

남해 앵강만 조하대 연성저질 저서동물 군집

임현식 · 박흥식¹ · 최진우¹ · 제종길¹
목포대학교 해양자원학과, ¹한국해양연구소 해양생물연구단

Macrobenthic Community of the Subtidal Soft Bottom of Aenggang Bay in the Southern Coast of Korea

HYUN-SIG LIM, HEUNG-SIK PARK¹, JIN-WOO CHOI¹ AND JONG-GEEL JE¹

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

¹Marine Biology Division, KORDI, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

남해안에 위치한 앵강만의 저서동물 군집 구조과악을 목적으로 1994년 10월, 1995년 1월, 5월 및 8월에 앵강만 내에 18 개 정점을 설정하고 저서동물을 조사하였다. 조사결과 총 233 종의 저서동물이 채집되었으며, 이 가운데 다모류가 90 종, 갑각류가 66 종 및 연체동물이 46 종이었다. 평균 밀도는 1,358 개체/m²였으며, 다모류가 874 개체/m²로서 가장 우점하였으며 전체 밀도의 64%를 차지하였다. 습중량은 262.0 gWWt/m²였으며, 극피동물이 137.8 gWWt/m²로서 전체 습중량의 52.6%를 차지하였다. 출현종수, 밀도 및 습중량은 앵강만 동측에 위치한 정점들에서는 비교적 높은 값을 나타냈으나, 서측에 위치한 정점들에서는 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 주요 우점종으로서는 석회관갯지렁이인 *Ditrupa arientina*, 실타래갯지렁이류인 *Tharyx* sp. 그리고 굴족류인 *Fustaria nipponica*였는데 각각 밀도가 245 개체/m², 166 개체/m² 및 132 개체/m²였다. *D. arientina*와 *F. nipponica*는 앵강만 입구역에서 밀도가 높았으며, *Tharyx* sp.는 앵강만 중앙부 해역에서 밀도가 높았다. 집괴분석 결과 앵강만은 내만에 1 개 정점군, 만 중앙부에 2 개 정점군, 그리고 만 입구에 2 개 정점군으로 구성되어 있으며, 이들은 앵강만의 저서동물 분포특성을 잘 반영하고 있다.

This study was conducted to describe the community structure of macrobenthos in Aenggang Bay, the southern coast of Korea. Sampling was performed seasonally using van Veen grab from October 1994 to August 1995. A total of 233 species occurred; polychaetes accounted for 90 species, crustaceans 66 species, and mollusks 46 species. The mean density of macrobenthos was 1,358 ind./m², and polychaetes accounted for 64% of total abundance with its density of 874 ind./m². Mean macrobenthic biomass was 261.96 gWWt/m², and echinoderms accounted for 52.6% of total biomass with its biomass of 137.76 gWWt/m². Dominant species were a serpulid worm, *Ditrupa arientina* (245 ind./m²), a cirratulid worm, *Tharyx* sp. (166 ind./m²), and a scaphopod *Fustaria nipponica* (132 ind./m²). *Ditrupa arientina* and *Fustaria nipponica* were distributed mainly in the mouth of Aenggang Bay, whereas *Tharyx* sp. showed its high density in the central region of the bay. The study area showed a regional difference in species richness, abundance, and biomass; the eastern region of the bay sustained relatively more abundant and richer macrobenthos than the western part. The study area could be divided into 5 regions by the cluster analysis based on the species composition of macrobenthos; the inner bay, two central regions, and two mouth areas of the bay.

서 론

내만은 외해로부터 파도와 같은 물리적 영향으로부터 보호되고 있을 뿐 아니라 영양염이 풍부하여 주요 수산자원생물의 서식처 및 산란장으로서 중요한 역할을 한다. 또한 내만 생태계를 구성하는 요소들 가운데 하나인 저서동물은 다른 포식자들의 먹이생물로서 이용되어 내만의 생산력을 증대시키는 역할을 하기 때문에 해양생태계의 영양단계에서 매우 중요시 되고 있다. 특히 저서동물을 먹이로 하는 저어류나 유용 무척추동물에게는

먹이생물의 양적인 분포가 이들 자원의 생산량을 결정하는 중요한 요인이 되고 있다(McIntyre and Eleftheriou, 1968). 이와 같은 관점에서 어느 해역의 잠재적인 저어류 생산량을 파악하기 위해서는 기본적으로 이들의 먹이생물인 저서동물의 현존량 파악은 필수적이다(Matsumiya et al., 1986).

한편 저서동물은 퇴적물내의 유기물을 섭취하고 배설함으로써 미생물에 의한 유기물 분해가 용이하도록 만들어 주기 때문에 영양염 순환에 기여하고 있다. 따라서 저서동물의 서식은 해양 저서생태계 뿐만 아니라 표영생태계에도 중요한 영향을 미

치게 된다.

우리나라에서 지금까지 수행된 저서동물 군집과 관련된 연구들은 군집의 구조해석과 우점종 변동의 추적을 통한 생태계 변화 양상을 파악하는데 주안점을 두고 있다. 이와 같은 관점에서 남해안의 경우에는, 연안 양식장이 밀집되어 있을 뿐 아니라 대표적인 유기오염 해역으로 알려진 진해만에서 많은 연구들이 이루어졌으며(Hong and Lee, 1983; Hong, 1987; Lim *et al.*, 1992; Lim, 1993; 임과 홍, 1994, 1997a, 1997b), 공업단지 조성을 위해 대규모 매립과 준설이 이루어짐으로서 생태계 변동이 초래된 광양만에서도 많은 연구가 이루어졌다(Choi and Koh, 1984; Shin and Koh, 1990; 정, 1998). 그 외에도 득량만(Ma *et al.*, 1995), 여자만(Lim *et al.*, 1991), 굴 양식장이 산재한 가막만(Shin, 1995)과 삼천포 연안(Shin and Koh, 1993) 등의 조하대 연성저질에서도 군집생태학적인 연구가 수행되어 연안역의 저서동물 군집 특성이 파악되었다. 그러나 남해안에 위치해 있으면서 유기오염의 영향이 비교적 적은 앵강만에서는 저서동물 군집생태학적인 관점에서 연구된 결과는 없는 실정이다.

앵강만은 남해도 남측에 위치한 소규모 만으로서, 주변에는 여수해만과 광양만 그리고 가막만이 위치해 있다. 앵강만 입구에는 무인도인 노도가 있으며 외해로부터 국지적으로 보호되어 있는 노도 안쪽 주변에는 소규모 어류 양식 가두리가 설치되어 있고, 만 내에는 정치망 어장 10여개가 산재되어 있다. 한편, 만 내에는 대규모 수하식 양식시설이 없을 뿐 아니라 만 주변에는 공장 및 인구밀집 지역이 없는 것이 특징이다. 이와 같은 특성상 앵강만

은 남해안 내만에서 나타나는 유기오염의 영향이 적은 지역으로서 연안 해역 목장화 시스템 연구의 모델 지역으로 선정되어 여러 가지 해양 생태학적인 연구가 수행되기도 하였다(한국해양연구소, 1996). 본 연구는 연안 해역 목장화 시스템 연구 대상 지역으로 선정된 앵강만에서, 목장화 대상해역의 생태계 특성 파악과 환경 수용력 산정을 위한 기초자료 획득을 위해 저서동물 군집 구조 및 주요 우점종의 분포 특성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

남해안에 위치한 앵강만 일대의 저서동물 군집 구조를 파악하기 위하여, 조하대 해역에 18개의 정점을 선정한 다음, 계절별로(1994년 10월, 1995년 1월, 5월, 8월) 4회에 걸쳐 저서동물을 채집하였다(Fig. 1). 저서동물 채집은 van Veen grab(채집면적 0.1 m²)을 사용하여 각 정점별로 3회씩 실시하였으며, 채집된 시료는 선상에서 1 mm 망목의 표준체로 체질하였고, 잔존물을 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 저서동물을 각 분류군별로 선별한 다음 습중량을 측정하였으며 종 단위까지 동정하고 종별 개체수를 세었다. 측정된 생물량 및 개체수는 단위면적당(m²)의 자료로 환산하였다.

군집 구조를 파악하기 위하여 종다양도(H'), 균등도(J) 및 우점도(D) 등의 군집지수를 구하였다. 출현종에 근거한 각 정점간의 유사도를 알아보기 위하여 유사도 지수로는 Chord distance를 사용하였고, 가중평균결합법에 의한 집괴분석(Pielou, 1984)

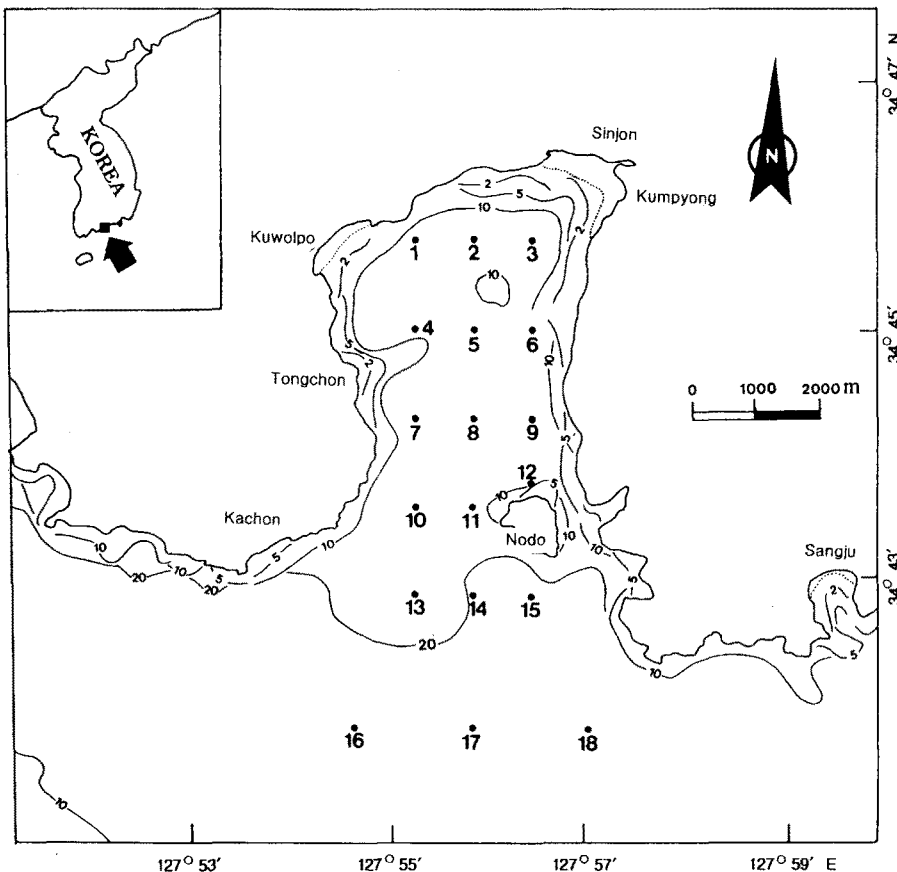


Fig. 1. Map showing the bathymetry (m) and sampling stations of Aenggang Bay in the southern coast of Korea.

결과에 따라 정점군을 구분하였다. 표층퇴적물에 대한 입도분석은 1995년 1월에 저서동물 채집과 동시에 채집된 표층퇴적물 시료를 Sedigraph 5100을 사용하여 실시하였고, 동일 시기에 채집된 퇴적물을 사용하여 퇴적물내의 유기탄소 함량은 CNS analyser로 측정하였다. 또한 수괴 환경요인인 표·저층수의 수온 및 염분은 CTD(SBE 19)를 사용하여 4계절 모두 조사하였으며, 용존산소는 DO meter(YSI 58)를 사용하여 4계절 모두 측정하였으나 여름철인 8월의 자료만을 사용하였다. 각 요인간 주성분 분석에 사용된 자료는 조사기간동안 측정된 자료 가운데 저층환경 자료를 사용하였는데, 저층수의 계절별 수온 및 염분, 여름철 저층용존산소량, 퇴적물의 평균 입도와 모래 함량, 유기탄소 및 황의 함량 등 7개 환경 요인이었다.

결 과

조사지역의 환경

앵강만은 남해안의 가막만과 여차만 사이에 위치한 소규모 만으로서 수심은 만 입구에서 약 20 m 정도이며, 만 내로 들어가면서 감소하여 10 m 정도의 수심을 나타내고 있어 만 전체가 10~20 m 범위를 나타내고 있다(Fig. 1).

조사기간 중 조사된 연간 표층 수온은 겨울철인 1월의 10.3°C에서 여름철인 8월의 23.3°C의 범위를 나타냈다. 수온 상승기인 5월과 8월에는 내만에 위치한 정점들의 표층 수온이 외양과 접해 있는 만 입구에 위치한 정점들의 표층 수온보다 높고, 가을철인 10월과 겨울철인 1월에는 그 반대 현상을 나타냈다. 저층 수온은 겨울철인 1월에 평균 10.6°C로 가장 낮았고, 가을철인 10월에는 19.0°C로서 가장 높았는데, 여름철의 저층수온이 가을철의 저층수온보다 낮은 것이 특징적이다. 가을철과 겨울철의 표·저층수온의 차이는 약 1.0°C 미만이었으며, 5월에는 표·저층수온차가 평균 1.5°C였다. 그러나 여름철인 8월에는 표·저층 평균 수온차가 약 7.2°C로 나타났다.

연간 표층 염분 변동은 평균 32.8‰(10월)~33.9‰(5월)의 범위로서 계절적으로 차이가 없었다. 저층 염분의 경우에도 평균 32.8‰(10월)~34.0‰(8월) 범위로서 계절적인 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 공간 분포에서도 정점간 염분차가 2‰를 넘지 않아 공간적으로도 차이가 없었다. 여름철 표층 용존산소는 7.2~7.8 mg/l 범위로서 평균 7.6 mg/l였으며, 저층 용존산소는 4.9~7.9 mg/l 범위로서 평균 5.8 mg/l였다.

겨울철인 1995년 1월에 채집된 퇴적물의 입도분석 결과, 퇴적상은 전반적으로 실트성 점토질로서 모래의 비율은 0.7%(정점 6)~17.8%(정점 13) 범위였다. 퇴적물의 평균 입도는 7.7~9.3φ 범위로서 평균 8.7φ였다. 내만으로 갈수록 입도가 세립해져 9.0φ 이상의 값을 나타내지만, 정점 1에서는 8.6φ를 나타내었다. 노도를 중심으로 한 만 입구역은 8.0φ이하로서 내만역에 비해 상대적으로 조립한 양상이었다. 따라서 앵강만은 전반적으로 실트성 점토질 퇴적상이었으며, 정점 11은 점토성 실트질 퇴적상을 나타내었다(Fig. 2). 또한 퇴적물내의 유기탄소량은 1.0~1.9% 범위로서 평균 1.4%였다(Fig. 3). 만 입구역 정점들에서는 1.0% 이하의 값이었으나 내만으로 들어갈수록 유기물 함량이 증가하는 양상을 나타내어 내만에는 1.6% 이상의 값을

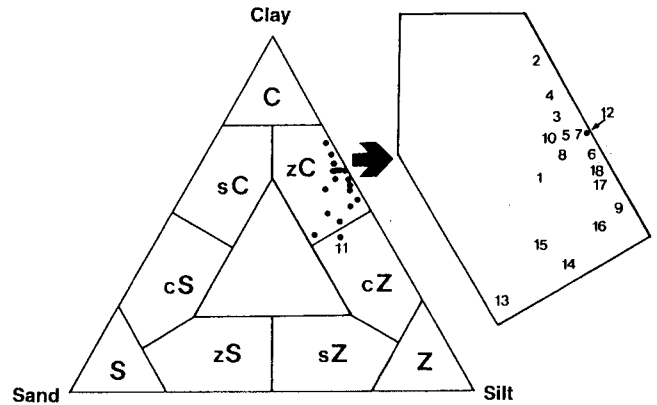


Fig. 2. Ternary diagram of the sediment at each station in Aenggang Bay, January 1995.



Fig. 3. Spatial distribution of organic carbon content (%) of the surface sediment in Aenggang Bay, January 1995.

나타내었다. 특히 가장 안쪽에 위치한 정점 3에서는 1.9% 이상의 값이었으며, 노도 안쪽의 정점 12에서는 인근에 소규모로 시설된 어류 양식 가두리의 영향으로 상대적으로 높은 1.6%였다.

이와 같은 환경 자료 가운데 저층 환경 자료를 사용하여 주성분 분석한 결과 7개의 환경요인이 68%의 적재율을 나타내었다(Fig. 4). 축 1은 퇴적환경이 주로 적재되어 있으며, 축 2는 염분, 수온, 용존산소 등 수괴환경요인들이 적재되었다. 따라서 각 정점은 주로 퇴적상과 용존산소에 의해 3개의 정점군을 이루고

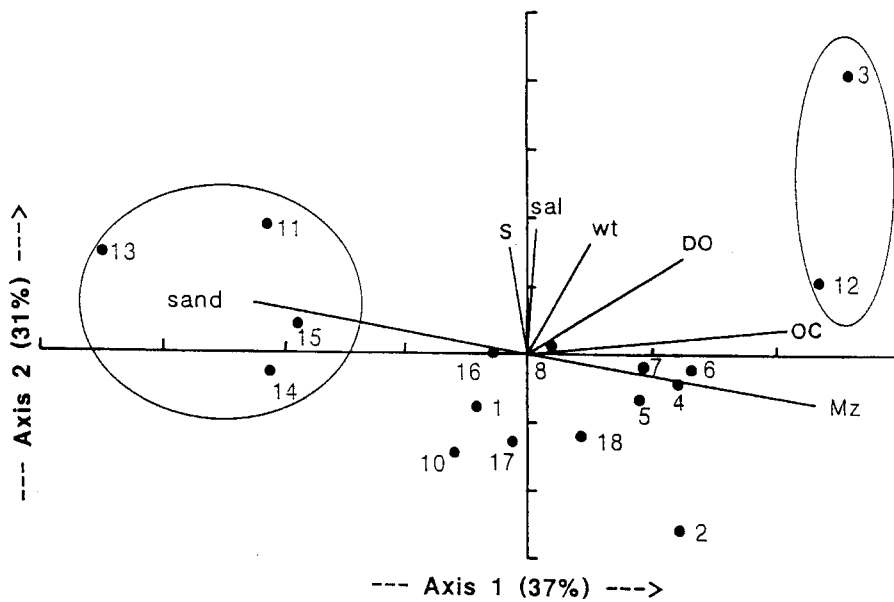


Fig. 4. Grouping of sampling stations in a two dimensional PCA based on the seven environmental variables at each station in Aenggang Bay (S: sulfur, sal: salinity, wt: water temperature, DO: dissolved oxygen, OC: organic carbon, Mz: mean grain size, sand: sand proportion).

있는 것으로 나타났다. 정점 11, 13, 14, 15는 사질 함량이 비교적 높은 정점들이며, 정점 3과 12는 수심이 매우 낮은 지역에 위치하여 저층에 높은 용존산소량을 나타내는 지역이다.

저서동물의 종조성

조사기간 동안 앵강만에서는 총 233종의 저서동물이 채집되었다. 이 중 다모류가 90종으로 가장 우점하였으며, 갑각류 66종, 연체동물 46종이 출현하였다. 전체 서식밀도는 1,358 개체/m²였으며, 다모류가 874 개체/m²(64.3%)로 가장 높은 밀도를 나타내었으며, 갑각류는 227 개체/m²(16.7%), 연체동물은 216 개체/m²(15.9%)가 출현하였다. 전체 습중량은 262.0 gWWt/m²로서, 이 가운데 극피동물이 137.8 gWWt/m²(52.6%)로 가장 우점하였다(Table 1).

저서동물의 계절변동 및 공간분포

각 계절별 저서동물의 출현종수는 1994년 10월에는 100종이 출현하였으나 점차 증가하는 양상을 나타내어 1995년 8월에는 153종이 출현하였다(Table 1). 동물군별로 보면, 다모류는 가을철의 43종에서 이듬해 여름철의 67종 범위였으며, 갑각류는 25종에서 43종 범위였다. 서식 밀도는 1994년 10월의 540 개체/m²에서 1995년 8월의 1,952 개체/m² 범위로서 점차 증가하는 양상이었다. 계절에 따른 서식밀도 변화는 1월의 경우에는 연체동물의 증가에, 5월과 8월의 경우에는 다모류의 증가에 기인된다. 습중량은 8월에 228.1 gWWt/m²로 가장 낮았고, 1월에 331.9 gWWt/m²로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 습중량의 계절적 변동은 극피동물의 출현량에 따라 좌우되었다.

각 정점별 출현종수는 앵강만 입구 노도 부근에 위치한 정점

Table 1. Number of species, mean density and biomass of macrobenthic faunal groups in Aenggang Bay, from October 1994 to August 1995.

	Oct. 1994	Jan. 1995	May 1995	Aug. 1995	Total
No. of species	100 (%)	113 (%)	145 (%)	153 (%)	233 (%)
Mollusca	23 (23.0)	19 (16.8)	25 (17.2)	25 (43.8)	46 (19.7)
Annelida	43 (43.0)	56 (49.6)	64 (44.1)	67 (43.8)	90 (38.6)
Arthropoda	25 (25.0)	26 (23.0)	34 (23.4)	43 (28.1)	66 (28.3)
Echinodermata	5 (5.0)	6 (5.3)	10 (6.9)	7 (4.6)	14 (6.1)
Other	4 (4.0)	6 (5.3)	12 (8.3)	11 (7.2)	17 (7.3)
Mean density (ind./m ²)	540 (%)	1,198 (%)	1,687 (%)	1,952 (%)	1,358 (%)
Mollusca	27 (5.1)	583 (48.6)	109 (6.5)	137 (7.0)	216 (15.9)
Annelida	296 (54.9)	292 (24.4)	1,340 (79.4)	1,531 (78.5)	874 (64.3)
Arthropoda	202 (37.5)	288 (24.0)	179 (10.6)	229 (11.7)	227 (16.7)
Echinodermata	10 (1.9)	26 (2.2)	26 (1.5)	38 (1.9)	25 (1.9)
Other	43 (0.6)	3 (0.8)	33 (1.9)	17 (0.9)	16 (1.2)
Biomass (gWWt/m ²)	250.8 (%)	331.9 (%)	237.0 (%)	228.1 (%)	262.0 (%)
Mollusca	57.5 (22.9)	30.3 (7.1)	26.5 (11.2)	0.3 (0.1)	28.7 (10.9)
Annelida	11.0 (4.4)	11.2 (3.4)	39.8 (16.8)	56.0 (24.5)	29.5 (11.3)
Arthropoda	41.5 (16.5)	27.3 (8.2)	35.3 (14.9)	51.5 (22.6)	38.9 (14.8)
Echinodermata	70.3 (28.0)	255.3 (76.9)	126.2 (53.2)	99.4 (43.6)	137.8 (52.6)
Other	70.6 (28.2)	7.9 (2.4)	9.2 (3.9)	20.9 (9.2)	27.2 (10.4)

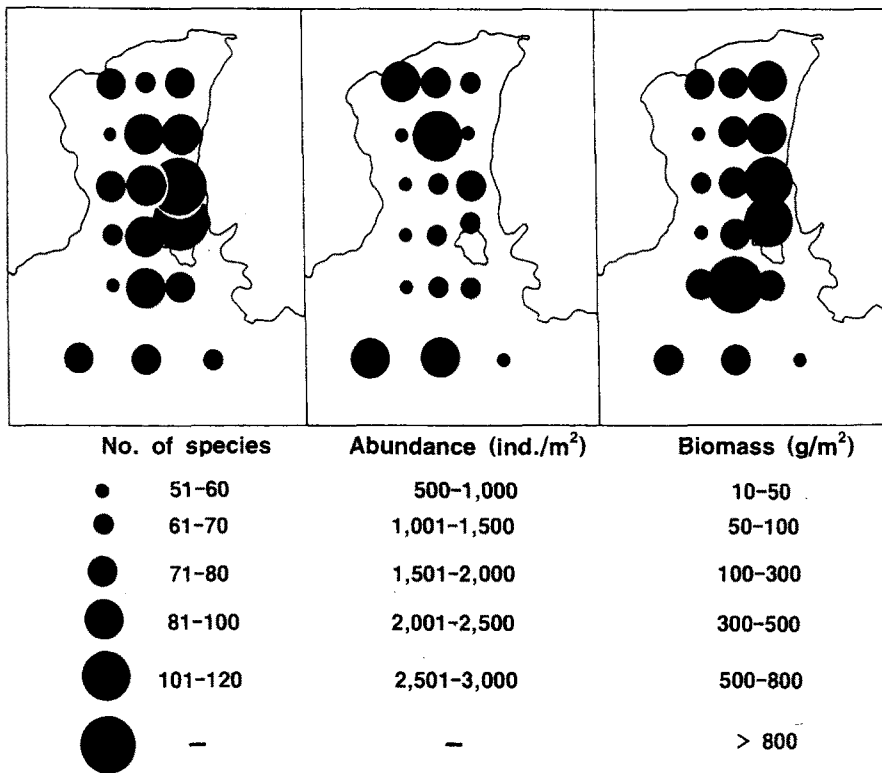


Fig. 5. Spatial distribution of the number of species, abundance and biomass of macrobenthos in Aenggang Bay.

9와 12에서 각각 119종 및 117종이 출현하여 가장 높았다(Fig. 5). 주로 만 중앙부에 위치한 정점들에서는 80종 이상의 분포를 나타내었으나, 앵강만 서측에 위치한 정점 4와 13에서는 60종 이하로 낮은 출현종수였다. 이러한 출현종수의 계절별 공간 분포 양상은, 여름철인 8월을 제외하고는 앵강만 서측해역에 위치한 정점들에서는 상대적으로 출현종수가 적었으나, 노도를 중심으로 한 동측해역에서는 출현종수가 상대적으로 많았다(Fig. 6).

출현밀도는 만 내측역과 입구역에서 2,000 개체/m² 이상이였으며, 특히 내만역의 정점 1과 5에서는 각각 2,232 개체/m² 및 2,557 개체/m²의 밀도였다. 밀도의 공간 분포 양상은 출현 종수의 공간 분포 양상과 유사하여 앵강만 서측 입구에서 만 안쪽까지는 상대적으로 낮은 밀도였다(Fig. 5). 밀도의 계절별 공간분포 양상은 10월에는 만 내측의 정점에서 1,000 개체/m² 이상의 분포를 나타내었으나 전반적으로 낮은 밀도였다. 겨울철인 1월에는 정점 1에서 3,000 개체/m² 이상의 높은 밀도였는데 열새우류인 *Ericthonius pugnax*가 2,181 개체/m² 출현하였다. 5월에는 노도안쪽과 내만 중앙부에 위치한 정점들에서 밀도가 높았으며, 8월에는 내만 중앙부 및 만 입구에 위치한 정점들에서 높은 밀도였다(Fig. 7).

습중량은 앵강만의 동측에 위치한 노도를 중심으로 한 정점들에서는 높았는데, 특히 정점 14에서는 848.8 gWWt/m²로 가장 높은 값이었다(Fig. 5). 한편, 만 내측에 위치한 정점 4와 만 입구에 위치한 정점 18에서는 각각 41.4 gWWt/m², 46.5 gWWt/m²로 습중량이 낮은 양상이었다. 이러한 공간 분포 양상은 계절적으로 큰 차이가 없이 전 계절을 통하여 노도를 중심으로 한 중앙부 해역의 생물량이 높은 양상이었다(Fig. 8).

각 정점별 종수를 좌우하는 동물군은 다모류로서 정점에 따라 31종~56종의 범위였으며, 각 정점에서 출현한 종수의 약

50% 이상을 차지하였다. 정점 9와 12에서는 갑각류가 각각 29종, 26종이 출현하여 상대적으로 높은 비중을 차지하였다. 정점별 서식밀도의 경우도 다모류가 421 개체/m²(정점 6)~1,896 개체/m²(정점 16)의 범위로서 정점별 서식밀도의 평균 64% 이상을 점유하였다. 연체동물은 정점 11과 14에서, 갑각류는 만 내측인 정점 1, 2, 3에서 상대적으로 높은 밀도였다. 습중량의 경우 정점별 높은 편차를 나타내어, 내만에 위치한 정점 1, 2, 3의 경우 갑각류 습중량의 비율이 높았으며, 정점 14의 경우 극피동물이 전체 습중량의 95%를 차지하여 점유율이 높았다.

주요 우점종의 분포

조사기간 중 출현한 233종 가운데 14 개 종의 서식밀도가 전체 출현 밀도의 75% 이상을 차지하였으며, 이들은 다모류 8 종, 연체동물 2 종, 갑각류 4 종으로 구성되었다(Table 2).

가장 우점한 종은 석회관갯지렁이류인 *Ditrupea orientina*로서 16 개 정점에서 출현하였으며, 평균 245 개체/m²의 밀도였다(Fig. 9). 주 분포역은 앵강만 입구인 정점 16과 17로서 각각 1,618 개체/m² 및 1,530 개체/m²의 밀도였으며, 내만으로 갈수록 밀도가 감소하여 10 개체/m² 이하의 낮은 밀도였다. 다모류인 *Tharyx* sp.는 18 개 전 정점에서 출현하였으며, 평균 밀도는 166 개체/m²였다. 이 종은 앵강만 중앙부에 위치한 정점들에서 주로 분포하였으며, 정점 5의 경우 1,315 개체/m²로서 가장 서식밀도가 높았다. 그러나 만 입구역과 만 동측 연안에는 10 개체/m² 미만의 낮은 밀도였다. 굴족류인 *Fustaria nipponica*는 15 개 정점에서 출현하였는데, 평균 132 개체/m²의 밀도로서 전체 출현 밀도의 9.7%를 차지하였다. 이 종은 정점 5와 14에서 각각 510 개체/m² 및 617 개체/m²로서 출현 밀도가 높았다. 다모류인 *Lumbrineris*

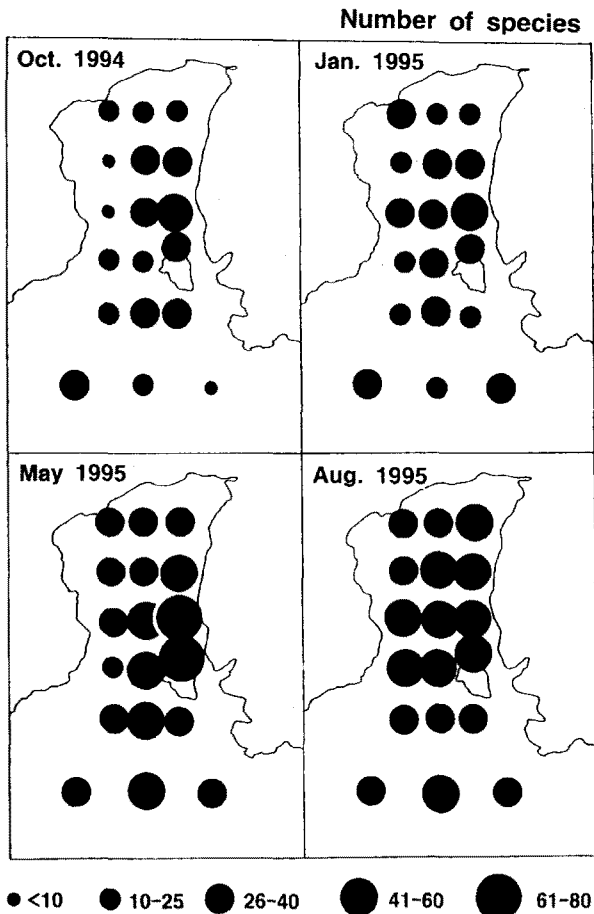


Fig. 6. Seasonal distribution of the number of species of macrobenthos in Aenggang Bay.

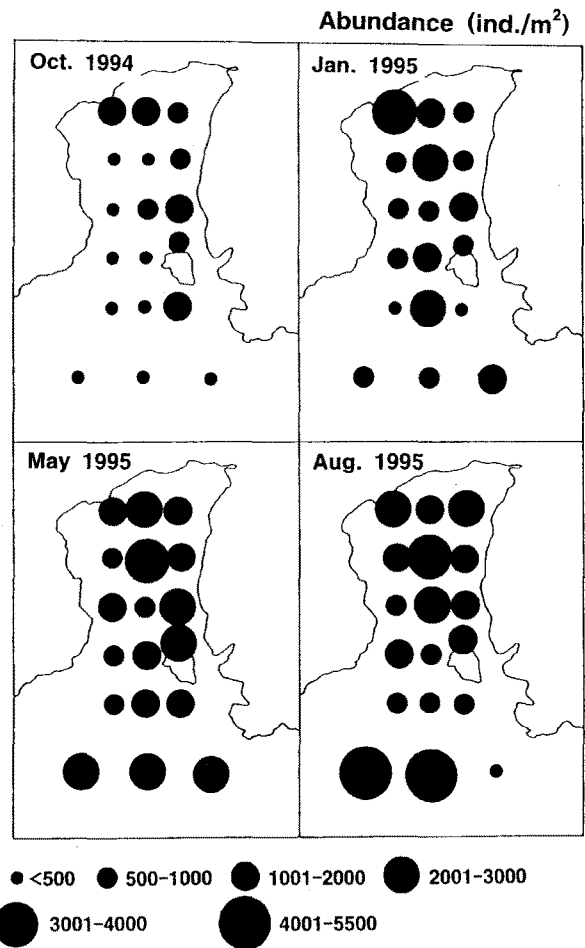


Fig. 7. Seasonal distribution of the abundance of macrobenthos in Aenggang Bay.

*longifolia*는 전 정점에서 모두 출현하였으며, 평균 밀도는 124 개체/m²였다. 정점 2에서 528 개체/m²로서 가장 밀도가 높았으며, 노도에서 내만에 이르는 해역에서는 200 개체/m² 이상의 밀도였으나 만 입구역에는 상대적으로 낮은 양상이었다. 게류인 *Xenopthalmus pinnotheroides*는 앵강만 내만에서 특히 밀도가 높아, 정점 2, 3에서 각각 536 개체/m² 및 303 개체/m²가 출현하였다. 그러나 만입구로 나올수록 밀도가 감소하여 입구에 위치한 정점들에서는 출현하지 않았다. 옆새우류인 *Eriopisella sechellensis*는 노도를 중심으로한 13 개 정점에서 출현하였는데, 평균 밀도는 59 개체/m²로서 전체 밀도의 4.4%를 차지하였다. 정점 9에서는 413 개체/m²가 출현하여 높은 밀도였으나, 내만에 위치한 정점들과 만 입구의 서측 연안에 위치한 정점들에서는 3 개체/m² 이하의 극히 낮은 밀도였다. 다모류인 *Heteromastus* sp.는 앵강만 전 정점에서 비교적 유사한 밀도로 출현하였는데 평균 49 개체/m²로서 전체 밀도의 3.6%를 차지하였다. 이매패류인 *Theora fragilis*도 전 정점에서 평균 26 개체/m²의 밀도로 출현하여 약 2%를 차지하였다.

주요 종들의 계절적인 공간 분포 양상을 보면, 최우점종인 *D. arientina*가 5월과 8월에는 만 입구인 노도 부근 정점에서 집중적으로 출현하였으나, 1994년 10월과 1995년 1월에는 전혀 출현하지 않음으로써 특징적인 계절성과 공간성을 나타내었다

(Table 3; Fig. 10). 두번째 우점종인 *Tharyx* sp.의 경우도 10월과 1월에는 밀도가 낮고 출현 정점수도 적었으나, 5월에는 만 내부 정점에서 밀도가 높았다. 8월에는 만내에 위치한 정점에서 다량 출현하였으며 분포역이 만 입구역으로 확장되었다. 굴족류인 *F. nipponica*는 1995년 1월에만 전 정점에서 출현하였으나, 그 이후에는 전혀 출현하지 않은 독특한 계절성을 보였다. 한편, 계절적 변화는 적지만 독특한 공간적인 분포 특성을 나타내는 종들로서는 *L. longifolia*, *X. pinnotheroides*, *E. sechellensis* 등을 들 수 있는데, 특히 *X. pinnotheroides*는 전 계절을 통하여 만 내에 위치한 정점 1, 2 및 3에서만 상대적으로 높은 밀도로 출현하였다(Fig. 10). 또한 *Heteromastus* sp., *Theora fragilis*, *Sigambra tentaculata* 등은 주로 5월과 8월에 집중적으로 출현하였는데, 이들 세 종은 모두 유기물이 풍부한 지역에서 우점적으로 출현하는 기회종의 특성을 지니고 있다.

군집 구조

각 정점에서 4계절 동안 출현한 종별 개체수 자료를 모두 합한 자료를 이용하여 집괴분석을 통해 정점군을 구분한 결과, 앵강만은 5 개 정점군으로 구분되었다(Fig. 11). 가장 내만에 위치한 정점 1, 2, 3으로 이루어진 정점군 A, 앵강만 서측에 위치한

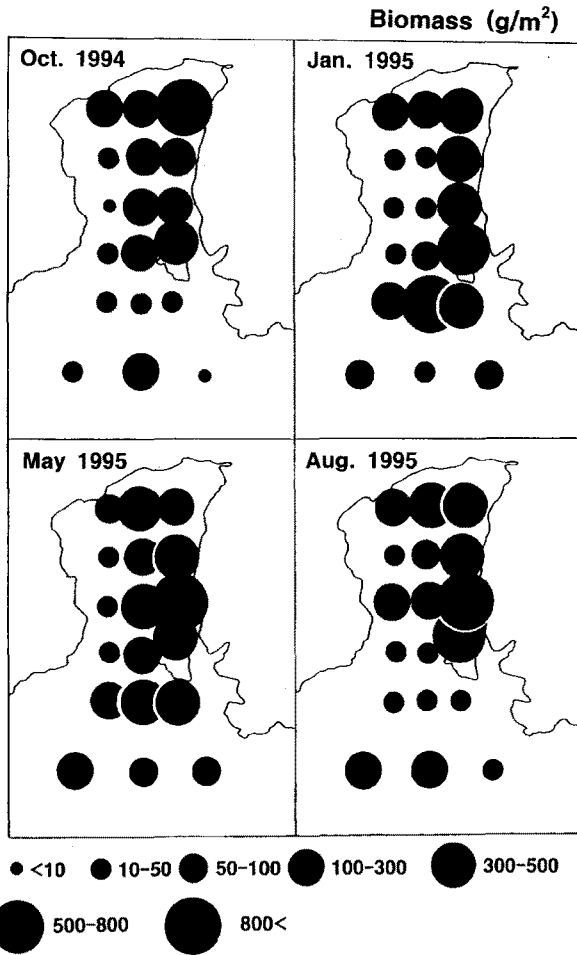


Fig. 8. Seasonal distribution of the biomass of macrobenthos in Aenggang Bay.

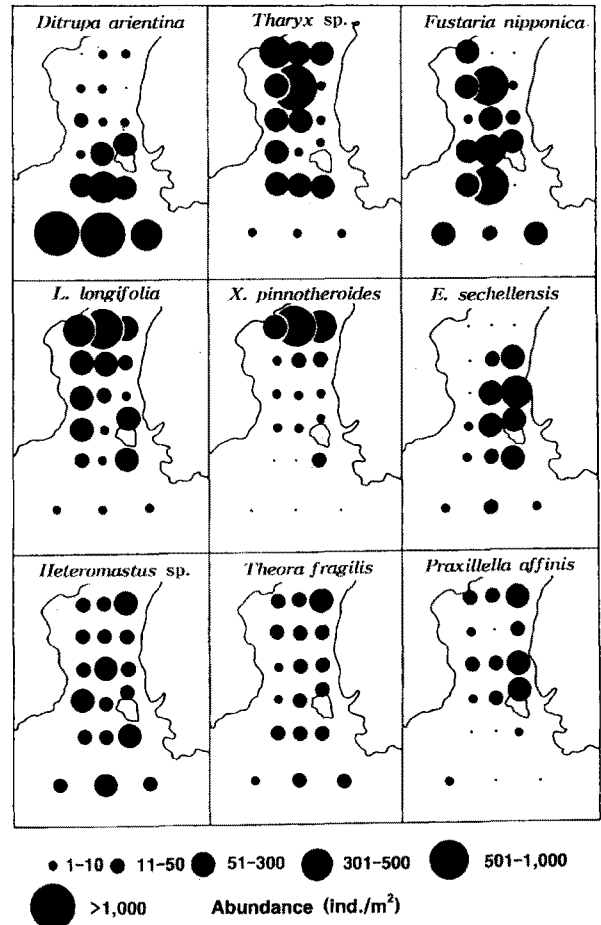


Fig. 9. Spatial distribution of the abundance of dominant species of macrobenthos in Aenggang Bay.

Table 2. Dominant species of the macrobenthos in Aenggang Bay, southern coast of Korea.

Species name	Abundance (ind./m ²)	No. of stations occurred	Freq. (%)	Cum. freq. (%)
<i>Ditrupa arientina</i> (p)	245	16	18.0	18.0
<i>Tharyx</i> sp. (p)	166	18	12.2	30.2
<i>Fustaria nipponica</i> (m)	132	15	9.7	39.9
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)	124	18	9.1	49.0
<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> (c)	66	13	4.9	53.9
<i>Eriopisella sechellensis</i> (c)	59	13	4.4	58.3
<i>Heteromastus</i> sp. (p)	49	18	3.6	61.9
<i>Erictonius pugnax</i> (c)	31	3	2.3	64.2
<i>Theora fragilis</i> (m)	26	18	1.9	66.1
<i>Praxillella affinis</i> (p)	26	13	1.9	68.0
<i>Magelona japonica</i> (p)	25	17	1.9	69.9
<i>Mediomastus</i> sp. (p)	24	18	1.8	71.7
<i>Sigambra tentaculata</i> (p)	21	18	1.6	73.3
<i>Corophium sinense</i> (c)	20	17	1.5	74.8

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

정점 4, 5, 7로 이루어진 정점군 B, 앵강만 동측에 위치한 정점 6, 8, 9, 12로 이루어진 정점군 C, 그리고 앵강만 입구역에 위치한 정점군 D로 구분되었으며, 정점 18은 독립된 한 개의 정점군

으로 구분되었다.

정점군 A는 다른 정점군에 비해 퇴적물내 유기물 함량이 높은 지역으로 116 종의 저서동물이 출현하였으며, 가장 높은 평균 서식 밀도를 나타냈다(Table 4). 다양도와 균등도는 각각 2.5 및 0.6으로서 정점군 B와 유사하였다. 정점군 A에서의 우점종은 다모류의 *Lumbrineris longifolia*로서 370 개체/m²가 출현하였고, 계류인 *Xenophthalmus pinnotheroides*가 350 개체/m² 출현한 것이 특징적이다. 또한 정점군 A에서 출현한 옆새우류인 *Erictonius pugnax*는 다른 정점군에서는 출현하지 않거나 밀도가 극히 적었다. 그러나 옆새우류인 *Eriopisella sechellensis*는 다른 정점군에서는 출현하였으나 정점군 A에서는 출현하지 않았다. 정점군 B는 가장 세립한 퇴적상으로 구성되었으며, 119 종의 저서동물이 출현하였다. 평균 서식밀도는 1,397 개체/m²로서 정점군 A 다음으로 높았으나, 생물량은 정점군 E를 제외하면 가장 낮은 값이었다. 우점종은 다모류의 *Tharyx* sp.(501 개체/m²), *L. longifolia*(232 개체/m²), 굴족류인 *Fustaria nipponica* (203 개체/m²)였으며, 그 이외의 종들은 대체로 낮은 밀도였다. 정점군 C는 다른 정점군에 비해 상대적으로 용존산소 농도가 높았는데, 정점군 가운데 가장 많은 174 종이 출현하였다. 따라서 다양도와 균등도도 각각 3.4, 0.7로서 정점군 가운데 가장 높

Table 3. Seasonal variations of the abundance of macrobenthic dominant species in Aenggang Bay, the southern coast of Korea.

Species name	Oct. 1994	Jan. 1995	May 1995	Aug. 1995
<i>Ditrupa arientina</i> (p)	—	—	432±652	538±1,393
<i>Tharyx</i> sp. (p)	37±145	26±89	258±655	337±490
<i>Fustaria nipponica</i> (m)	—	523±694	—	—
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)	88±148	68±149	127±215	208±296
<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> (c)	69±136	51±99	68±171	75±162
<i>Eriopisella sechellensis</i> (c)	88±177	63±111	47±92	37±63
<i>Heteromastus</i> sp. (p)	7±9	2±4	117±135	70±52
<i>Erictonius pugnax</i> (c)	1±2	121±499	—	—
<i>Theora fragilis</i> (m)	9±18	15±25	19±15	61±83
<i>Praxillella affinis</i> (p)	13±29	4±10	37±56	50±72
<i>Magelona japonica</i> (p)	7±9	13±12	45±35	34±30
<i>Mediomastus</i> sp. (p)	52±57	43±36	—	—
<i>Sigambra tentaculata</i> (p)	4±7	9±15	42-17	30±25
<i>Corophium sinense</i> (c)	—	—	19-37	62±127

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

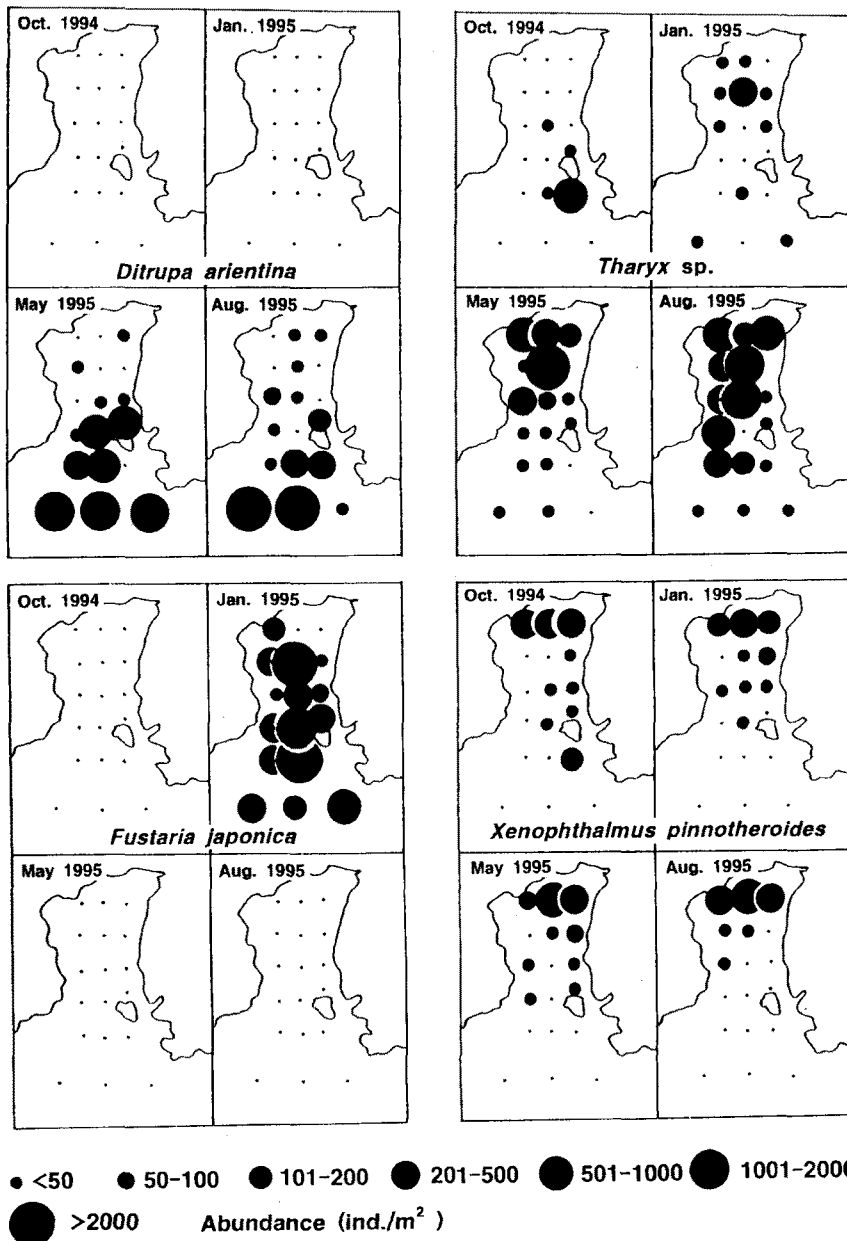


Fig. 10. Seasonal distribution of the abundance of dominant species in Aenggang Bay.

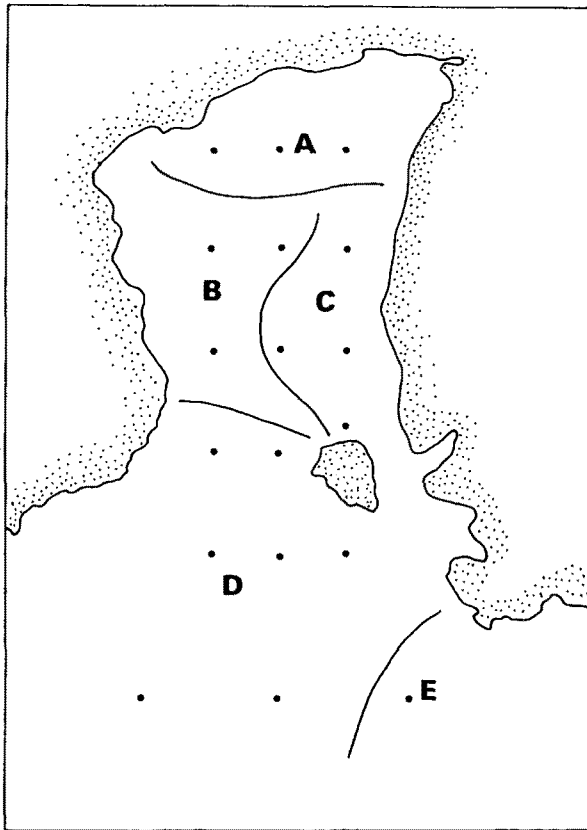


Fig. 11. Zones of the station groups based on the cluster analysis.

은 값이었다. 정점군 C의 밀도는 1,226 개체/m²였으며, 습중량은 정점군 가운데 가장 많은 405.0 gWWt/m²이었다. 우점종은 *E. sechellensis*(213 개체/m²)였으며, 연세우류인 *Corophium sinense*와 다모류인 *Tharyx* sp.가 각각 76 개체/m² 및 74 개체/m² 출현하였다. 정점군 D는 앵강만 입구역에 폭 넓게 위치하는 정점군으로서 가장 많은 7개 정점으로 구성되어 있다. 퇴적상은 상대적으로 가장 조립한 양상이었으며, 유기물 함량도 낮은 정점군으로서 155종의 저서동물이 출현하였다. 평균 서식밀도는 1,302 개체/m²로 높았으며, 석회관갯지렁이인 *Ditrupea arietina*(539 개체/m²) 및 굴족류인 *F. nipponica*(184 개체/m²)가 우점종이었다. 한편 정점군 E는 만 입구역의 정점 18로 구성된 정점군으로서 62종이 출현하였으며, 밀도는 990 개체/m²였다. 이 정점군에서는 *D. arietina* 및 *F. nipponica* 그리고 소형 이매패류인 *Alvénus ojanus*가 우점하였는데, 이들의 밀도가 이 정점에서 출현한 밀도의 77%를 차지하였다.

고찰

환경

연안에서 여름철에 수온약층이 형성되어 수괴 혼합이 원활하지 못할 경우에는 저층으로 산소가 공급되지 않아 빈산소(Hypoxia)수괴가 형성되는 경우가 많다. 이와 같은 빈산소수괴는 저층 퇴적물내에 포함된 유기물의 호기성 분해과정에서 산소가 고갈되는 현상으로서, 우리나라의 경우 주로 육상기원 유

기물의 공급이 활발한 지역인 진해만이나, 반폐쇄성 만인 천수만 그리고 앵강만 하구역 등지에서 여름철에 발생하는 것으로 보고되었다(임과 홍, 1994; 박, 1998; 임과 박, 1998a, 1998b). 앵강만에서는 여름철의 경우 내만해역의 표·저층 수온차가 약 7°C 정도로서 수온약층이 형성되었으나 내만 해역의 특성인 저층 산소 결핍 현상은 발생하지 않았다. 이와 같은 이유는 앵강만 주위에는 도시나 산업단지가 형성되지 않았을 뿐 아니라 하천도 발달하지 않아 육상에서 유입되는 오염물이 적고, 만내부에 양식장 등과 같이 유기오염의 부하를 증대시키는 시설이 적기 때문에 퇴적물의 유기물 함량이 낮기 때문으로 판단된다(Fig. 3). 그러나 본 조사는 계절별 조사로서 여름철에는 단지 1회만 현장 조사가 수행되었기 때문에, 해양목장 후보해역으로서의 기초 조사인 점을 고려하면 향후 이 해역의 산소결핍 현상에 대한 보다 면밀한 검토가 필요할 것이다. 한편 담수가 유입되는 하천이 없기 때문에 연중 염분도의 변화도 크지 않은 것으로 나타났다.

퇴적상은 노도를 중심으로 한 만 입구에서 세립질의 퇴적상이었으며, 만 내부와 만 외부지역은 실트성 점토질 퇴적상으로 구성되었다. 따라서 앵강만에서의 공간적인 환경 구배는 퇴적환경과 수온, 용존산소 등 수괴환경요인들의 차이가 주로 작용하는 것으로 나타났다(Fig. 4). 환경요인들에 대한 이러한 결과는 주성분 분석 결과에서도 잘 나타나, 세립질 퇴적상으로 구성되어 있으며 수심이 낮아 여름철에 수온 약층이 형성되지 않고 비교적 높은 용존산소 농도를 나타내는 노도부근 해역과 정점 3, 12 등의 해역으로 나누어졌다.

저서동물의 종조성 및 시·공간적 변동

조사기간 동안 앵강만에서는 총 233종의 저서동물이 출현하였다. 출현종수는 채집빈도와 채집량에 따라 다소 차이를 보이지만 남해안에 위치한 내만들 가운데 287종이 출현한 진해만(Lim, 1993)을 제외하고는 월등히 높은 출현 종수였다(Table 5). 그러나 진해만의 출현종수가 3년간에 걸친 장기간의 조사 결과인 점을 고려하면, 1년 동안 계절별 조사 결과인 앵강만의 출현종수는 남해안에 위치한 다른 만보다는 월등히 높은 출현종수라 할 수 있다. 다모류의 출현종수는 진해만(Lim, 1993)과 득량만(Ma et al., 1995) 그리고 다모류만을 조사대상으로 한 가막만(Shin, 1995)과 유사하였다. 한편, 연체동물은 46종이 출현하여 진해만보다는 적지만 득량만의 조사 결과와 유사하였다. 특히 앵강만에서는 갑각류가 66종이 출현하여 다모류 다음으로 우점하였는데, 남해안에 위치한 만들 가운데 진해만을 제외하고는 가장 출현종수가 많았다. 앵강만의 저서동물 밀도는 1,358 개체/m²로서 남해안에서는 이매패류인 *Musculista senhousia*가 우점종으로 출현한 득량만 다음으로 높은 밀도였다. 앵강만에서의 다모류 밀도는 진해만의 다모류 밀도와 유사하였는데, 우점종은 서로 달라 앵강만의 경우에는 석회관갯지렁이인 *Ditrupea arietina*의 밀도가 높은 것이 특징적이라 할 수 있다. 이와 같이 출현종수가 다른 내만보다 많은 것은 주변에 특징적인 유기 오염원이 없을 뿐 아니라, 외양으로부터의 생물가입이 비교적 원활하기 때문으로 보인다. 특히 조사기간 동안 3개체 이하가 출현하여 전체 밀도의 0.01% 이하를 차지하는 희소종은

Table 4. Ecological characteristics at each station group of Aengang Bay in the southern coast of Korea (p: polychaetes, m: molluscs, c: crustaceans).

Parameters	Group	A	B	C	D	E
Station number		1, 2, 3	4, 5, 7	6, 8, 9, 12	10, 11, 13, 14,	18
<i>Environmental characteristics</i>						
Mz(ϕ) (Jan.)		8.94±0.36	9.02±0.15	8.92±0.22	8.19±0.48	8.87
Sand (%) (Jan.)		3.7±3.5	1.9±0.9	2.0±1.6	8.4±5.6	1.4
Sediment organic carbon (%) (Jan.)		1.74±0.14	1.06±0.07	1.41±0.16	1.13±0.14	1.3
Bottom dissolved oxygen (mg/l) (Aug.)		6.1±1.6	5.8±0.4	6.3±0.4	5.5±0.2	7.3
<i>Ecological characteristics (Oct.—Aug.)</i>						
Total no. of species		116	119	174	155	62
Mean abundance (ind./m ²)		1,745±486	1,397±1005	1,226±246	1,302±621	990
Mean biomass (g/m ²)		320.3±142.7	75.6±45.3	405.0±182.4	221.4±281.4	46.5
Diversity		2.5±0.3	2.5±0.4	3.4±0.2	2.4±0.7	2.1
Evenness		0.6±0.1	0.6±0.1	0.7±0.0	0.6±0.2	0.5
Dominance		0.3±0.2	0.2±0.1	0.1±0.0	0.3±0.2	0.3
Dominant species (ind./m ²) (Oct. 1994—Aug. 1995)						
<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> (c)		350	14	17	5	—
<i>Pinnixa rathbuni</i> (c)		68	—	—	—	—
<i>Erictonius pugnax</i> (c)		184	—	—	—	—
<i>Theora fragilis</i> (m)		177	22	22	19	27
<i>Tharyx</i> sp. (p)		237	501	74	68	5
<i>Praxillella affinis</i> (p)		46	11	70	3	—
<i>Mediomastus</i> sp. (p)		35	16	10	33	9
<i>Lumbrineris longifolia</i> (p)		370	232	34	42	3
<i>Heteromastus</i> sp. (p)		64	21	32	69	21
<i>Magelona japonica</i> (p)		21	30	25	29	—
<i>Alveolus ojanus</i> (m)		14	54	—	—	123
<i>Fustaria nipponica</i> (m)		12	203	60	184	202
<i>Ditrupa arientina</i> (p)		1	6	45	539	442
<i>Corophium sinense</i> (c)		2	11	76	3	2
<i>Eriopisella sechellensis</i> (c)		—	8	213	26	8
<i>Thelepus</i> sp. (p)		1	5	45	4	1
<i>Sternaspis scutata</i> (p)		1	4	9	40	6

Table 5. A comparison of benthic communities of the major bays in southern coast of Korea (P: polychaetes; M: molluscs; C: crustaceans O: miscellaneous taxa).

Locality	Number of species					Abundance (ind./m ²)					References
	Total	P	M	C	O	Total	P	M	C	O	
Chinhae Bay (western part)	107	52	14	34	7	405	271	33	96	5	Lim <i>et al.</i> (1992)
Chinhae-Masan Bay	287	88	56	91	52	1,046	825	146	51	24	Lim (1993)
Masan Bay	65	34	16	4	11	152	110	36	5	1	Hong and Lee (1983)
Kwangyang Bay	—	79	—	—	—	—	520	—	—	—	Shin and Koh (1990)
Samchunpo	—	50	—	—	—	182	112	19	32	20	Shin and Koh (1993)
Kamak Bay	—	84	—	—	—	340	253	22	28	36	Shin (1995)
Yoja Bay	142	72	31	25	14	388	189	75	76	48	Lim <i>et al.</i> (1991)
Deukryang Bay	161	83	45	29	4	329	238	77	8	6	KORDI (1981)
Deukryang Bay	118	52	45	14	7	432	276	920	220	16	Ma <i>et al.</i> (1995)
Aenggang Bay	233	90	46	66	31	1,358	874	216	227	25	The present study

77 종으로서 전체 출현종수의 33%에 달하였다. 또한 여름철에 종수가 증가하는 것은 대부분 다모류의 가입에 의한 것으로서, 서식밀도에서도 다모류의 밀도가 증가하는 것으로 나타났다. 여름철 높은 밀도를 나타낸 종은 대부분 크기가 작은 종으로서 *D. arientina*(538 개체/m²), *Tharyx* sp.(337 개체/m²) 및 *Lumbrineris longifolia*(208 개체/m²) 등이었는데 이들 3 개 종이 여름철에 출현한 전체 밀도의 55%를 점유하고 있다.

주요 우점종의 분포

앵강만에서 출현한 우점종은 다모류인 *D. arientina*, *Tharyx* sp., 굴족류인 *Fustaria japonica*로서 주변의 여타 내만 해역과는 다소 다른 양상이었다(Table 6). 즉, 인접한 광양만의 경우에는 유기 오염역에서 주로 출현하는 *L. longifolia*, *Nephtys polybranchia*가 우점종으로 출현하였으며(Shin and Koh, 1990), 가막만에서도 *Tharyx* sp., *L. longifolia*와 *Chone* sp. 등이 우점종

Table 6. A comparison of benthic community studies of the major bays in the southern coast of Korea.

Locality	Habitat	Sediment type	Number of replicate sampling	Sampling interval	Number of species	Ind./m ²	Dominant species	References
Chinhae Bay (western part)	subtidal shellfish farming area	silty clay	3	seasonal	107	405	<i>Lumbrineris longifolia</i> <i>Capitella capitata</i> <i>Mediomastus</i> sp. <i>Sigambra tentaculata</i>	Lim <i>et al.</i> (1992)
Chinhae-Masan Bay	subtidal	silty clay	3 or 5	seasonal bimonthly monthly	287	1,046	<i>L. longifolia</i> <i>Paraprionospio pinnata</i> <i>Theora fragilis</i>	Lim (1993)
Masan Bay	subtidal	silt	2	seasonal	65	152	<i>P. pinnata</i> <i>Nephtys</i> sp. <i>Spiochaetopterus</i> sp. <i>T. fragilis</i> <i>Raetellops pulchella</i>	Hong and Lee (1983)
Kwangyang Bay	subtidal	mud, sand sandy mud muddy sand	2	seasonal	79	520	<i>L. longifolia</i> <i>Nephtys polybranchia</i> <i>Terebellides horikoshii</i> <i>Sternaspis scutata</i>	Shin and Koh* (1990)
Yoja Bay	subtidal	clayey silt	3	seasonal	142	388	<i>Mediomastus</i> sp. <i>S. scutata</i> <i>Nippopisella nagatai</i>	Lim <i>et al.</i> (1991)
Kamak Bay	subtidal	clayey silt	2	July September	84	253	<i>Tharyx</i> sp. <i>L. longifolia</i> <i>Chone</i> sp. <i>Glycera chirori</i>	Shin (1995)*
Deukryang Bay	subtidal	clayey silt	3	November January	118	1,432	<i>M. senhousia</i> <i>Eteone longa</i> <i>N. nagatai</i>	Ma <i>et al.</i> (1995)
Aenggang Bay	subtidal	clayey silt	3	seasonal	233	1,358	<i>Ditrupa arientina</i> <i>Tharyx</i> sp. <i>Fustaria nipponica</i> <i>L. longifolia</i>	The present study

* The studies analysed only polychaetous communities.

으로 출현하였다(Shin, 1995). 또한 대표적인 유기 오염해역인 진해만에서는 *L. longifolia*, *Paraprionospio pinnata*가 우점종으로 출현하였으며(Lim, 1993), 여자만에서는 *Mediomastus* sp., *Sternaspis scutata*가 우점종으로 출현하였다(Lim *et al.*, 1991). 따라서 남해안의 경우 내만이라도 환경에 따라 우점종의 출현 양상이 다른 것을 알 수 있다. 특히 앵강만에서는 남해안의 다른 내만에서는 출현하지 않거나 밀도가 적은 *D. arientina*와 *F. japonica*가 우점종으로 출현하였는데, 이들 두 종이 고밀도로 출현한 정점들은 앵강만 내에서도 사질의 함량이 상대적으로 높은 정점들로서 별도의 정점군으로 분리되는 특성을 나타내었다. *D. arientina*는 가을철인 10월과 겨울철인 1월에는 출현하지 않았으나 봄철인 5월과 여름철인 8월에는 만 입구역에서 대량 출현하는 특성을 나타냄으로서 독특한 계절성을 보여주고 있다. 이와 같은 계절적인 출현양상의 차이에 대해서는 별도의 조사가 수행되지 않았으나 출현시기가 봄철과 여름철인 점을 고려하면, 어린 개체의 대량 가입에 의한 영향이거나 봄철과 여름철의 저서환경이 이 종의 대량 번식을 가능하게 하였을 것으로 추정해 볼 수 있다. 한편, *D. arientina*와 같이 앵강만에서 독특하게 밀도가 높은 *F. japonica*는 겨울철인 1월에만 노도를 중심

으로한 정점들에서 높은 밀도로 출현함으로써 독특한 계절성을 나타내고 있다.

다모류인 *L. longifolia*는 앵강만 안쪽에 위치한 정점들에서 높은 밀도로 출현하는 특징을 나타내고 있다(Fig. 9). 이 종은 유기물이 풍부한 해역에서 주로 높은 밀도로 출현하는 것으로 알려져 있어 만 안쪽에 위치한 정점들이 입구역에 위치한 정점들에 비해 유기물 함량이 상대적으로 높은 것과 연관성이 있다고 판단된다.

또한 *Heteromastus* sp.는 전세계적으로 유기물 오염이 발생하는 지역에 서식하는 오염 지시종으로 잘 알려져 있으며, 주로 니질 퇴적상에서 사니질 퇴적상까지 폭넓게 분포하면서 환경변화에 따라 서식밀도가 급격히 변하는 종이다. 우리나라의 경우 광양만에서는 주로 여름철 실트질 퇴적상과 높은 상관성을 보였으며(정, 1998), 천수만의 경우에는 오히려 겨울철에 높은 밀도를 나타냈다(박, 1998). 진해만에서는 오염이 심한 내만보다는 외해쪽에서 밀도가 높았다(Lim, 1993). 그러나 앵강만에서 이 종의 분포는 만 전체에 걸쳐 비교적 균일하게 분포하는 특성을 나타내었다.

계류인 *X. pinnotheroides*는 앵강만 내만에 위치한 정점들에서

만 극히 제한적으로 분포하는 특징을 보여주고 있으며, 열새우류인 *E. sechellensis*는 노도를 중심으로한 정점들에서만 주로 출현하는 특징을 나타내었다.

*T. fragilis*는 퇴적물식자로서 퇴적물의 유기물이 풍부하고 빈산소수괴가 형성되는 해역에 높은 밀도로 서식하기 때문에 (Poore and Kudenov, 1978), 내만 저서생물군집의 민감도를 나타내는 지표종으로 사용된다(Sanukida et al., 1981). 이 종은 우리나라의 진해만에서 높은 밀도로 출현하고 있으며(임 등, 1995), 치패의 착저와 생존은 저층수괴의 용존산소에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kikuchi and Tanaka, 1976). 앵강만에서의 *T. fragilis*는 계절적으로 여름철에 주로 출현하는 특성을 나타냈으며, 비교적 고른 분포 밀도를 나타내었다.

주요 우점종의 공간분포 양상으로부터 앵강만은 우리나라 남해안의 여타 내만들과 같은 유기오염의 징후는 아직 없지만, 해수유동이 상대적으로 약한 만 안쪽과 유기물의 함량이 상대적으로 높은 노도 안쪽의 가두리 양식장 주변에는 유기오염의 징후가 나타나고 있다고 할 수 있다.

군집 구조

앵강만의 저서동물 군집은 크게 5개의 정점군으로 나누어졌으며, 각 정점군에서는 특징적인 생물상을 나타냈다(Table 7). 내만의 3개 정점으로 구성된 정점군 A의 경우 *X. pinnotheroides*, *L. longifolia* 등이 연중 높은 밀도로 출현하였으며, 계절적으로도 여름철에는 *T. fragilis*, *Praxillella affinis*, *E. pugnax* 등이 대량으로 서식하는 양상을 나타냈다. *X. pinnotheroides*의 경우 서식처 환경과 관련하여 상세한 기존 연구 결과가 없고, 본 조사에서도 별도로 연구된 결과가 없기 때문에 이 종이 정점군 A에서 높은 밀도로 출현한 이유에 대해서는 정확히는 알 수 없다. 그러나 이 종과 함께 유기 오염역에서 밀도가 높은 것으로 알려진 *L. longifolia*가 정점군 가운데 가장 우점한 370 개체/m²의 밀도로 출현한 것으로 미루어 보아, 퇴적물식자(deposit feeder)인 *X. pinnotheroides*의 출현은 퇴적물의 유기물 함량과도 연관성이 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 추론은 정점군 A에서의 유기물 함량이 다른 정점군에 비해 상대적으로 높다는 결과로부터도 뒷받침되는데, 우리나라의 대표적 유기오염 해역인 진해만에서는 *X. pinnotheroides*가 유기오염의 영향이 비교적 적은 만 입구역에서 출현한 것으로 보고되었다(Lim, 1993).

내만 서쪽에 위치한 3개 정점으로 구성된 정점군 B의 경우 *L. longifolia* 및 *F. nipponica* 등이 우점종으로 출현하였는데 정점군 A 및 D와 유사한 생물상을 나타내었다. 내만의 동쪽 지역이 포함된 정점군 C에서는 정점군 가운데 가장 많은 174 종이 출현하였으며, *E. sechellensis*를 제외하고는 두드러진 우점종이 없고 높은 다양도를 나타냈다. *E. sechellensis*는 인근에 위치한 여좌만 중앙부 정점에서도 185 개체/m²의 밀도를 나타내어 전체 밀도의 6.3%를 차지하였다. 정점군 D의 경우 가장 많은 정점이 포함되었음에도 불구하고 종 수는 비교적 적게 나타났다. 이 정점군은 다른 정점군에 비해 퇴적물의 사질함량이 높았으며, 종 조성에서도 *D. arientina*, *F. nipponica* 등이 높은 서식밀도를 나타내는 지역이다. 또한, 내만에서 주로 우점하는 종들의 서식밀도가 낮게 나타나고 있어, 정점군 A, C 등과 상이한 군집

을 형성하고 있다. 정점군 E의 경우 1개 정점군으로 구성되어 있는데, 정점군 D에서 우점한 *D. arientina*, *F. nipponica* 등이 높은 서식밀도를 보인 반면, 내만에서 서식하는 종류는 출현하지 않거나 매우 낮은 밀도였다.

따라서 앵강만의 경우 공간적으로 내만성 생물군집과 외양성 생물군집이 만 입구에서 교차하는 군집구조를 나타내며, 계절에 따라 겨울철에는 *F. nipponica*, 봄철과 여름철에는 *D. arientina*, *Tharyx* sp. *Heteromastus* sp. *T. fragilis* 등 일부 종의 집중적인 가입이 군집구조에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 또한 앵강만의 저서동물 군집은 정점군 A, B, C 등이 속한 내만의 경우 남해안의 다른 지역과 유사한 우점종을 나타내는데 반해, 정점군 D, E의 경우 다른 지역에서는 거의 출현하지 않거나 서식밀도가 매우 낮은 종류들이 출현함으로써 독특한 저서군집 구조를 나타내고 있다(Table 4).

결론적으로, 앵강만은 연안 개발이 없을 뿐 아니라 육상으로부터의 유기물에 의한 오염이 없기 때문에 출현종수나 서식 밀도가 다른 해역보다 높은 것으로 추정되며, 비교적 안정된 저서환경을 나타내고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나, 해수유동이 상대적으로 약한 만 안쪽과 유기물의 함량이 상대적으로 높은 노도 안쪽의 가두리 양식장 주변에는 유기오염의 징후가 나타나고 있다고 할 수 있다.

사 사

이 논문은 과학기술처 특정연구사업인 해양복장화를 위한 기반연구 사업 (BSPN 00256-814-3 및 BSPN 00318-969-3)으로 수행된 것임을 밝히며 연구비 지원에 감사드립니다. 또한 현장 조사 뿐 아니라 저서동물의 선별을 도와준 한국해양연구소 해양생물연구단의 이형곤, 김창수 선생께 감사드립니다.

참고문헌

박홍식, 1998. 연안 간척에 따른 천수만의 저서환경과 저서생물 군집의 변화에 대한 연구. 이학박사학위논문, 인하대학교, 인천, 224 pp.

임현식, 홍재상, 1994. 진해만 저서동물 군집생태. 1. 저서환경. 한국수산학회지, 27: 200-214.

임현식, 홍재상, 1997a. 진해만 저서동물 군집생태. 2. 우점종의 공간분포. 한국수산학회지, 30: 161-174.

임현식, 홍재상, 1997b. 진해만 저서동물 군집생태. 3. 군집구조. 한국수산학회지, 30: 175-187.

임현식, 박경양, 1998a. 영산강 하구역의 연성저질에 서식하는 저서동물 군집. 1. 저서환경. 한국수산학회지, 31: 330-342.

임현식, 박경양, 1998b. 영산강 하구역의 연성저질에 서식하는 저서동물 군집. 2. 여름철 빈산소수괴의 출현과 저서동물 분포. 한국수산학회지, 31: 343-352.

임현식, 홍재상, 제종길, 1995. 진해만에서 아기반투명조개 *Theora fragilis*(Mollusca: Bivalve)의 분포. 한국패류학회지, 11: 21-34.

정래홍, 1998. 연안해역 개발에 따른 해양 저서생태계의 장기변동 연구 -광양만의 저서다모류 군집을 대상으로-. 이학박사

- 학위논문, 인하대학교, 인천, 306 pp.
- 한국해양연구소, 1996. 해양목장화를 위한 기반 연구. 제 2-3차년도 연차보고서, 과학기술처, BSPN 00318-969-3, 635 pp.
- Choi, J.W. and C.H. Koh, 1984. A study on the polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **19**: 153-162.
- Hong, J.S., 1987. Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay System, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **22**: 246-256.
- Hong, J.S. and J.H. Lee, 1983. Effects of pollution on the benthic macrofauna in Masan Bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **18**: 169-179.
- Kikuchi, T. and M. Tanaka, 1976. Some aspects on the ecology of a short-lived semelid bivalve, *Theora lata* (Hinds), with special reference to its opportunistic life history. *Physiol. Ecol., Japan*, **17**: 261-271.
- KORDI, 1981. Marine ecological studies for Bibong Nuclear Power Plant Site. BSPI 00025-16/49-3. 359 pp (in Korean).
- Lim, H.S., 1993. The study on the macrozoobenthic ecology in Chinhae Bay, Korea. Ph. D Thesis, Pukyung National University, Pusan, 311 pp (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.*, **13**: 31-45 (in Korean).
- 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. *Bull. Korean Fish. Soc.* **25**: 115-132 (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).
- Matsumiya Y., T. Koguchi and H. Sudo, 1986. A consideration on sampling efficiency and quantitative sampling for benthos, especially gammaridean amphipods. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, **60**: 41-51.
- McIntyre, A.D. and A. Eletheriou, 1968. The bottom fauna of a flatfish nursery ground. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **48**: 113-142.
- Pielou, E.C., 1984. The interpretation of ecological data, Wiley, New York. 263 pp.
- Poore, G.C.B. and J.O. Kudenov, 1978. Benthos of the Port of Melbourne: The Yarra River and Hobsons Bay, Victoria. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **29**: 141-155.
- Sanukida, S., H. Okamoto and M. Hitomi, 1981. On the behavior of the indicator species of marine bottom pollution. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **47**: 863-869.
- Shin, H.C., 1995. Benthic polychaetous community in Kamak Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **30**: 250-261 (in Korean).
- Shin, H.S. and C.H. Koh., 1990. Temporal and spatial variation of polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **25**: 205-216 (in Korean).
- Shin, H.C and C.H. Koh., 1993. Polychaetous community in the coastal zone off Samchunpo, southern sea of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **28**: 305-312 (in Korean).

1998년 9월 25일 원고 접수

1999년 1월 19일 수정본 채택