

영일만 다모류 군집의 계절별, 공간적 변화

신현출 · 최성순 · 고철환
서울대학교 해양학과

Seasonal and Spatial Variation of Polychaetous Community in Youngil Bay, Southeastern Korea

HYUN-CHOO SHIN, SUNG-SOON CHOI AND CHUL-HWAN KOH
Dept. of Oceanography, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea

1991년 4계절 동안 영일만의 다모류 군집에 관한 조사를 실시하였다. 다모류는 전체 저서동물 개체수의 71.3%를 차지하는 가장 우점하는 동물군으로 총 72종이 채집되었고, 평균서식밀도는 1,485 indiv. m^{-2} 이었다. 종수와 개체수는 여름에 54종, 3,207 indiv. m^{-2} 으로 가장 높았고, 가을에 35종, 755 indiv. m^{-2} 으로 가장 낮았다. 우점종은 *Spiophanes bombyx*(37.5%), *Pseudopolydora* sp.(8.4%), *Lumbrineris longifolia*(7.0%), *Maldane cristata*(6.5%), *Polydora ciliata*(4.9%) 등이다. 겨울에는 *Maldane cristata*, 봄에는 *Polydora ciliata*, 그리고 여름과 가을에는 *Spiophanes bombyx*가 우점하였다. 다모류는 영일만의 남동쪽 해역에서 풍부하였고 형산강 입구에서 빈약하였다.

종조성에 기초한 집괴분석 결과 영일만은 3개의 지역으로 구분되었다. 각 지역에는 특징적인 동물군집이 형성되었다. 즉, 영일만의 중심부에서 남동쪽 해역까지는 *Maldane-Praxillella* 군집, 북서쪽 해역은 *Spiophanes-Nephtys* 군집, 그리고 형산강 입구에서 포항항까지는 *Pseudopolydora-Polydora-Capitella* 군집이 형성되었다. *Maldane-Praxillella* 군집은 55종으로 출현종수가 가장 많으며, 종다양성지수와 종풍부도지수 역시 가장 높았다. *Spiophanes-Nephtys* 군집은 서식밀도가 2,675 indiv. m^{-2} 로 가장 높으며, *Spiophanes bombyx*가 2,073 indiv. m^{-2} 로 우점하여 우점도지수가 가장 높았다. *Pseudopolydora-Polydora-Capitella* 군집은 유기물오염 지시종이 우점하는 특징적인 군집이다. 우점종은 *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata*, *Capitella capitata*, *Dorvillea* sp. 등이다.

An investigation on the benthic polychaete community in Youngil Bay was conducted during four seasons of 1991. Polychaetes, the dominant macrofaunal group occupying 71.3% in total macrofaunal density, comprised a total of 72 species with a mean density of 1,485 indiv. m^{-2} . The highest species number of 54 spp. and density of 3,207 indiv. m^{-2} was recorded in summer, while the lowest in autumn. The most abundant species was *Spiophanes bombyx*(37.5%), followed by *Pseudopolydora* sp.(8.4%), *Lumbrineris longifolia*(7.0%), *Maldane cristata*(6.5%), *Polydora ciliata*(4.9%) and so on. *Maldane cristata* was dominated in winter, *Polydora ciliata* in spring, and *Spiophanes bombyx* in summer and autumn. The density and species number of polychaetes were high in the southeastern area of Youngil Bay, and poor near the mouth of Hyongsan River.

Based on the species composition, study area was divided into three regions. Each region sustained its specific benthic faunal assemblage: *Maldane-Praxillella* assemblage from the middle to the southeastern region of Youngil Bay, *Spiophanes-Nephtys* assemblage in the northwestern region, and *Pseudopolydora-Polydora-Capitella* assemblage from the mouth of Hyongsan River to Pohang Harbour. *Maldane-Praxillella* assemblage showed the highest species number of 55 spp., and the highest species diversity and species richness indices. *Spiophanes-Nephtys* assemblage had the highest density of 2,675 indiv. m^{-2} and the highest dominance index because of the predominance of *Spiophanes bombyx* with a density of 2,073 indiv. m^{-2} . *Pseudopolydora-Polydora-Capitella* assemblage was found in the polluted area and it was a specific assemblage mainly composed of the dominance of organic pollution indicator species. The dominant polychaetes were *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata*, *Capitella capitata*, and *Dorvillea* sp.

서론

한국 연안의 조해대 저서동물 군집에 관한 연구는 1980년대 들어서면서 비교적 활발하게 진행되어 왔으나, 대부분의 연구가 서해와 남해 연안에 집중되어 있다 (Hong et al., 1982; Lee et al., 1983; Choi and Koh, 1984; Hong, 1987; Lee, 1987; Shin et al., 1989; Shin and Koh, 1990; Lim et al., 1991). 이에 비해 동해안에서는 수심 200 m 이상되는 해역을 중심으로 전 동해안의 저서다모류 군집에 관한 연구 결과(Choi, 1990)와 울산만에서의 연구(Yi et al., 1982)가 보고 되었을 뿐이다.

영일만은 한국 동해안에서 크기가 작은 울산만을 제외하면 유일한 만이다. 이 곳에는 포항종합제철소가 있어 환경영향평가가 수회 실시되었다 (포항종합제철주식회사, 1984). 저서동물의 서식밀도가 $2,500 \text{ indiv. m}^{-2}$ 이상으로 한국의 다른 연안역이나 내만의 서식밀도보다 매우 높다. 또한 오염지시종

으로 전 세계에 널리 알려진 *Capitella capitata*가 한국 주변해역에서 소량이 채집되기는 하였으나 (Yi et al., 1982; Lim et al., 1991), 영일만의 형산강 입구에서는 $1,300 \text{ indiv. m}^{-2}$ 이상의 높은 밀도로 서식하였다 (포항종합제철주식회사, 1984). 오염과의 이러한 관계때문에 영일만의 저서동물군집에 관하여 많은 관심이 모아지고 있다.

본 연구에서는 영일만내 다모류 군집의 종조성을 조사하고, 지역별 군집 구조를 밝히고자 하였다. 특히 퇴적물내 오염이 심하게 일어난 지역과 비교적 오염이 덜 된 지역간의 군집을 비교하여 오염이 진행됨에 따라 다모류의 군집이 어떤 양상으로 변해나가는가에 대한 하나의 예를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

영일만 내에서 1991년 1월, 5월, 7월, 10월의 4회에 걸쳐 이 지역을 대표할 수 있는 10개의 정점을 선

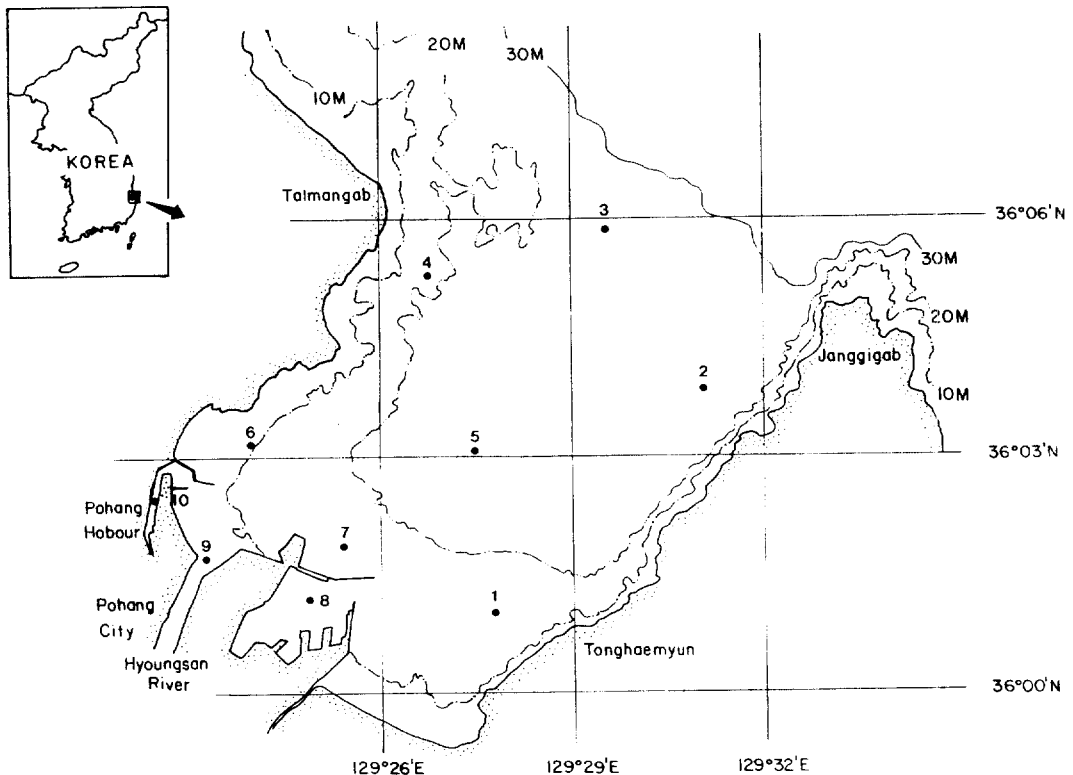


Fig 1. A map showing the study area, representing sampling stations and bathymetry in Youngil Bay.

Table 1. The mean density (indiv. m^{-2}) of each macrofaunal group collected in Youngil Bay, 1991. The number in parenthesis is the percentage of each group in total macrofaunal density.

Faunal Group	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total
Polychaeta	965(67.0)	1261(61.5)	3207(84.8)	755(65.7)	1485(71.3)
Crustacea	291(20.2)	669(32.7)	385(10.2)	105(9.1)	414(19.8)
Mollusca	68(4.8)	61(3.0)	116(3.0)	266(23.1)	123(5.9)
Anthozoa	75(5.2)	32(1.6)	42(1.0)	14(1.3)	37(1.8)
Others	40(2.8)	25(1.2)	32(1.0)	9(0.8)	26(1.2)
Total	1439	2048	3782	1149	2085

Table 2. Seasonal variation in the ecological indices of polychaetous community in Youngil Bay, 1991. The numbers are given as mean \pm SD.

Parameters	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total
Total No. of species	42	48	54	35	72
Mean No. of species (spp. $0.2 m^{-2}$)	15.5 \pm 5.7	12.2 \pm 5.9	14.0 \pm 5.4	10.3 \pm 5.7	23.1 \pm 5.7
Mean density (indiv. m^{-2})	965 \pm 733	1261 \pm 1473	3207 \pm 5206	755 \pm 711	1485 \pm 1223
Ecological indices					
Diversity (H)	1.96 \pm 0.48	1.83 \pm 0.34	1.55 \pm 0.56	1.52 \pm 0.38	1.71 \pm 0.50
Richness (R)	2.83 \pm 0.95	2.17 \pm 0.92	2.60 \pm 0.88	2.00 \pm 0.48	2.38 \pm 0.89
Evenness (J)	0.73 \pm 0.11	0.76 \pm 0.08	0.59 \pm 0.19	0.71 \pm 0.20	0.70 \pm 0.17
Dominance (D)	0.58 \pm 0.18	0.58 \pm 0.12	0.65 \pm 0.22	0.65 \pm 0.14	0.61 \pm 0.17

정하여 조사하였다 (Fig. 1). 특히 퇴적물의 오염이 심하게 일어난 것으로 알려진 포항항과 형산강 입구에도 각 1개씩의 정점을 선정하였다.

퇴적물의 채취는 개량된 van Veen Grab 채니기 (입구 면적: $0.1 m^2$)를 사용하여 각 정점에서 2회씩 채취하였다. 인양된 퇴적물은 선상에서 $1 \times 1 mm^2$ 망목 크기의 체로 걸렀으며, 체에 걸린 동물은 10% 중화포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 채집된 저서동물을 동물군별로 구분하여 계수하였고, 다모류는 종 수준까지 동정한 후 계수하였다.

다모류군집의 특성을 설명하는 생태지수로서 종 다양성지수(H), 종풍부도지수(R), 종균등도지수(J), 우점도지수(D)를 조사시기별, 정점별로 계산하였다. 영일만을 다모류의 종조성에 따라 구역을 나누기 위하여 집괴분석을 실시하였다. 개체수 자료는 정점간, 종간의 심한 밀도 차이에 의해 자료가 편중되는 것을 피하기 위하여 대수변환하였다. 집괴분석은 Bray-Curtis 지수(1957)를 사용하여 유사도지수를 구한 후, Lance and Williams(1967)의 Linear

combinatorial equation을 이용한 가중평균결합법(WPGMA)을 사용하여 정점군을 구분하였다.

결 과

영일만에서 채집된 저서동물중 개체수에 있어서 우점하는 동물군은 다모류이었다 (Table 1). 다모류는 4계절 평균 전체 저서동물의 출현개체수중 71.3%를 점유하였다. 다모류는 매계절 가장 중요한 동물군으로 나타났으나, 그 중요성은 계절마다 약간의 변동을 보였다. 겨울에는 67.0%, 봄에는 61.5%, 여름에는 84.8%, 가을에는 65.7%를 차지하여 여름에 다모류가 가장 우점하였다.

영일만에서 채집된 다모류는 총 72종이며, 평균 서식밀도는 $1,485 \text{ indiv. } m^{-2}$ 이었다 (Table 2). 종수 및 밀도는 매 계절 큰 변동을 보였다. 여름에 54종, $3,207 \text{ indiv. } m^{-2}$ 으로 가장 많은 종과 높은 밀도를 보였으며, 가을에는 35종, $755 \text{ indiv. } m^{-2}$ 만이 채집되었다. 그러나 여름에는 다양성지수(H)가 1.55로

Table 3. The list of 21 dominant psychaetous species occurring above 20.0 indiv. m⁻² in each season. Species are ranked by average abundance(indiv. m⁻²) of four seasons. The value in parenthesis represents the percentage of each species in total polychaetous density.

Species name	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
<i>Spiophanes bombyx</i>		55(4.4)	2056(64.1)	255(33.8)	557(37.5)
<i>Pseudopolydora</i> sp.		107(8.5)	394(12.3)		124(8.4)
<i>Lumbrineris longifolia</i>	75(7.8)	150(11.9)	99(3.1)	64(8.5)	103(7.0)
<i>Maldane cristata</i>	195(20.2)	111(8.8)	81(2.5)	78(10.3)	97(6.5)
<i>Polydora ciliata</i>		184(14.6)	38(1.2)		72(4.9)
<i>Chone</i> sp.	80(8.4)	83(6.6)	81(2.5)	22(3.0)	62(4.2)
<i>Capitella capitata</i>		67(5.3)		80(10.7)	47(3.2)
<i>Notomastus</i> sp.	62(6.5)	52(4.2)	21(0.7)	38(5.1)	40(2.7)
<i>Dorvillea</i> sp.		73(5.8)	41(1.3)		39(2.7)
<i>Glycinde</i> sp.	38(4.0)	35(2.8)	42(1.3)		32(2.2)
<i>Magelona japonica</i>		51(4.1)	21(0.7)	34(4.5)	32(2.2)
<i>Amphicteis gunneri</i>	89(9.3)		21(0.7)	24(3.2)	31(2.1)
<i>Praxillella affinis</i>	21(2.2)	24(1.9)	42(1.3)	38(5.0)	29(2.0)
<i>Nephtys polybranchia</i>	21(2.2)	33(2.6)	33(1.0)		27(1.9)
<i>Pista cristata</i>	74(7.7)				22(1.5)
<i>Chaetozone setosa</i>		33(2.6)	30(0.9)		21(1.4)
<i>Glycera chirori</i>	28(3.0)			23(3.1)	19(1.3)
<i>Prionospio</i> sp.			44(1.4)		14(1.0)
<i>Haploscoloplos elongatus</i>		23(1.9)			12(0.8)
<i>Melina elisabethea</i>	35(3.7)				9(0.6)
<i>Mediomastus</i> sp.			24(0.8)		8(0.6)

가장 낮고, 우점도지수(D)가 0.65로 가장 높은 것으로 보아 몇몇 종에 의한 우점이 매우 심함을 알 수 있다.

영일만에서 개체수에 있어서 가장 우점하는 다모류는 *Spiophanes bombyx*로서 4계절 평균 서식밀도는 557 indiv. m⁻²이었으며, 전체 다모류중 무려 37.5%를 점유하였다 (Table 3). 다음으로 중요한 다모류는 *Pseudopolydora* sp.(124 indiv. m⁻²), *Lumbrineris longifolia*(103 indiv. m⁻²), *Maldane cristata*(97 indiv. m⁻²), *Polydora ciliata*(72 indiv. m⁻²), *Chone* sp.(62 indiv. m⁻²) 등이다. 그러나 우점종은 계절별로 큰 변동을 보이고 있어 각 계절에서의 중요성 및 순위는 다르다.

겨울에는 *Maldane cristata*가 195 indiv. m⁻²(20.2%)로 가장 우점하고, 다음은 *Amphicteis gunneri*(89 indiv. m⁻²), *Chone* sp.(80 indiv. m⁻²), *Pista cristata*(74 indiv. m⁻²)의 순이다. 봄에는 *Polydora ciliata*(184 indiv. m⁻²), *Lumbrineris longifolia*(150 indiv. m⁻²), *Maldane cristata*(111 indiv. m⁻²), *Pseudopolydora* sp.(107 indiv. m⁻²)의 순으로 중요하였다. 여

름에는 *Spiophanes bombyx*가 2,056 indiv. m⁻²(64.1%)로 우점도가 아주 높은 것이 중요한 특징이다. 다음은 *Pseudopolydora* sp.(394 indiv. m⁻²), *Lumbrineris longifolia*(99 indiv. m⁻²), *Maldane cristata*(81 indiv. m⁻²)와 *Chone* sp. (81 indiv. m⁻²)의 순이다. 가을에도 역시 *Spiophanes bombyx*(255 indiv. m⁻², 33.8%)가 가장 우점하고, *Capitella capitata*(80 indiv. m⁻²), *Maldane cristata*(78 indiv. m⁻²), *Lumbrineris longifolia*(64 indiv. m⁻²)의 순으로 출현한다. 대체적으로 겨울에는 크기가 크고 K-선택적인 종이 우점하였으나, 여름을 전후하여 크기가 작고 오염에 강한 r-선택적인 종이 우점하는 경향을 보인다.

매 계절 정점별 다모류의 종수와 개체수의 차이는 Fig. 2와 같다. 겨울에는 정점 2에서 24종, 2,700 indiv. m⁻²으로 가장 풍부하였고, 정점 9에서 7종, 280 indiv. m⁻²으로 빈약하였다. 봄에는 역시 정점 2에서 26종이 출현하여 종수가 많았으며, 서식밀도는 정점 10에서 5,490 indiv. m⁻²으로 제일 높았다. 정점 10의 경우 출현종수는 8종에 불과하였으나, 오염지시종이라 할 수 있는 *Capitella capitata*, *Polydora ciliata*,

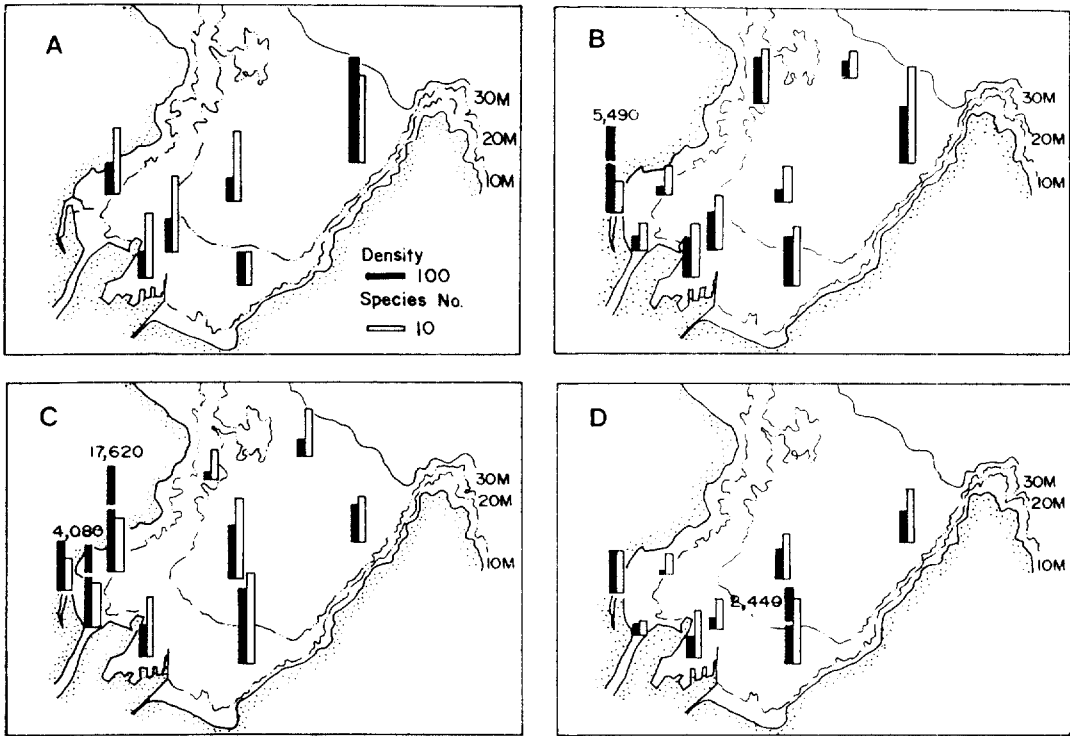


Fig 2. A total density (indiv. m⁻²) and the number of species collected at each station in (A) January, (B) May, (C) July, and (D) October of 1991. The black bar indicates the density, and the empty bar indicates the species number.

Pseudopolydora sp. 등이 대량으로 출현하였다. 역시 정점 9가 6종, 410 indiv. m⁻²으로 빈약하였다. 여름에는 정점 1에서 가장 많은 24종이 출현하였으며, 서식밀도는 정점 6에서 16,620 indiv. m⁻²으로 매우 높았다. 이는 정점 6에서 비정상적으로 *Spiophanes bombyx*가 16,250 indiv. m⁻²으로 극우점하였기 때문이다. 반면에 정점 4가 7종, 200 indiv. m⁻²에 불과하여 빈약한 출현 양상을 보였다. 가을에는 정점 1에서 17종, 2,440 indiv. m⁻²으로 풍부하였고, 정점 9에서 4종, 30 indiv. m⁻²으로 빈약하였다. 대체적으로 영일만의 남동쪽 연안인 정점 1과 정점 2에서 다모류가 풍부하게 출현하였으며, 형산강 입구의 정점 9에서 빈약하였다.

정점간 다모류의 종조성에 기초한 집괴분석 결과 영일만은 크게 3개의 정점군으로 구분되었다 (Fig. 3). 계절별 집괴분석 결과 역시 계절에 따라 정점군의 위치에 약간의 차이는 있으나 거의 유사하였다.

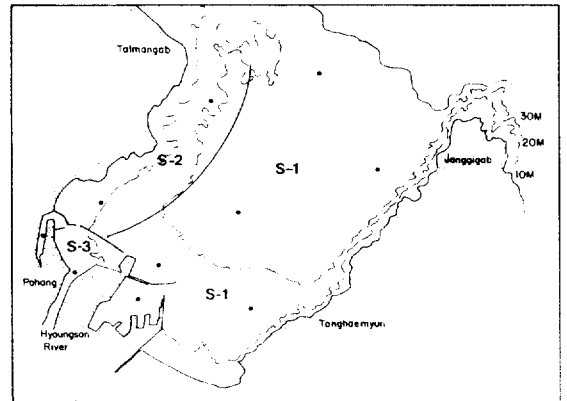


Fig 3. Spatial distribution of three station groups which were divided by the cluster analysis, based on the species composition. Station group S-1 was located from the middle to the southeastern part of Youngil Bay. S-2 in northwestern part, and S-3 from Pohang Harbour to the mouth of Hyongsan River.

Table 4. Comparison of biological parameters in three station groups. Dominant species are selected as ones more than 20.0 indiv. m⁻². The individual numbers of dominant species are expressed as mean density (indiv. m⁻²) at each station group, and the values in parenthesis are the percentages of each species.

Parameters	Station Group		
	S-1	S-2	S-3
Total No. of species	55.0	30.0	24.0
Mean No. of species	9.2	15.0	12.0
Mean density(indiv. m ⁻²)	957	2675	1875
Ecological Indices			
Diversity (H')	2.28	1.46	1.41
Richness (R)	3.73	2.58	2.01
Evenness (J)	0.70	0.51	0.51
Dominance (D)	0.49	0.66	0.65
Dominant Species			
<i>Amphicteis gunneri</i>	52(5.4)		
<i>Capitella capitata</i>			238(12.7)
<i>Chaetozone setosa</i>		103(3.9)	
<i>Chone</i> sp.	68(7.1)	105(3.9)	
<i>Dovillea</i> sp.			196(10.5)
<i>Glycera chirori</i>	30(3.1)		
<i>Glycinde</i> sp.	31(3.3)	68(2.6)	
<i>Lumbrineris longifolia</i>	71(7.4)		304(16.3)
<i>Magelona japonica</i>	53(5.5)		
<i>Magelona</i> sp.		30(1.1)	
<i>Maldane cristata</i>	161(16.8)		
<i>Nephtys polybranchia</i>		150(4.9)	
<i>Notomastus</i> sp.	44(4.6)	27(1.0)	41(2.2)
<i>Pista cristata</i>	37(3.9)		
<i>Polydora ciliata</i>			351(18.8)
<i>Praxillella affinis</i>	48(5.1)		
<i>prionospio</i> sp.			40(2.2)
<i>Pseudopolydora</i> sp.			622(33.2)
<i>Spiophanes bombyx</i>	230(24.0)	2073(77.5)	23(1.2)

정점군 S-1은 영일만의 중심부에서 남동쪽 연안까지 대부분의 지역을 포함하며, 정점군 S-2는 영일만의 북서쪽 연안을, 정점군 S-3은 형산강 입구에서 포항항 주변 해역을 포함한다. 정점군 S-1은 유사도 지수 0.514에서 하나의 군으로 묶였고, 정점군 S-2는 0.543, 정점군 S-3은 0.436에서 하나의 군으로 묶였다.

각 정점군의 우점 다모류와 생태지수는 Table 4와 같다. 정점군 S-1에서는 *Spiophanes bombyx*, *Maldane cristata*, *Amphicteis gunneri*, *Praxillella affinis*가 우점하고, 정점군 S-2에는 *Spiophanes bombyx*,

Nephtys polybranchia, 정점군 S-3에는 *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata*, *Lumbrineris longifolia*, *Capitella capitata* 등 오염지시종이 우점하였다. 따라서 정점군 S-1에는 *Maldane-Praxillella* 군집, 정점군 S-2에는 *Spiophanes-Nephtys* 군집, 정점군 S-3에는 *Pseudopolydora-Polydora-Capitella* 군집이 형성되어 있다고 할 수 있다.

1. Maldane-Praxillella 군집 (S-1)

총 출현종은 55종으로 3 군집중 가장 많은 종이 출현하였으나, 평균서식밀도는 957 indiv. m⁻²으로 낮았다. 이는 대다수의 종이 고르게 출현하고 있음을 의미한다. 즉, 다양성지수는 2.28, 종풍부도지수는 3.73, 종균등도지수는 0.70으로 높고, 우점도지수는 0.49로 낮다는 사실에서도 알 수 있다. 최우점종은 *Spiophanes bombyx*(230 indiv. m⁻², 24.0%)이며, 다른 군집에서 중요성이 현저히 낮거나 전혀 채집되지 않은 종은 *Maldane cristata*(161 indiv. m⁻², 16.8%), *Magelona japonica*(53 indiv. m⁻², 5.5%), *Amphicteis gunneri*(52 indiv. m⁻², 5.4%), *Praxillella affinis*(48 indiv. m⁻², 5.1%), *Pista cristata*(37 indiv. m⁻², 3.9%) 등이다. 즉, 이 정점군의 대표적인 종들은 크기가 비교적 크고 니질성 서관속에 사는 K-선택적인 종들이며, 대나무갯지렁이과(Family Maldanidae)에 속하는 종들이 대부분이다.

2. Spiophanes-Nephtys 군집 (S-2)

총 출현종은 30종으로 비교적 적은 편이나, 평균 서식밀도는 2,675 indiv. m⁻²으로 매우 높다. 이는 몇종에 의한 우점이 매우 심하기 때문으로, 우점도 지수가 0.66으로 높다는 사실에서도 알 수 있다. 최우점종은 *Spiophanes bombyx*로서 2,073 indiv. m⁻²이나 되며 전체개체수중 77.5%를 점유하여, 이 군집을 지배하는 가장 중요한 종이다. 반면 다른 군집에서는 별로 중요하지 않으나 이 군집에서 우점하는 종은 *Nephtys polybranchia*(150 indiv. m⁻², 4.9%), *Chaetozone setosa*(103 indiv. m⁻², 3.9%) 등이다. 우점하는 종들은 대부분이 퇴적물내 사질의 함량이 비교적 높은 지역에 서식하는 종들이다.

3. Pseudopolydora-Polydora-Capitella 군집 (S-3)

총 출현종수는 24종으로 낮으나, 평균서식밀도는

1,875 indiv. m^{-2} 으로 높았다. 이는 몇몇 종의 우점이 심하고, 우점종과 비우점종간의 밀도 차이도 심하기 때문이다. 즉 다양성지수는 1.41로 낮으며, 우점도 지수는 0.65로 높다는 사실에서도 알 수 있다. 이 지역의 대표적인 종들은 다른 군집과는 완전히 다르다. *Pseudopolydora* sp.(622 indiv. m^{-2} , 33.2%), *Polydora ciliata*(351 indiv. m^{-2} , 18.8%), *Capitella capitata*(238 indiv. m^{-2} , 12.7%), *Dorvillea* sp.(197 indiv. m^{-2} , 10.5%) 등은 이 지역에서 밀도가 매우 높으나, 다른 지역에서는 전혀 채집되지 않거나 극소수의 개체만이 채집되었다. 이 지역에서 우점하는 종들은 대부분이 얼굴갯지렁이과(Family Spionidae)와 버들가시갯지렁이과(Family Capitellidae)에 속하는 종들로서, 유기물오염이 심한 지역에 특징적으로 출현하는 종들이다.

토 의

영일만은 저서동물의 서식밀도가 4계절 평균 2,085 indiv. m^{-2} 으로 한국의 다른 연안역보다 매우 높은 값을 보였다 (Table 1). 즉, 서해 경기만의 저서동물의 서식밀도는 550 indiv. m^{-2} 에 불과하고 (Shin et al., 1989), 저서동물의 서식밀도가 비교적 높은 남해의 진해만도 1,441 indiv. m^{-2} 이었다 (Hong, 1987). 동해의 죽변항 주변에서의 저서동물 서식밀도는 1,562 indiv. m^{-2} 으로 영일만보다 약간 낮은 서식밀도를 보였지만 이는 *Spiophanes bombyx* 한 종이 극우점하였기 때문이며, 이 종을 제외한 나머지 저서동물의 서식밀도는 200 indiv. m^{-2} 도 되지 않을 정도로 낮다 (한국전력공사, 1991). 다모류의 서식밀도 역시 1,485 indiv. m^{-2} 으로 매우 높다 (Table 2). 경기만의 다모류는 357 indiv. m^{-2} (Shin et al., 1989), 광양만은 520 indiv. m^{-2} 이었다 (Shin and Koh, 1990). Choi(1990)의 한국 동해의 전반적인 다모류 분포 조사 결과에 의하면, 영일만 근해에서 2,020 indiv. m^{-2} 으로 최대를 기록하여 본 조사 결과와 유사한 밀도를 보인다. 다모류의 출현종수는 72종이었다 (Table 2). 이러한 종수는 만과 같은 비교적 좁은 해역에서는 상당히 많은 종수로서 다양한 퇴적환경을 가지고 있는 남해 광양만의 76종 (Shin and Koh, 1990), 여자만의 72종(Lim et al., 1991)에 비견될 만하다.

본 조사지역의 우점종인 *Spiophanes bombyx*, *Maldane cristata* 등은 한국의 주변해역에서 우점종으로 자주 등장하는 종들이다. *S. bombyx*는 동해에서 우점하는 다모류로 알려져 있으며 (Choi, 1990), 특히 동해안의 울진원자력발전소 주변 해역에서는 1,380 indiv. m^{-2} 이상 채집될 정도로 극우점한 종이다 (한국전력공사, 1991). 그리고 *Maldane cristata* 역시 동해에서 우점하는 다모류이며, 특히 한국의 남동부해역(포항 근해 포함)에서 최우점종으로 보고되었다 (Choi, 1990). 그러나 이들 종 외에 오염지시종인 *Capitella capitata*, *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata* 등이 우점종으로 나타난 지역은 없다. 특히 *Capitella capitata*의 경우 울산만(Yi et al., 1982), 여자만(Lim et al., 1991) 등의 지역에서 소량 채집되었으나 영일만에서처럼 크게 우점하지는 않았다. 반면에 역시 잠재적인 유기물오염지시종으로 알려진 *Lumbrineris longifolia*는 한국 연안의 많은 해역에서 우점종으로 보고되고 있다 (Yi et al., 1982; Lee, 1986; Shin et al., 1989; Shin and Koh, 1990).

영일만의 1984년 저서동물 군집과 비교해 볼 때 (포항종합제철주식회사, 1984), 가장 두드러진 변화는 동물군의 구성이 변화하였다는 것이다. 1984년의 경우 저서동물의 서식밀도는 2,485 indiv. m^{-2} 으로 본 조사에서의 밀도와 큰 차이가 없었다. 그러나 다모류의 밀도가 크게 증가하고, 갑각류의 출현량이 크게 줄었다. 즉 다모류는 1984년에 875 indiv. m^{-2} 에 불과하였으나, 1991년에는 1,485 indiv. m^{-2} 으로 거의 두배 가량 증가하였다 (Table 1). 그리고 단각류로 대표되는 갑각류는 1,610 indiv. m^{-2} 이었으나 현재는 414 indiv. m^{-2} 으로 거의 1/4로 감소하였다. Shin and Koh(1990)에 의하면 광양만에서 호안매립공사와 수로의 준설공사로 인해 해류 및 조류 방향의 변화와 세기의 약화, 그리고 퇴적물의 세립화에 따라 사질퇴적물에 주로 서식하는 *Lagis bocki*가 소멸하고, 세립질 퇴적물에 서식하는 *Lumbrineris longifolia*, *Terebellides horikoshi*, *Sternaspis scutata* 등이 우점하는 등 저서다모류 군집의 변화가 초래되었다. 이러한 사실로 미루어 보아 본 조사에서 환경요인의 변화를 측정하지는 않았지만 영일만의 저서군집의 변화 역시 퇴적물 입도조성 및 해류의 세기, 방향 등의 변화에 기인한 것으로 사료된다. 1984년에 우점한 단각류는 주로 *Byblis* sp.와 *Ampe-*

lisca sp.로서 이들은 해수중의 부유물을 걸러먹는 부유물식자이기 때문에 비교적 해류가 강하고 퇴적물내 사질의 함량이 우세한 지역에 서관을 만들어 서식하는 것으로 알려져 있다 (Sanders, 1958). 본 조사 결과 단각류의 중요성이 20% 이하로 크게 떨어진 것은 현재 영일만의 해류가 약해지고, 퇴적물의 세립화가 진행되고 있음을 암시하고 있다.

우점하는 다모류는 1984년에 비하여 크게 변하지 않았다. 즉 *Spiophanes bombyx*, *Maldane cristata*와 유기물 오염의 지시종인 *Lumbrineris longifolia*, *Capitella capitata*, *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata* 등은 계속 우점종으로 등장하였다. 그러나 *L. longifolia*, *C. capitata*, *Pseudopolydora* sp., *P. ciliata* 등의 개체수가 258 indiv. m⁻²에서 350 indiv. m⁻²으로 증가한 사실은 영일만의 오염이 지속적으로 계속 심화되고 있음을 의미한다.

영일만의 다모류 군집의 분포는 특징적인 현상을 보인다 (Fig. 3, Table 4). 즉 영일만을 대표하는 지역인 정점군 S-1은 가장 폭넓은 지역을 차지할 뿐만 아니라, 종수 및 서식밀도도 가장 높다. 이 지역의 우점종인 *Maldane cristata*, *Magelona japonica*, *Amphiteis gunneri*, *Praxillella affinis*, *Pista cristata* 등은 대체적으로 니질의 함량이 우세한 지역에 서식하며 (Lee, 1986, 1987), 동해의 대표적인 종일 뿐만 아니라 특히 영일만 부근의 지역에서 우점하는 종들이다 (Choi, 1990). 반면에 북서쪽 연안의 정점군 S-2는 *Spiophanes bombyx*, *Nephtys polybranchia* 등이 대표적인 종으로 출현하였는데, 이 종들은 특징적으로 퇴적물 내에 사질의 함량이 비교적 높은 지역에서 우점하는 종으로 알려져 있다 (Lee, 1986; Shin et al., 1989; Choi, 1990).

영일만에서 가장 특징적인 지역인 정점군 S-3은 형산강 입구와 포항항 주변의 해역에 위치하며, 퇴적물의 오염이 심하게 일어나고 있는 지역이다. 특히 포항항의 퇴적물은 RPD 층이 0.2cm 정도 밖에 되지 않고, 썩는 냄새가 극심하게 나고 있는 것이 관찰되었다. 이 지역에는 유기물 오염이 극심한 지역에 특징적으로 서식하는 다모류인 *Capitella capitata*, *Pseudopolydora* sp., *Polydora ciliata*, *Dorvillea* sp. 등이 집중적으로 출현하였다. 특히 여름의 조사에서는 이 종들의 분포 범위가 포항 신항 주변 해역인

정점 8까지 확장되었다. 이는 영일만의 해류는 외해에서 북서해안을 따라 만내로 유입되어 남동해안을 따라 빠져 나가기 때문으로 (포항종합제철주식회사, 1984), 시간이 경과할수록 형산강 및 포항항 주변에서 점점 남동쪽 해안으로 오염의 범위가 확대될 수 있음을 의미한다. 이러한 사실로 미루어 볼 때 영일만의 퇴적물 오염은 지속적으로 일어나고 있으며, 환경 오염 방지를 위한 대책을 강구하지 않을 때는 영일만 전체가 오염될 수도 있음을 시사한다 하겠다.

참고문헌

- 포항종합제철주식회사, 1984. 제3 투기장 조성 환경영향 평가.
- 한국전력공사, 1991. 울진 원자력 3,4호기 건설사업 환경영향평가서.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-249.
- Choi, J.W., 1990. Benthic polychaete communities on the continental shelf and slope of the East Sea (Sea of Japan). Korea. PhD. Thesis, Seoul National University. 166pp. (in Korean)
- 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: 246-257.
- Hong, S.Y., U.I. Hand and E.I. Paik, 1982. Marine macrobenthos distribution and the substrate conditions of Suyeong Bay. *Publ. Inst. Nat. Fish. Univ., Pusan*, 14: 1-21.
- Lance, G.N. and W.T. Williams, 1967. A general theory for classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer J.*, 9: 373-380.
- Lee, J.H., 1987. A study on the benthic fauna along the Busan coast, Korea. *Publ. Inst. Nat. Fish. Univ., Pusan*, 9: 49-70.
- Lee, J.H., 1986. Ecological study on the benthic polychaete community, Yellow Sea. PhD. Thesis, Pusan National Fisheries College. 157pp. (in Korean)
- 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: 111-116.
- Lim, H.C., 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. (in Korean)
- Sanders, H.L., 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3: 245-258.
- Shin, H.C. 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., 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.
- 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.
-
- Accepted March 9, 1992