
서해5도 해조류 스마트양식 조성 기초조사 및 추진방안 연구 최종 보고서

2022. 02.

한국생산성본부

목 차

I. 서해 5도 해조류 미래자원(우뭇가사리) 기초조사 및 현황분석	3
1. 우뭇가사리 서식환경, 분포 관련 현장 기초조사 및 현황분석	3
2. 우뭇가사리 유전자 특성, 품질 관련 문헌 및 양식 기술 조사	16
1) 우뭇가사리 분포 일반 현황	16
2) 우뭇가사리 서식환경	17
3) 우뭇가사리의 유전적 특성	19
4) 우뭇가사리의 품질	28
5) 우뭇가사리 성분과 구성요소	28
6) 우뭇가사리 효능	35
7) 우뭇가사리 양식 기술 국내 현황	36
8) 국내·외 연구 동향	38
9) 해조류의 간이 양식 기술 시스템 사례 분석	39
10) 스마트양식 기술	56
II. 해조류 스마트양식 적합성 검토 및 추진 방향 제시	122
1. 기후변화, 양식기술 등 분석을 활용한 육상·해상 스마트양식 적합성 검토	122
2. 스마트양식 시범사업 계획(안)	122
3. 조사 및 검토내용에 따른 시범사업 추진 방향과 중·장기 계획 제시	124
4. 타 수산 품목 양식 사업화 예시	125
참고문헌	208

I. 서해 5도 해조류 미래자원(우뭇가사리) 기초조사 및 현황분석

1. 우뭇가사리 서식환경, 분포 관련 현장 기초조사 및 현황분석

□ 대청도, 소청도, 백령도, 연평도 현장 우뭇가사리 분포 분석

- 우뭇가사리의 서식은 11월~2월 사이에 자라며 2월말~3월에 가장 장성한 것으로 나타남
- 해수에 잠겨있는 해안가 지역에도 우뭇가사리가 분포하고 있으며, 수심 4~10m 지점에 주로 다량으로 분포하고 있는 것으로 조사됨
- 해수에 잠겨있는 상태가 유지되는 지역에 서식하고 있으며, 해수가 빠져나가는 지역에는 서식하고 있지 않았음
- 미역이 서식하는 수심과 거의 유사한 수심에서 우뭇가사리가 가장 잘 성장하는 것으로 조사됨
- 해가 지날수록 우뭇가사리의 자연 서식량은 감소하고 있는 것으로 나타남
- 현장 조사 결과 대청도, 소청도, 백령도, 대연평도, 울도, 가덕도 등의 지역에 총 32,350m² 면적에 걸쳐 우뭇가사리가 분포하는 것으로 사료됨
- 덕적도 및 울도는 소청도보다 작은 섬으로 우뭇가사리의 서식 가능 지역으로 사료됨

□ 대청도 분포지



○ 대청도 현장 답사 및 우뚝가사리 채취

- 대청도 계장님의 동행을 통해 채취 및 확인





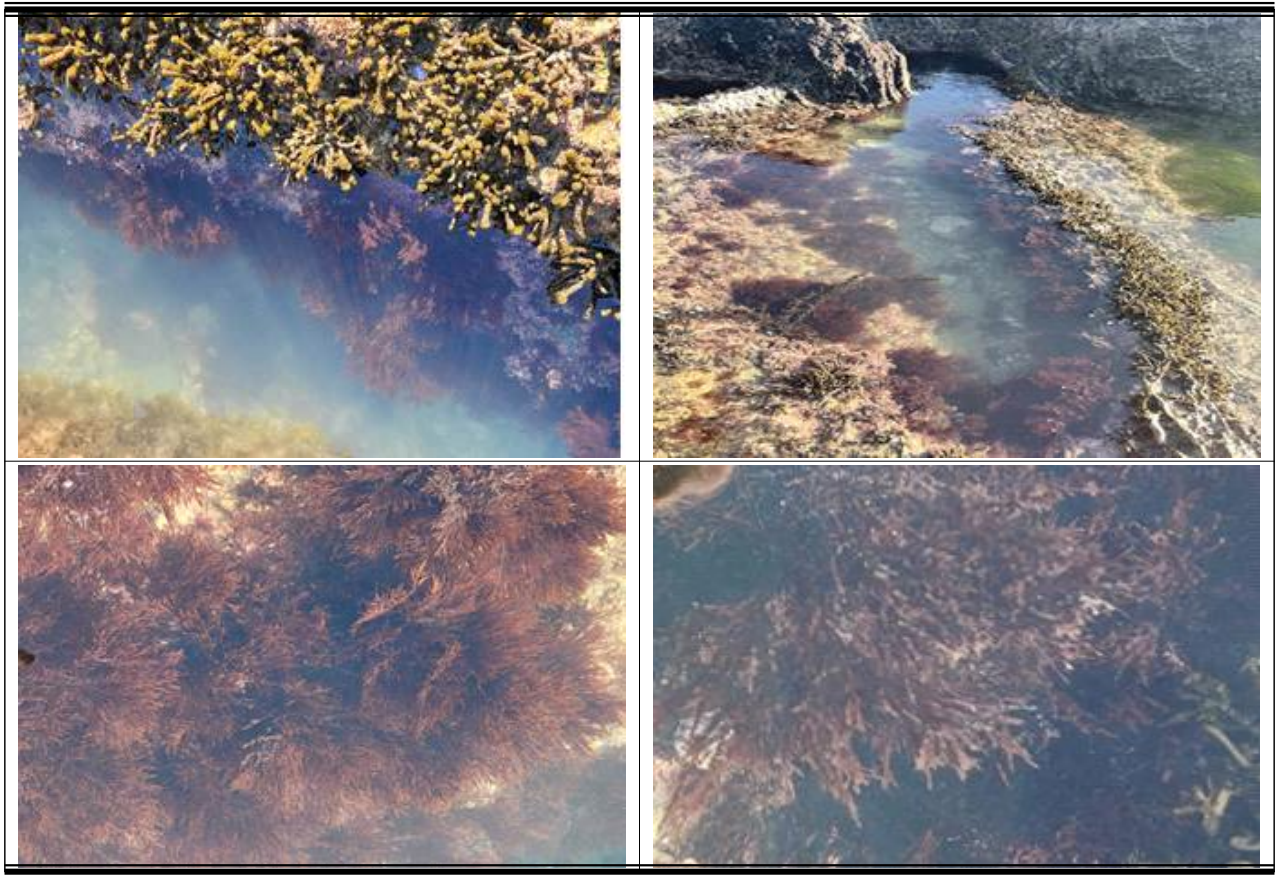
□ 소청도 분포지



○ 소청도 현장 답사 및 우뭇가사리 채취

- 전 이장님의 동행을 통해 채취 및 확인





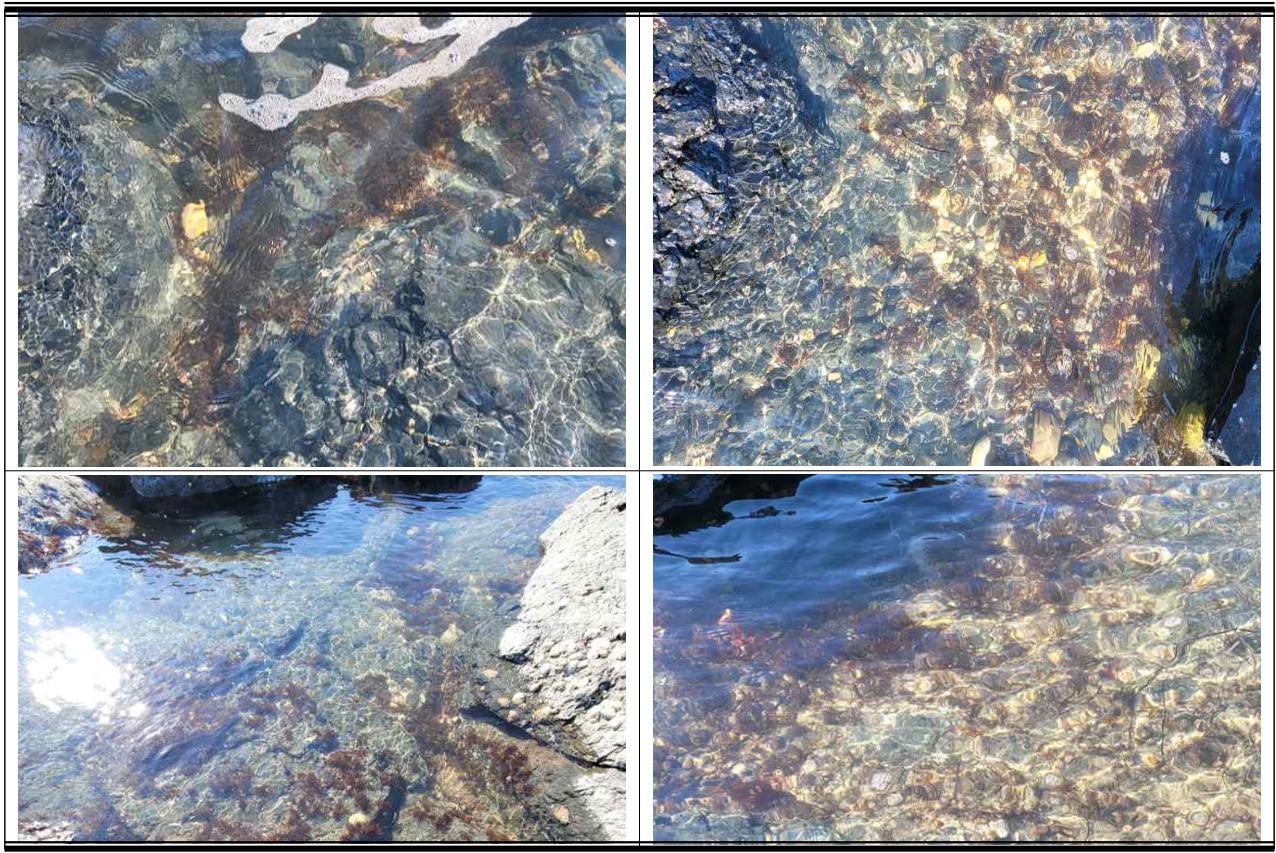
□ 백령도 분포지



○ 백령도 현장 답사 및 우뭇가사리 채취







□ 대연평도 분포지

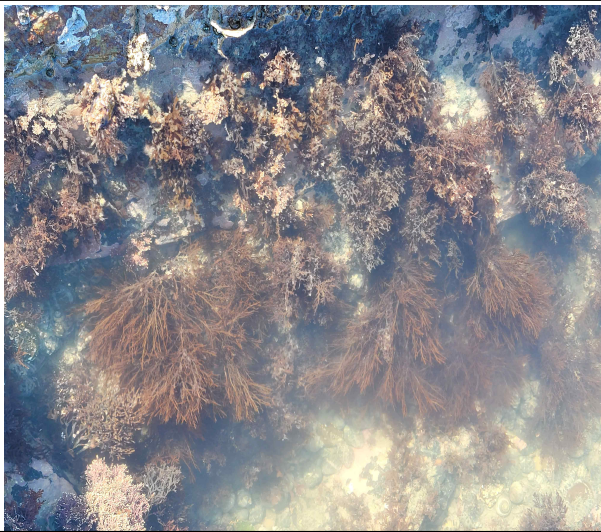
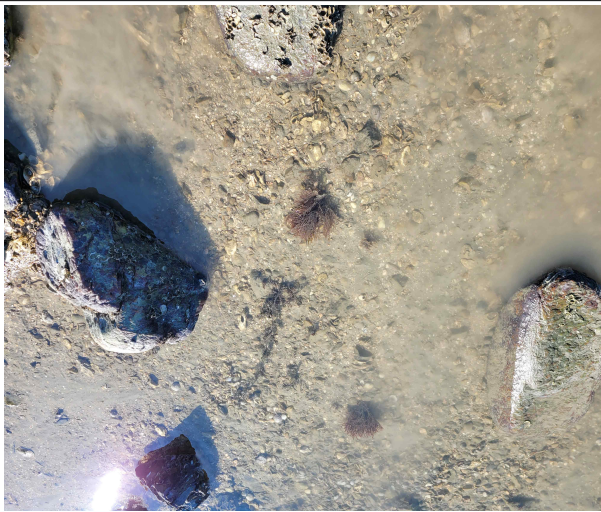
■ 대연평도 우뚝가사리 분포 예상 면적

구분	면적
A	약 1,500㎡
B	약 1,500㎡
C	약 1,700㎡
D	약 1,200㎡
E	약 1,000㎡
총계	6,900㎡

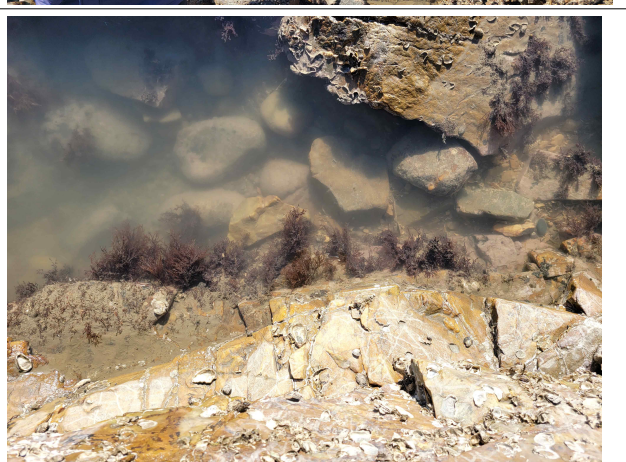


○ 대연평도 현장 답사 및 우뚝가사리 채취









□ 울도 분포지



□ 가덕도/대령도/목덕도 분포지



- 연평도 잠수부로 업을 하시는 분을 통한 우뚝가사리 양식 방법(안)
 - 우뚝가사리의 서식 환경은 미역과 거의 동일함
 - 미역 양식은 수심 4~10m 지점에 200~300m의 밧줄을 늘어놓고 그 밧줄에 미역 포자를 심어놓으면 시간이 지나면서 미역이 자라남
 - 미역 채취 후 철거하지 않은 밧줄을 그대로 둔 후 겨울철이 지난 후 밧줄을 확인하면 그 밧줄에 우뚝가사리가 다량으로 자라나고 있음이 확인되었음. (우뚝가사리의 포자 확산이 매우 활발한 것으로 사료됨)
 - 이와 같은 방식으로 서해 5도 연안에 수심 10m 이내의 위치에 밧줄 설치를 통한 양식이 가능할 것으로 보여짐

2. 우뚝가사리 유전자 특성, 품질 관련 문헌 및 양식 기술 조사

1) 우뚝가사리 분포 일반 현황

- 우뚝가사리의 생육장소는 대체로 외해에 면한 저조선 이하의 암초상이며 조류가 잘 소통이 되고 맑은 곳에 많으며, 조간대에서 조하대의 바위 위에 생육함
- 일본, 인도네시아, 인도양, 대서양에 분포되고 한국의 전 연안 각지, 특히 경북 연안에 많이 난다. 그 외에 동해안의 울릉도, 독도, 대진, 속초, 죽도, 하조대, 주문진, 강릉, 안인, 갈람, 동해, 울진, 월성, 죽변, 구룡포, 영일만, 고리, 기장 등지에 서식함

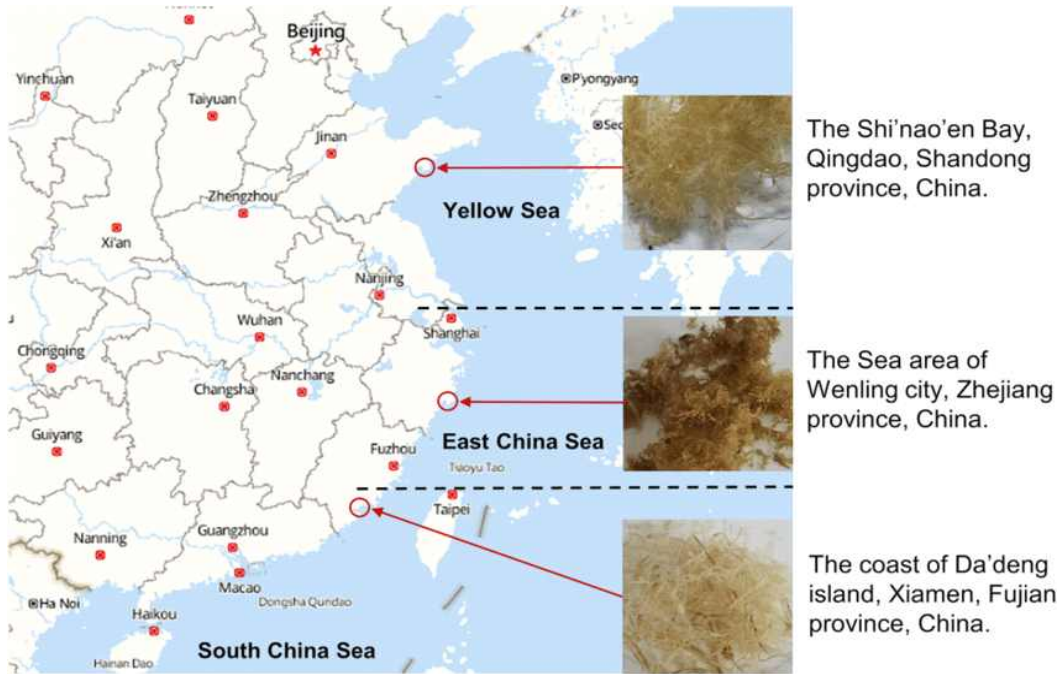


Fig. 1 중국 지역 각기 다른 해역의 우뚝가사리 주요 수확 위치 [1]

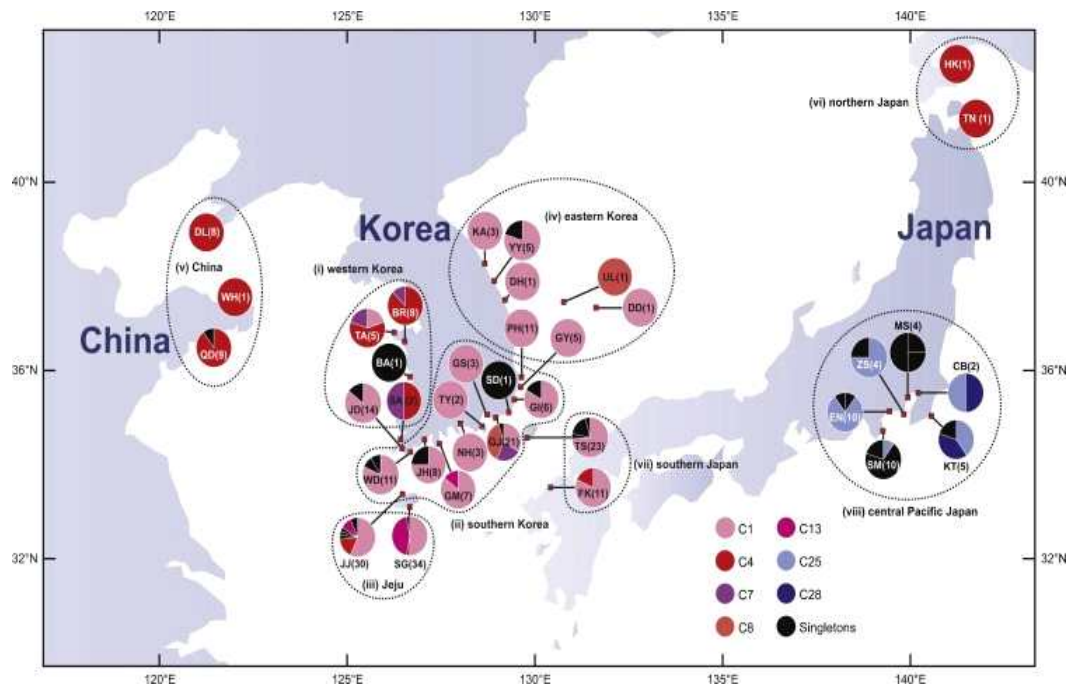


Fig. 2 한국, 중국, 일본의 각기 다른 해역의 우뚝가사리 서식분포도 [2]

2) 우뚝가사리 서식환경

□ 서식 환경 특징

- 우뚝가사리는 간조선 이하 30~40m 까지의 암초상에 착색하며, 북쪽지방으로

갈수록, 얕은 수심에서 서식하는 특징을 지니고 있음

- 이와 반대로 남쪽지방으로 내려갈수록 깊은 수심에 서식함



Fig. 3 암초상에 착생하는 우묵가사리 사진

- 바닷물이 빠졌을 때 위치에서 수심 20~30m 깊이 바위 붙어 자라며, 조류가 거칠고 해수 유통이 잘되는 곳에서 잘 성장하며, 또한 하천의 유입이 없고, 외양에 접한 곳에 잘 생육함
- 또 다른 특징으로는 월 평균 2℃ 이하인 해역에는 분포하지 않는다고 알려짐

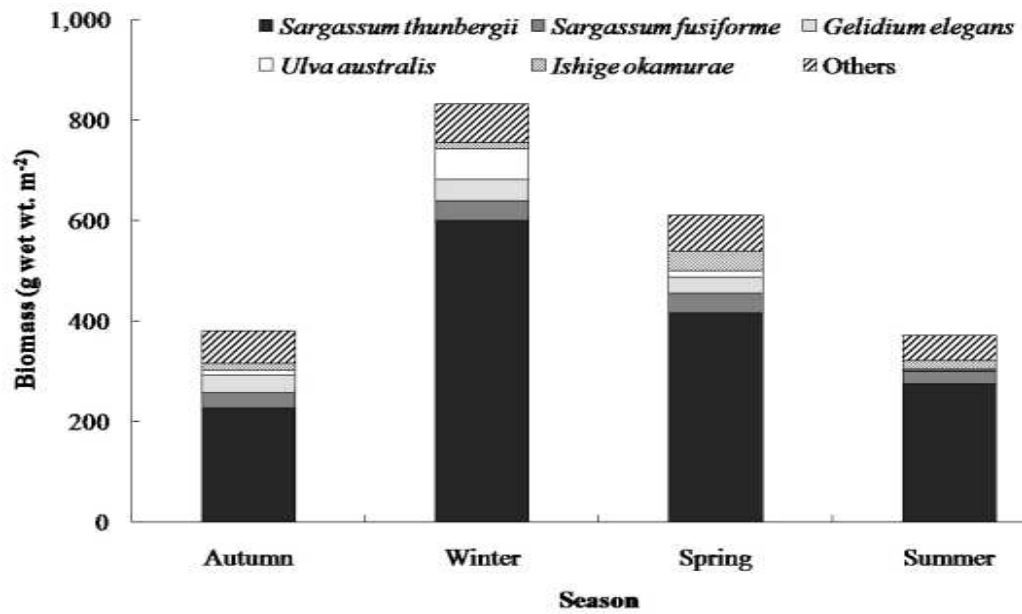


Fig. 4 계절별 우뚝가사리의 생물량을 나타내는 그래프 [3]

- 다년생이지만 여름 번식기가 지나면 본체의 상부는 녹아 없어지고, 하부만 남아있다가 이듬해 봄이면 새싹이 자라나는 특징을 지니고 있음



Fig. 5 여름 번식기가 지나 하부만 일부 남아있는 모습 [4][5]

3) 우뚝가사리의 유전적 특성

항목		특징
외형	형태	• 줄기와 잔가지로 형성된 나뭇가지 모양
	폭	• 0.5~2.0mm
	크기	• 12~30cm
	특징	• 질기고 탄력성이 뛰어남 • 가지의 갈라지는 방향이 규칙적 또는 불규칙 • 서식지에 따라 형태 상이

항목		특징
생태	서식지역	• 한국의 전 연안
	서식환경	<ul style="list-style-type: none"> • 하천의 유입이 없고 외양에 접한 곳 • 간조선 이하의 30~40m 까지의 암초상에 착생 (2~4m에서 가장 무성하게 자람) • 북쪽 지방으로 갈수록 얕은 수심에 서식 (남쪽 지방은 깊은 수심) • 월 평균 수온 2℃ 이하 해역에 분포하지 않음
생활사	종류	• 다년생 해조류
	번식시기	• 5~11월
	특징	<ul style="list-style-type: none"> • 포자에서 발아 시 1년만에 성숙 • 동형세대교번 • 성장기, 번식기, 조락기 되풀이
번식 방법	포자번식	• 사분포자나 과포자가 발아하여 새로운 엽체 발생
	포복지	<ul style="list-style-type: none"> • 발생후기 직립체가 어느 정도 성장하면 포복지 형성 • 포복지는 가근이 생겨 암반에 착생하여 직립체 형성
	재생력	• 절단된 엽체에서 새로운 가지 생성 및 착생

- 우뚝가사리는 한국, 중국, 일본에서 흔히 볼 수 있으며, 북서태평양에서 경제적으로 가장 중요한 해조류임
- 한국 종의 유전자 구조를 평가하기 위해 36개소에서 채취한 272마리의 미토콘드리아 콕스1 유전자의 1200 염기쌍을 분석이 이루어졌으며, 총 34개의 하플로타입이 발견되었으며, 그 중 대부분은 독특한 하플로타입으로 27개(79%)가 있는 것을 확인
- *G. elegans* 내 콕스1의 뉴클레오타이드 다양성과 하플로타입 다양성은 각각 0.711 ± 0.028 (H)와 0.00736 ± 0.00038 (γ)인 것으로 나타남 (유전적 특성이 서로 다르게 나타남을 의미. 이는 확립화된 분석 결과 획득이 어려울 수 있음을 내포)
- 콕스1 하플로타입 분포, 쌍별 FST 값, 중립성 테스트 결과, AMOVA 및 불일치 분포는 잠재적 인구통계학적 확장의 유전적 특징뿐만 아니라 지표면 해수

전류 패턴에 해당하는 일본 중부와 다른 모든 위치 사이에 깊은 유전적 단절이 존재한다는 것을 입증

- 우뭇가사리에는 3가지의 몸체가 있는데, 즉 유성 세대인 수배우체와 암배우체 및 무성 세대인 포자체로 구성됨
- 이들은 그 생김새가 매우 비슷하므로, 생식 기관이나 핵상을 조사하지 않으면 서로 구별할 수가 없음
- 수배우체는 작은 가지의 표면 부근 세포가 분열하여 정자를 만드며, 이에 반해서 암배우체는 작은 가지를 이루는 세포열로부터 '조과기'라고 하는 특수한 세포열이 뻗어 나와서 그 끝 세포가 조과기가 되고 그 속에 난자가 생김
- 그 후 조과기로부터 수정모가 체표를 뚫고 나오면 방출된 정자가 수정모 끝에 붙고, 이어서 정핵이 수정모 내부를 지나 조과기 안의 난핵과 합쳐지게 됨
- 핵융합이 일어난 후에는 조과기로부터 특수한 연락사가 뻗어나와, 가까운 영양 조직으로부터 자라는 데 필요한 영양분을 받아들이며, 수정핵은 이 연락사를 통해 이동하면서, 군데 군데에서 '조포사'라는 세포사를 내어 그 곳에 과포자를 만들어 냄
- 이때, 과포자 및 그것을 만드는 조포사나 연락사 등은 $2n$ 의 핵상을 가지며, $2n$ 인 몸이 핵상이 n 인 암배우체에 기생함
- 이러한 $2n$ 의 몸체를 '과포자체'라고 하는데, 얼마 후에는 이로부터 과포자가 방출되며, 이것이 바위 등에 붙어 발아하면 포자체가 됨
- 포자체는 작은 가지 끝에 수많은 포자낭을 만드는데, 포자낭이 생긴 작은 가지는 주걱 모양으로 변화하며, 이러한 포자낭은 감수 분열을 하여 사분포자를 만들어 방출하며, 방출된 사분포자는 바위 등에 붙어서 발아하여, 4개 중 2개는 수배우체로, 다른 2개는 암배우체로 자라게 됨
- 즉, 우뭇가사리에는 암수의 배우체 세대, 암배우체에 기생하는 작은 과포자 세대 및 사분포자체 세대의 3가지 세대가 있으며, 생활사는 이 3세대가 순환하

면서 이루어지게 됨

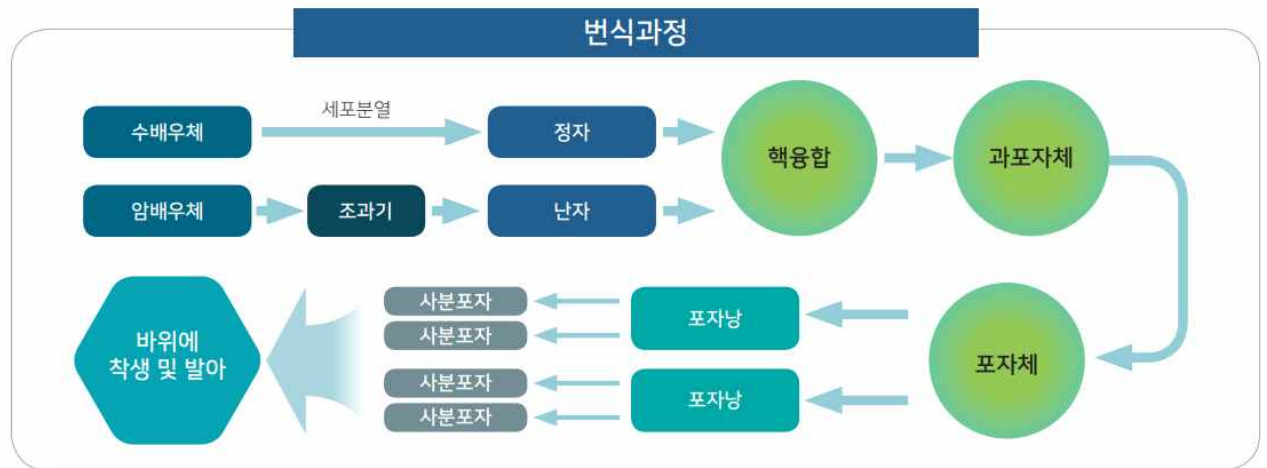


Fig. 6 우뚝가사리 번식과정

- 우뚝가사리의 몸은 더러는 크게 뭉쳐서 나고 사상 또는 가는 선상이며 편압하여 특히 하부는 양 가장자리가 얇음
- 4~5회 우상으로 분기하는데 가지는 호생 또는 대생이라 함
- 특히, 어릴 때는 다소 정확하게 우상으로 분기하여 원추상으로 되나 대체로 분기는 다소 불규칙한 것이 특징임
- 가지는 다소 굴곡하나 간혹 똑바른 것도 있으며 작은가지는 길고 짧은 것이 섞여 있고 긴 것은 단조 또는 다시 분기가 일어남
- 가지의 끝은 다 뽕족하고 열은 곳에 있는 것은 짧고 불규칙하게 분기하고 가지는 서로 가까이 나나 깊은 곳의 것은 길고 가지는 드물게 남
- 몸의 하부는 늘 편압되고 양 가장자리가 얇으나 상부는 더러 원주상임
- 사분포자낭이 있는 작은 가지는 긴 난형 또는 긴 주걱 모양이고 때로는 그 작은 가지가 같은 길이로 2~3회 우상 분기하는 경우가 있으며, 낭과의 작은 가지는 꼭대기 아래가 팽대하고 끝은 뽕족하거나 분기함
- 체형의 변화가 많아서 오카무라의 5변형으로 구별하며, 생활사는 다년생이고

적어도 3, 4년은 살아있으며, 포자체와 배우체가 규칙 있게 세대교번을 함

- 사분포자와 과포자가 방출되는 것은 지방에 따라 또는 개체에 따라 다르나 전반적으로 보아 5~11월로 보고 있음
- 이 번식기를 지나면 모체는 가지가 차차 녹아 없어지고 몸의 기부만 남게 되고, 조락기에 들어가며 봄이 되면 남아있던 기부의 좌에서 다시 직립체가 돋아남
- 번무기에 들어가서는 성숙해지며, 포자에서 발아한 유체도 늦은 여름에서 가을, 겨울까지는 성장이 매우 느리고 거의 정지상태에 있다가 해동이 되면 급속도로 자라서 번무하며, 크기는 10~30cm 정도 자람
- Fig. 6~9는 국내 채집지역에 따른 각각 다른 모습의 건조표본들을 도식화한 것임

가) 제주특별자치도

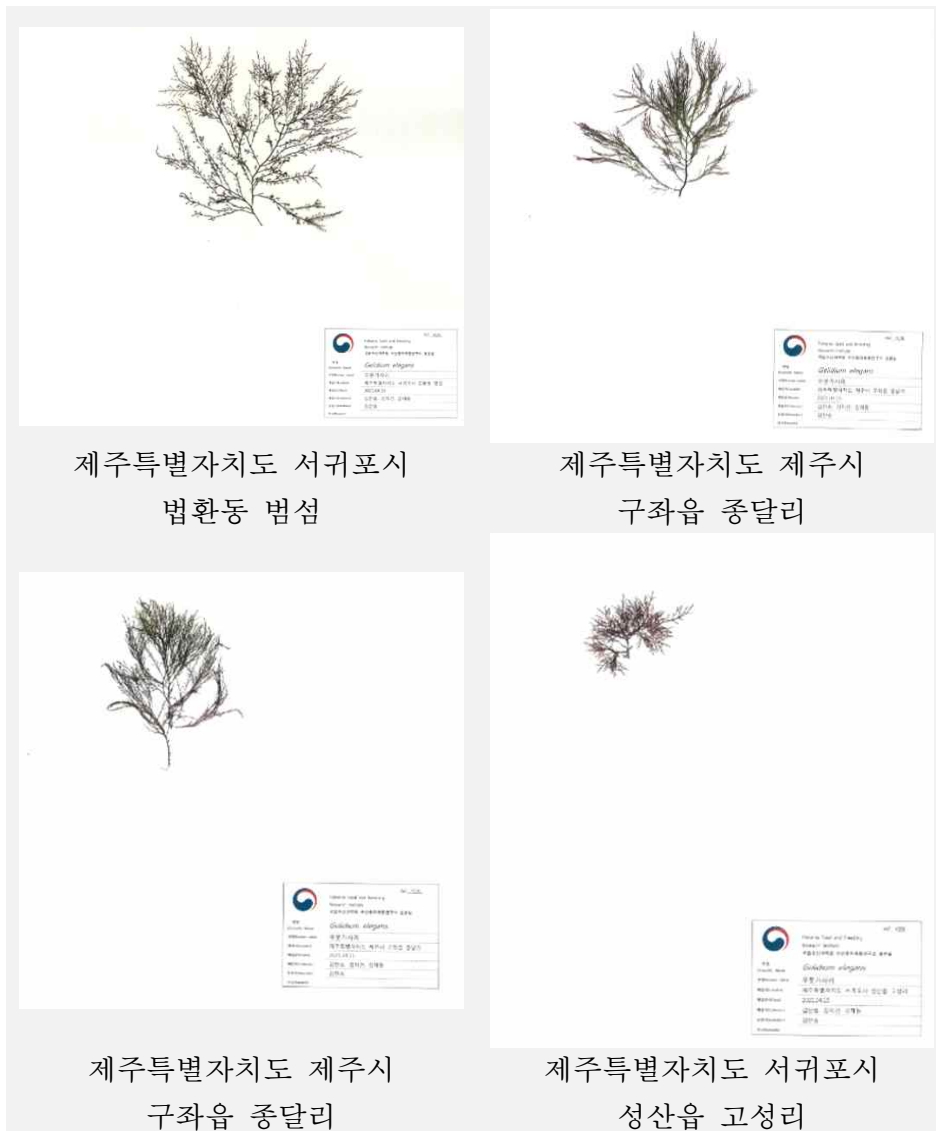


Fig. 7 제주특별자치도 내의 우뚝가사리 건조 표본 (I)

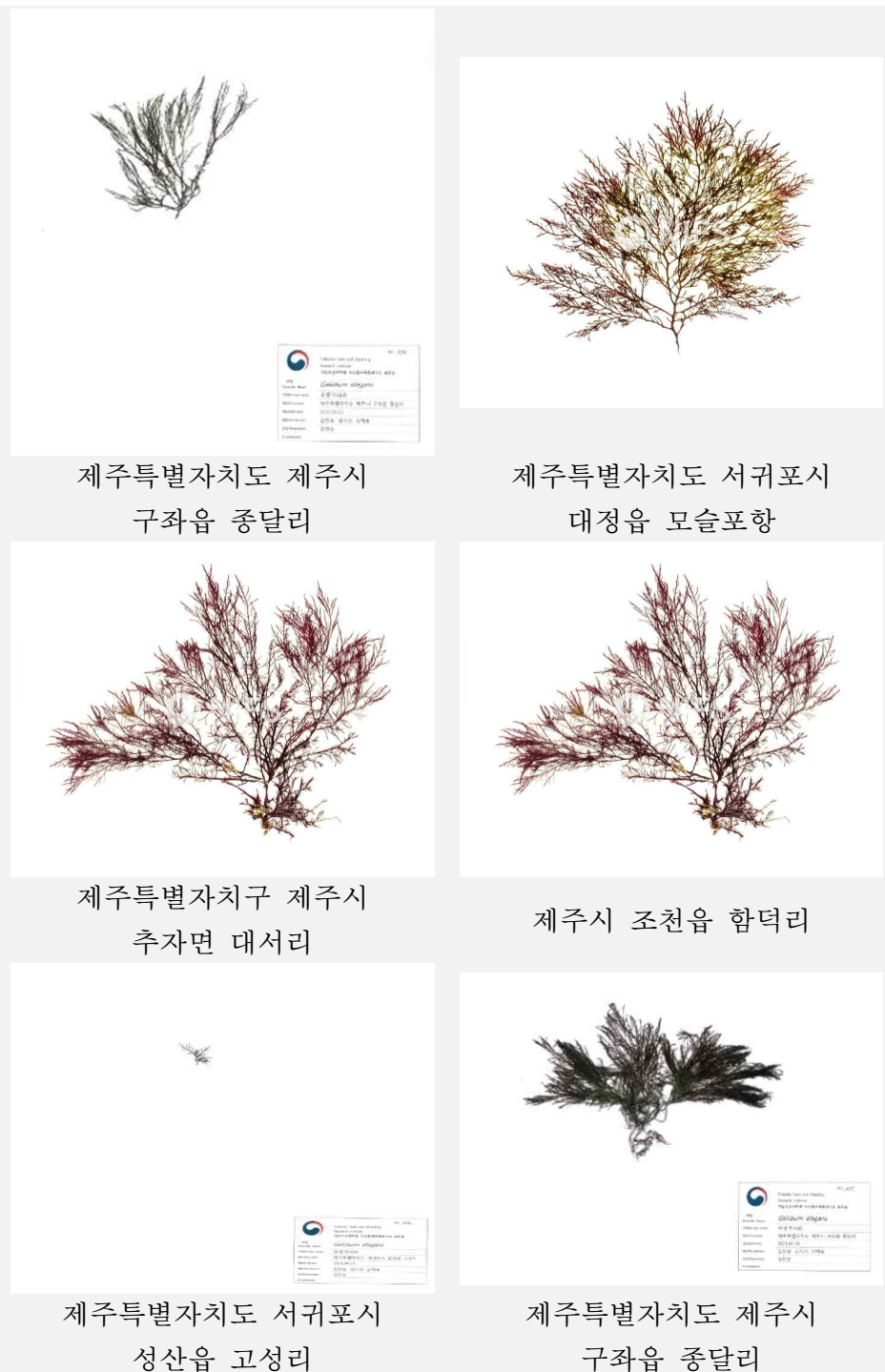


Fig. 7-1 제주특별자치도 내의 우뚝가사리 건조 표본 (II)

나) 전라남도

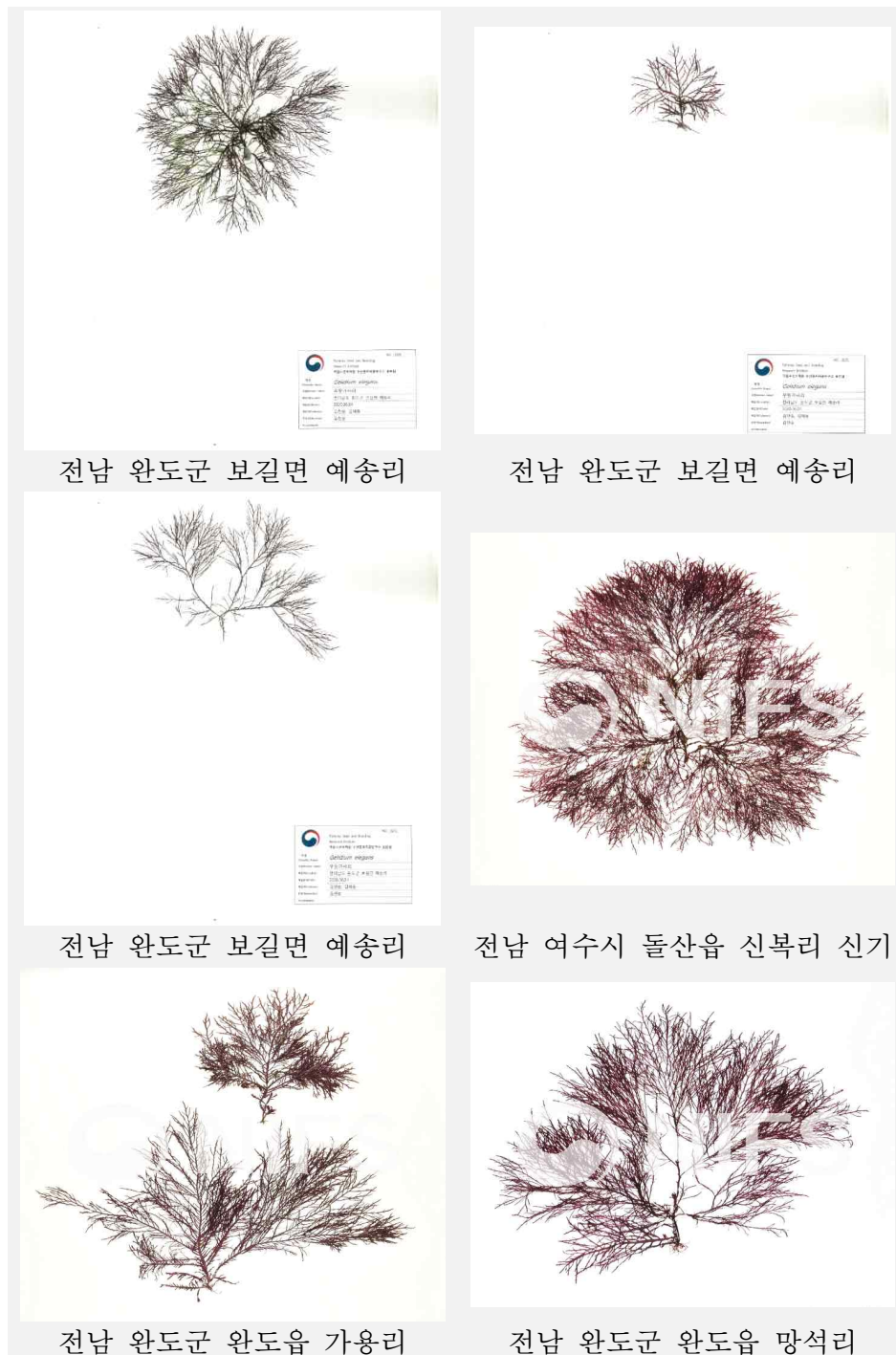


Fig. 8 전라남도 내의 우뚝가사리 건조 표본 (I)

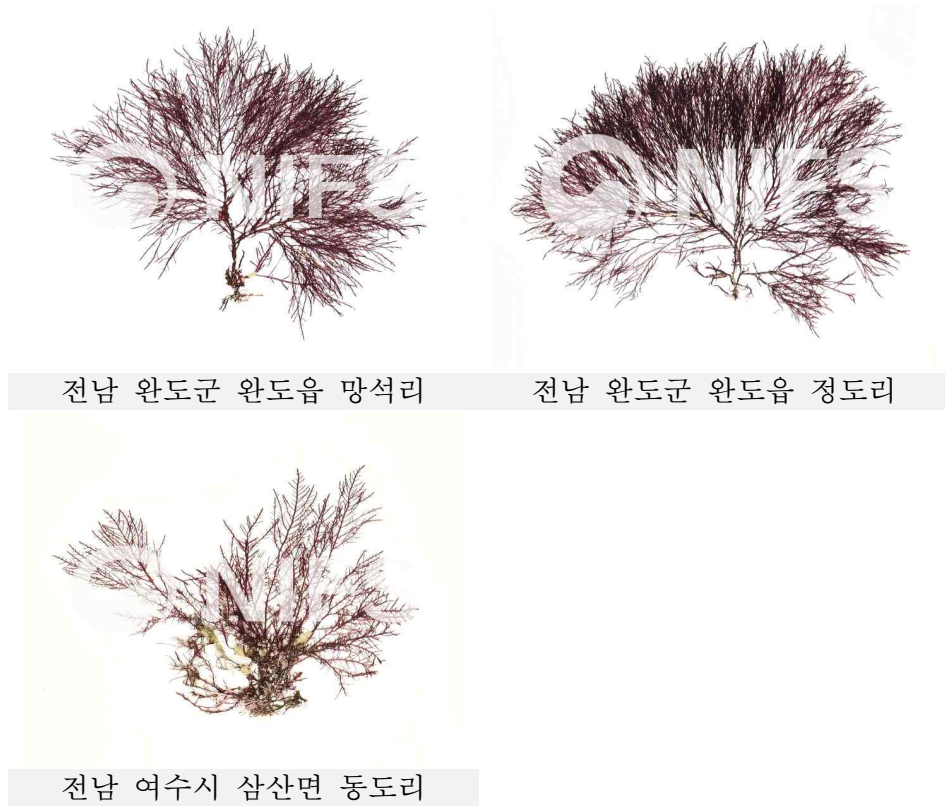


Fig. 7-1 전라남도 내의 우뚝가사리 건조 표본 (III)

다) 충청남도



Fig. 9 전라남도 내의 우뚝가사리 건조 표본

라) 경상남도



Fig. 10 전라남도 내의 우뚝가사리 건조 표본

4) 우뚝가사리의 품질

- 우뚝가사리는 한국, 중국, 일본에서 흔히 볼 수 있으며, 북서태평양에서 경제적으로 가장 중요한 해조류임
- 한국 종의 유전자 구조를 평가하기 위해 36개소에서 채취한 272마리의 미토콘드리아 콕스1 유전자의 1200 염기쌍을 분석이 이루어졌으며, 총 34개의 하플로타입이 발견되었으며, 그 중 대부분은 독특한 하플로타입으로 27개(79%)가 있는 것으로 나타남
- *G. elegans* 내 콕스1의 뉴클레오타이드 다양성과 하플로타입 다양성은 각각 0.711 ± 0.028 (H)와 0.00736 ± 0.00038 (γ)인 것으로 나타났음 (유전적 특성이 서로 다르게 나타남을 의미함. 이는 확립화된 분석 결과 획득이 어려울 수도 있음을 나타냄)
- 콕스1 하플로타입 분포, 쌍별 FST 값, 중립성 테스트 결과, AMOVA 및 불일치 분포는 잠재적 인구통계학적 확장의 유전적 특징뿐만 아니라 지표면 해수 전류 패턴에 해당하는 일본 중부와 다른 모든 위치 사이에 깊은 유전적 단절이 존재한다는 것을 보여주었음 [6]

5) 우뚝가사리 성분과 구성요소

- 우뚝가사리는 홍조류 해초로, 탄수화물이 복합다당류와 식이섬유로 구성됨
- 100g당 45kcal에 불과한 초저열량 다이어트 식품으로, 영양 성분은 단백질(4.2g), 지질(0.2g), 탄수화물(21.5g), 식이섬유(1.07g)으로 구분되는 초저열량식품으로 구별됨
- 이때, 탄수화물 성분은 카라기난(Carrageenan)과 알긴산(Alginic Acid)이 주성분으로, 이들은 열량은 없으나 포만감을 주며, 변비에도 효과가 있는 것으로 나타남

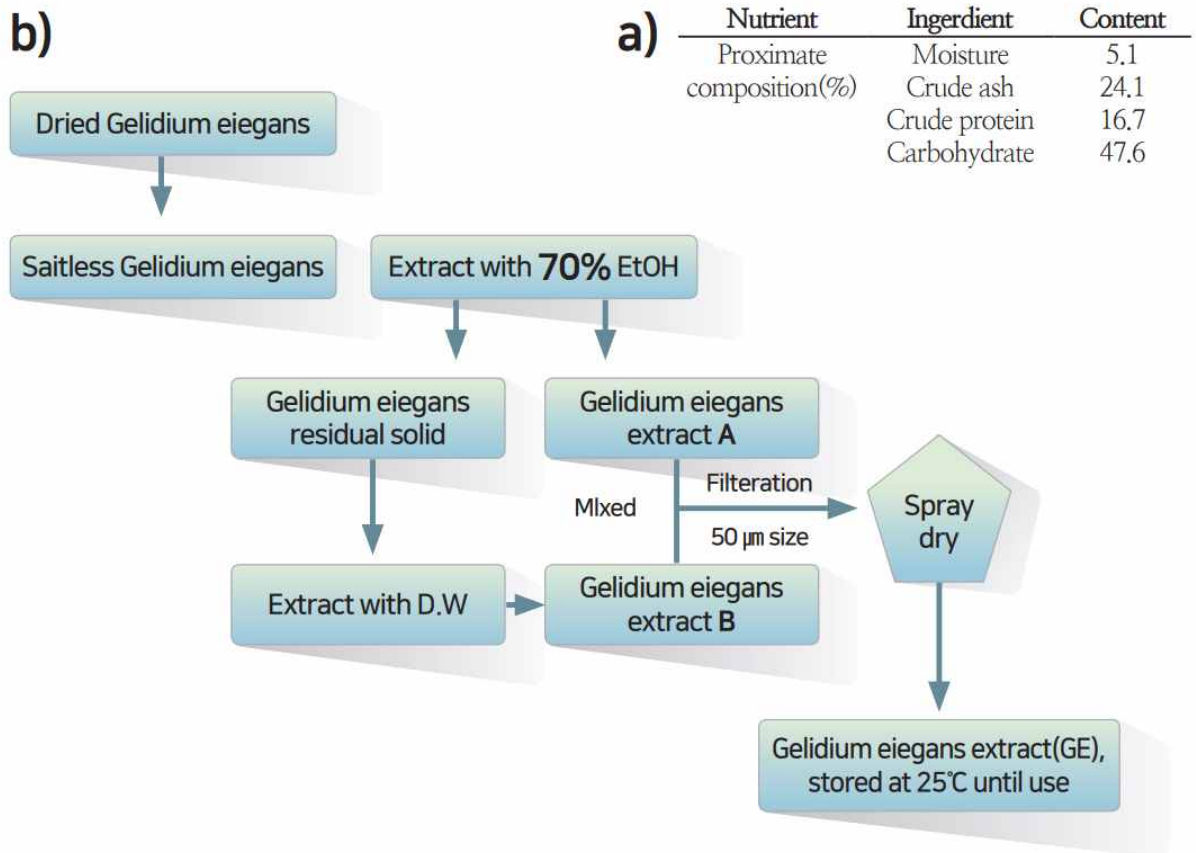


Fig. 11 우뚝가사리 구성 성분(a)과 추출과정(b)

- Fig. 10의 a)는 우뚝가사리에서 추출되는 구성요소들을 나타낸 것이며 [7], b)는 이러한 추출 요소들의 준비과정 나타낸 것임 [8]
- 또한 이러한 우뚝가사리의 추출물이 지방 축적 및 주요 지방 유발 인자에 미치는 영향에 대한 연구가 진행된 바 있음 [9]

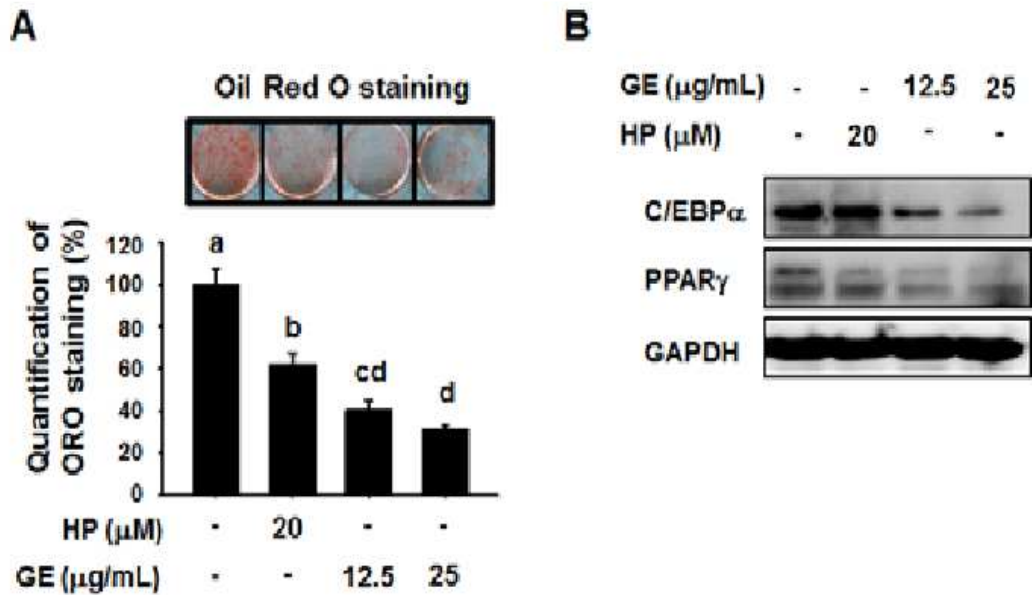


Fig. 12 젤리뿔 엘레진 추출물이 3T3-L1 세포에서 지방 축적 및 주요 지방 유발 인자의 발현에 미치는 영향 [8]

- (A) 오일 레드 O 염색은 젤리뿔 엘레진 추출물(GE) 또는 헤스페리딘(HP)의 유무에 따라 8일에 지방세포 분화를 평가하기 위해 사용되었음
 - 이 데이터는 4배수의 표준 편차로 측정되었으며, 문자가 다른 값은 상당히 다르게 나타남 $p < 0.05$
- (B) 8일 후 총 단백질을 평가하였고, 각 파라미터는 특정 항체가 있는 웨스턴 블랏 분석을 사용하여 측정하였다. 단백질 발현 수준은 글리세르알데하이드 3-인산 탈수소효소에 대해 표준화됨
 - 3T3-L1 세포에서 C/EBP α 와 PPAR의 대표적인 웨스턴 블랏 결과를 분석하여 C/를 포함한 지방세포 분화 성분의 단백질 발현이 실시되었음
 - Fig. 11. (B) GE의 12.5와 25µg/mL와 같이 지방생성분화인자 C/EBP α 와 PPAR의 발현이 극적으로 억제됨
 - 또한 HP(20µM)는 3T3-L1 세포에서 PPAR 단백질의 발현을 감소시켰지만 C/EBP α 에서는 감소되지 않는 것으로 나타남

- 따라서, 이러한 결과는 GE가 C/EBP α 와 PPAR의 발현을 조절하여 지질 축적을 약화시키고 3T3-L1 세포의 말단 분화 진행을 억제함을 보여주고 있음

(연구 결과 의미 : 우뚝가사리에서 추출된 GE 성분이 지방축적 및 주요 지방유발인자 억제 효과가 매우 뛰어남을 나타냄)

- Agar-agar gum (한천, agarose, agar powder)
 - 식품 산업뿐만 아니라 화장품, 제약 및 기술 응용 분야에서 겔화, 농축, 구조화, 보습 및 유화제로 사용되는 천연 첨가제임
 - 또한, 맥주, 음료 및 기타 액체를 정화하는데 사용되는 기술에서 정화제로서 사용 가능함
- 고순도 정제 agar(미생물, 생물 연구/의학)
 - 일반적으로 미생물의 성장을 위한 고체 또는 반고체 배양 배지로 사용(실험실 분석용)
 - 높은 순도로 가공, 정제한 제품은 DNA와 같은 고가의 생물학적 분자의 임상 분석(전기영동), 생화학 분석 및 정제에 사용
 - 아가로펙틴(Agaropectin) 및 염의 함량을 최소로 감소시켜서 오염 물질이 제거된 특수 생산 공정 → 미생물의 발달 및 배양에 최적화 → 무혈청 배지, 줄기세포 배지, 재생 의학 및 조직 공학, 세포 유전학, 세포 치료 등



Fig. 13 우뚝가사리의 가공 적합성

생산 품목	단위	생산수량 (수율)	예상 단가(원)	비고
초고순도 정제 agar (Noble agar_유전자 분석용)	kg	195	1,500,000	Ultra-High purity
고순도 정제 agar (미생물, PCR 전기영동 등)	kg	195	300,000	High purity
Agar-agar powder 식품 첨가제용	kg	195	70,000	-
바이오차르 (수질정화용 활성탄)	kg	500	1,500	-
고순도 아가로 올리고당	kg	420	35,000	-
효소(β -agarase)	kg	60	100,000	-
바이오에탄올	Liter	320	1,000	-

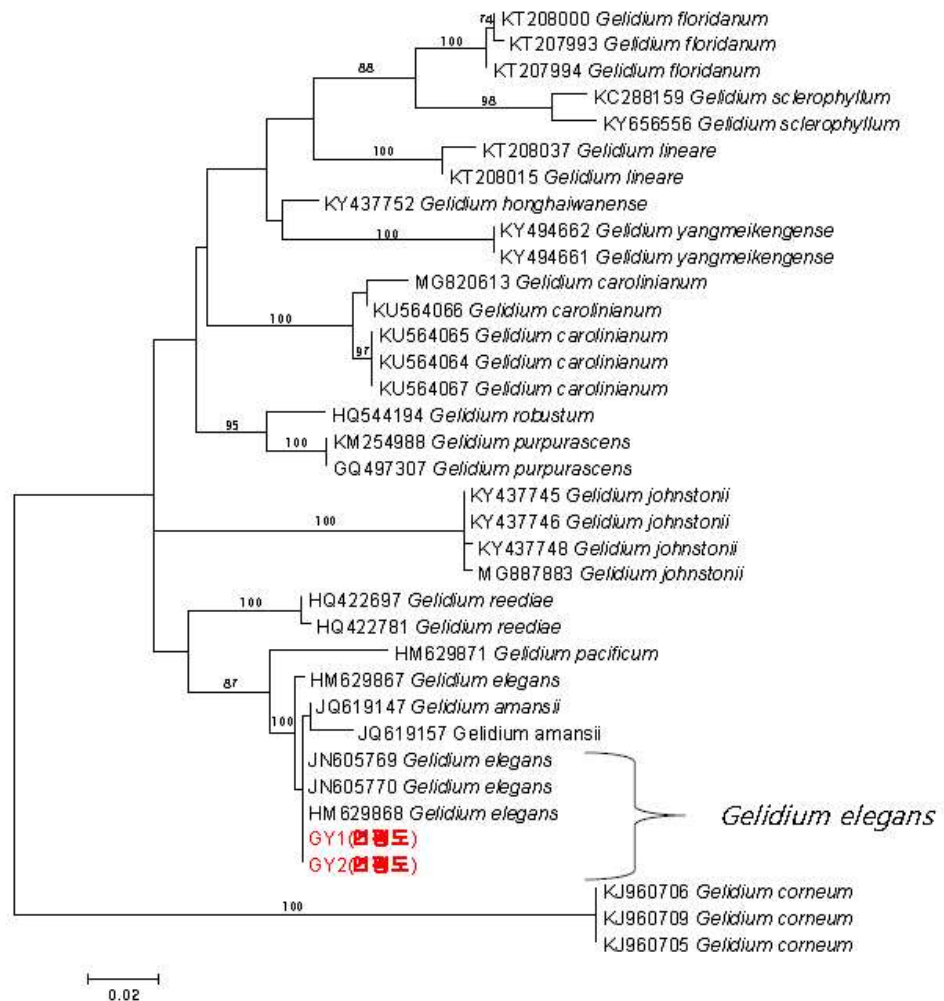
- Agar-agar gum(한천) 관련 연구실 배양지 및 한천 시장 현황
 - 글로벌 배양지 시장은 2023년까지 줄기세포, 제약, 바이오산업의 성장으로 약 65억 달러의 시장을 형성하며, 연평균 8.1% 성장이 예상
 - 한천 시장도 다이어트 및 친환경 식품, 미생물 배양 등 관련 산업의 성장으로 2025년까지 약 3.5억 달러의 시장을 형성, 연평균 4.9%의 성장이 예상
- agar gum(한천) 시장 중 식품시장이 84% 이상을 차지(future marketing insight, 2016)하므로, 한천 배양지 시장은 15% 이하로 추정(약 5천만불)
- 당사에서 타겟 제품으로 생산할 고순도 정제 agar(electrophoresis grade 전기영동, DNA 분석)은 기존 한천 배양지 시장에 포함되지 않고 글로벌 배양지 시장에 포함 : 추정 시장 규모는 글로벌 배양지 시장의 5%인 약 3.3억 달러 예상

○ 연평도 및 소청도 우뚝가사리 성분 분석 결과

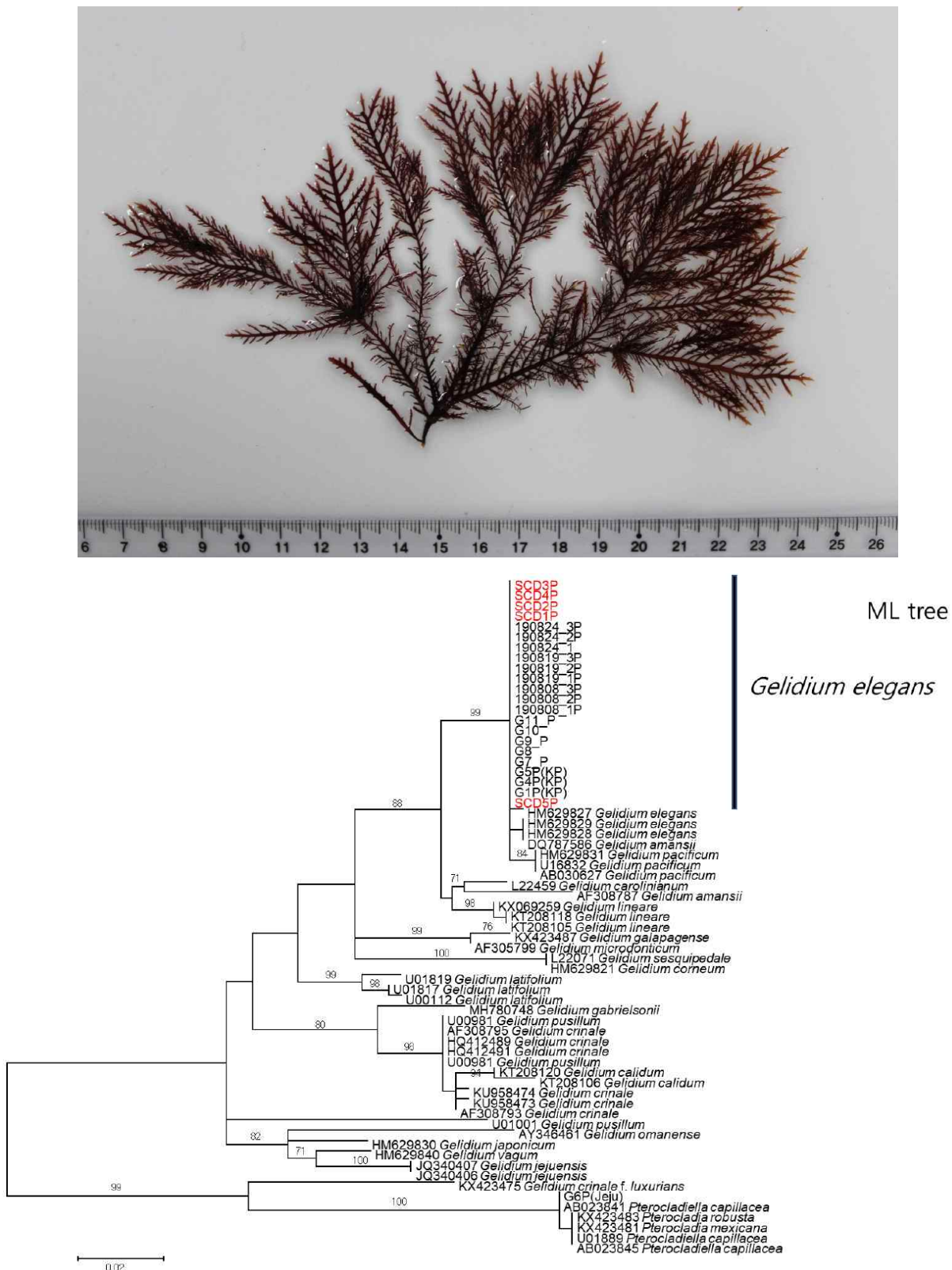
- 연평도 우뚝가사리 성분 분석 결과



MLtree



- 소청도 우뭇가사리 성분 분석 결과



- 연평도 및 소청도에서 채취한 우뭇가사리 성분 분석 결과 두 지역의 우뭇가사리 모두 고품질의 Agar 성분인 *Gelidium elegans* 성분이 확인됨

6) 우뭇가사리 효능

- 우뭇가사리나 한천은 무색 · 무미 · 무향으로, 그에 따른 활용도가 높다. 다른 부재료와 함께 응고될 수 있는 능력이 높고, 응고물이 견고하고 실내 온도가 높아도 음식이 다시 녹지 않는 장점이 있어 여름철 음식에 다양하게 활용할 수 있음 [10]
- 우뭇가사리는 고혈압, 지방 관련 물질, 체내 중금속의 배출을 돕고, 피를 맑게 해주며 혈액순환과 신진대사를 활발하게 해주는 것으로 알려짐

① 혈중 콜레스테롤 수치 저하

- 우뭇가사리는 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시켜 정상적인 수치를 유지하도록 도와주며 이로 인해 혈관 건강증진에 기여함
- 혈압을 정상적으로 유지하는 데도 도움이 되며 동맥경화, 뇌졸중 등 심혈관 질환 예방에도 기여하는 것으로 나타남

② 구강 건강 증진

- 우뭇가사리는 구강 안에서 세균이 증식하는 것을 막아주며 충치, 염증을 예방하는데 탁월함

③ 암 예방 효과

- 우뭇가사리에는 항암성분과 비타민이 풍부하게 함유되어 있어 활성산소를 제거하고 세포 노화를 예방하며 암세포가 발생 또는 증식하는 것을 억제하여 암 예방에 도움이 됨

④ 뼈 건강 증진

- 우뭇가사리에는 칼륨, 칼슘, 비타민이 함유되어 있어 연골세포를 보호하고 연골을 구성하는 단백질의 생성을 촉진시킴
- 골밀도를 높이고 뼈를 튼튼하게 하여 각종 뼈 질환 예방에 큰 도움을 줌

⑤ 면역력 강화

- 우뭇가사리에는 칼슘, 칼륨, 요오드와 같은 면역 활성 성분들이 함유되어 있어 각종 바이러스로부터 우리 몸을 보호하고 면역력을 강화시켜 여러 질환에 걸리지 않도록 해줌

⑥ 갑상선 기능 강화

- 우뭇가사리에는 요오드, 아미노산, 미네랄이 함유되어 있어 갑상선 기능 강화에 도움을 줌

7) 우뭇가사리 양식 기술 국내 현황

- 현재 국내의 경우 아직 양식법이 개발되지 않았기 때문에 갯닦기로 잡조(雜藻)를 제거하거나, 또는 큰 바위의 투석(投石) 또는 암반 폭파 등의 방법으로 번식면적을 확대시키는 소극적인 방법이 이용되고 있음
- 이전에는 가을에 사람들이 공동으로 긴 장대 끝에 납작한 쇠붙이가 달린 연장으로 갯닦기를 실시하였는데 요즘은 인력부족으로 이용되지 않고 있음
- 미역이나 톳, 심지어 모자반까지 양식을 하고 있지만 우뭇가사리는 아직 양식하지 않고 있지만 인천시가 바다의 ‘붉은 금(Red Gold)’이라 불리는 우뭇가사리를 대량으로 재배해 전세계적인 해양자원으로 활용할 계획임



Fig. 14 해초가 잘 자라도록 갯닦기를 하는 제주 우도 해녀들의 모습 [11]

- 우뭇가사리의 ‘한천’ 성분은 미생물배양의 필수성분으로, 생명공학, 양리학, 생물의학 등의 용도에 사용됨
- 통일부 해양수산부 과학기술부 산업통상자원부 등이 협업하여 2032년까지 서해 5도 일대에 198억원 규모의 우뭇가사리 바이오 산업화를 추진함
- 세계 한천 시장이 연 2천 550억원 규모로 연간 5.1% 성장하는 추세임
- 국제 과학 학술지 네이처(Nature)지에서 우뭇가사리 최대 군락지로 북한 마합도가 선정됨
- 웅진군에 마합도와 동일한 우뭇가사리 종 서식을 확인함
- 인천시의 우뭇가사리 자원과 겐트대학 해조류 양식기술을 협업하여 해양과 지상에 스마트 양식 실증단지를 구축하고, 이를 통해 우뭇가사리 대량 생산 및 수출 계획을 추진함



Fig. 15 제주 토속 해조류 증·양식장 조성 구상도

8) 국내 · 외 연구 동향

- 통일부 · 해양수산부 · 과학기술부 · 산업통상자원부 등과 손을 잡고 오는 2032년까지 서해 5도 일대에 198억원 규모의 우뚝가사리 바이오 산업화 사업을 추진 중임
- 특히, 세계적으로 품귀현상을 빚고 있는 우뚝가사리가 인천 앞바다에 서식하는 것으로 나타나면서 해양자원을 적극적으로 활용한다는 계획임

* 우뚝가사리는 미생물배양에 필수적인 ‘한천’이라는 성분을 가지고 있어 병원, 실험실 등에서 생명공학, 약리학, 생물의학 용도로 많이 사용되고 있는 성분임

- 최근 35년 새 전 세계적으로 우뚝가사리의 수확량이 6만t에서 2만5천t으로 절반 이상 줄어들면서 곳곳에서 우뚝가사리 부족을 호소하고 있는 실정임
- 최근 국제 과학 학술지인 네이처(Nature)지는 우뚝가사리의 최대 군락지로 북한 마합도를 꼽았고 겐트대학교에서 이 내용을 토대로 웅진군에 동일한 우뚝가사리 종이 있다는 사실을 확인한 바 있음
- 이에 따라 인천시는 겐트대가 가지고 있는 해조류 양식기술을 이용해 해양과 지상에 스마트 양식을 할 수 있는 실증단지를 만들고 우뚝가사리를 대량 생산해 수출한다는 계획임
- 이미 겐트대에서 소규모 양식에 성공한 바 있으며, 이를 기반으로 대량생산도 가능하다는 기술 지원을 약속한 상황임
- 인천시는 우뚝가사리 양식 사업을 토대로 추출한 한천 1kg당 176만원 상당의 가치를 창출할 수 있을 것으로 기대하고 있음
- 특히, 세계 한천 시장이 연 2천 550억원 규모로 해마다 5.1%씩 커지고 있다는 점에서 잠재력과 그 가치가 매우 크다고 보고 있음

- 뿐만 아니라 우뭇가사리 군락지가 있는 북한에도 이 같은 양식기술을 공유할 예정이며, 평양과학기술대학교에 현지 우뭇가사리 분포 수준을 파악하고 확대할 수 있는 기술을 전달하고 추후 남북교류가 활성화하는 대로 해조류 평화벨트를 구축도 고려하고 있는 실정임
- 이를 위해 인천시는 올해 말 기본 계획수립을 위한 용역을 준비 중이며, 약 1년간 용역을 마치고 나면 실증단지의 규모와 위치 등을 구체화하고 사업예산 확보에 들어갈 계획이라고 밝힘
- 행정안전부는 이미 용역을 위한 2억 3천만 원을 지원한 상태며 용역이 끝나는 2022년 말 인천시와 함께 우뭇가사리 활성화 사업을 추진할 예정임 [12]

9) 해조류의 간이 양식 기술 시스템 사례 분석

□ 양식 기술: BMRS [13]

- 연안 및 연안 농업 모두 IOES에서 시스템이 사용됨
- 바촉 해양 연구소(BMRS) 연안 및 연안 농업 모두 IOES에서 시스템이 사용됨
 - 바촉 해양 연구소(BMRS)는 말레이반도, 남중국해 북동쪽 해안에 위치해 있음



Fig. 16 바촉 해양 연구소(BMRS) 위치 [14]

- 해상 농업 시스템(ONS)의 경우 바닷물이 있는 플라스틱 탱크로 구성되어지며, 저수지 또는 저수지를 통해 순환하는 오버플로 시스템임 (Fig. 11 (a) and (b))



Fig. 17 내륙시스템 a) 재순환장치(Recirculation System), b) 오버플로우장치(Overflow System)

- 레이스웨이 연못이 건설되고 있으며, 육지 시스템에 추가 예정
- 해안가 시스템(OFS)의 경우 2개의 플로팅 플랫폼(25m²)으로 구성되며, (각각) 중앙에 그물을 치고 사용됨.
- (Fig. 12) OFS는 주로 해안에서 약 700m 떨어진 곳에 위치해 있음

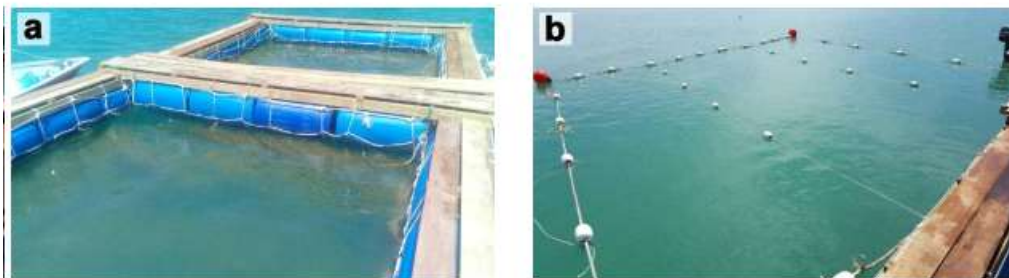


Fig. 18 연안시스템 a) 중앙에 네트가 있는 플로팅 플랫폼, b) 플로팅 모노라인

□ 우뚝가사리와 비슷한 특성을 가진 해조류들의 양식 법 [15]

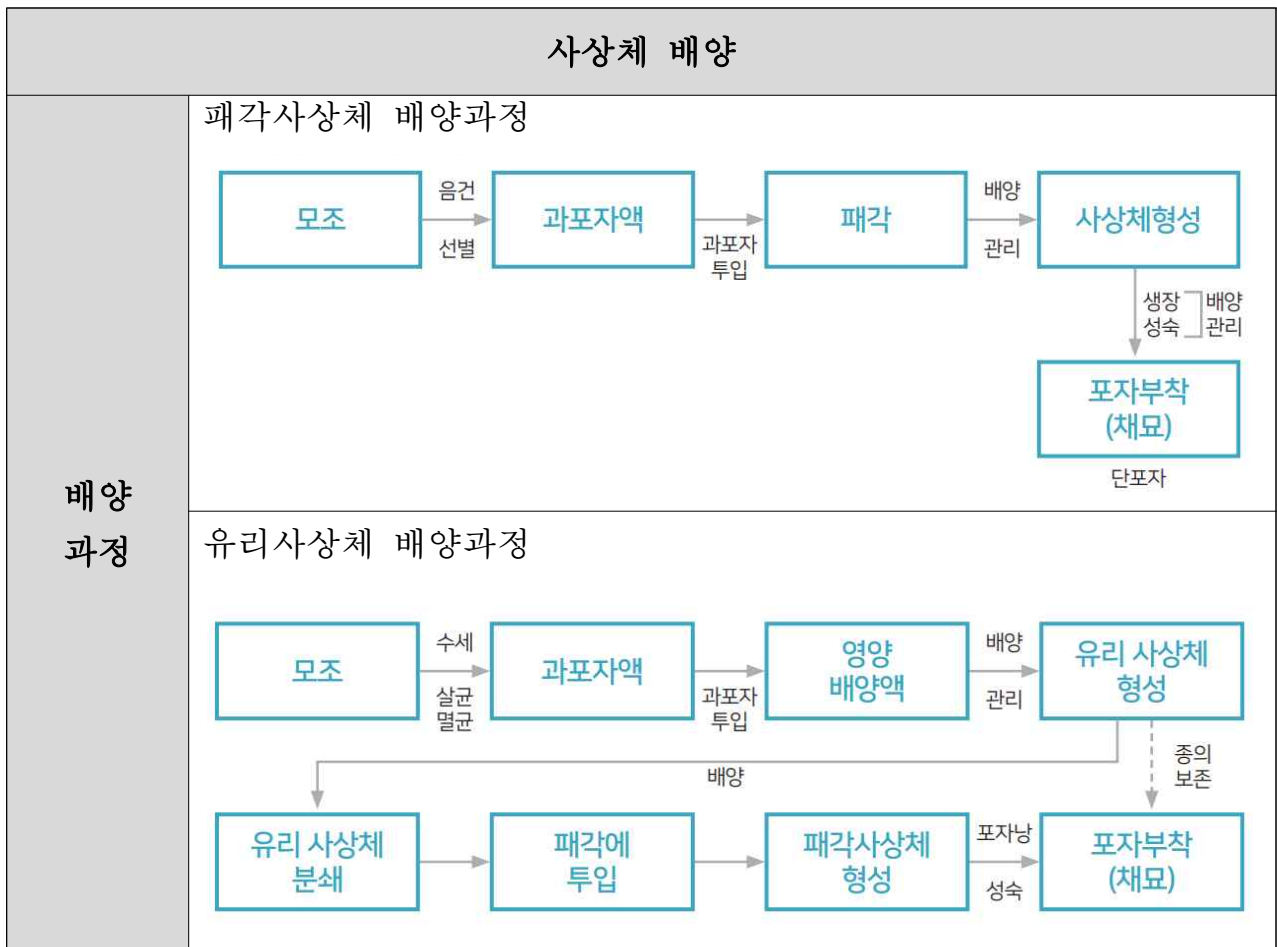
(1) 김



• 환경조건 및 생태 분석

환경조건 및 생태	수온	<ul style="list-style-type: none"> - 채묘기 : 23℃ 이하 - 발아기 : 15~22℃ - 엽체성육기 : 5~8℃ - 종어기 : 12~23℃ 이상
	영양 염류	<ul style="list-style-type: none"> - 질산염, 아질산염, 암모니아, 인산염 - 미량원소(Fe, Mn, Cu, Co 등) - 양질의 김생산 : 질산염 0.1mg/l, 인산염 0.03~0.95mg/l
	광선	<ul style="list-style-type: none"> - 김의 수직분포, 즉 서식대를 결정짓는 요인 - 김의 보상점은 300~500Lux로서 약한 광선하에서도 광합성 가능
	유속	<ul style="list-style-type: none"> - 20cm/sec - 부영양화 어장 10cm/sec, 빈영양화 어장 30cm/sec - 채묘기 7cm/sec, 발아기 7~25cm/sec

• 사상체 배양과정 분석



• 사상체 배양관리법과 병해의 종류 및 대책 분석

배양관리	배양자재 : 배양상자, 굴껍데기, 수온계, 비중계, 현미경, 조도계 배양방식 : - 수하식 : 180cm×360cm×80cm 수조에 패각 5,000~10,000개 배양 - 평면식 : 75cm×45cm×15cm 상자에 패각 50개 배양
과포자 투입	모조준비 : 상자당 성숙 엽체 220g 비율로 준비하여 음건 (수분 20~30%) 과포자액 만들기 : 음건 엽체를 배양해수 1l당 20g 비율로 넣어 30분~2시간 저어준다. 과포자액 투입 - 과포자 잠입조건 : 수온 10~15℃, 비중 1.020~1.025pH 7.5~8.0, 조도 3,000~ 5,000Lux - 투입량 :vorkr 1cm ² 당 100개를 기준하여 살포

병명	시기 (월)	증상	원인	대책
녹변병	5~8	황색→백색→고사	조도과다, 영양염 부족, 생리장애	조도를 2,000Lux 이하로 낮추고 영양제 살포
적변병	5~7	적갈색 반점이 생김 특수한 썩는 냄새남	고수온, 조도급변 곰팡이 일종이 번식	조도를 3,000Lux 정도로 밝게하고 차아염소산 나트륨 살균후 영양제 첨가
황반병	6~9	황색의 과즙 반점이 생김(극히 위험한 병)	고수온 수질 및 통풍불량	담수침적 일광욕 (수중상태로) 마이신 (1/5,0000~1/10,000)소독
상어살 (닭살)	6~9	패각어상어 껍질처럼 까칠까칠 해진다	고비중, 조도과다, 탄산칼슘의 침착	물갈이를 자주함과 동시 실내 조도조절 약간 어둡게
구갑병 (백반병)	6~9	거북이등 모양으로 하얀 줄이 그어진다	사상균에 의한다 수질불량	물갈이, 햇빛을 쬌여 일광욕 시켜줌

- 양성관리 분석

양성관리	
어장 정리 및 조간 관측 : 전홍 1~2 사리전 대조시	<p>어장정리 기준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시설면적/총면적 : 20~25/100 - 구간(세로×가로) : 50m×56m(~65m) - 발간격 : 6~8m - 구간거리 : 8~10m - 수로 : 15~20m
육묘 (발아관리)	<p>실내 인공채묘</p> <p>포자부착 상태를 검결 확인하여, 적당수의 포자가 부착되었으면 그물발을 건져내어, 일정시간 음건시켰다가 어장에 설치</p> <p>야외 인공채묘</p> <p>5~10매 겹쳐 봉투식으로 3~5일간 부동식으로 관리한 후 포자의 부착상태를 확인하고 12~18일 후 2~5매로 분산시킴</p> <p>※발의 수위 : 조금(소조)때 15~20cm 올렸다가 원래의 기준 수위로 환원시킴</p>

- 병해 및 대책

- 김칫병 원인균은 산에 약하므로 산처리제(유기산)로 처리하는 경우가 많으며 특히 붉은김칫병(절부병), 호상균병 등과 같이 세균성 질병에 산처리제의 효과가 높음

갯병명	증상	발생원인	대책
썩갯병	썩의 끝이 꼬부라지고 흰색으로 변함	일조과다, 무통, 난기 계속, 적조	밀식예방 (좋은 환경에 옮김)
붉은 갯병	붉은반점(엽체 내부에 녹청→담황색)	노출부족, 붉은갯병균(Phtium)의 기생	해황변화에 합당한 적당한 노출선 유지
호상균 병	잎끝에서 붉게 되었다가 담녹→황백색	호상균의 기생	초기 : 냉동망
흰갯병	잎끝부터 붉은색→백화유실	노출부족, 해수교환 불량	고노출, 조기채취, 어장이동, 유기산처리
규조갯 병	규조착생, 부류식양식에서 많이 사용	규조(Licmouhorasp)	노출, 냉장, 유기산처리
녹반병	엷은 녹색반점, 중양부 백색으로 변함	세균, 고수온기의 강우시 발생	고노출, 유기산처리
쪼그랑 병	엽체가 쪼글쪼글하게 오물어듬	혹한기에 발생하며 원인은 불명	병반부 엽체채취, 유기산처리

- 김 양식을 위한 냉동망 제작 및 관리법
 - 김은 공기중에서도 저온에 두면 상당한 기간동안 생존이 가능한 김의 특성을 양식에 이용한 것이 냉동망임
 - 즉 인공채묘로 김발에 일시에 대량으로 포자를 받아 일정 크기의 썩으로 발아시켜 이를 동사하지 않을 정도의 저온에 저장했다가 필요할 때에 씨 발로 사용할 수 있으며, 초기의 김갯병 피해를 극복하고 양식기간 연장과 품질향상, 해적생물등의 구제가 가능하여 수확을 증대시키고 자연재해에 대처하기 위한 발관리법으로 육상의 다모작 원리와 같음
 - 냉동망 제작 및 관리 요령

작업구분	시기	방법	비고
종망작성 (種網作成)	10월~11월	인공채묘 및 웅아관리 3~7cm 유엽 부착밀도 1cm당 200~300개	종망시설량의 2배 이상 망 확보
입고(入庫)	10월초~ 11월 상순	종망 건조 및 밀봉해서 입고 -25℃ ± 2℃ 급속동결	입고 시기 : 수온 13~18℃
보관(냉장)	10월~3월	-15℃ ~ -25℃ 보관	온도차이 적게
출고 및 성육	12월~3월	출고 후 어장설치 3~4시간 이내 1주간 무노출 후 수위 조절	날씨, 물 때 등에 유의하고 직사광선을 피할 것

- 냉장기간과 김의 생존률 (함수율 : 20%, 냉장온도 : 15~20℃)

냉장기간 (일)	33	71	81	86	118	223	273	312
생존률	99.9	94~97	90~95	90	75~90	90	80~85	80

• 월별점검사항

월별점검사항		
월별	점검항목	세부 점검 내용
1월	양식관리	수위조절 : 1월은 김 성육성기 이므로 12월보다 김 발의 수위를 15~30cm 정도 낮추어 김 성장을 촉진 시키고, 채취할 발은 2~3일 전에 발의 수위를 30cm 정도 올려줌 시설보수 지주식 : 20~25일 간격으로 채취(부루식 15일 전후) 우량품 제조에 주력
	채취 및 제조	지주식 : 20~25일 간격으로 채취(부루식 15일 전후) 우량품 제조에 주력
2월	양식관리	1월과 같음
	채취 및 제조	1월과 같음
	사상체 배양	조기산 돌김류(잇바디김)의 우량모조 선별과 포자방출 및 사상체 배양

월별점검사항		
월별	점검항목	세부 점검 내용
3월	양식관리	수위조절 : 햇빛이 점차 강하게 되는 시기이므로 김 밭의 부동거리를 점차 줄이고 고정시킴
	채취 및 제조	긴엽체가 없게끔 1~2월보다 자주 채취 품질별로 선별하여 제조
4월	양식관리	시설철거 및 시설물 보관
	사상체 배양	일반양식김 사상체 배양작업 실시 사상체 성육 진단 실시 환수세척(월 1회) 조도조절(1,000~2,000Lux)
5월	사상체 배양	사상체 성육 관리 환수, 세척(월 1회) 병해진단 및 대책 시비(성육이 늦은 것) 조도조절(1,000~2,000Lux)
6월	사상체 배양	사상체 성육 관리 환수, 세척(월 2회) 병해진단 및 대책 조도조절(성숙된 것 1,000Lux 전후)
7월	사상체 배양	환수, 세척(월 2회) 병해대책(시약관리) 조도조절(500~800Lux)
8월	어장관리 및 조간관측	어장면적대 시설책수 결정(4:1~5:1) 노출선 결정
	사상체 배양	전염성질병에 주의
9월	어장관리 및 조간관측	8월과 같음
	사상체 배양	환수 및 세척(월 1회) 포자 방출 억제
	건홍(채묘)	하순경 건홍 실시(수온 21~22℃)

월별점검사항		
월별	점검항목	세부 점검 내용
10월	건홍(채묘)	건홍일시(일반적으로 4시간 노출수위) 수위조절(발아관리)
	양식관리	냉동망 제작
11월	양식관리	수위조절(성육관리) 갯병대책(조소시 김발을 30cm 정도 올리거나 시비 실시)
12월	양식관리	성장성기로 조기 채취 및 냉동망 활용
	채취건조	조기산 김

(2) 다시마



- 양성 시기 및 환경 조건 분석
 - 양성개시시기
 - 양성시설을 시작하는 시기는 대체로 11월에서 익년 3월 사이면 적당하나 다시마의 종류, 생산목표, 어장환경 조건 등에 따라 다름
 - 1년생 : 양성시기는 11월 중순~12월 중순으로서 수온 상승으로 18~17℃ 이하로 내려가는 시기 중 종묘상태에 따라 종묘 구득이 가능한 한 빠를수록 좋음
 - 2년생 : 양성시기는 1년생보다 늦은 2~3월경이면 적당함
 - 종묘상태
 - 육안으로 유엽을 확인할 수 있는 1cm 전후의 것으로 착생밀도 50/cm인 것이 좋음

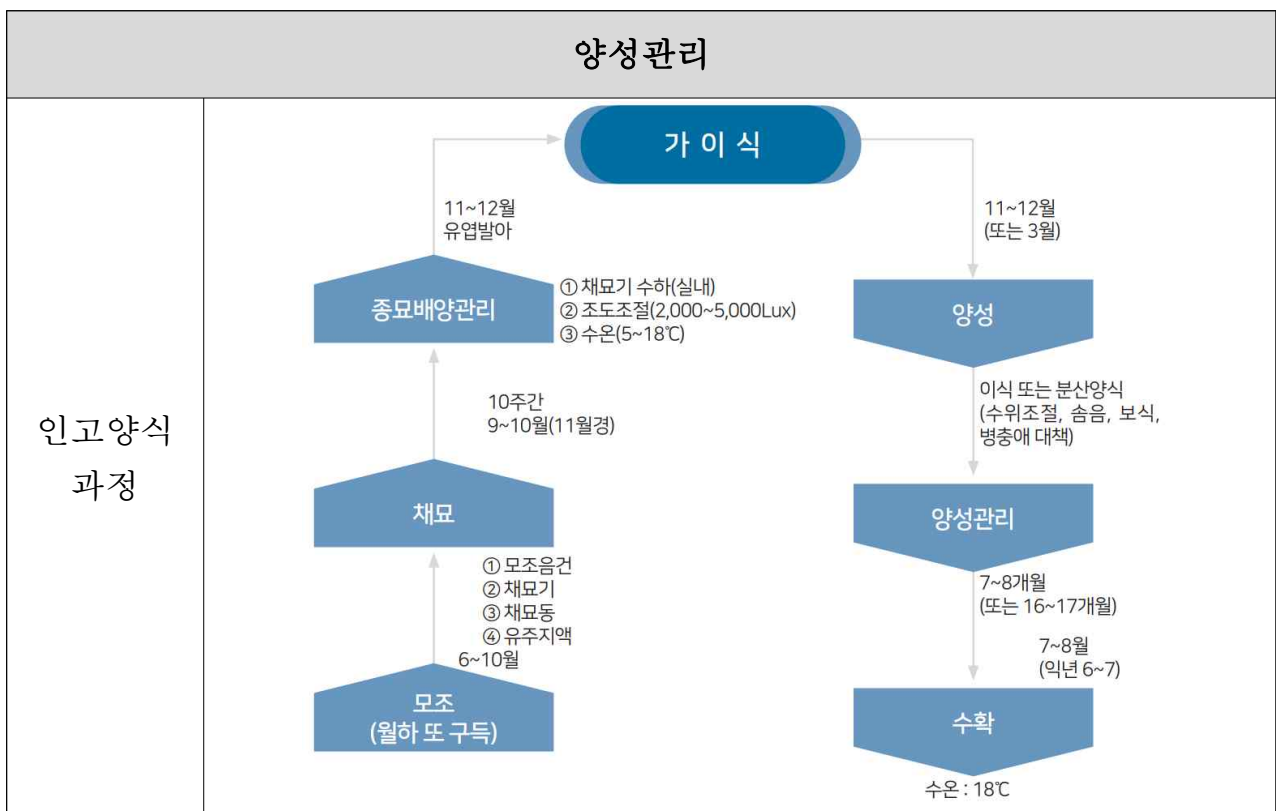
- 양성시설

- 양성시설은 미역과 비슷한 수평 외줄식이 정당하며 어미줄 1m당 20~30kg에 달하므로 장력이 크게 걸리며 양성 기간도 길어서 태풍을 대비해 훨씬 튼튼해야 한다. 시설장소는 조류가 다소 빠른 편이 생장에 좋음
- 저질은 자갈, 모래 등이 좋고 그다음은 사니질이 좋으며, 수심은 6~10m 정도가 적당함

- 영성적지 조건

- 수온 : 11월에서 익년 7월 사이에 수온 17~18℃ 이하이며, 기간이 약 6개월간 이상이 지속될 수 있는 해역, 2년생 다시마를 생산할 때는 여름철 7~9월의 수온이 22~23℃ 이하로 유지되는 곳이 좋음
- 비중 및 영양염류 : 해수 비중 1.020~1.025 범위로서 내만수나 육수와 외양수가 혼합되는 곳이 영양염류가 풍부하므로 생장이 잘됨
- 수심과 저질 : 수심은 15~30m 범위이면 되나, 수심 20m 이상인 경우는 시설 경비가 많이 소요된다. 해저는 닻의 고정력이 충분히 미칠 수 있는 단단한 사니질이거나 자갈지대의 곳이 좋음

• 양성관리 분석



- 다시마 양식을 위한 관리법 및 월별 친승 설치 수위
 - 숙아주기
 - 시기 : 1년생을 목표로 할 경우 대개 3월 중순~6월 상순에 실시하고 2년생을 목표로 첫해 너무 조밀(친승 1m당 100~200개체) 하지 않으면 숙아주지 말고 2년째의 2~5월 경에 실시함
 - 방법 : 회수는 2~4회 실시하는 것이 좋고 적정밀도는 대개 친승 1m당 20~30개체에서부터 50~60개체라고 하나, 여기에 한정할 것이 아니라 수확 시 친승 1m에 부착한 엽체의 총 면적을 기준으로 하는 것이 좋음
 - 보식 : 보식하는 시기는 3~4월 이전에 실시해야 하며 100cm 이하의 것을 부착기화 함께 3~4포기 떼어내어 부착기를 친승에 묶어 주는 것이 효과적이며, 보식 방법은 아래와 같음

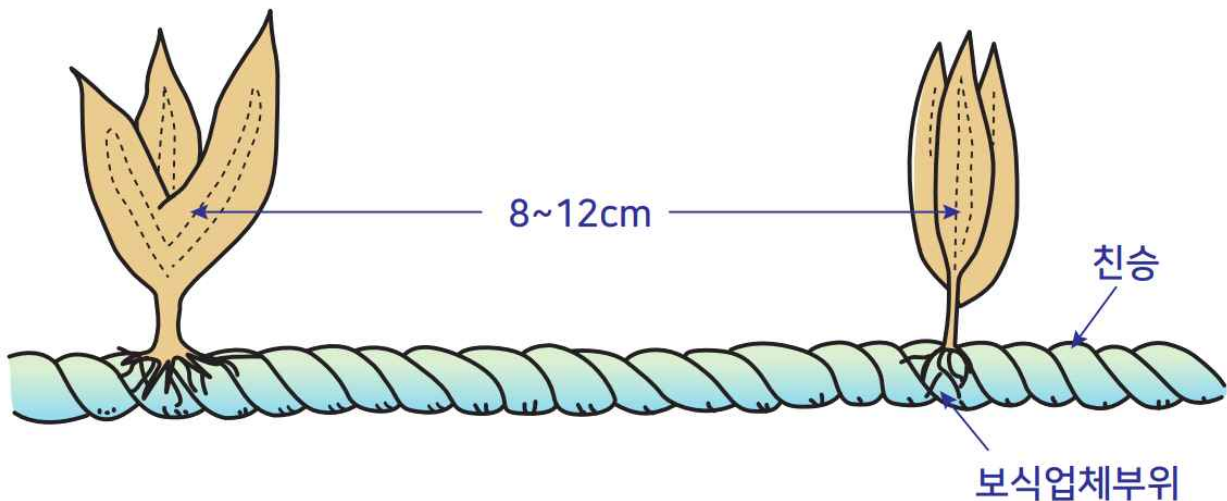


Fig. 43 보식 방법

- 시비 : 다시마는 50~60cm 이상으로 성장하게 되면 엽체의 성장도 빨라질 뿐만 아니라 영양 염류의 소비량도 급진적으로 많아지게 되므로 이시기에 요소 또는 유안, 암모니아 등의 비료를 시비하여 주면 성장도 촉진되고 색채도 좋아짐
- 시비방법은 소형주머니 수하법으로서 500~1,000g 장도의 비료를 폴리에틸렌 봉지에 넣고 주머니의 윗부분에 바늘로서 구멍을 2~3개소 뚫어서 지승의 중간 부분에 5~10m 정도의 간격으로 매달아줌
- 시비 횟수는 5~6일마다 한번씩 계속 매달아주되 적어도 5회(1개월) 이상에 걸쳐 실시해야 효과를 볼 수 있음

- 친승의 수위(친승의 시기별 설치수위)

—— 1년생 ----- 비대관리
==== 2년생

월별 수심	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1 ~ 2m																					
1.5 ~ 3m																					
2.5 ~ 4m																					
3 ~ 5m																					
5 ~ 15m																					

• 채취법

- 1년산일 경우 7월 중순에서 8월 초순경이 채취 적기라고 보며 2년산일 경우 7월 이전에 채취하는 것이 해적 생물의 피해와 품질 향상으로 보아 적기라고 할 수 있다. 날씨는 맑고 햇빛이 강한 날을 택하는 것이 좋음
- 비대도는 엽체 개체당 중량에서 엽체면적(엽체×엽폭)을 나눈 값을 의미하며 mg/cm²의 단위로 표시하고 있음

종묘구분	양성기간	비대도	비고
종기종묘(1년생)	7~8개월	110mg/cm ²	12월~익년 7월
일반종묘(1년생)	6개월	90mg/cm ²	2~7월
일반종묘(월 년)	16~17개월	123mg/cm ²	2년생

(3) 툇



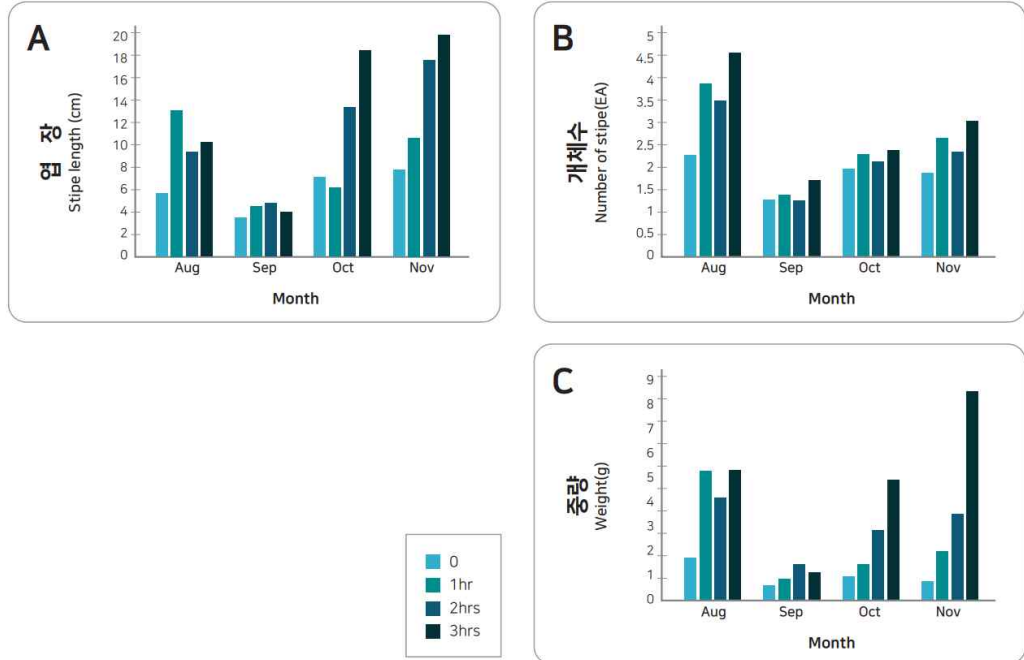
- 종묘 생산법 분석

종묘생산	
종묘생산	툇의 종묘생산은 유성생식과 포복지에 대한 영양번식 방법이 있음. 유성생식에 의한 종묘생산은 성장이 느려 당년에 종묘로서의 활용이 어렵고 실내에서의 유배탈락 등의 문제점이 있음. 그러나 영양번식에 의한 증식은 단기간에 효과가 나타나 당년에 종묘로 사용할 수 있는 크기까지 도달하므로 양식 후 친승에 부탁된 포복지를 원하관리하여 종묘를 이용하므로서 자연산 종묘의 남획으로 해마다 감소하는 툇 자원의 보호와 시설물 재활용이 가능함
종묘생산 방법	조간대에 1일 2~3시간 노출에 의한 종묘 생산 부류식 두집기식 방법 말목식에의 포복지 재생방법

종묘생산

종묘생산

단위 m당 월하 포복지로부터 재생된 톳 종묘의 개체수는 260여 개체(3시간노출선)의 생산으로 종묘의 대량생산이 가능함



엽체를 10cm 이상 남긴 톳 월하 포복지의 생장에 미치는 노출시간의 효과. A : 주지 길이, B : 주지 수, C : 엽체 중량.

- 양성관리 분석
 - 양성관리
 - 친승 수위조절
 - 시설 초기에는 친승을 수심 1m 내외로 조정
 - 수온 상승기부터 표층관리
 - 채취
 - 5~7월 장마 시기를 감안 채취시기 결정
 - 포복지가 상하지 않도록 5cm 정도 남기고 채취
 - 채취 후 친승관리
 - 채취 후 친승을 수심 1m 내외에서 관리
 - 9월 이후 부착 밀도가 저조한 부분 보식 실시
 - 부착 밀생 부분 솎음 실시(방치시 성장 부진으로 수확량 감소)
 - 건조 및 보관
 - 건조시 비를 맞지 않도록 주의(건조 불량시 변색)

- 건툯은 통풍이 잘되는 곳에 보관
- 공동어장관리
 - 툯은 생식세포에 의해 증식을 하면 3년 정도 이후 효과가 나타나지만 영양번식에 의한 증식은 당년에 효과가 나타나므로 툯서식장 보호환리가 중요함
 - 툯의 증산을 위하여는 툯의 순 군락을 조성하는 것이 가장 중요하며 생존경쟁이 가장 치열한 좋은 지층이 있음
- 지층이 제거
 - 시기 : 7~8월(툯 채취 이후, 지층이는 툯보다 1개월 정도 늦게 성숙)
 - 방법 : 성숙기 전 툯의 서식처 및 인근에 있는 지층이까지 제거하여 포자의 방출, 침입을 막음
- 툯 양식 및 관리법
 - 양식적지
 - 자연산 툯이 서식하는 곳
 - 풍파의 영향이 적고 조류 소통이 양호하며 영양염이 풍부한 곳
 - 투명도가 2~4m 정도로 약간 낮은 곳으로 최 간조시 수심이 2~3m 이상인 곳
 - 부착성 해적생물의 번식이 적은 곳
 - 양식방법
 - 시설시기 : 10~12월 경
 - 시설방법 : 미역양식 시설과 동일한 연승수하식 방법으로 시설
 - 종묘의 채취 : 10~12월경 5~10cm 내외의 자연산 툯을 뿌리채 채취
 - 종묘이식
 - 종묘제작 : 육상에서 직경 3~4mm PE사에 채취한 툯을 5~10cm 간격으로 3~4주씩 끼움. 제작된 종묘는 가능한 빨리 이식하는 것이 좋으나 형편상 이식이 늦어질 경우 그물망에 넣어서 바다에 달아둠
 - 봉양성시설 : 종사줄을 친승에 감을 때 툯줄기가 부러지지 않도록 주의 툯의 뿌리가 친승에 완전 결착되기 전에는 모조의 유실이 있으므로 1월 이전에 보식 실시

- 시설 소요 자재 내역(1대 : 100m 기준)

구분	규격	수량	비고
친승	Ø 15mm	100m	-
돛줄	Ø 18mm	60m	-
지승	Ø 3mm	80m	-
P.E로프	Ø 3mm	100m	종묘 이식용
구라론사	18~21 합사	150m	친승과 종묘줄 결합용
부자	Ø 240mm	2개	-
부자	Ø 180mm	20개	-
돛말목	Ø 10×100cm	2개	-
침자	600g(돌, 시멘트)	20개	-
종묘	5~10cm	10~15kg	-

- 양식 시설도

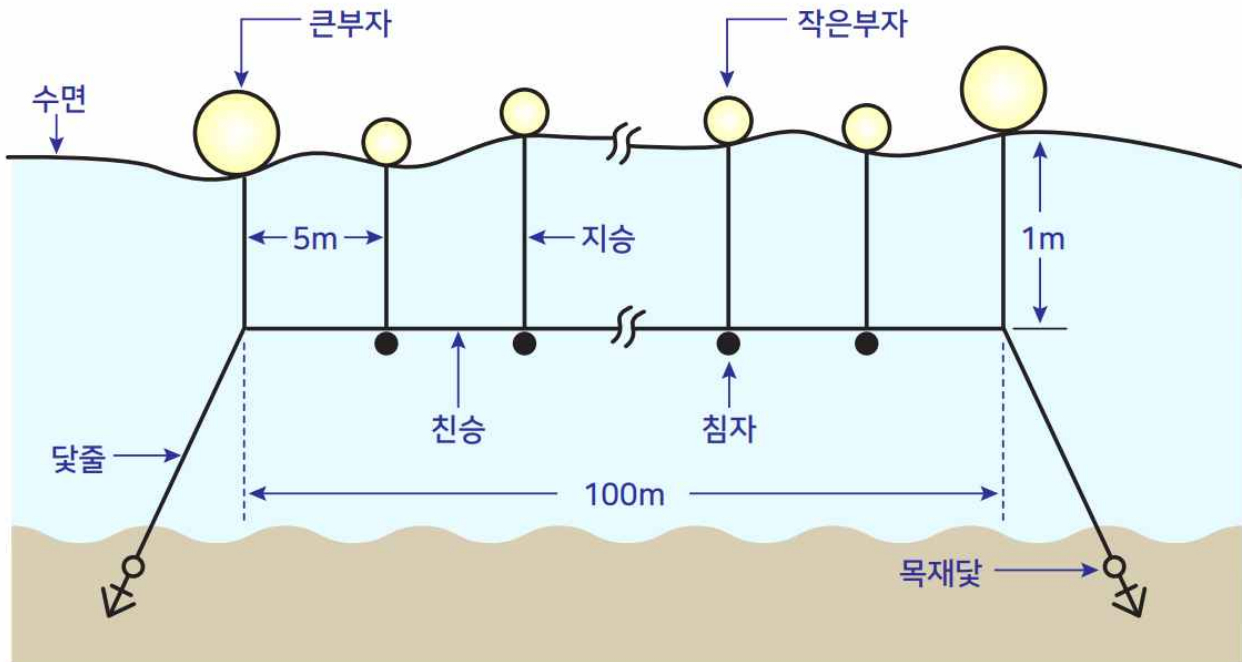


Fig. 44 양식 시설도

• 톳 월별 어장관리법

월	수온 (℃)	성장상태	어장관리
1	8~9	○ 1년째 톳 : 뿌리번식 활발 ○ 2년째 톳 : 숙음 채취 미실 시 어장은 포복지 밀생으로 성장부진	○ 친승과 결합이 약한 뿌리는 구라론사로 고정 ○ 미역, 파래 등 잡해조류 제거

월	수온 (℃)	성장상태	어장관리
2	7~8	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1년째 톳 : 30~50cm 성장 ○ 2년째 톳 : 10~50cm 성장 ○ 3년째 톳 : 20cm 내외 성장 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친승의 수위를 표층으로 올려 관리 ○ 결착상태가 나쁜 뿌리는 친승에 고정
3	8~10	○ 2월과 비슷한 상태로 성장 부진	○ 친승에 부착된 잡해조류 제거
4	11~13	○ 수온 상승과 더불어 성장 왕성 (40~60cm 내외 성장)	○ 부자를 친승에 고정(부자와의 마찰에 의한 톳줄기 탈락 방지)
5	14~16	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수온 15℃ 이상이 되면 톳의 성장적기로 급성장 ○ 1년째 톳 : 70~150cm ○ 2년째 톳 : 40~100cm 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 잡해조의 성장이 왕성해지므로 부착성 해적생물 구제 철저 ○ 시설물 등 마찰에 의한 톳줄기 유실 방지
6	16~19	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계속적인 급성장을 보임 (체장 : 100~160cm) ○ 하순부터 톳줄기의 끝부분에 황색화 현상이 나타남 ○ 조류소통이 불량하고 부니가 많은 어장에서는 줄기와 기포에 부니 부착이 심화됨 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 풍파 및 친승과의 마찰에 의한 톳줄기 탈락 방지 ○ 장마를 고려하여 채취시기 결정 ○ 장마기에 줄기의 황색화 현상이 회복되기도 함
7	19~21	○ 성장상태 둔화 및 끝 녹음 현상 발생	○ 줄기 탈락전 전량채취(뿌리가 손상되지 않도록 5cm 정도 남겨두고 채취)
8~10	21~25	○ 조락 및 묶은 뿌리 유실	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친승에 수심 1m 내외에서 관리(너무 깊게 관리 시 부착생물에 의한 뿌리 식해로 포복지 탈락) ○ 포복지 유실방지를 위해 그물 등으로 친승을 감싸준다 ○ 부착성 잡해조류 제거

월	수온 (℃)	성장상태	어장관리
11	13~15	○ 포복지에서 흰뿌리 및 새로운 개체가 나와 성장	○ 새로운 뿌리가 친승에 잘 정착되도록 잡해조류 제거 ○ 부착밀도가 부진한 부분 보식 실시 ○ 신규 및 재실시설어장 : 종자 이식
12	9~12	○ 11월중 시설한 톳은 줄기보다 뿌리번식이 활발 ○ 2년째 이상의 톳은 포복지 형성이 많아 새로운 개체가 발생하게 된다.	○ 뿌리와 친승의 결착을 좋게 하기 위하여 구라론사로 감아 준다. ○ 2년째 이상의 톳에서 숙음 채취를 하여 부착이 저조한 부분에 보식 실시

10) 스마트 양식 기술

□ 스마트양식 비전 및 개념

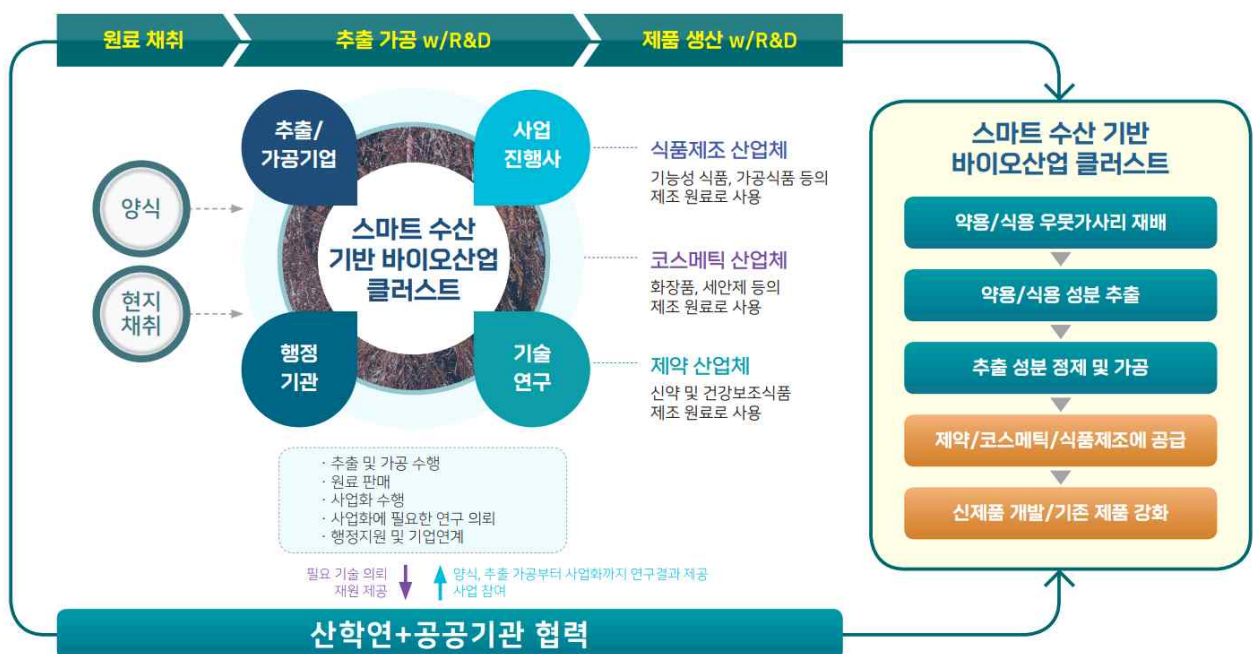


Fig. 45 우뚝가사리를 활용한 스마트 수산 바이오산업 사업화 비전 및 전략

□ 인천 스마트양식 지원센터

- 인천 스마트양식 지원센터는 디지털 기술기반 플랫폼의 핵심으로, 수산 현장과 유통, 교육, 관련 기관 등을 데이터로 연계하여 각각의 가치사슬에 부가가치를 부여하고, 어업인이 필요로 하는 각종 정보(생산, 유통, 기술, 빅데이터 기반 의사결정 시스템 등)를 제공함으로써 기술기반의 어업 완성



Fig. 46 인천 스마트양식 지원센터 개념도

- Big-data AI 솔루션 기반 스마트양식 지원센터의 구성 방안
 - 스마트양식 시설
 - 노지형/시설 스마트양식 데이터 수집 및 분석
 - 스마트지원센터
 - 양식장 관리 및 창업인 컨설팅
 - 양식 아카데미
 - 스마트 가공유통
 - 추출 및 가공
 - R&D 연계
 - 정보 제공
 - 수산물 생산 관리
 - 안전시설
 - 인천시 스마트 수산 단지 전체 이용자 안정 강화

- 주요 운영안

- 인천시 스마트수산 모니터링
- 외부시장 정보 연계(수산물/우뭇가사리 수급 밸런스 조정)
- 안전 매뉴얼 생성

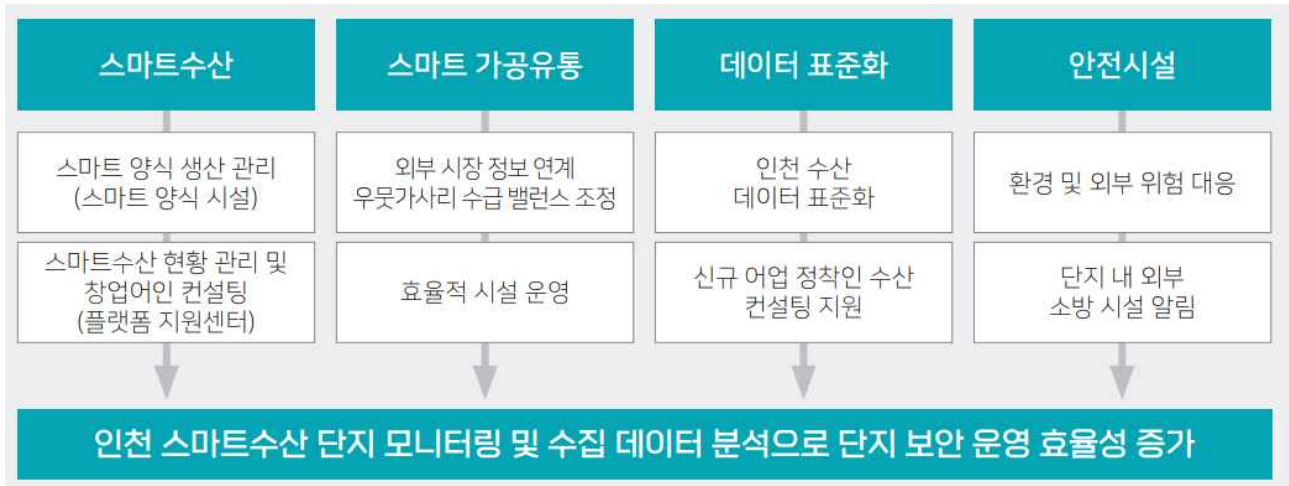
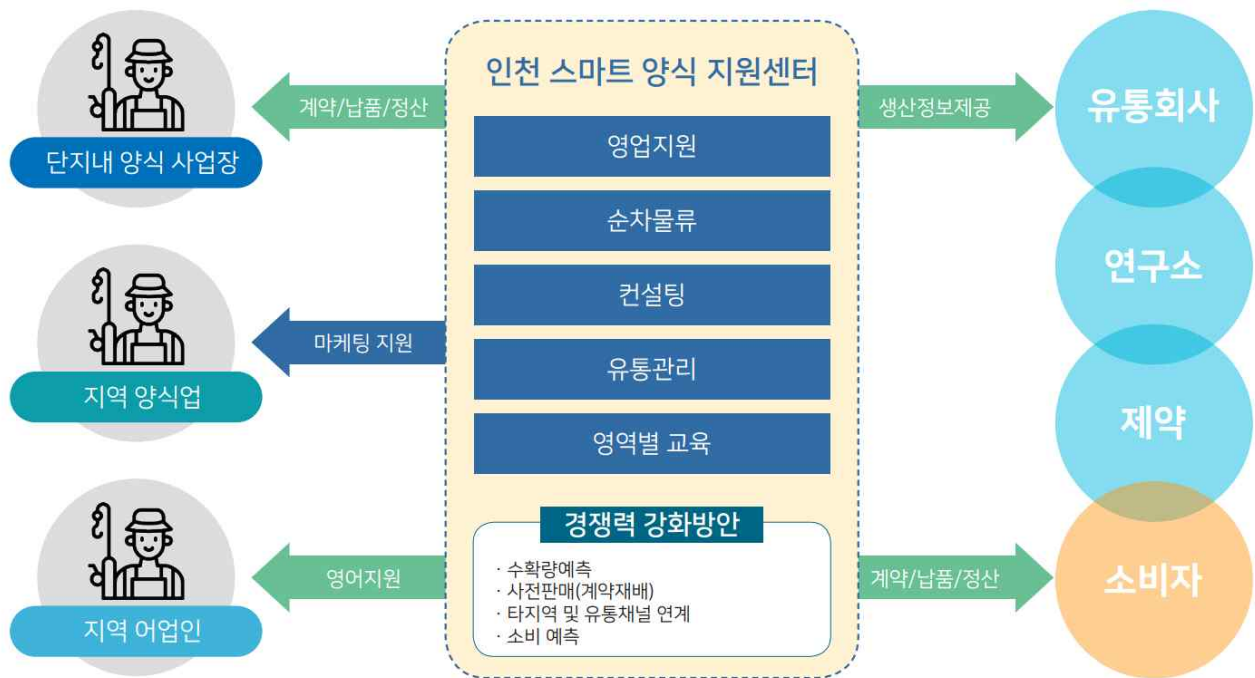


Fig. 47 인천 스마트 수산 단지 종합 데이터 플랫폼 및 모니터링 체계 구축

- 인천 스마트 수산 단지 플랫폼 기대효과
 - 외부 시장 정보 연계로 원물 작물 및 가공 상품 생산량 조절
 - 생산부터 유통까지 모든 단계 모니터링으로 각 가치사슬에 의사결정 도구 제공
 - 인천형 스마트 수산 매뉴얼 구축
 - 시장과 작황상황에 대한 정보 제공으로 상호간 밸런스 조정
 - 표준화된 인천 수산 데이터 활용하여 신규 정착 양식인 지원 시스템 구축, 추후 북방 수산 교육 기지 활용

□ 스마트 양식 통합 플랫폼

- 인천형 스마트수산 플랫폼
 - 지역 어업인과 센터, 유통 회사간 실시간 플랫폼 구축으로 재배 판매자의 협업채널 확보
 - 재배자, 판매자 요구사항 DB 공유 및 대응체계 구축
 - 축적된 재배, 유통정보를 바탕으로 해당 우뭇가사리의 수요와 공급 밸런스의 최적화(데이터 수산의 기반 마련)



Fig, 48 통합 플랫폼



Fig. 49 Big-data AI 솔루션 구성 방안

□ 스마트수산 표준화

- 현황 분석
 - 자연 생육 우뚝가사리 전주기의 항목 수집 및 현황 자료

- 차이 분석
 - 각 품목별 기준 항목과 수집항목 현황과의 차이점 분석
- 단위별 지표 개발
 - 다양한 분석을 통해 각 분야별로 단위별 지표 개발
- 표준화 수립
 - 각 품목별 자료 검토, 승인 후 표준화 수립

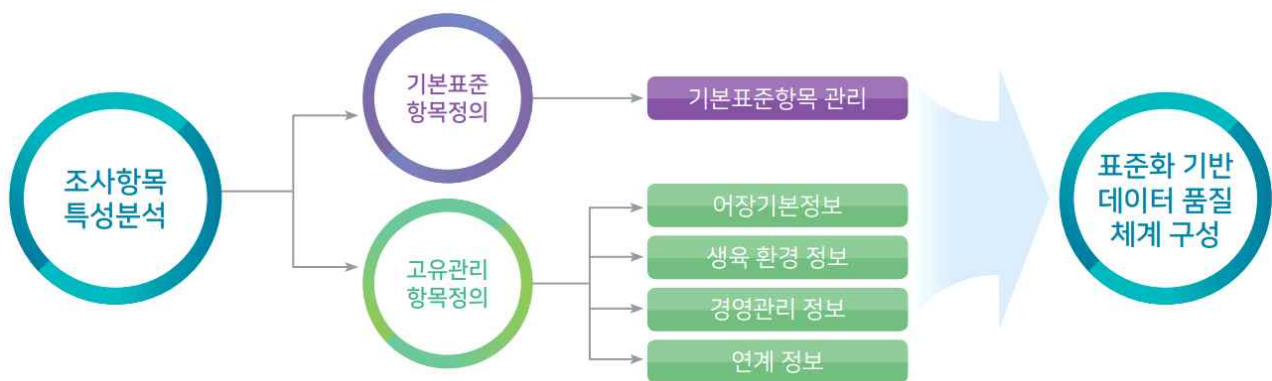


Fig. 50 데이터 표준화 방안

□ 가공유통시설



Fig. 51 가공 유통 프로세스

□ 우뭇가사리 연구 연계 가공 사업 추진

- 우뭇가사리 관련 연계 가능 기술
 - 고순도 한천 (우뭇가사리) 생산 : 우뭇가사리에서 최고급 한천을 포함한 다양한 용도의 바이오물질들을 생산 가능한 Green Bio-refinery 플랫폼 기술개발
 - 해조류 생육 매커니즘 연구 : 분자생물학적 툴(tool)과 Compound Screening Facility의 활용으로 우뭇가사리 자원 인벤토리 확보와 생육 매커니즘 이해
- 연구 개발 중인 기술을 기반으로 첨단 우뭇가사리 가공 생산 추진 전문 분석 전문 분석 매커니즘 기반 스마트 양식 구성
- 한반도 서식 우뭇가사리 유전체 조합 및 라이브러리 구축
- 적절한 형질 (빠른 생장, 최적 agar 함량, 병원균에 대한 내성 등)을 가진 균주 선정
- 스케일업 사전 실내배양연구
- 대량 배양/양식 시스템 구축
- Agar 생산 시스템 구축
- 이산화탄소 저장, 연료, 정화, 토양개선용 바이오차르
- 치매치료용 폴리페놀
- Life cycle assessment of the whole process (LCA)-ISO14040/Techno-Economic Analysis(TEA)
- SMART IMTA: 친환경생태통합양식장 플랫폼 구축



전처리 라인



1차 가공라인



2차 가공라인



R&D



포장디자인 센터



공동물류센터

Fig. 52 도입 시설 종류

□ 스마트양식 아카데미

✓ 스마트양식 첨단 창업보육센터 시스템

- 경영형 실습 등으로 청년 수산인이 모든 과정을 실습 훈련할 수 있으며, 중앙관계 시스템의 지원으로 수치적 분석을 제공
- 데이터 마이닝을 통해 학습자 정보 제공 및 최적의 교육과정 프로그램
- ‘졸업 → 임대형 스마트양식 구조’ 임대형 스마트 양식으로 직접 창업을 하여 스마트양식 운영을 훈련할 수 있는 시스템을 구성할 예정
- 청년 일자리 창고 : 이론적 교육은 창업 교육 프로그램을 지원하며, 직접 창업하여 시험경작 할 수 있는 임대형 스마트양식을 통해 청년이 창업 시 가장 어려워하는 실패에 대한 책임을 교육/임대형 시스템을 통해 해결 가능

✓ 스마트양식 아카데미 연계 및 확장

- 기존의 수산인, 귀농귀어인의 스마트양식 아카데미 참여 가능
- 대학 및 연구, 교육기관과 협업 추진
 - 젠트대학교
 - 국립수산물과학원
 - 해양대학교 등

- 스마트수산 자격증 인증
- 스마트수산 아카데미를 통해 새로운 청년 수산인 양성
- 신기술을 보유한 수산업 스타트업 발굴, 지원하여 지속가능한 농수산 생태계 지원
- R&D 실증센터와 연계하여 신기술 검증 및 연구 발전할 수 있도록 지원

□ 기대효과

✓ 인천 스마트 수산 기반 신산업 구축

- 양식, 채취부터 가공, 연구에 이르는 신산업 클러스터 구성
- 산업기반 활성화로 연관 기업 유치
- 산업의 다양화는 청년층의 창업과 취업을 가능케하여 지역 이탈을 방지
- 스마트 수산 및 우뚝가사리 복합 산업 선도화
- R&D 센터를 통하여 다양한 수산가공산업 육성

✓ 인천시의 위상 제고

- 북방 수산 전진 기지로써 인천의 역할 구축 및 미래 대비
- 스마트 수산 및 우뚝가사리 산업의 중심지로서 해양 선도 도시 구축
- 대단위 인구와 시장을 보유한 인천 맞춤형 사업 활성화로 사업 성공률 제고
- 도심과 육성 정책에 따른 신산업 기반 청년 일자리 유치

□ 서해 해조류 평화벨트 사업

✓ 서해 해조류 평화벨트 구축 실현



Fig. 53 서해 해조류 평화벨트

✓ 남북한 협력을 통한 한반도 신경제구상 실현 및 평화 정착

- 인천광역시 옹진군과 북한 마합도 사이에 해양 평화벨트를 구축, 갯벌 규조류와 해조류 우뚝가사리를 공동 양식하여 세계시장 수요에 대응
- 남북이 공동으로 한반도 해양자원을 활용한 고부가가치 물질 개발을 통한 블루이코노미 실현
- 관련 사업 세계시장 주도를 통한 한반도 신경제구상 실현
- 남·북한 - 중국 - 러시아 - UN 공조 하에 해조류 평화벨트 구축

□ 타 수산 품목 양식 기술 시스템 사례 분석

(1) 스마트 양어장 기술

- 스마트 양식 시스템은 모든 센서와 네트워크를 쉽게 연결하여 데이터를 생성하고, 데이터를 통합, 분석, 활용하는 IoT 플랫폼임

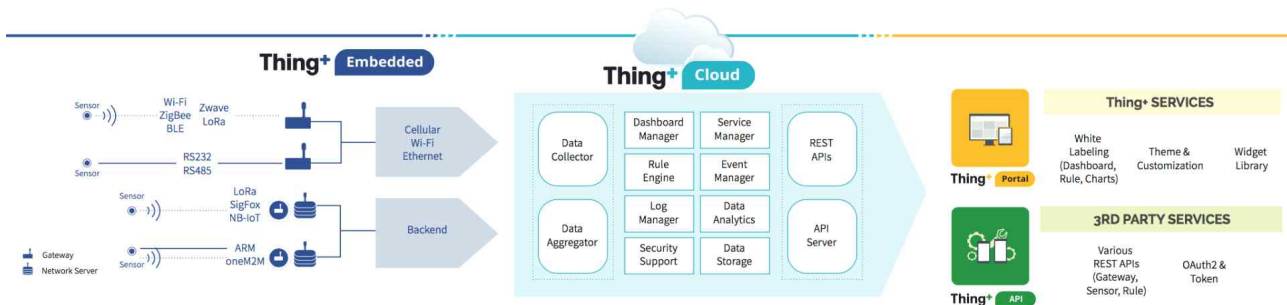


Fig. 54 Thing+ 개념도

- 기존의 양어장 환경 모니터링 센서에 IoT 클라우드 플랫폼을 결합할 수 있음
- 다양한 스마트 기기를 통한 실시간 모니터링 서비스를 활용할 수 있으며, 각종 센서 데이터 기반 통계 정보 분석 및 리포팅 기능 및 이상 행동 발생 시 실시간으로 알람 기능을 제공, 또 수평 확장 가능한 안정적인 IoT 서비스를 제공하는 것을 목표로 하는 서비스임
- 기존의 양어장 시스템은 양어장관리 환경을 직접 관리 감독해야 하고, 자연재해나 도난사고 등을 직접 감시하는 등의 인력소모가 극심함
- 양어장의 수질 환경 상태와 현황을 실시간으로 파악하고, 최적의 생장 환경 유지에 필요한 설비를 원격 제어하며, 양어장 내 이상 발생 시 경광등과 사이렌을 활용하여 실시간으로 경보해주며, 양어장 관리자가 부재중일 시에도 양어장의 관리가 수월해지는 등 기존 양어장에 대한 실시간 모니터링 니즈를 충족시킬 수 있음
- 양어장에 설치된 센서를 통해 수온, DO, Ph, 전력량 등의 데이터를 수집, LoRa 게이트 웨이를 통해 IoT 플랫폼으로 전송하여 데이터를 처리 및 분석하여 서비스 애플리케이션으로 실시간 모니터링 하는 구조임

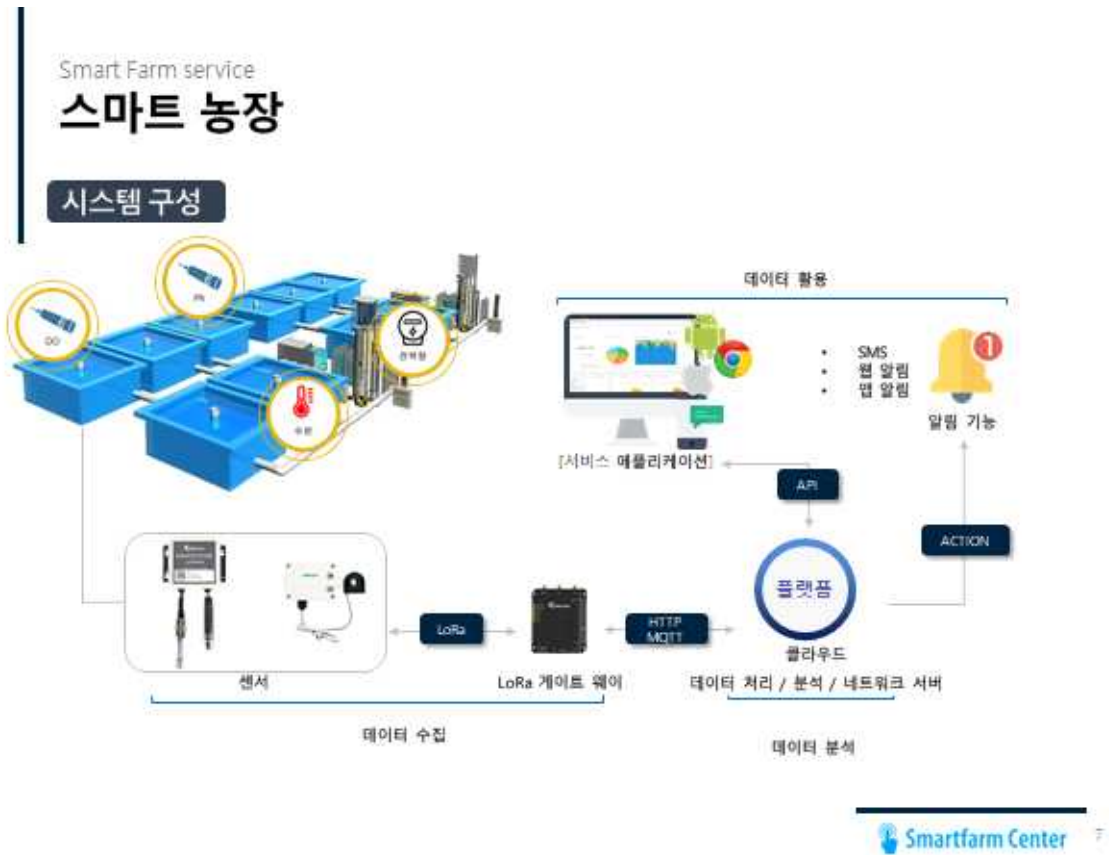


Fig. 55 스마트 농장 시스템 구성도

- 양어장 내에 디바이스를 설치하여 PC / 태블릿 / 스마트폰을 활용하여 복합환경 제어 모니터링 시스템을 이용할 수 있으며, 배양동과 재배동 각 수조 당 1세트의 센서를 설치하여 DO / ph / 수온 / 전력량을 측정함

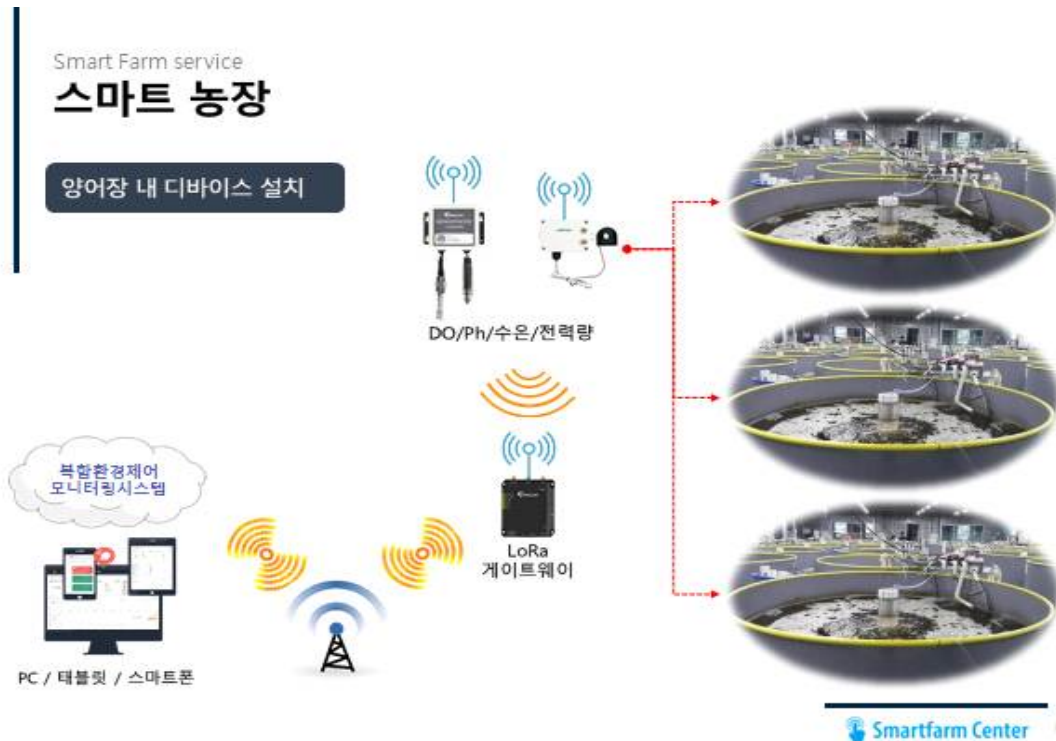


Fig. 56 스마트농장 디바이스 구성도

- 이 측정값을 PC / 태블릿 / 스마트폰을 활용하여 모니터링 서비스를 화면으로 확인할 수 있는 기능을 이용 가능하며, LoRaWan 장비를 통해 다양한 센서 확장 기능을 통해 수온, DO 측정, ph 측정, 전력량 측정과 더불어 염도 측정, 풍향/풍속 측정, 일조량 측정을 할 수 있음
- 또한 LoRaWan 장비를 통하여 급이기 제어, 펌프 제어, 산소발생기 제어 등의 다양한 제어시스템을 확장할 수 있음
- 스마트 양어장 기술을 통해 다양한 기대효과를 얻을 수 있음
 - 생장에 필요한 모든 조건을 원격 모니터링 및 자동 제어로 더 좋은 품질, 더 많은 생산이 가능함
 - 언제 어디서나 인터넷을 통해 실시간으로 간편하고 손쉽게 양어장 관리가 가능함
 - 이상 상황 발생 시 즉시 SMS, 경광등을 통해 알람을 전송, 사고 발생의 예방이 가능함
 - 최첨단 스마트 양어장 운영이 가능하며 추가로 표준화 확장이 가능함

□ Smart Aqua

- 스마트 아쿠아는 해양 및 지중 양식에 활용할 수 있는 소프트웨어 플랫폼임



Fig. 57 SMART AQUA 소프트웨어 구성

- 스마트 아쿠아는 6가지 소프트웨어 서비스를 제공함
- SAMS
 - 스마트 아쿠아 통합관리 시스템으로, 적용된 관제장치, 센싱, 디바이스를 네트워크로 제어하며, 수집된 데이터를 대쉬보드를 통해 제공함
- PROS
 - SAMS의 개인화 버전으로 1인 운영자를 위하여 제어부분을 특화한 운영 시스템임
- AWPS
 - 지중 양식에서 가장 큰 문제인 오염수의 배출을 획기적으로 방지하는 시스템
 - 필터 > 침전 > 생물반응조의 각 단계별로 제어할 수 있는 시스템임

- ASS
 - 센싱을 통해 수집된 생육환경 정보를 기반으로 사료 및 용존 산소 농도를 제어하는 프로세스임
 - 속도와 공간 균일 분사 제어 가능함
- ULCS
 - 수중 LED 관제를 통해 어류의 성장 촉진 및 지연을 통해 생산자의 출하 스케줄 조정에 도움을 제공함
- ARS
 - 수중 자동 청소 시스템
 - 어망(네트) 및 수조의 상태를 관제를 통해 확인 후 네트워크 연결망을 통해 제어할 수 있는 프로세스임

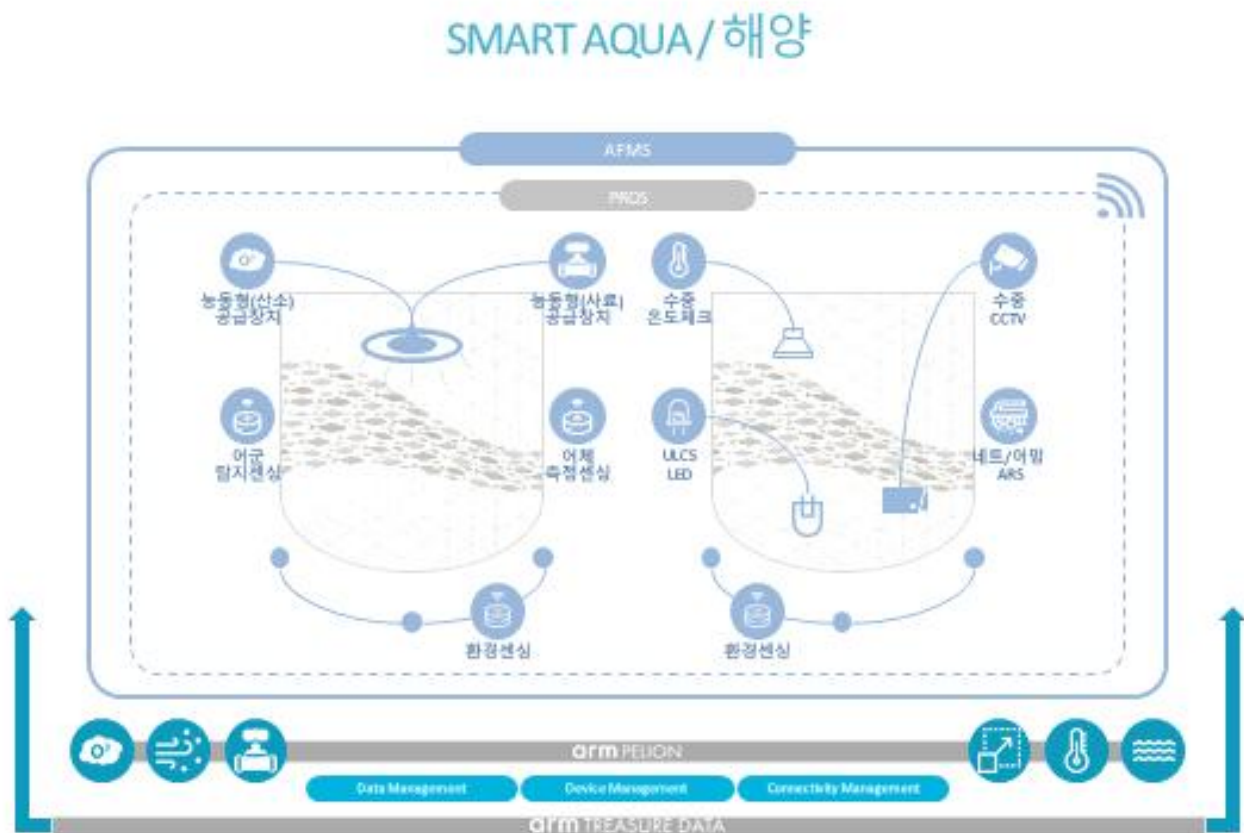


Fig. 58 해양 환경의 SMART AQUA 구성도

약어	용어1	용어2	기능
ARS	Automatic Recovery System	수중 자동청소 시스템	어망 및 수조 청소 자동 청소 /청소기 인터넷 관제
ASS	Active Supply System	능동형공급 시스템	사료 및 산소 공급 / 급여량 통제 / 공급속도 제어/ 분산제어
ULCS	Under Water lighting control system	수중 LED 제어 시스템	LED 조명 시간제어, 조도제어, 위치제어
SAMS	Smart AquaManagement System	스마트 아쿠아통합관리 시스템	센싱데이터 분석, 위기관리 기능, 데이터 관리
PROS	Personal Remote Operating System	1인 원격 운영 시스템	공급장치 및 제어장치 원격 운영

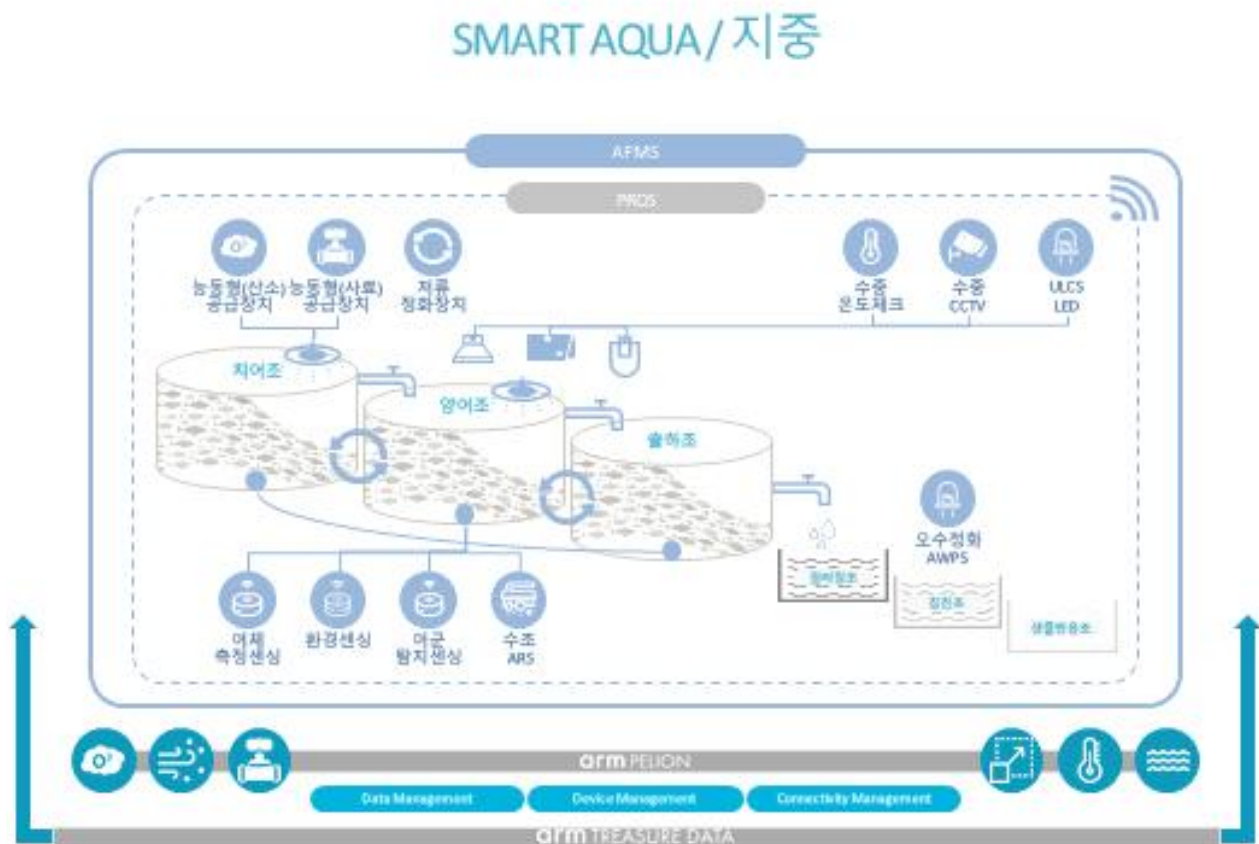


Fig. 59 지중 환경의 SMART AQUA 구성도

약어	용어1	용어2	기능
ARS	Automatic Recovery System	수중 자동청소 시스템	어망 및 수조 청소 자동 청소 /청소기 인터넷 관제
ASS	Active Supply System	능동형공급 시스템	사료 및 산소 공급 / 급여량 통제 / 공급속도 제어/ 분산제어
ULCS	Under Water lighting control system	수중 LED 제어 시스템	LED 조명 시간제어, 조도제어, 위치제어
AWPS	Automatic Water Purification System	수질 자동정화 시스템	오염수정화 관제, 최종 배출수 용존산소량 체크
SAMS	Smart AquaManagement System	스마트 아쿠아통합관리 시스템	센싱데이터 분석, 위기관리 기능, 데이터 관리
PROS	Personal Remote Operating System	1인 원격 운영 시스템	공급장치 및 제어장치 원격 운영

(2) 스마트 양식 플랫폼

- 사업의 배경
 - 어촌인구 감소, 고령화 가속 및 노동집약적 산업구조에 따른 양식산업 경쟁력 하락 등 국내 양식산업의 약화에 대응하기 위한 기술임
 - IoT, 로봇 등 노동의 질적 향상, 표준 양식장 및 생산고정의 확산 보급, 업무의 세분하여 전문서비스화를 추진하여 노동의 효율화를 추구함
 - 지능화를 위한 Data의 질적 향상, 손쉽게 값싼 새로운 Data 취득 기술 보급, 경험과 지식의 Data의 가치화를 추진함
- 국내 양식 생산량 증가와 양식 패러다임 전환
 - 해양 인접 국가의 수산양식에 집중 투자와 산업화 전략 추진
 - 내륙지역의 새로운 양식기술 도입으로 담수, 해수 어류양식 활발
 - 수산물 소비 증가 및 양식생산량 급증
 - 전세계 양식 생산량은 전체 수산물 생산량(1.99억 톤)의 약 53% 수준으로, 연평균 5.6% 성장
 - 국내 수산물 수요 증가에 비해 연근해, 원양어업 생산은 정체되어 양식생산에 대한 의존도(56.2%)가 점차 증가

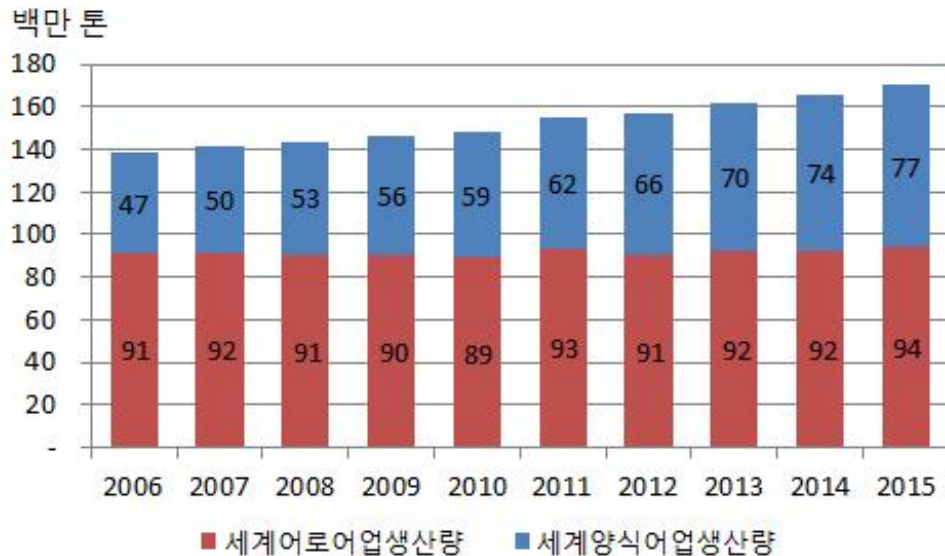


Fig. 60 연도별 양식어업 생산량

- KT GIGA 스마트 아쿠아팜
 - 스마트 양식장에서 데이터를 자동 수집하여 무선인터넷을 통해 플랫폼으로 전달, 분석하여 관제 모니터링 센터로 전달하여 자동제어하는 구조임
 - 실시간 분석한 데이터를 저장하여 빅데이터로 활용, 서비스 개선 및 강화에 사용할 수 있음
 - 양식에 맞도록 생육환경을 조절하는 운영관리시스템, 양식시설의 생육 환경을 모니터링 및 제어하는 통합관제시스템, 양식에 필요한 정보를 통합하여 관제 팀과 공유하는 생육 supporting 시스템, 원격 환경정보를 모니터링 및 제어하는 모바일 어플리케이션 서비스 등으로 구성됨

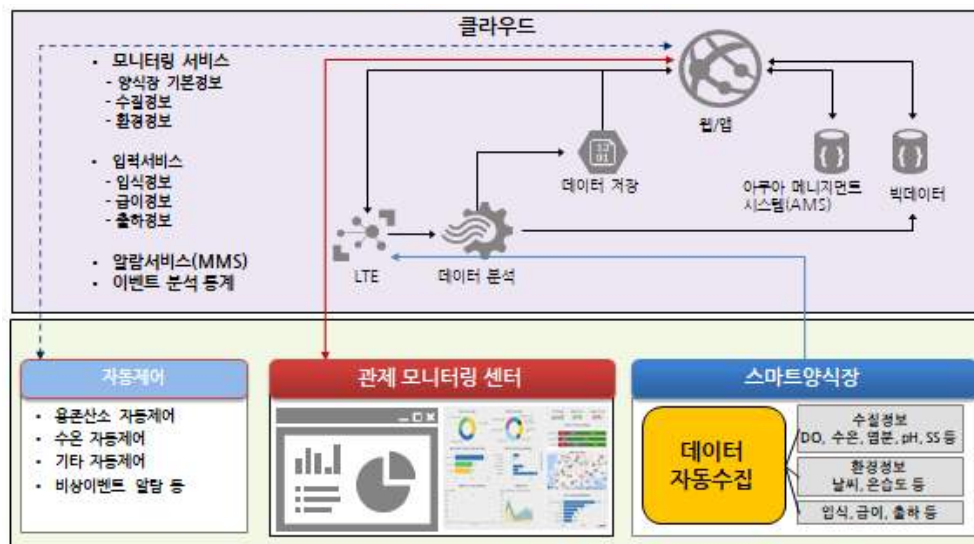


Fig. 61 KT GIGA 스마트 아쿠아팜 구성도

(3) 고품 해상 ICT 기반 스마트어장관측 빅데이터 시스템 구축사업

- 스마트 도난방지 및 무인선관측 시스템
 - 도난방지 시스템과 어장관측 빅데이터 시스템으로 구성
 - 어장관측 기능, 온도, ph, 산소량 실시간 체크 기능, 해상생육환경 빅데이터 분석, 경고 방송 및 사전 도난방지 기능이 있음
 - 무인선을 이용하여 장시간 해면 감시, 태양광 및 풍력을 이용하여 에너지 소비를 최소화함
 - 무선 자가망을 구축하여 고품 일대를 무선화함



Fig. 62 고품 해상 ICT 기반 스마트어장관측 빅데이터시스템 구축사업

(4) ICT 기술을 활용한 수산양식 기술의 산업화

- ICT 융합의 해양수산양식 필요성
 - 미래학자 연구 결과, 현재 주도하고 있는 닭, 돼지, 소 축산업을 수산양식이 미래 양식원을 대체할 것으로 예상됨
 - 양식생산의 비용 측면에서 축산업보다 어류양식이 현저히 낮음

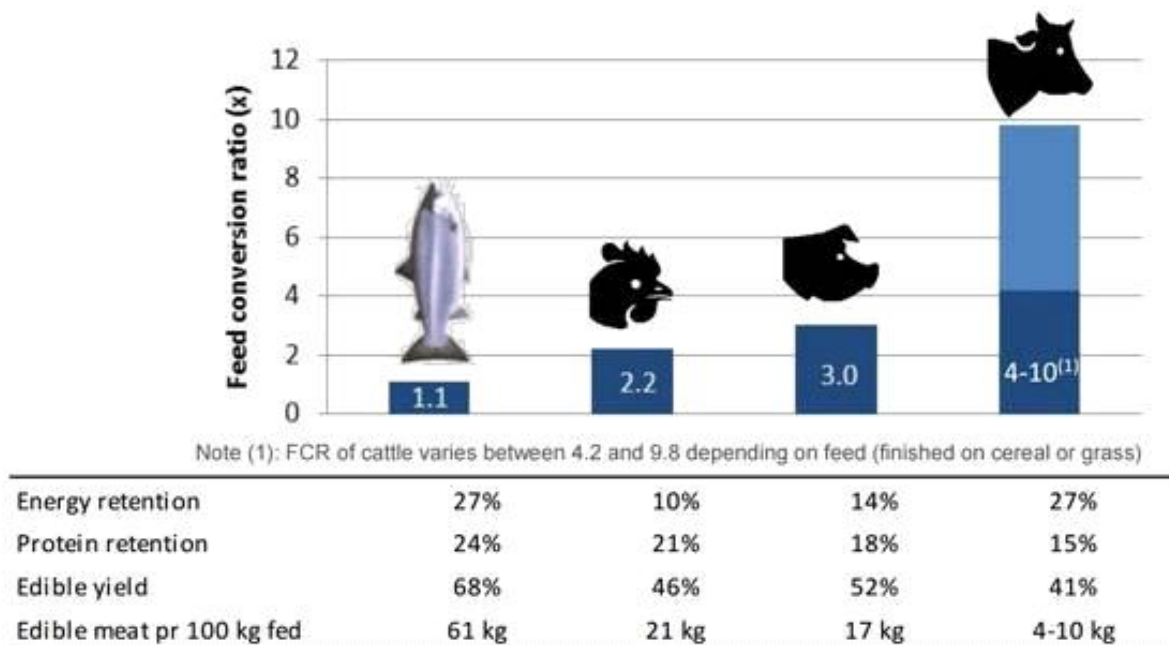


Fig. 63 수산양식업과 축산업의 비교표

- 사회적 배경
 - 수산업 어민들의 대형 양식에 대한 부정적 견해와 국내 수산 양식장의 폐수로 인한 환경문제를 개선할 필요가 있음
 - 국내 수산물의 수입률 증가로 국외 해양수산양식이 필요함
 - 국내 소비자들에게 안전한 수산 식품과 안정된 공급량을 제공할 수 있는 수산양식도입이 필요함
 - 세계적으로 덴마크, 노르웨이 등의 선진국에서 ICT 융합기술을 활용한 수산양식을 진행중임

- 해양수산양식 (AKBAR Group)



Fig. 64 해양수산양식 예시

- 수중 철장형 양식을 통해 태풍과 적조로부터 안전함
- 치어 분류, 모니터링, 어종 분류, 어류 수확 등의 기능을 자동으로 수행함
- 어류의 생육을 위한 에어돔 시스템 적용함
- 국내 적용을 위한 고려사항
 - 정부의 양식업 정책
 - 많은 반보호 농경지, 섬, 해협이 있는 남쪽의 400km 해안선
 - 수심 30~100m에 설치 가능 여부
 - 적절한 수온(최소/최대)
 - 적합한 어종(생물학 및 이익)
 - 태풍의 위험/피해를 최소화하는 방법
 - 적조 위험/손실을 최소화하는 방법



Fig. 65 해양수산양식의 특징

- 육상 순환여과장치 (Billund Aquaculture)



Fig 66 육상 순환여과장치 구성 설비

- 기계식 필터, 생물학적 필터, 세류 필터로 구성

- 암모니아(NH_4^+)를 아질산염(NO_2^-) 및 질산염(NO_3^-)으로 변환
- 이산화탄소(CO_2) 및 물로 유기물 제거
- 이산화탄소(CO_2) 및 질소가스(N_2) 제거
- 물에 산소(O_2) 주입

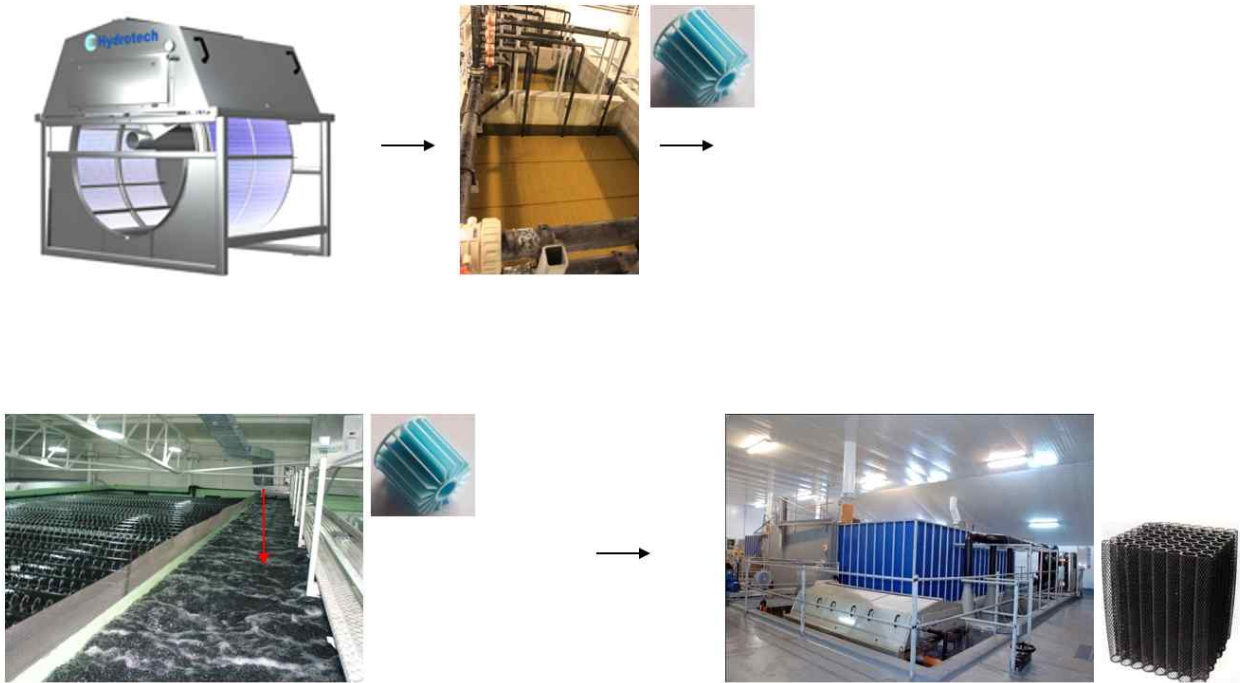


Fig. 67 필터 작동 순서도

- 펌프, 산소공급기, 자외선 소독기와 수조 설치



Pumps (Centrifugal or propeller pumps) Oxygen-cones or deep-shaft



Oxygen supply

UV disinfection (In-line reactor or channel)

Fish tanks

Fig. 68 기타 설비

- 열펌프, 냉각탑 및 열교환기에 의한 온도조절



Fig. 69 온도조절 설비

- 탈질소화에 의한 질산염 제거
- 응고제를 추가하여 인광 제거
- 오존을 이용하여 황변 제거



Fig. 70 수질정화 설비

- 자동화 & 모니터링/제어 시스템



Fig. 71 관제 시스템

- 상업용 Salmonid RAS의 건설

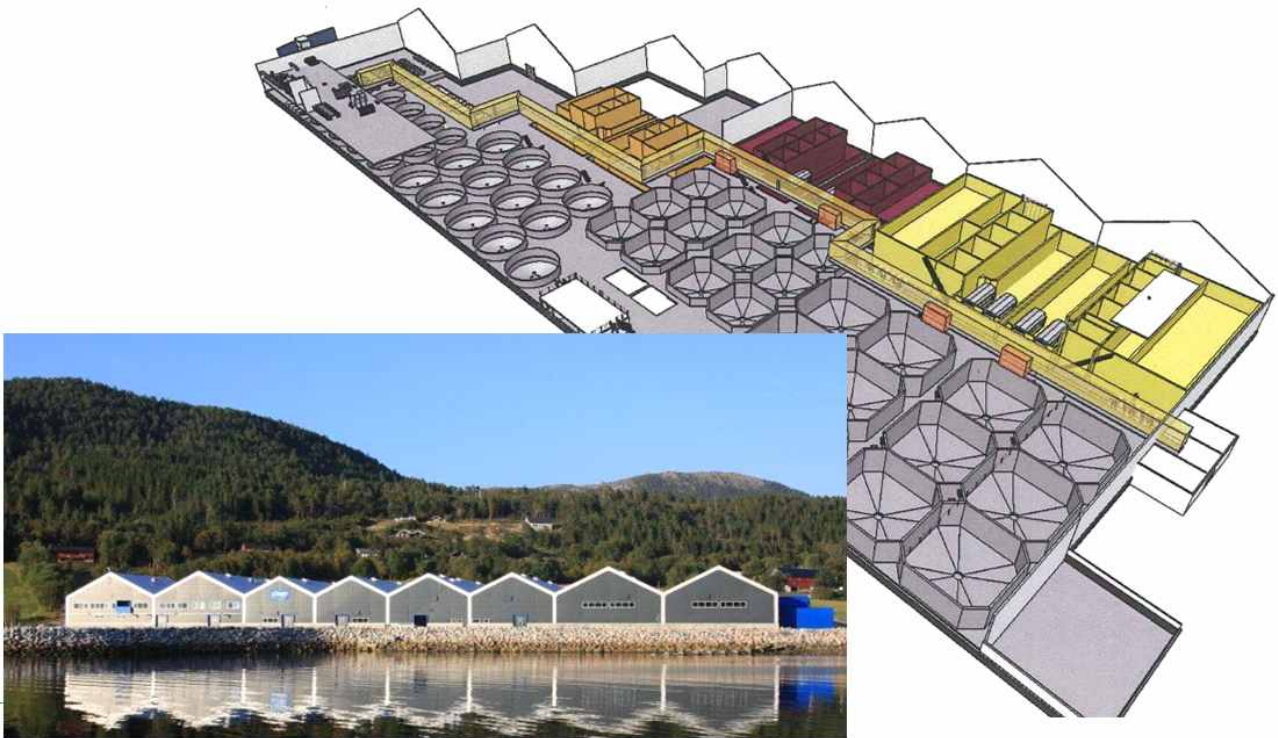


Fig. 72 상업용 Salmonid RAS 예시

- DO, pH, CO₂, TGP 및 온도센서로 구성



Fig. 73 시스템 구성도

- 관제 시스템 및 컨트롤 앱 구축

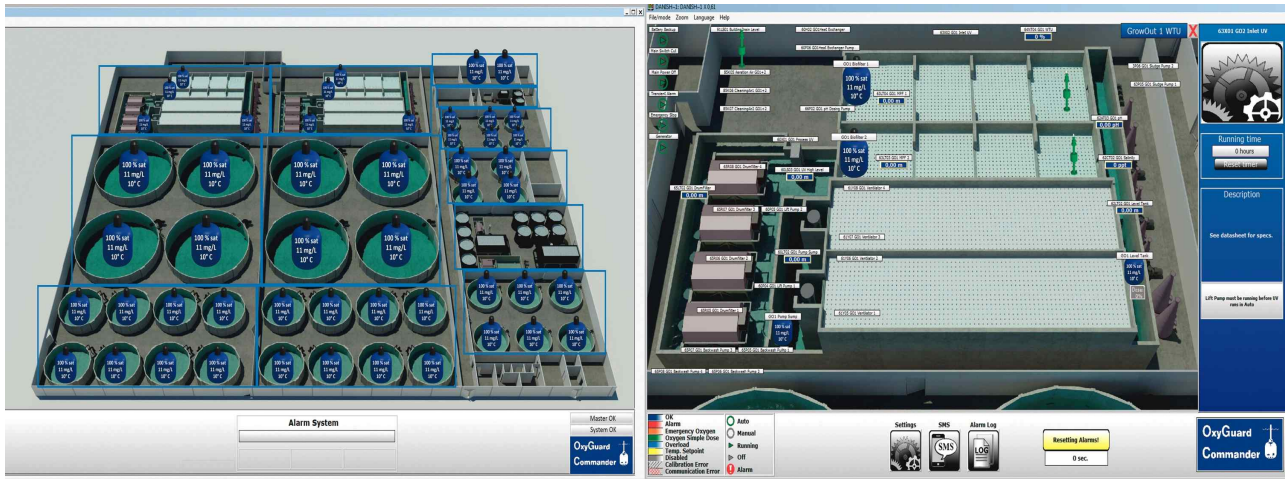


Fig. 74 관제 시스템 작동 예시

- 기계학습 인공지능을 위한 수산양식기술 표준화
 - 수질: 수질은 양어장에 매우 중요한데, 이것은 산소(O₂)와 PH를 필요한 수준으로 유지한다는 것을 의미함
 - 배양 탱크: 어류의 수량에 따라 달라지는데, 수조의 모양과 크기가 물고기의 성장에 영향을 미치기 때문에 물고기를 위한 공간을 만들 수 있음
 - 대기 조건: 대기 조건은 어류 생활에서 매우 중요하며, 기상 조건은 수온에 영향을 미치므로 요구되는 수온 유지를 의미함
 - 음식 및 사료: 식품은 특정 유형의 어류를 위해 설계된 다양한 제형으로 제공되며, 식품의 질과 양이 유지되어야 함. 음식을 서빙하는 것은 매우 중요한 것으로 음식을 서빙하는 시간과 횟수를 특별히 유지해야 함. 질이 나쁜 음식은 질병을 옮길 가능성이 매우 높기 때문에 품질이 좋은 음식이 필요함
 - 물고기의 행동과 바이러스 식별: 물고기와 물고기의 움직임은 질병과 바이러스를 식별하는데 매우 중요함
 - 어류 성장 확인: 매달 물고기의 길이와 너비 등 크기를 확인하고 데이터를 표시해 오래된 데이터와 비교해 생육을 파악하고 kg당 물고기 수와 같은 계수를 측정함

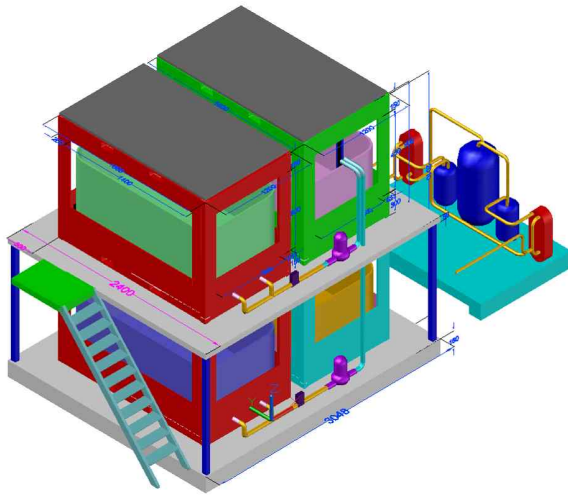


Fig. 75 스마트 양식장 설계

(5) 스마트양식 시설 기반 구축사업

□ 배경 및 목적

- 지구 온난화에 따른 기후변화로 어종의 변이, 신종 바이러스 등 불확실한 양식산업 대비 필요
- 코로나 19 등 각종 질병에 의한 어종 보호 필요
- 해마다 태풍과 고수온, 저수온, 적조 등 자연재해로 인한 양식 어가의 손실 발생 시 지속적인 공급 가능한 시장 확보 필수
- 국제적인 스마트양식의 기술 동향에 맞춰 대비 필요
- 노동집약적 양식업에 대한 인식 변화를 위해 최첨단 기술이 접속된 스마트양식 기반시설을 마련하여 젊은 층의 귀어·귀촌 활성화 필요
- 캐비아를 이용한 화장품, 여성청결제 등 수요가 늘어나고 있으나 생산 기간이 10년이 소모되어 국내 소비량을 맞추기 위한 캐비아 생산 기간의 단축 절실
- 양식업에 종사자가 대부분 고령화 및 인력이 부족한 실정
- 사용자 편의성 향상과 효율적인 양식장 관리시스템 도입 필수



Fig. 76 스마트 양식시설 구축 목적

□ 내용적 범위

구성품목		단위	수량	비고
통합관제 시스템	통합관제용 소프트웨어	식	1	-
	스마트폰용 앱(APP)	식	1	-
	관제PC	대	1	-
사육환경 관측 및 제어 장치	수질계측기(멀티형)	Set	3	-
	데이터지시부	대	3	터치스크린
	수위센서	대	3	레이더식
	산소발생기	대	3	-
	PFID(전자인식기)	대	800	-
	분전반/제어반	면	6	-
자동사료 공급장치	사료 자동공급기	대	7	구축포함

□ 기대효과

- 기존 노동집약적 생산방식으로 열악한 노동환경을 개선하여 인력 부족 문제 해결함으로써 생산비용 절감
- 양식장 작업 환경 개선을 통한 폐사율 감소에 따른 생산량 향상으로 양식 어업인 소득 증대
- 저산소에 의한 대규모 어류 폐사 등 피해 예방 효과 상승
- 전통 양식업에서 기술집약적 첨단 양식산업으로 발전할 수 있는 발판을 마련하여 지속적인 기술개발 가속화

- 센서 정보를 데이터베이스화하여 향후 발전 가능한 빅데이터로 활용
- 자동사료급여기 등 노동기반작업의 스마트 자동화 시스템 제공
- 수질환경 등 어디서든 확인 가능한 실시간 모니터링
- 사용자 편의성 향상과 효율적인 양식장 관리 기능
- 저렴하고 쉽고 지속 가능한 생산 · 판매 · 소비 시대 조성
 - 기존 노동집약적 생산방식으로 열악한 노동환경을 개선하여 인력 부족 문제 해결함으로써 생산비용 절감
 - 양식장 작업 환경 개선을 통한 폐사율 감소에 따른 생산량 향상으로 양식 어업인 소득 증대
 - 저산소에 의한 대규모 어류 폐사 등 피해 예방 효과 상승
- 선진 스마트 양식업 기술 선도
 - 전통 양식업에서 기술집약적 첨단 양식산업으로 발전할 수 있는 발판을 마련하여 지속적인 기술개발 가속화
 - 센서 정보를 데이터베이스화하여 향후 발전 가능한 빅데이터로 활용
- 양식 어업인의 삶의 질 향상
 - 자동사료급여기 등 노동기반작업의 스마트 자동화 시스템 제공
 - 수질 환경 등 어디서든 확인 가능한 실시간 모니터링
 - 사용자 편의성 향상과 효율적인 양식장 관리 기능



Fig. 77 스마트 양식시설 기대효과

□ 본 사업의 위험 요소 분석

- 부적절한 장비, 향후 증설되는 시스템에 대한 확장성 등 기술적 이슈
 - 시스템 구축 시 적정 시공법 미적용, 미검증 기술의 적용으로 요구 성능 미확보
 - 요구하는 성능에 못 미치는 장비나 자재를 적용하거나 품질 수준이 기대 이하
 - 스마트양식에 대한 이해력 부족에 따른 시설 구축 이후 향후 증설되는 각종 센서 등의 확장성을 고려하지 않은 장비 도입
 - 사용 실적이 없는 검증되지 않은 장비 도입에 따른 잦은 장비 고장
- 사업 환경을 감안한 사업관리의 미흡
 - 연계 공정 간 간섭, 부정확한 실사, 공정의 누락 등으로 인한 일정 수립 착오
 - 감독관 및 운영자의 의견 미수렴, 보고/검토 등의 미시행, 주요 사안에 대한 의사결정 지연, 업무소관 및 책임에 대한 의견 상충 등 의사소통의 부족
 - 업무 절차 미준수, 작업계획의 미통지 등 수행 절차의 미준수로 인한 업무 지연
- 수행 조직의 부적절한 구성
 - 투입인력의 기술 수준 및 경험 부족, 투입인력의 부족, 수행인력의 이탈 등 인력 배치의 부적합
 - 납품, 공사, 물품공급업체와의 계약 지연, 의사소통 미흡, 업체의 부도나 자금 부족 등으로 인한 공급 지연
 - 사업 현장의 지리적 거리, 소통을 위한 조직의 미구성 등으로 인한 업무 협조 부족
- 납품 미준수
 - 설계, 검토, 승인 등의 지연 등으로 인한 장비, 자재의 발주 지연
 - 납품대상 장비의 제작, 배송 지연
 - 이슈 발생, 문제해결 지연 등 연관 공종의 지연으로 인한 작업 지연
- 안전사고 및 재해의 발생
 - 전원시설 구축 작업이나 기계/기구의 부주의한 작업으로 인한 안전사고 위험
 - 폭한기의 사업 기간 동안 발생할 수 있는 보전 사고나 도로결빙 등으로

인한 재해 사고 위험

□ 핵심 성공 요소

- 사업의 목표
 - ICT 및 아쿠아팜 4.0등 차세대 기술을 적용한 양식환경 조성으로 미래양식산업의 경쟁력 강화
- 추진 방향
 - 양식어업인 소득증대 및 양식수산물 가격 경쟁력 강화
 - 노동집약적 양식에서 벗어나 차세대 첨단 양식 기술 가속화
 - 양식장 종사자 삶의 질 향상과 철갑상어 캐비아 생산 단축에 기여
- 시사점
 - 양식업에 대한 경험과 이해력을 바탕으로 철갑상어 양식에 특화된 시스템 서정 필요
 - 국내 최초 철갑상어 스마트양식 기반 구축을 통한 성공 모델 제시
 - 관련 법률, 규정 및 업무 절차에 따른 철저한 사업관리 필요
 - 기 운영 소프트웨어와의 완벽한 호환성 및 통합 확보
 - 장비, 전기, 무선통신 등 다방면의 기술 접목을 위해 공정별 전문 인력 투입
 - 안정적인 운영과 유지보수를 위한 지원 체계 수립
- 핵심 성공 요소
 - 최적의 스마트 양식 시스템 운영 상태를 유지할 수 있는 검증된 장비 도입
 - 사용자 편의성 중심의 통합 관제 솔루션 도입
 - 시범 운영을 통해 최적의 성능 검증 방안 마련
 - 본 사업과 유사한 업무 경험과 경력을 보유한 전문 인력 투입
 - 각 부문별 전문 인력 배정으로 공정 지연 리스크 최소화 및 위험 요소 사전 감지
 - 비상대기 인력 확보를 통한 신속한 유지보수 지원 체계 마련
 - 시범 운영과 유지보수 기간 중 지속적인 교육훈련, 기술 이전 등을 통해 운영 지원

□ 핵심 4대 추진전략

- 수조 설계부터 구축 운영까지 다양한 경험과 성공 노하우 반영

- 스마트 양식시설 구축 성공 노하우 보유
 - 자사는 직접 양식장 수조 설계부터 스마트양식 시설 구축을 성공적으로 수행한 경험을 보유함
 - 한옥의 처마 구조를 차용한 해삼 양식용 쉼터 등의 특허를 보유함
- 최적의 해양수산 솔루션 및 스마트 양식시설 구축 경험 보유
- 다수 기관에 사용 실적이 검증된 장비와 솔루션으로 시스템 구축
 - 다수 기관에서 운영되고 있는 검증된 시스템 구축을 통해 신뢰성 보장
- 전문인력으로 구성된 수행 조직 및 철저한 사업관리
 - 유사 사업 수행 경험을 보유한 전문인력으로 수행 조직 구성

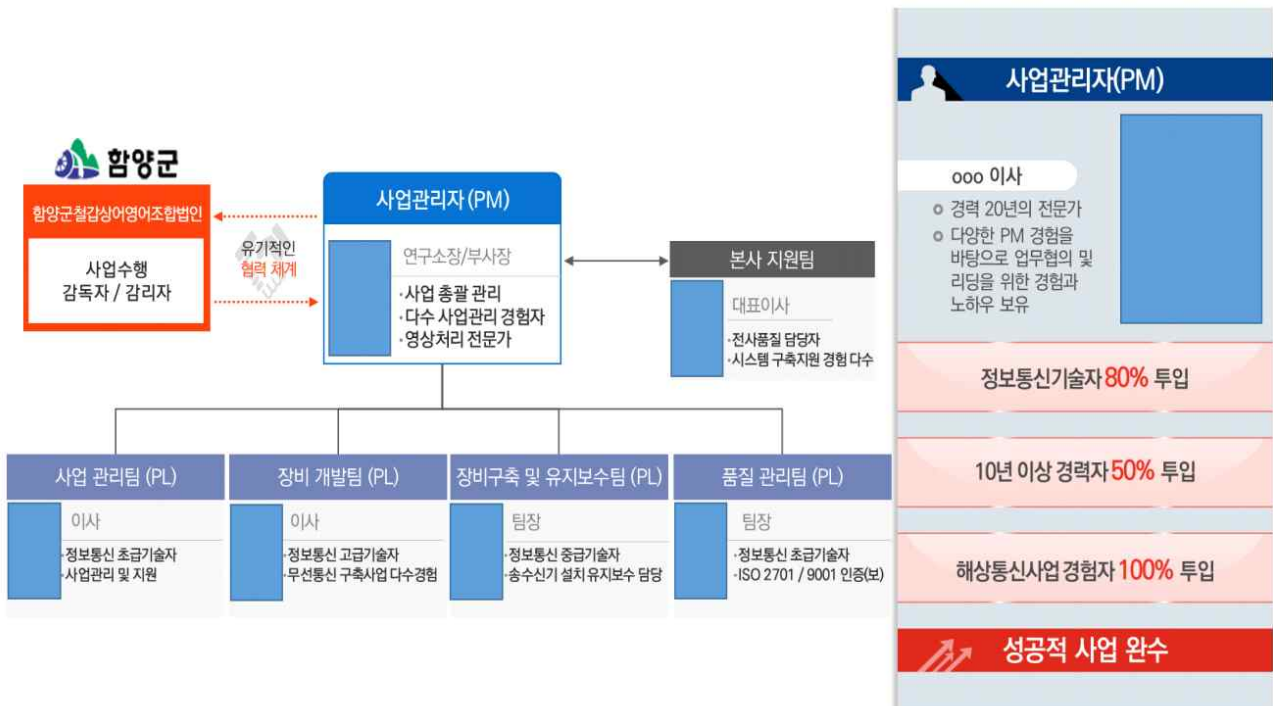


Fig. 78 조직 구성 및 역할

- 사업의 위험 요소를 고려한 일정 계획 수립 및 공정관리

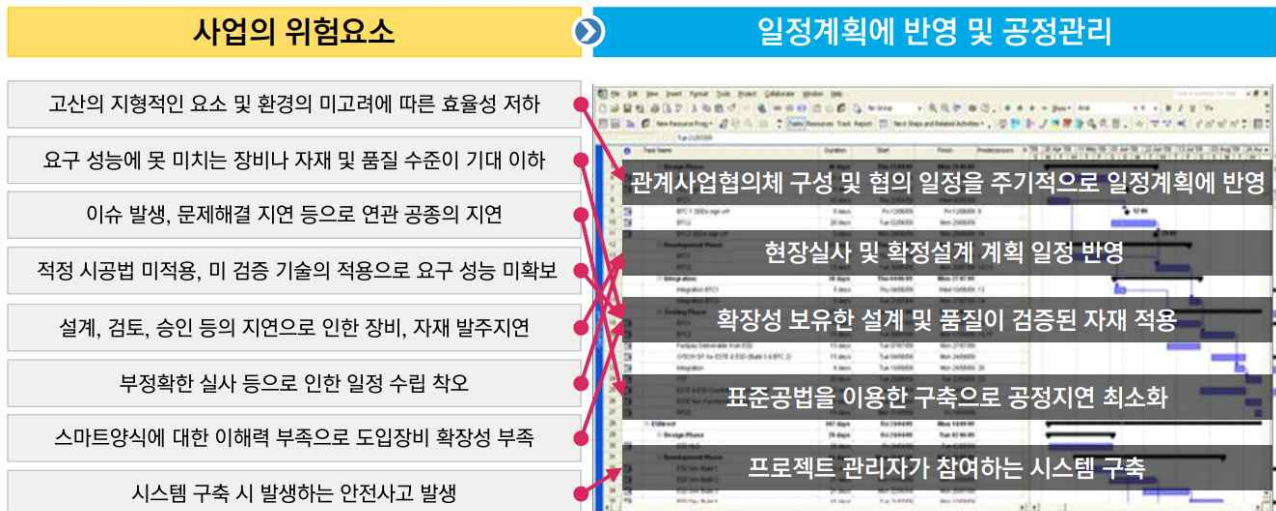


Fig. 79 위험요소 분석 및 개선 방안

- 시범운영을 통한 최적 운영방안 수립 및 지원
 - 시범 운영 기간 동안 운영 지원을 통해 데이터 분석, 효율적인 시스템 운영 및 개선 방안 도출, 개선 사항 적용
 - 시범 운영 분석 : 4주 동안 운영 결과물에 대한 사전 검증, 준공 1주전 운영 목표에 대한 공유
 - 수집 데이터 분석/개선점 도출 : 4주 동안 운영 결과에 대한 정기적 사전 검증 계획수립, 검증 테스트에 대한 결과 주관기관에 피드백
 - 개선 사항 적용, 데이터 분석 : 분석 및 개선점에 대한 하드웨어 전문 개발자 적용, 데이터 전문 분석 인력을 통한 적용 사항 검증
 - 운영의 개선점 도출, 개선사항 적용 : 운영 시스템 개발 노하우를 통한 개선점 도출, 발주기관 개선점 협의, 개선 결과 주관기관에 피드백
- 시범 운영기간 동안 시스템의 운영을 위한 교육훈련, 기술 이전 업무 수행
 - 교육 대상별 1:1 Man to Man 교육
 - 프로젝트 관리자 전체 사업기간 상주 지원
 - 시범 운영기간 동안 기술이전 전문인력 지원
 - 구성도, 목록표, 운영 절차 기술서 제공
 - 하자보수 기간 내 S/W 업그레이드 보장

□ 적용 기술

- 산호 발생기 다수 운영 실적 보유
 - 타사 장비보다 높은 최대 공급인력 6Bar, 최대 토출 압력 6Bar의 고압 산소 발생기로 안정적인 유량과 일정한 순도 제공하며, 내구성이 뛰어남

- 100 ~ 500 LPM까지 산소 사용량에 따른 맞춤형 시스템 제공
- 사료 자동공급기 다수 운영 실적 보유
 - 육상 실내 수조용으로 철갑상어 양식에 적합하며, 공급정확도가 98% 제공
 - ICT 기반의 컨트롤 유닛이 탑재되어 모니터링 시스템 및 스마트폰에 연계되어 알람기능 제공하는 맞춤형 기능 제공
- 스마트 양식 데이터를 활용할 수 있는 강력한 저장기능 탑재 기능 적용
 - 데이터 자동저장, 추출, 시간별 그래픽 표시 기능 탑재
 - 사료 소모량 리포트 생성 가능

□ 표준 프레임워크 적용 방안

- 안정적인 서비스 제공을 위한 주요 최신 기술적용

구성요소	적용 기술 설명
HTML5 JavaScript/JSP Ajax	사용자 그래픽 인터페이스(GUI)를 담당하는 기술
전자정부 프레임워크	자바 기반의 다양한 프레임워크(iBatis, Spring 등) 기술의 집합체로서 통합시스템의 기반을 이루는 핵심 기술
Java	최신 버전의 Java(1.7) 적용
JDBC	데이터베이스 연결 및 데이터 교환 기술
데이터베이스	데이터 저장 기술
J2SE/J2EE	행정망을 통하여 웹으로 접속을 가능하게 하는 기저 기술

□ 컴퓨넌트 활용 방안

- 요구사항 명세화
 - 업무 도메인 간 기능 유사성 분석
 - 현행 시스템 및 개발시스템 재활용 요소 사전분석 실행
- 소프트웨어 아키텍처 정의
 - 소프트웨어 구성요소 계층화 구조정의
 - 계층 간 유연성 및 확장성 고려한 표준 아키텍처 정의

- 시스템 아키텍처 정의
 - 표준을 만족하는 H/W, 상용제품 적용을 통해 재활용 및 상호 운영성 확보
- 유즈케이스 명세화
 - 기능 요구에 더불어 비기능 요구사항(성능 / 확장성 등) 도출에 중점을 두어 명세화
- 컴포넌트 식별 / 정의
 - 상용제품에 대한 컴포넌트 식별
 - 컴포넌트를 재활용 수준에 따른 유형 분류(업무 도메인, 응용, 공통기능지원 등)
 - 전자정부 표준 프레임워크 기반 지원환경 재활용
- 데이터 모델링 (개략 / 물리설계)
 - 데이터 사전에 등록된 표준자료 적용
 - 데이터 모델링 및 자료구축 산출물 재활용
 - 신규 데이터모델링 결과 표준화
- 컴포넌트 내부설계
 - 재활용 컴포넌트에 대한 커스터마이징 설계
- 테스트 계획 및 설계
 - 신규개발 컴포넌트와 재활용 컴포넌트 간의 통합을 고려한 테스트 설계

□ 개발 방법론

- 표준 및 절차 준수
 - 방법론과 결합된 개발작업, 사업관리 제공
- 기법 / 가이드
 - 작업 지침, 산출물 작성 방법에 대한 가이드 및 표준 템플릿 제공
- 표준 산출물
 - 공정별 표준 산출물 등을 프로젝트 특성에 따라 차별화하여 제공

- 품질 보증
 - 요구사항 추적성 제공

□ 성공적인 프로젝트 수행 보장

- 균형성
 - 구축 시스템과 연계 예정인 시스템의 균형 있는 개발
- 확장성
 - 향후 시스템의 확장성 고려
- 일관성
 - 단계별로 반복되는 개발과정 동안 일관성 유지
- 생산성
 - 생산성 향상을 통한 개발기간 단축
- 품질보증
 - 프로세스 및 프로덕트 관리를 통한 철저한 품질보증
- 납기준수
 - 일정관리 및 프로젝트 관리를 통한 납기 준수

□ 방법론 기본요소

- 기법
 - 작업수행을 위한 상세한 공학적 접근 방법 제공
- 산출물
 - 산출물 표준 템플릿 제공 및 특성에 따른 테일러링 적용
- 역할
 - 프로젝트 참여자의 역할 및 수행작업을 정의
- 도구
 - 수행 및 프로젝트 관리지원을 위한 자동화 도구 제공

- 품질표준
 - 국제 표준에 따른 품질 표준 지원

□ 개발 방법론 선정

- 표준 기술적용, 검증된 방법론
 - 본 사업에 맞는 기술 및 방법론 적용
- 개발 / 관리 도구 지원
 - 표준 툴 선정 및 자동화 기능 향상
- 개발 방법론 및 관리방법론 통합 제공
 - 개발관리공정 및 사업관리공정을 통합하여 프로젝트에 제공
- 풍부한 활용사례
 - 다양한 개발환경에 적합한 방법론 모듈 보유
 - 프로젝트 우수사례가 집약된 SI 실정에 적합한 방법론
- 컴포넌트 기반
 - 컴포넌트 기반 개발 방법
- 요구사항 추적성 제공
 - 고객 요구사항에 대한 추적성 제공

□ 개발 단계별 산출물

사업유형 : SW개발							
단계	주요활동	산출물명	필/선	단계	주요활동	산출물명	필/선
분석	현행업무 분석	현행업무 절차서(개선 업무절차서)	선택	설계	데이터 설계	물리 ERD	필수
	요구사항 정의	인터뷰 계획서	선택			물리 테이블정의서	필수
		인터뷰 결과서	필수			인덱스 정의서	선택

사업유형 : SW개발							
		요구사항 정의서	필수			RI 정의서	선택
	To-Be 프로세스 (기능) 분석	응용기능 분해도	선택			메타데이터	선택
	객체분석	액터 카달라그	선택			테이블 대 프로그램 상관도	선택
		유스 케이스 정의서	선택		개발계획 수립	프로그램 목록	선택
		Gap 분석서 (솔루션도입 시)	선택			공통프로그램 목록	선택
	인터 페이스 정의	인터페이스 정의서	필수			개발계획서	필수
	UI(화면) 정의	화면 정의서	필수		테스트 계획수립	단위테스트 계획서	필수
		통계 및 보고서 정의서	선택			통합테스트 계획서	필수
	데이터모 텔링(논리)	용어사전	선택	구현	단위테스 트 설계	단위테스트 케이스	필수
		도메인 정의서	선택		프로그램 구현	프로그램 소스	필수
		논리 ERD	필수		위테스트 수행	단위테스트 결과서	필수
		엔티티 정의서	필수		통합시험 설계	통합 테스트 시나리오/ 케이스	필수
설계	To-Be 프로세스 (기능) 설계	통합업무 흐름도	필수	시험	통합시험 수행	통합테스트 결과서	필수

사업유형 : SW개발							
	화면설계	메뉴구조도	필수	이행	사용자 승인 테스트	사용자 승 인테스트 시나리오/ 케이스	필수
		화면 설계서	필수			사용자승인 테스트 결과서	필수
		통계 및 보고서 설계서	선택		이행계획 수립	전개계획서	필수
	인터 페이스 설계	인터페이스 설계서	필수			교육훈련 계획서	필수
	프로그램 설계	시퀀스 다이어그램 (모델)	선택		이행준비	사용자지침서	필수
		클래스 설계서 (프로그램 사양서)	선택			운영자지침서	필수
		배치 프로그램 명세서	선택		이행	검수확인서	선택

□ 본 사업의 적용될 제안사의 기술 기준

- 해양 수산 ICT 전문기업으로서 스마트양식 시설 구축 노하우 및 보유 솔루션 적극 활용
- IoT 기반의 통신기술
 - 대외기관이 인정한 클라우드 보안 서비스(전 구간 End-to-End 보안 확보)
 - 다수 특허증을 보유한 해양 정보통신 전문 기술 보유
 - 국내 최초 LTE(IoT) & 클라우드 양식 구축 경험 보유

- 모니터링 솔루션 기술
 - IoT 센서 데이터의 저장 및 시간별로 그래픽화 표출 기능 제공
 - 수조별 특정 데이터와 사료 소모량 리포트 생성 기능 제공
 - 다양한 센서 정보의 연계 확장성 보유
 - 양식장 운영 경험을 바탕으로 개발된 사용자 맞춤형 관제 솔루션
- PLC로 구현한 HMI 인터페이스 기술
 - 풍부하고 다양한 라이브러리로 직관적인 화면 구성된 최신 보안 기술 적용
 - HMI 구현을 위한 PLC 소프트웨어와 원격제어 시스템 완벽한 인터페이스 보장
 - 다수 기관에서 구축되어 운영 중인 검증된 제어 모듈 적용

□ 체계적인 납품 및 구축

- 대한민국의 관련 법규 및 규정에 적합한 스마트양식 시설 기반 납품 및 구축
- 관련 법규 및 규정 준수
 - 전파법, 수산업법, 스마트 양식장 시스템 구축에 관한 법률, 정보통신
 - 공사법, 건축법, 전기공사법, 건설산업기본법, 소프트웨어 산업 진흥법 및 기타 관련 법령
 - 한국 공업표준규격, 산업안전기준에 관한 규칙 및 기타 법령에서 정한 규칙
 - 조달청 시설공사집행 기준
 - 전기용품안전인증(KC)
 - 법규 및 준칙을 원칙으로 하고 명시되지 않은 사항이나 상이한 사항은 구매자와 협의
 - 국제전기통신연합회(ITU-T,R)
 - 국제전기전자기술자협회(IEEE)
 - 국제표준화기구(ISO)
 - 국제해사기구(IMO)
- 제안사의 책임
 - 구매규격서의 규격을 만족하는 정품 및 완성품 장비 공급
 - 사업 추진 시 발생하는 제반 안전사고 책임 및 행정적, 기술적 제반 비용과 문제 처리는 계약자 부담
 - 제품 납품 시 원소유자의 저작권을 침해하지 아니하는 제품을 납품하며,

설치, 운영, 관리 등에 필요한 메뉴얼 제출

- 모든 S/W 가능한 최신판으로 제공 및 응용 S/W는 표준한글을 지원
- 계약자는 모든 개발 S/W에 대하여 구매자의 요구사항을 협의 수용하고 개발 예정 공정표를 제출
- 계약자는 시스템 구축을 위한 모든 제반 비용을 부담
- 구매자가 사용할 사무소, 부대설비, 차량, 사무기기 및 집기류 등을 제공하고 이들 설비에 대한 유지관리를 수행

- 제공 장비의 요건

- 내구성

- 공급되는 모든 장비는 실내 및 실외를 기준으로 대한민국 기후와 환경의 최악 조건에서 정상적으로 운영되고 유지
 - 사용되는 모든 부품 및 재료는 제반 전기적, 기계적 특성을 만족
 - 장비의 금속 표면 및 볼트 종류는 스테인리스 스틸 혹은 부식 방지제로 표면 처리
 - 과전압, 과전류 및 높은 온도에서 시스템을 보호

- 용이성

- 모든 실내 장비는 견고하게 고정
 - 각 구성장치는 셀프 타입으로 통일
 - 열을 발산할 수 있는 공기통풍구 및 냉각팬 설치
 - 장치의 주요 장치는 탈장착이 용이한 Plug-in 방식으로 구현

- 효율적인 운영 방안

- 제안사는 공급하는 시스템은 설치되는 시점부터 1년 365일 24시간 중단 없이 동작
- 신속하고 정확한 상황 분석을 바탕으로 사고 예방 및 복구 기능
- BITE 기능을 보유함으로써 각 장비에 대한 실시간 원격 제어(온도, 전원 등) 및 고장 예방 가능
- 제안사는 기능에 따라 알맞게 라벨을 붙인 모듈을 공급하고, 식별하기 쉽도록 각 모듈에 TYPE 번호 및 제작번호 부여
- 유지보수의 용이성을 위해 테스트 번호를 새겨 넣은 PCB 또는 모듈 공급
- S/W는 CD-ROM 제작 제공
- S/W는 객체지향 언어로 개발하며 화면은 영문 및 한글 지원
- S/W 설치방법, 절차 등의 설명서 제공

□ 업무수행 제반사항

- 장비 환경 설정 변경업무 프로세스
 - 기존 장비 변경 내용 발생
 - 변경 내용 확인
 - 변경 내용 구분
 - 감독관 승인(단순 조치)(납품 장비 변경 내용 승인 요청)
 - 변경 시 시스템 장애 영향도 분석
 - 조치 후 효과에 대한 결과
 - 장애유형 세부 분석
 - 유형별 분류/변경내용분석
 - 지원조직 판단 및 조치 요청
 - 2차 처리(기술 지원 사항)
 - 제조사와의 기술 지원 협의
 - 발주처의 기술지원협약 업체 협의
 - 변경 처리 결과 보고
 - 처리 결과 보고
 - 변경 사항 교육
 - 변경 처리 결과 관리(보고 처리 결과 관리)
 - 보고 결과에 따른 조치 사항 관리
- 안전관리 제반 사항
 - 위험공간 작업
 - 안전 장구 사전 점검 및 착용 의무화
 - 안전관리자 현장 감독 의무화
 - 전기작업
 - 절연 장갑, 장화, 송전용 접지용구 등 사용 의무화
 - 실외작업
 - 폭우 및 폭설 시 작업 중지
 - 안전용품 착용 의무화

□ 철갑상어 양식장 시스템 구성도

- 수질측정 센서, 수위 센서에서 수집된 데이터를 통합관계 운영 PC로 전송, 산호 발생기 및 사료공급기를 원격으로 조작하는 형태임

- RFID를 통해 철갑상어에 개체정보를 주입하여 데이터 수집함



Fig. 80 목표 시스템 구성도

□ 기능 요구사항 세부 내용

- 통합관제용 소프트웨어 주요 기능
 - 사육 수조별 실시간 DO, pH, NH4, 수온 값 확인 / 이력 그래프 / 조회
 - 사육 수조별 실시간 수위 정보 확인
 - 알람 설정으로 위험 정보 신호 확인
- 각종 센서 정보 실시간 표출 및 이력 통계조회 가능
 - 센서 정보 확인
 - 이력 그래프 통계 확인

- 주요 내용
 - IoT 기반으로 수집되는 센서는 DO, pH, NH4, 수온, 수위 정보로 구성되며 GUI를 기반하여 양식장 수조별로 상태정보를 실시간 표출되도록 구성
 - 수집된 각종 센서 정보는 사용자가 원하는 시작과 종료 시점의 날짜와 시간정보를 입력하여 조회할 경우 이력에 대하여 그래프 형태로 표출
- 알람 설정을 통한 정보 신호 표출 기능 제공
 - 정보 신호 표출
- 주요 특징
 - 수조별 설치된 센서 고장 발생 시 이벤트 정보를 통합관제 소프트웨어 및 스마트폰에서 고장에 대한 알람 정보 이벤트 팝업 생성
 - 사용자가 설정한 센서별 수치 정보를 입력하면 해당 범위 내 수치가 측정될 경우 알람 정보 이벤트 팝업 생성

□ 데이터 요구사항 세부 내용

- 요구사항
 - 통합 관제용 소프트웨어를 통해 특정 기간, 수질 요소를 선정하여 실시간으로 이력 그래프 조회가 가능하며, 데이터 저장이 가능하여야 함
- 주요 내용
 - IoT를 기반한 각종 센서 정보는 이력 정보 통계조회가 가능하도록 실시간을 통합관제 PC에 자동으로 저장되도록 구성
 - 사용자가 상단 메뉴 버튼에서 통계 기능을 선택하여 원하는 정보(수질 요소, 시작과 끝 지점의 년 / 월 / 일 / 시간 / 분 / 초)를 입력하여 조회 버튼을 클릭하면 센서 개수에 따라 이력 정보가 그래프 형태로 표출
- 요구사항
 - 모바일 어플(app)을 이용하여 실시간 데이터 감시 가능
 - 알람 설정 시 정보 메시지 전송 가능

- 주요 내용
 - 모바일용 어플(APP)는 사용자의 편의성을 향상시키기 위해 통합관제 소프트웨어와 동일한 GUI 화면으로 구성
 - 수조별 설치된 센서 고장 발생 시 이벤트 정보를 통합관제 소프트웨어 및 스마트폰에서 고장에 대한 알람 경보 이벤트 팝업 생성
 - 사용자가 설정한 센서별 수치 정보를 입력하면 해당 범위 내 수치가 측정될 경우 알람 경보 이벤트 팝업 생성

□ 시간적, 내용적 제약사항

- 단기 사업 일정으로 인한 시간적 / 지리적 제약
 - 1개월의 현장실사 2개월 시스템 구축 및 추가 1개월의 시범 운영 기간 확보 필요
 - 혹한기 고산지역 이동에 따른 결빙 등 악기상 조건에 의한 활동 제약
 - 과업 대비 단기 사업 일정으로 인한 성과물 품질 저하 우려의 제약
- 양식환경의 제약
 - 철갑상어 사료 급이 횟수 및 수심, 유속, 수온과 수질에 대한 사육 환경의 마련 필요
 - 철갑상어 양식환경에 부적합한 스마트양식 기술적용 오류 예방 필요
 - 기 운영 중인 양식장 환경의 제약
- 구축 시스템 품질의 저하
 - 잦은 멈춤, 내구성 저하로 인한 시스템 장애로 인한 양식의 환경에 피해 예방 필요
 - 센서 측정오류, 저산소 공급 등으로 인한 어류 폐사 및 산란의 피해 예방 필요
 - 사용환경에 부적합 시스템 및 검증이 안된 시스템 도입에 대한 품질 저하

□ 제약사항에 따른 대응 방안

- 단기 사업 기간의 시간적, 지리적 제약
 - 1개월 현장 실사 및 설계 2개월 구축
 - 1개월의 시험 및 시범 운영 기간 확보 필요
 - 고산지대 이동, 악기상 조건에서 사업수행

- 대응 방안
 - 기존 구축 경험과 양식장 운영의 경험을 토대로 현장실사 및 설계 기간을 단축
 - 현장 공정별 여유 20% 확보
 - 실외, 실내 작업 공정 동시 진행으로 구축 기간 단축
 - 성능시험 기간 확장 및 현장 여유 일정 20% 확보
- 양식장 환경에 따른 제약
 - 사료 급이 횟수, 유속, 수온, 수질에 대한 사육환경 분석
 - 수주 형태, 공간환경에 부적합한 양식 기술적용 오류
- 대응 방안
 - 양식장 어종의 급이 횟수, 수온, 유속, 수질 환경 등 분석을 통해 적합한 스마트 양식환경 제공
 - 양식환경 및 시설에 적합한 양식 기자재 선정 적용으로 운영 환경의 오류 최소화
 - 기존 시설물에 적합한 스마트양식 환경 제공
- 구축 시스템의 품질의 저하
 - 센서 측정 오류
 - 시스템 오류 및 정지(멈춤)
 - 저산소 공급, 수질 환경 변화로 인한 어류 폐사
- 대응 방안
 - 구축 후 단위시험, 통합시험을 통해 오류 및 장애를 개선하고 시범 운영 기간을 통해 시스템 품질 강화하여 수행
 - 납품, 사용 실적이 검증된 장비 및 기자재 도입을 통해 안정적 시스템 운영
 - 사용 실적이 검증된 신뢰성 높은 제품 선정

□ 장비 총괄내역

구분	규격	단위	수량	제조사
수질측정 센서	<ul style="list-style-type: none"> • 측정항목 : 수온, 용존산소, pH, NH₄, NO₃ - 1ro의 데이터지시부에서 수질센서 • DO 센서 - 측정방식 : 광학식 - 측정범위 : 수온 0~50 ‘C - 용존산소 0~25mg/L - 정확도 : 1% - 재질 : CPVC stainless steel, epoxy - 보호등급 : IP68 - 세정방식 : Air 세정 • pH 센서 - 측정방식 : 유리전극식 - 측정범위 : 0~14pH - 정확도 : 1% 이내 • NH₄, NO₃ 센서 - 측정방식 : ISE - 측정범위 : 0~1000mg/L - 정확도 : 3% 이내 - 보호등급 : IP68 • 데이터지시부 - 디스플레이 : color-display 9’ TFT - 풀 터치스크린 - 출력신호 : Modbus RTU/TCP - 운영체제 : Linux 	SET	3	000
산소 발생기	<ul style="list-style-type: none"> • 정격유량 : 90LPM(분당산소량), 최대270LPM • 산소순도 : 90% • 수압에 의한 역류방지 기능 • 제올라이트 충전방식 : 자동 • 정전/유량 감지 제어시스템 탑재 • 30일 단위 자가점검 작동 	대	3	000

구분	규격	단위	수량	제조사
수위센서	<ul style="list-style-type: none"> 측정방식 : 레이더식 출력신호 : 4~20mA 보호등급 : IP68 블루투스 통신 센서 설정 기능 	대	3	000
RFID (전자 인식기)	<ul style="list-style-type: none"> 성능 : 동물의 개체정보를 동물 체내에 주입 기구 구성 : 마이크로 칩, 바늘, 피스톤 몸체, 보호캡 	대	800	000
사료자동 공급기	<ul style="list-style-type: none"> 살포방식 : 회전 타격식 살포거리 : 1~8M 재질 : 플라스틱 용량 : 55L 사료 공급 속도 및 분사거리 조절 8개 타임테이블 기준 원하는 시간에 공급설정 	대	7	000
분전반/ 제어반	<ul style="list-style-type: none"> 부하별 허용전류 값 이상 감지 시 전원 공급 차단 부하별 수동으로 전원 ON/OFF 및 비상정지 버튼 장애에 대한 알림 기능 운영앱을 클라우드와 연동하여 운영 	면	6	000
관제 PC	<ul style="list-style-type: none"> CPU : Intel i7 9세대(산업용) RAM : 8GB HDD : 1TB OS : Windows 10 모니터 24인치 2대 및 키보드 마우스, 엑셀 포함 	대	1	000
스마트폰 APP	<ul style="list-style-type: none"> 주요 기능 - 사육 수조별 실시간 DO, pH, NH4, 수온 값 확인 	식	1	000
통합관제 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 이력 그래프 및 조회 - 사육 수조별 실시간 수위 정보 - 알람 설정으로 위험 정보 신호 확인 			

□ 수질측정 센서

- 주요 특징
 - 양식 응용 분야에 맞도록 특별하게 설계되어 적절한 산소를 보장 및 효율 개선
 - 특정 현장 또는 수조, 양식장에 쉽게 설치
 - Modbus를 통해 통신
 - 멀티 수질 센터 측정으로 실시간 모니터링에 적합
 - 인터넷이 사용 가능한 현장에서 관리하는 사무실까지 무선데이터 전송 가능
 - 현장에서 전극 교체가 가능하며 유지보수가 용이
- 선정 사유
 - 편리함, 절전, 인건비 절감, 산소 비용 절감, 양식 데이터 분석 용이, 관리 운영의 다양성 제공

□ 산소 발생기

- 주요특징
 - 타사 장비보다 높은 공급압력 6Bar, 최대 토출 압력 6Bar의 고압 산소 발생기로 안정적인 유량과 일정한 순도를 제공하며, 내구성이 뛰어남
 - 최대 100~500LM까지 산소 사용량에 따라 맞춤형 시스템
- 선정사유
 - 강원도한해성수산자원센터, 서해생명자원센터, 내수면양식연구센터, 덕유산 송어장, 토속어류산업화센터 등 수산양식 관련 납품 및 사용 실적이 검증



Fig. 81 산소 발생기 설치 예시

□ 수위 센서

- 주요 특징
 - 분진, 먼지, 결로, 이물질 등에 영향을 받지 않으며, 측정 오류가 없음
 - 높은 정확도 요구사항을 가진 레이더 센서로 수위 측정 및 레벨 측정에 적합
 - 안테나를 통해 연속 레이더 신호를 방출하고 방출된 신호는 매체에 의해 반사되는 정확한 측정 결과 도출
- 선정 이유
 - 사용자 편의성, 유지관리 용이성, 강원도한해성 수산자원센터, 서해생명자원센터 등 시연 및 사용 실적



Fig. 82 수위센서 설치 예시

□ RFID (전자인식기)

- 주요 특징
 - 생체 적합성 유리에 캡슐화 되어 안전하며 100% 각각의 고유 ID를 제공
 - ISO 11784 및 11785를 준수 ICAR에서 승인
 - 160만개까지 태그 저장이 가능하며 블루투스 USB포트 및 디스플레이를 통해 간단한 데이터 검색이 가능
 - 태그 리딩 시 신호음과 진동으로 확인
- 선정사유
 - 사용자 편의 제공 및 확장성, 유연성, 부유형으로 수조에 분실 위험이 없음



Fig. 83 RFID 종류

□ 사료 공급기

- 주요 특징
 - 뛰어난 내구성을 가진 공급기로 사료 공급
 - 와이파이 신호를 통해 최대 5Km의 거리까지 데이터를 전송할 수 있으며, 사료 공급시간, 사료 분사거리, 사료 공급량을 컨트롤 할 수 있음



Fig. 84 사료 공급기 설치 예시

□ 분전반 / 제어반

- 주요 특징
 - 각 장치들의 전원공급 및 전원차단 기능 비상정지 기능, 장애에 대한 알림기능을 제어
 - 운영 앱(APP)을 클라우드와 연동하여 원격지에서 스마트양식시설을 관리하고 운영(옵션)



Fig. 85 분전반 및 제어반 설치 예시

□ 관제 PC

- 주요 특징
 - 뛰어난 내구성 및 365일 무중단 운영이 가능
 - 산업용 PC로 일반 업무용 PC에 비해 안정성 및 높은 성능을 보장
- 선정사유
 - 수협, KOMSA, 철도, ITS, VMS 시스템 납품 및 사용 실적이 검증



Fig. 86 관제 PC 사용 예시

□ 스마트폰 APP / 통합관제 SW

- 주요 특징
 - 각종 센서 기술을 이용한 양식 수조의 용존산소, 수온, pH 염분도 수위 및 유수 감지 등 다양한 수질 데이터를 측정 분석하고 결과에 따라 제어장치를 구동하여 적절한 상태로 유지 및 조정관리
 - 모바일 기반의 정보통신기술을 접목시켜 네트워크, 분석 소프트웨어 스마트기기와의 연계 강화
- 특장점
 - 통합 모니터링
 - 양식장 설비제어정보 전송
 - 센서 데이터 조회
 - 알림설정으로 경보신호 확인
 - 모바일 연계

□ 사전 요구사항 분석을 통한 시스템 성능 확보

- 사전 요구사항 분석 및 성능 확보를 통해 안정적이고 검증된 시스템 성능 보장
- 성능진단 절차 적용
 - 검증된 최적화 기법 및 성능 최적화 절차 적용
 - 오류 및 성능 장애 요소 사전 제거
- 성능 이슈 사전 식별
 - 예상되는 성능 이슈 사전 식별
 - 성능 인자들의 분석/설계 단계 반영 및 집중 관리
- 시스템 성능 최적화
 - 응용 및 인프라 전반에 대한 성능 최적화 진행
 - 위험 요소 조기 발견 및 안정화

□ 양식장의 운영 환경 조건

- 내부 통신
 - 무선 및 시리얼로 통신하는 어플리케이션 소프트웨어 모듈
 - 각 모듈은 시스템 내에서 독립적으로 구성되어 각 모듈에 대한 개별적인 액세스 가능
 - 시스템 로그를 저장하여 장애 발생 원인 분석
 - 원격으로 시스템 및 모든 구성요소를 관리
 - 사용자가 정의한 조건의 알람, 경보 정보 제공
- H/W 구성
 - 클라이언트/서버 구조
 - 개방형 구조, 국제 표준 및 외부 시스템과의 상호연동을 보장하는 COTS H/W 기반
 - 외부온도, 양식장 환경 작동조건에 적합한 시스템 공급
 - 수면기간 동안 변경 및 성능개량에 대한 호환성 보장
- 유연성
 - 국제 네트워크 통신 표준 사용
 - TCP/IP 환경의 LAN/WAN
 - 네트워크를 통한 관련 서버 접속
 - 확장/신설에 용이한 개방형 구조
 - 고객의 요구를 충족하는 시스템 구성
 - 온라인 시스템 지원 및 진단
 - 윈도우 환경의 사용자 메뉴

□ 체계적인 성능관리를 통한 시스템 성능 확보

- 검증된 성능 최적화 프로세스를 적용한 안정적으로 검증된 시스템 성능 보장
- 성능 테스트 및 튜닝
 - 시스템 오픈 이전에 부하 성능 테스트를 실시하여 시스템 성능을 튜닝하고 잠재된 성능결함 제거
 - 지연 발생 시 바로 확인 알람 표출
 - 성능 인자들의 분석/설계 단계 반영 및 집중 관리

- 성능진단 툴 선정 및 진단
 - 성능진단 툴을 선정하여 성능 진단
- 성능시험 환경구성
 - 성능 표준 준수 여부를 체크 할 수 있도록 테스트 환경구성
 - 예상되는 성능 이슈 사전 식별
- 성능진단 최적화
 - 검증된 최적화 기법 및 성능 최적화 절차 적용
 - 오류 및 성능 장애 요소 사전 제거
- 확장성
 - 표준을 준수하여 향후 시스템의 확장성 보장
 - 사용자 증가 및 부하 발생을 고려하여 확장성 높게 설계 반영
- 호환성
 - 공급되는 시스템 간 호환이 가능하도록 구성
 - OS 및 상용 S/W 호환성을 검토하여 최적의 운영 환경 구성
- 유연성
 - 기존 시스템에 익숙해진 사용자가 불편함을 느끼지 않도록 기능 및 UI 설계
 - 사용자의 요구사항을 손쉽게 반영할 수 있도록 유연성 있는 구조 설계 반영

□ 성능진단 및 최적화 방안

- 성능목표 설정
 - 파라미터 튜닝 및 최적화
 - Connection Pool 개 수
 - CPU, 메모리, I/O, 파일 핸들
 - 데이터 관리에 따른 데이터 마켓 튜닝
 - 솔루션 단독 구성 시의 커스터마이징에 따른 튜닝
 - 솔루션 간 연동 구성 시의 튜닝

- 성능목표 설정
 - 인덱스 설계
- 파티셔닝(Partitioning)
 - 상태정보
 - 센서정보
 - 수질정보
 - 분석정보
- SQL 튜닝 및 Analyze 수행
- 고려사항
 - 성능진단 및 최적화 과정을 통해 조회 시간을 최소화하고, 분석, 검색, 통계 등 조회하는 데이터양이 많아 지연이 발생하는 경우 Progress Bar를 적용하여 사용자가 손쉽게 확인할 수 있도록 함

□ 단계별 테스트 방안

- 효과적이고 체계적인 품질을 위한 단계별 테스트 실행
- 단위별 테스트 실행 방안
 - 세부 항목
 - 단위 어플리케이션 기능, UI, 데이터 무결성 확인
 - 개발된 코드의 표준 준수 여부 확인
 - 프로그램 간 인터페이스 확인
 - 연계 단위 테스트 실시
 - 테스트 수행 역할
 - 단위 시험 계획 수립 : 시스템 체크, 단위시험 점검표 준비
 - 단위 시험 실시 : 준비된 시나리오에 의거하여 테스트 실시
- 통합 테스트 실행 방안
 - 세부 항목
 - 시스템 간 상호 연계 및 불간섭 시험
 - 업무 서비스 확인
 - 센터 데이터 정합성에 대한 검증
 - 테스트 수행 역할
 - 통합시험 계획수립 : 시나리오, 통합시험 계획서, 통합시험 결과 보고서

준비

- 통합시험실시 : 시험이 정상적인 실행이 될 때까지 반복적으로 시험수행
- 시스템 상호 간에 불간섭 여부 확인을 위한 순차적 시험
- 성능 테스트 실행 방안
 - 세부 항목
 - 적정 부하에 따른 성능 요구사항 만족 여부
 - 시스템 서비스 부하 측정
 - 목표 작업 개수를 목표 시간 내 처리 여부
 - 테스트 수행 역할
 - 복합업무에 대해 성능요구사항을 기준으로 요구 동시 사용자 만큼의 부하 테스트
 - 후처리 요구사항을 기준으로 후처리 작업 동시 수행
- 배치 성능 테스트
 - 세부 항목
 - 목표 작업을 목표 시간 내 처리 여부
 - 목표 시간 내 복제 수행 여부
 - 테스트 수행 역할
 - 배치 처리 요구사항을 기준으로 배치 작업 수행
 - 대용량 배치 수행 후 복제 수행 시간 및 정합성 검증

□ 단위테스트

- 시험 방법
 - 단위 모듈 및 단위제품 기능에 대한 시험
 - 기능시험, 실행경로 및 오류처리 시험
- 시험 일정 및 대상
 - 일정 : 시스템 개발 완료 후
 - 대상 : 웹 소프트웨어 및 소프트웨어 시스템, H/W



Fig. 87 단위테스트 절차 및 수행 내역

□ 통합 테스트

- 시험 방법
 - 시스템 간의 기능 통합 정합성 시험
 - 시스템 간의 인터페이스 통합 정합성 시험
 - 시스템 간 처리기능에 대한 최종 확인 및 데이터 정합성 시험
- 시험 일정 및 대상
 - 일정 : 단위테스트 후
 - 대상 : 통합시스템, H/W 및 S/W

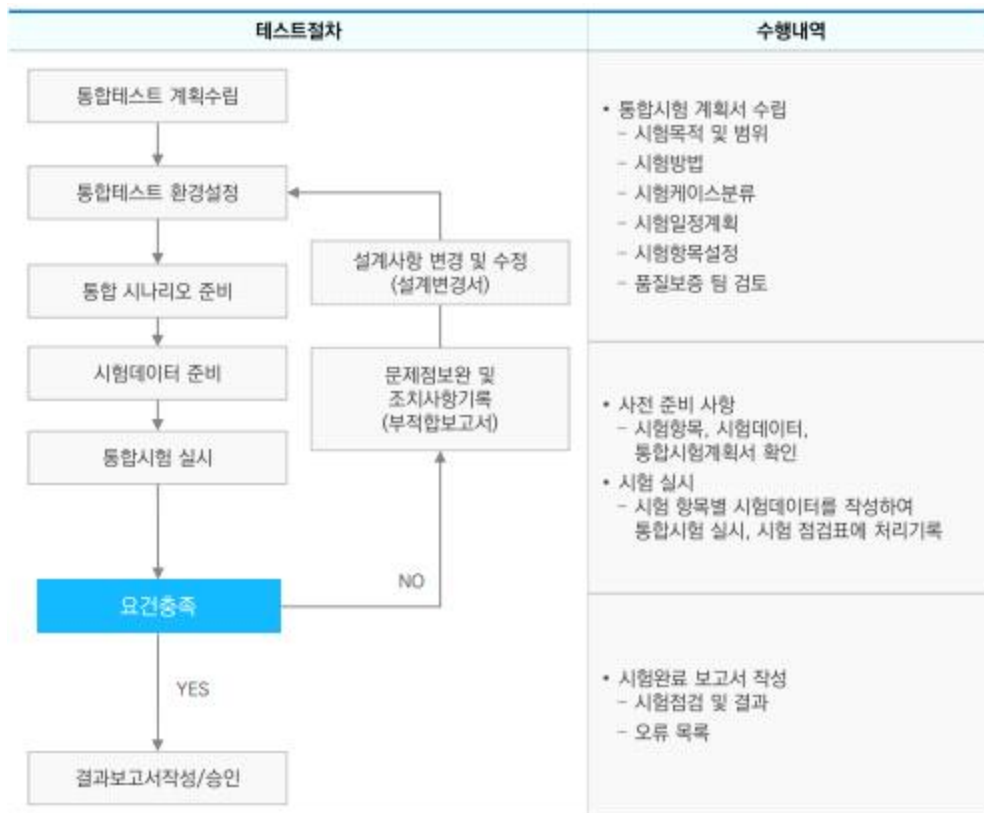


Fig. 88 통합 테스트 절차 및 수행 내역

□ 성능 테스트

- 시험 방법
 - 계획수립 > 테스트실시 > 성능 튜닝 > 측정
 - 성능 테스트
- 시험 일정 및 대상
 - 일정 : 시스템 개발 완료 후
 - 대상 : H/W 및 상용 S/W, 연계 모듈, DB 서버

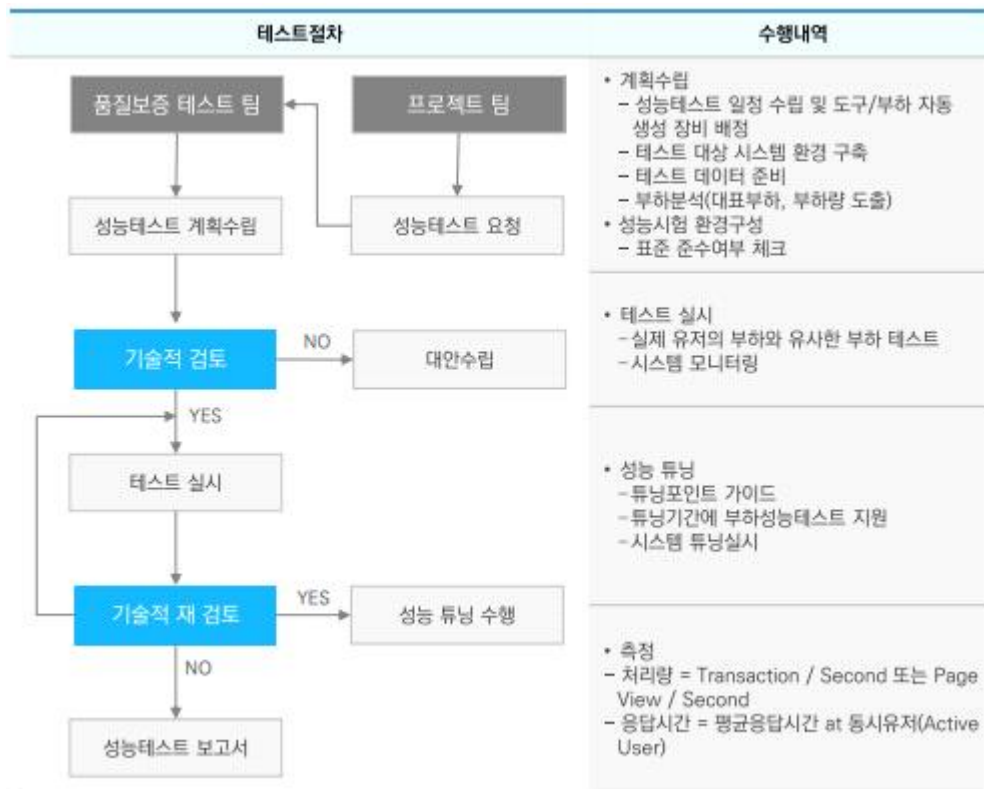


Fig. 89 성능 테스트 절차 및 수행 내역

□ 관리방법론

- 효율적이고 체계적인 사업관리로 통합성과 전문성 확보
- 사업관리 고려사항
 - 최상의 수행 조직 구성 (전문가 그룹)
 - 다수 사업에서 검증된 관리방법론 적용
 - 프로젝트 의사 결정자 / 관리층의 적극적인 참여
 - 종합적이고 일관된 관리방안을 사업 초기에 마련
 - 체계적인 진도, 위험 및 변경관리

□ 보안관리 계획

- 체계적인 보안관리를 통한 안정적인 사업수행
- 보안책임자 운용
 - 보안책임자 정/부 임명
 - 보안 임무 수행에 필요한 교육 이수를 통한 임무 수행

- 인원보안
 - 보안서약서 작성 및 출입증 패용
 - 방문객 출입 대장 기록 후 보안책임자 승인
- 문서 보안
 - 비밀/대외비 문서 직접 전달
 - 비밀/대외비 문서를 FAX 등을 이용할 시 보안책임자 사전 승인 취득
- 통신보안
 - 통신, 인터넷 등 사용 시 보안책임자 승인
 - 사업추진 시 통신, 인터넷 등 상황실로 접근 제한
- 시설보안
 - 네트워크 장비는 보안이 잘 유지되는 장소에 보관
 - 장비 기록 및 관리
 - 보안일지 작성



Fig. 90 보안 시스템 구성 및 역할

□ 보안점검 확인

- 전산 자료 보안점검 check list
 - 중요도에 따라 보호 등급별로 구분 관리되는지 여부
 - 비밀 및 중요자료 전송 시 보안 시스템 또는 암호자재를 사용
 - 비밀자료의 입출력 관리 대장 기록 여부
 - 하드디스크에 비밀자료 저장 시 암호화

- 관리번호 부여되는 비밀자료 입력전용 보조 기억매체
- 비밀자료 입력 보조 기억매체의 주기적 점검
- 소관 업무에 따라 입력, 출력, 열람 등으로 자료 접근범위 제한

□ 관리적 보안 지침 및 절차

- 문서 보안
 - 보안 문서관리
 - 보안 문서 수/발신 관리
 - 문서 폐기 관리
 - 산출물 관리
- 인적 보안
 - 채용 및 퇴직 관리
 - 업무 변경자 관리
 - 협력업체 관리
 - 자산분류 및 통제
 - 자산분류 및 관리
 - 데이터 접근 통제
 - 보안성 검토
 - 보안 조직 및 지침
 - 정보보호 조직 운영
 - 발주처의 정보보호 기준 적용
 - 제안사의 정보보호 기준 적용
 - 침해사고 대응책
 - 시스템 자원 보호 대책
 - 시스템 관리 절차
 - 교육 및 훈련
 - 주기적인 보안 교육(정기/수시)
 - 비상대응 훈련

- 관리원칙
 - 정보보호 기준을 확인 후, 이를 사업수행 기간 준수
 - 투입되는 모든 인원은 보안서약서 제출
 - 보안 지침과 저작권 보호 방안에 대한 철저한 교육(매월 정기적 교육)
- 비상 대책
 - 보안 담당자 비상 연락망 공유
 - 시스템 장애 처리 요원 연계
 - 사고일지 기록 및 보고
 - 자료 백업 및 복구
 - 보안 관련 사고의 문서화 규정
- 보안요건 검토
 - 정보보안 책임자 및 담당자를 정해 보안 업무를 관리하도록 하고, 개발원에 대한 주기적인 보안 교육을 실시 할 수 있도록 계획수립 및 실행
 - 확산을 위해 구축된 시설 정보시스템의 정보보호 활동 정책을 수립함
 - 확산 인력의 이직 등 보안 및 기밀에 관련된 사항이 발생할 경우를 대비하여 보안관리 지침을 제정하고 엄격한 정보보호 기준을 적용함
 - 정보시스템 개발 시 용역업체 직원들에게 수집된 정보의 정보보호를 위한 보안서약서를 관리함
 - 불의의 사고로 인하여 시스템이나 파일이 피해를 입더라도 최근에 백업한 시점의 내용으로 복구할 수 있는 백업정책 수립 및 실행
 - 확산과 관련한 문서 및 시스템에 대한 환경상의 위협을 최소화할 수 있도록 배치하고, 비인가자의 침해를 방지할 수 있도록 보안 통제 대책을 수립

□ 보안 위험 요소 사전 점검

- 네트워크 보안
 - 외부 인터넷 연결 제한
 - 방화벽 설정
 - 무선 AP 사용 차단
 - 외부에서 내부로의 네트워크상의 접근에 대한 통제 및 인증 리스트 작성
 - 사용 IP Address 관리 및 보호

- 소프트웨어 보안
 - 사용자별 접근권한 관리
 - 바이러스, 악성 SW 예방을 위한 백신 프로그램 설치 및 주기적인 점검
 - 사용자별 접근권한 관리
 - 보안 프로그램 설치 및 주기적 점검
 - 보안 프로그램 지속적인 업데이트
- 시스템적 보안
 - 사용자 관리
 - 사용자별 등급별 접근 통제
 - 접속 로그 관리
 - 사용자별 계정 및 패스워드에 대한 관리
 - 사용자별 접근권한 관리
 - 로그 관리
- 데이터 보안
 - 비 권한자 데이터 접근 통제
 - 탈주처 보안 데이터 암호화 관리
 - 개인정보 보호 규정 준수
 - 데이터 암호화
 - 백업 및 복구 시 암호화 유지
 - 개인정보 보호 규정 준수
- 보안요건 검토
 - 공유자원에 대한 접근제어가 사용자 권한에 따라 허용
 - 네트워크 관리자 접속용 계정의 패스워드는 기본 패스워드가 아닌 복잡도가 높은 패스워드로 변경하여 사용
 - 패스워드의 길이 및 사용주기를 제한하고 불필요한 디폴트 계정을 삭제하는 등 서버 사용자 및 패스워드 관리
 - 사용자 PC 백신 프로그램 최신 상태 유지 및 정기적인 바이러스 및 해킹 도구 검사
 - 불의의 사고로 인하여 시스템이나 파일이 피해를 입더라도 최근에 백업한 시점의 내용으로 복구할 수 있는 백업정책 수립 및 실행

- 품질 보증 조직

단계	산출물
품질 보증 총괄	- 유지보수 품질 계획 수립 및 개정 - 품질 관련 보고 전달 및 지원
품질 보증 지원	- 품질 평가 지침 작성 및 관리 - 품질 검토 실시 및 결과 반영
품질 보증 관리	- 유지보수 팀원 품질 교육 주관 - 유지보수 팀원 품질 교육 현황 관리
품질 보증 교육	- 유지보수 팀원 품질 교육 주관 - 품질 교육 현황 관리
형상 관리	- 프로젝트 산출물 형상 관리 - 변경관리 / 레파지토리 정보관리
품질 감사	- 업무팀 품질 감사 지침 수립 / 품질 감사 체크리스트 작성관리 - 업무팀 품질 감사 결과 감독
표준 관리	- 각종 문서 및 양식, 지침의 표준 관리 - 산출물에 대한 표준 확인 / 시정 조치

□ 단계별 품질 보증 방안

- 단계별 품질점검 활동
 - 품질 계획 수립
 - 표준 및 절차 수립
 - 산출물 / 프로세스 체크리스트 작성
 - 품질점검 계획수립
 - 품질관리 활동
 - 검토회의, 체크리스트 또는 인터뷰를 통하여 결함 / 부적합 사항 식별
 - 식별된 결함 / 부적합 사항 기록 및 개선 방안 수립
 - 품질검사 / 시정 조치
 - 식별된 결함 / 부적합 사항에 대한 시정 조치
 - 시정 조치 결과 확인

• 단계별 품질 보증 내용

구분	품질 보증 내용	품질 보증 활동
계획 단계	품질 보증 활동 계획수립	- 품질 보증 목표와 품질 보증 활동 계획수립 - 작업 지침, 체크포인트 작성
실행 및 운행 단계	계약 검토	- 품질 기록, 납기 등의 요구사항 검토 - 국내외 환경, 안전 등 제반 법규 검토
	설계관리	- 고객 요구사항 및 환경영향을 최소화 - 설계의 효율성, 정확성 관리
	교육훈련 및 자격관리	- 구성원의 자격, 기술 습득을 위한 교육훈련 - 자격인증 부여 및 기록 관리
	산출물 관리	- 자재, 산출물의 부적합 진행을 사전에 통제 - 품질 기준과의 적합성 검사
	문서 및 자료관리	- 품질 문서 및 산출물의 관리체계 - 승인 번호 및 문서 번호 부여
	외주업체 관리	- 우수한 외주업체의 발굴 및 육성 - 최고의 시공 품질, 안전 확보
	자재관리	- 자재의 구매, 보관, 부적합재 식별, 관리 / 처리 - 수입 자재의 도착 일정 확인
	공정관리	- 시공 시 작업 방법, 순서의 규정 및 문서화 - 진도관리 및 감시 / 시험
점검 및 시정 조치	부적합사항 관리	- 품질 기준 미달 및 부적합 품질의 식별 관리 - 부적합 발생 요인 차단 등 예방 활동
	시정 및 예방조치관리	- 품질 저해 요인 식별 및 사전 대책 수립 - 부적합 발생 요인 차단 등 예방 활동
	내부 검사	- 계획 대비 실행 여부 확인 및 점검 - 수입 검사서, 시험 검사서 준수 여부
	품질 기록 관리	- 품질 기록의 효율적이고 체계적인 관리 - 기록의 보관, 이관 보존 및 폐기
인수 및 사후 관리	사후관리	- 최종산출물에 대한 사후 유지 관리 실시 - 하자 보수 절차 유지
	고객만족도 조사	- 고객의 만족도 조사 - 불만 사항 및 문제점 해결

II. 해조류 스마트양식 적합성 검토 및 추진 방향 제시

1. 기후변화, 양식 기술 등 분석을 활용한 육상·해양 스마트양식 적합성 검토

1) 우뚝가사리 해상 양식(안)

- 우뚝가사리의 서식 환경은 미역과 거의 동일함
- 미역 양식은 수심 4~10m 지점에 200~300m의 밧줄을 늘어놓고 그 밧줄에 미역 포자를 심어놓으면 시간이 지나면서 미역이 자라남
- 미역 채취 후 철거하지 않은 밧줄을 그대로 둔 후 겨울철이 지난 후 밧줄을 확인하면 그 밧줄에 우뚝가사리가 다량으로 자라나고 있음이 확인되었음 (우뚝가사리의 포자 확산이 매우 활발한 것으로 사료됨)
- 이와 같은 방식으로 서해 5도 연안에 수심 10m 이내의 위치에 밧줄 설치를 통한 양식이 가능할 것으로 보여짐

2) 우뚝가사리 스마트 양식(안)

- 우뚝가사리 해상 양식에 적용되는 수심, 온도 및 염도 적용
- 일별, 주별, 월별 자동화 성장 조건 모니터링 설비 구축

2. 스마트양식 시범사업 계획(안)

3) 스마트양식 시범사업 개요

- (사업명/기간) 우뚝가사리 스마트양식 시범사업/ '22 ~ '23
- (비전) 우뚝가사리 스마트양식을 통한 양질의 우뚝가사리 보급 안정성 확보 및 우뚝가사리 활용 비즈니스 활성화 (이를 통한 남북 교류사업 활성화)
- (최종목표) 우뚝가사리의 스마트양식 테스트베드 구축, 가공·유통·수출,

R&D, 창업교육, 인력 양성 등 우뚝가사리 스마트양식 사업 기반 조성

- (사업 방향) 지자체 주관으로 특화 모델을 기획·추진하고, 조성된 배후부지에는 민간투자 및 타 지원사업과 연계하여 정책 시너지 제고
- (사업 내역) ① 우뚝가사리 스마트양식 시범양식장 조성, ② 배후부지 기반 구축

- * ① 총 사업비 300억원/ 국비 200억, 지방비 80억원, 민간 20억원
(연구비 30억 포함)
- ② 총 사업비 100억원/ 국비 80억원, 지방비 20억원

4) 추진 세부 사항

- (사업위치) 인천광역시 서해 5도 중 택1
- (사업면적) 총 부지면적 00,00㎡ 중 시범양식장 부지 00,00㎡(향후 선정)
- (주요시설) 시범양식장, 종자배양장, 가공·유통시설, 창업·교육시설 등

5) 우뚝가사리 활용 방안

- 우뚝가사리 추출물(고순도 아가) 활용 바이오 제품 등의 사업화에 활용
 - 치매 치료 원료 및 섬유 대체 재료로 활용 가능
- 겐트대학교 연계형 남북 교류사업에 활용
 - 겐트대학교에서 러시아 블라디보스톡에 생산공장 구축 등

3. 조사 및 검토내용에 따른 시범사업 추진방향과 중·장기 계획 제시



Fig. 91 우뭇가사리를 활용한 스마트 수산 바이오산업 사업화 전략

1) 우뭇가사리를 활용한 스마트 수산 바이오산업 사업화 전략

- 원료 채취
 - 양식과 현지 채취를 병행하여 원료를 채취
 - 겐트대학과 협력, 양식 기술 도입하여 원료 확보
- 추출 가공 R&D
 - 스마트 수산 기반 바이오산업 클러스트를 구축하여 원료 추출부터 사업화 및 행정 지원까지 연결
 - 추출/가공 기업, 사업 진행사, 기술 연구, 행정 기관의 유기적인 연결을 통해 신속하고 효율적인 사업화 가능
 - 스마트 수산 기반 바이오산업 클러스트를 통해 원료 추출 및 가공, 원료 판매, 사업화 연구 및 수행, 행정지원 및 기업연계까지 상호 보완하여 발전

가능

- 겐트대학과 상호 협력하여 필요 기술을 의뢰하며 재원을 제공하여 양식, 추출, 가공 및 사업화 연구 결과를 공유
- 제품 생산 R&D
 - 식품제조 산업체, 코스메틱 산업체, 제약 산업체와 연계하여 제품 생산 및 유통로 확보
 - 식품제조 산업체는 기능성 식품, 가공식품 등의 제조 원료로 사용
 - 코스메틱 산업체는 화장품, 세안제 등의 제조 원료로 사용
 - 제약 산업체는 신약 및 건강보조식품 등의 제조 원료로 사용
- 스마트 수산 기반 바이오산업 클러스트
 - 약용, 식용 우뚝가사리 재배
 - 재배한 우뚝가사리에서 약용, 식용 성분 추출
 - 추출한 성분을 정제 및 가공
 - 제약, 코스메틱, 식품제조 산업체에 공급
 - 신제품 개발, 기존 제품 강화
 - 전 과정을 하나로 연결하여 상호 보완하여 효율적인 사업화를 수행
 - 전 과정을 겐트대학과의 R&D를 통해 연구 기반 강화

4. 타 수산 품목 양식 사업화 예시

1) 새우 육상양식장 u-IT 융합 모델화 사업

(1) 사업 요약

☐ 사업개요

- 사 업 명 : 새우 육상양식장 u-IT 융합 모델화 사업
- 사업기간 : 착수일로부터 5개월
- 계약방법 : 제한경쟁입찰(협상에 의한 계약)
- 예 산 액 : 200백만원(부가세 포함)

☐ 사업 목적 및 필요성

- 4차산업혁명에 의한 수산 분야 환경변화에 빠른 적응과 수산 분야 활성화

및 효율성 극대화를 위한 수산 u-IT 융합 스마트양식 시스템 구축 필요

- 미래의 중요한 산업으로서 주목받고 있는 양식산업을 선진국형 미래산업으로 발전시켜 나가기 위해서는 IT 기반 스마트 수산양식 산업으로 전환이 필요
- 스마트 양식장 보급·확산을 위한 양식장 관리 장비의 보급
 - 양식 원가 절감을 위한 보급형 양식장 관리 장비 등의 보급
 - 개방형 체계를 통한 실수요자 중심의 보급형 장비 등의 보급
- u-IT 양식장 시스템 고도화를 통한 스마트 양식장 확산모델 제시
 - 지속적인 u-IT 기반 신기술 도입·적용을 통한 어업 경쟁력 강화
 - 중앙과 지방간 협업 및 역할 분담을 통한 우수 협력 모델 제시
- 첨단 IT 기술을 활용한 스마트 양식장 관리 시스템 구축
 - 유관기관 통합 정보 활용 체계 구축
 - 시간과 장소에 구애받지 않고 사용 가능한 모바일 서비스 제공

□ 사업 범위

- 스마트 양식장 보급·확산을 위한 양식장 모바일 모니터링 장비 보급
 - 자동 수질 측정 장비 및 수위 경보의 모니터링 지원
 - 자동 사료 공급 장비 모니터링 및 제어 솔루션 지원
 - 모니터링 스마트폰 모바일 웹 솔루션 지원
- 자동 수질 측정 장비 및 자동 사료 공급 장비, 자동 수처리 시설의 보급
 - 자동 수질 측정 장비에서 데이터 수집 서버로 직접 전송 가능한 관측 장비의 보급
 - 스마트폰에서 모니터링 및 제어가 가능한 자동 사료 공급 장비 보급
 - IT 기반 자동 수처리를 위한 드럼필터, 스키머, 새우탈각 제거기 보급

□ 기대효과

- 제 4차 산업혁명 대응 핵심 기술 도입 및 양식 경쟁력 확보
- 첨단 기술의 융복합으로 최첨단 산업으로의 발전 기대
- BFT 새우양식장의 현장 애로 사항 해소

- 인력 의존 중심의 기존 양식에서 노동력 분산 및 재활용 방향 제시
- 양식장 환경관리를 위한 과학적인 의사결정 지원 및 미래 IT 양식 기술 선도
- 저비용 확산 모델화 사업 기반 마련을 통한 비용절감 효과에 기여

□ 추진목표

- BFT 새우양식장의 스마트 양식 시스템 구축
- 사용자 중심형 스마트 양식장 환경 정보 모니터링 및 사료급이 관리 체계, 자동 수처리 관리체계 구축
- 디지털 데이터의 연계/수집/분석을 통한 양식장 모니터링 및 관리시스템 구축
- IT 시스템과 연계한 자동 수처리 시설 모델 발굴

□ 추진전략

- 시스템의 사용자 편의성을 최대한 충족시키며, 철저한 테스트를 통하여 안정적 시스템 구축
- 충분한 업무분석 및 요구분석을 실시하여 우선순위에 의한 단계별 추진으로 시행착오의 최소화와 투자 효율의 극대화 추구
- 관련 전문가 및 수요자의 다방면 참여로 스마트양식 시스템 효율성 극대화 추구
- 각 업무부분별 연계와 일관성을 고려한 간결한 시스템 구성으로 유지관리·운영 부담의 최소화
- 업무 및 데이터의 흐름을 파악하여 단계별 중복을 배제하고, 데이터의 품질검증을 통한 신뢰성 확보

□ 주요 사업 내용

- 자동 수질 측정 장비(광학DO/수온, pH, 염분도, 탁도, 수위, 경보, 콘트롤러) 구축 6식
- 자동 사료 공급 장비 구축 18식(운영 프로그램 1식, 지지대 6식)
- 자동 수처리 시설 구축(IT 시스템과 연계한 드럼필터, Protein Skimmer, 새우 탈각 제거기 각각 1식)
- 모니터링 관제 솔루션(PC, 모바일 웹) 구축

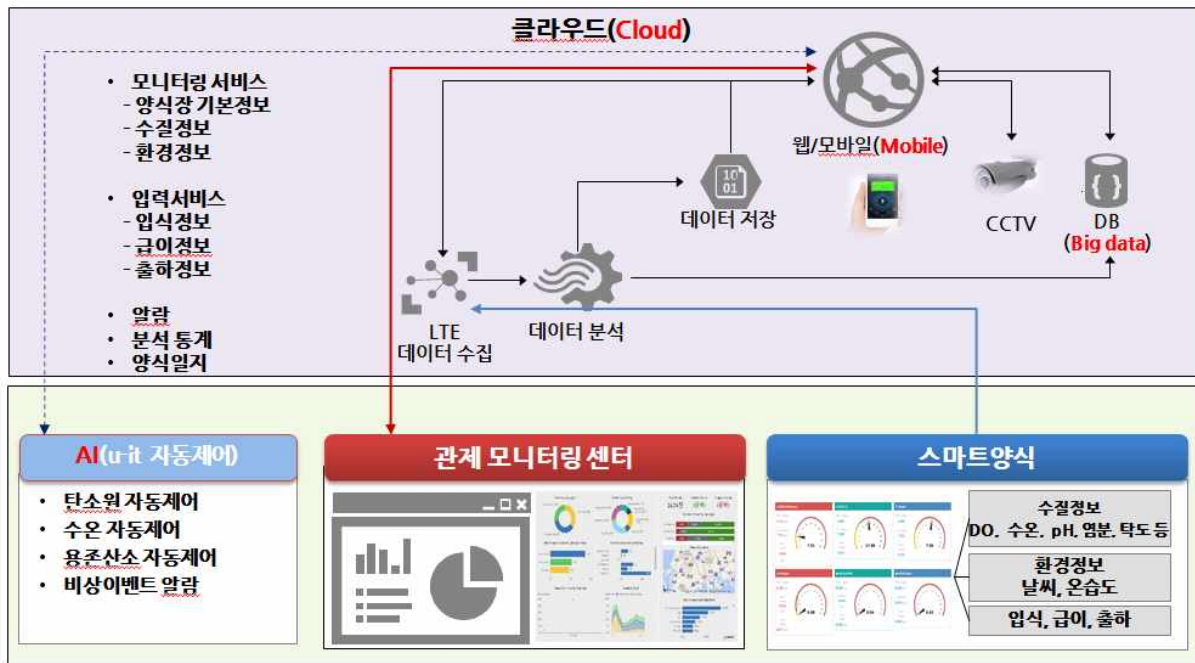


Fig. 92 스마트양식 구성도

□ 목표 시스템

- 본 사업을 통해 구축하고자 하는 목표 시스템은 BFT 새우양식장에 자동 수질 측정 장비 및 자동 사료급이 장비 구축과 모니터링 및 관제 솔루션 구축, 자동 수처리 시설 구축으로 IT 기반 스마트 양식장 시스템을 구현하는 것이며, 가장 최적의 시스템을 선정하여 공급하는 것임
- BFT 스마트 새우양식장 도입 장비 내역

양식장 모델명	도입 장비 내역	개소수
자동 수질측정 장비	<ul style="list-style-type: none"> - 광학DO/수온 센서 - pH 센서 - 염분도 센서 - 탁도 센서 - 수위 센서 - 경보 장치 - 데이터 수집, 전송 컨트롤러 	6
자동 사료급이 장비	<ul style="list-style-type: none"> - 자동 사료급이기 - 운영 프로그램 - 자동 사료급이기 지지대 	18
		1
		6

양식장 모델명	도입 장비 내역	개소수
IT 기반 자동 수처리 시설	<ul style="list-style-type: none"> - 드럼필터 - Protein Skimmer - 새우탈각 제거기 	1
		1
		3
LTE 통신 모델	- 자동 수질측정 장비, 자동 사료급이 장비, IT 기반 자동 수처리 시설 LTE 통신	장비별 1식
모니터링 관제 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> - 모니터링(자동 수질측정시스템, 자동 사료공급 장치, 수위, 경보 등) 관제 프로그램(PC) - 모니터링(자동 수질측정시스템, 자동 사료공급 장치, 수위, 경보 등) 관제 프로그램(모바일 웹) - 모니터 27인치 - 컴퓨터 	1

(2) 사업의 개요

□ 사업의 개요

- 위 치 : 전남 무안군 운남면 내리 1195
- 대상면적 : 4,946㎡
- 양식면적 : 3,300㎡ (수면적 1,700㎡, 트랙형 수조 13개)
- 건축면적 : 30㎡ (관리사 및 기계실 등)
- 사 업 비 : 10억원 (설계 0.5, 양식시설 8.4, 냉동 0.1, 자동화 1)
- 연간소득 : 조소득 8.1억원, 순소득 3.8억원
 - 연간 예상 생산량 : 새우 54톤(8.0 kg / 15천원 / 4모작 / ㎡)

□ 기본·실시 설계 및 감리(1억 원)

- 인·허가, 환경평가, 공유수면점사용, 실시설계 등

□ 양식 시설 (8.4억 원)

- 트랙형 축제식양식장 토목공사 (6.4억 원)
 - 수조규격 : 130㎡ / 수조 (가로 22 × 폭 6 × 높이 1.5 m)
 - 수조구성 : 지반공사, 철골콘크리트, 침전조(15㎡, 3개수조)
 - 기 타 : 인수·주수배관

- 건축 (1억 원)
 - 관리사, 기계실, 전기실 등
- 기계·전기 설비 (1억 원)
 - 양수기(4대, 30 hP), 지하수 개발, 한전 불입금, 전기선로, 동력설비 등

□ 냉동, 냉장 시설(0.1억 원)

- 냉동·냉장 보관 시스템

□ 자동화 시설(1억원)

- 실시간 수질환경 모니터링, 사료 자동급이, 경보 및 CCTV 장치 등

(3) 보조사업 수행계획

□ 기본 및 실시설계 : 2020. 1. ~ 4.

- 추진위 구성 → 설계 업체선정 → 기본 및 실시설계 → 준공
 - 토목, 건축, 기계, 전기 공사부문

□ 각 부문 시설공사 : 2020. 5. ~ 12.

- 토목 → 건축 → 전기 → 기계 → 하자점검 및 시운전 → 준공
 - (토 목) 토지 기반정비, 주·배수 배관
 - (건 축) 트랙형 수조, 관리사, 전기실, 양수실, 냉장·냉동실 등
 - (기 계) 브로워, 양수기, 세척기, 산소공급기 등
 - (전 기) 전기 인입, 배전, 배전 박스 등
 - (수처리) Bio 박테리아 대량배양 시스템 및 공급장치

□ 스마트 자동화 설비 : 2020. 11. ~ 12.

- 실시간 수질모니터링, 자동 급이 제어장치, 경보 및 CCTV 장치 등

□ 보조금액의 산출기초

- 총 사업비 10억 원의 투자 비율은 국비 30%, 지방비 30%, 자부담 40%로 구성
- 보조금은 총 사업비 10억 원 중 국비 3억 원, 지방비 3억 원으로 구성

☐ 보조사업에 소요되는 경비의 사용 방법

- 트랙형 수조를 이용한 스마트 새우양식 시스템 구축에 소요되는 토목, 건축, 전기, 기계, Bio 박테리아 배양시설 등 시설 구축 비용으로 전액 사용

☐ 보조사업에 소요되는 경비중 보조금 이외의 경비를 부담하는 자의 성명 및 부담하는 금액과 부담하는 방법

구 분	금 액	부 담 자	부 담 방 법
자부담	400,000,000 원	OOO	현금

☐ 보조사업의 효과

주요품목	생산량	생산효과	고용효과	비 고
흰다리새우	54톤/년	8.1억 원	2	새우단가 15천 원/kg

☐ 보조사업 수행후의 연간수지예산(명세)

수 입			지 출		
항 목	금 액	산출근거	항 목	금 액	산출근거
매출	810백만 원	1,700㎡ × 8kg × 4회 = 54톤 54,000kg × 15,000원 = 810,000,000원	생산비	1kg × 7,000원 = 378,000,000원	kg 당 사료비 4,000원 전기로 2,000원 인건비 1,000원

(4) 사업의 배경 및 목적

☐ 수산물 수출입 전략품종 육성

- 전남의 주력 수산양식 품종인 김과 전복에 이어 새우를 수출입 양식품종으로 육성
 - 세계적인 수요층을 가지고 있어 경쟁력이 높은 수출전략 유망산업 선점
 - 양식, 가공, 유통 단계별 체계적 육성으로 신규 일자리 창출
- 수입 수산물의 대표 품종인 새우 대량생산 기반 구축
 - 국내 새우 수입량은 '18년 기준 45만톤으로 '17년대비 12.4% 증가

□ 정부의 해양수산과학기술 육성 기본계획 반영

- 양식산업의 첨단·규모화로 세계적 기업을 2022년까지 육성
- 전문가들은 순환여과식 새우양식산업의 경쟁력이 높아질 것으로 전망
 - 폐사 감소, 인건비 50% 절감, 사료효율 30% 향상, 탄소 배출 저감 등
- 해양수산부 관계자는 “스마트 양식장 운영기술을 발전” 으로
 - 귀어 인구 증가와 청년 인력 유입으로 어촌의 고령화 인력수급 문제 해결
 - 정부도 스마트 양식장 활성화가 이어질 수 있도록 최선의 지원의사 표명
- 수산양식의 변화

구 분	전통 수산양식	자동화 수산양식	스마트 수산양식
개 념	인간판단→인간노동	인간판단→기계노동	기계판단→기계노동
생산	노동집약적 공정	서로 비유기적 공정	각 공정 인공지능 연결
데이터	경험적 관리·운영	데이터의 개별적 수집	데이터간 연결·수집·분석

□ 목적

- 트랙형 수조를 이용한 스마트 수산양식장 운영
 - (품종) 새우를 연간 4회 양식하여 소득 극대화 매뉴얼 수립
 - (운영) 새우양식 ▶ 사료급여, 수질환경 분석, 양식장 운영 자동화
 - ▶ 생산비 절감, 생산성 및 안전성 향상
 - (경제성 분석) 투자 대비 소득 분석

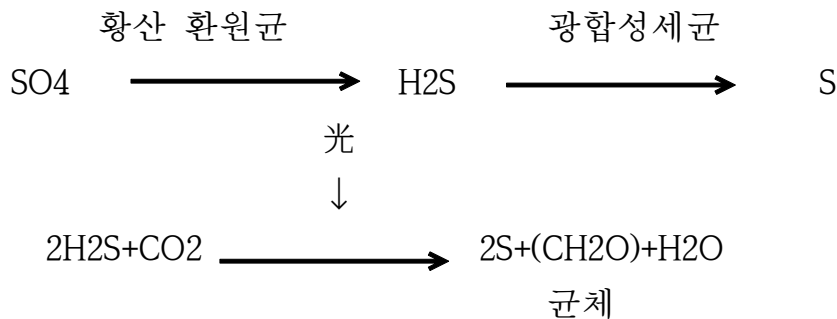


- 수산양식단지 확대
 - 대규모 새우 양식장 신설 ▶ 대량생산 시스템 구축
 - 가공 시설 신설 ▶ 냉동, 건조, 식품 가공 등
 - 유통 ▶ 국내 내수시장 우선 공급, 수출 확산 경로 확보
 - 경제성 분석을 토대로 제2, 제3의 신규 양식단지 확산

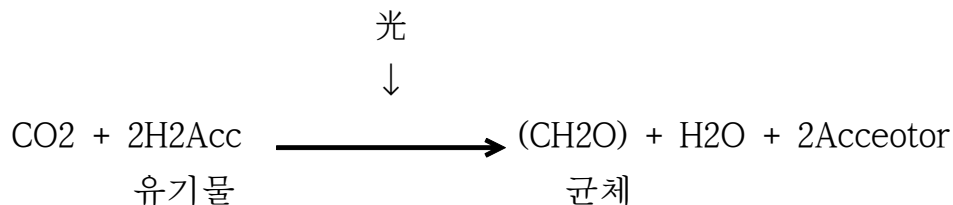
□ 경제성을 높이는 고밀도 양식 시스템

- 최소한의 시설로 최대 생산량 생산
 - 포말분리기, 드럼스크린, 산소발생기 등 고가의 순환여과식 장치 배제
 - 가장 단순하며 관리가 편리한 지수식 사육장비 구축으로 시설비 절감
- 수질환경 데이터를 이용한 자동설비 시스템 도입
 - 양식장 내 해수 수질환경 변화의 요소와 그들 상호관계를 조사
 - 수질환경의 필수 요소인 용존산소, 암모니아, pH, 전해전도도 등을 실시간 모니터링하여 새우양식의 생리·생태에 적합한 수질분석

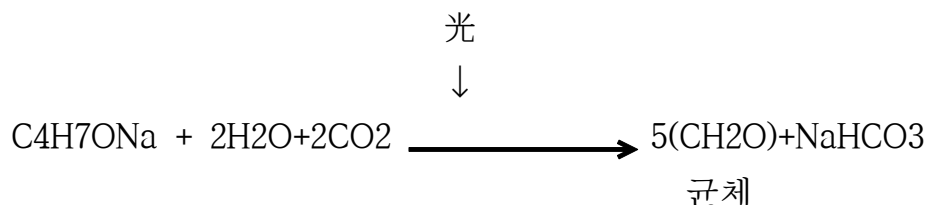
- Bio 박테리아(정화세균)을 이용한 물 만들기로 최적 수질 유지
 - 양식장 내 해수 수질환경 변화의 요소와 그들 상호관계를 조사
 - 독성을 유발하는 황화수소(H₂S)의 제거



- 유기산, 지방산 등의 유기물을 섭취 생육하여 부패 원인 제거
 - 유기물은 수소 공여체로 탄산을 고정하며 생육



- 저급 지방산과 같은 유기물을 탄소원으로 이용하며 생육하는 과정에서 알칼리성인 중조(NaHCO₃)를 생산함으로써 저토의 산성화를 방지



- 광합성 세균은 유해 물질인 암모니아, 아질산 등의 질소화합물을 섭취하며 생육함으로써 수중의 질소 화합물을 제거

- 미세 조류의 증식을 촉진시켜 수질을 정화
- 광합성 세균은 새우양식 시기와 활동범위가 일치
- 저가의 수차를 이용해 최적의 수질을 유지
 - 수차는 대기로부터 산소를 용해시켜 양식장 저질의 배설물, 사료찌꺼기 및 유기성 물질의 퇴적 유기물의 분해에 소요되는 대량의 산소 공급
 - 적절한 수류를 일으켜 유기물을 배출 장치까지 이동시키는 역할 수행

□ 양식과정의 대사물질 질소 순환 사이클

- 물고기의 생리대사 및 사료 찌꺼기, 세균에 의한 분해로 인한 암모니아 등이 발생
- 암모니아를 아질산염으로 산화
- 아질산염을 질산염으로 산화
- 질산염을 수중식물의 비료로 사용
- 잔류 질산염은 물갈이를 통해 제거
- 호기성 세균 감소 및 혐기성 세균의 증가로 노화된 식물의 이파리 등을 분해하여 암모니아를 생성하는 순환 사이클

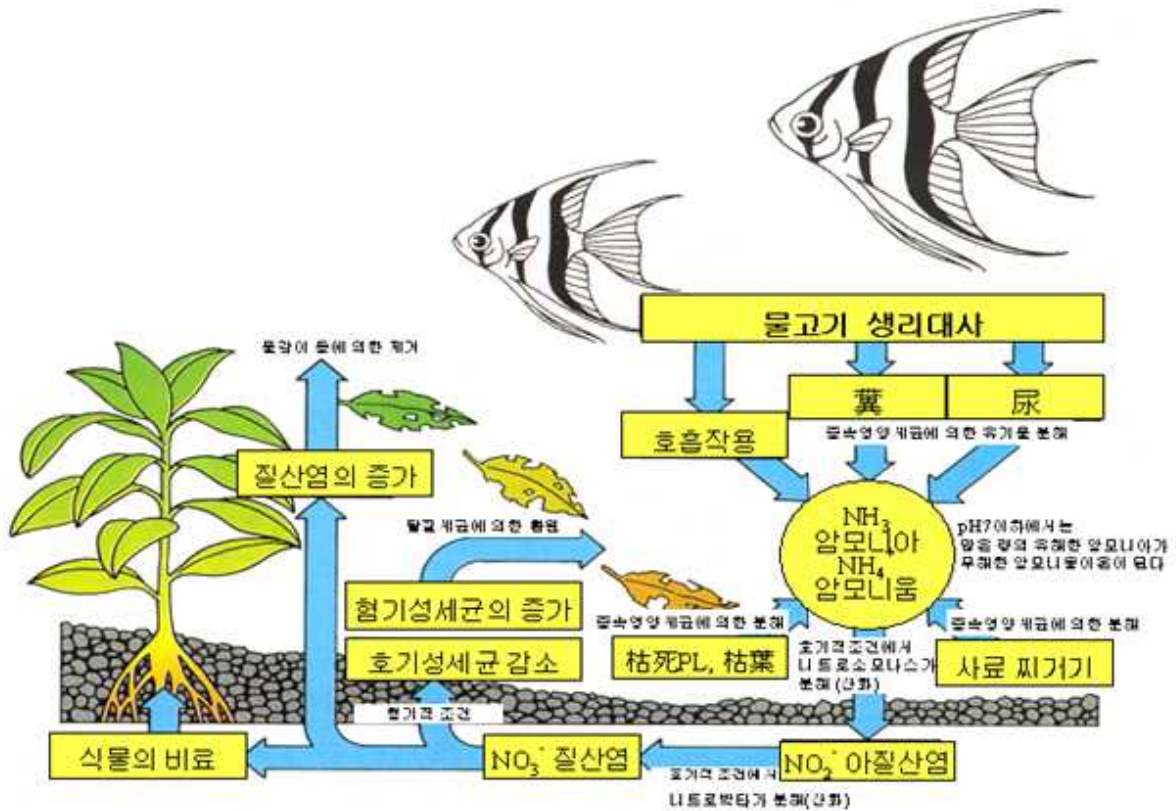


Fig. 98 양식과정의 대사물질의 질소 순환 사이클 모식도

□ Bio 박테리아 유기물 분해

- 어류의 혈중 암모니아 농도를 0.5mg% 이하로 유지하기 위한 순환 시스템
- 물고기의 아가미에서 나오는 암모니아가 전체의 80%를 차지함
- 아가미와 사료 찌꺼기에서 나오는 암모늄이온을 박테리아를 통해 아질산 이온으로 변환
- 아질산 이온을 다시 박테리아를 통해 질산이온으로 변환
- 질산이온을 박테리아 분해를 통해 질소와 물로 변환
- 암모늄이온과 질산이온은 야간에 수중식물의 양분으로 흡수
- 수중식물을 통해 산소를 공급하는 사이클임

- 수조 전체에 사육수질이 고르게 유지되며 수질악화의 원인이 되는 유기물을 신속하게 배출시켜 최적환경 유지

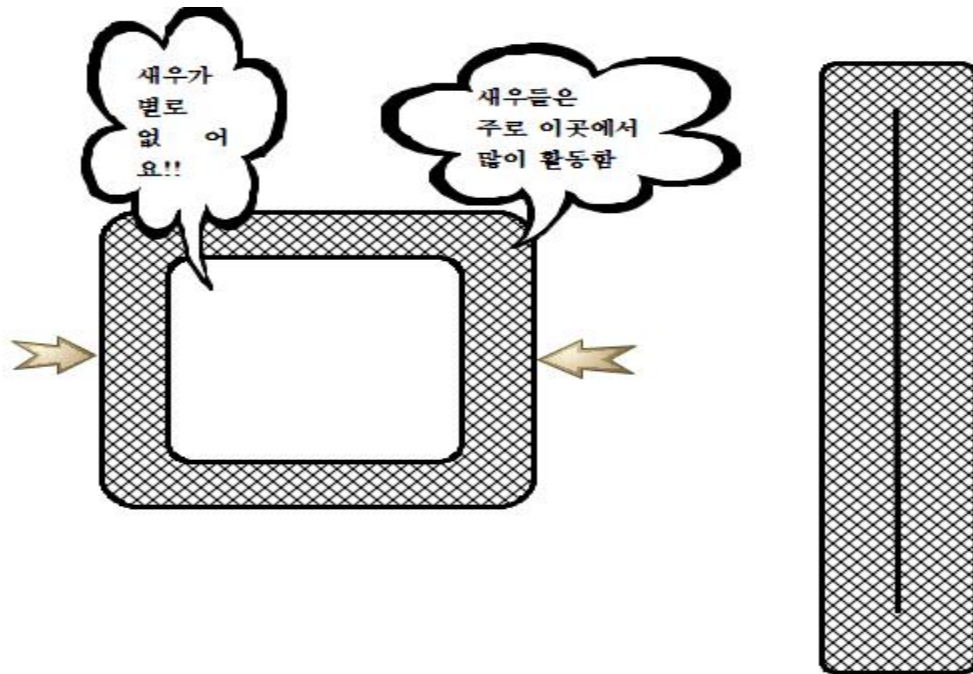


Fig. 101 사각형 수조에서 트랙식 수조로 구조 변경

(5) 추진경위 및 관련근거

□ 대상지역 선정 및 사업계획 수립 추진 경위

- 무안군은 협소한 해양과 해양환경변화가 심해 육상양식이 절실
 - 겨울철 저수온기, 여름철 고수온기로 광수온성 수산생물이 서식
 - 일정한 수질환경을 유지하는 육상수조양식 시스템 도입
 - 세계적으로 수요가 높은 새우양식 활성화로 지역 경쟁력 강화
- 무안군은 교통망이 우월하여 목포, 광주, 경기권 유통에 적합
 - 신안, 장흥, 진도 등 남부권 지자체에 비해 고속도로 인접

(6) 사업의 범위 및 내용

- 시간적 범위 : 2020. 1월 ~ 12월(12개월)
- 공간적 범위 : 전남 무안군 운남면 내리 1195(4,946㎡)
- 내용적 범위
 - 트랙형 수조를 이용한 자연정화 새우양식시설 구축
 - Bio 박테리아 배양시설 구축

(7) 특징점 및 차별성

□ 최소한의 시설로 고밀도 새우양식 생산을 구현

- 고가의 수질정화 장비를 사용하지 않아 시설비 절감
- Bio 박테리아를 이용, 적정 수질 유지하여 성장, 생존율 향상
- 발효 미생물을 공급하여 사료 효율성 향상

□ 실시간 수질환경 모니터링과 자동급이로 생산비 절감

- 반영구적 스마트 장비 구현, 앱을 이용한 알람 서비스로 안정성 향상
- 양어가에서 제작 가능한 단순하고 효율적인 사료 급이기 제작 설치
- ICT 기술이 접목된 스마트 양식장 자동화 구축

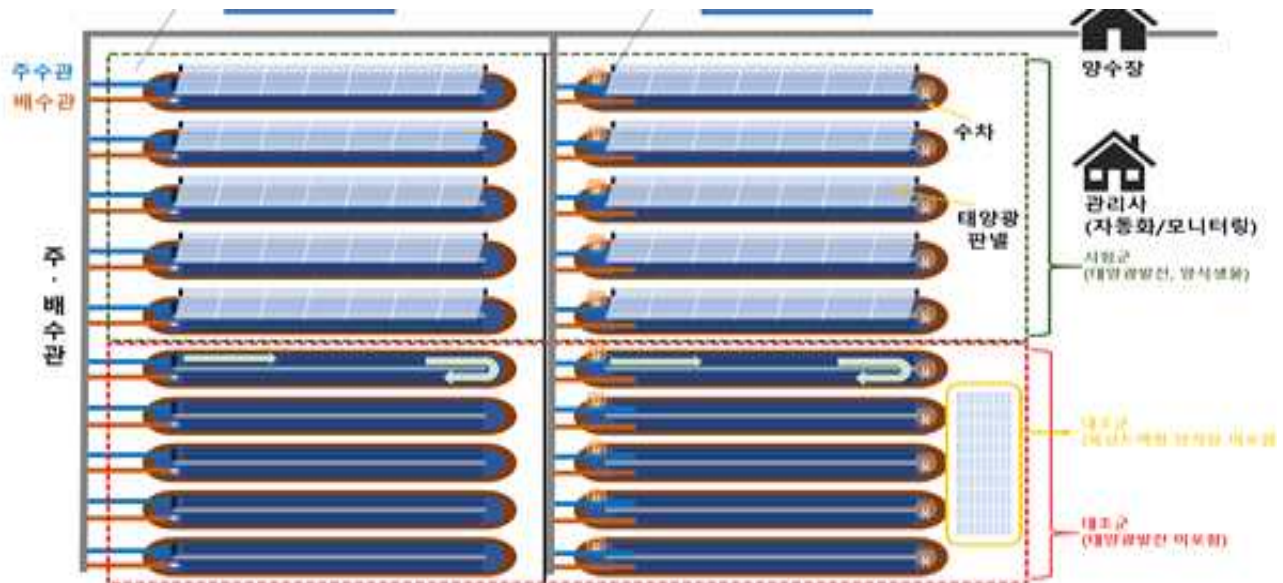


Fig. 102 스마트 양식 구현

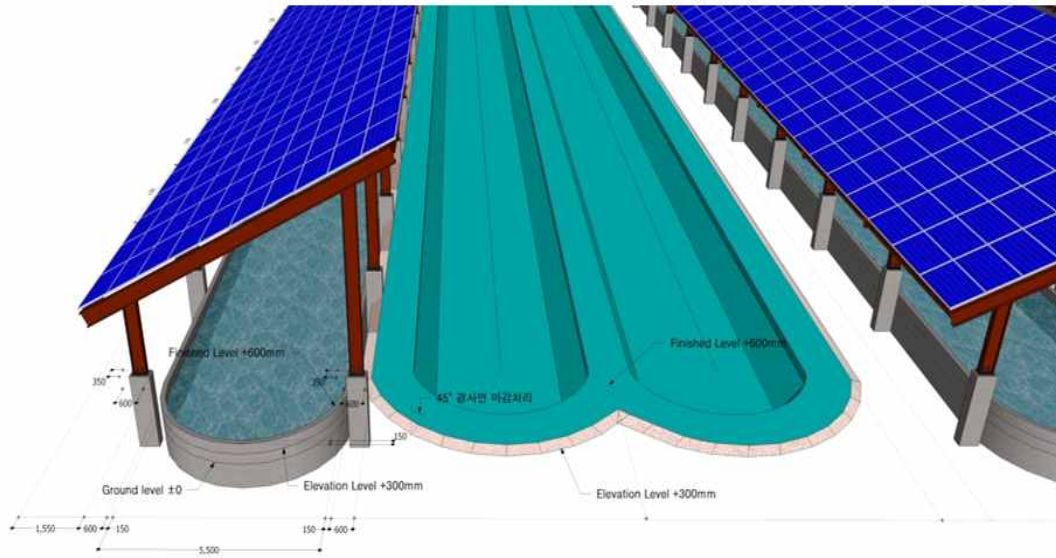


Fig. 103 트랙형 육상주소 설계도

(8) 비전 및 달성목표

□ 비전

- 시설비 절감
 - 기존 순환여과 양식 시설비는 1,500㎡에 10억 원 소요
 - 트랙형 수조와 Bio 박테리아를 이용한 시설비는 3,300㎡에 10억 원 소요
- 생산성 향상
 - 기존 순환여과 양식 생산성은 ㎡ 당 3kg 생산
 - 트랙형 수조와 Bio 박테리아를 이용한 생산성은 ㎡ 당 8kg 생산
- 3개년 운영 결과에 의해 양식규모 점진적 확장

□ 달성 목표

- 1차 년도(2021년) 생산량은 ㎡ 당 8kg, kg 당 생산비 7천원
- 2차 년도(2022년) 생산량은 ㎡ 당 10kg, kg 당 생산비 6천원
- 3차 년도(2023년) 생산량은 ㎡ 당 12kg, kg 당 생산비 5천원 미만

(9) 세부 사업계획

□ 부지 확보

- 사업장 부지 : 확보 완료(문서 별첨)

- 어장이용개발계획 반영 및 양식면허·허가 계획
 - 전문기관 용역 의뢰, 무안군과 협의 행정사항 협조 요청

□ 사업별 추진 계획

- 목표

구분	성과 목표	성과 지표	목표치	가중치	설정 근거	평가 기준
양식장 조성	트랙형 수조 신설	생산성 향상	266% (기존 3kg/m ²) (개선 8kg/m ²)	30	최적 수질환경 유지 고밀도 사육	기존 생산량 대비
		시설비 절감	50% (기존 10억원/1,500m ²) (개선 10억원/3,300m ²)	20	고가 순환여과 시스템 배제	기존 보조 사업 대비
	Bio 박테리 아 배양 공급	생산성 및 품질 향상	생산성 266% 품질 20% 이상	20	생존율 시식품평	자체평 가
	스마트 양식 구현	인건비 절감	60%(5명 → 2명)	10	타 양식장 인력 비교	기존 보조 사업 대비
		안전성 향상	생존율 90% 이상	20		자체평 가

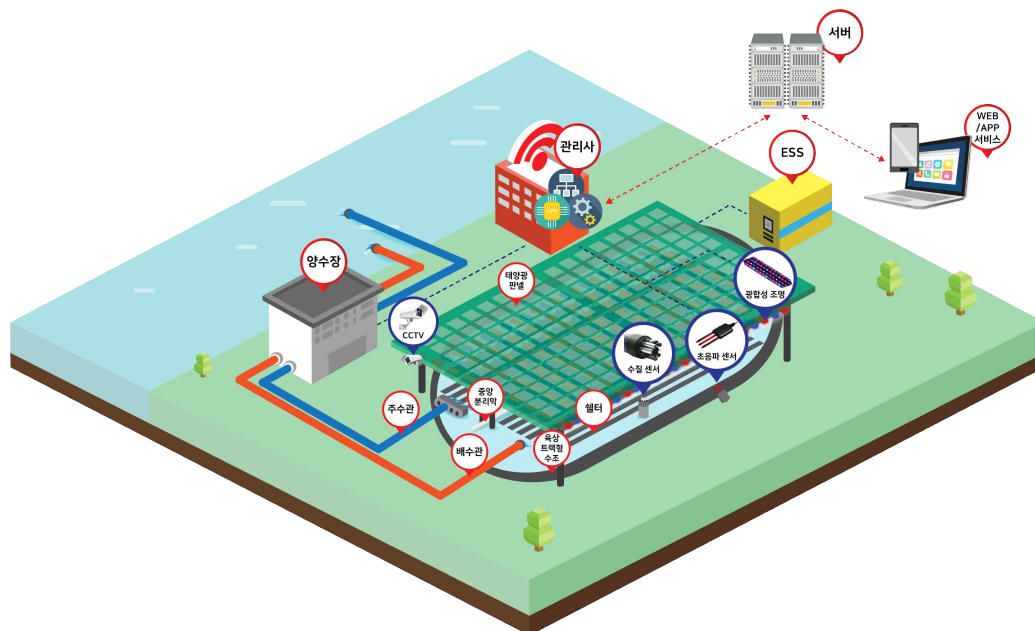


Fig. 104 육상 트랙형 스마트 수산양식장 개요도

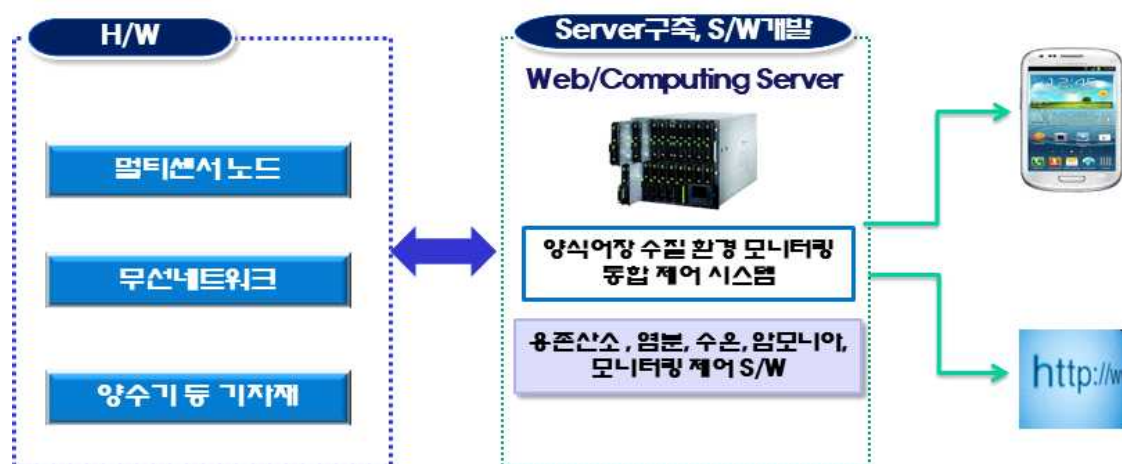


Fig. 105 양식수조 수질 모니터링 및 제어시스템 모식도

☐ 추진 계획

추진 내용	추진 일정								가중치 (%)
	2020년						2021년		
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	1~2	2~3	
트랙형 양식장 설계									10
공유수면 점사용, 인허가									10
3. 스마트 양식장 구축									60
4. 준공 및 시운전									10
5. 어린새우 입식 및 양식									10

(10) 사업완료 후 기대효과

☐ 정성적 효과

- 농어촌 노령화 현상에 적합한 소득창출 여건 마련
 - 자동화 시설을 이용한 인력노동 최소화 생산기반 마련
- 국내 스마트 수산양식 안정적인 선두자리 선점
 - 안정적인 수질관리 시스템 구축
 - 자동 사료공급 및 생산성 향상 시스템 구축

☐ 정량적 효과

- 단위면적당 생산성 266% 향상 : 기존 3kg/m² → 개선 8kg/m²
- 시설비 50% 절감 : 기존 10억원/1,500m² → 개선 10억원/3,300m²
- 인건비 60% 절감 : 기존 5명 → 개선 2명

(11) 사업완료 후 파급효과

- 수산양식분야의 전략적 R&D 및 상용화 기술개발 방향 제시를 통한 스마트 육상양식 핵심기술 자체개발 역량 향상의 효과성 증대

- 간척지 및 유·휴 농지를 이용한 벼농사 대체 스마트양식 기술 보급
- 스마트양식 기술개발 매뉴얼 작성을 통한 농·어업인의 손쉬운 운영·관리 및 신뢰성 확보
- 전국 지자체 인구감소에 따른 귀농/귀어/귀촌 유치 활용
- 농지에서 수산양식이 가능한 융합기술 확보
- 수산물 증가는 물론 종자, 사료, 백신, 양식 기자재 등의 연관산업에서 동반성장 가능
- 국가 미래 신성장동력으로서 수산양식업 혁신을 통한 무안군의 대외적 역량 및 이미지 제고
- 농·어가 소득 증대 및 지역경제 활성화, 세수 증대 및 지역 발전에 기여

2) 신안군 스마트 양식장

(1) 사업 추진 배경

□ ICT 기반 스마트 양식

- 어업 플랫폼 구축
 - 첨단 데이터링/제어에 의한 생산성, 효율성 제고
 - 어종부터 판매까지 모든 가치사슬에 기술/데이터 기반 솔루션 도입
 - 환경 통제와 효율화에 의한 친환경 양식 단지 조성
 - 전후방 클러스터 조성: 테스트베드/ 연구기관/ 가공, 유통기관 연계
 - 스마트 가공공장을 통한 부가가치 창출
 - 빅데이터로 생산 예측, 생산량 및 품목 조정

□ 스마트 수산 지원

- IoT Big-data 기반 AI 솔루션
 - Farmer's First 정책

- 글로벌 스탠다드 통합 모델 설계
 - 생산 및 소비 빅데이터 확보로 국내 시장의 트렌드 파악 및 대처
 - 글로벌 농수산물 시장 개척 (빅데이터)
 - 스마트 양식 장비 개발 및 도입
 - 리스크 방지 : 응급 대응, 운영 오류, 최적 어종 제안, Data recipe 제공
 - 판로의 선확보, 데이터 가치사슬 포함
- 확장형 테스트베드
 - 아카데미 기반 창업형 자리 양식업 육성
 - 아카데미에서 실증까지, 스마트 양식 육성 턴키 프로그램
 - 귀농귀촌귀어인, 청년 창업인을 위한 창업보육센터 구축
 - 스마트양식 아카데미 (창업 교육 병행)

(2) 사업추진 개요

- 사업명 : 신안군 스마트 양식장 조성사업
- 사업 시설 : 스마트 양식장 / 테스트 베드 / 종자 배양장 / 가공 유통시설
- 사업 목적 : 신안군 수산업의 경쟁력 강화와 미래산업으로 도약 기틀 마련
- 부가 목적 : 신안군 수산업의 고도화를 통한 지역경제 활성화와 일자리 창출
- 사업비 규모 : 약 300억 + @

☐ 스마트 양식장 기술적용

- 센싱 : 측정장치를 이용한 환경정보 수집
- IoT : 사물인터넷을 통한 네트워킹
- 컨트롤 : 사료, 양식수 교체 등 자동화
- 모니터링 : 원격 관제 시스템
- 빅데이터 : 축적 데이터를 활용한 마케팅 적용

☐ 신안군 적용 컨셉

- 스마트 양식장과 가공 유통 센터를 융합하여 구성
- 수산업의 ICT기술 접목과 생산을 통한 수급 조절
- 생산의 자동화 실현, 가공식품을 통한 브랜딩
- 4차 산업혁명 기술을 적용한 신안 수산업의 발전
- IoT Big Data 기반 솔루션을 통한 신안군의 성장동력 확보

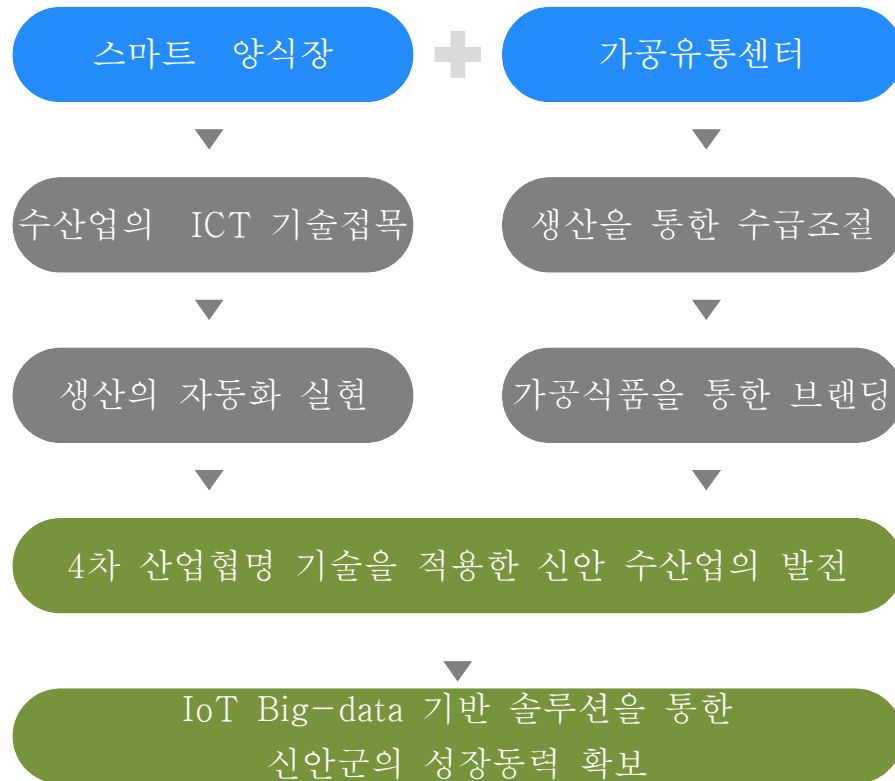


Fig. 106 신안군 스마트 양식장 컨셉

(3) 대상지 환경 분석

□ 신안군의 수산업 현황

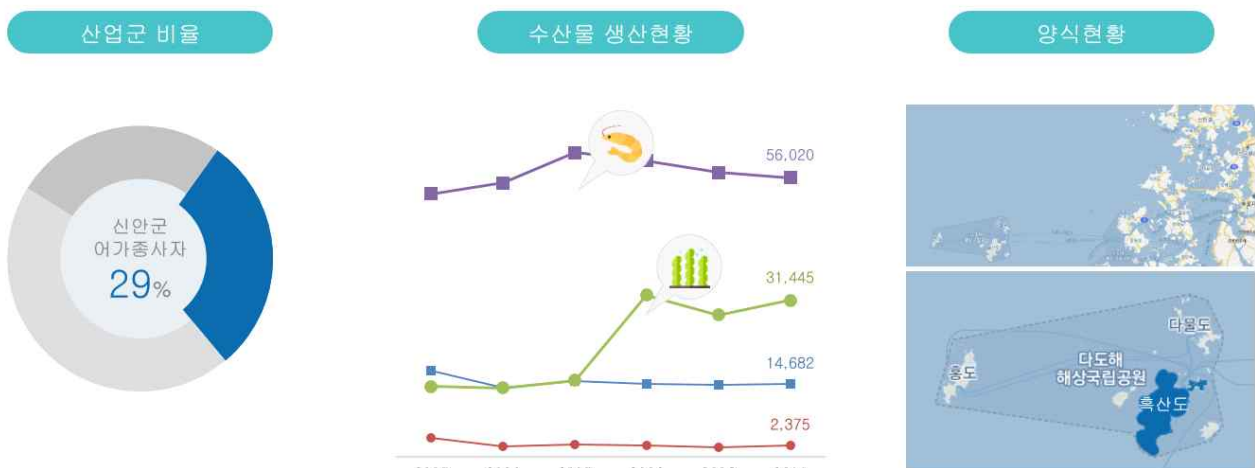


Fig. 107 신안군 수산업 현황

□ 신안군의 수산업 마케팅 현황

- 브랜드 경쟁력 부족
 - 전북의 관내 생산량 80% 이상이 완도로 유통 됨

- 관내 생산 수산물이 타지역 브랜드로 유통 됨
- 소비자에게 지역 브랜드 인지 기회 상실
- 소비자 대상 인지도 부족
 - 신안군 연관검색 활동이 관광중심에 머무름
 - 신안군 관내 수산 생산물의 소비자를 대상으로 한 상품 인지도로 연결할 매체 부재
- 산지거점 기지 부재
 - 산재되어 있는 생산지역을 유통과 수산가동으로 묶는 거점 부재
 - 이로 인한 외지 수집상을 통한 단순 유통이 이루어 질 수 밖에 없는 현실

□ 신안군의 수산 브랜드 현황

- 신안군 품목 검색 맵핑

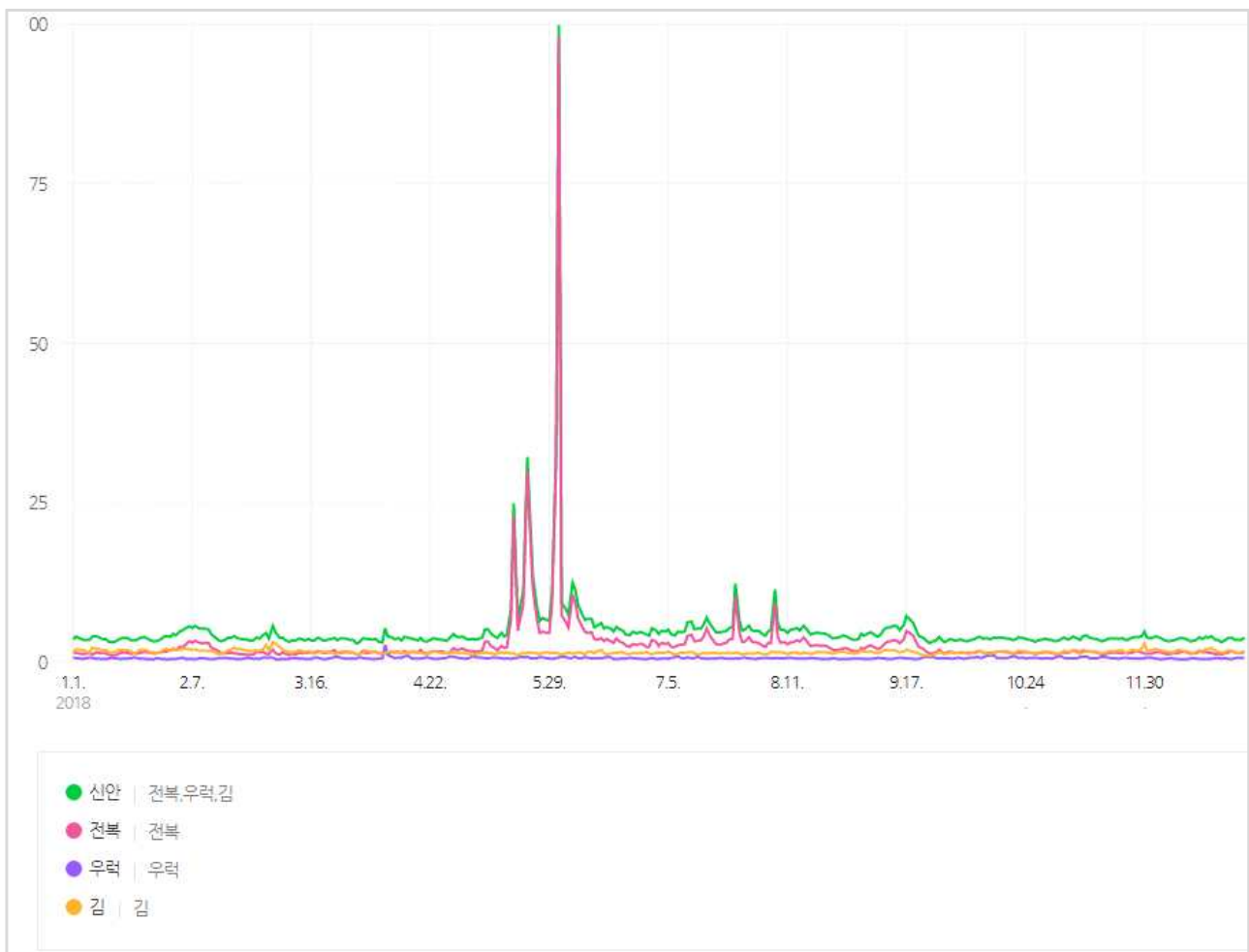


Fig. 108 신안군 품목 검색 맵핑

- 신안군과 경쟁 지자체 검색 맵핑

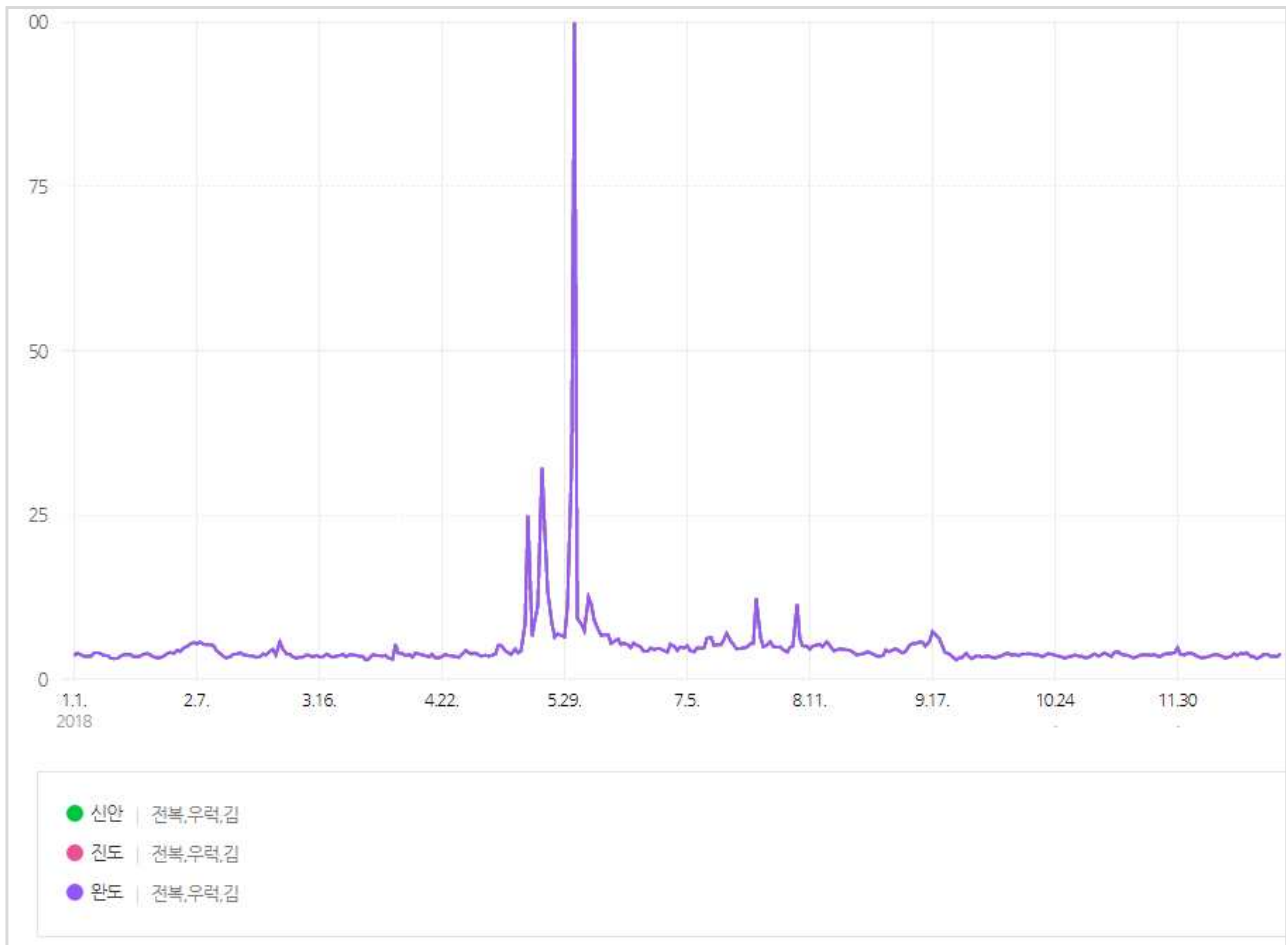


Fig. 109 신안군과 경쟁 지자체 검색 맵핑

□ 스마트 양식장 도입시설

- 스마트 양식장 관리 시스템
- 먹이 공급장치
- 수질 정화 배수장치
- 실시간 어채, 수질 측정장치
- 수중 CCTV
- 수온 조절장치

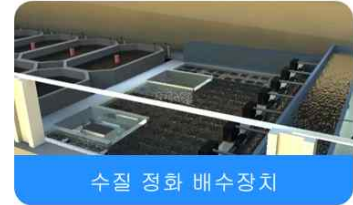


Fig. 110 스마트 양식장 도입 시설 예시

□ 가공유통 시설 종류

- 전처리 라인
- 1차 가공라인
- 2차 가공라인
- R&D
- 포장디자인 센터
- 공동물류센터



Fig. 111 가공유통 시설 예시

(4) 스마트 양식장 기본계획

□ 개발 방향

- Turn-Key 프로그램(구축/운영/서비스)
- 스마트팜 구축, 운영, 서비스 통합 솔루션
- 통합 서비스를 통한 전문성, 효율, 대응력 확보
- 스마트팜 토탈 테스트 베드 구축
- 컨소시엄을 통한 초기 컨셉 유지 및 사업 동력 확보
- 전후방 긴밀한 소통 체계 확립
- 로컬(신안 현지) 기업 육성(구축, 운영, 서비스)
- 글로벌 스탠다드 신안

□ IoT+Big data management 기반 AI 운영솔루션

- 요소 기술 별 솔루션 확보
- 양식부터 소비까지 모든 가치사슬 데이터 융합
- Data gathering, analysis & control
- 데이터에 의한 컨트롤 및 의사결정 시스템 제공
- 사업 영역 융/복합 R&D 추진
- 공통 파생 사업 개발
- 스마트팜, 스마트 수산 관련 기업, 농진청, 국립수산물과학원 등 대학과 연구기관 간 RND 협력을 통한 글로벌 진출 역량 확보

□ 개발 방향

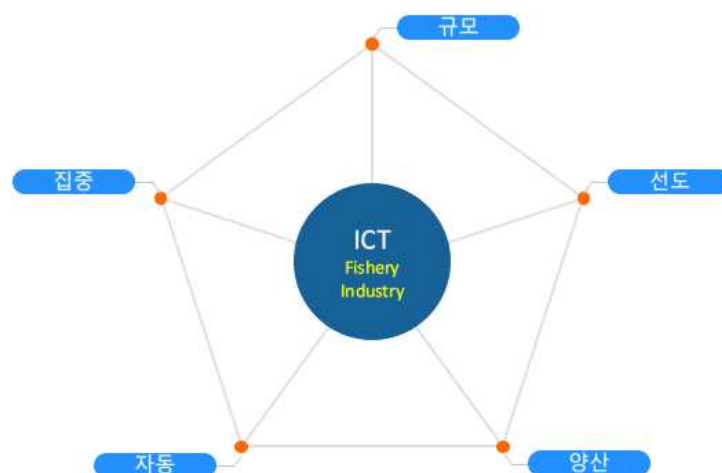


Fig. 112 스마트 양식장 개발 방향

- 개발 방향의 세부 내용
 - 양식부터 1차, 2차 가공을 묶는 규모화
 - 원 브랜드를 통한 지역 산업의 집중화
 - 각 부분의 자동화를 통한 품질 향상
 - 양산을 통한 시장 지배력 확보
 - 국내 복합 수산 산업의 선도

□ 스마트 양식장 시설 상세 설명

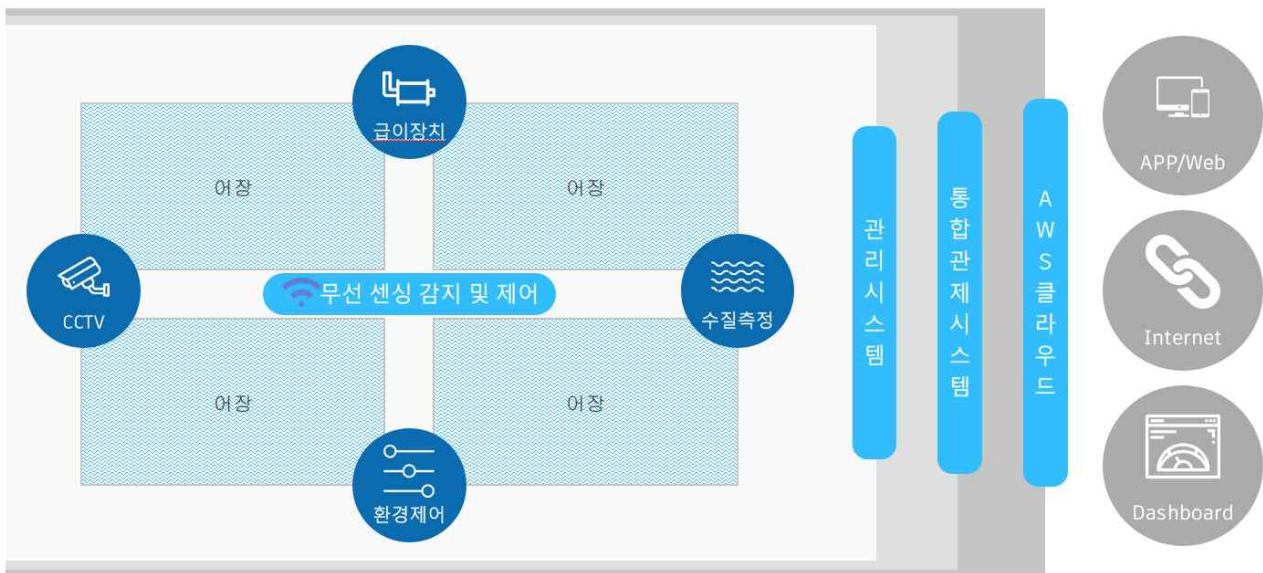


Fig. 113 스마트 양식장 시설 모식도

- 양식장 ICT 적용/ 전사 관리
 - 무선 센싱 감지 및 제어를 기반으로 어장 간 급이장치, CCTV, 수질 측정, 환경 제어
 - 관리시스템, 통합관제시스템, AWS 클라우드를 이용한 체계적 시스템 유지

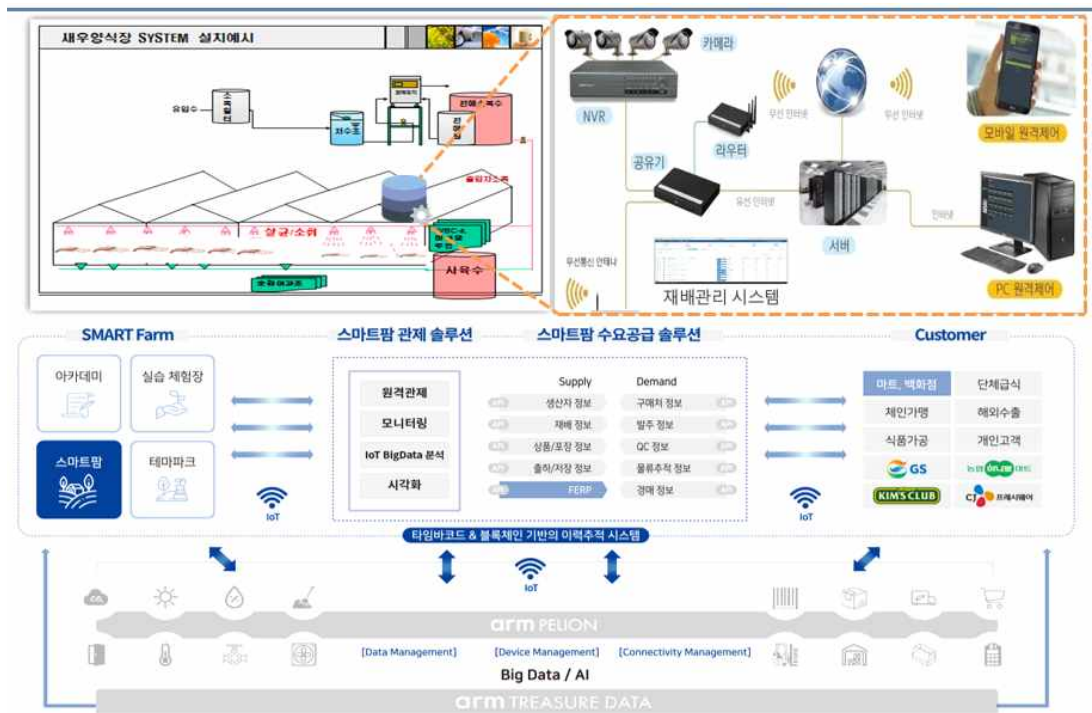


Fig. 114 스마트 양식장 구성 모식도

• 새우양식장 SYSTEM

- 카메라로 촬영되는 영상을 NVR 기계를 통해 서버로 전송되고 이는 다시 모바일, PC 원격제어 시스템으로 도달
- 제배관리 시스템에서도 서버로 받은 영상을 사용하여 관리에 효율적

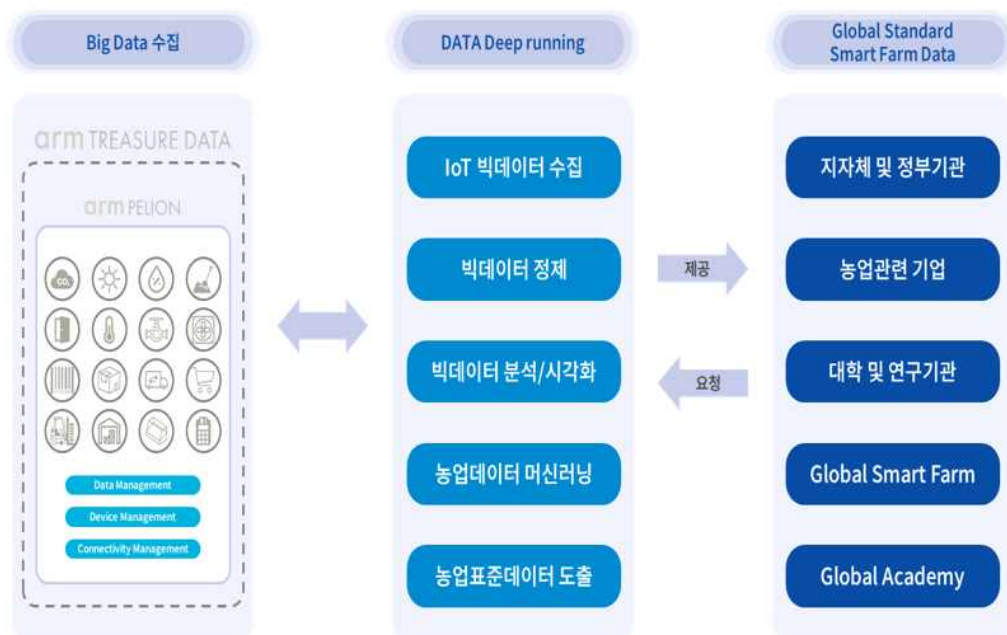


Fig. 115 새우양식장 시스템 구성

□ BIG Data 수집

- 각종 센서를 통해 양식 과정에서의 환경 및 생육 데이터 수집
- DATA Deep running
 - IoT 빅데이터 수집
 - 빅데이터 정제
 - 빅데이터 분석/시각화
 - 농업데이터 머신러닝
 - 농업표준데이터 도출
- Data Deep running에서 수집된 정보를 각 기관에서 요청하면 전송
- Global Standard SmartFarm Data
 - 지자체 및 정부기관
 - 농업관련 기업
 - 대학 및 연구기관
 - Global Smart Farm
 - Global Academy
- Big Data 및 AI를 통한 생산자 정보, 양식 정보, 상품 포장/출하 정보 등을 관리하여 투명하고 효율적이며 안전한 스마트양식 토탈 솔루션을 구축

(5) 스마트 양식장 핵심 적용 기술

□ ICT 핵심 기술 목록

- 어류의 먹이행동 데이터를 기반으로 사육환경(수온, 용존산소, 염분)에 따라 적정사료를 공급하는 기술
- 수중영상을 통해 어체의 크기와 무게를 추정하는 기술
- 용존산소, 암모니아, 황화수소 등을 자동으로 센싱, 공급 조절하는 기술
- 수산 재해에 대비하여 양식장을 관리하고 운용하는 기술

□ Big Data 핵심 기술 목록

- 어류/환경 요인 분석과 판매, 가격 등의 외부 정보를 비교 분석하여 Data recipe 도출
- 글로벌 시장 상황에 대응 가능한 생산량, 생산 품목 조정
- 전후방 클러스터와의 확정을 통한 통합 데이터 모델 구축, 토탈 솔루션 제공
- 리스크 예측 및 적정 방안 도출

□ 환경방지 시설 적용과 방안

- 전체 사육시설 면적의 5% 이상의 침전시설(경사스크린, 드럼스크린) 설치로 1단계 부유물 처리
- 5단계 거름망 시설 적용을 통한 2단계 수질정화
- 전기투석 공정(이온교환막)을 통한 3단계 수질정화
- 최종 저류지에서 취수를 통한 주기적인 기준치 검사

(6) 스마트양식 아카데미

스마트팜(양식) 사관학교			
항목	스마트팜 스쿨[입문]	스마트팜 칼리지[중급]	스마트팜 경영자[고급]
교과과정	- 스마트팜 기초 입문	- 스마트팜 현장 적용	- 스마트팜 경영
학습목표	- 어업과 스마트양식 이해 - 스마트팜 도입 설계 - 스마트팜 실습 - 창업 스마트팜	- 효율적인 스마트팜 설계 - 스마트팜 효율 운용 - ICT, 빅데이터 이해 - 어종별 스마트팜 적용	- 스마트팜 경영 전략 - 스마트팜 구성 활용 - 신기술 연구 및 도입 - 스마트팜 교육
학습대상	- 예비 창업업인 - 스마트팜 도입 어업인	- 창업/기존 어업인 - 스마트팜 스쿨 이수자	- 스마트팜 칼리지 이수자

스마트팜(양식) 사관학교			
	- 양식업 관련 관계자	- 스마트팜 관련 관계자	- 스마트팜 관련 관계자 - 어업 컨설팅 관계자
현장 학습	- 스마트 양식장 - 멘토링 (청년/창업/어업)	- 스마트 양식 관련 기 업 - 멘토링 (청년/창업/어업)	- ICT 제조사 및 도입지 - 빅데이터 플랫폼 - 멘토링 (청년/창업/어업)

차수	과목명	세부 강의 내역
스마트팜 (양식) 스쿨	스마트양식 입문	- 스마트팜 개요 - 양식학 개론1 - 수산학 개론1 - 국내외 사례 연구
	스마트 양식1	- 양식장 경영 유형 - 양식어종과 구성 - 양어사료학 - 수산질병학
	스마트양식 프로세스1	- 품종, 수확, 출하 - 수산 법규 - 양식경영실무
	수산업 생산기술	- 양식공학1 - 수산양식응용 - 수산유전육종학
	스마트 ICT 도입	- 스마트양식 기자재 - 융복합제어 기자재 운용 및 실습 - 복합가두리 - 드론
	스마트 양식 창업	- 스마트양식 창농의 이해 - 현황 및 전망 - 창업에 필요한 절차 및 리스크 관리 - 정책 지원 - 성공/실패 사례연구

차수	과목명	세부 강의 내역
스마트팜 (양식) 경영자	스마트양식 경영분석	<ul style="list-style-type: none"> - 창업인의 기업가 정신 - 스마트양식 타당성 분석 - 스마트양식 손익분석, 현금흐름 - 법인운영
	스마트양식 운영관리	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 양식과 인력수급 - 작업관리 요령 - 생산원가 저감 활동 - 효율적 인력 관리, 사고예방, 작업 분배 요령, 단계별 - 인력 소요량 - 신재생 에너지 종류와 적용, 사업성 분석 - Optimal Solution 도출법 - 스토리텔링 기반 스마트팜 마케팅
	스마트팜 플랫폼과 빅데이터	<ul style="list-style-type: none"> - Data gathering, analysis and control - AI control - Data recipe 도출 - 미래 예측
	스마트양식 프로세스2	<ul style="list-style-type: none"> - 어종별 수확, 선별, 저장 - 가공 종류와 방법 - 판로 확보 (유통사) - 토의
	스마트양식 신기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 차세대 양식 생산 시스템 전망 - 글로벌 이슈 - 스마트양식 기술의 미래 - 토의

차수	과목명	세부 강의 내역
스마트팜 (양식) 칼리지	스마트양식 중급	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 개요 - 양식학 개론1 - 수산학 개론1 - 해외 발전 사례
	스마트 양식2	<ul style="list-style-type: none"> - 양식어종과 구성 - 양어사료학 - 수산질병학 - 수산법규
	어종별 양식 및 생리생태	<ul style="list-style-type: none"> - 어류생리생태학 - 무척추동물/어류/해산어류/담수어류 - 관상어/패류/갑각류/해조류
	수산자원과 양식	<ul style="list-style-type: none"> - 먹이 생물학 - 수산자원 조성학 - 수산자원과 스마트양식 - 친환경 양식법
	스마트양식 IOT 플랫폼 구축	<ul style="list-style-type: none"> - IOT 스마트 양식 구축 - 스마트 양식의 빅데이터 구축 - 빅데이터 운용 및 활용법
	스마트 양식 창업	<ul style="list-style-type: none"> - 창업 설계 및 실습 - 경영자료 수집 및 분석 - 어업 세무 - 지역 주민 갈등 관리

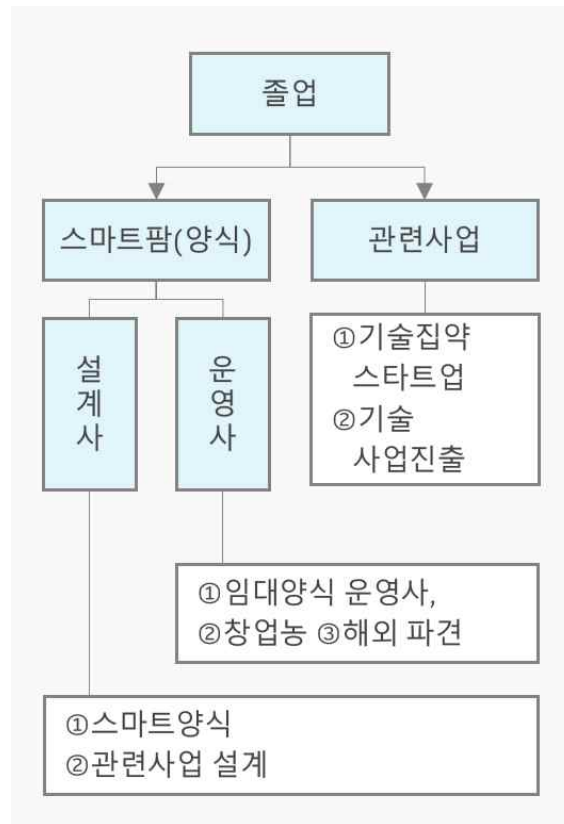


Fig. 116 스마트양식 아카데미 기대효과

□ 스마트양식 첨단 창업보육센터 시스템

- 경영형 실습 등으로 청년 수산인이 모든 과정을 실습 훈련할 수 있으며, 중앙관계 시스템의 지원으로 수치적 분석을 제공
- 데이터 마이닝을 통해 학습자 정보 제공 및 최적의 교육과정 프로그램
- 졸업 → 임대형 스마트양식 임대형 스마트팜으로 직접 창업을 하여 스마트팜 운영을 훈련 할 수 있는 시스템을 구성할 예정
- 청년 일자리 창고. 이론적 교육은 창업 교육 프로그램을 지원하며, 직접 창업하여 시험경작 할 수 있는 임대형 스마트 양식을 통해 청년이 창업시 가장 어려워하는 실패에 대한 책임을 교육/임대형 시스템을 통해 해결 할 수 있음
- 졸업 후 스마트팜(양식) 과 관련사업으로 종사

- 스마트팜(양식) 에서는 설계자 또는 운영자로 선택
- 설계자는 스마트양식과 관련사업 설계를 할 수 있다. 운영자는 임대양식 운영자, 창업농, 해외파견을 할 수 있음
- 관련사업으로는 기술집약 스타트업과 기술 사업진출이 있음

□ 스마트양식 아카데미 연계 및 확장

- 기존의 수산인, 귀농귀어인의 스마트양식 아카데미 참여 가능
- 대학 및 연구, 교육기관과 협업 추진
 - 신안 김, 왕새우, 개체굴 양식학교
 - 국립한국농수산대학
 - 국립수산물품질관리원
 - 해양대학교 등
 - 스마트팜 자격증 인증
 - 스마트팜 아카데미를 통해 새로운 청년 수산인 양성
 - 신기술을 보유한 영수산업 스마트업을 발굴, 지원하여 지속가능한 농수산물 생태계 지원
 - R&D 실증센터와 연계하여 신기술 검증 및 연구 발전할 수 있도록 지원

(7) 스마트 양식장 단지 구성

- 각 센터간에 긴밀한 협력 관계 구축
 - 새우양식장
 - R&D센터
 - 데이터센터
 - 디자인센터
 - 가공·유통센터
 - 치어 배양장
 - 시범 양식장



Fig. 117 스마트 양식장 단지 구성

(8) 해외 적용 사례

이란 사례

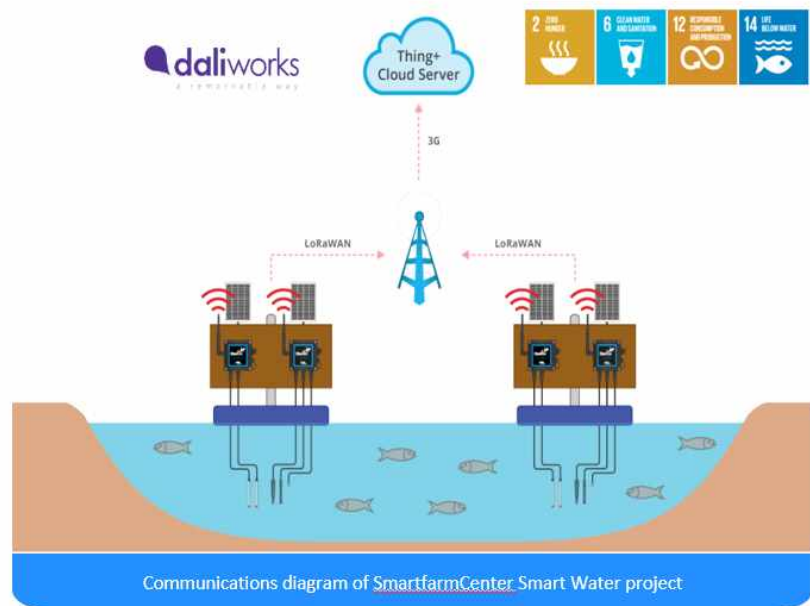
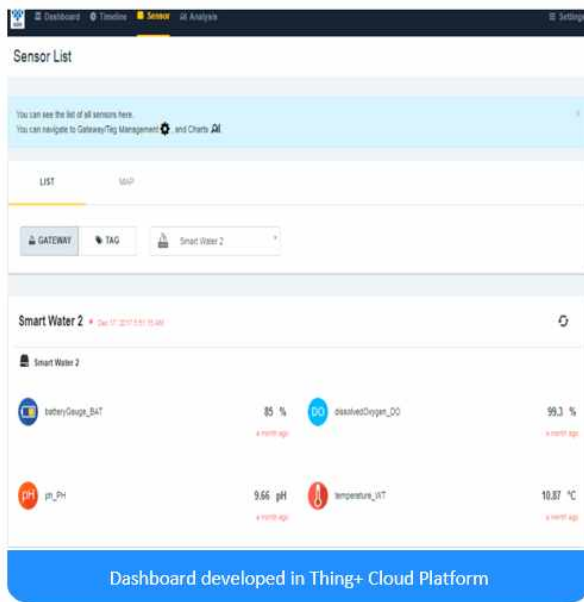


Fig. 118 이란의 사례

이런 사례



Reduce casualties and increase productivity

The return on investment (ROI) of this project includes:

- Reduction of production costs
- Time savings
- Reduction of casualties
- Increase in productivity

The highest mortality rates in aquaculture are due to the quality of water, and **monitoring the water conditions can reduce by 30% to 40% of the casualties**. This is also essential to **meet international regulations** to assure fish quality and farming conditions.

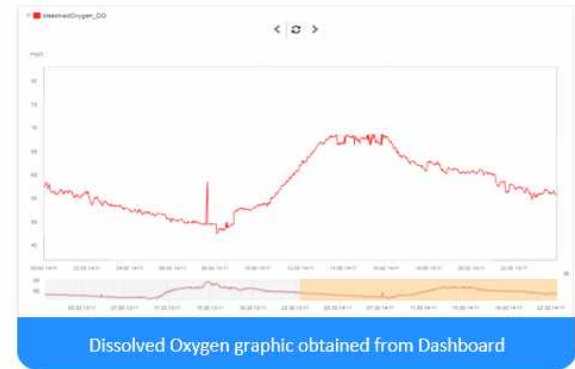


Fig. 119 스마트팜 센터 스마트 양식 프로젝트의 통신도

(9) 공장형 스마트수산 적용

□ 기존 새우양식 사업

- 기존의 새우양식 방법의 문제점을 스마트 수산화하여 해결

구분	사육방법	문제점
양식장 형태	<ul style="list-style-type: none"> - 노지사육 (방제포설치) - 단층 가설물 (비닐하우스 등) 	<ul style="list-style-type: none"> - 조류, 계 등에 의한 세균 감염 노출 - 계절사업으로 생산량 제한
수질 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 화학약품으로 소독, 항생제 사용, 여과방식 	<ul style="list-style-type: none"> - 유입수 감염 - 잉여사료 및 배설물에 의한 오염
대기질 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 바이러스 차단대책 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 서식조건 열악으로 성장 둔화

□ 스마트 수산

구분	사육방법	문제점
양식장 형태	<ul style="list-style-type: none"> - 밀폐형 실내사육으로 생육안정성 확보 - 복층 구조물로 생산효율성 제고 	<ul style="list-style-type: none"> - 양식장 전체를 청정구역으로 관리 - 사계절 산업 (생산량 증대 및 유통)
수질 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 유입수 멸균 공급 및 사육수 청정 관리 - 잉여 사료 및 배설물에 의한 오염 방지 - 서식조건 개선으로 성장을 제고 	<ul style="list-style-type: none"> - 유입수 살균 - 전해소독수 투입 - 수중 오염물질의 흡착, 분해 처리 - 용존산소공급, PH조절, 독성 물질제거 - 유기분해 미생물 투입 - 잉여사료, 배설물 여과 배출
대기질 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 바이러스 원천적 차단 - 유입된 바이러스의 멸균 	<ul style="list-style-type: none"> - 출입자 제한 및 살균 출입 - 실내공기 주기적 살균

(10) 안전관리 시스템 개요

□ 구조물

- 복층 구조물
- 복층 순환
- 제어계측실
- 청정구역 유지

□ 유입수

- 멸균 유입수
- 무균 필터링
- 전해수 처리

□ 사육수

- 전해수소독
- 용존산소 공급/유기물 제거

- 유기물 분해(유효미생물)
- 순환여과(잉여사료, 배설물)

□ 제어계측시설

- 수질조절(Do, 온도, PH)
- 소독사료공급
- 분해미생물 투입
- 순환수 관리

□ 부대시설

- 필터소독기
- 전해수독수 생산기
- 미생물배양기
- 사료소독기
- 여과 시스템



Fig. 120 안전관리 시스템

(11) 단면도

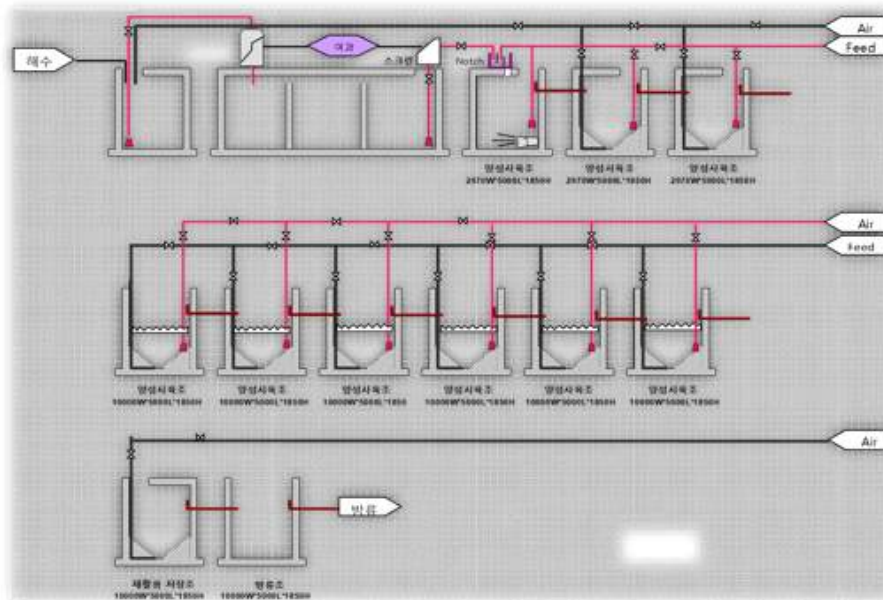


Fig. 121 수처리 단면도

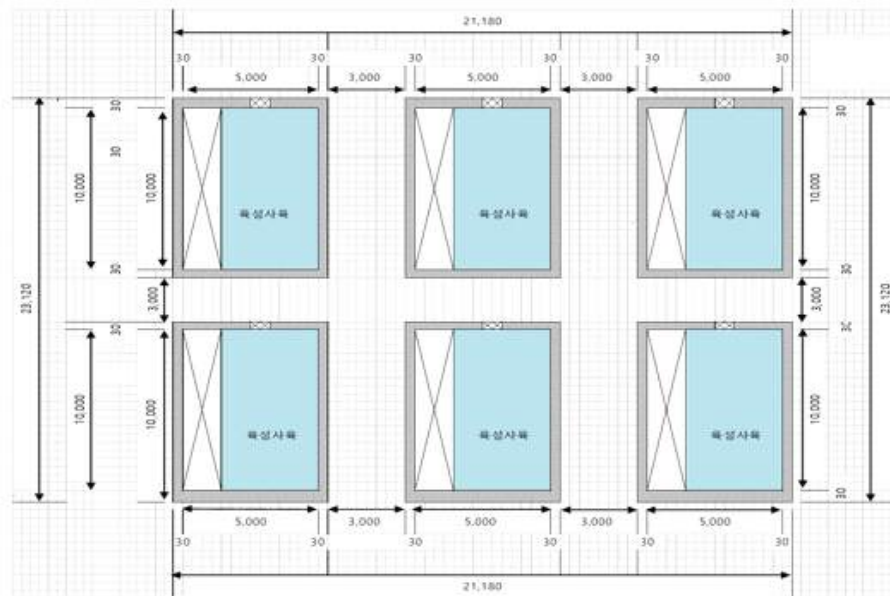


Fig. 122 육성사육장(1층) 단면도

(12) 새우양식장 예시 (평택)



Fig. 123 평택 새우양식장

(13) 스마트 양식장 기대효과

□ 지역 경제 활성화

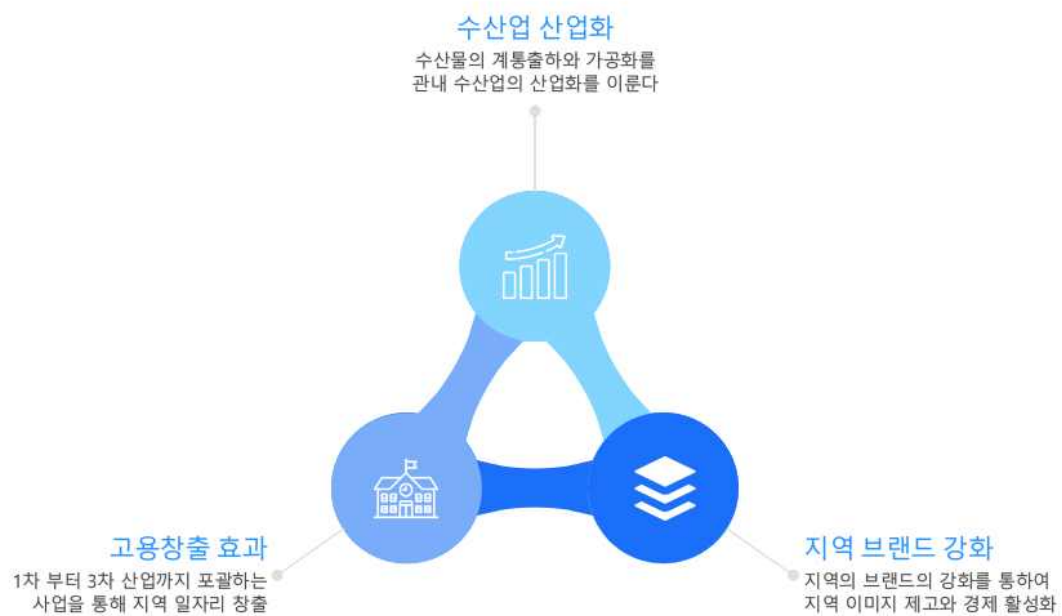


Fig. 124 지역 경제 활성화 기대효과

- 수산업 산업화
 - 수산물의 계통출하와 가공화를 관내 수산업의 산업화를 이룸
- 고용창출 효과
 - 1차부터 3차 산업까지 포괄하는 사업을 통해 지역 일자리 창출
- 지역 브랜드 강화
 - 지역의 브랜드의 강화를 통하여 지역 이미지 제고와 경제 활성화

(14) 바이럴 마케팅 계층의 유입

☐ 귀어 인구유입

- 다양한 수산 산업의 기반으로 귀어에 대한 도시인의 초기 부담을 감소 시킴
- 귀어 시 경제활동이 가능한 산업환경으로 안정적 정착을 이룸
- 산업기반의 활성화도 귀어인의 새로운 창업활동이 활발하게 이루어 질 수 있음
- 귀어인들의 유입을 통해 신안군의 지역 이미지를 제고

☐ 지역 산업의 다양화를 도모

- R&D 센터를 통하여 각종 수산가공산업을 다양하게 육성할 수 있음
- 반려동물을 위한 전용사료 개발, 패각을 이용한 이미용 소재개발 및 디자인 상품, 쇼핑물 등
- 관광과 연계된 산업 특화를 모색하여 3차 산업을 육성 시킴
- 산업의 다양화는 청년 층의 창업과 취업을 가능하게 하여 지역 이탈을 방지

2) 내수면 스마트 양식장 시범단지 조성사업

(1) 어업 현황

☐ 내수면 어업현황

구분	계	낙시업	자망업	각망업	폐류 채취업	육상 양식업
업체수 (개)	62	7	1	24	-	30

☐ 내수면 어업계 현황

어업계명	계원수(명)	면허지역	면허기간	대표어종	하천/ 저수지명
울원지	6	울원리	‘13 ~ ’ 18	붕어, 잉어 등	칠성
문광지	5	양곡리	‘17 ~ ’ 22	붕어, 잉어 등	문광
신흥지	5	신흥리	‘17 ~ ’ 22	붕어, 잉어 등	신흥
자율공동체	22	괴산군	‘18 ~ ’ 23	붕어, 쏘가리 등	달천 등

*자료출처 : 한국농어촌공사, 내수면양식단지 대상지 조사(2017)

☐ 재정자립도

(단위 : 백만원, %)

재정자립도 (B/A)	세입 합계 (A=B+C+D+E)	자체세입 (B)	이전재원 (C)	지방채 (D)	보전수입 등 및 내부거래 (E)
14.00 (8.14)	307,535 (307,535)	43,047 (25,047)	264,488 (264,488)	-	- (18,000)

□ 재정자주도

(단위 : 백만원, %)

재정자주도 (B/A)	세입 합계 (A=B+C+D+E)	자주재원 (B)	보조금 (C)	지방채 (D)	보전수입 등 및 내부거래 (E)
65.03 (59.18)	307,535 (307,535)	200,001 (182,001)	107,534 (107,534)	-	- (18,000)

□ 재정여건

(단위 : 백만원, %)

구분	계	국비	도비	군비	자부담
금액	10,000	5,000	900	2,100	2,000
구성비	100	50	9	21	20

□ 재정조달계획

- 군비(2,100백만원)는 괴산군 중기지방재정계획 중 2019년~2020년 연도별 자체 수입 각 52,268백만원, 53,546백만원의 2.01%, 1.96%로 원활한 군비조달이 가능할 것으로 판단
- 괴산군 내수면 양식단지 운영 및 관리 조례(제2395호, 2018.06.29.) 제정을 통하여 지자체 재정지원의 근거 확보
- 예비사업자인 생생바다송어(주)와 4개 사 와 MOU체결을 통하여 2,000백만원의 민간투자 조달방안 확보

(2)추진계획

□ 비전 및 달성 목표

- Vision : 깨끗한 물, 맑은 공기 청정괴산, 전국 최고 스마트 바다송어 양식단지
- Goal : 내수면 양식 고부가가치화, 내수면 체험관광 활성화

- Strategy :
 - 스마트 양식 시스템 구축
 - 스마트 양식 전문가 양성
 - 청년어업인 육성
 - 내수면 체험관광 기반 조성
 - 내수면 체험관광 프로그램 개발
 - 내수면 체험관광 홍보마케팅 촉진

- 달성목표

성과지표	실적 및 목표치			목표치 산출근거
	‘21	‘22	‘23	
1.국내매출액 (억원)	81	171	342	- 황금송어는 전체 생산량의 30%로 중화권 수출용/매출액 1kg 당 25,000원을 적용 - 바다송어는 전체 생산량의 70%로 내수용임/매출액은 1kg 당 활어 15,000원, 가공 18,000원을 적용
2.수출액 (억원)	50	113	225	
3.출하량(톤)	700	1,500	3,000	
4.양식어류 폐사율(%)	20	10	5	- 해수부 및 한국해양과학기술진흥원 보고서 참고
5.에너지 절감(%)	30	30	30	- 해수부 및 한국해양과학기술진흥원 보고서 참고
6.체험방문객 (천명)	20	30	40	- 내수면 테마파크 연계

- 목표치 산출근거
 - 황금송어는 전체 생산량의 30%로 중화권 수출용/매출액 1 kg 당 25,000원을 적용
 - 바다송어는 전체 생산량의 70%로 내수용임/매출액은 1 kg 당 활어 15,000원, 가공 18,000원을 적용
 - 해수부 및 한국해양과학기술진흥원 보고서 참고
 - 내수면 테마파크 연계

□ 연차투자계획

- 사업비 : 100억원 (국비 50%, 도비9%, 군비 21%, 자부담 20%)

(단위 : 백만원)

구분	계	국비	도비	군비	자부담
2019년	5,000	2,500	450	1,050	1,000
2020년	5,000	2,500	450	1,050	1,000

산출근거 : 100억원×1개소=100억원(해양수산부 양식산업과-4439호(2018.9.11.))

• 연차투자계획

(단위 : 백만원)

구분	내역	총사업비			
		계	국비	지자체	민간
1차년	설계비	1,300	650	390	260
	건축비	3,700	1,850	1,110	740
	소계	5,000	2,500	1,500	1,000
2차년	건축비	780	390	234	156
	순환여과 시설	2,520	1,260	756	504
	통합관리 시스템	1,200	600	360	240
	CCTV 구축	300	150	90	60
	감리비, 인허가 등	200	100	60	40
	소계	5,000	2,500	1,500	1,000

□ 양식어종 선정 배경

- 양식어종 선정
 - 내수면 양식 현황 및 시범단지 입주 예정자 의견 등을 고려하여 대상종 5개 품종 검토 (메기, 송어, 뱀장어, 동자개, 쏘가리)
- 대상어종 선정
 - 수입대체 및 수출에 기여할 수 있는 어종
 - 귀산 지역특화 품목으로 육성 가능한 어종

- 내수면 양식과 해수면 양식을 융합한 양식방법으로 내수면 양식 중 부가가치가 높은 어종

- 바다송어

- 바다가 없는 자치단체의 역발상으로 내륙에서 “바다송어” 양식/유통, 판매
- 연어의 대체어종으로 웰빙시대에 맞는 건강한 식재료로 각광받고 있음

(3) 세부사업절차

□ 사업 수행 전략

- 어촌/산촌 연계 산업 모델
 - 송어 담수양식과 바다양식의 연계 공정 및 협력 산업 개발/육성
- 환경 독립형 양식 시스템 적용
 - 양식어류의 연중 지속 사육이 어려우며 사육 기간이 연장 → 채산성 확보 어려움
 - 기존 양식 방법 : 개방형 생산 시스템을 이용, 외부 질병원에 취약
→ 안정적인 생산 기반을 구축하기 어렵고 스마트화 하는데 제약이 큼
 - 제한적인 생산 환경과 인력 상황을 극복/연중 지속 생산 가능
→ 환경 제어형 스마트 생산 시스템의 적용 필요
- 상업적 적용이 가능한 연계 생산 공정 개발
 - 하절기: 환경 독립형 양식 시스템 적용 중간 육성어 생산(환경 위해 요소 제거)
 - 적정 생육 수온 유지 기간: 해상가두리 적용 상품어 생산(대규모 사육면적 제공, 경비 절약)



Fig. 125 내수면 스마트양식단지 구성안

- 단지계획검토

기구 및 획지번호	구분	계획내용	
산업시설 용지 (A1, A2)	용도	허용용도	건축법 시행령 별표1 제21호의 규정에 의한 동물 및 식물 관련 시설 중 축사(양어시설)
		불허용도	허용용도 이외의 건축물
	건폐율	60% 이하	
	용적률	150% 이하	
	최고높이	14m 이하(4층 이하)	
	배치	도면 참조	
	건축선	대지경계선으로부터 3m 이격하여 건축한계선 지정	
	형태	건축물의 외장 재료는 비닐(PO), 경질필름 등 이와 유사한 재료 사용 금지	

- 양식장(산업시설용지) 시설 개요

구분	내용		
사업명	괴산군 내수면 양식단지 조성사업		
대지위치	충청북도 괴산군 괴산읍 제월리 563-3 일원		
지역/지구	농림지역, 농업진흥구역 => 계획관리지역, 농업진흥구역 해제		
대지면적 (예정)	39680m ²	양식대지면적	23235m ²
시설면적 (예정)	1동 : 2300m ² , 6동 : 13800m ²		
연면적	상동		
최고높이	14m		
비고	양식단지 내 양식동 개인분양 후 양식장(건축) 개별 설계 및 설치		

- 민간사업자 선정 : 예비사업자

구분	내용
상호	생생바다송어(주)
대표 이사	정홍채
사업장 위치	충청북도 충주시 신니면 중원대로 4969
사업의 종류	어업(수산물 부화 및 종묘 생산업, 해면 양식어업)
보유 시설	육상 종묘/순치 시설 가두리 양식장 (7m×10m×10칸의 내파성가두리×3조)
주요 연혁	1999년 오서산 민물송어 양식 개시 2008년 민물송어→ 바다송어순치 연구 2011년 무농약/무항생제친환경사료개발 연구 2012년 어업회사법인 천수만씨푸드(주) 설립 2013년 MBC, KBS, TJBC 서해바다 무지개송어 대량양식첫 성공 방송 2014년 바다송어일본 첫 수출 2015년 충청남도 친환경 양식어업 육성사업 대상 업체 선정(해양수산부) 2016년 충청북도 괴산군과 내수면 양식단지 조성을 위한 협약서 체결

- 민간사업자 선정 : 기타 예비사업자 4개사 및 기술자문 현황
 - 기술자문 : 부경대(박정환 교수)
 - 순환여과식 시스템 설계
 - 해수순환여과 요소기술을 통합한 산업형 표준모델 개발
 - Lab-scale 실험 시스템
 - 순환여과식 사육 실험 시스템
 - 탈질조 효능 평가 시스템
 - Bio-floc 실험 시스템
 - 순환여과식 퀴런틴 시스템
 - 제작/시공 : (주)지주
 - 창립 46주년
 - 특허/실용신안/디자인 22건
 - 조달청 우수제품 인증
 - 중소기업청 성능인증
 - 해양산업 전문설계 인력 보유
 - 제품 자체 생산
 - 해외기술 & 업무협약
 - * 노르웨이 : AKVA GROUP
 - * 일본 : 신화산업, 제니야
 - 수처리 : 아진기공(주)
 - 창립 34주년
 - 실용신안등록 4건
 - INNO-BIZ
 - ISO9001:2015
 - 우수발명품 우선구매선정
 - 해양산업 전문설계
 - 수처리 전문설계
 - ICT : (주)아르고테크놀로지
 - 창립 10주년
 - 특허 5건
 - 벤처 기업

- 스마트 팩토링 생산정보 모니터링 시스템
- 스마트 양식 관리 ICT시스템
- 양식장 수질분석/통합관제/위험예측 시스템
- 제주 양식장 보유 및 운영

- 설계/해석 : (주)디엔디이

- 창립 17주년
- 특허/디자인 11건
- 프로그램 9건
- INNO-BIZ
- CAE 전문설계/해석 인력 보유
- 기술전문기업(K-ESP)
- 수산양식 기업 기술

* 외해 가두리 양식시설 설계 기준 개발

(4) 환경 제어형 순환여과 양식시스템

□ 순환여과 양식시스템 구성

- 물리, 화학, 생물학적 수처리방법 적용 a사육수재사용(연중 지속 사육 가능)
- 주요 구성 장치 : 양식수조, 침전/부유/용존고형물 제거장치, 질산화 생물학적 여과조, 탈기 장치, 용존산소용해기, 살균장치 등
- 부가 구성 장치 : pH 안정조, 탈질산화반응조, 열관리 장치, 환경 관측/제어 시스템 등

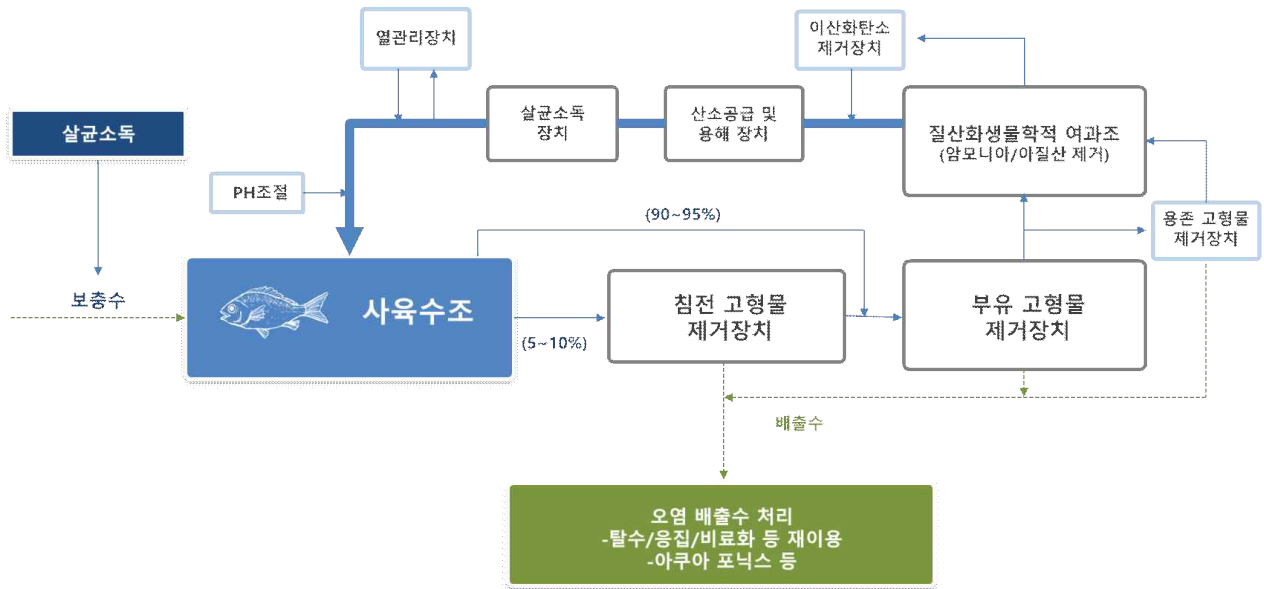


Fig. 126 제어형 순환여과 양식시스템 구성도

• 순환여과 과정

- ① 사육조 : 어류를 사육하면서 사료 공급에 따라 고형물과 질소성 화합물 등 대사 노폐물 발생
- ② 침전조(침전방식 정화) : 사육조 바닥 중앙부에 모인 분변사료, 잔여물 등 무거운 고형물을 침전, 침전된 고형물을 외부에 설치된 슬러지 응집조로 배출
- ③ 사육조 집수정 : 사육조의 수위를 조정, 중앙 배수구를 통해 침전, 배출되지 않은 부유 고형물과 다량의 물이 유입, 침전, 고형물이 제거된 소량의 침전조 상등수와 함께 집수정을 통해 드럼 스크린으로 이동
- ④ 드럼 스크린(회전 망목방식 정화) : 침전조에서 제거되지 않은 미세/부유 고형물을 회전망을 이용해 분리하고 슬러지 응집조로 배출
- ⑤ 생물학적 질산화 여과조(생물학적 정화) : 질산화 세균이 대량 증식한 여과 매질을 포함한 여과조로 물을 통과시켜 수중의 유해한 암모니아, 아질산 질소를 비교적 무해한 질산 질소로 변환
- ⑥ 산소/오존 용해기(산소주입/오존 살균) : 액체 산소/오존 주입, 내부에서 물에 산소 또는 오존이 혼합되면서 용해, 고농도로 산소가 용해되고 병원성

미생물이 불활성화된 물을 사육조로 재순환, 용해기 전 단계에 자외선 살균기 등으로 오존 주입 대체 가능

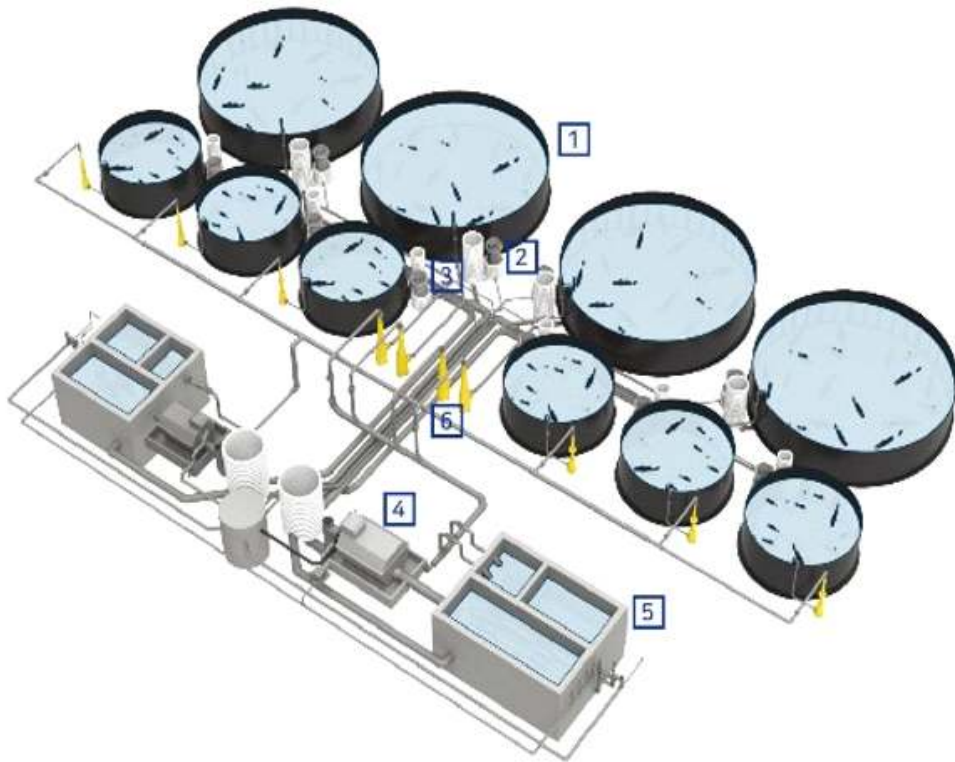


Fig. 127 순환여과 시스템 과정

□ 순환여과양식시스템 설계

- 대상 양식 생물의 생물학적 특성, 생산량, 공급 사료량 등을 고려
- 수리학적/공학적으로 적절히 설계되고 운영되어야 함

□ 생물 요소 환경부하 설계

- 생산 계획 수립
- 기초 시스템 배치안 수립
- 최대 생물 오염 부하량 산정
- 부하량 총량 법칙 적용 필요 순환 유수량 계산

□ 수처리 장치 요소 공학 설계

- 수리공학적 수처리 장치 규격 결정
- 수리공학적 배관/펌프 규격 결정

- 수질변동 예측/환수율 결정
- 열관리 및 수온 제어장치 용량 결정

□ 건축 실행/시공 계획 설계

- 구조물/수처리 장치 특정
- 도면 설계
- 건축/시공

□ 운전/경영 설계

- 시스템 시운전/숙성/안정화
- 생물 생산
- 데이터 수집

□ 적용 시스템의 구성과 규격(안)

- 친어관리시스템, 부화관리관리시스템, 치어생산시스템, 중간육성어생산시스템으로구성
- 수처리 장치의 면적과 용적은 사육수조 대비 각각 약 20%와 30%내외 설치
- 각 시스템의 구성 : 사육수조, 집수정, 침전고형물제거장치, 미세고형물제거장치, 질산화생물학적여과조, 탈기장치, pH 조절/안정조, 용존산소보충/용해기, 살균장치, 열관리장치 등
- 저류조의 면적은 법적규제기준인 사육시설 면적의 20%이상, 깊이 1~1.5m로 구성

구분	산 출 근 거	면적 (m ²)	비고
친어/산란관리 시스템	사육조: $3.5 \times 3.5 \times \pi \times 4EA$	153.9	-
	수처리 장치: 사육조면적의 20%	30.8	-
부화관리시스템	사육조: $1 \times 1 \times \pi \times 10EA$	31.4	-
	수처리 장치: 사육조면적의 20%	6.3	-
치어생산시스템	사육조: $3.5 \times 3.5 \times \pi \times 16EA$	615.4	-
	수처리 장치: 사육조면적의 20%	123.1	-

구분	산 출 근 거	면적 (m ²)	비고
중간육성어생산 시스템	사육조: $5.5 \times 5.5 \times \pi \times 50EA$	4,749.3	-
	수처리 장치: 사육조면적의 20%	948.8	-
작업 통로 및 여유공간	전체 수면적의 40%	5,520	-
사무실, 수질관리실, 관제실, 기타	-	1,621	-
양식시설공간 총계	-	13,800	-
저류조	양식수조 면적의 22.8%	1,518	-
여 유 부 지	$9.0 \times 37.0 = 333.0$	333.0	-

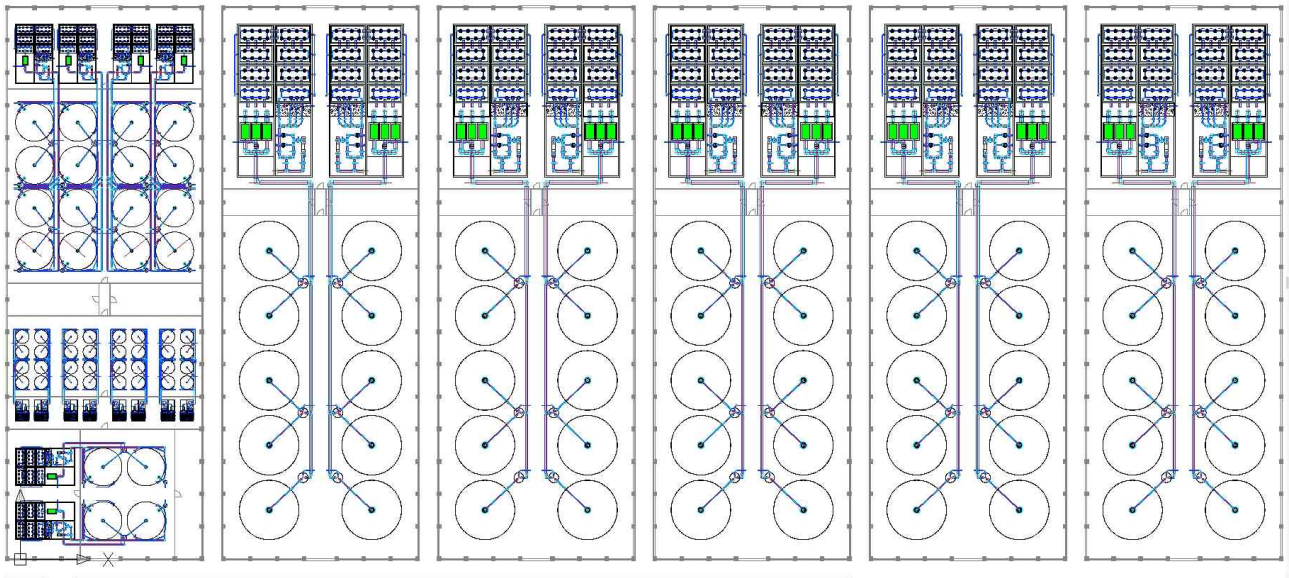


Fig. 128 양식 시스템 도면

□ 양식수량 확보 계획

- 양식 용수량
 - 담수량산정
 - 전체 시스템 사육 수량(친어관리, 부화관리, 치어생산, 육성어생산시스템): 6,659m³
 - 1일 물사용량 추정
 - 내부 순환률: 1회전/시간 = 6,659 m³/시간
 - 1일간 순환 유량: 159,816 m³/일

- 일간 물 환수량(일반 환수량) : 일간 순환 유량의 2.5% = 약 3,995 m³/일
- 드럼스크린 세척수: 전체 수량의 5% = 333 m³/일
- 청소 및 기타수량: 전체 수량의 2% = 133 m³/일
- 일간 총 사용수량: 4,461 m³/일(3,995 m³/일+333 m³/일+133 m³/일) ≒ 4,800m³/일

□ 통합관리 시스템

- 통합관리시스템 개요
 - 정책 및 연구개발: 양식어업에 대한 데이터를 취합, 신규정책 및 신기술 개발의 자료 활용
 - 자동생산 : 누적 데이터 이용한 투입 자원의 양 (광열에너지, 사료, 산소)등의 수요산정 -> 자동 공급 시스템 구축
 - 어업지도 : 어류의 생육정보, 양식장의 제어설비, 어업인의 최적 노하우 빅데이터수집 -> 데이터 기반어업 진단/최적 생육환경 관리 교육 및 생산 전략 제시 -> 자원 소비 패턴 분석 à경제적 생산 견인
- 통합관리시스템 구성요소
 - 양식환경 모니터링
 - 수질원격감시
 - 자동 급이 시스템
 - 조기경보시스템
- 통합관리시스템 모델
 - 실증 데이터 수집
 - 데이터 조정작업을 거쳐 데이터 웨어하우스로 전송
 - 데이터 조정을 거쳐 인공지능 프로그램을 통해 최저생육조건 계산
 - 수처리 기술, 센서 기술, 자동화 기술, HILS 기술 개발 및 보완
 - 개발 보완한 기술과 기존의 양식 기술, 에너지관리 기술을 융합하여 양식생산 기술 개발
 - 양식생산기술을 통해 수산물 양식
 - 양식한 수산물로 수산식품 유통

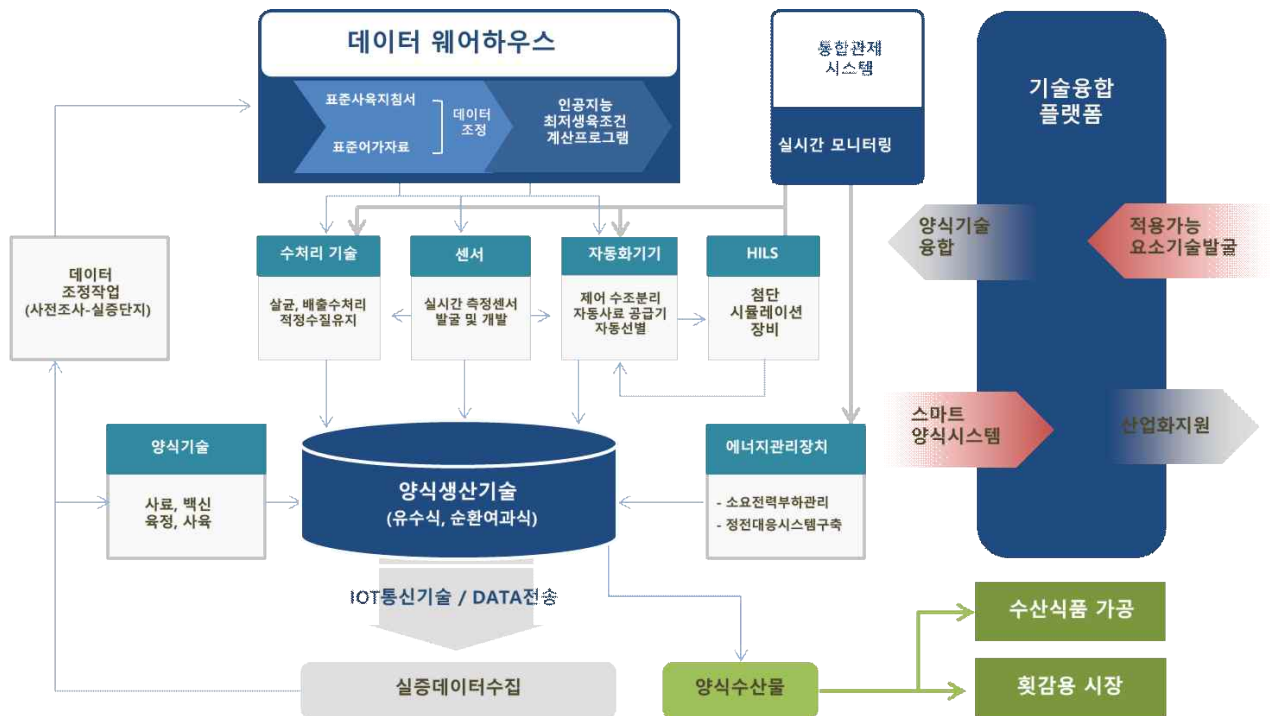


Fig. 129 통합관리시스템 구성

• 통합관리시스템 구축방안

- 양식장 구축, 스마트 양식 관리 서버 구축, 중앙관제시스템 구축으로 구분
- 양식조, 여과조, 자동제어장치로 구성된 양식장에 CCTV, 수질측정장치, 전원 모니터 및 제어장치를 융합하여 자동화 양식장 구축
- 양식장의 모드버스GW를 통해 양식장과 실시간 서버간의 데이터 전송
- 수집된 데이터를 분석하여 생육 데이터, 유지관리 데이터로 분류 및 빅데이터화 하여 저장
- 중앙관제시스템은 원격제어시스템과 분석시스템으로 구성
- 스마트 양식 관리 서버로부터 전송받은 데이터를 통해 양식장의 상황을 분석, 모니터링하고 양식장의 제어시스템을 원격제어

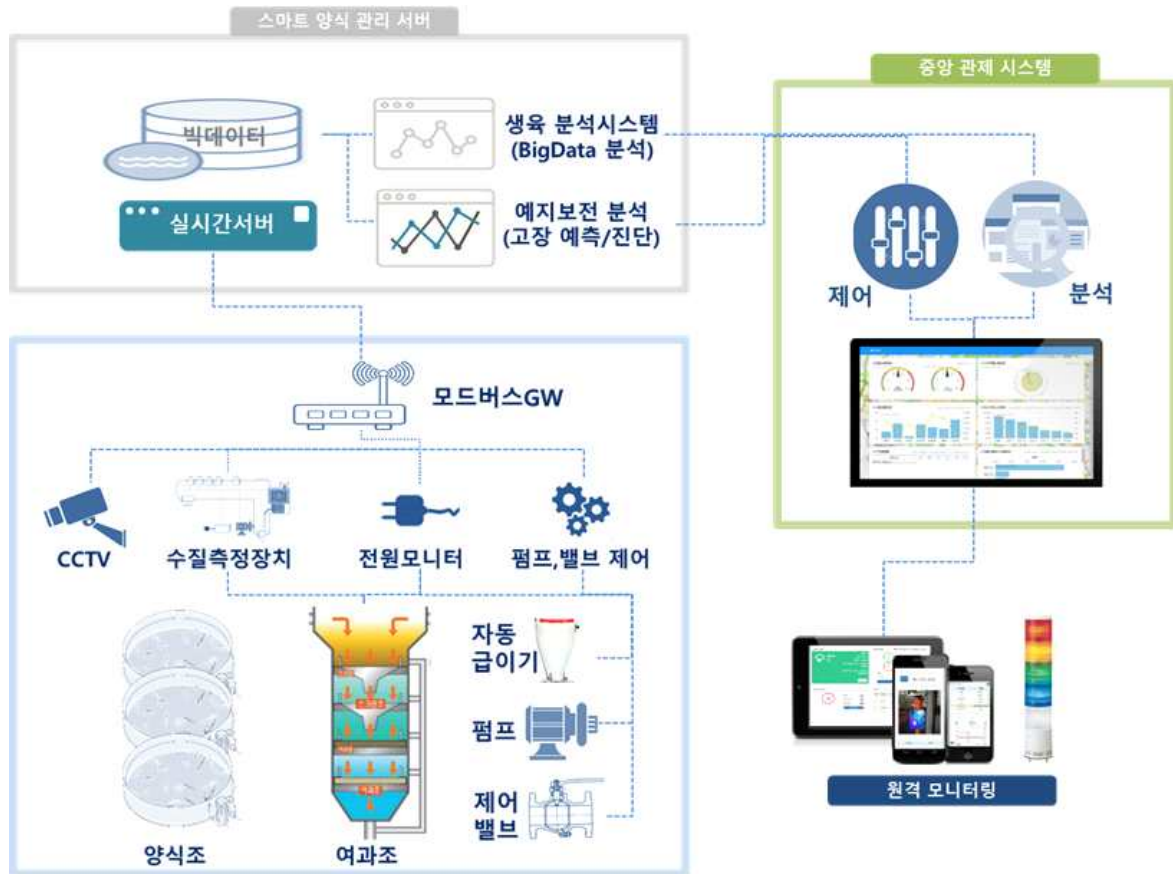


Fig. 130 통합관리시스템 구축안

(5) 사후관리방안

□ 바다송어 중간육성 생산계획

구분	내용				
어체중(g)	0.1	생존률 80%	10	생존률 90%	300
적정 최종 생산 마리수 (마리/m ³)	70,000		2,500		350
적정 최종 생산 밀도 (kg/m ³)	3.6		15		53
필요 마리수 (300g 어류 250t 생산시)	1,157,407		925,926		833,333
최종 총 어체량(kg)	116		9,259		250,000
총 필요 사육 수량(m ³)	32		617		4,717
수조 깊이(m)	1		1		1
총 필요 수면적(m ²)	32		617		4,717
수조 직경(m)	2		7		11
총 필요 사육조 수(개)	10		16		50

- 바다송어 생산시스템
 - 치어(내수면) -> 순치 -> 성어(해수면) -> 유통 · 가공 · 식당

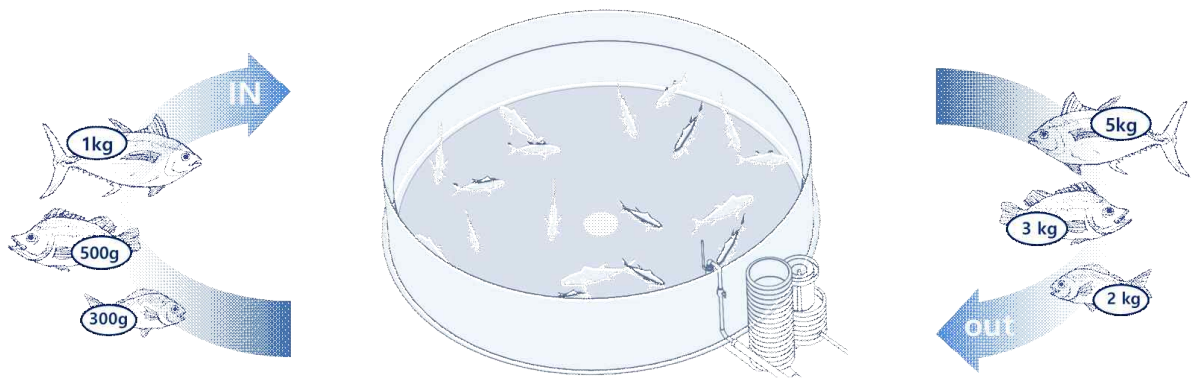


Fig. 131 바다송어 생산시스템

항목		기간(개월)												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
종묘 생산 (중간 육성)	300g	시작 [Grey bar from month 1 to 8]												8개 월
	500k	시작 [Yellow bar from month 1 to 9]												9개 월
	1kg	시작 [Dark blue bar from month 1 to 12]												12개 월
가두리양식		시작 [Red bar from month 1 to 5] [Red bar from month 10 to 12]												8개 월

- 장기 계획
 - 내수면 스마트 양식단지 조성
 - 황금송어 생산시스템 구축
 - * 중화권 수출 확대
 - 부가적 고부가가치 사업 창출
 - * 해상 양식, 바다송어 정자 공급
 - 해상 가두리 양식장

- * 어민 소득증대 기여
- 글로벌 파워 브랜드 구축
- * 세계적 기업으로 도약

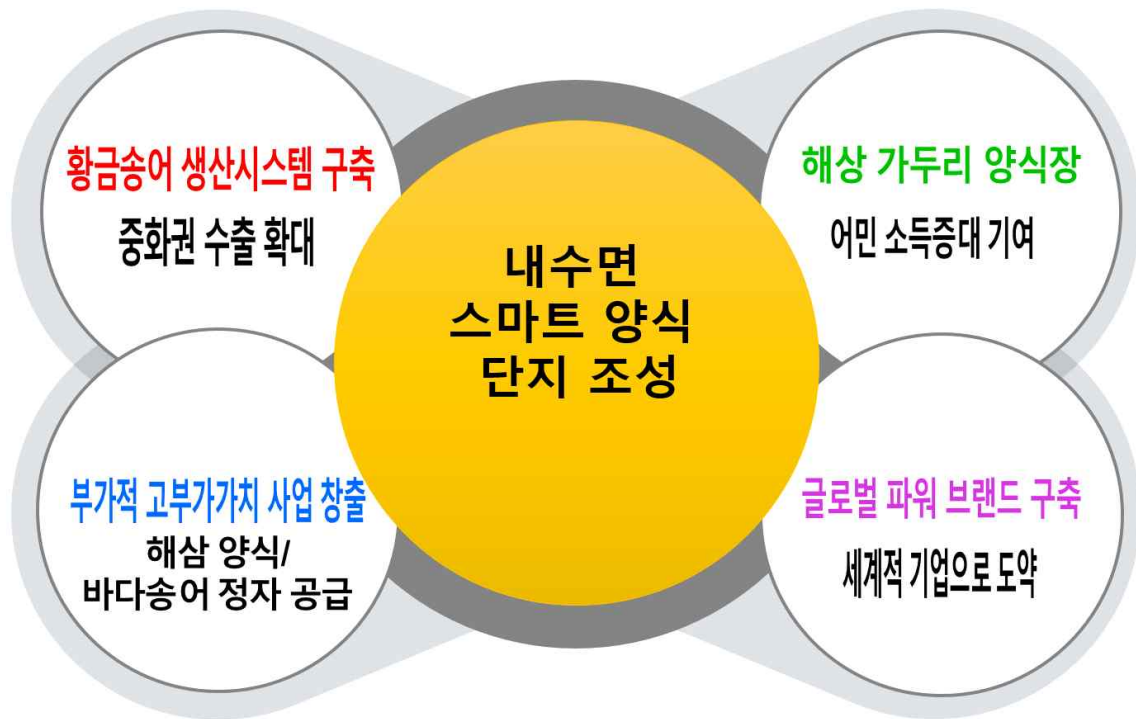


Fig. 132 내수면 스마트 양식단지 기대효과

□ 경영 매출 및 수지 예상

- 황금송어 및 바다송어 연차별 생산 및 매출 계획

구 분		2021년	2022년	2023년
매출액	황금송어	50억원	112.5억원	225억원
	바다송어(활어)	45억원	90억원	180억원
	바다송어(가공)	36억원	81억원	162억원
	합계	131억원	283.5억원	567억원
출하량	황금송어	200톤	450톤	900톤
	바다송어(활어)	300톤	600톤	1,200톤
	바다송어(가공)	200톤	450톤	900톤
	합계	700톤	1,500톤	3,000톤

- 3개년 생산 및 매출 수지 예상

(단위 : 톤, 백만원)

구분	2021년	2022년	2023년	비고
생산량	700	1,500	3,000	
매출액	13,500	28,500	57,000	
종묘비	1,531	3,283	6,566	
사료비	3,150	6,750	13,500	
운송비	187	400	790	종묘운송
관리비	2,240	4,800	9,458	일반관리
특별손실	2,700	5,700	11,400	목표 폐사율적용
영업이익	3,692	7,567	15,286	

□ 사후관리방안

- 음식과 관광을 토대로 내수면 테마공원을 구축하여 6차산업화
- 소금등대 : 남한강을 오르내리던 소금배를 모티브로 소금등대를 설치하여 테마공원 전망 기능과 랜드마크로 활용
- 바다송어길 : 민물-바다를 오가는 바다송어 양식장의 도입을 홍보하고 주요 공간의 연결을 지원하는 바다송어길 조성
- 괴강 생태모험마당 : 괴강(달천)의 생태와 역사문화를 배우고 즐기는 생태모험의 장 운영
- 지속가능 발전을 지원하는 지역역량강화
- 수산식품 거점단지, 바다송어 양식장, 괴강관광지, 제월내수면마을의 기능 개선 및 연계를 통한 지역발전 가속화

(6) 기대효과

□ 내수면 어업의 경쟁력 강화

- ICT 기반 실시간 모니터링, 제어 및 최적 생육환경 제공을 통해 폐사율 최소화, 성장속도를 높임으로써 양식산업의 생산성 향상
- 환경 자동 모니터링, 기기 자동 제어 등을 통한 운영비용의 절감으로 생산물의 가격 경쟁력의 우위 확보
- 국내외 양식 표준 기술 리딩(Leading)을 통해 해외 대규모 육상 양식장을 위한 기반 기술로 수출 가능
- 어류의 질병 예방, 진단 및 치료기술 개발에 의한 수산생물의 질병치료 기술 확보
- 양식 어류의 표준사육환경 및 건강을 평가할 수 있는 기술 확보에 의한 수산양식 산업의 활성화

□ 스마트 양식 산업 활성화

- 24시간 실시간 감시를 통한 리스크 관리 및 예지보전
- 수질 정보의 빅데이터 분석을 통한, 어종별, 단계별 생산관리 최적화 방안 도출
- 생태환경과 수질데이터의 상관관계 분석
- 사육 어류 인벤토리 및 생산관리 시스템 구축
- 사육 환경 및 어체 성장 단계 연동 사료 공급 자동화 시스템 구축
- 최적의 생육알고리즘을 도출하고 어가에 보급하여 소득증대 효과
- 어류 폐사율 완화에 기여하여 위기관리 최소화

□ 양식업체 유치 및 고용 창출에 따른 주민소득증대

- 충북지역 내수면 양식단지를 조성할 경우 생산유발효과는 전국적으로 약 379억 원, 본사업의 직접적인 영향권인 충북지역에는 약 253억 원 예상
- 고용유발효과는 전국적으로 약 488명, 충북지역에서는 약 386명 고용창출 예상
- 부가가치유발효과는 전국적으로 약 159억 원, 충북지역에서는 약 110억 원 예상
- 기 도입된 수산식품산업거점 단지 및 괴강관광지와 연계를 통하여 휴식기능 및 관광 강화

3) AI 기반 연어류 양식 사업(지하관정 + 스몰트사업 연계)

(1) 사업개요

- 사업명 : AI기반 연어류 양식 사업
- 사업기간 : 2022년 00월 ~ 2024년 12월 (3년간)
- 규모 및 위치 : 면적 25,000평, 충남 서산시 대산읍 대로리 640-107
- 사업비 : 총 35억 (국비 30억, 자부담 5억)
- 사업비 내역 :
 - AI 플랫폼 개발/빅데이터 구축 - 15억
 - 수조/전기모터 기반 구축 - 10억
 - IoT 환경제어 시스템 구축 - 5억
 - AI 기반 자동급이기 - 5억

부지의 위치

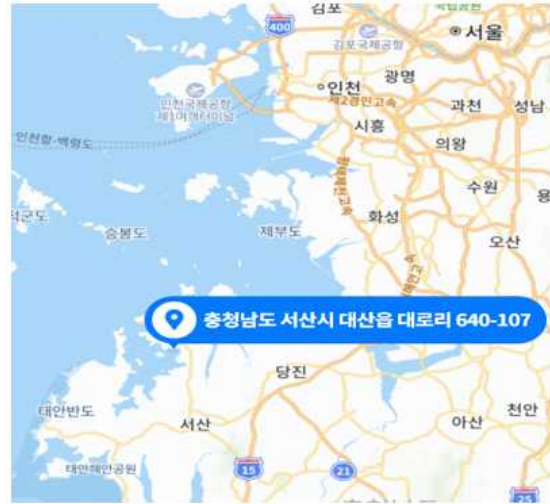


Fig. 133 사업 부지 면적 / 위치

(2) 사업의 배경 및 목적



1) 어업생산동향조사, 어업현황 간담회(2020.08.20.)
 2) e-나라지표 해양수산부 어가소득현황(2020.11.30)
 3) 국제통계기통과 분석 제8호(2020.05.14)
 - 1인 수산물 소비량 2000년 대비 2017년 29.3% 증가

4) 해양수산부 보도자료 "유해물질 안돼! 수산물 안전관리 한층 강화(2020.12.18)
 5) 구글 Fish Recognition AI System
 6) 해양수산부 해양수산물 빅데이터플랫폼(VaDahub)

Fig. 134 AI기반 연어류 스마트 양식 사업 배경 및 목적

☐ 수산업 현 상황

- 연근해 어업 생산량 지속적 감소
- 어가 소득 감소

☐ 수산물 수요 증대

- 1인 수산물 소비량 29.3% 증가
- 웰빙, 건강 선호, 수산물 안전성 요구
- 지속가능한 친환경 어업의 필요

☐ 4차 산업혁명 기술의 발달

- 물고기 인식 인공지능 시스템
- 해양수산 빅데이터 플랫폼
- 고부가치 양식기술 개발 및 보급

☐ 대상어종

- 바다송어
- 대서양연어
- 킹연어를 포함한 냉수성 어종
- 무지개송어(Rainbow trout Steelhead) *Oncorhynchus mykiss*)
 - 무지개송어는 연어목 연어과의 냉수성 어류로 담수에서의 무지개송어를 해수에 순치 수 바다에서 사육한 종을 강해형 스틸헤드(Steelhead)로 구분함

☐ 해수순치(스몰트 사업)

- 담수에서 부화하여 성장한 어류의 치어를 낮은 염도에서 높은 염도로 적응시켜 해수에서 양식이 가능하게 함



Fig. 135 해수순치(스플트 사업) 방안

(3) 사업의 범위

□ 본 사업의 범위 / 추진 방향

- 양식 표준 생산 공정

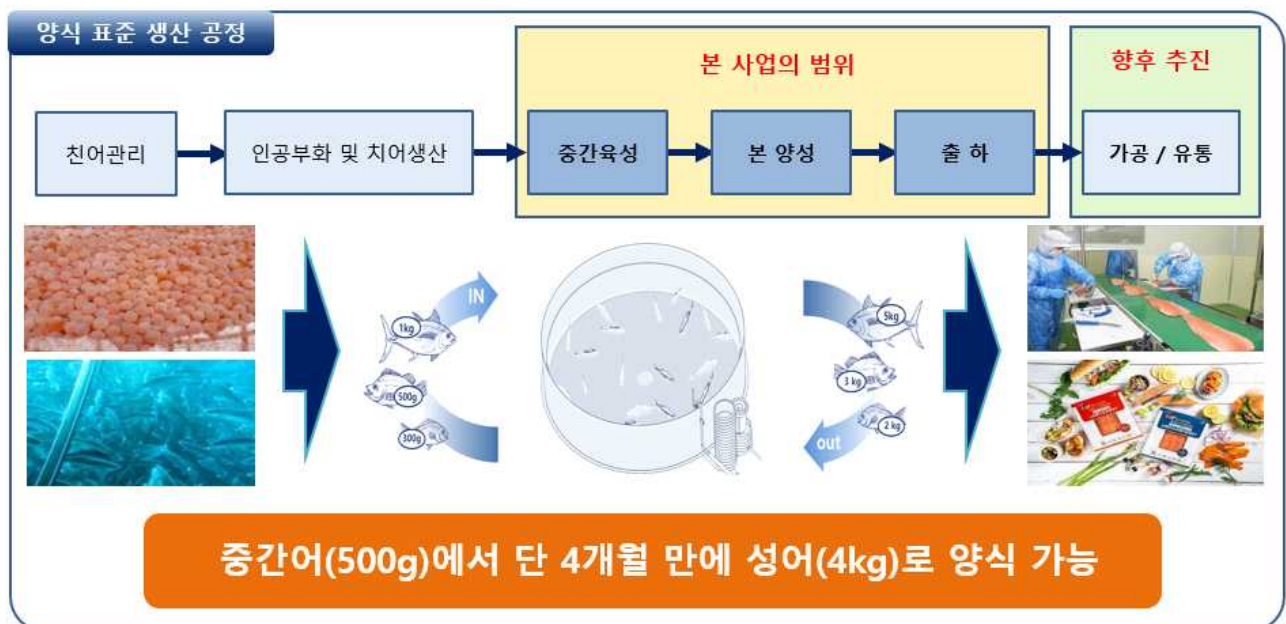


Fig. 136 양식 표준 생산 공정

- 친어관리 → 인공부화 및 치어생산 → 중간육성 → 본 양성 → 출하 → 가공/유통 단계로 구성
- 중간어(500g)에서 단 4개월 만에 성어(4kg)로 양식 가능

(4) 비전 및 목표

□ AI 기반 연어류 양식 사업

- 고부가가치 수익 모델 창출 및 기술력 확보 / 스마트 양식기술 활성화
 - 고수익 보장 스마트양식 산업의 모델화
 - 경제적, 기술적 진입장벽을 낮춰 친환경 양식산업 활성화
 - 양식 데이터 구축 및 타 양식장 기술이전, 교육사업 전개
 - 가공 후 부산물을 활용한 고부가가치 산업 창출(ex. 펫사료 원료 등)
 - 수입대체 효과 및 수출 가능한 사업전개 추진

(5) 소비 현황 분석

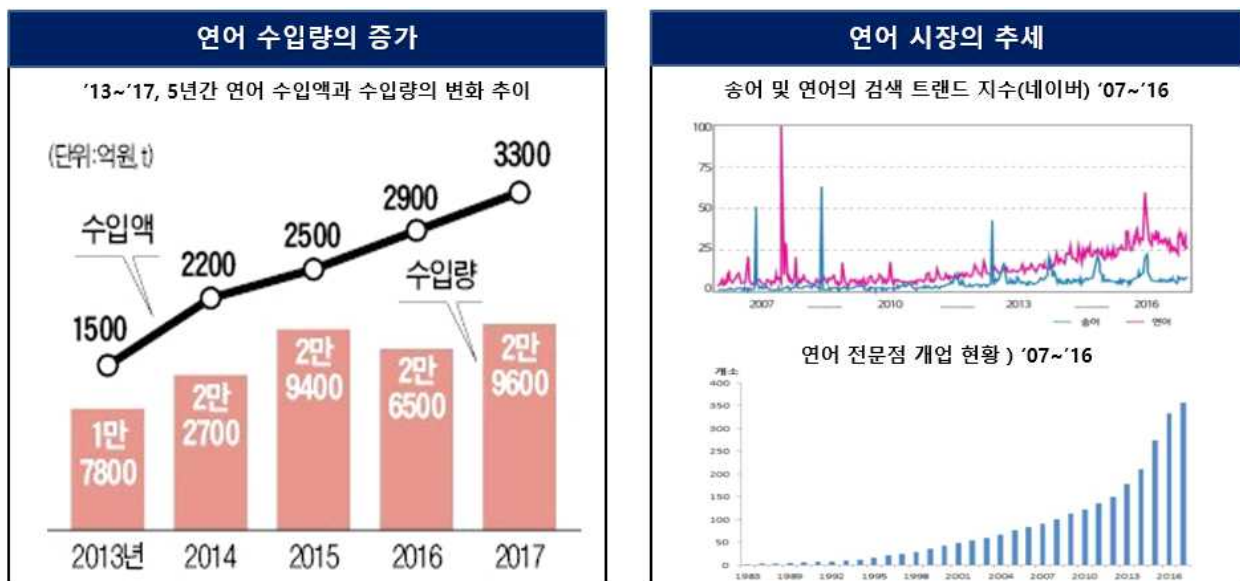


Fig. 137 소비 현황 분석

- 연어의 수입량과 연어 유통 및 판매 시장은 지속적으로 증가 추세
- 소비자의 수요도 지속적으로 증가하는 추세를 보임

□ 연어와 바다송어의 영양적 차이점 분석

세부 영양 정보		영양 정보 요약	
연어		연어	
영양 정보 서빙 사이즈 100 g 서브 당 열량 766 kJ 183 kcal 탄수화물 0g 단백질 19.9g 지방 10.85g 포화지방 2.183g 다불포화지방 9.931g 불포화 지방 3.868g 콜레스테롤 59mg 식이섬유 0g 나트륨 59mg 칼륨 362mg		영양 요약: <div> <div>Cal 183</div> <div>지방 10.85g</div> <div>탄수화물 0g</div> <div>단백질 19.9g</div> </div> 대서양 연어 (양식) (100 g)안에 183칼로리가 있습니다. 칼로리 분석: 55% 지방, 0% 탄수화물, 45% 단백질.	
바다송어(무지개송어)		바다송어(무지개송어)	
영양 정보 서빙 사이즈 100 g 서브 당 열량 577 kJ 138 kcal 탄수화물 0g 설탕당 0g 단백질 20.87g 지방 5.4g 포화지방 1.554g 다불포화지방 1.805g 불포화 지방 1.539g 콜레스테롤 59mg 식이섬유 0g 나트륨 35mg 칼륨 451mg		영양 요약: <div> <div>Cal 138</div> <div>지방 5.4g</div> <div>탄수화물 0g</div> <div>단백질 20.87g</div> </div> 무지개 송어 (양식) (100 g)안에 138칼로리가 있습니다. 칼로리 분석: 37% 지방, 0% 탄수화물, 63% 단백질.	

Fig. 138 연어와 바다송어의 영양적 차이점

- 세부 영양 정보표와 영양 정보 요약표를 기반으로 봤을 때 연어보다 바다송어가 저지방 고단백 식품으로 식단 조절 식품으로서의 경쟁력 확보에 유리함

(6) 기존 양식의 문제점 / 발전 방향



Fig. 139 기존 양식의 문제점 및 발전 방향

□ 기존양식

- 본인 경험 위주
- 기후 조건, 변수 및 시설문제
- 자가 소비의 형태(직생, 판매) 위주

□ AI 양식

- 전문가에 의한 Data화, 매뉴얼화, 표준화
- 예측가능한 내수면에서 철저히 통제된 양식
- 체계적 플랫폼, 플랜트 사업화

(7) 바다송어 공정

□ 바다송어 표준 생산 공정



Fig. 140 바다송어 표준 생산 공정

- 표준 생산 공정에서 어란부터 해수순치(1주) 까지 단수 양식 12개월이 경과

- 해수순치(1주)부터 출하(2.5 ~ 4kg) 과정까지 해수 양식 4개월 경과

(8) AI 스마트 양식장 시스템

□ AI 스마트 양식장 시스템 개요

- 실내형 순환여과식 시스템과 AI 시스템 결합 추진

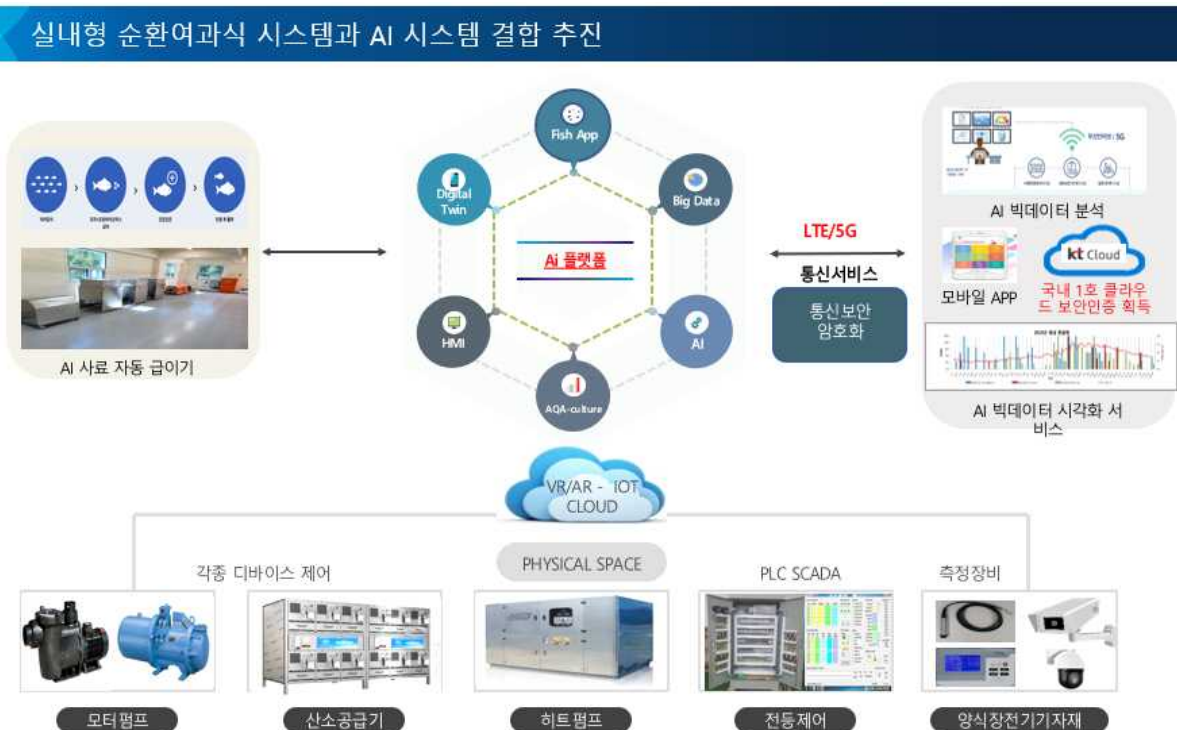


Fig. 141 실내형 순환여과식 시스템과 AI 시스템 구성도

- VR/AI - IOT CLOUD를 활용하여 모터펌프, 산소공급기, 히트펌프, 전동제어, 양식장전 기기자재를 관리함
 - 모터펌프, 산소공급기 : 각종 디바이스 제어
 - 히트펌프 : Physical Space
 - 전동제어 : PLC SCADA
 - 양식장전 기기자재 : 측정장비

□ AI 스마트 양식장 세부 시스템

- 환경 제어형 순환여과식 시스템

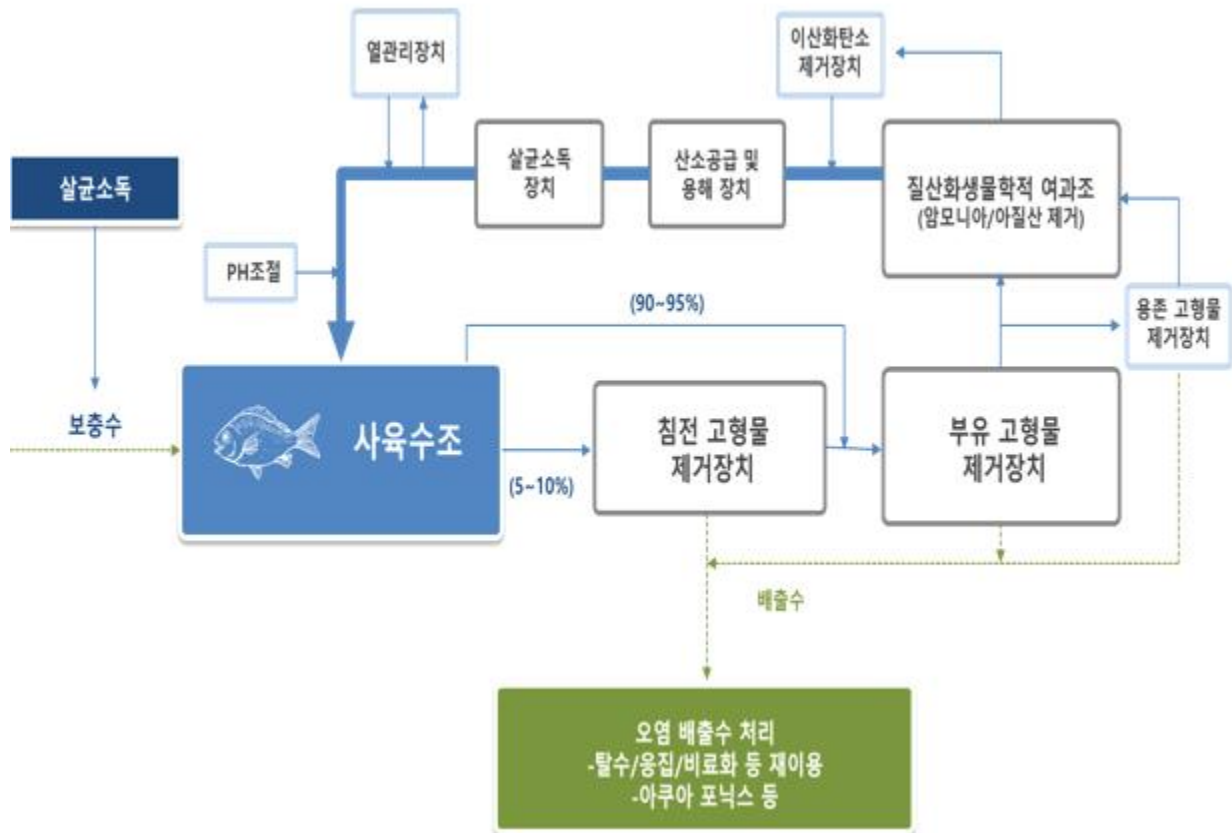


Fig. 142 환경 제어형 순환여과식 양식시스템 구성도

- 양식에 필요한 물을 지하관정을 통한 원수공급과 순환여과식 방식결합
- 물을 빠르게 순환시켜 물고기가 바다의 조류에서 헤엄치는 것처럼 양식장에서 헤엄치게 수류구현
- 지하관정을 통한 연중 15℃ 해수농도 30퍼밀리의 유수식 양식 과 순환여과식 양식의 결합 추진

□ AI 기반 통합 관리시스템



Fig. 143 AI 기반 통합 관리시스템 구축안

- 제어 및 통신을 기반으로 무인화, 자동화, 지능화, 자율경영 등 구현 계획 (양식시설, 자동급이, 디바이스, 모니터링, 빅데이터 관리, 네트워크, 생산이력 관리 등)
- 스마트 양식장 예상 업무량 분석 및 용량을 산출, 확장성과 안정성을 최우선으로 고려한 클라우드 기반의 빅데이터 구성

□ AI 스마트 양식장 시스템의 차별성

- 수질 상태의 자동화
 - 사육 및 관리환경에 따른 어류의 성장률, 수확 가능한 어류의 숫자, 선별시기, 선별 기준 등 예측
 - 주요 수질인자의 최대 부하량(사료 공급량, 어류대사 산물, 산소 소비량 등) 산정

- 주요 수질인자 부하량에 의한 유수량산정



Fig. 144 수질 상태 자동화

- 빅데이터 기반 합리적 양식
 - 양식 환경 변수(수온, 용존산소 등), 먹이형태, 사료 배합도, 사료공급방식, 생산관리방식 등 최적환경 값 선택
 - 생산률, 폐사율, 생육기간, 품질 등 생산 결과와의 상관관계를 도출하여 데이터 값에 의한 과학적 양식
 - 어류 친화적인 양식시스템 구현, 용존산소량 자동연동 구현



Fig. 145 용존 산소량 자동화

- 피부병 감지
 - 각각의 연어의 피부를 스캔하여, 피부병 조기 감지
 - 어류의 질병 예방 및 진단 기술에 의거한 질병 치료
 - 연어양식의 치명적 질병인 바다 이와 전염성 연어빈혈(ISA) 등 즉각적인 대응 가능



Fig. 146 피부병 감지 시스템

- 맞춤형 성장
 - 치료가 필요한 연어를 따로 구분, 불필요한 치료 최소화
 - 움직임을 스캔하고 인식하여, 각각의 연어 데이터를 기록 / 분석하는 알고리즘 데이터 제공 (연어의 체중, 발육 상태, 질병 및 상처 징후 등)
 - 어류 폐사율 완화에 최적의 관리시스템 적용



Fig. 147 맞춤형 성장 시스템

- 배고픔 감지/측정
 - 먹이를 먹는 패턴을 정밀 분석해 자동급이
 - 연어는 특정 주파수의 소음을 방출,배가 부르면 소음 방출이 줄어들음을 이용(AI 가신호를 감지하여 사료 급이량조절)
 - 어체의성장단계 측정, 연동하여 사료 공급량 조절



Fig. 148 자동 사료 공급 시스템

- 생산비용 절감
 - ICT기반 실시간 모니터링, 제어
 - 환경 자동 모니터링, 기기 자동 제어 등 통한 운영비용 절감
 - 어류 성장 단계 연동 사료 공급 자동화 시스템 구축



Fig. 149 생산비용 절감 기대효과

(9) 메타버스와 AI 스마트 양식의 Collaboration

□ 메타버스

- 메타버스(Metaverse)는 가상, 초월을 뜻하는 메타(Meta)와 현실세계를 의미하는 유니버스(Universe)의 합성어로 가상과 현실이 상호작용하는 혼합현실을 뜻 함



Fig. 150 메타버스 구축 예시

□ 새로운 홍보시스템

- v메타버스 공간에 한류성어종의 생육과정 등을 수족관 형식으로 홍보
- vAI 스마트 양식장을 3D 모델링을 통한 메타버스로 구현하여 홍보



Fig. 151 메타버스 수족관 예시

□ AI 스마트 양식 시스템 교육

- 시공간의 제약이 없는 가상의 공간에서 새로운 양식시스템을 체험할 수 있는 학습환경 제공

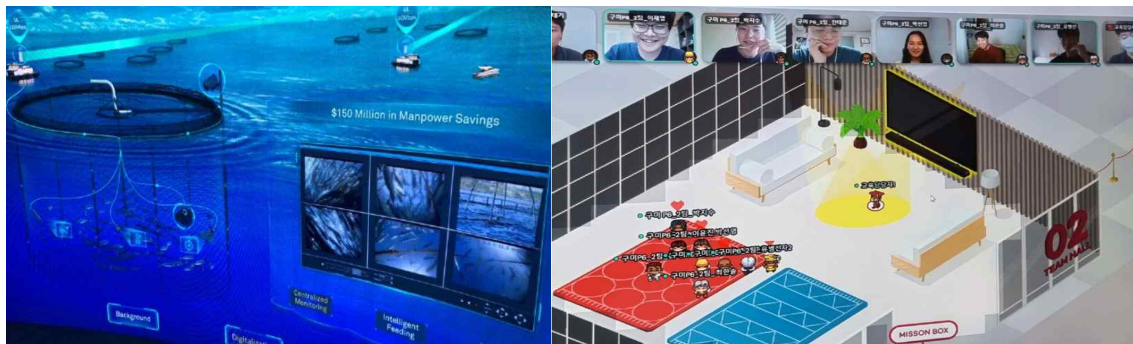


Fig. 152 메타버스 스마트 양식 시스템 교육 예시

(10) 수익성 평가

☐ 바다송아, 대서양연어, 킹연어 양식 가능성 및 수익성

- 바다송어의 가능성
 - 전세계적으로 가장 많이 생산되고 기술이 개발되어 있는 어종
 - 다양한 지역에서 다양하게 요리되어 소비
 - 양식기간이 짧아 자금 회전이 빠름
 - 수면적당 생산량이 다른 어종에 비해 1.5배 이상 생산 가능
- 바다송어의 수익성
 - 생산량 : 5,000톤/년(가공공장 연중가동 고려)
 - 치어/중간 양성장: 내수면 양식장에서 위탁 구매 8,500원/kg(0.8kg/미)
 - 본 양성(수면적 기준) : 33,000㎡(150kg/㎡/년, 0.8kg~4.0kg/미)
 - 순환여과식 적정 생산단위(수면적 기준) : 1,000㎡ ~ 2,000㎡ 내외
 - 사육비용은 사료비의 30% 적용, 생존율 90%
 - 현재 국내 가공공장에서는 2.5kg 이상이면 10천원/kg 정도에 구매

(11) 향후 추진계획

☐ 귀농, 귀어 교육기관추진

- AI 시스템 및 순환여과식 시스템 운영 교육

☐ 기술 이전 / 데이터 공유

- AI 양식 데이터
- 친환경 순환식여과 시스템

☐ K-SALMON 프랜차이즈 사업추진

- 전국 체인점망 확보 추진

☐ 고부가가치 사업 창출

- 해양수산 바이오사업
- 스포츠사업, 백신사업
- 송어정소, 콜라겐 공급 사업 추진

□ 글로벌 파워 브랜드 구축

- AI기반 수산종묘기업 추진

(12) 기대효과

- 양식어업의 소득 증진 및 국내 최고의 AI 스마트 양식장 성공 모델 제시
- 양식어업인 소득증대 및 양식수산물 가격경쟁력 강화
 - 최적 생육알고리즘 도출하고 어가에 보급하여 소득 증대
 - 어류 폐사 등 피해 방지를 통한 위기관리 최소화
 - 환경 자동 모니터링, 기기 자동 제어 등을 통한 운영비용 절감으로 생산물의 가격 경쟁력 확보
- AI 기반 스마트 양식 기술 개발 가속화
 - 24시간 실시간 감시를 통한 리스크 관리
 - 수질정보와 빅데이터 분석을 통한 어종별, 단계별 생산관리 최적화 방안 도출
 - 생태환경과 수질데이터의 상관관계 분석
 - 양식물의 질병예방, 진단 및 치료기술 개발 기술 확보
- 종사자 삶의 질 향상과 영세 어가의 경쟁력 향상
 - 노동력과 경영 비용을 절감 가능함에 따라 종사자 삶의 질 향상과 영세 어가의 경쟁력 향상
 - 수산양식업의 고령화 및 인력부족에 따른 문제해결과 귀어·귀촌활성화

(13) 파급효과

□ 기술적 측면

- AI기반 스마트 양식 시스템 개발, ISO 등 국제 표준화 추진
- 수산분야 지능형 영상처리 신 기술 개발 촉진
- 양식표준화 DB 구축으로해양 기반시설의 디지털화

□ 경제, 산업적 측면

- 안정된 시스템 기반의 체계적 관리를 통한 어업인의 경영 안정화
- 표준 양식화 기술을 통한 대규모 육상 양식장을 위한 기술 양성
- 운영비용 절감을 통한 양식 생산물의가격 경쟁력 확보

□ 사회적 측면

- AI 기반 지속 가능한 어업관리 체계 구축으로 고용환경 개선
- 양식기술 이전으로 양식생산고급 인력 양성
- 양식데이터 연구와 축적된 데이터를 제공함으로 수산업 빅데이터화에 일조

□ 환경적 측면

- 지하관정과친환경 순환여과식 방식의 폐수 절감으로 환경오염 최소화(복합양식 가능 ex.해삼 등)
- 환경 자동 모니터링, 기기 자동 제어를 통한 탄소배출 감소

(14) 제안사 강점

□ 제안사 강점

- 해양수산 토탈 솔루션 제공 및 스마트양식 시설 성공적 구축 경험 보유
- 스마트양식 클러스터 조성사업
 - IoT기술을 기반으로 한 다항목수질측정시스템 및 자동사료급이 시스템, 자동 수질 관리 시스템, 통합 관제 모니터링 자동제어 솔루션 등 최적의 생육조건을 자동으로 제어하는 스마트양식 기술에 확대 주력하고 있으며 스마트양식 기술 도입을 촉진하고 연관 산업을 육성하는 “스마트양식클러스터 조성사업”을 추진



Fig. 153 스마트양식 클러스터 조성사업안

- 국내 최초 LTE활용 클라우드 기반 스마트양식 시스템 구축 스마트 아쿠아팜 MOU체결
 - IoT기반 자동 사료 공급 장치와 양식장 통합 환경 모니터링 시스템 및 스마트 질병 진단 키트 개발을 위하여 데이터수집용 통합 Gateway 장치 설계 및

개발, 데이터수집용 LoRaNode 개발 및 oneM2M GW 플랫폼 개발, 통합관리시스템 개발 및 oneM2M 서버 플랫폼 고도화, 통합관제시스템 설계 및 개발, 통합관리시스템 시각화 및 딥러닝기반 빅데이터 분석시스템 구축, 모바일 프로그램 개발 등 스마트 수산 양식 모듈화/설치 기술 개발과 사업화를 담당함



Fig. 154 스마트 아쿠아팜 구축 업무 협약식

- 최첨단 스마트 양식
 - 풍부하고 다양한 라이브러리로 직관적인 화면 구성
 - 최신 보안 기술 적용
 - 원격제어 시스템 도입
 - 고객의 요구에 의한 자동살포 급이기 도입구축
 - 거리별 및 사료량별 맞춤형 자동급이 시스템 구축

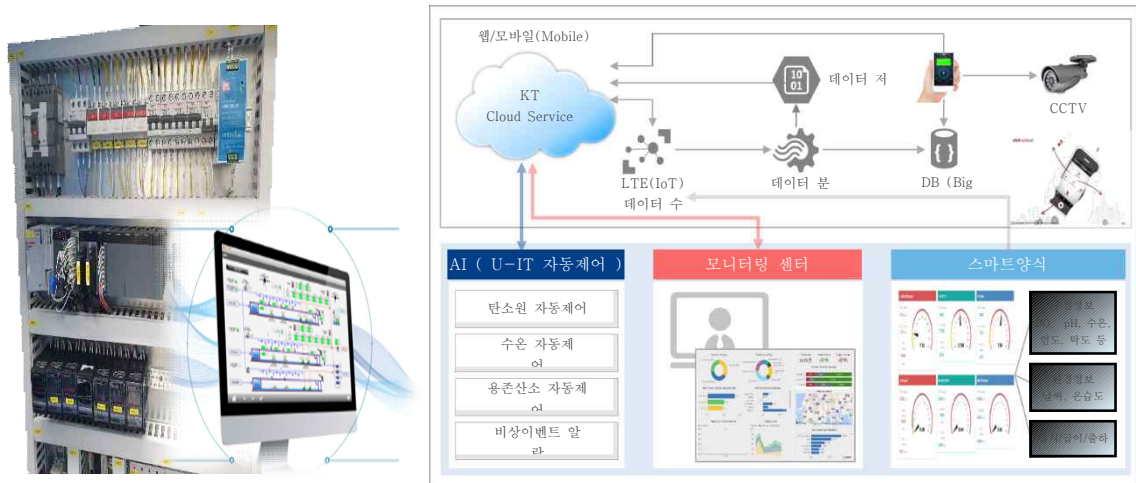


Fig. 155 스마트 양식 시스템 구성안

- 스마트 양식시설 성공 노하우로 최첨단 가두리 양식장 구축경험 보유
- 스마트양식 시설 구축 성공 노하우 보유
 - 양식장 수조 설계부터 성공적인 스마트 양식 시설 구축 및 양식 관련 특허 취득까지 성공적 스마트 양식 시설 경험 보유
 - 직접 양식장 수조 설계부터 스마트 양식 시설 구축을 성공적으로 수행한 경험을 기반으로한 강점을 보유함

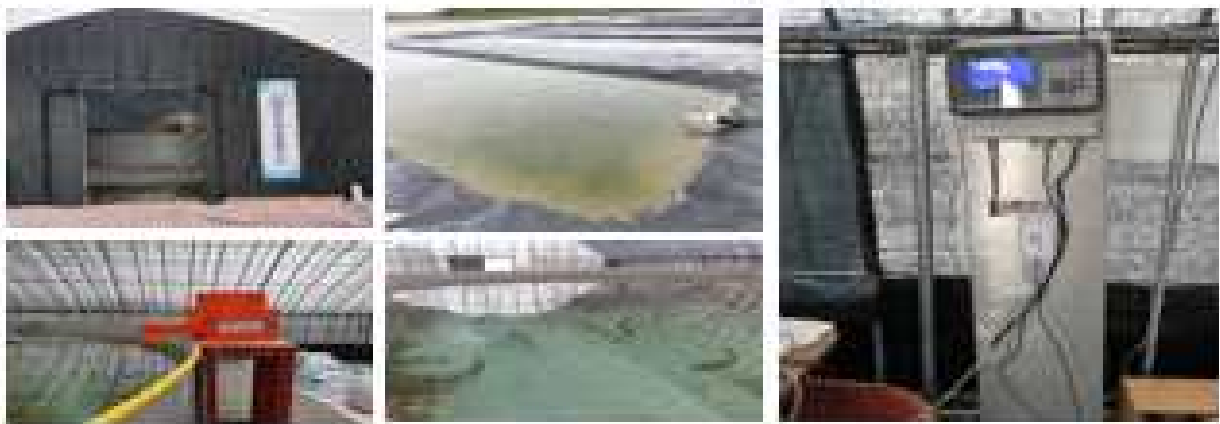


Fig. 156 스마트양식 시설 구축 예시

- PLC로 구현한 HMI 인터페이스 구현
 - 충남 수자원 연구소 스마트 양식 센터 구축, 스마트 양식장에 ICT + PLC 제어 모듈 적용



Fig. 157 HMI 인터페이스 구현 예시

□ 세부 수행 내용 요구사항

- 스마트 양식장 다수 구축 경험을 활용
- 풍부하고 다양한 라이브러리로 직관적인 화면 구성 최신 보안 기술 적용
- HMI 구현을 위한 PLC S/W 와 원격제어 시스템 구축
- 고객의 요구에 의한 자동살포 급이기 구축
- 거리별 및 사료량별 맞춤형 자동급이 시스템 구축
- 사업 관련 협약 및 특허



Fig. 158 특허 보유 목록

- 해수부초고속 해상망 e-Navigation 구축
 - 국내 최초 / 유일 사업자
 - 해상이용망 1,000 가입자 이상 보급
- AI 기반 스마트 종합정보 포탈시스템 구축
 - 5G, 빅데이터 기반 선박 해양 안전체계 구축
- 스마트 양식장 아쿠아 팜 구축
 - AI 사료 자동 급이기
 - KT Cloud 기반 ASP 사업

□ 지원 체계

- 사업관련 협력사 및 자문위원
 - ETRI :
 - 이문섭책임 연구원 (IT응용시스템공학 박사)
 - 전문분야 : 의료 영상, 3D영상 인공지능, 시각지능
 - 주요연구실적:
 - 3D 영상카메라개발, 의료 AI개발
 - 피부질환진단AI(ISIC 챌린지8위)
 - 국경위위원장 표창('12), 기술사업화 29건, 논문 40건, 특허 29건 등

참고문헌

- [1] G. Yu et al. “Sulfated polysaccharides from red seaweed *Gelidium amansii*: Structural characteristics, anti-oxidant and anti-glycation properties, and development of bioactive films” , *Food Hydrocolloids*, vol. 119. pp. 106820. April. 2021.
- [2] <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0304377011001781-gr2.jpg>
- [3] 수산해양교육연구, 제27권 제1호, 통권73호, 2015
- [4] 비가갸날. “우뭇가사리.” Daum.net. <https://blog.daum.net/moowooland/3349>. accessed Dec. 20. 2021.
- [5] SEAWEED SUPERMARKET “우뭇가리” .Smartstore.naver.com. accessed Dec. 20. 2021.
<https://smartstore.naver.com/seaweedsupermarket/profile?cp=1>
- [6] K. M. Kim et al. “[Genetic structure and distribution of *Gelidium elegans*(Gelidiales, Rhodophyta) in Korea based on mitochondrialcox1 sequence data” , *Aquatic Botany*, vol. 98. no. 1. pp. 27-33. April. 2012.
- [7] J. Choi et al. “*Gelidium elegans* Extract Ameliorates Type 2 Diabetes via Regulation of MAPK and PI3K/Akt Signaling” , *Nutrients*. vol. 10. no. 1. pp. 51. Jan. 06. 2018.
- [8] ID. “Altered *Gelidium elegans* Extract-stimulated Beige-like Phenotype Attenuates Adipogenesis in 3T3-L1 Cells” . *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 4. no. 7. pp. 450. Aug. 02. 2016.
- [9] IBID. p451
- [10] 국립수산물과학원 수산생명자원 정보센터, 위키백과,
- [11] 김준, “[김준의 바다인문학] 우뭇가사리” , 「양남일보」 , 2021.05.28
- [12] 조윤진, “인천시, 글로벌 해양자원 우뭇가사리 양식화 추진” , 「경기일보」 , 2021.04.12
<https://www.kyeonggi.com/news/articleView.html?idxno=2357751>
- [13] Malaysian Journal of Science 36 (2): pp. 85-102. 2017.
- [14] N. Mohyeddin et al. “The effects of synoptic and local meteorological condition on CO₂, CH₄, PM₁₀ and PM_{2.5} at Bachok Marine Research Station (BMRS) in Peninsular Malaysia” , *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol. 132. no. 3. Dec. 2020.
- [15] 국립수산물과학원 https://www.nifs.go.kr/page?id=culture_seaweed