

연평도 연안에서 채집된 수산동물의 종조성 및 월별변동

박 준 · 이형빈* · 한송현** · 김맹진†

국립수산과학원 서해수산연구소(연구원) · *국립수산과학원 수산자원연구센터(연구사) ·
**국립수산과학원 제주수산연구소(연구사) · †국립수산과학원 서해수산연구소(연구사)

Species Composition and Monthly Variation of Aquatic Animals Collected in the Coastal Waters off Yeonpyeong-do, Korea

Jun PARK · Hyung-Bin LEE* · Song-Hun HAN** · Maeng-Jin KIM†

Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National(researcher) ·
*Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science(researcher) · **Fisheries Resources and Environment Division, Jeju Fisheries Research Institute, National(researcher) · †Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National(researcher)

Abstract

Species composition and monthly variation of aquatic organism in the Yeonpyeong-do, Korea were investigated using catches by gill net and pots from March 2017 to February 2018. A total of 62 species, 9,676 individuals and 534,357g of aquatic animals were collected during the study. Aquatic animals were composed of 26 species of Pisces, 21 species of Crustacea, 6 species of Gastropoda, 4 species of Echinodea, 2 species of Cephalopod and Bivalvia and 1 species of Holothuroidea. A total of 24 species, 1,417 individuals and 370,868g were collected by the gill net, and 52 species, 8,259 individuals and 95,422g were collected by the pots. As for the monthly number of species, pots sampled the highest number of 20 species in April 2017 and the smallest with 10 species in January 2018. The number of species decreased in summer and increased again in autumn. The species was low in winter. In the case of gill nets, the highest species was sampled with 12 species in June 2017, and the lowest was shown with 1 species in January 2018.

Keywords: Species composition, Monthly variation, Yeonpyeong-do, Pots, Gill net

I. 서론

조사대상 해역인 연평도는 인천 서해5도에 속해 있는 섬으로, 대연평도와 소연평도로 나누어져 있으며, 주변해역은 지리적 및 기후적 영향을 받아서 해양환경의 변화가 심하다.

위치는 북위 37° 65', 동경 125° 45'으로 우리나라 서해 최북단에 위치하고 있고, 북한의 부포리로부터 연평도까지 10 km의 거리를 두고 있다. 1960년대에는 조기어장이 주를 이루었으나, 현재는 꽃게가 풍부하여 어민들의 주요 소득원으로 이용되고 있다. 이러한 연평도는 군사 지리적으

† Corresponding author : 032-745-0617, kimmj0106@korea.kr,

※ 본 연구는 국립수산과학원 시험연구사업 ‘서해연안어업 및 환경생태조사(R2022036)’의 지원에 의해 수행되었습니다.

로 중요한 요충지이고, 꽃게, 고등류 등 상업적으로 유용 수산생물이 다양하게 서식하는 것으로 알려져 있다(NIFS, 2015). 그러나 지리학적 위치와 군사상의 이유로 어선의 야간 조업 및 조업구역 제한을 받고 있고, 중국 어선의 불법조업이 빈번하게 행해지고 있다. 이와 같이 우리나라 수산업에서 연평도가 중요한 위치를 차지함에도 불구하고 이 주변해역 서식하고 있는 수산생물에 대한 연구보고는 서해5도 수산자원정밀조사평가(NIFS, 2015) 등 일부 연구가 있을 뿐 수산생물 서식 어종의 정보는 매우 부족한 실정이다.

지금까지 우리나라 연안에서 자망과 통발에 이용한 연구는 가덕도 연안(An and Huh, 2002), 고리주변해역 연안(Huh et al., 2010), 태안연안(Jeong et al., 2012), 동해 연안(Choi et al., 2012), 제주도 사계연안 (Kim et al., 2014), 여수 연안(Oh et al., 2014), 동해남부해역(Park and Huh, 2015), 여수 금오열도 연안(Kim et al., 2017), 백령도 연안(Park et al., 2018)등에서 수행되었다. 그러나 이러한 연구들은 동해와 남해에서 이루어진 연구가 대부분이며, 서해에서 이루어진 연구는 부족한 실정이다. 또한 대부분의 연구는 어류를 대상으로 한 연구이며, 전체 수산생물에 대한 군집연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 연평도 연안에서 출현하는 수산생물의 자원생물학적 연구의 일환으로, 자망과 통발에 어획되는 수산생물을 정량적으로 조사하여 월별 어종별 종조성 및 종다양도지수를 구하여 월별변동을 분석함으로써 연평도 연안에 서식하는 수산생물상을 파악하고자 하였다.

II. 연구 및 방법

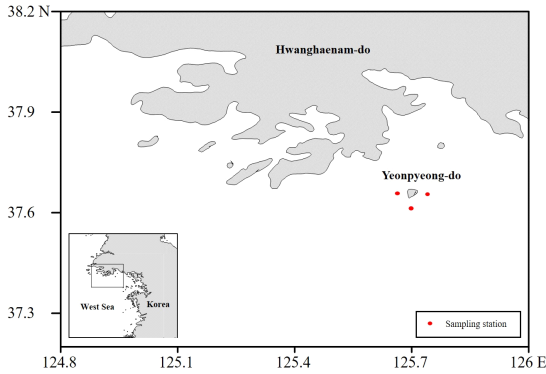
연평도 연안에 출현하는 수산생물의 종조성 및 월별 변동을 알아보기 위해 2017년 3월부터 2018년 2월까지 매월 1회씩 총 12회 어획 조사를 실시하였다. 조사 해역은 대조기와 소조기의 조석

에 따라 조류의 영향이 매우 크게 나타나므로 이 연구에서는 조석의 영향에 최소화하기 위해 조금 시기에 조사를 실시하였다. 각 월별로 3개 정점에서 실시하였으며, 정점당 자망 1틀과, 통발 30개를 기준으로 전날 오전에 투망하고 다음날 오전에 양망하였다([Fig. 1]). 이때 사용한 자망은 길이 150 m, 높이 1.6 m였고, 통발은 직경 59 cm, 높이 25 cm, 망목크기 35 mm인 원형 통발을 사용하였다. 그리고 수온 및 염분과 어획물의 관계를 알아보기 위해 수질측정기(YSI, USA)를 이용하여 수온은 0.1℃ 단위까지 염분은 0.1 psu 단위까지 측정하였다. 통발에 채집된 어획물은 실험실로 운반 후 어종별 개체수, 생체량 및 표준체장을 측정하였다. 이때 어획물에 대한 종 동정, 분류체계 및 학명은 Kim et al.(2005), Hong (2006), Min et al.(2004)을 참고하였다. 채집된 수산생물의 월별변동을 분석하기 위하여 출현 종수, 개체수 및 생체량을 산출하여 계절별 수적·양적 변동을 비교하였으며, 종다양성지수(H')를 계산하였다(Shannon and Weaver, 1949).

조사기간 동안 통발에 의한 어획량을 1회 조사 시 1개의 통발당 생체량(g/pot)과 개체수(ind./pot)로 환산하여 CPUE(catch per unit effort)를 계산하였으며, CPUE의 계산방법은 Atessahin and Duman (2018)의 식을 사용하였고 식은 다음과 같다.

$$CPUE = (\text{kg 또는 개체수로 나타난 어획량}) / (\text{전체통발개수} \times \text{침지시간})$$

이를 통해 계산된 연평도 통발의 CPUE 값은 다른 해역에서의 자료를 기반으로 동일한 방법을 사용하여 추정된 통발의 CPUE 값들과 비교, 분석하였다. 그리고 수온과 출현종수, 출현개체수, 생체량에 미치는 영향을 알아보기 위해 SPSS (Ver 14.0 SPSS Inc.)를 이용하여 피어슨 상관관계 값(Pearson correlation coefficient)을 구하고, 이들 값의 통계학적 유의성 검증을 실시하였다.

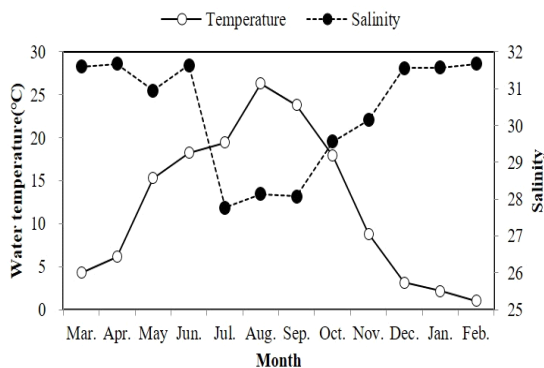


[Fig. 1] Map showing the study area in the coastal waters off Yeonpyeong-do, Korea.

Ⅲ. 연구 결과

1. 환경

조사기간 동안 연평도의 각 정점에서 관측된 수온과 염분은 정점에 따른 차이는 거의 없었다. 월별 수온은 1.0~26.3℃의 범위로 2018년 2월에 1.0℃로 가장 낮게 나타났으며, 2017년 8월에 26.3℃로 가장 높은 수온을 보였다. 염분은 27.8~31.7 psu의 범위로 2017년 7월에 27.8 psu로 가장 낮은 염분을 보였고, 4월에 31.7 psu로 가장 높은 염분을 보였다([Fig. 2]).



[Fig. 2] Seasonal variation of water temperature and salinity in the Yeonpyeong-do, Korea.

2. 종조성 및 출현량

조사기간 동안 자망과 통발에 의해 어획된 수산생물은 총 62종으로 어류가 26종으로 최우점하였고, 갑각류 21종, 복족류 6종 순으로 출현하여 이들이 전체 출현종수의 85.5%를 차지하였다. 전체 조사기간 중 어획된 총 개체수는 9,676개체, 생체량은 534,357g이었다. 개체수에 대한 우점종을 살펴보면, 그라비새우(*Palaemon gravieri*)는 6,188개체가 채집되어 총 개체수의 64.0%로 최우점하였고, 꽃게(*Portunus trituberculatus*) 10.5%, 민꽃게(*Charybdis japonica*) 8.6%, 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*) 3.0% 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 개체수의 83.1%를 차지하였다. 생체량의 우점종은 꽃게가 264,849g이 채집되어 49.6%로 최우점하였고, 민꽃게는 64,371g으로 12.0%, 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 57,663g으로 10.8%, 홍어(*Okamejei kenojei*)는 21,207g으로 4.0%의 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 생체량의 76.4%를 차지하였다(<Table 1>).

3. 어구별 종조성 및 출현량

조사기간 동안 자망에 의해 어획된 수산생물은 총 24종으로 어류가 13종으로 최우점하였고, 갑각류 4종, 두족류 2종, 복족류 2종 순으로 출현하여 이들이 전체 출현종수의 87.5%를 차지하였다(<Table 2>). 전체 조사기간 중 어획된 총 개체수는 1,417개체, 생체량은 370,868 g이었다. 개체수에 대한 우점종을 살펴보면, 꽃게가 1,011개체가 채집되어 총 개체수의 71.3%로 최우점하였고, 주꾸미(*Amphioctopus fangsiao*) 4.4%, 민꽃게 3.0% 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 개체수의 77.7%를 차지하였다. 생체량의 우점종은 꽃게가 264,205 g이 채집되어 71.2%로 최우점하였고, 넙치가 53,253g으로 14.4%, 홍어가 16,906 g으로 4.6%의 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 생체량의 90.2%를 차지하였다. 조사기간 동안 통발에 의해 어획된 수산생물은 총 52종으로 갑각류가

<Table 1> Species composition of the aquatic organism in the Yeonpyeong-do, Korea. N and W represent the number of individuals and biomass in gram

Scientific name	Total			
	N	N(%)	W	W(%)
Crustacea				
<i>Squilla oratoria</i>	29	0.3	724.0	0.1
<i>Palaemon gravieri</i>	6,188	64.0	17,602.1	3.3
<i>Matuta planipes</i>	18	0.2	429.0	0.1
<i>Alpheus japonicus</i>	5	0.1	20.0	0.0
<i>Portunus trituberculatus</i>	1,019	10.5	264,849.6	49.6
<i>Ocypode stimpson</i>	15	0.2	63.6	0.0
<i>Pandalus gracilis</i>	7	0.1	33.2	0.0
<i>Charybdis bimaculata</i>	5	0.1	41.0	0.0
<i>Crangon hakodatei</i>	25	0.3	68.6	0.0
<i>Charybdis japonica</i>	832	8.6	64,371.3	12.0
<i>Pagurus ochotensis</i>	12	0.1	138.4	0.0
<i>Eualus spathulirostris</i>	20	0.2	16.5	0.0
<i>Pagurus pectinatus</i>	4	0.0	29.0	0.0
<i>Pugettia quadridens</i>	1	0.0	2.2	0.0
<i>Paradorippe gramulata</i>	14	0.1	119.0	0.0
<i>Parthenope valida</i>	5	0.1	101.1	0.0
<i>Heptacarpus rectirostris</i>	1	0.0	1.0	0.0
<i>Pugettia intermedia</i>	171	1.8	243.2	0.0
<i>Latreutes anoplonyx</i>	10	0.1	4.0	0.0
<i>Alpheus rapax</i>	5	0.1	30.8	0.0
<i>Carcinoplax vestita</i>	12	0.1	58.0	0.0
Cephalopods				
<i>Octopus minor</i>	64	0.7	8,675.7	1.6
<i>Octopus ocellatus</i>	106	1.1	10,478.5	2.0
Gastropod				
<i>Yolutharpa ampullacea</i>	2	0.0	20.0	0.0
<i>Neptunea cumingi</i>	17	0.2	1,533.2	0.3
<i>Buccinum yokomaruae</i>	5	0.1	19.0	0.0
<i>Siphonalia cassidariaeformis</i>	7	0.1	27.0	0.0
<i>Varicrinassa varicifera</i>	34	0.4	57.4	0.0
<i>Rapana venosa venosa</i>	193	2.0	20,546.4	3.8
Echinoidea				
<i>Strongylocentrotus nudus</i>	12	0.1	350.0	0.1
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	24	0.2	905.0	0.2
<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	13	0.1	319.9	0.1
<i>Temnopleurus hardwickii</i>	75	0.8	1,800.3	0.3
Fishes				
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	2	0.0	62.0	0.0
<i>Hapalogerys mucronatus</i>	1	0.0	15.0	0.0
<i>Cociella crocodila</i>	1	0.0	462.0	0.1
<i>Liparis tanakai</i>	4	0.0	96.2	0.0
<i>Paralichthys olivaceus</i>	47	0.5	57,663.1	10.8
<i>Liparis chefuensis</i>	3	0.0	76.0	0.0
<i>Collichthys niveatus</i>	42	0.4	299.7	0.1
<i>Saurida undosquamis</i>	3	0.0	825.0	0.2
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	3	0.0	26.0	0.0
<i>Johnius grypotus</i>	1	0.0	19.0	0.0
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	10	0.1	8,364.0	1.6
<i>Hemirhamphus villosus</i>	1	0.0	275.7	0.1
<i>Nibea albiflora</i>	3	0.0	1,866.0	0.3
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	291	3.0	7,920.3	1.5
<i>Tridentiger barbatus</i>	42	0.4	396.2	0.1
<i>Platycephalus indicus</i>	89	0.9	22,407.0	4.2
<i>Chirolophis wui</i>	2	0.0	379.0	0.1
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	10	0.1	806.0	0.2
<i>Sebastes schlegelii</i>	11	0.1	2,121.0	0.4
<i>Hexagrammos otakii</i>	45	0.5	4,940.5	0.9
<i>Reponnecemus koreanus</i>	4	0.0	22.2	0.0
<i>Cynoglossus joyneri</i>	10	0.1	385.8	0.1
<i>Larimichthys polyactis</i>	2	0.0	178.0	0.0
<i>Synechogobius hasta</i>	63	0.7	9,801.0	1.8
<i>Okamejei kenojei</i>	31	0.3	21,207.8	4.0
<i>Sebastes koreanus</i>	1	0.0	4.0	0.0
Shellfish				
<i>Mactra chinensis</i>	2	0.0	11.0	0.0
<i>Solen strictus</i>	1	0.0	26.0	0.0
Holothuroidea				
<i>Protankyra bidentata</i>	1	0.0	23.8	0.0
Total	9,676	100.0	534,357	100.0

21종으로 최우점하였고, 어류 18종, 복족류 6종 순으로 출현하여 이들이 전체 출현종수의 86.5%를 차지하였다(<Table 3>). 전체 조사기간 중 어획된 총 개체수는 8,259개체, 생체량은 95,422 g이었다. 개체수에 대한 우점종을 살펴보면, 그라비새우는 6,188개체가 채집되어 총 개체수의 74.9%로 최우점하였고, 민꽃게 9.6%, 쉬쉬망둑 3.5% 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 개체수의 88.0%를 차지하였다. 생체량의 우점종은 민꽃게가 40,231g이 채집되어 42.2%로 최우점하였고, 그라비새우는 15.6%, 풀망둑(*Synechogobius hasta*)은 7.1%의 순으로 출현하였으며, 이들이 전체 생체량의 64.9%를 차지하였다.

4. 어구별 출현양상 및 월별변동

월별 출현종수는 자망의 경우 2017년 6월에 12종으로 가장 많은 종수를 보였고, 2018년 1월에 1종으로 가장 적은 종수를 보였다. 통발과는 다르게 여름철인 6, 7, 8월에 출현종수가 많았다 (Fig. 3). 통발의 경우는 2017년 4월에 20종으로 가장 많았고, 2018년 1월에 10종으로 가장 적은 종수를 보였다(Fig. 4). 수온이 상승하는 여름철인 6, 7, 8월에 출현종수가 감소하였고, 가을철인 9월과 10월에 다시 증가하였다. 겨울철인 12월과 1월, 2월에는 낮은 종수를 보였다. 개체수는 자망은 2017년 9월에 690개체로 가장 많은 개체를 보였고, 2017년 3월과 4월에 각각 11개체로 가장 적은 개체수를 나타내었다. 통발의 경우는 2017년 4월에 2,562개체로 가장 많은 개체를 보였고, 2017년 6월에 166개체로 가장 적은 개체수를 나타내었다. 생체량의 경우 자망의 경우는 2017년 8월에 171,412g으로 가장 많은 양이 채집되었고, 2018년 2월에 436g으로 가장 적은 양이 채집되었다. 통발은 8월에 27,021g으로 가장 많이 어획되었고, 2018년 2월에 3,048g으로 가장 적은 양이 채집되었다. 종다양도 지수는 자망의 경우 0.0~2.0의 범위로 2018년 1월에 가장 낮았고,

연평도 연안에서 채집된 수산동물의 종조성 및 월별변동

<Table 2> Species composition of the aquatic organism caught by gill net in the Yeonpyeong-do, Korea. N and W represent the number of individuals and biomass in gram

Scientific name	Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Crustacea												
<i>Matuta planipes</i>											3	153
<i>Portunus trituberculatus</i>							12	2,439	50	11,240	627	160,981
<i>Charybdis japonica</i>							5	416	15	1,123	18	136
<i>Parthenope valida</i>											3	75
Cephalopods												
<i>Octopus minor</i>	1	88					1	153	2	200		
<i>Octopus ocellatus</i>	6	845	3	25	1	138					3	9
Gastropod												
<i>Neptunea cumingi</i>			1	18			1	77				
<i>Rapana venosa venosa</i>	1	189	4	598	1	176	16	2,921	4	969	24	3,798
Echinoidea												
<i>Temnopleurus toreumaticus</i>												
<i>Temnopleurus hardwicki</i>			1	24					1	59	3	12
Fishes												
<i>Cociella crocodila</i>							1	462				
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	1,987			32	37,996	1	1,658			3	4,254
<i>Saurida undosquamis</i>							3	825				
<i>Cynoglossus semilaevis</i>					3	135						
<i>Hemitripterus villosus</i>	1	276										
<i>Nibea albiflora</i>												
<i>Platycephalus indicus</i>					40	1,948	4	83	1	591	6	1,995
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>					2	386	1	138				
<i>Hexagrammos otakii</i>					1	424						
<i>Cynoglossus joyneri</i>							1	38				
<i>Larimichthys polyactis</i>					2	178						
<i>Synechogobius hasta</i>												
<i>Okamejei kenojei</i>	1	583	2	142	7	4,628	3	1,879	1	612		
Holothuroidea												
<i>Protankyra bidentata</i>												
Total	11	3,967	11	807	89	46,009	49	11,089	74	14,793	690	171,412

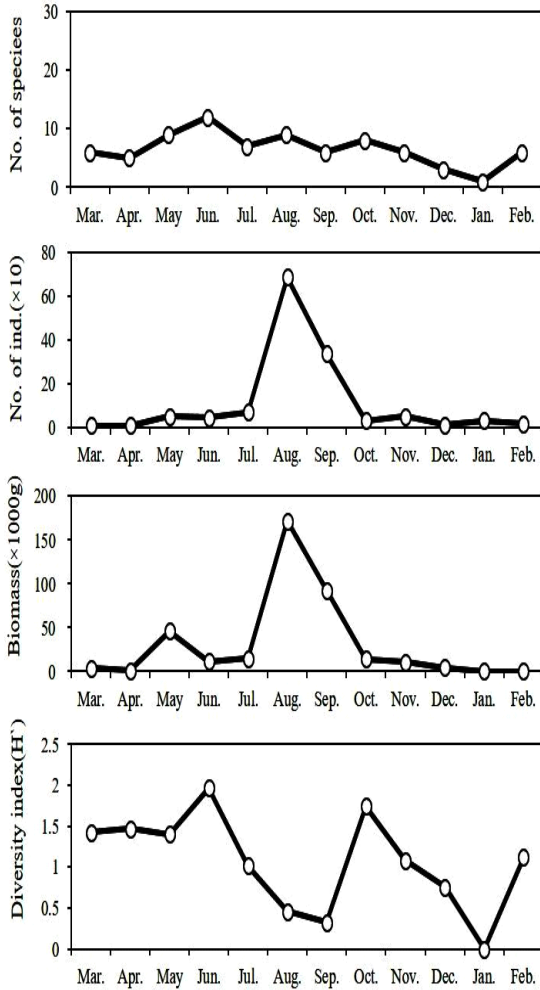
Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Total	
N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
												3	153
319	88,612	3	934									1,011	264,205
		3	469	1	9							42	2,153
										1	18	4	93
												4	441
		2	133	3	242	10	763	35	543			63	2,697
												2	95
3	111	8	826	36	6,245	1	200					98	16,032
										13	320	13	320
3	42									2	39	10	175
												1	462
3	393	1	122	3	3,278	3	3,565					47	53,253
												3	825
		3	2,966	4	448							10	3,549
												1	276
3	1,866											3	1,866
9	1,368	1	158									61	6,143
												3	524
												1	424
										1	4	2	42
												2	178
										1	32	1	32
		12	8,726	5	336							31	16,906
										1	24	1	24
340	92,392	33	14,334	52	10,558	14	4,527	35	543	19	436	1,417	370,868

<Table 3> Species composition of the aquatic organism caught by pots in the Yeonpyeong-do, Korea. N and W represent the number of individuals and biomass in gram

Scientific name	Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Crustacea												
<i>Squilla oratoria</i>	2	7			1	52	2	34	2	65		
<i>Palaemon gravieri</i>	1,740	5,341	2,416	6,838	157	48	6	16				
<i>Matuta planipes</i>			1	1					12	234		
<i>Alpheus japonicus</i>	1	6	1	2								
<i>Portunus trituberculatus</i>									3	472	1	155
<i>Ocyroide stimpsoni</i>												
<i>Pandalus gracilis</i>	3	14	4	19								
<i>Charybdis bimaculata</i>							2	17				
<i>Crangon hakodatei</i>												
<i>Charybdis japonica</i>	1	4	2	24	70	4,818	56	395	127	85	317	24,939
<i>Pagurus ochotensis</i>					3	28	6	73	2	36		
<i>Eualus spathulirostris</i>	1	1										
<i>Pagurus pectinatus</i>									4	29		
<i>Pugettia quadridens</i>												
<i>Paradorippe granulata</i>							3	13	11	16		
<i>Parthenope valida</i>									1	8		
<i>Heptacarpus rectirostris</i>												
<i>Pugettia intermedia</i>	38	39	11	11	2	2						
<i>Latreutes anoplonyx</i>												
<i>Alpheus rapax</i>	1	6	3	18								
<i>Entricoplax vestita</i>												
Cephalopods												
<i>Octopus minor</i>	2	28	13	159	11	1,482	26	395				
<i>Octopus ocellatus</i>					2	166					16	1,134
Gastropod												
<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>												
<i>Neptunea cumingi</i>	4	41	4	369	3	222	4	347				
<i>Buccinum yokomaruiae</i>											1	5
<i>Siphonalia cassidariaeformis</i>					3	1						
<i>Varicnassa varicifera</i>												
<i>Rapana venosa venosa</i>	3	154	6	135	9	3	15	976	49	2,466	7	294
Echinoidea												
<i>Strongylocentrotus nudus</i>												
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>												
<i>Temnopleurus hardwicki</i>			1	27	17	42	41	989			5	96
Fishes												
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>											2	62
<i>Haploxygnathys mucronatus</i>												
<i>Cociella crocodila</i>	1	28	2	66								
<i>Liparis chefuensis</i>												
<i>Liparis tanakai</i>												
<i>Tridentiger bifasciatus</i>			3	26								
<i>Johnius grypotus</i>							1	19				
<i>Chaeturichthys stigmattias</i>	76	198	61	1,666								
<i>Tridentiger barbatus</i>	2	18	23	231	1	1			2	2	6	69
<i>Platycephalus indicus</i>					20	5,362	1	7	1	156	1	136
<i>Chirolophis wui</i>			1	169	1	21						
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>					7	282						
<i>Sebastes schlegelii</i>	2	14			1	214	1	28	1	6	1	7
<i>Hexagrammos otakii</i>	13	189	7	77	5	1,856	10	349	3	18	2	65
<i>Repomucenus koreanus</i>			1	3								
<i>Cynoglossus joyneri</i>			1	42					1	31	1	31
<i>Synechogobius hasta</i>	4	594	1	99							1	28
<i>Sebastes koreanus</i>					1	4						
Shellfish												
<i>Mactra chinensis</i>												
<i>Solen strictus</i>							1	26				
Total	1,894	6,682	2,562	9,982	314	14,604	175	3,684	219	3,624	361	27,021

Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Total	
N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
6	141	9	222	6	122	1	18					29	661
48	45	64	112	334	877	612	169	336	99	475	1,375	6,188	14,920
2	41			3	12	4	17					15	276
												5	20
										15	64	8	644
												15	64
												7	33
		2	17	1	7							5	41
				12	4	5	14	7	14	1	1	25	33
114	8,444	99	1,427	4	95							790	40,231
										1	1	12	138
2	2	14	9	3	5							20	17
												4	29
										1	2	1	2
												14	29
												1	8
1	1											1	1
		3	4	2	3	78	135	22	35	15	14	171	243
		10	4	1	7							10	4
								12	58			5	31
												12	58
		1	89	7	916							60	3,069
4	131	10	667	10	86	1	62					43	2,246
								2	2			2	2
												15	979
4	14											5	19
3	12			1	5							7	18
1	2					26	47			7	9	34	57
4	112	2	78									95	4,218
		10	287	2	63							12	350
24	95											24	95
1	21											65	1,175
												2	62
1	15											1	15
		1	2									4	96
								3	76			3	76
						1	9	29	22	12	89	42	120
												3	26
												1	19
2	19	1	3	10	296	47	1,369	43	1,171	51	1,389	291	6,111
		7	4							1	9	42	333
4	729	1	91									28	6,481
												2	190
												7	282
				4	1,573	1	27					11	1,869
1	42	1	225	1	45	1	4					44	2,870
						3	19					4	22
1	37					3	114	1	53			8	308
		2	249	18	324	17	2,664	17	2,737	2	96	62	6,791
												1	4
2	11											2	11
												1	26
225	9,914	237	3,490	419	4,440	800	4,667	472	4,267	581	3,048	8,259	95,423

2017년 6월에 가장 높았고, 통발의 경우는 0.3~1.8의 범위로 4월에 가장 낮았고, 6월에 가장 높았다.

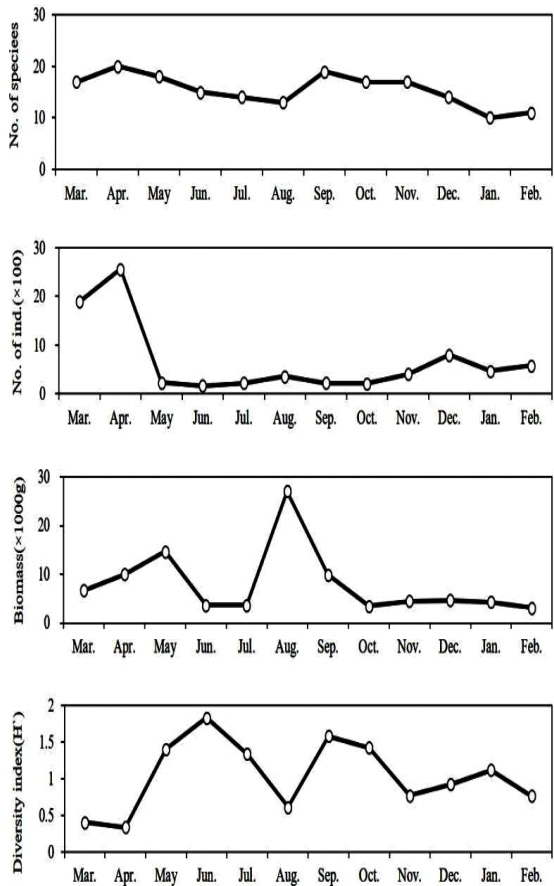


[Fig. 3] Monthly variation in number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of aquatic organism caught by gill net in the coastal waters off Yeonpyeong-do, Korea.

5. 어획과 환경요인과의 상관관계

조사기간동안 어획된 수산생물과 환경요인 중 수온과의 관계를 보다 명확히 알아보기 위해서

어구별로 Pearson's r 값을 계산하여 상관관계를 알아본 결과(<Table 4>), 자망을 이용한 조사에서는 수온과 개체수, 생체량 또는 종수 간은 양의 상관관계를 보였으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 통발을 이용한 조사에서 수온과 개체수, 수온과 종수 간은 양의 상관관계를 보였으며, 수온과 생체량 간은 음의 상관관계를 가졌으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나 ($p < 0.05$) 상관관계 값이 낮으며, 수온과 종수 간에도 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).



[Fig. 4] Monthly variation in number of species, number of individuals, biomass and diversity index (H') of aquatic organism caught by pots in the coastal waters off Yeonpyeong-do, Korea.

<Table 4> Person correlation coefficients (r) between temperature and three variables (no. of individuals, biomass, and no. of species) related to catches with two differences fishing gears

Variables related to catches	Temperature (p-value)
No. of individuals in fish pot	-0.509 (p=0.044)
Biomass in fish pot	0.525 (p=0.037)
No. of species in fish pot	0.269 (p=0.314)
No. of individuals in gill net	0.702 (p=0.002)
Biomass in gill net	0.740 (p=0.001)
No. of species in gill net	0.670 (p=0.005)

IV. 고찰 및 결론

이 연구에서 채집된 수산생물은 총 62종으로 자망으로 채집한 수산생물은 24종, 통발의 경우 52종이었다. 주요 우점종(개체수 기준)으로는 자망은 꽃게였고, 통발의 경우 그라비새우였다. 이렇게 동일시기에 동일지역을 대상으로 하더라도 서로 다른 어구를 사용할 경우, 채집되는 수산생물의 종조성에 상당한 차이가 있는 것으로 보고된 바 있다(Huh and An, 2000). 자망 어구는 부유성 또는 반저서성 수산생물을 연구하기에 적절한

어구로 알려져 있고(Hwang et al., 1997), 통발 어구는 미끼를 이용하여 해양생물을 어구 안으로 유인하여 채집하는 유도 함정어구의 일종으로 암초지역에 서식하는 어류 및 무척추동물의 생물상을 밝히는데 유용하며, 특히 정착성 수산생물을 파악하기에 좋은 어구로 알려져 있다(Munro, 1983). 이 연구에서도 이전 연구(Jeong et al., 2012; Hwang et al., 1997)와 같이 자망 어구에서는 회유성 어종 및 반저서성 어종이 주로 어획된 반면에 통발어구는 새우류 등 무척추동물 및 정착성 어종이 많이 어획되었다. 서식어종, 서식층수 및 서식개체수의 변동은 수온, 염분 등 물리적인 요인 뿐 만 아니라 지질, 지형 등 저서 환경적 요인에 의해서 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 이로 인해서 다양한 어종들은 서로 서식지를 달리하면서 서식하거나 분포하고 있다. 따라서 수산생물을 연구할 때에는 한 종류의 어구가 그 해역의 수산생물의 군집특성을 대표한다고 보기 어렵기 때문에 가능한 다양한 어구를 사용하여 다양한 수산생물을 대상으로 연구가 필요하다.

자망과 통발을 이용하여 수산생물의 종조성 및 월별 변동을 조사한 결과, 자망에서는 어류가 13종으로 가장 많았고 다음으로 갑각류 4종, 복족류 2종의 순으로 나타나고 있어 갑각류보다는 어

<Table 5> Comparison of CPUEs estimated with the fishes collected at different localities by using pots. N and W represent the number of individuals and biomass in gram

Study sites	No. of survey	N	W(g)	No. of Pots	Fishing days	CPUE		References
						N	W(g)	
Yeonpyeong-do, West sea	12	556	25,675	90	1	0.5	23.8	Present study
Baekryeong-do, West sea	4	3,826	312,870	900	1	1.1	86.9	Park et al., 2018
Gadeok-do, North sea	12	5,662	290,051	400	0.5	2.4	120.9	An and Huh, 2002
Taeon, West sea	4	208	31,895	150	0.5	0.7	106.3	Jeong et al., 2012
Sagyoei, Jeju Island	6	1,068	95,316	100	0.6	3.0	264.8	Kim et al., 2014
Gampo, East sea	4	557	44,009	100	1	1.4	110.0	Kang et al., 2015

류가 우점 분류군을 차지하였다. 통발에 의해 어획된 수산생물은 갑각류가 22종 어류가 19종 복족류 6종의 순으로 어획되었다. 이러한 결과는 태안연안에서 자망과 통발을 이용하여 수행된 연구(Jeong et al., 2012) 결과와 유사하게 나타났다. 하지만 종수로 살펴보면, 자망의 경우 어류 13종과 갑각류 4종, 통발은 갑각류 22종, 어류가 19종이 채집되었는데, 태안 해역(Jeong et al., 2012)의 조사에서는 자망의 경우 어류 19종, 갑각류 2종이 채집되었고, 통발에서는 갑각류가 20종, 어류 9종이 채집되었다. 이와 같이 태안 지역보다 상대적으로 적은 종수를 보이는 것은 조사 시기 및 조사 해역의 차이로 인한 가능성도 있지만 이 조사해역의 수온이 비교 해역보다 상대적으로 낮은 값을 나타내기 때문에 서식 종수가 적은 가능성도 있다.

이 해역의 수산생물의 종조성은 조사 시기 및 어구에 따라 명확한 차이를 보였다. 자망에서는 수온이 낮은 12~1월에 가장 적은 종수를 보였고, 6월에 가장 많은 종수를 보였다. 통발에서는 수온의 낮은 시기인 1~2월에 종수가 적은 반면에 5~6월과 9~10월에는 많았다. 개체수와 생체량에서는 자망에서는 수온이 높은 시기인 8~9월에 개체수와 생체량이 많았으며, 통발인 경우에는 수온 높은 시기에 개체수가 적은 경향을 보였으나 생체량은 8월을 제외하고 대체로 유사하여 어구에 따라서 시기별로 종수, 개체수 및 생체량이 차이를 보이는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과는 태안 해역(Jeong et al., 2012)의 결과와 유사하였다. 특히 자망에서는 산란하기 위해 봄철에 넙치, 여름에 꽃게가 연평도 연안으로 대량으로 유입되는 것으로 관찰되었고, 통발에서는 8월에 민꽃게가 많이 어획되었다.

수산생물군집의 특성에 미치는 가장 중요한 환경요인으로 알려진 수온이 어구의 종류에 따라서 어떻게 영향을 미치는지 알아보기 위해서 어구별로 Pearson's r 값을 계산하여 상관관계를 알아본 결과, 자망을 이용한 조사에서는 수온과 개체수,

생체량 또는 종수 간은 양의 상관관계를 보였으며, 통발을 이용한 조사에서 수온과 개체수, 수온과 종수 간의 관계에서만 통계학적으로 유의한 결과를 나타내었다. 자망 어구에서는 수온과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타나 이전 제주도 사계해역의 연구(Kim et al., 2014) 결과와 유사하였고, 통발 어구에서는 수온이 종수와 관련 없는 것으로 나타나 이전 백령도 해역에서의 통발을 이용한 연구(Park et al., 2018) 결과와 유사하였다. 종다양성지수는 각 종의 개체수와 전체 출현 개체수의 관계로 추정하는 것으로 자망의 경우 여름에 가장 높은 지수를 보였고, 겨울에 가장 낮은 지수를 보였고, 통발의 경우도 자망과 같은 경향을 보였다. 타 지역의 연구와 비교하여 보면, 태안(Jeong et al., 2012)과 제주도 사계연안(Kim et al., 2014)의 경우 본 연구와 유사한 경향을 나타냈으며, 백령도(Park et al., 2018)의 경우 고수온기에 낮은 지수를 보여 본 연구와 차이를 보였다. 종다양성지수가 높다는 것은 출현한 종이 골고루 분포한다는 의미로 여름철에는 자망의 경우 꽃게, 피빨고둥(*Rapana venosa venosa*) 등 주 우점종의 개체수가 비슷하였고, 통발의 경우에는 민꽃게와 피빨고둥 등 주우점종의 개체수가 비슷하였다. 가장 낮은 지수를 보였던 겨울철에는 자망의 경우 주꾸미가, 통발의 경우에는 그라비새우가 주 우점하였다. 한편, 본 연구에서 사용된 통발과 해역별로 사용한 통발의 규격은 조금씩 차이가 있지만 이번 조사기간 동안 통발에 의한 어획되는 어류의 1회 조사 시 통발 1개 당 개체수(ind./pot)와 생체량(g/pot)으로 환산하여 계산된 CPUE 값을 다른 해역의 CPUE 값과 비교한 결과는 (<Table 5>)에 나타내었다. 이 연구에서 개체수 CPUE 값이 0.5 ind./pot으로 5군데의 다른 조사해역보다 상대적으로 어류 개체수 밀도가 낮은 것을 해석할 수 있으며, 특히 연평도 해역은 생체량 CPUE 값이 23.8 ind./pot으로 다른 해역보다 낮은 생체량 CPUE 값을 나타내어 이 조사해역에서 어획된 어류는 상대적으로 크기가 작은 것을

간접적으로 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 연평도 해역은 어류 및 갑각류 등 다양한 수산자원 생물이 서식하는 것으로 알 수 있었으며, 봄에는 넙치, 여름에는 꽃게, 민꽃게 등이 연평도 주변해역에 산란하기 위해서 지속적으로 유입되는 것을 확인되었으며, 다른 조사해역보다 어류 서식밀도가 낮았다. 앞으로 이 연구지역인 연평도의 수산생물의 군집을 보다 정확히 파악하기 위해서는 통발, 자망과 함께 다양한 어구의 사용하여 지속적인 조사가 필요하다고 판단된다.

References

- An YR and Huh SH(2002). Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. *J kor Fish soc* 35(6), 715~722.
- Atessahin T and Duman E(2018). Fish catching trials with two different types of fish posts in Keban dam lake. *Fresenius Environmental Bulletin* 27, 1472~1479.
- Choi KH, Han MH, Kang CK, Park JM, Choi JH, Park JH, Sohn MH, Baeck GW, Choi EJ and Lee CI(2012). Seasonal variations in species composition of fish assemblage collected by trammel net in coastal waters of the East Sea. *J. Kor. Soc. Fish. Techn.*, 48(4), 415~427.
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.415>
- Hwang SD, Park YJ, Choi SH and Lee TW(1997). Species composition of fish collected by Trammel Net off Heunghae, Korea. *J Kor Fish. Soc.* 30(1), 105~113.
- Hong SY(2006). Marine invertebrates in Korean Coasts. Academy Publishing Co., Inc., Seoul, Korea, 1~479.
- Huh SH and An YR(2000). Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. *J kor Fish soc* 33(4), 288~301.
- Huh SH, Park JM, Jeong DS and Baeck GW(2010). Seasonal and interannual variation in species composition and abundance of decapod assemblages collected using pots in the coastal waters off Gori, Korea. *Kor J Fish Aquat Sci* 43(5), 503~509.
- Jeong GS, Im YJ, Cha BY, Hwang HJ, Kwon DH, Park JS and Jo HS(2012). Species composition and seasonal variation of the aquatic organism caught by commercial fishing of the pot and gill net in the coastal waters off Taean, Korea. *J Kor Fish Tech* 48, 387~400.
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.387>
- Kang PJ, Kim CK and Hwang SW(2015). Species composition of fishes collected by pot net in coastal waters around Gampo in the east sea of Korea. *Kor J Ichthyol*, 27(3), 233~237.
- Kim CC, Han KH, Lee SH and Yu TS(2017). Species composition and community structure of fishes collected by a gill net in the coastal waters of the Geumo Islands, Yeosu. *Korean J Fish Aquat Sci* 50(5), 553~560.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0553>
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH(2005). Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 1~615.
- Kim MJ, Han SH, Kim JS, Kim BY and Song CB(2014). Species composition and bimonthly changes of fish community in the coastal waters of Sageoi, Jeju Island. *Kor J Ichthyol*, 26(3), 212~221.
- Min DK, Lee JS, Koh DB and Je JK(2004). Mollusks in Korea. Hanguel Graphics, Busan, Korea, 1~566.
- Munro JL(1983). The composition and magnitude of trap catches in Jamaican waters. In: Munro JL(ed.), Caribbean coral reef fishery resources. Int. Center Living Aquat. Res., manila, Philippines, 33~49
- NIFS(National Institute of Fisheries Science)(2015). Evaluation report of survey of fishery resources in the Baekryeong-do, Daecheong-do, Socheong-do, Taeyonpyong-do and Soyeonpyeong-do, 3~5
- Oh SJ, Han KH, Koh SJ, Lee SH and Shin LS(2014). Fluctuations in abundance and species composition of fishes collected by gill net fisheries in coastal water of Yeosu, Korea. *J kor Soc Fish Technol*, 50(4), 633~642
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.4.633>
- Park JM and Huh SH(2015). Seasonal and

- interannual variation in species composition of fish assemblages collected by pots in the southern coast of east sea, Korea. *Kor J Ichthyol*, 27(4), 310~316.
- Park J, Jeong GS, Kim JN, Im YJ and Kim MJ(2018). Species composition and seasonal variation of aquatic organism caught by fish pots in the coastal waters off Baekryeong-do, Korea. *J Korean Soc. Fish Ocean Technol*, 54(4), 306~314. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.4.306>
- Shannon CE and Weaver W(1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Illionis University Press, Urbana, 117.
-
- Received : 28 April, 2022
 - Revised : 24 May, 2022
 - Accepted : 31 MaY, 2022