

---

## 스마트팜의 미래 : 가능성과 한계

남 재 작(한국정밀농업연구소 대표)  
eastrover@gmail.com

1. 스마트팜 등장 배경의 사회적 배경
2. 스마트팜의 기술적 배경
3. 스마트팜이 초래할 농업의 변화
4. 스마트팜, 그 가능성과 한계



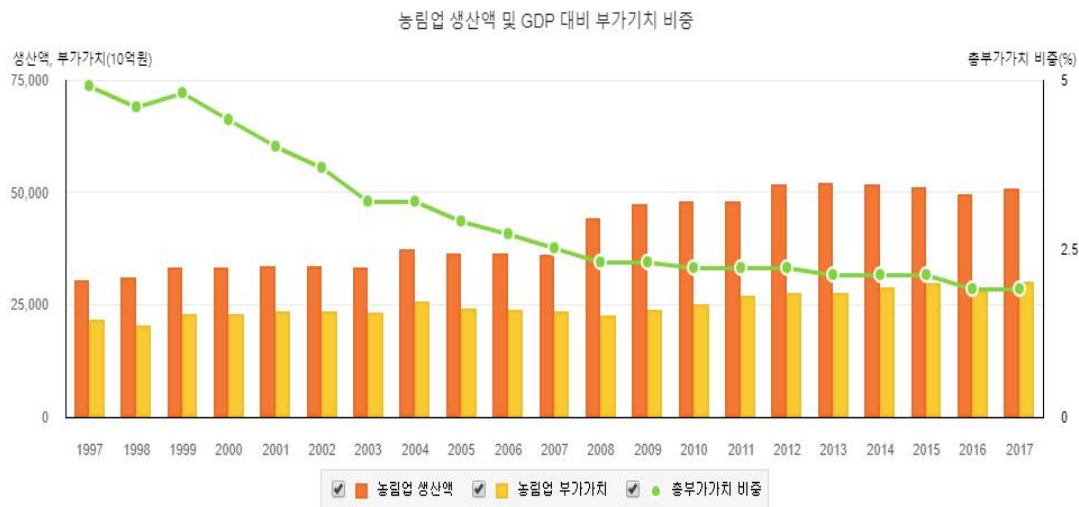
## 스마트팜의 미래 : 가능성과 한계

### 1. 스마트팜 등장의 사회적 배경

#### □ 농업 GDP 및 국가경제에서 차지하는 비중의 감소

- 농림업 생산액은 2017년 50.6조 원으로 2013년을 기점으로 감소추세로 접어들었다. '97년 30%를 차지하던 쌀의 비중은 13%로 떨어졌고, 23%이던 축산업은 40%까지 증가했다. 반면 원예산업은 30% 초반대를 지속적으로 유지하고 있다.
- 농림업이 국가경제에서 차지하는 부가가치 비중은 20년 전 4.9%에서 '17년에는 1.9% 감소했다.

그림 1. 농림업 생산액 및 GDP대비 부가가치 비중(e-나라지표)



#### □ 농가인구 감소와 지방 소멸위기

- 농가인구는 '98년 440만 명에서 '17년 240만 명으로 감소했고, 총 인구중 비중도 9.5%에서 4.7%로 감소했다. 반면 65세 이상 비율은 19.6%에서 42.5%로 두 배 이상 증가했다.

표 1. 농가 수 및 농가인구 추이

단위 : 천 명

구분	1998	2002	2007	2012	2017
농가인구	4,400	3,591	3,274	2,912	2,422
총인구 중 비중	9.5	7.5	6.8	5.8	4.7
65세 이상 비중	19.6	26.2	32.1	35.6	42.5

- 농촌인구 감소와 고령화 추세는 농촌마을 공동체의 기능 상실이 우려되고 있다. ‘인구소멸지수(마스다 지표)’를 적용하면 228개 기초자치단체 중 84곳이 30년 안에 사라질 것으로 전망되었다.

\* 인구소멸지수 : 가임여성(20~39세) 인구수를 65세 이상 노인인구수로 나눈 값

**□ 농업성장 모멘텀 약화**

- 농업은 개방화, 고령화 등 구조적인 문제와 투자위축이 겹쳐 농업 성장·소득·수출이 정체되어 성장 모멘텀이 현저히 약화되었다. 농업 GDP는 수년간 정체 상태에 있고, 농산물 수출 역시 물류비 지원 등 보조금 지급에도 불구하고 소폭 증가하는 데 그치고 있다.

– 신선농산물 대일본 수출: (2000) 3.8억 달러 → (2016) 2.5

- 파프리카, 딸기, 토마토 등 온실 작물의 성공에 힘입어 이를 규모화 및 자동화하려는 노력이 진행 중에 있다.

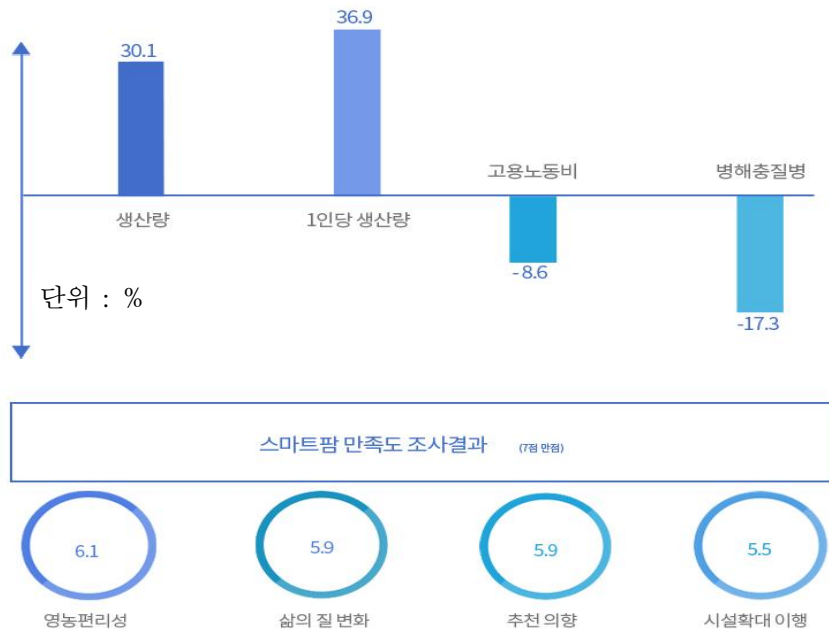
**□ 청년의 농촌유입, 수출산업으로서 농업경쟁력 확보 등 농업 현안을 해결할 대책으로 스마트팜 도입 정책 추진**

- 농업에 4차 산업혁명 기술을 접목한 스마트팜은 우수한 청년의 유치, 침체된 농업 전후방 산업 투자를 이끌 효과적 대안으로 부각되었다.

– 농식품부는 ‘17년 까지 790개 농가 지원, ‘18년 1차 178개 농가 지원하였고 ‘18.6월부터는 2차 예비 농가 384개소 대상 사전컨설팅을 실시하였다.

– 축산분야에서는 ‘14년부터 ICT 보급을 추진해 ‘스마트 축사’ 확산에 노력 중에 있으며, 관련성과를 적극적으로 홍보 중 이다.

그림 2. 스마트팜 생산성 분석결과



출처 : 농식품부 홈페이지

- 농식품부는 정부의 혁신성장 핵심 선도과제 중 하나로 「스마트팜 확산 방안」을 발표(제5차 경제관계장관회의, '18. 4.16.)하였다.
- 스마트팜 확산·고도화를 위한 주요 정책과제로 1) 청년 창업생태계 조성, 2) 산업 인프라 구축, 3) '스마트팜 혁신밸리'를 제시
- 2022년까지 혁신밸리 4개소 조성, 스마트팜 7,000ha, 스마트 축사 5,740호 보급

## 2. 스마트팜의 기술적 배경

### □ 미국 등 농업선진국들 중심으로 첨단농업 분야 벤처투자 확대

- 어그테크\* 스타트업은 지난 5년간 120억 달러 이상 투자를 유치하였다. 어그테크에 대한 투자규모는 2010년 4억 달러에서 2015년 46억 달러로 연평균 40% 이상 증가하였다.

\* 어그테크(AgTech)는 농업(Agriculture)과 첨단기술을 결합한 합성어(Agriculture echnology)이다. 여기에는 농업생명공학기술(Ag Biotechnology), 정밀농업(Precision Ag), 대체식품(Innovative Food), 식품 전자상거래(Food E-commerce) 등 농식품·유통 관련 기술이 망라한다.

□ **ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), 인공지능(AI), 드론 등의 급격한 발전으로 정밀농업의 기술적인 한계 극복 가능성 증가**

- 정밀농업은 1980년대 중반에 등장한 개념으로 최적 지역, 최적 시기, 최적 처방(‘Doing the right treatment, at the right times, in the right place’)에 바탕을 둔 농업생산시스템을 연구에서 시작되었다.
- 대규모 농경지에 균일(uniform)한 처리를 하던 기계화 농업에서 벗어나 토양 및 작물의 특성에 따라 비료, 물, 농약 등을 변량(variable) 처리할 수 있도록 위치기반 장비, 이와 연동된 농기계를 필요로 한다.
  - 관찰(조사) → 처방(분석) → 농작업 → 결과분석(피드백) 단계로 시행
  - 이를 위해 센서, GIS, 빅데이터, 클라우드, 인공지능, 로봇, 드론 등의 ICT 기술이 필수적으로 요구된다.
- 최근 ICT 기술의 발전으로 IoT 기반 데이터 수집, 클라우드 기반 빅데이터 구축, 인공지능 기반 최적화 예측과 맞춤 처방, 지능화된 농기계 및 농업로봇에 의한 최적 작업, 그리고 모든 과정을 시기와 장소에 상관없이 제어할 수 있는 모바일 기술 등이 결합되면서 정밀농업은 연구소를 벗어나 농업현장에서 빠른 속도로 받아들여지기 시작했다.
  - \* 농업분야 AI는 2017년 518백만 달러에서 2025년 2,628백만 달러로 22.5% 성장 전망(출처: ReportLinker)
- 농기계에 지리정보취득 장치와 목소리 인식장치들이 장착되고, 농장에서 얻어진 데이터를 실시간 반영하여 처리수준을 조절하는 가변처리기술(VRT)을 채용한 농업용 로봇이 실제 농업에 적용되기 시작했다.

그림 3. NAIOS사의 잡초제거로봇과 다목적 로봇들



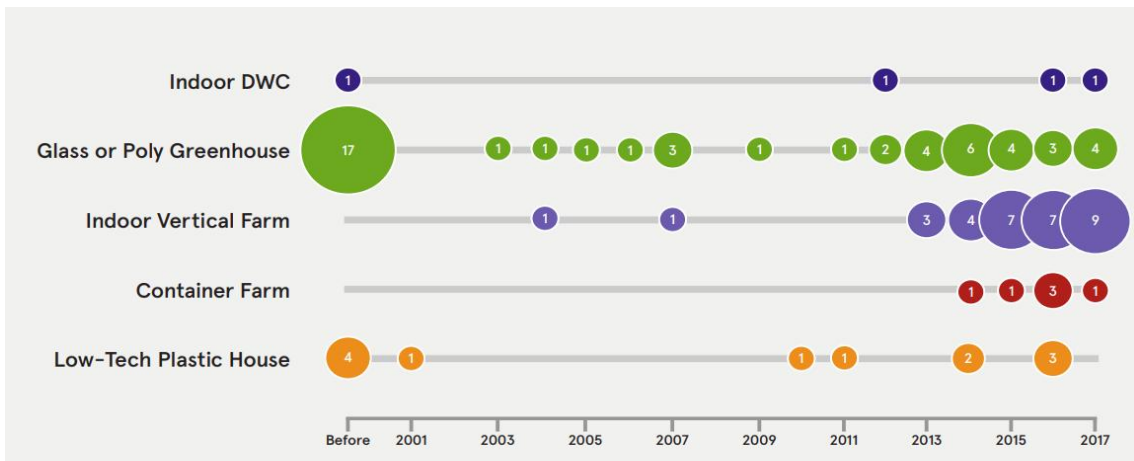
□ 온실제어 기술의 고도화와 스마트 제어기술의 실용화 등과 맞물려 시설농업(Indoor farming)은 높은 성장률 기대

- 농경지 감소와 식량 수급에 대한 불안이 커지면서 식량안보(food security)에 대한 우려가 급증하고 있다. 2050년 100억까지 늘어나는 인구를 부양하기 위해 필요한 식량 중 90%는 생산성 향상에 의해서, 10%는 농지 확장으로부터 얻어질 것으로 예상된다.

\* 2017년 새롭게 개정된 UN 보고서에 따르면 2017년 76억 명인 인구 수준은 2030년 86억 명, 2050년에는 98억 명, 2100년에는 112억 명에 달할 것으로 추정되었다. 낮아지는 출산율을 반영해도 매년 83백만 명이 증가하는 것이다(UN, 2017).

- 식량안보는 수량, 접근성, 안정성 및 이용성에 의해 결정되는 데 이를 충족시켜 줄 대안으로 수직농장이 주목받기 시작
- 수직농장은 운반비와 시간을 절약하고 생산이 실패할 확률을 극적으로 줄이는 게 가능해서 최근 들어 꾸준하게 증가하고 있으며, 향후 지속적으로 증가가 예상된다.

그림 4. 연도 및 형태별 시설원예농장 설치 현황(미국)



출처 : agrilyst.com

### □ 디지털농업의 실용화

- 디지털농업은 어디에서나 접근 가능한 높은 수준의 장치 간 상호 커뮤니케이션과 고도의 컴퓨팅 기술이 접목된 개념으로 컴퓨팅 파워와 농사정보기술의 결합을 통해 농업생산성을 혁신하는 새로운 농업기술체계로 정밀농업에 대한 새로운 발전방향을 제시하고 있다.
- 디지털농업을 구성하는 기술에는 클라우드, 센서, 로봇 등 정밀농업을 구성하는 대부분이 포함되고 있으며, 이에 더하여 수집된 정보를 바탕으로 농사뿐 아니라 농장경영에 관계된 최적화된 솔루션을 제공하는 의사결정 컴퓨터 시스템을 포함하고 있다.

표 2. 디지털 농업을 가능하게 하는 기술 목록

생산환경	기술형태	목적과 효과
범분야 기술	의사결정 컴퓨팅 시스템	데이터를 사용하여 농장관리에 필요한 추천사항을 제시하고 다양한 농장작업을 최적화
	클라우드	효과성 향상, 비용절감, 중앙집중화된 데이터 보관과 농장관리에 필요한 정보처리 및 커뮤니케이션 제공
	센서	농장정보의 취득과 자원활용 효율을 높이기 위한 의사결정 지원
	로봇	효율성을 높이고 노동력을 절감할 수 있는 작업의 수행
	디지털 커뮤니케이션 도구	관리를 지원하는 팜 리소스, 작업자, 관리자 및 계산 리소스 간의 빈번한 실시간 통신을 허용
농장	Geo-locationing (GPS, RTK)	장비와 동물 등 농장자원의 정확한 위치기반을 제공하고, 장비의 자율주행과 함께 위치기반 수확량 측정을 가능하게 지원
	지리정보시스템 (GIS)	전자지도와 인벤토리 관리를 가능하게 하고 비료 시비 등 정확한 위치기반 처방을 가능하게 함
	생산량 모니터링	콤바인에 GPS와 센서를 부착하여 세부 농지별 수확량 등을 측정하여 맵핑하여 위치별 수확량 지도를 생성
	정밀 토양샘플링	고분해능 토양샘플링으로 농장의 비옥도와 시비관리
	농업용 드론	드론을 활용하여 농장 이미지를 획득하고 자원을 효과적으로 관리
	광학센싱 (근접, 리모트)	드론, 항공기, 인공위성에 부착된 센서를 활용하여 토양 또는 작물의 리플렉턴스를 측정하여 토양, 작물, 동물의 상태를 확인하고 양분, 병해충 등 문제를 파악
	Auto-steering and guidance	농기계 운전에 필요한 노동력 절감과 피로도를 해소하고, 정밀하게 농기계를 조종하여 상황에 적합한 처리를 가능하게 함
	가 변 적 용 기 술 (VRT)	비료, 종자, 농약 등 세부필지별 작물 상태에 따라 가변적으로 처리량을 조절
축산	온보드 컴퓨터	트랙터, 콤바인 등에 부착된 특수컴퓨터 및 소프트웨어(대개는 센서 및 제어기와 연결된)를 사용하여 농장의 데이터를 취득 및 처리.
	RFID	가축에 부착된 태그로부터 개체식별 정보를 발산하는 장치로 개체관리에 필요한 정보취득
	로봇착유기, 로봇 급이기, 자동모니터링 시스템	무인착유 또는 급이작업을 수행. 동물에 대한 기본 생체인식 데이터를 수집하는 센서와 결합하여 개별화된 동물관리 촉진 및 노동력 감소



### 3. 스마트팜이 초래할 농업의 변화

- 현재 추진되고 있는 스마트팜은 온실작물에 치중하고 있다. 파프리카 등은 실작물의 생산량은 증가하고 있으나 가격은 하락하는 추세이다.

표 3. 파프리카 국내생산 동향 및 향후전망

구분	'14	'15	'16	'17(P)	'18(P)
재배면적(ha)	598	707	724	800(P)	820(P)
생산량(톤)	64,363	72,950	77,476	80,000(P)	82,000(P)
수출량(톤)	23,138	29,376	30,276	34,769	36,000(P)
수출액(천불)	79,611	85,154	93,793	89,237	95,000(P)
수출비중(%)	35.9	42.6	39%	40%(P)	44%(P)

자료원1: 생산통계 : '16 시설채소 생산현황(농림축산식품부), 2: 수출통계 : KATI, '17년이후 담당자 전망 (\*KATI "파프리카 국내생산 및 해외시장 동향"에서 인용)

- 여름 고온 현상으로 인해 파프리카, 토마토 등 수출 주력 작목의 품질저하 및 생산 불안정으로 인해 어려움을 겪고 있고, 집중 출하기에 수출이 집중되고 있어 수출은 정체 상태를 나타낼 것으로 예상된다.
- 따라서 시설채소 중심의 스마트팜이 시장에 미치는 영향에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 수출 시장에서 과당 경쟁으로 인한 단가 하락을 예방할 방안을 마련할 필요가 있다.
  - 또한 혹서기 재배 관리 기술에 대한 집중적인 투자를 통해 연중 고른 생산을 달성할 수 있는 방안을 마련할 필요하다.

#### □ 수출 시장에서 경쟁 심화

- 스마트팜에서 생산되는 농작물은 대부분 비교적 자동화가 잘 이루어진 토마토, 파프리카, 딸기 등 일부 작물에 집중될 가능성이 높다.
  - 또한 스마트팜을 추진하는 주체들 또한 수출을 전략적 목표로 설정하고 있어 수출 시장에서 국내 농업생산자 간 경쟁은 더 치열해질 전망이다.

#### □ 농업고용 구조의 변화

- 계절노동이 중심인 농업은 연중 상시고용이 어려워 가족농 중심의 생산기반이 유지

## 10 지속가능한 미래 농업 스마트 농업의 오늘과 내일

되고 있었다. 이런 농업 노동의 특징은 가치사슬 전방산업을 소유함으로써 후방 생산 농가를 계열화하고자 하는 기업은 나왔지만, 직접적으로 농업생산에 기업이 뛰어들기 어려운 장벽으로 작용했다.

- 고도화된 시설농업, 즉 대규모 기업형 시설농업은 작물의 연중생산을 가능하게 하고 운영인력의 상시고용이 경제성을 가질 수 있게 한다. 연중 상시 고용이 가능한 축산농장, 특히 양계 및 육계, 대규모 한돈 농장 등, 은 이미 기업형 규모로 발전하고 있다.
- 시설 농장의 연중 가동은 고가의 자동화된 장비의 투자 효율성을 높여준다. 고가의 자동화 장비는 농업 생산성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 농업생산에서 많은 부분을 차지하는 인건비를 줄일 수 있어 가격 경쟁력 확보에도 유리하다.
- 자동화된 시설농장은 투자규모가 커질수록, 자동화 비율이 증가할수록 토지 및 노동 생산성이 높아지는 경향이 있어 시설농업 분야에서는 스마트팜 기술 적용이 고도화 될수록 농장의 규모화가 진행될 것이다.
- 이는 결국 시설 농축산업에서 농장규모의 확대, 생산규모 대비 투입 인력의 감소로 이어져 농업 생산구조 변화를 촉진할 것이다.

### □ 농산업 구조의 변화

- 스마트팜의 확산은 농민으로 통칭되던 농업생산자 그룹의 분화를 가속화하는 기제로 작용할 전망이다.
- 농업생산자는 자급형 생산자, 농업경영자, 농업생산기업으로 분화가 가속화 될 것이다. 기업이 시설농업에 직접하여하는 것은 농업보조금 문제가 해결되지 않는 한 경제성을 가지기는 어려울 수 있지만, 축산 분야는 기업투자 증가 및 기업형 농장으로 전환이 빨라질 것으로 예상된다.
- 이런 농업생산 주체의 분화는 삼농시대(농업, 농촌, 농민)의 변화를 촉진하는 기폭제가 될 수 있다.
- 농업은 이미 농촌마을 내에서만 아니라 외부 인력에 의한 계절노동에 크게 의존하고 있다. 스마트팜 등 자동화된 농장의 확산과 농장의 규모화는 계절노동을 상시노동으로 전환할 수 있어 농업의 기업화를 촉진할 것이다.
- 그럼에도 불구하고 향후 줄어드는 농가인구와 고령화를 보완하는 방법으로 스마트팜은 피할 수 없는 선택이 될 수밖에 없다. 그렇지만 스마트팜으로 대표되는 시설농업에서 과감한 투자가 농업전체의 성장과 식량안보의 강화로 이어지기 위해서는 세심한 전력적 고려와 속도 조절이 필요하다.

## □ 스마트팜(**smart farm**) 또는 스마트농사(**smart farming**)

- 우리나라에서 스마트농업은 스마트팜으로 인식된다. 스마트팜은 또한 시설농업, 즉 환경을 제어할 수 있는 실내농장에 국한되어 추진되고 있다. 반면에 외국에서는 스마트농사(**smart farming**)에 더 초점이 맞추어 있다.
  - 스마트팜으로 대표되는 시설농업의 스마트화는 농업 4차산업혁명의 최종단계로 여겨지는 디지털농업의 한 부분을 차지하지만, 정밀농업의 역할에 비해서는 제한적일 것으로 예상된다.
- 디지털농업 시대에는 농사의 주체는 로봇과 센서로 대표되는 자동화 장비로 이동하고 농장관리와 경영은 의사결정 기능을 장착한 컴퓨터에게 의존하게 될 가능성이 높다.
- 현재의 국내의 스마트팜은 농장제어에 초점을 맞추고 있지만 경쟁력의 핵심은 상시인력을 고용할 수 있는 규모화와 농업 노동을 대체할 로봇화에서 결정될 가능성이 높다.
  - 이런 스마트농사(**smart farming**)의 보편적 확산은 생산비의 절감과 함께 농업 생산성을 높이고 환경 부하를 감소하는 방향으로 발전할 것이다.
- 미래농업은 기후 스마트한 농업생산, 생산기계의 로봇화, 의사결정시스템의 진화와 맞물려 진행될 것이다. 따라서 미래농업은 시설과 장비, 투자되는 자본에 더 의존적이 될 것이다.
  - 이는 투자대비 수익성 저하로 나타나고 농업의 규모화를 촉진하는 계기로 작용할 전망이다.
- 미래농업 발전을 위해서는 시설 농축산업에 국한된 스마트팜보다는 농업 전반에 활용 가능한 농업용 로봇, 농사의사결정시스템 등 핵심 하드웨어 및 소프트웨어에 집중하는 전략이 유효할 것이다.

## 4. 스마트팜, 그 가능성과 한계

### □ 스마트팜의 가능성

- 스마트팜이 침체에 빠진 농업에 새로운 대안이 될 수 있을까? 긍정적이던 부정적이던 시설농업의 스마트화가 우리 농업이 처한 현실을 바꿀 수는 없다는 데는 대부분 전문가의 의견이 일치한다. 이미 최고 수준의 스마트팜을 운영하고 있는 네델란드 농가의 사례를 참고하더라도 투자비의 증가는 농업경영을 어렵게 하는 요인이 되고 있음을 부정할 수는 없다.

## 12 지속가능한 미래 농업 스마트 농업의 오늘과 내일

- 농업용 로봇이 현장에 도입되기 위해서는 규모화가 선행되어야 투자대비 효율성을 가질 수 있었다. 그런데 농촌의 인력난과 임금 상승은 기술에 대한 투자의 경제성을 향상했다.
- 그럼에도 불구하고 미래농업을 위한 과감한 투자를 지금 하지 않는다면 우리 농업의 미래가 어두울 수밖에 없다는 점도 분명하다. 우리는 어떤 전략을 선택할 수 있을까?

- 1. 디지털농업시대를 주도할 기술 혁신에 집중** : 농업용 로봇, 설비장치, 의사결정 지원시스템 등 핵심 분야의 기술 중에서 우리가 집중할 부분과 제휴할 부분을 분명히 해서 기술경쟁력 및 투자효율성 높여야 한다. 국내 시장보다는 글로벌 시장을 타겟으로 설정해야 한다.
- 2. 창의성을 갖춘 인력의 양성** : 스마트팜은 데이터를 해석하고 최적의 솔루션을 찾아주는 전문가의 역할이 더욱 중요하다. 기술보다는 이를 적용하여 최적의 경영을 창출해내는 전문컨설턴트 그룹에 대한 수요가 증가할 것이다.
- 3. 수요와 공급을 예측할 수 있는 의사결정시스템** : 농장의 스마트화는 데이터의 취득을 용이하게 하여 빅데이터의 시대를 앞당길 것이다. 이를 통해 수요와 공급의 적절한 균형을 찾을 수 있는 시장메커니즘을 도입할 필요가 있다.
- 4. 글로벌 농업 가치사슬에 대한 접근 강화** : 글로벌 농업에서 우리가 가진 구매력과 기술적 우위를 활용하여 가치사슬 통합을 위한 노력이 필요하다.
- 5. 스마트농사에 집중적인 투자** : 정밀농업 등 환경을 보호하고 생산을 최적화 할 수 있는 기술체계를 조속히 실용화해야한다. 이는 새로운 농업기술 시장을 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

### □ 스마트팜의 한계

- 스마트팜은 투자 비용의 증가를 초래한다. 투자가 활성화되기 위해서는 높은 투자비용을 부담할 수 있고 투자회수 기간 동안 안정적인 농업환경이 조성될 수 있다는 확신이 필요하다. 따라서 소규모 농가에서는 일부 기술에 대한 제한적인 투자만 진행될 것이며 이 또한 정부지원에 의존할 가능성이 높다.
- 우리나라의 스마트 농업기술은 아직 낮은 수준을 벗어나고 있지 못하며 시장 경쟁력 또한 취약하다. 선진국의 스마트팜과는 다른 시장접근 전력이 필요하다.
- 스마트팜은 결국 생산단계에 집중되어 있다. 반면에 농산물은 이미 수요자 중심시장으로 이행되어 과잉생산이 우려된다. 해외 수출시장에 대한 면밀한 분석과 체계적인 수출전략이 함께 추진되어야 한다.

## □ 스마트팜은 침체된 농업 흐름을 바꾸는 게임체인저가 될 수 있을까?

- 현재의 기술 수준은 지금까지의 흐름을 바꾸기엔 힘에 부쳐 보인다. 스마트팜 정책은 스마트농사를 위한 징검다리 역할을 할 수 있도록 새로운 포지셔닝이 필요하다.
- 각 나라마다 고유한 전략을 선택하고 있다. 영국은 인공위성을 중심으로 한 기술개발과 글로벌 컨설팅, 싱가포르의 스마트농업을 위한 전시산업, 이스라엘은 물관리 등 환경제어 기술, 그리고 일본은 농업용 로봇기술에 강점을 가지고 있다.
- 안타깝게도 우리는 어떤 기술분야에서 경쟁우위가 있는지 두드러지고 있지 않다. ICT 산업의 강점을 살려 농업용 로봇틱스와 농장경영지원 소프트웨어 등 디지털 농업시대를 이끌 핵심 기술에 역량을 집중할 필요가 있다.
- 새로운 기술은 작물과 축산시스템의 다양성과 연계되고, 적절한 시장과 정책이 서로 조화를 이룰 때 디지털 시대의 스마트 농사가 될 수 있을 전망이다. 우리가 적절하게 대응하지 않는다면 우리 농민들은 농장의 로봇들과 경쟁할 수밖에 없는 환경에 노출될 것이다.
- 농업이 스마트화 되려면 농업 생산인구는 줄고 전후방 산업의 인력 고도화와 창의성이 높은 일자리 창출이 필연적으로 수반된다. 그런데 우리 농업은 그 부분을 우리 농업으로 포함할 준비가 되어 있는 지도 돌아 볼 필요가 있다.
- 끝으로 우리의 농업의 거버넌스 구조는 그런 산업구조 변화에 적절하게 대응할 수 있는지도 돌아봐야 한다. 농산업 정책과 농민 정책이 상충할 경우 어떻게 해결해 나갈 수 있을지, 스마트농업은 농업정책과 농촌정책, 농민정책 간에 새로운 균형을 요구하고 있다.

## 참고문헌

1. 김유중. 정밀농업 기술별 주요 스타트업 현황분석(2018). 정보통신산업진흥원
2. \_\_\_\_\_. Indoor farming- Statistics & Facts.  
(<https://www.statista.com/topics/4467/indoor-farming/>)
3. \_\_\_\_\_. State of Indoor Farming(2017). agrilyst.com
4. \_\_\_\_\_. AgFunder AgriFood Tech. INVESTING REPORT