

스마트농축수산의 정의와 현황

손교훈 한국전자통신연구원 책임연구원

1. 머리말

2021년 현재, 4차 산업혁명 시대에 맞추어 농축수산업 분야에서도 디지털 전환이 빠르게 이루어지고 있다. 기존의 노동집약적 1차산업이 D·N·A(Data·Network·AI)와 융합해 '스마트농축수산'으로 변모하고 있다[1]. 2019년 유엔의 세계 인구 전망에 따르면, 당시 77억 명의 인구가 2050년에는 약 97억 명에 이를 것으로 예상되며[2], 인구증가로 인한 식량 수요를 충족하려면 식량 생산을 50% 가까이 늘려야 할 것으로 추정된다. 그에 반해 앞으로의 지구 환경은 기후 변화로 인한 기온 상승과 가뭄의 심화로 식량 작물 수확량이 30%가량 줄어들 전망이다[3]. 이러한 식량 문제를 해결하기 위하여 미래의 농축수산업은 첨단기술과의 융복합으로 투입에 너지 최소화과 수확량 최대화를 실현해야 한다. 농축수산업의 고부가가치 첨단산업화 및 식량 안보 문제 해결도 과제다. 이에 따라 본고에서는 '스마트농축수산'을 정의하고, 국내외 관련 정책과 기술 및 표준화 현황을 분석하고자 한다.

2. 스마트농축수산 정의와 범위

당연하게도 '스마트농축수산'은 농산업, 축산업 그리고 수산업의 스마트화를 의미한다. 시간의 흐름으로 보면 농산업에서 가장 먼저 스마트화가 진행되었고, 기술이 발전하면서 축산업으로 확장하였다. 최근에는 수산업에서도 양식 분야를 중심으로 스마트화가 시작되는 단계에 접어들었다. '스마트농축수산'이란 모든 먹거리의 생산·가공·유통·소비 전 과정에 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI), 로봇, 드론, 5G 등의 정보통신기술(ICT)을 융·복합하여 자동화·지능화를 통한 혁신을 이루고 문제를 해결하는 것으로 정의할 수 있다. 최근 각 산업 분야에서 사용하는 스마트화의 용어 정의와 주요 응용분야는 <표 1>과 같다.

3. 스마트농축수산 정책 및 기술 동향

3.1 국내 스마트농축수산 정책 및 기술

국내 스마트농업 R&D 사업은 정보통신부 u-Farm 선도사업(2004~2009)을 시작으로, 이후 농림축산식품부와 농촌진흥청을 중심으로 재편되어 이어지고 있다[7]. 이어 농림축산식품부에서 농식품 ICT 융복합 확산대책(2013)을 통해 스마트농업 추진전략과 로드맵을 수립하였으며[8], 2018년에는 관계부처 합동으로 시설농업 스마트팜 보급 목표 수립 등을 골자로 하는 스마트팜

<표 1> 산업별 스마트 정의와 응용분야

구분	대표 용어 및 정의	응용분야
농산업	스마트팜*: 정보통신기술(ICT)을 활용해 '시간과 공간의 제약 없이' 원격에서 자동으로 작물의 생육환경을 관측하고 최적의 상태로 관리하는 과학 기반의 농업방식[4] * 농업과 함께 축산, 수산을 포함하기도 함	시설원예(온실), 노지, 식물공장, 농장, 농촌, 과수원, 감염병, 동물복지, 정밀/자율농업
축산업	스마트축사: 축사에 정보통신기술(ICT*)을 융·복합하여 축사의 환경과 가축을 원격·자동으로 관리함으로써 노동력을 절감하고 생산성이 향상된 농장[5] * 통신, 센서, CCTV, 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 로봇, 인공지능(AI) 등	축사
수산업	스마트양식: 양식수산물의 효율적·친환경적 생산을 위한 최적 생육 알고리즘 구축과 양식 수산물 생산-가공-판매의 최적의사결정을 위하여 사물인터넷(IoT), ICT, 빅데이터, 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 양식산업 시스템을 자동화·지능화한 것[6]	어촌, 양식, 어선조난

확산방안을 발표, 2022년까지 스마트팜 혁신 벨리를 구축할 계획이다.[9].

이후에도 정부는 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024)에서 ICT 융복합 스마트 농업을 5대 중점연구분야 중 하나로 설정하여 시설원예, 축사, 노지농업, 유통분야 R&D 로드맵을 제시하였다[10]. 또한, 농림축산식품부, 농촌진흥청, 과기정통부는 2021년부터 2027년까지 2세대 스마트팜의 실증·고도화 및 3세대 스마트팜 핵심 기술 확보를 추진 중이다[11].

<표 2> 세대별 스마트팜 구분 및 비교

구분	1세대	2세대	3세대
상용화 시기	현재	2030년	2040년
목표효과	편의성 향상 '좀 더 편하게'	생산성 향상 '덜 투입, 더 많이'	지속가능성 향상 '누구나 고생산·고품질'
주요기능	원격 시설제어	정밀 생육관리	전주기 지능·자동관리
핵심정보	환경정보	환경정보, 생육정보	환경정보, 생육정보, 생산정보
핵심기술	통신기술	통신기술, 빅데이터/인공지능	통신기술, 로봇, 빅데이터/인공지능
의사결정/제어	사람/사람	사람/컴퓨터	컴퓨터, 로봇
대표 예시	스마트폰 온실제어 시스템	데이터 기반 생육관리 소프트웨어	지능형 로봇공장

※출처: 농림축산식품부

최근, 정부는 포스트 코로나 시대의 혁신성장을 위한 대규모 국가 프로젝트로서 '한국판 뉴딜'을 발표하였다(2020.7.14.). 한국판 뉴딜은 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜 2개의 축으로 추진되며, 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜은 각각 4대 분야 12개 추진과제로 구성되어 있다. 이 중 농식품 분야는 스마트팜, 무인자동화 농업 기반, 농축산물 온라인 경매 시스템 등 총 19개 사업이 반영

되었다[12]. 이외에도 정부는 농업 빅데이터 일자리팀(2017), 빅데이터 전략담당관(2020), 디지털농업 추진단(2020) 등 조직을 신설하여 빅데이터 생태계를 구축하고 디지털농업을 촉진하기 위해 노력하고 있다[13].

국내 스마트농업 기술은 초기에는 환경 측정 및 원격 제어 위주로 개발되었으나, 최근에는 빅데이터를 활용한 인공지능 기반의 영농의사결정 기술과 최신 로봇 기술을 활용하여 궁극적으로 농작업 전반에 무인 자동화를 통해 생산성 및 편의성을 높이는 방향으로 발전하고 있다. 농림축산식품부는 축산분야 스마트화를 위하여 2014년부터 ICT 보급을 지속하고 있다. 노동력 부담은 줄이고 생산성은 높이기 위하여 2022년까지 축산 전업농가의 5,750곳에 ICT 장치를 보급할 계획이다. 또한, 축산농가 ICT 시설·장비 설치 및 스마트축산 ICT 시범단지 조성 등을 통해 스마트축사를 확대하고 있다. 2019년에는 강릉, 당진, 울진 3개소 그리고 2020년에는 고성과 평창 2개소에 시범단지를 조성하였다[14].

농촌진흥청은 2019년 '스마트축산 모델' 및 '통합관리 시스템' 개발을 통해 빅데이터 기반의 정밀축산 구현에 주력, 농가 편의성과 생산성 향상효과를 확인하였다. 현재 스마트축산 모델은 한우, 낙농, 양돈 그리고 양계 분야에 서비스 적용이 가능하다[15].

스마트축산 기술은 각종 센서를 통해 사육환경을 모니터링 및 제어하며 특히 축산물의 출하와 비용 관리, 운영에 필요한 작업에 활용되고 있다. 또한, 양돈과 양계, 오리를 중심으로 기술적용이 빠르게 진행되고 있으며, 규모 확대와 자동화를 통한 생산성 향상 노력이 이루어지고 있다. 살아있는 동물을 사육, 도축한 후 축산물을 가공, 유통, 소비하기 때문에 각종 위해요인 등에 취약한 축산 분야의 특성을 반영, 위생 관련 폐사기록,약품사용기록 등 HACCP 관리 기능에도 스마트 기술을 사용한다.

해양수산부는 스마트양식 체계 구축 사업을 위해 2019년 부산광역시와 경남 고성군 2개 지역을 '스마트양식 클러스터'로 선정했다. 연관 산업이 집적된 대규모 단지를 통해 양식산업의 혁신 성장 동력을 창출하기 위한 사업이다.[16]. 또한 2019년 '수산혁신 2030 계획'을 발표하고, 그 전략의 하나로 친환경·고부가가치 스마트양식 체계 구축을 포함하였다. 한편 '19년 과학기술 관계장관회의에서 논의되고 해양수산부에서 추진중인 '아쿠아팜 4.0 사업'에서도 '데이터 기반의 스마트양식'을 기본 방향으로 설정하였다[6].

스마트양식 첨단기술은 단순 센싱 모니터링 기술을 제외하고는 아직 실제 어가에서 활용되는 단계는 아니다. 해양수산부 소속 국립수산과학원에서는 2015년 양식장의 수온, 용존산소, 수질, 기상 등의 정보를 스마트폰을 통해 제공하는 '스마트 어장관리 시스템'을 구축하였고, 2016년부터 원격으로 양식장을 모니터링하고 사료를 공급하는 초기 모델을 개발한 바 있다. 스마트양식의 핵심기술에는 어류의 먹이행동 데이터를 기반으로 사육환경에 따라 적정 사료를 공급하는 기술, 수중영상을 통해 어류의 크기와 무게를 추정하는 기술, 수중 산소가 부족할 때 용존산소를 자동으로 공급·조절하는 기술, 재해에 대비하여 양식장을 관리하고 운영하는 기술 등이 있다[6].

향후 해양수산부는 4단계에 걸쳐서 스마트양식 기술을 발전시켜 나갈 계획이며 이와 같은 스마트양식 활성화를 통해 2019년 기준 약 2.5%인 스마트양식 보급률을 2030년 약 50%까지 확대한다는 목표다[17].

구분	1단계	2단계	3단계	4단계
개념	원격감시 + 원격제어	복합환경제어 + 자동제어	로봇자동화 + 자율제어	생산 자율관리 + 자율경영
	IoT 기반 양식장 모니터링	데이터 기반 양식장 자동 제어 시스템	AI 기반 양식장 자율제어 시스템	디지털트윈 기반 자율경영 시스템
의사결정주체	사람	사람+컴퓨터	컴퓨터	컴퓨터
예시				
	무선 네트워크 기반 양식장 수조 감시 시스템(2016.12.)	양식장 환경 자동제어시스템	개체적응형 자동사료공급 (노르웨이 사료공급선)	양식생산 자율관리 및 경영지원시스템 (노르웨이 aM社)

※출처: 해양수산부

[그림 1] 스마트양식 기술 개발 단계

3.2 국외 스마트농축수산 정책 및 기술

미국은 스마트농업을 위하여 농무부(USDA, U.S.Department of Agriculture)를 중심으로 농업 R&D 정책을 수행 중이며, 장기적이고 위험도가 높은 고비용의 기반기술 과제에 주력하고 있다. 또한, 대규모 경작지를 저투입·고효율로 관리하기 위하여 병해충·질병 진단기술, 안전성 조사 및 품질관리기술, 농업로봇 개발 등에 많은 투자가 이루어지고 있다[18]. 스마트수산의 경우에는 '국가양식법(National Aquaculture Act of 1980)'에 따라 양식산업을 지원하고 있고, 약 3천 개의 양어장 중 약 360개소에 순환여과양식시스템(RAS)이 보급되어 있다. 캐나다, 스페인, 이탈리아, 그리스, 호주 등도 순환여과양식시스템 도입과 함께 양식산업의 첨단화, 대규모화를 추진하고 있다[19].

EU 국가들의 스마트농업 추진정책은 대규모 노지는 물론, 시설원예를 대상으로 하는 기술 개발을 동시에 지원하고 있다. 특히 유럽 그린딜('19)에서 농약, 항생제 저감 및 농산물 부가가치 제고를 위한 수단으로 스마트농업을 명시하였으며, 유럽 최대 연구 지원 프로그램인 Horizon 2020의 스마트농업 관련 프로그램도 ICT와 로봇, 빅데이터 등의 핵심기술을 활용하여 지속 가능하고 생산적인 농업·농촌을 구현하는 방향으로 전개되고 있다. 빅데이터 분석 및 의사결정 지원을 통한 지능화된 스마트농업의 구현을 목적으로 하는 프로젝트도 진행 중이다.[20].

수산업의 경우, EU에서는 오래 전부터 중요산업으로 자리 잡고 있다. 노르웨이 등 주요 양식 선진국에서는 일찍부터 양식산업의 규모화 및 첨단화를 추진하였고, 최근까지도 ICT와 접목하는 스마트화를 지속적으로 진행하고 있다. 또한 노르웨이는 대서양연어와 관련, 우수 품종과 고효율 사료를 개발하는 한편, 해외 양식장을 원격 관리할 수 있는 ICT와 빅데이터 기반의 생육환경 최적화 시스템을 개발하여 활용하고 있다. 또한, EU는 'Horizon 2020'의 양식 분야 일

환으로 '아쿠아 스마트 프로젝트'를 추진 중이다. 이 프로젝트는 EU 내 양식장을 대상으로 수온과 용존산소 등 양식환경 변수, 먹이 형태, 사료 배합도, 사료 공급방식, 생산관리 방식 등과 생산률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관관계를 빅데이터 기술을 활용하여 분석하고 이를 양식산업에 제공하기 위한 것이다[6].

일본은 '일본재흥전략 2016'에서 4차 산업혁명에 대응하여 신시장 창출, 생산성 혁명(규제개선 포함), 인적 역량 강화를 3대 핵심이슈로 상정하고, 농업 부문에서는 '선제적 농림수산업축진과 수출 강화'가 포함된 10개 전략적 민관합동프로젝트 추진을 선언하였다. 또한, 농림수산업 핵심 정책으로 영농 규모화(경지 통합, 농지은행 기능 활성화 등), 농업경영비 절감(농자재비 절감, 유통 합리화 등), 인적자원 역량 강화, 수출활성화, 스마트농업 확대, 농업계와 산업계 연계 등을 제시하였다.

특히 스마트농업 확대 정책은 인공지능, 빅데이터, IoT, 로봇 등 핵심기술의 개발과 현장 적용을 강조한다. 또 국가적으로 중요한 인공지능 활용 연구개발 과제를 발굴하고 중장기 차원의 데이터구축 및 기술 개발을 목표로 '인공지능 미래농업 창조 프로젝트'를 추진한다는 계획도 담고 있다[20].

수산양식에 대해서는 유럽 국가 외에 일본, 중국, 러시아에서도 양식산업의 규모화, 첨단화를 추진하고 있다. 일본의 글로벌 양식기업인 퓨어 살몬(Pure Salmon)은 1억 6천만 달러를 투자해 약 4만 평 부지에 연간 1만 톤의 연어를 생산할 수 있는 세계 최대 육상 연어양식장을 건립하고 있다. 특히 일본의 이와 같은 육상 연어양식장 건설은 대표적 냉수성 어종인 대서양연어를 기후 조건상 양식이 어려운 일본 육상에서 양식하려는 시도라는 점에서 우리에게 시사하는 바가 크다[6].

4. 스마트농축수산 표준화 동향

4.1 국내 스마트농축수산 표준화

스마트농축수산에 관한 국내 표준은 한국정보통신기술협회(TTA), 농업기술실용화재단(FACT), 한국농기계공업협동조합(KAMICO)에 의해 진행 중이다. 2021년 현재 단체표준은 총 76건이 제정되었는데, 이 중에서 스마트팜 ICT 기자재 관련 표준 5건은 2018년 국가표준(KSX)으로 제정되었다.

ICT 관련 표준은 TTA PG426(스마트농축수산 프로젝트그룹)을 중심으로 제정되고 있다. 스마트농업에 대한 표준으로 서비스 요구사항, 인터페이스, 프로토콜 등 32건의 표준을 제정하였고, 스마트축사에 대한 표준으로 16건을 제정하였다. 스마트유통에 관한 표준으로 메타데이터, 인증, 운용, 이력 관리 등 생산·소비 관련 이벤트들의 정보에 관한 표준 8건을 제정하였으며, 팜클라우드 관련해서는 클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로 스마트팜을 관리, 운영하는 데 필요한 7건의 단체표준을 제정하였다[21].

KAMICO는 2009년 시설원예환경계측제어용 센서와 통신 관련 단체표준 10건을 제정하였다. FACT는 2018년 스마트축산 사양관리 기기 및 수집정보(소, 돼지, 닭)의 호환성 확보를 위하여 단체표준 3건을 제정하였고[22], 현재 디지털 농업 분야 국가 및 단체표준 14건의 재·개정을 진행 중이다.

스마트수산 관련 표준은 현재까지 우리나라에서 추진되지 않고 있다. 하지만 2021년 6월 TTA의 스마트농축산 관련 표준을 다루던 PG426에서 수산 ICT 관련 산업계의 수요를 반영하여 해당 그룹의 표준화 범위를 수산 분야까지 확장하면서 PG 명칭을 '스마트농축수산'으로 변경하였고, 이후 스마트 수산양식 용어 정의와 아쿠아트윈 시스템 요구사항에 대한 표준제안이 이루어진 상태이다[21].

4.2 국제 스마트농축수산 표준화

스마트농업에 관한 국제 표준화는 ITU-T와 ISO를 중심으로 진행되고 있다. ITU-T SG13은 2012년부터 네트워크 기반의 스마트팜 개요에 대한 표준을 세계 최초로 추진하여 2015년과 2019년 국제표준으로 발간하였다. SG20에서는 한국전자통신연구원을 중심으로 스마트팜 서비스 제공을 위한 프레임워크 표준을 제안하여 2020년 개발 완료하였다. ISO TC23에서는 스마트팜 실외 환경에 필요한 농업기계와 로봇에 대한 국제 표준화가 제정될 것으로 예상된다. 스마트축산 표준과 관련해서는 ITU-T SC20에서 사물인터넷 기반의 스마트축사 프레임워크에 대한 표준화가 시작되었다. 스마트수산 관련 국제 표준화 분야에서는 2007년부터 ISO TC234에서 수산 양식업 전반에 걸친 표준화를 진행하고 있으며, 최근에는 ITU-T SG20에서 정보통신기술을 활용한 양식장 관리 표준화를 위한 준비가 진행 중이다[1].

5. 맺음말

본고에서는 4차 산업혁명과 데이터 경제 시대를 맞아 첨단기술과 농축수산분야의 융·복합 현황을 정책·기술·표준화를 중심으로 살펴보았다. 해외 주요 스마트농축수산 선도국의 공통점은 생산의 대규모화와 첨단기술 집적을 통해 에너지 투입은 최소화하면서 식량의 생산성은 극대화하는 것이었다. 국내의 경우, 최근에 일부 시설 농업 분야에서 스마트화의 상용화 사례가 창출되고 있으나, 빅데이터 수집 및 활용 체계가 부족하고 관련 기업들이 영세하여 확산에 어려움이 있다. 또한, 우리나라는 선도국들과 비교하여 여러 가지 환경과 조건이 불리하다. 따라서 모방하기보다는 빅데이터 기반의 대기 기후환경 변화에 대응하는 지능형 환경관리시스템, 정밀농축수산업, 자동화 로봇 등의 주요 첨단기술에 대한 한국형 모델의 개발과 함께 한국형 모델의 세계 표준화를 통해 경쟁력을 선점할 필요가 있다. 다행스럽게도 최근 들어 국가의 정책적 지원과 첨단 기업들의 기술 확보가 활발하게 진행되고 있고, 스마트농축수산에 대한 국민적 인식도 높아짐에 따라 우리나라 스마트농축수산업은 한층 도약할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021-0-00225, 최적의 수산양식 설계·운영을 위한 디지털 아쿠아 트윈 핵심 플랫폼 기술 개발)

[참고문헌]

[1] ICT 표준화전략맵 Ver.2021, "SOC 디지털화 Part. 1 스마트팜", 2021

[2] <https://www.un.org/en/academic-impact/97-billion-earth-2050-growth-rate-slows-says-new-un-population-report>

- [2] 채텀하우스, "기후변화 리스크 진단 2021"
- [4] 정책위키, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148864055>
- [5] 농림축산식품부, <https://www.mafra.go.kr/mafra/1372/subview.do>
- [6] 유제범, "스마트 양식산업의 현황과 향후과제", NARS 현안분석, 제89호, 2019.12
- [7] 강송희, "어그테크 국내외 시장 및 정책 동향", 소프트웨어정책연구소, 2019
- [8] 김연중, 박지연, 박영구, "스마트팜 실태 및 성공요인 분석", 2016
- [9] 농림축산식품부, <https://www.mafra.go.kr/2019plan/1720/subview.do>
- [10] 농림축산식품부 보도자료, "제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획 발표", 2019.12
- [11] 농림축산식품부 보도자료, "스마트팜, 케이팜[K-farm] 모델 만든다!", 2021.1
- [12] 황의식 발표자료, "한국판 뉴딜과 농산어촌 지역뉴딜 어떻게 할 것인가", 2020.11
- [13] 농업전망 2021, "코로나19 이후 농업·농촌의 변화와 미래", KREI, 2021.1
- [14] 축산경제신문, "스마트축산 길을 묻다Ⅱ-단지 조성 사업", 2020.9.11.
- [15] 농촌진흥청 보도자료, "'스마트축산', 정밀 관리로 축산업 경쟁력 강화", 2019.4
- [16] 이상철, 이채령, 김세인, 마창모, "스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구", 한국해양수산개발원, 2020.12
- [17] 해양수산부, "4차 산업혁명 시대 해양수산 발전방향 연구", 2021.3
- [18] 농림축산식품부, 한국농수산물유통공사, "미국 스마트농업 및 IT시스템을 활용한 농작물 재배현황 및 관리", 2019
- [19] 박정환, "첨단양식 기술 동향과 국내 적용방안", 스마트 양식산업 진단과 발전방향 모색을 위한 정책토론회, 2018.5
- [20] 임영훈, "4차 산업혁명 대응 주요국 농업과학기술 정책동향", 세계농업 제201호, 2017.5
- [21] TTA PG426, <http://committee.tta.or.kr/standard/general.jsp>
- [22] 단체표준종합정보센터, <https://www.standard.go.kr/>

※ 출처: TTA 저널 제198호