

남해도 주변 해역에서 새우조망으로 조사한 수산자원의 분포 및 계절 변화

서영일 · 이종희* · 오택윤 · 이재봉¹ · 최영민² · 이동우

국립수산과학원 자원관리과, ¹국립수산과학원 동해수산연구소 독도수산연구센터,
²국립수산과학원 동해수산연구소 자원환경과

Distribution and seasonal variations of fisheries resources captured by the beam trawl in Namhae island, Korea

Young Il SEO, Jong Hee LEE*, Taeg Yun OH, Jae Bong LEE¹,
Young Min CHOI² and Dong Woo LEE

Fisheries Resources Research Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea

¹*Dokdo Fisheries Research Center, ESFRI, Pohang 791-110, Korea*

²*Fisheries Resources and Environment Division, ESFRI, Gangneung 210-861, Korea*

It was turned out by the beam trawl survey in 2009 that flora of three phylum 16 species and fauna of eight taxa 68 families 97 species were inhabited in the Seomjin River estuary and western coastal waters of Namhae island. Winter season showed the most various appearance of species with 63 species and markedly several kinds of algae species, while summer season showed the lowest number of species with 44 species. However, the indices of species diversity and evenness were highest in summer, and vice versa in winter. Major dominant species were *Crangon hakodatei*, *Leiognathus nuchalis*, *Asterias amurensis*, *Thryssa kammalensis*, *Luidia quinaria*, *Amblychaeturichthys hexanema*, *Oratosquilla oratoria*, *Charybdis bimaculata*, *Cynoglossus joyneri*, *Pennahia agentata*. The 10 dominant species occupied at 81.4% of catch in number and 49.0% of catch in weight. There were seasonal fluctuations and differences by station in the Seomjin River estuary and western coastal waters of Namhae island, which brought to the difference of length structures, that is, bigger-sized individuals of major dominant species at station A (near to river estuary) than station C (near to ocean). Species compositions by season and by station were separated to two groups. Winter season showed a separated species composition from other seasons and station A exhibited a different species composition from other stations, which was located at near to the Seomjin River estuary.

Keywords: Seomjin River estuary, Namhae island, Beam trawl, Fisheries resources, Species composition

*Corresponding author: j.h.leigh@nfrdi.re.kr, Tel:82-51-720-2293, Fax: 82-51-720-2337

서 론

일반적으로 강의 하구는 상류지역으로부터 풍부한 영양염이 유입되므로 기초생산력이 매우 높다. 수서생태계에 서식하는 동물 중 어류는 종의 수도 많을 뿐만 아니라 인간의 생활과 밀접한 관련이 있다. 하구지역은 담수와 해수가 혼합되는 기수역을 형성하고 있어서 어류에게는 먹이인 플랑크톤이 풍부하고 다양한 서식처가 제공될 수 있어 풍부한 어류상을 나타내므로, 이에 대한 연구는 담수지역의 어류상을 조사하는 측면에서의 중요성도 있지만 수산자원개발의 면에서 더욱 중요하다 (Yang et al., 2001). 특히 한국 남해 연안은 연근해에 서식하거나 내유하는 여러 어종들의 훌륭한 서식장 및 산란장이 되고 있으며, 좋은 어장으로서의 조건을 갖추고 있기 때문에 이들 어종을 대상으로 하는 각종 어선 어업이 활발하게 행해지고 있는 해역이다 (Jeong et al., 2005).

특히, 섬진강 하구역을 포함하는 남해도 서쪽 연안은 비교적 오염이 적은 담수가 유입되며, 하구둑이 건설되지 않아 해수와 혼합이 이루어지는 자연형 하구 특성을 보이는 수역이다. 섬진강 하구 갈사 갯벌의 조간대에서 조하대, 그리고 포스코 인근지역의 조하대에는 잘피가 분포하고 있다. 연안의 잘피숲에서는 다양하고 복잡한 생태계를 구성하여, 연안 및 하구 생태계에서 중요한 기능과 역할을 담당한다. 잘피는 초식동물의 직접적인 먹이원이 되기도 하며, 미생물에 의해 유기쇄설물로 분해되어 연안생태계 먹이망의 중요한 구성요소가 된다. 또한 경제적 가치가 높은 다양한 어류의 성육장 및 산란장으로 이용되어 그 가치가 높다 (Zieman and Wetzel, 1980; Thresher et al., 1992; Hovel et al., 2002; Kim et al., 2009; Kim et al., 2010).

본 연구 해역에 대한 이전 연구는 섬진강 하구에 서식하는 잘피 분포 현황 및 연안 해수의 수질 평가 (Kim et al., 2010), 남해도 서쪽 연안 정점을 포함하는 남해도 전역의 생물학적 평가법

및 아무르 불가사리를 이용한 수질평가 연구 (Yu et al., 1998; Yu et al., 1999), 섬진강 하구해역의 식물플랑크톤의 제한 영양염 평가 (Kwon et al., 2002), 시공간적 해양환경 변화 조절 요인 연구 (Park et al., 2012) 등 대부분 비생물적 환경에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 그 외의 섬진강 하구역 관리체제 연구 (MLTM, 2010), 동물플랑크톤의 군집구조와 요각류 생산력 연구 (Youn et al., 2010), 남해도 서쪽 연안해역에 서식하는 어류 군집 및 종조성에 대한 연구가 수행되었다 (Huh and Kwak, 1998; Kwak et al., 2008).

연안해역은 연안정착성 어류와 함께 계절별로 해류를 따라 회유해오는 회유성 어종 및 산란기에 천해와 심해를 왕래하는 어종을 포함하여, 다양한 어류상이 분포할 것으로 예상된다. 특히 남해도 연안해역은 자연 하구가 맞닿아 있고, 성육장 및 산란장으로서 큰 가치를 지니는 잘피숲이 함께 존재하는 중요한 연안해역이다. 그러나 이전에 수행된 연구는 수질 및 동물플랑크톤에 대부분 초점을 맞추고 있다. 본 연구는 주요 하구역 및 만의 연안생태계의 현황 파악을 위하여 실시되었으며, 섬진강 하구역 및 남해도 연안의 서식하는 생물에 대한 기초 자료의 수집 및 환경변화에 따른 생물의 변동 원인 분석을 목적으로 하였다. 나아가 수집된 자료는 연안생태계를 위한 생태계 기반 수산자원평가를 위한 지표 개발과 을 위한 기초 자료로 제공될 수 있다.

재료 및 방법

본 연구는 섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서 새우조망을 이용하여 어업조사를 수행하였다. 2009년 2월부터 2009년 11월까지 계절별로 총 4회의 조사가 이루어졌으며, 각 조사일은 2009년의 겨울 (2월), 봄 (5월), 여름 (8월), 가을 (11월)을 대변하는 것으로 간주하였다. 남해도 서쪽 연안해역의 정점은 섬진강 하구를 따라 선정되었으며, 정점 A는 섬진강 하구에 위치한 잘피밭의 가장자리 부분으로 수심이 얇은 해역

이다. 정점 B는 여수반도와 남해도가 만나는 광양만의 하부로 수심이 약 20m 정도인 지점이다. 그리고 정점 C는 수심은 정점 B와 비슷하며 남해 서상 앞바다로 외해로 빠지는 길목에 위치하고 있다 (Fig. 1). 3개 정점에서 각 계절별로 수행되었으며, 정점 A의 경우 겨울 조사에서 그물이 찢어지는 사고로 인하여 조사가 수행되지 못하였다.

조사에서는 1.25톤의 연안어선을 이용하였으며, 연구조업시 사용된 어구는 입구가 고정된 빙트롤이며, 자루그물의 망목은 18mm, 끝자루의 망목은 10mm 그리고 망구의 전개를 위한 빙의 가로 길이는 8m, 높이는 1.1m이었다. 정점별로 어구의 예인조건은 선속 2knots, 시간은 30분씩을 기준으로 하였으며, 어구의 소해면적이 모든 조사와 정점에 대하여 동일하도록 하였다.

새우조망을 이용하여 채집된 어획물은 주어획종과 부수어획종에 관계없이 종 또는 과 단위로 분류하였다 (Chyung, 1977; Kim et al., 1995; Cha et al., 2001; Hong et al., 2006). 어획물의 구성 중에서 많은 부분을 차지하는 어류 및 갑각류는 체장 및 체중을 측정하였으며, 고동류와 불가사리류 등은 개체수와 중량을 측정하였고, 해조류는 분류한 후 중량을 측정하였다. 미분류된 어종들을 제외하고 분류된 어종의 개체수를 사용

하여 종다양성 지수를 계산하였다. 종다양성 지수는 Shannon index를 사용하였으며 (Shannon, 1948), 균등도 (Evenness)는 Pielou (1966)가 제안한 아래의 식을 사용하였다.

$$\text{Shannon index } (H) = -\sum P_i \ln(P_i)$$

$$\text{Evenness} = H/\ln S$$

여기서, $P_i = N_i/S$, N_i 는 i 종의 출현개체수, S 는 총출현개체수 그리고 H 는 종다양성지수이다.

출현하는 생물종의 변동양상을 분석하기 위하여 PRIMER 6 (PRIMER-E Ltd, UK)를 사용하여 군집분석 (Cluster analysis)과 MDS (Non-metric multi-dimensional scaling)을 수행하였다 (Clarke and Gorley, 2006). 분석을 위한 입력자료는 조사 기간 중 출현한 전 종의 계절별 정점별 출현여부에 따라 이진수로 변환하여 사용하였다. MDS 분석 결과와 섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서 측정된 연근해환경측정망의 환경자료와 상호상관관계와 통계학적 신뢰도를 계산하였다. 해양환경자료는 본 조사의 정점과 가까운 곳에 위치한 정점인 광양만 5번과 7번 정점 그리고 여수연안의 3번 정점의 2009년 자료를 이용하였다. 측정된 자료는 표 · 저층의 수온 (Temp.), 염분 (Salinity), 수소이온농도 (pH), 용존산소량 (DO), 화학적산소요구량 (COD), 암모니아질소 ($\text{NH}_4\text{-N}$), 아질산질소 ($\text{NO}_2\text{-N}$), 질산질소 ($\text{NO}_3\text{-N}$), 용존무기질소 (DIN), 총질소 (T-N), 용존무기인 (DIP), 총인 (T-P), 규산규소 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) 그리고 표층 부유입자물질 (SPM)과 클로로필 (Chl a)이며, 마지막으로 투명도 (Trans.)가 사용되었다 (MLTM and NFRDI, 2010).

결 과

종조성 및 주요 우점종

2009년 섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서 어획된 전체 생물종은 해조류를 포함하여 113종이었다. 식물류인 해조류가 3개 문 16종이 출현하였으며, 녹조류 (Chlorophyta) 2종, 갈조류

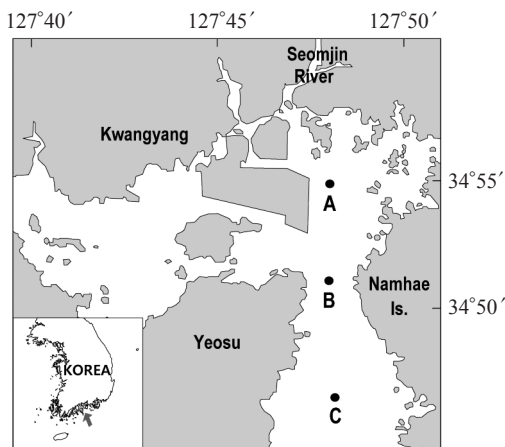


Fig. 1. Study area of the western coastal waters of Namhae Is. located in the southern Korea

(Phaeophyta) 11종, 홍조류 (Rhodophyta) 3종이 분류되었다. 그 외 동물류가 9개 분류군 68과 97종이 출현하였다. 이매패류 (Bivalvia) 2과 2종, 두족류 (Cephalopoda) 5과 6종, 척삭동물류 (Chordata) 1과 2종, 자포동물류 (Cnidaria) 1과 1종, 갑각류 (Crustacea) 13과 25종, 극피동물류 (Echinodermata) 7과 8종, 복족류 (Gastropoda) 5과 5종, 어류 (Pisces) 32과 49종 그리고 다판류 (Polyplacophora) 1과 1종이 분류되었다 (Table 1). 출현종수는 겨울이 63종으로 가장 다양한 종들이 출현하였으며, 여러 종의 해조류가 출현한 것이 특징이었다. 여름에 44종으로 출현종수가 가장 적었다. 하지만 종다양도지수와 균등도는 출현종수와 반대로 여름이 가장 높았으며, 겨울이 가장 낮았다 (Fig. 2).

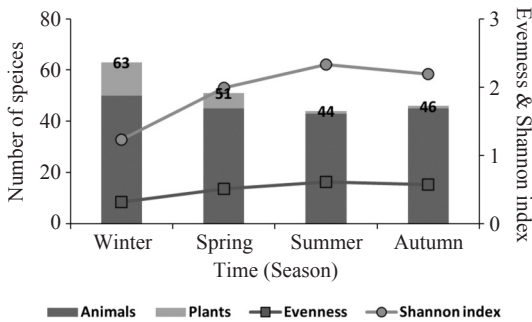


Fig. 2. Seasonal variations of number of species, evenness and Shannon index in 2009 in the western coastal waters of Namhae Is., Korea. Numbers on bars are number of species.

분류군별 어획비율은 개체수로는 갑각류가 67%로 가장 많이 어획되었으며, 다음으로 어류 (21%), 극피동물류 (8%)의 순으로 나타났다. 어획중량을 기준하여 살펴보면, 어류 (42%)가 가장 많이 어획되었으며, 다음으로 극피동물류 (29%), 갑각류 (12%)와 해조류 (12%)의 순으로 많이 어획되었다 (Fig. 3).

연구해역의 주요 출현종은 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*), 주둥치 (*Leiognathus nuchalis*), 아무르불가사리 (*Asterias amurensis*), 청멸 (*Thryssa kammalensis*), 검은띠불가사리 (*Luidia quinaria*), 도화망둑 (*Amblychaeturichthys hexanema*), 갯가재 (*Oratosquilla oratoria*), 두점박이민꽃게 (*Charybdis bimaculata*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 보구치 (*Pennahia agentata*)의 순서로 많이 출현하였다. 남해도 서쪽 연안해역의 우점한 10종의 출현개체수가 전체 출현개체수의 81.4%와 전체 어획량의 49% (해조류 제외한 경우 56.0%)의 비율을 차지하였다 (Table 1).

분류군별 시공간적 변동

계절별 어획비율을 보면, 겨울과 봄에 갑각류의 출현개체수가 월등히 많았으나, 여름과 가을에 갑각류가 급격히 감소하였으며 어류의 출현이 많았다. 출현개체수가 월등히 많았던 겨울과 봄에도 갑각류는 어획량면에서 크게 우점하지

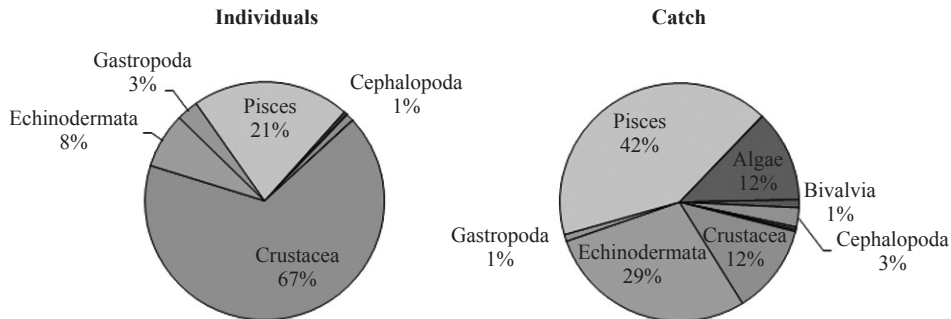


Fig. 3. Proportion of individuals (left) and catch (right) by taxa in the western coastal waters of Namhae Is., Korea.

Table 1. Seasonal individuals (N) and catch (W) of species are collected by the shrimp beam trawl in the western coastal waters of Namhae Is., Korea. The units of N and W are ind. and g, respectively

Phylum	Species	Winter		Spring		Summer		Autumn	
		N	W	N	W	N	W	N	W
Algae									
Chlorophyta	<i>Enteromorpha linza</i>				2,156				
	<i>Ulva pertusa</i>		1,236		724				
Phaeophyta	<i>Grateloupia elliptica</i>		300						
	<i>Hizikia fusiformis</i>		184						
	<i>Laminaria japonicus</i>				3				
	<i>Pelvetia siliquosa</i>		3						
	<i>Sargassum confusum</i>		75						
	<i>Sargassum horneri</i>		1,681						
	<i>Sargassum micracanthum</i>		285						
	<i>Sargassum nipponicum</i>		18				195		3,940
	Sargassum spp.				9				
	<i>Sargassum thunbergii</i>		64						
	<i>Undaria pinnatifida</i>		481						
	Other seaweeds				99				
	Rhodophyta	<i>Chrysiomena wrightii</i>		9					
<i>Gelidium amansii</i>					10				
<i>Porphyra tenera</i>			558		19				
Other seaweeds			63		37				
Family									
Bivalvia									
Cardidae	<i>Fulvia mutica</i>			6	8				
Ostreidae	<i>Ostrea denselamellosa</i>	1	68			1	970		
Other shellfishes	Other shellfishes			5	9	1	6		
Cephalopoda									
Argonautidae	<i>Octopus vulgaris</i>					1	111	2	952
Loliginidae	<i>Loligo japonica</i>	9	16	1	8	26	32	13	48
Octopodidae	<i>Octopus minor</i>	2	3	6	450				
	<i>Octopus ocellatus</i>			2	203				
Sepiidae	<i>Sepia esculenta</i>					19	67	4	607
Sepiolidae	<i>Euprymna morisei</i>	12	14	2	3			2	17
Chordata									
Pyuridae	<i>Halocynthia roretzi</i>	3	181						
	<i>Pyura vittata</i>	2	186						
Cnidaria									
Plumulariidae	Plumulariidae sp.	1	247						
Crustacea									
Alpheidae	<i>Alpheus digitalis</i>			57	78				
	<i>Alpheus japonicus</i>	51	66	3	2	1	1		
	Alpheidae sp.					1	3		
Atelecyclidae	<i>Telmessus acutidens</i>	3	554	1,364	2,054			2	2
Crangonidae	<i>Crangon hakodatei</i>	3,896	4,764					36	21
	<i>Crangon affinis</i>								
Diodenidae	<i>Diogenes edwardsii</i>	4	11	3	13				
Dorippidae	<i>Paradorippe granulata</i>	1	4	4	28				
Goneplacidae	<i>Carcinoplax vestita</i>	18	54			8	261		
	<i>Eucrater crenata</i>	4	5						
Hippolytidae	<i>Heptacarpus rectirostris</i>	41	34						
	<i>Latreutes anoplonyx</i>							5	2
	<i>Lysmata vittata</i>							1	1

Table 1. Seasonal individuals (N) and catch (W) of species are collected by the shrimp beam trawl in the western coastal waters of Namhae Is., Korea. The units of N and W are ind. and g, respectively

Family	Species	Winter		Spring		Summer		Autumn	
		N	W	N	W	N	W	N	W
Majidae	<i>Achaeus japonicus</i>	2	1						
	<i>Pugettia intermedia</i>	4	7						
	<i>Pugettia quadridens</i>			24	14				
Palaemonidae	<i>Exopalaemon carinicauda</i>					3	5		
	<i>Palaemon ortmanni</i>	1	0						
Parthenopidae	<i>Platylambrus valida</i>			31	63	2	6		
Penaecidae	<i>Metapenaeus joyneri</i>	26	169	13	86			1	17
	<i>Parapenaeopsis tenella</i>	234	98			8	27	96	82
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	23	63	101	292	23	178	57	277
Portunidae	<i>Charybdis bimaculata</i>	101	123	258	355	91	526	4	10
Squillidae	<i>Oratosquilla oratoria</i>	17	109	112	706	57	552	7	34
Other crabs	Other crabs			6	11				
Other hermit crabs	Other hermit crabs			6	21	13	75	11	33
Echinodermata									
Asteriidae	<i>Asterias amurensis</i>	14	780	7	554	104	2,048	324	5,182
Asterinidae	<i>Asterina pectinifera</i>	6	187	9	529				
Echinometridae	<i>Anthodidaris crassispina</i>							27	250
Luidiidae	<i>Luidia quinaria</i>	130	3,487	2	11,413	25	872	30	644
Stichopodidae	<i>Stichopus japonicus</i>	8	492	10	740				
Strongylocentrotidae	<i>Strongylocentrotus intermedius</i>			39	356				
Temnopleuridae	<i>Temnopleurus hardwicki</i>	23	183			13	186		
Gastropoda									
Atyidae	Atyidae sp.	12	112						
Buccinidae	<i>Siphonalia spadicea fuscolineata</i>	4	38						
Littorinidae	<i>Nodilittorina radiata</i>	5	8						
Muricidae	<i>Rapana venosa venosa</i>					1	222	1	85
Naticidae	<i>Glossaulax didyma didyma</i>	276	301			4	135		
Other gastropods	Other gastropods	1	2						
Pisces									
Apogonidae	<i>Apogon lineatus</i>			2	4	8	36		
Callionymidae	<i>Repomucenus beniteguri</i>			42	248	16	65		
	Callionymidae sp.	14	31					14	30
Congridae	<i>Conger myriaster</i>	2	90			1	77	3	216
Cottidae	Cottidae sp.	8	26						
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus joyneri</i>	22	420	38	858	3	89	8	145
	<i>Cynoglossus robustus</i>			1	6	3	82	1	95
Engraulidae	<i>Coilia nasus</i>	1	2						
	<i>Engrulis japonicus</i>			2	9	6	47	1	6
	<i>Thryssa hamiltoni</i>	18	99						
Gobiidae	<i>Thryssa kammalensis</i>	4	8	9	32	88	716	464	3,877
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>					1	12		
	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	2	3						
	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	184	745	135	563	3	15	1	2
	<i>Cryptocentrus filifer</i>					1	6		
	<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	1	4			1	4		
	Gobiidae sp.					1	1		
Haemulidae	<i>Hapalogenys mucronatus</i>			5	79			6	71
Hemirhamphidae	<i>Hemirhamphus villosus</i>	2	500						
Hexagrammidae	<i>Hexagrammos otakii</i>			3	175	4	262	6	484
Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>			140	759	388	3,580	232	524

Table 1. Seasonal individuals (N) and catch (W) of species are collected by the shrimp beam trawl in the western coastal waters of Namhae Is., Korea. The units of N and W are ind. and g, respectively

Family	Species	Winter		Spring		Summer		Autumn	
		N	W	N	W	N	W	N	W
Liparidae	<i>Liparis tanakai</i>	3	3,762						
Lophiidae	<i>Lophius litulon</i>			3	199			7	9,038
Macrouridae	<i>Caelorinchus multispinulosus</i>							1	1,964
Monacanthidae	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>								
Mullidae	<i>Upeneus japonicus</i>							1	34
Muraenesocidae	<i>Muraenesox cinereus</i>					1	2		
Pholididae	<i>Pholis nebulosa</i>	2	81	1	68				
Pinguipedidae	<i>Parapercis sexfasciata</i>			4	41	6	29	2	43
Platycephalidae	<i>Platcephalus indicus</i>	6	359	1	15	11	1,498	6	443
Pleuronectidae	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	1	7	2	585				
	<i>Pleuronectes yokohamae</i>			2	41	3	141		
	<i>Pleuronichthys cornutus</i>							2	410
Rajidae	<i>Raja kenojei</i>			11	76				
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>			6	652	1	215	4	1,898
	<i>Pennahia agentata</i>			62	487	1	42	2	27
Scorpaenidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	5	22	1	5			87	1,152
	<i>Inimicus japonicus</i>			5	57	6	125		
Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>			5	172	5	207	3	559
Stromateidae	<i>Pampus echinogaster</i>			5	50			2	4
Synodontidae	<i>Saurida elongta</i>							1	29
	<i>Trachinocephalusmyops</i>					3	69	1	451
Tetraodontidae	<i>Takifugu pardalis</i>							1	34
	Tetraodontidae sp.								
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>								
Triglidae	<i>Chelidonichthys spinosus</i>					2	61	1	17
Uranoscopidae	<i>Gnathagnuselongatus</i>					2	13	1	126
Zoarcidae	<i>Zoarces gillii</i>							1	10
Polyplacophora				10	41			1	105
Chitonidae	<i>Acantopleura japonica</i>	4	68						
Total		5,236	23,546	2,579	26,269	969	13,868	1,484	33,999

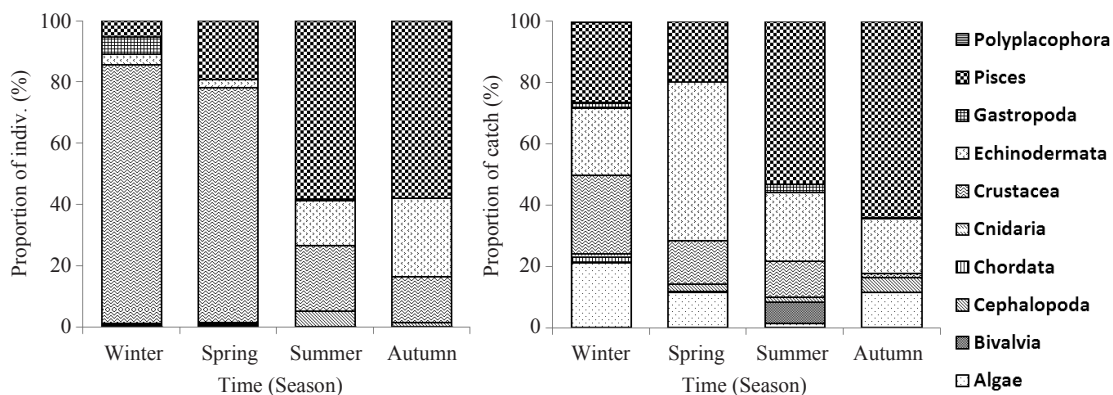


Fig. 4. Seasonal proportion of individuals (left) and catch (right) by taxa in the western coastal waters of Namhae Is., Korea.

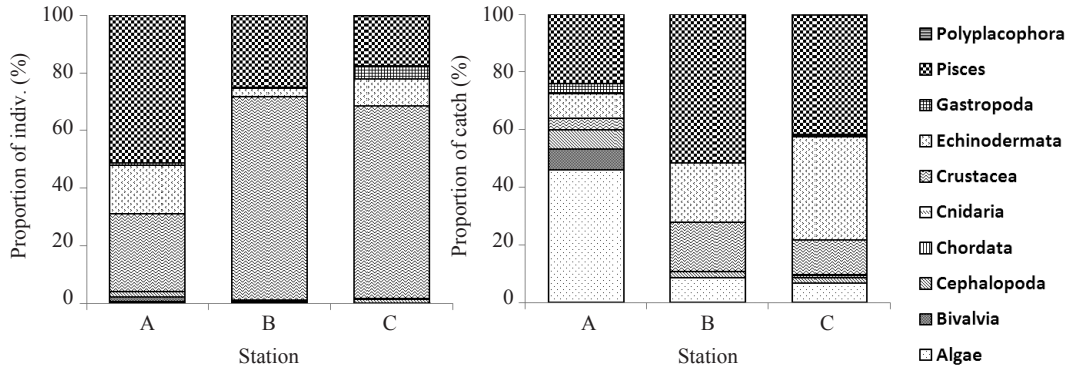


Fig. 5. Spatial proportion of individuals (left) and catch (right) by taxa in the western coastal waters of Namhae Is., Korea.

못하였다. 봄에는 극피동물류의 어획량이 가장 많은 것으로 나타났으며, 여름과 가을에는 어류의 출현개체수의 증가와 함께 어획중량도 크게 늘어난 것을 볼 수 있다. 여름을 제외한 세 계절에 10%이상의 비율로 해조류가 채집되었다. 그리고 여름에 상대적으로 많은 양의 이매패류가 어획되었다 (Fig. 4).

정점별 어획비율을 보면, 섬진강 하구에 가까운 곳에 위치한 정점 A에서는 근해와 연결된 곳에 위치한 정점 B와 C에 비해 어류 출현개체수의 비율이 높았으나, 갑각류의 출현개체수 비율은 오히려 정점 B와 C에서 높게 나타났다. 어획비율을 비교해 보면 정점 A는 이매패류와 복족류 등을 비롯한 여러 분류군의 생물이 출현하는 것으로 나타났으나, 정점 B와 C는 타 분류군에 비하여 어류의 비율이 높았으며 극피동물류와 갑각류가 주류를 이루었다. 정점 A는 타 정점에 비하여 해조류가 월등히 높은 비율로 채집되었다 (Fig. 5).

주요 우점종의 체장조성

섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서는 계절과 정점에 따른 우점종의 변동 및 분포의 차이를 파악하기 위하여 주요 우점종의 정점별 체장조성을 살펴보았다. 주요 우점종은 주둥치 (*L. nuchalis*), 청멸 (*T. kammalensis*), 도화망둑 (*A.*

hexanema), 참서대 (*C. joyneri*), 보구치 (*P. argentata*)이었다. 체장조성에서 도화망둑을 제외한 주요 우점종들은 섬진강 하구 쪽보다 남해도를 따라 더 남쪽에 위치한 정점에서 큰 개체가 많이 서식하는 것으로 나타났다.

이러한 경향이 가장 뚜렷한 종은 주둥치로서, 가장 북쪽에 위치하여 섬진강 하구과 광양만 내부의 정점인 A에서 6.2cm의 평균체장과 3.7~8.8cm의 체장범위를 나타내었으며, 가장 외부 정점인 C에서 7.1cm의 평균체장과 5.0~9.4cm의 체장범위를 나타내었다. 청멸은 정점 A에서 단 3개체만이 채집되어 정점별 체장변동 경향을 정확히 파악할 수 없었다. 그러나 정점 B는 9.3cm의 평균체장과 7.0~12.2cm의 체장범위를 나타내었으며, 정점 B보다 외부에 위치한 정점 C에서 10.0cm의 평균체장과 6.0~13.0cm의 체장범위를 나타내었다.

도화망둑, 참서대, 보구치는 정점 B와 C에서만 출현하였으며, 도화망둑은 외부에 위치한 정점 C에 서식하는 개체가 더 작았다. 참서대는 평균체장은 정점 C가 B보다 0.9cm가량 컸으나, 체장범위나 조성의 차이는 크지 않았다. 끝으로 보구치는 정점 B에서 7.9cm의 평균체장과 6.0~10.4cm의 체장범위를 나타내었으며, 정점 C에서 12.2cm의 평균체장과 7.3~21.5cm의 체장범위를 나타내었다 (Fig. 6).

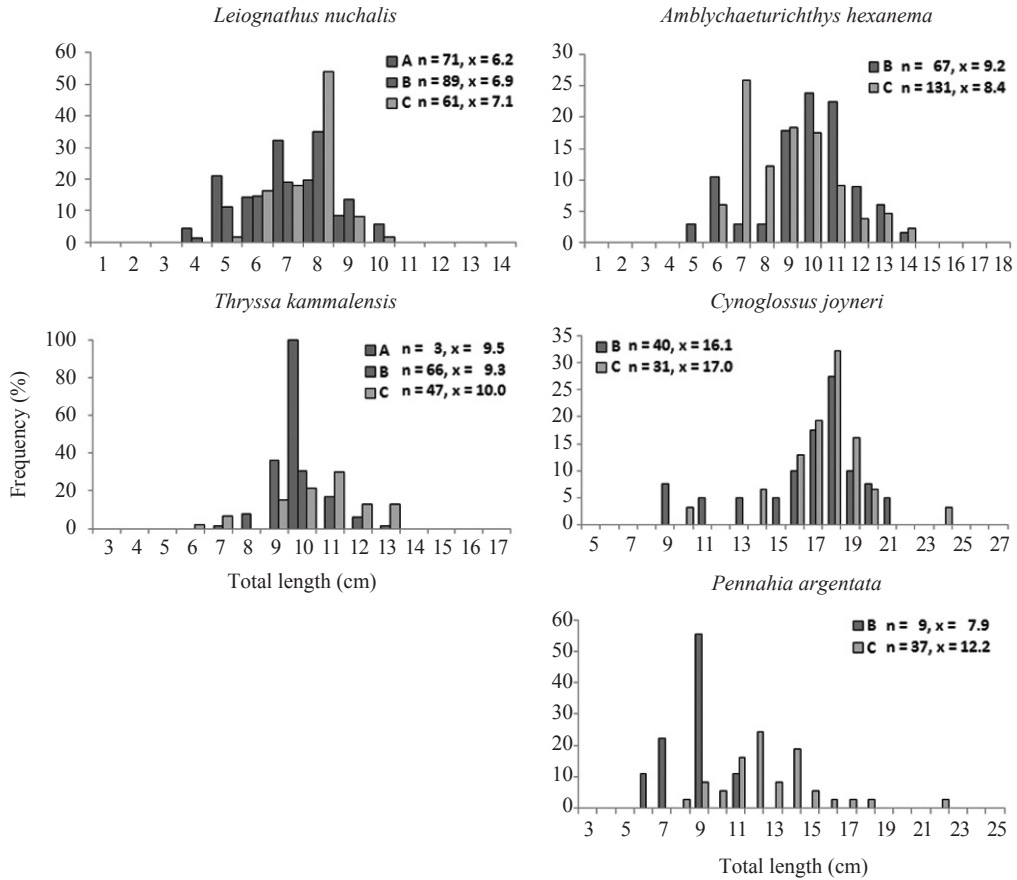


Fig. 6. Length structures of five major dominant species with stations in the western coastal waters of Namhae Is., Korea.

군집구조

군집분석에서는 계절과 정점을 구분하여 종 조성의 변화를 파악하였으며, 군집분석의 결과는 MDS 분석 결과와 함께 나타내었다. 정점별로 섬진강 하구 아래에 위치한 정점 A와 그 외 정점으로, 계절별로 겨울과 그 외의 계절의 종 조성이 큰 차이를 보이며 다른 그룹으로 구분되었다. 종 조성의 변화를 보인 그룹을 좀 더 상세히 살펴보면, 겨울을 제외한 세 계절에 조사가 이루어졌던 정점 A는 각 계절 모두 독립된 그룹을 이루었으며, 그 외의 정점인 B와 C는 겨울과 그 외의 계절로 구분되었다. 섬진강 하구 가까이에 위치한 정점 A와 타 정점과의 종 조성의 변화는 뚜렷하였으며, 계절의 변화에 따른 종 조성의 변화

도 큰 것으로 분석되었다. 정점 A에 비하여 상대적으로 외해에 위치한 정점 B와 C는 종 조성의 큰 차가 없었으며, 계절적 종 조성의 변화도 크지 않은 것으로 분석되었다 (Fig. 7).

섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안에서 계절별 정점별 종 조성에 대한 해양환경의 영향을 파악하기 위하여, 둘 사이의 상호상관계수를 계산하였다. 계절별 정점별 종 조성의 변화는 봄철-정점 A가 분리된 첫 번째 성분보다 두 번째 성분과 해양환경과의 유의성이 높았다. 첫 번째 성분은 저층 화학적산소요구량과 부유입자물질이 관련이 있었고, 두 번째 성분은 총 16개 해양환경인자 중 표 · 저층을 포함하여 10개의 환경인자와 유의한 것으로 나타났으며, 그 중 용존무기질소,

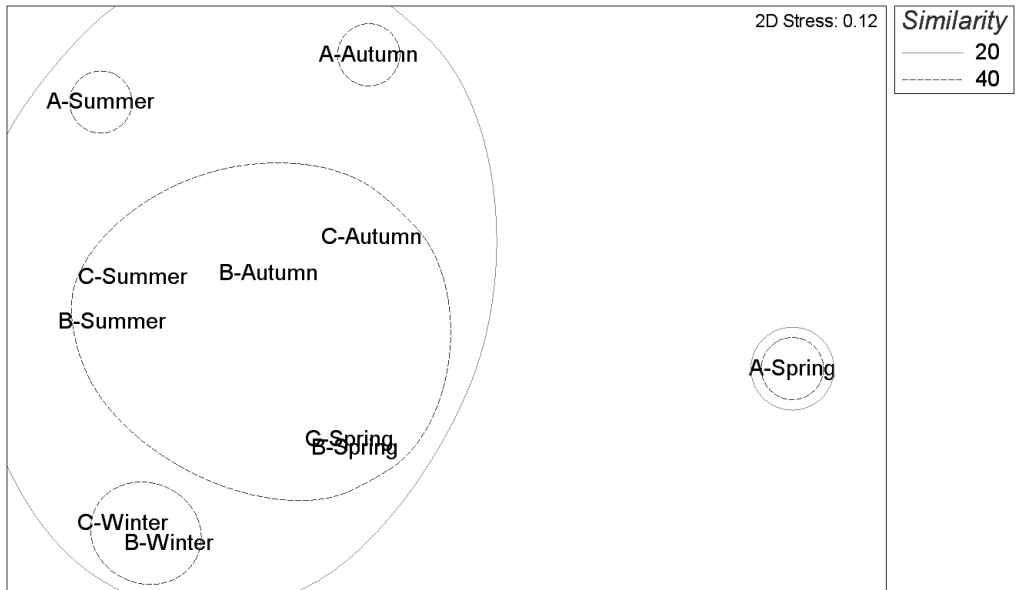


Fig. 7. Non-metric multi dimensional scaling of variations of spatial and temporal species in the western coastal waters of Namhae Is., Korea. Similarity shows 20 and 40 of the Bray-Cutis similarities.

Table 2. Cross-correlation coefficients between components of MDS and marine environmental factors. * is significant level

Environmental factors	MDS1		MDS2	
	Surface	Bottom	Surface	Bottom
COD	0.231	-0.655*	0.052	-0.137
DIN	-0.350	-0.072	0.806**	0.955***
DIP	0.350	0.118	0.566	0.606*
DO	0.119	0.201	-0.623*	-0.655*
NH ₄ -N	-0.457	-0.384	0.479	0.428
NO ₂ -N	0.025	0.039	0.734**	0.764**
NO ₃ -N	-0.333	0.048	0.782**	0.839***
pH	-0.335	-0.315	-0.703*	-0.725*
Salinity	0.507	0.569	-0.548	-0.603*
SiO ₂ -Si	-0.293	-0.177	0.804**	0.917***
Temp.	-0.092	-0.133	0.548	0.573
T-N	-0.285	-0.269	0.010	-0.413
T-P	0.002	-0.123	0.694*	0.854***
Trans.	-0.424		-0.676*	
Chl a	-0.323		0.319	
SPM	0.775**		-0.498	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

질산질소, 규산규소, 총인과 같은 양양염과 관련된 인자들이 특히 높은 유의성을 가지는 것으로 나타났다 (Table 2).

고 찰

섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서 어획된 전체 생물종은 113종이었다. 이중 해조류가 16종이 출현하였으며, 겨울철에 특히 다양한 종류의 많은 해조류가 출현하였다. 겨울철에 해조류가 가장 많이 출현하고 여름까지 점차 적어지는 것으로 나타나, 이전 연구의 결과와 동일하였다 (Song, 1986; Choi and Huh, 2008). 계절에 따른 변화 경향이 동일하지만, 이전 연구에서 78종이 출현한 것과 비교했을 때 큰 차이를 나타내었다 (Choi and Huh, 2008). 이러한 결과는 연구 정점의 수와 연구 목적에 따른 방법의 차이에 따른 결과로 판단된다. 본 연구에서는 다양한 해양 생물 종을 채집하고자 하였으나, 주된 목표종이 되는 어류를 주로 어획할 수 있는 어법을 선택하였고, 이에 따라 해조류에 대한 한정적인 결과만을 얻은 것으로 생각된다.

본 연구에서는 해조류를 제외한 해양동물류는 97종이 어획되었으며, 그 중 어류가 48종으로 가장 많았다. 주요 우점종은 마루자주새우, 주둥치, 청멸 등이었다. 남해도 서쪽 연안에서 오토트롤을 이용하여 64종의 어류가 어획되었으며, 줄망둑, 도화망둑, 수염문절 등 소형어들이 주로 우점하였다 (Huh and Kwak, 1998). 정치성 어구인 이각망을 이용한 어류의 종조성 연구에서는 89종의 어류가 채집되었으며, 특히 전어, 송어, 농어 등 상업성 부어류가 많이 어획되었다 (Kwak et al., 2008). 본 연구와 유사한 시기에 수행된 섬진강 하구해역의 자망으로 조사한 어류의 계절변동은 총 34종의 어류만이 채집되었으며, 주둥치가 극우점하였으며, 황어, 점농어, 송어 등이 우점종이었다 (MLTM, 2010). 남해도 동쪽 연안해역에서 수행한 정치망 조사에서 어류가 33종, 두족류가 5종, 갑각류가 1종이 어획되었다. 어류가 대부분을 차지하였으며 갈치, 까나리, 멸치, 그리고 삼치가 우점종이었다 (Cha, 2009). 한 종류의 어구만을 이용하여 어류를 조사한 결과가 그 해역 전체를 대표하기 어렵다.

그러므로 다양한 어구를 사용하여 연구 해역의 생물 군집의 특성을 잘 반영할 필요가 있다 (Huh and An, 2000). 어구와 시기에 따라 우점종의 변화가 있는 것으로 판단된다.

주요 우점종에 대한 정점별 체장조성을 비교하였다. 우점종은 섬진강 하구 쪽보다 남해도를 따라 더 남쪽에 위치한 정점에서 큰 개체가 많이 서식하는 것으로 나타났다. 그러나 분포와 체장 조성의 정점별 차이를 통계학적 유의성은 파악하기 어려웠다. 본 연구와 유사한 어구로 수행한 이전연구의 체장조성을 비교해보면, 도화망둑 5.8~9.2cm, 청멸 7.7~9.1cm, 참서대 9.5~18.8cm, 보구치 4.1~16.0cm의 범위에서 주로 어획되었으며, 그 외의 어종은 표준체장 10.0cm이하의 소형개체가 주로 어획되어 본 연구 결과와 유사하였다 (Huh and Kwak, 1998).

본 연구에서는 계절과 정점에 따른 우점종의 변동 및 분포의 차이를 나타내었으며, 이러한 경향은 MDS 분석 및 군집구조에서도 명확히 나타났다. 어류의 계절변동 경향은 Huh and Kwak (1998)과 Kwak et al. (2008)의 연구와 동일하게 겨울이 낮고 가을이 높은 경향을 나타내었으며, MLTM (2010)의 연구에서처럼 여름이 높고 봄이 낮거나, Cha (2008)의 여름이 낮고 봄이 높은 경향과 일치하지 않았다. 이전 연구에서도 계절변동이 공통적으로 나타나지만, 경향은 연구마다 달랐다. 이는 각 연구가 다양한 어구를 사용하여 채집된 우점종과 변동 경향의 큰 차이를 보이는 것으로 사료되며, 변동 경향의 차에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

계절별 정점별 종조성과 해양환경인자와의 관계는 종조성 변화에 영향을 미치는 두 번째 성분과 높은 통계학적 유의성을 가진다. 정점 A와 타 정점과의 종조성의 차이는 환경인자와의 상관관계에서도 뚜렷이 나타났다. 봄철-정점 A와 그 외 정점을 나누는 성분은 저층 화학적산소요구량과 부유입자물질과 관련성을 나타내었다. 나머지 정점의 계절변동을 대표하는 두 번째 성

분은 표·저층을 통합하여 총 16개 해양환경인자 중 6개만이 유의하지 않았으며, 나머지 성분 중 영양염과 관련된 인자들이 특히 높은 유의성 $p>0.001$ 을 가지는 환경요소들은 여름철에 급격한 변화를 나타내는 환경요인들이었다. 특히 높은 상관관계를 가지는 6가지 환경인자는 용존산소량, 아질산질소, 질산질소, 용존무기질소, 총인과 규산규소였으며, 표·저층 모두 높은 상관계수를 나타냈다. 그 중 음의 상관계수를 가지는 용존산소량만이 영양염과 반대로 거동하는 것으로 나타났다 (Fig. 8). 섬진강 하구역의 계절변동은 여름철의 영양염이 공급되는 섬진강의 환경과 관련이 있는 것으로 유추할 수 있다. 하지만, 앞서 언급한 것과 같이 이전 연구를 살펴보았을 때 계절변동의 연별 차가 큰 것으로 판단되므로, 본 연구에서는 섬진강 하구와 가까운 정점과 그 이남의 정점과의 차이가 나타나므로 이에 대한 환경과의 관련성에 대한 연구가 더욱 요구된다.

결 론

섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안해역에서 해조류 3개 문 16종과 동물류 8개 분류군 68과 97종이 출현하였다. 출현종수는 겨울이 63종으로 가장 다양한 종들이 출현하였으며, 여러 종의 해조류가 출현한 것이 특징이었다. 여름에 44종으로 출현종수가 가장 적었다. 하지만 종다양도지수와 균등도는 출현종수와 반대로 여름이 가장 높았으며, 겨울이 가장 낮았다. 주요 출현종은 마루자주새우, 주둥치, 아무르불가사리, 청멸, 검은띠불가사리, 도화망둑, 갯가재, 두점박이민꽃게, 참서대, 보구치이었다. 우점한 10종의 출현개체수가 전체 출현개체수의 81.4%와 전체 어획량의 49%의 비율을 차지하였다.

섬진강 하구 및 남해도 서쪽 연안에서는 계절과 정점에 따른 변동 및 분포의 차이가 나타났다. 주요 우점종은 정점별 체장조성의 차이를 나타내어, 섬진강 하구 쪽보다 남해도를 따라 더 남쪽에 위치한 정점에서 큰 개체가 많이 서식하는 것

으로 나타났다. 계절별 정점별 종조성은 크게 2개의 기준으로 그룹이 구분되었다. 섬진강 하구 아래에 위치한 정점 A와 그 외의 정점 그리고 겨울과 그 외의 계절에 종조성의 큰 차이가 있었다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (RP-2013-FR-087)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Cha BY. 2009. Composition and catch variation of fisheries resources by set net in the Mizo fishing ground off Namhae island. *Korean J Ichthyol* 21, 191 – 199.
- Cha HK, Lee JU, Park CS Baik, CI, Hong SY, Park JH, Lee DW, YM Choi, Hwang KS, Kim ZG, Choi KH, Shon HS, Kim DH and Choi JH. 2001. Shrimps of the Korean Waters. National Fisheries Research and Development Institute, Korea, 1 – 188.
- Choi CG and Huh SH. 2008. Composition of Marine Algal Community at the Intertidal Zone in Gwangyang Bay, South Sea, Korea. *J Kor Fish Soc* 41, 201 – 207.
- Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Iljisa Publishing Co., Seoul, Korea. 1 – 727.
- Clarke KR and Gorley RN. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER – E Ltd, UK, 1 – 190.
- Hong SY, Park KY, Park CW, Han CH, Suh HL, Yun SG, Song CB, Jo SG, Lim HS, Kang YS, Kim DJ, Ma CW, Son MH, Cha HK, Kim KB, Choi SD, Park KY, Oh CW, Kim DN and Choi IY. 2006. Marine invertebrates in Korean Coasts. Academy Publishing Co, Seoul, Korea, 1 – 479.
- Hovel KA, Fonseca Ms, Mayer DL, Kenworthy WJ and Whitefield PG. 2002. Effects of seagrass landscape structure, structural complexity and hydrodynamic regime on macrofaunal densities in North Carolina seagrass beds. *Mar Ecol Prog Ser* 243, 11 – 24.
- Huh SH and An YR. 2000. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal

- water off Gadeok-do, Korea. 1. Fishes collected by a small otter trawl. J Kor Fish Soc 33, 288–301.
- Huh SH and Kwak SN. 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.
- Jeong SB, Hwang DJ, Kim YJ, Shin HH and Son YU. 2005. Species composition of the catches collected by a bottom trawl in the southern waters of Korea in Summer, 2004. Bull Kor Soc Fish Tech 41, 35–45.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 1995. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo Hak Publishing Co, Seoul, Korea, 1–615.
- Kim JB, Ryu JH and Kim JK. 2009. Comparative analysis of fish community structure between eelgrass (*Zostera marina* L.) beds and an adjacent unvegetated area in southern Korea. J Kor Sci Tech 12, 60–69.
- Kim JB, Park JI, Choi WJ, Lee JS and Lee KS. 2010. Spatial distribution and ecological characteristics of *Zostera marina* and *Zostera japonica* in the Seomjin Estuary. Kor J Fish Aquat Sci 43, 351–361.
- Kwak SN, Huh SH and Kim HW. 2008. Seasonal variation in species composition and abundance of fish assemblage in the coastal water off Namhae Island. Kor J Ichthyol 20, 303–312.
- Kwon KY, Kim CH, Kang CK, Moon CH, Park MO and Yang R. 2002. Limiting Nutrients for phytoplankton growth in the Seomjin River Estuary as determined by algal bioassay experiment. J Kor Fish Soc 35, 455–462.
- MLTM (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). 2010. Establishment of action plans for management of estuary system (Ⅲ), the Seomjin River Estuary (Vol. 1 Study on natural science). Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 1–419.
- MLTM and NFRDI. 2010. Annual Monitoring Report of Korean Marine Environment 2009, vol. 14. NFRDI, 1–422.
- Park MO, Kim SS, Kim SG, Kwon J, Lee SM and Lee YW. 2012. Factors controlling temporal-spatial variations of marine environment in the Seomjin River Estuary through 25-hour continuous monitoring. J Kor Soc Nar Envir Eng 15, 314–322.
- Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Bio 13, 131–144.
- Shannon CE. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27, 379–423.
- Song CB. 1986. An ecological study of the intertidal macroalgae in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. Kor J Phycol 1, 203–223.
- Thresher RE, Nichols PD, Gunn JS, Bruce BD and Furlani DM. 1992. Seagrass detritus as the basis of a coastal planktonic food chain. Limnol Oceanogr 37, 1754–1758.
- Yang HJ, Kim KH and Kim JD. 2001. The fish fauna and migration of the fishes in the fish way of the Nakdong River Mouth Dam. Korean J. Limnol 34, 251–258.
- Youn SH, Oh GS and Chung MH. 2010. Zooplankton community structure and copepod production in the Seomjin River Estuary. J Kor Soc Nar Envir Eng 16, 369–379.
- Yu CM, Wui IS and Lee JB. 1998. Evaluation of off-shore water quality in southern sea of bioassay. Kor J Envir Biol 16, 117–122.
- Yu CM, Park JI, Cho KA, Joo HS, Park JC and Ra MS. 1999. Biological evaluation of off-shore water quality in southern coastal waters with *Asterias Aurensis* Gamates. J Kor Envir Sci Soc 8, 1–6.
- Zieman JC and Wetzel RG. 1980. Productivity in seagrass: methods and rates. In: Phillips RC and McRoy CP (eds.), Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective. Garland STPM Press, New York, USA, 87–116.

2013년 5월 24일 접수

2013년 8월 28일 1차 수정

2013년 10월 16일 2차 수정

2013년 10월 21일 수리