

보안과제( ), 일반과제(○) / 공개(○), 비공개( )

2017 해양수산생명공학기술개발사업 최종보고서

R&D / 20150493

# 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 최종보고서

2017.03.

주관연구기관 | 한국해양과학기술원

해 양 수 산 부  
한국해양과학기술진흥원

## 제 출 문

한국해양과학기술진흥원장 귀하

이 보고서를 ‘해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관’(연구개발기간: 2015.09.01.~2017.02.28.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 03. 02

주관연구기관명 : 한국해양과학기술원

주관연구책임자 : 신현호

연 구 원 : 강병준, 김은송, 이준  
윤주연, 전슬기

협동연구기관명 :

협동연구책임자 :

연 구 원 :

해양수산 연구개발사업 운영규정 제40조에 따라 최종보고서 열람에  
동의합니다.

## 보고서 요약서

과제 고유 번호	20150493	해당 단계 연구 기간	2015.09 - 2017. 02	단계구분	2 / 2
연구사업명	해양수산생명공학기술개발				
연구과제명	대과제명	해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관			
	세부과제명				
연구책임자	신현호	해당단계 참여 연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 기업: 천원 정부 외: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 10명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 367,000천원 기업: 천원 정부 외: 천원 계: 367,000 천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국해양과학기술원 해양시료도서관			참여 기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:  요약			연구책임자:  보고서 면수	

- 한국해양미세조류은행의 해양플랑크톤 자원을 안정적으로 이관하였음
- 해양미세조류은행의 식물, 동물플랑크톤 배양주를 이관 후, 재동정을 하여 사멸종과 오염종을 구분하여 기탁등록보존기관으로서 안정적 운영 기반을 마련하였음
- 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존을 위하여 플랑크톤의 최대 성장을 유도 할 수 있는 특수액을 적용하여 보존실을 구축함(특허출원)
- 해양플랑크톤 자원의 안정적 체계적 보존을 위하여 웹기반 플랑크톤자원 통합정보관리 시스템을 구축하여 운영하고 있음
- 보존하고 있는 해양동물플랑크톤 자원의 형태 및 유전자분석을 통하여 동정의 오류를 수정하고 명확성을 확보하였음
- 해양동물플랑크톤 자원 5종, 해양 식물플랑크톤 자원 169점을 새로이 확보하고, 사멸종 오동정을 재정립하여 현재 1,752 배양주를 보존 관리 하고 있음(식물플랑크톤 미동정 181 배양주 제외)
- 세계 최초로 식물플랑크톤 자원의 씨앗개체군(seed population) 보존을 시작하였음
- 사업기간 동안(1년 6개월), 425 배양주를 분양하였으며, 배양주 분양을 통해 직접적 성과와 간접적 성과가 두드러지게 나타나고 있으며, 분양 요청도 증가 하고 있음
- 해양플랑크톤 자원의 안정적, 체계적 보존을 위하여 관리자 매뉴얼을 완성하였음
- 해양플랑크톤 자원의 분양 활성화를 위하여 홍보 리플릿과 엽서를 제작하여 배포 중임
- 사업 기간 동안, 2편의 국제 논문과 1편의 국내 논문을 게재 하였으며, 현재 4편의 국제 논문이 심사중에 있음

## 국문 요약문

연구의 목적 및 내용	<p>해양생명자원으로서 활용가치가 높은 해양플랑크톤 자원이 2015년 9월까지 부경대학교 해양미세조류은행에서 보존, 관리되어 왔다. 하지만, 관리자의 은퇴로 인하여 자원의 이관 필요성이 발생하였고, 본 과제를 통하여 한국해양과학기술원으로 자원을 안정적으로 이관하고, 안정화 단계를 거쳐, 활성화를 유도하여 관련분야 연구와 산업에 기여하는 것을 목적으로 한다.</p> <p>해양플랑크톤 자원의 안정적 이관을 위하여, 부경대학교 해양미세조류은행과 협의체를 구성하였고, 기존의 전문 연구인력을 채용하였다. 이와 동시에, 플랑크톤 자원의 최적 성장 환경을 고려하여 특수 랙을 디자인 하였고, 항온, 항습이 가능한 보존실내에 적용하였다. 그리고 자원 증식실파, 먹이생물 배양실을 구축하여 이관되는 자원의 안정화에 노력하였다. 뿐만 아니라, 자원에 관한 정보의 체계적 보존을 위하여 웹기반 플랑크톤 자원 통합정보관리시스템을 구축하여 이관된 자원의 기본 정보를 입력하였다.</p> <p>이관된 자원은 동정을 명확하게 하고, 건강성을 확보하기 위하여 재동정을 진행 하였고, 형태적 특징을 촬영하여, 오염종과 사멸종을 선별하고 실제 자원으로서 활용이 가능한 배양주로 구분하여 보존 중에 있다. 동물플랑크톤의 경우, 유전자 분석을 통하여 보존되고 있는 모든 종의 형태뿐만 아니라 계통 정보까지 확보하였다. 그 결과 새롭게 확보된 종을 포함하여, 현재 1,752 배양주를 안정적, 체계적으로 보존, 관리 하고 있으며, 아직 등록하지 않은 181 배양주를 포함하면 자원의 양은 증가 할 것으로 판단된다.</p> <p>해양플랑크톤 자원의 활용을 유도하기 위하여 분양시에는 자원에 대한 명확한 정보를 분양자에게 제공하고, 자문을 하였으며, 분양 요청자의 편의성을 고려하여 해양플랑크톤 배양주 검색 시스템을 구축하여 제공 하였다. 그 결과, 사업기간동안 425 배양주를 분양 하였으며, 현재도 분양 요청은 증가하고 있다. 뿐만 아니라, 분양 받은 배양주를 통하여 많은 연구결과가 산출 되고 있고, 관련 수산업에도 직접 활용이 되고 있는 것으로 파악이 되었다.</p>
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"><li>- 해양미세조류은행에서 보존, 관리해 온 해양플랑크톤 자원을 한국해양과학기술원으로 이관하여 안정적, 체계적 보존 관리 중에 있음</li><li>- 해양플랑크톤 자원의 재동정정을 통하여 자원의 명확성 뿐만 아니라, 건강성을 확보하였음(오염종, 사멸종 제거 후, 신규 확보된 종을 포함하여 현재 1,752 배양주를 보존, 관리 하고 있음)</li><li>- 해양플랑크톤 자원의 체계적 보존, 관리와 분양 활성화를 위하여 플랑크톤 자원 관리/검색 시스템을 완성하여 제시하였음</li><li>- 해양플랑크톤 배양주 425점을 분양 하였으며, 분양을 통한 직접적, 간접적 성과가 나타나고 있음</li><li>- 자체적으로 연구활동을 진행하여 국제논문 2편, 국내 논문 1편을 게재 함</li></ul>
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"><li>- 해양플랑크톤 자원의 분양 극대화를 통해 관련연구와 산업 활성화를 유도 할 수 있을 것으로 판단됨</li></ul>
핵심어 (5개 이내)	해양생명자원 해양플랑크톤 정보관리 보존 활용

## ⟨ SUMMARY ⟩

	<p>Early microalgae work was limited to basic studies on the natural science related to the ecosystem. However, microalgae are now widely used as study subjects in marine basic science, as educational resources for students, and as diverse industrial materials. The purpose of the research is to transfer the plankton resources from Korea Marine Microalgae Culture Center (KMMCC) to Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST), and to establish management system and supply the resources to domestic demanders as the materials for the education, research and industrial organisation.</p> <p>To preserve the marine plankton resource, the culture rooms and management system were constructed in Library of Marine Samples, KIOST. In addition, we tried to clarify the identification of marine planktons that have been preserved by KMCC. As the results, we are now managing the plankton resource of 1,752 strains. In case of zooplankton resources, morphological and phylogenetic data were collected.</p> <p>Base on this project, we also could collect the 5 species of zooplankton and 159 strains of phytoplankton, and 425 strains of planktons were provided for national industry and research. To promote the usage of marine plankton resources, we distributed the plankton information brochures.</p> <p>Culture center in KIOST will store and maintain marine plankton resources collected from the seas of the World, and promote the usage for scientific community. We will support the operation of research project throughout the supply and usage of marine plankton resources, and serve as the national marine plankton resource repository.</p> <hr/> <p><b>Results</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Management system establishment for marine plankton resource</li><li>- Culture room management</li><li>- Management of information on marine plankton resource</li><li>- Culture collection based on the research program of KIOST</li><li>- Supply of morphological and phylogenetic data of the requested species for national industry and research</li></ul> <hr/> <p><b>Expected Contribution</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preservation of marine plankton as the marine life resource</li><li>- Establishment of specialized skill for marine plankton management</li><li>- Basic support for industrial and research developments</li></ul> <hr/> <p><b>Keywords</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="padding: 5px; text-align: center;">Marine life resource</td><td style="padding: 5px; text-align: center;">Marine plankton</td><td style="padding: 5px; text-align: center;">Management</td><td style="padding: 5px; text-align: center;">Preservation</td><td style="padding: 5px; text-align: center;">Utilization</td></tr></table>	Marine life resource	Marine plankton	Management	Preservation	Utilization
Marine life resource	Marine plankton	Management	Preservation	Utilization		

## **CONTENTS**

Chapter 1. Background of the research .....	10
Chapter 2. Status of current technology of the research .....	18
Chapter 3. Contents and results of the research .....	22
Chapter 4. Achievement of the purpose and contribution to related research fields .....	73
Chapter 5. Application and expecting effect of the results .....	75
Chapter 6. Scientific and technical information collected from abroad during research periods .....	76
Chapter 7. Representative Research Results of R&D Projects .....	78
Chapter 8. References .....	80
Appendix 1 .....	81
Appendix 2 .....	116

## < 목 차 >

제 1장. 연구개발과제의 개요 .....	10
제 1절. 연구개발의 목적 및 필요성 .....	10
1. 해양생명자원으로서 해양플랑크톤 .....	10
2. 해양플랑크톤 자원의 경제적, 산업적 중요성 .....	11
가. 기술적 측면 .....	11
나. 경제, 산업적 측면 .....	12
다. 사회, 문화적 측면 .....	13
제 2절. 연구개발의 범위 .....	13
1. 해양플랑크톤 자원의 이관 .....	13
2. 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존 및 활성화 .....	14
가. 한국해양과학기술원의 인프라시설 활용 .....	14
나. 해양시료도서관의 해양시료 통합정보관리 시스템 활용 .....	14
다. 한국해양과학기술원 첨단분석장비(주사전자현미경, 특수현미경 등)와 전문가 활용 .....	16
라. 국가연구개발 사업 수행을 통한 다양한 해양플랑크톤 확보 .....	16
마. 연구기관간 협력체계 구축을 통한 해양플랑크톤 활용과 홍보 .....	17
제 2장. 국내외 기술개발 현황 .....	18
제 1절. 국외 기술, 산업 현황 .....	18
제 2절. 국내기술, 산업 현황 .....	19
1. 국립해양실물 자원관 .....	19
2. 한국생명공학연구원, KCTC 생물자원센터 .....	20
제 3장. 연구 수행 내용 및 성과 .....	22
제 1절. 해양플랑크톤 자원의 이관 .....	22
1. 해양플랑크톤의 안정적 이관 .....	22
가. 한국해양미세조류은행과 협력체계 구축과 플랑크톤 자원의 이관 .....	22
나. 이관된 해양플랑크톤 자원의 보존 및 안정화 .....	23
2. 해양플랑크톤 보존실 확충과 보존/관리 체계 확립 .....	25
가. 해양플랑크톤 보존실 확충(동물플랑크톤 배양실 및 먹이 배양실 구축) .....	25
나. 해양플랑크톤 보존실 확충(식물플랑크톤 배양실) .....	27
다. 해양플랑크톤의 체계적 관리를 위한 해양시료 관리시스템 구축 .....	29
라. 해양플랑크톤 분양을 위한 해양플랑크톤 배양주 검색시스템 .....	30
마. 해양시료도서관내 구축된 해양플랑크톤 보존실과 종 동정실 .....	31
바. 해양플랑크톤의 안정적 보존을 위한 장치개발 및 특허 .....	31
3. 해양플랑크톤 배양주의 상태 및 종의 재동정 .....	32
가. 동물플랑크톤 배양주 .....	32
나. 식물플랑크톤 배양주 .....	33
제 2절. 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존 .....	35

1. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관의 운영 기반	35
2. 해양플랑크톤 자원의 보존/관리	35
가. 해양플랑크톤 배양주 보존실 관리	35
1) 해양플랑크톤자원 보존 시설 위치	35
2) 식물플랑크톤 배양주 보존실	36
3) 동물플랑크톤 배양주 보존실	37
4) 먹이생물 배양실과 증식실	38
나. 해양플랑크톤 배양주 계대 배양	38
1) 식물플랑크톤 배양주	38
2) 동물플랑크톤 배양주	39
3) 먹이생물	40
다. 해양플랑크톤 배양주 정보 관리	41
라. 동물플랑크톤 배양주 종 동정에 대한 명확성 확보	42
3. 해양플랑크톤 자원의 확보	62
가. 동물플랑크톤 배양주 확보	63
나. 식물플랑크톤 배양주 확보	63
다. 해양플랑크톤 씨앗개체군의 확보	65
라. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관에서 보존/관리 중인 플랑크톤 배양주 현황	66
제 3절. 해양플랑크톤 자원의 활용	67
1. 해양플랑크톤 자원의 분양 과정	67
2. 해양플랑크톤 자원의 분양 성과	68
3. 해양플랑크톤 자원의 분양을 통한 활용성과	70
가. 직접활용 성과	70
나. 간접활용 성과	70
4. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관 자체 성과	71
5. 해양플랑크톤 자원 활용 유도를 위한 홍보활동	72
<b>제 4장. 목표 달성을 및 관련 분야 기여도</b>	<b>73</b>
제 1절. 목표 달성도	73
제 2절. 관련분야 기여도	74
<b>제 5장. 연구개발성과의 활용계획</b>	<b>75</b>
<b>제 6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보</b>	<b>76</b>
<b>제 7장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적</b>	<b>78</b>
<b>제 8장. 참고 문헌</b>	<b>80</b>
부록 1. 내부자용 관리매뉴얼	81
부록 2. 분양실적 현황	116

## < 그 림 목 차 >

그림 1. 다양한 해양플랑크톤(미세조류/동물플랑크톤) .....	10
그림 2. 부경대학교 소재 한국해양미세조류은행(KMMCC) 홈페이지 .....	11
그림 3. 해양플랑크톤 성장과 바이오매스를 이용한 다양한 산업 응용 분야 .....	12
그림 4. 해양플랑크톤 자원의 활성화를 위한 과정 .....	14
그림 5. 남해연구소 해양시료 저장 시설 .....	15
그림 6. 해양시료도서관의 배양주(적조 원인종) 사진 .....	15
그림 7. 해양미세조류은행의 배양주 검색/분양 시스템과 해양시료도서관 시료 검색/대여 시스템 .....	16
그림 8. 미국과 영국, 일본의 Culture collection center의 설립연도 및 목적 .....	18
그림 9. 국립해양생물자원관과 국립생물자원관 .....	20
그림 10. 한국생명공학연구원, 생물자원센터 홈페이지 .....	21
그림 11. 플랑크톤 자원 이관 내용 .....	22
그림 12. 한국해양미세조류은행에서의 플랑크톤 자원 이관 준비 .....	23
그림 13. 액체질소에 보존된 플랑크톤 자원 이관 .....	23
그림 14. 임시보존실의 식물플랑크톤과 동물플랑크톤 배양주 .....	24
그림 15. 액체질소에 보존된 자원의 이관 .....	24
그림 16. 임시랙에 배양되고 있는 동물플랑크톤의 먹이생물 .....	25
그림 17. 동물플랑크톤 배양주의 보존액 .....	25
그림 18. 동물플랑크톤 배양주 보존실 .....	26
그림 19. 먹이생물의 배양 모습과 보존 랙 .....	26
그림 20. 식물플랑크톤 보존 랙 설치와 작동 원리 .....	28
그림 21. 완성된 식물플랑크톤 배양주 보존실 .....	28
그림 22. 해양플랑크톤 배양주를 관리하기 위한 시스템 .....	29
그림 23. 해양플랑크톤 관리 이력과 QR 코드 .....	29
그림 24. 해양플랑크톤 배양주를 검색 할 수 있는 메인 페이지 .....	30
그림 25. 해양플랑크톤 배양주 검색 시스템에서 검색된 식물플랑크톤 배양주와 동물플랑크톤 배양주 .....	30
그림 26. 해양플랑크톤 증식실과 검경실 .....	31
그림 27. 오염된 해양동물플랑크톤과 오염물 제거 후 동물플랑크톤 배양주 .....	32
그림 28. 사멸된 동물플랑크톤 배양주 .....	33
그림 29. 대표적 오동정 종의 형태적 특징 .....	33
그림 30. 이관전 해양식물플랑크톤 분류군 .....	34
그림 31. 2016년 4월 기준 오염된 종과 사멸된 종을 제외한 식물플랑크톤 분류군 .....	34
그림 32. 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 운영 기반 .....	35
그림 33. 해양시료도서관내 해양플랑크톤자원 보존 시설 위치 .....	36
그림 34. 배양주보존실내 랙 위치 .....	37
그림 35. 동물플랑크톤 배양주 보존실과 랙 번호 .....	37

그림 36. 먹이배양실과 증식실 .....	38
그림 37. 식물플랑크톤 계대배양 절차 .....	39
그림 38. 플랑크톤 배양주 정보 관리 시스템 .....	41
그림 39. 오염물질이 제거된 동물플랑크톤 배양주의 형태적 특징 .....	42
그림 40. 계통분석 모식도 .....	43
그림 41. 확보된 동물플랑크톤 배양주의 형태적 특징 .....	63
그림 42. 식물플랑크톤 배양주 확보를 위한 조사정점도 .....	64
그림 43. 확보된 식물플랑크톤 배양주 점수와 와편모조류의 형태적 특징 .....	65
그림 44. 해양플랑크톤 배양주 기탁등록보존기관에서 보존 중인 씨앗개체군 .....	66
그림 45. 해양플랑크톤 배양주를 검색 할 수 있는 해양시료도서관의 홈페이지 .....	67
그림 46. 해양플랑크톤 배양주 발송 과정 .....	68
그림 47. 1차년도 해양플랑크톤 배양주 분양 현황 .....	69
그림 48. 2차년도 해양플랑크톤 배양주 분양 현황 .....	69
그림 49. 종의 확보 과정에서 발견된 새로운 종의 형태 및 계통학적 위치 .....	72
그림 50. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관 홍보를 위한 리플릿 .....	72

# 제 1장. 연구개발과제의 개요

## 제 1절. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 해양생명자원으로서 해양플랑크톤

해양플랑크톤은 일반적으로 바다를 포함한 수권에서 유광층의 빛을 이용하기 위해 떠있는 생물(floating organisms)을 지칭하며, 해양생태계에서 생산자로 구분이 되는 미세조류와 동물플랑크톤을 말한다. 미세조류는 광합성을 통하여 산소를 생산하는 생물군으로 원핵생물인 남조류에서 단세포 생물인 규조류, 와편모조류, 침편모조류, 쪽편모조류등을 지칭하며, 동물플랑크톤은 미세조류를 먹이로서 섭취하여 생태계의 에너지 흐름에서 상위단계까지 전달하는 생산자 역할을 하는 생물 집단이다(그림 1).

과거에 해양플랑크톤은 지구생태계(geo-ecosystem)에서 생산자의 위치로서 역할을 수행하는 단순생물군으로 취급되어 왔으나, 많은 응용 연구를 통해 해양플랑크톤이 탄수화물, 지방질, 단백질등을 포함하며 다양한 생리활성 물질을 생산하는게 알려 지면서(Goldman 1979), 최근에는 범지구적으로 발생하는 기후변화 문제, 식량문제, 화석연료 고갈에 따른 신재생에너지 문제 등을 해결 할 수 있는 미래의 생명자원으로서 입지가 커지고 있다.



그림 1. 다양한 해양플랑크톤(미세조류/동물플랑크톤)

해양생명 자원으로서 해양플랑크톤은 1970년대에는 주로 화장품, 분해되는 플라스틱과 같은 Chemical 원료, 단백질 사료와 건강식품, 그리고 이산화탄소 고정 및 수질 정화와 같은 환경문제의 해결에 이용하는 것으로 인식되어 왔으나, 1980년대에는 플랑크톤에서 생산되는 생

리활성 물질과 오일성분을 중심으로 하는 바이오 연료에까지 매우 폭넓은 분야에 이용범위가 확대되고 있다(Miki and Kawamatsu, 1992; Seehan et al., 1998).

이렇게 생명자원으로서 해양플랑크톤의 중요성에 대한 인식이 확산되면서 생물다양성협약(CBD), 유엔해양법협약, WTO협정, 국제식물신품종보호협정(UPOV) 등의 다양한 국제협약과 식량농업기구(FAO), 세계지적재산권기구(WIPO), OECD 등의 국제기구에서 활발한 지원사업이 이루어지고 있으며, 우리나라 또한 『해양생명자원의 확보, 관리 및 이용등에 관한 법률(‘13.3.23 개정)』에 따라 다양한 해양생명자원의 체계적 관리를 위해 해양생명자원 통합정보시스템을 구축 운영 중에 있다.

우리나라에서 해양생명자원으로서 플랑크톤은 유일하게 부경대학교의 한국해양미세조류은행이 기탁등록보존기관으로서 선정이 되어 운영되어 왔으나(그림 2), 최근 관리자의 은퇴와 운영사업 지원이 불확실하여 약 30년 동안 보존, 관리 되어온 소중한 해양생명자원이 사장될 위기에 있다. 따라서, 우리나라에서 유일한 해양 분야 정부출연기관인 한국해양과학기술원으로 해양플랑크톤 자원을 이관하여 안정적으로 보존/활용할 필요가 있다.



그림 2. 부경대학교 소재 한국해양미세조류은행(KMMCC) 홈페이지

## 2. 해양플랑크톤 자원의 경제적, 산업적 중요성

### 가. 기술적 측면

해양생명자원으로서 해양플랑크톤을 활용하기 위해서는 대량 배양 및 기술적 장치(mesocosm 등)가 필요하다. 하지만, 성장 시, 각 종마다 요구하는 생리, 생태학적 특성이 다르기 때문에 종에 따라 그 종에만 적용할 수 있는 환경조건이 필요하고, 10만종 이상의 모든 플랑크톤 자원이 산업소재로서 활용될 수 없어서 자원으로서 가치가 있는 플랑크톤을 선별하

여야 한다. 뿐만 아니라, 국내연안에 출현하는 종에 대해 특화된 배양기술과 환경조건을 탐색 할 필요가 있다. 이를 위해서는 다양한 응용 연구를 통해 종에 따른 최대성장 조건을 찾아 적용하는 기술과 학문적인 결과가 요구된다. 즉, 해양플랑크톤 자원 보존/관리 시설의 안정적 운영을 바탕으로 많은 연구자들과 연구기관에 분양하여 연구 활성화를 유도하고, 그 결과를 통해 산업체에 관련 정보를 제공할 수 있다.

#### 나. 경제, 산업적 측면

무한할 정도로 존재하는 해양플랑크톤 자원이 과거의 인간생활에 이용되지 못했던 이유는 해양플랑크톤 자원을 대신하는 자원생물 및 물질이 경제적으로 훨씬 저렴했기 때문이다. 즉, 산업 이용을 위한 해양플랑크톤 대량 배양 및 공급은 현재에도 효율성 있는 방법이 정립되지 않아, 일반적인 이용을 위해서는 많은 경비의 지출이 요구된다. 하지만, 자원 고갈 및 인간 삶의 질 향상으로 원유가격의 상승과 지구환경 문제 및 인류의 건강 문제에 대해, 경비적인 문제보다 자연 친화적이면서 효율적인 에너지 생산과 환경문제 해결 및 고부가가치의 식품을 요구하게 되었다. 이에 따라 해양플랑크톤 대량배양에 의한 바이오매스 생산과정에서 많은 시너지 효과가 발생하는 해양플랑크톤 활용에 관여하는 많은 산업이 주목을 받고 있다(그림 3).

또한, 적조발생(red tide)에 의한 막대한 수산생물의 폐사와 그에 따른 경제적 손실을 발생시키는 유해미세조류(harmful algae)의 연구 활성화를 유도하여 적조로 인한 수산피해 저감 기술을 확보하여 많은 경제적 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

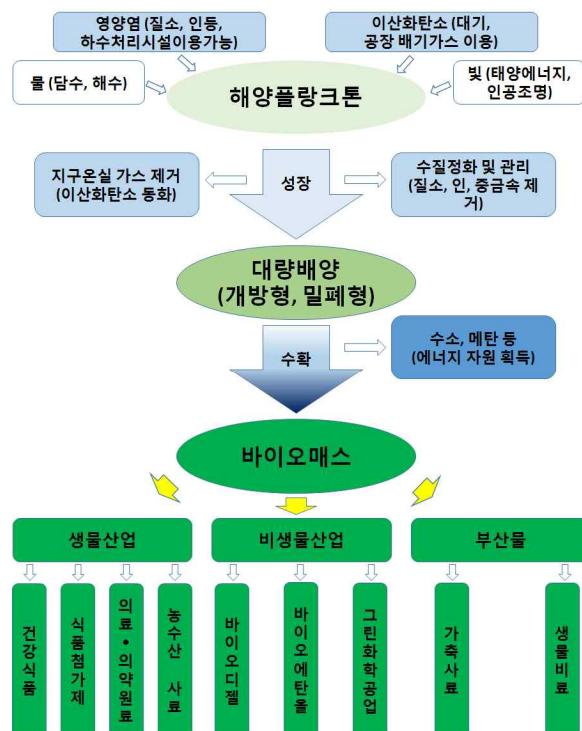


그림 3. 해양플랑크톤 성장과 바이오매스를 이용한 다양한 산업 응용 분야

## 다. 사회, 문화적 측면

해양플랑크톤은 탄수화물, 지방질, 단백질 등을 포함하며 다양한 생리활성 물질을 생산하기 때문에 다양한 산업(바이오에너지 생산, 환경분야, 농수산 분야 등)에 활용될 수 있다. 즉, 바이오 디젤, 알콜 생산, 미세조류를 활용한 이산화탄소 저감, 수질 정화 및 관리, 농수산 식품 가공 등에 산업에 이용 될 수 있으며, 이런 개발로 인하여 인간의 삶의 질은 향상 될 수 있다. 또한, 해양플랑크톤의 활용과 응용에 관한 교육을 통해 전문가 배출과 해양문제(적조, 유독생산)를 일으키는 해양미세조류라는 인식에서 인간의 생활에 직접 기여가 가능한 생명자원으로서 인식으로 전환이 가능할 것으로 판단된다.

## 제 2절. 연구개발의 범위

### 1. 해양플랑크톤 자원의 이관

과거에 해양플랑크톤은 기초연구의 재료로서만 인정되었지만, 현재는 응용과학의 발전과 함께 생명자원으로서 중요성이 확대되어 왔다. 그럼에도 불구하고, 국내에서는 해양플랑크톤자원의 활용은 특정종(클로렐라 등)에 한하여 이루어지고 있다. 이러한 문제는 해양플랑크톤 종의 동정에 관한 불명확성, 특정해역에서만 채집된 해양플랑크톤 중심으로 유지, 오랜 기간 동안 계대를 해오면서 종의 변이, 유전적 문제 발생에 관한 문제, 무엇보다 운영기관의 연구활동과 개발을 통한 활동이 미약했던 것으로 분석되어, 기초, 응용 학문 발전을 위한 안정적 예산집행이 가능한 해양연구 전문기관에서 해양플랑크톤 자원을 관리/분양 할 필요가 있다.

국내 유일의 해양플랑크톤 보존 기관인 부경대학교의 한국해양미세조류은행과 같이 관리자의 은퇴로 인하여, 안정적 해양생명자원의 보존이 보장 되어있지 않다. 따라서, 해양미세조류은행의 해양플랑크톤 자원의 안정적 이관, 관리/보존을 통해 해양생명자원을 안정적으로 보존하고, 국가연구사업을 통해 생산된 자원을 확보함으로써 좀 더 다양한 해양플랑크톤 자원을 확보하고, 관련 응용산업/연구발전에 좀 더 다양한 재료를 제공하고자 한다.

해양플랑크톤 자원의 활성화를 위해서는 이관 후 안정화 순으로 절차가 진행 되어야 한다 (그림 4). 한국해양미세조류은행의 해양플랑크톤 자원의 안정적 이관을 위하여, 한국해양과학기술원과 한국해양미세조류은행간의 협력 체계를 구축하여 순차적으로 자원의 이관을 진행하고, 이관 과정에는 종의 동정 및 종의 사멸 여부 등과 함께 자원의 정보를 확인하여 진행한다. 자원 이관 후 안정적 보존을 위하여 해양미세조류은행의 연구원들을 통해 자원의 관리법에 관한 절차를 매뉴얼로 제작 한다.

다양한 해양플랑크톤(동물, 식물 플랑크톤)의 안정적 보존과 관리, 증식을 유도하기 위해서 항온, 항습실내 선반을 설치하여 보존하지만, 단순 선반의 기능을 벗어나 해양플랑크톤의 성장 환경을 조성할 뿐만 아니라, 빛의 조절을 통해 선반내 온도를 제어하여 플랑크톤 종에 따른 증

식 조건을 조성 할 수 있는 장치 개발하여 적용한다. 이와 함께 자원의 체계적 관리를 위해서는 관리 시스템을 구축하여야 하며, 관리 시스템에는 해양플랑크톤자원에 대한 정보가 명확히 명시되어야 한다.



그림 4. 해양플랑크톤 자원의 활성화를 위한 과정

## 2. 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존 및 활성화

### 가. 한국해양과학기술원의 인프라시설 활용

한국해양과학기술원은 해양미세조류 활용을 극대화 할 수 있는 인프라 시설(남해연구소, 해양시료도서관 등)이 갖추어져 있다. 특히, 해양과학기술원의 해양시료도서관에는 다양한 해양 시료(지질/생물/환경시료)를 안정적-체계적으로 보관/관리 할 수 있는 특수저장시설 뿐만 아니라, 홍보 할 수 있는 시료전시실을 갖추고 있어서, 해양플랑크톤 활용시설과 함께 해양시료를 전문적으로 취급할 수 있는 기관으로서 이미지 상승 효과를 유도 할 수 있을 것으로 판단된다(그림 5). 신현호 박사 연구팀은 소규모의 해양미세조류 배양공간을 만들어, 중요 해양미세조류를 대상으로 확보/유지하고 있으며, 관련 연구를 수행 중이기 때문에, KMMCC의 해양 플랑크톤을 해양과학기술원으로 이관하여 많은 연구자 및 기관과 협력 체계를 구축하여 통합적으로 관리, 활용 될 수 있다(그림 6).

### 나. 해양시료도서관의 해양시료 통합정보관리 시스템 활용

해양미세조류를 안정적/체계적으로 보존하기 위해서는 해양미세조류에 관한 정보를 통합적으로 관리 할 수 있는 시스템이 필요하다. 해양과학기술원의 해양시료도서관에는 국내 최초로

다양한 해양시료를 통합적으로 관리할 수 있는 시스템이 구축되어 있기 때문에, KMMCC의 해양플랑크톤자원 정보를 시스템에 적용하여 안정적/체계적으로 관리 할 수 있다. 또한, 해양플랑크톤자원 관리시스템과 함께, 외부기관, 혹은 연구자들이 검색을 통해 해양플랑크톤에 관한 정보를 제공 받을 수 있으며, 분양신청을 하여 활용 할수 있을 것으로 판단된다(그림 7).



그림 5. 남해연구소 해양시료 저장 시설



그림 6. 해양시료도서관의 배양주(적조 원인종) 사진



그림 7. 해양미세조류은행의 배양주 검색/분양 시스템(왼쪽)과 해양시료도서관 시료 검색/대여 시스템(오른쪽)

#### 다. 한국해양과학기술원 첨단분석장비(주사전자현미경, 특수현미경 등)와 전문가 활용

해양미세조류의 분양 활성화를 위해서는 정확한 종에 대한 정보(시료채집 위치, 시기 등)를 제공하여야 하고, 정확한 종에 대한 분류학적 개념에 명확성 보장할 필요가 있다. 한국해양과학기술원에는 해양플랑크톤의 형태적 동정을 위한 다양한 현미경과 주사전자현미경(SEM)을 구비하고 있기 때문에, 형태적 특징을 통한 종의 동정을 명확하게 하여, 분양을 요구하는 연구자, 대학, 연구기관 및 산업체에 그 정보를 함께 제공 할 수 있다.

해양플랑크톤의 분양을 활성화시키기 위해서는 종에 대한 명확성을 확보하여 분양을 하여야 하고, 종에 대한 동정에 신뢰를 주기 위해서 동정자가 보증되어야 한다. 현재까지 알려진 수많은 해양플랑크톤을 명확하게 동정하기 위해서는 관련 분야 전문가가 요구되는데, 한국해양과학기술원에는 다양한 해양플랑크톤을 분류할 수 있는 박사급 전문가들이 관련 연구를 수행 하고 있으며, 해양플랑크톤의 생리/생태적 특성을 파악하여 최대성장을 유지 할 수 있도록 관련지식을 갖춘 전문운영 인력도 배치되어 있다.

#### 라. 국가연구개발 사업 수행을 통한 다양한 해양플랑크톤 확보

한국해양과학기술원은 정부출연기관으로 다양한 국가연구사업을 수행하고 있음, 따라서, 국가 연구개발사업과 연계하여 다양한 해양플랑크톤자원을 확보 하는게 가능하기 때문에, 분양을 원하는 연구자와 연구기관이 다양한 목적에 맞게 해양플랑크톤을 활용 할 수 있다. 뿐만 아니라, 남해, 동해, 통영, 독도기지와 같은 다양한 해역에 지역 거점 연구소를 두고 연구사업을 수행 하고 있음, 이런 지역거점 연구소를 통해 다양한 해양플랑크톤 자원을 확보 할 수 있으며, 특히 해외에 위치한 태평양과학기지, 부설연구소인 극지 연구소를 통해 중요해역에서도 해양플랑크톤자원을 제공 받을 수 있다.

#### **마. 연구기관간 협력체계 구축을 통한 해양플랑크톤 활용과 홍보**

해양플랑크톤 자원 보존의 안정성을 확보하기 위하여 국립해양박물관과 같은 국가 연구기관 간 협력 체계를 구축하여 종의 분양을 진행 할 수 있고, 연구기관 간 인적 교류를 통하여 종의 형태적, 유전적 분석에 대한 정보 교류와 기술의 공유를 통하여 해양플랑크톤 자원의 보존의 안정성을 확보 할 수 있다.

국내외 해양플랑크톤 자원의 홍보활동 강화를 위해서는 보존중인 해양플랑크톤 자원의 형태적, 유전적 특징에 관한 브로셔를 제작하여 배포하고 해양플랑크톤자원 통합정보관리시스템의 사용방법 등의 홍보하며 각종 학회 활동을 통한 발표를 통해 해양플랑크톤 자원이 중요성을 알린다.

## 제 2장. 국내외 기술 개발 현황

### 제 1절. 국외 기술, 산업 현황

해양플랑크톤 자원은 산업소재와 연구재료로서 그 가치가 인정되어 국외에서는 오래전부터 해양플랑크톤 관리/활용기관을 만들어 운영해 오고 있다(그림 8). 전 세계적으로 약 15개 기관이 있으며, 최근에는 고부가가치 산업인 바이오에너지자를 생산하기 위한 산업 육성(화이트 바이오테크놀로지)과 투자 활성화를 위해 국가차원에서 재원을 확보하여 각 기관에 지원을 하고 있으며, 범지구적 환경문제인 기후변화와 부영양화 원인물질 제거, 미래지구 환경과 식량문제 해결을 위해 기관을 통해 배양/증식 기술 확보하려고 노력 중이다.

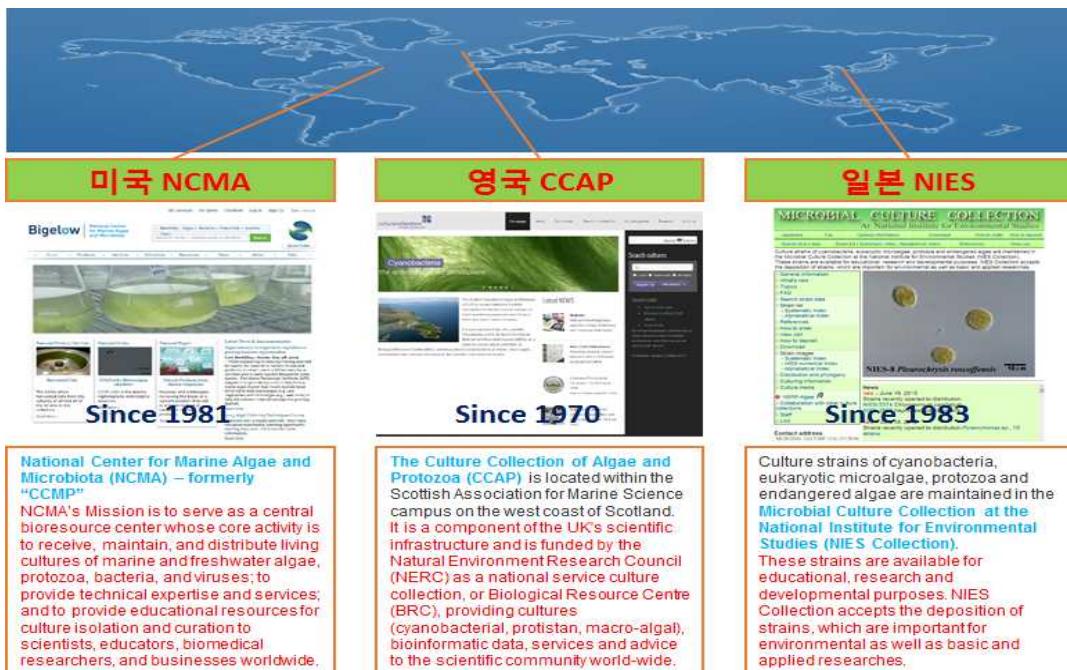


그림 8. 미국과 영국, 일본의 Culture collection center의 설립연도 및 목적

파리협약 이후 수소에너지는 가장 최적의 대체제로 주목받으며 국제적으로 관심 선상에 오른 상태다. 최근에는 미세조류를 이용한 지속적인 바이오디젤의 산업 육성을 위해 지방 추출 후 남은 미세조류 잔류물을 이용한 바이오 수소에 대한 연구가 최근에 진행되고 있다(Yang et al. 2010; Ehimen et al. 2011). 광합성 미생물을 이용한 수소생산 연구는 차세대 에너지 사업 분야인 바이오 에너지 부분에서 각광 받고 있으며, 수소생산 미생물의 유전자를 규명하기 위한 연구는 지난 수년간 꾸준히 진행돼 오고 있다.

현재 녹조류 *Chlamydomonas*와 질소고정능이 뛰어난 남조류 *Synechococcus* 같은 종을 이용해 산소가 없는 조건에서 효소방응을 유발해 수소가 생산되도록 하는 기술이 연구되고 있

다. 미국, 유럽 등 주요 선진국도 미세조류를 활용한 수소생산에 열을 올리고 있으며 미국은 100곳 이상의 미세조류 관련 기관 등을 통해 연구중이며 대표적으로 미국 Massachusetts 주에 소재한 Greenfuel Technologies는 2001년 설립되었으며, 발전소의 배출가스를 회수 농축한 후 비닐로 제작된 관상 광생물반응기에서 미세조류 배양에 사용하여 바이오수소 생산을 추진하고 있으며, 100 m<sup>2</sup> 규모의 광생물반응기를 개발중에 있다. 스페인도 1000ha 규모의 플랜트 시설을 짓는 중이다. 독일 칼스루 기술 연구소(The Karlsruhe Institute of Technology, KIT)의 클레멘스 포스텐(Clemens Posten) 교수 연구팀은 2020년까지 독일 정부로부터 210만 유로의 지원을 받아 대량 수소 생산을 위한 미세조류 배양기술과 멤브레인 방법을 이용한 가스 분리, 세포내의 산소를 위한 생물학적 센서 기술 등을 연구 중에 있다. 우리정부도 차세대 바이오매스 연구단에 1,065억원을 투자해 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 미세조류를 이용한 바이오디젤 시장이 2020년 까지 연평균 72%의 고성장을 지속해 23만톤, 13억 달려 규모로 성장할 것으로 전망하고 있다.

## 제 2절. 국내 기술, 산업 현황

### 1. 국립해양생물 자원관

국외와는 달리, 우리나라의 경우 과거에 해양플랑크톤을 기초연구의 재료로서만 인식을 해오다, 최근에서야 생명자원으로 인식하기 시작했기 때문에 보존/관리 체계가 아직 명확하게 확립되어 있지 않다.(국내의 바이오 알콜/디젤 관련하여 국가정책 및 개발을 위한 과제들은 2000년대 중, 후반부터 시작되어 일부부처에서 진행해 왔음)(윤 등, 2012). 국내에서는 해양플랑크톤을 체계적/안정적으로 보존/관리하는 기관은 부경대학교의 한국해양미세조류은행(KMMCC)이었으나, 관리자의 은퇴와 운영사업 유지의 불확실로 인하여 소중한 생명자원이 사장될 위기에 있다.

한편, 국립해양생물자원관에서 해양생물자원의 체계적 보존과 활용, 연구수행, 교육을 목적으로 설립되어 운영되고 있으나(그림 9), 현재, 해양플랑크톤자원을 보존/관리할 수 있는 시설이 구축되어 있지 않고 관련 전문가들 또한 확보가 되지 않은 상황이다. 그리고 국립생물자원관에서는 국가 생명자원 확보, 소장/관리를 통한 생물주권 확립, 생물자원 조사 연구, 생물산업(BT) 소재 기반 구축 및 지원, 국가 생물자원 정보시스템 구축 및 정책 지원, 전시, 교육을 통한 생물자원 인식 제고 및 인력 양성을 목적으로 운영되고 있으나, 주로 육상생물을 자원으로서 보존, 관리하고 있다.



그림 9. 국립해양생물자원관(좌)과 국립생물자원관(우)

## 2. 한국생명공학연구원, KCTC 생물자원센터

1985년 KIST 유전공학센터 특수사업부(유전자은행, 실험동물사업)로 설립되었으며, 국제 미생물균주 보존연맹(WFCC)에 가입되어 있다. 2008년에는 교육과학기술부 소관 생명자원 연구성과물 전담기관으로 지정되었으며, 2013년 미생물자원센터로 명칭 변경하였다가 2016년 생물자원센터로 명칭 변경하여 유지하고 있다(그림 10).

한국생명공학연구원 생물자원센터(Biological Resource Center)는 기존의 유전자은행(Korean Collection for Type Culture, KCTC)의 업무를 바탕으로 생물자원의 연구개발, 국내 · 외 생물소재은행간의 네트워크 구축, 생물자원의 정보화 및 대외지원기능을 겸하고 있으며, 미생물자원 은행으로 표준 · 참조미생물, 특허미생물, 동 · 식물세포주, 유전체 연구소재, 생물자원정보 등을 수집, 관리하고 있다. 보존 중인 자원은 미생물자원이 9628, 식물세포주가 499, 동물세포주가 88 이다. 미세조류는 주로 담수조을 취급하고 있다. 즉, 해양플랑크톤을 대상으로 보존/관리 하는 전문기관은 국내에는 아직 구축되어 있지 않고, 대학과 기관의 연구자들이 개인 연구를 위해 소규모로 운영해 오고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 국가의 안정적 지원을 바탕으로 하는 전문 연구기관에서 해양플랑크톤을 자원/연구소재로서 분양을 활성화하고, 활용을 하기 위해 해양플랑크톤자원을 통합적/체계적/안정적으로 보존, 관리하여 해양생명자원보존 국가로서 국가경쟁력을 확보할 필요가 있다.



그림 10. 한국생명공학연구원, 생물자원센터 홈페이지

## 제 3장. 연구 수행 내용 및 성과

### 제 1절. 해양플랑크톤 자원의 이관

#### 1. 해양플랑크톤의 안정적 이관

##### 가. 한국해양미세조류은행과 협력체계 구축과 플랑크톤 자원의 이관

한국해양미세조류은행의 해양플랑크톤 시료를 안정적으로 이관하기 위하여 담당자인 허성범 교수와 이관 계획을 수립하였고, 이관은 총 3 차례 외 수시 이관을 통해 자원을 이관하기로 하였으며, 한국해양미세조류은행의 연구원과 협력 체계(한국해양미세조류은행 연구원 2명과 한국해양과학기술원 3명)를 구축하여 진행하였다.

식물플랑크톤의 경우, 한국해양미세조류은행에서는 삼각플라스크를 통해 자원을 보존 관리하였으나, 이관준비 중에 테스트 튜브에 접종하여 이관 하도록 하였고, 이관 시, 플랑크톤의 컨디션을 고려해야 하기 때문에 날씨를 고려한 이관 진행하고, 이관된 내용은 확인서를 통해 서명하였다(그림 11). 이관 후에는 플랑크톤 자원의 안정적 보존과 컨디션 체크를 위하여 고용형태를 통하여 한국해양미세조류은행의 연구원 2명의 도움을 받아 진행하였다.

1차 이관	2차 이관	3차 이관
<p>1차 플랑크톤 이관</p> <p>I. 미생물학</p> <p>1) 미세조류 axenic culture 1,007 strains (10 mL agar/30 mL test tube)-1 copy</p> <p>2) 미세조류 liquid culture 450 strains (10 mL liquid/30 mL test tube)-1 copy</p> <p>3) 동물총장조류 세포 140 strains (10 mL liquid/15 mL tube)-3 copies</p> <p>4) 미관 날짜: 2015년 9월 15일</p> <p>5) 미개자: 부경대학교 해양생 교수</p> <p>6) 인수자: 한국해양과학기술원 신현우 박사</p>	<p>2차 플랑크톤 이관</p> <p>I. 미생물학</p> <p>1) 미세조류 liquid culture 1,814 strains (10 mL liquid/20 mL test tube)-1 copy</p> <p>2) 동물총장조류</p> <p>(1) Ritter 44 strains (10 mL liquid/20 mL test tube)-2 copies</p> <p>(2) Copriopeltis, Prochlorococcus, Chadoarcus, etc. 96 strains (10 mL liquid)-1 copy</p> <p>(3) <i>Artemia</i> cyst 52 strains -3 copies</p> <p>3) DNA</p> <p>(1) 미세조류</p> <p>- 홍양조류, 래피지조류, 사신리조류, 계대해양 미립</p> <p>- 일자 : 2015년 9월 4일, 박사학위 3년, 세대밀지 3번, 충청연장동지 1번, DNA 및 14번, 박사학위 12번</p> <p>(2) DNA</p> <p>- 세포 : 동물총장조류, 세균, 미생물 조류, 세균 및 미립자 세포</p> <p>- 일자 : 2015년 9월 4일, 박사학위 1번, 분리밀지 1번, 박사학위 1번, 세대밀지 1번, 동물총장조류 1번, 원생동물 1번, <i>Artemia</i> cyst strains 1번</p> <p>4) 미관 날짜: 2015년 9월 22일</p> <p>5) 미개자 : 부경대학교 해양생 교수</p> <p>6) 인수자 : 한국해양과학기술원 신현우 박사</p>	<p>3차 플랑크톤 이관</p> <p>I. 미관자료</p> <p>1) 미생물학 미세조류 세이버 liquid culture 264 strains (100 mL liquid/250 mL flask)-1 copy</p> <p>2) gDNA 645 strains (10 uL/9.7 mL tube)-나무 시료에서 얻은 세수를 보유</p> <p>3) 세포</p> <p>- 미생물학 - 1. (분류자료)</p> <p>- 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 427. 428. 429. 429. 430. 431. 432. 433. 433. 434. 435. 435. 436. 437. 437. 438. 438. 439. 439. 440. 440. 441. 441. 442. 442. 443. 443. 444. 444. 445. 445. 446. 446. 447. 447. 448. 448. 449. 449. 450. 450. 451. 451. 452. 452. 453. 453. 454. 454. 455. 455. 456. 456. 457. 457. 458. 458. 459. 459. 460. 460. 461. 461. 462. 462. 463. 463. 464. 464. 465. 465. 466. 466. 467. 467. 468. 468. 469. 469. 470. 470. 471. 471. 472. 472. 473. 473. 474. 474. 475. 475. 476. 476. 477. 477. 478. 478. 479. 479. 480. 480. 481. 481. 482. 482. 483. 483. 484. 484. 485. 485. 486. 486. 487. 487. 488. 488. 489. 489. 490. 490. 491. 491. 492. 492. 493. 493. 494. 494. 495. 495. 496. 496. 497. 497. 498. 498. 499. 499. 500. 500. 501. 501. 502. 502. 503. 503. 504. 504. 505. 505. 506. 506. 507. 507. 508. 508. 509. 509. 510. 510. 511. 511. 512. 512. 513. 513. 514. 514. 515. 515. 516. 516. 517. 517. 518. 518. 519. 519. 520. 520. 521. 521. 522. 522. 523. 523. 524. 524. 525. 525. 526. 526. 527. 527. 528. 528. 529. 529. 530. 530. 531. 531. 532. 532. 533. 533. 534. 534. 535. 535. 536. 536. 537. 537. 538. 538. 539. 539. 540. 540. 541. 541. 542. 542. 543. 543. 544. 544. 545. 545. 546. 546. 547. 547. 548. 548. 549. 549. 550. 550. 551. 551. 552. 552. 553. 553. 554. 554. 555. 555. 556. 556. 557. 557. 558. 558. 559. 559. 560. 560. 561. 561. 562. 562. 563. 563. 564. 564. 565. 565. 566. 566. 567. 567. 568. 568. 569. 569. 570. 570. 571. 571. 572. 572. 573. 573. 574. 574. 575. 575. 576. 576. 577. 577. 578. 578. 579. 579. 580. 580. 581. 581. 582. 582. 583. 583. 584. 584. 585. 585. 586. 586. 587. 587. 588. 588. 589. 589. 590. 590. 591. 591. 592. 592. 593. 593. 594. 594. 595. 595. 596. 596. 597. 597. 598. 598. 599. 599. 600. 600. 601. 601. 602. 602. 603. 603. 604. 604. 605. 605. 606. 606. 607. 607. 608. 608. 609. 609. 610. 610. 611. 611. 612. 612. 613. 613. 614. 614. 615. 615. 616. 616. 617. 617. 618. 618. 619. 619. 620. 620. 621. 621. 622. 622. 623. 623. 624. 624. 625. 625. 626. 626. 627. 627. 628. 628. 629. 629. 630. 630. 631. 631. 632. 632. 633. 633. 634. 634. 635. 635. 636. 636. 637. 637. 638. 638. 639. 639. 640. 640. 641. 641. 642. 642. 643. 643. 644. 644. 645. 645. 646. 646. 647. 647. 648. 648. 649. 649. 650. 650. 651. 651. 652. 652. 653. 653. 654. 654. 655. 655. 656. 656. 657. 657. 658. 658. 659. 659. 660. 660. 661. 661. 662. 662. 663. 663. 664. 664. 665. 665. 666. 666. 667. 667. 668. 668. 669. 669. 670. 670. 671. 671. 672. 672. 673. 673. 674. 674. 675. 675. 676. 676. 677. 677. 678. 678. 679. 679. 680. 680. 681. 681. 682. 682. 683. 683. 684. 684. 685. 685. 686. 686. 687. 687. 688. 688. 689. 689. 690. 690. 691. 691. 692. 692. 693. 693. 694. 694. 695. 695. 696. 696. 697. 697. 698. 698. 699. 699. 700. 700. 701. 701. 702. 702. 703. 703. 704. 704. 705. 705. 706. 706. 707. 707. 708. 708. 709. 709. 710. 710. 711. 711. 712. 712. 713. 713. 714. 714. 715. 715. 716. 716. 717. 717. 718. 718. 719. 719. 720. 720. 721. 721. 722. 722. 723. 723. 724. 724. 725. 725. 726. 726. 727. 727. 728. 728. 729. 729. 730. 730. 731. 731. 732. 732. 733. 733. 734. 734. 735. 735. 736. 736. 737. 737. 738. 738. 739. 739. 740. 740. 741. 741. 742. 742. 743. 743. 744. 744. 745. 745. 746. 746. 747. 747. 748. 748. 749. 749. 750. 750. 751. 751. 752. 752. 753. 753. 754. 754. 755. 755. 756. 756. 757. 757. 758. 758. 759. 759. 760. 760. 761. 761. 762. 762. 763. 763. 764. 764. 765. 765. 766. 766. 767. 767. 768. 768. 769. 769. 770. 770. 771. 771. 772. 772. 773. 773. 774. 774. 775. 775. 776. 776. 777. 777. 778. 778. 779. 779. 780. 780. 781. 781. 782. 782. 783. 783. 784. 784. 785. 785. 786. 786. 787. 787. 788. 788. 789. 789. 790. 790. 791. 791. 792. 792. 793. 793. 794. 794. 795. 795. 796. 796. 797. 797. 798. 798. 799. 799. 800. 800. 801. 801. 802. 802. 803. 803. 804. 804. 805. 805. 806. 806. 807. 807. 808. 808. 809. 809. 810. 810. 811. 811. 812. 812. 813. 813. 814. 814. 815. 815. 816. 816. 817. 817. 818. 818. 819. 819. 820. 820. 821. 821. 822. 822. 823. 823. 824. 824. 825. 825. 826. 826. 827. 827. 828. 828. 829. 829. 830. 830. 831. 831. 832. 832. 833. 833. 834. 834. 835. 835. 836. 836. 837. 837. 838. 838. 839. 839. 840. 840. 841. 841. 842. 842. 843. 843. 844. 844. 845. 845. 846. 846. 847. 847. 848. 848. 849. 849. 850. 850. 851. 851. 852. 852. 853. 853. 854. 854. 855. 855. 856. 856. 857. 857. 858. 858. 859. 859. 860. 860. 861. 861. 862. 862. 863. 863. 864. 864. 865. 865. 866. 866. 867. 867. 868. 868. 869. 869. 870. 870. 871. 871. 872. 872. 873. 873. 874. 874. 875. 875. 876. 876. 877. 877. 878. 878. 879. 879. 880. 880. 881. 881. 882. 882. 883. 883. 884. 884. 885. 885. 886. 886. 887. 887. 888. 888. 889. 889. 890. 890. 891. 891. 892. 892. 893. 893. 894. 894. 895. 895. 896. 896. 897. 897. 898. 898. 899. 899. 900. 900. 901. 901. 902. 902. 903. 903. 904. 904. 905. 905. 906. 906. 907. 907. 908. 908. 909. 909. 910. 910. 911. 911. 912. 912. 913. 913. 914. 914. 915. 915. 916. 916. 917. 917. 918. 918. 919. 919. 920. 920. 921. 921. 922. 922. 923. 923. 924. 924. 925. 925. 926. 926. 927. 927. 928. 928. 929. 929. 930. 930. 931. 931. 932. 932. 933. 933. 934. 934. 935. 935. 936. 936. 937. 937. 938. 938. 939. 939. 940. 940. 941. 941. 942. 942. 943. 943. 944. 944. 945. 945. 946. 946. 947. 947. 948. 948. 949. 949. 950. 950. 951. 951. 952. 952. 953. 953. 954. 954. 955. 955. 956. 956. 957. 957. 958. 958. 959. 959. 960. 960. 961. 961. 962. 962. 963. 963. 964. 964. 965. 965. 966. 966. 967. 967. 968. 968. 969. 969. 970. 970. 971. 971. 972. 972. 973. 973. 974. 974. 975. 975. 976. 976. 977. 977. 978. 978. 979. 979. 980. 980. 981. 981. 982. 982. 983. 983. 984. 984. 985. 985. 986. 986. 987. 987. 988. 988. 989. 989. 990. 990. 991. 991. 992. 992. 993. 993. 994. 994. 995. 995. 996. 996. 997. 997. 998. 998. 999. 999. 1000. 1000. 1001. 1001. 1002. 1002. 1003. 1003. 1004. 1004. 1005. 1005. 1006. 1006. 1007. 1007. 1008. 1008. 1009. 1009. 1010. 1010. 1011. 1011. 1012. 1012. 1013. 1013. 1014. 1014. 1015. 1015. 1016. 1016. 1017. 1017. 1018. 1018. 1019. 1019. 1020. 1020. 1021. 1021. 1022. 1022. 1023. 1023. 1024. 1024. 1025. 1025. 1026. 1026. 1027. 1027. 1028. 1028. 1029. 1029. 1030. 1030. 1031. 1031. 1032. 1032. 1033. 1033. 1034. 1034. 1035. 1035. 1036. 1036. 1037. 1037. 1038. 1038. 1039. 1039. 1040. 1040. 1041. 1041. 1042. 1042. 1043. 1043. 1044. 1044. 1045. 1045. 1046. 1046. 1047. 1047. 1048. 1048. 1049. 1049. 1050. 1050. 1051. 1051. 1052. 1052. 1053. 1053. 1054. 1054. 1055. 1055. 1056. 1056. 1057. 1057. 1058. 1058. 1059. 1059. 1060. 1060. 1061. 1061. 1062. 1062. 1063. 1063. 1064. 1064. 1065. 1065. 1066. 1066. 1067. 1067. 1068. 1068. 1069. 1069. 1070. 1070. 1071. 1071. 1072. 1072. 1073. 1073. 1074. 1074. 1075. 1075. 1076. 1076. 1077. 1077. 1078. 1078. 1079. 1079. 1080. 1080. 1081. 1081. 1082. 1082. 1083. 1083. 1084. 1084. 1085. 1085. 1086. 1086. 1087. 1087. 1088. 1088. 1089. 1089. 1090. 1090. 1091. 1091. 1092. 1092. 1093. 1093. 1094. 1094. 1095. 1095. 1096. 1096. 1097. 1097. 1098. 1098. 1099. 1099. 1100. 1100. 1101. 1101. 1102. 1102. 1103. 1103. 1104. 1104. 1105. 1105. 1106. 1106. 1107. 1107. 1108. 1108. 1109. 1109. 1110. 1110. 1111. 1111. 1112. 1112. 1113. 1113. 1114. 1114. 1115. 1115. 1116. 1116. 1117. 1117. 1118. 1118. 1119. 1119. 1120. 1120. 1121. 1121. 1122. 1122. 1123. 1123. 1124. 1124. 1125. 1125. 1126. 1126. 1127. 1127. 1128. 1128. 1129. 1129. 1130. 1130. 1131. 1131. 1132. 1132. 1133. 1133. 1134. 1134. 1135. 1135. 1136. 1136. 1137. 1137. 1138. 1138. 1139. 1139. 1140. 1140. 1141. 1141. 1142. 1142. 1143. 1143. 1144. 1144. 1145. 1145. 1146. 1146. 1147. 1147. 1148. 1148. 1149. 1149. 1150. 1150. 1151. 1151. 1152. 1152. 1153. 1153. 1154. 1154. 1155. 1155. 1156. </p>



그림 12. 한국해양미세조류은행에서의 플랑크톤 자원 이관 준비



그림 13. 액체질소에 보존된 플랑크톤 자원 이관

#### 나. 이관된 해양플랑크톤 자원의 보존 및 안정화

해양플랑크톤 자원의 이관 당시, 한국해양과학기술원 해양시료도서관에는 한국해양미세조류은행의 배양주를 보존할 공간이 마련되어 있지 않았기 때문에, 보존실 구축이 완료 될 때까지, 임시로 보존할 공간을 마련하여 보존 하도록 하였다. 임시 보존실의 온도는 20°C로 기준으로 하고, 24시간 형광빛을 조사 할 수 있도록 하며, 내부는 알콜 소독을 통해 청결을 유지 하도록 하였다(그림 14).

보존실이 구축작업이 진행되는 동안에는 한국해양미세조류은행에서 수행한 보존 방법을 한국해양과학기술원의 연구원에게 인수 인계 하도록 하였으며, 보존된 해양플랑크톤 배양주는 계대 시기를 맞추어 계대를 진행 하도록 하였다. 이와 함께, 보존 방법에 따라 구분된 배양주(액체질소가 담긴 용기에 보존한 배양주)는 액체질소 충전을 통해 최소 6개월의 기간을 확보 하도록 하였다(그림 15).

동물플랑크톤을 위한 먹이 배양의 경우, 조도 조절이 가능한 임시랙을 준비하여 배양을 진행 하도록 하며(그림 16), 다른 플랑크톤 배양주와 달리 배양조건이 다르기 때문에, 조도 조절을 통해 배양의 안정성을 확보하도록 하였다.



그림 14. 임시보존실의 식물플랑크톤과 동물플랑크톤 배양주



그림 15. 액체질소에 보존된 자원의 이관



그림 16. 임시랙에 배양되고 있는 동물플랑크톤의 먹이생물

## 2. 해양플랑크톤 보존실 확충과 보존/관리 체계 확립

### 가. 해양플랑크톤 보존실 확충(동물플랑크톤 배양실 및 먹이 배양실 구축)

해양시료도서관에는 해양식물플랑크톤 중 와편모조류를 중심으로 배양/관리 하여 왔으나, 한국해양미세조류은행의 동물플랑크톤을 이관 함에따라 관련된 시설을 디자인하여 구축하였다. 동물플랑크톤 배양실은 항온, 항습(온도 21°C, 습도 55%)이 가능한 공간으로 형광등을 통한 조사가 가능하고 동물플랑크톤 계대와 환수가 용이 하도록 공간을 마련하여 진행하였고, 동물플랑크톤 배양주를 보존 할 수 있는 랙은 4단 6열로 구성되어 있으며, 한국해양미세조류은행의 동물플랑크톤 배양주 뿐만 아니라, 자원의 증가를 고려하여 공간을 설계하여 진행하였다(그림 17과 18).



그림 17. 동물플랑크톤 배양주의 보존랙

동물플랑크톤 보존을 위한 먹이배양실은 온도 조절이 가능한 공간을 마련하고, 랙에 조사가 가능한 형광등을 설치하도록 하였다. 랙은 2열 2단으로 구성되어 있으며, 한국해양미세조류은행에서 이관된 동물플랑크톤 배양주를 안정적으로 유지하고 확보 하였을 때를 고려하여 먹이생물이 배양 될 수 있도록 설계하였다. 그리고 먹이생물에 공기 공급이 원활 하도록 공기주입펌프를 설치할 공간과 펌프가 구동하는 동안 진동으로 인해 먹이생물의 성장에 영향을 주지 않도록 하였다(그림 19).



그림 18. 동물플랑크톤 배양주 보존실



그림 19. 먹이생물의 배양 모습과 보존 랙

#### 나. 해양플랑크톤 보존실 확충(식물플랑크톤 배양실)

해양식물플랑크톤 배양주를 보존하기 위해서 보존실은 항온, 항습기능을 갖추도록 하였으며, 항온, 항습실은 15°C, 20°C와 습도가 50%로 유지 될 수 있는 두 개의 보존실로 구성되어 있다.

해양플랑크톤의 보존과 증식에 가장 중요한 환경 요인은 수온(water temperature)과 빛(light)으로 알려져 있기 때문에, 해양플랑크톤을 안정적으로 보존, 관리하기 위해서는 항온, 항습실내 선반을 설치하여 보존하지만, 단순 선반의 기능을 벗어나 해양플랑크톤의 성장 환경을 조성할 뿐만 아니라, 빛의 조절을 통해 선반내 온도를 제어하여 플랑크톤 종에 따른 증식 조건을 조성 할 수 있는 장치를 적용하여 디자인하였다.

식물플랑크톤 배양주를 보존하기 위한 선반내 구성장치는 전원 장치, 형광등, 형광등의 밝기(조도) 조절이 가능한 조절기, 빛의 조사 시간을 조절 할 수 있는 타이머, 선반내 온도를 파악 할 수 있는 온도센서 및 온도 조절기, 선반내 온도 조절 기능을 갖춘 송풍 팬, 다른 선반에 빛의 간섭을 막기 위한 차광막, 빛의 확산을 유도하기 위한 유리판으로 구성되어 있으며, 다량의 다양한 해양플랑크톤을 안정적으로 보존, 관리 할 수 있을 뿐만 아니라, 종에 따른 최대 성장 조건을 고려한 각 선반별 환경(온도와 빛의 세기)을 조절하여 적용 할 수 있다(그림 20과 21).

게다가, 소형 배양기(incubator)의 제한적 환경에서 벗어나, 다량의 플랑크톤을 동시에 다양한 환경에서 실험을 진행 할 수 있고 장점은 아래와 같다.

- 국내, 외 해양플랑크톤 보존 기관에서 적용하지 않고 있는 유일의 장치임
- 해양플랑크톤 뿐만 아니라, 담수플랑크톤에도 적용이 가능 함
- 장치의 응용 개발을 통하여 타 생물 보존 장치 개발이 가능 함



<설계된 랙의 설치과정>



<식물플랑크톤 보존 랙 설치 후 송풍팬 설치과정>

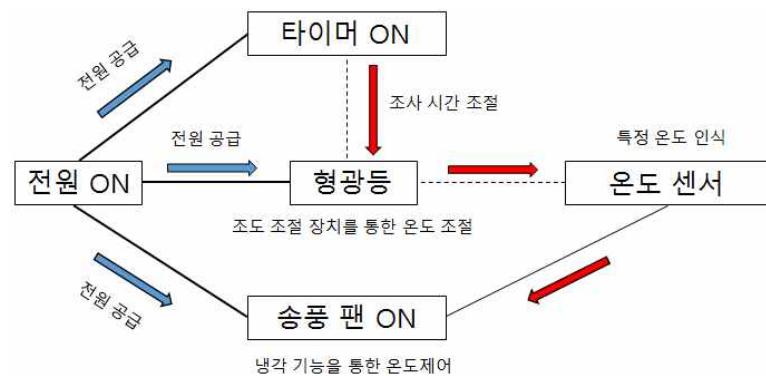


그림 20. 식물플랑크톤 보존 랙 설치와 작동 원리



그림 21. 완성된 식물플랑크톤 배양주 보존실

## 다. 해양플랑크톤의 체계적 관리를 위한 해양시료 관리시스템 구축

다양한 해양플랑크톤의 안정적, 체계적 보존 및 관리를 위해서는 플랑크톤의 이력을 관리할 수 있는 시스템과 그 내용을 확인 할 수 있는 리딩 시스템을 갖추어야 한다. 한국해양과학기술원 해양시료도서관은 지질/생물/환경시료를 관리하기 위해 시료관리시스템을 구축하여 적용하고 있다. 따라서, 해양시료도서관의 해양시료 관리 시스템과 연계하여 플랑크톤 배양주 관리 시스템을 구축하고, QR 코드를 바탕으로 하는 리딩 시스템 또한 구축하여 적용하였다(그림 22).



그림 22. 해양플랑크톤 배양주를 관리하기 위한 시스템

해양플랑크톤 이력 관리를 위해 입력되는 일반사항은 채집위치, 보존온도, 보존 상태, 종명, 채집방법 등이 기록되어 관리 되고 있으며, 그 이력 사항은 관리 컴퓨터 뿐만 아니라, 배양실 내에서 포터블 컴퓨터를 통해 이력을 확인 하고 상태를 점검 할 수 있도록 하였다(그림 23).

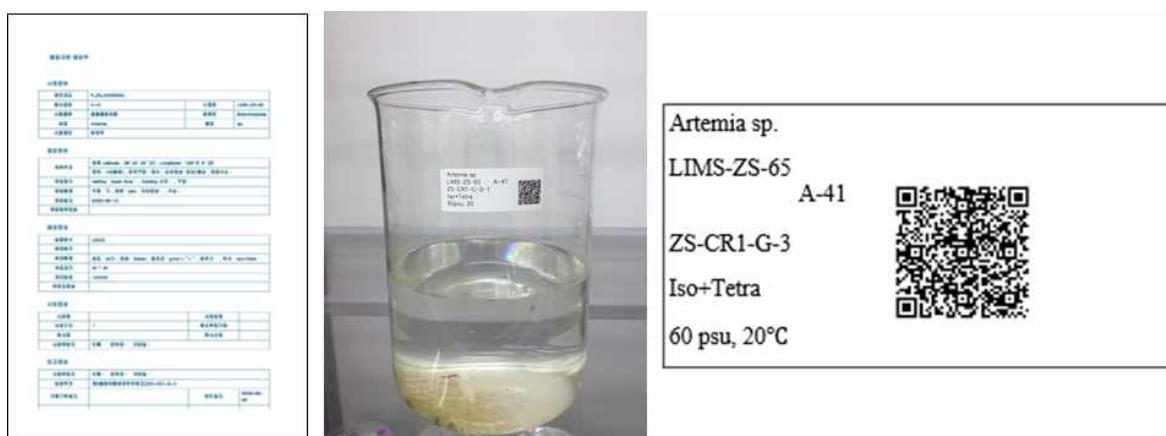


그림 23. 해양플랑크톤 관리 이력과 QR 코드

## 라. 해양플랑크톤 분양을 위한 해양플랑크톤 배양주 검색시스템

해양플랑크톤을 활용한 연구, 산업 활성화는 분양을 통해 이루어지기 때문에, 분양 요청자가 플랑크톤 배양주를 쉽게 검색하고, 분양 받을 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 해양시료도서관에는 해양시료의 원활한 대여를 위하여 시스템을 구축해 두었고, 해양플랑크톤 배양주 분양 시스템을 해양시료검색시스템과 연계하여 적용할 수 있도록 시스템을 개선하였다(그림 24).

해양플랑크톤 배양주 검색 항목에는 채집위치(위도, 경도), 분류군, 해역 등의 항목을 설정하여 검색 할 수 있도록 하였고, 검색된 내용은 지도상에 표기가 될 수 있도록 하였고(그림 25), 분양 요청은 요청자가 해양플랑크톤의 상세 항목을 확인 후, 내용을 인쇄하여 해양시료도서관으로 제출하여 분양을 받을 수 있도록 하였다.



그림 24. 해양플랑크톤 배양주를 검색 할 수 있는 메인 페이지

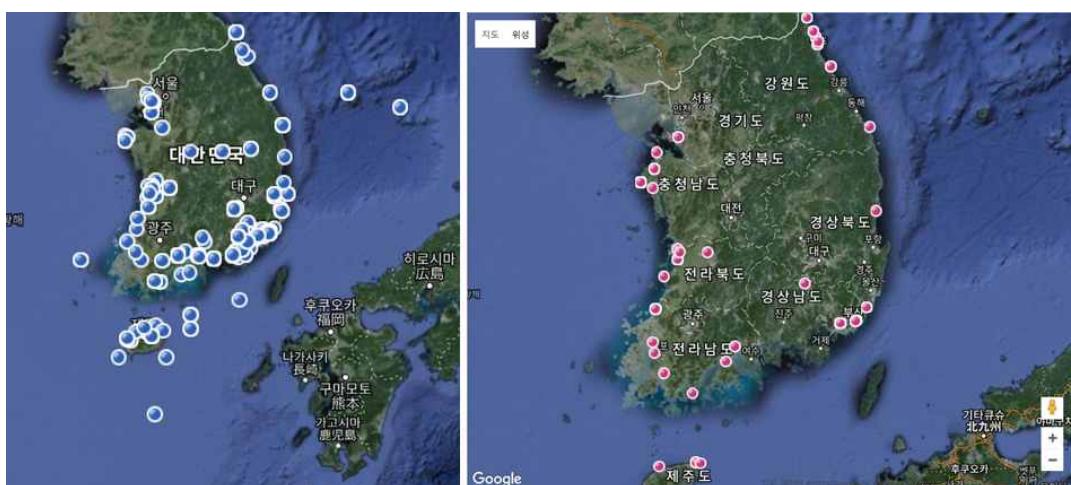


그림 25. 해양플랑크톤 배양주 검색 시스템에서 검색된 식물플랑크톤 배양주(왼쪽)와 동물플랑크톤 배양주(오른쪽)

## 마. 해양시료도서관내 구축된 해양플랑크톤 보존실과 종 동정실

해양플랑크톤 배양주의 안정적 보존을 위하여 종의 최대 증식기에 계대진행을 하기 위하여 클린벤치를 구비하였고, 종의 오염 혹은 사멸을 판단하기 위하여 다양한 현미경을 설치하였다. 또한, 분양 요청시 접종 후, 종의 증식을 유도하기 위하여 배양기를 구입하여 설치하였으며, 플랑크톤 배양주의 최대 성장 조건을 탐색하기 위하여 파장별 조사가 가능한 LED 배양기를 설치하였다(그림 26).



그림 26. 해양플랑크톤 증식실과 검경실

## 바. 해양플랑크톤의 안정적 보존을 위한 장치개발 및 특허

해양플랑크톤 보존실에 적용된 랙 시스템은 특허 출원을 하였으며, 특허의 내용과 기대효과는 아래와 같다.

- 플랑크톤 배양기의 후면창은 통풍을 위한 통공이 형성되어 있으며 상기 광원과 온도센서 및 송풍부를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 온도센서에 의해 상기 배양실 내부의 온도가 미리 정해진 온도 이상으로 측정 되면, 상기 송풍부에 전기적인 신호를 보내 송풍부를 구동시키 일정한 온도를 유지시킨다. 상기 가로대와 상기 세로대를 설치하여 상기 배양실 내부로 외부의 광이 입사되는 것을 적어도 일부 방지하는 차광막이 포함되어 있으며, 이 차광막은 망사 구조로 형성되어 있다. 그리고 상기 배양실의 외측에는 상기 광원의 조도를 조절하기 위한 조도조절스위치와 배양실 내부에 광을 조사하는 시간을 조절하는 타이머가 설치되어 있다.
- 본 특허는 해양플랑크톤을 안정적으로 보존, 관리 할 수 있게 설계된 시스템으로 응용을 통해 다양한 생물군에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

### 3. 해양플랑크톤 배양주의 상태 및 종의 재동정

#### 가. 동물플랑크톤 배양주

한국해양미세조류은행으로부터 해양플랑크톤 자원의 이관 전 해양동물플랑크톤 배양주의 보존 상태는 곰팡이 균류와 먹이생물로 오염이 심각한 상태였다. 이를 해결하기 위해 우선 환수와 곰팡이 균류 제거 작업을 통해 동물플랑크톤의 서식환경을 개선하였다(그림 27). 서식환경 개선 후에는 동물플랑크톤 배양주 상태를 확인 하였으며, 총 127 배양주(27속 31종) 중 사멸된 배양주 11 배양주를 제외한 116 배양주(23속 27종)가 현재 보존되고 있으나, 이중에도 개체수가 적은 배양주(15 배양주)가 존재 하였다(그림 28과 29). 배양주의 상태는 다소 건강하다고 판단되나, 지속적인 관찰을 통해 배양주의 적응능을 판단하기로 하였다.

동물플랑크톤 배양주 검경 결과, 사멸된 배양주 외에 종의 동정이 명확하지 않은 종은 관련 분야 전문가의 도움을 받아서 재동정을 통해 종의 명확성을 확보 하였다.

배양주 No.	종명(KMMC 동정)	재동정된 종명
C-84	<i>Amphiascoides</i> sp.	<i>Parsmphiescella</i> cf. <i>medit</i>
C-67, -78	<i>Amphiascus</i> cf. <i>minutus</i>	<i>Amonardia normani</i>
C-76	<i>Nitokra lacustris</i>	<i>Nitocra lacustris sinoi</i>
C-37, -79, -83	<i>Amphiascus kawamurai</i>	<i>Sarsamphiascus kawamurai</i>
C-73, -38, -39, -40, -68, -81	<i>Nitokra spinipes</i>	<i>Sarsamphiascus kawamurai</i>
C-80	<i>Tisbe</i> cf. <i>teuera</i>	<i>Tisbe</i> cf. <i>puello</i>



그림 27. 오염된 해양동물플랑크톤(왼쪽)과 오염물 제거 후 동물플랑크톤 배양주(오른쪽)

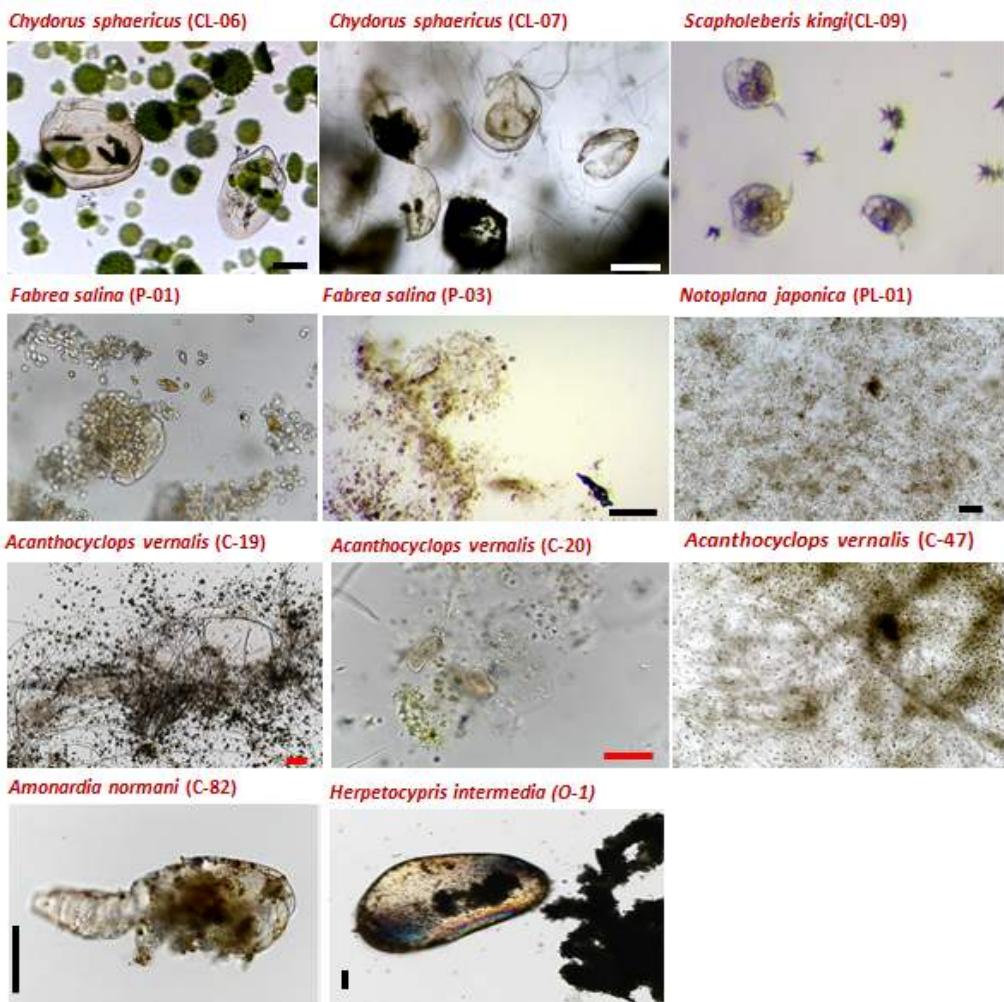


그림 28. 사멸된 동물플랑크톤 배양주



그림 29. 대표적 오동정 종의 형태적 특징

#### 나. 식물플랑크톤 배양주

한국해양미세조류은행의 식물플랑크톤은 244속 712종(2268 배양주)으로 규조류와 녹조류가 가장 많고, 와편모조류가 9%, 담녹조류가 4% 였다(그림 30). 하지만, 사멸된 종과 오염된 종들을 제외하면 226속 697종 (1973 배양주)으로 파악이 되나(그림 31), 현재도 오염종과 사멸종을 재 검정을 통해 진행하고 있으며, 2차년도에도 계속 재 검정을 통한 종의 분류를 진

행하였다.

검경을 통해 재 분류된 식물플랑크톤 배양주는 형태적 특징 확인을 위해서 사진을 촬영하였고, 해양플랑크톤 배양주 관리 체계에 적용될 수 있는 코드를 부여하고 보존실에서 배양을 진행 하였다. 플랑크톤 배양주의 오염과 사멸을 최소화 하기 위하여 플랑크톤 배양주의 형태적 특징을 고려한 보존 용기를 선택하여 접종 후, 보존하도록 하였으며 모든 용기는 1회용으로 취급하여 계대가 마무리 되면, 폐기 처분 하고 있다. 그리고 대수증식기의 해양플랑크톤은 15°C 보존실로 이동 시켜 증식시기를 조절 하고 있으며, 증식이 늦은 배양주는 배양기를 통해 증식을 유도 하고 있다.

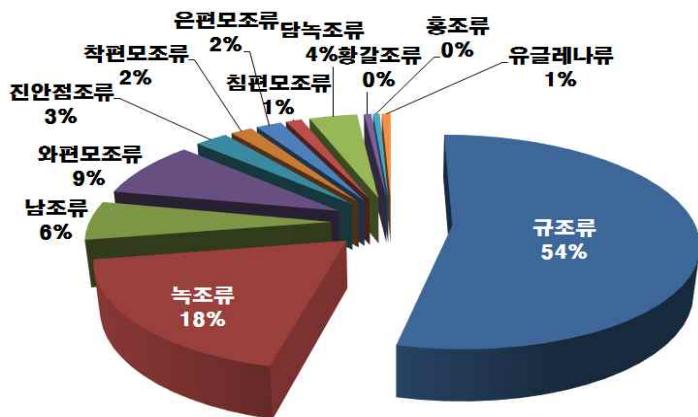


그림 30. 이관전 해양식물플랑크톤 분류군

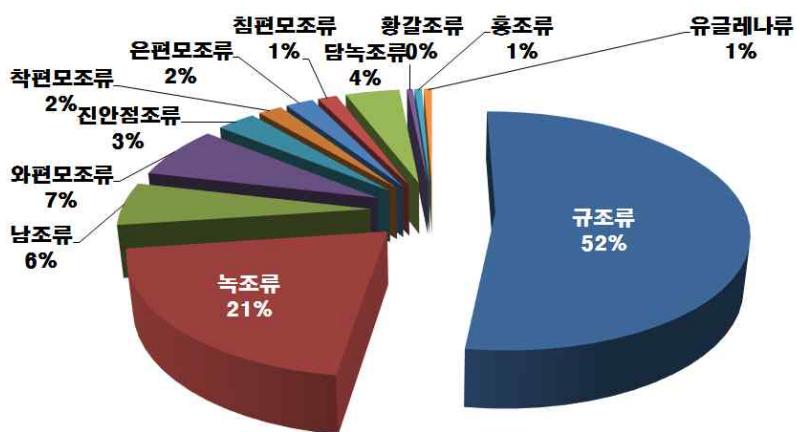


그림 31. 2016년 4월 기준 오염된 종과 사멸된 종을 제외한 식물플랑크톤 분류군

## 제 2절. 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존

### 1. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관의 운영 기반

이관된 해양플랑크톤 자원의 안정적 보존을 위해서 한국해양과학기술원 해양플랑크톤 기탁 등록보존기관에서는 4가지 시스템을 기반으로 운영된다(그림 32). 첫 번째는 다양하고 많은 해양플랑크톤 배양주를 안정적으로 보존 할 수 있는 보존실, 보존실에는 해양플랑크톤의 최적 성장을 유도 할 수 있는 특수랙이 적용되어 있다. 두 번째는 해양플랑크톤 배양주를 체계적으로 관리 할 수 있는 웹베이스 관리 시스템, 배양주의 채집정보, 동정자, 채집일자 등 다양한 정보가 저장되어 관리된다. 세 번째는 지원시설, 배양주의 형태 관찰, 유전자 분석 등의 정보, 그리고 계대를 할 수 있는 시설이다. 마지막으로 네 번째는 이러한 세가지 시스템이 맞물려 안정적으로 운용이 될 수 있도록 하는 규정이다.

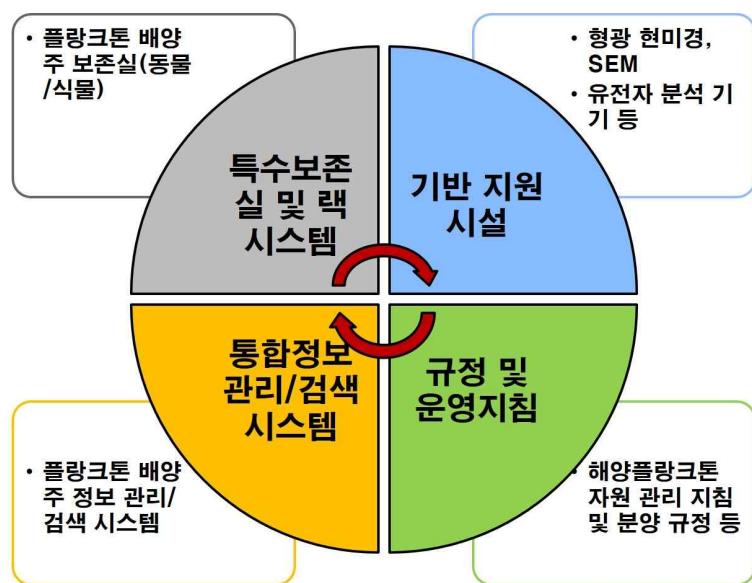


그림 32. 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 운영 기반

### 2. 해양플랑크톤 자원의 보존/관리

#### 가. 해양플랑크톤 배양주 보존실 관리

##### 1) 해양플랑크톤자원 보존 시설 위치

해양 플랑크톤 배양주 보존실은 한국해양과학기술원 남해연구소 해양시료도서관 3층에 위치해 있다. C: 동물플랑크톤 배양실, D: 식물플랑크톤 배양실, F: 먹이생물 배양실, G: 플랑크톤 증식실 (그림33)

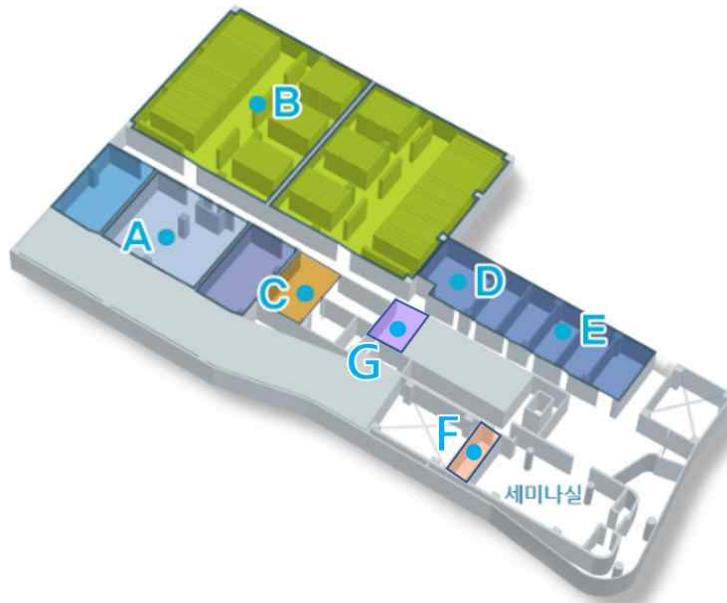


그림 33. 해양시료도서관내 해양플랑크톤자원 보존 시설 위치

## 2) 식물플랑크톤 배양주 보존실

식물플랑크톤 배양실은 해양시료도서관 3302호에 위치해 있으며, 15°C 배양실과 20°C 배양실로 나뉘어져 있으며, 보존실은 항온·항습기로 24시간 일정한 온도와 습도가 유지되어 있다(그림 34). 배양랙은 4단 선반으로 구성되어 있으며 각 선반마다 공기 순환을 위한 환풍기가 설치 되어 있으며, 식물플랑크톤의 광합성을 위해 형광등을 설치하였고 빛의 주기는 10h light: 14h Dark 조건을 자동 설정이 되도록 하였다. 그리고 다른 선반의 배양주에 빛간섭을 줄이기 위해 공기가 잘 순환되는 차단막을 설치해서 필요시 빛을 차단해 주었다. 배양주보존실 1(CR1)은 항상 온도 20°C, 습도 50%를 유지시키기 위해 항온·항습기를 작동시키며, 식물플랑크톤 관리자는 매일 1회이상 온도와 습도 점검일지를 작성하고 있다. 모든 식물플랑크톤은 계대배양 시기에 맞춰 접종한 다음 CR1 배양실에서 관리하고 있다. 15°C에서 보관 관리해야 하는 식물플랑크톤과 CR1 배양실에서 관리한 배양주의 성장을 늦추어 장기 보존하기 위해 유지시키는 배양실은 보존실2(CR2)에 위치한다.

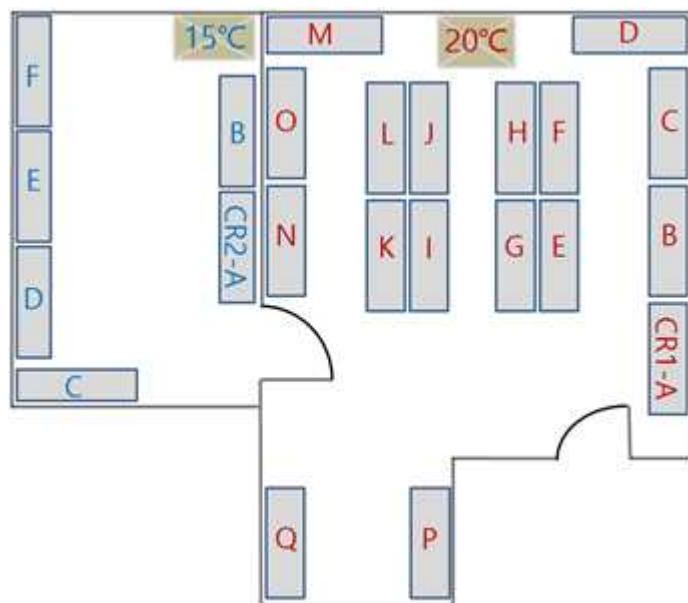


그림 34. 배양주보존실내 랙 위치

### 3) 동물플랑크톤 배양주 보존실

동물플랑크톤자원을 배양·보존 관리하는 공간으로 항온·항습기로 24시간동안 일정한 온도와 습도가 유지되도록 하였다. 온도 20°C, 습도 50%가 유지되고 있으며(그림 35), 동물플랑크톤 관리자는 매일 1회이상 온도와 습도 점검일지를 작성하도록 하였다. 배양랙은 빛 차단을 막기 위해서 4단 투명아크릴선반으로 구성되어 있으며 24시간 점등한다.



그림 35. 동물플랑크톤 배양주 보존실과 랙 번호

#### 4) 먹이생물 배양실과 증식실

동물플랑크톤의 먹이생물을 배양하는 공간으로 항상 온도 23°C를 유지시키며 동물플랑크톤 관리자는 매일 1회 이상 온도와 습도 점검일지를 작성하도록 하였으며, 보관용기에는 24시간 에어레이션이 될수록 장치해 두었다(그림 36).



그림 36. 먹이배양실(왼쪽)과 증식실(오른쪽)

#### 나. 해양플랑크톤 배양주 계대 배양

##### 1) 식물플랑크톤 배양주

식물플랑크톤 배양주의 안정적 유지를 위해 아래와 같은 순서로 계대배양을 진행하고 있다 (그림 37).

- 무균실험대에서 알코올 램프와 소형 핀셋을 이용하여 끝이 50 mm에서 60 mm인 모세관 피펫을 제작하고 뜨거운 증류수 등을 이용하여 멸균한다.
- 멸균한 파스퇴르 피펫으로 멸균 액체 배양배지 또는 여과해수 액체배지를 홀슬라이드 또는 플라스틱 페트리디쉬에 일정한 간격으로 3~4 방울 떨어뜨린 후 멸균한 모세관 피펫을 이용하여 분리할 식물플랑크톤을 홀슬라이드 위에 올린다.
- 홀슬라이드 위의 플랑크톤을 모세관 피펫을 이용하여 첫번째 액체배지로 옮겨 섞어준다.
- c)의 희석한 플랑크톤을 두번째 액체배지로 옮겨 다시 섞어주고 이 과정을 2~3 회 반복한다.

※ 반복횟수는 플랑크톤의 종류에 따라 달라지며 반복횟수가 많아질수록 세균감염을 최소화 할 수 있다.

- 액체배지를 이용하여 희석한 플랑크톤을 도립현미경과 모세관 피펫을 이용하여 한 개체씩 분리하여 f/2 배지가 담긴 96 hole well plate에 각각 접종한다.

- f) 분리한 플랑크톤은 10°C에서 20°C, 1 일 14 시간은 낮, 10 시간은 밤이 되도록 조명을 조절하여 배양한다.
- g) 분리한 플랑크톤은 24 hole well plate에서 생장시킨 후 6 hole well plate로 옮겨 배양하여 증식시킨다.
- h) 플랑크톤의 증식정도는 도립현미경으로 매일 관찰한다.



그림 37. 식물플랑크톤 계대배양 절차

## 2) 동물플랑크톤 배양주

동물플랑크톤 배양주의 안정적 유지를 위해 다음과 같은 절차로 계대를 하고 있다.

- a) 환수할 물을 준비.

60 psu 배양주: 여과해수+ 천일염 혼합 (정제염 사용 금지!)

30~33 psu 배양주: 여과해수만을 사용

0 psu 배양주: 여과담수만을 사용

0~30 psu 사이 서식 배양주: 중류수+ 여과해수를 희석

- b) 배양실에서 환수할 시료를 운반

c) 해당 생물의 전용 sieve를 준비하고, 수돗물로 간단히 한번 헹굼(망이 건조된 상태에서 거르면, 생물들이 손상을 입을 수 있으므로)

- d) 환수 할 생물의 비커에 QR코드를 붙여준다. 환수 날짜를 기입

e) QR코드에 적힌 생물이 요하는 psu를 확인 후, 새로운 비커에 400 ml 넣음

- f) Petri dish 위에 sieve를 올려두고 천천히 환수를 시작

g) Sieve가 끝나면 조심스럽게 새로운 비커에 옮겨 담고, 해당 psu가 담긴 핸드비커를 이용하

여 sieve를 헹궈내면서 총 용량을 800 ml로 맞춘

h) 이와 같은 상황을 반복하며 환수를 완료한다.

I) 환수 완료 후 곧바로 배양실로 운반한다.

j) QR 코드를 스캔하여 배양주 정보를 확인한다.

배양수의 보충은 배양생물의 환경조건과 맞는 염분(예, 0, 10, 15, 20 psu)으로 맞춘 후, 배양수를 보충하고 있다/

준비물: 20L 말통(여과해수), 중류수, 2000 ml 유리비커

배양수 보충 전날: 여과해수, 담수, 중류수를 준비하여 최소한 하루 전날 배양실에 보관 배양수 당일 보충을 원칙으로 한다.

a) 보충할 물을 준비

60 psu 배양주: 여과해수+ 천일염 혼합 (정제점 사용 금지!)

30~33 psu 배양주: 여과해수만을 사용

0 psu 배양주: 여과담수만을 사용

0~30 psu 사이 서식 배양주: 중류수+ 여과해수를 희석

b) 증발한 배양주 용량만큼 총 용량을 800 mL 되도록 맞춘다.

### 3) 먹이생물

먹이생물은 해수종 3 종, 담수종 2 종 배양. 다만 먹이생물의 갑작스런 대량 사망이 발생할 우려가 있으므로 배양은 2~3 반복구로 진행 또한 먹이생물이 공기 중에 퍼져나가 원종을 오염시킬 수 있으므로 원종과 멀리 떨어져 배양하고 있다. 먹이생물의 유지는 다음과 같은 절차로 진행 하고 있다.

a) 용기 멸균

- 새 배양 용기를 사용할 때, 용기 자체를 멸균시키기 위해 1 차 중류수를 조금만 넣어 121°C에서 15 분간 멸균(예, 3000 mL 플라스크의 경우, 1 차 중류수를 600 mL 정도 넣음) 또는 기존 투명 배양용기를 세척 후, 접종 하루 전에 70% 알코올로 닦아낸 후 사용한다.

- 유리관은 세척 후 멸균, 사용 전에 70% 알콜로 닦아낸 후 사용

b) 해수산 먹이생물: Isochrysis galbana, Tetraselmis suecica, Nannochloris oculata.

준비물: f/2 배지 (30 psu 여과해수 사용), 유리관, 10 L Nalgen bottle (배지멸균용), 10 L 투명 배양용기 사용.

- Nalgen bottle에 여과해수와 배지 넣어 멸균하여 사용.

- 접종량 : 배지 용량의 20 ~ 30%. 최소 1 통 이상은 유지하여야 함

c) 담수산 먹이생물: Chlamydomonas sp., Scenedesmus sp.

- 준비물: 담수산 JM 배지 (3차 증류수 사용), 2 L 유리 플라스크, 유리관
- 세척한 2 L 유리 플라스크 용기에 증류수와 배지를 넣어 멸균하여 사용.
  - 접종량 : 배지 용량의 20 - 30%. 최소 1 통 이상은 유지하여야 함
- ※ 접종량은 배양되어 있는 종의 밀도에 따라 차이가 나며, 배양 용기와 용량이 작을 경우 접종 밀도가 너무 높지 않게 주의해야 함.

#### 다. 해양플랑크톤 배양주 정보 관리

해양플랑크톤 기탁등록보존기관은 모든 배양주를 배양주 특성에 맞는 보존실에 위치하여 보존하고 있으며, 각 배양주의 모든 정보(채집위치, 배양주 동정자, 배양조건 배양주 사진 등)와 함께 웹을 기본으로 한 관리 시스템에 저장하여 보관하고 있으며(그림 38), 이와 함께 정보의 손실을 방지하기 위하여 서면으로도 작성하여 보관 중이다 정보에 대한 기본 관리는 다음과 같다.

- 해양시료저장고에 입고된 시료는 기본정보자료(metadata)와 함께 각 시료의 특성에 맞게 저장고에 보관·관리한다.
- 해양시료도서관은 시료와 관련한 정보를 전산화하여 장기간 보존이 가능토록 하고, 천재지변 및 비상사태에 대비하여 2부 이상의 부분을 제작하여 별도 저장하여야 한다.
- 해양시료도서관은 시료의 손망실, 훼손 방지를 위하여 저장고의 적정 온도 및 습도를 유지하고 충해를 예방하여야 한다.

The screenshot displays the KRISS system's phytoplankton culture management module. Key features shown include:

- Header:** KRISS 해양시료 정보 관리 시스템
- Top Navigation:** 자료조사 | 생물조사 | 물질조사 | 풍물조사 | 해양시료 | 환경조사 | 서비스 | 서비스센터 | 문화재 관리
- Left Sidebar:** 분류군 코드 관리 (1), 시료종류 선택 (2), 분류군 명 (3)
- Central Content:**
  - Phytoplankton Culture Management:** A large table showing culture details (Culture ID, Name, Status, etc.) with a red box around the 'Culture' column header.
  - Search Function:** A search bar with a red box.
  - Buttons:** 순서, 신규저장, 수정
- Bottom Left:** A list of phytoplankton families (4) with a red box around the first item: Radiolariae.
- Right Side:**
  - Search Results:** A list of phytoplankton species.
  - Image:** A micrograph of a phytoplankton cell labeled LIMS-ZS-59 with a scale bar of 100 μm.
  - Footer:** 지침 (Red box)

그림 38. 플랑크톤 배양주 정보 관리 시스템

#### 라. 동물플랑크톤 배양주 종 동정에 대한 명확성 확보

해양플랑크톤 기탁등록보존기관에서는 해양미세조류은행으로부터 이관 받은 자원의 안정적 보존과 동정된 종의 명확성 확보를 위하여 식물플랑크톤, 동물플랑크톤의 모든 배양주의 재동정을 진행하고 있으며, 2차년도인 2016년도에는 모든 동물플랑크톤 배양주의 형태적 특징과 계통분석을 진행하였다. 동물플랑크톤의 경우, 오염된 배양주가 많았기 때문에, 오염물질을 제거한 후 광학현미경을 통하여 종의 형태적 특징을 파악 한 후(그림 39), 주사전자 현미경을 통해 세밀한 형태를 관찰 한 후 유전자 분석을 진행하였다.



그림 39. 오염물질이 제거된 동물플랑크톤 배양주의 형태적 특징

유전자 분석을 통한 계통분석은 배양되고 있는 동물플랑크톤 샘플을 각 번호별로 알콜 및 생시료를 이용하였으며, DNA를 추출하였다. 초순수에서 30분 동안 다시 수화시킨 후 8분 동안 전자레인지에서 가열했다. DNeasy Blood & Tissue Kit (QIAGEN)를 이용하여 전체 개체에 대해 DNA 추출 작업을 실시하였으며, Mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (mtCOI) 유전자(595bp)의 일부 서열을 증폭하여 서열 분석 작업을 진행했다. 이러한 서열 분석은 mtDNA 유전자의 부분 서열을 기반으로 실시했다. 최적화된 PCR 조건은 denaturing 94~95 °C에서 3~5분, denaturing 94~95 °C에서 20~60초, annealing 43~45 °C에서 30~90초, extension 72°C에서 1~3분, extension 72°C에서 5~10분간 33~40사이클을 실시했다. PCR 증폭은 1.5% 아가로스겔(agarose gel)에서 수행하였으며, PCR은 멸균된 Accuprep

⑤ PCR gel Purification kit (Bioneer, Korea)을 사용하였으며, Sequencing은 개제된 프로토콜(Bucklin, 2000)에 따라 PCR 증폭 산물을 Sequencing을 통해 진행했다. 확인된 염기서열은 Cluster W 프로그램을 이용하여 multiple alignment 하였고, MEGA 5 프로그램에서 계통수를 작성하였다. Bootstrap은 1000 replicates를 적용하였다(그림 40).

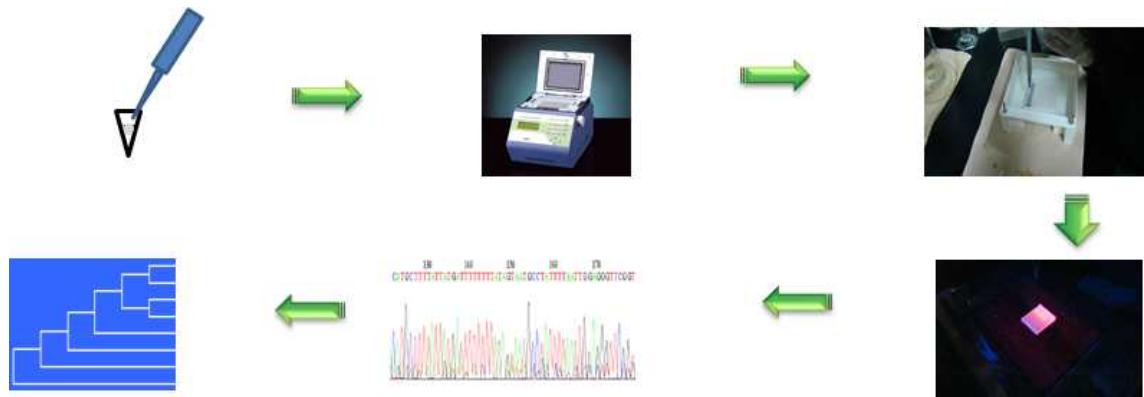
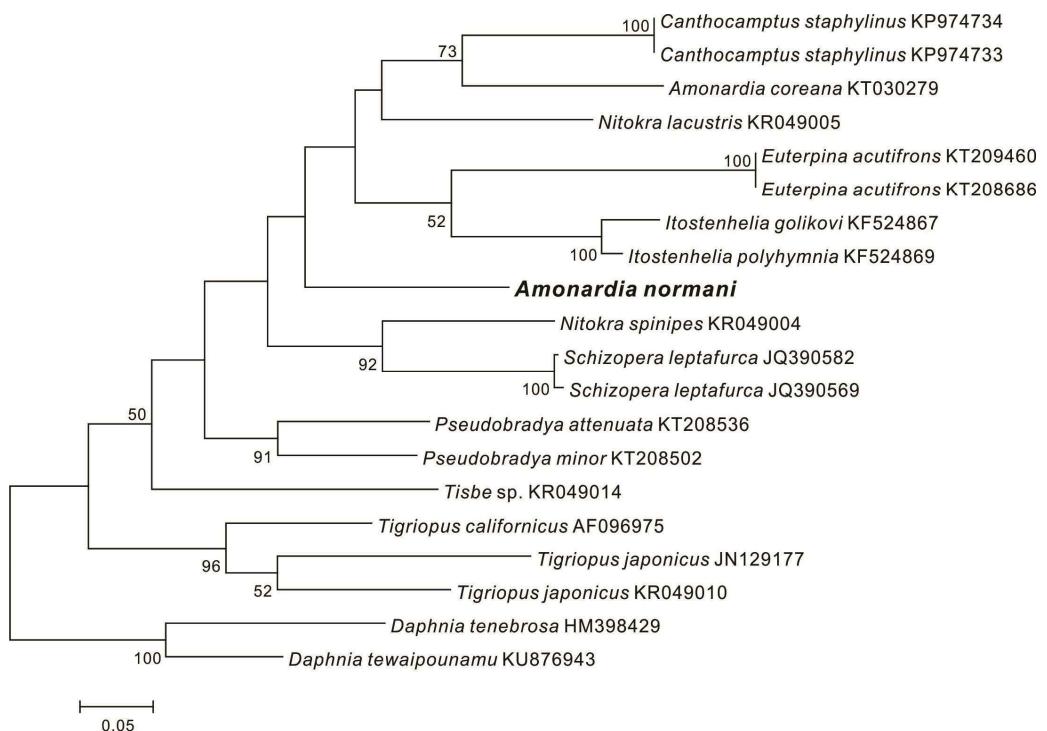
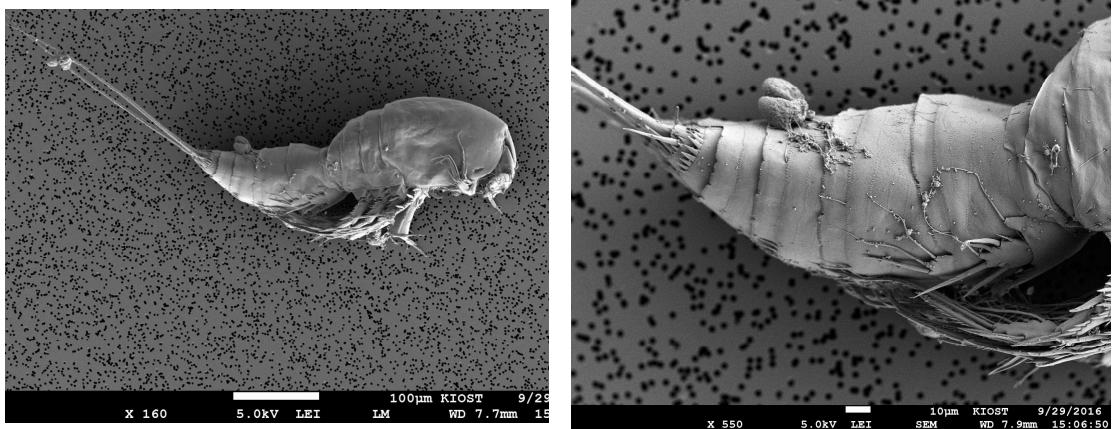


그림 40. 계통분석 모식도

#### - *Amonardia normani* [LIMS-ZS-5]

암컷: 몸길이 약 920  $\mu\text{m}$ 이며, 몸은 실린더형이다. 체색은 살아 있을 때는 밝은 갈색이고, 포르말린액에 보존시 회백색이다. 이마돌기는 잘 발달하며 위에서 보았을 때 삼각형에 가깝다. 두흉절의 길이는 다음흉절 3마디의 합과 비슷하다. 후체부는 뒤로 갈수록 좁아진다. 생식이중 절의 배측면(背側面)에는 유합된 흔적이 남아 있다. 후체부의 각 체절 뒷가장자리에는 잔가시열이 있고, 그 뒤로 뒷가장자리가 센털줄로 장식된 투명막이 있다. 생식이중절과 다음 두 복절의 잔가시열 사이에는 좌우로 2~3쌍의 긴 감각모가 나 있다. 미차는 원통형으로, 서로 평행하고, 길이보다 폭이 훨씬 더 넓다. 미차 안가장자리 끝부분에 잔가시열이 있다. 옆꼬리강모 2개(꼬리강모 I, II)는 미차의 끝 약 1/3인 곳에 위치한다. 안꼬리강모는 바깥꼬리강모보다 조금 짧다. 등꼬리강모는 안가장자리 근처에서 비롯한다. 제1총각은 8마디로 나뉘는데, 띠모양 총모는 4번째 마디의 앞끝모서리에 위치한다. 끝마디는 약간 길다. 제2총각의 외지는 3마디로 이루어지는데, 둘째마디는 매우 짧다. 첫째마디에 1개, 그리고 셋째마디에 3개 등 모두 4개의 강모가 나 있다. 제1흉지는 내·외지 모 끝 1/5인 곳에 강모가 있다. 끝마디에는 발톱 모양 가시가 2개, 작고 가느다란 강모가 안끝모서리에 1개 있다. 외지 둘째마디는 길고 안가장자리에 강모가 1개 있다. 끝마디에는 강모가 4개 있다. 제2~4흉지는 모두 유형형이다. 제2~4흉지의 가시/강모식은 다음과 같다: 제2흉지 기절 1-0 외지 I-1; I-1; III,2,2 내지 0-1; 0-2; I,2,1 제3흉지 기절 1-0 외지 I-1; I-1; III,2,3 내지 0-1; 0-2; I,2,3 제4흉지 기절 1-0 외지 I-1; I-1; III,2,2 내지 0-1; 0-1; I,2,2 제5흉지는 기내지와 외지의 2마디로 뚜렷이 구분된다. 기내지의 끝은 외지의 중간에 거의 도달하고, 모두 5개의 강모가 나 있다. 외지는 둥글납작하며 오각형에 가까운데, 가장자리를 따라 모두 6개의 강모가 있다. 포란한 암컷은 복부에 한

쌍의 알주머니를 지닌다. 수컷: 몸길이 약 750  $\mu\text{m}$ . 암컷보다 다소 작고 더 훌쭉하다. 제1흉지 내지 첫째마디는 암컷에서 보다는 덜 길쭉하지만, 외지 전체 길이보다는 훨씬 더 길다. 제2흉지 내지는 변형되었는데, 끝마디의 끝부분가까이에 길다란 강모가 1개 있고, 끝에는 낚시바늘 모양의 가시와 원추형의 돌기 또는 가시가 있다. 제5흉지의 외지는 서양배 모양이고, 4개의 강모가 있다. 기내지는 약하게 돌출하며, 2개의 강모 중 안쪽의것이 바깥쪽의 것에 비해 3~5배 정도 길다

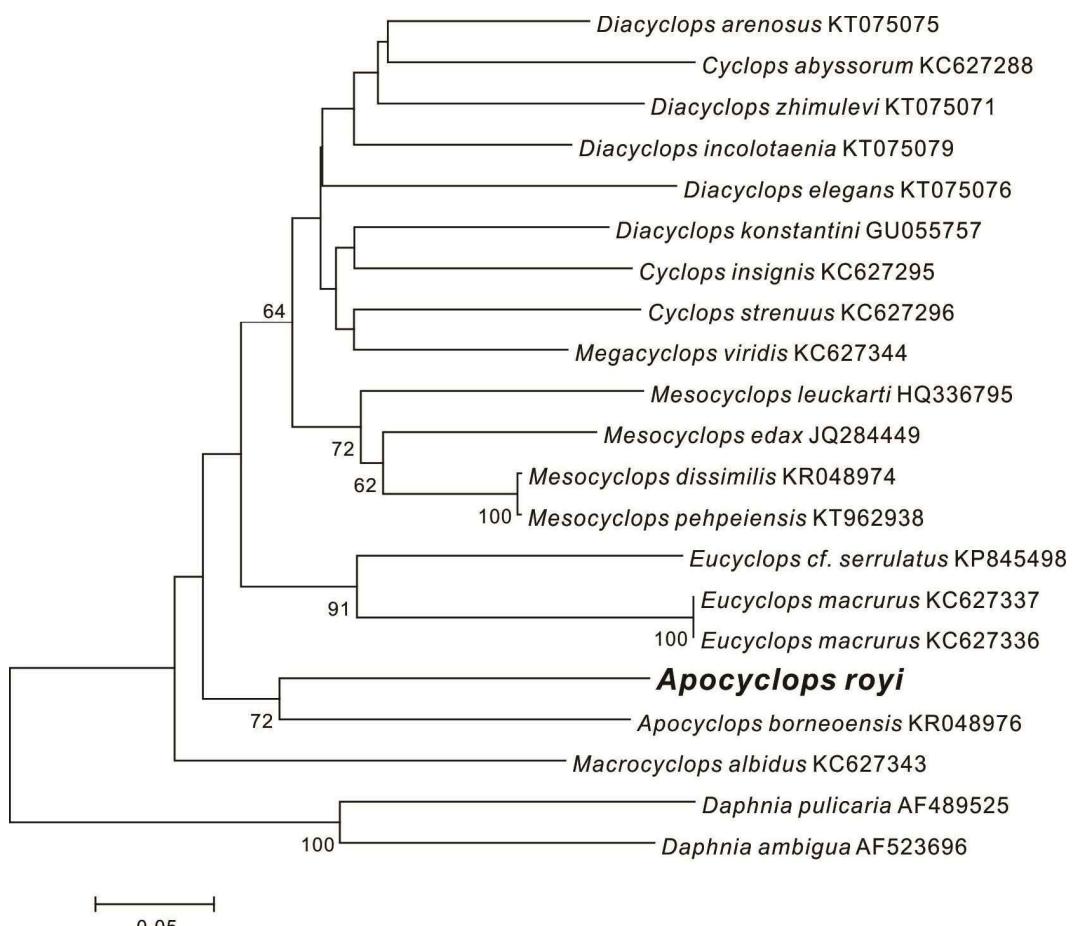
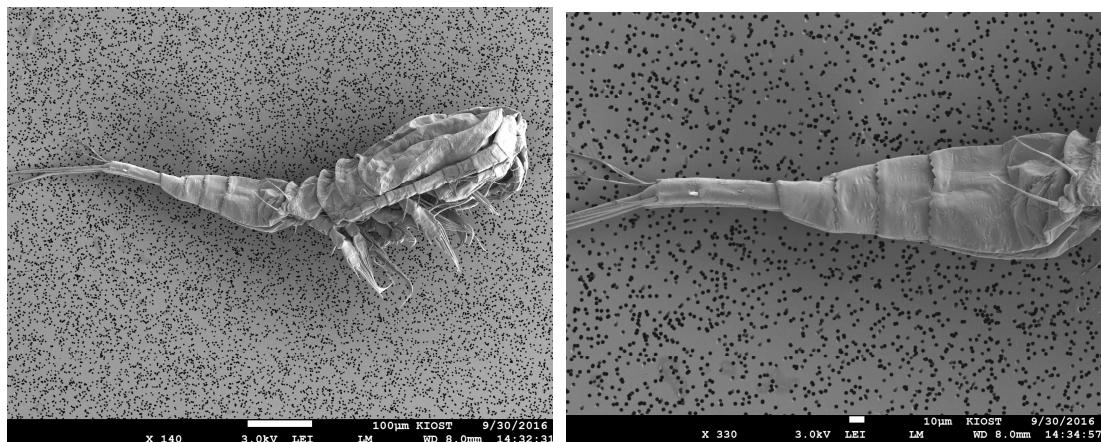


- *Amonardia normani*의 형태적 모습과 유전적 거리

#### - *Apocylops royi* [LIMS-ZS-12]

암컷의 몸길이는 1mm 전후로, 훌쭉하다. 전체부는 긴 타원형이고, 후체부는 매우 길쭉하다. 두흉절은 앞으로 돌출하는데, 뒤의 흉절 3개를 합한 길이의 2배 정도이다. 제4흉절의 뒷옆모서리는 바깥을 향해 약간 돌출한다. 생식이중절은 길이가 폭보다 훨씬 길다. 생식이중절은 그 다음 복절 3개를 합한 만큼 긴데, 앞쪽에서 1/3까지의 부분은 옆으로 부풀어 있다. 저정낭은

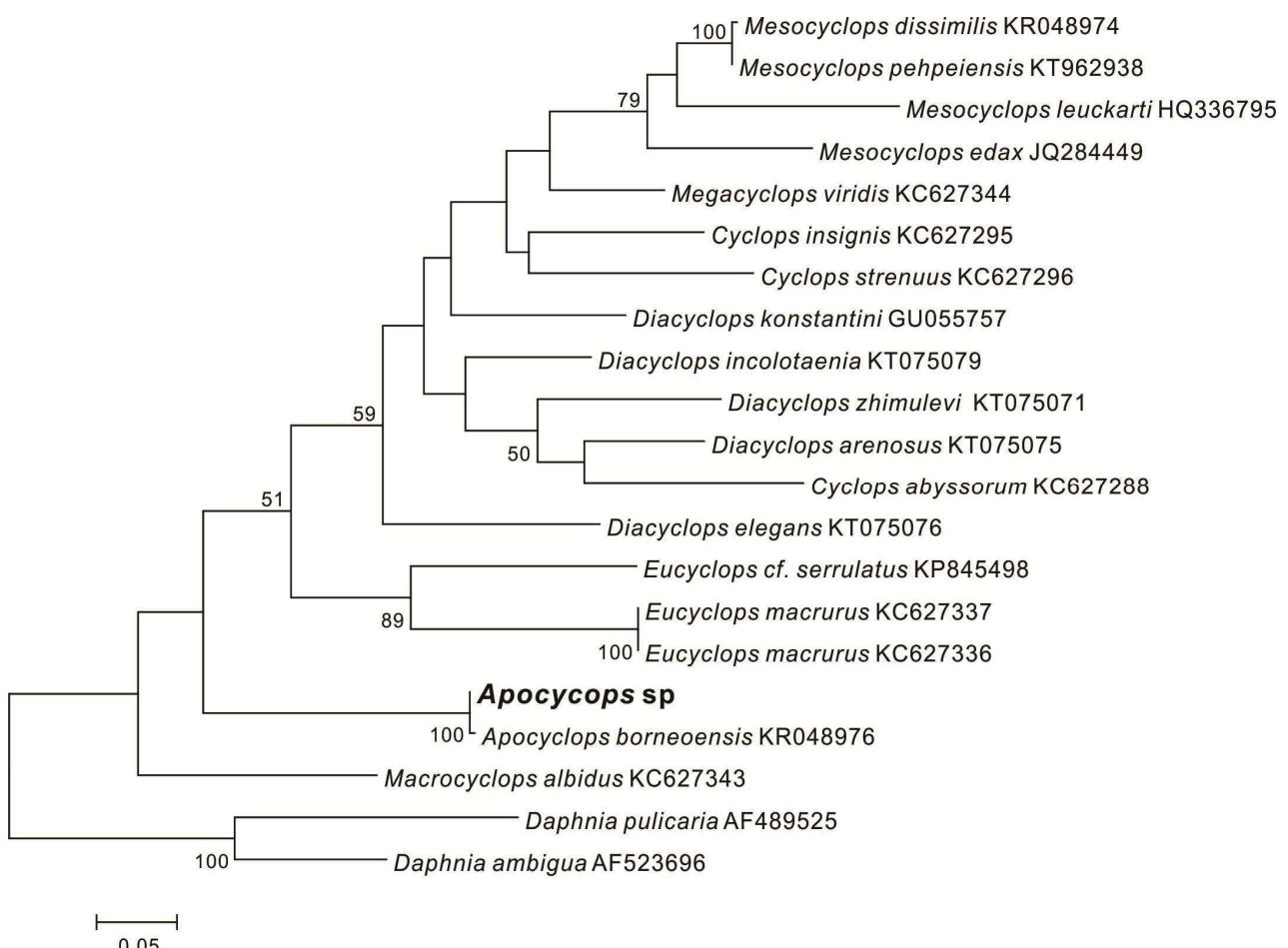
항아리 모양인데, 전반부는 윗입술 또는 항아리 뚜껑의 형태로 납작하고, 후반부는 커다란 원통형이다. 항문판은 약간 불록하고, 뒷가장자리는 매끈하다. 미자는 매우 길고 가늘어, 길이가 폭의 약 8배가량이며, 서로 평행하게 뻗어 있다. 제1족각은 11마디로 이루어지며, 전체부의 뒷가장자리에 조금 못 미친다. 제2족각의 기절에는 바깥모서리에 외지를 나타내는 강모 1개와 안가장자리에 강모 3개가 있다. 고수온기(高水溫期)에 해안 습지나 기수 용덩이에서 발견된다.



- *Apocyclops royi*의 형태적 모습과 유전적 거리

- *Apocyclops borneoensis* (*Apocyclops* sp.) [LIMS-ZS-20]

암컷: 몸길이 1mm 전후로, 훌쭉하다. 전체부는 긴 타원형이고, 후체부는 매우 길쭉하다. 두 흉절은 앞으로 돌출하는데, 뒤의 흉절 3개를 합한 길이의 2배 정도이다. 제4흉절의 뒷옆모서리는 바깥을 향해 약간 돌출한다. 제5흉지의 기절은 제5흉절에 유합하여, 제5흉지의 옆강모가 제5흉절의 옆모서리에 나 있는 것처럼 보이고, 위에서 내려다 볼 때 제5흉지의 외지와 강모가 제5흉절의 바깥쪽으로 엿보인다. 생식이 중절은 길이가 폭보다 훨씬 길다. 생식이중절은 그 다음 복절 3개를 합한 만큼 긴데, 앞쪽에서 1/3까지의 부분은 옆으로 부풀어 있다. 저정낭은 항아리 모양인데, 전반부는 윗입술 또는 항아리 뚜껑의 형태로 납작하고, 후반부는 커다란 원통형이다. 항문판은 약간 불록하고, 뒷가장자리는 매끈하다. 미차는 매우 길고 가늘어, 길이가 폭의 약 8배가량이며, 서로 평행하게 뻗어 있다. 미차의 안 또는 바깥가장자리에는 털이 없으나 말단부에서 멀지 않은 곳의 등면에 잔가시들이 비스듬히 배열한다. 옆가장자리 기부의 결각은 뚜렷하지 않다. 옆꼬리강모는 미차의 바깥가장자리 끝으로부터 1/3 되는 곳에 위치한다. 바깥꼬리강모는 안꼬리강모보다 1.5~2.0배 길고, 등꼬리강모 길이의 절반 정도이다.

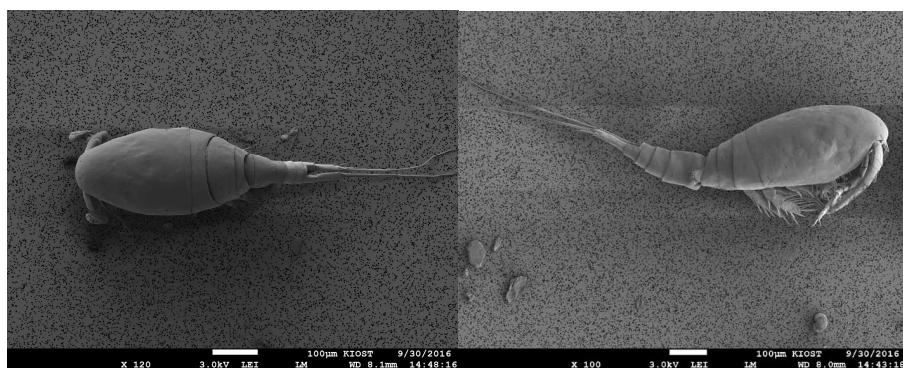


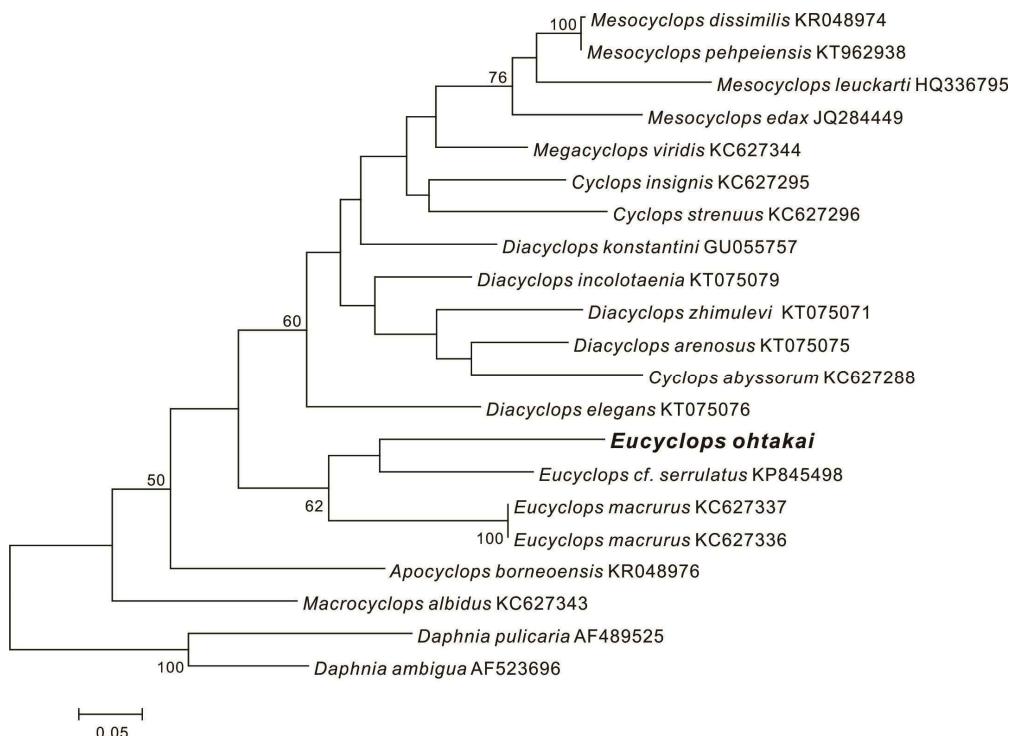
- *Apocyclops borneoensis* (*Apocyclops* sp)의 유전적 거리

### - *Eucyclops ohtakai* [LIMS-ZS-20]

몸길이 780~1,030  $\mu\text{m}$ . 체색은 알코올 또는 포르말린액에서 보통 유백색을 띤다. 전체적으로 유선형을 이룬다. 두흉절은 앞으로 돌출하고, 제3~5흉절의 뒷옆모서리는 뒤로 뾰족하게 돌출한다. 생식이중절은 길이가 폭보다 조금 더 길고, 앞부분은 약간 부풀었다. 서정낭은 톱니꼬리검물벼룩 종군의 전형적인 모양이다. 항절의 뒷가장자리에는 등, 배쪽 모두 8~12개의 잔가시들이 열지어 있다. 항문판의 뒷가장자는 등그스름하지만 예쁜톱니꼬리검물벼룩(*E. roseus*)에서처럼 강하게 돌출하지는 않는다.

미차의 길이와 폭의 비는 4.5~6.0배로 개체에 따라 변이가 크다. 미차는 뒤로 가면서 서로 약간씩 벌어지며, 옆가장자의 끝에서 1/3 근처에서 바깥쪽으로 훈다. 톱니열은 미차 바깥가장자의 앞뒤 양 끝부분을 제외하고는 거의 전체에 걸쳐 나 있으며, 끝부분에서 약간 더 커지지만 특별히 크고 날카롭게 돌출하지는 않는다. 미차 안가장자리나 등배의 표면은 특별한 잔가시열이나 돌기 없이 매끈하다. 옆꼬리강모는 매우 작으며 약간 등쪽에 위치한다. 바깥꼬리강모는 굵고, 안꼬리강모보다 약간 짧다. 등꼬리강모는 안끝모서리 근처에서 비롯하는데, 안꼬리강모보다 1/3 정도 짧다. 제1촉각은 제3흉절의 뒷가장자리에 약간 못 미친다. 모두 12마디로 이루어지는데, 끝의 3마디는 유난히 길다. 마지막 3마디에는 뒷모서리를 따라 좁은 투명막이 있고, 그 중간에 작은 강모가 있다. 제2촉각기절의 앞면 안끝모서리와 뒷가장자리 근처에는 센털이 없다. 뒷면 바깥끝모서리에는 보통 가시열이 없으나, 때로 모서리 기부에 2~3개의 잔가시가 약하게 나는 경우도 있다. 제1소악의 수(maxillular palp)측면에는 가시열이 없다. 제2소악의 전기절(praeoxa) 바깥가장자리 끝부분에는 잔가시열이 존재한다. 제1~4흉지는 내·외지 모두 3마디씩으로 이루어진다. 가시식은 3,4,4,3이고, 강모식은 5,5,5,5이다. 제 1~4흉지에서 가시/강모의 배열은 톱니꼬리검물벼룩(*E. serrulatus*)과 같다. 제1흉지의 기절 안끝모서리에 있는 강모는 내지 둘째마디의 중간에 거의 다다른다. 제4흉지의 연결판의 뒷면 복판에는 털줄이 약하며, 뒷가장자리에는 털이 듬성듬성 나 있거나 뒷가장자리 가운데 부분에 털이 없다. 제4흉지 외지 셋째 마디의 끝가시는 약하며, 통상 셋째마디의 길이보다 조금 짧다. 내지 셋째마디는 톱니꼬리검물벼룩류의 전형적인 모습으로, 안가시는 보통 바깥가시보다 1.2~1.5배 가량 길다



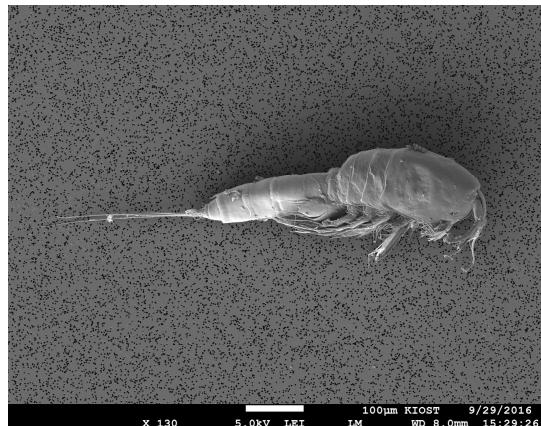
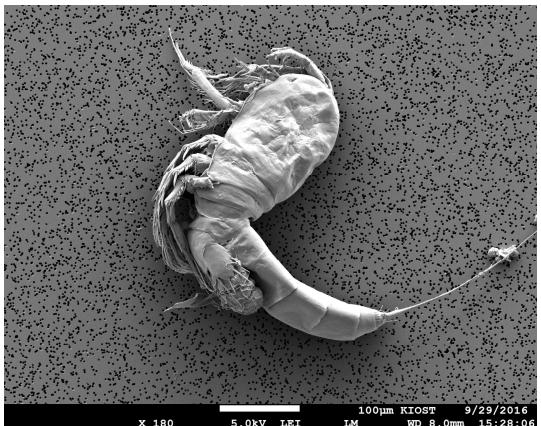


- *Eucyclops ohtakai*의 형태적 모습과 유전적 거리

#### - *Neotachidius coreanus* [LIMS-ZS-24]

암컷: 몸길이 약 830 $\mu\text{m}$  내외. 전형적인 외형은 *N. parvus*와 유사하나, 앞종보다 약 30% 더 크다. 생식절 복면의 생식공 뒤에 난 가시열은 3줄인데, 맨 앞쪽의 것은 한 가운데 부분이 비어 있어 불연속적이다. 후체부 체절의 등면 뒷가장자리를 따라 가시열이 나 있는데, 앞종에 비해 길고 날카롭다. 미차는 납작한 직사각형으로, 등쪽에서 보면 길이와 폭이 거의 비슷한 것처럼 보이나, 배쪽에서 보면 길이가 폭보다 약 1.2배 더 길다. 등면 안쪽에 잔가시열이 비스듬하게 나 있다. 옆꼬리강모는 미차의 바깥가장자리의 기부와 등쪽 한가운데 근처에 있는 등꼬리 강모 옆에 위치한다. 등면의 옆모서리 근처에 약한 잔가시열이 비스듬하게 나 있다. 바깥꼬리 강모는 매우 굽고 가시모양으로, 안꼬리강모보다 1.5~2배 길다.

수컷: 몸길이 약 460 $\mu\text{m}$ . 제2흉지의 내지 둘째마디 안가장자리는 앞종보다 약하게 부풀었는데 안끝모서리에 난 가시 모양 돌기는 안가장자리와 약 130~150°C를 이루며 바깥쪽을 향한다. 끝마디의 앞면에는 가시열이 빗살 모양을 이루고, 옆끝모서리에는 가시형의 뾰족한 2차 돌기가 있다. 제2흉지의 내지와 외지 모두 둘째마디가 셋째마디보다 약 1.5배 길다. 제5흉지와 제6흉지는 앞종과 대동소이하다

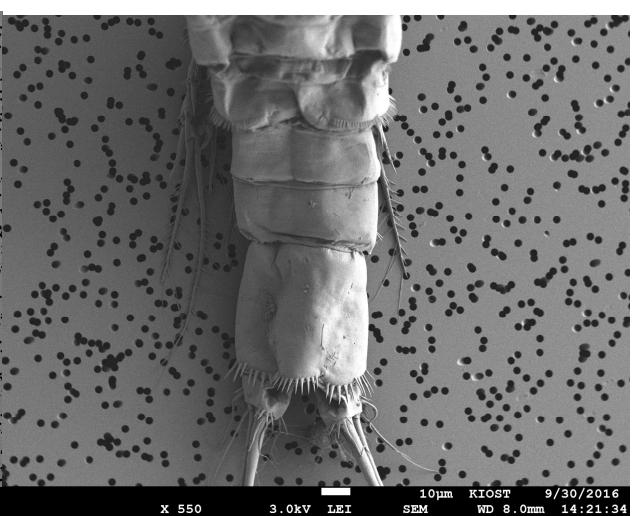


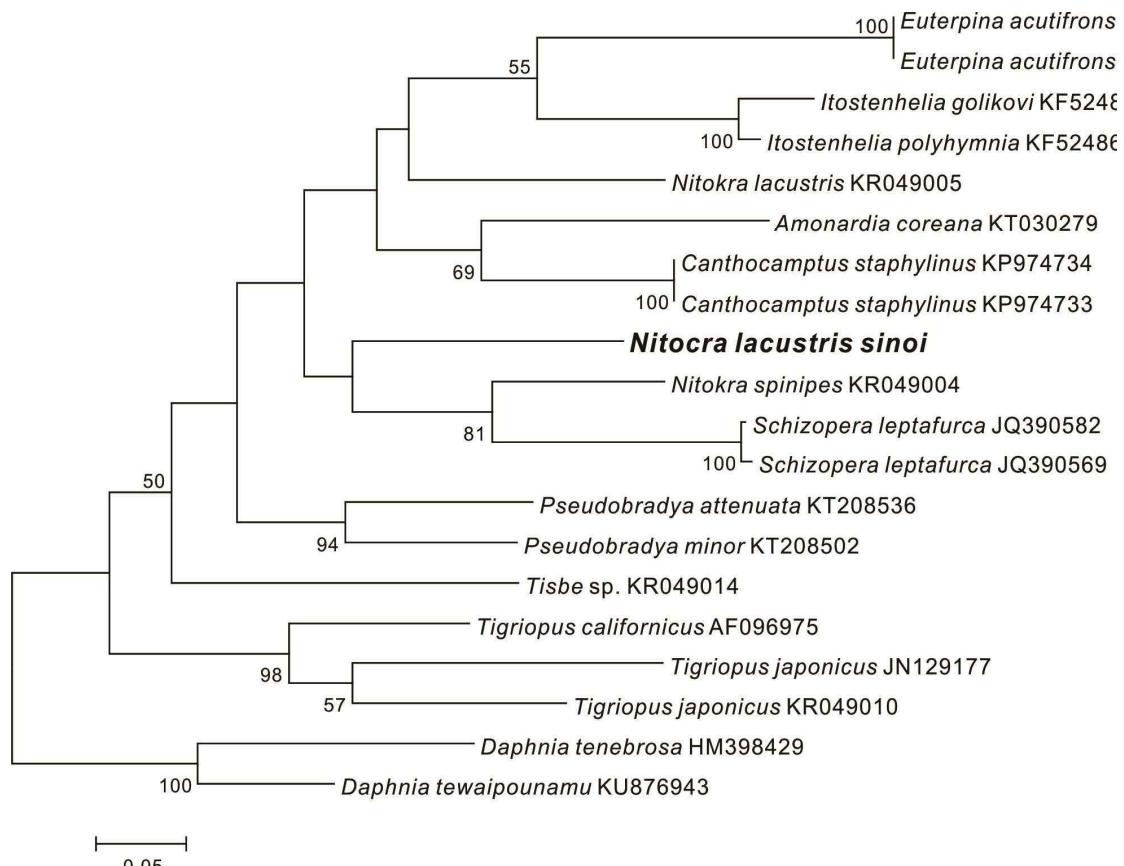
- *Neotachidius coreanus*의 형태적 모습

- *Nitocra lacustris sinoi* [LIMS-ZS-23]

암컷: 몸길이 610~650 µm. 소형으로 몸은 가늘고 길다. 생식이중절은 불완전하게 유합되어 흔적이 남아 있다. 후체부 각 체절의 등면 가운데 부분에는 잔가시열이 없다. 항절의 등면 뒷 가장자리에는 삼각형의 잔니들이 7~10개 열지어 있으며, 복면 중앙에는 각질이 두터워진 직사각형의 비후부가 있다. 항절의 배쪽 안끝모서리에 난 털들은 그다지 길지 않다. 항문판의 뒷 가장자리에는 길고 큰 가시가 7~8개나 있다.

수컷: 몸길이 약 530 µm. 제5흉지의 기내지는 돌출하지 않으며, 2개의 강모 중 안쪽의 것은 크고 억세며 털이 나 있다. 외지는 알모양으로 길이는 폭의 약 1.5배로, 모두 6개의 강모가 나 있다.

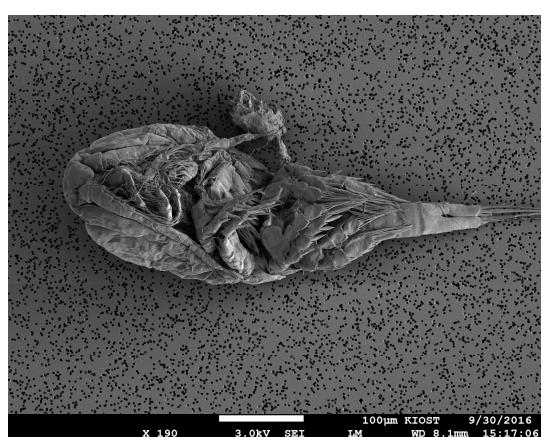
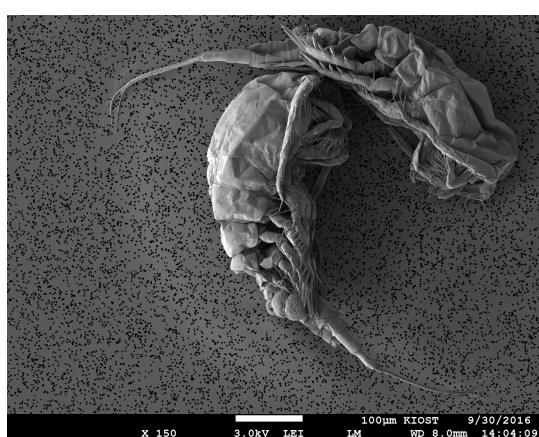




- *Nitocra lacustris sinoi*의 형태적 모습과 유전적 거리

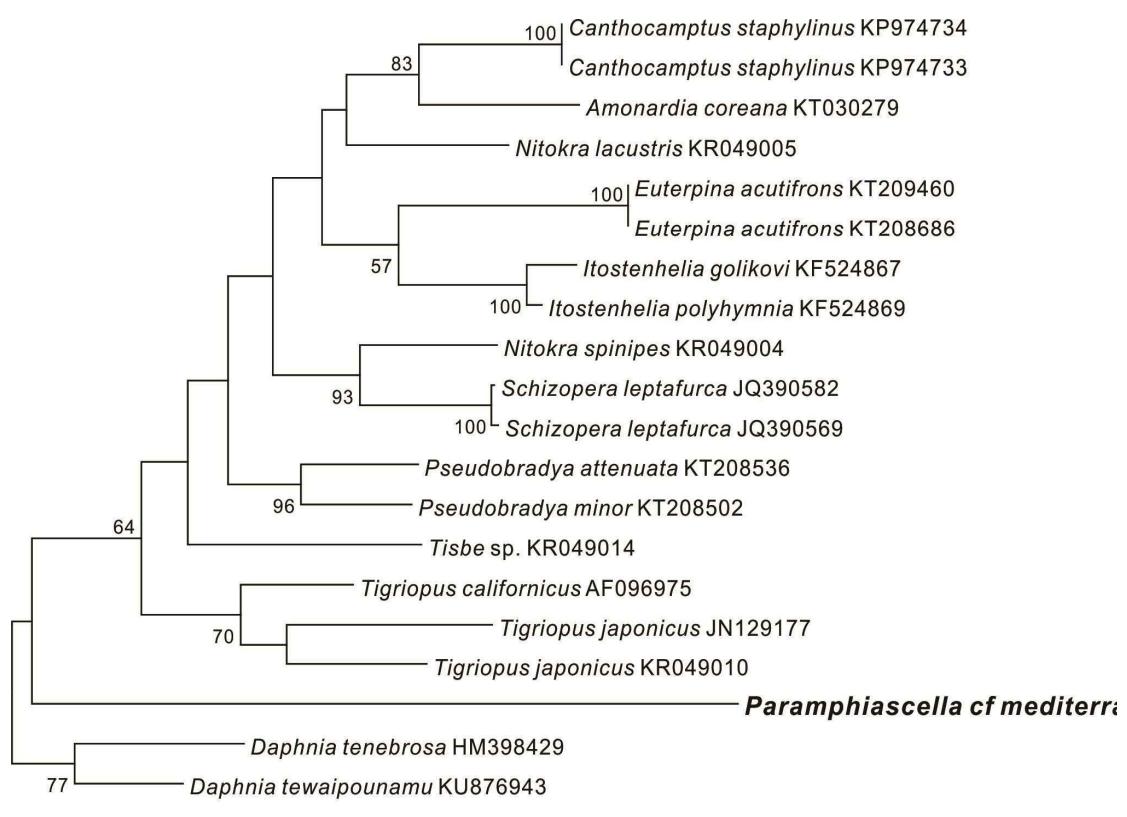
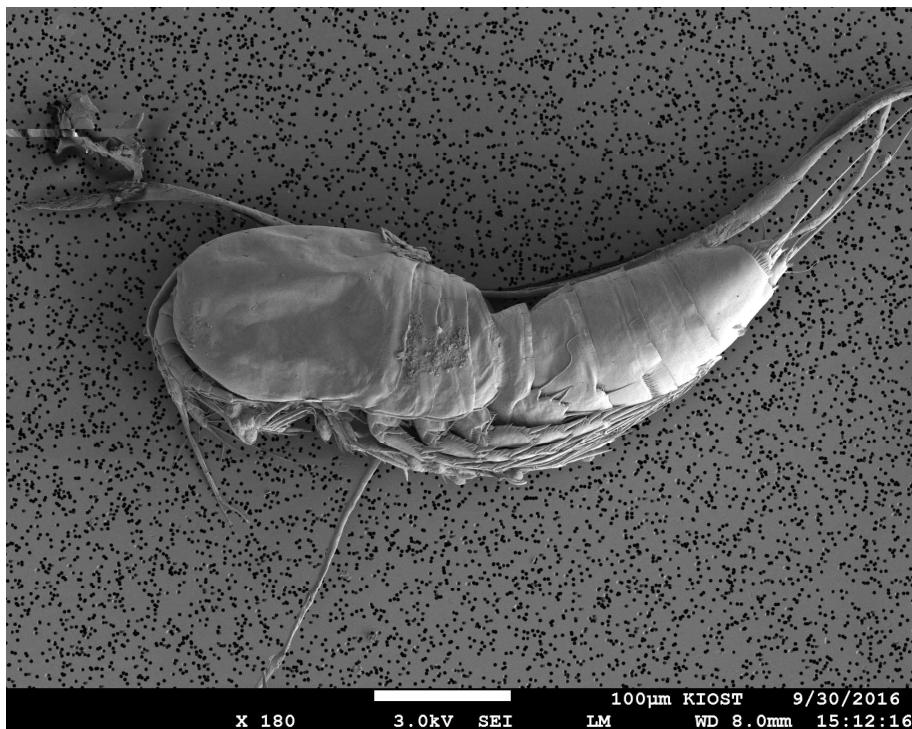
#### - *Paracyclopina nana* [LIMS-ZS-35]

몸통은 대체로 작으며 난형에 가깝다. 꼬리는 잔가시에 뒤덮인 형태를 띠고 있으며, 유영운동을 한다. 성체의 길이는 349~388um, 폭은 131~167um이며, Nauplius는 몸통은 길이가 폭에 비해 1.5배 정도의 긴 난형이며, 붉은 안점을 갖고 있다. 유생단계의 경우 몸통은 성체에 비해 크기는 작지만 형태는 매우 비슷하며, 마디가 뚜렷하지 않다.



- *Paracyclopina nana*의 형태적 모습

- *Paramphiascella cf. mediterranea* [LIMS-ZS-2]

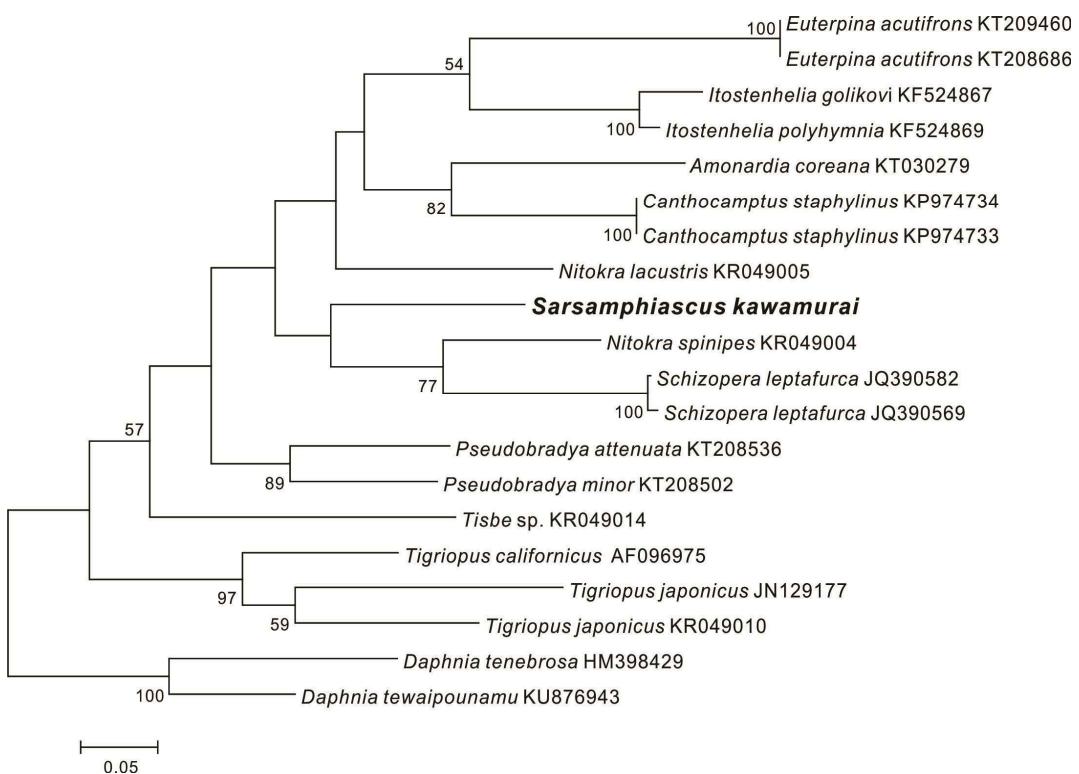
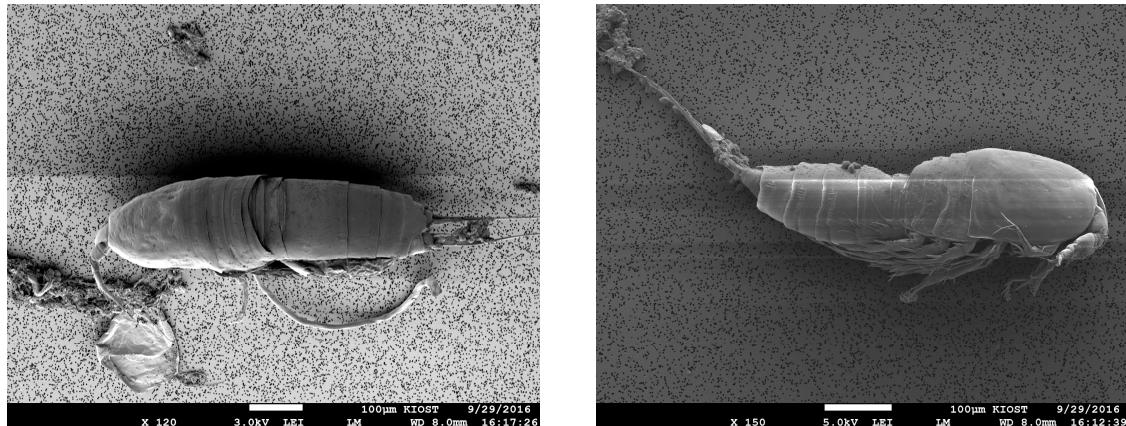


- *Paramphiascella cf. mediterranea*의 형태적 모습과 유전적 거리

- *Sarsamphiascus kawamurai* [LIMS-ZS-8]

암컷: 몸길이 630~720  $\mu\text{m}$ . 몸은 길쭉한 실린더형이고, 전체부와 후체부의 구별이 뚜렷하지 않다. 온몸에는 잔털과 가시로 덮혀 있다. 항절을 제외한 각 체절의 뒷가장자리는 톱니열 없이 매끈하다. 이마돌기는 잘 발달하고 두흉부와 분리된다. 두흉절은 종 모양으로 다음 3체절을 합한 것보다 조금 더 길며, 등면에 각피함몰부(=목기관, nuchal organ)가 없다. 생식이중절은 완전히 유팽되지 않고, 등쪽과 복측면에 횡으로 봉합선이 남아 있다. 생식공은 타원형이고, 그것의 좌우로 생식횡관이 끝나는 곳에 강모 2개가 제6흉지의 흔적을 나타낸다. 교미공은 생식공 뒤에 위치한다. 생식이중절과 다음 복절의 복면 뒷가장자리에는 4개의 감각모가 나 있다. 항절 등면 뒷가장자리에는 10개 이상의 잔가시가 있다. 항문판은 볼록하며, 뒷가장자리를 따라 센털들이 열지어 있다. 미차는 뭉툭하다(길이가 폭의 약 0.6~0.7배). 등면은 매끈한 편이고, 안가장자리 끝 부분에 잔가시열이 있다. 옆꼬리강모(꼬리강모 I, II)는 미차의 뒷옆모서리 근처에 있다. 바깥꼬리강모(꼬리강모 III)는 가늘고 안꼬리강모보다 훨씬 짧다. 미차 바깥가장자리의 기부 1/3 근처에 있다. 바깥 가운데꼬리강모(꼬리강모 IV)는 잘 발달하였고, 센털 없이 매끈하며 안쪽 가운데꼬리강모(꼬리강모 V)의 절반보다 조금 더 길다. 안쪽 가운데꼬리강모의 길이는 후체부와 거의 같고, 기부 안가장자리는 현저히 부풀지 않았다. 안꼬리강모(꼬리강모 VI)는 가늘고 보통 안쪽으로 약간 굽어 있다. 등꼬리강모(꼬리강모 VII)은 짧고, 미차 안끝모서리 근처, 즉 안꼬리강모의 기부 바로 앞에 위치한다. 제1촉각은 8마디이고, 4번째 마디에 촉모가 있다. 강모식은 1-[1], 2-[11], 3-[7], 4-[4+촉모], 5-[2], 6-[4], 7-[4], 8-[7+촉모]이다. 제2촉각의 외지는 3마디로, 첫째마디 안끝모서리에 강모 1개가 있고, 둘째마디에는 작고 강모가 없으며, 셋째마디에는 기부의 강모 1개를 합쳐 모두 4개(때로는 3개)의 강모가 있다. 대악수에는 3개의 강모가 있다. 내지에는 모두 8개의 강모가 있으며, 외지는 2마디로 나뉘는데, 각각 1개와 3개의 강모가 있다. 제1흉지의 내지 첫째마디는 매우 길어서, 외지 보다 훨씬 길다. 외지 둘째마디 안가장자리에 강모가 없고, 끝마디에는 바깥가시 3개와 끝에 관절형 강모 2개가 있다. 제2~4흉지의 내·외지는 모두 3마디로 나뉘어지며, 기절간 연결판의 뒷가장자리에는 억센 갈고리 모양의 돌기가 1쌍 있다. 각 흉지의 내지 첫째마디에는 강모가 있고, 외지 끝마디에는 바깥가시가 3개 있다. 제1~4흉지에 난 가시와 강모의 배열은 다음과 같다. 제2흉지 기절 I-0 외지 I-1; I-1; III,2,1 내지 0-1; 0-2; I,2,1 제3흉지 기절 1-0 외지 I-1; I-1; III,2,1 내지 0-1; 0-1; I,2,3 제4흉지 기절 1-0 외지 I-1; I-1; III,2,3 내지 0-1; 0-1; I,2,2 제5흉지는 복측면에 위치한다. 기내지의 끝은 외지의 중간에 미치지 못하고, 5개의 억센 가시 모양 강모가 있다. 내엽 돌출부의 바깥모서리 안쪽은 밝게 빛나는 부분이 뚜렷하다. 외지는 길쭉한 알 모양으로, 길이가 폭의 약 1.6배이다. 안가장자리에 1개, 끝에 2개, 바깥모서리에 3개의 강모가 있다. 안가장자리와 바깥가장자리 기부를 따라 잔가시열이 있다. 수컷: 몸길이 약 530  $\mu\text{m}$ 로 암컷보다 작고 훌쭉하다. 제1촉각은 불잡이형으로 10마디로 나뉜다. 제2흉지

의 내지는 변형되어 2마디로 이루어지는데, 첫째마디에 안쪽 강모 1개, 끝마디에 가시 모양으로 변형된 바깥강모 2개를 포함하여 모두 6개의 강모가 있다. 제5흉지의 기내자는 거의 돌출하지 않으며, 강모 2개가 있는데, 바깥쪽의 강모는 매우 작다. 외지는 알 모양에 가깝고, 안쪽 기부에 가시 모양의 강모 1개를 포함하여 모두 5개의 강모가 있다. 제6흉지는 생식덮개의 바깥 모서리에 안쪽 가시 1개와 바깥 강모 2개로 이루어진다.



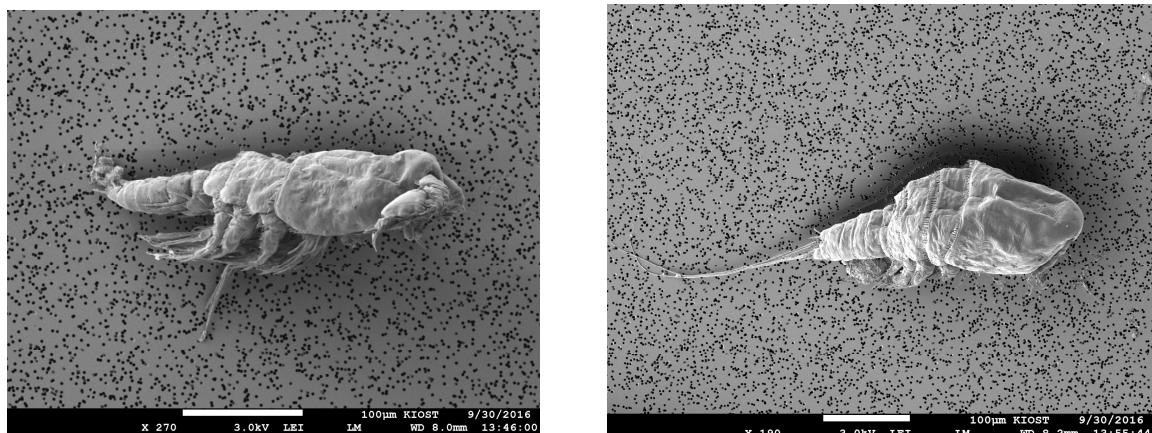
- *Sarsamphiascus kawamurai*의 형태적 모습과 유전적 거리

- *Trachidius triangularis* [LIMS-ZS-56]**

암컷: 몸은 약간 등배쪽으로 납작하고, 뒤쪽으로 가면서 좁아지며, 463 $\mu\text{m}$  길이이다. 두흉부의 2마디에는 잘 발달된 소극열들이 있다. 항문절은 뒤쪽의 가장자리를 따라 소극으로 덮여있

는 덮개가 존재한다. 꼬리가지는 길이보다 폭이 1.2배 넓으며, 4번째 꼬리강모는 기부쪽으로 부드러운 강모로 나타나며, 5번째 꼬리강모는 말단쪽으로 깃모양의 강모로 존재한다. 이마뿔은 작고, 두부와 완전히 융합되어 있다. 제1촉각은 7마디이며, 첫 번째 마디는 가장 길고, 소극의 열을 가지고 있다. 촉모는 4번째와 마지막 마디에 있다. 제 2촉각은 2마디이며, 기절과 2마디의 내지를 갖고, 2마디의 외지에는 4개의 강모를 갖는다. 대악은 말단부가 잘 발달되어 있는 큰 저절을 가지고, 그 말단부에는 여러 개의 무딘 이빨이 서로서로 겹쳐져 있다. 대악촉지는 크고, 기절에는 2개의 우상강모를 갖는다. 제 1소악의 원절 가동내돌기가 잘 발달되어 있으며, 2개의 표면강모와 앞쪽에 9개의 강모와 가시를 갖는다. 제2소악의 전저합절은 3개의 내돌기를 갖는다. 첫 번째의 전저절의 내돌기에는 4개의 강모를 갖는다. 턱다리는 전저합절, 기절, 그리고 2마디의 내지로 구성된다. 전 저합절에는 강모가 없고, 기절에는 바깥쪽 가장자리를 따라 세로로 소극의 열이 있고, 내지에는 1개의 짧은 매끄러운 강모가 있다.

수컷: 몸통은 암컷보다 날씬하다. 성적이형은 제1촉각, 제2흉지의 내지, 제5흉지, 생식절에 나타난다. 제1촉각은 7마디이고 6번째와 7번째 마디사이에 관절이 있으며, 팔굽형이다. 5번째 마디는 작은 경판으로 나타나며, 6번째 마디는 부풀어 있다. 제 5흉지는 융합되었고, 하나의 판에는 3개의 깃모양의 가시와 1개의 우상강모, 그리고 작은 바깥쪽의 저절 강모는 조그만 구조위에 나있다. 안쪽과 바깥쪽 가장자리를 따라 텔모양의 긴 가시들이 열로 존재한다. 여섯 번째 다리는 대칭적이며, 융합된 하나의 판으로 나타나며, 각각 측면에는 1개의 강모와 2개의 강한 깃모양의 가시를 갖는다.



- *Trachidius triangularis*의 형태적 모습

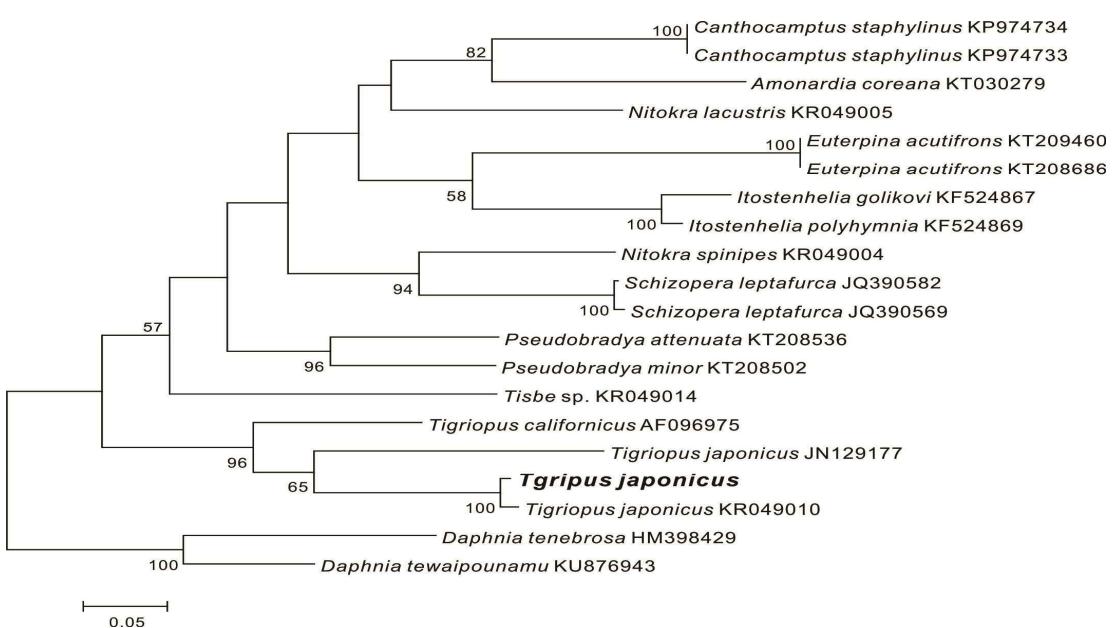
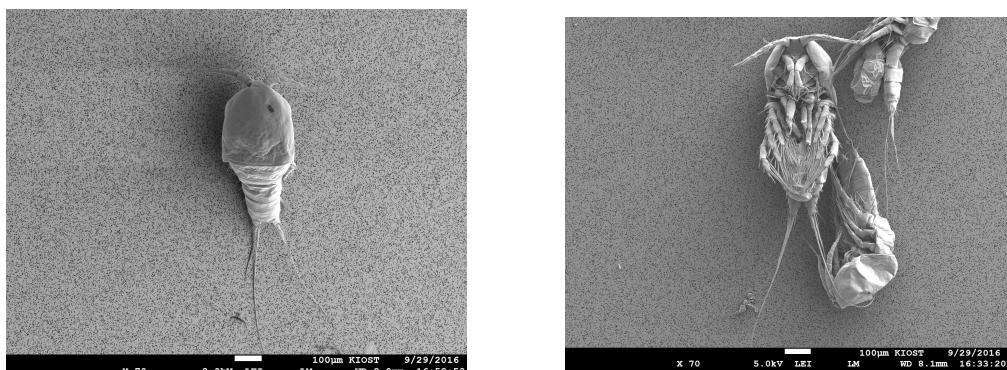
#### - *Tigriopus japonicus* [LIMS-ZS-60]

암컷: 몸길이 약 1,100~1,200 $\mu\text{m}$ . 몸은 전형적인 갈고리노벌레류의 모양이다. 체색은 살았을 때 보통 오렌지색 또는 주황색을 띤다. 전체부는 방패형으로 약간 둥글납작한 것에 비해 후체부는 상대적으로 훨씬 폭이 좁다. 이마돌기는 아래쪽을 향하므로 위에서 볼 때는 거의 돌출하

지 않은 것으로 보인다. 전체적으로는 긴 삼각형이나 끝은 둥툭하다. 두 흉절은 길이와 폭이 거의 같다. 흉절의 뒷옆모서리는 그다지 돌출하지 않는다. 생식이중절은 길이보다 폭이 훨씬 넓다. 미차는 밖으로 약간 벌어진다. 길이는 폭과 거의 같고, 뒤로 갈수록 좁아진다. 옆꼬리강모는 가늘고 좁아진다. 옆꼬리강모는 길고 안가장자리 중간 위쪽에 위치한다. 안꼬리강모와 바깥꼬리강모는 길이가 서로 비슷하다.

제1촉각은 두 흉절의 중간에 이르지 못한다. 모두 9마디인데, 앞의 4마디는 길고, 끝쪽 5마디는 매우 짧다. 4번째 마디 앞 끝모서리에 난 띠모양 촉모는 가늘고 길어서 제1촉각의 끝마디를 훨씬 지난다. 제2촉각의 외지는 3마디인데, 첫째마디 끝쪽에 2개의 강모, 둘째마디에 1개, 끝에 2개 등 모두 5개의 강모가 있다.

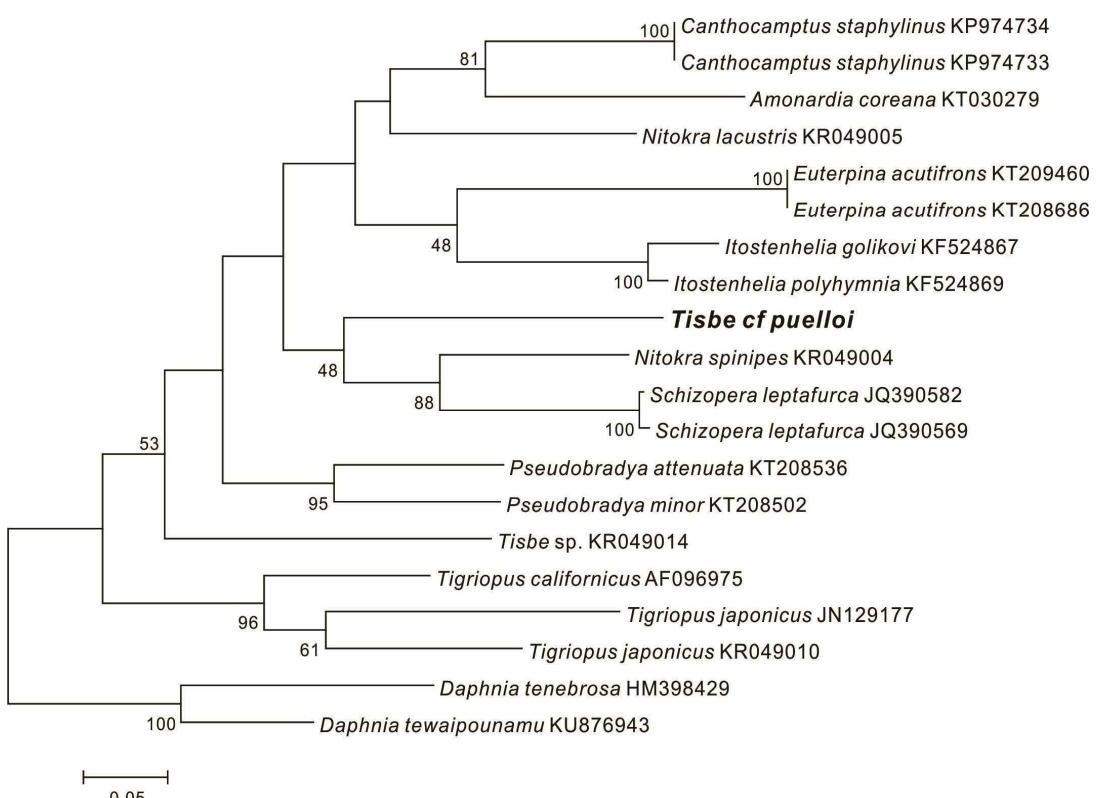
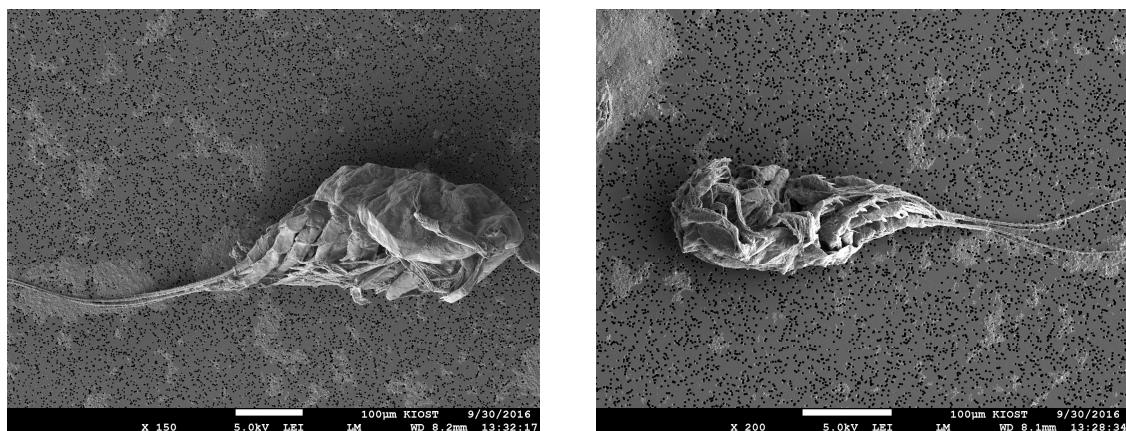
수컷: 몸길이 약  $930\mu\text{m}$ . 제2흉지의 내지는 변형되었다. 내지 둘째마디의 바깥끝모서리는 늘어져 가시 모양으로 돌출하였고, 끝마디에는 바깥가시 1개와 강모 3개가 있다. 제 3흉지 외지는 부풀지 않았다. 제 5흉지의 기내지에는 강모가 1개만 있다. 외지는 알 모양으로 길이는 폭의 약 1.3배이다. 5개의 강모 중 안쪽에서 2번째 강모가 가장 길다. 제 6흉지에는 3개의 긴 강모가 있는데, 가운데 강모가 가장 짧다.



- *Tigriopus japonicus*의 형태적 모습과 유전적 거리

- *Tisbe cf. puelloei* [LIMS-ZS-62]

두부는 거의 삼각형, 꼬리강모가 거의 몸길이와 유사하며, 포란 암컷은 꼬리 양쪽으로 1쌍의 알주머니를 가지고 있다. 부착성이며 체장은 571~711um, 폭은 177~288um이다.

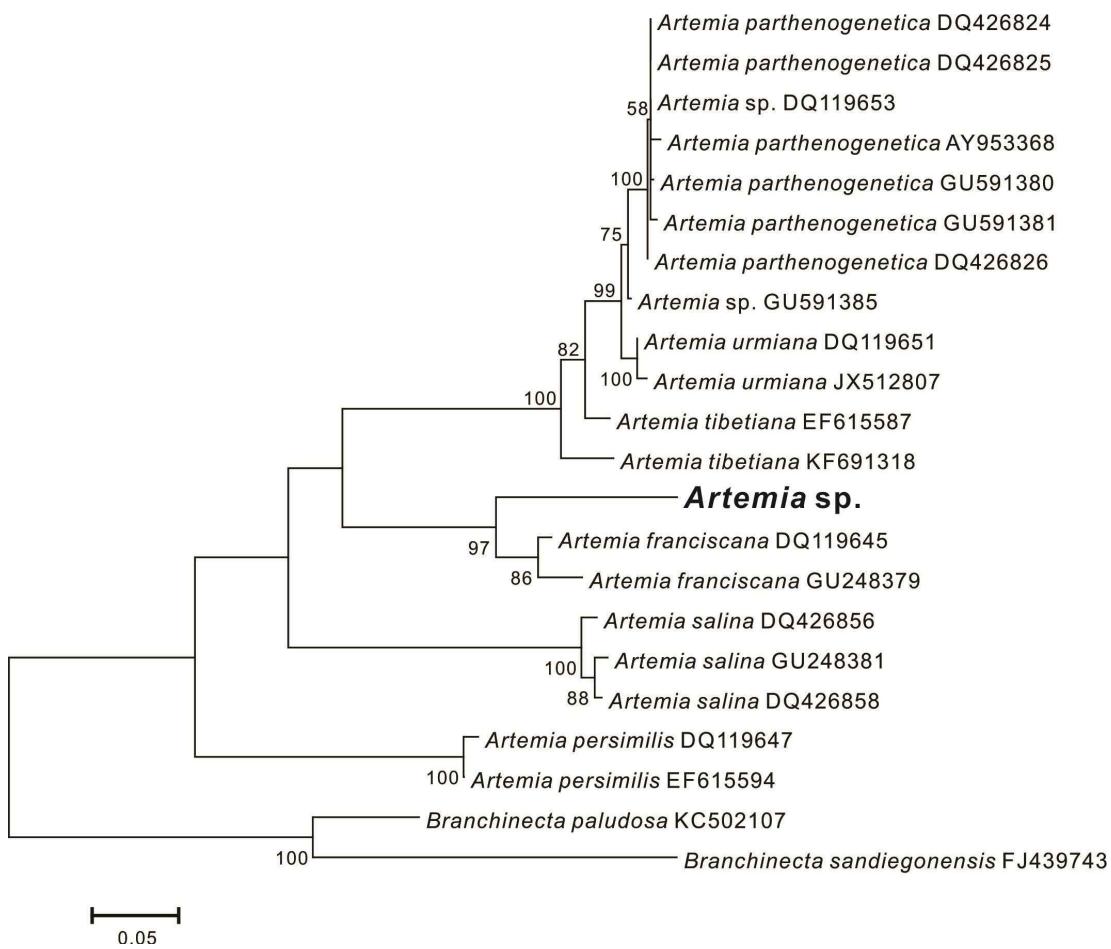


- *Tisbe cf. puelloei*의 형태적 모습과 유전적 거리

- *Artemia* sp (*Artemia franciscana*) [LIMS-ZS-65]

Cyst에서 부화후 첫 번째 유생단계를 instat I이라 하며, 이때 체장은 약 400um, 체중은 약 12ug으로 붉은 오렌지색이고 머리 부분에는 한 개의 붉은 안점이, 몸통에는 3쌍의 부속지가 있어 이동과 먹이 섭취를 할 수 있다. 이 시기에는 난황을 흡수하므로 외부의 먹이를 섭취하지 않지만 약 8시간이 지나면 instat II가 되면서 50um 미만의 작은 미세조류나 박테리아

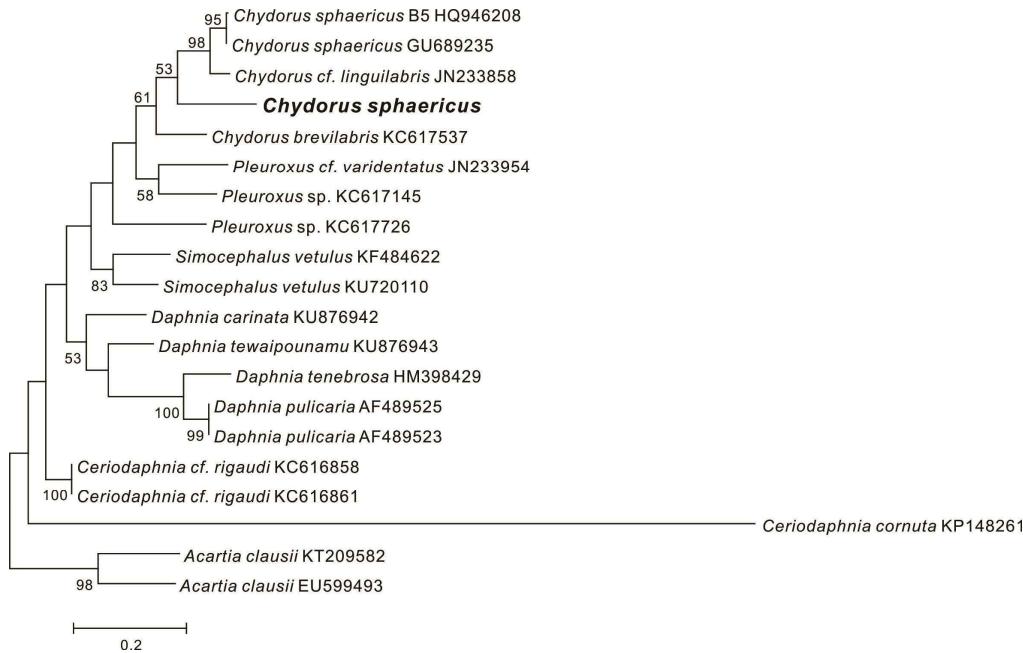
등을 여과섭식하기 시작한다. 탈피를 계속하여 instat 10th 성장 단계에서는 암수의 형태가 뚜렷하게 구분된다. 부화 후 이동에 이용되었던 촉수 안테나는 수컷에서는 왕관 모양의 갈고리로 발전되지만 험컷에서는 감각 부속지로 퇴화한다. 부화 후 약 2주가 경과하면 성체가 되며, 머리에 2개의 자루 복안, 소화관, 촉수, 11쌍의 흉지를 갖춘 성체로 성장한다. 이때의 체장은 8~12mm, 체중은 5mg 정도이다. 복부의 8개의 체절 중 첫 번째 체절에 수컷은 한 쌍의 생식 기를, 암컷은 육아낭을 달고 있어 쉽게 구분된다. 한 쌍의 등근 관 모양의 난소는 배 쪽으로 길게 뻗어있다.



- *Artemia franciscana*의 유전적 거리

- *Ceriodaphnia quadrangular* [LIMS-ZS-68]

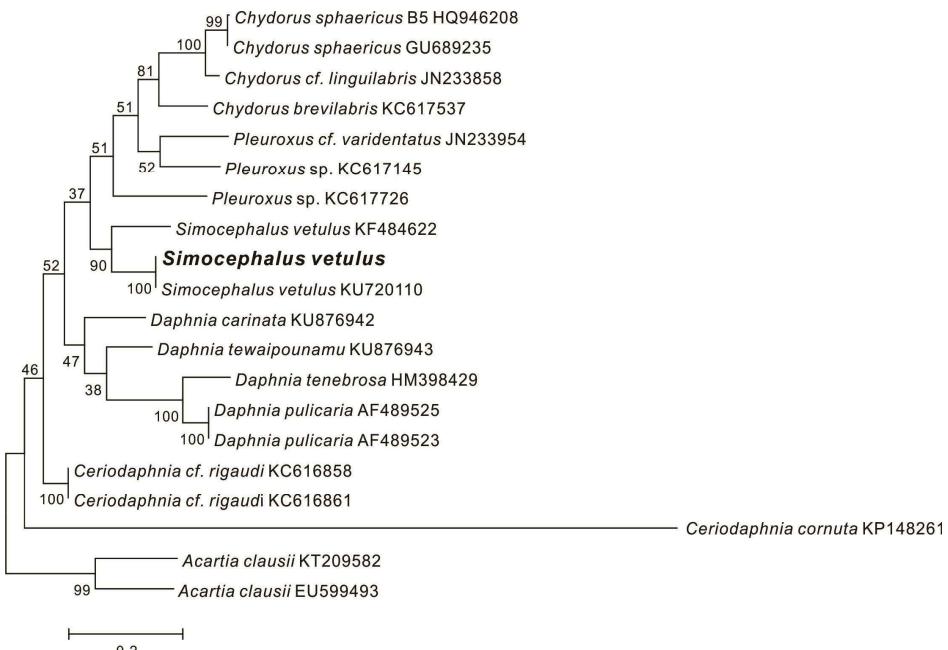
피각은 넓은 난각형이나 배 부분이 볼록하지 않으며, 하단부도 편평한 모양이라 등근 사각형에 가까운 모양이다. 더듬이 1쌍은 머리 부분의 위쪽으로 뻗은 모양이며 마디마다 있는 가시는 끝의 흰 모양이다. 유영운동 혹은 부착기질에 부착하며, 크기는 길이 601~963um이며, 폭은 341~632um 이다.



- *Chydorus sphaericus*의 유전적 거리

- *Simocephalus vetulus* [LIMS-ZS-76]

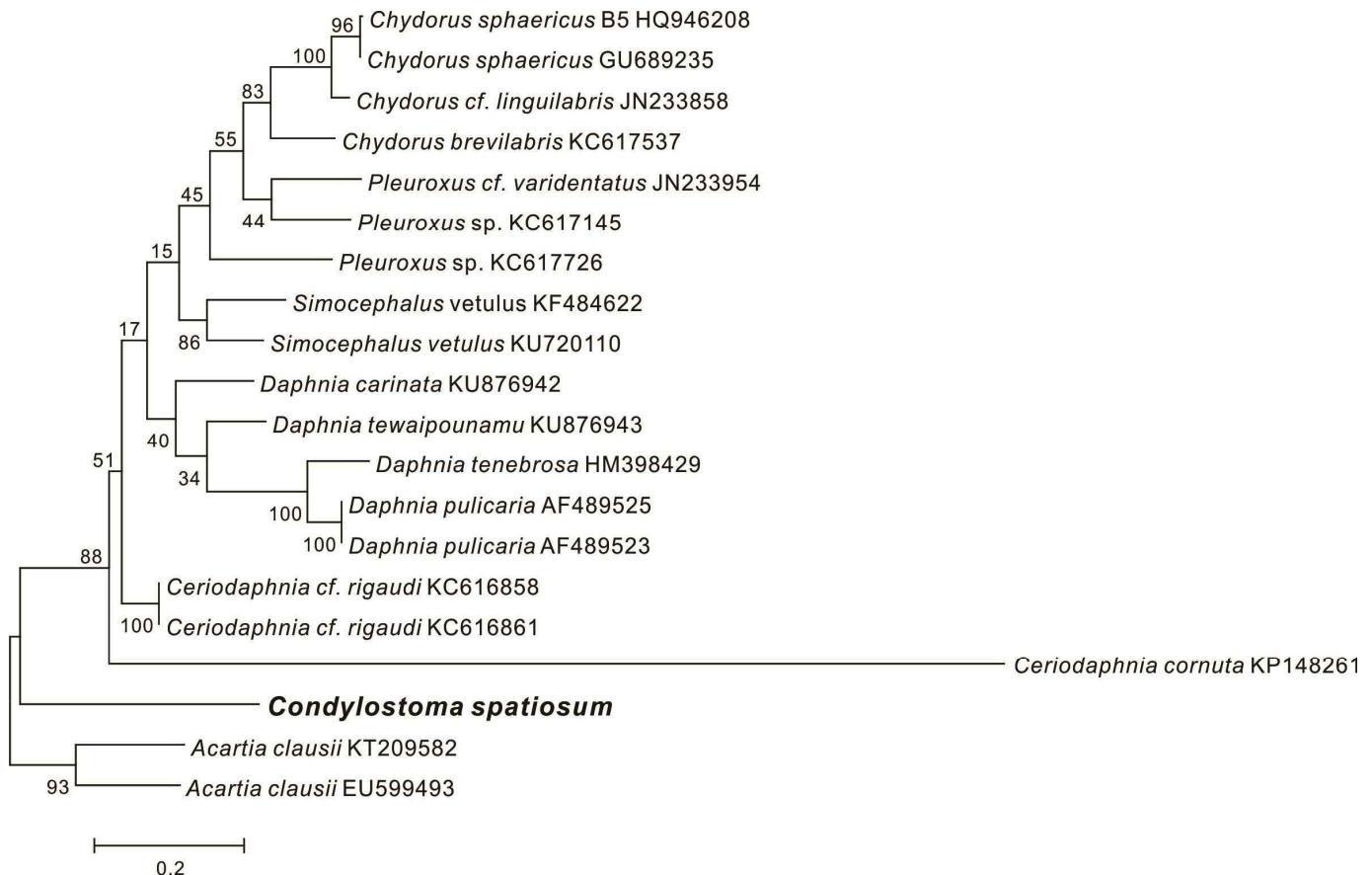
껍질은 넓고 달걀형, 등줄은 둥글며 후단은 돌기로 되지 않다. 복부 둘레는 둥글며 약간 안쪽에서부터 긴 털이 열을 지어 발생하고 있다. 머리부는 목둘레 홈으로 껍질과 구분되어 있다. 입은 짧다. 제 1촉각은 짧으므로 입에 가리워져 보이지 않는 경우가 많다. 복안은 작으며 단안이 가늘고 긴 방추형 또는 다이아몬드형으로 복안 밑에서 입 끝쪽으로 비스듬히 뻗어 있는 것이 특징이다. 후복부는 넓고 항문의 앞쪽에 낮은 돌출부가 있으며 양쪽에 9-10개의 작은 돌기가 있다. 꼬리발톱은 길고 약간 구부려져 있으며 그 안쪽에 작은 가시열이 있다.



- *Simocephalus vetulus*의 유전적 거리

- *Condyllostoma spatiolum* [LIMS-ZS-21]

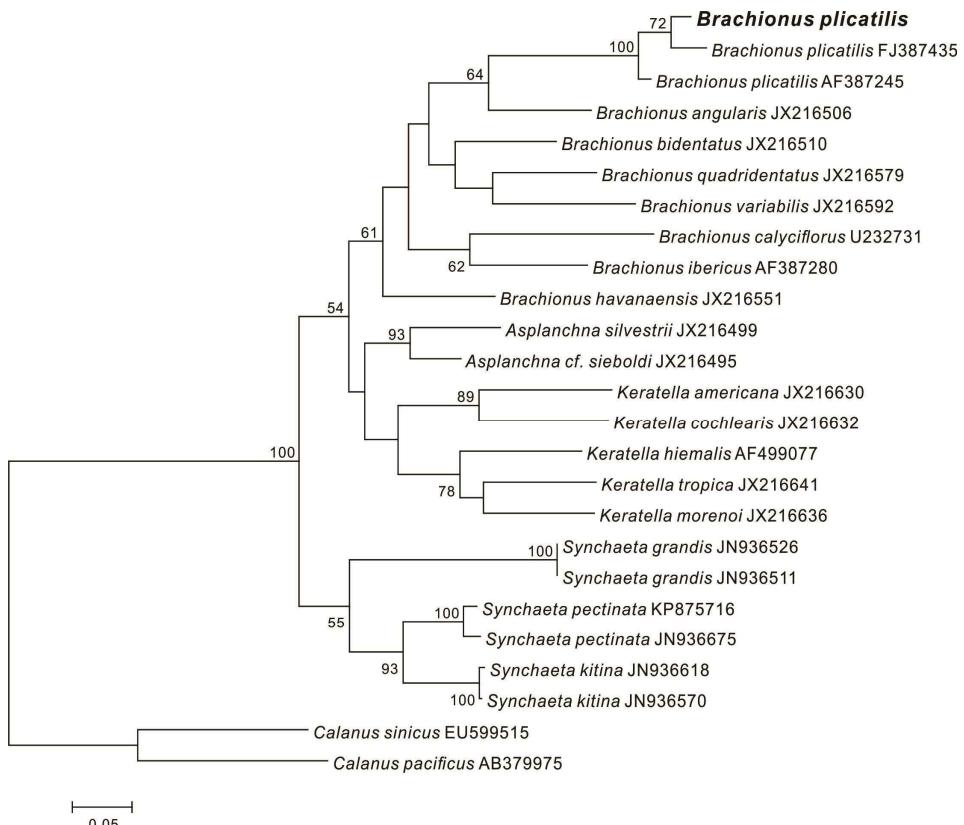
입은 불분명한 나팔 모양이며, 거의 투명하여 몸 속 기관을 관찰할 수 있다. 몸통에 비해 긴 섬모로 먹이활동을 하며, 꼬리로 갈수록 가늘어진다. 몸통이 늘어났다가 줄어들면서 움직이며, 수많은 섬모에 둘러싸여 있다. 배면운동 혹은 유영운동을 하며, 길이 385~642um, 폭 71~106um의 크기를 보인다.



- *Condyllostoma spatiolum*의 유전적 거리

- *Brachionus plicatilis*[LIMS-ZS-80]

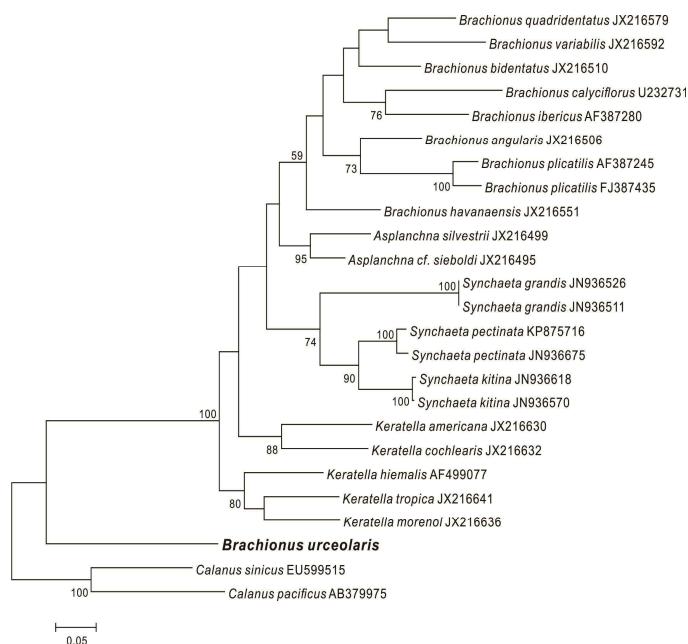
기수에서 나타난다. 껍질은 별로 굳어져 있지 않으며 등, 배쪽이 뚜렷하게 구분되어 있지 않다. 후두돌기는 6개로 톱모양이고 배껍질 앞 언저리가 등껍질보다 좁고 뒤쪽의 접속부에서 B. urceolaris, B. rubens와 구별이 된다. 후자 및 다리집은 없다



- *Brachionus plicatilis*의 유전적 거리

- *Brachionus urceolaris* [LIMS-ZS-52]

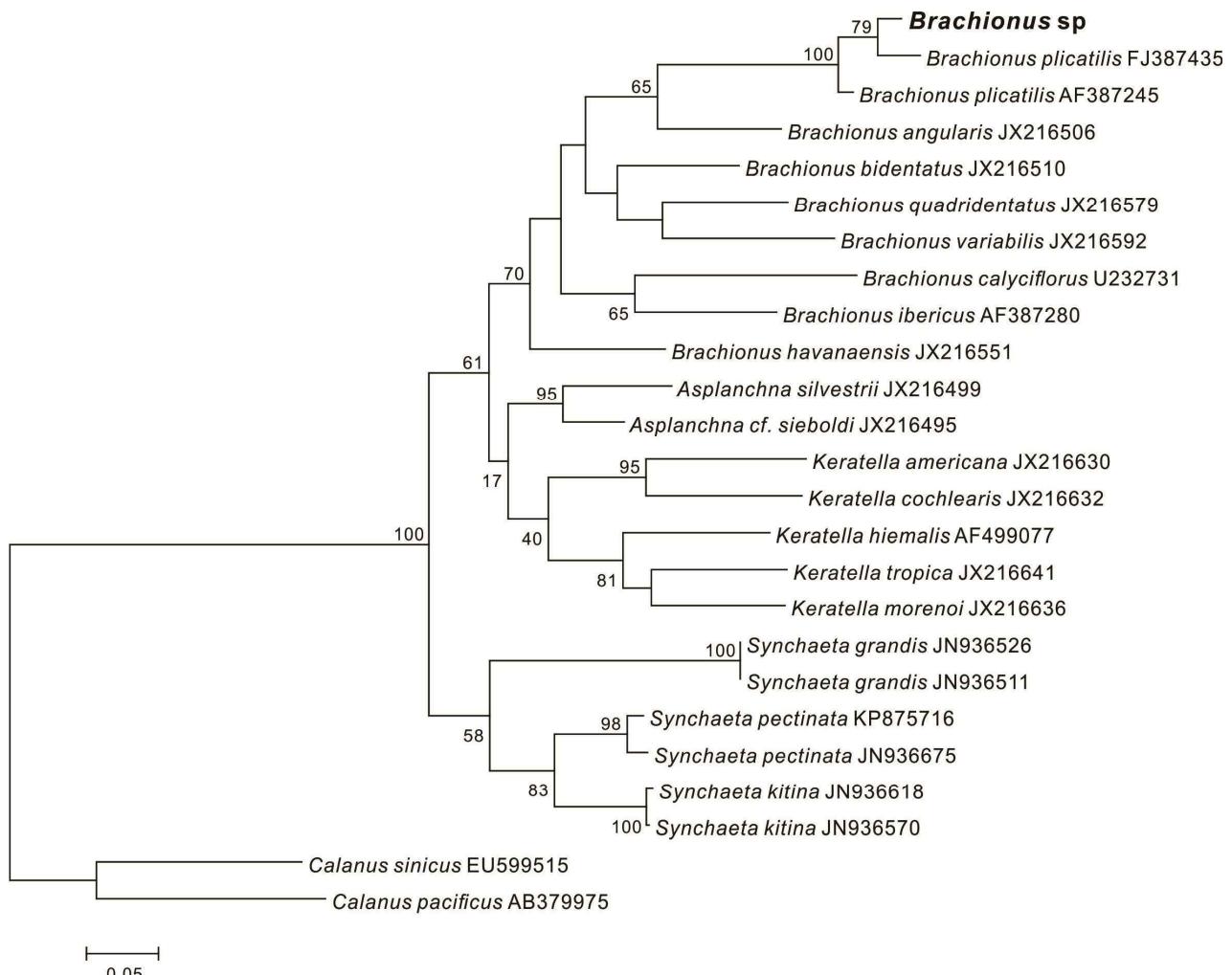
껍질은 딱딱하며 난원형으로 등과 배부분의 양갑으로 구분되어 있다. 후두돌기는 6개이고 중앙의 2개가 가장 길고 후돌기는 없다. 복갑 앞뒤는 파형이며 중앙부가 약간 높다.



- *Brachionus urceolaris*의 유전적 거리

- *Brachionus plicatilis* (*Brachionus* sp.) [LIMS-ZS-99]

기수에서 나타난다. 껍질은 별로 굳어져 있지 않으며 등, 배쪽이 뚜렷하게 구분되어 있지 않다. 후두돌기는 6개로 텁모양이고 배껍질 앞 언저리가 등껍질보다 좁고 뒤쪽의 접속부에서 *B. urceolaris*, *B. rubens*와 구별이 된다. 후자 및 다리집은 없다(그림. 23).

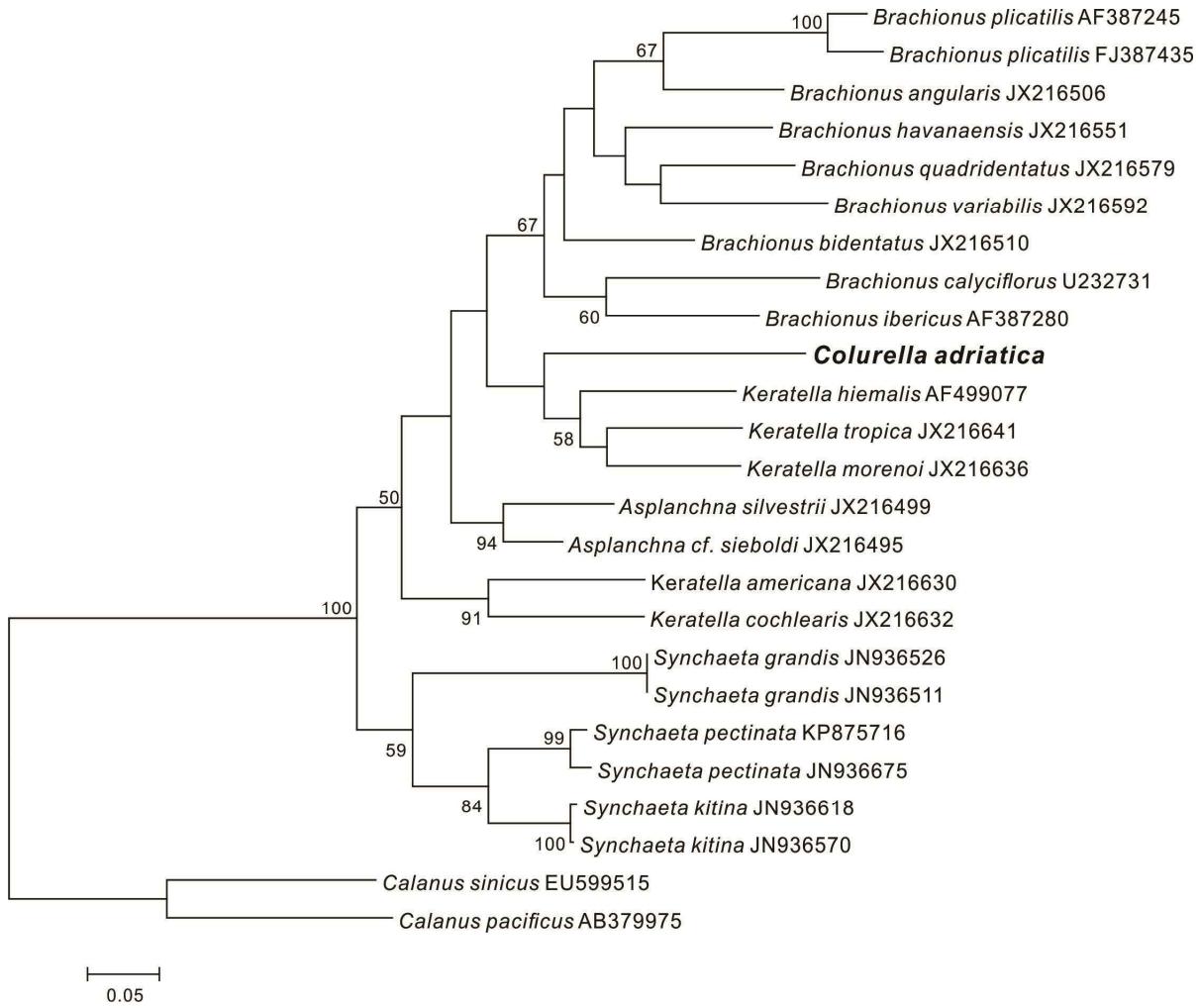


- *Brachionus* sp. (*Brachionus plicatilis*) 의 유전적 거리

- *Colurella adriatica* [LIMS-ZS-53]

모양은 작고 등쪽 앞뒤 언저리 모두 둥글다. 등껍질쪽의 중간 부위가 가장 높다. 발은 다리 부분보다 짧다.

분포: 고층습원이나 수초가 많은 연못에서 발견됨.



- *Colurella adriatica*의 유전적 거리

### 3. 해양플랑크톤 자원의 확보

다양한 미세조류(식물플랑크톤)를 채집하기 위해서 오염이 되지 않고 종 다양성이 높은 청정해역에서 미세조류를 채집한다. 오염된 해역이나 염분 또는 수온 등의 환경조건이 특이한 해역에서는 다양한 종은 확보할 수는 없으나 그 해역에서만 서식하는 특이한 종을 발견할 수도 있다. 자연상태의 미세조류는 식물플랑크톤 망( $20 \mu\text{m}$ )이나 채수기(van Dorn sampler)를 사용하여 채집하였다. 다양한 부착기질(substratum), 예를 들면 나무, 돌, 저질 또는 어떤 생물의 체표면에 부착되어 있는 부착성 미세조류를 채집할 수도 있다. 또한 슬라이드에 한천배지를 묻혀 물속에 넣어 둔 후 슬라이드에 부착한 미세조류를 채집하였다. 휴면포자를 형성하는 와편모조류의 피낭체(cyst)는 채니기(mud sampler)로 저질을 채취하여 채집하였다.

식물플랑크톤망을 사용하면 채집밀도가 높긴 하나  $20 \mu\text{m}$  이하의 초소형 미세조류는 채집이 어렵다. 또 채집과정에서 미세조류가 손상을 받을 수도 있다. 채수기를 이용하면 수심 충별로 안전하게 채수할 수 있고 채수한 물속에 있는 미세조류를 농축 또는 여과하여 채집할 수 있다.

## 가. 동물플랑크톤 배양주 확보

사업 수행 1차년도에는 해양미세조류은행으로부터 자원을 이관하여 재동정을 하여 종의 명확성을 확보하는데 주력 하였지만, 2차년도에는 이관받은 종을 보존하면서, 기존에 보존, 관리 되지 않은 동물플랑크톤 배양주를 확보하고자 하였으며, 동물플랑크톤 배양주는 총 4종의 확보를 목표로 하여 5종을 확보하여 현재 안정적으로 보존, 관리 중에 있다. 보존하고 있는 종은 저서성 동물플랑크톤을 포함하고 있으며, 형태적 계통학적 분석을 진행하여 종의 동정을 진행하였다.

확보된 종은 *Brachionus plicatilis*, *Brachinous rotundiformis*, *Euchlanis parva*, *Tigriopus japonica*, *Noctiluca scintillans*이며(그림 41), 그 형태적 특징과 채집 정보, 먹이 생물 등에 관한 정보는 플랑크톤 배양주 관리 시스템에 등록 하여 보존 중이다. 플랑크톤 배양주 채집은 남해역을 중심으로 진행 하였으며, 장목만, 여수해역에서 채집을 진행하였다.

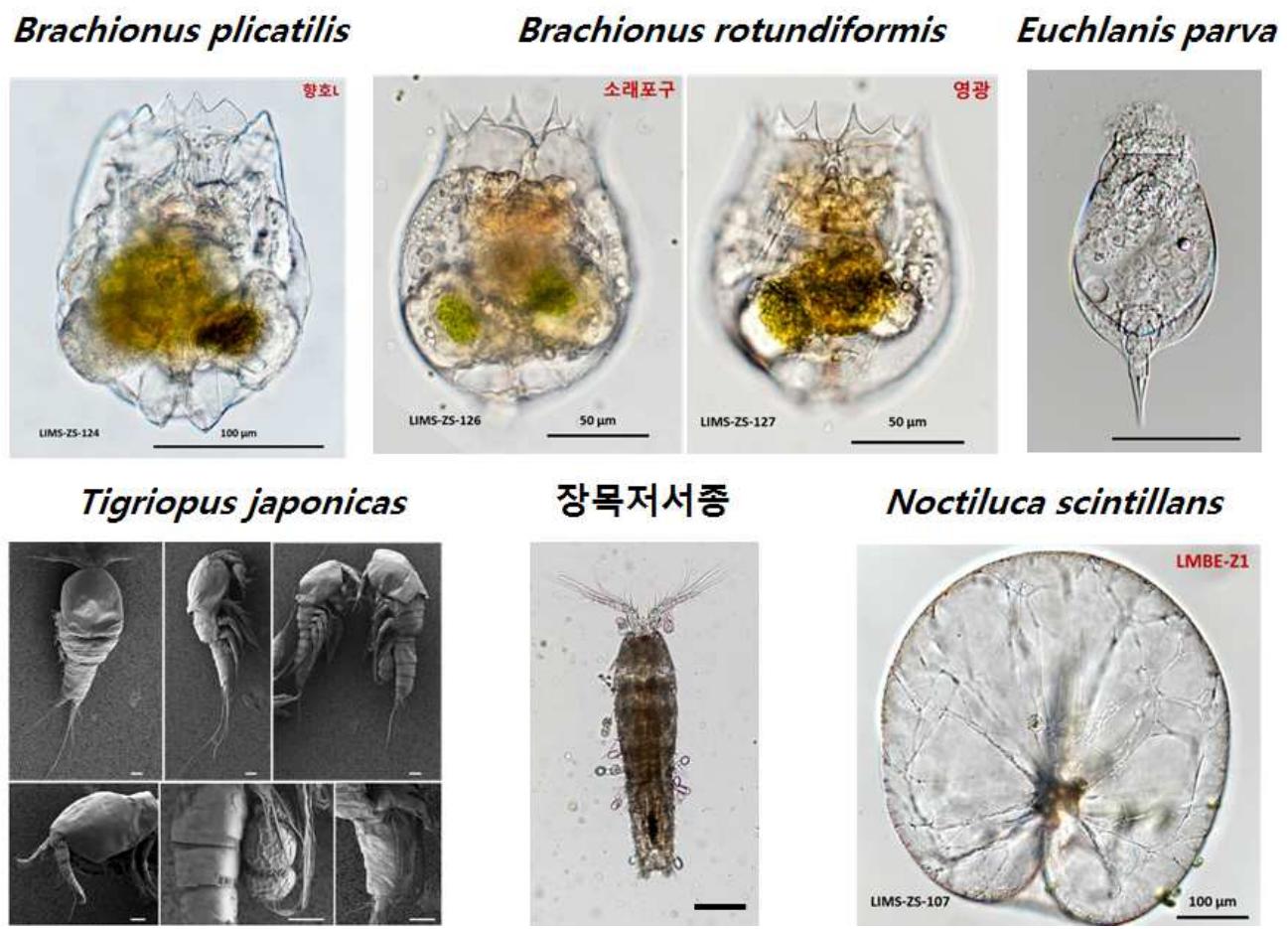


그림 41. 확보된 동물플랑크톤 배양주의 형태적 특징

## 나. 식물플랑크톤 배양주 확보

식물플랑크톤 배양주의 경우 150 배양주를 목표로 채집이 진행 되었으며, 주로 남해안의 광양만, 가막만, 통영, 장목만, 그리고 동중국해를 대상으로 하였다. 정점은 총 44개이며, 일반

어선과 한국해양과학기술원의 대형 조사선을 이용하여 진행 하였다(그림 42).

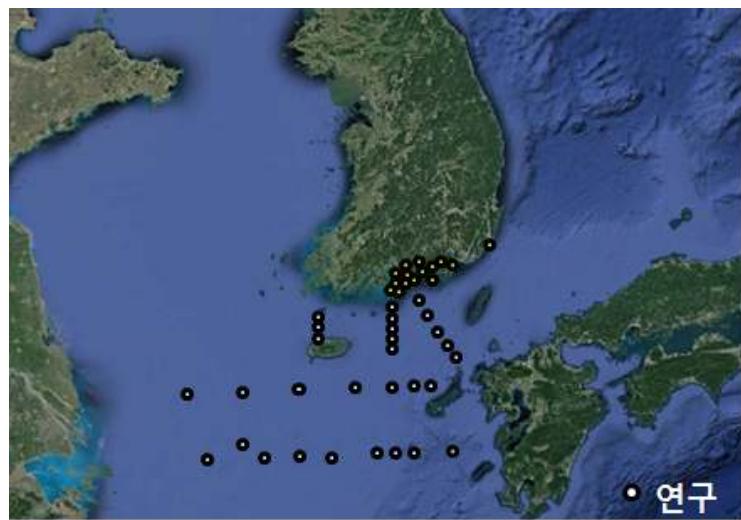


그림 42. 식물플랑크톤 배양주 확보를 위한 조사정점도

한국해양미세조류은행에서 그동안 보존해온 식물플랑크톤 배양주 보다는 좀더 다양한 종의 확보를 위해 노력 하였으며, 총 264개의 배양주를 확보 하였고, 그중에 169개의 배양주를 등록하여 2차년도에 제시한 목표지를 달성 하였다. 확보된 배양주는 규조류가 162점 중에 73개를 등록 하였고, 녹조류를 6점 확보하여 5점 등록 하였으며, 와편모조류 94점 중에 91점을 등록하였다. 확보된 배양주 중에는 와편모조류가 가장 많은 비중을 차지하며, 이전에 해양미세조류은행에서 보존 중에 배양주보다는 훨씬 많은 점수이다. 그 중에는 미기록종이 8점 포함 되어 있다(그림 43).

분류군	확보 점수	신규등록 점수	미 기록 종수 (점수)	신속 (new genus)
규조류	162	73	-	-
녹조류	6	5	-	-
남조류	1	-	-	-
담녹조류	-	-	-	-
와편모조류	94	91	8 (31)	1
온편모조류	-	-	-	-
유글레나류	-	-	-	-
진안점조류	-	-	-	-
황갈조류	1	-	-	-
홍조류	-	-	-	-
착편모조류	-	-	-	-
침편모조류	-	-	-	-
	264	169	8 (31)	1

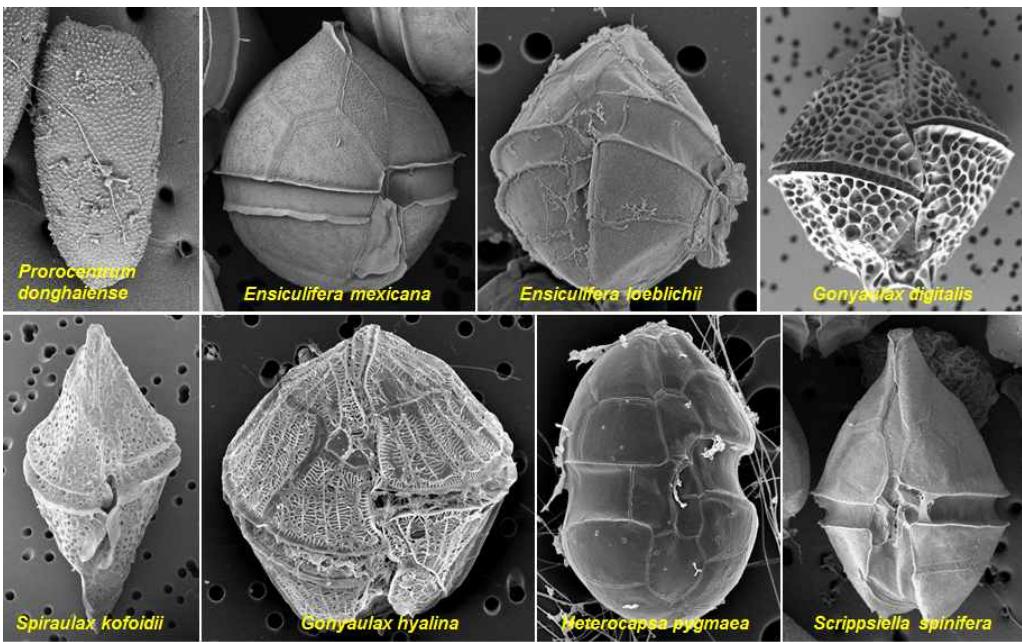


그림 43. 확보된 식물플랑크톤 배양주 점수와 와편모조류의 형태적 특징

#### 다. 해양플랑크톤 씨앗개체군의 확보

액체배지에서 장기간 보존되고 있는 배양주는 단일체의 반복적 생식으로 인하여 형태적 변형이 발생 한다든지 하여 유전학적 연구에는 어려운 점이 있다. 또한, 보존실의 시설이 완벽하게 안정되지 않기 때문에 자원의 손실이 우려 될 수도 있다. 보존의 단점을 보완하기 위하여 다른 나라의 플랑크톤 보존기관은 액체 보존을 하기 위한 많은 연구가 진행 되고 있으나, 보존에 성공한 자원은 전체 자원의 20%미만인 것으로 파악된다.

배양주의 안정적 보존을 위해서 본 기탁등록 보존기관은 네덜란드의 종자 보관실에서 착안하여 플랑크톤 배양주의 보존을 오랫동안 유지 할 수 있도록 플랑크톤의 생활사에서 형성되는 씨앗개체군을 보존 할 수 있도록 처음으로 시도 하였다.

와편모조류는 식물플랑크톤 군집의 주요한 구성원이고 해양 생태계에서 일차 생산자로서 중요한 역할을 하지만, 연안해역에서 주로 발생하는 유독·유해 적조 발생의 원인종이기도 하다. 와편모조류는 독립영양종(autotrophic), 종속영양종(heterotrophic) 그리고 혼합영양종(mixotrophic)으로 구성되며, 생활사의 단계로서 시스트라 불리는 휴면포자(resting cyst)를 형성한다. 현존하는 약 2000여종의 와편모조류 중, 약 10%가 유성생식의 일환으로서 시스트를 형성하는 것으로 알려져 있으나, 실내 실험을 통해 확인 된 와편모조류의 시스트 형성(encystment)은 약 70여종이 알려져 있다. 형성된 시스트는 유영능력을 가지고 있지 않기 때문에 퇴적물과 함께 거동하고 퇴적되며, 시스트의 세포막은 내구성이 강하기 때문에 퇴적물과 함께 오랜기간 보존 될 수 있다. 씨앗개체군의 이러한 특징을 이용하여 독립영양종 뿐만 아니라, 종속 영양종까지 보존 하고자 한다(그림 44).

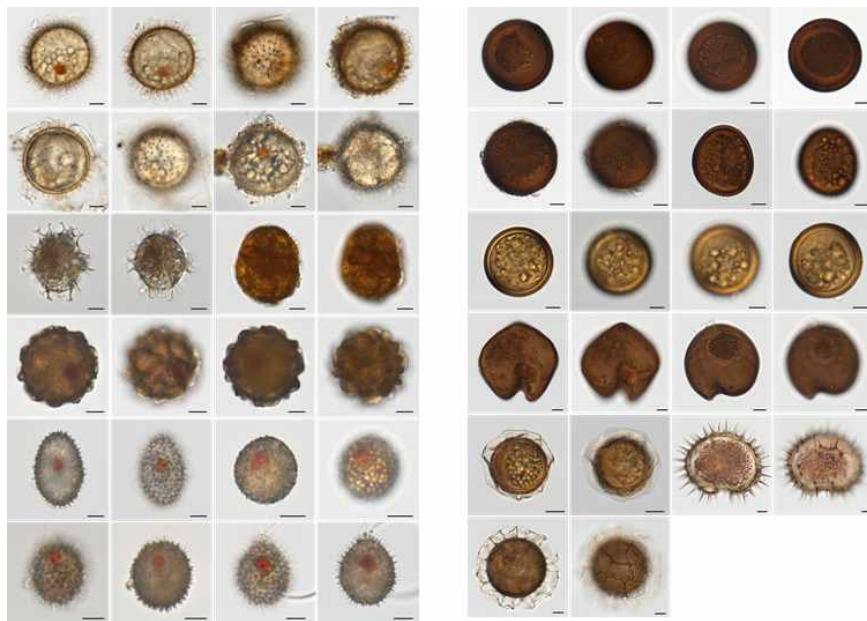


그림 44. 해양플랑크톤 배양주 기탁등록보존기관에서 보존 중인 씨앗개체군

#### 라. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관에서 보존/관리 중인 플랑크톤 배양주 현황

한국해양미세조류은행으로부터 이관 받은 해양플랑크톤자원의 오염원 제거, 사멸종 제거 후, 종을 보존 관리하고 확보하여 자원의 현황을 정리 하였다. 현재(2017.03월) 해양플랑크톤 기탁등록보존기관에서 보존하고 있는 자원은 총 499종 1752점(반복구 포함 3504점)이며, 식물플랑크톤이 472종 1625점, 동물플랑크톤이 27종 127점이다. 그리고, 앞서 언급한 씨앗개체군 15종 23점이 보존 관리 되고 있다. 이외, 현재 181점의 미동정 식물플랑크톤이 보존되고 있다. 미동정 자원을 제외하고 해양플랑크톤 기탁등록보존기관에서 보존, 관리 되고 있는 자원은 자원통합관리정보 시스템(MBRIS)에 등록이 되어 있다.

구분	분류군	2016.6~	사멸	확보점수	계(MBRIS)
식물플랑크톤	Bacillariophyceae	708	74	73	707
	Chlorophyceae	396	59	5	342
	Cyanophyceae	130	31	-	99
	Dinophyceae	150	26	81	205
	Eustigmatophyceae	59	3	-	56
	Haptophyceae	38	1	-	37
	Cryptophyceae	47	21	-	26
	Raphidophyceae	29	4	-	25
	Prasinophyceae	82	-	-	82
	Chrysophyceae	13	4	-	9
	Raphidophyceae	31	6	-	25
	Euglenophyceae	15	3	-	12
동물플랑크톤	Branchiopoda	3	-	-	3
	Copepoda	58	-	15	73
	Eurotatoria	42	-	4	46
	Heterotrichaea	2	-	-	2
	Oligohymenophorea	1	-	-	
	Noctilucea	-	-	2	2
	계	1804	232	180	1,752

## 제 3절. 해양플랑크톤 자원의 활용

### 1. 해양플랑크톤 자원의 분양 과정

분양은 요청하는 기관 혹은 연구자의 권리와 의무를 명확하게 하기 위하여 분양조건, 절차, 분양신청서 양식을 해양시료도서관 홈페이지에 게시하였고, 홈페이지를 통해 다운 받을 수 있도록 하였다. 그리고 홈페이지에는 해양플랑크톤 기탁등록보존기관이 보존 관리하고 있는 배양주의 기본 정보와 채집위치를 지도상에서 확인하고 신청 할 수 있도록 하였다(그림 45).

관리자는 온·오프라인(이메일, 팩스 또는 우편 등)을 이용한 공식적인 절차를 통하여 연구, 교육, 산업적으로 활용하고자 하는 기관(자)의 분양신청을 접수하도록 하였고, 온·오프라인으로 접수되는 분양신청서를 매일 확인하고 분양신청서와 동의서를 관리대장에 보관하도록 하였다.



그림 45. 해양플랑크톤 배양주를 검색 할 수 있는 해양시료도서관의 홈페이지

분양 요청이 접수 되면, 관리자는 분양신청기관(자)의 자격 요건 및 연구시설의 적절성을 반드시 확인하여 플랑크톤의 분양여부를 심사도록 하였고, 분양신청이 적합한 경우 플랑크톤 배양을 준비하도록 하였다. 배양주의 분양시에 관리자는 플랑크톤의 상태 확인 후 출고를 준비하고, 식물플랑크톤의 경우 15mL 분양을 원칙으로 하였다. 그리고 배송 중엔 파손 또는 누출되지 않도록 플랑크톤을 안전한 용기(15mL Tube)에 넣어 밀폐하고 라벨을 붙여 식별이 가능하도록 하였으며, 배양액의 경우, 배송 중 액체가 유출되지 않도록 하기 위하여 용기 입구를 파라필름으로 밀봉하고 보호재를 넣어 포장하도록 하였다. 또한 분양은 배양주의 기본적인 정보를 작성하여 함께 송부하도록 하였다(그림 46).

## 발송 준비과정



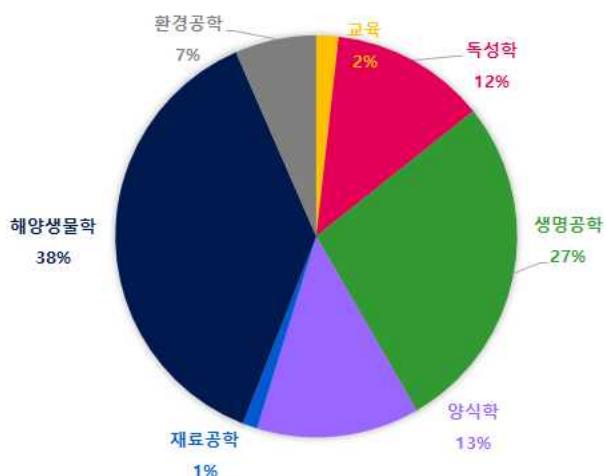
그림 46. 해양플랑크톤 배양주 발송 과정

## 2. 해양플랑크톤 자원의 분양 성과

해양플랑크톤 자원의 분양은 2차년도에 본격적으로 진행 하였으며, 1차년도에는 자원의 안정적 이관을 중심으로 하였다. 하지만, 이관과정 중 분양 요청기관 혹은 연구원이 수행하는 연구사업의 시급성을 판단하여, 부양을 진행하기도 하였다. 1차년도 분양은 총 39건, 168배양주를 분양 하였으며, 분야 별로는 해양생물학이 38%, 생명공학이 27%로 가장 많았고, 기관별로는 국립립연구소에 73%를 차지하였다(그림 47). 2차 년도에는 자원의 안정화와 함께, 후반기에는 분양을 본격적으로 진행하여 총 90건의 257배양주를 분양 하였다. 분양기관은 1차년도 와 달리, 해양생물학과 환경공학이 절반 이상을 차지하였으며, 기관별로는 국립립연구소가 42% 대학이 42%로 1차년도에 비해 대학에서 많은 분양을 요청 하였다(그림 48). 대학에서 분양 요청의 증가는 현재 관리 하고 있는 배양주의 종의 동정과 함께 정보 등의 명확한 제시 때문으로 판단되며, 과거 해양미세조류 은행과는 분양 요청 하는 분야와 기관에서 차이가 있다. 본 사업(1년 6개월)에서는 짧은 사업기간으로 인하여 전체 분양율을 명확하게 산출 할 수 없지만, 분양요청은 계속해서 증가 하고 있기 때문에, 자원의 분양 활성화를 위해서는 홍보와 함께 사업의 지속성에 관해서도 고려해야 할 것으로 판단된다.

구분	대학	국공립연구소	산업체	초중고등학교(교육)	계
건수	11	22	3	3	39
점수	24	123	12	9	168

분야별



기관별

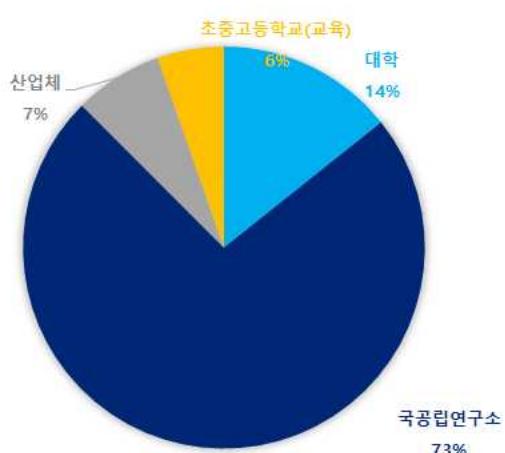


그림 47. 1차년도 해양플랑크톤 배양주 분양 현황

구분	대학	국공립연구소	산업체	초중고등학교(교육)	계
건수	43	34	9	4	90
점수	108	108	30	11	257

분야별



기관별

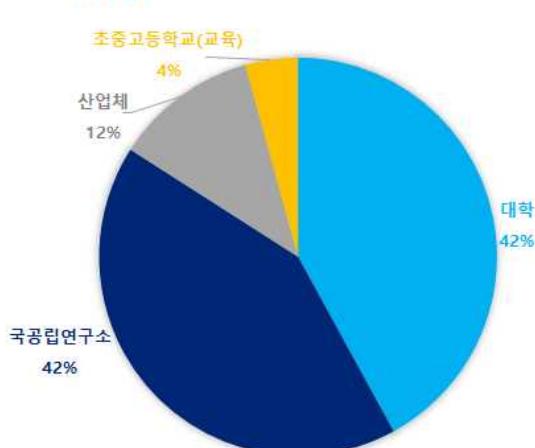


그림 48. 2차년도 해양플랑크톤 배양주 분양 현황

### 3. 해양플랑크톤 자원의 분양을 통한 활용성과

해양플랑크톤 배양주의 분양을 통해 산출 되는 다양한 분야의 성과를 직접 활용과 간접 활용으로 구분하였다.

#### 가. 직접활용 성과

해양플랑크톤 배양주의 분양을 통해 연구 등을 수행 하지 않고, 직접적 사용하는 분야 (먹이생물 사용, 교육)를 나타내었다. 먹이생물로 사용하기 위해서 분양을 요청한 업체 및 기관은 지난 사업 수행 기간 동안 10개의 기관 이었으며, 31점을 분양 하였다.

기관	건수	점수
네오앤비즈	3	11
(주) 제이엠이앤비	2	6
삼장	1	4
(주)아데나	1	5
신성워터넥	1	2
대봉엘에프 생명과학연구소	1	1
(재)전남생물산업진흥원	1	2

#### 나. 간접활용 성과

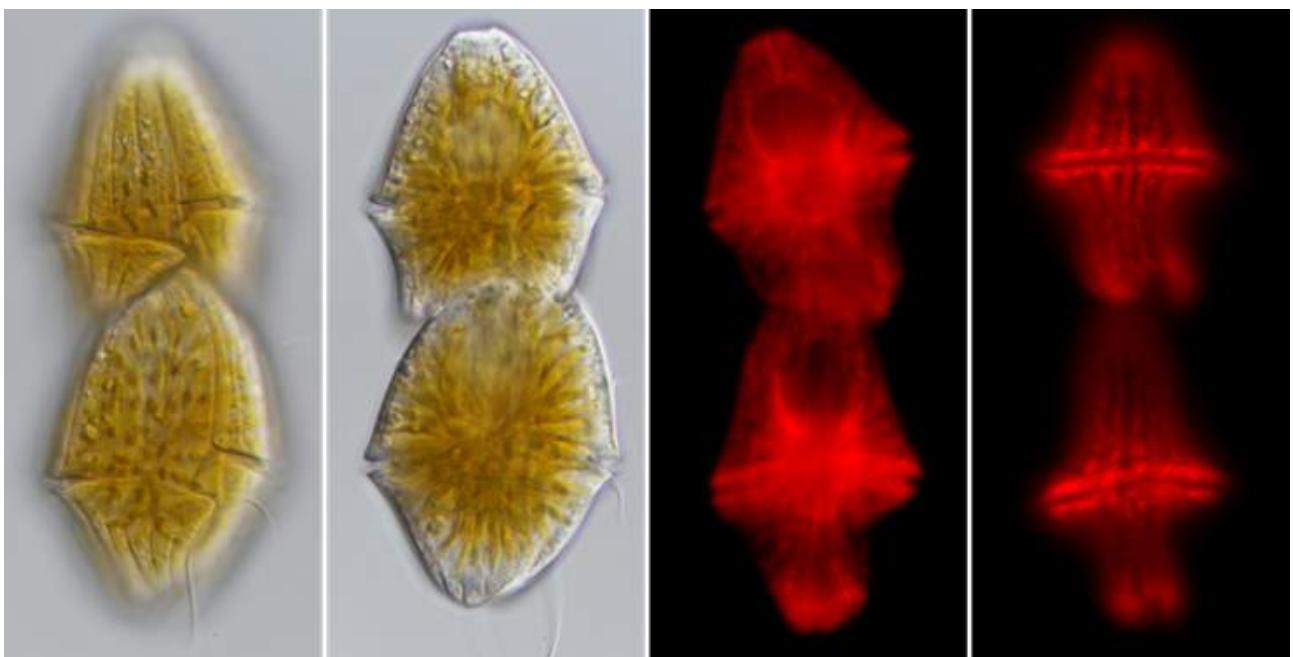
해양플랑크톤 배양주의 분양을 바탕으로 연구업무, 일자리 창출 등에 관여된 내용을 간접 활용으로 하였다. 분양 받은 배양주를 통해 지난 1년간 타기관에서 생산된 연구논문은 총 42편으로 배양주의 분양을 통한 연구가 활발하게 진행 되고 있다는 것을 확인 할 수가 있었으며, 연구사업수행은 5개 국가 연구사업 외 약 10개의 사업 수행에 이용되었다. 뿐만 아니라, 분양 된 자원을 바탕으로 사업체를 만들어 일자리가 창출되는 성과도 있다.

과제명	기관명
해수담수화 역삼투막 고급세정기술 개발	성균관대학교
이매파류 바이오 센서를 활용한 연안환경 모니터링 시스템 개발	전남대학교
미세조류를 원료로한 바이오디젤 제조 및 농용기관 이용에 관한 연구	경북대학교
기후변화 취약생태지역 해양-대기 통합연구	전남대학교
국토교통과학기술진흥원 플랜트 연구사업	성균관대학교

분양 배양주	게재	분양 배양주	게재
<i>Amphora coffeaeformis</i>	2	<i>Microcystis aeruginosa</i>	2
<i>Chaetoceros fragilis</i>	2	<i>Microcystis</i> sp.	1
<i>Chaetoceros gracilis</i>	1	<i>Nannochloropsis oceanica</i>	1
<i>Chaetoceros</i> sp.	2	<i>Nannochloropsis salina</i>	1
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1	<i>Navicula perminuta</i>	1
<i>Chlorella ellipsoidea</i>	1	<i>Navicula annexa</i>	1
<i>Chlorella</i> sp.	2	<i>Nitzschia apiculata</i>	1
<i>Chlorella vulgaris</i>	8	<i>Nitzschia pungens</i>	1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	1	<i>Prorocentrum minimum</i>	1
<i>Dunaliella salina</i>	1	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1
<i>Euglena gracilis</i>	2	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1
<i>Heterocapsa triquetra</i>	1	<i>Skeletonema costatum</i>	1
<i>Heterosigma akashiwo</i>	1	<i>Spirulina maxima</i>	1
<i>Heterocapsa circularisquama</i>	1	<i>Synechococcus elongatus</i>	1
<i>Micractinium pusillum</i>	1	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	1

#### 4. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관 자체 성과

해양플랑크톤을 확보하는 과정에서 새로운 속의 종을 발견하고 논문으로서 작성하여 제시하였다. 새롭게 발견된 종은 형태적, 유전학적 정보와 함께, 플랑크톤 배양주 관리 시스템에 등록 하였고(그림 49), 향후 생리, 생태적 연구를 수행할 예정이다. 지난 1년 6개월 동안 해양 미세조류은행의 해양플랑크톤을 이관 하여 안정적 보존에고 성공 하였지만, 정량적으로 국제 논문 2편과 국내 논문 1평을 게재하는 성과를 달성 하였으며, 현재도 4편이 심사중에 있다.



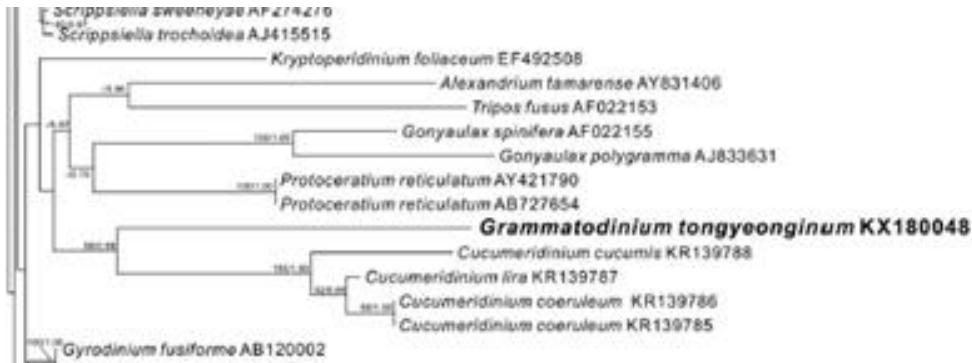


그림 49. 종의 확보 과정에서 발견된 새로운 종의 형태 및 계통학적 위치

## 5. 해양플랑크톤 자원 활용 유도를 위한 홍보활동

해양플랑크톤 이관에 대한 홍보와 분양 활성화를 위하여 국내 학회에서 발표를 진행 하였고, 플랑크톤 자원의 중요성, 기탁등록보존기관의 소개 분양 방법 등의 내용이 적힌 리플릿을 제작 하여 배포 예정이다(그림 50). 뿐만 아니라, 2016년 부산에서 개최된 수산과학기술대전에도 참석하여 기관에 대한 홍보를 진행 하였다.



그림 50. 해양플랑크톤 기탁등록보존기관 홍보를 위한 리플릿

## 제 4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 제 1절. 목표 달성도

총 사업 기간(2015년 9월 – 2017년 2월) 동안 해양미세조류 은행으로부터 자원을 이관하고 안정적 보존을 하기 위하여 해양플랑크톤의 최적 보존에 적합한 보존실을 구축하였고, 이와 함께 증식실, 먹이 배양실을 구축하였다. 그리고 계대배양 등을 통해 플랑크톤 자원의 안정화에 노력을 하였다. 보존실은 플랑크톤 자원의 최적 성장이 유지 될 수 있도록 디자인하여 특허 출원을 하였다.

관인생략	
출원번호통지서	
출원일자	2016.05.11
특기사항	심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P160096PP)
출원번호	10-2016-0057296 (접수번호 1-1-2016-0446732-96)
출원인명칭	한국해양과학기술원(1-2012-034461-6)
대리인성명	정종욱(9-2001-000008-4)
발명자성명	신현호 윤주연 정승원 임동일
발명의명칭	플링크론 배昂기
특허청장	

보존되는 자원은 웹을 기본으로 하는 관리 시스템을 구축하여 배양주에 관한 다양한 정보(채집 위치, 채집자, 동정자 등)가 안정적으로 보존 될 수 있도록 하였으며, 동시에 서면으로도 보관하여 자료의 손실을 방지 하였다. 그리고, 이관된 자원은 오염물질을 제거하여 자원의 건강성을 확보하고, 사멸종은 제거하여 실질적으로 분양이 가능한 자원을 선별 하였다. 그 결과, 확보된 배양주를 포함하여 현재, 1752점의 배양주가 보존, 관리 되고 있다. 이 규모는 다른 국외의 플랑크톤 보존기관과도 견주어 손색이 없는 것으로 판단된다. 동물플랑크톤의 경우 기존의 해양미세조류은행에서 수행하지 못했던 유전자 분석을 진행하여 보존되는 모든 종의 동정을 완료하여 정보를 보관 중에 있으며, 목표로 한 새로운 종 5종을 확보 하였고, 식물플랑크톤의 경우 150주를 확보하기로 하였는데, 이 성과도 초과하여 달성 하였다.

분양은 1차년도에는 이관으로 인해 활성화 되지 못했지만, 자원의 안정화가 진행되고 2년차 후반기에 본격적으로 시작하여 계속해서 증가하고 있으며, 분양을 통한 성과도 직접적, 간접적으로 나타나고 있다. 특히, 대학과 연구기관에서 국가연구개발 사업 수행을 위하여 그 요청이 증가하고 있으며, 이매매류의 성장을 위한 먹이생물로도 직접 분양이 증가하고 있다.

구분	년도	성과목표		세계최고 수준(보유국 / 보유기관)	연구전 국내 수준	목표치	가중치 (%)	평가기준	달성치
1차년도	2015	필수	해양플랑크톤의 안정적 이관	-	-	2000 주 이상 이관	80	해양플랑크톤의 안정적 이관 여부	100%
			해양플랑크톤의 보존/관리 체계 확립	-	-	2000 주 이상 보존/관리	20	해양플랑크톤의 안정적 보존/관리 여부	100%
2차년도	2016	필수	1-(1)발굴, 확보(돌물 플랑크톤)	-	-	4 종	15	신규 종 확보 여부	100 %
			1-(2) 발굴, 확보(식물 플랑크톤)	-	-	20종 150 주(사멸주 포함)	30	사멸주를 포함한 신규 배양주 확보 여부	100%
			2. 분양	-	-	100 건	15	분양 건수	100%
			3. 논문	-	-	SCI(E) 2 건	10	논문 발간 여부	100%
			4. 홍보	-	-	1 건	5	신문 보도 여부	
		자율	1. 이관된 자원의 안정적 보존/관리	-	-	2,320 주 (식물: 2200, 동물: 120 주)	10	플랑크톤 배양주의 보존 점수	100%
			2. 동물플랑크톤 배양주 유전자 분석	-	-		10	분석결과 첨부 여부	100%
			3. 배양주 검색 매뉴얼 제작(기탁 등록 보존 기관)	-	-	1건	5	매뉴얼 제작 여부	100%

## 제 2절. 관련분야 기여도

해양플랑크톤 자원의 관련 분야 기여도는 정확하게 수치화 할 수 없지만, 분양을 받은 기관과 연구자는 다양한 기초 연구를 활발하게 수행하고 있는 것으로 판단이 되며, 특히 국가연구개발사업을 성공적으로 수행하는데 중요한 재료로 활용이 되고 있다. 이와 함께, 수산업, 바이오 산업에도 적극적으로 활용되고 있는 것으로 보아, 해양플랑크톤 자원의 관련 연구와 산업 활성화에 크게 기여하고 있는 것으로 판단이 된다.

## 제 5장. 연구개발성과의 활용계획

식물플랑크톤은 해양의 기초생산자로서 종의 수나 생산력에 있어 지구상에서 가장 광대한 생물자원이다. 따라서 본 과제에서 확보한 식물플랑크톤 자원은 지구과학이나 생물학을 연구 교육하는데 중요한 소재로 활용될 수 있다. 현재 플랑크톤 가운데 상업화되어 있는 것은 수산 양식, 건강보조식품, 기능성화장품 및 식품첨가제 원료 등으로 볼 수 있다. 그러나 이외에 의약품과 바이오에너지 원료 또는 gas exchange를 이용한 환경산업 분야에서 상업화될 경우 천문학적인 시장규모로 발전할 것이다. 따라서 대한민국 고유의 유용플랑크톤자원 확보는 산업소재 확보의 관점에서 필수적이다. 한편 동물플랑크톤은 해양의 1차소비자로서 해양 생태학의 기초 연구에 유익하게 활용될 수 있으며 특히 양식의 먹이생물 또는 생태독성학의 실험생물로 활용된다.

본 연구에서 확보한 플랑크톤 소재는 매우 다양한 산업으로의 개발을 위한 기초 인프라 구축의 역할을 할 것이다. 이러한 생물 소재가 상용화 될 경우 경제적 파급 효과가 매우 클 것이다. 플랑크톤은 해양 생태계를 좌우하는 기초 영양단계이므로 본 연구의 결과는 광대한 생물 자원의 보고인 해양의 BT 산업 육성에 초석이 될 것이다. 세계적으로 해양의 BT 산업은 기술의 개발 단계이므로 원천 기술과 유전자원 확보를 통한 세계 시장의 선점 효과가 클 것으로 기대된다. 이러한 연구 결과를 통하여 확보된 국내 고유종은 연구와 교육 및 산업 소재로 활용이 될 것이므로 본 『유용플랑크톤자원 기탁등록보존기관』은 국가적 차원의 공익 기능으로서도 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 그러나 식물플랑크톤 가운데 독성이 있는 종류는 신약개발의 관점에서 유용할 수 있으나 취급 관리를 잘못하면 위험할 수 있는 부분도 있으므로 분양 신청자에게 이러한 내용을 홍보하고 분양 관리를 보다 철저히 할 필요가 있다. 또 국내 고유종이 불법으로 해외로 반출되는 일이 없도록 생물자원 관리를 철저히 할 필요도 있다.

## 제 6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

미세조류는 주로 다당류로 구성되어 있으나 불포화지방산, 비타민, 단백질이 높은 종류도 있다. 이러한 미세조류는 건강보조식품, 식물성오일, 비타민 등의 원료로 활용된다. 대표적으로 단백질 함량이 50% 정도로 높은 남조류 *Spirulina*, EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n3) 또는 DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n3) 등의 고도불포화지방산(hightly unsaturated fatty acid, HUFA) 함량이 20% 정도로 높은 *Chlorella*, 진안점조류의 *Monodus*, *Nannochloropsis*, 규조류의 *Phaeodactylum* 및 타가영양성 와편모조류의 *Cryptecodinium*, 비타민 C와 astaxanthin 함량이 높은 녹조류의 *Dunaliella*, *Haematococcus* 등을 들 수 있다.

미세조류는 광합성 과정에서 이산화탄소를 흡수하고 산소를 공급하는 가스 교환(gas exchange)의 역할을 하므로 이러한 생태학적 특성을 이용하여 오염된 도시하수나 공장 폐수를 정화할 수 있다. 미세조류는 부영양화된 수질을 정화시킬 뿐만 아니라, *Chlorella*나 *Scenedesmus* 등의 미세조류는 중금속을 흡수하는 능력이 높아 공장 폐수의 중금속 제거에 활용될 수 있다. 또 잠수함이나 우주선에서 산소공급의 목적으로 군사적 목적으로도 활용될 수도 있다. 화석연료의 과다한 사용으로 발생한 이산화탄소는 온실가스효과(green house effect)를 야기 시켜 지구 온난화와 이상기후변화의 원인이 되고 있다. 따라서 1997년 채택된 교토의정서(Kyoto protocol) 합의 이후, 최근 탄소배출권은 국제적으로 매우 중요한 경제적 과제가 되었다. 1 ha의 배양장에서 미세조류를 대량배양 할 경우 년간 약 190톤의 탄소를 제거할 수 있을 것으로 예측하고 있다(Robinson 2010). 따라서 미세조류의 대량배양을 통한 이산화탄소의 제거는 산업적으로도 가능할 것이다.

최근에는 석유에너지의 고갈로 대체에너지 개발이 매우 중요하다. 미세조류는 육상 식물에 비하여 성장속도가 매우 빠르고, 많은 양의 기름을 함유하고 있다. 미세조류는 육상의 식용작물과 경쟁 없이 배양을 통하여 환경친화적이고 지속적인 재생산이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 또 유용물질을 추출한 후의 세포 섬유질의 잔존물은 바이오 에탄올, 유기비료 또는 고체연료 등으로 활용할 수 있다. 미세조류는 오염물질로 폐기하는 부분이 전혀 없이 100% 활용이 가능하다. 그러나 바이오 디젤유의 생산단가는 1 gallon 당 미세조류가 \$2.8로 야자유(\$) 0.52)에 비해 약 5배 이상 높은 점이 문제이다(Robinson 2010). 따라서 지질 함량이 높은 미세조류 종을 선별하고 유전공학적 방법으로 균주를 개발하여 대량배양한 후 경제적으로 디젤유를 추출하면 대체 에너지원으로 충분히 활용할 수 있다. 현재 미국을 중심으로 미세조류를 이용한 바이오에너지 벤처산업이 활발하지만 이는 군사적인 목적으로 아직 민간 차원에서 산업화되지 못한 실정이다.

현재 녹조류의 *Botryococcus*, *Dunaliella*, *Chlorella*와 진안점조류(Eustigmatophceae)의

*Nannochloropsis* 등이 바이오 디젤유 추출을 위한 대표적인 미세조류로 널리 연구되고 있다. 미세조류는 바이오 디젤유의 질과 생산성에서 우수하나 미세조류의 대량배양, 수확 및 기름추출 등의 비용이 높아 경제성의 관점에서는 아직도 많은 문제점이 있다. 따라서 미세조류를 활용한 바이오 디젤유 생산은 미세조류의 대량생산 규모 확대와 기술개발을 통한 비용 절감이 중요한 과제로 남아 있다.

최근 미국, 호주, 이스라엘, 스페인 등과 같이 기온이 높고 햇빛이 충분하며, 농업으로서의 토지 활용성이 낮은 건조한 사막이나 화산지대에서 미세조류를 상업적으로 대량배양하고 있으나 아직은 산업화를 위한 개발 단계이다. 그러나 한국과 같이 토지 활용성 높고 온도가 낮은 온대지역에서의 대량생산은 지리적으로 불리한 여건이다. 바이오 에너지 산업분야에서의 미세조류는 현재 벤처 단계로 볼 수 있고 질소고정능력이 우수한 해양 남조류를 이용한 수소에너지 생산은 아직 연구 단계이다(Benemann 2000, Park et al. 2009).

한편 미세조류는 항산화제 또는 보습제로서 효과가 있어 *Tetraselmis*, 규조류의 *Odontella*, 남조류의 *Phormidium* 등이 화장품의 소재로 널리 사용되고 있다. 또 미세조류는 특이한 의약품의 원료로도 활용 가능성이 높아 항생제, 항암제, 항종양제, 자외선차단제, 혈압강하제, 항수중제(anti-oedema), 근육이완제, 기관지확장제 등의 다양한 물질이 개발 중이다 (Borowitzka and Borowitzka 1988, Richmond 2004). 미세조류로부터 추출한 색소 단백질(phycobiliprotein)이나 단백질 분해효소(protease) 등이 의학 진단용 소재로, 독성이 있는 와편모조류로 부터 추출한 물질은 신경안정제 또는 질병연구 소재로 활용될 수 있다(Cohen 1999). 미세조류를 의약품의 원료로 활용하기 위한 분야는 현재 연구 단계이지만 산업화가 될 경우 고부가의 경제적 파급효과는 매우 클 것이다.

최근 해양생물로부터의 생명공학기술을 확보하기 위하여 해양생물 특히 유용 미세조류자원의 확보와 이를 이용한 연구가 활발하지만 가장 큰 문제는 생산단가가 높아 경제성이 낮다는 점이며, 이를 해결하기 위하여 고부가의 제품개발과 대단위 생산체계를 개발하여야 한다. 향후 10년 정도면 산업화가 가능할 것으로 기대하고 있다. 그러나 국내의 경우 플랑크톤 관련 기초과학 연구는 대학을 중심으로 활발하나 경제성의 문제로 아직 산업화 단계에 이르지 못하였다. 플랑크톤 산업관련 국내 인프라와 기술은 꾸준히 발전하고 있다. 국내는 대량생산에 적합한 지리적, 기후적 조건이 아니므로 보다 원천기술 확보가 중요한 것으로 전망된다.

## 제 7장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명 /기타	소속 기관명	역 할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	Morphological features of marine dinoflagellates from Jang mok Harbour in Jinhae Bay, Korea: A case of 30 species in the Orders Prorocentrales, Dinophysiales, Gonyaulacales and Gymnodiniales	한국해양과학기술원	주저자	환경생물학회지		2016.10	중복사사	국내
2	논문	Morphology and phylogeny of <i>Triadinium polyedrcum</i> (Pouchet) Dodge (Dinophyceae) from Korean coastal waters	한국해양과학기술원	주저자	Ocean Science Journal	0.7	2016.12	중복사사	SCI
3	논문	Cyst-motile stage relationship, morphology and phylogeny of a new chain-forming marine dinoflagellate <i>Gramatodinium tongyeonginum gen. &amp; sp. nov.</i> from Korea	한국해양과학기술원	교신저자	Phycologia	1.9	2017.	중복사사	SCI

### # 심사중인 논문

1. Morphological identification of *Alexandrium* species (Dinophyceae) from Jinhae-Masan Bay, Korea (under review) – SCI

2. Formation and germination of temporary cysts of *Cochlodinium polykrikoides* Margalef (Dinophyceae) and their ecological role in dense blooms (under review)  
– SCI
3. *Fragilidinium fissile* Balech (Dinophyceae): Life history, morphology and phylogenetic position (under review) – SCI
4. Which species, *Alexandrium fundyense* or *A. pacificum*, is really responsible for past paralytic shellfish poisoning outbreaks in Jinhae–Masan Bay, Korea? – SCI

## 제 8장. 참고 문헌

- 윤양호, 김종덕, 오석진 2012. 미세조류의 경이로운 세계와 산업적 이용 – 에너지, 식량 및 환경분야의 미래자원. 전남대학교 출판부, 353 pp.
- Benemann, J. R. 2000. Hydrocarbon production by microalgae. *J. Appl. Phycol.* 12:291–300.
- Borowitzka, M. A. & Borowitzka, L. J. 1988. *Micro-Algal Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge, 477 pp.
- Ehimen, E. A., Sun, Z. F., Carrington, C, G., Birch, E. J. and Eaton-Rye, J. J., 2011. Anaerobic digestion of microalgae residues resulting from the biodiesel production process. *Applied Energy*. 88 : 3454~3463.
- Goldman, J.C. 1979. Outdoor algal mass culture 1. application. *Water Research*, 13, 1–19.
- Miki, W. and M. Kawamata, 1992. Potential uses of microalgae – Biochemical resources. in, "Yamaguchi, K. (ed.), Utilization of microalgae. Kouseisyakouseigaku, Tokyo", 54–63.
- Park, J. W., Kim, J. M. & W. Yih. 2009. Current states of photobiological hydrogen production technology using unicellular marine cyanobacterial strains. *The Sea* 14:63–68.
- Seehan, J., T. Dunahay, J. Benemann and P. Roessler, 1998. A look back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae. National Renewable Energy Laboratory(USA), NREL/TP-580-24190, Part I. 22pp and Part II 294pp.
- Richmond, A. 2004. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Science, Oxford. 566 pp.
- Robinson, S. 2010. The green promise. Fish Farming International. Jan. 2010. Issue 1:22–25.
- Yang, Z., Guo R., Xu, X., Fan, X. and Luo S., 2010. Enhanced hydrogen production from lipid-extracted microalgal biomass residues through pretreatment. *Int. J. Hydrogen Energy*. 35 : 9618~9623.

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관  
관리매뉴얼(내부자용)

2017

KIOST  
Laboratory of Marine Biology & Ecology

# 목차

1. 적용범위
2. 용어의 정의
3. 배지관리
  - 3.1 배지 보관 관리
  - 3.2 배지 제조 및 멸균
  - 3.3 조제 배지의 사용과 폐기애 대한 주의 사항
4. 플랑크톤 확보
  - 4.1 기탁
  - 4.2 채집 및 분리
5. 보존관리
  - 5.1 보존관리계획 수립
  - 5.2 배양
  - 5.3 등록
  - 5.4 보존
  - 5.5 폐기관리
6. 분양관리
  - 6.1 분양접수
  - 6.2 분양여부 심사
  - 6.3 출고 및 배송
  - 6.4 분양제한
7. 식물플랑크톤 관리
  - 7.1 식물플랑크톤 분리(모세관법)
  - 7.2 플랑크톤의 계대배양
  - 7.3 분양과정
8. SEED BANK 관리
  - 8.1 필요물품 및 장비
  - 8.2 퇴적물 전처리
  - 8.3 Cyst 분리
9. 동물플랑크톤 관리
  - 9.1 필요물품 및 장비
  - 9.2 배양주 확보
  - 9.3 배양주 관리
  - 9.4 계대배양
10. 해양플랑크톤자원 사용자 매뉴얼
  - 10.1 시스템 접속 (URL)
  - 10.2 시스템 화면구성
11. 해양플랑크톤자원 시설 위치
  - 11.1 식물플랑크톤 배양실
  - 11.2 동물플랑크톤 배양실
  - 11.3 먹이생물실 배양실

## 1. 적용범위

본 규정은 플랑크톤을 취급하는 『해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관』의 체계적인 운영관리를 위하여 배양주(균주)의 배양, 보존, 분양 및 기탁에 대한 각 단계별 업무절차를 제공한다.

## 2. 용어의 정의

이 매뉴얼에서 사용하는 용어정리는 다음과 같다.

### 2.1. 기탁 · 수탁(Deposit)

기관 또는 개인이 보유하고 있는 플랑크톤의 안정적인 관리를 위하여 연구자가 보유한 플랑크톤을 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 위임하는 행위. 일반기탁, 안전기탁, 특허기탁으로 구분함.

**비고 1** 일반기탁의 경우에는 플랑크톤을 제 3 자에게 분양할 수 있으며 안전기탁의 경우에는 원기탁기관(자)에만 분양한다. 특허기탁의 경우에는 연구소재를 특허출원 할 때 특허 정장이 정한 국내 기탁기관 또는 ‘특허절차 상 미생물기탁의 국제적 승인에 관한 부다페스트조약’에 따른 국제기탁기관에 보존하며 기탁기관(자) 또는 특허청의 승인 후 분양이 가능하다.

**비고 2** 당사자의 입장에 따라 기탁신청기관(자) 측면에서는 ‘기탁’이라고 하고 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 측면에서는 ‘수탁’이라고 한다.

### 2.2 기탁신청서(Deposit form)

기관 또는 개인이 플랑크톤을 기탁하기 위하여 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 제출하는 서식

### 2.3 등록(Accession)

신규 배양주를 수탁, 개발 또는 구입하거나 보유한 배양주를 재보존하여 입고할 때 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 등록 번호, 채집, 분리, 배양, 위치번호 및 기타 고유 특성정보를 기록하는 일련의 과정

### 2.4 보존(Preservation)

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관이 보유하고 있는 식물플랑크톤을 유지 관리하는 일련의 과정

### 2.5 분양(Distribution)

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 홈페이지에 공개된 배양주를 기관 또는 연구자의 요청에 의하여 제공하는 행위

### 2.6 분양신청서(Request form)

기관 또는 연구자가 플랑크톤을 분양 받기 위해 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 제출하는 서식

### 2.7 배양주관리자(Curator)

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 운영관리와 배양주관리에 관한 전반적인 업무를 수행하는 담당자

## 2.8 시료명

신규등록이 결정된 배양주를 식별하기 위하여 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에서 부여한 고유번호

## 2.9 생산번호(Lot number, Lot. No.)

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 등록번호가 부여된 소재를 증식하거나 추출, 정제한 후 그 생산 순서를 식별하기 위해 부여하는 고유번호

## 2.10 운용소재(運用, Active collection)

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에서 분양, 생산, 특성검사 및 정도관리 등의 목적으로 사용하는 소재

## 2.11 원기탁소재(Original deposit resources)

기탁자가 기탁신청을 할 때 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 송부하는 소재

## 2.12 원시료명

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관이 플랑크톤등록번호를 사용하기 전 플랑크톤에 부여한 모든번호

비고 1 한국해양미세조류은행(KMMCC)과 유용플랑크톤자원 기탁등록보존기관(CCUMP)에서 이관 전 사용한 등록번호

비고 2 기탁기관 혹은 기탁자가 기탁하기 전 사용한 플랑크톤 등록번호

## 2.13 위치번호(Location number)

배양주의 보존위치를 식별하기 위하여 부여하는 고유번호

## 2.14 적합성 심사(Check status of documentation)

배양주의 기탁 또는 분양신청서 상의 기재된 내용을 바탕으로 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 배양주 등록 기준, 운영규정 및 국내외 법규 등에 준하여 소재의 수탁 또는 분양의 적합성을 심사하는 과정

## 2.15 정도관리(Quality control)

과학적 방법을 이용하여 플랑크톤 배양주의 품질이 안정적으로 유지되는지 확인하는 과정

## 2.16 채니기(Mud sampler)

바다, 하천, 호수 등의 바닥에서 진흙, 모래, 그 밖의 침전물 등을 긁어내는 기구

## 2.17 채수기(Water sampler)

물을 측정하거나 플랑크톤을 채집하기 위하여 바다나 호수의 일정한 수심에서 물을 끌어올리는 기구

## 2.18 특성검사(Characterization)

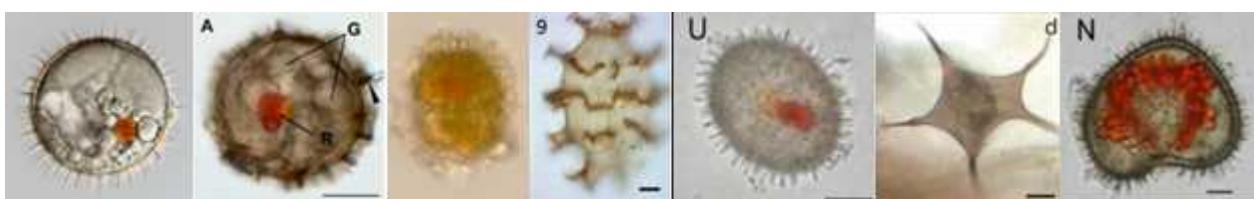
배양주 고유의 특성을 구명하기 위해 형태학적, 생리 · 생화학적, 분자생물학적 방법 등을 이용한 검사

### 2.19 품질관리(Quality management)

배양주의 품질 유지와 신뢰성을 확보하기 위해 배양주의 특성을 고려한 관리기준과 시험검사 항목을 설정하여 배양주의 특성을 구명하고 배양주 보존 중의 품질 변화를 확인하기 위해 정량적, 정성적 검사를 수행하여 소재의 품질을 보증(quality assurance)하는 일련의 과정

### 2.20 휴면포자(Cyst)

주위환경이 나빠질 때나 생활사의 한 시기 중에 운동성을 잃어버리고 세포막의 표면에 강한 막을 형성하여 휴면상태로 되는 포자로 일정기간을 휴면상태로 보낸 후 환경요인의 변동에 따라 발아할 수 있어 해양시료도서관에서 소재의 고유한 특성을 유지하고 소실에 대비하기 위하여 장기 보존하는 소재



### 2.21 해양시료도서관 관리시스템 (LIMS, Library of Marine Samples)

해양시료도서관의 보유 배양주 정보를 입력하여 체계적으로 관리하는 온라인 시스템.

### 2.22 해양생명자원통합정보시스템(MBRIS, Marine Bio Resource Information System)

2008년 이후 확보한 해양생명자원을 효율적으로 관리하고, 이용 편의성을 향상하기 위해 해양수산부에서 지원해서 만든 해양생명자원 통합정보시스템



LIMS



MBRIS

## 3. 배지관리

플랑크톤배양주 관리자는 배지분말을 적절한 온도와 조건에서 보관하고 유효기간이 지난 것을 사용하지 않도록 한다. 배지분말의 보관조건과 유효기간은 제품의 설명서 또는 라벨에 기록되어 있으므로 배양주관리자는 유효기간을 지키고 제조일자 순서로 제품을 사용하도록 한다. 모든 조제 배지는 평판이나 용기표면에 제조일자를 표기하고 정해진 기간 내에 사용하도록 한다.

### 3.1 배지 보관 관리

#### 3.1.1 빛

모든 배지와 조성물은 항상 어두운 곳에 보관하며 직사광선에 노출되지 않도록 한다.

#### 3.1.2 습도

개봉된 배지분말은 습도에 영향을 받게 되므로 고온 다습한 환경을 피하여 개봉한 배지를 습도가 낮은 적절한 보관장에 보관하고 가능한 빠른 시일내에 활용한다.

#### 3.1.3 온도

배양주 관리자는 배지나 그 조성물의 종류에 따라서 다음과 같이 적절한 온도에 보관한다.

- a) 분말배지: 개봉되지 않은 제품은 15°C에서 25°C 사이의 상온에 보관한다. 개봉된 제품은 뚜껑을 잘 덮어서 상온의 건조한 조건에서 보관한다. 유효 보관기간은 제품의 종류에 따라 1년에서 5년까지이다.
- b) 조제 액체배지: 2°C에서 8°C 사이의 온도에서 보관하며 얼지 않도록 유의한다. 유효 보관기간은 6개월까지이다.
- c) 조제 고체배지: Petri dish 혹은 Test-tube에 담은 한천배지는 탈수, 오염, 화학분해가 되기 쉬우므로 미생물의 오염을 막기 위해서 무균 상태의 보관이 필요하다. 보관 중 수분 손실을 최소화하기 위해서는 10개 또는 20개 단위씩 비닐로 포장하여 2°C에서 8°C 사이의 온도에서 보관한다.
- d) 멸균 액체배지: 식물플랑크톤의 계대배양을 위해 만들어 멸균한 액체배지는 2°C에서 8°C 사이의 온도에서 보관을 기본으로 하고 사용 하루 전에 배양온도와 같은 20°C에서 보관한다.
- e) 멸균 시약은 2°C에서 8°C 사이의 온도에서 보관한다.
- f) stock solution은 2°C에서 8°C 사이의 온도에서 보관하며 유효 보관기간은 1년이다.

### 3.2 배지 제조 및 멸균

배양배지의 조제법은 각 종의 영양요구 특성을 참고한다. 일반적으로 일주일 사용 분량씩 만들어 두는 것이 좋다. 배양배지는 121°C에서 134°C 사이의 온도로 고압증기 멸균하는 것이 가장 좋은 방법이지만 열처리 과정에서 구성성분들이 직접 열분해 되거나 서로 반응하여 영양파괴가 일어날 수도 있다. 또한 열처리 과정 동안 산화에 의하여 독성 물질이 생길 수도 있다. 그러므로 배지를 멸균할 때에는 완전히 멸균되지만 배지의 성분 파괴는 최소화하도록 한다.

- a) 항상 새로 제조한 3차 종류수를 사용하도록 한다. 50°C 정도의 따뜻한 물을 사용하여 분말이 빨리 용해되도록 한다. 배지조제에 사용하는 초자기구들을 세척한 후 종류수로 행궈내어 용기들이 유기물 또는 독성 물질에 오염되지 않도록 한다.
- b) 내용물들이 잘 섞이도록 배지 부피의 두배 용량의 용기를 사용하여 배지를 만든다.
- c) 한천이 들어가지 않은 배지는 부드럽게 저으면 잘 녹지만 한천을 넣은 배지는 멸균하기 전에 열을 가해 한천을 녹여야 한다. 배지가 타거나 끓어 넘치지 않도록 유의한다. 대부분의 배지는 고압증기 멸균기를 사용하여 121°C에서 20분간 최종 멸균하며 배지의 양이 많은 경우 30분 또는 40분까지 멸균한다.
- d) 열에 의해 쉽게 분해되거나 침전되는 성분들은 따로 용액을 만들어 여과 또는 고압증기 멸균을 통해 용액을 멸균한 후 무균상 내에서 섞어준다.



### 3.3 조제 배지의 사용과 폐기애 대한 주의 사항

유해한 독성을 함유한 식물플랑크톤은 인체 또는 환경 오염의 잠재적으로 위험성을 가질 수 있으므로 안전한 방법으로 폐기 처리하여야 한다.

오염된 실험기구와 접종 시켰던 배지는 식물플랑크톤 실험수행에 대한 교육을 받은 배양주 관리자가 최종적으로 폐기용 비닐봉지에 담아 고압증기 멸균을 실시한 후에 폐기하도록 한다.

## 4. 플랑크톤의 확보

### 4.1 기탁

기탁받은 플랑크톤 배양주는 표 1에 따라 기탁절차를 진행한다.

표 1. 기탁절차 흐름

단계	절차	서식
1 단계	기탁접수	
2 단계	적합성 심사	
3 단계	분류, 동정 및 특성시험	
4 단계	동일성 확인	
5 단계	기탁완료	

#### 4.1.1 기탁접수

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 기탁기관(자) 또는 개발자와의 권리와 의무를 명확하게 하기 위하여 기탁조건, 절차, 기탁신청서 양식을 홈페이지에 게시하여야 한다.

##### 4.1.1.1 기관(자)의 요청에 의한 기탁

기관이나 연구자가 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 배양주 기탁을 신청하는 경우 해양시료도서 관은 온·오프라인(이메일, 팩스 또는 우편 등)의 공식적인 절차를 통하여 기탁신청을 접수하여야 한다.

##### 4.1.1.2 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 요청에 의한 기탁

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 발표된 학술논문 등에서 플랑크톤 배양주 등록기준에 적합한 플랑크톤을 확인한 경우, 연구자에게 기타가을 요청할 수 있다. 연구자가 기탁요청에 동의할 경우, 관리자는 연구자에게 기탁신청서 양식을 발송하거나 홈페이지에 게시되어 있는

기탁신청서 양식을 이용할 수 있도록 통지하여야 한다. 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 연구자의 기탁신청서를 온·오프라인(이메일, 팩스 또는 우편 등)의 공식적인 절차를 통하여 접수하여야 한다.

#### 4.1.1.3 기탁신청서 확인

관리자는 기탁신청기관(자)이 제출한 기탁신청서를 접수한 후 다음의 항목을 확인하고 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 관리시스템의 수탁관리대장에 기록한다.

- a) 접수 번호
- b) 접수 일자
- c) 신청기관(자) 정보
- d) 플랑크톤 배양주 정보

관리자는 기탁신청서에 기입된 정보를 확인하고 필수정보가 누락되었거나 추가 자료가 필요한 경우, 기탁신청기관(자)에 관련 자료를 재요청한다. 기탁신청서의 필수정보는 다음과 같다.

- a) 신청기관(자) 정보
- b) 기본정보: 플랑크톤 학명(종명, 속명), 타기관등록번호, 용도, 기탁목적
- c) 채집정보: 채집일자, 채집자, 채집지역, 채집량, 채집위치(경·위도), 수온, 채집수심, 서식지(부유성, 부착성 등)
- d) 생산정보
  - 분리정보: 분리일자, 분리자, 분리방법
  - 동정정보: 동정일자, 동정자, 동정방법
- e) 특성정보: 형태학적 특징
- f) 배양정보: 배양시간(명암주기), 배지(액체, 고체 등), 온도, 염도, 광도, pH
- g) 보존정보: 보존온도, 동결보호제
- h) 지식재산권·정보공개·분양에 관한 사항

#### 4.1.2 적합성 심사

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 국내·외 법규 및 지침, 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 기탁관리규정을 근거로 기탁신청서 상의 내용을 검토하여 수탁 적합성 여부를 심사하여야 하며 다음의 사항들을 순차적으로 고려하여야 한다.

- a) 채집지역이나 생태적 특성이 특이하거나 희귀한 플랑크톤
- b) 보존이 용이한 플랑크톤
- c) 활용도가 높은 플랑크톤
- d) 산업적, 과학적(분류학 등) 또는 교육적 연구 가치가 있는 플랑크톤

적합성 심사 결과 플랑크톤의 기탁신청이 ‘적합’으로 결정되면 관리자는 기탁신청기관(자)과 협의하여 플랑크톤의 송부시기를 결정하고, 플랑크톤의 기탁단위를 산정하여 기탁신청기관(자)에 플랑크톤 배양 주 송부 요청서를 발송한다. 기탁 대상 플랑크톤의 특성검사와 향후 보존 및 분양 등에 필요한 플랑크

표 2. 플랑크톤 배양주의 기탁단위

상태	수량	단위 용량
활성상태, 배양액	튜브 2개	15mL (15mL 튜브)

적합성 심사 결과 ‘부적합’으로 결정되면 관리자는 기탁신청기관(자)에 기탁거절통지서를 발송하여 플랑크톤의 기탁신청이 거절되었음을 통보한다.

#### 4.1.3 분류, 동정 및 특성시험

관리자는 기탁신청기관(자)이 발송한 플랑크톤을 수령한 후 그 수량(용량)을 해양플랑크톤 자원 기탁등록보존기관 관리시스템의 수탁관리대장에 기록하며 기탁신청기관(자)이 송부한 플랑크톤 종 분류, 동정 및 특성시험에 필요한 수량(용량)을 제외한 잔량을 특성시험이 완료될 때까지 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 방법에 따라 별도로 보존한다.

관리자는 기탁신청서 상의 특성정보를 확인하기 위하여 기탁신청기관(자)이 발송한 플랑크톤을 대상으로 표 3의 특성시험을 실시하고 필요한 경우, 추가 시험을 실시할 수 있다.

표 3. 플랑크톤의 특성시험 항목

구분	특성시험 항목
오염도 검사	육안검사법
생육도 검사	액체배양법

관리자는 특성시험 결과를 수탁관리대장에 기록한다.

플랑크톤의 특성시험 결과가 기탁신청서 상의 특성정보와 일치하는 경우, 관리자는 기탁을 ‘승인’ 하고 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 수탁관리대장에 기록한다.

플랑크톤의 특성시험 결과가 기탁신청서 상의 특성정보와 불일치하는 경우, 관리자는 기탁신청기관(자)에 해당 플랑크톤 배양주를 재요청하여 특성시험을 재실시하고 그 시험 결과가 기탁신청서 상의 특성 정보와 일치하는 경우, 기탁을 승인한다.

특성시험 결과가 기탁신청서 상의 특성정보와 불일치하거나 기탁신청기관(자)이 해당 플랑크톤을 재송부하지 않는 경우, 관리자는 기탁절차를 중지하고 기탁신청기관(자)으로 기탁거절 통지서를 발송한다.

플랑크톤 배양주의 기탁절차를 중지하는 경우, 관리자는 기탁신청기관(자)과 보관중인 플랑크톤의 처리 여부에 관하여 협의한 후 재송부하거나 ‘폐기물관리법’에 따라 해당 플랑크톤을 고압증기로 멸균하여 폐기한다.

#### 4.1.4 동일성 확인

관리자는 원기탁소재와 동일함을 확인하기 위하여 활성상태의 플랑크톤 배양액 10mL을 원기탁소재 확인서와 함께 기탁신청기관(자)으로 발송하며 원기탁소재와 동일성 여부를 기탁신청기관(자)으로부터 10~2주일 이내에 회신 받아야 한다. 만약 플랑크톤의 특성 상 기한 내 회신이 어렵다고 판단할 경우, 기탁신청기관(자)과 협의하여 원기탁소재확인서의 회신 기한을 결정한다.

기탁신청기관(자)이 원기탁소재와 동일하다고 통지하면 관리자는 이를 연구소재관리시스템의 수탁관리대장에 기록한다.

기탁신청기관(자)이 원기탁소재와 동일하지 않다고 통지하면 관리자는 기탁신청기관(자)으로 플랑크톤을 재송부하여 재확인을 요청한다.

#### 4.1.5 기탁완료

관리자는 기탁이 결정되면 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관의 관리번호체계에 따라 신규 등록번호를 부여하고 수탁관리대장과 등록관리대장에 기록한다.

### 4.2 채집 및 분리

채집자는 플랑크톤 채집 시 플랑크톤네트, 채니기, 채수기 등의 채집도구를 사용하며 채집한 플랑크톤을 채수통에 넣고 지워지지 않는 필기구를 사용하여 채집정보를 기재한 후 훼손되지 않도록 주의한다.

플랑크톤의 변질을 최소화하기 위하여 아이스팩 등을 이용하여 낮은 온도를 유지하되 활성

이 떨어지지 않도록 주의하며 채집 후 3일 이내에 처리하는 것이 좋다. 채집한 플랑크톤을 즉시 처리하지 못하는 경우, 3 %에서 5 % 중성 포르말린 용액으로 고정하여, 침강성이 좋지 않은 남조류나 파괴되기 쉬운 와편모조류는 1 %에서 2 % 루꼴용액(Lugol's solution)으로 고정하여 그늘지고 서늘한 곳에 보관한다.

암반 또는 자갈, 수생식물 등에 부착하여 서식하는 플랑크톤을 채집하는 경우, 채집자는 부드러운 솔을 이용하여 기질면을 긁어모아 채집망에 넣는다. 또한 사상체 조류는 핀셋 등을 이용하여 채집한다.

관리자는 플랑크톤의 채집자, 채집일자, 채집해역, 채집량, 채집수심, 채집위치, 수온, 염분, 채집번호를 채집관리대장에 기록하여 관리한다.

채집자/관리자는 채집한 플랑크톤을 분리한 후 액체배양법으로 일정기간 동안 배양상태를 관찰한다.



## 5. 보존관리

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 표 4에 따라 보존절차를 수행한다.

**표 4. 보존절차 흐름도**

단계	절차	서식
1 단계	보존관리계획 수립	
2 단계	배양	
3 단계	등록	
4 단계	보존	
5 단계	특성시험, 정도관리, 재고관리	
6 단계	폐기관리	

### 5.1 보존관리계획 수립

플랑크톤의 특성, 안정성, 희귀성, 활용성 및 최근 연구 동향 등에 따라 플랑크톤의 확보량과 재보존량을 예측하여 장·단기 보존계획을 수립하고 특성시험과 정도관리 검사를 위한 기준을 마련한다.

### 5.2 배양

#### 5.2.1 배양관리

관리자는 미세조류의 분류군별 적합한 온도, 염분, 빛, 배지, pH 등의 배양조건을 고려하여 수탁하거나 채집하여 분리한 단일 플랑크톤을 배양한다.

관리자는 배양 시 배양시간, 배지, 온도, 염도, 광도, pH, 생산량, 배양일자, 관리자를 해양시료도서관 관리시스템에 등록하여 관리한다.

온대해역에서 분리한 플랑크톤의 경우 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 일반적으로 다음과 같은 조건으로 플랑크톤을 배양 관리하는 것이 좋다.

- a) 온도:  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$
- b) 습도: 50
- c) 조명: 백색 형광등
- d) 조도: 최대 3,000 럭스(lux)
- e) 광주기: 1일 낮12시간, 밤 12시간
- f) 염도: 담수산 0 psu, 기수산 15 psu, 해수산 30~40 psu, g) pH:  $8.0 \pm 0.5$

부착성 규조류를 배양하는 경우, 해당 플랑크톤이 밝은 조명에 직접 노출되지 않도록 조도가 약한 장소에서 배양한다. 남조류는 고도의 밝은 조명에서는 탈색이 되고 어두운 조명에서는 거의 성장하지 못하므로 조도를 낮춰서 배양한다.

관리자는 표 5를 참고하여 적정량의 플랑크톤을 배양한다.

표 5. 배양용기별 적정 배양액 단위

상태	배양용기	적정 단위 용량
활성상태, 배양액	26 mL 테스트 투브	15 mL
	50 mL 배양플라스크	25 mL

플랑크톤 배양 시 사용하는 기구와 배지는 플랑크톤 취급 관리에 대한 교육을 받은 관리자만이 취급한다. 배양용기와 배지는 고온건조 또는 고압증기로 멸균하거나, 주사기 등을 이용하여 여과살균 (Filter sterilization) 한 후 사용함으로써 플랑크톤의 오염을 방지할 수 있다.

### 5.2.1.1 계대배양

관리자는 플랑크톤을 효율적으로 유지하기 위하여 플랑크톤 분류군별 적절한 배양배지를 선택하고 무균실험대에서 계대배양을 한다. 이때 액체배지 및 고체배지, 배양용기를 멸균된 상태로 사용하여야 한다. 단, 비무균배양(Non-axenic culture)의 경우에는 일반실험대에서 계대배양을 수행할 수 있다. 관리자는 표 6을 참고하여 분류군별 계대배양 주기를 설정하여 배양할 수 있다.

표 6. 식물플랑크톤의 분류군별 계대배양 주기

분류군	계대배양 주기
와편모조류	2 주에서 1 개월
침편모조류, 은편모조류, 황갈조류	1 개월
부유성 규조류, 착편모조류, 진안점조류, 담녹조류	2 개월
남조류	3 개월
녹조류, 부착성 규조류	4 개월

배양액을 계대배양하는 경우, 관리자는 멸균한 모세관 피펫 등을 이용하여 0.5 mL에서 2 mL의 배양액(50 mL 투브 기준)을 새로운 배양용기로 계대배양하는 것이 좋다. 계대배양에 사용하는 접종량은 배양액의 밀도, 미세조류의 크기에 따라 달라질 수 있다.

관리자는 계대배양 후 매주 육안으로 플랑크톤의 배양상태와 오염도를 확인하여야 하며, 필요한 경우 현미경을 이용한다. 플랑크톤이 자라지 않거나 오염된 경우, 다시 계대배양을 실시하거나 배양조건(배양배지, 광조건)을 조절하고 무균분리하여 관리하는 것이 좋다.

플랑크톤을 고체배지로 배양하는 경우, 관리자는 멸균한 백금이(Platinum pool)를 이용하여 활성상태의 배양액을 새로운 사면배지에 긁어서 계대배양한다.

### 5.2.1.2 배지관리

관리자는 대량 영양소(Macronutrients), 미량원소(Trace elements), 비타민(Vitamins) 등의 원액(Stock solution)을 이용하여 식물플랑크톤의 종류와 염분에 따라 배지를 조제하는 것이 좋다. 배지의 각 구성분은 침전되거나 쉬우므로 10 mg/mL 이하 원액으로 준비하여 어두운 유리용기에 담아 냉장보관(5°C)하고 배지 조제 시 꺼내어 사용하도록 한다.

관리자는 담수 식물플랑크톤과 해수 식물플랑크톤의 배양 시 각각 합성배지(Synthetic media)와 영양강화배지(Enriched media)를 조제하여 사용하는 것이 좋다.

## 5.3 등록

관리자는 신규 배양주를 등록할 때 구성된 정보를 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관 관리시스템에 등록하여 관리한다.

### 5.3.1 플랑크톤 배양주 관리번호체계

관리자는 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관에 플랑크톤 배양주를 등록할 때 관리번호체계에 따라 등록번호(시료명), 위치번호를 기록한다.

#### 5.3.1.1 이전등록번호

플랑크톤 배양주를 한국해양미세조류(KMMCC)에서 해양시료도서관으로 이관해 오기전에 사용하던 등록번호로 관리대장에 기록한다.

이관 전 플랑크톤 배양주의 한국해양미세조류은행 등록번호는 소재은행의 영문명 머리글자와 일련번호를 조합하여 부여한다.

소재은행의 영문명, 머리글자는 영문 대문자(KMMCC)로 하고 일련번호는 최대 4 자릿수 이내의 아라비아 숫자로 구성하고 소재등록순서에 따라 순차적으로 부여한다.

이보다 더 이전의 등록번호는 분류군의 영문명 머리글자와 일련번호를 조합하여 부여한다.

예 1) KMMCC 0001 ← 일련번호(4 자리)

↑

한국해양미세조류은행 영문명 머리글자 (5 자리)

예 2) B 001 ← 일련번호(3 자리) 15

↑

Bacillariophyceae (분류군)

#### 5.3.1.2 해양시료도서관 등록번호(시료명)

관리자는 신규로 등록하는 플랑크톤 배양주에 해양시료도서관의 영문명 머리글자와 일련번호를 조합하여 부여한다.

예 1) LIMS-PS-3000 ← 일련번호(4 자리)

↑ └── 식물플랑크톤 영문명 머리글자 (2 자리)

해양시료도서관 영문명 머리글자 (4 자리)

예 2) LIMS-ZS-3000 ← 일련번호(4 자리)

↑ └── 동물플랑크톤 영문명 머리글자 (2 자리)

해양시료도서관 영문명 머리글자 (4 자리)

예 3) C41 ← 일련번호(2 자리)

└── 와편모조류 분리시 휴면포자에서 깨운 것 (녹조류와 혼동하지 않기)

### 5.3.1.3 위치번호

관리자는 플랑크톤 배양주의 보존방법과 관리 효율성을 고려하여 위치번호 체계를 마련한다. 즉 보존위치를 인식할 수 있도록 보존실, 보존기기, 선반, 보존상자 내의 구역 등에 각 보존위치별 번호를 부여한다. 각 보존위치별 번호는 영문자와 아라비아 숫자를 조합하거나 영문자 또는 아라비아 숫자만으로 구성할 수 있다.

예 1) 식물플랑크톤 중 20°C 배양실에, G선반의 3번 라인에 있는 배양주의 위치 번호  
→ PS-CR1-G-3-1

예 2) 식물플랑크톤 중 20°C 배양실에, N선반의 2번 라인에 있는 3번째 렉에 있는 배양주의 위치 번호 → PS-CR1-N-2-3

예 3) 액체질소탱크, 3번 라인에 있는 4번 보존상자의 23번 칸에 보존중인 배양주의 위치번호 → LN-3-4-23 23번째 칸

예 4) 액체질소탱크, 3번 라인에 있는 4번 보존상자의 23번 칸에 보존 중인 배양주의 위치번호 → LN-3-4-23 23 번째 칸

### 5.3.2 라벨관리

관리자는 보존장비의 온도와 보존용기의 유형을 고려하여 라벨이 장기간 안정적으로 부착·유지될 수 있는 라벨지(예, 방수 라벨지 등)를 선택한다. 또한 수기로 라벨을 기입하는 경우, 지워지지 않는 필기구를 16 사용하며 라벨지에 플랑크톤 종명, 등록번호(시료명), 배지, 접종날자 등을 기입한다.

## 5.4. 보존

관리자는 등록한 플랑크톤의 생존력, 복원력 및 안정성 등을 고려하여 표 7 과 같이 적절한 보존방법을 선택한다.

표 7. 플랑크톤 보존단위

용도	상태	수량	단위 용량(사용용기)
보존용	활성상태, 배양액	플라스크 1개	20 mL (50mL Culture flask)
	활성상태, 배양액	튜브 1개	15 mL (26mL Test Tube)
	비활성상태 (cyst)	튜브 1개	0.1 mL (0.5 mL Tube)
	활성상태, 배양액	플라스크 2개	1 L (2 L 유리 비이커)
먹이생물용	활성상태, 배양액		
분양용	활성상태, 배양액	플라스크 1개	20 mL (50mL Culture flask)

## 5.5 폐기관리

관리자는 등록한 플랑크톤 배양주 중 다음과 같은 경우에 해당 플랑크톤을 폐기하여야 한다.

- a) 오염된 경우
- b) 생존하지 않는 경우
- c) 수탁절차가 중지된 경우
- d) 기타 보존관리가 불가능하거나 중복하여 보관할 가치가 없다고 판단된 경우

관리자는 폐기대상 플랑크톤 배양주를 고압증기 멸균하여 폐기처리하고 그 결과를 관리시스템에 기록한다.

## 6. 분양관리

플랑크톤 배양주는 표 8에 따라 분양절차를 진행한다.

표 8. 분양절차 흐름도

단계	절차	서식	비고
1 단계	분양접수	분양신청서, 동의서	
2 단계	분양여부 심사	분양 승인 신청서 제출	해양수산부 장관 승인 요청
3 단계	플랑크톤 배양		
4 단계	분양 승인 완료		해양수산부 장관 승인 공문
5 단계	출고 및 배송		

### 6.1 분양접수

피분양기관(자)과의 권리와 의무를 명확하게 하기 위하여 분양조건, 절차, 분양신청서 양식을 해양시료도서관 홈페이지에 게시하여야 한다.

관리자는 온·오프라인(이메일, 팩스 또는 우편 등)을 이용한 공식적인 절차를 통하여 연구, 교육, 산업적으로 활용하고자 하는 기관(자)의 분양신청을 접수하여야 한다.

관리자는 온·오프라인으로 접수되는 분양신청서를 매일 확인하고 분양신청서와 동의서를 관리대장에 보관한다.

### 6.2 분양여부 심사

관리자는 분양신청기관(자)의 자격 요건 및 연구시설의 적절성을 반드시 확인하여 플랑크톤의 분양여부를 심사하여야 한다. 분양신청이 적합한 경우 플랑크톤 배양을 준비한다.

해양생명자원 조사, 관리, 이용 및 기탁등록기관 지정 등에 관한 규정에 따라 2016년 11월 17일부터 해양수산부장관의 승인을 받아야 한다.

표 9에 따라 분양승인요청 준비를 한다.

표 9- 해양수산부 장관 분양승인 신청 서류

서식	비고
분양승인신청서(별지 제 10호 서식)	분양신청기관(자) 작성
해양생명자원 분양 신청목록(별첨1)	분양신청기관(자) 작성
분양승인 자체점검표(별첨2)	
사용계획서(1~2페이지, 자유양식)	1회 5종 이상일 경우 사업계획서 제출

### 6.3 출고 및 배송

관리자는 플랑크톤의 상태 확인 후 출고를 준비한다. 식물플랑크톤의 경우 15mL 분양을 원칙으로 한다.

#### 6.3.1 포장

관리자는 배송 중 파손 또는 누출되지 않도록 플랑크톤을 안전한 용기(15mL Tube)에 넣어 밀폐하고 라벨을 붙여 식별이 가능하도록 한다.

관리자는 배송 중 플랑크톤의 온도 유지를 위하여 아이스팩을 이용하여 포장할 수 있다. 배양액의 경우, 배송 중 액체가 유출되지 않도록 하기 위하여 용기 입구를 파라필름으로 밀봉하고 보호재를 넣어 포장한다.

### **6.3.2 배송**

관리자는 분양 시 배양정보를 기재한 설명서를 동봉하여 한다. 플랑크톤의 종에 따라 직접수령을 권장하며 부득이한 경우 택배 등의 수신확인이 가능한 방법으로 발송하여야 한다.

### **6.4 분양제한**

해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 연구·교육기관(자)이 연구·교육 목적 등으로 플랑크톤을 이용하고자 할 경우, 분양할 수 있으며 일반인에게 분양하지 않는 것을 원칙으로 한다. 단, 분양신청기관(자)이 상업적으로 이용하고자 할 경우에는 사전 협의를 통하여 분양할 수 있다. 해양플랑크톤자원 기탁등록보존기관은 동일 분양신청기관(자)에 대해서 플랑크톤 분양수량을 연 10종으로 제한할 수 있으며 분양신청수량이 이를 초과할 경우, 해양시료도서관은 분양신청의 적절성과 타당성을 검토하여 플랑크톤의 분양 여부를 결정한다.

#### ■ 해양생명자원 조사·관리·이용 및 기탁등록기관 지정 등에 관한 규정 [별지 제10호 서식]

## 해양생명자원 (분양, 용도변경) 승인 신청서

접수번호	접수일	발급 · 열람일시	처리기간	30일
신청인	기관명:	사업자등록번호:		
	연구책임자 이름(대표자 이름):	생년월일:		
	기관대표주소:	전화번호:		
	연구실 주소:	전화번호:		
분양 개요	목적:	(별지 가능)		
	내용:	(별지 가능)		
	수행기관:			
총분양 개체 수:				

「해양생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률」 제20조제1항 및 제3항, 같은 법 시행령 제18조제1항 및 제19조제2항에 따라 위와 같이 해양생명자원의 분양(용도변경) 승인을 신청합니다.

2020-07-20

연구책임자 서명

### (서명 또는 인)

해양수산부장관 귀하

첨부서류	해양생명자원 분양신청 목록 1부	수수료 없음
------	-------------------	-----------

처리절차



신청인

### 처리기관:

210mm×297mm[백상지 80g/m<sup>2</sup>]

한국해양과학기술원 해양시료도서관	
주 소	경남 거제시 장목면 장목 1길 41 한국해양과학기술원 해양시료 도서관 3206호
전화번호	055-639-8440
팩스번호	055-639-8429
홈페이지	<a href="http://lims.kiost.ac">http://lims.kiost.ac</a>
이메일	eslims@kiost.ac.kr

## 플랑크톤 분양과 이용에 관한 동의서

1. 국내 미세조류자원의 보호를 위하여 분양 받은 소재는 외국으로 반출할 수 없다.
  2. 분양받은 소재는 제 3자에게 임의로 제공, 이전, 판매할 수 없다.
  3. 본 소재를 사용 후 폐기해야 할 경우에는 반드시 멸균 처리하여야 한다.
  4. 분양받은 소재를 사용하여 발표하는 논문에는 연구소재를 본 해양시료도서관으로부터 분양받았음을 재료 및 방법 또는 사사에 명기하고, 발표된 논문의 별쇄본, 복사본 또는 file 1부를 해양시료도서관으로 발송하여야 한다.
  5. 본 해양시료도서관에서 1년에 10종 이상 또는 1회에 5종 이상 분양 받기를 원하시는 경우, 최소한 1개월 전에 본 시료도서관과 협의하여야 한다.
  6. 분양받은 소재를 상업적 목적으로 사용하고자 하는 경우 해양시료도서관의 허가를 받아야 한다.
  7. 해양시료도서관과 연구소재 기탁자는 분양된 소재의 인수, 관리, 보존 또는 사용에 따른 어떠한 책임도 지지 않는다.
  8. 명시되지 않은 기타사항에 대해서는 해양시료도서관과 협의하여 결정한다.
  9. 분양신청자가 상기사항을 준수하지 않을 경우 이에 대한 법적 책임을 지며, 해양시료도서관은 분양신청자에게 본 소재 및 다른 소재에 대한 차후 이용을 정지할 수 있다.

위의 사항에 동의합니다.

년 월 일

신 청 자 : (서명)

부 서 장 : (서명)

# 플랑크톤 분양 신청서

## 1. 신청자

(신청날자 : 2016년 월 일)

성명		직급	
소속기관			
E-mail			
주소	(우편번호 : )		
전화번호			

2. 분양구분 :  비영리용  영리용

3. 분양목적 :  교육용,  기초과학연구용,  응용과학용,  산업개발용

4. 이용분야:  양식학,  해양생물학,  독성학,  환경공학,  화학공학,

식품공학,  생명공학,  해양공학,  에너지공학,  기계공학,  의약학

기타분야(설명요: )

## 5. 신청종

No.	종명	자원번호(LIMS-PS-0000 )	비고
1			
2			
3			
4			
5			
6			

## 6. 기타 문의 또는 요구사항

--

#### <별첨1> 해양생명자원 분양 신청목록

## 해양생명자원 분야 신청목록

분양승인 자체점검표			
분양승인 제한사유 해당 여부	권리자의 권리 보호 침해 여부	신청자(기관)의 인프라 구축 여부	분양승인 기준 충족 여부
해당없음 /해당시 사유작성	해당없음 /해당시 사유작성	적합/부적합	충족/초과시 사업수행계획서 제출

## 1. 분양승인 제한사유 해당 여부

- 해양생명자원법 제20조제2항 각 호에 따른 분양승인 제한사유에 해당하지 아니할 것

**제20조(분양승인 등)** ① 기탁등록기관 및 책임기관에 의하여 확보·관리되고 있는 해양생명자원을 분양받으려는 자는 용도를 지정하여 해양수산부장관의 승인을 받아야 한다. 다만, 외국과의 조약에 따라 외국에서 수집된 해양생명자원의 경우에는 그 조약에서 정하는 바에 따른다. <개정 2013.3.23.>

② 해양수산부장관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제1항 본문에 따른 분양승인을 하지 아니할 수 있다. <개정 2013.3.23.>

1. 확보·관리되고 있는 해양생명자원의 보유량이 제4항에 따른 기준에 미달하는 경우
2. 다른 법령에서 국외분양이 금지되어 있는 경우
3. 그 밖에 국가에 손해를 끼칠 우려가 있다고 인정되는 경우
- ③ 제1항에 따라 분양승인을 받은 자가 분양승인받은 용도와 다르게 사용하고자 하는 경우에는 해양수산부장관에게 용도변경승인을 받아야한다. <개정 2013.3.23.>
- ④ 제1항 및 제3항에 따른 분양승인, 보유량의 기준, 용도변경승인의 기준과 절차 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

## 2. 권리자의 권리보호 침해 여부

- 해당 해양생명자원에 대한 권리자의 권리 보호에 지장이 없을 것

## 3. 신청자(기관)의 인프라 구축 여부

- 해당 해양생명자원을 활용하기 위한 시설 및 장비 등을 갖추고 있을 것

## 4. 분양승인 기준 충족 여부

- 그 밖에 분양용도, 분양수량, 유전적 특성 또는 보전가치 등 해양수산부장관이 정하여 고시하는 기준에 적합할 것

※ 해양생명자원의 조사·관리·이용 및 기탁등록기관 지정 등에 관한 규정 제8조)

**제8조(분양승인 기준 등)** ① 영 제17조제1항제4호에 따른 분양용도는 연구 또는 교육용에 한하며, 해양생명자원 별 분양수량 기준은 다음 각 호와 같다. 다만, 분양수량은 기관 보유 현황에 따라 조정 가능하다.

1. 유전자원(gDNA) : 최대 5점/회
2. 배양체 : 최대 10균주/회, 연간 최대 20균주
3. 추출물 : 최대 10점(20mg 미만)/회, 연간 최대 20점
4. 생체(조직) : 최대 5점/회

② 제1항에도 불구하고 분양수량 기준을 초과하여 분양 신청하는 경우에는 사업수행계획서를 별도로 제출하여 책임기관의 장의 검토 후, 분양승인 여부를 정한다.

## 7. 식물플랑크톤 관리

### 7.1 식물플랑크톤의 분리(모세관법)

#### 7.1.1 시약

- a) 멸균 액체배지
- b) f/2 배지: 여과한 해수로 최종 부피를 1 L로 맞춘 후, 1 M 수산화나트륨(NaOH)과 염산(HCl)을 이용하여 pH를 8.0으로 조절하여 고압멸균한다.

구분		1 L당 용량
원액 (Stocks)	(1) 질산나트륨(NaNO <sub>3</sub> )	75 g
	(2) 인산염 이수화물(NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	5.65 g
	(3) 미량원소 원액(Trace elements stock solution) - 이나트륨이디티에이(Na <sub>2</sub> EDTA)	4.16 g
	- 삼염화철 육수화물(FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O)	3.15 g
	- 황산구리 오수화물(CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O)	0.01 g
	- 황산아연 칠수화물(ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	0.022 g
	- 염화코발트 육수화물(CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)	0.01 g
	- 염화망간 사수화물(MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O)	0.18 g
	- 몰리브덴산나트륨 이수화물(Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	0.006 g
	(4) 비타민 혼합 원액(Vitamin mix stock solution) - 비타민 B12(VitaminB12)	0.0005 g
	- 비타민 B1(VitaminB1)	0.1 g
	- 비오틴(Biotin)	0.0005 g
배지 (Medium)	(1) 질산나트륨 원액	1.0 mL
	(2) 인산염 이수화물 원액	1.0 mL
	(3) 미량원소 원액	1.0 mL
	(4) 비타민 혼합 원액	1.0 mL

- c) 중류수

#### 7.1.2 필요물품 및 장비

- a) 96 hole well plate
- b) 홀슬라이드
- c) 파스퇴르 피펫
- d) 알콜 램프
- e) 소형 핀셋
- f) 도립현미경(Invited microscope)
- g) 무균실험대

#### 7.1.3 방법 및 절차

- a) 무균실험대에서 알코올 램프와 소형 핀셋을 이용하여 끝이 50 mm에서 60 mm인 모세관 피펫을 제작하고 뜨거운 중류수 등을 이용하여 멸균한다.
- b) 멸균한 파스퇴르 피펫으로 멸균 액체 배양배지 또는 여과해수 액체배지를 홀슬라이드 또는

플라스틱 페트리디쉬에 일정한 간격으로 3~4 방울 떨어뜨린 후 멸균한 모세관 피펫을 이용하여 분리할 식물플랑크톤을 홀슬라이드 위에 올린다.

- c) 홀슬라이드 위의 플랑크톤을 모세관 피펫을 이용하여 첫번째 액체배지로 옮겨 섞어준다.
  - d) c)의 희석한 플랑크톤을 두번째 액체배지로 옮겨 다시 섞어주고 이 과정을 2~3 회 반복한다.
- ※ 반복횟수는 플랑크톤의 종류에 따라 달라지며 반복횟수가 많아질수록 세균감염을 최소화 할 수 있다.
- e) 액체배지를 이용하여 희석한 플랑크톤을 도립현미경과 모세관 피펫을 이용하여 한 개체씩 분리하여 f/2 배지가 담긴 96 hole well plate에 각각 접종한다.
  - f) 분리한 플랑크톤은 10°C에서 20°C, 1 일 14 시간은 낮, 10 시간은 밤이 되도록 조명을 조절하여 배양한다.
  - g) 분리한 플랑크톤은 24 hole well plate에서 생장시킨 후 6 hole well plate로 옮겨 배양하여 증식시킨다.
  - h) 플랑크톤의 증식정도는 도립현미경으로 매일 관찰한다.

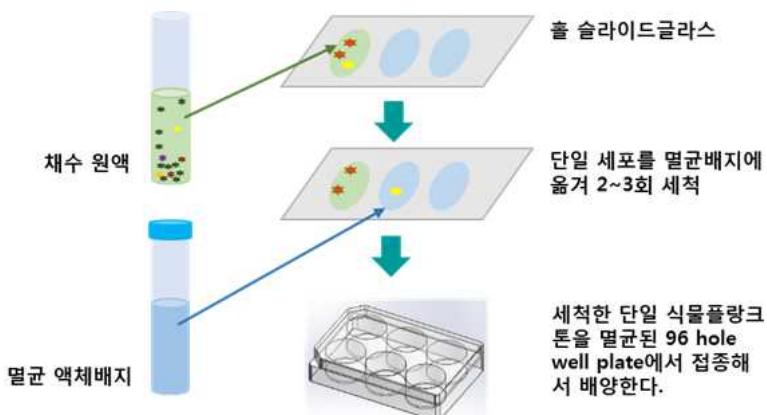


그림 1. 식물플랑크톤 분리과정 (모세관법)

## 7.2. 플랑크톤의 계대배양

### 7.2.1 필요물품 및 장비

- a) 50 mL culture flask or 26 mL test tube
- b) 멸균된 일회용 스포이드
- c) 무균실험대
- d) 알콜 램프
- e) 도립현미경 (Inverted microscope) 28

### 7.2.2 방법 및 절차

- a) 여과해수에 f/2 stock solution 넣어 121°C에서 15 분간 고압증기灭균을 실시한다.
- b) 멸균한 배지를 무균실험대에서 완전히 식힌다.
- c) 1 차 멸균한 배지는 0.22  $\mu\text{m}$  filter로 2 차 여과灭균한다.
- d) 멸균된 50mL culture에 2 차 여과灭균한 배지를 20~30 mL 분주한다.
- e) 멸균한 일회용 스포이드를 이용하여 배양중이던 플랑크톤을 새 배지에 5~10% 접종한다. 이때 플랑크톤의 일부를 슬라이드 글라스에 놓고 광학현미경으로 상태와 오염여부를 확인 한다.
- f) 접종한 플랑크톤은 분류군에 따라 배양온도 10°C에서 20°C, 조도는 2,000에서 3,000lux

로 조절하여 배양한다.

※ 1 주일에 1 회씩 식물플랑크톤의 배양상태를 확인하고 플랑크톤이 가라앉지 않도록 손으로 배양용기를 흔들어준다.

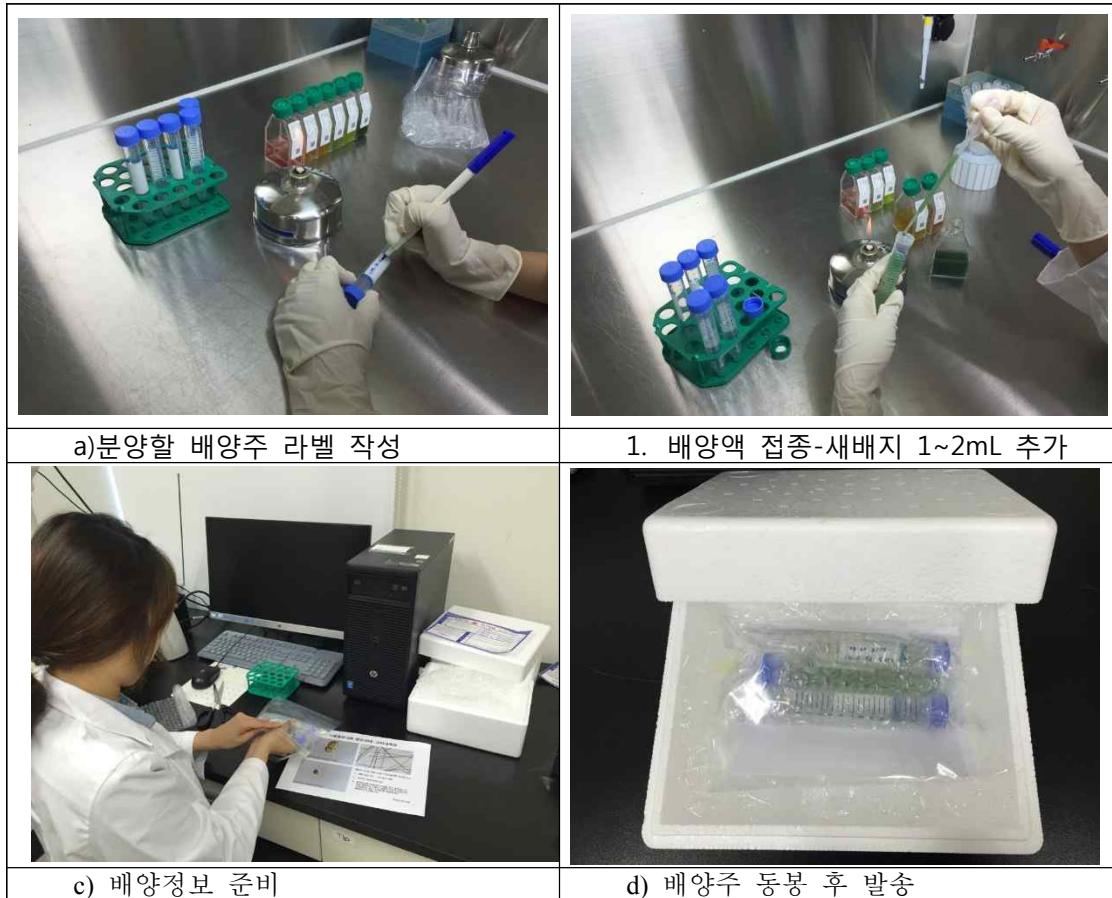


### 7.3 분양과정

#### 7.3.1 필요물품 및 장비

- a) 15 mL conical tube, b) 라벨, c) 멸균된 스포이드, d) 파라필름, e) 충전재

#### 7.3.2 방법 및 절차



### 8. SEED BANK 관리

#### 8.1 필요물품 및 장비

- a) 비이커
- b) 여과해수
- c) sieve(망독)
- d) 저울
- e) 초음파기
- f) 갈색병
- g) 파스퇴르 피펫
- h) 홀슬라이드
- i) 도립현미경

#### 8.2 퇴적물 전처리

- a) 퇴적물 시료를 직접 채집한 후, 실험실 내에서 퇴적물 시료 약 1 g 을 비이커에 채취한다.  
이때 소량의 여과해수를 이용하여 남은 표본까지 모두 비이커로 옮긴다.

- b) 표본이 들어있는 비이커에 여과해수를 조금 주입하여 잘 혼합한다. 이때 5~10 초정도 초음파를 쏘아 쉽게 혼합할 수 있다.
- c) 125, 10  $\mu\text{m}$  크기의 망목을 체 크기 순서대로 겹쳐놓고, 퇴적물 혼합액을 주입시키고 여과해수를 이용하여 충분히 씻어낸다.
- d) 10  $\mu\text{m}$  의 망목에 모아진 시료를 샤래로 이동시킨 후, 스포이드와 세척병을 이용하여 패닝(panning) 시킨다. 이와 같은 과정을 통해 무거운 미세모래입자는 중앙에 모여 침강되고, 가벼운 시스트(cyst)는 흐름으로 타서 부유하기에 모래가 혼재하지 않게 해수와 시스트만을 채집할 수 있다.
- e) Panning과 sieving 과정을 몇차례 반복하여 퇴적물 입자를 제거한 후 20ml vial bottle에 옮겨 최종 10 ml 가 되게 농축하여 냉암소에 보존한다.

### 8.3 Cyst 분리

- a) 농축한 표본을 잘 혼합한 다음, 일정량을 챔버에 넣고 100~200 배의 배율로 cyst 를 찾는다.
- b) 앞부분을 가늘게한 파스퇴르 피펫으로 분리하고자 하는 cyst 를 빼낸다.
- c) 분리한 cyst 를 적정 배지를 이용하여 5~6 회 세척한다.
- d) 세척이 완료된 cyst 는 여과해수가 5  $\mu\text{l}$  침가된 PCR tube 에 넣어 4°C의 냉암소에서 보관한다.

## 9. 동물플랑크톤 관리

### 9.1 필요물품 및 장비

- a) 2L 비이커, b) 스포이드, c) 원심분리기, d) 염도계

### 9.2 배양주 확보

- a) 시료를 직접 채집한 후 실험실에서 포란을 달고 있는 어미를 분리하여 각 Cell culture plate에 하나씩 넣는다.
- b) 부화하여 충분한 개체로 증가하면 본격적으로 현미경상에서 종동정을 실시한다. 동정 후 배양주로 등록한다.

※보통 포란을 달고 있는 개체를 분리하여 배양을 할지라도 성공률은 약 10%임

### 9.3 배양주 관리

#### ※일일 체크항목

- a) 배양생물이 들어있는 비커에 빛을 쬐여 생물의 움직임으로 건강도를 체크.
- b) 온습도를 체크하여 배양실 환경 체크
- c) 배양실 청결도 점검

#### 9.3.1 먹이생물 배양

먹이생물은 해수종 3 종, 담수종 2 종 배양. 다만 먹이생물의 갑작스런 대량 사망이 발생할 우려가 있으므로 배양은 2~3 반복구로 진행 또한 먹이생물이 공기 중에 퍼져나가 원종을 오염시킬 수 있으므로 원종과 멀리 떨어져 배양한다. 먹이생물의 종류는 표 10 과 같다.

※ 동물플랑크톤 배양은 먹이생물의 배양 선행이 필수

※ 고농도 배양: 에어펌프 필요

표 10. 먹이생물 종류

No.	Strain No.	종명	특성	수온 (°C)	염분 (psu)	광조건 ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	배지
1	LIMS-PS-1235	<i>Scenedesmus</i> sp.	담수산	20	0	60	JM
2	LIMS-PS-0869	<i>Chlamydomonas</i> sp.	담수산	20	0	60	JM
3	LIMS-PS-0111	<i>Tetraselmis suecica</i>	해수산	20	30	60	f/2
4	LIMS-PS-0012	<i>Isochrysis galbana</i>	해수산	20	30	60	f/2
5	LIMS-PS-0016	<i>Nannochloris oculata</i>	해수산	20	30	60	f/2

a) 용기 멸균

① 새 배양 용기를 사용할 때, 용기 자체를 멸균시키기 위해 1 차 종류수를 조금만 넣어 121°C에서 15 분간 멸균(예, 3000 mL 플라스크의 경우, 1 차 종류수를 600 mL 정도 넣음) 또는 기존 투명 배양용기를 세척 후, 접종 하루 전에 70% 알코올로 닦아낸 후 사용한다.

② 유리관은 세척 후 멸균, 사용 전에 70% 알콜로 닦아낸 후 사용

b) 해수산 먹이생물: *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Nannochloris oculata*.

준비물: f/2 배지 (30 psu 여과해수 사용), 유리관, 10 L Nalgen bottle (배지멸균용), 10 L 투명 배양용기 사용.

① Nalgen bottle에 여과해수와 배지 넣어 멸균하여 사용.

② 접종량 : 배지 용량의 20 - 30%. 최소 1 통 이상은 유지하여야 함

c) 담수산 먹이생물: *Chlamydomonas* sp., *Scenedesmus* sp.

준비물: 담수산 JM 배지 (3차 종류수 사용), 2 L 유리 플라스크, 유리관

① 세척한 2 L 유리 플라스크 용기에 종류수와 배지를 넣어 멸균하여 사용.

② 접종량 : 배지 용량의 20 - 30%. 최소 1 통 이상은 유지하여야 함

※ 접종량은 배양되어 있는 종의 밀도에 따라 차이가 나며, 배양 용기와 용량이 작을 경우 접종 밀도가 너무 높지 않게 주의해야 함.

### 9.3.2 먹이 공급

※ 동물플랑크톤 먹이는 일주일에 2-3번 공급.

※ 해수산(또는 기수산) 먹이생물은 농축하여 공급

a) 해수산 먹이생물(먹이 주는 당일): *Isochrysis*, *Tetraselmis*, *Nannochloris*.

단, *Nannochloris*는 2주동안 냉장 보관이 가능.

준비물: Nalgen bottle 500 ml (각 종당 2개씩), 먹이생물 전용 50 ml conical tube (각 종당 2개씩), 여과해수 squeeze bottle

① Nalgen bottle 500 ml(2 개씩)을 준비하여 먹이생물 각 종당 1 L 샘플링

② 원심분리기를 작동 (조건: 3000 rpm X 15분, 냉장 온도: 4 °C로 설정)

③ 상층액을 버린 후 스포이드로 침전물을 혼합

④ 먹이생물 전용 50 ml conical tube에 담고 총 용량(약 45 ml)을 맞춤 (여과해수 squeeze로 조절)

⑤ 최종적으로 각각의 conical tube에 담긴 해수산 먹이생물(*Isochrysis*, *Tetraselmis*, *Nannochloris*)은 배양주 먹이정보 라벨을 참고하여 스포이드로 먹이 주입

- ※ 단, 혼합 먹이(2 종)를 먹는 생물은 각각 0.7 ml씩 주입, 단일 먹이를 먹는 생물은 각각 1 ml씩 주입
- ※ 로티퍼 (Rotifer, 윤충류)는 Nannochloris 0.3 ml(또는 스포이드로 3 방울) 공급. 예외) Brachionus urceolaris (LIMS-ZS-52): Tetraselmis
- b) 담수산 먹이생물: Chlamydomonas, Scenedesmus (1: 1로 혼합 공급),  
준비물: 먹이생물 전용 50 ml conical tube (각 종당 1개씩)
  - ① 배양 플라스크 (10 L)에서 전용 50 ml conical tube에 종당 30 ml씩 넣음
  - ② 담수산 배양주 (0 psu) 500 ml 비커에 스포이드를 이용하여 1 ml씩 주입
- ※ 남은 먹이는 냉장고에 보관하여 다음 번에 먹이를 줄 때 우선적으로 사용

## 9.4 계대배양

- ※ 동물플랑크톤 배양: 1달에 1번 계대배양 실시, 단 알테미아는 2달에 1번 계대배양
- ※ 계대배양 날자는 일정하게 유지
- a) 로티퍼 (Rotifer, 윤충류): 1개월 주기로 계대배양 하며 계대배양 하루 전에 반드시 각 배양주 별로 염분을 조절한 배양액을 새로운 tube에 넣어 배양온도를 맞춘다.  
준비물: 파스퇴르 피펫 (또는 스포이드), 30 ml test tube, YSI (또는 염도계)
  - ① 파스퇴르 피펫으로 각 test tube에서 5개체/mL 정도 채취 (또는 스포이드로 1 ml 채취) 후, 새로운 용기 (test tube)로 접종
  - ② 먹이생물 공급하여 배양함.
- ※ 내구란: 배양이 종료된 test tube는 약 1개월 방치하고 바닥의 내구란만 수거하여 냉장고에 서 보관.  
Live 상태의 rotifer가 상태가 좋지 않을 경우, 내구란을 부화시켜 재배양 가능
- b) 요각류 외 기타 배양주: 새 비커는 물로 가볍게 세척하여 실험실 실온에 건조하여 환수를 준비한다. 환수시 각 배양주의 전용 Sieve에 걸러 조심스럽게 물갈이를 진행한다. (오염주의!!)
- 준비물: 20L 말통, 1차 증류수, 핸드비커, 40 μm sieve, 100 μm sieve (알테미아 전용; 각 배양주마다 전용 sieve 사용), Petri dish, 500 ml 비커 (물갈이 할 개수와 동일), YSI (또는 염도계)

### 9.4.1 계대배양 과정

- a) 환수할 물을 준비.
  - 60 psu 배양주: 여과해수+ 천일염 혼합 (정제염 사용 금지!)
  - 30~33 psu 배양주: 여과해수만을 사용
  - 0 psu 배양주: 여과담수만을 사용
  - 0~30 psu 사이 서식 배양주: 증류수+ 여과해수를 희석
- b) 배양실에서 환수할 시료를 운반
- c) 해당 생물의 전용 sieve를 준비하고, 수돗물로 간단히 한번 헹굼(망이) 건조된 상태에서 거르면, 생물들이 손상을 입을 수 있으므로)
- d) 환수 할 생물의 비커에 QR코드를 붙여준다. 환수 날짜를 기입

- e) QR코드에 적힌 생물이 요하는 psu를 확인 후, 새로운 비커에 400 ml 넣음
- f) Petri dish 위에 sieve를 올려두고 천천히 환수를 시작
- g) Sieve가 끝나면 조심스럽게 새로운 비커에 옮겨 담고, 해당 psu가 담긴 핸드비커를 이용하여 sieve를 헹궈내면서 총 용량을 800 ml로 맞춤
- h) 이와 같은 상황을 반복하며 환수를 완료한다.
- I) 환수 완료 후 곧바로 배양실로 운반한다.
- j) QR 코드를 스캔하여 배양주 정보를 확인한다.

#### 9.4.2 배양수 보충

배양생물의 환경조건과 맞는 염분(예, 0, 10, 15, 20 psu)으로 맞춘 후, 배양수를 보충한다.

준비물: 20L 말통(여과해수), 중류수, 2000 ml 유리비커

배양수 보충 전날: 여과해수, 담수, 중류수를 준비하여 최소한 하루 전날 배양실에 보관 배양수 보충 당일

a) 보충할 물을 준비

60 psu 배양주: 여과해수+ 천일염 혼합 (정제점 사용 금지!)

30~33 psu 배양주: 여과해수만을 사용

0 psu 배양주: 여과담수만을 사용

0~30 psu 사이 서식 배양주: 중류수+ 여과해수를 희석

b) 중발한 배양주 용량만큼 총 용량을 800 mL 되도록 맞춘다.

### 10. 해양플랑크톤자원 사용자 매뉴얼

#### 10.1 시스템 접속 (URL)

- <http://lims.kiost.ac>

#### 10.2 시스템 화면구성

메인페이지

1. KIOST CI 를 클릭시 메인페이지 이동  
2. 상단 주메뉴를 클릭하여 해당컨텐츠로 이동  
3. KOREAN/ENGLISH를 클릭하여 홈페이지 언어 선택

## 10.2.2 시료검색 및 대여

### 10.2.2.1 시료현황

화면구성

1. 서브메뉴를 선택하여 해당 컨텐츠로 이동  
2. 플랑크톤배양주 선택  
3. 검색조건 입력 후 시료 조회  
4. 지도위에 시료 위치 표시 및 정보열람

**시료조회**

1. 좌표검색, 영역검색 중 선택.

- 좌표검색: 검색할 정확한 좌표를 알고 있을 경우 선택 후 좌표입력.
- 영역검색: 영역을 지정하여 검색시 선택 후 영역선택을 클릭하여 검색영역을 지정.

2. 좌표검색

- 좌표입력: 영역 1 좌표(좌상단 지점), 영역 2 좌표(우하단지점) 입력
- 검색: 검색조건 설정 후 검색을 클릭

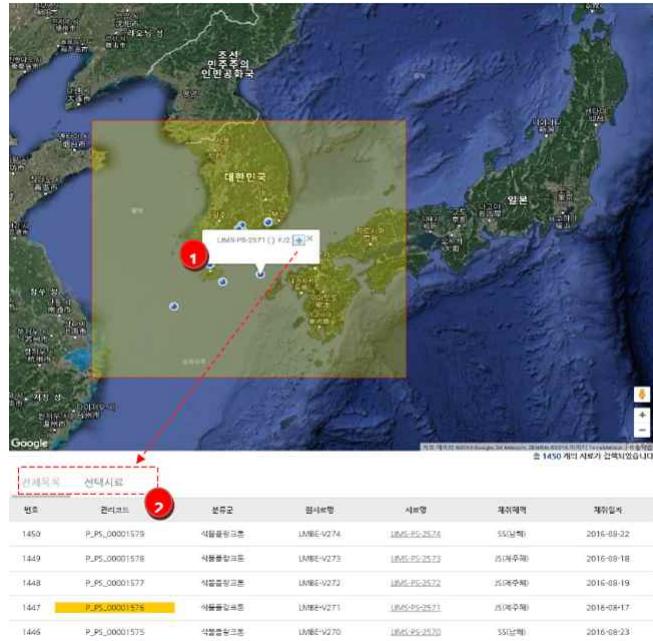
3. 영역검색 중 선택.

- **영역선택**을 클릭 후 지도에서 영역 1 지점을 마우스로 클릭하고 영역 2 지점까지 마우스를 누른 상태로 드래그하여 검색할 영역을 지정
- 검색: 검색조건 설정 후 검색을 클릭

4. 검색조건 초기화

- **검색조건 초기화**를 클릭하여 설정한 검색조건 초기화

## 시료조회 결과



### 1. 조회결과 지도에 표시

-지도상의 아이콘을 클릭하면 해당위치의 시료정보 확인.

-시료 중 를 클릭해 당시시료가 하단목록 선택시료에 임시저장.

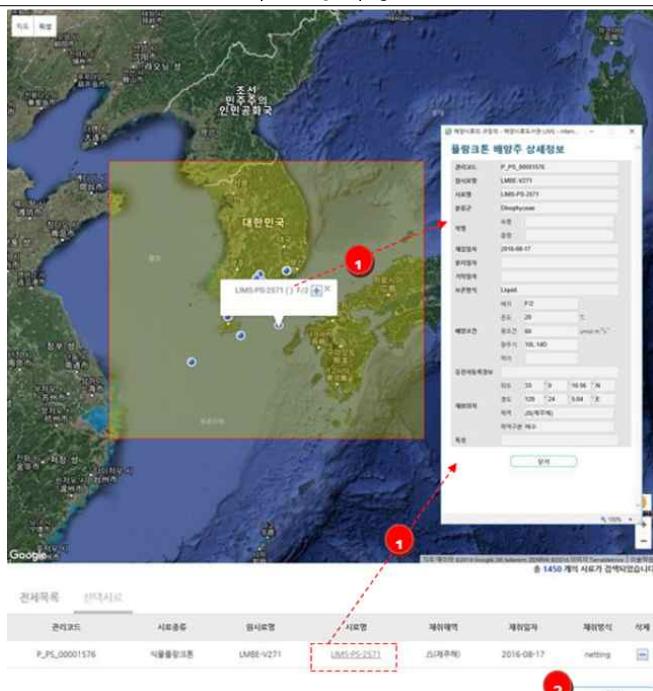
-시료명을 클릭시 해당시료의 상세정보를 열람.

### 2. 조회결과 목록에 표시

-전체목록: 조회결과가 목록에 표출되고 지도 클릭시 목록에 해당지점의 시료를 주황색으로 표시

-선택시료: 선택된 시료만 목록으로 표출

## 시료 상세정보



### 1. 시료 상세정보 열람

-지도상의 원시료명을 클릭하거나 시료목록에서 시료명을 클릭하여 상세정보 열람

### 2. 인쇄

- 를 클릭하여 선택된 시료목록 인쇄

## 10.2.2.2 분양안내

**대여/분양안내**

**대여/분양 신청서**

**대여/분양 신청서 접수처**

**대여/분양 신청서 접수처**

**신청서 접수**

**1. 신청서 다운로드**

1. 대여/분양 신청서 다운로드
2. 대여/분양 신청서를 선택
3. 대여/분양 신청서를 다운로드
4. 신청서 접수처로 이메일 전송

## 10.2.2.3 기증/기탁 안내

**기증/기탁 안내**

**기증서 및 기탁서에 대한 예문**

**기증/기탁의 제작**

**기증/기탁의 비율제한**

**기증/기탁 접수처**

**신청서 접수**

1. 기증/기탁 신청서 파일 다운로드 후 신청서 접수처로 이메일 전송
2. 기증/기탁 신청서를 선택
3. 기증/기탁 신청서를 다운로드
4. 신청서 접수처로 이메일 전송

## 11. 해양플랑크톤자원 시설 위치

플랑크톤 배양주는 한국해양과학기술원 남해연구소 해양시료도서관 3층에 위치해 있다.

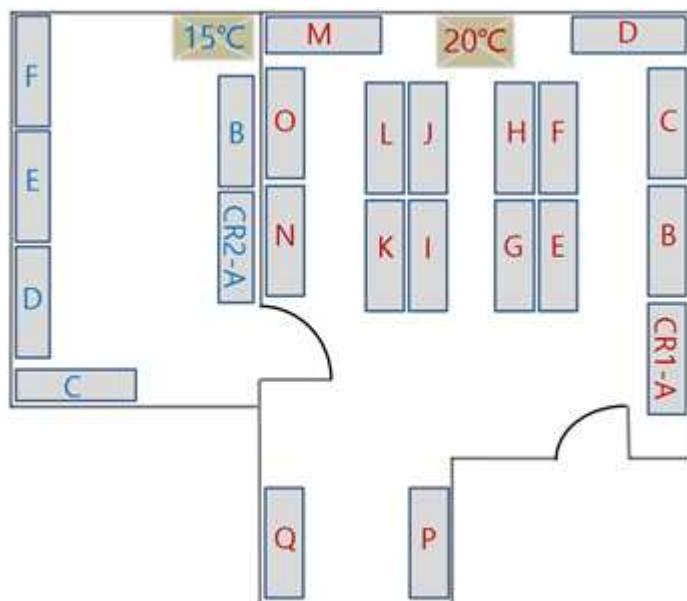


### 11.1 식물플랑크톤 배양실

식물플랑크톤 자원을 배양·보존 관리하는 공간으로 항온·항습기로 24시간 일정한 온도와 습도가 유지되어야 한다.

#### 11.1.1 식물플랑크톤 배양실 위치

식물플랑크톤 배양실은 해양시료도서관 3302호에 위치해 있으며, 15°C 배양실과 20°C 배양실로 나뉘어져 있다.



식물플랑크톤 배양실 배치도

#### 11.1.2 식물플랑크톤 배양실 관리

##### 11.1.2.1 CR1 배양실

- 항시 온도 20°C, 습도 50%를 유지시키기 위해 항온·항습기를 작동시킨다.
- 식물플랑크톤 관리자는 매일 1회이상 온도와 습도 점검일지를 작성한다.
- 모든 식물플랑크톤은 계대배양 시기에 맞춰 접종한 다음 CR1 배양실에서 관리한다.

### 11.1.2.2 CR2 배양실

- 항시 온도 20°C, 습도 50%를 유지시키기 위해 항온·항습기를 작동시킨다.
- 식물플랑크톤 관리자는 매일 1회이상 온도와 습도 점검일지를 작성한다.
- 15°C에서 보관 관리해야 하는 식물플랑크톤과 전달에 CR1 배양실에서 관리한 배양 주의 성장을 늦추어 장기 보존하기 위해 유지시키는 배양실

### 11.1.2.3 배양례

- 배양례은 4단 선반으로 구성되어 있으며 각 선반마다 공기 순환을 위한 환풍기를 설치한다.
- 식물플랑크톤의 광합성을 위해 형광등을 설치하며 빛의 주기는 10h light: 14h Dark 조건을 자동 설정한다. 다른 선반의 배양주에 빛간섭을 줄이기 위해 공기가 잘 순환되는 차단막을 설치해서 필요시 빛을 차단해준다.



시료번호	시료증류에 따른 분류군 (분류집 참조)			제작일자 (Sample date) (LIMS-구분-순번)	증명	증명	증명 가능 (가능, 불가 능)	제작일자 (Date) (LIMS-구분-순번)	보관위치				
	분류군	속명	증명						제작고	역No	선반1 N°	선반2 N°	박스고정부
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	carterae	LIMS-P1-0550	D-019	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	carterae	LIMS-P1-0551	D-021	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	sp	LIMS-P1-0552	D-020	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	sp	LIMS-P1-0553	D-019	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Karenia	trees	LIMS-P1-0557	C-007	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Heterocapsa	triquetta	LIMS-P1-0560	C-009	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	sp	LIMS-P1-0568	C-008	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	sp	LIMS-P1-0569	D-002	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	sp	LIMS-P1-0570	D-013	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	condatum	LIMS-P1-0571	D-023	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	condatum	LIMS-P1-0572	D-031	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	condatum	LIMS-P1-0573	D-035	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Akashiwo	sanguinea	LIMS-P1-0575	D-001	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Amphidinium	sp	LIMS-P1-0578	D-044	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	balticum	LIMS-P1-0589	D-071	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Procentrum	cordatum	LIMS-P1-0590	D-083	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Schoppsella	trochidea	LIMS-P1-0592	D-045	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	1
식물증주20	Dinophyceae	Schoppsella	trochidea	LIMS-P1-0593	D-069	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Phaeocystis	sp	LIMS-P1-0595	D-080	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Gymnodinium	laureolum	LIMS-P1-0596	D-081	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Schoppsella	sp	LIMS-P1-0599	D-078	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Schoppsella	sp	LIMS-P1-0600	D-083	배양주	가능	1999-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2
식물증주20	Dinophyceae	Schoppsella	sp	LIMS-P1-0601	D-085	배양주	가능	2002-01	제1槽한글표준화장주자장고(P)	C81	1	3	2

배양례(위)과 식물플랑크톤 배양주 엑셀 입력 보관위치

## 11.2 동물플랑크톤 배양실

동물플랑크톤자원을 배양·보존 관리하는 공간으로 항온·항습기로 24시간동안 일정한 온도와 습도가 유지되어야한다.



그림 6. 동물플랑크톤 배양주 배양실

항시 온도 20°C, 습도 50%를 유지시키기 위해 항온·항습기를 작동시키고 동물플랑크톤 관리자는 매일 1회이상 온도와 습도 점검일지를 작성한다.

동물플랑크톤 배양주는 2반복구로 보관하며. 배양렉은 빛 차단을 막기 위해서 4단 투명아크릴선반으로 구성되어 있으며 24시간 점등한다.

## 11.3 먹이생물 배양실

동물플랑크톤의 먹이생물을 배양하는 공간으로 항시 온도 23°C를 유지시키며 동물플랑크톤 관리자는 매일 1회 이상 온도와 습도 점검일지를 작성한다.

## 11.4 식물플랑크톤 중식실

식물플랑크톤 배양주 중식실로 계대배양 주기가 짧은 배양주를 임시 보관한다.



먹이생물 배양실



플랑크톤 중식실

## 부록 2. 분양실적 현황

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
15.11.03	전남대학교 수산생명의학과	0211	<i>Chlorella</i> sp.
15.12.29	제주특별자치도 해양수산연구원 수산종자연구센터	0837	<i>Navicula</i> sp.
15.12.29	제주특별자치도 해양수산연구원 수산종자연구센터	0017	<i>Navicula incerta</i>
15.12.29	제주특별자치도 해양수산연구원 수산종자연구센터	1775	<i>Cocconeis</i> sp.
16.01.15	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0695	<i>Skeletonema costatum</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0642	<i>Asterionellopsis glacialis</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1457	<i>Biddulphia obtusa</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0609	<i>Chaetoceros simplex</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1113	<i>Chaetoceros</i> sp.
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1658	<i>Paralia sulcata</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0661	<i>Skeletonema costatum</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0378	<i>Skeletonema potamos</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1260	<i>Thalassiosira conferta</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0545	<i>Thalassiosira nodulolineata</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0104	<i>Tetraselmis carteriformis</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0583	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0576	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	0560	<i>Heterocapsa triquetra</i>
16.01.15	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1346	<i>Dunaliella bardawil</i>
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	0490	<i>Nitzschia</i> sp.
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	1139	<i>Navicula</i> sp.
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	0963	<i>Amphora</i> sp.
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	1775	<i>Cocconeis</i> sp.
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	0900	<i>Caloneis</i> sp.
16.01.28	전남해양수산과학원 전복연구소	1037	<i>Raphoneis</i> sp.
16.02.02	영풍바이오	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.02.02	영풍바이오	0900	<i>Caloneis schroederi</i>
16.02.02	영풍바이오	1139	<i>Navicula</i> sp.
16.02.02	영풍바이오	0490	<i>Nitzschia</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0010	<i>Chroomonas</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0011	<i>Cryptomonas ovata</i> var. <i>palustris</i>
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0242	<i>Spumella</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0558	<i>Chroomonas salina</i>
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0574	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0586	<i>Hillea</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0591	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.17	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1071	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0133	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0555	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0254	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0177	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0166	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0126	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0035	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0399	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0290	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.17	한국생명공학연구원	0398	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1080	<i>Rhinomonas</i> sp.
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1134	<i>Hillea</i> sp.
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1485	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1493	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1499	<i>Cryptomonas</i> sp.
16.02.18	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1620	<i>Hillea fusiformis</i>
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1679	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	2070	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	2071	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	2072	<i>Rhodomonas</i> sp.

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1303	<i>Cryptomonas</i> sp.
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	2073	Unknown CR
16.02.19	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1908	<i>Cryptomonas erosa Ehrenberg</i>
16.02.19	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0695	<i>Skeletonema costatum</i>
16.02.19	국립수산과학원 동해수산연구소	0073	<i>Pavlova lutheri</i>
16.02.19	국립수산과학원 동해수산연구소	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.02.19	국립수산과학원 동해수산연구소	0065	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.02.19	국립수산과학원 동해수산연구소	0016	<i>Nannochloris oculata</i>
16.02.19	국립수산과학원 동해수산연구소	0002	<i>Chlorella ellipsoidea</i>
16.03.10	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2352	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.03.10	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.03.10	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2358	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.03.10	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2345	<i>Alexandrium affine</i>
16.03.10	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2335	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2352	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2358	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2345	<i>Alexandrium affine</i>
16.03.11	전남대학교 해양기술학부	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.03.15	경희대학교 생물학과	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.03.22	한국생명공학연구원	0329	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0390	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0397	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0400	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0412	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0360	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0359	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0197	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0886	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.22	한국생명공학연구원	0069	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.03.30	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1655	<i>Melosira hyperborea</i>
16.03.30	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1737	<i>Melosira hyperborea</i>
16.03.30	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1774	<i>Melosira juergensi</i>
16.04.05	한국해양과학기술원	2335	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.04.11	(주)제이엠이엔비	1346	<i>Dunaliella salina</i>
16.04.11	(주)제이엠이엔비	0473	<i>Nitzschia palea</i>
16.04.11	(주)제이엠이엔비	0680	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
16.04.11	(주)제이엠이엔비	1517	<i>Microcystis</i> sp.
16.04.11	(주)제이엠이엔비	1349	<i>Spirulina platensis</i>
16.04.12	부산광역시과학교육원	2391	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.04.12	부산광역시과학교육원	1349	<i>Spirulina platensis</i>
16.04.12	부산광역시과학교육원	0974	<i>Prorocentrum</i> sp.
16.04.12	부산광역시과학교육원	1643	<i>Scripsiella</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0033	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0043	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0054	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0055	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0059	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0061	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0066	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0067	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0068	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	한국생명공학연구원	0070	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.14	경남과학기술대학교 제약공학과	1349	<i>Spirulina platensis</i>
16.04.15	충북대학교 생물학과	0001	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.04.15	충북대학교 생물학과	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.04.15	충북대학교 생물학과	0050	<i>Pavlova lutheri</i>

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.04.18	한국화학기술원(KAIST)	0027	<i>Chaetoceros gracilis</i>
16.04.18	한국화학기술원(KAIST)	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.04.20	경남과학고등학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.04.20	경남과학고등학교	2184	<i>Anabaena circinalis</i>
16.04.21	경기도해양수산자원연구소	1245	<i>Navicula</i> sp.
16.04.21	경기도해양수산자원연구소	2163	<i>Nitzschia sigma</i>
16.04.25	광주과학기술원 환경공학부	0102	<i>Synechococcus</i> sp.
16.04.26	강원도수산자원연구원	0027	<i>Chaetoceros gracilis</i>
16.04.26	강원도수산자원연구원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.04.26	강원도수산자원연구원	0050	<i>Pavlova lutheri</i>
16.04.28	인하대학교 생명공학과 의공학제어실험실	1349	<i>Spirulina platensis</i>
16.04.28	인하대학교 생명공학과 의공학제어실험실	1346	<i>Dunaliella salina</i>
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0327	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0328	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0330	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0094	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0122	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0123	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0237	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	1060	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0114	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.04.28	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0079	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.05.02	강원도 해양심층수 수산자원센터	0027	<i>Chaetoceros gracilis</i>
16.05.02	강원도 해양심층수 수산자원센터	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.05.03	부산광역시과학교육원	2391	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.05.03	부산광역시과학교육원	1643	<i>Scripsiella</i> sp.
16.05.03	부산광역시과학교육원	0027	<i>Chaetoceros gracilis</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0499	<i>Melosira munnuloides</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1432	<i>Melosira sulacta</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1947	<i>Hyalodiscus stelliger</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1658	<i>Paralia sulcata</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1659	<i>Paralia sulcata</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0498	<i>Coscinodiscus granii</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0013	<i>Nannochloropsis oceanica</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0024	<i>Nannochloropsis salina</i>
16.05.10	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0094	<i>Nannochloropsis</i> sp.
16.05.13	성균관대학교	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.05.17	국립해양생물자원관 해양식물팀	0198	<i>Pyramimonas grossii</i>
16.05.17	국립해양생물자원관 해양식물팀	0011	<i>Cryptomonas ovata</i>
16.05.17	국립해양생물자원관 해양식물팀	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.05.17	국립해양생물자원관 해양식물팀	0550	<i>Amphidinium carterae</i>
16.05.17	국립해양생물자원관 해양식물팀	1783	<i>Heterocapsa triquetra</i>
16.05.18	(주)제이엠이엔비	0011	<i>Cryptomonas ovata</i>
16.05.18	(주)제이엠이엔비	0024	<i>Nannochloropsis salina</i>
16.05.18	(주)제이엠이엔비	1755	<i>Chlamydomonas coccoidea</i>
16.05.23	부경대학교 환경공학과	0030	<i>Oscillatoria</i> sp.
16.05.23	부경대학교 환경공학과	1070	<i>Scenedesmus</i> sp.
16.05.26	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	1774	<i>Melosira juergensi</i>
16.05.26	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0045	<i>Chaetoceros simplex</i>
16.05.26	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	1952	<i>Nitzschia longisima</i>
16.05.26	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0593	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
16.05.26	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.05.31	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2340	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.06.01	충북대학교 생물학과	0001	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.06.01	충북대학교 생물학과	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.01	충북대학교 생물학과	0073	<i>Pavlova lutheri</i>
16.06.02	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.03	경기대학교	0310	<i>Lyngbya</i> sp.
16.06.03	경기대학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.06.10	부경대학교 환경공학과	2162	<i>Anabaena azollae</i>
16.06.13	서강대학교 기계공학과	0009	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.06.13	네오엔비즈	1346	<i>Dunaliella salina</i>
16.06.13	네오엔비즈	0849	<i>Skeletonema costatum</i>
16.06.13	네오엔비즈	1354	<i>Haematococcus pluvialis</i>
16.06.13	네오엔비즈	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.06.16	대봉엘에프 영어조합법인 생명과학연구소	LIMS-ZS-0085	<i>Brachionus plicatilis</i>
16.06.16	경북대학교 생물산업기계공학과	0193	<i>Chlorella sp.</i>
16.06.16	경북대학교 생물산업기계공학과	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.06.16	경북대학교 생물산업기계공학과	1222	<i>Pediasturum sp.</i>
16.06.17	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.06.17	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.06.17	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2308	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.06.17	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2345	<i>Alexandrium affine</i>
16.06.17	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2392	<i>Alexandrium pseudogoniaulax</i>
16.06.17	부산광역시과학교육원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.17	부산광역시과학교육원	0016	<i>Nannochloris oculata</i>
16.06.17	부산광역시과학교육원	0065	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.06.20	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.20	한국해양과학기술원	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.06.20	한국해양과학기술원	0016	<i>Nannochloris oculata</i>
16.06.20	부경대학교 자원생물학과	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.20	부경대학교 자원생물학과	0007	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.06.20	부경대학교 자원생물학과	1062	<i>Rhodomonas salina</i>
16.06.22	광주과학기술원 환경공학부	0705	<i>Thalassiosira weissflogii</i>
16.06.24	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.06.24	한국해양과학기술원	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.06.24	한국해양과학기술원	0016	<i>Nannochloris oculata</i>
16.06.27	강원도 해양심층수 수산자원센터	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.06.28	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.06.28	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.06.28	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2308	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.06.28	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2345	<i>Alexandrium affine</i>
16.06.28	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2392	<i>Alexandrium pseudogoniaulax</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0025	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0096	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	1010	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0125	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0167	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 식물분자의약연구센터	0168	<i>Nannochloropsis sp.</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2391	<i>Cochlodinium convolutum</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2340	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2376	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2377	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2378	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2308	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2306	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.07.04	한국생명공학연구원 세포공장연구센터	2392	<i>Alexandrium pseudogoniaulax</i>
16.07.05	인하대학교 생명공학과 의공학제어실험실	0950	<i>Spirulina maxima</i>
16.07.05	인하대학교 생명공학과 의공학제어실험실	0941	<i>Dunaliella salina</i>
16.07.12	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.12	부산광역시과학교육원	2391	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.07.12	부산광역시과학교육원	0974	<i>Prorocentrum micans</i>
16.07.12	부산광역시과학교육원	1643	<i>Scripsiella spinifera</i>
16.07.12	부산광역시과학교육원	0638	<i>Asterionellopsis glacialis</i>
16.07.18	순천향대학교 자연과학대학	0217	<i>Pavlova pinguis</i>
16.07.18	순천향대학교 자연과학대학	0113	<i>Pavlova sp.</i>

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.07.18	순천향대학교 자연과학대학	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.07.18	순천향대학교 자연과학대학	1511	<i>Dunaliella salina</i>
16.07.18	조선대학교 에너지자원공학과	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.07.18	조선대학교 에너지자원공학과	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.07.18	조선대학교 에너지자원공학과	1681	<i>Botryococcus braunii</i>
16.07.19	한국수자원공사	0708	<i>Achnanthes longipes</i>
16.07.19	한국수자원공사	0842	<i>Nitzschia brevissima</i>
16.07.19	한국수자원공사	0612	<i>Cylindrotheca closterium</i>
16.07.20	아주대학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.07.20	(주)제이엠이엔비	0473	<i>Nitzschia</i> sp.
16.07.20	(주)제이엠이엔비	0680	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
16.07.20	(주)제이엠이엔비	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.07.20	(주)제이엠이엔비	1826	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
16.07.21	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.22	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.25	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0057	<i>Pavlova lutheri</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	1068	<i>Tetraselmis chuii</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0045	<i>Chaetoceros simplex</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0024	<i>Nannochloropsis salina</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0811	<i>Skeletonema costatum</i>
16.07.26	국립수산과학원 서해수산연구소	0574	<i>Rhodomonas</i> sp.
16.07.27	강릉원주대학교 생명과학대학	1062	<i>Rhodomonas salina</i>
16.07.27	강릉원주대학교 생명과학대학	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.07.27	강릉원주대학교 생명과학대학	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.07.29	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.08.01	부산 상수도사업본부	1485	<i>Cryptomonas erosa</i>
16.08.03	(재)전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터	0635	<i>Thalassiosira nordenskioeldii</i>
16.08.03	(재)전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터	0705	<i>Thalassiosira weissflogii</i>
16.08.07	전남대학교 환경해양학과	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.08.07	전남대학교 환경해양학과	0065	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.08.09	성균관대학교	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.08.09	성균관대학교	2368	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.08.19	부경대학교 생물공학과	2383	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.08.19	부경대학교 생물공학과	1133	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.08.19	부경대학교 생물공학과	0629	<i>Skeletonema costatum</i>
16.08.22	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.08.22	전남대학교 환경해양학과	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.08.22	전남대학교 환경해양학과	1179	<i>Prorocentrum micans</i>
16.08.22	전남대학교 환경해양학과	1180	<i>Prorocentrum minimum</i>
16.08.23	(주)제이엠이엔비	0473	<i>Navicula parva</i>
16.08.23	(주)제이엠이엔비	1519	<i>Microcystis</i> sp.
16.08.31	부산광역시 상수도사업본부 수질연구소	1485	<i>Cryptomonas erosa</i>
16.09.01	한국해양과학기술원 선박평형수연구센터	1542	<i>Selenastrum capricornutum</i>
16.09.02	국립해양생물자원관	2068	<i>Heterocapsa triquetra</i>
16.09.02	국립해양생물자원관	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.09.02	국립해양생물자원관	0907	<i>Navicula</i> sp.
16.09.02	삼장	0045	<i>Chaetoceros simplex</i>
16.09.02	삼장	1354	<i>Haematococcus pluvialis</i>
16.09.02	삼장	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.09.02	삼장	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.09.05	한국기초과학지원연구원	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.09.05	한국기초과학지원연구원	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.09.20	고려대학교 건축사회환경공학부	2342	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.09.20	국립해양생물자원관	1783	<i>Heterocapsa triquetra</i>
16.09.23	주식회사 아데나	1681	<i>Botryococcus braunii</i>
16.09.23	주식회사 아데나	1346	<i>Dunaliella salina</i>
16.09.23	주식회사 아데나	1826	<i>Scenedesmus</i> sp.

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.09.23	주식회사 아데나	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.09.23	주식회사 아데나	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.09.26	전남대학교 생명산업공학과	1354	<i>Haematococcus pluvialis</i>
16.09.30	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1088	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
16.09.30	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	1199	<i>Chaetoceros didymus</i>
16.09.30	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.10.05	인하대학교 생명공학과 의공학제어실험실	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.10.11	가톨릭관동대학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.10.11	가톨릭관동대학교	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.10.11	가톨릭관동대학교	1681	<i>Botryococcus braunii</i>
16.10.11	서강대학교 기계공학과	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.10.13	한국해양과학기술원	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.10.13	한국해양과학기술원	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.10.17	네오엔비즈	1346	<i>Dunaliella salina</i>
16.10.17	네오엔비즈	0848	<i>Skeletonema costatum</i>
16.10.17	네오엔비즈	0027	<i>Chaetoceros gracilis</i>
16.10.17	네오엔비즈	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.10.18	단국대학교 파이버시스템공학과	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.10.18	단국대학교 파이버시스템공학과	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.10.18	단국대학교 파이버시스템공학과	0411	<i>Synechococcus sp.</i>
16.10.24	성균관대학교	0848	<i>Skeletonema costatum</i>
16.10.24	성균관대학교	1180	<i>Prorocentrum minimum</i>
16.10.26	고려대학교 건축사회환경공학부	2342	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.10.31	안전성평가연구소 경남환경독성본부	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.10.31	안전성평가연구소 경남환경독성본부	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.11.01	네오엔비즈	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.11.01	네오엔비즈	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.11.01	네오엔비즈	1417	<i>Spirulina subsalsa</i>
16.11.07	전남대학교 생명산업공학과	0056	<i>Spirulina platensis</i>
16.11.07	전남대학교 생명산업공학과	1691	<i>Spirulina maxima</i>
16.11.07	전남대학교 생명산업공학과	1417	<i>Spirulina subsalsa</i>
16.11.07	전남대학교 생명산업공학과	1565	<i>Spirulina sp.</i>
16.11.14	고려대학교 건축사회환경공학부	2342	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.11.15	성균관대학교	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
16.11.28	서강대학교 생명과학과	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.11.28	서강대학교 생명과학과	0009	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.11.28	서강대학교 생명과학과	0143	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.11.28	서강대학교 생명과학과	0144	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.11.28	서강대학교 생명과학과	0145	<i>Chlorella vulgaris</i>
16.12.08	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.12.12	강릉원주대학교 생명과학대학	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.12.12	강릉원주대학교 생명과학대학	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
16.12.12	강릉원주대학교 생명과학대학	0013	<i>Nannochloropsis oceanica</i>
16.12.12	강릉원주대학교 생명과학대학	0002	<i>Chlorella ellipsoidea</i>
16.12.15	부경대학교 양식학과	1354	<i>Haematococcus pluvialis</i>
16.12.15	부경대학교 양식학과	0848	<i>Skeletonema costatum</i>
16.12.15	부경대학교 양식학과	0550	<i>Amphidinium carterae</i>
16.12.15	부경대학교 양식학과	0073	<i>Pavlova lutheri</i>
16.12.15	부경대학교 양식학과	0745	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.12.15	국립수산과학원	2500	<i>Gymnodinium impudicum</i>
16.12.15	국립수산과학원	2303	<i>Alexandrium pacifum</i>
16.12.15	국립수산과학원	2308	<i>Alexandrium fundyense</i>
16.12.15	국립수산과학원	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
16.12.16	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	1068	<i>Tetraselmis chuii</i>
16.12.16	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	0111	<i>Tetraselmis suecica</i>
16.12.16	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	0042	<i>Tetraselmis striata</i>
16.12.16	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	0053	<i>Tetraselmis tetrathele</i>
16.12.23	부경대학교 생물공학과	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
16.12.23	부경대학교 생물공학과	1511	<i>Dunaliella salina</i>

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
16.12.23	부경대학교 생물공학과	0348	<i>Nannochloropsis oceanica</i>
16.12.23	부경대학교 생물공학과	0024	<i>Nannochloropsis salina</i>
16.12.23	부경대학교 생물공학과	0214	<i>Isochrysis galbana</i>
16.12.28	신성워터텍	0622	<i>Microcystis</i> sp.
16.12.28	신성워터텍	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.12.29	전남해양수산과학원 전복연구소	0490	<i>Nitzschia</i> sp.
16.12.29	전남해양수산과학원 전복연구소	1139	<i>Navicula</i> sp.
16.12.29	전남해양수산과학원 전복연구소	0963	<i>Amphora</i> sp.
16.12.29	전남해양수산과학원 전복연구소	1775	<i>Cocconeis</i> sp.
16.12.29	전남해양수산과학원 전복연구소	0900	<i>Caloneis</i> sp.
16.12.30	한양대학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
16.12.30	한양대학교	2368	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
16.12.30	한양대학교	3085	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
17.01.04	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	3040	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
17.01.11	부경대학교 환경공학과	2162	<i>Anabaena azollae</i>
17.01.11	부경대학교 환경공학과	1973	<i>Secundesmus acuminatus</i>
17.01.11	부경대학교 환경공학과	0030	<i>Oscillatoria</i> sp.
17.01.12	전남대학교	2302	<i>Alexandrium pacifium</i>
17.01.12	전남대학교	2305	<i>Alexandrium insuetum</i>
17.01.12	전남대학교	2308	<i>Alexandrium fundyense</i>
17.01.12	전남대학교	3114	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
17.01.23	목포해양대학교	3114	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
17.01.23	목포해양대학교	2504	<i>Prorocentrum micans</i>
17.01.23	목포해양대학교	3105	<i>Chaetoceros</i> sp.
17.01.24	전남과학고등학교	0973	<i>Microcystis aeruginosa</i>
17.01.24	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2335	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
17.01.25	성균관대학교	0562	<i>Heterosigma akashiwo</i>
17.02.02	전남대학교 해양학과	3109	<i>Coscinodiscus granii</i>
17.02.02	전남대학교 해양학과	3089	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
17.02.02	전남대학교 해양학과	3108	<i>Thalassiosira</i> sp.
17.02.02	전남대학교 해양학과	3118	<i>Eucampia</i> sp.
17.02.02	전남대학교 해양학과	3021	<i>Rhizosolenia setigera</i>
17.02.07	전남대학교 환경해양학과	2313	<i>Alexandrium fundyense</i>
17.02.07	전남대학교 환경해양학과	2303	<i>Alexandrium pacifium</i>
17.02.07	전남대학교 환경해양학과	2345	<i>Alexandrium affine</i>
17.02.07	전남대학교 환경해양학과	2551	<i>Prorocentrum cordatum</i>
17.02.07	전남대학교 환경해양학과	2357	<i>Heterosigma akashiwo</i>
17.02.08	부경대학교 해양학과 연안환경생태학 실험실	2335	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>
17.02.13	국립수산과학원 동해수산연구소	0073	<i>Pavlova lutheri</i>
17.02.13	국립수산과학원 동해수산연구소	0077	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
17.02.13	국립수산과학원 동해수산연구소	0065	<i>Chlorella vulgaris</i>
17.02.13	국립수산과학원 동해수산연구소	0016	<i>Nannochloris oculata</i>
17.02.16	전남대학교	2021	<i>Symbiodinium</i> sp.
17.02.16	전남대학교	2519	<i>Gambierdiscus yasumoto</i>
17.02.17	경산과학고등학교	3105	<i>Chaetoceros</i> sp.
17.02.17	경산과학고등학교	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
17.02.17	경산과학고등학교	0948	<i>Navicula</i> sp.
17.02.20	한국해양과학기술원 남해특성연구센터	2900	<i>Chattonella marina</i>
17.02.21	동국대학교 생명과학과	0006	<i>Chlorella vulgaris</i>
17.02.21	동국대학교 생명과학과	1542	<i>Selenastrum capricornutum</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0028	<i>Isochrysis aff. galbana</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0012	<i>Isochrysis galbana</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0057	<i>Pavlova lutheri</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0078	<i>Pavlova lutheri</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0073	<i>Pavlova lutheri</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0074	<i>Pavlova</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0135	<i>Pavlova</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0214	<i>Isochrysis galbana</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0213	<i>Isochrysis aff. galbana</i>

분양일시	이용기관명	LIMS-PS NO.	Species
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0215	<i>Pavlova gyrans</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0218	<i>Pavlova</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0219	<i>Pavlova</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0216	<i>Pavlova gyrans</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1065	<i>Pleurochrysis carterae</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0113	<i>Pavlova</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1072	<i>Isochrysis</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	0316	<i>Coccolithus</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1699	<i>Pavlova gyrans</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1671	<i>Prymnesium parvum</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1790	<i>Prymnesium zebrinum</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1807	<i>Prymnesium patelliferum</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1832	<i>Chrysochromulina</i> sp.
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	1965	<i>Prymnesium parvum</i>
17.02.21	한국해양과학기술원 생태기반연구센터	2122	<i>Prymnesium parvum</i>

## 주 의

1. 이 최종보고서는 해양수산부에서 시행한 해양수산생명공학기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.