

## 부산 기장 연안에서 저인망으로 어획된 어류 군집의 계절 변화

황철희\* · 박윤정

해양생태기술연구소

### Seasonal Variation of Species Composition of fish by Otter Trawl in the Coastal Waters off Gijang, Busan, Korea

Choul-Hee Hwang\* and Yun Jeong Park

Marine Eco-Technology Institute Co., Ltd., Busan 48520, Korea

The seasonal and interannual variations in fish assemblages in the coastal waters off Gijang were examined with an otter trawl from 2015 to 2016. A total of 59 fish species was collected during the study period. The dominant species were *Caelorinchus multispinulosus*, *Clupea pallasii pallasii* and *Chelidonichthys spinosus*. Seasonal changes in fish assemblages appeared to be distinct in the study area. The fish assemblages in summer and autumn were clearly distinguishable from those in other seasons, and the largest numbers of species and individuals were captured in winter and summer, respectively. Because fish assemblages are closely related to changes in water temperature, long-term changes in water temperature can have a significant impact on the productivity of offshore fisheries by changing fish species composition, habitat migration, and growth rate of fish.

Key words: Fish assemblage, Species composition, Otter trawl, Gijanggun

### 서 론

우리나라의 연근해 어업 생산성은 1980년대 이후 지속되어 온 어업 강도 증가와 연안오염 가중으로 인하여 감소하였다(Fujita, 1987; MIFFAF, 2008). 특히, 중국어선의 불법어업으로 인한 수산자원 감소량은 약 67.5만 톤(약 1조 3천억 원/년)으로 연근해 어업 생산량 대비 61.9%를 차지하고 있어 우리나라 연근해 어업의 지속가능성을 저해시키는 주요 요인이 되고 있다(Lee and Jung, 2014). 이에 따라 우리나라에서는 지속적인 연근해 어업 생산량 유지를 위하여 총허용어획량(Total Allowable Catch, TAC)제도를 도입하였고 수산자원 회복을 위한 수산자원조성사업도 지속적으로 수행하고 있다(Chae and Nam, 2011; Oh et al., 2013). 동해 연안은 조석간만의 차가 적으나 파랑의 영향이 많으며, 북한한류와 대마난류로 인해 해황의 시·공간 변화가 심하게 나타나는 특징이 있다(Park et al., 1991). 특히, 동해 남부 연안에서는 해류와 바람에 의한 저층수의 용승이 빈번하게 발생하여 저층수의 풍부한 영양염과 먹이생물이 확산되고 이에 따라 상업성 어종들의 위집효과가 뚜렷하게 나타날 수 있으며, 수온이 상대적으로 낮을 것으로 예상되는 동계에도 대마난류의 영향으로 비교적 높은 수온을 유지할 수 있기 때

문에 다양한 어종들이 서식할 수 있는 환경이 형성된다(Baek et al., 2010; Yoo et al., 2013). 현재까지 보고된 동해 남부 연안에서의 어류 종조성에 관한 연구를 지역별로 구분해보면, 포항 영일만(Lee, 1999; Hong et al., 2008), 울산 및 경주(Han et al., 2002, Choi et al., 2014) 그리고 고리 연안(Baek et al., 2010; Park and Huh, 2015)에서 연구가 보고되었으며, 주요 사용 어구는 저인망, 삼각망 그리고 정치망 등이다. 이렇게 다수 진행된 연구 결과에도 불구하고 연근해 어업의 생산성 저하와 같은 사회적 문제에 대응하기 위해서는 수산자원 현황 파악과 이를 이용한 자원 평가에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 여겨지고 있다. 따라서 본 연구에서는 동해 남부 연안에 위치한 부산 기장군 인근 해역을 대상으로 가장 적극적인 어법인 저인망을 이용하여 서식 어류상과 계절 변동 양상을 파악하였으며 이를 바탕으로 수산자원의 현황을 살펴보고자 한다.

### 재료 및 방법

어류 표본은 부산 기장군 장안읍 인근 해역을 대상으로 저인망(Otter trawl)을 이용하여 2015년부터 2016년까지 분기별(연 4회, 총 8회)로 채집하여 확보하였다. 대상 정점은 연안에서 수

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0429>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(4) 429-436, August 2017

Received 28 June 2017; Revised 21 July 2017; Accepted 28 July 2017

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 611. 0970 Fax: +82. 51. 611. 6200

E-mail address: chhwang@marine-eco.co.kr

심별로 총 3개를 설정하였다(Fig. 1). 채집에 사용된 저인망은 길이 15 m, 입구 폭 3 m, 높이 1.5 m이며, 망목은 3×3 cm로 각 정점에서 약 2.5 knot/h의 속도로 약 30분간 예망하여 1회 채집 면적은 약 10,000 m<sup>2</sup>였다. 채집된 어류 표본은 얼음을 채운 아이스박스에 담아 냉장상태로 운반하였으며, 실험실로 이동한 즉시 Masuda et al. (1984), Kim et al. (2005) 및 Kim and Ryu (2016)을 이용하여 종(種) 수준까지 동정한 후, 개체수와 생체량을 측정하였다. 생체량은 습중량으로 최소 0.1 g 단위까지 측정하였다.

조사 시기별 출현종수, 개체수, 생체량을 파악하여 어획물의 수적·양적 변동을 비교하였으며, 어류 군집 변동 양상을 파악하기 위하여 조사 시기별 개체수 자료를 이용하여 종다양도지수(H', Diversity index)(Shannon, 1948)를 산출하였다. 또한 정점간 출현양상의 유사도를 파악하기 위하여 출현종별 개체수 값을 Square root 변환 후, Bray-Curtis similarity 지수를 계산하는 군집 분석을 실시하였다. 종다양도지수 산출 및 군집 분석은 PRIMER v5 statistical package (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research, PRIMER-E Ltd., UK)를 이용하였다.

## 결 과

### 종조성

저인망을 이용하여 총 8회 조사를 실시한 결과, 총 13목(Order), 32과(Family), 59종(Species)의 어류가 출현하였다. 분류군별 출현종수 현황을 살펴보면, 농어목(Perciformes) 어류가 14과 22종으로 가장 많았으며, 이밖에도 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 2과 11종, 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 4과 10종, 대구목(Gadiformes) 어류가 2과 4종 그리고 청어목(Clupeiformes) 어류 2과 2종 등이 출현하였다.

개체수 측면에서 가장 우점한 어류는 줄비늘치(*Caelorinchus multispinosus*)로 전체 개체수의 33.1%를 차지하였으며, 그 다음으로 청어(*Clupea pallasii pallasii*)가 27.2%, 성대(*Chelidonichthys spinosus*)가 10.2%를 차지하여 차우점하였다. 이밖에도 꼼치(*Liparis tanakae*), 갈치(*Trichiurus japonicus*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 황아귀(*Lophius litulon*) 그리고 꼬리민태(*Caelorinchus japonicus*)가 각각 전체 개체수의 2.0% 이상을 차지하였다. 한편, 생체량 측면에서는 성대가 전체 생체량의 30.0%를 차지하여 가장 우점하였으며, 그 다음으로 황아귀가 23.1%로 차우점하였다. 이밖에도 청어, 문치가자미(*Pseudopleuronectes yokohamae*), 줄비늘치, 꼼치, 갈치 그리고 달고기(*Zeus faber*)가 각각 전체 생체량의 3.0% 이상을 차지하였다.

### 종조성 변동

2015년에 출현한 어류는 총 43종이었으며, 조사 시기별로는 2월(동계)에 24종으로 가장 많았고, 11월(추계)에 12종으로 가

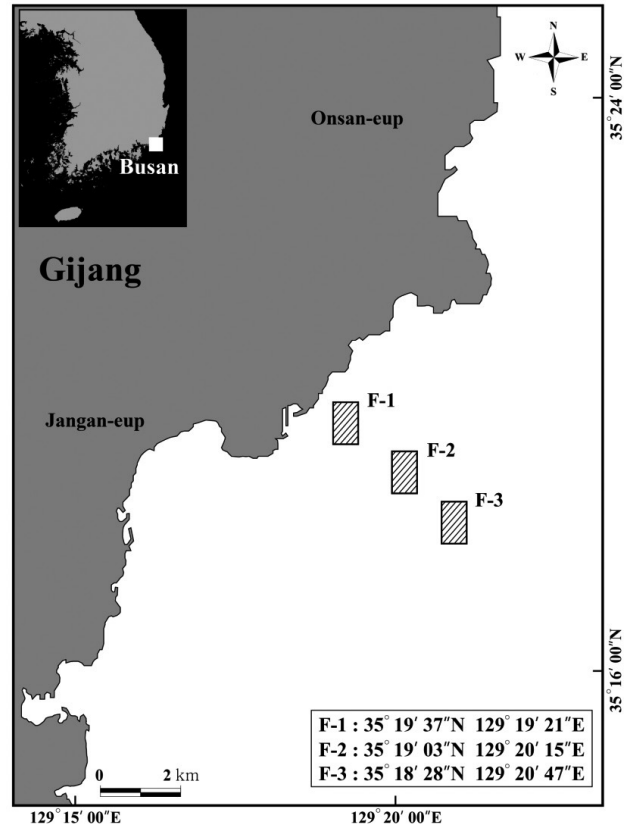


Fig. 1. Location of sampling site in Gijang, Korea

장 적은 어종이 출현하였다. 정점별로는 육지에서 가장 가까운 F-1에서 30종이 출현하였고 F-2에서는 31종, F-3에서 25종이 출현하였다. 2016년에 출현한 어류는 총 46종이었으며, 조사 시기별로는 2월(동계)에 24종으로 가장 많은 어종이 출현하였으나 11월(추계)에는 14종으로 출현종수가 가장 적었다. 정점별로는 F-1에서 33종, F-2에서 28종, F-3에서 27종이 출현하였다(Fig. 2). 개체수 측면에서 가장 많은 어류가 출현한 조사 시기는 8월(하계)이었으며, 2015년에는 2,023개체, 2016년에는 5,956개체가 출현하였다. 생체량 측면에서는 2015년 5월(춘계)에 99,839.2 g이 출현하여 가장 많은 어류 생체량을 기록하였으나 2016년에는 8월(하계)에 82,921.2 g이 출현하였다. 종다양도지수는 2015년에 1.50(11월, 추계)-2.84(2월, 동계)였으며, 2016년에는 0.99(8월, 하계)-2.25(5월, 춘계)로 나타났다(Fig. 2).

### 우점종

개체수와 생체량을 기준으로 나타나는 조사시기별 우점종은 매우 다양하였다. 2015년 2월(동계) 조사에서 개체수 기준 우점종은 줄비늘치였으나, 생체량 기준 우점종은 문치가자미와 홍어(*Okamejei kenojei*)였고, 2015년 5월(춘계) 조사에서는 성대

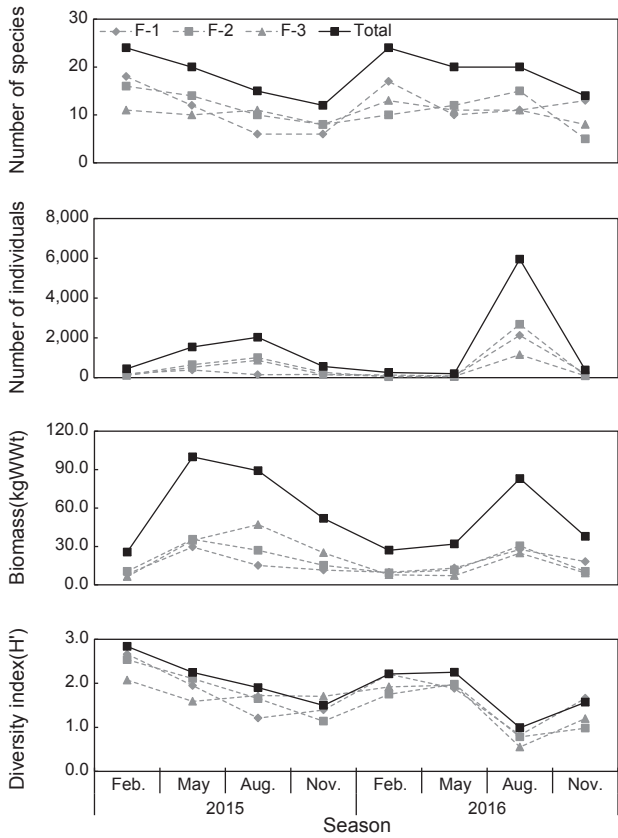


Fig. 2. Seasonal variation in number of species, number of individuals, biomass and diversity index of fish collected by otter trawl in the coastal waters off Gijang, Korea.

가 개체수와 생체량 모두 우점하였다. 2015년 8월(하계) 조사에서는 청어가 개체수 기준 우점종이었으나, 생체량 기준으로는 성대가 우점하였고, 2015년 11월(추계) 조사에서는 갈치와 황아기가 각각 개체수와 생체량 기준으로 우점하였다. 한편 2016년 2월(동계) 조사에서 개체수 기준 우점종은 눈볼대였으나 생체량 기준 우점종은 황아귀였고, 2016년 5월(춘계) 조사에서는 성대와 황아귀가 각각 개체수와 생체량 기준으로 우점하였다. 2016년 8월(하계) 조사에서는 줄비늘치가 개체수 기준 우점종이었으나, 생체량 기준으로는 황아귀가 우점하였고, 2016년 11월(추계) 조사에서는 성대가 개체수와 생체량 모두 우점하였다.

군집분석

현장조사에서 출현한 어류의 개체수 값을 이용하여 조사 시기 및 정점별 출현양상을 군집 분석한 결과, 약 35%의 유사도에서 5개의 그룹으로 구분되었다(Fig. 3). 그룹 1은 성대, 꼼치 그리고 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*)가 공통적으로 출현하는 2015년 5월(춘계) 어류 군집이었으며, 그룹 2는 청어가 공통적으로 출현하며 (차)우점한 2015년 8월(하계)의 두 개 정점(F-2와 3)과 2016년 8월(하계)의 세 개 정점의 어류 군집이었다. 그룹 3은 줄비늘치, 보구치(*Pennahia argentata*) 그리고 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*)가 공통적으로 출현한 2015년 2월(동계) 어류 군집이었으며, 그룹 4는 성대와 갈치가 공통적으로 출현한 2015년과 2016년의 11월(추계) 어류 군집이었고, 그룹 5는 황아귀와 눈볼대(*Doederleinia berycoides*)가 공통적으로 출현한 2015년 8월(하계)의 F-1정점, 2016년의 2월(동계)과 5월(춘계)의 각 3개 정점의 어류 군집으로 나타났다.

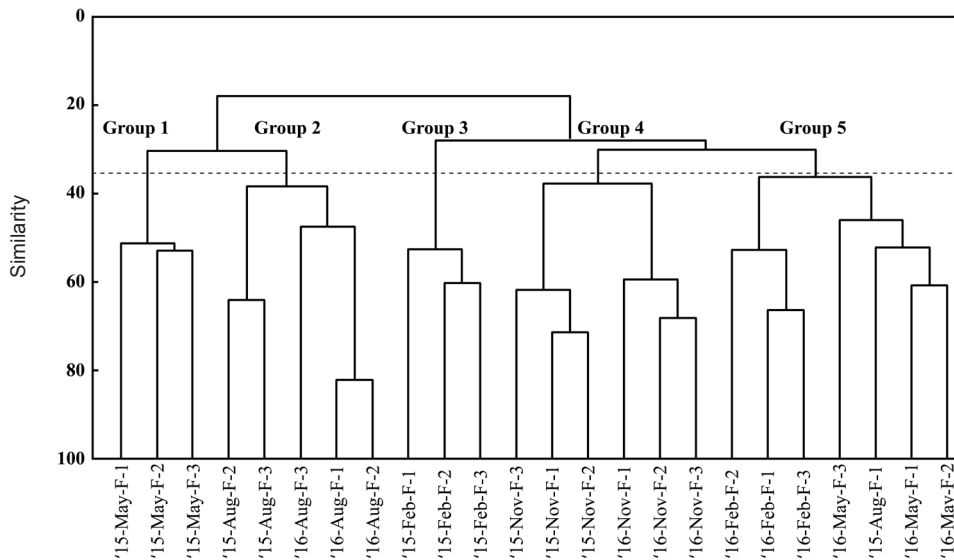


Fig. 3. Dendrogram of hierarchical clustering of fish assemblage for seasonal sampling in the coastal waters off Gijang, Korea.

Table 1. Species composition of fish collected by otter trawl in the coastal waters off Gijang, 2015 (N and W represent the number of individuals and biomass (g) of annual fish catch, respectively (/ca. 10,000 m<sup>2</sup>))

Scientific name	February		May		August		November		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Okamejei kenojei</i>	28	4,330.8					12	2,940.7	40	7,271.5
<i>Conger myriaster</i>	1	22.2	6	1,722.8	24	2,655.1			31	4,400.1
<i>Engraulis japonicus</i>	13	61.9	61	572.6	162	2,007.1			236	2,641.6
<i>Clupea pallasii pallasii</i>	11	140.8	204	9,393.9	839	7,270.0			1,054	16,804.7
<i>Caelorinchus japonicus</i>					251	1,571.3			251	1,571.3
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	57	467.1	19	321.1			126	2,057.5	202	2,845.7
<i>Gadus macrocephalus</i>			7	467.5					7	467.5
<i>Lophius litulon</i>	7	4,150.7	64	17,431.8	62	12,055.6	20	14,726.9	153	48,365.0
<i>Zenopsis nebulosa</i>					2	246.0			2	246.0
<i>Zeus faber</i>	8	1,610.7							8	1,610.7
<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	23	136.5							23	136.5
<i>Inimicus japonicus</i>			5	433.6					5	433.6
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	11	1,392.0	423	41,402.9	326	37,273.6	85	13,378.1	845	93,446.6
<i>Suggrundus meerervoortii</i>	4	917.6							4	917.6
<i>Liparis agassizii</i>			153	3,917.9					153	3,917.9
<i>Liparis ochotensis</i>					79	7,302.8			79	7,302.8
<i>Liparis tanakae</i>			281	5,932.2	91	9,233.5	3	1,244.7	375	16,410.4
<i>Liparis tessellatus</i>	5	54.5							5	54.5
<i>Acropoma japonicum</i>	39	193.2							39	193.2
<i>Doederleinia berycoides</i>			50	580.4	30	1,234.3			80	1,814.7
<i>Priacanthus macracanthus</i>							1	76.3	1	76.3
<i>Apogon lineatus</i>	28	330.8	82	658.9					110	989.7
<i>Trachurus japonicus</i>	10	185.5							10	185.5
<i>Nuchequula nuchalis</i>	22	209.4							22	209.4
<i>Larimichthys crocea</i>			20	1,324.2					20	1,324.2
<i>Pennahia argentata</i>	44	1,195.0							44	1,195.0
<i>Zoarces gillii</i>							3	402.1	3	402.1
<i>Pholis nebulosa</i>					11	855.9			11	855.9
Blenniidae sp.			1	19.5					1	19.5
<i>Repomucenus beniteguri</i>			7	70.5					7	70.5
<i>Repomucenus curvicornis</i>	39	732.5			9	155.2			48	887.7
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1	14.7							1	14.7
<i>Sphyraena japonica</i>							9	414.7	9	414.7
<i>Sphyraena pinguis</i>	8	184.7							8	184.7
<i>Trichiurus japonicus</i>			10	115.8			273	12,991.4	283	13,107.2
<i>Pampus punctatissimus</i>							1	239.1	1	239.1
<i>Paralichthys olivaceus</i>	4	1,955.7	2	571.3	3	1,155.9			9	3,682.9
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	28	1,243.7					22	1,958.5	50	3,202.2
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	30	1,064.9	32	4,306.8					62	5,371.7
<i>Glyptocephalus stelleri</i>			90	6,939.7					90	6,939.7
<i>Cleisthenes pinetorum</i>					58	772.2			58	772.2
<i>Platichthys stellatus</i>	2	430.8							2	430.8
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	16	4,554.6	24	3,655.8	76	5,284.8	7	1,466.4	123	14,961.6
Total	439	25,580.3	1,541	99,839.2	2,023	89,073.3	562	51,896.4	4,565	266,389.2
Number of species	24		20		15		12		43	

Table 2. Species composition of fish collected by otter trawl in the coastal waters off Gijang, 2016 (N and W represent the number of individuals and biomass (g) of annual fish catch, respectively (/ca. 10,000 m<sup>2</sup>).

Scientific name	February		May		August		November		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Mustelus griseus</i>					1	372.8			1	372.8
<i>Okamejei kenojei</i>	2	914.3							2	914.3
<i>Conger myriaster</i>			1	63.6	8	842.4			9	906.0
<i>Engraulis japonicus</i>					84	714.8			84	714.8
<i>Clupea pallasii pallasii</i>	2	32.8			2,034	18,745.0			2,036	18,777.8
<i>Saurida elongata</i>	8	355.2							8	355.2
<i>Hoplobrotula armata</i>			1	4.8					1	4.8
<i>Caelorinchus longissimus</i>			12	71.4					12	71.4
<i>Caelorinchus multispinulosus</i>	1	3.0	1	13.2	3,549	16,658.6			3,551	16,674.8
<i>Lophius litulon</i>	32	14,688.1	39	15,890.2	62	18,999.0	15	4,954.8	148	54,532.1
<i>Zenopsis nebulosa</i>					1	152.8			1	152.8
<i>Zeus faber</i>	13	4,539.3					65	7,754.7	78	12,294.0
<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	2	9.4	2	14.2					4	23.6
<i>Sebastes marmoratus</i>					23	111.1			23	111.1
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	15	2,089.1	45	7,279.5	52	12,145.2	197	18,640.9	309	40,154.7
<i>Platycephalus indicus</i>	2	350.8					1	345.1	3	695.9
<i>Liparis agassizii</i>					20	2,678.8			20	2,678.8
<i>Liparis tanakae</i>			1	16.8					1	16.8
<i>Liparis tessellatus</i>					12	624.8			12	624.8
<i>Acropoma japonicum</i>	2	6.4	26	117.1			2	6.0	30	129.5
<i>Doederleinia berycoides</i>	80	287.2	9	51.5					89	338.7
<i>Apogon lineatus</i>			22	109.2					22	109.2
<i>Trachurus japonicus</i>	4	60.9							4	60.9
<i>Nuchequula nuchalis</i>	1	11.2							1	11.2
<i>Larimichthys crocea</i>			1	21.9	8	270.4			9	292.3
<i>Johnius grypotus</i>					1	51.8			1	51.8
<i>Larimichthys polyactis</i>			1	22.8					1	22.8
<i>Pennahia argentata</i>	19	267.9	8	139.3			35	2,744.9	62	3,152.1
<i>Zoarces gillii</i>			1	2.7					1	2.7
<i>Repomucenus curvicornis</i>	10	141.4					1	16.0	11	157.4
<i>Repomucenus lunatus</i>	1	12.7			5	50.3			6	63.0
Gobiidae sp.					1	2.0	1	4.9	2	6.9
<i>Sphyraena japonica</i>	1	53.6							1	53.6
<i>Trichiurus japonicus</i>					36	1,103.2	26	1,384.4	62	2,487.6
<i>Paralichthys olivaceus</i>			4	1,750.0	2	1,844.6	1	257.7	7	3,852.3
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	50	2,394.2	1	100.0			6	405.3	57	2,899.5
<i>Dexistes rikuzenius</i>	1	31.7							1	31.7
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	1	57.7	2	247.2			1	15.2	4	320.1
<i>Cleisthenes pinetorum</i>					44	1,847.0			44	1,847.0
<i>Platichthys stellatus</i>					1	884.6			1	884.6
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	4	608.3	17	5,959.3	12	4,822.0	2	415.1	35	11,804.7
<i>Tanakius kitaharae</i>	1	42.8							1	42.8
<i>Cynoglossus joyneri</i>							30	910.0	30	910.0
<i>Cynoglossus robustus</i>	1	12.9							1	12.9
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>			1	1.5					1	1.5
<i>Thamnaconus modestus</i>	1	63.8							1	63.8
Total	254	27,034.7	195	31,876.2	5,956	82,921.2	383	37,855.0	6,788	179,687.1
Number of species	24		20		20		14		46	

## 고찰

저인망을 이용한 본 연구에서는 총 60종의 어류가 출현하였으며, 청어나 멸치와 같은 부어류 일부를 제외하고는 대부분 저어류였다. 저인망은 어구의 특성상 주로 저어류가 채집되는 것이 일반적이지만 본 연구에서는 청어와 멸치가 무리지어 출현하면서 대량 어획되었다. 기존 유사 연구 결과를 살펴보면, 경주 월성 원전 인근에서의 저인망을 이용한 어류상 조사에서는 총 72종의 어류가 확인되었으며, 그 중에서 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*)와 같은 저어류가 대부분이었고 청어와 같은 부어류도 일부 우점하는 것으로 나타나 본 연구와 큰 차이를 보이지 않았다(Choi et al., 2014). 하지만 포항 영일만에서 저인망으로 채집된 어류는 총 59종이었으며, 돛양태(*Repomucenus lunatus*)나 두줄망둑(*Tridentiger trionocephalus*)과 같은 소형 저어류가 주로 채집되는 것으로 나타나 대상 해역의 지리적 특성에 따라 종조성은 다소 차이를 보였다(Lee, 1999). 한편, 본 연구 지역을 대상으로 삼각망, 정치망 그리고 통발을 이용한 기존 연구들에서는 32-78종의 어류가 출현하였으며, 사용 어구에 따라 종조성은 큰 차이를 보였다(Baek et al., 2010; Lee et al., 2014; Park and Huh, 2015), 삼각망과 정치망을 이용한 연구에서는 부어류가 많았으나 통발을 이용한 연구에서는 어획될 수 있는 어종이 저어류로 한정적이기 때문에 출현종수가 적었다.

연근해 어획조사에 사용되는 어구들 중에서 일정 장소에 고정하지 않고 어선이 직접 인망하여 채집할 수 있는 어구들은 저인망, 형망, 새우조망(빔트롤) 등 다양하다. Yoon et al. (2014)과 Hong et al. (2016)은 형망을 이용하여 울진 연안과 포항 영일만에서 각각 6종, 13종의 어류를 보고하였는데 형망은 주로 해저바닥을 긁어서 패류를 어획하는 어구 형태이기 때문에 어획되는 어류는 매우 한정적이었다. 저인망을 이용한 기존 연구들을 살펴보면, 광양만에서는 64종, 가덕도에서는 65-110종의 어류가 출현하여 형망에 비해 다양한 어종을 확인할 수 있었으며(Huh et al., 1998; Huh and An, 2000; Jeong et al., 2013), 새우조망을 이용한 기존 연구들에서는 낙동강 하구에서 92종, 통영에서 75종, 진해만에서 62종 그리고 진주만에서 56종의 어류가 출현(Lee et al., 2012; Song et al., 2012; Park et al., 2013)하여 기존의 저인망 연구뿐만 아니라 본 연구 결과와도 유사하였다.

본 연구 결과에서 어류의 출현종수는 동계(2월)에 가장 많고 추계(11월)에 가장 적은 것으로 나타났으며, 수심이 낮은 연안 정점에서 출현종수가 많은 특징을 보였다. 개체수 측면에서는 하계(8월)에 개체수가 증가하였다. 이는 청어와 줄비늘치의 출현양상과 매우 밀접한 연관성을 보인 반면, 정점별로는 뚜렷한 경향성을 보이지 않았다. 생체량 측면에서도 하계(8월)에 상대적으로 많은 생체량을 보이지만, 일부 대형어종(예. 황아귀, 성대)의 출현량 변동에 따라 춘계(5월)에도 생체량이 크게 증가하였다. Park and Huh (2015)는 하계에 어류 출현종수, 개체수 그리고 생체량이 증가하는 계절적 변동 양상이 뚜렷하다고 보고

하였는데 이는 수온 증가로 인해 먹이생물과 어류 군집이 증가하였을 것으로 추측하였고, 이러한 현상은 온대해역에서 주로 나타날 수 있는 현상이다. 실제로 조사해역에서의 수온은 2월에 12.69-13.20℃, 5월에 13.19-15.21℃, 8월에 19.72-23.21℃, 11월에 18.05-20.52℃로 나타나(MEIS, 2014), 본 연구에서의 하계에 어류 개체수 및 생체량 증가도 수온 상승과 밀접한 연관이 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서의 조사 시기별 종다양도 지수를 살펴보면, 2015년 조사에서는 11월(추계)에 종다양도 지수가 가장 낮았고 2016년 조사에서는 8월(하계)에 가장 낮게 나타났다. 이는 각 조사 시기별 개체수 기준 우점종(2015년, 갈치; 2016년, 줄비늘치)과 차우점종(2015년, 줄비늘치; 2016년, 청어)의 차지 비율이 각각 71.0%, 93.7%로 다른 조사 시기에 비해 매우 높았기 때문이었다.

수온은 어류 군집 변동에 영향을 미치는 가장 중요한 환경적 요소이며(Hagan and Able, 2003), 기존의 연구에서도 수온 변화 즉 계절에 따라 어류 군집 구조가 변화 또는 구분될 수 있다(Lee et al., 2012; Choi et al., 2014; Park and Huh, 2015). 본 연구에서도 정점별 어류 군집 변화는 경향성을 보이지 않았으나 계절별로 어류 군집이 구분되는 것으로 나타나 수온과 어류 군집 변화 사이의 연관성을 뒷받침하였다. 따라서 수온 변화는 어획 대상종의 구성 변화, 어군의 서식지 이동, 어류의 성장률 등 어업 생산에 중요한 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다(Lu and Lee, 2014). 이러한 현상은 우리나라 주변 해역에서도 뚜렷하게 나타나고 있는데, 난류성 어종인 멸치, 고등어, 오징어 등의 어획량은 증가하고 한류성 어종인 명태, 꽁치 등의 어획량은 감소하고 있다(Kim et al., 2007). 기후 변화에 따라 우리나라 인근에서의 서식 어류상은 변화할 것으로 예상되며, 수산업이 발달되어 있는 산업구조에 따라 별도의 관리 방안과 대책이 필요할 것이다. 세부적으로 살펴보면, 기후변화에 부정적인 영향을 받을 수 있는 어종들에 대해서는 효과적인 관리방안이 마련되어야 하고 생산량 증가와 같은 긍정적인 영향을 받을 수 있는 어종(신규 어종 포함)들에 대해서는 생태적 조사와 어구, 어법적 연구 등을 강화하여 지속적이고 안정적인 생산을 도모해 나가야 할 것이다(Eom et al., 2015). 또한 어업 생산 영향을 사전 예측하고 대응할 수 있는 관리시스템이 필요하며, 이를 위해서는 기존 생태 연구에 대한 노력이 더욱 필요할 것으로 생각된다.

## References

- Baek GW, Huh SH, Park SC, Kim JH and Park JM. 2010. Seasonal variation in species composition and abundance of fish assemblages collected by a three-side fyke net in the coastal waters off Gori, Korea. Korean J Ichthyol 22, 186-194.
- Chae DR and Nam SM. 2011. A study on marine protected areas as fisheries management tools. J Fish Bus Admin 42, 41-61.
- Choi JH, Kim JY, Kim JK and Kim JB. 2014. Seasonal variation of species composition of fish in the coastal waters off Wolsong Nuclear Power Plant, East Sea of Korea by otter

- trawl survey. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 645-653. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0645>.
- Eom KH, Kim HS, Han IS and Kim DH. 2015. An analysis of changes in catch amount of offshore and coastal fisheries by climate change in Korea. *J Fish Bus Adm* 46, 31-41.
- Fujita D. 1987. The report of interview to fisherman on "Isoyake" in Taisei-Cho, Hokkaido. *Suisanzoshoku* 35, 135-138. <http://dx.doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.35.135>.
- Hagan SM and Able KW. 2003. Seasonal changes of the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. *Estuarine Coastal Shelf Sci* 56, 15-29. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7714\(02\)00116-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00116-6).
- Han KH, Kim JH and Baek SR. 2002. Seasonal variation of species composition of fishes collected by set net in coastal waters of Ulsan, Korea. *Korean J Ichthyol* 14, 61-69.
- Hong BK, Kim JK, Park KD, Jeon KA, Chun YY, Hwang KS, Kim YS and Park KY. 2008. Species composition of fish collected in gill nets from Youngil Bay, East Sea of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 41, 353-362. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2008.41.5.353>.
- Hong SE, Bae JH, Park CD, Park JM, Yoon BS and An HC. 2016. Species composition and distribution property of dredge fishery in Yeongil Bay, Korea. *J Korean Soc Fish Technol* 52, 48-55. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.1.048>.
- Huh SH and An YR. 2000. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeokdo, Korea. 1. Fishes collected by a small otter trawl. *J Korean Fish Soc* 33, 288-301.
- Huh SH, Kim NU and Choo HG. 1998. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl around Daedo Island in Kwangyang Bay. *Bull Korean Soc Fish Tech* 34, 419-432.
- Jeong JM, Park JM, Huh SH, Ye SJ, Kim HJ and Baek GW. 2013. Seasonal variation in the species composition of fish assemblages in the coastal waters off Gadeokdo, South Sea, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 948-956. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0948>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohaksa, Seoul, Korea, 615.
- Kim S, Zhang CI, Kim JY, Oh JH, Kang S and Lee JB. 2007. Climate variability and its effects on major fisheries in Korea. *Ocean Sci J* 42, 179-192. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03020922>.
- Kim JK and Ryu JH. 2016. Distribution map of sea fishes in Korea. MOF, KIMST and PKNU, Busan, Korea, 667.
- MEIS (Marine Environment Information System). 2014. Marine environmental measurement network. Retrieved from <http://www.meis.go.kr> on Jul 24, 2017.
- Lee TW. 1999. Seasonal variation in species composition of demersal fish in Yeongil Bay, East Coast of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 32, 512-519.
- Lee DJ, Kang S, Choi KH and Jung KM. 2014. Species composition and seasonal variations of fishes collected by set net in coastal waters of Gijang, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 983-996. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0983>.
- Lee JH, Lee JB, Choi YM, Yeon I and Lee DW. 2012. Study on composition of fishes by trawl fishery in Nakdong River Estuary, Korea. *Korean J Ichthyol* 24, 84-93.
- Lee KN and Jung JH. 2014. Estimating the fisheries losses due to Chinese's illegal fishing in the Korean EEZ. *J Fish Bus Adm* 45, 73-83. <http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2014.45.2.073>.
- Lu HJ and Lee HL. 2014. Changes in the fish species composition in the coastal zones of the Kuroshio Current and China Coastal Current during periods of climate change: observations from the set-net fishery (1993-2011). *Fish Res* 155, 103-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.032>.
- Lee JB, Shin YJ, Lee SJ, Lee JH, Choi YM, Lee DW, Kim SW and Yang JH. 2012. Seasonal variations of fisheries resources composition in the coastal ecosystem of the Yeongil Bay, Korea. *J Env Sci Intern* 21, 1275-1285. <http://dx.doi.org/10.5322/JES.2012.21.10.1275>.
- Masuda H, Amaoka K, Araga C, Ueno T and Yoshino T. 1984. The fishes of the Japanese archipelago. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 437.
- MIFAFF (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries). 2008. Studies on the development of marine ranching program 2007 in the East, West and Jeju coast Korea. 1062.
- Oh HT, Lee WC, Song CM, Kim HC, Kim JB and Jung RH. 2013. The Norwegian model of fisheries bio-resources management. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 111-118. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0111>.
- Park JM and Huh SH. 2015. Seasonal and interannual variation in species composition of fish assemblages collected by pots in the Southern Coast of East Sea, Korea. *Korean J Ichthyol* 27, 310-316.
- Park JS, Lee SS, Kang YS and Huh SH. 1991. Distribution of indicator species of copepods and chaetognaths in the middle East Sea of Korea and their relationship to the characteristics of water masses. *Korean J Fish Aquat Sci* 24, 203-213.
- Park JY, Kang HS, Kang JH, Kim JK, Ryu JH and Kim DS. 2013. Yearly fluctuation in the fish species composition of shrimp beam trawls off Maemuldo, Korea, during 2007-2009. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 619-625. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0619>.
- Shannon CE. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech J* 27, 379-423. <http://dx.doi.org/10.1149/584091.584093>.
- Song MY, Kim JI, Kim ST, Lee JH and Lee JB. 2012. Seasonal variation in species composition of catch by a coastal beam trawl in Jinhae Bay and Jinju Bay, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 428-444. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.428>.
- Yoo JS, Kim JM and Choi CG. 2013. Changes in marine algal communities around Gijang Busan, Korea. *Korean*

J Fish Aquat Sci 46, 303-309. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0303>.

Yoon BS, Park JH, Yoon SC, Yang JH and Sohn MH. 2014. Community structure of fisheries resources caught by dredge in the Uljin Marine Ranching Area, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 47, 935-944. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0935>.