

경북 영덕 연안 인공어초 시설구와 비시설구의 어류 종조성 비교

Comparison of Fish Species Composition between Artificial Reefs and Non-artificial Reefs in Costal Waters of Yeongdeok, Korea

임후순¹, 윤성민¹, 최우성², 한경호^{2,*}Hu-Soon Yim¹, Sung-Min Yoon¹, Woo-Sung Choi², Kyeong-Ho Han^{2,*}¹경상북도 수산자원연구원²전남대학교 수산과학과¹Gyeongsangbuk-do Fisheries Resources Institute, Yeongdeok 36405, Republic of Korea²Department of Fishery Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea*Correspondence to Kyeong-Ho Han
E-mail: aqua05@chonnam.ac.kr

Received January 12, 2023

Revised January 16, 2023

Accepted January 20, 2023

Abstract : This study is to analyze seasonal and annual variations of environmental water quality, formations of fish species, variations of quantity, and the changes of community structure at the dice type concrete artificial reefs and non-artificial reefs in the Yeongdeok coastal area from the year of 2018 to 2019. The most dominance species was *Sebastes schlegeli*, *Hexagrammos agrammus*, and *Neoditrema ransonneti* in artificial reefs area in 2018. *N. ransonneti*, *S. schlegeli*, and *Hexagrammos otakii* was the most dominance species in non-artificial reefs area in 2018. *H. otakii*, *Ditrema temminckii*, and *S. schlegeli* was the most dominance species in artificial reefs area in 2019 and *D. temminckii*, *S. schlegeli*, and *Sebastes inermis* was the most dominance species in non-artificial reefs area.

Keywords : Analyze, Specis composition, Artificial reef, Non-artificial reef, Dominance species

서론

동해 연안은 해안선이 단조롭고 저질에 모래로 이루어져 있으며, 여름철에는 쿠로시오 난류의 영향을 받지만 겨울에는 북한 한류의 영향을 받아 계절에 따라 이 두 수괴에 서식하는 어류가 다른 조성을 보일 것으로 예상된다. 그중 영덕지방은 동해 중부 지역으로 해수 특성이 서로 상이한 동한난류수와 북한한류수 및 연안수와 같은 수괴들이 접하고 있으며, 이들 수괴들 사이는 서로 혼합하여 어류의 분포 및 회유경로 등에 크게 영향을 미치고 있다. 또한, 동해는 유용 해양생물이 서식하는 데 최적의 해양환경을 제공함으로써 지리적으로 중요한 위치를 차지하고 있다(Hwang *et al.*, 1997; Jeong *et al.*, 2013).

현대 사회에서 수산물의 어획량과 소비가 증가함에 따라 자연적으로 발생된 수산자원량으로는 어획활동과 수산물 소비량을 따라가기에는 부족한 실정이다(Liu and Su, 2013). 한국은 1970년대 초부터 동해안 지역에 안정적이고 지속적인 해양생산력을 유지하기 위하여 바다목장화, 해중립 조성 및 인공어초 시설 등 수산자원의 조성사업이 실시되어 왔다. 인공어초시설은 시설물에 해조류가 부착되면서 소형어류에게 영양분을 공급

할 뿐만 아니라 부유성 먹이생물의 수직적 순환을 도움으로써 생물의 밀도를 증가시키고 생화학적 생육장을 형성하는 역할을 한다(Layman *et al.*, 2013).

해양환경은 어류의 생태에 있어 매우 중요한 요소이다. 수산생물의 종 조성은 시간적·공간적 규모에서 매우 다양하게 나타날 수 있고, 수심, 서식지의 복잡성, 수온, 해적생물, 먹이나 서식지경쟁 등 생물학적·물리적 요인들에 영향을 받는다(Hackradt *et al.*, 2011). 인공어초는 일반적으로 자연적인 어초의 몇몇 특성을 모방하기 위한 수중의 구조물을 말하는데, 인공어초를 설치하는 주 목적은 수산자원의 자원량을 증가시키는 것이다(Seaman *et al.*, 1989; Seaman and Sprague, 1991; Pratt, 1994; Seaman, 2000). 또한, 수질개선과 생태계 복원에도 효과가 있어 풍부한 해양생물이 서식할 수 있는 환경을 제공하는 역할을 한다(Miller, 2002).

최근 동해안 지역의 강원도 강릉과 동해 그리고 경상북도 울진 연안에서 인공어초를 시설한 지역과 비시설 지역의 어류 종 조성을 비교한 연구가 보고되었다(Yim *et al.*, 2022a, 2022b, 2022c).

이 연구는 경상북도 영덕 연안에 위치한 인공어초 시설구와

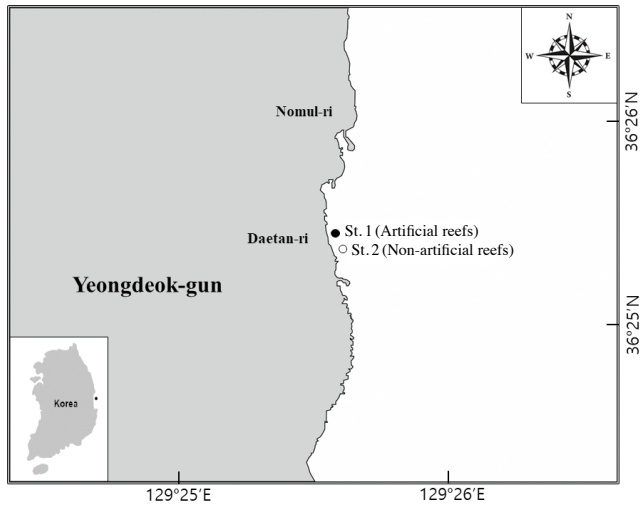


Fig. 1. Location of the sampling areas.

비시설구의 어류의 종조성을 비교함으로써 인공어초의 위집효과에 대한 기초적 연구자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

이 연구는 2018년 계절별(2월, 5월, 8월, 11월)로 경상북도 울진 연안 수역의 인공어초 시설구(St. 1)와 비시설구(St. 2) 2개의 정점에 서식하는 어류의 종조성과 군집구조 변화를 조사하였다(Fig. 1).

각 정점의 수질 환경 특성을 파악하기 위해 표층, 10 m, 20 m, 저층에서 다항목수질측정기(YSI #33, U.S.A.)를 사용하여 수온, 염분, pH, DO를 측정하였다.

어류 종류별 군집과 분포 상태를 파악하기 위해 삼중자망과 통발을 이용하여 조사하였다. 삼중자망의 규격은 폴리에틸렌 매듭 그물감(Knot PE Td210×18, 70.5 mm)으로 전체 그물길이 140 m, 높이 1.75 m, 망목 70.5 mm의 그물을 사용하였고, 통발은 폴리프로필렌 매듭 그물감(Knot PP Td260×4, 13.0 mm)으로 어구의 길이 63 cm, 높이 38 cm, 망목 13.0 mm였다.

어획된 시료는 선상에서 선별하여 개체수를 계수하였으며, 일부는 10% 중성 포르말린으로 고정한 후, 실험실로 가져와 중별로 동정하였다. 종 동정은 Kim *et al.* (2005)에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Nelson *et al.* (2016)에 따라 진행하였다.

어획물은 군집구조 분석을 위해 primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994) 계절별 종다양도 (Shannon and Wiener, 1963) 지수, 균등도 (Pielou, 1966) 지수, 풍부도 (Margalef, 1958) 지수를 구하였고, 우점도 (Simpson, 1949) 지수를 산출하였다.

결 과

1. 수질환경

2018년 표층 수온은 여름에 인공어초 시설구와 비시설구에서 각각 21.9°C와 22.0°C로 가장 높게 나타났다(Table 1). 또한 겨울에는 시설구에서 10.4°C로 조사되었으며, 비시설구에서 10.4°C로 가장 낮게 나타났다.

표층 염분농도는 겨울에 인공어초 시설구와 비시설구에서 모두 34.3 psu로 가장 높게 나타났다. 또한 여름에는 시설구에서 32.0 psu로 조사되었으며, 비시설구에서 32.3 psu로 가장 낮게 나타났다.

표층 수소이온농도(pH)는 여름에 인공어초 시설구와 비시설구에서 모두 pH 8.2로 가장 높게 나타났다. 또한 겨울에는 시설구에서 pH 7.9로 조사되었으며, 비시설구에서 pH 8.0으로 가장 낮게 나타났다..

표층 용존산소량(DO)은 겨울에 인공어초 시설구와 비시설구에서 각각 10.3 mg L⁻¹와 10.2 mg L⁻¹으로 가장 높게 나타났다. 또한 여름에는 시설구에서 7.5 mg L⁻¹으로 조사되었으며, 비시설구에서 7.4 mg L⁻¹으로 나타났다.

2019년 표층수온은 여름에 가장 높게 나타났고, 시설구와 비시설구에서 각각 22.6°C와 22.2°C로 나타났다(Table 2). 겨울에 표층수온이 가장 낮게 나타났으며, 시설구에서 10.3°C 비시설구에서 10.5°C로 나타났다.

염분농도는 겨울에 가장 높게 나타났고, 시설구와 비시설구에서 각각 34.5 psu와 34.4 psu로 나타났다. 여름에는 염분농도가 가장 낮게 나타났고 시설구와 비시설구에서 각각 32.1 psu와 32.3 psu로 나타났다.

표층 수소이온농도(pH) 조사 결과 시설구에서는 겨울에 pH 8.2로 가장 높았고, 비시설구에서는 여름에 pH 8.2로 가장 높았으며, 봄에 가장 낮은 값을 보였다.

표층 용존산소량(DO)은 겨울에 가장 높게 나타났고, 시설구와 비시설구에서 각각 10.5 mg L⁻¹과 10.3 mg L⁻¹으로 나타났다. 반면에, 여름에는 표층 용존산소량이 가장 낮게 나타났으며, 시설구와 비시설구 모두 7.5 mg L⁻¹으로 나타났다.

2. 어류 종조성

2018년 인공어초 시설구에서는 총 4목 8과 13종 137개체가 출현하였고, 생체량은 16,438 g이었다(Tables 3, 4). 이 중 농어목(Perciformes)이 5과 9종으로 가장 우점하였고, 복어목(Tetraodontiformes)이 1과 2종, 아귀목(Lophiiformes)과 가자미목(Pleuronectiformes)이 1과 1종으로 출현하였다. 비시설구에서는 총 4목 8과 12종 105개체가 출현하였고, 생체량은 11,618 g이었다. 이 중 농어목이 5과 9종으로 가장 우점하였고, 뱀장어목(Anguilliformes), 가자미목, 복어목이 1과 1종으

Table 1. Information of water temperature, salinity, pH and DO in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2018)

Season	Depth	Temperature (°C)		pH		Salinity		DO (mg L ⁻¹)	
		St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2
Winter	Surface layer	10.4	10.4	7.9	8.0	34.3	34.3	10.3	10.2
	10 m	10.0	10.1	8.1	8.0	34.2	34.4	10.3	10.2
	20 m	9.6	9.3	7.9	8.0	34.3	34.4	10.1	10.0
	Bottom layer	8.9	9.0	8.0	7.9	34.8	34.6	10.0	9.9
Spring	Surface layer	15.1	15.8	8.1	8.1	34.1	34.2	10.2	10.1
	10 m	12.8	13.11	7.9	8.1	34.2	34.3	9.7	9.8
	20 m	11.8	11.9	8.0	8.0	34.3	34.4	9.5	9.6
	Bottom layer	10.3	10.5	7.9	7.9	34.8	34.7	8.7	8.8
Summer	Surface layer	21.9	22.0	8.2	8.2	32.0	32.3	7.5	7.4
	10 m	17.7	17.8	8.1	8.1	32.4	32.8	7.6	7.3
	20 m	14.3	14.5	7.9	8.1	34.2	34.3	7.4	7.3
	Bottom layer	12.5	12.6	8.0	7.9	34.7	34.6	7.6	7.1
Fall	Surface layer	16.8	17.1	8.1	8.1	32.5	32.8	9.0	8.9
	10 m	16.1	16.7	8.1	8.1	32.4	32.5	8.8	8.8
	20 m	14.9	15.2	8.1	8.1	34.2	34.3	8.5	8.6
	Bottom layer	14.1	14.8	8.0	8.0	34.7	34.7	8.5	8.5

Table 2. Information of water temperature, salinity, pH and DO in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2019)

Season	Depth	Temperature (°C)		pH		Salinity		DO (mg L ⁻¹)	
		St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2	St. 1	St. 2
Winter	Surface layer	10.3	10.5	8.2	8.1	34.5	34.4	10.5	10.3
	10 m	10.1	10.0	8.0	8.0	34.7	34.2	10.1	10.1
	20 m	9.7	9.4	8.0	8.0	34.7	34.5	10.0	9.9
	Bottom layer	8.9	8.8	8.1	8.0	34.8	34.7	9.9	9.8
Spring	Surface layer	16.1	16.4	7.9	8.0	34.2	34.2	10.2	10.2
	10 m	13.3	13.7	8.0	8.1	34.4	34.3	9.9	9.8
	20 m	11.4	11.5	8.0	8.0	34.5	34.5	9.4	9.5
	Bottom layer	10.5	10.8	8.1	8.1	34.5	34.6	9.3	9.2
Summer	Surface layer	22.6	22.2	8.1	8.2	32.1	32.3	7.5	7.5
	10 m	17.4	17.4	8.1	8.1	32.6	32.8	7.3	7.4
	20 m	14.3	14.3	8.1	8.0	34.2	34.2	7.2	7.1
	Bottom layer	13.2	13.2	8.0	8.0	34.8	34.7	7.1	7.1
Fall	Surface layer	16.7	17.3	8.1	8.1	32.6	32.4	9.1	9.3
	10 m	16.2	17.0	8.1	8.1	34.1	33.6	8.8	8.9
	20 m	15.4	15.8	8.1	8.0	34.3	34.3	8.5	8.7
	Bottom layer	14.2	14.8	8.0	7.9	34.8	34.8	8.3	8.4

로 나타났다. 2018년 경북 영덕 연안 인공어초 시설구에서 채집된 어류는 13종으로 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 노래미

(*Hexagrammos agrammus*), 인상어(*Neoditrema ransonneti*)가 각각 20개체로 가장 우점하였고, 다음으로 망상어(*Ditrema*

Table 3. The number of order, family, and species of fishes collected in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2018)

Order	Family	Number of species	
		St. 1	St. 2
Anguilliformes	Congridae		1
Lophiiformes	Lophiidae	1	
Perciformes	Sebastidae	3	2
	Hexagrammidae	2	2
	Cottidae	1	2
	Embiotocidae	2	2
	Pholidae	1	1
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	1	1
Tetraodontiformes	Monacanthidae	2	1

Table 4. The number of order, family, and species of fishes collected in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2019)

Order	Family	Number of species	
		St. 1	St. 2
Anguilliformes	Congridae		1
Lophiiformes	Lophiidae		1
Perciformes	Sebastidae	2	2
	Hexagrammidae	2	2
	Cottidae	2	2
	Embiotocidae	2	2
	Labridae	1	
Pleuronectiformes	Pleuronectidae		1
Tetraodontiformes	Monacanthidae	2	2

temminckii)와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 각각 17개체와 15개체로 우점하였다. 나머지 8종은 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*)가 9개체 출현하였고, 아귀(*Lophius setigerus*), 볼락(*Sebastes inermis*), 그리고 말쥐치(*Thamnaconus modestus*)가 각각 6개체씩 출현하였다. 개볼락(*Sebastes pachycephalus*)과 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)은 각각 5개체씩 출현하였고, 베도라치(*Pholis nebulosa*)와 층거리가자미(*Myxopsetta punctatissima*)는 각각 4개체씩 출현하였다. 비시설구에서는 12종이 채집되었고, 인상어가 17개체로 가장 우점하였으며, 다음으로는 조피볼락이 16개체, 쥐노래미가 13개체로 우점하였다. 나머지 9종은 가시망둑이 10개체 채집되었고, 층거리가자미가 10개체 출현하였으며, 망상어가 8개체 출현하였다. 또한,

베도라치가 6개체 출현하였고 봉장어(*Conger myriaster*), 노래미, 돌팍망둑(*Pseudoblennius percoides*), 그리고 말쥐치가 각각 5개체씩 출현하였으며 개볼락이 1개체 출현하였다.

2019년 인공어초 시설구에서는 총 3목 6과 11종 111개체가 출현하였고, 생체량은 11,641 g이었다(Tables 5, 6). 이 중 농어목이 5과 9종으로 가장 우점하였고, 복어목이 1과 2종으로 출현하였다. 비시설구에서는 총 5목 8과 13종 93개체가 출현하였고, 생체량은 10,147 g이었다. 이 중 농어목이 4과 8종으로 가장 우점하였고, 복어목이 1과 2종, 뱀장어목, 아귀목, 그리고 가자미목이 1과 1종으로 출현하였다.

2019년 연안 인공어초 시설구에서 채집된 어류는 11종이 출현하였다. 가장 우점하는 3종은 쥐노래미, 망상어, 그리고 조피볼락이었고, 각각 26개체, 20개체, 14개체가 출현하였다. 나머지 어류는 말쥐치가 13개체 출현하였고, 쥐치가 8개체 나타났다. 노래미, 가시망둑과 인상어가 각각 7개체씩 출현하였다. 또한, 돌팍망둑이 5개체 출현하였고, 볼락이 3개체 채집되었으며, 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*)가 1개체 출현하였다. 비시설구에서는 14종의 어류가 채집되었다. 가장 우점하는 3종은 망상어, 조피볼락, 볼락이었고, 각각 16개체, 12개체, 11개체씩 출현하였다. 쥐노래미와 말쥐치가 각각 10개체씩 출현하였고, 노래미와 쥐치가 각각 6개체씩 출현하였으며, 돌팍망둑이 5개체 출현하였다. 봉장어, 아귀와 인상어가 각각 4개체, 가시망둑이 3개체, 층거리가자미가 2개체 출현하였다.

3. 군집 분석

어획된 어류의 개체수를 이용하여 출현 개체수, 균등도, 다양도, 우점도 및 풍부도 지수를 분석하였다.

채집된 어류의 개체수는 인공어초 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 많았다. 2018년에는 시설구에서 45개체와 비시설구에서 38개체가 어획되었으며, 2019년에는 시설구에서 39개체와 비시설구에서 31개체가 출현하였다. 겨울에는 가장 적은 개체수의 어류가 채집되었고, 2018년에는 시설구에서 20개체와 비시설구에서 15개체가 출현하였으며, 2019년에는 시설구에서 16개체와 비시설구에서 14개체가 출현하였다.

풍부도 지수는 2018년에는 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 높았고, 각각 2.627과 2.199의 값이 나타났고 겨울에는 시설구와 비시설구 각각 2.003과 1.477로 가장 낮은 값을 나타내었다. 2019년에는 시설구에서는 2.457로 여름에 풍부도 지수가 가장 높았고, 겨울에 1.443으로 가장 낮았다. 비시설구에서는 가을에 2.731로 가장 높았으며, 봄에 1.971로 가장 낮았다.

다양도 지수는 2018년에는 시설구와 비시설구 모두 여름에 각각 2.277과 2.045로 가장 높았고, 겨울에 각각 1.805와 1.437로 가장 낮았다. 2019년에는 시설구에서는 2.064로 여름에 가장 높았고, 겨울에 1.401로 가장 낮았다. 비시설구에서는

Season Species		Winter						Spring						Summer						Fall						Total					
		St.1			St.2			St.1			St.2			St.1			St.2			St.1			St.2			St.1			St.2		
		N		B	N		B	N		B	N		B	N		B	N		B	N		B	N		B	N		B	N		B
		N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Conger myriaster</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	128	0	0	0	0	0	0	0	2	126	0	0	0	4	254		
<i>Lophomus setigerus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	840	0	0	0	0	0	0	1	281	0	0	0	4	1,121			
<i>Sebastes inermis</i>		1	64	5	326	0	0	0	0	0	0	0	0	3	201	2	135	3	199	11	729										
<i>Sebastes schlegeli</i>		2	349	2	371	5	943	4	760	3	581	1	194	4	756	5	937	14	2,629	12	2,262										
<i>Hexagrammos agrammus</i>		0	0	2	258	0	0	0	0	4	532	0	0	3	376	4	518	7	908	6	776										
<i>Hexagrammos otakii</i>		7	912	2	251	3	398	0	0	10	1,317	6	792	6	782	2	263	26	3,409	10	1,306										
<i>Pseudoblennius cottoides</i>		0	0	1	22	0	0	1	28	7	176	1	31	0	0	0	0	7	176	3	81										
<i>Pseudoblennius percoides</i>		0	0	1	26	0	0	3	87	5	159	0	0	0	1	32	5	159	5	145											
<i>Ditrema temmincki</i>		2	168	1	80	5	441	7	599	4	369	3	249	9	793	5	417	20	1,771	16	1,345										
<i>Neoditrema ransonneti</i>		0	0	0	0	4	356	4	349	3	266	0	0	0	0	0	0	7	622	4	349										
<i>Halichoeres poecilopterus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	51	0	0	0	0	0	0	1	51	0	0										
<i>Mycopssetta punctatissima</i>		0	0	0	0	0	0	1	225	0	0	0	0	1	222	0	0	2	447												
<i>Stephanolepis cirrifer</i>		0	0	0	0	4	244	1	61	1	68	5	288	3	177	0	0	8	489	6	349										
<i>Thamnaconus modestus</i>		4	375	0	0	3	287	0	0	1	94	7	683	5	472	3	300	13	1,228	10	983										
Total		16	1,868	14	1,334	24	2,669	21	2,109	39	3,613	31	3,406	32	3,491	27	3,298	111	11,641	93	10,147										
Number of Species		4		7		6		9		9		9		7		10		11		13											

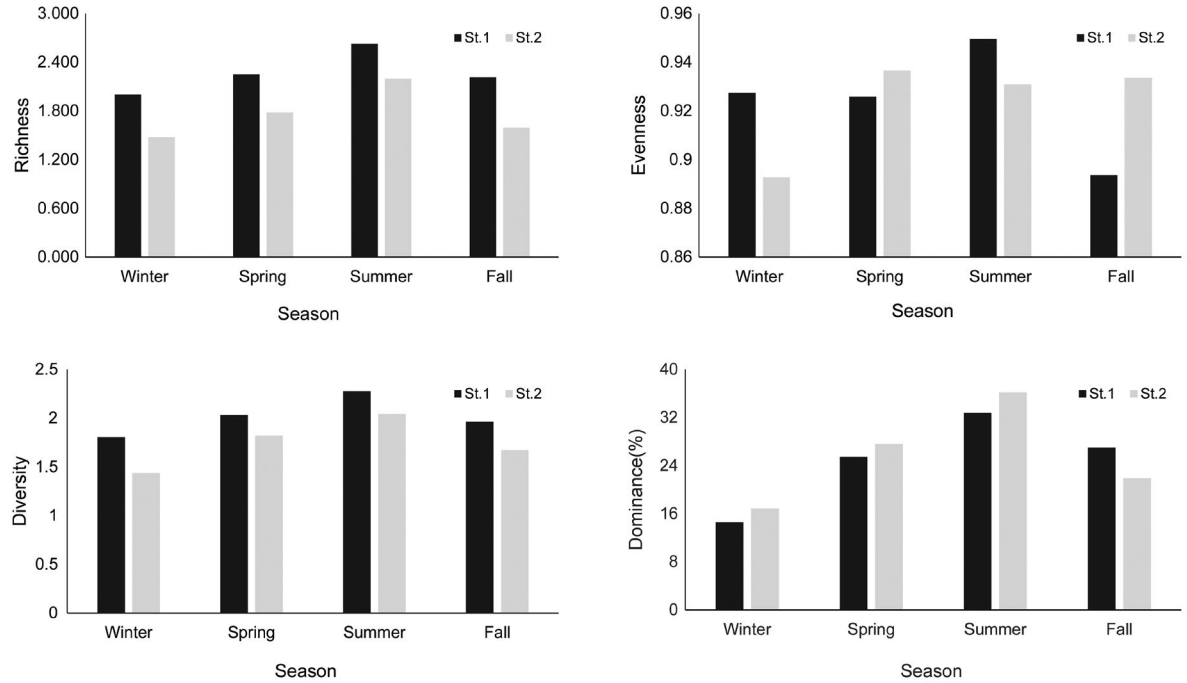


Fig. 2. Seasonal variation in number of species, number of individuals, richness, evenness, diversity, and dominance of fishes collected in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2018).

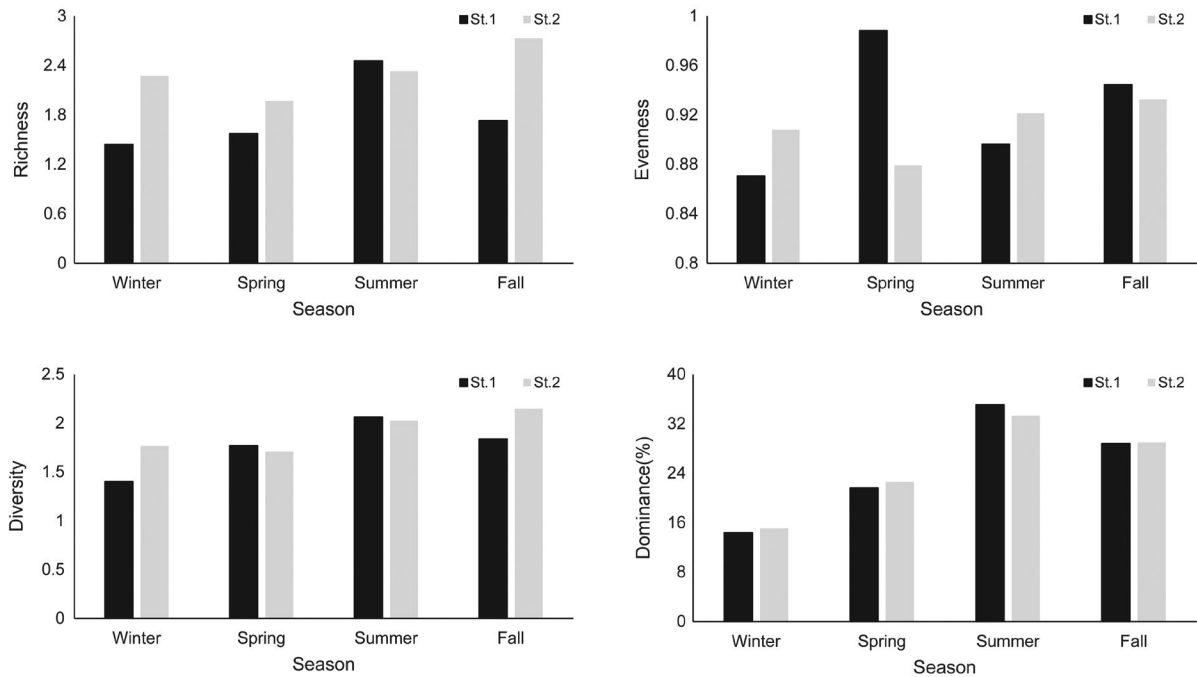


Fig. 3. Seasonal variation in number of species, number of individuals, richness, evenness, diversity, and dominance of fishes collected in the coastal waters of Yeongdeok, Korea (2019).

가을에 2.148로 가장 높았고, 봄에 1.711로 가장 낮았다.

균등도 지수는 2018년 시설구에서는 여름에 0.9496으로 가장 높았고, 가을에 0.8937로 가장 낮았다. 비시설구에서는 봄에

0.9366으로 가장 높았고, 겨울에 0.8928로 가장 낮았다. 2019

년 시설구에서는 봄에 0.9882로 가장 높았고, 겨울에 0.8707로 가장 낮았다. 비시설구에서는 가을에 0.9327로 가장 높았고, 봄

에 0.8792로 가장 낮았다.

우점도 지수는 2018년 시설구와 비시설구 모두 여름에 각각 32.8과 36.2로 가장 높았고, 겨울에 각각 14.6과 16.9로 가장 낮았다. 또한, 2019년에도 시설구와 비시설구 모두 여름에 각각 35.1과 33.3으로 가장 높았고, 겨울에 각각 14.4와 15.1로 가장 낮았다.

고찰 및 결론

경상북도 영덕 연안에 위치한 인공어초 시설구와 비시설구의 어류의 종조성의 변화를 비교하고, 울진 연안에 위치한 인공어초 시설구와 비시설구의 어류의 종조성(Yim *et al.*, 2022c)에 대하여 비교 고찰하였다.

본 연구에서는 삼중자망과 통발을 사용하였고, 2018년 인공어초 시설구에서는 조피볼락, 노래미, 인상어, 망상어, 쥐노래미가 가장 우점하는 종으로 나타났고, 비시설구에서는 인상어, 조피볼락과 쥐노래미가 가장 우점하였다. 2019년 인공어초 시설구에서는 쥐노래미, 망상어와 조피볼락이 가장 우점하였고, 비시설구에서는 망상어, 조피볼락 그리고 볼락이 가장 우점하는 종으로 나타났다.

Yim *et al.* (2022c)의 연구에서는 삼중자망과 통발을 사용하여 어류를 어획하였고, 인공어초 시설구에서 볼락, 조피볼락, 노래미와 빨간횃대가 가장 우점하였으며, 비시설구에서는 조피볼락, 양태, 돌팍망둑과 봉장어가 가장 우점하였다.

Yim *et al.* (2022c)의 연구와 비교하였을 때 인공어초 시설구에서는 조피볼락과 노래미가 공통적으로 우점하는 종이었다. 이는 쥐노래미와 노래미가 암반의 표면이나 바위틈에 산란하고(Lee *et al.*, 2013), 볼락류 역시 먹이 생물이 풍부하고 바위틈에 몸을 숨기는 습성이 있어(NFRDI, 2007), 인공어초 시설구가 먹이 생물의 섭취나 천적을 방어하기 적합한 환경으로 조성되었기 때문이라고 생각된다(Kakimoto and Ahn, 2007).

어류의 종조성은 다양한 물리적·화학적·생물학적 요인에 의해 결정되고, 어구의 종류에 따라서도 어획되는 종이 다르다(Jeong *et al.*, 2015; Yoo *et al.*, 2017). 인공어초는 수산생물에게 산란 장소를 제공하고 몸을 숨길 수 있는 공간을 제공함으로써 수산 자원 증가에 기여할 뿐만 아니라 생물의 종다양성 증가에도 영향을 준다. 다양한 수산자원의 활용을 위해 인공어초 해역의 수질환경과 자원량 등 꾸준한 연구를 통해 인공어초 시설의 관리에 많은 노력이 필요할 것으로 생각된다.

적 요

경상북도 영덕 연안에서 2018년부터 2019년까지 계절별로

인공어초 시설구와 비시설구에서 삼중자망과 통발을 이용하여 어획되는 어류의 출현 양상을 비교하였다. 2018년 인공어초 시설구에서는 조피볼락, 노래미, 인상어가 우점하였고, 비시설구에서는 인상어, 조피볼락, 쥐노래미가 우점하였다. 2019년 시설구에서는 쥐노래미, 망상어, 조피볼락이 우점하였고, 비시설구에서는 망상어, 조피볼락, 볼락이 우점하였다. 풍부도는 2018년에는 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 높았고, 겨울에는 시설구와 비시설구 모두 가장 낮은 값이 나타났다. 2019년에는 시설구에서는 여름에 풍부도 지수가 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 비시설구에서는 가을에 가장 높았으며, 봄에 가장 낮았다. 다양도 지수는 2018년에는 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 2019년에는 시설구에서는 여름에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 비시설구에서는 가을에 가장 높았고, 봄에 가장 낮았다. 균등도 지수는 2018년 시설구에서는 여름에 가장 높았고, 가을에 가장 낮았다. 비시설구에서는 봄에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 2019년 시설구에서는 봄에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 비시설구에서는 가을에 가장 높았고, 봄에 가장 낮았다. 우점도 지수는 2018년 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다. 또한, 2019년에도 시설구와 비시설구 모두 여름에 가장 높았고, 겨울에 가장 낮았다.

참고 문헌

- Clarke, K.R. and R.M. Warwick, 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, Natural Environment Research Council. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K., 144pp.
- Hackradt, C.W., F.C.F. Hackradt and J.A.G. Charton, 2011. Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. *Marine Environmental Research*, 72(5), 235-247.
- Hwang, S.D., Y.J. Park, S.H. Choi and T.W. Lee, 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *J. Korean J. Fish. Soc.*, 30(1), 105-113.
- Jeong, H.D., S.W. Kim, K.Y. Kwon, J.W. Lim and C.H. Kwoun, 2013. Oceanographic features around aquaculture areas of the eastern coast of Korea. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf.*, 19(4), 335.
- Jeong, J.M., J.T. Yoo, H.Y. Kim, S.G. Lee, W.J. Ko and Y.H. Kim, 2015. Species composition of fish collected by a gape net with wings in the coastal waters of Jindo, Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45(5), 783-788.
- Kakimoto, H. and H.D. Ahn, 2007. Artificial fish reefs. KORDI, Korea.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd. Seoul, 615pp.
- Layman, C.A., J.A. Allgeier, L.A. Yeager and E.W. Stoner, 2013.

- Thresholds of ecosystem response to nutrient enrichment from fish aggregations. *Ecology*, 94, 530-536.
- Lee, Y.D., J.S. Kim, J.H. Jung, W.J. Shim and W.S. Gwak, 2013. Direct observations of spawning characteristics on the Hexagrammidae fishes in Korean coastal waters using scuba diving. *The Sea*, 18(2), 104-109.
- Liu, T.L. and D.T. Su, 2013. Numerical analysis of the influence of reef arrangements on artificial reef flow fields. *Ocean Engineering*, 74(2013), 81-82.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3, 36-71.
- Miller, M.W., 2001. Using ecological processes to advance artificial reef goals. *ICES JMS*, 59, S27-S28.
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson, 2016. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Canada.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 2007. Effects of released fisheries resources National Fisheries Research and Development, 1-256.
- Pielou, E.M., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.*, 13, 131-144.
- Pratt, J.R., 1994. Artificial habitats and ecosystem restoration: managing for the future. *Bull. Mar. Sci.*, 55, 268-275.
- Seaman, W. and L.M. Sprague, 1991. Artificial habitats for marine and freshwater fisheries. Academic Press, San Diego, CA.
- Seaman, W., R.M. Buckley and J.J. Polovina, 1989. Advances in knowledge and priorities for research, technology and management related to artificial aquatic habitats. *Bull. Mar. Sci.*, 44, 527-532.
- Seaman, W.S.J. 2000. Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats. Boca Raton, FLCRC Press.
- Shannon, C.E. and W. Wiener, 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 1-125pp.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 1-688.
- Yim, H.S., S.J. Moon, A.R. Jung and K.H. Han, 2022a. Comparison of fish species composition of artificial reef and non-artificial reef at the coastal waters off Donghae in Gangwond-do, Korea. *Journal of Fishing Village & Aquaculture*, 2(1), 85-94.
- Yim, H.S., S.J. Moon, S.H. Lee and K.H. Han, 2022b. Comparison of fish species composition between the artificial reefs and the non-artificial reefs in Gangneung coastal area, Korea. *SFO*, 31(1), 23-30.
- Yim, H.S., S.M. Yoon, W.J. Choi and K.H. Han, 2022c. Comparison of fish species composition between the artificial reefs and the non-artificial reefs in Uljin coastal area, Korea. *Journal of Fishing Village & Aquaculture*, 2(2), 45-54.
- Yoo, D.J., J.M. Park, S.H. Lee and K.H. Han, 2017. A study on the reproduction of the sunrise sculpin *Pseudoblennius cottoides* in Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 50(1), 48-54.