

남해 도암만에서 새우조망에 채집된 어류의 종조성

김종빈* · 강창근¹ · 장대수 · 김영혜 · 조규대²

국립수산과학원 남해수산연구소

¹국립수산과학원 환경관리과

²부경대학교 해양학과

Fish Assemblages Collected using a Beam Trawl in a Sheltered Shallow Water of Doam Bay in the Southern Coast of Korea

JONG-BIN KIM*, CHANG-KEUN KANG¹, DAE-SOO CHANG, YOUNG-HYE KIM AND KYU-DAE CHO²

South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Yeosu Jeonnam 556-820, Korea

¹Marine Environment Management Division, NFRDI, Gijang-Gun, Busan 619-902, Korea

²Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

친해 내만 해역인 남해 서부의 도암만 어류군집 조성을 조사하기 위하여 2001년 3월부터 2002년 2월까지 조망어구(beam trawl)를 이용하여 매월 중순경 최간조시에 어류를 채집하였다. 조사기간동안 총 33과 53종의 어류가 채집되었다. 도화망둑(*Chaeturichthys hexanema*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)의 3종이 전체 채집개체수의 67.4%를 차지하였으며, 생체량에서는 꼼치(*Liparis tanakai*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 도화망둑(*Chaeturichthys hexanema*)이 50.8%를 차지하는 우점종이었다. 채집 개체수와 생체량은 가을과 겨울에는 상대적으로 높게 나타났던 반면, 출현종수와 다양도 등의 일변량 지수값들은 대체로 봄과 여름에 높았다. 주요 14종의 월별 출현빈도에 의한 중간 집괴분석 결과 이 해역의 어류군집이 계절별로 출현양상을 달리하는 3개의 무리로 구분될 수 있음을 보였다: 1) 계절에 관계없이 연중 출현하는 주거종에 속하는 도화망둑, 문절망둑, 개서대(*Cynoglossus robustus*) 및 반지(*Setipinna taty*)와 가을에 높은 출현 빈도를 보인 비늘양태(*Onigocia spinosa*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*), 주둥치, 2) 여름에 높은 출현빈도를 보인 노랑촉수(*Upeneus japonicus*), 갈치(*Trichiurus lepturus*) 및 실망둑(*Cryptocentrus filifer*), 3) 겨울과 봄에 주로 출현하는 종으로 꼼치(*Liparis tanakai*), 풀미역치(*Erisphex pottii*), 두줄망둑(*Tridentiger trionocephalus*) 및 동갈양태(*Repomucenus richardsonii*). 어류군집의 계절에 따른 뚜렷한 분리는 나타나지 않았는데, 이와 같은 결과는 회유종들의 계절에 따른 일시 출현이 나타난다 하더라도, 전체 어류군집 조성이 출현 개체수에서 높은 점유율을 보이는 주거종에 의해 크게 지배를 받아 비교적 안정된 군집을 형성하고 있음을 시사하였다.

Fish assemblage structure in a sheltered shallow water in the Southern Coast of Korea was examined monthly. Sampling was conducted in Doam Bay using a beam trawl between March 2001 and February 2001. A total of 53 fish species from 33 families were caught. Pinkgray goby (*Chaeturichthys hexanema*), ponyfish (*Leiognathus nuchalis*) and yellowfin goby (*Acanthogobius flavimanus*) were the most frequent species, comprised 67.4% of the total numbers captured. Snailfish (*Liparis tanakai*), yellowfin goby (*Acanthogobius flavimanus*) and pinkgray goby (*Chaeturichthys hexanema*) represented 50.8% of the total biomass. While total abundance (number of individuals) and biomass were high in autumn and winter, species richness (number of species) and diversity were high in spring. Cluster analysis, based on monthly abundance data of the 14 most frequent species, showed that the species were separated into three different groups. Group A composed of pinkgray goby, yellowfin goby, robust tonguefish (*Cynoglossus robustus*) and scaly hairfin anchovy (*Setipinna taty*), which were year-round residents, and devil flathead (*Onigocia spinosa*), Red dragonet (*Repomucenus lunatus*) and ponyfish, which were abundant in autumn, group B surmullet (*Upeneus japonicus*), hairtail (*Trichiurus lepturus*) and gafftopsail goby (*Cryptocentrus filifer*), which were abundant in summer, and group C grassfish (*Liparis tanakai*), spotted velvetfish (*Erisphex pottii*), chameleon goby (*Tridentiger trionocephalus*) and Richardson dragonet (*Repomucenus richardsonii*), which were abundant in winter and spring. A seasonal homogeneity of fish assemblage indicates that overall fish assemblage in Doam Bay is largely controlled by year-round residents.

Key words: Fish Assemblage, Community Structure, Coastal Habitat, Doam Bay

*Corresponding author: kimjb@nfrdi.re.kr

서 론

하구형 천해 내만역은 다양한 연안 어류들의 색이 및 성육을 위한 서식처로서 대단히 중요하며, 많은 종들이 생존을 위하여 이 해역을 이용한다(Allen, 1982; Claridge *et al.*, 1986; Bennett, 1989; Potter *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 2002). 일반적으로 이와 같은 생태계에서 어류의 출현은 연안 정착성 어종으로부터 연안역을 벗어난 넓은 해역에 분포하는 종(cosmopolitan species)에 이르기까지 다양하다(Lennanton and Potter, 1987; Kneib, 1997). 또한, 출현빈도와 계군의 체급구조에서도 계절과 서식지에 따라 즉, 시·공간적으로 큰 차이가 나타나는 것으로 보고되고 있다(Wharfe *et al.*, 1984; Claridge *et al.*, 1986; Loneragan and Potter, 1990; Laegdsgaard and Johnson, 1995; Potter *et al.*, 1997). 이와 같이 시·공간적 차이를 보이는 다양한 어류들에서는 그들의 생활주기에 따른 이동 혹은 회유에 의해서 그 차이들이 설명될 수 있을 것이다(Gillanders, 1997).

한반도 남해의 천해 내만역도 다양한 어류의 산란과 성육을 위한 서식처로서 아주 중요한 역할을 한다는 것이 이 해역들에 대한 어류 군집 연구들에서 밝혀져 왔다(Huh, 1986; Kim and Kang, 1991; Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1997; Huh and An, 2000; Huh *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2000a, 2000b). 남해의 서부에 위치한 도암만은 전형적인 천해 내만역의 특성을 보이는 해역으로 남북 방향으로 길게 발달한 갈대기 모양을 하고 있다. 또한, 도암만은 북쪽에서 유입되는 탐진강과 소형 하천들의 집수역으로 담수와 해수의 교환이 이루어지며, 만 입구에는 비교적 큰 섬들이 위치하고 있다. 도암만의 갯벌면적은 78.8 km² 정도이며(신안군, 1999), 만의 북부 중앙부에는 모래사자들이 산재하고, 하구역에는 현회석물군락(갈대밭)과 염습지가 발달되어 있으며, 이 해역은 철새의 도래지 및 어패류의 산란장으로서도 중요한 역할을 하고 있다(국립수산과학원, 2002). 따라서, 이 해역에서는 패류 및 해조류의 양식과 함께 어류와 새우류를 대상으로 하는 어선어업이 활발하게 이루어지고 있다.

한편, 한반도 남·서해의 많은 갯벌이 간척으로 인해 소실되어 가고 있듯이 도암만에서도 간척사업을 비롯한 방조제와 교량 건설 등 다양한 형태의 개발로 갯벌과 갈대밭의 면적이 줄어들고 있어, 이 해역에 서식하는 해양생물에 큰 영향을 미칠 가능성이 있다. 도암만 해역의 수산해양학적인 중요성과 계속되는 환경 변화의 가능성에도 불구하고 이 해역의 생태계의 이해를 위한 연구는 대단히 빈약한 실정으로서 이 해역의 주요한 자원의 하나인 어류에 관한 조사도 미비하다. 따라서, 이 해역에 서식하는 어류군집의 변동에 관한 조사 결과는 환경변동에 따른 연안생태계의 변화를 파악하여 연안 해역의 보전·관리 및 효율적 이용을 위한 중요한 기초 정보로 이용될 수 있을 것이다.

본 연구는 남해 서부 연안의 어업자원 동태에 대한 정보를 제공하기 위한 시도로써 남해 서부 도암만 해역에서 일년간 조망어구에 의해 어획된 어류의 종조성과 계절변동을 분석하였다. 본 연구의 목적은 전형적인 내만 어장이며 육수의 유입과 갯벌을 가지는 도암만 어류군집의 계절에 따른 변동 특성을 밝히는 것이다. 연구 해역 인근에 위치하며 대마난류의 영향을 직접 받는 나로도 연안역과 남해의 다른 천해 내만역에서의 어류군집의 계절변동에

대한 결과들과 연구 해역의 자료에 대한 비교를 통하여 천해 내만역 어류군집의 일반화된 변동특성을 파악하고자 하는 시도를 하였다.

재료 및 방법

시료채집 및 분석

본 연구는 강진군 도암만 주변 해역에서 시험조업하고 있는 조망어업을 이용하여 2001년 3월부터 2002년 2월까지 1년 간 매월 1회씩 총 12회의 어획을 통해 얻어진 시료를 사용하였다(Fig. 1).

조사해역의 수온과 염분에 대해서 CTD meter(SeaBird사의 SEB 19-2 모델)를 이용하여 매 조사시기에 현장에서 측정하였다.

채집에 이용된 조망어구(Beam Trawl)는 길이가 20 m, 망폭이 8 m이며, 날개그물의 망목은 3.5 cm, 자루그물의 망목은 1.6 cm였다. 어획은 1회 조사시 30분씩(평균 2.5 knot) 인망하였으며, 조사 면적은 222,240 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. 이 과정에서 어류 분류는 Chyung(1977)과 Nakabc(1993) 등에 따랐으며, 분류체계 및 학명은 Nelson(1994) 및 한국동물분류학회(1997)에 따랐다.

자료처리

어류 군집의 계절변동을 비교하기 위하여 개체수를 대상으로 Shannon-Wiener의 종다양성지수(H')를 계산하였다(Shannon and Weaver, 1949). 출현종간의 유사성은 조사기간 동안 채집된 어류

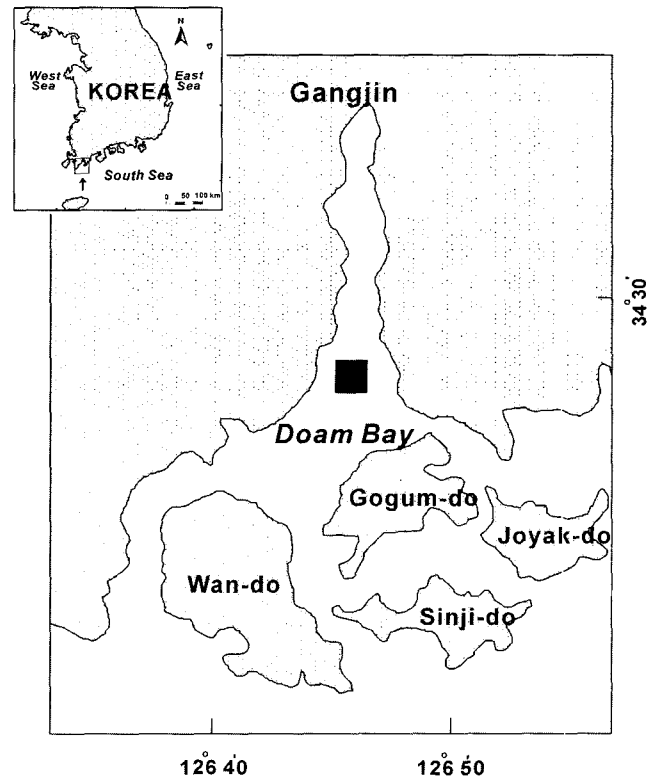


Fig. 1. Map showing the sampling site in Doam Bay in the southern coast of Korea.

전체 개체수 중 1% 이상의 출현빈도를 나타낸 우점 출현종에 대해 Pearson의 상관계수를 구하였다. 비가중산술평균법(UPGMA)에 의하여 수상도(dendrogram)를 작성하여 군집화하는 집괴분석(cluster analysis)을 수행하였다. 집괴분석 결과를 도식적으로 표현한 수상도에서는 거리지수 값들을 0에서 25사이의 숫자로 재 계산하여 나타내었다. 이 때, 각 대상의 개체수 자료는 조사시기별, 종간의 심한 밀도차이에 의한 자료의 편중을 피하고 대상자료의 분포를 정규화하기 위하여 계산에 이용된 모든 자료는 대수변환 [$\log_{10}(x+1)$]하여 처리하였다.

내만역인 도암반의 어류군집을 외양에 면한 나로도 해역과 비교 고찰하기 위하여, 2000년 12월부터 2001년 12월 사이에 나로도 근해역에서 채집한 Kim *et al.*(2003)의 어류 군집 자료를 이용하였다. 동일한 조사시기에 얻어진 출현종 수, 다양도 지수(H') 및 출현 개체수 등의 일변량 자료(univariates)에 대해서 대응 2표본 t-검정(paired t-tests)을 수행하였다. 여기서 나로도 근해역의 출현 개체수 자료는 매월 4회씩 채집하였기에 1회로 환산하였다. t-검정을 수행하기에 앞서 Shapiro-Wilk 검정을 통하여 각 대상자료 분포의 정규성(normality)을 검정하였고, Leven 검정법으로 등분산의 가정을 검정하였다. 또한, 어류군집 구조를 비교를 위한 배열법으로서 다차원 척도법(multidimensional scaling, MDS)을 이용하였다(Field *et al.*, 1982; Clark and Ainsworth, 1993). 다차원 척도법은 각 측정개체들의 변수들 사이의 유사성거리를 계산하여 각 개체간의 상대적 거리를 2차평면 또는 다차원 공간상에 위치화시켜 측정하는 개체들이 얼마나 유사한가를 알아보기 위하여 널리 이용되는 분석법이다. 여기서 이용된 거리지수는 Euclidian distance를 이용하였다. 본 연구의 모든 통계분석은 SPSS software (SPSS Inc., 1999)를 이용하여 수행하였다.

결 과

수온과 염분

조사기간 동안의 저층수온은 7.5~26.9°C의 범위를 보였으며, 5월 이전에는 20°C 이하의 낮은 수온분포를 보였다. 6월~9월까지는 수온이 점차 높아져 20°C 이상의 높은 수온을 유지하였다(Fig. 2). 본 조사해역의 수온은 겨울철인 1월에 수온이 가장 낮고, 여름철인 8월에 가장 높은 전형적인 온대해역의 계절적 수온변동 양상이 나타났다.

저층수의 염분은 31.8~34.4 psu의 범위를 보였으며, 조사 기간 중 1~5월까지의 33 psu 이상의 비교적 고염분이 나타났고, 하천수의 유입량이 증가하는 6월 이후에는 염분이 점차 낮아지기 시작하여 10월에 가장 낮은 31.8 psu를 보였고 11월 이후 점차 증가하였다(Fig. 2). 한편, 조사해역에서는 낮은 수심(5~20 m)에 따라 수온과 염분의 분포에 있어서 표?저층간의 차이는 작았다.

어류의 종조성

조사기간 동안 출현한 어류는 총 33과 53종이었고, 채집된 총 개체수와 생체량은 각각 3,030 개체, 32,778.1 g이었다(Table 1). 출현빈도를 보면 도화망둑(*Chaeturichthys hexanema*), 개서대(*Cynoglossus robustus*)가 전 조사기간동안 출현하여 12회, 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*) 이 11회, 반지(*Setipinna taty*)

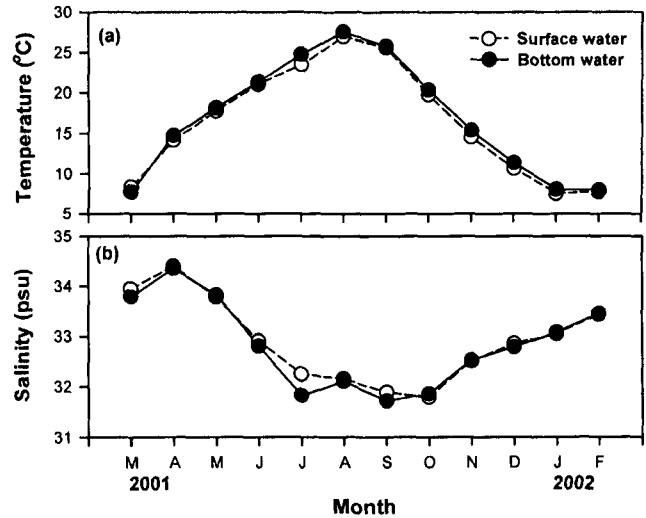


Fig. 2. Seasonal variation of surface temperature (a) and salinity (b) in sheltered shallow waters in Doam Bay in the southern coast of Korea.

가 8회 출현하였고, 나머지 종들은 6회 미만의 낮은 출현빈도를 보였다.

개체수의 경우, 도화망둑이 979 개체로 전체 채집개체수의 32.3%를 차지하여 가장 많이 채집된 종이였으며, 그 다음으로 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)가 604개체 19.9%, 문절망둑이 461개체 15.2%를 차지하여 이 3종이 전체 채집개체수의 67.4%를 차지하는 주요 어종으로 나타났다. 생체량에 있어서는 개체수의 경우와는 다르게, 꼼치(*Liparis tanakai*)가 6,641 g이 채집되어 전체의 20.3%를 차지하여 가장 우점하는 종이였으며, 그 다음은 문절망둑이 17.8%, 도화망둑 12.7% 순 이었고, 이 3종이 전체 생체량의 50.8%를 차지하였다.

계절변동

월별 출현종 수를 살펴보면, 2001년 4월과 11월에 각각 18종과 22종의 어류가 채집되어 가장 많은 종 수를 기록하였고, 2001년 5월에 9종이 채집되어 가장 낮은 종 수를 보였다. 나머지 달은 출현종 수의 변동이 그다지 크지 않은 10~15종의 범위에서 채집되었다(Fig. 3).

월별 출현 개체수는 2001년 3월부터 8월까지 78~251개체의 비교적 적은 수의 어류가 채집되었지만 9월 이후 증가하여 11월에 가장 많은 765개체가 채집되었고 그 이후 다시 감소하는 경향을 보였다.

월별 생체량의 계절변동은 개체수의 변동과 유사한 양상을 보이고 있으며, 2001년 5월에 가장 낮은 생체량을 기록하였고, 2002년 1월에 가장 높은 생체량을 보였다. 그러나, 6월과 2001년 12~2002년 1월의 경우 낮은 출현 개체수에도 불구하고 높은 생체량을 보였던 것은 이 기간 중 생체량이 큰 꼼치의 성어가 채집되었기 때문이다.

월별 종다양도 지수는 1.1~2.5의 범위를 보였다. 전반적으로 조사가 시작된 이후인 봄과 여름에 높은 값을 보였는데, 이는 다수의 종이 다른 조사시기에 비해 고른 출현분포를 보였기 때문이다.

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in Doam Bay from March 2001 to February 2002. N and W represent the number of individuals and biomass

Species	Month	Mar.2001		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		45	1,434.5	44	160.7	18	59.2	22	74.8			30	60	44	683.6
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>												2	21.8		
<i>Chaeturichthys hexanema</i>		79	434.4	66	377.3	20	92.2	10	32.8	5	30.7	22	30.6	156	377.2
<i>Chelidonicichthys spinosus</i>								6	91.4						
<i>Chelon haenatocheila</i>															
<i>Cociella crocodila</i>															
<i>Collichthys niveatus</i>												2	2.6		
<i>Conger myriaster</i>						2	26.6			1	95.7				
<i>Cryptocentrus filifer</i>		3	8.8	4	16.7	8	46.4			16	31	10	23.3		
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>				6	21.6									4	5.6
<i>Cynoglossus robustus</i>		3	80.1	4	29.9	2	48.8	9	190.6	3	40.3	12	268.4	32	599.6
<i>Erisphex pottii</i>		8	15.6	22	17.1	8	9.2								
<i>Hapalogenys mucronatus</i>															
<i>Hexagrammos agrammus</i>										1	113				
<i>Hoplichthys langsdorffii</i>								6	52.6						
<i>Inimicus japonicus</i>								6	240	1	116.4				
<i>Johnius grypotus</i>				6	75.2			12	278.8	1	31.5			8	177.2
<i>Konosirus punctatus</i>						2	75.8								
<i>Leiognathus nuchalis</i>												7	27.4	244	553.6
<i>Limanda yokohamae</i>										1	7.1				
<i>Liparis tanakai</i>		4	4.3	35	337										
<i>Microstomus achne</i>				3	9.8	6	121								
<i>Muraenesox cinereus</i>								2	300					4	154
<i>Ocynectes maschalis</i>															
<i>Onigocia spinosa</i>															
<i>Paralichthys olivaceus</i>															
<i>Pholis fangi</i>				21	154.3										
<i>Pholis nebulosa</i>		1	24.8	4	55.6									4	1,062.4
<i>Platycephalus indicus</i>								24	1,128.6						
<i>Pleuronichthys coruntus</i>															
<i>Pseudoblennius cottoides</i>															
<i>Pterogobius zacalles</i>															
<i>Raja kenoei</i>															
<i>Repomucenus lunatus</i>		2	25.1												
<i>Repomucenus richardsonii</i>		6	31.8	11	90.1							4	44.8		
<i>Repomucenus valenciennesi</i>		2	10.2	4	13.9										
<i>Sardinella zunasi</i>															
<i>Setipinna taty</i>				4	56.6					6	77.8	6	79.2	12	92.8
<i>Sillago japonica</i>															
<i>Sillago sihama</i>				2	30.4			24	729.4			2	65.6		
<i>Squalus mitsukurii</i>															
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>															
<i>Synechogobius hasta</i>		2	115.4					6	122.6						
<i>Takifugu niphobles</i>				1	21.3										
<i>Takifugu poecilonotus</i>															
<i>Thryssa kaalensis</i>								22	168	4	38.8				
<i>Trachurus japonicus</i>										4	83.2				
<i>Trichiurus lepturus</i>								10	64	15	288	22	600.6		
<i>Tridentiger barbatus</i>										1	5				
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>		4	11.7	3	30.7	15	48.9	8	21						
<i>Upeneus bensasi</i>										18	47.4	50	269.8	6	60.5
<i>Zebrias japonicus</i>										1	1.4	6	23.4		
<i>Zoarcetes gilli</i>				11	113.4										
Number of species		12		18		9		14		15		13		10	
Total		159	2,196.7	251	1,611.6	81	528.1	167	3,494.6	78	1,007.3	175	1,517.5	514	3,766.5

Table 1. Continued.

Species	Month	Oct.		Nov.		Dec.		Jan.2002		Feb.		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		58	113.2	59	158.6	55	745.1	42	680.8	44	1,678.	461	5,848.7
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>											2	2	21.8
<i>Chaeturichthys hexanema</i>		118	253.2	431	2,083.9	17	188.4	1	33.5	54		979	4,151.8
<i>Chelidonichthys spinosus</i>											217.6	6	91.4
<i>Chelon haenatocheila</i>								1	12.9			1	12.9
<i>Cociella crocodila</i>								4	96.8	2		6	119.5
<i>Collichthys niveatus</i>											22.7	2	2.6
<i>Conger myriaster</i>		3	176.9	4	138.2	2	48.2					12	485.6
<i>Cryptocentrus filifer</i>												41	126.2
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>												10	27.2
<i>Cynoglossus robustus</i>		2	22.4	8	119.9	6	79.2	10	124	16		107	1,801.7
<i>Erisphex pottii</i>										1	198.5	39	43.5
<i>Hapalogenys mucronatus</i>										1	1.6	1	1.6
<i>Hexagrammos agrammus</i>											1.6	1	113
<i>Hoplichthys langsdorfii</i>												6	52.6
<i>Inimicus japonicus</i>												7	356.4
<i>Johnius grypotus</i>		1	4									28	566.7
<i>Konosirus punctatus</i>				12	226.4			1	27.3			15	329.5
<i>Leiognathus nuchalis</i>		18	55.8	117	754.6	218	494.1					604	1,885.5
<i>Limanda yokohamae</i>								4	139.6			5	146.7
<i>Liparis tanakai</i>						1	1,767.	3	4,532			43	6,641
<i>Microstomus achne</i>				1	52.4		7					10	183.2
<i>Muraenesox cinereus</i>												6	454
<i>Ocyinctes maschalis</i>								11	369.8			11	369.8
<i>Onigocia spinosa</i>				56	405	1						57	415.6
<i>Paralichthys olivaceus</i>							10.6	1	27.6			1	27.6
<i>Pholis fangi</i>												21	154.3
<i>Pholis nebulosa</i>				3	126.8	2		9	201.5	5		24	502.5
<i>Platycephalus indicus</i>				5	714.5		48.9				44.9	9	1,776.9
<i>Pleuronichthys coruntus</i>				2	271.6							26	1,400.2
<i>Pseudoblennius cottoides</i>										6		6	34.4
<i>Pterogobius zacalles</i>				2	7.2	2		1	4.2	2	34.4	7	32
<i>Raja kenoei</i>				1	3.9		9.4				11.2	1	3.9
<i>Repomucenus lunatus</i>				24	84.3	9						39	198
<i>Repomucenus richardsonii</i>		14	39.4				43.8	36	233.2	27		94	507
<i>Repomucenus valenciennesi</i>										1	112.5	7	27.9
<i>Sardinella zunasi</i>				1	6.8						3.8	1	6.8
<i>Setipinna taty</i>		5	13.1	7	88.3			9	21.6	1		50	442.6
<i>Sillago japonica</i>		4	17.8	21	125.3			1	3.2		13.2	26	146.3
<i>Sillago sihama</i>												28	825.4
<i>Squalus mitsukurii</i>										1		1	79.7
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>				5	62.1	1					79.7	6	65.1
<i>Synechogobius hasta</i>									3			8	238
<i>Takifugu niphobles</i>												1	21.3
<i>Takifugu poecilonotus</i>				2	29.6	1						3	47.1
<i>Thryssa kaalensis</i>				2	13		17.5					28	219.8
<i>Trachurus japonicus</i>												4	83.2
<i>Trichiurus lepturus</i>												47	952.6
<i>Tridentiger barbatus</i>												1	5
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>										3		33	127.9
<i>Upeneus bensasi</i>		3	53.5	1	22.4						15.6	78	453.6
<i>Zebrias japonicus</i>		1	6.3	1	6							9	37.1
<i>Zoarces gilli</i>												11	113.4
Number of species		11		22		12		15		14		53	
Total		227	755.6	765	5,500.8	315	3,455.9	134	6508	164	2,435.5	3,030	32,778.1

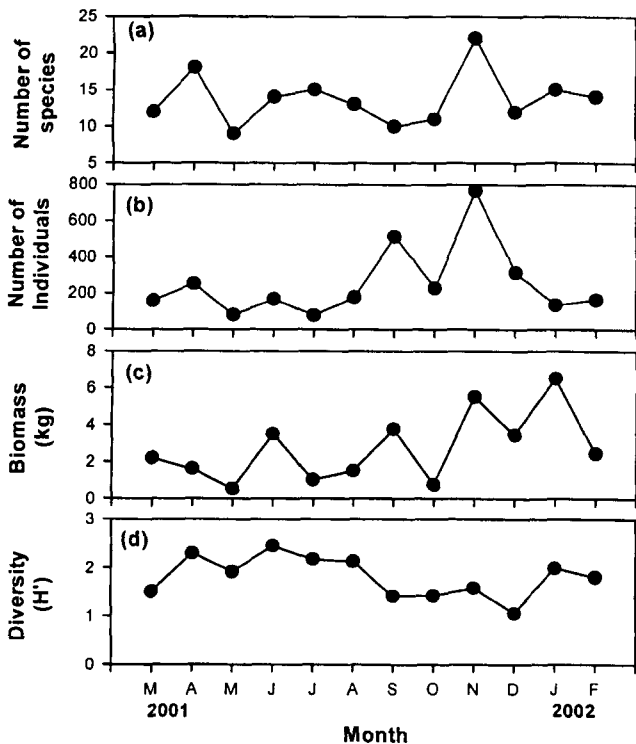


Fig. 3. Monthly fluctuation in number of species (a), number of individuals (b), biomass (c) and diversity (H') (d) of the fish collected in Doam Bay in the southern coast of Korea between March 2001 and February 2002.

종별 및 계절별 출현빈도의 유사성

총 출현 개체수비 1% 이상 출현한 14종의 주요 우점종의 월별 출현 양상을 Fig. 4에 나타내었다. 이들의 월별 출현 빈도에 대한 Pearson 상관계수로부터 구한 수상도에 의한 종간(r-mode) 집괴분

석을 실시한 결과, 도암만 수역의 어류군집은 3개로 대별하여 특징지을 수 있는 것으로 나타났다(Fig. 4). “A” 군은 계절에 관계없이 연중 지속적으로 가장 우점 출현하여 이 해역의 주거종으로 고려되는 도화망둑, 문절망둑, 개서대 및 반지와 가을철에 비교적 높은 출현 빈도를 나타낸 비늘양태(*Onigocia spinosa*), 돛양태(*Repomucenus lunatus*) 및 주둥치 등이 이 무리 등이 속하였다. “B” 군은 하계(7~8월)에 비교적 높은 출현 빈도를 나타내었던 노랑촉수(*Upeneus japonicus*), 갈치(*Trichiurus lepturus*) 및 실망둑(*Cryptocentrus filifer*) 등을 포함하였다. “C” 군은 겨울에서 봄철(1~6월)에 비교적 높은 출현 빈도를 나타낸 꼼치, 풀미역치(*Erispex pottii*), 두줄망둑(*Tridentiger trignocephalus*) 그리고 동갈양태(*Repomucenus richardsonii*) 등을 포함하였다.

고찰

연구기간 동안 천해 내만역인 도암만에서 채집된 어류는 총 33과 53종으로 한반도 연안역의 어류군집에 대해서 기존에 보고된 어종수 33~110종의 중간 범위에 속하였다(Huh and An, 2000; Kim et al., 2003). 기존의 연구들에서 사용한 어류채집 어구는 대부분 otter board를 장착한 저인망 어구(bottom trawl)였는데 반하여 본 연구에서 이용한 어구는 조망어구였다. 저인망 어구에서는 해양생물을 효과적으로 유집하고 어획면적을 넓힐 수 있는 역할을 하는 전개판을 이용하는 반면 조망 어구에서는 그물 입구에 철빔 또는 대나무 빔을 설치하기 때문에 상대적으로 어획면적이나 어획강도가 낮음에도 불구하고(Kim et al., 2003), 기존의 연구들에 비해서 결코 낮지 않은 어종이 채집된 것은 조사해역인 도암만에서도 어류상이 다양함을 나타낸다.

본 연구 해역에서 채집된 어류 중 전갱이, 꼼치 및 갈치 등의 몇 종을 제외하고는 대부분의 어류가 연안 정착성 어류였다. 이 중 가장 많이 채집된 종으로는 저서성 어류에 속하는 망둑어과 어

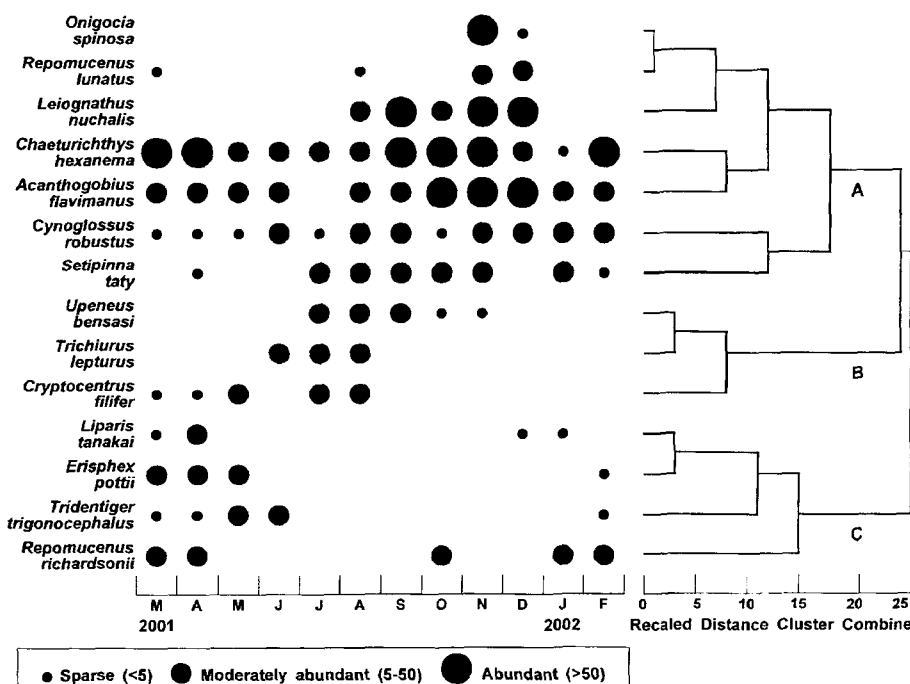


Fig. 4. Relative abundance of the 14 most dominant fish species caught by a beam trawl and dendrogram (UPGMA) illustrating species (r-mode) derived from their monthly abundance in Doam Bay in the southern coast of Korea between March 2001 and February 2002.

류로서 8종이 채집되었고, 이들이 전체 개체수의 50.8%와 생체량의 32.2%를 차지하여 이 해역에서 가장 우점하는 어종이었다. 또한, 이들 어류 중 청어과의 밴댕이와 전어, 멸치과의 반지와 청멸, 전갱이과의 전갱이, 갈치과의 갈치, 참복과의 복섬과 흰점복을 제외한 나머지는 모두가 저서성 어류로 나타났다. 이는 본 조사 해역이 비록 수심 5~20 m 이심의 천해 내만역에 속하지만 본 해역을 서식처로 이용하며 유영능력과 이동성이 강한 부어류의 정량적 채집에는 한계가 있었을 것으로 판단된다. 저인망과 조망 등과 같이 바닥을 끄는 어구를 이용하여 어류 조사를 실시할 경우 해역에 따라 어류군집이 마치 저어류에 의해 우점되는 것으로 왜곡될 가능성이 있어, 군집 연구의 목적 중 하나인 계절 변동을 살피기 위해서는 부어류와 저어류를 어획하는데 효율적인 다양한 어구를 병행하는 것이 필수적이라는 것이 제시되어 왔다(Huh and An, 2000; An, 2002). 따라서, 부어류 채집에 용이한 표층 자망과 같은 어구를 병행한 결과를 가지고 함께 해석하는 것이 본 해역의 보다 명확한 어류 군집 구조를 밝히기 위해 필요하다고 할 수 있겠다. 또한, 유사한 어획특성을 고려한다면 저인망을 이용한 기존의 연구 결과들과 본 연구의 어획 채집결과를 비교함으로써 연구해역 어류군집의 특성에 대한 정보를 추출해 내는 것도 효과적일 것으로 판단되었다.

본 조사해역에서 채집된 어류를 살펴보면, 계절에 상관없이 연

중 지속적으로 출현하는 종과 계절에 따라 출현하는 회유종으로 구분되었다. 주거종으로는 도화망둑, 문절망둑, 반지, 개서대 등의 어류가 여기에 속하였다. 특히, 주거종으로 밝혀진 이들 4종은 시기에 따라 난을 가진 성어 개체와 어린 개체들이 출현하는 것으로 보아 이 해역을 성육장으로 이용하며, 또한 산란장으로도 이용할 것으로 판단된다. 회유종은 계절에 따라 출현하는 종이 달라 7~8월(여름)에는 갈치, 노랑축수, 실망둑 등과, 9~12월(가을~겨울)에는 주둥치, 돛양태, 비늘양태 등이 출현하였으며, 1~5월(겨울~봄)에는 꼼치, 풀미역치, 두줄망둑, 동갈양태 등의 출현빈도가 높게 나타났다.

도암반에서 채집된 어류의 출현종수, 총 개체수 및 다양도 등의 일변량 지수들이 월별로 비교적 큰 변동을 보임에도 불구하고(Fig. 3), MDS 공간에서 어류군집의 계절에 따른 뚜렷한 분리는 나타나지 않았다(Fig. 7). 이와 같은 결과는 회유성 어종들의 계절에 따른 일시적 출현이 나타난다 하더라도, 전체 어류군집 조성이 출현 개체수에서 높은 점유율을 보이는 주거종에 의해 크게 지배를 받아 비교적 안정된 군집을 형성하고 있음을 의미한다. 실제로, 나로도 근해에서는 계절에 따른 뚜렷한 우점종의 천이가 일어나는데 반해, 도암반에서는 도화망둑, 문절망둑, 개서대 및 반지 등의 주거종이 계절에 관계없이 높은 우점도를 점유하였다(Fig. 5). 본 연구에서 채집된 어류의 대부분이 주거종으로 구성된다는 것은 Fig. 4에 의해서도 명백하다. 많은 어류군집 연구결과들이 비교적 극소종(rare species)의 출현빈도가 증가한다 하더라도 어류군집의 큰 변동은 우점종들의 변동성에 기인한다는 것을 잘 보여 왔다(Romer, 1990; Gibson *et al.*, 1996).

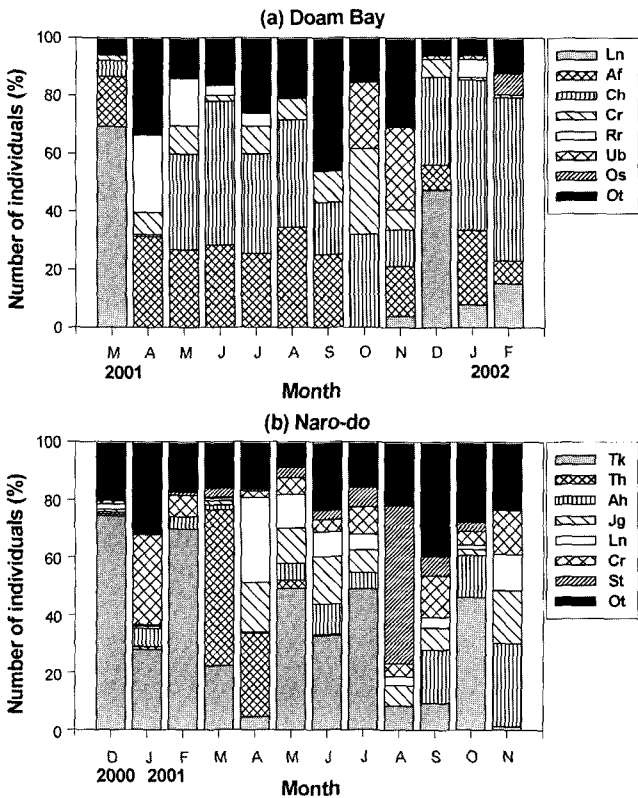


Fig. 5. Monthly variations in the number of individuals of the fishes collected in Doam Bay (a) and the coastal water off Naro-do (b). Ln, *Liognathus nuchalis*; Ac, *Acanthogobius flavimanus*; Ch, *Chaeturichthys hexanema*; Cr, *Cynoglossus robustus*; Rr, *Repomucenus richardsonii*; Ub, *Upeneus bensasi*; Tk, *Thryssa kammalensis*; Th, *Tryssa hamiltoni*; Jg, *Johnius grypotus*; St, *Setipinna taty*; Ot, other species.

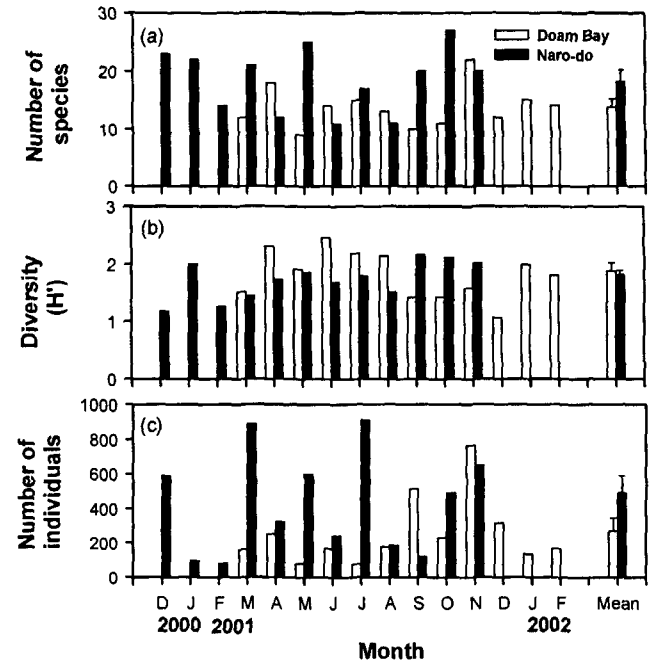


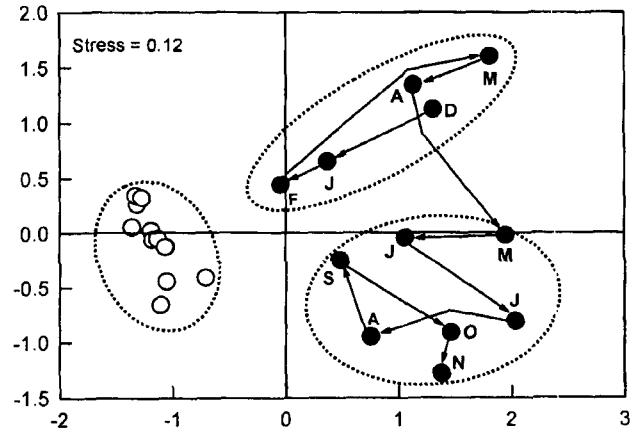
Fig. 6. Comparison of number of species (a), diversity (H') (b) and number of individuals (c) between Doam Bay (□) and Naro-do coast (■). For the purpose of comparison by paired t-tests, the mean values in this figure were derived from data obtained from March to November 2001 when the fishes were collected at two sites at the same time.

Table 2. List of dominant fish species representing >1% of the total individual numbers in Doam Bay and site near Naro-do.

	Doam bay	Naro-do
Source sampling period	Present study 2001. 3 ~ 2002. 2	Kim et al. (2003) 2000. 12 ~ 2001. 11
Dominant species	<i>Chaeturichthys hexanema</i> (32.3%)	<i>Thryssa Kammalensis</i> (35.5%)
	<i>Leiognathus nuchalis</i> (19.9%)	<i>Thryssa hamiltoni</i> (11.6%)
	<i>Acanthogobius flavimanus</i> (15.2%)	<i>Chaeturichthys hexanema</i> (8.3%)
	<i>Cynoglossus robustus</i> (3.5%)	<i>Johnius grypotus</i> (8.2%)
	<i>Repomucenus richardsonii</i> (3.1%)	<i>Leiognathus nuchalis</i> (6.9%)
	<i>Upeneus bensasi</i> (2.6%)	<i>Cynoglossus robustus</i> (6.6%)
	<i>Onigocia spinosa</i> (1.9%)	<i>Setipinna taty</i> (4.9%)
	<i>Setipinna taty</i> (1.7%)	<i>Liparis tanakai</i> (2.8%)
	<i>Trichiurus lepturus</i> (1.6%)	<i>Trichiurus lepturus</i> (2.0%)
	<i>Liparis tanakai</i> (1.4%)	<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> (2.0%)
	<i>Cryptocentrus filifer</i> (1.4%)	<i>Engraulis japonicus</i> (1.8%)
	<i>Erisphex pottii</i> (1.3%)	<i>Muraenesox cinereus</i> (1.7%)
	<i>Repomucenus lunatus</i> (1.3%)	<i>Platycephalus indicus</i> (1.2%)
	<i>Tridentiger trignocephalus</i> (1.1%)	<i>Eriphex pottii</i> (1.1%)

이와 같이 전형적인 내만 어장으로 육수와 갯벌의 영향을 상대적으로 크게 받는 도암만과 인접한 해역에 위치하며 대마난류수와 같은 외양수의 영향을 직접 받는 것으로 고려되는 나로도 근해에서 같은 어구에 의해 동일한 시기에 채집한 어류군집의 구조와 계절변동을 비교 분석하였다. 본 연구수역인 도암만과 나로도 연안역의 어류군집에 대한 출현종 수, 다양도 지수 및 총 출현개체수에 대한 두 해역간 차이에 대한 분석은 2001년 3월부터 11월의 9개 동일 조사월에 두 수역에서 동시에 채집한 어류군집에 대한 자료를 이용하였다(Fig. 6). 월별 출현종 수(paired t-test, df=8, $t=-1.58$, $P=0.154$)와 다양도 지수(paired t-test, df=8, $t=0.35$, $P=0.733$) 및 총 출현개체수(paired t-test, df=8, $t=-1.58$, $P=0.154$) 모두 두 해역간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 총 출현빈도의 1% 이상 출현한 주요 우점종은 두 해역에서 각각 14종으로 나타났는데, 그 조성은 두 해역에서 상당히 다르게 나타났다(Table 2). 도암만에서는 전체 채집개체수의 70.9%를 차지한 도화망둑, 주동치, 문절망둑 및 개서대 등이 우점종이었고, 나로도 근해에서는 청멸(*Thryssa kammalensis*), 풀반지(*Thryssa hamiltoni*), 도화망둑, 민태(*Johnius grypotus*), 주동치, 개서대 및 반지 등이 전체 채집개체수의 82.0%를 차지하여 우점종으로 나타났다.

주요 우점종의 출현빈도를 근거로 하여 다차원척도법(MDS)에 의해 도식화 결과, 도암만의 어류 군집은 계절에 관계없이 좌표상의 왼쪽 좁은 공간에 밀집하여 분포하는 반면, 나로도 근해의 어류군집은 상대적으로 오른쪽에 분포하여 뚜렷이 구분되었다(Fig. 7). 이와 같은 결과는 두 해역의 어류군집이 아주 상이하다는 것을 잘 나타내었다. 또한, 나로도 근해 어류의 군집은 도암만 군집에 비하여 훨씬 넓게 분산하여 분포하는 경향이었는데, 12월부터 5월 사이의 겨울과 봄철의 군집이 좌표의 오른쪽 위 부분에 모이고 6월에서 12월 사이의 여름과 가을 군집이 오른쪽 아래에 분포하여 이 해역의 어류 군집이 계절에 따라 뚜렷이 구분된다는 것을 나타내었다. 이와 같은 어류군집 조성, 종의 다양성 및 출현빈도의 해역에 따른 차이에 대한 설명 가능한 요인으로는 수온, 염분의 분포 및 변동과 함께 내만역에서의 상대적으로 낮은 물리적 파랑에너지에 대한 적응, 높은 탁도, 포식자로부터의 도망 및 먹이 가용성 외에도 다양한 요인들을 들 수 있겠으나(Layman, 2000),

**Fig. 7.** Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from Doam Bay (○) and Naro-do coast (●), based on the abundance of the most abundant species in both sites. Fourteen fish species from both areas, respectively, were selected for this analysis.

본 연구 결과로부터 이들 개개 요인의 직접적인 영향을 고찰하여 결론을 내리기는 대단히 어렵다.

한편, 연구 해역인 도암만에서 매우 다양한 어종이 출현하는 것은 먹이의 가용성이 중요한 요인으로 작용할 수 있을 것으로 보인다. 일반적으로, 하구형 연안 내만역에서는 하천을 통하여 유입되는 육상기원 입자유기물질의 유입과 더불어, 식물플랑크톤과 갯벌의 저서미세조류(Currin et al., 1995; Page, 1997; Kang et al., 2001), 습지식물(Deegan et al., 1990; Currin et al., 1995), 대형해조류(Jennings et al., 1997) 및 해초류(Fry and Parker, 1979) 등 다양한 기원의 기초생산자가 존재하는 생태계로 식물플랑크톤을 영양기저로 하는 외양역에 비하여 상대적으로 더욱 다양한 무척추동물과 함께 더욱 복잡한 먹이망을 가지는 것으로 알려져 있다(McLusky, 1989; Nybakken, 1997). 도암만에서도 잘 발달된 조간대와 넓은 면적의 염습지 군락과 함께 저서무척추동물의 다양도와 생물량이 대단히 높다는 것이 최근의 일련의 연구결과들에서 잘 나타나고 있다(제, 2001; 국립수산과학원, 2002). 만조시에 다양한 어류들이 풍부한 먹이를 섭취하기 위해서 조간대와 염습지

를 이용한다는 것은 잘 알려져 있다(Brown and McLachlan, 1990; Gibson *et al.*, 1996; Layman, 2000). 또한, 전통적으로 도암만 해역에서는 새우류를 대상으로 하는 어업이 잘 발달되어 새우류에 대한 높은 어획량을 나타내는 곳으로 알려져 있다. 이와 같은 것들은 도암만 해역에 어류를 위한 먹이가 상당히 풍부하게 분포하고 있음을 의미한다.

West and King(1996)은 다양한 어류의 산란과 성육장으로서 식물 피복지의 중요성과 함께 식물이 없는 천해 서식지도 많은 어류들의 색이장으로서 중요한 역할을 한다는 것을 강조했다. 최근, 홍(2001)은 서해의 갯벌 서식지에서의 무척추동물과 어류 모두를 포함하는 높은 생물다양성에 대한 방대한 자료로부터 어류 군집의 다양성을 유지하는데 있어서 천해 서식지의 중요성과 조심스러운 관리의 필요성을 제시하였다. 본 연구에서는 남해안의 전형적인 내만어장으로 육수와 갯벌의 영향을 많이 받는 도암만의 어류 종조성 및 계절변동을 인접 해역인 나로도 연안과 비교·고찰한 결과, 천해 내만 해역인 도암만이 다양한 어류들에 대한 성육장으로 중요한 역할과 산란장으로 활용될 수도 있음을 시사해 주었다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 남해수산연구소의 수탁연구과제인 「강진군 새우조망어업 자원조사」 연구의 일부로 수행되었음을 밝히며, 이에 강진군청 관계자 여러분에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- 국립수산과학원. 2002. 연안어장 환경 평가 보고서. 401 pp.
- 신안군. 1999. 신안 갯벌의 지속가능한 이용관리 기본 계획. 158 pp.
- 제종길. 2001. 갯벌생태계조사 및 지속가능한 이용방안 연구 - 전라남도 동부해안과 전라북도 갯벌을 중심으로. 한국해양연구원, BSPM118-00-1370-3.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집(곤충제외). 아카데미서적, 서울, 489 pp.
- 홍재상. 2001. 다핵성 수산생물의 생산에 미치는 해양환경 : 우리나라 주변의 갯벌과 수산생물. 정명당, 부산, pp. 123-150.
- Allen, L.G., 1982. Seasonal abundance, composition, productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, California. *Fish. Bull. U.S.*, **80**: 769-790.
- An, Y.R., 2002. Species Composition and Seasonal Variations of Fish Assemblage in the Coastal Water off Gadeok-do, Korea. Ph.D. Thesis. Pukyong National University, Busan, 212 pp.
- Bennett, B.A., 1989. The fish community of a moderately exposed beach on the southern Cape Coast of South Africa and an assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **28**: 293-305.
- Brown, A.C. and A. McLachlan, 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier, Amsterdam, 328 pp.
- 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).
- Chyung, M.K., 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 727pp (in Korean).
- Claridge, P.N., I.C. Potter and M.W. Hardisty, 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the Seven estuary. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **66**: 229-258.
- Clark, K.R. and M. Ainsworth, 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **92**: 205-219.
- Currin, C.A., S.Y. Newell and H.W. Paerl, 1995. The role of standing dead *Spartina alterniflora* and benthic microalgae in salt marsh food webs: considerations based on multiple stable isotope analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **121**: 99-116.
- Deegan, L.A., B.J. Peterson and R. Portier, 1990. Stable isotopes and cellulase activity as evidence for detritus as a food source for juvenile Gulf menhaden. *Estuaries*, **13**: 14-19.
- Field, J.C., K.R. Clark and R.M. Warwick, 1982. A practical strategy for analysing multi-species distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**: 37-53.
- Fry, B. and P.L. Parker, 1979. Animal diet in Texas seagrass meadows: ^{13}C evidence for the importance of benthic plants. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **8**: 499-509.
- Gibson, R.N., L. Robb and A.D. Ansell, 1996. Tidal, diel, and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **130**: 1-17.
- Gillanders, B.M., 1997. Patterns of abundance and size structure in the blue groper, *Achoerodus viridis* (Pisces, Labridae): evidence of links between estuaries and coastal reefs. *Environ. Biol. Fish.*, **49**: 153-173.
- Huh, S.H., 1986. Species composition and seasonal variations in abundance of fishes in eelgrass meadows. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **19**: 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. Korean 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 Kwangyang Bay. *Korean J. Ichthyol.*, **9**: 202-220 (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 I. Fishes collected by a small otter trawl. *J. Korean Fish. Soc.*, **33**: 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. Korean Soc. Fish. Tech.*, **34**: 419-432 (in Korean).
- Jennings, S., O. Renones, B. Morales-Nin, N.V.C. Polunin, J. Moranta and J. Coll, 1997. Spatial variation in the ^{15}N and ^{13}C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: implications for the study of trophic pathways. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **146**: 109-116.
- Kang, C.K., J.B. Kim, J.B. Kim, P.Y. Lee and J.S. Hong, 2001. The importance of benthic autotrophs to the Kwangyang Bay (Korea) food webs: $\delta^{13}\text{C}$ analysis. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **36**: 109-123.
- 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, J.B., D.S. Chang, Y.H. Kim, C.K. Kang and K.D. Cho, 2003. Seasonal variations in abundance and species composition of fishes collected by a beam trawl around Naro-do of the Southern Sea of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, **36**: in press.
- Kneib, R., 1997. The role of tidal marshes in the ecology of estuarine nekton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **35**: 163–220.
- Laegdsgaard, P. and C.R. Johnson, 1995. Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **126**: 67–81.
- Layman, C.A., 2000. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia barrier islands. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **51**: 201–213.
- Lee, T.W., H.T. Moon and S.H. Huh, 2000a. Seasonal variation in fish species composition in the sheltered shallow water off Yongwon, Jinhae in the southern coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, **33**: 243–249 (in Korean).
- Lee, T.W., H.T. Moon, H.B. Hwang, S.H. Huh and D.J. Kim, 2000b. Seasonal variation in species composition of fish in the eelgrass beds in Angol Bay of the southern coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, **33**: 439–447 (in Korean).
- Lennanton, R.C.J. and I.C. Potter, 1987. Contribution of estuaries to commercial fisheries in temperate Western Australia and the concept of estuarine dependence. *Estuaries*, **10**: 28–35.
- Loneragan, N.R. and I.C. Potter, 1990. Factors influencing community structure and distribution of different life-cycle categories of fishes in shallow waters of a large Australian estuary. *Mar. Biol.*, **106**: 25–37.
- McLusky, D.S., 1989. *The Estuarine Ecosystem*. Chapman and Hall, London, 215 pp.
- Morrison, M.A., M.P. Francis, B.W. Hartill and D.M. Parkinson, 2002. Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **54**: 793–807.
- Nakabo, T., 1993. *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474 pp (in Japanese).
- Nelson, J.S., 1994. *Fishes of the World* (3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 600 pp.
- Nybakken, J.W., 1997. *Marine Biology: An Ecological Approach*. Addison-Wesley Educational Publishers Inc., New York, 481 pp.
- Page, H.M., 1997. Importance of vascular plant and algal production to macro-invertebrate consumers in a southern California salt marsh. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **45**: 823–834.
- Potter, I.C., P.N. Claridge, G.A. Hyndes and K.R. Clarke, 1997. Seasonal, annual and regional variations in ichthyofaunal composition in the inner Severn Estuary and inner Bristol Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **77**: 507–525.
- Romer, G.S., 1990. Surf zone fish community and species response to a wave energy gradient. *J. Fish. Biol.*, **36**: 279–287.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- SPSS Inc., 1999. *SPSS Base 10.0 User's Guide*. Chicago, IL, 471 pp.
- West, R.J. and R.J. King, 1996. Marine, brackish, and fresh water fish communities in the vegetated and bare shallows of an Australian River. *Estuaries*, **19**: 31–41.
- Wharfe, J.R., S. Wilson and R.A. Dines, 1984. Observations on the fish population of an east coast estuary. *Mar. Pollution Bull.*, **15**: 133–136.

2003년 4월 2일 원고접수

2003년 8월 21일 수정본 채택

담당편집위원: 김수암