

경기만 대부도 주변 조하대 해역의 저서동물 군집

임현식 · 최진우*

목포대학교 해양자원학과, *한국해양연구소 저서생태연구실

Macrobenthic Community at the Subtidal Area Around Taebudo in Kyeonggi Bay, Korea

Hyun-Sig LIM and Jin-Woo CHOI*

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

*Benthic Ecology Laboratory, KORDI, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Macrobenthic community structure was studied at thirteen stations in Taebudo subtidal area, Korea, from July to October 1996. Triple macrobenthos samples were collected using a van Veen grab (0.1 m²) at each station during the study period. A total of 209 species of macrobenthos was sampled with a mean density of 1,093 ind./m² and biomass of 134.86 g/m². Of these, there were 72 species of polychaetes (34.5%), 69 crustaceans (33.0%) and 49 molluscs (23.4%). Polychaetes were represented as a density-dominant faunal group with a mean density of 608 ind./m², comprising 55.6% of the total benthic animals. It was followed by crustaceans with 307 ind./m² (28.1% of the total density). Echinoderms were represented as a biomass-dominant faunal group with a mean biomass of 54.21 g/m² (40.2% of total biomass). Total number of species and diversity were low in the inner part of the study area with high mud content, and high in the offshore stations of mixed sediments. Major dominant species were three polychaetes, *Heteromastus filiformis*, *Scoloplos armiger* and *Tharyx* sp. whose mean densities were 70 ind./m², 67 ind./m², and 66 ind./m², respectively. Cluster analysis showed that the study area could be divided into five station groups based on the faunal composition, that is, the innermost stations, coastal stations, transitional stations and two offshore station groups. The species diversity of these groups increased from the inner station group toward the outer groups.

Key words: macrobenthos, community, Taebudo subtidal area, Kyeonggi Bay, *Heteromastus filiformis*, Yellow Sea

서 론

경기만은 최근 여러가지 대형 개발 사업이 수행되고 있는 해역으로서 해양환경의 변화가 예상되고 있다. 영종도 화력 발전소 건설과 대부도 관광단지 조성이 계획되어 있으며, 영종도에는 인천 공항 건설을 위해 주변 해역에 대한 준설 및 매립이 이루어짐으로서, 이에 따른 주변 해역의 퇴적상 및 조류 방향의 변화 등에 의해 저서생태계의 변화가 예상되고 있다. 한편 대부도를 포함한 아산만 내의 화옹지구 간척 매립 사업도 주변 해역에 영향을 미칠 가능성이 있다.

따라서 경기만에서는 이 해역 저서 생태계 변화 모니터링을 위해 영종도 주변해역 (Lim et al., 1995), 아산만 해역 (해양연구소, 1993), 시화호 내와 그 주변해역 (Lee and Cha, 1997; Hong et al., 1997), 대부도 남사리 조간대 (Lee et al., 1997) 등에서 저서동물 군집 연구가 수행되었다. 또한 경기만 전해역과 경기만 남부해역 조하대의 저서동물 군집 구조에 대한 연구도 수행되었다 (Shin

et al., 1989, 1992; Hong and Yoo, 1996). 이와 함께 경기만 해양생물 자원에 대한 데이터 베이스를 구축하고, 이 해역에서 오염이 발생하거나 개발 사업이 진행될 경우 정량화된 자료 이용을 목적으로 경기만의 해양생태계에 대한 전반적인 기초 연구도 수행되었다 (KORDI, 1996). 특히 대부도에 인접한 시화지구의 경우, 연안역 개발이 해양 저서생태계에 미치는 영향이 극명하게 나타나, 방조제 건설 이후 폐쇄적인 호수 내에는 여름철에 빈산소 수괴가 형성되고, 방조제 외곽에서는 기회종이 출현함으로써 군집이 불안정한 상태로 변하고 있음이 지적되었다 (Hong et al., 1997).

저서동물 군집을 조절하는 요인으로는 퇴적상, 유기물 공급, 저층 용존산소량 등 여러가지가 있으며, 이 가운데 저서동물의 서식 기질인 퇴적상의 변화에 따라 저서동물 군집은 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 특히 경기만의 저서동물 군집 구조는 퇴적상에 의한 지배를 받고 있는 것으로 알려져 있어 (Hong and Yoo, 1996), 이 해역에서는 퇴적상 변화는 저서동물 군집을 구성하는

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비 (기초과학 BSRI-97-5416)에 의하여 연구되었으며, 교육부 11차 IBRD 교육차관 신진교수 연구기자재 지원을 받았음.

우점종의 변화를 야기시키며, 이는 곧 저서동물 군집 변화의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비교적 광범위한 해역에 걸쳐 개발을 위한 간척, 매립 및 준설 등이 이루어지고 있는 대부도 주변 해역에서 저서동물 군집 연구를 통해, 향후 해양 저서생태계의 변동을 파악할 수 있는 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

대부도 주변 해역에서의 저서동물 군집구조를 파악하기 위하여, 조하대 해역에 13개의 정점을 설정한 다음 (Fig. 1), 여름철인 1996년 7월과 가을철인 1996년 10월에 걸쳐 대형 저서동물을 채집하였다. 저서동물의 채집을 위해 van Veen grab (표면적 0.1 m²)을 사용하여 각 정점별로 3회씩 해저 퇴적물을 인양하였다. 인양된 해저 퇴적물은 선상에서 1 mm 망목의 표준체로 체질하여 펄을 제거한 다음, 잔존물을 플라스틱 표본병에 넣고 중성 포르말린으로 10% 되게 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 저서동물만을 각 분류군별로 선별하여, 0.01 g까지 읽을 수 있는 전자 저울을 사용하여 습중량을 측정한다. 종 단위까지 동정하고 종별 개체수를 세었다. 측정된 생체량 및 개체수는 단위면적당 (m²)의 자료로 환산하여 사용하였다.

한편 군집의 구조를 파악하기 위하여 종다양도 (Shannon and Wiener, 1963), 균등도 (Pielou, 1966) 및 우점도 (Simpson, 1949) 등의 군집지수를 구하였다. 출현종에 근거한 각 정점간의 유사도를 알아보기 위하여 유사도지수는 Chord distance를 사용하였고, 가중평균결합법

으로 수지도를 작성하는 집괴분석을 실시하였다 (Pielou, 1984). 또한 각 정점군 간의 다양도는 Rarefaction curve (Sanders, 1968)를 이용하여 비교하였다. 퇴적물의 입도 분석을 위한 시료는 저서동물의 채집과 동시에 현장에서 표층 퇴적물을 250 ml 플라스틱 시료병에 담아 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 HCl 과 H₂O₂로서 석회질 성분과 유기물을 제거한 다음, Sedigraph 5100 입도 분석기를 이용하여 입자 크기별 조성 비율을 구하여 퇴적물의 특성을 분석하였다.

조사 해역의 환경 특성

대부도 주변인 경기도 화성군 우정면, 서신면, 용진군 대부분 및 영흥면 해역은 복잡한 해안선과 넓은 갯벌 조간대가 잘 발달되어 있고 대부도 및 서신면에는 염전이 산재해 있다. 영흥도와 대부도, 선재도 사이에는 폭이 약 1 km인 영흥수도가 존재하나, 수심은 얕아서 약 10 m가 조금 넘는다. 대부도와 서신면 사이에는 수심이 약 10 m 이내인 마산수도가 있으며 현재 탄도방조제로서 서신면과 대부도는 육로로 연결되어 있다. 대부도 남측에는 폭이 약 1500 m 정도의 갯벌 조간대가 발달해 있으며, 폭이 넓은 경우에는 약 4 km 정도에 이른다. 이 일대 해안의 연평균 조차는 약 600 cm이며, 최대 조차는 954 cm로서 조석은 반일주조형이다 (수로국, 1989).

조사 해역의 입도는 정점 4의 1.9 φ에서 정점 1과 3의 7.5 φ의 범위였으며, 평균 입도는 4.8 φ였다. 탄도 수로에 위치한 정점 1, 2, 3은 평균 입도가 7.4 φ~7.5 φ로서 상대적으로 세립한 양상을 나타내었으며, 정점 5, 6, 7의 경우 5.3 φ~6.6 φ, 그리고 정점 4를 제외한 그 외의 정점들은 3.3 φ~4.0 φ의 범위로서 상대적으로 조립한 양상이었다. 정점 1, 2, 3에서는 모래질의 함량이 가장 낮아 3.8%~4.8%의 범위였으며, 실트질이 약 60%를 차지하고 있다. 그러나 정점 13과 4에서는 모래질의 함량이 상대적으로 높아 각각 90.0% 및 98.4%를 차지하였다. 따라서 탄도 수로에 위치한 정점들에서는 점토성 실트 퇴적상을 나타내며, 대부도 서측 해역으로 갈수록 점차 모래질의 함량이 높아져서 모래질의 퇴적상을 나타내고 있다 (Fig. 2).

결 과

1. 종조성

조사기간동안 총 209종의 저서동물이 채집되었으며, 이 가운데 다모류가 72종, 갑각류가 69종이 출현하여 각각 총 출현종수의 34% 및 33%를 차지하였다. 연체동물

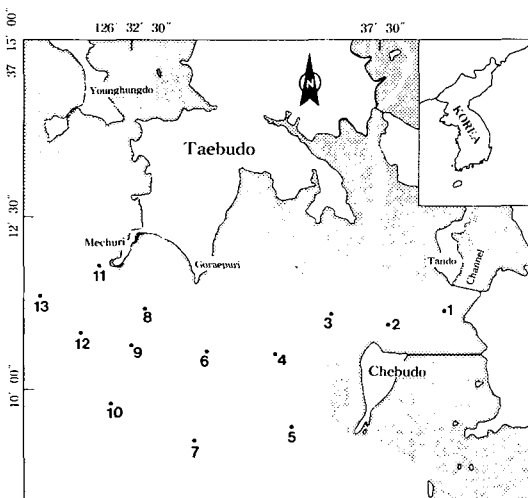


Fig. 1. Map showing the sampling stations of Taebudo Island subtidal area, Korea.

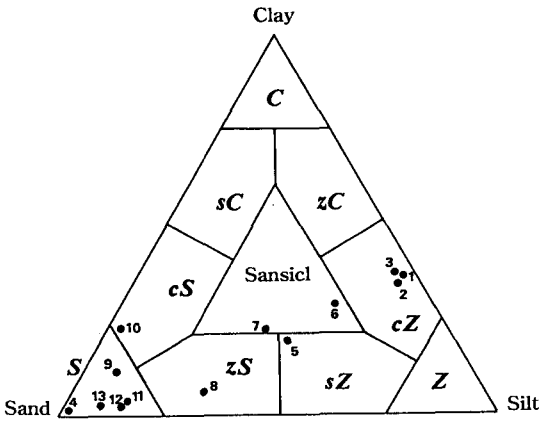


Fig. 2. Ternary diagram of the sediment at each stations.

C: clay, sC: sandy clay, cS: clayey sand, S: sand, zS: slity sand, sZ: sandy silt, Z: silt, cZ: clayey silt, zC: slity clay

은 49종이 출현하여 23%를 차지하였다. 밀도는 1,093 개체/m²였으며, 이 가운데 다모류가 가장 우점하여 608 개체/m²의 밀도로서, 전체 밀도의 56%를 차지하였다. 한편 갑각류는 307 개체/m²로서 28%를 차지하였다. 생체량은 134.86 g/m²이었으며, 이 가운데 극피동물이 54.21 g/m²로서 전체 생체량의 약 40%를 차지하여 가장 우점하였다. 연체동물은 29.08 g/m²으로서 22%를 차지하였다 (Table 1). 따라서 출현종수와 밀도는 다모류가, 생체량은 극피동물이 우점한 군집을 형성하고 있다.

2. 공간 분포 양상

출현종수의 공간분포를 보면, 탄도 수로에 위치한 정점 1과 2에서 각각 31종 및 37종이 출현하여 상대적으로 가장 적은 출현종수를 나타내었으며, 정점 7에서는 108종이 출현하여 가장 많은 종이 출현하였다 (Fig. 3). 조간대 하부에 인접한 정점들보다는 외해에 면한 정점들에서 상대적으로 많은 종이 출현하여, 정점당 약 80종 이상이 출현하였다. 이질 퇴적상으로 된 정점들이 사질 퇴적상의 정점들에 비해 출현종수가 많은 양상으로서, 대부도 서측의 매추리 앞 해역에 위치한 사질 퇴적상으로 이루어진 정점들에서는 상대적으로 출현종수가 적었다. 전 정점에 걸쳐 다모류의 출현종수가 차지하는 비율이 가장 높았으며 정점당 12종에서 48종 범위였다. 또한 갑각류는 각 정점에서 다모류 다음으로 출현종수가 많아, 정점 2의 8종에서 정점 7의 40종 범위였다.

서식밀도의 공간분포 양상은 출현종수의 공간분포 양상과 유사하였다 (Fig. 4). 즉, 이질 퇴적상을 나타내고 있는 제부도와 탄도 사이의 수로에 위치한 정점 1과 2에

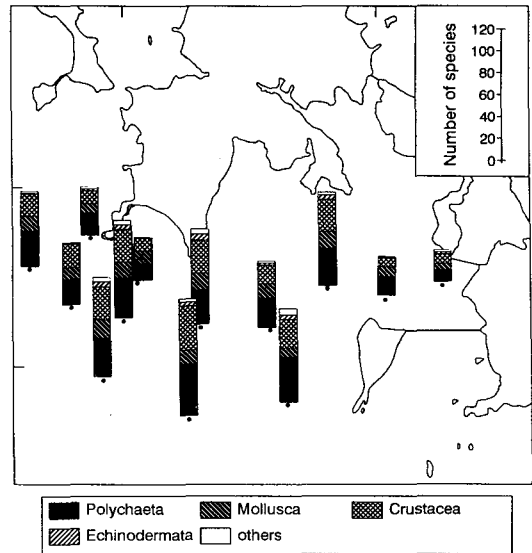


Fig. 3. Spatial distribution of the species number of macrobenthos at each station.

Table 1. Number of species, abundance and biomass of the macrobenthos in Taebudo coastal area during the study period

Taxa	No. of species (%)	Abundance		Biomass	
		(ind./m ²)	(%)	(Wet wt. g/m ²)	(%)
Polychaeta	72 (34.5)	608	(55.6)	17.27	(12.8)
Mollusca	49 (23.4)	119	(10.9)	29.08	(21.5)
Crustacea	69 (33.0)	307	(28.1)	6.85	(5.1)
Echinodermata	10 (4.8)	20	(1.8)	54.21	(40.2)
other	9 (4.3)	39	(3.6)	27.46	(20.4)
Total	209 (100.0)	1,039	(100.0)	134.86	(100.0)

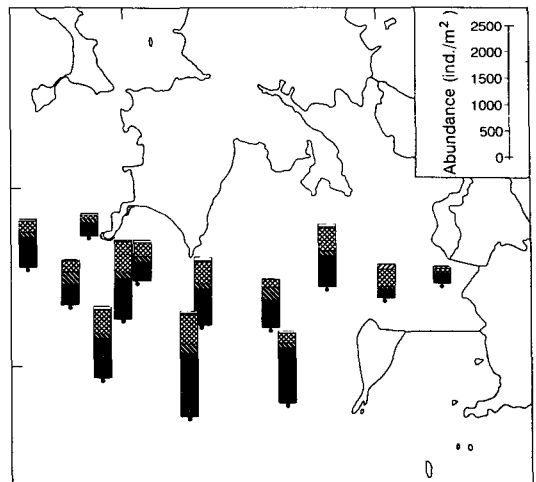


Fig. 4. Spatial distribution of abundance of macrobenthos at each station. (Legend is the same as those in Fig. 3)

서는 각각 222 개체/m² 및 418 개체/m²로서 상대적으로 낮은 밀도였으며, 매추리 앞에 위치한 사질 퇴적상인 정점 11에서도 291 개체/m²로 상대적으로 낮은 밀도였다. 그러나 외해역에 위치하여 가장 많은 종이 출현한 정점 7에서는 밀도가 상대적으로 가장 높아 2,053 개체/m²가 출현하였다. 또한 사질로 된 정점 9에서는 1,548 개체/m²였으며, 정점 5에서는 1,420 개체/m²가 출현하여 상대적으로 높은 밀도였다. 다모류 밀도를 보면 대부분의 정점들에서는 50% 이상을 점유하였으나, 정점 2의 경우 이 정점에서 출현한 전체 밀도의 30%를 차지하여 점유율이 가장 낮았다. 특히 정점 5에서는 다모류의 점유율이 높아 76%를 차지하였으며, 정점 7에서는 다모류가 점유율은 60%로 낮지만 밀도는 1,235 개체/m²로서 가장 높은 밀도였다. 다모류 다음으로는 갑각류가 우점하여 정점 1의 62 개체/m²~정점 9의 593 개체/m²의 범위였다. 갑각류의 점유율은 다모류의 비율이 가장 높은 정점 5에서 13%로서 상대적으로 가장 낮고, 정점 2에서는 48%로 가장 높았다. 정점 4에서는 연체동물이 257 개체/m²로서 다모류 다음으로 우점하였는데, 가을철인 10월에 소형 복족류인 *Ringicula* sp.가 416 개체/m² 출현하여, 이 정점에서 출현한 연체동물의 81%를 차지하였다. 또한 정점 2에서는 갑각류의 밀도가 다모류의 밀도보다 높은 것으로 나타났는데, 게류인 *Asthenognathus inaequipes*가 10월에 347 개체/m² 출현하여 정점 2에서 출현한 갑각류 밀도의 52%를 차지하였다.

한편 생체량은 정점 11과 12에서 18.22 g/m² 및 18.33 g/m²으로 상대적으로 가장 적었으며, 정점 7에서 269.18 g/m²으로서 가장 많았다 (Fig. 5). 사질 함량이 높은 정

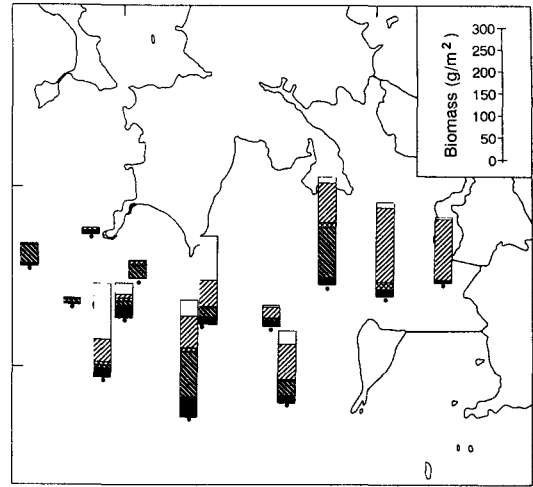


Fig. 5. Spatial distribution of the biomass of macrobenthos at each station. (Legend is the same as those in Fig. 3)

점들에서는 대체로 적은 생물량을 나타낸 반면, 정점 2, 3과 정점 6, 10에서는 200 g/m² 이상의 생체량을 나타내었다. 탄도 수로에 위치한 정점 1과 2에서는 극피동물의 생체량이 상대적으로 높아 각 정점에서 출현한 생물량의 89% 및 78%를 점유하였다. 정점 4에서는 연체동물의 생체량이 이 정점에서 출현한 전체 생체량의 45%를 차지하였으며, 가장 생체량이 많은 정점 7에서는 연체동물이 102.63 g/m²으로서 38%를 차지하였다. 정점 10에서는 216.61 g/m²의 생물량을 나타내었으며, 이 가운데 기타 동물군이 126.34 g/m²으로서 정점 10에서 출현한 생체량의 58%를 차지하였는데, 가을철에는 완족동물 (*Brach-*

Table 2. Dominant species of the macrozoobenthos in Taebudo subtidal area, west coast of Korea

Species name	Total individuals	Abundance (ind./m ²)	Station occurred	%	Cum. %
<i>Heteromastus filiformis</i> (p)	547	70	13	6.4	6.4
<i>Scoloplos armiger</i> (p)	523	67	12	6.1	12.5
<i>Tharyx</i> sp. (p)	518	66	10	6.1	18.6
<i>Ampelisca</i> sp. (c)	426	55	11	5.0	23.6
<i>Chaetozone setosa</i> (p)	397	51	12	4.7	28.3
<i>Nephtys oligobranchia</i> (p)	262	34	13	3.7	31.4
Nemertinea unid. (o)	247	32	13	2.9	34.3
<i>Praxillella affinis</i> (p)	244	31	6	2.9	37.2
<i>Amphisamytha japonica</i> (p)	229	29	5	2.7	39.9
<i>Ringicula</i> sp. (m)	229	29	6	2.7	42.6
Cumacea unid. (c)	204	26	9	2.4	45.0
<i>Corophium</i> sp. (c)	201	26	12	2.4	47.4
<i>Glycinde</i> sp. (p)	174	22	13	2.0	49.4
<i>Asthenognathus inaequipes</i> (c)	172	22	8	2.0	51.4

p: polychaetes, m: molluscs, c: crustaceans, o: others

iopoda)의 생체량이 정점 10에서 출현한 생체량의 60% 이상을 차지하였다. 정점 6에서도 완족동물의 생체량이 348.98 g/m²로서 상대적으로 높은 양상이었다.

이상의 공간분포 양상을 요약하면 탄도수로 및 대부도 조간대에 인접한 정점들에서는 출현종수가 적은 반면, 외해역으로 나갈수록 출현종수가 증가하는 양상을 나타내었다. 또한 밀도와 생체량은 높은 이질 함량을 나타내는 탄도 주변의 정점 1, 2, 3과 사질 함량이 높은 메추리 인근의 정점 11, 12, 13에서는 낮은 양상이었으며, 그 외의 정점들에서는 높은 값을 나타내었다.

3. 주요 우점종의 분포

대부도 주변해역에서 출현한 주요 개체수 우점종은 14종으로서, 이들이 전체 출현 개체수의 50% 이상을 차지하였다. 이 가운데 다모류가 8종, 갑각류가 4종, 연체동물과 유형동물이 각각 1종씩이었다 (Table 2). 가장 우점한 종은 다모류인 *Heteromastus filiformis*였으며 평균 70 개체/m²의 밀도로서 전 정점에서 출현하였는데 전체 밀도의 6.4%를 차지하였다. 이 종은 탄도 수로인 정점 1과 2에서 100 개체/m² 이상, 정점 3에서 225 개체/m²의 밀도였으며, 그 외의 정점들에서는 대체로 낮은 밀도를 나타내었다 (Fig. 6). 이 종이 높은 밀도로 출현한 정점은 이질 함량이 높아 점토성 실트질의 퇴적상을 나타내고 있다. 다모류인 *Scoloplos armiger*는 *H. filiformis*의 출현밀도가 높은 정점 2와 3에서는 각각 2~3개체/m²로서 낮은 밀도였으며, 탄도 수로에 위치한 정점 1에서는 출현하지 않았다. 그러나 메추리와 고래뿌리 앞 해역에 위치한 사질 함량이 높은 정점들에서는 100 개체/m² 이상의 밀도를 나타내었다. 다모류인 *Tharyx* sp.는 육지에 인접한 정점 1, 2 및 11에서는 출현하지 않았으나, 상대적으로 외해역이면서 실트, 점토 및 모래질의 혼합 퇴적상을 나타내는 정점 5와 6에서는 100 개체/m² 이상, 정점 7에서는 217 개체/m²의 밀도로 출현하였다. 갑각류인 *Ampelisca* sp.는 정점 1과 2에서는 출현하지 않았으며, 정점 6과 10에서 각각 165 개체/m² 및 192 개체/m²가 출현하였는데, 전 정점 평균 55 개체/m²의 밀도로서 전체 출현 개체수의 5.0%를 차지하였다. 다모류인 *Chaetozone setosa*는 전 정점 평균 51 개체/m²의 밀도로서 전체 밀도의 약 4.7%를 차지하였다. 정점 13에서는 212 개체/m²가 출현하였으며, 그 외의 정점들은 모두 100 개체/m² 미만이었다. *Nephtys oligobranchia*는 사질 함량이 높은 메추리와 고래뿌리 앞 정점에서 상대적으로 높은 밀도였는데, 정점당 평균 밀도는 34 개체/m²로서 전체 밀도의 3.7%를 차지하였다 (Fig. 6).

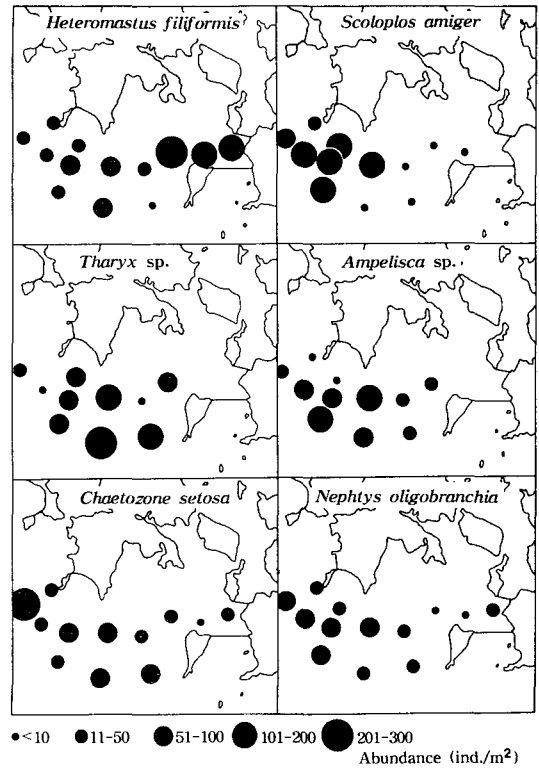


Fig. 6. Spatial distribution of the dominant species of macrobenthos.

결국 본 조사해역의 우점종 분포 양상은, 탄도 주변에서는 *H. filiformis*, 메추리 주변에서는 *S. armiger*, 그리고 외해역에서는 *Tharyx* sp. 및 *Ampelisca* sp.가 우점적으로 분포하는 양상이었다. 그러나 이러한 우점종의 출현에도 불구하고 대부도 주변의 본 조사 해역에서는 최우점종의 개체수가 전체 해역에서 차지하는 비율이 6.4%에 지나지 않아 극우점하는 종이 없으며, 전반적으로 비교적 고른 공간 분포 양상을 나타내고 있다.

4. 집괴 분석

조사 기간 동안 출현한 각 정점별 출현종별 개체수 자료를 사용하여 집괴 분석한 결과, 정점군은 크게 5개로 구분되었다. 탄도 수로에 위치한 정점 1, 2로 구성된 정점군 I, 대부도 연안을 따라 메추리 앞 해역까지 형성되는 정점군 III, 두 정점군 사이의 추이대인 정점군 II, 외해역에 위치한 정점군 IV와 V였다 (Fig. 7). 이들 각 정점군들의 환경 요소 및 생태학적 계 요소들의 특징은 Table 3과 같다.

정점군 I은 탄도수로에 위치한 정점 1, 2로 구성되며, 출현종수는 49종으로서 가장 적었는데, 다모류가 20종,

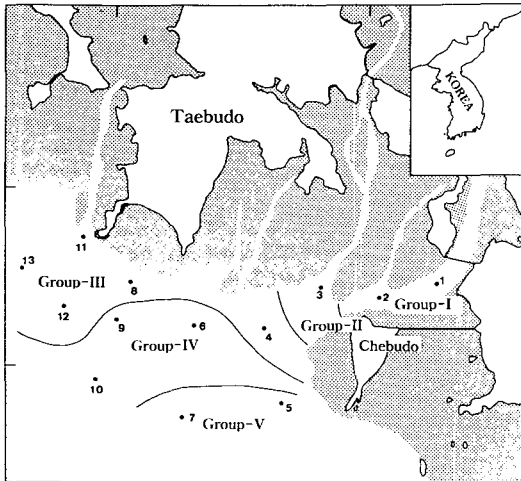


Fig. 7. Zones of the station groups based on the cluster analysis.

연체동물이 13종 출현하였다. 밀도는 정점군 가운데 가장 낮은 533 개체/m²였으며, 이 가운데 다모류가 214 개체/m²로서 40%, 갑각류가 198 개체/m²로서 37%를 차지하였다. 생체량은 185.92 g/m²이었으며, 극피동물이 153.78 g/m²으로서 정점군 I에서 출현한 전체 생체량의 83%를 점유하여 극우점하였다. 다양도는 평균 2.27로서 정점군 가운데 가장 낮고, 우점도는 0.19로서 상대적으로 가장 높은 양상이었다. 우점종으로서는 다모류인 *H. filiformis*, 갑각류인 *Asthenognathus inaequipes* 및 극피동물인 *Protankyra bidentata*가 특징적으로 출현하여 이들이 밀도와 생체량 증가에 기여하였다. 퇴적물 평균입도는 평균 7.5 φ였으며, 퇴적상은 실트질이 약 60%, 점토질이 약 35%로서 세립한 양상이었다. 이 지역은 인근에서 유입되는 하수에 의해 유기오염 영향을 받고 있는 지역이기도 하다.

정점군 II는 정점 3으로만 이루어져 있으며, 탄도수로와 외해역의 중간지점이다. 총 87종이 출현하였으며, 다모류와 갑각류가 각각 35종 및 29종이 출현하여 74% 이상을 차지하였다. 밀도는 1,230 개체/m²였으며, 이 가운데 다모류는 620 개체/m², 연체동물은 438 개체/m²의 밀도로서 이들 분류군이 정점군 II에서 출현한 밀도의 86% 이상을 차지하였다. 생체량은 전체 정점군 가운데 가장 많은 249.45 g/m²이었는데, 연체동물이 112.74 g/m²으로서 45%를 차지하였다. 이 정점에서의 우점종은 *H. filiformis*로서 평균 225 개체/m²였으며, *Tharyx* sp.는 평균 90 개체/m², 게류인 *Pisidia serratifrons*는 75 개체/m²였다. 이 정점군의 퇴적물 평균 입도는 7.5 φ였으며, 실트질이 60%, 점토질이 36%였다. 군집의 다양도는 평균 2.81이었다.

정점군 III은 대부도 조간대 하부연안을 따라 형성되는 정점군으로서 메추리알 해역의 사질로 구성된 정점군을 포함한다. 총 121종이 출현하여, 정점군 I과 II보다 많은 종이 출현하였으나 정점군 IV와 V보다는 적은 종수였다. 다모류가 49종, 갑각류가 39종으로서 우점적으로 출현하여, 정점군 III에서 출현한 종의 40% 및 32%를 차지하였다. 밀도는 829 개체/m²였으며 다모류가 447 개체/m²였다. 이 외에도 갑각류 187 개체/m², 연체동물 158 개체/m²가 출현하였다. 생체량은 37.83 g/m²으로 나타났으며, 이 가운데 연체동물이 17.40 g/m²으로서 정점군 III에서 출현한 생체량의 46%를 점유하였다. 다모류는 8.49 g/m², 극피동물은 6.79 g/m²이 출현하였다. 다모류인 *S. armiger*와 고등류인 *Ringicula* sp.가 우점종으로 출현하여 각각 80 개체/m² 및 76 개체/m²였다. 전반적으로 극우점하는 종은 없고 밀도가 대체로 균일한 양상을 나타내었다. 평균 입도는 3.2 φ로서 정점군 가운데 가장 조립하였으며, 모래질의 함량도 65~98% 범위였다.

정점군 IV는 가장 많은 종인 140종이 출현하였으며, 다모류가 50종, 갑각류가 47종으로 구성되어 있다. 밀도는 1,432 개체/m²였으며, 이 가운데 다모류가 768 개체/m², 갑각류가 488 개체/m²였다. 정점군 IV에서의 우점종은 *S. armiger*와 *Ampelisca* sp.였으며, 각각 151 개체/m² 및 146 개체/m²였다. 퇴적물의 평균 입도는 4.6 φ로서 상대적으로 조립한 양상이었으며, 모래질의 함량도 22.8~82.5% 범위였다. 다양도는 비교적 높아 3.01이었으며, 균등도는 높고 (J=0.77), 우점도는 낮은 양상이었다 (D=0.09).

정점군 V는 가장 외해역에 위치한 정점군으로서 129종이 출현하였으며, 이 가운데 다모류가 53종, 갑각류가 47종이었다. 밀도는 1,737 개체/m²였으며, 이 가운데 다모류가 1,158 개체/m²로서 67%를 차지하여 우점하였다. 그러나 생체량은 218.93 g/m²으로서 극피동물이 75.70 g/m², 연체동물이 67.74 g/m²이었으며, 정점군 V에서 출현한 생체량의 각각 35% 및 31%를 차지하였다. 우점종으로서 *Tharyx* sp.가 177 개체/m², *Amphisamytha japonica*가 168 개체/m²였으며, *Praxillella affinis*도 135 개체/m²가 출현하였다. 퇴적물의 평균 입도는 5.4 φ였으며, 모래질의 함량도 38~41%였다. 군집의 다양도는 평균 3.37로서 가장 높은 양상이었으며 우점도는 0.06으로서 정점군 가운데 가장 낮았다.

이들 5개 군집의 다양도를 Rarefaction curve (Sanders, 1968)로서 비교한 결과, 단위 개체수를 채집하였을 경우 여기에 포함될 수 있는 출현 가능한 종수는 정점군 I이 가장 적었으며, 외해역으로 갈수록 증가하여 정점군 IV

Table 3. Ecological characteristics at each station group in Taebudo coastal area

Parameters	Group	Group-I	Group-II	Group-III	Group-IV	Group-V
<i>Environmental</i>						
mean ϕ		7.5	7.5	3.2	4.6	5.4
sand (%)		4.4~4.8	3.8	64.9~98.4	22.8~82.5	38.4~41.2
silt (%)		59.6~60.2	60.0	0.7~29.4	11.4~48.9	36.4~41.9
clay (%)		36.1~35.0	36.2	1.3~5.7	2.4~28.1	19.7~28.1
<i>Ecological</i>						
Total no. of species		49	87	121	140	129
mean abundance (ind./m ²)		533 ± 163	1230	829 ± 182	1432 ± 87	1737 ± 317
mean biomass (g/m ²)		185.92 ± 30.64	249.45	37.83 ± 16.33	168.31 ± 60	218.93 ± 50.25
mean diversity		2.27	2.81	2.72	3.01	3.37
mean evenness		0.73	0.73	0.77	0.77	0.8
mean dominance		0.19	0.18	0.10	0.09	0.06
<i>Dominant species (ind./m²)</i>						
<i>Ampelisca</i> sp. (C)		-	23	7	146	62
<i>Ampharete artica</i> (P)		-	20	4	18	61
<i>Amphicteis gunneri</i> (P)		-	5	-	67	38
<i>Amphisamytha japonica</i> (P)		-	-	-	8	168
<i>Asthenognathus inaequipes</i> (C)		109	38	6		1
<i>Byblis japonicus</i> (C)		-	42	6	6	1
<i>Chaetozone setosa</i> (P)		6	40	52	67	75
<i>Corophium</i> sp. (C)		8	32	9	43	58
Cumacea unid. (C)		-	-	34	4	18
<i>Eriopisella sechellensis</i> (C)		53	-	6	-	-
<i>Gammaropsis utinomi</i> (C)		-	32	-	43	43
<i>Glycera chirori</i> (P)		-	25	2	11	61
<i>Glycinde</i> sp. (P)		13	30	33	7	24
<i>Heteromastus filiformis</i> (P)		144	225	29	54	45
<i>Idunella chilkinsis</i> (C)		15	-	1	2	1
<i>Lumbrineris cruzensis</i> (P)		3	17	9	27	63
<i>Maera</i> sp. (C)		-	40	-	4	3
Nemertinea unid. (O)		12	43	34	36	34
<i>Nephtys oligobranchia</i> (P)		5	5	43	58	17
<i>Pisidia serratifrons</i> (C)		-	75	-	48	4
<i>Praxillella affinis</i> (P)		-	13	-	21	135
<i>Prionospio krusadensis</i> (P)		-	-	45	4	-
<i>Protankyra bidentata</i> (E)		94	20	1	1	-
<i>Ringicula</i> sp. (M)		-	-	76	1	-
<i>Scoloplos armiger</i> (P)		1	2	80	151	7
<i>Tharyx</i> sp. (P)		-	90	26	96	177

P: polychaete M: mollusc C: crustacean E: echinoderm O; others

가 가장 많은 것으로 나타나 다양도 지수를 통해 나타난 정점군의 다양도를 잘 반영하고 있었다 (Fig. 8).

고 찰

대부도 주변 해역에서의 저서동물 군집 조사 결과 209종의 저서동물이 출현하였다. 이 가운데 다모류가 72종

출현하여 전체 출현종수의 35%, 갑각류가 69종으로서 33%를 차지하였다. 이러한 출현종수는, 본 조사해역을 포함한 아산만 전역의 30개 조사 정점에서 보고된 254종 (한국해양연구소, 1993) 및 가로림만의 340종 (Lee et al., 1983), 영종도 주변해역의 266종 (Lim et al., 1995)보다는 적은 양상이었다. Shin et al. (1989, 1992)은 경기만 및 아산만에서 각각 87종 및 124종의 다모류를 보고하였으며, Lim et al. (1995)은 영종도 주변해역에서 111종의

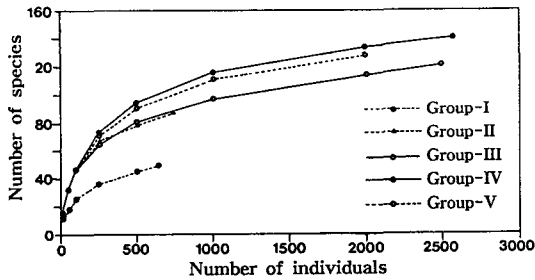


Fig. 8. Rarefaction curves of five station groups in Tabudo subtidal area.

다모류를 보고하였는데 본 조사해역에서는 다모류가 72 종이 출현하여 이들 해역에 비해 현저히 적은 값을 보였다. 그러나 전체 밀도는 1,093 개체/m²로서 경기만 일대에서 지금까지 조사되었던 결과 (해양연구소, 1993; Lim et al., 1995) 등과 비교하여 볼 때 현저히 높은 양상이었으며, 다모류도 608 개체/m²의 밀도로 출현하여 Shin et al. (1989, 1992)의 550 개체/m² 및 368 개체/m²보다도 높은 값을 나타내었다. 생체량도 134.86 g/m²으로서 현저히 높았는데, 특히 큰파동물 및 완족동물의 생체량이 높게

나타났다 (Table 4).

본 조사해역에서 출현한 주요 우점종은 다모류인 *Heteromastus filiformis*, *Scoloplos amiger* 및 *Tharyx* sp.였는데, 경기만내의 다른 해역과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 4). 경기만 남부 해역인 아산만에서는 *Tharyx* sp. (Shin et al., 1992), *Heteromastus* sp. 및 *Tharyx* sp. (해양연구소, 1993)가 우점종으로 보고되었으며, 경기내만 해역에서는 *Tharyx* sp. 및 *Mediomastus* sp. (Shin et al., 1989)가 우점적으로 보고되어, 경기만내의 저서동물 우점종은 대체로 유사한 양상을 나타내었다. Hong and Yoo (1996)도 경기만 일대에 대한 조사에서 일부 한강수의 영향을 받는 염하수로 등의 수역을 제외한 경기만 대부분의 해역은 퇴적상에 의해 저서동물 군집이 조절된다고 보고한 바 있다. 따라서 조류가 강하여 사질퇴적상이 우세한 대부도 주변해역의 저서동물 군집은 경기만 일대의 저서동물 군집과 거의 유사한 우점종을 가진 군집으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

본 조사에서 탄도 수로에 위치한 정점에서는 다모류인 *H. filiformis*가 우점적으로 출현하였는데, 밀도는 300

Table 4. Comparison of the macrobenthic communities in Kyonggi Bay, the Yellow Sea, Korea

Locality	Habitat	Gear type	No. of samplings	Season sampled	Total species	Abundance (ind/m ²)	Biomass (g/m ²)	Dominant species	References
Taebudo coastal area	subtidal	van Veen (0.1 m ²)	triplicate /st.	July, October	209	1,093	134.86	<i>Heteromastus filiformis</i> (P) <i>Scoloplos armiger</i> (P) <i>Tharyx</i> sp. (P) <i>Ampelisca</i> sp. (C) <i>Chaetozone setosa</i> (P)	The present study
Asan Bay	subtidal	van Veen (0.1 m)	duplicate /st.	seasonal	254	685	96.30	<i>Prionospio cirrifera</i> (P) <i>Jassa falcata</i> (C) <i>Heteromastus</i> sp. (P) <i>Prionospio steenstrupi</i> (P)	KORDI (1993)
Asan Bay	subtidal	van Veen (0.1 m ²)	duplicate /st.	seasonal	124	368	-	<i>Tharyx</i> sp. (P) <i>Nephtys polybranchia</i> (P) <i>Chone teres</i> (P) <i>Glycera chirori</i> (P)	Shin et al. (1992)*
Garolim Bay	subtidal	dredge (17×32 cm)	-	bimonthly	340	-	-	<i>Ophiactis modesta</i> (E) <i>Musculista senhousia</i> (M) <i>Lumbrineris longifolia</i> (P) <i>Photis longicaudata</i> (P)	Lee et al. (1983)
Kyeonggi Bay (inner part)	subtidal	van Veen (0.1 m ²)	duplicate /st.	seasonal	87	550	-	<i>Tharyx</i> sp. (P) <i>Mediomastus</i> sp. (P) <i>Glycine</i> sp. (P) <i>Nephtys californiensis</i> (P)	Shin et al. (1989)*
YoungJong do coastal area	subtidal	van Veen (0.1 m ²)	triplicate /st.	seasonal	266	498	41.06	<i>Mediomastus</i> sp. (P) <i>Heteromastus</i> sp. (P) <i>Nipponomysella oblongata</i> (M) <i>Nephtys polybranchia</i> (P)	Lim et al. (1995)

P: Polychaeta, M: Mollusca, C: Crustacea, E: Echinodermata

*: only polychaetous community was analysed

개체/m² 이하였다. 이 종은 시화 방조제 외곽 해역에서는 평균 426 개체/m²의 밀도로 출현하였는데 방조제 건설 후에는 전과 비교하여 5배 이상 밀도가 증가한 것으로 보고되었으며 (Hong et al., 1997), 또한 인근의 남양만 입구 해역에서도 약 400 개체/m²의 밀도로 서식하는 것으로 보고되었다 (해양연구소, 1993). 따라서 이 종이 잠재적 오염 지표종임을 고려하면 향후 이 종의 밀도 변동에 대한 지속적인 감시가 필요하다고 하겠다. 한편 아산만 내부 정점에서 우점하였던 *Prionospio cirrifera* (해양연구소, 1993)는 본 조사에서는 밀도가 낮게 나타났다.

대부도 주변 해역 저서동물 군집의 다양도는 여름철인 7월의 경우 정점 1의 1.7~정점 7의 3.5 범위였으며, 10월에는 정점 2의 2.2에서 정점 3의 3.7 범위였다. 계절적으로는 여름철이 가을철에 비해 낮은 다양도를 나타내었는데, 이질 퇴적상이 우세한 탄도 수로에 위치한 정점들에서는 다양도 값이 낮은 반면, 이사질(泥砂質)이 우세한 그 외의 정점들에서는 비교적 높은 다양도를 나타내고 있었다. 이러한 결과들은 경기내만 해역의 저서동물 군집의 다양도 ($H' = 2.0 \sim 2.9$) (Shin et al., 1989)와, 영종도 주변해역에서 저서동물 군집의 다양도 (평균 $H' = 2.0 \sim 2.5$) (Lim et al., 1995) 보다는 높은 값이며, 아산만 전체의 종다양도 값 (최대 $H' = 3.4$, 최소 $H' = 0.37$)과 비교할 때 대체로 비슷한 양상이었다 (해양연구소, 1993). 또한 우점도는 최소 0.02에서 최대 0.39범위의 낮은 값을 나타내었는데, 본 해역에서 가장 우점적으로 출현한 *H. filiformis*는 전체 출현밀도의 6.4% 밖에 점유하지 못해 극우점하는 종이 없음을 나타낸다. 그러나 여름철인 7월에는 정점 1과 3에서 우점도가 각각 0.4 및 0.3으로서 비교적 높았는데, 다모류인 *H. filiformis*가 각각 327개체/m² 및 396개체/m² 출현하여 이들 정점에서 출현한 밀도의 각각 61% 및 55%를 차지하였기 때문이다. 집괴 분석한 결과, 정점군은 크게 5개로 구분되었는데, 비교적 내만해역인 탄도 수로에 위치한 정점군 I과 대부도 연안을 따라 메추리 앞 해역까지 형성되는 정점군 III, 두 정점군 사이의 추이대인 정점군 II, 외해역에 위치한 정점군 IV와 V였다. 정점군 I과 II는 상대적으로 입도가 세립하였으나 나머지 정점군들은 퇴적물 입도가 조립하며 모래질의 함량이 높은 것으로 나타남으로서 퇴적상에 의해 정점군이 구분됨을 나타내고 있다.

요 약

경기만에 위치한 대부도 조하대 연안에서 13개 정점을 설정하고 1996년 7월과 10월, 2회에 걸쳐 저서동물의 군

집 구조를 조사하였다. 조사 결과 209종, 1,093개체/m², 134.86 g/m²의 저서동물이 출현하였다. 이 가운데 다모류가 72종이 출현하여 34.5%를 차지하여 가장 우점하였으며, 갑각류는 69종으로서 33.0%를 차지하였다. 한편 다모류의 밀도는 608개체/m²로서 전체 밀도의 55.6%, 갑각류는 307개체/m²로서 28.1%를 점유하여 이들 두 분류군이 전체 밀도의 83% 이상을 차지하였다. 또한 생체량은 극피동물이 가장 우점하여 54.21 g/m²로서 전체 생체량의 40.2%를, 연체동물은 29.08 g/m²로서 22%를 차지하였다. 이질함량이 우세한 내만해역에서는 출현종수와 다양도가 상대적으로 낮고, 혼합퇴적상을 나타내는 외해역으로 갈수록 출현종수 및 다양도는 높은 양상이었다. 주요 우점종으로서 다모류인 *Heteromastus filiformis*, *Scoloplos armiger* 및 *Tharyx* sp. 로서 이들은 각각 70개체/m², 67개체/m², 및 66개체/m²로 출현하였으나 우점도는 낮은 양상이었다. 집괴분석 결과 정점들은 내만해역에 위치하며 이질의 함량이 높은 정점군들과 사질의 함량이 높은 대부도 조하대 연안 정점군, 그리고 혼합퇴적상인 외해역에 위치한 정점군 등 5개 정점군으로 구분되었다. Rarefaction curve에 의한 다양도 비교 결과 이들 정점군은 내만에서 외해로 나가면서 다양도가 증가하는 양상이었다.

참 고 문 헌

- Hong, J. S. and J. W. Yoo. 1996. Salinity and sediment types as sources of variability in the distribution of the benthic macrofauna in Han estuary and Kyonggi Bay, Korea. J. Korean Soc. Oceanogr. 31 (4), 217~231.
- Hong, J. S., R. H. Jung, I. S. Seo, K. T. Yoon, B. M. Choi and J. W. Yoo. 1997. How are the spatio-temporal distribution patterns of benthic macrofaunal communities affected by the construction of Shihwa Dike in the west coast of Korea? J. Korean Fish. Soc. 30 (5), 882~895 (in Korean).
- KORDI. 1996. A study of marine ecosystem in Kyeonggi Bay, Korea. KORDI Report. BSPK 00019-96-3. 124 pp. (in Korean).
- Lee, J. H. and J. H. Cha. 1997. A study of ecological succession of macrobenthic community in an artificial lake of Shihwa on the west coast of Korea: An assessment of ecological impact by embankment. Ocean Res. 19 (1), 1~12.
- Lee, J. H., J. S. Hong and S. K. Yi. 1983. Studies on the benthic fauna in Garolim Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea 18 (2), 111~116.
- Lee, S. W., H. G. Lee, D. S. Kim, S. H. Shin, J. W. Lee and J. G. Je. 1997. Marine biota of the macro-tidal flat of Namsari, Taebudo in the west coast of Korea. Ocean

- Res. 19 (2), in press (in Korean).
- Lim, H. S., J. H. Lee, J. W. Choi and J. G. Je, 1995. Macrobenthic community on the soft-bottom around the Youngjong Island, Korea. *J. Korean Fish. Soc.* 28 (5), 635~648 (in Korean).
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Bio.* 13, 131~144.
- Pielou, E. C. 1984. The interpretation of ecological data, Wiley, New York. 263 pp.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *The American Nat.* 102 (925), 243~282.
- Shannon, C. E. and W. Wiener, 1963. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press. 125 pp.
- 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 (4), 184~193.
- Shin, H. C., S. K. Kang and C. H. Koh. 1992. Benthic polychaete community in the southern area of Kyeonggi Bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea* 27 (2), 164~172.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity, *Nature* 163, 688.
- 수로국. 1989. 검토 기록부
- 한국해양연구소. 1993. 화옹지구 간척 매립에 따른 어업피해 보상 연구. 해양연구소보고서, 504 pp.

1997년 10월 22일 접수

1998년 7월 2일 수리