

여수연안에서 소형기선저인망에 어획된 어류의 종조성 및 계절변동

이성훈 · 유태식 · 이대규 · 황태용¹ · 한경호*

전남대학교 수산과학과, ¹(주)오션

Seasonal Fluctuation in Abundance and Species Composition of Fish Collected by a Small Otter Trawl in Coastal Waters off Yeosu by Sung-Hoon LEE, Tae-Sik YU, Dae-Gyu LEE, Tae-Yong HWANG¹ and Kyeong-Ho HAN* (Department of Fisheries Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea; ¹Ocean Co., Ltd., Yeosu 59633, Republic of Korea)

ABSTRACT Seasonal fluctuation in abundance and species composition of fish in coastal waters off Dolsan island were investigated using seasonal samples collected by an otter trawl in 2012. A total of 4,848 fishes were sampled and classified into 52 species, 29 families, and 7 orders. The dominant species was *Leiognathus nuchalis* (2,786 individuals, 57.5%), *Amblychaeturichthys hexanema* (164 individuals, 3.4%), and *Ilisha elongata* (141 individuals, 2.9%). The highest number of individuals was found in summer (2,174 individuals), while the lowest number of individuals was found in winter (321 individuals). The diversity index was the highest in spring ($H' = 3.06$) and the lowest in summer and fall ($H' = 1.77$). Temperature was the principal factor to determine the collected number of individuals ($r = 0.94$) and the number of species ($r = 0.83$).

Key words: Fish abundance, otter trawl, Southern Sea of Korea, species composition, community structure

서 론

전라남도 여수는 우리나라 남해 중앙부에 위치하여, 남해 연안 해역 중에서도 계절에 따라 대마난류, 중국대륙 연안수, 한국 연안수 등 다양한 수괴의 영향을 받으며, 연안수의 세력에 큰 영향을 받는 곳으로 어족 번식상 최적의 해양환경을 갖추고 있는 천해의 어장이다(Kim, 1997).

돌산도는 여수반도 동남쪽, 동경 127°16', 북위 34°17'에 위치하고, 면적 약 68.9 km², 해안선 길이는 약 104.4 km에 이르는 한반도에서 8번째로 큰 섬이다. 남쪽으로는 외해와 접해 있고, 북쪽으로는 섬진강으로부터 내려오는 영양염류가 풍부한 하천수가 유입되어 어류의 산란지, 서식지 역할을 하며, 예로부터 많은 양식업과 어업이 이루어지고 있다.

우리나라에서 저인망을 이용하여 어류 종조성에 대하여 진행되었던 연구는 광양만(Cha and Park, 1997; Han *et al.*, 1998), 남해 연안(Huh and Kwak, 1998), 낙동강 하구(Huh and

Jeong, 1999), 부산 기장 연안(Hwang and Park, 2017), 거문도 연안(Lee *et al.*, 2019), 아산만 연안(Han *et al.*, 2019), 강진만 연안(Na *et al.*, 2019) 등이 이루어져왔다. 이 연구가 진행되었던 돌산 연안에서는 낭장망(Jeong *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2017), 이각망(Jeong *et al.*, 2005)에 어획된 어류 종조성에 대한 연구가 이루어졌다. 그러나 수동 어구들은 주요 어획목표종(target species)이 있어 연중 특성 시기와 해역에서 어업이 이루어지는 한계가 있다(Chang and Lee, 2002).

1970년대 이후 광양만 내 다수의 공업단지과 대규모 매립이 진행됨에 따라 물리·화학적 변화를 야기시켜 퇴적환경의 변화와 오염물질의 유입이 이루어져 해양환경 변화를 가속시키고 있다(Oh, 2003). 따라서, 급속한 해양환경 변화가 여수 돌산 연안 어류의 종조성에도 영향을 미쳤을 것으로 생각하고, 부어류와 저어류를 가리지 않고 어획하여 어류 군집 연구에 적합한 어구(Sainsbury, 1996)라 판단되는 소형기선저인망을 이용하여 여수 돌산 연안에 어획되는 어류 종조성을 파악하고, 이 종들의 군집구조와 계절변동을 분석하였고, 기존 어류 자료와 비교 및 고찰하였다.

*Corresponding author: Kyeong-Ho Han Tel: 82-61-659-7163, Fax: 82-61-659-7169, E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

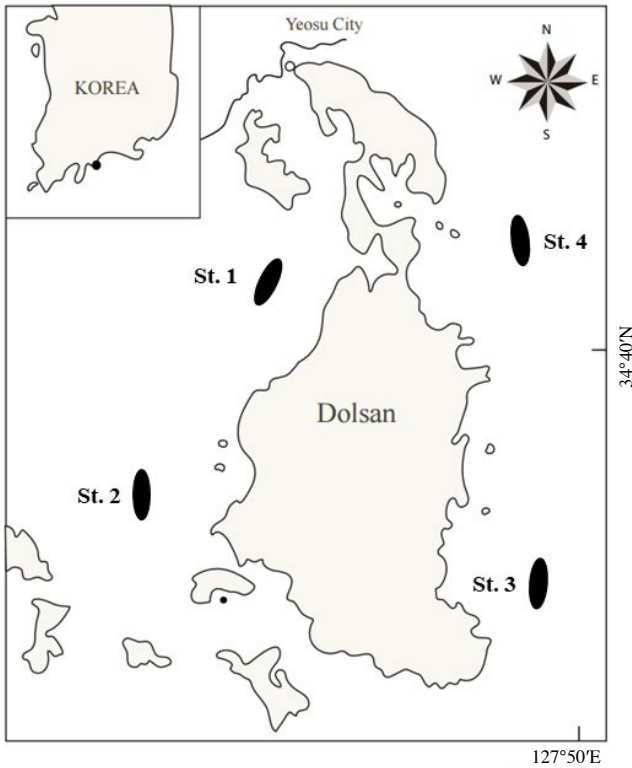


Fig. 1. Map showing the sampling area in coastal waters off Dolsan island, Yeosu.

재료 및 방법

시료는 2012년에 여수 돌산도 주변 해역의 4개 정점에서 기선저인망을 이용하여 계절별로 총 16회에 걸쳐 수집하였다 (Fig. 1).

소형기선저인망의 규격은 전개그물 길이 12 m, 끌그물 길이 8 m로, 전체 그물의 길이는 20 m이고, 그물코의 크기는 14 절 그물을 사용하였다. 각 정점에서 2 kn로 30분간 예인하였으며, 선상에서 낚지 및 기타 어획물과 분리한 어류를 10% 중성 포르말린으로 고정된 후, 전남대학교 자원생물실험실로 가져와 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 어획한 종의 동정은 Kim *et al.* (2005)에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Nelson (2016)에 따랐다.

각 정점의 환경 특성을 파악하기 위하여 수온은 T-S meter (Type MC5)를, 염분을 Salinity meter (YSI #33)를 사용하여 측정하였다.

어획된 어류는 생물군집 구조 분석을 위해 종 다양도 (Diversity), 우점도 (Dominance) 지수를 구하였다. 생물군집의 종간 유사성을 파악하기 위하여 primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 출현한 개체수를 토대로 종간 유사도 (Similarity)를 산출하였다.

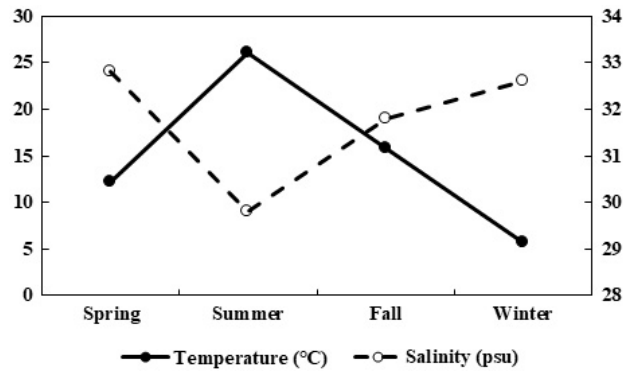


Fig. 2. Seasonal variation of mean water temperature and salinity in coastal waters off Dolsan island, Yeosu in 2012.

Table 1. Number of species, families, and orders of fishes collected by a small otter trawl in coastal waters off Dolsan island, Yeosu

Class	Orders	Families	Species	R.A.(%)
Actinopterygii	Anguilliformes	2	2	3.8
	Clupeiformes	2	9	17.3
	Mugiliformes	1	2	3.8
	Scorpaeniformes	7	12	23.1
	Perciformes	12	20	38.5
	Pleuronectiformes	3	3	5.8
	Tetraodontiformes	2	4	7.7
Total	7	29	52	100.0

결 과

1. 해양환경

계절별 평균 수온은 봄철에 12.2°C, 여름철에 26.1°C, 가을철에 15.8°C, 겨울철에 5.7°C였다. 평균 염분 분포는 봄철에 32.8 psu, 여름철에 29.8 psu, 가을철에 31.8 psu, 겨울철에 32.6 psu였다.

2. 종조성의 계절변동

여수 돌산 연안에서 소형기선저인망에 의해 어획된 어류는 총 7목 29과 52종이었고, 4,848개체가 어획되었다. 이 중 농어목(Perciformes)이 12과 20종으로 가장 많은 출현 종수를 보였고, 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes)이 7과 12종, 청어목(Clupeiformes)이 2과 9종, 복어목(Tetraodontiformes)이 2과 4종, 가자미목(Pleuronectiformes)이 3과 3종, 뱀장어목(Anguilliformes)이 2과 2종, 숭어목(Mugiliformes)이 1과 2종이 출현하였다(Table 1).

3. 계절변동

계절별 출현종 및 개체수를 보면, 봄철에 7목 23과 36종,

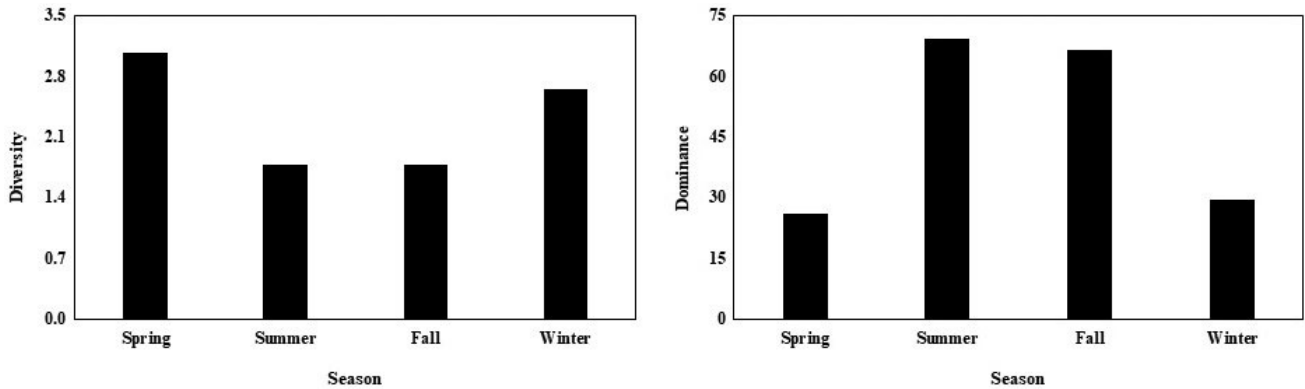


Fig. 3. Seasonal variation of index of diversity and dominance index of fishes collected by a small otter trawl in coastal waters off Dolsan island, Yeosu.

430개체가 출현하였고, 이 중 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)가 59개체로 13.7%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 아가씨물메기(*Liparis agassizii*)가 52개체로 12.1%, 밴댕이(*Sardinella zunasi*)가 37개체로 8.6%를 차지하였다.

여름철에는 7목 25과 42종, 3,174개체가 출현하여 가장 많은 출현 종수와 개체수가 어획되었고, 이 중 주둥치가 2,122개체로 66.9%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 도화망둑(*Amblychaeturichthys hexanema*)이 69개체로 2.2%, 준치(*Ilisha elongata*)가 65개체로 2.1%를 차지하여 우점하는 종이였다.

가을철에는 7목 18과 27종, 923개체가 출현하였고, 이 중 주둥치가 563개체로 61.0%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 도화망둑이 50개체로 5.4%, 전어(*Konosirus punctatus*)가 46개체로 5.0%를 차지하여 우점하는 종이였다.

겨울철에는 6목 15과 21종, 321개체로 가장 적은 출현 종수와 개체수가 어획되었고, 이 중 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 49개체로 15.3%, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 45개체로 14.0%, 주둥치가 42개체로 13.1%를 차지하여 우점하는 종이였다.

연구기간 중 가장 우점하였던 종은 주둥치로 2,786개체가 출현하여 57.5%를 차지하였고, 다음으로 도화망둑이 164개체로 3.4%, 준치가 141개체로 2.9%, 전어가 103개체로 2.1%, 쥐노래미가 83개체로 1.7%가 출현하였으며, 이들 5종이 전체 출현 개체수의 67.6%를 차지하였다.

4. 군집분석

여수 돌산 연안에 어획된 어류를 대상으로 다양도와 우점도 지수를 나타내었다(Fig. 3). 다양도 지수는 봄철에 3.06로 가장 높았고, 겨울철에 2.65, 여름철과 가을철에 각 1.77이었다. 우점도 지수는 여름철에 69.03%, 가을철에 66.41%, 겨울철에 29.28%,

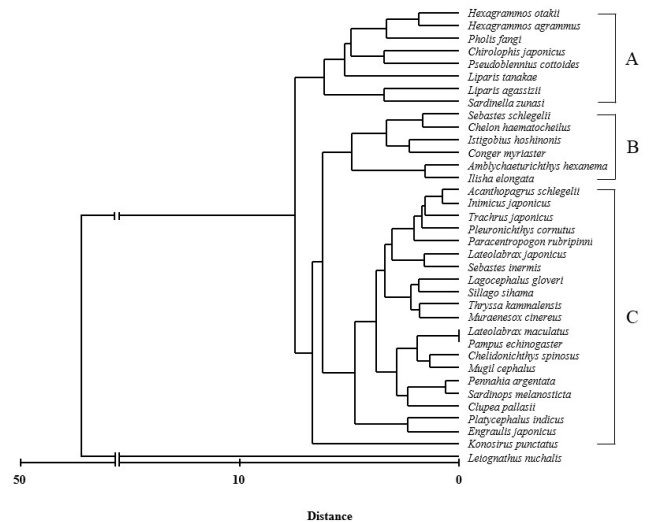


Fig. 4. Dendrogram illustrating on euclidean distance of fish collected by a small otter trawl in coastal waters off Dolsan island, Yeosu.

봄철에 25.81 순으로 여름철과 가을철에 주둥치가 각각 66.86%, 61.00%로 극우점하는 현상을 보여 다양도 지수가 낮았다.

5. 종간 유사도

연구기간 중 20개체 이상 어획된 어류를 대상으로 종간 거리(Euclidean distance)를 분석한 결과(Fig. 4), 그룹 A, B, C와 주둥치로 구분되었다. 그룹 A는 밴댕이를 제외한 모든 종이 저어류였고, 밴댕이 역시 기수역인 하구부근에 서식하는 정착성 어종으로 모든 종이 정착성 어종이었다. 그룹 B는 모든 계절에 출현한 정착성 어종으로 부어류가 대부분이었다. 그룹 C는 대부분 부어류로 회유하는 어종이었고, 계절에 따라 출현하는 종이 다르게 나타났다.

Table 2. Seasonal variation in abundance of fish collected by a small otter trawl in coastal waters off Dolsan island, Yeosu in 2012

Species	Season				Total	*R.A. (%)
	Spring	Summer	Fall	Winter		
<i>Muraenesox cinereus</i>	4	18	7		29	0.60
<i>Conger myriaster</i>	12	16	15	7	50	1.03
<i>Ilisha elongata</i>	21	65	42	13	141	2.91
<i>Engraulis japonicus</i>	30	46			76	1.57
<i>Setipinna tenuifilis</i>	4				4	0.08
<i>Thryssa hamiltonii</i>		12			12	0.25
<i>Thryssa kammalensis</i>	9	20	17		46	0.95
<i>Clupea pallasii</i>		64	5		69	1.42
<i>Konosirus punctatus</i>		57	46		103	2.12
<i>Sardinella zunasi</i>	37		4	19	60	1.24
<i>Sardinops melanosticta</i>		49			49	1.01
<i>Chelon haematocheilus</i>	7	52	8	10	77	1.59
<i>Mugil cephalus</i>		21			21	0.43
<i>Inimicus japonicus</i>	8	19			27	0.56
<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	3	38			41	0.85
<i>Sebastes inermis</i>	4	15	6	4	29	0.60
<i>Sebastes schlegelii</i>	12	34	10	10	66	1.36
<i>Erisphex pottii</i>	1	2			3	0.06
<i>Chelidonichthys spinosus</i>		35			35	0.72
<i>Platycephalus indicus</i>	16	63		2	81	1.67
<i>Hexagrammos agrammus</i>	4	7	14	30	55	1.13
<i>Hexagrammos otakii</i>	10	10	18	45	83	1.71
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	1		25	5	31	0.64
<i>Liparis agassizii</i>	52	10	2	15	79	1.63
<i>Liparis tanakae</i>	5	10		20	35	0.72
<i>Lateolabrax japonicus</i>	2	16	1	3	22	0.45
<i>Lateolabrax maculatus</i>		23	3		26	0.54
<i>Apogon lineatus</i>		12			12	0.25
<i>Sillago japonica</i>	2	8			10	0.21
<i>Sillago sihama</i>	8	38	10		56	1.16
<i>Trachurus japonicus</i>	10	30			40	0.83
<i>Leiognathus nuchalis</i>	59	2,122	563	42	2,786	57.47
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	8	13			21	0.43
<i>Johnius grypotus</i>		14			14	0.29
<i>Larimichthys crocea</i>	1				1	0.02
<i>Nibea albiflora</i>		2			2	0.04
<i>Pennahia argentata</i>		58			58	1.20
<i>Chirolophis japonicus</i>			5	16	21	0.43
<i>Pholis fangi</i>	6		24	49	79	1.63
<i>Pholis nebulosa</i>	1		1	2	4	0.08
<i>Paraperca sexfasciata</i>	4	6			10	0.21
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	2		8	2	12	0.25
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	35	69	50	10	164	3.38
<i>Istigobius hoshinonis</i>	20	17	29	16	82	1.69
<i>Pampus echinogaster</i>		23	3		26	0.54
<i>Paralichthys olivaceus</i>			2	1	3	0.06
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	2	20			22	0.45
<i>Cynoglossus joyneri</i>	7	8			15	0.31
<i>Thamnaconus modestus</i>		2			2	0.04
<i>Lagocephalus gloveri</i>	17	28	5		50	1.03
<i>Takifugu poecilonotus</i>		2			2	0.04
<i>Takifugu rubripes</i>	6				6	0.12
Total	430	3,174	923	321	4,848	100.00
Number of species	36	42	27	21		52

*R.A.; Relative abundance

고찰

어류는 살고 있는 장소에 따라 크게 표층어류와 저어류로 나눌 수 있는데, 일반적으로 표층어류는 저어류에 비해 유영력이 강하여 분포범위가 넓으며, 환경과 시·공간에 따른 변화가 심하여 정량 채집에 의한 어려움이 많은 편이다. 이러한 이유로 적합한 어업통계자료가 없는 해역에서 어류의 종조성 변화와 양적 변화를 추정할 때는 저어류를 대상으로 하는 경우가 많다(Lee, 1989, 1991, 1993, 1996; Lee and Kim, 1992; Lee and Hwang, 1995).

서식어종, 서식종수 및 서식개체수의 변동은 수온, 염분 등 물리적인 요인과 지질, 지형 등 저서 환경적 요인에 의해서 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 이로 인해서 다양한 어종들은 서로 서식지를 달리하면서 서식하거나 분포하고 있다. 또한, 수산생물의 특성에 미치는 가장 중요한 환경요인은 수온으로 알려져 있는데(Allen and Horn, 1975), 이 연구에서 어획된 어류와 수온의 관계를 알아보기 위해서 Pearson's r 값을 계산하여 상관관계를 알아보았다. 그 결과, 수온-출현 개체수, 수온-출현 종수에서 정(+)의 상관관계를 보였는데, 수온-출현 개체수는 0.94로 높은 상관관계를 보였다(Table 3).

저인망을 이용하여 어획할 때 연안의 수심이 얕을수록 부어류 어획비율이 높아지고, 깊을수록 부어류 어획비율이 낮아진 다 하였는데(Huh and Kwak, 1998), 이 연구에서 출현한 어종을 보면 성대(*Chelidonichthys spinosus*), 양태(*Platycephalus indicus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미, 가시망둑, 흰베도라치, 넙치, 도다리(*Pleuronichthys cornutus*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 등 저어류들이 어획된 것으로 보여 실제 출현량을 어느 정도 반영하고 있다고 판단된다. 또

한, 사계절 내내 출현한 어종은 붕장어(*Conger myriaster*), 준치, 가송어(*Chelon haematocheilus*), 볼락(*Sebastes inermis*), 조피볼락(*Sebaster schlegelii*), 노래미, 쥐노래미, 아가씨물메기, 농어(*Lateolabrax japonicus*), 주둥치, 도화망둑, 비단망둑(*Istigobius hoshinnis*)으로 정착성 어류였고, 볼락을 제외한 나머지 어종들이 꾸준한 출현량을 보이며 50개체 이상씩 어획되었다.

과거 여수 돌산 연안에서 어류의 종조성에 관한 연구는 이각망(Jeong *et al.*, 2005)과 낭장망(Kim *et al.*, 2017)을 이용하여 이루어졌다(Table 4).

이 연구에서는 총 7목 29과 52종, 4,848개체가 출현하였다. Jeong *et al.* (2005)은 2003년 3월부터 2004년 2월까지 매월 1회씩 이각망을 이용하여 1개의 정점에서 조사하였고, 총 11목 34과 47종, 2,403개체가 출현하였다. Kim *et al.* (2017)은 2015년 7월부터 2016년 4월까지 낭장망을 이용하여 계절별로 10개의 정점에서 조사하였고, 총 8목 30과 53종, 1,331개체가 어획되어, 이 연구에서 가장 많은 개체수가 채집되었다.

우점종을 비교해 보면, 이 연구에서는 주둥치, 도화망둑, 준치, 전어, 쥐노래미였고, Jeong *et al.* (2005)에서는 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*), 송어(*Mugil cephalus*), 전어, 열돗가리돔(*Apogon lineatus*), 보구치(*Pennahia argentata*)였으며, Kim *et al.* (2017)에서는 멸치(*Engraulis japonicus*), 보구치, 주둥치, 송어, 쥐노래미였다. 이 연구에서 저어류가 전체 출현 종수의 30% 이상 어획되었는데, 이는 환경에 따라 어획되는 어종이 달라질 수도 있지만, 세 연구를 비교하였을 때 소형기선 저인망, 낭장망 및 이각망의 어구 특성에 따라 어류 종조성에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 이는 어구의 특성에 따라 어획되는 종이 달라져 우점되는 종이 달라지는데, 낭장망은 수심이 얕고 조류가 빠른 곳에 부설하여 조류에 떠밀리는 수족을 어획하는 어구로, 남해안에서 멸치를 잡는 데 주로 사용하고, 이각망은 우리나라 남해안에서 가장 많이 사용되며 송어나 농어 등을 주로 대상으로 한다(Kim, 1999). 따라서, 어느 특정한 해역에 하나의 어구만을 이용한 자원 연구보다 다양한 어구를 활용하여 암초지대, 저서어류 등을 어획하여 종조성과 변동에 대하여 연구할 필요가 있다.

Table 3. Pearson's correlation coefficient among temperature, number of species, and individuals of fishes collected by a small otter trawl in coastal waters off Dolsan island, Yeosu

Variables related to catches	Temperature
Number of species	0.94 (p=0.06)
Number of individuals	0.83 (p=0.17)

Table 4. Comparison of dominant species of fishes collected in coastal waters off Dolsan island to the previous studies

Source	Present study	Jeong <i>et al.</i> (2005)	Kim <i>et al.</i> (2017)
Study period	2012	2003~2004	2015~2016
Study area	Dolsan island	Dolsan island	Dolsan island
Study interval	Seasonal	Monthly	Seasonal
Fishing gear	Small otter trawl	Both sides fyke net	Gape net
Dominant species (%)	<i>Leiognathus nuchalis</i> (57.5) <i>Amblychaeturichthys hexanema</i> (3.4) <i>Ilisha elongata</i> (2.9) <i>Konosirus punctatus</i> (2.1) <i>Hexagrammos otakii</i> (1.7)	<i>Acanthopagrus schlegelii</i> (11.6) <i>Mugil cephalus</i> (7.8) <i>Konosirus punctatus</i> (7.4) <i>Apogon lineatus</i> (6.6) <i>Pennahia argentata</i> (6.4)	<i>Engraulis japonicus</i> (13.1) <i>Pennahia argentata</i> (7.2) <i>Leiognathus nuchalis</i> (6.0) <i>Mugil cephalus</i> (5.1) <i>Hexagrammos otakii</i> (4.7)

요 약

여수 돌산 연안에서 소형기선저인망에 어획된 어류의 종조성 및 계절변동을 연구하기 2012년에 계절별로 4개의 정점에서 조사하였다. 어획된 어류는 총 7목 29과 52종이었고, 4,848 개체가 어획되었다. 이 중 농어목이 12과 20종으로 가장 많은 출현 종수를 보였고, 우점종은 주둥치(2,786개체, 57.5%), 도화망둑(164개체, 3.4%), 준치(141개체, 2.9%) 순이었다. 가장 많은 개체수가 출현한 계절은 2,174개체가 어획된 여름이었고, 겨울에 321개체로 가장 적은 개체가 어획되었다. 다양도 지수는 봄에 3.06으로 가장 높았고, 여름과 가을에 1.77로 낮게 나타났다. 또한, 수온은 출현 개체수($r=0.94$)와 출현종($r=0.83$)을 결정하는 주요 요인이었다.

REFERENCES

Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang bay, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 9: 235-243. (in Korean)

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.

Han, K.H., S.H. Lee and T.S. Yu. 2019. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Asan bay. *Bull. Inst. Fish. Techn.*, 12: 61-68. (in Korean)

Han, K.H., Y.M. Yoon and H.C. Yang. 1998. Seasonal variation in abundance and species composition of fishes community off Myo-do in Kwangyang bay, Korea. *Bull. Yos. Nat'l. Univ.*, 13: 1025-1046. (in Korean)

Huh, S.H. and S.G. Jeong. 1999. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl in Nakdong river estuary. *Bull. Korean Soc. Fish. Techn.*, 35: 178-195. (in Korean)

Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Seasonal variations in species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal water off Namhae island. *Korean J. Ichthyol.*, 10: 11-23. (in Korean)

Hwang, C.H. and Y.J. Park. 2017. Seasonal variation of species composition of fish by otter trawl in the coastal waters off Gijang, Busan, Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 429-436. (in Korean)

Jeong, H.H., K.H. Han, C.C. Kim, S.M. Yoon, W.I. Seo, S.Y. Hwang and S.H. Lee. 2005. Fluctuations in abundance and species composition of fishes collected by both sides fyke net in Dol-san, Yeosu. *Korean J. Ichthyol.*, 17: 64-72. (in Korean)

Kim, D.A. 1999. General description of fishing gear. Pyeonghwa Publishing Co., Suncheon, Korea, 288pp. (in Korean)

Kim, D.S. 1997. Meteorological factors and catch fluctuation of set net grounds in the coastal waters of Yos. *Bull. Mar. Sci. Inst. Yos. Nat'l Fish. Univ.*, 6: 31-38. (in Korean)

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., Seoul, Korea, 615pp. (in Korean)

Kim, K.T., K.H. Han, S.H. Lee and B.I. Yoon. 2017. Fluctuations in abundance and specie composition of fishes collected by gape net in Dolsan District of Yeosu. *J. Korean Soc. Fish. Technol.*, 53: 142-151. (in Korean)

Lee, S.H., E.K. Chu, J. Lee and K.H. Han. 2019. Species composition and quantitative fluctuation of fishes collected by otter trawl in coastal waters off Geomundo. *Bull. Inst. Fish. Tech.*, 12: 45-52. (in Korean)

Lee, T.W. and S.W. Hwang. 1995. Temporal variation in species composition from 1990 to 1993 - The demersal fish of Asan bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 28: 67-79. (in Korean)

Lee, T.W. and G.C. Kim. 1992. Diurnal and seasonal variation in abundance and species composition - The demersal fishes of Asan bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 25: 103-114. (in Korean)

Lee, T.W. 1989. Seasonal fluctuation in abundance and species composition of demersal fishes in Cheonsu bay of the Yellow Sea, Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 22: 1-8. (in Korean)

Lee, T.W. 1991. Optimal sample size - The demersal fishes of Asan Bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 24: 248-254. (in Korean)

Lee, T.W. 1993. Spatial variation in abundance and species composition - The demersal fishes of Asan bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 26: 438-445. (in Korean)

Lee, T.W. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 29: 71-83. (in Korean)

Na, H.C., S.H. Lee, T.S. Yu and K.H. Han. 2019. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes collected by a bottom trawl in Gangjin bay. *Bull. Inst. Fish. Techn.*, 12: 38-44. (in Korean)

Nelson, J.S. 2016. Fishes of the world 5th ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 707pp.

Sainsbury, J.C. 1996. Commercial fishing methods. Fishing news books, Cambridge, U.S.A., 359pp.