

한국기상산업기술원 · ISSUE PAPER 2022-01

# 스마트농업 기술현황과 기상정보 융합 사례

2022. 3.



## CONTENTS

I. 추진 배경	1
II. 스마트농업 소개	4
III. 국내외 정책동향	7
IV. 분야별 기술현황	12
V. 맺음말	21

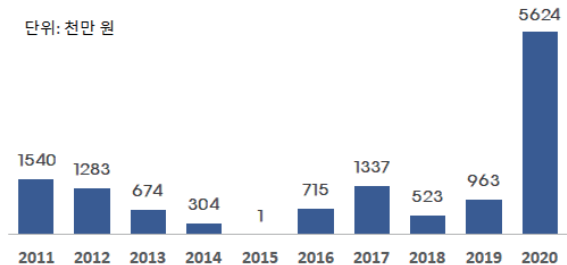
## I 추진 배경

### 글로벌 경제·환경 변화 대응을 위한 지속가능한 농업 기반 조성 필요

- 코로나로 인한 세계 무역 시스템 지연 및 기후변화로 인한 재해 증가 등의 요인으로 식량안보 위기 우려
  - '22년 1월 유엔식량농업기구(FAO)가 발표한 세계식량가격지수<sup>1)</sup>는 135.7로 '11년 6월(135.0) 이후 최고치
  - 한국의 곡물자급률<sup>2)</sup>은 농가 인구 감소 및 인구 고령화로 OECD 국가 중 최하위 수준(세계평균 101.5%, 국내 22.1%)임
  - '20년 자연재해로 인한 농경지 피해금액은 5,624천만 원으로 최근 10년 중 최고치



[그림 1] 전 세계 곡물자급률(최근 3년 평균)<sup>3)</sup>



[그림 2] 최근 10년간 농경지 재해 피해금액<sup>4)</sup>

- 국내 농가는 투입재 가격 상승, 농가 인력 감소, 기상재해 위험 증가 등이 농촌경제의 불안요인으로 인식

※ 경영위협 요소에 대한 농업인 인식변화(% , '16 → '20): ① 생산비 증가 18.8 → 20.2, ② 일손 부족 15.0 → 18.9, ③ 가뭄·홍수·태풍 피해 4.3 → 13.2<sup>5)</sup>

1) 세계식량가격지수: 곡물, 식물성 기름, 유제품, 육류, 설탕 등 국제거래가격 종합지수로 '14~'16년 가격평균을 100으로 잡은 상대적인 수치.

2) 사료용 소비를 포함한 국내 소비량 대비 국내 생산량 비율.

3) 농림축산식품부 홈페이지 <<https://mafra.go.kr>>.

4) 행정안전부(2021) 2020 재해연보.

5) 한국농촌경제연구원(2020) 2020년 농업·농촌 국민의식 조사.

## ICT 기반 스마트농업은 농업현안 해결을 위한 효과적인 대안

- 4차 산업혁명 기술이 융합된 스마트농업은 식량 문제를 극복하고 경쟁력을 제고할 수 있는 효과적인 대안으로 급부상

[표 1] 스마트농업의 장점

생산성	최적화된 생육환경이 조성됨에 따라 투입재와 노동력 절감
수출	농산물의 안정적 공급·확보, 新품목 및 기능성 품목 발굴로 수출 확대
일자리	농업 생산(스마트팜 경영, 전문재배사), 연관 산업(운영시스템 개발자, 컨설턴트) 등의 청년·지역 일자리 창출
환경	기후변화(재배적지 변화, 자연재해) 대응으로 안정적인 생산체계 구축 및 불필요한 양분 공급 감소, 약취 관리로 환경 부담 완화

- 해외 스마트농업은 연평균 9.8%로 성장하여 '20년 16조 원<sup>6)</sup>(137억 달러) 규모이며<sup>7)</sup>, ICT가 농업 전 주기에 적용되는 등 혁신 가속화
- 국내 스마트농업도 '20년 5.4조 원 규모로 성장하였으나, 상대적으로 해외 시장 대비 다소 낮은 성장률(8.4%)을 보임<sup>8)</sup>
  - 특히, 정부의 정책지원 확대에 따라 보급면적이 증가하고 있으나 기술수준\* 및 경쟁력 열세 등 구조적 한계 존재
  - \* 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준 70%, 기술격차 4년('20년 기준)<sup>9)</sup>

[표 2] 해외 및 국내 스마트농업 시장규모

단위: (해외)억 달러, (국내)조 원

	해외		국내		해외		국내				
	구분	2020년	성장률	구분	2020년	성장률	구분	2020년	성장률		
해외	노지농업	70	12.7%	국내	시설농업	2.2	6.7%	해외	시설농업	2.2	6.7%
	농업용 드론	12	35.9%		지능형 농작업기	2.8	9.2%		지능형 농작업기	2.8	9.2%
	자율주행 트랙터	6.5	24.0%		식물공장	0.4	14.7%		식물공장	0.4	14.7%
	시설원예	14	9.2%		합계	5.4	8.4%		합계	5.4	8.4%
	합계	137	9.8%								

6) 환율 1달러=1,198원(2022.1.5. 기준)

7) Marketsandmarkets(2020) Precision farming market by technology, application, offering and geography - Global forecast to 2025.

8) The Freedonia Group(2012) World Agricultural Equipment.

9) 과학기술정보통신부(2021) 2020년도 기술수준평가 결과(안).

## 스마트농업-기상기술 연계를 통한 산업 간 시너지 효과 창출 가능

- 기상·토양정보와 빅데이터 연계를 통한 신소득·유망 작목발굴과 유통·마케팅 전략 수립 등 디지털 스마트농업으로의 전환
  - 농업관측 예측성 제고를 통한 선제적 수급안정대책 시행으로 농산물 가격 안정에 기여
    - ※ 농업관측 정확도(%): ('20) 91.3 → ('21) 93.3
    - 5대 채소류 연간 가격 변동률(%): ('18) 16.29 → ('21) 13.34
- 기상정보 기반의 정확한 모니터링·분석을 통해 농업시설의 작업 유해요인 감지 및 농업재해 피해 경감

[표 3] 시설별 자연재해 피해액<sup>10)11)</sup>

(단위: 천 원)

	농경지	비닐하우스	축사·잠사	가축
2019년	9,627,595	9,912,709	1,911,506	-
2020년	56,242,974	15,659,765	13,366,900	863

- 온실가스 발생 최소화 및 재생에너지 전환으로 농업·농촌 탄소중립에 기여하고 기후변화 대응 역량 제고
  - 온실가스 저감 농법 및 저메탄 사료 개발·보급, 가축분뇨 신재생에너지화 등으로 저탄소 농업 실천 및 새로운 가치 창출
  - 영농형 태양광 활성화 및 공간계획을 통한 축사·온실 신재생에너지시설 등의 단지화로 재생에너지 생산·이용 체계 구축
- 이에, 국내외 스마트농업 정책·기술동향과 분야별 기상정보 융합 사례를 조사하여 기상기후데이터의 활용 확대를 위한 인식 제고

10) 행정안전부(2020) 2019 재해연보.

11) 행정안전부(2021) 2020 재해연보.

## II 스마트농업 소개

### 정의 및 적용 분야

- **(정의)** ICT 기술을 기반으로 농·축산업의 생산, 유통, 소비의 전 과정을 지능적으로 제어하여 생산성과 효율성을 높이는 기술
- **(분야)** 스마트농업은 생산, 유통, 소비, 관광 등 다양한 농업 관련 분야에서 활용 가능

[표 4] 스마트농업 적용 분야<sup>12)</sup>

구분		내용
생산	시설원예	· 센서 기반 성장환경 관리 및 시설물 제어 - 환경: 온도, 습도, CO <sub>2</sub> , pH - 시설: 정전센서, 창문, 차양, 송풍기 - 제어: 기상알림서비스, 기상관측장비, 원격관리
	노지농업	
	과수	
	식물공장(수직형 농장)	
	정밀농업*	
	농기계	
	축산	· 센서 기반 축사환경 시설물 제어 및 사양·질병 관리 - 환경·시설센서: 온도, 습도, 암모니아, CCTV - 웹 기반 클라우드 서비스 - 로봇착유기, 자동급여기, 화재, 미세먼지 제어
유통	산지유통센터	· 유통센터 경영 및 생산·가공·유통 관리 - 전자거래시스템 - 컴퓨터, 스마트폰, GPS, RFID, QR코드, - 비파괴 자동선별 · 가상판매점 등을 통한 농산물 전자거래
	생산이력정보시스템	
	인터넷상거래	
소비	식자재 안심유통	· 학교급식 등 식자재 안전·안심 정보 모니터링 - 생산·가공·유통 이력·인증정보 - QR코드, 모바일 웹
	인터넷상거래 (소셜커머스, SNS)	
관광	농촌관광	· 농촌관광(체험정보, 주말농장, 문화, 축제 등) - GPS 기반 위치정보 서비스

\* 농경지·농작물의 상태, 환경, 조건 등을 모니터링하고 이에 대한 분석을 통해 비료, 살충제 등의 최소 투입으로 환경오염을 줄이고 고품질 농작물의 생산량을 극대화하는 농법

12) 중소벤처기업부(2021) 중소기업 전략기술로드맵 2022-2024.

## 스마트농업 생산정보

- 스마트농업은 환경, 제어, 생육, 운영단계의 농업 전주기에서 다음과 같은 정보를 생산
  - **(환경)** 온실·축사 내·외부의 기상 및 토양·배지·양액 상태 등 생물을 둘러싼 환경 조건
  - **(제어)** 창·커튼 개폐, 살수·급수, 팬 가동 등 환경 조건 변화와 양분·사료 투입·배출 등 재배·사육을 위한 시스템 관련 정보
  - **(생육)** 작물·가축의 키, 무게 등 외적 생체 정보와 흡수 및 배설, 생식, 병해충·질병 등 내적 생리 정보
  - **(운영)** 농축산물을 생산하기 위한 기자재, 노동력, 비용 등의 투입, 농작업 활동, 생산량과 품질, 매출·수익 등 경영실적 정보

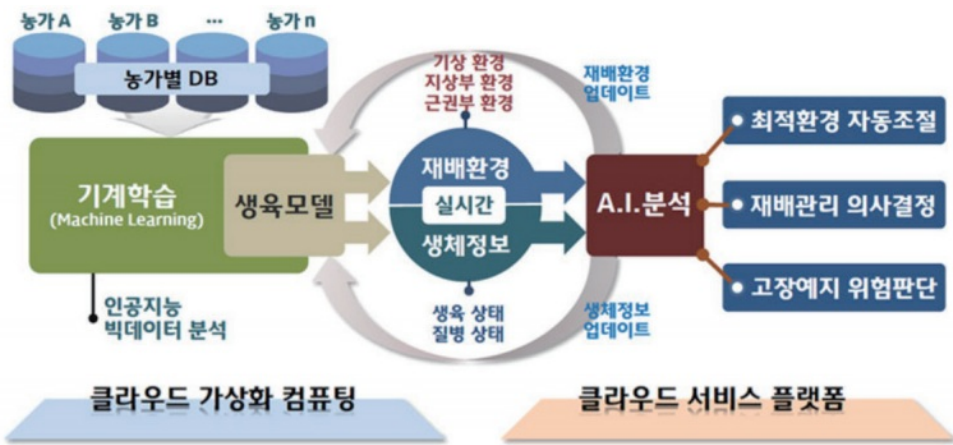
## 세대별 스마트농업 모델

- 한국형 스마트농업은 농업인의 경험과 지식에 의존하는 농업에서 ICT 기술을 기반으로 자재와 노동력 투입을 최소화하고 생산성을 높이는 방식으로 진화
  - **(1세대)** IT 기술을 활용하여 시설 환경정보를 모니터링하고 농업인이 스마트폰 등으로 직접 원격 제어하는 수준의 자동화 시설
  - **(2세대)** 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 기술을 활용하여 환경·생체정보를 모니터링하는 초보적인 데이터 기반 모델
  - **(3세대)** ICT 기술 및 로봇, 신재생에너지 기술 등 첨단기술 간 융합을 통해 완전 무인·자동화된 모델

1세대 모델('16) 원격 감시 + 원격 제어

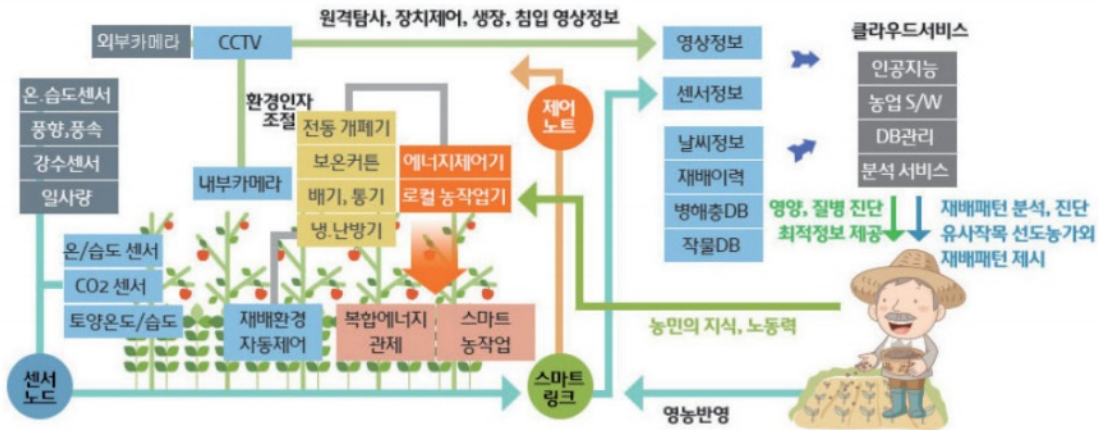


2세대 모델('18) 지상부 복합환경제어 + 클라우드서비스



2세대 한국형 스마트팜 기술 개요

3세대 모델('20) 복합에너지관리 + 스마트 농작업



[그림 3] 세대별 한국형 스마트농업 모델<sup>13)</sup>

13) 농촌진흥청 홈페이지 <<https://www.rda.go.kr>>.



## Ⅲ 국내외 정책동향

### 국외 주요정책

- **(미국)** 농무부(USDA)를 중심으로 스마트 노지농업의 연구개발·보급을 지원하고 농촌 네트워크 확장 추진
  - 농촌 지역 인터넷망(e-Connectivity) 및 데이터 인프라 확장을 위한 「스마트농업 추진 전략」 발표('19)
- **(유럽연합)** 스마트농업 분야의 산·학·연 간 협력을 강화하고 전략사업으로 육성하기 위한 인프라 조성 및 R&D 투자
  - 농촌 지역의 역할 극대화 및 디지털 전환 촉진을 위한 「스마트 빌리지 정책」 발표('17)  
※ Horizon 2020('14~'20, 786억 유로), IoF 2020('17~'20, 3,500만 유로) 등 공동연구 프로젝트 지원
- **(네덜란드)** 정부·기업·대학 간 협력을 통한 농식품 클러스터를 구축하여 농업 첨단기술 및 시설원에 분야 선도
  - 애그리포트(Agriport A7)\* 등 농업 클러스터 조성 및 세계원예센터를 통한 국제 교육 프로그램 운영
  - \* 네덜란드 최대 규모(1,000hPa)의 첨단 유리온실 단지



[그림 4] 애그리포트 전경<sup>14)</sup>

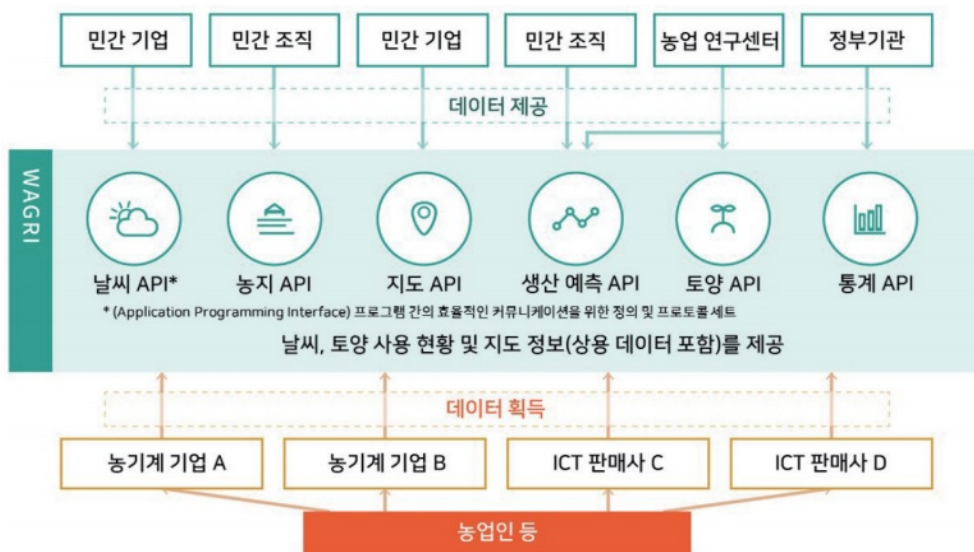


[그림 5] 네덜란드 세계원예센터<sup>15)</sup>

14) Agriport A7 홈페이지 <<https://www.agroporta7.nl>>.

15) 세계원예센터 홈페이지 <<https://www.worldhorticenter.nl>>.

- **(독일)** 연방식품농업부(BmEL)를 중심으로 스마트농업 보급 관련 기술개발 및 정책기획 추진
  - 스마트 노지농업 보급을 위한 연구사업 및 농촌 인터넷망 확충을 위한 ‘디지털마을 프로젝트\*’ 추진(’15~)
    - \* 내무부와 라인란트팔츠주정부 체육행정부의 투자로 주 내 3개 지방자치단체를 대상으로 온라인마켓, 배달, 마을뉴스, 마을통신 서비스 등을 제공하는 농촌 디지털화 사업
- **(일본)** 농촌 고령화·인구 감소에 대응하기 위해 로봇, AI 등 특화 기술을 활용하여 농업 자동화 및 농업 데이터 플랫폼 구축
  - 「일본 재흥전략」에서 스마트농업을 국가발전 전략사업으로 선정하고 데이터 기반의 농작업 전환 계획 수립(’16~’25)
  - 자동주행 농기계 등의 도입·활용을 지원하는 농지 정비 지침서 작성(’19) 및 스마트 농업을 위한 농지 정비 추진(’21)
  - 농업·식품산업기술종합연구기구(NARO)는 농업 데이터 플랫폼 ‘WAGRI\*’를 출시하고 전국에 스마트농업 실증사업 추진(’19~)
    - \* 농업 데이터 플랫폼이 다양한 데이터나 서비스를 순환시키며 조직간의 조화를 촉진한다는 의미의 와(화, 일본어로는 와(WA))와 Agriculture 중 AGRI의 합성어



[그림 6] 농업 데이터 플랫폼 WAGRI 모식도<sup>16)17)</sup>

16) WAGRI 홈페이지 <<https://wagri.net>>.

17) 한국과학기술기획평가원(2021) 스마트농업.

## 국내 주요정책

- **(종합계획 마련)** 국내 스마트농업은 「농식품 ICT 융복합 확산 대책」(’13, 농림축산식품부)<sup>18)</sup>을 시작으로 스마트팜 보급 목표 수립
  - 「스마트팜 확산방안」(’18, 관계부처 합동)<sup>19)</sup>을 통해 스마트팜 단지(청년임대농장 포함), 창업보육센터, 실증단지를 중심으로 연계 사업 지원



[그림 4] 스마트팜 혁신밸리 조감도

지역	주력 분야	면적(ha)
상주	농업용 로봇	42.7
밀양	스마트팜 구조자재	22.1
김제	ICT 기자재	21.3
고흥	기후변화 대응	33.3

[표 5] 스마트팜 혁신밸리 지역

- 빅데이터, 인공지능 인프라 구축 및 스마트농업 거점 육성을 통해 스마트농업 고도화 및 농업혁신 가속화 추진(’21, 관계부처 합동)<sup>20)</sup>
- 탄소중립 목표 실현을 위한 실천계획을 담은 「제2차 농업·농촌분야 기후변화 대응 기본계획」 수립(’21, 농림축산식품부)<sup>21)</sup>
- **(법제도 정비)** 스마트농업 육성을 위한 제도적·정책적 기반을 구축하여 미래농업 전환
  - 「스마트농업육성법」을 제정(’22. 4분기)하여 데이터 구축, 표준화, 전문인력 양성 등 스마트농업 기반을 안정적으로 지원
  - 「재생에너지 3020 이행계획」에 따라 다양한 태양광 사업모델 추진 및 제도 정비 (~’30, 농촌 태양광 10GW 목표)
  - 재직자, 농업인 등 대상 스마트농업 전문교육을 확대하여 ’25년까지 전문인력 약 1만명 양성\*
    - \* ’21~’25년 신규인력 수요(33.4천 명)의 약 30%

18) 농림축산식품부 보도자료(2013.9.5.) “농식품부, ICT 융복합 확산 및 생태계 조성에 나선다”.

19) 관계부처 합동(2018) 스마트팜 확산 방안.

20) 관계부처 합동(2021) 빅데이터·인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책(안).

21) 농림축산식품부(2021) 제2차 농업·농촌분야 기후변화 대응 기본계획.

● **(인프라 조성)** 시설·장비 보급 및 자연재해 대비 농업기반시설 안전관리 강화 등 농업 데이터 활용 체계 구축

- 시설·노지 등 다양한 농업현장의 생육·환경·기상 및 수량·품질 데이터 수집 확대
  - ※ ('21) 14품목 406농가 → ('23) 30품목 700농가 → ('25) 30품목 1,000농가
- 농업환경·생육정보의 디지털 전환을 위한 표준화(항목, 단위, 방법 등)된 농업 전주기 데이터 생산
  - ※ 환경(내기온도, 외기온도, 습도, 관수량, 양액량), 생육(생장 길이, 잎 길이, 화방꽃수, 착과 수), 제어(CO<sub>2</sub>), 수확(열매 수, 과중, 당도) 등
- 육종, 생산, 유통·소비 데이터를 연계하여 활용 가능한 전주기 데이터 순환체계 구축



[그림 8] 농업 전주기 데이터 순환체계<sup>22)</sup>

- 농가 병해충 예찰, 재배관리 등 현장문제 해결을 위한 기상· 토양 데이터 기반 솔루션 제공 서비스 지원
- 농업기반시설 원격 계측·제어시스템, 용수관리 및 재해예방계측시스템\* 설치를 확대하여 재해예방 기능 강화

\* 용수관리자동화(% , 총 27지구 대상): ('21) 75.2 → ('22) 80.6 → ('25) 100  
 재해예방계측(% , 총 1,353개소 대상): ('21) 49.2 → ('22) 64.0 → ('25) 100

- 노지작물 주산지에 기존 농가 대상 ICT 관수·관비, 스마트 농기계(드론, 무인 트랙터 등), 유통시설 스마트화 등 종합 지원



[그림 9] 노지작물 주산지 스마트화<sup>23)</sup>

22) 과학기술정보통신부(2020) 스마트농수산업 확산을 위한 그린바이오 연구개발 투자효율화 전략(안).

23) 관계부처 합동(2021) 빅데이터·인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책(안).

● **(기술 개발)** 농업 데이터 생태계 구축 및 자동화·지능화를 통한 농업기술 혁신으로 지속가능한 농업 구현

- 시설·노지농업, 유통·물류의 생산기술 혁신을 위한 핵심기술 개발 및 소재·부품·장비의 국산화
- ※ 투자예산('20→'23년, 억원): 시설농업(476→532), 노지농업(325→700), 유통·물류(127→300)

**[표 6] 농업 소재·부품·장비의 국산화 세부 추진전략<sup>24)</sup>**

요소기술	현황	추진방향
환경 계측	· 토양환경 정밀 측정 기술 미흡 · 축사 센서의 내구도 향상 필요	· 작물·토양 맞춤형 정밀 센서 개발 · 다중 계측, 웨어러블 센싱 기술 개발
위성	· '23년 농림위성 발사에 따른 활용(작황예측, 수급 등) 기반 구축	· 민간 비즈니스 모델을 포함한 농림위성 활용 다각화 지원
인공지능	· 병해, 생육 등 영상정보 기반의 인공지능 학습 데이터 구축 중('20~)	· 기상, 토양, 유통·소비 정보 등 인공지능 학습 정보 다변화 및 활용

- 원격 센싱, 위성·드론 영상 기반 작물분류, 작황평가 기술 등 노지 스마트농업 핵심기술 개발
- 기상·토양 생육 모델 기반의 노지작물 양·수분 자동관리, 원격탐사, 자율주행 등 자동화·지능화 기술 개발
- 작목선택, 적지추천, 출하지원 등 농업인 의사결정지원 모델 개발
- ※ 지역별 기상·토양 등 데이터 기반 적합 품종, 재배법, 적지 추천 및 기후변화에 따른 최적 생육관리 기술, 생육·수확량 예측 기술 개발 지원
- 농업용 위성\* 활용체계 및 기후변화 영향 분석 모델, 질병 확산 예측 모델을 개발하여 재난·질병 대응 역량 고도화
- \* '23년 발사 예정으로 3일 주기 한반도 전 지역 촬영 가능('19~'22, 과기정통부)
- 이상기상 조기경보 서비스 및 토양·생육단계별 정밀 양·수분 관리 기술을 개발하고 플랫폼에 탑재하여 서비스 제공 및 고도화
- \* ('20) 29개 시·군 → ('25) 전국 110개 시·군
- 지역별·생애주기별 맞춤형 치유 농업 모델 개발 및 미세먼지 저감 등 도시숲 역할 강화 기술에 투자

24) 과학기술정보통신부(2020) 스마트농수산업 확산을 위한 그린바이오 연구개발 투자효율화 전략(안).

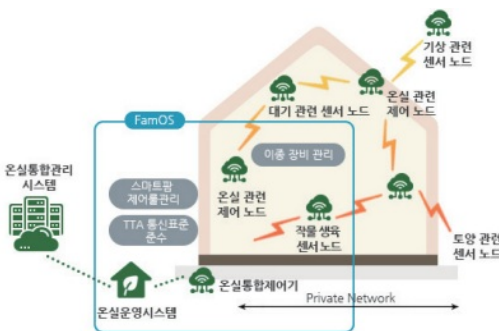


## IV 분야별 기술현황

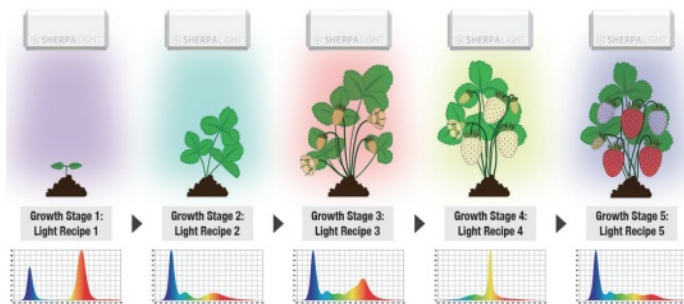
### □ 시설원예

- 지속적·안정적 농업경영을 위한 정밀환경제어기술 및 첨단시설, ICT 융합기술 확대
- 모니터링을 위한 핵심 기술인 센서 기술을 바탕으로 작물별 최적 조건을 유지하고 있으며 제조업체 간 데이터 공유가 가능한 인터페이스 구축 및 표준화 필요

- **(모니터링)** 내·외부의 환경정보를 수집하여 원격 모니터링·제어로 정밀한 생육환경 관리 및 품질향상 도모
  - 온·습도 측정 센서, 작물·성장단계별 맞춤형 광원 장치 등 각종 장비들을 연동하여 데이터 저장 및 통합제어
  - 유기발광다이오드(OLED), 파장변화 LED 등 작물별 맞춤형 조명 적용



[그림 10] 스마트팜 제어기<sup>25)</sup>



[그림 11] 작물별 맞춤형 인공광원<sup>26)</sup>

- **(플랫폼)** 측정 데이터를 저장·공유하여 농·축산업인이 사용할 수 있는 민간·공공 빅데이터 플랫폼\*이 상용화
  - \* (농림축산식품부) 스마트팜 빅데이터 플랫폼, 농어촌알리미, 농촌용수종합정보시스템, (농촌진흥청) 국가농작물병해충관리시스템, 과수생육·품질관리시스템 등
  - 농가현황을 모니터링하고 빅데이터를 기반으로 최적의 의사결정을 할 수 있도록 수확·출하시기, 생산량 등 정보 제공

25) 지농 홈페이지 <<http://www.jinong.co.kr>>.

26) 셸파스페이스 홈페이지 <<https://www.sherpaspace.co.kr>>.

● **(시설·설비)** ICT 기술을 활용한 온실, 영농형 신재생에너지 설비 등을 구축한 첨단 원예시설 확대 및 농업 형태의 다변화

- 첨단 유리온실, 벤로형(Venlo) 온실\* 등을 활용하여 시설원예의 규모화·첨단화
  - \* 천장이 높고 너비가 좁은 연동식 대형 온실을 뜻하며 온실의 집단화, 농작업의 기계화가 용이하고 각종 병해충 예방이 가능하여 유럽 국가에서 활발하게 활용
- 태양의 위치를 실시간 추적하고 태풍 등 악천후 발생 시 모듈이 이동하여 발전량을 극대화하는 추적식 태양광·열 시설 설치로 에너지 자립형 스마트팜\* 구축
  - \* 온실 등 시설농가에서 사용되는 에너지를 화석연료 대신 신재생에너지원으로 대체하여 에너지를 저장 및 공급하는 친환경 미래형 온실



[그림 12] 벤로형 온실<sup>27)</sup>



[그림 13] 영농형 태양광<sup>28)</sup>

- 식물공장\*에서 재배된 샐러드 등이 시판되고 있으며 도심에 설치가 가능하여 신선식품 유통과 연계
  - \* 재배판을 적층하거나 수직면에 직접 작물을 재배하여 면적당 생산량을 극대화할 수 있으며 계절과 날씨에 영향받지 않고 연중 일정한 수량의 채소 생산 가능



[그림 14] 수직 재배형 식물공장<sup>29)</sup>



[그림 15] 지하철역 메트로팜<sup>30)</sup>

27) 농민신문(2019.2.22.) “네덜란드, 유리온실 첨단화 척척...미래농업 성큼”.

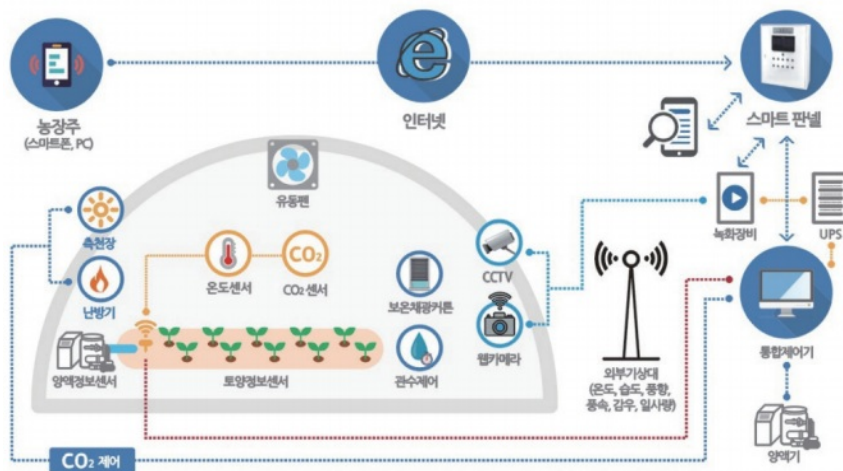
28) 에코전력 홈페이지 <<http://www.eco3020.com>>.

29) Plenty 홈페이지 <<https://www.plenty.ag>>.

30) 뉴스핌(2020.11.30.) “서울 지하철역 출신 샐러드 먹어봤니? (feat.메트로팜)”.

### 기상정보 활용 사례 (스마트 시설원예)

- 기상정보를 활용한 곳감 품질 관리 및 축제·행사의 체계적 운영<sup>31)</sup>
  - 온도, 습도 등 기상정보에 따른 곳감 건조 작업 조절
  - 농촌진흥청과 상주기상대와의 업무 협의에 따라 회원 농가에 안내 문자메시지를 발송하여 곳감의 생산 품질 저하를 예방
  - 농작물 관리 교육을 지속적으로 시행하여 날씨와 관련된 병충해 예방 및 관리
  - 기상 예보를 바탕으로 상주 곳감축제의 최적 개장 시기 및 실내·실외 행사장 운영 결정
- 농가 모니터링 및 유통 시세 분석, 판매 대행, 판로 개척 등 생산부터 유통까지 모든 솔루션을 제공하는 원스톱 농장 경영 서비스 운영<sup>32)</sup>
  - 농장에 구축된 생육·환경 데이터를 기반으로 온도, 습도 등 최적값 추천 및 자동 환경제어 시스템 '팜랩스' 운영



[그림 16] 농가 자동 환경제어 시스템 구성도<sup>33)</sup>

- 클라우드 기반의 스마트팜 모바일 앱 '팜모닝'을 이용하여 위험기상정보 알림, 온라인 일대일 멘토링 등 서비스를 제공
- 작물별 농작물 시세 분석, 시가, 법인별 매입가 등 유통관리 정보 제공



[그림 17] 스마트팜 모바일 앱<sup>34)</sup>

31) 상주곳감유통센터 홈페이지 <<http://sangjufng.co.kr>>.

32) 그린랩스 홈페이지 <<http://www.farmlabs.co.kr>>.

33) 팜랩스 홈페이지 <<http://www.farmlabs.co.kr>>.

34) 블로터(2020.9.30.) 「스타트업 돋보기」 "데이터 기반의 스마트팜으로 농업 혁신 꿈꾸죠" - 그린랩스".



## □ 노지농업(과수)

- 국내 노지농업의 소면적 다품종 특성으로 인해 제어시설 등 영농 편의 기자재 기술 중심으로 개발되어 자율주행, 로봇 등의 기술 개발이 더딘 편임
- 기상, 토양, 생육 측정센서 및 드론·위성 촬영 기술의 발달로 넓은 농지를 모니터링하고 데이터를 공유하는 빅데이터 플랫폼이 상용화

### ● (농기계) 작물에 따라 기계화율\*의 차이가 있으나 자율주행 기술과 융합되어 스마트 농기계 보급 확대

\* 농업 기계화율('20): (벼농사) 98.6% (밭농사) 61.9%<sup>35)</sup>

- GPS, 영상처리, 3D 맵핑 등 기술 기반으로 농기계의 자동조향 및 주행 기술이 발달하여 무인 자동 농기계가 상용화될 전망
- 카메라, 광학센서 등을 이용한 수확, 제초, 농약·비료 등의 변량살포 기술이 상용화되어 농기계에 탑재



[그림 18] 농업로봇실증센터 지능형 팜봇<sup>36)</sup>



[그림 19] 자율주행 트랙터<sup>37)</sup>



[그림 20] 제초 로봇<sup>38)</sup>



[그림 21] 농업로봇실증센터 방제드론<sup>39)</sup>

35) 농림축산식품부(2021) 2020 농업기계 보유현황.

36) 안동뉴스(2020.10.27.) “늘어가는 농촌, 농업용 로봇에서 해법 찾는다!”.

37) Yanmar 홈페이지 <<https://www.yanmar.com>>.

38) Blue river technology 홈페이지 <<https://bluerivertechnology.com>>.

39) 안동뉴스(2020.10.27.) “늘어가는 농촌, 농업용 로봇에서 해법 찾는다!”.

- **(과수)** 센싱, 인공지능 기술을 적용하여 데이터를 분석하고 과수 성장 속도, 당도, 병해충 등 모니터링 및 탐지·예측

※ 기상정보 기반의 과수 당도 예측<sup>40)</sup>·과수 불량 검출 모델<sup>41)</sup>, 인공지능 기술 기반의 작물 분류<sup>42)</sup> 등의 연구가 활발

- 센서가 장착된 로봇이 토마토의 영상 정보를 수집한 후, 인공지능 분석기술을 활용하여 과수 인식 및 익은 정도 측정(정확도 약 92.1%)
- 병해충 영역을 슈퍼픽셀로 분할하고 딥러닝 기반 알고리즘을 이용하여 사과잎 병해충 분류(정확도 약 95.4%)



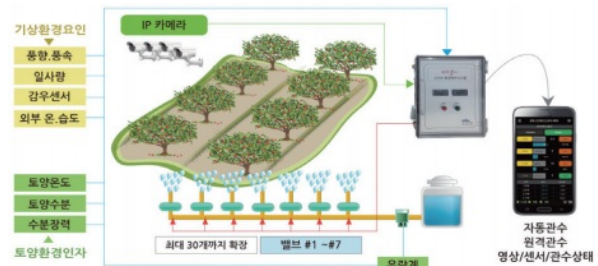
[그림 22] 토마토 생산 예측 로봇<sup>43)</sup>



[그림 23] 인공지능 기반의 병충해 분류<sup>44)</sup>

- **(스마트관수)** 스마트 센서와 자동 관수·관개 기술을 이용하여 작물의 생산량·경제성 증대 및 농업 수자원 계획 수립

- 토양 성분, 구조, 수분량 등을 분석한 후 스마트폰 앱으로 정보를 전달하는 스마트 센서 시스템을 이용하여 용수 관리



[그림 24] 스마트 관수 자동공급시스템<sup>45)</sup>

- 기후·지형 맞춤형 관개시스템, 점적관수\* 기술 등을 개발하여 생산성 향상 및 생활하수를 활용한 농업용수 사용

\* 식물이 필요한 수분을 한 방울씩 적절하게 공급하여 생육에 적합한 토양조건을 만드는 관수 기법

40) 서동민(2021) 기상 데이터 기반 감귤 당도 예측 인공지능 모델 개발.

41) 이희준 외(2020) YOLOv3을 이용한 과일표피 불량검출 모델: 복숭아 사례.

42) 김만배 외(2020) 합성곱 신경망을 이용하는 슈퍼픽셀 기반 사과잎 병충해의 분류.

43) 농촌진흥청 보도자료(2021.5.20.) “로봇과 인공지능으로 토마토 수확시기 예측한다”.

44) 김만배 외(2020) 합성곱 신경망을 이용하는 슈퍼픽셀 기반 사과잎 병충해의 분류.

45) 나래트렌드 홈페이지 <<http://www.xspark.co.kr>>.

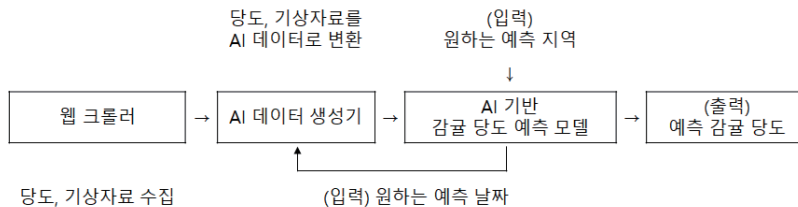
### 기상정보 활용 사례 (스마트 노지농업)

· 지상형 무인스테이션을 활용한 노지·수목관리 스마트팜 솔루션 및 수목 생육도 예측 기계학습 모델 개발<sup>46)</sup>



[그림 29] 지상형 무인스테이션 관측

- 지중·지상 센서를 활용하여 pH, 토양습도, 토양온도, 기온, 습도, 미세먼지 등을 측정하여 실시간으로 중앙 서버로 취합·누적한 빅데이터 구축
  - 생화학적 데이터, NDVI 등 생육지수, 이미지 패턴을 활용한 기계학습 모델 구동
  - 기계학습을 통한 작물의 생육도 예측모델로 다양한 스마트팜, 수목관리 분야에 확장 및 적용
- 기상정보 활용을 통해 고품질 사과생산 및 과학영농 실현<sup>47)</sup>
- 농장 자체 기상관측장비(4개소)를 통한 사과 재배 맞춤형 기상정보 수집
  - 사과 농장 맞춤형 애플리케이션·시스템을 개발하여 실시간 기상 모니터링 및 분석
  - 관측 기상정보를 이용한 최적 농장 입지 선정 및 품질 향상, 양액·시비·방제 시기 등 의사결정으로 농장 운영 비용 절감
  - 날씨에 따른 행동요령 및 사과 생육 조건 등 자체 교육 실시
- 기상정보 기반의 감귤 당도 예측 AI 모델 개발<sup>48)</sup>
- 농촌진흥청에서 제공하는 기상자료(평균 온도, 습도, 강수량, 일사량, 평균 풍속)와 감귤 당도값을 이용하여 측정되지 않은 날짜의 감귤 당도를 예측
  - 예측 모델과 실제 감귤의 당도와 오차가 0.5 Brix 이하로 나타나 감귤 품질 향상을 위한 스마트팜 서비스 개발 자료로 이용 가능



[표 7] 예측 모델의 시스템 구성도

46) 카탈로닉스 홈페이지 <<http://catalonix.com>>.

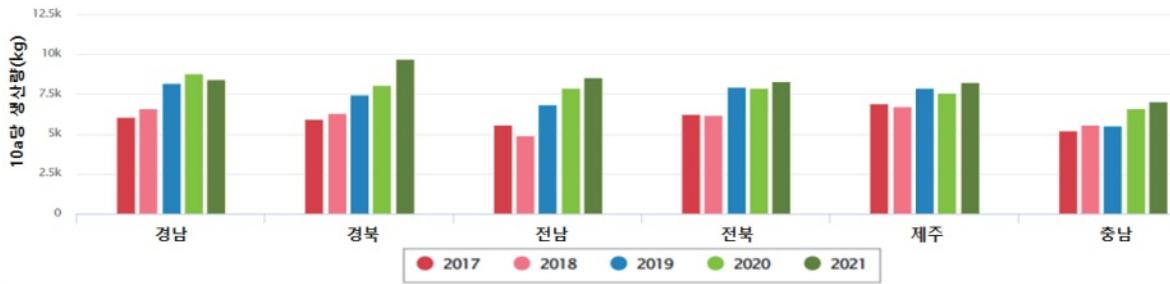
47) 애플카인드 홈페이지 <<http://www.applekind.co.kr>>.

48) 서동민(2021) 기상 데이터 기반 감귤 당도 예측 인공지능 모델 개발.



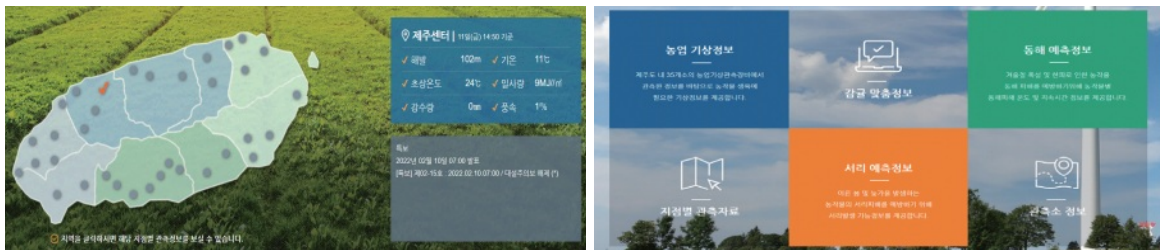
### 기상정보 활용 사례 (스마트 노지농업)

- 5대 농작물(양파, 마늘, 건고추, 배추, 무)의 생산성 예측정보를 제공하여 농작물의 가격안정과 수급조절을 위한 정책결정과 과학적 농업경영 지원(한국농촌경제연구원)
- 지역별(경남, 경북, 전남, 전북, 제주, 충남) 예측 생산량과 전년대비 증감율, 기온과 강수량 변화에 따른 예측 생산량 산출



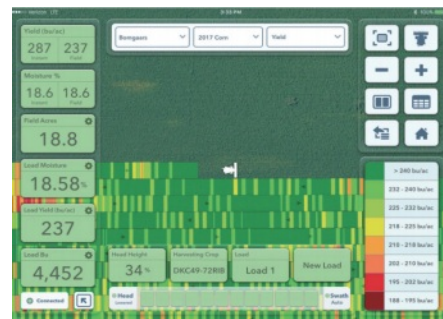
[그림 26] 지역별 농작물(양파) 생산성 예측<sup>49)</sup>

- 제주도 내 지역별 농경지를 대상으로 농업기상관측장비 설치·운영을 통해 ‘제주 감귤지원 전주기 농업기상정보서비스’ 제공(제주농업기술원)
- 지역별 총 38개소의 농업기상관측장비(AWS)에서 정보를 수집
- 제주지방기상청과 협업하여 앱, 문자, 홈페이지를 통해 수요자 맞춤형 기상정보(서리, 가뭄, 기상, 주간 영농정보, 방제정보 등)를 실시간으로 제공하며 담당 지도사와 영농상담 가능



[그림 27] 제주 농업기상정보서비스<sup>50)</sup>

- 농경지 원격 모니터링 및 지역별 최적 농작물과 농사법 등을 추천하는 데이터 기반 농업 서비스 지원
- 센서로 수집한 기후정보와 인공위성 자료를 활용하여 작물의 생산성 예측
- 주변 작물 현황·시세, 재배안정성 등을 고려한 농가 맞춤형 솔루션 제공



[그림 28] 농가 데이터 분석 서비스<sup>51)</sup>

49) 기상기후 빅데이터 분석 플랫폼 날씨마루 홈페이지 <<https://bd.kma.go.kr>>.

50) 제주 농업기상정보 홈페이지 <<http://ceresd.agri.jeu.kr>>.

51) Climate Corporation 홈페이지 <<https://climate.com>>.

□ 축산

- 초기 스마트농업은 환경 측정 및 원격제어 설비 위주로 개발된 반면, 최근에는 빅데이터와 인공지능 기반의 영농의사결정을 중심으로 개발
- 생육환경 데이터 수집기술과 인공지능 알고리즘 등 ICT 기반의 지능농업 시스템이 결합되어 축산 사양관리 강화

- **(모니터링)** 축사 내 온·습도, 조명 등 환경 최적화를 통해 생산량 증대 및 데이터 기반의 인공지능 기술을 활용하여 생체정보 분석
  - 카메라, 체내 삽입·착용형 센서를 이용하여 개체를 개별 모니터링하고 질병 치료와 번식·출하 시기, 적정 착유량 등 의사결정 지원



[그림 29] 인공지능 기반 생체정보 분석<sup>52)53)54)</sup>

- **(시설·설비)** 사료급여, 착유 로봇, 깔짚 자동살포기 등을 이용한 축사 자동화·최적화하여 시간과 노동력 절감
  - 축사 내·외부 환경(악취, 미세먼지 등) 관리를 위한 분뇨처리 설비 및 환경 제어설비도 스마트 축사 시스템에 포함되어 발전 중임



[그림 30] 로봇 착유기(좌)<sup>55)</sup>와 깔짚 자동살포기(우)<sup>56)57)</sup>

52) 인트플로우 홈페이지 <<http://intflow.ai>>.  
 53) 씽크포비엘 홈페이지 <<http://www.thinkforbl.com>>.  
 54) AI타임스(2021.12.21.) “[위드AI] AI 탑재하는 농축산업 진정한 스마트팜 시대 왔다”.  
 55) 다운 홈페이지 <<https://dawoon.com>>.  
 56) 스마트팜연구개발사업단(2021) KOSFARM Magazine 2호.  
 57) 스마트팜연구개발사업단(2021) KOSFARM Magazine 2호.

### 기상정보 활용 사례 (스마트 축산)

- 기상정보를 활용한 효율적인 통합 스마트 축사 관리<sup>58)</sup>
  - 황성군 내 기상청 자동기상관측소(2개소) 및 민간 기상기업 기상 센서(2개소)의 기상정보 수집
  - 한우 성장, 품질관리와 연관성이 큰 폭염, 습도 모니터링을 위해 축사별로 센서를 설치하여 관련 정보 실시간 수집 관리
  - 사료 재고·물량을 조절하기 위해 날씨 스트레스에 의한 보상섭취 등 분석
  - 기상 및 지형적 요인을 고려한 사업장 이전을 통해 사료 재고관리 및 보관 문제 해결
  - 한우 사육관리 프로그램 구축으로 취약시기 관리 및 한우품질 향상
  - 혹한기·혹서기 한우관리를 위한 기상정보 활용 매뉴얼 제작 및 농가대상 기상 교육 추진
- 온습도지수를 기반으로 목장의 경제적 효과를 산출 및 경제성 분석모델 체계 구축<sup>59)</sup>
  - 관측장비로 측정한 축사 내 온도와 습도, 온습도지수와 축사에서 가장 가까이 위치한 관측소에서 측정한 방재기상관측(AWS)자료의 온도, 습도 자료 비교
  - 생산 경향 알고리즘으로 분석한 원유 생산량 예측값과 실제 생산량을 비교한 결과, 실측 데이터를 활용했을 때 오차가 작게 나타남
  - 축사 내 정확한 기상정보 기반 생산량 예측 서비스를 통해 낙농 비용절감 및 경쟁력 제고 가능

[표 8] 기상정보 활용에 따른 목장 경제성 분석<sup>60)</sup>

내용	금액(원)	계산근거
기상정보활용 월편익	1,621,864	최적예측값-통계예측값/30두당
연간시스템 개발 비용	27,200,000	시스템 개발, 분석, 운영
생산예측 비용 절감	46,200,000	시스템 운영, 교육
젖소 구매	2,400,000	매출데이터 분석
사료비	1,800,000	월편익×12/두당
관리비	4,200,000	축사관리비
순편익	25,451,457	기상정보활용 생산예측 단위개발비 활용 경제성
연편익	254,514,573	10개 농장 확장 시 편익
연비용	9,200,000	10개 농장 확장 시 빅데이터 관리 비용
연순편익	162,514,573	10개 농장 확장 시 연순편익

※ 경남 하동 해뜰목장의 7.1~8.30 관측자료 이용

58) 에어텍 홈페이지 <<http://www.metconsul.info>>.

59) 이암허브 홈페이지 <<http://www.iiam.co.kr>>.

60) 축산신문(2020.12.23.) “기상정보 공유로 원유 생산성 예측...경영전략 수립 도움”.

## V 맺음말

### □ 스마트농업은 다양한 지원정책을 통해 생산성·부가가치 향상 가능

- 글로벌 스마트농업은 농촌 인터넷 인프라 확장, 클러스터 구축 등으로 생산량 증대 및 비용 절감을 실현 중임
- 최근 국내 스마트농업도 스마트팜 실증단지 중심의 연계 사업과 인프라 조성 등의 정부 정책지원 확대로 성장 가능성이 높음

### □ 국내·외 스마트팜 기술은 데이터 기반 및 ICT 융합기술 중심으로 발전

- 국외 스마트팜 기술은 정밀환경제어기술, 인공지능 기반의 빅데이터 플랫폼 등이 상용화되어 기술발전이 가속화되고 있음
- 반면, 국내 기술수준은 센서, 자율주행 등의 기술력(미국 대비 기술수준 70%, 기술격차 4년)과 데이터 수집·활용 부족으로 시장 성장에 제한적임

### □ 향후 스마트농업 생태계 조성 확대를 위한 기상정보 활용 강화 필요

- 스마트농업 사례 조사결과 기상정보 기반의 정확한 모니터링 및 데이터기반 분석 고도화로 기후변화 대응 역량 제고 가능
- 또한 실제 스마트 농가의 필요정책은 핵심 기술지원과 냉해·풍해 등의 기상재해 예방 관련 신기술 개발로 나타남<sup>61)</sup>
- 따라서, 향후 스마트 농업인 대상 기상재해 예방을 위한 기후데이터 활용 교육 및 기상-스마트농업 융합기술 개발강화 필요

61) 김한호(2021) 국내 스마트팜 보급확산 방안·애로사항(국내 산학연 네트워크 구축 및 연구자 교류회 발표자료).

# 참고문헌

## 〈참고 문서〉

- 과학기술정보통신부(2020) 스마트농수산업 확산을 위한 그린바이오 연구개발 투자 효율화 전략(안).
- 과학기술정보통신부(2021) 2020년도 기술수준평가 결과(안).
- 관계부처 합동(2018) 스마트팜 확산 방안.
- 관계부처 합동(2021) 빅데이터·인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책(안).
- 김만배 외(2020) 합성곱 신경망을 이용하는 수퍼픽셀 기반 사과잎 병충해의 분류.
- 김한호(2021) 국내 스마트팜 보급확산 방안·애로사항(국내 산학연 네트워크 구축 및 연구자 교류회 발표자료).
- 농림축산식품부(2021) 2020 농업기계 보유현황.
- 농림축산식품부(2021) 제2차 농업·농촌분야 기후변화 대응 기본계획.
- 서동민(2021) 기상 데이터 기반 감귤 당도 예측 인공지능 모델 개발.
- 스마트팜연구개발사업단(2021) KOSFARM Magazine 2호.
- 이희준 외(2020) YOLOv3을 이용한 과일표피 불량검출 모델: 복숭아 사례.
- 중소벤처기업부(2021) 중소기업 전략기술로드맵 2022-2024.
- 한국과학기술기획평가원(2021) 스마트농업.
- 한국농촌경제연구원(2020) 2020년 농업·농촌 국민의식 조사.
- 행정안전부(2020) 2019 재해연보.
- 행정안전부(2021) 2020 재해연보.
- Marketsandmarkets(2020) Precision farming market by technology, application, offering and geography – Global forecast to 2025.
- The Freedonia Group(2012) World Agricultural Equipment.



## 〈참고 사이트〉

- 기상기후 빅데이터 분석 플랫폼 날씨마루 홈페이지 <<https://bd.kma.go.kr>>.
- 그린랩스 홈페이지 <<http://www.farmlabs.co.kr>>.
- 나래트렌드 홈페이지 <<http://www.xspark.co.kr>>.
- 농림축산식품부 보도자료(2013.9.5.) “농식품부, ICT 융복합 확산 및 생태계 조성에 나선다”.
- 농림축산식품부 홈페이지 <<https://mafra.go.kr>>.
- 농민신문(2019.2.22.) “네덜란드, 유리온실 첨단화 척척…미래농업 성큼”.
- 농촌진흥청 보도자료(2021.5.20.) “로봇과 인공지능으로 토마토 수확시기 예측한다”.
- 농촌진흥청 홈페이지 <<https://www.rda.go.kr>>.
- 뉴스핍권(2020.11.30.) “서울 지하철역 출신 샐러드 먹어봤니? (feat.메트로팜)”.
- 다운 홈페이지 <<https://dawoon.com>>.
- 블로터(2020.9.30.) “[스타트업 돋보기] ”데이터 기반의 스마트팜으로 농업 혁신 꿈꾸죠“ - 그린랩스”.
- 사이언스타임즈(2020.10.13.) “정밀농업, 코로나 이후 농업 대안으로 급부상”.
- 상주곶감유통센터 홈페이지 <<http://sangjufng.co.kr>>.
- 세계원예센터 홈페이지 <<https://www.worldhorticenter.nl>>.
- 쉐르스페이스 홈페이지 <<https://www.sherpaspace.co.kr>>.
- 씽크포비엘 홈페이지 <<http://www.thinkforbl.com>>.
- 안동뉴스(2020.10.27.) “늘어가는 농촌, 농업용 로봇에서 해법 찾는다!”.
- 애플카인드 홈페이지 <<http://www.applekind.co.kr>>.
- 에어텍 홈페이지 <<http://www.metconsul.info>>.
- 에코전력 홈페이지 <<http://www.eco3020.com>>.
- 이암허브 홈페이지 <<http://www.iam.co.kr>>.

- 인트플로우 홈페이지 <<http://intflow.ai>>.
- 제주 농업기상정보 홈페이지 <<http://ceresd.agri.jeju.kr>>.
- 지농 홈페이지 <<http://www.jinong.co.kr>>.
- 축산신문(2020.12.23.) “기상정보 공유로 원유 생산성 예측...경영전략 수립 도움”.
- 카탈로닉스 홈페이지 <<http://catalonix.com>>.
- 팜랩스 홈페이지 <<http://www.farmlabs.co.kr>>.
- Agriport A7 홈페이지 <<https://www.agroporta7.nl>>.
- AI타임스(2021.12.21.) “[위드AI] AI 탑재하는 농축산업 진정한 스마트팜 시대 왔다”.
- Blue river technology 홈페이지 <<https://bluerivertechnology.com>>.
- Climate Corporation 홈페이지 <<https://climate.com>>.
- Plenty 홈페이지 <<https://www.plenty.ag>>.
- WAGRI 홈페이지 <<https://wagri.net>>.
- Yanmar 홈페이지 <<https://www.yanmar.com>>.

ISSUE PAPER 2022-01

## 스마트농업 기술현황과 기상정보 융합 사례

**발행일** 2022년 3월 31일

**발행처** 한국기상산업기술원

**작성자** 한국기상산업기술원 산업성장본부 정책연구실

실장 김정현

과장 김애정

대리 박진경

※ 기상기후산업 정책지는 기상산업시장에 대한 이해를 돕기 위한 참고자료로 작성되었습니다.

※ 게재된 내용은 한국기상산업기술원의 공식견해와 다를 수 있으며, 본 보고서를 근거로 행해진 결과에 대하여 어떠한 책임도 부담하지 않습니다.

※ 무단 전재 및 복제를 금하며, 내용을 인용할 경우 출처를 명시하여 주시기 바랍니다.

# 스마트농업 기술현황과 기상정보 융합 사례