

남해안 여자만의 저서 다모류 군집 분포

김용현 · 신현출* · 임경훈
여수대학교 해양시스템학부

Distribution of Benthic Polychaeta Community in Yoja Bay, Korea

Yong Hyun KIM, Hyun Chool SHIN* and Kyeong Hun LIM
Division of Ocean System, Yeosu National University, Yeosu 550-749, Korea

This study investigated the composition and the distribution of the benthic polychaeta community in the semi-enclosed Yoja Bay on the southern coast of Korea and was designed to deduce temporal changes in the community with the comparison of the previous studies. In Yoja Bay, benthic polychaetous community structure was investigated on the base of the samples from 87 stations. The surface sediment was mainly composed of fine-grained sediment, mixed clayey silt and silty clay. The total benthic macrofaunal density was 387 indiv./m², and the density was higher in the middle bay, and in the mouth of bay than in the inner bay. *Scapharca subcrenata* (Bivalvia) and amphipods (Crustacea) were important species in the inner and the middle of the bay, respectively. Benthic polychaetes were comprised of 72 species with a mean density of 149 indiv./m². Their distributions showed higher densities in the mouth of bay than in the rest of bay. The dominant species over 1.0 percentages were composed of the 20 species, and they occupied 84.5% of the total density. The most dominant species was *Sternaspis scutata* (13.6%), followed by *Heteromastus filiformis* (9.8%), Polynoidae indet. (8.3%), *Sigambra tentaculata* (7.1%) and others. The cluster analysis revealed that the study area was divided into three station groups. At the station group YI located in the inner bay, the most dominant species was *Heteromastus filiformis*. At the station group YII in the middle bay, the dominant species was *Sternaspis scutata*. And at the station group YIII in the mouth of bay, the dominant species was *Paralacydonia paradoxa*. Whereas *Sternaspis scutata* and *Mediomastus* sp. were the dominant species in the past study, *Heteromastus filiformis* and *Tharyx* sp. appeared newly to be the dominant species, even if their low densities that in the past. These facts mean that Yoja Bay be maintained yet as little polluted area compared to other bays on the coast of Korea, but needed some caution of marine environmental management.

Key words: Polychaeta, Benthic community, Distribution, Yoja Bay, Surface sediment

서 론

일반적으로 저서동물은 먹이 사슬을 통해서 퇴적물 내의 영양염을 변화시킬 뿐만 아니라, 퇴적물에서 수괴의 영양염 재순환에 중요한 매개자 역할을 함으로서, 생태계 물질순환의 중요한 역할을 담당한다(Bilyard, 1987). 이런 저서동물의 분포는 서식처의 퇴적물 입도 조성(Boyden and Little, 1973), 수심(Jung, 1992), 유기물 함량(Lim et al., 1992) 등과 같은 환경요인에 따라 영향을 받기도 한다. 이런 저서동물 중 저서다모류는 현존량이나 종조성에서 매우 주요한 위치를 차지하므로, 다모류군집의 생태학적 특성을 밝히는 작업은 전체 저서동물군집의 구조적 특성을 이해하는데 도움이 된다(Hong et al., 1982; Lee, 1976).

남해안의 내만을 대상으로 저서동물 및 저서다모류에 대한 연구는 진해만(Lim et al., 1992), 광양만(Shin and Koh, 1990) 그리고 득량만(Shin and Kim, 2002) 등의 많은 연구가 진행되

어 왔다. 특히 내만역은 주변 육상의 인간 활동에 의한 영향을 받는 동시에 높은 생산력을 가지고 외해로부터의 풍파를 피할 수 있다는 조건 때문에 양식 활동에 이용되어 왔다. 이러한 양식 활동의 증가는 양식생물의 미 이용 먹이와 그들의 배설물에 의해 퇴적물 중 유기물의 과도한 축적을 초래하여 왔다. 따라서, 육상 오염물질 유입과 함께 이들 해역의 유기오염물 축적을 가속화하고 있어 집약양식에 대한 내만 환경 관리는 해결해야 할 중요한 과제로 인식되어 왔다(Hastings and Heinle, 1995). 여자만의 경우에는 만내에 산재해 있는 각종 패류 양식장의 생산성 향상을 위해 과거에 여러 가지 환경조사가 수행되었다. 피조개의 종패 살포 후 수확시까지의 폐사에 관한 연구(Kwon and Cho, 1986), 키조개의 양식 개발에 관한 연구(Yoo and Yoo, 1984; Yoo et al., 1988)와 장마에 의한 담수유입이 어란 및 치자어의 출현량에 미치는 영향(Yoo et al., 1993)에 대한 연구가 진행되어 왔다. 저서동물군집에 관한 연구는 만 내에서 여름철에 저서동물상을 조사 한 바 있으나(Lim et al., 1991), 전체 해역을 대상으로 한 저서다모류

*Corresponding author: shinhc@yosu.ac.kr

군집분포 연구는 아직 이루어지지 않았다.

본 연구는 여자만 전체 해역의 저서동물 및 저서다모류의 공간분포 양상을 파악하여 저서다모류군집의 변화과정을 연구하였으며, 과거에 조사한 연구 결과와 비교·고찰하였다.

자료 및 방법

연구지역 개황

남해안에 위치한 여자만은 고흥반도의 서쪽편과 고돌산반도로 둘러 쌓여 있는 입구가 좁은 반폐쇄적인 만으로써, 평균 직경은 약 21.6 km이고 평균 수심은 약 5.4 m인 천해역이다 (Fig. 1). 만 입구는 폭이 약 7.4 km이고, 낭도와 적금도 그리고 조발도 등의 섬들이 산재해 있다. 특히, 낭도 좌우에 위치한 서수도와 조발수도에 의해 외해와 연결되어 있으며, 이들 수도가 유일한 해수교환 통로역할을 하기에 외양수와 혼합이 느리다. 여자만의 수심은 만 입구의 좌우 수로가 20 m 이상이고, 그 외의 해역은 10 m 이하로 비교적 낮다. 만의 북단역에는 별교천과 동천 그리고, 이사천 등의 주요 하천으로부터 담수가 유입되고 있으며, 이들의 유역면적은 각각 195.2 km², 139.1 km², 72.1 km²이다. 특히 여자만은 펄조간대가 넓게 잘 발달되어 있어 새고막 등의 패류 살포식 양식이 성행하고 있다.

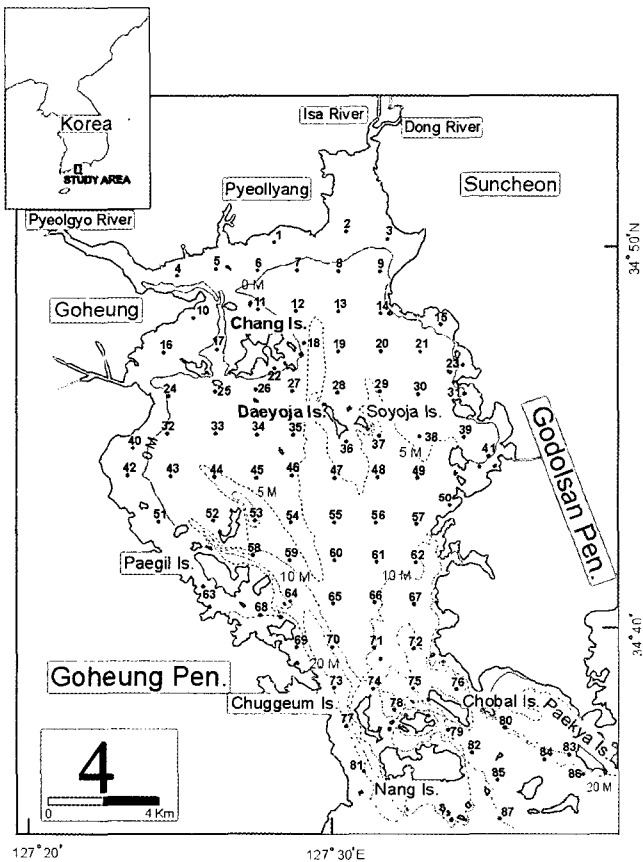


Fig. 1. The study area, sampling stations and bathymetry in Yoja Bay.

저서동물 채집 및 분석

여자만을 대상으로 총 87개 정점을 선정한 후, 1997년 여름에는 만 입구역에서의 저서동물을 채집하였으며, 이듬해 가을에는 만 북단역과 중앙역을 대상으로 다모류를 비롯한 저서동물을 채집하였다(Fig. 1). 저서동물은 개량된 van Veen grab(입구면적 0.1 m²)을 사용하여 각 정점별 2회씩 채취하여 선상에서 망목 크기 1.0 mm인 표준체로 체질하여 10% 중성 포르말린으로 고정시킨 후, 실험실로 운반하였다. 채집된 저서동물은 동물군별로 구분하여 계수하였고, 다모류는 중수준까지 동정한 후 계수하였다. 중수준까지 동정이 어려운 종은 상위 분류군 수준에서 동정하였다. 다모류 군집의 특성을 파악하기 위하여 종별 개체수 자료를 이용하여 종다양성 지수(Shannon and Weaver, 1963), 종풍부도 지수(Margalef, 1958), 종균등도 지수(Pielou, 1966), 우점도 지수(McNaughton, 1968)를 정점별로 계산하였다. 개체수 자료는 정점간, 종간 밀도의 차이를 줄이고 자료의 편중을 피하기 위하여 대수 변환하였다. 종조성에 의거하여 조사지역을 구분하기 위하여 집괴분석을 실시하였다. 정점간의 유사도 지수는 Chord Distance를 사용하였으며, 정점간의 결합은 가중평균결합법(Weighted Pair-Group Method of Average, WPGMA)을 사용하였다. 각 정점군별 주요 우점종 서식밀도와 퇴적환경 요인(평균 입도, 모래, 실트, 니질 함량)과의 상관관계는 Spearman 순위상관계수를 이용하여 분석하였다. 이 때 사용된 프로그램은 Spss (v.12)이었다.

퇴적환경 요인 분석

저서다모류분포에 영향을 미치는 환경 요인 중 하나로 표층 퇴적물의 입도를 분석하였다. 시료는 Grab sample에서 표층 5 cm 깊이까지를 채취하여 염산(10%)과 과산화수소(15%)를 첨가하여 탄산염과 유기물을 제거한 후, 4Φ 체로 습식체질하여 4Φ 이상의 입자는 건조시켜 1Φ 간격의 체로 건식체질법에 의해 분석하였고, 4Φ 이하의 입자에 대해서는 자동입도분석기 Sedigraph-5100 (Micromeritics Instrument Corporation)을 사용하였다. 이 때, 니질의 응집을 막기 위하여 칼콘을 사용하였다. 각 정점의 퇴적물상은 Shepard (1954)의 방법으로 퇴적물 유형 3분류도에 표시하였다.

결 과

표층퇴적물의 입도 조성

여자만에서의 표층 퇴적상을 살펴보면, 사질은 만 북단의 담수가 유입되는 지역과 만 입구역에서의 몇몇 정점에서 20% 내외로 분포하였으나, 그 외의 지역에서는 매우 낮은 함량을 보였다. 실트질은 만 중앙의 좌측편에서 높은 함량을 보였으며, 점토질은 만 내에서 전반적으로 고르게 분포하였다. 대체적으로 여자만의 표층퇴적상은 Clayey silt상과 Silty clay상이 뒤섞인 세립질 퇴적상으로 나타났다(Fig. 2).

저서동물군집

여자만의 저서동물군집에 대해 조사한 결과, 전체 저서동

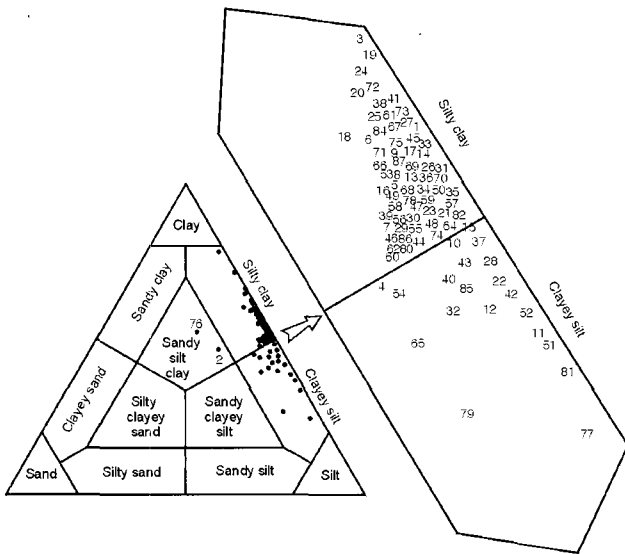


Fig. 2. Ternary diagram of the surface sediment at each station in Yoja Bay.

물의 평균서식밀도는 387 indiv./m²이었다 (Table 1; Appendix 1). 이 중 다모류가 149 indiv./m²으로 전체 저서동물 중 38.6%를 차지하여 가장 우점한 동물군으로 출현하였다. 그 다음의 동물군은 절지동물과 연체동물로 각각 27.4%와 25.2%를 차지하였다. 저서동물의 분포에 대해 살펴보면, 만 북단의 장도

Table 1. Ecological characteristics of macrobenthic communities collected in Yoja Bay. The values in parentheses are the relative percentage of the total number of taxa

Ecological parameters	Mean
Sediment characteristics	
Gravel (%)	3.88
Sand (%)	1.78
Silt (%)	96.52
Clay (%)	53.04
Mz (φ)	8.78
Main sediment facies	Silty clay/Clayey silt
Benthic macrofauna	
Mean density (indiv./m ²)	387
Taxonomic group (Density)	
Polychaeta	149 (38.6%)
Crustacea	106 (27.4%)
Mollusca	98 (25.2%)
Echinodermata	7 (1.8%)
Others	27 (7.0%)
Benthic Polychaeta	
Total species number	72
Mean number of species per 0.2 m ²	11
Mean density (indiv./m ²)	149
Ecological indices of polychaete community	
Diversity (H')	2.0±0.4
Richness (R)	3.0±0.9
Evenness (J)	0.9±0.1
Dominance (D)	0.5±0.1

부근과 만 중앙역, 그리고 만 입구역에서 다른 지역에 비해 상대적으로 높은 분포를 보여주었다(Fig. 3). 즉 정점 22, 62, 77, 81에서 1,000 indiv./m² 이상으로 출현하였으며, 만 중앙역과 만 입구역의 몇몇 정점에서는 500-1,000 indiv./m²의 서식 밀도를 보였다. 이처럼 높은 서식밀도는 이매패류인 새고막 (*Scapharca subcrenata*)과 절지동물인 옆새우류가 일부 정점에서 극우점 출현하였기 때문이다. 새고막의 경우, 전체 동물군 중 16.8%를 차지하였으며, 장도 남쪽 해역에의 정점 22에서 1,380 indiv./m²로 매우 높은 서식밀도로 출현하였으며, 정점 45와 46에서 각각 790 indiv./m², 570 indiv./m²으로 만 중앙역에서만 집중적으로 다량 출현하였다. 옆새우류의 경우, 전체 동물군 중 15.3%를 차지하였으며, 특히 정점 62와 81에서 각각 725 indiv./m², 692 indiv./m²로 만 북쪽 해역보다는 만 중앙 해역과 만 입구쪽 해역에서 높은 서식밀도를 보였다.

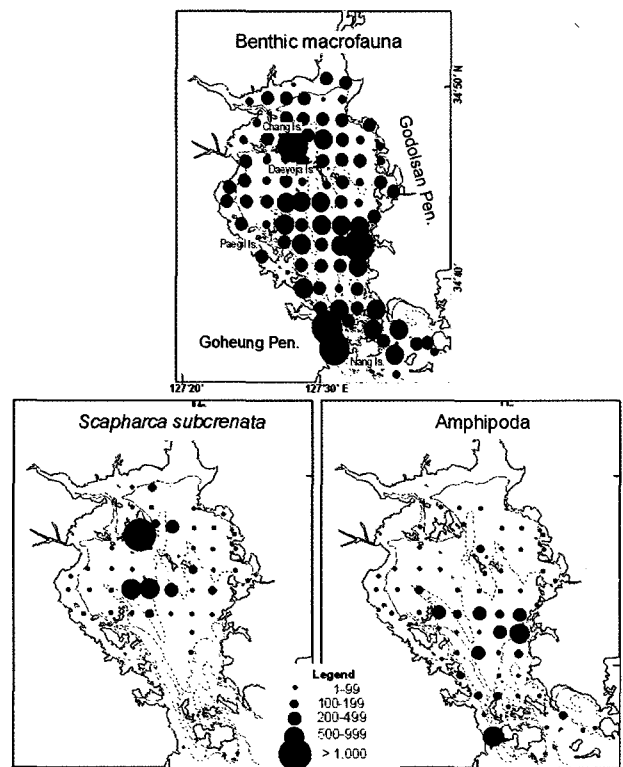


Fig. 3. The density (indiv./m²) distribution of benthic macrofauna, *Scapharca subcrenata* (Mollusca) and Amphipoda (Crustacea) in Yoja Bay.

저서다모류군집

저서다모류는 총 72종이 출현하였으며, 평균서식밀도는 149 indiv./m²이었다(Table 1). 생태지수를 살펴보면, 다양한 종들이 균등하게 분포하고 있으며, 몇몇 종들에 의한 극우점 현상이 심하지 않음을 알 수 있다. 출현종수와 서식밀도의 분포 양상을 살펴보면, 출현종수는 만 입구역의 정점에서 20종 이상이 출현하였지만, 만 북단역과 만 중앙역의 대부분 정점에서 10종 내외로 출현하였다(Fig. 4). 만 북단의 경우

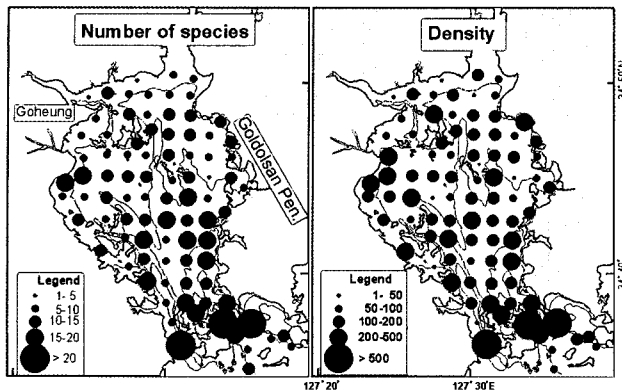


Fig. 4. The distribution of number of species per 0.2 m² and density (indiv./m²) of Polychaeta in Yoja Bay.

정점 11에서 13종, 정점 15에서 12종이 출현하였으며 비교적 출현종수가 적었다. 반면 만 중앙역에 위치한 정점 32, 40, 44에서 각각 17종, 17종, 13종이 출현하였다. 만 입구역에 위치한 정점 79, 80, 81에서 각각 23종, 26종, 22종으로 다른 정점에 비해 많은 종수로 나타났다. 저서다모류의 서식밀도를 살펴보면, 가장 서식밀도가 높게 출현한 정점은 만 입구역에 위치한 정점 79에서 710 indiv./m²이었으며, 만 내 해역은 대체로 200 indiv./m²의 고른 분포를 보였다.

그러므로, 여자만의 저서다모류 군집은 전반적으로 출현종수와 서식밀도가 낮은 빈약한 군집으로 형성되어 있다. 출현종수와 서식밀도는 유사한 분포 양상을 보이고 있으며, 대체적으로 내만역보다는 만 입구역에서 다소 높은 값을 보였다. 저서다모류의 출현개체수에 있어서 1.0% 이상 차지하는 우점종은 총 20종이었으며, 이는 전체 다모류 중 84.5%를 차지하였다(Table 2). 이 중 *Sternaspis scutata*가 전체 해역에 대해 20

indiv./m² (13.6%)로 가장 우점하였으며, 또한 가장 많은 정점에서 출현하였다. 다음은 *Heteromastus filiformis* (15 indiv./m², 9.8%), Polynoidae (12 indiv./m², 8.3%), *Sigambra tentaculata* (11 indiv./m², 7.1%) 순으로 우점하였다.

상위 우점종의 분포양상을 살펴보면, 제1 우점종인 *S. scutata*는 전 해역중 68개 정점에서 출현하였으며, 만 북단의 장도 부근과 만 중앙역에서 높은 서식밀도로 출현하였다(Fig. 5). 즉 정점 24와 37에서 각각 140 indiv./m², 110 indiv./m²로 출현하였다. 제2 우점종인 *H. filiformis*는 *S. scutata*와는 달리 내만역보다는 만 입구역에서의 서식밀도가 높았다. 즉 낭도의 동측 수로지역의 정점인 80과 84에서 각각 120 indiv./m²로 서식하였다. Polynoidae의 경우, *H. filiformis*와 비슷한 분포양상을 보이나, 만 입구역에 위치한 낭도의 동측의 수로지역보다는 서측의 수로지역의 정점 79에서 75 indiv./m²로 가장 높았다. *S. tentaculata*의 경우, 만 중앙역에서 고른 분포양상을 보이나, 담수가 유입되는 하천 부근의 정점에서는 서식밀도가 낮았다. 그리고 *Tharyx* sp.의 경우, 만 중앙역과 만 입구역의 몇몇 정점에서 소량으로 출현하였으며, 정점 63과 80에서의 서식밀도는 각각 60 indiv./m²으로 나타났다. 그리고 *P. paradoxa*의 경우, 총 정점 중 34개 정점에서 출현하였으며, 주로 만 내 해역보다는 만 입구역에서 서식밀도가 높게 나타났다.

군집 분석

정점간 다모류의 종조성에 기초한 집괴분석을 수행한 결과, 유사도 지수(Chord Distance) 3.32에서 3개의 정점군으로 분리할 수 있었다. 즉 만 북단역을 정점군 I, 만 중앙역을 정점군 II, 그리고 만 입구역을 정점군 III으로 구분되었다(Fig. 6). 정점군 I은 하천에 의한 담수의 영향을 받는 만 북단역으로 총 27개 정점으로 구성되어 있으며, 표층 퇴적상은 Silty clay으

Table 2. Dominant polychaete composed of over 1.0% among benthic macrofauna in Yoja Bay

Dominant species	Total density (indiv./m ²)	%	Mean density (indiv./m ²)	Frequency
<i>Sternaspis scutata</i>	1,760	13.6	20	68
<i>Heteromastus filiformis</i>	1,275	9.8	15	64
Polynoidae	1,070	8.3	12	65
<i>Sigambra tentaculata</i>	920	7.1	11	57
<i>Tharyx</i> sp.	715	5.5	8	49
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	700	5.4	8	34
<i>Glycera chirori</i>	655	5.1	8	52
<i>Nephtys ciliata</i>	585	4.5	7	48
<i>Poecilochaetus johnsoni</i>	535	4.1	6	36
<i>Prionospio</i> sp.	405	3.1	5	46
<i>Aglaophamus</i> sp.	365	2.8	4	19
<i>Lumbrineris longifolia</i>	310	2.4	4	8
<i>Tambalagamia</i> sp.	275	2.1	3	29
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	265	2.0	3	24
<i>Notomastus</i> sp.	260	2.0	3	29
<i>Polydora</i> sp.	225	1.7	3	13
<i>Brada villosa</i>	210	1.6	2	21
<i>Ampharete arctica</i>	185	1.4	2	16
<i>Genetyllis</i> sp.	135	1.0	2	2
<i>Phylo felix asiaticus</i>	130	1.0	2	16

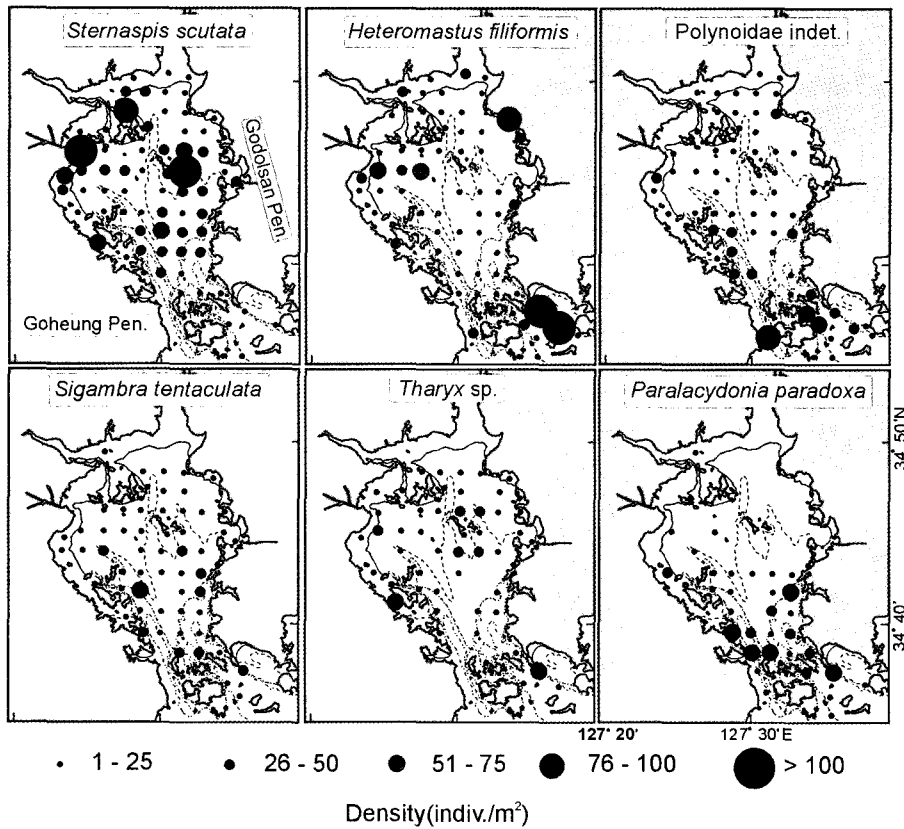


Fig. 5. The distribution of dominant polychaetes in Yoja Bay.

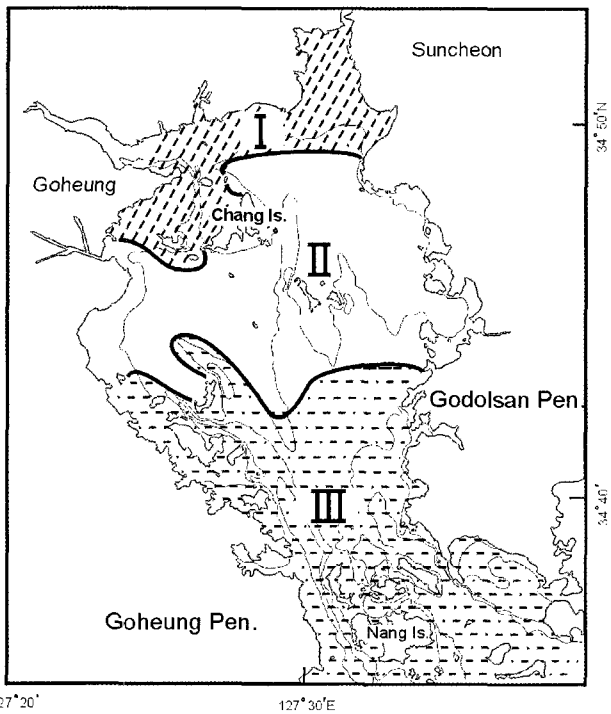


Fig. 6. The distribution of station groups (I, II, III) from the cluster analysis species composition in Yoja Bay.

로 나타났다. 전체 동물에 대한 평균서식밀도는 325 indiv./m²으로 연체동물이 주 동물군으로 출현하였다(Table 3). 저서다모류군집의 특성을 살펴보면, 출현종수는 44종이었으며, 서식밀도는 71 indiv./m²으로 다른 정점군에 비해 낮았다. 생태지수를 살펴보면, 비교적 적은 종이 균등한 분포로 출현하였다. 우점종으로는 *H. filiformis*로 평균서식밀도는 11 indiv./m²으로 가장 많이 출현하였으며, *S. scutata*, *G. chirori*, Polynoidae 순으로 우점하였다. 여기에서 출현한 우점종과 퇴적환경 요인과는 무관한 양상을 보여주었다.

정점군 II는 만 중앙역의 35개 정점으로 구성되어 있으며, 표층 퇴적상은 Silty clay와 Clayey silt상으로 나타났다. 평균서식밀도는 367 indiv./m²으로 다모류가 주 동물군으로 출현하였다. 저서다모류군집의 특성을 살펴보면, 출현종수는 60종으로 다른 정점군에 비해 가장 많았으며, 서식밀도는 170 indiv./m²으로 나타났다. 생태지수를 살펴보면, 다양한 종이 균등한 분포를 보였으며, 극우점적 현상은 나타나지 않았다. 우점종으로는 *S. scutata*로 정점당 평균서식밀도는 30 indiv./m²으로 가장 많이 출현하였으며, *H. filiformis*, Polynoidae, *Tharyx* sp.순으로 나타났다. 퇴적환경 요인과의 상관관계를 살펴보면, *G. chirori*의 경우에는 모래와 실트함량과는 양의 상관관계($P < 0.005$)를 보인 반면에, 점토와 평균입도와는 음의 상관관계($P < 0.05$)를 보여주어 조립질한 퇴적상에서 밀도가 높은 특

Table 3. Comparison of ecological parameters between station groups. The individual numbers of dominant species are expressed as mean density (indiv./m²) at each station group. The values in parentheses are the relative percentages of the faunal groups

parameters	Station groups		
	I	II	III
Number of station	27	35	25
Sediment			
Gravel (%)		0.1	7.6
Sand (%)	1.9	1.6	2.0
Silt (%)	43.7	48.0	42.8
Clay (%)	54.4	50.5	55.3
Mz (ϕ)	8.9	8.6	8.7
Surface sediment facies	Silty clay	Silty clay / Clayey silt	Silty clay
Total faunal density (indiv./m ²)	325	367	483
Taxonomic Group			
Mollusca	131 (40.3)	120 (32.7)	30 (6.2)
Crustacea	101 (31.1)	57 (15.5)	180 (37.3)
Polychaeta	71 (21.8)	170 (46.3)	206 (42.7)
Others	22 (6.8)	20 (5.5)	67 (13.8)
Characteristics of polychaeta community			
Total number of species	44	60	54
Mean number of species per 0.2 m ²	7.1	12	14.5
Mean density (indiv./m ²)	71	170	206
Ecological indices			
Diversity (H')	1.70	2.07	2.37
Richness (R)	2.35	3.10	3.69
Evenness (J)	0.87	0.87	0.90
Dominance (D)	0.49	0.47	0.38
Dominant species (indiv./m ²) over 5%			
<i>Heteromastus filiformis</i>	11	16	17
<i>Sternaspis scutata</i>	8	30	20
<i>Glycera chirori</i>	6	9	
Polynoidae	6	13	18
<i>Prionospio</i> sp.	5		
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	4		22
<i>Sigambra tentaculata</i>		10	19
<i>Aglaophamus</i> sp.			12
<i>Tharyx</i> sp.		12	

성을 반영하고 있다. *Tharyx* sp.의 경우에는 실트함량과는 양의 상관관계($P < 0.05$)를 보인 반면에 점토 함량과는 음의 상관관계($P < 0.05$)를 보여주었다.

정점군 III은 만 입구역의 25개 정점으로 표층 퇴적상은 몇몇 정점을 제외하곤 Silty clay상으로 세립질 퇴적상으로 나타났다. 평균서식밀도는 483 indiv./m²으로 가장 높았으며, 다모류가 주 동물군으로 출현하였으며, 연체동물보다는 절지동물이 더 많이 출현하였다. 저서다모류군집의 특성을 살펴보면, 출현종수는 54종으로 나타났으며, 서식밀도는 206 indiv./m²으로 다른 정점군에 비해 높았다. 생태지수를 살펴보면, 다른 정점군에 비해 다양한 종들이 높은 서식밀도로 균등하게 분포하였다. 우점종으로는 우점종은 *P. paradoxa*로 평균서식밀도는 22 indiv./m²으로 가장 많이 출현하였으며, *S. scutata*, *S. tentaculata*, Polynoidae, *H. elongatus*, *P. johnsoni* 등의 순으로 나타났다. 이들 우점종과 퇴적환경 요인과의 상관관계를 살펴보면, 대부분 무관한 양상을 보여주었으나

($P > 0.05$), 이 중 *Aglaophamus* sp.는 실트함량과는 음의 상관관계($P < 0.01$)를 보여주었으며, *S. scutata*는 실트함량과 양의 상관관계($P < 0.05$)를 보여주었다.

고 찰

여자만의 저서동물 군집의 특징은 만 북단역의 담수 유입의 근원지인 이사천, 동천과 별교천의 하구역에서의 서식밀도보다는 만 입구역의 조발도와 낭도, 적금도를 통하여 외해수가 유입되는 해역에서의 서식밀도가 더 높았다. 저서동물의 평균 서식밀도는 387 indiv./m²으로 나타났으며, 과거 11개 정점을 대상으로 조사한 결과(Lim et al., 1991)에서의 평균서식밀도 388 indiv./m²와의 결과와 유사하였다. 본 연구에서 저서동물의 우점종을 살펴보면, 제1 우점종인 새고막(*Scapharca subcrenata*)은 총 정점중 43개 정점에서 출현하였으며, 출현 정점에 대한 서식밀도는 132 indiv./m²으로 만 중앙역의 일부 정점에서 집중적으로 출현하였다. 하지만, 과거 Lim et al.

(1991)의 조사 결과에서는 만 북단역의 서측에 위치한 장도 주위와 동천과 이사천의 강하구역에 제 4우점종으로 출현하였다. 이는 만 북단역의 장도 부근과 만 중앙역의 대여자도와 소여자도를 중심으로 새고막의 살포식 양식이 행해지고 있음을 시사하고 있다. 제 2우점종으로 출현한 저서동물은 옆새우류(Crustacea)로 이에 속하는 몇몇 종들은 해수중의 부유물을 걸러먹는 부유물식사이면서, 비교적 해류가 강하고 퇴적물내 사질의 함량이 우세한 지역에 서관을 만들어 서식하는 종(Sanders, 1958)들로서, 본 결과에서 총 정점중 60개 정점에서 출현하였으며, 주로 새고막의 분포와 반대 양상을 보여 주었다. 즉 만 서측편에 위치한 백일도를 기점으로 만 중앙역과 만 입구역에서 높게 나타났으며, 평균서식밀도는 86 indiv./m² 이었다. 과거에는 옆새우류에 속하는 *Eriopisella sechellensis* 가 제 3우점종으로 출현한 바 있다. 과거 Lim et al. (1991)의 결과에서의 제1 우점종은 극피동물문에 속하는 가시뿔해삼(*Protankyra bidentata*)이었으며, 제2 우점종은 연체동물문에 속하는 아기반투명조개(*Theora fragilis*)였다. 이처럼 저서동물의 우점종적인 차이는 조사 정점의 수와 위치에도 차이가 있으나, 무엇보다도 만 중앙역에서의 새고막 양식에 따른 살포 및 수확으로 인한 물리적인 환경요인에 의해 저서동물의 서식처 교란이 발생한 결과로 사료된다.

저서다모류의 서식밀도는 149 indiv./m² (36.8%)으로 Lim et al. (1991)의 189 indiv./m² (48.7%)보다는 낮았다. 서해안의 경기만 357 indiv./m² (Shin et al., 1989), 남해안의 가막만 253 indiv./m² (Shin, 1995), 동해안의 영일만 1,485 indiv./m² (Shin et al., 1992)보다는 낮았으나, 득량만의 전체 해역을 대상으로 연구한 Shin and Kim (2002)의 138 indiv./m²보다는 다소 높았

다. 다모류의 출현종수는 72종으로 Lim et al. (1991) 결과의 72종과는 같은 종수로 출현하였으나, 본 연구의 미동정종이 다수 있어 과거보다 더 많은 종수로 출현한 것으로 보여진다. 만 북단역과 만 중앙역보다는 만 입구역에서 더 많은 종수와 출현밀도를 보여 주었으며, 장도를 중심으로 한 만 중앙역은 새고막 양식으로 인해 퇴적물의 혼탁이 빈번하게 발생하여 저서다모류의 서식에 부적합한 환경을 초래한 것이라 사료된다 (Poiner and Kennedy, 1984).

여지만에서의 해양 환경을 살펴보면, 퇴적물의 평균입도는 8.78 ϕ 으로 만 북단역과 만 중앙역은 8-9 ϕ 의 분포를 보여주었으며, 만 입구역은 9 ϕ 로 나타났다. 비슷한 시기에 조사한 연구 결과(Choi, 1997)에서 퇴적물 내의 유기물 분포는 만 북측의 담수 유입지인 강하구역에서 최고 12%로 분포하였으며, 나머지 전 지역은 6-8% 분포대로 만 중앙역에서는 8% 이상 나타났으며, 만 서측에서는 6%로 비교적 낮은 값을 나타내었다.

본 연구지역에서 가장 우점한 다모류는 *Sternaspis scutata*, *Heteromastus filiformis*, Polynoidae 그리고 *Sigambra tentaculata* 순이었으나, 과거에 조사한 결과(Lim et al., 1991)에서의 우점종은 *S. scutata*, *Mediomastus* sp., *Sigambra* sp.와 그리고 *Gattyana* sp.이었다(Fig. 7). 본 연구결과에서의 상위 4종의 우점종들은 전반적으로 만 전체에 골고루 분포하고 있다. 이 중 제1 우점종인 *S. scutata*는 조립질 퇴적물보다는 세립질 퇴적물을 더 선호하는 종으로써, 만 입구역보다는 만 북단과 만 중앙역에서 더 높은 서식밀도로 출현하였으며, Lim et al. (1991)에서도 비슷한 양상을 보여 주었다. 특히, 이 종은 득량만에서도 만 입구역보다는 만 북단과 만 중앙역의 서측편의

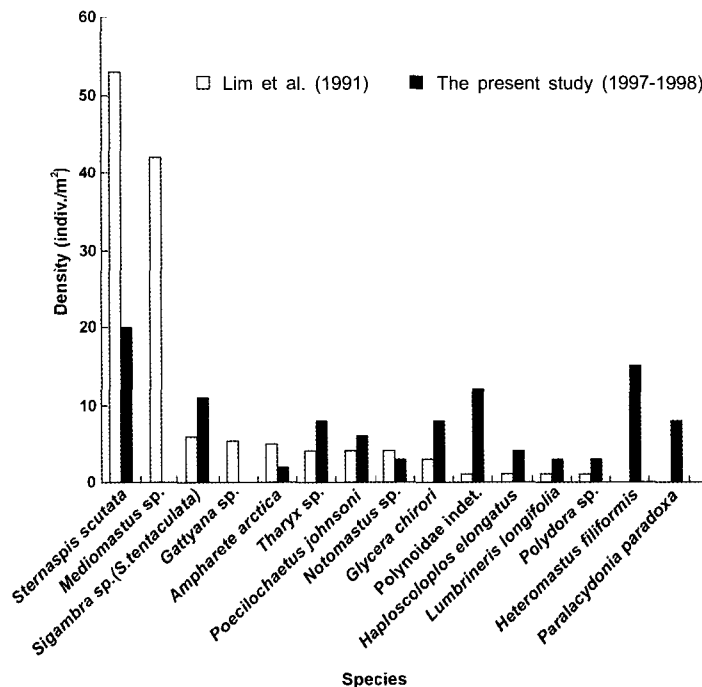


Fig. 7. Comparison of dominant polychaetes in Yoja Bay studied by Lim et al. (1991) and the present study (1997- 1998)

세립한 퇴적물에서 더 높은 서식밀도를 보여주었다(Shin and Kim, 2002). 제2 우점종인 *H. filiformis*는 잠재적 유기물 오염 지시종으로 익히 국내에서 보고된 바 있으며, 본 연구지역인 여자만에서의 서식밀도는 높지 않지만, 전반적으로 고른 분포를 보여 주고 있으며, 특히 만 입구역인 백야도 서측편에서 우점 출현하고 있다. 하지만, Lim et al. (1991)의 결과에서는 *H. filiformis*와 같은 Family에 속하는 *Mediomastus* sp.가 우점종으로 출현하였다. 제3 우점종인 Polynoidae는 만내보다는 만입구역에서 보다 높은 서식밀도를 보여준 반면에, 과거의 결과에서는 Family Polynoidae에 속하는 *Gattyana* sp.가 우점종으로 출현하였다. 제4 우점종인 *S. tentaculata*는 뚜렷한 우점현상 없이 전반적으로 만 전체에 분포하는 양상을 보여 주었으며, 특히 만 중앙역에서의 서식밀도가 높았다.

이상과 같이, Lim et al. (1991)의 결과와 본 연구의 결과에서 저서다모류의 특징을 살펴보면, 만 중앙역에서의 살포식 패류 양식에 의한 저서환경의 교란이 발생할 뿐, 대체적으로 양호한 저서동물 분포상을 지니고 있음을 시사하고 있다. 특히 우점종은 출현에 따른 순서적 차이는 있으나, 유사한 종으로 분포하여 이들 종들이 여자만의 대표 종이라 할 수 있으며, 만 전체를 대상으로 한 결과와 어느 특정한 시기에 일부 정점을 조사한 결과와는 다소 차이가 없음을 시사하였지만, 보다 더 시·공간적 군집변화에 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

여자만에서 저서다모류의 1% 이상을 차지하는 종들을 대상으로 집괴분석을 실시한 결과, 하천을 통한 담수의 영향을 받는 만 북단역, 해수와 담수의 혼합이 일어나는 만 중앙역, 그리고 외해수의 유입으로 인해 영향을 받는 만 입구역으로 구분되었다. 이것은 입구역은 하계(1997년의 일부 정점)에 조사를 행하였으며, 북단역과 중앙역은 추계(1998년)에 조사를 행하였음에도 불구하고 3구역으로 구분된 결과로 보여진다. 이런 사실로 미루어 보아, 한 계절에 어떤 해역을 대상으로 여러 정점을 선정하여 조사를 실시한 본 연구보다는 그 해역을 대표할 수 있는 정점만을 선정하여 조사를 실시하는 것이 더 나은 방법일 것으로 사료된다.

여자만의 저서다모류의 특징을 살펴보면, 범세계적으로 분포하는 종인 *S. scutata*는 대부분이 200 m 이내의 천해역에 분포하는 것으로 알려져 있으며(Fauchald, 1977), 국내 연안역에서 흔히 발견되는 종이기도 하다(Yi et al., 1982). 특히 이 종은 진해만에서 유기 오염도가 낮고 비교적 깨끗한 외해역의 영향을 받는 만 입구에서의 세립질 퇴적환경에 높은 밀도로 출현한다고 보고된 바 있다(Lim and Hong, 1996). 그리고, 이 종은 연중 산란하며 주 착저 시기는 여름인 것으로 보고하였다. 이런 사실로 미루어 보아, 과거에 조사한 결과(Lim et al., 1991)와 마찬가지로 현 조사에서도 여자만의 최우점종으로 출현하고 있다는 사실은 여자만의 저서환경이 현재까지 비교적 청정한 상태를 유지하고 있음을 의미한다고 볼 수 있다. *Mediomastus* sp.의 경우, 평양만에서의 분포 양상으로 동계에 분급이 불량한 퇴적상에서 높은 밀도로 출현하였다고 보고하

였다(Jung, 1998). 과거에 이 종이 제2 우점종으로 출현한 반면 본 조사 결과에서 전혀 출현하지 않다. 하지만, 동일한 과(family)에 속하는 잠재적 유기물 오염 지시종인 *Heteromastus filiformis*가 두 번째 우점종으로 출현하고 있으며, 주로 만내보다는 만 입구역에서 출현 밀도가 높았다. 그리고 *Lumbrineris longifolia*는 그다지 서식밀도는 높지 않지만, 과거보다 현재 서식밀도가 증가하는 추세이다. 이런 사실로 미루어 볼 때, 현 여자만은 그다지 오염이 심각하지는 않지만, 해양관리에 주의를 요하는 것으로 판단된다. 즉, 해양환경의 악화에 따라 항상 저서다모류군집의 조성이 기회종들의 우점화가 발생할 내재적 가능성을 안고 있다고 여겨진다.

참 고 문 헌

- Bilyard, G.R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. Mar. Poll. Bull., 18, 581-585.
- Boyden, C.R. and C. Little. 1973. Faunal distributions in soft sediments of the Severn estuary. Estuar. Coast. Mar. Sci., 1, 203-223.
- Choi, H.S. 1997. Distribution characteristics of surface sediment and benthic foraminifer communities in Yoja Bay, Korea. M.S. Thesis. Yosul Natl. Fish. Univ., Korea, pp. 61.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the Order, Families and Genera. Natl. Hist. Mus. Los Angeles County, Sci. Ser., 28, 1-188.
- Hastings, R.W. and D.R. Heinle. 1995. The effects of aquaculture in estuarine environments: introduction to the dedicated issue. Estuaries, 18, 1.
- Hong, S.Y., U.J. Han and E.I. Paik. 1982. Marine macrobenthos distribution and the substrate conditions of Suyeong Bay. Publ. Inst. Mar. Sci., Natl. Fish. Univ. Pusan, 14, 1-21.
- Jung, R.H. 1992. A study on the community of benthic polychaete in Kwangyang Bay. M.S. Thesis. Inha Univ., Korea, pp. 306.
- 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., pp. 306.
- Kwon, W.S. and C.H. Cho. 1986. Culture of the ark shell, *Anadara broughtonii* in Yoja Bay. Bull. Kor. Fish. Soc., 19, 375-379.
- Lee, J.H. 1976. A study on the benthic fauna along the Busan coast, Korea. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan, 9, 49-70.
- 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.*, 13, 31-46.
- Lim, H.S. and J.S. Hong. 1996. Distribution and growth pattern of *Sternaspis scutata* (Polychaeta: Sternaspidae) in Chinhae Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 29, 537-545.
- Lim, H.S., J.W. Choi, J.G. Je and J.H. Lee. 1992. Distribution pattern of macrozoobenthos at the farming ground in the western part of Chinhae Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 25, 115-132.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3, 157-175.
- McNaughton, S.J. 1968. Structure and function in California grassland. *Ecology*, 49, 962-972.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.*, 13, 131-144.
- Poiner, I.R. and R. Kennedy. 1984. Complex pattern of change in the macrobenthos of a large sandbank following dredging. I. Community analysis. *Mar. Biol.*, 78, 335-352.
- Sanders, H.L. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3, 245-258.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, pp. 77.
- Shepard, E.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sed. Pet.*, 24, 151-158.
- Shin, H.C. 1995. Benthic polychaetous community in Kamak Bay, southern coast of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 30, 250-261.
- Shin, H.C. and C.H. Koh. 1990. Temporal and spatial variation of polychaete community in Kwangyang Bay, Southern coast of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 25, 205-216.
- Shin, H.C. and Y.H. Kim. 2002. Spatial distribution of benthic polychaetous community in Deugryang Bay, southern coast of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.* 「The Sea」, 7, 20-31.
- 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.S. Choi and C.H. Koh. 1992. Seasonal and spatial variation of polychaetous community in Youngil Bay, southeastern Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 27, 46-54.
- Yi, S.K., J.S. Hong and J.H. Lee. 1982. A study on the subtidal benthic community in Ulsan Bay, Korea. *Bull. KORDI*, 4, 17-26.
- Yoo, J.M., S. Kim and E.K. Lee. 1993. The effect of freshwater input on the abundances of fish eggs and larvae during on rainy season in Yoja Bay, Korea. *Ocean Res.*, 15, 37-42.
- Yoo, S.K., H.S. Lim, H.Y. Ryu and K.H. Kang. 1988. Improvement of the seed production method of the pen shell - The occurrence of larvae and the early growth of the spat. *J. Kor. Fish. Soc.*, 21, 206-216.
- Yoo, S.K. and M.S. Yoo. 1984. Studies on the pen shell culture development (I) Reproductive ecology of pen shell in Yoja Bay. *J. Kor. Fish. Soc.*, 21, 529-535.

2005년 8월 16일 접수
2005년 12월 22일 수리

Appendix 1. Number of individual of the macrozoobenthos at Yoja Bay

Species \ Sts.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
POLYCHAETA																					
<i>Aglaophamus</i> sp.					20																
<i>Ampharete arctica</i>																					
<i>Amphicteis gunneri</i>																					
<i>Amphisamytha japonica</i>																					
<i>Amphitrite</i> sp.																					
<i>Anaitides</i> sp.																					
<i>Aricidea</i> sp.																				5	
<i>Bhawania</i> sp.																					
<i>Brada villosa</i>											5										
<i>Chone teres</i>																					
<i>Cirriformia tentaculata</i>										5		5									
<i>Clymenella koreana</i>																					
<i>Diopatra sugokai</i>																	10				
<i>Dorvillea annulata</i>																					
<i>Euchone analis</i>																					
<i>Eunice</i> sp.																					
<i>Genetyllis</i> sp.																					
<i>Glycera chirori</i>	10	10	10	15		10	5	10	15	5			5	5	5	5					
<i>Glycinde</i> sp.		25								5				5	5					5	
<i>Goniada japonica</i>											10									5	
<i>Haploscoloplos elongatus</i>			5				20	5	15		5	10	10	10	5					5	
<i>Heteromastus filiformis</i>	40	10	5		25	15	20		5		5	15	10	5			15	10	10		
<i>Inermonephtys inermis</i>																					
<i>Lagis bocki</i>																					
<i>Laonice cirrata</i>																					
<i>Lepidasthenia</i> sp.																					
<i>Loimia medusa</i>																					
<i>Lumbrineris heteropoda</i>								5			5										
<i>Lumbrineris japonica</i>																					
<i>Lumbrineris latreilli</i>	5				5																
<i>Lumbrineris longifolia</i>																					
<i>Lumbrineris nipponica</i>																					
<i>Lygdamis giardi</i>																					
<i>Magelona japonica</i>					15																
<i>Magelona</i> sp.																					
<i>Marphysa sanguinea</i>										5	5							5	5		
<i>Micropodarke</i> sp.																					
<i>Neanthes</i> sp.					5																
<i>Nectoneanthes oxypoda</i>																5		40			
<i>Nephtys caeca</i>																					
<i>Nephtys ciliata</i>		5		5	5					10	5	5	5				5		5		
<i>Nephtys oligobranchia</i>																					
<i>Nephtys polybranchia</i>		5																			
<i>Notomastus</i> sp.							5				5	5	30			5	5		15		

Appendix 1. continued

Species \ Sts.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
POLYCHAETA																					
<i>Aglaophamus</i> sp.																					
<i>Ampharete arctica</i>						1															
<i>Amphicteis gunneri</i>																					
<i>Amphisamytha</i> sp.																					
<i>Amphitrite</i> sp.				1																	
<i>Anaitides</i> sp.																	1				
<i>Aricidea</i> sp.										1						1					
<i>Bhawania</i> sp.																					
<i>Brada villosa</i>						1	1											2			
<i>Chone teres</i>																					
<i>Cirriformia tentaculata</i>								1								1					
<i>Clymenella koreana</i>												1									
<i>Diopatra bilobata</i>					1																
<i>Dorvillea annulata</i>																					
<i>Euchone</i> sp.																					
<i>Eunice</i> sp.																					
<i>Genetyllis</i> sp.																					
<i>Glycera chirori</i>	5	5	2			1		2					1	1							
<i>Glycinde</i> sp.													1								
<i>Goniada japonica</i>	10	5	1					1				1	1	1						1	
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	5	5						2			5	1	1	3	1					1	
<i>Heteromastus filiformis</i>	30	80	2		3	3	4	4	2	1	1	13	5	11						2	
<i>Inermonephtys inermis</i>																					
<i>Lagis bocki</i>		5						1													
<i>Laonice cirrata</i>														1							
<i>Lepidasthenia</i> sp.						1												1			
<i>Loimia medusa</i>																					
<i>Lumbrineris heteropoda</i>						1					1	1			1	2				1	
<i>Lumbrineris japonica</i>																					
<i>Lumbrineris latreilli</i>																					
<i>Lumbrineris longifolia</i>																					
<i>Lumbrineris nipponica</i>																					
<i>Lygdamis giardi</i>																					
<i>Magelona japonica</i>															1			1			
<i>Magelona</i> sp.						1															
<i>Marphysa sanguinea</i>	5							1												2	
<i>Micropodarke</i> sp.																	2				
<i>Neanthes</i> sp.																					
<i>Nectoneanthes oxypoda</i>								4													
<i>Nephtys caeca</i>				1								1		1							
<i>Nephtys ciliata</i>				6	2	4	1		3			1	3	3	5	3		2	4		
<i>Nephtys oligobranchia</i>																					
<i>Nephtys polybranchia</i>				3		2						1									
<i>Notomastus</i> sp.	15		1			5		3	1			1	1		1	2		2			

Appendix 1. continued

Species \ Sts.	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
POLYCHAETA																					
<i>Aglaophamus</i> sp.															1	1	5			5	
<i>Ampharete arctica</i>																2	7		1		
<i>Amphicteis gunneri</i>	1													1	1		1				
<i>Amphisamytha</i> sp.																					
<i>Amphitrite</i> sp.				1																	
<i>Anaitides</i> sp.																					
<i>Aricidea</i> sp.																					
<i>Bhawania</i> sp.																					
<i>Brada villosa</i>		1	1			1				2		7	4			1	3		1		
<i>Chone teres</i>																					
<i>Cirriformia tentaculata</i>				1																	
<i>Clymenella koreana</i>																					
<i>Diopatra bilobata</i>												1									
<i>Dorvillea annulata</i>																					
<i>Euchone</i> sp.																					
<i>Eunice</i> sp.																					
<i>Genetyllis</i> sp.										1											
<i>Glycera chirori</i>	1		2	1		3	1	2	1	2		1		1	1	2	1	1	2		
<i>Glycinde</i> sp.																					
<i>Goniada japonica</i>										1											
<i>Haploscoloplos elongatus</i>					1		11	3	3	1	1										
<i>Heteromastus filiformis</i>	2	1				2	2	2	6	2		2	2		3	4		5	3	1	
<i>Inermonephtys inermis</i>										1											
<i>Lagis bocki</i>																					
<i>Laonice cirrata</i>																				1	
<i>Lepidasthenia</i> sp.	1												2		1	1				1	
<i>Loimia medusa</i>																					
<i>Lumbrineris heteropoda</i>	1	1		1		1	1		1	1	1	1	1					1			
<i>Lumbrineris japonica</i>																					
<i>Lumbrineris latreilli</i>																					
<i>Lumbrineris longifolia</i>																					
<i>Lumbrineris nipponica</i>																					
<i>Lygdamis giardi</i>																					
<i>Magelona japonica</i>	1										1						2				
<i>Magelona</i> sp.																					
<i>Marphysa sanguinea</i>							1														
<i>Micropodarke</i> sp.																					
<i>Neanthes</i> sp.																					
<i>Nectoneanthes oxypoda</i>		1																			
<i>Nephtys caeca</i>				1					1	1		2		1							
<i>Nephtys ciliata</i>			2		1	9	1		1	2	3	2	3	4	2		2	2		2	
<i>Nephtys oligobranchia</i>																5				1	
<i>Nephtys polybranchia</i>	1				1	2			3		1										
<i>Notomastus</i> sp.	3				3		1	1	1					2	1					1	

