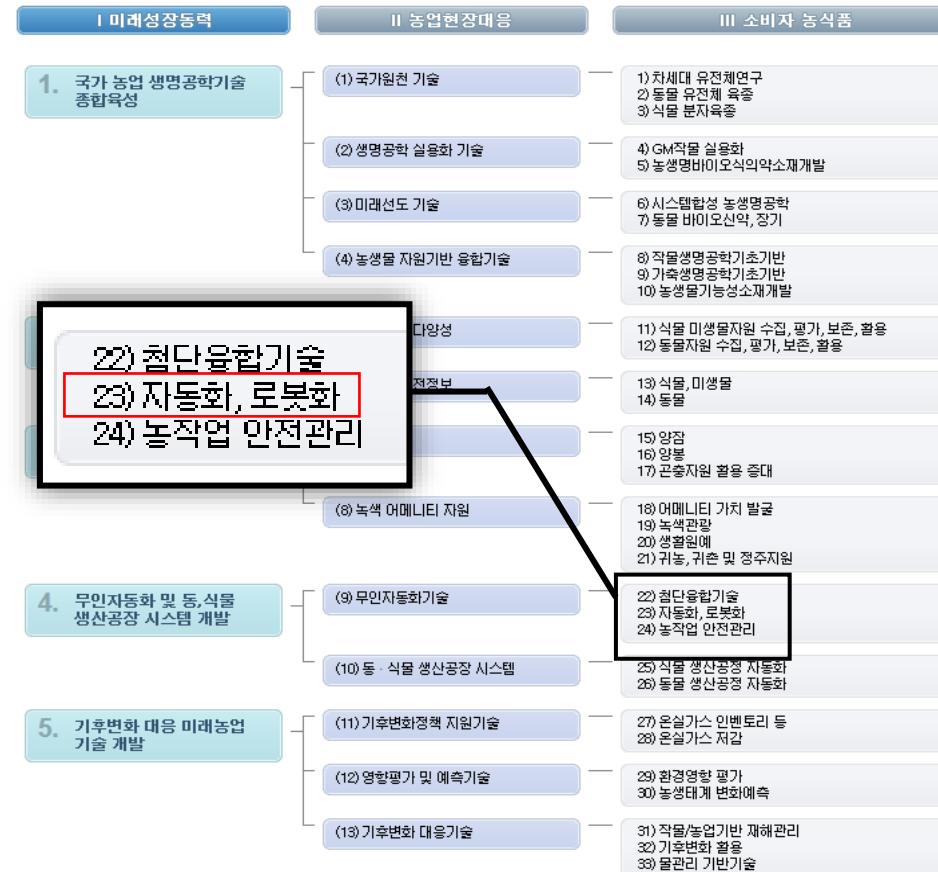


발농업 기계화율



- 농림축산식품부는 농식품 산업에 창조경제 접목, 유통구조 개선, 농가 소득·경영 안정, 농촌 복지 증진, 안전 농식품 안정 공급의 5대 실천과제를 설정해 추진
- 농가경영 안전과 경영비 절감을 위해서는 발농업 기계화율을 증대

농업R&D 15대 어젠다



RoMoMo Lab

2. 정밀농업 개요 및 시장 및 개발동향



2-2

정밀농업의 국내외 동향

미국

미국은 현재 옥수수, 콩, 밀 등의 작목을 중심으로 현장 **적용이 보편화돼 있어 정밀농업을 실시하는 농가의 비중이 40%**에 이르는 것으로 추정

- 최근에는 부가가치가 더 높은 오렌지, 사과 등 과일산업에도 적용하려는 연구가 진행 중
- ✓ 정밀농업을 통해 미국에서는 종전 대비 1ha당 15~17달러의 농자재 비용을 절감함

유럽

유럽 국가들도 1990년대 중반부터 연구에 착수, 점차 농업현장에 확산되고 있으며, **국가마다 목표와 시행방법이 매우 다양함**

- 독일이나 덴마크 등에서는 정밀농업 인증사업이 실시되는 등 정밀농업은 선진국을 중심으로 빠르게 확산됨

일본

일본의 경우 처음에는 미국식 정밀농업을 시작했지만 최근에는 **일본형 정밀농업 개발에 박차를 가하고 있음**

- 1999년 일본 농림수산성은 정밀농업을 주테마로 한 「21세기형 농업기계 등 긴급개발사업」을 시작
- ✓ 일본에서는 비료 사용이 13% 감소

* 적지적작 : 어떤 작물을 그 작물이 자라기에 알맞은 땅에 심고 가꾸

국내

농촌진흥청에서는 2004년부터 위성탐사자료를 활용한 벼의 생육분석연구가 시작되었고, **2007년에는 세계 최초로 농업토양정보 웹시스템 완성**

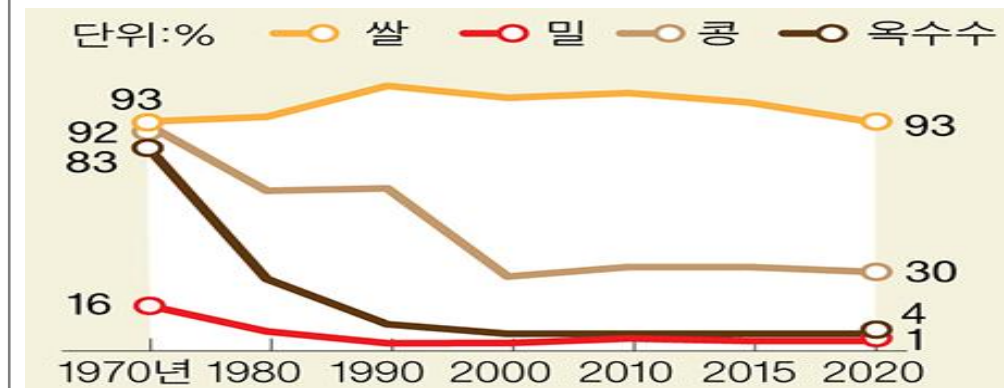


세계적 추세에 맞춰 우리나라에서도 농촌진흥청을 중심으로 기초기술을 개발 중이며, 2010년 국내에서 개발된 EC센서, 생육센서 등의 보급이 미약하여 **아직 선진국에 비해서는 많이 뒤쳐진 상황임**

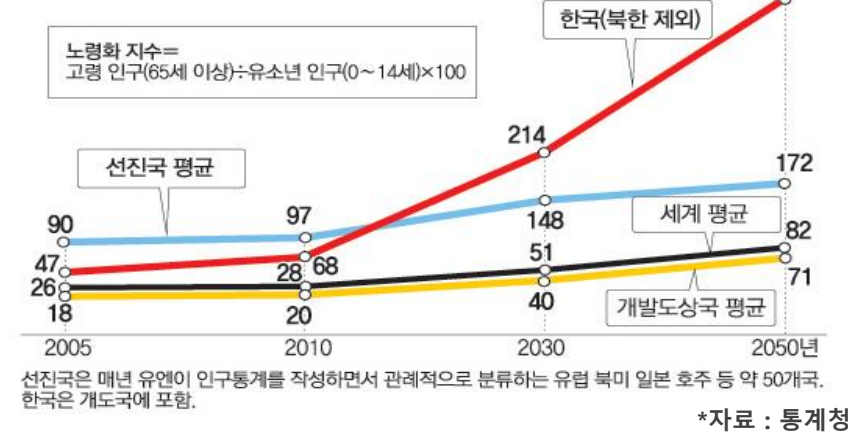


2009년부터 친환경농업관리실 토양에 대한 정밀분석시스템을 갖추고 적지적작(適地適作)에 필요한 정보들을 농업인에게 제공

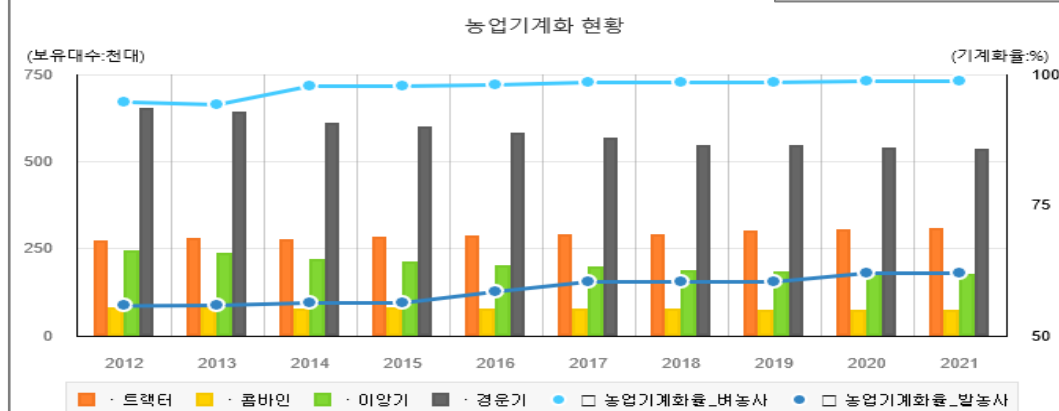
국내 곡물별 식량자급률 추이



한국과 세계 노령화 지수 추이



국내 연도별 농업기계화율



- 벼농사는 일부 산간지역을 제외하면 경운·정지, 이앙, 방제 및 수확작업은 완전기계화에 가까움
- 밭농사는 주로 중산간지 중심으로 재배되고 있으며, 작물의 종류가 다양하고 재배단계가 복잡하므로 기계화에 어려움이 있음

*자료 : 농림축산식품부「농업기계보유현황」

■ 각종 정보통신기술을 활용하여 투입 자원 최소화 및 생산량 최대화

정밀농업의 시작

정밀농업은 최적의 시기·지역·생산방식을 동시에 고려한 **농업생산시스템 연구**에서 탄생

농경지 특성에 따라 수분 및 비료량 조절로 작물을 균일하게 재배하는 기술을 추구

농지에 필요한 만큼만 공급함으로써 비료나 농약 등으로 인한 환경오염을 줄이고 작물에 최적의 환경 조성으로 **생산성을 극대화**

1990년 중반 들어서는 인공위성을 이용한 **위치항법장치(GPS)**가 상용화되면서 정보와 **기계를 결합한 정밀농업**으로 발전



(저출산 · 고령화)

(사회 다원화*)

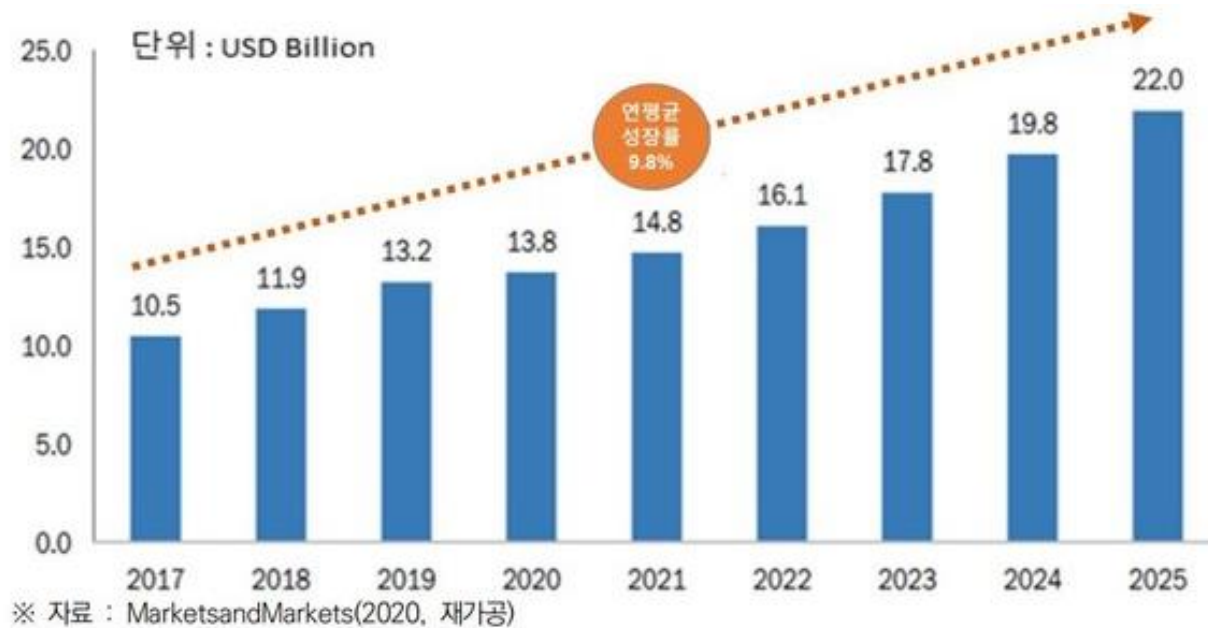
기술적 이슈와 트렌드

(삶의 가치 변화)

(융복합)

사회적 이슈와 트렌드

(스마트화)



기존 농업기계



자율 주행 기술

인공 지능 기술

Auto Guidance System

Autonomous Farm Robot

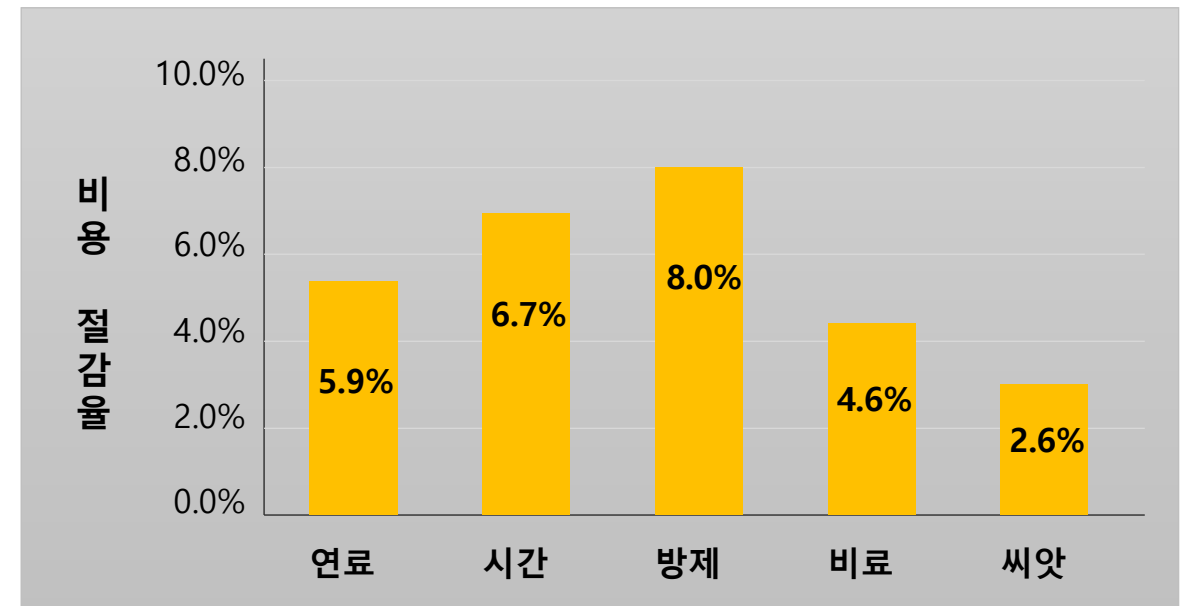
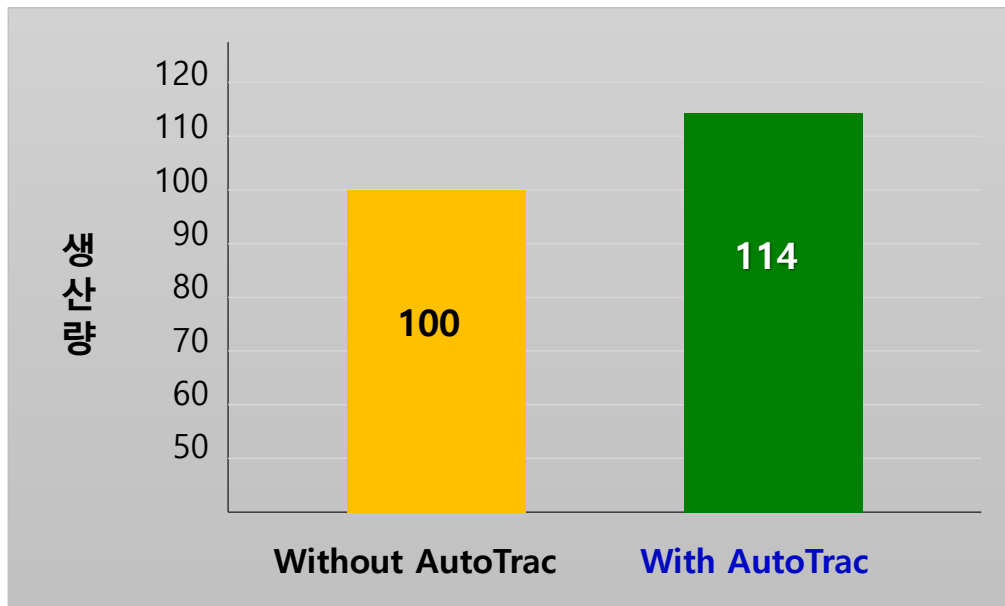
- 사회 다원화 : 여성의 영농 활동이 증가하고 싱글가정, 다문화 가정 등 다양한 가족형태가 농촌사회를 구성
- 삶의 가치 변화 : 물질적 기반위에 문화, 여가, 사회참여 등 정신적 만족을 추구, 사람이 많아지고, 세상을 더욱 가치 있게 하는 생활을 실천하고자함

• Auto-Guidance System

- Auto-Guidance 제품 사용시
 - 수확 **생산량 14% 증가**
 - 경작 시 **작업량 13% 증가**
 - 8%까지 **비용 절감**



▲ 상용화 되어 있는 Auto-Guidance System 관련 주요 제품

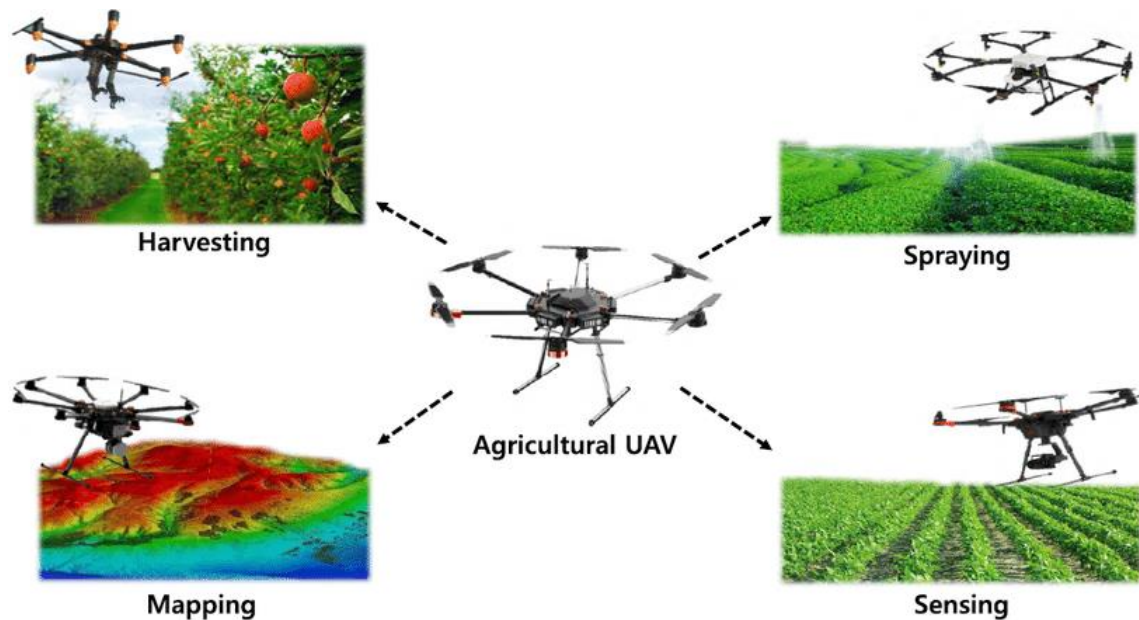


2-6

정밀 농업을 위한 장비

• Drone

- 전세계 농업용 드론 시장은 2020년 **12억 달러** 규모이며 **연평균 35.9%성장**하여 **2025년 57억 달러**의 규모 예상
- 농업부문은 이미 오래 전부터 다양한 목적으로 드론을 활용하고 있으며, 향후 기술 진보와 지속적인 가격하락으로 드론 활용이 확대될 전망이다



▲ 농업에서 드론 사용의 예

분야	농업부문 드론 활용
살포 및 파종	<p>비행 속도에 따라 농약의 분사 속도를 제어, 작물과 일정한 거리를 유지하며 드론에서 발생하는 하향풍을 이용하여 농약을 살포하는 정밀 방제 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 중국 DJI社 4개의 농약 분사 노즐을 갖춘 농업용 드론 개발, 10분 비행으로 0.4~0.6ha 면적에 농약 살포 가능 - 미국 DroneSeed社 산불로 파괴된 산림을 촬영하여 나무가 자라기 적절한 구역을 분석한 후 압축공기를 이용해 씨앗을 파종
원격 탐사	<p>농작물에 대한 물리적인 접촉이 없는 비파괴 방식으로 정보를 수집하는 드론 기술로 드론 탑재를 위한 소형화 및 데이터 처리 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전자광학, 적외선 센서는 가시광선, 적외선 등의 광파 신호를 검출하고 처리하여 영상 정보를 획득 후, 표적을 탐지·인지·식별하는 센서로 기술발전예 따라 소형화 및 저전력화 - 다분광, 초분광, 근적외선 센서, 광학 줌 카메라를 이용하여 농경지 및 작물 정보를 수집하고 작물의 형상, 색, 분광 정보를 분석하는 기술이 개발 및 활용 - 열화상 카메라를 이용하여 작물의 온도를 측정하고 이를 주변의 공기 온도와 비교해 작물의 증산 정도를 파악하여 관수 및 고온 스트레스 관리에 활용 - 환경탐지센서는 온습도 센서, 가스센서, 복합 센서 등을 포함하고 수질, 대기 등 환경정보를 실시간 모니터링하는 용도로 활용 - 비행경로의 장애물을 추적·회피하고 적정 작업 고도를 유지하기 위해 라이다, 레이더 센서를 활용하고 기술개발을 통해 소형·저가격·고체형의 보급형 라이다가 출시

* 자료 : KISTEP 기술동향브리프 “농업용 드론” 중 참고

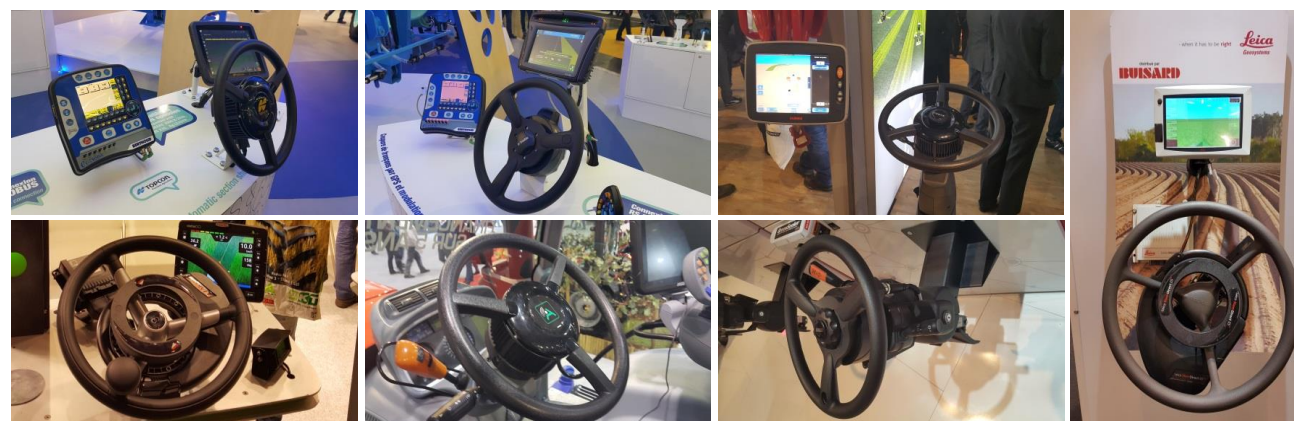
2-6

정밀 농업을 위한 장비

- GPS



- Auto-steer



2-6

정밀 농업을 위한 장비

• 소형 플랫폼 - 1



2-6

정밀 농업에 위한 장비

• 소형 플랫폼 - 2



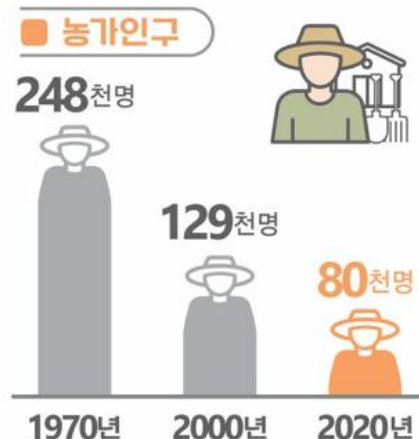
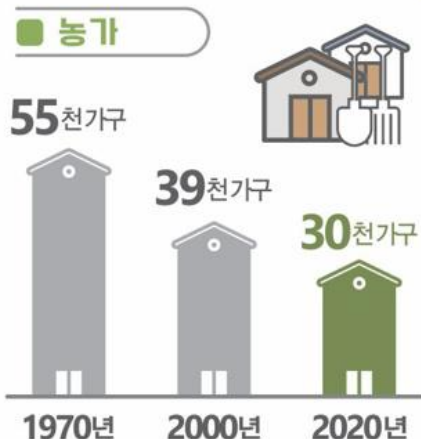
RoMoMo Lab

3. 제주도 농업 현황 및 발전 방향

3-1

제주도 농업 현황

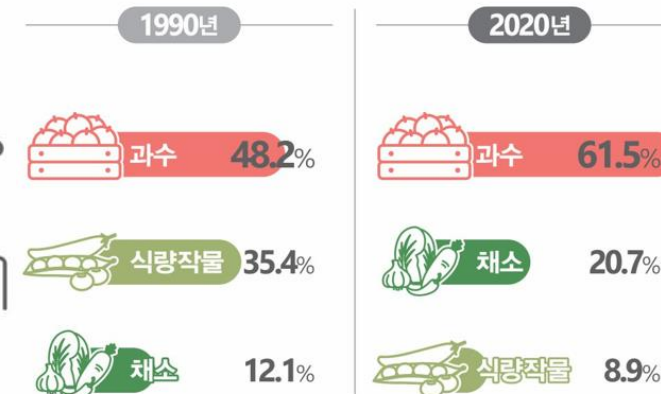
농가 및 농가인구



60대 이상 경영주



주된 농업 경영형태



※ 식량작물 : 서류, 두류, 잡곡 등 일반 밭작물

농작업에 대한 기계화 및 자동화가 필요함.

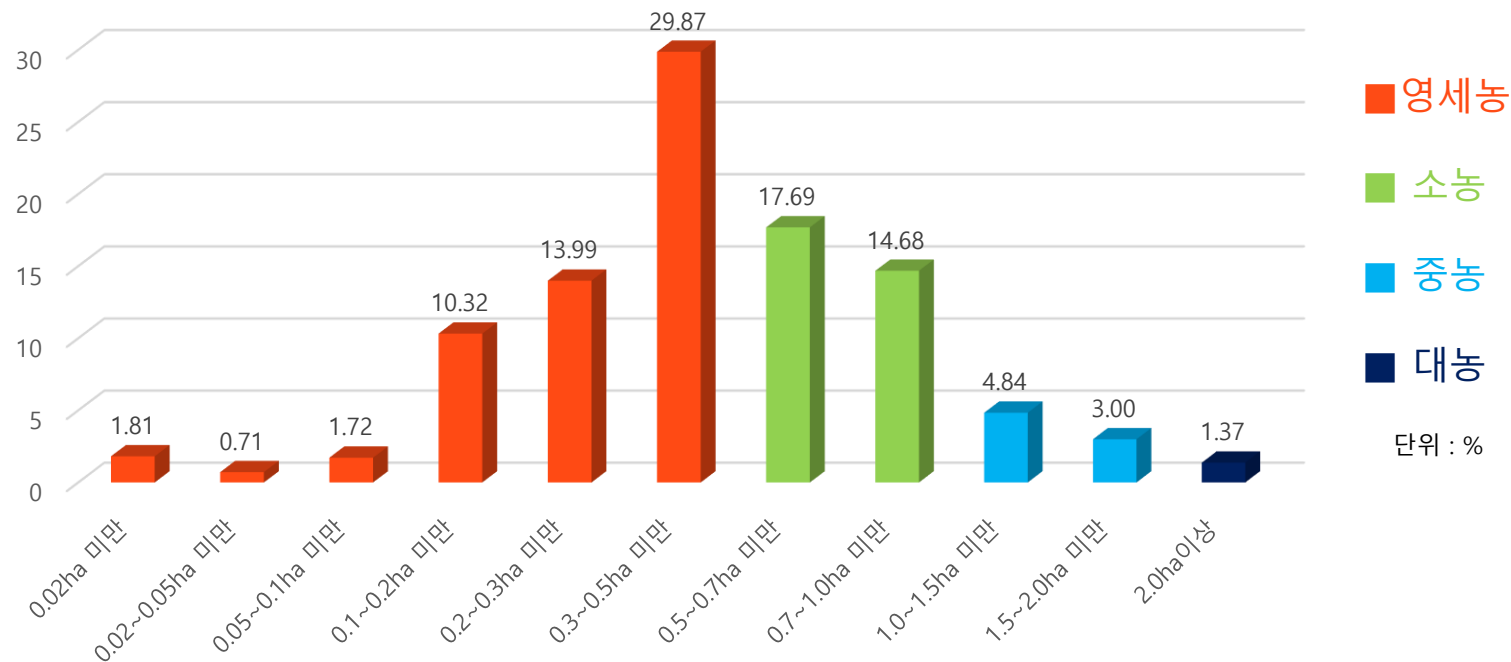
과수 및 채소 재배 환경에 적합한 농업용 기계가 필요함.

* 출처 : 통계청

3-1

제주도 농업 현황

제주 농민 경작지 보유 비율



* 출처 : 통계청



정형화 된 밭이 많지 않음. → 농기계를 활용하기가 어려움.

경지 정리를 통하여 정형화된 밭으로 만들 경우
 → 대형 농기계를 활용하여 작업 효율을 증가 시킬 수 있음.
 → 경지 정리 중 자연환경을 파괴할 수 있음.
 → 대형 농기계는 내연기관을 사용함

제주도 농기계 보유 현황

	총계	경운기	트랙터			SS기	이양기		관리기		콤바인		
			소형	중형	대형		보행형	승용형	보행형	승용형	3조이하	4조	5조이상
2018	29,432	14,464	981	2,457	1,507	264	230	47	8,785	331	207	131	28

인력 중심의 기계를 여전히 선호하고 사용하고 있음.

3-1

제주도 농업 현황

CFI2030



농업 환경도 친환경, 신재생 에너지를 활용해야 함.



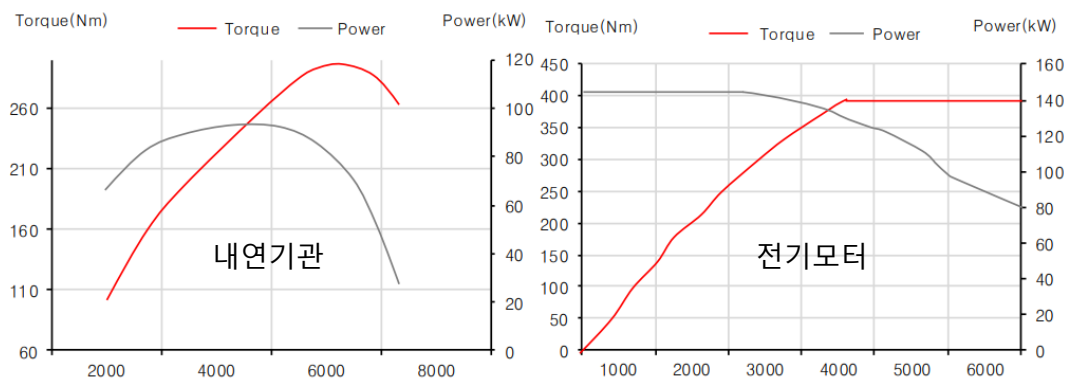
내연기관을 사용하는 농기계 활용이 어려움

- 장점
 - 작업 부하가 큰 환경에서도 사용 가능
 - 작업 시간에 영향이 적음 (연료 보충)
- 단점
 - 환경오염 및 토양관리가 어려움



전기 기반의 농기계 개발 및 활용이 필요

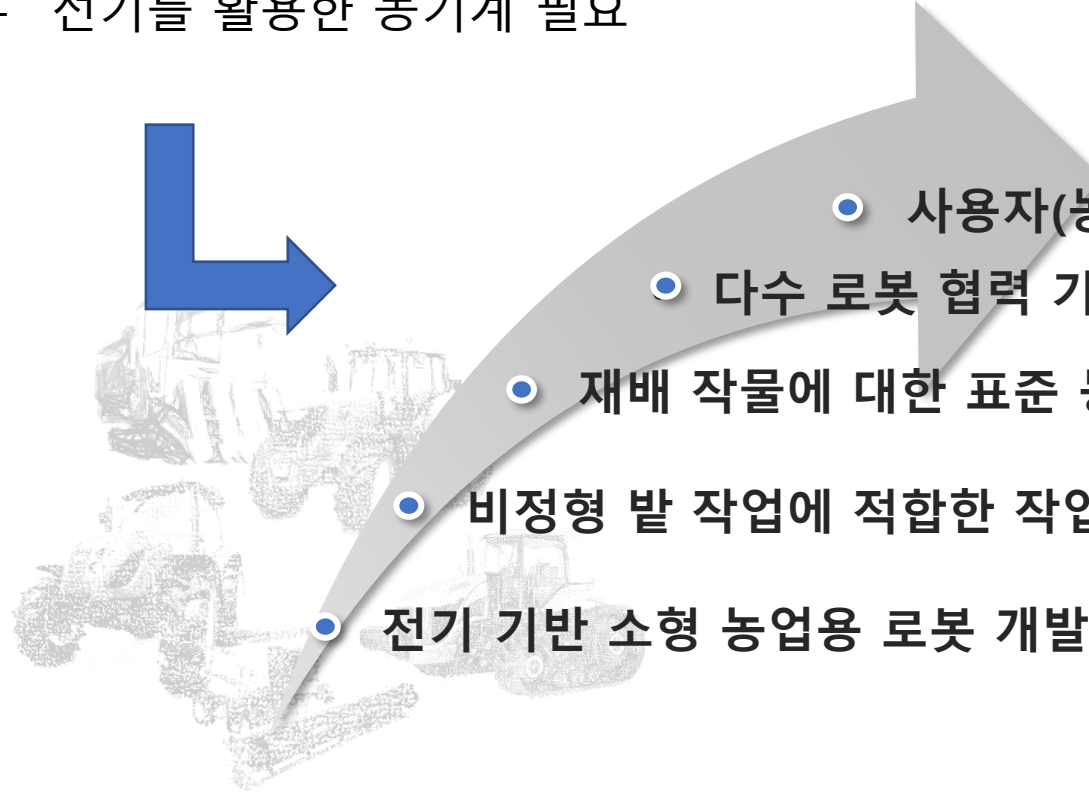
- 장점 : 친환경, 저소음
- 단점
 - 작업 부하가 큰 곳에서는 사용이 어려움
 - 사용시간에 대한 제한이 있음



3-2

제주도 농업 발전 방향

- 농가 및 농민의 수가 급격히 감소 중
- 재배 환경이 대부분 비정형의 작은 밭
- 전기를 활용한 농기계 필요

- 
- 사용자(농민)를 위한 쉬운 조작
 - 다수 로봇 협력 기술 개발
 - 재배 작물에 대한 표준 농법 개발
 - 비정형 밭 작업에 적합한 작업기 개발
 - 전기 기반 소형 농업용 로봇 개발



* 출처 : 한국농촌경제연구원 "농업기계 수요추정"



3-3 제주도(비양도) 자율주행 로봇 섬 계획 (2023 ~)



자율주행 제초 로봇



자율주행 수확 로봇



자율주행 로봇 트랙터



정밀지도 구축 및 농약 살포용 드론

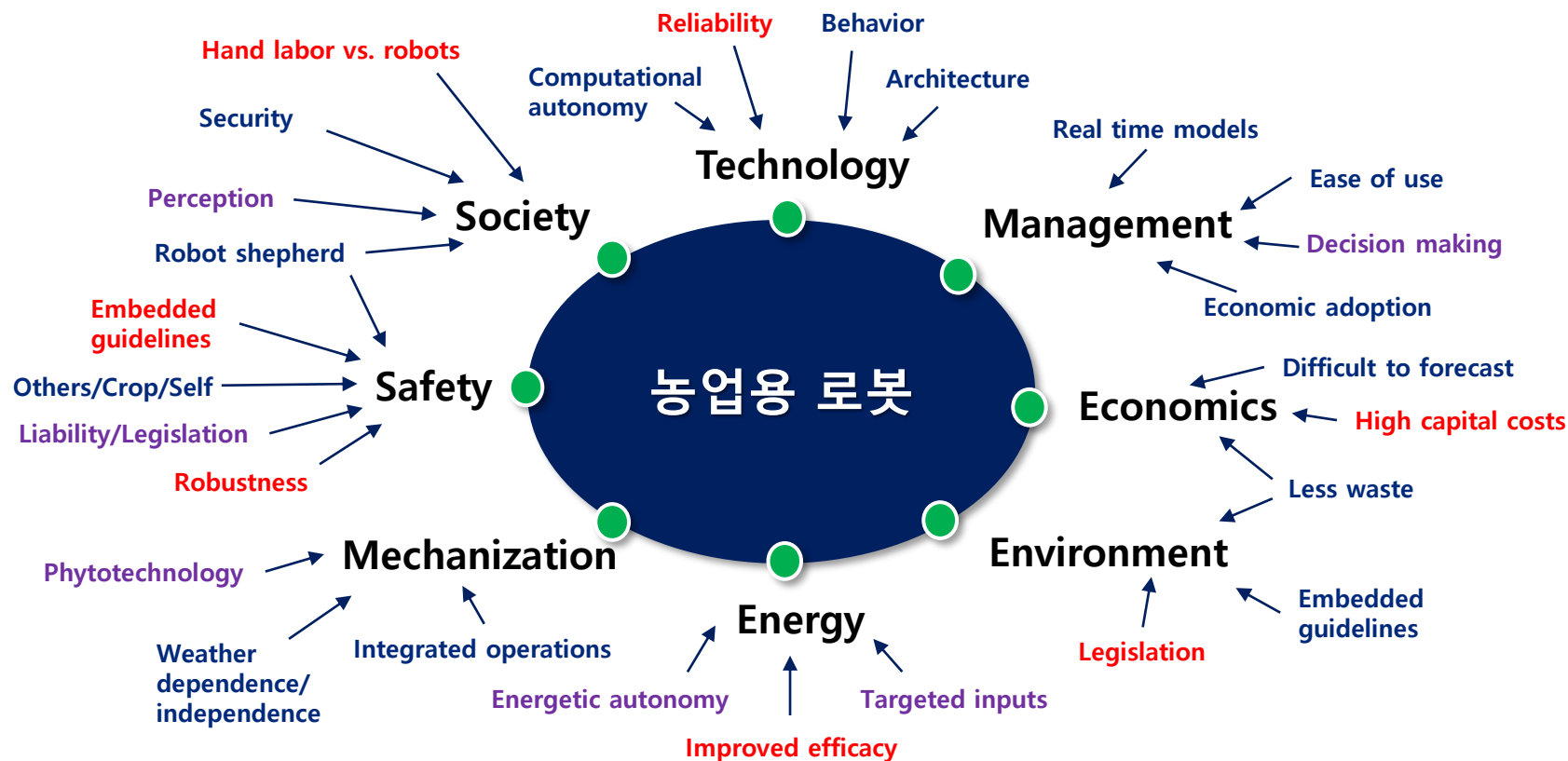


자율주행 농약 살포 및 방역 로봇



순찰 로봇 및 배송 로봇 주행 경로

농업용 로봇 개발에 필요한 8대 중요 요소



*Harper Adams Univ.

"The Future of Precision Farming; Designing systems for the farm of tomorrow" 참조

