4차 산업혁명 대응 주요국 농업과학기술 정책동향*

임 영 훈
(과학기술정책연구원 부연구위원)

1. 4차 산업혁명의 부상과 농업 이슈

1.1. 4차 산업혁명의 부상

2016년 1월 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼(WEF)에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab) 회장을 필두로 '4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)'이 핵심의제로 던져졌다. 이를 계기로 4차 산업혁명에 의해 도래될 미래사회의 변화상에 대한 세계 각국의 관심도 지속적으로 증대되고 있다. 또한 2017년 1월 개최된 세계경제포럼에서도 4차 산업혁명의 본격화에 대한 대응을 핵심의제로 포함시키면서, 4차 산업혁명의 담론은 과학·기술과 사회·경제, 공공과 민간, 1·2·3차 산업 등 다양한 영역을 막론하고 미래 변화를 주도할 실제(practice)로서 다가오게 될 것으로 예상된다.

4차 산업혁명의 세계에서는 모든 것이 센서로 감지·측정되고, 모든 사물을 연결하는 사물인터넷(IoT)에 의해 빅데이터가 구축되며 인공지능(AI)에 의해 분석된다. 인공지능이 탑재된 의사결정지원시스템에 기반하여 새롭고 다양한 제품 및 서비스가 출현하며, 각종 ICT 기기, 로봇 등을 통해 4차 산업혁명의 최종 혜택을 실생활에서 접할 수 있게 된다. 결국 4차 산업혁명은 속도(velocity), 범위(scope), 시스템 영향(systems im-

* (limyh96@stepi.re.kr).

pact) 측면에서 이전의 혁명과는 비교할 수도 없이 빠르고 광범위한 변화를 초래할 것이며 물리, 사이버(디지털), 생물·환경 등 다양한 영역을 관통하는 초융복합, 초연결성, 초지능화의 통합적 플랫폼으로 작동할 것이다(Schwab 2016).

표 1. 4차 산업혁명의 특이성과 주요 핵심기술

	속도(Velocity)	범위(Scope)	시스템 영향(Systems Impact)
특이성	• 급속한 기술 진보 • 기술 구현시점 단축	• 탈경계 기술 융복합 • 광범위한 영역 적용	• 생산, 경영(관리), 거버넌스 등 시스템 차원의 변화 • 사회·경제·문화·환경 전 시스템 변화
핵심기술	인공지능(AI), 로봇공학(robotics), 사물인터넷(IoT), 자율주행기술(autonomous/unmanned), 3D 프린팅, 나노기술(nanotechnology), 바이오기술(biotechnology), 재료과학(materials science), 에너지저장(energy storage), 퀀텀 컴퓨팅(quantum computing), 빅데이터(big data) 등		

자료: Schwab(2016) 토대로 정리.

1.2. 4차 산업혁명과 농업 이슈

농업은 자국의 식량안보를 책임져야 함과 동시에, 세계 식량부족 문제 해결에 기여해야 하는 글로벌 이슈의 정점에 있는 기본(근간)산업이다. 세계경기 침체, 4차 산업혁명, 기후변화 등 과학·기술·사회·경제·환경 관련 굵직한 이슈들이 산적해 있음에도 불구하고, 농업에 대한 관심이 필수적으로 전제되어야 하는 것은 세계인구 증가와 식량공급의 관계가 안정적이지 않을 것으로 예상되기 때문이다. 양적 측면에서만 보더라도, 2050년 전 세계 인구가 91억 이상으로 전망되기 때문에 농업생산은 2005-07년 수준보다 60% 이상 확대되어야 한다(FAO 2012). 기후변화, 수자원 등 환경요소가 농업에 미치는 영향, 농업이 환경에 미치는 영향 등의 질적 측면을 고려하면, 4차 산업혁명에 대한 논의가 폭발적으로 확대되고 있는 현재도 농업생산과 관련된 이슈의 중요성을 간과할 수 없다.

일례로 '2016년 글로벌 기회 보고서(Global Opportunity Report 2016)'는 글로벌 차원에서 사회적으로 영향력이 큰 최상위 기회요인으로 스마트농업(smart farming)을 지목했고, 2015년과 2017년에는 수자원 효율적 농업(water efficient agriculture), 스마트 수자원 관리기술(smart water tech), 토양건강 유지(keeping soil alive) 등을 농업생산과 밀접한 관련성을 갖는 기회요인으로 지목하였다. 글로벌 차원에서 논의되고 있는 다양한 위험요인과 기회요인들은 농업생산과 직·간접적 관련성이 높으며, 이에 대응하는 농업의 미래상은 지속가능한 집약적 영농(sustainable intensification of agriculture), 즉 스마트농업에 있다는 인식이 확산되고 있다.

표 2. 사회적으로 영향력이 큰 상위 글로벌 기회요인

2015년	2016년	2017년
1. 수자원 효율적 농업	1. 스마트 농업	1. 수자원 관리기술
2. 일상건강 구현 환경(활동)	2. 디지털 노동시장	2. 균형적 지식공급
3. 담수 생산	3. 기술격차 해소(예: 근로자 교육)	3. 지능형 사이버 보안
4. 녹색소비자 선택(운동)	4. 음식물 쓰레기 절감	4. 분산적 에너지 관리
5. 스마트 수자원 관리	5. 정밀치료	5. 토양건강 유지

자료: UN Global Compact, DNV·GL, Sustania(2015; 2016; 2017).

4차 산업혁명은 이러한 농업 이슈를 해소하는데 기여할 것으로 기대되며, 농업은 4차 산업혁명의 핵심기술들을 효과적으로 이용해야 하는 숙제에 직면하고 있다. 미래 농업의 이슈는 친환경적으로 농업생산 증대에 기여하고 있는 정밀농업, 정밀축산 등의 방식에서 한 걸음 더 나아가고 있다. 가장 보편적이고 대표적인 '스마트농업(smart farming)'을 비롯하여 데이터 기반 농업(data-driven farming), 디지털 농업(digital farming), 지능형 농업(Artificial Intelligence in Farming), 농업 4.0(Agriculture 4.0, Farming 4.0), 농업 5.0[1] 등의 농업 구상은 4차 산업혁명 시대에 직면한 세계 농업의 방향성을 단적으로 보여주고 있다. 4차 산업혁명 시대의 농업 이슈는 결국 새롭게 부상하는 기술적 진보를 적극 활용하여 그간 농업이 직면해온 고질적 문제들을 해소해 나감과 동시에 자국의 농업 경쟁력을 높이는데 있으며, 이를 위한 농업과학기술 혁신 및 주도권 확보를 위한 주요국 간의 경쟁과 협력이 예상된다.

2. 주요국의 농업과학기술 혁신정책 동향

2.1. EU

2.1.1. EU의 4차 산업혁명 대응 농업 성장전략

EU의 농업 성장전략은 '유럽 2020(Europe 2020)' 구현을 위한 연구·혁신 지원수단인 'Horizon 2020' 프레임의 '사회적 도전과제 ②(식량안보·지속가능농업·해양·해상·담수 연구와 바이오경제)' 하에 반영된다.[2] 물론 농업과학기술 연구·혁신을 포함하는

1) 유럽농기계산업협회(CEMA 2017)는 디지털화가 가속된 Agriculture 4.0을 지나 로봇, 인공지능이 보편화되는 Agriculture 5.0을 4차 산업혁명 시대에 구현될 농업의 미래상으로 제시함.

2) Horizon 2020은 3대 축(three pillars: 과학적 탁월성, 산업리더십, 사회적 도전과제)과 4개 섹션으로 구성되며, 3대 축에 재원의 대부분이 집중됨. 3번째 축을 이루고 있는 사회적 도전과제(Social Challenges)는 ①보건·인구·웰빙, ②농업·해양·바이

Horizon 2020 외에, 유럽 농업·농촌의 혁신을 위한 지원체계인 공동농업정책(CAP; Common Agricultural Policy)도 EU의 농업 성장을 지원하는 주요 전략 수단이다.

EU 농업 성장전략의 양대 축인 현행 Horizon 2020과, 공동농업정책은 중장기적 관점에서 수립·작동하며, 오랜 그리고 광범위한 농업·농촌 이슈들을 다루고 있기 때문에 4차 산업혁명을 직접 표방하고 있지는 않다. 그러나 최근 EU에서 디지털 시대에 대응한 2020년 이후의 공동농업정책에 대한 논의가 등장하고 있고, 디지털 기술(혁명)에 기반한 농업과학기술 연구·혁신 활동이 늘어나고 있다는 점에서 4차 산업혁명의 여파가 EU의 농업 성장전략에 점차 반영되고 있음을 확인할 수 있다.[3)]

일례로 연구·혁신 관점에서 EU 농업 성장전략을 다룬 European Commission(2016)은 유럽 농업·농촌의 지속가능한 발전을 위한 우선순위 의제를 설정하고, 이를 구현하기 위한 디지털 기술 및 인프라, 다분야·다국적 연구협력을 강조하고 있다. 이와 같은 EU(2016)의 성장전략은 유럽단일연구지역(ERA; European Research Area)의 구현 및 강화를 목표로, Horizon 2020 하의 실행계획(Work Programme 2016-2017, 2018-2020)에 적극 반영되어 갈 것이다. 4차 산업혁명 대응 EU 농업 성장전략은 농업 부문이 포함된 사회적 도전과제 ②를 넘어 도전과제 ①(보건·인구·웰빙), 도전과제 ⑤(기후·환경·자원) 등의 다른 사회적 도전과제, 또는 산업리더십 축의 정보통신기술(LEIT-ICT) 등과 융복합되는 방식으로 폭넓게 반영·전개될 것이다(European Commission 2016).

표 3. EU 농업 연구·혁신 프로그램과 우선순위 의제

Horizon 2020	농업 연구·혁신 우선순위 의제
<제1축> 과학적 탁월성	<농업> 경지로부터 가치 창출 – 지속가능한 농업생산
• 유럽연구위원회(ERC), 미래신기술(FET), 마리퀴리 프로그램(MSCA), 연구 인프라	• 자원 관리(토양, 수자원, 생물 다양성 등)
<제2축> 산업리더십	• 더욱 건강한 동·식물
• 핵심·산업기술 리더십(LEIT), 리스크 펀드 지원, 중소기업 혁신	• 농업과 자연환경의 통합 생태적 접근
<제3축> 사회적 도전과제	<농촌> 농촌 혁신 강화 – 농촌 지역·정책 현대화
• 보건·인구·웰빙, 농업·해양·바이오, 에너지, 교통, 기후·환경·자원, 포용·혁신 사회, 안전 사회	• 농촌 성장의 새로운 개막(가치사슬, 다원적 기능 등)
	• 농촌지역의 인적, 사회적 자본 강화

자료: Horizon 2020 홈페이지, European Commission(2016) 참고하여 작성.

오, ③에너지, ④교통, ⑤기후·환경·자원, ⑥포용·혁신사회, ⑦안전사회의 7개 영역으로 구성되어 있음.

3) EU에서는 4차 산업혁명과 관련하여 디지털 혁명, 디지털 기술, 디지털화 등의 용어가 주로 사용되고 있음.

2.1.2. EU 차원의 4차 산업혁명 관련 주요 국제협력연구 프로젝트

EU는 Horizon 2020 하에서 EU 내 국가를 중심으로 한 국제협력연구 프로젝트를 지원하고 있다. 4차 산업혁명과 관련된 프로젝트는 주로 ICT, 로봇, 빅데이터 등의 핵심 기술을 활용하여 지속가능하고 생산적인 농업·농촌을 구현하는 방향으로 전개되고 있다. 특히 최근 진행 중인 프로젝트는 적게 투입하고 많이 생산하는(More with Less) 정밀농업에서 나아가 빅데이터 분석 및 의사결정지원을 통한 지능화된 스마트농업의 구현까지 목적으로 하고 있다.

일례로 IoF 2020은 유럽 농식품 가치사슬 전반에 유럽 자체 개발의 IoT 플랫폼 기술 적용을 가속화하여 글로벌 농식품 비즈니스 생태계를 주도하는데 목적을 두고 2017년부터 4년간 추진된다. Smart-AKIS는 스마트농업의 구현에 필요한 다양한 기술들의 개발 및 확산을 위하여 연구 및 네트워크 활동을 지원한다. 산·학·연 주체뿐 아니라 농업인 등 다양한 이해관계자들이 참여하는 현장 중심의 개방형 혁신활동에 역점을 둔다. AgriCloud P2, 4D4F 등은 데이터 수집·통합 및 분석을 통한 의사결정지원 시스템 개발과 상용화에 중점을 두고 추진되고 있다. ICT-AGRI 2는 ICT, 로봇기술 등의 농업 적용에 관한 연구·혁신을 통해 기기-소프트웨어-데이터가 통합된 정밀농업 ICT 플랫폼을 구축하는데 목적을 두고 추진되고 있다.

표 4. EU 차원의 4차 산업혁명 관련 주요 국제협력연구 프로젝트 (EU 펀딩)

프로젝트 명칭		펀딩 유형	주요 내용
기간	총비용	주관 / 파트너	
IoF 2020 (Internet of Food and Farm 2020)		<Horizon 2020> Industrial Leadership-LEIT-ICT	• 유럽 농업 및 식품산업 경쟁력 강화를 위해 가치사슬 전반에 IoT 기술의 적용 가속화 연구 • 유럽 IoT 플랫폼인 FIWARE 등의 개방형 표준 및 아키텍처를 활용한 농식품 비즈니스 생태계 구축 • 유럽 사물인터넷 혁신연합(AIOTI) 이니셔티브 연계
2017-2020	약 35억 유로	네덜란드 / 16개국 70개 조직	
Smart-AKIS		<Horizon 2020> Societal Challenges ②	• 유럽 내 스마트농업 기술의 개발·확산을 위한 연구 및 네트워크 활동 촉진 • 정밀농업, 로봇자동화, 농장관리시스템 등 관련하여 현장 중심 개방형 혁신활동(연구·실증·상용화) 지원
2016-2018	약 200만 유로	그리스 / 8개국 12개 조직	
AgriCloud P2		<Horizon 2020> Industrial Leadership - SME	• 클라우드 기반의 정밀농업 관리시스템 개발 • 최종고객 실증, 5개국 시장 출시, 5년 내 시장확대로 2,800만 유로 매출 실현
2016-2018	약 136만 유로	독일 / 3개국 3개 조직	
4D4F (Data Driven Dairy Decision For Farmers)		<Horizon 2020> Societal Challenges ②	• 낙농 부문 데이터 기반 의사결정 지원기술 연구 • 센서로 수집된 데이터 분석기술의 현장적용을 위한 표준작업절차(SOPs) 개발
2016-2019	약 210만 유로	영국 / 8개국 15개 조직	
ICT-AGRI 2		<EU FP-7> 5ICT-ERANET	• ICT, 로봇기술의 농업 적용 연구·혁신 어젠다 개발 • 기기-소프트웨어-데이터를 통합한 정밀농업 ICT 플랫폼 구축 연구
2014-2017	약 237만 유로	덴마크 / 17개국 23개 조직	

자료: CORDIS 및 ICT-AGRI 홈페이지 참조.

2.1.3. EU 주요국 4차 산업혁명 관련 국가지원 프로젝트

EU 차원의 국제협력연구 프로젝트와 별개로 EU 주요국들은 4차 산업혁명과 관련된 자체적인 국가지원 프로젝트를 지원하고 있다. 세계 농식품 수출 2위이며 농업과학기술 강국으로 알려진 네덜란드는 농업 생산 및 유통·소비 부문의 강점을 강화하기 위해 빅데이터 분석 기반의 농업시스템 구축 연구를 추진하고 있다. 일례로 Smart Dairy Farming은 데이터 통합 및 의사결정모델 구축을 통해 스마트 축산의 구현을 도모하며, BigTU는 화훼 생산-거래-수출-소비 가치사슬 상의 데이터 통합·활용 방안을 연구하고 SNS 등 새로운 빅데이터 소스의 분석을 통해 시장예측을 강화하고자 한다.

Industry 4.0을 소개하며 4차 산업혁명에 대응한 제조공정의 혁신을 선도하고 있는 독일은 트랙터와 무인비행체를 활용해 수집한 영상판독, 기상이변 모니터링 등을 통해 영농 의사결정지원, 최적화 투입, 병해충 예찰 등 관련 연구개발 프로젝트를 추진하고 있다. OPeRAte(2016-2019), BigPicture(2016-2019), AgriFusion(2016-2019) 등 다수의 프로젝트가 진행 중에 있는데, 센서를 통한 데이터 수집과 통합, 데이터 기반의 정밀농업 및 의사결정지원 등의 내용을 담고 있다. 프랑스의 경우에도 MAGESTAN, NV2 등의 프로젝트를 추진하고 있으며, 데이터 기반의 영농 최적화 및 의사결정지원시스템(DSS) 연구라는 점에서 여타 EU 국가들과 유사한 흐름을 보이고 있다.

표 5. EU 주요국 4차 산업혁명 관련 국가지원 프로젝트

프로젝트 명칭 (국가)	기간 총비용	주요 내용
Smart Dairy Farming (네덜란드)	2015-2017 100만 유로	• 빅데이터 기반의 동물 건강·생식·영양 관리시스템 개발 • 센서, 지표, 의사결정모델 등을 통해 스마트 축산 구현 • SDF Datahub 구축 및 개방을 위한 인프라, 제도 마련
BigTU (네덜란드)	2015-2018 232만 유로	• 화훼 부문 빅데이터(생산·거래·수출·소비) 통합·활용 • SNS 등 소셜미디어 빅데이터 분석 등으로 시장예측 강화
EMRA (독일)	2017-2020 142만 유로	• 기상이변 모니터링 및 위험평가 시스템 개발 • 기상이변 대응 영농 의사결정지원시스템(앱·포털) 구축
CropWatch (독일)	2016-2019 102만 유로	• 작물생육 모니터링·분석에 관한 정보시스템 개발 • 트랙터 및 무인비행체 부착카메라 영상, 국지기상 정보 등 분석에 기반한 자원 최적화 영농 지원
Schadinspektor (독일)	2016-2019 74만 유로	• 무인비행체 기술을 활용한 작물 병해충 예찰기술 개발 • 영상판독에 기반한 병해충 감지 및 확산경로 예측
MAGESTAN (프랑스)	2016-2019 220만 유로	• 토마토 온실재배를 위한 의사결정지원시스템(DSS) 개발 • 고성능 컴퓨팅과 빅데이터 모델링으로 생육 최적화
NV2 (프랑스)	2016-2019 350만 유로	• 와인용 포도 재배를 위한 의사결정지원시스템(DSS) 개발 • 최적화된 질소관리(질소효모 시비 등)로 와인 품질 및 수출 경쟁력 강화

자료: ICT-AGRI 홈페이지 참조.

2.2. 일본

2.2.1. 일본의 4차 산업혁명 대응 농업 성장전략

일본은 2016년 6월 '일본재흥전략 2016 (개정판)'을 발표했다. 이는 2020년까지 명목 GDP 600조 엔(円) 달성을 목표로 한 아베 정권의 2단계 성장전략으로, 4차 산업혁명 시대에 대응한 일본경제의 새로운 도약을 준비하는데 목적을 두고 있다. 급격한 인구감소 및 고령화, 세계경제의 저성장 기조 고착 등 대내외 위기 봉착과 더불어 4차 산업혁명으로 촉발된 산업·경제, 과학기술 환경의 급변에 선제적·적극적으로 대응하겠다는 강력한 메시지를 담고 있는 전략이다. 개정된 재흥전략은 4차 산업혁명에 대응하여 신시장 창출, 생산성 혁명(규제개선 포함), 인적 역량 강화를 3대 핵심이슈로 상정하고, 600조 엔(円) 목표 달성을 위한 10개 전략적 민관합동 프로젝트 추진을 선언하고 있다. 10개 프로젝트 중 첫 번째로 제시된 '4차 산업혁명'은 사물인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI), 로봇(센서) 등 핵심기술을 통한 새로운 사회(Society 5.0)의 구현과, 2020년까지 30조 엔(円)의 부가가치 창출에 기여할 것으로 추산되고 있다(日本経済再生本部 2016).

농업 부문과 관련해서는 '선제적 농림수산업 촉진과 수출 강화'가 10개 프로젝트에 포함되어 있다. 이는 일본 농업·농촌의 급속한 인구감소 및 고령화에 의한 농림수산업 근간의 단절 또는 붕괴 우려가 상당히 심각하고, 단순히 보호하는 농업만으로는 시대 변화에 효과적으로 대응할 수 없다는 정책적 판단에 기인한다. 실제로 최근 10년간(2005~2015) 농업취업인구는 335만 명에서 209만 명으로 약 38% 감소했고, 평균연령은 63.2세에서 66.3세로 증가했으며, 60세 이상이 70% 이상을 차지할 정도로 일본 농업·농촌의 인구감소 및 고령화는 빠르게 진행되고 있다(농촌진흥청 2016). 따라서 일본재흥전략 2016에 반영된 농업 성장전략은 일본 농림수산업의 6차 산업화 시장규모를 대폭 확대(2020년 10조 엔(円))하는 다각적 정책을 통해 농업·농촌의 경쟁력 및 지속가능성을 확보하려는 목적을 가진다.

핵심적 대안으로는 영농 규모화(경지 통합, 농지은행 기능 활성화 등), 농업경영비 절감(농자재비 절감, 유통합리화 등), 인적자원 역량강화, 수출 활성화, 스마트농업 확대, 농업계와 산업계 연계 등이 포함되어 있다. 특히 스마트농업 확대 대안은 4차 산업혁명에 대응하여 인공지능, 빅데이터, IoT, 로봇 등 핵심기술의 개발 및 현장 적용을 강조하고, '인공지능미래농업창조프로젝트' 등의 시책 추진계획을 담고 있다. 이러한 대안들은 궁극적으로 농가의 수익구조 개선, 신규 농업주체의 확대를 통해 일본

농업·농촌의 급속한 인구감소 및 고령화에 대응하고, 경쟁력과 지속가능성을 동시에 확보하려는 노력의 일환이다.

표 6. '일본재흥전략 2016' 농업 관련 주요 시책방향 및 핵심성과목표

주요 시책방향	핵심성과목표(KPI; Key Performance Indicator)
• 생산현장 역량 강화	• 2023년까지 농업경영체 농지비율 80%로 확대 ('13년 48.7%, '15년 52.3%) • 2023년까지 쌀 생산비용 40% 경감 • 2023년까지 농업경영체 4배로 확대(50,000개) ('10년 12,511개, '14년 15,300개) • 2020년까지 6차 산업화 시장규모 10조 엔(円) 달성 ('14년 5.1조 엔(円)) • 2020년까지 낙농 6차 산업화 프로젝트 500건 추진 ('14년 236건) • 2020년 이전에 농업수출 1조 엔(円) 달성 ('12년 4,497억 엔(円), '15년 7,451억 엔(円))
– 농지은행(Farmland Bank) 기능 활성화	
– 미곡(식용·사료용) 관련 정책 지속적 개선	
– 농업경영체 확대 및 인력·사회안전망 강화	
– 영농투자(공공 정책자금, 민간) 공급 촉진	
– 현장 중심 우수 지식 연계(산·학·연, 혁신기술) * IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등 기술 접목	
• 국내 밸류체인 완성도 제고	
– 생산자 친화적 유통구조 합리화	
– 원유(raw milk) 생산 및 유통구조 개선	
– 6차 산업화(AFFrinnovation) 촉진 * 농림어업산업화지원기구(A-FIVE) 활용	
– 브랜드 파워 제고 기반 강화 * 성분 표시제, 지리적 표시제, 푸드뱅크 등	
– 2020년 도쿄 올림픽, 장애인올림픽 대응	
• 수출역량 강화	
– '농림수산업 수출경쟁력 강화 전략('16.5)' 추진	
• 임업의 성장산업화	
• 수산업의 성장산업화	

자료: 日本経済再生本部(2016).

2.2.2. 일본의 4차 산업혁명 관련 농업과학기술 혁신정책 주요 동향

일본재흥전략 2016의 부제('제4차 산업혁명을 향하여')에서 알 수 있듯이, 일본은 2016년을 4차 산업혁명의 핵심기술을 선도적으로 개발·구현하여 일본 경제를 새롭게 도약시키는 원년으로 삼고 있다. 재흥전략을 수립·발표하기 이전에 이미 신속하게 총무성, 문부과학성, 경제산업성을 연계한 '인공지능기술전략회의'를 설치하고, 4차 산업혁명 시대에 대비한 혁신정책의 컨트롤타워를 가동시켰다. 전략회의 목적은 그간 축적한 ICT, 로봇 부문의 기술력에 빅데이터, 인공지능을 접목하는 정책을 구상하여 사회·경제 전반에 걸친 구조적 개선과 생산성 혁명을 가속하는 것이다. 농림수산성도 전략회의에 적극 참여하여, 자국 내 산업혁명 핵심기술의 발전 전략과 성과를 적극적

으로 농업 성장에 접목하려는 농업과학기술 혁신 대응채널을 유지하고 있다. 또한 '스마트농업 실현을 위한 연구회'와 같은 산·학·연 전문가그룹을 운영하여 4차 산업혁명에 대응한 농업과학기술 혁신의 방향을 함께 구상하고 있다.

물론 인공지능을 필두로 한 4차 산업혁명 대응이 본격화되기 이전부터 ICT, 로봇 등의 기술진보를 바탕으로 한 농업과학기술 혁신정책은 꾸준히 추진되어 왔다. 2014년부터 추진된 '전략적 혁신창조 프로그램(SIP)'의 일환인 '차세대농림수산업창조기술' 사업은 농림수산업의 자동화·지능화를 통해 초생력·고품질의 혁신적 농업생산시스템 개발을 꾀하고 있다(スマート農業の実現に向けた研究会 2016). 2015년 수립된 '로봇신전략'은 산업용 로봇산업의 시장경쟁력을 넘어 고령화, 노동력 감소에 대응하고 인간 편의를 위한 사회·경제적 측면의 로봇산업을 선점하기 위한 기술혁신에 초점을 맞추고 있다. 로봇신전략은, 특히 심각한 고령화 및 노동력 감소에 직면하고 있는 농림수산업 분야와 관련해서 생력화 및 생산성 혁신을 위한 로봇개발을 포함하고 있다. 이를 통해 2020년까지 자동주행 트랙터의 현장 구현과 새로운 로봇 20종 이상의 도입을 실현한다는 목표를 가지고 있다(ロボット革命実現会議 2015). 이 외에도 연구개발·현장실증 차원에서 '혁신적 기술개발·긴급전개사업' 등과 같은 사업들이 ICT, 로봇, 인공지능 등 첨단기술의 농업현장 구현을 가속하려는 목적에서 추진되었다.

또한 연구개발·현장실증 차원의 연구성과가 점차 가시화됨에 따라, 현장 도입 및 정착 촉진을 위한 제반 여건의 정비에도 주력하고 있다. 일례로 2016년에는 드론, 로봇농기계 등 실용화 단계에 근접한 로봇기술의 현장 도입 및 확산을 위하여 '로봇농기계에 관한 안전성 확보 지침'을 발표했다. 또한 농업 분야 IT 시스템의 고도화 및 빅데이터 활용을 위해 '농업정보창성·유통촉진전략'에 근거하여 농사(농작업·농작물 등) 관련 명칭, 환경정보 데이터 항목, 관련 데이터의 교환 인터페이스 등에 대한 구체적 지침도 마련하였다(スマート農業の実現に向けた研究会 2016).[4] 이는 농업 분야의 데이터 표준화를 통해 ICT, IoT, 로봇, 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명 핵심기술의 현장 도입 및 정착을 가속하는데 필수적인 기반이 된다.

4) 농림수산성과 내각관방 IT종합전략본부, 총무성 등이 연계하여 농업 정보화, 농업IT서비스 등에 관한 지침을 마련함('16.3).
- 농업IT시스템에서 사용하는 농사의 명칭에 관한 구체적 지침(본격운용판)
- 농업IT시스템에서 사용하는 환경정보 데이터 항목에 관한 구체적 지침(본격운용판)
- 농업IT시스템에서 사용하는 농작물의 명칭에 관한 구체적 지침(시행판)
- 농업정보의 데이터 교환 인터페이스에 관한 구체적 지침(시행판)
- 농업IT서비스 표준이용약관 가이드

표 7. 4차 산업혁명 대응 일본의 주요 농업과학기술 혁신정책

혁신정책	주요 내용		비고
• 전략적 혁신창조 프로그램(SIP) – 차세대농림수산업 창조기술	목적	농림수산업 자동화·지능화를 통해 고품질, 생력화의 혁신적 생산시스템 개발 (*'로봇신전략'과 연계한 농업용 로봇기술개발 포함)	[연구개발·실증단계]
	내용	– 원격탐사에 의한 작물 생육상황 진단, 작업적기 판단 – 기상정보 기반 재해방지 재배관리지원시스템 – 기상·생육정보 기반 물관리 간소화 및 물배분 최적화 – 로봇농기계에 의한 작업 간소화 및 농자재 투입저감 – 영농 효율화를 위한 다수 포장 영농관리시스템	
• 로봇신전략 – 농림수산업 부문	목적	· 고령화, 노동력 감소에 대응하여 생력화 및 생산성 혁신을 위한 농림수산업 부문 로봇 개발 · 2020년까지 자동주행 트랙터의 현장 구현 및 새로운 로봇 20종 이상 도입	[연구개발·실증단계]
	내용	– GPS 자동주행시스템 활용 농작업 자동화(트랙터 등) – 육체중노동 의존작업 기계화·자동화(로봇슈트, 제초로봇 등) – 로봇·센싱·빅데이터 활용 고품질·생력화 (정밀농업 등)	
• 혁신적 기술개발·긴급전개사업 – 선도기술연구개발	목적	· 생산성을 비약적 혁신하는 차세대 선도기술 개발 · AI 등을 활용하여 신규농업인이 전문농업인의 기술을 단기간에 습득할 수 있는 시스템 전국 확산	[연구개발·실증단계]
	내용	– 선도프로젝트(범용 과수 수확로봇 개발 등) – 중단기 실현 가능한 인공지능미래농업창조프로젝트 ('16년 보정예산)	
• 혁신적 기술개발·긴급전개사업 – 혁신기술사회 구현 가속	목적	· ICT 등 활용 생산현장 기술혁신과 실증연구 추진 · 농림수산업 경영체 밀착의 현장연계 기술개발 추진	[연구개발·실증단계]
	내용	– 지역전략 프로젝트 (ICT 활용 주정용 쌀 생산관리시스템 구축 등) – 경영체 강화 프로젝트 (중저가 자동 제초로봇 개발 등)	
• 전략적 프로젝트연구 추진사업('17년 신규) – 인공지능미래농업 창조프로젝트	목적	국가적으로 중요한 농림수산업 연구개발과제(인공지능 활용)를 발굴하고 중장기 차원의 데이터 구축 및 기술개발 추진	[연구개발·실증단계]
	내용	– AI를 활용한 병해충 진단 기술개발 – AI를 활용한 토양병해 진단 기술개발 – AI를 활용한 재배·노무관리 최적화 기술개발 – 재배·노무관리 최적화를 가속하는 개방형 플랫폼 정비	
• 안전규칙 만들기 – 농림수산업의 로봇기술 안전성 확보방안 검토사업	목적	농업생산성의 비약적 혁신을 이끌 로봇의 현장 정착을 가속하기 위한 안전성 지침의 정립	[도입단계·환경정비]
	내용	– 드론 등 소형 무인항공기에 대한 안전성 확보 방안 – 로봇 농기계에 관한 안전성 확보 방안	
• 표준화 등 제도 정비 – 농림수산 분야 IT 이·활용 추진조사 – 오픈데이터·빅데이터 이·활용 추진사업	목적	'농업정보창성·유통촉진전략'에 의거, · 농사의 명칭 등에 관한 지침 책정 · 농업 데이터 교환의 인터페이스 표준화 정립	[도입단계·환경정비]
	내용	– 농업IT시스템에서 사용하는 농사 명칭에 관한 구체적 지침 – 농업IT시스템에서 사용하는 농작물 명칭에 관한 구체적 지침 – 농업정보의 데이터 교환 인터페이스에 대한 구체적 지침 – 농업IT 서비스 표준이용약관 가이드	

자료: ロボット革命実現会議(2015), スマート農業の実現に向けた研究会(2016), 農林水産省(2016a) 등 참고하여 작성.

2.2.3. 일본의 4차 산업혁명 관련 주요 연구과제

4차 산업혁명에 대응한 주요 농업과학기술 혁신의 연구과제는 2013년 11월 농림수산성 주도로 만들어진 '스마트 농업 실현을 위한 연구회'에서 논의되고 있다(농촌진흥청 2016). 농업 분야 산·학·연 전문가로 구성된 연구회는 '스마트 농업'이란 통일된 용어로 일본의 과학기술기반 농업의 미래상을 구상하고 있다. 연구회는 이미 상당한 수준으로 발전된 ICT, GPS, GIS, 로봇 등의 기술이 결합된 농업을 스마트 농업으로 통일하고, 스마트 농업의 미래상을 실현하는데 필요한 기술 방향과 내용, 연구과제를 구상·제시하여 농업과학기술 혁신정책에 반영하는데 큰 역할을 담당하고 있다. 연구회가 구상하는 일본 스마트 농업의 미래상은 농기계 자율주행에 의한 초생력·대규모 생산시스템, 다양한 생육·환경 데이터 등의 계측과 분석에 기초한 정밀농업, 로봇 보조 셔츠 및 중·소형 로봇기계 등에 의한 중노동·위험으로부터의 해방 등이다(농촌진흥청 2016). 또한 선도농가의 장인기술을 신규 농업인에 직접 전승하는 단계를 넘어 정보화하고 4차 산업혁명 기술을 접목하여 청년, 여성, 기업 등 신규 농업인도 쉽게 농업활동에 접근하는 것까지 일본 스마트 농업의 미래상에 포함시키고 있다.[5)]

연구회는 4차 산업혁명, 특히 최근 급부상하고 있는 빅데이터, 인공지능 등 핵심기술의 농업적 활용을 적극 검토하면서 2020년까지 추진해야 할 연구과제를 발굴하는데 핵심적 역할을 수행하고 있다. 이를 반영한 대표적인 사업으로는 '인공지능미래농업창조프로젝트'가 있다. 2016년 보정(추경) 예산을 통해 급히 신설된 인공지능미래농업창조프로젝트는 중단기적 실현 관점에서, 신속한 기술개발이 가능한 분야를 중심으로 경쟁공모 방식의 위탁연구를 지원했다. 일본이 강점을 가지고 있는 로봇 분야에 인공지능을 탑재하여 생력화를 지원하는 기술개발 등이 다수 포함되어 있다.

2017년에는 '전략적 프로젝트연구 추진사업'을 신설하여 인공지능미래농업창조프로젝트를 추진하고 있다. 전년과 달리 중장기적 관점에서 빅데이터를 수집·구축하고 연구개발을 지속해야 하는 분야를 중점적으로 추진할 계획이다. 인공지능의 활용을 전제로 하며 병해충, 토양병해, 재배노무관리 최적화 등 상당한 양과 시간의 데이터 수집과 분석이 요구되는 분야를 중심으로 추진되고 있다. 이 외에도 수산업, 시설원예, 식물육종 등과 관련한 인공지능의 활용 연구과제도 구상하고 있다.

---

5) 일본은 농업기술 발전의 근간이 선도농가 또는 독(篤)농가의 숙련된 기술, 즉 '장인의 기술(匠の技)'에 있다고 보고, 이를 국가적 재산으로 인식하고 있음. 장인의 기술은 다양한 환경상태와 농작물 상태에 따라 최적의 진단을 할 수 있는 '판단력'과 관련되며 일종의 암묵지라 할 수 있음. 일본에서는 이를 정보화하여 농업 분야 혁신 및 부가가치 창출로 연결하는 시스템 구축에 대한 연구를 수행하고 있음. 이러한 흐름을 지속하여 빅데이터를 구축하고 인공지능으로 분석하며 로봇으로 농업생산을 돕는 완결된 시스템을 구현하는 것이 일본 스마트 농업의 미래상이라 볼 수 있음.

표 8. 일본의 인공지능미래농업창조프로젝트 개요

구분	혁신적기술개발·긴급전개사업 中 인공지능미래농업창조프로젝트	전략적 프로젝트연구 추진사업 中 인공지능미래농업창조프로젝트
예산근거	2016년도 농림수산성 보정(추경) 예산	2017년도 농림수산성 당초 예산
추진방향	(중단기적 실현 관점) 이미 상당 수준의 연구가 진행되어 있어 신속한 기술개발이 가능한 분야에 대해 선행적 추진	(중장기적 추진 관점) 빅데이터를 수집·구축하면서 연구개발을 지속해야 하는 분야에 대해 중점 추진
주요 연구과제 검토(안)	• AI 활용 가축질병 조기발견기술 개발 • AI 활용 젖소의 비유 평준화 및 건전성 향상 • AI, ICT 활용 연중 부모방목에 의한 고수익·저비용의 송아지 생산기술 개발 • AI 활용 로봇기술에 의한 사료생산 간소화·자동화 • AI 활용 시설채소 수확로봇 기술개발 • AI 활용 노지채소 수확로봇 기술개발 • AI 활용 과일 수확로봇 기술개발 • AI 활용 과일 자동포장로봇 기술개발 • AI, ICT 등 활용 해산물 유통지원시스템 개발 • AI 등 활용 농업인프라 유지관리기술 개발	• AI 활용 병해충 진단 기술개발('17 공시) • AI 활용 토양병해 진단 기술개발('17 공시) • AI 활용 재배·노무관리 최적화 기술개발('17 공시) • 재배노무관리 최적화를 가속하는 개방형 플랫폼 정비('17 공시) • AI 활용 안전적·효율적 어업(양식·어선) 기술개발 • AI 활용 시설원예 최적의 농장관리 기술개발 • AI 활용 고속·대량 탐색이 가능한 혁신적 식물육종 기술개발

자료: 農林水産省(2016a; 2016b; 2016c; 2016d) 참고하여 작성.

3. 결론 및 시사점

4차 산업혁명이 미칠 미래변화에 대해서는 낙관론과 비관론이 병존한다. 4차 산업혁명에 의해 초래될 변화의 시점, 범위, 내용 등에 대해서는 시각차가 존재하지만, 기술적 차원과 제조·서비스업 분야에서는 빠르고 광범위하게 전개되고 있다. 제조·서비스업 분야에 비해 혁신적 기술의 수용·확산 속도가 느린 농업 분야는 4차 산업혁명이 더디게 전개될 것이라는 전망도 있다. 그러나 다른 한편으로 농업 분야는 상당한 스펙트럼의 시간적, 공간적, 내용적 데이터가 존재하고 축적되어 있기 때문에, 4차 산업혁명의 도입 시점이 느릴 수 있지만 전개 속도는 매우 빠르게 진행될 가능성을 배제할 수 없다.

EU 차원에서는 지속가능한 집약적 영농을 모토로 한 정밀농업, 스마트농업이 4차 산업혁명의 핵심기술을 적극적으로, 광범위하게 활용해 갈 것이다. 경제공동체 및 단일연구지역을 이루고 있기 때문에, 국제협력연구를 통해 신속한 연구성과 창출 및 상용화에 유리하며 표준화를 통해 세계 시장을 선점하는 전략을 구사할 것이다. 일본은 급속한 농업·농촌 고령화 대응 및 농림수산업 경쟁력 확보를 위해 로봇기술 분야 등의 강점을 기반으로 4차 산업혁명을 빠르게 전개해 갈 것이다.

물론 4차 산업혁명에 대한 관심과 기대가 폭발적으로 확대되고 있더라도, 본말이 전도되면 안 된다는 점을 유의해야 한다. 농업 본연의 역할은 양적, 질적으로 안정적인 식량 공급이며 다원적 기능의 발현이다. EU는 지속가능한 농업·농촌의 실현을 위한 수단으로, 일본은 인구고령화에 따른 농업·농촌의 붕괴에 대응하는 수단으로 4차 산업혁명의 필요성을 높게 평가하고 있다. 달리 표현하면 농업·농촌은 목적이고 4차 산업혁명 기술은 수단이라 할 수 있다. 4차 산업혁명에 대응한 기술혁신에 매몰되는 위험을 경계할 필요가 있으며, 농업 분야의 대응은 중장기 철학과 충분한 사회적 합의를 토대로 해야 한다. EU와 일본의 경우 그런 면모를 간접적으로 확인해 볼 수 있다.

한국의 경우에도 4차 산업혁명과 관련된 농업과학기술 혁신을 꾸준히 수행해 왔고, 향후에는 보다 본격화될 전망이다. 과학·기술적 측면에서는 상당한 진전도 이루고 있다. 그러나 사회·경제적 측면에서 그 성과를 수용할 수 있는 충분한 준비가 되어 있는지, 또는 진행되고 있는지에 대해서는 단언하기가 쉽지 않다. 따라서 우리 농업·농촌의 발전을 위한 농업과학기술의 혁신에 있어 4차 산업혁명이 단순한 수식어로 그치지 않으려면, 농업 분야에서의 4차 산업혁명에 대한 논의가 지속될 필요가 있다. 단기적, 가시적 성과보다는 긴 호흡 속에서 농업과 농업과학기술의 발전 속도를 맞추기 위한 정책적 토대가 필요한 시점이다.

참고문헌

농촌진흥청. 2016. 일본의 스·마·트·농업 추진전략.
日本経済再生本部. 2016. 日本再興戦略 2016 - 第４次産業革命に向けて -.
ロボット革命実現会議. 2015. ロボット新戦略.
スマート農業の実現に向けた研究会. 2016. スマート農業に関するこれまでの主な動き (資料 1). 農林水産省.
農林水産省. 2016a. 平成29年度農林水産予算概算要求の概要.
農林水産省. 2016b. 農林水産省における人工知能（AI）関連予算について
農林水産省. 2016c. 平成28年度補正予算「人工知能未来農業創造プロジェクト」の研究課題(案)の内容と目標 (資料 3-2).
農林水産省. 2016d. 今後の競争力強化に向けた技術戦略.
UN Global Compact, DNV·GL, Sustania. 2015. Global Opportunity Report 2015.
UN Global Compact, DNV·GL, Sustania. 2016. Global Opportunity Report 2016.
UN Global Compact, DNV·GL, Sustania. 2017. Global Opportunity Report 2017.
Schwab, Klaus. 2016. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum.
FAO. 2012. World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision, ESA Working paper No.12-03.
CEMA. 2017. Digital Farming: What does it really means?
European Commission. 2016. A Strategic approach to EU agricultural research & innovation. final paper of the European Conference 'Designing the path'. 26-28 January, Brussels.

참고사이트

일본 농림수산성 (http://www.maff.go.jp)
일본 국립연구개발법인 신에너지·산업기술종합개발기구 (http://www.nedo.go.jp)
일본 경제산업성 (http://www.meti.go.jp)
일본 수상관저 (http://www.kantei.go.jp)
EU 연구지원 기금 Horizon 2020 (http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020)
EU 지원 연구 종합정보포털 CORDIS (http://cordis.europa.eu)
EU 지원 국제협력연구 프로젝트 ICT-AGRI (http://www.ict-agri.eu)