

## 해초지와 주변 퇴적물에 서식하는 중형저서동물 군집 특성 비교

민원기 · 김동성\* · 최철일<sup>1</sup>  
한국해양연구원, <sup>1</sup>한양대학교 지구해양학과

### Comparison of Meiobenthic Faunal Communities in Seagrass Bed and Adjacent Bare Sediment

WON-GI MIN, DONGSUNG KIM AND CHUNG-IL CHOI<sup>1</sup>  
Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan P.O. Box 29, 425-600, Korea  
<sup>1</sup>Department of Earth & Marine Science, Hanyang University, Ansan 425-791, Korea

본 연구는 해초지(seagrass bed)와 그 주변 퇴적물에 서식하는 중형저서동물의 군집 특성을 비교하고자 1999년 2월 부터 7월까지 매월 남해안 돌산도 울림의 *Zostera marina*로 구성된 해초지에서 조사를 실시하였고, 1999년 5월에 서해안 백령도 두무진의 *Zostera caespitosa* 해초지와 어청도 내항의 *Zostera marina* 해초지를 중심으로 조사를 실시하였다. 모든 조사지역에서 해초지와 해초의 서식이 없는 비해초지(Non-seagrass bed)로 구분하여 채집하였다. 총 13개의 중형저서동물 분류군이 출현하였고, 모든 정점에서 선충류가 가장 우점하였으며, 그 다음의 주요 우점 동물군은 저서유공충류, 환형동물류 그리고 저서성 요각류로 나타났다. 서식밀도는 6월에 돌산도 울림의 해초지 정점에서 7,244 개체/10 cm<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났으며, 5월에 백령도의 비해초지 정점에서 438 개체/10 cm<sup>2</sup>로 가장 낮은 밀도를 보였다. 중형저서동물의 퇴적물내 수직분포는 해초지 정점과 비해초지 정점 모두, 표층 2 cm 이내에서 가장 높은 서식밀도를 나타냈으며, 그 이하에서는 급격한 감소를 보였다. 전체 중형저서동물 크기별 분포는 해초지 정점과 비해초지 정점 모두, 0.125 mm~0.25 mm 크기의 개체가 가장 많았다. 퇴적물의 입도는 S(sand)에서 sM(sandy mud)까지 나타나며, 평균 입도 조성은 해초지가 비해초지에 비해 더 세립한 경향을 나타냈다. 각 시기별 정점별로 총 개체 서식밀도, 정점별 출현 분류군 수 그리고 주요 우점종의 해초지 선호성 등의 항목을 대상으로 ANOVA 검정을 실시한 결과, 해초지는 비해초지와 유의한 차이를 나타내(P<0.05), 해초지가 중형저서동물의 서식지로 중요한 의미를 갖고 있음을 보여주었다.

To investigate the community structure and meiofaunal density in seagrass/bare non-seagrass beds, a survey was conducted at three seagrass bed locations in Doomoojin of Baegryongdo, inner harbor of Eocheongdo in May 1999, and Yulim of Dolsando for every month from February to July 1999. Meiobenthic samples were collected from sediments within seagrass beds (SB) and non-seagrass bed (or adjacent to barren sand area, NSB). Nematodes were the most dominant group among representative 13 meiofaunal groups. The sub-dominant groups were benthic foraminiferans, benthic harpacticoids, and annelids. The highest density of meiofauna was recorded at a seagrass bed of Yulim (7,244 ind/10 cm<sup>2</sup> in June), and lowest density was recorded at a non-seagrass bed of Baegryongdo (438 ind/10 cm<sup>2</sup> in May). For vertical distribution, the highest density of meiofauna was recorded at 0–2 cm depth, and the density abruptly decreased with depth in all stations. The density of meiofauna in size between 0.125 mm and 0.25 mm was maximum. Sediment types for the study areas ranged from sandy to sandy mud by the Folk's classification. The density of total meiofauna, the number of taxa, and the density of the dominant groups (nematodes, benthic foraminiferans, benthic harpacticoids, annelids) between SB and NSB were significantly different. The results clearly showed the importance of seagrass bed as suitable habitat for meiofauna.

**Key words:** Meiofauna, Seagrass Bed, Nematodes, Benthic Harpacticoids

#### 서 론

중형저서동물(Meiofauna)은 어원상 그리스어의 *μελος*에서 기원한 것으로 이는 '보다 작은'(smaller)의 뜻으로, 1940년대 초에

meiofauna의 개념이 등장한 이래 몇 번의 수정을 거쳐 근래에는 망목 1 mm체를 통과하여 32 μm의 체에 남는 이동성 혹은 고착성의 저서성 무척추동물을 의미한다 (Shirayama, 1993).

이들은 일반적으로 천해역에서 10<sup>6</sup>~10<sup>7</sup> 개체/m<sup>2</sup>(McIntyre, 1969), 빈영양해역에서도 10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup> 개체/m<sup>2</sup>의 높은 서식밀도를 나타내며(Shirayama, 1984), 이들을 섭취하는 무척추동물과 어류와

\*Corresponding author: dskim@kordi.re.kr

그리고 중형동물의 주 먹이원인 박테리아의 군집 구성에 영향을 끼치는 등 생태학적으로 중요한 위치에 있다(김 등, 1998a). 최근 오염을 평가하는 도구로 유용하게 이용하는 등 해양 저서 환경을 평가함에 있어서 중형저서동물의 중요성에 대한 관심이 높아지고 있는데, 그 이유는 중형저서동물은 전 생활사를 저질 안에서 보내며 서식을 위해 비교적 안정된 환경을 요구하며, 짧은 생활사를 가지기 때문이다(Sandulli and De Nicola, 1990). 뿐만 아니라, 전 세계의 해저면 어느 곳에서나 서식하고 있으며, 심해로 갈수록 대형저서생물에 비해 상대적으로 다양성이 높아지는 특성을 가지고 있어, 생물 다양성의 측면에서도 중요한 생물그룹이다.

이러한 중요성에도 불구하고 약 50년 전 중형저서동물을 연구하기 시작한 이래, 주로 대서양 연안을 중심으로 한 분류학적 연구들과 60~70년대의 서식지에 관한 기초적인 생태학적 연구들이 뒤늦게 시작되었다(Thiel, 1975; Giere, 1993). 1980년대에 들어와서 유럽 및 태평양 연안과 심해 연구에 관한 생태학적 연구들이 시작되었으며, 주로 특정 분류군에 대한 연구가 주류를 이루었다(Coull and Palmer, 1984; Higgins and Thiel, 1988). 국내에서는 최근 태평양 심해에서 중형저서동물 군집구조에 대한 연구(김, 1997; 김 등, 2000a, b)와, 연안의 양식장 퇴적물에 대한 오염 모니터링을 위한 연구 및 갯벌의 군집 구성에 관한 연구 등이 있을 뿐이다(김 등, 1998a; 김 등, 1998b). 중형저서동물의 중요성에도 불구하고 이처럼 다른 분야에 비하여 연구가 매우 미약한 원인은 연구의 역사가 짧을 뿐만 아니라 중형저서동물이 소형으로 취급하기가 매우 어렵고 퇴적물로부터의 추출 및 분류의 어려움이 있기 때문이다(김, 1997). 이 같은 실정을 감안할 때, 국내에서의 중형저서동물에 대한 체계적이고 장기적인 여러 분야의 연구가 필요하다고 생각하며, 특히 국내 연안 생태계에 중요한 위치를 차지하는 해초지(Seagrass Bed) 내의 중형저서동물의 군집구조에 대한 연구는 매우 중요하다고 할 것이다.

해초(seagrass)는 해양환경에 잘 적응된 수중 현화식물로서 흔히 온대와 열대의 연안역에 밀생하여 무성한 해초지를 형성한다(Heywood, 1993). 해초는 경제적인 측면에서 포장물질로 사용되거나 강화물질로 사용되기도 하나 이보다 더 중요한 것은 지구상에서 가장 생산력 있는 해양환경을 형성하는 중요한 식물군이라는 점이다(Moncreiff, et al., 1992). 대체적으로 500~1,000 gC/m<sup>2</sup>/yr의 생산력을 가지며, 이는 열대지역의 농업의 생산력과 맞먹는 높은 값이다(Zieman and Wetzel, 1980). 또한 연안 생태계에서 기초 생산자로서의 중요한 역할 외에도 다양한 부착 조류의 착생장소를 제공하고 파랑을 약화시켜 안정된 환경을 만들며, 퇴적물의 축적을 돕고 강한 빛을 막아주며, 어류의 생육장으로서 역할과 수많은 무척추동물들의 먹이원이 있는 서식지 역할을 하고 있다(Nybakken, 1982). 이는 곧 많은 중형저서동물의 서식지로서의 큰 의미를 가지고 있다고 판단되어 몇몇의 학자들에 의해서 연구되었는데, 선충류와 저서성 요각류에 대한 해초지 내의 생태적 역할 및 분포 특성에 관한 연구가 주류를 이루었다(Kikuchi, 1980; Decho et al., 1984; Aryuthaka, 1985, 1989; Hicks, 1986, 1989; Meyer and Bell, 1989; Novak, 1989; Bell and Hicks, 1991; Peachey and Bell, 1997; Troch et al., 2001). 국내에는 해초지의 중형저서동물에 관한 연구는 없었고, 해초지 내의 어류 및 등각류, 새우 등과 연관된 심해 편의 연구가 거의 대부분일 정도로 빈약한 실정이다(고와

조, 1997; 허와 안, 1997; 허와 박, 1997).

본 연구는 중형저서동물의 서식지로서 해초지가 가지는 중요성을 이해하기 위하여, 시기별, 지역별로 해초가 밀생하는 해초지와 인근 해초의 서식이 없는 퇴적물의 중형저서동물 군집 특성을 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 연구 지역 및 시기

조사지역은 서해안의 백령도 두무진과 어청도 내항 그리고 남해안의 돌산도 울림, 세 지역의 해초지로 설정하였다(Fig. 1). 가장 북쪽에 위치하는 백령도 두무진은 행정구역상으로는 인천광역시 옹진군 백령면 가율리에 속하는 두무진 포구내의 약 500m<sup>2</sup> 면적의 해초지이며, *Zostera caespitosa* 및 *Zostera marina*로 구성되어 있다. 두 번째 지역은 전라북도 군산시 옥도면 어청도리에 위치하는 내항 안쪽의 해변에서 50 m 정도 떨어져 있는 약 800 m<sup>2</sup> 면적을 가지는 해초지이며, *Zostera marina*로 구성되어 있다. 마지막으로 남해안에 위치한 울림은 전라남도 여수시 돌산읍 울림리 자갈해변 앞의 약 600 m<sup>2</sup> 넓이의 *Zostera marina*로 구성된 해초지이다. 이 3개의 지역은 모두 해초가 넓게 분포하는 지역으로 자연적인 만(灣)의 형태이거나 방파제를 쌓아 파랑의 영향이 적으며, 소형 어항으로서 마을 하천수의 유입 및 포구의 환경조건을 가지고 있는 지역이다. 서해안의 백령도와 어청도의 두 정점은 1999년 5월 중에, 그리고 남해안의 돌산도 울림의 해초지는 중형저서동물 군집구조의 월별 변화양상을 보기 위해 1999년 2월부터 7월까지 매월 시료 채취 및 기초환경 조사가 이루어 졌다.

각 지역의 정점은 해초지가 중형저서동물 분포에 영향을 미치는 지를 파악하기 위하여 해초가 밀생하여 서식하는 해초지(seagrass bed; SB) 정점과 인근 해초의 서식이 없는 비해초지(Non-seagrass bed; NSB) 정점으로 나누어 시료를 채취하고 분석하였다.

### 시료 채취

입도 및 유기물 함량 분석용 시료는 각 조사 지역에서 해초지 내의 해초 서식밀도가 높은 지점과 동일한 수괴의 영향을 받고 예상되는 4~5 m 이내의 해초 군락이 없는 비해초지 지점으로 구분하여 각 지점에서 SCUBA로 직경 70 mm PVC 파이프를 코어링하였다. 채취된 시료는 현장에서 2 cm씩 표층부터 10 cm까지 잘라내어 폴리에틸렌 용기에 담고 냉동 보관하여 실험실로 운반하였다. 중형저서동물의 분석을 위한 시료는 투명한 아크릴로 된 직경 36 mm 튜브를 가지고 코어링한 후, 마찬가지로 0~2 cm, 2~4 cm, 4~6 cm, 6~8 cm, 8~10 cm로 분리하여, 로즈 벵갈(rose bengal)을 혼합한 5% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 각 시료는 모든 정점에서 3회씩 반복 채취하였다.

### 분석 방법

퇴적물의 입도 분석은 시료를 증류수로 세척 후, 미리 무게를 잰 용기에 담아 건조시켜 무게를 측정하였다. 망목 1 mm, 500 μm, 250 μm, 125 μm, 62 μm, 44 μm 체로 각각 분리하여 550°C의 전기로에서 1~2시간 가열하여 유기물을 산화시킨 후 무게를 측정하여, 손실차이(Ignition loss)로 산출하였다. 각각 1φ, 2φ, 3φ, 4φ,

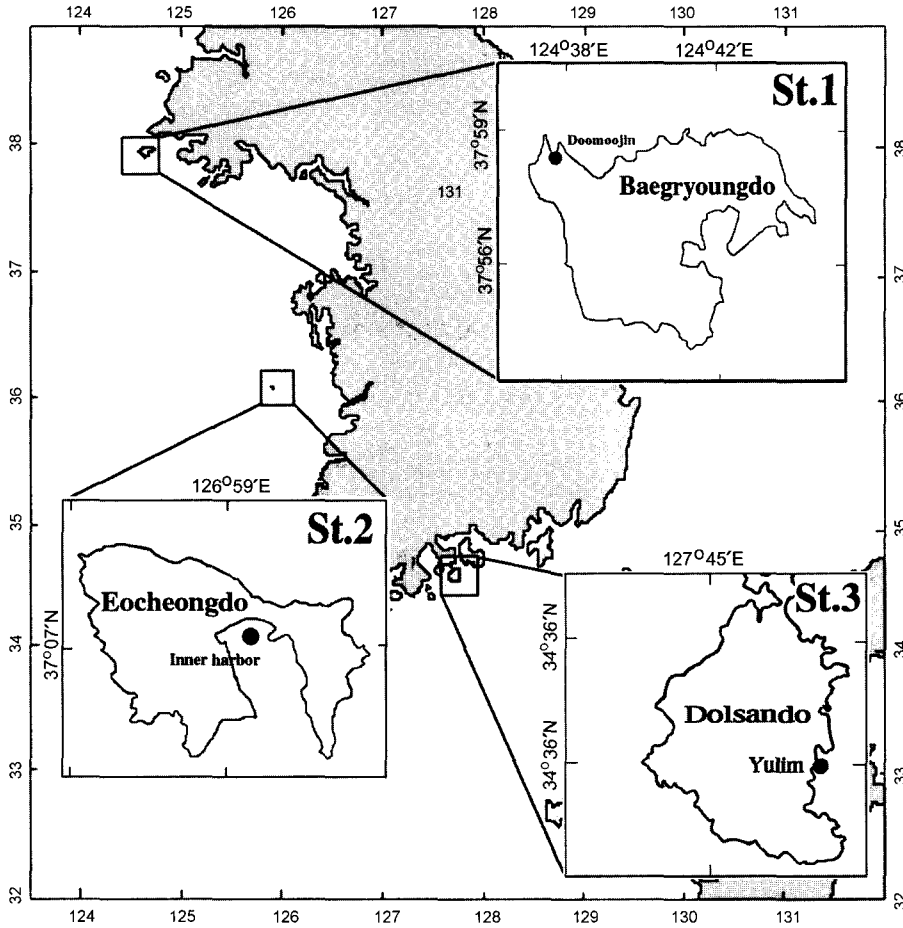


Fig. 1. The maps of sampling sites (St. 1: Baegryongdo, St. 2: Eocheongdo, St. 3: Dolsando).

4.5φ로 함량비를 산출하였으며, 각 입도별 분류는 Wentworth scale에 따라서 구분하여, Folk의 방법에 따라 깊이별 입도 조성, 퇴적물 형태, 평균 입도, 분급도, 왜도, 첨도를 산출하였다(Giere, 1993).

총 유기물 함량은 110°C에서 4시간 이상 건조된 시료의 무게를 측정 후 시료를 분쇄하여 550°C의 전기로에서 1~2시간 가열하여 유기물을 산화시켜 진공 방냉시킨 후 무게를 측정하여 손실 차이를 측정하고, 각 정점별, 깊이별, 입도별로 전체 시료에 대한 유기물의 무게 비를 백분율로 나타내었다.

중형저서동물 군집 분석을 위한 시료는 망목 1 mm, 500 μm, 250 μm, 125 μm, 62 μm, 44 μm의 체로 쳐서 각각 5% 중성 포르말린으로 고정하고 폴리에틸렌 용기에 담아서 보관하며, 실체 현미경 하에서 분류 및 계수를 하였다. 중형저서동물의 분류는 종, 속 단위로 동정하는 것이 매우 어려워, 일반적으로 그 보다 더 상위계급수준의 분류군으로 동정한다. 따라서, 여기에서도 전체 중형저서동물 군집을 동물 분류군의 범주로 나누어 계수하고, 분석하였다(Higgins and Thiel, 1988; Giere, 1993). 동정할 수 없는 개체들은 'Others'로 구분하였고, 저서성 요각류(benthic harpacticoids)는 요각류(copepods)에 들어가지만 퇴적물 내의 요각류는 대부분이 저서성 요각류임을 감안할 때 보다 명확성을 기하기 위해 저서성 요각류 외의 요각류에 대해서는 요각류로 따로 분류하여 놓았다(김 등, 1998a).

동정하여 계수한 자료는 지역별로 구분하여 비교하였고, 월별 변

화 양상을 보기 위해 채집한 울림의 시료는 전체의 양을 대표할 수 있는 0~2 cm에 속하는 표층의 시료로 분석하였다. 모든 분석 자료는 SB 정점과 NSB 정점으로 나누어 비교 분석하였고, 군집구조에 대한 자료들은 ANOVA(Zar, 1996)로 그 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 저질 특성

1999년 5월 총 6정점의 표층에서 10 cm까지 2 cm씩 구분된 퇴적물을 분석 한 결과, 평균 입도의 범위가 2.73~4.63φ로 대부분 고운 모래가 우세하였다(Table 1). 전반적으로 깊이가 깊어질수록 세립되어지는 양상이었으며, 해초의 뿌리가 존재하는 SB 정점들은 깊이에 따른 입도의 변화가 심하게 나타났으나, 정점 2 NSB 표층 2 cm를 제외한 모든 NSB 정점은 안정된 입도 조성을 보였다(Fig. 2). 퇴적상은 사질에서 사니질까지 변하며, 정점 1과 정점 2에서는 주로 사니질을 나타내고, 정점 3에서는 사질이 모든 깊이에서 나타났다. 이러한 퇴적상은 연구지역의 해초림을 구성하는 *Zostera marina* 및 *Zostera caespitosa*의 서식지의 조건을 만족시키는 결과로서 반폐쇄적인 서식지의 퇴적환경을 시사한다(Phillips and Menez, 1988). 일반적으로 중형저서생물의 서식공간을 지시하는 분급도는 0.66~1.54의 변화 폭을 나타냈다. 정점 3에서 낮은 값을 나타내고, 대체적으로 NSB 정점이 SB 정점보다 약간 높

**Table 1.** Texture and grain-size characteristics of sediments at each study area (S=sand, mS=muddy sand, sM=sandy mud, M=mud).

Sample		Composition (%)		Sediment	Statistical Parameters			
Station	Depth (Cm)	Sand	Mud (Silt+Clay)	Type by Folk	Mean ( $\phi$ )	St. Dev.	Skewness	Kurtosis
St. 1 SB	0-2	89.14	10.86	mS	3.08	0.83	0.76	4.05
	2-4	87.75	12.25	mS	3.15	0.91	0.84	3.88
	4-6	70.48	29.52	mS	3.48	1.29	0.42	1.98
	6-8	72.86	27.14	mS	3.41	1.28	0.55	2.07
	8-10	38.31	61.69	sM	4.43	1.40	-0.96	2.61
St. 1 NSB	0-2	88.19	11.81	mS	2.90	1.08	0.78	3.31
	2-4	75.69	24.31	mS	3.23	1.35	0.52	2.14
	4-6	74.54	25.46	mS	3.26	1.37	0.48	2.02
	6-8	73.42	26.58	mS	3.31	1.34	0.47	2.06
	8-10	65.30	34.70	mS	3.60	1.35	0.23	1.75
St. 2 SB	0-2	85.33	14.67	mS	3.37	0.95	0.92	3.55
	2-4	88.28	11.72	mS	3.22	0.92	1.22	4.04
	4-6	91.26	8.74	S	3.17	0.85	1.16	4.66
	6-8	89.33	10.67	mS	3.18	0.89	0.93	4.37
	8-10	30.13	69.87	sM	4.63	1.25	-1.24	3.58
St. 2 NSB	0-2	48.42	51.58	sM	4.01	1.51	-0.12	1.19
	2-4	88.68	11.32	mS	3.17	0.93	1.15	4.24
	4-6	88.04	11.96	mS	3.22	0.94	0.53	4.30
	6-8	85.44	14.56	mS	3.33	0.95	0.62	3.87
	8-10	72.60	27.40	mS	3.60	1.16	0.41	2.35
St. 3 SB	0-2	92.76	7.24	S	3.06	0.82	0.83	4.77
	2-4	93.99	6.01	S	3.06	0.78	0.57	5.07
	4-6	95.44	4.56	S	3.07	0.65	0.51	4.18
	6-8	58.90	41.10	mS	3.68	1.54	0.22	1.29
	8-10	92.17	7.83	S	3.07	0.82	0.80	4.59
St. 3 NSB	0-2	96.62	3.38	S	3.02	0.67	0.35	5.19
	2-4	97.33	2.67	S	2.91	0.72	0.08	5.49
	4-6	93.69	6.31	S	3.17	0.80	0.10	5.50
	6-8	94.76	5.24	S	3.00	0.78	0.37	5.17
	8-10	98.29	1.71	S	2.73	0.66	0.48	6.54

은 양상을 보인다. 각 정점별 깊이별 입자크기별 유기물 함량은 매우 다양한 양상을 나타냈는데, 전반적으로 0.4~89.9%까지의 변화양상을 나타내고, 전반적으로 조립한 0~1 $\phi$ 의 크기 범주와 가장 세립한 4.5 $\phi$ 에서 유기물의 함량이 높았다(Fig. 3). 또한, 해초지 정점이 비해초지 정점에 비해서 높은 값을 나타냈는데, 이는 해초에서 기인된 유기성 쇄설물의 영향으로 판단되며, 해초지에 서식하는 생물들의 먹이원으로서 가치를 지닌다 (Michael, 1980).

### 군집 조성 및 출현 개체수

전 조사 정점에서 모두 13개의 중형저서동물 분류군이 출현하였으며, 이 중 선충류(nematodes)가 42~87%로 가장 우점하였다(Fig. 4, Fig. 7). 그 다음으로 환형동물류(annelids), 저서유공충류(benthic foraminiferans), 저서성 요각류(benthic harpacticoids) 등이 우점하였다. 정점별로는 약 5%에서 22%까지 우점양상이 나타났다. 지역별로 보면, 정점 2 어청도에서 선충류 우점율이 가장 높게 나타나 SB와 NSB에서 각각 88%, 84%이었으며, 정점 1 백령도에서 43%, 68%로 상대적으로 낮은 결과를 보였다. 선충류는 일

반적으로 모든 해역에서 가장 우점하는 그룹으로 잘 알려져 있으며 (Giere, 1993; Higgins and Thiel, 1988), 국내의 갯벌지역과 연안의 다양한 서식처에서 역시 60~90% 이상의 우점율(김 등, 1998a, 1998b, 2000)을 보인 것과 비교할 때, 이와 유사한 양상을 보였다.

총 개체수에서는 정점 2 어청도의 SB 정점에서 가장 높은 4,846 개체/10 cm<sup>2</sup>로 최대값을, 정점 3 백령도의 NSB는 최소값인 438 개체/10 cm<sup>2</sup>를 나타냈다(Table 2, Fig. 4). 이는 해초지와 연관된 다른 연구결과에서 제시된 서식밀도인 236~8,136 개체/10 cm<sup>2</sup>와 비슷한 양상이다(Decho *et al.*, 1984; Keith and Moriarty, 1993; Danovaro, 1996; De Troch *et al.*, 2001). 가장 높은 서식밀도를 보여준 정점 2 어청도 정점은 SB와 NSB 모두 2,000 개체/10 cm<sup>2</sup> 이상을 나타냈으며, 정점 3 둘산도 올림은 NSB 정점의 개체수가 SB 정점의 1/4 수준으로 해초지와 비해초지의 서식밀도 차가 가장 크게 나타났다. 위에 언급한 두 정점에 비하여 정점 1 백령도는 매우 낮은 개체수를 보였는데, 출현 분류군 수에 있어서는 가장 높은 서식밀도를 나타낸 정점 2 보다 높은 경향을 보였다. 이렇게 어청도 정점에서 서식밀도는 높으나 다양성이 낮은 이유는

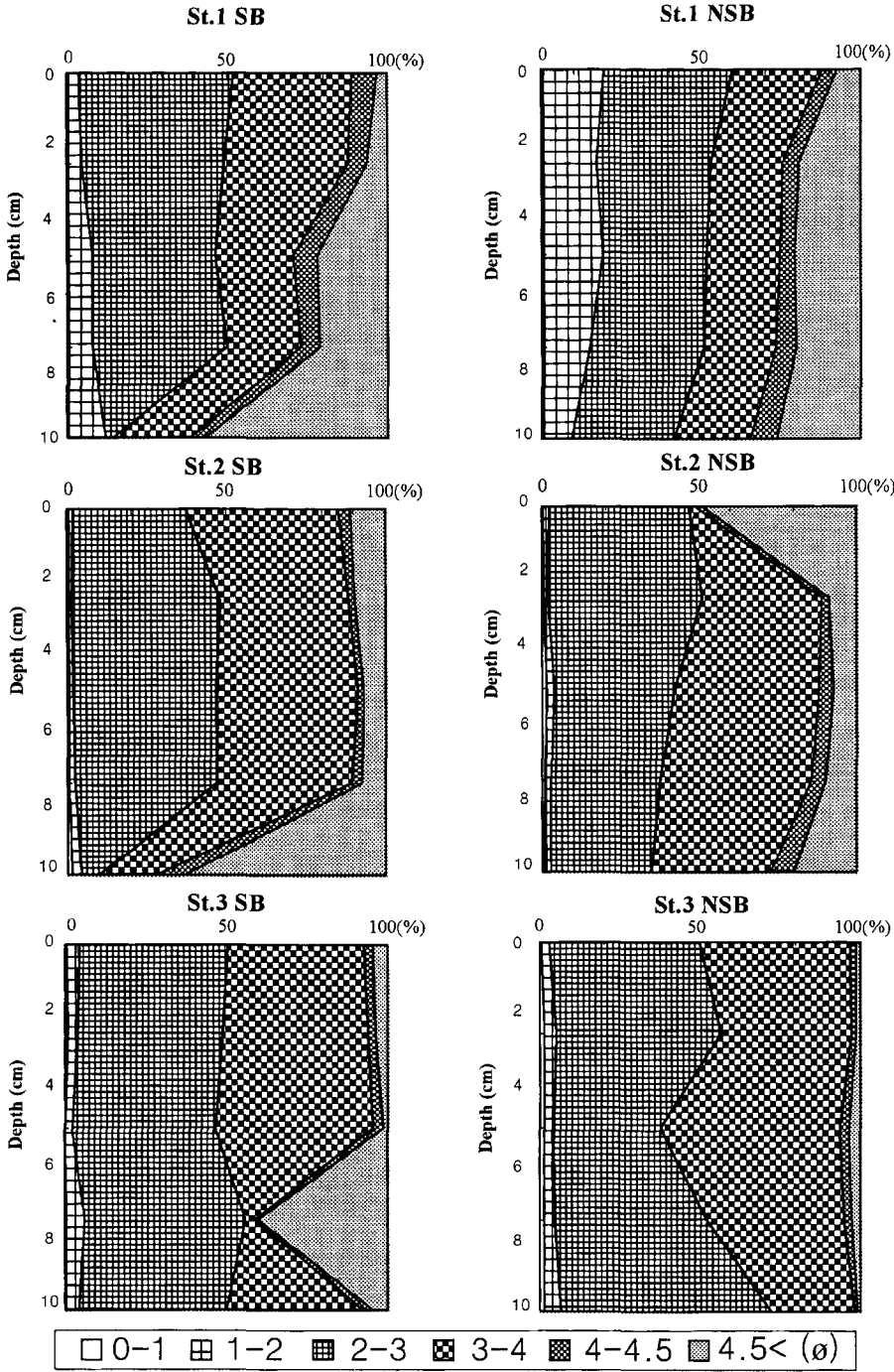


Fig. 2. The variation of grain size compositions by depth (SB: Seagrass Bed, NSB: Non-Seagrass Bed).

세 지역 중 항구의 규모와 이에 따른 오염물질의 유입 영향이 가장 큰 지역이고, 어청도에 출현한 분류군의 80% 이상을 차지하는 선충류가 일반적으로 오염에 대한 내성이 있고, 일부 종들은 빈 산소 환경에서 더욱 번성하는 특성을 가지고 있기 때문이라 보아진다(김 등, 2000a).

지역별 서식밀도 차이와 상관없이 해초지의 중형저서동물의 서식밀도가 비해초지에 비해서 높게 나타났다. 이러한 이유 중 하나는 해초의 뿌리 및 해초지 표층의 유기물이 직·간접적인 먹이의 공급 및 다양한 서식환경을 제공하기 때문이다(Michael, 1980;

Decho *et al.*, 1984; Reise, 1985; Higgins and Thiel, 1988; Giere, 1993; Keith and Moriarty, 1993; De Troch *et al.*, 2001).

**수직 분포**

중형저서동물의 수직 분포를 보면, 세 지역 전 정점의 표층 0~2 cm에서 가장 높은 서식밀도를 보인다(Fig. 5). 퇴적물 2 cm부터는 정점 2 SB를 제외하고는 생물량이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 이러한 표층에 집중된 수직적 분포의 원인은 먹이와 산소량, 그리고 입도의 세립화에 따른 서식공간의 감소와 밀

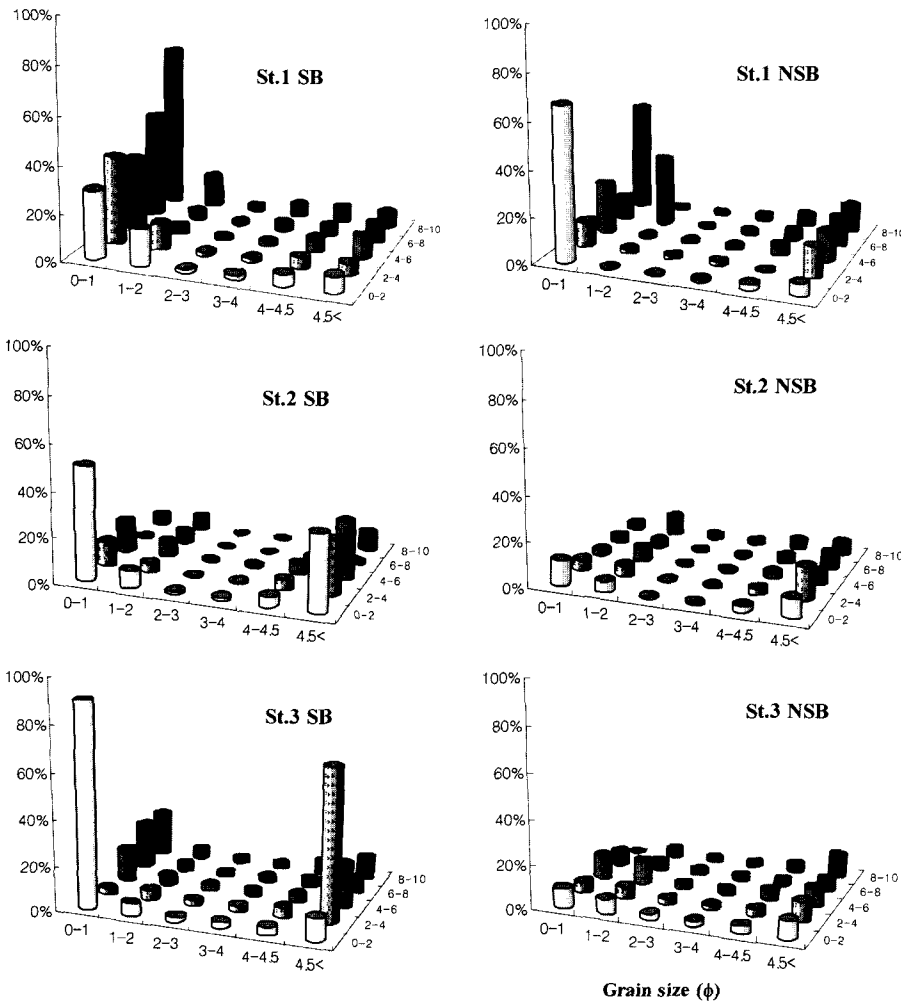


Fig. 3. The variation of total organic materials(%) in sediments.

접한 관련이 있다(Giere, 1993).

정점 1 백령도의 SB 정점에서는 깊이에 따른 중형저서동물의 서식 밀도 감소가 다른 정점들에 비하여 완만한 경향을 보였다(Fig. 5). 저서유공충류는 깊이에 따라 점차 밀도가 높아지는 경향을 보이는데, 4 cm 이하에 전체 개체수의 70%가 서식하였다. 환형동물류는 점차 감소하는 경향을 보이며 나머지 분류군은 깊이에 따라 감소하거나 산발적인 밀도 분포를 보였다. NSB에서는 4~6 cm에서 서식밀도가 SB 정점과 비교해서 낮게 나타났다.

정점 2 어청도의 SB 정점에서는 선충류의 2~4 cm 깊이의 서식 밀도가 다른 지역의 정점에 비해서 매우 높은 경향이 나타났다(Fig. 5). 저서성 요각류는 표층 2 cm에서 4 cm로 깊어짐에 따라 급격한 감소를 보이는데, 이는 저서성 요각류가 퇴적물 하부의 빈산소 환경에 매우 민감하기 때문이다(Raffaelli and Mason, 1981). 저서유공충류는 깊은 곳에서 많이 서식하는 경향을 보였던 다른 지역과 매우 다른 수직 분포가 나타나는데, 4 cm 이하의 깊이에서 1 개체/10 cm<sup>2</sup>만 출현하였다. NSB에도 이러한 양상을 나타냈는데, 이러한 분포의 이해는 좀더 세부적인 저서유공충류의 종조성 및 특성의 고찰이 요구된다. NSB에서는 깊이별 중형저서동물의 밀도 감소율이 다른 지역의 정점들에 비해서 매우 급한 경향을 나

타냈다. 선충류는 표층에서 2~4 cm로 깊이가 감소할 때 1,666개 체에서 167개체로 가장 큰 폭으로 감소하는 경향을 보였고, 저서성 요각류는 표층 2 cm까지에 10 cm<sup>2</sup> 당 126 개체가 나타나며, 그 이하의 깊이에서 8~10 cm의 깊이까지 4개체만 나타났다.

남해안 정점인 울림 SB는 깊이에 따른 가장 완만한 감소 양상을 나타냈고, 모든 정점 중 유일하게 4~6 cm 깊이의 생물량이 증가하는 경향을 보였다(Fig. 5). 이는 선충류와 저서유공충류 및 이매패류의 서식밀도가 증가하였기 때문이며, 이들의 증가 원인은 입도나 유기물의 변화보다는, 미측정 항목인 산소량이나 먹이 생물 혹은 영양 성분에 의한 결과로 보여진다. NSB 정점은 SB 정점과는 다른 양상을 나타냈는데, 군집의 많은 비중을 차지하는 선충류가 4 cm 이하에서는 나타나지 않았으며, 표층과 가까운 쪽에서는 전체 중형저서동물의 서식밀도에 큰 변화를 보이고 그 이하로는 매우 완만한 변화를 보였다. 저서유공충류의 분포는 저층이 더 우세하며, 복족류는 SB와는 달리 표층에서 4 cm 이내에 18개 체/10 cm<sup>2</sup>의 밀도를 보였다.

해초지와 비해초지 정점을 비교해 볼 때, 퇴적물의 깊이에 따른 중형저서동물의 서식 밀도 감소가 해초지 정점에서 비교적 완만한 경향을 나타냈다(Fig. 5).

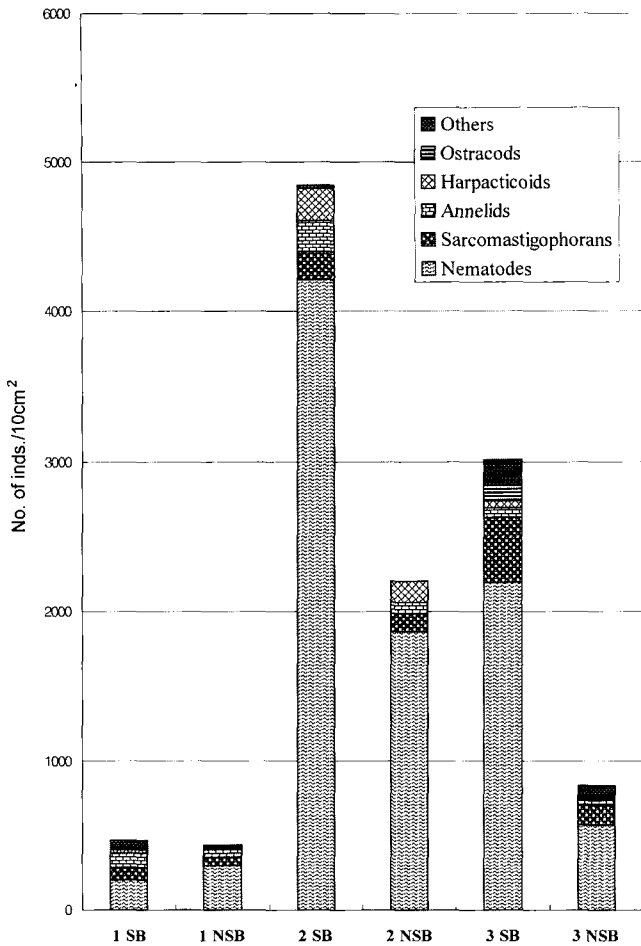


Fig. 4. The percentage of each meiofaunal group and the density variation of meiofauna at each station.

**분류군별 크기 분포**

각 연구 지역의 정점별 크기에 따른 개체수를 보면, 전체적으로 0.25~0.125 mm 범주에 속하는 개체가 가장 많고, 0.5~0.25 mm,

0.125~0.062 mm, 그리고 0.044 mm의 순으로 나타났다 (Fig. 6). 정점 1 백령도의 SB 정점에서는 망목 0.25 mm에 남는 개체수가 전체 출현 분류군 중 51%로 가장 높게 나타났으며, 이들은 주로 우점종인 선충류와 환형동물류로 구성되어 있었다. 특히 환형동물류는 유생 시기를 제외하고는 일반적으로 체장이 0.5 mm보다 긴 다모류(polychaetes)와 빈모류(oligochaetes)로 나타나는데(Higgins and Thiel, 1988; Giere, 1993), 본 연구에서도 전 정점에서 0.25 mm 이상의 개체들이 주로 나타났다. NSB는 0.125 mm의 체에 남는 개체가 가장 많이 나타나는데, SB와 비교할 때 다소 크기가 작은 선충류가 우점했기 때문이다. SB에서 더 큰 크기의 선충류가 나타난 것은 NSB에 비해 비교적 먹이 조건이 좋고 퇴적물 입자들이 더 조립해서 큰 크기의 생물이 서식하기에 유리하기 때문으로 여겨진다(김 등, 1998b). 전 정점 중 가장 높은 서식 밀도를 나타냈던 정점 2 어청도 SB는 0.125 mm체에 남는 개체가 전체 수의 48%를 차지했다. 그 다음은 0.25 mm에 남는 개체로 35%에 해당되며, 선충류가 이들 중 93%를 차지했다. NSB 정점은 47%의 점유율로 0.125 mm 체에 걸러지는 개체가 가장 많이 나타났으며, 0.25 mm의 범주에 드는 개체들도 33%를 차지했다(Fig. 6). SB와 NSB의 크기별 분포양상이 거의 비슷한 이유는 거의 대부분을 차지하고 있는 선충류가 동일한 크기로 분포했기 때문이다.

정점 3 울림 SB 정점은 다른 정점과는 다른 크기별 분포를 보였는데, 마지막 0.044 mm 크기의 범주를 제외하고 망목의 크기가 작아질수록 더 많은 개체수를 나타냈다. 0.062 mm 체에 남는 크기의 개체가 38%, 0.125 mm 체에 걸러지는 개체가 33%를 차지했다. NSB는 SB와 반대의 현상을 보이는데, 0.25 mm 체에 걸러지는 개체가 49%를 차지하여 우세하며, 다음의 0.125 mm 체에 남는 개체는 29%를 나타냈다. 이러한 양상은 SB와 NSB 정점의 우점 분류군인 선충류의 크기가 다르게 나타났기 때문인데, 해초지 정점에서 크기가 더 작은 선충류가 높은 서식밀도를 보인 것은 정점 1과 반대되는 현상이었다.

**월별 군집 변화**

1999년 2월부터 7월까지 정점 3 남해안의 울림 정점에서 총 13 개의 분류군이 출현하였으며, 512 개체/10 cm²에서 7,244 개체/

Table 2. The individual number of meiobenthos collected at each station in May, 1999

Station	St. 1		St. 2		St. 3	
	SB	NSB	SB	NSB	SB	NSB
Nematodes	201	297	4209	1865	2192	576
Sarcomastigophorans	83	58	191	121	434	133
Annelids	104	58	207	68	62	40
Harpacticoids	21	7	213	146	45	2
Ostracods	18	12			107	22
Gastropods	12	4	4		20	24
Bivalves	6	2			32	14
Cladocerans	2				1	
Amphipods					3	
Copepods					2	
Others	26		22		114	29
Total	475	438	4846	2234	3012	840

(unit : No. of inds./10 cm²)

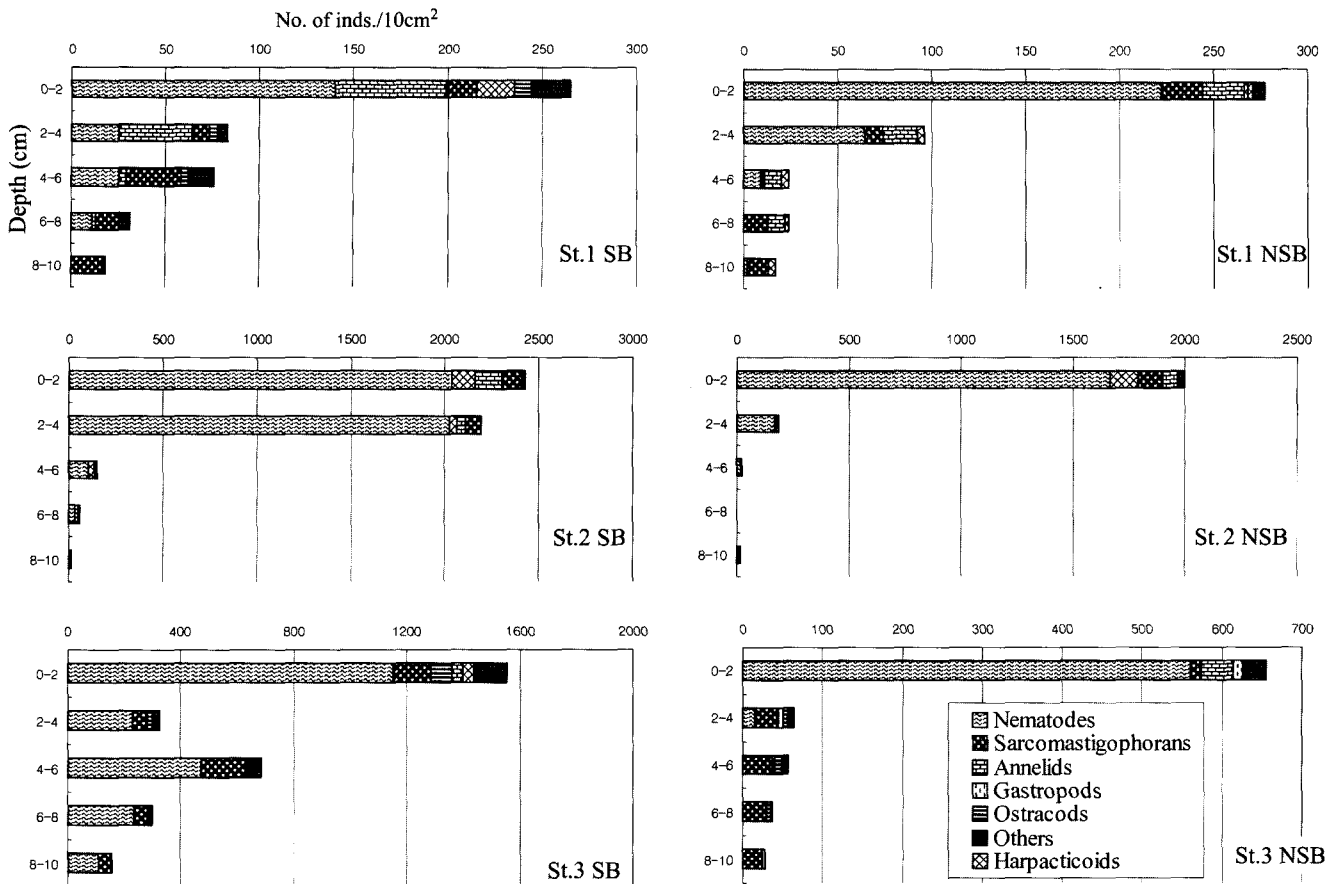


Fig. 5. The density of individuals of representative meiofauna by depth at each station.

10 cm<sup>2</sup>의 서식 밀도 변화를 보였다(Table 3). SB에서는 2월에 1,667 개체/10 cm<sup>2</sup>의 최저 밀도를 나타내고 서서히 증가하여 6월에는 7,244 개체/10 cm<sup>2</sup>라는 높은 밀도를 나타내며, 7월에는 다시 4, 5 월 수준으로 감소하는 변화를 볼 수 있다(Fig. 7). 중형저서동물의 서식밀도의 변화는, 조사지역 울림의 해초지의 거머리말의 생식지가 4월 초부터 성장을 시작해서, 6월에 열매가 완전히 성숙하고, 7월에는 생식지가 거의 나타나지 않았음을 고려하면, 해초의 생장 및 번식의 특징과도 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

NSB에서는 2월에 510 개체/10 cm<sup>2</sup>의 낮은 밀도를 나타내나 3월에는 증가하여 1,174 개체/10 cm<sup>2</sup>를 나타내고, 다시 감소하여 4월에는 최저 밀도인 477 개체/10 cm<sup>2</sup>를 보였으며, 6월에 증가하여 1,973 개체/10 cm<sup>2</sup>까지 증가했다가, 다시 7월에 감소하는 변화를 나타냈다(Fig. 7). 4월 NSB 정점을 제외하고는 매월 모든 정점에서 선충류가 우점하여 70~97%의 우점율을 보였으며, 그 다음으로 우점하는 분류군을 보면 저서유공충류, 저서성 요각류, 환형동물류를 들 수 있는데, 월별로 약 6%에서 54%까지 나타나고 있다 (Fig. 7).

1999년 2월부터 7월의 정점 3 울림의 SB와 NSB 정점으로부터 크기에 따른 개체수를 보면, 전체적으로 0.25~0.125 mm의 범주에 속하는 즉, 0.25 mm 체를 통과하여 0.125 mm 체에 남는 개체가 가장 많이 나타났다(Fig. 8). 물론 월별로 차이가 있긴 하지만, 크기별 구성비에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 가장 우점한 동물 그룹인 선충류였다. 해초지 정점에서 2월에는 0.25 mm 이상의 체

에 남는 비교적 크기가 큰 개체들이 주 구성원이었으나, 이보다 크기가 작은 개체들의 조성비가 점점 증가하여, 서식밀도의 최대 값을 나타낸 6월에는 0.125 mm 이하의 체에 남는 소형의 선충류가 전체 선충류의 62%까지 차지하는 경향을 나타냈다. 비해초지 정점에서는 2월부터 크기가 작은 선충류의 개체들이 차지하는 비율이 높게 나타나서 6월, 7월에 최대 조성비를 나타내어 해초지와는 차이를 보였다(Fig. 8). 이들의 크기 변화에 대한 해석은 선충류 전체 군집 중에서 생활사가 다른 종들이 함께 구성되어 있음을 고려하여, 종 단위의 정확한 조사와 섭식 습성 및 생리적 특징에 따른 분류가 요구된다(김 등, 1998b).

**퇴적물 특성과 군집구조**

중형저서동물의 서식지인 퇴적물의 입도 조성 및 유기물량과 중형저서동물의 개체 서식밀도와의 연관성을 검증하기 위해 이들의 상관관계를 고찰하였다. 먼저 각 정점별, 깊이별 평균 입도, 분급도, 유기물 함량과 전체 중형저서동물의 서식밀도와의 상관관계를 살펴본 결과, 모든 항목에서 통계적으로 유의한 상관성이 없는 것으로 나타났다. Giere(1993)에 의하면 퇴적물의 입도와 분급도 등의 퇴적물 환경특성은 중형저서동물의 서식지의 공간적, 구조적 상태를 직접적으로 조절하며, 간접적으로는 퇴적물내의 물리적, 화학적 환경까지도 영향을 주는 핵심 요소로 알려져 있어, 전체 서식밀도에 영향을 줄 것이라 예상했으나 상관관계가 나타나지 않



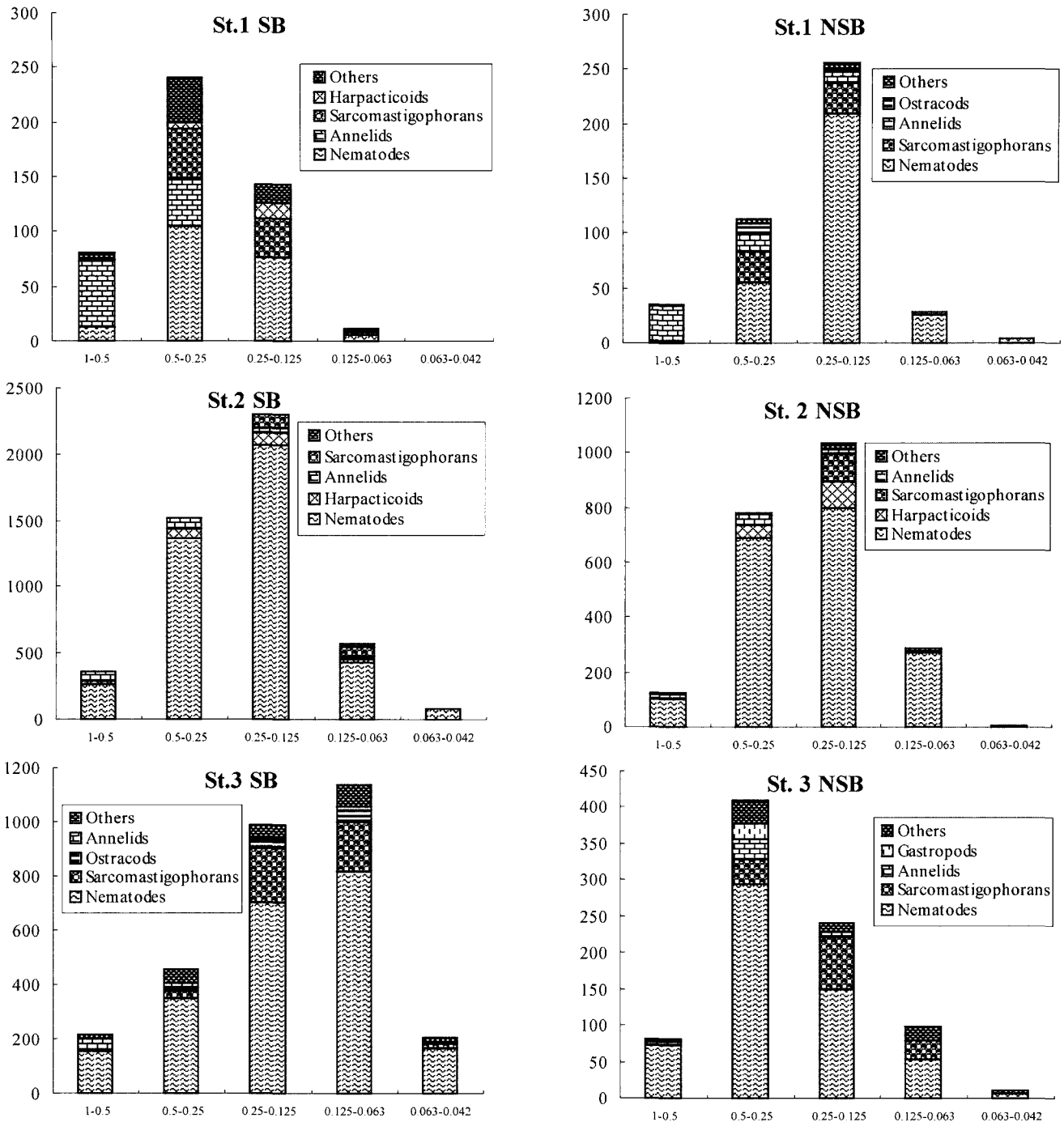


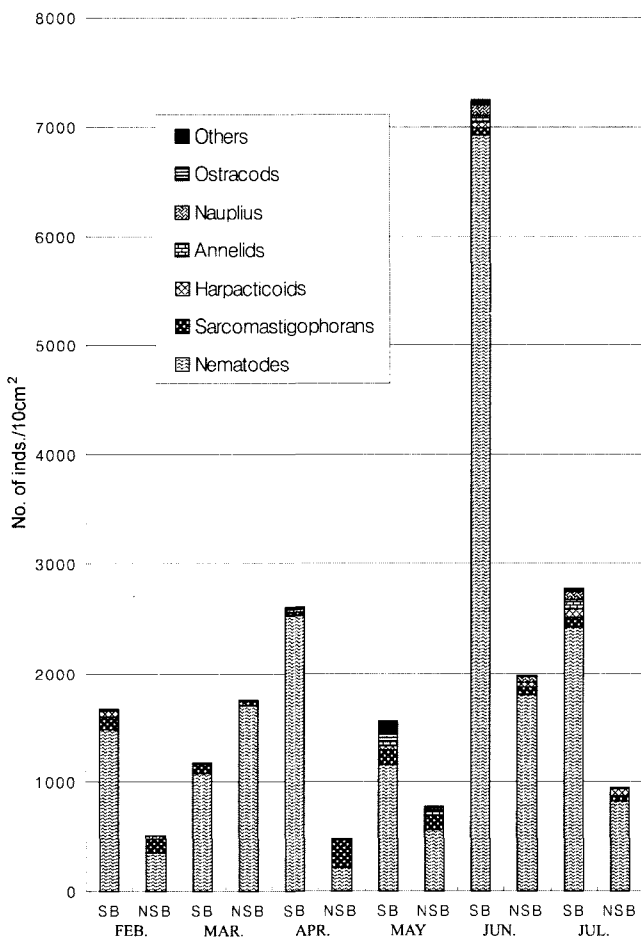
Fig. 6. The density of individuals of meiofauna by mesh size at each study area.

았다. 하지만, 중형저서동물의 퇴적물내 수직 분포에 영향을 끼치는 인자는 퇴적물의 특성 외에도 다른 인자들의 영향도 크기 때문에, 수직분포를 제외한 표층 2 cm까지의 서식밀도와 평균입도, 분급도, 유기물 함량을 가지고 각 우점 분류군 별로 상관관계를 다시 고찰한 결과, 정점별 평균입도와 저서성 요각류 사이에서 유의한 양의 상관관계가 나타났다( $r=0.847$ ). 즉, 이는 평균입도가 세립해지면서 저서성 요각류의 서식밀도가 높아지는 결과인데, 가장 우점한 분류군인 선충류의 경우는 이보다는 약한 상관성을 보여

서( $r=0.701$ ), 선충류에 비하여 저서성 요각류가 입도의 분급에 더 영향을 받는 것으로 해석되었다. 이상의 결과에서 입도의 변화에 따른 중형저서동물의 군집구조의 양상은 지역적 입도의 차이가 큰 지역끼리의 대조 및 각 생물 분류군의 종 별 크기와의 비교에서 의미를 가진다고 생각되었다. 한편, 유기물량과 개체 서식밀도와 의 관계에서 유의수준에 미치는 상관관계가 없다는 결과를 나타 낸 것은, 이 역시 세분화된 군집구조 특성과의 상관성을 검증할 필요가 있다고 생각된다.

**Table 3.** The monthly variation of individual number of meiobenthos at Yulim.

Station	Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.	
	SB	NSB	SB	NSB	SB	NSB	SB	NSB	SB	NSB	SB	NSB
Nematodes	1477	357	1081	1695	2525	217	1152	560	6919	1790	2415	817
Sarcomastigophorans	119	119	81	40	25	255	134	127	66	71	83	51
Harpacticoids	57	29	6	2	29	2	39		63	46	80	71
Annelids	14		4	4	14	3	39	40	53		87	2
Nauplius									99	57		71
Ostracods				2			75	6	2			3
Amphipods					3		3		18	4		18
Bivalves		3			2		11		5			
Gastropods			2					12				2
Cumaceans									13			
Tanaidaceans												4
Cladocerans							1		2			
Copepods							2					
Others		2			1		96	28	4	5	1	1
Total	1667	510	1174	1743	2599	477	1552	773	7244	1973	2764	942



**Fig. 7.** The comparison of density meiofaunal density in seagrass and non-seagrass beds.

**해초지 중형저서동물의 서식 특성**

중형저서동물의 서식지로서 해초지의 특성을 파악하기 위하여,

각 지역의 SB 정점과 NSB 정점간의 표층 0~2 cm의 전체 개체의 서식밀도, 출현 분류군 수, 특정 분류군의 SB에 대한 선호성의 항목으로 ANOVA 분석을 실시하였다. 먼저 SB와 NSB의 전체 개체 밀도의 차이를 보면, SB의 총 평균 개체 서식밀도는 2,842 개체/10 cm<sup>2</sup>이며 NSB의 평균 개체 서식밀도는 1,182 개체/10 cm<sup>2</sup>로서 2배 이상의 차이가 나다(P<0.05). 이는 곧, SB의 서식밀도가 NSB의 서식밀도에 비해 높은 값을 가진다는 사실을 입증하는 것이다.

본 연구 지역에서 SB와 NSB에 나타난 중형저서동물의 총 분류군은 13개의 동물군이며, SB의 정점당 출현 분류군 수는 4개에서 10개이며, NSB는 4개에서 7개까지 출현하였다. 이를 평균하여 정점당 평균 출현 분류군 수로 표현하면, SB는 정점당 7개의 출현 분류군이 되며, NSB는 정점당 5개의 출현분류군 수를 가지게 된다. 이런 결과를 통계적으로 유의한 것인 지 검정하기 위해 SB의 정점당 출현 분류군수와 NSB의 정점당 출현 분류군 수를 대응시켜 쌍표본의 검정(paired samples t-test)을 실시한 결과, 유의성이 있는 것으로 판별되었다(P<0.05). 즉, SB가 NSB에 비해서 출현 분류군의 수에 있어서도 더 다양하였다.

정점별, 월별 각 우점 분류군의 SB에서의 서식 선호성을 검정하기 위해 각 정점의 SB와 NSB의 선충류 및 저서유공충류, 저서성 요각류 그리고 환형동물류의 총 개체 서식밀도를 각 분류군 별로 대응시켜 쌍표본의 검정을 통해 분석을 실시한 결과, 저서성 요각류는 가장 높은 유의성을 나타냈고(P<0.01), 선충류와 환형동물 역시 유의하였으나(P<0.05), 저서유공충류는 전혀 유의성이 없는 결과를 나타냈다(P>0.05). 즉, SB 부근의 선충류, 저서성 요각류 그리고 환형동물류는 SB에서의 서식이 훨씬 양호한 것으로 판명되었다. Decho *et al.*(1984)의 보고에 의하면 미국 플로리다의 SB에서의 다모류가 SB에서 우세한 것으로 나타나는 것과 비슷한 결과이며, 저서성 요각류는 조금 다른 양상이나, 이는 지역적인 차이 및 해초 종류의 차이에 따른 영향이 있을 것이며, 또한 결정적으로 본 연구의 SB가 모두 오염의 영향이 큰 방파제 안쪽의 내항인 것을 고려하여야 할 것으로 본다.

이러한 일련의 결과들을 종합해 볼 때, NSB의 중형저서동물 군

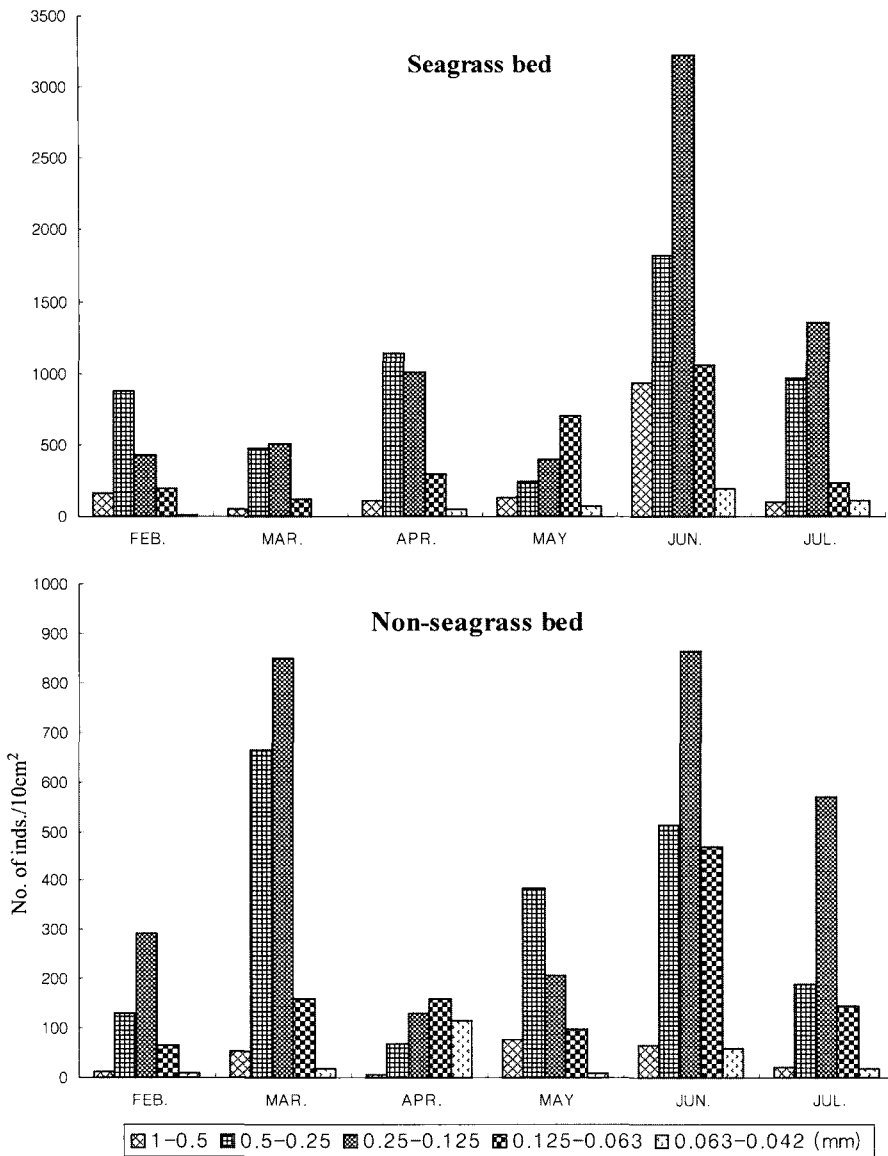


Fig. 8. The comparison of density meio-faunal density by sieve mesh size in seagrass and non-seagrass beds.

집구조와 구별되는 SB의 군집구조 특성은 개체의 서식밀도의 차이로 시작해서, 출현 분류군의 수, 특정 중형저서동물 분류군에 이르기까지 NSB와는 통계학적으로 유의하게 구분되는 중요한 서식지라 할 수 있다.

### 결론

본 연구는 연안 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있는 해초지를 중심으로, 이에 서식하는 중형저서동물의 군집구조 및 주요 환경 요인들을 조사하고, 해초지 주변의 해초가 서식하지 않는 비해초지 중형저서동물 군집구조와의 비교를 통해, 해초지 내의 중형저서동물의 군집구조의 중요성을 파악하고자 1999년 2월부터 7월까지 남해안 돌산도 울림의 *Zostera marina* 해초지 및 5월의 서해안 백령도 *Zostera caespitosa* 해초지와 어청도 내항의 *Zostera marina* 해초지를 중심으로 조사한 결과로 그 내용은 다음과 같다.

총 13개의 중형저서동물 분류군이 출현하였으며, 모든 정점에서 선충류가 가장 우점하였고, 그 다음의 주요 우점 동물군은 저서유공충류, 환형동물류 그리고 저서성 요각류로 나타났다. 정점별 총 개체 서식밀도는 백령도에서 해초지 정점이 475 개체/10cm<sup>2</sup>, 비해초지 정점이 438 개체/10cm<sup>2</sup>로 연구 지역 중 가장 낮은 밀도를 보였으며, 어청도는 각각 4,846 개체/10cm<sup>2</sup>, 2,234 개체/10cm<sup>2</sup>가 나타났고, 돌산도 울림에서는 각각 3,012 개체/10cm<sup>2</sup>, 840 개체/10cm<sup>2</sup>의 밀도를 보였다. 정점 3 해초지에서 월별 표층 0~2 cm의 개체 서식밀도의 변화는 증가, 감소가 반복되나 전체적으로 시간에 따라 증가하며 1,174~7,244 개체/10cm<sup>2</sup>의 변화 폭을 가지고, 6월에 가장 높은 서식밀도가 나타난다. 비해초지는 3월과 6월에 높은 값을 보이고 477~1,973 개체/10cm<sup>2</sup>의 완만한 밀도변화를 보인다.

중형저서동물의 수직분포는 표층 2 cm 이내에서 가장 높은 서식밀도를 나타냈으며, 그 이하로는 급격한 감소를 보였고, 크기별

분포는 0.125 mm 체 위에 남는 개체들이 가장 많이 나타났으며, 그 다음이 0.25 mm 체 위에 걸러지는 크기의 개체들이 가장 많이 나타났다. 퇴적물은 사질에서 사니질까지 나타나며, 평균 입도 조성은 해초지가 비해초지에 비해 더 세립화된 경향을 나타냈다. 전반적으로 퇴적물 내의 총 유기물량은 해초지의 퇴적물에서 높은 값을 나타냈다. 이러한 퇴적물의 입도 특성과 유기물 함량에 대한 전체 중형저서동물의 서식밀도의 영향을 보고자 각 정점별로 상관성을 분석하였으나 상관성이 유의하게 나타나지 않았으며, 표층 0~2 cm에 서식하는 분류군별로 평균입도의 관계를 고찰한 결과, 저서성 요각류와 선충류에서 양의 상관관계를 나타냈다. 해초지의 군집구조의 특성을 부각시키기 위해 총 개체 서식밀도, 정점별 출현 분류군수 그리고 주요 우점종의 해초지 선호성 등의 항목을 가지고, 각 항목에 대하여 ANOVA 검정을 통해 비해초지와 비교한 결과, 모든 항목에서 유의성이 나타났다.

## 사 사

본 연구의 시료채취에 있어서 도움을 주신 한국해양연구원 박희상 박사님과 시료채집 및 분석에 도움을 주신 부경대학교 수산생명과학과 김성길 조교님과 한양대학교 지구해양과학과의 정미희 조교님께 감사드리며, 본 논문의 세밀한 심사와 유익한 조언을 해주신 두 분의 심사위원과 편집위원께 감사 드립니다. 이 논문은 대체습지조성 중장기계획 수립용역(PM17802)의 도움을 받았습니다.

## 참고문헌

- 고유봉, 조성환, 1997. 제주도 연안 해초지대의 어류 군집에 관한 연구 I. - 종조성과 계절변화. 한국어류학회지 **9**: 61-70.
- 김동성, 1997. 북동 태평양 심해저퇴적물에 서식하는 중형저서동물의 군집 조성. 한국해양학회지(바다), **2**: 42-47.
- 김동성, 최진우, 제종길, 1998a. 통영제도와 장두도 가두리 양식장 퇴적물에 있어서 오염 모니터링을 위한 중형저서생물의 군집구조. 한수지, **31**: 217-225.
- 김동성, 최진우, 제종길, 이재학, 1998b. 서해 대부도 갯벌에 서식하는 중형저서생물의 군집구조. 해양연구, **20**: 81-87.
- 김동성, 제종길, 신상호, 2000a. 가막만의 중형저서생물을 활용한 오염모니터링. 한수지, **33**(4): 307-319.
- 김동성, 현정호, 최진우, 이경용, 2000b. 북동태평양 심해 퇴적물에 서식하는 중형 저서 생물군집의 위도별 특징. 한국해양학회지(바다), **5**: 245-254.
- 허성희, 박석남, 1997. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동. 한국어류학회지, **9**: 202-220.
- 허성희, 안용락, 1997. 광양만 잘피밭에 서식하는 새우류 군집의 계절 변동. 한국수산학회지, **30**: 532-542.
- Aryuthaka, C., 1985. Ecological studies on sediment meiofauna in a seagrass (*Zostera marina*) bed, with special reference to nematodes. *Benthos Res.*, **28**: 42-62.
- Aryuthaka, C., 1989. Some free-living marine nematodes from seagrass (*Zostera marina*) bed and the adjacent intertidal zone, Amakusa, south Japan. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, **10**: 1-15.
- Bell, S.S. and G.R.F. Hicks, 1991. Marine landscapes and faunal recruitment: a field test with seagrass and copepods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **73**: 61-68.
- Coull, B.C. and M.A. Palmer, 1984. Field experimentation in meiofaunal ecology.
- Danovaro, R., 1996. Detritus-bacteria-meiofauna interactions in a seagrass bed (*Posidonia oceanica*) of the NW Mediterranean. *Mar. Biol.*, **127**: 1-13.
- De Troch, M., S. Gurdebeke, F. Fiers, and M. Vincx, 2001. Zonation and structuring factors of meiofauna communities in a tropical seagrass bed (Gazi Bay, Kenya). *J. Sea Res.*, **45**: 45-61.
- Decho, A.W., W.D. Hummon and J.W. Fleeger, 1984. Meiofauna-sediment interactions around subtropical seagrass sediments using factor analysis. *J. Mar. Res.*, **43**: 237-242.
- den Hartog, C., 1977. Structure, function and classification of seagrass communities. In: *Seagrass Ecosystems*. edited by McRoy, C.P. and C. Hefferish, Marcel Dekker Inc, pp. 89-121.
- Gerlach, S.A., 1971. On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia*, **6**: 176-190.
- Giere, O., 1993. *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 328 pp.
- Heywood, W.H., 1993. *Flowering plants of the world*. B.T. Batsfold, London, 335 pp.
- Hicks, G.R.F., 1986. Distribution and behaviour of meiofaunal copepods inside and outside seagrass beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **31**: 159-170.
- Hicks, G.R.F., 1989. Does epibenthic structure negatively affect meiofauna?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **133**: 39-55.
- Higgins, R.P., and H. Thiel., 1988. *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Inst. Press, Washington DC., 488 pp.
- Kikuchi, T., 1980. Faunal relationships in temperate seagrass beds. In: *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*, edited by Phillips, R.C. and P.C. MacRoy. Garland STPM Press, pp. 153-172.
- Keith, W. and D.J.W. Moriarty, 1993. The effect of complex trophic interactions on a marine microbenthic community. *Ecology*, **74**: 1475-1489.
- Mare, M.F., 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, **25**: 517-554.
- McIntyre, A.D., 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.*, **44**: 245-290.
- Meyer, H.A. and S.S. Bell, 1989. Response of harpacticoid copepods to detrital accumulation on seagrass blades: a field experiment with *Metis holothuriae* (Edwards). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **132**: 141-149.
- Michael, J.K., 1980. Detritus-decomposition relationships. In: *Handbook of seagrass biology*, edited by Phillips R.C. and C.P. McRoy, Garland STPM Press, pp. 225-245.
- Moncreiff, C.A., M.J. Sullivan and A.E. Daehnick, 1992. Primary production dynamics in seagrass beds of Mississippi Sound: The contributions of seagrass, epiphytic algae, sand microflora, and phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **87**: 161-171.
- Novak, R., 1989. Ecology of nematodes in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. 1. General part and faunistics of the nematode community. *PSZNI. Mar. Ecol.*, **10**: 335-363.
- Nybakken, J.W., 1982. *Marine biology*. Harpper & Row., 446 pp.

- Zieman J.C. and R.G. Wetzel, 1980. Productivity in seagrasses: methods and rates. In: Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective, edited by Phillips, R.C. and P.C. MacRoy. Garland STPM Press, pp. 87-116.
- Phillips R.C. and E.G. Menez, 1988. Seagrasses. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., 104 pp.
- Raffaelli, D. and C.F. Mason, 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Mar. Poll. Bull.*, **12**: 158-163.
- Sandulli, D. and M. De Nicola, 1990. Pollution effects on the structure of meiofaunal communities in the bay of Naples. *Mar. Pollut. Bull.*, **21**: 144-153.
- Shirayama, Y., 1984. The abundance of deep-sea meiobenthos in the western Pacific in relation to environmental factors. *Oceanological Acta*, **7**: 113-121.
- Shirayama, Y., 1993. Ecological characteristics of Deep-sea Nematodes, first annual meeting of Japanese Nematological Society. *Jap. J. Nematol.*, **23**: 116-122.
- Thiel, H., 1979. Structure aspects of the deep-sea benthos. *Ambio Spec. Rep.*, **6**: 25-31.
- Yingst, J.Y., 1978. Patterns of micro- and meiofaunal abundance in the marine sediments, measured with the adenosine triphosphate assay. *Mar. Biol.*, **47**: 41-54.
- Zar, J.H., 1996. Biostatistical Analysis, Prentice Hall, 662 pp.

---

2001년 6월 1일 원고접수

2002년 11월 12일 수정본채택

담당편집위원: 홍재상