

한국 서남해역 함평만 조하대의 가을철 저서동물 군집구조

임현식⁺ · 최진우*

목포대학교 해양자원학과, *한국해양연구소 장목분소 생물연구단

Community Structure of Subtidal Macrobenthos in Hampyung Bay during Autumn in 1997, Southwest Coast of Korea

Hyun-Sig LIM and Jin-Woo CHOI*

Department of Marine Resources, College of Natural Sciences, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea

*Biological Oceanography Division, KORDI, Changmok, Koje 656-830, Korea

Community structure of macrobenthos was studied at forty one stations of Hampyung Bay, southwest coast of Korea. Three replicate sediment samples were taken at each station in October 1997, using a van Veen grab (surface area 0.1 m²). The types of surface sediment in the sampling area were muddy sandy gravel between bay mouth and bay proper, and gravelly sandy mud between bay proper and inner bay stations. The particulate organic carbon content in the surface sediment was 0.23~0.69% (0.44±0.10%). A total of 168 species collected during the study period is composed of 58 of polychaetes, 54 of crustaceans, 34 of molluscs and 22 of miscellaneous. The former two taxa together were accounted for 66.6% of the total number of species. The mean density was 1,168 ind./m², comprising 684 ind./m² of molluscs (58.6%), 381 ind./m² of polychaetes (32.6%), and 90 ind./m² of crustaceans (13.2%). The mean biomass was 358.65 g/m², which is consisted of 302.97 g/m² of molluscs (84.5%), 24.20 g/m² of echinoderms (6.7%), and 19.16 g/m² of crustaceans (5.4%). Major dominant species at the inner stations of the study area was *Ruditapes philippinarum* with a density of 520 ind./m² (44.5%), and *Lumbrineris longifolia* with 183 ind./m² (15.7%), while that at bay mouth stations *Pitar indecoroides* with 56 ind./m². *Reticunassa festiva*, *Heteromastus* sp., *Praxillella affinis*, *Chone* sp. and *Tharyx* sp. were at from all stations. Based on the cluster analysis, the macrobenthic community in the bay was classified into five station groups depending on sediment types: Group A, a high gravel content in the sediment; Group B, stations with high mud content from bay mouth to bay proper, Group C, stations with fine and poorly sorted sediment from bay proper to the inner bay. The distribution pattern of the number of species, abundance and biomass is discussed in relation to environmental variables.

Key words: Macrobenthos, Community structure, Hampyung Bay, Korea, *Ruditapes philippinarum*, *Pitar indecoroides*

서론

연안 천해역에 서식하는 저서동물들의 공간 분포는 수력학적인 조건에 따른 퇴적상과 퇴적물 내의 유기물 함량, 저층용존산소 함량, 하구역의 경우 염분 등에 의해 영향을 받고 있다. 이러한 저서동물은 생태계 내에서 유용 저서어류나 무척추동물 등의 먹이로서 중요한 뿐 아니라 (McIntyre and Eleftheriou, 1968), 퇴적물에서 수괴로의 영양염 재순환에 중요한 매개자 역할을 하고 있다 (Bilyard, 1987). 또한 퇴적물 내의 환원층에 있는 유기물을 저질 표면으로 운반하기도 하며, 영양분이 풍부한 저층 퇴적물을 수괴로 재부유시켜 여과식자의 잠재적인 먹이가 되게 한다. 이와 함께 연안 수역에서 퇴적물과 수괴 사이의 무기질소 교환에 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다 (Rhoads, 1974; Henriksen et al., 1980).

함평만은 만 주변에 갯벌 조간대가 잘 발달되어 있으며, 폭이 약 1.8 km 인 북서 방향의 입구를 통하여 외해와 연결되는 반폐쇄적 지형 특성을 나타낸다. 함평만은 최대 폭 12 km, 길이 17 km, 최대 수심 23 m로서 우리나라의 여타 내만과는 달리 주변에 인구 밀집

지역과 산업시설이 없어 비교적 인위적인 오염의 영향을 적게 받고 있는 해역이다 (Ryu et al., 1999).

따라서, 이 해역의 저서동물 군집에 대한 연구는 생물 다양성 파악과 함께, 향후 이 해역의 생태계를 보존하고 이해하는 측면에서 그 필요성이 대두되고 있다. 어느 해역에 있어서 환경 변화에 따른 생태계의 변동을 추적하기 위해서는 그 해역에 대한 기초적인 조사가 선행되어야만 하는데, 우리나라의 경우 그러한 기초조사가 부족했기 때문에 환경 변화에 대한 저서생태계의 변동을 해석하는 데는 많은 어려움이 있다.

연안역의 저서동물은 육상기원 유기오염에 의해 군집 구조와 우점종이 변동하기 때문에 오염을 평가하거나 생태계를 모니터링 하는데 유용하게 사용되고 있다 (Pearson and Rosenberg, 1978; Lim and Hong, 1994). 이러한 관점에서 우리나라 주변의 내만이나 연안역에서 수행된 저서동물 군집 연구는 주로 군집 구조와 우점종의 공간 분포를 퇴적상 차이나 유기오염과 결부시켜 해석하는 경우가 많았다. 이들 연구는 1년 정도의 비교적 짧은 시간동안의 조사가 대부분이었으며 (Lim and Park, 1999; Shin et al., 1989, 1992), 일부 해역에서는 3년 이상의 비교적 장시간에 걸친 조사도 제한적으로 이루어져 왔다 (Jung, 1998; Lim, 1993; Park, 1998).

저서동물 군집의 구조와 분포양상을 밝히는 기초 조사들은 주로

⁺Corresponding author: hslim@chungkye.mokpo.ac.kr

우리나라 남해안의 내만들을 중심으로 수행되었으며 (Jung, 1998; Lim, 1993), 서해안의 경우 천수만 (Park, 1998), 경기만 주변 (Shin et al., 1989, 1992) 등에서 이러한 연구가 수행되었다. 또한 우리나라 서남해역 주변에서는 득량만 (Ma et al., 1995), 영산강 하구역 (Lim and Park, 1999), 화원반도 펄 조간대 (Lim et al., 1997)에서의 연구들이 있다.

그러나 함평만에서 지금까지 수행된 생태계 관련 연구로는 Park and Song (1987)이 함평만에 대한 생태학적 자료 수집을 목적으로 식물플랑크톤의 출현과 환경과의 관계를 연구한 것이 전부라고 할 수 있다. 따라서 반복적인 내만성 특성을 나타내면서 주변에 조간대가 잘 발달되어 있는 함평만 조하대의 저서동물 군집 생태학적인 연구는 지금까지 수행되지 않았다. 반면 퇴적학적인 연구는 비교적 활발하여 Chang et al. (1999)과 Ryu et al. (1999)에 의해 조간대 및 조하대의 퇴적학적인 특성이 상세히 밝혀졌다. 특히 함평만은 주변의 해안이 침식되어 조간대로 퇴적될 뿐 아니라 만 전체에도 영향을 미치고 있어 우리나라 여타 내만들과는 다른 독특한 퇴적 환경을 지니고 있다고 보고되었다 (Ryu et al., 1999). 따라서 본 연구는 지금까지 저서동물 군집에 대한 연구가 이루어지지 않은 서남해역에 위치한 함평만 조하대의 저서동물 군집 구조와 공간 분포 양상을 파악하는 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

서남해역 함평만 조하대 저서동물의 군집구조를 파악하기 위하여 1997년 10월에 함평만 입구에서부터 만 안쪽에 이르기까지 격자형으로 41개 조사정점을 설정하였다 (Fig. 1). 각 정점에서의 저서동물 채집은 van Veen grab (표면적 0.1 m^2)을 사용하여 각 정점당 3회씩 퇴적물을 채취하였다. 인양된 퇴적물은 선상에서 1 mm 망목의 표준체를 사용하여 체질하였으며, 잔존물을 시료병에 담아 10% 해수-중성포르말린 용액으로 고정한 다음 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 잔존물로부터 저서동물을 선별하였으며, 생체량 (wet weight, gwt)은 문 (Phylum) 혹은 강 (Class) 수준에서 전자저울을 이용하여 0.01 g 까지 측정하였다. 습중량 측정 후 중 수준까지 동정하였으며, 각 종별 개체수를 세었다. 주요 개체수 우점종을 선별하였으며, 군집의 구조 파악을 위해 종 다양도 (Shannon and Wiener, 1963), 우점도 (Simpson, 1949) 및 균등도 (Pielou, 1966)를 구하였다. 각 정점간의 유사도 파악을 위한 집괴분석은 Chord distance (Pielou, 1984)를 이용하였으며, 가중 평균결합법을 사용하였다. 각 정점별 출현종수는 채집된 그림 시료를 모두 합해 0.3 m^2 당 종 수로 표현하였으며, 출현 개체수 및 생체량은 단위 면적당 (m^2)으로 환산하여 나타내었다. 환경 요인으로서 퇴적물에 대한 입도분석을 실시하였는데, 4ϕ 이하의 조립질 시료는 체 분석법을, 그 이상의 세립질 시료는 입도 분석기 (Sedigraph 5100)를 이용하여 분석하였다. 퇴적물의 유기물 함량은 약 100 g 정도의 퇴적물을 80°C 에서 72시간 이상을 건조시킨 후 분말 상태로 만든 다음 일정량을 취해, 적정법 (Strickland and Parsons, 1972)으로서 퇴적물내의 총유기탄소함량 (POC)을 측정하였다.

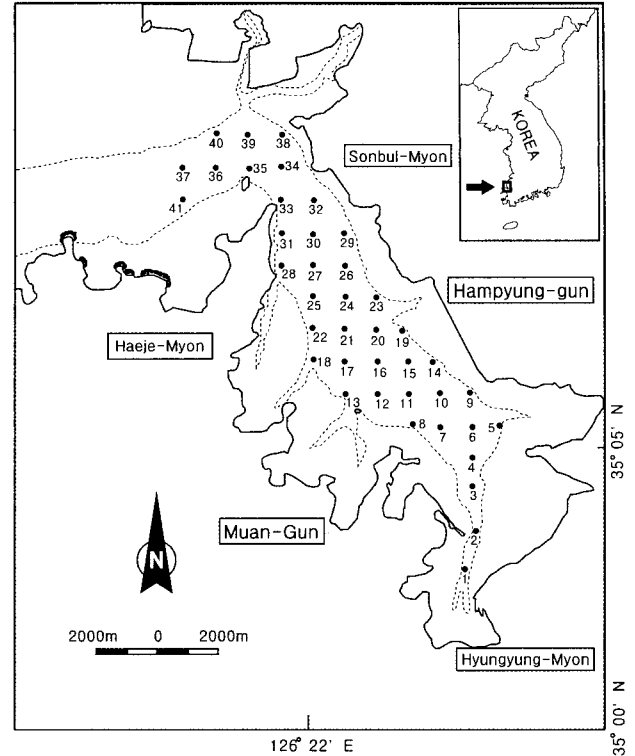


Fig. 1. Map showing the sampling stations in Hampyeong Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

결과

1. 조사지역의 환경특성

함평만 입구 해역은 20 m 이상의 수심으로서 만 내로 들어오면서 수심은 점차 감소하여 함평만 중앙부는 5~10 m 범위의 수심을 나타낸다 (Fig. 2). 조석은 반일주조로서 일조부등이 심하게 나타나며, 소조차는 205.4 cm, 대조차는 425.3 cm, 평균 조차는 315.4 cm인 중조차 해역이다. 조류는 함평만 입구에서 창조류 때 125 cm/sec, 낙조류 때 138 cm/sec로서 낙조류 때 유속이 강한 낙조 우세 환경을 나타낸다 (Ryu et al., 1999).

퇴적물의 입도조성은 정점에 따라 매우 다양하게 나타나 자갈과 모래, 펄이 혼재하는 이질적인 양상을 보여주고 있다. 즉, 만 입구역에 위치한 정점들에서는 실트질과 니질의 함량이 높은 세립질 퇴적상을, 만 내측에 위치한 정점들에서는 자갈과 모래의 함량이 높은 조립질 퇴적상을 나타내어 일반적으로 만 내측으로 들어올수록 입도가 세립해지는 우리나라의 다른 만과는 퇴적상에 있어서 차이를 나타내고 있다 (Fig. 3). 자갈의 함량은 0.0~44.8%로서 평균 $9.5 \pm 10.7\%$ 였으며 정점 20, 36, 39, 41을 제외한 모든 정점의 퇴적물에 함유되어 있었다. 모래의 함량은 정점에 따라 0.2~82.6%였으며, 평균 함량은 $34.7 \pm 24.0\%$ 였다. 한편 점토질의 함량은 모래와 자갈만으로 구성되어 점토질이 없는 정점 37을 제외하고는 0.6% (정점 32)~99.7% (정점 38) 범위로서 평균 함량은 $55.6 \pm 30.3\%$ 였다.

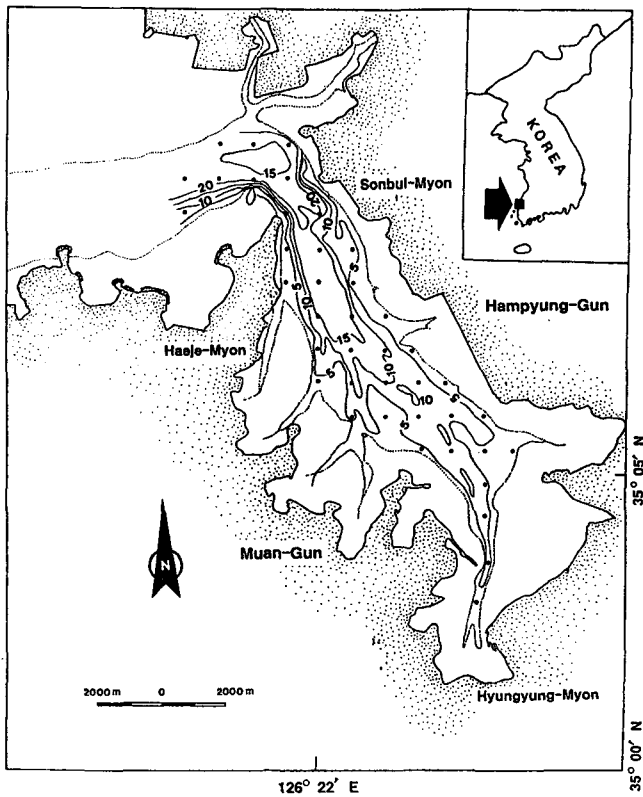


Fig. 2. Bathymetry of Hampyung Bay, southwest coast of Korea.

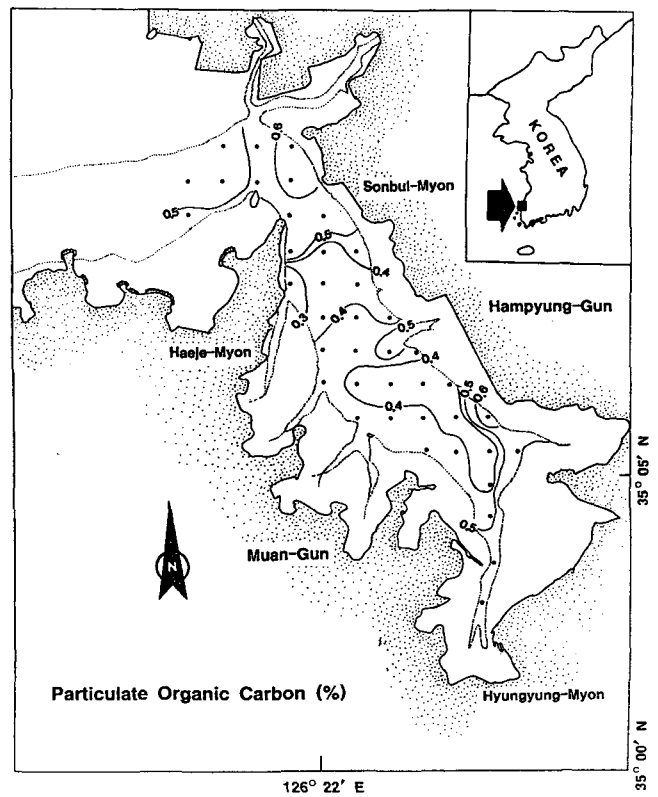


Fig. 4. Spatial variation of the particulate organic carbon (%) in the surface sediment of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

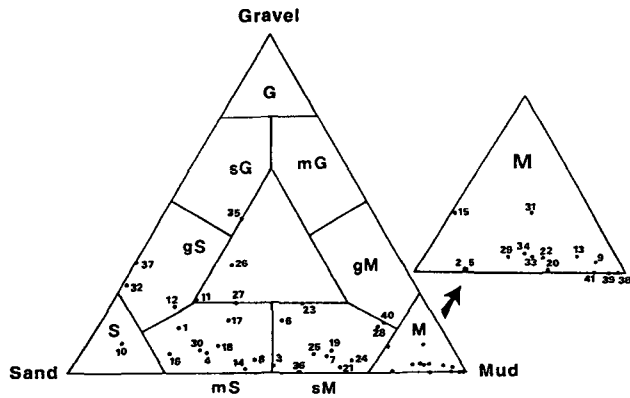


Fig. 3. Ternary diagram of the surface sediment of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

퇴적물의 유기물 함량은 평균 $0.4 \pm 0.1\%$ 로서 정점 28에서 0.2% 로서 가장 낮았으며, 정점 34에서 0.7% 로서 상대적으로 가장 높게 나타났다 (Fig. 4). 공간 분포 양상으로서 정점 31과 41사이의 정점들에서는 $0.4 \sim 0.6\%$ 범위였으며, 정점 34와 38에서는 0.6% 이상이었다. 만 중앙부에 위치한 정점 15 주변 정점들에서는 상대적으로 유기물 함량이 낮아 $0.3 \sim 0.4\%$ 범위를 나타내었는데, 만 내측에 위치한 정점 1, 2, 5에서는 $0.5 \sim 0.6\%$ 범위를 나타내었는데, 정점 9에서는 0.6% 이상의 높은 값이었다 (Fig. 4).

2. 군집 조성

조사 기간 동안 출현한 저서동물의 종 수, 밀도 및 생체량은 Table 1과 같다. 총 168종의 출현종 가운데 다모류가 58종으로서 가장 많았고, 갑각류는 54종이 출현하여 이들의 점유율이 전체 출현종수의 66.6% 였다. 연체동물은 34종이 출현하여 20.2% 를 차지하였다. 전체적인 저서동물의 평균 밀도는 $1,168$ 개체/ m^2 였으며, 연체동물이 가장 우점하여 평균 684 개체/ m^2 로서 평균 밀도의 58.6% 를 차지하였다. 다모류는 381 개체/ m^2 로서 평균 밀도의 32.6% 를 차지하였다. 갑각류는 90 개체/ m^2 가 출현하여 앞의 두 분류군에 비해 상대적으로 낮은 밀도였다. 평균 생체량은 358.65 g/m^2 이었는데, 이 가운데 연체동물의 생체량이 302.97 g/m^2 으로 평균 생체량의 84.5%

Table 1. Number of species, abundance and biomass of the subtidal macrobenthos of Hampyung Bay, southwest coast Korea, October 1997

Taxon	No. of species	Abundance (ind./m ²)	Biomass (g/m ²)
Polychaeta	58 (34.5%)	381 (32.6%)	9.36 (2.6%)
Mollusca	34 (20.2)	684 (58.6)	302.97 (84.5)
Crustacea	54 (32.1)	90 (7.7)	19.16 (5.4)
Echinodermata	10 (6.0)	7 (0.6)	24.20 (6.7)
Others	12 (7.1)	6 (0.5)	2.96 (0.8)
Total	168 (100.0)	1,168 (100.0)	358.65 (100.0)

에 달하였다. 극피동물은 24.20 g/m²으로서 평균 생체량의 6.7%, 갑각류는 19.16 g/m²으로서 평균 생체량의 5.4%를 점유하였다.

3. 공간 분포

각 조사 정점별 출현종수는 함평만 입구역에 위치한 정점 32에서 7종, 정점 37과 39에서 각각 8종이 출현하여 상대적으로 가장 적은 출현종수를 나타내었으나, 함평만 중앙부에 위치한 정점 27과 입구역에 위치한 정점 35에서는 각각 39종이 출현하여 상대적으로 출현종수가 많았다 (Fig. 5). 함평만 전체적으로 보면 30종 이상의 출현정점들이 폭 넓게 분포하였다. 그리고 조간대 하부와 인접한 정점들에서는 20~30종이 분포하였으며, 일부 정점들은 20종 미만으로 출현종수가 적었다. 따라서 함평만 조하대 저서동물 출현종수 공간분포는 조하대 중앙부에서는 출현종수가 많고, 조간대 저조선과 인접한 정점들에서는 출현종수가 적은 양상을 나타내었다.

다모류는 가장 출현종수가 적었던 정점 32와 37 및 39에서 각각 4종씩, 그리고 14종과 23종이 출현하였던 정점 38과 41에서 각각 6종씩 출현하여 적은 양상이었다. 그러나 35종과 39종이 출현하였던 정점 4와 35에서는 다모류의 출현종수도 많아 각각 20종 및 21종이 출현하였다. 만 중앙부 정점들에서는 다모류의 출현종수가 12~19종 범위였으며, 만 입구역에 위치한 정점들에서는 출현종수가 적었다. 다모류 점유율은 정점 41의 26.1%~정점 2의 78.6%

범위로서 평균 34.5%였다. 연체동물은 전체 정점에 걸쳐 정점당 10종 이하로 출현하였다. 갑각류는 정점 17, 18, 21, 22, 31 및 33에서 10~12종 범위로 출현하였으며, 그 외의 정점들에서는 모두 10종 미만이 출현하였다. 극피동물은 정점 34에서 4종이 출현하여 가장 많았으며, 그 외의 정점들에서는 출현하지 않거나 3종 이하였다.

각 정점별 밀도는, 함평만 입구역인 정점 32와 37에서 43 개체/m² 및 53 개체/m²로서 낮은 밀도였으나, 만 내측에 위치한 정점 6에서는 17,223 개체/m²가 출현하여 가장 밀도가 높았다. 또한 함평만 중앙부의 정점 21~29와 입구역에 위치한 정점 35 주변의 정점들에서는 500 개체/m² 이상의 밀도였으며, 함평만 입구역의 정점 37~40 근처의 정점들과 내측에 위치한 대부분의 정점들에서는 500 개체/m² 이하의 낮은 밀도였다. 다모류는 정점 32와 38에서 각각 33 개체/m²로서 가장 낮은 반면, 정점 10과 15에서는 각각 1,046 개체/m² 및 1,043 개체/m²로서 전체 정점 중에서 가장 높은 밀도였다. 그 밖의 정점들에서는 다모류가 1,000 개체/m² 미만으로 출현하였다. 연체동물은 정점 32와 39에서는 전혀 출현하지 않은 반면, 정점 4에서는 2,066 개체/m²였는데 (이 정점에서 출현한 밀도의 73.1%), 종뭇 (*Musculista senhousia*)이 1,964 개체/m²로서 높았다. 특히 정점 6에서는 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)의 밀도가 15,946 개체/m²로서 매우 높았으며, 정점 18 및 23과 26에서 1,000 개체/m² 이상의 높은 밀도를 보였다 (Fig. 6). 갑각류는 정점 14에서 1,089 개체/m²로서

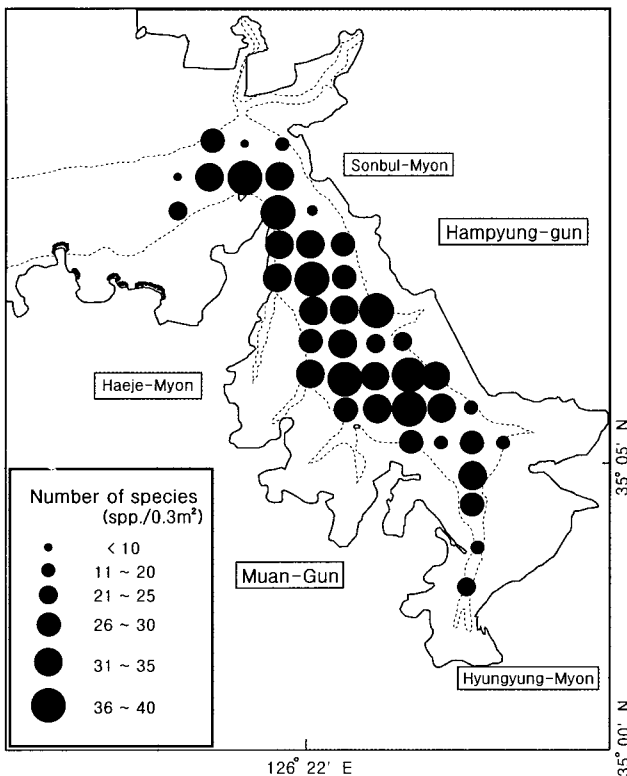


Fig. 5. Spatial variation of the number of species at each station of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

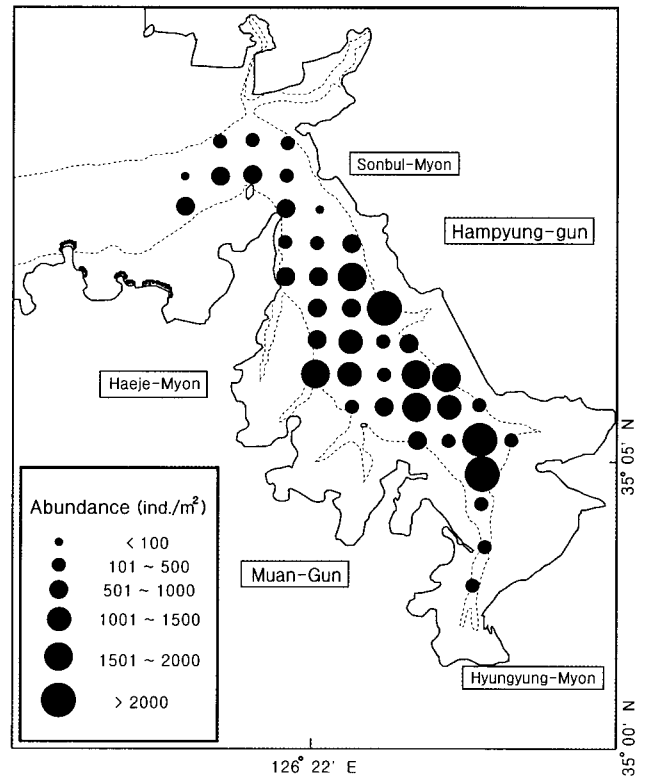


Fig. 6. Spatial variation of abundance of macrobenthos (ind./m²) at each station of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

특히 밀도가 높았는데 집게류인 *Paguridae* spp.가 1,043 개체/m² 출현하여 정점 14에서 출현한 밀도의 58.6%를 차지하였다.

생체량은 정점 32와 정점 3에서 1.45 g/m² 및 7.89 g/m²로서 가장 낮았다 (Fig. 7). 그러나 바지락의 밀도가 높은 정점 23에서는 3,336.23 g/m², 정점 26에서는 1,754.61 g/m²이 출현하여 매우 높았다. 함평만 중앙부 정점들 (정점 14, 16, 21)에서는 500 g/m²~1,000 g/m² 범위였으며, 그 주변 정점은 100 g/m² 이상의 생체량이었다. 저조선에 인접한 정점들 (정점 11, 18, 23, 26, 35)에서는 주로 바지락 성체와 이매패류인 *Pitar indecoroides*가 대량 출현하여, 생체량이 1,000 g/m² 이상이었다. 함평만 입구역과 내만역의 정점들에서는 정점에 따라 생체량이 극히 높거나 혹은 극히 낮은 양상이었으나, 전체적으로 보면 함평만 중앙부 정점들에서 생체량이 높았다. 다모류 생체량은 정점 38의 0.13 g/m²~정점 1의 26.07 g/m² 범위였으며, 점유율은 정점 23과 26의 0.4%~정점 1의 80.1% 범위였다. 연체동물은 정점 2의 0.03 g/m²~정점 23의 3,319.73 g/m² 범위로서 정점간 큰 편차를 나타내었다. 이러한 생체량의 최소치와 최대치 사이의 큰 차이는 주로 개체당 생체량이 큰 바지락과 *P. indecoroides*의 출현여부에 따라 좌우되었다. 따라서 각 정점별 연체동물 생체량이 차지하는 비율도 차이를 보여 정점 2의 0.1%에서 정점 23과 26의 99.5%까지 다양하였다. 한편, 갑각류의 생체량은 전 정점 평균 19.16 g/m²이었는데, 정점 9의 0.03 g/m²~정점 14의 636.1 g/m²의 범위였다. 각 정점에서의 갑각류 생체량 점유율은 대체로 10%

미만을 나타내었다. 극피동물은 19개 정점에서만 출현하였는데, 정점 2에서 170.31 g/m²으로서 가장 많은 생체량을 나타내었으며, 이 정점에서 출현한 생체량의 97.6%를 차지하였다.

함평만 조하대에서 가장 높은 다양도를 보인 곳은 정점 33으로서 3.11이었으며, 전 정점 평균 2.22(±0.59)였다. 함평만 입구역에 위치한 정점 27과 30에서도 다양도는 각각 3.04로 높았으며, 우점도는 낮았다 (D=0.06~0.07). 한편 함평만 대부분의 정점들이 2.0~3.0 범위의 다양도를 나타내었으며, 내만역 (정점 4, 6, 8, 14, 15), 중앙부역 (정점 18, 21, 23, 26), 그리고 입구역 (정점 37, 39)의 정점들에서 1.0~2.0의 범위를 나타내었다. 퇴적물내 모래의 함량이 약 70%인 정점 32와 37은 출현종수가 적어 다양도는 낮았지만 (H'=1.69~1.75) 균등도는 상대적으로 높았다 (E=0.84~0.87). 바지락의 치패가 대량으로 출현한 정점 6에서는 높은 우점도 (D=0.86)와 정점들 가운데 가장 낮은 다양도 (H'=0.39)를 나타내었으며, 바지락이 대량으로 출현한 정점 18 및 23과 26에서도 출현종수가 상대적으로 많았음에도 불구하고 다양도는 상대적으로 낮았다 (H'=1.6~1.95). 정점 4에서는 낮은 다양도 (H=1.24)와 높은 우점도 (D=0.51)를 나타내었는데 종맞이 대량 출현하였다.

한편 우점도는 전 정점 평균 0.21±0.16이었으며, 정점 20에서 0.04로 가장 낮은 값이었다. 정점 39에서는 다모류인 *Diopatra sugokai*가 132 개체/m²가 출현하여 이 정점에서 출현한 개체수의 64.5%를 차지함으로써 상대적으로 우점도가 높았다 (D=0.46). 정점 21, 23, 26에서는 0.31~0.34의 범위였으며, 그 외의 정점들에서는 0.3 미만의 낮은 값을 나타내었다. 이러한 종 다양도와 우점도는 균등도에도 잘 반영되어 균등도는 전 정점 평균 0.69±0.17의 범위였으며, 우점도가 낮은 정점에서는 상대적으로 높은 균등도를 (정점 20, E=0.94), 그리고 우점도가 높은 정점에서는 낮은 균등도 (정점 6, E=0.11)를 나타내었다.

4. 주요 우점종의 분포

함평만 조하대에서 출현한 주요 개체수 우점종은 Table 2와 같

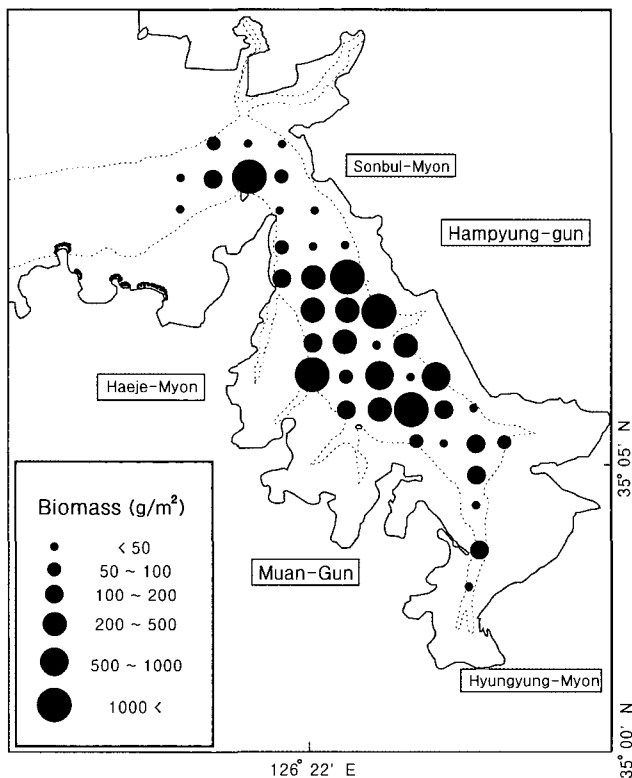


Fig. 7. Spatial variation of biomass of the macrobenthos (g/m²) at each station of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

Table 2. Major dominant species of the subtidal macrobenthos of Hampyung Bay, southwest coast Korea, October 1997

Species name	Individuals	Abundance (ind./m ²)	stations occurred	%	cumulative (%)
<i>Ruditapes philippinarum</i> (b)	6,408	521	18	44.2	44.2
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)	2,245	185	38	15.5	59.7
<i>Pitar indecoroides</i> (b)	683	56	25	4.7	64.4
<i>Musculista senhousia</i> (b)	660	54	2	4.5	68.9
<i>Reticunassa festiva</i> (g)	397	32	27	2.7	71.6
<i>Paguridae</i> spp. (c)	340	28	5	2.3	73.9
<i>Heteromastus</i> sp. (p)	310	25	33	2.1	76.0
<i>Praxillella affinis</i> (p)	292	24	32	2.0	78.0
<i>Chone</i> sp. (p)	262	21	25	1.8	79.8
<i>Tharyx</i> sp. (p)	255	21	37	1.8	81.6
<i>Glycera chirori</i> (p)	227	18	36	1.6	83.2
<i>Ampharete artica</i> (p)	145	12	25	1.0	84.2

p: polychaetes, b: bivalves, g: gastropods c: crustaceans.

다. 12종의 저서동물이 전체 출현개체수의 84.2%를 차지하였으며, 이 가운데 다모류가 7종, 이매패류가 4종, 갑각류가 1종이었다.

가장 우점한 종은 바지락이었으며, 정점당 평균 520 개체/m²로서 전체 출현개체수의 44.2%를 차지하였다. 주된 분포역은 함평만 중앙부에 위치한 정점들로서 500 개체/m² 이상의 밀도를 나타내었다. 특히 정점 6에서는 15,946 개체/m²로서 매우 높았으며, 정점 18 및 23과 26에서 1,000 개체/m² 이상의 높은 밀도를 보였다 (Fig. 8).

다모류인 *Lumbrineris longifolia*는 총 38개 정점에서 출현하여 전

정점 평균 183 개체/m²의 밀도로서, 전체 출현 개체수의 약 15.4%를 차지하였다. 주된 분포역은 만 안쪽에 위치한 정점들로서 500 개체/m² 이상의 밀도를 나타내었다. 또한 이매패류인 *P. indecoroides*는 25개 정점에서 출현하였는데 전 정점 평균 56 개체/m²로서, 전체 출현 개체수의 약 4.7%를 차지하였다. 이 종은 만 안쪽보다는 입구와 중앙부 사이에 주로 분포하였으며 정점에서 500 개체/m² 이상의 밀도를 보였다. 그 외에 고등류인 *Reticunassa festiva* 및 다모류인 *Heteromastus* sp., *Praxillella affinis*, *Chone* sp., *Tharyx* sp.

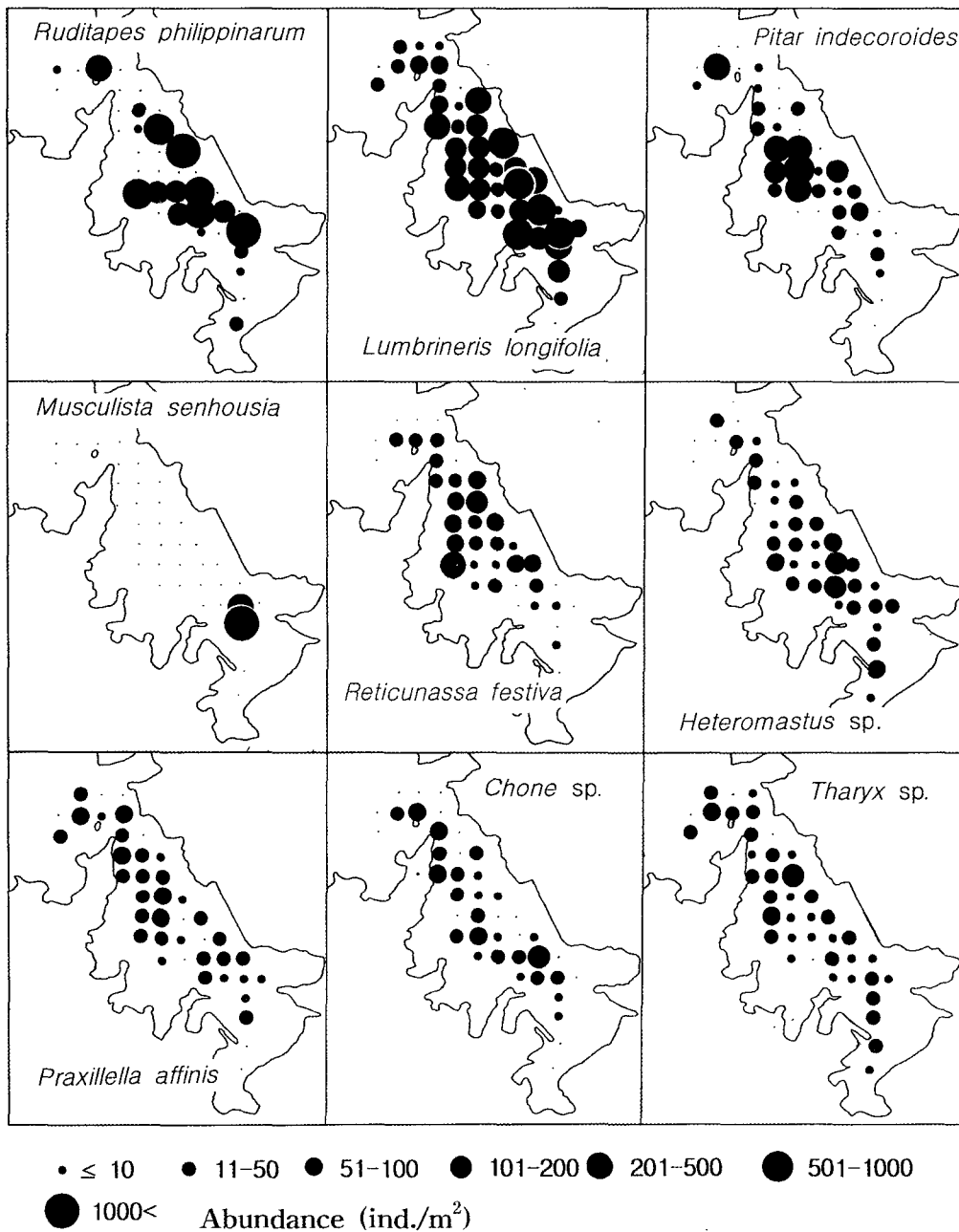


Fig. 8. Spatial variation of abundance (ind./m²) of major dominant species of macrobenthos of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

는 대부분의 정점에서 비교적 균일한 분포 양상이었으며 퇴적상과 상관관계는 나타나지 않았다 (Fig. 8).

5. 저서동물 분포와 환경과의 관계

함평만에서 출현한 저서동물의 분포와 환경과의 관계를 보면, 출현종수는 분급이 3.0 ϕ 이상으로 증가하여 분급이 불량할수록 감소하는 경향을 보였으며 (Fig. 9), 유의한 상관관계를 나타내었다 (Table 3). 그러나 밀도와 평균 입도 및 분급 간에는 상관관계가 없었다 (Table 3). 한편 생체량은 평균 입도가 증가하고 분급이 2.0 ϕ 이상으로 불량할수록 감소하는 양상이었으며, 자갈의 함량과 유의한 상관관계 ($P < 0.001$)를 나타내었다 (Fig. 9; Table 3).

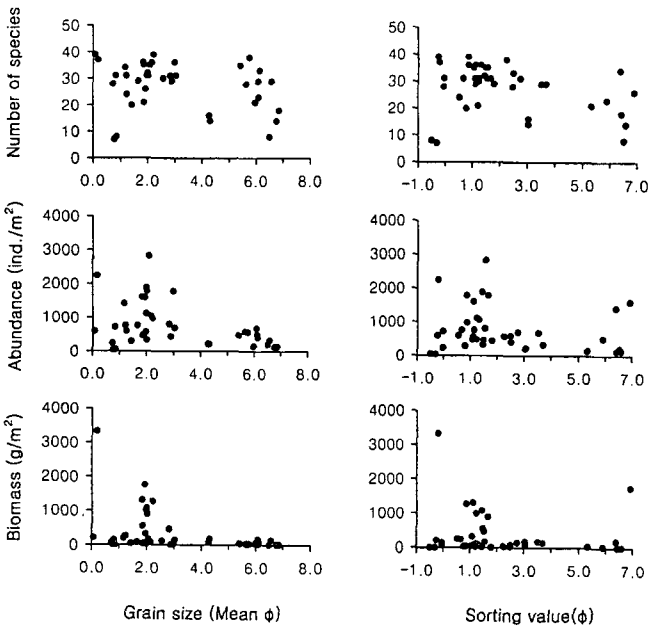


Fig. 9. Plots of the the number of species, abundance and biomass of the macrobenthos against the grain size and sorting value of the sediment of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

한편 우점종의 경우 *Lumbrineris longifolia*는 평균 입도가 증가할수록 밀도는 감소하는 양상을 나타내었으며 (Fig. 10), 이들 간에는 유의한 상관관계가 있었다 (Table 3). 그러나 바지락은 평균 입도가 2.0~3.0 ϕ 이하인 비교적 조립질이면서 분급이 양호한 퇴적상에서 밀도가 높은 것으로 나타났으나 유의한 상관관계는 없었다 (Fig. 10; Table 3). 또한 *Pitar indecoroides*가 주로 출현하는 퇴적상은 3 ϕ 이하인 조립질 퇴적상이었는데, 퇴적상과 유의한 상관관계는 보이지 않았다 (Fig. 10; Table 3).

6. 집괴분석

함평만 조하대 조사 정점들을 대상으로 집괴 분석한 결과 5개의 정점군으로 대별되었다 (Fig. 11). 함평만 입구역에서부터 만 중앙까지 연결된 정점군과 함평만 내만과 입구의 일부 정점들로 구성된 정점군, 그리고 만 중앙부에 위치한 정점군으로 크게 3개 정점군으로 나누어지고, 내만 가장 안쪽에 위치한 정점 1이 별개의 정점군으로, 그리고 종밀과 바지락의 치패 출현량이 극히 많은 정점 4와 6이 별개의 정점군으로 나누어졌다. 그러나 정점 14의 경우 별개의 정점으로 분리되었으나 출현종수 및 종 조성을 고려하여 정점군 C에 포함시켰다. 각 정점군의 특징은 Table 4에서와 같다.

정점군 A는 함평만 중앙부에 위치한 정점군으로서 12개 정점으로 구성되어 있다. 평균 입도는 1.69 ϕ 로서 상대적으로 가장 조립한 퇴적상이었으며, 자갈과 모래의 함량이 높았다. 출현종수는 108종으로서 정점군 C보다는 적으나 정점별 출현종수는 26~39종의 범위였다. 밀도와 생체량은 각각 1,208 개체/m² 및 848.9 g/m²로서 가장 높은 값이었다. 종 다양도는 2.32로서 정점군 B보다는 낮으나 다른 정점군들 보다는 높은 양상이었으며, 우점도는 상대적으로 낮은 값을 나타내었다 ($D=0.20$). 균등도는 0.66으로서 정점군 D보다는 높으나 다른 정점군들보다는 낮은 값이었다. 정점군 A에서 출현한 우점종은 바지락 (*R. philippinarum*)과 다모류인 *Lumbrineris longifolia*로서 각각 431 개체/m² 및 268 개체/m²였다. 또한 고등류인 *Reticunassa festiva*와 다모류인 *Heteromastus* sp.도 각각 64 개체/m² 및 45 개체/m²였다.

정점군 B는 10개 정점으로 구성되어 있으며, 함평만 입구에 폭 넓게 위치하는 정점군이다. 평균입도는 3.35 ϕ 로서 정점군 C보다는

Table 3. Pearson's correlation coefficient between environmental parameters of sediment (first row) and ecological factors and first four dominant species (first column)

	mean phi (ϕ)	sorting value (ϕ)	gravel (%)	sand (%)	silt (%)	clay (%)	mud (%)	POC (%)
Number of species	-	**	-	-	-	-	-	-
Density (ind./m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-
Biomass (g/m ²)	**	***	****	-	*	-	*	-
Diversity	-	-	-	-	-	*	-	*
Dominance	-	-	-	-	-	-	-	-
Evenness	*	-	-	-	-	**	-	****
<i>L. longifolia</i>	**	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. indecoroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. philippinarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. festiva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01; **** p<0.001; - no significant correlations.

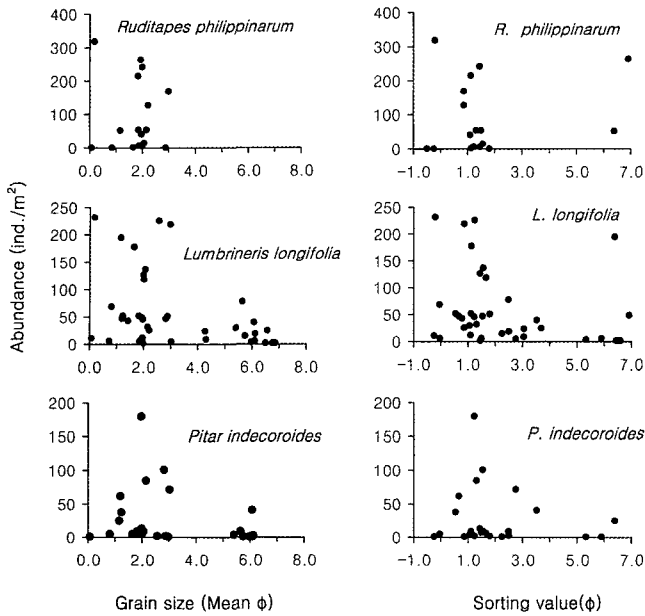


Fig. 10. Plots of the abundance of three dominant macrobenthic species against the grain size and sorting value of the sediment of Hampyung Bay, southwest coast of Korea, October 1997.

낮은 값이었으나 다른 정점군에 비해서는 높은 값이었다. 이 정점군에서는 총 100종의 저서동물이 출현하였으며, 정점당 28~38종 범위였다. 밀도는 636 개체/m²로서 정점군 A와 정점군 D보다는 현저히 낮고 정점군 E와 C와는 유사한 수준이었다. 생체량은 226.8 g/m²로서 정점군 A보다는 현저히 낮지만 다른 정점군들보다는 높은 값을 나타내었다. 다양도는 정점군들 가운데 가장 높은 값 (H'=2.57)이었으며, 우점도도 가장 낮은 0.15였다. 균등도는 0.75로서 정점군 C와 유사한 수준이었다. 주요 우점종은 이매패류인 *Pitar indecoroides*였으며 다모류인 *L. longifolia*와 *Praxillella affinis*도 우점적으로 출현하였다.

정점군 C는 함평만 입구 정점들과 내만에 위치한 정점들로 구성되며, 전체 정점군 가운데 가장 출현종수가 많아 109종이 출현하였다. 입도는 4.15 φ로서 정점군 가운데 가장 세립한 퇴적상을 보였으며, 유기물 함량도 가장 높게 나타났다. 분급도 다른 정점군에 비해 매우 양호한 상태를 나타내었다. 각 정점별 출현종수는 7종~31종 범위로서, 밀도는 정점군들 가운데 상대적으로 가장 낮은 406 개체/m²였으며, 생체량은 121.2 g/m²로 나타났다. 우점종은 다모류인 *L. longifolia*가 116 개체/m²의 밀도였으며, 집게류인 *Paguridae* spp.의 밀도는 정점군 가운데 가장 높아 66 개체/m²였다. 한편 *P. indecoroides* 및 *Heteromastus* sp.는 각각 20 개체/m²씩 출현하였다. 이러한 몇몇 종들은 밀도는 낮지만 이 정점에서 출현한 밀도의 55%를 차지함으로써 정점군 가운데 가장 높은 우점도를 나타내었으며 (D=0.69), 다양도와 균등도는 가장 낮은 값을 나타내었다 (H'=0.82, E=0.23).

정점군 D는 정점 4와 6으로만 구성된 정점군으로서 51종이 출현하였으며, 밀도는 정점군 가운데 가장 높은 10,024 개체/m²였다.

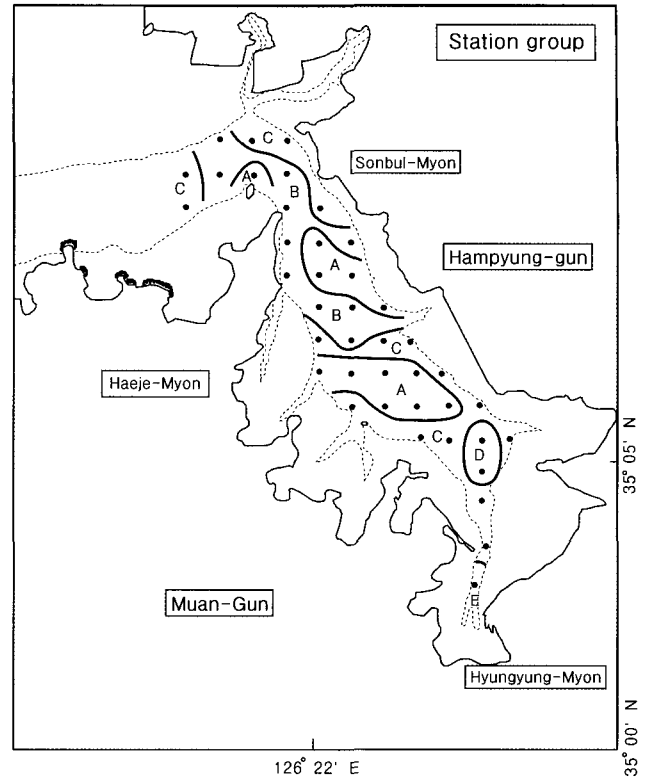


Fig. 11. Spatial distribution of the five station groups recognized from the cluster analysis calculated on abundance of macrobenthos species occurred during October 1997.

이 정점군에서는 이매패류인 *M. senhousia*가 1,010 개체/m², *R. philippinarum*가 8,078 개체/m², 그리고 다모류인 *L. longifolia*가 606 개체/m²의 고밀도로 출현함으로써 97%를 차지하였다.

정점군 E는 가장 내만에 위치한 정점 1로만 구성된 정점군으로서 특히 모래질의 함량은 65.9%로서 다른 정점군에 비해 가장 높았다. 저서동물은 21종이 출현하였으며, 밀도는 479 개체/m²였다. 생체량은 정점군 가운데 가장 적어 32.5 g/m²이 출현하였다. 다양도는 2.05로서 정점군 D보다는 높지만 다른 정점군들 보다는 낮은 값이었다. 또한 우점적으로 출현한 종이 없어 우점도와 균등도는 정점군 A, B, C와 유사한 값이었다 (D=0.24; E=0.67). 이 정점군에서 출현한 주요 종으로서 *R. philippinarum*이 23 개체/m²였으며 다모류인 *Glycera chirori* 및 *Byblis japonica*가 각각 15 개체/m²였다.

고찰

1. 군집구성 및 공간분포

함평만 조하대에서 출현한 저서동물은 총 168종이었는데, 인접한 해역의 득량만이나 여자만에서의 출현종수와 비교해 많은 양상이었다. 반면, 영강만, 영산강 하구역, 진해만 등에서 출현한 저서동물 종 수보다는 적었다. 그러나, 함평만 조사가 가을철 한

Table 4. Characteristics of each station group, classified by cluster analysis, of the macrobenthic community of Hampyung Bay, southwest coast Korea, October 1997

Variable/Station Group	A	B	C	D	E
<i>Environmental</i>					
Gravel (%)	17.9±11.7	5.6±5.2	5.6±10.1	11.1±7.4	14.2
Sand (%)	52.1±18.8	20.7±12.5	24.8±24.8	50.6±16.9	65.9
Silt+Clay (%)	30.0±17.6	73.7±11.5	69.6±33.6	38.3±9.5	19.9
POC (%)	0.37±0.05	0.46±0.13	0.50±0.08	0.35±0.04	*
Sorting value (ϕ)	1.87±2.31	1.44±1.04	3.17±2.54	1.40±0.22	1.22
Mean ϕ	1.69±0.84	3.35±2.19	4.15±2.43	2.31±0.35	1.87
<i>Ecological</i>					
No. of species	108 (26~39)	100 (28~38)	109 (7~31)	51 (30~35)	21
Abundance (ind./m ²)	1,208±605	636±231	406±414	10,024±7,199	479
Biomass (g/m ²)	848.8±939.7	226.8±284.7	212.2±212.8	139.18±25.73	32.54
Diversity	2.32±0.47	2.57±0.38	2.15±0.50	0.82±0.43	2.05
Dominance	0.20±0.09	0.15±0.08	0.20±0.14	0.69±0.18	0.24
Evenness	0.66±0.13	0.75±0.10	0.76±0.14	0.23±0.12	0.67
<i>Faunistic (ind./m²)</i>					
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)	268	121	116	606	0
<i>Musculista senhousia</i> (b)	0	0	0	1,010	0
<i>Ruditapes philippinarum</i> (b)	431	0	1	8,078	23
Paguridae spp. (c)	6	1	66	0	3
<i>Pitar indecoroides</i> (b)	39	146	20	18	0
<i>Heteromastus</i> sp. (p)	45	13	20	18	6
<i>Tharyx</i> sp. (p)	28	23	15	23	3
<i>Praxillella affinis</i> (p)	16	54	14	7	0
<i>Sternaspis scutata</i> (p)	0	1	11	12	0
<i>Ennucula tenuis</i> (b)	1	0	11	0	0
<i>Reticunassa festiva</i> (g)	64	37	11	0	3
<i>Ampharete artica</i> (p)	30	1	3	1	0
<i>Chone</i> sp. (p)	43	29	3	13	0
<i>Glycera chirori</i> (p)	24	23	9	32	15
<i>Byblis japonica</i> (c)	17	35	2	12	15
<i>Photis longicaudata</i> (c)	14	1	0	0	0

*: no data, p: polychaetes, g: gastropods, b: bivalves, c: crustaceans.

계절에만 수행되었다는 것을 고려하면 우리나라의 남해안이나 서해안에서 보고된 출현종수와 유사하거나 많은 수준이라고 할 수 있다 (Table 5). 함평만 저서동물 군집은 다모류의 출현종수 비율이 전체 출현종수의 35%로서 남해안의 다른 내만과 비교해 상대적으로 낮지만 영산강 하구역의 36%와 유사하였다. 또한 갑각류의 출현종수 비율은 약 32%로서 영강만의 28%, 득량만의 12%, 여자만의 18%, 영산강 하구역의 25% 등과 비교했을 때 상대적으로 높은 것이 특징적이었다.

평균 밀도는 1,168 개체/m²로서, 남해안의 영강만 및 득량만 보다는 낮았으나 영산강 하구역과 유사한 수준이었다. 다모류 밀도 점유율은 33%로서 영산강 하구역의 40%, 영강만의 64% 보다는 상대적으로 낮았다 (Table 5).

연안 조하대 저서동물의 경우 그 분포 양상에 영향을 미치는 요인 가운데 퇴적상은 매우 중요한 것으로 알려져 있다 (Duineveld et al., 1991). 함평만의 출현종수가 다른 해역에 비해 상대적으로 많고 다모류의 출현종수 및 밀도의 비율이 다른 해역에 비해

낮은 것은 함평만의 다양한 입도조성 및 유기물 오염현상과 관련 지어 볼 수 있다. 함평만은 우리나라 다른 내만 환경과는 달리 입도가 상대적으로 조립하고, 만 주변에는 산업시설이나 인구 밀집 지역이 없을 뿐 아니라 (Ryu. et al., 1999), 만 내에는 유기물을 배출할 수 있는 양식 시설이 없는 것이 특징이다. 특히, 함평만 입구는 상대적으로 세립한 니질 퇴적상이 분포해 있으며 만 내로 들어오면서 조립한 퇴적상이 분포해 있어서 만 전체적으로 보면 퇴적상이 이질적이고 다양하며, 분급이 매우 불량한 것으로 나타났다. 특히 출현종수와 생체량은 분급에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다 (Table 3). 또한 평균 조차는 315.4 cm로서 수괴의 혼합이 비교적 활발하게 일어나고 있다. 따라서 이러한 주변 여건과 큰 조차로 인한 이질적인 퇴적상, 그리고 낮은 유기물 함량이 세립한 퇴적상에서 주로 서식하는 다모류들의 출현종수와 밀도를 감소시키고 갑각류 출현종 비율을 높이는 데 기여한 것으로 추정된다. 본 조사 해역에서는 회소종의 출현도 많았는데, 1개체만 채집된 종은 32종 (19%)이었으며, 2개체만 출현한 종은 14종 (8%)이었다.

Table 5. Comparison of the number of species and abundance of macrobenthos of benthic communities in several bays of Korean coasts studied so far

Locality	Number of species					Abundance (ind./m ²)					References
	Total	P	M	C	O	Total	P	M	C	O	
Chinhae-Masan Bay	287	88	56	91	52	1,046	825	146	51	24	Lim (1993)
Yoja Bay	142	72	31	25	14	388	189	75	76	48	Lim et al. (1991)
Deukryang Bay	118	52	45	14	7	1,432	276	920	220	16	Ma et al. (1995)
Aenggang Bay	233	90	46	66	31	1,358	874	216	227	25	Lim et al. (1999)
Youngsan River Estuarine Bay	206	74	60	51	21	1,137	450	601	71	15	Lim and Park (1999)
Hampyung Bay	168	58	34	54	22	1,168	381	684	90	13	The present study

P: Polychaeta, M: Mollusca, C: Crustacea, O: miscellaneous taxa.

특히 실트질과 니질의 함량이 높아 입도가 세립한 만 입구역에는 10종 이하의 매우 낮은 출현종수를 보인 곳도 있었으나, 자갈과 모래의 함량이 상대적으로 높은 만 중앙부에서는 대부분의 정점들이 36종 이상의 비교적 높은 출현종수를 보였다. 그러나 만 내부로 들어오면서 다시 출현종수가 감소하는 양상이었다 (Fig. 5). 퇴적물의 안정도와 그것에 적응한 저서동물의 종류수와와의 관계를 보면 물리적인 교란이 심한 곳에서는 종 수가 적고, 교란이 적은 곳에서는 출현종수가 많은 것으로 보고되어 있다 (Sanders, 1968). 특히, 함평만 내측에는 만 중앙부에 비해 출현종수가 적었는데, 이는 함평만 내측에는 침식과 퇴적이 매우 활발하게 일어남으로서 기질이 매우 불안정한 것과 연관성이 있다 (Chang et al., 1999). 밀도와 생체량은 만 입구역에서 만 중앙부까지는 낮은 반면, 만 내부 및 저조선과 인접한 정점들에서는 높은데 출현종수와 생체량은 분급이 양호한 정점들에서 낮은 양상을 보여주고 있다 (Fig. 9; Table 3).

2. 주요 우점종의 분포

함평만의 우점종 구성은 우리나라의 다른 내만에서의 우점종 구성과는 차이를 나타내고 있다 (Table 6). 함평만에서의 최우점종은 바지락으로서 18개 정점에서 출현하였는데, 만 중앙부에 위치하여 입도가 0.07~2.98 ϕ 범위로서 상대적으로 조립한 정점들에서 주로 출현하였다. 특히 정점 6의 경우에는 15,946 개체/m²의 높은 밀도로 출현하였는데, 각장 약 3 mm 이하의 어린 개체들로 구성되어 있었다. 그러나 만 중앙부의 정점들에서는 주로 성체가 출현함으로써 대조적이었다. 바지락은 우리나라 다른 해역의 내만에서 자연 개체군으로서 우점적으로 보고된 예가 없다. 밀도가 높은 경우에는 주로 인위적으로 바지락 치패를 살포하여 양식하는 경우이다. 따라서 함평만의 경우 이들 바지락은 잠재적인 수산자원이므로 뿐 아니라, 함평만 저서동물 군집의 특징종으로서 중요하다고 할 것이다.

한편, 우리나라의 연안에서 광범위하게 발견되는 다모류의 *L. longifolia*는 함평만에서는 38개 정점에서 출현하였으며, 평균 185 개체/m²의 밀도였다. 이 종은 진해만과 같이 입도가 세립하고 유기 오염이 심한 조하대 전역에서 주로 출현하는 종으로서, 함평만에서는 입도가 세립할수록 밀도가 낮았으며, 입도가 조립하더라도 펄이 함유된 장소에서는 출현함으로써 상반된 양상을 나타내었다.

특히 이 종은 평균 입도와는 음의 상관관계를 나타냄으로서 입도가 조립하고 분급이 불량한 장소에서 상대적으로 높은 밀도를 보여 주었다 (Fig. 10). 이 종의 분포에 대해 Park (1998)은 천수만에서 세립질 및 조립질 퇴적상에서도 다양하게 출현함으로써 환경과의 관계가 명확하지 않음을 보고하고 환경에 대해 폭넓은 서식특성을 가질 수 있다고 지적하였다.

이미패류의 *Pitar indecoroides*는 우리나라의 다른 연안에서는 우점종으로 보고된 예가 없는 종으로서 함평만의 경우 주요 우점종에 포함되었다. 이 종은 입도가 조립한 함평만 중앙부 정점에서 주로 높은 밀도로 출현하고 있으며 입도가 세립한 정점에서는 밀도가 낮았으나 상관관계는 보이지 않았다 (Table 3). 이 종은 함평만에서 25개 정점에서 출현하였는데 전정점 평균 56 개체/m²로서, 전체 출현 개체수의 약 4.7%를 차지하였다. 이 종의 분포에 영향을 미치는 환경요인과 개체군에 대한 기존의 연구 결과는 없으며, 평균 입도가 1.0~3.0 ϕ 범위에서 상대적으로 높은 밀도를 보여주고 있다.

종밧은 정점 4와 6에서만 대량으로 출현하였는데 치패들로 구성되어 있었다. 이 종은 함평만 서측에 발달한 갯벌에 대량 서식하고 있음이 관찰되었는데 (personal observation), 이들로부터 발생한 유생들이 일시적으로 대량으로 착저한 것으로 판단된다. 그러나 성체가 출현하지 않은 것으로 미루어 착저 후 대부분이 폐사하는 것으로 판단된다. 종밧은 우리나라 득량만 (Ma et al., 1995)과 목포주변의 화원반도 갯벌 (Lim et al., 1997)에서 우점종으로서 보고되어 있는데, 주로 유기물이 풍부한 갯벌에서 높은 밀도로 출현하고 있다. 한편, *R. festiva*, *Heteromastus* sp., *P. affinis* 등은 환경 요인과의 관계없이 대체로 균일한 분포를 보여주고 있다.

3. 군집 구조

함평만 조하대에서 출현한 저서동물의 개체수 자료를 사용하여 집괴 분석한 결과 조하대 정점들은 크게 5개의 정점군으로 대별되었다 (Fig. 11). 즉, 만 입구역에서 중앙부까지의 정점군 B, 만 중앙부에서 만 내측까지의 정점군 C, 그리고 자갈 함량이 높고 입도가 특히 조립한 만 중앙부 일부와 입구역의 일부에만 제한되어 분포하는 정점들로 이루어진 정점군 A 등 크게 3개의 지역으로 구분할 수 있으며, 종밧과 바지락의 치패 출현량이 극히 많은 정점군 D와 별도의 정점군으로 나누어진 정점군 E로 구분된다. 따

Table 6. Comparison of the ecological variables and dominant species of subtidal macrobenthic communities in the several bays of Korean coasts studied so far. Note that the sampling gears used are van Veen grab (0.1 m²) and that sieves are 1 mm mesh

Locality	Sediment type	Number of replicate sampling	Sampling interval	Number of species	ind./m ²	Dominant spcies	References
Chinhae Masan Bay	silty clay	3 or 5	seasonal bimonthly monthly	287	1,046	<i>Lumbrineris longifolia</i> (P) <i>Paraprionospio pinnata</i> (P) <i>Theora fragilis</i> (M)	Lim (1993)
Kwangyang Bay	mud, sand sandy mud muddy sand	5	seasonal	79(P)	520(P)	<i>L. longifolia</i> (P) <i>Nephtys polybranchia</i> (P) <i>Terebellides horikoshii</i> (P) <i>Sternaspis scutata</i> (P)	Shin and Koh (1990)
Yoja Bay	clayey silt	3	seasonal	142	388	<i>Mediomastus</i> sp. (P) <i>S. scutata</i> (P) <i>Nippopisella nagatai</i> (C)	Lim et al. (1991)
Kamak Bay	clayey silt	2	July September	84(P)	253(P)	<i>Tharyx</i> sp. (P) <i>L. longifolia</i> (P) <i>Chone</i> sp. (P) <i>Glycera chirori</i> (P)	Shin (1995)
Deukryang Bay	clayey silt	3	November January	118	1,432	<i>Musculista senhousia</i> (P) <i>Eteone longa</i> (P) <i>N. nagatai</i> (C)	Ma et al. (1995)
Aenggang Bay	clayey silt	3	seasonal	233	1,358	<i>Ditrupea arientina</i> (P) <i>Tharyx</i> sp. (P) <i>Fustiaria nipponica</i> (M) <i>L. longifolia</i> (P)	Lim et al. (1999)
Youngsan River Estuarine Bay	silty clay and clayey silt	3	seasonal	206	1,137	<i>T. fragilis</i> (M) <i>Tharyx</i> sp. (P) <i>Poecilochaetus johnsoni</i> (P) <i>L. longifolia</i> (P) <i>Yoldia johanni</i> (M)	Lim and Park (1999)
Hampyung Bay	*	3	October	168	1,168	<i>Ruditapes philippinarum</i> (M) <i>L. longifolia</i> (P) <i>Pitar indecoroides</i> (M) <i>M. senhousia</i> (M)	The present study

P: Polychaeta, M: Mollusca, C: Crustacea, *: no data
(P): only polychaetous community was analysed.

라서 만 외측으로부터 만 내측으로 들어가면서 서로 다른 정점군이 형성되고 있음을 알 수 있다.

일반적으로 비교적 폐쇄적인 환경이면서 조류가 강하지 않은 우리나라의 내만역 조하대 저서동물 군집은, 입도가 조립하고 유기오염도가 적은 만 입구에서부터 세립하고 오염도가 상대적으로 높은 만 안쪽으로 정점군이 순차적으로 배치된다. 특히 진해만 (Lim and Hong, 1997), 영산강 하구역 (Lim and Park, 1999), 득량만 (Ma et al., 1995) 등은 이러한 정점군 배열의 대표적인 경우이다. 함평만의 경우도 입구역에서부터 만 안쪽에 걸쳐 순차적으로 정점군이 배치되는 특성을 보인다. 함평만은 조류가 상대적으로 강하고 퇴적물 입도가 조립할 뿐 아니라, 퇴적물내의 유기물 함량이 낮기 때문에 정점군 구분은 퇴적상에 따라 구분된다고 할 수 있다. 함평만은 만 입구역에는 muddy sandy gravel 퇴적상이, 만 내측에는 gravelly sandy mud 퇴적상이 우세하다. 또한 출현종수는 분급과 상관관계가 있는 것으로 나타남으로서 퇴적상의

차이가 함평만의 정점군 구분에 기여한 것으로 보인다.

특히 정점군 B와 C에서는 평균 입도가 다른 정점군에 비해 세립하고 분급이 매우 불량한 것으로 나타남으로서 다양한 크기를 가진 퇴적물이 혼재하고 있음을 나타낸다. 이러한 이질적인 퇴적상으로 인해 특정한 우점종이 없이 다양한 종들이 분포하고 전체 밀도는 상대적으로 낮아 다양도와 균등도가 다른 정점에 비해 높은 것으로 해석될 수 있다 (Table 4).

요 약

함평만 조하대 저서동물 공간분포와 군집구조를 파악하기 위하여 1997년 10월 만 입구에서부터 내만에 이르기까지 격자형으로 41개 조사정점을 설정하고 van Veen grab (표면적 0.1 m²)을 사용하여 각 정점당 3회씩 저서동물을 채취하였다. 함평만은 만 입구역에서 중앙부까지는 muddy sandy gravel 퇴적상이, 만 중앙부

로부터 내측에는 gravelly sandy mud 퇴적상이었으며, 퇴적물내의 유기탄소량은 0.23~0.69 (0.44±0.10)% 범위였다. 조사 기간 동안 출현한 총 168종의 저서동물 가운데 다모류가 58종으로서 가장 우점하였으며, 갑각류는 54종이 출현하여 이들 두 분류군이 전체 출현종수의 66.6%를 차지하였다. 연체동물은 34종이 출현하였으며 기타 분류군은 22종이었다. 평균 밀도는 1,168 개체/m²였으며, 연체동물이 가장 우점하여 평균 684 개체/m²의 밀도로서 전체 밀도의 58.6%를 차지하였다. 다모류는 381 개체/m²의 밀도로서 전체 밀도의 32.6%를 차지하였다. 갑각류는 90 개체/m²가 출현하여 상대적으로 밀도는 낮은 양상이었다. 생체량은 358.65 g/m²이 출현하였는데, 이 가운데 연체동물의 생체량이 302.97 g/m²을 차지하여 전체 생체량의 84.5%에 달하였다. 극피동물은 24.20 g/m²으로서 전체 생체량의 6.7%, 갑각류는 19.16 g/m²으로서 전체 생체량의 5.4%를 차지하였다. 주요 우점종으로서 *Ruditapes philippinarum*이 정점당 평균 520 개체/m² (44.2%)로서 만 중앙부의 정점들에서 주로 출현하였다. 다모류인 *Lumbrineris longifolia*는 평균 183 개체/m² (15.4%)로서 만 안쪽에 위치한 정점들에서 밀도가 높았다. 이때 패류인 *Pitar indecoroides*는 정점당 평균 56 개체/m²의 밀도로서 만 입구 정점에서 밀도가 높았다. 또한 고둥류인 *Reticunassa festiva* 및 다모류인 *Heteromastus* sp., *Praxillella affinis*, *Chone* sp., *Tharyx* sp.는 대부분의 정점에서 비교적 고른 분포하였다. 집괴 분석 결과 함평만 조하대 정점들은 퇴적상에 따라 크게 5개의 정점군으로 대별되었다. 즉, 함평만 입구역에서부터 만 중앙까지 연결된 정점군 (정점군 B), 만 중앙부에서 내만까지의 정점군 (정점군 C), 그리고 자갈의 함량이 높은 정점들 (정점군 A)로 크게 3개 정점군으로 나누어지고, 내만 가장 안쪽에 위치한 정점 1과 종릿과 바지락의 치패 출현량이 극히 많은 정점 4와 6이 각각 별도의 정점군으로 구분되었다.

참 고 문 헌

- Bilyard, G.R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Pollut. Bull.*, 18, 581~585.
- Chang, J.H., Y.S. Kim and Y.G. Cho. 1999. Tidal-flat sedimentation in a semi-enclosed bay with erosional shoreline: Hampyung Bay, west coast of Korea. [The Sea] *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 4, 117~126 (in Korean).
- Duineveld, G.C.A., A. Kunitzer, U. Niermann, P.A.W.J. De Wilde and J.S. Gray. 1991. The macrobenthos of the North Sea. *Netherland J. Sea Res.*, 28, 53~65.
- Henriksen, K., J.I. Hansen and T.H. Blackburn. 1980. The influence of benthic infauna on exchange rates of inorganic nitrogen between sediment and water. *Ophelia, Suppl.*, 1, 249~256.
- Jung, R.H. 1998. Effect of the coastal zone development on the marine benthic ecosystem with special reference to the benthic polychaete community in Kwangyang Bay, Korea. Ph. D. thesis, Inha Univ., Incheon, 306pp.
- Lim, H.S. 1993. Ecology on the macrozoobenthos in Chinhae Bay of Korea. Ph. D. Thesis, Nat'l. Fish. Univ. of Pusan. 311pp (in Korean).
- Lim, H.S. and J.S. Hong. 1994. An environmental impact assessment based on the benthic macrofauna in Chinhae Bay, Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 27, 659~672 (in Korean).
- Lim, H.S. and J.S. Hong. 1997. Ecology of the macrozoobenthos in Chinhae Bay, Korea. 3. Community structure. *J. Korean Fish. Soc.*, 30, 175~187 (in Korean).
- Lim, H.S., H.S. Park, J.W. Choi and J.G. Je. 1999. Macrobenthic community of the subtidal soft bottom of Aenggang Bay in the southern coast of Korea. [The Sea] *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 4, 80~92 (in Korean).
- Lim, H.S., J.G. Je., J.W. Choi and J.H. Lee. 1991. Distribution pattern of the macrozoobenthos at Yoja Bay in summer. *Ocean Res. of KORDI.*, 13, 31~46 (in Korean).
- Lim, H.S. and K.Y. Park. 1999. Community structure of macrobenthos in the subtidal soft bottom in semi-enclosed Youngsan River estuarine bay, southwest coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 320~332 (in Korean).
- Lim, H.S., K.Y. Park, B.S. Ihm, J.S. Lee and S.D. Chu. 1997. Macrobenthic community on the mud-tidalfat around Mokpo coastal area, Korea. *Korean J. Ecol.*, 20, 355~365 (in Korean).
- Ma, C.W., S.Y. Hong and H.S. Lim. 1995. Macrobenthic fauna of Deukryang Bay, Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 28, 503~516 (in Korean).
- McIntyre, A.D. and A. Eleftheriou, 1968. The bottom fauna of a flatfish nursery ground. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 48, 113~142.
- Park, H.S. 1998. Effects of dike construction on benthic environment and macrofaunal community in Chonsu Bay, Korea. Ph. D. Thesis, Inha Univ., Incheon, 226pp (in Korean).
- Park, K.Y. and T.K. Song. 1987. Ecological studies on the Hampyung Bay. *Bull. Inst. Littoral Biota, Mokpo Nat'l. Univ.*, 4, 91~101 (in Korean).
- Pearson, T.H. and R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16, 229~311.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity, I. different types of biological collection. *J. Theoret. Bio.*, 13, 131~144.
- Pielou, E.C. 1984. The interpretation of biological data. Wiley, New York. 263p.
- Rhoads, D.C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy floor. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 12, 263~300.
- Ryu, S.O., H.S. You and J.D. Lee. 1999. Seasonal variation of surface sediments and accumulation rate on the intertidal flats in Hampyung Bay, southwestern coast of Korea. [The Sea] *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 4, 127~135 (in Korean).
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *The American Naturalist*, 102(925), 243~282.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication, Urbana, University of Illinois Press. Urbana. 125pp.
- Shin, H.C. 1995. Benthic polychaetous community in Kamak Bay, southern coast of Korea. *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 30, 250~261 (in Korean).
- Shin, H.C. and C.H. Koh. 1990. Temporal and spatial variation of polychaetous community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 25, 205~216 (in Korean).
- Shin, H.C., J.W. Choi and C.H. Koh. 1989. Faunal assemblages of benthic macrofauna in the inter and subtidal region of the inner Kyeonggi Bay, west coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 24, 184~193.

Shin, H.C., S.G. Kang and C.H. Koh. 1992. Benthic polychaete community in the southern area of Kyeonggi Bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 27, 164~172 (in Korean).
Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. *A Practical Handbook of*

Seawater Analysis. Fish. Res. Board of Canada, 310 pp.

2001년 2월 16일 접수

2001년 6월 9일 수리