

# 황해 중부 해역의 해저 생물자원 공간분포

## Spatial Distribution of Submarine Biological Resources in the middle of the Yellow Sea, Korea

이용우\* · 김성길\* · 김보라\*\* · 이정호\*\*\*

Yong Woo Lee · Seong Gil Kim · Bo Ra Kim · Jung Ho Lee

**요약** 본 연구는 황해 중부 해역에 서식하는 대형저서동물 분포 및 해저의 생물자원을 알아보고자 하였다. 현장조사는 2019년 9월에 수행하였으며, 시료채집은 총 18개의 정점을 선정하여 대형저서동물을 채집하였다. 대형저서동물 채집은 van Veen grab(채집면적: 0.1m<sup>2</sup>)을 사용하여 정점당 1회씩 채집한 후 망목크기 1mm 체를 이용하여 퇴적물을 씻어내었다. 조사결과를 보면 총 출현종수는 152종의 대형저서동물이 채집되었으며, 평균서식밀도는 939 개체/m<sup>2</sup>, 평균생물량은 31.2 g/m<sup>2</sup> 출현하였다. 전체 황해중부해역(약 132km<sup>2</sup>)으로 환산하면 대형저서동물 개체수는 123억 9480만 개체/132km<sup>2</sup> 이고 해저생물 자원량은 4천118톤/132km<sup>2</sup> 으로 추정된다. 주요 우점종 중 최우점종은 환형동물인 민얼굴갯지렁이(*Sphiophanes bombyx*) 로 평균 서식밀도는 138 개체/m<sup>2</sup> (14.7%)이었으며, 다음은 버들갯지렁이류인 *Heteromastus filiformis* 로 92 개체/m<sup>2</sup> (9.8%), 작은사슴갯지렁이인 *Ampharete arctica* 로 41 개체/m<sup>2</sup> (4.3%), 수염갯지렁이류인 *Onuphis opalina* 로 37 개체/m<sup>2</sup> (4.0%) 순으로 출현하였다. 조사해역에서 채집된 대형저서동물군집의 종조성에 기초하여 집괴분석을 실시한 결과 크게 3개의 정점군으로 구분되었다. 본 연구 결과로부터 황해 중부해역의 대형저서동물군집은 비교적 환경변화에 민감하지 않은 종들이 서식하였으며, 그 해역 고유의 퇴적물을 이용하는 종들이 우점하는 양상을 보였다. 이는 다양한 환경변화(기후변화, 퇴적상등)에 따른 저서생태계 변화가 나타나면 그 해역에 서식하는 저서생물종들의 변화도 나타날 수 있다고 판단된다.

**키워드** 해저생물자원, 대형저서동물, 공간분포, 서해중부, 조하대

**Abstract** This study was carried to investigate the distribution of macrobenthos and the biological resources of submarine in the middle Yellow Sea. Macrobenthic community was studied at 18 stations of the subtidal area in the middle Yellow Sea, September 2019. Macrobenthos were collected one sample using a van Veen grab (0.1 m<sup>2</sup>) at each sampling site. Sediment samples from van Veen grab were sieved on site using a 1 mm mesh size. The total number of species, mean density, and mean biomass were 152 species, 939 ind./m<sup>2</sup> and 31.2 g/m<sup>2</sup>, respectively. In terms of the middle Yellow Sea(about 132 km<sup>2</sup>), the number of individuals of macrobenthos is estimated to be 1,239,448 million/132 km<sup>2</sup> and the amount of resources is 4118 ton/132 km<sup>2</sup>. The first dominant species were the polychaetes *Sphiophanes bombyx*, mean density of 138 ind./m<sup>2</sup>(14.7%). The next dominant species was appeared the polychaetes *Heteromastus filiformis* (92 ind./m<sup>2</sup>, 9.8%), *Ampharete arctica* (41 ind./m<sup>2</sup>, 4.3%), *Onuphis opalina* (37 ind./m<sup>2</sup>, 4.0%), Based on the cluster analysis the macrobenthic community was classified into three station groups. These results suggested that macrobenthic communities in the middle of the Yellow Sea were inhabited by relatively insensitive to environmental changes, and dominant species distributed by use the sediment. This suggests that in benthic ecosystem due to various environmental (climatic change, sedimentary, etc) may also cause changes in species inhabiting the middle of the Yellow sea.

**Key words** Submarine biological resources, Macrobenthos, Spatial distribution, Yellow sea, Subtidal

Received: 2019.12.20, Revised: 2019.12.25, Accepted: 2019.12.26

\* 해양환경공단 해양수질팀, 부산 영도구(Marine Environment Monitoring Team, Korea Marine Environment Management Corporation, Yeongdo-gu, Buasn, Korea)

\*\* 안양대학교 해양연구소, 인천 강화군(Research Institute of Oceanography, Anyang University, Ganghwa-gun, Incheon, Korea)

\*\*\* 안양대학교 해양바이오공학과, 인천 강화군(Department of Marine Biotechnology, Anyang University, Ganghwa-gun, Incheon, Korea)(교신저자)

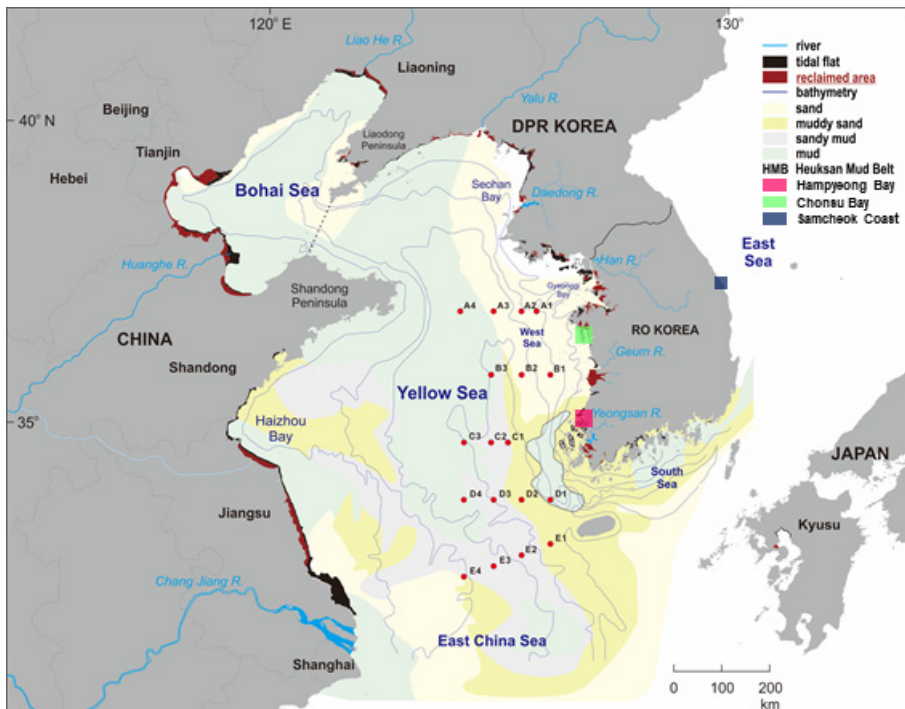
## 1. 서론

조하대는 대기에 노출되지 않고 항상 물에 잠겨 있는 해역으로 우리나라 대부분의 하구역, 연안역 등에 해당한다. 조하대는 수심이 얇은 지역에서 약 200m 수심까지의 해역으로 수온과 염분변화가 조간대보다는 심하진 않다. 하지만 수심이 얇은 해역과 강물의 유입이 있는 곳에서는 극심한 변화를 보인다. 빛의 투과(light penetration)가 좋고 영양염류가 풍부하여 일차생산력이 매우 높기 때문에 저서생물의 서식환경을 좋게 만들어 주어, 다양하고 풍부한 생물들이 서식하는 해역이다(Nybakken and Bertness, 2004). 이러한 조하대 환경인 저서생태계에서 핵심적인 지위를 가지고 있는 생물 중에 저서동물은 동물플랑크톤, 어류등과 같이 해수의 특성에 따라 생활하는 종이 변화하는 것과는 달리 퇴적물 입자의 크기에 따라 종들이 변화하여 서식한다(Etter and Grassle, 1992). 또한 저서동물은 일생동안 정착한 기질에서 크게 벗어나지 않고, 이동성이 적어 환경변화가 왔을 때 군집변화를 일으킬 가능성이 크고, 서식지 환경변화를 잘 반영하므로 환경의 장기적인 지표나 생태계 변화에 대한 모니터링의 대상으로 많이 이용되어왔다(임경훈, 2007; 김용현, 2007; Lu et al., 2008; Wildsmith et al., 2009; Bilyard,

1987). 특히 저서동물 중 저서다모류군집은 퇴적물-수경계면(sediment-water interface)에 대부분 서식하고 환경변화에 따른 생활사 때문에 저서환경 및 생태계의 변동을 이해하는데 가장 많이 이용 되고 있다(Phillips and Segar, 1986; Gray et al., 1988). 대표적으로 해양환경의 변화가 군집에 미치는 사·공간적인 연구로는 유기물오염(Pearson and Rosenberg, 1978; Jensen, 1986), 유류오염(Sanders et al., 1980; 서진영 외, 2011), 준설(Bondsdroff, 1980; 박소영, 2007), 빈산소수괴(Seo et al., 2012), 연안개발에 따른 환경변화(임경훈, 2007; 김용현, 2007) 등에 대한 다양하고 수많은 연구가 진행되었다. 이러한 연구들은 해양환경이 변화에 따른 저서동물군집의 변동을 파악하는 연구가 대부분이다. 본 연구는 안정적인 환경인 황해 중부 해역에 서식하는 대형저서동물의 분포 및 생물자원을 파악하여 향후 해양환경의 변화에 따른 기초자료로 제공하고 자 한다.

## 2. 재료 및 방법

본 조사는 2019년 9월에 서해해역에서 5개 라인을 선정하여 총 18개 정점(Fig. 1)에서 대형저서동물을 채집하였다. 저서동물 채집은 각 정점에서 개량형 van



**Figure 1.** Map showing the sampling station was investigated the distribution of macrobenthos and the biological resources of submarine in middle of the Yellow Sea, Korea.

Veen Grab 채니기(채취면적: 0.1m<sup>2</sup>)를 사용하여 1회 씩 퇴적물을 채취하였다. 인양된 퇴적물은 선상에서 망목 크기 1.0mm인 체를 사용하여 걸렀으며, 체에 걸린 동물은 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 채집된 저서동물은 동물군별로 구분한 후, 종 수준까지 동정하고 이후 이를 계수 및 무게를 측정하였다. 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.

종조성의 유사도에 기초하여 조사지역을 구분하기 위하여 집괴분석(Cluster analysis)을 실시한다. 이때 사용한 자료는 전 출현종을 대상으로 하였고, 정점간 유사도지수는 Bray and Curtis 지수를 사용하였으며, 정점간 결합은 가중평균결합법(WPGMA)을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 대형저서동물군집

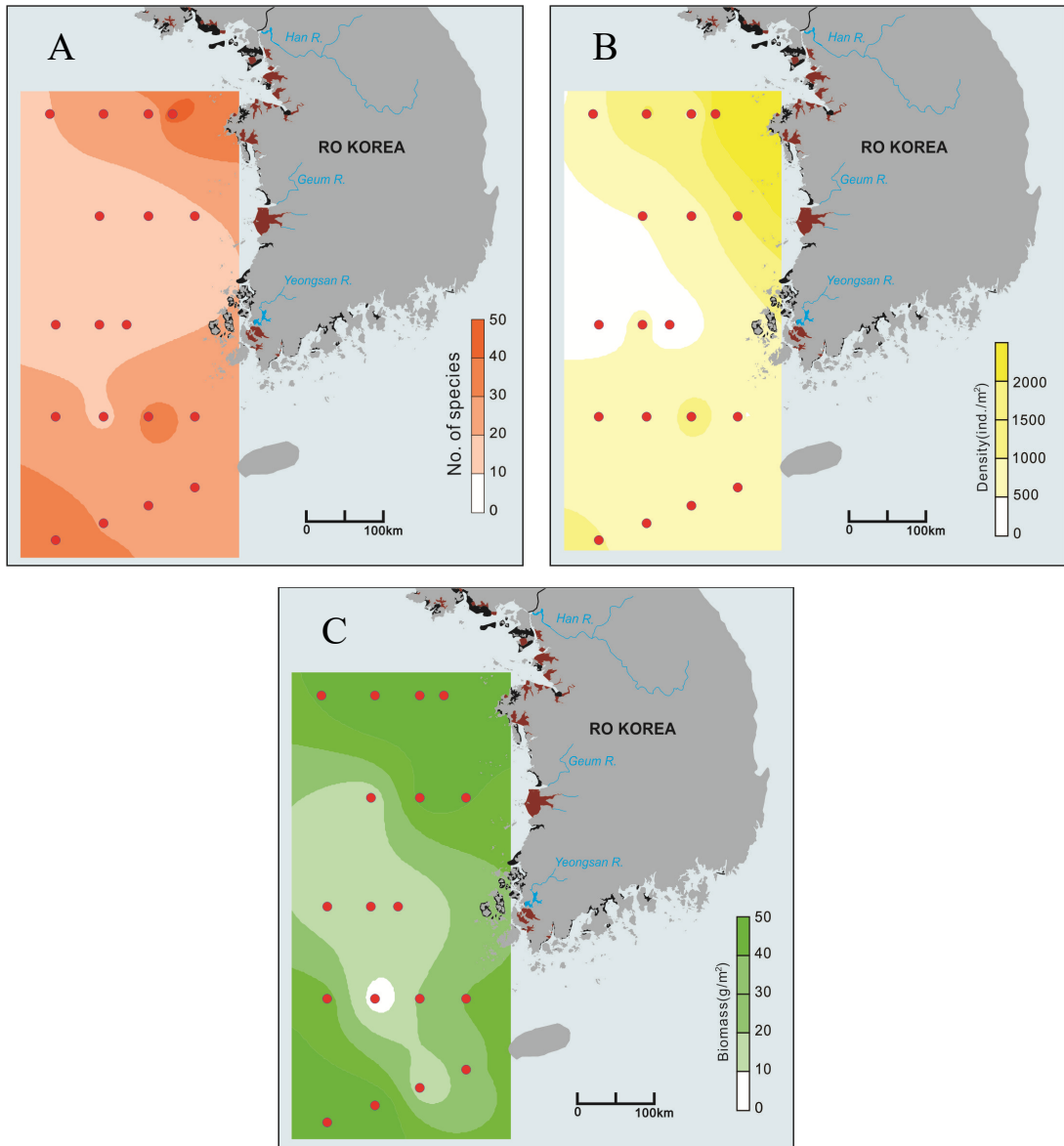
황해 중부해역에서 2019년 9월에 채집된 저서동물 결과를 살펴보면 Table 1과 같다. 전체 출현종수는 152종 이었고, 동물군 중 다모류가 가장 많은 85종이 나타났다. 총 10개의 동물군이 출현하였으며, 전체 저서동물 평균 서식밀도 및 생물량은 각각 939 개체/m<sup>2</sup>, 31.2 g/m<sup>2</sup> 이었다. 저서동물의 서식밀도로 가장 우점한 동물군은 다모류(Polychaeta) 이었고 이때 평균 서식밀도는 616 개체/m<sup>2</sup>(65.6%) 이었다. 다음은 갑각류(Crustacea), 연체동물(Mollusca), 극피동물(Echinodermata) 순이며, 이때 평균서식밀도는 각각 171 개체/m<sup>2</sup>(18.2%), 71 개체/m<sup>2</sup>(7.5%), 58 개체/m<sup>2</sup>(6.2%) 이었다. 저서동물의 생물량으로 가장 우점한 동물군은 다모류(Polychaeta) 이었고 이때 평균 생물량은 11.2 g/m<sup>2</sup>(35.8%) 이었다. 다음은 극피동물(Echinodermata), 연체동물(Mollusca), 기타(Others) 순이며, 이때 평균생물량은 각각 7.4 g/m<sup>2</sup>

(23.7%), 6.9 g/m<sup>2</sup>(22.1%), 5.1 g/m<sup>2</sup>(16.4%) 이었다. 본 조사결과로 전체 서해중부해역 면적으로 환산해 보면 개체수는 123억 9480만 개체/132km<sup>2</sup> 이며, 해저생물 자원량은 4,118톤/132km<sup>2</sup>로 추정된다(Table 1). 연구지역인 서해해역에서 2019년 9월에 채집된 대형저서동물의 출현종수, 서식밀도, 생물량을 정점별 살펴보면 Fig. 2와 같다. 먼저 출현종수는 정점별로 11-42종이 출현하였으며, 서해 북부인 정점 A1에서 가장 많은 종이 채집되었고 서해 중부인 정점 B3에서 가장 적은 종은 채집되었다. 서식밀도는 정점별로 205-2820 개체/m<sup>2</sup>로 이었으며, 정점별로 서식밀도가 크게 차이가 나타났다. 특징적으로 정점 B1에서는 사질해역에서 높은 밀도로 출현하는 민얼굴갯지렁이(*Sphiophanes bombyx*)가 1,600 개체/m<sup>2</sup>로 출현하는 양상을 보였다. 목포부근에 위치한 C라인이 가장 낮은 서식밀도를 보였다. 생물량은 정점별로 2.5-56 g/m<sup>2</sup>을 보였으며, 서식밀도와 비슷한 생물량이 나타났다. 생물량은 거미불가사리(*Ophiura kinbergi*)의 출현유무로 인한 차이가 크게 나타났다. 조사해역에서 2019년 9월에 채집된 대형저서동물의 동물군별로 살펴보면 Fig. 3과 같다. 먼저 출현종수는 모든 정점에서 다모류가 많이 채집되었으며, 정점별로 연체동물과 갑각류의 종수 차이가 나타났다. 비교적 연체동물은 서해 북부해역에서 많은 종이 출현하는 양상을 보였다. 서식밀도도 출현종수와 마찬가지로 모든 정점에서 다모류가 우점하였으며, 연체동물은 갑각류의 서식밀도가 낮은 해역에서 비교적 높은 밀도로 출현하였다. 생물량은 정점별로 동물군의 차이가 크게 나타났으며, 환형동물 뿐 만 아니라 기타동물군도 우점하는 정점(D1)도 보였다.

조사해역은 비교적 육지에 멀리 떨어진 정점들이며, 1회 조사 결과로 152종, 939개체/m<sup>2</sup>의 대형저서동물이 채집되었다. 서해연안역에서 조사된 결과를 보면 함평만에서는 여름철 1회조사로 168종, 1,168 개체/m<sup>2</sup> (Lim and Choi, 2001b), 천수만에서는 2회조사로 252종, 681 개체/m<sup>2</sup>(한형섭 외, 2015)이었다. 함평만의 출현종수, 서식밀도는 다소 높으나 비슷한 결과를 보였

**Table 1.** Major taxonomic groups and of macrobenthic communities collected in middle of the Yellow Sea, Korea

Taxa	Species Number	Density		Biomass		Total Yellow Middle sea	
		ind./m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	ind./132km <sup>2</sup>	ton/132km <sup>2</sup>
Mollusca	20	71	7.5	6.9	22.1	937,2	911
Polychaeta	85	616	65.6	11.2	35.8	8,131,2	1478
Crustacea	28	171	18.2	0.6	2.0	2,257,2	79
Echinodermata	8	58	6.2	7.4	23.7	765,6	977
Others	11	24	2.5	5.1	16.4	316,8	673
Total	152	939	100	31.2	100	12,394,8million	4,118



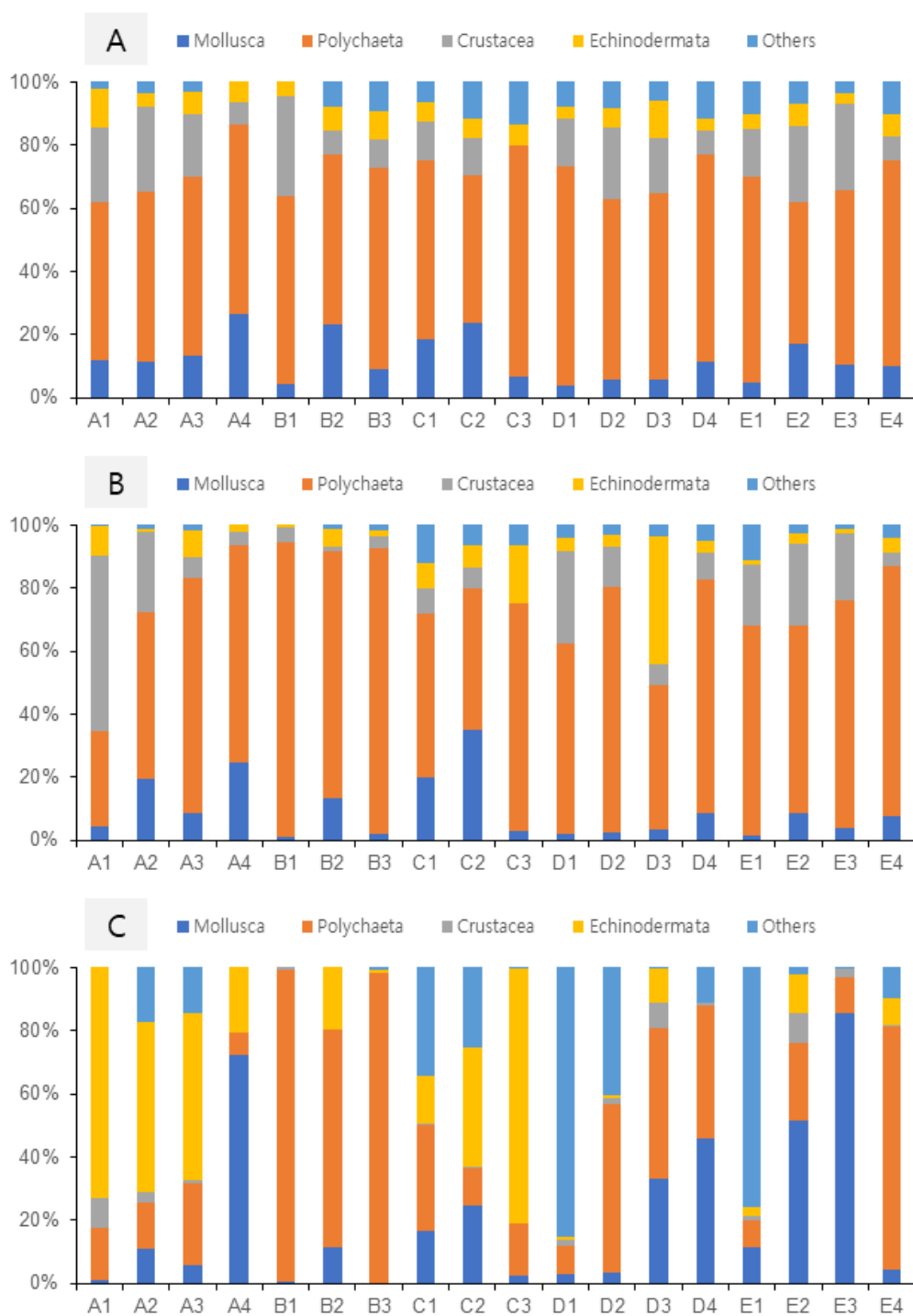
**Figure 2.** Spatial distribution of species number(A), Mean density(B) and Mean biomass(C) in middle of the Yellow Sea, Korea

으며, 천수만의 출현종수는 본 결과에 비해 아주 높은 종수를 보였으나 서식밀도는 아주 낮은 밀도가 나타났다. 이는 조사시기, 조사해역 및 조사정점수 차이로 인하여 단순 비교는 어려우나 황해중부해역의 대형저서동물이 서해연안해역과 유사한 결과를 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 우점종

황해 중부해역에서 채집된 대형저서동물 중 출현비율이 49.5% 이상 차지하는 우점종은 10종 이었으며,

동물군 중 환형동물이 다른동물군에 비해 우점 출현하였다(Table 2). 최우점종은 환형동물인 민얼굴갯지렁이 (*Sphiophanes bombyx*) 로 평균 서식밀도는 138 개체/m<sup>2</sup> (14.7%)이었으며, 다음은 고리버들갯지렁이인 *Heteromastus filiformis* 로 92 개체/m<sup>2</sup> (9.8%), 작은사슴갯지렁이인 *Ampharete arctica* 로 41 개체/m<sup>2</sup> (4.3%), 수염집갯지렁이류인 *Onuphis opalina* 로 37 개체/m<sup>2</sup> (4.0%) 순으로 출현하였다. 상위 우점종 4종은 모두 환형동물이 차지하였다. 출현빈도를 보면 세 번째 우점종인 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*)가 15개 정점에서

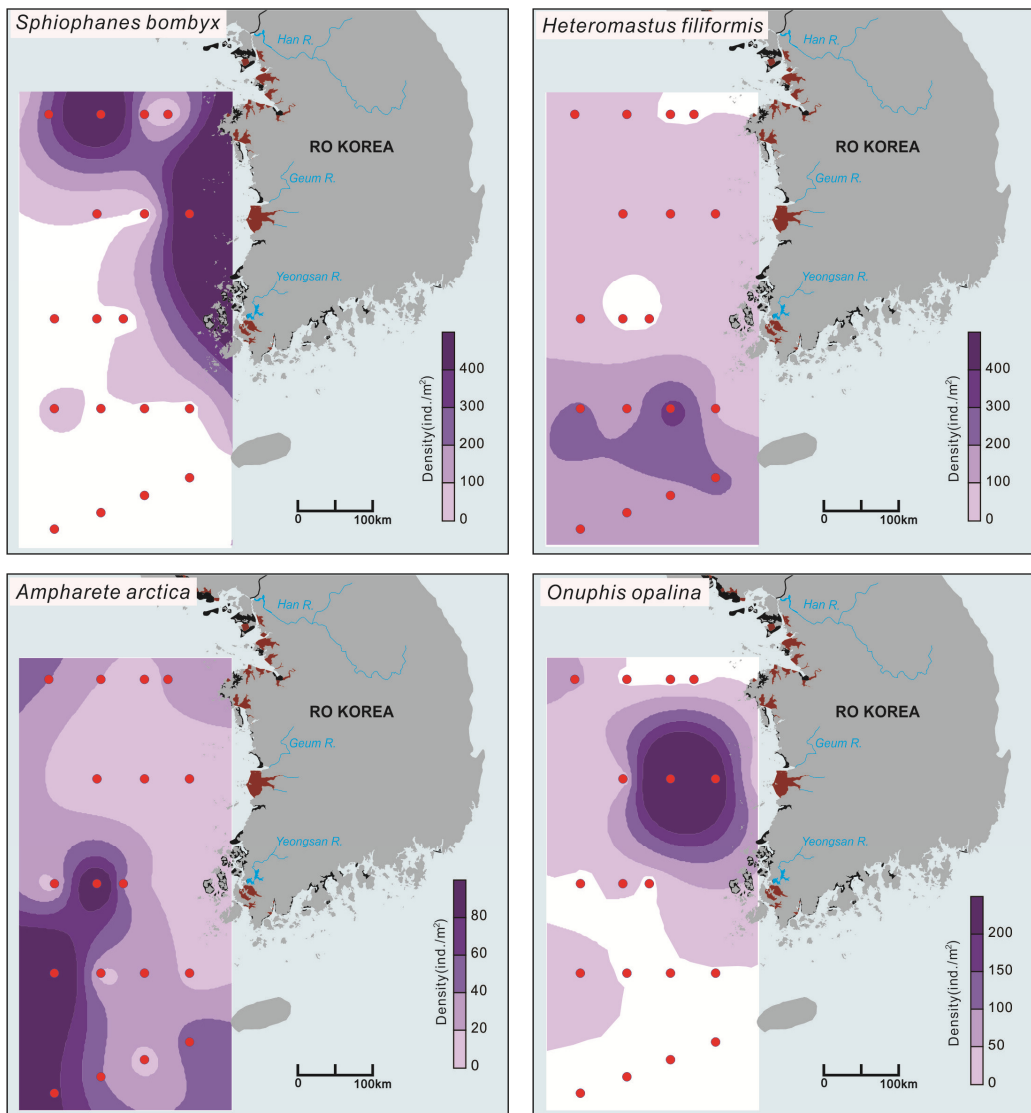


**Figure 3.** Taxonomic compositions of species number(A), Mean density(B) and Mean biomass(C) in middle of the Yellow Sea, Korea

**Table 2.** Dominant species of macrobenthic communities collected in middle of the Yellow Sea, Korea

Species name	Taxa*	Density (ind./m <sup>2</sup> )	%	Freq.
<i>Sphiophanes bombyx</i>	P	138	14.7	6
<i>Heteromastus filiformis</i>	P	92	9.8	14
<i>Ampharete arctica</i>	P	41	4.3	15
<i>Onuphis opalina</i>	P	37	4.0	5
<i>Ampelisca brevicornis</i>	A	36	3.8	11
<i>Goniada japonica</i>	P	28	3.0	10
<i>Ophiactis profundus</i>	E	27	2.9	4
<i>Melinna cristata</i>	P	24	2.5	6
<i>Thyasira tokunagai</i>	M	22	2.3	10
<i>Tharyx</i> sp.	P	20	2.1	10

\* M: Mollusca, P: Polychaeta, A: Arthropoda, E: Echinodermata

**Figure 4.** Spatial distribution of dominant species in middle of the Yellow Sea, Korea

출현하여 가장 높은 출현빈도를 보였다. 일곱 번째 우점종인 거미불가사리류(*Ophiactis profundī*)는 4개 정점에서만 채집되어 가장 낮은 출현빈도를 보였다.

조사해역에서 출현한 대형저서동물 중 상위 4종의 서식밀도 분포를 살펴보면 Fig. 4와 같다. 최우점종인 *Sphiophanes bombyx* 는 환형동물이며, 서해 북부해역에 높은 밀도로 출현하였고, 특히 A라인 정점 3번과 B라인 정점1번에서 가장 높은 790 개체/m<sup>2</sup>, 1,600 개체/m<sup>2</sup> 가 나타났다. 이 종은 퇴적상이 모래인 해역에서 높은 밀도로 출현하는 종이다. 이 종은 출현빈도 보다는 출현밀도가 다른종에 비해 아주 높게 나타난다. 두 번째 우점종인 *Heteromastus filiformis* 는 A라인 정점 1,2번과 C라인 정점 1,2번을 제외하고는 모든 정점에서 출현하였다. 서해해역의 남쪽인 D, E라인 정점에서 높은 서식밀도를 보였다. 우리나라 전 해역에 출현하며, 유기물 함량이 높은 해역에서 높은 밀도로 출현한다. 세 번째 우점종인 *Ampharete arctica* 는 18개 정점 중 3개 정점을 제외하고 모든 정점에서 출현하였다. 대부분의 정점에서 서식밀도는 낮은 밀도로 나타났으며, D라인 정점 4번에서 가장 높은 150 개체/m<sup>2</sup> 가 나타났다. 이 종은 퇴적상이 니질인 해역에서 퇴적물을 이용하여 서관을 만들어서 서식하며, 그 안에서 섭식활동을 한다. 네 번째 우점종인 *Ounphis opalina* 는 18개 정점 중 4개 정점에서만 출현하여 우점종 중 가장 낮은 출현비율을 보였다. 서식밀도는 B라인 정점 2번에서 가장 높은 540 개체/m<sup>2</sup> 가 나타났다. 이 종은 퇴적상이 사질인 해역에서 모래 퇴적물을 이용하여 서관을

만들어서 서식하며, 그 안에서 섭식활동을 한다.

본 조사에서 최우점으로 출현한 민얼굴갯지렁이 (*S.bombyx*)는 서해연안해역에서는 거의 출현되지 않았으나 동해연안인 삼척의 사질퇴적상에서 높은 밀도로 출현하다고 보고되었다(Bae et al., 2018). 이 종은 해역보다는 저층의 퇴적상에 영향을 많이 받는다고 판단되며, 향후 저서생태계 모니터링시 지속적으로 관찰해야 할 종이라고 판단된다. 두 번째 우점종인 고리버들갯지렁이(*H.filiformis*)는 유기물 오염이 진행되는 연안해역에서 높은 밀도로 출현한다고 보고되어 있다 (Jang and Shin, 2016; Pearson and Rosenberg, 1978; Ryu et al., 2011b). 그러나 이 종은 저서군집의 생물다양성에 긍정적인 영향을 주는 생물종이라고 보고되기도 하였다(이정호와 류종성, 2018).

### 3.3 생태지수

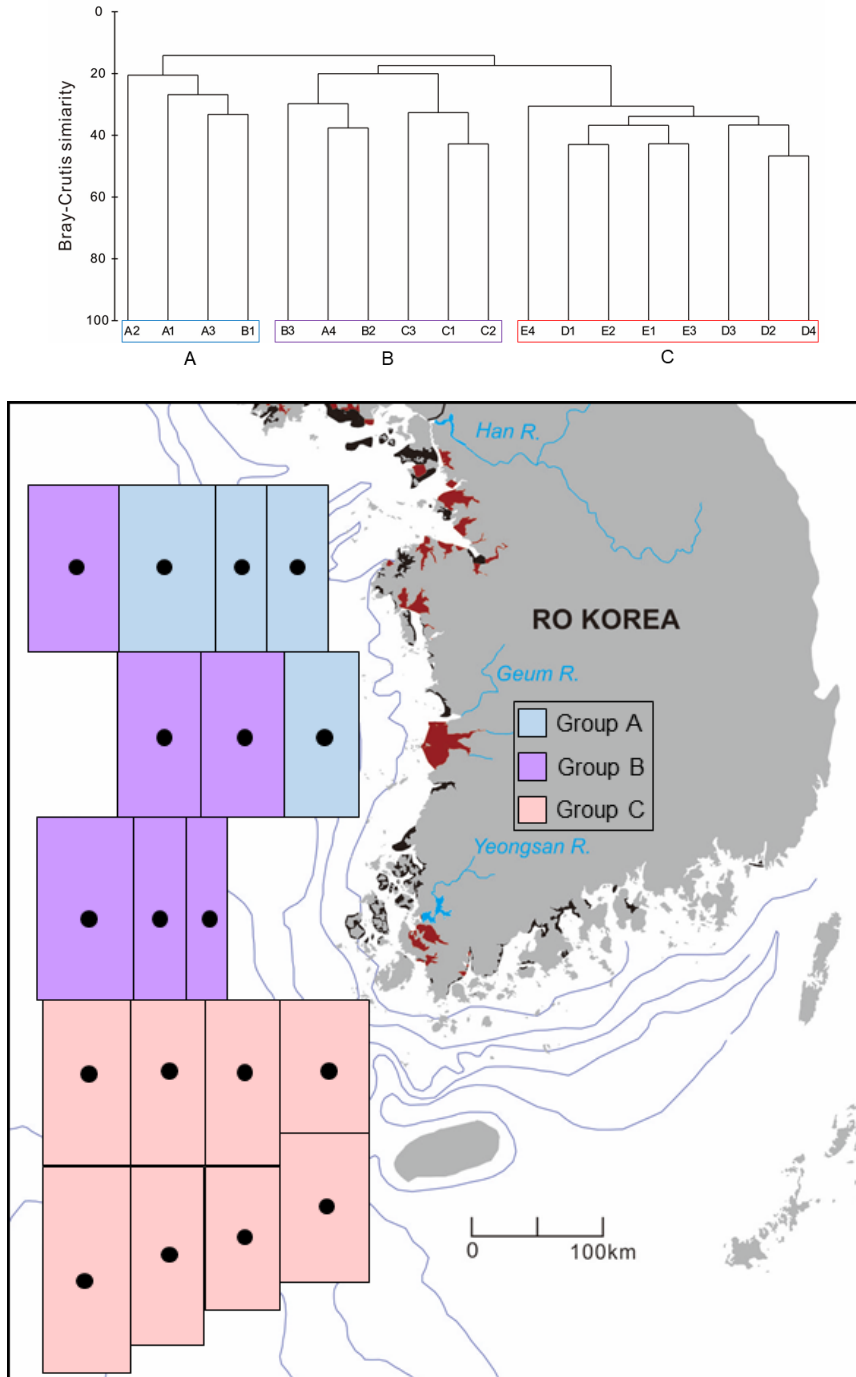
조사해역에서 채집된 저서동물의 종조성에 기초하여 생태지수를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 종 다양도 지수는 평균 2.43±0.60, 종 풍부도 지수는 5.15±1.61, 종 균등도 지수는 0.78±0.15, 우점도 지수는 0.44±0.19 이었다. 생태지수 중 종 풍부도 지수는 우리나라 연안해역에 비해 높은 풍부도지수를 보였으며, 정점별로 2.52-8.20 범위로 나타났다. 비교적 서해 남쪽해역이 중부해역에 비해 높은 풍부도지수를 보였다. 균등도지수는 B라인을 제외하고 대부분의 라인이 0.7 이상으로 높은 값을 보였으며, 정점별로 0.40-0.95 범위로 나타났다. 우점종지수는 B 라인을 제외하고 대부

**Table 3.** Ecological indices of macrobenthic communities collected in middle of the Yellow Sea, Korea

Station	Richness(R)	Evenness(J)	Diversity(H')	Dominance(D)
A1	7.27	0.81	3.02	0.23
A2	5.66	0.89	2.90	0.27
A3	5.72	0.65	2.19	0.57
A4	3.68	0.86	2.32	0.38
B1	3.92	0.40	1.23	0.79
B2	2.71	0.54	1.39	0.75
B3	2.52	0.56	1.34	0.79
C1	4.66	0.95	2.64	0.24
C2	3.91	0.85	2.41	0.47
C3	4.04	0.91	2.46	0.34
D1	6.46	0.93	3.04	0.23
D2	7.01	0.78	2.76	0.41
D3	3.92	0.72	2.03	0.64
D4	5.69	0.80	2.61	0.46
E1	4.59	0.77	2.31	0.49
E2	6.37	0.84	2.82	0.38
E3	6.41	0.86	2.90	0.30
E4	8.20	0.89	3.27	0.26
Mean±S.D	5.15±1.61	0.78±0.15	2.43±0.60	0.44±0.19

분의 정점에서 0.5 이하으로 나타났다. B라인의 정점들은 한·두종이 높은 밀도로 우점 출현하였기 때문이다. 서해해역의 북쪽인 A1정점은 가장 많은 출현종수와 높은 서식밀도가 채집되어 높은 풍부도지수와 다양

도지수를 보였으며, 가장 낮은 우점도지수를 보였다. B라인 정점들은 가장 낮은 다양도지수를 1.5 이하의 값을 보였으며, 이는 낮은 출현종수로 인한 것으로 판단된다.



**Figure 5.** Dendrogram and Spatial distribution of each station group based on the cluster analysis of macrobenthic community in middle of the Yellow Sea, Korea



**Table 4.** Characteristics of macrobenthic community of each group divided by cluster analysis in middle of the Yellow Sea, Korea

	Group A	Group B	Group C
No. of Sampling site	4	5	8
Total Species Number	84	47	100
Mean Species Number (spp./0.1m <sup>2</sup> )	30	15	28
Mean Density (ind./m <sup>2</sup> )	1840±841	498±212	819±276
Mean Biomass (ind./m <sup>2</sup> )	45.9±8.6	23.5±15.2	29.7±17.2
Diversity (mean: H')	2.34±0.82	2.09±0.57	2.72±0.40
Richness (mean: R)	5.64±1.37	4.04±3.59	6.08±1.35
Evenness (mean; J)	0.69±0.22	0.78±0.18	0.82±0.07
Dominance (mean; D)	0.46±0.27	0.34±0.50	0.40±0.14
Dominant species(%)	<i>Sphiophanes bombyx</i> (33.6%)	<i>Onuphis opalina</i> (22.1%)	<i>Heteromastus filiformis</i> (23.2%)
	<i>Microdeutopus</i> sp. (4.6%)	<i>Melinna cristata</i> (13.4%)	<i>Ampharete arctica</i> (6.6%)
	<i>Goniada japonica</i> (4.6%)	<i>Ampharete arctica</i> (7.7%)	<i>Ampelisca brevicornis</i> (5.0%)

### 3.4 집괴분석

조사해역에서 채집된 저서동물군집의 종조성에 기초하여 집괴분석을 실시한 결과는 Fig. 5와 같다. 조사해역은 유사도 지수 20% 정도의 수준에서 크게 3개의 정점군으로 구분되었다. 정점 A1-3, B1번이 정점군 A과 정점 A4, B2,3, C1,2번들이 정점군 B로, 정점 D1-4, E1-4번들이 정점군 C로 뚜렷하게 대형저서동물군집의 정점군으로 구분되어졌다(Fig. 5). 정점군 A는 서해해역의 북부에 위치한 정점들로 이루어졌으며, 다른 정점군에 비해 평균 출현종수와 서식밀도가 아주 높게 나타난 정점들이었다. 또한 우점종은 환형동물인 민얼굴갯지렁이(*S.bombyx*)가 우점 출현하였다. 정점군 B는 서해의 중부해역으로 형성되었으며, 출현종수와 서식밀도가 아주 낮은 정점들로 이루어졌다. 우점종은 수염갯지렁이류(*O.opalina*), 황금뿔사슴갯지렁이류(*M.cristata*)가 우점 출현하였다. 그리고 정점군 C는 서해해역의 남부에 위치한 정점들로 이루어졌으며, 다른 정점군에 비해 총 출현종수가 높게 나타났다. 우점종은 고리버들갯지렁이(*H.filiformis*), 작은사슴갯지렁이(*A.arctica*)가 우점 출현하였다(Table 4).

## 5. 요약 및 결론

본 조사는 황해 중부해역을 대상으로 2019년 9월에 대형저서동물 군집을 조사하였다. 저서동물 출현종수는 152종 이었고, 저서동물의 평균 서식밀도는 939 개체/m<sup>2</sup> 이고 평균 생물량은 31.2 g/m<sup>2</sup> 이었다. 이때 우점한 동물군은 저서다모류로 평균 서식밀도는 616 개체/

m<sup>2</sup> 으로 나타났다. 서해 중부해역이 다른 해역에 비해 출현종수와 서식밀도가 낮게 나타났다. 이러한 정점들에서는 수염갯지렁이인 *O. opalina* 와 대나무갯지렁이류인 *Maldane cristata*, 황금뿔사슴갯지렁이류인 *M. cristata* 가 높은 밀도를 우점하였으며, 이 종들은 주변 퇴적물인 사니질로 서관을 만들어서 그 속에서 서식하는 종들로 이루어졌다. 전체적으로 서해의 남부해역이 다른 해역에 비해 종 다양성이나 풍부도 지수가 높게 나타났다. 그리고 서해는 비교적 북부, 중부, 남부해역으로 구분되어지며, 서식하는 대형저서동물군집의 차이가 나타났다.

이상의 결과로 미루어 보면, 황해 중부해역의 대형저서동물군집은 비교적 환경변화에 민감하지 않은 종들이 서식하고 분포하였으며, 그 해역 고유의 퇴적물을 이용하여 서식하는 종들이 많이 분포하는 양상을 보였다. 이는 다양한 환경변화(기후변화, 퇴적상 등)에 따른 저서생태계 변화가 나타나면 그 해역에 서식하는 저서생물종들의 변화도 나타날 수 있다고 판단된다.

## 감사의 글

본 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원님께 감사의 말씀을 올립니다. 본 연구는 ‘한중 황해 해양환경 공동조사’ 사업 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 김용현, 2007. 광양만 개발 과정 중 저서다모류군집 천이과 해역별 군집 비교. 이학박사학위논문,

- 전남대학교 대학원, 213p.
2. 박소영, 2007. 가막만 북서내만역 저서다모류군집의 장기변동. 이학석사학위논문, 전남대학교 대학원, 96p.
  3. 서진영, 박소현, 신현출, 임현식, 최진우, 2011. 태안 허베이스피리트호 원유 유출사고가 대형저서동물군집에 미치는 초기영향. 한국해양학회지 「바다」, 16(3):139-146.
  4. 이정호, 류종성, 2018. 금강하구역 조하대 연성저질 대형저서동물 군집 공간분포의 단기간 변화, 한국해양환경·에너지학회지, 21(4):368-380.
  5. 임경훈, 2007. 새만금 방조제 건설에 따른 갯벌 저서 환경과 대형저서동물군집 구조의 변동. 이학박사학위논문, 전남대학교 대학원, 400p.
  6. 임경훈, 신현출, 윤성명, 고철환, 2007. 진해만 대형 저서동물분석을 통한 저서환경 평가. 한국해양학회지 「바다」, 12(1):9-23.
  7. 최진우, 서진영, 2007. 마산만 저서생태계를 중심으로 연안해역 건강성 평가를 위한 저서생물지수의 적용. Ocean and Polar Research, 29(4):339-348.
  8. 최진우, 현상민, 장 만, 2003. 저서동물에 의한 여름철 광양만의 저서환경 상태파악. 한국환경생물학회지, 21(2):101-113.
  9. 한형섭, 마채우, 최만식, 2015. 천수만 조하대에 서식하는 대형저서동물의 생태학적 변화 연구, 한국환경생태학회지, 29(3): 421-430.
  10. Bae, H., Lee, J.H., Song, S.J., Ryu, J. Noh, J., Kwon, B-O., Choi, K. and Khim, J.S., 2018. Spatiotemporal variations in macrofaunal assemblages linked to site-specific environmental factors in two contrasting nearshore habitats. Environmental Pollution, 241: 596-606.
  11. Bilyard, G.R., 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. Mar. Pollut. Bull., 18:581-585.
  12. Bondsdorff, E., 1980. Macrozoobenthic recolonization of a gredged brackish water bay in S. W. Finland, Ophelia, suppl., 1:145-155.
  13. Borja A., Dauer, D.M., Díaz, R., Llansó, R.J., muxika, I., Rodríguez, J.G. and Schaffner, L., 2008. Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: A comparison of three indices. Ecol. ind., 8:395-403.
  14. Borja, A., Franco, J. and Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. Mar. Pol. Bull., 40:1100-1114.
  15. Gray, J.S., Ascan, M.R., Carr, K.R., Clarke, R.H., Green, T.H., Rosenberg, R. and Warvuick, R.M., 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. Mar. Ecol. Prog. Ser., 46:151-165.
  16. Jang, S.Y., Shin, H.-C., 2016. Differences in the Community Structures of Macrobenthic Polychaetes from Farming Grounds and Natural Habitats in Gamak Bay, J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy, 19(4):297-309.
  17. Jensen, K., 1986. Changes of the macrozoobenthos at 3 monitoring stations in the western Baltic Sea and Sound. Hydrobiologia, 142:129-135.
  18. Etter, R.J., Grassle, J.F., 1992. Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity. Nature, 360:576-678.
  19. Lim, H.S., Choi, J.W., 2001b. Community structure of subtidal macrobenthos in Hampyung Bay during autumn in 1997, south-west coast of korea. J. Korean Fish. Soc., 34(3):326-339.
  20. Nybakken, J.W., Bertness, M.D., 2004. Marine biology: sixth edition. Pearson Education, 579p.
  21. Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst., 3:157-175.
  22. McNaughton, S.J., 1968. Structure and function in California grassland. Ecology, 49:962-972.
  23. Pearson, T.H., Rosenberg, R., 1978, Macrobenthic Succession in Relation to Organic Enrichment and Pollution of the Marine Environment, Oceanogr. Mar. Biol., 16:229-311.
  24. Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. T. Theoret. Biol. 13:131-144.
  25. Phillips, D.J.H. Segar, D.A., 1986. Use of bio-indicators in monitoring conservative contaminants: programme design imperatives. Mar. Pollut. Bull., 17:10-17.
  26. Ryu, J., Khim, J.S., Kang, S.-G., Kang, D., Lee, C.-H., and Koh, C.-H., 2011b, The Impact of Heavy Metal Pollution Gradients in Sediments on Benthic Macrofauna at Population and Community Levels, Environ. Pollut., 159:2622-2629.
  27. Sanders, H.L., Grassle, J.F., Hampson, G.R., Morse, L.S., Garner-Price, S., and Jones, S.S..

1980. Anatomy of an oil spill: long-term effects from the grounding of the barge Florida off West Falmouth, Massachusetts. *J. Mar. Res.*, 38(2): 265-380.
28. Shannon, C.E. Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois, Press, Urbana, 177p.
29. Seo, J.Y., Park, S.H., Lee, J.H. and Choi, J.W., 2012. Structural Changes in Macrozoobenthic Communities due to Summer Hypoxia in Gamak Bay. *Korea. Ocean Science Journal.*, 47(1):27-40.
30. Wildsmith, M.D. Rose, T.H., Potter, I.C., Warwick, R.M., Clarke, K.R. and Valesini, F.J., 2009. Changes in the benthic macroinvertebrate fauna of a large micro tidal estuary following extreme modifications aimed at reducing eutrophication. *Mar. Pollut. Bull.*, 58:1250-1262.
31. Word, J.Q., 1978. The Infaunal Trophic Index. In: Coastal Water Research Project. *Ann. Rep.*, 19-39p.

