

제주도 사계연안 어류군집의 종조성과 격월별 변동

김맹진 · 한송헌¹ · 김준상² · 김병엽¹ · 송춘복^{1,*}

국립수산과학원 아열대수산연구센터, ¹제주대학교 해양과학대학, ²한국수산자원관리공단 제주지사

Species Composition and Bimonthly Changes of Fish Community in the Coastal Waters of Sajeo, Jeju Island by Maeng Jin Kim, Song-Hun Han¹, Joon Sang Kim², Byung Yeob Kim¹ and Choon Bok Song^{1,*}

(Subtropical Fisheries Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Jeju City 690-192, Korea; ¹College of Ocean Sciences, Jeju National University, Jeju City 690-756, Korea; ²Fisheries Resources Agency, Jeju Branch, Jeju City 695-947, Korea)

ABSTRACT Species composition and bimonthly changes of fish community were investigated with the fishes collected by using both trammel nets and fish pots in the coastal waters of Sajeo, Jeju Island from May 2009 to February 2010. A total of 1,921 individuals (324,206 g in biomass), which comprise 10 orders and 35 families with 60 species, were collected during the study period. Among 60 species, 52 species were caught by trammel nets, 20 species by fish pots, and 12 species by both fishing gears. The five dominant species were *Pseudolabrus sieboldi*, *Plotosus lineatus*, *Pteragogus flagellifer*, *Sebastiscus marmoratus* and *Diodon holocanthus* in the aspect of total number of individuals, and *Diodon holocanthus*, *Sebastiscus marmoratus*, *Stephanolepis cirrhifer*, *Pseudolabrus sieboldi*, *Parupeneus chrysopleuron* in biomass. Each characteristics of fish community such as the number of species, the total number of individuals, and biomass were highly correlated with water temperature and salinity, which were all statistically significant at the 5% significant level. In other words, there was a tendency of increment of each characteristics according to a raise in water temperature or a decrease of salinity, and vice versa. The number of species, the total number of individuals, and biomass of fishes were highest in August and lowest in February.

Key words : Species composition, bimonthly changes, fish community, Jeju Island

서 론

조사대상 해역인 사계지역은 제주도 남서부 연안에 위치하고 형제섬을 중심으로 안쪽에는 만을 이루고 있어 파도가 항시 잔잔하고 5~30 m 내외의 수심이 보이며 저질은 지역에 따라 모래와 암반으로 구성되어 있어서 사방이 외해로 열린 제주도의 특성상 제주도에서 흔하지 않은 지리적 특성을 가지고 있어 바다숲 조성사업이 진행되고 있는 연안해역이다.

이러한 연안해역은 일반적으로 다양한 생물의 산란장이

나 색이장으로 이용되며, 수온, 염분, 수심 및 해수 유동 등이 수산생물 군집에 영향을 미쳐서 지역적으로 독특한 군집구조를 갖는다(고와 조, 1997; Kwak and Huh, 2007). 특히, 제주도 주변 해역은 대마난류, 황해난류, 중국대륙연안수, 황해저층냉수, 한국남해안 연안수 등 시기별로 서로 다른 수괴의 영향을 받는 곳으로 다양한 해양환경을 나타낸다(Pang *et al.*, 1992). 이러한 복합적인 해양 환경은 회유성 어종들의 출현 시기 및 어획량에 영향을 줄 뿐만 아니라 연안정착성 어류의 분포와 산란 그리고 미성숙어의 생육에도 영향을 미침으로써 어류군집의 특성에 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다. 그런데 이러한 어류군집의 특성 즉 출현종수, 출현개체수, 생체량 등에 미치는 환경요인의 영향을 규명하기 위해서는 다양한 어구, 어법을 이용하여 수집한

*Corresponding author: Choon Bok Song Tel: 82-64-754-3471, Fax.: 82-64-756-3493, E-mail: cbsong@jejunu.ac.kr

어류군집 관련 기초 자료의 축적과 비교분석이 필요하다.

제주도 연안에서의 어류군집에 관한 연구는 다양한 어구와 방법을 이용하여 행해왔으며, 그 가운데 가장 많은 연구가 정치망을 이용한 것으로써 북촌(고와 신, 1988)과 화순(고와 신, 1990)에서의 조사, 제주도 4개 지역에서의 어획량 변동(차 등, 2001), 함덕 연안에서의 어획량 변동(차 등, 2004) 등이 있다. 그 외에도 제주도 동북 해역에 떠다니는 유조에서의 어류상 조사(박과 노, 2002), 제주도 서부연안에서의 어란과 자치어 분포에 관한 연구(이 등, 2006), 그리고 수중잠수에 의한 문섬 주변의 어류상 조사(명, 1997) 등이 있다. 그런데 제주도 어류군집에 관한 연구 가운데 삼중자망과 통발을 이용한 연구는 제주도 서부연안에 위치하는 용수리의 차귀도 부근에서의 어류의 종조성 및 계절변동에 관한 연구(이 등, 2009b)가 유일하다.

따라서 이 연구는 삼중자망과 통발을 이용하여 사계 연안에서 출현하는 어류의 종조성과 어류군집의 조사시기별 변화 양상을 이해하고 기존의 유사연구 결과와 비교 분석을 통해 사계연안 어류의 군집생태에 관한 특성을 밝힘으로써 바다숲 조성지에서의 어류자원의 이용 및 효율적인 관리를 위한 생태적 기초자료로 활용하기 위해서 실시하였다.

재료 및 방법

제주도 사계 연안에 출현하는 어류의 종조성 및 군집의 조사시기별 변동을 알아보기 위해 2009년 4월, 6월, 8월, 10월, 12월 및 2010년 2월에 현장 조사를 실시하였다. 조사지점은 수심이 10~15 m였으며 격월별로 삼중자망(1폭 길이 25 m, 높이 2 m) 24폭(600 m)과 통발(직경 32 cm, 길이 60 cm) 100개를 설치하였으며 조사 위치는 Fig. 1에 나타내었다. 어구의 투망시간은 만조 시 오후 3~4시 사이에 삼중자망과 통발을 투망하여 다음날 아침 7시경에 양망하였다. 그리고 수온과 어획물의 관계를 알아보기 위해 투망 시 조사정점에서 수질측정기(YSI, USA)를 이용하여 표층 수온은 0.1°C 단위까지 그리고 염분은 0.1 psu 단위까지 측정하였다. 삼중자망과 통발을 이용하여 채집된 어류는 채집 즉시 얼음이 들어있는 아이스박스에 보관한 후 실험실로 운반하였다. 이들 어류는 김 등(2005)과 Nakabo(2002)에 따라 동정하였으며 분류체계는 Nelson(2006)을 따랐다. 어류는 어구별로 구분한 후 어종별 개체수와 생체량 및 개체 크기를 측정하였다.

조사정점에서의 어류군집의 특성을 보다 자세히 알아보기 위해서 각 어구별 그리고 조사시기별 출현종과 출현개체수를 바탕으로 종다양성지수(Shannon and Wiener, 1963), 우점도지수(Simpson, 1949), 균등도지수(Pielou, 1966)를 계산하여 비교분석하였다. 그리고 조사기간 동안 삼중자망에

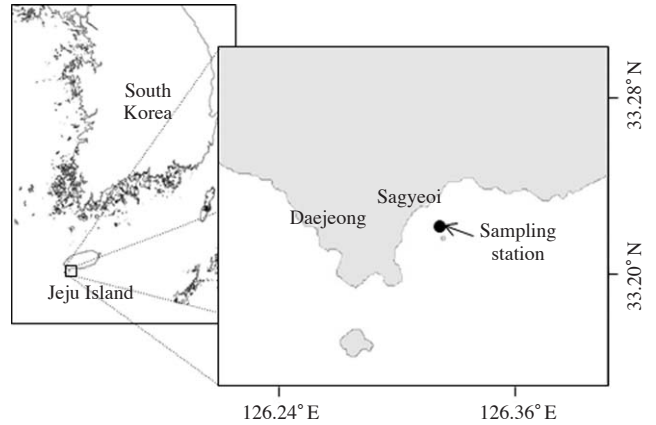


Fig. 1. Map showing a sampling station in the coastal waters of Sageyoi, Jeju Island.

의한 어획량을 1회 조사 시 한 정점에서의 단위면적당 생체량(kg/1000 m²)과 개체수(ind./1000 m²)로 환산하여 CPUE(catch per unit effort)를 계산하였으며, CPUE의 계산방법은 De Metrio and Megalofonou(1988)의 식을 일부 변형·수정하여 사용하였다. 사계 삼중자망의 CPUE 값은 다른 해역에서의 자료를 기반으로 동일한 방법을 사용하여 추정된 삼중자망의 CPUE 값들과 비교, 분석하였다.

$$CPUE = \frac{\text{kg 또는 개체수로 나타낸 어획량}}{f}$$

$$f = \{(x \cdot y) / 1000 \text{ m}^2\} \times r \times g$$

여기서 f는 어획노력(fishing effort)을 표시하며, x와 y는 각각 그물의 길이(m)와 높이(m)를 나타낸다. 그리고 r은 hanging ratio를 표시하며 0.5를 사용하였고, g는 투망해서 양망까지 시간을 일수로 환산한 수치이다.

그리고 환경요인들 가운데 수온과 염분과의 관계, 그리고 이들 각각의 환경요인이 조사기간 동안 어획된 전체어류와 삼중자망과 통발에 각각 잡힌 어류의 출현종수, 출현개체수, 그리고 생체량에 미친 영향을 알아보기 위해서 SPSS(Ver 14.0 SPSS Inc.)를 이용하여 피어슨 상관관계 값(Pearson correlation coefficient 또는 Pearson's r)을 구하고, 이들 값의 통계학적인 유의성 검증을 실시하였다.

결 과

1. 조사지점의 수온과 염분변화

조사기간 동안 삼중자망과 통발을 설치한 조사지점에서의 평균 수온과 염분의 변화양상은 Fig. 2에 나타내었다. 채집 당시 수온을 시기별로 살펴보면 2009년 4월에는 16.5°C였고, 이후 점차 높아져 6월에 18.5°C, 8월에 가장 높은 28.0°C를 기록하였다. 그 후 10월에 21.9°C, 12월에 16.2°C

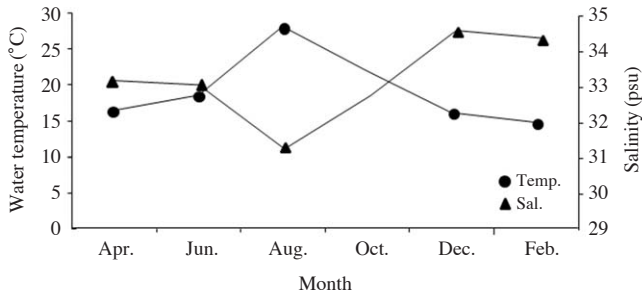


Fig. 2. Bimonthly Changes of water temperatures and salinities measured in the study area.

로 점차 수온이 낮아졌으며, 2010년 2월에는 조사기간 동안 가장 낮은 14.7°C를 나타내었다. 조사해역 내에서 염분은 4월과 6월에 각각 33.1 psu와 33.0 psu를 보이다가 8월에는 조사기간 동안 가장 낮은 31.2 psu로 나타났다. 그 후 염분이 지속적으로 높아져 10월에는 32.7 psu였고, 이듬해 2월에는 34.5 psu로 가장 높게 나타났다. 수온과 염분의 상관관계를 조사한 결과 이들은 강한 음의 상관관계를 보였다($r = -0.926, p < 0.01$).

2. 전체 출현현황

조사기간 동안 삼중자망과 통발에 의해 어획된 어종의 출현현황은 Table 1에 나타내었다. 이들 출현어종은 총 10목 35과 60종으로써 농어목(Perciformes)이 32종으로 가장 많았고, 복어목(Tetraodontiformes) 9종, 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 8종의 순으로 출현하여 이들이 전체 출현종수의 83.1%를 차지하였다. 어구별로 살펴보면, 전체 60종의 출현종 가운데 삼중자망에서 52종이 출현하였고 통발에서는 20종이 나타났다.

조사기간 중 출현한 전체 개체수는 1,921개체, 생체량은 324,206 g이었다. 개체수에서 우점을 나타낸 5종을 살펴보면, 황놀래기(*Pseudolabrus sieboldi*) 315개체가 채집되어 총 개체수의 16.4%로 가장 많은 비율을 차지하였고 다음으로 쓸종개(*Plotosus lineatus*) 210개체 (10.9%), 어랭놀래기(*Pteragogus flagellifer*) 172개체 (9.0%), 썸뱅이(*Sebastiscus marmoratus*) 169개체 (8.8%), 가시복(*Diodon holocanthus*) 148개체 (7.7%) 순으로 출현하여 이들이 전체 출현개체수의 52.8%를 차지하였다. 이들 5종의 우점종에 대한 체장조성은 Fig. 3에 나타내었다. 황놀래기는 체장 범위 8.2~15.1 cm (평균 12.6±1.8 cm)를 보였으며, 쓸종개 10.3~20.3 cm (평균 14.2±2.2 cm), 어랭놀래기 7.5~14.7 cm (평균 11.9±1.3 cm), 썸뱅이 9.7~26.0 cm (평균 17.7±3.8 cm), 그리고 가시복은 12.8~28.7 cm (평균 16.9±3.4 cm)였다. 그리고 생체량에서 우점을 보인 5종을 살펴보면 가시복이 53,660g의 어획량을 보여 총 어획량의 16.6%로 가장 높았고 다음으로 썸뱅이 32,834

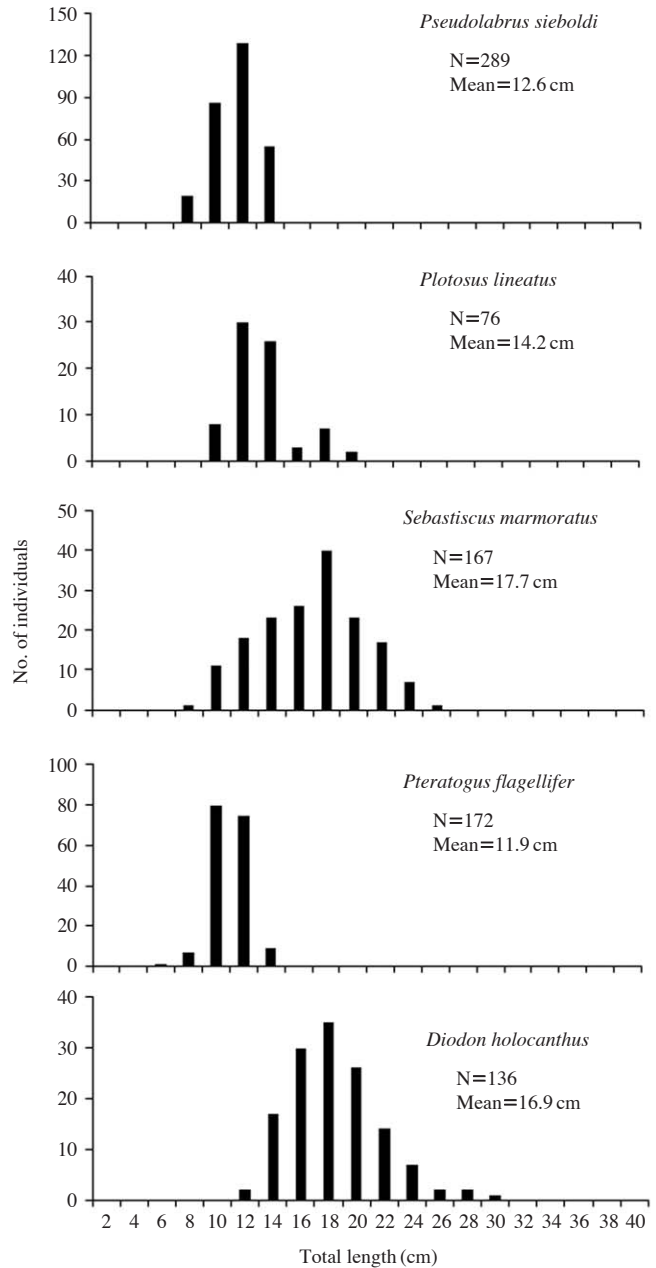


Fig. 3. Frequency distributions of total length of major fishes collected by trammel nets in the coastal waters of Sagyeoi, Jeju Island.

g (10.1%), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*) 24,640 g (7.6%), 황놀래기 17,033 g (5.3%), 두줄촉수(*Parupeneus chrysopteron*) 15,336 g (4.5%) 순으로 나타났으며, 이들 5종이 전체 생체량의 44.1%를 차지하였다.

한편, 조사기간 동안 어획된 전체어류를 어구별로 구분해 보면 삼중자망에서 853개체와 생체량 228,889 g, 그리고 통발에는 1,068개체와 95,318 g이 어획되었다. 어구별 우점어종을 살펴보면, 삼중자망에서는 개체수에서 가시복이 148개체 (17.4%)로 가장 많이 출현하였고 다음으로 쥐치 140개체

Table 1. Species, number of individuals (N), and biomass (W) of the fishes collected by trammel nets and fish pots in the coastal waters of Sageo, Jeju Island from April 2009 to Feb. 2010

Order	Family	Scientific name	Korean name	Trammel net				Fish pot			
				N	%	W	%	N	%	W	%
Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus torazame</i>	두툽상어	1	0.1	244	0.1				
Rajiformes	Urolophidae	<i>Urolophus aurantiacus</i>	황가오리	5	0.6	1,924	0.8				
	Rhinobatidae	<i>Platyrrhina sinensis</i>	목탁가오리	6	0.7	5,878	2.6				
Anguilliformes	Congridae	<i>Conger myriaster</i>	붕장어					35	3.3	8,494	8.9
		<i>Conger japonicus</i>	검붕장어					27	2.5	20,161	21.2
Siluriformes	Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	솔쏨개					210	19.7	2,654	2.8
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus variegatus</i>	꽃동명	1	0.1	63	<0.1				
		<i>Trachinocephalus myops</i>	황메통이	5	0.6	1,715	0.7	6	0.6	1,904	2.0
Zeiformes	Zeidae	<i>Zeus faber</i>	달고기	26	3.0	7,068	3.1				
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Pterois lunulata</i>	살베감팽	3	0.4	825	0.4				
		<i>Sebastes marmoratus</i>	솜뱅이	49	5.7	10,625	4.6	120	11.2	22,209	23.3
		<i>Scorpaena miostoma</i>	쭈굴감팽	13	1.6	2,428	1.1	15	1.4	1,048	1.1
		<i>Scorpaenopsis cirrosa</i>	썩감팽	4	0.5	1,684	0.7				
		<i>Sebastes inermis</i>	볼락	34	4.0	9,110	4.0	1	<0.1	44	<0.1
		<i>Inimicus japonicus</i>	쑤기미	1	0.1	253	0.1				
	Platycephalidae	<i>Onigocia spinosa</i>	비늘양태					1	<0.1	13	<0.1
	Liparidae	<i>Liparis tanakae</i>	꼼치	1	0.1	186	<0.1				
Perciformes	Serranidae	<i>Epinephelus bruneus</i>	자바리	4	0.5	4,632	2.0				
		<i>Epinephelus fario</i>	별우럭	1	0.1	429	0.2				
	Apogonidae	<i>Apogon doederleini</i>	새줄얼개비늘	3	0.4	79	<0.1	42	3.9	1,033	1.1
	Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	구갈돔	2	0.2	780	0.3				
		<i>Lethrinus genivittatus</i>	줄갈돔	15	1.8	3,160	1.4	24	2.2	7,128	7.5
	Gerreidae	<i>Gerres oyena</i>	게레치	1	0.1	145	<0.1				
	Sparidae	<i>Pagrus major</i>	참돔	3	0.4	367	0.2				
	Haemulidae	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	벤자리	3	0.4	1,267	0.6				
	Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	독가시치	38	4.5	11,994	5.2				
	Pomacanthidae	<i>Chaetodontooplus septentrionalis</i>	청줄돔	47	5.5	5,970	2.6				
	Kyphosidae	<i>Girella punctata</i>	뱅에돔	2	0.2	877	0.4				
		<i>Microcanthus strigatus</i>	범돔	30	3.5	2,853	1.2				
	Mullidae	<i>Parupeneus spilurus</i>	두줄촉수	33	4.0	15,336	6.4				
		<i>Parupeneus ciliatus</i>	금줄촉수	7	0.6	3,895	1.9				
		<i>Parupeneus chrysopleuron</i>	주황촉수	2	0.2	835	0.4				
	Sphyrinaeidae	<i>Sphyrna pinguis</i>	꼬치고기	2	0.2	786	0.3				
	Oplegnathidae	<i>Oplegnathus punctatu</i>	강담돔	3	0.4	699	0.3				
		<i>Oplegnathus fasciatus</i>	돌돔	2	0.2	246	0.1				
	Cheilodactylidae	<i>Goniistius zonatus</i>	아홉동가리	41	4.8	14,307	6.3				
	Carangidae	<i>Seriola dumerili</i>	괘방어	2	0.2	1,320	0.6				
		<i>Trachurus japonicus</i>	전갱이	2	0.2	36	<0.1				
	Pomacentridae	<i>Chromis notatus</i>	자리돔	1	0.1	17	<0.1	6	0.6	143	0.2
	Pempheridae	<i>Pempheris japonicus</i>	주걱치	11	1.3	763	0.3				
		<i>Pempheris schwenkii</i>	남방주걱치	3	0.4	146	<0.1				
	Labridae	<i>Choerodon azurio</i>	호박돔	29	3.4	12,466	5.4				
		<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	황놀래기	1	0.1	102	<0.1	314	29.4	16,932	17.8
		<i>Pseudolabrus eoethinus</i>	무점황놀래기	1	0.1	169	<0.1	65	6.1	3,327	3.5
		<i>Pteragogus flagellifer</i>	어렁놀래기					172	16.1	7,895	8.3
		<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	놀래기					10	0.9	159	0.2
		<i>Halichoeres poecilopterus</i>	용치놀래기	1	0.1	59	<0.1	6	0.6	337	0.4
	Blenniidae	<i>Petroscirtes breviceps</i>	두줄베도라치					1	<0.1	12	<0.1
	Gobiidae	<i>Istigobius compbeii</i>	사자코망둑					1	<0.1	8	<0.1
Plueronectiformes	Paralichthyidae	<i>Paralichthys olivaceus</i>	넙치	4	0.5	3,805	1.7				
	Cynoglossidae	<i>Paraplagusia japonica</i>	흑대기	2	0.2	570	0.2				
Tetraodontiformes	Monacanthidae	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	취치	140	16.4	24,574	10.7	1	<0.1	66	<0.1
		<i>Thamnaconus modestus</i>	말취치	42	4.9	5,573	2.4				
		<i>Aluterus monoceros</i>	괘주리	1	0.1	1,646	0.7				
	Ostraciidae	<i>Ostracion immaculatus</i>	거북복	57	6.7	8,520	3.7				
	Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	가시복	148	17.4	53,660	23.4				
	Tetraodontidae	<i>Takifugu poecilonatus</i>	흰점복	11	1.3	2,288	1.0	11	1.0	1,749	1.8
		<i>Takifugu pardalis</i>	줄복	3	0.4	917	0.4				
		<i>Takifugu niphobles</i>	복섬	1	0.1	147	<0.1				
		<i>Canthigaster rivulata</i>	청복	6	0.7	1,645	0.7				
Total				853	100.0	228,889	100.0	1,068	100.0	95,316	100.0
No. of species				52				20			

Table 2. Species, number of individuals, and biomass (g) of the fishes collected bimonthly by trammel nets in the coastal waters of Sagyeoi, Jeju Island from April 2009 to Feb. 2010

Scientific name	2009										2010		
	Apr.		Jun.		Aug.		Oct.		Dec.		Feb.		
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
<i>Scyliorhinus torazame</i>										1	244		
<i>Urolophus aurantiacus</i>			5	1,924									
<i>Platyrrhina sinensis</i>			2	1,693	3	3,409						1	776
<i>Zeus faber</i>	8	1,797	18	5,270									
<i>Trachinocephalus myops</i>			1	400	2	738	1	237				1	340
<i>Synodus variegatus</i>									1	63			
<i>Pterois lunulata</i>	2	698					1	127					
<i>Scorpaena miostoma</i>	2	1,465	4	302	5	381			1	89			
<i>Sebastes inermis</i>	3	471	17	6,098	2	377			9	1,566	3	599	
<i>Sebastes marmoratus</i>	13	2,544	10	2,073	7	1,833	7	1,463	1	126	11	2,585	
<i>Scorpaenopsis cirrosa</i>	1	472	1	424	2	788							
<i>Inimicus japonicus</i>							1	253					
<i>Liparis tanakae</i>							1	186					
<i>Epinephelus bruneus</i>	1	2,800	2	1,151	1	681							
<i>Epinephelus fario</i>					1	429							
<i>Apogon doederleini</i>			1	35	2	44							
<i>Goniistius zonatus</i>	1	430	16	5,342	7	2,797	2	600	13	4,474	2	664	
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	3	478	5	583	25	3,116	10	1,303	1	146	3	344	
<i>Pagrus major</i>					1	189	2	178					
<i>Lethrinus haematopterus</i>			2	780									
<i>Lethrinus genivittatus</i>			1	191	9	1,711			4	1,034	1	223	
<i>Parapristipoma trilineatum</i>					2	647			1	620			
<i>Gerres oyena</i>			1	147	1	145							
<i>Parupeneus spilurus</i>	2	1,211	1	453	4	2,230							
<i>Parupeneus ciliatus</i>	4	1,742			24	13,069			2	335	3	190	
<i>Parupeneus chrysopleuron</i>			1	347	1	488							
<i>Microcanthus strigatus</i>	1	95	4	327	17	1,850	7	549	1	32			
<i>Girella punctata</i>					2	877							
<i>Siganus fuscescens</i>			1	628	13	4,038	13	3,459	10	3,418	1	451	
<i>Sphyræna pinguis</i>			2	786									
<i>Trachurus japonicus</i>					1	13	1	22					
<i>Seriola dumerili</i>					2	1,320							
<i>Pempheris japonicus</i>					2	120	9	643					
<i>Pempheris schwenkii</i>					1	72	1	75			1	34	
<i>Oplegnathus punctatu</i>	2	361			1	338							
<i>Oplegnathus fasciatus</i>			1	112	1	134							
<i>Chromis notatus</i>					1	17							
<i>Choerodon azurio</i>	1	229	3	1,221	5	1,457	9	5,037	10	4,258	1	264	
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>			1	102									
<i>Pseudolabrus eoethinus</i>							1	169					
<i>Halichoeres poecilopterus</i>									1	59			
<i>Paralichthys olivaceus</i>	2	1,055							1	1,542	1	1,208	
<i>Paraplagusia japonica</i>					2	570							
<i>Stephanolepis cirrhiifer</i>	20	3,767	31	5,955	27	3,876	24	4,196	17	3,136	21	3,644	
<i>Aluterus monoceros</i>							1	1,612					
<i>Thamnaconus modestus</i>					4	782	21	3,448	16	1,258	1	85	
<i>Ostracion immaculatus</i>	14	1,971	6	740	2	217	22	3,593	6	952	7	1,048	
<i>Diodon holocanthus</i>	14	6,676	43	15,668	50	18,936	16	5,086	19	4,756	6	2,539	
<i>Takigugu pardalis</i>			2	713					1	204			
<i>Canthigaster rivulata</i>	2	533					2	547	1	260	1	304	
<i>Takifugu poecilonatus</i>	2	443	3	511	1	200			2	321	3	813	
Total	98	29,238	185	53,976	231	67,889	152	32,782	119	28,893	68	16,111	
No. of species	20		28		35		21		22		18		

(16.4%), 거북복(*Ostracion immaculatus*) 57개체 (6.7%), 썸뱅이 49개체 (5.7%), 청줄돔(*Chaetodontoplus septentrionalis*) 47개체 (5.5%) 순으로 출현하여 이들이 전체 출현 개체수의 51.7%를 차지하였다. 생체량에서는 가시복이 53,661 g (23.4%)를 차지하여 가장 많았으며 다음으로 쥐치 24,574 g (10.7%), 아홉동가리(*Goniistius zonatus*) 14,307 g (6.3%), 독가시치(*Siganus fuscescens*) 12,039 g (5.3%) 순으로 나타났다. 그리고 통발에 의한 어획물에서 전체 1,068개체 가운데 황놀래기가 314개체 (29.4%)를 차지하여 가장 많았으며 다음으로 쏘롱개가 210개체 (19.7%)로 많았으나 쏘롱개의 대부분을 차지하는 200개체가 2009년 8월에 출현하였다. 그리고 어랭놀래기가 172개체 (16.1%), 썸뱅이가 120개체 (11.2%) 순으로 잡혔으며 이들이 전체 출현개체수의 76.4%를 차지하였다. 생체량에서는 썸뱅이가 22,209 g (23.3%)을 차지하여 가장 많았고, 다음으로 검붕장어(*Conger japonicus*) 20,161 g (21.2%), 황놀래기 16,932 g (17.8%) 순이었다.

3. 채집어구에 따른 시기별 출현현황

조사해역에서 어구에 따른 출현현황을 채집시기별로 구분하여 삼중자망은 Table 2에, 그리고 통발은 Table 3에 나타내었다. 삼중자망에서의 출현종수는 8월에 35종이 출현하여 가장 많았고 다음으로 6월에 28종, 12월에 22종, 10월

에 21종, 4월에 20종, 그리고 2월에 18종으로 가장 적었으며, 출현개체수는 8월에 231개체, 6월에 185개체, 10월에 152개체, 12월에 119개체, 4월에 98개체, 2월에 68개체였다. 그리고 생체량은 8월에 67,889 g, 6월에 53,976 g, 10월에 32,782 g, 4월에 29,238 g, 12월에 28,893 g, 2월에 16,111 g 이 어획되었다. 따라서 삼중자망의 경우 고수온기인 8월에 출현종수, 출현개체수, 생체량에서 가장 많은 어획량을 보였으며 저수온기에 2월에는 가장 적었다. 그리고 통발에서의 출현종수는 6월에 15종, 4월에 14종, 10월에 13종, 8월에 12종, 2월에 11종, 12월에 10종으로 삼중자망에 비해서 상대적으로 시기별 차이가 적었으며, 출현개체수는 8월에 318개체, 10월에 277개체, 6월에 136개체, 12월에 125개체, 2월에 116개체, 4월에 96개체였다. 그리고 생체량은 10월에 35,232 g, 6월에 14,823 g, 2월에 12,178 g, 12월에 11,746 g, 4월에 10,841 g, 그리고 8월에 10,496 g을 나타내었다.

한편, 조사기간 동안 삼중자망에서만 연중 출현한 어류는 7종으로 썸뱅이, 아홉동가리, 청줄돔, 호박돔, 쥐치, 거북복, 가시복이었으며, 통발에서만 연중 출현한 종은 6종으로 검붕장어, 썸뱅이, 세줄얼게비늘, 황놀래기, 무점황놀래기, 어랭놀래기였다. 이들 중 썸뱅이는 두 가지 어구에서 모두 어획되었기 때문에 전체 12종이 연중 출현하였으며, 삼중자망과 통발을 함께 고려하였을 경우 흰점복이 추가되어 조사기간 중 연중 출현하였던 어류는 총 13종이었다. 그 외에도 전체

Table 3. Species, number of individuals, and biomass (g) of the fishes collected bimonthly by fish pots in the coastal waters of Sageyoi, Jeju Island from April 2009 to Feb. 2010

Scientific name	2009						2010					
	Apr.		Jun.		Aug.		Oct.		Dec.		Feb.	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Conger myriaster</i>	2	673	10	2,061			7	1,471	9	2,536	7	1,753
<i>Conger japonicus</i>	6	3,076	5	2,300	3	1,752	8	7,789	2	3,053	3	2,191
<i>Plotosus lineatus</i>			1	73	200	2,193	7	288			2	100
<i>Trachinocephalus myops</i>							6	1,904				
<i>Sebastes marmoratus</i>	19	3,515	26	4,978	9	1,643	24	6,871	12	915	30	4,287
<i>Scorpaena miosstoma</i>	3	168	5	373	4	296					3	211
<i>Sebastes inermis</i>					1	44						
<i>Onigocia spinosa</i>	1	13										
<i>Lethrinus genivittatus</i>	1	263	1	357			22	6,508				
<i>Apogon doederleini</i>	1	27	8	227	10	231	7	153	15	380	1	15
<i>Chromis notatus</i>	1	28	2	64	2	34					1	17
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>	23	1,374	46	2,619	10	644	121	6,320	56	3,113	58	2,862
<i>Pseudolabrus eoethinus</i>	12	738	9	608	7	304	21	984	8	255	8	438
<i>Pteragogus flagellifer</i>	24	831	18	872	69	3,232	45	2,221	14	606	2	133
<i>Halichoeres tenuispinnis</i>	1	14	1	14	1	18	4	79	3	34		
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	1	55	1	76	2	105	2	101				
<i>Petroscirtes breviceps</i>			1	12								
<i>Istigobius compbeii</i>									1	8		
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	66										
<i>Takifugu poecilonatus</i>			2	189			3	543	5	846	1	171
Total	96	10,841	136	14,823	318	10,496	277	35,232	125	11,746	116	12,178
No. of species	14		15		12		13		10		11	

6번의 조사 가운데 5번 출현한 어류는 삼중자망에서 볼락, 범돔, 독가시치였으며, 통발에서는 붕장어, 놀래기로 나타났고, 두 가지 어구를 함께 고려하였을 경우 용치놀래기가 추가되었다.

4. 생태지수의 변동

각 어구별 채집시기에 따른 군집 분석을 위하여 종다양성지수, 균등도지수, 우점도지수를 구하였으며 그 결과는

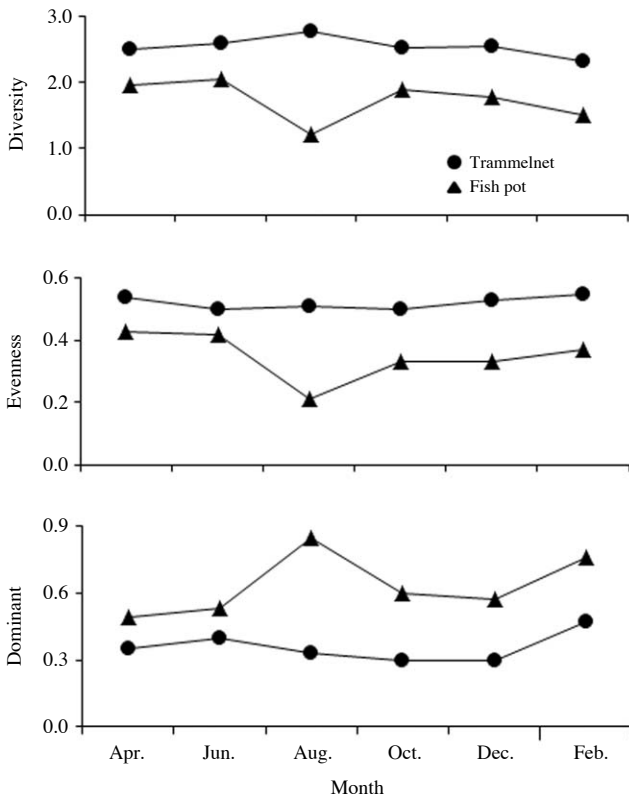


Fig. 4. Bimonthly variations of diversity, evenness, and dominance indices estimated with the fishes collected by trammel nets and fish pots in the coastal waters of Sagyeoi, Jeju Island.

Fig. 4에 나타내었다. 먼저 종다양성지수를 살펴보면, 삼중자망에서 2.32~2.78의 범위를 보였으며 고수온기인 8월에 2.78로 가장 높았고 저수온기인 2월에 2.32로 가장 낮았다. 그 외에는 4월에 2.49, 6월에 2.59, 10월에 2.52, 12월에 2.54를 보여 조사시기별로 큰 차이를 보이지는 않았다. 그리고 통발에서의 종다양성지수는 삼중자망에 비해서 상대적으로 낮은 1.22~2.04의 범위를 보였으며 특히 고수온기인 8월에 1.22 그리고 저수온기인 2월에 1.50으로 낮았다.

균등도지수의 경우 삼중자망은 0.50~0.55의 범위를 보여 시기별로 2월 (0.55), 4월 (0.54), 12월 (0.53), 8월 (0.51), 6월 (0.50)/10월 (0.50)의 순서를 나타내어 큰 차이를 보이지 않은 반면, 통발은 0.21~0.43의 범위를 보여 지수의 크기에 있어서는 전반적으로 삼중자망보다 작았으나, 시기별로는 4월, 6월 (0.41), 12월 (0.37), 10월 (0.33), 2월 (0.32), 8월 (0.21)의 순서를 나타내었으며 시기별 차이에 있어서는 삼중자망보다 컸다.

그리고 우점도지수의 경우 삼중자망은 0.30~0.47의 범위를 보였으며, 시기별 우점도를 보면 2월에 0.47로 가장 높았다. 그 외의 우점도는 6월 (0.40), 4월 (0.35), 8월 (0.33), 10월 (0.30)/12월 (0.30)의 순서를 나타내었다. 한편, 통발에서는 0.49~0.85의 우점도 범위를 보였으며 8월과 2월에 각각 0.85와 0.76의 높은 값을 나타내었으며 그 이외 시기에는 10월 (0.60), 12월 (0.57), 6월 (0.53), 4월 (0.49) 순으로 나타났다.

종다양성지수와 균등도지수의 경우에는 삼중자망에서 통발보다 높은 값을 보였으며 우점도지수에서는 그 반대인 통발에서 삼중자망보다 높은 값을 나타내었다.

5. 어획과 환경요인과의 상관관계

환경요인들 가운데 수온과 염분이 조사기간 동안 어획된 전체어류와 삼중자망과 통발에 각각 잡힌 어류의 출현종수, 출현개체수, 그리고 생체량에 미친 영향을 알아보기 위해서 Pearson's *r*값으로 나타난 상관계수와 유의성 검증의 결과는 Table 4에서 보여주고 있다. 즉, 어획된 전체어류의

Table 4. Pearson correlation coefficients (r) between two environmental variables (temperature and salinity) and three variables (no. of individuals, biomass, and no. of species) related to fish catches with two different fishing gears

Variables related to fish catches	Temperature	Salinity
Total no. of individuals	0.978 (p=0.0007)	-0.865 (p=0.0263)
Total Biomass	0.873 (p=0.0231)	-0.879 (p=0.0211)
Total no. of species	0.837 (p=0.0379)	-0.884 (p=0.0196)
No. of individuals in fish pot	0.941 (p=0.0051)	-0.796 (p=0.0571)
Biomass in fish pot	0.204 (p=0.6421)	-0.133 (p=0.8019)
No. of species in fish pot	0.117 (p=0.8253)	-0.428 (p=0.3967)
No. of individuals in trammel net	0.884 (p=0.0196)	-0.835 (p=0.0386)
Biomass in trammel net	0.824 (p=0.0438)	-0.836 (p=0.0383)
No. of species in trammel net	0.827 (p=0.0422)	-0.791 (p=0.0611)

Table 5. Comparison of CPUEs estimated with the fishes collected at different localities by using trammel nets

Study sites	Net size		No. of survey	Fishing days	CPUE			References
	Length (m)	Height (m)			N	W	W/N	
Sagyeoi, Jeju Island	600	2.0	6	0.6	394.9	106.0	0.27	Present study
Yongsoo-ri, Jeju Island	4,200	3.0	4	0.6	77.4	15.7	0.20	이 등 (2009b)
Pohang, East Sea	150	2.0	12	0.6	562.0	86.5	0.15	한 등 (2002)
Goseong, East Sea	150	2.0	4	1.0	185.0	96.0	0.52	유 등 (2005)
Goeje Island, South Sea	1,200	1.5	5	0.6	182.6	33.1	0.18	차 (1999)

N, individuals/1000 m²; W, kg/1000 m²

경우 수온과 출현종수, 수온과 출현개체수, 수온과 생체량에서 각각 양의 상관관계를 보였으며, 염분과 출현종수, 염분과 출현개체수, 염분과 생체량에서는 각각 음의 상관관계를 보였다. 이들 모든 상관관계는 95% 신뢰한계에서 모두 유의한 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 한편, 이들 상관관계를 어구별로 분석해 본 결과, 삼중자망을 이용한 어획에서 수온과 출현종수, 수온과 출현개체수, 수온과 생체량에서 각각 양의 상관관계를 보였으며, 염분과 출현종수, 염분과 출현개체수, 염분과 생체량에서는 각각 음의 상관관계를 보였다. 이들 중 염분과 출현종수의 상관관계를 제외하고는 모두 유의한 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 통발을 이용한 어획에서도 수온과 출현종수, 수온과 출현개체수, 수온과 생체량에서는 양의 상관관계를, 그리고 염분과 출현종수, 염분과 출현개체수, 염분과 생체량에서는 음의 상관관계를 나타내었으나, 수온과 출현개체수의 관계 ($r=0.941$, $p=0.0051$)를 제외한 모든 상관관계에서 통계학적으로 유의한 결과를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).

고 찰

어류 군집은 수온에 의해서 가장 많은 영향을 받는다고 여러 연구에서 보고된 바 있다(차, 1999; 김과 광, 2006). 계절에 따른 출현어종, 출현종수 및 출현개체수 변화의 경향은 제주도 서부연안의 조사 결과(이 등, 2009b)에서도 볼 수 있으며 본 연구에서도 이들 요인들은 수온과 높은 상관관계를 나타내고 있다. 그러나 결과에서 언급한 바와 같이 조사해역에서 상당수의 어종들은 계절 또는 수온과 관계없이 지속적으로 출현하였으며 이번 조사 지역인 사계와 조사지역과 가까이 위치하는 차귀도의 결과(이 등, 2009b)를 종합하면 다음과 같다. 사계 조사에서는 삼중자망에서 년 중 출현한 어류는 7종으로 쏨뱅이, 아홉동가리, 청줄돔, 호박돔, 쥐치, 거북복, 가시복이었으며 차귀도에서는 13종으로 사계조사 시에 년 중 출현하였던 7종의 어류를 포함하여 범돔, 벤자리, 불락, 쭈기미, 주걱치, 참돔이 추가되어 출현하였다. 한편, 통발의 경우에는 사계에서 년 중 출현한 어류는

6종으로 검봉장어, 쏨뱅이, 세줄얼게비늘, 황놀래기, 무점황놀래기, 어렁놀래기였으며, 차귀도에서는 4종으로 쏨뱅이, 황놀래기, 자리돔, 솔종개였다. 앞으로도 채집의 횟수와 범위 그리고 방법을 다양화함으로써 어획강도를 높이기 되면 조사해역에 드물게 분포하여 채집이 어려운 다수의 어종이 추가될 것으로 예상된다. 이와 같이 상당수의 난대성어류인 청줄돔, 호박돔, 거북복, 가시복 등이 시기별로 회유를 하지 않고 년 중 한 지역에서 출현한다는 것은 조사 해역이 우리나라의 최남단에 가까이 위치하고 있어서 겨울철에도 수온이 14°C 이상을 유지하기 때문에 상당수의 어류들이 계절성 회유 또는 저수온 회피회유를 할 필요가 없기 때문으로 생각된다.

어류 생태 조사에 있어서 사용되는 어구의 종류에 따라 어획물의 종조성이 달라지기 때문에 군집의 특성 규명에 영향을 미칠 수 있다. 즉 삼중자망에는 그물에 주로 저서성(benthic) 어류와 반저서성(nekto-benthic) 어류가 채집되며 통발은 미끼 등의 유인 먹이로 저서성 어류가 주로 어획된다고 보고된 바 있다(국립수산과학원, 2002). 본 연구결과에서도 삼중자망으로 채집된 어류군집은 가시복과 쥐치가 우점을 이루었고, 통발에서는 검봉장어와 같은 저서성어류와 반저서성어류인 쏨뱅이나 황놀래기가 우점을 보였으나, 연안의 표층 또는 상층에 다량 분포하는 전갱이, 갯방어와 같은 부유성(pelagic) 어류들은 삼중자망에서만 소수 채집되었다. 이러한 연구결과는 제주도 주변해역에서 삼중자망을 이용하여 수행된 연구뿐만 아니라 국내의 다른 해역에서 삼중자망으로 수행된 연구결과와도 유사하게 나타났다. 즉 본 조사해역과 가까운 제주도 서부연안의 삼중자망에서의 출현어종은 쥐치, 호박돔, 청줄돔, 쏨뱅이, 불락 등의 반저서성 어류가 대부분을 차지하였고(이 등, 2009b), 동해 중부연안의 어류군집에서 참가자미, 넙치, 기름가자미 등의 저서성 어종(유 등, 2005), 포항 연안의 어류군집에서는 망상어, 노래미, 쥐노래미, 용치노래기, 쥐치 등(한 등, 2002)의 반저서성 어류, 그리고 남해 연안의 어류군집에서는 양태, 개서대, 보구치, 송어 문치가지미, 홍어 등(차 등, 2007)의 저서성과 반저서성 어류들이 주로 채집되었다. 이와 대조적으로 본 조사해역과 가까운 제주도 화순에 설치한 정치망

에서는 주요 출현종으로 전갱이, 고등어, 줄도화돔 등의 부유성 어종이 많이 어획되어서(고와 신, 1990), 사용어구에 따라 채집된 어류의 종조성에 큰 차이를 나타내었다. 또한, 조사에 사용하는 어구에 따라 출현종수에서도 상당한 차이를 나타내었다. 이 연구에서 삼중자망에서만 어획된 어류는 40종, 통발에서만 어획된 어류는 8종, 그리고 양쪽 어구에서 같이 어획된 어종은 12종으로 전체 출현종 60종의 20%만이 양쪽 어구에서 함께 어획되어서 어구의 종류에 따라 어획된 출현어종 뿐만 아니라 출현종수에서도 상당한 차이가 있음을 관찰할 수 있었다.

어류군집의 특성에 미치는 가장 중요한 환경요인으로 알려진 수온이 어구의 종류에 따라서 어떻게 영향을 미치는지 알아보기 위해서 Pearson's r 값을 계산하여 상관관계를 알아본 결과, 삼중자망을 이용한 조사에서 수온과 출현종수, 수온과 출현개체수, 수온과 생체량에서 각각 양의 상관관계를 보였으며, 이들 모든 r 값들은 95% 신뢰한계에서 모두 유의한 결과($p < 0.05$)를 나타낸 반면, 통발을 이용한 조사에서는 수온과 출현개체수와의 관계만이 통계학적으로 유의한 결과를 보였다. 그런데 이 경우에도 관련 자료를 자세히 보면, 고수온기인 8월에 통발에서 전체개체수가 318개체로 가장 많았으나, 이들 중에 200개체(62.9%)가 쓸종개였다. 따라서 이러한 결과는 암조 주변에 집단으로 뭉쳐서 서식하는 쓸종개의 생태적인 특성에 기인한 우연한 결과일 가능성을 배제하기 어려우며, 실제로 가장 저수온기인 2월에 통발에 출현한 전체 개체수는 116개체로, 4월의 96개체보다 오히려 많아서 삼중자망에서와 달리 수온과 출현개체수와의 관계에서 수온에 따른 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았다. 따라서 어류군집을 연구할 때에는 한 종류의 어구만을 이용할 경우 어획된 어류들이 그 해역의 어류군집을 대표한다고 보기 어렵기 때문에, 가능하면 다양한 종류의 어구와 방법을 사용하여 시공간적으로 넓게 분포하고 있는 다양한 어류들을 대상으로 연구를 해야 할 필요가 있다(허와 안, 2000; 이 등, 2009a).

어류군집의 특성을 밝히는데 중요하게 사용되고 있는 생태지수 중 종다양성지수와 균등도지수의 경우에는 삼중자망에서 통발보다 높은 값을 나타냈으며 우점도지수에서는 그 반대인 통발에서 삼중자망보다 높은 값을 나타내었다. 이는 삼중자망(52종)에서 통발(20종)보다 출현종수가 많았으며, 균등도에 있어서 삼중자망은 0.50~0.55의 범위를 보이는 반면 통발은 0.21~0.43의 범위를 보여 삼중자망에서 상대적으로 높았기 때문에 이들 요인들에 영향을 받는 종다양성지수가 상대적으로 높게 나타났다고 생각된다. 한편, 우점도 지수의 경우 삼중자망은 0.30~0.47의 범위를 보였으며, 시기별 우점도를 보면 2월에 0.47로 가장 높았다. 이는 2월에 어획된 전체개체수가 다른 조사 시기에 비해서 상대적으로 적은 68개체이었으며 그 가운데 쥐치와 쏨뱅이

가 각각 21개체와 11개체로써 전체 47.1%를 차지하였기 때문에 생각된다. 그리고 통발에 의해 채집된 어류에서 8월과 2월에 상대적으로 높은 우점도를 나타낸 것은 8월의 경우 쓸종개 200개체와 어랭놀래기 69개체가 전체 출현개체수(318개체)의 84.6%를 차지하였기 때문이며, 2월에도 황놀래기와 쏨뱅이가 전체 출현개체수의 75.9%를 차지하여 우점도지수에 영향을 미쳤기 때문에 생각된다.

한편, 비록 해역별로 사용한 삼중자망의 규격은 조금씩 차이가 있지만 이번 조사기간 동안 삼중자망에 의한 어획량을 1회 조사 시 단위면적당 개체수(ind./1000 m²)와 생체량(kg/1000 m²)으로 환산하여 계산된 CPUE 값을 다른 해역에서의 삼중자망 CPUE 값과 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다. 그런데 어획량을 단위면적당 개체수로만 나타낼 경우 개체 크기가 소형인 어류가 많거나 상대적으로 매우 큰 대형의 개체가 어획량에 포함될 경우에는 CPUE 값이 과대평가되거나 과소평가되어 결과가 왜곡될 수 있기 때문에 생체량을 기준으로 비교해 보면, 이 연구에서 생체량 CPUE 값이 106.0 kg/1000 m²로 4군데의 다른 조사 지역보다 높게 나타났으며, 이는 사계지역 어류 서식밀도가 상대적으로 높은 것으로 해석할 수 있다. 또한 출현개체들의 상대적인 크기를 비교해보기 위해서 생체량 CPUE 값(W)을 개체수 CPUE 값(N)으로 나눈 값(W/N)을 보면 포항에서 0.15로 사계의 0.27보다 훨씬 작은 반면 고성 경우에는 0.52로 훨씬 컸다. 이는 사계와 비교해서 포항에서 잡힌 어류들의 평균 크기가 상대적으로 작았으며 고성의 경우에는 그 반대였다는 것을 간접적으로 알 수 있으며, 또한 사계의 개체수 CPUE 값이 394.9 ind./1000 m²로, 포항의 562.0 ind./1000 m²보다 낮은 반면 고성의 185.0 ind./1000 m²보다는 높은 것으로도 알 수 있다. 그리고 본 조사지역과 가깝게 위치하는 제주 서부 지역인 용수리 차귀도 부근에서 개체수와 생체량 CPUE 값이 각각 77.4 ind./1000 m², 15.7 kg/1000 m²로써 사계에 비해서 매우 낮게 나타났으며, 그 원인에 대해서는 차후 세밀한 조사가 필요한 부분이라고 생각된다.

요 약

제주도 사계 연안에서 출현하는 어류군집에서의 종조성과 계절변동을 알아보기 위해 2009년 4월부터 2010년 2월 까지 삼중자망과 통발을 이용하여 채집된 어획물을 분석하였다. 조사기간 종조성은 총 10목 35과 60종이 출현하였고, 삼중자망에서 52종이 출현하였고 통발에서 20종이 출현하였다. 조사기간 중 출현한 전체개체수는 1,921개체, 생체량은 324,206 g이었다. 이 가운데 개체수에서 우점한 5종은 황놀래기, 쓸종개, 어랭놀래기, 쏨뱅이, 가시복이었으며, 생체

량에서는 가시복, 썸뱅이, 쥐치, 황놀래기, 두줄촉수였다. 조사기간 중 어획된 전체어류의 출현종수, 출현개체수, 생체량과 이들 어류군집 특성에 영향을 미치는 주요 환경요인인 수온은 통계학적으로 유의한 양의 상관관계를 보이는 반면, 염분과는 유의한 음의 상관관계를 나타내었다. 즉 수온이 올라가거나 염분이 떨어지면 출현종수, 출현개체수, 그리고 생체량이 증가하고, 그 반대일 경우에는 감소하였다. 따라서 고수온기인 8월에 가장 높은 값을, 그리고 저수온기인 2월에 가장 낮은 값을 나타내었다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 바다숲 조성 전국 연안 기반 조사 용역과 제주주변 연근해어업 및 환경생태조사 사업(RP-2014-FR-017)의 지원에 의해 수행되었습니다.

인 용 문 헌

고유봉 · 신희섭. 1988. 제주도 북촌연안 수산자원 유영생물의 출현과 먹이 연쇄에 관한 연구-I. 종조성과 다양도. 한국수산학회지, 21: 131-138.

고유봉 · 신희섭. 1990. 제주도 남부 화순연안 수산자원 유영생물의 종조성과 다양도. 한국어류학회지, 2: 36-46.

고유봉 · 조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구, I. 종조성과 계절변화. 한국어류학회지, 9: 48-60.

국립수산물과학원. 2002. 한국어구도감. 한글그래픽스, 579pp.

김병기 · 광우석. 2006. 거제도 지세포만 갈피발 어류 종조성의 계절 변동. 한국어류학회지, 18: 234-243.

김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사, 615pp.

명정구. 1997. 제주도 문섬 주변의 어류상. 한국어류학회지, 9: 5-14.

박정호 · 노 섬. 2002. 제주도 동북 해역의 유조(疏藻) 어류상에 관한 연구. 한국어류학회지, 14: 36-44.

유정화 · 김병기 · 김진구 · 김현주. 2005. 동해 중부 연안에서 자망과 정치망에 어획된 어류 종조성의 계절변동. 한국어류학회지, 17: 279-286.

이승중 · 고유봉 · 김병직. 2006. 제주도 서부 해역의 난 · 자치어분포와 종조성의 계절변동. 한국어류학회지, 18: 129-140.

이승중 · 고준철 · 유준택 · 임양재 · 김병엽 · 김주일. 2009b. 제주도 서부연안 어류군집의 종조성 및 계절변동. 한국어류학회지, 21: 167-176.

이중희 · 이재봉 · 김정년 · 이동우 · 신영재 · 장대수. 2009a. 낙동강 하구에서 새우조망으로 채집된 생물의 계절별 종조성. 한국어류학회지, 21: 177-190.

차병열. 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11: 184-190.

차병열 · 김대권 · 서성호. 2007. 2006 남해안 해역별 어류의 출현종 및 양적변동. 한국어류학회지, 19, 210-224.

차병열 · 김병엽 · 오성우. 2001. 제주도 연안 정치망 어획량 변동과 어기. 한국어류학회지, 13: 210-219.

차병열 · 장대수 · 김병엽. 2004. 제주도 함덕 연안의 정치망 어획량 변동. 한국수산학회지, 37: 65-72.

한경호 · 손종철 · 홍동식 · 최수하. 2002. 포항 석빙연안에서 삼중자망에 의해 채집된 어류의 종조성 및 양적변동. 한국어류학회지, 14: 109-120.

허성희 · 안용락. 2000. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. I. 소형 기선저인망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, 33: 288-301.

De Matrio, G. and P. Megalofonou. 1988. Catch, size distribution, growth and sex ratio of swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Gulf of Taranto. FAO Fish. Rep., 394: 91-102.

Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2007. Temporal variation in species composition and abundance of fish assemblages in Masan Bay. Korean J. Ichthyol., 19: 132-141.

Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, english edition, Tokai Univ. Press, Tokyo, 1749pp.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. 4th ed. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey, 601pp.

Pang, I.C., H.K. Rho and T.H. Kim. 1992. Seasonal variations of water mass distributions and their causes in the Yellow Sea, the East China Sea and the adjacent seas of Cheju Island. Bull. Korean Fish., 25: 151-163.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. J. Theor. Biol., 13: 131-144.

Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 125pp.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688.