해양보호구역
생태계조사보고서
2021

CONTENTS

목 차

제 1 장 서론 11

제 2 장 조사개요 17

1. 조사 배경 17
2. 조사 목적 17
3. 조사 방법 17
   3.1. 조사해역의 선정 17
   3.2. 조사내용 19

제 3 장 조사결과 25

1. 부유생태계 특성 25
   1.1 식물플랑크톤 25
      1.1.1 조사시기별 결과 25
      1.1.2 종조성 26
      1.1.3 시기별 현존량 28
      1.1.4 조사해역별 종조성 및 현존량 29
      1.1.5 해역별 식물플랑크톤의 군집 동태 34
      1.1.6 우점종 35
      1.1.7 생태지수 39
      1.1.8 군집분석 42
      1.1.9 선행연구와의 비교 44
   1.2 동물플랑크톤 46
      1.2.1 조사시기별 결과 46
      1.2.2 종조성 47
      1.2.3 조사해역별 종조성 및 생물량 49
      1.2.4 우점종 52
      1.2.5 생태지수 55
      1.2.6 군집분석 58
      1.2.7 선행연구과의 비교 60

CONTENTS

1.3 어란 및 자치어 62
1.3.1 조사시기별 결과 62
1.3.2 종조성 및 현존량 63
1.3.3 조사해역별 종조성 및 현존량 63
1.3.4 우점종 65
2. 해양생물 분포 특성 68
2.1 저서무척추동물 68
2.2 천연기념물 모니터링 71

제 4 장 종합결과 85
1. 요약 및 고찰 85
1.1 식물플랑크톤 85
1.2 동물플랑크톤 87
1.3 어란 및 자치어 89
1.4 저서무척추동 89
1. 제언 92

제 5 장 참고문헌 97

제 6 장 해양공원 및 해양보호구역 수심대사진 101

제 7 장 부록 119

표 목 차

〈표 2.3.1〉	조사지점 위치 좌표	19
〈표 2.3.2〉	생태학적 지수의 계산식	21
〈표 3.1.1〉	식물 플랑크톤의 조사시기별 출현종수와 평균 현존량 비교	25
〈표 3.1.2〉	식물플랑크톤의 분류군별 종조성(전체 조사기간)	27
〈표 3.1.3〉	조사시기별 식물플랑크톤의 종조성	28
〈표 3.1.4〉	조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(3월)	29
〈표 3.1.5〉	조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(3월)	29
〈표 3.1.6〉	조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(5월)	31
〈표 3.1.7〉	조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(5월)	31
〈표 3.1.8〉	조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(7월)	32
〈표 3.1.9〉	조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(7월)	32
〈표 3.1.10〉	조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(10월)	33
〈표 3.1.11〉	조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(10월)	34
〈표 3.1.12〉	표층 식물플랑크톤 상위 우점종(3월)	35
〈표 3.1.13〉	저층 식물플랑크톤 상위 우점종(3월)	35
〈표 3.1.14〉	표층 식물플랑크톤 상위 우점종(5월)	36
〈표 3.1.15〉	저층 식물플랑크톤 상위 우점종(5월)	36
〈표 3.1.16〉	표층 식물플랑크톤 상위 우점종(7월)	37
〈표 3.1.17〉	저층 식물플랑크톤 상위 우점종(7월)	37
〈표 3.1.18〉	표층 식물플랑크톤 상위 우점종(10월)	38
〈표 3.1.19〉	저층 식물플랑크톤 상위 우점종(10월)	38
〈표 3.1.20〉	식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(3월)	39
〈표 3.1.21〉	식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(5월)	40
〈표 3.1.22〉	식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(7월)	40
〈표 3.1.23〉	식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(10월)	41
〈표 3.1.24〉	연도별 식물플랑크톤 군집 조사결과 비교	44
〈표 3.1.25〉	동물플랑크톤의 조사시기별 출현종수 및 평균 개체수	46
〈표 3.1.26〉	동물플랑크톤의 분류군별 종조성(전체 조사기간)	47

그 림 목 차

(그림 1.1.1)	제주도 생물권보전지역	12
(그림 1.1.2)	국내 해양보호구역 지정현황	13
(그림 2.3.1)	해양공원 및 해양보호구역 조사해역	18
(그림 3.1.1)	식물플랑크톤의 분류군별 종조성	26
(그림 3.1.2)	조사시기별 식물플랑크톤의 분류군별 종조성	27
(그림 3.1.3)	조사시기별 식물플랑크톤의 현존량	29
(그림 3.1.4)	식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(3월)	29
(그림 3.1.5)	식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(3월)	29
(그림 3.1.6)	식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(5월)	30
(그림 3.1.7)	식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(5월)	31
(그림 3.1.8)	식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(7월)	32
(그림 3.1.9)	식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(7월)	32
(그림 3.1.10)	식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(10월)	33
(그림 3.1.11)	식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(10월)	33
(그림 3.1.12)	정점 및 시기별 식물플랑크톤의 현존량	34
(그림 3.1.13)	식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(3월)	35
(그림 3.1.14)	식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(5월)	36
(그림 3.1.15)	식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(7월)	37
(그림 3.1.16)	식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(10월)	38
(그림 3.1.17)	식물플랑크톤의 정점간 유사도(3월)	42
(그림 3.1.18)	식물플랑크톤의 정점간 유사도(5월)	43
(그림 3.1.19)	식물플랑크톤의 정점간 유사도(7월)	43
(그림 3.1.20)	식물플랑크톤의 정점간 유사도(10월)	43
(그림 3.1.21)	조사해역 식물플랑크톤 선행 연구와의 비교(출현종수)	45
(그림 3.1.22)	조사해역 식물플랑크톤 선행 연구와의 비교(현존량)	45
(그림 3.1.23)	동물플랑크톤 종조성 점유율(전체)	47
(그림 3.1.24)	동물플랑크톤 종조성 점유율(시기별)	48
(그림 3.1.25)	동물플랑크톤 출현종수, 개체수 및 생물량	51
(그림 3.1.26)	동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(3월)	52
(그림 3.1.27)	동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(5월)	53

〈표 3.1.27〉	동물플랑크톤의 분류군별 종조성(시기별)	48
〈표 3.1.28〉	동물플랑크톤의 조사해역별 출현종수	50
〈표 3.1.29〉	동물플랑크톤의 조사해역별 출현 개체수	50
〈표 3.1.30〉	동물플랑크톤의 조사해역별 생물량	50
〈표 3.1.31〉	동물플랑크톤의 상위 우점종(3월)	52
〈표 3.1.32〉	동물플랑크톤의 상위 우점종(5월)	53
〈표 3.1.33〉	동물플랑크톤의 상위 우점종(7월)	54
〈표 3.1.34〉	동물플랑크톤의 상위 우점종(10월)	55
〈표 3.1.35〉	동물플랑크톤의 조사해역별 생태지수	57
〈표 3.1.36〉	연도별 동물플랑크톤 군집 조사결과 비교	61
〈표 3.1.37〉	어란 및 자치어의 조사시기별 출현종수와 현존량 비교	62
〈표 3.1.38〉	어란 및 자치어의 조사해역별 출연종수	64
〈표 3.1.39〉	어란 및 자치어의 조사해역별 개체수	65
〈표 3.2.1〉	저서무척추동물의 분류군별 출현종수(3월)	69
〈표 3.2.2〉	저서무척추동물의 분류군별 출현종수(5월)	70
〈표 3.2.3〉	저서무척추동물의 분류군별 출현종수(7월)	70
〈표 3.2.4〉	저서무척추동물의 분류군별 출현종수(10월)	71
〈표 3.2.5〉	문섬(새끼섬) 일대 해송 분포위치, 수심 및 크기	71
〈표 7.1〉	식물플랑크톤 출현종 및 현존량(3월)	119
〈표 7.2〉	식물플랑크톤 출현종 및 현존량(5월)	120
〈표 7.3〉	식물플랑크톤 출현종 및 현존량(7월)	121
〈표 7.4〉	식물플랑크톤 출현종 및 현존량(10월)	122
〈표 7.5〉	동물플랑크톤 출현종 및 현존량(3월)	123
〈표 7.6〉	동물플랑크톤 출현종 및 현존량(5월)	124
〈표 7.7〉	동물플랑크톤 출현종 및 현존량(7월)	125
〈표 7.8〉	동물플랑크톤 출현종 및 현존량(10월)	127
〈표 7.9〉	어란 출현종 및 개체수(3월)	129
〈표 7.10〉	자치어 출현종 및 개체수(3월)	129
〈표 7.11〉	어란 출현종 및 개체수(5월)	130
〈표 7.12〉	자치어 출현종 및 개체수(5월)	130
〈표 7.13〉	어란 출현종 및 개체수(7월)	131
〈표 7.14〉	자치어 출현종 및 개체수(7월)	131
〈표 7.15〉	어란 출현종 및 개체수(10월)	131
〈표 7.16〉	저서무척추동물 종조성(3월)	132
〈표 7.17〉	저서무척추동물 종조성(5월)	136
〈표 7.18〉	저서무척추동물 종조성(7월)	140
〈표 7.19〉	저서무척추동물 종조성(10월)	144

(그림 3.1.28)	동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(7월)	54
(그림 3.1.29)	동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(10월)	55
(그림 3.1.30)	동물플랑크톤의 정점간 유사도(3월)	58
(그림 3.1.31)	동물플랑크톤의 정점간 유사도(5월)	58
(그림 3.1.32)	동물플랑크톤의 정점간 유사도(7월)	59
(그림 3.1.33)	동물플랑크톤의 정점간 유사도(10월)	59
(그림 3.1.34)	조사해역 동물플랑크톤 선행 연구와의 비교(출현종수)	60
(그림 3.1.35)	조사해역 동물플랑크톤 선행 연구와의 비교(현존량)	60
(그림 3.1.36)	조사시기별 어란 및 자치어 출현종수 및 개체수	63
(그림 3.1.37)	해역별 어란 및 자치어 출현종수 및 개체수	65
(그림 3.1.38)	어란 및 자치어 우점종(3월)	66
(그림 3.1.39)	어란 및 자치어 우점종(5월)	66
(그림 3.1.40)	어란 및 자치어 우점종(7월)	67
(그림 3.1.41)	어란 및 자치어 우점종(10월)	67
(그림 3.2.1)	저서무척추동물의 분류군별 출현비율	68
(그림 3.2.2)	조사지점에 따른 저서무척추동물의 분류군별 출현종수	69
(그림 3.2.3)	문섬(새끼섬) 일대 천연기념물 해송 출현 개체별 사진	74
(그림 6.1)	범섬 해역 수심대사진(3월)	101
(그림 6.2)	외돌개 해역 수심대사진(3월)	102
(그림 6.3)	문섬 해역 수심대사진(3월)	103
(그림 6.4)	섶섬 해역 수심대사진(3월)	104
(그림 6.5)	범섬 해역 수심대사진(5월)	105
(그림 6.6)	외돌개 해역 수심대사진(5월)	106
(그림 6.7)	문섬 해역 수심대사진(5월)	107
(그림 6.8)	섶섬 해역 수심대사진(5월)	108
(그림 6.9)	범섬 해역 수심대사진(7월)	109
(그림 6.10)	외돌개 해역 수심대사진(7월)	110
(그림 6.11)	문섬 해역 수심대사진(7월)	111
(그림 6.12)	섶섬 해역 수심대사진(7월)	112
(그림 6.13)	범섬 해역 수심대사진(10월)	113
(그림 6.14)	외돌개 해역 수심대사진(10월)	114
(그림 6.15)	문섬 해역 수심대사진(10월)	115
(그림 6.16)	섶섬 해역 수심대사진(10월)	116

제 1 장

서 론

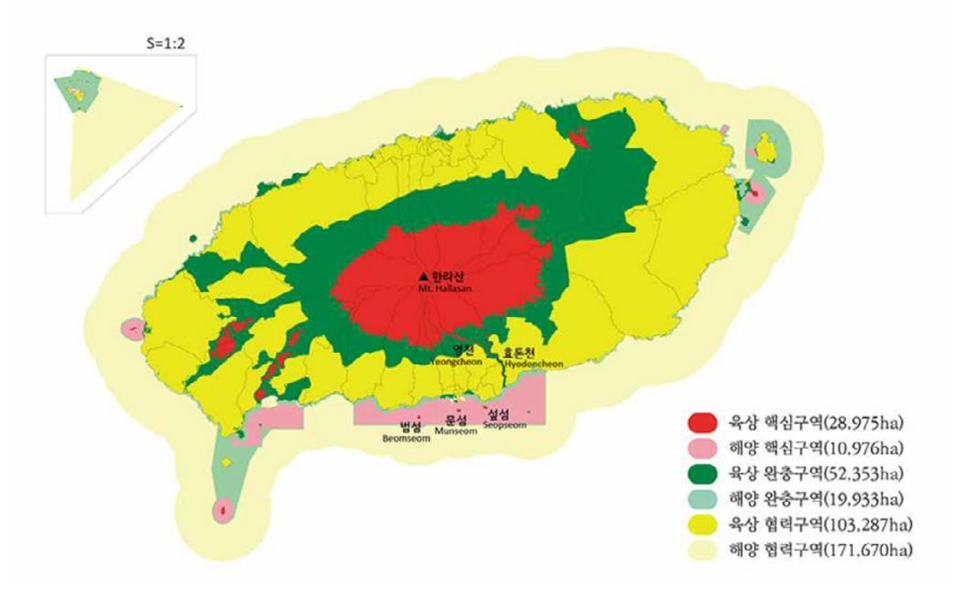
제1장 서론

과거 환경변화로부터 생물다양성을 보전하기 위한 국내외 많은 움직임이 있어 왔다. 대표적으로 유엔기후변화협약(UNFCCC), 람사르협약(the Ramsar Convention on Welands) 등과 같은 환경 관련 국제적 협약과 국립·도립·군립공원, 해양보호구역 등과 같은 국내 보호구역이 대표적이다. 특히 유네스코(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO)에서 주관하고 있는 3대 보호제도로 세계유산(World Heritage), 생물권보전지역(Biosphere Reserves), 세계지질공원(Geopark)은 최근 국내외에서 이슈가 되고 있는 보호지역이라 할 수 있다(신 등., 2010).

생물권보전지역(Biosphere Reserves)은 1971년 설립된 인간과 생물권(Man and the Biosphere, MAB) 프로그램을 실행하는 한 방안으로 고안되었다. 생물권보전지역의 중점 목표는 생물권의 필수적이며 근본적인 일부로서의 인간, 인간의 영향에 따른 대규모 생태학체계에 대한 연구·평가·관리의 통합적 접근, 그리고 지속가능한 자원관리를 지탱해주는 과학적이고 교육적인 활동을 계속해서 개발하는 것에 있다. 생물권보전지역은 1976년 벨로로시 민스크에서 열린 국제 생물권보전지역 총회에서 57곳이 처음 지정된 이래 2021년 12월 기준 131개국 727개소가 지정되어 있다(MAB 한국위원회).

우리나라에서는 설악산(1982), 제주도(2002), 신안다도해(2009), 광릉숲(2010), 고창(2013), 순천(2018), 강원(2019), 연천(2019), 북한 백두산(1989), 북한 구월산(2004), 북한 묘향산(2009), 북한 칠보산(2014), 북한 금강산(2018)으로 13개소가 생물권보전지역으로 지정되어 있다. 이 중 제주도 생물권보전지역은 2002년 12월 16일 한라산을 중심으로 처음 지정되었으며, 이후 2019년 6월 제주도 전역으로 확대되었다. 면적은 총 387,194ha이며 핵심구역, 완충구역, 협력구역으로 구분된다. 먼저 핵심구역은 한라산국립공원, 인근 국유림지역, 일부 곶자왈을 포함한 생태계보전지역, 천연보호구역인 4개의 부속 섬과 영천·효돈천 천연보호구역, 해양보호구역 등으로 구성되어 있다. 다음으로 완충구역은 핵심구역을 제외한 국내법에 의해 보호받는 지역, 생물다양성 보전이 고려되는 지역으로 2009년 생태계 서식처 질 평가 결과 우수지역, 핵심구역 경계로부터 100m 이내 지역 등으로 구성되어 있다. 협력구역의 경우 핵심구역과 완충구역을 제외한 육상지역과 주민이 친환경적으로 자원을 이용 가능한 지역으로 제주 본도 경계 및 해양지역의 핵심구역과 완충구역의 경계에서 통발어업금지 구역 경계를 적용한 5.5km 이내

지역 등으로 구성되어 있다(제주도).



(그림 1.1.1) 제주도 생물권보전지역

이 중 문섬 일대는 생물권보전지역 내 해양 핵심구역이자 해양보호구역 중 해양생태계 보호구역으로 지정되어 있다(해양수산부). 「해양생태계 보전 및 관리에 관한 법률」에 정의된 해양보호구역(Marine Protected Areas, MPAs)은 해양생물다양성이 풍부하여 생태적으로 중요하거나 해양경관 등 해양자산이 우수하여 특별히 보전할 가치가 큰 구역으로서 제25조(해양보호구역의 지정·관리)의 규정에 의하여 국토해양부장관이 지정하는 구역을 말한다. 우리나라에서는 습지보전법 제8조에 따른 습지보호구역 14개소, 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률 제25조에 의한 해양생태계 보호구역 15개소와 해양생물 보호구역 2개소 및 해양경관 보호구역 1개소로 총 32개소(1,798.692 km^2)가 지정되어 있다. 따라서 문섬 일대는 생물권보전지역이자 해양보호구역으로서 보전가치가 큰 지역이라고 할 수 있다.

국내 생물권보전지역과 해양보호구역에 대한 연구는 경제효과에 관한 연구(김, 2004; 박 등., 2015), 제도 운영에 관한 연구(채와 남, 2011; 채, 2012) 등 경제적, 제도적 측면에서 접근한 사례가 많다. 생태계 모니터링 측면에서는 제주도 문섬 일대에서 어류 서식실태(명., 1997; 최 등., 2013;), 식물플랑크톤 군집구조(좌와 이., 2000), 저서무척추

동물 군집구조(고 등., 2008), 해조류 생물량 연간 변동 양상(고 등., 2008), 산호군락의 보전가치(박 등., 2018) 등 다양한 연구가 수행되었다. 해양수산연구원에서도 2015년부터 문섬 일대의 생태계 모니터링을 지속적으로 수행하였다.

본 조사는 2021년 생물권보전지역이자 해양보호구역인 문섬일대의 해양생물상을 모니터링하여 향후 생물종다양서엥 관한 보전방안 마련의 기초자료로 활용하고자 하였다. 또한 기후변화로 인한 아열대화로 문섬 일대에 출현하고 있는 다양한 아열대종을 모니터링하여 아열대화에 따른 정책 수립에 대한 관련 자료를 제공하고자 하였다.



(그림 1.1.2) 국내 해양보호구역 지정현황

제 2 장

조사개요

제2장 조사개요

1. 조사 배경

문섬 일대는 생물권보전지역이자 해양보호구역으로 해양수산부 지정 해양보호생물 및 문화재청 지정 천연기념물이 분포하는 등 생물다양성과 보전가치가 높은 지역으로 알려져 있다. 대표적으로 문섬 일대에는 쿠로시오 난류의 영향으로 연산호류 등이 군락을 이루고 있는데 산호는 해양생태계 변화를 예측할 수 있는 주요 지표종이자 해양생물의 서식지를 제공하는 중요한 역할을 담당하며(강 등., 2005), 경제적으로 보전가치가 큰 것으로 알려져 있다(박 등., 2018). 따라서 이 지역의 해양생태계를 과학적으로 모니터링하고 보전방안을 수립하는 것이 필요하다.

또한 문섬 일대는 우리나라에서 아열대화가 진행되고 있는 대표적인 해역으로 과거 출현하지 않았던 아열대성 어류가 지속적으로 출현하고 있으며(최 등., 2013; 고 등., 2021), 기존 해양생물의 서식지 분포 변화가 나타남에 따라 아열대종에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

2. 조사 목적

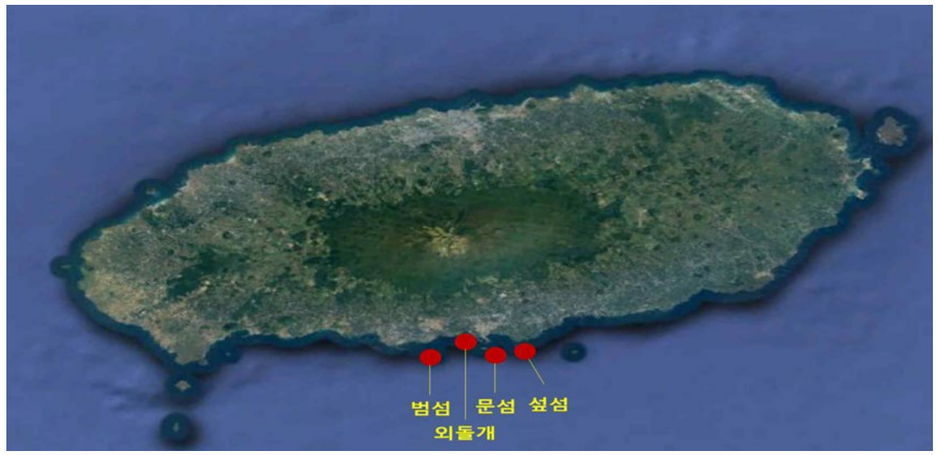
문섬 일대에 서식하는 환경부지정 멸종위기야생동식물, 천연기념물 그리고 해수부 지정 해양보호생물의 서식상태를 모니터링하고, 해양생물의 출현 양상과 분포특성 등 정기 모니터링 통한 생물 종다양성 보전과 활용을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

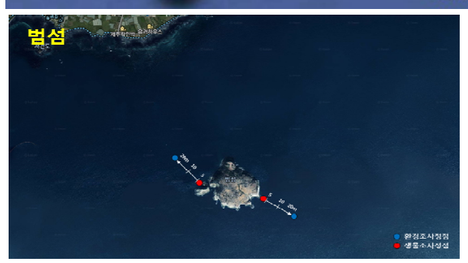
또한 아열대 생물종의 출현을 포함한 수중생물상을 모니터링하여 향후 기후변화와 관련한 정책에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다.

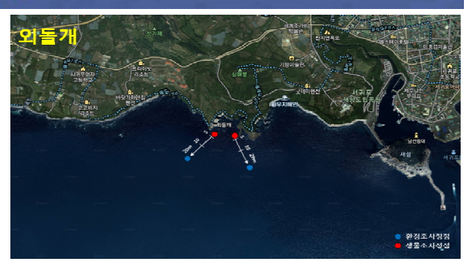
3. 조사 방법

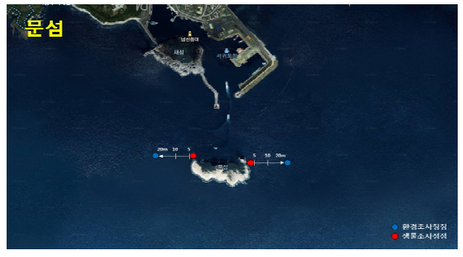
3.1. 조사해역의 선정

해양공원 및 해양보호구역 주변 해역의 부유생태, 저서생태 등을 파악하기 위하여 그림 2.3.1과 표 2.3.1과 같이 조사정점을 선정하여 현장조사를 실시하였다.











(그림 2.3.1) 해양공원 및 해양보호구역 조사해역

<표 2.3.1 > 조사지점 위치 좌표

구분				정점좌표(WGS-84)	
				위도(N)	경도(E)
수질, 해양 생태계	범섬	잠수조사	1	33° 13′04.62″	126° 30′48.42″
			2	33° 13′10.62″	126° 31′03.00″
		부유생물	1	33° 13′05.22″	126° 30′48.06″
			2	33° 13′11.46″	126° 31′04.26″
	외돌개	잠수조사	1	33° 14′15.72″	126° 32′37.38″
			2	33° 14′12.42″	126° 32′50.76″
		부유생물	1	33° 14′15.72″	126° 32′37.38″
			2	33° 14′10.68″	126° 32′50.58″
	문섬	잠수조사	1	33° 13′38.36″	126° 33′46.76″
			2	33° 13′41.06″	126° 34′02.05″
		부유생물	1	33° 13′38.52″	126° 33′44.94″
			2	33° 13′42.96″	126° 34′05.70″
	섶섬	잠수조사	1	33° 13′46.38″	126° 35′46.68″
			2	33° 13′54.66″	126° 35′50.58″
		부유생물	1	33° 13′45.54″	126° 35′42.84″
			2	33° 13′53.22″	126° 35′46.56″

3.2. 조사내용

(1) 부유생물 조사

해양생태계 조사항목 중 식물플랑크톤은 각 해역 연안과 외해의 표층과 저층에서 Niskin 채수기로 채수한 해수를 1% 루골용액으로 고정하는 정량채집 방법을 사용하여 진행되었다. 식물플랑크톤의 정성분석은 농축된 시료 중 소량을 취하여 광학현미경(Nikon Eclipse 80i)하에서 200~1,000 배율로 종의 동정과 분류를 실시하였으며, 식물플랑크톤의 계수와 동정은 규조류, 와편모조류, 규질편모조류, 식물편모조류를 대상으로 분석하였다. 종의 동정 및 분류는 Cupp (1943), 山路勇(1984), 교육부(1994), Tomas (1996), Round et al. (1990) 등의 문헌을 참고하였다. 식물플랑크톤의 정량분석은 48시간 동안 시료를 침전시킨 후 상등액을 제거하는 침전법으로 시료를 농축시키며 농축된 재료를 균일하게 섞은 후 1㎖를 Sedgwick -Rafter 계수판에 넣고 광학현미경(Eclipse 80i, Nikon) 하에서 전체 세포수를 계수하였다. 식물플랑크톤의 현존량은 세포수/리터(cells/L)로 환산하여 표시하였다.

동물플랑크톤은 각 조사해역 연안과 외해의 표층에서 원추형 네트(망구 60㎝, 망목

200㎛, Hydrobios Flowmeter)를 이용하여 약 1m/sec의 속도로 10분간 예인한 후 5% 중성포르말린으로 고정하여 분석에 사용하였다. 시료는 실험실에서 저밀도의 표본 및 출현종에 대해서는 전량 계수를 실시하였으며, 고밀도의 출현종에 대해서는 Folsom식 분할기를 이용하여 적절한 양으로 분할 한 후, 시료의 일정량을 Bogorove chamber 계수판 위에 넣은 다음 현미경 하에서 동정 및 계수한 후 단위체적당 현존량으로 환산하였다. 동물플랑크톤의 분류 및 동정은 山路勇(1984), 유(1995), 千原과 村野(1997), 서(2011), 서 등(2013)의 문헌을 참고하였다.

어란 및 자치어의 경우 실험실로 운반된 시료를 해부 현미경(SV6, Zeiss)에서 어란과 자치어를 선별, 계수하고 단위 부피당 출현개체수(ind./1,000㎥)로 환산하였다. 분류 및 동정은 김(1981), 鈴木과 高松(1989), 김 등(2011), W.Kendall(2011), 국립수산과학원(2017)을 참고하였다.

(2) 해양생물 조사

조사해역의 생물상조사는 대상 해역의 해저지형을 토대로 2개의 조사 라인을 설정한 후, 각 라인을 따라 진행하면서 GPS와 현장 생물 사진을 동일한 시간대에 기록할 수 있도록 SCUBA diving을 이용하여 Line-transect 방법으로 실시하였다. 수중조사팀은 4명이 1조가 되어 수중비디오카메라(GoPro HERO 5, Deepcube Co.) 촬영 1명, 수중사진(Nikon D800, Nauticam Housing NA D800) 촬영 1명 그리고 생물 채집 2명으로 구성되었다. 각 팀은 조사선(연안어선, 5~7톤)으로 조사지점에 도착하게 되면, WGS 84체제를 사용하는 프로터로 사전 준비한 조사라인의 좌표를 확인하고 도착 지점의 방향을 설정한 후 수중에 잠수를 하여 목표방향으로 진행하면서 각 조사라인의 특성에 대한 필요한 자료를 취득하였다.

(3) 생태지수 및 군집유사도 분석

부착생물 및 유영생물 군집의 생태학적 특성을 이해하기 위한 다양도 지수(Shannon and Wiener, 1963), 풍부도 지수(Magalef, 1958), 균등도 지수(Pielou, 1977) 및 우점도 지수(Simpson, 1949)는 다음과 같이 계산하였다.

<표 2.3.2> 생태학적 지수의 계산식

생 태 지 수	계 산 식	
다양도지수	′ 집 갱 갱 × ln 갱	(Shannon and Weaver, 1963)
풍부도지수	ln	(Margalef, 1958)
균등도지수	′ ln	(Pielou, 1966)
우점도지수	n n N	(Mcnaughton, 1968)

여기서, 갱 : i번째 종의 점유율, : 출현종수, : 출현개체수,
갸갱 : 갱 번째 종의 개체수, 갸 : 제1우점종의 개체수, 갸 : 제2우점종의 개체수

조사해역에 출현하는 해양생물상의 군집특성을 분석하기 위해 Primer 6.0 프로그램을 사용하여 각 조사해역별 출현종 자료를 바탕으로 유사도 지수(similarity index)를 구하고 집괴분석(Cluster Analysis)을 실시하였다.

제 3 장

조사결과

제3장 조사결과

1. 부유생태계 특성

1.1 식물플랑크톤

1.1.1 조사시기별 결과

조사시기별 식물플랑크톤의 출현종수와 현존량을 표 3.1.1에 나타내었다.

3월 조사해역의 식물플랑크톤 출현종수는 총 48종으로 수층에 따라 표층에서 38종, 저층에서 31종이 출현하였고, 평균 현존량은 표층 7—761 cells/L, 저층 5,391 cells/L로 평균 6,576 cells/L가 나타났다.

5월 조사해역의 식물플랑크톤 출현종수는 총 53종으로 수층에 따라 표층에서 44종, 저층에서 38종이 출현하였고, 평균 현존량은 표층 17,501 cells/L, 저층 14,104 cells/L로 평균 15,802 cells/L가 나타났다.

8월 조사해역의 식물플랑크톤 출현종수는 총 60종으로 수층에 따라 표층에서 49종, 저층에서 46종이 출현하였고, 평균 현존량은 표층 12,294 cells/L, 저층 10,735 cells/L로 평균 11,515 cells/L가 나타났다.

11월 조사해역의 식물플랑크톤 출현종수는 총 40종으로 수층에 따라 표층에서 44종, 저층에서 38종이 출현하였고, 평균 현존량은 표층 4,717 cells/L, 저층 3,034 cells/L로 평균 3,876 cells/L가 나타났다.

<표 3.1.1> 식물플랑크톤의 조사시기별 출현종수와 평균 현존량 비교

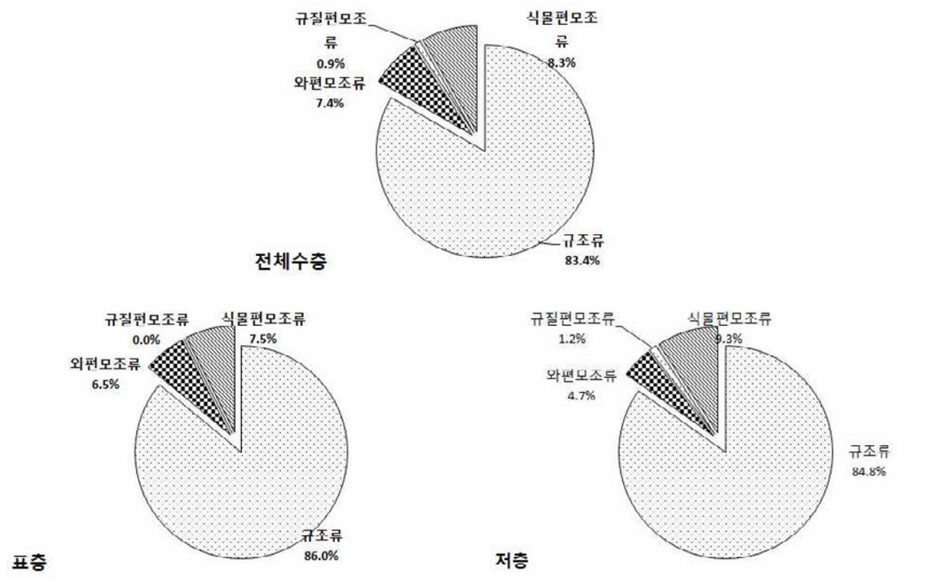
조사시기 / 항목		출현종수	평균 현존량 (cells/L)	우점종
3월	표 층	38	7,761	*Skeletonema costatum*
	저 층	31	5,391	
	종수/평균	48	6,576	
5월	표 층	44	17,501	*Chaetoceros curvisetus*
	저 층	38	14,104	
	종수/평균	53	15,802	
7월	표 층	49	12,294	*Chaetoceros decipiens*
	저 층	46	10,735	
	종수/평균	60	11,515	
10월	표 층	35	4,717	*Chaetoceros decipiens*
	저 층	23	3,034	
	종수/평균	40	3,876	

1.1.2 종조성

1) 전체 종조성

전체 조사기간 동안 식물플랑크톤 분류군별 종조성을 그림 3.1.1 및 표 3.1.2에 나타내었다.

해양공원 및 해양보호구역 조사해역에서 출현한 식물플랑크톤은 4개 분류군으로 총 108종이 조사되었다. 분류군별로는 규조류(Bacillariophyceae)가 90종(83.3%)이 출현하여 가장 다양하였다. 와편모조류(Dinophyceae)는 8종, 규질편모조류(Silicoflagellates)는 1종, 식물편모조류(Phytoflagellates)는 9종이 출현하였다. 수층에 따라 표층 93종, 저층 86종으로 표층이 저층보다 상대적으로 다양한 종이 출현한 것으로 나타났다. 규조류는 표층과 저층에서 각각 86.0%, 84.9%의 높은 점유율을 차지하는 것으로 나타났다.



(그림 3.1.1) 식물플랑크톤의 분류군별 종조성

<표 3.1.2> 식물플랑크톤의 분류군별 종조성(전체 조사기간)

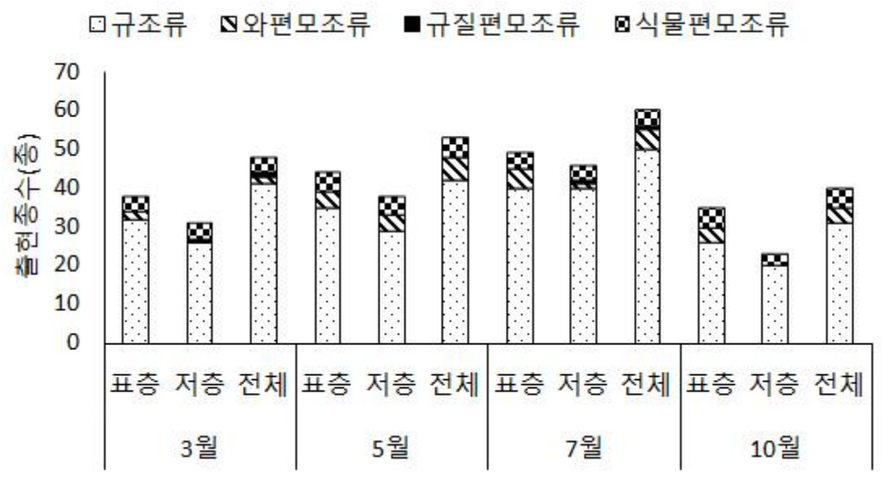
분류군	표층		저층		전체	
	종수	%	종수	%	종수	%
규조류	80	86.0	73	84.8	90	83.4
와편모조류	6	6.5	4	4.7	8	7.4
규질편모조류			1	1.2	1	0.9
식물편모조류	7	7.5	8	9.3	9	8.3
합 계	93	100.0	86	100.0	108	100.0

2) 시기별 종조성

조사 시기 분류군별 식물플랑크톤의 출현종수를 그림 3.1.2 및 표 3.1.3에 나타내었다.

2021년 3월에 48종, 5월에 53종, 7월에 60종, 10월에 40종으로 하계인 7월에 많고, 추계인 10월에 적은 종수가 출현하는 것으로 조사되었다.

식물플랑크톤의 수층별 종수를 살펴보면, 2월은 표층 38종, 저층 31종, 5월은 표층 44종, 저층 38종, 7월은 표층 49종, 저층 46종, 10월은 표층 35종, 저층 23종으로 모든 조사시기에 표층에서 많은 종수가 조사되었다. 모든 수층과 모든 조사 시기에 규조류가 우점하는 분류군으로 나타났다.



(그림 3.1.2) 조사시기별 식물플랑크톤의 분류군별 종조성

<표 3.1.3> 조사시기별 식물플랑크톤의 종조성

분류군	3월			5월			7월			10월		
	표층	저층	전체	표층	저층	전체	표층	저층	전체	표층	저층	전체
규조류	32	26	41	35	29	42	35	29	42	35	29	42
와편모조류	2		2	4	4	6	4	4	6	4	4	6
규질편모조류		1	1									
식물편모조류	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
합 계	38	31	48	44	38	53	44	38	53	44	38	53

1.1.3 시기별 현존량

조사시기별 식물플랑크톤 평균 현존량을 그림 3.1.3에 나타내었다.

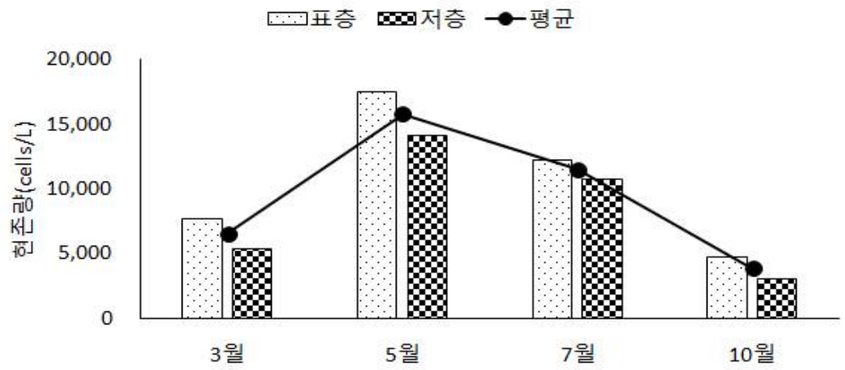
조사 기간 중 조사해역에 출현한 식물플랑크톤의 현존량은 1,944~26,832 cells/L(평균 9,442 cells/L)의 범위로 조사되었으며, 5월(춘계)에 가장 많은 현존량을 보였고, 10월(추계)에 가장 적은 현존량이 나타났다.

3월 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량은 13,152 cells/L로 출현하였고, 수층별로는 표층이 7,761 cells/L, 저층이 5,391 cells/L로 수층 간 현존량은 유사하게 나타났다.

5월 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량은 31,605 cells/L로 수층별로는 표층이 17,501 cells/L, 저층이 14,104 cells/L로 표층이 저층보다 많은 현존량이 나타났다.

7월 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량은 11,515 cells/L로 수층별로는 표층이 12,294 cells/L, 저층이 10735 cells/L로 표층이 저층보다 많은 현존량이 나타났다.

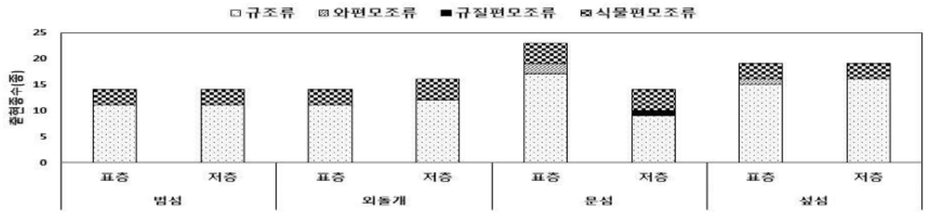
10에 출현한 식물플랑크톤의 평균 현존량은 3,876 cells/L로 수층별로는 표층이 4,717 cells/L, 저층이 3,034 cells/L로 표층이 저층보다 많은 현존량이 나타났다.



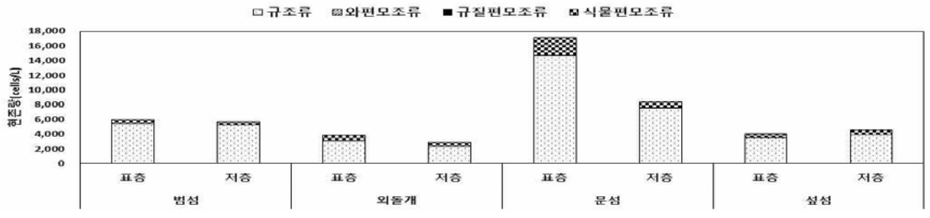
(그림 3.1.3) 조사시기별 식물플랑크톤의 현존량

1.1.4 조사해역별 종조성 및 현존량

조사 해역별 3월 식물플랑크톤 분류군별 출현종수 및 현존량을 그림 3.1.4 및 3.1.5, 표 3.1.4 및 3.1.5에 나타내었다. 3월 조사해역에 출현한 식물플랑크톤의 출현종수와 현존량을 살펴보면, 출현종수는 14~23종의 범위로 문섬(표층)에서 가장 많은 종이 출현하였고, 외돌개(표층)에서 가장 적게 출현하였다. 현존량은 2,923~17,136 cells/L의 범위로 조사 정점에 따른 현존량의 차이가 보였으며, 문섬(표층)에서 가장 높은 현존량을 보였고, 외돌개(저층)에서 가장 낮은 현존량을 나타내었다. 모든 정점에서 규조류의 종수와 현존량이 전체 분류군에서 차지하는 점유율이 높게 나타났다.



(그림 3.1.4) 식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(3월)



(그림 3.1.5) 식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(3월)

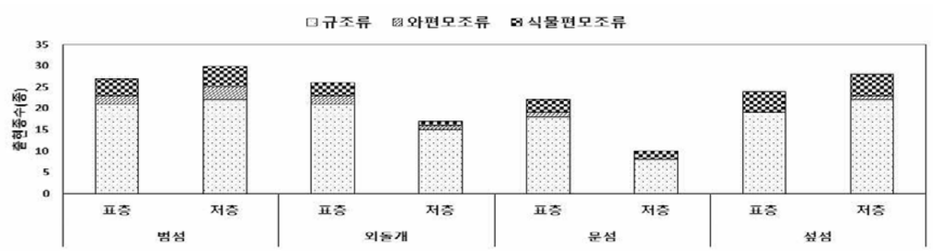
<표 3.1.4> 조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(3월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		총 종수	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	11	11	11	12	17	9	15	16	32	26
와편모조류	-	-	-	-	2	-	1	-	2	-
규질편모조류	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
식물편모조류	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4
합계	14	14	14	16	23	14	19	19	38	31

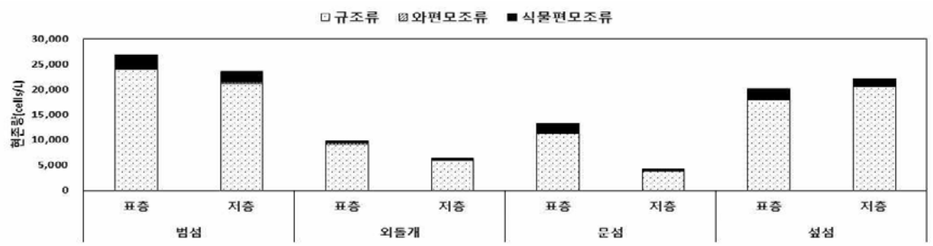
<표 3.1.5> 조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(3월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		평균	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	5,412	5,236	3,066	2,291	14,616	7,551	3,498	3,965	6,648	4,761
와편모조류	-	-	-	-	112	-	59	-	43	-
규질편모조류	-	-	-	-	-	60	-	-	-	15
식물편모조류	594	462	803	632	2,408	783	474	585	1,070	615
합계	6,006	5,698	3,869	2,923	17,136	8,394	4,031	4,550	7,761	5,391

조사 해역별 5월 식물플랑크톤 분류군별 출현종수 및 현존량을 그림 3.1.6 및 3.1.7, 표 3.1.6 및 3.1.7에 나타내었다. 5월 조사해역에 출현한 식물플랑크톤의 출현종수와 현존량을 살펴보면, 출현종수는 10~30종의 범위로 범섬(저층)에서 많은 종이 출현하였고, 문섬(저층)에서 적게 출현하였다. 현존량은 4,281~26,832 cells/L의 범위로 조사 정점에 따른 현존량의 차이가 보였고, 범섬(표층)에서 가장 높은 현존량을 보였고, 문섬(저층)에서 가장 낮은 현존량을 나타내었다. 모든 정점에서 규조류의 종수와 현존량이 전체 분류군에서 차지하는 점유율이 높게 나타났다.



(그림 3.1.6) 식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(5월)



(그림 3.1.7) 식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(5월)

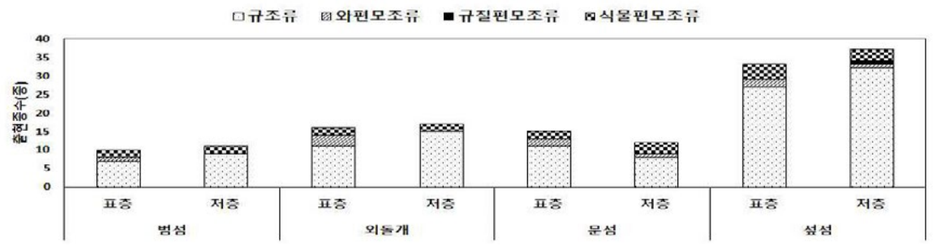
<표 3.1.6> 조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(5월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		총 종수	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	21	22	21	15	18	8	19	22	35	29
와편모조류	2	3	2	1	1			1	4	4
식물편모조류	4	5	3	1	3	2	5	5	5	5
합계	27	30	26	17	22	10	24	28	44	38

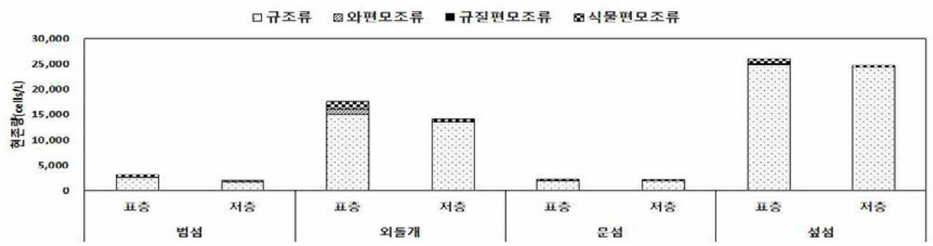
<표 3.1.7> 조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(5월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		평균	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	23,994	21,164	9,072	5,984	11,234	3,806	17,963	20,616	15,566	12,893
와편모조류	172	296	216	136	82			58	117	123
식물편모조류	2,666	2,146	540	204	1,886	475	2,178	1,529	1,818	1,089
합계	26,832	23,606	9,828	6,324	13,202	4,281	20,141	22,203	17,501	14,105

조사 해역별 7월 식물플랑크톤 분류군별 출현종수 및 현존량을 그림 3.1.8 및 3.1.9, 표 3.1.8 및 3.1.9에 나타내었다. 7월 조사해역에 출현한 식물플랑크톤의 출현종수와 현존량을 살펴보면, 출현종수는 10~37종의 범위로 섶섬(저층)에서 많은 종이 출현하였고, 범섬(표층)에서 적게 출현하였다. 현존량은 1,944~26,042 cells/L의 범위로 조사 정점에 따른 현존량의 차이가 보였고, 섶섬(표층)에서 가장 높은 현존량을 보였고, 범섬(저층)에서 가장 낮은 현존량을 나타내었다. 모든 정점에서 규조류의 종수와 현존량이 전체 분류군에서 차지하는 점유율이 높게 나타났다.



(그림 3.1.8) 식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(7월)



(그림 3.1.9) 식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(7월)

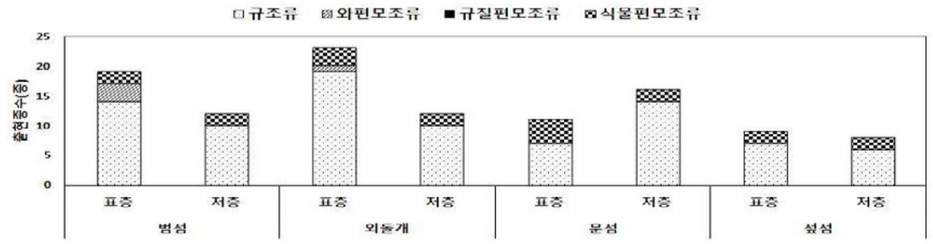
〈표 3.1.8〉 조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(7월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		총 종수	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	7	9	11	15	11	8	27	32	40	40
와편모조류	1		3		2	1	2	1	5	1
규질편모조류								1		1
식물편모조류	2	2	2	2	2	3	4	3	4	4
합계	10	11	16	17	15	12	33	37	49	46

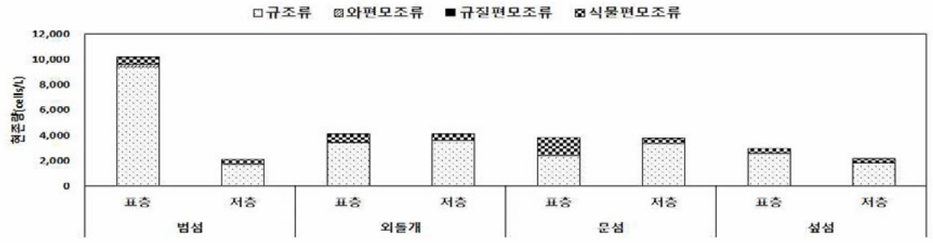
〈표 3.1.9〉 조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(7월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		평균	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	2,581	1,674	15,169	13,475	1,804	1,800	24,882	24,310	11,109	10,315
와편모조류	89		1,001		164	75	232	55	372	33
규질편모조류								55		14
식물편모조류	534	270	1,463	616	328	225	928	385	813	374
합계	3,204	1,944	17,633	14,091	2,296	2,100	26,042	24,805	12,294	10,736

조사 해역별 10월 식물플랑크톤 분류군별 출현종수 및 현존량을 그림 3.1.10 및 3.1.11, 표 3.1.10 및 3.1.11에 나타내었다. 10월 조사해역에 출현한 식물플랑크톤의 출현종수와 현존량을 살펴보면, 출현종수는 8~23종의 범위로 외돌개(표층)에서 많은 종이 출현하였고, 섶섬(저층)에서 적게 출현하였다. 현존량은 2,106~10,184 cells/L의 범위로 조사 정점에 따른 현존량의 차이가 보였고, 범섬(표층)에서 가장 높은 현존량을 보였고, 범섬(저층)에서 가장 낮은 현존량을 나타내었다. 모든 정점에서 규조류의 종수와 현존량이 전체 분류군에서 차지하는 점유율이 높게 나타났다.



(그림 3.1.10) 식물플랑크톤의 조사해역별 출현종수(10월)



(그림 3.1.11) 식물플랑크톤의 조사해역별 현존량(10월)

〈표 3.1.10〉 조사해역별 식물플랑크톤의 출현종수(10월)

분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		총 종수	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	14	10	19	10	7	14	7	6	26	20
와편모조류	3		1						4	
식물편모조류	2	2	3	2	4	2	2	2	5	3
합계	19	12	23	12	11	16	9	8	35	23

<표 3.1.11> 조사해역별 식물플랑크톤의 현존량(10월)

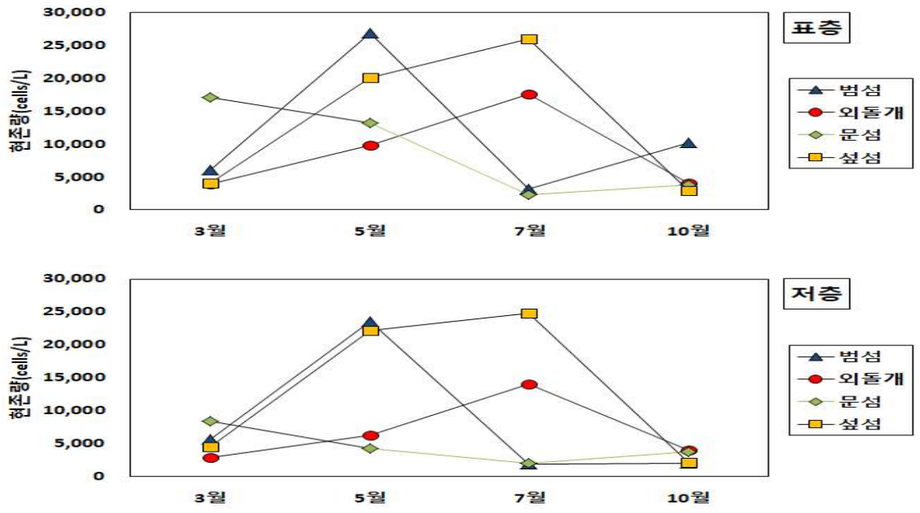
분류군	범섬		외돌개		문섬		섶섬		평균	
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층
규조류	9,380	1,728	3,417	3,577	2,418	3,286	2,573	1,836	4,447	2,607
와편모조류	268		67						84	
식물편모조류	536	378	603	511	1,404	496	415	324	740	427
합계	10,184	2,106	4,087	4,088	3,822	3,782	2,988	2,160	5,271	3,034

1.1.5 해역별 식물플랑크톤의 군집 동태

해역별 식물플랑크톤의 군집 동태를 표층과 저층에 따라 비교하였다(그림 3.1.12).

조사 시기별 평균 현존량은 표층에서 3월 7,761 cells/L, 5월 17,501 cells/L, 7월 12,294 cells/L, 10월 5,271 cells/L로 5월에 가장 많았고, 10월이 가장 적었으나 해역별로는 보았을 때 문섬 해역은 3월에 가장 많은 현존량을 보였고, 섶섬과 외돌개는 하계인 7월에 가장 많은 현존량을 보여 해역별 차이를 나타냈다.

저층에서는 3월 평균 5,391 cells/L, 5월 평균 14,105 cells/L, 7월 10,736 cells/L, 10월 3,034 cells/L로 표층과 마찬가지로 5월에 가장 많은 현존량으로 보였으나, 표층과 마찬가지로 섶섬과 외돌개 지역은 7월에 가장 많은 현존량을 가졌고, 문섬은 3월에 가장 많고 7월에 가장 적은 현존량를 보였다.

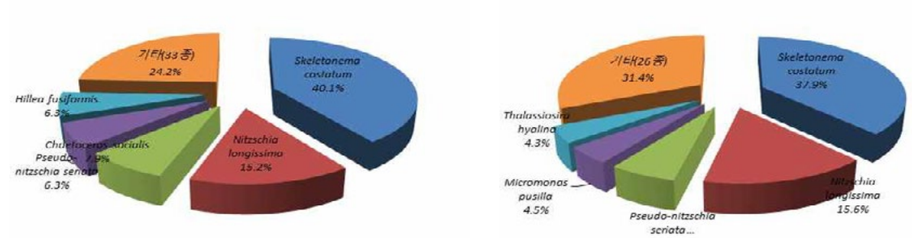


(그림 3.1.12) 정점 및 시기별 식물플랑크톤의 현존량

1.1.6 우점종

식물플랑크톤의 우점종은 전체 조사 시료를 대상으로 하였을 때, 식물플랑크톤 총 현존량의 상위 우점한 5종을 대상으로 선정하였다.

3월 표층의 식물플랑크톤 우점종 및 현존량을 그림 3.1.13, 표 3.1.12 및 3.1.13에 나타내었다. 규조류인 *Skeletonema costatum*이 평균 3,110 cells/L로 현존량 대비 40.1%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류 *Nitzschia longissima*로 평균 1,176 cells/L의 현존량을 나타냈다. 저층은 표층과 동일하게 규조류인 *Skeletonema costatum*이 평균 2,046 cells/L로 현존량 대비 37.9%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류인 *Nitzschia longissima*로 평균 840 cells/L의 현존량을 나타냈다. 최우점종의 현존량은 표층이 저층보다 다소 많았다.



(그림 3.1.13) 식믈풀랑크톤의 상위 우점종 조성비(3월)

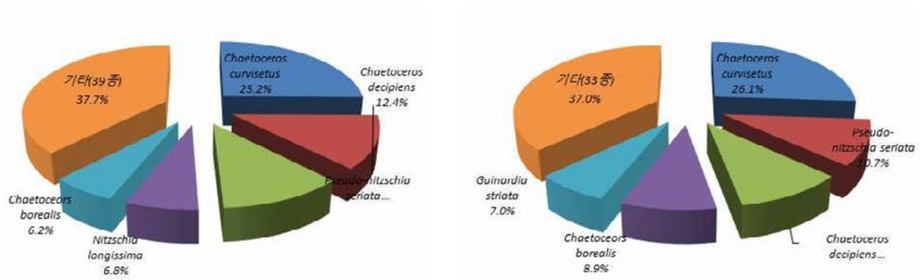
<표 3.1.12> 표층 식물플랑크톤 상위 우점종(3월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Skeletonema costatum*	2,244	1,460	7,784	950	3,110	40.1
2	규조류	*Nitzschia longissima*	990	292	2,352	1,068	1,176	15.2
3	규조류	*Chaetoceros socialis*	1,122		1,344		617	7.9
4	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	330		1,400	237	491	6.3
5	식물편모조류	*Hillea fusiformis*	198	292	1,232	237	489	6.3
		기타(33종)	1,122	1,825	3,024	1,539	1,878	24.2

<표 3.1.13> 저층 식물플랑크톤 상위 우점종(3월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Skeletonema costatum*	2,926	948	3,203	1,105	2,046	37.9
2	규조류	*Nitzschia longissima*	693	79	1,873	715	840	15.6
3	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	154	237	906	65	341	6.3
4	식물편모조류	*Micromonas pusilla*	231	237	241	260	241	4.5
5	규조류	*Thalassiosira hyalina*			725	195	230	4.3
		기타(26종)	1,694	1,422	1,446	2,210	1,693	31.4

5월 표층의 식물플랑크톤 우점종 및 현존량을 그림 3.1.14, 표 3.1.14 및 3.1.15에 나타내었다. 5월 표층의 식물플랑크톤은 규조류인 *Chaetoceros curvisetus*가 평균 4,414 cells/L로 현존량 대비 25.2%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류 *Chaetoceros decipiens*로 평균 2,176 cells/L의 현존량을 나타냈다. 저층은 표층과 동일하게 규조류인 *Chaetoceros curvisetus*가 평균 3,682 cells/L로 총 현존량 대비 26.1%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류인 *Pseudo-nitzschia seriata*로 평균 1,512 cells/L의 현존량을 나타냈다. 최우점종의 현존량은 표층이 저층보다 다소 많았다.



표층 저층

(그림 3.1.14) 식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(5월)

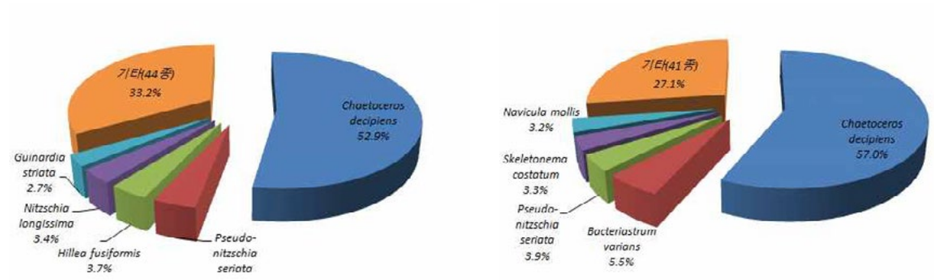
<표 3.1.14> 표층 식물플랑크톤 상위 우점종(5월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros curvisetus*	7,052	2,268	3,362	4,972	4,414	25.2
2	규조류	*Chaetoceros decipiens*	3,956	972	984	2,791	2,176	12.4
3	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	2,236	1,512	2,542	1,919	2,052	11.7
4	규조류	*Nitzschia longissima*	688	756	1,394	1,919	1,189	6.8
5	규조류	*Chaetoceors borealis*	3,870			436	1,077	6.2
		기타(39종)	9,030	4,320	4,920	8,104	6,593	37.7

<표 3.1.15> 저층 식물플랑크톤 상위 우점종(5월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros curvisetus*	5,624	1,700	1,746	5,658	3,682	26.1
2	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	2,072	884	793	2,298	1,512	10.7
3	규조류	*Chaetoceros decipiens*	2,146	204	396	3,065	1,453	10.3
4	규조류	*Chaetoceors borealis*	1,702	544		2,770	1,254	8.9
5	규조류	*Guinardia striata*	2,516			1,414	983	7.0
		기타(33종)	9,546	2,992	1,346	6,998	5,220	37.0

7월 표층의 식물플랑크톤 우점종 및 현존량을 그림 3.1.15, 표 3.1.16 및 3.1.17에 나타내었다. 7월 표층의 식물플랑크톤은 규조류인 *Chaetoceros decipiens*가 평균 6,503 cells/L로 현존량 대비 52.9%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류 *Pseudo-nitzchia seriata*로 평균 499 cells/L의 현존량을 나타냈다. 저층은 표층과 동일하게 규조류인 *Chaetoceros decipiens*가 평균 6,119 cells/L로 총 현존량 대비 57.0%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류인 *Bacteriastrum barians*로 평균 591 cells/L의 현존량을 나타냈다. 최우점종의 현존량은 표층이 저층보다 다소 많았다.



표층 저층

(그림 3.1.15) 식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(7월)

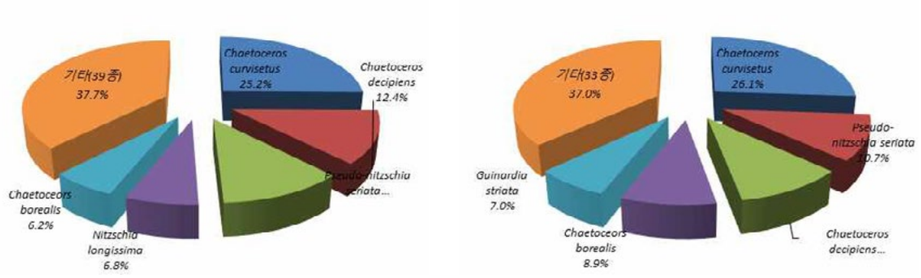
<표 3.1.16> 표층 식물플랑크톤 상위 우점종(7월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros decipiens*	1,958	11,473	574	12,006	6,503	52.9
2	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	178	308		1,508	499	4.1
3	식물편모조류	*Hillea fusiformis*	356	847	164	464	458	3.7
4	규조류	*Nitzschia longissima*	89	462	82	1,044	419	3.4
5	규조류	*Guinardia striata*		77		1,276	338	2.7
		기타(44종)	623	4,466	1,476	9,744	4,077	33.2

<표 3.1.17> 저층 식물플랑크톤 상위 우점종(7월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros decipiens*	918	10,626	1,050	11,880	6,119	57.0
2	규조류	*Bacteriastrum varians*				2,365	591	5.5
3	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	162	385	150	990	422	3.9
4	규조류	*Skeletonema costatum*				1,430	358	3.3
5	규조류	*Navicula mollis*	162	1,078	75	55	343	3.2
		기타(41종)	702	2,002	825	8,085	2,904	27.1

10월 표층의 식물플랑크톤 우점종 및 현존량을 그림 3.1.16, 표 3.1.18 및 3.1.19에 나타내었다. 10월 표층의 식물플랑크톤은 규조류인 *Chaetoceros decipiens*가 평균 1,796 cells/L로 현존량 대비 34.1%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류 *Skeletonema costatum*로 평균 4,474 cells/L의 현존량을 나타냈다. 저층은 표층과 동일하게 규조류인 *Chaetoceros decipiens*가 평균 1,004 cells/L로 총 현존량 대비 33.1%를 차지하여 최우점종으로 나타났고, 차우점종은 규조류인 *Bacillaria paxillifera*로 평균 232 cells/L의 현존량을 나타냈다. 최우점종의 현존량은 표층이 저층보다 다소 많았다.



표층 저층

(그림 3.1.16) 식물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(10월)

〈표 3.1.18〉 표층 식물플랑크톤 상위 우점종(10월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros decipiens*	3,886	1,206	1,014	1,079	1,796	34.1
2	규조류	*Skeletonema costatum*	3,484	268	390	332	1,119	21.2
3	규조류	*Pseudo-nitzschia seriata*	737	134	390	249	378	7.2
4	식물편모조류	*Hillea fusiformis*	335	268	468	249	330	6.3
5	식물편모조류	*Micromonas pusilla*	201	201	624	166	298	5.6
		기타(30종)	1,541	2,010	936	913	1,350	25.6

〈표 3.1.19〉 저층 식물플랑크톤 상위 우점종(10월)

순위	분류군	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균 현존량 (cells/L)	우점율 (%)
1	규조류	*Chaetoceros decipiens*	972	1,241	992	810	1,004	33.1
2	규조류	*Bacillaria paxillifera*		1,022		270	323	10.6
3	규조류	*Skeletonema costatum*	324	219		432	244	8.0
4	식물편모조류	*Micromonas pusilla*	216	292	186	216	228	7.5
5	규조류	*Nitzschia longissima*	54	146	682		221	7.3
		기타(18종)	540	1,168	1,922	432	1,016	33.5

1.1.7 생태지수

3월 해역별 식물플랑크톤 생태지수를 표 3.1.20에 나타내었다. 군집구조의 안정성을 나타내는 종다양성지수는 평균 2.12±0.26으로 1.78~2.45의 분포범위를 보였고, 범섬 저층에서 가장 낮게 분석되었고, 섶섬 저층에서 높게 나타나 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 평균 1.81±0.35로 문섬 저층에서 1.44로 가장 낮았고, 문섬 표층에서 2.26으로 가장 높게 나타났다.

균등도지수는 평균 0.76±0.09로 문섬 표층에서 낮게 나타나고, 외돌개 저층에서 높은 균등도를 나타냈다. 우점도지수는 평균 0.52±0.09로 섶섬 저층에서 0.40으로 낮고, 범섬 저층에서 0.64로 높았다.

수층별로 표층은 풍부도 1.87, 균등도 0.75, 다양도 2.12, 우점도 0.53으로 나타나 저층의 풍부도 1.74, 균등도 0.77, 다양도 2.13, 우점도 0.51과 유사한 생태지수를 보였다.

〈표 3.1.20〉 식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(3월)

정점	수층	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균
풍부도	표층	1.49	1.57	2.26	2.17	1.87
	저층	1.50	1.88	1.44	2.14	1.74
균등도	표층	0.74	0.83	0.62	0.80	0.75
	저층	0.67	0.86	0.71	0.83	0.77
다양도	표층	1.95	2.19	1.96	2.36	2.12
	저층	1.78	2.39	1.89	2.45	2.13
우점도	표층	0.56	0.47	0.59	0.50	0.53
	저층	0.64	0.41	0.60	0.40	0.51

5월 해역별 식물플랑크톤 생태지수를 표 3.1.21에 나타내었다. 종다양성지수는 평균 2.43±0.28로 1.81~2.70의 분포범위를 보였고, 문섬 저층에서 가장 낮게 분석되었고, 범섬 저층에서 높게 나타나 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 평균 2.29±0.59로 문섬 저층에서 1.08로 가장 낮았고, 범섬 저층에서 2.88로 가장 높게 나타났다.

균등도지수는 평균 0.79±0.02로 섶섬 저층에서 낮게 나타나고, 외돌개 저층에서 높은 균등도를 나타냈다. 우점도지수는 평균 0.42±0.08로 범섬 저층에서 0.34으로 낮고, 문섬 저층에서 0.59로 높았다.

수층별로 표층은 풍부도 2.45, 균등도 0.79, 다양도 2.52, 우점도 0.41로 나타나 저층의 풍부도 2.12, 균등도 0.79, 다양도 2.34, 우점도 0.44와 비교하여 풍부도와 다양도는 표층이 높고, 균등도는 유사했으며, 우점도는 저층이 높게 나타났다.

<표 3.1.21> 식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(5월)

정점	수층	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균
풍부도	표층	2.55	2.72	2.21	2.32	2.45
	저층	2.88	1.83	1.08	2.70	2.12
균등도	표층	0.77	0.81	0.78	0.79	0.79
	저층	0.79	0.83	0.79	0.76	0.79
다양도	표층	2.52	2.63	2.40	2.52	2.52
	저층	2.70	2.34	1.81	2.52	2.34
우점도	표층	0.41	0.38	0.45	0.39	0.41
	저층	0.34	0.42	0.59	0.39	0.44

7월 해역별 식물플랑크톤 생태지수를 표 3.1.22에 나타내었다. 종다양성지수는 평균 1.86±0.0.47로 1.13~2.46의 분포범위를 보였고, 외돌개 저층에서 가장 낮게 분석되었고, 문섬 표층에서 높게 나타나 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 평균 1.95±0.90로 범섬 표층에서 1.11로 가장 낮았고, 섶섬 저층에서 3.56로 가장 높게 나타났다.

균등도지수는 평균 0.66±0.15로 외돌개 저층에서 낮게 나타나고, 문섬 표층에서 높은 균등도를 나타냈다. 우점도지수는 평균 0.61±0.15로 문섬 표층에서 0.36으로 낮고, 외돌개 저층에서 0.83으로 높았다.

수층별로 표층은 풍부도 1.90, 균등도 0.69, 다양도 1.94, 우점도 0.58로 나타나 저층의 풍부도 2.00, 균등도 0.63, 다양도 1.77, 우점도 0.64와 비교하여 균등도와 다양도는 표층이 높고, 풍부도와 우점도는 저층이 높게 나타났다.

<표 3.1.22> 식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(7월)

정점	수층	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균
풍부도	표층	1.11	1.53	1.81	3.15	1.90
	저층	1.32	1.67	1.44	3.56	2.00
균등도	표층	0.64	0.54	0.91	0.67	0.69
	저층	0.77	0.40	0.74	0.62	0.63
다양도	표층	1.46	1.50	2.46	2.34	1.94
	저층	1.86	1.13	1.85	2.24	1.77
우점도	표층	0.72	0.72	0.36	0.52	0.58
	저층	0.56	0.83	0.61	0.57	0.64

10월 해역별 식물플랑크톤 생태지수를 표 3.1.23에 나타내었다. 종다양성지수는 평균 2.06±0.33로 1.77~2.66의 분포범위를 보였고, 범섬 표층과 섶섬 저층에서 가장 낮게 분석되었고, 외돌개 표층에서 높게 나타나 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 평균 1.55±0.0.59로 섶섬 저층에서 0.91로 가장 낮았고, 외돌개 표층에서 2.65로 가장 높게 나타났다.

균등도지수는 평균 0.81±0.09로 범섬 표층에서 낮게 나타나고, 문섬 표층에서 높은 균등도를 나타냈다. 우점도지수는 평균 0.53±0.12로 외돌개 표층에서 0.36으로 낮고, 범섬 표층에서 0.72로 높았다.

수층별로 표층은 풍부도 1.70, 균등도 0.80, 다양도 2.11, 우점도 0.51로 나타나 저층의 풍부도 1.40, 균등도 0.82, 다양도 2.01, 우점도 0.55와 비교하여 풍부도와 다양도는 표층이 높고, 균등도와 우점도는 저층이 높게 나타났다.

<표 3.1.23> 식물플랑크톤 조사해역별 생태지수(10월)

정점	수층	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균
풍부도	표층	1.95	2.65	1.21	1.00	1.70
	저층	1.44	1.32	1.94	0.91	1.40
균등도	표층	0.60	0.85	0.88	0.87	0.80
	저층	0.74	0.81	0.86	0.85	0.82
다양도	표층	1.77	2.66	2.10	1.91	2.11
	저층	1.83	2.01	2.43	1.77	2.01
우점도	표층	0.72	0.36	0.43	0.53	0.51
	저층	0.62	0.55	0.44	0.58	0.55

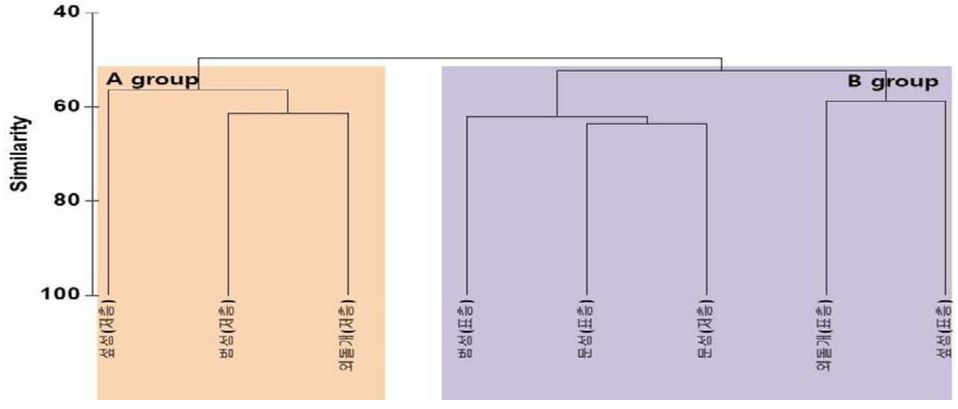
1.1.8 군집분석

해양공원 및 해양보호구역 주변해역 식물플랑크톤의 출현종과 개체수에 근거한 군집 분석 결과를 보면, 3월 식물플랑크톤 군집의 정점간 유사도는 전체 정점이 유사도 49% 중간 수준에서 모든 정점이 연결되었다. 50%의 유사도 기준으로 2개의 그룹, 즉 A 그룹은 섶섬(저층), 범섬(저층)과 외돌개(저층), B 그룹은 범섬(표층), 문섬(표층, 저층), 외돌개(표층), 섶섬(표층)로 나뉘었다(그림 3.1.17).

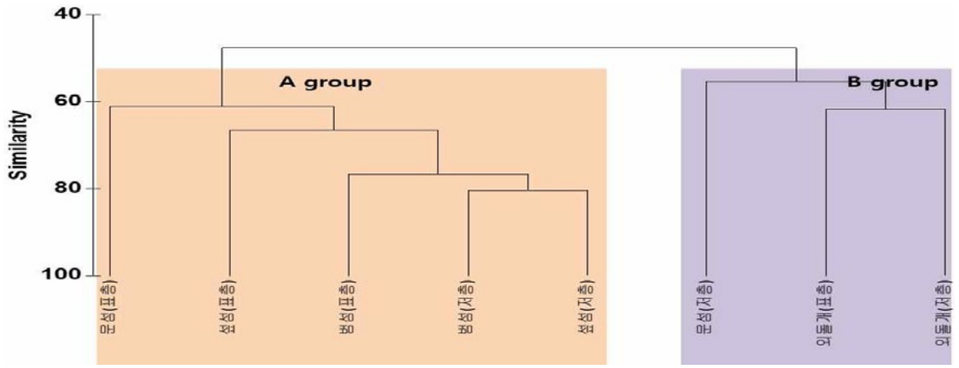
5월 식물플랑크톤 군집의 정점간 유사도는 전체 정점이 유사도 47% 중간 수준에서 모든 정점이 연결되었다. 55%의 유사도 기준으로 2개의 그룹, 즉 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다(그림 3.1.18).

7월 식물플랑크톤 군집의 정점간 유사도는 전체 정점이 유사도 32% 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었다. 41%의 유사도 기준으로 2개의 그룹, 즉 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다(그림 3.1.19).

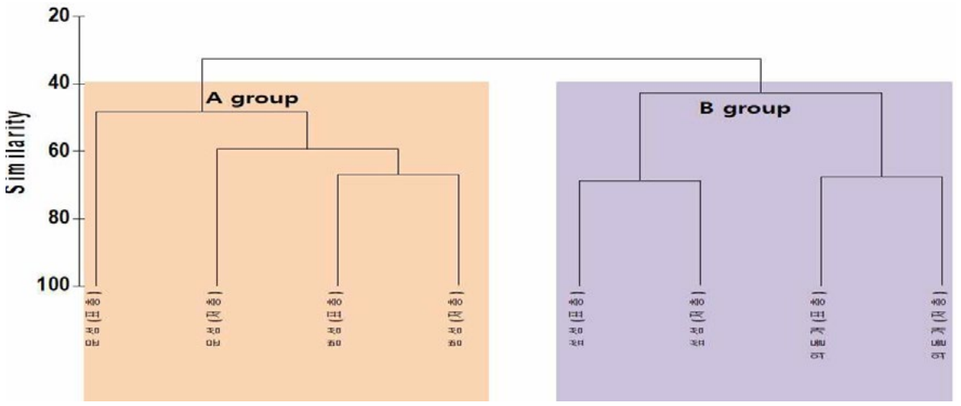
10월 식물플랑크톤 군집의 정점간 유사도는 전체 정점이 유사도 47% 중간 수준에서 모든 정점이 연결되었다. 55%의 유사도 기준으로 2개의 그룹, 즉 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다(그림 3.1.20).



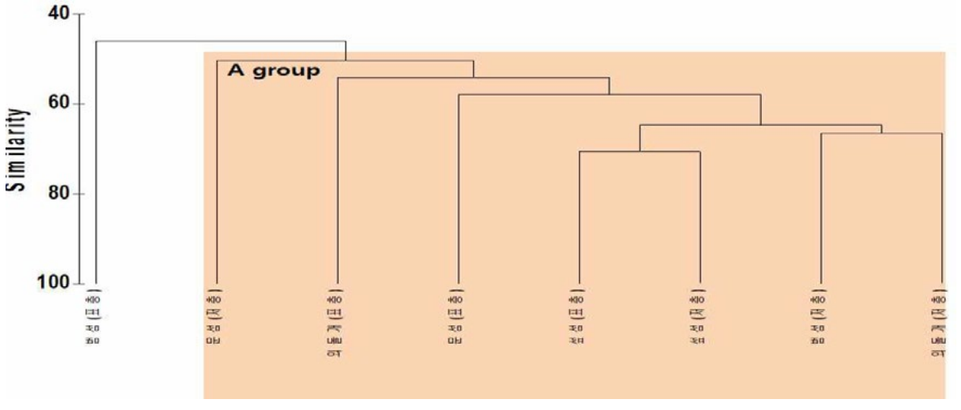
(그림 3.1.17) 식물플랑크톤의 정점간 유사도(3월)



(그림 3.1.18) 식물플랑크톤의 정점간 유사도(5월)



(그림 3.1.19) 식물플랑크톤의 정점간 유사도(7월)



(그림 3.1.20) 식물플랑크톤의 정점간 유사도(10월)

1.1.9 선행연구와의 비교

과거 2011년부터 2021년까지 식물플랑크톤 군집 비교 결과를 표 3.1.24, 그림 3.1.21 및 3.1.22에 나타내었다.

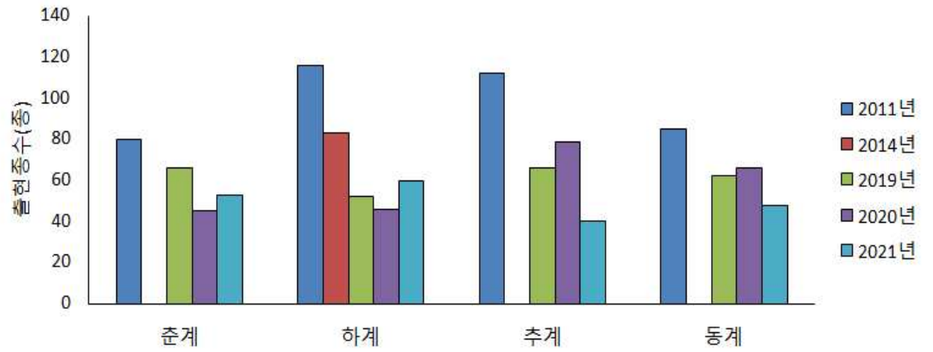
2011~2012년(10개 정점, 4계절 조사), 2014년(14개 정점, 8월 1회 조사), 2019년(10개 정점, 4계절 조사), 2020년(4개 정점, 4계절 조사), 2021년(4개 정점, 4계절 조사)에 조사된 해양보호구역 주변에서 출현한 식물플랑크톤 군집의 출현종수와 평균현존량을 비교하였다.

2011~2014년 선행연구결과, 식물플랑크톤의 출현종수는 80~116종, 평균 현존량은 1,709~33,393 cells/L를 보였다.

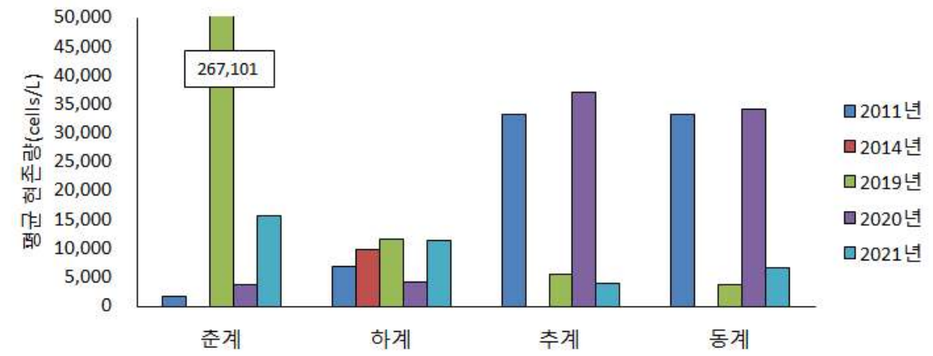
2019년 3월부터 2021년 10월까지 식물플랑크톤은 40~79종으로 2011년~2014년에 출현한 식물플랑크톤의 종수보다는 적은 종이 출현하였다. 현존량은 3,739~267,101 cells/L의 분포 범위였으며, Lee et al.(1990)의 1988~1989년 제주 해안선에서 조사된 현존량(1,834~1,190,044 cells/L)보다 좁은 범위와 낮은 최대값을 보였다. 일반적으로 제주연안의 식물플랑크톤 군집의 계절적 현존량의 변화는 춘계와 추계에 10^5 cells/L 이상의 비교적 높은 농도인 것으로 보고 되었으며(Lee et al., 1989), 본 조사에서도 이와 유사한 계절적 현존량 변화를 보이지만 현존량은 다소 낮게 나타나고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3.1.24> 연도별 식물플랑크톤 군집 조사결과 비교

시기		출현종수	평균 현존량 (cells/L)	주요 우점종	
2011년	5월	80	1,709		
	8월	116	6,959		
	10월	112	33,393		
2012년	2월	85	33,393		
2014년	8월	83	9,767	규조류	*Skeletonema costatum*
2019년	3월	62	3,781	규조류	*Skeletonema costatum*
	5월	66	267,101	규조류	*Skeletonema costatum*
	8월	52	11,732	식물편모조류	*Hillea fusiformis*
	10월	66	5,568	규조류	*Chaetoceros decipiens*
2020년	2월	45	3,739	규조류	*Chaetoceros socialis*(표층), *Chaetoceros decipiens*(저층)
	4월	46	4,201	규조류	*Chaetoceros decipiens*
	8월	79	37,239	규조류	*Chaetoceros decipiens*
	10월	66	34,183	규조류	*Chaetoceros decipiens*
2021년	3월	48	6,576	규조류	*Skeletonema costatum*
	5월	53	15,803	규조류	*Chaetoceros curvisetus*
	7월	60	11,415	규조류	*Chaetoceros decipiens*
	10월	40	3,876	규조류	*Chaetoceros decipiens*



(그림 3.1.21) 조사해역 식물플랑크톤 선행 연구와의 비교(출현종수)



(그림 3.1.22) 조사해역 식물플랑크톤 선행 연구와의 비교(현존량)

1.2 동물플랑크톤

1.2.1 조사시기별 결과

조사시기별 동물플랑크톤 출현종수 및 평균 개체수를 표 3.1.25에 나타내었다. 3월 조사해역에서 출현한 동물플랑크톤의 출현종수는 39종이며, 평균 개체수는 2 indiv./㎥, 평균 생물량은 0.3 ㎎/㎥로 나타났다. 우점종은 *Calanus sinicus*로 나타났고, 출현종 가운데 수환경 변화에 내성이 강한 절지동물이 동물플랑크톤 전체 종조성의 대부분을 차지하여 최근 우리나라 연안역의 공통된 해역특성을 나타내었다.

5월 조사해역에서 출현한 동물플랑크톤의 출현종수는 32종이며, 평균 개체수는 13 indiv./㎥, 평균 생물량은 26.2 ㎎/㎥로 나타났다. 우점종은 *Rosalina* sp.로 나타났으며, 출현종 가운데 수환경 변화에 내성이 강한 절지동물이 동물플랑크톤 전체 종 조성의 대부분을 차지하여 최근 우리나라 연안역의 공통된 해역특성을 나타내고 있다.

7월 조사해역에서 출현한 동물플랑크톤의 출현종수는 57종이며, 평균 개체수는 72 indiv./㎥, 평균 생물량은 34.7 ㎎/㎥로 나타났다. 우점종은 *Calanus sinicus*.로 나타났으며, 출현종 가운데 수환경 변화에 내성이 강한 절지동물이 동물플랑크톤 전체 종 조성의 대부분을 차지하여 최근 우리나라 연안역의 공통된 해역특성을 나타내고 있다.

10월 조사해역에서 출현한 동물플랑크톤의 출현종수는 61종이며, 평균 개체수는 153 indiv./㎥, 평균 생물량은 48.9 ㎎/㎥로 나타났다. 우점종은 *Oikopleura* sp.로 나타났으며, 출현종 가운데 수환경 변화에 내성이 강한 절지동물이 동물플랑크톤 전체 종 조성의 대부분을 차지하여 최근 우리나라 연안역의 공통된 해역특성을 나타내고 있다.

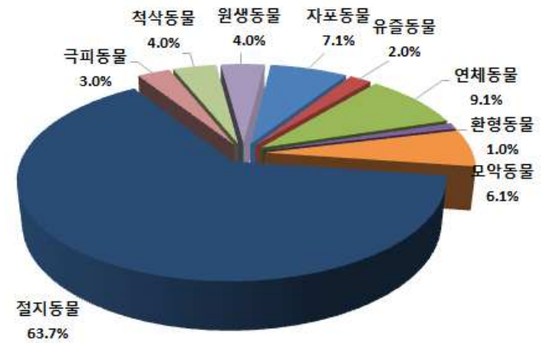
<표 3.1.25> 동물플랑크톤의 조사시기별 출현종수 및 평균 개체수

조사시기 / 항목	출현종수	평균 개체수 (indiv./㎥)	주요 우점종
3월	39	2	*Calanus sinicus*
5월	32	13	*Rosalina* sp.
7월	57	72	*Calanus sinicus*
10월	61	153	*Oikopleura* sp.

1.2.2 종조성

1) 전체 종조성

전체 조사기간 동안의 동물플랑크톤 종조성 점유율 및 분류군별 종조성을 그림 3.1.23 및 표 3.1.26에 나타내었다. 전체 조사기간 동안 해양공원 및 해양보호구역 조사해역에서 출현한 동물플랑크톤은 9개 분류군으로 총 99종이 출현하였다. 분류군별로는 절지동물(Arthropoda)에 속하는 종들이 전체 출현 종수의 63.7%에 해당하는 63종이 출현하여 가장 다양하였다.



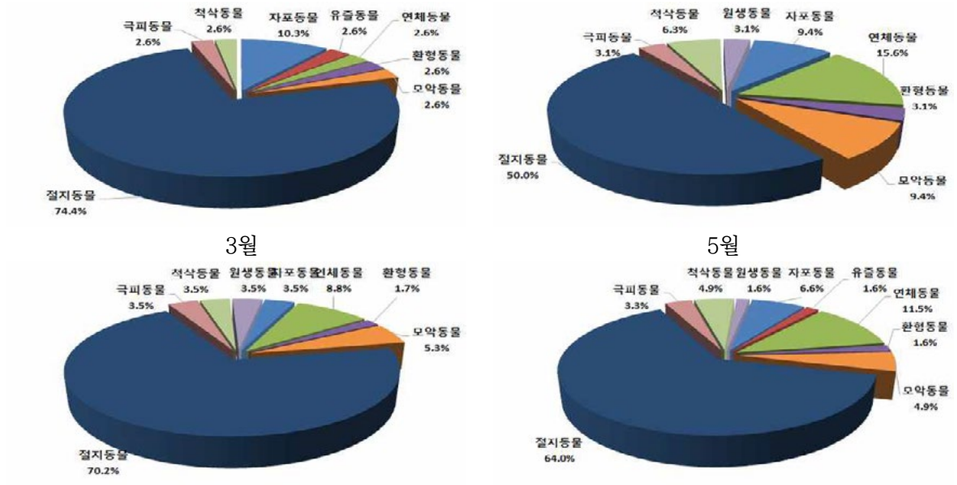
(그림 3.1.23) 동물플랑크톤 종조성 점유율(전체)

<표 3.1.26> 동물플랑크톤의 분류군별 종조성(전체 조사기간)

분 류 군	출현종수	점유율(%)
원생동물	4	4.0
자포동물	7	7.1
유즐동물	2	2.0
연체동물	9	9.1
환형동물	1	1.0
모악동물	6	6.1
절지동물	63	63.7
극피동물	3	3.0
척삭동물	4	4.0
합 계	99	100.0

2) 시기별 종조성

조사시기별 동물플랑크톤 종조성 점유율 및 분류군별 종조성을 그림 3.1.24 및 표 3.1.27에 나타내었다. 조사 시기별 동물플랑크톤의 출현종수는 3월 8개 분류군 39종, 5월에 8개 분류군 32종으로 동계인 2월이 가장 출현종수가 높게 조사되었다. 출현분류군 중 절지동물(Arthropoda)에 속하는 종들이 2월에는 74.4%에 해당하는 29종이, 5월에는 50.0%에 해당하는 16종이 출현하여 모든 조사 시기에 우점하는 분류군으로 조사되었다.



(그림 3.1.24) 동물플랑크톤 종조성 점유율(시기별)

<표 3.1.27> 동물플랑크톤의 분류군별 종조성(시기별)

분 류 군	3월		5월		7월		10월	
	출현종수	점유율(%)	출현종수	점유율(%)	출현종수	점유율(%)	출현종수	점유율(%)
원생동물			1	3.1	2	3.5	1	1.6
자포동물	4	10.3	3	9.4	2	3.5	4	6.6
유즐동물	1	2.6					1	1.6
연체동물	1	2.6	5	15.6	5	8.8	7	11.5
환형동물	1	2.6	1	3.1	1	1.7	1	1.6
모악동물	1	2.6	3	9.4	3	5.3	3	4.9
절지동물	29	74.4	16	50.0	40	70.2	39	64.0
극피동물	1	2.6	1	3.1	2	3.5	2	3.3
척삭동물	1	2.6	2	6.3	2	3.5	3	4.9
합 계	39	100.3	32	100.0	57	100.0	61	100.0

1.2.3 조사해역별 종조성 및 생물량

조사조사해역별 출현한 동물플랑크톤 종조성, 개체수 및 생물량을 표 3.1.28, 3.1.29, 3.1.30 및 그림 3.1.25에 나타내었다.

3월 출현한 동물플랑크톤의 지점별 출현종수는 14~26종의 범위로 평균 21종이 출현하였고, 외돌개에서 가장 적고, 범섬에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 1~3 indiv./㎥의 범위로 평균 2 indiv./㎥로 나타났고, 외돌개에서 가장 적고, 범섬과 문섬에서 가장 많이 출현하였다. 생물량은 0.2~0.4 ㎎/㎥의 범위로 평균 0.4 ㎎/㎥를 나타냈고, 문섬에서 가정 적고 범섬, 외돌개, 섶섬에서 가장 높았다.

5월 출현한 동물플랑크톤의 지점별 출현종수는 13~21종의 범위로 평균 16종이 출현하였고, 외돌개와 섶섬에서 가장 적고, 범섬에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 4~32 indiv./㎥의 범위로 평균 13 indiv./㎥로 나타났고, 범섬에서 가장 적고, 섶섬에서 가장 많이 출현하였다. 생물량은 1.8~75.3 ㎎/㎥의 범위로 평균 26.2 ㎎/㎥를 나타냈고, 범섬에서 가정 적고 섶섬에서 가장 높았다.

7월 출현한 동물플랑크톤의 지점별 출현종수는 17~43종의 범위로 평균 28종이 출현하였고, 외돌개에서 가장 적고, 섶섬에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 5~175 indiv./㎥의 범위로 평균 72 indiv./㎥로 나타났고, 외돌개에서 가장 적고, 섶섬에서 가장 많이 출현하였다. 생물량은 1.8~113.8 ㎎/㎥의 범위로 평균 34.7 ㎎/㎥를 나타냈고, 섶섬에서 가장 적고 문섬에서 가장 높았다.

10월 출현한 동물플랑크톤의 지점별 출현종수는 24~44종의 범위로 평균 36종이 출현하였고, 섶섬에서 가장 적고, 범섬에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 22~323 indiv./㎥의 범위로 평균 153 indiv./㎥로 나타났고, 섶섬에서 가장 적고, 범섬에서 가장 많이 출현하였다. 생물량은 21.6~108.4 ㎎/㎥의 범위로 평균 48.9 ㎎/㎥를 나타냈고, 문섬에서 가정 적고 외돌개에서 가장 높았다.

<표 3.1.28> 동물플랑크톤의 조사해역별 출현종수

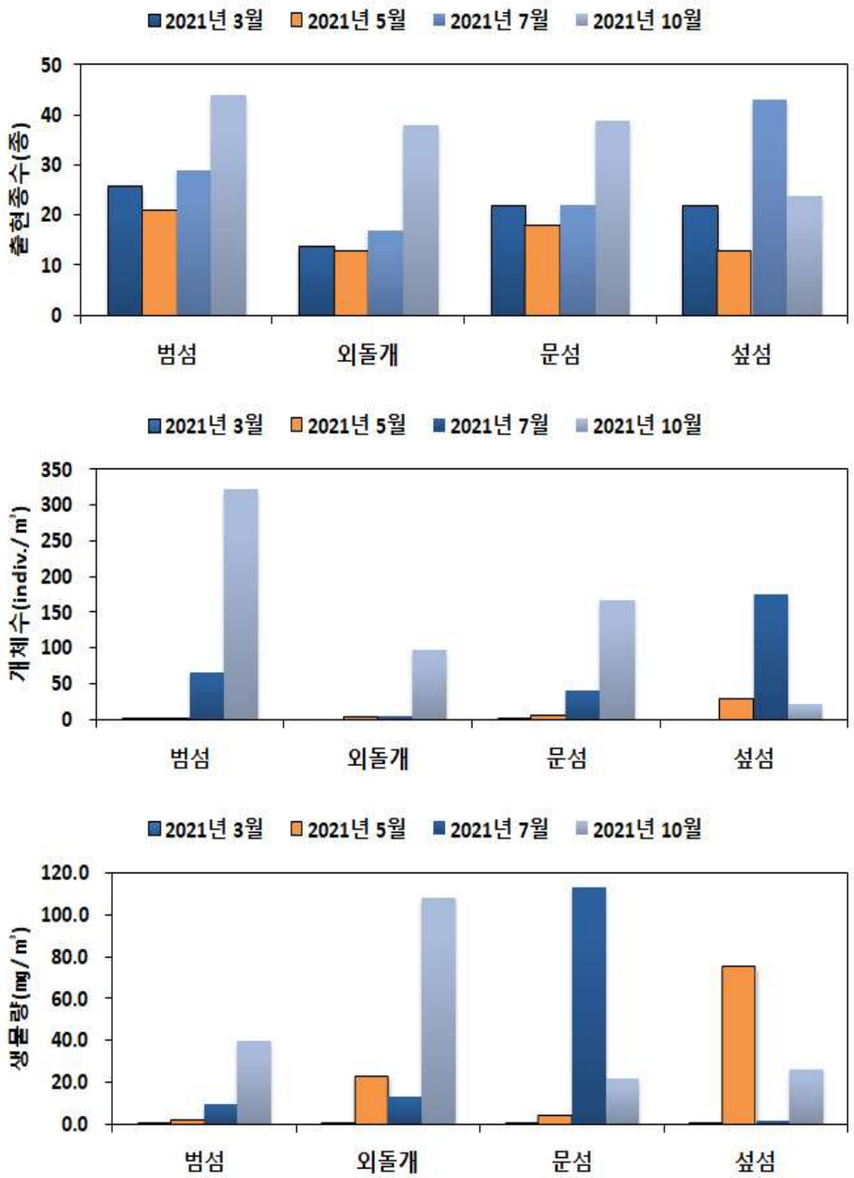
조사 시기	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평 균
3월	26	14	22	22	21
5월	21	13	18	13	16
7월	29	17	22	43	28
10월	44	38	39	24	36

<표 3.1.29> 동물플랑크톤의 조사해역별 출현 개체수(indiv./㎥)

조사 시기	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평 균
3월	3	1	3	2	2
5월	4	5	9	32	13
7월	66	5	41	175	72
10월	323.2	97	168	21.6	153

<표 3.1.30> 동물플랑크톤의 조사해역별 생물량(㎎/㎥)

조사 시기	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평 균
3월	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4
5월	1.8	23.2	4.5	75.3	26.2
7월	9.9	13.3	113.8	1.8	34.7
10월	39.8	108.4	21.6	26.0	48.9



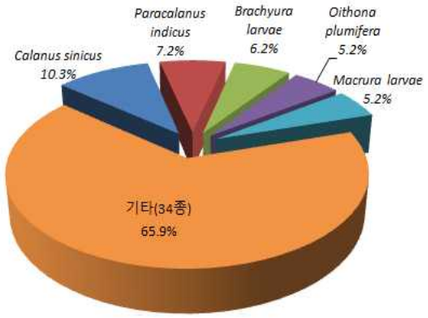
(그림 3.1.25) 동물플랑크톤의 출현종수, 개체수 및 생물량

1.2.4 우점종

동물플랑크톤 종의 우점현상은 종의 서식지에 대한 적응 정도를 유추할 수 있는 한 가지 척도로 볼 수 있는데, 조사해역의 총 출현량에서 상위 5위 이내의 점유율을 차지하는 종을 우점종으로 선정하였다.

3월 동물플랑크톤 상위 우점종 조성비를 그림 3.1.26 및 표 3.1.31에 나타내었다. 요각류인 *Calanus sinicus*가 1 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 10.3%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 요각류인 *Paraclanus indicus*가 < 1 indiv. (7.2%)로 차우점하였다.

3월에 최우점한 *Calanus sinicus*는 황해, 동해, 북서태평양, 오호츠크해, 샌프란시스코만에 분포하는 냉수성 외양종으로 한국 연안에서는 냉수대가 출현하는 해역에서 출현하는 것으로 알려져 있다.



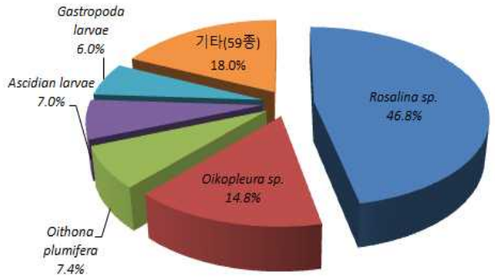
(그림 3.1.26) 동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(3월)

<표 3.1.31> 동물플랑크톤의 상위 우점종(3월)

순위	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계 (indiv.)	우점율 (%)
1	*Calanus sinicus*	1	< 1	< 1	< 1	1	10.3
2	*Paracalanus indicus*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	7.2
3	Brachyura larvae	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	6.2
4	*Oithona plumifera*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5.2
4	Macrura larvae	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5.2
	기타(34종)	2	1	2	2	6	65.9

5월 동물플랑크톤 상위 우점종 조성비를 그림 3.1.27 및 표 3.1.32에 나타내었다. 유공충인 *Rosalina* sp.가 23 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 46.8%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 미충류인 *Oikopleura* sp.가 7 indiv.(14.8%)로 차우점하였다.

5월에 최우점한 *Rosalina* sp.는 전세계에 넓게 분포하는 유공충 중 하나로 알려져 있다.



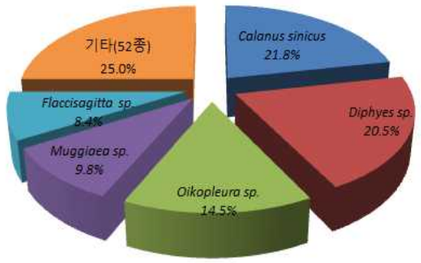
(그림 3.1.27) 동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(5월)

<표 3.1.32> 동물플랑크톤의 상위 우점종(5월)

순위	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계 (indiv.)	우점율 (%)
1	*Rosalina* sp.	< 1	< 1	< 1	22	23	46.8
2	*Oikopleura* sp.	1	< 1	3	3	7	14.8
3	*Oithona plumifera*	< 1	-	2	1	4	7.4
4	Ascidian larvae	-	-	-	4	4	7.0
5	Gastropoda larvae	< 1	2	1	-	3	6.0
	기타(19종)	2	2	3	3	9	18.0

7월 동물플랑크톤 상위 우점종 조성비를 그림 3.1.28 및 표 3.1.33에 나타내었다. 요각류인 *Calanus sinicus*가 100 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 21.8%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 관해파리류인 *Diphyes* sp.가 94 indiv.(20.5%)로 차우점하였다.

7월에 최우점한 *Calanus sinicus*는 3월 조사에서도 최우점종으로 출현하였었고, 차우점종으로 출현한 *Diphyes sp.*는 수온의 변화가 급격히 변화하는 지역이나 시기에 대번식을 하는 생물적 특성을 가지고 있다.



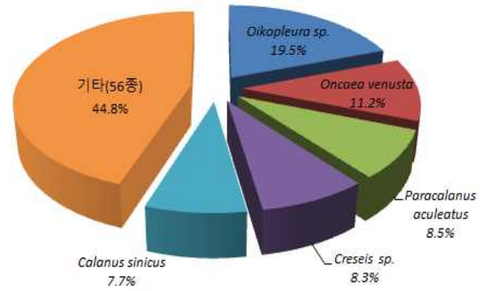
(그림 3.1.28) 동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(7월)

<표 3.1.33> 동물플랑크톤의 상위 우점종(7월)

순위	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계 (indiv.)	우점율 (%)
1	*Calanus sinicus*	16	< 1	22	13	50	17.5
2	*Diphyes* sp.		< 1	< 1	47	47	16.4
3	*Oikopleura* sp.	15	1	7	11	33	11.6
4	*Muggiaea* sp.				22	22	7.8
5	*Flaccisagitta* sp.		< 1		19	19	6.7
	기타(52종)	35	4	12	64	115	40.0

10월 동물플랑크톤 상위 우점종 조성비를 그림 3.1.29 및 표 3.1.34에 나타내었다. 미충류인 *Oikopleura* sp.가 114 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 19.5%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 요각류인 *Oncaea venusat*가 66 indiv.(11.2%)로 차우점하였다.

10월에 최우점한 *Oikopleura* sp.는 5월 조사에서는 차우점종으로 출현하였었고, 차우점종으로 출현한 *Oncaea venusta*는 5월부터 11월까지 제주해역 및 한국의 동해, 남해에서 높은 출현량을 나타내는 것으로 알려져 있다.



(그림 3.1.29) 동물플랑크톤의 상위 우점종 조성비(10월)

<표 3.1.34> 동물플랑크톤의 상위 우점종(10월)

순위	우점종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계 (indiv.)	우점율 (%)
1	*Oikopleura* sp.	44	24	44	2	114	19.5
2	*Oncaea venusta*	19	14	31	1	66	11.2
3	*Paracalanus aculeatus*	42	2	6		50	8.5
4	*Creseis* sp.	40	5	2	1	48	8.3
5	*Calanus sinicus*	27	6	11	1	45	7.7
	기타(56종)	135	43	68	16	261	44.8

1.2.5 생태지수

동물플랑크톤의 조사해역별 생태지수를 표 3.1.35에 나타내었다. 3월 동물플랑크톤의 종다양성지수는 평균 2.97±0.22이고, 2.64(외돌개)~3.13(범섬)의 분포범위를 나타내어 범섬에서 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 20.94(범섬)~38.64(외돌개), 평균 26.39±8.27, 균등도지수는 0.96(범섬)~1.00(외돌개), 평균 0.99±0.02, 우점도지수는 0.14(외돌개)~0.21(범섬), 평균 0.17±0.03의 분포범위를 나타내다. 조사해역별로 비교하였을 때 범섬의 경우 풍부도지수와 균등도지수는 타 정점에 비해 상대적으로 낮게 나타난 반면, 다양도지수와 우점도지수는 높게 나타났다.

5월 동물플랑크톤의 종다양성지수는 평균 2.01±0.58이고, 1.18(섶섬)~2.54(범섬)의 분포범위를 나타내어 범섬에서 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는

3.48(섶섬)~13.50(범섬), 평균 8.03±4.13, 균등도지수는 0.46(섶섬)~0.84(외돌개), 평균 0.72±0.18, 우점도지수는 0.41(범섬)~0.80(섶섬), 평균 0.55±0.17의 분포범위를 나타내었다. 조사해역별로 비교하였을 때 범섬의 경우 종다양성지수, 풍부도지수와 균등도지수는 타 정점에 비해 상대적으로 높게 나타난 반면, 우점도지수는 낮게 나타났다.

7월 동물플랑크톤의 종다양성지수는 평균 2.18±0.37이고, 1.76(문섬)~2.66(섶섬)의 분포범위를 나타내어 섶섬에서 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 5.66(문섬)~9.49(외돌개), 평균 7.49±1.67, 균등도지수는 0.57(문섬)~0.76(외돌개), 평균 0.67±0.08, 우점도지수는 0.40(섶섬)~0.70(문섬), 평균 0.53±0.13의 분포범위를 나타내었다. 조사해역별로 비교하였을 때 문섬의 경우 종다양성지수, 풍부도지수와 균등도지수는 타 정점에 비해 상대적으로 낮게 나타난 반면, 우점도지수는 높게 나타났다.

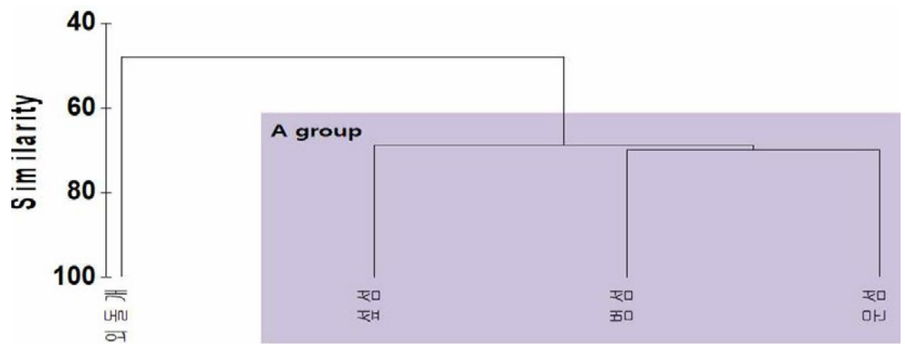
10월 동물플랑크톤의 종다양성지수는 평균 2.84±0.10이고, 2.75(외돌개)~2.94(범섬)의 분포범위를 나타내어 범섬에서 상대적으로 안정된 군집구조를 보였다. 풍부도지수는 7.42(문섬)~8.08(외돌개), 평균 7.61±0.32, 균등도지수는 0.75(문섬, 외돌개)~0.92(섶섬), 평균 0.80±0.08, 우점도지수는 0.23(섶섬)~0.44(문섬), 평균 0.34±0.10의 분포범위를 나타내었다. 조사해역별로 비교하였을 때 문섬의 경우 종다양성지수, 풍부도지수와 균등도지수는 타 정점에 비해 상대적으로 낮게 나타난 반면, 우점도지수는 높게 나타났다.

<표 3.1.35> 동물플랑크톤의 조사해역별 생태지수

수층	정점	범섬	외돌개	문섬	섶섬	평균
3월	풍부도(R)	20.94	38.64	21.98	23.99	26.39±8.27
	균등도(J)	0.96	1.00	0.99	0.99	0.99±0.02
	다양도(H′)	3.13	2.64	3.04	3.06	2.97±0.22
	우점도(D)	0.21	0.14	0.15	0.17	0.17±0.03
5월	풍부도(R)	13.50	7.37	7.78	3.48	8.03±4.13
	균등도(J)	0.83	0.84	0.74	0.46	0.72±0.18
	다양도(H′)	2.54	2.15	2.15	1.18	2.01±0.58
	우점도(D)	0.41	0.47	0.52	0.80	0.55±0.17
7월	풍부도(R)	6.69	9.49	5.66	8.13	7.49±1.67
	균등도(J)	0.63	0.76	0.57	0.71	0.67±0.08
	다양도(H′)	2.14	2.15	1.76	2.66	2.18±0.37
	우점도(D)	0.47	0.54	0.70	0.40	0.53±0.13
10월	풍부도(R)	7.44	8.08	7.42	7.49	7.61±0.32
	균등도(J)	0.78	0.75	0.75	0.92	0.8±0.08
	다양도(H′)	2.94	2.75	2.76	2.91	2.84±0.1
	우점도(D)	0.27	0.40	0.44	0.23	0.34±0.1

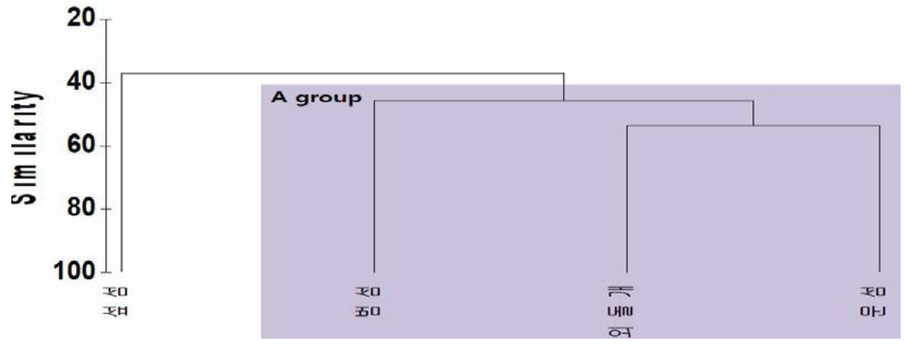
1.2.6 군집분석

해양공원 및 해양보호구역 주변해역 식물플랑크톤의 출현종과 개체수에 근거한 군집분석 결과, 3월 동물플랑크톤 군집의 유사도는 전체 정점이 유사도 약 47%의 중간 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 그룹과 1개의 정점으로 나누어졌다. 그중 A그룹은 상대적으로 출현종수 및 현존량이 높은 정점이며, 외돌개는 균등도 및 풍부도가 높은 특성을 보였다(그림 3.1.30).



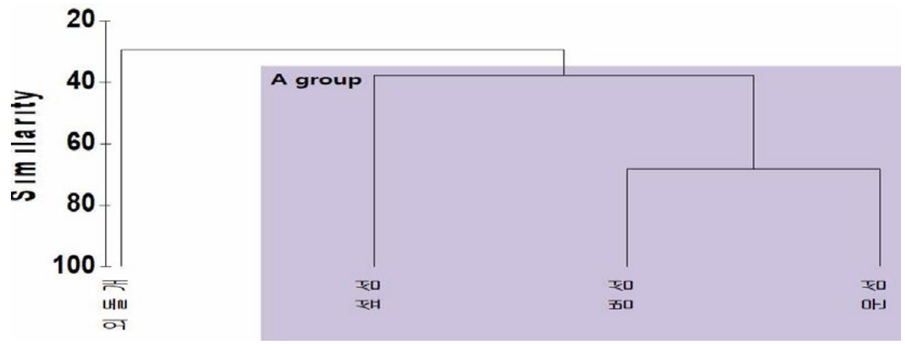
(그림 3.1.30) 동물플랑크톤의 정점간 유사도(3월)

5월 동물플랑크톤 군집의 유사도는 전체 정점이 유사도 약 37%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(섶섬)은 최우점종인 *Rosalina* sp.의 현존량 및 점유률이 다른 정점에 비해 높은 특성을 보였다(그림 3.1.31).



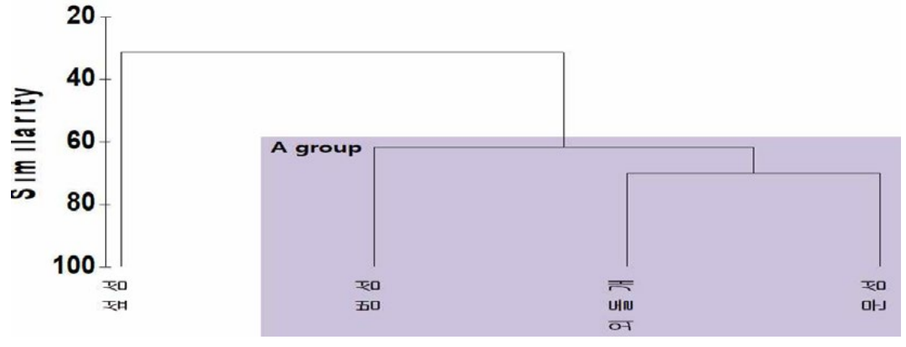
(그림 3.1.31) 동물플랑크톤의 정점간 유사도(5월)

7월에 동물플랑크톤 군집의 유사도는 전체 정점이 유사도 약 29%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(외돌개)은 그룹에 속한 정점들에 비해 상대적으로 출현종수 및 현존량이 낮았다(그림 3.1.32).



(그림 3.1.32) 동물플랑크톤의 정점간 유사도(7월)

10월 동물플랑크톤 군집의 유사도는 전체 정점이 유사도 약 31%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(섶섬)은 그룹에 속한 정점들에 비해 상대적으로 출현종수 및 현존량이 낮았다(그림 3.1.33).



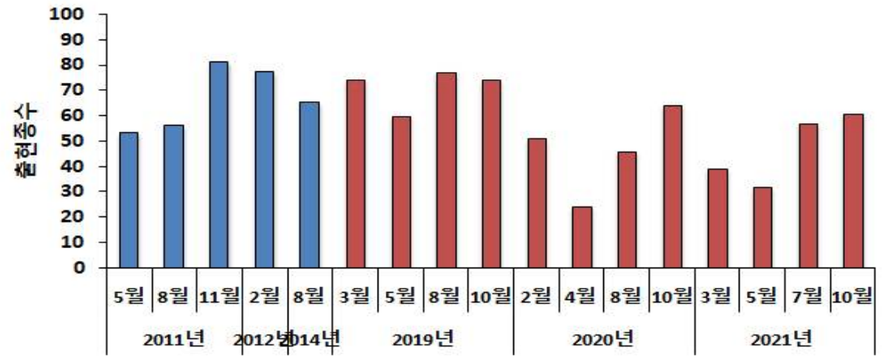
(그림 3.1.33) 동물플랑크톤의 정점간 유사도(10월)

1.2.7 선행연구와의 비교

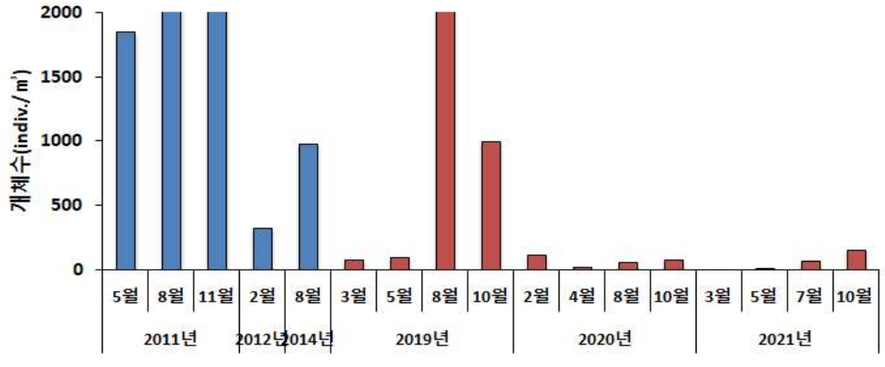
과거 2011년부터 2021년까지 동물플랑크톤 군집 비교 결과를 그림 3.1.34 및 3.1.35, 표 3.1.36에 나타내었다. 2011년(5월, 8월, 11월)과 2012년(2월), 2014년(8월), 2019년(3월, 5월, 8월, 10월), 2020년(2월, 4월, 8월, 10월)에 조사된 해양보호구역 주변 동물플랑크톤 군집의 출현종수, 평균 현존량을 비교하였다.

2011년~2014년 선행연구에서 동물플랑크톤의 출현종수는 53~81종의 범위를 보였고, 평균 현존량은 20~8,994 indiv./㎥로 출현하였다.

2019년~2021년 동안 동물플랑크톤의 출현종수는 24~77종, 평균 현존량은 2~4,750 indiv./㎥로 나타나 선행연구와 비교하였을 때 출현종수 및 출현개체수 모두 낮은 것으로 나타났다.



(그림 3.1.34) 조사해역 동물플랑크톤 선행연구와의 비교(출현종수)



(그림 3.1.35) 조사해역 동물플랑크톤 선행연구와의 비교(현존량)

<표 3.1.36> 연도별 동물플랑크톤 군집 조사결과 비교

시기		출현종수	평균 현존량 (cells/L)	주요 우점종	
2011년	5월	53	1,840	절지동물	*Parvocalanus crassirostris*
	8월	56	8,994	절지동물	*Paracalanus parvus*
	10월	81	2,726	절지동물	*Paracalanus parvus*
2012년	2월	77	332	절지동물	*Paracalanus parvus*
2014년	8월	65	977	절지동물	*Paracalanus parvus* s.l
2019년	3월	74	83	절지동물	*Paracalanus indicus*
	5월	60	100	절지동물	*Paracalanus indicus*
	8월	77	4,750	절지동물	*Acartia omorii*
	10월	74	996	절지동물	*Paracalanus aculeatus*
2020년	2월	51	122	절지동물	*Paracalanus indicus*
	4월	24	20	절지동물	*Calanus sinicus*
	8월	46	57	절지동물	*Lucifer* sp.
	10월	64	76	척삭동물	*Oikopleura* sp.
2021년	3월	39	2	절지동물	*Calanus sinicus*
	5월	32	13	원생동물	*Rosalina* sp.
	7월	57	72	절지동물	*Calanus sinicus*
	10월	61	153	척삭동물	*Oikopleura* sp.

1.3 어란 및 자치어

1.3.1 조사시기별 결과

조사시기별 어란 및 자치어의 출현종수와 현존량을 표 3.1.37에 나타내었다. 3월 조사해역에 출현한 어란의 출현종수는 총 4종으로 나타났고, 평균 현존량은 238 indiv./1,000㎥로 나타났다. 자치어는 총 3종이 나타났고, 평균 현존량은 41 indiv./1,000㎥로 나타났다.

5월 조사해역에 출현한 어란의 출현종수는 총 4종으로 나타났고, 평균 현존량은 1,857 indiv./1,000㎥로 나타났다. 자치어는 총 1종이 나타났고, 평균 현존량은 31 indiv./1,000㎥로 나타났다.

7월 조사해역에 출현한 어란의 출현종수는 총 3종으로 나타났고, 평균 현존량은 21,695 indiv./1,000㎥로 나타났다. 자치어는 총 2종이 나타났고, 평균 현존량은 116 indiv./1,000㎥로 나타났다.

10월 조사해역에 출현한 어란의 출현종수는 총 3종으로 나타났고, 평균 현존량은 631 indiv./1,000㎥로 나타났다. 자치어는 출현하지 않았다.

<표 3.1.37> 어란 및 자치어의 조사시기별 출현종수와 현존량 비교

조사시기 / 항목		출현종수	평균현존량 (indiv./1,000㎥)	우점종
3월	어란	4	238	미동정종(Unidentified egg)
	자치어	3	41	청보리멸(*Sillago japonica*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)
5월	어란	4	1,857	미동정종Ⅱ(Unidentified egg Ⅱ)
	자치어	1	31	가숭어(*Celon haematocheilus*)
7월	어란	3	21,695	멸치(*Engraulis japonicus*)
	자치어	2	115	멸치(*Engraulis japonicus*)
10월	어란	3	631	미동정종(Unidentified egg)
	자치어	-	-	-

1.3.2 종조성 및 현존량

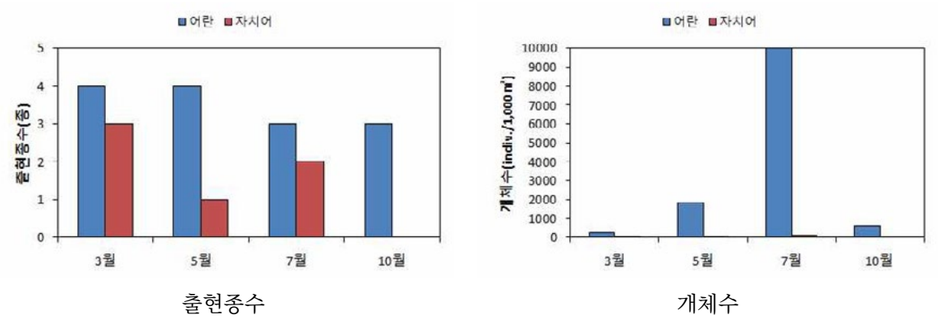
1) 전체 종조성

전체 조사기간 동안 해양공원 및 해양보호구역 조사해역에서 출현한 어란은 총 4목 6과 10종(미동정종 5종 포함)이 조사되었다. 자치어는 총 3목 3과 6종(미동정종 1종 포함)이 조사되었다.

2) 시기별 종조성 및 현존량

조사 시기별 어란의 출현종수는 3월 3목 3과 4종(미동정종 1종 포함), 5월에 2목 2과 4종(미동정종 2종 포함), 7월에 2목 2과 3종(미동정종 1종 포함), 10월에 2목 2과 3종(미동정종 1종 포함)이 출현하여 출현종수만 보았을 때 계절에 따른 출현종수의 변화가 없는 것으로 조사되었다.

자치어는 3월 2목 2과 3종, 5월에 1목 1과 1종, 7월에 1목 1과 2종(미동정종 1종 포함)이 출현하여 동계인 3월에 출현종수가 가장 높게 조사되었다.



출현종수 개체수

(그림 3.1.36) 조사시기별 어란 및 자치어 출현종수 및 개체수

1.3.3 조사해역별 종조성 및 현존량

조사해역별 어란 및 자치어의 종조성 및 현존량을 표 3.1.38, 표 3.1.39, 그림 3.1.37에 나타내었다. 3월 어란의 조사해역별 출현종수는 2~4종의 범위로 평균 3종이 출현하였는데, 문섬과 외돌개 해역에서 가장 적고 섶섬 해역에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 39~644 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 238indiv./1,000㎥로 외돌개 해역에서 가장 낮고 문섬 해역에서 가장 높게 나타났다. 자치어는 0~2종의 범위로 평균 1종이 출현하였는데, 문섬 해역에서 가장 많은 출현종수를 보였고. 범섬 및 외돌개 해역에서는 출현

하지 않았다. 개체수는 0~118 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 41indiv./1,000㎥로 문섬 해역에서 가장 높았다.

5월 어란의 조사해역별 출현종수는 1~4종의 범위로 평균 2종이 출현하였고, 외돌개 해역에서 가장 적고 범섬 해역에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 347~4,128 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 1,857indiv./1,000㎥로 외돌개 해역에서 가장 낮고 섶섬에서 가장 높게 나타났다. 자치어는 0~1종의 범위로 섶섬 해역에서만 125 indiv./1,000㎥의 개체수로 출현하였다.

7월 어란의 조사해역별 출현종수는 1~3종의 범위로 평균 2종이 출현하였고, 범섬 해역에서 가장 적고 문섬 해역에서 가장 많은 출현종수를 보였다. 개체수는 1,107~66,461 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 21,695indiv./1,000㎥로 섶섬 해역에서 가장 낮고 문섬에서 가장 높게 나타났다. 자치어는 0~1종의 범위로 범섬 해역과 외돌개 해역에서 1종씩 출현하였고, 문섬 및 섶섬 해역에서는 출현하지 않았다. 개체수는 0~256 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 115 indiv./1,000㎥로 범섬 해역에서 가장 높았다.

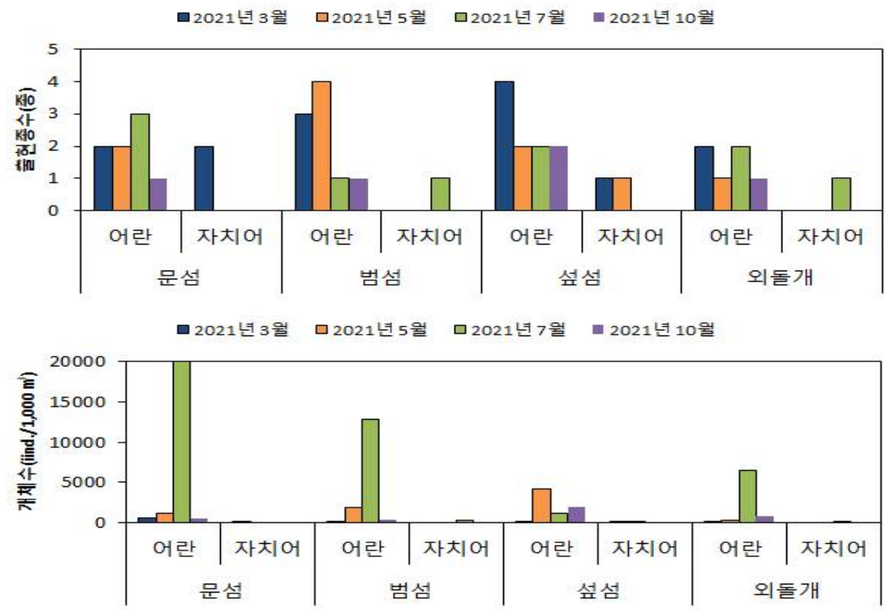
10월 어란의 조사해역별 출현종수는 1~2종의 범위로 평균 1종이 출현하였고, 섶섬 해역에서 가장 많은 출현종수를 보였고, 나머지 정점에서는 1종씩만 출현하였다. 개체수는 326~2,002 indiv./1,000㎥ 범위로 평균 902indiv./1,000㎥로 범섬 해역에서 가장 낮고 섶섬에서 가장 높게 나타났다. 자치어는 10월 조사에서 출현하지 않았다.

<표 3.1.38> 어란 및 자치어의 조사해역별 출현종수

조사시기	문섬		범섬		섶섬		외돌개		평균	
	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어
3월	2	2	3	-	4	1	2	-	3	1
5월	2	-	4	-	2	1	1	-	2	<1
7월	3	-	1	1	2	-	2	1	2	1
10월	1	-	1	-	2	-	1	-	1	-

<표 3.1.39> 어란 및 자치어의 조사해역별 개체수(indiv./1,000㎥)

조사시기	문섬		범섬		섶섬		외돌개		평균	
	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어	어란	자치어
3월	644	119	85	-	185	46	39	-	238	41
5월	1,126	-	1,825	-	4,128	125	347	-	1,857	31
7월	66,462	-	12,780	256	1,107	-	6,433	206	21,695	115
10월	470	-	326	-	2002	-	808	-	902	-



(그림 3.1.37) 해역별 어란 및 자치어의 출현종수, 개체수

1.3.4 우점종

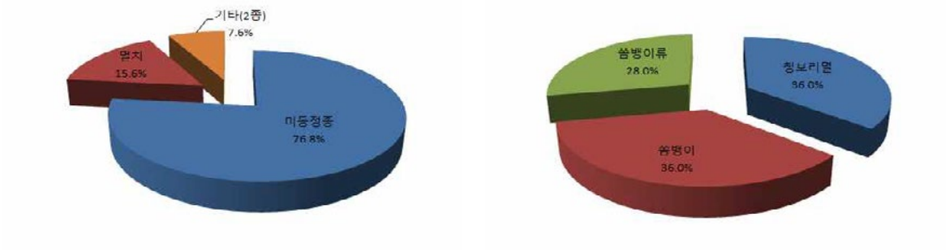
어란 및 자치어의 우점종은 조사해역의 총 출현량에서 10% 이상의 점유률을 가진 종을 우점종으로 선정하였다.

3월 어란 및 자치어의 우점종을 그림 3.1.38에 나타내었다. 어란의 우점종은 발생 초기 단계인 미동정종(Unidentified egg.)이 732 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 76.8%

를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 멸치(*Engraulis japonicus*)가 149indiv.(15.6%)로 차우점하였다.

자치어의 우점종은 청보리멸(*Sillago japonica*)과 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)가 각각 59 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 36%를 차지하며 최우점하였다.

3월에 어란의 차우점종으로 나타난 멸치는 한국 연안에서 자주 출몰되는 어류로 산란기가 비교적 길어 봄부터 가을까지 산란활동을 하는 것을 알려져 있으며, 자치어의 최우점종 중 하나인 쏨뱅이는 대표적인 난태생성 어류로 동계에 산란기를 가지고 있다.



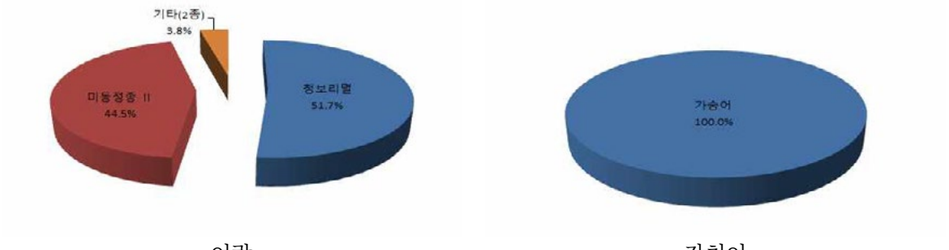
어란 자치어

(그림 3.1.38) 어란 및 자치어 우점종(3월)

5월 어란 및 자치어의 우점종을 그림 3.1.39에 나타내었다. 어란의 우점종은 청보리멸(*Sillago japonica*)이 3,836 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 51.7%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 1.0~1.2㎜ 범위의 직경을 가진 발생 초기 단계 어란인 미동정종 Ⅱ(Unidentified egg Ⅱ)가 3,308 indiv.(44.5%)로 차우점하였다.

자치어에서는 가숭어(*Celon haematocheilus*)가 유일하게 출현하여 점유률 100.0%로 최우점하였다.

5월에 어란의 최우점종으로 나타난 청보리멸은 한국 전 연안에서 연중 출현하는 어류로, 산란기는 봄철에서 가을철까지 비교적 긴 것으로 알려져 있다. 자치어의 최우점종인 가숭어는 광염성 어류로 산란기는 3월에서 5월 사이에 가지는 것으로 알려져 있다.



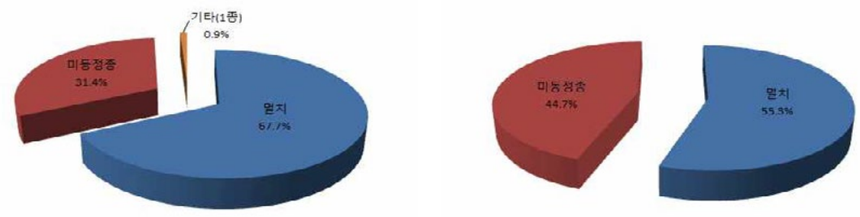
어란 자치어

(그림 3.1.39) 어란 및 자치어 우점종(5월)

7월 어란 및 자치어의 우점종을 그림 3.1.40에 나타내었다. 어란의 우점종은 멸치(*Sillago japonica*)가 58,754 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 67.7%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 0.8~1.2㎜ 범위의 직경을 가진 발생 초기 단계 어란인 미동정종(Unidentified egg)이 27,215 indiv.(31.4%)로 차우점하였다.

자치어에서는 멸치(*Sillago japonica*)가 256 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 55.3%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 난황자어 단계의 자어인 미동정종(Unidentified larva)이 206 indiv.(44.7%)로 차우점하였다.

7월에 어란 및 자치어 군집의 최우점종으로 나타난 멸치는 한국 전 연안에서 연중 출현하는 어류로, 산란기는 봄철에서 가을철까지 비교적 긴 것으로 알려져 있다.



어란 자치어

(그림 3.1.40) 어란 및 자치어 우점종(7월)

10월 어란 및 자치어의 우점종을 그림 3.1.41에 나타내었다. 어란의 우점종은 0.8~1.2㎜ 범위의 직경을 가진 발생 초기 단계 어란인 미동정종(Unidentified egg)이 2,524 indiv.가 채집되어 총 출현량 대비 70.0%를 차지하며 최우점하였고, 다음으로 툼빌매퉁이(*Saurida wanieso*)가 612 indiv.(17.0%)로 차우점하였다.

10월에 어란 군집의 차우점종으로 나타난 툼빌메퉁이는 수심 100m 이내의 바닥이 펄인 곳에서 서식하는 연안성 어류로 산란기는 4월에서 6월로 알려져 있다.



어란 자치어

(그림 3.1.41) 어란 및 자치어 우점종(10월)

2. 해양생물 분포 특성

2.1 저서무척추동물

2.1.1 종조성

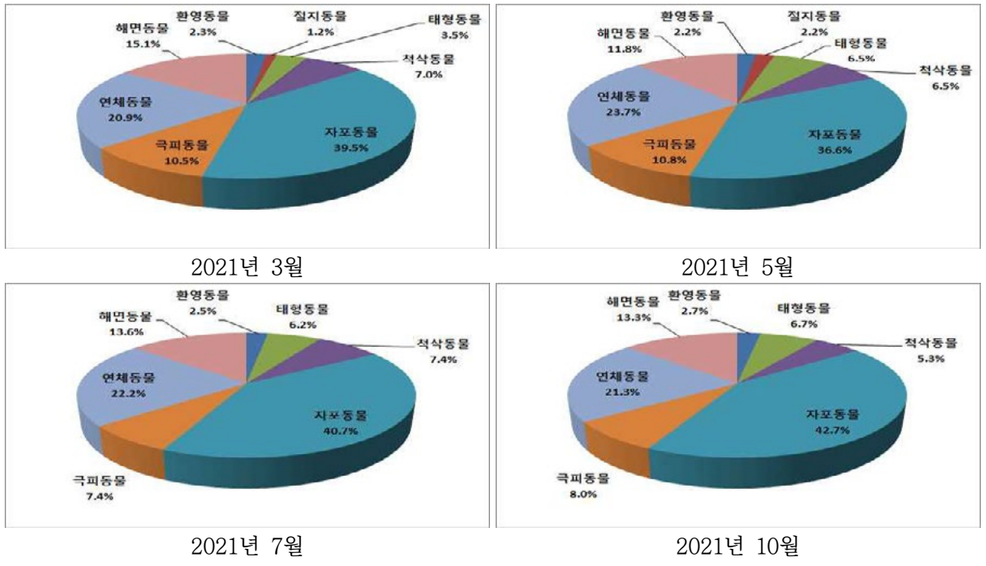
조사시기별 저서무척추동물의 분류군별 출현비율을 그림 3.2.1에 나타내었다.

3월 저서무척추동물은 86종이 출현하였다. 출현분류군 중 자포동물이 34종으로 39.5%의 점유율로 우점하는 분류군이였으며, 다음으로 연체동물이 18종(20.9%), 해면동물이 13종(15.1%), 극피동물이 9종(10.5%) 등의 순으로 조사되었다.

5월 저서무척추동물은 93종이 출현하였다. 출현분류군 중 자포동물이 34종으로 36.6%의 점유율로 우점하는 분류군이였으며, 다음으로 연체동물이 22종(23.7%), 해면동물이 11종(11.8%), 극피동물이 10종(10.8%) 등의 순으로 조사되었다.

7월 저서무척추동물은 81종이 출현하였다. 출현분류군 중 자포동물이 33종으로 40.7%의 점유율로 우점하는 분류군이였으며, 다음으로 연체동물이 18종(22.2%), 해면동물이 11종(13.6%), 극피동물이 6종(7.4%) 등의 순으로 조사되었다.

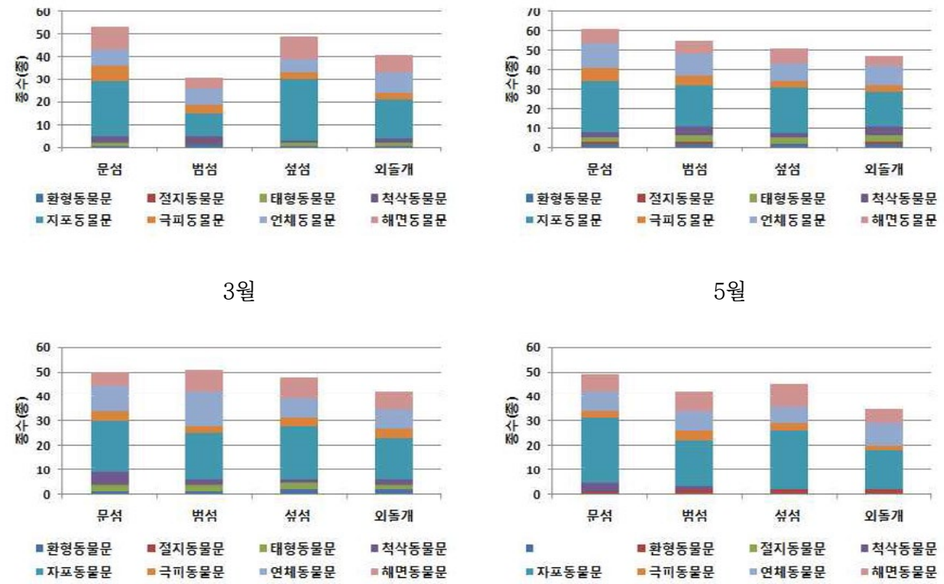
10월 저서무척추동물은 75종이 출현하였다. 출현분류군 중 자포동물이 32종으로 42.7%의 점유율로 우점하는 분류군이였으며, 다음으로 연체동물이 16종(21.3%), 해면동물이 10종(13.3%), 극피동물이 6종(8%) 등의 순으로 조사되었다.



2021년 3월 2021년 5월

2021년 7월 2021년 10월

(그림 3.2.1) 저서무척추동물의 분류군별 출현비율



3월 5월

7월 10월

(그림 3.2.2) 조사 지점에 따른 저서무척추동물의 분류군별 출현종수

<표 3.2.1> 저서무척추동물의 분류군의 출현종수(3월)

분류군	문섬	범섬	섶섬	외돌개
극피동물	9	5	3	4
연체동물	11	9	10	12
자포동물	48	15	47	26
절지동물	-	1	-	-
척삭동물	4	3	1	2
태형동물	1	-	1	1
해면동물	17	9	16	12
환형동물	1	2	2	2
총합계	91	44	80	59

<표 3.2.2> 저서무척추동물의 분류군의 출현종수(5월)

분류군	문섬	범섬	섶섬	외돌개
극피동물	8	6	4	3
연체동물	18	13	14	15
자포동물	45	31	52	32
절지동물	1	1	-	1
척삭동물	5	6	3	7
태형동물	2	3	4	4
해면동물	10	9	13	9
환형동물	2	2	4	2
총합계	91	71	94	73

<표 3.2.3> 저서무척추동물의 분류군의 출현종수(7월)

분류군	문섬	범섬	섶섬	외돌개
극피동물	4	4	4	7
연체동물	12	22	12	10
자포동물	38	33	43	26
척삭동물	9	2	1	2
태형동물	5	6	4	3
해면동물	9	17	15	11
환형동물	2	2	2	3
총합계	79	86	81	62

<표 3.2.4> 저서무척추동물의 분류군의 출현종수(10월)

분류군	문섬	범섬	섶섬	외돌개
극피동물	4	6	4	4
연체동물	11	13	13	17
자포동물	51	34	48	30
척삭동물	6	2	-	-
태형동물	4	6	4	2
해면동물	11	16	18	13
환형동물	1	2	3	3
총합계	88	79	90	69

2.2 천연기념물 모니터링

해송은 천연기념물 456호로 지정되어 있으며('05. 3. 17, 문화재청) 제주도에서는 주로 문섬일대에 서식하는 것으로 파악되고 있다. 해양수산연구원에서는 해양공원 및 해양보호구역 생태계 조사를 시작한 이래 문섬 새끼섬 주변에 서식하고 있는 해송에 대한 GPS를 통해 서식위치를 기록하고 개체별 분포 수심 및 크기를 측정하여 기초자료로 활용하였다.

문섬(새끼섬) 일대 해송 분포위치와 수심 및 크기를 표 3.2.5에 개체별 사진을 그림 3.2.3에 나타내었다. 이번 조사에서 문섬 일대 해송은 총 73개체로 파악되었으며 수심 9.5~33.5 m(평균 21.5 m)대에 분포하는 것으로 조사되었다. 크기는 가로 31.0~146.0 cm(평균 85.18 cm), 세로 15.0~100 cm(평균 43.29 cm)로 측정되었다. 전반적인 해송의 상태는 양호하였으나 일부 담홍말미잘(*Nemanthus nitidus*) 등에 의해 고사(枯死)한 모습이 관찰되었다.

<표 3.2.5> 문섬(새끼섬) 일대 해송 분포위치, 수심 및 크기

순 번	조사위치		수심(m)	크기(cm)	
	위도(N)	경도(E)		가로	세로
1	33° 13.663'	126° 34.045'	10.7	115	36
2	33° 13.668'	126° 34.048'	10.4	103	46
3	33° 13.668'	126° 34.048'	12.2	62	18
4	33° 13.670'	126° 34.051'	17.1	68	30

순 번	조사위치		수심(m)	크기(cm)	
	위도(N)	경도(E)		가로	세로
5	33° 13.673'	126° 34.056'	17.4	31	23
6	33° 13.672'	126° 34.058'	17.4	46	20
7	33° 13.673'	126° 34.059'	17.5	42	16
8	33° 13.678'	126° 34.068'	31.9	83	75
9	33° 13.678'	126° 34.071'	29.3	87	64
10	33° 13.679'	126° 34.072'	27.3	33	17
11	33° 13.677'	126° 34.075'	22.2	115	85
12	33° 13.683'	126° 34.083'	22.4	110	60
13	33° 13.682'	126° 34.083'	23.1	98	84
14	33° 13.679'	126° 34.083'	24.0	80	70
15	33° 13.679'	126° 34.084'	22.0	98	78
16	33° 13.679'	126° 34.085'	20.5	92	79
17	33° 13.680'	126° 34.085'	18.1	46	48
18	33° 13.668'	126° 34.039'	17.9	98	68
19	33° 13.680'	126° 34.083'	16.4	86	70
20	33° 13.679'	126° 34.081'	14.8	105	56
21	33° 13.680'	126° 34.080'	14.7	89	48
22	33° 13.678'	126° 34.079'	15.6	34	20
23	33° 13.678'	126° 34.080'	14.8	53	30
24	33° 13.677'	126° 34.075'	15.3	58	33
25	33° 13.677'	126° 34.071'	16.0	90	47
26	33° 13.673'	126° 34.064'	14.5	75	35
27	33° 13.667'	126° 34.041'	13.0	93	62
28	33° 13.667'	126° 34.040'	12.4	52	67
29	33° 13.666'	126° 34.033'	9.5	106	37
30	33° 13.647'	126° 34.127'	20.7	79	60
31	33° 13.645'	126° 34.131'	22.4	82	62
32	33° 13.645'	126° 34.130'	26.1	103	35
33	33° 13.645'	126° 34.130'	25.4	107	15
34	33° 13.647'	126° 34.129'	28.3	131	60
35	33° 13.647'	126° 34.126'	27.5	131	62
36	33° 13.647'	126° 34.123'	20.4	146	100
37	33° 13.647'	126° 34.124'	19.7	116	67
38	33° 13.649'	126° 34.124'	20.6	96	57
39	33° 13.649'	126° 34.116'	20.1	62	35
40	33° 13.662'	126° 34.104'	17.8	113	40
41	33° 13.665'	126° 34.101'	17.2	116	25
42	33° 13.674'	126° 34.098'	25.4	84	35
43	33° 13.648'	126° 34.115'	26.7	84	35

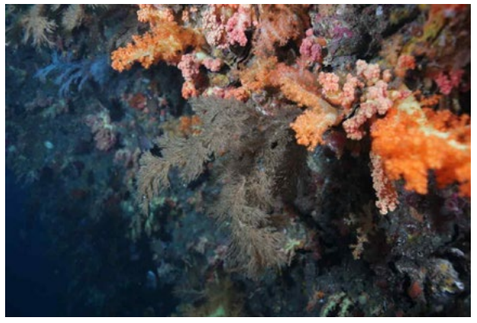
순 번	조사위치		수심(m)	크기(cm)	
	위도(N)	경도(E)		가로	세로
44	33° 13.648'	126° 34.119'	27.8	84	35
45	33° 13.647'	126° 34.120'	25.0	84	35
46	33° 13.648'	126° 34.121'	25.0	84	35
47	33° 13.647'	126° 34.122'	25.5	84	35
48	33° 13.645'	126° 34.126'	24.1	84	35
49	33° 13.645'	126° 34.128'	22.6	84	35
50	33° 13.644'	126° 34.133'	22.0	84	35
51	33° 13.643'	126° 34.134'	28.2	84	35
52	33° 13.642'	126° 34.135'	27.8	84	35
53	33° 13.645'	126° 34.136'	25.6	84	35
54	33° 13.644'	126° 34.137'	18.6	84	35
55	33° 13.643'	126° 34.138'	17.3	84	35
56	33° 13.643'	126° 34.137'	17.5	84	35
57	33° 13.642'	126° 34.138'	18.0	84	35
58	33° 13.641'	126° 34.140'	23.2	84	35
59	33° 13.640'	126° 34.141'	22.7	84	35
60	33° 13.639'	126° 34.141'	27.2	84	35
61	33° 13.639'	126° 34.146'	31.8	84	35
62	33° 13.640'	126° 34.148'	33.5	84	35
63	33° 13.639'	126° 34.148'	29.6	84	35
64	33° 13.639'	126° 34.151'	32.5	84	35
65	33° 13.638'	126° 34.152'	31.3	84	35
66	33° 13.638'	126° 34.154'	28.0	84	35
67	33° 13.636'	126° 34.155'	22.8	84	35
68	33° 13.635'	126° 34.155'	22.0	84	35
69	33° 13.635'	126° 34.156'	21.5	84	35
70	33° 13.633'	126° 34.155'	20.8	84	35
71	33° 13.634'	126° 34.156'	19.4	84	35
72	33° 13.634'	126° 34.157'	20.4	84	35
73	33° 13.635'	126° 34.156'	21.1	84	35
평균			21.50	85.18	43.29

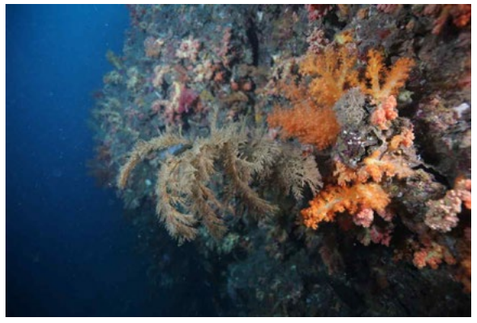

No.1


No.2

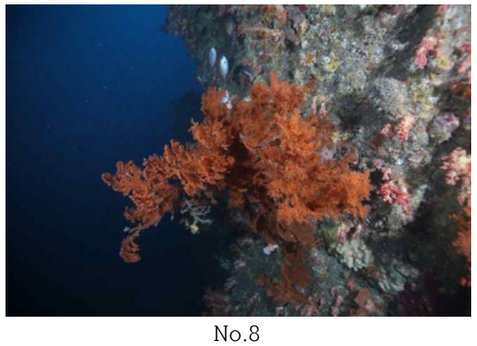

No.3


No.4

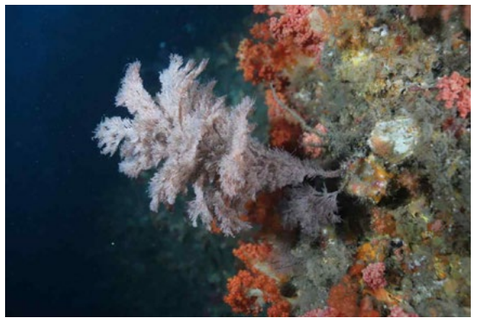

No.5


No.6

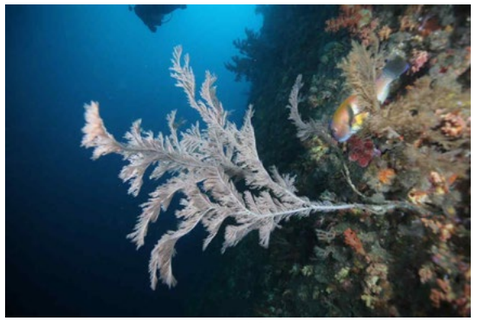

No.7


No.8

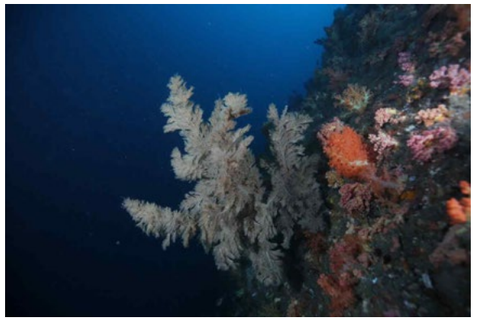

No.9

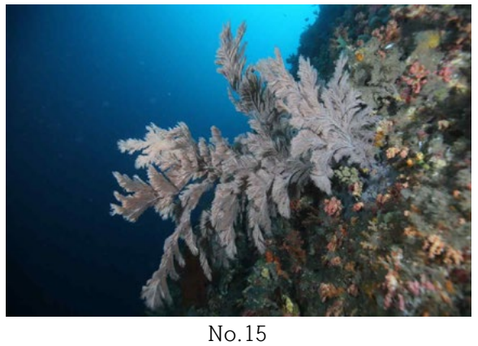

No.10

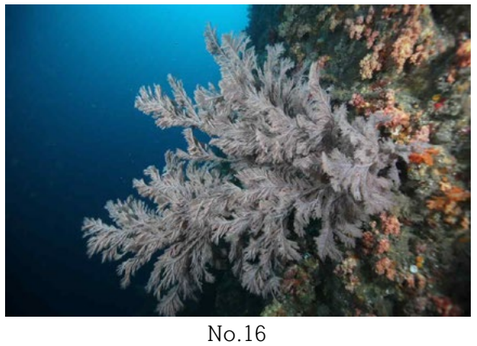

No.11

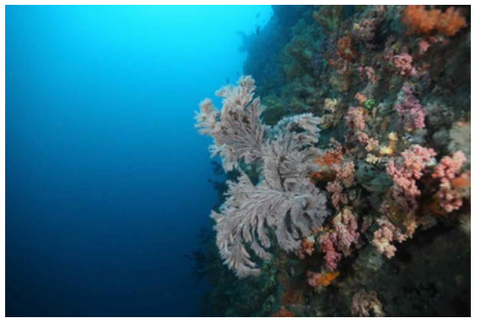

No.12


No.13

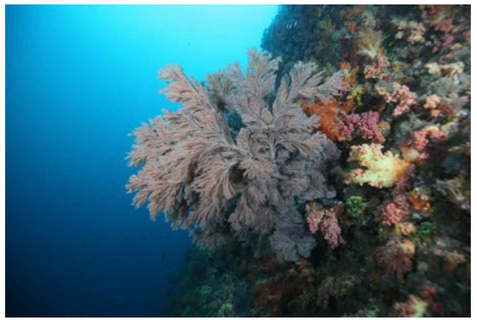

No.14


No.15


No.16

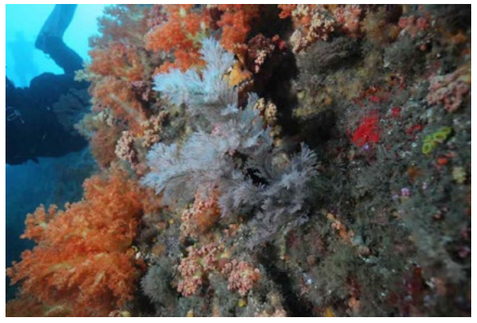

No.17

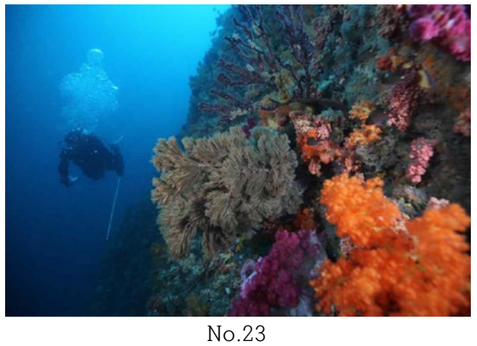

No.18

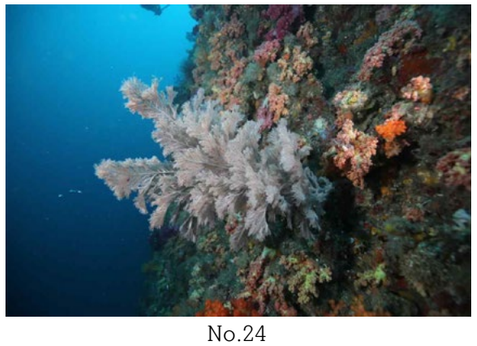

No.19


No.20

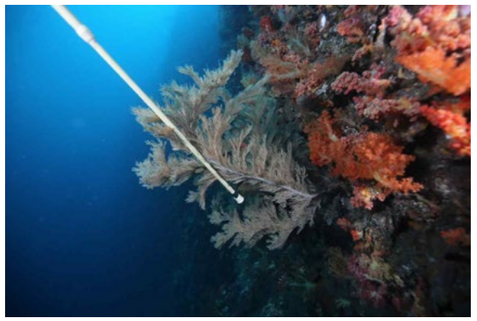

No.21

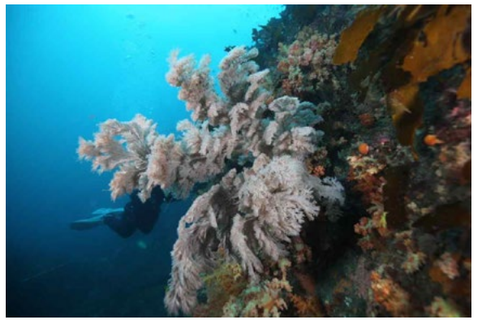

No.22


No.23


No.24


No.25

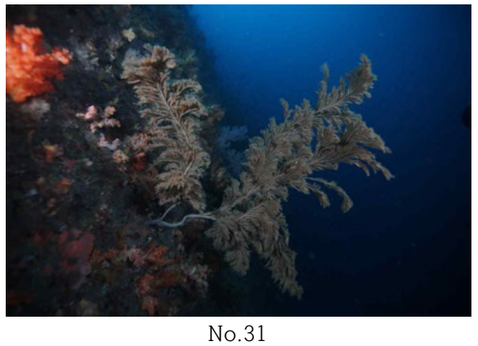

No.26

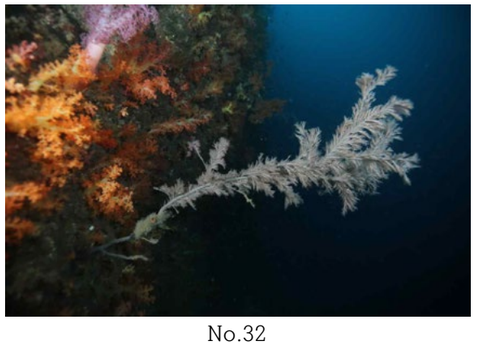

No.27

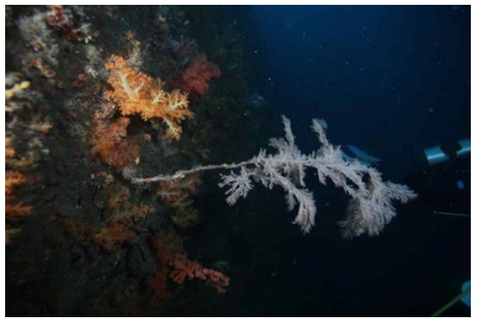

No.28


No.29

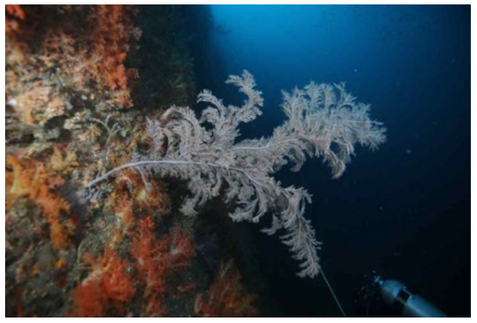

No.30


No.31


No.32

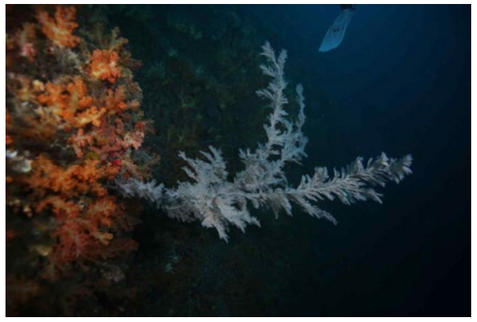

No.33


No.34

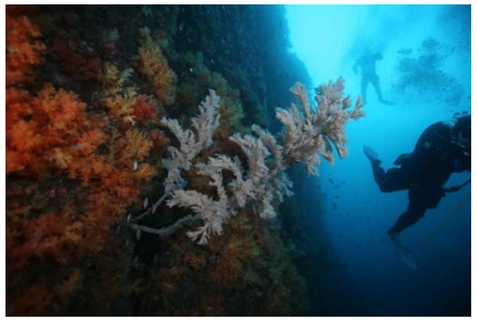

No.35


No.36


No.37


No.38


No.39


No.40


No.41

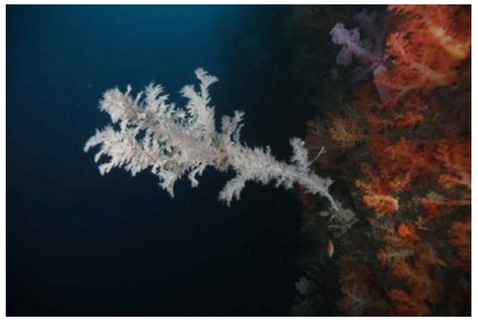

No.42


No.43


No.44

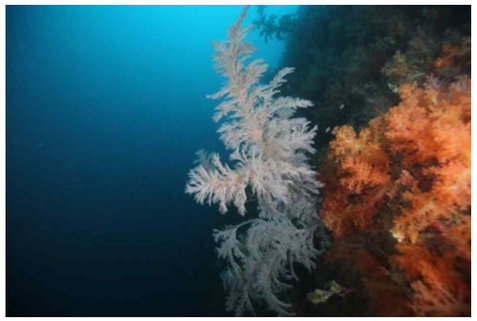

No.45


No.46

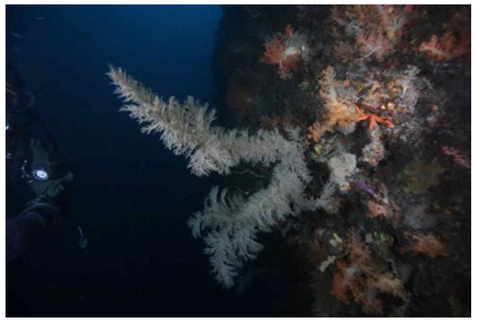

No.47


No.48


No.49

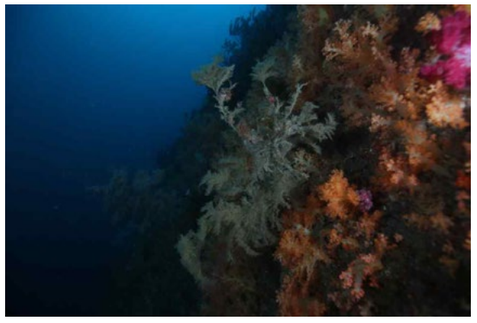

No.50

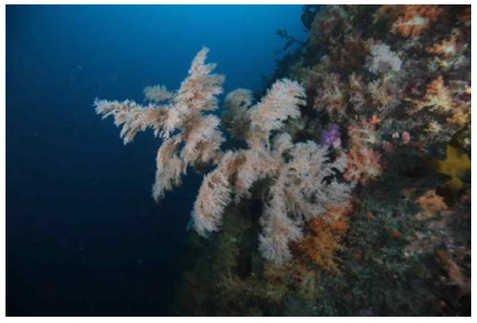

No.51


No.52


No.53


No.54

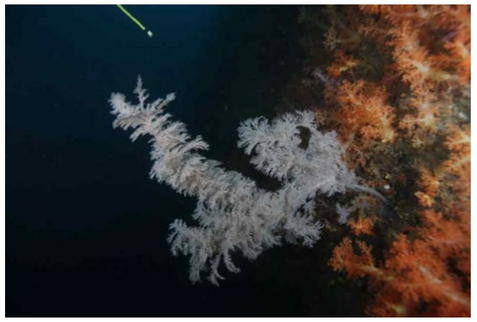

No.55


No.56


No.57


No.58


No.59


No.60


No.61


No.62

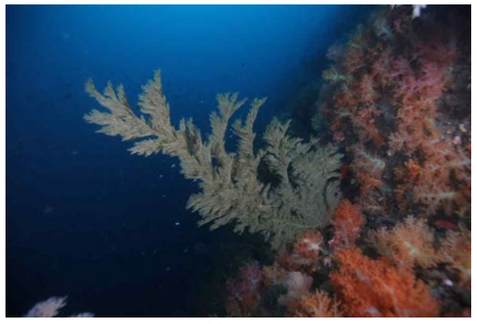

No.63

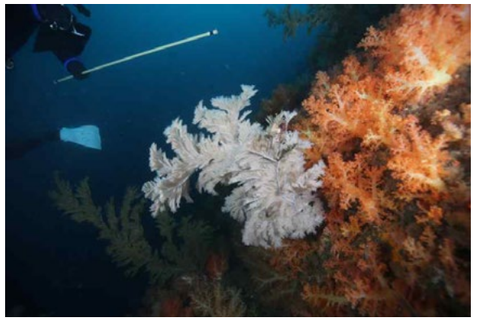

No.64


No.65


No.66

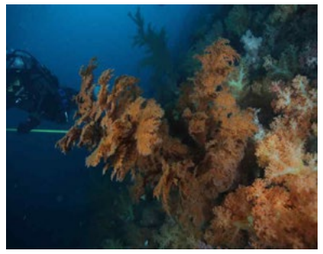

No.67

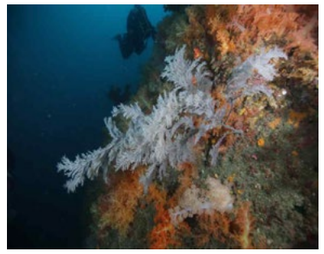

No.68


No.69


No.70


No.71


No.72


No.73

(그림 3.2.3) 문섬(새끼섬)일대 천연기념물 해송 출현 개체별 사진

제 4 장

종 합 결 과

제4장 종합결과

1. 요약 및 고찰

해양공원 및 해양보호구역 생태계 조사는 생물종다양성이 풍부하고 보전가치가 높은 문섬 일대 해양생물의 서식상태, 생물의 출현양상과 분포특성 등의 정기 모니터링을 실시 하여 생물 종다양성의 보전과 활용을 위한 기초자료를 확보하는데 목적이 있다. 또한 아열대 생물종의 출현을 포함한 수중생물상을 모니터링하여 향후 기후변화와 관련한 정책에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다.

해양공원 및 해양보호구역 생태계 조사는 제주도 생물권보전지역, 해양공원 및 해양보호구역으로 지정된 범섬, 외돌개, 문섬, 섶섬 4개 해역을 2021년 3월부터 10월까지 8개월간 부유생태 환경과 해양생물의 서식상태에 대한 조사를 수행하였다.

1.1 식물플랑크톤

식물플랑크톤은 4개 분류군, 총 108종으로 2021년 3월에 48종, 5월에 53종, 7월에 60종, 10월에 40종으로 7월에 가장 많고, 10월에 가장 적은 종수가 출현하는 것으로 조사되었다. 현존량은 3,876~15,802 cells/L로 조사되었으며 5월에 가장 많은 현존량을 보였고, 10월에 가장 적은 현존량을 보였다. 문섬 산호서식지 주변의 식물플랑크톤 군집구조에 대한 조사결과(좌와 이, 2000) 식물플랑크톤 출현종수의 경우 55속 128종, 현존량은 1,500~700,000 cell/L로 조사되어 이번 조사 대비 출현종과 현존량 최대값이 높은 것으로 분석되었다. 또한 Lee et al.(1990) 1988~1989년 제주 해안선에서 조사된 식물플랑크톤 현존량의 경우 1,834~1,190,044 cells/L로 조사되어, 제주연안과 비교하였을 때에도 제주 연안의 현존량 최대값이 높은 것으로 분석되었다. 2014년 해양환경공단의 해양보호구역 조사결과의 경우 6개 분류군 총 83종, 현존량은 3,792~13,125 cell/L로 이번 조사에서 출현종과 현존량이 더 높은 것으로 분석되었다(해양환경공단. 2015). 전반적으로 문섬 일대 식물플랑크톤 출현종 및 현존량은 2000년대 이후 감소한 경향을 보이는 것으로 판단되며, 향후 지속적인 모니터링을 통한 변화상 분석이 필요할 것으로 사료된다.

식물플랑크톤의 생태지수 중 풍부도지수는 3월 1.81±0.35, 5월 2.29±0.59, 7월 1.95±0.90, 10월 1.55±0.59였으며, 균등도지수는 3월 0.76±0.09 5월 0.79±0.02, 7월 0.66±0.15, 10월 0.81±0.09였다. 다양도지수는 3월 2.12±0.26, 5월 2.43±0.28, 7월 1.86±0.47, 10월 2.06±0.33였으며, 우점도지수는 3월 0.52±0.09, 5월 0.42±0.08, 7월

0.61±0.15, 10월 0.53±0.12로 조사되었다. 생태지수 중 종다양성 지수는 출현종의 다양성 정도, 종풍부도 지수는 출현종의 풍부한 분포 정도, 종균등도 지수는 출현종의 균등한 분포 정도, 종우점도 지수는 출현종의 우점정도를 의미한다. 2014년 해양환경공단의 해양보호구역 조사관찰 결과 종다양성지수는 1.98~2.86(평균 2.37), 균등도지수는 0.75~0.95(평균 0.86)으로 이번 조사결과와 대체로 비슷하였다(해양환경공단. 2015).

식물플랑크톤 군집분석 결과 3월의 경우 50%의 유사도 기준으로 즉 A 그룹은 섶섬(저층), 범섬(저층)과 외돌개(저층), B 그룹은 범섬(표층), 문섬(표층, 저층), 외돌개(표층), 섶섬(표층)로 나뉘었다. 5월은 55%의 유사도 기준으로 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다. 7월은 41%의 유사도 기준으로 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다. 10월은 55%의 유사도 기준으로 A 그룹은 범섬(표층, 저층), 섶섬(표층, 저층), 문섬(표층)과 B 그룹 문섬(저층), 외돌개(표층, 저층)으로 나뉘었으며, B 그룹은 A 그룹과 비교하여 현존량이 낮은 특성을 보였다. 군집분석은 3월을 제외하고 크게 범섬, 섶섬, 문섬(표층)의 그룹과 외돌개, 문섬(저층) 그룹으로 나뉘는 양상을 보였다. 이는 외돌개의 경우 다른 조사정점에 비해 육지와 면해있어 육지의 영향을 많이 받은 결과, 육지와 다소 떨어진 문섬, 범섬, 섶섬과 군집구조의 차이를 보이며, A그룹의 현존량이 높은 것은 외해와의 조류소통이 원활한 결과로 판단된다.

우점종의 경우 규조류 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*로 조사되었다. *Skeletonema costatum*는 직경 6~22 ㎛인 미세플랑크톤으로 광온 및 광염성종이며 우리나라 기수역 및 연안해역 특히 남서해안 전역에서 출현하는 종으로, 주로 여름철 고수온기 저염분 조건, 인산염 농도에 따라 빠른 성장을 보인다고 보고되어 있다(Kim et al., 2012). *Chaetoceros* sp.는 해양에 존재하는 규조류 중 가장 풍부하고 다양한 속(genera)을 보유하고 있는 식물플랑크톤으로 일부 연구를 통해 총 400여개의 종을 서술하고 있으나 현재 175종이 확인되어 있으며(Riouchi Et Al, 2022), 우리나라에서도 남해안 주변 해역에 폭넓게 분포하여 진해만에서 적조를 일으키는 대표적인 종으로 알려져 있다. 좌와 이(2000)의 조사결과에서는 문섬일대에서 규조류 *Paralia sulcata*가 26.6~64.2%로 가장 우점하며, 이 종은 제주 북부 해안선역에서 겨울에 우점하고 경기만에서는 연중 일시부유성으로 우점하는 종으로 보고하고 있다. 또한 2014년 해양환경공단의 해양보호구역 조사관찰 결과 *Nitzschia* 속의 미동정종이 15.1%, *Chaetoceros laciniosus* 8.5%, *Nitzschia*

acicularis 7.2%, *Chaetoceros* spp. 7.0%, *Cylindrotheca closterium* 6.4%로 모두 우리나라 남해안에서 출현하는 일반적인 연안종인 것으로 분석되었다(해양환경공단. 2015). 따라서 문섬일대에 분포하는 식물플랑크톤 우점종은 우리나라 해양에 분포하는 보편적인 플랑크톤인 것으로 분석된다. 그러나 해양환경공단의 2020년 국가 해양생태계 종합조사 결과, 우리나라 연안에서 20 ㎛ 이하의 미세플랑크톤(nanoplankton) 비율이 증가하고 있는 것으로 분석되었으며(해양환경공단, 2021), 크기가 작은 플랑크톤의 비율이 높은 경우 생태계 먹이사슬의 가장 낮은 영양단계인 식물플랑크톤의 기능이 약화되고 해당 생태계 먹이사슬 변화를 야기할 수 있다고 보고하였다. 따라서 향후 조사에서는 식물플랑크톤 중 20 ㎛ 이하의 미세플랑크톤(nanoplankton)에 대한 모니터링이 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1.2 동물플랑크톤

동물플랑크톤은 조사기간 동안 9개 분류군, 총 99종으로 2021년 3월 39종, 5월 32종, 7월 57종, 10월 61종으로 10월에 가장 많고, 5월에 가장 적은 종수가 출현하는 것으로 조사되었다. 평균 개체수는 2~153 ind./m^3로 10월에 가장 많고, 3월에 가장 적은 개체수를 보였다. 2014년 해양환경공단의 해양보호구역 조사관찰 결과 동물플랑크톤 분류군은 총 65개, 개체수는 977 ind./m^3 였으며(해양환경공단, 2015), 2020년 국가 해양생태계 종합조사결과 2015년부터 2020년까지 제주 해역은 춘계 71~4,296, 하계 60~6,983 ind./m^3 로 조사되었다(해양환경공단, 2021). 이번 조사결과는 해양환경공단의 조사결과 대비 분류군 및 개체수가 적은 것으로 분석되었다. 그 이유로는 첫째, 조사별로 채집시기의 차이가 원인일 수 있다. 일반적으로 동물플랑크톤은 주야간 수직운동을 하는 특성이 있고, 선행연구(오 등.,2000) 결과 문섬 일대에서 동물플랑크톤 군집 분석결과 개체수의 경우 계절별 일간변동이 심하며 전체적으로 야간에 높고 주간에 낮은 경향을 보이며, 이를 통해 채집시기에 따라 차이가 발생할 수 있음을 보고하고 있다. 둘째, 실제로 과거와 비교하여 동물플랑크톤의 출현종 및 개체수의 감소를 추정해 볼 수 있다. 2020년 국가 해양생태계 종합조사결과 동물플랑크톤의 분류군은 2015년 104분류군, 2016년 147분류군, 2017년 129분류군, 2018년 154분류군, 2019년 80분류군, 2020년 101분류군으로 점차 감소하였으며, 해역별로는 제주 해역에서 가장 낮은 분류군을 보이는 것으로 조사되었다(해양환경공단, 2021). 따라서 문섬 일대에서 실제로 과거와 비교하여 동물플랑크톤 출현종 및 개체수의 감소가 나타나고 있는지의 여부에 대해 향후 지속적인 모니터링이 필요하다고 사료된다.

동물플랑크톤의 생태지수 중 풍부도지수는 3월 26.39±8.27, 5월 8.03±4.13, 7월

7.49±1.67, 10월 7.61±0.32였으며, 균등도지수는 3월 0.99±0.02 5월 0.72±0.18, 7월 0.67±0.08, 10월 0.80±0.08였다. 다양도지수는 3월 2.97±0.22, 5월 2.01±0.58, 7월 2.18±0.37, 10월 2.84±0.10였으며, 우점도지수는 3월 0.17±0.03, 5월 0.55±0.17, 7월 0.53±0.13, 10월 0.34±0.10로 분석되었다.

군집 유사도는 2021년 3월 전체 정점이 유사도 약 47%의 중간 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 그룹과 1개의 정점으로 나누어졌다. 그 중 A그룹은 상대적으로 출현종수 및 현존량이 높은 정점이며, 외돌개는 균등도 및 풍부도가 높은 특성을 보였다. 2021년 5월의 경우 전체 정점이 유사도 약 37%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(섶섬)은 최우점종인 *Rosalina* sp.의 현존량 및 점유률이 다른 정점에 비해 높은 특성을 보였다. 2021년 7월의 경우 전체 정점이 유사도 약 29%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(외돌개)은 그룹에 속한 정점들에 비해 상대적으로 출현종수 및 현존량이 낮았다. 2021년 10월의 경우 전체 정점이 유사도 약 31%의 낮은 수준에서 모든 정점이 연결되었고, 각 정점은 1개의 정점과 1개의 그룹으로 나누어졌다. 그룹에 속하지 못한 정점(섶섬)은 그룹에 속한 정점들에 비해 상대적으로 출현종수 및 현존량이 낮았다. 2014년 해양환경공단의 해양보호구역 조사관찰 결과 종다양성지수는 2.18~2.77(평균 2.45±0.18)로 섶섬주변과 외해에 가까울수록 높게 분석되었고(해양환경공단, 2015), 군집 유사도 특성의 경우 모든 정점이 대체로 유사한 군집구조를 보이는 것으로 나타나 이번 조사결과와 유사하게 분석되었다.

우점종은 절지동물 3월과 7월은 *Calanus sinicus*, 5월은 원생동물 *Rosalina* sp., 10월은 척삭동물 *Oikopleura* sp.로 조사되었다. *Calanus sinicus*는 주요 요각류중 하나로 동중국해를 비롯하여 황해와 일본에 우점하는 냉수성 외양종으로 분포수온은 5~23℃이며 한국 연안에서는 냉수대가 출현하는 해역에 분포하는 것으로 알려져 있다(강. 2008). 원생동물인 *Rosalina* sp.는 전세계적으로 분포하는 유공충이다. 2020년 국가 해양생태계 종합조사 결과에 따르면 2015년부터 2020년까지 제주 해역 동물플랑크톤의 주요 우점종은 동계 *P. parvus* s. l., *P. gracilis*, *Salpa fusiformis*, *O. dioica*, 하계 *P. parvus* s. l., *A. steueri*였다(해양환경공단, 2021). 이번 조사결과에서의 우점종도 제주 연안에서 출현한 동물플랑크톤과 비교하여 보편적으로 발견되는 종으로 판단된다. 다만 해양환경공단의 동물플랑크톤 크기별 출현양상에서 대형종(*Calanus*, *Centropages*, *Labidocera* 속)과 중형종(*Acartia*, *Pseudodiaptomus*, *Tortanus* 속)은 감소하고 소형종(*Paracalanus*, *Corycaeus*, *Oithona*

속)은 증가하는 것으로 나타났으며, 소형종의 경우 고수온에서 증가한 연구사례가 있다고 보고하고 있다(해양환경공단, 2021). 따라서 제주 연안은 과거와 비교하여 아열대화에 따른 수온상승이 가속화되고 있는 해역임에 따라 향후 지속적인 모니터링을 통해 기후변화에 따른 소형 동물플랑크톤 증가여부에 대한 모니터링이 함께 이루어져야 할 것으로 사료된다.

1.3 어란 및 자치어

어란의 경우 3~4종으로 평균현존량은 238~21,695 indiv./1,000m^3, 우점종은 멸치(*Engraulis japonicus*)와 미동정종(Unidentified egg)으로 조사되었다. 자치어의 경우 1~3종, 평균현존량은 31~115 indiv./1,000m^3, 우점종은 청보리멸(*Sillago japonica*), 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 가숭어(*Celon haematocheilus*)로 조사되었다.

명(1997)의 연구에 따르면 1994년 하계와 동계에 문섬 일대 어류상은 총 35과 79종으로 여름철 자리돔과가 12종, 놀래기과(9종), 양볼락과(6종), 베도라치과(5종)순으로 출현하였으며, 미기록종으로 띠거물가시치(*Halicampus boothae*), 샛별돔(*Dascylus trimaculatus*), 살자리돔(*Stegastus altus*), 노랑꼬리베도라치(*Ecsenius namiyei*)가 발견되었다. 김 등.(2005)의 연구에서는 문섬 주변해역에서 망둑어과의 한국미기록종(*Eviota melasma*)를 보고하였고, 김(2011)의 연구에서는 39과 91종이 발견되었으며 촉수과, 자리돔과, 놀대기과, 청줄베도라치과, 활치과, 깃대돔과 등 대부분의 아열대성 어종이 포함되었다. 또한 해양환경공단의 조사결과에 따르면 문섬 일대에서의 자망과 통발을 이용한 유영동물은 총 9목, 17과, 21종으로 분석되었다(해양환경공단, 2015).

선행 조사결과와 비교하여 이번 조사의 경우 환경수중에 존재하는 어란과 자치어를 동정함에 따라 상대적으로 적은 종이 출현한 것으로 판단된다. 따라서 향후 보다 많은 종을 동정할 수 있는 분석방법이 도입되어야 할 것으로 사료된다. 예를 들어 현재 환경분야에서 최근 많이 활용되고 있는 환경 DNA 바코딩에 의한 유전자 종분석기법의 도입이 있다. 실제로 해양환경공단의 2020년 국가 해양생태계 종합조사 결과에 따르면 한반도 연안의 145개 정점에서 수집한 혼합어란 27,180개를 DNA 바코딩을 통해 분석한 사례가 있다. 환경 DNA 바코딩 기법을 도입함으로써 기후변화로 인한 제주연안 아열대화 환경에서 유영생물종의 구성과 아열대종 등 외래종의 유입을 보다 정확하게 분석할 수 있을 것으로 사료된다.

1.4 저서무척추동물

저서무척추동물은 75~93종으로 자포동물, 연체동물, 해면동물, 극피동물 순으로 우점

하였으며, 해역별로는 시기별로 3월에는 범섬(44종)에서 가장 적고 문섬(91종)에서 가장 많은 종이 출현하였다. 5월에는 범섬(71종)에서 가장 적고 섶섬(94종)에서 가장 많은 종이 출현하였으며, 7월에는 외돌개(62종)에서 가장 적고 범섬(86종)에서 가장 많은 종이 출현하였다. 10월에는 외돌개(69종)에서 가장 적고 섶섬(90종)에서 가장 많은 종이 출현하였다. 문섬 주변해역 저서무척추동물 군집구조에 관한 고 등(2008)의 연구에 따르면 저서무척추동물은 총 112종이며 연체동물이 36%로 가장 우점하고 다음으로 자포동물(28.8%), 해면동물(11.7%), 절지동물(7.2%), 극피동물(6.3%) 순으로 우점하여 본 조사결과보다 높은 출현종을 보였다. 해양환경공단 조사결과의 경우에도 2014년 문섬 주변해역의 무척추동물은 문섬에서 189종, 범섬 161종 및 섶섬에서 152종으로 출현하였으며, 분류군별로는 연체동물이 평균 54종(34.0%), 절지동물이 평균 41종(25.7%) 순으로 출현하여 본 조사결과보다 높은 출현종을 보였다(해양환경공단, 2015). 이러한 결과는 조사정점의 수와 규모, 조사기간의 차이뿐만 아니라 이번 조사에서는 저서동물의 채집 및 정량이 아닌 정성적인 조사만 이루짐에 따른 결과로 해석된다.

저서무척추동물 중 산호류의 경우 해양환경공단 조사결과에서는 총 33종(연산호 7종, 해양류 10종, 말미잘류 4종, 돌산호류 6종, 모래말미잘류 2종, 해송유 3종, 꽃말미잘류 1종)으로 범섬에서 가장 많은 22종, 다음으로 섶섬 20종, 문섬 18종으로 조사되었다. 주요 산호종으로는 문섬의 경우 분홍바다맨드라미(평균 피도 20.19), 범섬의 경우 빛단풍돌산호(평균 피도 17.83)가 우점하였다(해양환경공단, 2015). 2020년 국가해양생태계 종합조사에서도 거문도, 남형제섬, 문섬, 왕돌초, 울릉도 및 독도를 조사한 결과 문섬해역에서 80종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 피도에 있어서도 평균 피도인 23.0 %/m^2를 크게 초과하는 45.1 %/m^2로 분홍바다맨드라미, 큰수지맨드라미, 자색수지맨드라미, 밤수지맨드라미 등 연산호의 영향이 큰 것으로 조사되었다(해양환경공단, 2021). 이번 조사의 경우에도 모든 정점의 다양한 수심대에서 연산호를 비롯한 다양한 산호종이 분포하는 것으로 조사되어 해양환경공단의 조사결과와 일치하였다. 특히 2014년 해양환경공단의 조사결과 중 빛단풍돌산호는 이전에는 발견되지 않았던 섶섬을 포함하여 20m 이하의 깊은 수심으로 확산되는 추세를 보였는데, 이번 조사에서 빛단풍돌산호의 경우 모든 조사정점의 5m, 10m, 20m 의 모든 수심대에서 관찰되었다. 따라서 향후 기후변화와 관련하여 돌산호류 등 아열대지표종 출현종수, 생물량 및 분포범위 등 다양한 데이터를 지속적으로 축적해나갈 필요가 있다고 사료된다.

해양보호구역인 문섬 일대에는 천연기념물과 해양보호생물이 서식하는 지역으로 2020년 국가 해양생태계 종합조사결과 해양보호생물중 산호류는 14종이 발견되었다. 자색수

지맨드라미(*Dendronephthya putteri*)와 밤수지맨드라미(*Dendronephthya castanea*)는 문섬 해역에서 크게 우점하는 것으로 나타났으며, 검붉은수지맨드라미(*Dendronephthya suensoni*)는 서귀포에서 부산 남형제섬까지 넓게 분포하였다. 보존가치가 높은종은 긴가지해송(*Myriopathes lata*), 해송(*Myriopathes japonica*)과 같은 대형 각산호류와 대형 돌산호인 유착나무돌산호(*D. cribrosa*)로서 심미적, 생태적, 자원적 차원 등 다양한 측면에서 보전가치가 높은 것으로 조사되었다(해양환경공단, 2021). 이 중 해양수산연구원에서는 문섬(새끼섬)에 서식하는 천연기념물 해송을 대표적으로 모니터링 하였는데, 총 73개체가 분포하는 것으로 조사되었다. 조사 결과 GPS를 통해 서식위치를 좌표로 기록하고 개체별 분포 수심 및 크기를 측정하였다. 분포수심은 9.5~33.5 m(평균 21.5 m)대였으며, 크기는 가로 31.0~146.0 cm(평균 85.18 cm), 세로 15.0~100 cm(평균 43.29 cm)인 것으로 파악되었다. 향후 해송을 포함한 해양보호생물종의 보호를 위해 모니터링 대상종을 지속적으로 확대해나가고, 개체수와 분포범위 등 기초 데이터의 축적이 필요하다고 사료된다.

2. 제언

해양보호구역은 보호대상 해양생물, 해양경관, 생물다양성, 주요 수산생물 서식지 등을 해역·지역 특성을 토대로 지정·관리하고, 보호구역별 대표관리 대상선정을 통한 체계적인 보호·관리가 필요하다. 이를 위한 몇가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 해양보호구역의 관리에 앞서 환경보전 측면에 대한 지역주민과의 갈등관계를 파악하고 해결하는 것이 선행되어야 한다. 과거 문섬 일대 해양보호구역 영향에 대한 지역주민 인식연구(신, 2018)에 따르면 서귀포시 지역주민 중 20대 이상 400여명을 조사한 결과, 갈등 측면에서 환경보호와 어업권방해요인이 유의한 영향을 주는 것으로 파악되었다. 즉, 환경보호가 잘 될 것으로 예상할수록 갈등은 감소할 것으로 예상되며, 어업권방해가 심해질수록 갈등은 높아질 것으로 예상하였다. 또한 갈등이 높아질수록 해양보호구역 정책에 대한 지지는 감소할 것으로 예상하였다. 따라서 환경보호가 잘 된다는 지역민의 인식이 높아지고 어업권방해가 줄어들면 갈등은 줄어들고, 해양보호구역 관련 정책에 대한 지지도는 높아질 것을 시사한다. 따라서 향후 해양보호구역에 대한 정책수립과정에서 지역주민과의 적극적인 대화를 통한 충분한 설명과 갈등해결 과정이 필요하다고 사료된다.

둘째, 해양보호구역에 대한 실질적인 관리방안의 실천이 필요하다. 매년 해양생태자원 보호를 위해 해양보호구역의 수가 증가하고 있으나, 대부분의 해양보호구역이 원래의 목적에 맞게 효율적으로 관리되지 못하는 문제가 있다. 이는 우리나라 뿐만 아니라 전세계적으로 나타나고 있는 문제점이라 할 수 있다. 예를 들어, 필리핀의 경우 우리나라보다 훨씬 이전부터 더 많은 해양보호구역을 설정하여 관리해오고 있으며, 기마라스주의 산로렌조시와 시부낙시는 필리핀 수산업법에 따라 관할해역의 15%를 해양보호구역으로 지정하고 있다. 그러나 실질적인 관리계획의 부재와 함께 불법어획, 남획 등으로 해양생태자원이 점차 파괴되는 등 문제를 안고 있다. 지역주민들의 경우 자원보존과 해양보호구역의 중요성을 인식하고 정부의 강력한 법적제제와 순찰이 필수적이라고 응답하는 동시에 해양보호구역 설정으로 인한 경제적 보상 또한 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 또한 해양보호구역 내 행위제한 문제로 핵심구역(Core zone)의 경우 인간의 행위가 완전히 제한되는 “No-take Zone”을 유지하자는 의견에 대부분 동의하였으며(89.7%), 핵심구역(Core zone)을 둘러싸고 있는 완충구역(Buffer zone)에서는 생태관광(78.8%)을 비롯한 행위가 허용되기를 바라는 것으로 나타났다(김, 2014).

이를 우리나라 사례와 비교했을 때 우리나라의 경우 아직까지 해양보호구역 인접주민의 생활유지를 위해 필요한 행위를 인정해주고 있으며, 지역주민과의 갈등문제로 “No-take Zone”의 개념을 실시하기 어려운 현실에 있다. 이는 해양보호구역의 실질적인 관리의 문제로 이어지고 있다. 따라서 문섬 일대 해양보호구역의 경우 필리핀의 사례처럼 핵심구역(Core zone)과 완충구역(Buffer zone)을 설정하여 완충구역(Buffer zone) 내에서만 일정 행위를 허가하는 방안에 대한 검토가 필요하며, 이 과정에서 발생하는 경제적 손실의 경우 지역주민 의견청취를 통해 충분한 보상이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

마지막으로, 해양보호구역에 대한 지역주민 참여를 확대해 나가야한다. 이를 위해 정책부서는 지역어촌계 주민이 직접 해양보호구역 보존활동에 참여하게 하고 필요한 재원을 지원해주는 방안이 필요하다. 예를 들어, 해양환경공단에서는 2019년부터 태안 가로림만 해양보호구역의 명예지도원을 임명하고 있으며 해양보호구역에 대한 교육과 홍보, 해양쓰레기 수거 및 수산종묘 방류 등 해양보호구역 보존의 중추적인 역할을 담당하고 있다. 또한 통영시의 경우 2020년에 지정된 용남면 선촌마을 주변해역 1.94km^2 의 해양보호구역의 효율적인 관리를 위해 화삼어촌계와 업무협약을 체결하여, 마을주민을 명예관리인을 채용하여 방문객의 안내 및 계도와 해양 정화활동의 추진 및 교육프로그램 운영 등을 위한 상호협력을 추진하기로 하였다.

이는 해양보호구역의 체계적인 관리를 위한 민관 협력 사례로 제주도에 적용해본다면 제주도에서도 범섬, 외돌개, 문섬, 섶섬 일대 어촌계와 협약을 통해 명예지도원을 지정하고 지원해준다면, 어촌계와의 갈등을 줄이고 효율적인 관리가 가능해질 것으로 판단된다.

제 5 장

참 고 문 헌

제5장 참고문헌

해양환경공단. 2015. 2014년 해양보호구역 조사관찰 최종보고서.

해양환경공단. 2021. 2020년 국가 해양생태계 종합조사 해양생태총서(통합).

강도형, 송준임, 최광식. 2005. 제주도 문섭 조하대에 서식하는 연산호군락의 태풍에 의한 영향 분석. Ocean and Polar Research, 27(1), 25-34.

강경아. 2008. "여름철 북부 동중국해의 중형동물플랑크톤 분포와 요각류 Calanus sinicus의 개체군 동태." 국내석사학위논문 부경대학교.

고영욱, 성건희, 이창호, 김현희, 최동문, 고용덕, 김정하. 2008. 한국연안 해조류 생물량의 연간 변동 양상: 제주도 문섬지역. Algae, 23(4), 295-300.

고준철, 구준호, 양문호. 2008. 제주도 문섬 주변해역 해양환경특성 및 저서무척추동물의 군집구조. 한국패류학회지, 24(3), 215-228.

고준철, 한송헌, 김보연, 최정화, 황강석. 2021. 제주도 남부 가파도 연안 어류군집의 계절별 특성. 수산해양기술연구, 57(1), 10-24.

김가람, 강형구, 김충곤, 최재호, 김성. 2021. 황해 갑각 중형동물플랑크톤의 형태 분석과 DNA 메타바코딩 비교. Ocean & Polar Research, 43(1).

김병직, 최승호, 이영돈. 2005. 제주도 문섬 주변해역에서 채집된 망둑어과 한국미기록종, Eviota melasma. 한국어류학회지, 17(3), 221-224.

김비. 2011. 제주도 문섬 (새끼섬) 주변의 수중 어류상. 국내석사학위논문(군산대학교).

박소연, 이창수, 김민섭, 조인영, 유승훈. 2018. 문섬 등 주변해역 생태계보호구역 내 산호군락지의 보전가치. 해양환경안전학회지, 24(1), 101-111.

박윤선, 오새라, 임정빈. 2015. 고창 생물권보전지역 체험관광의 경제적 파급효과 분석-하전갯벌체험마을 사례. 농촌계획, 21(2), 23-32.

신동찬. 2018. 해양보호구역 영향에 대한 관광지 지역주민 인식 연구. 국내박사학위논문 경기대학교 대학원, 경기도.

오봉철, 이준백, 좌종헌, 고유봉. 2000. 제주도 문섬 산호서식지 주변의 생물생태학적 특성-Ⅲ. 젤라틴성 동물플랑크톤 생산량의 계절 및 일 변동. 한국해양학회지, 5(2), 141-145.

좌종헌, 이준백. 2000. 제주도 문섬 산호서식지 주변의 생물생태학적 특성 I. 환경특성과 식물플랑크톤의 군집구조. 한국해양학회지, 5(1), 59-69.

채동렬, 남수민. 2011. 어업자원 관리수단으로서의 해양보호구역제도에 관한 연구. 수산경영론집, 42(3), 41-61.

채동렬. 2012. 우리나라 해양보호구역의 효과적 관리를 위한 정책 제안. Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety Vol, 18(3), 207-212.

최윤, 김비, 이흥헌. 2013. 제주도 문섬 (새끼섬) 주변의 어류상. 환경생물, 31(1), 45-52.

Kim, B. H., Won, D. H., Kim, Y. J. 2012. Spring bloom of Skeletonema costatum and lake trophic status in the Hwajinpo Lagoon, South Korea. Korean Journal of Ecology and Environment, 45(3), 329-339.

Kim, D. 2004. A Bioeconomic Analysis on the Effectiveness of Marine Protected Area (MPA). Environmental and Resource Economics Review, 13(4), 657-684.

Kim, Tae-Goun. 2014. Study on Public Awareness of establishing Marine Protected Areas - Case Study of Guimaras Province, Philippines using Contingent Valuation Method. Journal of Navigation and Port Research, 38(6), 663-672.

Lee, J. B., Go, Y. B., Jwa, J. H. 1990. The structure and dynamics of phytoplankton communities around the coastline of Cheju Island, Korea. ALGAE, (y1990m00a), 159-159.

Myoung, J. G. 1997. The fish fauna of Munsom in Cheju-do, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 9(1), 5-14.

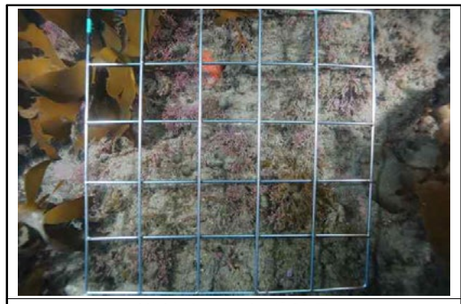
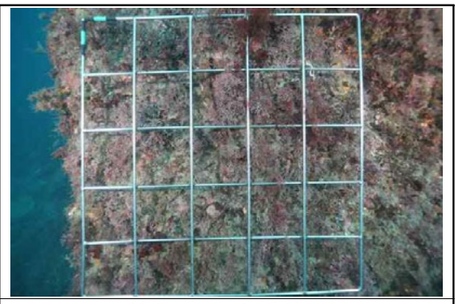
Riouchi Et Al, O. 2022. Distribution and morphology of the diatom genus Chaetoceros in the Lagoon of Nador, Morocco. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 26(1), 387-399.

Sin, D. W., Choe, J. G., Kim, B. H., Park, J. B., Kim, M. S. 2010. A Comparative Study on the Protected Areas of UNESCO. In Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference (pp. 118-122). Korean Society of Environment and Ecology.

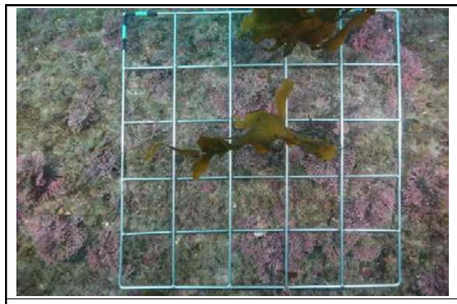
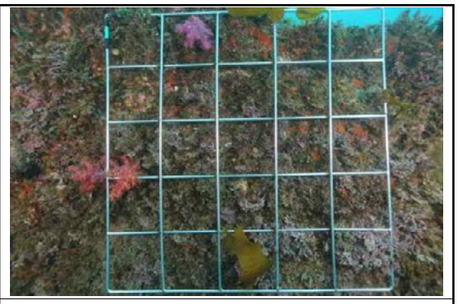
제 6 장

해양공원 및 해양보호구역 수심대사진

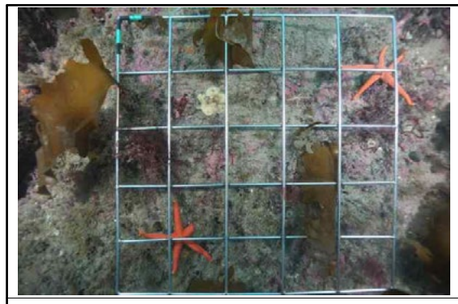
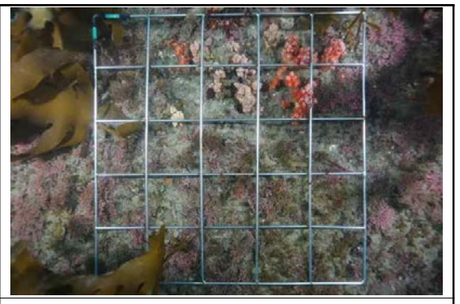
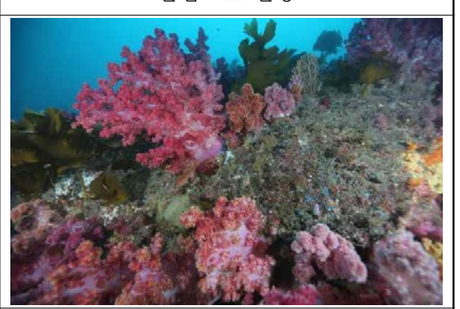
제6장 해양공원 및 해양보호구역 수심대사진

	
범섬 Line 1 방형구	범섬 Line 2 방형구
	
범섬 5m 전경(가시수지맨드라미)	범섬 5m 전경(감태)
	
범섬 10m 전경(둥근컵산호)	범섬 10m 전경(예쁜이해면)
	
범섬 20m 전경	범섬 20m 전경(관목나무돌산호)

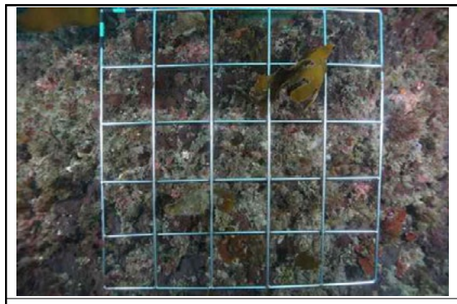
(그림 6.1) 범섬 해역 수심대사진(3월)

	
외돌개 Line 1 방형구	외돌개 Line 2 방형구
	
외돌개 5m 전경(감태)	외돌개 5m 전경(덤불연쇄방이끼벌레)
	
외돌개 10m 전경(돌기해삼)	외돌개 10m 전경(가시수지맨드라미)
	
외돌개 20m 전경(혹가시산호)	외돌개 20m 전경(분홍바다맨드라미)

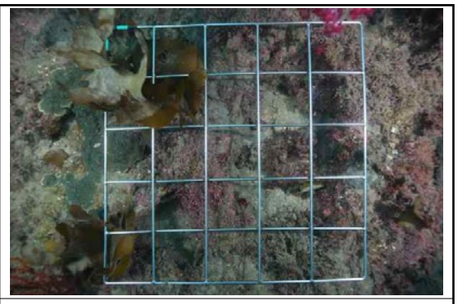
(그림 6.2) 외돌개 해역 수심대사진(3월)

	
문섬 Line 1 방형구	문섬 Line 2 방형구
	
문섬 5m 전경 (감태)	문섬 5m 전경
	
문섬 10m 전경(혹가시산호)	문섬 10m 전경(가시수지맨드라미산호)
	
문섬 20m 전경(분홍바다맨드라미산호)	문섬 20m 전경(만두멍게)

(그림 6.3) 문섬 해역 수심대사진(3월)



섶섬 Line 1 방형구



섶섬 Line 2 방형구



섶섬 5m 전경(그물코돌산호)



섶섬 5m 전경(빛단풍돌산호)



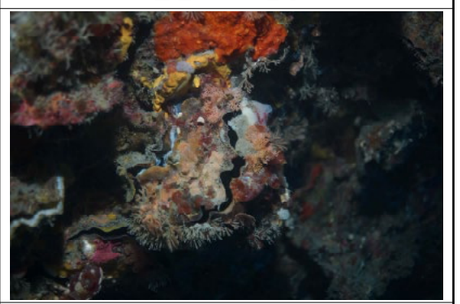
섶섬 10m 전경(가시수지맨드라미)



섶섬 10m 전경



섶섬 20m 전경(분홍바다맨드라미)

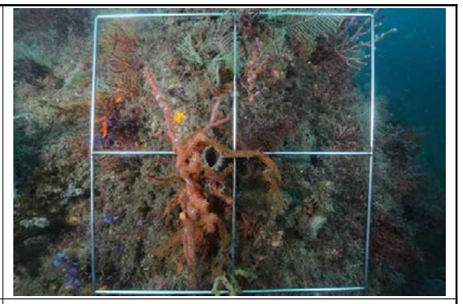


섶섬 20m 전경(벌집굴)

(그림 6.4) 섶섬 해역 수심대사진(3월)



범섬 Line 1 방형구



범섬 Line 2 방형구



범섬 5m 전경(뿔간망이끼벌레)



범섬 5m 전경



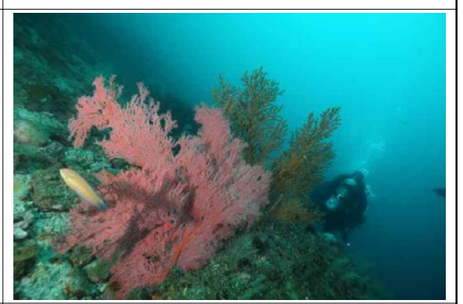
범섬 10m 전경(방패연잎성게)



범섬 10m 전경

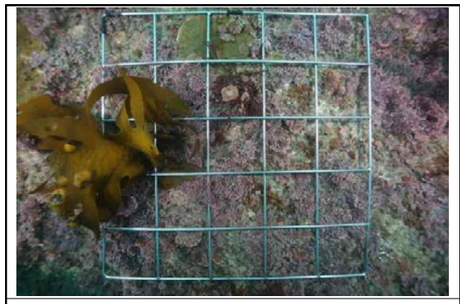


범섬 20m 전경(유착진총산호)

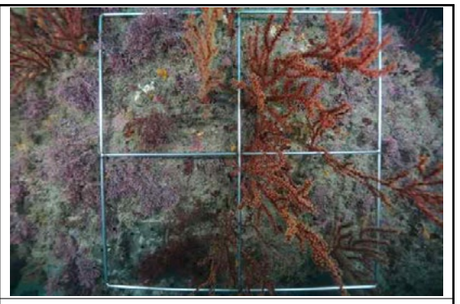


범섬 20m 전경

(그림 6.5) 범섬 해역 수심대사진(5월)



외돌개 Line 1 방형구



외돌개 Line 2 방형구



외돌개 5m 전경



외돌개 5m 전경(진홍나팔돌산호)



외돌개 10m 전경(가시수지맨드라미산호)



외돌개 10m 전경(감태)



외돌개 20m 전경(자색깃히드라)

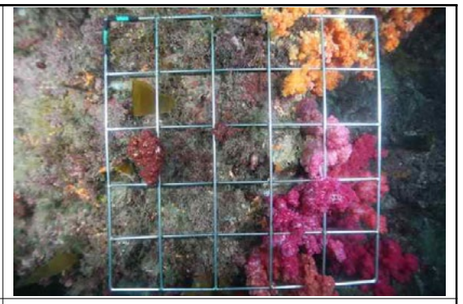


외돌개 20m 전경(둥근컵산호)

(그림 6.6) 외돌개 해역 수심대사진(5월)



문섬 Line 1 방형구



문섬 Line 2 방형구



문섬 5m 전경



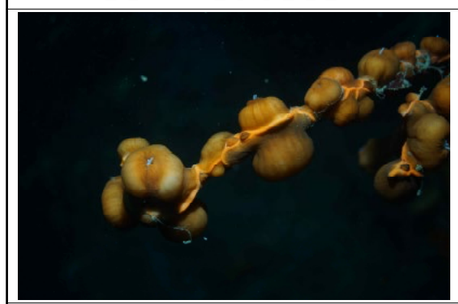
문섬 5m 전경(하돈입술구멍이끼벌레)



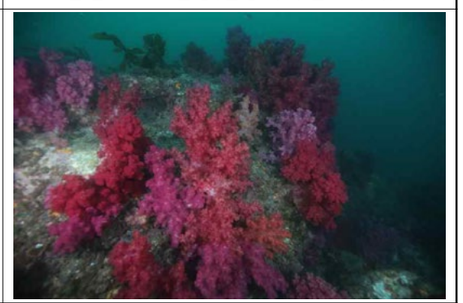
문섬 10m 전경(둥근컵산호)



문섬 10m 전경(분홍바다맨드라미)

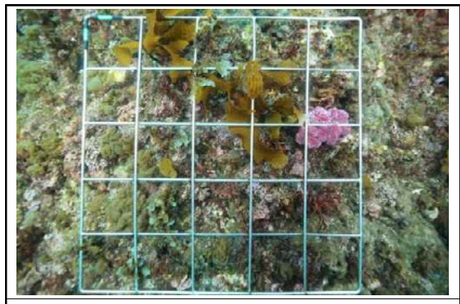
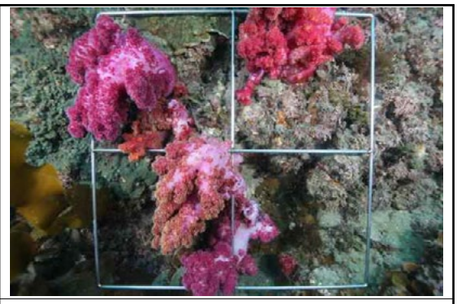


문섬 20m 전경(담홍말미잘)

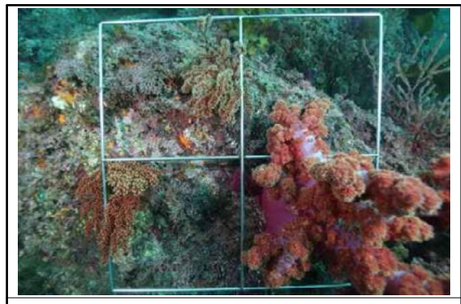
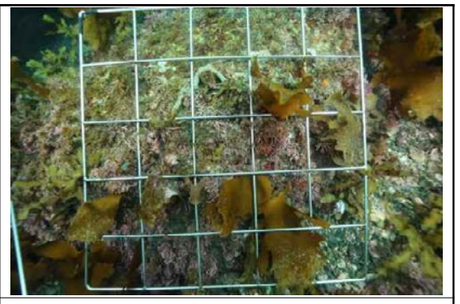


문섬 20m 전경(가시수지맨드라미)

(그림 6.7) 문섬 해역 수심대사진(5월)

	
섶섬 Line 1 방형구	섶섬 Line 2 방형구
	
섶섬 5m 전경(가시수지맨드라미)	섶섬 5m 전경
	
섶섬 10m 전경(양색바늘산호)	섶섬 10m 전경
	
섶섬 20m 전경(검붉은수지맨드라미)	섶섬 20m 전경(오렌지둥글해면)

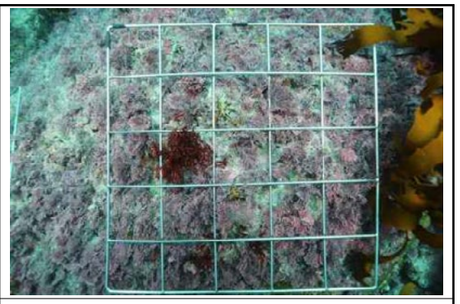
(그림 6.8) 섶섬 해역 수심대사진(5월)

	
범섬 Line 1 방형구	범섬 Line 2 방형구
	
범섬 10m 전경(관목나무돌산호)	범섬 10m 전경(감태)
	
범섬 10m 전경	범섬 10m 전경(큰산호말미잘)
	
범섬 20m 전경(긴갯민숭이)	범섬 20m 전경(둥근컵산호)

(그림 6.9) 범섬 해역 수심대사진(7월)



외돌개 Line 1 방형구



외돌개 Line 2 방형구



외돌개 10m 전경(감태)



외돌개 10m 전경(굵은나선별해면)



외돌개 10m 전경(곧은가지나무테히드라)



외돌개 10m 전경

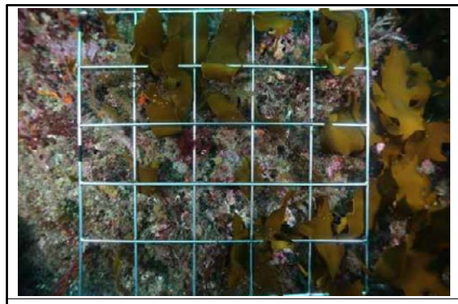


외돌개 20m 전경(혹가시산호)

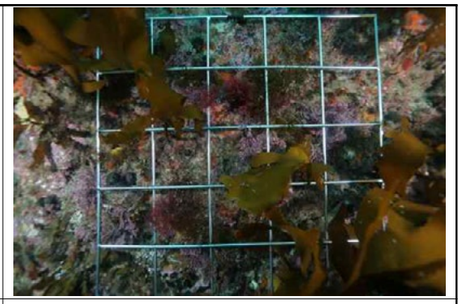


외돌개 20m 전경

(그림 6.10) 외돌개 해역 수심대사진(7월)



문섬 Line 1 방형구



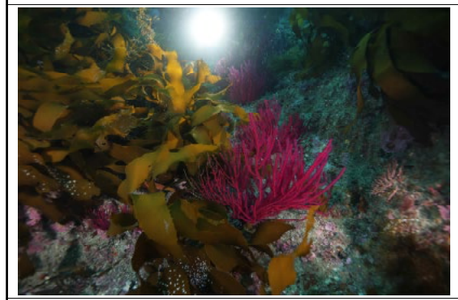
문섬 Line 2 방형구



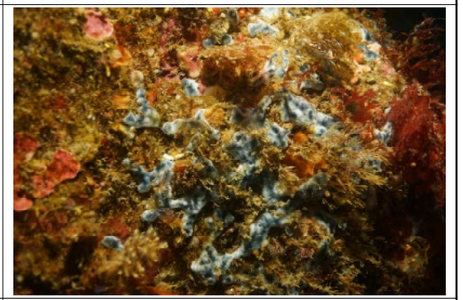
문섬 10m 전경(관목나무돌산호)



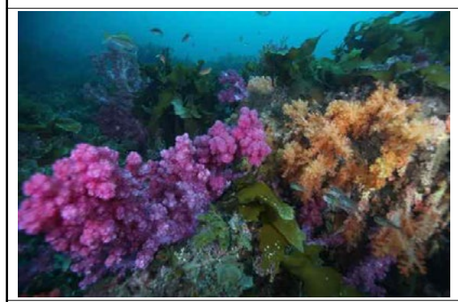
문섬 10m 전경



문섬 10m 전경(불나무진총산호)



문섬 10m 전경(얼룩무늬흰덩이멍게)

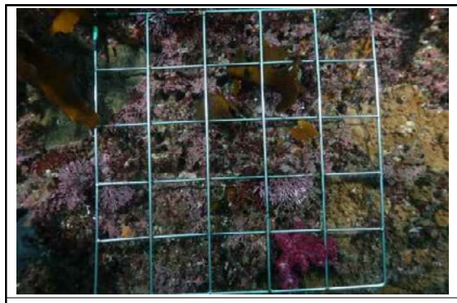


문섬 20m 전경(가시수지맨드라미산호)

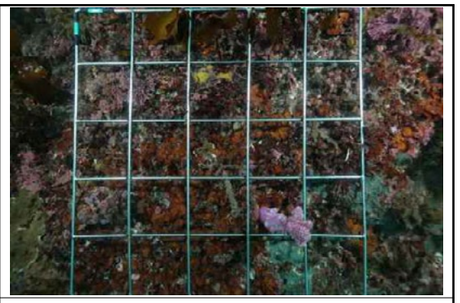


문섬 20m 전경

(그림 6.11) 문섬 해역 수심대사진(7월)



섶섬 Line 1 방형구



섶섬 Line 2 방형구



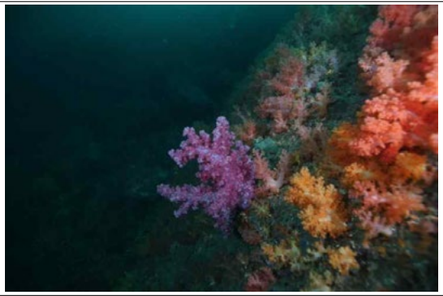
섶섬 5m 전경



섶섬 5m 전경(벌집굴)



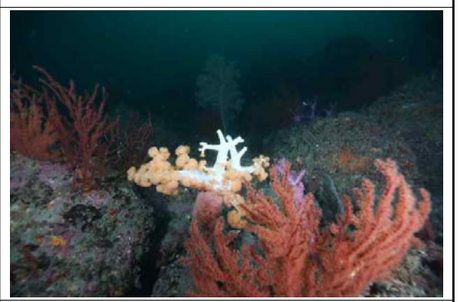
섶섬 10m 전경(둔한진총산호)



섶섬 10m 전경(가시수지맨드라미산호)

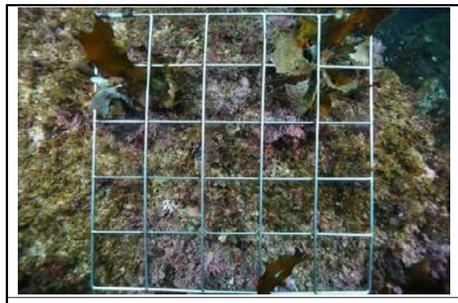


섶섬 20m 전경(분홍바다맨드라미산호)



섶섬 20m 전경

(그림 6.12) 섶섬 해역 수심대사진(7월)



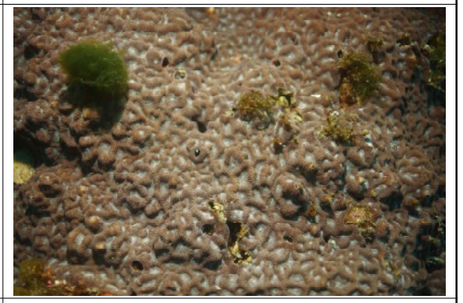
범섬 Line 1 방형구



범섬 Line 2 방형구



범섬 5m 전경(가시수지맨드라미산호)



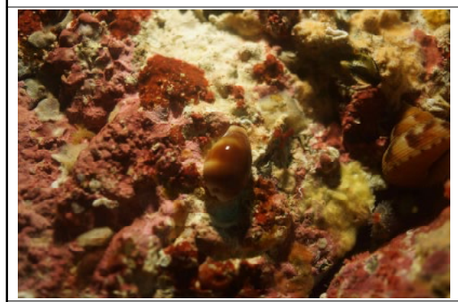
범섬 5m 전경(별빛돌산호)



범섬 10m 전경



범섬 10m 전경(양색바늘산호)

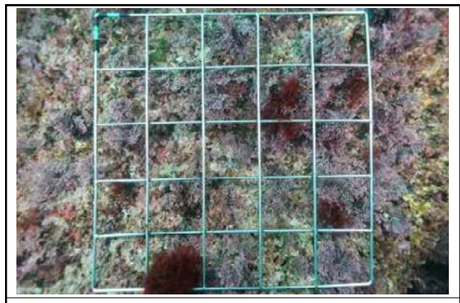


범섬 20m 전경(노랑개오지)

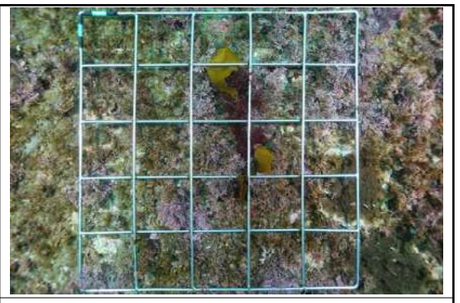


범섬 20m 전경(부채뿔산호)

(그림 6.13) 범섬 해역 수심대사진(10월)



외돌개 Line 1 방형구



외돌개 Line 2 방형구



외돌개 10m 전경(감태)



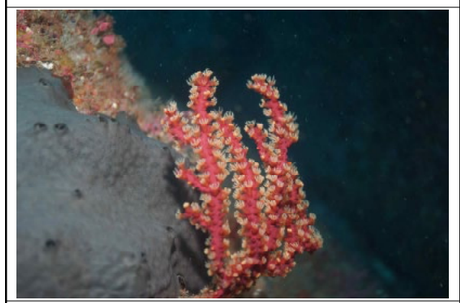
외돌개 10m 전경(둔한진총산호)



외돌개 10m 전경



외돌개 10m 전경(가는진총산호)

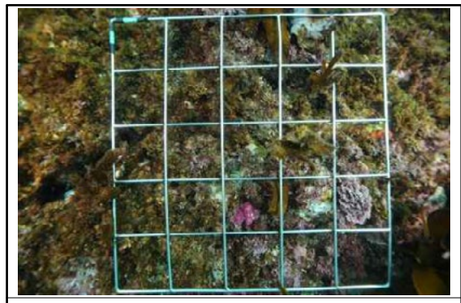


외돌개 20m 전경(혹가시산호)

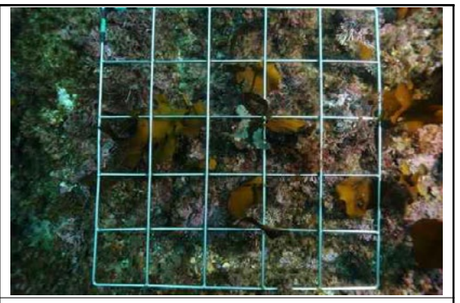


외돌개 20m 전경(분홍바다맨드라미산호)

(그림 6.14) 외돌개 해역 수심대사진(10월)



문섬 Line 1 방형구



문섬 Line 2 방형구



문섬 5m 전경(청자고둥)



문섬 5m 전경



문섬 10m 전경(자새수지맨드라미산호)



문섬 10m 전경(해송)

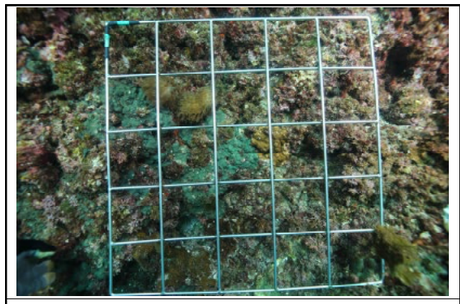
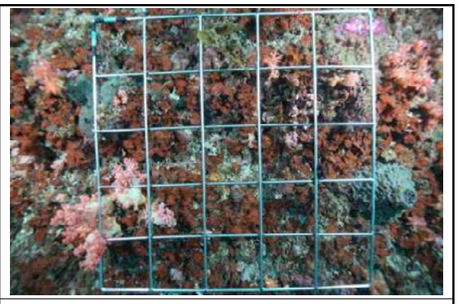
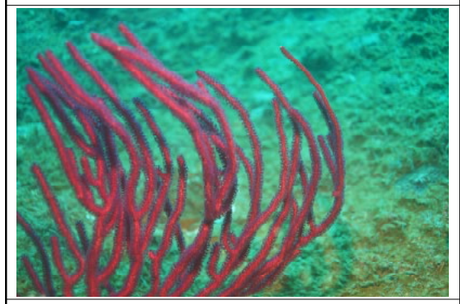


문섬 20m 전경(산호붙이히드라)



문섬 20m 전경(분홍바다맨드라미산호)

(그림 6.15) 문섬 해역 수심대사진(10월)

	
섶섬 Line 1 방형구	섶섬 Line 2 방형구
	
섶섬 5m 전경(굵은나선별해면)	섶섬 5m 전경
	
섶섬 10m 전경	섶섬 10m 전경(예쁜이해면)
	
섶섬 20m 전경(불나무진총산호)	섶섬 20m 전경

(그림 6.16) 섶섬 해역 수심대사진(10월)

제 7 장

부 록

제7장 부록

<표 7.1> 식물플랑크톤 출현종 및 현존량(3월)

출현종	범섬		외돌개		문섬		섶섬		합계
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	
Bacillariophyceae (규조류)									
Achnanthes brevipes							59		59
Actinoptychus senarius								65	65
Amphiprora alata			73						73
Amphora laevis				158	112			130	400
Chaetoceros curvisetus		616							616
Chaetoceros danicus		77			56				133
Chaetoceros decipiens			219		168		178		565
Chaetoceros socialis	1,122				1,344				2,466
Cocconeis scutellum				79			59		138
Corethron criophilum			146						146
Coscinodiscus eccentricus					56				56
Coscinodiscus marginatus	66	77			56			65	264
Cylindrotheca closterium					56				56
Dactyliosolen fragilissimus							59		59
Diatoma elongatum		231		158			178		567
Ditylum sol					56		59		115
Grammatophora marina			73						73
Guinardia flaccida					56				56
Lauderia annulata		154						455	609
Leptocylindrus danicus	198								198
Licmophora flabellata								65	65
Licmophora lyngbyei							59		59
Lioloma pacificum	66							65	131
Melosira nummuloides			146				178		324
Navicula complanata				79					79
Navicula distans	132				168	60	59		419
Navicula mollis	132	77	219	79	728	483	237	130	2,085
Nitzschia longissima	990	693	292	79	2,352	1,873	1,068	715	8,062
Nitzschia sigma			73			60			133
Nitzschia socialis					56			65	121
Nitzschia vitrea		77		79				65	221
Odontella sinensis							59	65	124
Paralia sulcata								585	585
Pseudo-nitzschia seriata	330	154		237	1,400	906	237	65	3,329
Skeletonema costatum	2,244	2,926	1,460	948	7,784	3,203	950	1,105	20,620
Synedra pelagica	66		146		112	181			505
Synedra tabulata	66								66
Thalassiosira baltica				158				130	288
Thalassiosira gravida		154		158	56	60			428
Thalassiosira hyalina			219			725	59	195	1,198
Thalassiosira rotula				79					79
Dinoflagellates(와편모조류)									
Prorocentrum dentatum					56		59		115
Prorocentrum micans					56				56
Silicoflagellates(규질편모조류)									
Dictyocha fibula						60			60
Phytoflagellates(식물편모조류)									
Hillea fusiformis	198	154	292	237	1,232	302	237	195	2,847
Hillea marina	132	77	146	79	336	120	59	130	1,079
Micromonas pusilla	264	231	365	237	616	241	178	260	2,392
Pseudopedinella pyriforme				79	224	120			423
현존량(cells/L)	6,006	5,698	3,869	2,923	17,136	8,394	4,031	4,550	52,607
출현종수	14	14	14	16	23	14	19	19	48

<표 7.2> 식물플랑크톤 출현종 및 현존량(5월)

출현종	범섬		외돌개		문섬		섶섬		합계
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	
Bacillariophyceae (규조류)									
Amphiprora alata			108						108
Amphora coffeaeformis			54	68					122
Amphora laevis							697		697
Asterionellopsis glacialis		148	378	340	82				948
Bacteriastrum varians		148						117	265
Cerataulina compacta		296						58	354
Cerataulina pelagica	86								86
Chaetoceors borealis	3,870	1,702		544			436	2,770	9,322
Chaetoceros affinis	516	222	378					766	1,882
Chaetoceros curvisetus	7,052	5,624	2,268	1,700	3,362	1,746	4,972	5,658	32,382
Chaetoceros decipiens	3,956	2,146	972	204	984	396	2,791	3,065	14,514
Chaetoceros didymus	430		108						538
Chaetoceros socialis	688								688
Cocconeis pseudomarginata					82				82
Cocconeis scutellum			54		82		87		223
Corethron criophilum			54		82	79	87		302
Cylindrotheca closterium							174		174
Dactyliosolen fragilissimus	430	1,332			328			117	2,207
Ditylum brightwellii						79			79
Fragilariopsis oceanica			162						162
Grammatophora angulosa							87		87
Guinardia striata	1,462	2,516	108		820		1,570	1,414	7,890
Haslea wawrike				68				117	185
Hemiaulus hauckii		74							74
Leptocylindrus danicus	258	666	162					766	1,852
Licmophora lyngbyei			108				87		195
Lioloma pacificum	86	74		136	246			58	600
Navicula mollis	258	222	432	340		79	174	235	1,740
Nitzschia longissima	688	962	756	272	1,394	396	1,919	884	7,271
Nitzschia socialis					82				82
Nitzschia vitrea			54	68	82		87	58	349
Pseudo-nitzschia pungens	344	1,480	270	272	492		1,308	471	4,637
Pseudo-nitzschia seriata	2,236	2,072	1,512	884	2,542	793	1,919	2,298	14,256
Pseudo-nitzschia subcurvata							174	117	291
Rhizosolenia alata	172	148			246				566
Rhizosolenia crassispina		74						117	191
Rhizosolenia hebetata f. hebetata	516	740	108		82		174	294	1,914
Rhizosolenia setigera	258	296			82		348	707	1,691
Skeletonema costatum	172		864	952			872		2,860
Synedra pelagica	344	148	162	68	164	238		471	1,595
Thalassiosira baltica	172								172
Thalassiosira hyalina		74		68				58	200
Dinoflagellates(와편모조류)									
Ceratium furca			108						108
Ceratium tripos								58	58
Gymnodinium sp.					82				82
Prorocentrum micans	86	74	108						268
Protoperidinium pellucidum		74							74
Scrippsiella trochoidea	86	148		136					370
Phytoflagellates(식물편모조류)									
Euglena sp.	688	296					87	117	1,188
Eutreptiella marina		222	108		574		261	58	1,223
Hillea fusiformis	1,032	814	162		492	158	959	766	4,383
Hillea marina	258	296					261	176	991
Micromonas pusilla	688	518	270	204	820	317	610	412	3,839
현존량(cells/L)	26,832	23,606	9,828	6,324	13,202	4,281	20,141	22,203	126,417
출현종수	27	30	26	17	22	10	24	28	53

<표 7.3> 식물플랑크톤 출현종 및 현존량(7월)

출현종	범섬		외돌개		문섬		섶섬		합계
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	
Bacillariophyceae (규조류)									
Amphiprora alata			77	77					154
Amphora coffeaeformis					82			55	137
Amphora laevis				77					77
Asterionellopsis glacialis				77	82				159
Bacteriastrum elongatum							870	1320	2190
Bacteriastrum varians							1160	2365	3525
Biddulphia pulchella					164				164
Cerataulina compacta				77				110	187
Chaetoceros affinis							116	770	886
Chaetoceros atlanticus							754		754
Chaetoceros compressus							116	165	281
Chaetoceros curvisetus			1232	308				275	1815
Chaetoceros danicus							406	165	571
Chaetoceros decipiens	1958	918	11473	10626	574	1050	12006	11880	50485
Chaetoceros didymus							348		348
Chaetoceros paratoxus							928	495	1423
Chaetoceros peruvianus								55	55
Cocconeis pseudomarginata						75			75
Cocconeis scutellum		54		77	82	75		55	343
Corethron criophilum								55	55
Cylindrotheca closterium								110	110
Dactyliosolen phuketensis							406		406
Diploneis splendica					82				82
Ditylum brightwellii							116		116
Eucampia zodiacus				154					154
Guinardia flaccida							58	330	388
Guinardia striata		108	77				1276	660	2121
Haslea wawrike		54	231	77					362
Leptocylindrus danicus								110	110
Licmophora flabellata	89								89
Lioloma pacificum						75	232	495	802
Meosira juergensi					246				246
Navicula directa			385	77				110	572
Navicula mollis	89	162	693	1078	246	75	290	55	2688
Nitzschia longissima	89	54	462	154	82	225	1044	330	2440
Nitzschia sigma						75	116	55	246
Nitzschia spathulata					82			55	137
Proboscia alata							232	55	287
Pseudo-nitzschia inflatula								220	220
Pseudo-nitzschia pungens								220	220
Pseudo-nitzschia seriata	178	162	308	385		150	1508	990	3681
Pseudo-nitzschia subcurvata							174		174
Pseudosolenia calcar-avis	89		154				290	440	973
Rhizosolenia hebetata f. hebetata				77			406	495	978
Skeletonema costatum							1276	1430	2706
Synedra pelagica		54			82		58		194
Thalassionema nitzschioides							522	110	632
Thalassiosira baltica	89	108							197
Thalassiosira hyalina			77				116		193
Thalassiosira rotula				154			58	275	487
Dinoflagellates(와편모조류)									
Gymnodinium sp.			154						154
Prorocentrum dentatum							116		116
Prorocentrum micans			462		82				544
Protoperidinium crassipes	89								89
Scrippsiella trochoidea			385		82	75	116	55	713
Silicoflagellates(규질편모조류)									
Dictyocha fibula								55	55
Phytoflagellates(식물편모조류)									
Hillea fusiformis	356	162	847	231	164	75	464	165	2464
Hillea marina							174	55	229
Micromonas pusilla	178	108	616	385	164	75	174	165	1865
Pseudopedinella pyriforme						75	116		191
현존량(cells/L)	3,204	1,944	17,633	14,091	2,296	2,100	26,042	24,805	92,115
출현종수	10	11	16	17	15	12	33	37	49

<표 7.4> 식물플랑크톤 출현종 및 현존량(10월)

출현종	법섬		외돌개		문섬		섶섬		합계
	표층	저층	표층	저층	표층	저층	표층	저층	
Bacillariophyceae (규조류)									
Achanthes brevipes						124			124
Amphiprora alata			67						67
Amphiprora ornata			67						67
Amphora coffeaeformis	67		67	73		124			331
Bacillaria paxillifera			201	1,022			498	270	1,991
Chaetoceros danicus	67								67
Chaetoceros decipiens	3,886	972	1,206	1,241	1,014	992	1,079	810	11,200
Chaetoceros peruvianus			67						67
Cocconeis scutellum	67		67		78	62			274
Cylindrotheca closterium			134			62		54	250
Diatoma elongatum						124		162	286
Guinardia striata	134								134
Licmophora flabellata			67				83		150
Licmophora lyngbyei	67		67						134
Lioloma pacificum	67	54		219	78	124			542
Meosira juergensi			268						268
Navicula directa		54	67	73					194
Navicula mollis		54	67	73		62	166		422
Nitzschia longissima	268	54	67	146	390	682			1,607
Nitzschia sigma		54	268			124	166		612
Nitzschia vitrea			201						201
Pseudo-nitzschia delicatissima	268					124			392
Pseudo-nitzschia seriata	737	54	134	438	390	186	249	108	2,296
Rhabdonema arcuatum	67	54							121
Rhizosolenia curvata			67						67
Rhizosolenia setigera				73					73
Skeletonema costatum	3,484	324	268	219	390		332	432	5,449
Synedra tabulata						124			124
Thalassionema nitzschioides	134					372			506
Thalassiosira hyalina		54							54
Thalassiosira rotula	67				78				145
Dinoflagellates(와편모조류)									
Ceratium furca	67								67
Gymnodinium sp.	134								134
Prorocentrum micans			67						67
Scrippsiella trochoidea	67								67
Phytoflagellates(식물편모조류)									
Eutreptiella sp.			134						134
Hillea fusiformis	335	162	268	219	468	186	249	108	1,995
Hillea marina					156	124			280
Micromonas pusilla	201	216	201	292	624	186	166	216	2,102
Pseudopedinella pyriforme					156				156
현존량(cells/L)	10,184	2,106	4,087	4,088	3,822	3,782	2,988	2,160	33,217
출현종수	19	12	23	12	11	16	9	8	35

<표 7.5> 동물플랑크톤 출현종 및 현존량(3월)

출현종	법섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
CNIDARIA (자포동물)					
Hydromedusa(히드로해파리)					
Cytaeis sp.				<1	<1
Siphonophora(관해파리)					
Abylopsis eschscholtzi	<1				<1
Diphyes sp.			<1		<1
Muggiaea sp.	<1	<1	<1		<1
CTENOPHORA (유즐동물)					
Unidentified Bolinopsidae	<1			<1	<1
MOLLUSCA (연체동물)					
Gastropoda(복족류)					
Atlanta sp.	<1	<1			<1
ANNELIDA (환형동물)					
Polychaeta larvae		<1			<1
CHAETOGNATHA (모악동물)					
Flaccisagitta sp.	<1				<1
ARTHROPODA (절지동물)					
Copepoda (요각류)					
Acartia omorii	<1		<1	<1	<1
Calanus sinicus	<1	<1	<1	<1	1
Clausocalanus arcuicornis	<1		<1	<1	<1
Copilia mirabilis			<1		<1
Ditrichocorycaeus affinis	<1		<1	<1	<1
Ditrichocorycaeus asiaticus				<1	<1
Euchaeta plana	<1	<1	<1	<1	<1
Lucicutia flavicornis	<1		<1	<1	<1
Oithona plumifera	<1	<1	<1	<1	<1
Oncaea venella			<1		<1
Oncaea venusta	<1	<1	<1	<1	<1
Paracalanus aculeatus	<1	<1	<1	<1	<1
Paracalanus indicus	<1	<1	<1	<1	<1
Pleuromamma sp.	<1		<1		<1
Porcellidium sp.		<1			<1
Scolecithricella nicobarica	<1		<1	<1	<1
Subeucalanus crassus	<1				<1
Subeucalanus subtenuis	<1				<1
Urocorycaeus lautus			<1		<1
Decapoda (십각류)					
Brachyura larvae	<1	<1	<1	<1	<1
Macrura larvae	<1	<1	<1	<1	<1
Lucifer sp.	<1			<1	<1
Amphipoda (단각류)					
Caprella sp.		<1			<1
Ceradocus sp.				<1	<1
Hyperia galba	<1				<1
Unidentified Melitidae			<1		<1
Mysida (곤쟁이류)					
Unidentified Mysidae		<1		<1	<1
Euphausiacea (난바다곤쟁이류)					
Euphausia similis	<1				<1
Euphausiacea larvae	<1		<1	<1	<1
ECHINODERMATA (극피동물)					
Ophiopluteus	<1		<1	<1	<1
CHORDATA (척삭동물)					
Appendicularia(미충류)					
Oikopleura sp.				<1	<1
개체수(ind./㎥)	3	1	3	2	10
출현종수	26	14	22	22	39

<표 7.6> 동물플랑크톤 출현종 및 현존량(5월)

출현종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
PROTOZOA (원생동물)					
Foraminifera(유공충)					
Rosalina sp.	<1	<1	<1	22	23
CNIDARIA (자포동물)					
Hydromedusa(히드로해파리)					
Liriope tetraphylla		<1	<1	<1	<1
Siphonophora(관해파리)					
Abylopsis eschscholtzi		<1		<1	<1
Diphyes sp.			<1		<1
MOLLUSCA (연체동물)					
Gastropoda(복족류)					
Gastropoda larvae	<1	2	1		3
Atlanta sp.	<1		<1		<1
Cavolinia tridentata			<1		<1
Clio pyramidata	<1		<1	<1	<1
Cephalopoda(두족류)					
Rhynchoteuthion		<1			<1
ANNELIDA (환형동물)					
Polychaeta larvae	<1			<1	<1
CHAETOGNATHA (모악동물)					
Mesosagitta minima	<1				<1
Sagitta sp.	<1			<1	<1
Zonosagitta bedoti	<1				<1
ARTHROPODA (절지동물)					
Ostracoda (개형류)					
Conchoecia sp.		<1			<1
Cirripedia (만각류)					
Cirriped nauplii	<1				<1
Copepoda (요각류)					
Acartia negligens	<1				<1
Calanus sinicus	<1	<1	<1		<1
Clausocalanus arcuicornis		<1	<1		<1
Ditrichocorycaeus affinis		<1	<1	<1	<1
Euchaeta plana		<1	<1		<1
Lucicutia flavicornis			<1		<1
Oithona plumifera	<1		2	<1	4
Oncaea venusta	<1		<1	<1	<1
Paracalanus indicus	<1		<1	<1	<1
Copepoda nauplius	<1				<1
Decapoda (십각류)					
Brachyura larvae	<1	<1			<1
Macrura larvae	<1				<1
Amphipoda (단각류)					
Hyperia galba	<1				<1
Euphausiacea (난바다곤쟁이류)					
Euphausiacea larvae	<1		<1	<1	<1
ECHINODERMATA (극피동물)					
Ophiopluteus	<1	<1	<1		<1
CHORDATA (척삭동물)					
Appendicularia(미충류)					
Oikopleura sp.	1	<1	3	3	7
Ascidiacea(해초류)					
Ascidian larvae				4	4
개체수(ind./㎥)	4	5	9	32	50
출현종수	21	13	18	13	32

<표 7.7> 동물플랑크톤 출현종 및 현존량(7월)

출현종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
PROTOZOA (원생동물)					
Dinoflagellate(와편모류)					
Noctiluca scintillans	<1				<1
Foraminifera(유공충)					
Unidentified Rotaliidae	<1	<1			<1
CNIDARIA (자포동물)					
Siphonophora(관해파리)					
Diphyes sp.		<1	<1	47	47
Muggiaea sp.				22	22
MOLLUSCA (연체동물)					
Bivalvia(이매패류)					
Bivalvia larvae	<1				<1
Gastropoda(복족류)					
Gastropoda larvae	<1	<1	<1	<1	2
Clio pyramidata	2		2	1	5
Creseis sp.				3	3
Limacina sp.	<1	<1		<1	<1
CHAETOGNATHA (모악동물)					
Flaccisagitta sp.	<1				<1
Ferosagitta ferox				<1	<1
Flaccisagitta sp.		<1		19	19
Zonosagitta bedoti	<1				<1
ARTHROPODA (절지동물)					
Cladocera					
Evadne tergestina	14	2	2	<1	18
Penilia avirostris			<1	<1	<1
Cirripedia	<1	<1	<1	<1	1
Cirriped nauplii	<1	<1	<1	<1	1
Copepoda (요각류)					
Acartia danae	<1	<1		3	3
Acartia omorii	2	<1	1	<1	4
Acrocalanus gibber	<1			<1	<1
Calanus sinicus	16	<1	22	13	50
Calocalanus pavo				1	1
Canthocalanus pauper				<1	<1
Centropages orsinii	<1				<1
Clausocalanus arcuicornis	<1		<1		1
Copepoda nauplius	<1		<1		1
Copilia mirabilis	<1				<1
Dioithona oculata	<1		1		2
Ditrichocorycaeus affinis	<1			<1	<1
Ditrichocorycaeus asiaticus				<1	<1
Euchaeta plana	<1			<1	<1
Labidocera acuta				<1	<1

출현종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
Labidocera acutifrons				<1	<1
Labidocera euchaeta				<1	<1
Labidocera minuta				<1	<1
Oithona plumifera	5		2	<1	7
Oithona tenuis			<1		<1
Oncaea venusta	1		<1	8	10
Paracalanus aculeatus	<1			1	1
Paracalanus indicus	<1		<1	<1	2
Pontella sp.		<1		<1	<1
Porcellidium sp.			<1		<1
Pseudocalanus minutus				<1	<1
Sapphirina stellata				<1	<1
Scolecithrix bradyi				<1	<1
Subeucalanus crassus				6	6
Subeucalanus mucronatus	<1		<1	3	4
Temora discaudata				3	3
Temora stylifera				<1	<1
Decapoda (십각류)					
Brachyura larvae	6	<1	<1	10	17
Macrura larvae	1	<1	<1	3	5
Lucifer sp.				<1	<1
Amphipoda (단각류)					
Hyperia galba		<1		4	4
Euphausiacea (난바다곤쟁이류)					
Euphausiacea larvae				<1	<1
ECHINODERMATA (극피동물)					
Asteroidea(불가사리아강)					
Bipinnaria			<1		<1
Ophiuroidea(거미불가사리강)					
Ophiopluteus		<1	<1		<1
CHORDATA (척삭동물)					
Appendicularia(미충류)					
Oikopleura sp.	15	<1	7	11	33
Thaliacea(탈리아강)					
Unidentified Salpidae	<1	<1		7	7
개체수(ind./㎥)	66	5	41	175	287
출현종수	29	17	22	43	56

<표 7.8> 동물플랑크톤 출현종 및 현존량(10월)

출현종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
PROTOZOA (원생동물)					
Foraminifera(유공충)					
Globigerinidae		<1			<1
CNIDARIA (자포동물)					
Hydromedusa(히드로해파리)					
Eutima sp.		<1			<1
Colobonema sp.			<1		<1
Siphonophora(관해파리)					
Diphyes sp.	11	2	6		18
Muggiaea sp.	6	<1	<1		7
CTENOPHORA (유즐동물)					
Hormiphora plumosa				3	3
MOLLUSCA (연체동물)					
Bivalvia(이매패류)					
Bivalvia larvae	<1	<1	1		2
Gastropoda(복족류)					
Gastropoda larvae		<1	<1	2	3
Atlanta sp.	5			1	7
Clio pyramidata				<1	<1
Creseis sp.	40	5	2	1	48
Limacina sp.	16	9	12	<1	37
Pneumoderma sp.	6			<1	7
ANNELIDA (환형동물)					
Polychaeta larvae	<1			<1	<1
CHAETOGNATHA (모악동물)					
Ferosagitta ferox			1		1
Flaccisagitta enflata	5	<1	<1	1	8
Mesosagitta minima				<1	<1
ARTHROPODA (절지동물)					
Ostracoda (개형류)					
Conchoecia sp.	<1	<1	<1		1
Cirripedia	<1	<1	<1	<1	1
Cirriped nauplii	<1				<1
Copepoda (요각류)					
Acartia danae	28	<1	2	<1	31
Acrocalanus gibber	2	2	1		5
Calanus sinicus	27	6	11	<1	45
Calocalanus pavo	2	1		<1	3
Candacia bradyi				<1	<1
Canthocalanus pauper	11	<1	3		15
Centropages furcatus	1		<1		2
Centropages orsinii		6	4		10
Centropages tenuiremis	1				1
Clausocalanus arcuicornis	3	1	3	1	8
Dioithona oculata	<1	<1	<1		2
Ditrichocorycaeus affinis	7	1	4		12

출현종	범섬	외돌개	문섬	섶섬	합계
Ditrichocorycaeus asiaticus			3		3
Euchaeta longicornis	<1				<1
Euchaeta plana	1	<1	2		4
Farranula gibbula	5	3	5		13
Labidocera euchaeta		<1			<1
Oithona plumifera	2	5	2	2	11
Oncaea venusta	19	14	31	1	66
Onychocorycaeus agilis	<1	<1	<1		2
Onychocorycaeus pacificus	5	2		<1	7
Paracalanus aculeatus	42	2	6		50
Paracalanus indicus	7	2	4		13
Pseudocalanus minutus	<1		<1	<1	1
Sapphirina stellata	<1				<1
Scolecithricella nicobarica	<1	<1	<1		2
Scolecithrix danae			<1		<1
Subeucalanus mucronatus	8		5	<1	13
Temora discaudata	4	<1			4
Temora turbinata	4				4
Undinula vulgaris	1	<1	2		4
Urocorycaeus lautus			<1		<1
Decapoda (십각류)					
Brachyura larvae	2	<1	<1	<1	3
Macrura larvae	2	<1	<1	<1	4
Lucifer sp.	<1				<1
Amphipoda (단각류)					
Hyperia galba	<1	<1	2		3
Euphausiacea (난바다곤쟁이류)					
Euphausiacea larvae	4	2	2		8
ECHINODERMATA (극피동물)					
Echinoidea(성게강)					
Echinopluteus			<1		<1
Ophiuroidea(거미불가사리강)					
Ophiopluteus				<1	<1
CHORDATA (척삭동물)					
Appendicularia(미충류)					
Oikopleura sp.	44	24	44	2	114
Thaliacea(탈리아강)					
Unidentified Doliolidae	<1	<1			1
Ascidiacea(해초류)					
Ascidian larvae		<1			<1
개체수(ind./㎡)	306	95	161	22	610
출현종수	44	38	39	24	61

<표 7.9> 어란 출현종 및 개체수(3월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
청어목(Clupeiformes)					
멸치과(Engraulidae)					
멸치(*Engraulis japonicus*)	103	17	9	20	149
농어목(Perciformes)					
전갱이과(Carangidae)					
갈전갱이(*Kaiwarinus equula*)		17	28		45
가자미목(Pleuronectiformes)					
넙치과(Paralichthyidae)					
넙치(*Paralichthys olivaceus*)			28		28
미동정종(Unidentified sp.)	541	51	120	20	732
개체수(ind./㎡)	644	85	185	39	953
출현종수	2	3	4	2	4

<표 7.10> 자치어 출현종 및 개체수(3월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
농어목(Perciformes)					
보리멸과(Sillaginidae)					
청보리멸(*Sillago japonica*)	59				59
쏨뱅이목(Scorpaeniformes)					
양볼락과(Scorpaenidae)					
쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)	59				59
쏨뱅이류(*Sebastiscus* sp.)			46		46
개체수(ind./㎡)	118	-	46	-	164
출현종수	2	-	1	-	3

<표 7.11> 어란 출현종 및 개체수(5월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
홍메치목(Aulopiformes)					
매퉁이과(Synodontidae)					
툼빌매퉁이(*Saurida wanieso*)		140			
농어목(Perciformes)					
보리멸과(Sillaginidae)					
청보리멸(*Sillago japonica*)	676	561	2,252	347	3,836
미동정종 Ⅰ(Unidentified egg Ⅰ)		140			140
미동정종 Ⅱ(Unidentified egg Ⅱ)	450	982	1,876		3,308
개체수(ind./㎥)	1,126	1,825	4,128	347	7,426
출현종수	2	4	2	1	4

<표 7.12> 자치어 출현종 및 개체수(5월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
Mugilliformes(숭어목)					
Mugilidae(숭어과)					
Celon haematocheilus			125		125
개체수(ind./㎥)	-	-	125	-	125
출현종수	-	-	1	-	1

<표 7.13> 어란 출현종 및 개체수(7월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
홍메치목(Aulopiformes)					
매퉁이과(Synodontidae)					
툼빌매퉁이(*Saurida wanieso*)	259		554		813
청어목(Clupeiformes)					
멸치과(Engraulidae)					
멸치(*Engraulis japonicus*)	45,603	12,780		371	58,754
미동정종(Unidentified egg)	20,599		554	6,062	27,215
개체수(ind./㎥)	66,462	12,780	1,107	6,433	86,781
출현종수	3	1	2	2	3

<표 7.14> 자치어 출현종 및 개체수(7월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
청어목(Clupeiformes)					
멸치과(Engraulidae)					
멸치(*Engraulis japonicus*)		256			256
미동정종 Ⅱ(Unidentified egg Ⅱ)				206	206
개체수(ind./㎥)	-	256	-	206	462
출현종수		1	-	1	2

<표 7.15> 어란 출현종 및 개체수(10월)

출현종	문섬	범섬	섶섬	외돌개	합계
홍메치목(Aulopiformes)					
매퉁이과(Synodontidae)					
툼빌매퉁이(*Saurida wanieso*)		326	286		612
농어목(Perciformes)					
통구멍과(Uranoscopidae)					
얼룩통구멍(*Uranoscopus japonicus*)	470				470
미동정종(Unidentified egg)			1,716	808	2,524
개체수(ind./㎥)	470	326	2,002	808	3,606
출현종수	1	1	2	1	3

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Reishia luteostoma	뿔두드럭고둥										1		
Striostrea circumpicta	태생굴		1					1					
Thylacodes adamsii	큰뱀고둥		1						1		1		
Tristichotrochus unicus	방석고둥			1									
Turbo cornutus	소라	2	1			2	1		2	1	2	2	
자포동물문													
Abietinaria abietina	곧은가지나무테히드라		1	1				1			1		
Aglaophenia suensonii	주발깃히드라						1						
Aglaophenia whiteleggei	흰깃히드라					1			1		1	1	
Alveopora japonica	거품돌산호	1						1					
Antheopsis koseirensis	녹색열말미잘	1		1				1		1			1
Antheopsis maculata	띠녹색열말미잘		1	1				1					
Anthoplexaura dimorpha	꽃총산호			1			1			2			
Anthoplexaura dimorpha Kükenthal	꽃총산호												1
Dendronephthya castanea	밤수지맨드라미		1	1				1		1			
Dendronephthya gigantea	큰수지맨드라미			1						1			
Dendronephthya putteri	자색수지맨드라미		1	2				1		2		1	1
Dendronephthya spinulosa	가시수지맨드라미	2	1	2		1	2	2	1	2	1		2
Dendronephthya suensoni	검붉은수지맨드라미	2		1			1						
Dendrophyllia arbuscula	관목나무돌산호							1					
Dynamena crisioides Lamouroux	민테히드라								1				
Eleutherobia rigida	곤봉바다딸기			1									
Ellisellalimbaughi	회초리산호			1									
Entacmaea quadricolor	큰산호말미잘							1					
Euplexaura abietina Kükenthal	불나무진총산호		1	1									
Euplexaura anastomosans Brundin	유착진총산호							1			1		1

<표 7.16> 저서무척추동물 종조성(3월)

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
극피동물문													
Anneissia japonica	일본깃갯고사리	1				1			1				
Apostichopus japonicus	돌기해삼										1		
Aquilonastra batheri	볼록별불가사리			1									
Certonardoa semiregularis	빨강불가사리	1						1					
Heliocidaris crassispina	보라성게	1	1			1			1			2	
Henricia reniossa Hayashi	콩팥애기불가사리			1									
Ophiarachnella gorgonia	뱀거미불가사리		1			1	1						
Ophiomastix mixta	빨간등거미불가사리	1	1									1	
Ophiothrix exigua Lyman	짧은가시거미불가사리					1							
연체동물문												1	
Astralium haematragum	바퀴고둥											1	
Ceratosoma tenue	꼬리갯민숭달팽이												1
Chama japonica	햇빛굴아재비		2						1			1	
Chromodoris orientalis	흰갯민숭달팽이					1							
Crassostrea nippona	바위굴											1	
Fryeriamenindie	난황흑갯민숭이						1						
Goniobranchus tinctorius	망사갯민숭달팽이								1				1
Hyotissa hyotis	벌집굴	1	1					1	2				
Ischnochiton comptus	연두군부					1							
Lyncina vitellus	제주개오지		1										
Onithochiton hirasei	비단군부					1							
Pardalinops testudinaria	무늬						1						
Reishia bronni	두드럭고둥					1					1		

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Reteporellina denticulata	등색망이끼벌레										1		
해면동물문													
Callyspongia (Callyspongia) serpentina	길쭉예쁜이해면	1											
Callyspongia confoederata	보라예쁜이해면	2											1
Cliona celata	호박해면			1	1								
Halichondria (Halichondria) okadai	검정해변해면		1	1			1	1		1	1		1
Halichondriaoshoro	황록해변해면		1		1				2	1	1		1
Haliclona sp.	보라해면류	2	2		2	2	1	1	1		1	1	
Hymeniacidon sinapium	주황해변해면									1			1
Petrosia (Strongylophora) corticata	불뚱해면	2								1	1		
Spirastrella insignis	굵은나선별해면			1						1	1	1	
Sponge sp.	스펀지해면류	1		1			1	1		2			
Suberites excellens	코르크해면							1					
Tethya aurantium	오렌지둥글해면	1							1				
Tetilla japonica	유두해면	2							2				
환형동물문													
Lysidice collaris	노란솜털갯지렁이						1						
Serpulidae unid.	석회관갯지렁이류		1		1			1	1		1		1
서식밀도(ind./㎡)		82	64	68	24	34	38	56	66	58	44	44	46
출현종수		32	27	32	12	15	17	26	25	29	22	15	22

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Euplexaura crassa	둔한진총산호	1		1						1			2
Macrorhynchia phoenicea	자색깃히드라	2	1	1					1			1	
Melithaeabicolor	양색바늘산호			1	1					1			1
Melithaea japonica	부채뿔산호			2	2		1	1		1			
Montipora efflorescens	빛단풍돌산호		1	1				1	2				2
Myriopathes japonica	해송									2	1		
Psammocora profundacella	그물코돌산호							1					
Scleronephthya gracillimum	분홍바다맨드라미	1		1	1		1	2		2	1		1
Sertularella gotoi	고또테히드라	1						1				1	
Solanderiamisakinensis	큰산호붙이히드라			1						1			
Solanderia secunda	산호붙이히드라	1	1						1	1	1		
Stichodactyla tapetum	융단열말미잘		1										
Thecocarpus nigra	검정깃히드라				1				2			1	
Verrucellaumbraculum	혹가시산호	2		2			1	1		2			2
절지동물문													
Rhynchocinetes uritai	끄덕새우				1								
척삭동물문													
Ciona savignyi Herdman	노랑꼭지유령멍게												1
Didemnum moseleyi	흰덩이멍게		1						1				
Herdmania momus	분홍멍게	1		1	1	1							
Leptoclinides madara	얼룩무늬흰덩이멍게						1						
Pseudodistoma antinboja	딸기만두멍게		1										
Pyura vittata	끈멍게										1		
태형동물문													
Catenicella triangulifera	덤불연쇄방이끼벌레	1											
Iodictyum axillare	빨간망이끼벌레									1			

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Hypselodoris festiva	파랑갯민숭달팽이			1									
Kelletia lischkei	매끈이고둥				1								
Lyncina vitellus	제주개오지				1								
Ostrea denselamellosa	토굴	1						1					
Pardalinops testudinaria	무늬		1									1	
Protaeolidiella atra	검정큰도롱이갯민숭이				1								
Reishia luteostoma	뿔두드럭고둥					1			1				
Striostrea circumpicta	태생굴	2						1				1	
Thylacodes adamsii	큰뱀고둥		1									1	
Turbo cornutus	소라	1	2		2	1			2		2	2	1
자포동물문													
Abietinaria abietina	곧은가지나무테히드라	1		1									
Aglaophenia whiteleggei	흰깃히드라										2	1	
Alveopora japonica	거품돌산호	1						2	2	1			
Antheopsis koseirensis	녹색열말미잘	1					1			1			
Antheopsis maculata	띠녹색열말미잘	1			1				1				
Anthoplexaura dimorpha	꽃총산호					1				1	1		1
Dendronephthya alba Utinomi	흰수지맨드라미							1					
Dendronephthya castanea	밤수지맨드라미				1			2					1
Dendronephthya gigantea	큰수지맨드라미			1			1			1			
Dendronephthya putteri	자색수지맨드라미	1		1			2						1
Dendronephthya spinulosa	가시수지맨드라미	2		2	1		2	2	2	2	1	1	1
Dendronephthya suensoni	검붉은수지맨드라미			1			2			2			
Dendrophyllia arbuscula	관목나무돌산호	1		1			1						
Eleutherobia rigida	곤봉바다딸기	1											
Entacmaea quadricolor	큰산호말미잘	1		1	1					1			

<표 7.17> 저서무척추동물 종조성(5월)

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
극피동물문													
Anneissia japonica	일본깃갯고사리	1				1							
Aquilonastra batheri	볼록별불가사리			1		1							
Certonardoa semiregularis	빨강불가사리		1										1
Diadema savignyi	긴침얼룩성게			1	1				1				
Heliocidaris crassispina	보라성게	1	1			2			2			1	
Ophiactis savignyi	뱀이거미불가사리		1										
Ophidiaster cribrarius	긴팔불가사리								1				
Ophiomastix mixta	빨간등거미불가사리										1		
Pseudocentrotus depressus	분홍성게		1										
Scaphechinus mirabilis A. Agassiz	연잎성게						1						
연체동물문													
Aplysia kurodai	군소	1											
Arca patriarchalis	돌조개		1										
Astralium haematragum	바퀴고둥		1									1	
Ceratosoma tenue	꼬리갯민숭달팽이					1					1		
Chama japonica	햇빛굴아재비		1						1			1	
Chromodoris orientalis	흰갯민숭달팽이					1			1		1		
Clanculus denticulatus	이빨울타리고둥					1							
Conus lischkeanus Weinkauff	계단꼭지청자고둥	1											
Crassostrea nippona	바위굴							1					
Ergalatax contracta	탑뿔고둥					1							
Goniobranchus tinctorius	망사갯민숭달팽이		1		1					1			1
Hyotissa hyotis	벌집굴	1		2	1			2	1	2	1	1	

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Herdmania momus	분홍멍게	1	1	1			1			1	1		
Leptoclinides madara	얼룩무늬흰덩이멍게						1						1
Pyura vittata	끈멍게										1		
태형동물문													
Adeonella lichenoides	넓적부리이끼벌레							1					
alcyonidium sagamianum	사가미스펀지이끼벌레			1									
Caberea boryi	보리이끼벌레						1				1		
Catenicella triangulifera	덤불연쇄방이끼벌레				1						1	1	
Iodictyum axillare	빨간망이끼벌레			1			1			2	1		
Reteporellina denticulata	등색망이끼벌레									1			
해면동물문													
Callyspongia confoederata	보라예쁜이해면				1								
Cliona celata	호박해면									1			
Halichondria (Halichondria) okadai	검정해변해면			2				1				1	
Halichondriaoshoro	황록해변해면	1		1			1			2	1		1
Haliclona sp.	보라해면류			1			1	1	1				
Hymeniacidon sinapium	주황해변해면	1				1	1		1	1	2	1	
Spirastrella insignis	굵은나선별해면	1					1	1		1			2
Sponge sp.	스펀지해면류		2		1		1		1	1		1	
Suberites excellens	코르크해면		1										
Tethya aurantium	오렌지둥글해면								1				
Tetilla japonica	유두해면				1								
환형동물문													
Sabellastarte japonica	솜털꽃갯지렁이		1		1				1		1		
Serpulidae unid.	석회관갯지렁이류	1			1			1	1	1	1		
서식밀도(ind./㎡)		86	38	72	48	34	82	58	56	76	60	54	52
출현종수		37	19	35	24	13	34	29	27	38	29	21	23

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Euplexaura abietina Kükenthal	불나무진총산호	2											1
Euplexaura anastomosans Brundin	유착진총산호						1			1		1	1
Euplexaura crassa	둔한진총산호			1	1					1			1
Macrorhynchia phoenicea	자색깃히드라	1					2		1			1	1
Melithaeabicolor	양색바늘산호			1			2	2					1
Melithaea japonica	부채뿔산호	1		2			1	1	1	2	1		1
Montipora efflorescens	빛단풍돌산호	1	1		2			1	2	1	1	1	
Myriopathes japonica	해송	2		2			2	1		2			2
Nemanthus nitidus	담홍말미잘				1								
Psammocora profundacella	그물코돌산호											1	
Rhizopasammiaminutamutsuensis	무쓰뿌리돌산호		1										
Scleronephthya gracillimum	분홍바다맨드라미	1		2			2	2		2	1		2
Sertularella gotoi	고또테히드라	1											
Sertularella levigata Stechow	테히드라			1				1					
Solanderiamisakinensis	큰산호붙이히드라			1			1			1			
Solanderia secunda	산호붙이히드라	1						1		1			
Stichodactyla tapetum	융단열말미잘							1				1	
Thecocarpus nigra	검정깃히드라	1							2		1		
Verrucellaumbraculum	혹가시산호	1		3			2	2		2	1		2
절지동물문													
Actaea semblatae Guinot	움부채게			1									
Rhynchocinetes uritai	끄덕새우				1						1		
척삭동물문													
Ciona savignyi Herdman	노랑꼭지유령멍게			1			1			2	1		
Clavelina coerulea	푸른테곤봉멍게	1			1								
Didemnum moseleyi	흰덩이멍게					1	1				2	1	

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Tristichotrochus unicus	방석고둥	1											
Trochus rota	바퀴밤고둥				1								
Turbo cornutus	소라	1	1		1	2	1	1	1			2	1
자포동물문													
Abietinaria abietina	곧은가지나무테히드라			1									
Aglaophenia whiteleggei	흰깃히드라				1						1	1	
Alveopora japonica	거품돌산호							2					2
Antheopsis koseirensis	녹색열말미잘		1							1			
Antheopsis maculata	띠녹색열말미잘							1					
Anthopleura kurogane Uchida & Muramatsu	검정꽃해변말미잘											1	
Calicogorgia granulosa Kükenthal & Gorzawsky	둥근컵산호									1			
Cerianthus filiformis Carlgren	안장융단열말미잘							1					
Dendronephthya alba Utinomi	흰수지맨드라미						1						
Dendronephthya castanea	밤수지맨드라미			2	1		1	1		1	1		
Dendronephthya gigantea	큰수지맨드라미			1									
Dendronephthya putteri	자색수지맨드라미			1	1		1			1	1		
Dendronephthya spinulosa	가시수지맨드라미	2	1	2	1		2	2	2	2	2		1
Dendronephthya suensoni	검붉은수지맨드라미			1	1								
Dendrophyllia arbuscula	관목나무돌산호	2					1						
Entacmaea quadricolor	큰산호말미잘			1				1		1			
Euplexaura abietina Kükenthal	불나무진총산호	1		1			1						
Euplexaura attenuata	가는진총산호							1					1
Euplexaura crassa	둔한진총산호	1		2	1			1		1	1		
Macrorhynchia phoenicea	자색깃히드라	1		1			1	1		1		1	
Melithaea bicolor	양색바늘산호			1			2		1	2			1

<표 7.18> 저서무척추동물 종조성(7월)

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
극피동물문													
Diadema savignyi	긴침얼룩성게			1									
Diadema savignyi	긴침얼룩성게							1					
Heliocidaris crassispina	보라성게		1		1	1			2		1	2	
Hemicentrotus pulcherrimus	말똥성게										1		
Ophiarachnella gorgonia	뱀거미불가사리		1									1	1
Ophiomastix mixta	빨간등거미불가사리		1		1				1		1		
Scaphechinus mirabilis A. Agassiz	연잎성게				1								
연체동물문													
Astralium haematragum	바퀴고둥		1		1		1		1			1	
Ceratosoma tenue	꼬리갯민숭달팽이				2								
Chama japonica	햇빛굴아재비		1						1			1	
Clanculus denticulatus	이빨울타리고둥			1	1								
Conus fulmen Reeve	청자고둥		1			1							
Ergalatax contracta	탑뿔고둥					1			1				
Haliotis supertexta	오분자기				1								
Hyotissa hyotis	벌집굴			2	1	1	1	1	1	2	1		
Ischnochiton comptus	연두군부					1							1
Lepidozona coreanica	줄군부		1			1							1
Lyncina vitellus	제주개오지	1											
Ostrea denselamellosa	토굴					1							
Reishia bronni	두드럭고둥					2		1				1	
Striostrea circumpicta	태생굴						1		1		1		
Thylacodes adamsii	큰뱀고둥		1					1					

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Callyspongia confoederata	보라예쁜이해면				1		1	1			1		
Callyspongia elegans	예쁜이해면		1				1	1				1	
Halichondria (Halichondria) okadai	검정해변해면					1				1		1	
Halichondria oshoro	황록해변해면	1				1	1			2			2
Haliclona sp.	보라해면류	1			1	1	1		1				
Hymeniacidon sinapium	주황해변해면	1		1		1	2		1	1		2	1
Spirastrella insignis	굵은나선별해면			2	1					3	1		1
Sponge sp.	스펀지해면류		1	1	1	1	1	1	1	1		1	
Tethya aurantium	오렌지둥글해면									1			
Unid. Lithistida	가죽해면류						1						
환형동물문													
Sabellastarte japonica	솜털꽃갯지렁이								1			1	1
Serpulidae unid.	석회관갯지렁이류	1	1			1	1			1		1	
서식밀도(ind./㎡)		50	40	68	60	54	76	56	42	68	44	68	52
출현종수		25	20	34	28	23	35	28	19	34	19	20	23

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Melithaea japonica	부채뿔산호			2	1		2				1		
Montipora efflorescens	빛단풍돌산호	1				2	1		1	2		2	1
Myriopathes japonica	해송			2	1		2			2			
Nemanthus nitidus	담홍말미잘			1									
Psammocora profundacella	그물코돌산호							1					
Scleronephthya gracillimum	분홍바다맨드라미	2		2			2	2		3	1		1
Sertularella levigata Stechow	테히드라					1		1					
Solanderia misakinensis	큰산호붙이히드라			1									
Solanderia secunda	산호붙이히드라	1			1			1			1		1
Stichodactyla tapetum	융단열말미잘									1			1
Thecocarpus nigra	검정깃히드라				1	1			1		1		
Verrucella umbraculum	흑가시산호	1		2			2	2		1	1		1
척삭동물문													
Amaroucium pliciferum	만두멍게	1	1										
Ciona savignyi Herdman	노랑꼭지유령멍게			1			1						
Didemnum moseleyi	흰덩이멍게	1											1
Herdmania momus	분홍멍게	1	2				1		1				
Leptoclinides madara	얼룩무늬흰덩이멍게	1	1										
Pyura vittata	끈멍게												1
태형동물문													
Adeonella lichenoides	넓적부리이끼벌레				1					1			1
alcyonidium sagamianum	사가미스펀지이끼벌레	1											
Caberea boryi	보리이끼벌레									1			
Catenicella triangulifera	덤불연쇄방이끼벌레	1	1		1	1		2					
Iodictyum axillare	빨간망이끼벌레		1	1	1	1	1				1		1
해면동물문													

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
자포동물문													
Abietinaria abietina	곧은가지나무테히드라	1						1					
Aglaophenia whiteleggei	흰깃히드라				1						1		
Alveopora japonica	거품돌산호	1						2					
Antheopsis koseirensis	녹색열말미잘			2	1					1			
Antheopsis maculata	띠녹색열말미잘									1			
Anthoplexaura dimorpha	꽃총산호			1									
Calicogorgia granulosa Kükenthal & Gorzawsky	둥근컵산호												1
Dendronephthya alba Utinomi	흰수지맨드라미	1						1					
Dendronephthya castanea	밤수지맨드라미			2			2	1		1			2
Dendronephthya gigantea	큰수지맨드라미			1			1			2			
Dendronephthya putteri	자색수지맨드라미	1		1			2			2			2
Dendronephthya spinulosa	가시수지맨드라미	2	2	2	1		2	2	1	2	1		2
Dendrophyllia arbuscula	관목나무돌산호			1			1	1					
Entacmaea quadricolor	큰산호말미잘	1	1	1				1		1			
Euplexaura abietina Kükenthal	불나무진총산호	1						1					
Euplexaura attenuata	가는진총산호	1			1					1			
Euplexaura crassa	둔한진총산호			2	1		2	1		1	1		1
Macrorhynchia phoenicea	자색깃히드라	1	1								2		
Melithaeabicolor	양색바늘산호	1		2			2	1	1	2			2
Melithaea japonica	부채뿔산호			2									
Montipora efflorescens	빛단풍돌산호		1		1		1	2	1		1		2
Myriopathes japonica	해송			2	1		3	1		2			
Psammocora profundacella	그물코돌산호	1				1		1	1		1		
Rhizopasammiaminutamutsuensis	무쓰뿌리돌산호			1									

<표 7.19> 저서무척추동물 종조성(10월)

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
극피동물문													
Certonardoa semiregularis	빨강불가사리							1					
Chlorostoma turbinata	구멍연잎성게						1			1			
Diademasavignyi	긴침얼룩성게	1											
Heliocidaris crassispina	보라성게	1	1		1	2			2		1	2	
Ophiarachnella gorgonia	뱀거미불가사리				1								
Ophiomastix mixta	빨간등거미불가사리		1		1							1	
연체동물문													
Astralium haematragum	바퀴고둥				1				1		1	2	
Chama japonica	햇빛굴아재비								1			1	
Chlorostoma turbinata	구멍밤고둥											1	
Chromodoris orientalis	흰갯민숭달팽이	1											
Clanculus denticulatus	이빨울타리고둥		1										
Conus fulmen Reeve	청자고둥		1						1				
Fryeriamenindie	난황흑갯민숭이			1									
Hyotissa hyotis	벌집굴	1	1	1	1	1	1	1		2	2		
Hypselodoris festiva	파랑갯민숭달팽이					1			1			1	
Lepidozona coreanica	줄군부				1								
Ostrea denselamellosa	토굴	1									1		
Palmadusta artuffeli	노랑개오지				1								
Reishia bronni	두드럭고둥										1		
Thylacodes adamsii	큰뱀고둥		1			1			1			1	
Tristichotrochus unicus	방석고둥				1								
Turbo cornutus	소라		2		2	2		2	2	1	2	2	2

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Haliclona sp.	보라해면류		1	1	2	1		1	1	1			1
Hymeniacidon sinapium	주황해변해면		1			1	1		2	1	2	1	
Petrosia (Strongylophora) corticata	불똥해면			1						1			
Spirastrella insignis	굵은나선별해면			1			2	1		1			2
Sponge sp.	스펀지해면류	1		1	1	1	1		1	1	1		1
환형동물문													
Sabellastarte japonica	솜털꽃갯지렁이					1			1	1	1	1	
Serpulidae unid	석회관갯지렁이류		1				1	1			1		
서식밀도(ind./㎡)		58	44	78	66	46	58	60	52	76	62	42	58
출현종수		28	21	39	32	18	29	30	22	38	27	15	27

출 현 종		문섬			범섬			섶섬			외돌개		
		10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m	10m	5m	20m
Scleronephthya gracillimum	분홍바다맨드라미	2	1	2	1		1	2		2	1		2
Sertularella gotoi	고또테히드라									1			1
Sertularella levigata Stechow	테히드라		1		1			1			1		
Solanderiamisakinensis	큰산호불이히드라			1				1					
Solanderia secunda	산호불이히드라	1	1	1	1								
Stichodactyla tapetum	융단열말미잘					1				1			1
Thecocarpus nigra	검정깃히드라				2						1		
Verrucellaumbraculum	혹가시산호	2		2	1		2	1	1	2	2		2
척삭동물문													
Amarouciumpliciferum	만두멍게	1	1										
Ciona savignyi Herdman	노랑꼭지유령멍게			1									
Herdmania momus	분홍멍게			1	1	1							
Leptoclinides madara	얼룩무늬흰덩이멍게			2									
태형동물문													
Adeonella lichenoides	넓적부리이끼벌레	1		1									
alcyonidium sagamianum	사가미스펀지이끼벌레		1		1					1	1		
Caberea boryi	보리이끼벌레									1			
Catenicella triangulifera	덤불연쇄방이끼벌레	1			2	2	1		1		1		
Iodictyum axillare	빨간망이끼벌레							1					
해면동물문													
Callyspongia (Callyspongia) serpentina	길쭉예쁜이해면								1				
Callyspongia confoederata	보라예쁜이해면						1			1			1
Callyspongia elegans	예쁜이해면	1		1			1						
Halichondria (Halichondria) okadai	검정해변해면					1				1			
Halichondriaoshoro	황록해변해면	1		1	2	1		1	1	2		2	2