

제주도 문섬 주변해역 해양환경특성 및 저서무척추동물의 군집구조

고준철, 구준호, 양문호

국립수산과학원 제주수산연구소

Characteristics of Ocean Environmental Factors and Community Structure of Macrobenthos around Munseom, Jeju Island, Korea

Joon-Chul Ko, Jun-Ho Koo and Moon-Ho Yang

Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Jeju-do, 690-192, Korea

ABSTRACT

This study was performed to find out the community structure of macrobenthos and the environmental factors around Munseom coastal water in Jeju Island from June to December, 2007. Mean temperature and mean salinity were 19.6°C and 34.03 psu, indicating stable water masses. Concentrations of DO, COD and SS were as low as those in the standard sea-water-quality classes I. Chlorophyll a concentrations ranged from 0.40 to 1.09 mg/L (mean, 0.69 mg/L), and higher concentration was observed in December rather than in June due to a blooming in winter. The mean concentration (their ranges are in parentheses) of nitrate, phosphate, and silicate were 0.15 mg/L (0.073-0.264 mg/L), 0.01 mg/L (0.004-0.011 mg/L) and 0.23 mg/L (0.039-0.464 mg/L), respectively. The values were higher near the Munseom due to influxes from the land. Of the 112 species that were identified, 40 species (36.0%) were Mollusca; 33 (28.8%) were Cnidaria; 13 (11.7%) were Porifera; 8 (7.2%) were Arthropoda and 17 species (15.3%) were others including Echinodermata. Density and biomass were estimated to be 4,340 individual/m² and 53,107.8 gwwt/m² respectively. Anthozoa was the most dominant group in abundance (2,132 ind./m²) as well as in the number of species, whereas Cnidaria was predominant in biomass (37,630.9 gwwt/m²). The dominant species were *Dendronephthya gigantea*, *Scleronephthya gracillimum*, *Anthoplexaura dimorpha*, *Dendronephthya castanea*, *Thecocarpus niger*, *Dendronephthya spinulosa*, *Dendronephthya putteri*, and *Acabaria bicolor* in the depth of 10-30 m. The seasonal variations of the number of individual and biomass of Cnidaria and Mollusca were observed. There was a slow increment in June, a decrement in October, and a drastic increasing in December. The biodiversity, evenness and richness index in surveyed stations were 2.715-3.413 (H'), 0.758-0.851(E'), and 5.202-8.720 (R) respectively. The dominance index was the highest in station M2 and the lowest in station M1.

Key words: macrobenthos, community structure, coast area of Munseom, environmental factors.

서 론

제주도 주변해역은 시기별, 계절별로 특성이 다른 대마난류수, 황해저층냉수, 한국남해연안수, 중국대륙연안수 등의 수괴가 복잡한 양상을 가지며 해안선이 단조로운 제주도 연안 및

천해역에 직, 간접적인 영향을 줄 뿐만 아니라 해안선 주변의 용천수와 하계 육수의 유입으로 인해 연안 해양환경이 매우 복잡한 특성을 나타낸다(Rho, 1985; Lee *et al.*, 2005; Choi and Lee, 1989; Kim and Rho, 1994).

문섬은 제주도 남부의 중앙부에서 서귀포 연안 해역 약 1 km 지점에 위치해 있으며, 동서길이는 약 460 m, 높이 8 5m인 무인도로서 쿠로시오 해류에서 분기된 대마난류수의 직접적인 영향으로 인해 연간 수온 및 염분이 16-25°C, 32.2-34.4 psu로 온대 및 아열대 생물들이 다양한 생태적 특성이 나타나는 곳으로 우리나라 타 해역에 비해 종 다양성이 높은 독특한 생태계를 이루고 있다(Choa and Lee 2000;

Received September 12, 2008; Accepted December 6, 2008
Corresponding author: Jun-Ho Koo
Tel: +82 (64) 750-4381 e-mail: jhkoo@nfrdi.go.kr
1225-3480/24307

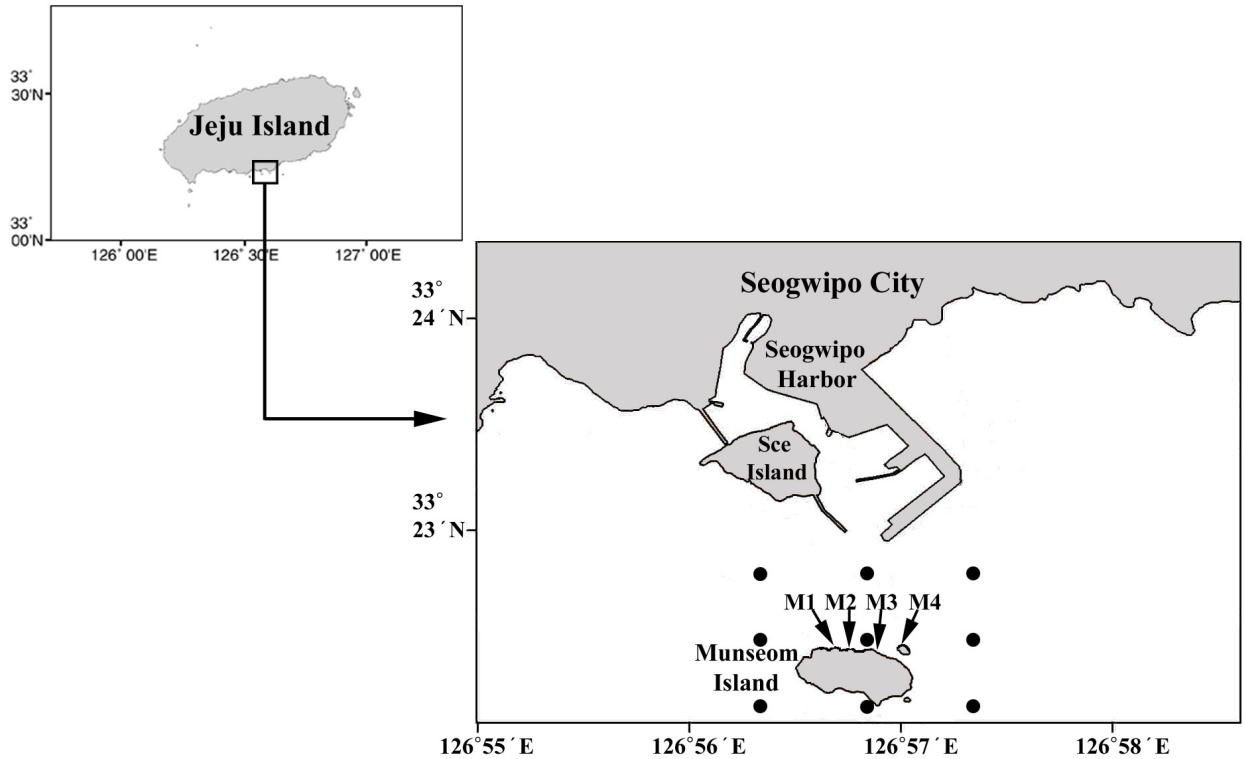


Fig. 1. A map showing the sampling stations around Munseom in the Seogwipo coast of Jeju Island. observation station for marine environment (●).

Lee *et al.*, 2000). 또한, 문섬 주변해역은 잘 발달된 암반 기질에 약 15종의 연산호들이 군락을 형성하며 서식하고 있어 우리나라에서 유일하게 연산호 군락을 관광할 수 있는 곳이다. 우리나라에 분포하는 산호충류는 약 120여 종으로 그 중 70% 이상이 문섬 주변해역에 서식함으로써 이 해역을 천연보호구역, 천연기념물로 지정하여 보호, 관리하고 있다.

이러한 해양생물의 생태적 가치가 높은 문섬 주변해역의 저서 생물상에 대한 연구로는 제주 해안 연안서식지와 저서동물 다양성 및 저서생물 자원관리(Je *et al.* 2002; Song, 1996), 제주도 연안산 산호의 종조성과 수직분포(Seo, 1990), 연산호 군락의 태풍에 의한 영향 분석(Kang *et al.* 2005) 등이 보고된 바 있으며, 그 외 해역별로 제주도 연안역에 서식하는 저서무척추동물의 생물분포, 군집구조 및 생태학적 연구 등 많은 연구들이 수행되어져 왔다(Lee and Jwa, 1988; Lee *et al.*, 1989, 1995, 2001; Lee, 1990, 1991; Lee and Hyun, 1992, 2002; Lee and Kim, 1993; Yang *et al.*, 2007). 또한 조하대 암반기질에 서식하는 저서 무척추동물의 분포와 이를 기반으로 연질, 경질의 산호충류(Anthozoa)가 혼재하기 위해서는 적절한 수온, 염분과 광조건, 탁도 및 조류의 세기 등의 물리적 요인(Jokiel and Coles, 1977; Coles and

Jokiel, 1978; Wellington, 1980; Nybakken, 1993)과 주먹이 공급원이 되는 식물플랑크톤 및 영양염류(Sorokin, 1991; Fabricius *et al.*, 1998) 등의 서식조건에 맞는 환경요인이 중요한 역할을 담당하는 것으로 보고되고 있으며, 제주도 남부 연안역과 문섬 주변해역을 대상으로 해양 물리, 화학 및 생물특성에 대한 연구들도 진행 되어져 왔다(Choi *et al.*, 1989; Choi *et al.*, 1992; Choa and Lee, 2000; Ko *et al.*, 2000).

그러나, 최근 지구 온난화에 의한 기후변화가 환경적 문제로 대두되면서 기후변화가 해양생태계에 미칠 수 있는 직, 간접적인 영향에 대한 관심이 집중되고 있는 현 시점에서 해양환경 변동요인에 따른 해양생물 변화양상과 천이에 대한 연구는 매우 미진한 수준이라고 할 수 있다. 따라서, 본 연구는 우리나라에서 온대 및 아열대 특성을 대표할 수 있는 길목에 위치한 문섬 주변해역에서 물리, 화학, 생물학적 환경특성과 저서 무척추동물의 분포, 종 다양성 및 해양생물군집구조에 대한 기초 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

문섬 주변해역의 저서 무척추동물 서식생물상과 해양환경특

성을 파악하기 위해 2007년 6월부터 12월까지 조사를 실시하였다. 해양 수질조사는 문섬 주변의 9개 정점, 저서 무척추동물 생물상 조사는 문섬 북쪽에 4개의 정점(M1-M4)을 선정하여 실시하였다(Fig. 1).

1. 해양환경조사

수온의 연변동을 조사하기 위하여 문섬 북쪽(정점 M2) 중앙부에서 봉상온도계를 이용하여 표층 및 20m 층에서 매일 측정하였으며, 수온과 염분측정은 CTD 19(Sea-Bird, USA)를 사용하였고, 각 정점별로 표층과 저층의 해수 1 L를 취하여 용존산소는 잉클러-아지드화 나트륨 변법, COD는 시료를 알칼리성으로 하여 과망간산칼륨 과잉량을 넣고 수욕에서 60분간 가열 반응시킨 후 요오드화칼륨 및 황산을 넣고 소비되고 남은 과망간산칼륨에 의하여 유리된 요오드의 양으로부터 산소의 양을 측정하였다(MOMAF, 2005). 부유물질은 현장에서 일정량의 해수 시료를 미리 건조시켜 무게를 측정한 GF/F 유리여과지로 여과한 후 여과지를 패트리 접시에 보관하여 실험실로 옮겼다. 이후 여과지를 건조오븐에서 105°C하에서 24시간 건조시킨 후 전자저울(Sartorius CP124S, Germany)을 사용하여 정량하였고, 클로로필 a는 해수 시료를 현장에서 GF/F 유리여과지로 여과하고 이 유리 여과지를 드라이아이스로 냉동 보관하여 실험실로 옮겨와 90% 아세톤 용액에 넣고 색소체를 추출하였다. 추출된 용액은 Parsons *et al.*(1984)의 방법에 따라 spectrophotometer(UVIKON XS, France)로 측정하였다. 영양염류(DTN, DTP, SiO₂)는 해양환경공정시험방법(2005)에 의한 수분석법을 이용하여 측정하였다.

2. 저서 무척추동물상 조사

문섬 주변해역의 무척추동물의 생물상을 파악하기 위해 생물군집을 대표할 수 있는 문섬 북쪽에 정점 M1, M2, M3과 새끼점으로 불리는 동쪽에 정점 M4를 선정하고, 표층부터 저층까지 수직라인을 설치하여 line transect법에 의해 수중 비디오 촬영을 실시하였다. 또한 수심별 생물 서식분포를 조사하기 위해 각 정점별 표층, 10 m, 20 m, 30 m층에 방형구법(50 cm × 50 cm)에 의한 육안적인 무척추동물 군집양상을 정밀 수중촬영과 기록야장에 세밀하게 기록하였으며, 무척추동물 채집 샘플은 서식에 지장이 없는 범위 내에서 최소로 하였다. 채취된 시료는 각 정점별 및 수심대별로 구분해서 실험실로 운반하여 각 동물군별로 생체조사(0.1 mm, 0.1 g) 및 동정 분류를 실시하였다.

채집된 시료는 조사면적당 개체수와 생체량으로 환산하였으며 중별 개체수 자료를 분석한 결과를 토대로 McNaughton(1967)의 군집우점도(dominance index)를 이용하여 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였으며 조사지점에 따른 종다양성 분석은

Shannon and Weaver(1949)의 종 다양도 지수(species diversity index)로 분석하였고, Pielou(1969)의 균등도(evenness)와 Margalef(1958)의 종 풍부도(richness)를 이용하였다.

결 과

1. 해양환경특성

1) 연중 수온 분포

조사정점 M1-M4 해역에서 2007년 1월부터 12월 까지 측정된 표층과 수심 20 m층의 연중 수온 분포를 Fig. 2에 나타냈고, 조사정점에서 월별로 관측된 환경인자 및 생화학적요인들에 대한 각각의 항목들을 표층과 저층별로 평균한 값을 Table 1에 나타냈다.

문섬 주변 수온은 표층에서 3월에 최저치인 평균 5.2 ± 0.3°C(14.5-16.0°C)를, 8월에 최고치인 평균 26.6 ± 1.4°C(23.0-29.3°C)의 분포를 보였고, 20 m 층에서는 3월에 최저치인 평균 5.3 ± 0.2°C(14.8-16.0°C)를, 9월에 최고치인 평균 24.3 ± 1.9°C(18.5-27.0°C)를 각각 나타냈다. 수온은 춘계에 가장 낮았으며 하계에 가장 높은 값이 나타나 전형적인 계절적 변동을 보여주고 있었다. 또한 수온의 변동폭은 표층에서 14.8°C, 20 m 층에서는 12.2°C로 나타나 하계에 표층 수온의 변동 폭이 컸으며 가장 높은 수온은 표층에서 8월, 20 m층에서는 9월에 나타났다.

월별 수온분포에 있어 6월에 표층 15.7-16.4°C, 저층 15.6-15.7°C로 평균수온은 각각 16.0, 15.6°C로 나타나 표층과 저층간의 수온차는 크지 않았고, 문섬 동쪽에서 표층수온이 높게 나타나고 있으며 서쪽으로 갈수록 낮게 나타났다. 또한, 저층수온의 경우 문섬 입구에서 높게 나타났다. 10월에는 표층 25.3-25.9°C, 저층 18.9-22.0°C로 평균수온은 각각 25.5, 20.6°C로 나타났고, 수온약층 형성에 의해 표, 저층간의 수온차가 크게 나타났다. 표, 저층 모두에서 문섬 남쪽에서 수온이 높고, 서귀포항 입구부에서 낮은 값을 보였다. 12월에는 표층 20.5-20.6°C, 저층 19.0-20.6°C로 평균수온은 각각 20.5, 20.3°C로 6월과 같이 표, 저층간의 수온차가 나타나지 않았다.

2) 염분

염분 분포의 경우 6월에 표층 33.92-34.36 psu, 저층 34.35-34.36 psu로 평균 염분은 각각 34.25, 34.35 psu로 나타나 표층과 저층간에 균질한 염분 분포를 보였다. 표층에서는 문섬 동쪽에서, 저층의 경우 문섬 입구 및 남쪽지역에서 염분이 높게 나타났다. 10월에는 표층 32.30-33.33 psu, 저층 33.88-34.27 psu로 평균염분은 각각 32.99, 34.06 psu로 나타났다. 표층에서는 문섬 중앙부에서 가장 낮은 농도를 보이고 있으며 저층의 경우 서귀포항 입구부에서 가장 낮은 농도를 나타냈다. 12월에는 표층 34.13-34.30 psu, 저층 34.01-34.36

psu로 평균염분은 각각 34.23, 34.30 psu로 표, 저층간의 염분차가 나타나지 않았다.

3) 용존산소, 화학적 산소요구량, 부유물질 및 엽록소 a

용존산소(DO; dissolved oxygen)의 월별변화에 있어 6월 표층과 저층의 평균값은 각각 8.14 mg/L, 8.13 mg/L로 나타났으며, 문섬 중앙부와 남동쪽의 표층과 문섬 남동쪽의 저층에서 농도가 낮고, 문섬 남쪽 및 서귀포항 입구부에서 표, 저층 모두에서 높은 농도를 나타냈다. 10월의 평균 DO값은 각각 6.29 mg/L, 6.42 mg/L으로 6월에 비해 낮은 농도를 나타냈으며 12월의 표, 저층 평균은 각각 7.75 mg/L, 7.47 mg/L로 농도가 점차 증가하는 것으로 나타났다.

화학적 산소요구량(COD; chemical oxygen demand)은 6월 표층과 저층의 평균은 각각 0.50 mg/L, 0.37 mg/L로 표층의 농도가 저층에 비해 높게 나타났다. 10월의 경우 표층 0.27 mg/L, 저층 0.33 mg/L로 저층이 표층보다 약간 높은 농도를 보였고, 조사기간 중 가장 낮은 농도를 나타냈다. 12월에는 표층과 저층 각각 0.55, 0.64 mg/L로 전 층에 걸쳐 COD 농도가 가장 높게 나타났다.

부유물질(SPM; suspended particulate matter)의 경우, 6월 표층과 저층의 평균값은 각각 1.77 mg/L, 1.98 mg/L로

나타나 비교적 균질한 농도를 보였으나, 10월의 평균값은 각각 3.33 mg/L, 6.862 mg/L로 조사기간 중 가장 높은 농도를 보였으며, 서귀포항 입구에서 표, 저층에 가장 낮은 농도를 보인 반면, 문섬 남쪽에서 가장 높은 값이 나타났다. 12월에는 10월의 농도에 비해 감소한 2.18 mg/L, 2.27 mg/L로 나타났다.

식물플랑크톤의 chlorophyll a 분포는 6월에 표층과 저층 각각 0.43 μ g/L, 0.40 μ g/L로 나타나 표층 및 저층간의 차이는 크지 않았으나, 10월에는 각각 0.68 μ g/L, 0.48 μ g/L로 특히, 표층에서 6월에 조사된 농도에 비해 다소 증가한 경향을 보였고, 서귀포항 입구의 표층에서 높은 값을 나타냈다. 그러나, 12월에는 표층 및 저층에서 각각 1.07 μ g/L, 1.09 μ g/L의 최고치를 나타냈으며, 6월 및 10월 조사에서 나타난 측정값과는 다르게 서귀포항 입구에서 낮은 농도를 보였고, 문섬 남쪽에서 가장 높은 값이 나타났다.

4) 영양염류

해수중에 용존된 무기질소인 DTN(dissolved total nitrogen)의 농도의 경우 6월 표층과 저층의 평균값은 각각 0.073 mg/L, 0.066 mg/L로 조사기간 중 가장 낮은 최저치를 나타냈고, 10월에는 표층 0.264 mg/L, 저층 0.179 mg/L

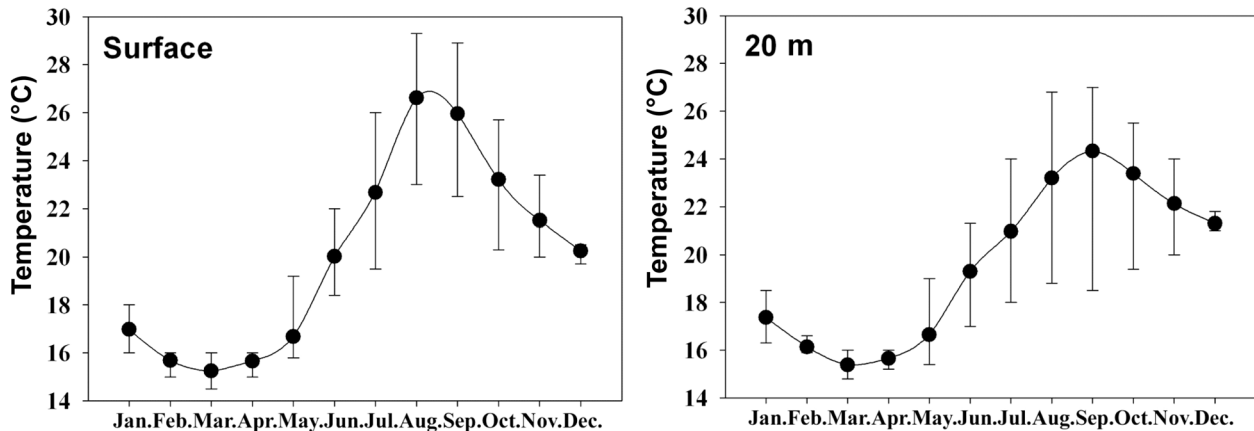


Fig. 2. Seasonal temperature fluctuation of surface water (left) and water from below 20 m depth (right) in studied area, 2007.

Table. 1. Physical and chemical mean values observed in coastal water around Munseom during January to December 2007.

	Site	Temp. (°C)	Sal. (psu)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SPM (mg/L)	Chl.a (μ g/L)	DTN (mg/L)	DTP (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
Jun.	Surface	16.0	34.25	8.14	0.50	1.77	0.43	0.073	0.007	0.039
	Bottom	15.6	34.35	8.13	0.37	1.98	0.40	0.066	0.008	0.045
Oct.	Surface	25.5	32.99	6.29	0.27	3.33	0.68	0.264	0.004	0.464
	Bottom	20.6	34.06	6.42	0.33	6.86	0.48	0.179	0.016	0.387
Dec.	Surface	20.5	34.23	7.75	0.55	2.18	1.07	0.148	0.006	0.207
	Bottom	20.3	34.30	7.47	0.64	2.27	1.09	0.173	0.011	0.219

로 특히, 표층의 서귀포항 입구에서 가장 높은 최고치를 보였으며, 외해로 나갈수록 농도가 낮게 나타났다. 12월에는 표층과 저층에서 각각 0.148 mg/L, 0.173 mg/L로 나타나 10월의 농도 값보다 다소 낮게 나타났고, 문섬 중앙부를 제외한 타 정점에서 표, 저층간 차이 없이 비교적 균질한 값을 보였다.

용존 무기인을 나타내는 DTP(dissolved total phosphorous) 분포의 경우 조사기간 동안 측정된 값이 전 층에 걸쳐 비교적 유사한 수준을 보였다. 표층과 저층의 각각의 DTP 값

을 평균한 결과 표층과 저층의 DTP 범위는 각각 0.004-0.007 mg/L, 0.008-0.016 mg/L였고, 10월에 0.01 mg/L로 높은 농도를 보였고, 12월에는 0.009 mg/L로 낮게 나타났다. 그러나, 표층의 농도변화는 비교적 균질한 수준인데 비해 저층의 경우는 12월에 0.011 mg/L, 10월에 0.016 mg/L로 추계로 갈수록 저층의 DTP 농도가 점차 증가하는 것으로 나타났다.

규산 규소(SiO₂)의 농도변화의 경우 6월에 표, 저층간 평균

Table. 2. Seasonal changes of species composition, number of individual and biomass of macrobenthos in coastal water around Munseom.

	Month			Total
	June	October	December	
No. of Species	66	54	58	112(100.0)
Porifera	7	6	8	13(11.7)
Cnidaria	24	13	17	33(28.8)
Bryozoa	4	3	4	5(4.5)
Mollusca	23	19	20	40(36.0)
Annelida	2	1	1	4(3.6)
Arthropoda	3	5	4	8(7.2)
Sipunculida	-	1	1	1(0.9)
Echinodermata	3	5	2	7(6.3)
Chordata	-	1	1	1(0.9)
Density(individual/m ²)	1,072	1,400	1,904	4,340(100.0)
Porifera	76	36	72	184(4.2)
Cnidaria	596	808	1,292	2,688(61.9)
Bryozoa	40	68	64	168(3.9)
Mollusca	252	324	284	8,525(19.6)
Annelida	40	32	40	112(2.6)
Arthropoda	28	72	104	188(4.3)
Sipunculida	-	16	28	44(1.0)
Echinodermata	40	40	16	96(2.2)
Chordata	-	4	4	8(0.2)
Biomass(gwt/m ²)	11,619.3	16,310.4	25,526.9	53,107.4(100.0)
Porifera	794.8	349.1	469.7	1,613.6(3.0)
Cnidaria	6,863.5	12,060.7	18,734.7	37,631.0(70.0)
Bryozoa	77	200.5	216.1	491.2(0.9)
Mollusca	3,120.4	3,249.0	5,482.7	11,518.2(21.7)
Annelida	23.2	7.2	29.6	60.0(0.1)
Arthropoda	40.8	22.4	166.5	226.5(0.4)
Sipunculida	-	4.1	18.0	22.1(0.1)
Echinodermata	717.6	405.6	399.7	1,523.0(2.9)
Chordata	-	11.8	10.0	21.8(0.1)

0.042 mg/L로 가장 낮았고, 10월에는 0.426 mg/L, 12월에는 0.213 mg/L로 DTN 및 DTP의 변동양상과 유사하게 10월에 높은 농도를 나타냈다.

2. 저서무척추동물 생물상

1) 출현종

조사된 저서 무척추동물의 종수, 개체수 및 생체량을 Fig. 3에 나타냈다. 무척추 동물은 총 9 문, 14 강, 34 목, 63 과, 112 종이 출현하였다. 연체동물(Mollusca)이 3 강, 13 목, 22 과, 40 종으로 전체 출현 동물들 중 36.0%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 복족류가 22 종, 이미패류가 17 종으로 이중 복족류가 19.8%로 높게 우점하였다. 자포동물(Cnidaria)은 2 강, 6 목, 12 과, 32 종으로 전체의 28.8%를 차지하였는데, 히드라충류 7.2%, 산호충류 21.6%로 산호충류의 점유율이 높게 나타났다. 다음으로 해면동물(Porifera)은 1 강, 5 목, 8 과, 13 종으로 11.7%, 절지동물(Arthropoda)은 1 강, 1 목, 5 과, 8 종으로 7.2%를 차지하였고, 극피동물(Echinodermata)은 3 강, 4 목, 6 과, 7 종으로 전체의 6.3%를 차지하였다. 태형동물(Bryozoa)은 1 강, 1 목, 4 과, 5 종으로 4.5%, 환형동물(Annelida)은 1 강, 2 목, 4 과, 4 종으로 3.6%였으며, 점유율이 가장 낮은 동물로는 성구동물(Sipunculida)이 1 강, 1 목, 1 과, 1 종, 척색동물(Chordata)이 1 강, 1 목, 1 과, 1 종으로 각각 0.9%의 순으로 나타났다.

2) 개체밀도

조사기간 동안 채집된 무척추 동물의 개체 수는 총 4,340 개체/m²로 자포동물이 61.9%(2,688 개체/m²)로 개체밀도가 가장 높았으며, 다음으로 연체동물 19.6%(852 개체/m²), 절지동물 4.3%(188 개체/m²), 해면동물 4.2%(184 개체/m²), 태형동물 3.9%(168 개체/m²), 환형동물 2.6%(112 개체/m²),

극피동물 2.2%(96 개체/m²), 성구동물 1.0%(44 개체/m²), 척색동물 0.2%(8 개체/m²)의 순으로 나타났다.

개체밀도에 있어 우위를 나타낸 자포동물의 경우 히드라충류 12.8%(556 개체/m²)와 산호충류 49.1%(2,132 개체/m²)가 출현하였고, 이 중 연산호를 위주로 군락을 형성하는 맨드라미류, 경산호류 및 돌산호류를 포함한 산호충류의 개체밀도가 매우 높은 것으로 나타났다.

3) 생체량

조사된 무척추 동물의 생체량은 총 53,107.4 gwwt/m²로 자포동물이 70.9%(37,630.9 gwwt/m²)로 가장 높았으며, 다음으로 연체동물 21.7%(11,518.2 gwwt/m²), 해면동물 3.0%(1,613.6 gwwt/m²), 극피동물 2.9%(1,523.4 gwwt/m²), 태형동물 0.9%(491.2 gwwt/m²), 절지동물 0.4%(226.5 gwwt/m²), 환형동물 0.1%(60.0 gwwt/m²), 성구동물 0.1%(22.1 gwwt/m²), 척색동물 0.1%(21.8 gwwt/m²)의 순으로 차지하였다. 특히, 생체량이 가장 높았던 자포동물의 경우 산호충류(Anthozoa) 64.4%(34,222.9 gwwt/m²), 히드라충류(Hydrozoa) 6.4%(3,408.1 gwwt/m²)가 나타나 출현동물들 중 산호충류(Anthozoa)인 맨드라미류가 차지하는 비율이 월등히 높게 나타났다.

4) 동물분류군의 월별 출현양상

문섭 조사해역에서 2007년 6월부터 12월까지 월별로 채집된 자료를 각 동물군별로 정리한 결과를 Table 2에 나타냈다. 조사해역에서 출현한 동물들 중 자포동물, 연체동물의 출현종수가 타 동물들에 비해 월등히 높게 나타났다. 자포동물의 경우 6월에 24 종, 10월에 13 종, 12월에 17 종으로 6월에 출현율이 높았고, 연체동물은 6월에 23 종, 10월에 19 종, 12월에 20 종으로 산호충류와 유사하게 6월에 높게 나타났다. 해면동물과 태형동물 중 해면동물의 종수가 높게 나타났지만, 월별 출현양상은 6월에 비해 10월에 가장 낮고, 12월에 다시

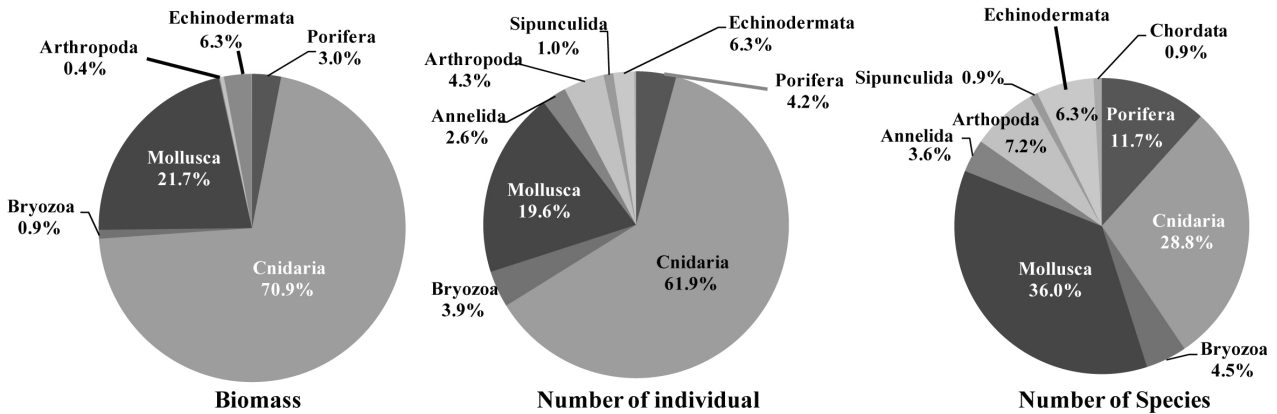


Fig. 3. Species composition, number of individual and biomass of the macrobenthos in coastal water around Munseom.

증가하는 패턴을 보이고 있다. 이와 유사하게 10월에 출현율이 가장 높은 동물로는 절지동물인 갑각류와 극피동물로 나타났다.

각 동물군별 월별 출현 개체수를 합산한 결과 6월에 1,072 개체/m², 10월에 1,400 개체/m² 12월에 1,904 개체/m²로 6월에 비해 12월 개체의 출현율이 약 90%이상 증가하였다. 출현한 동물들 중 자포동물의 개체수가 타 동물에 비해 월등히 높았으며, 12월은 1,292개체/m²로 6월에 나타난 596 개체/m²에 비해 약 30.3%가 증가한 것으로 나타났다. 이와 유사하게 12월에 증가한 동물군은 환형동물, 절지동물 및 성구동물로 나타났다.

생체량 변동의 경우 6월에 11,619.3 gwwt/m², 10월에 16,310.4 gwwt/m², 12월에 25,526.9 gwwt/m²로 개체밀도와 유사하게 12월 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 자포동물의 경우 6월에 6,863.5 gwwt/m²(16.4%), 10월에 12,060.7 gwwt/m², 12월에 18,734.7 gwwt/m²로 나타나 12월의 출

현율이 6월에 비해 전체 출현율 중 60.0%이상 증가한 것으로 나타났으며, 해면동물, 극피동물 및 척색동물을 제외한 모든 동물군에서 12월 생체량이 증가한 것으로 나타났다.

5) 정점별, 월별 출현양상

문점 주변해역에서 조사된 출현종, 개체수, 생체량의 각 정점별 월별 변동에 대한 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 6월의 경우 정점 M3에서 35 종이 출현하였고 생체량은 5,014.3 gwwt/m²로 가장 높았고, 개체밀도는 정점 M4에서 388 개체/m²로 높게 나타났다. 조사정점 중 출현종이 가장 낮게 나타난 곳은 정점 M1으로 11 종이었고, 개체밀도 및 생체량의 경우 정점 M2에서 각각 144 개체/m², 1469.0 gwwt/m²로 가장 낮았다. 10월에는 정점 M2에서 34 종으로 M3의 32 종에 이어 출현종이 가장 많았고, 정점 M3에서 개체밀도(580 개체/m²) 및 생체량(7,154.2 gwwt/m²)이 가장 높게 나타났다. 그러나 정점 M1에서는 13 종, 168 개체/m², 1,797.0 gwwt/m²로 10월 조사기간 중 정점별 분포밀도가 가장 낮게 나타났다. 12월의 경우 정점 M4에서 출현종(34 종) 및 개체밀도(592 개체/m²)로 출현율이 높고, 정점 M3에서 10,128.5 gwwt/m²로 생체량이 타 정점에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다.

6) 분류군의 수심별 출현양상

조사기간 동안 각 정점 및 월별로 출현한 무척추 동물들을 합산하여 분류군별 수심에 따른 출현양상의 결과를 Fig. 5에 나타냈다.

수심별 평균 출현종의 경우 10 m 층에서 6 종, 20 m 층에서 7 종, 30 m 층에서 5종으로 20 m 수심대에 출현 종수가 많았다. 10 m 층에서 이미패류(16 종)가 가장 많은 종을 차지하였고, 다음으로 산호충류가 13 종, 복족류가 11 종으로 연체동물 및 자포동물의 출현이 높게 나타났다. 20 m 층과 30 m 층에서도 산호충류가 각각 17 종, 12 종으로 산호충류를 비롯한 자포동물의 분포가 높게 나타났다. 개체밀도의 경우 10 m 층에서 산호충류가 740 개체/m²로 높았으며, 특히, 20 m 층에서는 908 개체/m²로 전체 수심대에서 개체밀도가 가장 높게 나타났고, 이미패류가 148 개체/m², 히드라충류가 128 개체/m²로 자포동물의 분포가 매우 높은 것으로 나타났다. 30 m 층에서도 개체수는 비교적 적었지만, 상위 수심층과 같은 경향으로 산호충류가 524 개체/m²로 타 동물들에 비해 높았고, 히드라충류의 경우 296 개체/m²로 전 수심대에서 가장 많은 개체밀도를 나타냈다. 생체량 분포의 경우 특히, 이미패류가 10 m 층에서는 1,863.2 gwwt/m², 20 m 층에서는 1,848.6 gwwt/m², 30 m 층에서는 595.4 gwwt/m²로 나타나, 30 m 층에서 생체량이 가장 낮았고, 10 m, 20 m 층에서 생체량이 타 출현동물들에 비해 높은 것으로 나타났다.

7) 수심별 우점종

조사해역에서 채집된 개체밀도에 따른 점유율이 상위 5%

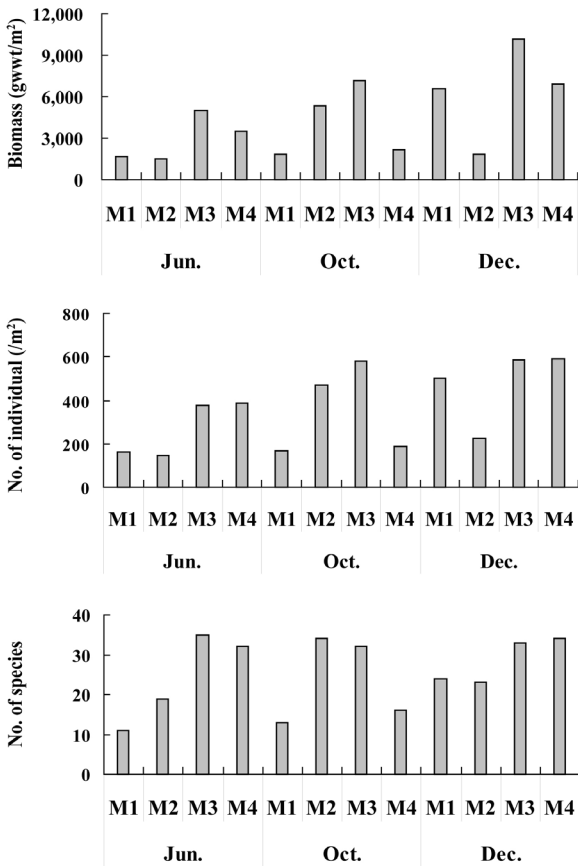


Fig. 4. Monthly fluctuation of the species composition, number of individual and biomass of the macrobenthos at each station during 2007.

이상을 차지하는 동물에 대한 각 수심층별 우점종을 Fig. 6에 나타냈다.

10 m 층에서는 큰수지맨드라미(*Dendronephthya gigantea*)가 전체의 18.7%로 가장 우점하였고, 다음으로 밤수지맨드라미(*Dendronephthya castanea*) 8.4%였고, 히드라충류인 검정깃히드라(*Thecocarpus niger*)가 7.3%, 가시수지맨드라미(*Dendronephthya spinulosa*)가 5.0%로 나타났

다. 20 m 층의 우점종은 큰수지맨드라미로 14.4%의 점유율을 차지하였고, 다음으로 분홍바다맨드라미(*Scleronephthya gracillimum*)가 12.2%, 산호충류 중 경산호인 꽃총산호(*Anthoplexaura dimorpha*)가 9.3%, 밤수지맨드라미가 7.3%를 차지하였다. 30m층에서도 큰수지맨드라미의 점유율이 16.1%로 상위층과 마찬가지로 우점종이었으며, 다음으로 검정깃히드라가 14.0%, 가시수지맨드라미 10.2%, 자색수지

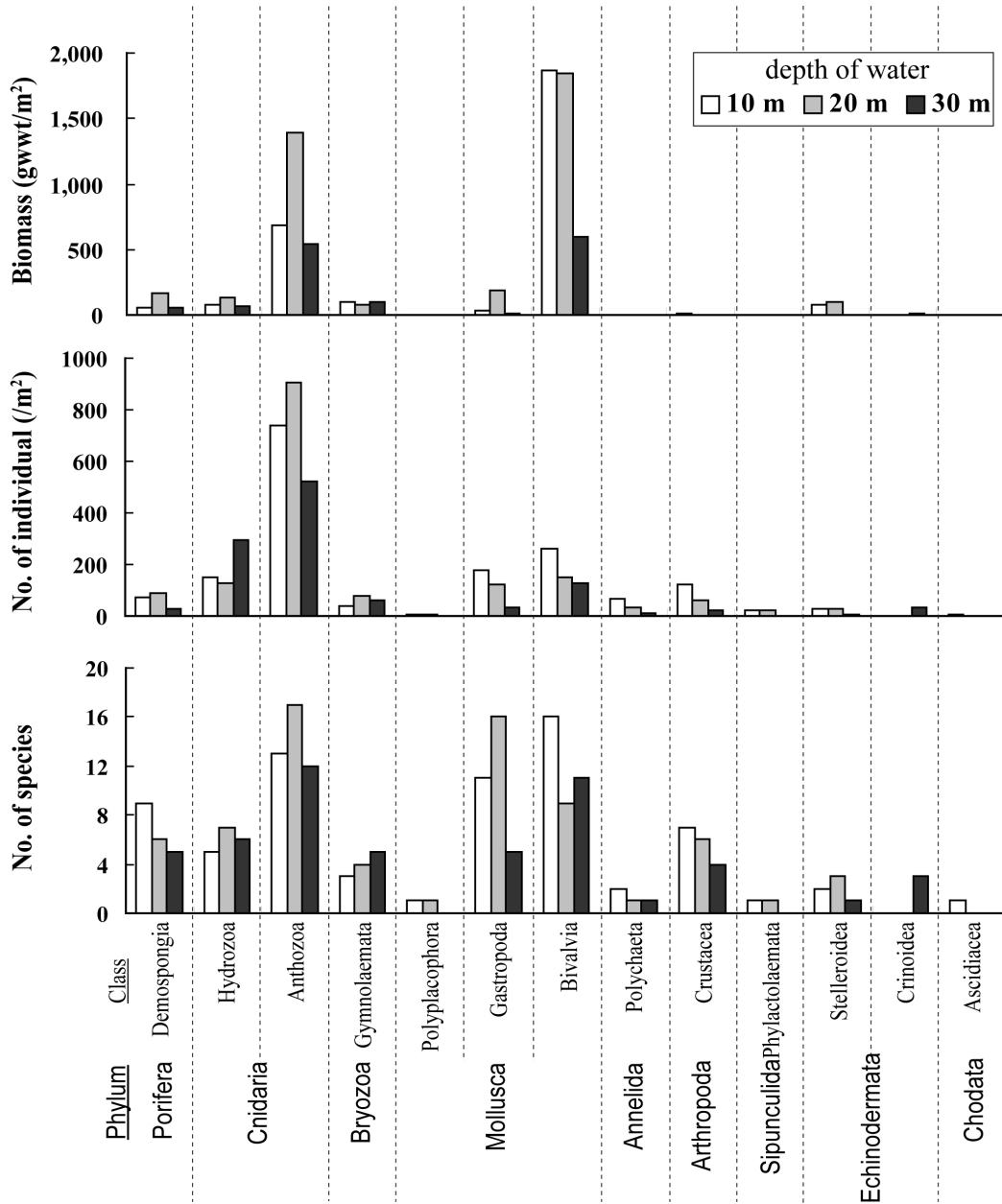


Fig. 5. Species composition, number of individuals and biomass by animal class at different depth of water in coastal water around Munseom.

맨드라미(*Dendronephthya putteri*) 7.3%, 양생바늘산호(*Acabaria bicolor*)가 5.3%로 나타났다.

8) 군집 우점도

조사해역 내 개체밀도에 따른 상위 5.0% 이상의 점유율을 차지하는 군집의 분포유형을 각 정점별로 정리한 결과를 Table 3에 나타냈다. 정점 M1에서 출현한 군집 제1 우점종은 검정깃히드라, 제2 우점종은 가시수지맨드라미, 제3 우점종은 분홍바다맨드라미, 제4 우점종은 밤수지맨드라미, 제5우 점종은 가로테히드라(*Sertularella miurensis*)의 순으로 군집우점도(CDI) 지수는 5.7-27.3 범위였으며 평균 12.9로 나타났다. 정점 M2의 경우 우점종은 총 4 종으로 큰수지맨드라미, 밤수지맨드라미, 가시수지맨드라미, 자색수지맨드라미의 순으로 군집우점도는 6.2-15.3 범위였고, 평균 10.0으로 나타났다. 정점 M3에서는 총 3 종으로 큰수지맨드라미, 꽃총산호, 자색수지맨드라미의 순으로 군집우점도 4.7-26.2의 범위로 평균 14.1이었으며, 정점 M4의 경우 총 5 종으로 큰수지맨드라미, 분홍바다맨드라미, 밤수지맨드라미, 양생바늘산호(*Acabaria bicolor*), 가시수지맨드라미가 출현하여 군집우점도 5.0-12.0로 평균 8.1으로 나타났다.

9) 종다양성 지수

문섬 주변해역에서 각 정점별 군집내 종다양도 지수(H'),

균등도(E'), 풍부도(R)의 결과를 Table 4에 나타냈다.

각 정점별 종다양도 지수(H')는 2.715-3.413 범위로 조사 정점 중앙부에 선정된 M2에서 3.440으로 가장 높았고, 서쪽에 선정된 정점 M1에서 가장 낮게 나타났다.

군집내 종구성의 동일한 정도를 나타내는 균등도(E')의 경우 조사해역 전반에 걸쳐 0.758-0.851 범위로 종다양도와 같은 양상으로 정점 M2에서 높게 나타났으며, 비교구로 선정된 정점 M4에서도 0.844로 비교적 높았고, 정점 M3와 M1에서 각각 0.774, 0.758로 낮게 나타났다.

풍부도(R)의 경우 조사해역 군집내 5.202-8.720의 범위로 정점 M3와 M2에서 각각 8.720, 8.323으로 정점 M3에서 가장 높았고, 정점 M1에서 5.202로 가장 낮았다.

고 찰

조사기간 동안 문섬 주변해역에서 관측된 평균 수온분포는 15.6-25.5℃, 평균 19.6℃로 표층수온인 경우 6월에 가장 낮고, 10월에 높게 나타났으며, 가장 높은 수온은 표층에서 8월(26.6℃), 20 m 층은 9월에(24.3℃)로 나타나 12월까지 20 m 층은 약 22.0℃를 유지하고 있었다. 염분은 32.99-34.35 psu, 평균 34.03 psu로 10월에 32.99 psu로 가장 낮은 염분 분포를 보였으나, 그 외에는 34.06-34.35 psu로 표층과 저층

Table 3. Dominant species and community dominance index (CDI) of sampling stations.

Sampling stations	Community dominant species and index (CDI)									
	First dominant species	CDI	Second dominant species	CDI	Third dominant species	CDI	Fourth dominant species	CDI	Fifth dominant species	CDI
M1	<i>Thecocarpus niger</i>	27.3	<i>Dendronephthya spinulosa</i>	13.4	<i>Scleronephthya gracillimum</i>	12.0	<i>Dendronephthya spinulosa</i>	6.2	<i>Sertularella miurensis</i>	5.7
M2	<i>Dendronephthya gigantea</i>	15.3	<i>Dendronephthya castanea</i>	12.4	<i>Dendronephthya spinulosa</i>	6.2	<i>Dendronephthya putteri</i>	6.2	-	-
M3	<i>Dendronephthya gigantea</i>	26.2	<i>Anthoplexaura dimorpha</i>	11.4	<i>Dendronephthya putteri</i>	4.7	-	-	-	-
M4	<i>Dendronephthya gigantea</i>	12.0	<i>Scleronephthya gracillimum</i>	10.6	<i>Dendronephthya castanea</i>	7.9	<i>Acabaria bicolor</i>	5.1	<i>Dendronephthya spinulosa</i>	5.0

Table 4. The diversity (H'), evenness (E'), and richness (R) of the macrobenthos collected from the sublittoral zone in sampling stations.

Sampling stations	Diversity index (H')	Evenness index (E')	Richness index (R)
M1	2.715	0.758	5.202
M2	3.440	0.851	8.323
M3	3.229	0.774	8.720
M4	3.413	0.844	7.929

에서 비교적 균질한 분포를 보였다. 수온과 염분간의 관계에서 본 연구결과에서는 12월 평균수온은 20.4℃일 때 염분이 34.20 psu, 최고 수온이 나타난 10월에 25.5℃일 때 32.99 psu로 서귀포 연안역의 해수특성(Choi *et al.*, 1992)에 의하면 수온과 염분간의 관계에서 수온이 20℃일 때까지 염분은 34.0 psu, 20-26℃일 때 32.0 psu 이상, 26℃일 때 32.0 psu 이하인 것을 관찰한 결과와 Choa and Lee(2000)의 수온, 염분분포 조사 결과와도 비교적 일치하게 나타났다.

DO의 평균값은 7.37 mg/L(6.42-8.14 mg/L)로 10월 표층에서 6.29 mg/L로 가장 낮은 농도가 나타났고, 이는 수온상승에 따른 포화량 감소와 유기물 분해에 따른 소모에 기인되는 것으로 보이며, DO의 분포 범위는 비교적 풍부한 상태를 나타내고 있었다(Choi *et al.*, 1992). Chlorophyll a 농도 범위는 0.40-1.09 mg/L(평균 0.69 mg/L)로 수온이 가장 낮았던 12월에 표층과 저층에서 1.07-1.09 mg/L로 높게 나타났다. Choa and Lee(2000)에 의하면 육상 유입원인 부유물질의 입자가 동계의 강한 수직혼합에 의해 저층의 부유성 입자의 재부유로 동계에 유광층이 감소하고, 해수의 수직혼합이 왕성한 동계에 저층부근까지 식물플랑크톤 농도가 높게 나타난다고 하여 본 연구의 결과와도 일치하게 나타났다. 부유물질(SPM)의 평균값은 3.07 mg/L(1.98-6.86 mg/L)로 육상 유입이 활발한 하계에 강우시기 이후인 10월에 표, 저층 3.33-6.86 mg/L의 범위로 높은 농도를 나타냈다. 해역의 유기물 지표로 이용되는 COD 평균 농도는 0.44 mg/L(0.27-0.64 mg/L)로 서귀포 주변 연안역(Choi *et al.*, 1992)의 평균농도 1.20 mg/L(0.51-2.13 mg/L)에 비해 낮게 나타났고, 12월에 표층과 저층에서 평균 0.59 mg/L로 동계에 높지만, 농도 범위는 6월과 10월 값에 비해 큰 차이는 나타나지 않았다. 이상의 환경특성의 결과를 해양생물 서식환경기준과 비교해 보면, DO, COD, SPM의 수질기준이 모두 I등급수 이상을 나타내어 문섬 주변해역은 생물 서식환경이 매우 양호한 상태임을 알 수 있다.

문섬 주변해역은 북쪽의 서귀포항내에서 유입되는 육상의 직접적인 영향을 받는 해역으로 기상상태나 조류, 강우량에 따라 환경이 달라질 수 있으며, 산호서식지에서는 부유성 식물플랑크톤의 침강, 부착성 및 저서성 미세조류들이 해류나 조류에 의해 산호류 및 기타 생물들에게 포획되거나 여과 섭이되기도 한다(Sorokin, 1995). 이러한 일차생산력을 파악하기 위해 영양염류 중 DTN의 평균 농도는 0.15 mg/L(0.07-0.26 mg/L)의 범위로 6월에 비해 10월과 12월에 높았고, DTP 및 SiO₂의 평균농도는 각각 0.01 mg/L(0.004-0.0 mg/L), 0.23 mg/L(0.207-0.464 mg/L)로 전반적으로 10월에 높은 농도를 나타냈다. 이처럼 10월 표층에 영양염류가 높은 요인으로는 강우기 이후의 육상 유입수 영향이 표층에 크게 미치고, 저층에서는 퇴적물의 용출에 의한 공급 때문인 것으로 판단된다(Choi *et al.*, 1992).

문섬 주변해역의 4 개의 정점에서 조사된 저서 무척추동물은 총 9 문, 14 강, 34 목, 63 과, 112 종이 출현하였다. 동물 분류군 별로 연체동물이 3 강, 13 목, 22 과, 40 종으로 전체 출현 동물들 중 36.0%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 이중 복족류가 22 종, 이미페류가 17 종으로 나타나 복족류가 19.8%를 차지하여 우점하고 있음을 알 수 있었다. 자포동물은 2 강, 6 목, 12 과, 33 종(28.8%), 해면동물은 1 강, 5 목, 8 과, 13 종(11.7%), 절지동물은 1 강, 1 목, 5 과, 8 종(7.2%), 극피동물은 3 강, 4 목, 6 과, 7 종(6.3%), 태형동물은 1 강, 1 목, 4 과, 5 종(4.5%), 환형동물은 1 강, 2 목, 4 과, 4 종(3.6%)이 채집되었으며, 성구동물과 척색동물은 각각 1 종(0.9%)만이 관찰되었다. 본 연구의 결과를 제주도의 타 해역에서 조사된 결과와 비교해 보면, 제주도 마라도에서 보고된 90 종(Lee, 1991), 제주도 북부연안 조건 및 조하대의 81 종(Lee, 1990), 제주도 남부 연안역의 59 종(Lee and Hyun, 1991), 제주도의 25 개 조건대 지점의 42 종(Lee and Jwa 1988)에 비해 본 연구는 총 112 종으로 출현종수가 높게 나타났다지만, 차귀도 주변 연안역의 201 종 및 차귀도 주변 용승

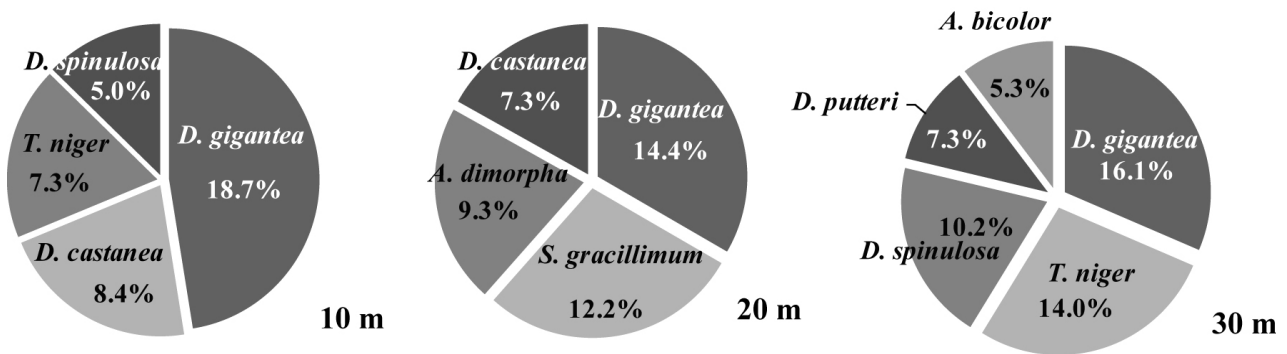


Fig. 6. Dominant species at different depth of water in the sampling stations.

해역의 146 종(Yang *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 1995), 비양도 해역의 168 종(Lee and Kim, 1993), 제주도 저서동물 다양성 보고의 173 종(Je *et al.*, 2002), 제주도 북부 연안의 135 종(Lee *et al.*, 1989), 제주도 동부해역의 201 종(Lee and Hyun, 1992)에 비해 출현 종수는 적게 나타났다. 그러나, 본 연구의 조사해역과 유사한 문섬 동쪽의 새끼섬에서 조사한 Je *et al.*,(2002)는 표층부터 저층까지 무척추동물 채집 정점을 수심 5 m 간격으로 조밀한 채집방법을 선정한 결과의 차이로 인해 본 연구에서 나타난 출현 종수와 다소 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

무척추동물의 개체 밀도는 총 4,340 개체/m²로 자포동물이 2,688 개체/m²로 출현 동물 문 중 개체 밀도가 가장 높았고, 이 중 히드라충류 556 개체/m², 산호충류 2,132 개체/m²로 맨드라미류를 포함한 연산호 군락의 주체인 산호충류가 우점종으로 나타났다. 이는 남해안 소리도 주변해역 1,068 개체/m²(Lim and Choi, 2001), 경기도 대부도 주변해역 1,093 개체/m²(Lim and Choi, 1998), 인천 영종도 주변 1,392 개체/m²(Yu *et al.*, 2004), 진해만 주변해역의 1,939 개체/m²(Paik and Yun, 2000)에 비해 상당히 높은 밀도를 나타냈다. 또한, 생체량의 경우는 총 53,107.8 gwwt/m²로 자포동물이 37,630.9 gwwt/m²(70.9%)로 가장 높았으며, 이 중 산호충류가 전체의 64.4%(34,222.9 gwwt/m²)로 개체밀도와 같은 양상으로 높았다. 우리나라 남해안 및 서해안에 위치한 대부분의 섬 주변의 해적 퇴적상은 육지부와 인접한 사니질로 이루어져 다모류, 이미패류 등이 주 우점종으로 나타나지만, 제주도 주변해역은 대부분 암반으로 이루어진 지형특성에 의해 부착기질에 의존해 서식하는 자포동물 및 연체동물의 밀도가 타 해역에 비해 높게 나타나는 해역별 차이에 의한 것으로 판단된다.

저서무척추동물의 계절별 출현 양상의 경우 자포동물 및 연체동물의 종조성이 타 동물들에 비해 월등히 높게 나타났으며 출현 종수는 6월에 각각 24 종, 23 종으로 10월에 약간 감소한 후 12월에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 조사된 모든 동물들의 개체 밀도는 12월에 1,904 개체/m²로 6월(1,072 개체/m²)에 비해 약 90% 이상 증가하였고, 특히, 자포동물이 6월 596 개체/m²에서 12월 1,292 개체/m²로 약 30.3%가 증가하여 다른 출현동물에 비해 높은 개체 밀도를 보였으며, 이와 유사하게 12월에 개체밀도가 동물은 환형동물, 절지동물 및 성구동물로 나타났다. 생체량의 월변화의 경우도 6월에 11,619.3 gwwt/m², 10월에 16,310.4 gwwt/m², 12월에 25,526.9 gwwt/m²로 12월의 출현율이 6월에 비해 60.0% 이상 증가한 것으로 나타났으며, 해면동물, 극피동물 및 척삭동물을 제외한 모든 동물군에서 12월에 생체량이 증가하였다. 가덕도 주변 및 남해안 소리도 주변해역의 저서동물 계절별 분

포 결과에 의하면, 여름철에 개체밀도 및 생체량이 급격히 증가하다 겨울철에 감소한다고 보고되었다(Yun and Paik, 2001; Lim and Choi, 2001). 이는 개체 밀도 증가 시기에 환경특성이 다른 해역별 차이인 것으로 판단되며, 본 조사 해역과 유사한 해역에서 조사된 제주도 차귀도 연안역(Yang *et al.*, 2007)에 의하면 출현동물의 생체량이 하계에 감소하여 동계에 증가하는 U자형 패턴을 보인다고 하였고, 자포동물의 개체수가 하계에 비해 추계 및 동계로 갈수록 밀도가 높게 나타난 결과는 본 연구와 일치하였다.

수심별 우점종의 경우 10-30 m 층에서 큰수지맨드라미가 전 조사정점에서 가장 우점하게 나타났고, 분홍바다맨드라미, 꽃총산호, 밤수지맨드라미, 검정깃히드라, 가시수지맨드라미, 자색수지맨드라미, 양생바늘산호의 순으로 자포동물의 산호충류가 대부분을 차지하였다. 정점별 군집우점도 의한 조사해역 내 분포유형은 대부분 산호충류 및 히드라충류의 특정 종에 의한 우점도가 높게 나타났고, 정점 M1을 제외한 모든 정점에서 제1 우점종으로 큰수지맨드라미의 점유율이 매우 높게 나타나는 특성을 보였으며 정점 M3에서 군집밀도가 가장 높게 나타난 반면 정점 M4에서 가장 낮게 나타났다.

정점별 종다양도(H'), 균등도(E') 및 풍부도(R) 지수의 범위는 각각 2.715-3.413, 0.758-0.851, 5.202-8.720로 M1에서 가장 낮았고, M2에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 대부도 주변해역의 군집다양도 1.7-3.5(Lim and Choi, 1998), 경기 내만 해역의 2.0-2.9(Shin *et al.*, 1989), 영종도 주변해역의 2.0-2.5(Lim *et al.*, 1995), 제주도 화순과 송악산 조간대 해역의 1.27-2.72, 0.747-0.937(Lee *et al.*, 2001; Lee and Hyun, 2002) 보다는 높은 값으로 나타났다. Snelgrove and Butman(1994)에 의하면 해수순환이 원활한 해역에서는 생물의 가입할 기회가 많아짐으로서 종 다양성이 높게 나타난다고 보고 하였는데, 문섬 주변해역은 외해와 접해있어 조석류 또는 해류에 의한 유속이 빠르게 나타나 낙조시 최대유속이 23.9-61.0 cm/sec, 평균유속 7.0-25.8 cm/sec(KORI, 2001)로 해수순환이 활발히 일어나는 지역이라 할 수 있으며, 연산호의 군락을 이루는 맨드라미류는 조류의 영향을 크게 받는 곳에 서식하고(Fabricius *et al.*, 1995), 이는 수중의 먹이 활동을 원활하게 하기 위한 생태전략(Dahan and Benayahu, 1997)이라고 보고되고 있다.

요 약

제주도 문섬 주변해역에서 2007년 6월부터 12월까지 해양 환경특성 및 저서 무척추동물의 군집구조를 파악하기 위해 조사 하였다. 평균 수온과 염분은 각각 19.6°C, 34.03 psu로써 비교적 안정된 수괴를 형성하고 있었다. DO는 6.42-8.14 mg/L(평균 7.37 mg/L), COD는 0.27-0.64 mg/L(평균 0.44

mg/L), SPM은 1.98-6.86 mg/L(평균 3.07 mg/L)의 범위를 나타내어 환경기준 중 해양환경 I 등급 이내의 양호한 환경을 나타냈다. 식물플랑크톤 chlorophyll a량의 분포는 0.40-1.09 mg/L(평균 0.69 mg/L)의 범위로서 6월에 비해 12월에 높게 나타났다. 영양염류의 평균 농도는 DTN의 경우 0.073-0.264 mg/L(평균 0.15 mg/L), DTP의 경우 0.004-0.011 mg/L(평균 0.01 mg/L), SiO₂의 경우 0.039-0.464 mg/L(평균 0.23 mg/L)의 범위로 육상 유입에 의해 문섬 주변에서의 농도 변화가 높게 나타났다. 조사기간 중 총 112 종의 저서동물이 채집되었는데, 연체동물이 40 종(36.0%)이었으며, 이 중 복족류가 19.8%로 가장 우점하였고, 자포동물은 33 종(28.8%), 해면동물은 13 종(11.7%), 절지동물은 8 종(7.2%)이 나타났고, 기타 동물은 17 종(15.3%)으로 조사되었다. 조사해역의 개체 밀도와 생물량은 각각 4,340 개체/m², 53,107.8 gwwt/m²로 자포동물 중 산호충류가 개체수와 생체량에서 우점하였다. 주요 우점종은 *Dendronephthya gigantea*, *Scleronephthya gracillimum*, *Anthoplexaura dimorpha*, *Dendronephthya castanea*, *Thecocarpus niger*, *Dendronephthya spinulosa*, *Dendronephthya putteri*, *Acabaria bicolor*로 주로 산호충류에서 높은 우점율을 나타냈다. 계절별 출현양상의 경우 자포동물 및 연체동물의 하계에 개체수 및 생체량이 증가하다 동계로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 정점별 종다양도(H'), 균등도(E') 및 풍부도(R) 지수의 범위는 각각 2.715-3.413, 0.758-0.851, 5.202-8.720 로 M1에서 가장 낮았고, M2에서 높게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원 제주수산연구소(RP-2008- ME-070)의 지원에 의해 수행되었으며, 본 연구의 현장조사에서 함께 수고해 주신 제주오션 김기준님과 대국해저관광(주)의 관계자 여러분들께 진심으로 감사의 말씀을 전합니다.

REFERENCES

Choa, J.H. and Lee, J.B. (2000) Bioecological characteristics of coral habitats around Moonsom, Cheju Island, Korea: I. Environmental properties and community structures of phytoplankton. *Journal of the Korean Society of Oceanography (The Sea)*, **5**: 59-69.

Choi, D.S and Lee, I.K. (1989) Notes on *Amphiroa* (Rhodophyta) from Cheju Island. *Korean Journal of Botany*, **32**: 363-373.

Choi, Y.C., Ko, Y.B. and Lee, J.B. (1989) Sea water characteristics around coast line of Cheju Island from June 1987 to April 1988. *Journal of Korean Earth Science Society*, **10**: 54-61.

Choi, Y.C., Ko, Y.B. and Lee, J.B. (1992) Biological

studies of the southern coastal area in Cheju Island. 1; Sea water properties of coastal zone around Seogwipo. *Journal of Korean Earth Science Society*, **13**: 327-335.

Coles, S.L and Jokiell P.L. (1978) Synergistic effects of temperature, salinity and light on the hermatypic coral *Montipora verrucosa*. *Marine Biology*, **49**: 187-195.

Dahan, M. and Y. Benayahu. (1997) Clonal propagation by the azooxanthellate octocoral *Dendronephthya hemprichi*. *Coral Reefs*, **16**: 5-12.

Fabricius, K.E., Genin, A. and Benayahu, Y. (1995) Flow-dependent herbivory and growth in zooxanthellae-free soft corals. *Limnology and Oceanography*, **40**: 1290-1301.

Fabricius, K.E., Yahel, G. and Genin, A. (1998) In situ depletion of phytoplankton by an azooxanthellate soft coral. *Limnology and Oceanography*, **43**: 354-356.

Je, J.G., Ko, B.J., Lee, H.G., Kim, B.I., Shin, S.H., Lee, S.W. and Lee, J.H. (2002) Habitats and zoobenthic species diversity in the coast of Jeju Island, Korea: as a baseline study for conserving coastal and marine biological diversity. *The Korea Society of Underwater Science and Technology*, **3**: 7-117.

Jokiell, P.L. and Coles, S.L. (1977) Effects of temperature on the mortality and growth of Hawaiian reef corals. *Marine Biology*, **43**: 201-208.

Kang, D.H., Song, J.I. and Choi, K.S. (2005) Image analysis of typhoon impacts on soft coral community at Munseom in Jeju, Korea. *Ocean and Polar Research*, **27**: 25-34.

Kim, I.O and Rho, H.K. (1994) A study China coastal water appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **27**: 515-528.

Ko, Y.B., Oh, B.C., Lee, J.B. and Choz, J.H. (2000) Bioecological characteristics of coral habitats around Moonsom, Cheju Island, Korea. 3; Seasonal and diel fluctuations of gelatinous zooplankton biomass. *Journal Korean Society Oceanography (The Sea)*, **5**: 141-145.

KORDI (2001) A study of the natural environment and conservation around Munseom in Seogwipo coast of Jeju Island. 43 pp.

Lee, J.J. (1990) Bioecological study of the northern coastal area in Cheju Island. *Korean Journal of Malacology*, **6**: 33-44.

Lee, J.J. (1991) Bioecological studies of the southern coastal area in Cheju Island. - 1. Distribution and community structure of the benthic macro-invertebrates in Gapa and Mara Islets. *Korean Journal of Malacology*, **7**: 49-57.

Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1991) Bioecological study of the southern coastal area in Cheju Island- 2. Distribution and community structure of the benthic molluscan shells in around coast to Sogwipo. *Korean Journal of Malacology*, **7**: 58-65.

- Lee, J.J. and Hyun, J.M. (1992) Bioecological study of the eastern coastal area in Cheju Island. - Seasonal changes of macroinvertebrate community on the intertidal rocky shores. *Korean Journal of Malacology*, **8**: 1-20.
- Lee, J.J. and Hyun, J.M. (2002) Species diversity and community structure of macrobenthic invertebrate inhabiting intertidal zone near Songgaksan area, Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, **18**: 41-52.
- Lee, J.J. and Kim, J.C. (1993) Bioecological studies of the western coastal area in Cheju Island. - Distribution and seasonal community changes of the benthic macroinvertebrates on the rocky intertidal zone of Biyangdo. *Korean Journal of Malacology*, **9**: 68-84.
- Lee, J.J. and Jwa, Y.W. (1988) Ecological study on the intertidal zone around Cheju Island - 1. Estimation of plankton production and community structure of marine shells - Community structure of molluscan shells. *Korean Journal of Malacology*, **4**: 17-29.
- Lee, J.J., Zhang, C.I. and Cho, U.S. (1989) Community structure of the ecosystem on the intertidal zone and grass land in Cheju Island - Distribution and community structure of benthic macroinvertebrates. *Korean Journal of Malacology*, **5**: 10-28.
- Lee, J.J., Hyun, J.M. and Kim, J.C. (1995) Bioecological study of the upwelling area around Cheju Island - community structure of the benthic macroinvertebrates at the rocky intertidal zone of Chagwi-do, Cheju Island. *Korean Journal of Malacology*, **11**: 1-20.
- Lee, J.B., Choa, J.H., Kang, D.W., Go, Y.B. and Oh, B.C. (2000) Bioecological characteristics of coral habitats around Moonsom, Cheju Island, Korea: II. Community dynamics of phytoplankton and primary productivity. *Algae*, **15**: 37-47.
- Lee, J.J., Kang, K.C. and Kim, J.C. (2001) Spatial species diversity of macrobenthos in the intertidal zone of Hwasoon, Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, **17**: 63-70.
- Lee, D.I., H.S., Yoon, Y.H., Choi, Y.C. and Lee, J.H. (2005) Summer environmental evaluation of water and sediment quality in the south sea and east China sea. *Journal of Korea Society for Marine Environmental Engineering*, **8**: 83-99.
- Lim, S.H. and Choi, J.W. (1998) Macrobenthic community at the subtidal area around Taebudo in Kyeonggi bay, Korea. *Journal of Fisheries Society*, **31**: 453-462.
- Lim, S.H. and Choi, J.W. (2001) Macrobenthic community in the soft bottom around Sorido Island, southern coast of Korea. *Journal of Fisheries Society*, **34**: 225-237.
- Lim, H.S., Lee, J.H., Choi J.W. and Je, J.G. (1995) Macrobenthic community on the soft-bottom around the Youngjong Island, Korea. *Journal of Fisheries Society*, **28**: 635-648.
- Margalef, D.R. (1958) Information theory in ecology. *General Systems*, **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. (1967) Relationship among functional properties of California grassland. *Nature*, **216**: 168-169.
- MOMAF (2005) Standard Methods for the Examination of Sea Water. pp. 1-316. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MOMAF), Seoul.
- Nybakken, J.W. (1993) Marine Biology (3rd ed). 462 pp. Harper Collins College Publishing, New York.
- Pielou, E.C. (1969) An Introduction to Mathematical Ecology. pp. 291-331, Wiley-Interscience.
- Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. (1984) A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. 173 pp. Pergamon Press.
- Paik, S.G. and Yun, S.G. (2000) Community structure of the macrobenthos in Chinhae bay, Korea. *Journal of Fisheries Society*, **33**: 572-580.
- Rho, H.K. (1985) Studies on arine environmental of fishing ground in the waters around Jeju Island Ph.D. Thesis, Tokyo University, pp. 215.
- Seo, I.B. (1990) Species composition and vertical distribution of coral on the coast of Seogwipo, Southern part of Cheju Island. Ph.D. thesis, Cheju National university, pp. 1-46.
- Shannon, C.E. and Wiener, W. (1949) The mathematical theory of communication. 125 pp. University of Illinois Press, Chicago.
- Shin, H.C., Choi, J.W. and Koh, C.H. (1989) Faunal assemblages of benthic macrofauna in the inter and subtidal region of the inner Kyeonggi bay, west coast of Korea. *Journal of Korean Society of Oceanography*, **24**: 184-193.
- Snelgrove, P.V.R. and Butman, C.A. (1994) Animal-sediment relationship revisited: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, **32**: 111-177.
- Song, J.I. (1996) Conservation of marine invertebrate resources in the Cheju Island area of the Korean waters. *Galaxea*, **13**: 93-107.
- Sorokin, Y.I. (1991) Biomass, metabolic rates and feeding of some common reef zoantharians and octocorals. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **42**: 729-741.
- Sorkin, Y.I. (1995) Coral Reef Ecology. 465 pp. Springer Verlag Press, Berlin.
- Yang, M.H., Moon, T.S., Yu, J.T., Ko, J.C. and Chang, D.S. (2007) Species appearance and seasonal variation of macrobenthic invertebrate in the coastal water of Chagwi-do, Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, **23**: 235-243.
- Yu, O.H., Koh, B.S., Lee, H.G. and Lee, J.H. (2004) Effect of environmental variables on changes in macrobenthic communities in the coastal area of Incheon, Korea. *Journal of Fisheries Society*, **37**: 423-432.
- Yun, S.G. and Paik, S.G. (2001) Community structure of macrobenthos around Kadugdo, a south coast of Korea. *Journal of Fisheries Society*, **34**: 493-501.

Wellington, G.M. (1980) Reversal of digestive interactions between Pacific reef corals: mediation by sweeper tentacles. *Oecologia*, **47**: 340-343.

해양환경공정시험방법 (2005) 해양수산부(편), 400 pp. 서울.