

Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획 보고서(전북)

과제명 : 수출용 전북 종자개발 세부연구계획 수립을 위한 상세기획

(주)해양수산정책기술연구소

농림수산식품부 · 농촌진흥청 · 산림청

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

이 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획” 과제의 보고서로 제출합니다.

2013 년 4 월 15 일

주관연구기관명 : (주)해양수산정책기술연구소

주관연구책임자 : 이인태

연 구 원 : 전지웅, 김민아, 권민주, 강민선,
심재순, 조성근, 박철지, 노재구,
김성연, 위진희, 김병운

협동연구기관명 : 한국생명공학연구원

협동연구책임자 : 조혜선

연 구 원 : 안준철, 박홍석, 이상숙, 유영님

품목별 사전상세기획보고서

Golden Seed 프로젝트
품목별 상세기획 보고서

(주)해양수산정책기술연구소
이 인 태

전북 품목 상세기획보고서

과제명	국문	수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획		
	영문	Research planning for superior abalone seeds development for their export		
주관 연구책임자	성명(한문)	이 인 태 (李 仁 泰)	전화번호	062-530-0127
	과학기술인번호	1005 6790	팩스번호	062-530-0129
	E-mail	itlee63@hanmail.net	휴대폰	010-8622-0435
주관기관	기관명	(주)해양수산정책기술연구소	기관구분	산(○), 학(), 연()
	담당 부서명	-	담당자	이 인 태
	주소	광주광역시 북구 용봉로 77 전남대학교 산학협력공학관 807호		
총협약기간	2012. 10. 09. ~ 2013. 03. 08. (5 개월)			
상세기획 연구비	81,000 (천원)			

Golden Seed 프로젝트 사업단의 품목별 상세기획보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 : Golden Seed 프로젝트 사업단 상세기획보고서 20 부.

2013 년 4 월 15 일

주관연구책임자 : 이 인 태 (서명 또는 인)

주관연구기관장 : 이 인 태



**농림수산식품부장관·농진청장·산림청장
농림수산식품기술기획평가원장 귀하**

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획

요 약 문

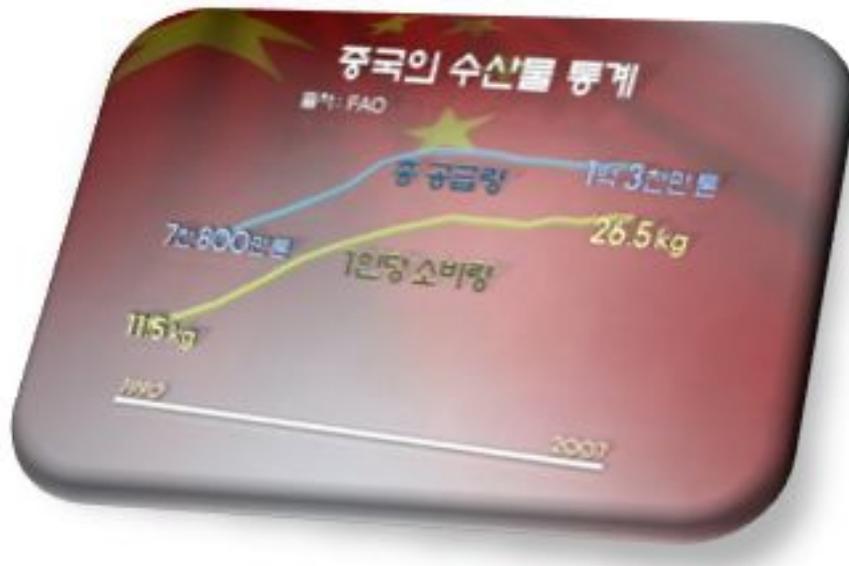
요 약 문

제1장 개요

1. 상세기획 필요성

1) 전복 종자개발의 필요성

- 2000년대 초반 200~300톤 정도 생산에 불과하였지만, 이후 급격하게 성장하였음
- 2011년도 생산량은 약 9,000톤으로 집계되었고, 시장규모는 약 5,000억으로 성장
- 한편 2008년 이후 중국의 소비량도 급증하여 전체적인 시장규모는 지속적으로 성장할 것으로 예상
- 특히 중국의 수산물 소비량은 20년 전과 비교하면 약 2.5배 증가하였고, 이 양은 우리나라 전체 수산물 생산량보다 많은 것임
- 특히 중국은 전복, 해삼, 가리비와 같은 고가의 수산물 소비가 두드러지며, 이에 따라 중국시장을 목표로 한 전복 종자개발 필요함



<그림 1> 중국의 수산물 소비 증가율

2) 종자시장 동향

- 전 세계적으로 기후변화, 식량확보, 시장개방 등과 같은 이슈와 맞물리면서 종자시장 선점을 위해 선진 각국은 대규모 연구개발비 투입
- 특히 세계적인 종자생산회사인 몬산토는 연간 1조 4천억 정도의 연구비를 투입하여 종자시장을 선점하기 위해 노력하고 있음

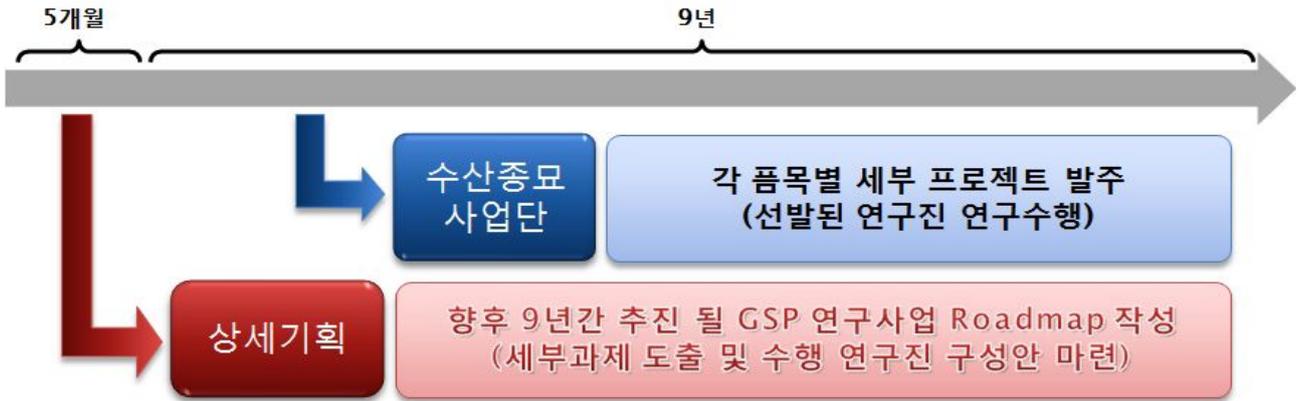
- 이와 대조적으로 우리나라는 종자산업 전체에 연간 500억원 정도 만의 연구개발비를 투자하고 있음
- 그 중 전복은 연간 3억원 정도의 연구개발비가 투입되고 있는데, 이는 전복의 시장 규모에 비교하면 매우 적은 규모임
- 한편 전복을 국가 경쟁력으로 끌어올리기 위하여 신종자 개발을 추진되고 있는 국가는 우리나라를 제외하고 없음
- 우리나라에서 전복종묘생산은 어업인들에 의해 이미 보편적으로 생산되고 있는데, 체계적인 연구지원체계가 이루어지지 않아 생산 현장에서는 종자열성화 및 폐사율 증가 문제가 끊임없이 발생하고 있음
- 따라서 체계적인 연구지원체계가 구축되면 전복성패 및 종묘산업이 더욱 발전될 것으로 예상됨



2. 상세기획 내용

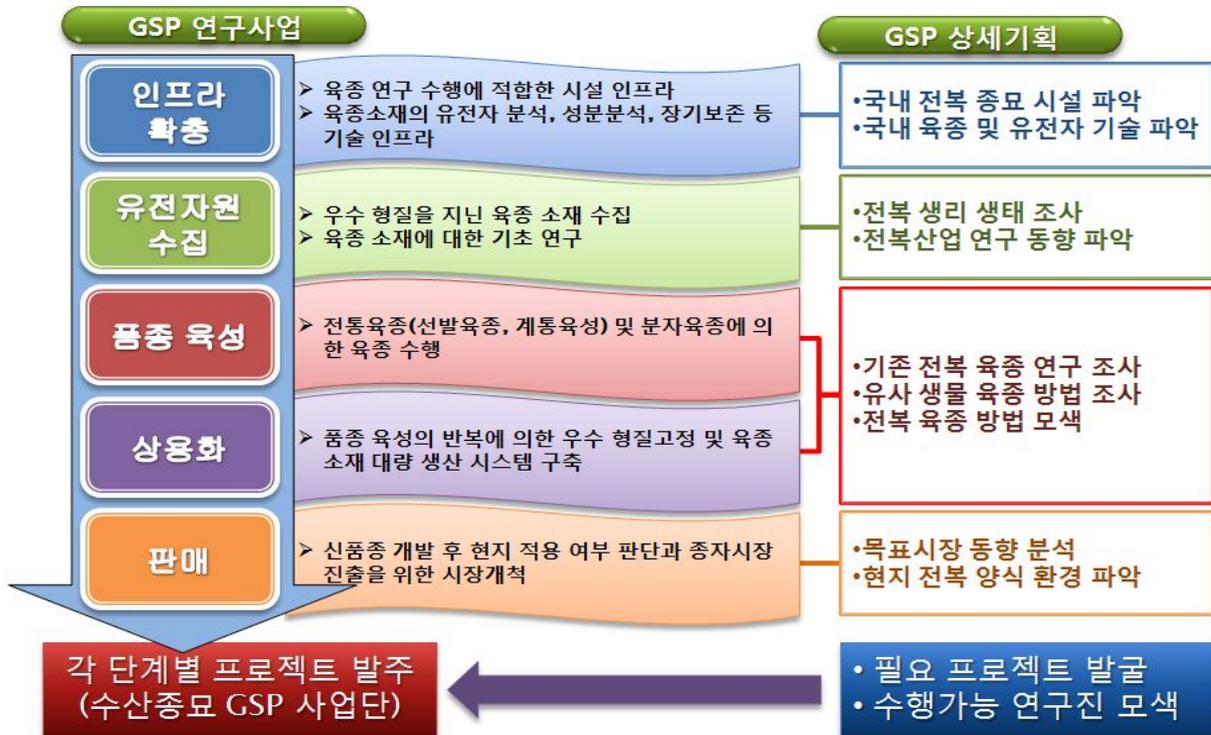
1) 전복 GSP 추진방향

- GSP 는 글로벌 시장개척과 품종 보호종자의 사업분야로 구분되며, 이중 전복은 “글로벌 시장개척 종자”로 포함됨
- 체계적인 개발과 발전을 위하여 GSP 사업단에서는 5개월 동안 상세기획을 추진하고, 이때 향후 9년 동안 구체적인 연구 추진 일정을 수립

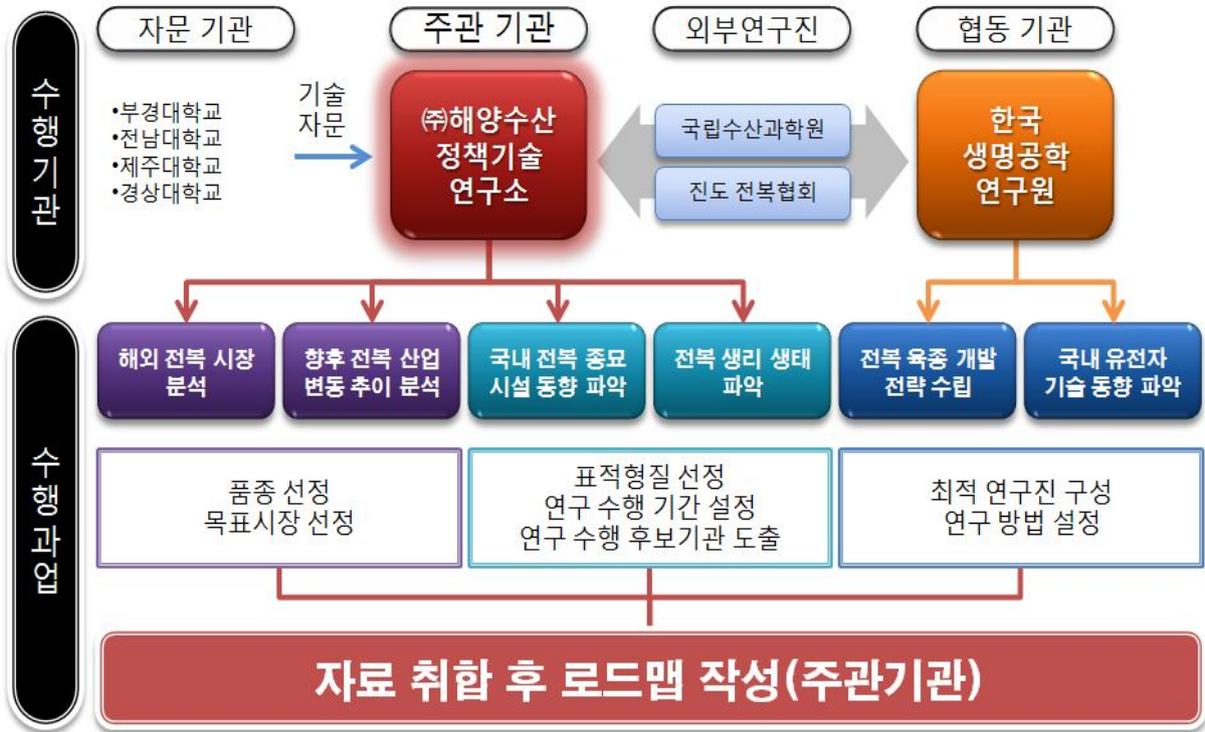


2) 상세기획 주요 내용

- 국내 전복 종묘시설 파악
- 국내 육종 및 유전자 기술파악
- 전복 산업의 연구 동향 파악
- 해외 시장분석 및 연구 동향
- 프로젝트 발굴 및 마이크로 로드맵 수립



3) 추진 체계



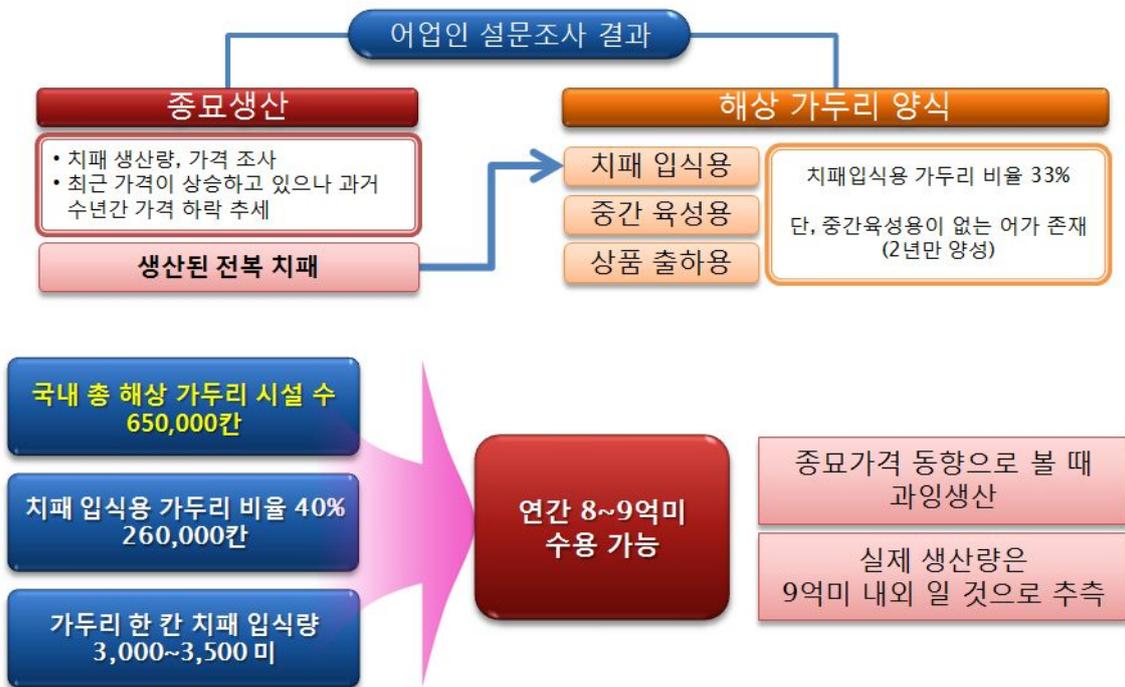
제2장 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내외 시장현황 및 전망 분석

1) 국내

□ 종자 생산

- KMI, 각 지자체, 연구기관 등에서 발표되고 있으나, 수산통계는 어민설문을 토대로 작성되므로 그 자체에 한계성
- 그러나 전복가두리 양식장의 숫자는 항공사진으로 촬영하여 파악하므로 가장 정확함.
- 따라서 이를 바탕으로 판단하는 것이 가장 합리적이며, 그 결과를 종합하면 국내의 전복 종묘의 생산량은 연간 9억미 내외 일 것으로 추정



2) 중국

□ 종자 생산

- 중국은 참전복을 가장 선호하며, 참전복은 산둥과 요녕에서 주로 생산됨.
- 산둥과 요녕의 양식장에는 이 지역에서 생산된 종묘로 공급하였으나, 참전복 수요가 증가함에 따라 양식장을 남쪽으로 대거 이동됨에 따라 종묘 생산장도 남쪽으로 이동
- 남쪽은 주로 오분자기가 생산되는 곳이었지만 참전복의 수요가 증가함에 따라 난류계의 전복과 참전복을 교잡하여 생산

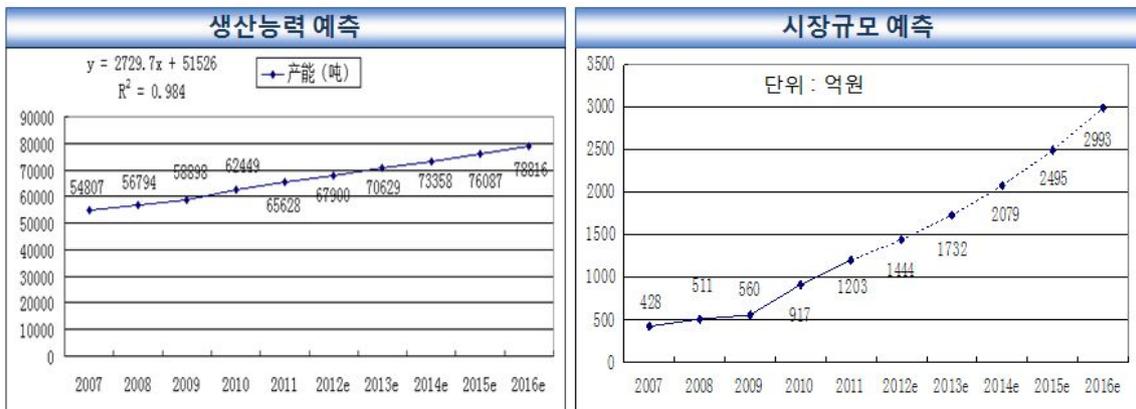
- 2012년 현재 연간 약 43억 개체가 생산되는 것으로 추정되며, 1개체 당 180원 정도 거래되므로 중국 전복의 종자시장은 약 7,740억 규모임



<그림 2> 중국의 전복 종자생산 및 양성시스템

□ 시장 동향

- 전복의 소비지는 과거 연안 지역에서 대부분 소비되었으나, 최근에는 내륙으로 확장되고 있음
- 중국은 “중국 중장기 철도망 조정계획(2008)”에 의해 2020년까지 철도 40,000km 신설되어 내륙 지역에서도 수산물 소비 증가가 예상됨
- 이에 따라 중국에서 전복생산량과 시장규모도 향후에 크게 증가할 것으로 전망됨
- 2016년 전복의 생산 능력은 78,000톤, 시장 규모는 53조원 정도로 예측하고 있음
- 2013년 현재와 비교하면 이와 같은 수치는 생산량 측면에서는 10% 수준, 시장규모는 80% 수준 성장한 것으로 분석됨
- 결과적으로 상기 자료는 통계적으로 과장적인 측면이 있지만, 적어도 중국시장이 거대하다는 것은 인식할 수 있음



<그림 3> 2016년 중국 전복의 생산량 및 시장규모 예측(중국 천훈 컨설팅, 2012)

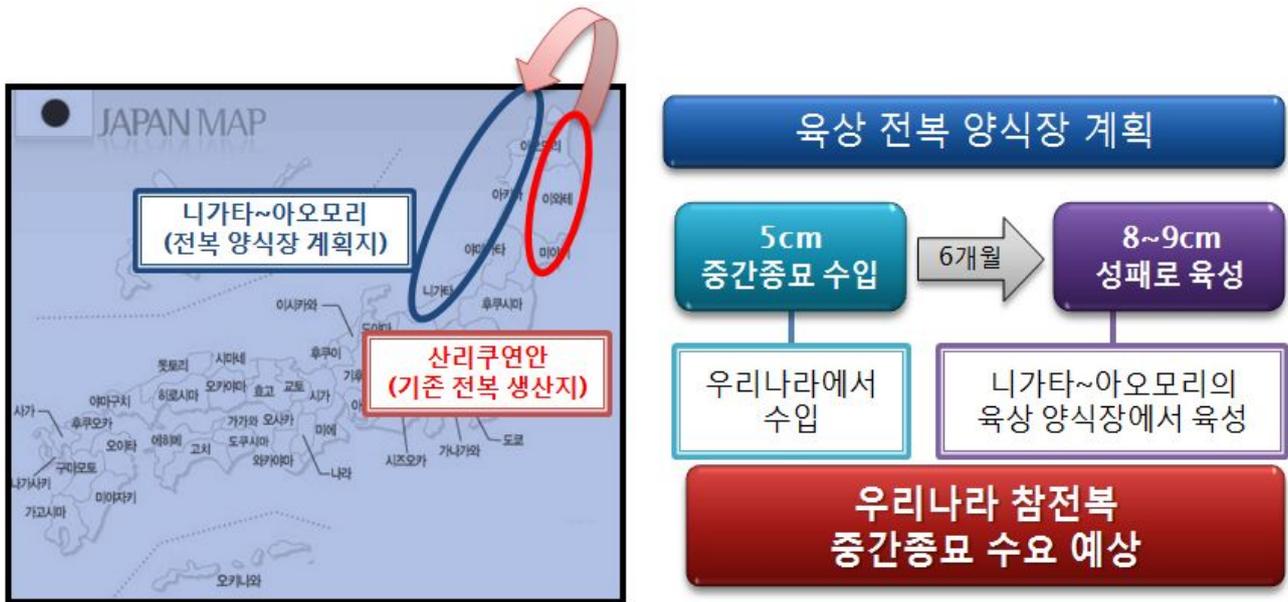


<그림 4> 중국의 철도망계획에 따른 수산물 소비지 확대 예측

3) 일본

□ 시장 동향

- 일본의 치바, 이와테, 아오모리에서 생산되는 전복은 3대 명품으로 알려져 있으며, 대부분 자연에서 채취
- 우리나라와 중국과 같이 가두리양식은 하지 않으며, 시장 규모는 상대적으로 작음
- 생산은 주로 자연에 방류하고 그것을 채취하는 형태였지만, 2011년 3월 동일본 대지진에 의해 일본의 동쪽 전복서식지는 초토화되었음
- 또한 이때 전복 종묘생산장도 대부분 붕괴되어 이것이 복원되기 위해서는 상당한 시간이 필요할 것으로 전망됨
- 단, 붕괴된 기존 전복 생산지와 별도로 육상 전복 양식장 계획을 가지고 있으며, 이에 따라 우리나라의 중간종묘 수요가 예상됨



<그림 5> 일본의 육상 전복 양식장 계획

2. 국내외 기술동향 분석

1) 국내

□ 육종 연구

- 2004년부터 수산시험 연구 사업에서 “전복 육종 프로그램” 수행
 - 전복 속성장, 환경내성 품종 개발, 전복 유전자능력 평가기술, 교배지침서 등
- 2012년부터는 “10대 전략 품목 종자산업 육성방안” 추진되고 있음
- 학술적으로는 참전복과 시볼트, 까막전복과 교잡하여 산업 가능성 타진하였고, 참전복과 국내에 서식하는 다른 전복 품종과의 유연관계를 조사한 자료가 있음
 - 그 결과, 참전복은 까막전복과 가장 유연관계가 가까운 것으로 조사되었음
- 또한 참전복의 분자 마커 등은 이미 개발된 상태에 있음

공통점		• 우량종자 개발
차이점 (vs 10대 전략)	10대 전략품목	• 종자 개발 → 국내 양식 → 성패 및 가공품 수출
	G.S.P	• 종자 개발 → 종자 수출
차이점 (vs 수산 시험)	수산 시험 연구사업	• 참전복 한정 종자 개발(선발 육종)
	G.S.P	• 수출 맞춤형 종자 개발(육종 방법 변경)

2) 중국

- 종자와 관련된 연구는 종합적으로 수행하고 있는데, 중국에서의 연구 우선순위는 가리비, 해삼, 굴, 전복 순임
- 중국 정부의 국가적 차원의 연구는 가리비와 해삼에 치중되어 있고, 전복종묘는 우선 순위에서 뒤 부분에 위치하고 있음
- 따라서 전복교잡종에 대한 연구도 장자도, 호당가 및 해보 등과 같은 민영 수산 대기업에서 추진하고 있지만, 장자도의 경우도 충분한 연구 인력을 확보하지 못하고 있고 분자생물학적인 지원연구가 수반되지 못하고 있음

3) 일본

- 일본은 1900년대부터 전복에 대한 기초연구를 시작하여 연구 잠재력은 풍부한 것으로 판단됨
- 그러나 우리나라와 같이 산업적으로 대규모양식을 하지 않고, 자원관리형 양식을 추구하므로 전복종묘를 대량으로 생산하지 않고 있음
- 현재는 2011년 발생한 쓰나미로 전복과 관련된 연구나 정책적 배려는 받을 수 없는 상황에 있음



3. 국내외 정책동향 분석

1) 국내

- GSP는 “종자산업법”에 근거하지만 이 법은 식물종자에 초점이 맞추어져 있으며, 수산 종자에는 적합하지 않음

- 수산생물 종자산업법이 만들어지기 이전까지는 수산업법 또는 수산자원관리법에 근거를 두고 관리하는 것이 바람직함
- 본 연구개발 사업의 결과, 종자를 수출하는 경우 제한 여부를 살펴보면 아직까지 전복에 대해서는 제한이 없음
- 전복을 수출입하는 경우, 전염병 검사 항목 및 기준이 2개 정도 있는데 이 부분에 대해서도 철저한 준비가 되어야 함

2) 중국

- 중국의 전복 관련 시행정책은 다음과 같음

시행연도	시행부서	명칭
1986	전국 인민 대회 상무위원	《중화인민공화국어업법》
1987	정부 농업, 축산 및 어업	《중화 인민 공화국 수산 법률 시행 규칙》
1993	농업부	《나아가 수산업 발전에 대한 견해》
1998	농업부	《수산에 대한 관리 처벌 및 규제》
1999	전국 인민 대회 상무위원	《해양 환경 보호법》
1999	농업부	《해산물 처리 품질 관리 표준》
2002	전국 인민 대회 상무위원	《중화 인민 공화국의 바다의 사용 관리 법률》
2002	국가해양국	《해역 사용 측량 관리 방법》
2002	농업부	《어업 포획 허가 관리 규정》
2003	농업부	《양식업 안전과 품질 규제》
2005	농업부	《수산 종자 관리 방법》
2007	농업부	《중간-장기 어업 과학 및 기술 개발 계획 (2006-2020 年)》
2007	농업부	《농업 과학 및 기술 개발 계획 (2006-2020 年)》
2008	농업부	《2008年수산 건전 양식 추진 행동 실시 방안》 통지 발행에 관해
2008	농업부	《전국수산원(良) 종자 건설 공사 발전계획 (2008-2012 年)》
2011	농업부	《수산 125 계획》

3) 일본

- 수산진흥마스터플랜 진행
 - 2011년 6월 일본 수산청 발표
 - 쓰나미 피해 지역인 이와테현, 미야기현, 그리고 후쿠시마현의 복구 지원
 - 이들 지역 주요 생산물인 전복, 성게 넙치의 종묘를 방류하여 5년 후 피해 전 생산량 회복하도록 추진
- 2000년대 방류사업에 의한 어획량 감소로 인한 정책 방향 이동(방류사업→자연발생)

4. 전략 방향

□ 국내 육종의 강점 활용

- 우리나라 양식품종 육종 연구의 강점은 오랜 양식 경험
- 전북의 경우 일본이나 중국에 비하여 육종 연구의 기반기술이 확립되어 있고, 이러한 기술을 타 품종에 적용할 경우 기술 우위 및 시장 선점이 가능
- 육종연구센터에서 2004년부터 선발 육종을 통한 고급 양식수산물 생산을 위하여 넙치, 전복, 돌돔 등을 대상으로 속성장 및 내환경성 육종 품종 개발 중

□ 국내 육종 및 전북 연구의 약점 보완

- 국내 육종 연구의 약점은 개발된 우수형질 육종품종의 산업화 경험 미약
- 전북의 연구에 대한 약점은 연구 시설 및 연구 인력 등 인프라 부족
- GSP 연구는 우수 품종의 개발뿐 아니라 산업화에 초점을 맞추어 국내 육종 연구의 약점을 보완하는 과업 수행 필요
- 또한 인력양성 및 육종 외 타 분야(분자생물학, 병리학, 발생학 등)의 적극적인 참여 유도 필요

□ 국제적 기회 활용

- 동아시아권 전북의 소비 증가에 따른 시장 규모의 확대는 전북 육종연구의 기회요인
- 특히 중국의 경우 소비지 확대에 따라 소비량은 급격히 늘어날 것으로 전망되고 있으며, 그에 따른 가격 폭등과 생산량 증대 정책 예상 (우수 종자의 수입에 대한 긍정적 반응)
- 주요이슈에서 살펴본 바와 같이 해외 전북 산업은 많은 문제점을 가지고 있으며, 그에 따라 육종의 필요성도 인식 하고 있음

□ 경쟁 위기 극복

- 중국의 경우 육종에 막대한 연구 역량을 투입하고 있으며, 대중국 수출을 위한 중국 내 수시장과의 경쟁이 불가피
 - 전북은 현재 가리비, 해삼에 비해 우선순위가 낮은 상태이나, 전북 소비 증가와 함께 향후 전북에도 투자 예상
- 중국에서 투자 중인 육종 연구는 대부분 선발육종이기 때문에 분자육종을 통한 신종자 개발로 빠른 종자시장 선점 필요

제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제1절 목표 설정

1. 최종 목표

○ 연구개발의 과학·기술적 목표, 산업·경제적 목표는 다음과 같이 설정함

과학·기술적 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 수출 시장 맞춤형 전복 종자 개발 • 품종등록 및 종자개발 3건 • 국내외 논문 66건 제시 • 특히 27건 출원(등록 14건 목표)
산업·경제적 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 수출액 3,000만 달러 달성 • 중국 치패 생산량 40억미, 가격 180원/미로 볼 때 수출액 3,000만 달러 달성은 현재 중국 중요시장 기준 5%

2. 단계별 목표

○ 연구 개발 단계를 1단계(2013~2016년), 2단계(2017~2021년)으로 나눌 때 단계별 목표는 다음과 같이 설정함

단계별 목표	
1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
종자개발 기반기술 연구 (termination기술, 교잡육종 기술, 유전자원 관리 기술)	개발 종자의 대량생산, 현장실증 및 산업화 방안 연구
국내외 논문 37건 특히 12건 출원	국내외 논문 29건 특히 15건 출원 품종 등록 3건 종자 개발 3건 종자 수출액 3,000만 달러

제2절 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

1) 목표시장 선정



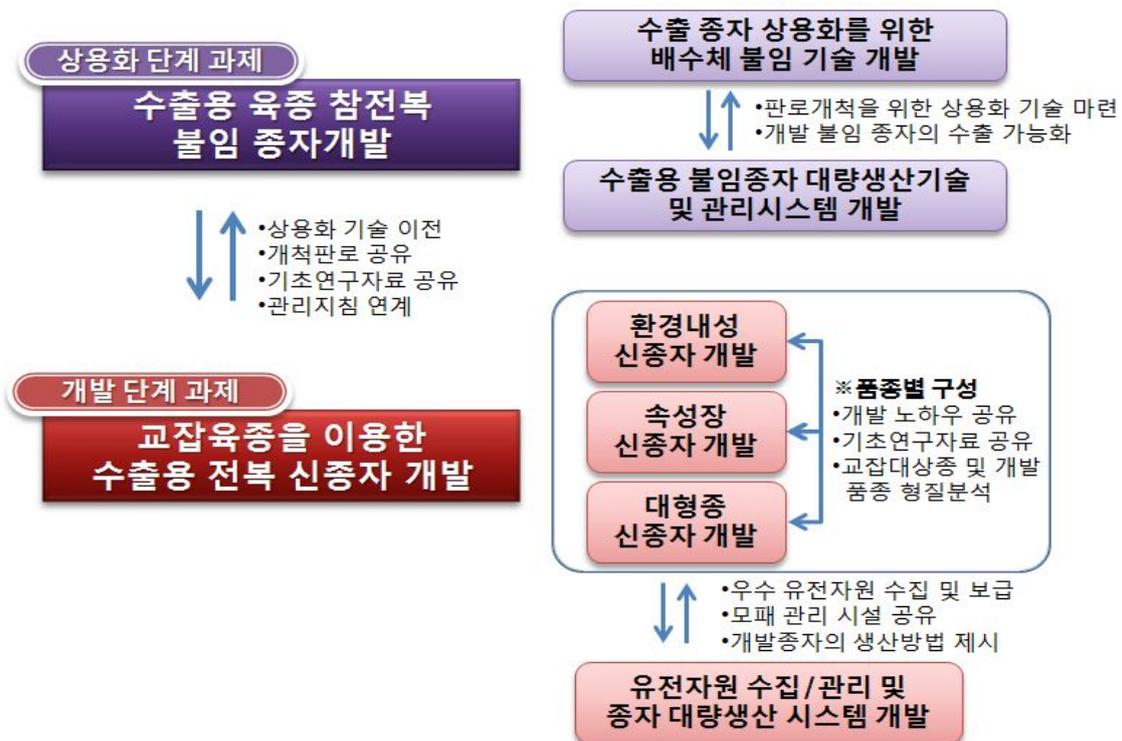
2) 표적 품종 및 형질 설정



2. 프로젝트 구성 및 세부프로젝트 구성

프로젝트명	세부 프로젝트명	비고
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	상용화 기술
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	종자 생산
교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	종자 개발
	속성장 신종자 개발	종자 개발
	대형종 신종자 개발	종자 개발
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	기반구축 및 종자 생산

3. 프로젝트 간 연관관계



제4장 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계

프로젝트별 후보 연구진

수출용 육종 참전복 불임 종자개발

수출 종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발

학 연

수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발

산 관 연

교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발

환경내성 신종자 개발

산 학 연

속성장 신종자 개발

산 학 연

대형종 신종자 개발

산 학 연

유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발

산 학 관

산 (주)해양수산정책기술연구소, G&C Bio, 마크로젠, Genetree Co., 전복 종묘 생산자 등

학 경상대학교, 부경대학교, 서남대학교, 전남대학교, 제주대학교 등 각 관련분야 대학

관 진도군, 완도군 등 지방자치단체

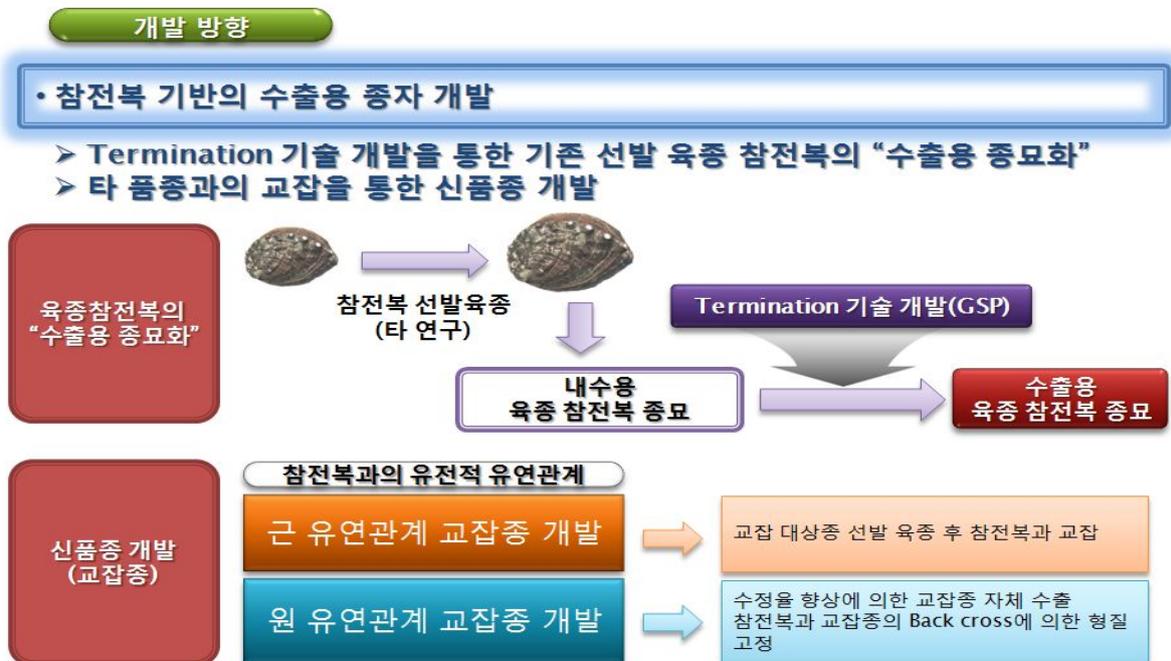
연 국립수산과학원 육종연구센터, 국립수산과학원 생명공학과, 한국생명공학연구원 등

2. 연구 추진전략

1) 중점 추진 영역



2) 개발 방향



3. 성과지표 설정 방안

□ 최종 성과

- 단계별 목표에서 언급한 바와 같이 1단계에는 주로 기술개발, 시스템구축에 대한 논문, 특허 등을 성과지표로 설정하고 2단계에는 개발 종자의 품종 등록, 종자 수출 등을 지표로 설정
- 국내외 논문 66건, 특허 27건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 3,000만 달러
 - 1단계 국내외 논문 35건, 특허 12건 출원
 - 2단계 국내외 논문 31건, 특허 15건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 3,000만 달러

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		3	3		
	품종등록 건수	국내		3	3	
		국외				
	종자수출액		3,000만 달러	3,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		3	3	
		등재학술지	18	12	30	
	국외논문	SCI	17	16	33	
		비SCI				
	국내특허	출원	10	11	21	
		등록	4	6	10	
	국제특허	출원	2	4	6	
		등록	1	3	4	
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	27	43	70		
	기반구축 실적					
	D/B 구축	2	2	4		
	분자마커	9	16	25		
	유용유전자	5	7	12		

4. 연구개발 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

중점연구영역			1단계				2단계				
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	합계 (36)	2.5	6.5	6	6	3	3	3	3	3
		정부 (26)	2.5	4.6	4.2	4.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
		민간 (10)	0	1.9	1.8	1.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	합계 (14)	0	0	0	0	2	3	3	3	3
		정부 (9.8)	0	0	0	0	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1
		민간 (4.2)	0	0	0	0	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9
교잡 육종을 이용한 수출용 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	합계 (49)	1.5	6	6	5.5	6	6	6	6	6
		정부 (41.2)	1.2	5	5	4.5	5.1	5.1	5.2	5.2	4.9
		민간 (7.8)	0.3	1	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.1
	속성장 신종자 개발	합계 (36.7)	1.4	5.2	4.4	4	4.4	4.5	4.1	4.1	4.6
		정부 (29.4)	1.1	4.2	3.4	3.5	3.4	3.6	3.3	3.3	3.6
		민간 (7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1
	대형종 신종자 개발	합계 (36.4)	1.4	5.2	4.4	4.1	4.5	4	4.1	4.1	4.6
		정부 (29.1)	1.1	4.2	3.4	3.6	3.5	3.1	3.3	3.3	3.6
		민간 (7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	합계 (48.39)	1.47	6	6.02	5.5	6	5.4	6	6	6
		정부 (40.69)	1.27	5	4.92	4.4	5	4.5	5.3	5.3	5
		민간 (7.7)	0.2	1	1.1	1.1	1	0.9	0.7	0.7	1
소요 예산	합계 (220.49)	8.27	28.9	26.82	25.1	25.9	25.9	26.2	26.2	27.2	
	정부 (176.19)	7.17	23.0	20.92	20.2	20.5	20.5	21.3	21.3	21.3	
	민간 (44.3)	1.1	5.9	5.9	4.9	5.4	5.4	4.9	4.9	5.9	

5. 품목 총괄 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		품종개발 기반기술 연구 (termination기술, 교잡육종 기술, 유전자원 관리 기술)				수출용 품종 개발 및 산업화 방안 연구					수출용 전복종자 개발 및 판매 (목표 수출액 3,000만 달러)
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술개발				불임화에 따른 유전형질 특성 분석					기 개발된 내수용 육종 종묘의 "수출형 종묘화" 및 수출 (목표 수출액 1,000만 달러)
		수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발									
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발					불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축					
교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발					환경내성 신종자 개발	교잡 육종을 통한 환경내성 신종자 개발					
	분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가										
	속성장 신종자 개발	교잡 육종을 통한 속성장 신종자 개발									
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가									
	대형종 신종자 개발	교잡 육종을 통한 대형종 신종자 개발									
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가					대형 교잡종의 선발육종을 통한 우량형질의 개발				
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	국내외 우수 유전자원 수집/관리									
		교잡종의 종특이성 선발마커 개발									
		수집종의 발생학적 기초연구(생식율, 수정율 등)									
							유전자원의 장기보존 기술 개발				
							in vitro / in situ 생태 모의 실험				
							개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축				

제5장 프로젝트 세부 기획

제1절 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

1. 연구 개발 목표

- 선발육종기술을 이용한 수출용 참전복 종자개발 및 육종 참전복 종자의 수출을 통한 양식어가의 소득증대 도모
- 2021년 종자 수출액 1,000만 달러 달성 및 국내외 논문 20건, 특허 10건 출원

1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
종자 불임화 기술 개발을 통한 국내 육종 참전복의 "수출용 종묘화"	개발 품종 대량생산 및 생산 육종 전복의 수출
국내외 논문 15건 특허 출원 5건(등록2건)	국내외 논문 5건 특허 출원 5건(등록2건) 종자 수출액 1,000만 달러

2. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1) 추진체계

세부프로젝트	주요 수행 내용	수행 주체
수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전복 3배체 및 4배체 유도기술 개발 - 고효율 배수체 대량생산 기술 개발 - 고효율 배수체 판독 기법 개발 ○ 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 불임화에 따른 선발육종 효과 분석 - 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 - 불임화에 따른 성성숙 특성 분석 - 배수체의 후대생산 가능성 분석 	학·연
수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 불임종자 생산에 필요한 어미 관리시스템 구축 - 수출용 불임종자 수정란 대량생산 기술개발 - 현장 종묘생산자와의 협력체제 구축 - 수출용 불임종자 치패관리 시스템 개발 ○ 불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 활성화 및 생산을 위한 국내 생산기반 구축 - 수출을 위한 전복치패 수송 기반기술 개발 - 시장 개척 및 수출전략 수립 	산·관·연

2) 추진 전략

○ 개발 종자의 상용화 기술 마련

- 염색체 공학을 이용하여 전복에 대한 3배체, 4배체 유도기술을 적용하고 불임 종자를 생산함
- 고효율 배수체의 대량생산 기술 및 판독기법 개발에 따른 3배체, 4배체 전복의 생산 및 불임화 효능 검증 수행
- 유전 형질 특성분석을 통한 선발육종의 효과, 성성속도, 후대생산 가능성 분석

○ 개발 기술 적용에 따른 불임종자 대량생산 및 판매

- 불임종자 생산에 필요한 어미관리 시스템 구축을 통한 생산관리의 효율화 추진
- 전복의 주 생산 지방자치단체 및 어업인과의 협력을 통한 개발된 불임종자의 대량생산 방안 마련(기술 및 수정란 보급)
- 전복 치패의 수송 기술 개발에 따른 수출 기반 구축
- 마케팅 관련 전문가를 연구진에 포함 시켜 꾸준한 시장 모니터링

3. Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		종자 불임화 기술 개발을 통한 국내 육종 참전복의 "수출용 증묘화"				개발 종자 생산 시스템 구축 및 생산 육종 전복의 수출					수출용 참전복 수출액 1000만 달러	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술개발										Termination 기술개발을 통한 불임 종자 생산 및 판매
		불임화에 따른 유전형질 특성 분석										
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발					수출용 불임종자 대량생산 및 관리시스템 개발						
						불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축						

제2절 교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발

1. 연구 목표

- 우수 유전자원 간의 교배를 통한 신종자 개발 및 교잡종 종자의 수출을 통한 양식어가의 소득증대 도모
- 2021년 신종자 수출액 2,000만 달러 달성, 국내외 논문 46건, 특허 17건 출원, 종자개발 3건, 교잡 신품종 3건 등록

1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
우수 유전자원 수집 및 육종 소재 발굴	교잡육종을 통한 신종자 개발 및 대량생산
국내외 논문 20건 특허 출원 7건	국내외 논문 26건 특허 출원 10건 신품종 등록 3건 종자 수출액 2,000만 달러

2. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1) 추진체계

세부프로젝트	주요 수행 내용	수행 주체
환경내성 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경내성 신종자개발 육종 <ul style="list-style-type: none"> - 종간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 수정률, 성장률, 생식률 등 조사 - 교잡종의 환경내성 (내서성, 내한성 등) 평가 및 선발 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 환경내성 참전복 기반 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자육종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡모패 및 교잡종에서의 Heat shock proteins 등 스트레스 관련 유전자의 발현양상비교 - 교잡 모패 및 교잡종의 환경내성 형질관련 유전체 정보 (RNA seq 등) 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 	산·학·연
속성장 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 속성장 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 종간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 속성장 평가 및 선발 - 교잡종의 형질평가 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 속성장 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자육종 기반 구축 	산·학·연

	<ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 속성장 관련 QTL marker 개발 및 평가시스템 개발 - 교잡종의 유전체정보 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 	
대형종 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대형종 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 최종성패의 사이즈 평가 및 선발 - 교잡종의 이화학적, 영양성분학적 평가 - 교잡 선발종과 참전복과의 역교배를 통한 대형 참전복 개발/관리 ○ 대형 교잡종의 선발육종을 통한 속성장, 환경내성종 개발 ○ 분자유종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 우량형질 고정화 연구 및 육종시스템 개발 	산·학·연
유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 유전자원의 수집 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 수집 모패자원의 특성분석 - 이화학적 성분분석 - 양성조건 평가 및 개발 ○ 교잡종의 종특이적 선발마커개발 (AFLP, RAPD, Satellite DNA 등) 및 유연관계분석 등 ○ 수집종의 발생학적(생식률, 수정률 등) 기초연구 ○ 유전자원 (수정란, 정자, 난자 등)의 장기보존 기술 개발 ○ 전복의 생리 생화학적 기반 연구 ○ <i>in vitro/in situ</i> 생태 모의 실험 ○ 개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축 	산·학·관

2) 추진전략

- 세부프로젝트의 구분 및 연계연구 추진
 - 세부프로젝트를 목표 형질에 따라 환경내성, 속성장, 대형종의 신종자 개발로 구분하고 세 세부프로젝트에서 공통적으로 수행될 내용과 개발 종자의 산업화 분야를 별도의 세부프로젝트로 편성
- 신종자 개발 과제는 세가지 구체적 목표형질 특성을 갖는 신종자 개발을 목표로 설정
 - 개발 과제의 수행과업은 크게 “분자 육종 기반 구축”, “육종을 통한 종자 개발”, “개발 종자의 형질 평가”로 구분
 - 개발 과제의 교잡 대상종은 국내 서식종을 우선적 활용
- 공통 내용에 대한 별도의 세부프로젝트는 개발과제의 기반구축 및 개발 종자의 산업화 내용 수행

3. Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표		
		우수 유전자원 수집 및 육종 소재 발굴				교잡 육종을 통한 신품종 개발 및 생산					교잡종 신품종 개발 및 수출 2,000만 달러		
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표		
교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	교잡 육종을 통한 환경내성 신종자 개발									환경내성 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가											
	속성장 신종자 개발	교잡 육종을 통한 속성장 신종자 개발									속성장 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가											
	대형종 신종자 개발	교잡 육종을 통한 대형종 신종자 개발									대형종 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가					대형 교잡종의 선발육종을 통한 우량형질의 개발						
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	국내외 우수 유전자원 수집/관리											
		교잡종의 종특이성 선발마커 개발											신품종 개발 세부 프로젝트 문제점 해결을 위한 필요기술 개발 지원 및 산업화 기반 구축
		수집종의 발생학적 기초연구(생식율, 수정율 등)											
							유전자원의 장기보존 기술 개발						
							<i>in vitro / in situ</i> 생태 모의 실험						
					개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축								

제6장 기대 효과

1. 정책적 기대효과

- GSP 전복 사업을 통해 국제적으로 전복 종자산업 시장을 선점
- 전복 종자산업을 선점함에 따라 수산분야의 국가경쟁력 강화
- 급성장하고 있는 국내 전복산업에 다양한 시장개척 방향 제시

2. 기술적 기대효과

- 전복 유전자원 확보 및 유전자 특성 확보
- 유전자원 확보 및 관리기술 개발
- 전복 육종 기술 확립
- 글로벌 종자 강국 실현

3. 산업·경제적 기대효과

- 종자수출 3,000만불 달성
- 신품종 개발에 의한 신규시장 개척
- 국내 전복산업의 문제점 해결과 어촌활성화
- 명품수산물 이미지 형성으로 어가 소득 증대

제7장 결 언

1. 사업목표 달성을 위한 정책 제언

- 목표 시장인 중국 시장동향 모니터링 필수
- 교잡에 의한 신종자 개발 과제의 국가 수준 협조 필요
- “종자산업육성법”은 식물에 초점이 맞추어져 있으므로, 시급히 “수산종묘육성법”이 법제화되어 본 사업이 효율적으로 추진되도록 하여야 함
- 신종자가 개발되어 수출하기 전까지 신종자 연구 개발 인력과 생산 어업인과 유기적인 협력체제 구축
- 기후변화에 대한 종합적인 이해 필요

2. 본 기획연구의 향후 보완 사항

- 사업성과를 도출할 수 있는 운영 방안
 - 상세기획에서는 프로젝트를 기능과 품종을 혼합하여 구성하였으나, 최종적으로 이 시스템이 효율적으로 운영될 수 있는 관리시스템 마련이 필수

목 차

제1장 개요	2
1. 상세기획 필요성	2
2. 상세기획 내용	4
3. 상세기획 참여인력정보	13
제2장 국내외 동향 및 환경분석	15
1. 분석 전략	15
2. 국내외 시장현황 및 전망	22
3. 국내외 기술동향 분석	57
4. 국내외 정책동향 분석	81
5. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석	85
6. 주요 이슈 및 전략방향	88
제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출	92
제1절 목표 설정	92
1. 최종 목표	92
2. 연차별 목표 및 단계별 목표	92
3. 목표 설정 근거	97
제2절 프로젝트 구성	99
1. 후보과제 도출 배경 및 과정	99
2. 프로젝트 구성 및 내용	104
3. 프로젝트 간 연관관계	105
제4장 프로젝트 추진체계 및 추진전략	108
1. 연구 추진체계	108
2. 연구 추진전략	111
3. 성과지표 설정 방안	114
4. 연구개발 소요 예산	117
5. 품목 총괄 로드맵	118
6. 성과 확산 방안	119
7. 사업화 및 수출 확대 전략	119

제5장 프로젝트 세부 기획	122
제1절 수출용 육종 참전복 불임 종자개발	122
1. 연구 개발 목표	122
2. 연구개발 필요성	122
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안	123
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	123
5. 프로젝트 Micro 로드맵	124
6. 세부프로젝트 추진 계획	125
제2절 교잡 육종을 이용한 수출용 신종자 개발	134
1. 연구개발 목표	134
2. 연구개발 필요성	134
3. 기존연구와의 중복성 및 연계 방안	135
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	136
5. 프로젝트 Micro 로드맵	138
6. 세부프로젝트 추진계획	139
제6장 기대 효과	164
1. 정책적 기대효과	164
2. 기술적 기대효과	164
3. 산업·경제적 기대효과	165
제7장 결 언	167
1. 사업목표 달성을 위한 정책 제언	167
2. 본 기획연구의 향후 보완 사항	167
참고문헌	169
부 록	171

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획

개요

I

1. 상세계획 필요성
2. 상세계획 내용
3. 상세계획 참여인력정보

제1장 개요

1. 상세기획 필요성

1) G.S.P 정의

- 글로벌 종자 강국 도약을 위한 수출 전략 종자 개발 및 산업기반을 구축하는 부·청 협력 R&D Project
- Golden Seed란?
 - 금값 이상의 가치를 가진 고부가가치 종자
 - 컬러 파프리카 종자 1g(250립)의 가격 : 92.3 천원(2011년 1월 기준 금값의 약 1.85배)



<그림 1-1> 금보다 비싼 종자

2) 전복 GSP 연구 필요성

□ 전복 산업의 잠재력

- 전복은 2000년대 초반에 불과 200~300톤 생산되었지만, 2011년에 9,000톤으로 급성장
- 전복시장은 다른 수산물과 비교할 때 국내 시장규모가 큰 산업(연간 5,000억원)
- 또 중국의 경제성장과 함께 중국에서도 전복의 수요 급증(중국시장 규모 약 4조원)
- 그러나 최근 우리나라 전복양식장에서는 다양한 원인(환경, 질병, 근친 열성 등)에 의해 폐사가 발생하여 생산량 확보에 문제 발생
- 이상으로부터 전복의 안정적 생산은 어업인의 소득을 보장하는 것이며, 이를 위해서 무엇보다 우량종묘가 안정적으로 공급될 필요성이 있음(종자의 중요성)

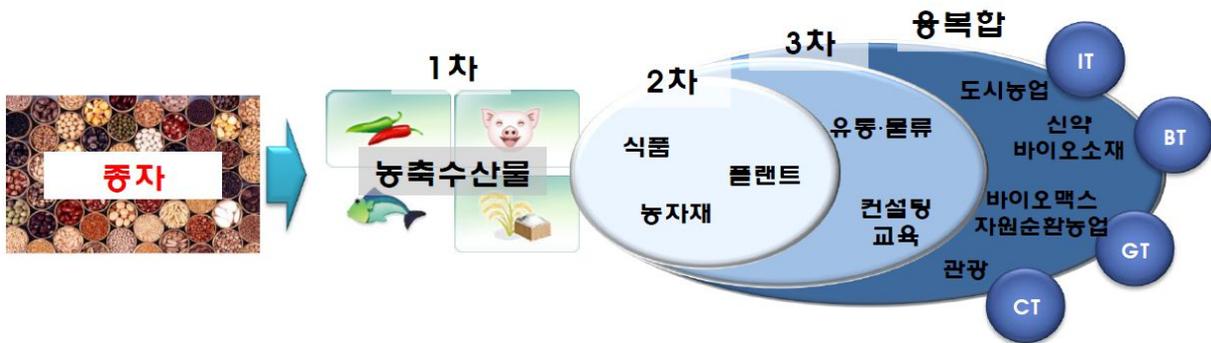


<그림 1-2> 중국 수산물 총 공급량·1인당 소비량의 변화추이(좌)와 폐사한 전복(우)

□ 세계 종묘 시장 선점

○ 종자는 농·축·수산업의 근간

- 종자는 그 품질, 용도 등 특성에 따라 1차 생산에서부터 소비, 산업 적용까지 농·축·수산물 생산 이후 방향을 결정하는 핵심요소



<그림 1-3> 종자의 중요성

○ 글로벌 종자산업 육성 기회 도래

- 기후변화, 식량안보, 시장개방 등 농·축·수산물을 둘러싼 이슈 등장에 따른 종자시장의 지각변동(CHASM) 발생으로 글로벌 종자산업 육성 기회 도래

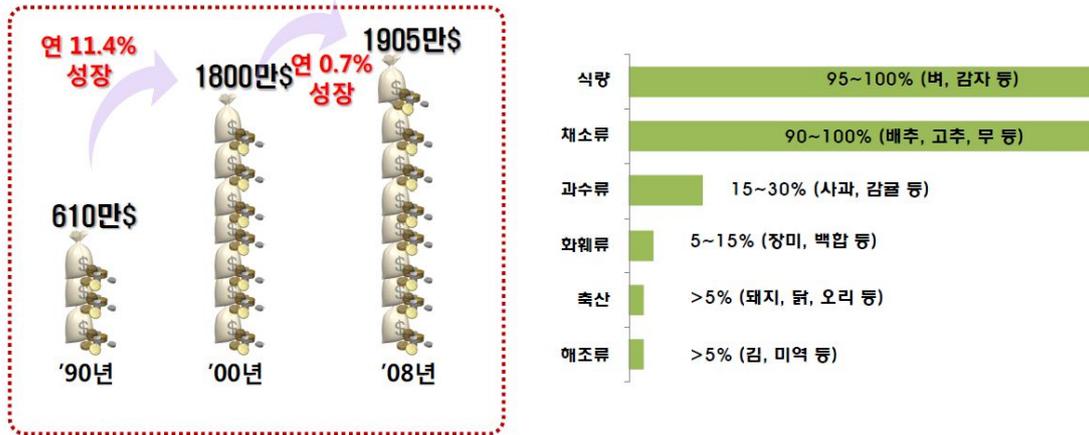
○ 세계시장 진출을 위한 국가 R&D 전략 필요

- 글로벌 종자산업 이슈들을 기회 요인으로 활용
- 관 중심에서 민·관 역량결집을 통한 종자산업 육성으로 전환

○ 국내 종자산업 현황

- 국내 종자산업 규모는 10.3억 달러로 세계 시장(693억 달러)의 1.5%에 불과

- 채소 종자시장의 경우 2000년 이후 거의 성장하지 못함
- 국내 종자 자급률은 벼, 배추 등 일부 품목을 제외하고 매우 낮은 수준
- 국내 종자관련 R&D투자는 연간 500억원 수준('08~'09 총 1,061억원)
- 몬산토의 R&D 투자액(약 1조 4천억원, '08) 대비 약 4%수준에 불과



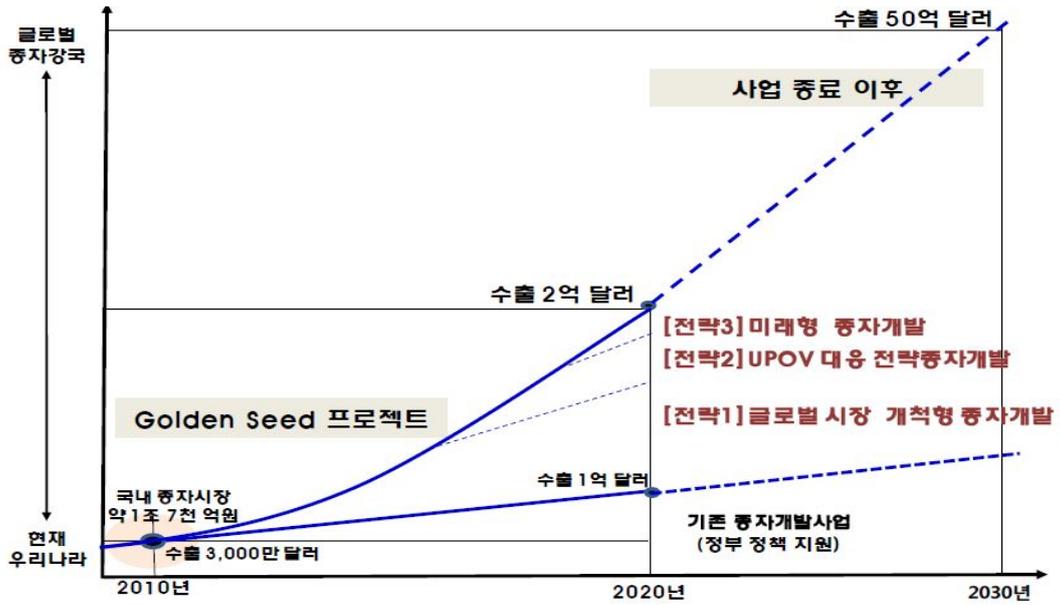
<그림 1-4> 국내 종자 산업의 현황

- 따라서 종자에 대한 국제적인 정세를 이해하고, 글로벌 종자시장 진출 및 국내 우수 품종 보호를 위하여 GSP연구사업을 통한 농·축·수산업의 근간인 종자개발 R&D의 투자 비율 증대 필요

2. 상세기획 내용

1) 목표 및 전략

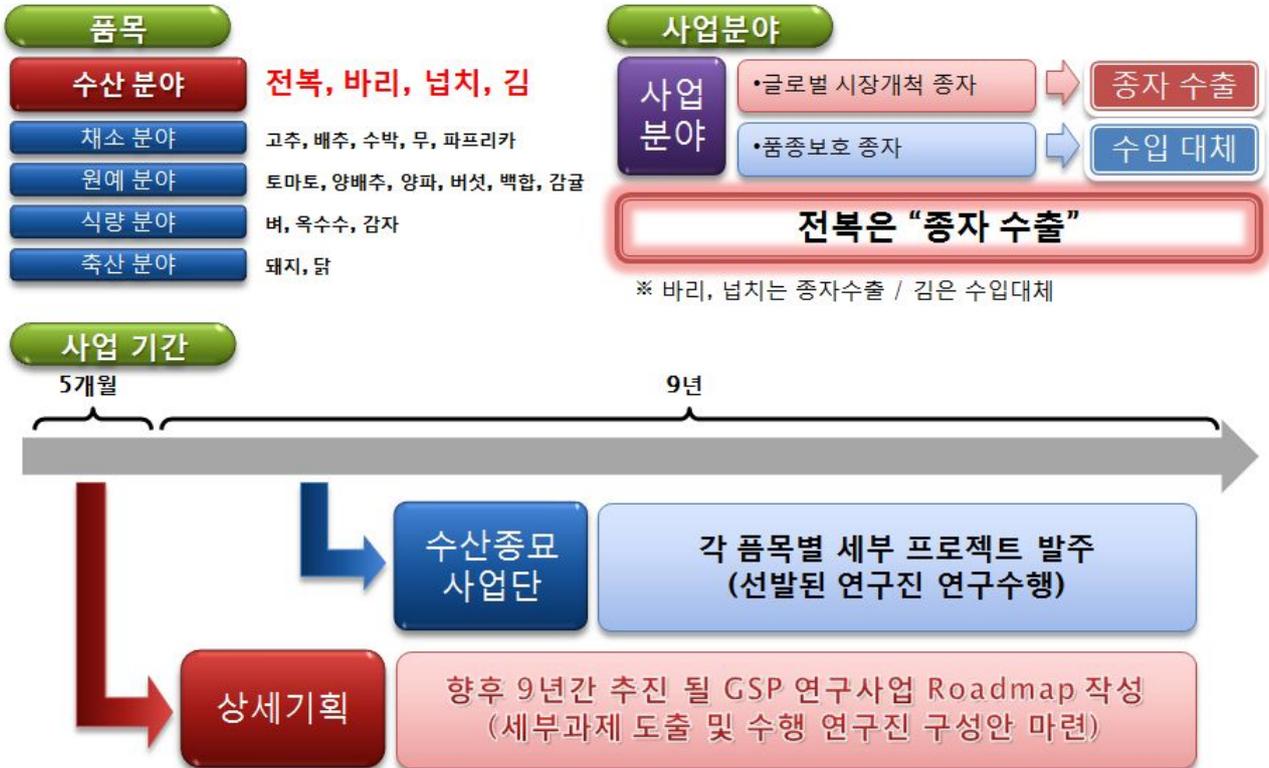
- 2020년 종자수출 2억 달러 달성, 2030년 종자수출 50억 달러 달성이 목표
- 수출시장 성장 모형에 따라 기술 개발 추진 (130개 품목 중 20대 전략 품목 선정)
- 다음 세 가지의 핵심전략으로 추진 ① 글로벌 시장개척형 종자 개발, ② UPOV 대응 전략 종자 개발, ③ 미래형 종자 개발



<그림 1-5> GSP 사업의 목표 및 전략

2) 추진 체계

□ GSP 연구사업



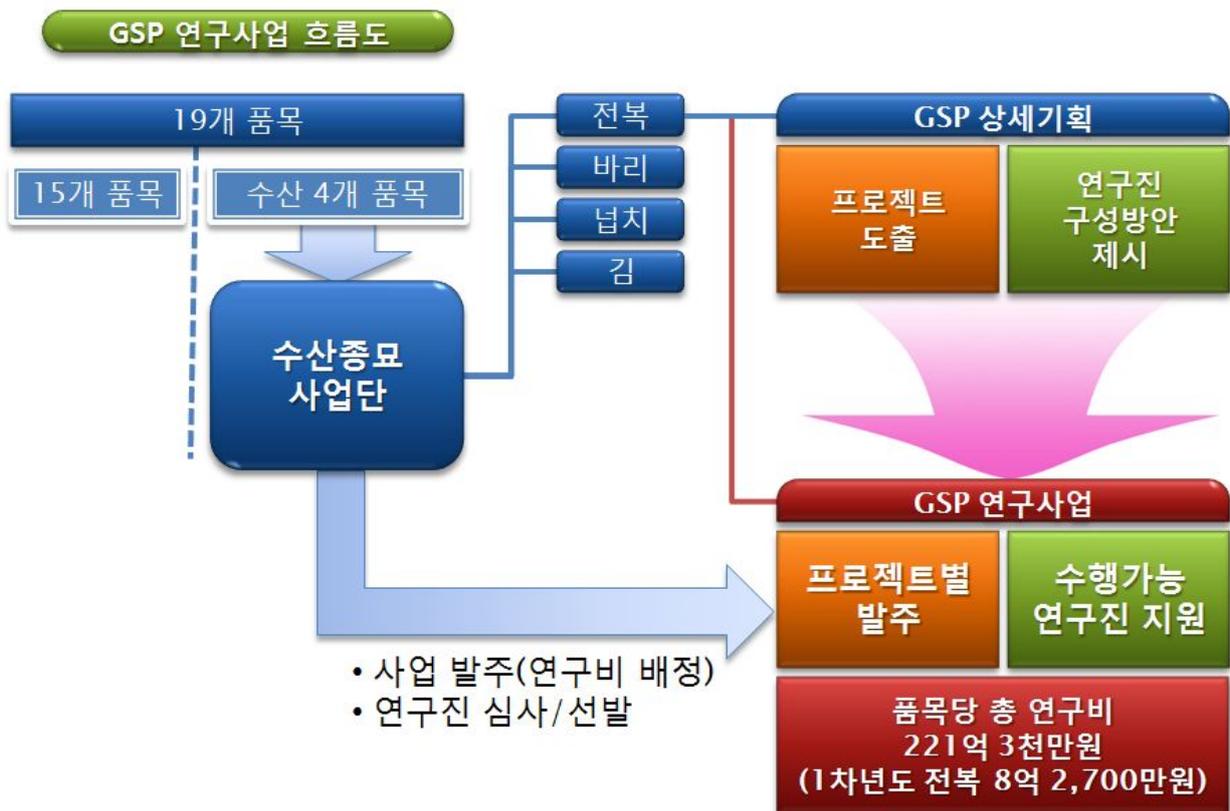
<그림 1-6> GSP 사업의 추진체계

○ 20대 전략 품목은 다음과 같음

- 채소분야 : 고추, 배추, 수박, 무, 파프리카
- 원예분야 : 토마토, 양배추, 양파, 버섯, 백합, 감귤
- 수산분야 : 전복, 넙치, 바리, 김
- 식량분야 : 벼, 옥수수, 감자
- 축산분야 : 돼지, 닭

○ 사업 분야는 크게 “글로벌 시장개척 종자”와 “품종 보호 종자”로 구분

- 글로벌 시장 개척형 종자는 종자수출에 그 목적이 있음
- 품종보호 종자는 수입대체에 그 목적이 있음
- 수산분야 4개 품목 중 전복, 바리, 넙치는 종자수출 분야, 김은 수입대체 분야로 구분
- 5개월간의 상세기획 기간에 9년간 추진 될 GSP 연구사업의 Roadmap 작성



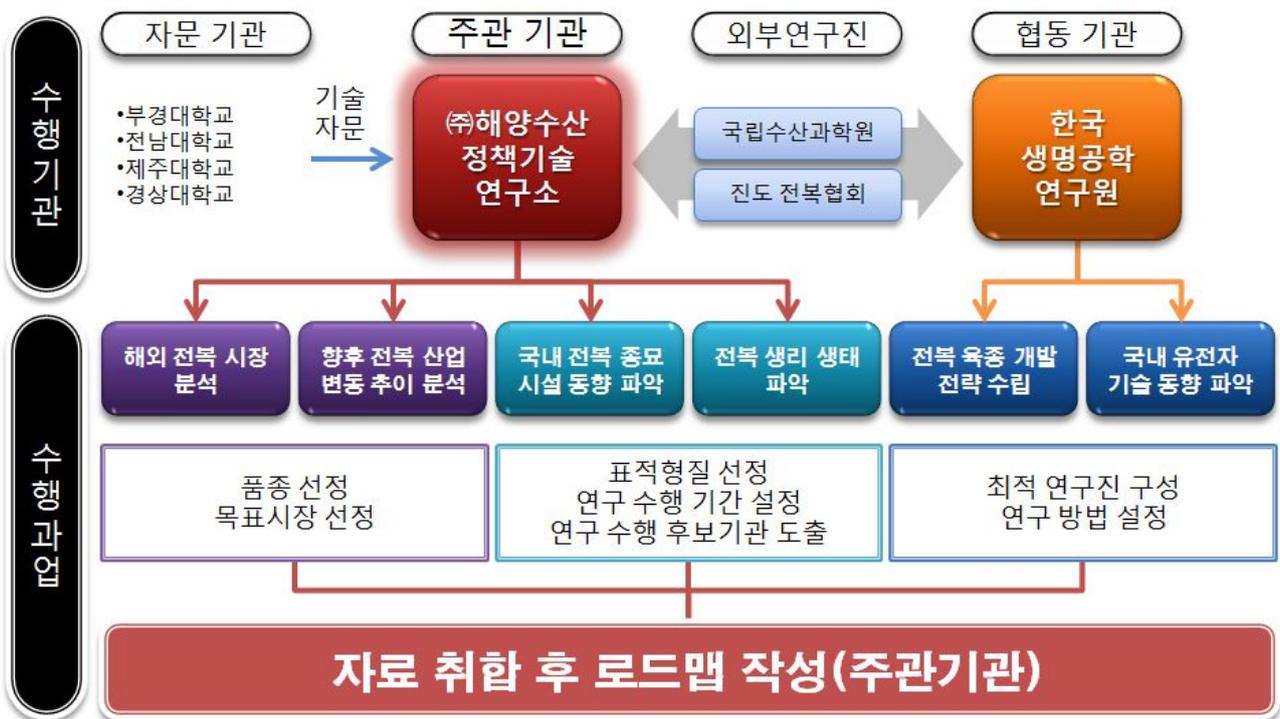
<그림 1-7> GSP 연구사업의 흐름도

- 각 분야별 사업단 구성 후 프로젝트 발주
- 전복을 포함한 수산물 4개 품목은 “GSP 수산종묘사업단” 구성
- 각 품목별 상세기획 추진(버섯을 제외한 19개 품목 추진)

- 상세기획에서 필요 프로젝트 발굴 및 RFP 작성
- 각 프로젝트별 연구진 구성방안 제시
- 각 분야별 사업단은 상세기획 내용을 바탕으로 프로젝트 발주 및 연구진 심사
- 품목당 연구비는 총 221억 3천만원으로 잠정(상세기획 평가 후 재조정 가능)
- 1차년도 전복품목 연구비 8억 2,700만원(잠정치)

□ 전복품목 상세기획

상세기획 추진 체계



<그림 1-8> GSP사업의 상세기획 추진체계

- 전복품목 상세기획의 주관기관
 - (주)해양수산정책기술연구소
 - 해외 전복 시장분석, 향후 전복 산업 변동추이 분석을 통해 품종 선정 및 목표시장 선정 근거 자료 마련
 - 국내 전복 종묘시설 동향 파악, 전복 생리생태 등 연구 동향 분석을 통해 표적형질 선정, 연구 수행 기간 설정, 연구 수행후보기관 도출 수행
 - 육종에 관련하여 부경대학교, 전남대학교, 제주대학교, 경상대학교 등에 기술자문
 - 자료 수집 후 취합, 로드맵 작성 수행

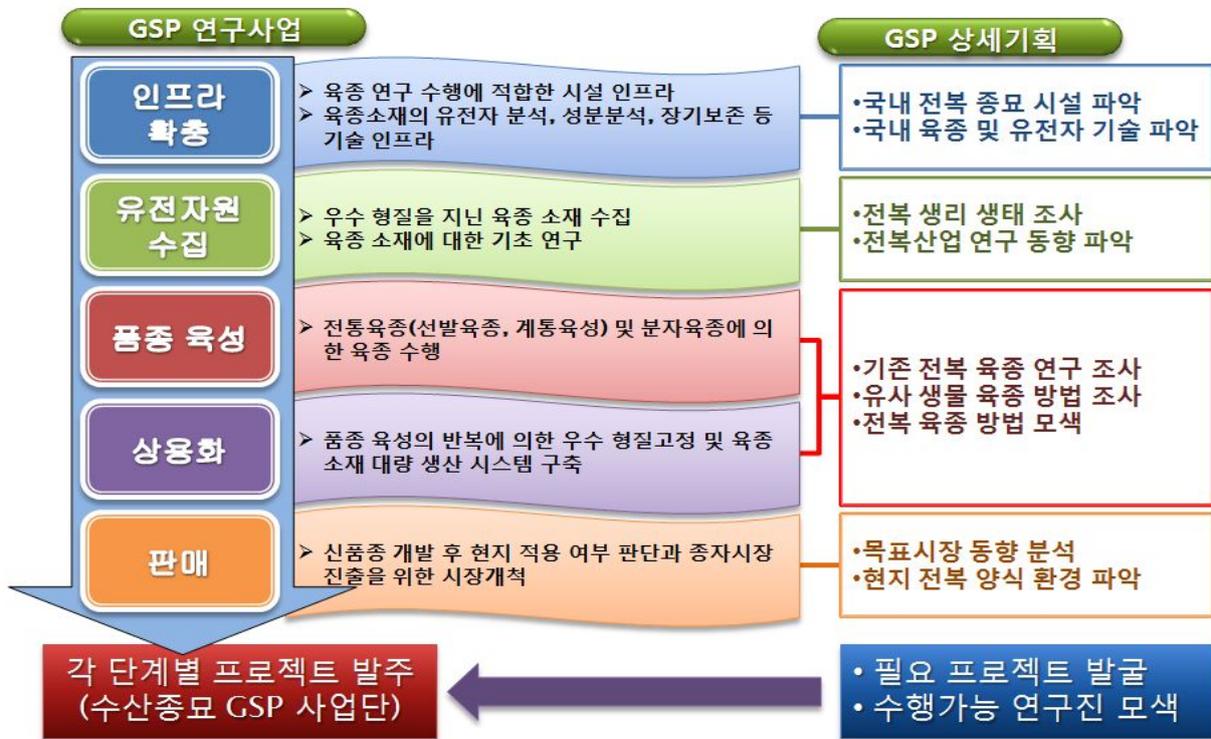
○ 전복품목 상세기획의 협동기관

- 한국생명공학연구원
- 국내 유전자 기술 동향 파악, 전복 육종기술 개발을 위한 전략 수립을 통해 최적 연구진, 연구 방법 설정

○ 그 외 외부연구진

- 국립수산과학원 육종연구센터와 전복 생산자 단체를 외부연구진으로 영입하여 기존 전복 육종연구에 대한 동향을 파악하고, 실제 전복 생산 현장의 의견 반영

□ 추진 전략



<그림 1-9> GSP사업의 추진 전략

○ 종자개발의 체계는 “인프라 확충 - 유전자원 수집 - 품종육성 - 상용화 - 판매”로 이루어짐

- 인프라 확충 단계에서는 육종 연구 수행에 적합한 기반 시설 마련, 육종 소재 보관 관리와 관련된 기술적 인프라 확충
- 유전자원 수집 단계에서는 육종 소재 발굴 및 수집 수행
- 품종육성 단계에서는 Target 품종에 적합한 육종 기술 개발 및 육종 수행
- 상용화 단계에서는 대량생산 시스템 구축 및 현장 실증, 판매에 적합한 기술적, 제도적

기반 마련

- 판매단계에서는 시장 세분화, 목표 시장 Targeting 및 Positioning 전략 수립

○ 각 단계별 연구가 진행 될 수 있도록 상세계획 시 수행 과업 설정

- 국내 전복 종묘 시설 파악, 국내 육종 및 유전자 기술 파악, 전복 생리생태 조사, 전복 산업 연구 동향 파악, 목표시장 동향 분석 등을 통한 GSP 연구사업의 필요 프로젝트 발굴 및 수행가능 연구진 모색

□ 추진 경과

<표 1-1> 추진 경과 내용

2012	10.31.	전북 품목 착수 보고회
	11.07.	품목별 1차 워크샵
	12.05. ~ 12.24.	<현장조사> 어업인 설문조사
	12.10. ~ 12.14.	<현장조사> 중국 대련 산동성 일대
	12.18.	품목별 2차 워크샵
2013	01.29.	전북 품목 중간 보고회
	02.21.	사업추진전략방안 워크샵
	03.04.	전북 품목 최종 보고회
그 외 전문가 세미나 수시 개최 & 국내 종묘 업체 및 전문가 수시 방문		



<그림 1-10> 품목별 워크샵 및 전문가 세미나



<그림 1-11> 전문가 세미나 수시 개최



<그림 1-12> 전문가 자문요청(좌) 및 어업인 설문조사(우)



<그림 1-13> 국내 종묘 업체 방문



<그림 1-14> 중국 대련 산동성 현장조사

3. 상세기획 참여인력정보

No.	과제구분	소속	직위	성명
1	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	대표이사	이인태
2	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	연구원	전지웅
3	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	연구원	김민아
4	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	연구원	권민주
5	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	연구원	강민선
6	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	인턴연구원	심재순
7	제1세부(주관)	(주)해양수산정책기술연구소	연구원	조성근
8	제1세부(주관)	국립수산과학원	연구사	박철지
9	제1세부(주관)	국립수산과학원	연구사	노재구
10	제1세부(주관)	국립수산과학원	연구관	김성연
11	제1세부(주관)	전남대학교	연구원	위진희
12	제1세부(주관)	진성수산	사장	김병윤
13	제2세부	한국생명공학연구원	선임	조혜선
14	제2세부	한국생명공학연구원	직원	안준철
15	제2세부	한국생명공학연구원	책임	박홍석
16	제2세부	한국생명공학연구원	Post-doc	이상숙
17	제2세부	한국생명공학연구원	연구원	유영님

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획

국내외 동향 및 환경분석

II

1. 분석 전략
2. 국내외 시장현황 및 전망
3. 국내외 기술동향 분석
4. 국내외 정책동향 분석
5. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석
6. 주요 이슈 및 전략 방향

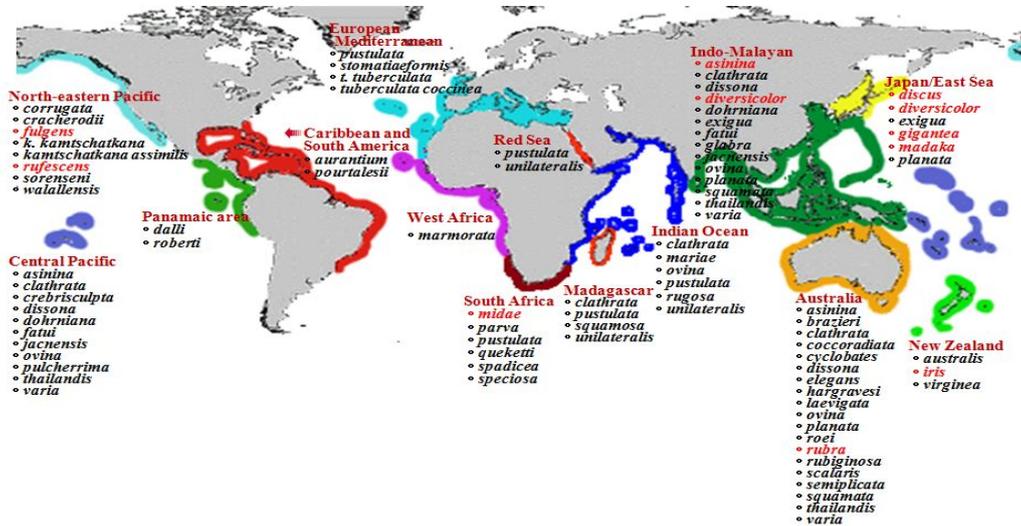
제2장 국내외 동향 및 환경분석

1. 분석 전략

1) 전략 도출 과정

□ 세계 전복 산업 동향

- 전복의 주요 양식산지는 중국, 한국, 호주 등
- 그 외에도 일본, 대만, 캐나다, 칠레, 프랑스, 아이슬란드, 멕시코, 나미비아, 뉴질랜드, 남아프리카, 태국, 미국 등도 전복 산지
- 최근 동남아시아 국가들도 전복 양식업을 시작하고 있는 단계임



<그림 2-1> 세계 전복류 서식 분포



<그림 2-2> 해외 주요 전복 품종 (자료 : 진도수산 미래전략 대토론회)

○ FAO 통계자료에 의하면 국가별 어획생산량은 호주, 칠레 등이 많지만, 양식 생산량은 중국과 우리나라가 많이 생산하고 있음

<표 2-1> 세계 전복 어획 생산량

지역명	품종	학명	2000	2005	2006	2007	2008	2009
호주	Blacklip abalone	<i>Haliotisrubra</i>	5,532	5,594	5,011	5,002	4,817	4,961
칠레	False abalone	<i>Concholepascon cholepas</i>	1,274	3,270	3,902	2,939	3,210	3,641
일본	Giant abalone	<i>Haliotisgigantea</i>	2,146	1,768	1,976	2,063	1,687	1,800
뉴질랜드	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	1,265	1,043	952	1,132	932	979
멕시코	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	535	622	649	687	715	743
페루	False abalone	<i>Concholepas concholepas</i>	1,405	3,529	2,359	2,535	2,757	274
대한민국	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	113	202	170	259	172	226
필리핀	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	241	146	175	196	247	202
프랑스	Tuberculate abalone	<i>Haliotis tuberculata</i>	61	39	24	30	27	22
남아공	Perlemoen abalone	<i>Haliotismidae</i>	490	228	212	123	61	0
오만(중동)	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	45	45	51	46	0	0
대만	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	42	0	0	0	0	0
미국	Abalones nei	<i>Haliotisspp.</i>	0	3	3	3	2	0
채널제도	Tuberculate abalone	<i>Haliotistubercula ta</i>	3	0	1	1	0	1
아일랜드	Abalones nei	<i>Haliotis spp.</i>	0	0	5	0	0	0
합계			13,152	16,489	15,490	15,016	14,627	12,849

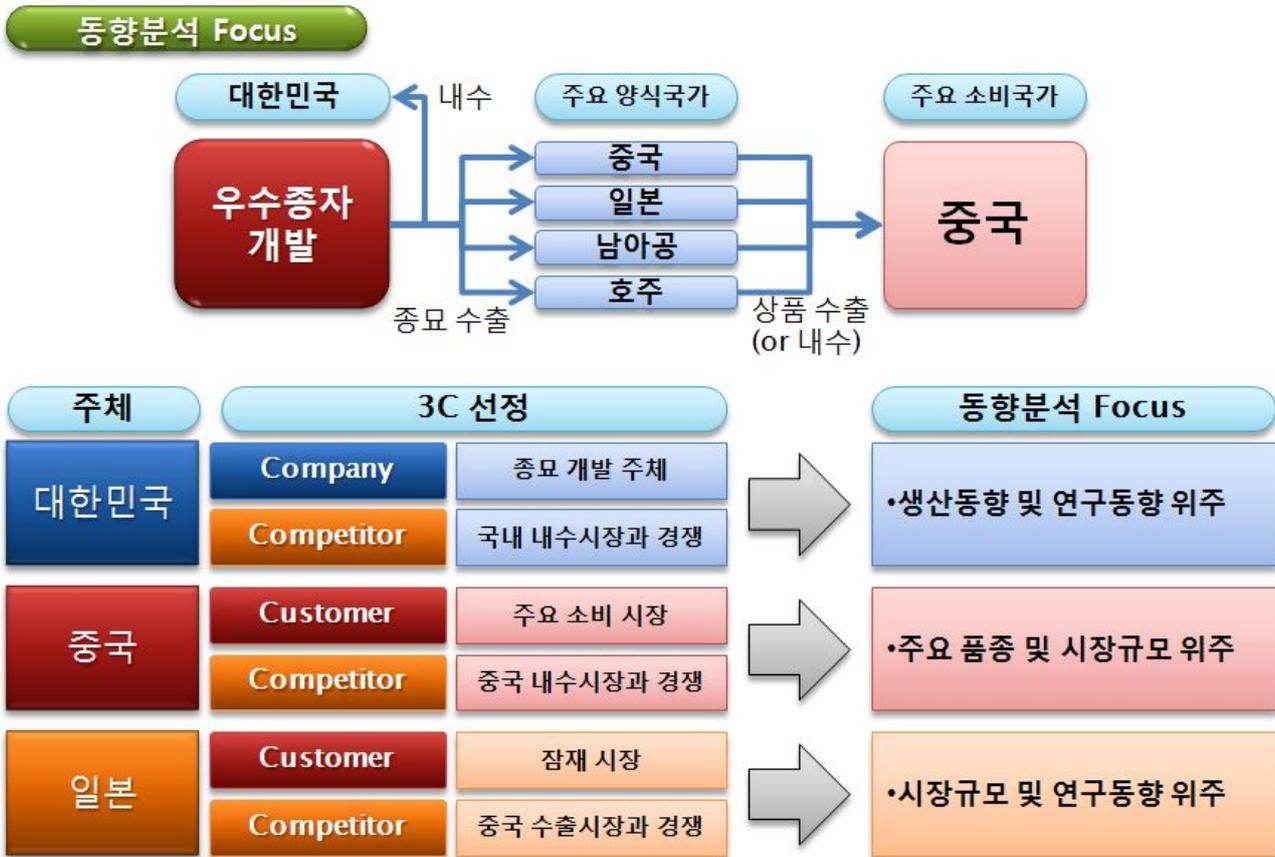
자료 : FAO 통계자료

<표 2-2> 세계 전복 양식 생산량

지역명	품종	학명	2000	2005	2006	2007	2008	2009
중국	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	0	15,460	18,921	25,324	33,010	42,373
대한민국	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	20	2,062	3,050	4,350	5,146	6,207
남아공	Perlemoen abalone	<i>Haliotismidae</i>	181	830	833	783	1,037	914
칠레	Japanese abalone	<i>Haliotis discus</i>	0	1	4	15	1	2
	Red abalone	<i>Haliotis rufescens</i>	66	342	391	357	514	841
	Total Chile		66	343	395	372	515	843
호주	Blacklip abalone	<i>Haliotis rubra</i>	40	390	506	468	504	639
대만	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	2,458	479	651	327	348	218
미국	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	0	253	175	175	175	200
멕시코	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	9	18	19	10	0	0
	Red abalone	<i>Haliotis rufescens</i>	0	24	26	13	30	47
	Total Mexico		9	42	45	23	30	47
태국	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	0	20	20	30	30	10
페루	False abalone	<i>Concholepas concholepas</i>	0	2	0	8	12	0
뉴질랜드	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	0	2	3	8	8	8
나미비아	Perlemoen abalone	<i>Haliotismidae</i>	0	0	4	4	4	4
아일랜드	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	0	0	0	0	4	0
아이슬란드	Abalones nei	<i>Haliotis</i> spp.	15	6	0	0	0	0
채널제도	Tuberculate abalone	<i>Haliotis tuberculata</i>	2	0	0	0	0	0
Grand total			2,791	19,889	24,602	31,872	40,822	51,463

자료 : FAO 통계자료

□ 동향 분석 Focus



<그림 2-3> 동향 분석의 Focus

○ 종묘 생산 및 유통 시스템 파악을 통한 3C의 선정

- 대한민국에서 우수 종묘가 개발되면 판매 시장은 주로 “수출을 위한 전복 양식국가” 또는 “국내 내수시장”
- 주요 양식국가는 중국, 일본, 호주, 남아공 등이 있음
- 전복의 주요 소비 국가는 중국이기 때문에 주요 양식국가에서 양성시킨 전복은 대부분 중국으로 수출(또는 내수)
- 중국은 최대 양식국가이자 최대 소비 국가이기 때문에 최우선 Target 국가
- 전복의 주요 소비처인 동아시아 국가(한국, 중국, 일본)를 대상으로 우선 분석
- 그 외 전복 양식업이 빠르게 증가하고 있는 국가로서 중국으로의 수출량이 많은 호주, 칠레 등에 대해서도 시장동향 분석

○ 대한민국은 Company이자 수출의 Competitor 이기 때문에 생산동향과 연구 동향 위주의 분석 필요

- GSP 사업의 종묘 개발 주체가 대한민국이기 때문에 Company
 - 개발된 종자의 생산단계에서 국내 내수시장과 가격 비교 시 국내 내수시장의 종묘 가격이 높게 되면 개발 종자의 수출보다 내수에 치중하게 될 가능성이 높아지기 때문에 GSP 수출 목표액 달성이 어려워 질 수 있음
 - 따라서 대한민국은 Company의 요소와 Competitor의 요소를 가지고 있음
- 중국은 주요 Customer이자 Competitor 이기 때문에 주요 품종, 시장규모, 소비동향, 연구 동향 등 다양한 방면의 분석 필요
- 중국은 최대 양식국가이기 때문에 종묘 수출의 주요 Customer
 - 중국에도 종묘 생산 시장이 존재하며, 중국 양식업자들은 대한민국의 수입종묘와 중국의 내수 종묘 중 선택하여 구입을 하게 되기 때문에 중국 내수 시장과 경쟁을 고려해야 함
 - 따라서 중국은 Customer의 요소와 Competitor의 요소를 가지고 있음
- 일본은 주요 Competitor이자 잠재적 Customer이기 때문에 시장규모 및 연구동향 위주의 분석이 필요
- 일본은 수산업 전반에 대한 연구 역사가 대한민국에 비교하여 길기 때문에 전복 육종에 대해서도 상당한 연구가 진행되어 있으며, 종자 시장 선점을 위한 최대 Competitor로 예상됨
 - 그러나 2011년 3월 발생한 지진의 피해로 인한 종묘 생산 시설의 붕괴는 일본의 Competitor적 성격을 낮추고 Customer적 성격을 높이는 결과를 초래하였음
 - 따라서 동향분석 결과에 따라 일본은 Target 시장이 될 가능성이 존재함

2) 시장 동향 분석 전략

□ 조사 자료의 신뢰성

- 수산 통계자료 신뢰성
 - 한국해양수산개발원(KMI) 수산업관측센터의 통계자료 조사 방법은 120개 어가를 모집 단위로 선발하여 전국규모를 예측하는 방식
 - 모집단의 선발 방식에 따라 결과가 달라질 가능성이 높고, 어업인들의 과장 진술로 인해 실제 통계와 차이가 있을 수 있음
- 따라서 시장분석에서 통계자료를 이용하는 경우, 조사 자료의 과정을 충분히 이해하여 보다 실제 자료를 추출하여 시장동향을 파악하여야 함.

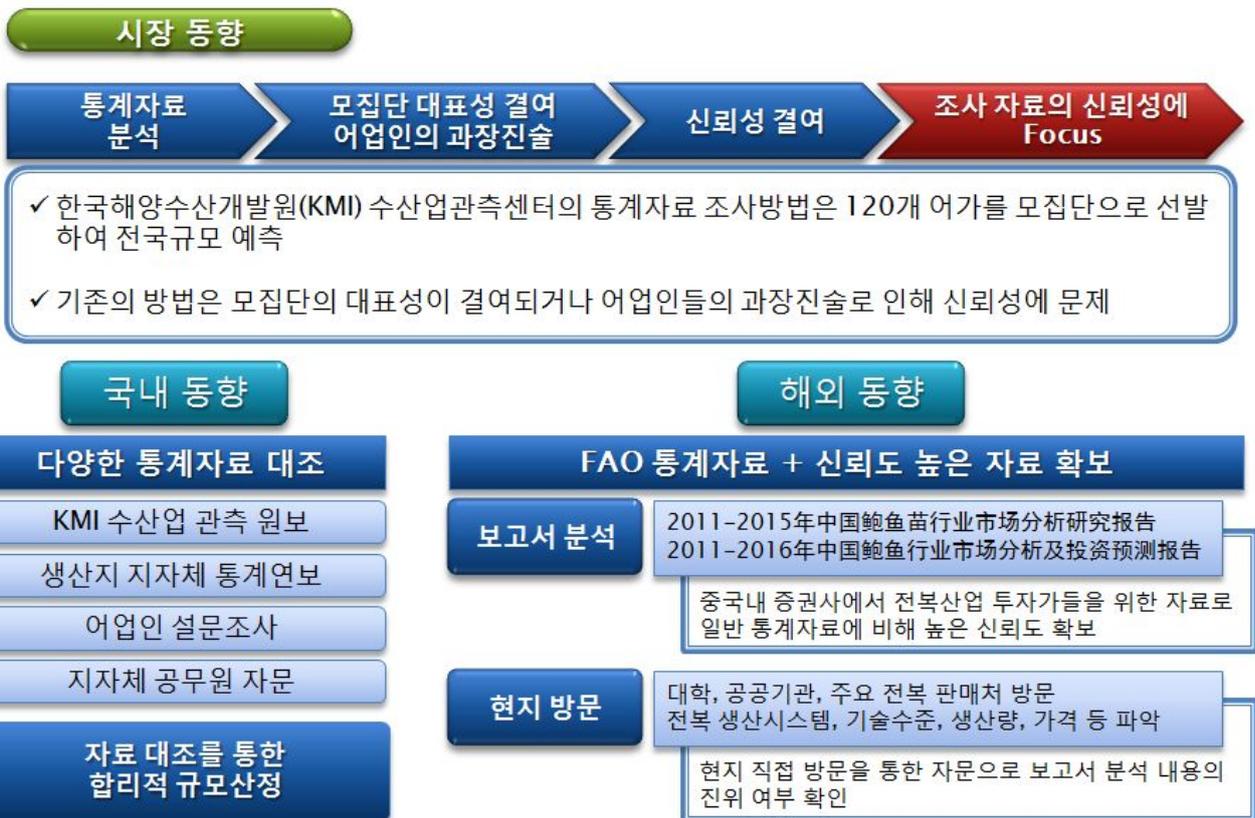
□ 조사 방법

○ 국내 동향 분석 시 다양한 통계자료 대조

- 조사 자료의 신뢰성 확보를 위해 KMI의 수산업 관측 원보 뿐만 아니라 생산지 지방자치단체의 통계연보, 어업인 설문조사, 지방자치단체 공무원의 자문 등 다양한 통계자료를 확보하여 대조해봄으로써 합리적인 규모 산정을 도출함

○ 해외 동향 분석 시 신뢰도 높은 자료의 확보

- 해외 동향분석은 중국을 중심으로 조사함
- 기본적으로 FAO 통계자료를 바탕으로 조사를 진행함
- 단, 신뢰성 확보를 위해 중국 증권사에서 발간된 전복산업 투자가들을 위한 보고서를 입수하여 검토
- 또한 중국 현지의 대학, 공공기관, 주요 판매처(수산 시장, 음식점 등)를 방문하여 전복 생산 시스템, 기술수준, 생산량, 가격 등을 파악함



<그림 2-4> 시장동향 조사 방법

3) 연구 동향 분석 전략

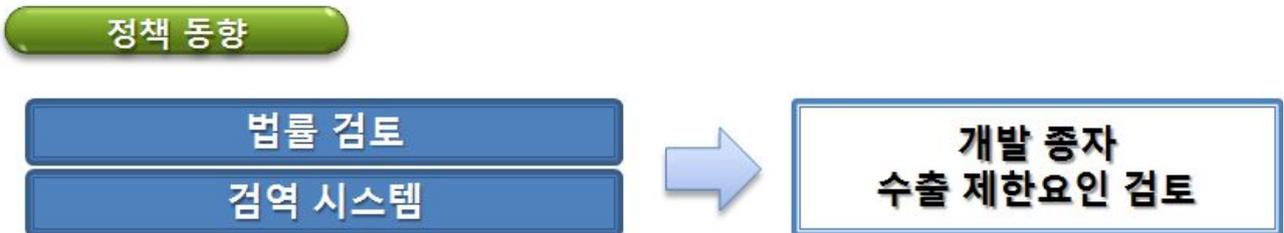
- 연구 동향은 분석항목을 세 가지로 구분하여 분석
 - 전복 육종에 관한 기존 연구 분석을 통해 GSP 연구사업을 수행할 때 연구가 중복되지 않아야 함
 - 전복에 대한 육종 이외의 연구(생리생태, 분자생물학, 양성기술 등)를 조사하여 GSP 연구 사업 수행 시 선행연구로 활용함(연구 연계방안 모색)
 - 품목별 육종 연구 조사를 통해 타 수산물 품목의 육종방법을 Benchmarking 하는데 활용할 목적으로 파악



<그림 2-5> 연구동향 분석 항목

4) 정책 동향 분석 전략

- 국내 법률 및 검역 시스템에 대한 조사를 통해 개발중자의 수출 제한요인 검토



<그림 2-6> 정책동향 검토 항목

2. 국내외 시장현황 및 전망

1) 국내

(1) 생산동향

□ 조사지역 선정

- 현재 국내 전복 생산에 관련된 통계자료는 한국해양수산개발원(KMI) 수산업관측센터의 수산업관측원보와 전복 생산 지역 지방자치단체의 통계연보가 있음
- 국내 전복 종묘배양장은 주로 진도군과 완도군에 존재하므로 이 지역을 중심으로 조사
 - 1990년대 초반 진도군의 몇 개의 어가에서 시작되었으며, 최근에는 완도군에서도 대규모의 종묘생산업체가 생겨나고 있음
 - 1990년대 초반에는 한 어가에서 50만미 이하를 생산하였으나, 현재는 1,000만미 이상 생산하는 업체가 생겨나고 있음
 - 1990년대 후반까지 전복 종묘는 진도군에서 전국 생산량의 80%를 점유하였지만, 지금은 완도군에서 전국 생산량의 약 40%, 진도군에서 35% 정도를 생산하고 있는 것으로 조사됨
- 따라서 본 보고서에서는 한국해양수산연구원, 완도군, 진도군의 통계자료 및 자문 내용을 토대로 생산동향을 분석함

□ 한국해양수산개발원 통계자료

- 전복 종묘 생산량에 있어서 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 조사방법은 전국 120개 어가의 전복 가두리양식장을 모집단으로 선정하여 치패의 입식량 조사를 수행하고 가두리 시설 비율로 전국 생산량을 추정함
 - 한국해양수산개발원의 생산량 추정치는 모집단의 변화에 따라 추정치가 변할 수 있는 위험성을 가지고 있으며, 어업인들의 과장 진술에 의해 신뢰도가 떨어질 수 있음
- 전복 성패 생산량은 각 지역의 수협을 통한 계통 출하량에 의해 조사하는 것으로 보아 자료의 신뢰도는 높을 것으로 판단됨
- 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 통계자료상 전복(성패) 생산량은 다음 표와 같음

<표 2-3> 지역별 전복 생산량

(단위 : 톤, %)

연도	완도		기타		합계	
	생산량	구성비	생산량	구성비	생산량	구성비
2007	3,579	79.6	919	20.4	4,498	100.0
2008	4,925	82.6	1,039	17.4	5,964	100.0
2009	5,964	78.7	1,616	21.3	7,580	100.0
2010	6,921	80.7	1,657	19.3	8,578	100.0
2011	7,392	80.1	1,832	19.9	9,224	100.0

자료 : 한국해양수산개발원, 수산업관측원보

- 2000년대 초 전복 생산량은 200~300톤에 불과하였지만, 2003년부터 급증하여 2011년에는 9,000톤을 넘어섬(생산지 기준으로 연간 5,000억 시장이며, 소비자 기준으로는 1조 원 시장으로 추정됨)
- 지역별 생산량을 보면 완도가 전국 생산량의 약 80%를 차지

<표 2-4> 크기별 전복 출하량

(단위 : 톤)

	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
합계	4,498	5,964	7,580	8,578	9,224
8마리 이하	453	740	677	632	335
9~11마리	1,110	1,373	1,547	1,598	1,297
12~15마리	1,463	1,803	1,836	2,087	2,186
16~20마리	1,115	1,486	2,079	2,011	2,269
21마리 이상	357	562	1,441	2,250	3,137

자료 : 한국해양수산개발원, 수산업관측원보

- 크기별 출하량을 보면 kg당 12마리 이상의 작은 크기를 갖는 전복의 출하량은 늘어난 반면 kg당 11마리 이하의 큰 전복 출하량은 2008년 이후 줄어드는 실정임
- 이는 양성기간의 단축에 의해 3년 이상 양성 물량이 줄어든 것이 원인이거나 태풍, 폐사증가 등에 의해 양성상태가 좋지 못한 것이 원인 중의 하나라고 추정됨

<표 2-5> 완도산 전복 kg당 가격

(단위 : 원)

kg당 마리수	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2011/ 2010
7마리	55,777.8	49,986.1	65,060.5	61,013.8	70,194.4	115%
8마리	48,381.9	43,250	55,250	55,374.8	64,930.7	117%
9마리	44,527.8	39,222.2	50,944.5	51,791.5	59,916.8	116%
10마리	41,631.9	37,124.9	48,416.7	48,083.3	55,055.4	115%
11마리	38,881.9	35,666.7	42,361.2	44,319.3	48,361	109%
12마리	37,159.7	34,513.9	40,222.3	41,513.9	43,472.3	105%
13마리	35,055.6	33,666.7	38,361.2	39,055.5	39,347.2	101%
14마리	33,472.2	32,611.1	37,222.3	37,180.5	38,000	102%
15마리	32,472.2	31,611.1	36,222.3	35,708.5	36,972.2	104%
16마리	30,875	30,611.1	35,222.3	34,416.8	35,972.2	105%
17마리	29,486.1	29,611.1	34,222.3	33,333.4	34,972.2	105%
18마리	28,361.1	28,611.1	33,222.3	32,236.2	33,944.4	105%
19마리	27,041.7	27,333.3	32,194.5	31,194.5	32,694.3	105%
20마리	26,277.8	27,333.3	31,583.4	30,861.1	32,166.6	104%
25마리	-	-	-	-	31,066.6	
30마리	-	-	-	-	27,466.6	

자료 : 한국해양수산개발원, 수산업관측원보

- 최대 산지인 완도의 산지가격을 보면 전체적으로 kg당 가격은 증가추세를 보이고 있고 가격증가율은 크기가 큰 전복일수록 커지는 경향이 있음
 - 이는 크기가 큰 전복 생산량 감소와 연관이 있을 것으로 예상됨
- 전복 종묘와 관련된 통계자료는 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 매월 발간되는 “전복 수산관측”에서 조사됨
- 전복 수산관측에서 치패 생산량은 조사되지 않았으며, 치패의 해상 가두리 입식량은 추정치로서 조사됨
 - 다음 그림은 “전복 수산관측 2011년 6월호”에서 발췌함

㉞ 2010년산 치패 입식량, 전년 대비 23% 증가한 4억 9천만 마리

- 5월 들어 2010년산 치패 입식이 종료되었음. 따라서 2010년 11월~2011년 5월까지 입식된 2010년산 치패는 4억 8,800만 마리로 2009년산에 비해 23% 증가했음
- 전북 입식량은 지속적인 증가 추세를 보이고 있음. 이는 폐사로 인한 출하 기간 단축으로 입식 증가 요인이 발생하는데다 전북 시장 확대로 인해 생산자들이 가두리 시설을 늘렸기 때문임

㉞ 5월 양성물량, 작년 대비 11% 증가한 9억 8천만 마리

- 5월 전북 양성물량은 9억 7,900만 마리로 추정되는데, 이것은 작년 동월(8억 8,000만 마리)에 비해 11% 늘어난 것임
- 이 중에서 2년산과 3년산 이상의 양성물량은 작년 동월보다 22% 늘어난 2억 2,700만 마리로 추정됨

〈 전북 양성물량 〉

(단위 : 만 마리)

구 분	합 계	1년 미만	1년산	2년산	3년산 이상
합 계	97,879	41,920	28,515	22,969	4,475
완 도	77,497	34,884	22,185	18,623	1,805
기 타	20,382	7,036	6,330	4,346	2,670

주 : 1년 미만(2010년산)은 2010년 5월 경에 생산된 종묘가 치패로 입식된 것이고, 1년산(2009년산)은 2009년 5월, 2년산(2008년산)은 2008년 5월 경에 생산된 전북 종묘임
 자료 : 수산업관측센터 추정치

<그림 2-7> “전북 수산관측 2011년 6월호”일부

- 2010년산 치패 입식량은 4억 8,800만 마리로 조사되었으나, 자료의 신뢰도는 떨어질 것으로 판단됨
- 따라서 자료의 신뢰도 확보를 위해 완도 및 진도의 통계연보와 지방자치단체 자문, 어업인 설문조사를 통한 자료의 보정이 필요

□ 완도군 통계연보 및 자문

○ 통계연보상 전복 생산량은 다음 표와 같음

<표 2-6> 완도군 전복 생산량

(단위 : M/T, 천원)

구 분	전 복		다 시 마		김		미 역	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
2 0 0 8	4,300	196,854,000	86,970	64,357,000	31,200	34,746,000	97,800	9,226,000
2 0 0 9	4,300	250,224,000	96,642	84,755,000	32,147	38,544,000	97,000	6,790,000
2 0 1 0	5,800	300,000,000	98,877	82,185,000	35,140	40,997,600	118,000	11,800,000
2 0 1 1	7,400	370,000,000	170,000	35,000,000	21,924	37,000,000	184,000	28,000,000
완 도	380	19,800,000	8,760	1,489,200	330	548,100	10,470	1,570,500
금 일	680	35,900,000	76,800	19,156,000	-	-	64,420	9,653,000
노 화	2,840	150,000,000	16,478	2,801,260	4,001	6,678,000	17,076	2,646,780
군 외	72	3,744,000	1,542	262,140	7,530	13,009,880	6,576	1,019,280
신 지	17	765,000	12,560	2,135,200	-	-	9,100	1,410,500
고 금	43	2,236,000	1,640	278,800	624	1,036,560	9,180	1,422,900
약 산	54	2,808,000	4,664	792,880	186	309,120	16,850	2,527,500
청 산	210	10,800,000	8,456	1,437,520	2,580	4,299,540	2,456	380,680
소 안	920	45,200,000	6,824	1,160,080	6,673	11,118,800	5,300	848,000
금 당	12	626,000	3,500	595,000	-	-	24,464	3,665,680
보 길	2,120	95,417,000	13,256	2,253,520	-	-	9,688	1,550,080
생 일	52	2,704,000	15,520	2,638,400	-	-	8,420	1,305,100

자료 : 완도군 통계연보

- 2011년 완도군 전복 생산량은 약 7,400톤이었으며, 생산금액은 3,700억원에 이룸
 - 전복의 생산량 대비 생산금액으로 가늠한 평균 단가는 50,000원/kg임
- 전복의 먹이원인 다시마, 미역 등 해조류 생산량도 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 2011년 생산량이 전년도에 비해 크게 증가하였음
- 전복 성패의 통계자료는 완도군 통계연보와 한국해양수산개발원의 내용이 일치함
 - 이는 전복 성패의 경우 수협 계통 판매량에 의한 통계조사가 이루어질 수 있기 때문에 자료 신뢰도는 높음
- 완도군 전복 면허와 관련된 통계자료는 다음 표와 같음

<표 2-7> 완도군 전복 면허

<p>전복 해상 가두리 양식장</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가두리 면허 : 300건 ○ 면허지 면적 : 1,750ha ○ 연간 생산량 : 7,400t ○ 시설 수 : 472,724칸
<p>전복 종묘 배양장</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배양장 면허 : 216건 ○ 면허지 면적 : 321,000m² ○ 연간 생산량 : 2억 8,500만미
<p>기타 자문 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 치패입식 가두리 비율 : 약 30% ○ 가두리 칸당 입식량 : 약 3,500미 ○ 연간 필요 치패량 : 4억 9,600만미 ○ 타지역 치패 판매량 : 생산량의 약 20% ○ 타지역 치패 완도 유입량 : 수요량의 약 30~35%

□ 진도군 생산동향 자료

- 진도군의 전복 생산에 대해서는 “진도군 해양수산 종합발전 계획수립(2012)” 내용을 참조

※ 참조 자료

<진도군 해양수산 종합발전 계획수립(2012)>

□ 전복(성패)

- 전복 양식어업면허 현황

— 2011년 기준 전복 가두리 양식면허는 88건, 양식면적은 281.5ha임

- 전복양식 시설

— 전복 양성의 경우 치패를 1차 치패를 입식하느냐 아니면 2차 치패를 입식하느냐에 따라 양식원가와 생산량이 현저하게 차이가 있음 (입식시의 치패 유형에 따라 1차 치패와 2차 치패로 구분, 전복양성 표준 양식원가 표 참조)

<표 2-8> 전복양성 표준양식원가

(단위: 천원)

규모별	치패대	사료비	인건비	유류비	수선 유지비	감가 상각비	먹이시설 상각비	기타 비용	비용 합계	
1차	소	15,000	0	24,000	3,500	4,640	10,353	5,775	12,800	76,070
	중	45,000	5,000	48,000	5,400	10,760	23,860	12,600	25,600	176,220
	대	96,000	10,000	76,000	7,500	18,560	42,223	27,475	26,800	304,560
2차	소	9,000	0	24,000	3,500	4,640	10,353	5,775	12,800	70,070
	중	27,000	5,000	48,000	5,400	10,760	23,860	12,600	25,600	158,220
	대	57,600	10,000	76,000	7,500	18,560	42,223	27,475	26,800	266,160

※ 전복 해상가두리양식 규모의 기준과 규모별 표준양식원가 산정 평균 칸수

소규모 : 가두리 칸 수 100칸 이하 → 평균 66칸

중규모 : 가두리 칸 수 100칸 초과, 200칸 이하 → 평균 146칸

대규모 : 가두리 칸 수 200칸 초과 → 평균 314칸

출처: 전복양식표준지침서(2008)

○ 전복(성패) 생산

- 진도군 통계에서는 2011년 전복 생산량은 400톤, 생산금액 200억 정도 기록한 것으로 조사되고 있음
- 그러나 진도군 전복 가두리는 24,000칸 정도이며, 이중 전복 중요생산 가두리는 5,000칸 정도임. 나머지 약 20,000칸 중 10,000칸 정도에서 한 해 전복이 생산 되고 있음
- 칸 당 대략 80~100kg 생산(3년 기준)되며, 치패 입식 후 양성기간을 고려하면 2.5년 뒤 800~1,000톤이 생산되며, 한 칸 당 400~500만원의 수익을 올리는 것으로 생각할 수 있음
- 이 결과로부터 실제 진도군에서 생산되는 전복은 200억원이 아닌 400억원 이상인 것으로 추정됨(12-13미/kg 기준)

○ 전복 먹이

- 전복의 먹이로 미역, 다시마를 주로 사용하는데, 자연에 의존하다 보니 10~12월경에는 먹이공급에 큰 어려움을 겪고 있음
- 진도는 해역별로 해조류의 생산형태가 다른 특성을 가지고 있음
- 예를 들어 미역과 다시마의 경우 진도 서부지역은 12월까지 생산되지만 양이 충분하지

않고, 동부지역은 7월까지만 생산되지만 양이 많아 두 지역이 서로 보완할 수 있는 특성을 가지고 있음

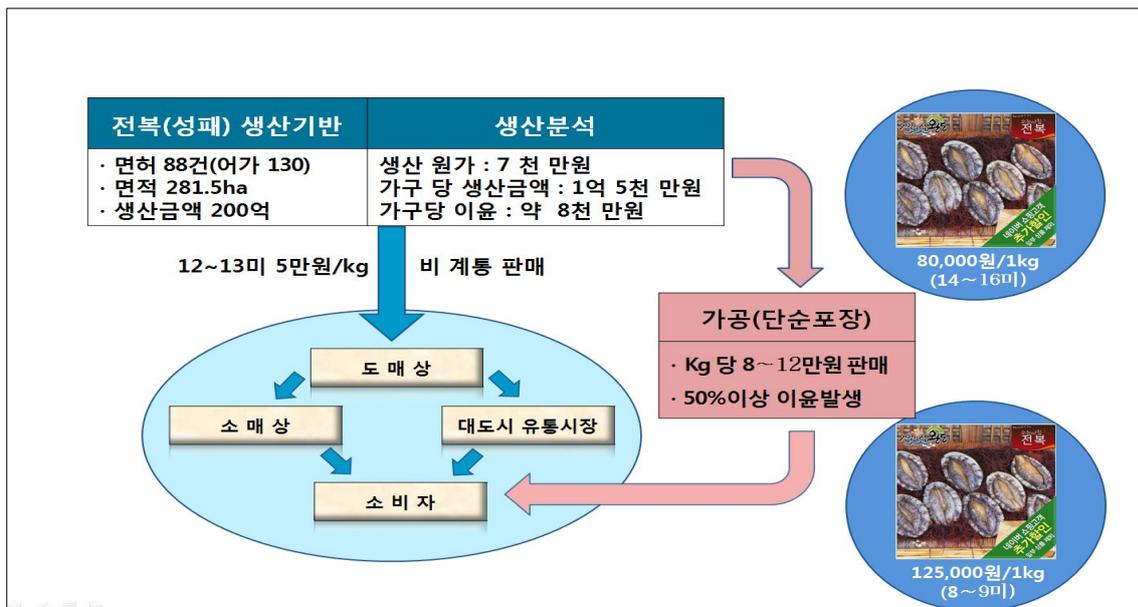
- 타 지역은 먹이구입비용 부담과 가을철에 먹이 공급이 제때 이루어지지 않아 성장기간이 길어지고 폐사가 발생하는 경우도 있음
- 진도군의 해조류 생산특성을 살리기 위해서는 먹이 보관창고를 지어 잉여 생산된 해조류를 보관하였다가 필요시 방출하여 먹이부족 문제를 해결할 수 있음

○ 전복 성패 유통

- 양식 전복은 대량생산 초기에는 3분의 2정도가 계통 출하되었지만, 나머지 1/3은 비계통 출하되었음
- 이후 전복의 양식기술이 확대 보급되고 생산량이 늘어나면서 대부분이 비계통 출하를 하고 있는 것으로 조사됨
- 즉, 양식 전복이 산지 수협을 통해서 거의 판매되지 않고 있고, 대신 산지수집상이 전복 양식업자의 생산물을 취급하고 있음

○ 전복 가공(단순)

- 진도군에서 전복가공은 거의 미비한 수준이지만, 중국이나 홍콩에서는 가공식품을 선호하는 것으로 조사됨



<그림 2-8> 전복(성패)생산 및 가공현황 모식도

□ 전복(종묘)

○ 전복(종묘) 양식어업면허 현황

— 전복종묘 양식면허는 총 173건이며, 양식면적은 총 13.7ha임(2011년 기준)

○ 전복(종묘)양식 시설

— 전복치패는 주로 완도와 진도에서 생산하고 있음

— 전복치패 양식을 위한 표준 생산원가는 규모별로 다르며, 가장 큰 비중을 차지하는 것은 인건비와 시설비임

<표 2-9> 규모별 전복치패 양식의 표준생산원가

(단위: 천원)

규모별	파판수 (장)	모패대	사료비	인건비	전기료	수선 유지비	감가 상각비	기타 비용	비용 합계
소	75,000	1,000	10,000	13,500	10,000	5,000	19,850	13,800	73,150
중	150,000	3,000	15,000	29,000	15,000	10,000	39,700	27,600	139,300
대	300,000	10,000	20,000	53,100	20,000	15,000	86,000	43,600	247,700

※ 전복치패생산 규모 기준

소규모 : 치패 50만 마리 이하

중규모 : 치패 50만 마리 초과, 100만 마리 이하

대규모 : 치패 100만 마리 초과

출처: 전복양식표준지침서(2008)

○ 전복(종묘) 생산량

— 진도군은 2000년대 초 전국 전복 종묘 생산량의 70% 이상을 생산하였지만 현재는 약 35%만을 점유하고 있음

— 이것은 진도의 양식어가가 감소했기 때문이 아니라 완도에서의 생산량이 크게 늘었기 때문임

— 실제 2000년대 초보다 2011년 현재 훨씬 많은 종묘가 생산되고 있음

— 결과적으로 전복 종묘의 과잉생산과 완도지역의 집단폐사로 채산성이 악화(완도 의존도 높음)

— 2011년 전복치패 생산량은 1억 9,900만 마리로 2010년 1억 7000만 마리 보다 약 14% 증가하였고 생산금액은 약 400억원(600톤)으로 추정됨

— 전복치패양식은 육상종묘양식으로 100평당 15만미 정도 생산하고 있음

<표 2-10> 전남지역 주요 산지의 전복 종묘 생산 현황 비교(2011년 10월 말 기준)

지역	파판 수(만 장)		파판 당 생산 수(마리)		생산량(만 마리)	
	2010년산	2011년산	2010년산	2011년산	2010년산	2011년산
합 계	9,873	10,836	-	-	45,565(100.0)	51,430(100.0)
완 도	4,800	4,870	4	4.5	19,000(41.7)	21,915(42.6)
진 도	3,500	3,993	5	5	17,000(37.3)	19,965(38.8)
해 남	1,373	1,373	5	5	6,865(15.1)	6,865(13.3)
여 수	400	400	5	5	2,000(4.4)	2,000(3.9)
신 안	200	137	3.5	5	700(1.5)	685(1.3)

주 : 생산량의 괄호 안 수치는 합계 대비 비중임
 자료 : 전남해양수산과학원의 해당 지소

○ 전복(종묘) 유통

- 진도군에서 생산된 종묘의 대부분은 완도군으로 판매되고 있음
- 2011년 전남지역의 전복 종묘 생산 업체는 581개소로 2010년(520여 개소)에 비해 약 13% 증가하였고, 완도와 진도 등을 중심으로 지속적인 증가 추세를 보이고 있음
- 2011년산 전복 치패의 출하 크기는 평균적으로 2.5cm 정도이고, 출하가격은 개당 250~300원대를 형성하고 있음
- 생산된 전복종묘는 가두리양식을 하는 어민들과 직접 거래되고 있으며, 2년 전까지만 해도 현금거래로 이루어진 것이 최근에는 외상거래도 크게 증가하였음

<표 2-11> 전복의 종묘 산지별 생산 특성(2011년 10월 말 기준)

구분	완도	진도	해남	여수	신안	
업체 수(개소)	270	219	50	35	7	
주요 생산 지역 (개소)	완도(28), 노화(62), 고금(58)	고군(189), 의신(8), 임회(6)	송지(15), 문내·화원(17), 화산(8)	-	압해(6), 도초(1)	
출하 시기별 비중(%)	1차	70	40	45	80	70
	2차	30	25	20	30	30
	3차	-	30	20	-	-
1차 출하 가격(원)	300	250~300	250~300	300	300	
출하 지역(%)	관내(60), 기타(40)	관내(15), 완도(65), 신안(10), 기타(10)	관내(20), 완도(70), 신안(10)	관내(10), 완도(70), 해남(20)	관내(100)	

주 : '1차'는 성장이 빠른 선두그룹을 말하며, 주로 가을철에 출하되는 경우가 많음. '2차'는 1차 이후에 판매되는 그룹을 말하며, '3차'는 가장 늦게 출하되는 그룹으로 주로 봄철에 출하됨
 자료 : 상 동

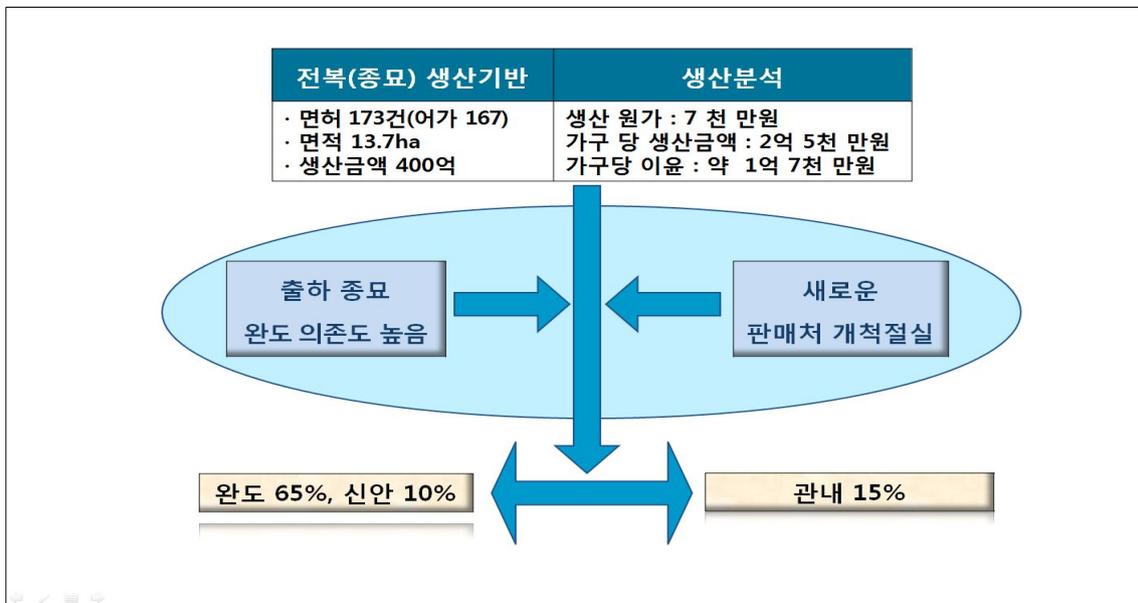
○ 전복(종묘)산업

- 전복 종묘의 출하크기를 조사한 결과, 2002년 1.4cm이었으나 2006년에는 2.1cm, 2008년에는 2.3~2.5cm, 현재는 3~4cm로 커지고 있음.
- 게다가, 전복 종묘 출하가격은 점진적으로 하락하고 있어 종묘 생산어가는 이중고를 겪고 있음

<표 2-12> 전복 종묘 가격 및 출하크기 변화

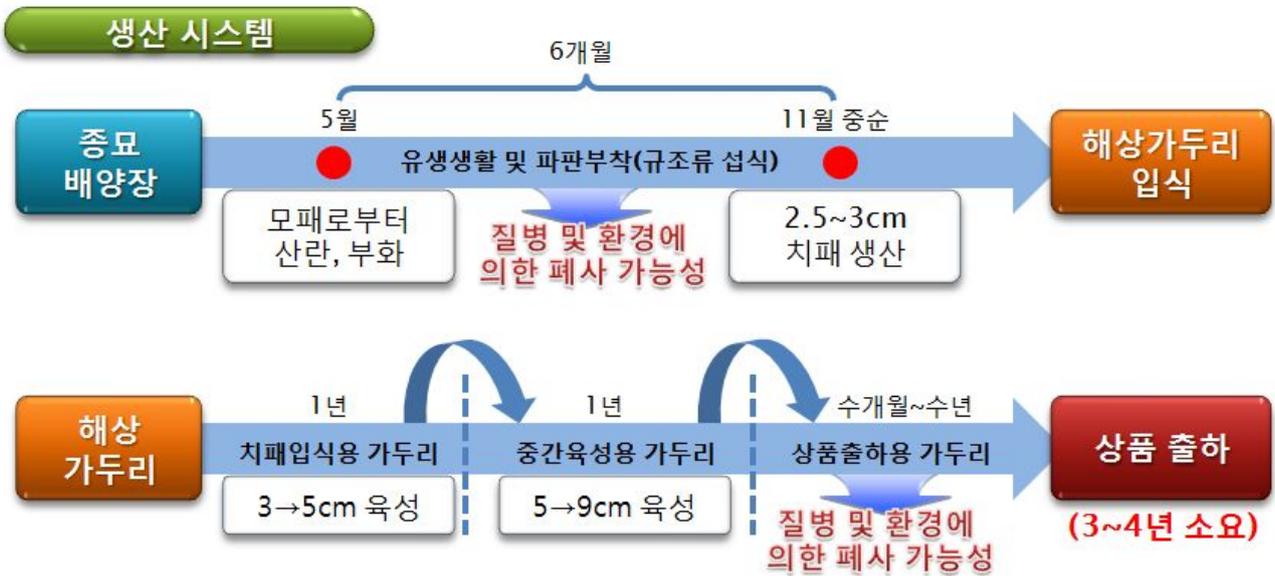
구분	2002년	2004년	2006년	2008년	현재
출하 크기(cm/마리)	1.4	1.6	2.1	2.4	3~4
종묘 가격(원/마리)	300	300	300	303	300

- 전복 종묘 출하크기가 커진 이유는 종묘 생산기술의 발전과 함께 ‘종묘용 배합사료’ 개발에 따른 것인데, 초기 배합사료는 곡류 외에도 멸치와 고등어 등의 어류 성분을 포함하여 규조류만 공급할 때와 비교하여 성장이 빨라지게 되었기 때문임
- 한편, 크기가 큰 종묘를 입식하면 해상가두리 양식장에서 성패 출하까지의 생존율이 높아 전복산업의 생산성을 높일 수 있는 장점도 있음



<그림 2-9> 전복(종묘)생산 및 가공현황 모식도

(2) 생산 시스템



<그림 2-10> 전복의 생산 시스템

○ 전복의 생산 시스템

- 종묘 배양장에서 매월 5월에 모패로부터 산란되어 6개월간 전복종묘용 파판에 부착하여 구조류를 섭식하며 육성
- 11월 중순에 해상가두리 양식장에 판매하여 입식할 때 전복의 크기는 2.5~3cm
- 과거에는 전복종묘는 2cm 이하로 판매되어 종묘생산업체들이 큰 수익을 올렸지만, 최근에는 가두리양식장에서 요구하는 크기가 약 3cm 정도로 커졌음
- 따라서 같은 기간에 크게 키워야 하는 문제점을 극복하기 위하여 어민들은 사료를 공급하게 되었고, 그 결과 “오름병”이라고 하는 병으로 많은 종묘가 생산 단계에서 폐사되고 있음
- 해상 가두리 양식장을 운영하는 어업인들은 일반적으로 가두리 양식 시설을 ① 치패입식용 가두리, ② 중간육성용 가두리, ③ 상품출하용 가두리 시설로 구분하고 일정 시간이 지나면 입식한 치패를 크기별로 선별하여 분칸시킴
- 단, 치패를 입식하여 중간육성까지만 하여 바로 상품으로 출하시키는 어업인들을 포함 시킨다면 세 가지 용도 중 치패 입식용 가두리가 다른 용도에 비해 많을 것임

(3) 수출입 동향

- 국내 전복(성패)의 주요 수출국은 일본이며 연간 수출량은 2009년 대폭 증가 후 일정하게 유지되는 경향을 보임(수출물량의 90% 차지)

- 2010년과 2011년을 비교해보면 수출량 증가에 비해 수출금액이 대폭 상승 하였는데 이는 2011년 3월 일본 동북부 지진에 의한 방사능 누출로 일본 내 전복 가격이 상승한 것이 원인으로 추정됨

<표 2-13> 국내 전복 수출입 동향

단위 : 톤, 천 달러

	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
수출량	378	630	1,018	1,001	1,011
수출액	1,252.3	1,749.6	2,804.5	2,990.2	4,128
수입량	-	0	-	-	0.3
수입액	-	0	-	-	10.1

자료 : 한국해양수산개발원, 수산업관측원보

- 전복 종묘의 경우 수출입량은 없는 것으로 밝혀져 있으며, 몇몇 종묘생산업체에서 통계적으로 측정되지 않을 정도의 물량이 개인적으로 수출되는 경우는 있는 것으로 판단됨

(4) 전복 관련 업체 현황

- 진도군 및 완도군에 설문조사를 실시하여 전복 종묘 업체 규모, 종묘 생산과정에서의 문제점, 종묘의 판매처, 가격동향 등을 파악함

□ 설문조사 개요

- 조사시기
 - 진도군 : 2012. 12. 05 ~ 2012. 12. 12
 - 완도군 : 2012. 12. 24 ~ 2013. 01. 05
- 조사방법
 - 설문지 배분 후 회수
- 설문내용
 - 부록 참조

□ 설문조사 결과

- 설문에 응답한 업체는 총 106개소였음
 - 전복 해상 가두리 양식장과 종묘 배양장을 동시에 운영하는 업체는 19개소임
 - 전복 해상 가두리 양식장만을 운영하는 업체는 37개소임

- 전북 종묘 배양장만을 운영하는 업체는 50개소임



<그림 2-11> 가두리양식장과 종묘 배양장 운영 현황

- 양식하는 전복은 대부분이 참전복이며 까막전복과의 교잡종을 사용하는 업체도 존재함
 - 종묘 배양장 중 교잡종을 사용하는 업체는 7개소였음
 - 교잡종 사용 어가는 진도에 4개소, 완도에 3개소였음



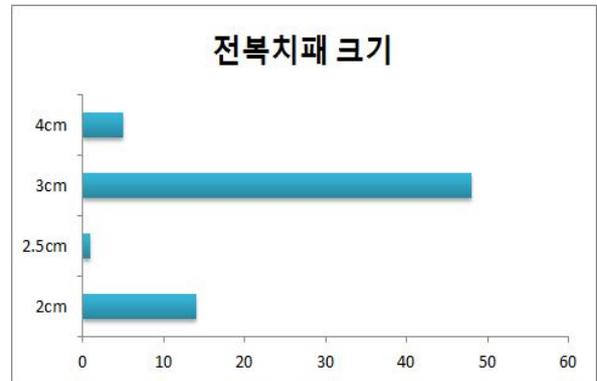
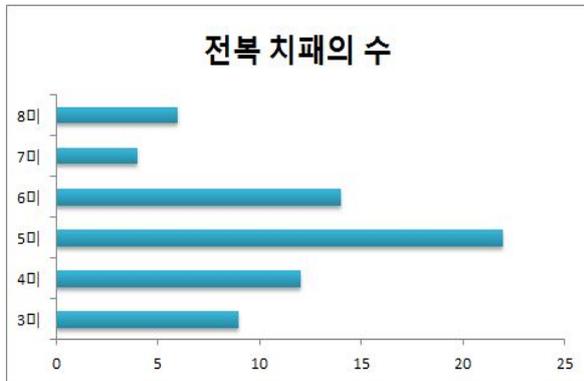
<그림 2-12> 교잡종 사용하는 종묘 배양장

- 종묘업체의 규모는 면적 330㎡(약 100평, 수조 개수 23개)정도의 소규모 업체부터 면적 6,600㎡(약 2,000평, 수조 개수 540개)
- 양식용 수조에 치패 부착용 파판을 넣는데 파판의 크기는 다양하나 일반적으로 가장 많이 쓰는 파판의 크기는 30cm X 30cm 임



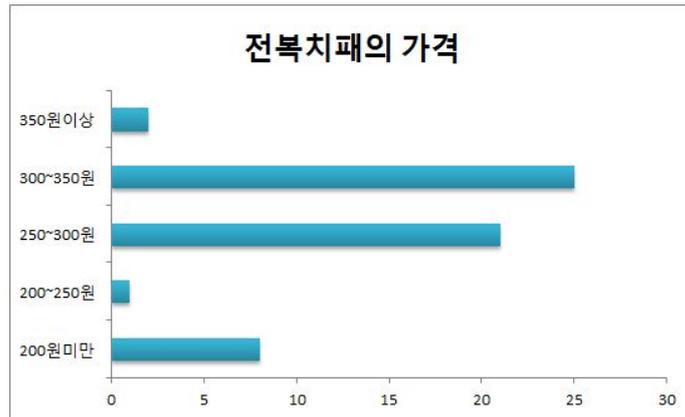
<그림 2-13> 양식용 수조(좌)와 30cm X 30cm 크기의 파판(우)

- 양식용 수조 1개의 크기는 5㎡~16.5㎡(1.5평~5평)으로 다양하며, 수조 1개당 수용 가능한 파판의 수는 30cm X 30cm 파판을 기준으로 1,200~2,000개임
- 파판 한 개당 생산되는 전복 치패의 수는 5~6미가 가장 많은 것으로 나타났으며, 8미 이상 생산되는 어가도 존재하는 것으로 나타남
- 연간 출하량은 규모가 큰 업체의 경우 200~500만미까지도 생산이 되었으나, 대부분의 업체는 100만미 이하인 것으로 조사됨
- 출하되는 치패의 크기는 2.5~3.0cm가 가장 많았음



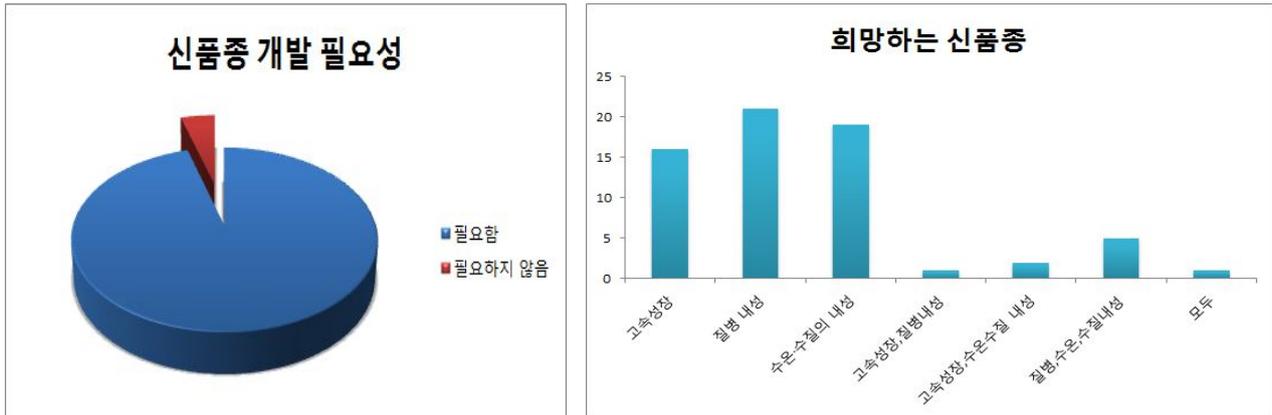
<그림 2-14> 파판 한 개당 생산되는 치패의 수(좌)와 출하되는 치패의 크기(우)

- 치패의 가격은 시기에 따라 달라지지만 일반적으로 250~300원 수준인 것으로 조사됨



<그림 2-15> 전복치패의 가격

- 치패 판매 지역은 우리나라 완도군의 가두리 양식장으로 판매되는 경우가 대부분이었으며, 해외로 치패를 수출하는 업체는 거의 없는 것으로 조사됨(설문 조사 상 중국 수출 업체 1개소, 일본 수출업체 1개소가 존재했으나, 10만미 이하의 소량 수출)
- 대부분의 업체들이 치패의 대량폐사를 경험한 것으로 나타났으며, 대량폐사의 원인은 질병, 환경관리 문제, 태풍 등 다양하게 확인되었음
 - 질병에 의한 폐사라고 대답한 업체들에 대하여, 폐사 직전 치패들에게 나타나는 증상을 조사한 결과, 어업인들이 “오름병”이라고 부르는 증상이 나타난 것으로 조사됨
 - “오름병”은 전복 치패가 수조 아래쪽 shelter로 내려가지 않고 수면 위쪽으로 올라와 폐사하는 증상을 일컫음
 - 정확한 원인은 아직 규명이 되지 않았으나, 치패 속성장을 위한 배합사료의 과다 사용에 의한 수조 아래쪽 수질악화, 혹은 고수온에 의한 치패의 먹이인 규조류의 변화와 같은 환경적 문제인 것으로 추측됨
- 이와 같은 문제로 대부분의 업체에서 신종자 개발의 필요성을 인식하고 있었음
 - 필요한 신종자가 갖추어야 할 형질은 속성장, 환경내성, 질병내성을 희망하는 종묘업체가 거의 비슷하게 조사됨
 - 어민들은 질병에 의한 폐사와 환경에 의한 폐사를 구분하지 못하고 설문에 응답하는 것으로 판단되며, 질병에 의한 폐사보다 환경에 의한 폐사가 많기 때문에 설문결과를 정리해보면 환경내성 신종자가 속성장 신종자에 비해 선호도가 높은 것으로 나타난
 - 전복의 경제성을 고려해볼 때 크기상승에 따른 가격상승 비율이 높기 때문에 양식하는 시기가 길어질수록 가격 측면에서는 유리하게 되지만, 이와 반대로 오랜 기간 양식을 하면 폐사의 가능성이 높아지기 때문에 폐사방지 종자를 희망하는 것으로 판단됨



<그림 2-16> 신종자 개발 필요성에 대한 인식(좌)과 어민들이 희망하는 신제품(우)

- 일반적으로 종묘배양장에서 모패를 따로 관리하지 않고, 해마다 구입하여 산란 시킨 후 처분하고 있음
 - 전북 모패를 따로 관리하는 업체는 많지 않았으나, 부분적으로 경험에 의한 선발육종을 수행하고 있는 업체도 존재하였음
- 전북 종묘배양장을 운영하는데 가장 큰 문제점은 관리상 문제인 것으로 나타남

□ 결과 분석

- 국내 전북 종묘 생산량에 대해 전남해양수산과학원 해당지소에서 조사한 통계자료(진도군 해양수산종합발전 참조)에서는 2011년산 전북 치패 5억 1,000만미
 - 이는 파판 수와 파판당 치패 생산 수를 통해 도출된 결과임
 - 파판 수에 대한 정확한 조사가 이루어지지 않을 경우, 자료의 신뢰도가 떨어짐
- 어업인 설문조사에 의하면 치패의 가격은 최근 집단 폐사로 인해 약간 상승 하였으나, 과거 수년간 치패 가격은 하락 추세인 것으로 판단됨
 - 치패의 가격은 매년 비슷했으나, 해상 가두리 양식장에서 요구하는 치패의 크기가 점점 증가하고 있음
 - 같은 크기의 치패를 기준으로 보면 가격은 하락 추세로 분석됨
- 해상 가두리 양식장의 시설 용도 구분은 일반적으로 치패입식용, 중간육성용, 상품출하용으로 구분하여 3년간 양성함
 - 단, 중간 육성용 가두리 없이 2년만 양성하는 어가도 존재함
 - 3년 양성 어가를 기준으로 치패입식용 가두리의 비율이 전체 가두리 시설 수의 33%라면 2년 양성까지 고려한 가두리 비율은 약 40% 정도일 것으로 기대됨
- 국내 총 해상 가두리 시설 수는 약 650,000칸으로 조사되었음
 - 국내 총 해상가두리 시설 수는 통계자료가 아니라 항공사진을 바탕으로 Counting 된 자료이기 때문에 정확한 정보임

- 치패입식용 가두리의 비율을 40%로 산정할 때 국내 치패 입식용 가두리는 약 260,000 칸으로 산정
- 가두리 한 칸의 치패 입식량은 평균적으로 3,000~3,500미로 조사
- 260,000칸에 칸 당 3,000~3,500미가 입식된다면 연간 8~9억미의 치패 수용 가능
- 국내 치패 생산량이 통계자료 결과처럼 5억미라면 수요량에 비해 공급량이 적어 치패의 가격이 상승해야 하는데 과거 수년간 치패 가격은 하락 추세인 것으로 판단됨
- 게다가 전복치패는 현금으로만 거래되던 것이 외상거래가 증가하고 있음
- 따라서 현재 전복 치패는 과잉 생산 중이며, 가두리 시설 수로 가능한 결과 실제 생산량은 9억미 내외일 것으로 추측할 수 있음

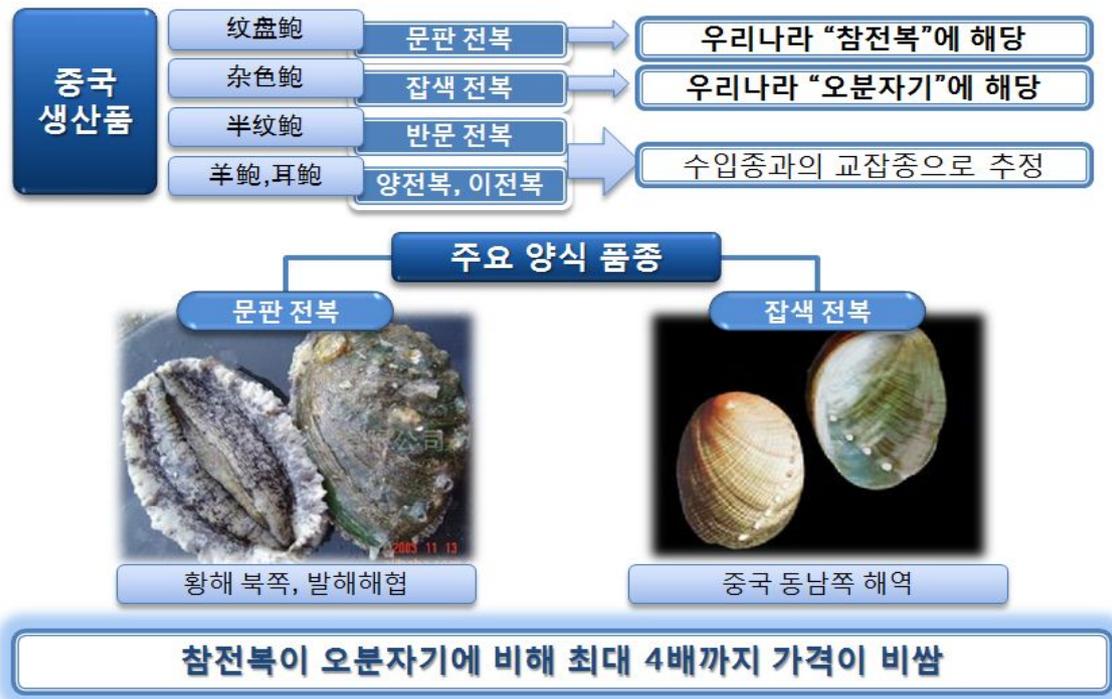


<그림 2-17> 국내 전복 생산 시스템

2) 중국

(1) 주요 품종¹⁾

- 중국에서 주로 생산되는 전복은 紋盤鮑(문판전복), 雜色鮑(잡색전복), 半紋鮑(반문전복), 羊鮑(양전복), 耳鮑(이전복)이 있는데 문판전복은 우리나라의 참전복에 해당되고 잡색전복은 우리나라의 오분자기에 해당됨



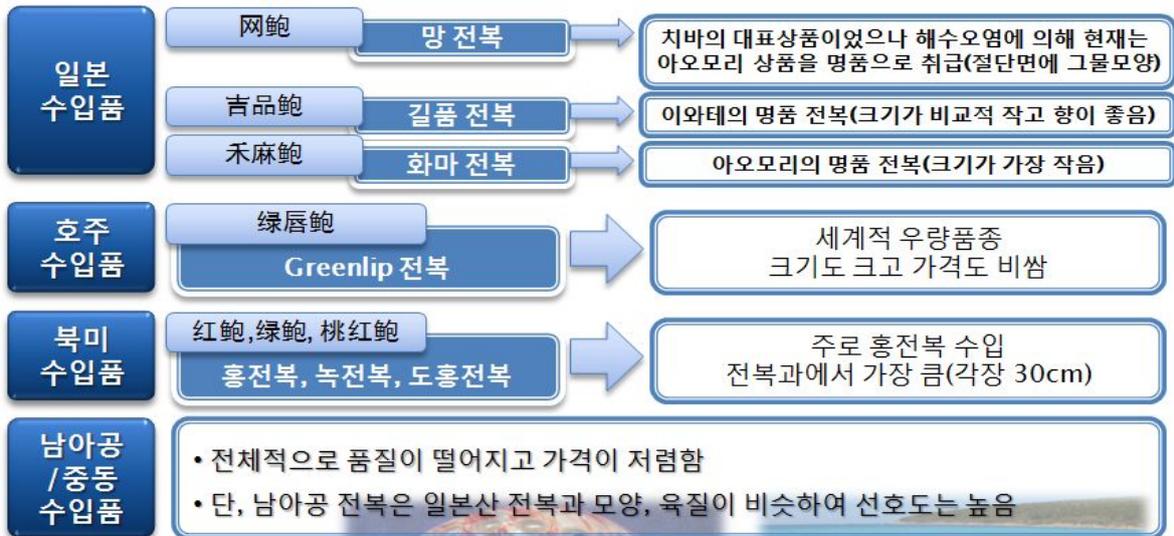
<그림 2-18> 중국에서 생산되는 전복 주요 품종

- 활전복의 주요 양식품종은 참전복과 오분자기이며, 참전복이 오분자기에 비해 최대 4배까지 가격이 비싼 것으로 조사됨
- 참전복은 주로 황해 북쪽, 발해해협 주변 섬과 암초지역에 서식
- 오분자기는 동해 및 남해 일부 해역에 분포
- 중국인 선호 품종은 참전복으로 밝혀짐
 - 중국 보고서 내용과 현지 자문 내용이 일치함
- 중국 시장 내에 다른 국가의 수입품종도 판매되고 있으며, 주요 수입 국가는 일본, 호주, 북미, 남아공, 중동 국가 등이었음
- 일본산 전복은 網鮑(망전복), 吉品鮑(길품전복), 禾麻鮑(화마전복)을 삼대명복이라고 부름
 - 망전복은 일본의 아오모리현에서 생산되는 명품전복으로, 과거에는 치바현에서 생산되

1) 중국 전복 주요 품종은 “2011-2016년 중국 전복 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서”의 내용을 토대로 중국 대련해양대학 상아청교수, 송지연교수의 자문을 통해 확인한 결과임

었으나 해수오염 문제로 현재는 아오모리산을 최상품으로 취급함

- 망전복의 겉모양은 타원형에 커피색깔을 띄며 가장자리가 가늘고 작는데 칼날로 자르면 그물모양의 무늬가 보이기 때문에 망전복이라 명명함
- 길품전복은 이와테현에서 생산되는 명품전복으로 크기가 비교적 작고 가장자리가 높으며 회색빛을 보임
- 화마전복은 아오모리현의 전복으로 크기가 망전복이나 길품전복에 비해 가장 작고 암석사이에서 서식함



<그림 2-19> 국외 전복 품종의 특징

- 호주산 대표적인 전복은 Greenlip전복과 Blacklip전복이 있는데 중국 시장에서는 주로 Greenlip전복을 볼 수 있음
 - 호주산 Greenlip전복은 세계적으로 우량한 품종이며, 내수 전복에 비해 가격이 몇 배나 비쌘
- 북미의 전복으로는 紅鮑(홍전복), 綠鮑(녹전복), 桃紅鮑(도홍전복)이 있는데 홍전복은 전복과에서 가장 큰 품종으로 최대 각장 30cm에 이르는 것도 있음
- 중동의 각 국가들에서 수입되는 품종도 존재하는데 크기가 작고 육질이 딱딱하여 품질이 좋지 않음
- 남아공의 전복은 모양과 육질이 일본전복과 비슷하고, 가격이 일본전복에 비해 저렴하여 중국인들이 선호하는 품종임

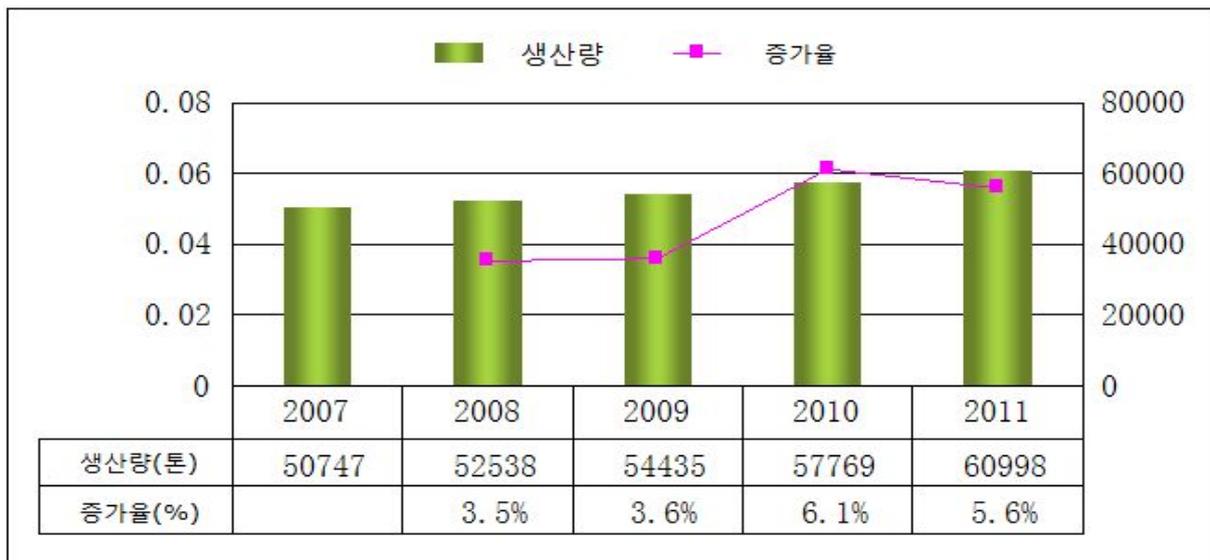
(2) 생산 동향

□ 전북(성패) 생산량



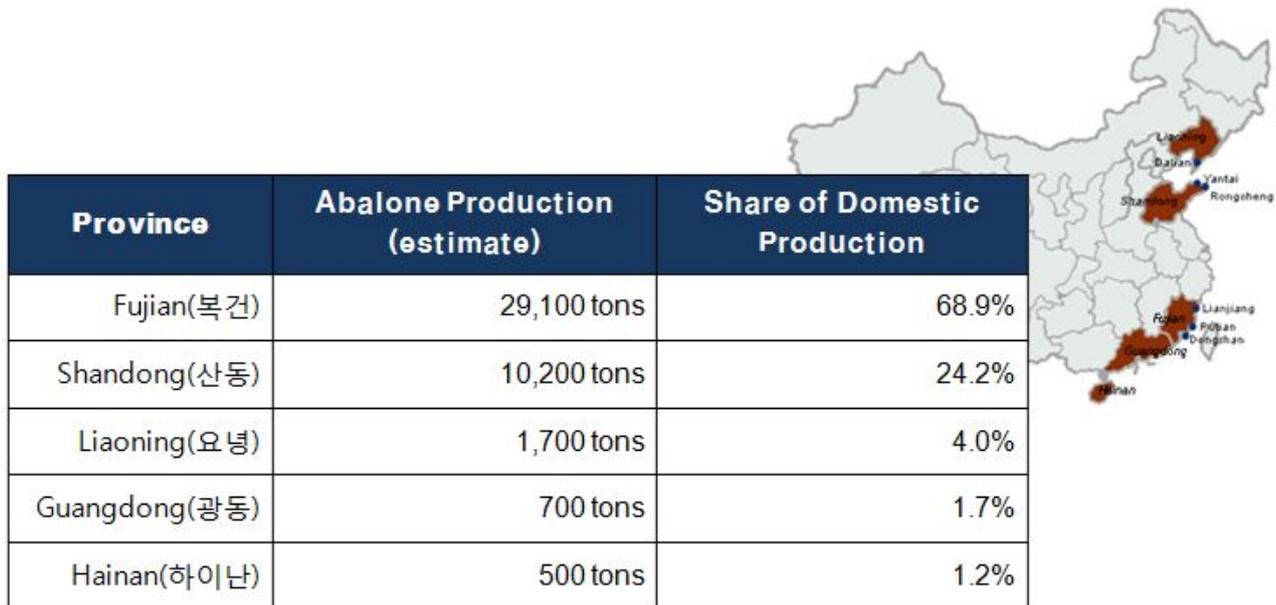
<그림 2-20> 2007~2011 전북 생산능력(2011-2016년 중국 전북 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서, 2012)

- “2011-2016년 중국 전북 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서”에 따르면 전북 업종의 생산능력은 2011년 기준으로 2010년보다 6.0% 증가한 65,628톤으로 조사됨
 - 중국 보고서에 표기된 “생산 능력”은 생산할 수 있는 최대량을 뜻하는 것으로 판단됨 (생산량과 생산능력을 구분하고 있음)



<그림 2-21> 2007~2011 전북 생산량(2011-2016년 중국 전북 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서, 2012)

- 중국의 전복 생산량은 2011년 기준 60,998톤으로 전년도에 비해 5.6% 상승함
 - 생산량은 실제 생산된 전복의 양을 뜻하는 것으로 판단되며, 생산량은 생산능력에 비해 매년 5,000~6,000톤 정도 낮은 수치임



자료 : JLI analysis based on multiple sources

<그림 2-22> 중국 전복 생산량(FAO통계자료)

- FAO통계에 따른 중국 전복의 생산량 2009년 기준 42,000톤 정도임
 - “2011-2016년 중국 전복 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서”의 2009년 생산량은 54,000톤 정도로 FAO 통계와 크게 차이나는 수치임
- 중국 대련해양대학 상아청교수²⁾ 및 송지옌교수³⁾의 자문에 의하면 2012년도 기준 전국의 생산량은 약 20,000톤 수준(국가 통계국 자료 기준)
 - 생산되는 전복의 대부분이 참전복이라고 하였으며 생산지는 복건이 90%, 산동이 10%를 차지한다고 함
 - 최근 생산량이 급격히 늘어났다고 하였으며, 향후에도 생산량이 늘어날 가능성이 큰 것으로 전망하고 있음
- FAO통계, 중국 보고서, 현지 면담자의 생산량에 관련된 내용이 크게 달랐기 때문에 생산량에 관한 정확한 자료는 가늠하기 어려움
 - 단, 모든 자료에서 생산량이 꾸준히 증가하는 추세라는 사실은 일치함

2) 상아청 교수는 중국 대련해양대학의 학장, 중국 수산물우량품종 위원회 회원, 중국 패류 교과서의 주 저자

3) 송지옌 교수는 중국 대련해양대학의 교수, 전복 및 해삼 육종 및 양성 전공

□ 종묘 생산량



<그림 2-23> 2007~2011 중국 전복 종묘 생산량(2011~2016년 중국 전복 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서, 2012)

- 전복의 종묘 양식 규모는 2007년도에 32.8미, 2008년도에 34.7미, 2009년도에 37.1미, 2010년도에 40.5미, 그리고 2011년도에 43.8미로 지속적으로 증가하는 추세임
- 현장조사는 산동성 위해시의 담당공무원에게 전복 종묘 관련하여 면담하였음
 - 중국의 종묘생산기술은 이미 보편화된 상태임
 - 2011년도에 산동성에서만 약 1억 5천만의 치패를 생산하였고, 종묘 생산장 대부분이 복건성으로 이전하여 대량생산하고 있음
 - 치패의 크기는 약 2~3cm 정도로 생산
 - 이미 우럭이나 꼬막은 수입한 사례가 있으며, 전복종묘도 수입이 가능할 것이라고 함
 - 속성장의 전복종묘가 있다면 중국어민들이 수입할 것이라고 예측
- 요녕성의 “해보어업 그룹”에서도 현장 면담하였음
 - 5개의 종묘생산 공장에서 연간 1억 개의 전복치패를 생산하며, 여순에 있는 2공장에서 연간 2,000만개를 생산함
 - 복건성으로 40시간 선박 운송하여 판매함
- 현재 치패의 수요는 복건성이 많으나, 기후변화에 따른 태풍 영향 등을 고려하였을 때 변동 가능성 있음

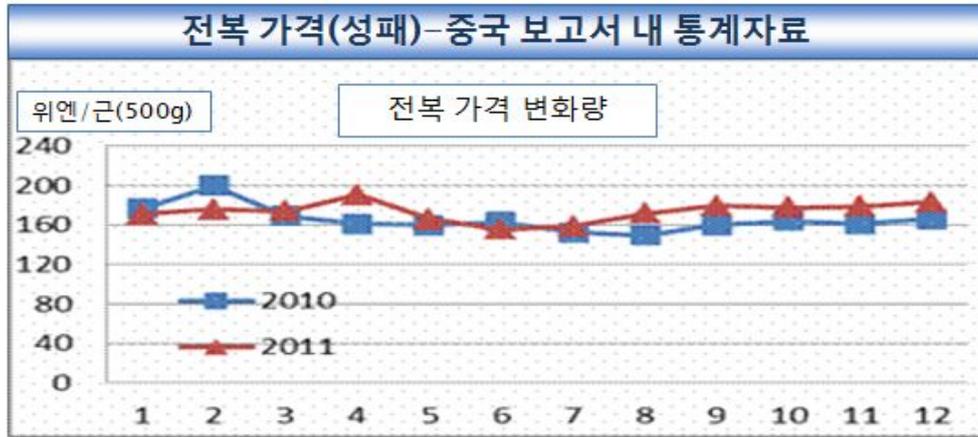
□ 생산 시스템



<그림 2-24> 중국의 참전복 종묘 생산 시스템

- 과거에 참전복 종묘는 90% 이상 산동성과 요녕 주변에서 생산됨
- 최근 10월말에서 12월 초에 산동성, 요녕에서 생산된 참전복 종묘를 선별한 후, 복건성으로 운반하여 양성함
 - 참전복은 과거 산동과 대련에서 대부분 생산되었지만 지금은 복건성에서 50-90% 차지하고 있다고 하며 종묘 생산장도 복건성으로 이전하는 추세
 - 따라서 요녕성의 종묘 배양장은 약 200개에서 20개로 감소함
 - 결과적으로, 복건성에서 대량생산을 하게 되어 참전복 생산이 증가하였으며, 경쟁력이 심화되어 가격은 정체된 상황임
 - 그러나 참전복은 저온에서 성장하기 때문에 따뜻한 복건성에서 양성함에 따라 여러 가지 문제가 발생하고 있음
 - 생산량은 어느 정도 증가하였지만 완전한 성공이 아닌 것으로 분석됨
 - 생산방법은 요녕과 산동의 경우, 종묘(2cm 크기)를 채롱 하나에 15~20개를 넣고 양식하지만, 복건성의 경우 한국과 동일하게 가두리에서 대량 생산

(3) 소비 동향
□ 가격 동향



출처 : 농업부 시장과 경제정보 회사

<그림 2-25> 전복 성패 가격동향 (2011-2016년 중국 전복 산업시장 분석 및 투자 예측 보고서, 2012)

- 통계자료에 따르면, 2011년 3분기에 중국 어업산품 생산원가가 전년 동기보다 10.62% 증가함
 - 수도, 전기, 사료 등의 생산 자료의 가격이 인상되고, 수산물 또한 생산주기가 길기 때문에 생산원가의 인상은 다음해의 가격에도 직접적인 영향을 미칠 것임
- 2011년 한 해 동안 가뭄과 폭우 등 자연재해가 빈번하게 일어나 많은 손실이 일어남.
 - 그에 따라 공급보다 수요가 상대적으로 더욱 증가하여 가격이 계속적으로 인상됨
 - 4월부터 가격이 인상되어 9월까지 유지되었고, 10월에 가격이 점차 하강함
- 계절성 또한 수산물 가격에 영향을 미치는 중요한 요소임



<그림 2-26> 중국의 전복 성패 가격

- 현지 면담 결과, 2012년 전복의 시세는 크기 7~8cm 기준으로 36,000원/kg, 9cm의 자연산은 144,000원/kg 임.
- 참전복의 가격은 오분자기에 비해 3~4배가 비쌈

- 또한, 일반음식점에서 저가의 전복(30미/kg)은 36,000원/kg 이고, 고급 씨푸드 전문점에서 고가의 전복(10미/kg)은 150,000원/kg 임
- 통계자료와 현지 전문가 면담 내용이 거의 일치함

□ 소비 지역

- ‘중국 중장기 철도망 조정 계획’



<그림 2-27> ‘중국 중장기 철도망 조정계획’의 영향

<표 2-14> ‘중국 중장기 철도망 조정계획’의 2020년 목표 주요 조정 내용

주요 내용	중장기 철도망계획(2004년)	조정안(2008년 11월)
철도영업노선 규모	10만 km	12만 km
여객 전용선 및 도시 간 철도	12,000km	16,000km
철도 복선거리(복선율)	13,000km(50%)	19,000km(60%)
전기화 거리(비율)	16,000km(50%)	25,000km(60%)
신설 철도	16,000km	41,000km
연간 석탄 수송 능력	18억 톤 이상	23억 톤 이상

- 2020년 중국 철도 네트워크는 전국 20만 인구 이상 도시와 지급시 이상 행정구역의 95% 이상을 포괄하는 규모가 될 것으로 전망
- 주요 여객 전용선의 연장 철도를 건설할 계획으로, ‘항저우-닝보-푸저우-선전 간 여객전용철도’의 상하이까지 연장하고, ‘항저우-난창-창샤 간 여객전용철도’를 서쪽의 쿤밍까지 연장할 계획
- 또한 뎡뿌-허페이, 난징-항저우, 진저우-잉커우, 난창-지우장, 류저우-난닝, 멘양-청두-러싼, 하얼빈-치치하얼, 하얼빈-무판장, 창춘-지린, 선양-판둥 등의 연결선 건설할 예정

- 과거 전북 소비지역은 대련, 요녕, 복건 등 산지 및 해안주변이었으나, 최근 운송업의 발달로 인하여 내륙지역까지 소배가 확대되고 있음
- '중국 중장기 철도망 조정계획'에 의해 전북 소비지역이 확대될 것으로 예상

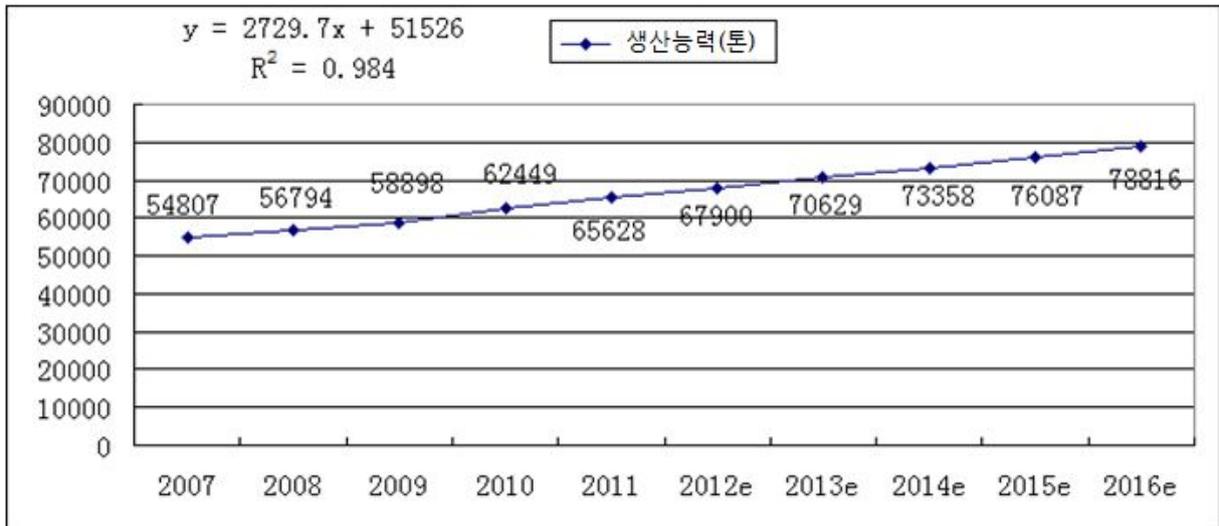
□ 소비 형태

- 활전복 외에 건전복과 같은 가공품 수산시장에서 판매중임
- 과거에 비하여 전복 등의 고가 수산물이 서민들도 먹을 수 있는 식품으로 대중화되고 있음을 알 수 있음. 일반음식점에서 판매하는 전복 크기는 6~7cm가 대부분임
- 또한, 향후에도 수산물의 소비가 늘어날 것으로 예상됨
- 장자도와 같이 브랜드 있는 고급 전복은 수산시장이나 전문점에서 판매되지 않고 백화점과 같은 곳에서 타 제품과 비교하여 월등하게 비싼 가격으로 판매되고 있음. 장자도에서 판매되는 전복은 10미/kg 이상만 취급함

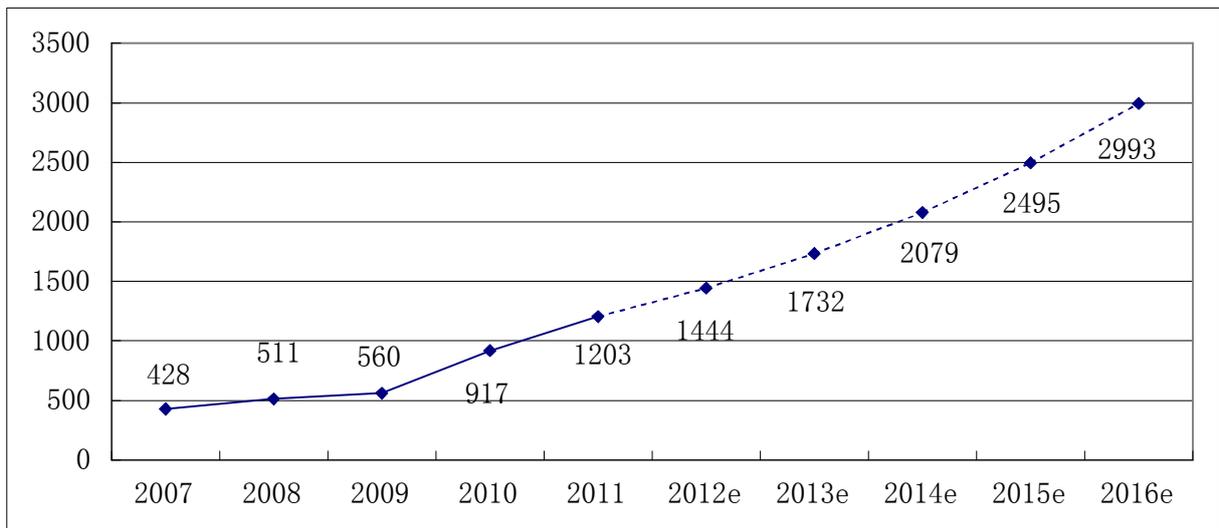


<그림 2-28> 중국 시장에서의 전복 소비형태 (현장조사)

□ 산업 전망



<그림 29> 2012~2016년 중국 전복 생산능력 예측

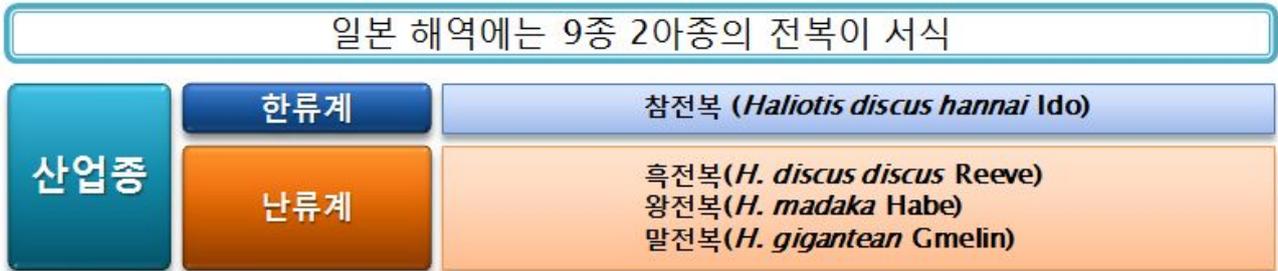


<그림 2-30> 2012~2016년 중국 전복시장 규모 예측

- 2016년 중국 전복 생산능력은 78,816톤으로 예측됨
- 2016년 중국 전복 시장 규모는 2,993억위엔(한화 약 53조원)으로 예측됨
- 생산능력의 증가에 비해 시장규모의 증가가 빠름
 - 생산지는 한정되어 있기 때문에 소비지 확대에 따른 가공업 운송업의 발달로 시장규모 확대
- 양식 생산능력 확대에 의해 치패의 수요도 점차 증가할 것으로 기대됨

3) 일본

(1) 주요 품종



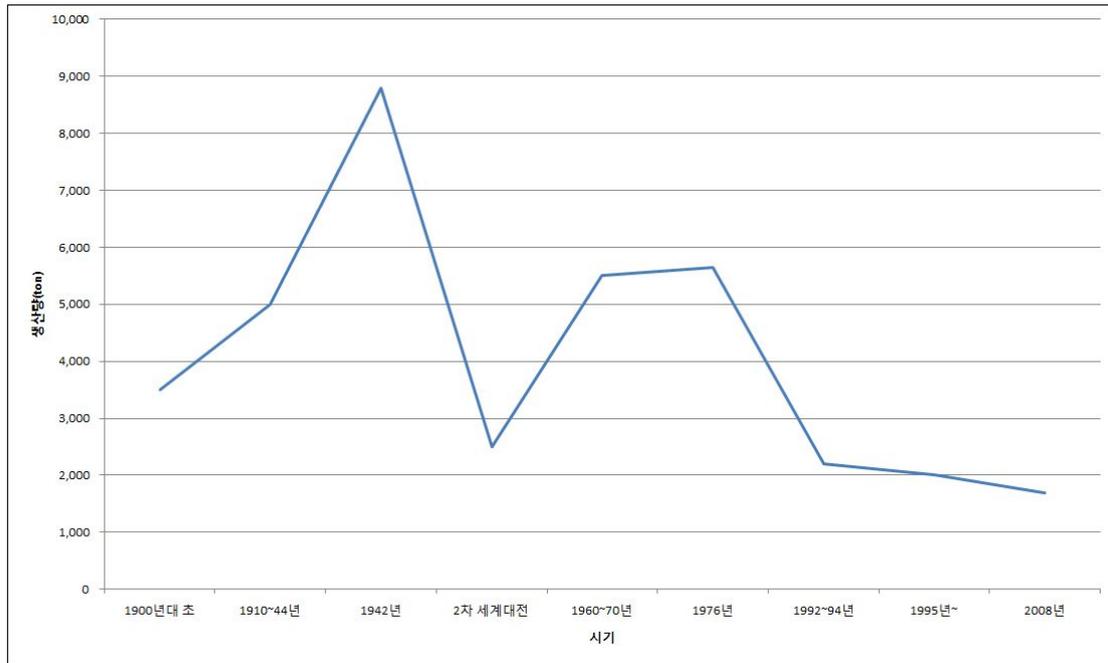
<그림 2-31> 일본산 전복 주요 품종

- 일본에는 총 9종, 2아종의 전복이 서식함
- 이 중 전복산업에서 중요한 것은 한류계인 참전복(*Haliotis discus hannai* Ido)와 난류계인 흑전복(*H. discus discus* Reeve), 왕전복(*H. madaka* Habe), 말전복(*H. gigantean* Gmelin)의 총 4종
 - 크게 한류계, 난류계로 나눌 수 있음
 - 산업종 중 참전복은 한류계, 나머지 전복은 난류계 전복임

(2) 생산 동향

□ 생산량

- 일본 전복 생산량은 1942년 최고인 8,800톤을 기록한 이래로 감소추세
- 지역별로는 이와테현과 미야기현이 2008~2009년에 일본 내 생산량 1~2위를 차지
- 특히, 이와테현은 안정적인 생산을 보이며, 생산된 건전복 품질에 대한 평가가 좋아 중국 소비 건전복의 80%를 점유
- 그러나 지진과 쓰나미로 인해 이들 지역의 어항, 어선, 생산시설 등이 파괴되어 전복 어업 재개가 불투명한 실정
- 게다가 자금난에 의한 폐업 및 고령에 의한 은퇴도 증가하고 있음



<그림 2-32> 일본의 시기별 생산량 변동(단위: ton)

<표 2-15> 일본의 지역별 생산량 현황

(단위: ton)

	2006년	2007년	2008년	2009년
이와테현	483	521	384	531
미야기현	-	-	131	213
치바현	-	-	126	-

<표 2-16> 일본 지역별 전복 생산량

<p><'09 일본 지역별 전복 생산량></p>	일본 총 전복 생산량	1,855톤
	이와테	531톤
	미야기현	213톤
	기타지역	1,111톤

(3) 소비 동향

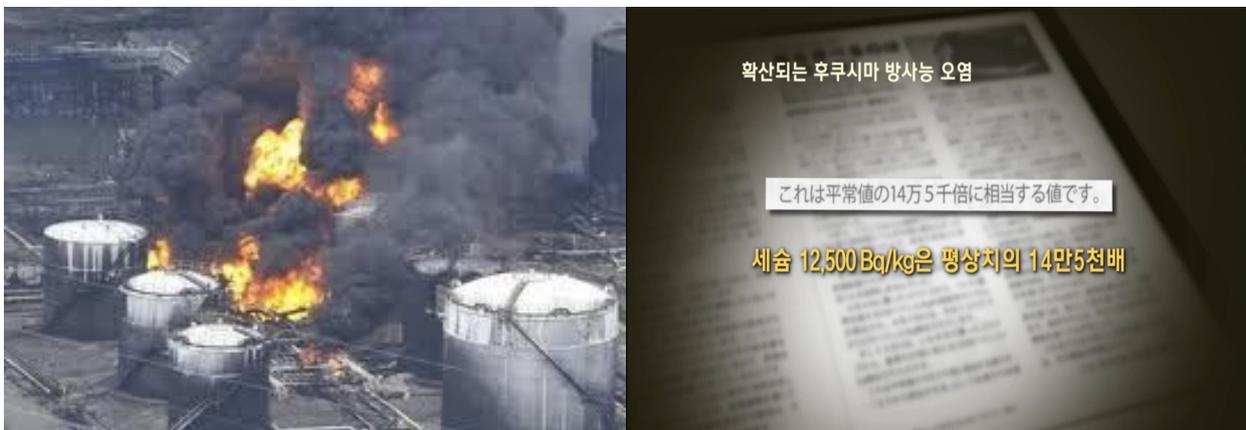
- 일본에서 70~90g 정도의 전복은 주로 구이나 조림 용도로 사용되며, 110~150g은 초밥용, 횃감용, 건조용으로, 250g 이상의 대형전복은 선물용 가공품 또는 스테이크용으로 활용됨

- 전복은 에도시대(1603년)부터 중국에 수출되던 3대 품목 중의 하나임.
 - 수산청에 따르면, 2009년 일본 전국 전복류의 생산량은 1,855톤으로 이 중 이와테산이 531톤으로 거의 1/3을 차지 일본의 전복 제1산지임. 2위는 미야기현으로 213톤, 산리쿠 연안에는 다수의 전복 어장이 형성되어 있음
 - 전복은 중화요리에서도 고급메뉴로 전복 중에서도 이와테산 "에조 전복"은 고급식재료 평가가 높음
 - NPO법인의 해사(海事)·수산진흥회에 따르면, 전복이 크고 육질이 두꺼워서 이와테산 전복은 중국에서 인기가 높고 브랜드로 정착되어 있다고 말함
 - 이와테현의 요시하마 어업협동조합의 웹사이트에서는 중국에 "건조전복"으로 에도시대부터 수출을 해오고 있으며 또한, 중국에서 먹고 있는 건조전복의 80%는 산리쿠 해안산이라고 홍보하고 있음

(4) 지진 피해

□ 피해 현황

- 동일본 대지진으로 산리쿠연안(三陸/아오모리, 이와테, 미야기를 잇는 태평양 연안)의 어업은 전멸적 위기로 대부분의 어항이 파괴되어 재해발생
- 산리쿠연안은 고급식재로서 중화요리에 없어서는 안 되는 전복 유명산지로서, 특히, 이와테산 전복은 평가가 높아 중국과 홍콩 등에 대량 수출되는 품목이었음



<그림 2-33> 일본 지진으로 인한 원전사고

- 산리쿠 연안의 지진과 해일로 어업재개는 어려운 상황
 - 요시하마(吉浜)지구도 어항이 파괴되고 어협의 건물도 파괴된 상황임
 - 어선도 대부분 파괴되어 상품제공이 어렵다고 동 요시하마 어협 웹사이트에 공지되었음
- 지진피해로 폐업과 은퇴를 결정하는 어업관계자 속출

- 일부 언론에 따르면, 배와 도구 등이 해일로 부서져 자금상황을 고려하여 어쩔 수 없이 폐업, 고령으로 인한 은퇴 등이 속출하는 상황임
- 중국에서는 현재 이와테산 전복이 입수가 어려운 상황임
 - 홍콩의 고급 광동요리점에서 사용되는 전복은 대부분이 일본 이와테현 요시하마산임
- 요코하마의 중국식당가 전복요리 가격 상승
 - 종전의 2,600엔~ 3,600엔 하던 일품요리가 4,000엔~5,000엔으로 상승

□ 지진 후 전복 거래 동향

- 도쿄도 중앙도매시장인 츠키지의 전복거래량은 월별로 보면 2011년 3월 거래량이 주산지 피해로 출하량 감소를 보였으나, 평균가격은 큰 변화를 보이지 않았음.
- 미야기현의 경우 2011년 2월 거래량은 6,605kg에서 2011년 3월 거래량은 2,621kg으로 60%감소함(가격은 kg당 7,520-> 7,433엔)

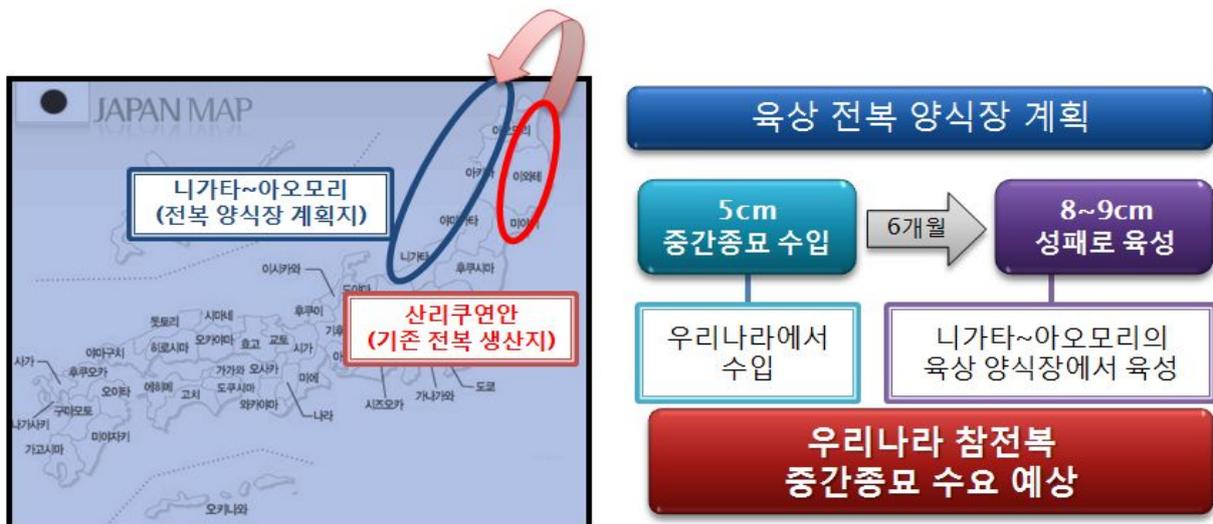
<표 2-17> 일본 지진 후 전복 거래량 및 가격

(단위: 톤, 엔, %)

	2011년 1월	2011년 2월	2011년 3월	전월대비증감
중량	31,116	31,963	25,786	-19.3%
금액	184,229,436	181,591,251	146,337,144	-19.4%
평균가격	5,921	5,681	5,675	-0.1%

자료 : 동경도 중앙도매시장(츠키지) 통계자료

□ 육상 양식 계획



<그림 2-34> 일본의 육상 전복 양식장 계획

- 일본 동북부 지진에 의한 산리쿠연안의 전복 생산지 붕괴에 대한 대안으로 육상 전복양식장 계획 추진(일본 시라카미 수산 자문)
- 명품 전복의 주 생산지인 이와테현과 동일한 위도 상의 일본 서부해안인 니가타~아오모리 현에서 폐교를 이용한 육상 양식장 계획 추진 중
- 육상 양식장에서는 5cm의 중간종묘를 우리나라에서 구입하여 6개월간의 축양으로 8~9cm의 성패로 육성이 목표
- 우리나라 참전복의 중간종묘 수요가 예상됨

4) 기타 국가 시장 동향

(1) 중국 수입 5개국

- 중국의 전복(성패) 주요 수입국은 호주, 칠레, 뉴질랜드, 일본, 베트남 등이 있음
- 주요 목표시장인 중국을 Target 으로 하는 종자가 우리나라에서 개발될 경우, 중국으로 성패 수출을 하는 국가들의 수요가 발생할 가능성이 있음
- 이 중 호주가 1,690,000 US\$ 로 가장 높고, 칠레가 710,000 US\$ 로 2위를 차지함
 - 특히, 칠레의 경우 전년도(2009) 대비 700% 상승으로 급성장 중인 국가임

순위	국가	수입액(M US\$)				HS code 점유율 (%)				변화량 (09~10)
		2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	
-	총합	0.79	0.96	2.14	3.30	100	100	100	100	54.2%
1	호주	0.19	0.65	1.66	1.69	23.9	67.5	77.6	50.6	1.8
2	칠레	0.07	0.1	0.09	0.71	8.7	10.9	4.2	21.5	688.9
3	뉴질랜드	0.00	0.01	0.04	0.48	0.1	1.2	1.9	14.5	1100
4	일본	0.09	0.00	-	0.4	10.8	0.3	0.1	12.1	
5	베트남	-	-	-	0.02	0.0	0.0	0.1	0.6	

자료 : JLI 분석을 기반으로 다양한 자료 활용

(2) 호주

- 호주의 경우 주로 어획에 의한 자연산 전복의 생산을 하였으나, 2000년대에 들어 전복양식 산업이 빠르게 발전하고 있음
- 양식종은 Blacklip 전복과 Greenlip 전복으로 수출 국가의 선호도에 따라 일본에는 Blacklip 전복을 주로 수출하고, 중국에는 Greenlip 전복을 주로 수출

- 호주는 양식을 시작한지 얼마 되지 않았기 때문에 어획에 의한 자연산 생산량이 더 많으나 최근 어획량이 점차 줄어들고 양식 생산량이 늘어나는 추세임

<표 2-19 > 호주의 전복 양식 생산량

년도	양식량	금액
1998	59톤	460만 \$
2004	200톤	800만 \$
2007	850톤	4,250만 \$

자료 : 탄해수산자원연구소

- 중국 시장 동향에서 살펴본 바와 같이 Greenlip 전복의 경우 중국에서 스테이크용 대형종으로서의 선호도가 높은 종임
- 우리나라에서 개발된 전복 종묘를 우리나라와 서식 환경이 전혀 다른 호주에서 양식이 가능할지에 대한 검증이 필요하기 때문에 GSP 종자산업의 목표 시장으로 Targeting 하기에는 어려움이 따름
 - 단, Greenlip 전복과 같은 대형종이 선호도가 높은 것을 감안할 때 종자 개발의 방향 설정에 호주산 전복 품종을 고려할 필요가 있음
 - 또한 중국에서 선호하는 신종자가 개발되면 중국으로의 수출이 많은 호주에서 신종자의 수요가 발생할 수 있기 때문에 시장 모니터링이 필요함



<그림 35> 호주의 얇은 유수식 양식(좌), Greenlip 전복(우)

(3) 칠레

- 칠레는 현재 중국내 수입국 중 점유율 2위인 국가로 2010년에 칠레에서의 수출액이 약 700% 증가
- 주요 서식 종은 캘리포니아 홍전복과 청전복
- 활전복보다는 주로 냉동, 통조림, 또는 건전복을 수출

- 칠레-중국의 자유무역협정으로 건전복에 대한 관세율을 14%에서 7%로 낮추었고, 2015년까지 0% 줄일 예정
- 칠레 또한 서식 환경이 다르기 때문에 GSP 목표국가로서의 Targeting은 어려움



<그림 36> 칠레의 전복 육상 양식

(4) 남아공

- 남아공은 중국으로의 수출국은 아니지만 FAO 통계상 전복 양식 생산량은 우리나라에 이어 세계 3위이기 때문에 시장 동향 분석에 포함
- 주요 품종은 Perlemoen 전복이고, 2000년대 초반부터 주로 어획생산을 하였으나, 최근 어획생산량은 급격히 줄어든 상태임
 - 불법어획(각장 114mm 이하 채취 금지)의 유행으로 심각한 자원고갈 상태로 자연채취를 2008년에 금지함
 - 불법어획에 의한 종 보호를 위해 자국내 판매를 금지하고 있지만 불법 어획된 전복이 아시아 국가에서 판매되고 있음
- 최근에는 양식을 통한 생산이 주류를 이루고 있으며 생산량은 2009년을 기준으로 914톤으로 2위인 우리나라와 큰 차이를 보이고 있음 (FAO통계 기준 우리나라 2009년 생산량 약 42,000톤)
- 양식 생산량이 3위이지만 시장 규모가 작고, 불법어획품을 제외하면 중국으로의 수출도 크게 이루어지지 않기 때문에 중자 수출을 위한 목표 시장으로 Targeting을 하기 어려움

3. 국내외 기술동향 분석

1) 국내

(1) 전복 육종 연구

- 전복 육종에 관련된 연구는 국내에 2개의 과제 진행 중
 - 2004년부터 진행 중인 “수산 시험 연구사업”
 - 2012년부터 진행 중인 “10대 전략품목 종자산업 육성방안”

- “수산 시험 연구사업”의 연구 내용
 - “수산 시험 연구사업” 중 “전복 육종 프로그램 개발” 과제로 국립수산과학원 육종연구센터에서 수행
 - 추진 방향은 육종을 통한 참전복의 성장률 30% 향상 및 대형전복 생산기술 연구
 - 전복 속성장 품종 개발
 - 전복 환경내성 품종 개발
 - 전복 유전능력평가 기술 개발
 - 전복의 유전학적 친자확인 기술 개발
 - 개체관리 및 교배지침 작성을 위한 육종 통합 프로그램 개발
 - 추진 결과, 속성장 F3 참전복을 2013년 1월에 30개 어가에 공급(현장 실증 실험 중)

- “10대 전략품목 종자산업 육성방안”의 연구 내용
 - 수산물 수출 100억불 달성을 선도하는 10대 전략품목 종자산업 육성방안 참조

※ 참조 자료

“수산물 수출 100억불 달성을 선도하는 10대 전략품목 종자산업 육성방안”

□ 비전 및 전략

- 비전
 - 세계 수산업을 선도하는 수산 종자 강국 실현

- 목표
 - 10대 품목 종자개발로 세계 종자시장 선점

- 10대품목 우량 종자의 안정적 생산체계 구축으로 수산물 100억달러 수출 기여

○ 추진 전략

- 맞춤형 종자생산 시스템 구축
- 종자 관측제 시행으로 적정 생산 및 수급 안정
- 우량 인공종자 개발 및 보급
- 10대 품목 수출 및 해외양식장 개발
- R&D 투자확대 및 민간 연구활동 지원
- 법적·제도적 기반 구축
- 수산 종자산업 관리 체계 개편

□ 주요 추진 과제

○ 맞춤형 종자생산 시스템 구축

- 인공종자를 양식용과 방류용으로 구분 생산
- 전문성 제고를 위해 종자업체 등록제 도입
- 건강종자 생산을 위한 어미인증제 시행
- 품목별 종자기준 및 품질인증제 시행

○ 수산종자생산 관측제 도입으로 수급안정 도모

- 수산종자생산 관측제 도입
- 계획적 종자생산으로 수급 안정 도모
- 종자수급안정협의회 구성·운영

○ 우량 인공종자 생산 및 보급

- 유전육종을 통한 우량품종 개발
- 신품종 인공종자 생산기술 개발
- 해조류 신품종 개발 및 품종보호 지원

— 중간육성장 조성 및 단련된 종자 보급

— 해조류 유전자원은행 운영

○ 10대 품목 수출 및 해외양식장 개발

— 10대 품목 종자개발로 수산물 수출 100억달러 기여

— 해외양식장 개발 및 종자공급

— 수산관상생물을 수출전략품목 육성

— 수출검역시스템 강화로 수출 불편해소

○ R&D 투자확대 및 효율성 제고

— R&D 투자 확대

— 클러스터 활성화 및 국가·민간 역할 분담

— 수요자 중심의 연구과제 확대

— 선택과 집중을 통한 연구로 효율성제고

○ 법적·제도적 기반구축

— 가칭 ‘양식산업법’ 제정시 종자육성 근거 마련

— 예산·조직·인력의 투자 확대

○ 수산종자 관리체계 개편

— 수산종자산업 육성을 위한 조직 확대

— 권역별 신품종 보급센터 설치·운영

— 국·도립 연구기관간 역할분담 재정립

□ 전복 품목 세부 추진 계획

○ 속성장 육종품종 개발 보급

— ‘참전복’ 육종을 통해 성장률 30% 향상(‘16) 시키는 한편, ‘대형전복’ 생산 방안 연구 추진

- 육종전복(F3) 유전능력 평가 및 육종효율 시험
- 육종전복(F3) 환경내성 실험 및 가계변이 분석

○ 단계별 추진계획

- 투자계획(128억원) : (1단계) 68억원 → (2단계) 30 → (3단계) 30
- ※ 종자보급 : (1단계) 5억패 → (2단계) 20 → (3단계) 30
- ※ 생산계획 : (1단계) 10천톤 → (2단계) 20 → (3단계) 35

세부과제	1단계('12~'14)	2단계('15~'17)	3단계('18~'20)
참전복 육종기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 속성장 육종전복 개발 ▪ 환경내성 육종전복 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 속성장 육종전복 개발 및 보급 ▪ 육종전복 브랜드 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 속성장·환경내성 육종전복 개발 및 보급 ▪ 육종전복의 브랜드 관리 체제 구축
중간육성 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 육상 고밀도사육기술 개발 ▪ 전용배합사료 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 육상 고밀도사육기술 개발 ▪ 전용배합사료 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 우량종묘 보급시스템 구축

○ 기존의 연구 중인 과제들과의 중복 연구 회피방안이나 연구 연계 방안을 마련해야함

GSP와 비교		
공통점	• 우량종자 개발	
차이점 (vs 10대 전략)	10대 전략품목	• 종자 개발 → 국내 양식 → 성패 및 가공품 수출
	G.S.P	• 종자 개발 → 종자 수출
차이점 (vs 수산 시험)	수산 시험 연구사업	• 참전복 한정 종자 개발(선발 육종)
	G.S.P	• 수출 맞춤형 종자 개발(육종 방법 변경)

<그림 2-37> 10대 전략품목·수산 시험 연구사업과 G.S.P 비교

- “수산 시험 연구사업”의 “전복 육종 프로그램 개발”과 GSP의 차이점
 - 수산 시험 연구사업은 개발 품종이 참전복으로 한정되어 있고 선발 육종에 의한 속성장 및 환경내성 품종 개발
 - GSP는 수출 맞춤형 종자 개발로 목표시장의 산업 동향 분석 결과를 바탕으로 품종 및 표적 형질 선정 후 개발
- “10대 전략 품목 종자산업 육성방안”과 GSP의 차이점

- 10대 전략품목 종자산업 육성방안은 우량 종자를 개발하여 국내에 보급하고 국내 양식 산업을 활성화 시켜 전복(성패)을 수출하는 것이 사업의 목적
- GSP는 종자 자체를 수출하기 위한 우량 종자 개발

<표 2-20> G.S.P와 10대 전략품목 종자산업 육성의 비교

구 분	Golden Seed 프로젝트	10대 전략품목 종자산업 육성
목 적	○ 글로벌 종자강국 도약을 위한 수출 전략 종자개발 및 산업기반 구축	○ 국내 우량 수산종자의 안정적 생산보급체계 구축으로 세계 최고 수준의 양식기술력 확보
추진전략	○ 수출 시장 모형에 따라 글로벌 시장개척, 품종보호 전략종자 및 미래형 종자 개발	○ 10대 품목의 핵심사업인 종자개발보급, 신규 양식장 개발, 시설현대화 사업의 일환으로 추진
수출목표	○ '20년까지 종자수출 2억불 달성 ○ 수출 종자 20개 이상 개발	○ '20년까지 수산물 100억불 수출 ○ 종자를 국내에서 양식하여 활어 및 가공제품으로 수출
사업내용	○ 종자 수출을 위한 19개 품목, 2개분야 개발 - 글로벌 시장개척 종자 : 10품목 - 품종보호 종자 : 9품목 - 미래형 종자 : 2개분야 * 수산 : 넙치, 전복, 바리류, 김	○ 10대 전략품목을 육성을 위한 국내 양식용 종자개발 보급 * 갯벌참굴, 해삼, 전복, 넙치, 참치, 해조류, 새우, 뱀장어, 능성어, 관상어
공통점 및 차이점	○ 공통점 : 두 사업 모두 우량종자 개발 등 국내 종자산업을 세계적 수준으로 발전 도모 ○ 차이점 : 골든 씨드는 수출 종자를 개발하여 종자 자체를 수출하는 사업이며, 10대 품목의 종자개발은 국내 양식용으로 개발 - 골든 씨드 : 종자개발 → 종자수출 - 10대 품목 : 종자개발 → 국내 양식 → 성어 및 가공제품 수출	
법적근거	○ 종자산업법	○ 수산업법, 수산자원관리법
관련산업	○ 농산, 축산, 산림, 수산	○ 수산(수산동물 및 해조류)
'20년까지 투융자 규모	○ 3조7,943억원 * 수산분야 1,736억원	○ 1조7,000억원 * 수산 종자개발 2,444억원
예산과목	○ 농특회계 - R&D 사업(출연금)	○ 농특회계 - 시험연구사업(직접사업)

(2) 전복 육종 이외의 연구

- 전복에 대한 육종 연구는 2000년대에 들어와 시작되었으나, 육종 이외의 전복에 대한 기초연구는 1970년대부터 시작되었음



<그림 2-38> 육종 이외의 연구 동향

<표 2-21> 전복의 기초연구 및 양성기술 연구 동향

단계	시 기	주요 기술(연구)	내 용
기초연구	'70년대	생리 연구	•산란유발 자극/수정률, 유생 발생 •부착기질 및 치패 생존율
		종묘 생산	•춘계종묘 생산기술 개발 cf. 추계종묘 월동 시 폐사문제 해결
		대량 생산	•전복 종묘 대량 생산기술 확립 - 북제주, 여수, 포항 종묘시험장
양성 기술개발	'80년대	먹이, 사육밀도	•전복 종묘 먹이, 사육밀도 실험 •전복 종묘 생산 자재 개발
	'90년대	양성 기술	•채롱수하식 시험양식(전남 해남)
		성장률	•광(光) 조건에 따른 성장단계 연구 - 중간육성 단계 먹이 섭이율 및 성장률
고도화	'00년대	양성 기술	•내파성 해상가두리 개발(흑산도)
		육종 연구	•전복 육종기술 개발 시도('04년 이후)
산업화	'10년대	육종 활성화	•종자산업으로서 육종기술 활성화 •육종 전복 품종 보급 및 산업화

- 전복에 대한 기초연구 및 양성기술 연구 동향을 파악하여 전복 육종연구의 선행연구로 활용
- 전복 육종에 선행연구로 활용할 수 있는 전복에 대한 연구 항목은 다음과 같음
 - 전복의 생리·생태
 - 환경영향
 - 병리학적 연구

- 분자생물학적 연구
 - 사료 연구
 - 양식 및 양성 기술
 - 유통 및 판매 연구
 - 가공연구
 - 기타 성분 분석 등에 관한 연구
- 기 연구된 분야는 GSP 연구사업의 종자개발 기술 인프라로써 포함되어서는 안되며, 기존 연구를 활용하는 방향으로 상세기획을 수행해야 함
- 따라서 기 연구된 분야의 논문 List를 참조하여 활용방안을 강구



<그림 2-39> 기존 연구 활용방안 강구

- 전복의 생리·생태에 관한 연구 논문 list

<표 2-22> 전복의 생리·생태에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
변충규	전복의 증식에 관한 연구. 한국수산과학회지, 3(3), 177-186, 1970	
변재형	전복 Paramyosin의 분리 및 그 성질. 한국수산과학회지, 5(1), 29-38, 1972	
안승요	전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 내장의 Carotenoid에 관한 연구. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 17(4), 257-274, 1974	
이택렬	한국산 전복류의 생식세포 형성과정 및 생식주기에 관한 조직학적 연구. 부경대학교연구논문집, 14(1), 59-67, 1974	
노섬 & 박춘규	전복의 증식에 관한 연구(II) 여수근해산 한전복 <i>Haliotis discus hannai Ino</i> 의 산란기. 한국수산학회지, 8(4), 234-241, 1975	
조용규 등	전복의 지질에 관한 연구(II) 전복 및 수종의 패류의 프라스마로겐의 알데하이드의 조성. 한국수산과학회지, 12(3), 181-189, 1979	

김용술	참전복의 성숙에 관련한 적산온도의 일고찰. 한국수산과학회지, 16(4), 410-412, 1983	
조득문 등	해산복족류의 소화관 조직 중에 분포하는 단백질 분해효소의 활성. 한국수산과학회지, 16(3), 216-224, 1983	
변충규 & 정상철	전복의 치구사육과 성장에 관한 연구. 제주대학교 해양자원연구소 연구보고, 8, 41-46, 1984	
이태녕 등.	전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 내장에 함유된 지질 단백질 결합 카로티노이드. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 27(1), 1-6, 1984	
조길석 & 박영호	패류의 유기산 조성에 관한 연구; 소라, 대합, 전복 및 그 자건품의 비휘발성유기산조성. 한국수산과학회지, 18(3), 227-234, 1985	
노섬	전복의 증식에 관한 연구 V; 참전복 부유유생의 수직분포에 미치는 빛과 저염분의 영향. 제주대학교 학술연구논문집, 15, 33-43, 1991	
정의영 등	전복, <i>Nordotis discus</i> 의 호흡과 폐사에 미치는 부니의 영향. 한국패류학회지, 9(2), 23-29, 1993	
한창희	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 난황단백질 분리와 그 생합성부위 구명. 동의과학대학 학위논문, 1996	
정태항 등	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 난황단백질 분리와 특성. 한국양식학회지, 11(2), 271-278, 1998	
서대철	참전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 유생발생 및 채묘에 미치는 아연독성, 1999	
이현중	광주기에 따른 참전복의 성장에 관한 연구. 순천향대학교 석사학위논문, 2000	
김병학	참전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 유생의 부착 및 변태 촉진물질. 전남대학교 박사학위논문, 2001	
서명배	남해안 돌산도 해역 가두리에서 참전복(<i>Haliotis discus hannai</i> Ino)의 성장과 부착생물. 전남대학교 석사학위논문, 2002	
임종악	소음진동에 따른 참전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 의 먹이섭식량 및 행동·생태학적 변화에 관한 연구. 전남대학교 석사학위논문, 2002	
김보영	제주도에 서식하는 초식성 복족류인 까막전복(<i>Haliotis discus Reeve</i>)의 섭식선호도 및 섭식자극물질 연구. 제주대학교 석사학위논문, 2003	
정형택 등	소음진동에 따른 참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 전중량 및 먹이섭식량 변화. 한국환경과학회지, 13(6), 581-589, 2004	
김태형 등	급격한 수온스트레스에 따른 전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 치패의 생리학적인 연구. 한국양식학회지, 18(1), 7-12, 2005	

김태형 등	급격한 수온 스트레스에 따른 시볼트전복, <i>Haliotis sieboldii</i> 치패의 생리적 변화. 한국양식학회지, 19(2), 77-83, 2006	
김태형	급격한 수온 스트레스에 대한 전복류의 생리학적 변화에 관한 연구. 제주대학교 석사학위논문, 2006	
김경주 등	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 성장에 대한 감마선 영향. 환경생물학회지, 25(2), 107-114, 2007	
한석중	시볼트전복, <i>Haliotis sieboldii</i> 의 번식학적 특성 및 치패성장. 제주대학교 석사학위논문, 2007	
김수경 등	등근성계, 북쪽말뚝성계 및 참전복의 일일 먹이소비량 및 해조류 먹이선택성. 한국수산과학회지, 40(3), 133-140, 2007	
양현성 등	염분 스트레스가 등근 전복 <i>Haliotis discus discus</i> 의 유리아미노산 조성에 미치는 영향. 한국양식학회지, 21(4), 218-225, 2008	
이영재 등	전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 연령에 따른 육과 내장의 이화학적 특성 비교. 한국식품저장유통학회지, 16(6), 849-860, 2009	
진영국 등	WSF(Water Soluble Fraction)가 북방전복, <i>Haliotis discus hannai</i> (Ino, 1952)의 유생 및 치패발생에 미치는 영향. 한국패류학회지, 26(2), 157-163, 2010	
황보규 & 신현옥	전남바다목장해역에서의 음향포지 전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 이동 범위 및 행동. 한국어업기술학회지, 46(3), 232-238, 2010	
강경필	환경변화에 따른 제주도 오분자기(<i>Haliotis diversicolor aquatili</i>)의 자원 변동 및 기초 생리학적 특성분석. 제주대학교 석사학위논문, 2011	
김재성 등	피스테리아와 피스테리아 유사종의 전복 유생 섭식 특성과 생존율 연구. 바다:한국해양학회지, 14(3), 189-194, 2009	
좌민석 등	저염분 자극에 의한 등근전복, <i>Haliotis discus discus</i> 의 생리학적 변화. 한국어병학회지, 22(3), 293-303, 2009	
박철지 등	저수온 스트레스에 의한 북방전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 의 생리학적 반응. 한국패류학회지, 27(4), 317-322, 2011	
한석중 & 김철원	시볼트전복, <i>Haliotis sieboldii</i> 의 생물학적 영도와 사육수온에 따른 난 발생. 현장농업연구지, 13(1), 131-136, 2011	

○ 환경영향

<표 2-23> 환경영향 에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
이경선	CO ₂ 농도 증가 및 수온상승이 전복에 미치는 영향연구. 해양환경안전학회 학술발표회, 2010	학술 발표
이경선	해양산성화 및 수온증가가 전복의 생존에 미치는 영향. 해양환경안전학회 학술발표회, 2011	학술 발표
이경선	전복 패각 구조에 미치는 해양산성화의 영향. 해양환경안전학회 2012년 춘계학술발표회, 2012	학술 발표

○ 병리학적 연구

<표 2-24> 병리학적 연구에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
송대진	전복의 동결에 관한 연구 2) 동결에 의한 전복조직의 변화. 한국수산과학회지, 11(2), 91-95, 1978	
최상덕 등	남조류, <i>Mastigocoleus</i> sp.에 의한 한국산 참전복의 패각 괴사증. 한국양식학회지, 11(4), 465-474, 1998	
최상덕 등	양식산 참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)에 대한 리도카인 및 MS-222의 박리효과. 한국어병학회지, 11(1), 35-41, 1998	
이한일	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 치패의 근육위축증에 관한 연구, 전남대학교 석사학위논문, 2003	
정형택 등	소음·진동에 따른 참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 전중량 및 먹이섭식량 변화. 한국환경과학회지, 13(6), 581-589, 2004	
김수미 등	질병의 증상을 보이는 해수 양식 어류에서 분리한 비브리오패균 세균. 한국어병학회지, 18(2), 133-145, 2005	
김경주 등	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 성장에 대한 감마선 영향. 환경생물학회지, 25(2), 107-114, 2007	
김경주	⁶⁰ Co 방사선 조사가 전복치패 및 넙치 수정란에 미치는 영향에 관한 연구, 제주대학교 석사학위논문, 2008	
박희주	구리(Cu) 노출에 의한 전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 의 기관별 축적 및 생화학적 변화, 부경대학교 석사학위논문, 2010	
김위식 등	옥시테트라사이클린의 전복박리 성분. 한국어병학회지, 25(2), 123-126, 2012	
박희주 & 강주찬	구리(Cu) 노출에 따른 전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 hemolymph 및 hepatopancreas 내의 생화학적 변화. 한국수산과학회지, 45(2), 154-160, 2012	

박희주 &강주찬	구리(Cu) 노출에 따른 전복, <i>Haliotis discus hannai</i> 의 생체축적 및 성장의 변화, 한국어병학회지, 25(2), 103-109, 2012	
-------------	--	--

○ 분자생물학적 연구와 관련된 논문은 다음 표와 같음

<표 2-25> 분자생물학적 연구에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
이제희	새로운 유전자 탐색을 위한 까막전복(<i>Haliotis discus Reeve</i>)의 dbEST 구축과 형질전환 전복을 위한 유전자 이식기술 개발. 2004.	
An H.S. et al.	Phylogenetic analysis of six species of pacific abalone (Haliotidae) based on DNA sequences of 16s rRNA and cytochrome <i>c</i> oxidase subunit I mitochondrial genes. Marine Biotechnology Notes, 7, 373-380, 2005.	
An H.S. et al.	Isolation and characterization of microsatellite DNA markers in the Pacific abalone, <i>Haliotis discus hannai</i> . Molecular Ecology Notes, 6,11-13, 2006.	
박철지 등	종묘방류 해역에서 채집된 참전복의 microsatellite marker에 의한 유전 다양성 및 집단 구조. 한국수산과학회지, 41, 466-470, 2008.	
박철지 등	RAPD 분석을 이용한 전복류의 유전적 차이 및 유연관계. 양식학회지, 21, 346-350, 2008.	
박철지 등	독도연안에 서식하는 전복의 유전학적 특성. Korean J. Malacol 25, 197-201, 2009.	
허만규 등	Phylogenetic study of genus Haliotis in Korea by internal transcribed spacer sequence (ITS). J of life Science, 19, 1003-1009, 2009.	
An H.S. et al.	New polymorphic microsatellite markers in Pacific abalone <i>Haliotis discus hannai</i> and their application to genetic characterization of wild and aquaculture populations. Genses & Genomics, 32, 413-418, 2010.	
An H.S. et al.	Comparative genetic diversity of wild and released populations of Pacific abalone <i>Haliotis discus discus</i> in Jeju, Korea, based on cross-species microsatellite markers including two novel loci(2010). Anim. Cells Syst., 14, 305-313, 2010.	
An H.S. et al.	Genetic Characterization of Five Hatchery Populations of the Pacific Abalone (<i>Haliotis discus hannai</i>) Using Microsatellite Markers. Int. J. Mol Sci, 12, 4836-4849, 2011.	
An H.S. et al.	Population genetics of the Pacific abalone (<i>Haliotis discus hannai</i>) in Korea inferred from microsatellite marker analysis. Genetics and Molecular Research, 11, 3904-3922, 2012.	

An H.S. et al.	Population genetic structure of the Korean Pacific abalone <i>Haliotis diversicolor supertexta</i> inferred from microsatellite marker analysis. <i>Biochemical Systematics and Ecology</i> , 48, 76–84, 2013.	
----------------	--	--

○ 사료 연구 논문 및 특허 list

– 논문 list

<표 2-26> 사료 연구 논문 list

저자	제목	비고
이상민	경제적인 참전복 배합사료 설계 및 평가. <i>J of Aquaculture</i> , 11, 159–166, 1998.	
최철영	다양한 원료의 사료첨가제가 전복의 성장, 체조성 및 패각색체에 미치는 영향. <i>J of Aquaculture</i> , 19, 275–280, 2006.	
이상민 등	다양한 사료첨가제 공급에 따른 전복의 성장과 스트레스에 대한 내성효과. <i>J of Aquaculture</i> , 21, 309–316, 2008.	
박승렬 등	실험배합사료, 관행사료 및 미역 공급이 까막전복, 시볼트전복 및 참전복 치패의 성장과 체성분에 미치는 영향. <i>J of Aquaculture</i> , 11, 505–512, 1998.	
이상민 등	참전복 배합사료의 비타민 및 미네랄 혼합물 첨가효과. <i>J Korean Fish. Soc</i> , 32, 391–394, 1999.	
조영지	전복용 배합사료와 건조다시마 공급시 다양한 사료공급전략에 따른 전복의 보상성장효과. 한국해양대학교 석사논문, 2011.	
김재성 등	피스테리아와 피스테리아 유사종의 전복 유생 섭식 특성과 생존율 연구. <i>한국해양학회지</i> , 14, 189–194, 2009.	
Park J et al.	The growth of disk abalone, <i>Haliotis discus hannai</i> at different culture densities in a pilot-scale recirculating aquaculture system with a baffled culture tank. <i>Aquacultural Engineering</i> , 38, 161–170, 2008.	

- 특허 list

<표 2-27> 사료 연구 특허 list

출원자	제목	비고
최하나	인삼과 해조류를 이용한 전복 먹이 제조방법 및 이로 양성한 전복. 2003.	
조성환 등	생산성 향상과 스트레스에 강한 전복생산을 위한 전복용 배합사료 개발. 2007.	
조성환 등	전복용 배합사료 내 어분 대체를 위한 동물성 및 식물성 단백질원의 대체효과. 2008.	

○ 양식 및 양성 기술

<표 2-28> 양식 및 양성 기술에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
변충규	전복의 증식에 관한 연구. 한국수산과학회지, 3(3), 177-186, 1970	
이병돈	전복의 증식에 관한 연구. 부경대학교 수산과학연구원 연구보고, 6, 39-53, 1973	
정성채 등	전복 <i>Haliotis discus hannai</i> 의 육상수조사육에 관한 연구 I. 치패성장애 미치는 수조형태 및 사육밀도의 영향. 한국양식학회지, 7(1), 9-20, 1994	
정성채 등	참전복 <i>Haliotis discus hannai</i> 의 육상수조사육에 관한 연구 II. 먹이별 사육실험, 한국양식학회지, 7(2), 77-87, 1994	
김대영	연안어장의 생산성 향상을 위한 재배어업에 관한 연구 : 전복종묘방류 사업을 중심으로. 부경대학교 석사학위논문, 1995	
윤길수	부침식 전복치패 중간육성장치 개발을 위한 초기연구. 한국수산과학회지, 28(4), 435-442, 1995	
박무억	폐쇄순환여과시스템에서 참전복, <i>Haliotis discus hannai</i> , 치패의 사육밀도와 성장. 제주대학교 학술연구논문집, 19, 93-102, 1995	
김봉래	전복(<i>Haliotis spp.</i>)치패 중간육성시 환경조건에 따른 성장효과. 건국대학교 석사학위논문, 1996	
나기환	전복치패 부착파판에서 저서미소조류 엽록소 및 갈색소의 연변화. 한국양식학회지, 9(1), 65-71, 1996	
김민석	양식 특허 정보 : 전복 고밀도 고속 성장을 위한 고효율성 다단층 셀터 개발. 한국양식, 12(1), 109-113, 2000	
윤충환	제주 연안 해중 전복가두리 사육시스템에서 까막전복(<i>Haliotis discus</i>)의 사육과 성장. 제주대학교 석사학위논문, 2000	
한석중	세계의 전복 양식 현황과 새로운 양식기술. 한국양식, 14(1), 111-122, 2002	
서명배	남해안 돌산도 해역 가두리에서 참전복(<i>Haliotis discus hannai Ino</i>)의 성장과 부착생물. 전남대학교 석사학위논문, 2002	

박정환 & 김유희	동해안형 전복 순환여과식 양식 기술. 한국양식, 15(1), 25-33, 2003	
강용주 & 장창익	전복양식장 저서생태계의 훼손으로 인한 어업자원의 생산감소량 추정 모델. 한국수산과학회지, 36(4), 409-416, 2003	
손맹현 등	순환여과 사육시스템에서 참전복의 적정 사육밀도. 한국양식학회지, 16(4), 257-261, 2003	
최하나	해상가두리에서 사육한 전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 치패의 성장과 생존율. 전남대학교 석사학위논문, 2004	
고진필 등	제주 연안 해중 전복 가두리 시설물 주변에 출현하는 어류의 종조성 및 행동 특성. 한국어류학회지, 16(2), 155-165, 2004	
고수근	참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 유생 사육을 위한 먹이생물. 부경대학교 석사학위논문, 2004	
안병용	육상수조식 양식장에 출현하는 동물플랑크톤이 참전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 치패 성장에 미치는 영향. 전남대학교 석사학위논문, 2004	
박정환	참전복 순환여과 양식을 위한 pilot 규모 시설의 설계와 효율. 부경대학교 박사학위논문, 2005	
신명화 등	양식 전복에 공생하는 한국산 옆새우 3종(갑각강, 단각목). Animal Systematics, Evolution and Diversity, 21(2), 157-169, 2005	
오무환	전복 양식업 발전 방안에 관한 연구 : 동해안 중심으로. 울산대학교 석사학위논문, 2006	
박영진	육상양식장을 이용한 까막전복과 참전복의 성장비교. 부경대학교 석사학위논문, 2006	
박은영 & 이남수	전복 양식, 종묘의 안정적 생산이 우선되어야, KMI 수산동향, 2009년 11월, 23-29, 2009	
이계영	RAS 이용해 전복종묘생산 성공 : 강원도, 한국양식 신비전 제시. 아쿠아인포, 3(4), 18-23, 2009	
손맹현 등	해상가두리 적정 사육기술 제시를 위한 전복양식 현황. 수산해양교육연구, 22(3), 362-373, 2010	
육영수	전복 양식업의 현안문제와 정책방향. 수산정책연구, 5, 13-36, 2010	
황보규 & 신현욱	전남바다목장해역에서의 음향표지 전복(<i>Haliotis discus hannai</i>)의 이동 범위 및 행동. 한국어업기술학회지, 46(3), 232-238, 2010	
진영국 등	실내 수조에서 북방전복과 해삼의 복합사육에 따른 생존과 성장. 한국패류학회지, 27(4), 331-336, 2011	
남영모 등	전복과 해삼 수하양식을 위한 복합사육기의 생산력 분석. 한국패류학회지, 27(4), 323-330, 2011	
성진우	전복 양식업의 생산성 문제와 해결 방안. KMI 수산동향, 2011년 4월, 28-37, 2011	
김보미나 등	남해연안 전복양식장 퇴적물의 황산염 환원과 철 환원에 의한 유기물 분해 특성. Ocean and polar research, 33(4), 435-445, 2011	
김혜성 & 송정현	SFA를 이용한 전복 양식업의 지역별 효율성분석에 관한 연구. 수산경영론집, 43(2), 67-78, 2012	

○ 유통 및 판매 연구

<표 2-29> 유통 및 판매 연구에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
이민규	전복 전문식당, 대도시로 확산 되어야. KMI 수산동향, 1, 28-31, 2009	
이남수&박은영	전복의 거래에 있어 덤의 의미와 영향. 수산경영론집, 41(3), 79-102, 2010	

○ 가공연구

<표 2-30> 가공연구에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
송대진	전복의 동결에 관한 연구 1. 동결속도가 전복품질에 미치는 영향. 한국수산과학회지, 6(3), 101-111, 1973	
강훈이&강태중	전복 및 해삼의 건조방법에 따른 성분의 비교, Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 24, 126-131, 1981	
이경아 등	내장을 첨가한 전복죽의 품질 특성, 한국식품영양과학회지, 37(1), 103-108, 2008	
박정욱 등	건조방법에 따른 건조 전복 (<i>Haliotis discus hannai</i>)의 이화학적 특성 비교. 한국식품저장유통학회지, 16(5), 686-698, 2009	
김정목	전복을 이용한 가공식품의 개발. 목포대학교 학위논문, 2009	
문창용 등	전복장의 열처리 공정의 최적화 및 저장성 평가에 관한 연구. 산업식품공학, 15(3), 230-234, 2011	
장미순 등	북어국물과 감초국물을 사용한 전복물김치의 발효특성 및 영양성분의 변화. 한국식품과학회지, 44(5), 613-620, 2012	

○ 기타 성분 분석 등에 관한 연구

<표 2-31> 기타 성분 분석 등에 관한 연구 논문 list

저자	제목	비고
이정희 등	전복내장추출물의 항산화 및 human dermal fibroblasts에 대한 항피부노화 효과. 한국식품저장유통학회지, 19(4), 463-469, 2012	
김학렬 등	전복(<i>Haliotis discus hannai</i>) 추출물의 혈압강하, 항산화능 및 항혈전능에 대한 in vitro 효과. 한국식품영양과학회지, 35(7), 835-840, 2006	

(3) 품목별 육종 연구동향

- 1994년 국립수산물연구원 유전공학 신설, 어패류·갑각류·해조류에 대한 해양유전자원 개발 시작
- 2002년 한국해양연구원에서 해양미생물 및 해조류에 대한 유전자원 개발 시작
- 2004년 서울대와 부경대에서 생리활성 성분 탐색 위한 해양생물 유전자원 개발 시작
- 그러나 육종보다는 다양성 보존을 위한 유전자원 보전 및 관리의 측면에서 연구
- 또한 기술 수준은 대부분 기초연구 또는 외국 기술 모방단계에 그치고 있음
- 정부의 투자도 농·림·축산업 분야에 비하여 매우 낮은 수준
 - 2006년 BT분야 연구개발사업 예산 6,533억 원인 반면 수산업분야 바이오 관련 예산은 약 100억 원 : 전체의 1.3%에 그침
- 2007년 이후 해양수산분야 4대 중점 연구분야에서 11개 연구사업 선정하여 추진

<표 2-32> 해양수산분야의 4대 중점 연구분야

연구분야	중점연구분야	세부연구분야
산업화 중점 추진 과제	선발육종에 의한 고품질 수산물 생산 및 산업화	1. 넙치 우량품종 개발 2. 조피볼락 우량품종 개발 3. 강도다리 우량품종 개발 4. 전복 우량품종 개발 5. 굴 우량품종 개발 6. 김 우량품종 개발
	특수목적 품종 개발 및 산업화	7. 관상어 개발
	대량폐사 억제 기술 및 내병성 품종 개발	8. 대하 내병성 품종 개발 9. 멍게 내병성 품종 개발 10. 피조개 내환경성 품종 개발
미래 원천·핵심 기술과제	차세대 첨단 육종기술 개발	11. 분자육종 기술 개발

- 대체로 내병성, 내환경성 등의 우량 품종 개발의 내용이며, 굴의 경우 배수체 생산 및 수출 전략 품종 육성에 관한 연구를 진행하고 있음
 - 넙치, 강도다리 → **선발 육종**을 통한 우량 품종 개발
 - 굴 → **선발육종**, 배수체 생산
 - 피조개 → **선발육종**을 통한 우량 종묘 생산, 내환경성 유전인자 탐색 및 유전인자 지닌 피조개 **선발 육종**, 유전학적 분석을 통한 폐사요인 분석, 배수체 피조개 개발 등
 - 대하 → **선발육종**, 유전자 표지 이용하여 내병성 계열 선발, 내병성 유전자 탐색·분리 등
 - 멍게 → 유전자 표지를 이용한 선발육종 기법 개발, 유전자 표지를 이용한 폐사제어기법 개발, 폐사 관련 유전체 발현 기작 연구 등
 - 김 → 선발육종, 형질전환 신품종 개발

○ 일반적인 수산물 품목별 육종방법은 다음 표와 같음

<표 2-33> 수산물 품목별 육종 방법

구분	도입육종	교잡육종	선발육종	염색체조작	형질전환	분자육종
육종 방법	가축화 외래종 도입	잡종강세	전통적 방법 유전자표지 이용	3배체 4배체 자성발생 2배체 웅성발생 2배체	유전자 이식	유전자 마크 유전자 지도 MAS
품목	잉어 메기 새우류 김	대서양연어 은연어 틸라피아 무지개송어 메기 돔류 가자미류 가리비 전복	대서양연어 홍연어 무지개송어 틸라피아 잉어 메기 참돔 넙치 새우류 해조류 전복	굴 가리비 진주조개 무지개송어 틸라피아 비단잉어 잉어 넙치 새우류	대서양연어 잉어 미꾸라지 금붕어 관상어 새우류	대서양연어 틸라피아

- 전복의 육종은 선발육종과 교잡육종
- 전복 외에 굴, 가리비, 피조개 등 패류는 염색체 조작에 의한 육종 수행
- 염색체 조작 육종을 전복에 Benchmarking 하는 방법도 고려해볼 필요가 있음

(4) 교잡종 개발

- “An et al., Korean J. Genetics 29, 239-244, 2007”에 의해 참전복과 시볼트전복의 교잡종 개발이 연구수준에서 수행된 바 있음

<참고자료>

전복류의 유전적 특성 분석 및 품종개량 연구

○ 실험 재료

- 시료로 사용된 전복은 6종으로 참전복(*Haliotis discus hannai*)은 경상북도 포항산 까막전복(*H. discus*), 말전복(*H. madaka*), 시볼트전복(*H. gigantea*), 오분자기(*Haliotis diversicolor supertexta*), 마대오분자기(*Haliotis diversicolor diversicolor*) 등 5종은 제주도산이었음
- 그리고 교잡전복은 1999년 및 2000년의 교잡실험으로 만든 교잡전복(시볼트♀×참전복♂)과 같은 시기의 시볼트전복과 참전복을 조사 실험의 대조구로 사용

○ 실험 방법

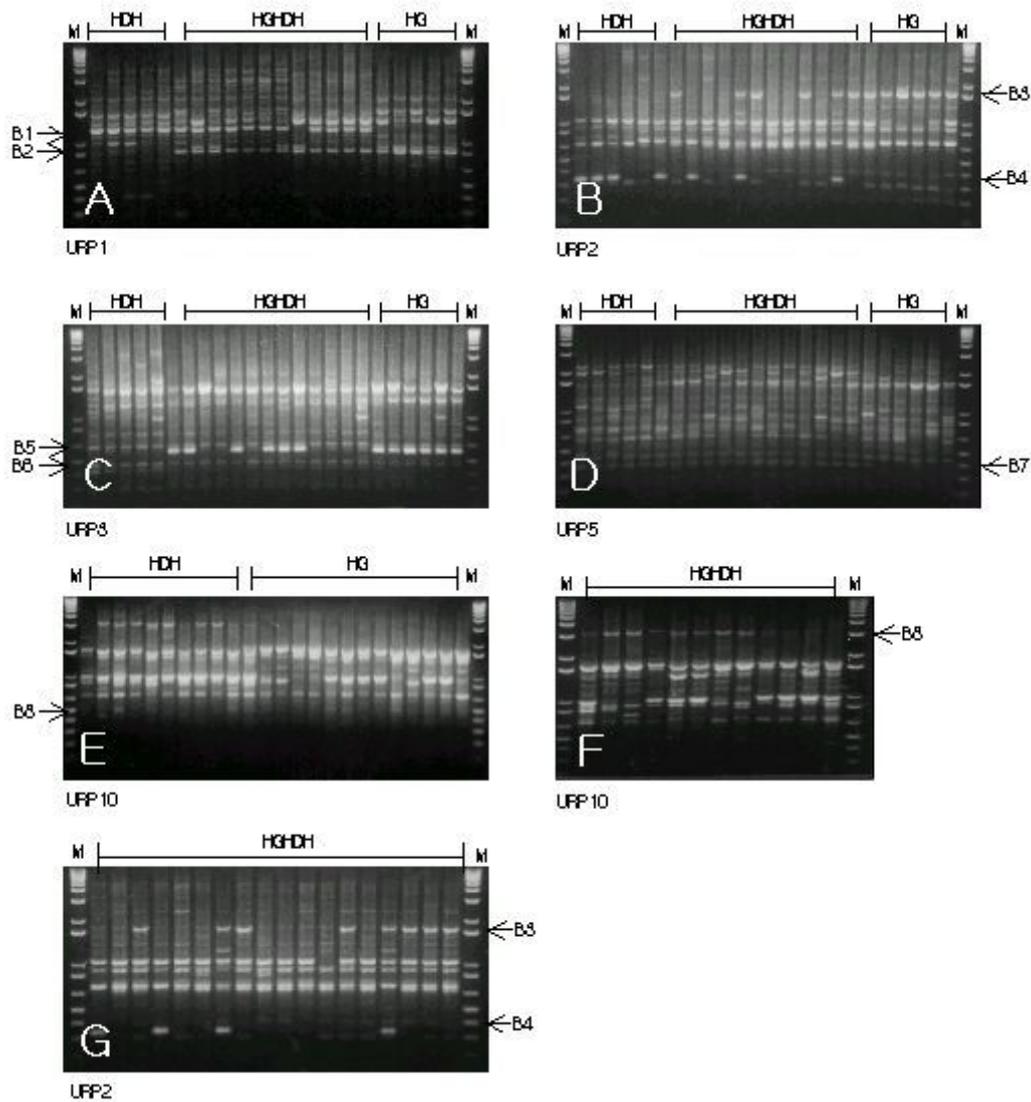
- Total genomic DNA의 분리
- 핵산지문법 (RAPD: random amplified polymorphic DNA)-PCR
- 전기영동에 의한 band pattern의 검출

○ 실험 내용

- 분자적 marker에 의한 교잡종과 모패종과의 유전성 조사
- 교잡종 수온에 따른 생존율 및 성장 조사
- 교잡종 선발그룹의 성장 조사

○ 실험 결과

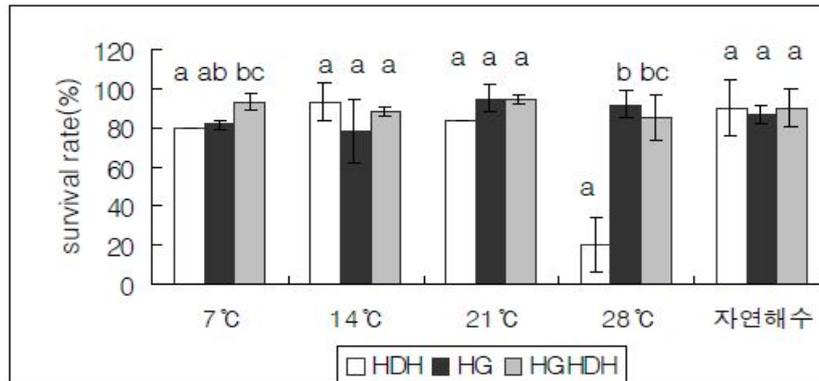
- RAPD 분석결과 교잡종(시볼트전복♀×참전복♂)의 유전성 분석에 URP 1, 2, 3, 5, 10을 사용(Elo et al., 1997; Stott et al., 1997; Martinez and Yman, 1998)
- 이는 모패인 참전복과 시볼트전복의 RAPD 분석결과 URP 1, 2, 3, 5, 10에서 밴드의 유무로 밴드다형에 확연히 차이가 있었기 때문임



- 교잡종의 밴드다형을 살펴보면 URP 1, 3에서는 모계와 부계의 특정밴드 (B1, B2와 B5, B6)가, 동시에 관찰되었고, URP 2에서는 모계 특정밴드(B3, B4)가 URP 5, 10에서는 부계 특정밴드(B7, B8)가 관찰됨
- URP 2의 경우 모계 특정밴드(B3)가 전이 양상에 정도의 차이를 보여 교잡종만 다시 RAPD-PCR 하여 모계 특정밴드의 존재를 보다 명확히 검증
- 따라서 교잡종으로 모계나 부계의 한쪽 또는 양쪽의 특정밴드가 전이되고 있음을 알 수 있었음
- 그리고 5종의 URP 모두에서 부모 유래가 아닌 밴드는 관찰되지 않음
- 그러므로 교잡종에 대한 모계의 유전자 전이 양상은 밴드에 따라 전이정도에 차이는 있었으나 우성임을 알 수 있었음

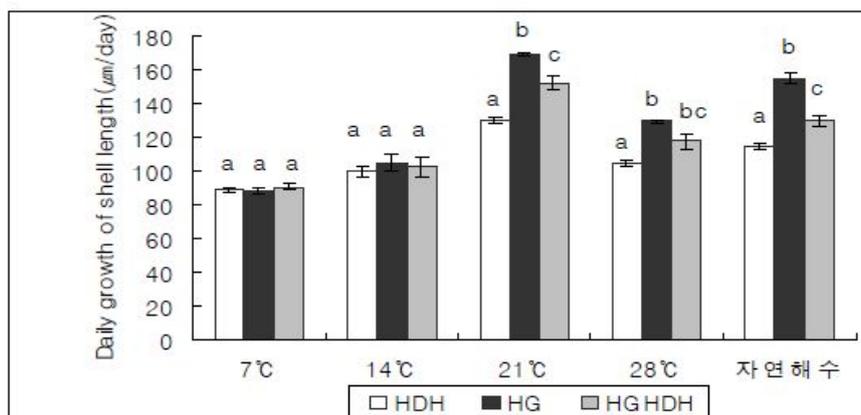
수온에 따른 생존율 (단위 : %)

종류 \ 수온	7 °C	14 °C	21 °C	28 °C	자연해수
HDH (참전복)	80±0	93.4± 9.4	83.3±0	20±14.1	90±14.1
HG (시볼트전복)	81.7±2.33	78.4±16.5	95±7.07	91.7±7.07	86.7±4.74
HGHDH (교잡전복)	93.4±4.74	88.4±2.33	95±2.4	85±11.7	90±9.48



수온에 따른 각장의 일간성장 (단위 : $\mu\text{m}/\text{day}$)

종류 \ 수온	7°C	14°C	21°C	28°C	자연해수
HDH (참전복)	88.57±1.61	99.93±3.17	130.03±2.21	104.79±1.62	114.70±2.02
HG (시볼트전복)	88.24±1.96	105.08±5.39	169.11±1.43	129.22±0.83	154.23±3.26
HGHDH (교잡전복)	90.56±1.95	102.40±5.32	152.25±3.93	117.42±4.48	129.61±3.59

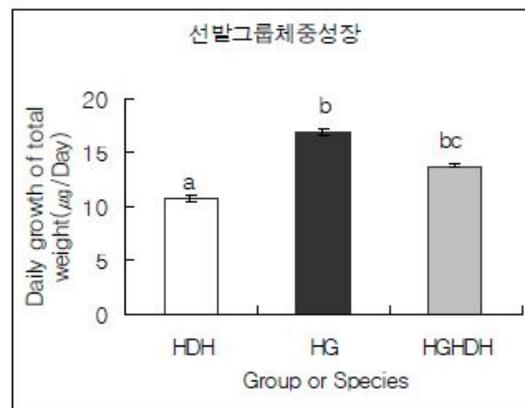
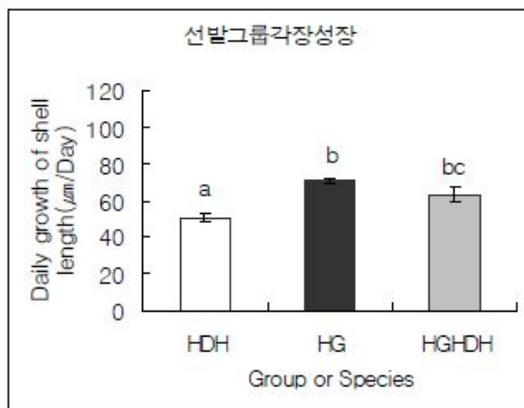


- 수온에 따른 생존율 보면 적정 사육수온대인 14°C, 21°C 및 자연해수에서는 실험구 모두 생존율에 유의적인 차이가 없었음
- 반면, 7°C와 28°C에서는 참전복은 생존율이 낮고 교잡전복과 시볼트전복 간에는 차이가 없어, 교잡전복이 고수온과 저수온에 모두 내성이 강한 것으로 나타남

- 그리고 28℃ 수온구에서 5개월간의 생존율의 변화를 살펴보면, 실험 3개월 후부터 참전복의 생존율이 급속히 떨어지기 시작하는데 반해 교잡전복은 시볼트 전복과 같이 고온에 강한 특성을 보임
- 수온에 따른 성장률을 보면 각장의 일간성장은 7℃와 14℃의 저수온구에서는 시험 구간 유의적인 차이가 없었음
- 그러나 21℃, 28℃ 및 자연해수구에서는 시볼트전복, 교잡전복, 참전복순으로 성장이 높아($p < 0.05$), 교잡전복은 참전복과 시볼트전복의 중간 형질을 보임

교잡종 선발그룹의 성장조사

실험구	각장($\mu\text{m}/\text{day}$)	무게($\mu\text{g}/\text{day}$)
HDH (참전복)	50.62±2.21	10.83±0.27
HG (시볼트전복)	70.42±1.43	16.93±0.30
HGHDH (교잡전복)	63.32±3.93	13.81±0.20



- 선발그룹의 성장 결과에서 교잡전복의 성장 특성이 명확히 관찰됨
- 교잡전복의 일간성장은 참전복보다 높았으며 시볼트전복과는 유의적인 차이가 없었음($p > 0.05$)
- 이 결과는 교잡전복의 유용성을 잘 설명해 주는 것으로 앞으로도 성장도를 계속 조사하여 교잡전복의 산업성을 검증 할 필요성이 있다고 사료됨

- 교잡종의 개발은 연구 수준에서 수행되어 전복에 대한 교잡육종의 가능성만 어느 정도 타진된 상태
- 교잡육종을 산업적으로 이용하기 위한 연구가 필요할 것으로 예상됨

2) 중국

(1) 품종개량 및 육종 연구

- 1997년, 대련수산연구소에서는 내병성, 속성장 품종 개발을 위해 참전복과 일본의 전복의 교잡 연구 수행
 - 치패의 저항력을 강화하고, 성장속도를 3배 증가시키며, 생존률 또한 80% 이상으로 증가
- 오분자기는 다른 종의 전복에 비하여 고온에 대한 내성이 높음
 - 해남성 수산연구소에서는 1999년 하반기부터 대만 오분자기를 수입, 남아프리카 전복과 오분자기에 교잡연구를 수행하여, 성장속도가 빠르고 생존율이 높은 결과를 얻음
- 2002년 대련시수산연구소에서 내병성 전복종묘연구 수행
 - 중국 참전복 수컷과 일본 粉紅鮑魚 암컷의 교잡
 - 교잡종 선택 후 근친교배에 의한 면역력 감소를 피하게 됨
- 우량 오분자기 생산 및 종묘 생산
 - 오랜 기간 근친교배를 지속하여 생산량 저하, 면역력 감소현상 초래, 심지어 재생산 불가능한 불임 전복 생산
 - 이를 개선하기 위하여 2003~2005년, 복건의 동산, 광동의 잔장의 전복 종묘 도입
 - 일년 반 후 고품질 종묘 선택하여 방류
 - 이후 우량 전복 생산
- 장주시, 일본 까막전복과 참전복 교잡 연구
 - 오분자기는 장주시 주요 양식종이나 부착이 잘 되지 않는 질병이 빈번하게 발생
 - 2003년에는 치패 생존율이 90%에서 20% 이하로 감소하여 양식업에 큰 손실
 - 장주시 명품 해산물 관리 담당처에서 “전복 교잡 치패 시험”을 계획
 - 일본산 까막전복과 교잡 연구 수행
 - 2004년 5월까지 1.5cm 이상 교잡종 치패 1,592,000미 생산
 - 속성장, 내병성, 고온내성 교잡종 개발
- 참전복과 이종 교잡종 “대련1호”
 - 2005년, 중국과학원해양연구소의 대련수산연구소, 산둥성 서부 수산기술개발유한책임회사, 청도 금성 해양기술발전유한책임회사 공동으로 참전복과 이종간 교잡 연구를 통해 잡종강세를 나타내는 교잡종 대량생산
 - 중국 발해만과 일본 미야기현 참전복의 잡종강세가 뚜렷하게 나타남
 - 대련1호의 성장속도, 생존율은 기존 참전복에 비해 높으며, 생식주기 역시 짧은 특성

(2) 양식

- 해상가두리양식, 해저잠상식, 축제식양식, 육상양식 등 여러 방법으로 양식
- 양식하는 전복의 경우, 6~7cm 가량의 건강한 전복을 선택하여 성숙할 때까지 해양에서 따로 관리
- 성숙한 암수 전복을 2:1, 또는 3:1의 비율로 부화기에 넣어 산란 유도 후, 수정란만 수집하여 규조류를 부착시킨 파판에서 치패 수준까지 배양

(3) 종묘운송

- 계절, 거리 등에 따라 운송 방법을 달리함
 - 근거리 수송(15시간 미만): 해수에 종묘를 세척하여 파판 사이에 나뭇잎이나 다시마를 함께 넣어 운송 → 종묘의 손상이 적고 습도 유지 가능, 여름철에 적합한 방법
 - 원거리 수송: 40×30cm 그물 1개당 종묘 1,000~1,500미, 3,000~5,000미/m² 정도 밀도로 적재하여 운송, 운송 중 시간당 1회 환수

3) 일본

- 일본의 전복 어획량은 꾸준히 감소 추세
 - 이를 극복하고자 연구 초기에는 종묘생산 기술 연구에 집중
 - 1970년대 후반부터 종묘 대량생산 가능 → 본격적인 방류사업 시작
- 최근 종묘 방류량에 비하여 어획량이 지속적으로 감소
 - 자연산 전복 치패의 가입율이 낮기 때문에 보고 자연산 전복의 생태학적 연구
 - 자연의 생산력을 이용하여 자원을 회복하는 데에 초점을 맞추어 연구 진행



<그림 2-43> 일본의 연구 및 정책 동향

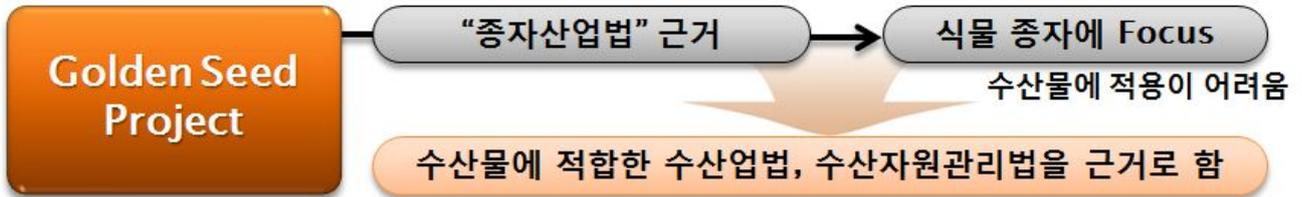
<표 2-35> 일본 전복 연구 동향

시기	연구내용	비고
1800년대 후반	자원관리 목적의 생물학적 기초연구(자원보호, 산란기, 인공수정, 초기 발생)	
1900년대 초반	생물지리학 및 발생학적 연구, 자원관리(개별 종의 분포, 생태, 분류, 채란, 초기생활사, 식성 등)	
1950~1970년	"만들어 기르는 어업"의 진흥대책으로 종묘생산 연구 중심으로 연구(자외선 조사 해수에 의한 채란기술, 종묘의 생산, 방류 및 이식 어장 조성 어업규칙 등의 증식대책, 식성, 먹이효율, 인공사료 등)	
1970~1980년	"만들어 기르는 어업"의 진흥대책으로 종묘 및 성패의 생태학적 연구 및 치패의 영양학적 연구(자연해역에 있어서 행동, 성장, 서식장소 생산 등에 대한 생태학적 연구, 사료의 기본 조성, 필수지방산 요구량 등의 영양학적 연구, 종묘양산에 대한 인공사료의 실용화)	
1980년대 후반	"자원관리형어업"의 진흥대책으로 종묘의 대량방류에 따른 자원관리에 관한 연구	
	"치패의 행동과 자연환경, 적정 크기, 방류효과의 발현, 성장, 생산, 감모요인, 어장에 있어서 적정어획량의 추정	
1990년대	"자원관리형어업"과 병행하여 유전학적 연구가 진행(유전자 조작에 의한 배수체 및 교잡종 개발)	
2000년대	생산량 감소의 원인조사와 대책, 생산량 변동에 미치는 환경요인의 파악, 자연계에서 재생산의 기초가 되는 전복 부유유생, 변태직후 치패의 생태, 가입 등에 대한 조사. 질병대책, 시설내에서 양식사업	

4. 국내외 정책동향 분석

1) 국내

(1) GSP 법적 근거



<그림 2-44> G.S.P의 법적 근거

- Golden Seed Project의 다른 분야들은 대부분 식물 종자를 대상으로 하기 때문에 “종자산업법”에 근거함
 - 식물종자에 초점이 맞추어져 있어서 수산물에 적용이 어려움
- 결국, 수산물에 적합한 “수산업법”, “수산 자원 관리법”을 근거로 하여야 함

종자산업법	<ul style="list-style-type: none"> • 목적 : 식물의 신품종에 대한 육성자의 권리보호, 주요 작물의 품종성능관리, 종자의 생산·보증 및 유통, 종자산업의 육성 및 지원 등에 관한 사항을 규정함으로써 종자산업의 발전을 도모하고 농업·임업 및 수산업 생산의 안정에 이바지함. • “작물”의 정의 : 농산물, 임산물 또는 수산물의 생산을 위해 재배되거나 양식되는 모든 식물.
수산자원 관리법	<ul style="list-style-type: none"> • 목적 : 수산자원관리를 위한 계획을 수립하고, 수산자원의 보호·회복 및 조성 등에 필요한 사항을 규정하여 수산자원을 효율적으로 관리함으로써 어업의 지속적 발전과 어업인의 소득증대에 기여. • “수산자원”의 정의 : 수중에 서식하는 수산동식물로서 국민경제 및 국민생활에 유용한 자원.

<그림 2-45> 종자 산업법과 수산자원관리법의 목적 및 정의

(2) 치패 수출제한

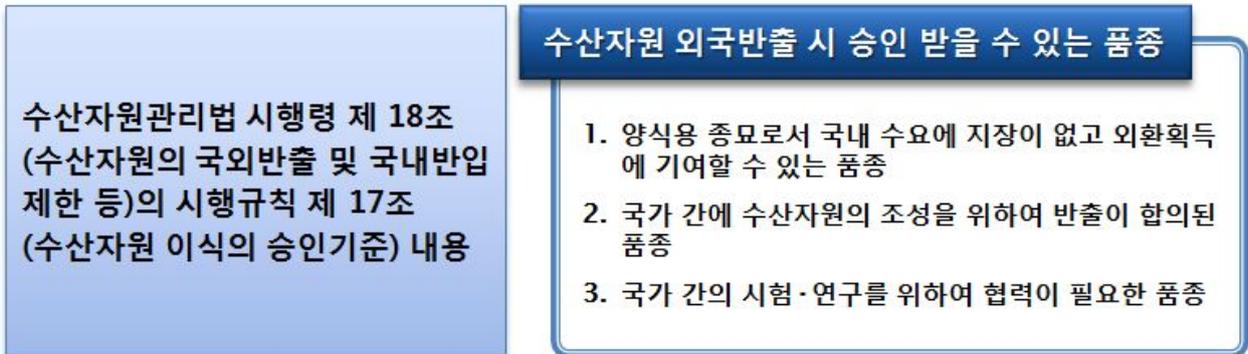
- 수자원관리법 제 35조(수산자원의 회복을 위한 명령) 제1항 제4호 “치어 및 치패의 수출의 제한 또는 금지” 내용 확인



<그림 2-46> 치어 및 치패의 수출 제한 또는 금지 기준

- 위의 어느 하나에 해당하는 체장 또는 각장 이하의 산 것은 수출하지 못함

- 인공 부화 생산한 치어와 양식종묘의 특성상 수출이 필요한 치어 및 치패는 수산자원관리법 시행령 제 18조의 규정에 의거 국립수산과학원장의 승인을 받아 수출할 수 있음



<그림 2-47> 수산자원 외국 반출 시 승인받을 수 있는 품종

(3) 수출입 수산생물의 검역

<표 2-36> 전복에 대한 수산생물전염병 검사 항목 및 기준

전염병항목		지정 검역물	판정기준	비고	
병명	병원체			영명	한글명
제노할리오티스 캘리포니엔시스감염증 (Infection with <i>Xenohaliotis californiensis</i>)	<i>Xenohaliotiscaliforniensis</i>	<i>Haliotisrufescens</i>	음성	Red abalone	전복
		<i>Haliotiscracherodii</i>	음성	Black abalone	전복
		<i>Haliotissorenseni</i>	음성	White abalone	전복
		<i>Haliotiscorrugata</i>	음성	Pink abalone	전복
		<i>Haliotisfulgens</i>	음성	Green abalone	그린전복
		<i>Haliotistuberculata</i>	음성	Tube abalone	통전복
		<i>Haliotiswalallensis</i>	음성	Flat abalone	전복
		<i>Haliotis discus-hannai</i>	음성	Japanese abalone	참전복
		<i>Haliotisdiversicolor</i>	음성	Small abalone	오분자기
		Genus <i>Haliotis</i>	음성		Haliotis속
전복허피스 바이러스감염증 (Infection with abalone herpes virus)	Abalone spherical virus	<i>Haliotis discus-hannai</i>	음성	Japanese abalone	참전복
		<i>Haliotisdiversicolor</i>	음성	Small abalone	오분자기
		<i>Haliotislaevigata</i>	음성	Greenlip abalone	전복
		<i>Haliotisrubra</i>	음성	Blacklip abalone	전복

- 수출입하는 전복의 전염병 검사 항목은 제노할리오티스 캘리포니엔시스 감염증과 전복 허피스 바이러스 감염증이 있음
- 이 전염병 항목들은 동아시아권의 주 양식품종인 참전복에 모두 해당됨
- 병원체에 감염된 전복은 집단폐사 등의 문제를 일으키기 때문에 개발 및 양식할 때 각 별히 주의해야 함

2) 중국

- 중국은 1980년대부터 어업관련 법률을 제정 및 정비하여, 중국 내에서는 비교적 양호한 법률을 갖고 있는 것으로 분석하고 있음
- 2011년 10월에는 수산 125 계획을 공포하여 수산 양식, 어획, 가공, 레저 분야의 부양 및 증식을 도모, 특히 양식업에 비중을 두었음
- 수산 125 계획
 - 목표: 수산물 총 생산량 6,000만 톤, 총 생산액 2.1조원, 총 생산량 중 양식 수산물 비중 75%

- 내용: 수산물 품질 안전 기준 개선, 수산양식 표준화 기준 마련, 종자산업 개발, 양식 확대

<표 2-37> 중국 전복 관련 수산 법률 및 정책

시행연도	시행부서	명칭
1986	전국 인민 대회 상무위원	《중화인민공화국어업법》
1987	정부 농업, 축산 및 어업	《중화 인민 공화국 수산 법률 시행 규칙》
1993	농업부	《나아가 수산업 발전에 대한 견해》
1998	농업부	《수산에 대한 관리 처벌 및 규제》
1999	전국 인민 대회 상무위원	《해양 환경 보호법》
1999	농업부	《해산물 처리 품질 관리 표준》
2002	전국 인민 대회 상무위원	《중화 인민 공화국의 바다의 사용 관리 법률》
2002	국가해양국	《해역 사용 측량 관리 방법》
2002	농업부	《어업 포획 허가 관리 규정》
2003	농업부	《양식업 안전과 품질 규제》
2005	농업부	《수산 종자 관리 방법》
2007	농업부	《중간-장기 어업 과학 및 기술 개발 계획 (2006-2020 年)》
2007	농업부	《농업 과학 및 기술 개발 계획 (2006-2020 年)》
2008	농업부	《2008年수산 건전 양식 추진 행동 실시 방안》 통지 발행에 관해
2008	농업부	《전국수산물(良) 종자 건설 공사 발전계획 (2008-2012 年)》
2011.10	농업부	《수산 125 계획》

3) 일본

- 수산진흥마스터플랜 진행
 - 2011년 6월 일본 수산청 발표
 - 쓰나미 피해 지역인 이와테현, 미야기현, 그리고 후쿠시마현의 복구 지원
 - 이들 지역 주요 생산물인 전복, 성게 넙치의 종묘를 방류하여 5년 후 피해 전 생산량 회복하도록 추진
- 2000년대 방류사업에 의한 어획량 감소로 인한 정책 방향 이동
 - 생산량 감소의 원인조사와 대책, 생산량 변동에 미치는 환경요인의 파악, 자연계에서 재생산의 기초가 되는 전복 부유유생, 변태직후 치패의 생태, 가입 등에 대한 조사, 질병대책, 시설내에서 양식사업 등의 연구
 - 연구 결과 방류에 의한 전복의 유전적 열성화를 어획량 감소의 원인으로 꼽고 있으며, 이에 따라 수산 정책의 방향을 방류사업에서 자연발생 가능한 환경 조성 등으로 이동

5. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

□ 전복을 포함한 수산물 육종 기술 수준

- 우리나라의 양식품종 육종 연구실태를 보면, 최근 들어 국립수산과학원에서 육종연구를 시작한 것이 전부라 할 정도로 부진한 상황임
- 국립수산과학원 육종연구센터에서 전복 및 넙치를 대상으로 유전자 표지를 이용한 선발육종연구를 진행하고 있고, 생명공학연구단에서는 분자육종 연구를 수행하고 있음
- 육종을 통한 양식 산업화에 성공한 노르웨이가 1971년부터 육종연구를 시작한 것에 비하면 우리나라는 약 30년 이상 뒤떨어진 상황
 - 노르웨이는 정책적으로 육종사업을 시작하여 연어생산량의 70% 이상을 형질이 개선된 품종으로 전환하여 세계 연어시장을 석권한 바있고, 1999년부터는 유전자 표지를 이용한 티라피아의 선발육종을 통하여 세대당 양식생산성을 20%이상 증가시킴
 - 또한 최근에는 연어와 티라피아에서 성공한 유전자표지를 이용한 선발육종연구의 성과를 대구, 넙치, 터봇(turbot, 가자미의 일종)에 적용하기 시작함
- 세계의 양식 산품종의 육종 연구동향을 보면, 미국은 국가과학재단(NSF)을 중심으로 하여 해양생명공학의 4대 과제 중 하나로 연어, 차넬메기, 티라피아, 전복, 참굴, 새우 등의 분자육종 연구가 추진 중
- EU는 EU공동체프로그램(ECMB)을 통해 극한 미생물 유전자 분석에 대한 연구 추진중
- 앞서 연구동향에서 살펴본 바와 같이 일본과 중국도 육종연구를 활발히 진행하고 있음
 - 일본은 해양생명공학연구소(MBI)를 중심으로 전복, 김, 우렁쟁이, 돛류, 연어 등의 분자육종연구를 진행 중이고, 굴은 이미 분자육종을 통한 산업화가 이루어졌으며, 비단잉어

류는 100여종의 육종품종을 개발·보유

- 중국은 National Hitech R&D program, National Basis Research Program을 통해 다 시마, 새우, 가리비, 굴 등의 분자육종연구를 활발히 진행 중에 있고, 유전적으로 개량 된 신품종 29종(잉어, 돔, 해조류, 새우, 전복 등)을 보유
- 이와 같이 세계 각국은 양식업의 경쟁에서 이기기 위하여 육종연구를 활발히 추진하고 있으나 아직까지 완전한 산업화로까지 성공한 사례는 노르웨이가 가장 대표적이고, 기 타 국가들은 개발 초기단계
- 전복의 경우도 마찬가지로 산업화된 육종 품종이 전 세계적으로 전무한 상황이며, 육종 기술에 있어서도 우리나라, 중국, 일본 모두 연구 단계의 수준이기 때문에 최고기술보유 국이라고 할 만큼 기술수준이 앞서있는 국가는 없는 것으로 사료됨
- 한국·중국·일본의 전복 관련 기술 수준을 비교해보면 다음과 같음

국가	중국	일본
기술 수준	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양식기술은 대련·산둥 주변에서는 채롱식 양식을 하고 있으며, 복건 주변은 2000년대 후반에 들어 국내와 같은 가두리 양식시설 도입 ○ 육종기술은 1990년대에 시작 <ul style="list-style-type: none"> - 1997년 대련 수산연구소를 시작으로 각 성에서 수행 - 국가적 차원의 육종 연구는 가리비, 해삼, 굴 등 타 품목이 우선시 되어 현재까지도 이루어지지 않음 ○ 교잡종 연구는 2000년대에 시작 <ul style="list-style-type: none"> - 2005년 대련 수산연구소 “대련 1호” 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전복 기초연구 (생리연구, 종 분포, 채란, 식성 등) 1800년대 후반 ~ 1900년대 초반에 시작 ○ 방류를 위한 종묘생산 기술 연구 1950년대 시작 ○ 유전학적 연구에 의한 분자육종 시작 1990년대 <ul style="list-style-type: none"> - 지원관리형어업과 병행하여 유전학적 연구 진행 - 유전자 조작에 의한 배수체 및 교잡종 개발 ○ 선발육종은 이루어지지 않음 <ul style="list-style-type: none"> - 일본은 양식이 아닌 방류사업을 위한 종묘의 생산이기 때문에 선발육종 연구는 이루어지지 않음
기술 격차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양식기술 기술격차 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 기술이 더 우수함 - 국내 양식 기술은 2000년대 초반부터 가두리 양식을 시작하여 급성장 ○ 육종연구 기술격차 <ul style="list-style-type: none"> - 7년 (국내 육종 연구 2004년 수산시험연구사업 “전복 육종 프로그램개발”) ○ 교잡종 연구 기술격차 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 교잡종 연구가 6년 먼저 이루어짐 (1999년 “시침전복”) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전복 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> - 약 100년 - 국내 전복의 생리연구, 종묘생산, 양성관리 등 시작 1970년대 ○ 종묘생산 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 약 20년 - 국내 종묘생산기술 개발 시작 1970년대 ○ 유전학적 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 기술격차 크지 않음 - 국내 유전자원 개발 1994년 (국립수산과학원 해양유전자원 개발)

□ 국내 연구 인프라 현황

○ 전복 종자 생산

- 종자 개발 이후 대량생산 및 수출을 위하여 국내 전복 종묘 업체 현황을 파악
- 국내 전복 종묘 업체는 약 580여개소로 주로 완도와 진도에 집중되어 있음
- 완도는 노화도, 고금도에 주로 분포하고 있으며, 특히 노화도는 전복 가두리 양식장도 주로 분포하고 있음
- 진도는 고군면에 주로 분포하고 있으며 진도군 관내 전복 가두리 양식장이 적기 때문에 대부분 완도로 판매되고 있음
- 완도는 1차 출하(주로 11월)량이 많으며, 진도는 1~3차로 단계적 출하가 균형을 이루고 있음
- 종자개발 이후 생산은 종묘생산 업체가 주로 수행하게 되기 때문에 진도군과 완도군을 중심으로 지방자치단체와 종묘생산 업체의 지원이 필요할 것으로 예상됨

구분	완도	진도	해남	여수	신안	
업체 수(개소)	270	219	50	35	7	
주요 생산 지역 (개소)	완도(28), 노화(62), 고금(58)	고군(189), 익신(8), 임회(6)	송지(15), 문내·화원(17), 화산(8)	-	압해(6), 도초(1)	
출하 시기별 비중(%)	1차	70	40	45	80	70
	2차	30	25	20	30	30
	3차	-	30	20	-	-
1차 출하 가격(원)	300	250~300	250~300	300	300	
출하 지역(%)	관내(60), 기타(40)	관내(15), 완도(65), 신안(10), 기타(10)	관내(20), 완도(70), 신안(10)	관내(10), 완도(70), 해남(20)	관내(100)	

주 : '1차'는 성장이 빠른 선두그룹을 말하며, 주로 가을철에 출하되는 경우가 많음. '2차'는 1차 이후에 판매되는 그룹을 말하며, '3차'는 가장 늦게 출하되는 그룹으로 주로 봄철에 출하됨

○ 전복 종자 개발

- 국내 전복 종자개발과 관련된 민간업체는 없으며, 전복 육종에 대한 수행 경험이 있는 국내 박사급 연구원은 2명 정도로 매우 미흡함
- GSP 사업을 추진 할 때는 유사분야(패류 등)의 고급 연구인력을 유치하여 전복 육종 분야의 인력 양성이 병행되어야 할 것으로 사료됨

품목	기관	전복 육종 경험 연구인력(명)
전복	국립수산과학원 육종연구센터	1
	제주대학교	1

6. 주요 이슈 및 전략방향

1) 주요 이슈

(1) 중국

□ 전북 산업의 문제점

○ 해역 오염

- 대량생산을 위한 밀식, 기본적인 정화처리 없이 오염물질 방류, 과도한 오염물 배출 등
- 복건성의 동고와 진성, 광둥성의 첩성과 탁림 등 전북 양식장이 밀집한 지역에서 이러한 환경문제와 함께 질병문제 대두
- 해수의 이동과 함께 병원성 물질이 확산되어 남방지역 일대 해역을 모두 오염시킴

○ 근친교배에 의한 생산성 악화

- 남방지역에서 주로 양식하는 품종은 오분자기와 대만산 오분자기임
- 1990년대 중반, 복건성 동산현에서 치패를 대량으로 구매하여 입식
- 그러나 복건성 동산현 대부분의 전북 양식장에서는 근친교배로 치패 재생산
- 결국 1990년대 후반, 남방지역에서 생산된 전북은 근친교배로 생산된 것으로, 품질저하, 면역력 약화, 환경내성 저하 등 문제 발생

○ 질병 예방에 대한 인식 부족

- 환경 악화, 환경내성 저하, 병원체 만연 등 언제라도 질병에 의한 대량폐사가 가능한 상태
- 1999년 2~3월, 1999년 11월~2000년 3월 전북 전염병 발생 사례가 있으나, 여전히 대부분의 어장에서는 질병 예방에 대한 인식이 부족
- 다양한 질병 예방 및 치료 방법을 강구할 필요성이 있음

○ 수급 불균형

- 남방지역에서 생산하는 전북은 거의 단일 품종으로, 치패 입식, 양성 및 생산 시기가 같은 시기에 집중
- 전북의 수요가 급증하는 시기는 6~10월
- 그러나 생산자 입장에서 이 시기는 전북의 먹이가 부족하고 질도 낮아 사육의 부담이 높고, 서로 같은 품종을 양식하여 제품 출하시기가 집중되기 때문에 가격이 폭락하는 문제 발생

○ 단순 가공

- 중국 전북 가공품은 대체로 건조, 냉동, 통조림 가공 등에 한정
- 현재는 수요가 공급보다 많기 때문에 큰 문제점으로 부각되지 않았으나, 다른 해산물 가공에 비하여 가공 제품 종류가 적고, 고차 가공이 가능한 업체도 적음
- 고차가공 제품이 다양하게 개발되어야 장기적인 이익을 도모할 수 있음

(2) 일본

□ 문제점

○ 가격 폭락

- 주요 수출국인 중국의 경기 침체
- 일본의 전복 생산 붕괴 후 기타 일본 외 지역의 시장 잠식
- 해역 오염에 대한 우려

○ 전복 자원 감소

- 저수온: 겨울철 영하의 연안수가 장기간 체류하는 경우 발생
- 수온상승에 의한 백화현상으로 먹이부족
- 연안개발 및 오염
- 일부 지역에서 불법어업 및 남획
- 종묘 대량 방류에 의한 유전적 다양성 감소(일부 학자 의견)

□ 향후 전망

- 일본의 전복 양식 생산량은 수십 톤 수준으로 매우 소량
- 기르는 어업의 일환으로 종묘방류를 통한 자원증강에 노력
- 최근에는 방류보다는 자원관리 및 자연산 치패 발생 연구로 흐름 변화
- 감소하는 자연 자원을 최대한 활용하는 실정이었으나, 동일본 대지진 이후 주요 생산지의 자원이 거의 소멸된 상태
- 전복의 세대가 3~4년인 것을 고려하면 지진 전 생산량 회복에는 상당한 시간이 필요
- 생산량을 회복한다고 하더라도 원자력발전소 폭발에 의한 오염에 대한 소비자들의 우려를 회복하는 것은 여전히 극복해야 할 과제

2) 전략 방향

□ 국내 육종의 강점 활용

- 우리나라 양식품종 육종 연구의 강점은 오랜 양식 경험
- 전복의 경우 일본이나 중국에 비하여 육종 연구의 기반기술이 확립되어 있고, 이러한 기술을 타 품종에 적용할 경우 기술 우위 및 시장 선점이 가능
- 육종연구센터에서 2004년부터 선발 육종을 통한 고급 양식수산물 생산을 위하여 넙치, 전복, 돌돔 등을 대상으로 속성장 및 내환경성 육종 품종 개발 중

□ 국내 육종 및 전복 연구의 약점 보완

- 국내 육종 연구의 약점은 개발된 우수형질 육종품종의 산업화 경험 미약
- 전복의 연구에 대한 약점은 연구 시설 및 연구 인력 등 인프라 부족
- GSP 연구는 우수 품종의 개발뿐 아니라 산업화에 초점을 맞추어 국내 육종 연구의 약점을 보완하는 과업 수행 필요
- 또한 인력양성 및 육종 외 타 분야(분자생물학, 병리학, 발생학 등)의 적극적인 참여 유도 필요

□ 국제적 기회 활용

- 동아시아권 전복의 소비 증가에 따른 시장 규모의 확대는 전복 육종연구의 기회요인
- 특히 중국의 경우 소비지 확대에 따라 소비량은 급격히 늘어날 것으로 전망되고 있으며, 그에 따른 가격 폭등과 생산량 증대 정책 예상 (우수 종자의 수입에 대한 긍정적 반응)
- 주요이슈에서 살펴본 바와 같이 해외 전복 산업은 많은 문제점을 가지고 있으며, 그에 따라 육종의 필요성도 인식 하고 있음

□ 경쟁 위기 극복

- 중국의 경우 육종에 막대한 연구 역량을 투입하고 있으며, 대중국 수출을 위한 중국 내 수시장과의 경쟁이 불가피
 - 전복은 현재 가리비, 해삼에 비해 우선순위가 낮은 상태이나, 전복 소비 증가와 함께 향후 전복에도 투자 예상
- 중국에서 투자 중인 육종 연구는 대부분 선발육종이기 때문에 분자육종을 통한 신종자 개발로 빠른 종자시장 선점 필요

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획

목표설정 및 프로젝트 도출

III

제1절. 목표설정

1. 최종목표
2. 연차별 목표 및 단계별 목표
3. 목표 설정 근거

제2절. 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출배경 및 과정
2. 프로젝트 구성 및 내용
3. 프로젝트 간 연관관계

제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제1절 목표 설정

1. 최종 목표

과학·기술적 목표	<ul style="list-style-type: none">• 수출 시장 맞춤형 전복 종자 개발• 품종등록 및 종자개발 3건• 국내외 논문 66건 제시• 특허 27건 출원(등록 14건 목표)
산업·경제적 목표	<ul style="list-style-type: none">• 수출액 3,000만 달러 달성• 중국 치패 생산량 40억미, 가격 180원/미로 볼 때 수출액 3,000만 달러 달성은 현재 중국 중요시장 기준 5%

□ 과학·기술적 목표

- 과학·기술적 목표는 “수출시장 맞춤형 전복 종자 개발”에 따른 신품종 등록, 논문, 특허 등을 지표로 함
 - 국내외 논문 목표 66건
 - 특허 목표 27건 출원(이 중 특허 등록 14건)

□ 산업·경제적 목표

- 산업·경제적 목표는 신종자 개발, 품종 등록, 수출액 등을 지표로 함
 - 2021년 수출액 3,000만 달러 달성으로 설정
 - 품종 등록 목표 총 3건
 - 종자 개발 목표 총 3건

2. 연차별 목표 및 단계별 목표

1) 단계별 목표

- 1단계(2013~2016년)에는 기술 개발 및 기반구축 중심의 연구가 이루어지며, 2단계(2017~2021년)에는 개발종묘의 생산 및 산업화 중심의 연구가 이루어짐
 - 1단계 : 국내외 논문 35건, 특허 12건 출원
 - 2단계 : 국내외 논문 31건, 특허 15건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 3,000만 달러

단계별 목표	
1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
종자개발 기반기술 연구 (termination기술, 교잡육종 기술, 유전자원 관리 기술)	개발 종자의 대량생산, 현장실증 및 산업화 방안 연구
국내외 논문 35건 특히 12건 출원	국내외 논문 31건 특히 15건 출원 품종 등록 3건 종자 개발 3건 종자 수출액 3,000만 달러

2) 연차별 목표

단 계	연 차	연구 개발 목표	연구 개발 세부 목표	정량적 연구목표
1 단 계	1 년 차	<ul style="list-style-type: none"> 염색체 공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 개시 우량형질의 교잡 대상종 개발 개시 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 개시 분자유종 기반 구축 개시 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 개시 	<ul style="list-style-type: none"> 전복 3배체 및 4배체 유도기술 개발 유전자원 수집 및 관리 체계 구축 모패 후보군의 사양관리 교배 중간 유전적 유연관계 분석 국내외 유전자원 수집 	<ul style="list-style-type: none"> 연차 실적 및 계획 보고서
	2 년 차	<ul style="list-style-type: none"> 염색체 공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 개시 우량형질의 교잡 대상종 개발 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 개시 분자유종 기반 구축 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 유전자원의 장기보존 기술개발 개시 	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 배수체 판독기법 개발 불임화에 따른 성 성숙 특성 분석 유전적 다양성 분석을 위한 분자마커 개발 및 평가 시스템 개발 교잡육종 전복의 형질 평가 교잡 대상종의 생식 주기 파악 등 기초 연구 유전 형질 평가 시스템 개발 수집 유전자원의 이화학적 특성 분석 유전자원 동결보존 기반 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 연차 실적 및 계획 보고서 국내외 논문 5건

2 단 계	3 년 차	<ul style="list-style-type: none"> 염색체 공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 우량형질의 교잡 대상종 개발 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 분자유종 기반 구축 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 유전자원의 장기보존 기술개발 완료 	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 배수체 대량생산 기술 개발 배수체 후대생산 가능성 분석 우량형질(속성장, 내서성, 내병성 등)의 선발육종 교잡육종 전복의 형질 평가 교배종 목적형질의 선발 및 양성 분자 육종 시스템 개발 수집된 유전자원의 유전자 marker 개발 동결보존에 의한 발생배의 활성화 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 연차 실적 및 계획 보고서 국내외 논문 10건 특허 출원 5건
	4 년 차	<ul style="list-style-type: none"> 염색체 공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 완료 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 우량형질의 교잡 대상종 개발 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 분자유종 기반 구축 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 배수체 대량생산 기술 개발 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 우량형질(속성장, 내서성, 내병성 등)의 선발육종 친자감별 유전자 마커 개발 교배종 목적형질의 선발 및 양성 분자 육종 시스템 개발 수집된 유전자원의 유전자 marker 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 연차 실적 및 계획 보고서 국내외 논문 20건 특허 출원 7건
	5 년 차	<ul style="list-style-type: none"> 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발 개시 불임종자 수출을 위한 산업화 기반 구축 개시 우량형질의 교잡 대상종 개발 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 분자유종 기반 구축 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 치패 및 성패용 배합사료 개발 연구 개시 교잡종의 병리학적 연구 개시 	<ul style="list-style-type: none"> 불임종자 생산에 필요한 어미 관리 시스템 구축 수출 활성화 및 안정적 생산을 위한 국내 생산 기반 구축 양적형질 marker 개발 및 QTL 평가 시스템 개발 우량형질의 교잡대상종과 참전복과의 교잡 육종 교배종 목적형질의 선발 및 양성 분자 육종 시스템 개발 수집된 유전자원의 유전자 marker 개발 사료에 따른 치패 및 성패의 증체율, 사료효율, 체성분 등 각종 성분 분석 data 축적 교잡 대상종 및 개발 종자의 Challenge test 	<ul style="list-style-type: none"> 연차 실적 및 계획 보고서 국내외 논문 12건 특허 출원 5건 종자개발 및 품종등록 1건

6 년 차	<ul style="list-style-type: none"> • 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 • 불임종자 개량생산 및 관리 시스템 개발 • 불임종자 수출을 위한 산업화 기반 구축 • 우량형질의 교잡 대상종 개발 • 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 • 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 • 분자유종 기반 구축 • 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 • 치패 및 성패용 배합사료 개발 연구 • 교잡종의 병리학적 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 불임종자 수정란 대량생산 기술개발 • 수출 활성화 및 안정적 생산을 위한 국내 생산 기반 구축 • 유전자 mapping • 우량형질의 교잡대상종과 참전복과의 교잡 육종 • 수정율 향상 방안 연구 • 비교 유전체 연구 • 분자 육종 시스템 개발 • 사료에 따른 치패 및 성패의 증체율, 사료효율, 체성분 등 각종 성분 분석 data 축적 • 교잡 대상종 및 개발 종자의 Challenge test 	<ul style="list-style-type: none"> • 연차 실적 및 계획 보고서 • 국내외 논문 13건 • 특허 출원 5건 • 종자개발 및 품종등록 2건
7 년 차	<ul style="list-style-type: none"> • 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 • 불임종자 개량생산 및 관리 시스템 개발 • 불임종자 수출을 위한 산업화 기반 구축 • 우량형질의 교잡 대상종 개발 • 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 • 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 • 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 • 치패 및 성패용 배합사료 개발 연구 • 교잡종의 병리학적 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 종묘생산자와의 협력체계 구축 • 수출을 위한 전복 치패 수송기술 개발 • 우량형질 고정화 연구 및 육종 시스템 개발 • 우량형질의 교잡대상종과 참전복과의 교잡 육종 • 수정율 향상 방안 연구 • 비교 유전체 연구 • 사료에 따른 치패 및 성패의 증체율, 사료효율, 체성분 등 각종 성분 분석 data 축적 • 각종 질병균에 대한 민감도 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 연차 실적 및 계획 보고서 • 국내외 논문 16건 • 특허 출원 5건 • 수출액 연간 500만 달러

8 년 차	<ul style="list-style-type: none"> • 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 • 불임종자 개량생산 및 관리 시스템 개발 • 불임종자 수출을 위한 산업화 기반 구축 • 우량형질의 교잡 대상종 개발 • 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 • 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 • 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 • 치패 및 성패용 배합사료 개발 연구 • 교잡종의 병리학적 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 중요생산자와의 협력체계 구축 • 시장개척 및 수출 전략 수립 • 우량형질 고정화 연구 및 육종시스템 개발 • 수출 맞춤형 우량 참전복 교잡종의 개발 • 교잡종 중 대형종, 환경내성 개체의 개통선발 • 우수 유전자 발굴 및 기능분석 • 사료에 따른 치패 및 성패의 증체율, 사료효율, 체성분 등을 고려한 고효율 사료 개발 • 환경악화에 따른 다모류(전복 기생충) 출현 원인 검증 	<ul style="list-style-type: none"> • 연차 실적 및 계획 보고서 • 수출액 연간 1,000만 달러
9 년 차	<ul style="list-style-type: none"> • 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 완료 • 불임종자 개량생산 및 관리 시스템 개발 완료 • 불임종자 수출을 위한 산업화 기반 구축 완료 • 우량형질의 교잡 대상종 개발 완료 • 교잡기술 확립 및 수출맞춤형 참전복과의 교잡종 개발 완료 • 대형 및 환경내성 교잡종의 생산 연구 완료 • 국내외 유전자원 수집 및 특성분석 완료 • 치패 및 성패용 배합사료 개발 연구 완료 • 교잡종의 병리학적 연구 완료 	<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 불임종자 치패 관리 시스템 개발 • 시장개척 및 수출 전략 수립 • 선발된 교잡대상종의 유전적 형질 평가 시스템 개발 • 우량 참전복 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 • 교잡종 중 대형종, 환경내성 개체의 개통선발 • 우수 유전자 발굴 및 기능분석 • 사료에 따른 치패 및 성패의 증체율, 사료효율, 체성분 등을 고려한 고효율 사료 개발 • 환경악화에 따른 다모류(전복 기생충) 출현 원인 검증 	<ul style="list-style-type: none"> • 연차 실적 보고서 • 수출액 연간 3,000만 달러

3. 목표 설정 근거

1) 연구 개발 목표

- 연구 동향 분석 결과, 우리나라의 전복 육종은 2000년대에 들어서 조금씩 시도되고 있으며, 기술 수준은 초기 단계임
 - 전복에 대한 연구는 생리생태, 종묘생산, 양성기술, 먹이 등에 대한 기초적인 연구가 1970년대부터 조금씩 이루어져 있을 뿐 전복 육종과 관련된 기술연구는 이루어지지 않음
- 또한 전복 외 다른 수산물에 대한 육종 연구도 곡류, 채소 등 식물분야에 비해 미흡함
- 목표시장인 중국과 일본의 경우 수산물에 대한 육종 연구가 활발히 이루어지고 있음
- 기존에 존재하는 전복의 육종뿐만 아니라 신종자의 개발도 이루어져야 할 것으로 생각되며, 신품종 등록은 연구 동향 분석에서 언급한바와 같이 교잡종의 종자 개발 과정에서 개발될 것으로 예상됨
- 우리나라를 포함한 아시아 국가들의 수산물에 대한 육종 연구는 개발 초기단계이기 때문에 기반 기술 연구 및 개발이 이루어져야 하며, 이 과정에서 논문 및 특허를 연구 개발 목표달성의 지표로 사용해야할 것으로 사료됨
- 종자개발 기반기술 연구에서 Termination 기술, 교잡 육종 기술, 유전자원 관리기술 등의 과업 수행에 의한 논문 및 특허가 제시 될 수 있고, 개발 종자의 산업화 방안에서 대량생산, 현장실증, 수출 마케팅 전략 등의 과업 수행에 의한 논문, 특허, 품종 등록 등의 성과가 도출될 것으로 예상됨
- 논문 및 특허 출원은 기술개발이 완료되는 1단계 후반부와 2단계 초반부에서 주로 도출될 것으로 예상되며 종자 개발 및 품종등록은 기술 개발 완료 이후 진행되어야 하기 때문에 목표 설정을 제시한 바와 같이 하였음

2) 성과 목표

- 중국의 현재 종묘 생산량은 40억미 수준으로, 종묘 1미 당 가격을 180원으로 가정할 때 총 생산액은 6억 달러로 추정 됨
- 수출액 3,000만 달러는 현재의 중국 전복 종묘 시장을 기준으로 5%만 잠식하면 달성 가능한 금액
- 중국 전복 시장규모의 증가추세를 감안할 때 향후 전복의 종묘 가격이 더욱 상승할 것으로 예상되기 때문에 개발이 완료되는 2021년에는 중국 시장의 2.5~3%만 잠식하여도 달성이 가능할 것으로 판단
- 중국의 화폐 가치 하락, 국제 환율 동향 등 세부적인 요소들까지 고려된다면 수출액 목표 3,000만 달러 달성은 합리적인 수준

3) 단계별 목표

- 전복은 한 세대가 3~4년으로 다른 품목에 비해 긴 연구 기간이 필요함
- 따라서 신품종 개발에 의한 품종등록과 개발종자의 생산에 의한 수출량 증대는 2단계에서 주로 이루어질 것이며, 1단계에서는 신품종 개발을 위한 기반연구 및 시스템 구축을 선행해야할 것으로 판단됨
 - 1단계는 기술개발에 따른 논문, 특허 등을 목표 달성의 지표로 설정
 - 2단계는 품종등록, 우수 종자 생산량 및 수출액을 목표 달성의 지표로 설정

4) 단계별 정량적 연구목표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		3	3		
	품종등록 건수	국내		3	3	
		국외				
	종자수출액		3,000만 달러	3,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		3	3	
		등재학술지	18	12	30	
	국외논문	SCI	17	16	33	
		비SCI				
	국내특허	출원	10	11	21	
		등록	4	6	10	
	국제특허	출원	2	4	6	
		등록	1	3	4	
	매출액	국내				
국외						
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	27	43	70		
	기반구축 실적					
	D/B 구축	2	2	4		
	분자마커	9	16	25		
	유용유전자	5	7	12		

제2절 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

1) 목표시장 설정



□ 주요 목표 시장은 중국

- 전복 종묘의 수출을 위해서는 대규모의 양식장이 존재하거나 방류사업이 존재해야 함
- 중국은 세계 최대 양식 생산국이기 때문에 전복 종묘 수출에 있어서 우선 고려 국가임
 - 전복 종묘의 수출에 있어서 양식이 발달한 국가는 모두 Target이 될 수 있으나, 양식 국가의 생산품도 대부분이 주요 소비국가인 중국으로 수출되기 때문에 중국을 중심으로 산업동향을 조사하였고, 조사 결과 중국으로 수출이 가장 합리적인 것으로 판단되는바, 목표시장은 중국으로 선정함
- 중국내 세부시장은 북부해안인 요녕·산동 일대와 남부해안인 복건·광둥 일대로 나눌 수 있음
 - 생산량은 복건·광둥 지역이 많지만 품질 및 브랜드화는 요녕·산동 지역이 유리함
 - 중부 해안인 상해 주변은 양자강의 영향으로 인하여 해수의 염분 농도가 낮기 때문에 저염에 약한 전복의 특성상 현재는 양식장이 조성되지 않고 있음
 - 육중에 의해 내염성 전복이 개발된다면 상해주변의 중부 해역도 세부시장으로서 Targeting 가능할 것으로 사료됨
 - 세부시장 선정에 따라 Target 형질이 달라지기 때문에 세부 시장 맞춤형 개발 과제 도출이 필요함

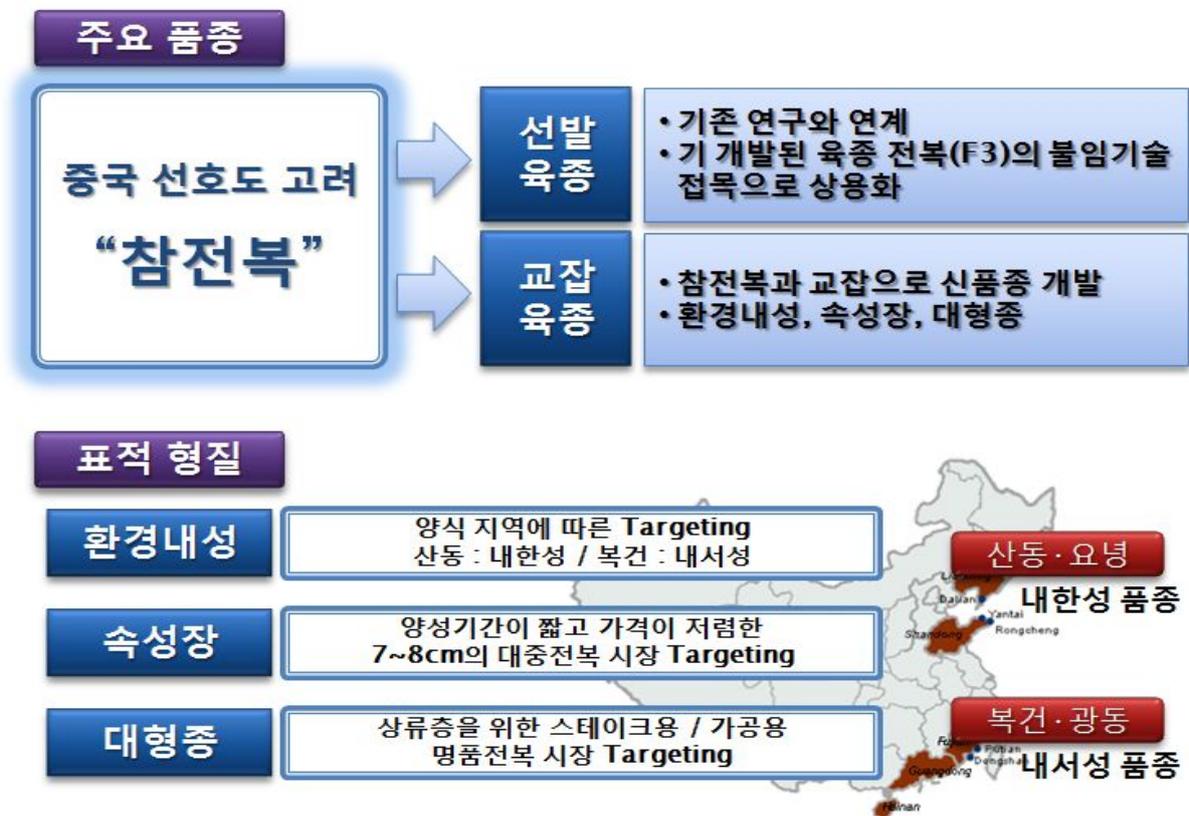
□ 일본은 잠재시장으로 향후 시장 변화 추이를 모니터링하여 목표 시장 포함 여부 결정

- 일본의 경우 전복 양식이 거의 없고 대규모 방류사업에 의한 치패 수요가 발생할 수

있었으나, 2011년 지진과 쓰나미로 인한 후쿠시마 원전 방사능 누출은 전북 주요 해역이 오염되었으며, 전북 방류사업에 의한 어획용 어선, 어항 등 생산시설이 파괴되어 전북 어업의 재개가 불확실한 상황

- 또한 일본의 최근 전북산업 동향 분석 결과 방류사업에 의한 어획량이 지속적으로 줄고 있는 원인의 하나로 자연산 치패의 자원에 가입률이 낮기 때문인 것으로 보고 자연에서 서식하는 전복에 대한 생태학적 연구를 통해 전복의 자연발생에 초점을 맞추어, 향후 방류사업의 규모는 축소될 것으로 전망
- 단, 육상 양식장 계획에 의해 우리나라 중간 종묘 구입 가능성이 존재하기 때문에 지속적인 시장 모니터링이 필요함

2) 표적 품종 및 형질 설정



□ 표적 품종

- 표적 품종은 목표시장의 선호도를 고려하여 참전복으로 선정함
 - 시장 분석 결과 참전복은 중국내 다른 전복에 비해 3~4배 가격이 비싸며, 명품 전복으로서의 브랜드를 가지고 있는 중국내 대규모 어업그룹은 대부분 참전복을 취급함
 - 중국의 주요 산업 품종으로 호주의 Greenlip 전복과 같은 수입산 대형종이 존재하는데 가격면에서는 참전복보다 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 전망됨

- 그러나 전복 성패를 수출하는 것이 아닌, 전복 종묘를 수출해야 하는 GSP 연구의 특성상 중국내에서 양식 가능한 품종으로 Targeting
- 따라서 참전복을 표적 품종으로 선정하되, 육종 방법에 따라 표적 형질을 달리하여 목표시장의 수요에 부합되는 품종 개발이 필요

□ 육종 방법

- 전복의 육종 방법은 연구 동향에서 살펴본바와 같이 크게 선발육종과 교잡육종으로 나눌 수 있음
 - 선발육종에 의한 참전복은 이미 타 과제에서 내수용 종묘의 개발이 진행되고 있기 때문에 GSP에서는 개발 단계의 과업 불필요(단, 개발된 육종 참전복은 내수용으로 개발되는 종묘이기 때문에 종묘 상용화 및 수출과 관련된 과업 필요)
 - 세부 시장별 수요 맞춤형 신종자 개발은 교잡육종에 의해 진행
 - 교잡 육종을 수행하는 과정에서 우수 교잡 대상종 발굴을 위하여 선발육종을 이용할 수 있음

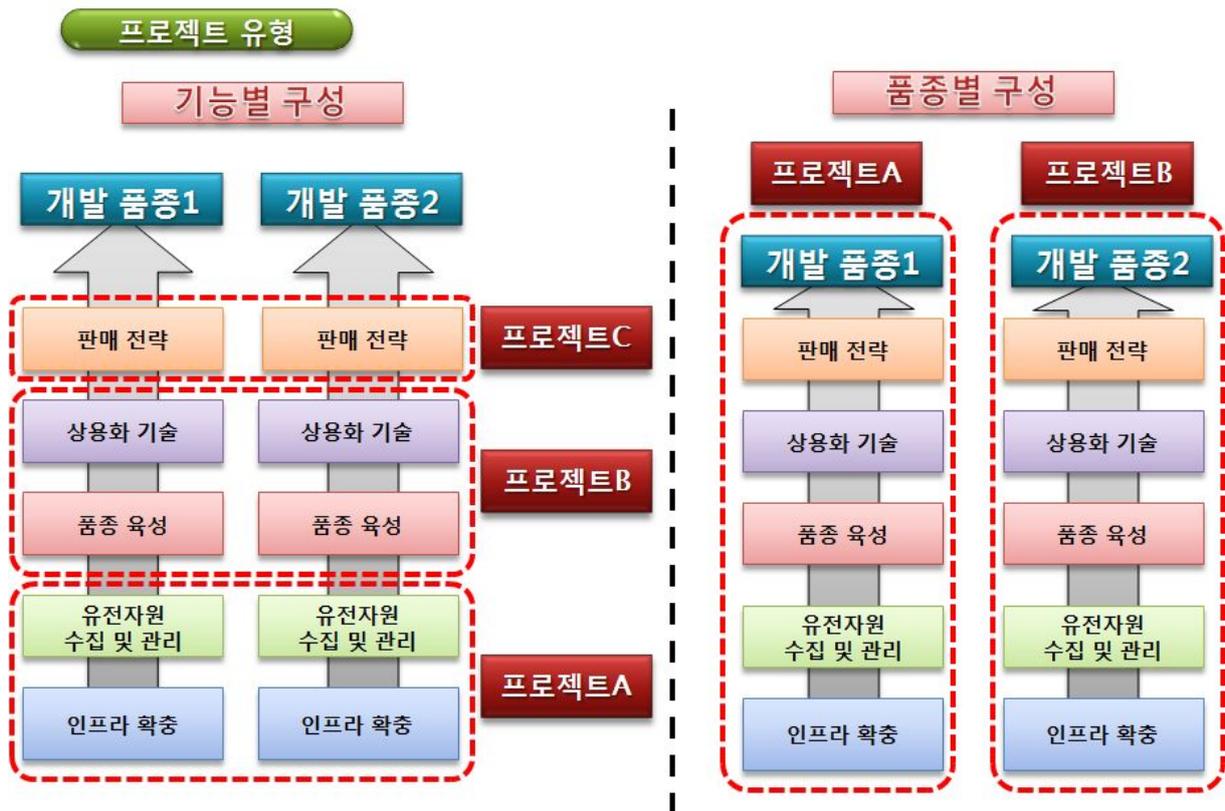
□ 표적형질

- 표적 형질은 일반적으로 속성장, 질병내성, 환경내성을 고려할 수 있는데, “환경내성”의 형질 개발이 가장 포괄적인 개념
- 환경내성을 가진 질병내성 형질도 가지고 있을 가능성이 높음
 - 산업 동향분석에서도 살펴보았듯이 이미 중국 내 해역에는 수많은 병원체가 발견되고 있으며, 환경악화에 의한 전복의 면역 약화로 질병에 걸리게 되는 경우가 빈번하므로 환경 내성을 가지고 있는 전복은 질병에도 내성을 보일 것으로 판단
- 환경에 내성을 가지고 있는 전복은 속성장이 가능함
 - 예를 들어 전복은 일반적으로 낮은 수온에서 섭식을 하지 않아 성장률이 떨어지는 특징을 가지고 있는데 내한성 품종을 개발하면 겨울철에도 성장률을 높일 수 있기 때문에 환경 내성에 의한 속성장이 가능함
- 환경내성을 가진 전복 개발은 지역별 시장 세분화에 따라 Targeting
 - 중국의 시장 세분화에서 요녕·산둥 지역은 내한성 품종, 복건·광둥 지역은 내서성 품종의 개발이 필요
- 지역별 Targeting 외에도 전복 소비자 계층을 중심으로 Targeting
 - 복건지역에서 생산되는 가격이 저렴하고 대중화된 7~8cm 크기의 전복은 단기간의 촉양을 통한 생산이기 때문에 속성장 종의 선호도가 높음
 - 중국내 양식 품종에 대한 소비 선호도는 참전복이지만 사회 고위계층을 Target으로 한 스테이크용, 가공용 전복으로는 호주산 Greenlip 전복과 같은 대형종을 선호
 - 국내에도 말전복(*H. gigantean*), 왕전복(*H. madaka*)과 같은 대형종이 존재하며 이런 대형종과 참전복을 교잡하여 대형 참전복의 개발도 고려해볼 수 있음

3) 프로젝트 유형

(1) 유형 구분

- 프로젝트 구성 유형은 “기능별 구성”과 “품종별 구성”으로 나눌 수 있음
 - 기능별 구성은 각 개발 품종의 수행과업을 기준으로 프로젝트를 도출하는 방식으로 여러 개발 품종의 수행과업을 하나의 프로젝트 팀이 수행
 - 품종별 구성은 개발 품종을 기준으로 프로젝트를 도출하는 방식으로 각 프로젝트별로 하나의 품종 개발에 필요한 과업들을 모두 수행



프로젝트 유형별 장단점

	장점	단점
기능별 구성	<ul style="list-style-type: none"> • 전문분야별 팀 구성 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 프로젝트 팀간의 연계성 확보 어려움 • 신제품 개발이 실패할 가능성 높음 • 책임회피 우려
품종별 구성	<ul style="list-style-type: none"> • 프로젝트 팀간 경쟁 유도로 효율성 극대화 • 목표설정이 세분화 되어 신제품 개발 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 일부 공통연구 중복 가능성 • 연구비 배분 문제

(2) 유형별 장단점

○ 기능별 구성의 장단점

- 기능별 유형은 분야별로 프로젝트를 구성하기 때문에 전문가별 팀 구성이 가능하다는 장점이 있음
- 반면, 프로젝트 팀간의 연계성 확보가 어려우며 팀 간의 연계성 확보에 실패할 경우 신제품 개발 자체가 실패할 우려가 있고, 팀별로 책임 소재가 불분명하여 팀 간 책임 회피 가능성이 있다는 단점을 가지고 있음

○ 품종별 구성의 장단점

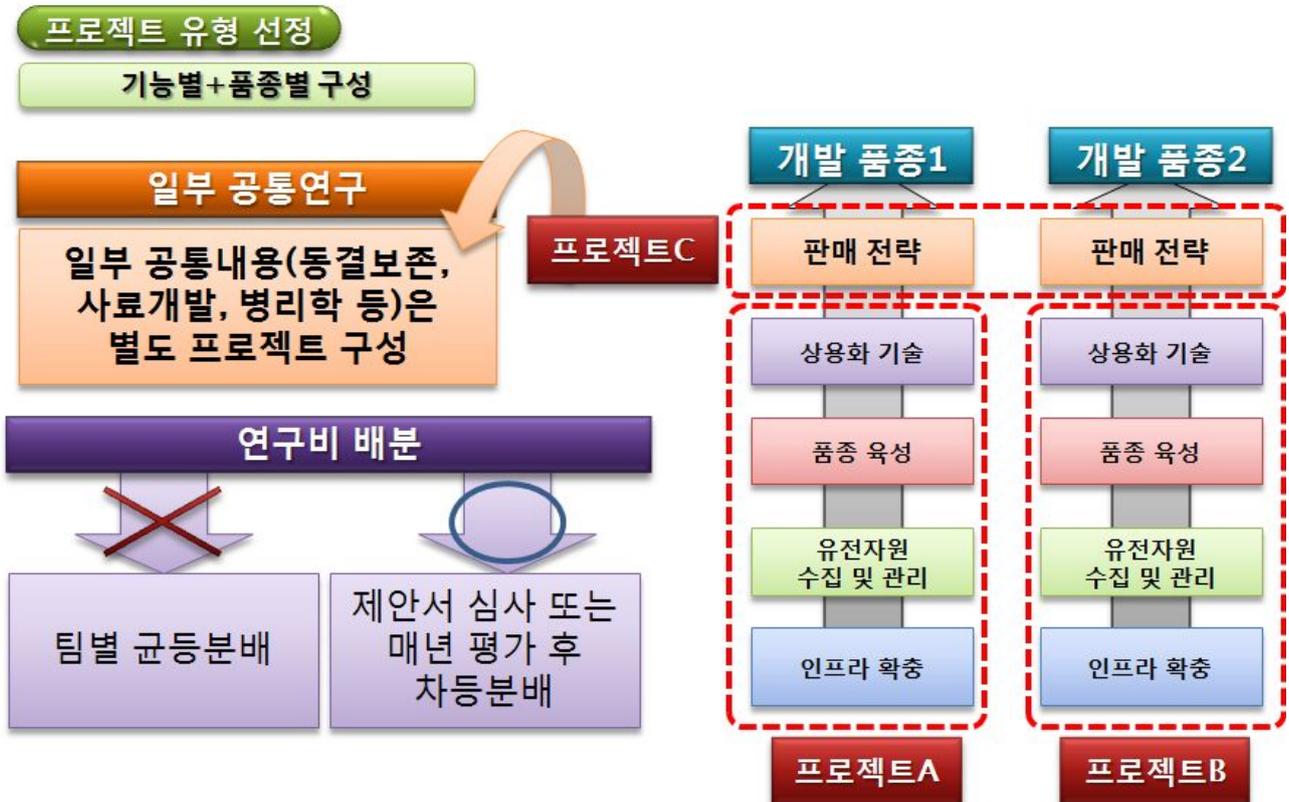
- 품종별 구성은 프로젝트 팀 간에 연계성이 사업의 성패에 크게 관여하지 않으며, 팀 간의 경쟁 유도를 통한 효율성을 극대화 할 수 있음
- 또한 목표 설정이 세분화 되어 각 프로젝트별 목표 달성이 용이함

○ GSP 연구는 기능별 구성과 품종별 구성의 장점을 적절히 조합하는 방법이 합리적

- 기본적으로 품종별 구성을 하되, 품종별 구성의 단점인 공통연구 중복 가능성과 연구비 배분 문제에 대한 극복 방안이 필요함

(3) 유형 선정

○ 품종별 구성 단점 극복 방안



- 동결보존, 사료개발, 병리학적 연구, 생리 생화학적 연구 등과 같이 각 품목에 공통적으로 들어있는 내용은 기능별 구성처럼 별도의 프로젝트로 구성
- 연구비는 팀별로 균등하게 나누는 것이 아닌, 프로젝트별 수행 과업 내용을 토대로 작성된 제안서, 그리고 매년 연구 진행 상황을 나타내는 연차 실적·계획서를 평가하여 차등 분배하는 것이 합리적임

2. 프로젝트 구성 및 내용

1) 프로젝트 구성

- 2개 프로젝트, 6개 세부프로젝트로 구성

프로젝트명	세부 프로젝트명	비고
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	상용화 기술
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	종자 생산
교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	종자 개발
	속성장 신종자 개발	종자 개발
	대형종 신종자 개발	종자 개발
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	기반구축 및 종자 생산

2) 프로젝트 도출 근거

(1) 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

- 최근 한국, 중국, 일본 등 동아시아를 비롯한 전세계 전복 소비규모가 커지고 있으나, 국내를 비롯한 생산 각국의 밀식, 종자 열성화 등에 기인한 양식생산성 감소로 우수 종자생산의 필요성이 부각되고 있음
- 전복 양식생산국의 양식 환경에 적합한 맞춤형 전복종묘의 생산 및 수출을 통한 국내 전복 양식산업의 국제경쟁력 확보
- 종자 산업에 대한 인식의 변화로 인하여 종자 산업은 유전자원 확보, 품종 보호권 확대, 원천기술 선점을 통한 종자 주권의 강화 등 다양한 요소를 고려하여 연구되어야 함

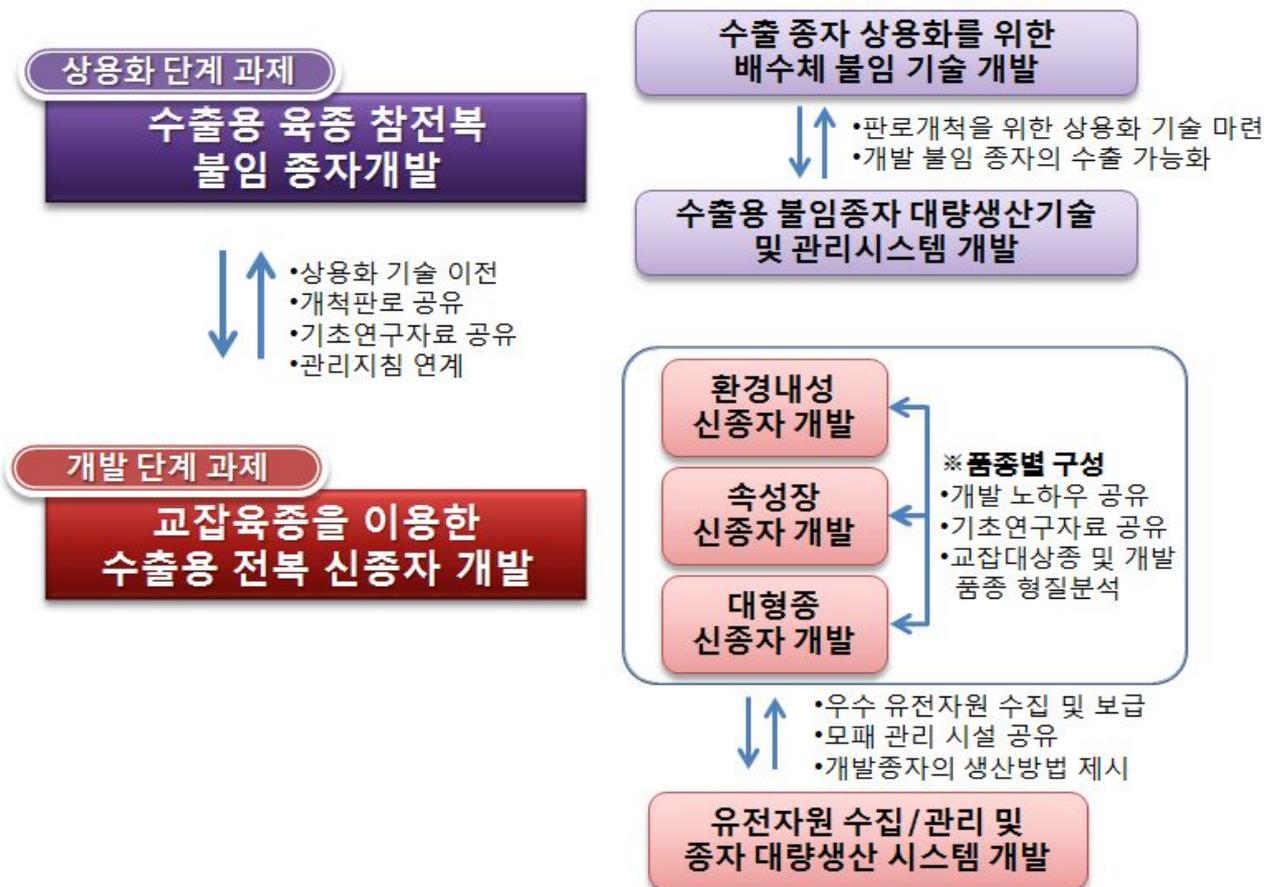
- 품종보호 및 권리 보장 방안에 대한 대비책이 마련되지 않은 상태로 수출이 된다면 개발 종자의 재사용에 의해 종자 수출국이 추후 종자 수입국이 될 위험 존재
- 따라서 본 GSP 연구에서 수행되어야 할 프로젝트는 종자 유출방지를 위하여 불임화 및 근친 열성화를 유도하는 과업이 수행되어야 함

(2) 교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발

- 중국에서의 소비증가로 전 세계적인 양식전복 및 전복 종자의 수요가 확대되고 있음
- 현재 전 세계적으로 소비되고 있는 전복의 대부분은 참전복이 차지하고 있지만 향후 양식지역의 확대 및 생산성 등 신품종 종자의 수요가 발생할 것으로 기대
- 또한 급격한 지구 환경 및 기후변화에 대응 가능한 다양한 전복 품종 육성 및 관리에 관한 연구/개발/상품화 등의 연계된 기술개발이 필요

3. 프로젝트 간 연관관계

1) 프로젝트 간 연계성



- 프로젝트1은 신품종 종자 개발 체계에서 상용화 및 판매 단계에 있는 과제이고, 프로젝트2는 품종 개발 단계에 있는 과제임

- 따라서 상용화 과제에서 상용화에 필요한 기술의 이전, 기 개척된 판로의 공유를 통하여 개발과제를 지원해주는 방안과 개발 과제에서의 연구를 공유하여 기초자료 제공, 개발 전복의 관리에 대한 지침 및 시장 모니터링 결과 공유 등 프로젝트를 연계하여 시너지 효과를 얻을 수 있음

2) 세부프로젝트 간 연계성

□ 프로젝트1 (수출용 육종 참전복 불임 종자개발)

- 1세부, 2세부 프로젝트 간의 연계성
 - 1세부 과제는 상용화를 위한 Termination 기술 개발 및 개발된 불임 종자의 유전 형질 평가를 포함하는 과제이고 2세부 과제는 대량 생산관리 시스템 구축과 불임종자 생산에 따른 판매전략 수립 및 수출 과제임
 - 1세부 과제에서 상용화 기술의 적용을 통하여 판매 가능한 종자를 바탕으로 2세부 과제에서 개척된 판로를 통해 판매

□ 프로젝트2 (교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발)

- 1세부, 2세부, 3세부 프로젝트 간의 연계성
 - 세부프로젝트를 목표 형질에 따라 나누었기 때문에 교잡 대상종 차이에 의한 수행과업의 대상이 다르지만 수행과업의 추진 방법은 유사함(예를들어, QTL marker 활용, 유전 형질 평가 시스템, 가계 관리 시스템)
 - 따라서 수행 방법상의 노하우를 공유하여 보다 효율적인 신품종 개발이 가능하도록 연계가 필요함
- 1, 2, 3 세부과제와 4세부 과제의 연계성
 - 4세부 과제인 유전자원 수집/관리 및 연구는 1, 2, 3 세부과제의 공통적인 내용 연구에 대한 중복연구의 비효율성을 타개하고자 구성된 세부프로젝트
 - 또한 모패허브 구축, 유전자원 관리 시설의 공유를 통한 기반구축의 과업과 개발된 종자의 생산과 보급에 의한 실질적인 어민소득 증대에 기여 과업을 수행함
 - 따라서 1, 2, 3 세부과제에서 공통적으로 수행되어야 하는 연구내용(유전자원 수집, 유전체 연구, 현장실증 등)을 포함하여 1, 2, 3 세부과제를 지원하고 1, 2, 3 세부과제에서 개발된 종자의 상용화 방안을 연구하는 방식으로 연계

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획

프로젝트 추진체계 및 추진전략

IV

1. 연구 추진체계
2. 연구 추진전략
3. 성과지표 설정 방안
4. 연구개발 소요예산
5. 품목 총괄로드맵
6. 성과 확산 방안
7. 사업화 및 수출 확대 전략

제4장 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계

1) 연구진 구성(안)

- 연구진의 구성은 각 프로젝트별 전문분야를 나누고 그에 적합한 연구진 후보를 전문가 pool을 참조하여 matching
- 전문분야의 구분은 아래 표와 같이 설정함

구분	내용	세부분야
육종기반 및 유전자원분야 전문가	· 육종소재의 유전자분석, 유전자원 수집 등 품종 육종에 직접적인 기술은 아니나, 육종 효율성 향상 및 육종 활용을 위한 기초연구분야 전문가	시설·장비 분야, 육종관련 연구정보네트워크, 유전자원 분석, 유전자원 기초 및 안정성연구 관련
품종육성분야 전문가	· 육종목표에 부합하는 육종자원 및 육종 방법을 이용하여 기존 품종보다 우수한 신품종을 개발하는 분야 전문가	전통육종(교배,계통육성 등), 분자육종(분자마커 개발, 유전체 육종 등), 종자능력검정(병리검정, 성분분석 등), 질병및위생관리, 육종효율향상관련
종자 생산·가공·유통분야 전문가	· 개발된 신품종을 생산하여 시장에 출시하기까지 적용되는 분야 전문가	종자생산 및 종자유통, 가공처리, 보관 관련
수출시장개척 및 마케팅분야 전문가	· 신품종을 시장에 진입시켜 성공적으로 시장점유에 달성하는데 필요한 분야 전문가	현지시험재배 시스템 구축, 현지 시장개척을 위한 마케팅 관련

- 전복 종자개발과 관련된 전문가 pool의 구성은 아래 표와 같음

성명	소속	기술분야	세부전공분야	비고
이인태	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/ 수출시장개척	
안준철	서남대학교	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석/ 성분분석/전통육종	
서재성	서남대학교	종자생산	종자생산/전통육종	
박철지	국립수산과학원	품종육성분야	전통육종/, 분자육종	
박홍석	한국생명공학연구원	육종기반 및 유전자원 분야	유전자원 기초	
조혜선	한국생명공학연구원	육종기반 및 유전자원 분야	유전자원분석/분자 마커개발	
정원용	한국생명공학연구원	육종기반 및 유전자원 분야	유전자원 분석/ 분자마커개발	
노재구	국립수산과학원	품종육성분야	전통육종/, 분자육종	

위진희	전남대학교	품종육성분야	질병 및 위생관리	
안혜숙	국립수산과학원	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석/분자마커개발	
곽우석	경상대학교	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석/분자마커개발	
최미경	수산자원관리단	품종육성분야	전통육종	
이제희	제주대학교	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석/유전체 육종	
허만규	동아대학교	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석	
이정식	전남대학교	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 분석	
한석중	국립수산과학원	종자생산 가공 유통	종자생산	
김봉석	국립수산과학원	종자생산 가공 유통/품종육성	육종효율향상/종자생산	
김봉래	국립수산진흥원	종자생산 가공 유통	종자생산	
박명애	국립수산과학원	품종육성	병리검정/질병 및 위생관리	
김병학	국립수산과학원	육종기반 및 유전자원 분야	유전자원 기초	
박민우	국립수산과학원	육종기반 및 유전자원 분야	유전자원 기초	
김해섭	목포대 식품공학과	품종육성	성분분석	
김민아	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/수출시장개척	
권민주	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/수출시장개척	
강민선	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/수출시장개척	
김준섭	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/수출시장개척	
이지혜	해양수산정책기술연구소	육종기반 및 유전자원분야	유전자원 관리/수출시장개척	

2) 프로젝트별 후보 연구진 도출

- 세부 프로젝트를 수행 가능 기관을 산, 학, 관, 연으로 구분
 - "산"은 산업체, "학"은 대학, "관"은 공기관, "연"은 연구소를 지칭함
 - 각 분류별 해당기관의 예시는 그림과 같음

산	(주)해양수산정책기술연구소, G&C Bio, 마크로젠, Genetree Co., 전북 증묘 생산자 등
학	경상대학교, 부경대학교, 서남대학교, 전남대학교, 제주대학교 등 각 관련분야 대학
관	진도군, 완도군 등 지방자치단체
연	국립수산과학원 육종연구센터, 국립수산과학원 생명공학과, 한국생명공학연구원 등

- 프로젝트별 후보 연구진은 다음 그림과 같음

프로젝트별 후보 연구진	
수출용 육종 참전복 불임 증자개발	
수출 증자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	학 연
수출용 불임증자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	산 관 연
교잡육종을 이용한 수출용 전복 신증자 개발	
환경내성 신증자 개발	산 학 연
속성장 신증자 개발	산 학 연
대형종 신증자 개발	산 학 연
유전자원 수집/관리 및 증자 대량생산 시스템 개발	산 학 관

2. 연구 추진전략

1) 프로젝트별 중점 추진 영역

(1) 종자 개발 체계



- 종자개발의 수행체계는 “인프라 확충 - 유전자원 수집 - 품종 육성 - 상용화 - 판매”로 이루어짐
- “인프라 확충”, “유전자원 수집 및 관리”, “품종 육성”의 세 항목은 신품종 개발 단계
- “상용화 방안”은 개발 종자의 생산 단계
- “판매 전략”은 생산 종자 판매 단계
- 각 단계별 중점 추진 영역은 다음과 같음
- 인프라 확충(시설, 연구진) 단계 : 모패 허브 구축
 - 우수 유전자원을 확보하고 관리하기 위한 시설 확보
 - 우수 유전자원의 형질 검증을 수행하기 위한 연구진 확보
 - 품종 개발을 위한 육종 수행 장소 마련
- 유전자원 수집 및 관리 단계 : 사양 관리
 - 유전자원 관리 시설의 최적화 방안 마련(먹이, 환경 등)
 - 정자/난자/수정란 동결보존 기술 개발
 - 유전자원별 육종 활용에의 기반 구축

○ 품종 육성 단계 : 분자유종

- 전통적 육종방법의 한계를 극복하고 우수한 신품종의 개발을 위하여 분자유종을 접목한 새로운 육종기술에 대한 연구
- 전복 종 개체 간 또는 종속에서 차이를 나타내는 형질별 유전적 차이에 대한 유전체 정보 생산, 유용 유전자 확보 및 분석 연구
- 고속성장, 최적수온, 염도 및 내병성 등 우수 품종에 대한 기본적 유전체 정보 대량 확보 및 유용 유전자 발굴
- 전복 종간의 집단 분류를 위한 유전자 표지 발굴 및 개발
- 전복의 우수형질에 대한 유용유전자 정보와 선발 유전자 표지를 이용한 조기선발 방법 개발 및 재현성 검증
- 기존에 수행하던 선발육종이나 교잡육종이 아닌 형질전환 육종 또는 염색체 조작에 의한 3배체, 자성발생, 옹성발생 육종방법의 구현 가능성 검증

○ 상용화 단계 : Termination

- 염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발
- 불임화에 따른 유전형질 특성 분석
- 육종형질 후대발현 억제기술 개발

○ 판매 단계 : 시장 모니터링

- 판매 전략 수립을 위한 목표시장 모니터링 및 시장 세분화
- SWOT분석에 의한 3C 특성 파악 및 STP 마케팅 전략 수립

(2) 프로젝트별 단계 분류

○ 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

- 상용화 단계, 판매 단계의 과제
- 기존에 개발된 육종 참전복에 불임 기술을 적용하여 수출 기반 구축
- 대량생산 시스템 마련을 통한 종자 생산 기반 구축

○ 교잡육종을 이용한 수출용 전복 신품종 개발

- 개발단계의 과제
- 국내 교잡육종에 의한 전복은 연구 차원에서 시도되었으며, 가능성만 어느 정도 타진된 상태임
- 산업화 가능한 교잡종의 개발부터 시작해야 하는 과제이며, 개발 단계에서 필요한 인프라 구축, 유전자원 수집, 품종 육성을 모두 수행
- 개발된 신품종의 상용화 단계에서 필요에 따라 “수출용 육종 참전복 불임 종자개발” 프로젝트에서 개발된 불임 기술 적용 가능

2) 개발 방향

개발 방향

· 참전복 중심의 수출용 종자 개발

- Termination 기술 개발을 통한 기존 선발 육종 참전복의 “수출용 종자화”
- 타 품종과의 교잡을 통한 신종자 개발



- 주요 목표시장인 중국의 선호도가 참전복임을 고려하여 참전복을 기반으로 개발
- 육종 방법은 선발 육종 및 교잡 육종을 이용함
- 선발육종 방법을 이용한 연구 추진
 - 참전복의 선발육종과 관련하여 기 연구된 육종 참전복이 존재하기 때문에 기존의 내수용 육종 참전복 종묘의 “수출용 종묘화”에 주력
- 교잡육종 방법을 이용한 연구 추진
 - 참전복과 타품종의 교잡에 의한 신품종 개발은 목표 형질에 따라 환경내성, 속성장, 대형종 종자 개발로 설정
 - 교잡 대상종은 국내 전복을 우선적으로 고려(말전복, 왕전복, 까막전복 등)
 - 또한 교잡종과 참전복과의 Back cross를 통해 참전복을 기반으로 타품종의 우수형질을 고정시키는 방안 강구

3. 성과지표 설정 방안

1) 최종 성과

- 단계별 목표에서 언급한 바와 같이 1단계에는 주로 기술개발, 시스템구축에 대한 논문, 특허 등을 성과지표로 설정하고 2단계에는 개발 품종등록, 종자 수출 등을 지표로 설정
- 국내외 논문 66건, 특허 27건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 3,000만 달러
 - 1단계 국내외 논문 35건, 특허 12건 출원
 - 2단계 국내외 논문 31건, 특허 15건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 3,000만 달러

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		3	3		
	품종등록 건수	국내		3	3	
		국외				
	종자수출액		3,000만 달러	3,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		3	3	
		등재학술지	18	12	30	
	국외논문	SCI	17	16	33	
		비SCI				
	국내특허	출원	10	11	21	
		등록	4	6	10	
	국제특허	출원	2	4	6	
		등록	1	3	4	
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	27	43	70		
	기반구축 실적					
	D/B 구축	2	2	4		
	분자마커	9	16	25		
	유용유전자	5	7	12		

2) 프로젝트별 성과

(1) 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

- 국내외 논문 20건, 특허출원 10건, 종자 수출액 1,000만 달러
 - 1단계 국내외 논문 15건, 특허 5건 출원
 - 2단계 국내외 논문 5건, 특허 5건 출원, 종자 수출액 1,000만 달러

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액		1,000만 달러	1,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지	10	4	14	
	국외논문	SCI	5	1	6	
		비SCI				
	국내특허	출원	5	5	10	
		등록	2	2	4	
	국제특허	출원				
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	10	30	40		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(2) 교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발

- 국내외 논문 46건, 특허출원 17건, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 2,000만 달러
 - 1단계 국내외 논문 20건, 특허 7건 출원
 - 2단계 국내외 논문 26건, 특허 10건 출원, 품종 등록 3건, 종자 개발 3건, 종자 수출액 2,000만 달러

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		3	3		
	품종등록 건수	국내		3	3	
		국외				
	종자수출액		2,000만 달러	2,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		3	3	
		등재학술지	8	8	16	
	국외논문	SCI	12	15	27	
		비SCI				
	국내특허	출원	5	6	11	
		등록	4	2	6	
	국제특허	출원	2	4	6	
		등록	1	3	4	
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	17	13	30		
	기반구축 실적					
	D/B 구축	2	2	4		
	분자마커	9	16	25		
	유용유전자	5	7	12		

4. 연구개발 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

중점연구영역			1단계				2단계				
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	합계 (36)	2.5	6.5	6	6	3	3	3	3	3
		정부 (26)	2.5	4.6	4.2	4.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
		민간 (10)	0	1.9	1.8	1.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	합계 (14)	0	0	0	0	2	3	3	3	3
		정부 (9.8)	0	0	0	0	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1
		민간 (4.2)	0	0	0	0	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9
교잡 육종을 이용한 수출용 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	합계 (49)	1.5	6	6	5.5	6	6	6	6	6
		정부 (41.2)	1.2	5	5	4.5	5.1	5.1	5.2	5.2	4.9
		민간 (7.8)	0.3	1	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.1
	속성장 신종자 개발	합계 (36.7)	1.4	5.2	4.4	4	4.4	4.5	4.1	4.1	4.6
		정부 (29.4)	1.1	4.2	3.4	3.5	3.4	3.6	3.3	3.3	3.6
		민간 (7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1
	대형종 신종자 개발	합계 (36.4)	1.4	5.2	4.4	4.1	4.5	4	4.1	4.1	4.6
		정부 (29.1)	1.1	4.2	3.4	3.6	3.5	3.1	3.3	3.3	3.6
		민간 (7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	합계 (48.39)	1.47	6	6.02	5.5	6	5.4	6	6	6
		정부 (40.69)	1.27	5	4.92	4.4	5	4.5	5.3	5.3	5
		민간 (7.7)	0.2	1	1.1	1.1	1	0.9	0.7	0.7	1
소요 예산	합계 (220.49)	8.27	28.9	26.82	25.1	25.9	25.9	26.2	26.2	27.2	
	정부 (176.19)	7.17	23.0	20.92	20.2	20.5	20.5	21.3	21.3	21.3	
	민간 (44.3)	1.1	5.9	5.9	4.9	5.4	5.4	4.9	4.9	5.9	

5. 품목 총괄 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		품종개발 기반기술 연구 (termination기술, 교잡육종 기술, 유전자원 관리 기술)				수출용 품종 개발 및 산업화 방안 연구					수출용 전복종자 개발 및 판매 (목표 수출액 3,000만 달러)	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
수출용 육종 참전복 불임 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술개발				불임화에 따른 유전형질 특성 분석					기 개발된 내수용 육종 종묘의 "수출형 종묘화" 및 수출 (목표 수출액 1,000만 달러)	
		수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발										수출용 불임종자 대량생산 및 관리시스템 개발
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발					불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축						
교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발					환경내성 신종자 개발	교잡 육종을 통한 환경내성 신종자 개발						
	분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가											
	속성장 신종자 개발	교잡 육종을 통한 속성장 신종자 개발										
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가										
	대형종 신종자 개발	교잡 육종을 통한 대형종 신종자 개발										
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가										
							대형 교잡종의 선발육종을 통한 우량형질의 개발					
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	국내외 우수 유전자원 수집/관리										
						교잡종의 종특이성 선발마커 개발						
						수집종의 발생학적 기초연구(생식율, 수정율 등)						
							유전자원의 장기보존 기술 개발					
							전복 생리 생화학적 기반연구					
					in vitro / in situ 생태 모의 실험							
					개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축							

6. 성과 확산 방안

□ 연구 추진에 의해 개발된 기술의 확산

- 본 GSP 프로젝트에서 수행되는 전복의 육종에 대한 연구는 대부분이 국내에서 최초로 연구되는 것이며, 이에 따라 개발되는 기술의 특허 출원 및 등록을 통해 보급함으로써 국내 전복산업 활성화 도모
- 타 품목(특히 패류) 연구 전문가로 하여금 개발된 기술을 Benchmarking 할 수 있도록 연계 연구를 발주하여 기술을 확산시키고, 국내 수산물의 전반적인 발전 방향 제시에 활용

□ 수출용 종자 생산을 위한 관리지침 응용

- 현장 어업인의 연구참여를 통해 개발된 관리지침 확산
- 종자의 대량생산에 대한 관리지침의 보급을 통해 국내 전복 종자산업의 문제점 해결 및 내수용 종자 생산에 응용

□ 종자 수출 판로 개척에 따른 국내 수산물의 글로벌화

- GSP 연구의 궁극적인 목표는 기술 및 종자 개발에 따른 수출 증대임
- 종자 수출의 목표를 달성할 경우 전복뿐 아니라 다른 수산물 명품화에도 기여

7. 사업화 및 수출 확대 전략

□ 사업화 전략

- 산·학·관·연 연계를 통한 수산물 클러스터 형성
 - 산업체, 대학, 공기관, 연구소를 모두 참여할 수 있도록 프로젝트를 구성하여 기존 개별적 연구의 문제점 해결(연구 내용과 현장 애로의 비 상응성 타개)
- 현장에서 양식 어업인들의 의견을 반영할 수 있는 시스템을 구축하고 개발된 종자 및 연구 성과를 현장 어업인들이 활용할 수 있는 방안 마련을 통한 사업화

□ 품종 선정에 의한 수출 확대 전략

- 참전복은 시장분석결과 목표 시장인 중국에서 양식되는 품종 중 가장 선호도가 높은 품종임
- 중국 시장에서 요구하는 형질은 “속성장” 및 “환경내성”이며, 현지 면담 시 속성장 및 환경내성 형질을 가진 전복 종자가 우리나라에서 개발되면 수입할 의사가 있는 것으로 나타남
- “수산 시험 연구 사업”에서 개발된 육종 참전복의 표적형질은 속성장 및 고수온내성이었기 때문에 유전자원 보호가 가능하다면 수출용 종자로의 상용화 및 판매는 용이할 것

으로 기대됨

- 교잡종의 개발은 대형종과 환경내성에 초점이 맞추어져 있으며 중국 시장 내 수입 대형 종은 스테이크용 가공전복으로서의 선호도가 높기 때문에 명품 전복으로 사회 고위계층의 Targeting 가능(수출량 대비 수출액 증대)

□ 시장 세분화에 따른 수출 확대 전략

- 국내외 동향 및 환경분석에서 보고한 바와 같이 주요 목표 시장인 중국에서의 세부 시장은 크게 산동·요녕, 복건·광둥지역으로 나눌 수 있음
- 중국내 소비 시장의 선호도가 높은 참전복은 한류계의 전복이며, 주로 산동·요녕 지방에서 양식되는 중임
- 산동·지방은 전복의 서식환경이 북쪽 지역으로 한정되며, 생산량 증대를 위해 겨울철에 복건으로 이동하여 양식하는 생산 시스템을 사용하고 있기 때문에 운반/관리에 있어서 효율적이지 못함
- 난류계 전복과 교잡을 통해 내서성의 특징을 가진 신품종 개발을 하여 복건성 주변의 시장 점유

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획

프로젝트 세부 계획

V

제1절. 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

1. 연구개발 목표
2. 연구개발 필요성
3. 기존연구와의 중복성 및 연계방안
4. 프로젝트 Micro 로드맵
5. 프로젝트 추진체계 및 추진전략
6. 세부프로젝트 추진 계획

제2절. 교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발

1. 연구개발 목표
2. 연구개발 필요성
3. 기존연구와의 중복성 및 연계방안
4. 프로젝트 Micro 로드맵
5. 프로젝트 추진체계 및 추진전략
6. 세부프로젝트 추진 계획

제5장 프로젝트 세부 기획

제1절 수출용 육종 참전복 불임 종자개발

1. 연구 개발 목표

□ 최종 목표

- 선발육종기술을 이용한 수출용 참전복 종자개발 및 육종 참전복 종자의 수출을 통한 양식어가의 소득증대 도모
- 2021년 종자 수출액 1,000만 달러 달성 및 국내외 논문 20건, 특허 10건 출원

□ 단계별 목표

- 1단계(2013~2016년)
 - 종자 불임화 기술 개발을 통한 국내 육종 참전복의 “수출용 종묘화”
- 2단계(2017~2021년)
 - 개발품종 생산 시스템 구축 및 생산 육종 전복의 수출

1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
종자 불임화 기술 개발을 통한 국내 육종 참전복의 “수출용 종묘화”	개발 품종 대량생산 및 생산 육종 전복의 수출
국내외 논문 15건 특허 출원 5건(등록 2건)	국내외 논문 5건 특허 출원 5건(등록 2건) 종자 수출액 1,000만 달러

2. 연구개발 필요성

- 최근 한국, 중국, 일본 등 동아시아를 비롯한 전세계 전복 소비규모가 커지고 있으나, 국내를 비롯한 생산 각국의 밀식, 종자 열성화 등에 기인한 양식생산성 감소로 우수 종자생산의 필요성이 부각되고 있음
- 전복 양식생산국의 양식 환경에 적합한 맞춤형 전복종묘의 생산 및 수출을 통한 국내 전복 양식산업의 국제경쟁력 확보
 - 최대 양식 생산지는 중국이며, 전복 성패의 최대 소비 지역도 중국이기 때문에 중국을 중심으로 시장 세분화를 통한 전복의 연구 필요
- 종자 산업에 대한 인식의 변화로 인하여 종자 산업은 유전자원 확보, 품종 보호권 확대, 원천기술 선점을 통한 종자 주권의 강화 등 다양한 요소를 고려하여 연구되어야 함

- 개발 종자의 수출시 품종보호 및 권리 보장 방안을 마련해야 함
 - 품종보호 및 권리 보장 방안에 대한 대비책이 마련되지 않은 상태로 수출이 된다면 개발 종자의 재사용에 의해 종자 수출국이 추후 종자 수입국이 될 위험 존재
 - 따라서 본 GSP 연구에서 수행되어야 할 프로젝트는 종자 유출방지를 위하여 불임화 및 근친 열성화를 유도하는 과업이 수행되어야 함

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 국내 연구동향에서 살펴본 바와 같이 참전복에 대한 선발육종은 타과제에서 수행 중
 - 2004년부터 추진 중인 “수산 시험 연구사업”의 전복 육종 프로그램
 - 2012년부터 추진 중인 “10대 전략품목 종자산업 육성방안”의 전복 품목 종자산업 육성
- “수산 시험 연구사업”의 전복 육종 프로그램에 의해 속성장 F3 참전복이 개발된 상태이며, 2013년 1월 30개 어가에 공급하여 현장 실증 실험 중
- 그러나 타 과제의 개발 종묘는 내수용으로 개발된 종묘이며, 수출용 종묘로의 상용화를 위한 연구는 이루어지지 않음
- 따라서 본 프로젝트에서는 참전복의 선발육종에 대한 기존의 연구와 연계하여 Termination 기술 개발 및 적용에 의한 종묘의 상용화 및 판매 기반 구축에 주력

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1) 추진 체계

세부프로젝트	주요 수행 내용	수행 주체
수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전복 3배체 및 4배체 유도기술 개발 - 고효율 배수체 대량생산 기술 개발 - 고효율 배수체 판독 기법 개발 ○ 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 불임화에 따른 선발육종 효과 분석 - 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 - 불임화에 따른 성성숙 특성 분석 - 배수체의 후대생산 가능성 분석 	학연
수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 불임종자 생산에 필요한 어미 관리시스템 구축 - 수출용 불임종자 수정란 대량생산 기술개발 - 현장 종묘생산자와의 협력체제 구축 - 수출용 불임종자 치패관리 시스템 개발 ○ 불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 활성화 및 생산을 위한 국내 생산기반 구축 - 수출을 위한 전복치패 수송 기반기술 개발 - 시장 개척 및 수출전략 수립 	산·관·연

2) 추진 전략

□ 개발 종자의 상용화 기술 마련

- 염색체 공학을 이용하여 전복에 대한 3배체, 4배체 유도기술을 적용하고 불임 종자를 생산함
- 고효율 배수체의 대량생산 기술 및 판독기법 개발에 따른 3배체, 4배체 전복의 생산 및 불임화 효능 검증 수행
- 유전 형질 특성분석을 통한 선발육종의 효과, 성성속도, 후대생산 가능성 분석

□ 개발 기술 적용에 따른 불임종자 대량생산 및 판매

- 불임종자 생산에 필요한 어미관리 시스템 구축을 통한 생산관리의 효율화 추진
- 전복의 주 생산 지방자치단체 및 어업인과의 협력을 통한 개발된 불임종자의 대량생산 방안 마련(기술 및 수정란 보급)
- 전복 치패의 수송 기술 개발에 따른 수출 기반 구축
- 마케팅 관련 전문가를 연구진에 포함 시키고 꾸준한 시장 모니터링을 통해 시장 개척 및 수출 전략 수립

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		종자 불임화 기술 개발을 통한 국내 육종 참전복의 "수출용 종묘화"				개발 품종 생산 시스템 구축 및 생산 육종 전복의 수출					수출용 참전복 수출액 1000만 달러
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
수출용 육종 참전복 종자개발	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술개발									Termination 기술개발을 통한 불임 종자 생산 및 판매
		불임화에 따른 유전형질 특성 분석									
	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발				수출용 불임종자 대량생산 및 관리시스템 개발		불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축				

6. 세부프로젝트 추진 계획

1) 수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 유전자원에 대한 사회적, 문화적, 경제적 패러다임의 변화로 인하여 유전자원의 다양한 가치에 대한 인식 전환 필요
 - 세계 각국은 국가 신성장동력 창출의 기본 소재이자 자국 식량 안보의 핵심인 유전자원의 확보와 보전에 막대한 노력을 투자하고 있음(2010)
 - 미국의 국립연구자원센터는 전 세계의 유전자원을 대상으로 생명공학 연구에 필요한 자원 확보를 추진
 - EU는 제7차 연구개발 기본계획(FP7, 2006)의 4대 중점분야 중 하나로 생명자원의 인프라 확충과 공동 활용을 포함
 - 일본은 세계 최고 수준의 유전자원 확보·관리 및 활용을 목표로 국가 생명자원사업(NBRP, 2002)을 추진 중에 있음
 - 세계 각국의 유전자원 보유 현황은 미국 53만, 중국 39만, 인도 34만, 러시아 32만, 일본 24만 3천, 우리나라 19만 3천
- 육종품종을 개발하여 수출할 경우 상대 수입국에서 육종품종의 기술복제 및 재생산을 목적으로 종묘를 모패로 양성하여 사용할 가능성 존재
 - 이러한 경우, 자국에서 개발한 독자적인 육종기술의 해외 유출 및 이에 따른 장기적인 종자 수출 산업의 형성이 어려우며, 지금의 수출국이 향후 종자 수입국으로 바뀔 수 있으며 역수입 등의 문제로 국내 전복양식 산업에 큰 타격을 줄 수 있음.
- 따라서 육종품종 수입국에서의 기술복제 및 재생산을 방지하기 위하여 육종품종의 Termination 기술 적용에 의한 불임화 필요
 - 종자의 불임화는 일반적으로 염색체 공학을 기본으로 Termination 기술을 적용하여 이루어지며, 국내에는 수산물의 Termination 기술이 확립되지 않았기 때문에 Termination 기술의 개발이 선행되어야 함
 - 기술 개발 및 적용 이후 형질 검증을 위하여 유전형질 특성분석이 함께 수행되어야 하며, 전복은 다른 품목들에 비해 비교적 긴 세대(1세대 3~4년)를 가지기 때문에 형질 검증을 위한 연구기간이 비교적 길어야 함

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - Termination 기술 개발, 유전 형질 분석 연구에 따른 국내외 학술논문 제시 20건
 - Termination 기술 적용 및 현장 실증에 관련한 특허 제시 5건
- 산업경제적 목표

- Termination 기술 개발에 따른 육종품종의 수출 가능화
- 타 프로젝트 신품종 개발 시 Termination 기술 지원

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술개발
 - 전복의 3배체 및 4배체 유도기술 개발
 - 배수체 유도를 위한 유도인자 개발 및 최적조건 확보
 - 고효율 배수체 대량생산 및 판독 기술개발
- 불임화에 따른 유전형질 특성 분석
 - 불임화에 따른 선발육종 효과 분석
 - 불임화에 따른 유전형질 및 성숙속 특성분석
 - 배수체의 후대생산 가능성 분석

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지	10	4	14	
	국외논문	SCI	5	1	6	
		비SCI				
	국내특허	출원	5		5	
		등록	5		5	
	국제특허	출원				
등록						
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	10	10	20		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 전복을 비롯한 수산생물 육종분야 전문가 그룹이 소속된 국가연구기관
 - 수산생물의 염색체공학 전문 기술을 갖춘 전문가 그룹이 소속된 대학 또는 국가연구기관
 - 전복을 비롯한 수산생물 번식관련 전문가 그룹이 소속된 대학 또는 국가연구기관
- ※국립수산과학원, 부경대학교, 한국해양대학교, 강원도립대학교

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 본 세부 프로젝트는 육종 참전복의 수출 증대를 목적으로 하는 것이 아닌, 개발 전복의 유전자원 보호 및 수출 가능화를 위한 프로젝트임
 - 성공적인 기술개발에 의한 종자 불임화가 실현되면 타 연구에서 개발된 육종 참전복의 수출이 가능해지기 때문에 수출 전략을 수립하기 위한 준비단계의 세부 프로젝트
 - 참전복은 시장분석결과 목표 시장인 중국에서 양식되는 품종 중 가장 선호도가 높은 품종임
 - 중국 시장에서 요구하는 형질은 “속성장”이며, 현지 면담 시 속성장 형질을 가진 전복 종자가 우리나라에서 개발되면 수입할 의사가 있는 것으로 나타남
 - “수산 시험 연구 사업”에서 개발된 육종 참전복 F3의 표적형질은 속성장 및 고수온내성이었기 때문에 본 프로젝트에 의한 유전자원 보호가 가능하다면 수출용 종자로의 상용화 및 판매는 용이할 것으로 기대 됨

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

수출용 육종 참전복 불임 종자개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발	염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발	2.5	2.5	2	2					
		2.5	2.5	2	2					
		0	0	0	0					
	불임화에 따른 유전형질 특성 분석	4	4	4		3	3	3	3	3
		2.1	2.2	2.2		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
		1.9	1.8	1.8		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
소요 예산	합계(36)	2.5	6.5	6	6	3	3	3	3	3
	정부(26)	2.5	4.6	4.2	4.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	민간(10)	0	1.9	1.8	1.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 육종 참전복 불임 종자개발		
세부 프로젝트명	수출종자 상용화를 위한 배수체 불임화 기술 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 3,600 백만원 (정부 2,600 / 민간 1,000)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 육종 참전복의 상용화기술 개발 및 수출액 1,000만 달러 달성 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 육종품종 개발기술의 해외유출 방지를 위한 불임화 기술(Termination) 개발 - 기술 개발에 따른 국내외 논문 20건, 특허 5건 등록 		
연구 필요 성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육종품종을 개발하여 수출할 경우 상대 수입국에서 육종품종의 기술복제 및 재생산을 목적으로 종묘를 모패로 양성하여 사용할 가능성이 있음 ○ 따라서 육종품종 수입국에서의 기술복제 및 재생산을 방지하기 위하여 육종품종의 불임화 기술 개발이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 염색체공학을 이용한 종자 불임화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전복 3배체 및 4배체 유도기술 개발 - 고효율 배수체 대량생산 기술 개발 - 고효율 배수체 판독 기법 개발 ○ 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 불임화에 따른 선발육종 효과 분석 - 불임화에 따른 유전형질 특성 분석 - 불임화에 따른 성성숙 특성 분석 - 배수체의 후대생산 가능성 분석 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육종 전복 수출종자 불임화 기술 개발 ○ 타 프로젝트 신품종 개발 시 Termination 기술 지원 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 전복 염색체공학 기술 및 생산을 위한 시설을 갖춘 연구진 ○ 신청 요건 : 전복 육종 경험 연구진 		
Keyword	한 글	불임화, 참전복, 배수체	
	영 문	Termination, Ablone (<i>Haliotis discus hanna</i>), Polyploid,	

2) 수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 육종 불임종자를 개발하여 수출할 경우 수입국에서 요구되는 육종형질, 종묘크기 및 요구물량 등의 다양한 요구사항에 따라 지속적이며 안정적으로 불임종자를 대량으로 생산할 수 있는 시스템 구축이 필요함
- 이러한 수출용 불임종자의 대량 생산관리 시스템은 불임화 품종생산을 위한 모패집단 생산 및 사육관리 기술이 필요하며 또한 배수체 모패집단의 성숙 산란조절을 통한 불임화 품종의 대량생산 기술이 필요함
- 전복 치패의 해외수출을 위한 장단거리에 적합하며 효율적인 수송방법 개발 및 수출전략 수립 등의 산업화 기반구축이 필요함
- 따라서 개발된 수출용 불임종자를 체계적이며 안정적으로 대량생산 할 수 있는 시스템 개발과 수출용 종자산업의 활성화를 위한 산업화 기반구축을 하고자 함

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - 수출용 불임종자 대량 생산관리 시스템 개발 및 매뉴얼 작성
 - 불임종자 생산에 필요한 어미관리시스템 개발 및 매뉴얼 작성
 - 수출용 불임종자 치패관리 시스템 개발 및 매뉴얼 작성
 - 수출을 위한 전복치패 수송기반기술 개발
- 산업경제적 목표
 - 수출액 1,000만 달러 달성을 통한 어업인 소득 증대 도모

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 수출용 불임종자 대량 생산관리 시스템 개발
 - 전복의 적산수온에 따른 성성숙 유도 및 산란조절 시스템 개발
 - 수출용 불임종자 수정란 대량생산 기술 개발
 - 생존율 및 육종효율 분석을 통한 종묘 대량생산 시스템 개발
 - 수출용 불임종자 대량 생산관리 매뉴얼 작성
- 불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축
 - 수출활성화 및 안정적인 생산을 위한 국내생산 기반 구축
 - 효율적인 수출을 위한 전복치패 수송 기반기술 개발
 - 불임종자 개발에 따른 시장개척 및 수출전략 수립

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항
공 통 지 표	종자개발 건수				
	품종등록 건수	국내			
		국외			
	종자수출액		1,000만 달러	1,000만 달러	
	수입대체 효과				
	국내논문	SCI			
		등재학술지			
	국외논문	SCI			
		비SCI			
	국내특허	출원		5	5
		등록			
	국제특허	출원			
등록					
매출액	국내				
	국외				
기술이전					
특 성 지 표	인력양성		20	20	
	기반구축 실적				
	D/B 구축				
	분자마커				
	유용유전자				

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 전북 육종분야 전문가 그룹이 소속된 국가연구기관 및 대학
- 수출마케팅 전문가그룹이 소속된 연구기관 및 민간기업
- 전북 종묘생산을 위한 체계적 시설을 갖춘 종묘업체

※국립수산물과학원, 한국해양수산개발원(KMI), (사)한국전북산업연합회, 부경대학교

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 참전복은 시장분석결과 목표 시장인 중국에서 양식되는 품종 중 가장 선호도가 높은 품종임
- 중국 시장에서 요구하는 형질은 “속성장”이며, 현지 면담 시 속성장 형질을 가진 전북 종자가 우리나라에서 개발되면 수입할 의사가 있는 것으로 나타남
- “수산 시험 연구 사업”에서 개발된 육종 참전복의 표적형질은 속성장 및 고수온내성이었기 때문에 본 프로젝트에 의한 유전자원 보호가 가능하다면 수출용 종자로의 상용화 및 판매는 용이할 것으로 기대됨

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

수출용 육종 참진복 불임 종자개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발	수출용 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발					1	1.5	1.5	1.5	1.5
						0.7	1.1	1.1	1.1	1.1
						0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
	불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축					1	1.5	1.5	1.5	1.5
						0.7	1	1	1	1
						0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
소요 예산	합계(14)	0	0	0	0	2	3	3	3	3
	정부(9.8)	0	0	0	0	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1
	민간(4.2)	0	0	0	0	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 육종 참전복 불임 종자개발		
세부 프로젝트명	수출용 불임종자 대량생산기술 및 관리시스템 개발		
연구 기간	2017 ~ 2021 (5 년)	연구비 지원범위	총 1,400 백만원 (정부 980 / 민간 420)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 육종 참전복의 상용화기술 개발 및 수출액 1,000만 달러 달성 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 수출용 육종 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발 - 육종 불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축 - 대량생산 및 관리 시스템 개발에 따른 국내 특허 5건 - 개발 종자 수출을 통한 수출액 1,000만 달러 달성 		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육종 불임종자를 개발하여 수출할 경우 수입국에서 요구되는 육종형질 , 종묘크기 , 물량 등의 다양한 요구사항에 따라 지속적이며 안정적으로 불임종자를 생산 할 수 있는 시스템이 필요함 ○ 전복치패의 해외수출을 위한 효율적인 수송방법 개발 및 수출전략 수립 등의 산업화 기반구축이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 불임종자 대량생산 및 관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 불임종자 생산에 필요한 어미 관리시스템 구축 - 수출용 불임종자 수정란 대량생산 기술개발 - 현장 종묘생산자와의 협력체제 구축 - 수출용 불임종자 치패관리 시스템 개발 ○ 불임종자 수출을 위한 산업화 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 활성화 및 안정적인 생산을 위한 국내 생산기반 구축 - 수출을 위한 전복치패 수송 기반기술 개발 - 시장 개척 및 수출전략 수립 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육종 참전복 불임기술 적용에 따른 수출 가능화 ○ 수산물 불임화 기술 확립에 의한 전복 신제품 및 타 품목 적용 가능성 ○ 산업화 기반구축을 통한 종자 수출 증대 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국가연구기관, 대학, 민간기업 ○ 신청 요건 : 전복 육종 전문가 그룹 소속, 수출마케팅 전문가 그룹 소속 ○ 기타 사항 : 생산 기반 구축에 따른 종묘 생산 업체의 연구 참여 		
Keyword	한 글	수출, 전복, 대량생산, 산업화	
	영 문	Export, Ablone, Mass production, Industrialization	

제2절 교잡 육종을 이용한 수출용 신종자 개발

1. 연구개발 목표

1) 최종 목표

- 우수 유전자원 간의 교배를 통한 고속성장, 환경내성, 대형종 등의 우량 신품종 육성을 통한 수출형 종자생산 및 생산 및 수출을 통한 양식어가의 소득증대 도모
- 2021년 신품종 종자 수출액 2,000만 달러 달성, 국내외 논문 46건, 특허 출원 17건(등록 10건), 종자 개발 3건, 교잡 신품종 등록 3건

2) 단계별 목표

- 1단계(2013~2016년)
 - 우수 유전자원 수집, 육종 소재 발굴 및 기초연구 수행
- 2단계(2017~2021년)
 - 교잡육종을 통한 신품종 개발 및 대량생산

1단계 (2013~2016년)	2단계 (2017~2021년)
우수 유전자원 수집 및 육종 소재 발굴	교잡육종을 통한 신종자 개발 및 대량생산
국내외 논문 22건 특허 출원 7건(등록 4건)	국내외 논문 24건 특허 출원 10건(등록 6건) 신품종 등록 3건 종자 수출액 2,000만 달러

2. 연구개발 필요성

- 현재 전 세계적으로 소비되고 있는 전복의 대부분은 참전복이 차지하고 있지만 향후 양식지역의 확대 및 생산성 등 신품종 종자의 수요가 발생할 것으로 기대
 - 양식적합지역이 제한되는 참전복과 달리 다양한 지역/수역에서 양식 가능한 종자개발의 필요
 - 생산성(속성장을 비롯하여 환경스트레스와 질병 내성 등)이 우수한 신품종 육성 필요
 - 중국의 복건성 지역과 동남아 등 여름철 고수온기에 성장저해가 없는 내서성 품종 개발 필요
- 또한 급격한 지구 환경 및 기후변화에 대응 가능한 다양한 전복 품종 육성 및 관리에 관한 연구/개발/상품화 등의 연계된 기술개발이 필요

- 해수 온도, 염도 변화 및 조류 발생 등 지속적이거나 급격한 환경변화에 내성을 갖는 품종개발
- 참전복 외 다양한 국내 유전자원의 양식자원으로의 활용모색 및 이들 유전자원 간의 교잡육성을 통한 신종자 육성이 요구됨

3. 기존연구와의 중복성 및 연계 방안

- 단편적 연구수행 사례를 제외하면, 국내에서 산업적 활용을 위한 전복 교잡육종에 대한 품종개발 연구는 거의 전무한 실정
 - 국내 연구 동향에서 살펴본 바와 같이 "An et al., Korean J. Genetics 29, 239-244, 2007"에서 전복 교잡종 연구가 시도 된 적이 있음
 - 연구된 교잡종은 국내의 대부분 지역에서 양식중인 참전복과 대형종인 시볼트 전복을 대상으로 시도하였음("시참전복"으로 명명)
 - 연구 결과, 교잡종은 각장 성장률, 증체율, 수온에 따른 생존율 등에서 참전복과 시볼트 전복의 중간 형질을 보임 (예를 들어, 시참전복의 성장률은 참전복보다 빨랐지만, 시볼트전복 보다는 느렸으며, 결과적으로 교잡된 두 전복의 중간적인 특성을 나타냈음)
 - 따라서 교잡에 의한 신품종 개발은 궁극적으로 유전적으로 서로 상이한 순종의 우수한 특성들을 잡종강세 효과를 통하여 그 특성을 극대화 시켜나가야 할 것으로 사료됨
 - 교잡에 대한 연구를 연계하여 참전복과의 유연관계에 따른 교잡종 개발 연구가 필요할 것으로 기대됨
- 국립수산물학원 육종연구센터에서 참전복 속성장주(F3)가 개발된 바 있어, 이들 선발 계통주를 기본 line으로 기타 전복과의 교배육종전략을 수립하고자 함

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1) 추진체계

세부프로젝트	주요 수행 내용	수행 주체
환경내성 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경내성 신종자개발 육종 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 수정률, 성장률, 생식률 등 조사 - 교잡종의 환경내성 (내서성, 내한성 등) 평가 및 선발 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 환경내성 참전복 기반 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자유종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡모패 및 교잡종에서의 Heat shock proteins 등 스트레스 관련 유전자의 발현양상비교 - 교잡 모패 및 교잡종의 환경내성 형질관련 유전체 정보 (RNA seq 등) 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 	산·학·연
속성장 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 속성장 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 속성장 평가 및 선발 - 교잡종의 형질평가 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 속성장 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자유종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 속성장 관련 QTL marker 개발 및 평가시스템 개발 - 교잡종의 유전체정보 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 	산·학·연
대형종 신종자 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대형종 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 최종성패의 사이즈 평가 및 선발 - 교잡종의 이화학적, 영양성분학적 평가 - 교잡 선발종과 참전복과의 역교배를 통한 대형 참전복 개발/관리 ○ 대형 교잡종의 선발육종을 통한 속성장, 환경내성종 개발 ○ 분자유종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 우량형질 고정화 연구 및 육종시스템 개발 	산·학·연

<p>유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 유전자원의 수집 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 수집 모패자원의 특성분석 - 이화학적 성분분석 - 양성조건 평가 및 개발 ○ 교잡종의 종특이적 선발마커개발 (AFLP, RAPD, Satellite DNA 등) 및 유연관계분석 등 ○ 수집종의 발생학적(생식률, 수정률 등) 기초연구 ○ 유전자원 (수정란, 정자, 난자 등)의 장기보존 기술 개발 ○ 전복의 생리 생화학적 기반 연구 ○ <i>in vitro/in situ</i> 생태 모의 실험 ○ 개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축 	<p>산·학·관</p>
--	---	--------------

2) 추진 전략

□ 세부프로젝트의 구분 및 연계연구 추진

- 프로젝트를 목표형질의 구분에 따라 내환경성, 속성장, 대형종 신종자개발 3개 세부프로젝트 및 공통적으로 수행될 내용 및 연구개발에의 기능적 개발 지원연구 1 세부 프로젝트로 편성
- 개발 지원연구 내용은 교잡에 사용되는 모패의 수집/관리, 사업화를 위한 대량생산시스템 개발 및 각 세부프로젝트에 공통의 전복 모패 유전자원 생리 생태에 대한 기본적이고 전문성을 필요로 하는 연구로 편성

□ 목표 형질 위주의 세부프로젝트 구성

- 세부프로젝트 별로 교잡에 의한 3가지 구체적인 목표형질 특성을 갖는 신종자의 개발을 목표로 구성
- 목표 형질을 갖는 수출 가능한 종자의 개발여부에 따른 과제 진행/결과의 진단/평가가 용이
- 개발 과제의 수행과업은 크게 “분자 육종 기반 구축”, “육종을 통한 종자 개발”, “개발 종자의 형질 평가”로 구분

□ 국내 서식종의 교잡 모패로의 우선적 활용

- 교잡 유전자원의 이용은 우선적으로 국내 서식종인 참전복, 말전복, 왕전복, 까막전복을 활용하고자 함.
- 외국산 전복의 활용에 앞서 국내 서식종의 우선적 이용을 통한 외래종의 환경유출에의 위협성 방지
- 서식종간 수정률, 교잡종의 임신률 등 선행연구 데이터가 존재

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표		
		우수 유전자원 수집 및 육종 소재 발굴				교잡 육종을 통한 신품종 개발 및 생산					교잡종 신품종 개발 및 수출 2,000만 달러		
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표		
교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발	환경내성 신종자 개발	교잡 육종을 통한 환경내성 신종자 개발									환경내성 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가											
	속성장 신종자 개발	교잡 육종을 통한 속성장 신종자 개발									속성장 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가											
	대형종 신종자 개발	교잡 육종을 통한 대형종 신종자 개발									대형종 신종자 개발 및 품종등록		
		분자육종 기반구축 및 개발 종자 형질평가					대형 교잡종의 선발육종을 통한 우량형질의 개발						
	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	국내외 우수 유전자원 수집/관리											
		교잡종의 종특이성 선발마커 개발											신품종 개발 세부 프로젝트 문제점 해결을 위한 필요기술 개발 지원 및 산업화 기반 구축
		수집종의 발생학적 기초연구(생식율, 수정율 등)											
							유전자원의 장기보존 기술 개발						
							<i>in vitro / in situ</i> 생태 모의 실험						
					개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축								

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 환경내성 신종자 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 기후조건 혹은 양식국가 (장소) 적합형 종자의 부재
 - 해수역대가 다양한 중국, 예로 한류계 전복 양식 (산동성 등), 난류계 전복 양식 (복건성 등) 등 목표시장의 기후조건에서 동시 양식적합 전복종이 없음
 - 전복의 수온별 서식환경에 따른 한류계, 난류계 전복으로 구분되어, 해수온도별 주 서식종의 구분이 이루어지고 있음
 - 주 양식 전복인 참전복의 생산환경 (한류계 전복 특성)이 제한되어 중국 내 양식지역 (북부와 남부)별 생산성에 차이가 큼
 - 중국 남부에서는 참전복과 기타 종의 일부 교잡품종이 양식되고 있으나, 현지에서는 여전히 참전복의 양식종으로서의 수월성 및 이를 기반으로 하는 환경내성 종자에 대한 기대 수요가 큼
- 지구온난화, 이상기후 등 해수온도의 변화 및 변화 가능성 증대
 - 현재, 지구온난화의 영향으로 우리나라, 중국 연안 해수온도의 지속적 상승에 따른 전복종의 생태분포에도 변화가 이루어지고 있음
- 양식의 급증에 따른 연안 양식환경의 열악화
 - 양식의 밀집/밀식에 따른 수질악화, 해수소통 저하 등에 따른 지속적인 스트레스 조건 노출에 따른 양식전복의 생산성 저하
 - 밀식에 따른 전복 관련한 빈번한 질병발생 (다모류, 바이러스 등)
- 스트레스 조건 및 기후조건 별 맞춤형 종자개발의 필요성
 - 중국 지역별 최적 양식종자의 부재 및 관련한 적합한 경쟁력 있는 종자 (내서성, 내한성, 내염성 등) 개발의 필요성 증대
 - 국내 생산 전복 종자 (치폐)의 수요 한계에 따른 중국 등 수출수요 창출을 통한 어가 소득보존/증대의 필요성

(2) 세부프로젝트 목표

- 과학기술적 목표
 - 유전자원의 분자생물학적 분류, 관리, 육종기술을 활용한 국내의 학술논문제시 12건
 - Heat shock proteins, 마커개발 등 특허출원 5건(등록 3건)
- 산업경제적 목표
 - 수출용 환경내성 종자개발 1건
 - 신품종 등록 1건

○ 환경적 차원 목표

- 해수역별 또는 스트레스 내성 종자의 생산에 따른 생산기간의 단축과 폐사율 감소는 먹이공급 총량의 감소에 따른 양식장 주변 연근해 환경보호에 기여

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 양식지역 또는 양식국가의 년 중 해수온도, 염도 등을 감안한 지역 특성에 맞는 수출형 전복종자개발에 적합한 교잡 육종전략 수립
 - 기존의 육성을 통한 모패관리 및 분자생물학적 기법(분자 marker, QTL marker, 유전자 mapping 등)의 활용
 - 양식전문가 집단과 분자생물학적 육종전문가의 공동연구 수행
 - 참전복 외 국내 서식종 (말전복, 왕전복, 까막전복 등)의 우수 계통의 확보
 - 크기, 성장속도, 가식부 량, 생태습성 등을 고려한 육종 전략 수립 및 수행
- 참전복과의 교잡을 통한 수출 참전복 특성기반 우수 교잡종 개발 및 선발
 - 기존 육종연구센터의 참전복 선발 계통의 분양 및 이를 활용한 근연종 (예를 들면 까막전복 등) 과의 교잡종 개발
 - 교잡종의 형질평가를 통한 특성분석
 - 친자감별 유전자 마커개발, 분자생물학적, 유전체 분석 등의 활용을 통한 교잡종의 유전적 특성에 대한 연구 수행
- 타 세부프로젝트와의 지속적인 연구연계 및 공동연구 수행
 - 형질평가 기술 및 유전자 가계관리 시스템 등의 공동개발
 - 수정율 향상 및 방란/방정 등 산란촉진 기술 등에 관한 교잡을 위해 필요한 공동 필요기술의 해결을 목적으로 한 신 프로젝트 발주
 - 교잡종의 형질 등 품종평가를 공동으로 수행함으로써 최종 적합 수출형 종자 개발에 대한 공동연구 수행

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		1	1		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		1	1	
		등재학술지	3	2	5	
	국외논문	SCI	2	4	6	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	2	3	
		등록	1	2	3	
국제특허	출원	1	1	2		
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	5	5	10		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커	3	6	9		
	유용유전자	2	3	5		

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국가 연구개발과제의 운영경험이 풍부한 연구자의 세부프로젝트 참여가 중요함
 - 장기연구 과제를 기획하고 안정적으로 운영할 수 있는 기 경험자의 연구개발프로젝트 관리경험이 중요함
 - 과제제안서 제출, 중간보고서, 년차별 보고서 작성 및 최종보고서 작성, 학술적 논문, 특허 제시능력 즉 데이터의 생산, 관리 능력 필요
- 육종연구를 이해하고 효율적인 관리, 연구, 기획 가능한 연구자의 참여 필수
 - 육종연구의 내용인 전복의 종류별 생태습성, 생리적 특성 등을 이해하고 이들간의 교잡을 통한 목표형질 도출을 위한 육종전략의 수립과 이를 이행하는 데 필요한 종합적인 연구영역 (양성 및 교배, 발생의 생리/생화학적 이해, 전복의 형질평가, 분자표지개

발 등)의 포괄적 이해가 가능한 과제 책임역할이 필요

○ 분자 육종을 위한 전문가 참여 필요

- 분자마커개발, 친자감별 유전자 평가, QTL 평가시스템 가능한 전문가 참여
- 주로 분자생물학 및 유전자 관련 연구진으로 구성되어야 함 (대학, 연구소 등)

○ 본 세부프로젝트의 연구는 산학연 공동 연구 필요성

- 모패의 집단, 계통 등의 안정적이고 체계적인 관리시설을 보유하고 있어야 함
- 모패 확보 시설은 양성 전문가와 연계되어야 하며 대학, 연구소, 종묘배양업체 등의 참여가 적합함
- 종자의 평가, 생산 등 전복생산업체 및 관련자의 참여가 필요

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

○ 시장 세분화에 따른 Positioning

- 국내외 동향 및 환경분석에서 보고한 바와 같이 주요 목표 시장인 중국에서의 세부 시장은 크게 산둥·요녕, 복건·광둥, 상해주변 지역으로 나눌 수 있음
- 내한성 품종은 산둥, 요녕성 중국북부 지역, 내서성 품종은 광둥, 복건, 상해주변 지역 등 남부지역으로 구분하여 종자수출
- 산둥·지방은 전복의 서식환경이 북쪽 지역으로 한정되며, 생산량 증대를 위해 겨울철에 복건으로 이동하여 양식하는 생산 시스템을 사용하고 있기 때문에 운반/관리에 있어서 효율적이지 못함
- 난류계 전복과 교잡을 통해 내서성의 특징을 가진 신품종 개발을 하여 복건성 주변의 시장 점유

○ “수출용 육종 참전복 종자개발” 프로젝트의 판로 연계

- “수출용 육종 참전복 종자개발”은 종자 개발이 완료된 상태에서 종자의 상용화 및 판매 단계의 과업이 중점영역인 프로젝트이기 때문에 판로 확보가 본 프로젝트에 비해 우선적으로 추진되어야 함
- “수출용 육종 참전복 종자개발”은 목표시장인 중국에서 시장 선호도가 높은 참전복을 개발 대상으로 하고 있기 때문에 판로 확보가 용이할 것으로 예상됨
- 실제 중국 참전복 양식 현장에서는 국내와 비슷한 문제들이 발생되고 있으므로 국내 전복 양식산업의 문제점들을 해결할 수 있는 육종 참전복은 중국 시장에서도 파급효과가 뛰어날 것으로 판단됨
- 따라서 기 확보된 육종 참전복의 수출 판로와 연계하여 교잡 신품종 수출 방안을 마련하는 것이 효율적일 것으로 판단됨

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
환경내성 신종자 개발	환경내성 신종자 개발 육종	0.8	3	3	3	3	3	3	3	3
		0.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.4
		0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6
	분자육종 기반구축 및 유전형질 특성 분석	0.7	3	3	2.5	3	3	3	3	3
		0.7	2.5	2.5	2	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5
		0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
소요 예산	합계(49)	1.5	6	6	5.5	6	6	6	6	6
	정부(41.2)	1.2	5	5	4.5	5.1	5.1	5.2	5.2	4.9
	민간(7.8)	0.3	1	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.1

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발		
세부 프로젝트명	환경내성 신종자 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 4,900백만원 (정부 4,120 / 민간 780)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 교잡종 신종자 개발 및 수출 2,000만 달러 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 참전복과 타품종의 교잡을 통한 내서성, 내한성 등 환경내성 교잡종 개발 - 국내외 학술논문 12건, 특허 출원 5건(등록3건), 종자개발 1건, 품종등록 1건 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 목표시장인 중국에서 양식되고 소비되고 있는 전복의 대부분을 참전복이 차지하고 있으나, 향후 양식지역의 확대 및 양식전복의 생산성 등 신품종 종자의 수요가 발생할 것으로 기대 ○ 목표시장에서 수온의 변화와 수질악화로 인한 문제가 빈번하게 발생하여 환경내성 육종 전복에 대한 필요성 인식 ○ 기후변화에 능동적으로 대처 가능한 다양한 전복 품종 육성 및 관리에 관한 연구·개발 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경내성 신종자개발 육종 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 수정률, 성장률, 생식률 등 조사 - 교잡종의 환경내성 (내서성, 내한성 등) 평가 및 선발 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 환경내성 참전복 기반 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자육종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡모패 및 교잡종에서의 Heat shock proteins 등 스트레스관련 유전자의 발현양상 비교 - 교잡 모패 및 교잡종의 환경내성 형질관련 유전체 정보 (RNA seq 등) 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 참전복 이동양식의 문제해결 ○ 기후변화, 이상기온 등 재해에 생산성 감소방지 ○ 중국 지역별 특화 품종개발에 따른 종자수출 활성화 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 전복 양성, 분자육종, 형질평가, 생리 생화학 등의 연구기술 보유자 소속 기관 ○ 신청 요건 : 교잡육종 연구시설 보유 또는 설비 이용 가능한 연구진 ○ 기타 사항 : 전복의 양성, 수정, 교배 등 양식현장 경험 연구인 참여 		
Keyword	한 글	유전자원, 교잡품종, 복합스트레스 내성, 내서성	
	영 문	Genetic resources, Hybrid, Fast growing variety, Multiple stress resistance variety, high temperature resistance	

2) 속성장 신종자 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 교잡종 개발 및 특성 연구 미흡
 - 국내 대형종인 말전복 (씨볼트전복)과 참전복사이의 교잡이 연구 차원에서 시도되었으며, 교잡 육종에 대한 가능성만 어느 정도 타진된 상태임
 - 일본에서 2008년 와타나베 등이 까막전복, 말전복, 왕전복 사이의 교잡을 통한 수정률, 임신률 등의 연구보고가 있었으나, 교잡종의 특성과 육종에 대한 상세한 정보를 제공하지 않음
 - 원연관계의 교잡종은 주로 해외품종이나 국내에서도 연구가 미흡한 품종들이 주로 선정될 것으로 판단되기 때문에 이에 대한 체계적인 기초연구가 선행되어야 함
 - 미연구 품종의 유전적 유연관계와 생리학, 발생학적 특성을 파악하고 그에 맞는 교배 지침의 수립을 위하여 다양한 유전자원의 대량 확보가 필요
- 교잡을 통한 속성장 품종의 개발은 호주를 제외하면 연구차원의 보고 외에는 없음
 - 국내 서식 중간 교잡을 통한 성장속도가 개선된 국내소비자 및 중국 일본의 양식업자가 선호할 수 있는 외관형질 및 식감 등을 갖는 우수종자 확보 필요성
 - 원연간 교잡, 특히 참전복과 말전복 간의 교잡은 수정율이 낮다는 문제점이 국내 (안혜숙 등 2012), 일본 (와타나베 등 2008)이 이미 보고된 바 있으며, 이를 극복하기 위해 수정율 향상 방안과 Back cross를 통한 형질고정 기술 개발이 필요
 - 말전복간 및 참전복과 말전복간 교잡은 수정율이 낮은 단점을 가지고 있어 시험관 내 수정률 향상을 위한 생리, 생화학적 이해 필요
- 교잡종을 통한 속성장 품종 육종에의 가능성 및 필요성
 - 중간 교잡에의 어려움과 선행자료가 부족하다는 점에도 불구하고 잡종강세 효과가 분명하고 차별적인 우수 교배 품종을 얻을 수 있는 가능성이 높다는 장점이 존재
 - 따라서 말전복, 왕전복 등 대형종과의 교잡을 통하여 개발된 속성장 신품종은 경제성이 뛰어나 수출에 용이할 것으로 예상됨
 - 전복 양식어가의 급증에 따른 전복 양식 생산성이 가격에 미치는 단계에 이르고 있어, 생산시기 단축을 통한 경제성을 향상시킨 품종 개발의 필요성이 대두됨
 - 치폐의 가두리 입식후 3 ~ 4년 동안의 성패까지의 양성과정이 길수록 관리비용 (사료비, 관리비, 질병피해, 재해피해가능성 증가 등)의 증가에 따른 생산 비용 상승요인 발생

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - 교잡을 통한 참전복 기반 속성장 품종개발

- 전복 유전자간의 유전적 차이, 유연관계, 형질관련 유전자 marker 개발, 교잡종의 유전적/표현형적 차이, 생화학적 차이 및 식품 성분학적 차이 등에 관한 기반 정보 구축 및 관련된 국내 연구 기반의 구축
- 관련된 연구내용의 국내외 논문발표 12건, 특허 출원 5건(등록 3건)
- 수산물의 분자유종 관련한 연구인력 양성 석사 7인, 박사 3인
- 산업경제적 목표
 - 종자개발 1건
 - 신품종 등록 1건
 - 수산 종자산업 기반 선도국가로의 지위 격상
- 환경적 차원 목표
 - 속성장 종의 개발에 따른 양식기간 감소, 이에 따른 먹이총량 감소와 이에 따른 양식장 인근 환경오염 저감

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 국내 서식전복 (참전복, 말전복, 왕전복, 까막전복 등)을 모패로 한 교잡종 생산 및 형질 분석
 - 중간 교배 (참전복, 말전복, 왕전복, 까막전복 간)
 - 중간 수정율, 자가 임성율 등 분석
 - 교잡종의 속성장 평가 및 선발
 - 대상 교잡종간 수정률 향상기술 개발
 - 교잡종의 형질평가 (성장비, 수정률, 각고, 각장 등, 이화학적 성분, 식감 등)
 - 교잡종의 조직학적 분석
- 교배종(속성장) 종과 참전복 속성장주와의 검정교배를 통한 교잡종 생산 및 형질분석
 - 교잡종의 속성장 평가 및 선발
 - 교잡종의 형질평가 (성장비, 수정률, 각고, 각장 등, 이화학적 성분, 식감 등)
- 유전적 특성분석, 유전체 연구 및 분자유종
 - 교잡 전략의 수립 및 교배지침의 수립
 - 유전자원의 형질 (성장관련)의 정량적 평가
 - 유전자원의 유전체 평가 (ESTs, RNA seq 등) 및 성장관련 유전자군의 정보분석
 - 교잡종의 양성관리 시스템 구축 (양성, 사료, 질병 등)
 - 모패의 가계관리 시스템 개발

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		1	1		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		1	1	
		등재학술지	3	2	5	
	국외논문	SCI	2	4	6	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	2	3	
		등록	1	2	3	
	국제특허	출원	1	1	2	
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	6	4	10		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커	3	5	8		
	유용유전자	2	2	4		

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국가 연구개발과제의 운영경험이 풍부한 연구자의 세부프로젝트 참여가 중요함
 - 장기연구 과제를 기획하고 안정적으로 운영할 수 있는 기 경험자의 연구개발프로젝트 관리경험이 중요함
 - 과제제안서 제출, 중간보고서, 년차별 보고서 작성 및 최종보고서 작성, 학술적 논문, 특허 제시능력 즉 데이터의 생산, 관리 능력 필요
- 대학, 연구소, 전북 양식어민, 국공립 연구소 등 산학연 연계된 연구의 필요성
 - 전북 연구 전문기관, 예로 국립수산물연구원 산하 서해수산연구소, 전라남도 전북연구센터 등의 참여가 권유됨
 - 잠재적으로 생명공학연구원, 경상대학교, 서남대학교, 제주대학교, 해양수산정책기술연

구소, 전남 전북연구센터, 제주도 해양수산연구소 등에 전복 관련 직접 연구경험이 있는 연구자 및 관련 기술의 전문가 있어 이들의 연구 참여가 가능할 수 있음.

- 동일 종간이 아닌 다른 종간 교잡종의 연구 및 개발에는 전복양성 전문가 외에 발생학 전문가, 생화학 전문가 등 수산전문가 외 다양한 분야의 전문가 및 자문가의 참여가 중요함.
- 분자육종을 위한 분자생물학적 지원을 위한 분자생물학, 집단유전학, 생물정보학 등의 전문가의 참여도 권유됨

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

○ 시장 Targeting

- 속성장은 전복 양식사업을 위한 기본적이고 공통으로 요구되는 기본 형질임
- 속성장은 동일품질임을 가정할 때 양식어민의 경제성에 가장 크게 영향을 미치기 때문에 선호도가 높은 형질
- 중국 시장 분석 결과 전복의 소비는 점차 대중화 되고 있고, 일반 서민들이 주로 소비하는 전복은 크기 7~8cm 정도의 소형 전복인 것으로 나타남
- 소형 전복은 주로 복건 주변에서 단기간 축양을 통해 생산되기 때문에 속성장 전복의 수요가 높을 것으로 예상됨

○ Positioning 전략

- 참전복 기반의 말전복 혹은 왕전복의 속성 특성을 가미한 속성장주는 중국으로의 수출이 용이함
- 상세기획 목표 시장 조사 현지 면담시 우리나라에서 속성장 품종이 개발된다면 가격이 높더라도 수입 의사를 밝힘
- 속성장종의 개발은 중국 각 지역의 양식 생산비 감소로 연결된다는 측면에서 목표형질이 뚜렷한 신품종이 개발되면 산동-복건 이동식 생산의 비용을 줄여줄 수 있고 가격 경쟁력이 뛰어날 것으로 기대

○ “수출용 육종 참전복 종자개발” 프로젝트의 판로 연계

- “환경내성 신종자 개발”과 동일

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
속성장 신종자 개발	속성장 신종자 개발 육종	0.9	2.6	2.2	2	2.2	2.3	2.1	2.1	2.3
		0.6	2.1	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8
		0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
	분자육종 기반구축 및 유전형질 특성 분석	0.5	2.6	2.2	2	2.2	2.2	2	2	2.3
		0.5	2.1	1.7	1.8	1.7	1.8	1.6	1.6	1.8
		0	0.5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5
소요 예산	합계(36.7)	1.4	5.2	4.4	4	4.4	4.5	4.1	4.1	4.6
	정부(29.4)	1.1	4.2	3.4	3.5	3.4	3.6	3.3	3.3	3.6
	민간(7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발		
세부 프로젝트명	속성장 신종자 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 3,670백만원 (정부 2,940 / 민간 730)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 교잡종 신품종 개발 및 수출 2,000만 달러 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 참전복과 타품종의 교잡을 통한 속성장 교잡종 개발 - 국내외 학술논문 12건, 특허 출원 5건(등록3건), 종자개발 1건, 품종등록 1건 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 목표시장의 세부시장인 복건 주변에서의 양식방법은 짧은 기간 동안의 축양을 통해 가격이 저렴하고 비교적 작은 크기의 대중화된 전복을 대량으로 생산 ○ 복건의 양식 산업을 Targeting 하기 위하여 짧은 시간에 빠른 성장을 보이는 전복의 개발 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 속성장 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 속성장 평가 및 선발 - 교잡종의 형질평가 - 교잡선발종과 참전복과의 역교배 - 속성장 교잡종의 최종선발 및 관리 ○ 분자유종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 속성장 관련 QTL marker 개발 및 평가시스템 개발 - 교잡종의 유전체정보 연구 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 전복 종자 산업 활성화에 이은 여타 패류 종자산업에의 선도역할 ○ 목표시장 선호 신품종 개발에 의한 수출 판로 확보 용이 ○ 수산연구인력 양성에의 기여 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 분자유종을 비롯한 전복의 수정 발생 생리 등을 포괄적으로 연구 가능한 대학, 연구소, 업체 등 ○ 신청 요건 : 전복 유전자원 관리 및 양성시설 보유 		
Keyword	한 글	유전자원, 교잡품종, 속성장, 유전체 정보 분석, 역교배	
	영 문	Genetic resources, Hybrid, Fast growing variety, Fast growing abalone, Genetic information analysis, Back cross	

3) 대형종 신종자 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 교잡종 개발 및 특성 연구 미흡
 - 국내 대형종인 말전복 (씨볼트전복)과 참전복사이의 교잡이 연구 차원에서 시도되었으나, 종간 교잡 육종을 통한 신종개발에 대한 가능성만 확인
 - 일본에서 2008년 와타나베 등이 까막전복, 말전복, 왕전복 사이의 교잡을 통한 수정률, 임신률 등의 연구보고가 있었으나, 교잡종의 특성과 육종에 대한 상세한 정보를 제공하지 않음
 - 식용으로 이용되는 해외 대형종의 수집 및 모패로의 이용가능성을 위해 이에 대한 체계적인 기초연구 (방란, 방정을 위한 적산수온 선정 등) 미흡
 - 미연구 품종의 유전적 유연관계와 생리학, 발생학적 특성을 파악과 그에 맞는 교배지침의 수립을 위한 다양한 유전자원의 대량 확보가 되어있지 않음
- 대형종 선호
 - 중국의 소비장 중 고소득자를 중심으로 생전복 보다, 가공형태의 대형전복에 대한 수요가 많고 가격에서 참전복에 비교하여 가격우위를 차지하고 있음
 - 실제로 호주, 남아공 등 대형종의 중국내 수입이 증가추세에 있음
 - 국내 생전복시장에 비교하여 중국 내 가공전복에 대한 수요의 증가폭이 훨씬 크기 때문에 대형종에 대한 소비수요 확대 폭이 훨씬 클 것으로 예상
 - 우리나라도 자연산 대형전복에 대한 수요가 많아 양식 대형종에 대한 잠재수요는 충분하다고 판단됨
- 수출용 대형종 종자개발의 필요성
 - 종간 교잡에의 어려움과 선행자료가 부족하다는 점에도 불구하고 잡종강세 효과가 분명하고 차별적인 우수 교배 품종을 얻을 수 있는 가능성이 높다는 장점이 존재
 - 따라서 말전복, 왕전복 등 국내서식 대형종 및 외국의 식용가능한 대형종과의 교잡을 통하여 개발된 대형종 신품종은 경제성이 뛰어나 수출에 용이할 것으로 예상됨
 - 전복 양식어가의 급증에 따른 전복 양식 생산성과 치폐 판매가격이 지속적으로 하락하는 단계에 이르고 있어, 시장의 필요성에 부합하고 보다 경제성이 높은 다양한 형질의 품종 및 종자개발의 필요성
 - 목표시장인 중국의 소비자 선호도는 중국 내 주요 양식종인 참전복 외에도 수입종인 대형 전복(호주산 Greenlip 전복)이 높은 것으로 나타났기 때문에 교잡을 통한 대형 참전복의 개발 필요
 - 대형전복의 선호도가 높지만 호주산 Greenlip 전복과 같은 해외 품종은 중국내 양식 가능 여부가 확인되지 않았기 때문에 참전복과 대형전복(말전복, 왕전복 등)과의 교잡을 통한 참전복 외형을 가진 대형전복의 개발이 필요

(2) 세부프로젝트 최종 목표

○ 과학기술적 목표

- 국내/외 전복 유전자원의 생리, 발생, 번식, 중간 교잡특성 등에 기초연구자료 획득
- 전복 유전자간의 유전적 차이, 유연관계, 형질관련 유전자 marker 개발, 교잡종의 유전적/표현형적 차이, 생화학적 차이 및 식품 성분학적 차이 등에 관한 기반 정보 구축 및 관련된 국내 연구 기반의 구축
- 수산 연구 중 유용형질 보유 중간 교잡을 통한 우수품종개량에의 선도역할
- 관련된 연구내용의 국내외 논문발표 12 , 특허 출원 5건(등록 3건)
- 수산물의 분자유종 관련한 연구인력 양성 석사 5인, 박사 3인

○ 산업경제적 목표

- 종자 개발 1건, 신품종 등록 1건
- 수산 종자산업 기반 선도국가로의 지위 격상

○ 환경적 차원 목표

- 대형종의 개발에 따른 양식 중 먹이충량 감소에 따른 양식장 인근 환경오염 저감
- 기존의 양식종과 다른 먹이 해조류 및 배합사료의 다양화에 따른 해조류 양식의 집중화 방지

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

○ 교배종의 특성분석 및 교배전략수립

- 유전적 유연관계 분석
- 수집 전복의 전반적인 생리 생태 연구 및 서식 환경 분석
- 우수 형질을 가진 교잡 대상종의 모패 선발 방안 마련
- 수집 유전자원의 형질 (각장, 각고 등 사이즈 등)의 정량적 평가
- 유전자원의 유전체 평가 (ESTs, RNA seq 등)를 통한 전복크기에 관여하는 유전체연구 및 정보분석

○ 기존 연구에서 개발된 육종 참전복과의 우수 계통 수집 및 교잡

- 교잡 전략 및 지침의 수립
- 교잡종의 수정률, 성장률, 생식률 등 조사
- 교잡종 성장시기별 사이즈 평가 및 선발
- 교잡종의 이화학적, 영양성분학적 평가
- 교잡종의 수정율 향상 방안 연구

○ 참전복과의 Back cross를 통한 우수 형질 고정 (대형 참전복의 선발)

- 교잡종의 수정률, 성장률, 생식률 등 조사

- 교잡종 성장시기별 사이즈 평가 및 선발
- 교잡종의 이화학적, 영양성분학적 평가
- 교잡종의 수정율 향상 방안 연구
- 지원연구 팀과의 지속적/연계된 연구를 통한 연구수행
 - 모패관리, 양성, 유연관계분석, 수정율 향상 등에 관한 연구의 상호협력 수행

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		1	1		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		1	1	
		등재학술지	3	2	5	
	국외논문	SCI	2	4	6	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	2	3	
		등록	1	2	3	
	국제특허	출원	1	1	2	
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	6	4	10		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커	3	5	8		
	유용유전자	1	2	3		

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국가 연구개발과제의 운영경험이 풍부한 연구자의 세부프로젝트 참여가 중요함
 - 장기연구 과제를 기획하고 안정적으로 운영할 수 있는 기 경험자의 연구개발프로젝트 관리경험이 중요함

- 과제제안서 제출, 중간보고서, 년차별 보고서 작성 및 최종보고서 작성, 학술적 논문, 특허 제시능력 즉 데이터의 생산, 관리 능력 필요
- 잠재적으로 생명공학연구원, 경상대학교, 서남대학교, 제주대학교, 해양수산정책기술연구소, 전남 전북연구센터, 제주도 해양수산연구소 등이 수행할 수 있음.
- 대형종 교잡종의 개발을 위한 원년간 교잡의 성공적인 수행을 위해 전복양성 전문가 외에 발생학전문가, 생화학 전문가 등 수산전문가 외 다양한 분야의 전문가 및 자문가와 의 협조체계가 중요

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 시장 세분화에 따른 Targeting
 - 대형종 개발과 환경내성종의 개발은 세부시장 Targeting 방법이 다름
 - 대형종의 개발은 중국 소비자의 사회경제적 계층에 초점을 맞추어야 함
 - 중국 시장 분석 결과 전복의 소비는 점차 대중화 되고 있으나, 일반 서민들이 주로 소비하는 전복은 크기 7~8cm정도의 소형 전복인 것으로 나타났고, 대형종은 주로 스테이크용으로 쓰이는 가공용 전복이며 주요 수요자는 사회 고위계층임
 - 따라서 가공시장의 규모 확대, 중국의 경제성장 등 사회 고위계층과 관련된 요소들에 대한 예측을 통해 수요 예측
- Positioning 전략
 - 대형종의 개발은 고부가가치를 지닌 상품의 개발이 되어야 하며, 종묘의 가격이나 양식비용이 다소 높더라도 폐사가 적고 확실한 대형화가 이루어질 수 있는 품종이 적합함(주로 육상 양식 시설과 같은 명품화 양식장에 Targeting)
 - 환경내성종의 개발은 중국 각 지역의 양식 생산 문제점을 해결하는 방향으로 개발을 진행하기 때문에 목표형질이 뚜렷한 신품종이 개발되면 산동-북건 이동식 생산의 비용을 줄여줄 수 있고 가격 경쟁력이 뛰어날 것으로 기대
- “수출용 육종 참전복 종자개발” 프로젝트의 판로 연계
 - “환경내성 신종자 개발”과 동일

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
대형종 신종자 개발	대형종 신종자 개발 육종	0.9	2.7	2.2	2.1	2	1.5	1.5	1.5	2
		0.6	2.2	1.7	1.8	1.5	1	1.1	1.1	1.5
		0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
	분자육종 기반구축 및 유전형질 특성 분석	0.5	2.5	2.2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
		0.5	2	1.7	1.8	1	1.1	1.1	1.1	1
		0	0.5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5
	대형 교잡종의 선발육종을 통한 우량형질의 개발					1	1	1.1	1.1	1.1
						1	1	1.1	1.1	1.1
						0	0	0	0	0
소요 예산	합계(36.4)	1.4	5.2	4.4	4.1	4.5	4	4.1	4.1	4.6
	정부(29.1)	1.1	4.2	3.4	3.6	3.5	3.1	3.3	3.3	3.6
	민간(7.3)	0.3	1	1	0.5	1	0.9	0.8	0.8	1

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발		
세부 프로젝트명	대형종 신종자 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 3,640백만원 (정부 2,910 / 민간 730)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 교잡종 신종자 개발 및 수출 2,000만 달러 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 참전복과 타품종의 교잡을 통한 대형 교잡종 개발 - 국내외 학술논문 12건, 특허 출원 5건(등록3건), 종자개발 1건, 품종등록 1건 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국의 경제 성장과 더불어 상류계층이 급증하면서 명품전복 및 가공전복에 대한 수요 증가로 인해 스테이크용이나 가공품으로 이용되는 대형 수입종에 대한 관심 증가 추세 ○ 목표시장인 중국의 소비자 선호도는 중국내 주요 양식종인 참전복과 수입종인 대형 전복(호주산 Greenlip 전복 등)이 높은 것으로 나타났기 때문에 교잡을 통한 대형 참전복의 개발 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대형종 신종자 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중간 교배 (참전복, 왕전복, 말전복, 까막전복 등) - 교잡종의 최종성태의 사이즈 평가 및 선발 - 교잡종의 이화학적, 영양성분학적 평가 - 교잡 선발종과 참전복과의 역교배를 통한 대형 참전복 개발/관리 ○ 대형 교잡종의 선발육종 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 대형종의 속성장, 환경내성 개체 선발 - 대형종의 우량 형질 고정 ○ 분자육종 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 교잡 대상종의 유전적 형질 평가시스템 개발 - 교잡종의 가계 관리 시스템 개발 - 우량형질 고정화 연구 및 육종시스템 개발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 목표시장 내 급성장 세부시장인 전복가공품 제조에 적합한 종자 개발에 따른 시장성 ○ 개발된 대형종의 선발육종에 의한 연계 연구 수행 가능 ○ 대형전복 종자 수출에 의한 명품 종자 수출 이미지 형성 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 분자육종을 비롯한 패류의 수정 발생 생리 등을 포괄적으로 연구가 능한 대학, 연구소, 업체 등 ○ 신청 요건 : 전복 유전자원 관리 및 양성시설 보유 및 운영 경험 		
Keyword	한 글	유전자원, 교잡품종, 복합스트레스 내성, 대형종	
	영 문	Genetic resources, Hybrid, Fast growing variety, Multiple stress resistance variety, Large size abalone	

4) 유전자원 수집/관리 및 종자대량생산 시스템 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 프로젝트 유형구분에서 살펴본 바와 같이 프로젝트를 기능별로 나누는 것과 품종별로 나누는 것은 각각의 장단점이 있음
 - 기본적으로 프로젝트간의 연계성을 위하여 품종별 구성을 하는 것이 GSP연구에 적합하며 품종별 구성의 단점인 프로젝트간 공통연구 발생으로 연구비 중복 지급에 대한 대안이 필요
 - 공통연구 발생의 대안으로 품종별 구성에서 공통된 연구를 별도의 프로젝트로 구성하여야 하며, 본 세부프로젝트가 그 역할을 수행함
- 동 프로젝트 내 품종 개발 프로젝트의 추진 중 필연적으로 공통연구가 발생할 수 있음
 - 교잡 대상종의 발굴을 위한 유전자원 수집 및 보존기술 개발 필요
 - 우수 유전자원 수집 및 관리 시스템을 갖춘 모패허브 구축이 필요하며, 우수 유전자원의 장기보존을 위한 정자/난자/수정란의 동결보존 기술개발과 그에 따른 결빙억제제에 관한 연구 등이 필요
 - 우수 모패 및 개발된 신품종의 사양관리 시스템이 각각 필요하며 원년간 교잡종 개발의 경우는 모패와 개발 품종의 서식환경이 다양하기 때문에 관리 지침 수립이 선행되어야 할 것으로 예상(수집된 모패의 자연 서식 환경조사를 통한 품종별 관리 지침)
 - 교잡 대상종의 교배 지침 수립을 위한 유전자 Marker 개발 필요(참전복에 대한 유전자 Marker는 이미 개발되었으며, 따라서 교잡대상종의 유전자 Marker 개발과 참전복의 유전자 Marker 활용 방안 연구 필요)
- 선발육종과는 달리 교잡 육종에서는 예상되는 몇 가지 연구내용 (수정율 저하, 기형발생, 불완전변태 및 발생학적 연구 등) 은 육종팀에서 동시 수행하기에는 한계가 있음
 - 이러한 연구 내용은 전문성을 갖는 연구영역으로 두 팀에서 공동으로 연구팀을 꾸리는 것이 사실상 어렵기 때문에 별도의 세부 프로젝트 필요

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - 전복 유전자원의 안전하고 체계적인 관리시설 및 관리기준의 구축, 유전자원의 관리/양성 전문가 양성(석사 3인 박사 2인), 유전자원별 유전적 차별성 및 검증용 marker 개발 등
 - 원연 전복간의 수정/발생/생리/생화학적 변화/수정란 동결보존 등 제반 전복 육종관련 기초데이터 확보 및 전문가 양성(석사 5인, 박사 3인 등)
 - 관련된 연구내용의 국내외 논문발표 10건, 특허 2건, 실용신안 2건
 - 기타 유용유전자, 분자마커 등 개발

○ 산업경제적 목표

- 종자 수출액 2,000만 달러 달성
- 종자 수출에 의한 어민 소득 증대
- 우수 유전자원 관리 시스템 개발을 통한 국내 전복 양식산업 지원
- 개발 종자의 대량생산 시스템 개발을 통한 수출액 증대

○ 환경적 차원 목표

- 유전자원의 수집, 관리 및 선발계통의 공동관리 통한 연구과제간 전복 모패의 중복관리를 피함으로써 오는 제반 비용 및 환경오염 등을 저감시키고자 함
- 수집한 외래유전자원 혹은 교잡 신규 유전자원의 체계적인 관리로 자연환경으로의 무단방류를 제어하고, 안전성과 실효성 등을 충분히 검증한 후 양식현장에 투입할 수 있는 연구시설 및 관리기준의 구축을 목표로 함

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

○ 유전자원 수집 및 관리는 신품종 개발 프로젝트에 대한 지원 연구 중 가장 핵심적인 분야로 신품종 개발 프로젝트와 동시에 발주되어 9년간 꾸준히 연구되어야 하는 과제임

- 유전자원의 수집은 지역별로 이루어져야 하며, 중국의 양식 환경에 따른 표적형질 설정에 맞는 자연 서식처에서 수집되어야 함
- 내한성 교잡 대상종은 러시아 해역이나 일본의 홋카이도 주변 해역의 전복과 같이 고위도에서 서식하는 품종이 적합하며 내염성 교잡 대상종은 하구 주변에 서식하는 품종을 바탕으로 형질 검증을 수행해야 함
- 유전자원 관리는 수집된 유전자원의 유전체 분석, DNA library 구축, 모패 사양관리 기술, 개발 종묘의 가계 보존 등 과업이 수행되어야 함

○ 개발된 종자의 보급 방법 마련을 위한 정자/난자/수정란의 동결보존 연구 수행

- 식물세포에 활용되는 초저온 동결보존 도입 실험
- 동결 전처리 방법, 결빙억제제 종류 및 처리 방법에 따른 발생배의 활성화 실험 및 최적 보존 환경 도출
- 생산 종자의 어업인 보급방법 (동결 수정란의 보급 or 동결 정자/난자의 보급) 및 그에 따른 생산기술 마련

○ 생리생화학적 연구 및 병리학적 연구는 신품종 개발 프로젝트 수행 중 문제점 발생 시 연차별 계속과제에 포함하여 연구

- 신품종 개발 프로젝트 중 특히 원연간 교잡종 개발 분야는 기존 연구가 미흡한 상황이기 때문에 프로젝트 수행 시 문제점이 발생할 가능성이 높음
- 내병성 품종의 개발은 환경내성을 통한 전복의 면역력 증대에 초점을 맞추고 있으며, 병리학적 연구를 통하여 기존에 알려진 전복의 질병(예를 들어 패각괴사증, 퍼킨서스증, 화농성 질병 등)에 대한 발병 원인을 분석하는 방법으로 수행

- 신제품개발 뿐 아니라 국내 전복 양식의 큰 문제점 중의 하나인 다모류(Polychaeta, 多毛類) 감염에 대한 연구도 동시에 수행되어야 할 것으로 예상

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액		2,000만 달러	2,000만 달러		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지	3	2	5	
	국외논문	SCI	4	1	5	
		비SCI				
	국내특허	출원		1	1	
		등록		1	1	
	국제특허	출원		1	1	
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	6	4	10		
	기반구축 실적					
	D/B 구축	2	2	4		
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 전복종간 교잡을 통한 개발사례와 연구기반이 매우 부족하고 본 프로젝트가 선도역할 연구과정 혹은 시작 과정부터 적지 않은 어려움이 예상
- 따라서, 본 세부 프로젝트는 이들 우수 교잡종의 육종 프로젝트를 원활하게 수행하는 데 필요한 기초/기반연구를 수행하는 데 목적이 있으며, 한국생명공학연구원, 경상대학교, 해양수산정책기술연구소, 전남 전복연구센터, 제주도 해양수산연구소, 국립수산물과학원 육종연구센터 및 생명과학과 등이 연구책임 역할을 수행 가능함

- 아울러, 해양 수산분야 외 발생연구를 위해서는 건국대 축산학과, 전남대 수의과대학, 서울대학 동물학과, 수의대학 등, 사료개발을 위해서는 국립수산과학원 포항사료연구센터, 퓨리나사료, (주)코팩스 등의 참여가, 질병연구는 국립수산과학원 병리과, 부경대, 전남대 어병전문가 등의 참여가 가능함

(6) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 본 세부프로젝트는 신품종의 개발 과제가 아닌 개발 지원과제이기 때문에 직접적인 수출 증대 전략을 수립하는 것은 어려우나, 개발된 종자의 대량생산 방안 마련 등을 통하여 신품종 개발 과제의 수출 증대 전략을 수립하는데 지원
 - 개발된 종자의 현장 실험을 통한 국내 종묘생산 어업인과의 연계, 신품종 공급 방안 마련, 신품종의 대량생산 기술보급 등 지원 연구 수행

(7) 세부프로젝트 수행과업별 연구기간 및 소요 예산

합계, 정부, 민간, 단위 : 억원

교잡육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발										
세부 과제별 수행 과업		1단계				2단계				
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발	국내외 우수 유전자원 수집 / 관리	1.47	2	2.02	2	2	1.4	2	2	2
		1.27	1.5	1.42	1.4	1.5	1	1.8	1.8	1.5
		0.2	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.5
	수집종의 발생학적 기초연구(생식율, 수정율)	2	2	2	2	1	1	1	1	1
		2	2	2	2	1	1	1	1	1
		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	교잡종의 종특이성 선발마커 개발	2	2	1.5						
		1.5	1.5	1						
		0.5	0.5	0.5						
	유전자원 장기보존 기술 개발					1	1	1	1	1
						1	1	1	1	1
						0	0	0	0	0
	<i>in vitro / in situ</i> 생태 모의 실험					1	1	1	1	1
						1	1	1	1	1
						0	0	0	0	0
	개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반구축					1	1	1	1	1
						0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
						0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	소요 예산	합계(48.39)	1.47	6	6.02	5.5	6	5.4	6	6
		정부(40.69)	1.27	5	4.92	4.4	5	4.5	5.3	5
		민간(7.7)	0.2	1	1.1	1.1	1	0.9	0.7	1

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	교잡 육종을 이용한 수출용 전복 신종자 개발		
세부 프로젝트명	유전자원 수집/관리 및 종자 대량생산 시스템 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 4,839 백만원 (정부 4,069 / 민간 770)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 교잡종 신품종 개발 및 수출 2,000만 달러 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 신종자 개발 프로젝트의 원활한 목표수행을 위한 연구기반 구축 - 유전자원 수집, 관리 / 교잡대상종의 수정, 발생 / 개발종의 질병, 양성 기술 등 교잡대상종 및 신종자 관리에 필요한 기술 확립 - 교잡 신종자 대량생산 시스템 보급을 통한 신종자 생산 및 수출 활성화 - 국내외 학술논문 10건, 특허 출원 2건(등록 1건), 종자 수출액 2,000만 달러 달성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 전복유전자원의 수집, 관리, 양성기술 개발 등 연구기반 구축 등 개발 프로젝트에서 공통적인 연구내용에 대한 별도의 프로젝트 필요 ○ 중간 교잡에서 예상되는 문제점(수정률 저하, 기형발생, 불완전변태 및 발생학적 문제 등)에 대한 전문 연구집단의 체계적인 연구지원 필요 ○ 개발 교잡종의 대량생산방안 및 관리지침 수립을 위한 시스템 구축 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 유전자원의 수집 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 수집 모패자원의 특성분석 - 이화학적 성분분석 - 양성조건 평가 및 개발 ○ 교잡대상종의 발생학적 기초연구 <ul style="list-style-type: none"> - 생식주기, 수정을 등 생식 기초연구 ○ 교잡종의 종특이적 선발마커개발 및 유연관계분석 <ul style="list-style-type: none"> - AFLP, RAPD, Satellite DNA 등 마커 개발 - 개발 교잡종의 유연관계 분석을 통한 Back cross 가능성 검증 ○ 유전자원 의 장기보존 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수정란, 정자, 난자의 동결보존 기술 개발 ○ <i>in vitro/in situ</i> 생태 모의 실험 ○ 개발종자 대량생산 및 수출을 위한 산업화 기반 구축 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 우수 유전자원 확보 및 관리 지침 수립 ○ 전복에 대한 전반적인 유전적 특성 자료 확보 ○ 교잡종의 대량생산 체제 구축 및 어가 소득 증대 방안 확립 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 대학, 연구소, 회사, 양식업체 등을 포함한 연구진 ○ 신청 요건 : 상기 복합 연구영역의 관리가능한 연구책임자 및 전문연구집단으로 구성된 연구팀 		
Keyword	한 글	유전자원, 교잡품종, 동결보존, 병리학연구, 생태모의실험, 대량생산	
	영 문	Genetic resources, Hybrid, Cryopreservation, Pathological study, Simulation of ecological effects, Mass production	

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획

기대효과

VI

1. 정책적 기대효과
2. 기술적 기대효과
3. 산업·경제적 기대효과

제6장 기대 효과

1. 정책적 기대효과

- GSP 전복 사업을 통해 국제적으로 전복 종자산업 시장을 선점
- 전복 종자산업을 선점함에 따라 수산분야의 국가경쟁력 강화
- 급성장하고 있는 국내 전복산업에 다양한 시장개척 방향 제시
- 전복산업이 활성화됨에 따라 침체된 어촌경제 활성화에 기여

2. 기술적 기대효과

1) 전복 유전자원 확보 및 유전자 특성 확보

- 전복은 전세계적으로 유전자, 유전체와 관련한 연구가 많지 않기 때문에 본 연구의 육종지원 프로젝트 내용을 활용하면 전복의 유전적 특성을 체계적으로 확보
- 우리나라 전 연안에 서식하는 다양한 전복들의 유전적 특성과 분자분류 시스템을 확보하게 되면 향후 전복의 집단유전 연구에 활용이 가능할 것으로 기대되면, 나아가 기타 수산물의 육종 연구에의 지침이 될 수 있을 것으로 기대됨
- 수집이 가능한 전세계 전복 유전자원의 수집과 서식환경, 생장특성 등을 고려한 유전자원 간의 비교와 이를 통한 우수 유전자원 정보의 구축이 가능함
- 전복의 발생과정의 유전자 수준에서의 이해와 이의 제어를 통한 불임기술의 확보는 향후 수산물 종자 수출에 주요기술로 자리 잡을 수 있으며, 이는 다른 수산물 육종 및 우수종자 생산 연구에 선도 기술이 될 수 있음

2) 유전자원 확보 및 관리기술 개발

- 네덜란드의 연어에 대한 사례를 제외하면, 전 세계적인 수산물 유전자원의 체계적인 수집 및 관리에 대한 사례는 아직 없어 전복 유전자원의 체계적인 수집/관리/육종에의 활용기술은 이 분야의 연구기술개발에 선도역할을 제공할 수 있을 것으로 기대됨
- 어린 전복의 먹이 및 사육환경 등 양성기술의 최적화는 바다 가두리현장에서의 사육기간과 폐사율 등에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 기대됨

3) 패류 육종 기술 확립

- 우리나라 패류 중 육종이 진행되고 있는 품목은 전복이 유일하며, GSP 연구사업이 전복의 육종 기술을 확립하는데 기여할 수 있음
- 전복 육종기술 확립은 전복 외 다른 패류에 있어서 육종기술을 Benchmarking 할 수 있는 기회가 마련될 것으로 전망

4) 글로벌 종자 강국 실현

- 종묘의 불임화 기술 혹은 Termination 기술의 개발로 인한 육종 종묘의 판매지 재생산 불가로 종묘시장 점유

3. 산업·경제적 기대효과

1) 종자수출

- 글로벌 시장개척형 종자개발로 인해 목표시장의 수요에 적합한 종묘를 생산함으로써 종자 수출 효과를 볼 수 있음
- 목표 달성시 연간 3,000만 US\$의 수출 기대효과가 발생함

2) 신제품 개발에 의한 신규시장 개척

- 종묘 판매를 위한 마케팅 전략 수립에 의한 신규 시장 확보
- 시장 확보 후 종묘뿐 아니라 전복 성패 수출 판로까지 개척 가능
- 현재 일본 위주의 전복 수출 시장을 중국까지 확대할 수 있는 계기 마련

3) 국내 전복산업 문제점 해결

- 현재 우리나라 전복 산업에 있어서 많은 문제들이 제기되고 있으며, 이 중 육종 전복을 통해 극복이 가능한 문제들이 존재함
- 최근발생하고 있는 치패의 대량 폐사는 기후변화 및 수질악화에 의한 것으로 보여지며, 내환경성 전복의 개발에 의해 해결 될 수 있음
- 해외 전복 양식장에서도 국내와 비슷한 문제점들이 발생될 수 있기 때문에, 육종 전복을 통해 국내 전복 산업의 문제점을 해결하게 된다면 종자수출의 홍보방안으로 활용이 가능함

4) 명품수산물 이미지 형성

- 개발된 전복종묘의 주요 수출국은 중국이며, 대중국 수산물 수출에 있어서 명품이미지를 가지고 있던 일본이 2011년 지진으로 인한 방사능 누출로 명품 수산물 이미지가 실추된 시점임
- 중국으로의 우수 종묘 수출로 인하여 명품수산물 생산국으로서의 이미지를 구축하면 추후 전복의 다른 수산물의 수출에도 일조할 것으로 보임

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획

결 언

VII

1. 사업목표 달성을 위한 정책 제언
2. 본 기획연구의 향후 보완사항

제7장 결 언

1. 사업목표 달성을 위한 정책 제언

- 목표 시장인 중국의 시장동향 모니터링 필수
 - 목표시장인 중국의 생산능력, 기술력, 소비트렌드, 가공 등에 따라 수출전략이 수정될 수 있으므로 지속적인 모니터링 필요
 - 현재까지 중국시장에 대해서는 종묘생산-중간육성-양성-가공-판매 등에 대해 조사되었으나, 생산방식에 대해서는 아직 미흡한 부분이 있음.
 - 전복은 주로 바다에서 생산되고 있지만, 관리가 용이한 육상에서도 시도되고 있음.
 - 전복을 양성할 수 있는 해양공간은 한정되어 있으므로 획기적인 생산방식이 제시되면 종자산업에 큰 영향을 미칠 수 있음.
- 교잡에 의한 신품종 개발 과제의 국가 수준 협조 필요
 - 원년간 교잡종 개발의 교잡 대상종이 되는 전복의 모패는 해외 품종으로 선정될 가능성이 높으며, 해외 품종의 국내 도입을 위하여 국가적 수준의 유전자원 수집에 관한 협력체계 마련이 필수
- “종자산업육성법”은 식물에 초점이 맞추어져 있으므로, 시급히 “수산종묘육성법”이 법제화되어 사업이 효율적으로 추진되어야 함.
- 신품종이 개발되어 수출하기 전까지 신품종 연구 개발 인력과 생산 어업인과 유기적인 협력체제 구축
 - GSP 전복 분야의 최종 목표는 신품종 전복을 해외에 수출하기 위한 것이므로 개발단계에서 어업인들이 직접 참여하는 것이 바람직함.
 - 이를 위하여 연구 개발인력과 어업인이 주기적인 간담회를 개최하여 협조체제 구축
- 기후변화에 대한 종합적인 이해 필요
 - 그 동안 태풍은 중국 북부연안 지역까지는 영향이 거의 없었지만, 2012년에는 발해만 주변까지 영향을 미침
 - 태풍에 무방비였던 이 지역 양식시설은 상당한 피해를 입혔으며, 향후 양식시설 및 방법이 변화할 수 있는 계기가 되었음.
 - 따라서 기후변화가 전복양식에 어떠한 영향이 미칠 수 있는지 종합적인 대비책 마련이 필요

2. 본 기획연구의 향후 보완 사항

- 사업성과를 도출할 수 있는 운영 방안
 - 상세기획에서는 프로젝트를 기능과 품종을 혼합하여 구성하였으나, 최종적으로 이 시스템이 효율적으로 운영될 수 있는 관리시스템 마련이 필수

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세기획

참고문헌

참고문헌

- 天拓兆業（北京）諮詢有限公司, 2011-2015年中國鮑魚苗行業市場分析研究報告, 2012
- 天拓兆業（北京）諮詢有限公司, 2011-2016年中國鮑魚行業市場分析及投資預測報告, 2012
- 한국해양수산개발원, 수산업관측원보, 각 연도
- 국립수산 과학원, 전북 양식 표준 지침서, 2008
- 국립수산과학원, 수산업생명공학 종합개발 계획(안), 2006
- 국립수산과학원, 수산생물 육종 종합개발 계획, 2007
- 류호영 외, 우량유전형질을 이용한 양식품종개량, 2001
- 완도군 통계연보, 각 연도
- 진도군 통계연보, 각 연도
- 전남대, 진도군 해양수산종합발전 계획수립, 2012
- 청두 코리아비즈니스센터, 中, 중장기철도망 조정계획과 비즈니스 기회, 2008
- 삼성경제연구소, 미래 농업의 견인차 종자산업, 2009
- 삼성경제연구소, 식품산업 : 새로운 가치와 도전, 2009
- 조용구, 분자유전자지도 작성과 육종적 이용
- 농림수산식품부, 제3차 수산진흥종합대책, 2010

수출용 전복 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획

부 록

부 록

○ 어업인 설문조사지

Golden Seed Project 상세기획을 위한 전복 관련 업체 현황 조사

안녕하십니까?

저희 (주)해양수산정책기술연구소에서는 2012년 10월부터 농림수산식품부의 「수출용 전복 종자개발 세부연구 계획수립을 위한 상세기획」에 관한 연구를 수행하고 있습니다. 이와 관련하여 국내 전복 중요 배양장 및 양식장 현황 파악을 위해 필요한 사항을 조사하고 있습니다.

응답 내용은 「수출용 전복 종자개발 세부연구 계획수립을 위한 상세기획」을 위한 연구에 소중한 자료로 활용될 것이며, 연구 이외의 어떠한 용도로도 사용되지 않을 것임을 약속드립니다.

한 문항도 빠짐없이 성심 성의껏 답변하여 주시면 감사하겠습니다.

2012년 12월

연구수행기관 : (주)해양수산정책기술연구소

연구 책임자 : 이 인 태

연 락 처 : 062-530-0127

조사일시 : 2012년 월 일 시

응답자 :

A형 (전복 종묘 배양장 설문)

□ 규모

문1-1) 귀하의 치패 사육 수조는 총 몇 개입니까?

(총 개)

문1-2) 귀하의 치패 사육 수조 한 개의 넓이는 어느 정도입니까?

(넓이를 가늠하기 어려우시면 배양장 전체 면적을 기입해주시시오)

▶ 수조 한 개 넓이 (평)

▶ 배양장 전체 넓이 (평)

□ 생산

문2-1) 치패부착용 파판 한 개의 크기는 대략 어느 정도입니까?

(cm × cm)

문2-2) 귀하의 치패 사육수조 한 개당 들어갈 수 있는 치패부착용 파판의 수는 총 몇 개입니까?

(총 개)

문2-3) 치패부착용 파판 한 개당 치패 몇 미 정도가 생산 됩니까?

① 3미

② 4미

③ 5미

④ 6미

⑤ 7미

⑥ 8미 이상

□ 애로사항

문7-1) 귀하께서 전북 종묘배양장을 운영하시면서 발생하는 문제점이나 개선되었으면 하는 점을 구체적으로 기술해 주십시오.

(질병 폐사, 환경관리, 태풍 피해, 치패 및 성패 가격 등)

B형 (전복 가두리 양식장 설문)

□ 규모

문1-1) 귀하의 전복 양식장 해상가두리 시설은 모두 몇 칸입니까?

(총 칸)

문1-2) 귀하의 전복 양식장 해상가두리 시설 구성은 어떠합니까?

- ▶ 치패 입식용 (칸)
- ▶ 중간 육성용 (칸)
- ▶ 상품 출하용 (칸)

□ 치패 입식

문2-1) 귀하께서 1년에 입식하는 치패의 양은 어느정도 입니까?

(매년 입식량이 다르다면 2011년 기준으로 작성해주십시오)

(총 미)

문2-2) 귀하의 양식장에 입식하는 치패는 주로 어디에서 구입하십니까?

- ① 완도 ② 진도
- ③ 해남 ④ 고흥
- ⑤ 신안 ⑥ 기타 ()

문2-3) 귀하의 양식장에 입식하는 치패의 크기는 평균적으로 몇 cm 정도 입니까?

- ① 2.0cm 이하 ② 2.0 ~ 2.5cm
- ③ 2.5 ~ 3.0cm ④ 3.0 ~ 3.5cm
- ⑤ 3.5 ~ 4.0cm ⑥ 4.0cm 이상

□ 개발 필요성

문5-1) 전복의 품종개량이나 신품종개발이 필요하다고 생각하십니까?

① 예

② 아니오

문5-2) 품종 개량 및 개발이 필요하다면 어떤 품종이 개발되기를 희망하십니까?

① 고속성장이 가능한 전복

② 질병에 내성이 있는 전복

③ 수온, 수질에 내성이 있는 전복

④ 기타 ()

□ 애로사항

문6-1) 귀하께서 전복 양식장을 운영하시면서 발생하는 문제점이나 개선되었으면 하는 점을 구체적으로 기술해 주십시오.

(질병 폐사, 환경관리, 태풍 피해, 치패 및 성패 가격 등)

☞ 끝까지 설문에 응답해 주셔서 감사합니다. ☜

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.