

4차 산업혁명과 농업부문 해외 관련 기술 및 연구동향*

이 중 원

(경북대학교 농업과학기술연구소 연구초빙교수)

1. 4차 산업혁명과 농업

UN 경제사회국(DESA 2013)은 세계 인구가 빠른 속도로 증가하여 1800년 10억 명에서 2012년 70억 명으로 증가하였으며, 2050년에는 96억 명을 초과할 것으로 예상하였다. 따라서 유엔 식량농업기구(FAO)는 수십 년 동안의 큰 기근을 예방하고 25억 명 이상에게 먹거리를 제공하기 위해서는 2050년에는 식량 생산이 70% 정도 증가해야 할 것으로 추정하였다. 이러한 문제를 해결하는 과정에서 농업은 에너지 비용의 상승, 지속적인 지하수 사용에 따른 지하수 고갈, 도시화에 따른 농지 감소 및 환경규제, 기후 변화에 따른 생산성 저하 등의 문제에 직면하게 된다. 그리고 지구상에 존재하는 물 중 담수는 불과 2.5%에 불과하지만, 이 중 70%가 농업용수로 이용되고 있다. 또한 세계 육지 면적에서 차지하는 농지의 비율은 2000년 11.7%에서 2012년 12.0%로 다소 증가하고 있지만, 도시화에 따른 농지 감소를 고려하면 한계점에 도달하였다고 볼 수 있다. 따라서 한정된 수자원과 농지를 전제로 식량 생산을 증가시키기 위해서는 농업은 투입 에너지 최소화화 수확량의 최대화라는 숙제를 안게 된다. 국내 농업 또한 경지면적 및 농가인구의 감소, 농가인구의 고령화, 농가의 실질 소득이 정체되고 있는 상황이다. 이러한 농업적 요구를 해결하기 위한 대안으로 스마트 농업이 대두되어, 국내에서는 2013년부터 본격적인 스마트팜에 대한 연구와 보급이 진행되었으나, 농업 선진국인

* (leewon@knu.ac.kr).

네덜란드¹⁾는 20세기말부터 농업인구의 감소와 고령화에 대응하여 스마트팜을 강조하고 작물관리기술 확보, 시설 작물에 대한 최적 환경제어모델 개발 및 복합환경제어를 통한 온실환경의 최적화를 구현해 왔다.

스마트 농업을 위한 IT 관련 핵심기술은 정보통신기술(Information Communication Technology, ICT), 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 사물지능통신(Machine to Machine, M2M), 빅데이터(Big Data), RFID 등 이다. 이러한 기술들을 기반으로 해외에서는 정밀복합환경제어온실, 정밀가축사양, 정밀농업이라는 용어로 행해졌으며, 국내는 스마트팜으로 통용되고 있다. 2016년 1월 개최된 다보스포럼에서 제4차 산업혁명에 대한 주제로 논의가 이루어지면서 제4차 산업혁명에 걸맞은 농업 변화에 대한 관심이 높아지고 ‘농업 4.0’ 또는 ‘디지털 농업’이 대두되었다.

표 1. 농업 세대별 특징

구분	농업 1.0	농업 2.0	농업 3.0	농업 4.0
농업 특징	노동집약	녹색혁명 (화학농법)	정밀농업 (스마트팜)	무인자율구동 (로봇·인공지능·빅데이터)
농작업	축력	보행형경운기	승용형원동기	IoT활용

자료: 저자 작성.

2. 주요 국가별 스마트 농업의 특성

2.1. 미국

미국 농업은 막강한 생산능력을 기반으로 농산물 생산량 및 교역량 측면에서 세계적으로 큰 비중을 차지하고 있다. 광대한 토지와 초지를 바탕으로 옥수수, 밀, 콩, 건초 등 조방적인 곡물류에서 이상적 농업생산 구조의 강점을 발휘하고 있으며, 19세기 후반부터 본격적으로 추진해 온 농업기반시설 구축 연구 및 지도사업, 기계화 등을 통해 농가의 규모화, 품목의 전문화·농작업의 기계화 등을 달성하고 있다.

1) 농민신문(www.nongmin.com). 농촌에 젊은 층 유입위해 ‘스마트 파밍’ 확대해야. 2016. 11. 23.

- 피터 벤 후트 네덜란드 남부농업·원예농협(키세)차장은 “네덜란드 시설하우스 농가는 100%, 축산 농가는 30~40%가 스마트 파밍을 실천하고 있다”며 “이 때문에 네덜란드 농가들은 유럽 농가들보다 평균 6배나 농업 생산성이 높다”고 강조하였음. 이어 그는 “세계적으로 농업인구 감소와 고령화가 문제 되고 있는데 스마트 파밍은 농사를 편리하고 효율적으로 만들어 주기 때문에 향후 농촌에 젊은 층을 끌어들이는 대안이 될 수 있다”고 덧붙였음.

미국의 농업 R&D는 농무부(USDA)의 정책목표에 따라 장기적이고 위험도가 높은 고비용의 기반기술개발을 위한 R&D 연구 과제를 주로 수행하고 있다. 농업 기술과 나노 기술의 융합을 통한 나노 농약(농약 사용량을 최소화시켜 환경을 보호하고 작물 생산 비용을 절감), 나노 제초제, 나노 비료, 나노센서 및 감별기(토양분석, 축산 번식관리, 스마트 유통시스템 등에 활용) 등의 분야에 대한 연구개발에 집중하고 있다.

2014년에는 국립기상서비스(National Weather Service)와 농무부(USDA)가 오픈 데이터 정책 추진을 통해 각종 농업관련 서비스 개발을 촉진하고 있다. 일례로 'The Climate Cooperation'은 250만 개의 기상데이터와 과거 60년간의 수확량 및 1,500억 곳의 토양 데이터를 바탕으로 지역·작물별 수확 피해 발생 확률을 계산하고 이를 토대로 농가를 위한 맞춤형 보험 프로그램을 제공한다.

최근 인공위성으로부터 받은 위치 정보를 이용해 밭을 가는 무인트랙터로 농장을 원격 관리한다. 이제는 정보통신기술(IT), 생명공학기술, 나노기술 등 첨단기술과의 융합을 통해 시공간의 제약 없이 언제 어디서나 농장을 관측하고 필요한 제어를 할 수 있다. 지금까지 농업은 노동집약적인 1차 산업, 즉 직접 재화를 생산하는 산업이라고만 여겨졌으나, 스마트 농업은 이에 더 나아가 유통과 소비 분야까지도 확대되고 있다.

2.2. 일본

2001년의 'e-Japan 전략', 2004년의 'u-Japan 전략' 등 일본의 IT 융합 정책이 발표됨에 따라 지방에도 저렴한 인터넷이 보급되면서 농업에 유비쿼터스 기술의 접목이 시도되었다. 이후 2011년에는 'i-Japan 2015 전략'을 수립하면서 농업이 IT 융합 기반의 시스템 혁신산업 육성을 위한 6대 중점분야 중 하나로 선정되었다.

'i-Japan 2015 전략'은 디지털 기술이 경제사회 전체를 포용하고 생활의 풍요로움과 사람의 연결을 실감할 수 있는 사회실현을 청사진으로 제시하고 있다. 한편 일본 총무성은 미래 일본의 지역성장과 경제대국 유지를 위한 '녹색 분권 개혁 추진계획'과 'ICT 유신 비전'을 포함한 '하라구치비전'을 2010년 4월에 발표한 바 있다. 'ICT 유신 비전'은 지식정보혁명을 실현함으로써 인간의 가치에 대한 투자를 우선적으로 제시하고 있으며 2050년까지 지역 정보격차를 해소하고 경제성장을 위한 고용을 창출하여 세계를 선도하는 환경보호를 목표로 하고 있다. 이 중 ICT에 의한 농업 및 의료개혁을 통해 지역 실정에 근거한 농업 분야 ICT 프로젝트를 전국적으로 전개할 계획을 포함하고 있다.

지금까지는 IT와 농업이 결합된 농업방식을 IT농업, ICT농업, 정밀농업, AI(Agri-Informatics)농업 등 다양한 용어들로 혼재되어 불리지게 되었으나, 2013년 11월 농림

수산성 주도로 ‘스마트 농업 실현을 위한 연구회’가 만들어지면서 용어들이 ‘스마트 농업’으로 통일되기 시작하였다.

일본의 농식품 ICT 융합 기술 개발의 주요 목표는 기계화·자동화 등을 통한 생력화, 편리성 도모, 수익향상, 건강증대 및 안전성 확보 등이다. 이러한 농식품 ICT 융합의 주요 기술은 Smartagri 시스템, 영농 정보관리 시스템(Farm Management System, FARMS), 농업 클라우드 솔루션, 에너지절감시스템 및 복합환경제어시스템 도입, 고품질 감귤 생산시스템, 방목용 음용수 공급시스템, 무선 분만·발정 감지시스템, 드론 및 무인헬기를 이용한 리모트 센싱 기술, 농용차량 자율 직진주행시스템, 트랙터 로봇 등이 있다. Smartagri 시스템은 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템이며, FARMS는 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게 관련시키는 종합적 관리 시스템으로 작업 진척상황 파악을 통한 작업 계획 수립 등 대규모 영농의 효율적 수행을 지원하는 시스템이다. 그리고 최근 일본 스마트팜의 대표적인 기술은 농업 클라우드 솔루션이다. 농업 클라우드 도입의 장점은 농업 경영에 관한 기술 노하우·경험의 축적이 적은 신규 농가에게 농업 클라우드를 이용함으로써 단기간에 기술을 습득하여 생산성을 올릴 수 있고, 초기 도입 비용이 적게 드는 점이다. 농업 클라우드 서비스 도입으로 영농인들이 모든 면에서 즉각적인 효과를 누릴 수 있는 것은 아니다. 도입 초기에는 데이터 축적이 필요하며, 이러한 데이터 축적에 의해 생산공정의 개선 사항이 명확하게 되고, 이것을 개량하여 다음 생산에 활용하여 검증하는 과정이 필요하게 된다. 이러한 농업 클라우드는 빅데이터의 분석과 처방(컨설팅)을 전문적으로 하는 새로운 일자리를 창출할 수 있을 뿐만 아니라 새로 농업에 종사하려는 사람들에게 그 정보를 활용하여 쉽게 농업에 진출할 수 있도록 한다.

2.3. 네덜란드

네덜란드는 우리나라 면적의 1/2에 불과하지만 ICT를 활용해 한계를 극복한 대표적인 농업 수출 국가로 농산물 수입액의 1.5배를 수출하고 있다. 축산물과 화훼가 농업 총생산의 74%를 차지, 생산량의 절반 이상을 수출하고 있다. 네덜란드 농산물 수출액은 세계 2위로 동식물성 원료(화훼구근, 씨앗 등 포함), 치즈, 담배 등이 상위로 나타나고 있으며, 화훼류 및 채소류는 각각 수출액의 10%를 차지하는 규모이다. 네덜란드의 농업 부문 중 특히 시설원예는 1990년 이전까지는 생산성 중심으로 발전해왔으나 이후 지속

가능성에 초점을 두고 기술 개발이 이루어지고 있다. 지속 가능성은 에너지와 노동력 투입을 줄이는 것이 가장 중요한 목표이다. 특히 화석에너지 사용, 온실가스 배출, 용수와 토지 사용을 줄이는 데 초점을 두고 있다. 이를 위해 ‘과학기술 농업’을 표방하고 정부 주도 아래 농업에 ICT 기술을 접목, 생육 환경을 정밀하게 조절하는 자동화 기술을 개발하고 시스템을 구축하였다. 그 결과 현재 네덜란드 농업은 95%가 과학기술이고 나머지 5%가 노동력이라고 할 만큼 첨단화되어 ‘창조농업의 본산’으로 불린다. 네덜란드는 유럽국가들 중에서도 농업의 기계화가 가장 잘 진전된 국가 중 한 곳으로 매우 효율적인 농업이 실시되고 있다. 네덜란드 정부는 자국의 농업이 국제적으로 경쟁력 있는 비즈니스로 지속적인 발전을 하기 위해 ICT와 로봇공학을 적극적으로 농업 경영에 도입하여 농업 비즈니스의 부가가치를 높이기 위해 ICT 기술융합을 꾀하고 있다.

이러한 네덜란드의 농업 ICT 융합 R&D의 대표적인 사례로 꼽히는 것은 정밀화 사업 (Programma Precisie Lanbouw, PPL)이다. PPL은 민관 파트너십형 사업을 통하여 농업의 정밀화를 추진하는 사업으로 농업기술을 개선하는 ICT 기술 개발 및 네트워크와 조직의 형성 등을 다루고 있으며, 농업의 효율화를 추진하여 에너지 사용량의 억제 및 온실가스 감축을 달성하고 지속가능한 농업의 발전을 목표로 하고 있다. 이 사업은 ① GPS 등을 활용한 지도정보와의 융합을 통한 보다 상세한 작물의 재배 관리, ② 센서를 통해 얻을 수 있는 실시간 데이터(미네랄, 수분, 질소 등)에 기초하여 안내되는 적절한 시기와 장소로의 비료 공급 및 살수를 통한 토지의 비옥화, ③ 작물의 보호(제초와 전염병 예방)의 3가지 테마에 대처하는 사업을 지원하고 있으며, 현재 PPL사업은 제 2기를 완료한 단계에서 72개의 사업이 완료되었다. 그리고 이 사업을 통하여 개발된 사례는 ① 경작지에 적합한 재배 관리 시스템 개발, ② 농작업 지시정보 교환 시스템 개발, ③ 기계적 제초 시스템 개발이 있다. 또한 네덜란드 농업은 클라우드 시스템과 스마트폰을 활용한 어플리케이션을 통하여 농업 운영에 종사하는 복수의 오너가 농장에 관한 정보를 공유할 수 있으며, 농가가 농학자나 농업 컨설턴트 등 전문가의 도움을 쉽게 받는 것이 가능해졌다. 클라우드 시스템의 이용에서는 육류의 공급체인 전반에 걸쳐 데이터간의 호환성을 꾀하고 실시간으로 유통 상황을 파악하는 서비스를 개발하고 있으며, 현재는 업계에서 이용되고 있는 기술과 기존 서비스의 실체를 파악하고 프레임워크를 정리한 단계이다.

농업·식품과학의 지식의 인프라로, 푸드밸리를 설치해 농업기술 연구개발의 지속적인 진화 발전을 꾀하고 있다. 그 중심에 와게닝겐 UR인 국립 및 민간연구기관, 기업

등이 주변에 연구소를 마련해 일상적인 정보교환, 연구자 교류를 통하여 새로운 기술이 선보이고 있다.

또한, 연구개발이나 새로운 농업기술에 정통한 컨설팅을 생산자가 활용함으로써 생산성이 향상되고 있다. 마지막으로, 네덜란드가 농업 선진국으로 도약할 수 있었던 또 하나의 성공 요인은 ICT 기반의 경매시스템과 우수한 물류 인프라의 결합이다.

이미지 경매를 통해 기존 경매시계를 전자 스크린으로 대체, 경매장 내 컴퓨터와 입력기를 통한 클릭만으로 경매에 참여가 가능하다. 스크린과 실물이 없는 공간에서도 가상 경매 시스템을 통해 입찰이 가능해 인적·물적 이동의 최소화 및 경매 접근성을 향상시킨다. 24시간 접근이 가능한 온라인 직거래(Direct Trade) 시스템 활성화하여 중간 유통의 비효율성 및 불합리성을 차단한다. 전자주문시스템(Electronic Ordering System) 구축을 통해 판매자·구매자 간 전자정보교환방식(EDI) 규격의 전자납품서로 의사전달, 신속 정확한 소통 및 거래 촉진을 현실화하였다.

2.4. 이스라엘

이스라엘은 사막의 땅에서 수출 농업을 일궈냈다. 국토 절반이 사막인 이스라엘은 연평균 강우량이 300mm로 한국의 3분의 1 수준이지만 세계적인 선진 농업 국가로 성장하였다. 최근 이스라엘의 농업 인구는 1960년대에 비해 10분의 1로 줄었는데 농업 생산성은 크게 높아졌다. 첨단 기술과 농업을 접목해 25년 동안 농업 생산성을 16배나 높였다. 사막 환경으로 인한 제한된 경지면적, 농업용수 부족과 같은 불리한 여건에도 불구하고 시설채소, 화훼, 종자, 비료 및 농약분야에서 뛰어난 성과를 창출하였으며, 하이테크 농업기술 및 제품을 개발하여 전 세계로 수출하고 있다. 이스라엘은 집약적 온실생산체계를 이용하여 겨울철에도 신선채소, 과일, 절화를 생산하며 유럽 등지로 수출하고 있다.

이스라엘 정부는 농산물 수출 촉진을 위해서 고부가가치 산업화를 위한 클러스터화 및 지식 기반 구축에 집중적이고 장기 투자를 통해 산업단지와 연구 단지의 연계시스템을 강화하고 있으며, 정부 중심의 Agrexco-Camel을 통해 수출을 관리하고 있다. 'Agrexco-Camel'은 수출활동 전개 및 물류서비스를 담당하며 소비자 조사, 수출용 상품 포장 개발, 마케팅 및 홍보 판촉 등의 역할을 하고 있다.

농업기술발전과 식량안보에 대한 이스라엘 정부의 관심과 막대한 지원은 이스라엘 농업생산성과 생산량을 증가시킨 한편, 과학자, 농업인, 농업 관련 산업 간 긴밀한 협동과 원활한 교류를 가능하게 하여 이스라엘을 세계적인 농업국가로 발전시켰다.

이스라엘의 첨단 농업 기술 사례로는 ‘파이텍 무선식물 생장 모니터링 시스템’이 있다. 파이텍은 작물과 경작 환경을 모니터링하는 센서와 소프트웨어를 개발, 이스라엘 오렌지 농장 등에 적용하고 있다. 식물성장량을 자동으로 측정하여 관수 주기, 관수량 등의 재배법 개선에 이용한다. 식물에 직접 부착되어있는 센서들은 5분에서 10분 간격으로 읽히지며 케이블이나 무선연결을 통해 재배자의 집에 있는 컴퓨터로 전송된다. 소프트웨어는 식물의 컨디션을 최적상태의 녹색부터 최악상태인 적색까지 그래프와 색깔로 표시한다. 이스라엘의 대표적인 농업분야 ICT 융합 사례는 다음과 같다.

관개부분에서 보면 전체 주거지역의 생활하수 80%를 재활용해 농업용수로 사용하고 있으며, 자동관개 조절장치를 전 세계에 공급하고 있고 농업 수자원 계획 부문 상수 공급 하수처리 시스템, 폐수 활용부문 등을 외국으로 수출하고 있다. 세계 최초로 점적 관수 기술을 개발한 네타핌(Netafim)이 있다. 네타핌社は 이스라엘에 기반을 둔 글로벌 기업으로 농업 관수 관개 및 그린하우스 부문의 글로벌 리더 기업(관수 분야 시장 점유율 세계 1위)이다.

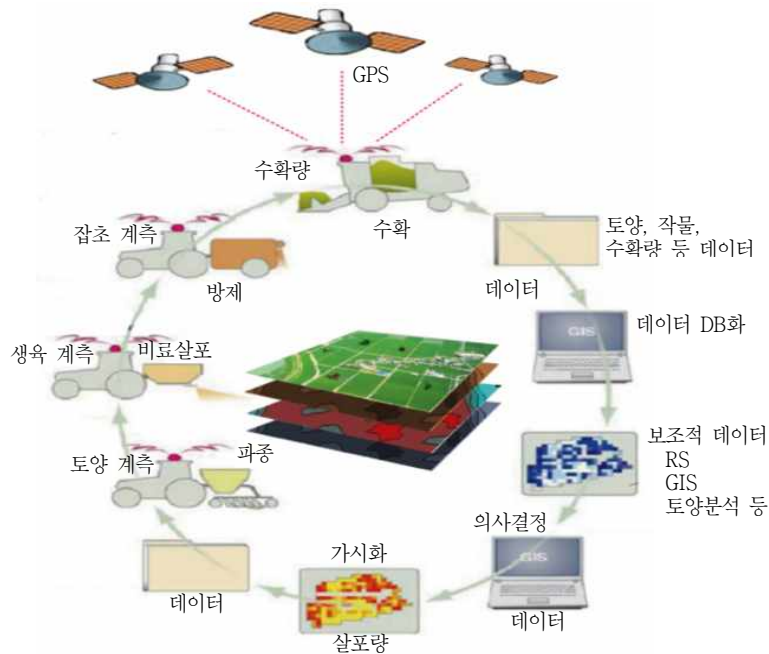
3. 주요 분야별 융합기술 개발 및 활용 연방

선진국의 농업부문 ICT 융합 기술 개발 및 활용 현황은 생산, 가공, 유통, 판매, 소비, 농촌지역개발 등 다양한 영역에서 이루어지고 있다. 국가별 농업 및 농식품 산업과 농촌사회의 차이에 따라 ICT 융합 및 기술 활용 현황도 차이가 크다. 즉, 축산, 시설 원예 등 주요 분야별로 네덜란드, 독일, 이스라엘, 일본, 미국, 스페인, 이탈리아 등 선진국에서는 자국 농식품 산업을 보호하고 경쟁력을 강화하기 위해 농식품분야 IT 융합을 적극 활용 중이지만, 국가별 ICT 융합 기술 활용 내용의 차이가 크게 나타난다. 축산의 경우 국가별 축종의 차이에 따라 ICT 융합 기술의 개발 및 활용상의 차이가 나타나지만, 시설원예, 노지 농업 등은 자연조건, 작부체계별 차이가 크다.

3.1. 정밀농업

정밀농업(Precision Agriculture, Precision Farming)은 1929년 미국의 일리노이 대학의 ‘농경지의 세분화 관리를 통하여 농자재 투입량을 줄일 수 있다’는 주장에서 처음 제기되었다. 이후 50여 년이 지난 1980년대 말 미국 토양학자로부터 정밀농법에 관한 아이디어가 나온 뒤 항공사진과 토양도를 이용해 비료를 변량 살포하는 장비가 처음으로 개발돼 농가에서 활용되기 시작했다. 1995년 GPS(위성위치확인시스템)의 도입과 함께

그림 1. 정밀농업 단계별 기술



자료: RDA Interrobang 90호(농진청 2012).

급진적으로 발전하였으며, 정밀농업은 관찰(조사) → 처방(분석) → 농작업 → 결과분석 단계로 이루어지며 단계별로 ICT 융합기술이 적용되게 된다<그림 1 참조>.

유럽 농업 연구의 중심지라 불리는 네덜란드에서는 정밀농업을 정밀화 사업(Programma Precisie Lanbouw, PPL)으로 지칭하고 있으며, 와게닝겐 UR(Wageningen University and Research Centre)에서는 다양한 센서를 농지에 적용하는 연구를 진행하고 있다. 와게닝겐 UR의 시험용 온실에는 땅속에 고정된 센서가 각종 무기염류, 필수영양소, 수분의 양, 산성도를 점검하며, 공기중의 이산화탄소 양, 온도, 습도 등을 모니터링한다. 또한 트랙터와 같은 농기계에 부착된 센서는 작물의 잎과 열매의 영양상태나 성숙도, 특정 성분의 양 등을 분석하여 최소한의 자본과 노동력을 투입해서 최대한의 산출물을 얻으려는 전략을 추진 중에 있다.

미국은 현재 전체 농가의 약 40% 이상이 정밀농업을 활용하고 있으며, 독일, 덴마크 등 유럽에서는 정밀농업 인증이 시행되고 있다. 일본 역시 벼농사 중심으로 정밀농업 기술이 1990년대 중반부터 개발되어 현장에 보급된 상황이고 중국과 인도도 정밀농업 대열에 합류하고 있다.

이러한 정밀농업에 적용되는 대표적인 ICT 융합기술은 빅데이터, 센서, 어플리케이션, 드론 등이며, 기술별 개발 및 활용 사례를 살펴보면 다음과 같다.

3.1.1. 빅데이터를 이용한 처방농법

최근 미국의 농업은 4차 산업혁명과 더불어 고도로 발달된 첨단 ICT와 빅 데이터 기술을 기반으로 하고 있다. 이러한 미국의 처방농업은 농기계와 농경지 이곳저곳에 센서를 최대한 장착하고 이들이 수집하는 방대한 자료를 ‘빅 데이터’기법으로 분석, 해당 지역에 최적 농법을 처방하는 방식이다. 해상도가 10m×10m(100m²)인 경우, 6,000 에이커는 구역을 2,400분의 1로 세분화된 맞춤 관리를 받게 된다. 처방농법은 농부들에게 토양정보, 일기예보, 작물의 성장 상황은 물론 곡물 시세에 이르는 다양한 정보를 제공한다. 몬산토에 따르면 농부는 곡물을 재배하는 과정에서 작물 선택, 파종 시기, 시비량 조절 등 40가지 의사결정을 내려야 하는데 이 가운데 한두 가지만 정확하게 이뤄지더라도 농업 생산성이 크게 향상된다고 한다. 그리고 처방농업이 미국 전역에서 전면 실시될 경우, 옥수수 농가의 에이커 당 생산량은 4,352kg에서 5,440kg 수준까지 높아질 것이라고 예측하고 있으며, 곡물의 최적 생산으로 추가되는 부가가치도 연간 200억 달러(24조 원)에 달할 것으로 추정하였다. 아직 전면적이지는 않지만 미국 전체 농민의 60% 가량이 한두 가지 종류의 데이터 서비스를 이용하고 있으며, 미국에서 운행되는 농업용 트랙터의 80%에 데이터 송수신 장치가 장착되어 있다.

2013년 몬산토가 9억 3,000만 달러(1조 원)를 들여 Climate Corporation을 인수한 뒤 이용자의 급증으로 처방농업의 선두 기업으로 자리매김을 하고 있다. 몬산토가 인수 이전 서비스를 이용한 농지는 1,000만 에이커로 미국 전체 농지(1억 6,100만 에이커)의 16분의 1에 불과하였으나 2015년에는 6,000만 에이커로 전체 농지의 3분의 1로 늘어났다. 한편, 빅데이터 기술의 농업 분야 응용에 우려를 보내는 견해가 적지 않다. 남한 면적(9만 9,000km²)의 6.5배에 달하는 미국 전역 1억 6,000만 에이커(64만 7,000km²) 농지에 첨단 센서를 설치하고 여기서 수집되는 자료(에이커 당 1기가바이트)를 실시간 분석하려면 막대한 자본 투입이 불가피하기 때문이다. 따라서 미국의 새로운 농업 혁명은 몬산토(종자), 존디어(농업장비), 듀폰(농자재·비료) 등 대기업 주도로 이뤄지고 있으며, 이들은 모두 기존 주력 업종은 제쳐놓고, 농업 관련 빅 데이터 처리업체로 자처하며 농업 정보망 구축에 매달리고 있다. 몬산토는 클라이 및 코퍼레이션을 바탕으로 ‘필드 스크립트’라는 정보망을 개발했고, 듀폰도 인공 위성 위치정보와 기상정보를 결합시킨 ‘프로그래시브 파머’라는 시스템으로 대응하고 있다.

3.1.2. 정밀농업을 위한 어플리케이션

정밀농업을 위한 장치는 해당지역의 30년 기후와 토질, 토양의 수분함량 및 파종될 종자의 특성을 빅 데이터로 실시간으로 분석하여 최적의 깊이로 파종을 할 수 있도록 파종기를 조절하고 모니터링을 할 수 있다. 씨앗이 뿌려지는 것과 동시에 또 다른 모니터에는 토양의 비옥도 정보가 실시간 제공된다. 파종 후 컴퓨터 화면에서 농장을 구글(Google) 지도로 확인할 수 있으며, 화면 한 구석에 날씨 정보가 실시간으로 업데이트 되는 가운데 파종한 옥수수 품종 번호를 입력하면 예상 수확일자와 수확량은 물론이고 톤당 가격까지 제공된다. 이러한 정밀농업을 위한 대표적인 시스템은 Climate Corporation의 'Climate Fieldview Pro'와 Trimble社의 'ConnectedFarm' 등이 있으며, Climate Corporation에 따르면 프로그램 이용료는 에이커 당 15달러이지만 시스템 덕분에 에이커 당 수익이 100달러가 증가되는 것으로 나타났다.

그림 2. 정밀농업시스템



자료: Climate Corporation, Trimble Co. 및 JohnDeere 각 홈페이지.

이러한 서비스는 콤파인 내부에서도 가능하지만 스마트 폰에서도 이용이 가능하여 활용도가 더욱 더 증가하여 Climate Corporation사가 몬산토에 인수한 2015년 프로그램 이용료는 에이커 당 3달러로 인하됨과 동시에 사용자들은 더 많은 향상된 서비스를 제공받고 있다.

① 몬산토의 필드스크립트(FieldScripts)

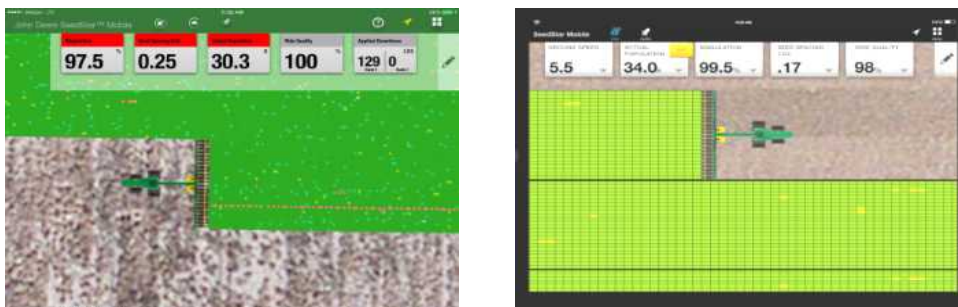
필드스크립트(FieldScripts)은 농업회사인 몬산토가 옥수수, 대두, 면화, 밀, 카놀라, 수수, 사탕수수 종자를 제공하며 좋은 품질의 종자 유전학과 첨단 형질 기술로 데이터를 분석해서 각 농가에게 최적의 해결책을 제공하는 시스템이다. 몬산토는 식물육종연구로 유전적 수확량을 극대화하여 옥수수의 가치를 높였고 이로 인해 농가는 안정적으로 옥수수를 재배할 수 있었다. 종자의 생산성을 높이기 위한 기법으로 유전체학(Genomics), 작

물분석(crop analytics), 표지육종(marker-assisted breeding) 등의 첨단육종기법을 이용한다. 또한 필드스크립트(FieldScripts)는 종자 유전학과 정밀한 장비를 사용하여 경작지에 적합한 품종과 파종량을 재배하도록 돕고 토질과 질병의 이력, 강수량 등의 데이터를 통해 농지의 재배를 원활하게 할 수 있도록 지원한다. 이 시스템의 도입효과는 지속가능한 농업이라는 점과 맞춤형 수확을 통해 생산량을 증대시킬 수 있다는 점이다. 반면에 시스템 사용자의 중요한 데이터들이 유출될 경우, 이를 이용하여 영향력이 있는 농업 회사에서 경쟁력 있는 품종을 개발하게 되면 시장을 장악하여 혼란이 일어날 수 있는 우려가 있다(박로운 외 2015).

② 존디어(JohnDeere)의 시드스타 모바일(SeedStar Mobile)

시드스타 모바일(SeedStar Mobile)은 모바일 장비를 사용하여 파종 작업을 실시간으로 전송·공유할 수 있도록 하고, 트랙터 좌석에서 행 단위로 파종 수행 작업을 제공하여 풍부한 정보를 얻을 수 있도록 하는 시스템이다. 획득한 정보는 설정을 최적화하고 잠재적인 문제를 진단하며 필드를 정찰하고 농업 운영의 다른 영역에서 의사결정을 할 때 도움을 준다<그림 3>. 또한 화면의 메뉴는 실제 인구, 싱글레이션(singulation), 파종 간격, 다운포스(downforce), 승차감, 게이지 바퀴의 폭, 다양한 것들에 맞추어 고객이 선택할 수 있다. 모바일 시스템은 문서를 시각화하고 실시간으로 파종 데이터에 접근할 수 있으며 작업의 정밀도와 정확도에서 가장 높은 수준으로 실행되고 있고 생산자가 사무실이나 현장에서 일하는 동안 와이파이 및 셀룰러데이터와 연결하여 MyJohnDeere의 운영 센터로 데이터를 전달한다. 이 시스템의 도입효과로는 작업 수행 중 문제가 생겼을 경우 신속한 해결이 가능하다는 점과 파종작업 향상 및 생산성 증가, 작물 수확량의

그림 3. 시드스타 모바일



자료: (<https://ww.deere.com>).

극대화를 유도하여 농업 생산성 향상에 기여하고, 고화질 지도 등의 공간정보와 연계하여 가시화된 형태의 정보제공, 영농 정보의 기록·이력관리를 통한 체계화된 영농관리 및 개선 기반을 마련할 수 있다는 점이다.

③ 듀퐁(DuPont Pioneer) 파이오니어의 Pioneer Field360 Select

듀퐁사는 1999년 종자 회사 파이오니어를 인수한 후 식량산업 개발을 본격적으로 추진하고 있으며, 2013년 기상데이터 분석 플랫폼 'Field360' 공개 이후 웹 기반 경작기 관리 도구인 'Field360 Select', 모바일 앱 'Field360 Notes' 등을 상용화하였다. Field360 Select는 수십년간 축적된 토양 및 기상, 강우량 정보를 바탕으로 경작지별 데이터와 실시간 농경·기상 정보와 결합하여 관리를 지원하는 소프트웨어이며, Field360 Notes는 GPS 태그로 메모 및 사진 활용 기능 제공하여 언제 어디서나 자신의 농장 데이터에 접속해 농경관리가 가능한 소프트웨어이다. 이러한 시스템을 이용할 경우에는 경작자의 경험에 의해 파종, 재배, 수확 등이 이루어지는 일반농업에 비해 축적된 데이터와 외부 환경 정보를 결합한 체계적인 관리 기반을 마련하여 과학적인 영농을 추구함으로써 보다 효율적인 농경관리로 농가의 수익성이 향상되며 농지에 나가지 않고도 데이터 접속을 통해 관리가 가능하다는 장점이 있다. 또한 농가에게 거대한 양의 데이터를 제공하여 시행착오를 줄일 수 있을 것으로 예상되지만, 시스템 사용자의 데이터들이 경쟁 지역의 생산자에게 알려질 경우 농가에 혼란을 줄 우려가 있다(박로운 등 2015).

그림 4. Pioneer사의 Field360 Tools



출처: 농림·식품 분야의 新ICT융합전략(한국정보화진흥원 2014. 06.).

3.2. 스타트업

농업 관련 스타트업의 약진은 세계적인 추세로 보아도 무방할 정도로 미국을 비롯하여 전 세계적으로 농업과 IT가 결합한 회사들이 약진하고 있다. 미국 농업과 식품 관련 스타트업이 유치한 투자 자금은 인터넷 기업에 투자된 금액에 비하면 여전히 적은 편이기 하나, 다투존스 벤처소스 집계에 따르면 2014년 벤처캐피털이 농업과 식품에 투자한 자금은 4억 8,600만 달러(5,300억 원)로 54% 급증하였다. 농업 관련 스타트업의 약진 배경으로는 무선 기술의 저렴화, 데이터 수집과 작물 모니터링 툴의 개선, 세계 인구 증가로 인한 늘어난 식량 수요에 관심을 갖는 사업가들이 생겨났으며 건강에 관심이 많은 소비자들은 식품 안전에 촉각을 곤두세우기 시작했다는 것이다.

대표적인 스타트업으로는 파머스 비즈니스 네트워크(Farmers Business Network), 팜로그스(FarmLogs), 온팜(Onfarm), 크롭엑스(cropx), 픽트레이스(Picktrace), 애그릴리스트(agrilyst), 640 Labs, 시투센스 등이 있다.

파머스 비즈니스 네트워크는 2014년 2월 구글 출신 프로그램 매니저가 창업한 회사로 종자와 토양 데이터를 분석해 농업생산의 효율성을 높이고 경비절감을 위한 네트워크 구축을 목표로 한다. 이 회사는 컴퓨터 시스템을 기반으로 개인과 공공의 농작물 수확량, 날씨변화, 재배방법 등의 데이터를 분석한다. 축적된 자료를 통해 농부들에게 맞춤형 비료, 농약 사용방법 등을 제공해 수익을 올리고 있다. 현재 미국 17주에 있는 700만 에이커의 경작지와 16종의 농작물에 대한 정보를 보유하고 있으며, 2015년 구글의 벤처캐피탈 구글벤처스, 벤처캐피탈 필드&바이어스 및 DBL에서 1500만 달러(164억 원)의 투자유치를 받아 사업영역을 더욱 확장하고 있다.

팜로그스(FarmLogs)는 한 해 농사를 계획하는데 필요한 날씨 정보와 예상되는 날씨 변화가 기존의 수확량에 얼마나 영향을 미치는가 등의 시장전망 등을 제공한다. 이러한 정보를 기존 데이터에 대한 분석을 통해 앞으로 농부가 무엇에 더 관심을 가져야 하고, 또 한해의 성과는 어떠할지 예측할 수 있도록 지원하는 서비스이다.

온팜(ONFARM)은 시간과 장소에 구분 없이 농장의 정보 모니터링이 가능하며, 작물 생산에 따른 정보를 자동으로 습득하여 분석을 통한 재배전략을 제공할 수 있는 정밀 농업을 위한 솔루션이며, 센서, 날씨 등의 위젯을 추가하여 사용자가 본인에 맞게 설정이 가능하며, ESRI(Environmental Systems Research Institute)의 매핑 기능을 통해 미국 전체에

그림 5. FarmLogs

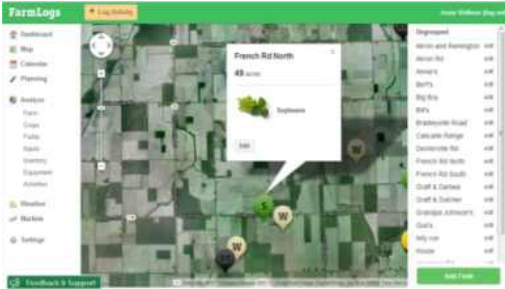


그림 6. ONFARM



자료: FarmLogs 및 ONFARM 홈페이지.

대한 USDA(미국 농무부) 토양정보와 사용자가 설정한 정보에 따라 서리, 수분부족, 높은 풍속 등 위험 상황 시 사용자에게 이메일 또는 메시지로 알림서비스를 제공하고 있다.

크롭엑스(cropx)는 관개 설비의 관리 분야에서 새로운 가치를 창출하는 스타트업이다. 토양의 수분 상태를 확인하는 2~3개의 센서를 설치하고, 통신망과 앱을 통해 지속해서 토양의 상태를 확인할 수 있도록 해준다. 센서의 설치에 미국 농업연구청(USDA)의 맵을 활용해 최적화할 수 있도록 지원해준다. 물 사용량은 줄이되 생산량은 높이는 기술을 보유한 크롭엑스에 구글은 900만 달러(약 100억 원)를 투자하였다. 센서가 지형, 토양을 구성하는 성분, 현재 수분량 등을 읽어 들여 크롭엑스 서버로 보낸 후 데이터가 분석되고 나면 스마트폰 어플리케이션에서 농장주에게 각각 토지에 얼마만큼 물이 필요한지 알려준다. 이를 통해 25% 물을 절약할 수 있는 것으로 알려져 있다.

그림 7. cropx 센서



자료: (<http://www.cropx.com>).

픽트레이스(Picktrace)는 농산물을 생산과정에서 투입된 트랙터 등의 자산이나 인력의 위치, 활동량을 평가하고 수확 프로세스에서 확보할 수 있는 서비스를 제공한다. 이러한 서비스를 통하여 누가 농산물을 수확했고, 현재 어디에 있고, 얼마나 수확되었으며 어떻게 비용을 지급했는지 한 눈에 알 수 있다.

2013년 창업한 '640 Labs'의 강점은 빅데이터 기술로 첨단시스템을 통해 광범위한 농지의 다양한 정보들을 수집·분석할 수 있는 플랫폼을 개발하여, 이 플랫폼을 통해 농업인들이 원하는 다양한 정보들을 공급하기 시작하였다. 이 플랫폼의 최종 목표는 어떤 경작지에서든 농업인들이 원하는 정보를 모두 제공하는 것으로, '640 Labs'가 주목을 받고 있는 것은 스마트폰을 과감히 도입했기 때문이다. 이전 농업관련 정보화시스템은 주로 USB를 사용하여 농업인 개개인의 농업 관련 정보들을 저장해 쓰는 방식이다.

그림 8. 픽트레이스



자료: (<http://kr.besuccess.com/2016/08/globalagtech5>).

그러나 '640 Labs'에서는 스마트폰을 통해 농작물·농지·기후·마케팅 등 관련 정보들을 실시간으로 볼 수 있도록 하였다.

몬산토, 존디어, 듀폰 등의 대기업들은 토양 분석, 종자 선별, 기후 파악 등 농업을 하는데 있어 가능한 많은 정보의 수집이 필요하였으며, 이를 해결해 줄 수 있는 빅데이터 분석 기술을 가진 '640 Labs'에 적극적인 투자를 하였다. 설립 1년 만에 유명 스타트업으로 부상하게 된 '640 Labs'은 2014년에 몬산토에 인수되었다.

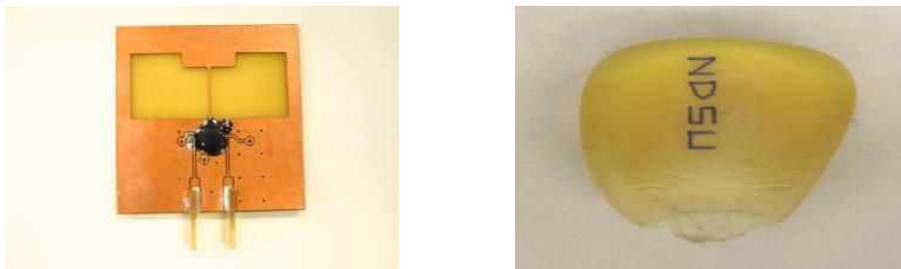
그림 9. 640 Labs Platform



자료: (<http://www.chicagotribune.com/bluesky/originals/chi-640-labs-acquired-climate-corporation-bsi-story.html>).

2013년에 설립된 ‘시투센서(c2sensor corp)’는 노스다코타 주립대학교 기계공학과와 울벤(Ulven) 교수와 그의 동료들이 주축이 돼 만든 스타트업으로 농장에 설치할 수 있는 센서를 개발하였다. 이 센서는 도토리 크기로 바이오플라스틱으로 제작되어, 씨앗과 함께 땅에 들어가 씨앗 가까이에 있으면서 토양 수분, 영양분, 염의 농도 등 다양한 성분을 실시간으로 수집하고 확인할 수 있다. 토양을 샘플링하거나 탐침 등을 통해 간접적으로 성분 분석을 해오던 기존의 센서들과는 큰 차이를 보이고 있으며, RFID(Radio Frequency Identification)를 채용하고 있는 것도 특징 중의 하나다. 극소형 칩을 통해 데이터를 무선 송신하는 장치로 배터리 없이 작동이 가능하다. 시투센서는 농지를 인터넷으로 연결해 토지 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하는 사물인터넷(IoT) 기술로 센서를 개당 50센트(560원)에 판매할 목표로 상용화를 위해 농민들과 긴밀하게 협력을 하고 있는 중이다.

그림 10. 시투센서



자료: (<http://www.newswise.com>).

3.3. 로봇

농업에 종사하는 인구의 감소와 고령화에 따른 노동력 약화를 해결하기 위해서 미국을 비롯한 여러 나라에서는 농업용 로봇을 개발하고 있다. 미국의 경우에는 존디어社와 같은 세계 최대의 농기계 생산 업체를 보유하고 있으며 이런 생산기반을 통해 재배,

수확, 관리 등 다양한 분야에 적용 가능한 농업용 로봇을 보유·개발 중에 있다. 그리고 네덜란드 경우에는 토마토 적엽 로봇과 파프리카 수확 로봇의 상용화에 매진하고 있다.

표 2. 미국 주력 분야 제품 및 기술

분야	제조사	기능 및 용도
로봇 트랙터	John Deere Co.	자율 주행 가능한 다목적 차량 및 트랙터 GPS 정보를 이용
잡초제거로봇·원격조종 무인트랙터	Univ. of Illinois	<잡초제거로봇> 적외선·레이저 센서를 이용하여 잡초와 옥수수를 구별 <무인트랙터> 원격 조종을 통해 움직임, 장애물 감지 기능
과수·원예작물을 위한 통합 로봇틱 솔루션	CMU	사과·오렌지를 위한 로봇시스템 개발 (2008년부터 4년간, 천만불) 자율주행·작물상태평가·수확 작물의 질병·병해중 조기감지 작물의 건강상태, 상품가치평가 작물의 손상방지
머신-비전 기반의 농업로봇	Vision Robotics Co.	오렌지, 사과 수확·포도 나무 가지치기 로봇 개발 카메라를 이용해 과실의 상태를 검사하는 로봇과 수확을 담당하는 로봇으로 구분
딸기 수확로봇	Robotics Harvesting LLC.	자율주행·자동포장 카메라를 이용하여 딸기를 인식하고 로봇 팔을 이용하여 수확
소형 다개체 원예로봇	MIT	방울토마토의 물주기·수분·수확 작업 가능 서로 다른 역할을 가진 로봇이 네트워크로 연결되어 협동작업

표 3. 해외 농업용 로봇 개발 사례

연구기관	농업 로봇
미국	오렌지 수확 로봇(플로리다 대학), GPS를 장착한 트랙터로봇(일리노이대학), AgBots(technovelgy)
일본 오카야마대학	오이, 포도, 딸기수확 로봇
영국 Silsoe연구소	양송이 수확 로봇, 제조로봇, 양치기 로봇
호주 시드니대학	양털깎기 로봇
이스라엘 농업연구소	주스가공로봇(껍질 있는 열매에서 주스생산)
네덜란드 와게닝대학	젓소용 착유 로봇, 치즈 가공로봇
프랑스 Cemagref	비접촉 과일 당도측정 로봇, 사과 및 포도 수확로봇
덴마크 알버그대학	GPS를 이용한 제조 로봇
스웨덴	제조 로봇

자료: 농림식품과학기술 육성 추진 전략: ICT 융합(이주량 2014)(미발표 원고).

3.4. 클라우드 서비스

일본의 스마트 농업의 대표적인 사례 중 하나가 농업 클라우드 서비스이다. 농업 클라우드 서비스 중 많은 이용자를 확보하고 있는 아키사이(Akisai), NEC와 네폰 2개 회사는 각자가 가진 장점(NEC: 소프트웨어, 네폰: 하드웨어+농업현장)을 살려 공동으로 솔루션을 개발하여 서비스를 제공하고 있다. 농업 클라우드 솔루션은 후지쓰와 NEC, 히타치 등 주요 솔루션 업체를 중심으로 2012년부터 본격적으로 제공되어 왔으며, 쿠보타 등의 농기계, 농업기기 제조업체, NTT 퍼실리티 등 타 업종에서도 진출하고 있는 중이다. 각사의 농업 클라우드 서비스의 특징은 다양하다.

예를 들어, 후지쓰는 생산 관리뿐만 아니라 경영 관리, 판매 관리 등과 일체로 수행할 수 있는 식·농 클라우드 아키사이(Akisai)를 제공하고 있다. 솔루션을 제공할 뿐만 아니라, Akisai 검증테스트를 위해 노지 재배와 시설 재배 농장을 운영하고 있다.

쿠보타는 벼농사를 대상으로 한 클라우드 서비스 'KSAS'를 제공하고 있으며, 자사의 농기계와 함께 서비스를 제공하고 있는 것이 특징이다. 콤팩트 등의 농기계에 수량, 수분, 단백질 함량 등을 측정할 수 있는 센서를 탑재하고 농기계에 대한 정보와 수확한 쌀에 대한 정보(수확량, 단백질, 수분 함량)를 수집할 수 있다.

또한 NTT 퍼실리티는 농업 시설에 대한 모니터링 서비스 'agRemoni(아그리모니)'를 제공하고 있으며, 건물 관리와 에너지의 가시화로 다져진 모니터링 기술을 농업에 응용하고 있다.

이 밖에 농림수산성 등 국가 기관에서는 저비용 생산 기술을 확립하거나 ICT를 활용한 효율적인 생산 체제를 구축하는 것을 목적으로 한 실증 사업 등에 대하여 지원하고 있다. 농업 클라우드는 도요타, IHI, 컴퓨터 시스템 등의 사업이 채택되어 있다. 예를 들어 도요타는 쌀 생산 농업 법인 전용으로 「풍작 계획」을 개발하여 작업의 효율화, 품질 향상을 위한 실증 실험을 하고 있다. "풍작계획"은 자동차 사업에서 축적된 생산 관리 기법과 공정 개선 노하우를 농업에 응용하여 농사 계획을 자동 생성하고 추적 할 수 있으며, 작업 데이터와 품질 데이터를 추적·분석하여 저렴한 비용으로 맛있는 쌀 만들기에 활용할 수 있는 구조이다.

4. 시사점

해외 주요 국가의 농업분야에서 4차 산업혁명의 ICT 융합기술 사례를 통하여 시사점을 요약하면 다음과 같다.

- ① 4차 산업혁명에 대응한 해외 주요 국가의 '농업 4.0'이 추구하는 목표는 투입 에너지의 최소화과 주어진 조건에서 생산성 극대화이며, 이를 달성하기 위한 수단으로 IOT, 빅 데이터 등을 이용한 정밀농업과 노동력 부족을 해결하기 위한 무인자율 구동시스템을 활용하는 것이다. 미국, 네덜란드 등은 대규모 농업 생산기반이 정비되어 있으며, 생산시설 또한 첨단형이 많아 4차 산업혁명의 핵심기술이 농업에 미치는 영향은 클 것으로 판단된다. 국내의 경우에는 소규모의 농업 생산기반과 노후화된 생산시설이 많은 관계로 4차 산업혁명의 핵심기술이 적용되기에는 한계가 있으므로 생산기반 정비와 4차 산업혁명의 핵심기술의 개발·보급을 위한 정책이 필요할 것으로 판단된다.
- ② ICT 융합기술이 적용된 스마트 농업 시장은 선진국이 60% 이상을 차지하고 있으며, 일본, 미국 및 한국 등이 가장 큰 시장이나 중국과 인도 등의 신흥시장 또한 증가하고 있는 추세이다. 따라서 국내의 영세한 시장구조를 고려할 때 농업분야 ICT 융합기술 개발 및 산업화에 있어 국내 및 국외 해외 테스트베드 구축과 실증을 통하여 해외시장을 개척할 필요가 있다.
- ③ 정밀농업을 비롯한 스마트 농업을 위한 ICT 융복합 기술 개발 및 보급 시 선진국의 단위기술을 무작정 따라할 것이 아니라, 선진국(네덜란드, 미국 및 일본 등)의 농업 정책, 농업 구조적 특성, 농민의 요구도 및 지역적 특성 등을 고려하여 우리나라에 접목 가능한 부분을 선택하여야 한다. 예를 들어 미국 등 농경지가 넓은 곳의 정밀농업을 위한 단위기술(빅데이터, 어플리케이션, 맞춤형 농기계 및 로봇 등)은 농경지가 넓지 않은 국내 여건과 맞지 않은 관계로 국내에 적용될 수 있는 기술의 선택이 매우 중요하다고 할 수 있다.
- ④ 미국과 일본의 스마트 농업 분야에서 대기업의 진출이 두드러지고 있으며, 일본의 경우 2009년 농지법의 개정을 통하여 농업에 진출한 일반법인 수는 2010년 175개사에서 2014년 1,712개로 대폭 증가하였다. 국내의 경우에는 대기업의 농업분야 진출이 많은 장애에 부딪히면서 좌초되고 있는 현실을 고려할 때, 선진국의 대기업 진출 사례의 체계적인 분석을 통하여 국내에서도 농업분야에 대기업이 진출할 수 있는 방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다.

- ⑤ 미국, 일본, EU 등은 스마트 농업을 위한 개발에 필요한 연구와 지원을 체계적으로 하고 있는 반면, 국내의 경우 농림축산식품부, 미래창조부, 산업통상자원부 등 여러 부처에서 농업 분야 ICT 융합 기술 개발에 대한 연구를 수행하고 있으나 부처별 협력 미비로 효과적인 결과를 도출하지 못하고 있다. 그리고 모든 연구에서 연구비 규모에 상관없이 단위기술개발, 실증 및 산업화를 모두 채택하고 있어 실용화 실적이 떨어지고 있는 실정이다. 따라서 부처별로 스마트 농업 발전을 위한 부처별 기본 연구와 부처별 기능에 맞는 사업을 명확히 한 후 체계적인 연구와 지원이 이루어질 수 있는 협업시스템과 개발, 보급 및 활용의 일괄시스템 구축이 필요하다. 예를 들어, 개발된 단위기술의 산업화를 위한 국내외 테스트 베드 구축과 실증 사업에 있어서는 농림축산식품부와 산업통상자원부 협업, 분야별 공동요소기술(센서 국산화, 플랫폼, 클라우드시스템 등) 개발은 미래창조부의 기본연구로 하는 등의 부처별 기본연구, 협업 및 일괄시스템 구축이 필요한 것이다. 그리고 현장의 요구를 반영한 ICT 융합기술의 개발이 되도록 유도하기 위하여 선순환구조형의 R&D시스템 도입도 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.
- ⑥ 일본의 클라우드 시스템은 생산 분야 뿐만 아니라 농가 경영관리, 판매 관리 등 다양한 분야에서 사용되고 있는 반면, 국내에서는 시설원예 분야의 생산단계에서의 환경 모니터링 및 정보 저장 단계에 국한되어 있으며, 양질의 자료를 어떻게 확보할 것인가와 선도 농가의 재배노하우를 축적된 정보를 이용하여 일반화시켜야 되는 등의 숙제를 안고 있다. 따라서 국내 농업 여건에서 클라우드 서비스의 타당성 유무를 진지하게 고민하여야 그 결과에 따른 후속조치 등이 필요할 것으로 판단된다. 후속조치의 예는 국내에서 클라우드 서비스가 타당성이 있다면 이에 따른 다양한 분야의 클라우드 서비스를 위한 생태계 조성을 위한 지원, 국내보다는 해외를 겨냥한 클라우드 시스템 개발이라면 해외시장 개척에 필요한 기술 개발, 축적된 정보의 활용 및 분석을 위한 전문가 양성 또는 인공지능 기반의 분석 시스템 개발 등이다.
- ⑦ 미국의 경우 농업 관련 스타트업의 약진이 이루어지고 있으며, 대부분이 농업과 IT가 결합된 회사들이다. 미국의 경우 정밀농업을 위한 빅데이터 활용을 기반으로 하는 스타트업이 많다. 미국은 농업관련 스타트업은 벤처캐피탈의 투자를 받고 있는 실정이다. 따라서 국내에서도 농업 관련 스타트업 육성을 위한 생태계 조성 및 체계적인 지원시스템 구축 등이 필요하다.
- ⑧ 생산 및 유통분야에서 해외 주요국의 ICT 융합기술은 국내에서 연구가 진행되고 있거나 상용화된 사례도 있으나, 확산이 되지 못하는 요인에 대한 분석과 국내

여건에 적합한 필요기술의 선택과 집중이 필요하다. 특히 농업분야 ICT 융합기술의 생태계 조성이 어려운 요인과 국내 농업의 정책 방향에 부합하는 ICT 융합기술의 개발의 방향성을 재정립을 통하여 4차 산업혁명에 대응한 농업 4.0을 진행하여야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 농림식품과학기술위원회. 2013. 농림수산식품 IT융합 확산 마스터플랜.
- 농촌진흥청. 2014. 농업 ICT융합 선진사례 모음. 농촌진흥청.
- _____. 2014. 농업과 ICT 융합의 선진국 성공사례 및 기술개발과제. 농촌진흥청.
- _____. 2012. 『RDA Interrobang』 제90호. 농촌진흥청.
- 산업연구원. 2012. 09. 네덜란드의 농업 비즈니스와 IT의 융합. KIET 해외산업정보. 산업연구원.
- 도재규·이효열·이래은. 2014. 농식품 ICT 융복합 선진시스템 조사 및 국내 응용모델 연구. 농림축산식품부 국외훈련결과보고서. 농림축산식품부.
- 문병우. 2016. ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안.
- 박로운·김현·송미장. 2015. 03. 농생명산업의 빅데이터 실용사례에 대한 분석과 활용 방안. 『한약정보연구회지』
- 이주량. 2014. 농림식품과학기술 육성 추진 전략: ICT 융합(미발표 원고).
- 이준엽. 2015. 양돈분야 ICT 해외 신기술 동향. 『PIG&Consulting』 .
- 윤정석. 2010. 10. 최첨단 IT 기술과 농림수산식품 지능형 로봇과 미래 농업.
- 정병호·장익훈·문정훈. 2014. 사례 리뷰를 통한 농식품 분야에서의 최신 ICT 융복합 기술 현황 분석.
- 지식산업정보원. 2016.02. ICT기반 스마트농업/스마트팜 R&D 전략 및 국내외 식물공장/로컬푸드 실태분석.
- 한국농촌경제연구원. 2014. 12. 창조농업 실현을 위한 ICT 기술융합의 전략과 과제. 한국농촌경제연구원.
- 한국이스라엘산업연구개발재단. 2014. 이스라엘 농산업 현황 및 농업IT 기술과 시사점.
- 한국정보화진흥원. 2014. 06. 농림·식품 분야의 新ICT융합전략.
- 365FarmNet. 2017. 01. Agriculture 4.0 - ensuring connectivity of agricultural equipment.
- AIOTI. 2015. *Smart Farming and Food Safety Internet of Things Applications-Challenges for Large Scale Implementations*. AIOTI.
- Beecham Research. 2014. SMART FARMING. Beecham Research.

- CEMA. 2017. Digital Farming : What does it really mean?. CEMA.
- Cuesta Roble Greenhouse Consultants. 2015. International Greenhouse Vegetable Production Statistic 2015 Edition. Cuesta Roble Greenhouse Consultants.
- EPIS. 2014. EPIS World Trade & Policy Research 해외농업 ICT 기관 조사.
- FAO. 2050 : A third more mouths to feed. FAO.
- Global Post, "Driverless tractors till German high-tech farm", 2013.7.21.
- GSMA Intelligence. 2014. 09. Cellular M2M forecasts and assumptions:2010 - 2020.
- _____ . 2015. 03. ANALYSIS Agricultural machine-to-machine(Agri M2M) : a platform for expansion.
- ICT-AGRI. 2010. ICT-AGRI Country Report. ICT-AGRI.
- IITP. 2014. 05. 해외 ICT R&D 정책동향. IITP.
- IPET. 2015.12. 사물인터넷기반 농업·ICT 융합 기술동향 및 방향. sIPET.
- IPET. 2014. 2014년 농림식품 기술수준평가 총괄보고서.
- IRS Global. 2016. 06. IoT 기반 스마트농업·스마트팜 국내외 시장전망과 핵심기술 개발동향.
- Mynavi. "NARO、昼間も収穫可能な定置型イチゴ収穫ロボットを開発". 2013.6.10.
- Roland Berger. 2015. THINK ACT TPP/IoT時代を生き抜く「農業4.0」のすすめ.
- UN. 2013. World Population Prospects: The 2012 Revision, UN Department of Economic and Social Affairs.

참고사이트

- be SUCCESS (<http://kr.besuccess.com/2016/08/globalagtech5/>)
- CBS (<http://www.cbs.nl/>)
- Chicago Tribune (<http://www.chicagotribune.com/bluesky/originals/chi-640-labs-acquired-climate-corporation-bsi-story.html>)
- Climate Corporation(<https://www.climate.com>)
- Cropx (<http://www.cropx.com>)
- JohnDeere (<https://www.deere.com>)
- newswise (<http://www.newswise.com>)
- Trimble Co. (www.trimble.com)
- University of Rhode Island ([http://web.uri.edu/celsnews/study-plastic-greenhouses-in-china-pose-pros-and-cons/\(2013\)](http://web.uri.edu/celsnews/study-plastic-greenhouses-in-china-pose-pros-and-cons/(2013)))