

사천바다목장해역 어류군집의 변동특성

김영섭 · 최정화* · 김정년¹ · 오택윤¹ · 최광호¹ · 이동우¹ · 차형기²

국립수산과학원 연구기획부, ¹국립수산과학원 자원관리과,

²국립수산과학원 남서해수산연구소 자원환경과

Seasonal variation of fish assemblage in Sacheon marine ranching, the southern coast of Korea

Young Seup KIM, Jung Hwa CHOI*¹, Jung Nyun KIM¹, Taeg Yun OH¹, Kwang Ho CHOI,
Dong Woo LEE¹ and Hyung Kee CHA²

Research and Development Planning Department, National Fisheries Research and Development
Institute, Busan 408-1, Korea

¹Fisheries Resources Research and Management Division, National Fisheries Research and
Development Institute, Busan 408-1, Korea

²Fisheries Resources and Environment Division, Southwest Sea Fisheries Research Institute, Yeosu 16, Korea

Species composition and seasonal variation of fish assemblage in Sacheon marine ranching, Korea were examined. Sampling was seasonally made by a shrimp trawl from February 2009 to November 2009. A total of 55 species were collected. Of these, five species was dominant species comprising 51.1% of the total number of individuals. Nine species represented 57.3% of the total biomass. While total abundance (number of individuals) was high in spring, total biomass and species richness (number of species) and diversity were high in autumn. Cluster analysis, based on seasonally abundance data of the 21 most common species, showed that the species were separated into 4 different groups. Group A composed of *Pholis nebulosa*, *Pleuronectes yokohamae*, *Hypodytes rubripinnis*, *Hexagrammos otakii*, *Tridentiger trigonocephalus* and *Paracercis sexfasciata*, which were year round residents, group B *Congr myriaster*, *Leiognathus nuchalis*, and *Platycephalus indicus*, which were abundant in autumn, group C *Sillago japonica*, *Pseudaesopia japonica*, *Zoarces gilli*, *Pholis fangi*, and *Pleuronichthys cornutus* which were abundant in spring, and group D *Sillago sihama*, *Cociella* sp., *Johnius grypotus*, *Cynoglossus joyneri*, *Cynoglossus robustus*, and *Pennahia argentata*, which were abundant in summer. Principal component analysis revealed that seasonal variation in the fish assemblage was attributed to the abundance of temporal species such as conger and sand smelt

*Corresponding author: choijh@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2291, Fax: 82-51-720-2277

fishes, which were abundant in summer, due to seasonal variation of water temperature.

Keywords: Fish species composition, Seasonal variation, Fish assemblage, Sacheon marine ranching

서론

우리나라 남해 연안은 굴곡과 잘 발달된 사니질의 저질 환경적 특성으로 주요 어류의 산란장과 성육장으로 알려져 있다 (Yamada et al., 1986; Lee, 1996; Lee et al., 2000; Kim et al., 2003a, b; Baeck et al., 2005). 특히, 내만역은 새우류와 계류를 포함하는 대형 갑각류 유생들의 성육장 뿐만 아니라 이들을 먹이생물로 이용하는 어류들의 서식장으로서의 중요성으로 인해 보존과 활용 가치가 높아지고 있다 (De Ben et al., 1990; Viscido et al., 1997; Maes et al., 1998; Peterson and Whitfield, 2000; Knox, 2001). 또한 내만 내에 서식하는 다양한 어류를 포함한 수산생물은 자체 자원으로의 이용과 함께 생태계 먹이사슬에서는 미세 저서생물군과 대형어류를 연결하는 연결자로서의 역할을 담당하는 것으로 보고되어 있다 (Kim et al., 2003b).

남해 중부에 위치한 사천만은 바닥이 사니질로 형성되어 있으며 사방이 섬과 육지로 둘러싸인 반 폐쇄성 내만이다. 수심이 얇은 청정해역으로 다양한 수산생물을 대상으로 하는 어업이 발달해 있을 뿐만 아니라 용수의 수급요건이 유리하여 산업시설들이 입지해 있다 (Choi et al., 1999). 하지만, 산업시설 건립에 따른 간척사업과 도시화는 사천만 내의 수산자원의 감소를 초래해 왔으며, 이에 따라 해당 지자체에서는 2007년부터 소규모바다목장 조성사업을 실시하고 있다 (Lee, 2001; NFRDI, 2009). 이와 더불어, 본 해역에서는 바다목장 조성 이전에 수산자원 기초실태 파악을 위한 연구로 저인망, 유자망, 통발어구를 이용한 어류의 계절별 종조성 변화 및 양적 변동에 관한 연구가 이루어져 있다 (Kim and Kang, 1991; Lee, 2001; Kim, 2006; Oh, 2006).

본 연구는 사천만 내의 바다목장 조성해역 어류자원의 종 조성 변화를 파악하기 위해 새우조망어구를 이용하여 계절별 자료를 분석하여 바다목장 조성 이전과 이후의 주요 어류자원의 변동특성을 부근 해역의 결과와 비교 고찰하였다.

재료 및 방법

조사해역인 사천만은 우리나라 남해 중부에 위치한 만으로 최대 폭 12km, 길이 17km이며 면적은 약 34,410ha인 비교적 큰 만으로서 육지와 연결된 큰 규모의 수계가 존재하지 않아 반 폐쇄된 지형을 이루고 있다 (Fig. 1). 만 입구는 연구 지역의 북서 방향에 위치하며, 폭은 좁아 약 1.8km이며 남동 방향으로 길게 육지와 임수 반도로 둘러싸여 있다. 수심은 만 입구가 23m로서 가장 깊고 입구에서부터 골을 이루어 중앙부까지 이루어진 수로는 상대적으로 깊어 수심은 약 16m이며 만 안쪽의 수심은 대부분 10m 이내이다. 만내에는 채집 정점을 중심으로 2007년 이후

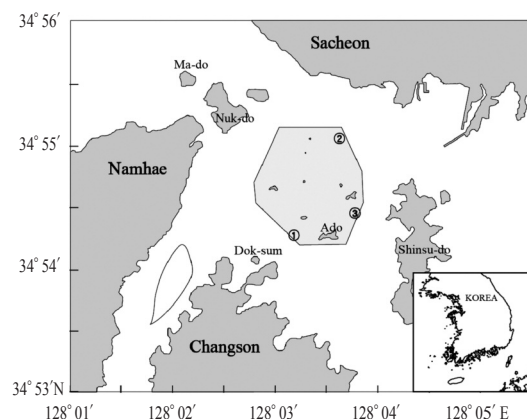


Fig. 1. Location of the sampling sites in Sacheon marine ranching.

다양한 인공어초를 이용한 바다목장이 조성되어져 있다.

본 연구에 사용된 표본은 사천바다목장해역에서 새우조망 (shrimp trawl)을 이용하여 2009년 4계절 (2월, 5월, 9월 11월)동안 3정점에서 채집하였다 (Fig. 1). 채집에 사용된 조망어구는 길이가 23m, 망폭이 12m이며, 날개그물의 망목은 5.05mm, 자루그물의 망목은 50.5mm였다. 채집은 평균 1.5knots의 속력으로 30분간 예망하였으며, 총 조사 면적은 63,060.6m²이었다. 채집된 표본은 선상에서 중성포르말린 (10%)으로 고정된 후 실험실로 옮겨 Kim et al. (2005)에 따라 분류 후 분석하였다.

해양환경요인으로 수온 및 염분은 휴대용 수질측정기인 CTD (Model: Seabird 19)로 매 채집시 현장에서 각 정점의 표층 및 저층에 대하여 측정하였다. 계절별 출현어종별 개체수 및 어획량을 단위면적당 (km²)으로 환산하여 비교분석하였으며, 계절에 따른 출현종의 빈도 양상을 파악하기 위해 계절별 출현개체수를 이용하여 종다양성지수를 계산하였다. 종다양성지수는 다음의 (1)식으로 추정할 수 있다 (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{S}{i} (n_i/N) (\ln (n_i/N)) \quad (1)$$

(여기서, S는 전체종수, N은 군집내의 전 개체수, n_i 는 각 종의 개체수)

종간의 계절에 따른 출현양상의 유사도는 조사기간 동안 채집된 전체 개체수 중 1% 이상의 출현빈도를 나타낸 우점 출현종의 개체수 값을 Square root 변환 후, Bary-Curtis similarity 지수 값을 비가중 산술평균 (UPGMA)을 이용하여 수상도 (Dendrogram)를 작성하여 군집화하는 계보적 집괴분석 (Hierarchical cluster analysis)에 의해 살펴보았다. 또한, 조사기간 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. 이때 주성분분석은 조사시기별, 종간의 심한 밀도차이에 따른 자료의 비정규분포를 고려하여 각 조사시기의 출현개체수로 각 종의 순위 (Rank)를 정하고 Spearman의 Rank correlation을 계산하여 처리하였다 (Lee, 1996). 이와 더불어, 사천만 내 수산자원의 이용을 위해 높은 어획량은 보인 (생체량 100,000g/km²<) 어종의 계절별 변동사항도 살펴보았다.

결 과

해양환경

연구기간 동안 사천바다목장해역의 수온은 표층에서 8.66–24.40℃, 저층에서 8.55–24.35℃로 변동하여 표층과 저층에서 수온의 변동 폭은 거의 차이를 나타내지 않았다. 각 계절별 수온의 표층과 저층의 차이 또한 아주 작게 나타났으며, 하계에 가장 높은 수온을 보인 반면, 동계에 가장 낮은 수온을 나타내었다 (Fig. 2). 또한, 조사기간 동안 염분은 표층에서 27.09–33.7psu, 저층에서 27.19–33.74psu로 변동하여 표층과 저층의 변동 폭이 유사하였으며, 저층 염분은 동계가 27.19psu로 가장 낮은 반면, 춘계가 33.74psu로 가장 높았다 (Fig. 2).

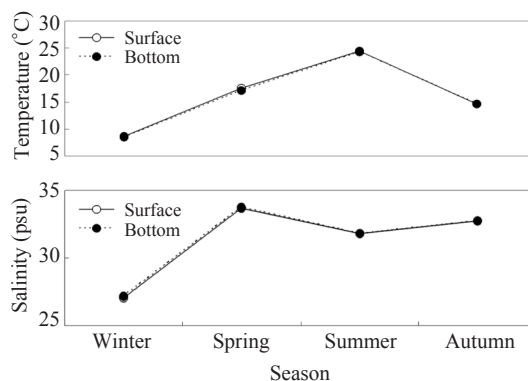


Fig. 2. Seasonal variation of temperature and salinity in surface and bottom waters in Sacheon marine ranching.

종 조성

연구기간 동안 출현한 어류는 55종으로

(Table 1), 출현빈도를 보면 쌍동가리 (*Parapercis sexfasciata*)와 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 문치가

Table 1. Seasonal variation in species composition of fishes collected in Sacheon marine ranching from February to November 2009. N and W represent the number of individuals and biomass in grams, respectively

	Winter		Spring		Summer		Autumn		Total	
	Indi	Bio	Indi	Bio	Indi	Bio	Indi	Bio	Indi	Bio
Pices										
<i>Acentrogobius pellidebilis</i>					227	266	762	1,105	989	1,371
<i>Acropoma japonicum</i>			149	527					149	527
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	300	2,910			209	460			509	3,370
<i>Ammodytes personatus</i>	225	1,687							225	1,687
<i>Apogon lineatus</i>			322	758	909	537			1,231	1,295
Blenniidae sp.			149	182					149	182
<i>Blepsias</i> sp.							1,115	5,520	1,115	5,520
<i>Chelidonichthys spinosus</i>							191	15,894	191	15,894
<i>Clidoderma asperrimum</i>			344	671					344	671
<i>Cociella</i> sp.					2,501	4,179	1,795	169,845	4,296	174,024
<i>Conger myriaster</i>			471	12,202	467	17,264	1,188	54,417	2,126	83,883
<i>Cynoglossus joyneri</i>					2,269	60,999			2,269	60,999
<i>Cynoglossus robustus</i>					3,474	40,146			3,474	40,146
<i>Dipturus kwangtungensis</i>							572	18,619	572	18,619
<i>Erisphex pottii</i>							162	1,150	162	1,150
Gobidae sp.			298	498					298	498
<i>Gymnothorax kidako</i>							191	325,308	191	325,308
<i>Halichoeres poecilopterus</i>			173	9,442					173	9,442
<i>Hemitripterus villosus</i>	272	140,697	173	3,274					445	143,971
<i>Hexagrammos otakii</i>	844	87,787	512	2,933			432	100,265	1,788	190,985
<i>Hippocampus coronatus</i>	600	330							600	330
<i>Hippocampus mohnikei</i>	675	400					191	152	866	552
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	2,025	4,185					1,086	4,445	3,111	8,630
<i>Inimicus japonicus</i>							924	78,387	924	78,387
<i>Johnius grypotus</i>					1,476	38,280	162	826	1,638	39,106
<i>Leiognathus nuchalis</i>			171	1,057	1,641	16,260	2,668	13,226	4,480	30,543
<i>Liparis tanakai</i>			1,313	42,913					1,313	42,913
<i>Muraenesox cinereus</i>					682	181,198	623	43,051	1,305	224,249
<i>Neoditrema ransonnetii</i>	272	7,977							272	7,977
<i>Parapercis sexfasciata</i>	1,547	11,332	688	15,471	541	20,065	12,819	264,133	15,595	311,001
<i>Pennahia argentata</i>					14,397	102,767	191	3,811	14,588	106,578
<i>Pholis fangi</i>			9,433	101,924					9,433	101,924
<i>Pholis nebulosa</i>	1,894	79,691	958	31,618	105	2,905	1,086	21,035	4,043	135,249
<i>Platycephalus indicus</i>							2,214	190,535	2,214	190,535
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	5,672	133,425	520	11,510	645	32,284	1,328	63,696	8,165	240,915
<i>Pleuronichthys cornutus</i>			11,708	198,239	1,107	68,726			12,815	266,965
<i>Pseudaesoptia japonica</i>			3,744	156,238			1,486	30,806	5,230	187,044
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	27,656	101,436	690	1,157			572	3,297	28,918	105,870
<i>Raja pulchra</i>					1,138	40,739	162	46,944	1,300	87,683
<i>Repomucenus beniteguri</i>							162	486	162	486
<i>Repomucenus</i> sp.	272	735	942	6,953					1,214	7,688
<i>Rudarius ercodes</i>							623	2,378	623	2,378
<i>Sebastes inermis</i>	544	31,690	346	14,432					890	46,122
<i>Sebastes longispinis</i>			346	21,744					346	21,744
<i>Sebastes schlegeli</i>	1,361	24,666			227	3,797			1,588	28,463
<i>Sebastes marmoratus</i>			344	9,697					344	9,697
<i>Sillago japonica</i>			1,660	51,902			162	632	1,822	52,534
<i>Sillago sihama</i>					2,748	93,785	381	1,048	3,129	94,833
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>							762	9,834	762	9,834
<i>Thrysa chefuensis</i>					541	3,750			541	3,750
<i>Trichiurus japonicus</i>					105	1,860			105	1,860
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	872	1,341	769	1,594			162	437	1,803	3,372
<i>Upeneus japonicus</i>					455	5,252	191	3,144	646	8,396
<i>Zebrias fasciatus</i>					314	1,766			314	1,766
<i>Zoarcetes gilli</i>	872	77,455	10,419	124,529			353	14,049	11,644	216,033
Total	45,903	707,744	46,642	821,465	36,178	737,285	34,716	1,488,475	163,439	3,754,969

자미 (*Pleuronectes yokohamae*) 3종이 4계절 모두 출현하였으며, 3계절 출현한 어종은 붕장어 (*Conger myriaster*), 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*), 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 가시망둑 (*Pseudoblennius cottoides*), 두줄망둑 (*Tridentiger trigonocephalus*)와 등가시치 (*Zoarces gilli*) 6종이었다.

또한, 채집된 총 개체수와 생체량은 각각 163,439indi./km², 3,754,969g/km² 이었다 (Table 1). 개체수의 경우, 가시망둑이 28,918indi./km²으로 전체의 17.7%를 차지하여 가장 우점하였고, 그 다음으로 쌍둥가리가 15,595indi./km²으로 전체의 9.5%으로 차우점하였으며, 보구치 (*Pennahia argentata*), 도다리 (*Pleuronichthys cornutus*), 등가시치 순이었으며, 상위 5종이 전체 개체수의 51.1%를 차지하였다. 생체량의 경우는 개체수와 달리 개체 당 생체량이 높은 곱치 (*Gymnothorax kidako*)가 325,308g/km²이 채집되어 전체의 8.7%를 차지하여 가장 높았으며, 그 다음은 쌍둥가리, 도다리, 문치가자미, 갯장어 (*Muraenesox cinereus*), 등가시치, 쥐노래미, 양태 (*Platycephalus indicus*) 등 상위 9개 종이 전체 생체량의 57.3%를 차지하였다.

출현종의 계절별 변동

계절별 출현 개체수는 춘계가 46,642indi./km²로 가장 높았으며, 추계가 34,716indi./km²으로 가장 낮았다 (Fig. 3). 생체량은 추계가 1,488,475g/km²로 가장 높았으며, 동계가 707,744g/km²로 가장 낮았다 (Fig. 3). 계절별 출현 종수를 살펴보면, 추계가 31종으로 가장 많았으며, 동계가 17종으로 가장 적었다. 계절별 종다양도 지수는 1.49-2.87의 범위를 보였으며, 고수온기인 하계가 저수온기인 동계에 비해 다양도지수가 높았다 (Fig. 3).

계절별 출현종의 유사성과 주성분 분석

조사해역의 어류 군집에 영향을 미칠 수 있다고 여겨지는 출현 개체수 비율이 1% 이상인 21종을 이용하여 작성한 중간 (r-mode) 집괴분석을 실시한 결과, 사천만 해역의 어류 군집은 4개의 무리로 대별하여 특징지을 수 있었다 (Fig. 4). 4계절 고른 출현양상을 보인 그룹 A에는 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 문치가자미, 미역치 (*Hypodytes rubripinnis*), 쥐노래미, 두줄망둑과 쌍둥가리였으며, 추계에 주로 출현하는 그룹 B에는 붕장어, 주둥치와 양태 (*Platycephalus indicus*)였고, 춘계에 주로 출현하는 그룹 C에는 청보리멸 (*Sillago japonica*), 각시서대 (*Pseudaesopia japonica*), 등가

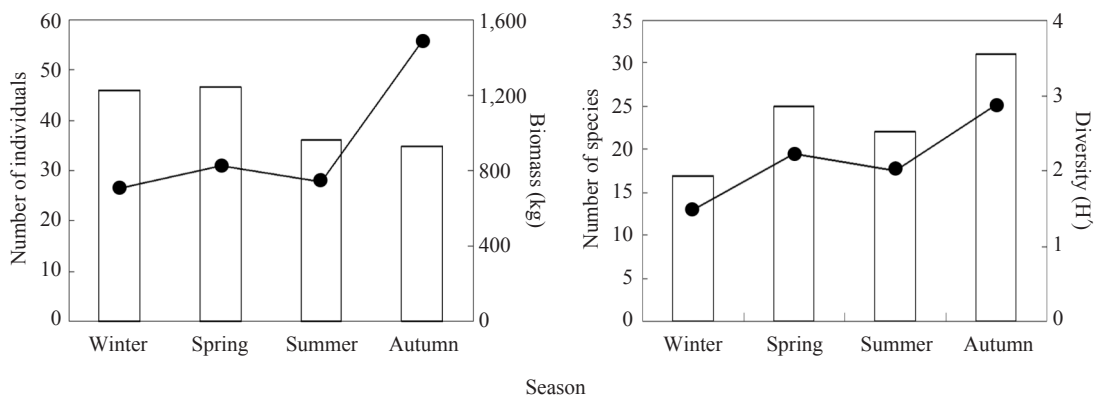


Fig. 3. Monthly fluctuation in number of individuals, biomass, number of species, and diversity (H') of the fish species collected in Sacheon marine ranching.

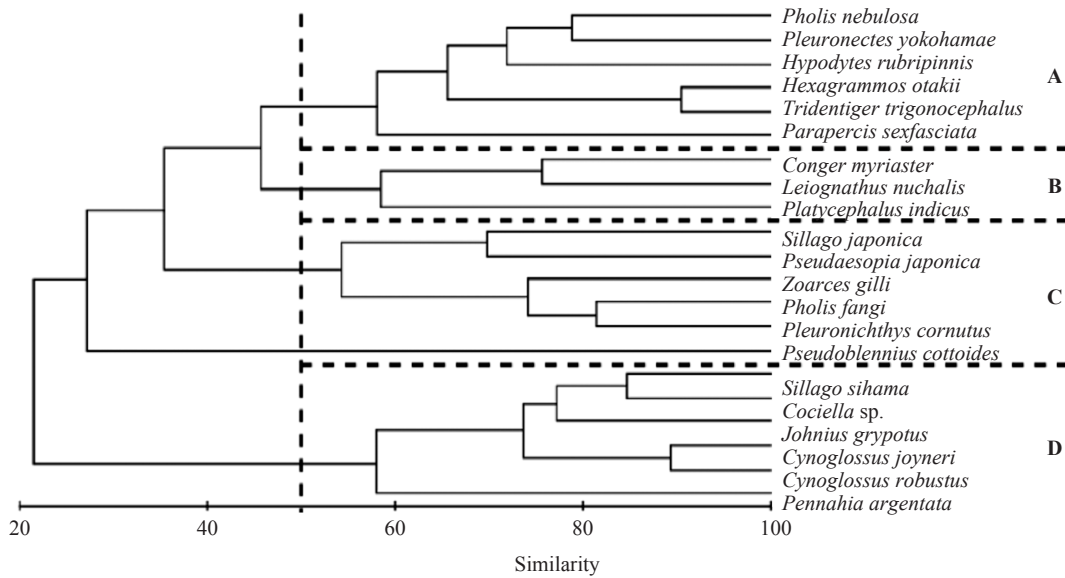


Fig. 4. Dendrogram (UPGMA) illustrating species (r-mode) derived from seasonally individual of the 21 most dominant fish species collected in Sacheon marine ranching.

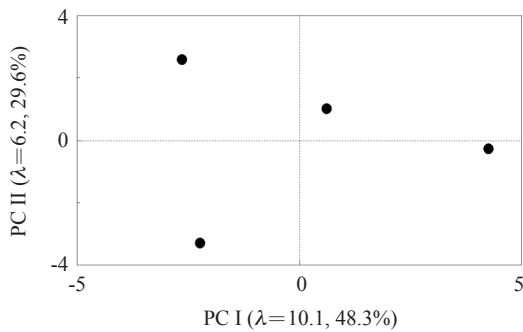


Fig. 5. Scattered diagram showing the sampling month on the I-II principal components determined by principal component analysis of the fish species composition in Sacheon marine ranching.

시치, 흰베도라치 (*Pholis fangi*)와 도다리가 속하였다. 그 외 하계에 주로 출현하는 그룹 D에는 보리멸 (*Sillago sihama*), 양태류 (*Cociella* sp.) 민태 (*Johnius grypotus*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 개서대 (*Cynoglossus robustus*)와 보구치가 속하였다.

주요 우점 21종의 계절별 출현빈도에 기초한 주성분분석 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 성분축 I이 고유값 (λ) 10.13으로 총 분산의 48.3%, 성분

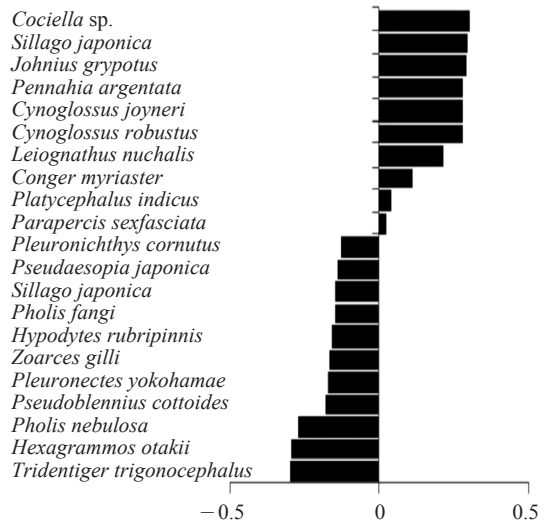


Fig. 6. Loading of variables (Eigen vector) on the first (I) principal component of the scatter diagram of the 21 most dominant fish species in Sacheon marine ranching.

축 II가 고유값 6.22으로 29.6%, 성분축 III이 고유값 4.64, 22.1%의 분산을 나타내었다 (Fig. 5). 사천만 해역에서 계절별 어류의 출현 양상은 3 개 주요 요인에 의해 출현빈도가 결정되는 것으

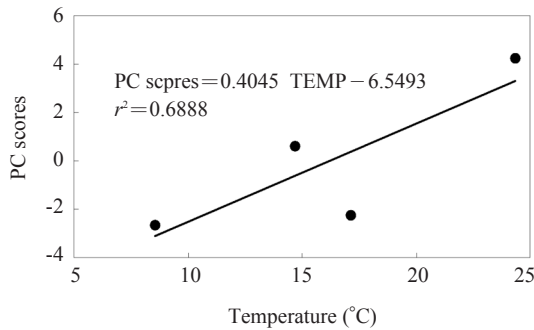


Fig. 7. Scattered diagram of the first (I) principal component scores versus temperature of bottom water.

로 나타났다. 한편, I-II축에 투영한 각 계절별 요인 점수값 (Factor score)들의 분포를 살펴보면, 상대적으로 고수온인 하계에는 좌표상 I축을 기준으로 음 (-)의 위치를 차지하였으며, 낮은 출현종수를 보인 춘계에는 좌표상 II 축을 기준으로 양 (+)의 위치를 차지하였다 (Fig. 6). 또한, 주성분 I축의 계절별 주성분 점수 (Score)값은 계절별 저층수온과 높은 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났으므로 (Fig. 7), 본 연구 해역의 어류 군집의 출현양상은 계절에 따라 서식지를 달리하기 위한 어류의 회유와 수온 등의 해양 환경변화에 의해 영향을 받는 것으로 판단된다..

계절별 수산자원변동

생체량에 의한 각 계절별 수산자원변동을 살펴보면, 흰베도라치, 도다리, 각시서대, 등가시치 4종이 춘계에 주로 어획되었으며, 하계에는 갯장어, 보구치가 주로 어획되었고, 추계에는 양태류, 곱치, 쥐노래미, 쌍동가리가, 동계에는 베도라치, 문치가자미, 가시망둑이 많이 어획되어 높은 생체량을 보였다.

고찰

본 연구에서 사용한 조망어구는 새우류를 주 대상으로 하며, 날개그물이 있는 그물 한 틀로 구성되어 있고, 그물의 전개를 위해 입구에 긴 막대기를 부착한 상태로 조업이 이루어진다. NFRDI

(2002)에 따르면, 조망은 주로 낮에 조업이 이루어지며, 어구의 아래 부분이 해저에 닿도록 한 뒤 배로 어구를 끌어서 대상생물을 잡는 능동적인 어구로 기선저인망에 비해 어획면적과 어획강도가 다소 낮은 것으로 알려져 있다. 하지만, Kim et al. (2003b)는 새우류와 기타 십각갑각류 및 어류에 대한 어구간의 어획효율의 차이가 없는 것으로 보고하였다. 따라서, 본 연구에 사용된 조망어구는 어구 특성 상 사천만 내 바닥으로부터 2-3 m 이내 서식하고 있는 대형저서 및 유영동물을 어획한 것으로 이해할 수 있다.

사천바다목장이 조성된 후인 본 연구에서 출현한 어류는 55종으로 나타났다. 사천바다목장이 조성되기 이전의 연구결과 (Kim and Kang, 1991; Lee, 2001; Kim, 2006; Oh, 2006)에 나타난 어류의 출현종수는 어구에 따라 다소 차이는 있지만 22-40종으로 본 연구에 비해 적었다 (Table 2). 특히, 본 연구의 조사어구인 새우조망과 유사한 어구인 소형기선저인망을 사용한 Kim (2006)의 연구에서는 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*), 갈전갱이 (*Kaiwarinus equula*)가 우점하여, 가시망둑 (*Pseudoblennius cottoides*), 쌍동가리 (*Parapercis sexfasciata*), 보구치 (*Pennahia argentata*), 도다리 (*Pleuronichthys cornutus*), 등가시치 (*Zoarcis gilli*)가 우점한 본 연구와 차이를 보였다. 이러한 종 조성의 차이는 바다목장 조성으로 인해 다양한 서식처와 은신처의 생성에 기인한 것으로 여겨진다.

우리나라 남해안에 조망어구를 사용하여 조사한 어류의 출현종에 대한 연구결과들과 비교하면, 본 연구의 조사해역과 인접한 반 폐쇄성의 신수도 주변과 도암만 (Kim and Kang, 1991; Kim et al., 2003b)에서의 출현종수는 각각 56종과 53종으로 비슷하였으나, 내만이지만 잘피발인 진동만 (Baek et al., 2005)과 안골만 (Lee et al., 2000)에서는 각각 33종과 39종이 출현하여 상대적으로 적은 출현종수를 보인 반면, 외양성인 나

Table 2. Comparison of the sampling period, fishing gear, number of species, and dominant species of fishes collected around Sacheon Marine Ranching, Korea

	Kim and Kang (1991)	Lee (2001)	Kim (2006)	Oh (2006)	Present study
Sampling area	Off Shinsudo	Off Shinsudo	Coastal water of Samchunpo	Coastal water of Samchunpo	Sacheon Bay
Sampling period	Feb. 1984 to Jan. 1985	Feb. 1999 to Jan. 2000	Jan. to Dec. 2001	Mar. 2001 to Feb. 2002	Feb. to Nov. 2009
Fishing gear	Gill net	Trammel net	Small trawl	Fish pot Gill net	Shrimp trawl
Number of species	32	22	40	29	55
Dominant species in number	<i>Agrammus agrammus</i> , <i>Hexagrammos oltakii</i> , <i>Sebastes inermis</i> , <i>Lateolabrax japonicus</i>	<i>Hexagrammos oltakii</i> , <i>Limanda yokohamae</i> , <i>Ditrema temmincki</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i> , <i>Acanthogobius flavimus</i> , <i>Kaiwarinus cquula</i>	<i>Hexagrammos oltakii</i> , <i>Mugil cephalus</i> , <i>Sebastes inermis</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i> , <i>Parapercis sexfasciata</i> , <i>Pennahia argentata</i> , <i>Pleuronichthys cornutus</i> , <i>Zoarces gilli</i>

Table 3. Comparison of the sampling area, environment, fishing gear, number of species, and dominant species of fishes in the southern coasts of Korea

	Baeck et al. (2005)	Lee et al. (2000)	Kim et al. (2003a)	Kim et al. (2003b)	Present study
Sampling area	Jindong Bay Masan	Angol Bay Namhae	Off Naro-do	Doam Bay Namhae	Sacheon Bay
Environment	Eelgrass bed	Eelgrass bed	Open sea	Semiclosed bay	Semiclosed bay
Fishing gear	Beam trawl	Beam trawl	Beam trawl	Beam trawl	Shrimp trawl
Number of species	33	39	62	53	55
Dominant species in number	<i>Hexagrammos oltakii</i> , <i>Pholis fangi</i> , <i>Repomucenus valenciennesi</i> , <i>Pseudoblennius cottoides</i>	<i>Leiognathus nuchalis</i> , <i>Pholis nebulosa</i> , <i>Syngnathus schlegelii</i> , <i>Sebastes inermis</i>	<i>Pseudolabrus sieboldi</i> , <i>Sebastiscus marmoratus</i> , <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	<i>Chaeturichthys hexamema</i> , <i>Leiognathus nuchalis</i> , <i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Pseudoblennius cottoides</i> , <i>Parapercis sexfasciata</i> , <i>Pennahia argentata</i> , <i>Pleuronichthys cornutus</i> , <i>Zoarces gilli</i>

로도 주변해역 (Kim et al., 2003a)에서는 총 62종이 출현하여 다른 해역에 비해 상대적으로 많은 출현종수를 보였다 (Table 3).

환경이 다른 해역이라도 계절별 출현종수는 조사 해역의 특성상 온대해역의 주요 두 산란시기인 춘계와 추계가 동계와 하계에 비해 상대적으로 높은 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 2000;

Kim et al., 2003a, b; Baeck et al., 2005). 바다목장 조성해역인 사천만에서도 추계와 춘계에 각각 31종과 24종으로 하계와 동계에 각각 22종과 17종보다 많이 출현하여 남해안의 다른 해역과의 차이는 없었다.

본 연구의 계절별 우점종은 출현양상에 따라 주거종 (Resident species)과 계절적 우점종

(Seasonal species)으로 뚜렷이 구분되었다. 주거종으로는 베도라치 (*Pholis nebulosa*), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*), 미역치 (*Hypodytes rubripinnis*), 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*), 두줄망둑 (*Tridentiger trionocephalus*)과 쌍둥가리로 연안 사니질에 비교적 넓은 온도범위에 적응하여 서식이 가능한 종들이 속해 있으며, 주로 춘계 수온의 상승과 함께 산란하는 도다리, 베도라치 (*Pholis nebulosa*) 등은 수온상승과 동일 시기인 춘계에 우점한 것으로 나타났으며, 추계에 산란하는 붕장어 (*Conger myriaster*), 양태 (*Platycephalus indicus*) 등은 추계에 우점한 것으로 나타났다. 또한, 전 계절 우점종은 쌍둥가리와 베도라치, 문치가자미로 주로 바닥에 서식하는 종으로 알려져 있다. 이러한 결과는 Kim (2006)이 실시한 본 조사해역의 바다목장 조성 이전의 우점종 결과인 주둥치, 문절망둑, 갈전갱이와 Kim et al. (2003b)이 실시한 도암만 내의 우점종인 도화망둑, 주둥치, 문절망둑과는 뚜렷한 차이를 보였다. 이러한 서식환경에 의한 우점 출현종의 차이는 인공어초에 의해 은신처와 피신처가 마련되어 있지 않은 자연 상태에서는 저질 내에 피신하거나, 유영능력이 뛰어난 어류들이 높은 생존율로 인해 우점할 확률이 높은 반면, 인공적으로 조성된 바다목장 조성해역에서는 다양한 서식공간 형성으로 인해 이들 공간을 은신처와 피신처로 활용하는 어종들의 우점에 의한 것으로 여겨진다. 또한, 어종별 계절에 따른 생체량의 변화 양상에서 나타난 본 조사해역의 계절별 이용가능한 수산자원으로 저서어종이 높은 비율을 차지하였다. 하계의 갯장어, 보구치, 추계의 곱치를 제외한 주요종들은 주위 서식환경을 은신처와 피신처로 이용하는 생태적 특성을 보이는 것으로 알려져 있다 (Kim et al., 2005). 따라서 본 조사해역에서의 수산생물을 어획하기 위한 어구어업으로는 은신과 피신하는 어종을 어획할 수 있는 통발, 낚시, 자망 등을 이용하는 것이 바람직할 것으로 여겨진다.

본 연구해역과 유사한 해양환경을 가진 연안역의 계절에 따른 어류 종조성의 변화는 서식환경의 변화뿐만 아니라 이들의 먹이생물의 변화에 따라서도 일어날 수 있다 (Kim and Choi, 2007). Cha et al. (1999)는 사천만 내 어류자원의 먹이생물로 이용되는 주요 새우류로 자주새우 (*Crangon affinis*), 꼬마새우류 (Hippolytidae spp.) 및 하계에 연안으로 산란 회유하는 꽃새우 등이 주로 서식하는 것으로 보고하였다. 특히, 자주새우는 동계에 산란하여 이른 춘계에 가입하는 생활사를 가지고 있으므로 (Choi et al., 2002), 춘계에 산란을 위해 사천만 내로 회유하는 어류들의 중요한 먹이 생물이 되며, 꼬마새우류와 꽃새우는 늦은 하계에 산란하여 이른 추계에 가입하는 새우류로 추계 산란을 위해 사천만 내로 산란 회유하는 어류들의 중요한 먹이생물 역할을 할 것으로 여겨진다. 따라서 현재의 사천바다목장해역은 바다목장 조성 이전의 원래의 어류자원과 더불어 인공어초를 서식환경으로 이용하는 어류자원뿐만 아니라, 어류의 주요 먹이생물인 새우류의 증가 (MIFFAF, 2009)로 인해 점진적인 서식 어종수의 증가 및 수산 자원량의 증가가 가능할 것으로 여겨진다.

결론

사천바다목장해역에서 출현한 어류군집의 변동특성을 파악하였다. 총 55종의 어류가 출현하였으며, 출현 개체수에서는 가시망둑, 쌍둥가리, 보구치, 도다리, 등가시치 순으로 우점하였고 이들 5종이 전체 출현 개체수의 51.1%를 차지하였다. 생체량에서는 곱치, 쌍둥가리, 도다리, 문치가자미, 갯장어 등가시치, 쥐노래미, 양태, 각시서대 순으로 우점하였으며 이들 9종이 전체 생체량의 57.3%를 차지하였다. 계절별 출현 개체수는 춘계가 가장 많은 반면에 생체량과 종수 및 다양도는 추계에 높았다. 사천만 해역의 전체 출현 개체수 중에서 상위 21종에 대한 종간 집괴분석을 한 결과, 4계절 고른 출현양상을 보

인 그룹 A, 추계에 주로 출현하는 그룹 B, 춘계에 주로 출현하는 그룹 C, 그리고 하계에 주로 출현하는 그룹 D의 4개의 무리로 대별되었다. 주성분분석 결과, 사천바다목장해역의 어류군집의 출현양상은 계절에 따라 서식지를 달리하기 위한 어류의 회유와 저층수온으로 대표되는 해양환경변화에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과와 바다목장 조성이전의 본 해역에서의 연구와 비교해 보면, 출현종수는 늘어나고 우점종도 변화하였음을 알 수 있었다. 이는 바다목장 조성에 따른 서식지 확대에 의한 출현종수의 증가와 더불어 최근의 먹이생물의 증가에 따라 수산자원량이 증가하고 있는 것으로 생각된다. 현재 바다목장해역에서 어획을 위해 사용되고 있는 것은 주로 낚시어구이다. 따라서 이와 같이 바다목장해역에서 늘어난 수산자원을 효율적으로 이용하기 위한 어구개발의 필요성도 대두되고 있다.

참고문헌

- Baeck, G.W., S.N. Kwak and S.H. Huh, 2005. Seasonal variations in abundance and species composition of fishes in an eelgrass bed in Myoungjuri of Jindong Bay. *Kor. J. Ichthyol.*, 17, 8-18.
- Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Oh and H.S. Sohn, 1999. Species composition of shrimp trawl in coastal waters of Sacheon. *Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, 56, 45-53.
- Choi, J.H., J.N. Kim, S.T. Kim and H.K. Cha, 2002. Population dynamics of *Crangon hakodatei* from coastal area of Geoje Island, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35, 380-385.
- Choi, S.W., K.D. Cho and D.S. Kim, 1999. Study on the fast prediction of the wind-driven current in the Sachon Bay. *J. Kor. Envir. Sci. Soc.*, 8, 309-318.
- De Ben, W.A., W.D. Clothier, G.R. Ditsworth and D.J. Baumgartner, 1990. Spatio-temporal fluctuations in the distribution and abundance of demersal fish and epibenthic crustaceans in Yaquina Bay, Oregon. *Estuaries*, 13, 469-478.
- 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.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 2005. *Illustrated book of Kor. Fishes*. Kyohak Pub. Co. Ltd., pp. 615.
- Kim, J.B., C.K. Kang, D.S. Chang, Y.H. Kim and K.D. Cho, 2003a. Fish assemblage collected using a beam trawl in a sheltered shallow water of Doam Bay in southern coast of Korea. 『The Sea』 *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 8, 307-316.
- Kim, J.B., D.S. Chang, Y.H. Kim, C.K. Kang and K.D. Cho, 2003b. Seasonal variation in abundance and species composition of fishes collected by a beam trawl around Naro-do, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 378-388.
- Kim, J.B. and J.H. Choi, 2007. Seasonal variation in shrimp communities in the southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.* 40, 53-57.
- Kim, S.J., 2006. *Fishes fauna in coastal waters of Samchunpo, Korea*. MS Thesis, Yosu National University, pp. 32.
- Knox, G.A., 2001. *The Ecology of Seashores*, CRC Press, Washington, D.C., pp. 557.
- Lee, H.W., 2001. *Species composition of fish collected by trammel net off the coastal waters, Shinsudo, Sacheon*. MS Thesis, Pukyong National University, pp. 41.
- Lee, T.W., 1996. Change in species composition of fish in Cheonsu Bay. 1. Demersal fish. *J. Kor. Fish. Soc.*, 29, 71-83.
- Lee, T.W., H.T. Moon, H.B. Hwang, S.H. Huh and D.J. Kim, 2000. Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass beds in Angol Bay of southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33, 439-447.
- Maes, J., A. Taillieu, P.A. Van Damme, K. Cottenie and F. Ollevier, 1998. Seasonal patterns in the fish and crustacean community of a turbid temperate estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuar. Coast. Shelf*

- Sci., 47, 143 – 151.
- MIFFAF (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries), 2009. Statistic database for fisheries production. Retrieval from <http://fs.fips.go.kr/main.jsp> on August 23.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute), 2002. Fishing gear of Korea. Hanguel Press, Busan, pp. 579.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute), 2009. Report of fisheries research monitoring of small scale marine ranch in Sacheon, Gyongnam., pp. 122.
- Oh, Y.S., 2006. Fluctuation in abundance and species composition of fishes collected by a fish pot and a gill net in the Samchunpo, Korea. MS Thesis, Yosu National University, pp. 33.
- 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.
- Shannon, C.E and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois University Press, pp. 117.
- Viscido, S.V., D.E. Stearns and K.W. Able. 1997. Seasonal and spatial patterns of an epibenthic decapod crustacean assemblage in North-west Atlantic continental shelf waters. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 45, 377 – 392.
- Yamada, U., M. Tagawa, S. Kishida and K. Honjo. 1986. *Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea*, Seikai Reg. Fish. Res. Lab., Japan., pp. 501.
-
- 2010년 7월 30일 접수
2010년 11월 4일 1차 수정
2010년 11월 13일 2차 수정
2010년 11월 15일 수리