

태안 연안에서 통발과 삼중자망에 어획된 수산생물의 종조성 및 계절변동

윤병일 · 최동혁 · 고수진 · 김맹진¹ · 권대현*

국립수산과학원 서해수산연구소 기후환경자원과, ¹국립수산과학원 동해수산연구소 기후환경자원과

Species Composition and Seasonal Variation of Aquatic Organism Caught by Pot and Trammel Net in the Coast Waters of Taean, Korea by Byeong-Il Youn, Dong-Hyek Choi, Su-Jin Koh, Maeng Jin Kim¹ and Dae Hyeon Kwon* (Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Republic of Korea; ¹East Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Gangneung 25435, Republic of Korea)

ABSTRACT Species composition and seasonal variation of aquatic organism were collected by pot and trammel net in the coastal waters of Taean in 2018. A total of 4,501 individuals belonging to 78 species were collected in two type of gears. The dominant species in the study area was *Strongylocentrotus nudus* (Echinodermata). In the pot survey, crustaceans were the most common taxa, with 52 species including *Palaemon gravieri*, whereas fish were dominant in trammel net with 57 species including *Okamejei kenojei*. Clustering analysis revealed two distinct groups, indicating that the composition of aquatic organism varies according to oceanographic condition and environmental changes.

Key words: Aquatic organism, commercial fishing, pot and trammel net, seasonal variation, Taean

서 론

우리나라 서해 중앙에 위치하고 있는 태안 연안은 해안선 길이가 약 817km로 길고 좁은 형태의 반도로 구성되어 있으며, 조수간만의 차가 크고 황해저층냉수대의 영향을 받아, 대규모 조간대 갯벌이 발달하여 생산성이 높은 곳이다. 이러한 태안 연안은 수산생물의 산란과 성육장에 있어 매우 중요한 해역으로 보존 가치가 매우 높아 체계적인 모니터링을 통한 지속적인 관리와 보전이 필요하지만, 간척사업과 선박에 의한 유류사고 그리고 최근 건설사업에 필요한 모래를 확보하기 위한 해사채취 등으로 인해 태안 연안의 환경 및 생태계에 많은 변화가 있을 것으로 추정된다(Kim *et al.*, 2010; Seo *et al.*, 2011).

과거의 서해 중부해역의 어류의 양적변동에 관한 선행 연구로

는 천수만에서 정치망(Lee, 1998), 저층트롤(Lee, 1996) 등을 이용한 연구가 있고, 아산만에서 저층트롤을 이용한 연구가 있다(Lee and Hwang, 1995). 군산 연안에서는 뜰망, 족대, 저인망, 유자망 및 낭장망을 이용하여 어류군집을 파악하기 위한 정성적인 조사(Ryu and Choi, 1993)가 진행되었으며, 본 연구해역과 동일한 태안 연안에서는 이각망(Hwang and Lee, 2011), 지인망(Noh *et al.*, 2009)의 어류상 연구가 진행되었다. 수산생물의 연구에서는 고군산군도 연안에서 낭장망을 이용한 수산생물 조사가 있으며(Hwang, 1998), 통발과 자망(Jeong *et al.*, 2012) 연구와 저층트롤(Jeong *et al.*, 2014)을 이용한 연구가 수행되었다. 이처럼 선행된 연구를 포함하여 현재까지 태안 주변해역에서 많은 연구가 수행되었지만, 대부분의 연구는 10년 이전의 연구로 최신 연구 정보가 부족하고 어류의 종조성으로 국한되어 있다. 하지만 해역에 따라서 사용하는 어구의 종류에 따라 어획물의 종조성의 차이가 발생할 수 있기 때문에 조사해역에 서식하는 수산생물의 현황을 파악하기 위해서는 다양한 어구를 이용한 조사가 필요하다(Huh and Kwak, 1998a, 1998b; An and Huh, 2002, 2003;

저자 직위: 윤병일(연구원), 최동혁(연구원), 고수진(연구원), 김맹진(연구사), 권대현(연구관)

*Corresponding author: Dae Hyeon Kwon Tel: 82-32-745-0620
Fax: 82-32-745-0569, E-mail: dhkwon@korea.kr

Ryu *et al.*, 2005).

따라서 이번 연구는 태안 연안에서 삼중자망과 통발에 어획되는 수산생물의 종조성, 계절 및 어구에 따른 양적변동을 확인하여 과거 연구와 비교, 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 충청남도 태안 연안에서 통발과 삼중자망에 어획되는 수산생물의 종조성 및 계절변동 등을 알아보기 위하여 2018년 2월(겨울), 5월(봄), 8월(여름), 10월(가을)에 어획조사를 실시하였다(Fig. 1). 조사해역은 조석에 따라 조류영향을 크게 받기 때문에 각 계절별 조사시기를 조근(neap tide) 때 기준으로 수심 45~70 m 해역에서 실시하였다. 통발은 상업적으로 널리 사용하고 있는 직경 59 cm, 높이 25 cm, 망목크기 43 mm인 원형 통발을 사용하여 40개를 기준으로 투승하고 다음날 양승하였다. 삼중자망 어구는 길이 90 m, 폭 1.9 m, 망목크기 157 mm를 사용하여 정점당 5폭을 기준으로 전날 오전에 투망하여 다음날 오전에 양망하였다. 조사해역의 해양환경을 확인하기 위해 정점에서 휴대용 수질측정기(YSI-650MDS USA)를 이용하여 저층의 평균수온과 염분을 측정하였다. 어구별로 채집된 어획물은 실험실로 운반한 후 어종별 개체수, 어획량 및 표준체장을 측정하였다. 조사기간 동안 어획된 어획물 중 어류의 종 동정은 Kim *et al.* (2005), 그 외 분류군의 종 동정은 Hong (2006), Min *et al.* (2004)을 참고하였다. 어획된 수산생물의 군집구조 분석을 위해 Primer (Primer version 6)를 사용하여 종다양도지수(H' , Shannon and Weaver, 1949), 우점도지수(DI, Simpson, 1949),

풍부도지수(R' , Margalef, 1958) 및 균등도지수(J' , Pielou, 1966)를 구하였고, 선행 연구 및 계절별 생물군집의 차이를 분석하기 위해 유사도지수(Similarity)를 산출 후, R Studio (R version 4.2.0)을 이용하여 nMDS (non-metric multidimensional scaling)를 분석하였다. 또한 각 그룹 간 차이의 기여한 어종을 파악하기 위해 SIMPER (Similarity percentages) 분석을 실시하였고, ANOSIM (one-way analysis of similarity) 분석을 통해 군집분석의 결과로 계절별 군집 간의 유의한 차이를 확인하였다.

결 과

1. 수온과 염분

조사기간 중 수온은 1.6~21.0°C 범위로 2018년 2월에 1.6°C로 가장 낮았으며, 이후 상승하여 8월에 21.0°C로 가장 높았고, 10월에 18.1°C로 하강하였다. 염분은 31.70~32.05 psu 범위로 나타났으며 연중 큰 변화 없이 유지되었다(Fig. 2).

2. 종조성

본 연구에서 어획된 수산생물은 총 78종, 4,501개체, 373,474.0 g이 어획되었으며, 이 중 통발에서 어획된 수산생물은 52종, 3,059개체, 81,546.8 g으로, 그중 갑각류가 24종으로 가장 많았고, 다음으로 어류 16종, 복족류 8종, 성게류 2종, 두족류 2종 순으로 나타났다. 개체수에 대한 비율은 갑각류가 39.6%로 가장 높았고, 다음으로 성게류 36.5%, 복족류 16.3%, 어류 7.4%의 순이었다. 이 중에서 종별 개체수에 대한 비율은 등근

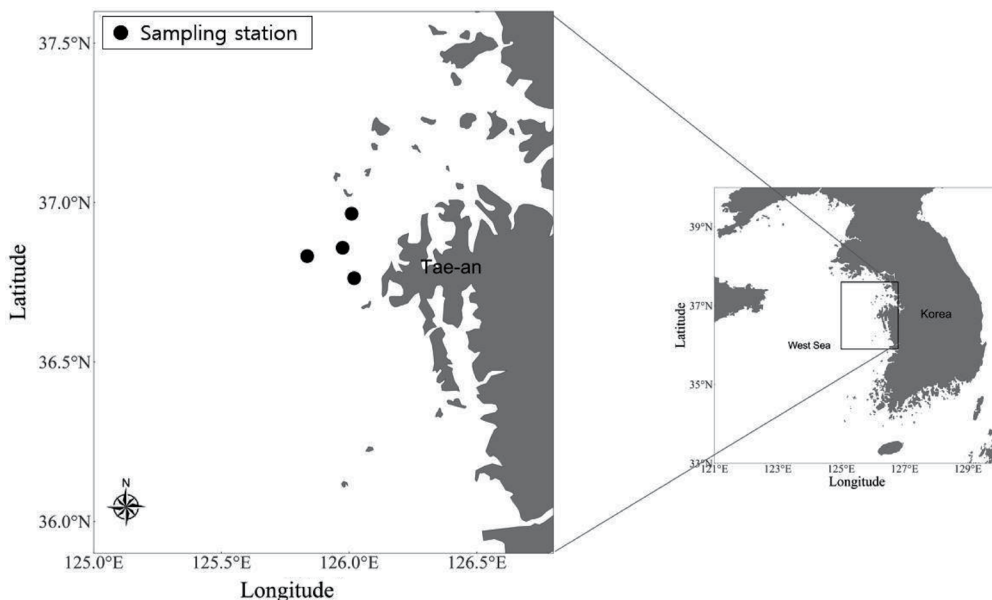


Fig. 1. Map showing the sampled areas in the coastal waters of Taean, Korea.

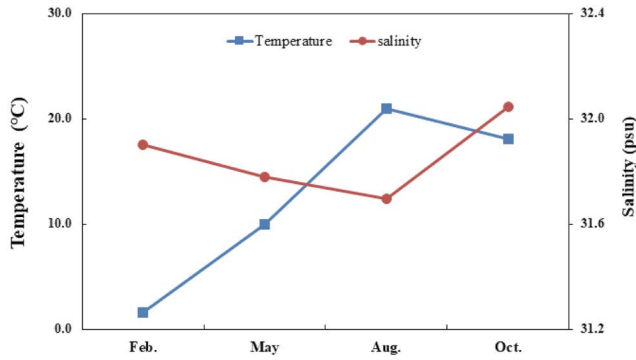


Fig. 2. Seasonal variation of bottom water temperature and salinity in the coastal waters of Taean, Korea in 2018.

성게 (*Strongylocentrotus nudus*)가 35.4%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 그라비새우 (*Palaemon gravieri*)가 19.4%, 각시수랑 (*Volutharpa ampullacea perryi*)이 13.4%를 차지하였으며, 나머지 분류군들은 5.0% 미만이었다. 어획량 비율에서도 갑각류가 32.8%를 차지하였고, 이어서 성게류 26.7%, 어류 26.5%, 복족류 12.9% 순으로 나타났다. 중별 어획량에 대한 비율에서도 등근성게가 21.2%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 민꽃게 (*Charybdis japonica*) 17.3%, 쥐노래미 (*Hexagrammos otaki*)가 12.4%를 차지하였다(Table 1).

삼중자망에서 어획된 수산생물은 총 57종, 1,442개체, 291,926.9 g으로 어류가 32종으로 가장 많았고, 갑각류 14종, 두

Table 1. Seasonal species composition of the aquatic organism collected by pot in the coast waters of Taean, Korea in 2018. N and W indicate the number of individuals and biomass in gram (g), respectively

| Species | Month | | Feb. | | May | | Aug. | | Oct. | | Total | | | |
|-------------------------------------|-------|--------|------|--------|-----|--------|------|--------|------|------|---------|------|------|-----|
| | N | W | N | W | N | W | N | W | N | W | (%) | (%) | | |
| Crustacea | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hapalogaster dentata</i> | 1 | 37.1 | | | | | | | | | 1 | 0.0 | 37.1 | 0.0 |
| <i>Oratosquilla oratoria</i> | | | 12 | 308.0 | 46 | 823.0 | 16 | 422.9 | 74 | 2.4 | 1553.9 | 1.9 | | |
| <i>Palaemon gravieri</i> | 64 | 252.9 | 6 | 46.0 | 187 | 451.0 | 335 | 1164.6 | 592 | 19.4 | 1914.5 | 2.3 | | |
| <i>Oregonia gracilis</i> | | | 1 | 0.0 | | | | | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| <i>Ovalipes punctatus</i> | 1 | 25.0 | 6 | 99.0 | 10 | 927.0 | 6 | 692.9 | 23 | 0.8 | 1743.9 | 2.1 | | |
| <i>Portunus trituberculatus</i> | | | 1 | 353.0 | 1 | 513.0 | 9 | 2587.5 | 11 | 0.4 | 3453.5 | 4.2 | | |
| <i>Pandalus gracilis</i> | 21 | 66.3 | 1 | 3.0 | | | | 3 | 6.3 | 25 | 0.8 | 75.6 | 0.1 | |
| <i>Diogenes edwardsii</i> | | | | | 8 | 105.0 | | | 8 | 0.3 | 105.0 | 0.1 | | |
| <i>Romaleon gibbosulum</i> | | | | | 51 | 419.0 | | | 51 | 1.7 | 419.0 | 0.5 | | |
| <i>Charybdis bimaculata</i> | | | 6 | 41.0 | 39 | 543.0 | 75 | 1284.6 | 120 | 3.9 | 1868.6 | 2.3 | | |
| <i>Crangon hakodatei</i> | | | 3 | 10.0 | 1 | 1.0 | 21 | 52.1 | 25 | 0.8 | 63.1 | 0.1 | | |
| <i>Eucrate crenata</i> | | | | | 1 | 3.0 | | | 1 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | |
| <i>Charybdis japonica</i> | | | 47 | 3337.0 | 40 | 3091.1 | 64 | 7680.9 | 151 | 4.9 | 14109.0 | 17.3 | | |
| <i>Pagurus ochotensis</i> | 5 | 83.2 | 57 | 924.0 | 8 | 158.0 | 4 | 42.8 | 74 | 2.4 | 1208.0 | 1.5 | | |
| <i>Pagurus pectinatus</i> | 5 | 12.8 | 3 | 18.0 | 6 | 26.0 | | | 14 | 0.5 | 56.8 | 0.1 | | |
| <i>Pugettia quadridens</i> | | | 1 | 5.0 | | | | | 1 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | |
| <i>Matuta planipes</i> | | | | | | | 1 | 11.2 | 1 | 0.0 | 11.2 | 0.0 | | |
| <i>Paradorippe granulata</i> | | | | | 13 | 112.0 | | | 13 | 0.4 | 112.0 | 0.1 | | |
| <i>Heptacarpus futillirostris</i> | 2 | 1.5 | | | | | | | 2 | 0.1 | 1.5 | 0.0 | | |
| <i>Plesionika izumiae</i> | 1 | 0.5 | | | | | | | 1 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | | |
| <i>Heptacarpus rectirostris</i> | | | 4 | 1.0 | 4 | 1.0 | | | 8 | 0.3 | 2.0 | 0.0 | | |
| <i>Pandalus latirostris</i> | | | | | | | 1 | 2.9 | 1 | 0.0 | 2.9 | 0.0 | | |
| <i>Pugettia intermedia</i> | 10 | 33.4 | | | | | | | 10 | 0.3 | 33.4 | 0.0 | | |
| <i>Alpheus digitalis</i> | 1 | 1.3 | 1 | 5.0 | | | 1 | 2.1 | 3 | 0.1 | 8.4 | 0.0 | | |
| Cephalopods | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Octopus minor</i> | | | 2 | 369.0 | 1 | 53.0 | 2 | 345.9 | 5 | 0.2 | 767.9 | 0.9 | | |
| <i>Amphioctopus fangsiao</i> | | | | | | | 2 | 91.4 | 2 | 0.1 | 91.4 | 0.1 | | |
| Gastropod | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Volutharpa ampullacea perryi</i> | 111 | 1629.6 | 219 | 3990.0 | 79 | 837.0 | | | 409 | 13.4 | 6456.6 | 7.9 | | |
| <i>Neptunea cumingi</i> | 2 | 236.3 | 4 | 436.0 | 22 | 1851.0 | 9 | 929.3 | 37 | 1.2 | 3452.6 | 4.2 | | |
| <i>Siphonalia signa</i> | 1 | 10.4 | | | | | | | 1 | 0.0 | 10.4 | 0.0 | | |

Table 1. Continued

| Species | Month | Feb. | | May | | Aug. | | Oct. | | Total | | | |
|----------------------------------|-------|-------|--------|-----|---------|------|---------|------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | | N | W | N | W | N | W | N | W | N | (%) | W | (%) |
| Gastropod | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Searlesia modesta</i> | | 1 | 1.0 | | | | | | | 1 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| <i>Turcica coreensis</i> | | 1 | 10.5 | | | | | | | 1 | 0.0 | 10.5 | 0.0 |
| <i>Calliostoma unicum</i> | | 2 | 3.7 | | | | | | | 2 | 0.1 | 3.7 | 0.0 |
| <i>Pleurobranchaea japonica</i> | | 9 | 104.5 | 38 | 430.0 | | | | | 47 | 1.5 | 534.5 | 0.7 |
| <i>Glossaulax didyma</i> | | 1 | 21.2 | | | | | | | 1 | 0.0 | 21.2 | 0.0 |
| Echinoidea | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Strongylocentrotus nudus</i> | | 219 | 5799.8 | 270 | 7762.5 | 591 | 3563.0 | 3 | 133.9 | 1083 | 35.4 | 17259.2 | 21.2 |
| <i>Heliocidaris crassispina</i> | | | | 30 | 3922.5 | 4 | 613.0 | | | 34 | 1.1 | 4535.5 | 5.6 |
| Pisces | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Conger myriaster</i> | | | | | | 14 | 1718.0 | 31 | 3542.9 | 45 | 1.5 | 5260.9 | 6.5 |
| <i>Saurida undosquamis</i> | | | | | | 1 | 334.0 | | | 1 | 0.0 | 334.0 | 0.4 |
| <i>Liparis tanakae</i> | | | | | | 1 | 19.0 | | | 1 | 0.0 | 19.0 | 0.0 |
| <i>Argyrosomus argentatus</i> | | | | | | | | 1 | 14.8 | 1 | 0.0 | 14.8 | 0.0 |
| <i>Johnius grypotus</i> | | | | | | 3 | 97.0 | 1 | 11.3 | 4 | 0.1 | 108.3 | 0.1 |
| <i>Chaeturichthys stigmatias</i> | 4 | 308.8 | | | | | | 2 | 68.9 | 6 | 0.2 | 377.7 | 0.5 |
| <i>Tridentiger barbatus</i> | | | | | | | | 2 | 6.8 | 2 | 0.1 | 6.8 | 0.0 |
| <i>Platycephalus indicus</i> | | | | 1 | 267.0 | | | | | 1 | 0.0 | 267.0 | 0.3 |
| <i>Chirolophis wui</i> | | | | 1 | 306.0 | | | 1 | 266.9 | 2 | 0.1 | 572.9 | 0.7 |
| <i>Hemitripteris villosus</i> | | | | 1 | 453.0 | | | | | 1 | 0.0 | 453.0 | 0.6 |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | | | | 27 | 4946.0 | 21 | 4049.0 | 7 | 1145.5 | 55 | 1.8 | 10140.5 | 12.4 |
| <i>Paraplagusia japonica</i> | | | | | | 2 | 186.0 | | | 2 | 0.1 | 186.0 | 0.2 |
| <i>Sebastes koreanus</i> | | | | 10 | 336.0 | 60 | 2591.0 | 13 | 586.9 | 83 | 2.7 | 3513.9 | 4.3 |
| <i>Sebastes schlegelii</i> | | | | | | 18 | 203.0 | 1 | 22.3 | 19 | 0.6 | 225.3 | 0.3 |
| <i>Pholis fangi</i> | | | | 1 | 7.0 | | | | | 1 | 0.0 | 7.0 | 0.0 |
| <i>Takifugu chinensis</i> | | | | | | | | 1 | 127.7 | 1 | 0.0 | 127.7 | 0.2 |
| Total | | 466 | 8948.6 | 794 | 34690.0 | 1352 | 32484.1 | 672 | 27038.7 | 3059 | 100.0 | 81546.8 | 100.0 |

족류와 복족류가 각 3종, 성게류, 이매패류가 각 2종, 해삼류가 1종이었다(Table 2). 개체수에 대한 비율은 어류가 40.2%로 가장 높았고, 다음으로 성게류 29.0%, 갑각류 25.2%, 복족류 2.7%의 순이었다. 이 중에서 종별 개체수에 대한 비율은 둥근성게가 28.8%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 갯가재(*Oratosquilla oratoria*)가 8.3%, 민꽃게가 7.8%를 차지하였으며, 나머지 분류군들은 6.0% 미만을 차지하였다. 어획량 비율에서는 어류가 80.1%로 대부분을 차지하였고, 다음으로 갑각류 9.7%, 이매패류 4.3%, 성게류 4.0% 순이었다. 종별 어획량에 대한 비율은 홍어(*Okamejei kenojei*)가 32.1%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 양태(*Platycephalus indicus*)가 13.3%, 쥐노래미가 4.8% 순으로 차지하였다(Table 2).

3. 생태학지수 및 계절변동

계절별 출현종수는 통발의 경우 여름에 27종으로 가장 많았

고, 겨울에 20종으로 가장 낮았다. 출현개체수는 여름에 1,232개체로 가장 높았고, 겨울에 462개체로 가장 낮았다. 어획량은 여름에 23,287.1 g으로 가장 높았으며, 가을에 8,639.8 g으로 가장 낮았다. 종다양도지수(H')는 1.59~2.00의 범위로, 여름에 가장 다양한 출현종이 나타났으며 겨울이 가장 낮았다. 겨울에는 둥근성게, 각시수랑, 그라비새우 순으로 주종을 이루었고, 가을에는 그라비새우, 두점박이민꽃게(*Charybdis bimaculata*) 등으로 종다양도지수가 낮게 나타났다. 종우점도지수(DI)는 0.63~0.71의 범위로 겨울이 가장 높았고, 여름이 가장 낮아 종다양도지수와 상반되는 경향을 보였다. 풍부도지수(R')는 3.10~3.90의 범위로 가을이 가장 높았고, 겨울이 가장 낮았으며, 균등도지수(J')는 0.53~0.60의 범위로 개체수가 균등하게 출현한 여름에 가장 높았고, 가을과 겨울에 가장 낮았다(Fig. 3).

삼중자망에서는 여름에 34종으로 가장 많았고, 겨울에 12종으로 가장 낮았다. 출현개체수는 여름에 582개체로 가장 높았고,

Table 2. Seasonal species composition of the aquatic organism collected by trammel net in the coast waters of Taean, Korea from 2018. N and W indicate the number of individuals and biomass in gram (g), respectively

| Species | Month | Feb. | | May | | Aug. | | Oct. | | Total | | | |
|----------------------------------|-------|---------|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|-----|
| | | N | W | N | W | N | W | N | W | N | (%) | W | (%) |
| Crustacea | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oratosquilla oratoria</i> | | | | 29 | 2185.0 | 79 | 1901.0 | 11 | 439.9 | 119 | 8.3 | 4526.0 | 1.6 |
| <i>Blepharipoda liberata</i> | | | | 1 | 7.0 | | | | | 1 | 0.1 | 7.0 | 0<1 |
| <i>Matuta planipes</i> | | | | | | 1 | 9.0 | | | 1 | 0.1 | 9.0 | 0<1 |
| <i>Oregonia gracilis</i> | | | | 1 | 8.0 | | | | | 1 | 0.1 | 8.0 | 0<1 |
| <i>Ovalipes punctatus</i> | | | | | | 46 | 3327.7 | 20 | 3303.7 | 66 | 4.6 | 6631.4 | 2.3 |
| <i>Portunus trituberculatus</i> | | | | 1 | 115.0 | 5 | 1554.6 | 15 | 6650.4 | 21 | 1.5 | 8320.0 | 2.9 |
| <i>Diogenes edwardsii</i> | | | | | | 23 | 250.1 | | | 23 | 1.6 | 250.1 | 0.1 |
| <i>Fenneropenaeus chinensis</i> | | | | 4 | 268.5 | | | | | 4 | 0.3 | 268.5 | 0.1 |
| <i>Charybdis bimaculata</i> | | | | | | 2 | 7.0 | 1 | 4.4 | 3 | 0.2 | 11.4 | 0<1 |
| <i>Charybdis japonica</i> | | | | 4 | 361.0 | 85 | 5039.2 | 24 | 2607.2 | 113 | 7.8 | 8007.4 | 2.7 |
| <i>Pagurus ochotensis</i> | | | | 2 | 16.0 | 3 | 85.6 | | | 5 | 0.3 | 101.6 | 0<1 |
| <i>Pugettia quadridens</i> | | | | 2 | 14.0 | | | | | 2 | 0.1 | 14.0 | 0<1 |
| <i>Paradorippe granulata</i> | | | | 2 | 19.0 | 1 | 7.0 | | | 3 | 0.2 | 26.0 | 0<1 |
| <i>Alpheus digitalis</i> | | | | 1 | 12.0 | | | | | 1 | 0.1 | 12.0 | 0<1 |
| Cephalopods | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Octopus minor</i> | | | | | | 1 | 284.5 | | | 1 | 0.1 | 284.5 | 0.1 |
| <i>Amphioctopus fangsiao</i> | 13 | 816.4 | 5 | 480.0 | | | | 2 | 122.6 | 20 | 1.4 | 1419.0 | 0.5 |
| <i>Sepia esculenta</i> | | | | | | 1 | 256.3 | 1 | 216.9 | 2 | 0.1 | 473.3 | 0.2 |
| Gastropod | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Neptunea cumingi</i> | 4 | 295.2 | 10 | 955.0 | 18 | 1635.0 | 1 | 66.5 | 33 | 2.3 | 2951.7 | 1.0 | |
| <i>Phalium flammiferum</i> | | | | | | 2 | 116.6 | | | 2 | 0.1 | 116.6 | 0<1 |
| <i>Glossaulax didyma</i> | | | 2 | 139.0 | 2 | 123.3 | | | | 4 | 0.3 | 262.3 | 0.1 |
| Echinoidea | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Strongylocentrotus nudus</i> | 70 | 1553.9 | 195 | 5667.3 | 151 | 4485.0 | | | | 416 | 28.8 | 11706.1 | 4.0 |
| <i>Heliocidaris crassispina</i> | | | | | 2 | 90.0 | | | | 2 | 0.1 | 90.0 | 0<1 |
| Fishes | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Okamejei kenojei</i> | 8 | 5550.1 | 33 | 55623 | 25 | 25807.6 | 11 | 6684.5 | 77 | 5.3 | 93665.2 | 32.1 | |
| <i>Conger myriaster</i> | | | 1 | 149 | | | | | | 1 | 0.1 | 149 | 0.1 |
| <i>Engraulis japonicus</i> | | | | | 5 | 37.2 | | | | 5 | 0.3 | 37.2 | 0<1 |
| <i>Coilia mystus</i> | 11 | 110 | | | | | | | | 11 | 0.8 | 110 | 0<1 |
| <i>Saurida undosquamis</i> | | | | | 4 | 1146.6 | | | | 4 | 0.3 | 1146.6 | 0.4 |
| <i>Liparis tanakae</i> | 10 | 10971.2 | 2 | 828 | 1 | 276.8 | 1 | 457.1 | 14 | 1 | 12533.1 | 4.3 | |
| <i>Argyrosomus argentatus</i> | | | | | 30 | 6963.1 | 1 | 216.5 | 31 | 2.1 | 7179.6 | 2.5 | |
| <i>Johnius grypotus</i> | | | 2 | 9 | 4 | 240.7 | | | | 6 | 0.4 | 249.7 | 0.1 |
| <i>Nibea albiflora</i> | | | | | | | | 1 | 264.2 | 1 | 0.1 | 264.2 | 0.1 |
| <i>Larimichthys polyactis</i> | | | 12 | 433 | | | | 1 | 32.9 | 13 | 0.9 | 465.9 | 0.2 |
| <i>Collichthys niveatus</i> | 84 | 724.2 | | | | | | | | 84 | 5.8 | 724.2 | 0.2 |
| <i>Setipinna tenuifilis</i> | | | | | | | | 1 | 22.1 | 1 | 0.1 | 22.1 | 0<1 |
| <i>Hemirhamphus villosus</i> | 3 | 1234.7 | 8 | 8445 | | | | 5 | 4382.9 | 16 | 1.1 | 14062.6 | 4.8 |
| <i>Chaeturichthys stigmatias</i> | 1 | 40.2 | | | | | | | | 1 | 0.1 | 40.2 | 0<1 |
| <i>Zoarces gillii</i> | 3 | 788.1 | 5 | 1980 | | | | 1 | 390.8 | 9 | 0.6 | 3158.9 | 1.1 |
| <i>Plectorhinchus cinctus</i> | | | | | | | | 1 | 94.4 | 1 | 0.1 | 94.4 | 0 |
| <i>Chirolophis wui</i> | 2 | 349.2 | 6 | 1380 | 1 | 259.6 | | | | 9 | 0.6 | 1988.8 | 0.7 |
| <i>Lateolabrax maculatus</i> | | | 1 | 1129 | | | | | | 1 | 0.1 | 1129 | 0.4 |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | | | 22 | 5742 | 19 | 4943.1 | 15 | 3460.6 | 56 | 3.9 | 14145.7 | 4.8 | |

Table 2. Continued

| Species | Month | Feb. | | May | | Aug. | | Oct. | | Total | | | |
|--------------------------------|-------|------|---------|-----|----------|------|---------|------|---------|-------|-------|----------|-------|
| | | N | W | N | W | N | W | N | W | N | (%) | W | (%) |
| Fishes | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sebastes schlegelii</i> | | | | 6 | 8077 | | | 1 | 215.7 | 7 | 0.5 | 8292.7 | 2.8 |
| <i>Sebastes koreanus</i> | | 1 | 58.5 | 14 | 740 | 15 | 715.1 | 13 | 590.2 | 43 | 3 | 2103.8 | 0.7 |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | | | | 2 | 4343 | 3 | 4210 | 1 | 919.4 | 6 | 0.4 | 9472.4 | 3.2 |
| <i>Kareius bicoloratus</i> | | | | | | | | 1 | 38.8 | 1 | 0.1 | 38.8 | 0<1 |
| <i>Pleuronichthys cornutus</i> | | | | | | | | 9 | 1004.7 | 9 | 0.6 | 1004.7 | 0.3 |
| <i>Platycephalus indicus</i> | | | | 75 | 37644 | | | 5 | 1170.6 | 80 | 5.5 | 38814.6 | 13.3 |
| <i>Repomucenus koreanus</i> | | | | | | 2 | 22.4 | 1 | 15 | 3 | 0.2 | 37.4 | 0<1 |
| <i>Cynoglossus joyneri</i> | | | | | | 6 | 672 | 1 | 57.8 | 7 | 0.5 | 729.8 | 0.3 |
| <i>Cynoglossus semilaevis</i> | | | | | | 1 | 1757.6 | 4 | 402.7 | 5 | 0.3 | 2160.3 | 0.7 |
| <i>Cynoglossus abbreviatus</i> | | | | 21 | 6822 | 1 | 74.2 | 1 | 172.7 | 23 | 1.6 | 7068.9 | 2.4 |
| <i>Paraplagusia japonica</i> | | | | | | 28 | 5784 | 1 | 71.9 | 29 | 2 | 5855.8 | 2 |
| <i>Zebrias fasciatus</i> | | | | 17 | 5889 | 2 | 256.9 | 1 | 45.6 | 20 | 1.4 | 6191.5 | 2.1 |
| <i>Takifugu chinensis</i> | | | | | | | | 6 | 842.1 | 6 | 0.4 | 842.1 | 0.3 |
| Bivalvia | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlamys farreri</i> | | | | | | 1 | 37.0 | | | 1 | 0.1 | 37.0 | 0<1 |
| <i>Atrina pectinata</i> | | | | 3 | 2030.0 | 12 | 9616.2 | 2 | 848.9 | 17 | 1.2 | 12495.1 | 4.3 |
| Holothuroidea | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Apostichopus japonicus</i> | | | | 1 | 120.0 | | | | | 1 | 0.1 | 120.0 | 0.0 |
| Total | | 210 | 22491.7 | 490 | 151629.8 | 582 | 81992.0 | 160 | 35813.7 | 1442 | 100.0 | 291926.9 | 100.0 |

가을에 160개체로 가장 낮았다. 어획량은 봄에 151,629.8 g으로 가장 높았으며, 겨울에 22,4912.7 g으로 가장 낮았다. 종다양도 지수(H')는 1.62~2.84의 범위로, 가을에 가장 다양한 출현종이 나타났으며 겨울이 가장 낮았다. 종우점도지수(DI)는 0.28~0.73의 범위로 삼중자망과 같이 종다양도지수와 상반되는 경향을 보였다. 종풍부도지수(R')는 2.06~6.11의 범위로 가을이 가장 높았고, 겨울이 가장 낮았으며, 종균등도지수(J')는 0.65~0.82의 범위로 가을에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다(Fig. 3).

계절별 분류군 개체수 비율은 통발의 경우 갑각류는 가을에 87.6%로 가장 많은 개체수를 차지하였고, 봄에 19.8%로 가장 낮게 나타났다. 복족류는 봄과 겨울에 각각 34.7%, 27.7%로 출현율이 높았고, 가을에 1.5%로 가장 낮았다. 성게류는 여름에 48.3%로 대부분을 차지하여 높게 나타났으며, 가을에는 가장 낮았다. 어류는 여름과 가을을 제외하고는 0.9~9.8%로 출현율이 낮았다. 두족류는 겨울에는 출현하지 않았으며, 연중 가장 적게 출현하였다. 어획량 비율은 갑각류가 가을에 65.7%로 매우 높게 나타났고, 겨울에 5.9%로 가장 낮게 나타났다. 복족류는 겨울에 각각 23.3%로 높았고, 가을에 4.4%로 가장 낮았다. 성게류는 겨울에 67.1%로 대부분을 차지하여 높게 나타났으며, 봄에는 가장 낮았다. 어류는 여름에 39.5%로 높았고, 겨울에 3.6%로 낮았다(Fig. 4).

삼중자망의 분류군별 출현개체수 비율은 갑각류가 가을에 44.4%로 높았고, 봄에는 9.6%로 낮았으며, 겨울에는 출현하지 않았다. 복족류는 0.6~3.8%로 대부분 미미하게 나타났으며, 성게류는 봄에 39.8%로 가장 높았고, 가을에는 출현하지 않았다. 어류의 출현율이 연중 높게 나타났으며, 그중 겨울에 58.6%로 가장 높았고, 여름에 25.3%로 가장 낮았다. 두족류는 겨울을 제외하고 대부분 2.0% 이하로 나타났으며, 그 외 이매패류와 해삼류는 3.0% 이하의 낮은 개체수 비율을 차지하였다. 어획량 비율은 갑각류가 겨울에 36.3%로 나타났고, 봄에 2.0%로 가장 낮게 나타났다. 복족류는 0.2~2.3%로 낮게 나타났으며, 성게류는 겨울에 6.9%로 가장 높았고, 봄에 3.7%로 낮았다. 어류는 봄과 겨울에 각각 91.8%, 88.1%로 대부분을 차지하였으며, 가을에는 60.2%로 낮았다. 이매패류는 8월에 11.8%로 가장 높았고 그 외 두족류와 해삼류는 4.0% 이하의 낮은 어획량 비율을 차지하였다(Fig. 4).

4. 주요어종의 체장조성

조사기간 동안 어획된 주요어종의 체장조성을 확인한 결과 통발에서 황해볼락(*Sebastes koreanus*)의 전장(TL)은 7.2~19.5 cm 범위로 12.0~15.0 cm 이하의 개체가 채집되었다. 다음으

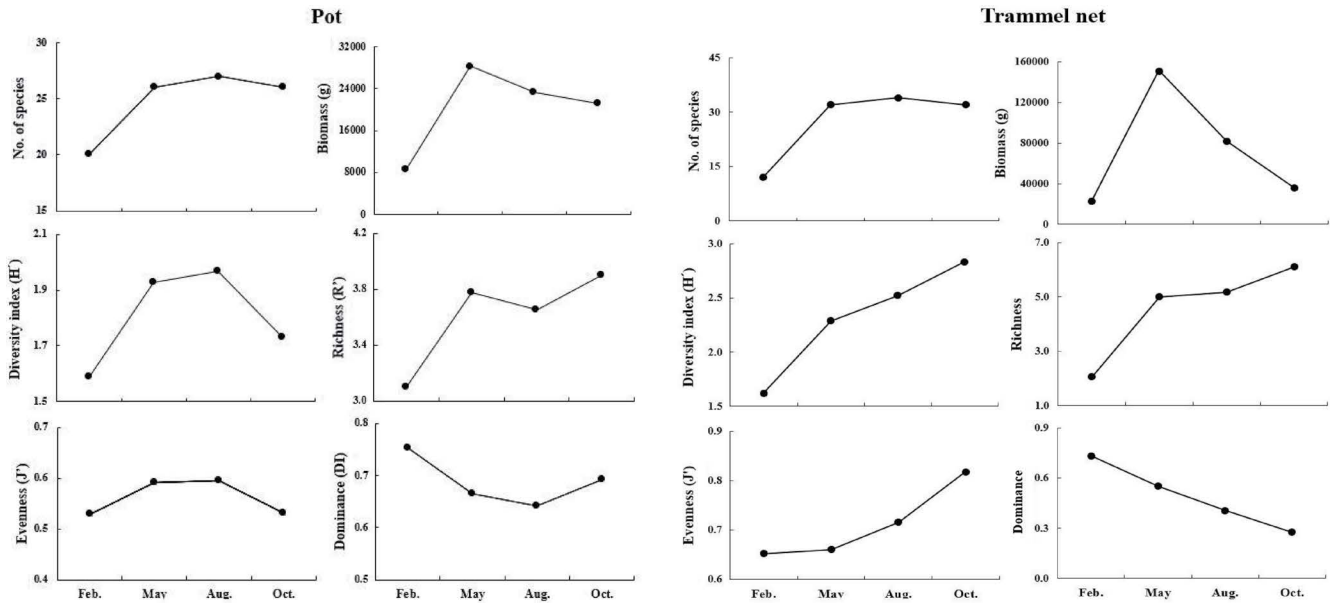


Fig. 3. Seasonal variation in number of species, number of individuals, biomass (g) and diversity, dominance, richness, evenness and dominance of the aquatic organism collected by pot and trammel net in the coastal waters of Taean, Korea from February to October 2018.

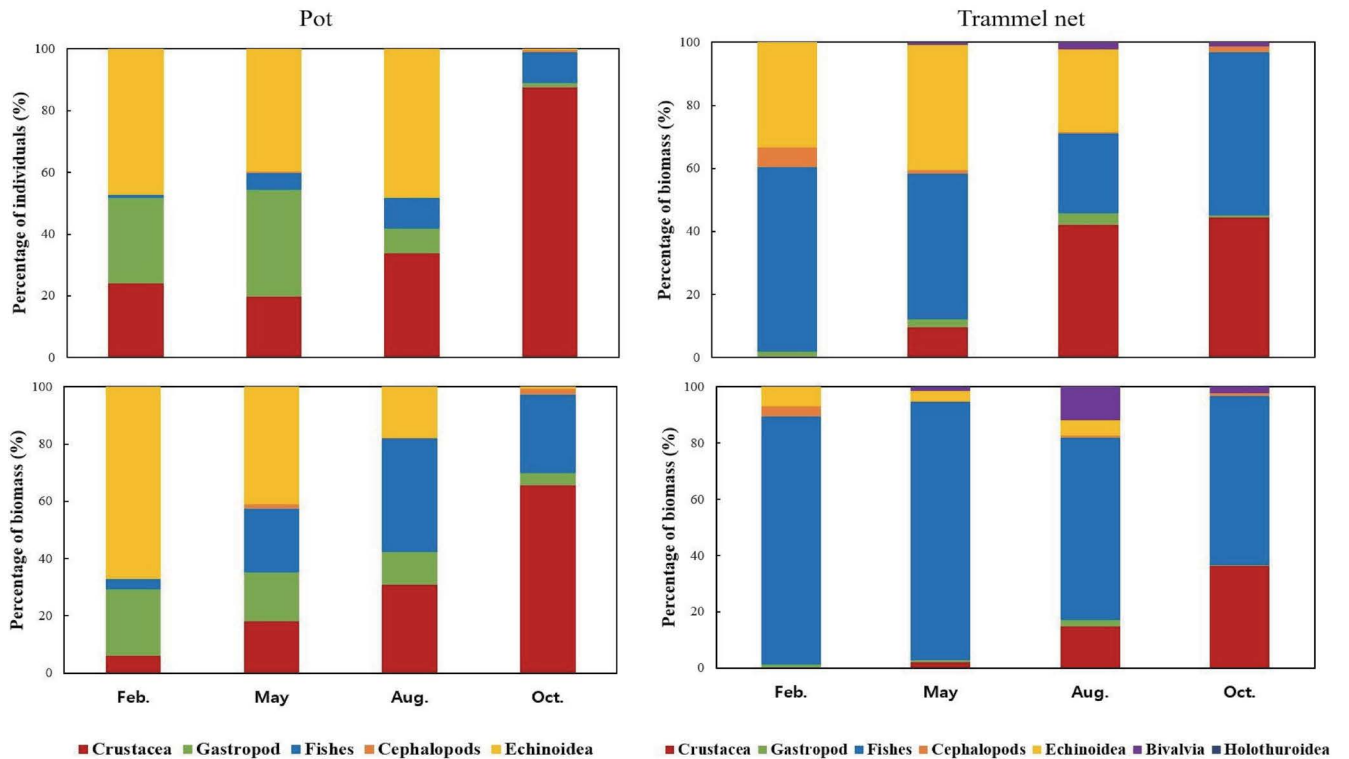


Fig. 4. Seasonal variation in percentage of individuals and biomass collected by pot and trammel net in the coastal waters of Taean, Korea from 2018.

로 쥐노래미는 전장 11.9~32.0 cm 범위였고, 붕장어 (*Conger myriaster*)는 항문장(AL) 11.0~21.7 cm 범위였다. 삼중자망에서는 눈강달이(*Collichthys niveatus*)가 겨울에만 채집되었으며,

전장 6.1~10.6 cm 범위였고, 양태는 전장 21.0~50.0 cm 범위였다. 홍어의 체반폭(DW) 범위는 10.6~33.0 cm 로 평균 27.0 cm 의 개체들이 주로 채집되었다(Fig. 5).

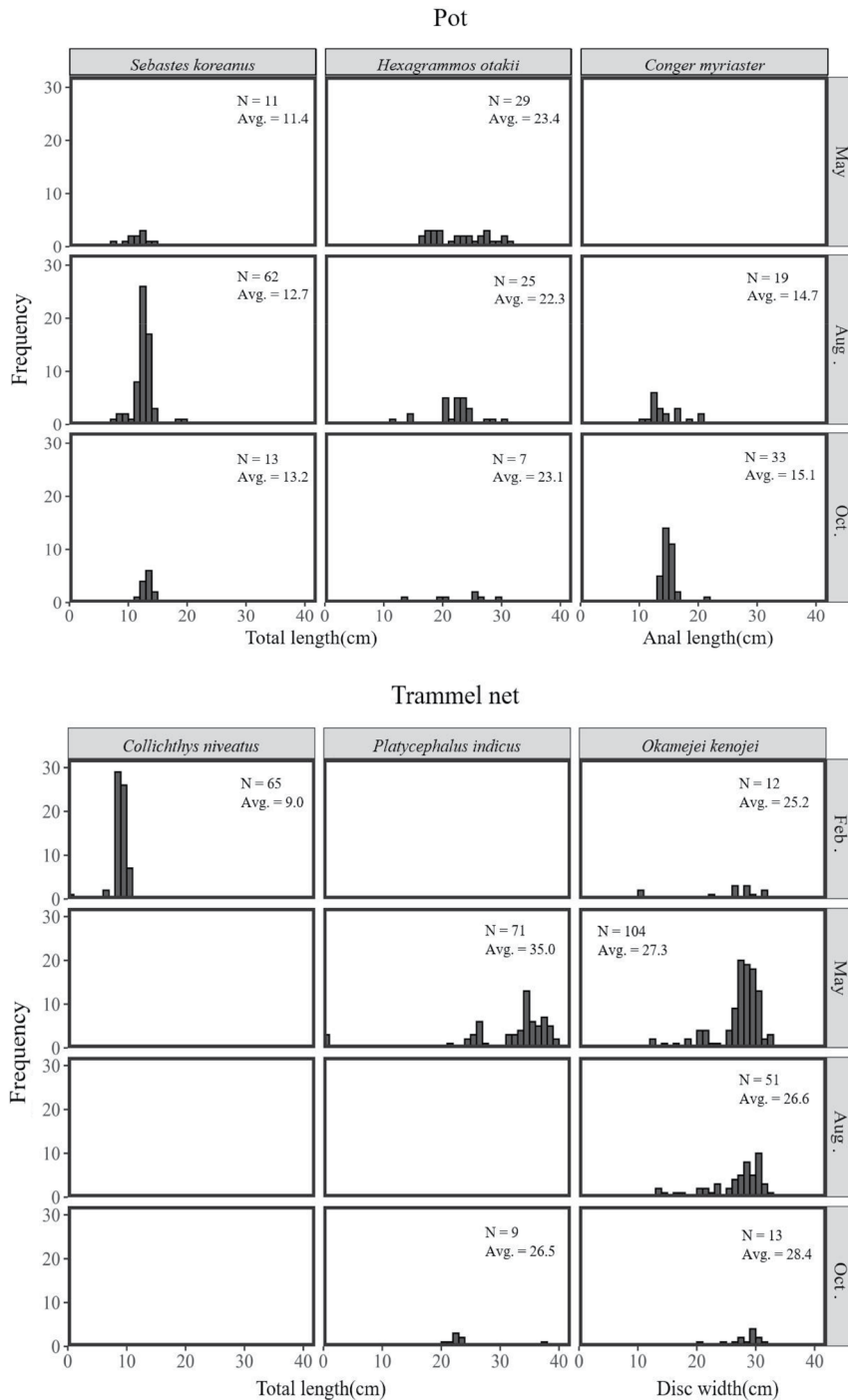


Fig. 5. Seasonal length frequency distribution of the major fish species caught by of the pot and trammel net in the coastal waters of Taean, Korea from 2018.

5. 군집분석

태안 연안의 수산생물의 계절에 따른 군집분석을 수행한 결과 삼중자망과 통발에서 유사도지수 50% 수준에서 크게 2개의 그룹으로 구분되었고 (Fig. 6), 비모수차원척도법 (NMDS)으

로 분석한 결과 group A는 봄과 여름, 겨울, group B는 가을로 구분되었다 (Fig. 7). 각 그룹 간 차이를 알아보기 위해 One-way ANOSIM 분석 결과, A그룹과 B그룹이 유의한 차이를 나타내었다 (ANOSIM, Global R=0.111, $p < 0.05$). 그룹에 따른 기여율을 확인하기 위하여 SIMPER를 분석한 결과 통발에서는 각시수

량과 등근성게가 대부분 봄과 여름, 겨울에 모두 출현하여 기여도를 높였으며, 두점박이민꽃게(*Charybdis bimaculata*)는 2월을 제외하고 출현하였다. 삼중자망에서도 등근성게가 봄과 여름,

겨울에 모두 출현하여 기여도를 높였으며, 깨다시꽃게(*Ovalipes punctatus*)와 꽃게(*Portunus trituberculatus*)가 8월과 10월에만 출현하였다(Table 3).

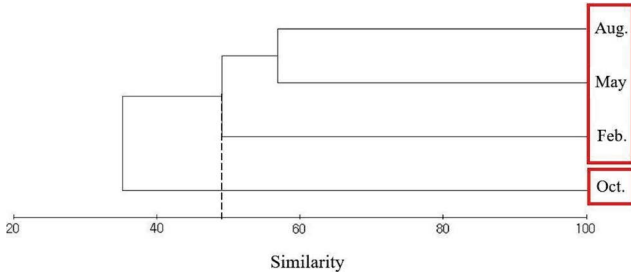


Fig. 6. Dendrogram based on cluster analysis in the coastal waters of Taean, Korea in 2018.

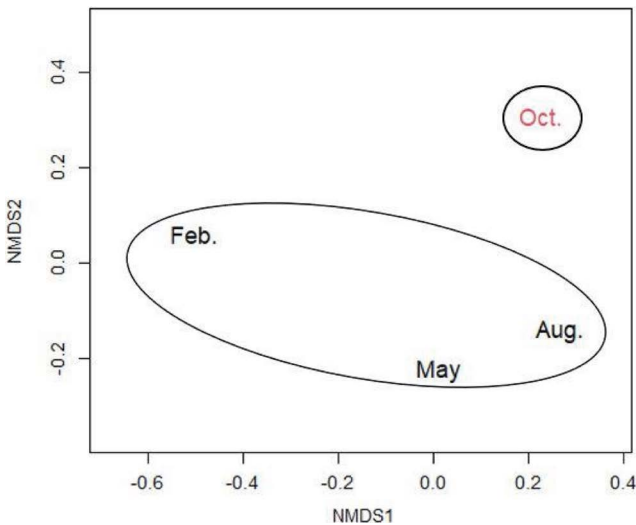


Fig. 7. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) plots based on the Bray - Curtis similarities in the individuals of aquatic organism by season in the coastal waters of Taean.

고 찰

조사기간 동안 태안 연안의 월별 수온은 2월에 1.6°C로 가장 낮았으며, 이후 상승하여 8월에 21.0°C로 가장 높게 나타났다. 수온자료와 조사정점이 근접한 태안 연안해역의 2010~2011년의 환경자료와 비교하였을 때 선행연구에서의 수온은 2.7~15.1°C였고(Jeong *et al.*, 2012), 또 다른 인근 정점의 태안 연안(Jeong *et al.*, 2014)에서는 3.0~18.1°C로 확인되었다. 이번 연구에서는 조석영향을 줄이기 위해 과거 연구와 동일하게 조금을 기준으로 조사했음에도 불구하고 과거보다 크게 차이가 나타났다. 이는 수심이 얕은 서해의 특성으로 인한 해양환경의 차이가 주변환경 등으로 영향을 받은 것으로 보인다(Lim *et al.*, 2008). 국립해양환경정보 포털(www.meis.go.kr)의 관측자료를 확인한 결과 2010년부터 2018년까지 태안 주변의 전반적인 수온변화는 평균 1~2°C의 차이를 보였는데, 이와 같은 수온 차이는 과거에 인근 해역의 방파제와 대교건설의 영향(Jung, 2014)과 함께 계절에 따른 이상기후와 육지로부터 유입되는 강수, 황해냉수대에 의해서 조절되는 것으로 판단된다.

조사기간 동안 통발과 삼중자망에 의해 어획된 수산생물은 총 78종으로, 통발에서는 52종이 출현하였으며, 주로 갑각류와 성게류, 복족류 등이 출현하였고, 삼중자망에서는 57종으로 어류와 성게류 갑각류가 주를 이루었으며, 통발보다 많은 종수와 어획량을 확인할 수 있었다. 선행 연구와 비교하였을 때, 2010년 태안 주변해역의 자망과 통발(Jeong *et al.*, 2012)에서는 58종으로 통발에서는 41종, 자망에서는 28종으로 이번 연구보다 낮은 종수가 확인되었고, 2006~2007년에 서해 중부해역을 대상으로 저층트롤을 통해 조사한 결과(Lee *et al.*, 2010)의 출현종수

Table 3. ANOSIM and SIMPER results comparing species composition by groups

| Gear | Groups | One-way ANOSIM | SIMPER | | |
|-------------|---------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|------------------|
| | | P value | Average dissimilarity (%) | Discriminating species | Contribution (%) |
| Pot | A vs. B | <0.05 | 55.57 | <i>Volutharpa ampullacea perryi</i> | 10.4 |
| | | | | <i>Strongylocentrotus nudus</i> | 10.0 |
| | | | | <i>Charybdis bimaculata</i> | 5.9 |
| Trammel net | A vs. B | <0.05 | 66.90 | <i>Strongylocentrotus nudus</i> | 10.4 |
| | | | | <i>Ovalipes punctatus</i> | 5.3 |
| | | | | <i>Portunus trituberculatus</i> | 5.0 |

Group A: February, May, August
Group B: October

는 81종, 보령 연안의 연안개량안강망(Choi *et al.*, 2020)에서의 어류 출현종수는 87종으로 나타났다. 이러한 종수의 차이는 조사지역 및 횡수를 비롯한 트롤(Lee *et al.*, 2010)과 연안개량안강망(Choi *et al.*, 2020) 어구 특성의 영향을 받은 것으로 생각되기 때문에 태안주변의 보다 정확한 수산생물 종조성을 파악하기 위해서는 정기적으로 다양한 어구를 이용한 조사가 이루어져야 할 것이다(Table 4).

이번 연구에서는 통발에서 둥근성게, 그라비새우가 우점하였고, 삼중자망에서도 둥근성게와 갯가재가 우점하였다. 선행 연구에서 2010~2011년의 태안 주변해역(Jeong *et al.*, 2012)의 통발에서는 각시수랑과 갈색띠매물고둥(*Neptunea cumingi*), 삼중자망에서는 홍어와 비단가리비(*Chlamys farreri nipponensis*), 서해 중부해역(Lee *et al.*, 2010) 트롤과 보령 연안의 연안개량안강망(Choi *et al.*, 2020)에서는 도화망둑(*Amblychaeturichthys hexanema*)과 꼼치(*Liparis tanakae*) 등 저서성 어류가 우점한 것을 확인할 수 있었다. 특히 본 연구에서 우점종으로 확인된 둥근성게는 국내 연안역의 대표적인 갯녹음 현상을 일으키는 지표종(indicator species)으로 알려져 있다(Min *et al.*, 2021). 따라서 과거의 태안 연안(Jeong *et al.*, 2012)보다 둥근성게가 우점하게 된 이유는 첫째, 2011~2018년까지 태안 주변해역의 인공어초사업인 인공어초해중립조성(FIRA, 2021)을 통한 해조류가 둥근성게의 주먹이원을 제공한 것으로 판단되며, 둘째는 생태학적으로 적은 이동능력과 서식수온에 대한 내성을 바탕으로 다양한 먹이 범주의 먹이섭식을 통해 이상변식현상이 나타난 것으로 보여진다(Himmelman and Steele, 1971; Min *et al.*, 2021). 서해에서도 전남 무안, 영광, 신안 등 2010년부터 158 ha의 갯녹음이 발생하고 있고(Cho, 2018), 해조류를 선호하는 둥근성게의 섭식특성을 고려했을 때 태안 연안에도 갯녹음 현상이 발생하여 결과적으로 수산생물의 종조성과 생물량에도 영향을 미칠 것으로 보이기 때문에(Yoo *et al.*, 2004), 태안 연안의 수산생물 변화를 파악하기 위한 지속적인 모니터링을 실시하여, 생태와 환경인자와의 상호관계를 통해 생물종의 주된 변동원인을 추정하여 확인할 필요성 있다고 판단된다(Table 4).

수산생물의 계절별 군집분석에서 2개의 그룹으로 5월과 8월, 2월과 10월로 수온변동 시기에 맞춰 계절적 차이가 구분되었으며, 우점종은 각시수랑, 둥근성게, 갯가재 등으로 기여도는 6.0% 미만으로 대부분 이동성이 크지 않는 개체인 연안정착성 생물들로 확인되었다. 이는 보령 연안(Choi *et al.*, 2020) 어류상의 계절적 변동을 파악하여 회유종과 산란장 등 어류의 생태학적 연구 결과를 파악한 것과 같이 본 연구에서도 계절에 따라 기여도에 미치는 생물종의 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다(Lee *et al.*, 2023).

결과적으로 태안 연안에 서식하는 수산생물은 계절적인 수온 변화에 따라 종조성이 변동하는 일반적인 특징을 보였지만, 과거보다 둥근성게의 출현율이 증가함에 따라 생물군집은 변화된 양

Table 4. Comparison of species composition of aquatic organisms among previous studies

| Source | Taean | | Taean | | Middle Yellow Sea | | Boryeong | |
|--------------------------|---|--|--|--|-------------------|-----------|-----------------------------|--|
| | Present study | (Jeong <i>et al.</i> , 2012) | (Lee <i>et al.</i> , 2010) | (Choi <i>et al.</i> , 2020) | 2006~2007 | 2018~2019 | (Choi <i>et al.</i> , 2020) | |
| Year | 2018 | 2010 | 2006~2007 | 2018~2019 | 2006~2007 | 2018~2019 | 2018~2019 | |
| Number of sampling times | 4 | 4 | 4 | 20 | 4 | 20 | 20 | |
| Target | Aquatic organism | | Aquatic organism | | Aquatic organism | | Fish | |
| Fishing gear | Pot | Pot | Pot | Gill net | Trawl | Stow net | Stow net | |
| Number of species | 52 | 41 | 81 | 28 | 81 | 87 | 87 | |
| Dominant species | Pot <i>Strongylocentrotus nudus</i> (35.4%) <i>Palaemon gravieri</i> (19.4%) Trammel net <i>Strongylocentrotus nudus</i> (28.8%) <i>Oratosquilla oratoria</i> (8.3%) | Pot <i>Voluatharpa ampul lacea</i> (74.4%) <i>Neptunea arthritica</i> (5.4%) Gill net <i>Okamejei kenojei</i> (68.0%) <i>Chlamys farreri nipponensis</i> (6.2%) | Aquatic organism <i>Acanthogobius lactipes</i> (16.5%) <i>Exopalaemon carinicauda</i> (11.1%) <i>Oratosquilla oratoria</i> (8.8%) | Fish <i>Liparis tanakae</i> (19.8%) <i>Acanthogobius lactipes</i> (12.4%) <i>Collichthys niveatus</i> (11.0%) | | | | |

상을 보였다. 따라서 향후 본 연구 결과를 바탕으로 태안 연안에서 서식하는 수산생물의 종조성과 분포에 직접적인 영향을 주는 환경요인을 찾는 연구가 병행되어야 할 것이다.

요 약

2018년 태안 연안에서 계절별로 통발과 삼중자망으로 수산생물의 종조성과 계절변동을 조사하였다. 두 종류의 어구에서 총 78종, 4,501개체, 373,474.0 g으로 둥근성게가 우점하였다. 통발에서는 52종, 3,059개체, 81,546.8 g으로 갑각류가 가장 많았고, 둥근성게 다음으로 그라비새우가 우점하였다. 삼중자망에서는 57종, 1,442개체, 291,926.9 g으로 어류가 가장 많았으며, 그중 홍어가 가장 높게 나타났다. 군집분석 결과, 2개의 뚜렷한 그룹으로 구분되었는데 해양환경 변화에 따라 수산생물의 종 구성이 달라지는 것으로 나타났다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 시험연구사업 “서해연안어업 및 환경생태조사(R2023009)”의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- An, Y.R. and S.H. Huh. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 3. Fishes collected by crab pots. J. Fish. Soc., 35: 715-722. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.6.715>.
- An, Y.R. and S.H. Huh. 2003. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 4. Fishes collected by bottom gill nets. J. Fish. Soc., 36: 686-694. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.6.686>.
- Choi, D.H., B.I. Yoon, M.J. Kim and S.J. Lee. 2020. Species composition and community structure of fish by coastal stow net catch from the coastal waters of Boryeong, Korea J. Fish. Aquat. Sci., 53: 761-772. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0761>.
- Cho, S.J. 2018. A study on operational performance evaluation of marine forest creation project. Pukyong Natl. Univ., Busan, Korea, 115pp.
- FIRA. 2021. Artificial reef facility statistics. Fisheries Resources Agency. Co. Korea, pp. 418-421.
- Himmelman, J.H. and D.H. Steele. 1971. Foods and predators of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in New-foundland water. Mar. Bio. Prog. Ser., 9: 315-322.
- Hong, S.Y. 2006. Marine invertebrates in Korean coasts. Academy Publishing. Seoul, Korea, 479pp.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998a. Seasonal variations in species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal water of Namhae island. Kor. J. Ichthyol., 10: 11-23.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998b. Species composition and seasonal variations of fishes collected by winged stow nets on anchors of Namhae Island. Fish. Tech. Soc., 34: 309-319.
- Hwang, H.B. and T.W. Lee. 2011. Species composition of fish collected by a two-side fyke net in the coastal water off Taean in 2008. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 44: 173-178. <https://doi.org/10.5657/kfas.2011.44.2.173>.
- Hwang, S.D. 1998. Diel and seasonal variations in species composition of fishery resources collected by a bag net of Kogunsangundo. Kor. J. Ichthyol., 10: 155-163.
- Jeong, G.S., Y.J. Im, B.Y. Cha, H.J. Hwang, D.H. Kwon, J.S. Park and H.S. Jo. 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. Fish Tech. Soc., 48: 387-400. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.387>.
- Jeong, G.S., Y.J. Im, B.Y. Cha, H.J. Hwang, D.H. Kwon and H.S. Jo. 2014. Comparison of species composition and seasonal variation of demersal organisms caught by otter trawl in the coastal waters off the Taean Peninsula, in the West Sea of Korea. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 264-273. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0264>.
- Jung, T.S. 2014. Change of mean sea level due to coastal development and climate change in the western coast of Korean Peninsula. JKSCOE, 26: 120-130. <https://doi.org/10.9765/KSCOE.2014.26.3.120>.
- Kim, H.C., W.S. Lee, U.K. Hwang and Y.S. Choi, 2010. Variation in the residual oils in the culture grounds on the Taean coast, Korea after the Hebei spirit oil spill. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 705-714. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.6.705>.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.R. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean Fishes. Kyohak Publishing, Seoul, Korea. 615pp. (in Korean)
- Lee, J.B., J.H. Lee, Y.J. Sin, C.I. Zhang and H.K. Cha. 2010. Seasonal variation of fisheries resources composition in the coastal ecosystem of the middle Yellow Sea of Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46: 126-138. <https://doi.org/10.3796/ksft.2010.46.2.126>.
- Lee, T.W. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu Bay. 1. Demersal fish. J. Korean Fish. Soc., 29: 71-83.
- Lee, T.W. 1998. Change in species composition of fish in Chonsu Bay. 3. Pelagic fish. J. Korean Fish. Soc., 31: 654-664.
- Lee, T.W. and S.W. Hwang. 1995. The demersal fishes of Asan Bay IV. Temporal variation in species composition from 1999 to 1993. Bull. Korean Fish. Soc., 28: 67-79.
- Lee, Y.D., J.M. Jeong and H.J. Kim. 2023. Species composition and seasonal variations of fishes collected by set net in coastal waters off Tongyeong. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 59: 9-18. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2023.59.1.009>.
- Lim, D.I., M.R. Kang, P.G. Jang, S.Y. Kim, H.S. Jung, Y.S. Kang

- and Y.S. Kang. 2008. Water quality characteristics along mid-western coastal area of Korea. *Ocean Polar Res.*, 30: 379-399.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 36-71.
- Min, D.K., J.S. Lee, D.B. Koh and J.G. Je. 2004. Mollusks in Korea. Han-Geul Publishing. Co., Busan. 566pp. (in Korean)
- Min, W.G., M.S. Woo, J.Y. Shin and Y.B. Kim. 2021. A distributional pattern of *Strongylocentrotus nudus* on the subtidal rocky area near Dokdo. In: Proc. of biannual meeting of the Korea academia industrial cooperation society Jeju, Korea, July. pp. 709-712.
- Noh, H.S., K.S. Youk, H.B. Hwang and T.W. Lee. 2009. Seasonal variation in species composition and abundance of shallow water fishes at Taean beaches, in the Yellow Sea of Korea. *The Sea. J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 14: 145-154.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131-144.
- Ryu, B.S. and Y. Choi. 1993. The fluctuation of fish communities from the coast of Kunsan, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 5: 194-207.
- Ryu, J.H., P.K. Kim, J.K. Kim and H.J. Kim. 2005. Seasonal variation of species composition of fishes collected by gill net and set net in the middle East Sea of Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 17: 279-286.
- Seo, J.Y., S.H. Park, H.C. Shin, H.S. Lim and J.W. Choi. 2011. The early impacts of the 'Hebei Spirit' oil spill on the macrozoobenthic communities in the subtidal area around Taean, western coast of Korea. *The Sea. J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 16: 139-146. <https://doi.org/10.7850/jkso.2011.16.3.139>.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Illinois Univ. Press, Urbana, U.S.A., 117pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Yoo, J.W., Y.S. Son, C.G. Lee, J.S. Kim, C.H. Han, C.S. Kim, Y.B. Moon, D.S. Kim and J.S. Hong. 2004. Distribution pattern of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in relation to predation pressure in Hosan, the east coast of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 9: 40-49.