우리나라 스마트 농업 발전방안

Development of Smart Farm System in South Korea

서대석

한국농촌경제연구원 농림산업정책연구본부, 농산물안전위생연구회

Suh, Dae-Seok

Korea Rural Economic Institute, Department of Agriculture, Food and Forestry Policy Research,
The Korean Society of Agricultural Products Safety and Hygiene, Wanju 55365, Repuplic of Korea

1. 서론

스마트 팜이란 정보통신기술(ICT)을 시설원예농업, 축산, 벼 혹은 과수를 비롯한 노지작물 등에 접목하여 원격 · 자동으로 작물과 가축의 생육 및 사육환경을 적정하게 유지 · 관리할 수 있는 농장을 의미한다. 스마트 팜의 도입이 확산되면 스마트 팜 농가는 생산량 증가, 품질향상, 노동력 절감, 간편 영농으로 농업소득 향상과 잉여 노동력을 활용하여 농외소득 증대를 가져올 수 있다.

스마트 팜에 대해 정부는 2022년까지 농업부문 7,000ha규모, 축산농가는 5,750호로 확대 보급하는 것이 목표이다. 이를 통해 우리나라 농업의 혁신적 미래상을 높이고자 노력하고 있다. 이러한 목표 달성을 위해 정부는 '시설현대화 사업', '시설원예분야 ICT 융복합 확산 사업', '축산분야 ICT 융복합 확산 사업'등을 추진하고 있다.

우리나라 농업 현실의 어려움을 극복하고 미래산업으로 도약하기 위해서는 스마트 팜의 범위도 생산 부문에만 그치지 않고 유통, 소비, 농업 · 농촌 부문까지 확대되어야 한다. 이를 위해 스마트 팜과 스마트 농업에 이용되는 기술도 유비쿼터스, GIS, GPS, U_IT, RFID, QR, SNS 등에 4차 산업혁명과 연계하는 농업로봇, 빅데이터, 인공지능, 정보관리를 융 · 복합하여 한 단계 발전된 시스템을 갖춰야 한다.

따라서 이러한 제4차 산업혁명 기술이 농업에 적용되기 위해서는 농업의 패러다임 변화가 필요하다. 즉, 1980년대까지 노동집약적 농업이 주도하였고, 2000년까지는 토지 집약적 농업이었다면, 2010년 이후에는 자본과 기술집약적 농업을 통해 새로운 농업으로의 패러다임과 정책변화가 필요한 시점이다. 스마트 팜 도입 효과는 앞서 살펴본 바와 같이 생산성 증대, 품질향상, 노동력과 농자재 사용 절감을 통한 농가 소득 증대와 더불어 정밀한 작물과 가축 관리를 통해 농축산물의 품질과 안전성 역시 향상될 것이다.

본고에서는 4차산업혁명 기술과 연계한 우리나라 스마

* Correspondence to: Suh, Dae-Seok, Ph. Dr
Dep. of Agriculture, Food and Forestry Policy Research, Korea Rural Economic Institute,
601, Bitgaram-ro Naju-si Jeolanam-do, 58321, Republic of Korea.
Tel: +82-61-820-2260 Fax: +82-61-820-2414 e-Mail: dssuh@krei.re.kr

트 팜 현황과 그 발전방안에 대해 살펴보고자 한다.

2. 스마트 팜의 정의

2.1. 협의의 스마트 팜

좁은 의미의 스마트팜은 정보통신기술을 시설, 축사, 과수원 등에 접목하여 원격 · 자동으로 작물과 가축의 생육 및 사육 환경을 적정하게 유지하고 관리할 수 있는 농장을 의미한다. 이를 통해 언제 어디서나 작물과 가축의 상황을 점검하고, 적기 처방함으로써 농자재와 노동력을 덜 투입하고도 농산물의 생산성과 품질 제고 가능한 농업을 일컫는다.

스마트 팜 운영원리는 첫째, 생육환경 유지 · 관리 소프트웨어(S/W)로 온실 · 축사의 온습도, CO_2 수준 등 생육조건 설정, 둘째, 온습도, 일사량, CO_2, 생육환경 등을 자동 수집하여 환경정보 모니터링, 셋째, 자동 · 원격으로 환경을 관리하는 것이다.

표 1. 농업과 ICT 융복합의 주요 유형 및 사례

구분		추진내용
생산	시설원예 환경제어	• 센싱기반 시설물 제어 및 생장환경 관리 – 환경센서 : 온 · 습도, CO_2, pH, LED, – 시설센서 : 정전센서, 창문, 차양, 환풍기 등
	지능형 축사관리	• 센싱기반 축사환경 제어 및 사양 · 질병관리 – 환경 및 시설센서 : 온 · 습도, 암모니아, CCTV 등 – Web 기반 cloud 서비스
유통	산지유통센터 ERP	• 유통센터 경영 및 생산 · 가공 · 유통 관리 • POS-Mall 및 가상스토어를 통한 농산물 전자거래 – ERP(입고-선별-가공-포장-저장-출하) – SCM(수발주), POS, NFC 등
소비	식재료 안심유통	• 학교급식 등 식재료 안전 · 안심 정보 모니터링 • 생산/가공/유통 이력 · 인증정보 제공 – RFID기반 이력추적관리(Farm 2 Table)
농촌	u-농촌관광	• 농촌관광(체험정보, 주말농장, 문화, 축제 등) – GIS/GPS기반 위치정보 서비스 – 문화재, 관광지 등 화재센서 서비스

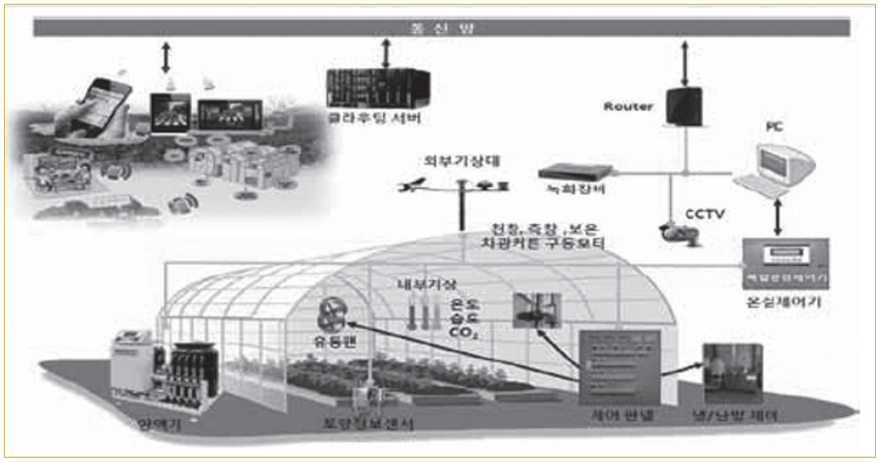

그림 1. 스마트 온실 구성도[2)]

자료: 농림식품기술평가원, 「 4 차산업혁명 우수사례 」, 2017.

2.2. 광의의 스마트 팜

넓은 의미의 스마트 팜은 생산 · 유통 · 소비 등 농식품의 가치사슬(value-chain)에 ICT를 융복합하여 생산의 정밀화, 유통의 지능화, 경영의 선진화 등 상품, 서비스, 공정 혁신 및 새로운 가치를 창출하는 것을 의미한다. 사물인터넷(IoT: Internet of Things) · 기계화에 기반한 농업생산, POS-Mall을 통한 전자상거래 등 유통, RFID(Radio Frequency IDentification)에 기반한 농산물 이력추적관리까지 등 다양한 분야에서 이용할 수 있으며, 국가동물방역통합시스템(www.kahis.go.kr)을 통해 질병 발생지역을 중심으로 신속히 방역 대를 설정하고 취약농가 소독, 이동제한 등 효율적 방역 실시가 가능한 것이다.

3. 농업부문의 4차 산업혁명 기술 적용 현황과 연계 방안

3.1. 시설원예부문

시설원예 분야의 생산성 증대를 위해서는 복합환경제어 관리, 공간재배기술, 생육진단 예측기술, 원격 전문가 지원 등이 필요하다. 복합환경 제어 항목은 온 · 습도 제어, 탄산가스 시비 등이다. 이런 데이터를 사물인터넷(IoT)으로 수집하고, 수집된 빅데이터를 인공지능을 통해 분석하여 환경제어와 생육조절이 자동으로 제어될 수 있도록 하는 기술개발이 이루어지면 생산성 증대에 크게 기여할 것으로 예상된다.

생산비 절감에서는 인건비 절감과 광열비 절감이 가장 큰 현안으로 대두되고 있다. 인건비를 절감하기 위한 핵심 기술은 원격 제어관리, 파종 · 수확 자동화, 온 · 습도 자동제어, 개폐 자동제어, 양액 자동제어, 원격 제어 관리, 수확작업의 자동화 등이다. 현재 우리나라 기술 적용 상황은 IoT로 데이터 수집과 빅데이터 분석, 상용 앱을 통한 원격 창문개폐와 양액 제어 정도이다. 그러나 일부 품목에서는 파종과 수확에 로봇을 이용하여 노동력을 절감하

표 2. 시설원예작물의 현안문제를 해결하기 위한 적용기술 및 기술수준[2)]

현안		적용 기술	현재 4차 산업혁명 핵심기술 적용 실태				
			IoT	빅데이터	데이터분석 클라우드	인공지능 (AI)	로봇 등
생산성 증대 (단수 증가)		복합환경 제어 관리 –온도, 습도, 제습 제어 –관수, 시비제어 –탄산가스 시비	○	○	○		
		공간재배 기술	○	○			
		생육진단 예측기술	○	○			
		원격 전문가 지원	○	○	○		
생산비 절감	인건비 절감	원격 제어관리	○				
		파종–수확 자동화					○
		온–습도 자동제어	○				
		개폐 자동제어	○				
		양액 자동제어	○				
		원격 제어 관리	○	○			
		농작업 데이터 관리	○	○			
	광열비 절감	에너지 통합관리 시스템 –생육시기별 온습도제어 –국소 냉방, 난방 제어	○	○			
		기상데이터 결합	○	○	○		
품질 향상		정밀 생육환경 조절	○	○			
		생육 진단과 처방	○	○			
		병해충 예찰(화상)	○				
		수확후관리(고품질,안전성)	○				
		소비자 니즈 반영	○				
		전문 컨설팅	○	○	○		

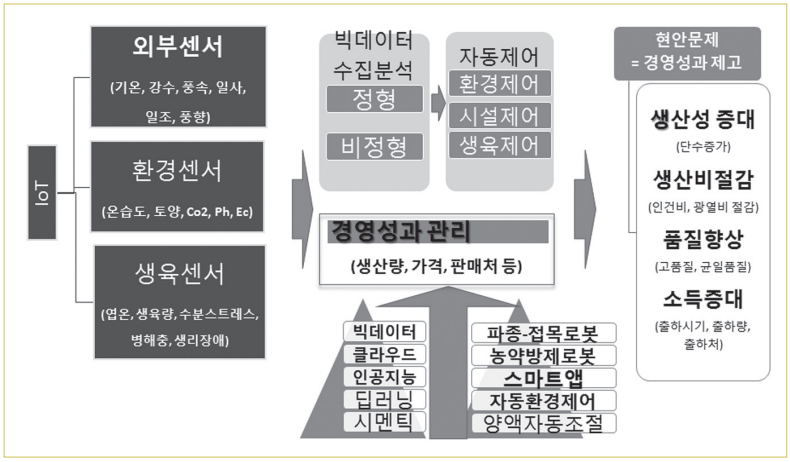

그림 2. 시설원예작물의 경영성과 제고 시스템[2)]

시설원예 분야의 경영성과를 제고하기 위한 전체시스템을 구상해 보았다. 먼저 사물인터넷(IoT) 기술을 이용하여 데이터를 수집하고(외부관리 데이터, 환경관리 데이터, 생육관리 데이터 등), 수집된 정형데이터와 비정형데이터를 결합하여 빅데이터를 딥러닝, 인공지능 등을 통해 분석하고 분석된 결과를 실행 수단인 로봇(파종-접목, 농약방제), 드론, 자율주행농기계 등이 정보를 받아 자동으로 제어할 수 있어야 한다. 이것이 실현될 경우 비로소 스마트팜이 한 차원 성장하여 농가 경영성과 제고가 실현되고 현안문제인 생산성 증대, 생산비 절감, 품질향상, 소득증대도 꾀할 수 있을 것이다.

고 있기도 하다. 광열비 절감도 생산비 절감 차원에서 매우 중요하다. 에너지 통합관리 시스템을 이용하여 생육시기별 온습도 제어, 국소 냉난방 제어, 기상데이터와 연계하여 시설 내 온습도를 최적으로 관리할 경우 광열비 절감을 실현할 수 있다. 이 분야의 우리나라 현재 기술 수준은 IoT로 데이터를 수집하고 분석하는 단계에 머물러 있다고 판단되며 온습도 및 냉난방 시설 가동은 수동으로 하는 정도이다.

마지막 현안인 품질향상을 위해서는 정밀 생육환경 조절, 생육 진단과 처방, 병해충 예찰, 신선도를 위한 수확 후 관리 등이 중요하다. 현재 적용되고 있는 기술은 사물인터넷을 이용하여 생육상황, 병해충 자료를 수집 · 분석하여 정보를 경영주에게 제공하면 경영주가 상용 앱 또는 수동으로 조절하는 단계이다. 향후 수집된 데이터를 인공지능 등을 통해 분석한 후 자동으로 조절할 수 있는 기술이 개발 보급되어질 때 품질향상에 더욱 기여할 것으로 예측된다.

우리나라의 시설원예 분야에 적용된 기술수준은 아직 초보단계이다. 공학전문가, 농학전문가들이 공동으로 수집된 정형데이터, 비정형데이터를 분석하고, 딥러닝 등을 통해 농가가 개입하지 않는 자동 제어 앱과 로봇 등의 개발과 보급이 필요하다.

위의 결과를 바탕으로 4차 산업혁명 기술을 이용하여

3.2. 유통-가공분야

농업분야 유통 · 가공 분야의 핵심인 수급안정을 위해서는 수급예측, 계약재배, 생산 · 유통(ERP), 저장 및 가공기술, 가축이력축적 등이 필요하다. 현재 우리나라에서 적용되고 있는 수급안정 분야 4차 산업혁명 기술은 사물인터넷(IoT)으로 데이터를 수집하여 빅데이터를 분석한 후 결과를 클라우드에 업로드하는 정도이다. 향후 클라우드에서 분석된 정보를 받아 자동으로 수급예측이 이루어져야 한다.

유통효율화 부분은 물류시스템 현대화와 판매 촉진이 핵심이다. 물류시스템 현대화는 온라인 경매 플랫폼 설치, 원격구매, 전자주문시스템 개발, 운반차량관리 등이 실현될 때 가능해질 것으로 예상된다. 이 분야의 우리나라 4차 산업혁명 기술 역시 IoT 데이터 수집, 빅데이터 분석 정도이다. 향후 분석된 결과가 유통업체에게 전달되어 의사결정을 할 수 있도록 되어야 한다. 또 하나의 유통효율화 현안인 판매촉진은 구매패턴분석, 스마트 상점 등의 설치 운영에 의한 비용절감과 소비자 만족도 제고이다. 현재 유통분야는 그나마 많은 부문이 자동화되어 있다고 판단되나 향후 온디멘딩, 블록체인 등과 같은 기술의 질적 향

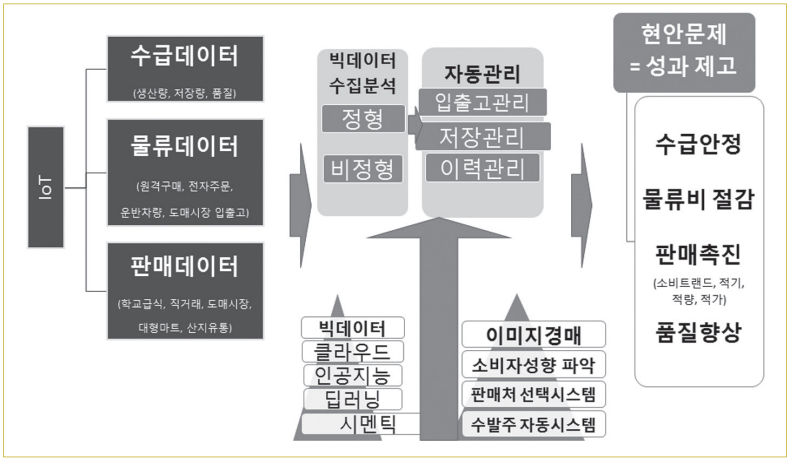

그림 3. 유통분야 경영성과 제고 시스템[2)]

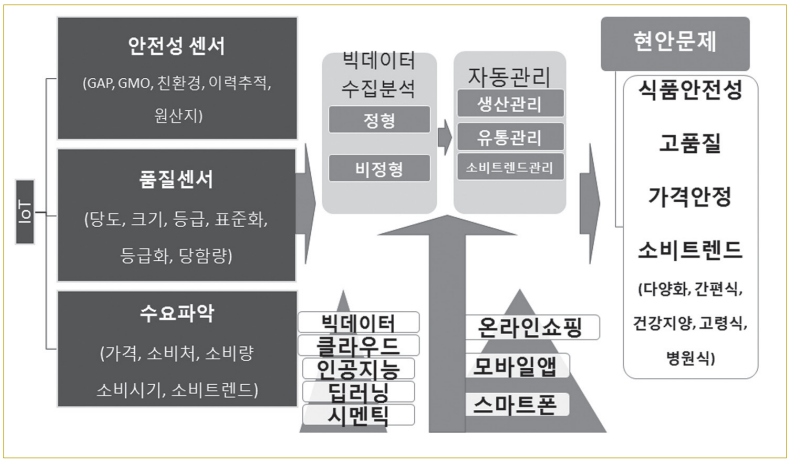

그림 4. 소비자의 만족도 제고 시스템[2)]

상이 필요할 것으로 사료된다.

마지막으로 농산물의 품질향상을 해결하기 위해서는 저온저장시설현대화와 등급판정 등이 중요한 이슈이다. 이에 대한 우리나라에서 관련 적용 기술은 기초적인 데이터 수집 · 분석과 저장량 및 저장상태 파악 정도이다. 반면 등급판정은 자동판정기기가 보급되어 이용되어지는 곳도 있지만 이를 확대 보급할 필요가 있다.

3.3. 소비분야

소비자가 원하는 것은 고품질, 안전성, 가격안정이며 소비자의 소비트랜드 변화에 맞춰 생산, 유통 · 가공이 사전에 이루어져야 한다. 고품질 농산물 확보를 위해서는 생산단계에서 선별, 환경제어, 품질모니터링, 예찰 및 방제, 시비 및 선별, 가축질병예방이 필요하고 유통분야에서는 등급판정, 수확 후 저장기술, 소비자 니즈가 반영된 상품을 개발보급하기 위한 기술이 개발되어야 한다.

농산물 안전성을 위해서는 생산단계의 이력제, 원산지 표시, 잔류농약검사, GAP 인증, HACCP, 천적/화분매개곤충 이용, 친환경농자재사용, 동물복지 등을 위한 기술이 필요하다. 유통단계에서는 성분 표시, 유통기한 및 보관방법 등의 기술 개발이 필요하다.

가격안정을 위해 생산단계에서는 수급정보를 사전에 파악하고, 기상 등의 변화에 따른 생산예측 정보가 필요하다. 유통단계에서 가격안정을 위해서는 수출입 정보, 유통업태별 시장정보, 국내외 농산물 이동추적 등의 정보가 수집 분석되어야 한다.

또한 소비트랜드가 반영된 제품도 공급되어야 한다. 특히 병원식, 고령식, 유아식 등 특정 소비층을 위한 제품이 개발되어야 하며, 가상(증강) 현실 구매가 가능한 기술도 보급될 필요가 있다. 이를 해결하기 위한 데이터 수집 단계에서 안정성 관련 정보를 수집하고, 품질을 높일 수 있는 센서, 수요파악을 위한 정보 등의 데이터가 필요하다. 이런 데이터는 IoT 기술을 이용하여 수집되어야 한다. 수집된 데이터를 보다 더 정확하고 빠르게 분석하기 위해 딥러닝, 인공지능(AI) 기술이 적용되어야 하며, 분석된 데이터를 클라우드 상태로 올려놓고, 이 데이터를 이용하여 온라인 쇼핑, 모바일 앱, 스마트 폰으로 구입할 수 있도록 하여 소비자의 만족도를 높일 수 있는 기술이 개발 보급되어야 한다.

3.4. 공공 빅데이터와 블록체인을 활용한 식품안전 강화

농업 부문에서 활용할 수 있는 빅데이터는 정부와 공공기관을 통해 다양하게 생성 · 수집되고 있다. 농업 생산단계에서는 스마트팜 데이터, 유통 단계에서는 도매시장 실시간 경락가격 데이터, 소비 단계에서는 POS 데이터 및 가계 지출 데이터 등이 대표적이다. 이를 활용함으로써 농산물 생산안전관리는 물론 유통 및 소비단계에서의 안전성 관리를 보다 강화할 수 있다. 문제되는 농산물과 식품의 안전성 문제 발생의 원인과 발생지를 이력관리를 통해 보다 신속하고 철저히 대응할 수 있다.

현재 우리나라는 축산물 이력관리제를 시행하고 있으나 단계별 이력정보를 5일 이내로 하고 있어 축산물 위생 및 안전 문제 발생 시 이를 추적하는데 많은 시간과 비용이 발생할 뿐만 아니라 위변조의 위험도 있다. 이에 정부는 '블록체인 기반 축산물 이력관리 시스템'을 구축하고 유통단계별 이력 정보와 증명서를 블록체인에 저장하여 공유함으로써 현행 이력제의 신뢰정과 신속성을 높이고 있다.

단계별 쇠고기 이력 관리 흐름은 아래 〈그림 5〉와 같다. 먼저 농장에는 비콘이 부착된 농장 식별번호 표시판을 통해 농장 출입이 관리되며, 소는 개별 RFID 태그를 통해 개체정보가 관리된다. 도축단계에서 도축장 출입, 도축검사증명서, 등급판정 확인서 등 각종 증명서를 블록체인에 저장한다. 이후 가공 및 유통 단계를 거쳐 소비자에게 전달되기 까지 단계별 블록체인에 쇠고기 유통관련 정보가 실시간으로 공유되며 관리된다. 정부는 2019년 1월부터 전북지역 축산농가와 도축장, 식육포장 처리업소 등에서 이를 시범실시하고 있다.

미국의 식품유통업체들은 식품안정 강화를 위해 블록체인 기술을 활용하고 있다. 식품회사인 네슬레(Nestles), 타이슨푸드(Tyson Foods), 돌(Dole), 맥코믹(McComick)과 유통업체인 월마트(Walmart), 드리스콜스(Driscoll's), 골든 스테이트 푸드(Golden State Foods) 등은 IBM과 블록체인을 활용하여 식품 안전 강화 프로젝트를 시작하였다.

월마트는 시범적으로 10개 공급업체의 25개 식품(가금류, 딸기 요거트 등)을 블록체인에 등록하였다. 이를 통해 매장에서 농장까지 식품 항목을 추적하는데 필요한 시간이 기존의 7일에서 2.2초로 단축되었다. 식품 이력 정보를 통해 식품 관련 질병이 발생할 경우 신속한 추적이 가능해지므로 오염된 식품의 확산을 막아 추가 피해를 장지하고 불확실한 정보로 2차 피해 또한 예방할 수 있다.

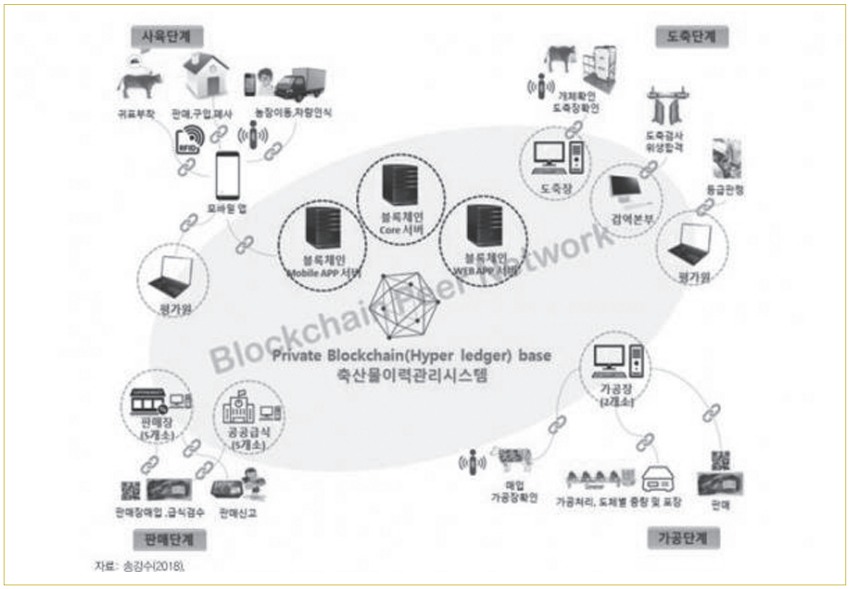

그림 5. 블록체인 기반 쇠고기 이력 관리 흐름도[8]

표 3. 분야별 대표적 농식품 공공 빅데이터[7]

구분	생산	유통	소비
빅데이터 종류	농업경영체데이터 스마팜 환경 · 생육 정보 농업 기상 정보 종자 유통 정보	농축산물 이력정보 도매시장 가격데이터 출하 관련 데이터 수입 · 수출 데이터	소비자패널정보 POS 데이터 가계 지출데이터 농축산물 인증 정보

4. 농업부문의 발전방안

4차 산업혁명기술을 이용하여 농업분야가 한 단계 도약하기 위한 목표를 "농업을 미래성장산업으로 도약"으로 설정하였다. 이에 따른 혁신전략으로 스마트농업 도입농가의 기술활용 기반구축 전략, 4차 산업혁명 기술 보급 확대 전략, 스마트농업의 인프라 구축과 지속적으로 스마트농업을 육성하기 위한 거버넌스 체계 구축 등을 전략으로 설정하였다.

첫째, 스마트농업 도입농가의 기술 활용 기반구축이다. 스마트농업의 기술 보급확대를 위해서는 초기 투자자본 지원 강화, 농가의 수준에 맞는 맞춤형 지원 등이 필요하며, 무엇보다도 농가가 스마트농업을 도입하고자 할 때 필요한 서류, 인허가, 대출 조건 등 많은 행정절차와 시간을 일괄 처리할 수 있는 원스톱시스템 구축이 중요하다. 또한 처음 스마트농업을 접하는 농가의 투자대비 성과 불확실성을 감소시키기 위해 선진농장 견학과 테스트베드 실습으로 기술 습득과 동시에 성과 확신을 사전에 갖게 할 필요가 있다.

둘째, 스마트농업 보급 확대 전략이다. 스마트농업을 실질적으로 실천 가능하게 하는 인력 육성, 민간투자 활성화, 테스트베드 설치 운영 등이 필요하며, 스마트농업의 수요자인 농가가 직접 사용할 수 있는 농업용 앱 개발 보급이 시급하다.

셋째, 기술개발 및 보급확대 인프라 구축 부문이다. 현재 스마트농업의 확산에 걸림돌이 될 수 있는 법, 제도의 정비가 요구되며 농가 정보를 보호할 수 있는 개인정보보호 방안이 절실하다. 또한 스마트농업에서 가장 중요시 되고 있는 데이터 구축 확립과 지속적인 스마트농업 발전을 위한 R&D 중장기 로드 맵도 사전에 준비되어야 한다.

마지막으로 4차 산업혁명 관련한 각 농업주체들의 역할 정립 및 컨트롤타워 설치, 전 · 후방산업 연계를 위한 거버넌스 체계 구축도 절실히 필요하다.

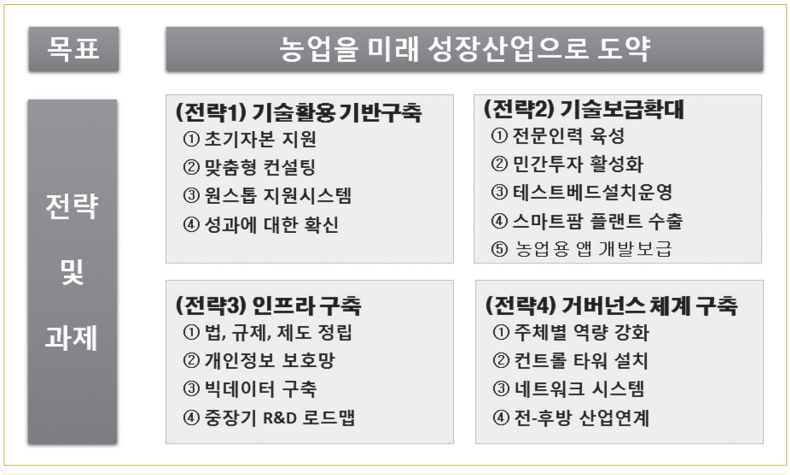

그림 5. 스마트 팜 확대전략[2)]

참고 문헌

1. 김연중 외. 「스마트팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구」. 한국농촌경제연구원. 2016
2. 김연중 외. 「4차 산업혁명 대응 스마트농업 발전방안」. 한국농촌경제연구원. 2017
3. 하원규 · 최남희. 2015. 「제4차 산업혁명」. 콘텐츠하다.
4. 농림식품기술기획평가원. 「2016 농림식품 기술수준평가」. 2016.
5. 정재진. "4차 산업혁명과 농업생산 혁신 전략". 「4차 산업혁명과 농업 · 농촌 변화 전망」세미나 자료집. 농림식품기술기획평가원. 2017.
6. 4차 산업혁명 위원회. 「4차 산업혁명 대응계획」 요약정리. 2017.11
7. 박경아 외, "농업 · 농촌의 변화와 미래를 이끄는 빅데이터 활용 방안", 『농업전망 2019』, pp271-304, 한국농촌경제연구원, 2019.
8. 이정민 외, "농식품분야 블록체인 기술 활용 현황과 시사점", 농정포커스 제175호, 한국농촌경제연구원 2019.
9. 자료: 농림축산식품부. 박근혜정부 농정 중간보고서(2016).