

스마트농업 기술 및 표준화 동향

Technology and Standardization Trends on Smart Agriculture

민재홍 (J.H. Min, jhmin@etri.re.kr)

기반표준연구실 책임연구원

박주영 (J.Y. Park, jypark@etri.re.kr)

기반표준연구실 책임연구원/실장

- I. 서론
- II. 스마트농업 정책 동향
- III. 스마트농업 기술 및
표준화 동향
- IV. 결론

At present, agriculture in Korea is experiencing difficulties, such as a stagnation in farm income, an increase in imported agricultural products, a decrease in arable land, a decrease in the self-sufficiency rate of grain, a decrease in rural population, and aging . To solve these problems and vitalize the rural economy, our government is promoting its 6th industrialization policy, which links agriculture with primary industry, secondary, industry and tertiary industry, and as well as smart agriculture based on information and communication technology. Smart agriculture is an agriculture form used to improve the quality of life in rural areas through making greater efficiency and intelligence by applying ICT convergence technology to the whole entire process of agricultural production, distribution, and consumption in the areas of outdoor agriculture, facility horticulture, and livestock. Therefore, in this paper, we analyze the policy, technology, and standardization trends of domestic and foreign smart agriculture, and suggest ways to apply them to domestic smart agriculture during the in the introduction stage.

* DOI: 10.22648/ETRI.2018.J.330209



본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

I. 서론

팜 2050 리포트에 따르면, 현재 약 76억 명인 세계 인구가 빠른 속도로 증가하여 2050년에는 약 100억 명에 이를 것으로 예상하였으며, 인구증가로 인한 식량문제를 해결하기 위해서는 2050년에는 70% 정도 식량 생산이 증가해야 할 것으로 추정하였다[1]. 이러한 상황에서 향후 농업은 에너지 비용의 상승, 지하수 고갈, 농지 감소 및 환경규제, 기후 이상에 따른 생산성 저하 등의 문제에 직면하게 될 것이다. 이러한 문제 하에서 식량 생산을 증가시키기 위하여 농업은 투입 에너지 최소화과 수확량의 최대화라는 과제를 해결하여야 한다[2].

현재 우리나라 농업은 농가소득의 정체, 수입농산물 증가, 농경지 감소, 곡물 자급률 하락, 농촌인구의 감소와 고령화 등의 어려움을 겪고 있다. 또한, 최근 기후변화와 심화로 농산물의 작황 및 생산량이 일정하지 못해 가격 역시 심하게 등락하고 있으며, 이에 따라 농산물의 소비자인 국민의 안정적 먹거리 확보에도 많은 어려움이 뒤따르고 있다. 이러한 문제점을 해결하고 농촌 경제 활성화를 위한 대책으로 정부는 농업을 1차 산업, 2차 산업, 3차 산업과 연계한 6차 산업화 정책과 정보통신 기술 기반의 스마트농업을 추진하고 있다[3].

스마트농업은 노지농업, 시설원에 및 축산 분야에서 농산물 생산·유통·소비의 전주기적 과정에 농업·ICT 융합 기술을 적용하여 효율화 및 지능화를 통한 농촌의 삶의 질 향상을 도모하는 농업형태를 의미한다. 특히 스마트팜은 정보통신기술(ICT: Information and Communications Technology)을 온실, 축사, 과수원 등에 접목해 원격 및 자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적절히 제어할 수 있는 농장의 개념이다. 농림축산식품부의 '2016 농림식품 기술수준 평가'에 따르면 우리나라 농림식품 분야의 기술 수준은 최고기술 보유국(미국) 대비 78.4%로 주요 선진국을 추격하고 있으며, 스마트농업은 네덜란드 등 유럽에 비하여 도입 단계로 볼 수 있다[4].

따라서 본고에서는 스마트농업의 국내외 정책, 기술 및 표준화 동향을 분석하여 도입단계에 있는 국내 스마트농업에 적용할 수 있는 방안을 살펴보고자 한다.

II. 스마트농업 정책 동향

1. 국내 스마트농업 정책

농림축산식품부는 2014년부터 농가 경쟁력 강화 및 스마트팜 관련 산업의 선순환 생태계를 조성하기 위하여 스마트팜 보급 사업을 본격 추진하였다. 그 결과로 2017년까지 시설원에 4,000ha(시설현대화 온실 면적의 40%), 축산농가 730호 및 과수농가 600호에 스마트팜을 보급하였다. 세부적인 스마트팜 보급 내용은 <표 1>과 같다[3], [5].

향후에도 농림축산식품부는 지속 가능한 농식품 산업 기반 조성을 위하여 2022년까지 스마트팜 시설원에 7천ha, 축산 5천호 보급 및 관련 R&D 투자를 확대할 계획이다. 또한, '최적 에너지 투입으로 지속 가능한 미래농업 구현'의 비전하에 '스마트기술을 접목한 첨단농업 생산부문 성과 제고'를 목표로 <표 2>와 같은 전략별 세부 추진 방향 및 계획을 수립하여 추진할 예정이다[5].

농촌진흥청에서는 농산업의 신 가치 창조 및 지속 성장 견인을 위하여 'TOP5 융복합 프로젝트' 계획을 수립하였으며, 주요 과제 중 하나로 한국의 농업여건에 적합한 스마트팜 모델 개발과 농업 생산시스템의 전주기적

<표 1> 스마트팜 보급 내용(2017년 현재)

분류	보급 내용
시설원예	- 첨단수출형: 파프리카, 토마토, 화훼 등 첨단온실에 기반을 둔 주요 수출품목 시설면적 전체(100%) - 연동복합형: 오이, 딸기 규모화·현대화가 진전된 연동형 온실(7,853ha)의 30% 수준 - 단동간편형: 참외, 수박 주산지 단동형 온실(10,719ha)의 10% 수준
축산	- 주요 축종별(양돈, 낙농, 양계) 전업농의 10% 수준 - 사양관리기(사료빈 관리기, 축사별 급이기, 음수 관리기)를 가장 많이 활용
노지	규모화된 과수원의 25% 수준

〈표 2〉 전략별 세부 추진 방향 및 계획

스마트팜 확산 여건 조성	- 규모화, 집적화된 첨단농업 단지 구축 - 수직형농장, 노지작물 스마트팜 실증 - 보급사업 예산 및 농협 자금 확충 - 로봇, 드론 등 생산 전후방 단계 적용 - 다양한 유형의 선도 모델 성과 홍보 - 농식품 ICT 융복합 관련 법·제도마련
교육·컨설팅을 통한 성과 제고	- 지역단위 품목별 학습조직 지원 - 빅데이터 수집·분석·활용 서비스 확대 - 빅데이터 분석·컨설팅 전문인력 양성 - 농작업 의사결정 지원시스템 시범 도입
스마트팜 산업 경쟁력 강화	- 권역별 실증 Test-bed 구축 - 한국형 스마트팜 모델 업그레이드 - 국내 표준화 범위 확대 및 국제 표준화 - 스마트기자재 검정제도 도입 - 스마트팜 기자재 수출연구단을 통한 해외 진출추진

〈표 3〉 한국형 스마트온실 구성 및 목표

분류	구성	보급 내용
1세대	기본형	환경 센서 + 제어기 + CCTV
	선택형	기본형 + 토양·안전 센서 + 관수·액비·양액 제어기 + 예경보장치
2세대	기본형	1세대 모델 + 지상부 복합환경제어 + 빅데이터 분석 및 의사결정 지원시스템
	선택형	2세대 기본형 모델 + 생육센서 + 지하부 복합 환경제어
3세대	기본형	2세대 모델 + 복합에너지 관리 + 농작업 자동화 시스템
	선택형	3세대 기본형 + 작물진단 및 처방시스템

스마트화를 위해 스마트팜 핵심 요소 및 원천 기반기술의 확보를 위한 ‘스마트팜 국산화·표준화’ 프로젝트를 추진하고 있다[6], [7].

스마트온실을 원예시설에 자동화 설비와 ICT 기기를 활용하여 시간과 공간의 제약 없이 생육환경을 최적 상태로 관리하는 편리하고 효율적인 온실을 의미한다. 스마트온실을 기술 수준별로 모델화하여 1세대(편리성 증진), 2세대(생산성 향상-네덜란드 추격형), 3세대(글로벌산업화-플랜트 수출형)로 구분하여 단계적 개발과 실증평가 및 산업화 지원 체계 구축을 통하여 확산할 계획이다. 한국형 스마트온실 세대별 모델 구성 및 목표는

〈표 4〉 스마트축사 세대별 구성

구분	주요 구성
1세대 (기본형)	- 시설 내부 미기상, 외부 기상 등과 같은 환경 계측 센서, CCTV - 환기 팬, 윈치 커튼(winch curtain), 입기(入氣) 베플(baffle) 등 구동기 - 사양 관리 통합 시스템(군사급이기, 자동사료급이기, 사료빈 관리기, 발정 탐지기, 음수 관리기, 돈선별기, 자동 포유기, 체중 측정기 로봇 착유기 등) - 경영정보관리시스템(출하관리, 비용관리, 질병관리, 착유관리 등)
2세대 (고급형)	- 생육 환경, 생체 및 사양 관련 빅데이터 - 인공지능 기반 가축 질병의 조기 진단, 최적 성장 모델
3세대 (첨단형)	- 최적 환기 모델 및 신·재생 에너지(지열, 태양광 등)를 활용한 열환경 통합 관리시스템 - 축사 관리 작업의 로봇기술 활용

〈표 3〉과 같다[6], [8].

스마트축사는 ICT 기술 및 자동화된 설비를 이용하여 원적으로 가축의 성장 및 생육 환경을 진단하고 적정 수준으로 유지·관리함으로써 노동력 절감, 생산성 및 품질 제고 달성을 목표로 운영되는 축사를 의미한다. 국내 ICT 장비 기술 및 농장 여건 등을 고려한 한국형 스마트 축사 모델은 〈표 4〉와 같이 3세대로 구분될 수 있다[7].

2. 주요 선진국 스마트농업 정책

미국 농업은 막강한 생산능력을 기반으로 농산물 생산량 및 교역량 측면에서 세계적으로 큰 비중을 차지하고 있으며, 19세기 후반부터 본격적으로 추진해 온 농업기반시설 구축 연구 및 지도사업, 기계화 등을 통해 농가의 규모화, 품목의 전문화 및 농작업의 기계화 등을 달성하고 있다. 미국의 농업 R&D는 농무부(USDA: U.S. Department of Agriculture)의 정책목표에 따라 장기적이고 위험도가 높은 고비용의 기반기술 개발을 위한 R&D 연구 과제를 주로 수행하고 있다[2].

농무부 소속의 연구·교육 및 경제(REE: Research, Education, and Economics)부문 차관이 미국 내 농식품 R&D를 총괄하고 있으며, 하부 기관으로는 농업연구청(ARS: Agricultural Research Service), 농업경제연구

소(ERS: Economic Research Service), 국립농업통계청(NASS: National Agricultural Statistics Service), 국립농식품연구소(NIFA: National Institute of Food and Agriculture)등이 있다. 농업연구청은 1953년에 설립된 연구기관으로 국가의 농업정책을 수행하는 과정에서 발견된 농업문제의 해결을 위하여 기술개발·보급·확산을 수행한다. 농업연구청에서 연구·개발한 기술을 미국 전역의 주립대학과 약 3,000개에 이르는 주정부 산하의 농촌지도센터(Local Extension Office)를 통해 현장의 농업인에게 보급한다. 농업연구청이 연구개발을 전담하는 기관인 반면에 보급 사업은 국립농식품연구소가 주관한다. 국립농식품연구소는 직접 연구를 수행하는 농업연구청과는 달리, 주 단위의 지역 농림수산물 연구소에 연구자금을 배분·관리하고 공모과제를 모집하여 연구자금을 지원하는 역할을 수행한다[9], [10].

일본은 2016년 6월에 발표한 ‘일본재흥전략 2016(개정판)’에서 4차 산업혁명에 대응하여 신시장 창출, 생산성 혁명(규제개선 포함), 인적 역량 강화를 3대 핵심이슈로 상정하고, 농업 부문과 관련 ‘선제적 농림수산업 촉진과 수출 강화’가 포함된 10개 전략적 민관합동 프로젝트 추진을 선언하고 있다. 또한, 일본재흥전략 2016에 반영된 농림수산업 핵심 정책으로는 영농 규모화(경지 통합, 농지은행 기능 활성화 등), 농업경영비 절감(농자재비 절감, 유통 합리화 등), 인적자원 역량 강화, 수출 활성화, 스마트농업 확대, 농업계와 산업계 연계 등이 포함되어 있다. 특히 스마트농업 확대 정책은 2017년부터 인공지능, 빅데이터, IoT, 로봇 등 핵심기술의 개발과 현장 적용을 강조하고, 국가적으로 중요한 인공지능 활용 연구개발과제 발굴하고 중장기 차원의 데이터구축 및 기술개발을 목표로 <표 5>와 같은 ‘인공지능 미래농업창조프로젝트’ 등의 추진계획을 담고 있다[11].

네덜란드의 시설원예는 1990년 이전까지는 생산성 중심으로 발전해왔으나, 이후 에너지와 노동력 투입을

〈표 5〉 2017년 인공지능미래농업창조프로젝트 개요

구분	주요 내용
추진방향	(중장기적 추진 관점) 빅데이터를 구축하면서 연구개발을 지속해야 하는 분야에 대해 중점 추진
주요 연구과제	- AI 활용 병충해·토양병해 진단 기술 개발 - AI 활용 재배·노무관리 최적화 기술 개발 및 개방형 플랫폼 정비 - AI 활용 안전작·효율적 어업(양식·어선) 기술 개발 - AI 활용 시설원예 최적의 농장관리 기술개발 - AI 활용 고속대량 탐색이 가능한 혁신적 식물육종 기술 개발

줄이는 지속 가능성에 초점을 두고 기술 개발이 이루어지고 있다. 이를 위해 ‘과학기술 농업’을 표방하고 정부 주도 아래 농업에 ICT 기술을 접목하여 생육 환경을 정밀하게 조절하는 자동화 기술을 개발하고, 자국의 농업이 국제적으로 경쟁력 있는 비즈니스로 발전을 하기 위해 농업 경영에 ICT 기술융합을 통한 농업 비즈니스의 부가가치를 높이고 있다.

네덜란드의 농업 ICT 융합 R&D의 대표적인 사례인 정밀화 사업(PPL: Programma Precisie Lanbouw)은 민관 파트너십형 사업으로 농업의 정밀화를 통한 에너지 사용량의 억제 및 온실가스 감축을 목표로 하고 있다. 또한, 농업·식품과학의 ‘지식의 인프라’로 와게닝겐 UR, 국립 및 민간연구기관, 기업 등을 포함한 푸드밸리를 설치해 농업기술 연구개발의 지속적인 진화 발전을 꾀하고 있다. 그리고 네덜란드가 농업 선진국으로 도약할 수 있었던 또 하나의 성공 요인은 ‘ICT 기반의 경매 시스템과 우수한 물류 인프라의 결합’이다[2].

EU의 Horizon 2020하에서 스마트농업과 관련된 프로젝트는 주로 ICT, 로봇, 빅데이터 등의 핵심기술을 활용하여 지속 가능하고 생산적인 농업·농촌을 구현하는 방향으로 전개되고 있고, 최근 진행 중인 프로젝트는 정밀농업에서 빅데이터 분석 및 의사결정 지원을 통한 지능화된 스마트농업의 구현을 목적으로 하고 있다. EU 차원의 스마트농업 관련 주요 프로젝트는 <표 6>과 같다[11], [12].

〈표 6〉 스마트농업 국제협력연구 프로젝트

프로젝트명	기간/ 총비용	주요 내용
IoT2020 (Internet of Food and Farm 2020)	2017~ 2020/ 약 35억 유로	- 유럽 농업 및 식품 산업 경쟁력 강화를 위해 가치사슬 전반에 IoT 기술을 적용 - 유럽 IoT 플랫폼인 FTWARE등의 개방형 표준 및 아키텍처를 활용한 농식품 비즈니스 생태계 구축 - 유럽 사물인터넷 혁신연합과 연계
Smart-AKIS	2016~ 2018/ 약 200만 유로	- 유럽 내 스마트농업 기술의 개발 확산을 위한 연구 및 네트워크 활동 촉진 - 정밀농업, 로봇자동화, 농장관리 시스템 등 현장 중심 연구·실증·상용화 지원
AgriCloud P2	2016~ 2018/ 약 136만 유로	- 클라우드 기반의 정밀농업 관리 시스템 개발 - 5년 내 5개국 시장출시로 2,800만 유로 매출 실현
4D4F (Data Driven Dairy Decision For Farmers)	2016~ 2019/ 약 210만 유로	- 낙농 부문 데이터 기반 의사결정 지원 기술 연구 - 센서로 수집된 데이터 분석기술의 표준작업절차 개발

III. 스마트농업 기술 및 표준화 동향

1. 스마트농업 기술 동향

가. 국내 스마트농업 기술동향

스마트농업 기술은 기존의 농업기술에 정보통신기술의 융합을 통해 생산의 효율화 및 농작물의 고부가가치 창출을 목표로, 농업의 생산유통·소비 전 과정에 걸쳐 생산성·효율성과 품질향상, 농식품과 노동의 안전 등을 실현한다[13], [14].

농촌진흥청은 2세대 한국형 스마트온실 개발을 위하여 2016년에는 유럽계 완숙토마토의 생육 및 수확량 예측을 위한 생육모델과 2017년에 국화 생육모델 개발을 완료하였고, 파프리카와 딸기에 대한 생육모델의 개발할 계획이다. 또한, 가축의 생장예측모델은 2017년 돼지를 시작으로 단계적으로 추진해 나갈 계획이다. 그리고 복합이미지 센싱 및 분석 기술을 이용하여, 토마토의 열, 화방, 줄기, 마디, 과실 및 영양 등 생육의 자동측정

및 분석을 자동으로 측정할 수 있는 생육정보 자동측정 시스템을 2016년까지 개발 완료하였다[6], [15]. 이 밖에도 식물 생체반응 측정을 통해 식물체의 스트레스 등의 생육상태 진단과 품질의 예측 등에 활용 가능한 식물 생체 정보 측정용 마이크로센서 개발과 돼지, 젖소에 대한 발성, 행동, 체온 등의 생체정보 측정 및 개체관리 기술 개발이 진행 중이다[6].

그리고 스마트온실의 생산성 향상을 위하여 토마토 등 8개 품목의 환경·생육·경영데이터를 경기 등 9개 도에서 수집하고, 환경·생육·생산량 간의 연관성 분석을 통하여 생육단계·재배시기별 환경 설정 모델을 개발하여 서비스하고 있다[15]. 이 밖에도 기술개발과 병행하여 표준화를 추진하고, 개발기술을 스마트팜 플랫폼을 통해 개방하여 산업 발전을 도모하고 호환성과 확장성을 확보해 나갈 계획이다[6].

정부출연연구소 주관으로 2015년부터 개발중인 스마트팜 2.0은 ICT가 내재된 시설자동화를 통한 편의성 중심의 스마트팜 1.0에서 품질 및 생산성 중심의 농가수익 창조 모델 개발을 목표로 하고 있다. 즉 환경·생육정보 분석을 통한 최적의 복합환경제어로 작물의 생산성 및 품질을 향상하고, 기반 기술인 생육 계측센서 개발 및 표준화를 추진하고 있다[16]. 또한, 국내 스마트팜 전문 기업은 온실 내 ICT 기술도입 비용을 줄이고 데이터의 효율적인 관리 및 복합환경제어를 위한 클라우드 기반 스마트팜 시스템을 개발하여 기업 간의 협업을 통한 상용화 서비스를 제공하고 있다. 즉, 스마트팜에 설치된 센서와 구동기를 노드를 통해 클라우드와 연결하여 데이터 시각화, 인공지능 기반 알고리즘 및 다국어 지원 등의 서비스를 제공하고, 복합환경제어 업체가 자체적으로 서비스를 개발·공급할 경우보다 손쉽게 서비스를 제공하는 클라우드 기반의 서비스 개발·공급 체계를 구축하였다[17].

농촌진흥청은 돼지, 산란계, 육계, 오리, 한우, 젖소

〈표 7〉 양돈 스마트축사 1세대 모델 기능

분야	기능
환경관리	- PC 및 모바일 기기를 통하여 실시간으로 시설 내부 미기상 및 각 개체별 사양관리 정보 등에 대한 관제 및 모니터링 및 환기팬, 조명 장치 등의 제어
사육관리	- 사료빈: 로드셀 및 각종 가스 센서 등을 통한 실시간으로 전체 사료 잔량 및 사료의 변패 정도 등을 확인 및 사료 구입 발주
	- 모든 각 개체에 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 부착하여 각 모든 개체별 실시간 사료 섭취량, 음수량 관제 및 관리가 가능
사육 및 질병 관리	- 포유모돈 자동급이기: 모돈의 나이, 산차 및 BCS (Body Condition Score)를 바탕으로 사료급여량을 개체별로 제어
	- 성장 및 질병 예측 모델: 개체별 급이, 급수데이터, 운동량 데이터, 생체 데이터에 기반하여 일당 증체량, 질병 징후 및 발정 예측(교배적기 행동 특성 탐지)

등 총 6종에 대한 한국형 스마트축산 기본 모델을 개발하였고, 양돈 스마트축사의 경우 〈표 7〉과 같이 1세대 모델에 대한 설정을 완료하여 농가 기술 보급을 실시하고 있는 단계이다[7].

국내의 농업용 로봇에 관한 연구는 농업용 로봇시장은 아직 초기 단계이며 미국이나 유럽의 대형 농업용 로봇과는 다르게 우리나라의 상황에 맞게 소규모의 로봇 개발이 농촌진흥청 및 기업에서 진행되고 있다. 현재까지의 농업용 로봇들이 제초용, 시비용, 수확용과 같이 생산 단계별로 특화되어 개발되었지만, 영세농업을 위한 트랜스포머형 농업용 로봇이 연구되고 있다[18].

나. 국외 스마트농업 기술동향

선진국의 스마트농업 기술 개발 및 활용 현황은 생산, 가공, 유통, 판매, 소비, 농촌지역 개발 등 다양한 영역에서 이루어지고 있다. 국가별 농업 및 농식품 산업과 농촌사회의 차이에 따라 스마트농업 기술 활용 현황도 차이가 크다. 즉, 시설원예, 노지 농업 등은 자연조건, 작부체계별, 축산의 경우 국가별 축종에 따라 스마트농업 기술의 개발 및 활용상의 차이가 나타난다[2].

미국의 정밀농업(Precision Agriculture)은 관찰(조사)→처방(분석)→농작업→결과분석 단계로 이루어지며, 농기계와 농경지에 설치한 센서를 통해 수집한 방대한 자료를 ‘빅 데이터’기법으로 분석하여 해당 지역에 최적 농법을 처방하는 방식이다. 처방농법은 농부들에게 토양정보, 일기예보, 작물의 생장 상황은 물론 곡물 시세에 이르는 다양한 정보를 제공하여 곡물을 재배하는 과정에서 작물 선택, 파종 시기, 시비량 조절 등 40가지 의사결정을 지원한다[2].

네덜란드의 정밀농업을 정밀화 사업(PPL)으로 지칭하고 있으며, 지난 수십 년간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발하였다. 정밀복합 환경제어 시스템은 다양한 센서를 이용하여 공기 중의 이산화탄소량, 온도, 습도 등 작물 주변 환경정보를 수집하며, 사용자 설정이 가능한 소프트웨어로 다수의 시설 내 공간 블록을 동일한 조건으로 제어할 수 있다. 또한, 근권부 센서를 통한 각종 무기염류, 필수영양소, 수분의 양, 산성도를 점검하여, 배지의 함수비와 EC 등 근권부 환경의 정밀제어를 지원한다. 그리고 온실 내 재배환경요인에 따른 수확량 예측 시스템이 개발되어 정밀복합 환경제어를 통한 생산성 극대화를 위한 기술이 보급되고 있다. 한편, 온실 내 병충해를 탐지하여 해충 판독을 자동으로 할 수 있는 시스템이 개발보급되고 있으며, 다중스펙트럼 카메라를 이용한 병해 탐지를 위한 기술이 개발되어 시험 중에 있다[2], [4].

일본의 기업들은 농업분야에 ICT 기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있다. 후지쓰의 아키사이는 IoT 센서를 이용하여 기온, 지온, 수분, 일사량, 토양의 비료농도 등의 측정된 정보가 수분 간격으로 클라우드 서버에 전송되어 분석·예측 등을 수행한 후 각 농가에 최적의 물과 비료의 양을 제시하고, 농가별 생산계획과 수확량 예상 등을 확인하고 일괄 관리할 수 있어 농산물 조달 계획 수립을 위한 기반 데이터로도 활용되고 있다.

〈표 8〉 해외 농업용 로봇 개발 사례

분야	기능 및 용도
로봇 트랙터	- GPS 정보를 이용한 자율 주행 가능한 다목적 차량 및 트랙터, 원격 조종을 통해 움직임, 장애물 감지 기능
잡초제거 로봇	- 적외선·레이저 센서를 이용하여 잡초와 작물을 구별 제초
생육진단 및 수확	- 카메라를 이용해 과실의 상태 및 당도 측정하는 로봇, 카메라를 이용하여 오이, 포도, 딸기, 사과, 오렌지를 인식하고 로봇 팔을 이용하여 수확
기타	- 젖소용 착유 로봇, 치즈 가공로봇

그리고 온실 내에 설치되는 온습도, 조도 센서를 통하여 획득된 데이터를 이용하여 누적온도 기반의 작물생육 예측 모델과 스케줄 및 환경정보를 표시하여 준다[4].

농작업의 자동화 및 편의성 증진을 위하여 미국을 비롯한 여러 나라에서는 〈표 8〉과 같이 여러 분야에서 강 이 농업용 로봇을 개발하고 있다. 미국은 세계 최대의 농기계 생산 업체를 보유하고 있으며, 이런 생산기반을 통해 재배수확관리 등 다양한 분야에 적용할 농업용 로봇을 개발 중에 있다. 그리고 네덜란드는 토마토 적엽 로봇과 딸기, 파프리카 수확 로봇의 연구개발 및 상용화에 활발히 수행하고 있다[2].

이탈리아에서 개발된 양돈개체관리 시스템(PigWise)은 RFID 인식기와 카메라를 이용하여 개체별 사료섭취 및 행동 데이터를 수집·분석하고 성장, 건강 및 복지에 문제 발생 시 알람 기능을 가지고 있다. 벨기에 루벤대학과 이탈리아 밀란대학은 돼지의 발성음 및 기침소리를 통하여 건강상태, 복지수준 및 질병 감염 등에 대해서 실시간 모니터링하여 어린 돼지 등의 호흡기 질병 감염의 조기 경보 및 돈사의 최적 환경을 제어할 수 있는 시스템을 개발하여 실증평가 중에 있다[4].

2. 스마트농업 국내외 표준화 동향

가. 국내 표준화 동향

현재 국내에서 보급되고 있는 스마트온실 및 축사 ICT 기기들은 생산업체마다 제품 규격이 상이하고 호환

〈표 9〉 스마트온실 및 축사 ICT기기 단체표준 현황

구분	종류	표준번호
제어기	천창, 측창, 보온재, 커튼, 환풍기, 유동팬, 관수모터, 관수밸브, 냉난방기 등 9종	TTAK KO-10.0845
스마트온실 센서	온도, 습도, CO ₂ , 일사량, 풍향, 풍속, 감우, 광량, 토양수분, 토양장력, 토양EC, 토양 pH, 지온	TTAK KO-10.0903
스마트축사 센서	기온, 풍향, 풍속, 감우, 습도, 일사, 일조 기온, 습도 등 외기 센서	TTAK KO-10.0979
	기온, 습도, 암모니아, CO ₂ , 조도, O ₂ , 차압, 풍속 등 내기센서	TTAK KO-10.0980
	정전, 누전, 아크, 낙뢰보호기 등 안전 센서	TTAK KO-10.0981
복합기	양액기, CO ₂ 발생기	TTAK KO-10.0944
	스마트영상장치	TTA KO-10.0945

성이 부족하여 시설농가의 통합관리 및 유지보수에 어려움을 겪고 있다. 따라서 원예시설 및 축사에 적용되는 각종 센서 및 구동기의 형식과 통신방식 등을 생산업체 등 이해관계 당사자들의 의견을 종합적으로 수렴하여 공동규격으로 표준화 작업을 추진하였다. 〈표 9〉와 같이 2015년에는 개폐모터 등 구동기 9종에 대해, 2016년에 센서 13종과 양액기 등 3종에 대해, 그리고 2017년도에 스마트축사 센서 19종에 대한 공동규격(안)을 확정하여 단체표준으로 채택하였다. 향후에도 지속적으로 표준화 스마트온실 및 축사 관련하여 표준화 대상을 확대해 나가고, 농림축산식품부에서 추진 중인 스마트온실 및 축사 확산사업에 지침사항으로 시행되어 ICT 기기의 신뢰성을 향상할 것으로 기대된다[19], [20].

나. 국제 표준화 동향

ICT 기반의 스마트농업에 관한 기술 및 서비스에 대한 국제 표준화는 ITU-T를 중심으로 진행되고 있다. ITU-T SG5는 정보통신 기술과 기후변화, 에너지 절감 및 온실가스 배출 방법, 온실가스 감축사업 저감량 평가 등에 중점을 두고 표준화를 진행하고, ITU-T SG13에서는 2012년 6월부터 ICT 기반 농업 분야의 표준문서

개발에 착수하여 스마트농업 서비스 관련 국제표준을 제정하고 있다[21]. 본절에서는 국내에서 확산 중인 스마트온실과 관련된 표준을 추진 중인 ITU-T 표준화 동향에 대하여 살펴본다.

미래네트워크와 클라우드 분야의 표준화를 담당하는 ITU-T SG13과 IoT 관련 표준을 개발하는 SG20에서는 스마트농업 관련 표준을 개발하고 있다. SG13에서는 2012년도부터 네트워크에 기반한 스마트농업 개요에 대한 표준(ITU-T Y.2238) 개발하였다. 이 표준은 네트워크에 기반한 스마트팜의 개요, 스마트팜 참조 모델, 스마트팜에 필요로 하는 서비스 및 네트워크 기능들을 정의하는 것을 목적으로 2015년에 권고안으로 채택되었다[22].

이 권고안의 참조모델에 기반하여 2개의 표준 개발이 진행 중이다. 즉, 스마트농업 참조 모델 중 생산에 관련된 표준 모델 개발에 대한 표준(ITU-T Y.PSF)은 생산 단계에서 생산자가 생산환경을 제어하기 위한 기능들을 정의하는 표준으로 2015년도부터 표준 개발을 계속하고 있다. 또한, 네트워크 기반의 스마트농업 참조모델에서 정의하고 있는 스마트농업의 생산 후 단계에 대한 기능모델과 요구사항을 정의하기 위하여 생산 후 단계 표준(ITU-T Y.POPS)을 2015년부터 시작하였다. 그리고 스마트팜 서비스를 제공하기 위하여 필요한 센서, 센서 노드, 구동기, 구동기 노드, 온실통합제어기, 온실운영 시스템, 온실통합관리시스템 및 사용자 등 객체 간의 인터페이스에 대한 표준을 제정하는 스마트팜 인터페이스(ITU-T Y.ISG-FR) 표준이 2015년부터 개발 중에 있다[22].

IV. 결론

본고에서 살펴본 해외 주요 국가의 스마트농업의 추구하는 방향은 투입 에너지의 최소화와 생산성 극대화이며, 이를 달성하기 위한 수단으로 IoT, 빅 데이터 및

인공지능 등을 이용한 정밀농업 기술과 노동력 부족을 해결하기 위한 로봇을 개발·활용하는 것이다. 한편, 현재 보급되고 있는 국내 스마트농업의 기술적 수준 및 현황은 ICT가 내재된 시설자동화를 통한 편의성 증진 단계로, 품질 및 생산성 향상 단계로 도약을 위하여 생육·생체 모니터링, 생육·생장 예측 모델, 병해충 진단·처방 모델 개발 및 농작업 관련 로봇의 개발 등과 관련한 연구들이 활발히 수행 중에 있다[2], [7], [17].

이와 같이 국내외에서 스마트농업과 관련된 기술 개발을 지속적으로 수행해 왔고, 향후에도 보다 본격화될 전망이다. 특히 국내의 경우 기술개발 결과의 상용화 및 확산을 위한 노력이 필요하다. 우선 스마트농업 핵심기술을 적용하기 위하여 노후화된 생산기반시설 정비가 필요하며 기술의 개발·보급을 위한 생태계 조성이 필요하다. 또한, 농가 현장의 요구를 반영한 스마트농업 기술의 개발이 되도록 국내 여건에 적합한 필요기술의 선택과 집중이 필요하다. 그리고 스마트농업을 구성하는 기술과 제품의 신뢰성을 높이기 위하여 농업용 ICT 부품과 장비의 표준화, 작물의 종류와 영농 여건에 따라 스마트농업 장비를 선택할 수 있도록 하는 시스템의 모듈화, 품질 보증을 위한 검인증 제도 도입이 필요하다[2], [11], [17].

국내의 영세한 시장구조를 고려할 때 스마트농업 기술 개발과 국제 표준화 통한 세계 시장 선점을 위한 기반을 조성하고, 국외 테스트베드 구축과 실증을 통하여 해외시장을 개척할 필요가 있다. 또한, 선진국의 사례 분석을 통하여 국내에서도 대기업이 진출할 수 있는 방안과 농업 관련 스타트업 육성을 위한 생태계 조성 및 체계적인 지원시스템 구축 등이 필요하다[2].

약어 정리

ARS	Agricultural Research Service
ERS	Economic Research Service
ICT	Information and Communications Technology

ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
NASS	National Agricultural Statistics Service
NIFA	National Institute of Food and Agriculture
PPL	Programma Precisie Lanbouw
REE	Research, Education, and Economics
RFID	Radio-Frequency Identification
USDA	U.S. Department of Agriculture

참고문헌

- [1] www.farm2050.com
- [2] 이종원, “4차 산업혁명과 농업부문 해외 관련 기술 및 연구동향,” 세계농업, 제202호, 2017. 6, pp. 1-22.
- [3] 김연중, “4차 산업혁명과 우리 농업의 미래,” 세계농업, 제202호, 2017. 6, pp. 1-17.
- [4] 이종원, “해외 스마트농업 사례,” 세계농업, 제185호, 2016. 1, pp. 1-19.
- [5] 심동욱, “농식품 ICT 융복합 정책 방향,” 농림축산식품부 농산업정책과, 2018. 1.
- [6] 김상철, “4차 산업혁명과 스마트팜 기술개발,” 한국농공학회지: 전원과 자원, 제59권 제2호, 2017. 5, pp. 10-18.
- [7] 권경석, “ICT 융복합 기술을 이용한 축산 스마트팜 연구 개발 및 추진현황,” 한국농공학회지: 전원과 자원, 제59권 제2호, 2017. 5, pp. 38-45.
- [8] 김상철, “한국형 스마트팜 모델 개발과 표준화,” 국립농업과학원, 2016. 2.
- [9] 이주량, “미국의 정부 농업 연구개발과 보급체계,” 세계농업, 제173호, 2015. 1, pp. 1-16.
- [10] U.S. Department of Agriculture, Accessed 2018. <http://www.usda.gov>
- [11] 임영훈, “4차 산업혁명 대응 주요국 농업과학기술 정책동향,” 세계농업, 제201호, 2017. 5, pp. 1-14.
- [12] Community Research and Development Information Service, Accessed 2018. <http://cordis.europa.eu>
- [13] 김동일 외, “ICT 표준화 전략맵 Ver. 2015,” 한국정보통신기술협회.
- [14] 아노경제연구소, “2017년판 스마트농업의 현상과 장래클전망,” 아노경제연구소, 2017. 9.
- [15] 조용빈, “빅데이터 기술 기반 스마트팜 시스템 구축 및 성공적인 실증사례,” 농촌진흥청, 2018. 1.
- [16] 김현석, “스마트팜2.0 기술개발 현황,” KIST, 2018. 1.
- [17] 박홍동, “클라우드기반 스마트팜 시스템 구축 및 서비스실증사례,” 이지팜, 2018. 1.
- [18] 박성준, 주찬영, 손형일, “농업용 로봇 및 자동화 기술분석과 국내외 동향,” 한국농공학회지: 전원과 자원, 제59권 제3호, 2017. 8, pp. 17-27.
- [19] 김현환, 이재수, “한국형 스마트온실 ICT기기 표준화 추진,” 한국농공학회지: 전원과 자원, 제59권 제2호, 2017. 5, pp. 46-52.
- [20] 정보통신표준화위원회, Accessed 2018. <http://committee.tta.or.kr/standard/general.jsp>
- [21] 조석팔, “스마트농업 국제표준화 동향,” TTA Journal, 제160권, 2015. 7, pp. 84-88.
- [22] 박주영, 허미영, “스마트농업 국제 표준화 동향,” 한국통신학회지: 정보와 통신, 제34권 제1호, 2017. 1, pp. 70-75.