

동해 강릉 연안의 사질 퇴적물에 서식하는 대형 저서무척추동물의 분포양상

최진우* · 제종길¹ · 이재학¹, 임현식²

*한국해양연구소 장목분소, ¹해양환경기후연구본부,
²목포대학교 해양자원학과

Distributional Pattern of Macrobenthic Invertebrates on the Shallow Subtidal Sandy Bottoms near Kangrung, East Coast of Korea

JIN-WOO CHOI*, JONG-GEEL JE¹, JAE-HAC LEE¹ AND HYUN-SIK LIM²

*Jangmok Marine Station, KORDI, Koje 656-830, Korea

¹Marine Environment & Climate Change Lab., Ansan P.O. Box 29, Ansan 425-600, Korea

²Dept. of Marine Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

본 연구는 강릉 연안역의 사질퇴적상에 서식하는 저서동물군집의 분포양상을 보기 위해 1993년 4월부터 1994년 2월까지 계절별로 조사하였다. 전체 출현종수는 봄철에 109종으로 가장 많았고, 겨울철에 70종으로 가장 적었다. 다모류가 종수와 개체수에 있어서 가장 우점한 동물군이었고, 생물량에 있어서는 연체동물이 가장 우점한 동물군이었다. 전체 대형저서동물의 서식밀도는 여름철에 1,995 개체/m²로 최대치를 보였고, 가을철에 631 개체/m²로서 최소치를 보였다. 조사해역의 주요 우점종은 전 계절에 걸쳐 우점하였던 다모류의 *Spiophanes bombyx*를 포함하여 *Prionospio* sp., 연체동물의 *Alvenius ojanus*, 갑각류의 *Wecomedon* sp.와 Urothoidae spp.였다. 집괴분석 결과 조사해역의 저서동물은 크게 수심이 얇은 연안역과 수심이 깊은 외해역으로 구분되어져 수심에 의해 군집조성이 달라짐을 보였다. 그러나 가을철과 겨울철의 경우에는 남대천과 군성강 등 소규모 하천 주변해역에서는 외곽의 해역과는 군집조성이 차이를 보였다.

This study was carried out to investigate the distribution pattern of macrobenthos in the subtidal sandy bottoms of the east coast of Korea, and seasonal samplings were performed from April 1993 to February 1994. The species number of macrobenthos was in the range from 70 in winter to 109 in spring season. Polychaete worms were the most dominant faunal group in species richness and abundance, but mollusks showed the highest biomass. The mean density of macrobenthos fluctuated from 631 individuals/m² in autumn to 1,995 individuals/m² in summer. The major macrofauna in abundance were polychaetes, *Spiophanes bombyx* which occurred all seasons with top rank and *Prionospio* sp. and a mollusk, *Alvenius ojanus*, and crustaceans, *Wecomedon* sp. and Urothoidae spp. were also numerically dominant macrobenthic fauna. The macrobenthos in the study area were classified into two assemblages by water depth. However, they showed a different community structure near small rivers in autumn and winter seasons.

서 언

연안역 조하대 저서생물군집은 저서생태계의 물질이나 에너지 흐름에 관여하는 생태학적 과정에 있어서 주도적인 역할을 담당하고 있는 중요한 구성원들로 이루어져 있다. 저서생물은 다양한 유형의 서식지를 점유하여 다양한 형태의 생명활동을 하고 있어서 저서환경의 변화정도나 건강상태를 나타내 주기도 하며, 해양생태계에 유입된 독성물질에 대한 초기경고시스템에도 개체나 개체군수준, 또는 군집수준에서 이용되고 있다(Word, 1978; Cairns

and Van der Schalie, 1980; 한국해양연구소, 1995).

한국 동해안에는 잘 발달된 모래해안이 있으며, 이것과 연계되어서 좁은 지역이지만 해안을 따라 사질퇴적상이 분포하고 있다. 이 좁은 사질퇴적물 지역에서 넓적류에 속하는 저서어류와 대북, 명주조개 등의 이매패류를 포함한 많은 수산물이 어획되고 있으며, 이 어획과정에서 저서생태계에 짧은 기간에 걸쳐 비정기적인 교란이 가해지고 있을 것으로 예상되는 지역이다. 따라서 수산자원학적 관점에서 뿐만 아니라 인위적인 환경저해요인에 대한 영향을 평가하기 위해서도 저서생물군집에 대한 기초적인 조사가 이루어질 필요가 있다. 한국 주변의 연안역에서 지금까지 조사된 저서동물군집에 대한 연구는 대부분 조하대 니질퇴적상에서 수행되

*Corresponding author: jwchoi@kordi.re.kr

있고 사질퇴적상에서의 대형저서동물군집구조에 대한 연구결과는 매우 적었다. 지금까지 조사된 사질퇴적상에서의 연구로는 황해의 사질퇴적상 해역(이, 1987), 서해의 새만금지역(안과 고, 1992)과 대부도 모래갯벌(최 등, 1998) 등 에서의 결과가 있을 뿐이며, 동해에서의 연구로는 동해 대륙붕과 대륙사면에서의 저서 다모류군집(Choi and Koh, 1990)과 거미불가사리군집(Shin and Koh, 1993)에 대한 연구에서 사질퇴적상을 포함하고 있었다. 동해안의 강원도 연안 해역에서는 사질퇴적상 또는 니사질 퇴적상에 분포하는 패류자원에 대한 조사만 수행되었고(강원도, 1990), 전체 저서군집에 대한 조사는 아직 수행된 바가 없는 실정이다.

본 연구에서는 지역적으로 입도조성이 매우 유사한 강릉 연안역의 사질퇴적상에 서식하는 저서동물군집의 계절적인 변화를 조사하여 동해 연안역의 사질퇴적상에 서식하는 대형저서동물의 군집조성과 분포양상에 대한 하나의 기초자료를 제공하는데 주안점을 두고서 수행되었으며, 차후 동해 연안해역에서의 환경변화 모니터링에 대한 사전 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다.

재료 및 방법

조사해역의 저서환경특성

조사해역은 강원도 평주군 강동면 안인진리 일대의 연안 해역으로 주변에는 강릉시가 있으며, 강릉시를 통과하는 남대천과 강동면 안인진리를 통과하는 군선강과 같은 소하천이 조사해역으로 유입되고 있으며, 안인진리의 군선강 하구역 부근에 영동화력발전소가 위치하고 있다(Fig. 1). 조사해역의 일반적인 환경요인에 대한 조사는 한국해양연구소(1994)에 자세히 기술되어 있으며, 여기서는 저서환경을 중심으로 간략히 기술하면 다음과 같다. 조사해역에서의 퇴적물 입도는 1993년 봄철과 가을철에 조사가 되었는데, 1993년 4월에 조사된 조사해역의 퇴적물 평균입도는 2.09 ϕ 에

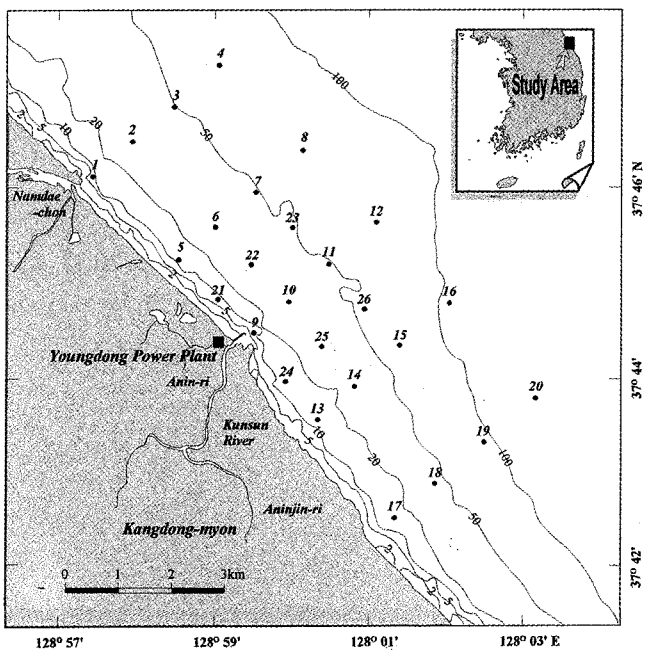


Fig. 1. A map showing study area and sampling stations.

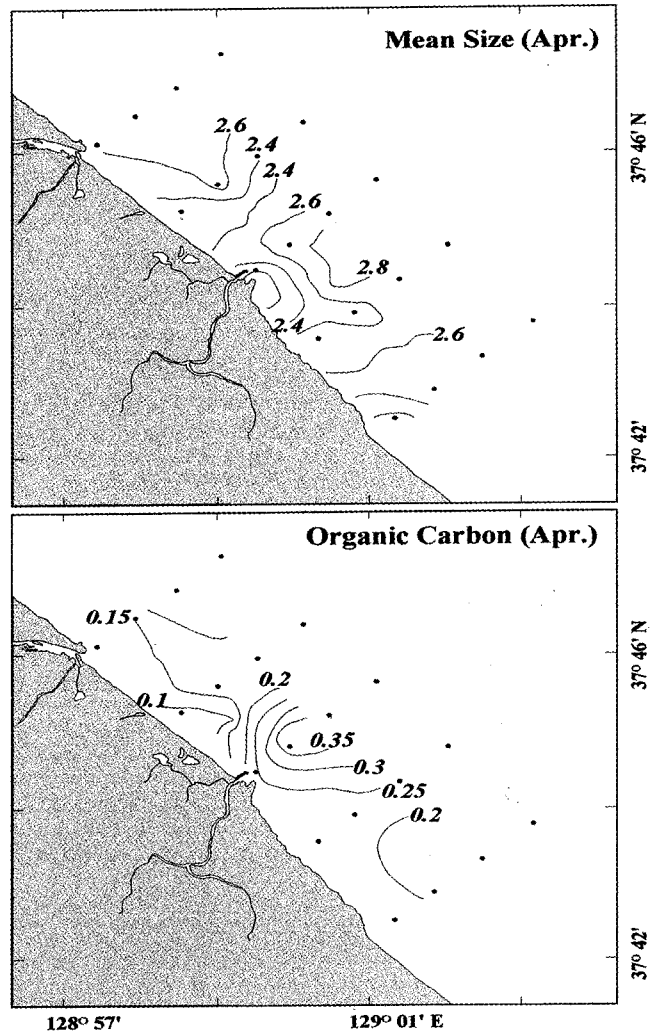


Fig. 2. Spatial distribution of the mean grain size and organic content of surface sediments in the study area.

서 2.83 ϕ 로 사질퇴적물에 속하며, 사질함량은 96% 이상이며 점토함량은 거의 없었다. 지역적으로 볼 때 군선강 입구에서 가장 조립하게 나타났고 해안에서 멀어질수록 세립해지는 경향을 보였으나 그 차이는 매우 적었다(Fig. 2). 1993년 10월에는 퇴적물의 평균입도가 봄철보다 다소 조립해져서 0.93 ϕ 에서 2.69 ϕ 의 값을 보였다. 이는 여름철에 군선강과 같은 소하천을 통해서 조립질 퇴적물이 유입된 것에 기인한 것으로 생각된다. 퇴적물의 유기물함량으로서 강열감량으로 측정된 값은 1.1%~2.7%였고, 유기탄소함량은 0.1%에서 0.4%였다. 유기물함량의 지역적인 분포는 퇴적물의 입도조성과는 달리 군선강 하구역 부근에서 가장 높았고 그 외곽으로 갈수록 감소하였다(Fig. 2).

조사해역의 연간수온은 표층에서는 8.6°C~22.7°C, 30 m 수심의 저층에서는 6.1°C~20.9°C였다. 군선강 하구를 통해 유입되는 발전소 온배수의 영향은 하구를 중심으로 최대 반경 500 m 정도에 국한되는 것으로 나타났다. 염분은 표층에서 13.81‰~34.38‰ 이었고, 저층에서는 33.13‰~34.22‰의 범위를 보였다. 해수의 용존산소량은 표층에서 6.92~10.68 mg/l, 저층은 7.69~10.19 mg/l

의 높은 값을 보였다. 해수의 pH는 연간 변동범위가 표층에서는 7.91~8.26, 저층에서는 7.92~8.22였고, 해수의 COD는 표층에서는 0.8~4.0 mg/l, 저층에서 0.8~1.8 mg/l였으며, 남대천 하구역에서 연평균 2.4 mg/l로 가장 높았다. 이는 남대천을 통해 생활하수가 지속적으로 유입되고 있음을 시사한다.

저서동물 채집 및 자료분석

조하대 사질퇴적물에 서식하는 저서동물을 정량적으로 채집하기 위해서 해안선에 평행한 두 개 조사선에서 14개의 조사정점을 선정하여 1993년 4월부터 1994년 2월까지 계절별로 이루어졌다. 단 1994년 겨울에는 10개의 정점에서만 저서동물의 채집이 이루어졌다. 저서생물채집에는 van Veen grab(0.1 m²)을 사용하였으며, 정점당 2회씩 퇴적물을 인양한 후 망목크기가 1 mm인 체에 걸러 남은 것을 해수로 중화된 10% 포르말린에 고정하였다.

고정된 저서생물시료는 실험실에서 주요 분류군으로 선별한 후 습중량을 측정하였고, 각 분류군별로 가능한한 종수준까지 동정하고 계수하였다. 군집지수로서는 종별 출현개체수자료를 사용하여 Shannon의 종다양성지수(H')와 Pielou의 균등도지수(J)를 구하였고, 집괴분석에는 Bray-Curtis의 유사도지수를 구하여 가중평균결합법으로 정점에 대한 수지도를 작성하였다.

결 과

종 조성

조사해역에서 계절별로 출현한 저서동물군집의 주요 동물군별 출현종수, 출현개체수 및 생물량 조성을 보면 다음과 같다.

1993년 4월에 총 14개 정점에서 정점당 2회씩 van Veen grab를 사용하여 저서동물을 채집한 결과 총 9개 동물문에 속하는 109종, 3,152개체가 출현하였다(Appendix 1). 이를 분류군별로 세분하면 다모류가 40종, 1,631 개체로 가장 많았고, 갑각류가 33종, 1,088 개체로 그 다음으로 많았으며, 연체동물은 24종 347 개체의 출현을 보여 3개 동물군이 97종으로 전체의 89%를 차지하였다(Table 1). 1993년 7월에는 7개 동물군의 85종에 속하는 5,585 개체가 출현하였으며, 주요 동물군의 출현종수는 다모류에서 32종, 갑각류에서 25종, 연체동물 18종 순으로 나타났다. 봄철에 비해

출현 종수는 감소하였으나 출현개체수는 크게 증가하였다. 1993년 10월에는 8개 동물문의 105종에 속하는 1,769 개체가 출현하였고, 다모류가 38종, 갑각류가 29종, 연체동물이 25종이었다. 가을철에는 조사해역이 바깥으로 약간 확장되었기 때문에 출현 종수는 여름에 비해 약간 증가하였으나 출현개체수는 계절 중에서 가장 적었다. 1994년 1월에는 연안역의 10개 정점에서 조사되어졌는데, 5개 동물문에 속하는 70종, 1,858 개체의 출현을 보였다. 다모류가 28종, 갑각류가 19종, 연체동물이 15종이었다. 조사정점수가 줄었기 때문에 전체적인 출현종수는 가장 적었다. 생물량에 있어서는 봄철에 578.3 g으로 가장 많았고, 가을철에 74.7 g으로 가장 적었다(Table 2). 봄철에는 연체동물이 291.1 g(전체의 50.3%)로 가장 많았고, 극피동물, 척색동물, 절지동물 순이었다. 여름철에는 극피동물이 246.2 g으로 가장 많았고 환형동물, 연체동물 순이었다. 가을에는 연체동물이 적은 생물량을 보여 74.7 g에 불과하였으며, 극피동물이 가장 많았다. 겨울철에도 극피동물이 가장 많았고 연체동물, 환형동물 순이었다.

조사해역에서 출현한 대형저서동물의 군집조성은 Fig. 3과 같이 요약된다. 먼저 계절별 분류군의 출현종 조성을 보면 다모류는 전 계절을 통해 가장 다양한 종수를 보였으며, 그 외에 갑각류와 연체동물을 포함한 3개 분류군이 주된 저서동물군집의 구성원임을 보였다. 전체 출현종수에 있어서는 봄철과 가을철에 많았고 여름철에 적게 나타나 계절적인 변화를 보였다. 이러한 종조성의 계절적인 변화는 주요 3개 분류군에서도 공통적으로 나타나는 현상이었다. 개체수에 있어서는 각 분류군별로 여름철에 가장 많았고, 특히 연체동물의 경우 다른 계절에 비해 여름철에 대량출현을 보였다. 전체적인 생물량에 있어서는 극피동물이 전 계절에 걸쳐 비교적 높은 수준으로 출현하여 봄철을 제외하고는 가장 많은 생물량을 보였다. 연체동물이 여름철에 많은 개체수의 출현에도 불구하고 봄철에 비해 적은 생물량을 보인 것은 주로 치패의 대량 출현에 기인한 것이다.

우점종

계절별로 전체군집의 종조성이 바뀐 것에 비해 저서동물군집에서 숫적으로 우점한 종들은 계절적인 큰 차이를 보이지 않았다(Table 3).

Table 1. Number of species, abundance and biomass of macrobenthos occurred in the sandy bottoms during each season (n: number of sampling stations, sampling area per station: 0.2 m²).

Taxa\Season	Spring n=14		Summer n=14		Autumn n=14		Winter n=10	
	Spp.	N	Spp.	N	Spp.	N	Spp.	N
Phylum Porifera	1	-						
Phylum Cnidaria	1	-			1	-		
Phylum Nemertea	2	14	3	13	2	4	3	11
Phylum Sipunculida	2	3	1	1	1	1		
Phylum Mollusca	24	347	18	1,174	25	89	16	158
Phylum Annelida	40	1,631	32	2,407	38	1,133	28	1,070
Phylum Arthropoda	33	1,088	25	1,936	29	524	19	590
Phylum Echinodermata	5	68	5	51	7	16	4	29
Phylum Chordata	1	1	1	3	1	2		
Total	109	3,152	85	5,585	105	1,769	71	1,859

Table 2. Seasonal variation in the biomass of macrobenthos in the study area (n: number of sampling stations, sampling area per station: 0.2 m²). (unit: g)

Taxa\Season	Spring n=14	Summer n=14	Autumn n=14	Winter n=10
Phylum Porifera	40.303			
Phylum Cnidaria	3.987	0.008	0.073	
Phylum Nemertea	0.175	0.614	0.10	0.451
Phylum Sipunculida	0.125	0.059	0.026	
Phylum Mollusca	291.114	21.549	7.097	13.526
Phylum Annelida	31.349	29.951	22.735	8.398
Phylum Arthropoda	47.982	6.638	11.938	4.873
Phylum Echinodermata	95.002	246.243	32.417	218.394
Phylum Chordata	68.268	0.022	0.294	
Total	578.305	305.085	74.680	247.094

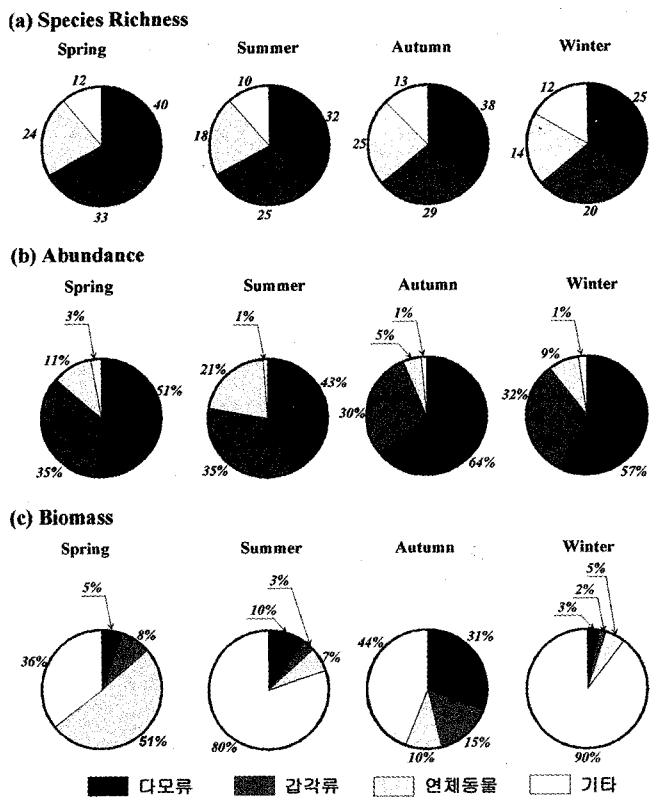


Fig. 3. The composition of major faunal groups in species richness, abundance and biomass during the study period.

계절별로 우점종을 보면 봄철의 경우 다모류인 *Scoloplos armiger*(5.9%), *Spiophanes bombyx*(5.1%), 갑각류인 *Urothoidae* spp.(5.9%), *Jassa falcata*(4.7%), 연체동물의 *Alvenius ojanus* (5.3%)였다. 이들은 주로 여과식자였으며, 다모류만 표층 및 표층 하퇴적물식자였다.

여름철에는 다모류의 *Spiophanes bombyx*(33.1%), 연체동물의 *Alvenius ojanus*(19.4%), 갑각류의 *Wecomedon* sp.(8.9%), *Synchelidium* sp.(7.6%), *Urothoidae* spp.(4.6%) 등으로서 다모류의 *S.*

*bombyx*만 표층퇴적물식자이고 나머지 종들은 여과식자였다. 봄철과 비교하면 다모류의 *S. armiger*, 갑각류의 *Jassa falcata*가 우점종에서 제외되고 갑각류의 2종이 새로 추가되었다.

가을철에는 다모류가 주로 우점종을 차지하였는데, *S. bombyx* (24.1%), *Prionospio* sp.(9.4%), *Chaetozone setosa*(3.9%), *Lumbrineris nipponica*(3.7%)와 갑각류의 *Wecomedon* sp.(10.5%)가 우점종이었다. 이들 우점종들은 몸의 크기가 다른 저서동물에 비해 상대적으로 작은 표층퇴적물식자로 대부분 구성되어 있었다. 니질 퇴적상에 주로 출현하는 *L. nipponica*와 *Chaetozone setosa*가 우점종에 포함되어 있는데, 가을철 조사에서는 조사정점이 좀 더 세립질로 구성된 수심 50 m 깊이의 곳까지 포함된 것에 기인 한 것으로 보인다.

겨울철에는 다모류의 *S. bombyx*(16.3%), *Prionospio* sp.(12.0%), *Spionidae* sp.(9.6%), *Nephtys caeca*(5.6%)와 연체동물의 *Alvenius ojanus*(5.6%), 갑각류의 *Urothoidae* sp.(9.6%), *Cumacea* sp.(6.6%), *Wecomedon* sp.(5.0%) 등이 우점종이었다. 이들의 섭식형은 표층 퇴적물식자와 여과식자가 대부분이고, *Nephtys caeca*는 육식자였다.

조사해역에서 출현한 대형저서동물군집의 우점종들의 특징으로는 가장 많은 개체수를 보인 다모류의 *Spiophanes bombyx*는 전 계절에 걸쳐서 우점적으로 출현하였고, 연체동물의 *Alvenius ojanus*, 갑각류의 *Urothoidae* spp.와 *Wecomedon* sp.도 3개 계절에 걸쳐 우점하고 있음을 보여 대형저서동물군집의 계절에 따른 우점종의 변화는 그다지 크지 않음을 보였다. 그들의 섭식유형은 여과식자와 표층퇴적물식자가 주된 섭식유형이며 표층하퇴적물식자는 상대적으로 적었다.

지역적인 분포양상

대형 저서동물의 정점별 출현종수를 보면 크게 군선강을 기준으로 북쪽과 남쪽 지역으로 구분되고 또한 수심에 따라서 해안선에 인접한 정점들과 그 바깥쪽 정점들에서 차이를 보였다(Fig. 4). 봄철의 경우에는 출현종수가 14종~29종(평균 22.5±4.5종)의 범위에 있었는데 군선강 남쪽의 해안선에 인접한 정점 14에서 29종으로 가장 많았고 남대천 입구의 정점 1에서 14종으로 가장 적은 종수를 보였고 군선강 입구에서도 상대적으로 적은 종수를 보였다. 여름철에는 14종~33종(평균 24.4±4.3종)이 출현하였는데 봄

Table 3. Dominant species of macrobenthic communities in the sandy bottoms.

Season	Species or taxa (dominance)	Feeding type
Spring	<i>Scoloplos armigeer</i> (P) (5.9%)	SSDF
	Urothoidae spp.(C) (5.9%)	FF
	<i>Alvenius ojanus</i> (M) (5.3%)	FF
	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) (5.1%)	SDF
	<i>Jassa falcata</i> (C) (4.7%)	FF
Summer	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) (33.1%)	SDF
	<i>Alvenius</i> sp. (M) (19.4%)	FF
	<i>Wecomedon</i> sp. (C) (8.9%)	FF
	<i>Synchelidium</i> sp. (C) (7.6%)	FF
	Urothoidae spp. (C) (4.6%)	FF
Autumn	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) (24.1%)	SDF
	<i>Wecomedon</i> sp. (C) (10.5%)	FF
	<i>Prionospio</i> sp. (P) (9.4%)	SDF
	<i>Chaetozone setosa</i> (P) (3.9%)	SDF
	<i>Lumbrineris nipponica</i> (P) (3.7%)	SSDF
Winter	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) (16.3 %)	SDF
	<i>Prionospio</i> sp. (P) (12.0%)	SDF
	Urothoidae spp. (C) (9.6%)	FF
	Spionidae sp. (P) (9.2%)	SDF
	Cumacea sp. (C) (6.6%)	FF
	<i>Nephtys caeca</i> (P) (5.6%)	C
	<i>Alvenius ojanus</i> (M) (5.6%)	FF
	<i>Wecomedon</i> sp. (C) (5.0%)	FF

(P: polychates, M: mollusks, C: crustaceans)
 (SSDF: subsurface deposit feeder, SDF: surface deposit feeder, FF: filter feeder, C: carnivore)

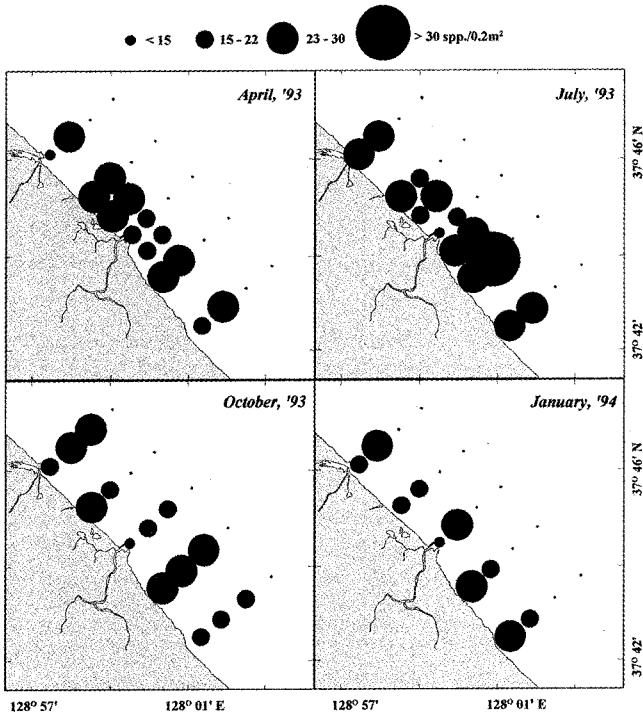


Fig. 4. Spatial distribution pattern and seasonal variation in the species richness of macrobenthos at each station.

철과 같이 정점 14에서 가장 많은 종류의 저서동물이 출현하였고 군선강 하구역인 정점 9에서 14종으로 가장 빈약한 생물상을 보

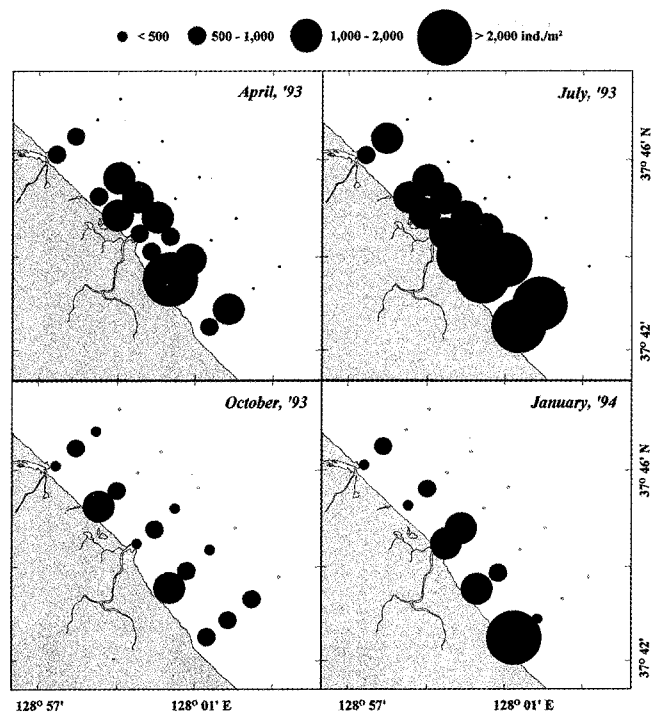


Fig. 5. Spatial distribution pattern and seasonal variation in the faunal density of macrobenthos at each station.

였다. 여름철에는 수심이 깊은 곳에 위치한 정점들에서 상대적으로 많은 종수가 출현하였다. 가을철에는 12종~29종(평균 20.1±4.8종)으로 봄과 여름에 비해 전반적으로 적은 수의 저서동물이 출현하였다. 가장 북쪽에 위치하고 수심이 50m인 정점 3에서 29종으로 가장 많은 종이, 군선강 입구인 정점 9에서 12종으로 가장 적었다. 겨울철에도 12종~30종(평균 21.0±6.7종)으로 가을철과 같이 출현종수가 적었으며, 군선강 입구의 외곽에 위치한 정점 10에서 30종으로 가장 많았고 군선강 입구인 정점 9에서 8종만 출현하여 가장 적었다.

출현개체수에 있어서는 조사정점에 따라 계절간에 큰 차이를 보였다(Fig. 5). 봄철의 조사에서 가장 많은 개체수를 보인 곳은 안인진 앞의 정점 13으로 2,075 개체/m² 이었고, 정점 14와 정점 22에서도 각각 1,960 개체/m²와 1,885 개체/m²의 높은 서식밀도를 보였다. 반면 가장 적은 출현개체수를 보인 곳은 남대천 하구역인 정점 1로서 545 개체/m²이었다. 봄철의 평균 출현밀도는 1,126±514 개체/m²였다. 여름철에는 조사해역에서 가장 남쪽에 위치한 정점 18에서 4,160 개체/m²로 가장 많은 개체수를 보였고 정점 14에서도 3,830 개체/m²로 높은 서식밀도를 보였다. 반면 봄철과 같이 남대천 입구의 정점 1에서 가장 낮은 밀도를 보였지만 975 개체/m²였다. 여름철의 평균출현밀도는 1,995±993 개체/m²에 달하였다. 가을철과 겨울철에는 출현밀도가 급감하였으며, 가을철에는 봄철과 같이 안인진 앞의 정점 13에서 1,020 개체/m²로서 가장 많은 개체수를, 정점 1에서 125 개체/m²로서 가장 낮은 서식밀도를 보였다. 가을철 평균 출현밀도는 631±360 개체/m²였다. 겨울에는 조사해역의 남쪽에 위치한 정점 17에서 2,365 개체/m²로 가장 많은 반면 정점 1과 5, 18 등에서 200~350 개체/m²로 적었다.

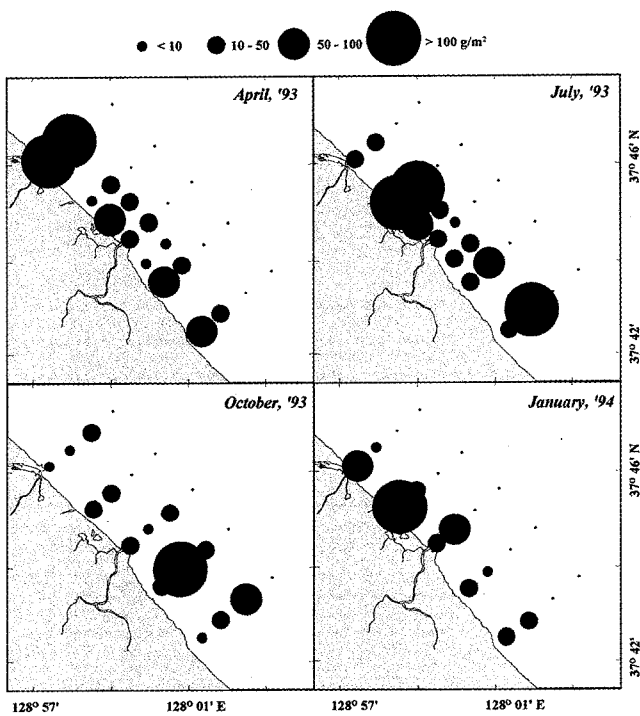


Fig. 6. Spatial distribution pattern and seasonal variation in the biomass of macrobenthos at each station.

겨울철 평균 출현밀도는 929 ± 605 개체/m²였다.

생물량의 지역적인 분포에 있어서도 계절에 따라 각 정점에서 현존량이 크게 변화하는 양상을 보였다(Fig. 6). 봄철에 대부분의 정점에서 100 g/m² 이하였으나 정점 22에서 2,175 g/m²로 최대 생물량을 보였다. 그러나 정점 5, 24, 25 등에서는 생물량이 10 g/m² 이하로 적었다. 여름철에는 봄철에 가장 적었던 정점 5에서 845 g/m²로 가장 많았고, 정점 24에서는 봄철과 같이 10 g/m² 이하로 적었다. 가을철에는 정점 14에서 최대치 115 g/m²에 불과할 정도로 적었고, 정점 1, 2, 11, 13 등에서도 10.0 g/m² 이하의 적은 생물량을 보였다. 겨울철의 생물량은 여름철에 최대치를 보였던 정점 5에서 975 g/m²로 가장 많은 생물량을 보였으나, 다른 정점에서는 55 g/m² 이하로 낮았고 정점 14에서는 6.0 g/m²에 불과하였다. 계절에 따른 평균 생물량은 가을철의 26 g/m²에서 봄철의 206 g/m²의 범위에 있었다.

이상과 같은 계절별 지역적인 분포양상을 요약하면 대체로 출현 개체수와 종수가 많은 곳은 안인진 남쪽의 수심 20 m 부근 해역인 정점 13, 14, 17, 18과 군선강 북쪽인 정점 22 등인 반면에 상대적으로 빈약한 생물상을 보인 지역은 정점 9가 위치한 군선강 하구역이었다.

군집지수 및 집괴분석

위와 같은 지역적인 종조성과 분포양상은 저서동물의 생태학적 지수값에서도 잘 나타났다. 봄철의 종다양성지수값(H')를 보면 정점 10과 14에서 각각 1.03과 1.2로서 가장 낮았고, 정점 5, 21, 25 등 군선강 하구역의 외곽에서 H'=2.4 이상으로 높은 값을 보였다. 우점종인 다모류의 *Spiophanes bombyx*의 대량 출현이 있었던 정

점 14에서 높은 우점도값을 보였다. 여름철에도 H값이 낮은 곳은 정점 6, 14, 18, 22 등으로 그곳에는 다모류의 *S. bombyx*와 연체동물의 *Alvenius ojanus*의 대량 출현에 의해 H값이 1.5 이하의 낮은 값을 보였다. 반면에 정점 5에서 봄철과 같이 H'=2.4로서 가장 높은 값을 보였다. 가을철에는 봄철과 여름철에 비해 출현 종수나 개체수는 크게 감소하였지만 종다양성지수값에서는 더 높은 값을 보였다. 정점 3, 8, 9 등에서 H값이 1.7~2.0의 다소 낮은 값을 보인 반면 수심이 50 m인 외곽역에 위치한 정점 11에서는 H'=3.11의 매우 높은 값을 보였다. 이러한 양상은 출현종수의 증가와 함께 균등도가 높은 것에 기인한 것이다. 겨울철에는 대부분의 정점에서 H값이 2.0 이상으로 높았고, 군선강 하구역의 정점 9에서 H값이 0.76의 낮은 값을 보였는데 이는 9개종에 불과한 빈약한 종조성과 더불어 다모류의 *Spionidae* unid.의 대량 출현에 의한 것이다.

계절별로 지역적인 분포양상을 출현종의 유사도에 의해 구분하는 집괴분석을 한 결과 계절적인 큰 차이는 나타나지 않았다(Fig. 7). 그러나, 가을철과 겨울철에는 소규모 하천인 남대천과 군선강의 하구역에서는 주변의 연안역과는 저서동물군집의 종조성과 서식밀도에 있어서 차이를 보여 다른 정점군으로 묶이고 있었다. 각 계절별로 집괴분석한 결과를 보면 다음과 같다.

봄철에는 크게 두개의 저서동물군집으로 구분되었는데, 이는 수심에 따른 종조성의 차이를 잘 나타내었다. 즉, 수심이 얇은 곳에서는 다모류의 *Scoloplos armiger*, 연체동물의 *Mactra chinensis*, 갑각류의 *Corophium* sp.와 Urothoidae spp. 등이 우점종이었고, 수심이 깊은 바깥쪽 정점들에서는 다모류의 *Spiophanes bombyx*, 연체동물의 *Alvenius ojanus*, 갑각류의 *Gammaropsis* sp., Gammaridae spp., *Jassa falcata* 등이 주요 우점종이었다. 여름철에도 수심에 따라 크게 두개의 군집으로 구분되었는데, 조사해역의 안쪽에는 다모류의 *Armandia lanceolata*, *Scoloplos armiger*, 갑각류의

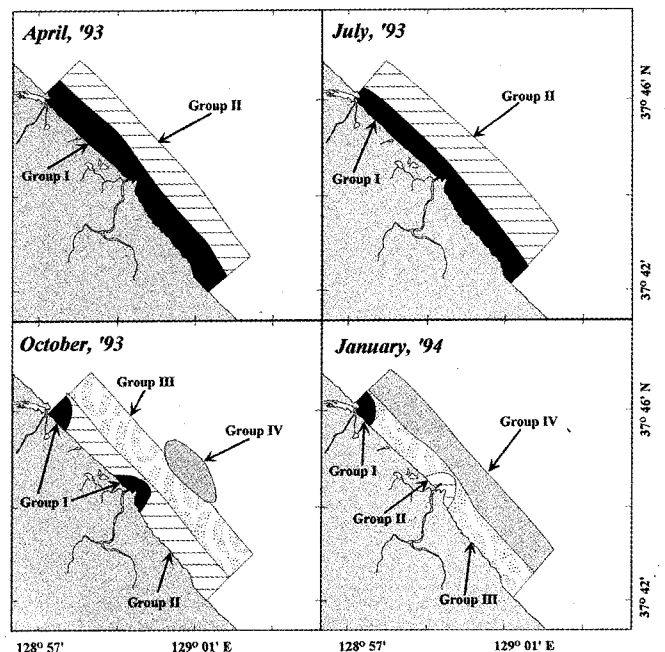


Fig. 7. Spatial position of station groups in each season clustered based on the faunal affinities between sampling stations.

Schelidium sp., Urothoidae spp., *Wecomedon* sp. 등이 우점하였고, 바깥쪽에는 다모류의 *Spiophanes bombyx*, *Prionospio* sp., *Lumbrineris japonica*와 연체동물의 *Alvenius ojanus*가 우점하는 군집이었다. 가을철에서도 봄, 여름과 비슷하게 수심에 따른 군집의 배열을 보였는데, 크게 4개의 군집으로 구분되었다. 먼저 군선강 하구역인 정점 9와 남대천 하구역인 정점 1이 분리되었는데, 이 곳에서는 갑각류의 *Eohaustorius* sp.가 특성종이었다. 이 두 정점을 제외한 조사해역 중에서 천해역에 위치한 정점 5, 13, 17에서는 다모류의 *Chaetozone setosa*, *Nephtys caeca*와 갑각류의 *Wecomedon* sp.가 특성종으로 나타났고, 그 바깥역에서는 다모류의 *S. bombyx*, *N. caeca*, 그리고 가장 외곽의 정점에서는 *L. nipponica*, *Ampharete arctica* 등이 우점하는 군집을 보였다. 겨울철에도 다른 계절과 동일한 군집 분포양상을 보여 수심에 따라 배열되며, 단지 남대천과 군선강 하구역에서 조사해역의 천해역과는 다른 종조성을 보여서 다모류의 *Pseudopolydora kemp*와 Spionidae sp. 가 대량 출현하였다. 조사해역의 천해역은 다모류의 *Chaetozone setosa*, *Nephtys caeca*, 갑각류의 Urothoidae spp.와 *Wecomedon* sp.가 우점종으로, 바깥해역에서는 다모류의 *Spiophanes bombyx*, *Prionospio* sp., 연체동물의 *Alvenius ojanus*가 우점하였다.

토 의

대형저서동물의 분포는 크게 서식지의 퇴적상에 의해 종조성과 현존량이 달라지는 것으로 알려져 왔다(Sanders, 1958; Rhoads and Young, 1970; Gray, 1974; Weston, 1988). 그러나 서로 유사한 퇴적상에 서식하는 저서동물은 염분이나 가용한 먹이량 등 퇴적상 이외의 서식지 환경특성에 좌우되어 군집조성이 서로 달라진다(Lopez-Jamar, 1981; Long and Lewis, 1987). 한반도 주변해역의 경우에는 황해와 남해의 일부해역이 사질퇴적상을 보이고 있으며, 동해에서는 대한해협과 좁은 해안을 따라 발달한 사질해빈의 조하대에서 사질퇴적상이 나타난다(이 등, 1989). 본 연구해역은 사질퇴적상을 보여 정점간에 입도조성에 있어서 그다지 큰 차이를 보이지 않는 곳이다. 그러나 집괴분석 결과 계절마다 군집구조가 수심 또는 수심에 기인한 환경요인의 차이에 따른 차이를 보였다.

해역에 따라서 사질퇴적상이라도 대형저서동물군집의 종조성에 차이가 있었다. 본 연구해역에서의 주요 우점종은 다모류의 *Spiophanes bombyx*였지만, 황해의 사질퇴적상에서의 주요 우점종으로는 다모류의 *Anaitides koreana*, *Aglaophamus sinensis*, *Nephtys polybranchia*, *N. caeca*, *Glycera capitata* 등이 있으며(Lee, 1987), 금강하구역의 사질퇴적상에서는 이매패류의 *Macra chinensis*, 다모류의 *Magelona japonica*, *Owenia fusiformis*, *Anaitides koreana*, *N. polybranchia*, *Prionospio jaenicus* 등이었다(Choi and Koh, 1994). 대한해협의 사질 퇴적상에 분포하는 다모류로는 *Lepidonotus squamatus*, *Sabellastarte* sp., *Laonice cirrata*, *Ampharete arctica*, *Spiophanes kroyeri* 등이 있으며(Choi and Koh, 1989), 남해에서는 아직 사질퇴적상에서의 조사보고가 없었다. 동해에서는 해안선을 따라 발달한 사질퇴적상에서는 연구가 없지만 외해역에 위치한 후포뱅크 위의 사질퇴적상에서 우점한 다모류로는 *Ampharete arctica*와 *Lumbrineris japonica*였다. 따라서 동해 연안역의 사질퇴

적상인 본 조사해역에서 분포하는 저서동물과 황해와 남해에서의 사질퇴적상에 분포하는 저서동물은 우점종의 종조성에 있어서 서로 크게 차이를 보였다.

본 조사해역의 저서군집의 생물학적 특징을 파악하기 위한 한 방법으로서 지금까지 동해안의 5개 연안해역에서 지금까지 조사 보고된 저서동물군집의 우점종을 비교하면 Table 4와 같다. 먼저 본 조사해역과 가장 가까운 울진 주변해역과 비교하면 다모류의 *Spiophanes bombyx*와 *Nephtys caeca* 등은 공통 우점종이며, 다른 분류군에서는 공통적으로 출현하는 우점종이 없었다. 특히 갑각류의 우점현상이 울진 주변해역에서는 보이지 않았다. 영일만의 경우에는 다모류의 *S. bombyx*만 서로 공통 우점종이었다. 반면에 월성, 울산, 고리연안역에서는 니질이 우세한 퇴적상에서 많이 출현하는 다모류의 종들이 우점종으로 나타나서 본 조사지역과는 매우 차이를 보였다.

본 조사해역은 다른 연안역에 비해 갑각류의 우점도가 매우 높은 것을 알 수 있는데, 이는 모래퇴적상에 이들 갑각류가 다른 동물군에 비해 상대적으로 서식에 유리함을 시사하였다. 사질퇴적상에 서식하는 대형저서동물군집의 주요 우점종은 대체로 활동성이 크고 몸체도 커서 육식성 섭식유형을 가지는 균형종들로 구성되어 있는 것으로 보고되었다(Maurer and Leathem, 1981). 본 연구해역에 출현하는 갑각류의 대부분은 단각류로서 이들은 생활사가 1년 정도로 짧고 섭식유형이 여과식자이었다. 따라서 이들 여과식자들은 해수의 유동이 활발한 모래가 우세한 저서환경에서는 서식에 유리하고 또한 큰 개체군을 형성할 수가 있는데(Maurer and Leathem, 1981; Wildish and Kristmanson, 1979), 본 조사해역도 모래가 우세한 저서환경을 가지고 있어서 다른 섭식유형에 비해 여과식자들에게 더 유리할 것으로 생각된다. 연체동물의 경우에도 본 조사해역과 울진 연안역에서는 개체가 크고 여과식자인 종이 우점하는 반면에 울산만과 같은 내만역에서는 유기물에 의한 오염의 지시종으로 알려진 *Theora lata*가 우점하고 있었다(Yi et al., 1993).

단위면적당 출현한 종수나 개체수를 한국 연안역의 다른 해역과 비교하면 그다지 낮은 것은 아니었다. 정점당 출현종수를 보면 일부 군선강 하구 주변지역을 제외하면 30종/0.2m²의 출현종수를 보였고, 서식밀도도 가을철과 겨울철에 낮고 여름철에 최대치를 나타내는 계절적인 차이를 보여 주고 있지만 평균 서식밀도가 631 개체/m²에서 1,995 개체/m² 범위에 있었다. 서해의 경기만에서는 서식밀도가 550 개체/m² 였고(신 등, 1989), 경기만의 영종도 주변해역에서는 498 개체/m²(임 등, 1995), 군산 외해역의 사질퇴적상에서는 860 개체/m²였다(Choi and Koh, 1994). 황해의 광역조사에서는 320 개체/m²~577 개체/m²의 서식밀도를 보였다(이와 진, 1989). 다모류군집만을 대상으로 한 군산외해역의 조사에서는 300 개체/m²의 서식밀도를 보였고(Choi and Koh, 1992), 남해 광양만의 다모류군집에서는 490 개체/m²(Choi and Koh, 1984)와 520 개체/m²(신과 고, 1990)의 서식밀도를 보였다. 생물량에 있어서도 본 연구해역에서는 가을철의 26.6 g/m²에서 봄철의 206.5 g/m²에 이르는 범위로 나타나 경기만의 영종도 주변해역의 54.8 g/m²(임 등, 1995)이나 황해의 35.3~55.3 g/m²(이와 진, 1989)에 비해 적은 생물량을 보인 것은 아니었다. 이와 같이 동해 연안의 사질 퇴적물에 서식하고 있는 대형저서동물은 비교적 높은 서식밀도와 많은

Table 4. Dominant macrobenthic animals in the soft-bottoms of the east coast of Korea.

Study area	Dominant Species	Reference
Kangrung coastal area	<i>Scoloplos armiger</i> (P) <i>Spiophanes bombyx</i> (P) <i>Alveonius ojanus</i> (M) <i>Wecomedon</i> sp. (C) <i>Prionospio</i> sp. (P) Urothoidae spp. (C)	present study; total macrobenthic fauna
Uljin coastal area	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) <i>Nephtys caeca</i> (P) <i>Gomphina veneriformis</i> (M) <i>Asterias amurensis</i> (E) <i>Tylorrhynchus heterochaetus</i> (P)	한전기술연구원(1987; 1990); total macrobenthic fauna
Youngil Bay	<i>Spiophanes bombyx</i> (P) <i>Pseudopolydora</i> sp. (P) <i>Lumbrineris longifolia</i> (P) <i>Maldane cristata</i> (P) <i>Polydora ciliata</i> (P)	신 등(1992); polychaete worms
Weolsung coastal area	<i>Maldane cristata</i> (P) <i>Magelona japonica</i> (P) <i>Sternaspis scutata</i> (P) <i>Lumbrineris longifolia</i> (P) <i>Chaetozone setosa</i> (P) <i>Nuculana paulula</i> (M)	한국전력공사(1990); total macrobenthic fauna
Ulsan Bay	<i>Cirratulus cirratus</i> (P) <i>Lumbrineris longifolia</i> (P) <i>Magelona japonica</i> (P) <i>Sternaspis scutata</i> (P) <i>Theora lata</i> (M)	Yi et al.(1982); total macrobenthic fauna
Kori coastal area	<i>Chone teres</i> (P) <i>Magelona japonica</i> (P) <i>Sternaspis scutata</i> (P) <i>Lumbrineris longifolia</i> (P)	한전기술연구원(1987; 1990); total macrobenthic fauna

(P: polychates, M: mollusks, C: crustaceans, E: echinoderms)

생물량을 가지고 있어서 전체 저서생태계에서 중요한 역할을 담당하고 있는 구성원으로 생각할 수 있다.

본 조사해역의 저서동물 출현조성에 의한 집괴분석 결과 수심에 따라 서로 다른 생물상을 가지는 대형저서동물군집이 분포하고 있음을 보였다(Fig. 7). 본 연구해역에는 큰 하천의 유입이 없어서 저층에서는 염분구배가 약하였으며, 또한 퇴적상의 차이가 거의 없는 환경이기 때문에(Fig. 2) 수심에 따른 대형저서동물군집의 종조성 변화는 주로 파도에 의한 퇴적물의 안정도와 연관이 있을 것으로 생각되나 이에 대한 것은 좀 더 자세한 조사가 있어야 명확한 설명이 가능할 것이다. 한편 본 연구해역의 해안에 인접한 천해역에서는 군선강이나 남대천 같은 소규모 하천도 국부적으로는 여름철을 전후하여 하천수의 대량 유입이 있는 특정시기에는 대형저서동물군집의 종조성에 영향을 주고 있음이 보였다. 이는 동해안의 사질퇴적상에 서식하고 있는 대형저서동물에게는 생활하수의 배출이나 발전소 온배수의 배출 등 소규모의 인위적인 교란에 의해서도 군집조성이 변동될 수 있음을 시사하였다.

감사의 글

본 연구는 한국해양연구소에서 수행한 “영동화력발전소 인근

어촌계 공동어장 조사”(BSPI 00181-697-2)의 일환으로 이루어진 것이며, 본 연구가 이루어지도록 많은 도움을 주신 유재명 박사님 이하 여러분들께 감사의 뜻을 전합니다. 특히 현장조사에서 그림 정리까지 도움을 준 이종수에게 고마움을 전합니다. 본 논문을 자세하게 검토하신 두 분의 심사위원께도 감사를 드립니다.

참고문헌

강원도, 1990. 강원연안 주요 패류자원 분포조사 보고서. 174 pp. 신현출, 고철환, 1990. 광양만 다모류군집의 시공간적 변화. 한국해양학회지, **25**: 205-216.
신현출, 최성순, 고철환, 1992. 영일만 다모류 군집의 계절별, 공간적 변화. 한국해양학회지, **27**: 46-54.
안순모, 고철환, 1992. 서해 만경·동진 조간대의 환경과 저서동물 분포. 한국해양학회지, **27**: 78-90.
이재학, 1987. 황해의 저서군집내에서 다모류의 분포유형. 한국수산학회지, **20**: 224-229.
이재학, 진평, 1989. 황해의 저서군집내에서 다모류의 중요성과 종 조성. 한국수산학회지, **22**: 189-195.
이창복, 박용안, 최진용, 김기범, 1989. 한국 동남해역 대륙붕과 대륙사면 표면퇴적물의 분포와 특성. 한국해양학회지, **24**: 39-51.

- 임현식, 이재학, 최진우, 제종길, 1995. 영종도 주변해역의 저서동물 군집. 한국수산학회지, **28**: 635-648.
- 최진우, 김동성, 신상호, 제종길, 1998. 서해 경기만 대부도 모래갯벌에서의 대형저서동물 분포. 해양연구, **20**: 97-104.
- 한국전력공사, 1990. 월성 원자력 2호기 건설사업 환경영향평가서. pp. 157-160.
- 한국해양연구소, 1994. 영동화력발전소 인근 어촌계 공동어장 조사. BSPI 0081-697-2, 518 pp.
- 한국해양연구소, 1995. 해양 저서생물에 의한 환경평가. 환경처/과기처, 9-4-1, 339 pp.
- 한전기술연구원, 1987. 원자력 발전소 주변 환경조사보고서(방사능 이외의 환경). KRC-87, 296 pp.
- 한전기술연구원, 1990. 원자력 발전소 주변 환경조사보고서(방사능 이외의 환경). KRC-90, 588 pp.
- Cairns, Jr. J. and W.H. Van der Schalie, 1980. Biological monitoring. Part I. Early warning systems. *Wat. Res.*, **14**: 1179-1196.
- Choi, J.-W. and C.-H. Koh, 1988. The polychaete assemblages on the continental shelf off the southeastern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **23**: 169-183.
- Choi, J.-W. and C.-H. Koh, 1990. Distribution pattern of polychaete worms on the continental shelf and slope of the East Sea (south-western Sea of Japan), Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **25**: 36-48.
- Choi, J.-W. and C.-H. Koh, 1992. The distribution and feeding guilds of the polychaete community in the west coast off Kunsan, Korea. *J. Oceanogr. Soc. Korea*, **27**: 197-209.
- Choi, J.-W. and C.-H. Koh, 1994. macrobenthos community in Keum-Mankyung-Dongjin estuaries and its adjacent coastal region, Korea. *J. Korean Soc. Oceanogr.*, **29**: 304-318.
- Gray, J.S., 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **12**: 223-261.
- KORDI, 1979. Oceanographic studies for Kori Nuclear Power Plants. BSPI 0015-1-24-1, pp. 461-474.
- Long, B. and J.B. Lewis, 1987. Distribution and community structure of the benthic fauna of the north shore of the Gulf of St. Lawrence described by numerical methods of classification and ordination. *Mar. Biol.*, **95**: 93-101.
- Lopez-Jamar, E., 1981. Spatial distribution of the infaunal benthic communities of the Ria de Muros, north-west Spain. *Mar. Biol.*, **63**: 29-37.
- Maurer, D. and W. Leathem, 1981. Polychaete feeding guilds from Georges Bank, USA. *Mar. Biol.*, **62**: 161-171.
- Rhoads, D.C. and D.K. Young, 1970. The influence of deposit-feeding organisms on the sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, **28**: 150-178.
- 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. Oceanogr. Soc. Korea*, **24**: 184-193.
- Shin, H.C. and C.-H. Koh, 1993. Distribution and abundance of ophiuroids on the continental shelf and slope of the East Sea (south-western Sea of Japan), Korea. *Mar. Biol.*, **115**: 393-399.
- Weston, D.P., 1988. Macrobenthos-sediment relationships on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina. *Cont. Shelf Res.*, **8**: 267-286.
- Wildish, D.J. and D.D. Kristmanson, 1979. Tidal energy and sublittoral macrobenthic animals in estuaries. *J. Fish. Res. Board Canada*, **36**: 1197-1206.
- Word, J.Q., 1978. The infaunal trophic index. In: Coastal Water Research Project. Annual Report, pp. 19-39.
- 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.

2000년 5월 2일 원고접수

2000년 8월 10일 수정본 채택

담당편집위원: 홍재상

Appendix 1. The list of macrobenthic invertebrates occurred in the study area.

No.	Taxa\Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
	Porifera				
1	Porifera unid.	*			
	Cnidaria				
2	Actinaria unid.	*			
3	Hydrozoa unid.			*	
	Nemertea				
4	Nemertea unid.1	11	9	1	9
5	Nemertea unid.2		2	3	1
6	Nemertea unid.3	3	2		1
	Sipunculida				
7	<i>Phascolosoma japonicum</i>	2	1	1	
8	Sipunculida unid.	1			
	Mollusca				
	Gastropoda				
9	<i>Lunatia cf. pila</i>	1	2	2	5
10	<i>Neohauster fortilirata</i>			1	
11	<i>Olivella spreptoides</i>	22	16	4	4
12	Opisthobranchia unid.1	1			
13	Opisthobranchia unid.2				1
14	Trochidae unid.1				1
15	Turridae unid.	1	1	1	
16	<i>Umbonium costatum</i>	44	10	1	9
17	Gastropoda unid.1		6		1
18	Gastropoda unid.2		2		
19	Gastropoda unid.3		1		
	Bivalvia				
20	<i>Acila insignis</i>	2		2	
21	<i>Alveius ojiianus</i>	168	1086	2	104
22	<i>Arca boucardi</i>	1			
23	<i>Astarte</i> sp.			2	
24	<i>Axinopsida</i> sp.	1	1	3	2
25	Bivalvia unid.			1	
26	<i>Chione</i> sp.			2	
27	<i>Glycimeris</i> sp. (juv.)	1			
28	<i>Gomphia veneriformis</i>	1		2	
29	<i>Macoma cf. calcarea</i>			3	
30	<i>Mactra chinensis</i>	45	3	31	12
31	<i>Mactrinula</i> sp.			1	
32	<i>Mercenaria</i> sp.	1	14	4	10
33	<i>Modiolus difficilis</i>	2			
34	<i>Muculus</i> sp.	1			
35	<i>Mytilus edulis galloprovincialis</i>	13			
36	<i>Nucula</i> sp.	4	3		
37	<i>Nuculana habei</i>			5	
38	<i>Nuculana lamellosa</i>			6	
39	<i>Nuculana pernula</i>			1	
40	<i>Nuculana sachalinica</i>			5	
41	<i>Nuculoma</i> sp.		1	1	2
42	Ostreidae unid.	1			
43	<i>Periploma</i> sp.			1	
44	<i>Peronidia</i> sp.	1	12		
45	Tellinidae unid.		1	1	1
46	Veneridae unid.1	5	3		

Appendix 1. (continued).

No.	Taxa\Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
47	Veneridae unid.2	10			
48	Veneridae unid.3	1			1
49	Veneridae unid.4	14		3	1
50	<i>Yoldia</i> sp.	6	12	4	4
	Annelida				
	Polychaeta				
51	<i>Ampharete arctica</i>			4	1
52	<i>Amphisamytha japonica</i>			35	
53	<i>Anaitides maculata</i>	1	9	1	3
54	<i>Anaitides</i> sp.1	1	17	3	1
55	<i>Anaitides</i> sp.2		5		
56	<i>Apistobranchus</i> sp.		2		
57	<i>Aricidea</i> sp.	4		15	1
58	<i>Armandia lanceolata</i>	21	32	23	20
59	<i>Brada villosa</i>	2			
60	<i>Chaetozone setosa</i>	12	17	69	76
61	<i>Chone</i> sp.	15	3	20	9
62	<i>Clymenella</i> sp.	7		1	
63	<i>Dispia</i> sp.	4			
64	<i>Drilonereis</i> sp.	3	2		1
65	<i>Eteone longa</i>	14	7	1	1
66	<i>Euchone</i> sp.		2	1	1
67	<i>Eulalia</i> sp.	1			
68	<i>Euzonus</i> sp.	3	1	1	
69	Flabelligeridae unid.	1			
70	<i>Glycera alba</i>	13	4	10	7
71	<i>Goniada maculata</i>	31	22	24	15
72	<i>Halosydna</i> sp.	2			
73	<i>Harmothoe imbricata</i>	1			
74	<i>Lagis bocki</i>	6	6	8	3
75	<i>Laonice cirrata</i>			1	
76	<i>Lumbrineris japonica</i>	19	58	1	2
77	<i>Lumbrineris nipponica</i>	26	14	66	39
78	<i>Magelona japonica</i>	12	3	3	1
79	<i>Magelona</i> sp.	1			
80	<i>Nephtys caeca</i>	76	98	62	104
81	<i>N. ciliata</i>	1			
82	<i>N. oligobranchia</i>	3		7	7
83	Nereidae unid.	1	1		
84	<i>Nothria</i> sp.	6	14	3	
85	<i>Notomastus</i> sp.	1	1		
86	<i>Paralacydonia paradoxa</i>		1		1
87	Phyllodocidae unid.		7		6
88	<i>Pista cristata</i>	1	1	1	
89	<i>Polydora</i> sp.	1			
90	Polynoidae unid.	1		1	
91	<i>Potamilla</i> sp.	1			
92	<i>Praxillella affinis</i>			6	
93	<i>P. gracilis</i>			1	
94	<i>Prionospio cirrifera</i>		3	2	2
95	<i>P. malmgreni</i>			81	
96	<i>Prionospio</i> sp.	69	82	167	223
97	<i>Pseudopolydora kempii</i>				15

Appendix 1. (continued).

No.	Taxa\Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
98	<i>Scalibregma inflatum</i>			4	
99	<i>Scoloplos armiger</i>	187	141	70	56
100	Sigalionidae unid.	4	4	1	2
101	<i>Sigambra tentaculata</i>	7		6	
102	Spionidae unid.		1		170
103	<i>Spiophanes bombyx</i>	1061	1847	426	302
104	<i>Sternaspis scutata</i>			4	
105	<i>Syllis</i> sp.	9			
106	Terebellidae unid.	2		1	
107	<i>Tharyx</i> sp.		1	2	
108	<i>Thelepus</i> sp.				1
109	<i>Travisia japonica</i>		1	1	
	Arthropoda				
	Crustacea				
110	<i>Alpheus</i> sp.		1		
111	<i>Amphelisca bocki</i>	62	55	13	6
112	<i>A. brevicornis</i>			1	13
113	<i>Amphelisca</i> sp.	1		1	
114	<i>Balanus</i> sp.	1			
115	<i>Bleparipoda liberata</i>	1		2	1
116	Callianassidae unid.	1	1		
117	<i>Caprella</i> sp.	45	8		8
118	<i>Cirrolana</i> sp.	31		1	
119	<i>Corophium</i> sp.	25	121	9	32
120	Cumacea unid.	83	159	39	100
121	<i>Eohaustorius</i> sp.	82	26	53	53
122	<i>Epimera</i> sp.		5		
123	Gammaridae unid.	111	179	12	19
124	<i>Gammaropsis japonicus</i>	67			
125	<i>Grandifoxus</i> sp.	38	129	25	21
126	Haustorioides sp.	7			
127	<i>Indunella chilkenis</i>			2	
128	Isopoda unid.	2	3	1	4
129	<i>Jassa falcata</i>	149			
130	<i>Leptocheila</i> sp.	1			
131	<i>Leucosia</i> sp.			1	
132	<i>Leucothoe incisa</i>	4			
133	<i>Liljeborgia japonica</i>	23	1	7	4
134	Lysianassidae unid.	2	7	9	9
135	<i>Mandibulophoxus</i> sp.	3		5	3
136	<i>Melita</i> sp.		1		
137	<i>Monoculodes</i> sp.	3	8		5
138	Mysid unid.	4	14	28	
139	<i>Nebalia bipes</i>	6	5	2	1
140	<i>Ogyrides orientalis</i>	2	1	5	
141	<i>Orchomene</i> sp.	36	22	1	6
142	Ostracoda unid.		6	4	
143	<i>Pagurus gracilipes</i>		1	1	
144	<i>Pagurus</i> sp.	1		3	
145	<i>Paradorippe granulata</i>			1	
146	<i>Philyra syndactyla</i>	2			
147	<i>Photis longicaudata</i>		1		
148	<i>Pugettia quadridense</i>	1			
149	<i>Sthenotoe</i> sp.	10			

Appendix 1. (continued).

No.	Taxa\Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
150	<i>Synchelidium</i> sp.	54	426	45	12
151	<i>Tanais</i> sp.			1	
152	<i>Trinorchestia longiramus</i>			27	
153	Urothoidea unid.	188	258	39	179
154	<i>Wecomedon</i> sp.	42	498	186	92
	Echinodermata				
	Echinoidea				
155	<i>Brisaster owstoni</i>	4	3	4	
156	<i>Scaphechinus mirabilis</i>	56	27	2	13
	Ophiuroidea				
157	<i>Amphiopolis</i> sp.	3	5	1	6
158	<i>Amphiura</i> sp.	3	8	3	1
159	<i>Ophiura kinbergi</i>	2	8	4	8
160	<i>Ophiura leptoctenia</i>			1	
161	<i>Ophiura sarsii</i>			1	
	Holothuroidea				
162	Cucumaridae unid.				1
	Chordata				
163	Tunicata unid.	1	3	2	
	No. of taxa	109	84	104	70
	No. of individuals	3152	5585	1769	1836
	No. of station	14	14	14	10
	Density (ind/m ²)	1126	1995	631	918