혁신성장 2021-47

2021.12.23

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목보고서

YouTube 요약 영상 보러가기

스마트양식

4차 산업혁명 기술 활용하여 양식 산업 시스템을 자동화 및 지능화한 기술

요 약
배경기술분석
심층기술분석
산업동향분석
주요기업분석

작성기관	한국기업데이터(주)	작 성 자	신지혜 선임전문위원

■ 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.

■ 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.

■ 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.

■ 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.

■ 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-3215-2398)으로 연락하여 주시기 바랍니다.

한국IR협의회

스마트양식

미래 먹거리를 책임질 바다의 산업혁명

디지털 뉴딜 – 4차 산업혁명 기술(IoT, ICT, AI 등)을 기반으로 스마트 생태공장 구축
❑ 한국판 뉴딜의 10대 대표과제에「스마트 그린 산업단지」과제가 포함되어 있음.
❑ 산업단지는 제조업과 중소기업의 요람이자, 지역경제의 중추 역할을 하고 있으나, 기업 경쟁력 약화 및 제조업 둔화로 활력 저하 → 산업단지를 디지털 기반 고생산성(스마트) + 에너지 고효율·저오염(그린) 등 스마트 친환경 제조 공간으로 전환.
❑ 주요 투자 사업으로 스마트 생태공장, 클린팩토리 및 온실가스 배출 저감 등이 있음.
환경·지속가능(D) - 스마트팜(D14) – 스마트양식(D14010)
❑ 스마트양식이란 양식수산물의 효율적.친환경적 생산을 위한 최적 생육 알고리즘 구축과 양식수산물의 생산-가공-판매에 있어 최적 의사 결정을 위해 사물 인터넷(IoT, Internet of Things), 빅데이터, 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 양식 산업 시스템을 자동화.지능화한 기술임.
❑ 주요 핵심기술은 사육환경 측정과 자동제어 기술, 양식생물의 생산 자동화 기술, 양식 사육수 처리 기술, 대상품종별 최적 양성관리 기술, 맞춤형 사료 및 백신 개발 기술, 지속가능한 친환경 도시형 양식시스템 개발 기술 등이 있음.

■ 양식수산물의 효율적·친환경적 생산을 위한 해결책

기존의 양식 기술은 개인의 경험에 의존한 전통적 양식기술에 종자, 사료, 시설의 과잉 투입 및 수산질병의 발생 증가에 따른 높은 폐사율, 항생제 사용 증가에 따른 식품안전상의 문제, 양식장 배출수에 따른 환경오염 문제 등이 빈번하게 발생하는 악순환을 유발하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지금까지 축적된 양식기술을 디지털화하고, 인공지능을 융합하여 정확한 데이터에 기반해 건강하고 빠르게 성장시킬 수 있도록 종자와 사료, 백신, 기자재 등을 최적으로 제어하는 스마트양식으로의 혁신이 필요하며, 이와 같은 스마트 양식기술은 양식생산량 증대뿐만 아니라, 기존 양식 산업이 가지고 있던 다양한 문제점을 개선할 수 있는 기술로서, 환경 친화적이고 지속가능한 양식 산업으로의 전환을 가능하게 한다.

■ 지속성장이 기대되는 스마트양식 산업

세계적으로 수산물을 통한 동물성 단백질 섭취 비중은 15%에 달하며, 수산자원 남획에 따른 어선어업의 정체 속에 양식업의 성장이 이루어지고 있어, 스마트양식 시장 역시 크게 확대될 것으로 전망된다. 마켓앤마켓(MarketsandMarkets)의 「Smart Agriculture Market Global Forecast to 2023」에 따르면 세계 스마트양식 시장규모는 2017년 1억 5,200만 달러이며, 이후 연평균 19%의 성장률을 보이며 2023년에는 4억 3,000만 달러에 달할 것으로 전망된다.

또한, 국가적인 차원에서도 과거의 노동집약적인 양식 산업을 첨단 스마트양식으로 전환하고자 하는 높은 의지를 가지고 관련 산업을 육성하고 있으므로 향후 지속성장이 예상된다.

Ⅰ. 배경기술분석

고갈되고 있는 수산자원의 대안, 스마트양식

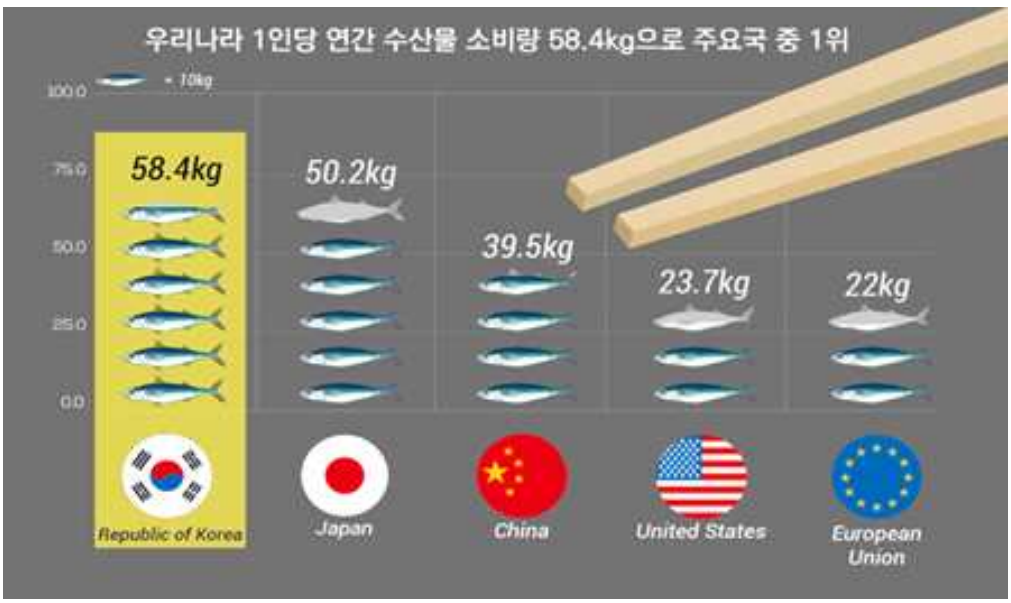
스마트양식이란 양식수산물의 효율적·친환경적 생산을 위한 최적 생육 알고리즘 구축과 양식수산물의 생산-가공-판매에 있어 최적 의사 결정을 위해 4차 산업혁명 기술을 활용하여 양식산업 시스템을 자동화·지능화한 기술이다.

■ 양식어업의 중요성

세계 인구는 1800년 10억 명에서 1959년 30억 명을 돌파했으며, 2019년에는 77억 명으로 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 유엔(UN)에 따르면 세계 인구는 2017년 75억 명이었던 세계 인구가 2050년에는 97억 명에 달할 것으로 예측하였다. 또한, 세계경제포럼(World Economic Forum)에서도 다가오는 인류의 10대 미래 불안 요소 중에서 글로벌 식량 위기를 1위로, 수산자원 감소를 5위로 예상하였다. 이와 같은 급격한 인구 증가는 생존을 위한 안정적인 단백질 공급원 확보를 요구하고 있으며, 현재 수산업은 인류에게 동물성 단백질의 15%를 공급하고 있어 식량 산업에 있어 그 중요성이 매우 높다.

그러나 양식 산업을 포함한 우리나라 수산업은 대내적으로 어업인구 감소와 고령화로 인한 노동력 부족, 기후변화 및 수산자원 감소에 따른 어업생산량 감소, 고비용·저효율 구조에 따른 경영악화가 심화되고 있다. 대외적으로는 WTO/FTA 등 시장개방 가속화, 국가 간 수산물 교역에서의 위생조건 강화, 수산관련 국제 규제 강화, 각국의 수산자원 자국화 강화, 중국 등 신흥 수산강국들의 수산분야 대규모 투자를 통한 진출 확대, 노르웨이 등 선진수산국가들과의 기술격차 확대 등에 따라 어려움에 처해 있다. 한편 세계 1인당 수산물 소비량에서는 주요국 중 대한민국이 1위를 차지하는 등 국내 수산물 소비량은 세계적인 수준인 것으로 나타났다.

[그림 1] 전 세계 국민 1인당 연간 수산물 소비량



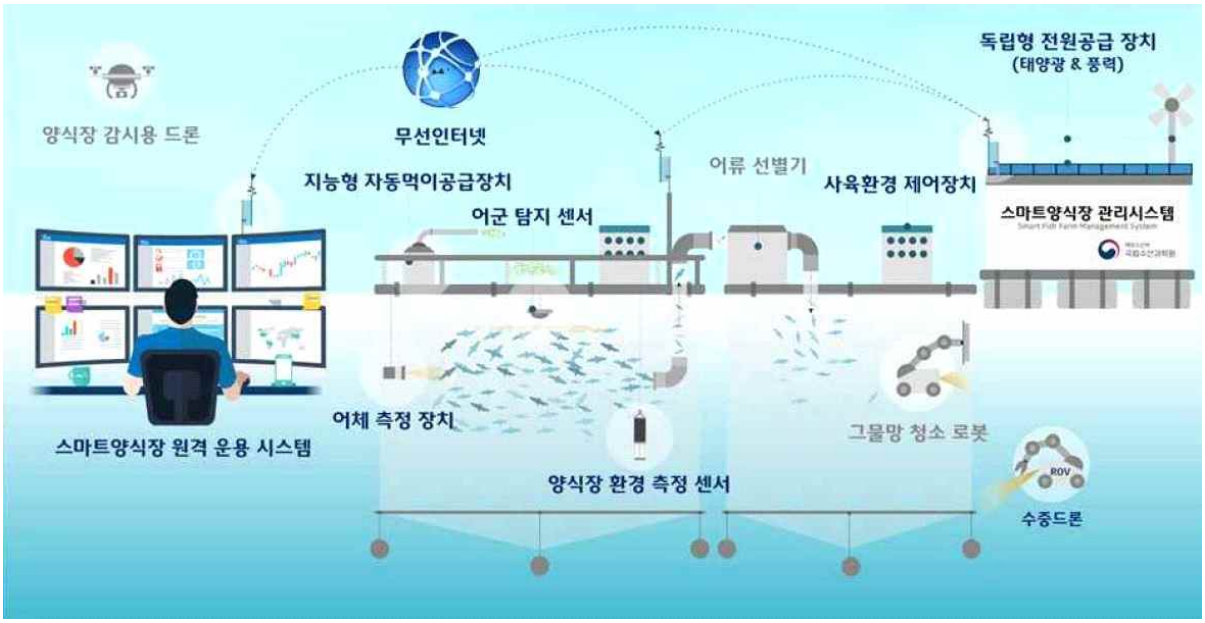
*출처 : FAO 및 SOFIA 통계, 2013~2015년

또한, 최근 웰빙문화 확산, 건강식품 선호 등으로 전 세계적으로 수산물의 소비량이 늘어날 것으로 판단되며, 수요 증가에 따라 앞으로 수산물을 보다 안정적으로 공급하기 위해서는 미래 식량산업으로서의 양식어업의 기술 발전 필요성이 높아지고 있다.

■ 스마트양식 정의

스마트양식이란 양식수산물의 효율적·친환경적 생산을 위한 최적 생육 알고리즘 구축과 양식수산물의 생산-가공-판매에 있어 최적 의사 결정을 위해 사물 인터넷(IoT, Internet of Things), 빅데이터, 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 양식 산업 시스템을 자동화·지능화한 기술이다.

[그림 2] 스마트양식 시스템 구성도



*출처 : 해양수산부

기존의 양식 기술은 개인의 경험에 의존한 전통적 양식기술에 종자, 사료, 시설의 과잉 투입 및 수산질병의 발생 증가에 따른 높은 폐사율, 항생제 사용 증가에 따른 식품안전상의 문제, 양식장 배출수에 따른 환경오염 문제 등이 빈번하게 발생하는 악순환을 유발하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지금까지 축적된 양식기술을 디지털화하고, 인공지능을 융합하여 정확한 데이터에 기반해 건강하고 빠르게 성장시킬 수 있도록 종자와 사료, 백신, 기자재 등을 최적으로 제어하는 스마트양식으로의 혁신이 필요하다.

[표 1] 기존 양식과 스마트양식의 구분

구분	기존 양식		스마트양식
	전통 양식	자동화 양식	
개념	인간판단→인간노동	인간판단→기계노동	기계판단→기계노동
생산관리	노동집약적 공정	서로 비 유기적 공정	각 공정 인공지능 연결
데이터관리	경험적 관리·운영	데이터의 개별적 수집	데이터간 연결·수집 분석

*출처 : 해양수산부

기존 양식이 노동집약적 산업이라면, 스마트양식은 기술과 자본집약적 지식산업으로 볼 수 있다. 이와 같은 스마트 양식기술은 양식생산량 증대뿐만 아니라, 기존 양식 산업이 가지고 있던 환경 문제, 자연재해 취약성, 항생제 과다 투입에 따른 수산 식품 안전성 문제 등을 개선할 수 있는 기술로서, 환경 친화적이고 지속가능한 양식 산업으로의 전환을 가능하게 한다.

■ 스마트양식의 기술 발전 과정

최근 노르웨이 등 양식 선진국들은 수온·수질 등 최적의 생육조건을 자동으로 제어하는 스마트양식 확대에 주력하고 있으며, 우리나라에서도 수처리 기술, 자동화 시스템 등 스마트양식 기술 관련 특허 출원이 2012년 30건에서 2017년 66건으로 2배 이상 급증하고 있다. 그러나 국내 양식 산업은 가두리 등 접근성이 낮은 해상양식 비중이 상대적으로 높고, 육상에서도 규모가 영세하거나 경험에 의존하여 양식하는 경우가 많아 스마트양식 도입 및 활성화에 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 해양수산부는 자동화·지능화된 스마트양식 기술 도입을 활성화하고 연관 산업을 육성하기 위해 4단계에 걸쳐 스마트양식 기술을 발전시켜 나갈 계획이며, 이와 같은 스마트양식 활성화를 통해 보급률을 순차적으로 증가시킬 목표를 가지고 있다.

해양수산부 2019년 보도자료에 따르면, 스마트양식의 기술 발전 과정은 1단계 사물인터넷(IoT)에 기반한 수온·염분·pH 등 실시간 수질환경 모니터링 및 원격제어시스템 구축(원격제어 중심) > 2단계 데이터에 기반한 복합 수질환경 모니터링 및 자동제어시스템 구축(복합·자동제어 중심) > 3단계 빅데이터·인공지능(AI)에 기반하여 최적의 생육환경을 자동으로 구현하는 지능형 양식 시스템 구축(지능화 중심) > 4단계 디지털트윈에 기반한 시장수요 예측 및 생산량 자율조절 등 최적의 양식경영 시스템 구축(자율경영 중심)으로 분류하고 있다.

[표 2] 스마트양식 기술 개발 단계

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

***출처 : 해양수산부**

■ 스마트양식 구성요소 및 기술의 분류

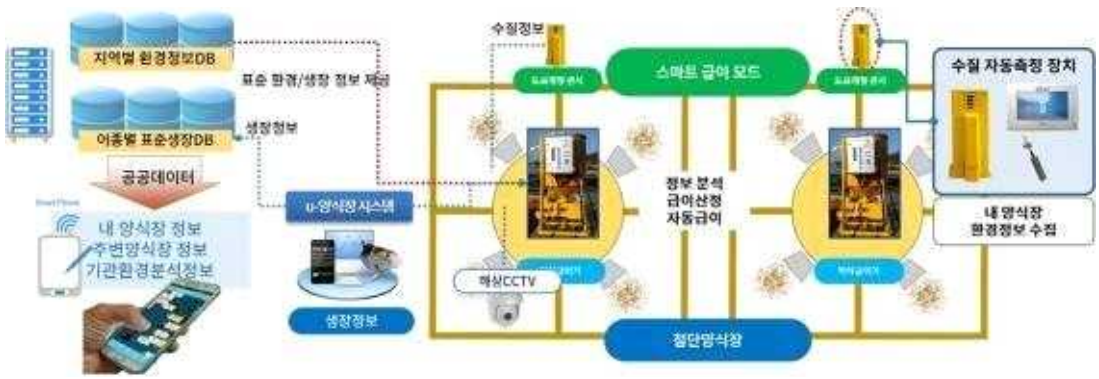
스마트양식은 온도, 산소 용존도, 탁도 등 다수의 센서가 측정하는 정보를 기반으로 수질 환경과 생장 이력을 수집, 관리하고 데이터의 분석과 학습을 통한 통합관리 및 프로세스 구조화를 통해 최적의 생산효율을 얻을 수 있는 일련의 정보통신기기들로 구성되어 있다. 최근에는 양식장 내부 생장 데이터 외에 외부의 기상·해양 환경변화 데이터나 유통, 시세 등 경영과 관련한 데이터를 연계하고 있다.

[표 3] 스마트양식 구성요소 및 기술의 분류

대분류	중분류	소분류	핵심 ICT기술
자동환경제어	수처리기술	순환여과식	IoT 제어
		semi-순환여과식	
		여과식(물리, 생물)	
환경 모니터링 및 사육관리	사육환경관리기술	용존산소 제어	IoT 센서
		수온 제어 및 순환	
		pH 제어	
		통합환경 모니터링 및 제어	
	생물생장관리기술	어류 행동 분석	영상분석기술 IoT 센싱 기술 Agent SW 기술
		어체 크기 및 개체수 측정	
		사료 자동급이	
		질병 발생 감시	
		최적 양식환경 알고리즘	
데이터기반 ICT 통합플랫폼	데이터 수집 및 빅데이터	무선센서 네트워크 모듈	네트워크 인프라 빅데이터 기술 클라우드 기술
		빅데이터 수집 및 전처리 기술	
		클라우드 기반데이터 저장	
		데이터 분류 및 동기화	
	통합관리시스템	통합운영 시스템 설계	모바일 기술 보안 기술
		통합관제 솔루션	

***출처 : 이상철 외, 첨단 스마트 양식 기술 발전 동향 분석 보고서, 2016년**

[그림 3] 스마트양식 관련 기술 조감도



***출처 : 글로비트**

Ⅱ. 심층기술분석

4차 산업혁명 기술 간 융합 가속화

스마트양식은 스마트양식 솔루션 개발, 양식생산 자동화, 양식 사육수 처리 분야 등에서 점차적으로 발전하고 있으며, 세계 양식 시장의 확대로 인해 양식 생산 기술과 ICT 기술과의 융합이 가속화 될 전망이다.

■ 사육환경관리와 자동제어 기술

사육환경을 실시간으로 측정하고 설정값을 기준으로 자동으로 제어하는 기술은 스마트양식 기술을 구현하기 위한 주요 핵심기술 중의 하나로, 현재 사업성이 가장 큰 부분이며 가장 큰 부가가치를 창출할 수 있다. 주요 품목은 사육환경 센서, 히트펌프, 양식 솔루션 등이 있으며, 해당 품목은 기업별로 특화되어 기술 개발이 이루어지고 있다.

이 중 양식 솔루션 개발 분야는 양식 생육 환경을 측정하고 양식어 생육에 적정한 환경을 결정한 후 이를 자동제어시스템을 통해 조성하는 것을 말하는데, 생육 환경 측정과 데이터 관리는 국내에서는 글로비트 社와 비디 社등이 개발한 국내형 시스템과 해외의 경우 Aqua-Manager 社의 양식관리 시스템이 대표적이다. 글로비트 社의 '스마트 피쉬팜' 은 주요 양식 환경 변수인 수온, 용존산소량(DO), pH, 염분 등을 측정하여 실시간 정보를 제공하는 시스템이다.

[그림 4] 글로비트 社의 스마트 피쉬팜 모니터링 화면

***출처 : 글로비트**

비디 社의 모니터링 시스템도 수조별 수온, 용존산소량, pH 센서 등을 설치하여 데스크톱 및 웹 기반 모니터링 정보를 제공한다. 그러나 위의 시스템은 원격 센서를 이용한 양식 환경 정보 측정 및 정보 제공의 기능은 제공하지만 이에 기반한 자동 제어 기능은 제공하고 있지 않다.

[그림 5] 비디 社의 웹기반 양식환경 모니터링 인터페이스

***출처 : 비디**

Oxyguard 社는 양식장 용존산소량(DO) 측정 및 제어에 특화된 솔루션을 제공하고 있으며 가장 상업적으로 성공을 거둔 회사이다. Oxyguard 社는 덴마크에 소재하고 있으며 북유럽 양식 기자재 선두 업체로 육상양식용 산소 측정 및 공급 시스템의 표준을 제공하고 있다.

[그림 6] Oxyguard 社의 Pacific system

***출처 : Oxyguard**

Aqua Manager 社시스템의 경우 양식어의 최적 생육 정보와 양식 환경 정보 등을 통합하여 양식장 관리자가 운영목표에 따른 의사 결정을 지원한다. 예를 들면 AM Hatchery 모듈은 양식 환경 변수(수온, 산소, 염도)와 산란 관련 변수 등을 수집하여 정보를 제공한다. AM Nursery 모듈은 양식어 생육에 영향을 미치는 양식장 밀집도, 급이, 양식 환경 관련 데이터를 수집 가공하여 비용 및 생산관리에 도움을 주는 실시간 정보를 제공한다.

한편, 양식 환경 원격 모니터링과 함께 원격 환경 제어 구현을 위한 노력이 업계 내에서 전개되고 있다. 더포커스 社의 아쿠아맥 시스템은 양식 환경 변수(수온, 용존산소량(DO), pH)와 함께 수위측정 센서 및 영상 중계용 카메라 등을 설치하여 작업자들의 작업 편의 향상을 도모하였다. 또한 양식 수조 내 용존산소량이 부족할 경우 자동으로 액체 산소를 공급하는 제어시스템을 갖

추었다. 그러나 이러한 시스템은 양식 생산 전반에 걸친 환경 자동 제어가 아닌 용존 산소만을 대상으로 한 부분적인 시스템이며 양식 현안 사항인 노동비 절감을 위해 양식 솔루션과 양식 생산 자동화 시스템과의 연동이 요구된다.

[그림 7] 더포커스 社의 아쿠아맥 시스템

[웹 모니터링 화면]

[스마트폰 앱 화면]

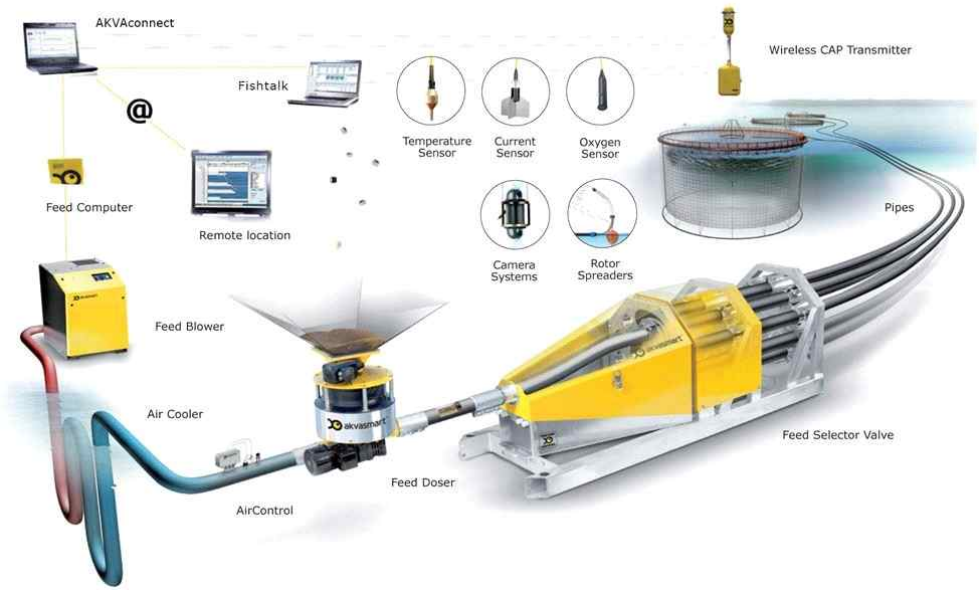
*출처 : 더포커스

■ 양식생물의 생물생장관리기술

▶▶ 생산 자동화 – 사료 자동 급이 시스템

양식생물의 생물생장관리 기술에는 생산 자동화, 대상품종별 최적 양성관리, 맞춤형 사료 및 백신 개발 등의 기술이 있다. 생산 자동화 기술에는 사료 자동 급이 장치, 개체 수 및 크기 측정 장치 등이 있으며, 이 중 사료 자동 공급 기술은 양식생물의 성장단계별 사료공급량과 공급 횟수에 맞게 사료를 정량 공급하는 기술로, 최근에는 수조 상단에 설치된 영상 카메라에서 수집된 어류의 사료 섭취 행동을 관찰한 영상 데이터를 활용하여 공급량을 자동으로 제어하는 기술이 개발되었다. 해당기술은 적정한 사료를 자동으로 공급할 수 있어 어류의 소화율 향상과 사료 과잉공급에 따른 사육환경의 오염을 최소화할 수 있다.

[그림 8] AKVA 社의 사료 자동 급이 시스템

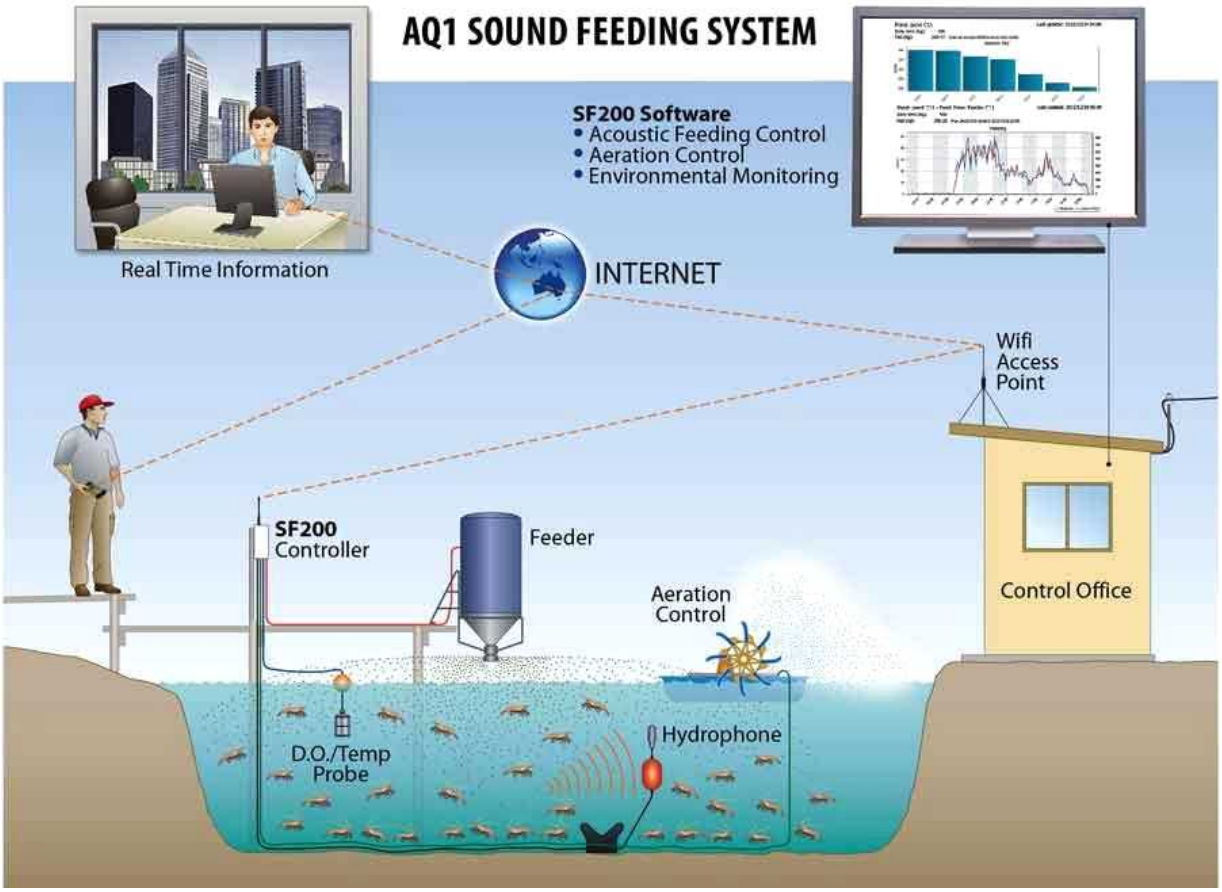


*출처 : AKVA

동 기술은 최근 북유럽 양식 기자재 전문 업체들을 중심으로 지속적으로 발전하고 있는데, 대표적인 기자재 업체인 AKVA 社의 경우 각종 환경 센서 및 화상 카메라, 그리고 생산제어 소프트웨어를 통해 사료 급이 자동화를 구현했다. 각종 센서를 통해 수집된 양식어 급이 정보를 바탕으로 사료량 및 증강제 비율 등을 자동조절하고 급이 작업 자체를 자동화함으로써 인력 및 비용 절감을 달성하였다.

AQ1 社의 경우 지수식 양식 시스템의 자동 사료 급이기를 개발 보급하고 있다. AQ1 社의 장비는 육상수조식이나 해상가두리식이 아닌 지수식 양식법의 주요 어종인 새우 양식을 위한 사료 급이 시스템으로 수중 음향을 청음하여 사료 급이 상태를 판별하여 자동으로 급이하는 시스템이다.

[그림 9] AQ1 社의 사료 자동 급이 시스템



***출처 : AQ1**

양식현장에서 자동화가 진전된 또 다른 영역은 개체수 자동 인식 분야이다. 국내에서 양식어 개체수 자동 인식 기술을 현재 개발 중이며 상업화된 모델은 없는 실정이다. 해외의 경우 AquaScan 社가 광학 기술에 기반을 둔 다양한 세서를 이용하여 파이프라인 카운터 방식의 고속 개체수 인식 장비를 개발하여 상업적인 성공을 거두고 있다. Vaki 社의 경우 슬라이딩 카운터 방식에 특화된 어류 개체수 인식 장비를 공급하고 있다.

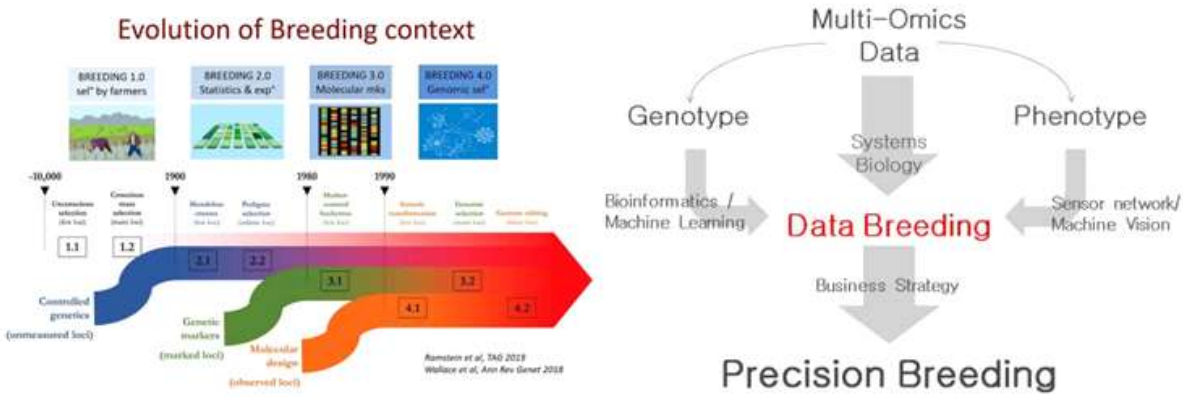
양식생물의 생산 자동화 기술은 양식 생산 공정 각 부분에 걸쳐 진행되고 있으나 양식 생산 솔루션과 연동된 자동화는 전 세계적으로 미비한 실정이다. 특히 ICT(Information and Communication Technology) 기술을 활용한 원격측정 및 자동 생산제어 기술은 타 산업 분야에서는 기본적인 사항이나 양식 생산 부문에서는 관련 체계 개발도 미비한 실정이다.

▶▶ 대상품종별 최적 양성관리

대상 품종별 최적 양식관리 기술은 양식생물의 생리 · 생태학적 특성 분석과정을 통해 최적의 양성관리 조건과 방법을 구명하는 기술을 말한다. 해당 기술은 스마트양식 기술 구현에 가장 기초가 되는 기술로서 양식생물의 성장단계별 사육환경 및 사료 공급량 등의 최적 양성조건을 자동화된 양식시스템에 적용할 수 있다. 특히, 대상품종별 최적의 양성조건 구명은 지속적인 양성과 종자생산으로 인해서 양식생산성이 감소할 수 있으므로 지속적으로 이루어져야 한다.

또한, 이 기술은 축적된 유전체정보와 생육정보를 융합하여 우수형질(phenotype)과 유전자형(genotype)간의 상관관계를 구명한 형질예측 시뮬레이션을 도출하여 기존 선발육종에 소요되던 생물학적 발생 · 성장기간을 단기간에 압축 가능한 특징이 있으며, 최신 생명공학기술을 활용하여 우수종자의 형질발현을 탐색 · 검증하고 목적형질발현을 극대화함으로써 우수종자를 생산할 수 있다. 이 기술은 지속적으로 종자 클리닉을 진행해야하며, 개발된 종자데이터의 해외유출 방지를 위한 품종보호권 획득 등의 기술적 · 제도적 장치가 마련되어야 한다.

[그림 10] 디지털 육종 관리 시스템



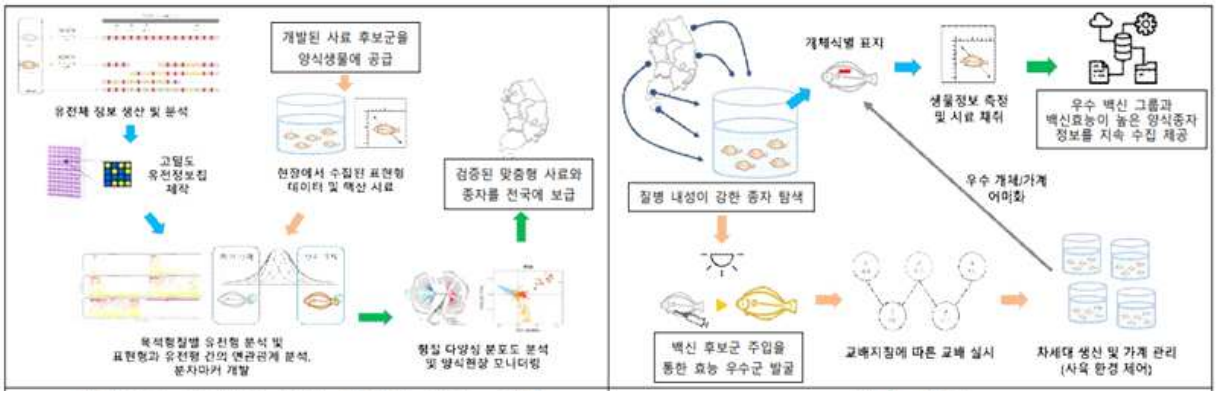
***출처 : 해양수산부**

▶▶ 맞춤형 사료 및 백신 개발

친환경적이고 안전한 양식수산물의 중요성이 커짐에 따라 사료기술, 전염병 예방을 위한 백신 및 의약품 개발 등의 양식관련 기반기술이 필수적이다. 이 기술은 품종별 식이습성에 특화된 전용 배합사료를 개발하여 사료효율을 극대화하고, 식물성 · 곤충 원료 등으로 어분 사용을 대체하는 등 양식품종 맞춤형 사료를 개발하는 기술이며, 어류의 성장을 촉진하고 사육기간 단축 및 사료 소비 절감 효율을 극대화하기 위해 지능화된 자동먹이공급 시스템을 연계 활용하여 최적의 배합사료를 투입할 수 있도록 할 수 있다.

또한, 빅데이터 기반의 딥러닝으로 수산질병 예측모델과 최적주기 백신접종 프로그램을 통해 양식현장에서 쉽게 응용할 수 있는 디지털 에코시스템을 구축하여 전주기 예방 양식관리 솔루션을 확보하고, 고효율 다가백신(경구, 주사)의 개발, 양식어류 성장단계별 예방 접종 항목과 투여시기, 투여방법 등의 과정에 대한 백신 프로그램 개발 등을 통해 동시에 항생제 오남용 저감 효과가 있어 수산식품의 안전성을 확보할 수 있다.

[그림 11] 생물정보 분석을 통한 맞춤형 사료 및 백신 개발

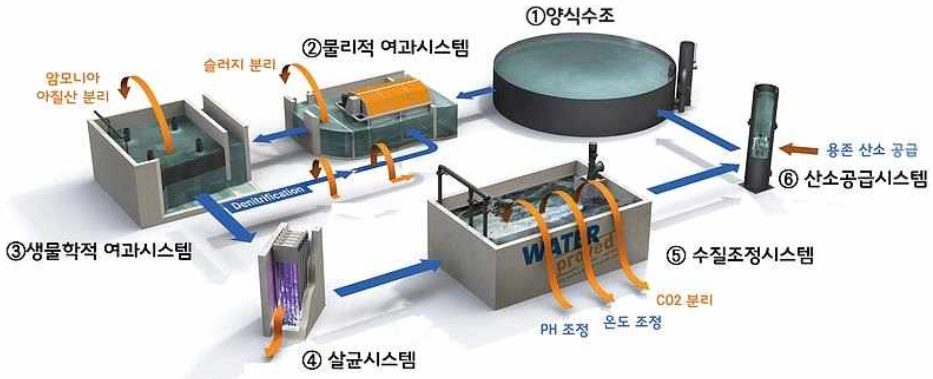


*출처 : 해양수산부

■ 양식 사육 수처리 기술

양식생산에서 양식수는 어류가 생활하는 환경이며 이를 어떻게 관리하느냐에 따라 양식 생산의 성공이 판가름난다. 유럽에서는 일찍이 음용수 및 양식 사육 수처리 기술 개발에 많은 노력을 기울여 왔다. 특히 양식 사육수 처리와 가장 밀접한 관련이 있는 기술인 순환 여과 양식시스템(RAS, Recirculation Aquaculture System)은 ICT 기술 융합에 의한 생산 자동화 등이 요구되는 부분인데, 순환 여과 양식시스템이란 어류 양식의 새로운 방법으로 양식에 사용한 물을 외부로 버리지 않고, 일정한 정수 과정을 거쳐서 어류에게 적합한 수질환경을 재조성하여 다시 이용하는 양식 기술이다. 이 기술은 담수뿐만 아니라 해수로도 순환 여과가 가능하여 내륙에서도 해수 어종의 양식이 가능한 특징이 있다.

[그림 12] 순환 여과 양식시스템의 원리



*출처 : 클리스글로벌

순환 여과 양식시스템의 기본적인 단위 공정은 ① 양식수조, ② 물리적 여과시스템, ③ 생물학적 여과시스템, ④ 살균시스템, ⑤ 수질조정시스템, ⑥ 산소 공급 시스템의 기본 구조로 구성되며, 지속적인 필터링을 통해 오염원을 제거하고 안전하며, 깨끗한 수질을 유지하므로 어류에게 건강한 환경을 제공할 수 있다. 이러한 재순환 시스템을 통해 과도한 물 사용과 처리되지 않은 물과 관련된 오염 위험으로 인해 환경적인 문제를 유발시키는 기존의 지수식, 유수식 양식과는 달리 물을 탱크로 다시 재활용하므로 환경적인 문제를 해결할 수 있다. 그러나 기존 순환 여과 양식시스템 시설의 경우 수질 측정, 환경 변수 설정, 제어 등이 인력에 의한 운영이 대부분이며 특히

밸브 조절과 같이 정유 업계에서는 이미 자동 제어가 보편화된 부분까지 작업자의 조작이 요구되는 측면이 많아 관련 부분의 자동화가 요구된다.

[표 4] 순환 여과 양식시스템의 장단점

장점	단점
• 친환경 양식 가능 • 단위 면적당 초고밀도 양식 가능 • 물사용량 및 연료비의 최소화 • 자연재해에 무관, 안정적으로 양식 가능 • 사료의 허실을 막을 수 있는 경제적 양식 • 수질관리를 통한 어병 예방 및 육질의 고급화	• 양식시설의 높은 초기 투자비 • 시스템 운영기술 및 수질관리 기술 필요 • 기계적인 사고에 대한 안정성 확보 필요

***출처 : 클리스글로벌**

■ 지속가능한 친환경 도시형 양식시스템 개발 기술

도시형 양식시스템은 양식생물을 가장 자원 효율적으로 키우는 최적 생장 알고리즘을 기반으로 원격자동제어시스템 구현과 사육수 정화기술 고도화로 배출수를 Zero화하여 고밀도 수산양식이 도시지역에서 실현 가능한 시스템이다. 빌딩 · 계단식 양식, 식물수경재배와 융합한 아쿠아포닉스, 바이오플락, 생태복합양식 등의 형태가 있으며, 새우, 향어, 메기, 틸라피아, 무지개송어, 연어 등의 양식의 가능하다. 이들은 양식과정에서 발생하는 사료 찌꺼기, 질산, CO_2를 분해하여 식물이나 미생물이 영양소로 재사용함으로써 오염물 배출 저감, 경제성 확보 등 지속가능한 친환경 도시형 양식시스템이며, 도심지는 주 수산물 소비지역으로 이와 같은 도시형 양식 실현 시 유통비용이 절감되고, 청년층들의 수산양식업 기피요인 중 하나인 격지 근무가 불필요하다.

▶▶ 아쿠아포닉스

아쿠아포닉스(Aquaponics)는 물고기 양식(Aquaculture)과 수경재배(Hydroponics)를 결합한 합성어로 물고기를 키우면서 동시에 식물을 재배하는 기술이다. 식물의 영양분은 물고기의 배설물에서 공급받고, 식물이 정화시킨 깨끗한 물은 다시 물고기에게 공급하는 대표적인 친환경 양식시스템 중 하나로 꼽힌다.

특히, 아쿠아포닉스는 농약과 화학비료를 사용화지 않아 물고기에게 유해한 영향을 끼치지 않으며, 식물의 생육에 필요한 영양분을 물고기로부터 충분히 제공받기 때문에 생산량을 일정하게 유지할 수 있다. 또한, 이 시스템은 일반적인 식물 재배법과 달리 한 번 사용한 물을 버리지 않고 물고기와 식물에게 순환적으로 제공하고 있어 농업 및 어업 용수를 절약할 수 있다. 자연 증발하는 양만큼만 물을 추가하면 처음 사용한 물을 지속적으로 이용 가능하기 때문에 일반 양식법과 비교하면 물 사용량을 90% 이상 아낄 수 있다.

이 밖에도 수경재배 방법을 통해 농경지 부족 문제를 해결할 수 있으며, 농경지가 부족하더라도 수조와 화분을 층층이 쌓아 수직화하게 되면 같은 토지 면적 내에서도 대량 생산이 가능하다.

▶▶ 바이오플락

바이오플락(BFT, Biofloc Technology)은 사육수조 내 미생물과 미세조류가 사육과정에서 발생하는 사료 찌꺼기나 배설물 등 유기물을 완전히 분해하고 정화함으로써 사육수 교환을 하지 않

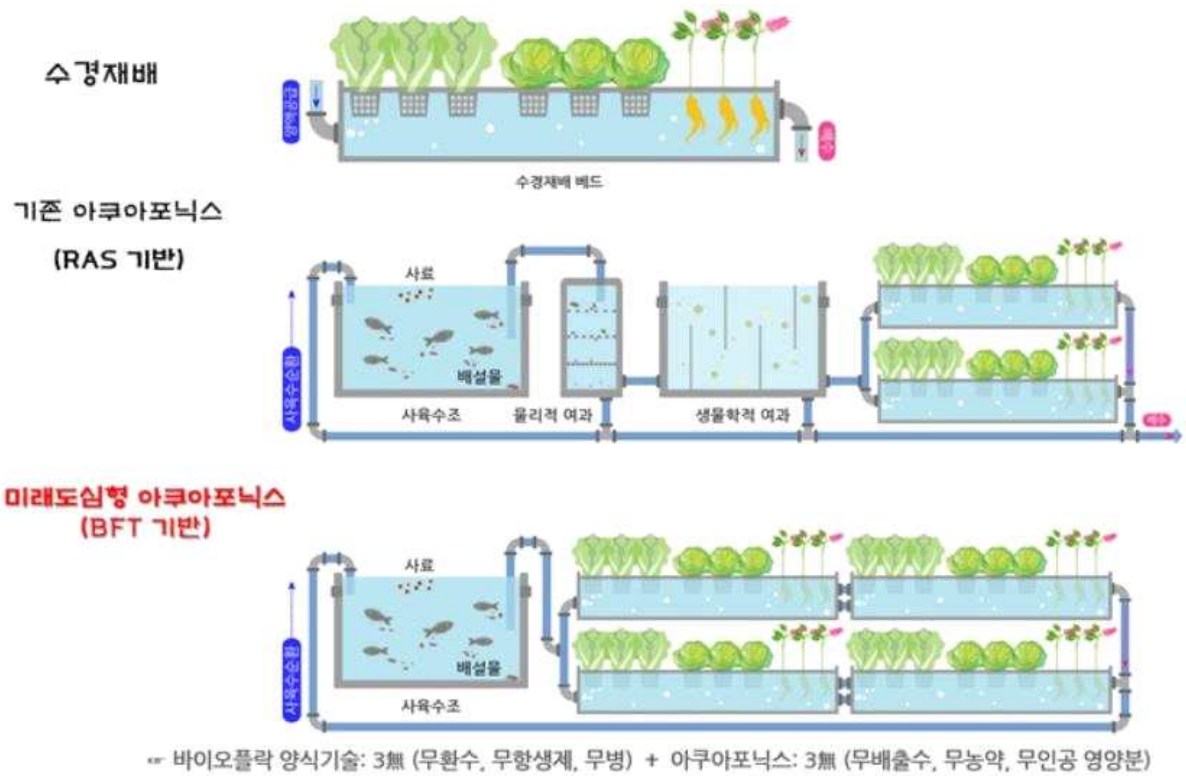
는 무환수 친환경 양식기술이다. 이 기술의 원리는 양식생물이 사료를 섭이하고 배설한 배설물과 남은 찌꺼기가 미생물에 의해 암모니아 분해가 이루어지며, 미생물은 증식하고 응집하여 바이오플락을 형성하여 양식생물이 이 바이오플락을 먹게 되는 구조로 되어 있다. 다시 말해 미생물이 사료, 노폐물들을 분해하며 성장과 번식을 하고, 양식생물들이 그 미생물을 섭취하는 하나의 작은 생태계가 만들어지는 것이다.

바이오플락의 장점은 고밀도 사육이 가능해져 단위면적당 수확량이 증가하고, 외부 유입수로부터 질병이 차단되어 피해를 방지하며, 물을 환수하지 않아도 되므로 물관리가 편리하고 양식 사육수 비용이 적게 든다. 또한, 미생물을 섭취하므로 사료 효율이 증가하며 바닷가 근처가 아니라도 사육이 가능하다. 바이오플락은 보통 실내 양식으로 많이 사용되어 흰다리새우에 이용될 경우 1년에 3~4차례 수확이 가능하다.

그러나 미생물 역시 산소를 필요로 하기 때문에 산소 공급량이 증가해 에너지 소비 또한 증가하게 되고, 미생물이 잘 정착할 때까지 물을 관리해야하는 기간이 존재하며, 적정 농도의 미생물을 관리해야하기 때문에 잉여 미생물을 처리해줘야 하는 단점이 있다.

최근에는 이러한 바이오플락 양식 시 발생하는 단점인 축적되는 질산성 질소를 제거하기 위해 BFT 기반 아쿠아포닉스 시스템이 개발되었으며, 이 시스템은 수조 내 유익한 미생물을 이용해 물갈이 없이 물고기를 양식하고, 영양분이 풍부한 사육수로 식물을 재배하는 3무(무항생제 · 무병 · 무환수)와 3고(고성장 · 고밀도 · 고사료효율)의 시현이 가능하다. 또한, 바이오플락 양식장에서 발생하는 유기고형물(TSS)을 저비용으로 공기 분사를 통해 효율적으로 제거하는 바이오플락시스템 유기고형물 제거장치들도 개발되어 물고기 양식에 좋은 수중환경을 만들고 있다.

[그림 13] 기존 시스템들과 BFT 기반 아쿠아포닉스 시스템의 차이



☞ 바이오플락 양식기술: 3無 (무환수, 무항생제, 무병) + 아쿠아포닉스: 3無 (무배출수, 무농약, 무인공 영양분)

***출처 : 수산과학원**

Ⅲ. 산업동향분석

양식 산업의 규모화와 첨단화를 위해 스마트화 추진

전 세계적으로 급성장하고 있는 양식수산물 시장을 선점하고, 환경 등을 고려한 지속가능한 양식 산업을 위해 각국은 양식 산업의 고도화 및 규모화에 박차를 가하고 있으며, 국내에서도 스마트 양식 산업 육성과 관련한 정책을 다양하게 추진하고 있다.

■ 스마트양식 산업의 구조

스마트양식 산업의 구조는 '요소 부품 산업 → 구성 요소 산업 → 스마트 양식 → 적용 산업' 등으로 구성되며, 부품 산업부터 최종 적용 산업까지 기존 수산업 관련 기술은 물론 정보통신, 전기전자, 기계, 바이오, 소재, 화학 등 다양한 분야의 기술이 결합된 복잡한 형태를 띠고 있다.

이 중 요소 부품 산업은 생육 센서, 환경 센서 등의 제작을 위한 센서 소자, 전자 부품 및 전자 장비, LED 등의 광원, 로봇, 드론 등의 제작을 위한 신소재, 합금 및 관련 가공 산업, 센서, 통신 시스템 제조를 위한 소자 및 부품 산업, 배터리 등의 제조업체들이 속한 산업으로 매우 다양한 산업 군이 연관되어 있으며, 구성 요소 산업은 스마트양식을 구성하는 필수 구성 요소들을 생산하는 제조업체들이 속한 산업으로 카메라, 센서, 로봇, 드론, 기계, GPS, GIS 등의 제조업체가 속해 있다.

국내의 경우 정부나 지방자치단체가 스마트양식 산업에서 주도적인 역할을 수행하고 있으며, 정부가 업무협약을 통해 기업으로부터 스마트양식 관리 시스템을 제공받아 시범 설치하는 방식으로 도입이 시작되고 있다.

[표 5] 스마트양식 산업구조

구분	요소 부품 산업	구성 요소 산업	스마트양식	적용 산업
제품	센서소자, 전자 부품, 광원, 통신소자, 신소재, 배터리 등	카메라, 센서, 로봇, 드론, GPS, GIS 등	양식 수산물	수산업 종사자 및 법인, 유통업체, 요식업체 등

***출처 : 한국신용정보원, 스마트팜 보고서, 2018**

■ 스마트양식 국내외 산업동향

FAO(세계식량농업기구)에 따르면, 2011년 세계 식용어류 소비량은 약 1억 3천만 톤에서 2016년 약 1억 5천만 톤으로 16.3% 증가했고, 동기간 1인당 수산물 소비량도 18.5kg에서 20.3kg으로 약 9.7% 증가하는 등 수산물에 대한 요구가 증가하고 있다.

이와 같은 수산물에 대한 증가하는 수요를 만족시키기 위해서 양식 산업은 지속적으로 생산량을 높이고 있다. FAO에서는 세계 양식 생산량이 2016년 약 8천만 톤에서 2030년 약 1억 1천만 톤으로 약 37.5% 증가하고, 전체 어업생산에서 차지하는 비율도 2016년 약 47%에서 2030년 약 55% 수준까지 증가할 것으로 예측하고 있다.

국회입법조사처의 「스마트 양식산업의 현황과 향후과제, 2019」 보고서에 따르면, 노르웨이 등

해외 주요 양식 선진국들은 일찍부터 양식 산업의 규모화와 첨단화를 추진하였으며, 최근에는 ICT 기술을 적용한 스마트화를 추진하고 있다. 현재 세계적인 양식 기업은 시가총액 기준으로 1위에서 4위까지 노르웨이의 기업이 모두 차지하고 있으며, 5대 양식 기업의 시가총액은 약 9조 3,800억 원으로 전 세계 양식 기업 49개 社의 시가총액 약 22조 원의 약 43%를 차지하고 있다. 매출액 기준 성장률은 약 22.8%로 글로벌 업계 평균 15.1%와 어선어업을 하는 대기업의 성장률 1.9%보다 높았다. 특히, 노르웨이의 양식 기업들은 전 세계 연어 산업을 주도하고 있으며, 이 중 Marine Harvest 社의 경우 연간 40만 톤의 연어를 생산하여 연간 매출액이 4조 원에 달한다.

이렇게 양식 산업에서 노르웨이가 앞설 수 있었던 이유는 노르웨이는 양식에 관한 기본법인 「양식법(Fish Farming Act, 1992)」과 「어류육종법(Fish Breeding Act)」, 「어병법(Fish Diseases Act)」 등 양식 관련 개별 법률을 마련하고 양식 산업을 체계적으로 육성하고 있다. 또한, 이를 바탕으로 대서양연어에 대한 육종을 통해 우수한 품종으로 개량하였고, 사료효율이 높은 사료 개발, 원거리 외 해양식장을 원격으로 관리할 수 있는 ICT 기술과 빅데이터 기반의 생육 환경 최적화 시스템을 양식 산업에 활용하고 있다. 이러한 스마트화를 통해 생산성 향상 및 생산비 절감 효과가 이루어짐에 따라 출하 가격은 지속적으로 감소하였고, 운반 및 가공, 판매 단계에서 다양한 부가가치를 창출하였으며, 양식 산업의 규모화에 의해 기업이 주도적으로 해외 시장을 개척하여 어종별 수출 판로를 구분하여 수출을 극대화하고 있다.

또한, 북유럽을 중심으로 유럽연합(EU)은 'Horizon 2020'의 양식 분야 일환으로 「아쿠아스마트(aqua-smart) 프로젝트」를 추진하고 있으며, 이 프로젝트는 EU 내 양식장을 대상으로 양식환경 변수(수온, 용존산소 등), 먹이 형태, 사료 배합도, 사료 공급방식, 생산관리 방식 등과 생장률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관관계를 빅데이터 기술을 활용하여 분석하고 이를 양식 산업에 제공하고 있다.

북유럽 국가 외에도 아시아 국가에서도 양식 산업의 규모와 첨단화를 추진하고 있는데, 중국은 2018년에 노르웨이 Salmar 社의 1천억 원 규모의 해상플랜트형 양식장인 '오션팜 1호'를 황해에 설치하여 연간 8천 톤 이상의 연어를 생산하기 시작했고, 향후 2025년까지 총 178개 해상 시범 양식장을 설치할 계획을 가지고 있다.

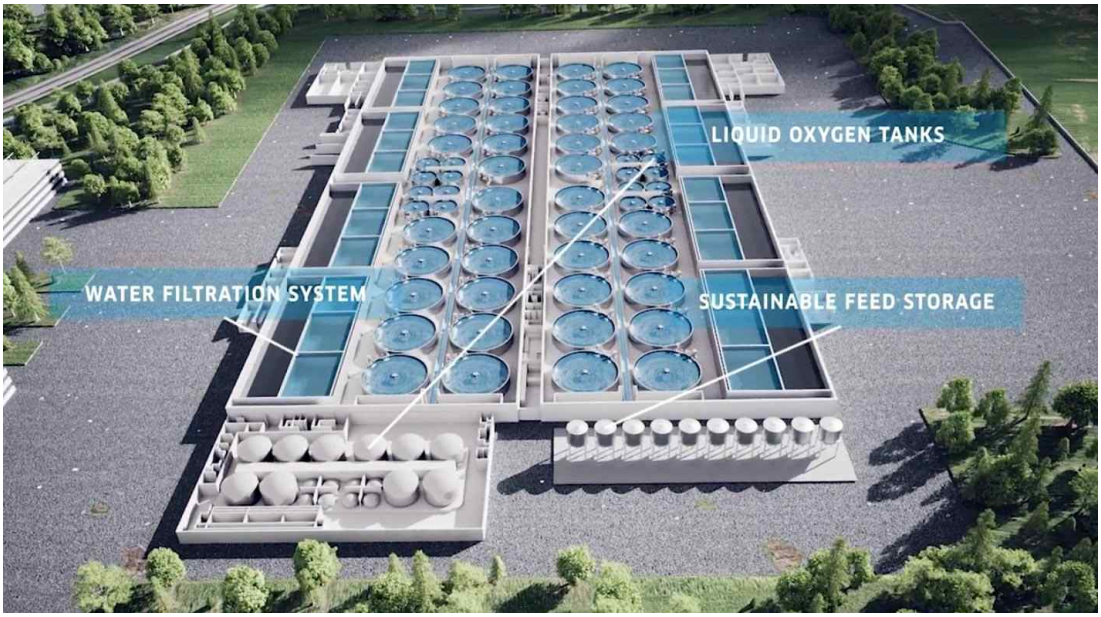
[그림 14] 중국의 해상플랜트형 양식장 – 오션팜 1호

***출처 : Salmar**

일본에서는 글로벌 양식기업인 퓨어살몬(Pure Salmon) 社가 1억 6천만 달러를 투자해 약 4만 평 부지에 연간 1만 톤의 연어를 생산할 수 있는 세계 최대 육상 연어양식장이 건립되고 있다.

특히, 일본의 이와 같은 육상 연어양식장 건설은 대표적인 냉수성 어종인 대서양 연어를 기후 조건상 양식이 어려운 일본 육상에서 연어양식을 시작한다는 측면에서 우리나라에 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다.

[그림 15] 일본의 육상 연어양식장



***출처 : Pure Salmon**

미국의 경우에도 「국가양식법(National Aquaculture Act of 1980)」에 따라 양식 산업을 지원하고 있고, 약 3천 개소의 양어장 중 약 360개의 양어장에 순환여과양식시스템이 보급되어 있으며, 캐나다, 스페인, 이탈리아, 그리스, 호주 등도 순환여과양식시스템 도입과 함께 양식 산업의 첨단화, 규모화를 추진하고 있다.

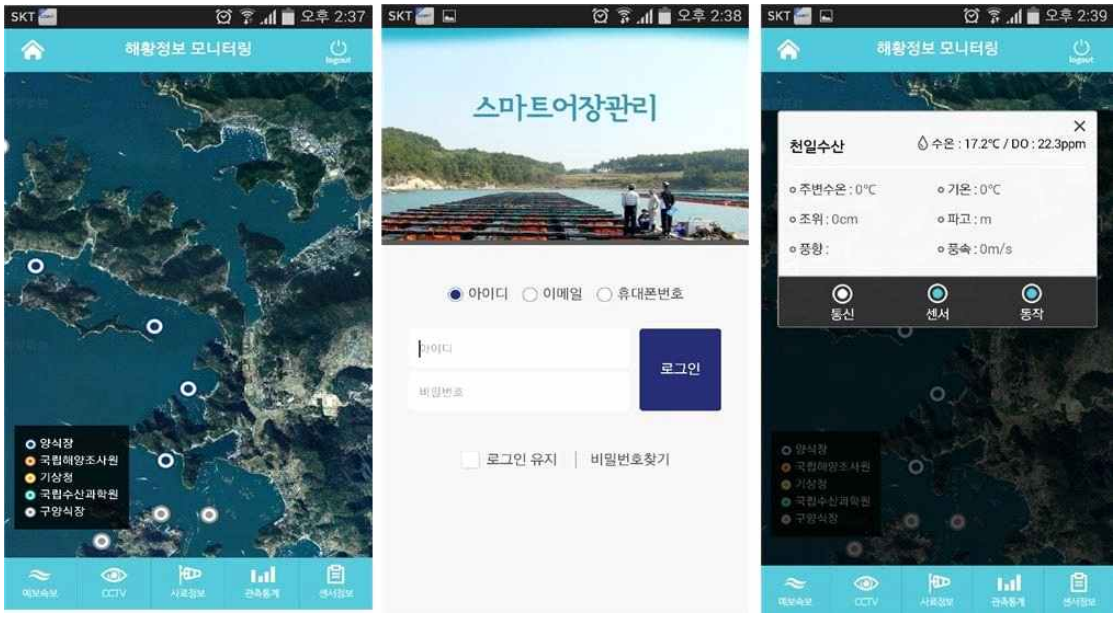
국내에서도 스마트양식 개발을 위한 노력들이 이어져오고 있는 중이다. 국내 양식어업은 그 생산량이 지속적으로 성장하고 있고, 약 100여 종이 넘는 다양한 어종에 대한 양식 기술과 완전양식 기술을 기반으로 한 뱀장어, 명태 등의 양식 등 비교적 높은 수준의 양식 기술을 보유하고 있다. 일부 장어 등의 내수면 양식어업, 넙치 등 육상해수양식어업, 새우양식어업 등의 경우 양식과정에서 오염된 양식배출수를 정화하여 양식 어류의 폐사를 저감시킬 수 있는 전기분해식 해수 소독장치시스템, 순환여과식양식시스템을 사용하고 있고, 친환경 미생물 여과 기술인 바이오플락기술 등을 도입하고 있다.

그러나 아직 대부분 우리나라 양식어업은 주로 해상 또는 내수면의 가두리형 양식장이나 육상의 수조식 또는 축제식 양식장에서 치어의 입식부터 사료 공급, 생산, 출하에 이르는 일련의 과정을 사람의 판단이나 노동력, 자연환경 등에 의존하거나 일부 각 생산 단계별로 얻어지는 양식에 필요한 개별 데이터를 활용하여 부분적으로 작업을 기계화한 방식을 채택하는데 그치고 있다. 특히, 국내의 경우 선진 ICT 분야뿐만 아니라 기계, 바이오, 에너지 및 환경 분야 등 다양한 분야에 일정 수준 이상의 기술을 보유하고 있으나, 이들 기술을 양식 분야에 본격적으로 적용하지 못하고 있는 실정이다.

한편 국가 차원의 스마트양식 기술의 개발을 살펴보면, 해양수산부 소속 국립수산과학원에서는

2015년에 양식장에 설치된 센서를 통해 수온, 산소량, 수질 등과 주변 지역의 기상을 어업인들의 스마트폰에 제공하여 양식장을 적절히 관리하게 할 수 있는 스마트 어장관리시스템을 구축하였고, 2016년부터 스마트양식 기술개발을 추진하여 현재 원격으로 양식장을 모니터링하고 사료를 급이할 수 있는 초기 모델을 개발하였다. 2018년에는 지능형 먹이 및 산소 공급 장치, 수중 어체 측정기술 및 수중 드론 운영기술 등 스마트양식 플랫폼을 경남 하동의 민간 숭어 양식장에 실증화 연구를 실시하였다.

[그림 16] 스마트 어장관리시스템 모바일 화면



*출처 : 세미나투데이

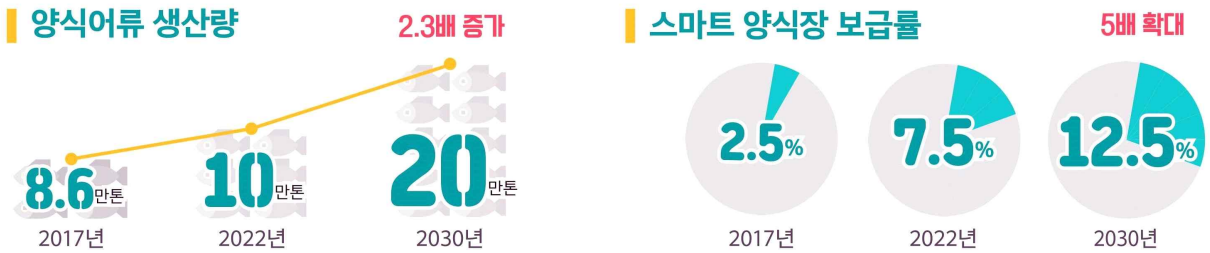
또한, 최근 해양수산부는 스마트양식 체계 구축 사업의 일환으로 다수의 지역을 스마트양식 클러스터로 선정하였다. 첫 해인 2019년에는 부산시, 경남 고성군을 확정하였으며, 2020년에 전남 신안군을 선정하였고, 2021년에는 강원도를 추가로 확정하였다. 스마트양식 클러스터는 4차 산업혁명 기술을 활용하여 자동화 · 지능화한 스마트 양식장과 대량생산단지, 가공·유통·수출단지, 연구개발, 인력 양성 등 연관 산업이 집적된 대규모 단지로서 양식 산업의 혁신 성장 동력을 창출하기 위해 지역 밀착형 생활 SOC(사회간접자본) 사업의 일환으로 추진하고 있다.

[그림 17] 부산 스마트양식 클러스터 구축 방향 및 구성 요소

*출처 : 부산시

이밖에도 해양수산부는 2019년 수산업의 혁신성장과 일자리 창출을 위한 「수산혁신 2030 계획」을 발표하였는데, 그 전략의 하나로 양식 산업에 있어서 「친환경·고부가가치 스마트양식 체계 구축」이 포함되었다. 한편 2019년 과학기술관계장관회의에서 논의되고 해양수산부에서 추진 중인 「아쿠아팜 4.0 사업」에서도 데이터 기반의 스마트양식을 기본 방향으로 설정되었다. 향후 해양수산부는 다음의 4단계에 걸쳐 스마트양식 기술을 발전시켜 나갈 계획이며, 이와 같은 스마트양식 활성화를 통해 2019년 기준 약 2.5%의 스마트양식 보급률을 2030년 약 50%까지 확대한다는 목표를 가지고 있다.

[그림 18] 수산혁신 2030 계획의 양식산업 달성목표

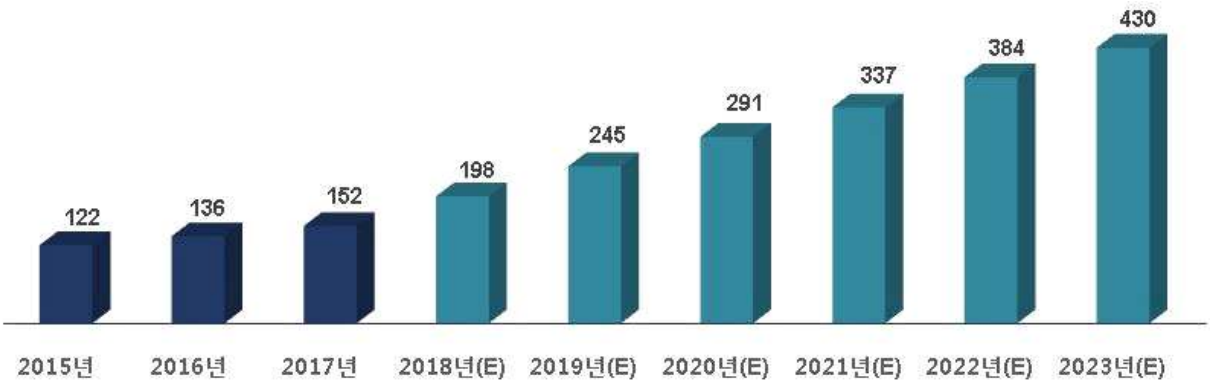


***출처 : 해양수산부**

■ 양식어업 시장동향

마켓앤마켓(MarketsandMarkets)의 「Smart Agriculture Market Global Forecast to 2023」에 따르면 세계 스마트양식 시장규모는 2017년 1억 5,200만 달러이며, 이후 연평균 19%의 성장률을 보이며 2023년에는 4억 3,000만 달러에 달할 것으로 전망된다. 세계적으로 수산물을 통한 동물성 단백질 섭취 비중은 15%에 달하며, 수산자원 남획에 따른 어선어업의 정체 속에 양식업의 성장이 이루어지고 있어, 스마트양식 시장 역시 크게 확대될 것으로 전망된다.

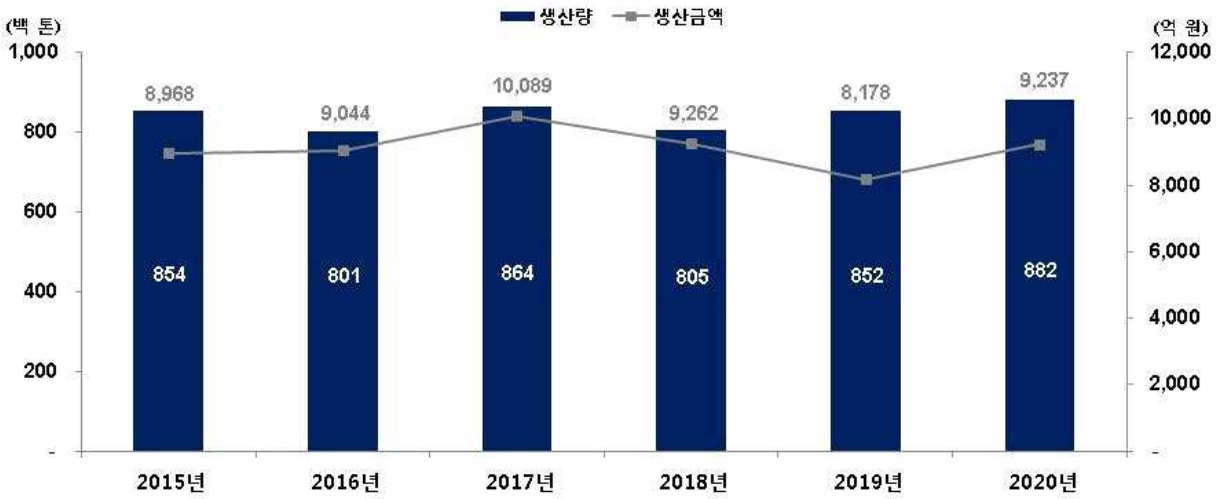
[그림 19] 세계 스마트양식 시장 규모 및 전망 (단위 : 백만 달러)



***출처 : 마켓앤마켓, Smart Agriculture Market Global Forecast to 2023, 한국기업데이터(주) 재구성**

통계청 「2020년 어류양식동향조사」에 따르면, 2020년 국내 어류양식 생산량은 8만 8,200톤, 생산금액은 9,237억 원으로 전년 대비 각각 3.5%, 13% 각각 증가했다. 경기침체에 따른 경영자금 확보와 폐사 방지를 위해 생산 비중이 높은 넙치, 조피볼락 등의 출하 가격 상승으로 중·대형어 조기 출하로 생산량이 늘어 동반 상승했다.

[그림 20] 국내 어류양식 생산량 및 생산금액 변화 추이 (단위 : 백 톤, 억 원)



*출처 : 통계청, 2020년 어류양식동향조사, 한국기업데이터(주) 재구성

2020년 어류양식 경영체는 1,601개, 종사자 수는 5,132명으로 전년 대비 각각 2.4%, 7% 감소했다. 이는 긴 장마, 기상악화 등 해양환경 변화와 코로나19 장기화에 따른 경영악화로 소규모 양식장 휴·폐업 증가로 상용종사자 수가 줄었기 때문이다.

[그림 21] 국내 경영체 및 종사자 수 변화 추이 (단위 : 명, 개)

*출처 : 통계청, 2020년 어류양식동향조사, 한국기업데이터(주) 재구성

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있고, 남해안은 따뜻한 바닷물을 활용한 난류성 어종의 양식이 가능하고, 강원도의 동해안 경우에는 냉수대가 분포하여 연어와 같은 한류성 어종까지 양식이 가능한 장점이 있어 수산양식에 매우 뛰어난 지리적인 이점을 가지고 있다.

이처럼 우리나라는 스마트양식 산업을 위한 뛰어난 자연환경을 보유하고 있으며, 최근 국내 및 국제적으로도 양식 수산물에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있고, 국가적인 차원에서도 과거의 노동집약적인 양식 산업을 첨단 스마트양식으로 전환하고자 하는 높은 의지를 가지고 관련 산업을 육성하고 있으므로 향후 스마트양식 시장의 가파른 성장이 예상된다.

Ⅳ. 주요기업분석

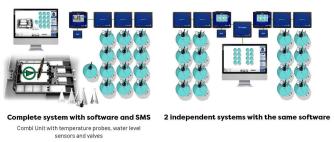
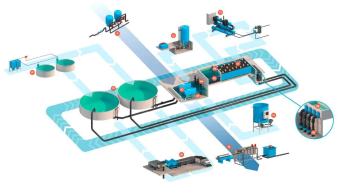
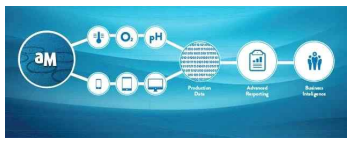
확산되고 있는 양식산업의 스마트화

해외의 경우 노르웨이가 일찍부터 양식 산업의 규모화, 첨단화를 추진하여 1~4위가 노르웨이 기업이 차지하고 있고, 국내는 주로 정부 주도하에 국가 출연연구소, 대학 등에서 클러스터사업 규모로 추진 중에 있으며, 스마트화를 본격화 해나가고 있다.

■ 스마트양식 산업 글로벌 기업 동향

한국전자통신연구원의 「국내 스마트양식 기술 동향, 2021」 보고서에 따르면 세계적인 양식기업 중 상위 5개 회사는 노르웨이의 Marine Harvest, Austevoll Seafood, Salmar, Grieg Seafood와 싱가포르의 Pacific Andes Resources이다. 그리고 이와 같은 양식기업의 성장배경에는 AKVA(노르웨이), Bilund(덴마크), Oxyguard(덴마크), Aqua Manager(그리스), VAKI(아이슬란드), Aquascan(노르웨이), Nofima(노르웨이) 등과 같은 다양한 양식용 기자재 및 운영 소프트웨어, 양식기술 서비스를 제공하는 전문 업체들이 있다.

[표 6] 해외 업체 현황

업체명	사업화 현황	
AKVA (노르웨이)	• 노르웨이 중심의 다국적 기업 • 해양 및 육상에서 양식업 운영을 위한 빅데이터 기반의 양식생산 자동화 기술 솔루션과 서비스를 보유 • 노르웨이, 칠레, 덴마크, 스코틀랜드, 스페인, 그리스, 아이슬란드, 캐나다, 호주 등 연어 양식이 가능한 나라에 연어 양식 시스템을 판매 중	
Oxyguard (덴마크)	• 산소측정 및 제어솔루션에 관한 세계표준을 주도하고 있음 • 산소측정 및 제어솔루션을 순환여과양식시스템에 적용	
Bilund (덴마크)	• 담수어류를 대상으로 순환여과양식 시스템을 포함한 양식 기자재 개발, 상업적 생산시설을 제공 • 중국 등 국가에 연간 약 20억 달러 이상 수출	
VAKI (아이슬란드)	• 양식장 파이프를 통해 이동하는 어류의 개체 수 측정 기술 → 어류의 무게 및 크기에 따른 분류 가능	
Aqua Manager (그리스)	• AM Nursery 모듈은 양식장의 사육밀도, 사료공급, 사육 환경 데이터를 수집 및 가공하고 비용이나 수익과 관련된 생산과정의 변수를 통합하여 관리하는 정보 제공 • AM Hatchery 모듈은 수온, 용존 산소, pH, 염도 등 사육 환경 변수와 산란 관련 변수 등을 수집하여 정보 제공	

***출처 : 각사 홈페이지, 한국기업데이터(주) 재구성**

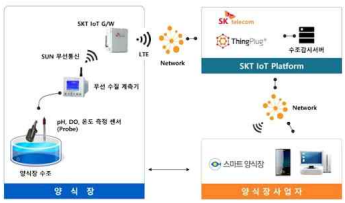
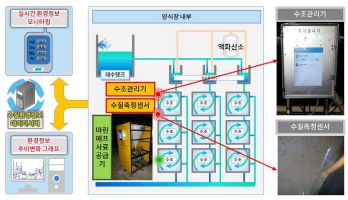
■ 스마트양식 산업 국내 기업 동향

국내 양식어업은 매년 지속해서 성장하고 있으며, 약 100여 종이 넘는 다양한 어종에 대한 양식기술을 보유하고 있으나, 아직 우리나라의 양식 산업은 대부분 사람의 노동력과 경험에 따른 판단에 의존해 이루어지고 있으며, 아직 양식 분야에 본격적으로 적용하지 못하고 양식 생산단계별로 얻어지는 개별 데이터를 부분적으로 활용하는 데 머무르고 있다.

이와 같은 한계점을 극복하기 위해서 2015년 해양수산부 소속 국립수산과학원에서는 양식장에 설치된 센서를 통해 수온, 산소량, 수질 등과 주변 기상정보를 어업인들의 스마트폰에 제공하는 '스마트 어장관리시스템'을 구축하는 등 스마트양식 기술개발을 추진하고 있다. 이와 더불어 최근 해양수산부에서는 국내의 뛰어난 ICT 기술을 활용하여 국내양식기술을 세계적인 수준으로 끌어올리기 위해 2019년부터 '스마트양식 클러스터사업'을 추진하고 있다.

국내에서는 앞서 설명한 것과 같이 본격적인 스마트양식 산업이 활성화되지는 않았지만, 몇몇 기업들은 스마트 양식 산업에 관련된 기술들을 보유하고 있으며, 주요 참여 업체로는 비디 社, 글로비트 社, FNS 社 등이 있다.

[표 7] 국내 업체 현황

업체명	사업화 현황	
비디	• 다양한 분야를 지원하는 ICT 플랫폼을 개발하는 회사 • SK텔레콤과 함께 국내 최초 무선 네트워크 기반 양식장 수조 감시 시스템 개발 → 양식장 수조 내 수온, pH, 산소 실시간 모니터링과 먹이량과 출하량 등의 사육 관리	
글로비트	• 해상 가두리 양식, 내수면 양식 및 육상 양식장에 대한 다양한 솔루션을 제공하는 수산양식 전문 IT기업	
FNS	• 스마트양식 시스템에 필수적으로 요구되는 순환여과시스템의 핵심 기술인 담수 및 해수 수처리 기술 보유 • 담수 및 해수 수처리 설비에 대한 무인 자동화와 원격 모니터링 지원	
네트원	• 시설물 원격 모니터링과 제어를 기본으로 물 순환·여과 기술, 신재생에너지 활용할 수 있는 육상용 스마트 양식장 개발 → 활어 양식장에 공급 중 • 양식장관제, 수조유량제어, 물 순환여과, 신재생에너지 4개 시스템으로 구성, 각 시스템을 독립적으로 운영 가능	

***출처 : 각사 홈페이지, 한국기업데이터(주) 재구성**

■ 스마트양식 산업 국내 코스닥 기업 현황

[그린플러스] 그린플러스는 1997년에 설립된 기업으로, 알루미늄사업부문과 스마트팜사업부문을 주력사업으로 두고 있다. 특히, 어업회사법인 그린피시팜, 농업회사법인 그린케이팜, 농업회사법인 비씨에프의 3개의 계열회사가 있으며, 이들 중 어업회사법인 그린피시팜의 경우 그린플러스의 신사업의 일환으로 2016년 2월 장어 양식을 목적으로 설립되었다. 현재 충청남도 당진시에 5,000평 규모의 장어 양식단지를 운영하고 있으며, 전체 224개의 양식 수조를 통해 실뱀장어 치어를 양식하고 있다.

국내 장어 양식 사업은 사료비용과 인건비를 제외하면 에너지 비용 절감에 사업성이 결정되고 있는데, 어업회사법인 그린피시팜은 순환여과식 양식시스템과 히트펌프를 통해 수온 손실을 줄이고 있으며, 기존 주력사업인 스마트팜 사업의 에너지 효율화 경험을 무기로 해당 시장에 빠르게 안착하고 있다. 특히, 성장속도, 폐사율, 인건비절감 등에서 경쟁우위를 확보하고 있으며, 환경제어시스템을 장착하여 양식장의 온도 및 수질관리를 자동으로 시현하고 비상사태에 조속한 대응이 가능한 특징이 있다.

[표 8] 그린플러스 주가추이 및 기본 재무현황 (단위 : 원, 억 원, %)

구분	2018년	2019년	2020년
매출액	464	488	627
영업이익	51	51	59
당기순이익	23	25	-21
부채비율	165.54	93.42	161.83

***출처 : 다음금융, 한국기업데이터(주) 재구성**

[이트론] 이트론은 1999년에 설립된 기업으로, 서버, 스토리지, 유무선 통신장비 사업, 데스크톱 가상화 솔루션, IoT 솔루션, 스마트 수처리 솔루션, 건자재 유통업 등을 주력으로 영위하고 있다. 특히 IoT 솔루션 사업에서는 IoT 통신 모뎀 및 솔루션을 직접 개발 및 구축까지 토탈 솔루션을 제공하고 있으며 IoT 솔루션은 여러 산업 분야에 사용되는 사물의 Data를 원격으로 수집하고 제어하는 기술을 구현하여 사용자의 편의와 안전 등을 제공하고 있다. 실시간 소방시설 관리시스템 구축사업, 미세먼지 측정 시스템, 신재생에너지 전력사용량 모니터링 시스템, 스마트 조명 제어시스템 등 실생활 전반에 걸쳐 보다 편리한 세상을 만드는데 IoT 기술이 활용 될 수 있도록 IoT 솔루션 기술 개발을 지속적으로 수행하고 있다.

또한, 최근 신규 사업의 일환으로 이비스트레이드(EBIS Trade)의 수류 발생 장치 '제트스트리머'의 국내 총판 계약을 체결하고, 녹조와 적조 등 수질 개선 사업에 진출하였다. 제트스트리머는 펌프의 구동수를 정류관 내부의 노즐에서 강하게 토출시켜 정류관의 후방에서 대량의 물을 흡입, 정류관 전방에서 송수량의 약 20배에 달하는 수류를 발생시키는 원형 구조로써 쓰레기 등 협잡물의 영향을 거의 받지 않고 소규모 노즐을 다수 설치하여 대규모 수류 발생이 가능한 장점이 있으며, 이 기술은 일본 내 200개소 이상 및 베트남의 호치민 조정 수로 등에 이미 설치되어 기술력을 인정받고 있다. 또한, 국내 4대강을 비롯한 전국의 녹조 현상 등이 발생한 곳을 대상으로 본격적인 영업 활동을 개시하여, 사업영역 확장 및 회사의 수익률을 제고하고 있다.

이트론은 기존의 이러한 사업 경험을 바탕으로 2020년 국내 대표 스마트양식 솔루션 기업들과 컨소시엄을 구성해 하동군 참숭어 스마트양식 구축사업에 참여하고 있으며, IoT 네트워크 기술, 통합 제어 웹·모바일 솔루션을 비롯해 국산 기술로 개발한 보급형 피쉬펌프와 어체선별기, 카운터 시스템, 고수온 적조대비 수류 발생 수질관리 최적화 시스템 등을 담당하고 있다.

[표 9] 이트론 주가추이 및 기본 재무현황 (단위 : 원, 억 원, %)

구분	2018년	2019년	2020년
매출액	85	290	413
영업이익	-44	-23	5
당기순이익	-62	-32	-91
부채비율	5.39	60.44	55.30

*출처 : 다음금융, 한국기업데이터(주) 재구성

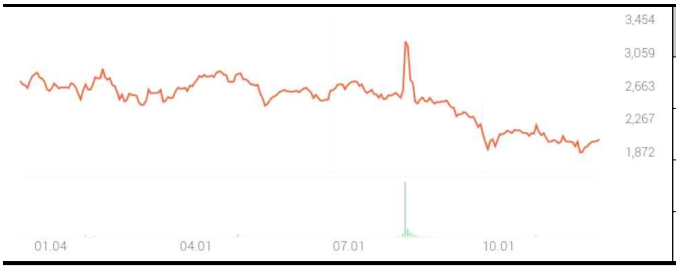
[우진비앤지] 우진비앤지는 1985년에 설립된 기업으로, 동물약품 및 미생물제제(동물약품, 인체원료 의약품, 미생물 농자재) 등을 제조, 판매하는 사업을 주력으로 영위하고 있다.

사업 초기에는 세계 유수의 다국적 기업인 스위스 Norvartis, 벨기에 Janssen, 미국의 Intervet-Schering plough와 한국 내 독점 대리인으로서 판매권과 기술력을 이전 받아 꾸준히 기술을 개발해 왔으며, 이러한 세계 유수의 기술력과 마케팅력을 기반으로 국내 시장에서의 경쟁우위의 지위를 유지해왔다. 현재는 위의 다국적 기업들이 Elanco로 합병이 되면서, Elanco와는 기존의 사업 유지 및 새로운 시장 확보를 위한 개발을 공동으로 진행하고 있으며, 다국적기업으로부터 이전 받은 기술력을 바탕으로 우진비앤지의 자체 제품 개발을 통해 국내뿐만 아니라 해외 시장으로도 그 영향력을 확대하고 있다.

우진비앤지는 기존 경쟁제품들과 차별화되는 첨단 기술과 배합비 및 제조 기술을 바탕으로 개량신약의 형태로 다양한 구색 제품의 신규 개발과 시장 진입에 박차를 가하고 있으며, BT기술을 바탕으로 하는 새로운 대체의약과 면역증강제 등에서 앞서 나감으로서 이러한 시장에서의 새로운 기회요인으로 외형성장을 이루고 있다.

최근에는 국립수산물품질관리원으로부터 국내 최초 참돔 이리도바이러스 불활화 백신(제품명 이뮤니스 메가 백)에 대해 최종 제품 허가를 획득하여 양식 맞춤형 백신을 지속적으로 개발하여 수산식품의 안전성을 확보하는데 힘쓰고 있다.

[표 10] 우진비앤지 주가추이 및 기본 재무현황 (단위 : 원, 억 원, %)



구분	2018년	2019년	2020년
매출액	306	326	395
영업이익	-48	20	7
당기순이익	-66	-136	-9
부채비율	126.49	119.97	84.62

*출처 : 다음금융, 한국기업데이터(주) 재구성