

# 미래형 스마트 농업 연구동향과 시사점

김철후, 박인용, 길형배, 최은정, 최태용

- ① 서론
- ② 스마트 농업 산업 동향
- ③ 미래형 스마트 농업 관련 주요 정책 동향
- ④ 미래형 스마트 농업 최신 연구 동향
- ⑤ 미래형 스마트 농업 관련 제안 기술
- ⑥ 결론 및 시사점



# 미래형 스마트 농업 연구동향과 시사점

김철후, 박인용, 길형배, 최은정, 최태용

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 스마트 농업 산업 동향 / 4
- ❸ 미래형 스마트 농업 관련 주요 정책 동향 / 9
- ❹ 미래형 스마트 농업 최신 연구 동향 / 13
- ❺ 미래형 스마트 농업 관련 제안 기술 / 20
- ❻ 결론 및 시사점 / 31

## 기계기술정책 원문 찾아보기

☐ 한국기계연구원 홈페이지-새소식-정책지

☐ 웹페이지 : [https://www.kimm.re.kr/pr\\_policy](https://www.kimm.re.kr/pr_policy)

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

## SUMMARY

- 기후변화, 토양·수자원 고갈, 인구증가 등에 따라 글로벌 식량 안보 불안정이 확대되고 있으며, 대응책으로 스마트 농업(Smart Agriculture)이 대두
  - 스마트 농업은 ICT, AI, 빅데이터, IoT 등 디지털·첨단 기술을 활용, 농업 생산성 제고 및 환경보호를 동시에 달성하는 지능형 농업 시스템
- 글로벌 스마트 농업 시장은 최첨단 IT기술(AI, IoT, 센서, 로봇 등)을 접목하며, ('23.) 175.5억 달러 → ('28.) 285억 달러로 성장 전망
- 스마트 농업을 선도하는 국가로는 네덜란드, 미국, 일본이 대표적이며, 재배환경관리, 데이터 활용, 로봇 활용에 초점을 둔 R&D가 진행 중
  - (재배 환경 관리) 단위 면적 당 재배 효율을 높이기 위한 재배 플랫폼 기술, 광량, 양액의 안정적 공급 및 에너지 최소화를 위한 자동 관리 기술 등
  - (데이터 활용) 농업 인력 감소 및 고령화를 데이터 기반의 제어와 관리를 통해 극복하고자 재배 관련 정보를 데이터 기반으로 활용하기 위한 연구 진행
  - (로봇 활용) 고층의 재배 플랫폼, 파종부터 수확까지의 전주기를 담당할 수 있는 로봇 기술 개발 및 실증
- 우리나라의 스마트 농업 선도를 위한 기반 기술로서 미래형 도시 농업 기반 기술 확보와 스마트 곤충 농업 시스템, 농수작업 로봇 시스템을 제안
  - (미래형 도시 농업 시스템) 식량 수요와 생산 동력이 있는 도시에서 도시 텃밭, 수직농장(식물공장), 옥상온실 등의 형태로 작물을 직접 재배하는 신개념의 농업 형태로서 최근 유럽, 미주 등 선진국을 중심으로 빠르게 성장 중
  - (스마트 곤충 농업 시스템) 기존 스마트 재배시설을 활용 가능하여 대체육 관련 기술 도입이 용이할 뿐만 아니라, 사업형 축산업 대비 온실가스 감소 효과가 크고 환경오염을 줄일 수 있는 대체 수단으로서 주목
  - (농수작업 로봇 시스템) 고난도 작업인 '작물 수확'이 가능한 로봇을 개발 및 활용하여 안정적이고 지속가능한 농업 생산성 확보에 기여 가능
- 우리나라 스마트 농업 육성을 위해 ▲스마트 농업의 핵심인 IT 기반 농업 확산을 위한 법·제도 정비, ▲지속적인 R&D투자 및 관련 인재양성을 통한 경쟁력 확보, ▲기업 유치 활성화를 통한 스마트 농업 생태계 조성 등을 제언



## 1. 서론

- 농업은 식량, 경제, 환경, 문화, 기후 모두에 영향을 미치는 국가와 인류 생존의 핵심 기반 산업
  - 농업은 인류 생존에 필수적인 식량을 공급하는 산업임과 동시에, 한 국가의 경제성장과 고용창출 나아가 생활방식, 지역문화, 공동체를 유지하는 근간 산업
  - 글로벌 인구의 증가, 농지 감소, 기후변화로 인한 식량난 우려와 글로벌 공급망 불안정에 따른 식량안보가 글로벌 주요 이슈로 부상
  - 특히, 최근 탄소중립·기후변화, 생물다양성 등 농업이 가지는 환경·생태학적 가치가 대두됨에 따라, 지속가능한 농업에 대한 중요성과 관심이 증가
- UN식량농업기구(FAO)는 기온 상승, 강수량 변화 등 기후변화로 인해 글로벌 농업 생산량 증가세가 둔화하고, 일부 지역에서는 실제 생산량 감소 위험이 점차 증가하고 있다고 전망(22.)
  - FAO, OECD 등 국제기구에서는 ▲기후변화 영향 심화, ▲토양 및 수자원 고갈, ▲농업 투입제(비료 등) 가격 불안정, ▲글로벌 인구증가에 따른 식량 수요 확대, ▲농업 기술 격차 심화 등에 의한 글로벌 식량 안보 불안정이 확대 될 것을 우려
  - 이를 극복하기 위한 방안으로서, ▲기후 스마트 농업(Climate-Smart Agriculture) 확산, ▲토양 및 수자원 관리 강화, ▲농업 디지털화 및 혁신 투자, ▲공급망 다변화, ▲농업 취약국 지원 및 국제협력 확대 등을 제안<sup>1)</sup>
  - 특히, OECD에서는 “지속가능 농업전략”을 통해 스마트 농업 핵심전략 방향으로 ▲데이터 기반 농업 정책 강화, ▲기후변화 대응력 강화를 위한 재생농업(Regenerative agriculture) 도입, ▲디지털 전환(정밀농업, 드론, 자동화기술, 스마트 관개 등) 촉진 등을 제안<sup>2)</sup>

1) FAO, “How to Feed the World in 2050”

2) OECD, “Building Resilient Food Systems, 2021-2023”

- 생산성 증대 및 지속가능한 농업을 위한 스마트 농업(Smart Agriculture)이 대두되고 있으며, 현재 4세대까지 발전<sup>3)</sup>
  - 스마트 농업은 ICT, AI, 빅데이터, IoT 등 디지털·첨단 기술을 활용하여, 농업 생산성과 효율성을 높이고, 자원절약과 환경 보호를 동시에 달성하는 지능형 농업 시스템
    - 스마트 농업은 인구 증가, 기후변화, 자원 고갈이라는 글로벌 위기에 대응하고, 지속가능한 농업 시스템을 구축하기 위해 반드시 필요한 전략적 전환
  - 1세대 스마트 농업 - 정밀농업 시대
    - (목표) 필요한 만큼만 비료·농약·물 공급
    - (특징) 단순 수집된 데이터(GPS 위치, 토양 정보) 기반 가변 처리
    - (한계) 데이터 축적량 부족, 자동화 수준 낮음
  - 2세대 스마트 농업 - ICT 융합
    - (목표) 농장 실시간 모니터링 및 원격 제어
    - (특징) 하드웨어(IoT) 중심 인프라 구축
    - (한계) 여전히 데이터 활용은 부분적, 시스템 통합 부족
  - 3세대 스마트 농업(현재) - AI·빅데이터 기반
    - (목표) 데이터 기반 최적 의사결정 및 농업 경영 혁신
    - (특징) AI 작황 예측, 병해충 조기 감지, 로봇 자동화
    - (강점) 농장 운영의 디지털 전환 본격화
    - (한계) 고비용 장비, 농가 간 격차 문제 발생
  - 4세대 스마트 농업 - 지속가능성·자율화 중심
    - (목표) “기후변화 대응 + 자율적 운영 + 자원 순환”
    - (특징) 탄소중립형 농업 구현, 순환농업(Circular Agriculture) 확산, 디지털 트윈 기반 농업 시뮬레이션 및 최적화

3) FAO, 2019, “Digital technologies in agriculture and rural areas - Status report”



- (예상 기술) 탄소저감 드론, 자율주행 트랙터, AI 통합농장 시스템

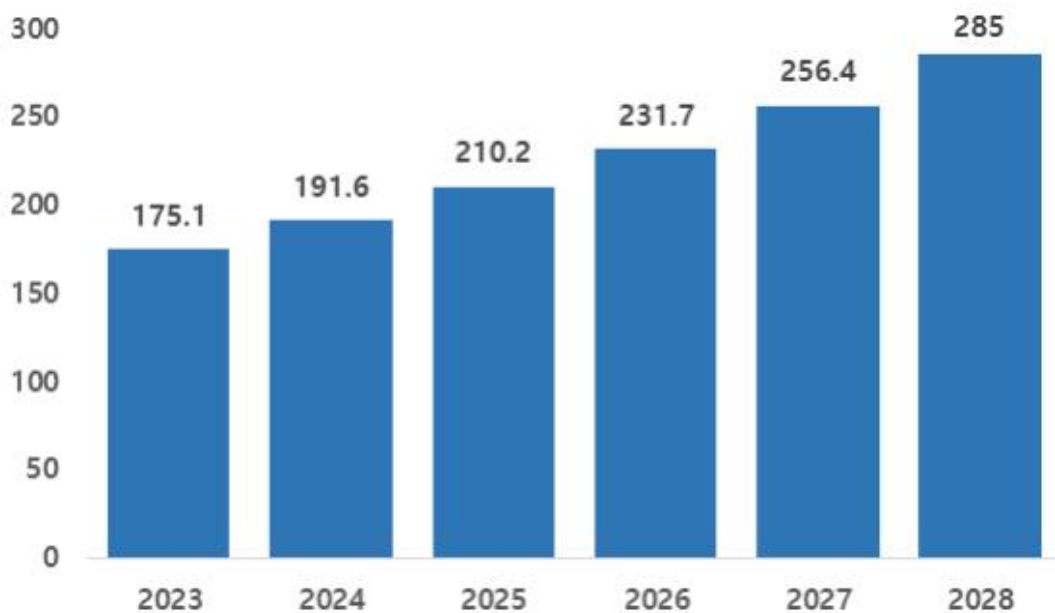
<표 1> 스마트 농업 세대별 주요특징

구분	시기	주요 특징	핵심 기술/개념
1세대	1990년대 중후반 ~2000년대 초	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀농업(Precision Agriculture) 중심</li> <li>생산량·효율 최적화를 목표로 데이터 일부 활용 시작</li> </ul>	GPS 기반 위치정보 수집, 가변적 비료 살포, 센서 활용
2세대	2000년대 중후반 ~2010년대 초	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT융합 농업발전</li> <li>정보통신기술을 통한 실시간 모니터링, 제어</li> </ul>	IoT 센서, 유선/무선 네트워크, 원격 관제
3세대	2010년대 중후반 ~현재	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 기반 스마트 농업 확산</li> <li>AI·빅데이터를 통한 농업 경영 최적화</li> </ul>	AI 분석, 드론, 로봇, 클라우드, 스마트 관개 시스템
4세대	2020년대 중후반 (예상)	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속가능·자율형 농업추진</li> <li>기후 대응, 자원순환형 농업으로 진화</li> </ul>	자율주행 농기계, 디지털 트윈, 순환농업 플랫폼, 탄소저감 기술

- 본고에서는 미래형 스마트 농업의 산업 동향, 주요국 정책 분석 및 시사점을 도출하고, 더불어 최신 연구 동향 소개 및 제안을 통해, 향후 우리나라의 해당 분야 활성화를 위한 정책적 시사점을 제언
- 미래형 스마트 농업의 산업, 기술, 정책 동향 및 국가 정책 방향 등에 대해 모색
- 미래형 스마트 농업 관련 최신 연구 동향 소개 및 제언
- 우리나라의 스마트 농업 육성 및 글로벌 선도를 위한 정책·제도, 기술·인프라, 산업·인력양성 측면에서 제언

## 2. 스마트 농업 산업 동향

- 스마트 농업은 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 센서 기술 등을 활용하여 농업의 효율성과 지속가능성을 높이고 있으며 전 세계적으로 빠르게 성장하고 있음
- 글로벌 스마트 농업 시장은 '23년 약 175.5억 달러에서 '28년에는 약 285억 달러에 이를 것으로 전망되며, 연평균 성장률은 약 10.2%로 예상<sup>4)</sup>



\* 출처: 아래 각주 참조, 단위: 억 달러

<그림 1> 글로벌 스마트 농업 시장 규모 추이

- 지속가능한 농업에 대한 정부 및 기업의 투자, 유기농 농산물에 대한 수요 증가, 스마트 관개 시스템 도입 등이 스마트 농업 시장의 성장에 주요한 영향을 미칠 것으로 예상
- 정밀 농업, 사물 인터넷(IoT) 센서의 통합, 농장 관리 소프트웨어 및 플랫폼 도입, 농업용 로봇의 확대 등이 농업 기술 생태계의 패러다임 전환에 핵심 요인으로 분석

4) Technavio, Global Smart Agriculture Market 2024-2028, 2024.7.

- 북미지역의 대규모 농업 기반을 바탕으로 북미의 스마트 농업 점유율이 가장 높으며 아시아·태평양 지역에서는 중국의 점유율이 높음
- 북미의 점유율은 2024년 기준 41.3%를 차지하고 있으며 유럽의 점유율은 2위로 21.5%를 차지하고 있음

〈표 2〉 대륙별 스마트 농업 시장 규모

(단위: 억 \$, %)

지역	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR
북미 (점유율)	79.2 (41.3)	87.1 (41.4)	96.1 (41.5)	106.5 (41.5)	118.7 (41.6)	10.2
유럽 (점유율)	41.1 (21.5)	45.1 (21.5)	49.6 (21.4)	54.9 (21.4)	60.1 (21.1)	10.1
아시아태평양 (점유율)	35.2 (18.4)	38.7 (18.4)	42.6 (18.4)	47.2 (18.4)	52.9 (18.6)	10.2
남미 (점유율)	23.5 (12.3)	25.8 (12.3)	28.4 (12.3)	31.4 (12.2)	35.4 (12.4)	10.5
중동 및 아프리카 (점유율)	12.6 (6.6)	13.7 (6.6)	14.9 (6.4)	16.3 (6.4)	17.9 (6.3)	9.0

- 북미 지역은 선진적인 정밀농업 기술의 도입, 자율주행 농기계 도입 등을 바탕으로 세계 시장을 선도하고 있으며 성장세가 지속될 것으로 전망
- 유럽은 지속가능성 및 환경 기준 강화에 따라 스마트 온실 및 가축 모니터링 기술 수요가 꾸준히 증가하고 있으며 유럽 내 농업 선진국을 중심으로 규제와 지원 정책이 시장 성장에 큰 영향을 미치고 있음
- 특히 중국은 아시아태평양 시장에서 50% 수준의 점유율을 차지하고 있으며 단일 국가로는 전 세계 3위의 규모로 스마트 농업 시장에서 비중이 큰 국가임
- 인도, 일본, 우리나라 등도 정부 주도의 스마트팜 확산 정책을 추진하고 있어 성장 잠재력을 갖추고 있음
- 남미 지역은 대륙 중 가장 높은 CAGR을 보이고 있으며 브라질과 아르헨티나를 중심으로 농업 기술 수요가 확대

- 국내 스마트 농업 시장은 가파른 성장세를 보이고 있으나 북미, 중국 등에 비해서는 규모가 크지 않음
  - 우리나라 스마트 농업은 2020년 2.4억 달러에서 2025년 4.9억 달러로 성장할 것으로 전망되며 연평균 성장률은 15.5%로 예상<sup>5)</sup>
  - 농림부는 스마트 농업 생산 비중을 2025년까지 20%로 확대하고 스마트 농업 육성 지구를 신규 조성하여 연구·생산·실증 기능을 집적화할 계획
- 스마트 농업은 정밀농업, 스마트 온실, 가축 모니터링 등으로 세부산업을 정의할 수 있으며 각 세부 산업별로 시장 규모와 전망을 분석
  - 정밀농업은 원격 센싱, GPS, IoT 장치와 같은 첨단 기술을 활용하여 농작업을 최적화하여 생산성을 높이는 방식
    - 자원을 효율적으로 사용하고 환경 영향을 줄이며 작물의 수확량과 품질을 향상시키는 것이 목적
    - 데이터 관리 및 첨단 센서 등을 활용한 데이터 기반의 작물 재배 관리 기술
  - 스마트온실은 공기제어 시스템, 자동 급수, 모니터링 센서 등의 첨단 기술을 결합하여 최적의 환경을 조성하고 연중 내내 작물 생산이 가능한 기술
    - 환경 변화(온도, 습도, CO<sub>2</sub> 농도 등)의 자동 제어, 스마트 센서 기반의 작물 상태의 실시간 감시 등의 기술을 적용
  - 가축 모니터링은 센서와 웨어러블 장치를 통해 가축의 건강 상태, 활동량 등을 추적하여 가축의 효율적인 관리 및 생산이 가능한 기술
    - 질병의 조기 발견, 생산성 향상 등이 가능하며 가축의 생체 신호 모니터링, 자동화된 사료 공급 시스템 등이 대표 기술

5) '국내 스마트 농업 시장, 2025년 6,000억원 규모로 성장', 푸드투데이, 2023.3.

&lt;표 3&gt; 세부 기술별 스마트 농업 시장 규모

(단위: 억 \$, %)

기술	2024	2025	2026	2027	2028	CAGR
정밀농업 (점유율)	64.1 (33.5)	70.8 (33.7)	78.5 (33.9)	87.4 (34.1)	97.9 (34.4)	10.9
스마트온실 (점유율)	50.7 (26.5)	55.7 (26.5)	61.3 (26.5)	67.9 (26.5)	74.4 (26.1)	9.9
가축모니터링 (점유율)	40.5 (21.1)	44.4 (21.1)	49.0 (21.1)	54.2 (21.1)	61.2 (21.5)	10.6
기타 (점유율)	36.2 (18.9)	39.4 (18.7)	42.9 (18.5)	46.9 (18.3)	51.4 (18.0)	9.0

- 세부 산업 중 정밀농업의 시장 비중이 가장 높으며 성장률도 가장 높을 것으로 전망되며 전체적으로 10% 내외(CAGR) 성장을 보일 것으로 예상
  - 정밀농업은 첨단기술을 활용하여 투입자원의 효율화를 목표로 하고 있으며 기존 대비 생산성을 극대화하는 기술로 대규모 농업 중심 국가에서 적극적으로 도입되고 있음
  - 스마트 온실은 작물의 생육 환경을 자동 제어하는 시스템으로 도심형 스마트팜 등에 적합한 기술로 중국, 일본, 우리나라 등에서 온실 현대화 수요가 빠르게 증가
  - 가축모니터링은 RFID, AI기반 분석 등을 통해 가축 관리의 효율성을 극대화하는 기술로, 축산 분야의 디지털 전환을 가속화
  - 중국 로봇산업 경쟁력은 유럽, 일본에 비해 낮은 수준이나, 중앙정부의 강력한 육성정책 시행에 따라 급성장
- John Deere 등의 북미 기업을 중심으로 스마트 농업 시장을 선도하고 있으며 자율주행 농기계, 스마트팜 등에서 국내 기업의 시장 진출이 이루어지고 있음

&lt;표 4&gt; 세부산업별 주요기업 현황

세부산업	대표기업	주요 특징
정밀 농업	John Deere(美)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀 자동운전, 투입물 정밀 제어 등의 농업 생산성 극대화 기술 보유</li> <li>Precision AG Technology라는 제품 출시</li> </ul>
	Trimble(美)	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용 GPS 시스템, 작물 처방 분석 플랫폼 등의 기술 보유</li> </ul>
	대동(韓)	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 기반 작물 생장 모니터링 시스템, 스마트 온실 솔루션 기술 보유</li> <li>자율주행 농기계 등의 미래형 농기계 기술도 보유</li> </ul>
스마트 온실	Priva(네)	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실환경 제어 소프트웨어 및 IoT 센서 제어 시스템 기술 보유</li> </ul>
	그린플러스(韓)	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 온실 설계 및 시공, AI기반 환경제어 시스템 기술 보유</li> <li>국내 최대 규모의 원예 작물 스마트팜을 운영하며, 최근 호주에 810억원 규모의 스마트팜 프로젝트 수주</li> </ul>
가축 모니터링	Allflex Livestock Intelligence(美)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID 기술 적용 가축 건강 관련 웨어러블 기술 보유</li> </ul>

- 스마트 농업은 기후변화, 노동력 부족, 식량 수급 불균형 등 전 지구적 농업 과제에 대한 핵심 대안으로서 부상 중
- 북미 지역을 중심으로 대형 규모의 스마트 농업이 확산되고 있으며, 기존 대규모 작물 재배 시스템의 효율성 향상, 생산성 극대화 기술이 부상
    - 북미 지역은 기술 조기 채택과 정부 지원을 바탕으로 시장을 선도
    - 아시아 태평양 지역에서는 중국을 중심으로 스마트 농업이 확산되고 있으며, 일본, 우리나라 등에서는 도심형 스마트 농업에 대한 관심이 높음
  - 세부 산업으로는 정밀 농업과 스마트 온실이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 북미 지역을 중심으로 시장의 성장세가 지속될 것으로 전망
    - 글로벌 시장 선도를 위해서는 기술 고도화 뿐만 아니라 데이터 기반 서비스, 해외 수출 전략, 정책 연계 강화 등 병행 필요

### 3. 미래형 스마트 농업 관련 주요 정책 동향

#### □ 스마트 농업 관련 주요국 정책 동향

- (미국) 정부 주도의 대규모 자금 지원, 부처 간, 공공-민간 간 유기적 협업을 통한 기후 대응과 더불어 첨단기술 도입을 통한 소농 지원 및 생산 최적화 강조
  - 디지털 전환과 기후 대응을 동시 추진하고 있으며, 공공-민간 협력 중심의 전략적 정책 설계 및 추진
  - 정밀농업, 데이터기반 의사결정, 지속가능 기술을 핵심으로 설정하고, 농촌 디지털 인프라 확대와 소농 대상 보조금 프로그램을 병행하여 포용성 확보
  - (AIM for Climate:AIM4C) COP26 이후, 미국 주도로 농업 분야의 기후 혁신 미션인 AIM for Climate 출범, 정부·민간 협력을 통한 스마트 농업 기술 개발을 지원('21.)
  - (USDA(美농무부) 스마트 농업 정책 프레임워크) ICT, AI, IoT 등을 활용해 데이터 기반 농업 시스템 구축 및 생산성 향상을 추진 중이며, 특히 MS社 와 공동으로 FarmBeats 프로젝트('15.~'23.)를 통해 저비용 센서, 농가 Wi-Fi 인프라를 활용한 실시간 토양·기후 데이터 기반 농업 최적화 추진
- (EU) 스마트 농업을 지속가능한 식량 시스템 구축과 기후변화 대응의 핵심 전략으로 추진 중에 있으며, 특히 디지털 기술을 활용한 농업 혁신을 통해 생산성 향상, 환경 보호, 농촌 지역 활성화를 동시에 추구
  - (공동농업정책(CAP) 2023-2027) 농업의 디지털 전환을 통해 효율성과 지속가능성을 높이는 것을 목표로, 환경 보호, 기후변화 대응, 농촌 지역 개발 등을 포함한 10가지 구체적인 목표를 설정 및 이행
  - (Farm to Fork 전략) 지속가능한 식량 시스템을 위해 '30년까지 농약 50% 감소, 비료 20% 감소, 유기농 경작지 비율 25% 달성 등을 목표로 삼고 있으며, 더불어 IoT, AI 등을 활용하여 농업 생산의 효율성과 안전성을 제고
  - (기후스마트 농업(CSA) 확대) 기후변화에 대응하기 위해 농업 부문의 온실가스 배출을 줄이고, 지속가능한 농업 관행을 확대

- (네덜란드) 세계 최고 수준의 스마트 농업 역량과 농식품 수출 강국의 이점을 극대화, 농가 중심의 규모화 및 전문·첨단화 추진을 통해 국제경쟁력 강화 추진
  - 농업 종사자들이 자체적으로 협동조합을 설립, 농업 자금을 조달하는 등 정부보다는 대학, 민간 기업 등이 주체가 되어 다양한 펀딩 지원 운영
  - 정부는 주로 대출 및 신용보증사업 위주로, 농업 관련 다양한 분야의 간접 지원(대출·신용보증, 보조금, R&D, 수출지원) 형식의 사업 추진
  - (순환농업비전(Vision on Circular Agriculture)) 글로벌 순환농업 선도국이 되기 위한 비전을 제시, 온실농장의 에너지 효율성 제고를 위한 지속가능한 에너지 보조금을 지원하고 국제협력을 강화를 하는 등 지속가능한 농업을 위한 정책을 개진
- (중국) 식량 안보에 중점을 두고 중앙정부 주도로 농업 생산성 확보를 위한 디지털 전환, 민간 협력을 통한 스마트 농업을 적극적 추진
  - (중앙 1호 문건) 매년 발표되는 중앙 1호 문건을 중국 농업 정책의 방향을 제시하고 있으며, 특히 '25년 문건을 통해 '농업 신질 생산력' 개념을 도입하여, 생명공학, AI, 스마트 농업 및 디지털화를 통한 농업 현대화를 추진
  - (스마트 농업 5개년('24.~'28.) 계획) 中농업농촌부에서는 5개년 계획을 수립하여 디지털 재배 기술 체계 구축, 국가 농업 빅데이터 플랫폼 개발, 농업 전반의 디지털 전환을 통한 생산성 향상 및 식량 자급률 제고 목표 제시
- (일본) 고령화 및 농업인력부족 문제를 해결하고, 지속가능한 농업을 실현하기 위한 스마트 농업 정책 개진
  - (미도리 플랜('21.)) 日농림수산성은 지속가능 농업을 위하여 ▲화석연료 기반 CO<sub>2</sub> 배출 제로화, ▲화학농약 사용량 50% 감축, ▲화학비료 사용량 30% 감축, ▲유기농 경작지 비율 25% 확대를 목표로 설정하고, 이를 위해 드론 정밀 방제, 로봇 활용 제초, AI기반 수요예측 등 디지털 기술을 적극 도입
  - (스마트 농업 실증 프로젝트) 일본 217개 지역에서 스마트 농업 기술의 실증 프로젝트를 진행하고 있으며, 이를 통해 농업 노동 시간을 18~61%까지 단축
    - \* 무인 트랙터 및 자동 수확기, 드론을 활용한 정밀 농약 살포, 원격 수분 관리 시스템, 환경 센서를 이용한 작물 생육 모니터링 등



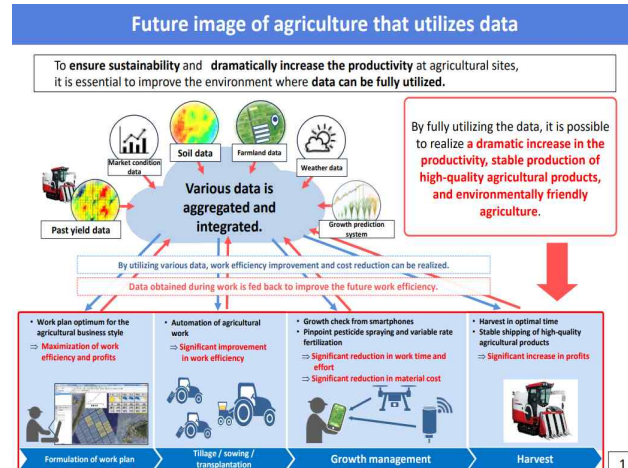
- (농업데이터 협업플랫폼 'WAGRI') '19년부터 현재까지 공공-민간 협력 농업 데이터 공유 플랫폼인 'WAGRI'를 운영, 농업 생산성과 경영 효율성을 제고

## Agricultural Data Collaboration Platform WAGRI

\* WAGRI is a coined word for the agricultural data platform combining "WA (which means circle in Japanese)" that links various data and services and "AGRI (which means harmony in Japanese)" that promotes further harmonization of various communities, resulting in expectation for innovation in the agricultural field (WA + AGRI).



**MAFF**  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries



\* 출처: 日농림수산성(MAFF) 홈페이지(<https://www.maff.go.jp>)

<그림 2> 日농림수산성 농업데이터 협업플랫폼 'WAGRI' 소개자료

- (한국) 농업인구 고령화, 노동력 부족, 기후변화 등의 구조적 문제를 해결하고자 스마트 농업을 국정과제로 추진, 관련 법안 제정 및 R&D 예산 투입 중
- 우리나라 농업은 노지재배 중심의 다품종 생산 구조이나, 정부에서는 농업 고령화, 기후변화 등에 대비하여 농업의 미래 성장산업화 및 관련 예산 증액 추진
- (스마트 농업 확산을 통한 농업혁신 방안) '22.10월 발표, 스마트 농업을 통해 기후변화와 농촌 고령화에 대응하고, 농업을 미래 성장산업으로 전환하기 위한 전략으로서 ▲스마트팜 기자재 및 데이터 기반 솔루션 개발, ▲수직농장 산업 활성화, ▲스마트 농업 전문인력 양성, ▲스마트 농업 연관 산업 생태계 구축을 제시
- (스마트 농업 육성 기본계획) 농축산부는 '23.7월 「스마트 농업 육성 및 지원에 관한 법률」을 제정하여 스마트 농업의 법적 기반을 마련하고, 현재 약 14% 수준인 스마트 농업 기술 보급률을 '27년까지 30%로 확대하는 기본계획을 수립
- (스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발 사업) '21.~'27.(4+3년) 3,867억 원 (국고 3,333억 원, 민자 534억 원)의 R&D예산을 투입하여, 스마트팜 융합·원천기술 개발/확산을 통한 지속가능한 농축산업 구현 및 글로벌 경쟁력 제고 추진

- (스마트농산업 발전방안) '24.3월 발표, 스마트 농업의 제도 개선과 경쟁력 제고를 통해 확산을 촉진하고자 하는 방안으로 ▲수직농장의 산업단지 입주 및 농지 설치 규제 완화, ▲스마트 농업 전문인력 육성을 위한 교육기관 지정, ▲스마트 농업관리사 제도 신설, ▲스마트팜 수출 확대를 위한 G2G 협력 강화 등을 발표

〈표 5〉 스마트 농업 관련 주요국 정책 현황 요약

국가	주요 정책 및 전략	중점 기술 및 특징
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>USDA의 Precision Agriculture 전략 추진</li> <li>AIM for Climate 공동 주도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>드론, 위성, AI, IoT 기반 정밀농업 시스템</li> </ul>
EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAP(공동농업정책) 개편을 통한 디지털농업·지속가능성 중심</li> <li>Green Deal과 연계 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트센서, 자동화기계, 탄소저감 기술</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digital Farming 2035 로드맵 수립</li> <li>AgriTech 중심의 R&amp;D 집중 투자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 기반 농장 관리, 로봇트랙터, IoT 플랫폼</li> </ul>
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최고 수준의 스마트팜 인프라 추진</li> <li>Wageningen 대학 중심의 실증 및 기술 상용화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유리온실 자동화, 수경재배 AI 제어, 스마트 생장 조절</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 농촌 전략(2021-2025) 추진</li> <li>국가 AI + 농업 통합 전략</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 드론, 토양 센서, 위성기반 원격농업 모니터링</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 농업 액션 플랜 수립</li> <li>농림수산성 중심 ICT 농업 실증사업 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇수확기, 무인트랙터, 고령화 대응 자동화 시스템</li> </ul>
인도	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digital Agriculture Mission(2021-2025) 추진</li> <li>소농 중심 스마트 농업 지원 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저비용 IoT, 모바일 기반 농민지원 플랫폼</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트팜 확산 전략(2023) 및 K-스마트 농업 육성전략 수립</li> <li>청년창업농, 혁신밸리 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합환경제어, 빅데이터 기반 작황 분석, 스마트팜 ICT 확산</li> </ul>

## □ 소결

- 주요국들은 국가사회적 문제(노령화, 기후변화 등)의 해결방안으로서 스마트 농업을 적극 고려하고 있으며, 지속가능성과 디지털 농업에 초점을 맞춘 정책을 개진 중
  - (미국, EU) 기후 대응과 정밀농업을 결합하여 지속가능성과 생산성 동시 추구
  - (중국, 인도) 식량 안보와 농업현대화를 국가 전략으로 추진하며 디지털 기술을 적극 도입
  - (일본, 한국) 고령화 및 농업인력 부족 문제 대응을 위한 자동화 중심 스마트 농업 기술 개발
  - (네덜란드) 세계 최고 수준의 스마트팜 역량을 기반으로, 순환농업에서도 글로벌 리더가 되기 위한 전략 추진

#### 4. 미래형 스마트 농업 최신 연구 동향

##### □ 우리나라의 농림수산·식품 관련 기술수준<sup>6)</sup>

- 농림수산·식품 관련 우리나라의 기술수준은 최고기술 보유국인 EU 대비 82.5% 수준으로, 3.4년의 격차를 보이는 것으로 분석

〈표 6〉 스마트 농업 관련 기술 수준 요약

기술명	기술수준(%)					기술격차(년)				
	한국	중국	일본	EU	미국	한국	중국	일본	EU	미국
저항성 및 고기능성 품종개발 기술	81	85	85	100	100	5	3.8	3	1.8	0
친환경 맞춤형 신재배기술	81	75	90	92	100	5	4	2.5	2	0
스마트팜 기술	77.5	80	90	95	100	6	4	2	1	0
유용유전자 및 유전자원 개발·응용	88	85	90	95	100	3	1	1	1	0
친환경 사양기술	79.5	80	90	95	100	5	4	2	1	0
동물 질병 통제 기술	85	85	90	95	100	3	3	2	1	0

\* 출처: 2022년 기술수준평가(KISTEP, 2024.2.) 내 관련내용 발췌

- 다만, 우리나라는 관련 기초연구, 응용연구 모두 개발역량이 우수한 것으로 조사되었으며, 더불어 연구개발경향도 지속적으로 상승세에 있는 것으로 조사
- 다만, 스마트 농업에 직접적으로 관련된 ‘친환경 맞춤형 신재배기술’ 및 ‘스마트팜 기술’의 기초연구는 보통 수준으로 상대적으로 취약한 것으로 분석

〈표 7〉 스마트 농업 관련 기술 연구개발역량 및 연구개발경향 요약

기술명	기초연구개발역량					응용연구개발역량					연구개발경향				
	한국	중국	일본	EU	미국	한국	중국	일본	EU	미국	한국	중국	일본	EU	미국
저항성 및 고기능성 품종개발 기술	우수	우수	우수	탁월	탁월	우수	우수	우수	탁월	탁월	↗	↗	↗	↗	↗
친환경 맞춤형 신재배기술	보통	보통	우수	탁월	탁월	우수	우수	우수	탁월	탁월	↗	↗	↗	↗	↗
스마트팜 기술	보통	우수	우수	탁월	탁월	우수	우수	우수	탁월	탁월	↗	↑↑	↗	↗	↗
유용유전자 및 유전자원 개발·응용	우수	우수	우수	탁월	탁월	보통	우수	우수	우수	탁월	↗	↗	→	↗	↗
친환경 사양기술	우수	보통	우수	탁월	탁월	우수	보통	우수	탁월	탁월	↗	↗	↗	↗	↗
동물 질병 통제 기술	보통	우수	우수	탁월	탁월	보통	보통	우수	우수	탁월	↗	↑↑	↗	↗	↗

\* 출처: 2022년 기술수준평가(KISTEP, 2024.2.) 내 관련내용 발췌

6) 2022년 기술수준평가, KISTEP, 2024.2.

- 스마트 농업을 선도하는 네덜란드와 더불어, 미국, 일본의 연구동향 분석을 통해 최신 연구 동향을 파악하고자 함

## ① 네덜란드의 스마트 농업 연구 동향

### ○ 글로벌 스마트 농업의 선도국, 네덜란드

- 농업에 부적합한 기후·토양 여건을 극복하기 위해 기후 독립형 농업기술을 조기에 발전
- 농산물 수출 세계 2위 국가로, 스마트팜 기술을 기반으로 고부가가치 실현
- ‘Climateflation’ 대응형 기술 체계 구축을 통해 기후변화에 구애받지 않는 안정적 재배환경 조성
  - \* (Climateflation(Climate + Inflation)) 기후변화로 인한 식량 및 상품 생산과 유통에 변화가 생김으로서 발생하는 물가 상승

### ○ 협력 기반 기술혁신 구조 - ‘Golden Triangle’

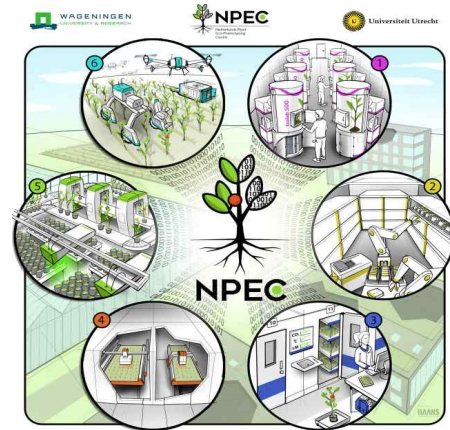
- 바헤닝언대학(WUR) 기준 반경 30km 내 연구·기업 중심의 산·학·관 클러스터인 ‘Golden Triangle’을 구성
- 연구소, 정부, 식품·농화학 기업이 상시 협력하는 개방형 혁신 구조 구축
- Food Valley 조성을 통한 글로벌 식품기업과 연계한 기술 상용화 기반 마련

### ○ 기후변화에 연관이 적은 안정적인 재배환경 구축 기술

- 외부 기후나 환경요소에 구애받지 않도록 실내 작물 재배환경을 구축하고, 생육에 최적화된 요소를 자동으로 유지하는 시스템을 구축하여 안정적인 다수확 체계를 구축함
- 온습도, 조명, 환기 조절의 환경 자동 제어 기술, 재배 환경 내부 설비 및 에너지 관리 시스템, 관수 양액 공급설비 등을 개발하고 보급
- 최근에는 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 작물의 재배환경, 수확량 등을 예측하여 재배 및 수확 전주기 관리 기술을 적용

○ (사례 1) NPEC(Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre)

- 바헤닝언 농업 연구소에서 진행 중인 AI 활용 식물 측정 연구로, 식물 이미지 분석을 통한 생육 및 질병 감지 연구
  - \* ▲식물의 잎, 줄기, 뿌리 이미지 분석을 통한 식물의 구성 요소 평가, ▲이미지 분석 기반 조기 질병 탐지 및 최적 치료 시기 적용으로 손실 최소화, ▲비정상적 생육 조건 탐지를 통한 재배 환경 변화 예측 및 재배 환경 유지 최적화를 통한 재배환경 항상성 구축 등



\* 출처: Wageningen University and Research 홈페이지(<https://www.wur.nl>)

<그림 3> 네덜란드의 AI를 활용한 선진 스마트 농업 기술 사례

○ (사례 2) Data-driven Farming System

- 바헤닝언 농업 연구소에서 진행 중인 AI를 활용한 재배 정보 활용 기술로, 설비·재배·노동 등 다원적 데이터 기반의 의사결정 지원 시스템을 연구
  - \* 재배자 획득 데이터(재배 환경정보, 설비 운영 정보, 수확, 판매, 노동력 등)의 통합정보 활용을 위해 AI 활용 분석 및 스마트 농업 운영자가 합리적인 의사결정 수단으로 활용
  - \*\* 재배 관련 Big data를 통합하여 활용할 수 있도록 정보 지원하고, 환경 정보와 재배 노하우, 에너지 관리의 지식이 융합된 전문가 수준의 지식을 제공하여 데이터 기반의 의사결정에 도움을 주고 농업혁신성에 기여



\* 출처: Wageningen University and Research 홈페이지(<https://www.wur.nl>)

<그림 4> AI를 이용한 농업 정보 획득 및 데이터 기반의 의사결정



## ② 미국의 스마트 농업 연구 동향

### ○ 대규모 스마트 노지 농업의 메카, 미국

- 미국은 세계 최대 규모의 농업국으로, 대규모 노지 농업이 발달 및 상용화되어, 노지 농업에 활용되는 자율주행, 위성, 빅데이터 중심의 스마트 농업 발전
- 오픈데이터 정책(美농무부·기상청 공동)으로 농업 정보 접근성과 활용성을 제고

### ○ (사례 3) 미국 최대 규모의 수직농장 기업, 'Plenty Unlimited Inc.'

- 고급유전학 품종 개량, 맞춤형 하드웨어 및 재배환경 구축, AI 및 데이터 분석을 대표 R&D 플랫폼으로 운영
- (3D 수직 재배 시스템) 모듈 단위의 3D 수직 재배 구조(최대 높이 9m)를 활용, 노지 농업 대비 약 350배 이상의 생산성을 확보하고, 다양한 수확 작물을 조합하여 배치할 수 있는 혼합형 재배 시스템 구축
- (AI + 자동화 시스템) 온도·습도·CO<sub>2</sub> 등 실시간 분석 → 생육 조건 자동 조절
- (로보틱스 자동 재배) 파종~수확 전 과정에 로봇을 이용하여 자동화 → 인건비 절감, 품질 일관성 및 생산 효율성 극대화
- (밀폐형 제어환경(CEA)) 외부 환경 요인, 병해충, 질병 유입 차단을 통해 기후 요소에 관계없는 무농약 재배환경 구축 및 농업용수 재활용(90% 이상) 구현



\* 출처: Plenty 사 홈페이지(plenty.ag)

<그림 5> 미국 최대 규모의 수직농장의 재배환경 및 로보틱스를 이용한 생산

〈표 8〉 미국의 스마트 농업 대표 기업별 대표기술 개요

기업명	대표 기술	특징
Plenty	3D 수직 재배 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>공간 효율 극대화, 타워형 구조로 도시 내 한정된 공간에서 대량 생산 가능</li> <li>모듈형 구조로 다양한 작물 재배, 신속하고 유연한 품종 전환 가능</li> </ul>
	맞춤형 LED 조명	<ul style="list-style-type: none"> <li>식물 성장, 품질 극대화, 소요 에너지 절감</li> </ul>
	완전 밀폐형 재배환경 (CEA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>외부 환경, 기후에 무관한 연중 생산 환경 조성, 무농약, 수경 재배환경 구축</li> </ul>
	AI, 로봇틱스	<ul style="list-style-type: none"> <li>실시간 데이터 분석 및 자동 환경 최적화 맞춤형 성장 조건 적용</li> <li>파종-수확의 전 과정 자동화 달성으로, 효율성, 일관성, 식품 안전성 확보</li> </ul>
AeroFarms	에어로포닉스 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>뿌리를 공중에 노출하고 미세 분무로 영양분 공급 (물 사용량 95% 절감)</li> </ul>
	맞춤형 LED 조명	<ul style="list-style-type: none"> <li>작물별, 성장 단계별 맞춤형 라이트 레시피를 활용하여 생산성 품질 극대화</li> </ul>
	자동화 데이터 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서, AI 기반의 환경 모니터링 및 자동제어를 이용한 품질 일관성 향상 및 노동력 절감 효과</li> </ul>
	친환경 지속가능 농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양, 농약 사용이 없는 청정생산 환경 조성, 도심 인근에서 재배물 공급</li> <li>250여종 이상의 작물 공급 가능, 글로벌 공급망 혁신 기대</li> </ul>
Bowery Farming	Bowery OS	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 빅데이터 기반 운영 시스템, 실시간 환경 모니터링 자동화 및 최적화 기술</li> <li>작물별 최적의 광합성 조건에 해당하는 빛 공급</li> </ul>
	수경재배 및 폐쇄형 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐쇄 환경 조성으로 농약 최소화, 병해충 차단, 물사용량 95% 절감</li> </ul>
	자동화 로봇 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automated Storage and Retrieval System(ASRS)을 이용하여 파종, 이식, 재배, 수확, 포장 전 과정의 자동화 달성</li> </ul>
	지속가능한 환경 및 친환경 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>100% 재생에너지를 활용하여, 식물에서 발생하는 수분을 재사용하는 물 순환 시스템 도입</li> <li>농장의 설계와 하드웨어를 자체 개발하여 에너지 효율성 극대</li> </ul>

\* 출처: Plenty 홈페이지(plenty.ag), Aerofarms 홈페이지 (<https://www.aerofarms.com>), Bowery Farming 홈페이지 (<https://bowery.co>)

### ③ 일본의 스마트 농업 연구 동향

#### ○ 정부 주도형 스마트 농업, 일본

- 일본의 스마트 농업은 정부의 지휘 아래 연구기관과 민관의 협업으로 스마트 농업을 추진
- 日농림수산성 주도의 실증 프로젝트를 통해 로봇, AI, IoT를 이용한 첨단 농업 기술을 스마트 농업 현장 적용 및 효과 분석
- (사례 4) 일본 정부 주도의 지속가능한 개발 목표를 위해 다양한 업종들과의 연계를 전략화

〈표 9〉 일본의 스마트 농업 관련 협업 현황

업종	기업명	관련사업 내용	참가 배경
식품 가공 외식	프라임데리카	세븐일레븐 샌드위치 공급	생산된 안전한 채소의 안정적인 공급처 확보
	후지오푸드	자사 점포 공급	안심 안전한 식자재 공급, 장애인 고용 창출
소매업	로손	농업 생산 법인 설립	상품의 원재료 안전, 안정 공급
	세이유	점포 내 식물공장에서 생산 채소 판매	신선 제품 니즈 반영
IT 전자	후지츠	자사 공장 활용	자사 ICT 기술 활용
	파나소닉	점포 내 식물공장에서 생산 채소 판매	신선 제품 니즈 반영
교통회사	한신전철	그룹사 소매 점포 활용 판매	고가 공터 공간 효율 활용
	JR동일본	그룹회사 업무용으로 공급	지역활성화
제약 화학 제조	시세이도	화장품 등의 원재료 재배	안심 안전한 원재료 확보
	미츠비시 가스화학	채소류 생산 판매	자사 식품, 약품 관련 판매 확대



## □ 소결


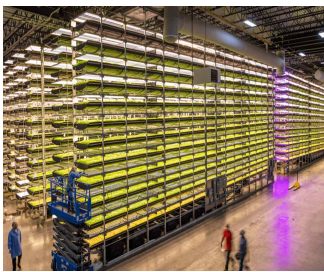

- 스마트 농업 관련 최신 연구들은 재배 환경 관리, 데이터 활용, 로봇 활용에 초점을 두고 진행 중
- (재배 환경 관리) 단위 면적 당 재배 효율을 높이기 위한 재배 플랫폼 개발 기술, 광량, 양액의 안정적 공급 및 활용 에너지 최소화를 위한 자동 관리 기술 관련 연구 등
- (데이터 활용) 재배, 수확 환경에서 발생하는 노동력 절감 및 재배 관련 정보를 데이터 기반으로 활용하기 위한 연구가 진행 중이며, 농업 인력의 감소 및 고령화를 데이터 기반의 제어와 관리를 통해 극복하고자 함
- (로봇 활용) 고층의 재배 플랫폼, 파종부터 수확까지의 전주기를 담당할 수 있는 로봇 기술 개발 및 실증이 활발하게 진행 중이며, 노동력 절감 및 농장 운영의 안정성 등을 위해서 로봇을 활용한 관리가 필수 모델로 자리 잡고 있음
- (연구 협력 체계) 미국·유럽은 기업/스타트업을 중심으로 스마트 농업이 발전, 생산자-수요자 간의 연구 관련 협력 및 연계가 자연스럽게 진행되는 반면, 일본의 경우에는 정부 주도형으로 진행, 스마트 농업 관련 주체 간 연구 협력을 정부에서 묶음 관리하고 있음

## 5. 미래형 스마트 농업 관련 제안 기술

### ① 미래형 도시 농업 기술

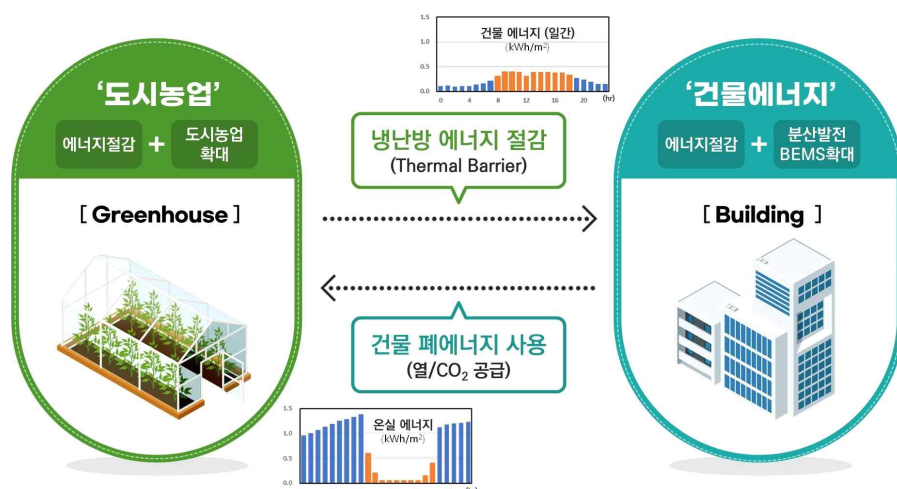
- (개요) 도시 농업은 식량 수요와 생산 동력이 있는 도시에서 도시 텃밭, 수직농장(식물공장), 옥상온실 등의 형태로 작물을 직접 재배하는 신개념의 농업 형태로서 최근 유럽, 미주 등 선진국을 중심으로 빠르게 성장 중
  - FAO에서 발표한 세계 식량 농업 보고서에 따르면, 인구는 '50년 약 100억 명에 이르는 반면 기후변화로 인한 경작지 감소 및 농업인구 감소로 식량 생산량은 이에 미치지 못할 것이라 예상<sup>7)</sup>
  - 더불어 글로벌 메가시티化로 인해 전 세계 인구 중 2/3 이상의 도시 집중이 전망되는 등 미래 사회 변화에 맞춘 식량 생산의 방안으로 도시 농업이 주목
  - 도시 농업의 주요 유형으로는 도시 텃밭, 수직농장(식물공장), 옥상온실이 있으며, 각 유형별 특징은 아래와 같음

<표 10> 도시 농업 구현 유형별 비교

구분	도시 텃밭	수직농장(식물공장)	옥상온실
재배 방식	토경재배 (개방)	수경재배 (밀폐형 구조)	수경재배 (온실)
생산성	낮음	매우 높음	높음
에너지 소비	적음	많음	중간
재배기간	봄, 가을	연중 생산	혹서기 제외 연중 생산
광원	태양광	인공광	태양광, 인공광 병용
대표 사례	 [영국 얼럿먼트 농장 전경]	 [미국 AeroFarms]	 [한국기계연구원 옥상온실]

7) "The State of Food and Agriculture 2024 - Value-driven transformation of agrifood systems", FAO, 2024

- (도시텃밭) 도시 농업 초기의 모델로서, 대표적으로 영국의 도시화 및 도시 식량 문제를 해결하기 위한 도시 농업 정책 얼롯먼트(Allotment)를 통해 확산 및 지속적인 수요가 증가
    - \* (얼롯먼트(Allotment)) 시민들에게 도시 농지를 대여하는 방식으로 도시에서의 건강한 먹거리 생산, 식량 자급자족, 지속 가능한 도시 개발, 도시에서 자연을 통한 힐링 욕구 충족 등의 역할을 하며 지속적으로 수요가 증가
  - (수직농장(식물공장)) 완전 밀폐된 환경에서 작물을 재배하는 시스템으로, 외부 기후에 영향을 받지 않고 출하 시기, 생산량, 품질 등을 운영자가 조절하여 재배할 수 있어, 미래 도시 농업 기술, 기후변화 대응 농업 기술 및 극지·우주 농업 기술로서 주목
  - (옥상온실) 도시의 유휴공간인 건물 옥상 공간을 활용하여 작물을 재배하는 방식으로 유럽 및 미주 등의 도시가 발달된 선진국을 중심으로 빠르게 확산 중
- (세부기술) 도시 농업의 보급·확산을 위해서는 에너지 이용 고도화 및 효율화 기술이 핵심으로, 세부적으로는 도시 미활용 에너지·자원 활용 기술, 재배 환경 최적 제어 기술, 도시 맞춤형 고효율 농업 시스템 기술이 필요
- (에너지 공급: 도시 미활용 에너지·자원 활용 기술) 도시에서 버려지거나 미활용되고 있는 에너지와 자원을 활용하여 도시 농업 시설에 공급함으로써 농업 에너지 사용량을 절감할 수 있는 기술이 필요
- \* (도시 폐자원 활용 기술) 도심, 건물에서 발생하는 다양한 폐자원들이 작물 재배에 활용할 수 있으며, 대표적으로 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 농도가 높은 사무공간의 공기를 작물에 활용함으로써 광합성 효율을 높일 수 있으며, 도시 빗물 및 생활폐수를 수집·정화하여 농업용수로 활용할 수 있음



<그림 6> 건물 연계 도시 농업 에너지 관리 기술

- (에너지 제어: 재배 환경 최적 제어 기술) 작물 생육에 필요한 환경요소(온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 광량 등) 최적 제어를 통해 에너지 소비를 최소화하고, 동시에 작물 생산성을 향상시키는 기술이 필요
    - \* (부하 예측 기반 최적 제어) 외부 기상 변화 및 작물 생육단계를 고려한 온실·수직농장의 에너지 부하 계산 모델을 활용해 에너지 소비량을 감소시킬 수 있으며, 특히 AI 기술 활용을 통해 실시간 기상 및 환경정보를 분석하고, 이를 바탕으로 최적 설비 제어를 통해 에너지 사용량을 최소화할 수 있음
  - (전용 고효율 시스템: 도시 맞춤형 고효율 농업 시스템 기술) 도시 농업의 재배 규모, 활용 가능 자원, 대상 작물 및 작물 재배 환경(예. 밀식재배 시스템, 인공광 활용, 작물의 증산작용 등)은 일반 건물과는 상이하기 때문에, 도시 맞춤형 최적 재배 기술이 필요
    - \* (고효율 설비) 도시 농업의 에너지 이용 효율 측면 개선을 위한 고효율 식물 재배용 광원 설계, 식물 재배 환경 맞춤형 전용 공조기기 설계가 필수적
- (제안 기술) 미래형 도시 농업 시스템 및 극한 환경 농업 시스템
- 미래형 도시 농업 시스템 구현을 대표적인 기반기술로서 ▲건물 통합형 옥상온실, ▲건물 연계 에너지 제어, ▲도시 농업 재배 기술을 제안하며, 확보된 기반 기술은 향후 ▲극한 환경 농업 시스템으로 발전 가능
  - (건물 통합형 옥상온실) 건물 및 옥상온실의 에너지 연계 설계 및 통합 운영을 통해 건물 옥상(온실)을 통한 열전달 효과로 건물의 냉·난방 에너지 소비량을 절감하고 건물 폐에너지(건물 공조 시스템 저온 폐열, 사무실 공기 잉여열 등)를 작물 재배에 활용 가능
  - (건물 연계 에너지 제어) 농업시설의 에너지 사용량은 계절, 날씨, 시간별 변동성이 매우 크기 때문에, 건물에너지관리시스템(BEMS)과 연계한 통합 제어가 필요하며, 건물유형 및 사용 패턴에 따라 에너지 부하를 예측하고 농업 설비와 연계 제어함으로써 에너지 절감 효과의 극대화 가능
  - (도시 농업 재배 기술) 도시 농업은 재배 면적이 협소하고, 생산 단가가 높으며, 소비자 수요가 다양하다는 특징을 갖고 있으며, 사업성 확보를 위해 다품종 생산 재배 기술, 고정밀 양액 공급 기술 및 도시형 소비자 수요를 반영한 품종 선정 전략의이 병행 필요

- (극한 환경 농업 시스템) 도시 농업 기반 기술은 장기적으로 극한 환경에서도 작물 생산이 가능한 기술 기반으로 확장될 수 있으며, 실제로 옥상온실과 수직농장에서 사용되는 밀폐형 생장 시스템, 인공광 기반 생육 기술, 고정밀 환경제어 기술은 극지방과 같은 혹한지 또는 우주 환경에서의 식량 생산시스템 구축에 직접 적용 가능



<그림 7> 극지 농업과 우주 농업 이미지

#### ○ 소결

- 도시 농업은 인구 증가, 기후변화, 농업인구 감소 등 복합적인 위기에 대응하기 위한 미래 식량 생산 전략으로 주목
- 특히 옥상온실과 수직농장과 같은 도심형 농업 기술은 도시 내 식량 자급률 향상, 에너지 절감, 탄소중립 실현 등에 기여 가능
- 미래 도시 농업의 보급·확산을 위해 ▲도시 미활용 에너지·자원 활용 기술, ▲재배 환경·에너지 정밀 제어 기술, ▲도시 맞춤형 고효율 농업 시스템 개발이 핵심이며, 위의 기반 기술은 단순한 재배 기술을 넘어 도시의 에너지·자원 인프라와 연계되는 통합형 기반 기술로 발전할 수 있는 잠재력 존재
- 미래 도시 농업 기술은 단기적으로는 미래 도시 식량 안보 확보와 농업 에너지 효율화에 기여하고, 장기적으로는 극지 농업 및 우주 농업으로의 기술 전환과 확장을 목표로, 전략적인 육성 필요

## ② 스마트 곤충 농업 기술

- (개요) 스마트 곤충 농업은 미래 사회 식량 확보 전략의 유망 후보 기술로, 사업형 축산업 대비 온실가스 배출량 감소 효과가 크고, 환경오염을 줄일 수 있는 대체 수단으로 제시되고 있음
- 식용 곤충의 시장 규모는 2024년 기준 13억 달러 규모에 이를 것으로 파악되고 있으며, 연평균 성장률(CAGR)이 약 24~28%에 이를 것으로 분석되고 있으며, 2030년 47억 달러 규모로 성장을 예상<sup>8)</sup>
- 식용 곤충 기술은 기존의 스마트 재배시설을 활용할 수 있기 때문에 대체육 관련 기술 중 기술도입 시기가 가장 빠를 것으로 예상
- 특히 유럽 및 미국에서 대량 사육환경 조성 및 분말 가공 분야에 대한 연구개발 및 기술 선도가 진행 중
  - \* 프랑스의 Ynsect社의 경우 높이 40m 규모의 수직농장을 운영하고 있으며, 갈색거저리 유충(밀웜)을 주로 재배하여 사료, 식품 원료 용도로 제공
- 국내는 중소형 규모 중심의 10층 이내의 저층 재배 환경을 조성하고 있으며, 온습도 관리, 수분 영양 공급 장치 등을 도입하여 재배 노동력 절감 효과를 기대 중이나 아직 완전한 자동화 수단을 달성하지 못한 수준

〈표 11〉 스마트 곤충 농장의 선도 기업 및 기술 특징

회사 및 국가명	주요 특징
Ynsect (프랑스)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 세계 최대 규모 수직농장(40m) 규모 건설</li> <li>▪ 세계 최초 유기 곤충 기반 비료 시판 승인</li> <li>▪ 양식용 사료, 애완동물용 사료 제조</li> </ul>
Protix (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 곤충 식량 스타트업</li> <li>▪ 완전자동화 공정 개발(2020년 네덜란드 혁신상 수상)</li> </ul>
Chapul (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 귀뚜라미를 이용한 에너지바 생산</li> </ul>
Exo (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 귀뚜라미를 이용한 단백질바 생산</li> </ul>

8) "Edible Insects Market by Product (Whole Insects, Powder), Insect Type, Application - Global Forecast to 2030"

- (정책) 주요국들은 미래 식량 확보 방안의 일환으로 스마트 곤충 농업을 적극 고려 중이며, 우리나라도 농식품부 및 농진청에서 관련 R&D 투자 중
  - (EU) 'Farm to Fork Strategy' 정책을 통해 지속가능한 식량 시스템을 확보하기 위한 방안으로 식물, 조류, 곤충 이용 단백질 분야 연구개발 지원
  - (싱가포르) '2020 Alternative Protein Seed Challenge'를 공모, Insect protein 기술 지원 시작
  - (한국) '제3차 농림식품과학기술육성 종합계획(2020~2024)'을 통해 식용 곤충 핵심기술 선정 및 기술 지원 계획을 발표하였으며 농식품부 78억 원 규모, 농진청 27억 원 규모의 R&D 사업을 지원 중
- (세부기술) 스마트 곤충 농장의 세부 구성 기술은 기존 스마트 농장 재배 시설과 유사하며, 세부적으로 수직 재배용 모듈형 지배시스템, AI·로봇을 이용한 자동화 기술이 요구
  - (재배 환경 관리: 수직 재배용 모듈형 재배 시스템) 단위 재배 면적당 높은 수확량 확보를 위해 고층·적층형 재배 환경이 필요
    - \* 곤충 사육 시 발생하는 열과 이산화탄소를 고려한 高통기성 설계와 더불어 기존 스마트 수직 농장과 동일하게 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 광량, 영양 상태 등을 모니터링 및 제어할 수 있는 수단이 필요

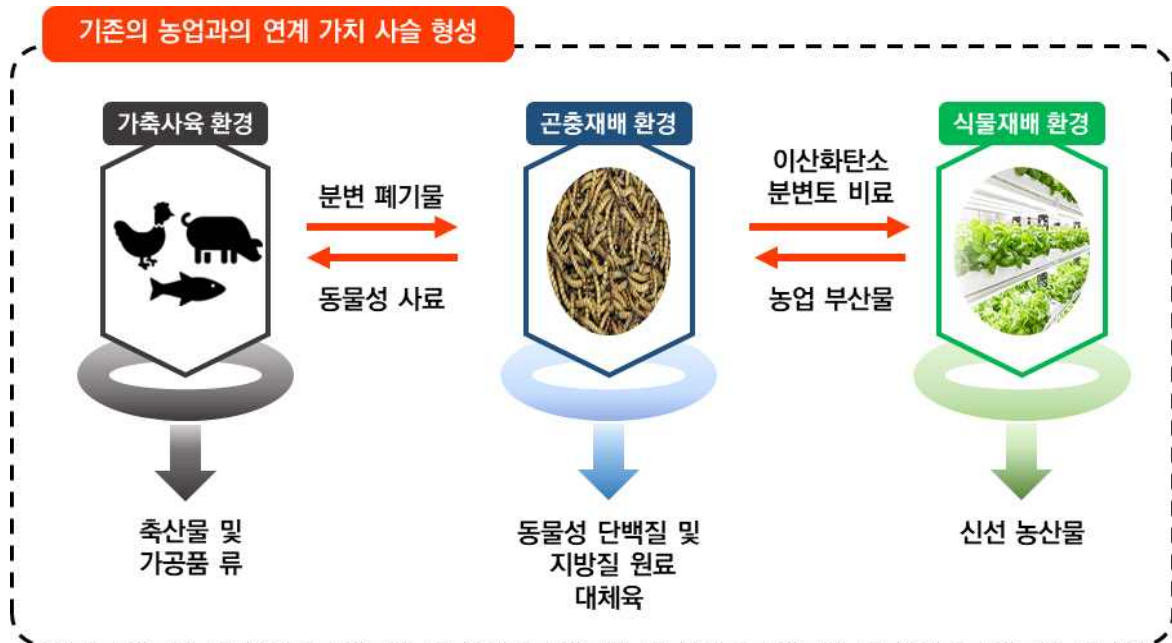
<표 12> 스마트 곤충 모듈형 재배 시스템의 소요기술 변화

기존 재배형 모듈 기술	미래형 재배 기술
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 수직형 결합구조</li> <li>▪ 재배 곤충을 단순 수납하는 형태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 초고층 수납 가능 결합구조(경량화, 하중 분산 구조 구현)</li> <li>▪ 온습도 조절, 통기, 수분공급, 영양 공급 유리 구조</li> <li>▪ 초기 설비비가 설비예산의 대부분을 차지 → 제작단가 절감 방안 고려 필요</li> </ul>

- (AI·로봇을 이용한 자동화 기술) 부화, 재배 양육, 출하의 전주기에 관한 수확 관리 시스템 확장을 위해서 자동화 시스템 확보가 필요
  - \* (재배 관리) 스마트 수직 농장과 같이 생육관리를 위한 작업을 자동으로 수행하는 로봇 적용이 필요하며, 재배 환경정보를 습득하고 스스로 재배 관리를 할 수 있는 수단의 적용이 필요
  - \* (수확 출하) 곤충 재배환경은 고층의 구조로 이루어 지기 때문에 다층의 재배 모듈 이송관리 시스템이 필요하며, 대규모 고층의 재배환경에서 효과적인 수확 및 처리를 위한 관리형 로봇 시스템이 필요



- (제안 기술) 스마트 곤충 농업의 고부가가치화 및 지속가능한 목표 달성을 위한 가치사슬 연계형 순환 시스템
  - 곤충 사육(재배) 환경 부산물 및 폐기물의 순환적 처리가 가능한 시스템 구축



<그림 8> 스마트 농업, 곤충 재배환경의 순환 구조 결합 예시

- 곤충 재배에서 발생하는 폐기물은 곤충의 대사 후 발생하는 분변토와 호흡하면서 발생하는 이산화탄소가 대표적
- 곤충 분변토는 기존의 화학비료보다 14% 높은 수확을 기대할 수 있는 우수한 친환경 비료로 평가하고 있으며<sup>9)</sup>, 이를 식물 농장의 비료로 활용 가능
- 곤충 발생 CO<sub>2</sub> 농도가 일정 이상 높아질 경우 곤충 생육에 악영향을 미치기 때문에 환기를 통해 이를 일정 농도로 유지해야 하나, CO<sub>2</sub>를 단순 배출하지 않고 식물 재배와 결합, 재활용한다면 새로운 부가가치 창출 가능
- 스마트 농업 선도국인 네덜란드는 이와 유사한 형태의 곤충-식물 결합형 순환 농장 모델 도입을 추진하고 있으며, 스마트 농업과 연계된 탄소·자원 순환형 시스템으로서 각광

9) Circularity Report 2024



○ 소결

- 미래 곤충농장은 재배 구조, 환경제어, 자동화 기기의 융합이 핵심이며, 중·대형 스마트 곤충농장 전환을 위해선 여러 기술적 난제(고밀도 설계, 자동화, 에너지 효율 등) 해결 필요
- 사육되는 곤충의 단일 식품화만으로는 활용에 한계가 존재함에 따라, 곤충의 다각적 활용처(양돈 등 기존 축산업용 사료, 바이오 소재 활용, 단백질 원료 등) 확보가 필요
- 단순 재배를 넘어 인접 가치사슬(식물 비료, 식물 재배 스마트 농장 등)과의 연계 전략 구축 필요
- 식량안보 및 기후대응형 농업으로서의 전략적 가치를 극대화하고, 관련 시장 선점을 위한 국가적 기술확보 및 실증데이터 축적 시급

③ 농수작업 로봇시스템

- (개요) 농업 노동력 감소·고령화 및 기후위기로 인해 지속적·안정적인 농작물 공급 및 확보가 중요해짐에 따라 농업용 로봇 활용에 대한 관심 증가
- 국내 농가 수는 '20년 약 138만 호에서 '23년 약 99만 호로 72% 수준으로 감소 하였으며, 농가인구 중 65세 이상 비중 또한 50%를 넘어 농업인구 고령화가 심각<sup>10)</sup>

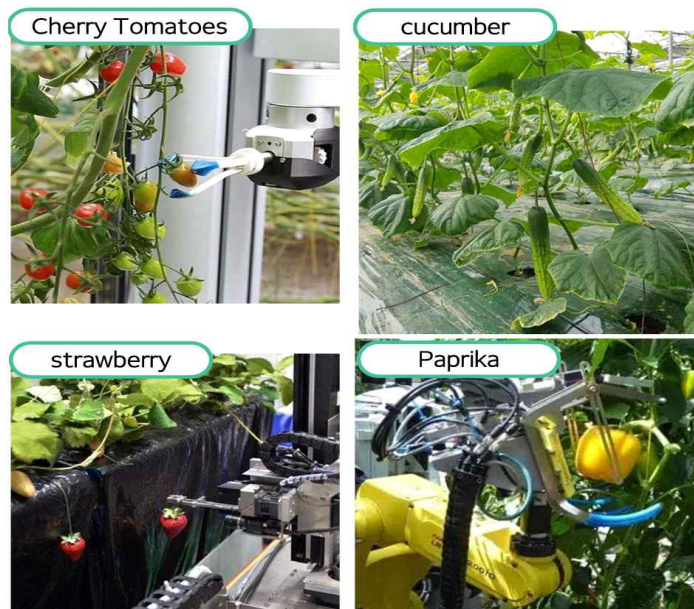


\* 출처: 2023년 농림어업조사 결과(통계청)

<그림 9> 국내의 농가·농가인구 감소 및 고령화

10) 2023년 농림어업조사 결과, 통계청, 2024.

- 농업에서 '작물 수확'은 정확성과 세심한 손길을 요구하는 노동집약적 작업으로, 노동 인력 부족 및 고령화 현상은 수확 시기의 생산성 저하와 농가 소득 감소를 초래하고 있으며, 이에 대한 방안으로서 로봇 활용 수요 증가
  - 농업용 로봇 글로벌 시장은 '24년 174억 달러에서 '30년 598억 달러로 22.8%(CAGR)의 성장이 전망되며, 국내 스마트 농업 관련 시장도 지속적으로 확대됨에 따라 농업용 로봇 활용이 증대될 것으로 전망<sup>11)</sup>
- (세부기술) 작물 수확으로 대표되는 농수작업은 단순한 반복 작업 이상의 섬세한 작업으로 수확 작물의 숙성도, 크기, 형태 및 손상 가능성을 고려하여 달리 다루어야 하며, 특히 작물의 손상을 최소화하면서 효율적으로 필요한 작업을 수행할 수 있는 고난이도 로봇 기술이 필요
- (로봇팔 기술) 다양한 크기와 형태, 강도의 작물을 손상 없이 다룸과 동시에, 농산물과 같은 비정형 복잡 환경에서의 목적 동작을 위한 로봇팔 하드웨어 및 매니폴레이션 소프트웨어 기술 필요
  - (로봇손 기술) 작물의 강성에 따른 적절한 힘 조정, 최종 목적 동작(적화, 적엽, 수확, 전정 등)을 위한 작업 동작(파지, 컷팅, 비틀기 등)이 가능한 말단장치 혹은 로봇손 기술



<그림 10> 다양한 작물형태에 따른 수확용 로봇팔·로봇손 사례

11) Agricultural Robots Market Forecasts to 2030 - Global Analysis By Offering, Type, Farming Environment, Application and By Geography, Statistics Market Research Consulting, 2024.

- (비전 기술) 로봇 활용을 위해선 수확 농작물의 상태, 위치 및 자세 등에 대한 정보를 확보하는 것이 필수적
  - (AI 기술) 자연조건의 비정형 시변(時變) 환경을 실시간으로 분석 및 이해하여 최적의 농수작업 전략 및 로봇 동작을 자율적으로 결정하는 기술 요구
- (제안기술) 미래농업환경 자율 농수작업 AI로봇 기술
- AI로봇 기술을 활용, 기존 농업로봇의 한계점인 고난도 농수작업 부분에서의 자율화 로봇 활용 가능성 제안
  - 현재 AI로봇 기술은 대부분 제조·서비스 환경과 같은 ‘구조화 환경’을 전제로 구현되고 있는 만큼, 비정형 시변환경인 농업환경에서의 AI로봇 활용을 위한 미래형 구조화 농업 환경 병행 개발을 제안
  - 농업환경 AI로봇 자율성 구현을 위해서는 다양한 환경에서의 농수작업 DB를 확보하고 이를 활용한 파운데이션 모델 개발이 필요
  - 미래농업환경 자율 농수작업 AI로봇의 핵심 제안기술로는 ▲AI로봇의 적용을 위한 미래환경 수직농장 기술, ▲다목적 농수작업이 가능한 이동형 양팔로봇 플랫폼 기술, ▲농수작업 동작 DB 확보 기술, ▲다양한 농수작업 DB의 학습을 통한 AI로봇 자율화 기술 등이 필요
- 소결
- 농업 노동력 감소·고령화 및 기후위기로 인해 지속적·안정적인 농작물 공급 및 확보가 중요해짐에 따라 농업용 로봇 활용이 각광
  - 현재 개발되는 AI로봇은 제조·서비스 환경과 같이 구조화된 환경을 전제로 개발됨에 따라, ‘비정형 시변 환경’인 농업 환경에서의 활용을 위해선 기존 로봇 기술에 더하여 농수작업 DB 기반의 파운데이션 모델 개발 필요
  - 세부 제안기술로는 ▲다목적 농수작업 가능 이동형 양팔로봇 플랫폼, ▲농수작업 DB확보 및 학습을 통한 AI로봇 자율화 기술 등이 있으며, 향후에는 미래형 스마트 수직농장과 연계한 농수작업 AI로봇으로 발전 가능



<그림 11> 미래농업환경 자율 농수작업 AI로봇 개념도



## 6. 결론 및 시사점

- 기후변화, 토양·수자원 고갈, 인구증가 등에 따라 글로벌 식량 안보 불안정이 확대되고 있으며, 대응책으로 스마트 농업(Smart Agriculture)이 대두
  - 스마트 농업은 ICT, AI, 빅데이터, IoT 등 디지털·첨단 기술을 활용, 생산성과 효율성을 높이고, 자원절약과 환경보호를 동시에 달성하는 지능형 농업 시스템이며, 현재 4세대까지 발전
- 글로벌 스마트 농업 시장은 최첨단 IT기술(AI, IoT, 센서, 로봇 등)을 접목하며, ('23.) 175.5억 달러 → ('28.) 285억 달러로 성장 전망
  - 대규모 농업이 이루어지는 북미의 글로벌 스마트 농업 점유율이 가장 높으며, 아시아·태평양 지역에서는 중국의 점유율이 높음
  - 국내 스마트 농업 시장은 가파른 성장세를 보이고 있으나 북미, 중국 등에 비해서는 규모가 크지 않음
    - 국내 스마트 농업 시장은 ('20.) 2.4억 달러 → ('25.) 4.9억 달러로 15.5%(CAGR) 성장률이 예상되며, 농림부는 스마트 농업 생산 비중을 '25년까지 20%로 확대
- 주요국들은 스마트 농업을 국가전략과제 등으로서 적극 추진 중이며, 주로 지속가능성과 디지털 농업에 초점을 맞춘 정책을 개진 중
  - (미국, EU) 기후 대응과 정밀농업을 결합하여 지속가능성과 생산성 동시 추구
    - (네덜란드) 세계 최고의 스마트팜 역량을 보유하고 있으며, 순환농업에서도 글로벌 리더가 되기 위한 전략을 적극 추진
  - (중국, 인도) 식량 안보와 농업현대화를 국가 전략으로 추진하며 디지털 기술을 적극 도입
  - (일본, 한국) 고령화 및 농업인력 부족 문제 대응을 위한 자동화 중심 스마트 농업 기술 개발

- 스마트 농업 연구개발을 선도하는 국가로는 네덜란드, 미국, 일본이 대표적이며, 재배환경관리, 데이터 활용, 로봇 활용에 초점을 둔 R&D 진행 중
  - (재배 환경 관리) 단위 면적 당 재배 효율을 높이기 위한 재배 플랫폼 개발 기술, 광량, 양액의 안정적 공급 및 활용 에너지 최소화를 위한 자동 관리 기술관련 연구 등
  - (데이터 활용) 재배, 수확 환경에서 발생하는 노동력 절감 및 재배 관련 정보를 데이터 기반으로 활용하기 위한 연구가 진행 중이며, 기존의 농업 인력의 감소 및 고령화를 데이터 기반의 제어와 관리를 통해 극복
  - (로봇 활용) 고층의 재배 플랫폼, 파종부터 수확까지의 전주기를 담당할 수 있는 로봇 기술 개발 및 실증이 활발하게 진행 중이며, 노동력 절감 및 농장 운영의 안정성 등을 위해서 로봇을 활용한 관리가 필수적
- 우리나라의 스마트 농업 선도를 위한 기반 기술로서 미래형 도시 농업 기반 기술 확보와 스마트 곤충 농업 시스템 및 농수작업 로봇 시스템을 제안
  - 도시 농업은 직접적인 식량 수요 도시에서 작물을 직접 재배하는 신개념의 농업 형태로서 최근 유럽, 미주 등 선진국을 중심으로 빠르게 성장 중
    - 전세계 인구는 '50년 100억 명에 이를 것으로 분석되며, 메가시티化로 인해 인구 중 2/3가 도시에 거주할 것으로 전망
    - 도시 농업의 주요 형태로는 도시 텃밭, 수직농장(식물공장), 옥상온실이 있으며, 초기의 도시텃밭의 형태에서 최근에는 첨단기술을 활용한 수직농장 및 옥상온실 형태로 발전 중
    - 미래형 도시 농업 시스템 구현을 위한 대표적인 기반 기술로서 건물 통합형 옥상온실, 건물 연계 에너지 제어, 도시 농업 재배 기술을 제안할 수 있으며, 향후 극한 환경 농업 시스템으로도 발전 가능
    - 미래 도시 농업 기술은 단기적으로는 미래 도시 식량 안보 확보와 농업 에너지 효율화에 기여하고, 장기적으로는 극지 농업 및 우주 농업으로의 기술 전환과 확장을 목표로 국가 전략으로서 육성 필요

- 스마트 곤충 농업은 미래 식량 확보, 온실가스 배출량 감소 효과 등 미래 농업의 차세대 아이템으로 대두
  - 관련 시장 규모가 39억 달러 규모('30.), 28%(CAGR)의 높은 성장률을 보일 것으로 분석되며, 기존 스마트 재배시설을 활용할 수 있다는 점이 큰 장점
  - 재배구조, 환경제어, 자동화기기의 융합 등의 기반 기술이 요구되며, 중·대형화를 위해선 여러 기술적 난제(고밀도 설계, 자동화, 에너지 효율 등)에 대한 R&D 필요
  - 더불어 곤충의 다각적 활용처(양돈 등 기존 축산업용 사료 등) 확보 및 단순 재배를 넘어 인접 가치사슬(식물 비료, 식물 재배 스마트 농장 등)과의 연계 전략 구축 필요
- 농수작업 로봇 시스템은 고난도 작업인 '작물 수확'이 가능한 로봇을 개발 및 활용하여 안정적이고 지속가능한 농업 생산성 확보에 기여
  - 기존 AI로봇 시스템을 '비정형 시변(時變) 환경'인 농업 환경에서 활용하기 위한 농수작업 DB 기반의 파운데이션 모델을 개발
  - 이를 위해 농수작업 DB 확보 및 학습을 통한 AI로봇 자율화 기술, 다목적 농수작업용 이동 양팔로봇 플랫폼 등에 대한 R&D 필요
  - 향후, 앞서 제안된 미래형 도시 농업(수직농장) 등과 연계한 농수작업 AI로봇 활용 등 연계 시스템 구축 가능
- 우리나라 스마트 농업 육성을 위해서는 정책·제도, 기술·인프라, 산업·인력양성 측면에서 아래와 같은 사항을 고려 필요
  - 스마트 농업의 핵심인 IT 기반 농업 확산을 위한 법·제도 정비
    - 스마트 농업의 구현을 위해선 다양한 첨단 IT기술을 활용한 재배환경관리, 농업 데이터 활용, 로봇 기술 등이 R&D 및 실증이 필요
    - 관련 기술의 실증을 위한 스마트 농업(스마트팜) 전용지구 지정, 규제샌드박스 제도 확대, 데이터 공유 및 활용을 위한 개인정보보호법 개선 등을 검토·정비 필요

- 우리나라 농산업 환경 및 지역별 특성을 고려한 스마트 농업 확산 추진 필요
  - 우리나라 농업 환경에 대한 깊은 이해 없이, 단순히 ICT의 접목 등 기술적 접근만으로는 작물 이상 감지, 수확시기 판단 등에 대한 한계점이 존재
  - 농업 종사자의 자체적 협동조합을 통해 자금 조달 등 농업 경쟁력을 제고했던 네덜란드의 사례를 참고하여, 정부·농협은 조합원들과의 적극적 소통을 통해 스마트 농업 지원센터, 농민 펀드의 활성화 등 추진 필요
  - 지역별 기후·작물 특성을 반영한 맞춤형 스마트 농업 모델 확산하고, 자자체 등과 연계한 거점 스마트 농업 육성단지 조성 고려 필요
- 스마트 농업 플랫폼 표준화 및 에너지 고효율 탄소중립형 기술 개발
  - 재배 시스템 간 호환성을 위한 농업 데이터 표준 및 통합 운영 플랫폼 구축하고, 운영 데이터의 수집·분석·시각화를 지원하는 오픈 API 개발 등 표준화 관련 R&D 고려 필요
  - 도시형 농업(수직농장, 옥상온실)과 연계한 에너지 절감 시스템 확대 및 도시형 농업 시스템의 태양광, 수열, 지열 등 신재생에너지 활용 및 연계 R&D 필요
- 지속적인 R&D 투자 및 관련 인재양성을 통한 경쟁력 확보 필요
  - 최신의 ICT는 물론 단열, 공조 등 다양한 기술이 스마트 농업 상용화 촉진에 위해 필수적인 만큼, 정부의 관련 R&D 적극 지원 필요
  - 특히 스마트팜의 경우 높은 에너지 사용량 등으로 인해 ‘그린워싱’ 논란에서 자유롭지 못한 만큼, 이에 대한 기술적 해결을 위한 R&D 투자 및 지속가능한 산업 경쟁력 확보를 위한 친환경 기계 기술 개발 필요
  - 스마트 농업 관련 인력 확보를 위해 꾸준한 지원이 요구되며, 네덜란드식 농업 교육 모델을 참고하여 관련 대학에 스마트 농업 교육 과정의 신설·지원을 통해 산-학-연이 유기적으로 연계될 수 있도록 지원 필요
- 기업 유치 활성화를 통한 스마트 농업 생태계 조성 필요
  - 스마트 농업 산업 활성화를 위해서는 높은 초기 비용 상쇄를 위해 대규모 자본 운용이 가능한 기업의 참여를 촉진할 필요
  - 이를 위해 정부 차원에서의 농지법 등 제도적·정책적 환경 조성 및 농민단체 등 사업 이해당사자와의 적극적인 갈등 관리가 필요



## 참고문헌

- AeroFarms. (n.d.). Homepage. Retrieved June 5, 2025, from [https://www.aerofarms.com](https://www.aerofarms.com)
- Bowery Farming. (n.d.). Homepage. Retrieved June 5, 2025, from [https://bowery.co](https://bowery.co)
- Circularity Institute. (2024). Circularity Report 2024: Sustainable agriculture and insect-based fertilizers.
- FAO. (2010). How to feed the world in 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report.
- FAO. (2024). The State of Food and Agriculture 2024: Value-driven transformation of agrifood systems.
- Meticulous Research. (2022). Edible Insects Market by Product (Whole Insects, Powder), Insect Type, Application – Global Forecast to 2030.
- OECD. (2021–2023). Building resilient food systems. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Plenty Co., Ltd. (n.d.). Homepage. Retrieved June 5, 2025, from [https://plenty.ag](https://plenty.ag)
- Protix. (n.d.). Protix Innovation in Insect Farming. Retrieved June 5, 2025, from [https://www.protix.eu](https://www.protix.eu)
- Statistics Market Research Consulting. (2024). Agricultural robots market forecasts to 2030: Global analysis by offering, type, farming environment, application and by geography.
- Technavio. (2024, July). Global Smart Agriculture Market 2024–2028.
- Wageningen University and Research. (n.d.). Homepage. Retrieved June 5, 2025, from [https://www.wur.nl](https://www.wur.nl)
- Ynsect. (n.d.). Ynsect Vertical Farming Solutions. Retrieved June 5, 2025, from [https://www.ynsect.com](https://www.ynsect.com)

- 네셔널지오그래픽 매거진. (2017. 9). 세계를 먹여 살리는 작은 나라.
- 농림축산식품부. (2023. 1). 제3차 농림식품과학기술육성 종합계획 23년도 시행계획(안).
- 대한무역투자진흥공사. (2023. 10). 네덜란드 스마트팜 시장 동향과 미래.
- 브런치스토리. (2023. 12). 스마트팜과 푸드체인 혁신 비즈니스.
- 임팩트 온. (2024. 7). (칼럼) 네덜란드와 한국 1조원 곤충산업 성패 가른 '이것'.
- 통계청. (2024). 2023년 농림어업조사 결과. 대한민국 통계청.
- 푸드투데이. (2024, April 12). 국내 스마트 농업 시장, 2025년 6,000억원 규모로 성장. 푸드투데이.
- 한국과학기술기획평가원. (2024. 2). 2022년 기술수준평가 보고서. 한국과학기술기획평가원(KISTEP).
- 한국농촌경제연구원. (2017. 11). 세계 식용 곤충시장 및 가공기술 동향.
- 한국농촌경제연구원. (2024. 3). 스마트 농업 해외 기술동향.
- 한국무역협회 국제무역통상연구원. (2024. 3). 우리나라 스마트팜산업 활성화 전략: 주요국 정책 및 글로벌 기업 성공사례를 중심으로.

## 기계기술정책 발간 목록

제 목	작성 연월
78. 기계산업 2014년 성과 및 2015년 전망	2014.12.
79. 최근 기계산업 대일무역역조 개선의 원인과 시사점	2015.06.
80. 기계산업의 빅데이터 활용 동향 분석과 시사점	2015.10.
81. 우리나라 해양플랜트 산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2015.12.
82. 기계산업 2015년 성과와 2016년 전망	2016.01.
83. 건설기계산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2016.05.
84. 4차 산업혁명과 기계산업의 미래	2016.11.
85. 기계산업 2016년 성과와 2017년 전망	2017.02.
86. 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회	2017.07.
87. 해외 선도 기관과의 기계기술 연구 분야 비교 분석	2017.11.
88. 산업용 로봇 시장 동향과 대응	2017.12.
89. 기계산업 2017년 성과와 2018년 전망	2018.01.
90. 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술	2018.07.
91. 국방분야 생존성 향상 기술 동향	2018.08.
92. 차세대 디스플레이 마이크로 LED 기술의 부상과 시사점	2018.09.
93. 기계산업 2018년 성과와 2019년 전망	2019.02.
94. 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략	2019.06.
95. 한·중·일 공작기계 및 기계요소 수출경쟁력 분석 및 제언	2019.07.
96. 미국 반도체 장비 기업의 성장과 시사점	2019.12.
97. 기계산업 2019년 성과와 2020년 전망	2020.01.
98. 글로벌 농기계산업 동향 분석	2020.02.
99. 포스트 코로나(Post COVID-19), 유망 기계기술 및 제언	2020.06.
100. 우리나라 제조장비기업의 성장·혁신·수익 패턴 분석과 시사점	2020.08.
100(특집호). 기계산업 데이터 활용 및 분석 방법 제언	2020.08.
101. 탄소중립 글로벌 동향과 기계기술 제언	2021.01.
102. 기계산업 2020년 성과와 2021년 전망	2021.01.
103. 수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망	2021.05.
104. 인체 증강 기계의 동향과 전망	2021.08.
105. 미국 바이든 정부의 기후변화 정책과 기계산업 시사점	2021.12.
106. 기계산업 2021년 성과와 2022년 전망	2022.02.
107. 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점	2022.04.
108. 무탄소 에너지원으로서 암모니아 기술의 부상 및 시사점	2022.07.
109. 폐배터리 재활용 산업 글로벌 동향과 시사점	2022.11.
110. 공작기계 및 산업혁신 연구의 체계적 고찰과 시사점	2022.12.
111. 기계산업 2022년 성과와 2023년 전망	2023.02.
112. 바이오장비 산업 동향 및 시사점	2023.06.
113. 일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점	2023.09.
114. 지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점	2024.01.
115. 기계산업 2023년 성과와 2024년 전망	2024.02.
116. 산업용 히트펌프 동향과 대응 방향	2024.08.
117. 이차전지 제조장비 동향과 차세대 이차전지 장비 전망	2024.12.
118. 기계산업 2024년 성과와 2025년 전망	2025.02.
119. 미래형 스마트 농업 연구 동향과 시사점	2025.06.



## 기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 119 미래형 스마트 농업 연구동향과 시사점

| 발행인 | 류석현

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2025.6.

| 기획·편집 | 기계정책센터

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7640



Technology Policy **ME**  
Mechanical Engineering

기계기술정책 No.119

미래형 스마트 농업 연구동향과 시사점



**한국기계연구원**  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

대전광역시 유성구 가정북로 156 기계정책센터  
Tel. 042-868-7640 [www.kimm.re.kr](http://www.kimm.re.kr)