

BSPE99772-12226-3

북서태평양 심해 저서동물의 생물지리학적
분포 특성

Bio-geographical distribution of deep-sea benthic fauna in
the Northwest Pacific

2020. 02. 28

한 국 해 양 과 학 기 술 원

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “ 북서태평양 심해 저서동물의 생물지리학적 분포 특성 ” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 02. 28.

총괄연구책임자 : 이 지 민

참 여 연 구 원 : 강태욱, 김동성, 김상렬, 김종국,
김태연, 노현수, 신아영, 신종학,
오제혁, 우선욱, 우성숙, 유옥환,
이희갑

보고서 초록

과제고유 번호	PE99772	해당단계 연구기간	3	단계 구분	3/3
연구사업명	중사업명	2019년 주요사업			
	세부사업명	미래선도사업			
연구과제명	대과제명	북서태평양 심해 저서동물의 생물지리학적 분포 특성			
	세부과제명				
연구책임자	이지민	해당단계 참여연구원수	총 : 10 명 내부: 5 명 외부: 5 명	해당단계 연구비	정부: 천원 기업: 천원 계 : 42,000천원
		총연구기간 참여연구원수	총 : 14 명 내부: 5 명 외부: 9 명	총 연구비	정부: 천원 기업: 천원 계 : 122,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원 해양생태연구센터		참여기업명		
국제공동연구					
위탁연구					
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	86
<p>1. 북서태평양 실해역 탐사를 통한 심해 저서동물 실물표본 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 실해역 탐사 <ul style="list-style-type: none"> - 이사부호(1, 2차년), 온누리호(3차년)를 활용하여 총 3년간 북서태평양 15°~37°N, 127°~159°E 사이 22개 정점에서 조사 수행 - Tv-grab, MC, BC 장비 활용하였고 환경요인 분석을 위해 CTD를 활용함 ○ 실물표본 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 총 471점의 심해 저서동물 실물표본 확보 (1차년-221점, 2차년-90점, 3차년-160점) - 선상에서의 시료 확보를 위한 장비운영 및 시료 선별, 처리 방법을 정립함 - 확보된 실물표본의 영상 자료 확보 및 제시 <p>2. 심해 저서동물 다양성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 확보된 심해 저서동물의 실물표본의 일차 형태분류 및 형질 분석을 통한 종 다양성 분석 ○ 심해 저서동물의 출현 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 심해에서 출현한 저서동물은 총 5개문(동문동물문, 선형동물문, 환형동물문, 절지동물문, 완보동물문)으로, 이 중 절지동물문이 가장 다양하였음. 절지동물에는 갈고리노벌레류, 검물벼룩류, 단각류, 등각류, 주걱벌레붙이류, 패충류, 찐물응애류 등 7개 분류군이 출현하였으며, 모든 정점에서 갈고리노벌레류 출현이 가장 두드러짐. - 1차년도에는 정점 1701에서 완보동물이, 3차년도에는 정점 1903에서 절지동물 단각류가 유일하게 출현함 ○ 심해 저서동물의 신 분류군 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 심해 저서동물 중 선형동물(Nematoda) 1신종, 갈고리노벌레류(Harpacticoida) 1신속 6신종 및 1미기류, 주걱벌레붙이류(Tanaidacea) 1신속 1신종 등 총 2신속 8신종 및 1미기류의 신 분류군으로 확인함. 이 중 저서성 요각류인 갈고리노벌레류 2 신종(<i>Leptotachidia apousia</i> Kim, Yu & Lee, 2019과 <i>Leptotachidia senaria</i> Kim, Yu & Lee, 2019)은 국제저널에 논문으로 발표함 					
색인어 (각 5개 이상)	한 글	심해, 저서동물, 분류, 생물다양성, 신 분류군			
	영 어	Deep-sea, Benthic fauna, Taxonomy, Biodiversity, New taxa			

요 약 문

I. 제 목

북서태평양 심해 저서동물의 생물지리학적 분포 특성

II. 연구개발의 필요성 및 목표

1. 연구개발의 필요성

- 지구 기후변화의 절대적인 영향력을 행사하는 태평양은 한반도의 기상변화와 밀접한 관계를 갖고 있음
- 글로벌 대양 탐사를 통한 심해 해양자원의 발굴, 선점에 대한 경쟁이 국제적으로 치열해 짐에 따라 미개척 심해 해양생물자원 확보, 심해생태계의 구조와 기능, 심해 생물들 간의 연계성 등에 대한 연구 필요성이 시급함
- 한국의 좁은 영토, 자연자원의 한계를 극복하기 위해서 글로벌 대양 탐사 인프라 (연구조사선 '이사부호', 조사 장비 및 기술) 구축과 개발을 통한 경제 영토 확장의 필요성

2. 연구개발의 목표

- 대형 연구조사선인 이사부호를 활용하여 북서태평양의 심해 저서동물 실물표본을 확보하여 이들의 다양성 분석을 통한 심해 저서동물의 생물지리학적 분포 및 심해 저서생태계의 특징 이해
 - 실 해역 탐사를 통한 심해 저서동물 실물표본 확보 400점
 - 북서태평양 심해 저서동물의 다양성 분석 및 분류군별 출현 특성 분석
 - 심해 저서동물 신종, 미기록종 등의 신 분류군 발굴

Ⅲ. 연구개발 결과

1. 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보

○ 실 해역 탐사

- 연구조사선 이사부호(1, 2차년) 및 온누리호(3차년)를 활용하여 총 3년간 북서태평양 15°~37°N, 127°~159°E 사이에서 22개 정점의 퇴적물 시료를 확보함
- 심해 저서동물 표본 확보를 위해 TV-grab, MC, BC 장비를 활용하였으며, 환경요인 분석을 위해 CTD를 활용함

○ 실물표본 확보

- 총 471점의 심해 저서동물 실물표본을 확보함: 1차년-221점, 2차년-90점, 3차년-160점
- 선상에서의 시료 확보를 위한 장비운영 및 시료 선별, 처리 방법을 정립함
- 확보된 실물표본의 영상 자료 확보 및 제시

2. 북서태평양 심해 저서동물 다양성 분석

○ 확보된 심해 저서동물의 실물표본의 일차 형태분류 및 형질 분석을 통한 종 다양성 분석을 수행함

○ 북서태평양 심해 저서동물의 출현 특성

- 북서태평양 심해에서 출현한 저서동물은 총 5개문(동문동물문, 선형동물문, 환형동물문, 절지동물문, 완보동물문)으로, 이 중 절지동물문이 가장 다양하였음
- 절지동물에는 갈고리노벌레류, 검물벼룩류, 단각류, 등각류, 주걱벌레붙이류, 패충류, 잔물응애류 등 7개 분류군이 출현하였으며, 모든 정점에서 갈고리노벌레류 출현이 가장 두드러짐
- 1차년도 정점 1701에서 완보동물이, 3차년도 정점 1903에서 절지동물의 단각류가 유일하게 출현함
- 총 3년 중 3차년도에 11개의 분류군이 출현하여 상대적으로 다양하게 나타났고 2차년도에 6개 분류군으로 다양성이 낮았음

○ 북서태평양 심해 저서동물의 신 분류군 발굴

- 심해 저서동물 중 선형동물(Nematoda) 1신종, 갈고리노벌레류(Harpacticoida) 1신속 6신종 및 1미기록종, 주걱벌레붙이류(Tanaidacea) 1신속 1신종 등 총 2신속 8신종 및 1미기록종의 신 분류군으로 확인함. 이 중 저서성 요각류인 갈고리노벌레류 2신종(*Leptotachidia apousia* Kim, Yu & Lee, 2019과 *Leptotachidia senaria* Kim, Yu & Lee, 2019)은 국제저널에 논문으로 발표함

IV. 연구개발결과의 활용계획

- 글로벌 대양 심해 해양탐사를 수행하기 위한 기초 인프라 개발 및 전문 장비운영 기술 및 분석 노하우 구축에 활용
- 미개척 심해 해양생물자원의 확보 기술을 통한 신 해양자원 발굴 및 유용자원 탐색에 활용
- 심해 해양생물자원 확보 및 다양성 분석기술은 미래 상업적 심해광물자원개발에 필요한 해양환경 및 해양생태계 영향평가기술 및 환경보존 기술개발 평가에 근거 마련

S U M M A R Y

I . Title

Bio-geographical distribution of deep-sea benthic fauna in the Northwest Pacific

II . Necessities and Objectives of the study

1. Necessities of the study

- The Pacific Ocean, which exerts the absolute influence of global climate change, is closely related to meteorological change on the Korean Peninsula.
- As international competition for the discovery and preoccupation of deep-sea marine resources through global ocean exploration increases, there is an urgent need for research on securing unexplored deep-sea marine resources, structure and function of deep-sea ecosystems, and linkage between deep-sea creatures.
- The necessity of expanding the economic territory through the establishment and development of a global ocean exploration infrastructure (research vessel 'Isabu', research equipment and technology) to overcome the limitations of Korea's narrow territory and natural resources.

2. Objectives of the study

- To secure the samples of deep-sea benthic fauna in the Northwest Pacific and analyze their diversity using a research vessel 'Isabu' survey, furthermore, to understand the biogeographic distribution of

benthic animals and the characteristics of the deep-sea benthic ecosystem

- To obtain 400 real specimens of the deep-sea benthic animals through exploration in the Northwest Pacific
- To analyze diversity and occurrence characteristics of the deep-sea benthic animals
- To discover new taxa including new species and unrecorded species from the deep-sea benthic animals

III. Results

1. Acquirement of deep-sea benthic specimens in the Northwest Pacific

○ Deep-sea exploration

- A total of 22 stations were carried out between 15°~37°N, 127°~159°E in the Northwest Pacific for 3 years using the research vessels Isabu (1st and 2nd years) and Onnuri (3rd year).
- TV-grab, MC and BC equipments were used to secure deep-sea benthic specimens and CTD was used to analyze environmental factors.

○ Securing the samples of deep-sea benthic fauna

- A total of 471 deep-sea benthic fauna specimens were secured (221 samples in 2017, 90 samples in 2018 and 160 samples, respectively).
- The equipment operation, sample selection, and processing method to secure samples on board were founded.
- Acquisition and presentation of the image data of secured benthic samples

2. Analysis of diversity in the deep-sea benthic fauna of the Northwest Pacific

- Biodiversity analysis is carried out through primary morphological classification of deep-sea benthic animals.
- Occurrence characteristics of the deep-sea benthic fauna
 - A total of five phylums (Kinoryncha, Nematoda, Annelida, Arthropoda, and Tardigrada) appeared in the deep-sea benthic fauna of the Northwest Pacific, of which arthropods were the most diverse.
 - Seven taxa including harpacticoids, cyclopoids, amphipods, isopods, tanaidaceans, ostracods and halacaroids belonging to the Arthropoda, of which harpacticoids were the most prominent at all stations.
 - Tardigrada only appeared at the station 1701 and Amphipoda at the station 1903, respectively.
 - Eleven taxa appeared in 2019 showing relatively diverse, while in 2017 was low as six taxa.
- Discovery of new taxa in the deep-sea benthic fauna from the Northwest Pacific
 - The results of identification of the deep-sea benthic fauna, two new genera, eight new species and one unrecorded species are confirmed, of which two new species (*Leptotachidia apousia* Kim, Yu & Lee, 2019과 *Leptotachidia senaria* Kim, Yu & Lee, 2019) belonging to harpacticoids were published in the international journal.

IV. Application of the results

- It can be used to develop basic infrastructure, equipment operation skills, and analysis know-how to conduct global deep-sea exploration.
- It is possible to discover new marine resources and useful resources based on the technique of securing undeveloped deep-sea marine

resources.

- The acquisition of bio-resources and diversity in the deep-sea can be usefully applied to assessment of the deep-sea ecosystem and conservation for the future development of commercial mineral resource from the deep-sea.

C O N T E N T S

Summary	iii
Contents	x
List of Table	xii
List of Figure	xiii
Chapter 1. Necessities and objective of the study	1
Section 1. Necessity of the study	1
Section 2. Objective of the study	4
Chapter 2. Trend of research	7
Section 1. International research trend	7
Section 2. Domestic research trend	9
Chapter 3. Results	13
Section 1. Acquirement of deep-sea benthic specimens in the Northwest Pacific	13
Section 2. Analysis of diversity in the deep-sea benthic fauna of the Northwest Pacific	40
Chapter 4. Achievements of objectives and contributions	53
Section 1. Achievements of objectives	53
Section 2. Contributions	58
Chapter 5. Application of the results	59
Chapter 6 Reference	60

목 차

요약문	iii
목차	x
표목차	xii
그림목차	xiii
제 1 장 연구개발의 필요성 및 목표	1
제1절 연구개발의 필요성	1
제2절 연구개발의 목표 및 범위	4
제 2 장 국내외 기술개발 현황	7
제1절 국외 연구동향	7
제2절 국내 연구동향	9
제 3 장 연구개발 결과	13
제1절 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보	13
제2절 북서태평양 심해 저서동물 다양성	40
제 4 장 연구개발 목표 달성도	53
제1절 목표 달성도	53
제2절 대외기여도	58
제 5 장 연구개발결과의 활용 계획	59
제 6 장 참고문헌	60

List of Tables

Table 1. Information on the sampling stations in the Northwest Pacific -----	15
Table 2. The total number of the deep-sea benthic specimens during the study period (2017-2019) -----	20
Table 3. The number of the deep-sea benthic specimens in 2017 -----	22
Table 4. The number of the deep-sea benthic specimens in 2018 -----	28
Table 5. The number of the deep-sea benthic specimens in 2019 -----	32
Table 6. Occurred taxa during the study period (2017-2019) -----	40
Table 7. The number of the deep-sea benthic specimens according to the sampling locations in 2017 -----	42
Table 8. The number of the deep-sea benthic specimens according to the sampling locations in 2018 -----	44
Table 9. The number of the deep-sea benthic specimens according to the sampling locations in 2019 -----	46

List of Figures

Figure 1. Research vessels of China and Japan	2
Figure 2. Example of the deep-sea research at NOSS in USA (deep-sea coral and sampling equipment)	3
Figure 3. Example of the deep-sea research at ISMAR in Italy (cold water coral species <i>Lophelia pertusa</i>)	3
Figure 4. Research on the deep-sea benthic fauna in CCFZ area of the KODOS in the Northeast Pacific	7
Figure 5. Test of the sampling ability of the ROV HEMIRE in the deep-sea	8
Figure 6. Research vessel ISABU of the KIOST	8
Figure 7. INDEEP organizations involved in the deep-sea research on benthic fauna	9
Figure 8. Deep-sea research area studied by Japanese organization in the Northwest Pacific	10
Figure 9. Deep-sea research area studied by UNDP in the Southwest Indian Ocean	10
Figure 10. Deep-sea research area studied by Russian organization	11
Figure 11. A map on worldwide habitats of spider starfish made by the Marine Environmental Research Program	12
Figure 12. Sampling locations in the Northwest Pacific during a study period (2017-2019)	13
Figure 13. Sampling locations in the Northwest Pacific by each year	14
Figure 14. Topographic survey on sea-bed in the study area using a Multibeam Echo Sounder	16
Figure 15. Box corer (BC)	17
Figure 16. Multiple corer (MC)	17
Figure 17. Schematization on the sampling process using a Multiple corer (MC) on board	18
Figure 18. Subsampling process using a TV-Grab sampler on board	19
Figure 19. Subsampling process using a Multiple corer (MC) on board	19

Figure 20. Sorting process and photography for the deep-sea fauna on board	20
Figure 21. The total number of the deep-sea benthic specimens during the study periods (2017-2019)	21
Figure 22. Composition of the deep-sea benthic specimens according to taxa in 2017	22
Figure 23. The number of the deep-sea benthic specimens according to sampling locations in 2017	23
Figure 24. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1701	23
Figure 25. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1701	24
Figure 26. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1701	24
Figure 27. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1704	25
Figure 28. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1704	25
Figure 29. Photograph on the deep-sea polychaetes collected from the station 1704	26
Figure 30. Photograph on the deep-sea tanaidaceans collected from the station 1704	26
Figure 31. Photograph on the deep-sea harpacticoid and polychaete collected from the station 1705	27
Figure 32. Photograph on the deep-sea harpacticoids and polychaetes collected from the station 1706	27
Figure 33. Composition of the deep-sea benthic specimens according to taxa in 2018	28
Figure 34. The number of the deep-sea benthic specimens according to sampling locations in 2018	29
Figure 35. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1802	29
Figure 36. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1803	30
Figure 37. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from	

the station 1804 -----	30
Figure 38. Photograph on the deep-sea benthic fauna collected from the station 1806 -----	31
Figure 39. Composition of the deep-sea benthic specimens according to taxa in 2019 -----	32
Figure 40. The number of the deep-sea benthic specimens according to sampling locations in 2019 -----	33
Figure 41. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1901 -----	33
Figure 42. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1902 -----	33
Figure 43. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1903 -----	34
Figure 44. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1904 -----	34
Figure 45. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1904 -----	35
Figure 46. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1905 -----	35
Figure 47. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1905 -----	36
Figure 48. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1906 -----	36
Figure 49. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1906 -----	37
Figure 50. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1907 -----	37
Figure 51. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1907 -----	38
Figure 52. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1908 -----	38
Figure 53. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1909 -----	39
Figure 54. Photograph on the deep-sea benthic specimens collected from the station 1910 -----	39

Figure 55. The total number of the deep-sea benthic fauna taxa (2017-2019)	41
Figure 56. Composition of the deep-sea benthic fauna in 2017	42
Figure 57. Composition of the deep-sea benthic fauna at each sampling stations in 2017	43
Figure 58. Composition of the deep-sea benthic fauna in 2018	45
Figure 59. Composition of the deep-sea benthic fauna at each sampling stations in 2018	45
Figure 60. Composition of the deep-sea benthic fauna in 2019	47
Figure 61. Composition of the deep-sea benthic fauna at each sampling stations in 2019	47
Figure 62. Composition of the deep-sea benthic fauna at each sampling stations in 2019 (continued)	48
Figure 63. Photographs of the deep-sea nematods occurred in the study area	51
Figure 64. Photographs of the deep-sea tanaidaceans occurred in the study area	52
Figure 65. Photographs of the deep-sea harpacticoids occurred in the study area	52

표 목 차

표 1. 북서태평양 조사 정점 및 저층 환경요인	15
표 2. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 실물표본 확보 점수	20
표 3. 1차년도(2017) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수	22
표 4. 2차년도(2018) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수	28
표 5. 3차년도(2019) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수	32
표 6. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 출현	40
표 7. 1차년도(2017) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군	42
표 8. 2차년도(2018) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군	44
표 9. 3차년도(2019) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군	46

그림 목 차

그림 1. 중국과 일본의 대형 연구조사선	2
그림 2. 미국 NOAA의 심해연구 - 심해 산호종(Madrepora oculata) 및 채집장비	3
그림 3. 이태리 ISMAR의 심해연구 - 냉수 산호종(Lophelia pertusa)	3
그림 4. 북동태평양 CCFZ지역 KODOS해역의 심해 저서동물 조사	7
그림 5. 해미래를 이용한 심해 생물조사 성능 실험	8
그림 6. 한국해양과학기술원 연구조사선 이사부호	8
그림 7. INDEEP의 심해생태 과학연구를 위한 국제네트워크 참여 기관	9
그림 8. 일본의 북서태평양 해역의 심해생물탐사 해역	10
그림 9. UNDP의 남서인도양 해저산 연구해역	10
그림 10. 러시아의 심해 생물다양성 프로젝트 조사 해역	11
그림 11. 거미불가사리의 전 지구적인 서식지 맵핑	12
그림 12. 3차년간의 북서태평양 심해 실패역 총 조사정점	13
그림 13. 연차별 북서태평양 실패역 조사정점	14
그림 14. 다중음향측심기를 이용한 해저면 상태 확인	16
그림 15. 상자형시료채취기(Box corer, BC)	17
그림 16. 다중퇴적물시료채취기(Multiple Corer, MC)	17
그림 17. 이사부호에서의 MC 운영 도식화	18
그림 18. TV-Grab을 이용한 시료 처리	19
그림 19. Multiple Corer를 이용한 시료 처리	19
그림 20. 선상에서 분류군별 일차 시료 선별 및 실물표본 사진촬영	20
그림 21. 연도별 확보된 심해 저서동물 실물표본 점수	21
그림 22. 1차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율	22
그림 23. 1차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본	23
그림 24. 정점 1701에서 확보된 저서동물	23
그림 25. 정점 1701에서 확보된 저서동물	24
그림 26. 정점 1701에서 확보된 저서동물	24
그림 27. 정점 1704에서 확보된 저서동물	25
그림 28. 정점 1704에서 확보된 저서동물	25
그림 29. 정점 1704에서 확보된 심해 다모류	26
그림 30. 정점 1704에서 확보된 심해 주걱별레불이류 및 유생	26
그림 31. 정점 1705에서 확보된 심해 요각류 및 다모류	27

그림 32. 정점 1706에서 확보된 심해 요각류 및 다모류	27
그림 33. 2차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율	28
그림 34. 2차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본	29
그림 35. 정점 1802에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	29
그림 36. 정점 1803에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	30
그림 37. 정점 1804에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	30
그림 38. 정점 1806에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	31
그림 39. 3차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율	32
그림 40. 3차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본	33
그림 41. 정점 1901에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	33
그림 42. 정점 1902에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	33
그림 43. 정점 1903에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	34
그림 44. 정점 1904에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	34
그림 45. 정점 1904에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	35
그림 46. 정점 1905에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	35
그림 47. 정점 1905에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	36
그림 48. 정점 1906에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	36
그림 49. 정점 1906에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	37
그림 50. 정점 1907에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	37
그림 51. 정점 1907에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	38
그림 52. 정점 1908에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	38
그림 53. 정점 1909에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	39
그림 54. 정점 1910에서 확보한 심해 저서동물 실물표본	39
그림 55. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 출현	41
그림 56. 1차년도 심해 저서동물의 분류군 구성	42
그림 57. 1차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성	43
그림 58. 2차년도 심해 저서동물의 분류군 구성	45
그림 59. 2차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성	45
그림 60. 3차년도 심해 저서동물의 분류군 구성	47
그림 61. 3차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성	47
그림 62. 3차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성(계속)	48
그림 63. 심해 선형동물(Nematoda)의 종 동정	51
그림 64. 심해 주걱벌레붙이류(Tanaidacea)의 종 동정	52
그림 65. 심해 저서성 요각류(Harpacticoida)의 종 동정	52

제 1 장 연구개발의 필요성 및 목적

제1절 연구개발의 필요성

1. 지구 기후변화의 절대적인 영향력을 행사하고 있는 태평양

가. 태평양은 지구 전체 표면적의 35%로 전 해양 면적의 50% 이상을 차지할 정도로 거대한 대양 중의 하나로 알려져 있다. 특히 태평양 내 열대해양은 전 지구적 기후 변화와 밀접한 관계를 갖는 지역으로 태풍이나 엘니뇨/라니냐 등 한반도의 기상에 직접적인 영향을 주는 현상들의 근원지로, 현재 전 지구적 기상 이변의 영향이 나타나고 있다.

나. 대양의 기후변화에 따른 수계특성의 변화(온도, pH, 산소 등)는 표층으로부터의 영양염 공급변화를 일으켜 연이어 심해생태계의 구조, 기능, 다양성에까지 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Smith et al., 2008). 미래 지구 환경변화에 대한 정보 구축과 예측을 위해서는 해양의 생지화학 순환에 중요한 역할을 담당하고 있는 심해생태계 연구가 수반되어야 한다.

2. 대형 연구선을 활용한 국제적 대양 심해 탐사

가. 1872년부터 1876년까지 영국의 Challenger호를 이용하여 이루어진 대양 탐사는 남극권을 횡단하여 4,717종의 해양생물을 발견하였으며, 362곳에서 염분과 수온, 수심측량을 통해 마리아나해구를 발견하였다. 총 50권 29,500쪽 분량의 보고서 발간 등 해양물리학, 해양생물학, 해양지질학, 해양화학 등을 포함한 해양학 전반적인 기반을 구축하는 데 크게 공헌하였다.

나. 우리나라 주변국에서도 대형조사선을 활용한 심해 연구가 2000년 이후 활발히 진행되어지고 있는데, 중국은 대양1호(Dayang Yihao, 5,600톤)와 Jiaolong 잠수정을 활용하고 있으며, 일본은 R/V Yoosuka(8,700톤), R/V Mirai(8,700톤), R/V Kairei(4,500톤) 등의 조사선과 잠수정(HOV Shinkai6500, Kaiko MarkIV) 등을 이용하여 탐사를 왕성히 수행하고 있다.

다. 심해 연구에 필요한 연구 인프라[대형연구선 '이사부호(2016)' 건조, 심해 생물 채집용 조사장비(TV-grab, 무인잠수정 등)] 구축으로 인한 본격적인 심해 연구를 추진하고 있다.



Dayang Yihao



R/V Yoosuka



R/V Miari



R/V Kairei

그림 1. 중국과 일본의 대형 연구조사선

3. 자국에 의한 대양 심해 해양 생물자원 선점

가. 지구 표면적의 70.8%가 해양이고, 이 가운데 50%가 심해에 해당되는데, 자국에 의한 심해생물자원 연구는 매우 제한적으로 수행되어 부족한 실정이다. 특히, 심해의 특수 생태계는 극한 환경에 적응한 생물들로, 심해생물의 80% 이상이 아직 보고되지 않는 미기록종으로 그들의 생물다양성은 매우 높다고 알려져 있다. 이는 생물다양성협약, 나고야의정서 발효 등 생물자원 확보를 둘러싼 급격한 전세계 환경변화와 함께, 우리나라와 같이 좁은 영토, 자연자원의 한계를 극복하기 위해서는 대양 심해 탐사를 통한 국제적 생물자원 확보 경쟁을 진취적으로 진행하여 학술적 가치뿐만 아니라 미래 해양생물자원 개발과 우위 선점의 중요성이 매우 크다.

나. 주요 선진국과 국제단체는 심해생태계의 과학적 연구를 위한 다양한 프로그램을 현재 진행 중에 있으며, 이를 통하여 심해생태계에 서식하는 심해생물의 분류와 진화, 종다양성, 심해생물들 간의 연계성, 심해생태계의 구조와 기능, 인위적인 교란에 연구를 바탕으로 과학적 정책결정을 돕기 위한 목적으로 매우 활발히 진행되고 있다.



그림 2. 미국 NOAA의 심해연구 - 심해 산호종(*Madrepora oculata*) 및 채집장비

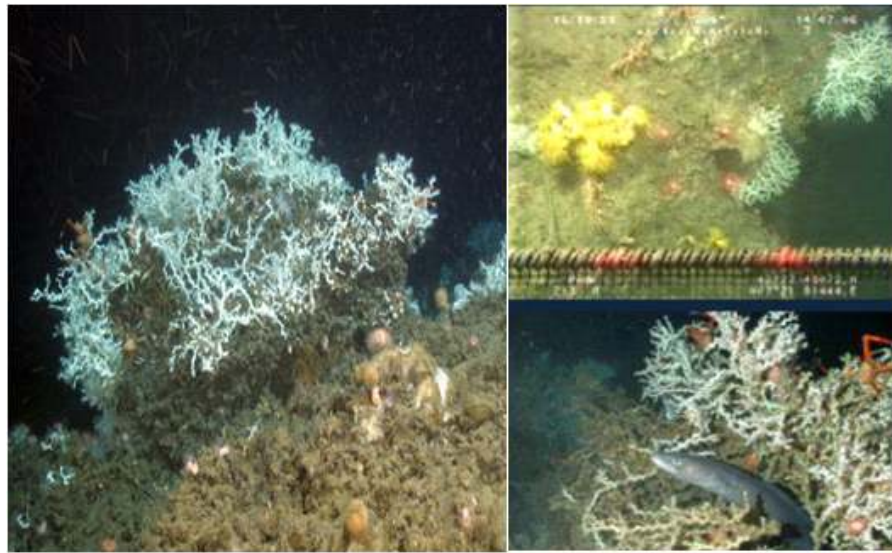


그림 3. 이태리 ISMAR의 심해연구 - 냉수 산호종(*Lophelia pertusa*)

제2절 연구개발의 목표 및 범위

1. 연구개발의 최종 목표

○ 대형 연구조사선인 이사부호를 활용하여 북서태평양의 심해 저서동물 실물표본을 확보하여 이들의 다양성 분석을 통한 북서태평양 심해 저서동물의 생물지리학적 분포 및 심해 저서생태계의 특징을 이해하고자 한다.

- 실 해역 탐사를 통한 심해 저서동물 실물표본 확보
- 북서태평양 심해 저서동물의 다양성 분석 및 분류군별 출현 특성 분석
- 심해 저서동물 신종, 미기록종 등의 신 분류군 발굴

2. 연차별 연구개발 세부목표

구분	연차별 성과목표 및 연구내용	
	성과목표	연구내용
1차년도 (2017)	1. 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 북서태평양 실 해역 탐사를 통한 시료 채집: TV-Grab, Box Corer, Multiple corer 활용 - 시료채집 표준화 방법 정립 - 심해 저서동물 각 분류군별 일차 분류 - 실물표본 100점 확보
	2. 심해 저서동물 다양성 및 분포 특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 및 영상 자료를 통한 다양성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 분류군: 중형저서동물(38~500 μm, 복모동물, 선형동물, 동문동물, 패충류, 저서성 요각류 등), 대형저서동물(>250 μm, 산호충류, 연체동물, 환형동물, 십각류 등) - 실물표본 및 영상 자료 분석을 통한 형태분류 - 분류군별 출현특성 및 다양성 분석 - 심해 서식처제공 생물체내의 공생 분석(대형

구분	연차별 성과목표 및 연구내용	
	성과목표	연구내용
		저서동물 확보 시)
2차년도 (2018)	1. 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 확보 - 북서태평양 실 해역 탐사를 통한 시료 채집: TV-Grab, Box Corer, Multiple corer 등 활용 - 심해 저서동물 각 분류군별 일차 분류 - 실물표본 150점 확보(누적 250점)
	2. 심해 저서동물 다양성 및 분포 특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 및 영상 자료를 분석을 통한 다양성 분석 - 대상 분류군: 중형저서동물(38~500 μm, 복모동물, 선형동물, 동문동물, 패충류, 저서성 요각류 등), 대형저서동물(>250 μm, 산호충류, 연체동물, 환형동물, 십각류 등) - 실물표본 및 영상 자료를 통한 형태분류 - 분류군별 출현특성 및 다양성 분석 - 신종 및 미기록종 등 신 분류군 발굴 - 심해 서식처제공 생물체내의 공생 분석(대형 저서동물 확보 시)
3차년도 (2019)	1. 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 확보 - 북서태평양 실 해역 탐사를 통한 시료 채집: TV-Grab, Box Corer, Multiple corer 등 활용 - 심해 저서동물 각 분류군별 일차 분류 - 실물표본 150점 확보(누적 400점)
	2. 심해 저서동물 다양성 및 분포 특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심해 저서동물의 실물표본 및 영상 자료를 분석을 통한 다양성분석 - 대상 분류군: 중형저서동물(38~500 μm, 복

구분	연차별 성과목표 및 연구내용	
	성과목표	연구내용
		<p>모동물, 선형동물, 동문동물, 패충류, 저서성 요각류 등), 대형저서동물(>250 μm, 산호충류, 연체동물, 환형동물, 십각류 등)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실물표본 및 영상 자료 분석을 통한 형태분류 - 분류군별 출현특성 및 다양성 분석 - 심해 서식처제공 생물체내의 공생 분석 및 특이 유전단백질 분석(대형 저서동물 확보 시)

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 연구동향

1. 한국해양과학기술원은 북동태평양 CCFZ 지역의 KODOS 망간 단괴 채취 예정 해역에서 2012년~2015년에 심해 저서동물 채집 및 서식지 분포 특성에 대한 연구를 진행하였다. 이는 망간단괴 채취에 따른 심해환경영향을 평가하기 위한 사전연구로 진행되어, 중형저서동물 164종과 대형저서동물 168종의 시료를 확보하였다. 본 연구는 북동태평양 전반적인 해역 대상이 아닌 제한된 좁은 해역의 심해 저서동물 다양성 경향을 파악하는 데 국한되었으며, 또한 한정된 연구 장비 및 연구 인력으로 인한 심해 저서동물 다양성 분석이 제한된 일부 분류군에 한정되었다.

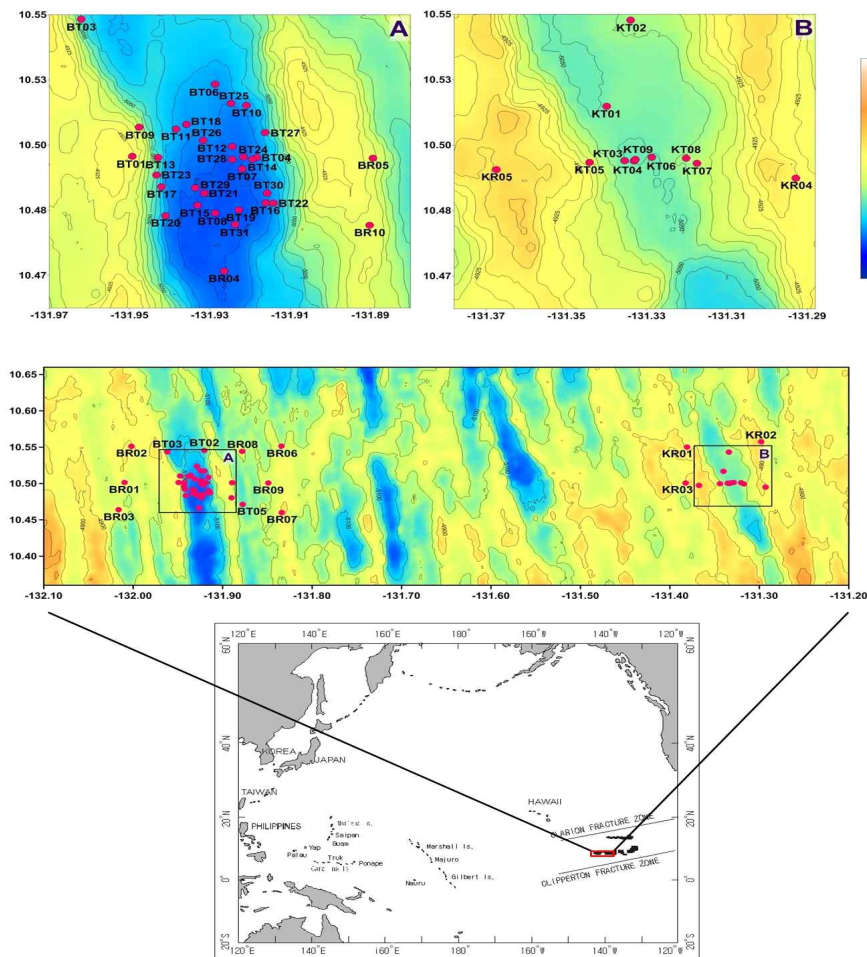


그림 4. 북동태평양 CCFZ지역 KODOS해역의 심해 저서동물 조사

2. 한국해양과학기술원은 심해 연구 인프라인 무인잠수정 '해미래'를 이용하여 심해 생물연구를 위한 시범 연구가 진행되어 현재까지 동해의 심해를 비롯해 마리아나 해구에서 성능 실험과 탐사가 일부 진행되고 있다. 또한 북서태평양 심해와 인도양 열수분출공 탐사를 위해 준비 중에 있다. 또한 대양의 심해 저서생물 연구에 필요한 연구 인프라(대형연구선, 채집 장비 및 시료처리 정립 등)가 매우 미흡한 상태로 비교적 제한된 범위에서 심해 연구가 진행되었으나, 2016년 한국해양과학기술원의 대형 연구조사선 '이사부호'의 건조로 대양의 심해 저서생물 연구에 필요한 인프라의 구축으로 매우 활발히 본격적으로 진행되고 있다.

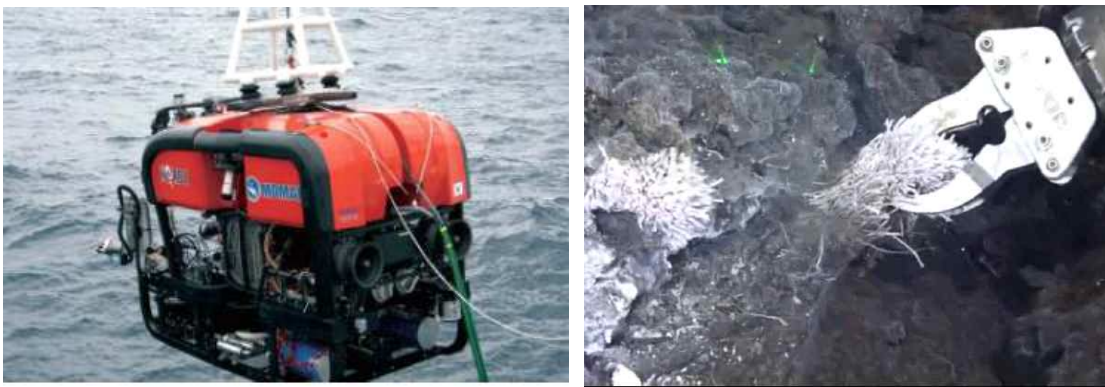


그림 5. 해미래를 이용한 심해 생물조사 성능 실험



그림 6. 한국해양과학기술원 연구조사선
이사부호

제2절 국외 연구동향

1. 심해생태계의 과학적 연구를 위한 국제네트워크(INDEEP, International network for scientific investigation of deep-sea ecosystems) 프로그램이 2011년부터 2016년까지 1단계가 진행되었고, 이 과제에는 16개국이 참여하여 심해생태계에 서식하는 심해생물의 종동정과 종다양성, 진화, 심해생물들 간의 연계성, 심해생태계 기능, 인위적인 교란에 대한 과학적 정책결정을 돕기 위한 목적으로 진행되고 있다.



그림 7. INDEEP의 심해생태 과학연구를 위한 국제네트워크 참여 기관

2. 일본은 전 지구적인 규모의 심해 연구를 계획하여 진행하고 있는데, 최근 일본 국가 전략과제 가운데 심해 해양 자원 탐사를 위한 인프라 구축을 목적으로 하는 Zipangu 프로그램을 진행하고 있다. 일본의 심해 연구 분야는 해저자원개발, 해양지구환경변동연구, 해저지진발생연구, 해양생명이공학연구 등이 있으며, 이 가운데 열대기후변동에 따른 지구환경변동 연구와, 극한지역(심해저)의 생물다양성과 기능-진화연구를 수행하고 있다. 주요 탐사 해역은 남서태평양, 중동태평양, 인도양, 남인도양, 지중해 등을 대상으로 발 빠른 움직임으로 두각을 드러내는 국가 중의 하나이다.

지질구조 및 심해생물 탐사

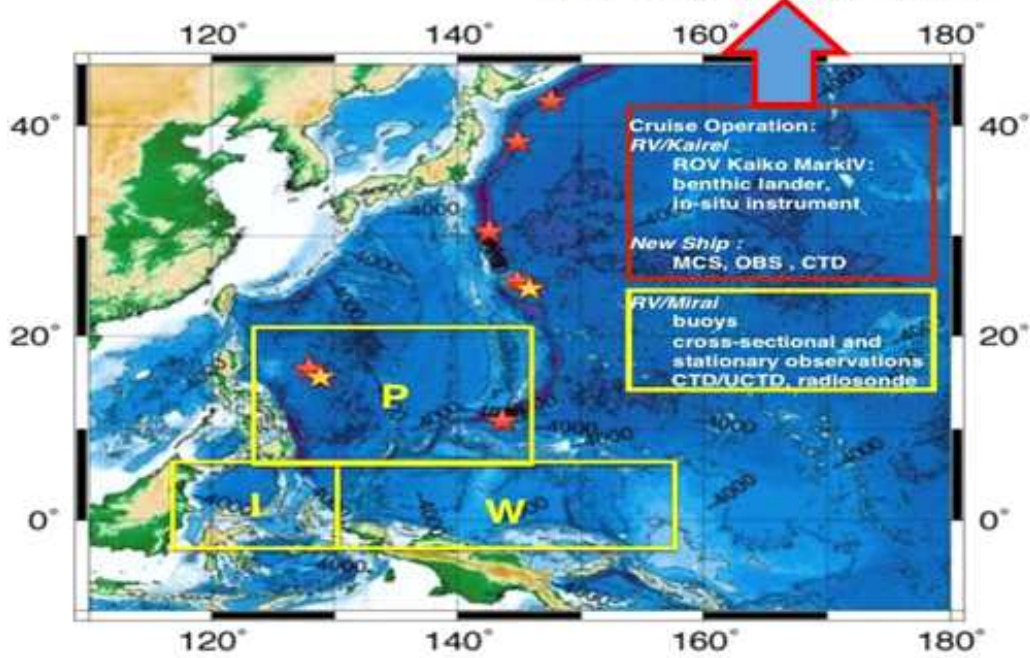


그림 8. 일본의 북서태평양 해역의 심해생물탐사 해역

3. UNDP는 남서인도양 해저산 프로그램(IUCN Seamounts project)을 통하여 심해 해저평원과 해저산에서의 해양 생물다양성 연구를 진행하고 있다.

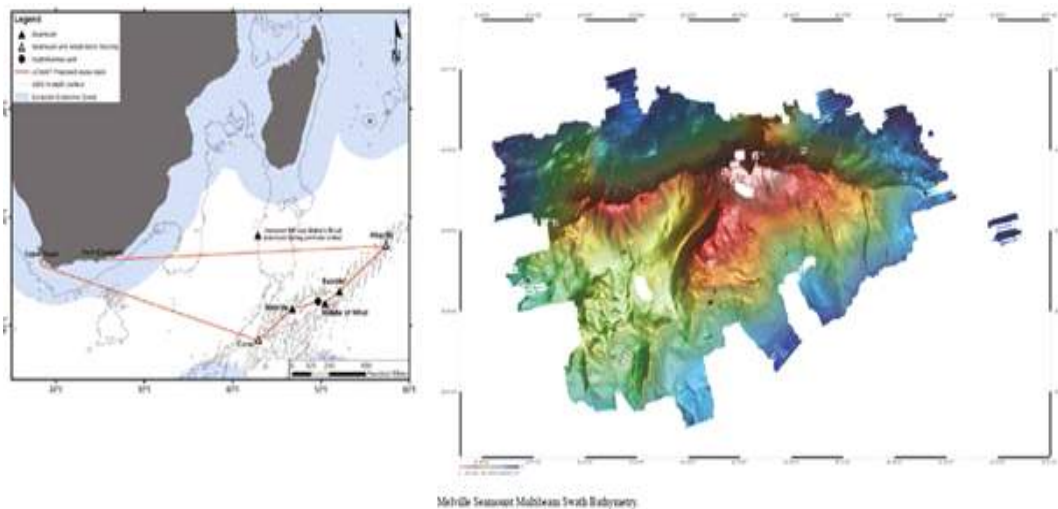


그림 9. UNDP의 남서인도양 해저산 연구해역

4. 캐나다에서 추진하고 있는 미래 해양 분야 40개의 중점 연구 분야 가운데, 해양생물-생태계 및 해양환경 연구에는 해양 생물다양성 연구가 주요 테마로, 그 내용은 해양 생물종간 상호작용 변화가 생태계 먹이사슬 구조에 미치는 영향, 해양 생물종다양성 변화가 해양생태계 작용에 미치는 영향, 해양 생물종다양성 및 해양생물유전자원의 시공역학의 요인과 패턴 규명 (특히 샘플링이 미진한 해역과 생물군 대상), 기상 해양관측과 대기-빙하-해양 동화작용 통한 예보능력을 기후변화/해양생태계변화 예측, 해양(생물, 비생물) 자원개발이 저서(특히 심해)생태계에 미치는 영향이 주 내용이다.
5. 중국은 심해광물자원 개발과 관련한 연구를 주로 하고 있는데, 선진국에 비해 심해 연구가 다소 늦게 시작되었지만 심해 연구능력 배양을 위하여 국제 공동 연구를 매우 활발히 진행하고 있다. 주요 연구분야로는 해양지각진화, 심해퇴적, 해양생물권으로 주요 국제협력 기관은 WHOI, IODP, US-OOI, NEPTUNE Canada 등이 있다. 막대한 재원을 기반으로 해양조사선을 운항하여 현지 정부들과 긴밀한 과학적 유대관계를 유지하면서 인프라 구축을 통해 데이터베이스를 구축하기 시작하면서 협력활동을 확대해 나가고 있다. 또한 국제적 영향력을 통해 그 이슈들이 대개 국제적, 정책적 성격을 갖는 해양무대에서 그 저력을 나타내고 있는 중이다. 결과적으로 태평양 지역이 모두 중국을 바라보게 만드는 막강한 세력을 구축한 상태로 보인다.

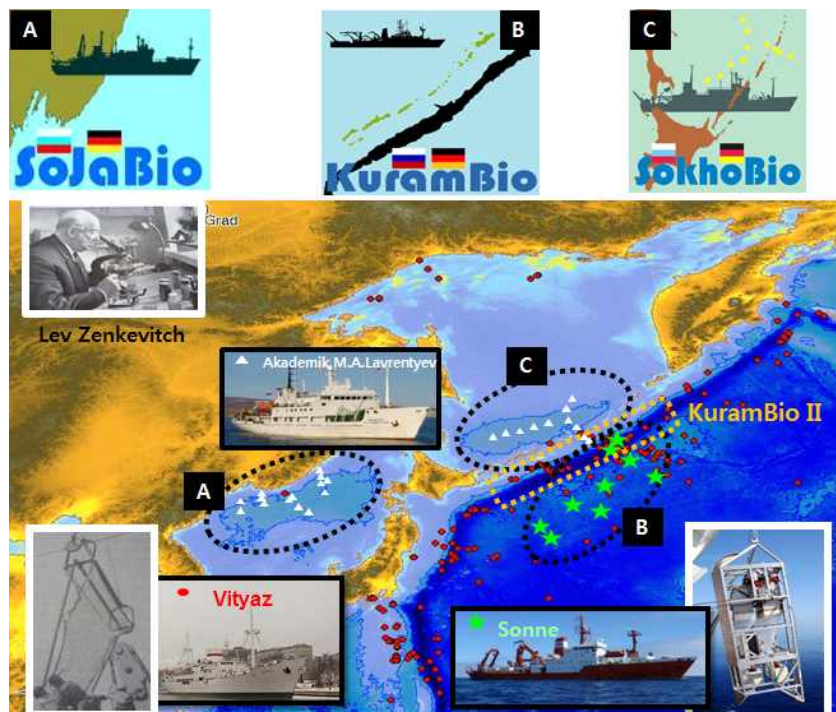


그림 10. 러시아의 심해 생물다양성 프로젝트 조사 해역

6. 러시아는 북서태평양 쿠랄열도를 중심으로 2010년부터 심해연구를 수행하고 있으며, 심해 생물다양성 연구를 위하여 독일 연구팀과 국제 연구를 수행하고 있다. 대표적인 연구결과로써 2010년의 SOJaBio 프로그램에서 심해생물 620종 이상을 채집하였으며, 이 가운데 203종이 신종으로 분석되었고, 2012년의 KuramBio 연구에서 1780종 이상을 채집하여, 60%가 신종으로 분석되었다. 2015년의 SokhBio연구에서 1000종 이상 채집하였으며, 50%가 신종으로 분석되었으며, 이듬해인 2016년 KuramBio II 연구가 진행되었다.

7. 호주는 국가환경연구 프로그램(Marine Environmental Research Program)인 해양생물다양성허브(Marine Biodiversity Hub)를 통하여 전 지구적인 해양 생물다양성 연구를 수행하고 있다. 그 연구의 일환으로 거미불가사리의 전 지구적 서식지 맵핑을 작성하였다.

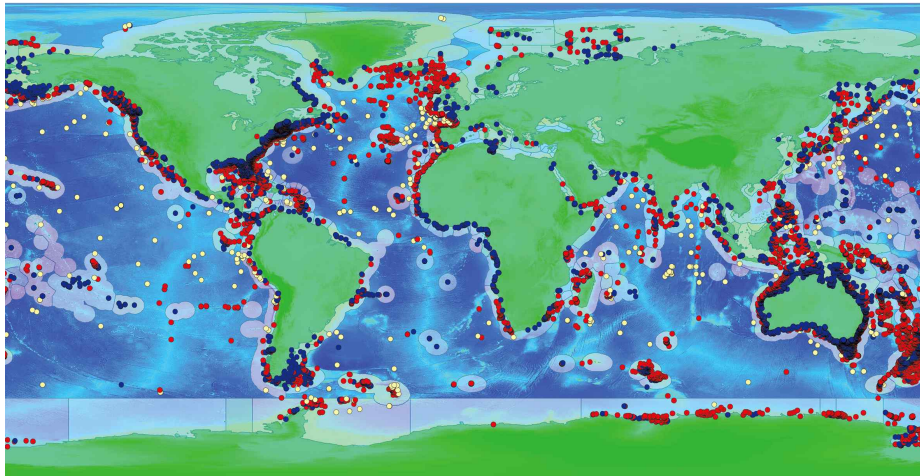


그림 11. 거미불가사리의 전 지구적인 서식지 맵핑

제 3 장 연구개발 결과

제1절 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보

1. 북서태평양 실해역 탐사

가. 조사기간

- 1차년도: 2017년 10월 17일 ~ 11월 13일, 실 조사시간 2일
- 2차년도: 2018년 10월 16일 ~ 10월 27일, 실 조사시간 5일
- 3차년도: 2019년 10월 01일 ~ 10월 23일, 실 조사시간 7일

나. 조사정점

- 북서태평양 15°~37°N, 127°~159°E 사이에서 1차년도에 6개, 2차년도 6개, 3차년도에 10개 정점을 조사하여 3년간 총 22개 정점(그림 12)에서 조사를 수행하였다. 연차별 각 조사정점의 정보는 표 1과 같다 (그림 13).

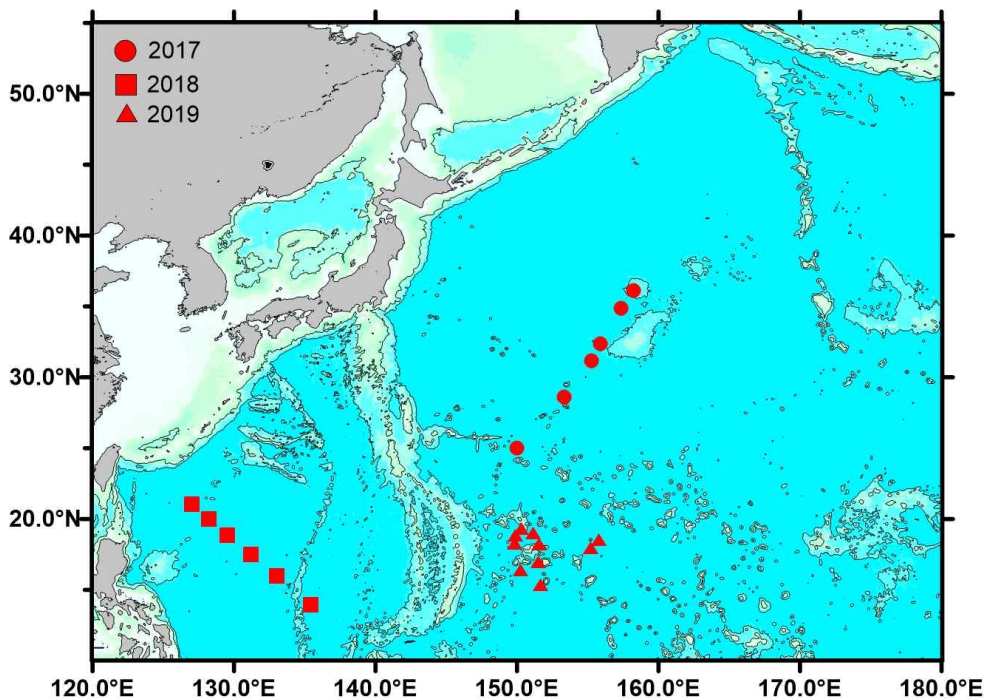


그림 12. 3차년간의 북서태평양 심해 실해역 총 조사정점

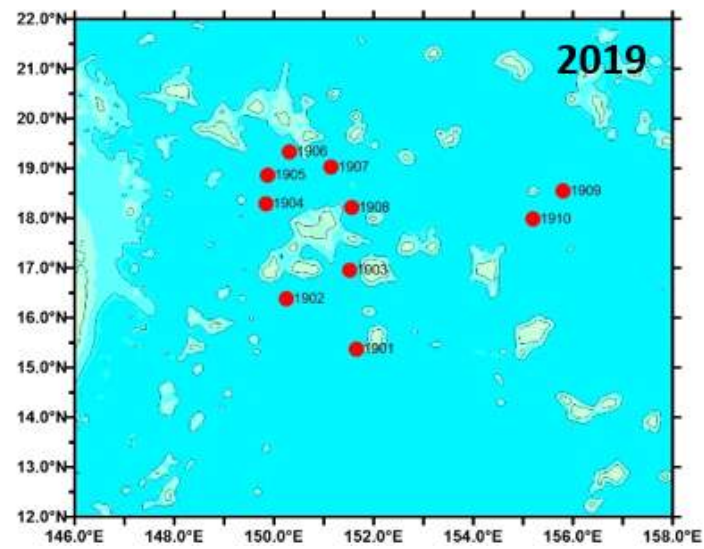
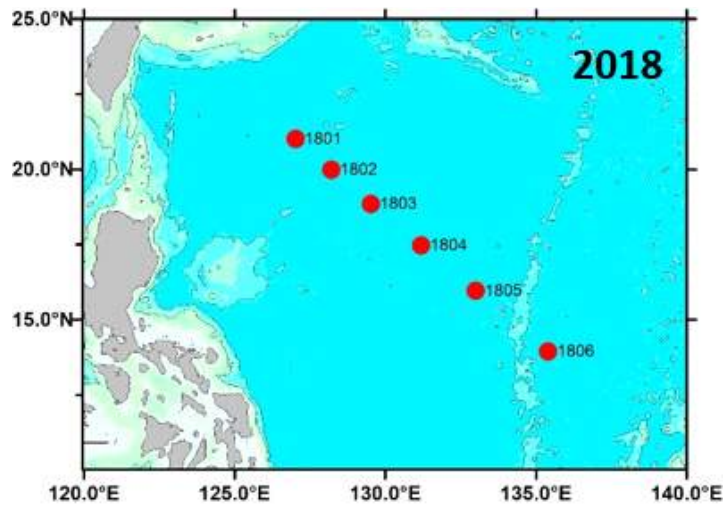
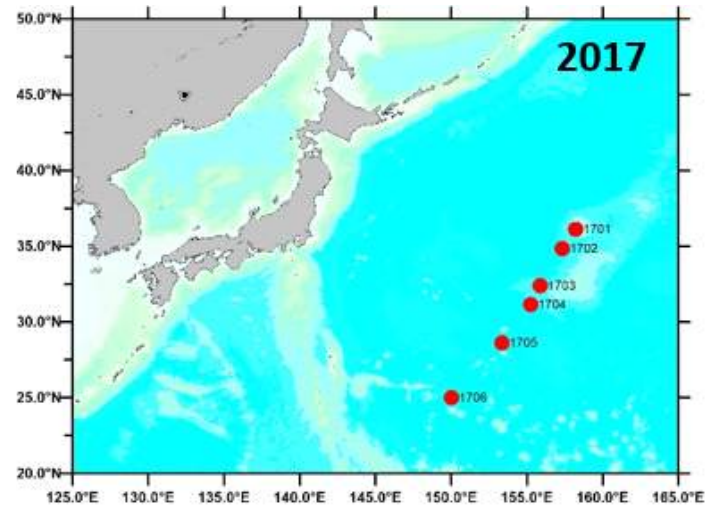


그림 13. 연차별 북서태평양 실해역 조사정점

표 1. 북서태평양 조사 정점 및 저층 환경요인

	Site	Date	Lat (N)	Lon (E)	Depth (m)	Gear	Bottom temp (C°)	Bottom Salinity (psu)	Bottom DO (ml/l)
1	1701	2017.11.03	36°07.6375'	158°13.097'	3365	MC	1.41	34.68	3.03
2	1702	2017.11.06	34°50.7675'	157°20.284'	5140	TV-Grab	1.51	34.69	3.42
3	1703	2017.11.08	32°23.3452'	155°52.158'	4554	MC	1.48	34.69	3.27
4	1704	2017.11.01	31°08.9786'	155°14.895'	5482	MC	1.53	34.69	3.51
5	1705	2017.10.30	28°36.9456'	153°20.857'	5875	MC	1.58	34.68	3.57
6	1706	2017.10.28	25°00.1710'	150°00.753'	5718	MC	1.58	34.69	3.66
7	1801	2018.10.19	21°01.085'	127°01.202'	4707	MC & BC	1.2	34.68	3.39
8	1802	2018.10.19	19°59.619'	128°21.819'	5642	MC	-	-	-
9	1803	2018.10.20	18°51.501'	129°10.737'	5578	MC	-	-	-
10	1804	2018.10.22	17°28.679'	131°11.028'	5856	MC & BC	1.21	34.68	3.41
11	1805	2018.10.23	15°58.387'	133°01.114'	6259	MC	-	-	-
12	1806	2018.10.24	14°00.868'	135°24.437'	5299	MC	1.18	34.64	-
13	1901	2019.10.19	15°22.369'	151°39.251'	5795	MC	-	-	-
14	1902	2019.10.18	16°22.951'	150°14.991'	5816	MC	1.45	34.70	3.61
15	1903	2019.10.14	16°57.595'	151°31.858'	5818	MC & BC	1.47	34.69	3.62
16	1904	2019.10.03	18°17.582'	149°50.331'	5317	MC & BC	1.50	34.70	3.64
17	1905	2019.10.04	18°51.937'	149°51.670'	5416	MC & BC	-	-	-
18	1906	2019.10.04	19°19.763'	150°19.321'	5078	MC & BC	-	-	-
19	1907	2019.10.16	19°01.428'	151°08.549'	5547	MC	1.48	34.69	3.56
20	1908	2019.10.18	18°12.880'	151°33.354'	5319	MC	-	-	-
21	1909	2019.10.11	18°32.629'	155°48.116'	5614	MC	-	-	-
22	1910	2019.10.10	17°58.859'	155°11.778'	5690	MC	1.47	34.70	3.61

2. 심해 저서동물 시료 채집 및 처리

가. 시료 채집

- (1) 시료채집을 위한 연구조사선은 1, 2차년도에는 이사부호를 활용하였으며, 3차년도에는 온누리 연구조사선을 활용하여 수행하였다. 1차년도에 6개 정점, 2차년도 6개 정점, 3차년도에 10개 정점에서 각각 시료를 채집하였다.
- (2) 연구조사선 이사부호를 활용한 1, 2차년도에는 조사지역 도착 후 이사부호에 장착된 연구장비인 SBP(Sub Bottom Profiler), 다중음향측심기(Multibeam Echo Sounder, EM122), EK80(어군탐지기) 등을 이용하여 해저면의 지형이 완만하고 퇴적층이 단단하지 않은 지역(backscatter value 값이 낮은 지역)을 선택하여 조사정점 확인한 뒤 조사장비를 투하하였다(그림 14).
- (3) 시료 채집을 위해서 사용된 장비는 이사부호를 활용한 1, 2차년도에는 TV-Grab과 다중퇴적물시료채취기(Multiple Corer, MC) 또는 상자형시료채취기(Box corer, BC)를 사용하였으나, 온누리호에서는 다중퇴적물시료채취기(Multiple Corer, MC)와 상자형시료채취기(Box corer, BC)를 활용하여 수행하였다(그림 15, 16).
- (4) 연구조사 정점의 수심은 최소 3356 m에서부터 최대 6259 m까지의 바닥 퇴적물들을 채집하였으며, 저층의 환경자료(온도, 염도, DO)는 CTD를 활용해 확보하였다.

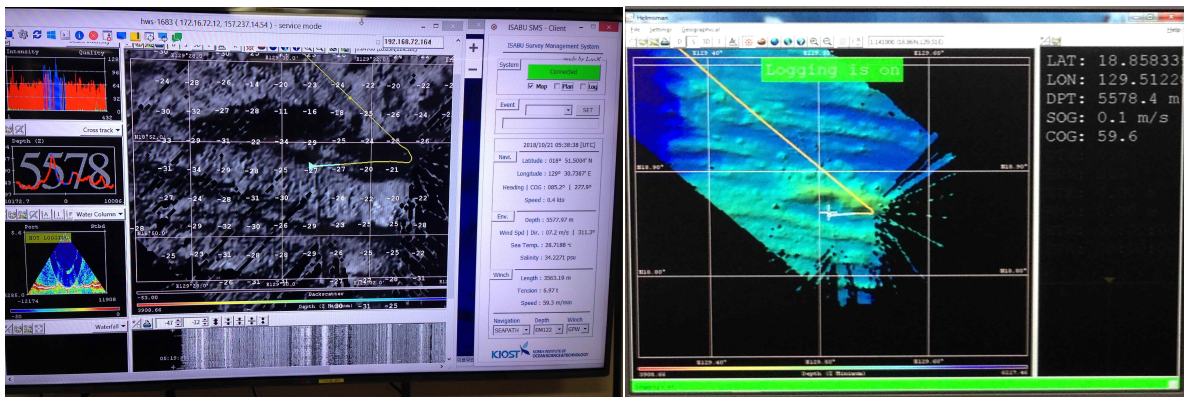


그림 14. 다중음향측심기를 이용한 해저면 상태 확인

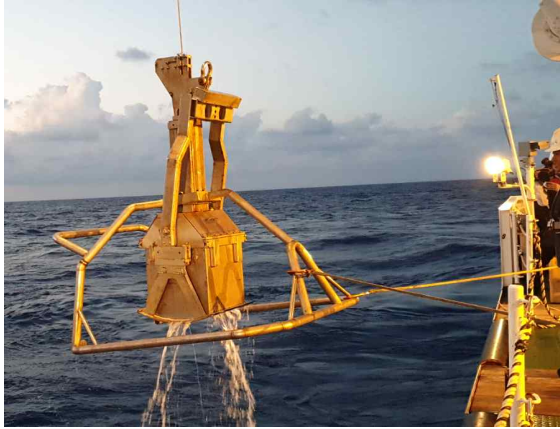


그림 15. 상자형시료채취기(Box corer, BC)



그림 16. 다중퇴적물시료채취기(Multiple Corer, MC)

나. 시료 채집 방법 표준화

○ 이사부호 MC 운용 표준화: 이사부호에서의 다중퇴적물시료채취기 장비 사용의 효율을 높인 방법을 확인하였으며, 주 사용 winch는 3번 winch 또는 8번 winch로 운용 순서는 아래와 같다.

- (1) 표층에서 wire 길이 zero setting
- (2) 바닥 수심 50m 전까지 분당 60m로 wire pay out (wire 길이 = 수심 - 50)
- (3) wire의 길이가 바닥 수심 200m 전에 도달하면 wire를 멈춘 후, 5분 대기(8번 winch의 경우 block tension이 0이 됨)
- (4) wire 길이와 실제 수심 간의 거리를 확인(실제 수심은 EK 80 scientific fisheries echo sounder에서 확인)
- (5) wire를 분당 30-40m로 pay out [바닥까지의 wire 예상 길이 = (wire 길이 - 실제수심) + 남은 수심]
- (6) 장비가 바닥에 착지하는 것을 확인(바닥에 도달하게 되면, wire의 block tension 변화폭 폭이 감소함, 8번 winch의 경우 와이어가 갑판에 처짐)
- (7) 장비가 바닥에 도달한 이후, 약 10m 정도 wire pay out 후, 5분대기
- (8) wire를 분당 10m로 haul in 하며, 장비가 바닥에 떨어지는 것을 확인 (tension의 변화폭 급격히 증가 한 후 감소함)
- (9) wire의 길이를 바닥에서 100m까지 분당 10m로 haul in 한 후, 분당 60m로 표층까지 올림

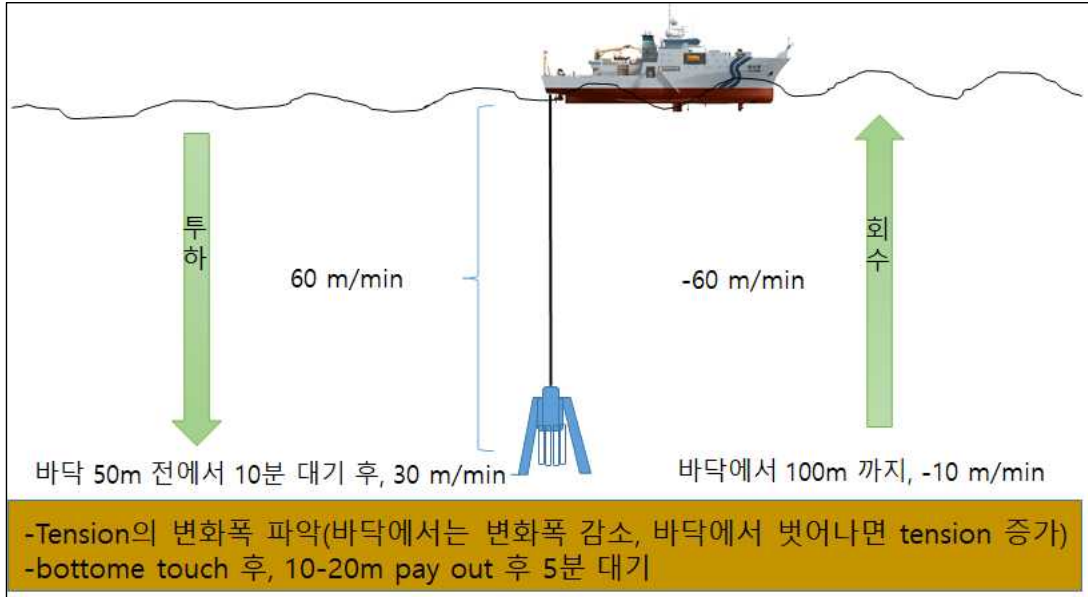


그림 17. 이사부호에서의 MC 운영 도식화

다. 시료 처리

- (1) TV-Grab, MC, BC 등으로 확보된 심해 퇴적물은 선상에서 표층에서 2 cm 깊이의 퇴적물만을 5℃ 냉각 여과해수를 이용하여 200 μm (또는 250 μm) 체에 거른다. 나머지 2~5 cm 깊이의 퇴적물들은 채수통에 담아 즉시 포르말린(최종 농도 10%)으로 고정한다. 일부 퇴적물은 입도 분석과 추후 분자계통 분석을 위해 냉동(-20℃) 보관하였다.
- (2) 체에 걸러진 200 μm (또는 250 μm) 이상 크기의 표본들은 여과해수에 담가 선상 실험실에 설치된 실체현미경 하에서 선별하고, 분류군별로 CCD 카메라로 사진을 촬영하고 기록한다.
- (3) 선상에서 일차 분류된 실물표본들은 분류군별로 알콜(80%) 또는 포르말린(10%)으로 고정하여 시료병에 담는다. 시료병에는 채집장소, 채집일, 분류군명 등의 정보를 표시하고 기록한다.
- (4) 선상에서 분석되지 못한 200 μm (또는 250 μm) 이하 고정된 퇴적물과 2~5 cm 깊이의 고정된 퇴적물들은 연구실의 실험실로 옮겨 수돗물로 여러번 행군다 음 루독스 처리 후 원심 분리한다.
- (5) 원심분리 한 시료들은 실체현미경 하에서 선별, 분류하고 사진 촬영한다.
- (6) 각 분류군들은 형태분류를 위해 3% 글리세린으로 치환하여 H-S slide 또는 영구슬라이드표본을 만들어 고배율의 현미경 하에서 관찰, 분류, 기록한다.

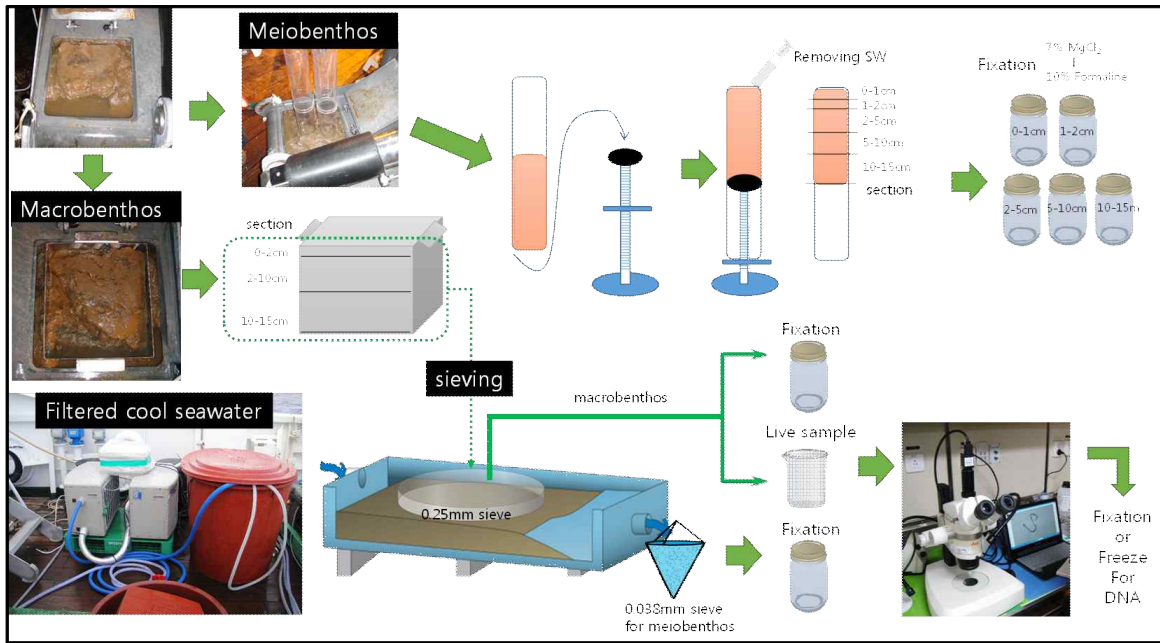


그림 18. TV-Grab을 이용한 시료 처리

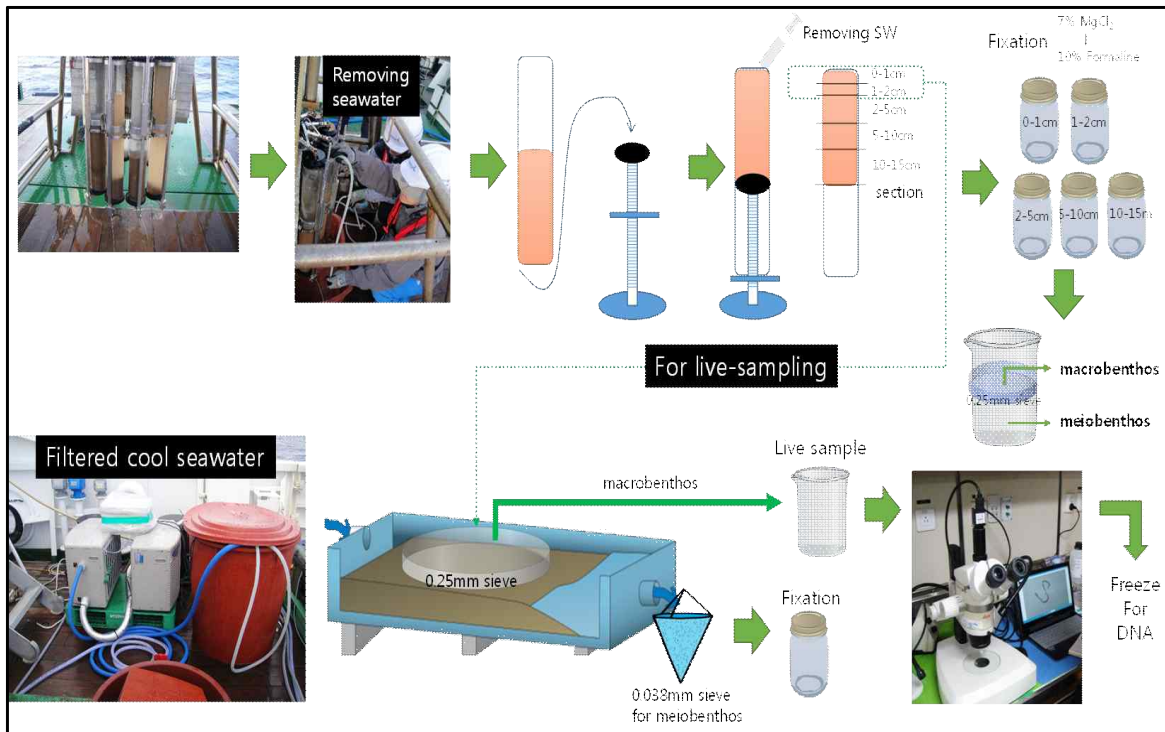


그림 19. Multiple Corer를 이용한 시료 처리

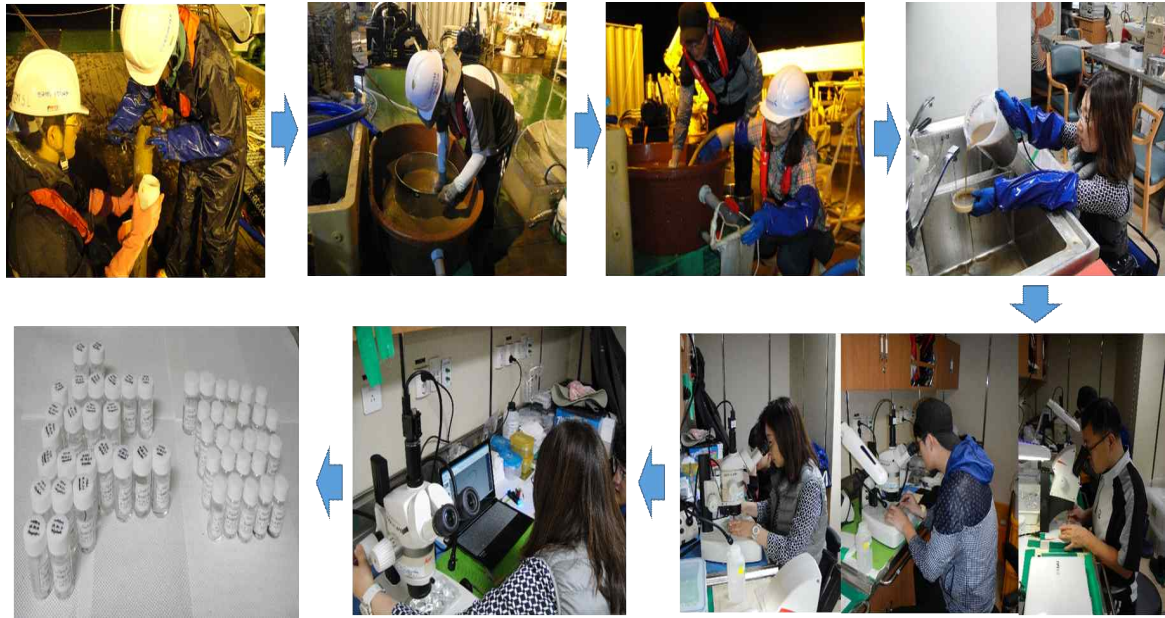


그림 20. 현장에서 분류군별 일차 시료 선별 및 실물표본 사진촬영

3. 북서태평양 심해 저서동물 실물표본 확보

가. 실물표본 확보 점수

- 총 3년 동안 누적 471점의 북서태평양 심해 저서동물의 실물표본을 확보하였다 (표 2, 그림 21). 연도별 확보된 심해 저서동물 실물표본 점수는 1차년도에 221점, 2차년도 90점, 3차년도에 160점을 각각 확보하였는데, 1차년도(2017)에 가장 많은 실물표본이 확보되었으며 수심 6000 m 이상의 심해를 조사한 2018년도에 가장 적은 표본이 확보되었다. 확보된 실물표본은 대형저서동물은 없었으며 대부분 중소형저서동물이 주를 이루었다. 연도별 북서태평양 심해 저서동물 확보에 대한 설명은 연차별로 나누어 아래에 설명하였다.

표 2. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 실물표본 확보 점수

조사년도	2017	2018	2019	누계
확보 점수	221	90	160	471

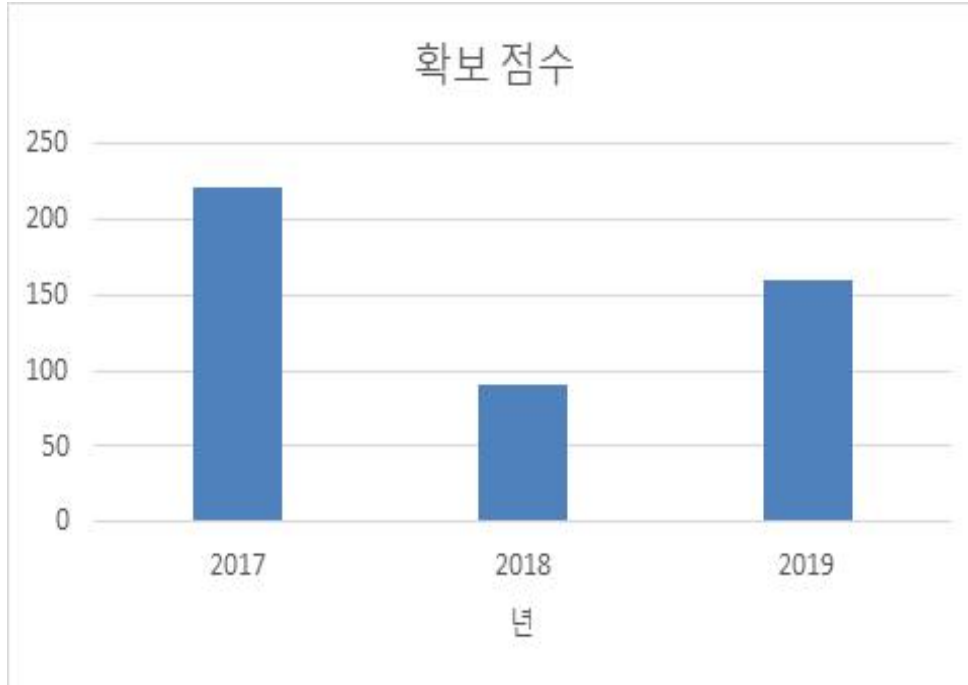


그림 21. 연도별 확보된 심해 저서동물 실물표본 점수

(1) 1차년도(2017)

- 1차년도에는 6개의 조사정점으로부터 동문동물(Kinorhynch), 선형동물(Nematoda), 다모류(Polychaeta), 절지동물(Arthropoda), 완보동물(Tardigrada)이 출현하여 총 221점의 저서동물 실물표본을 확보하였다(표 3). 실물표본 확보 점수 중 절지동물이 60%로 가장 많은 표본이 확보되었고 그 다음으로 다모류, 선충류 순 이었으며, 동문동물과 완보동물은 각각 1점의 실물표본이 확보되었다(그림 22). 정점별 확보된 실물표본 점수는 정점 1703에서 80점으로 가장 많은 실물표본을 확보하였으며, 다음으로 정점 1704에서 64점, 정점 1701은 63점 순 이었으며, 정점 1702에서는 선충류 단 1점으로 가장 표본 점수가 낮았다(그림 23).
- 각 정점에서 확보된 저서동물 실물표본의 현미경사진을 그림 24~32과 같이 제시하였다.

표 3. 1차년도(2017) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수

분류군	정점	1701	1702	1703	1704	1705	1706	계
Kinoryncha		0	0	1	0	0	0	1
Nematoda		6	1	8	19	0	0	34
Polychaeta		15	0	24	12	1	1	53
Arthropoda		41	0	47	33	3	8	132
Tardigrada		1	0	0	0	0	0	1
계		63	1	80	64	4	9	221

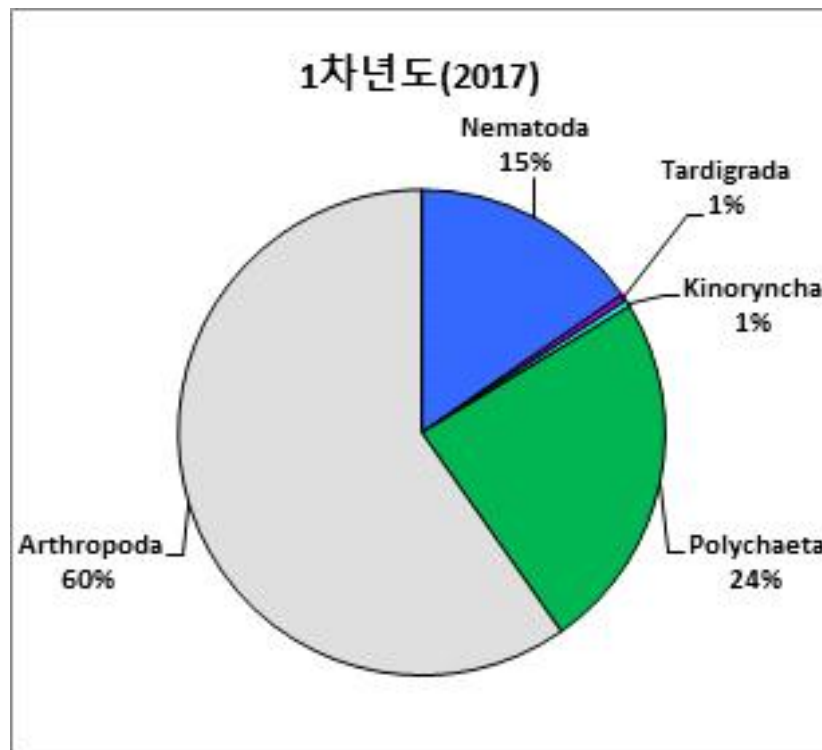


그림 22. 1차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율

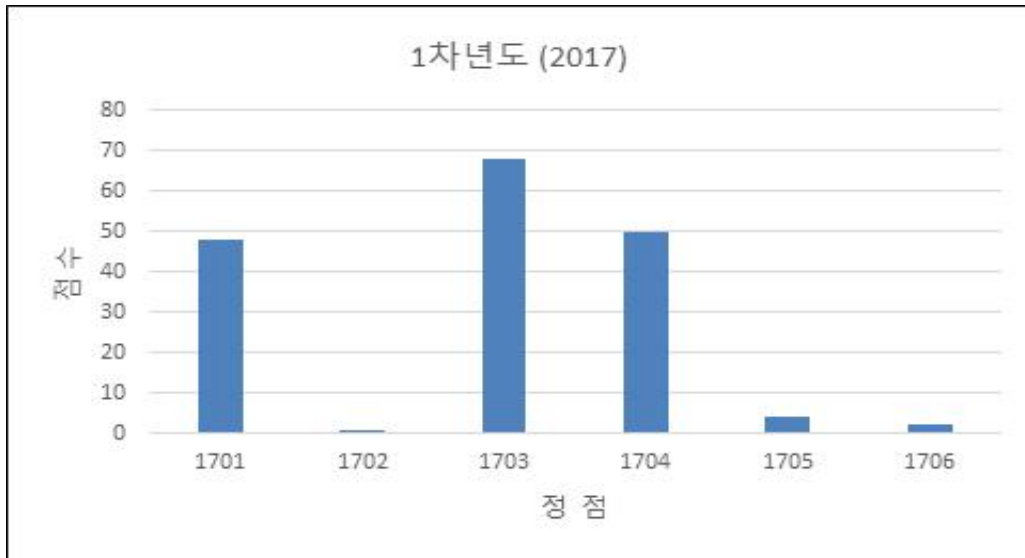


그림 23. 1차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본



그림 24. 정점 1701에서 확보된 저서동물

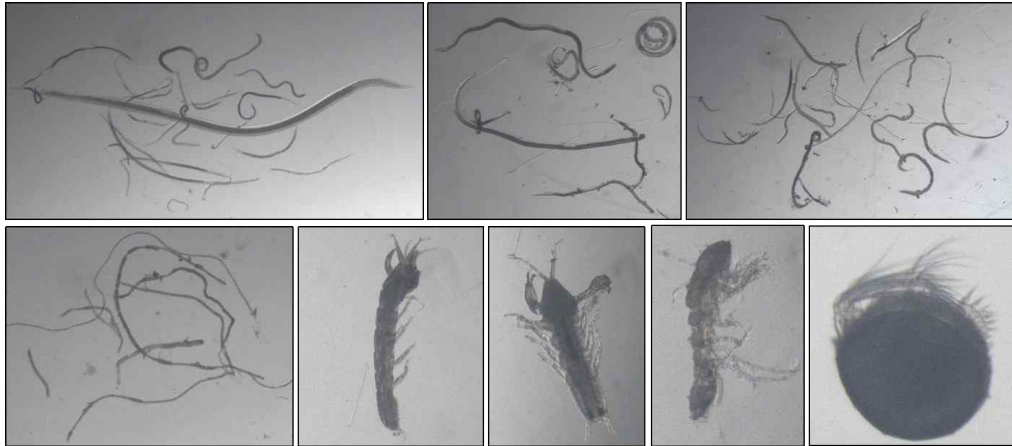


그림 25. 정점 1701에서 확보된 저서동물

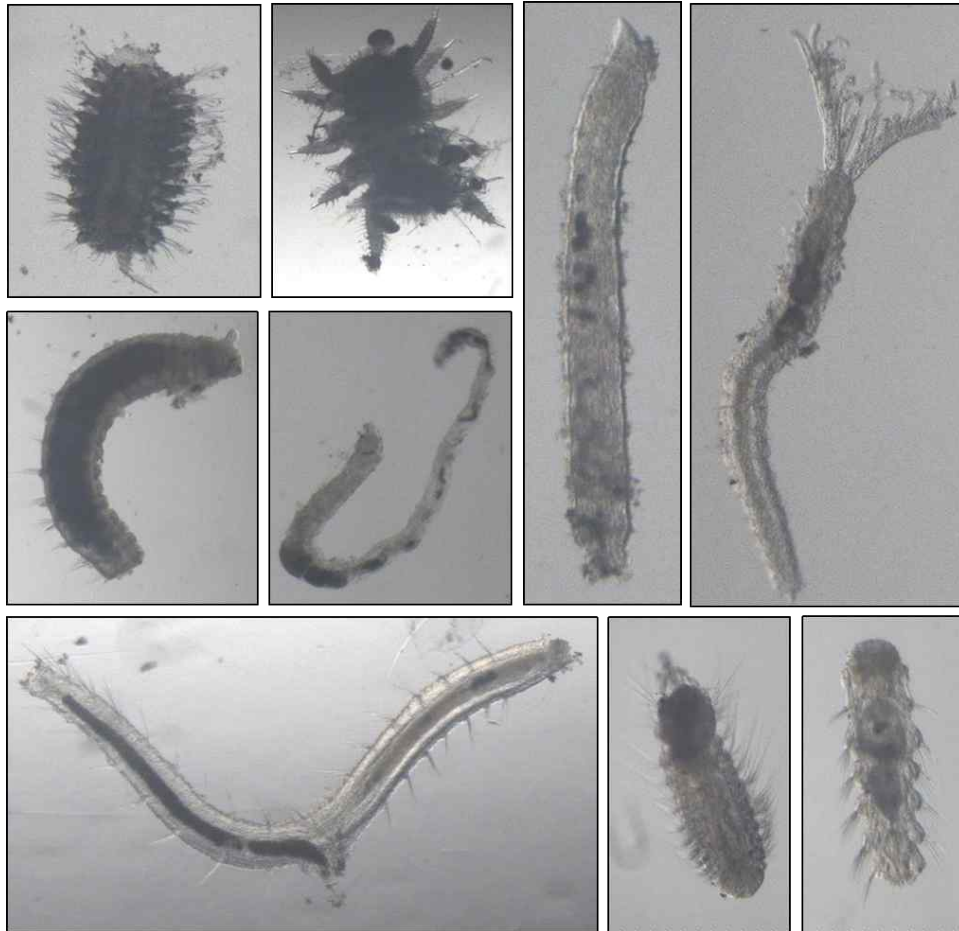


그림 26. 정점 1701에서 확보된 저서동물

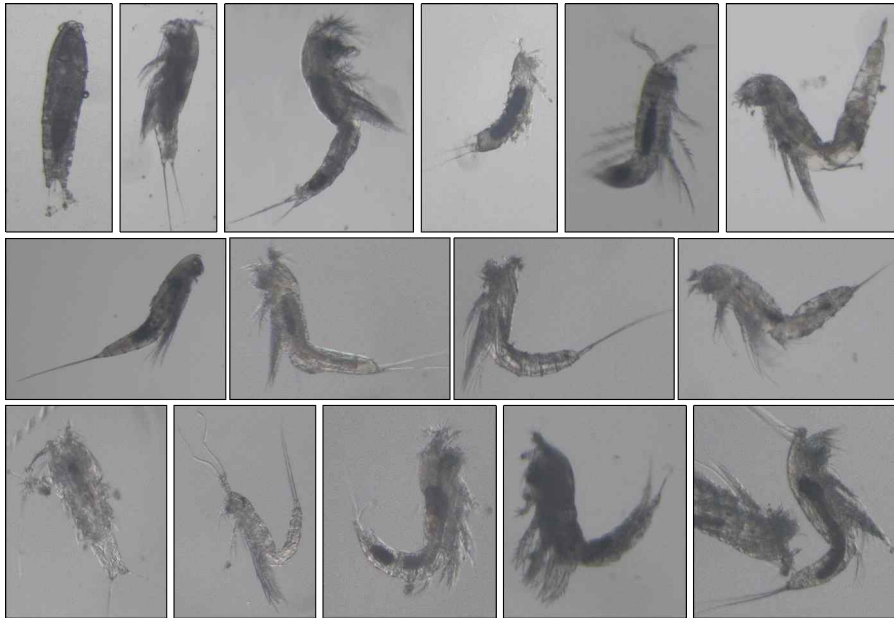


그림 27. 정점 1704에서 확보된 저서동물



그림 28. 정점 1704에서 확보된 저서동물

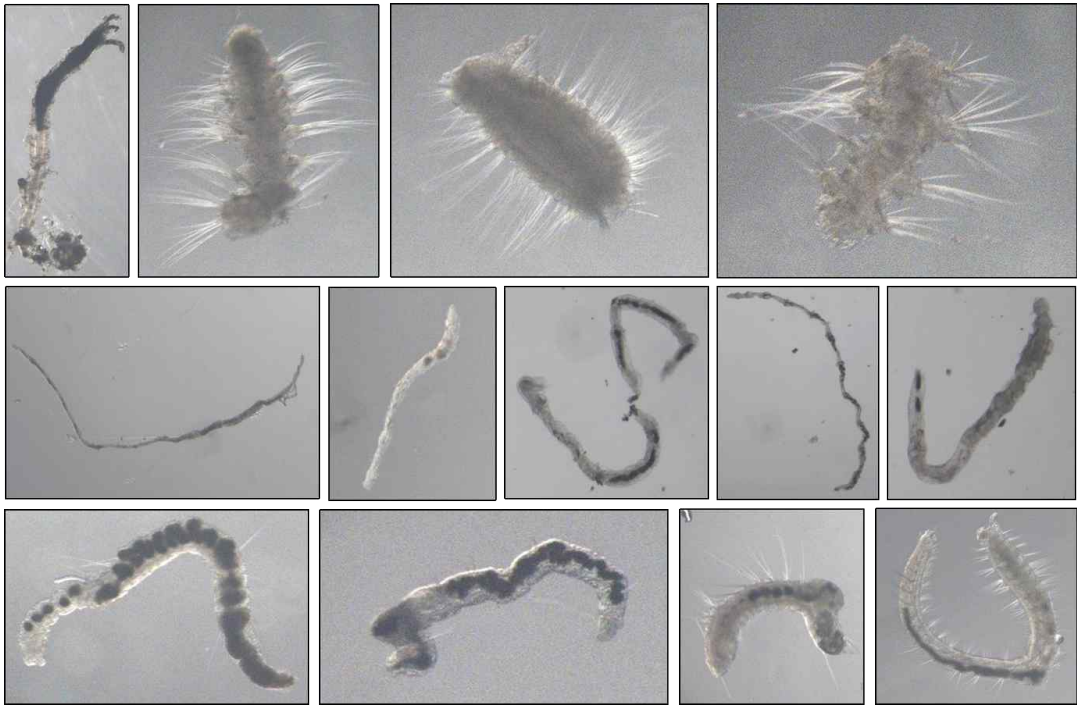


그림 29. 정점 1704에서 확보된 심해 다모류

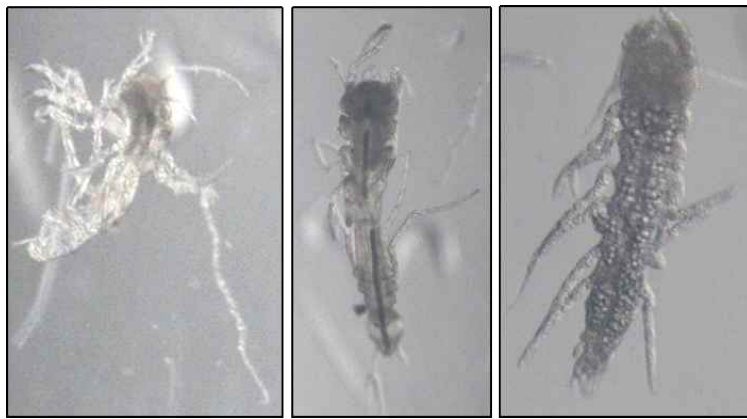


그림 30. 정점 1704에서 확보된 심해 주걱벌레붙이류 및 유생



그림 31. 정점 1705
에서 확보된 심해 요
각류 및 다모류



그림 32. 정점 1706에서 확보된 심해 요각류 및 다모류

(2) 2차년도(2018)

- 2차년도에는 총 6개의 조사정점으로부터 동문동물(Kinorhynch), 선형동물(Nematoda), 다모류(Polychaeta), 절지동물(Arthropoda)이 출현하였고 90점의 심해 저서동물 실물표본이 확보되었다(표 4). 확보된 실물표본 중 절지동물이 57%로 1차년도와 유사하게 가장 많은 표본이 확보되었으며 그 다음으로 선충류가 38% 순이었으며, 반면 동문동물과 다모류는 각각 1점의 표본이 확보되었는데(그림 33), 1차년도와 달리 다모류의 수가 매우 적었다. 정점별로 확보된 심해 저서동물은 정점 1802에서 26점으로 가장 많은 실물표본이 확보되었으며, 다음으로 정점 1806에서 24점, 정점 1803은 21점, 정점 1804에서 19점 순으로 확보되었다(그림 34). 하지만 정점 1801과 1805에서 확보된 심해 저서동물은 없었다. 3년 중 확보된 심해 저서동물의 점수가 가장 적은 경향을 보였다.
- 각 정점에서 확보된 저서동물 실물표본의 현미경사진을 그림 35~38 같이 제시하였다.

표 4. 2차년도(2018) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수

분류군	정점						계
	1801	1802	1803	1804	1805	1806	
Kinorhyncha	0	1	0	-	0	0	1
Nematoda	0	4	12	5	0	13	34
Polychaeta	0	1	0	0	0	0	1
Arthropoda	0	19	9	12	0	11	51
Other	0	1	0	2	0	0	3
계	0	26	21	19	0	24	90

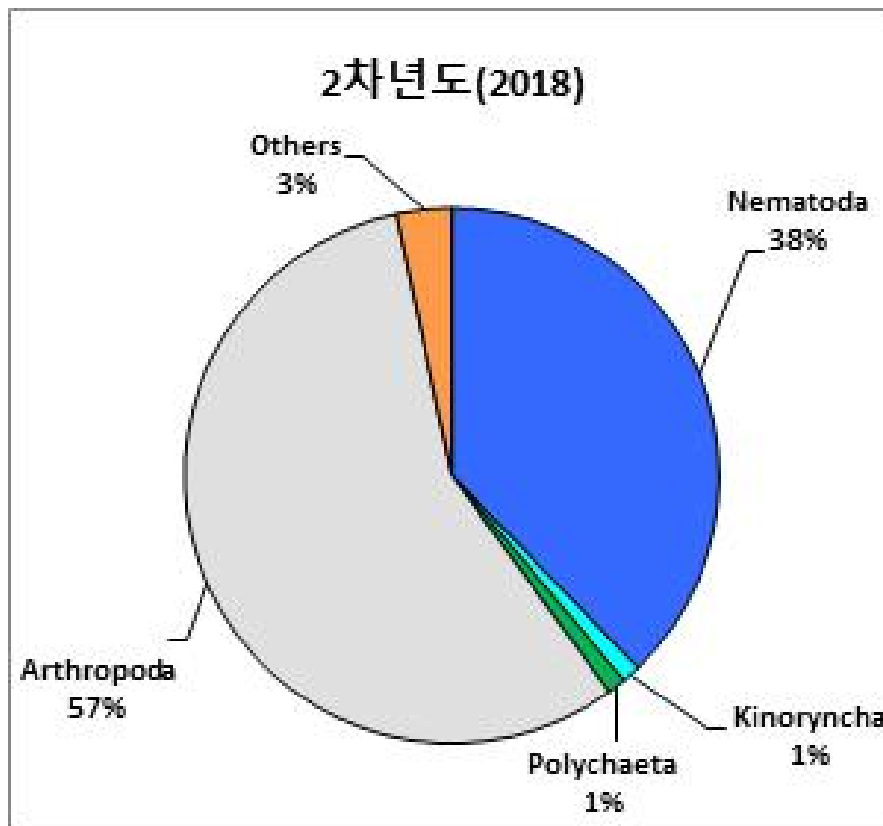


그림 33. 2차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율

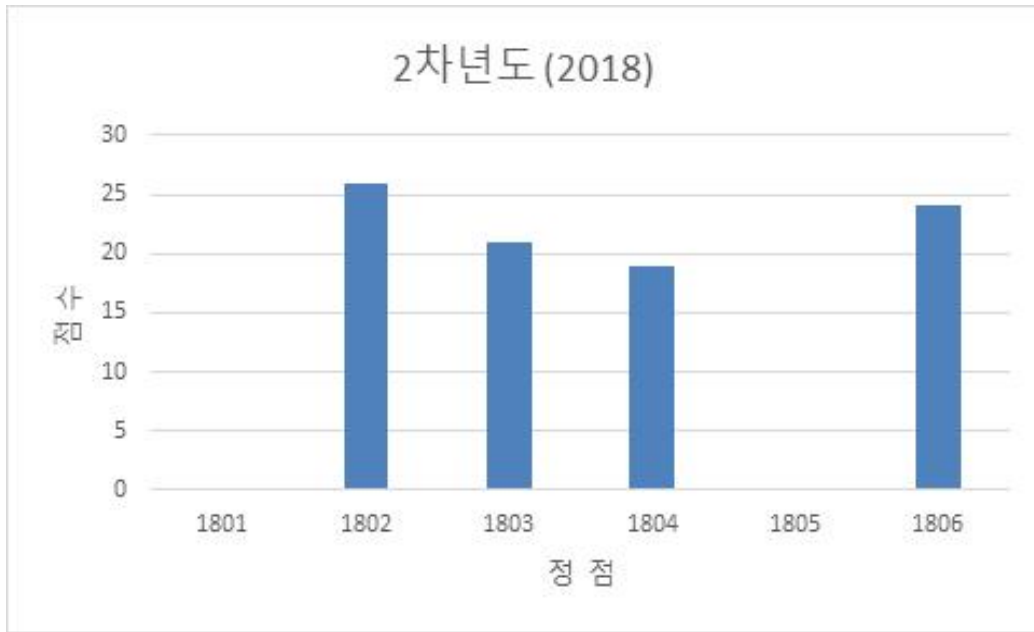


그림 34. 2차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본



그림 35. 정점 1802에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 36. 정점 1803에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 37. 정점 1804에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 38. 정점 1806에서 확보한 심해 저서동물 실물표본

(3) 3차년도(2019)

- 3차년도에는 총 10개의 조사정점으로부터 크게 3개의 분류군인 선형동물(Nematoda), 다모류(Polychaeta), 절지동물(Arthropoda)이 출현하였고, 총 160점의 심해 저서동물 실물표본이 확보되었다(표 5). 1, 2차년도와 유사하게 실물표본 확보 점수 중 절지동물이 56%로 가장 많은 표본이 확보되었다. 그 다음으로 선충류 35%, 다모류 7%, 기타 순으로 나타났다(그림 39). 정점별로 확보된 심해 저서동물은 정점 1906에서 29점으로 가장 많은 실물표본이 확보되었고, 정점 1910에서 6점으로 가장 낮은 점수가 확보되었다(그림 40). 조사정점 중 정점 1903에서는 저서생태계 내 중요한 생태적 지위를 갖고 있는 선충류가 전혀 출현되지 않았다. 총 3년의 조사기간 중 가장 많은 심해 저서동물의 표본 점수가 확보되었다. 이는 실험역 탐사시간이 1, 2차년도보다 많아서 조사 기회가 많았기 때문이라 생각된다.
- 각 정점에서 확보된 저서동물 실물표본의 현미경사진을 그림 41~54에 제시하였다.

표 5. 3차년도(2019) 정점별 확보한 심해 저서동물의 실물표본 점수

정점 분류군	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	계
Nematoda	7	5	0	3	2	9	13	6	8	3	56
Polychaeta	0	0	1	0	2	5	3	0	0	0	11
Arthropoda	3	2	6	19	17	14	11	6	9	3	90
Others	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3
계	10	7	7	22	22	29	27	13	17	6	160

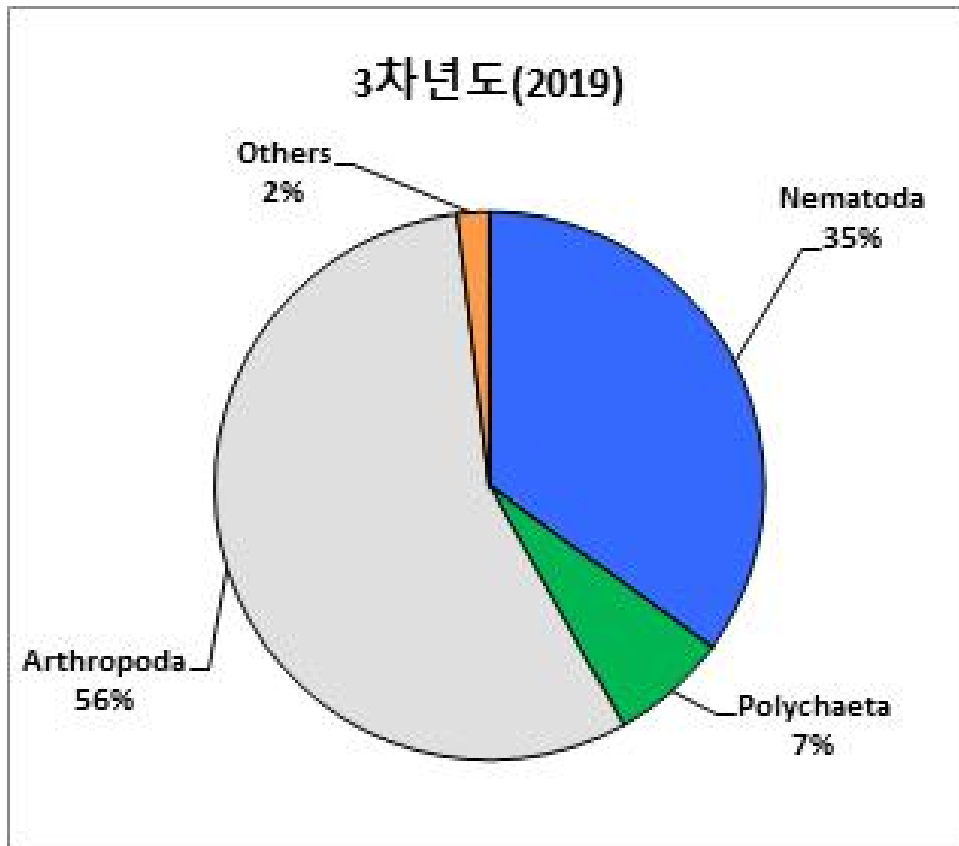


그림 39. 3차년도 확보된 실물표본의 분류군별 비율

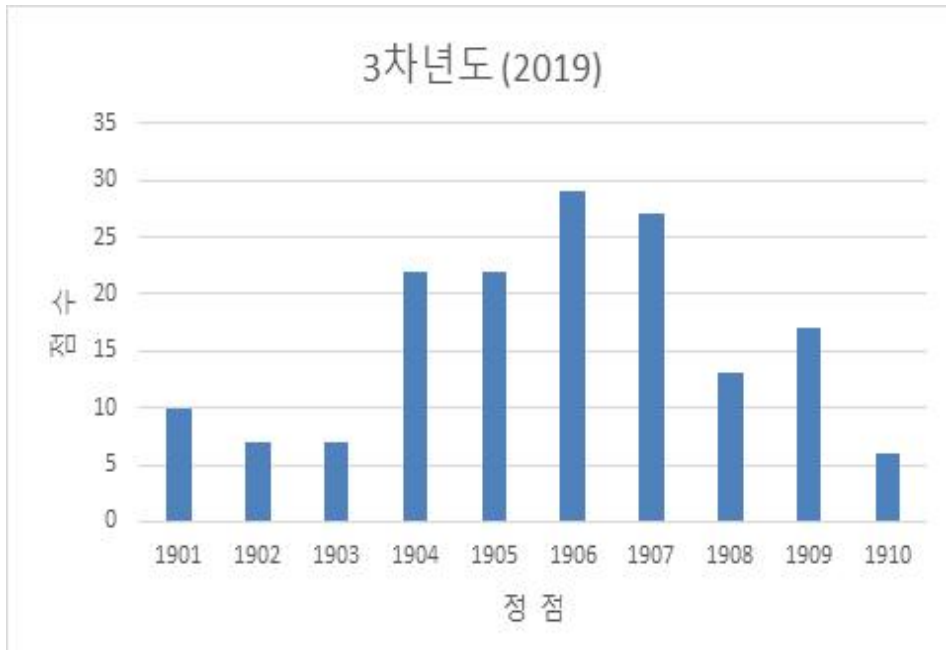


그림 40. 3차년도 정점별 확보된 심해 저서동물 실물표본



그림 41. 정점 1901에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 42. 정점 1902에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 43. 정점 1903에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 44. 정점 1904에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 45. 정점 1904에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 46. 정점 1905에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 47. 정점 1905에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 48. 정점 1906에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 49. 정점 1906에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 50. 정점 1907에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 51. 정점 1907에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 52. 정점 1908에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 53. 정점 1909에서 확보한 심해 저서동물 실물표본



그림 54. 정점 1910에서 확보한 심해 저서동물 실물표본

제2절 북서태평양 심해 저서동물 다양성

1. 심해 저서동물 출현 특성

가. 북서태평양 심해 저서동물 출현 특성

- 총 3년 동안 북서태평양 심해에서 출현한 저서동물의 분류군은 문(Phylum) 준위에서는 5개의 문(동물동물문, 선형동물문, 환형동물문, 절지동물문, 완보동물문)이 출현하였다. 특히 절지동물문에는, 목(Order) 준위에서 분류하였을 때 잔물응애류, 패충류, 갈고리노벌레류, 검물벼룩류, 단각류, 등각류, 주걱벌레붙이류 등 7개 분류군이 출현하여 가장 다양함을 나타내었다(표 6).
- 연차별로 출현한 심해 저서동물의 분류군은 3차년도가 11개의 분류군, 다음으로 1차년도 10개 분류군이 출현하였고, 2차년도에는 6개의 분류군이 출현하여 1, 3차년도에 비해 분류군이 상대적으로 다양하지 못하였는데, 이는 확보표본의 점수가 낮은 것과는 상관성이 있다고 사료된다.

표 6. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 출현

연도 분류군	2017	2018	2019
Kinorhyncha	+	+	+
Nematoda	+	+	+
Polychaeta	+	+	+
Acari	+	-	+
Ostracoda	+	-	+
Harpacticoida	+	+	+
Cyclopoida	+	-	+
Amphipoda	-	-	+
Isopoda	+	+	+
Tanaidacea	+	-	+
Tardigrada	+	-	-
Others	-	+	+
출현 분류군수	10	6	11

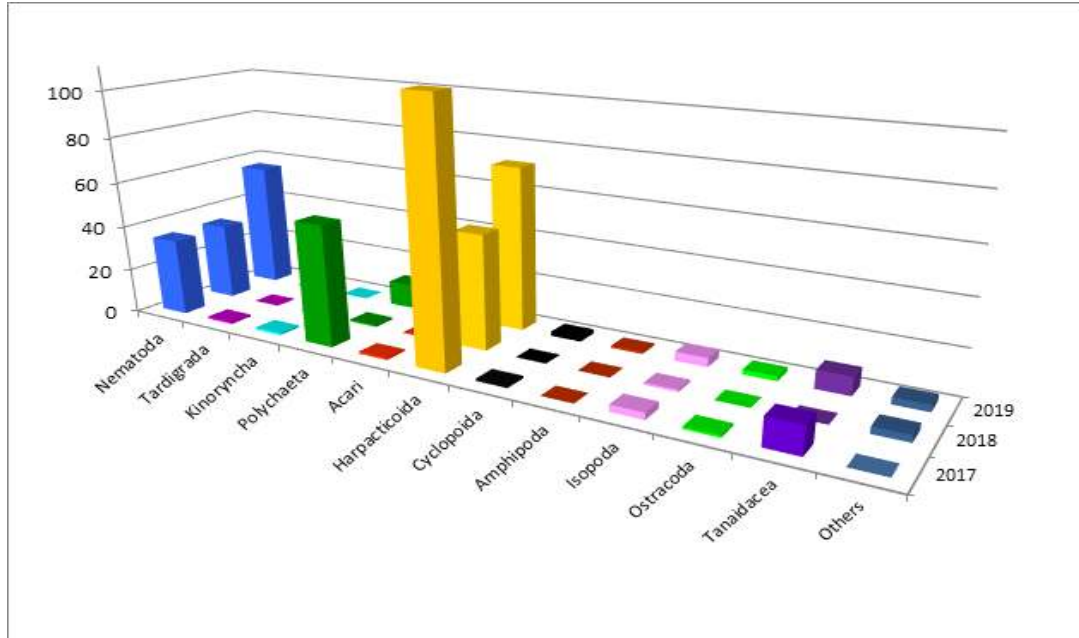


그림 55. 연도별 북서태평양 심해 저서동물의 출현

나. 연도별, 정점별 심해 저서동물 출현특성

(1) 1차년도(2017)

- 북서태평양 심해 저서동물의 출현 분류군 구성에 있어 문(Phylum) 준위에서 출현한 저서동물은 절지동물문(59.7%), 환형동물문(24%), 선형동물문(15.4%), 동문동물문(0.5%), 완보동물(0.5%) 순으로 5개의 분류군이 출현하였다(표 7, 그림 56). 가장 높은 비율로 출현한 절지동물문 내에서 강(Order) 준위에서 볼 때(이하동일) 갈고리노벌레류, 검물벼룩류, 등각류, 패충류, 주걱벌레붙이류, 잔물응애류 등 6개의 분류군이 출현하였으며, 특히, 갈고리노벌레류는 전체 출현 분류군의 51.6%로 모든 정점에서 출현하듯 높은 비중을 차지하였는데 이들은 저서생태계의 대표적인 분류군임을 잘 나타내었다.
- 정점별 출현 분류군은 정점 1704에서 7개 분류군이 출현하여 가장 다양하며 다른 정점에서 출현하지 않았던 저서성 검물벼룩류와 잔물응애류가 출현하였으며, 그 다음으로 정점 1701과 1703에서 각각 6개 분류군이 출현하였다. 정점 1701에서는 다른 정점에서 출현하지 않았던 분류군인 패충류와 완보동물이, 정점 1703에서는 동문동물이 출현하는 특징을 보였다. 반면 정점 1705와 1706에서는 다모류와 갈고리노벌레 2개의 분류군만 출현하였고, 1702에서는 선충류 단 1개의 분류군만이 출현하여 상대적으로 다양하지 못하였다(표 7).

표 7. 1차년도(2017) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군

정점 분류군	1701	1702	1703	1704	1705	1706	비율(%)
Kinoryncha	0	0	1	0	0	0	0.5
<i>Echinoderes</i>	0	0	1	0	0	0	0.5
Nematoda	6	1	8	19	0	0	15.4
Nematods	6	1	8	19	0	0	15.4
Annelida	15	0	24	12	1	1	24.0
Polychaeta	15	0	24	12	1	1	24.0
Arthropoda	41	0	47	33	3	8	59.7
Acari	0	0	0	1	0	0	0.5
Ostracoda	1	0	0	0	0	0	0.5
Harpacticoida	37	0	39	27	3	8	51.6
Cyclopoida	0	0	0	1	0	0	0.5
Isopoda	0	0	2	1	0	0	1.4
Tanaidacea	3	0	6	3	0	0	5.4
Tardigrada	1	0	0	0	0	0	0.5
출현분류군 수	6	1	6	7	2	2	

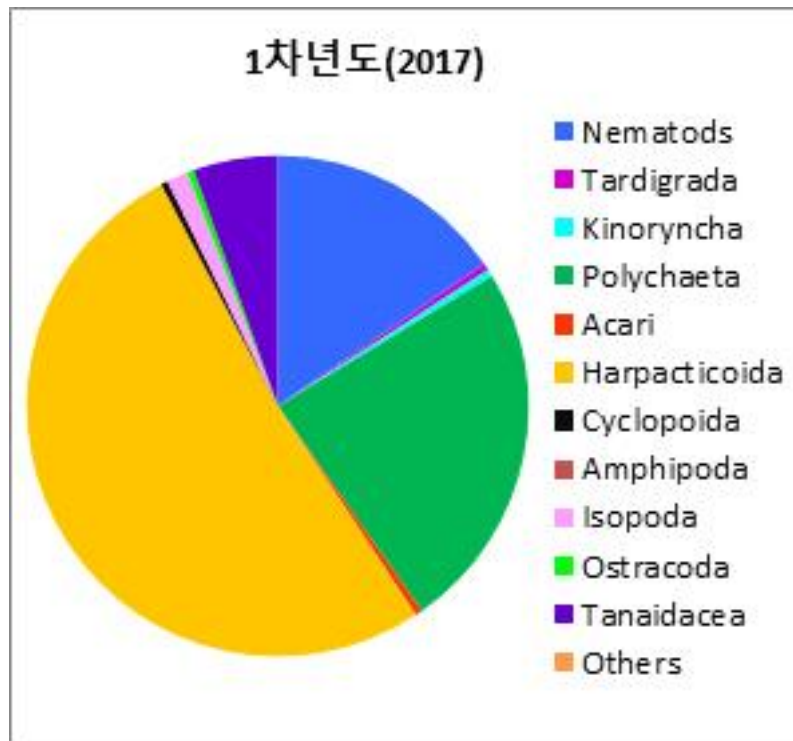


그림 56. 1차년도 심해 저서동물의 분류군 구성

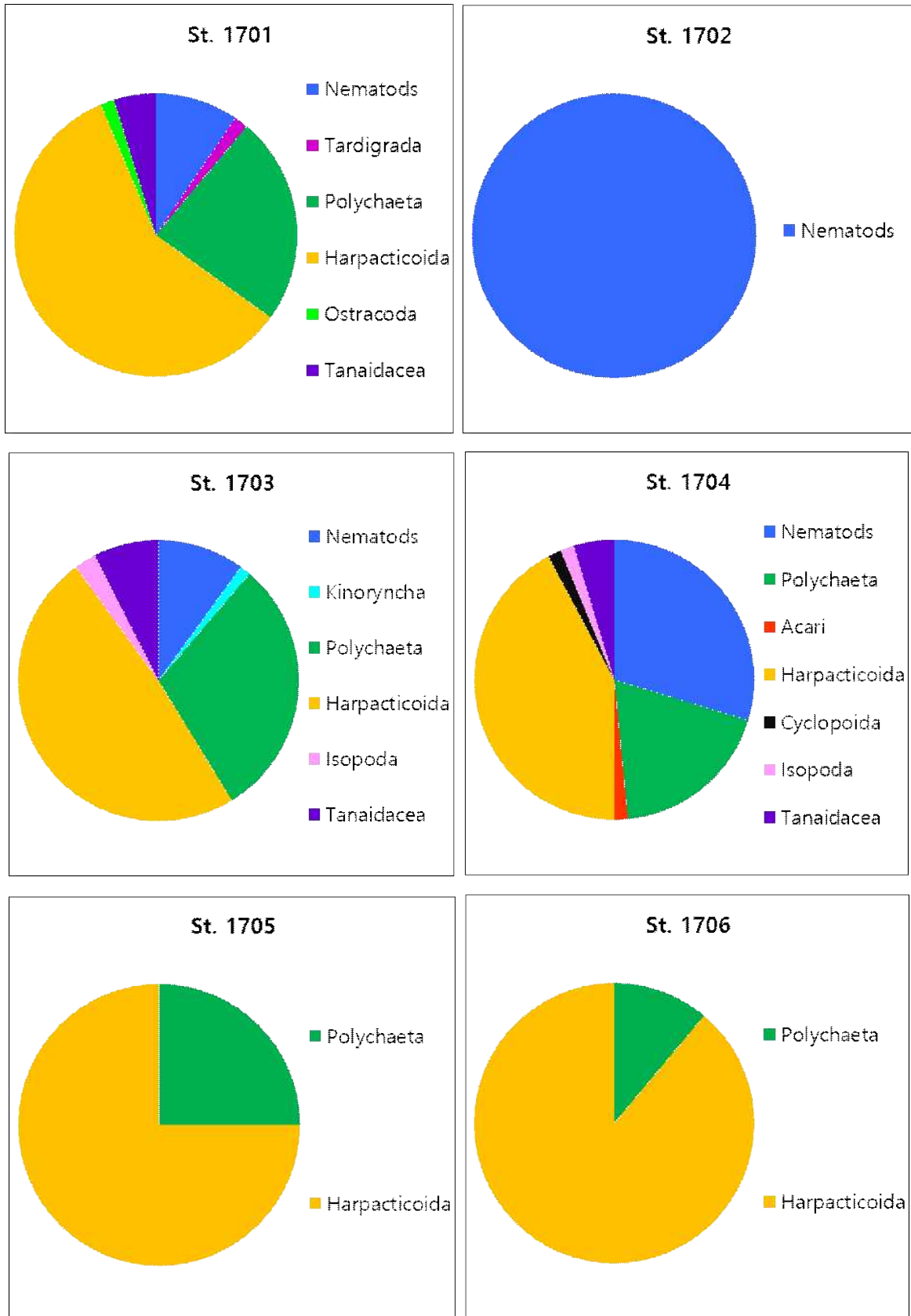


그림 57. 1차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성

(2) 2차년도(2018)

- 북서태평양 심해 저서동물의 분류군별 구성에 있어 문(Phylum) 준위에서 출현한 저서동물은 절지동물문(56.6%), 선형동물문(37.8%), 환형동물문(1.1%), 동문동물문(1.1%) 순으로 4개의 분류군이 출현하였다(표 8, 그림 58). 1차년도와 유사하게 절지동물문이 가장 높은 비율로 출현하였으나, 절지동물문내에서 단 2개의 분류군인 갈고리노벌레류와 등각류가 출현하여 1차년도에 비해 출현 분류군이 다양하지 못하였다. 반면, 1차년도와 동일하게 저서성 요각류인 갈고리노벌레류는 전체 출현 분류군의 55.6%로 높은 비중을 차지하였다.
- 정점별 저서동물의 출현은 정점 1802에서 동문동물, 선충류, 다모류, 갈고리노벌레류 등 4개의 분류군이 출현하여 가장 다양하였다. 반면, 정점 1801과 1805에서는 심해 저서동물이 전혀 출현하지 않았다. 정점 1806에서는 다른 정점에서 출현하지 않았던 분류군인 등각류가 출현하였다. 2차년도는 전반적으로 심해 저서동물 출현 분류군 수가 다른 연차보다 상대적으로 매우 적었다.

표 8. 2차년도(2018) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군

분류군	정점						비율(%)
	1801	1802	1803	1804	1805	1806	
Kinoryncha	0	1	0	0	0	0	1.1
Echinoderes	0	1	0	0	0	0	1.1
Nematoda	0	4	12	5	0	13	37.8
Nematods	0	4	12	5	0	13	37.8
Annelida	0	1	0	0	0	0	1.1
Polychaete	0	1	0	0	0	0	1.1
Arthropoda	0	19	9	12	0	11	56.6
Harpacticoid	0	19	9	12	0	10	55.6
Isopoda	0	0	0	0	0	1	1.1
Other	0	1	0	2	0	0	3.3
분류군 수	0	4	2	3	0	3	

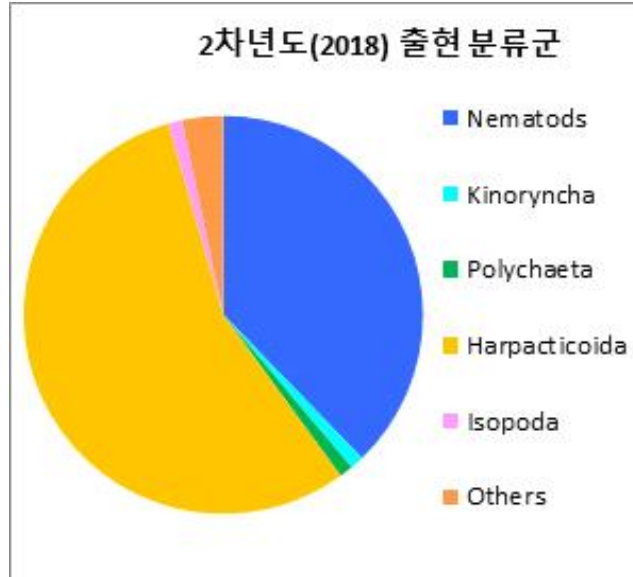


그림 58. 2차년도 심해 저서동물의 분류군 구성

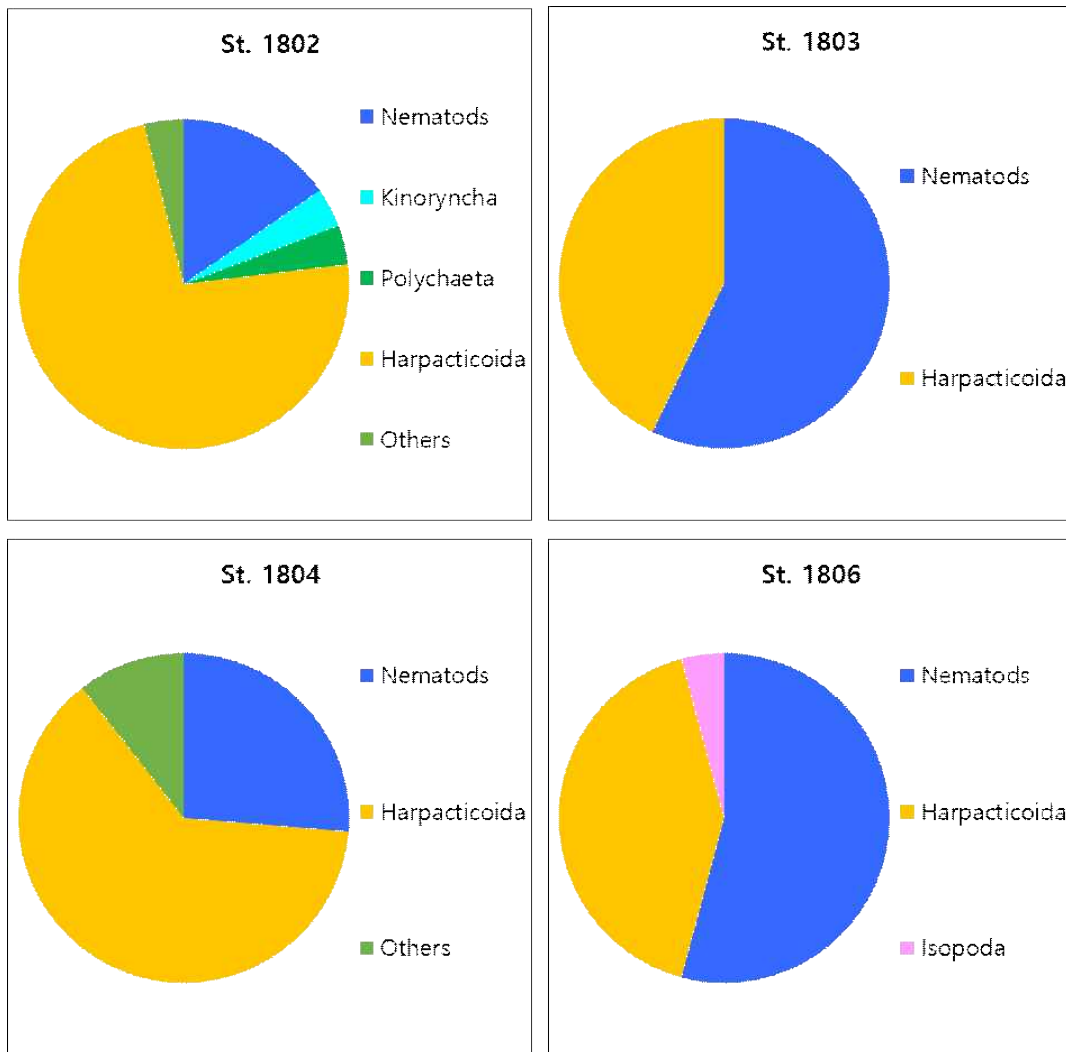


그림 59. 2차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성

(3) 3차년도(2019)

- 북서태평양 심해 저서동물의 분류군 구성에 있어 문(Phylum) 준위에서 출현한 저서동물은 절지동물문(56.2%), 선형동물문(35%), 환형동물문(6.9%) 순으로 3개의 분류군이 출현하였다(표 9, 그림 60). 1, 2차년도와 동일하게 가장 높은 비율로 출현한 분류군은 절지동물문이었으며, 절지동물문 내에 갈고리노벌레류와 검물벼룩류, 등각류, 단각류, 패충류, 주걱벌레붙이류, 잔물응애류 등 7개의 분류군이 출현하였는데, 이는 3차년도의 저서동물 분류군 수가 가장 다양하게 출현함을 보여준다. 또한 1, 2차년도와 동일하게 저서성 요각류인 갈고리노벌레류는 모든 정점에서 출현하기도 하며 전체 출현 분류군의 45%로 높은 비중을 차지하였다.
- 정점별 저서동물의 출현 분류군은 정점 1906에서 7개 분류군이 출현하여 가장 다양하였으며, 그 다음으로 정점 1905에서 6개 분류군, 정점 1904와 1909에서 5개 분류군, 정점 1907에서 4개 분류군 순으로 출현하였다. 정점 1901, 1902, 1910에서는 선충류와 갈고리노벌레류 단 2개의 분류군만이 출현하여 다양도가 떨어졌다. 정점 1903에서는 단각류가 조사 이래 처음으로 출현함을 보였다.

표 9. 3차년도(2019) 정점별 심해 저서동물 출현 분류군

분류군	정점	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	비율 (%)
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Nematoda		7	5	0	3	2	9	13	6	8	3	35.0
Annelida		0	0	1	0	2	5	3	0	0	0	6.9
Polychaete		0	0	1	0	2	5	3	0	0	0	6.9
Arthropoda		3	2	6	19	17	14	11	6	9	3	56.2
Halacaroida		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.6
Ostracoda		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1.3
Harpacticoida		3	2	5	13	14	10	10	4	8	3	45.0
Cyclopoida		0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1.3
Amphipoda		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Isopoda		0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	2.5
Tanaidacea		0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	5.0
Other		0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1.9
분류군 수		2	2	3	5	6	7	4	5	3	2	

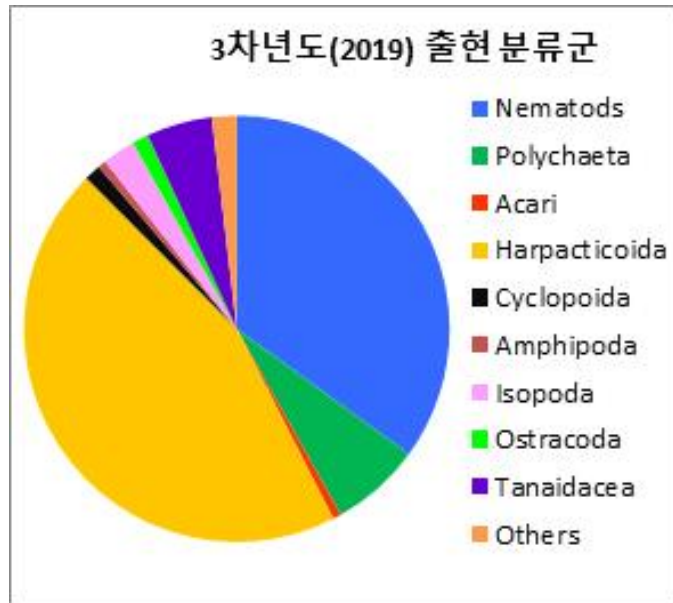


그림 60. 3차년도 심해 저서동물의 분류군 구성

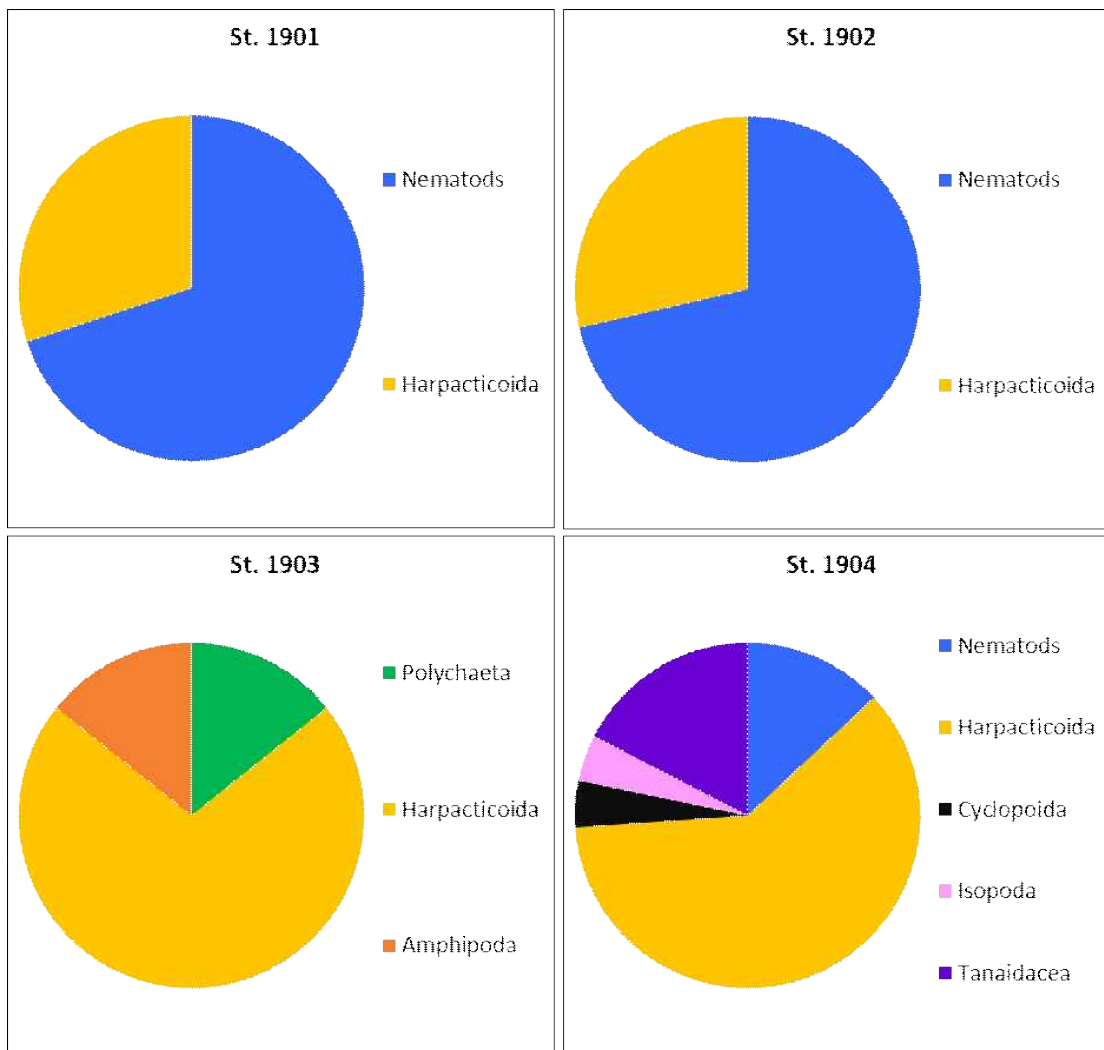


그림 61. 3차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성

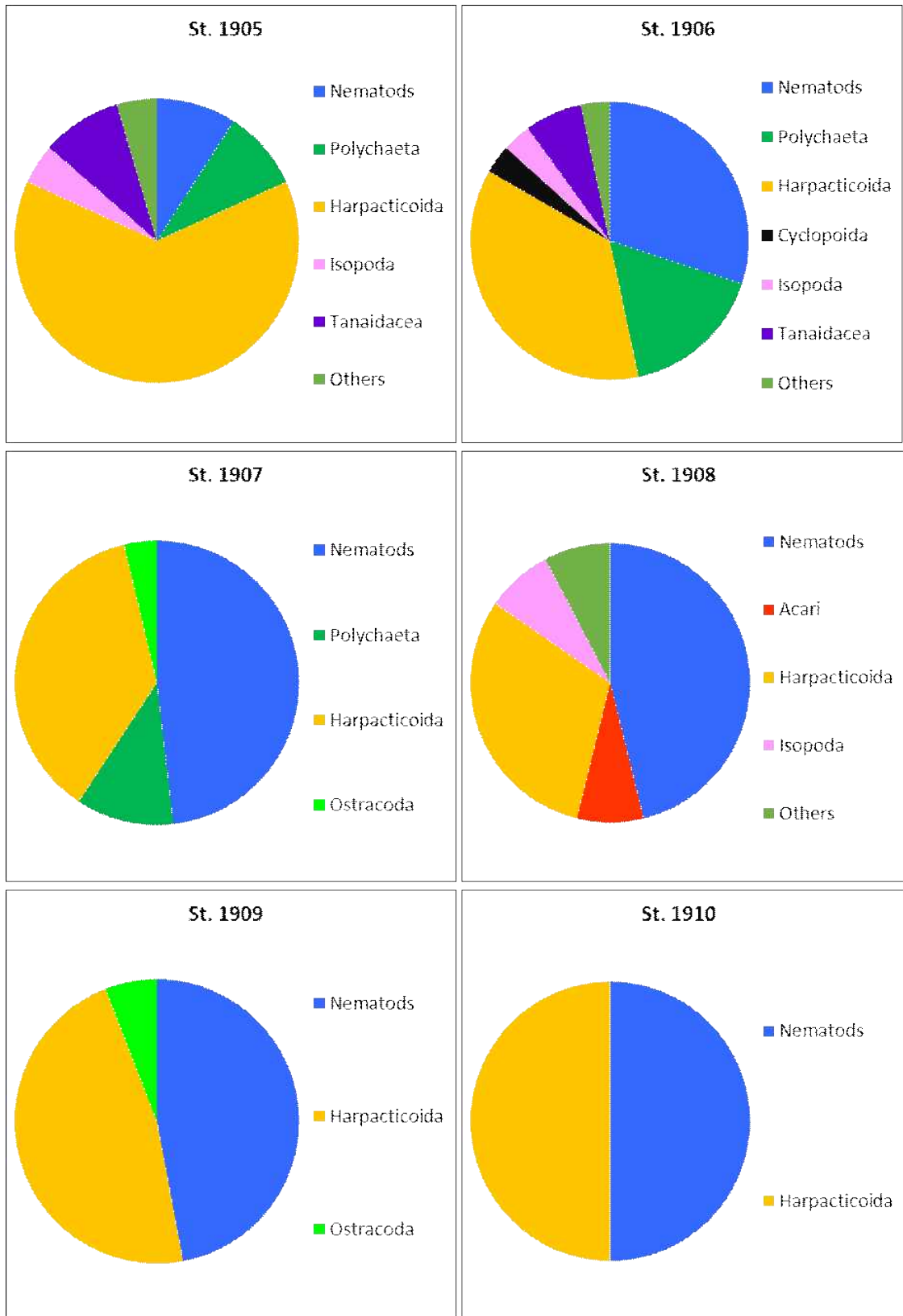


그림 62. 3차년도 정점별 심해 저서동물의 분류군 구성(계속)

2. 심해 저서동물의 신분류군

가. 분류목록

- 북서태평양에서 확보된 심해 저서동물들에 대한 형태형질을 바탕으로 종 동정을 한 결과, 총 2문 2강 4목 15과 20속 32종에 대한 종목록을 작성하였으며, 선형동물(Nematoda) 1신종, 갈고리노벌레류(Harpacticoida) 1신속 6신종, 1미기록종, 주걱벌레붙이류(Tanaidacea) 1신과 1신속 및 신종 등 신 분류군으로 1신과 2신속 8신종 및 1미기록종을 확인하였다. 이 중 저서성 요각류인 갈고리노벌레류 2 신종(*Leptotachidia apousia* Kim, Yu & Lee, 2019과 *Leptotachidia senaria* Kim, Yu & Lee, 2019)을 국제저널에 논문으로 발표하였다.
- 북서태평양 심해 저서동물의 동정분류된 종목록은 아래와 같다.

(**신종, *미기록종)

Phylum Nematoda
Class Chromadorea
Order Desmodorida
Family Draconematidae

**1. *Prochaetosoma* new species

Order Desmoscolecida
Family Desmoscolecidae

2. *Desmoscolex* sp. 1
3. *Desmoscolex* sp. 2
4. *Desmoscolex* sp. 3

Phylum Arthropoda
Class Crustacea
Subclass Copepoda
Order Harpacticoida Sars, 1903
Family Aegisthidae Giesbrecht, 1893

5. *Cerviniella* sp. 1
 6. *Pontostratiotes* sp. 1
- Family Argestidae Por, 1986

7. *Argestidae* sp. 1
- *8. *Eurycletodes* cf. *monardi* Smirnov, 1946
9. *Eurycletodes* sp. 1
10. *Eurycletodes* sp. 2
- **11. *Dizahavia* new species
12. *Mesocletodes* sp. 1
13. *Mesocletodes* sp. 2
- Family Canthocamptidae Brady, 1880
- **14. *Metahuntemannia* new species
- Family Cletodidae Scott T., 1904
15. *Stylicletodes* sp. 1
- Family Ectinosomatidae Sars, 1903
16. *Ectinosomatidae* sp. 1
- Family Idyanthidae Lang, 1948
17. *Nematovorax* sp. 1
- Family Pseudotachidiidae Lang, 1936
- **18. *Leptotachidia apousia* Kim, Yu & Lee, 2019
- **19. *Leptotachidia senaria* Kim, Yu & Lee, 2019
- **20. *Cylindronannopus* new species
- Family Zosimeidae Seifried, 2003
- **21. *Zosimeidae* new genus, new species
22. *Zosime* sp. 1
23. *Zosime* sp. 2
24. *Zosime* sp. 3
25. *Zosime* sp. 4
26. *Zosime* sp. 5

Order Tanaidacea

Suborder Tanaidomorpha

Superfamily Paratanaoidea

- **27. Paratanaoidea new family, new genus, new species
- Family Leptognathiidae
28. *Letognathia* sp.1
29. *Letognathia* sp. 2
- Family Pseudotanaidae

30. *Pseudotanaïs* sp.
 Family Agathotanaidae
31. *Agathotanaïs* sp.
 Family Colletteidae
32. *Collettea* sp.

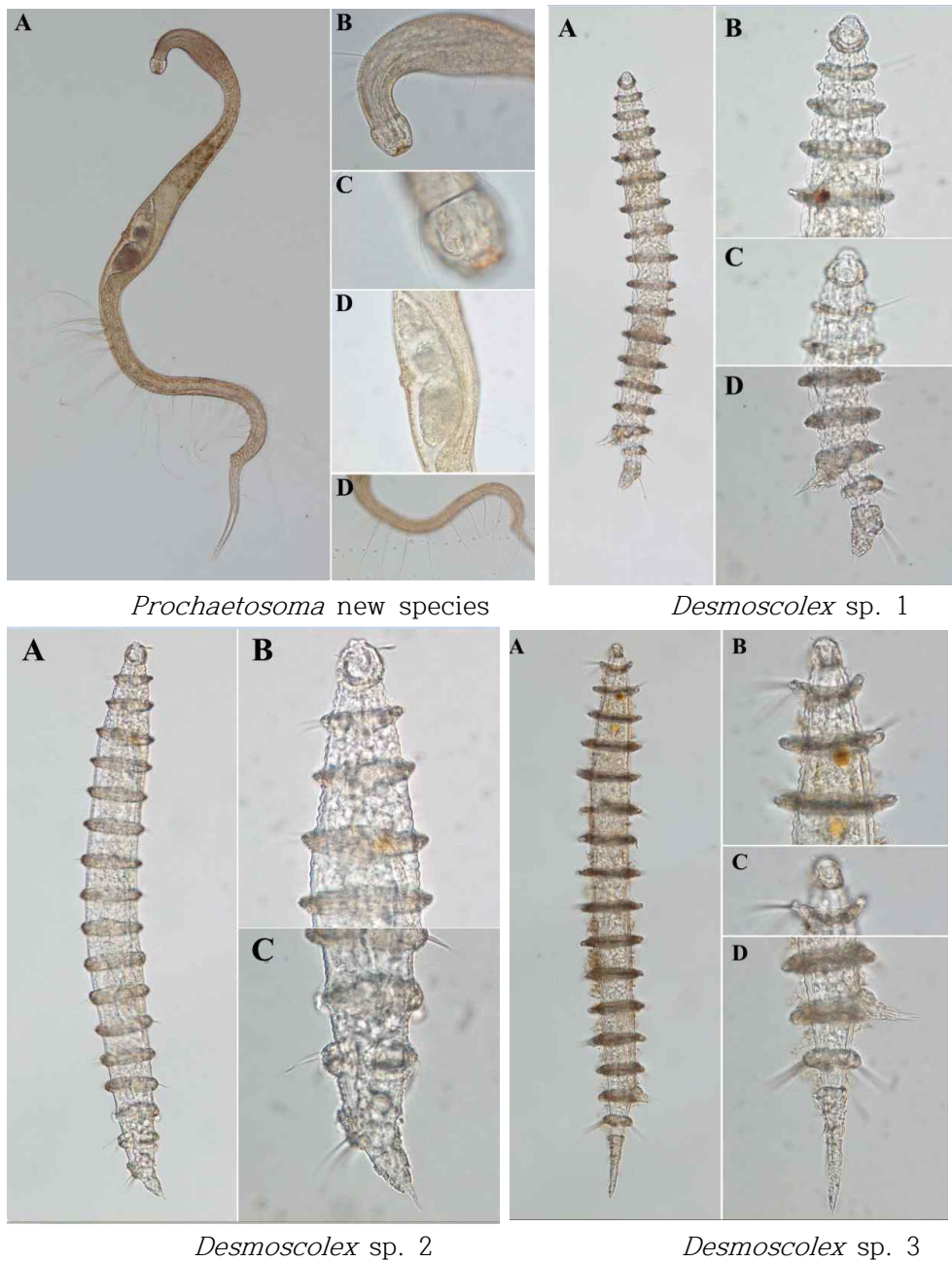


그림 63. 심해 선형동물(Nematoda)의 종 동정



그림 64. 심해 주걱벌레붙이류(Tanaidacea)의 종 동정

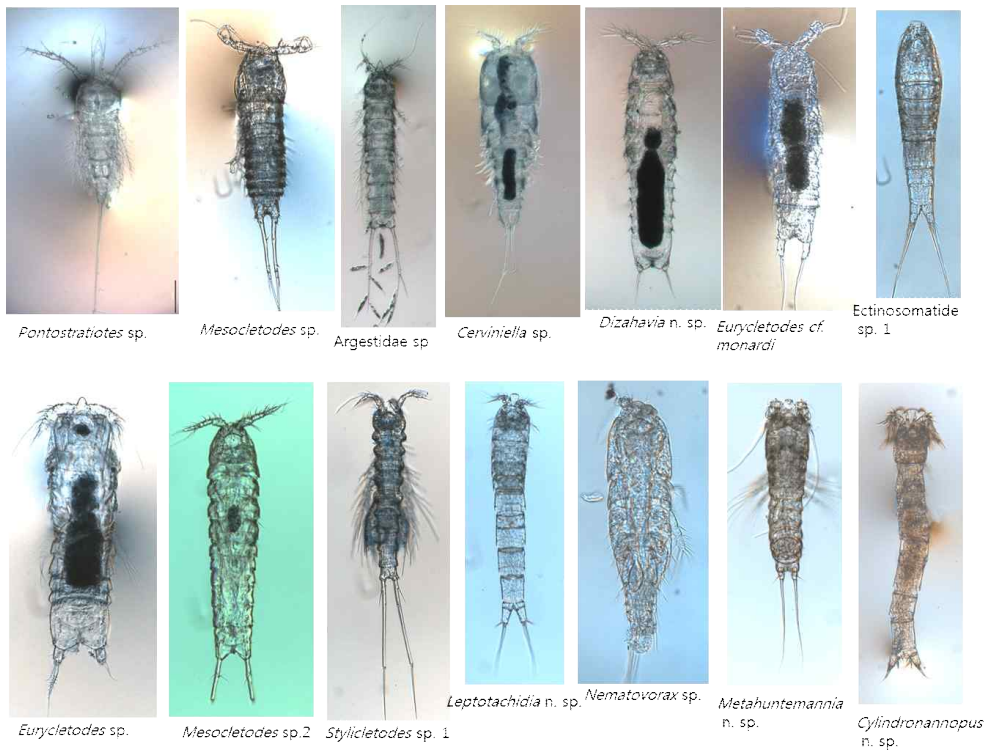


그림 65. 심해 저서성 요각류 (Harpacticoida)의 종 동정

제 4 장 연구개발 목표 달성도

제1절 목표 달성도

1. 정성적 목표 달성도

총연구기간내 연차별 목표 대비 달성율(%)					
구분	연차별 달성내용				연차별 계획대비 연구실적 달성율 (B) (%)
	성과목표	연구내용	가중 치 (A)	달성실적	
1차 년도	1. 북서태 평양 심해 저서동물 실 물표본 확보	1-1. 실효역 탐사	0.7	- 이사부호 활용 실효역 탐사 - 북서태평양 25°~37°N, 150°~159°E 탐사 - 6개 정점 조사 수행 - TV-Grab, MC, CTD 활용	100
		1-2. 심해 저서동물 각 분류군별 일차 분 류		- 선상에서 실체현미경을 사용 하여 심해 저서동물 선별 및 사 진 촬영 함	
		1-3. 실물표본 100 점 확보		- 실물표본 221점 확보	
	2. 심해 저 서동물 다양 성 분석	2-1. 심해 저서동물 형태분류를 통한 분 류군별 출현특성 및 다양성 분석	0.3	- 실물표본, 영상자료, 형태분 류 분석 - 분류군별 출현 특성 및 다양 성 분석	95
2-2. 심해 서식처제 공 생물체내의 공생 분석(대형 저서동물 확보시)	- 심해 서식처 제공 생물체내의 공생 분석용 대형 저서동물 미 확보로 수행하지 못함				
계			1.0		98.5

2차 년도	1. 북서태 평양 심해 저서동물 실 물표본 확보	1-1. 실효역 탐사	0.7	- 이사부호 활용 - 북서태평양 13°~21°N, 127°~136°E 사이 탐사 - 6개 정점 조사 수행 - MC, BC, CTD 활용	95
		1-2. 심해 저서동물 각 분류군별 일차 분 류		- 선상에서 실체현미경을 사용 하여 심해 저서동물을 선별, 사 진 촬영하고, 분류군별로 일차 분류함	
		1-3. 실물표본 150 점(누적250점) 확보		- 실물표본 90점 확보(누적 311점)	
	2. 심해 저 서동물 다양 성 분석	2-1. 심해 저서동물 형태분류를 통한 분 류군별 출현특성 및 다양성 분석	0.3	- 실물표본, 영상자료, 형태분 류 분석 - 분류군별 출현 특성 및 다양 성 분석	95
2-2. 신종 및 미기록 종 등 신 분류군 발 굴	- 선형동물 1신종, 저서성 요 각류 4신종 및 1미기록종, 주 격벌레붙이 1신속 및 신종 등 의 신 분류군 발굴				
2-3. 심해 서식처제 공 생물체내의 공생 분석(대형 저서동물 확보시)	- 심해 서식처 제공 생물체내의 공생 분석용 대형 저서동물 미 확보로 수행하지 못함				
	계		1.0		95
3차 년도	1. 북서태 평양 심해 저서동물 실 물표본 확보	1-1. 실효역 탐사	0.7	- 온누리호호 활용 - 북서태평양 15°~20°N, 149°~156°E 사이 탐사 - 10개 정점 조사 수행 - MC, BC, CTD 활용	100
		1-2. 심해 저서동물		- 선상에서 실체현미경을 사용	

	각 분류군별 일차 분류		하여 심해 저서동물을 선별, 사진 촬영하고, 분류군별로 일차 분류함	
	1-3. 실물표본 150점(누적 400점) 확보		- 실물표본 160점 확보(누적 471점)	
2. 심해 저서동물 다양성 분석	2-1. 심해 저서동물의 형태분류를 통한 분류군별 출현 특성 및 다양성 분석	0.3	- 실물표본, 영상자료, 형태분류 분석 - 분류군별 출현 특성 및 다양성 분석	95
	2-2. 심해 저서동물 신 분류군 발굴		- 저서성 요각류 1신속 3신종 발굴, 이중 2 신종 발표	
	2-3. 심해 서식처제공 생물체내의 공생 분석(대형 저서동물 확보시)		- 심해 서식처 제공 생물체내의 공생 분석용 대형 저서동물 미 확보로 수행하지 못함	
계		1.0		98.5

2. 정량적 목표 달성도

가. 1차년도(2017)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성 (건)	달성도 (%)
과학적 성과	논문		mrnIF 81점 이상				
			mrnIF 61~80				
			mrnIF 41~60				
			mrnIF 40점 이하				
	저서		소계				
			국제저서				
			국내저서				
			국제편저 역서 등				
	표본확보	100	실물표본 확보	100	100	221	100
			소계	100	100	221	100
기술적 성과	특허		국제특허 출원				
			국제특허 등록				
			국제특허 추가등록				
			국내특허 출원				
			국내특허 등록				
경제적 성과	기술료		기술이전 성과				
사회적 인프라	홍보활동						
	대외활동						
계	-	100	100	100	221	100	

나. 2차년도(2018)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성 (건)	달성도 (%)
과학적 성과	논문	30	mrnIF 81점 이상				
			mrnIF 61~80				
			mrnIF 41~60				
			mrnIF 40점 이하	1	100	2	100
			소계	1	100	2	100
	저서		국제저서				
			국내저서				
			국제편저				
			역서 등				
	표본확보	60	실물표본 확보	150 (누적 250)	100	90 (누적 311)	100
소계			150 (누적 250)	100	90 (누적 311)	100	
기술적 성과	특허		국제특허 출원				
			국제특허 등록				
			국제특허 추가등록				
			국내특허 출원				
			국내특허 등록				
경제적 성과	기술료		기술이전 성과				
사회적 인프라	홍보활동						
	대외활동						
계	-	100	1건, 150점	100	2건, 90점 (누적 311점)	100	

다. 3차년도(2019)

구분	가중치*	달성 목표(건)	세부 가중치	달성 (건)	달성도 (%)	
과학적 성과	논문	30	mrnIF 81점 이상			
			mrnIF 61~80			
			mrnIF 41~60		1	
			mrnIF 40점 이하	1	100	100
			소계	1	100	1
	저서		국제저서			
			국내저서			
			국제편저			
			역서 등			
	표본확보	60	실물표본 확보	150 (누적 400)	100	160 (누적 471)
소계			150 (누적 400)	100	160 (누적 471)	100
기술적 성과	특허	국제특허 출원				
		국제특허 등록				
		국제특허 추가등록				
		국내특허 출원				
		국내특허 등록				
경제적 성과	기술료		기술이전 성과			
사회적, 인프라	홍보활동					
	대외활동					
계	-	100	1건, 150점	100	1건, 160점 (누적 471점)	100

제2절 대외 기여도

- 대형 연구조사선을 활용하여 북서태평양을 비롯한 대양 심해 해양 탐사를 위한 인프라 검정 및 장비 운영의 기술적 방법을 정립함으로써 해양과학기술의 역량 강화
- 심해 해양 탐사 기술의 고도화를 통한 심해 해양생물자원 발굴 및 다양성을 확보함으로써 미래 해양생물자원의 산업 활용을 위한 원천소재 확보 및 제공에 기여
- 글로벌 대양 해양 탐사 인프라를 활용하여 심해 환경영향평가 기술 및 환경보존 기술 등 해양환경 및 생태계 정보 분석에 활용하여 심해 자원의 상업적 개발 시 평가 근거를 마련할 수 있음
- 글로벌 대양 탐사 능력은 한국의 제한된 자연자원 활용의 어려움을 광대한 대양 해양자원 개발을 가능케 함으로써 해외 경제영토 확장에 기여
- 전 지구적 급속한 환경변화 및 오염이 해양생태계에 미치는 영향을 예측할 수 있는 해양물리-화학-생물-지구과학 결합 모델 작성을 위한 기초자료 구축에 기여

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 글로벌 대양 심해 해양탐사를 수행하기 위한 기초 인프라 및 전문 기술 노하우 구축을 통한 미개척 대양 탐사 수행
 - 대형 조사선을 이용한 심해 해양생물 채집 장비, 기술의 표준화 정립 및 전문화에 활용

- 대양 심해 저서생물자원 전문적 확보와 활용 기술 개발
 - 미개척 심해 해양생물자원 분석 및 기술 전문화를 위한 인적 연구 인프라인 차세대 전문인력 양성에 활용
 - 심해 연구 인프라 구축을 통한 심해 해양생물자원 검색, 발굴 및 유용자원 탐색
 - 미개척 심해 해양자원 채집의 선진화를 통해 확보된 생물자원과 이를 활용하는 기술 개발을 통한 해양바이오 산업 창출 및 미래 해양자원 원천소재 제공에 활용
 - 심해 해양생물자원 확보 및 다양성 분석은 미래 심해 상업적 광물자원개발에 필요한 해양환경 및 해양생태계 영향평가기술 및 환경보존 기술개발 평가에 근거 마련

- 미래 해양환경변화 예측 및 평가기술 개발에 활용
 - 한국의 기후와 직접적인 영향이 있는 태평양 대양의 변화 관측 및 지속적인 모니터링은 급속히 변화하는 해양환경 및 생태계 미래 전망 정보분석 자료로 활용
 - 심해 해양생물의 질병탐색 및 진단기술 개발 및 전문화를 통한 환경변화 또는 환경오염에 따른 해양생태계의 위해성 확인 및 생물종에 미치는 위험성을 예측함으로써 자연환경 보전에 기여
 - 심해 해양생물생태계 자료의 확보를 통한 해양물리-화학-지구과학 결합모델 제작을 위한 기초자료로 활용하여 기후변화가 생태계에 미치는 영향을 예측하여 경제적/산업적 피해를 최소화하기 위한 장기적 국가차원의 대응정책 수립에 기여

- 심해 해양생물 연구자 협력 네트워크 기반마련으로 인한 국제 전문가들과의 교류 및 자료공유는 선진국의 대형 프로젝트에 공동연구 참여 기회 마련

제 6 장 참고문헌

Smith CR, FC De Leo, AF Bernardino, AK. Sweetman & PM Arbizu, 2008.
Abyssal food limitation, ecosystem structure and climate change. Trends
in Ecology and Evolution, 23(9):518-528.

주 의

1. 이 보고서는 한국해양연구원에서 수행한 기본사업의 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국해양연구원에서 수행한 기본사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.

