

남해 나로도 주변해역에서 조망에 채집된 어류의 종조성과 계절변동

김종빈* · 장대수 · 김영혜 · 강창근¹ · 조규대²

국립수산과학원 남해수산연구소, ¹국립수산과학원 환경관리과, ²부경대학교 해양학과

Seasonal Variation in Abundance and Species Composition of Fishes Collected by a Beam Trawl around Naro-do, Korea

Jong-Bin KIM*, Dae-Soo CHANG, Yeong-Hye KIM, Chang-Keun KANG¹ and Kyu-Dae CHO²
South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Yosu 556-820, Korea
¹Marine Environment Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Gijang-Gun, Busan 619-902, Korea
²Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Seasonal variations in abundance and species composition of fish assemblage around Naro-do were examined. Fish samples were monthly collected by a beam trawl from December 2000 to November 2001. A total of 62 fish species representing 37 families were collected. Of these, *Thryssa kammalensis*, *T. hamiltoni*, *Chaeturichthys hexanema*, *Johnius grypotus*, *Leiognathus nuchalis*, *Cynoglossus robustus* and *Setipinna taty* were dominant species comprising 82% of the total number of individuals. Species diversity indices ranged from 1.2 to 2.2 showing the highest values from September to November 2001. The fish assemblage was divided into three different groups by cluster analysis of the fourteen dominant species. The main residence species were *J. grypotus*, *L. nuchalis*, *C. hexanema*, *C. robustus*, *Setipinna tenuifilis*, *T. kammalensis* and *Ctenotrypauchen microcephalus*. Of the temporal species *T. hamiltoni*, *Liparis tanakai* and *Erisphex pottii* were collected in spring, and *Muraenesox cinereus* and *Trichiurus lepturus* were in summer and autumn. Principal component analysis revealed that seasonal variation in the fish assemblage was attributed to the abundance of temporal species due to seasonal variation of environmental factors such as water temperature and ecological pattern (pelagic/demersal) of fish species.

Key words: Seasonal variation, Fish species composition, Beam trawl, South Sea of Korea

서론

천해 연안역은 많은 어류들에 의해서 산란, 서식 및 색이장으로 이용되어 생산력이 높은 해역으로 어류의 시·공간적인 변동에 대해서는 전 세계적으로 많은 연구들이 수행되었다 (Horn, 1980; Blaber et al., 1995; Rhods, 1998; Hajisamae and Chou, 2003). 이 해역들은 많은 연안종들의 유생과 유어를 위한 보육장으로서 중요한 기능을 하기 때문에, 어류의 가입과 정의 중요성이 많은 주목을 받아왔다 (Blaber et al., 1995; Harris et al., 1999; Pfister, 1999; Peterson and Whitfield, 2000). 또한, 이 해역의 어류들은 동물플랑크톤, 어류의 난과 치어에 대한 중요한 포식자일 뿐만 아니라 (Blaxter and Hunter, 1982; Baird and Ulanowicz, 1989), 어류식성의 어류에 대한 주요 먹이가 되기도 한다 (Frieland et al., 1988; Hartman and Brandt, 1995; Tupper and Able, 2000). 이와 같은 생태학적인 중요한 기능에 따라 천해역 어류의 출현과 풍도에 대한 구체적인 정보는 전체 해양생태계와 먹이연쇄에 대한 더 나은 이해를 도울 수 있는 중요한 자료가 된다. 그러나, 연안역 어류의 조성은 서식처에 따라 큰 변동을 나타내기 때문에 그 분포양상을 일반화하여 제시하기가 어려워 특정해역에 대한 정보는 부족

한 실정이다. 최근 어류 자원에 대한 어획활동의 점진적인 증가와 연안 개발이 주요한 어류들의 종조성, 풍도 혹은 서식지 이용에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서, 전체 해양생태계의 구조 파악이나, 해역의 효율적 이용과 관리를 위해서는 해양학적으로나 수산학적으로 가장 기초가 되는 연안해역을 포함하는 다양한 해양환경에서의 어류종 조성과 변동을 정확히 파악할 필요가 있다.

한반도 남해 중부에 위치해 있는 전남 고흥군 나로도 해역은 가막만, 여자만, 보성만, 해창만, 순천만 등 육상으로부터 풍부한 영양염이 유입되는 남해안의 대표적인 내만 어장들과 인접해 있다. 또한, 나로도 해역은 외양역에 직접 연결되어 있어 이들 만과 함께 다양한 수산자원의 회유 경로, 서식장 및 산란장으로 이용되고 있으며, 패류, 해조류 등의 양식업이 발달해 있는 곳이다. 지금까지 한반도 남해안 어류 군집구조에 대해서는 광양만 (Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1997; Huh et al., 1998), 남해도 주변 해역 (Huh and Kwak, 1998), 삼천포 주변 해역 (Kim and Kang, 1991), 충무 한실포 갈피밭 (Huh, 1986), 낙동강 하구 해역 (Huh and Chung, 1999), 진해 용원 (Lee et al., 2000b), 가덕도 주변 해역 (Huh and An, 2000) 등 남해의 내만역과 갈피생태계 등에 걸쳐 많은 연구들이 진행되어 왔지만, 대부분의 연구들이 광양만을 포함하는 남해

*Corresponding author: kimjb@nfrdi.re.kr

중·동부 해역에 집중되어 남해 중·서부 해역의 어류 군집에 대한 연구는 비교적 미비하고, 인근의 해창만 (Yoon, 2000a), 득량만 (Yoon, 1999), 가막만 (Yoon, 2000b) 등에 대한 연구도 식물플랑크톤 군집에 관한 연구에 집중되어 이루어져 왔다.

한편, 현재 국내에서 이루어지고 있는 어류군집 연구에서 수행한 종조성과 계절변동 같은 어류 군집에 관한 연구가 대부분 기선저인망 어구를 사용하여 왔다. 기선저인망 어구는 어획강도가 높아 국내의 영세한 어업인들이 생계형 어구로 선호하는 어구이나 치어를 남획하는 어업으로 간주되어 수산 관련 법으로 이 어구를 이용한 어획활동이 엄격하게 금지되어 있다. 최근에 남해 서부해역을 중심으로 한 일부 지역에서 기존의 기선저인망 어구를 대신하여 어획강도가 비교적 낮은 조망어업 (Beam trawl)을 개발하여 실제 어획활동에 도입하여 새로운 어업이 시작되고 있다. 그러나, 조망어업에서 어획대상으로 할 수 있는 해양생물의 조성이나 계절변동 등과 같은 과학적 연구와 새로운 조망어업의 타당성 여부를 평가할 수 있는 어류와 관련한 연구 자료는 대단히 빈약하다.

따라서, 본 연구에서는 남해 중·서부 연안 어류분포에 대한 정보를 제공하기 위한 시도로서 전라남도 고흥군 나로도 주변 해역에서 조망어구에 의해 어획된 어류의 종조성과 계절변동을 분석하였다. 또한, 최근 한반도 남해 서부연안에 새로 도입되어 어획활동에 이용하고 있는 조망어구의 어획조사 결과와 기존의 남해안 내만역에서 기선저인망 어구로 수행한 연구에서 얻어진 결과들을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

본 연구는 고흥군 나로도 주변 해역에서 시험조업하고 있는 조망을 이용하여 2000년 12월부터 2001년 11월까지 12개월간 월별 4개의 조사 정점에서 총 48회의 어획시험을 통해 얻어진 시료를 사용하였다 (Fig. 1).

조사해역의 해양환경 요인으로는 일반적으로 어장형성과 밀접한 상관을 지닌 수온과 염분 (Allen and Horn, 1975)은 CTD meter (SeaBird Co., SEB 19-2)를 이용하여 매 조사시기에 현장에서 측정하였다.

채집에 이용된 조망 (Beam trawl)은 길이가 20 m, 망폭이 8 m이며, 날개그물의 망폭은 3.5 cm, 자루그물의 망폭은 1.8 cm였다. 어획시험은 각 조사 정점에서 30분씩 (평균 2.5 knot) 예인하였으며, 총 조사 면적은 888,960 m² 이었다. 인망 후 채집된 시료는 선상에서 10% 중성포르말린으로 고정된 후 실험실로 운반하여 동정·계수하였다. 각 어체의 체장은 1 mm까지, 체중은 0.1 g까지 측정하였다. 어류 분류는 Chyung (1977)과 Nakabo (1993) 등에 따랐으며, 분류체계 및 학명은 Nelson (1994)에 따랐다.

월별 각 정점의 종조성을 Wilcoxon의 signed-rank test와 밀도에 대한 ANOVA test 결과 4개 정점간에 유의한 차이가 없어 (P>0.05), 각 채집시기의 4개 정점에서 채집된 어류를 합하여 정리하였다.

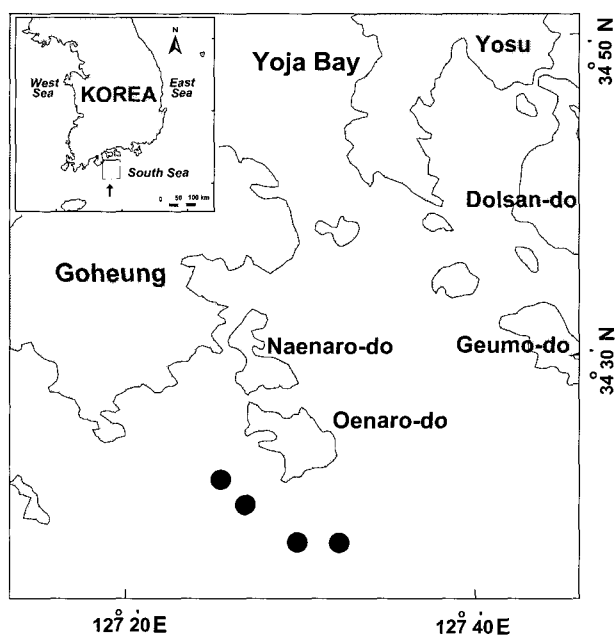


Fig. 1. Location of the sampling sites around Narodo.

어류 군집의 계절변동을 비교하기 위하여 개체수를 대상으로 Shannon-Wiener의 종다양성지수 (H')를 계산하였다 (Shannon and Weaver, 1949). 출현종간의 유사성은 조사 기간동안 채집된 어류 총 출현개체수 중 1% 이상의 출현빈도를 나타낸 우점 출현종에 대해 조사기간 중 각 종의 출현 유무에 따라 Jaccard (1908)의 유사도지수를 계산하였고, 이 지수값들을 비가중 산술평균 (UPGMA)에 의하여 수상도 (dendrogram)를 작성하여 군집화하는 계보적 집괴 분석 (hierarchical cluster analysis)을 수행하였다. 군집화 결과를 도식적으로 표현한 수상도에서는 거리지수 값들을 0에서 25사이의 숫자로 재 계산하여 나타내었다. 또한, 조사 기간 중 어류 종조성의 차이를 분석하고 종조성 변동과 환경변수와의 관계를 설명하기 위해서 집괴분석에서 이용된 주요 우점 출현종의 빈도자료를 이용하여 주성분분석 (Principal Component Analysis, PCA)을 수행하였다. 주성분 분석은 조사시기별, 종간의 심한 밀도차이에 따른 자료의 비정규분포를 고려하여 각 조사시기의 출현개체수로 각 종의 순위 (rank)를 정하고 Spearman의 rank correlation을 계산하여 처리하였다 (Lee, 1993).

결 과

환경 요인

조사기간 동안 표층과 저층 수온은 각각 7.0-28.5°C와 6.7-26.9°C의 범위를 보여 표층과 저층에서 뚜렷한 온도차이를 나타내지는 않았다 (Fig. 2). 대체로 5월 이전에는 20°C 이하로 수온이 낮았으나, 6월부터 수온이 점차 높아져 10월까지 20°C 이상의 상대적으로 높은 수온을 유지하였으며, 수온은 겨울철

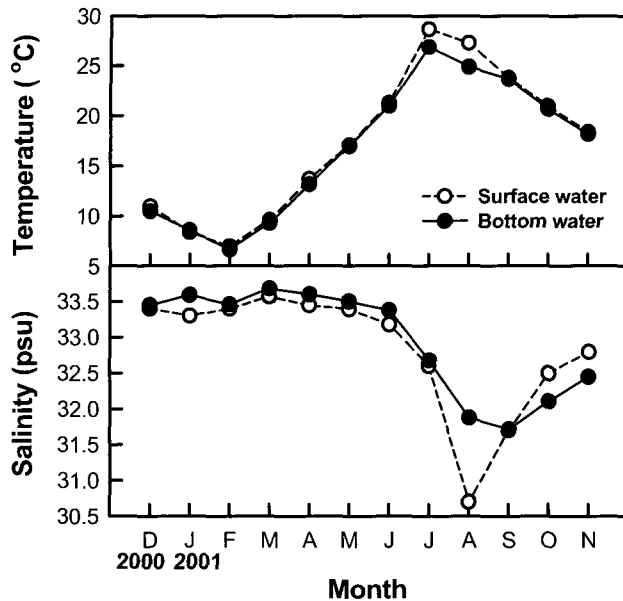


Fig. 2. Seasonal variation of temperature and salinity in surface waters around Narodo in the Southern Sea of Korea.

인 2월에 수온이 가장 낮았고, 여름철인 8월에 가장 높은 전형적인 온대해역의 계절 수온변동 양상을 나타내었다.

표층수와 저층수의 염분은 각각 30.7-33.6 psu와 31.7-33.7 psu의 범위를 보였다 (Fig. 2). 조사가 시작된 2000년 12월부터 2001년 6월 사이에는 33.4-33.7 psu의 범위로 염분 변동이 거의 없었으나, 우기가 시작된 7월 이후에는 염분이 점차 낮아지기 시작하였다. 특히, 표층수의 염분이 뚜렷하게 낮아져 8월의 표층 염분이 30.7 psu로 조사기간 동안 가장 낮았고, 9월 이후부터 점차 증가하였다.

종조성

조사기간 동안 출현한 어류는 총 37과 62종이었고, 채집된 총 개체수와 생체량은 각각 20,756 개체, 175,299.5 g이었다 (Table 1). 출현빈도를 보면 청멸 (*Thryssa kammalensis*), 개서대 (*Cynoglossus robustus*)가 조사 전 기간동안 출현하여 12회, 도화망둑 (*Chaeturichthys hexanema*), 민태 (*Johnius grypotus*), 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 반지 (*Setipinna taty*) 등 4종은 11회, 빨갱이 (*Ctenotrypauchen microcephalus*)가 9회, 갯장어 (*Muraenesox cinereus*), 양태 (*Platycephalus indicus*), 풀미역치 (*Erisphex pottii*)가 6회 출현하였고, 나머지 종들은 5회 미만의 낮은 출현빈도를 보였다.

개체수의 경우, 청멸이 7,367 개체로 전체의 35.5%를 차지하여 가장 많았으며, 그 다음으로 풀반지 (*Thryssa hamiltoni*), 도화망둑, 민태, 주둥치, 개서대, 반지 순이었으며, 이들 7종이 전체 개체수의 82.0%를 차지하는 주요 어종이었다. 생체량의 경우, 개체수에서와 달리 꼼치 (*Liparis tanakai*)가 35,148.2 g이 채집되어 전체의 20.1%를 차지하여 가장 우점하였으며, 그 다음은 갯장어, 청멸, 민태, 개서대, 도화망둑, 풀반지 순이었다. 이

7종이 전체 생체량의 77.7%를 차지하였다.

계절변동

월별 채집 종수를 살펴보면, 2000년 12월에 23종, 2001년 1월에 22종, 2월에 14종이 채집되었다. 2월 이후부터 8월까지의 채집 종수가 10-25종의 범위에서 거의 격월 변동을 보이며 대체적으로 감소하는 경향을 보이고 있으나 9월부터 채집 종수가 증가하여 10월에는 조사기간 중 가장 많은 28종을 기록하였다 (Fig. 3).

월별 채집 개체수 및 생체량의 계절 변동에서는 1월과 8월을 제외하면 개체수와 생체량의 변동에서 유사성을 보였다 (Fig. 3). 1월과 8월의 경우에 개체수가 적었음에도 불구하고 높은 생체량을 보였던 것은 대형 어류인 꼼치와 갯장어가 다른 조사시기에 비해 우점하여 출현하였기 때문이었다. 채집 개체수에 있어서는 3월과 7월에 각각 3,556개체 (17.1%), 3,629개체 (17.5%)가 출현하여 가장 많은 개체수가 출현하였으며, 1-2월과 8-9월에 가장 적은 개체수가 채집되었다. 생체량은 1월에 23,207 g이 채집되어 조사기간 중 가장 높은 생체량을 보였으며, 7-8월에는 갈치 (*Trichiurus lepturus*), 민태, 갯장어 등이 다른 조사시기에 비해 높은 조성을 보여 전체 생체량이 높았고, 11월의 높은 생체량은 갯장어와 개서대 등의 높은 혼획률에 기인하였다.

월별 종다양도 지수는 1.2-2.2의 범위를 보였다 (Fig. 3). 조사가 시작된 12월에 1.2의 값을 보인 이후 조사가 진행되면서 다양도 지수값이 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 특히, 9월-11월 사이에 다른 조사 월에 비해 상대적으로 높은 값을 보였는데, 이는 다수의 종이 다른 조사시기에 비해 고른 출현분포를 보였기 때문이었다.

우점어종의 출현양상

본 조사 기간 중 대부분의 조사기간에 출현하여 가장 우점하였던 4종의 출현 양상 및 체장 분포의 계절변동은 다음과 같다 (Table 1, Fig. 4).

청멸 (*Thryssa kammalensis*): 채집량의 월별 변동이 심하였으며, 2000년 12월에 1,755마리가 채집되었으나, 그 이후 감소하였으며 2001년 7월 가장 많은 1,788마리가 어획되기 전 까지 격월 변동하는 경향을 보였다. 7월 이후에는 채집 개체수가 급격히 감소하여 10월의 914마리를 제외하고는 채집량이 월 34-65마리에 불과하였다. 조사기간 동안의 체장은 30-120 mm 범위를 보였다. 12월과 1월 사이에 30-60 mm 범위의 어린 개체들이 많이 채집되었으며, 이후 점차 성장하여 8월에 최대 체장을 보였다.

개서대 (*Cynoglossus robustus*): 채집량에 있어서 월별변동이 다소 심하게 나타나 2000년 12월부터 2001년 4월까지 채집 개체수는 16-124마리로 적었고 11월에는 가장 많은 403개체가 채집되었다. 조사기간 동안의 체장은 40-270 mm 범위를 보였다. 12월과 2월 사이에는 체장 40-90 mm, 100-180 mm 범위의

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in Naro-do from December 2000 to November 2001. N and W represent the number of individuals and biomass in grams per 4 hauls (888,960 m³), respectively

Species	December		January		February		March		April		May		June	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Ophichthus urolophus</i>														
<i>Muraenesox cinereus</i>											18	1,284.6		
<i>Conger myriaster</i>	2	106.4	1	13.8					4	68.0	6	267.0		
<i>Ariosoma shiroanago shiroanago</i>											6	234.0		
<i>Coilia nasus</i>					2	136.0	2	95.6						
<i>Engraulis japonicus</i>	155	260.8	11	14.3										
<i>Setipinna tenuifilis</i>			1	4.3	4	52.8	114	420.8	8	22.0	85	181.5	40	248.0
<i>Thryssa kammalensis</i>	1,755	2,534.1	111	137.2	226	358.8	792	1,185.8	60	119.2	1,183	7,572.0	394	2,572.8
<i>Thryssa hamiltoni</i>	17	145.7	4	2.6			1,932	5,164.8	376	1,866.4	70	156.0	6	59.0
<i>Saurida undosquamis</i>							8	6.6						
<i>Ilisha elongata</i>											6	108.0		
<i>Sardinella zunasi</i>	2	9.4												
<i>Konosirus punctatus</i>	57	635.3	2	15.8			2	12.2	8	119.6	18	384.6		
<i>Sardinops melanostictus</i>	89	254.4												
<i>Lophiomus setigerus</i>	1	500.0												
<i>Syngnathus schlegeli</i>			13	49.5	4	3.2	2	1.6						
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	6.0												
<i>Inimicus japonicus</i>														
<i>Sebastes marmoratus</i>	1	6.2												
<i>Sebastes inermis</i>														
<i>Erisphex pottii</i>	86	148.2	8	15.6	8	9.6	70	76.0	32	45.6	15	36.5		
<i>Platycephalus indicus</i>	30	138.4	56	164.0	24	81.2	30	47.2					14	33.8
<i>Hexagrammos agrammus</i>			2	105.6										
<i>Hemirhamphus villosus</i>											6	3.0		
<i>Liparis tanakai</i>	6	9,182.2	15	20,591.0			400	1,063.0	156	4,019.2	6	292.8		
<i>Sillago sihama</i>	12	55.8	2	3.0			2	2.2					2	23.8
<i>Trachurus japonicus</i>	1	66.6									23	62.2		
<i>Leiognathus nuchalis</i>	45	319.5	2	6.2			30	33.0	380	655.0	280	2,503.3	104	676.0
<i>Hapalogenys mucronatus</i>	1	0.6												
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>			2	9.2										
<i>Argyrosomus argentatus</i>														
<i>Johnius grypotus</i>	24	154.0	3	125.3			52	89.9	224	1,107.0	296	3,139.4	198	3,269.4
<i>Collichthys niveatus</i>					2	18.8	14	117.8	8	52.5	12	355.8		
<i>Pseudosciaena crocea</i>														
<i>Pseudosciaena polyactis</i>							2	91.0						
<i>Sciaenidae sp.</i>														
<i>Upeneus bensasi</i>														
<i>Terapon theraps</i>														
<i>Zoarcetes gilli</i>											12	145.2		
<i>Pholis nebulosa</i>	6	219.8	4	133.2	6	158.8	12	181.0			6	390.0		
<i>Uranoscopus bicinctus</i>														
<i>Gnathagnus elongatus</i>														
<i>Calliurichthys japonicus</i>											6	24.6		
<i>Repomucenus richardsonii</i>														
<i>Repomucenus lunatus</i>														
<i>Pterogobius zacalles</i>														
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	17	208.0	25	121.7	14	170.4	58	379.4	4	40.0	136	1,548.5	128	765.2
<i>Acanthogobius flavimanus</i>					2	174.8								
<i>Cryptocentrus filifer</i>											6	46.8		
<i>Synechogobius hasta</i>													2	17.6
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	17	88.9	6	34.9	2	11.0	4	15.4			30	130.0		
<i>Siganus fuscescens</i>														
<i>Sphyræna pinguis</i>														
<i>Trichiurus lepturus</i>											23	151.0	22	118.8
<i>Psenopsis anomala</i>														
<i>Pampus echinogaster</i>					4	96.2	4	76.2						
<i>Limanda yokohamae</i>					2	44.3					6	94.8		
<i>Pleuroichthys cornutus</i>			2	28.0										
<i>Cynoglossus robustus</i>	25	335.2	124	1,599.4	24	446.2	16	333.8	32	486.2	139	2,163.0	52	724.8
<i>Stephanolepis cirrifer</i>			1	14.5										
<i>Takifugu niphobles</i>	13	320.8	1	17.7			10	164.8			6	101.4		
<i>Lagocephalus wheeleri</i>														
Number of species	23		22		14		21		12		25		10	
Total individuals	2,363	15,696.3	396	23,206.8	324	1,789.1	3,556	9,658.0	1,292	8,600.7	2,400	21,376.0	962	8,509.2

Table 1. Continued.

Species	Month	July		August		September		October		November		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Ophichthus urolophus</i>								6	281.8			6	281.8
<i>Muraenesox cinereus</i>		15	119.0	130	15,975.5	4	144.8	24	999.8	153	8,653.1	344	27,176.8
<i>Conger myriaster</i>								4	45.2	4	292.0	21	792.4
<i>Ariosoma shiroanago shiroanago</i>												6	234.0
<i>Coilia nasus</i>												4	231.6
<i>Engraulis japonicus</i>						133	1,116.3	76	339.6			375	1,731.0
<i>Setipinna tenuifilis</i>		248	1,374.8	425	3,630.5	32	127.5	62	386.1	8	84.4	1,027	6,532.7
<i>Thryssa kammalensis</i>		1,788	5,852.4	65	391.0	45	243.0	914	4,456.8	34	220.9	7,367	25,671.0
<i>Thryssa hamiltoni</i>												2,405	7,394.5
<i>Saurida undosquamis</i>												8	6.6
<i>Ilisha elongata</i>		5	48.5									11	156.5
<i>Sardinella zunasi</i>		75	760.0					22	229.0	4	30.8	103	1,029.2
<i>Konosirus punctatus</i>		5	1,755.0			1	33.9	12	528.8	13	395.3	118	3,880.5
<i>Sardinops melanostictus</i>												89	254.4
<i>Lophiomus setigerus</i>												1	500.0
<i>Syngnathus schlegeli</i>		20	13.0							4	4.8	43	72.1
<i>Hypodytes rubripinnis</i>										4	25.6	5	31.6
<i>Inimicus japonicus</i>						1	8.7					1	8.7
<i>Sebastiscus marmoratus</i>												1	6.2
<i>Sebastes inermis</i>		5	7.0									5	7.0
<i>Erisphex pottii</i>												219	331.5
<i>Platycephalus indicus</i>		100	529.0									254	993.6
<i>Hexagrammos agrammus</i>												2	105.6
<i>Hemitripterus villosus</i>												6	3.0
<i>Liparis tanakai</i>												583	35,148.2
<i>Sillago sihama</i>						2	6.5	6	39.2			26	130.5
<i>Trachurus japonicus</i>						2	10.1	4	13.6			30	152.5
<i>Leiognathus nuchalis</i>		195	1,387.0	25	252.5	18	88.2	28	109.6	325	1,232.0	1,432	7,262.3
<i>Hapalogenys mucronatus</i>								6	6.0			7	6.6
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>												2	9.2
<i>Argyrosomus argentatus</i>								12	297.2			12	297.2
<i>Johnius grypotus</i>		288	4,232.0	55	1,117.0	37	204.1	42	430.0	479	4,044.0	1,698	17,912.1
<i>Collichthys niveatus</i>												36	544.9
<i>Pseudosciaena crocea</i>						21	54.2					21	54.2
<i>Pseudosciaena polyactis</i>								66	1,532.0			68	1,623.0
<i>Sciaenidae sp.</i>						1	76.7					1	76.7
<i>Upeneus bensasi</i>		15	13.0	5	41.5	2	8.7					22	63.2
<i>Terapon theraps</i>				15	142.0							15	142.0
<i>Zoarcis gilli</i>												12	145.2
<i>Pholis nebulosa</i>								10	201.8	4	130.0	48	1,514.6
<i>Uranoscopus bicinctus</i>						1	3.4					1	3.4
<i>Gnathagnus elongatus</i>								16	74.4	5	36.0	21	110.4
<i>Calliurichthys japonicus</i>												6	24.6
<i>Repomucenus richardsonii</i>						1	15.8					1	15.8
<i>Repomucenus lunatus</i>						2	5.2	6	25.6	17	58.8	25	89.6
<i>Pterogobius zacalles</i>								26	47.6	16	29.6	42	77.2
<i>Chaeturichthys hexanema</i>		205	368.0			90	273.3	286	1,186.0	752	3,646.6	1,715	8,707.1
<i>Acanthogobius flavimanus</i>												2	9.2
<i>Cryptocentrus filifer</i>		30	56.0									36	102.8
<i>Synechogobius hasta</i>												2	17.6
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>		10	39.0			4	10.6	108	328.8	233	667.4	414	1,326.0
<i>Siganus fuscescens</i>								12	206.4			12	206.4
<i>Sphyræna pinguis</i>								20	346.4	8	32.8	28	379.2
<i>Trichiurus lepturus</i>		285	3,434.0	10	283.0			66	1,126.8			406	5,113.6
<i>Psenopsis anomala</i>				5	89.0			8	254.0			13	343.0
<i>Pampus echinogaster</i>		4	194.8			16	145.6					28	512.8
<i>Limanda yokohamae</i>												8	139.1
<i>Pleuronichthys cornutus</i>												2	28.0
<i>Cynoglossus robustus</i>		351	2,435.9	35	1,078.0	70	566.7	96	865.6	403	3,129.3	1,367	14,164.1
<i>Stephanolepis cirrifer</i>										12	118.0	13	132.5
<i>Takifugu niphobles</i>												30	604.7
<i>Lagocephalus wheeleri</i>				5	104.0							5	104.0
Number of species		18		11		20		28		20		62	
Total		3,644	22,618.4	775	23,104.0	483	3,143.3	1,974	14,463.3	2,602	23,134.4	20,756	175,299.5

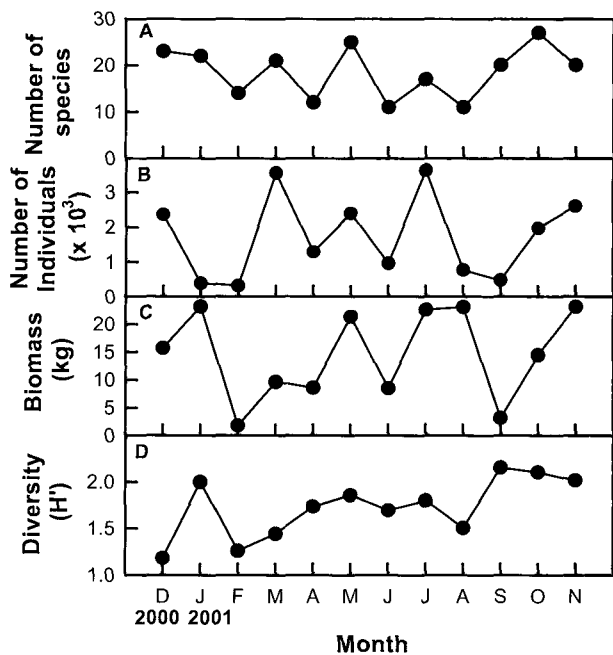


Fig. 3. Monthly fluctuation in number (No.) of species (A), number of individuals (No. of Ind.) (B), biomass (C) and diversity (H') (D) of the fishes collected around Narodo in the Southern Sea of Korea from December 2000 to November 2001.

두 무리로 구분되었고 큰 체급이 많았다. 4월 이후 두 체장 그룹 어류들은 8월까지 성장 양상을 보였으며 작은 그룹이

차지하는 비중이 커졌다. 6월 이후에는 이 두 무리보다 큰 200 mm 이상의 개체들이 9월까지 채집되었으며, 암컷의 성체는 성숙한 알을 가지고 있었다.

도화망둑 (*Chaeturichthys hexanema*): 2000년 12월부터 2001년 4월까지 100개체 이하가 채집되었고, 11월에는 가장 많은 752개체가 채집되었다. 조사기간 동안의 체장은 40-180 mm 범위를 보였다. 12월에 출현한 체장 70 mm 대와 120 mm 대의 두 체장 그룹은 8월까지 성장하는 양상을 보였으며 12월부터 5월까지의 작은 체장 그룹의 비중이, 6월부터 8월까지는 큰 체장 그룹이 차지하는 비중이 높았다. 9월부터 20 mm 이상의 어린 개체들이 처음으로 출현한 뒤 본 해역에 머무는 동안 점차 성장하는 경향을 보였다. 3월부터 6월까지 채집된 100 mm 이상의 암컷 성체에서 성숙한 알을 가진 개체가 많았다.

민태 (*Johnius grypotus*): 계절에 따라 채집량의 변동이 심하였고, 2000년 12월부터 2001년 3월까지 3-52개체의 적은 채집량을 보였으나, 4월 이후 채집량이 증가하여 11월에는 가장 많은 479개체가 채집되었다. 조사기간 동안의 체장은 20-180 mm 범위를 보였다. 12월에 출현한 체장 70-120 mm, 150-180 mm 범위의 두 체급 그룹은 4월까지 성장하는 양상을 보였다. 7월부터 40-50 mm 정도 크기의 어린 개체들이 출현한 뒤 본 조사 해역에 머무는 동안 점차 성장하는 경향을 보였다. 3-4월에 채집된 암컷의 성체에서 성숙한 알을 가진 개체가 많았다.

계절별 출현종의 유사성과 주성분 분석

3회 이상 출현빈도를 나타내고 총 출현 개체수비 1% 이상

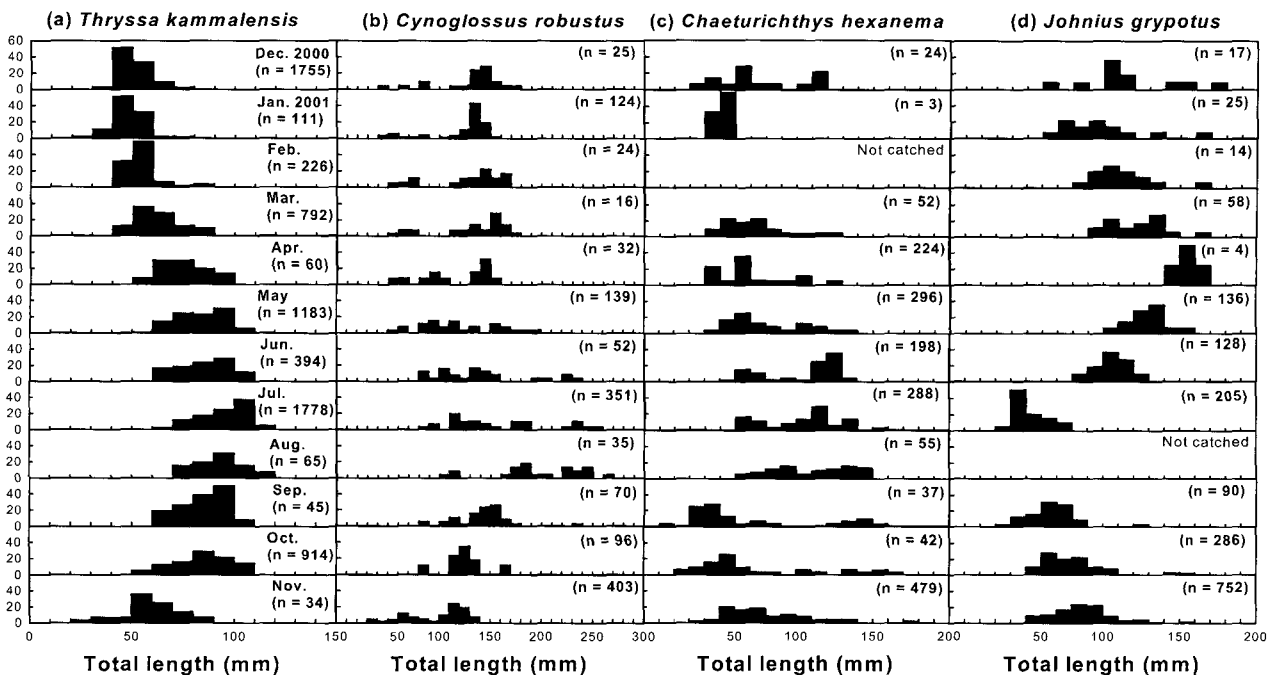


Fig. 4. Length frequency distribution of the 4 major species collected around Narodo in the Southern Sea of Korea from December 2000 to November 2001. (a) *Thryssa kammalensis*, (b) *Cynoglossus robustus*, (c) *Chaeturichthys hexanema* and (d) *Johnius grypotus*.

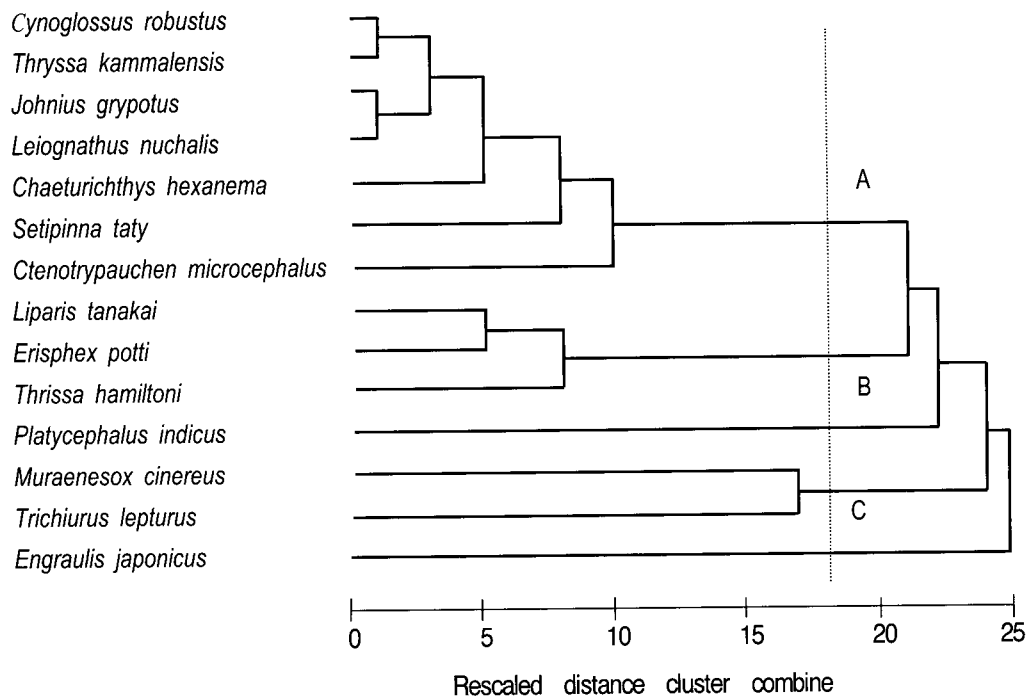


Fig. 5. Dendrogram (UPGMA) illustrating species (r-mode) derived from monthly abundance of the 14 most dominant fish species caught by a beam trawl around Narodo in the Southern Sea of Korea. A, B and C represent the 3 major groupings from cluster analysis.

출현한 14종의 주요 우점종을 대상으로 Jaccard지수를 구하여 수상도를 작성하여 종간 (r-mode) 집괴분석을 실시한 결과, 나로도 주변 수역의 어류군집은 3개의 군집으로 대별하여 특징지를 수 있는 것으로 나타났다 (Fig. 5). Group A는 계절에 관계없이 연중 지속적으로 출현하는 민태, 주둥치, 도화망둑, 개서대, 반지, 청멸 및 빨갱이 등이 속하였는데, 이 무리들이 이 해역의 주거종으로 판단되었다. Group B는 춘계 (3-4월)에 우점하여 출현하는 그룹으로 풀반지, 꼼치 및 풀미역치 등을 포함하였다. Group C는 여름과 가을철 (5-11월)에 높은 출현빈도를 보이는 그룹으로 갯장어와 갈치 등이 이 군에 속하였다. 한편, 양태와 멸치 (*Engraulis japonicus*)의 출현은 뚜렷한 계절적인 특성을 나타내지 않았다.

주요 14종의 우점 출현종의 월별 출현빈도에 기초한 주요인분석 결과, 성분축 I이 고유값 (λ) 4.3으로서 총 분산의 30.9%, 성분축 II가 고유값 3.6으로 25.6%, 성분축 III이 고유값 1.8로 12.9%의 분산을 포함하여, 이들 3개의 축까지 측정된 전체 종 출현빈도 자료의 69.6%를 설명할 수 있는 것으로 나타났다. I-II축에 투영된 각 채집월의 요인 점수값 (factor score)들의 분포를 살펴보면, 상대적으로 저수온을 보이는 겨울과 봄철은 좌표상에서 I 축을 기준으로 음 (-)의 위치를 차지하여 양 (+)의 값들을 가지는 상대적으로 고수온기인 여름 및 가을철과 뚜렷이 구분되어, 전체적으로는 계절에 따른 반시계방향의 변화를 나타내었다 (Fig. 6).

가장 많은 자료를 설명하는 성분축 I (주요인 I)에는 수상도에

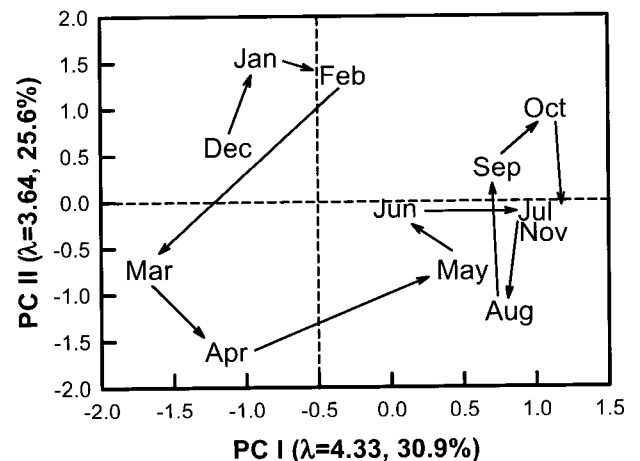


Fig. 6. Scattered diagram showing the sampling month on the I-II principal components determined by principal component analysis of the species composition caught by a beam trawl around Narodo in the Southern Sea of Korea.

서 나타난 Group A에 속하는 주거종이나 Group C에 속하는 여름-가을철 출현군들이 상대적으로 높은 양 (+)의 가중치를 나타내었던 반면, 풀미역치, 꼼치, 풀반지 등과 같이 수상도의 Group B에 속하는 봄철 출현군들이 음 (-)의 가중치를 보였다 (Fig. 7A). 이와 같은 주요인 분석의 결과, 본 조사 해역의 어류군집은 주거종에 더하여 수온과 같은 계절변동 요인에

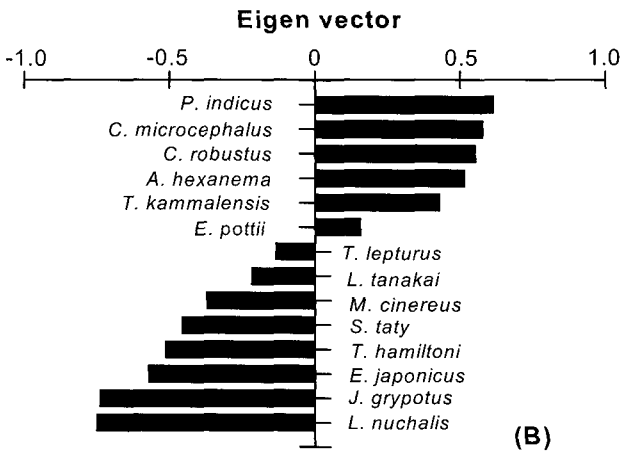
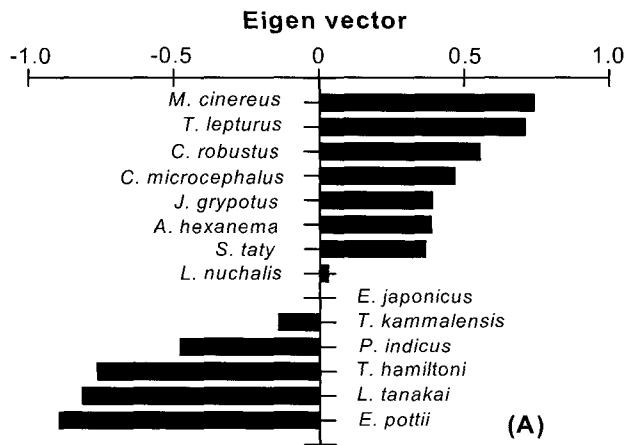


Fig. 7. Loading of variables on the I-II principal components of the A scatter diagram of the 14 most dominant fish species caught by a beam trawl around Naro-do from December 2000 to November 2001.

의한 일시 출현종의 계절 변동을 시사해 준다. 실제로, 주요인 I축에 대하여 각 조사월이 갖는 주성분 점수 (score)값은 저층수의 수온으로 유의하게 설명할 수 있어 ($r = 0.76$, 회귀분석 ANOVA test $F_{1,11} = 13.621$, $P = 0.004$), 성분축 I이 수온 혹은 수온과 높은 상관관계를 갖는 요인에 의해 결정된 것을 잘 나타내었다 (Fig. 8).

성분축 II에는 양태, 빨갱이, 개서대, 도화망둑과 같은 저어류들이 높은 양 (+)의 가중치를 나타내었던 반면, 민태를 제외한 주둥치, 멸치, 풀반지, 반지 등의 부어류들이 음 (-)의 가중치를 보여 성분축 II가 어류군의 서식양식에 따른 요인에 의해 결정되었음을 알 수 있었다 (Fig. 7B). 한편, I-III축과 II-III축에 투영된 각 채집월의 요인 점수값 (factor score)들의 분포에서는 특징적인 경향이 나타나지 않았다.

고찰

조망 (Beam trawl)은 해저 바닥 근처 또는 바닥에 묻혀 서식하

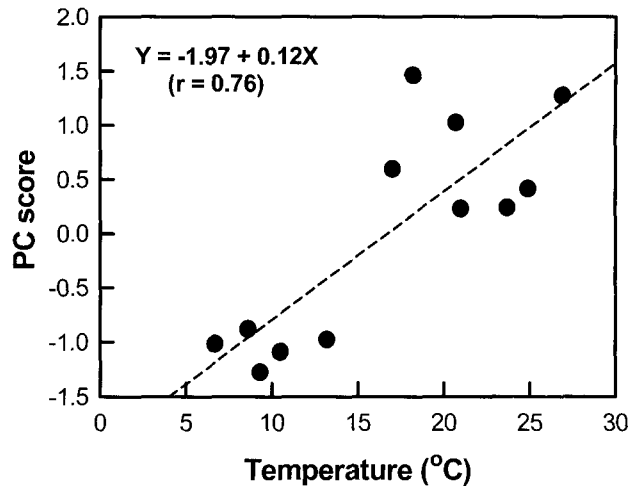


Fig. 8. A scatter diagram of the first principal component scores versus temperature of bottom water.

는 갑각류를 주대상으로 낚개그물이 있거나 또는 없는 긴 자루그물을 입구에 대나무나 철파이프로 된 빔을 부착한 어구를 어선 1척이 끌어서 대상 생물을 어획하는 어구이다. 우리나라에서는 중하 (*Metapenaeus joyneri*), 자주새우 (*Crangon affinis*), 꽃새우 (*Trachysalambria curvirostris*), 소라류 등을 대상으로 낚개그물이 있는 그물 1통으로 조업하는 빔트롤이 있으며 일반적으로 새우류를 잡는 것을 새우방, 소라류를 잡는 것을 소라방이라고 한다 (NFRDI, 2002). 조망어구는 주로 낮에 조업을 하며, 어장에 도착하면 수심과 저질 (펄질 또는 사니질)을 파악한 다음 해조류 방향을 따라 투망을 한다. 투망이 완료되면 끌줄을 수심의 약 7-8배 정도 주고 약 2.5노트 내외의 속력으로 1시간 정도 인망한다. 어획물 중 새우류는 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*)을 포함하는 볼락류, 돔류, 농어 (*Lateolabrax japonicus*), 가자미류 등을 어획하기 위한 외줄낚시 미끼로 이용되고 있으며, 살아 있는 새우를 확보하기 위해 1시간 정도의 인망 시간을 가진다.

기선저인망 어구와 조망 어구는 어구의 아래 부분이 해저에 닿도록 한 뒤 배로 어구를 끌어서 해양생물을 잡는 능동적인 어구에 속하나, 이 두 어구의 차이는 어획강도를 높일 수 있는 otter board라는 전개판의 유무에 있다. 기선저인망 어구에 설치되어 있는 전개판은 환경에 서식하고 있는 해양생물을 효과적으로 유집하는 역할과 어획면적을 넓힐 수 있으나, 조망 어구에는 전개판 대신 그물의 입구 부분에 철판 또는 대나무빔이 설치되어 기선저인망 어구에 비해 어획면적과 어획강도가 낮다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에 사용된 조망 어구는 기선저인망 어구에 비해 어획강도 면에서나 어구의 성격상 개발이 덜 된 어구라 할 수 있다.

본 연구 해역에서 다른 어구를 이용한 어획 연구가 보고된 바 없어 조망 어구와 다른 어구와의 어획효과를 직접 비교하기는 어려운 실정이다. 기선저인망 어구를 이용한 연구 결과들을 보면, 가덕도 주변 해역의 어류 연구에서는 110종 (Huh and

An, 2000), 낙동강 하구 해역에서는 100종 (Huh and Chung, 1999), 영광 연안의 어류 조사에서는 33종 (Lee and Gil, 1998)과 46종 (Hwang et al., 1998), 광양만에서는 64종 (Huh et al., 1998)과 54종 (Cha and Park, 1997), 남해 연안의 어류 조사에서는 64종 (Huh and Kwak, 1998), 고리 해역에서는 70종 (Kim, 1998), 천수만 어류 군집 연구에서는 32종 (Lee, 1989)과 54종 (Lee, 1996), 아산만에서는 34종 (Lee, 1993)이 채집되었다. 따라서, 본 조사에서 조망 어구를 이용한 총 37과 62종의 채집 결과는 기선저인망 어구를 이용한 어획 결과인 33-110종의 범위에 상당하였다. 조망어구가 기선저인망 어구에 비해 어획 면적과 어획강도가 낮은 어구임에도 불구하고 이와 같이 비교적 다양한 어종이 채집된 것은 외양과 연결된 천해 연안역인 연구수역이 다양한 어류들에 의해서 서식처 혹은 회유로로서 이용되고 있음을 시사한다 할 수 있다.

채집된 어류 중 청멸, 개서대, 민태, 도화망둑 등의 주요 어종들의 월별 체장 분포를 살펴보면, 이들 종들은 본 해역에서 서식하면서 어린 개체들의 출현과 함께 시간에 따른 뚜렷한 성장 경향을 보였다. Chyung (1977)과 Kim et al. (1994)에 의하면 이 종들의 산란기가 청멸은 6-8월, 개서대 6-8월, 민태 4-7월, 도화망둑은 2-5월이라고 하였다. 본 연구에서도 4종의 어류가 앞선 연구들과 비슷한 시기에 암컷의 성체 중 성숙한 알을 가진 개체들이 출현하였고, 산란이 경과된 후 어린 개체들이 어장에 가입함을 알 수 있었다. 이는 본 해역이 어류들의 산란장 및 성육장으로 중요한 역할을 담당하고 있음을 제시해 준다. 또한, 본 조사에서 가장 우점하였던 청멸과 가덕도 주변의 어류군집 연구 (Huh and An, 2000)에서 채집된 청멸의 경우는 지역적인 차이에도 불구하고 월별 체장 분포와 어린 개체들의 출현 시기가 거의 같음을 알 수 있었다. 하지만 나머지 3종의 경우 다른 해역에서의 성장과 산란에 관한 연구가 미비한 관계로 비교할 수 없었다.

조사해역에서 출현한 종들은 주거종 (resident species)과 계절종 (seasonal species)으로 뚜렷이 구분되었다. 주거종으로는 민태, 주둥치, 도화망둑, 개서대, 반지, 청멸 등 연근해 정착성 어류라 할 수 있는 종들이다. 조사해역에서 계절에 따라 일시적으로 출현하는 종으로는 주로 상대적으로 저수온기인 3월과 4월 사이에 높은 출현빈도를 보이는 풀반지, 꼼치, 풀미역치, 양태 등이었다. 또한, 여름철과 가을철의 고수온기에 출현하는 어종으로는 빨갱이, 갯장어, 갈치 및 멸치 등을 들 수 있어, 산란 및 색이 회유를 위해 이동하는 멸치, 갯장어, 갈치, 빨갱이, 꼼치, 풀반지 등 연근해의 회유성 어류들이 계절에 따라 조사해역에 일시적으로 출현하고 다른 해역으로 이동하는 계절종의 전형적인 출현 양상을 나타내었다.

한편, 이와 같은 연구결과는 남해 중서부 연안의 나로도 해역에서 출현한 어종이 남해안의 다른 연안에서 조사된 어류 군집에 비하여 계절에 따른 출현종의 차이가 상당히 크다는 것을 나타내었다. 진해 용원의 천해역에서 지인망을 이용하여 채집한 어류군집에서 연중 우점종은 줄공치 (*Hyporhamphus*

intermedius)의 유어, 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*)과 미끈날망둑 (*Chaenogobius laevis*)같은 망둑어류와 베도라치 (*Pholis nebulosa*) 등이었으며, 난수기에는 밴댕이 (*Sardinella zunasi*), 주둥치 및 복섬 (*Takifugu niphobles*) 등의 연안성 부어류들이 차지하고 있는 것으로 나타났다 (Lee et al., 2000). 또한, 수영만 어류군집의 우점종도 양태 (*Platycephalus indicus*), 보리멸 (*Sillago sihama*), 문치가자미 (*Limanda yokohamae*) 및 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*) 등 연안종의 유어들이 차지하였다 (Kim et al., 2000). 가덕도 주변에서는 주로 실양태 (*Repomucenus valenciennesi*), 청멸, 주둥치, 등가시치 (*Zoarces gilli*)가 연중 우점하였으며, 그밖에 청보리멸 (*Sillago japonica*), 베도라치류, 망둑어류가 계절적으로 우점하여 대부분의 출현종들이 연안 천해역에 주로 서식하는 종들로 구성되었다 (Huh and An, 2000). 남해 안골만의 잘피밭에 대한 조사에서도 베도라치, 실고기, 주둥치, 망둑어류, 양태 및 쥐노래미의 유어 등의 어류가 우점하여 출현하는 것을 잘 보여주고 있다 (Lee et al., 2000a). 이와 같이, 남해안에서 이루어진 기존의 연구 결과들에서는 주로 망둑어류, 베도라치류, 밴댕이, 주둥치, 양태, 보리멸 및 쥐노래미 같은 기수역과 연안 천해역에서 서식하는 어류들이 이 해역 출현 어종의 주종을 이루며 연중 또는 계절적으로 출현하고 있음을 잘 보여준다. 나로도 연안 어류군집과 남해 동부 연안역 어류군집사이의 이와 같은 차이는, 이전의 남해 동부에 위치한 연구 해역들이 대부분 강 하구역이나 만과 접한 해역, 연안의 잘피가 서식하는 해역 또는 육지에서 가까운 천해역 등에 집중되었던 반면, 본 연구가 수행된 나로도 해역은 지리적으로 외양과 직접 면한 연안역으로 외양수의 영향을 상대적으로 크게 받을 수 있다는 점에 의해서 설명될 수 있을 것으로 보인다. 갯장어, 갈치, 멸치 및 꼼치 등과 같은 연근해의 회유성 어류들의 계절적인 높은 출현은 이와 같이 연구수역의 어류군집이 외양수의 영향을 비교적 크게 받는다는 사실을 시사해 준다.

사 사

본 연구를 위한 전라남도 고흥군청의 연구비지원과 시료채집에 대한 도움에 감사를 드립니다. 원고에 대한 세분 심사위원의 세심한 심사와 지적은 논문의 질을 높일 수 있는 좋은 기회가 되었기에 다시 한번 감사의 말씀을 전합니다.

참 고 문 헌

- Allen, L. and M.H. Horn. 1975. Abundance, diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. Est. Coast. Mar. Sci., 3, 371-380.
- Baird, D. and R.E. Ulanowicz. 1989. The seasonal dynamics of the Chesapeake Bay ecosystem. Ecol. Monogr., 59, 329-364.
- Blaxter, J.H.S. and J.R. Hunter. 1982. The biology of

- the clupeoid fishes. *Adv. Mar. Biol.*, 20, 1-223.
- Blaber, S.J.M., D.T. Brewer and J.P. Salini. 1995. Fish communities and the nursery role of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 40, 177-193.
- Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 9, 235-243. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1977. *The Fishes of Korea*. Ilji-sa, Seoul, 727 pp. (in Korean)
- Frieland, K.D., G.C. Garman, A.J. Bejda, A.L. Studholme and B. Olla. 1988. Inetrannual variation in diet and condition in juvenile bluefish during estuarine residency. *Transact. Am. Fish. Soc.*, 117, 474-479.
- Hajisamae, S. and L.M. Chou. 2003. Do shallow water habitats of an impacted coastal strait serve as nursery grounds for fish? *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 56, 281-290.
- Harris, S.A., D. Cyrus and L.E. Beklet. 1999. The larval fish assemblages in the nearshore waters off the St. Lucia Estuary, South Africa. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 49, 789-811.
- Hartman, K.J. and S.B. Brandt. 1995. Trophic resource partitioning, diets, and growth of sympatric estuarine predators. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 124, 520-537.
- Horn, M.H. 1980. Diel and seasonal variation in abundance and diversity of shallow water fish populations in Moro Bay, California. *Fish. Bull.*, 78, 759-770.
- Huh, S.H. 1986. Species composition and seasonal variations in abundance of fishes in eelgrass meadows. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 19(5), 509-517. (in Korean)
- Huh, S.H. and S.G. Chung. 1999. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl in Nakdong River Estuary. *Bull. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 35, 178-195. (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Species composition and seasonal variations of fishes in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwang-Yang Bay. *Kor. J. Ichthyol.*, 9(2), 202-220. (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. *Kor. J. Ichthyol.*, 10, 11-23. (in Korean)
- Huh, S.H. and Y.R. An. 2000. Species composition and seasonal variations of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 1. Fishes collected by a small otter trawl. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33(4), 288-301. (in Korean)
- Huh, S.H., N.U. Kim and H.G. Choo. 1998. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl around Daedo Island in Kwangyang Bay. *Bull. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 34, 419-432. (in Korean)
- Hwang, S.D., Y.J. Im, H.I. Song, Y.S. Choi and H.T. Moon. 1998. Fishery resources off Youngkwang II. Species composition of catch by an otter trawl. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 739-748. (in Korean)
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.*, 44, 223-270.
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1991. Fish assemblage collected by gill net in the coastal shallow water off Shinsudo, Samchonpo. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 24, 99-110. (in Korean)
- Kim, D.J. 1998. Seasonal variation of species composition of demersal fish off Kori. MS Thesis, Pukyong Nat'l Univ., 63 pp. (in Korean)
- Kim, Y.H., B.S. Jeon and Y.J. Kang. 2000. Seasonal variation in species composition of fish in Suyoung bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33(4), 320-324. (in Korean)
- Kim, Y.U., Y.M. Kim and Y.S. Kim. 1994. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. *Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, 299 pp. (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. Kor. Fish. Soc.*, 22, 1-8. (in Korean)
- Lee, T.W. 1993. The demersal fishes of Asan Bay. III. Spatial variation in abundance and species composition. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 26, 438-445. (in Korean)
- Lee, T.W. 1996. Change in species composition of fish in Cheonsu Bay. 1. Demersal fish. *J. Kor. Fish. Soc.*, 29, 71-83. (in Korean)
- Lee, T.W. and J.W. Gil. 1998. Seasonal variation in species composition of demersal fish off Youngkwang in 1986-87. *Kor. J. Ichthyol.*, 10, 241-249. (in Korean)
- Lee, T.W., H.T. Moon, H.B. Hwang, S.H. Huh and D.J. Kim. 2000a. Seasonal variation in species composition of fish in the eelgrass beds in Angol Bay of the southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33(5), 439-447. (in Korean)
- Lee, T.W., H.T. Moon and S.H. Huh. 2000b. Seasonal variation in fish species composition in the sheltered shallow water off Yongwon, Jinhae in the southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33(3), 243-249. (in Korean)
- Nakabo, T. 1993. *Fishes of Japan with Pictorial Keys*

- to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474 pp. (in Japanese)
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2002. Fishing Gear of Korea. Hanguel Press, Busan, 579 pp. (in Korean)
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World. 3rd ed. John Wiley & Sons, New York, 600 pp.
- Peterson, M.S. and A.K. Whitfield. 2000. Do shallow water habitats function as refugia for juvenile fishes? Estuar. Coast. Shelf Sci., 51, 359-364.
- Pfister, C.A. 1999. Recruitment of intertidal fishes. In: Intertidal Fishes Life in Two Worlds. M.H. Horn, K.L.M. Martin and M.A. Chotkowski, eds. Academic Press, London, pp. 171-190.
- Rhods, K.L. 1998. Seasonal trends in epibenthic fish assemblages in the near-shore waters of the western yellow sea, Qingdao, People's Republic of China. Estuar. Coast. Shelf Sci., 46, 629-643.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- SPSS Inc. 1997. SPSS Base 10.0 User's Guide. SPSS Inc., Chicago, IL, 537 pp.
- Tupper, M. and K.W. Albe. 2000. Habitat use, movement and food habits of striped bass (*Morone saxatilis*) in Delaware Bay (USA): comparison between a restored and a reference salt marsh. Mar. Biol., 137, 1049-1058.
- Yoon, Y.H. 1999. The characteristics on the spatio-temporal distributions of phytoplankton communities in Deukryang Bay, southwestern Korea. Kor. J. Environ. Biol., 17(4), 481-492. (in Korean)
- Yoon, Y.H. 2000a. Distribution characteristics and seasonal fluctuations of phytoplankton community in Haechang Bay, southern Korea. J. Kor. Fish. Soc., 33(1), 43-50. (in Korean)
- Yoon, Y.H. 2000b. Variational characteristics of water quality and chlorophyll a concentration in the northern Kamak bay, southern Korea. J. Kor. Environ. Sci. Soc., 9(5), 429-436. (in Korean)

2003년 2월 22일 접수
2003년 8월 18일 수리