

우리나라 연안에 서식하는 대형저서동물의 광역지자체 별 공간분포

Spatial Distribution of Macrozoobenthos in Provinces of Korean Subtidal Waters

김정현* · 김형기** · 류종성*

Jeong Hyeon Kim · Hyeong Gi Kim · Jong Seong Ryu

요약 우리나라 연안에 서식하는 대형저서동물의 광역지자체 별 공간분포 특성을 파악하기 위해 2015년부터 2019년까지 수집된 국가해양생태계 종합조사 자료를 활용하여 분석하였다. 5년 동안 조사된 총 1,354개 정점에서 2,070종의 대형저서동물이 출현하였으며, 전라남도에서 1,223종으로 가장 많은 출현종수가 기록되었고, 강원도에서 441종으로 가장 낮았다. 우리나라 전체 연안의 평균 서식밀도는 1,260 ind./m²였으며, 강원도(1,913 ind./m²)에서 가장 높았고, 제주도(625 ind./m²)가 가장 낮은 서식밀도를 보였다. 전체 평균 생물량은 188.4 g/m²으로, 강원도(813.4 g/m²)에서 가장 높고, 제주도(31.0 g/m²)에서 가장 낮아 서식밀도와 유사한 경향을 보였다. 우리나라 연안에서 출현종수와 서식밀도에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 분류군은 환형동물로 나타났으며, 생물량으로는 극피동물이 가장 우점하였다. 주요 우점종은 해역별로 상이하게 나타났다. 서해에서 환형동물 *Heteromastus filiformis*, *Notomastus latericeus*, *Ampharete arctica*, *Mediomastus californiensis*와 *Sternaspis scutata*, 남해에서는 환형동물 *H. filiformis*, *Tharyx sp.*와 *Magelona japonica*, 연체동물 *Theora lata* 우점종으로 선정되었다. 동해에서는 환형동물 *Magelona johnstoni*, *Lumbrineris longifolia*, *Magelona sp.*와 *Praxillella affinis*, 제주에서는 절지동물 *Ampelisca misakiensis*와 *Guernea sp.*, 환형동물 *A. arctica*, *P. affinis* 등이 우점하였다. 대형저서동물 종조성에 기반하여 광역지자체를 대상으로 집괴분석을 실시한 결과 경기-인천, 충남, 전북이 그룹 A, 전남과 경남이 그룹 B, 경북과 강원도 그룹 C로 분류되었으며, 제주는 그룹을 형성하지 않았다. 국가해양생태계 종합조사는 우리나라 전 연안을 대상으로 동일한 정점에서 정기적으로 조사하기 때문에 대형저서동물 생물다양성 및 군집의 시공간 분포 패턴을 파악할 수 있는 중요한 기회이다. 향후, 지속적으로 자료가 축적되면 저서생태계의 장기변동 정보를 획득할 수 있고 이를 기반으로 각 해역에 맞는 생태계 기반의 해양공간관리를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 대형저서동물, 군집구조, 국가해양생태계 종합조사, 한국 연안

Abstract The aim of this study was to investigate the macrozoobenthic community of provinces of Korea subtidal waters from 2015 to 2019 using National marine ecosystem monitoring program data. A total of 2,070 species occurred, Jeollanam-do (JN) had the highest number of species with 1,223 species, and Gangwon-do (GW) had the lowest with 441 species. Mean density was 1,260 ind./m², the highest in GW (1,913 ind./m²), and the lowest in JJ (625 ind./m²). Mean biomass was 188.4 g/m², the highest in GW (813.4 g/m²) and the lowest in JJ (31.0 g/m²). Polychaeta were the most dominant taxon in number of species and density, Echinodermata were dominant taxon in biomass. The main dominant species were *Heteromastus filiformis*, *Notomastus latericeus*, *Ampharete arctica*, *Mediomastus californiensis* and *Sternaspis scutata* in Yellow sea coastal area, and *H. filiformis*, *Tharyx sp.*, *Magelona japonica* and *Theora lata* in South sea coastal area. In the meantime *Magelona johnstoni*, *Lumbrineris longifolia*, *Magelona sp.* and *Praxillella affinis* in the East sea coastal area. The National Marine Ecosystem Monitoring Program provided an important taxonomical and ecological information of macrobenthic biodiversity and community assemblage, and distribution across Korean coastal area. The very program could also support the decision making of ecosystem based marine management.

Received: 2021.06.21, Revised: 2021.06.30, Accepted: 2021.06.30

* 안양대학교 해양바이오공학과(Department of Marine Biotechnology, Anyang University, Ganghwa, Incheon 23038, Korea, myedulad@gmail.com)

** 충남대학교 해양환경과학과(Department of Marine Environmental Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea, h-g.kim@cnu.ac.kr)

*** 안양대학교 해양바이오공학과(Department of Marine Biotechnology, Anyang University, Ganghwa, Incheon 23038, Korea, jsryu90@gmail.com, 교신저자)

Key words Macrozoobenthos, Community structure, National marine ecosystem monitoring program, Korean coast

1. 서론

우리나라 해양생태계 조사는 ‘습지보전법’, ‘해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률’에 의거하여 1999년부터 연안습지 기초조사, 2006년부터 시작된 해양생태계 기본조사, 해양생물 다양성 보전연구, 2011년부터 시작된 보호구역 모니터링 등과 같은 다양한 정부사업으로 조사가 이루어졌다. 그러나 그 동안 각 조사들의 조사지역이나 항목의 중복, 각 사업별 연계성 도출 미흡 등 여러 문제점을 안고 있었다. 이를 개선하기 위해 2015년 ‘국가해양생태계 종합조사’가 출범하였으며 우리나라 해양생태계의 현황과 변화를 신속하게 진단하고 평가하기 위해, 매년 우리나라 갯벌, 연안, 근해, 수중생태계 전반의 과학적 기초자료를 생산하고 있다. 해외의 경우 해양생태계에 대한 모니터링 시스템을 오래 전부터 구축 및 실시하고 있으며, 미국의 경우 해양과 연안, 5대호에 대한 통합해양관찰시스템을 통해 정보를 제공하고 있다. 유럽에서도 와덴해 지역 대상 3국인 덴마크, 독일, 네덜란드가 TMAP(Trilateral Monitoring and Assessment Program)에 따라 1994년부터 매년 조사를 실시하고 있고, 일본에서도 1975년부터 수집, 퇴적물, 생물군집 현황에 대한 모니터링 조사를 수행하고 있다(MOF, 2019).

대형저서동물은 이차생산자와 먹이공급원으로 생태계의 탄소순환과 먹이사슬에서 중요한 역할을 한다(Daan, 1973). 또한 퇴적물에 서식하는 특성 때문에 퇴적물 내의 물질순환에 있어서도 중요한 역할을 수행하며, 서식처 이동제한, 높은 적응능력과 환경변화에 따른 민감도가 종에 따라 다르게 나타나 저서환경 변화와 오염을 지시하는 생물학적 지시자로 잘 알려져 있다(Snelgrove, 1998; Warwick et al., 2002; Ysebaert et al., 2002). 따라서 대형저서동물의 시공간분포는 연안생태계를 잘 이해할 수 있는 중요한 기초정보를 제공해 주며, 이러한 시공간 분포는 염분과 퇴적상에 의해 주로 결정되는 것으로 알려져 있다(Millet and Guelorget, 1994; Ysebaert et al., 2005; Sousa et al., 2006; Ryu et al., 2011; Kim et al., 2016). 또한 저서동물군집구조를 기반으로 한 조사해역의 생물다양성 및 분포 패턴 파악을 통해 자연적 혹은 인위적 변동요인에 대한 해양생태계 변동을 평가할 수 있다(Bilyard, 1987; Olsgard and Gray, 1995).

본 연구목적은 국가해양생태계종합조사를 이용하여

우리나라 연안에 서식하고 있는 대형저서동물군집의 광역지자체 별 생물다양성과 분포 패턴을 파악하는데 있다. 또한 이를 토대로 향후 연안 저서생태계를 효율적으로 보전하고 관리하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

국내 연안의 대형저서동물 군집 분포 패턴을 파악하기 위하여 해양수산부에서 발간하는 국가해양생태계 종합조사 보고서 자료를 수집하여 분석하였다. 2015년부터 2019년까지 매년 5월과 8월 2차례에 걸쳐 총 1,354개의 정점에서 조사가 수행되었으며, 각 정점 별 생물다양성 및 분포패턴 비교를 위해 대형저서동물의 출현종, 서식밀도, 생체량 등이 조사되었다.

대형저서동물 채집은 국가해양생태계종합조사 조사지점서의 저서동물 채집방법에 따라 채집면적이 0.1 m²인 채니기를 사용하여 정점당 3회 반복 채집되었으

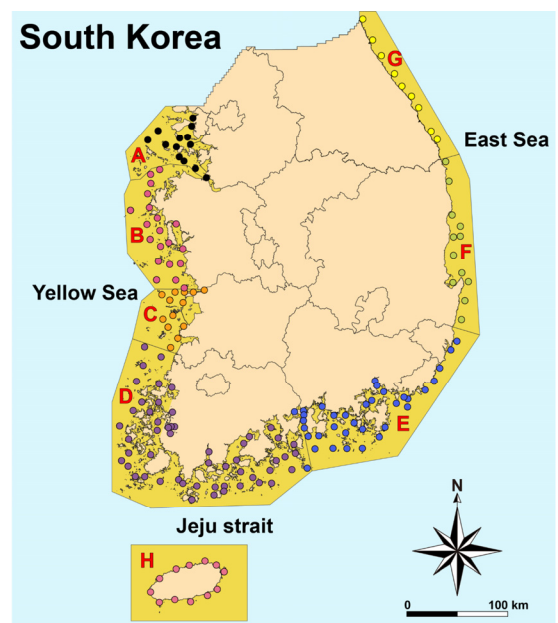


Figure 1. A map showing the study area(A: Gyeonggi-do, B: Chungcheongnam-do, C: Jeollabuk-do, D: Jellanam-do, E: Gyeongsangnam-do, F: Gyeongsangbukdo, G: Gangwon-do, H: Jeju-do).

며, 각각 채취된 퇴적물은 망목 지름 1 mm 체를 사용하여 현장에서 퇴적물과 잔존물을 세척하여 분리한 후 10% 중성 포르말린 용액으로 고정하였다(해양수산부, 2019). 이렇게 분리된 생물은 현미경으로 가능한 종 수준까지 동정하여 출현종 수, 단위면적당 개체수, 생물량을 분석하였다. 출현종은 과거와 현재의 종명이 다른 경우 World Register of Marine Species (WoRMS) 데이터베이스를 참고하여 자료를 최신화하였다.

각 정점별, 광역자치단체별 대형저서동물 생물다양성 및 분포 패턴 비교를 위해서 생태지수 및 집괴분석을 수행하였으며, 집괴분석 결과 각 정점군이 구분되는데 기여하는 종을 파악하기 위해 SIMPER분석을 실시하였다. 집괴분석과 SIMPER분석은 PRIMER v.6 software를 이용하였으며, 대형저서동물 군집은 각 광역지자체별로 경기도(GG), 충청남도(CN), 전라북도(JB), 전라남도(JN), 경상남도(GN), 경상북도(GB), 강

원도(GW), 제주도(JJ)로 구분하여 분석하였다. 생태지수 분석을 위해 Shannon 다양성지수(H') (Shannon and Weaver, 1963), Margalef 종풍부도지수(d) (Margalef, 1958), Pielou 균등도지수(J') (Pielou, 1966)를 계산하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 대형저서동물 군집조성

국가해양생태계종합조사 자료를 분석한 결과, 2015년부터 2019년까지 조사정점수는 총 1,354개로 지역별로 보면, 전라남도가 320개 정점으로 가장 많았고, 경상남도(301개), 경기도(184개), 전라북도(168개), 경상북도(166개), 충청남도(116개), 제주도(55개), 강원도(44개) 순이었다(Table 1). 조사결과 1,354개 정점에서 총 2,070종이 출현하였으며, 분류군별로 보면 환형

Table 1. Ecological characteristics of macrobenthic fauna in various station groups

	GG	CN	JB	JN	GN	GB	GW	JJ
No. of Stations	184	116	168	320	301	166	44	55
No. of species	894	760	884	1223	1019	790	441	571
Mollusca	166	157	201	298	236	180	110	102
Arthropoda	253	202	255	339	266	174	78	162
Annelida	373	318	344	450	407	337	206	245
Echinodermata	50	41	38	67	54	58	22	24
Others	52	42	46	69	56	41	25	38
Density (ind./m ²)	3780	3744	5494	2364	3377	3826	5739	1875
Biomass (g/m ²)	175.1	207.6	305.5	259.7	390.2	647.6	2440.1	93.1
Diversity (H')	2.0±1.8	2.3±2.2	2.1±2	2.3±2.3	2.1±1.9	2.2±1.2	2.4±1	2.3±2.2
Richness (d)	2.6±0.2	3.3±0.1	3.1±0.2	3.2±0.2	2.8±0.2	2.8±0.1	3.4±0.1	3.1±0.1
Evenness (J')	0.8±0.8	0.8±0.8	0.7±0.9	0.8±0.9	0.8±0.9	0.8±0.5	0.7±0.5	0.9±0.9
Dominant species(ind./m ²)								
<i>Ampelisca misakiensis</i>	2	2	-	10	12	-	-	14
<i>Ampharete arctica</i>	50	35	20	14	11	2	8	21
<i>Eriopisella sechellensis</i>	2	2	8	14	21	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	217	46	134	40	48	5	14	4
<i>Lumbrineris longifolia</i>	14	3	80	13	15	128	81	-
<i>Magelona japonica</i>	-	-	-	15	34	33	-	-
<i>Mediomastus californiensis</i>	29	24	44	21	13	-	-	-
<i>Nephtys polybranchia</i>	13	23	55	4	5	-	-	-
<i>Notomastus latericeus</i>	23	167	53	6	4	4	11	9
<i>Ogyrides orientalis</i>	-	39	32	-	-	-	-	-
<i>Praxillella affinis</i>	6	8	3	22	9	30	41	14
<i>Sabellaria ishikawai</i>	46	34	-	-	-	-	-	-
<i>Sigambra tentaculata</i>	12	25	29	14	10	4	-	2
<i>Sternaspis scutata</i>	18	20	43	16	23	-	6	-
<i>Tharyx sp.</i>	12	5	9	20	48	21	10	-
<i>Theora lata</i>	10	26	53	31	44	4	-	-

동물이 639종(30.9%)으로 가장 비율이 높았고, 연체동물 623종(30.1%), 절지동물 578종(27.9%), 극피동물 112종(5.4%) 순으로 나타났다(Fig. 2). 지역별로 보면 총 출현종수는 전라남도에서 1,223종으로 가장 많았고, 경상남도(1,019종), 경기도(894종), 전라북도(884종), 경상북도(790종), 충청남도(760종), 제주도(571종), 강원도(441종) 순으로 나타났다. 전라남도에서 가장 많은 출현종수를 보인 것은 다른 정점들에 비해 더 많은 정점과 더 넓은 범위에 걸쳐 조사가 이루어졌기 때문으로 판단된다. 분류군별로 보면 대부분 지역에서 환형동물의 비율이 40% 이상 차지하였고, 절지동물(25.7%), 연체동물(21.9%), 극피동물(5.3%) 순으로 나타났다. 정점당 평균 서식밀도는 1,260±419 ind./m²였

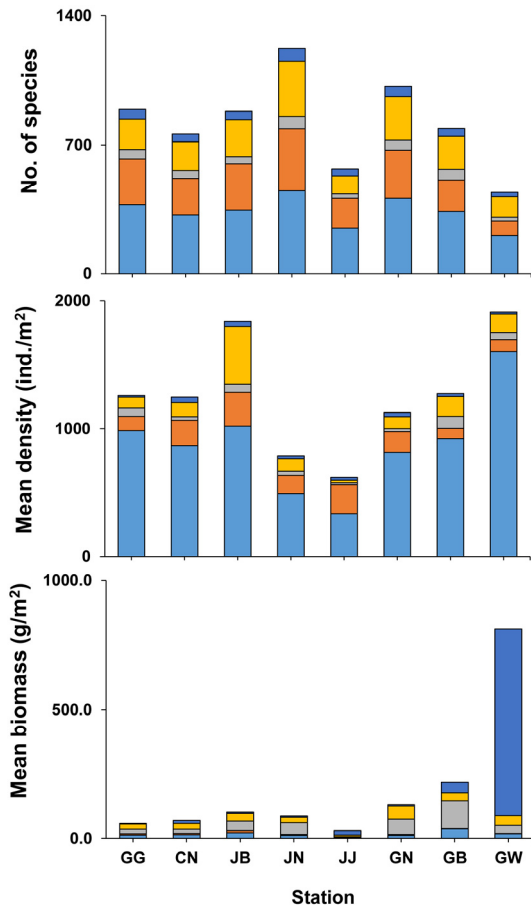


Figure 2. Variation of species number, density and biomass (GG: Gyeonggi-do, CN: Chungcheongnam-do, JB: Jeollabuk-do, JN: Jellanam-do, GN: Gyeongsangnam-do, GB: Gyeongsangbuk-do, GW: Gangwon-do, JJ: Jeju-do).

으며, 환형동물(883±354 ind./m², 68.5%), 절지동물(159±61 ind./m², 13.2%), 연체동물(145±123 ind./m², 12.3%), 극피동물(46±25 ind./m², 3.8%) 순으로 나타나 출현한 대형저서동물은 주로 환형동물로 출현종수(639종, 30.9%), 서식밀도(883±354 ind./m², 68.5%)에서 전체 대비 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 지역별 평균서식밀도를 보면 강원도(1,913±1,800 ind./m²), 전라북도(1,839±4,439 ind./m²), 경상북도(1,275±1,190 ind./m²), 경기도(1,260±2,382 ind./m²), 충청남도(1,248±1,999 ind./m²), 경상남도(1,127±3,650 ind./m²), 전라남도(790±905 ind./m²), 제주도(625±917 ind./m²) 순으로 나타났다. 정점당 평균 생체량은 극피동물(39.4±30.2 g/m², 35.6%), 연체동물(27.7±12.3 g/m², 23.2%), 환형동물(16.1±9.4 g/m², 12.4%), 절지동물(3.9±2.4 g/m², 4.2%) 순으로 나타났다. 지역별로, 강원도(813.4±8,338.5 g/m²), 경상북도(215.9±289.6 g/m²), 경상남도(130.2±291.2 g/m²), 전라북도(102.2±199.0 g/m²), 전라남도(868±200.0 g/m²), 충청남도(69.2±225.5 g/m²), 경기도(58.4±184.6 g/m²), 제주도(31.0±75.2 g/m²) 순으로 나타났다. 분류군별로 보면 연체동물은 경기도와 충청남도, 극피동물은 전라북도, 전라남도, 경상남도, 경상북도, 자포동물은 강원도에서 생체량이 가장 높게 나타났다. 전체적으로 우리나라 서해역의 경기도, 충청남도, 전라북도가 동해역의 강원도, 경상북도에 비해 출현종수가 높게 나타났으며, 반면에 동해역이 서해역에 비해 서식밀도와 생물량이 높게 나타났다.

3.2 주요 우점종 분포

조사지역에서 출현한 상위 1% 이상 비율을 차지하는 주요 우점종은 환형동물의 고리버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*), 긴자락송곳갯지렁이(*Lumbrineris longifolia*), 작은사슴갯지렁이(*Ampharete artica*), 버들갯지렁이류(*Mediomastus californiensis*), 오투기갯지렁이(*Sternaspis scutata*), 연체동물의 아기반투명조개(*Theora lata*), 절지동물의 긴다리안경옆새우(*Ampelisca misakiensis*), 옆새우류(*Eriopisella sechellensis*), 빨눈새우(*Ogyrides orientalis*) 등 이었다(Fig. 3; Table 1).

각 지역별 주요 우점종을 보면, 경기도에서 출현종의 17.2%를 차지한 환형동물의 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)가 가장 우점하였고, 얼굴갯지렁이류(*Aonides oxycephala*) (12.9%), 얼굴갯지렁이류(*Dispia oculata*) (7.4%), 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*) (4.0%), 길쭉둥근올타리갯지렁이(*Sabellaria ishikawai*) (3.6%) 순으로 나타났다. 충청남도에서는 출현종의 13.4%를 차지한 환형동물의 가는버들갯지렁이(*Notomastus latericeus*)

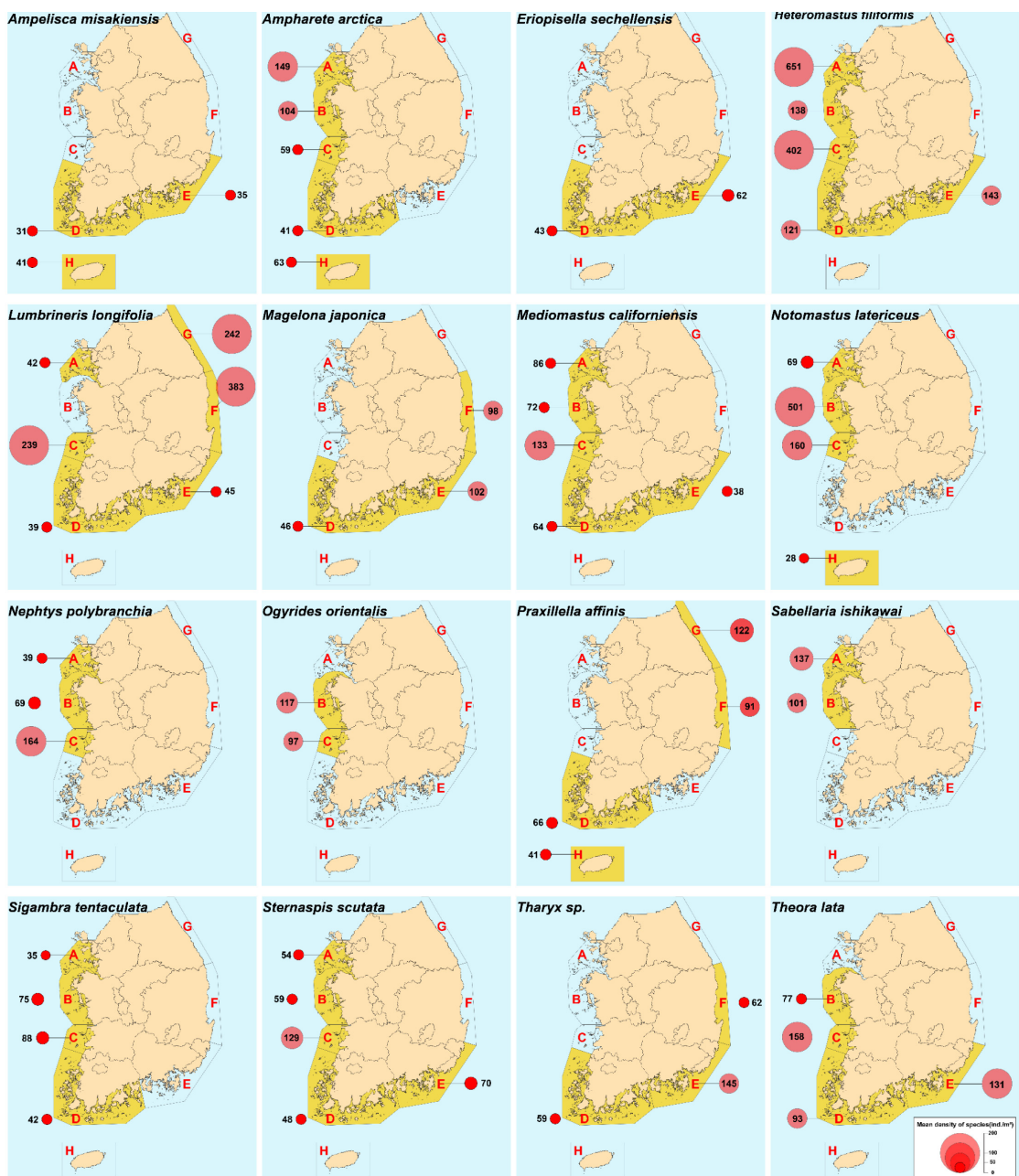


Figure 3. Spatial distribution of dominant species density in coast of Korea

가 가장 우점하였고, 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*) (3.7%), 절지동물의 빨래새우(*O. orientalis*) (3.1%), 관버섯갯지렁이(*Galathowenia oculata*) (2.8%), 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*) (2.8%) 순으로 나타났다. 전라북도에서는 연체동물의 쇠방사늑조개(*Potamocorbula amurensis*)가 출현종의 15.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 환형동물의 매끈예쁜얼굴갯지렁이(*Prionospio japonica*) (8.4%), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*) (7.3%), 긴자

락송갯지렁이(*Lumbrineris longifolia*) (4.4%) 등이 우점하였다. 전라남도에서 환형동물의 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*) (5.1%), 예쁜얼굴갯지렁이류(*Prionospio rugosa*) (4.5%), 연체동물의 아기반투명조개(*Theora lata*) (3.9%) 등이 우점하였다. 경상남도에서는 환형동물의 선녀얼굴갯지렁이류(*Pseudopolydora* sp.)가 21.6%로 가장 우점하였고, 실타래갯지렁이류(*Tharyx* sp.) (4.3%), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*) (4.2%) 도

우점하였다. 경상북도에서는 환형동물의 민송대나무갯지렁이(*Maldane cristata*) (10.1%), 긴자락송곳갯지렁이(*L. longifolia*) (10.0%), 양손갯지렁이류(*Magelona johnstoni*) (8.9%) 등이 출현하였고, 강원도에서는 구슬수염갯지렁이류(*Dorvillea matsushimaensis*) (16.0%), 양손갯지렁이류(*M. johnstoni*) (8.6%), *Polygorius* sp.(7.6%) 등이 출현하였다. 제주도에서는 절지동물의 올찬붙은꼬리옆새우류(*Guernea* sp.) (9.3%), 환형동물의 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 꼬리대나무갯지렁이(*Praxillella affinis*) (2.2%) 등이 우점하였다. 우점종 중 환형동물의 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), 긴자락송곳갯지렁이(*L. longifolia*), 버들갯지렁이류(*M. californiensis*), 투구갯지렁이류(*Sigambra tentaculata*), 오투기갯지렁이(*S. scutata*), 연체동물의 아기반투명조개(*T. lata*)는 우리나라 대부분의 지역에서 우점하여 출현하였고, 절지동물의 긴다리안경옆새우(*Ampelisca misakiensis*), *Eriopisella sechellensis*, 환형동물의 양손갯지렁이(*Magelona japonica*), 실타래갯지렁이류(*Tharyx* sp.)는 남해연안에서 주로 출현하는 특징을 보였다. 그 외의 종들은 서해연안에서 주로 출현하는 특징을 보여 각 해역에 따라 우점종 출현 양상에 차이를 보였다.

3.3 생태지수

조사점의 각 지자체 별 대형저서동물의 종다양성지수(H')는 2.0-2.4, 종풍부도지수(d)는 2.6-3.4, 종균등도지수(J')은 0.7-0.9의 범위를 보였다(Fig. 4). 그 중에서 가장 높은 종 다양성지수를 나타낸 지역은 강원도(2.4)이며, 그 다음으로 충청남도, 전라남도와 제주도(2.3), 경상북도(2.16), 경상남도와 전라북도(2.1), 경기도(2.0) 순으로 나타났다. 가장 높은 종 풍부도 지수를 나타낸 지역은 강원도(3.4)였으며, 충청남도(3.3), 전라남도(3.2), 전라북도와 제주도(3.1), 경상남도와 경상북도(2.8), 경기도(2.6) 순으로 나타났다. 종 균등도지수는 지역별로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 생태지수의 차이는 계산식에서 종 다양성지수는 우점도에 의한 영향을 받고, 종 풍부도지수는 같은 종수에서 서식밀도가 낮은 경우에 높은 값을 보이기 때문이다.

3.4 정점군

지역별 우점종 개체수 자료를 토대로 집괴분석을 수행한 결과, 유사도 40% 수준에서 크게 3개의 정점군(A, B, C)으로 구분되었다(Fig. 5). 정점군 A는 서해에 위치한 경기도, 충청남도, 전라북도 지역으로 구성되며, 출현종수는 1,298종, 평균 서식밀도 1,449 ind./m²,

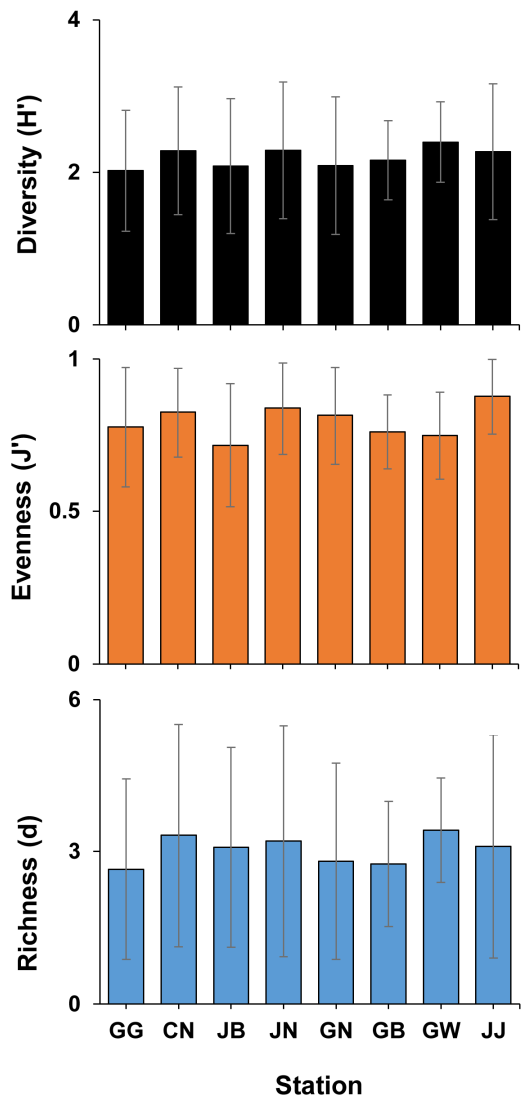


Figure 4. Variation of species diversity, evenness and richness index in coast of Korea

생물량은 76.6 g/m²으로 나타났다. SIMPER 분석결과 환형동물의 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), 가는버들갯지렁이(*N. latericeus*), 작은사슴갯지렁이(*A. arctica*), 투구갯지렁이류(*S. tentaculata*) 등이 정점군을 구성하는데 기여하였다. 환형동물의 *N. latericeus*는 경기만(Yu et al., 2006), *S. tentaculata*는 충청남도 천수만(Jeong et al., 2014), 금강 하구역(Lee and Ryu, 2018)에서도 출현하여 본 연구결과와 유사하게 나타났다.

정점군 B는 남해역에 위치한 전라남도과 경상남도 지역으로 구성되었으며, 출현종수는 가장 많은 1,509종, 평균 서식밀도 958 ind./m², 생물량 108.5 g/m²으로 나타났다. 주요 종으로 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*),

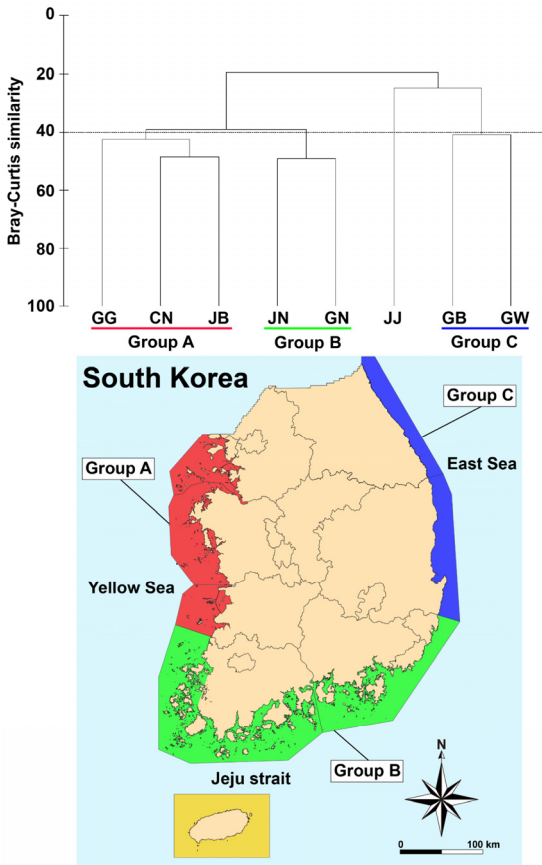


Figure 5. Map showing the station groups classified by the cluster analysis based on density data

실타래갯지렁이류(*Tharyx* sp.), 양손갯지렁이(*M. japonica*), 절지동물의 *E. sechellensis* 등이 정점군을 구성하는데 기여하였다. 절지동물의 *E. sechellensis*는 여자만(Lim, 2015), 남해도 해역(Lim et al., 2016)에서, 환형동물 *Tharyx* sp.는 가막만(Shin, 1995), 앵강만(Lim et al., 1999), 남해 소리도(Lim and Choi, 2001)에 분포하는 특성을 보여 남해역에 주로 분포하는 것으로 판단된다.

정점군 C는 동해에 위치한 경상북도와 강원도 지역들로 구성되었고, 출현종수는 914종, 평균 서식밀도는 1,594 ind./m², 생물량은 514.6 g/m²으로 나타났다. 기여종으로는 환형동물의 양손갯지렁이류(*M. johnstoni*), 양손갯지렁이(*M. japonica*), 긴자락송곳지렁이(*L. longifolia*), 꼬리대나무갯지렁이(*P. affinis*) 등이었으며, 환형동물의 *M. japonica*와 *L. longifolia*는 울진(Yu et al., 2011; Kwon et al., 2017), 강릉 남대천(Hong et al., 2004)에서 우점하였던 결과와 유사하게 나타났다.

본 연구결과, 연안에서 공통적으로 우점한 종들로는

환형동물의 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*), 긴자락송곳지렁이(*L. longifolia*), 오투기갯지렁이(*S. scutata*), 연체동물의 아기반투명조개(*T. lata*)가 우리나라 연안역에서 광범위하게 출현하는 것으로 보고되어왔다. *H. filiformis*는 2019년 한강, 금강 하구역에서 각각 16%와 13%의 높은 점유율을 보였고, 낙동강에서도 3.6%의 점유율을 보인 특징을 보였으며(Lim et al., 2019), 2014년과 2015년 금강하구역 연구에서 *S. scutata*와 함께 주요 우점종으로 출현하였다(Lee and Ryu, 2018). Hong et al. (2000)의 강원도 양양 남대천 연구와 Lim and Hong (2011)에서도 *H. filiformis*가 우점종으로 출현하였다. *L. longifolia*, *S. scutata*와 *T. lata*는 남해 광양만(Shin and Koh, 1990), 경기만(Koh et al., 1997; Shin and Koh, 1998), 진해만(Baik and Yun, 2000), 영산강 하구역(Lim and Seo, 2011), 천수만(Jeong et al., 2014), 남해도(Lim et al., 2016)에서 우점종으로 출현한 것으로 보고되어, 이 종들이 한국 연안의 주요 출현종으로 판단된다.

저서동물군집 분포를 결정하는 일차적인 환경요인으로 퇴적상에 따라 생물상이 구분되는 특징을 보인다(Ysebaert et al., 2003; Pollack et al., 2011). 서남해안은 주로 세립한 니질퇴적상이며(Jeong et al., 2014; Lim and Seo, 2011; Lim et al., 2016; Seo et al., 2016; Lim et al., 2019), 우점종으로는 *H. filiformis*, *N. latericeus*, *S. tentaculata*, *E. sechellensis*, *T. lata*가 출현하였고, 동해안은 주로 조립한 사질퇴적상으로(Yu et al., 2011; Kwon et al., 2017), *M. japonica*, *P. affinis*가 우점하는 것으로 나타났다. 제주도 연안역은 다른 해역에 비해 아열대 기후에 속하며, 주로 암반으로 이루어진 지형적 특징에 의해 부착기질에 서식하는 자포동물과 해조류의 비율이 높은 것으로 알려져 있어 독특한 저서생물상을 보였다(Ko et al., 2008; Ko et al., 2011; Kang et al., 2015; Kim et al., 2016; Kim et al., 2018). 이와 같이 조사지역의 퇴적환경은 대형저서동물의 생물상을 결정하는 중요한 환경요인의 하나로 간주된다(Ryu et al., 2011).

4. 결론

본 연구에서는 2015년부터 2019년까지 국가해양생태계 종합조사 자료를 이용하여 우리나라 연안에 서식하고 있는 광역지자체 별 대형저서동물 군집분포를 살펴보고자 수행되었다. 총 2,070종의 대형저서동물이 출현하였으며, 이 중 환형동물이 639종(30.9%)으로 가장 많은 출현빈도를 보였고, 연체동물 623종(30.1%), 절지동물 578종(27.9%), 극피동물 112종(5.4%) 순으로

각각 나타났다. 해역별로 우점종이 다르게 나타났는데, 서해는 환형동물 고리버들갯지렁이(*Heteromastus filiformis*), 가는버들갯지렁이(*Notomastus latericeus*), 작은사슴갯지렁이(*Ampharete arctica*), 남해는연체동물 아기반투명조개(*Theora lata*), 환형동물 고리버들갯지렁이(*H. filiformis*)와 실타래갯지렁이류(*Tharyx* sp.), 동해에서는 긴자락송곳지렁이(*Lumbrineris longifolia*), 양손갯지렁이류(*Magelona* sp.)와 꼬리대나무갯지렁이(*Praxillella affinis*)가 우점하였다. 국가해양생태계 종합조사는 2015년 이후에 현재 조사수행체제로 개편되어 2년 주기로 우리나라 전체 연안을 조사하고 있어 한반도 주변 바다에서 저서생태계를 포함하여 부유생태계, 유영생태계의 시공간 분포 특성을 파악할 수 있는 자료를 제공한다. 해양수산부는 해양환경정보포털(www.meis.go.kr)을 통해 누구나 자료를 다운로드 받을 수 있도록 하여 해양과학의 대중화를 위해 노력하고 있다. 본 논문에서 시도한 광역지자체 별 대형저서동물 군집의 특성 분석은 국내에서 처음으로 시도되었으며, 2021년부터 광역지자체에서 수립하고 있는 해양생태계 관리 세부실천계획에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 향후, 자료가 축적된다면 국내 해양생태계의 상태를 보다 정밀하게 진단하고 미래 변화를 정확하게 예측할 수 있는 기반이 될 것이며, 각 해역에 맞는 생태계 기반 해양공간관리가 실현할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 '과학기술기반 해역이용영향평가 기술개발(2021-0427)', '생태계기반 해양공간분석 및 활용 기술 개발(2017-0325)', '새만금 주변해역 해양환경 및 생태계관리 연구개발(2014-0257)' 연구사업의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Bilyard, G., 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Marine Pollution Bulletin*, 18:581-585.
2. Bray, J. R. and J. T. Curtic, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
3. Daan, N. 1973. A quantitative analysis of the food of North Sea cod (*Gadus morhua*), *Netherlands Journal of Sea Research*, 6:479-517.
4. Hong, J. S., I. S. Seo, K. T. Yoon, I. S. Hwang and C. S. Kim, 2004. Notes on the benthic macrofauna during September 1997 Namdaecheon Estuary, Gangneung, Korea. *The Korean Journal of Environment Biology*, 22:341-350.
5. Jeong, R. H., I. S. Seo, W. C. Lee, H. C. Kim, S. R. Park, J. B. Kim, C. W. Oh and B. M. Choi, 2014. Community structure and health assessment of macrobenthic assemblages at spring and summer in Cheonsu Bay, West coast of Korea. *Journal of Korean Society of Oceanography*, 19:272-286.
6. Kang, G. S., Y. D. Ko and Y. S. Kim, 2015. Flora and Community Structure of Subtidal zone in South Jeju, Korea. *The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*. 27: 273-283.
7. Kim, B. Y., J. C. Ko and H. G. Choi, 2016. Rock type difference and benthic community structures in the coast of Jeju, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology*, 30: 996-1008.
8. Kim, B. Y., J. C. Ko and H. G. Choi, 2018. Monitoring of Macroalgal Flora and Community Structure in the Subtidal Zone around Jeju Coasts and Gapado Island, Korea (2013-2015). *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 51: 262-227.
9. Kim, H. C., Choi, B. M., Jung, R. H., Lee, W. C., Yun, J. S. and I. S. Seo, 2016. The Community Structure of Macrobenthic Assemblages in the Taehwa River Estuary, Ulsan, Korea. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, 22:694-707.
10. Ko, J. C., J. H. Koo and M. H. Yang, 2008. Characteristics of Ocean Environmental Factors and Community Structure of Macrobenthos around Munseom, Jeju Island, Korea. *Korean Journal of Malacology*, 24: 215-228.
11. Ko, J. C., J. H. Koo, S. J. Lee, D. S. Chang and S. H. Jo, 2011. Community Structure of Macrobenthic Invertebrates of Fishing grounds in the coastal waters of Jeju Island. *Korean Journal of Malacology*, 27: 229-246.
12. Koh, B. S., J. H. Lee and J. S. Hong, 1997. Distribution patterns of the benthic macrofaunal community in the coastal area of Incheon, Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 2:31-41.
13. Kwon, S. H., O. H. Yu and H. G. Lee, 2017.

- Community structure of macrobenthos around the thermal discharge area of the Uljin nuclear power plant in the east sea, Korea. *Ocean and Polar Research*, 39:125-148.
14. MOF, 2015. National marine ecosystem monitoring program 2015. Ministry of Oceans and Fisheries. 146-183p.
 15. MOF, 2016. National marine ecosystem monitoring program 2016. Ministry of Oceans and Fisheries. 144-186p.
 16. MOF, 2017. National marine ecosystem monitoring program 2017. Ministry of Oceans and Fisheries. 57-404p.
 17. MOF, 2018. National marine ecosystem monitoring program 2018. Ministry of Oceans and Fisheries. 123-150p.
 18. MOF, 2019. National marine ecosystem monitoring program 2019. Ministry of Oceans and Fisheries. 169-211p.
 19. Lee, J. H. and J. Ryu, 2018. Short-term variations in spatial distribution of the macrozoobenthic community near the Geum River estuary, Korea. *The Korean Society for Marine Environment and Energy*, 21:368-380.
 20. Lim, H. S., 2015. Spatial distribution of soft bottom macrobenthos of Yeolja Bay in summer season, south coast of Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 20:78-91.
 21. Lim, H. S. and J. W. Choi, 2001. Macrobenthic community in the soft bottom around Sorido Island, southern coast of Korea. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 34:225-237.
 22. Lim, H. S., H. S. Park, J. W. Choi, J. G. Je, 1999. Macrobenthic community of the subtidal soft bottom of Aeanggung Bay in the southern coast of Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 4:80-92.
 23. Lim, H. S. and C. H. Seo, 2011. Structure change of macrozoobenthic community after 10 years in Youngsan River estuarine Bay, Southwest coast of Korea. *Journal of the Korean society of Oceanography*, 16:254-267.
 24. Lim, H. S., J. W. Choi and S. D. Choi, 2016. The Community structure of macrozoobenthos and its spatial distribution in the subtidal region off the Namhaedo Island, South coast of Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 21:11-23.
 25. Lim, H. S., J. Y. Seo, J. H. Lee, H. C. Shin, and J. Ryu, 2019. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos in the three estuaries of South Korea. *Journal of the Korean society of Oceanography*, 24:106-127.
 26. Margalef, R., 1958. Information Theory in Ecology. *General Systems*, 3:36-71.
 27. Millet, B., Guelorget, O., 1994. Spatial and Seasonal Variability in the Relationships between Benthic Communities and Physical Environment in a Lagoon Ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 108:161-174.
 28. Olsgard, F., Gray, J. S., 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 122:227-306.
 29. Pielou, E. C., 1966. The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13:131-144.
 30. Pollack, J. B., T. A. Palmer and P. A. Montagna, 2011. Long-term trends in the response of benthic macrofauna to climate variability in the Lavaca-Colorado Estuary, Texas. *Marine Ecology Progress Series* 436: 67-80.
 31. Ryu, J., Khim, J. S., Choi, J. W., Shin, H. C., An, S., Park, J., Kang, D., Lee, C. H., Koh, C. H., 2011. Environmentally Associated Spatial Changes of a Macrozoobenthic Community in the Saemangeum Tidal Flat, Korea. *Journal of Sea Research*, 65:390-400.
 32. Seo, J. Y., J. H. Kim and J. W. Choi, 2016. Community structures of macrozoobenthos in the subtidal area of the Nakdong River estuary, Korea. *Journal of the Korean society of Oceanography*, 21:112-124.
 33. Shannon, C. E. and Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117p.
 34. Shin, H. C. and C. H. Koh, 1990. Temporal and spatial variation of polychaete community in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *Journal of the Oceanological Society of Korea*, 25: 205-216.
 35. Shin, H. C., 1995. Benthic polychaetous

- community in Kamak Bay, southern coast of Korea. *Journal of the Oceanological Society of Korea*, 30:250-261.
36. Snelgrove, P. R. V. and C. A. Butman, 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*, 32:111-177.
37. Sousa, R., Dias, S., Antunes, J. C., 2006. Spatial Subtidal Macrobenthic Distribution in Relation to Abiotic Conditions in the Lima Estuary, NW of Portugal. *Hydrobiologia*, 559:135-148.
38. Warwick, R. M., Ashman, C. M., Brown, A. R., Clarke, K. R., Dowell, B., Hart, B., Lewis, R. E., Shillabeer, N., Somerfield, P. J., Tapp, J. F., 2002. Inter-annual Changes in the Biodiversity and Community Structure of the Macrobenthos in Tees Bay and the Tees Estuary, UK, Associated with Local and Regional Environmental Events. *Marine Ecology Progress Series*, 234:1-13.
39. Ysebaert, T., Fettweis, M., Meire, P. and Sas, M., 2005. Benthic Variability in Intertidal Soft-sediments in the Mesohaline Part of the Schelde Estuary. *Hydrobiologia*, 540:197-216.
40. Ysebaert, T., Meire, P., P. M. J. Herman and Verbeek, H., 2002, Macrobenthic Species Response Surfaces along Estuarine Gradients: Prediction by Logistic Regression, *Marine Ecology Progress Series*, 225:79-95.
41. Ysebaert, T., P. M. J. Herman, P. Meire, J. Craeymeersch, H. Verbeek and C. H. R. Heip, 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 57:335.
42. Yu, O. H., S. G. Paik, H. G. Lee and J. H. Lee, 2011. Spatiotemporal distribution of macrobenthic communities in the coastal area of Uljin and its relation to environmental variables. *Ocean and Polar Research*, 33:421-434.