

거제도 남동부 연안 저서다모류군집의 시·공간적 분포

임 경 훈 · 이 정 호 · 신 현 출*

전남대학교 해양기술학부

Spatio-Temporal Distribution of Benthic Polychaetous Community along the South-eastern Coast of Geoje Is.

Kyeong Hun Lim, Jung Ho Lee and Hyun Chool Shin*

Faculty of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

Abstract – This study was seasonally undertaken to investigate the benthic polychaetous community along the South-eastern coast of Geoje Is., in February 2004 to November. The macrobenthic fauna showed mean density of 953 ind. m⁻² in February, 1,193 ind. m⁻² in May, 1,130 ind. m⁻² in September and 991 ind. m⁻² in November. Major faunal groups are polychaetes, crustaceans and mollusks, corresponding to 81.6%, 7.9%, 7.0% in total mean density during the sampling seasons, respectively. There was significant difference (two-way ANOVA, $p < 0.001$) among stations in densities of polychaetes. But no significant relationship could be found between the densities of polychaetes and sampling seasons (two-way ANOVA, $p > 0.05$). The density and the species number of polychaetes were high in the coastal area near the Jisepo port, independent of sampling seasons. Several indicator species for the organically enriched environments such as *Lumbrineris longifolia*, *Tharyx* sp., *Heteromastus filiformis* showed high densities during all study periods. Also *Magelona japonica* included in Ecological group I was the most abundant in the whole study period except for February. Cluster analysis on the basis of the species composition showed that the study area could be divided into 3 regions. The density of benthic polychaetes in the coastal area near Jisepo was higher than that in the other assemblages of the study area, due to some predominant opportunistic species, such as *Lumbrineris longifolia*, *Tharyx* sp. and *Heteromastus filiformis*. In addition, the two-way ANOVA showed significant differences among the distribution of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) values, both in sampling stations ($p < 0.001$) and seasons ($p < 0.01$). According to the classification proposed by Borja *et al.* (2000), the study area was slightly disturbed site.

Key words : Geoje Is., polychaetous community, benthos, distribution, AMBI

서 론

본 연구 해역인 거제도 남동부 연안은 일반적인 한국의 내만역과는 다르게 외해에 노출되어 상대적으로 해

*Corresponding author: Hyun Chool Shin, Tel. 061-659-3145, Fax. 061-659-3149, E-mail. shinhc@chonnam.ac.kr

수의 소통이 원활하고 비교적 외해의 영향을 직접적으로 받는 지형을 하고 있다. 한국의 일반적 내만역 특징인 반폐쇄성의 연안 해역은 수심이 비교적 얇고 해수 소통이 상대적으로 원활하지 못한 자연적인 영향 이외에도 육상으로부터 인간 활동에 의한 오염물질의 유입, 양식업의 성행, 매립 및 준설 등의 해안 개발 등에 의한 인위적인 영향으로 연안 해양생태계에 많은 영향을 초래하여 왔으며, 따라서 한국 연안의 저서동물 군집에 대한 연구는 이러한 맥락에서 집중되어 왔다. 즉, 육상으로부터 유기물 유입이나 빈산소 수괴의 형성(Hong and Lee 1983; Hong 1987; 임과 홍 1997; 임과 박 1998), 수하식 및 가두리 양식장의 영향(임 등 1992; 박 등 2000), 해사채취, 매립 및 준설공사의 영향(정 등 1997; 유 등 2006) 등의 연구가 꾸준히 진행되어 오고 있다. 그러나 본 연구 해역에서는 거제도 연안해역의 어류 종조성(차 1999), 거제도 해산 생물의 분류학적 연구(김과 김 1998; 이 1998), 거제 연안산 개조개의 자원생태학적 연구(장 등 2004) 등의 연구는 꾸준히 진행되어 오고 있으나 저서동물 군집에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

양식장의 영향으로 인한 과도한 유기물의 증가, 매립 및 준설 등에 의한 퇴적환경의 급격한 변동 등과 같은 인위적인 환경 교란이 저서동물 군집의 변동에 심각한 영향을 미칠 수 있지만, 본 연구해역에서와 같이 인위적인 환경 교란 요인의 영향이 적은 환경에서도 자연적인 환경 교란(파랑이나 조석, 해류와 같은 물리적 교란, 기상 변화 등) 또한 저서동물 군집의 공간적 변동에 중요한 영향을 미칠 수 있다(Underwood and Chapman 2005).

그리고 다양한 인위적 영향에 대한 저서동물 군집의 반응을 파악함에 있어서도 자연적인 영향에 의한 저서동물 군집의 변동 경향에 대한 충분한 정보가 필요할 것이다. 이에 본 연구에서는 거제도 남동부 연안 해역을 대상으로 하여 저서동물 군집의 시·공간적 분포를 파악하고, 저서동물군집의 제반 특성과 저서환경의 건강도를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 저서동물의 채집

본 연구지역 내에 총 26개의 정점을 선정하여 2004년 2월(동계), 5월(춘계), 9월(하계) 그리고 11월(추계)의 총 4회에 걸쳐 저서동물군집에 대한 조사를 수행하였다(Fig. 1). 하계 조사는 태풍 등의 해상상황이 고르지 못하여 9월초에 수행하였다.

퇴적물은 개량형 van Veen Grab 채니기(채취면적: 0.1 m²)를 사용하여 각 정점에서 2회씩 채취하였다. 선상으로 인양된 퇴적물은 입도분석을 위한 표층퇴적물을 취한 후 즉시 망목 크기 1.0 mm 인 체와 해수를 사용하여 퇴적물을 씻어 내었다. 체에 걸린 잔존물은 10% 중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 잔존물 내의 모든 저서동물을 선별하였다. 선별된 저서동물은 실체현미경과 광학현미경하에서 동물군별로 구분하고, 가능한 중 수준까지 동정하였으며 이를 다시 계수하고(개체 0.2 m⁻²), 면적당 출현개체수(개체 m⁻²)로 환산하였다.

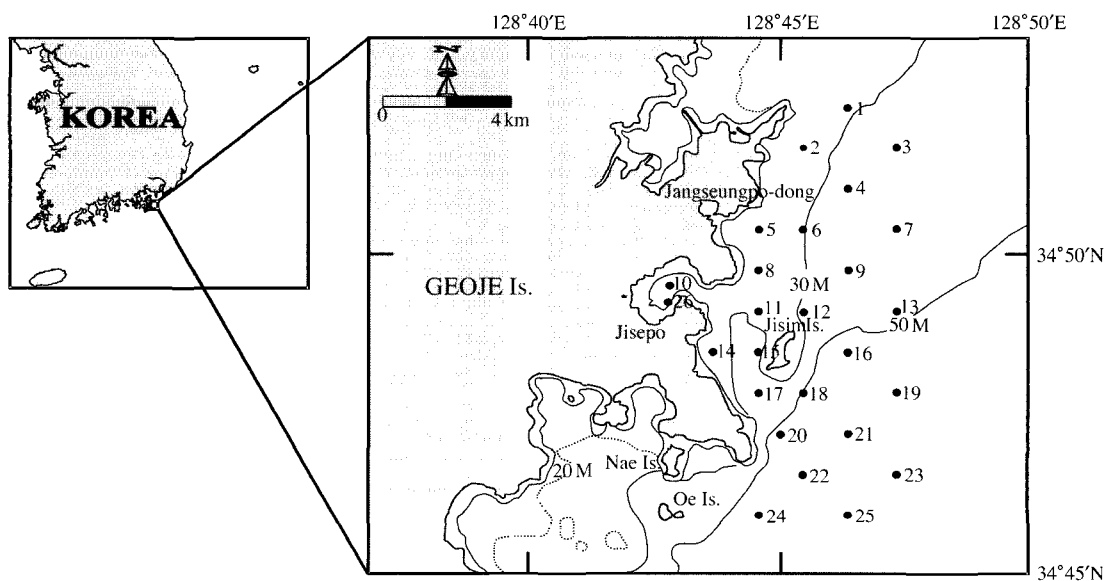


Fig. 1. A map showing the sampling stations in the south-eastern coast of Geoje Is.

2. 표층퇴적물의 입도분석

표층퇴적물의 입도분석을 위해 채취된 시료에 과산화수소수(15%)와 염산(10%)을 첨가하여 탄산염과 유기물을 제거한 후, 망목크기가 40인 체로 습식체질하여 조립질 시료와 세립질 시료로 분리하였다. 40 이상의 조립질 시료는 60°C에서 24시간동안 건조시킨 후 표준체를 이용하여 건식체질법에 의해 입도별 무게를 구하였고, 40 이하의 세립질 시료는 입도분석기 Sedigraph-5100을 이용하여 분석하였다. 세립질 분석시 니질의 응집을 막기 위한 확산제는 칼콘을 사용하였다. 분석 후 얻어진 자료는 Folk and Ward(1957)의 방법에 의해 계산 처리하였다.

3. 자료 처리 및 분석

저서동물 군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종다양성지수(H': Shannon and Weaver 1963), 종풍부도지수(R: Margalef 1958), 종균등도지수(J: Pielou 1966), 우점도지수(D: McNaughton 1968)를 정점별로 계산하였다. 저서동물군집의 특성과 표층퇴적물의 입도조성 간의 상관관계를 파악하기 위해 Pearson 상관계수를 이용하여 분석하였다. 그리고 저서동물 및 저서다모류군집의 시·공간적 분포 경향에 대한 유의성을 파악하기 위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 수행하였다. Pearson 상관계수 및 이원분산분석은 SPSS ver. 10.0 software를 사용하였다. 또한 종조성의 유사도에 기초하여 연구지역을 구분하기 위해 집괴분석(Cluster analysis)을 실시하였다. 집괴분석은 전 출현종을 대상으로 하였고, 정점간 유사도지수는 Bray-Curtis similarity를 사용하였으며, 정점간 결합은 group average를 사용하였다. 그리고 집괴분석에 의해 구분되어진 각 정점군간 유사성 및 비유사성에 기여하는 종을 파악하기 위해 PRIMER ver. 5.0 software를 이용하여 SIMPER (Similarity Percentages-species contributions) 분석을 실시하였다(Clarke and Warwick 2001).

저서동물군집의 건강도(Benthic community healthiness)를 정점별, 지역별로 비교하고 저서환경을 오염 구배에 따라 구분하기 위하여 AMBI(AZTI's Marine Biotic Index; Borja *et al.* 2000)를 산출하였다. AMBI는 저서생물을 오염에 대한 내성/민감도에 따라 5개 생태그룹(Ecological group; I~V) 중 하나에 할당하고 각 그룹별 출현비율에 근거하여 계산된 값이다. AMBI의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{AMBI} = [(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$$

AMBI 산출시 본 연구에서 채집된 저서동물의 전체

출현개체수에 대한 누적백분율이 대략 90% 이내에 속하는 종을 최소 5종 이상 선택하였으며, 출현 종의 수가 5종 미만인 정점에 대해서는 출현한 종 모두를 모든 정점에 고려하였다. AMBI는 AZTI(www.azti.es)에서 제공되는 AMBI ver. 4.0 software를 이용하여 계산하였다. AMBI ver. 4.0은 생태그룹의 최근 목록 역시 포함되어 있으며, 본 연구에서는 'v. jul2006'으로 명명된 종 목록(4,169종 포함)을 사용하였다.

결 과

1. 표층퇴적물의 입도 조성

본 연구해역의 표층 퇴적물의 특성은 Fig. 2에 나타나 있었다. 본 연구해역은 gravel이 0.00~6.76% 범위의 변동을 보이며 평균 $0.59 \pm 1.59\%$ 의 함량을 나타내어 정점간 차이가 심하였고 극히 일부 정점에서 소량으로만 분포하였다(Fig. 2A). sand는 전 정점에서 분포하고 있으나 0.07~88.65% 범위의 변동을 보이며 평균 함량비율이 $17.08 \pm 25.07\%$ 로 gravel과 같이 정점간 차이가 크게 나타났다. sand의 분포를 살펴보면, 지세포항을 중심으로 하여 남북의 연안역에서 다소 높은 함량을 나타내고 있으며 이를 제외한 외해역은 20% 미만의 상대적으로 낮은 함량 분포를 보였다(Fig. 2B). silt의 함량비율 분포는 최소 7.24%, 최대 45.49%, 평균 $24.38 \pm 9.17\%$ 로 나타났으며 대체적으로 연안에서 낮고 외해로 갈수록 높은 함량분포를 보였다(Fig. 2C). clay 함량분포 역시 silt 함량분포와 유사한 경향을 나타내었으며, 4.11~87.15% 범위의 변동을 보였고 평균 $57.95 \pm 20.96\%$ 의 함량분포를 보였다(Fig. 2D). 특히 지심도를 중심으로 하여 연안역에 비해 외해역에서 60~70% 이상의 함량분포를 보이고 있어 외해역 표층 퇴적물의 주 구성요소로 볼 수 있었다.

표층 퇴적물의 평균입도 분포(Fig. 2E)는 2.16~10.72 ϕ 범위의 변동을 보이며 평균 $7.98 \pm 2.21\phi$ 이었다. 평균입도분포는 지세포항을 중심으로 하였을 때 남북으로 큰 차이는 없었으나 지심도를 중심으로 하였을 때 연안역이 다소 조립하였고 외해역으로 갈수록 세립질 퇴적물의 분포를 나타내었다.

본 연구해역의 퇴적상은 mud, muddy sand, sandy mud, slightly gravelly muddy sand, slightly gravelly sandy mud, gravelly muddy sand의 6개 퇴적상으로 나뉘어졌다(Fig. 2F). 그러나 전체 26개 정점 중에서 16개 정점의 퇴적상이 mud로 나타났으며, 지심도를 중심으로 하여 북쪽 해역의 주요 퇴적상은 mud로 구성되었다고 볼 수 있었고, 남쪽 해역은 다소 복잡한 퇴적상을 보였다.

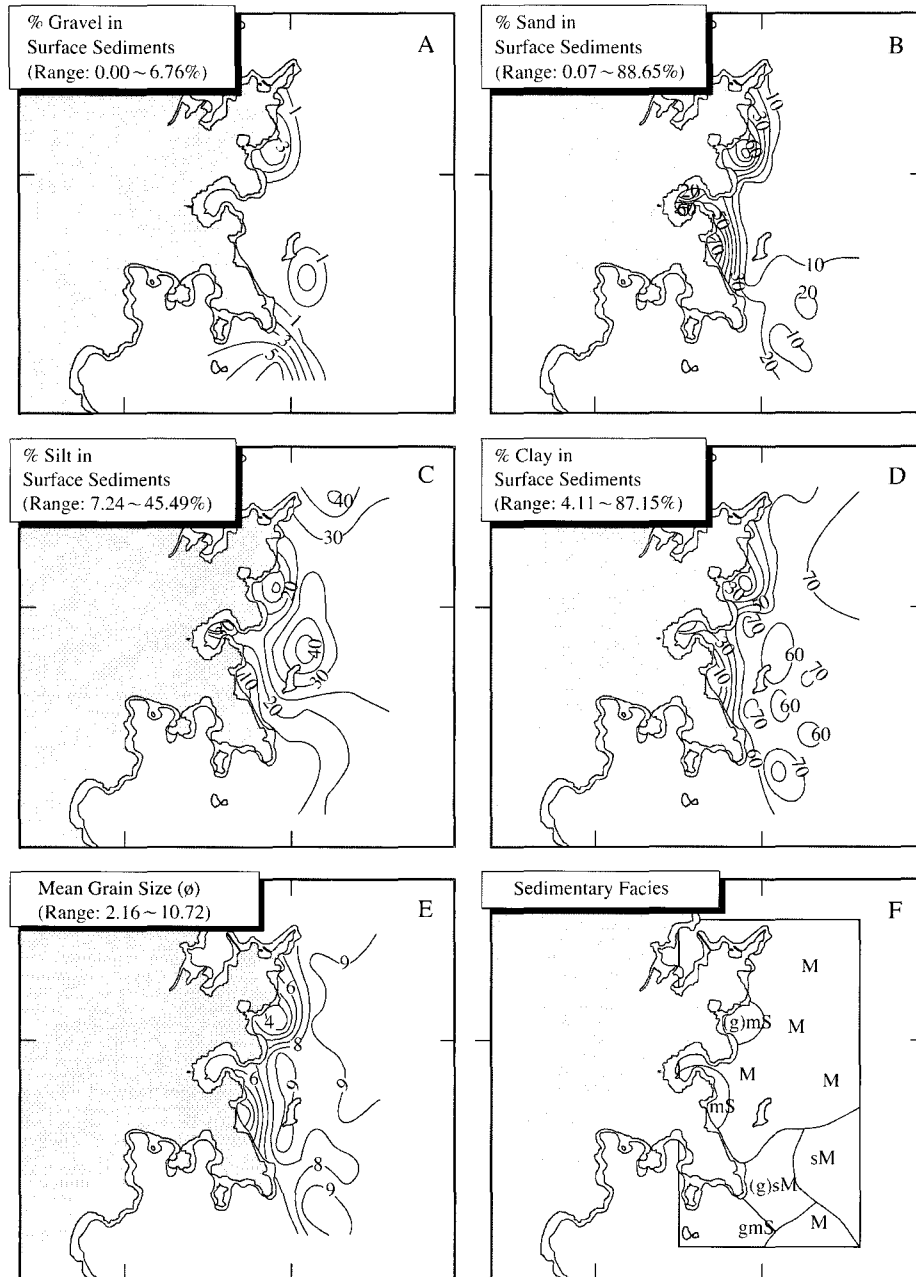


Fig. 2. The characteristics of the surface sediment in the study area; Gravel, Sand, Silt and Clay content (%; A, B, C, D respectively), Mean grain size (ϕ) distribution (E) and Areal distribution of the six surface sedimentary facies (F) (M: mud, (g)mS: slightly gravelly muddy sand, mS: muddy sand, sM: sandy mud, (g)sM: slightly gravelly sandy mud, gmS: gravelly muddy sand).

2. 저서동물군집

2004년 2월부터 2004년 11월까지 총 4회에 걸쳐 저서동물을 채집한 결과, 저서동물의 평균서식밀도는 Table 1과 같다. 본 연구해역의 저서동물군별 서식밀도를 살펴보면, 대체적으로 정점간 서식밀도는 뚜렷한 차이를 보였으나 (two-way ANOVA; $p < 0.001$), 계절적으로는 유의한 차이를 나타내지 않았으며 (two-way ANOVA; $p >$

0.05), 4계절 모두 다모류가 가장 우점하는 동물군으로 나타났다.

3. 저서다모류 군집

1) 출현종수 및 서식밀도 분포

본 연구해역에서 조사기간 중 채집된 다모류는 2004년 2월에 71종 (773개체 m^{-2}), 5월에 73종 (1,038개체 m^{-2}), 9

Table 1. The mean density of benthic macrofauna in the study area from February to November, 2004; densities are expressed as ind. m⁻² and the values in parentheses are percentages

Taxonomic group	Mean density				
	Feb., 2004	May, 2004	Sep., 2004	Nov., 2004	Mean
Mollusca	88 ± 144 (9.3)	49 ± 84 (4.1)	113 ± 114 (10.0)	51 ± 42 (5.1)	75 ± 27 (7.0)
Polychaeta	773 ± 928 (81.1)	1,038 ± 1,372 (87.0)	873 ± 1,012 (77.3)	799 ± 638 (80.7)	871 ± 103 (81.6)
Crustacea	63 ± 98 (6.6)	65 ± 55 (5.4)	109 ± 207 (9.6)	100 ± 122 (10.1)	84 ± 21 (7.9)
Echinodermata	12 ± 20 (1.2)	17 ± 32 (1.4)	19 ± 42 (1.7)	18 ± 43 (1.8)	17 ± 3 (1.6)
Others	17 ± 15 (1.8)	25 ± 26 (2.1)	16 ± 21 (1.4)	23 ± 20 (2.3)	20 ± 4 (1.9)
Sum	953 ± 1,054	1,194 ± 1,499	1,130 ± 1,097	991 ± 701	1,067 ± 99



Fig. 3. The distribution of benthic polychaetous species number in the study area; (A) February 2004, (B) May 2004, (C) September 2004, (D) November 2004.

월에 68종 (873개체 m⁻²), 11월에 62종 (799개체 m⁻²)이었다. 저서다모류 출현종수 분포의 계절 변동 양상은 Fig. 3에 나타내었다. 4계절에 걸친 조사결과를 전반적으로 살펴보면, 본 연구해역의 다모류 출현종수 분포는 지세포항 인근 해역에 집중적으로 높은 출현종수를 나타내면서 정점간 차이가 뚜렷하게 나타났으나 (two-way ANOVA; $p < 0.001$), 계절적인 변동 양상은 유의한 차이를 보이지 않았으며 4계절 모두 대체적으로 유사한 분포 경향을 보였다 (two-way ANOVA; $p > 0.05$). 또한 표층퇴적물의 입도조성과 다모류 출현종수 분포의 상관관

계를 살펴보면 (Table 2), 전반적으로 gravel 함량과 silt 함량은 무관한 것으로 나타났으며, sand 함량과는 2004년 2월, 5월에 정상관관계를 나타내었고 clay 함량과는 대체적으로 역상관관계를 보였다.

저서다모류 서식밀도 분포의 시·공간적 변동은 Fig. 4에 나타내었다. 각 계절별 다모류의 서식밀도 분포는 출현종수 분포 경향과 매우 뚜렷한 상관관계를 나타내고 있는 만큼 (Feb.: $r = 0.68$, $p < 0.001$; May: $r = 0.72$, $p < 0.001$; Sep.: $r = 0.68$, $p < 0.001$; Nov.: $r = 0.79$, $p < 0.001$), 다모류 출현종수의 시·공간적 변동과 유사한 경향을

보였다. 즉, 전반적으로 지세포항 인근 해역에서 1,000 개체 m^{-2} 이상의 높은 서식밀도를 보였고, 지세포항 내에 위치한 정점에서 특히 높았다. 또한 지심도를 중심으로 하여 연안에 인접한 정점들이 외해역에 비해 상대적으로 더 높은 서식밀도를 보였으며, 남쪽 해역보다는 북쪽 해역에서 상대적으로 더 높은 서식밀도를 나타내고 있었다. 정점간 서식밀도 분포 역시 출현종수 분포와 마찬가지로 지역간 차이가 뚜렷하게 나타났으나(two-way ANOVA; $p < 0.001$), 계절적 변동은 나타나지 않았다(two-way ANOVA; $p > 0.05$).

Table 2. Pearson correlation coefficients between polychaetous species number at each sampling periods and the compositions of the surface sediment

	Gravel	Sand	Silt	Clay
species No. in:				
February	0.490*	0.434*	-0.144	-0.493*
May	-0.015	0.468*	-0.004	-0.557**
September	0.002	0.376	0.111	-0.499*
November	0.196	0.154	0.214	-0.293

*Significant correlations are denoted at the: **1% level and *5% level.

계절별 생태지수는 Table 3에 나타내었다. 2004년 2월의 경우는 종다양성지수가 2.24 ± 0.26 , 종풍부도지수가 3.62 ± 0.79 , 종균등도지수가 0.80 ± 0.07 , 우점도지수가 0.47 ± 0.09 로 나타났으며, 종다양성지수는 대부분의 정점에서 2.0 이상의 값을 나타내었고 우점도지수는 전반적으로 0.5 이하의 값을 보였다. 그리고 2004년 5월, 9월, 11월의 각 정점별 생태지수 역시 2월과 크게 다르지 않고 유사한 경향이었다. 각 생태지수의 시·공간적 변동양상을 살펴보면, 우점도지수 분포는 지역간 차이가 뚜렷하지 않았으나(two-way ANOVA, $p > 0.05$), 이를 제외한 다른 생태지수들의 공간적 분포는 뚜렷한 차이를 나타내었다(two-way ANOVA, H': $p < 0.01$; R: $p < 0.001$; J: $p < 0.001$). 그러나 계절적 변동은 모든 생태지수가 뚜렷한 차이 없이 4계절 모두 유사한 경향이었다(two-way ANOVA, $p > 0.05$).

2) 우점 저서다모류

각 조사 시기별 전체 다모류 출현개체수의 1.0% 이상을 점유하는 우점 다모류는 Table 4와 같다. 2004년 2월의 경우 최우점 다모류는 *Lumbrineris longifolia*와

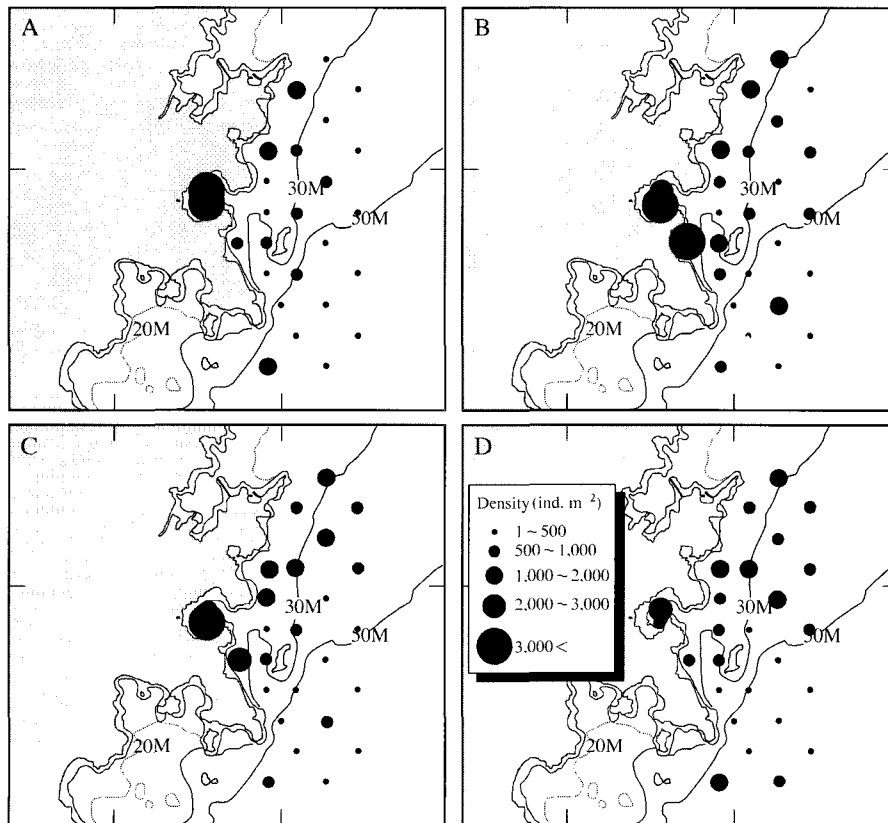


Fig. 4. The distribution of benthic polychaetous density in the study area; (A) February 2004, (B) May 2004, (C) September 2004, (D) November 2004.

Table 3. The mean ecological indices of benthic polychaetous community at each season in the study area

Ecological indices	Feb., 2004	May, 2004	Sep., 2004	Nov., 2004
Diversity (H')	2.24 ± 0.26	2.21 ± 0.30	2.32 ± 0.29	2.28 ± 0.28
Richness (R)	3.62 ± 0.79	3.80 ± 0.79	4.08 ± 1.09	3.97 ± 0.86
Evenness (J)	0.80 ± 0.07	0.77 ± 0.09	0.81 ± 0.09	0.79 ± 0.09
Dominance (D)	0.47 ± 0.09	0.49 ± 0.11	0.43 ± 0.09	0.47 ± 0.08

Table 4. The most abundant species (> 1%, in alphabetical order) present in the whole studied period; Mean Densities (MD) are expressed as ind. m⁻², values in parentheses are percentages of each species in total polychaetous density, frequency (Fr) means the occurring station number and the assigned ecological groups were also shown. N.A means not assigned

Species name	Ecological group	Feb., 2004		May, 2004		Sep., 2004		Nov., 2004	
		MD	Fr	MD	Fr	MD	Fr	MD	Fr
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	I	-	-	13 (1.2)	19	10 (1.2)	17	-	-
<i>Ampharete arctica</i>	I	32 (4.1)	20	119 (11.5)	26	50 (5.7)	20	101 (12.7)	23
<i>Amphicteis</i> sp.	III	-	-	14 (1.3)	9	-	-	53 (6.6)	16
<i>Amphisamytha</i> sp.	N.A	10 (1.3)	9	-	-	-	-	-	-
<i>Aricidea</i> sp.	I	16 (2.1)	13	16 (1.5)	12	19 (2.2)	17	14 (1.7)	14
<i>Capitella capitata</i>	V	15 (2.0)	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chone</i> sp.	II	15 (2.0)	4	21 (2.0)	6	-	-	-	-
<i>Clymenella koreana</i>	I	-	-	21 (2.1)	9	-	-	-	-
<i>Glycera chirori</i>	II	18 (2.3)	25	20 (2.0)	23	16 (1.8)	22	21 (2.7)	24
<i>Glycinde</i> sp.	II	19 (2.4)	22	26 (2.5)	21	19 (2.1)	20	24 (3.0)	22
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	II	-	-	-	-	9 (1.1)	5	18 (2.3)	9
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV	87 (11.2)	25	113 (10.8)	23	102 (11.6)	23	95 (11.9)	22
<i>Lumbrineris longifolia</i>	IV	91 (11.8)	23	94 (9.1)	23	93 (10.7)	22	38 (4.8)	19
<i>Magelona japonica</i>	I	71 (9.2)	24	140 (13.5)	23	130 (14.9)	23	166 (20.8)	25
<i>Melinna cristata</i>	III	9 (1.2)	5	-	-	-	-	-	-
<i>Mesochaetopterus</i> sp.	III	-	-	-	-	-	-	8 (1.1)	11
<i>Nephtys polybranchia</i>	II	23 (3.0)	22	19 (1.8)	17	11 (1.3)	20	10 (1.3)	17
<i>Ninoe palmata</i>	II	25 (3.2)	17	28 (2.7)	15	25 (2.8)	16	19 (2.4)	16
<i>Phylo</i> sp.	I	38 (5.0)	5	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora</i> sp.	IV	14 (1.8)	6	31 (3.0)	5	32 (3.7)	5	-	-
<i>Praxillella affinis</i>	III	-	-	15 (1.4)	4	18 (2.1)	3	-	-
<i>Prionospio</i> sp.	IV	31 (4.0)	20	26 (2.5)	20	15 (1.7)	18	38 (4.7)	21
<i>Sigambra tentaculata</i>	IV	24 (3.1)	16	24 (2.3)	20	20 (2.3)	13	18 (2.2)	19
<i>Sternaspis scutata</i>	III	32 (4.1)	18	36 (3.5)	19	41 (4.7)	16	36 (4.4)	19
Terbellidae indet.	N.A	-	-	-	-	17 (2.0)	19	10 (1.2)	14
<i>Terebellides horikoshii</i>	I	-	-	44 (4.3)	18	88 (10.1)	20	19 (2.4)	16
<i>Tharyx</i> sp.	IV	91 (11.8)	11	100 (9.7)	17	47 (5.4)	16	20 (2.6)	16

Tharyx sp.로 나타났으며 다음은 *Heteromastus filiformis*, *Magelona japonica*, *Phylo* sp.의 순으로 출현하였다. 상위 3종은 기회주의적 특성을 나타내는 종으로 생태그룹 IV에 속하면서 유기물 오염이 진행되고 있는 해역에서 전형적으로 우점하는 경향을 보이는 종이다 (Borja *et al.* 2000). 특히 지세포항 내에 위치하는 정점 26에서만 범세계적 유기오염 지표종으로 알려져 있는 *Capitella capitata*가 390개체 m⁻²의 서식밀도로 우점 출현한 것은 특기할 만한 일이다.

2004년 5월의 우점 다모류를 살펴보면 최우점 다모류는 *M. japonica*로서 전체 다모류 중 13.5% (140개체 m⁻²)를 차지하였고 다음은 *Ampharete arctica*, *H. filiformis*, *Tharyx* sp., *L. longifolia*의 순으로 출현하였다. 2월과 비

교해볼 때 우점종의 종조성은 유사하나, 그 중요도는 다소 차이가 있었다.

2004년 9월의 경우 역시 2, 5월과 비교하였을 때 종조성에는 크게 차이가 없었으며 우점종의 중요도는 다소 차이가 있었다. 즉, *M. japonica*가 전체 다모류 중 최우점하여 출현하였고, 다음으로는 *H. filiformis*, *L. longifolia*, *Terebellides horikoshii*, *A. arctica*의 순으로 우점 출현하였다.

2004년 11월의 경우에도 다른 계절과 크게 다르지 않은 경향을 보였다. 즉, 우점종의 종조성은 유사하나 그 중요도는 약간의 차이를 보여서 *M. japonica*가 최우점하였고, 다음은 *A. arctica*, *H. filiformis*, *Amphicteis* sp., *L. longifolia*의 순으로 출현하였다.

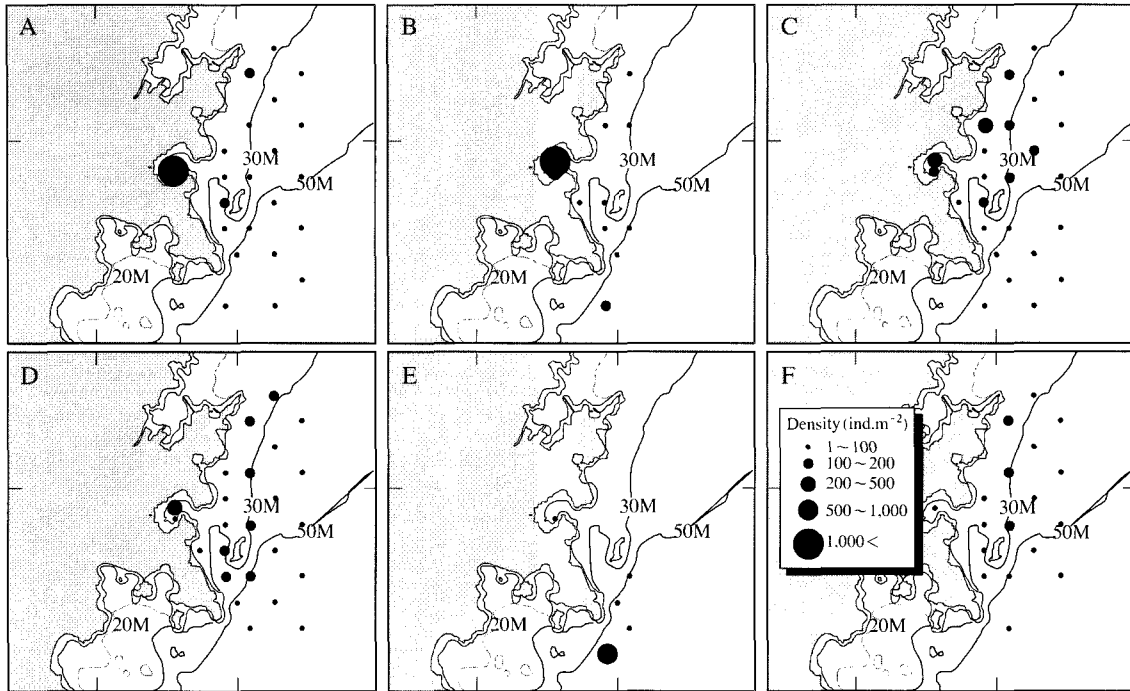


Fig. 5. The spatial distribution of six dominant benthic polychaetes in the study area, February 2004; (A) *Limbrineris longifolia*, (B) *Tharyx* sp., (C) *Heteromastus filiformis*, (D) *Magelona japonica*, (E) *Phylo* sp., (F) *Sternaspis scutata*.

각각의 계절별로 상위 6개 우점종의 공간적 분포 양상을 살펴보면 Figs. 5~8과 같다. 2004년 2월의 경우 (Fig. 5), 상위 3종의 우점다모류 (*L. longifolia*, *Tharyx* sp., *H. filiformis*)들은 전 정점에서 소량으로 고르게 분포하고 있으나 지세포항 내에서 집중적으로 극우점하는 경향을 보였다 (Fig. 5A, B, C).

2004년 5월의 우점종 분포 양상을 살펴보면 (Fig. 6), 최우점종인 *M. japonica*는 대부분의 정점에서 출현하고 있으나 주로 북부해역에서 상대적으로 더 높은 서식밀도를 보이며 (Fig. 6A), 두 번째 우점종인 *A. arctica*의 경우는 상대적으로 남쪽해역에서 더 높은 서식밀도를 보였다 (Fig. 6B). 그 외 *Tharyx* sp., *L. longifolia*, *H. filiformis*는 지세포항을 중심으로 하여 인근해역에 집중적으로 분포하는 경향을 나타내었다.

2004년 9월의 우점종 분포 양상을 살펴보면 (Fig. 7), 5월과 비교하여 우점종의 중요도에는 다소 차이가 있으나 종조성과 분포 경향은 전반적으로 큰 차이 없이 유사하였다. 즉, 최우점종인 *M. japonica*는 여전히 북쪽 해역에서 상대적으로 더 높은 서식밀도를 나타내었으며, 생태그룹 IV에 속하는 기회종들 (*Tharyx* sp., *L. longifolia*, *H. filiformis*) 또한 출현개체수에 대한 비율에 대해서만 다소간의 차이가 있을 뿐, 지세포항 인근해역에 집중적으로 분포하는 경향은 5월과 유사하였다.

2004년 11월의 경우 역시 종조성에는 다소간의 차이가 있으나 전반적인 분포 경향은 다른 계절과 크게 다르지 않았다 (Fig. 8). 즉 *M. japonica*는 계속해서 지세포항을 중심으로 하여 북쪽해역에서 상대적으로 더 높은 서식밀도를 보였으며 *H. filiformis*, *L. longifolia*와 같은 기회종의 경우는 지세포항 인근 해역에 밀집되어 분포하는 경향을 보였다.

3) 정점군 분포

2004년 2월부터 2004년 11월까지 계절별로 채집한 저서다모류군집의 종조성에 기초한 집괴분석 결과에 의하여 구분한 정점군 분포를 살펴보면 Fig. 9와 같다. 먼저 2004년 2월의 정점군 분포를 살펴보면 (Fig. 9I), 본 연구해역은 크게 2개의 정점군 즉, 연안에 인접하여 위치하는 정점들로 구성되는 정점군 (정점군 B)과 외해쪽에 위치하는 정점군 (정점군 A)으로 구분할 수 있었다. 그리고 정점군 A는 다시 지심도를 중심으로 하여 남쪽해역 (AIII)과 북쪽해역 (AI) 그리고 외해역 (AII)으로 세분되었다. SIMPER 분석 결과 (Table 5a), 정점군 AI의 유사성에 기여하는 종은 *M. japonica*, *H. filiformis*, *S. scutata*, *L. longifolia* 등의 순이었다. 정점군 AII의 유사성에 기여하는 종은 *N. palmata*, *L. longifolia*, *M. japonica*, *H. filiformis* 등의 순이었으며, 정점군 AIII의 유사성에 기여

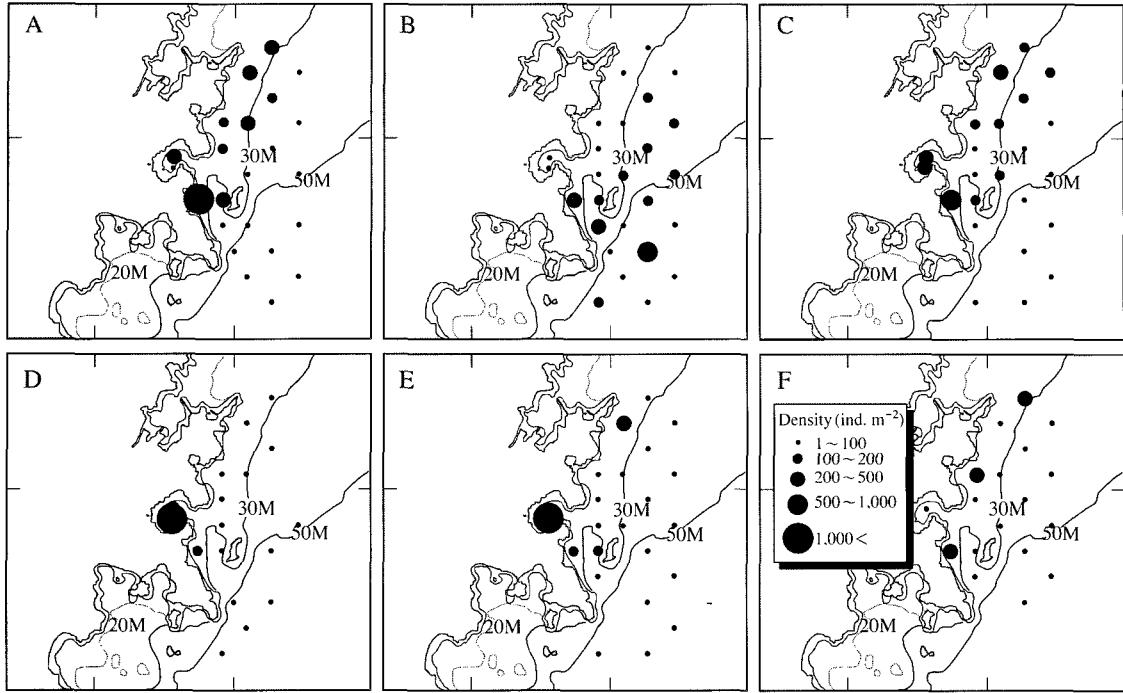


Fig. 6. The spatial distribution of six dominant benthic polychaetes in the study area, May 2004; (A) *Magelona japonica*, (B) *Ampharete arctica*, (C) *Heteromastus filiformis*, (D) *Tharyx* sp., (E) *Lumbrineris longifolia*, (F) *Terebellides horikoshii*.

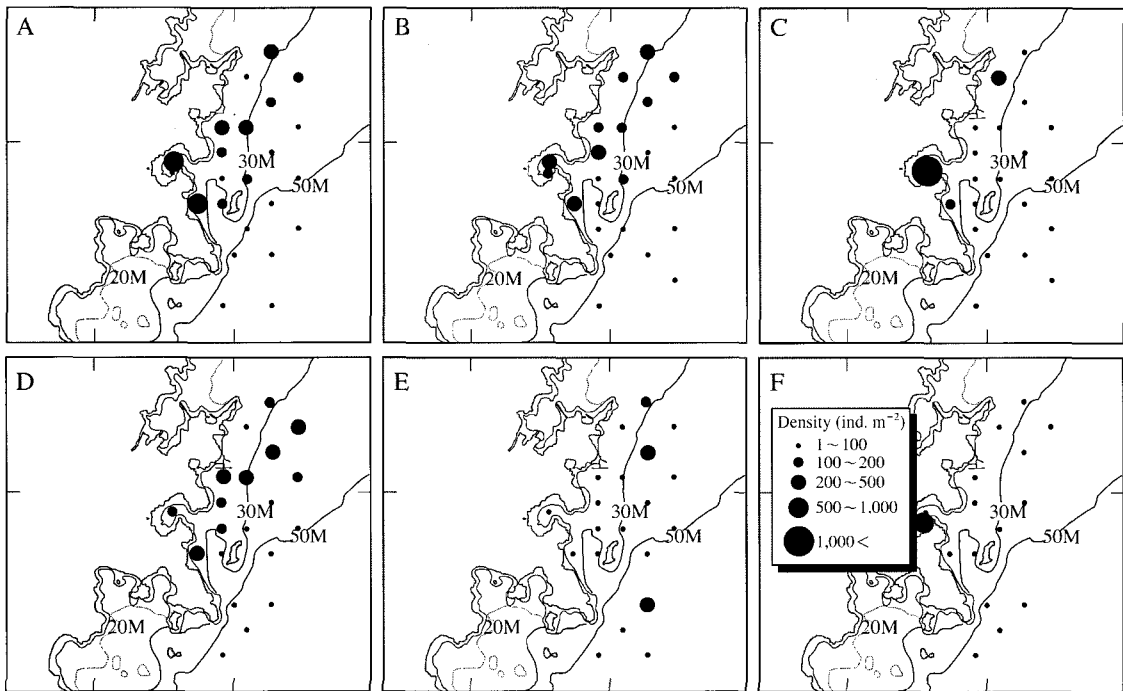


Fig. 7. The spatial distribution of six dominant benthic polychaetes in the study area, September 2004; (A) *Magelona japonica*, (B) *Heteromastus filiformis*, (C) *Lumbrineris longifolia*, (D) *Terebellides horikoshii*, (E) *Ampharete arctica*, (F) *Tharyx* sp.

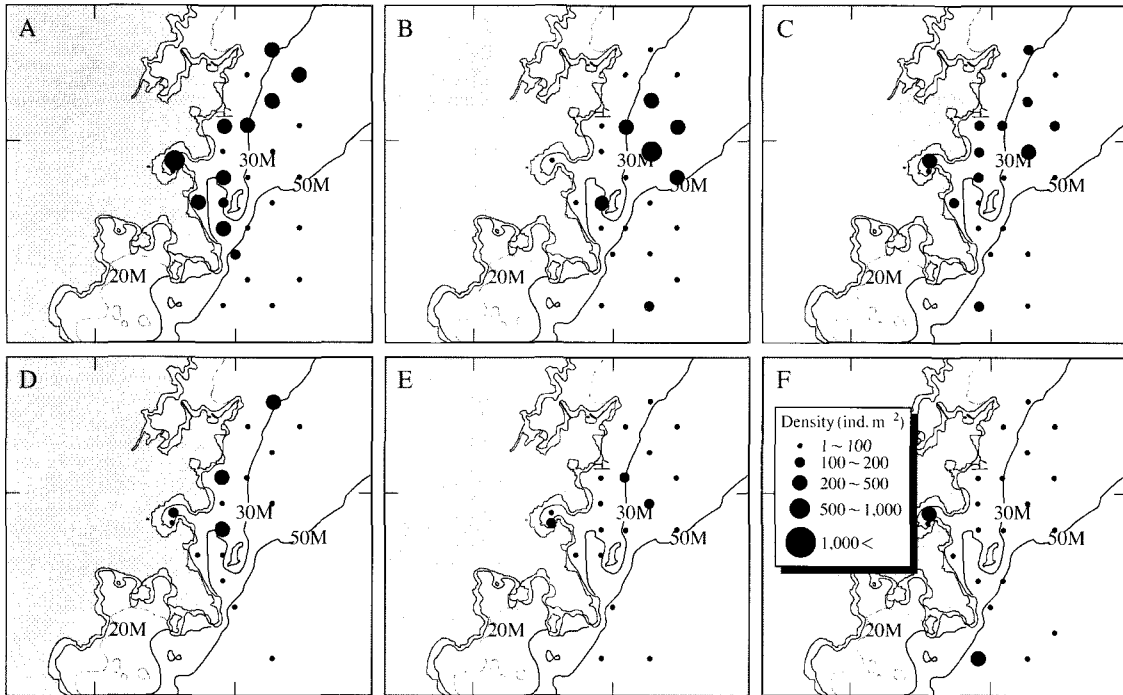


Fig. 8. The spatial distribution of six dominant benthic polychaetes in the study area, November 2004, (A) *Magelona japonica*, (B) *Ampharete arctica*, (C) *Heteromastus filiformis*, (D) *Amphicteis* sp., (E) *Lumbrineris longifolia*, (F) *Prionospio* sp.

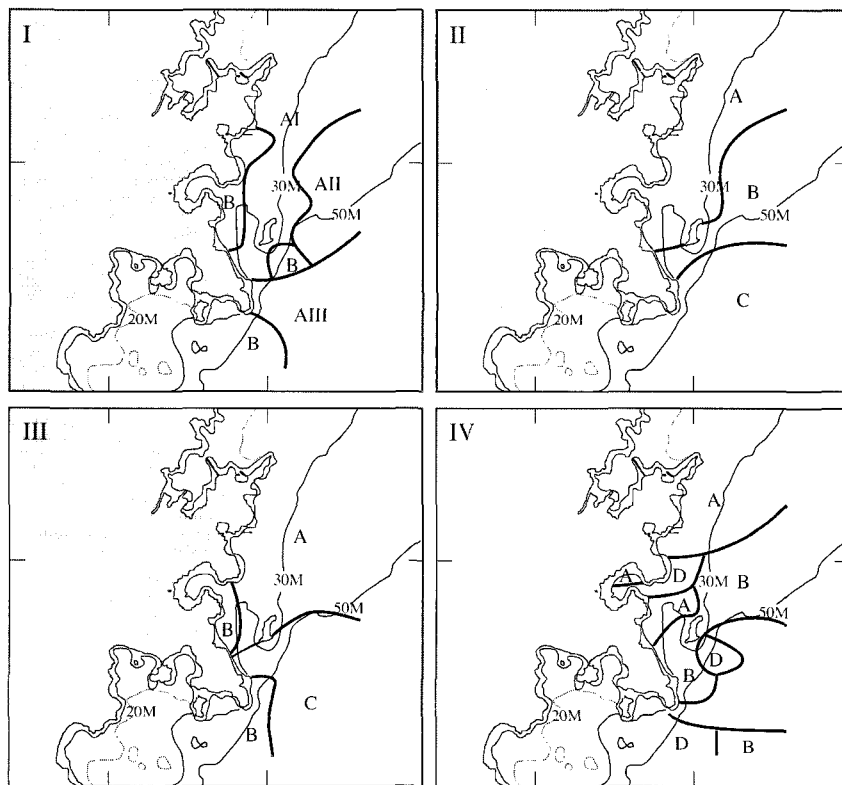


Fig. 9. The Spatial distribution of station groups which were divided by the cluster analysis based on the species composition; (I) February 2004, (II) May 2004, (III) September 2004, (IV) November 2004.

Table 5. Discriminating species (in alphabetical order) determined using the SIMPER (%contribution to similarity/dissimilarity) analysis

Species	% Contribution to similarity/dissimilarity between groups divided by cluster analysis										
	Ass-AI	Ass-AII	Ass-AIII	Ass-B	AI vs AII	AI vs AIII	AII vs AIII	AI vs B	AII vs B	AIII vs B	
a) Feb., 2004											
<i>Ampharete arctica</i>	3.05	-	9.30	3.96	5.20	6.53	8.30	3.30	3.28	3.43	
<i>Glycera chirori</i>	3.16	-	14.33	2.82	1.94	1.54	3.29	1.13	1.24	1.15	
<i>Heteromastus filiformis</i>	20.28	12.09	6.77	16.35	15.37	15.37	18.88	6.71	7.10	-	
<i>Lumbrineris longifolia</i>	9.34	23.34	10.60	2.94	6.63	6.13	11.07	8.46	8.37	7.45	
<i>Magelona japonica</i>	25.89	15.26	7.47	7.11	15.06	17.29	8.10	5.36	4.60	5.19	
<i>Nephtys polybranchia</i>	2.89	-	9.25	1.90	2.32	1.43	3.91	2.09	2.18	2.00	
<i>Ninoe palmata</i>	1.55	29.51	25.61	-	10.73	7.26	10.53	0.70	3.74	2.68	
<i>Phylo</i> sp.	-	-	-	1.46	-	-	1.25	9.72	9.83	10.00	
<i>Prionospio</i> sp.	2.56	-	-	6.96	2.55	2.30	-	6.88	7.47	8.01	
<i>Sigambra tentaculata</i>	-	-	5.29	11.56	2.50	2.89	4.13	3.90	4.39	4.14	
<i>Sternaspis scutata</i>	15.35	7.72	-	-	11.13	12.78	5.19	4.05	0.87	-	
<i>Tharyx</i> sp.	-	-	-	12.25	0.84	-	-	14.27	14.19	14.10	
		Ass-A	Ass-B	Ass-C	A vs B	A vs C			B vs C		
b) May, 2004											
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	-	-	-	-	1.56	1.06		3.13			
<i>Ampharete arctica</i>	8.15	42.00	44.15	11.31	10.42	30.45					
<i>Glycera chirori</i>	2.08	3.20	6.23	1.34	1.68	2.77					
<i>Heteromastus filiformis</i>	22.85	9.91	2.59	10.56	13.37	8.39					
<i>Lumbrineris longifolia</i>	6.75	11.93	4.33	6.86	6.56	7.98					
<i>Magelona japonica</i>	23.87	6.47	9.73	15.96	16.34	6.50					
<i>Ninoe palmata</i>	-	10.73	17.37	5.02	3.30	7.07					
<i>Sternaspis scutata</i>	5.73	3.49	-	5.07	5.04	5.78					
<i>Terebellides horikoshii</i>	5.05	3.09	-	5.87	5.77	4.04					
<i>Tharyx</i> sp.	1.93	-	2.79	-	5.16	1.73					
		Ass-A	Ass-B	Ass-C	A vs B	A vs C			B vs C		
c) Sept., 2004											
<i>Ammotrypane aulogaster</i>	1.91	-	12.24	1.24	2.04	1.02					
<i>Ampharete arctica</i>	8.11	3.92	3.75	3.69	8.41	4.25					
<i>Glycera chirori</i>	-	5.87	7.67	1.09	1.63	7.03					
<i>Heteromastus filiformis</i>	18.06	14.11	4.86	9.63	12.72	9.06					
<i>Lumbrineris longifolia</i>	7.61	7.35	6.45	9.58	7.22	8.57					
<i>Magelona japonica</i>	19.01	16.99	11.01	14.71	15.10	13.42					
<i>Ninoe palmata</i>	-	-	31.75	2.06	5.58	3.86					
<i>Polydora</i> sp.	-	1.60	-	4.38	-	4.10					
<i>Sigambra tentaculata</i>	-	8.84	-	3.72	1.56	5.11					
<i>Sternaspis scutata</i>	7.78	-	2.40	4.92	8.48	1.06					
<i>Terebellides horikoshii</i>	17.89	5.80	-	8.38	15.95	4.88					
<i>Tharyx</i> sp.	-	7.11	-	5.93	0.87	7.03					
		Ass-A	Ass-B	Ass-C	Ass-D	A vs B	A vs C	A vs D	B vs C	B vs D	C vs D
d) Nov., 2004											
<i>Magelona japonica</i>	32.74	24.04	19.01	5.08	19.06	26.58	21.09	19.07	9.66	2.38	
<i>Heteromastus filiformis</i>	17.06	6.87	-	13.26	10.84	13.39	8.01	7.29	7.89	10.98	
<i>Amphicteis</i> sp.	15.47	-	-	-	11.59	12.29	8.61	-	1.41	2.11	
<i>Sternaspis scutata</i>	5.46	3.10	-	-	6.54	8.15	6.01	3.17	1.84	-	
<i>Ampharete arctica</i>	4.44	28.25	20.75	-	14.57	7.17	5.49	25.10	15.71	2.05	
<i>Lumbrineris longifolia</i>	4.44	5.54	-	2.73	3.49	3.83	4.09	5.93	5.57	6.45	
<i>Ninoe palmata</i>	-	6.97	23.98	-	4.01	-	-	6.39	4.50	1.29	
<i>Glycera chirori</i>	-	5.24	12.77	10.44	1.44	1.19	1.68	2.87	1.68	3.68	
<i>Prionospio</i> sp.	3.33	2.31	-	9.20	2.90	3.43	4.77	2.37	5.54	8.02	
<i>Clymenella koreana</i>	-	-	-	8.73	-	-	3.87	-	5.34	9.56	
<i>Tharyx</i> sp.	2.13	-	-	8.65	2.36	2.09	2.44	2.05	3.63	5.11	
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	-	-	-	7.84	-	-	5.88	-	7.29	9.40	

하는 종은 *N. palmata*, *G. chirori*, *L. longifolia*, *A. arctica* 등의 순이었고, 정점군 B의 유사성에 기여하는 종은 *H. filiformis*, *Tharyx* sp., *S. tentaculata* 등의 순으로 확인되었다. 이상으로 결과로 보면, 지심도를 중심으로 하였을 때 대체적으로 북쪽해역에 위치하는 정점들로 구성된 정점군 AI과 AII는 생태그룹 I, II에 속하는 종(*M. japonica*, *N. palmata*, *A. arctica*, *G. chirori*)과 생태그룹 IV에 속하는 종(*L. longifolia*, *H. filiformis*)이 서로 비슷한 수준으로 혼재하여 출현하는 양상임을 알 수 있다. 그리고 지세포항을 중심으로 하여 연안에 인접한 정점들로 구성된 정점군 B는 상위 3개 기여종이 모두 생태그룹 IV에 속하면서 기회주의적 특성을 나타내는 종이었다. *L. longifolia*와 *Phylo* sp.의 경우는 정점군 B에서의 평균 서식밀도가 각각 255개체 m^{-2} , 163개체 m^{-2} 으로 *Tharyx* sp. (386개체 m^{-2})와 함께 전체 출현 개체수에 대한 정점군 B의 상위 우점종이었으나 출현빈도가 상대적으로 낮았고, *L. longifolia*의 경우는 정점 26에서, *Phylo* sp.의 경우는 정점 24에서 각각 1,305개체 m^{-2} , 910개체 m^{-2} 으로 극우점하였고 다른 정점에서는 전혀 출현하지 않거나 출현하더라도 매우 낮은 서식밀도를 보였기 때문에 (Fig. 5A, E) 정점군 B의 유사성에 대한 기여율은 상대적으로 낮았다 (Table 5a). 각 정점군의 비유사성에 기여하는 종의 경우를 살펴보면, 정점군 AI, AII 그리고 AIII의 비유사성에 기여하는 종은 기여율에 대한 순위의 변동이 있을 뿐, 전반적인 종조성은 유사하였다. 그리고 정점군 A와 B에 대한 비유사성에 기여하는 종은 전반적으로 *Tharyx* sp.와 *Phylo* sp.로 나타났다.

2004년 5월의 정점군 분포를 살펴보면 (Fig. 9II), 지세포와 지심도를 중심으로 하여 남북으로 크게 3개의 정점군이 구분되었다. 즉, 지세포와 지심도를 연결하는 해역에서 북쪽 연안을 따라 위치하는 정점들로 구성되는 정점군 A와 연구 해역의 중앙에서 외해쪽으로 위치하는 정점군 B, 그리고 남쪽 해역의 정점군 C로 구분할 수 있었다. 각 정점군의 유사성에 기여하는 종을 살펴보면 (Table 5b), 먼저 정점군 A의 유사성에 기여하는 종은 *M. japonica*, *H. filiformis*, *A. arctica*, *L. longifolia* 등 이었고, 정점군 B는 *A. arctica*, *L. longifolia*, *N. palmata*, *H. filiformis* 등의 순이었으며, 정점군 C는 *A. arctica*, *N. palmata*, *M. japonica*, *G. chirori* 등의 순이었다. 전반적인 경향은 2월과 크게 다르지 않아서 연안에 인접한 해역에서는 대체적으로 생태그룹 I, II, III, IV에 속하는 종들이 비슷한 수준으로 혼재하여 출현하고 있었고 외해역과 남쪽해역에서는 생태그룹 I, II에 속하는 종들이 지배적으로 출현하고 있으며 높은 기여율을 나타내고 있었다.

2004년 9월, 정점군 분포의 경우 역시 2월, 5월과 유

사한 경향이었다 (Fig. 9 III). 즉, 지심도를 중심으로 하여 남북으로 위치하는 2개의 정점군과 지세포항 인근 연안역의 정점들로 구성되는 1개의 정점군으로 크게 3개의 정점군이 구분되었다. 각각의 정점군에 대한 유사성 및 비유사성에 기여하는 식별종 (discriminating species)을 살펴보면 (Table 5c), 정점군 A의 경우 *M. japonica*, *H. filiformis*, *T. horikoshii* 등의 순이었고, 정점군 B의 경우 *M. japonica*, *H. filiformis*, *S. tentaculata*, *L. longifolia*, *Tharyx* sp. 등의 순이었으며, 정점군 C는 *N. palmata*, *A. aulogaster*, *M. japonica*, *G. chirori* 등의 순이었다. *Polydora* sp.의 경우 정점군 B에서의 평균 서식밀도가 163개체 m^{-2} 으로 *L. longifolia*, *M. japonica*, *Tharyx* sp., *H. filiformis*와 함께 전체 출현개체수에 있어 정점군 B의 상위 우점종으로 나타났다. 그러나 2월의 정점군 B에서와 마찬가지로 *Polydora* sp.는 정점 26에서 725개체 m^{-2} 로 극우점 출현하였으며 다른 정점에서는 거의 출현하지 않아서 비교적 높은 서식밀도에 비해 상대적으로 출현빈도가 낮았고 정점군 B의 유사성에 대한 *Polydora* sp.의 기여도는 비교적 낮은 값을 보였다. 전반적으로 각 정점군의 기여종 역시 2, 5월과 유사한 경향이어서, 정점군 A는 대체적으로 생태그룹 I, II에 속하는 종들과 생태그룹 III, IV에 속하는 종들이 비슷한 수준의 기여율을 보였고, 지세포항 인근 해역인 정점군 B는 생태그룹 IV의 기회종들이 지배적이었으며, 남쪽 외해역인 정점군 C는 생태그룹 I, II의 평형종들이 높은 기여율을 보였다.

2004년 11월의 정점군 분포는 다른 계절과는 달리 다소 복잡한 경향을 보였다 (Fig. 10 IV). 지심도 인근해역을 중심으로 하여 남북방향으로 3개의 정점군 (정점군 A, B, C)으로 구분되는 것은 다른 계절과 유사하였으나 지세포 인근해역에서 매우 복잡한 정점군 분포를 보였다.

4) AMBI 분포

2004년 2월부터 2004년 11월까지 AMBI의 시·공간적 분포 양상은 Fig. 10에 나타내었다. 2004년 2월에는 평균 2.48 ± 0.91 을 나타내었으며 2004년 5월에는 평균 1.96 ± 0.99 , 2004년 9월과 11월에는 각각 평균 1.94 ± 0.97 , 1.84 ± 0.63 의 값을 나타내었다. 또한 AMBI의 시·공간적 분포 양상의 유의성을 살펴보면 (Table 6), 다모류의 출현종수 및 서식밀도의 계절적 변동양상과는 다르게 AMBI는 정점간 뚜렷한 차이를 나타내었으며 ($p < 0.001$), 계절적으로도 비교적 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.01$). 즉, 대체적으로 지세포항 인근 해역에서 높은 값을 나타내었으며 외해역에서는 2.0 내외의 유사한 값을 보였고 계절적으로는 4계절 모두 외해역에 위치한 정점들은 큰 변동없이 유사한 분포를 보였으나 지세포항 인

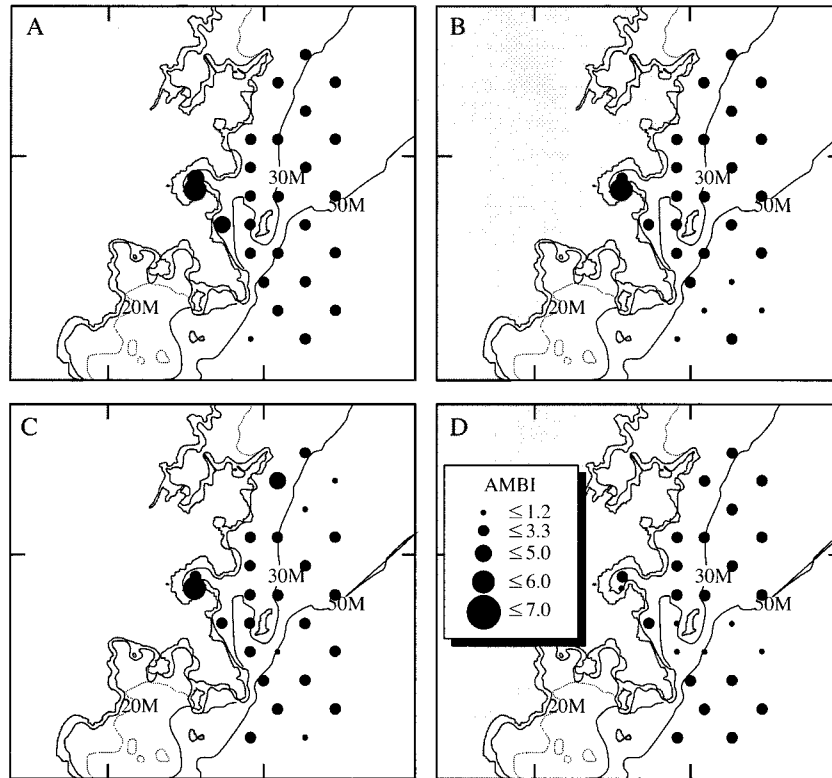


Fig. 10. The distribution of AMBI values in the study area; (A) February 2004, (B) May 2004, (C) September 2004, (D) November 2004.

Table 6. Results of two-way ANOVA on differences in the AMBI at 26 stations surveyed between February 2004 and November 2004

Source	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Corrected model	61.754*	28	2.205	6.326	<0.001
Intercept	440.367	1	440.367	1263.083	<0.001
Station	55.243	25	2.210	6.338	<0.001
Season	6.510	3	2.170	6.225	<0.01
Error	26.148	75	0.349		
Total	528.269	104			
Corrected total	87.902	103			

*R²=0.703 (adjusted R²=0.591)

근 해역에서는 계절에 따라 2.0~6.0의 비교적 큰 차이를 나타내었다.

이상의 결과를 전반적으로 살펴보면, 본 연구해역인 거제도 남동부 연안의 저서생태계는 4계절 모두 '경미한 교란 (slightly disturbed)'의 상태로 볼 수 있었다 (Borja *et al.* 2000). 그러나 지세포항 내에 위치한 정점 26은 2004년 11월의 경우에만 '경미한 교란'으로 분류할 수 있었으며 나머지 2, 5, 9월은 모두 '심각한 교란

(heavily disturbed)'을 의미하는 높은 AMBI 값 (5.5 ≤ AMBI ≤ 6.0)을 나타내고 있었다.

고 찰

본 연구에서 거제도 남동부 연안의 저서다모류 분포는 표층 퇴적물의 특성과 비교적 뚜렷한 상관관계를 나타내었다. 일반적으로 연성기질의 저서동물 군집은 퇴적물의 형태와 밀접한 관련을 가지는데 (Rhoads 1974; Jumars 1975), 본 연구해역 역시 퇴적상이 저서다모류군집의 공간적 분포를 결정짓는 중요한 요인으로 작용하고 있는 것으로 생각할 수 있다.

본 연구 해역의 조사기간 중 저서다모류 군집의 시·공간적 분포 변동 양상의 경우, 정점별 서식밀도, 생태지수 등이 공간적으로는 뚜렷한 차이를 나타내었으나 계절적인 변동은 대체적으로 유의한 차이가 없었으며 4계절 모두 유사한 분포 경향을 보였다. 저서다모류 군집의 공간적 분포 차이는 전반적으로 지세포항 인근해역에서 상대적으로 높은 서식밀도를 나타내었으며, 지심도를 중심으로 하였을 때 남쪽 해역보다는 북쪽해역에서 높은

밀도를 보였다(Fig. 4). 그리고 대체적으로 이러한 분포 경향은 상위 우점종에 의해 좌우되고 있었다(Figs. 5~8). 뿐만 아니라 본 연구 해역에서의 우점종들은 상당수가 *H. filiformis*, *L. longifolia*, *Tharyx* sp.와 같은 기회주의적 특성을 나타내는 종이었으며, 2004년 2월에 지세포항 내의 정점 26에서 *C. capitata*가 매우 높은 서식밀도로 출현하는 특징을 보였다. *C. capitata*, *L. longifolia*, *H. filiformis*, 그리고 *Tharyx* sp.와 같은 일부 소형 다모류들은 유기물 오염이 진행된 해역 또는 교란된 저서환경의 지표종으로 알려져 있으며(Grizzle 1984; Weston 1990; Tsutsumi *et al.* 1991; Horng and Taghon 1999), 한국 연안에서도 유기물 오염이 일어나고 있는 해역에서 *C. capitata*나 *L. longifolia* 등의 우점 출현 경향이 보고되고 있다(신과 고 1990; 임 등 1992). 특히 임 등(1992)은 *C. capitata*의 경우 유기물 오염이 진행된 해역에서 겨울철과 봄철에 높은 밀도로 나타나는 경향이 있다고 하였다. 본 연구 해역에서도 이와 같은 기회종들이 4계절 모두 꾸준히 우점 출현하고 있으며, 지세포항 인근 해역과 북쪽 해역에 밀집되어 분포하는 특성을 보이는 것은 해당 해역의 유기오염이 지속적으로 일어나고 있을 가능성을 시사한다고 보여진다.

다모류 군집의 계절별 변동은 유의한 차이를 나타내지 않았는데, 계절적 변동이 크지 않은 것은 저서환경이 크게 교란되지 않고 비교적 안정적인 군집이 형성되어 있음을 의미할 수도 있다. 그러나 생태그룹별 출현비율의 계절적 변동을 살펴보면, 생태그룹 II와 III의 출현비율은 계절적으로 유의한 차이가 없었으나(two-way ANOVA, $p > 0.05$), 생태그룹 I과 IV의 각 정점별 출현비율은 계절별로 뚜렷한 차이를 보였다(two-way ANOVA, $p < 0.01$). 생태그룹 II에 포함되는 종은 유기물의 많고 적음에 크게 좌우되지 않으며 일반적으로 낮은 서식밀도를 보이고 시간에 대한 변화가 뚜렷하지 않은 특성을 가진다(Borja *et al.* 2000). 본 연구 해역에서 생태그룹 II에 포함되는 종의 분포는 전반적으로 외해역에서 높은 밀도로 출현하는 특성을 보였으며 따라서 상대적으로 외해역의 정점들로 구성되는 정점군들의 특징종으로 나타나고 있음을 알 수 있다(see Fig. 9 and Table 6). 지심도를 중심으로 하였을 때 연안역에 비해 외해역이 본 연구 해역의 대부분을 차지하고 있으므로 본 연구 해역의 전반적인 저서다모류 군집의 계절적 변동은 크지 않은 것으로 나타날 수 있다. 그러나 지세포항 인근 연안역에서는 생태그룹 I, IV에 포함되는 종이 꾸준히 우점하였고 이들의 출현 비율에 대한 계절적 변화가 뚜렷한 차이를 나타내는 것은 이 해역에서 저서다모류 군집의 구조적 변화를 의미한다고 볼 수 있을 것이다. 종조성과

정점간 유사도에 근거한 집괴분석의 결과에서도 이 해역은 다소 복잡한 정점군을 형성하기도 하였다. 따라서 본 연구 해역의 저서생태계는 전반적으로 계절적 변화가 크지 않고 안정적인 군집을 형성하고 있다고 보여지나, 지세포항 인근 연안역에서는 저서생태계 교란의 가능성을 배제할 수 없을 것으로 생각된다.

AMBI를 이용하여 본 연구 해역의 저서환경을 평가해 본 결과, 본 연구 해역은 지세포항 내에서 '심각한 교란(heavily disturbed)'을 의미하는 높은 값을 나타낸 것을 제외하면 대체적으로 '경미한 교란(slightly disturbed)'으로 나타났다. 본 연구 해역의 평균 AMBI는 1.84~2.48의 변동을 보여 본 연구 해역의 북쪽에 인접해 있는 진해만(3.39±1.04, 임 등 2005)에 비해 상당히 낮은 값을 나타내었다. 이것은 본 연구 해역이 반폐쇄성 내만역인 진해만과는 다르게 외해에 노출되어 해수 소통이 상대적으로 원활하고 외해의 영향을 비교적 직접적으로 받기 때문인 것으로 생각할 수 있다. AMBI의 시·공간적 분포의 경우, 공간적으로 뚜렷한 차이를 보이는 것은 역시 기회종의 우점 출현과 밀접한 관련이 있는 것으로 볼 수 있다. 또한 전반적인 다모류 서식밀도나 생태지수는 계절적으로 유의한 차이를 보이지 않는데 반해 AMBI는 계절적으로 비교적 유의한 차이를 보였다. 앞서 토의한 것과 같이 다모류 군집의 생태그룹 I, V의 계절적 변화는 유의한 차이를 보이므로, 유기물에 민감한 생태그룹 I과 기회주의적 특성을 나타내는 생태그룹 IV에 대해 뚜렷한 가중치($\times 0$, $\times 4.5$)가 부여되는 AMBI 또한 계절적으로 유의한 차이를 보일 수 있는 것으로 생각된다. 단순히 전체 저서다모류 서식밀도의 시·공간적 분포나 정점별 생태지수의 계절적 분포 변동 양상은 연구 해역 내에서 출현한 저서다모류 군집의 생태적 특성이 고려되지 않은 채 출현종의 밀도와 분포만으로 산출되기 때문에 종조성의 생태적 특성 차이에 의한 군집의 변화를 파악하기가 어렵다. 그리고 이러한 AMBI의 시·공간적 변동만으로 본다면 지세포항 인근 연안역은 비교적 교란된 저서환경으로 볼 수 있을 것이며, 이를 제외한 전반적인 연구 해역의 저서환경은 비교적 안정되어 있다고 볼 수 있음을 암시하고 있다. 그러나 본 연구에서는 표층 퇴적물의 유기물함량 등과 같은 환경 요인에 대한 분석이 부족하여 AMBI와 유기물 오염과의 상관성을 검증하기에는 부족한 것이 사실이다. 그러므로 AMBI와 같은 저서동물군집의 기능적 관점에서의 분석을 통한 저서환경 평가를 위해서는 표층퇴적물의 입도조성 뿐만 아니라 유기물함량, 용존산소 등의 환경자료 분석이 병행되어 AMBI와 환경자료간의 상관성이 검증되어야 할 것이다.

적 요

2004년 2월, 5월, 9월 11월의 총 4회에 걸쳐 거제도 남동부 연안에 총 26개의 정점을 선정하고 저서동물 군집의 특성을 파악하였다. 표층 퇴적물의 입도 조성은 대체적으로 연안에서 다소 조립하였고 외해로 갈수록 세립화되었으며, 연구 해역의 주요 퇴적상은 mud로 구성되었다고 볼 수 있었다. 전체 연구기간동안 평균 저서동물의 서식밀도는 1,067개체 m^{-2} 이었다. 이 중 모든 계절에서 우점하는 동물군은 다모류로서 4계절 평균 871개체 m^{-2} 의 서식밀도를 나타내었으며, 전체 저서동물의 출현개체수 중 77.3~87.0%를 차지하여 높은 우점도를 보였다. 전반적으로 다모류 서식밀도의 공간적 분포는 뚜렷한 차이를 보여 지세포항 인근 해역과 북쪽 해역에서 상대적으로 높은 서식밀도를 나타내었으나, 계절적 변동은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 4계절동안 우점한 다모류는 *Magelona japonica*, *Ampharete arctica*, *Heteromastus filiformis*, *Lumbrineris longifolia*, *Tharyx* sp. 등이었다. 집괴분석의 결과 본 연구 해역은 지세포항 인근 연안역의 정점군, 진해만의 입구와 인접한 북쪽 해역의 정점군 그리고 남쪽 해역의 정점군과 같이 크게 3개의 정점군으로 구분이 가능하였다. 또한 대체적으로 외해의 정점군에서는 생태그룹 II에 속하는 종들이, 연안의 정점군에서는 생태그룹 IV의 기회종들이 특징종으로 나타나 각 정점군의 유사성에 대한 높은 기여율을 보였다. 생태그룹 II와 III의 출현비율은 계절적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 생태그룹 I, IV의 각 정점별 출현비율은 시·공간적으로 뚜렷한 변동을 보였으며 AMBI 역시 공간적, 계절적으로 뚜렷한 차이를 나타내었다. AMBI는 대체로 지세포항 인근 해역에서 매우 높았고 외해역에서 다소 낮은 경향이었으며 지세포항 내에 위치한 정점은 '심각한 교란(heavily disturbed)'을 나타내기도 하였으나 연구 해역 전반적으로 '경미한 교란(slightly disturbed)'을 나타내고 있었다. 지세포항 인근 연안역의 저서생태계는 다소 불안정하거나 교란된 군집을 형성하고 있다고 볼 수 있으나 연구 해역 전반적으로는 계절적으로 큰 변동 없이 비교적 안정된 군집을 형성하고 있다고 보여진다.

참 고 문 헌

- 김사홍, 김 원. 1998. 거제도의 해산 십각류. 한국동물분류학회지. pp. 293-309.
- 박홍식, 최진우, 이형근. 2000. 통영 인근 가두리 양식장 지역의 저서동물군집구조. 한국수산학회지. 33:1-8.
- 신현출, 고철환. 1990. 광양만 다모류군집의 시·공간적 변화. 한국해양학회지. 25:205-216.
- 유옥환, 이형근, 이재학, 김동성. 2006. 경기만에서 해사채취가 대형저서동물 군집구조에 미치는 영향. Ocean and Polar Research. 28:129-144.
- 이종위. 1998. 거제도 다모류의 계통분류학적 연구. 한국동물분류학회지. 14:243-255.
- 임경훈, 신현출, 윤성명, 고철환. 2005. 진해만 대형 저서동물 군집의 공간 분포. 한국환경과학회. 2005년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 초록집. pp. 2073-2090.
- 임현식, 박경양. 1998. 영산강 하구역의 연성저질에 서식하는 저서동물 군집. 2. 여름철 빈산소 수피의 출현과 저서동물 분포. 한국수산학회지. 31:343-352.
- 임현식, 홍재상. 1997. 진해만 저서동물의 군집생태. 3. 군집구조. 한국수산학회지. 30:175-187.
- 임현식, 최진우, 제종길, 이재학. 1992. 진해만 양식장 밀집지역의 저서동물 분포. 한국수산학회지. 25:115-132.
- 장창익, 윤상철, 이선길, 최진우. 2004. 거제 연안산 개조개, *Saxidomus purpuratus*의 자원생태학적 연구. 한국수산자원학회지. 6:126-139.
- 정래홍, 홍재상, 이재학. 1997. 광양제철소 건설을 위한 매립과 준설공사 기간중 저서 다모류 군집의 공간 및 계절 변화. 한국수산학회지. 30:730-743.
- 차병열. 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지. 11:191-197.
- Borja A, J Franco and V Pérez. 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Mar. Pollu. Bull. 40:1100-1114.
- Clarke, KR and RM Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E Ltd., Plymouth. UK.
- Folk RL and WC Ward. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. J. Sed. Perol. 27:3-26.
- Grizzle RE. 1984. Pollution indicator species of macrobenthos in a coastal lagoon. Mar. Ecol. Prog. Ser. 18:191-200.
- Hong JS. 1987. Summer oxygen deficiency and benthic biomass in the Chinhae Bay System, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea. 22:246-256.
- Hong JS and JH Lee. 1983. Effects of the pollution on the benthic macrofauna in Masan Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea. 18:169-179.
- Hornig CY and GL Taghon. 1999. Effects of contaminated sediments on particle size selection by the polychaete *Capitella* sp. I. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 242:41-57.
- Jumars PA. 1975. Environmental grain and polychaete species diversity in a bathyal benthic community. Mar. Biol.

- 30:253-266.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3:157-175.
- McNaughton SJ. 1968. Structure and function in California grassland. *Ecology*. 49:962-972.
- Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *T. Theoret. Biol.* 13:131-144.
- Rhoads DC. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Ocean Mar. Biol. Ann. Rev.* 12:263-300.
- Shannon CE and W Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. pp.177 Univ. Illinois, Press, Urbana.
- Tsutsumi H, T Kikuchi, M Tanaka, T Higashi, K Imasaka and M Miyazaki. 1991. Benthic faunal succession in a cove organically polluted by fish farming. *Mar. Poll. Bull.* 23:233-238.
- Underwood AJ and MG Chapman. 2005. Design and Analysis in Benthic Surveys. In *Methods for the study of marine benthos* (Eleftheriou A and A McIntyre eds.). Blackwell Publishing Company. pp. 1-42. Blackwell Science Ltd. UK.
- Weston DP. 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 61:233-244.

Manuscript Received: September 20, 2006

Revision Accepted: November 6, 2006

Responsible Editor: Ho Young Soh