

한국 동해 영일만에서 자망으로 채집된 어류 종조성

홍병규·김진구^{1*}·박경동¹·전경암·전영열²·황강석³·김영섭³·박기영⁴

국립수산과학원 동해수산연구소 심해연구센터, ¹부경대학교 자원생물학과,

²국립수산과학원 동해수산연구소, ³국립수산과학원 연구기획부, ⁴강릉대학교

Species Composition of Fish Collected in Gill Nets from Youngil Bay, East Sea of Korea

Byung Kyu HONG, Jin Koo KIM^{1*}, Kyeong Dong PARK¹, Kyeong Am JEON, Young Yull CHUN², Kang Seok HWANG³, Young Seop KIM¹³ and Kie Young PARK⁴

Deep Sea Research Center, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Pohang 210-861, Korea

¹Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Fisheries Resources Division, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangnung 210-861, Korea

³Research & Development Planning Department, NFRDI, Busan, 619-902, Korea

⁴Kangnung National University, Gangnung 210-702, Korea

The fish species composition and variation in the Youngil Bay, East Sea of Korea, were investigated every month from January, 2001, to December, 2002, using gill nets for sample collection. A total of 63 fish species belonging to 31 families under 10 orders, and a total of 40 species belonging to 26 families under 8 orders, were identified in 2001 and 2002, respectively. Of these, the families Pleuronectidae (9 species), Scorpaenidae (8 species) and Cottidae (5 species) were dominant in 2001, whereas Pleuronectidae (4 species), Cottidae (3 species) and Hexagrammidae (3 species) were dominant in 2002. The number of species recovered was the highest in August, 2001 (34 species) and January and September, 2002 (14 species each), and lowest in May, 2001 (6 species) and December, 2002 (5 species). The principal component analysis for each year showed that fish species composition differed over time even within the same sample area. In addition, the relationship between PC scores and temperature showed a positive relationship in 2001, but a negative relationship in 2002.

Key words: Fish species composition, Variation, Gill net, Youngil Bay, East Sea

서론

한국 동해연안의 영일만은 1970년대 후반부터 대규모 해안 매립으로 남동쪽의 내만에 포항종합제철이 들어섰으며, 이에 따른 물동량 증가로 항만이 새로 축조되거나 증축되었고, 최근에는 동해안의 물류기지로 만의 북쪽 입구에 비교적 대규모의 포항 신항만이 건설되고 있다. 이와 같이 영일만은 해안의 지형이 인위적으로 많은 변화를 겪고 있으며, 최근 빠른 도시화 및 공업화 등과 맞물려 해양환경 및 생태계의 변화를 초래할 가능성이 제기되고 있어, 수산생물의 양적 변화 가능성 및 최근 적조현상으로 수산피해 발생이 예상되므로 전반적인 해양연구를 비롯한 출현어종의 종조성 변동에 대한 연구가 필요하다.

우리나라 동해안은 남해안 및 서해안과 달리 해안선이 단조롭고 해안의 경사가 급하며 조석간만의 차가 1 m 미만으로 적을 뿐 아니라 북한한류와 동한한류가 교차하여 수괴변화가 복잡한 편이다. 이런 특유의 해황 때문에 동해안에는 난류종과 한류종 등 다양한 어종들이 분포한다 (Gong and Son, 1982).

동해에서는 32목 132과 439종의 어류 목록이 보고된 바 있으며 (Kim and Nam, 2003), 지역별로는 울산에서 정치망으로 89종 (Han et al., 2002), 영일만에서 정치망으로 82종 (Han et al., 1997), 영일만에서 저층트롤로 59종 (Lee, 1999), 흥해에서 삼중자망으로 28종 (Hwang et al., 1997), 독도에서 다이빙 관찰로 63종 (Myoung, 2002), 울릉도에서 다이빙 관찰로 45종 (Myoung et al., 2005) 등이 보고된 바 있다.

동일시기에 동일지역을 대상으로 하더라도 서로 다른 채집 기기를 사용할 경우, 채집되는 어류의 종조성에 상당한 차이가 있는 것으로 보고된 바 있다 (Huh and Kwak, 1998a, b; Huh and An, 2000; An and Huh, 2002; Ryu et al., 2005). 즉, 저층트롤은 이동성이 적은 저서성 어류를 연구하기에 적절하나 (Lee, 1991), 정치망 또는 자망은 부유성 또는 반저서성 어류를 연구하기에 적절한 것으로 알려져 있다 (Hwang et al., 1997; Ryu et al., 2005). 비록 과거 영일만에서 정치망 (Han et al., 1997) 또는 저층트롤 (Lee, 1999)을 이용한 어류 종조성 연구가 있었으나, 이 해역의 어족자원의 합리적인 관리를 위해서는 좀 더 다양한 어구를 이용한 어류 종조성에 관한 추가적인 정보가 필요한 실정이었다. 나아가 최근 진행 중인 영일

*Corresponding author: taengko@pknu.ac.kr

만 북쪽 입구에 포항 신항만 건설에 따른 해양환경 및 생태계의 변화가 예상되므로 건설 시점인 2001-2002년의 어류상을 파악하여 향후 완공 후 발생하는 해양생태계의 변화에 대처하기 위한 기초자료가 요구된다.

따라서, 본 연구의 목적은 매월 자망을 이용하여 조사기간 동안의 영일만내 출현어종의 종조성 및 출현량을 분석하고 나아가 본 조사결과를 기존의 정치망, 트롤에 의한 연구결과와 비교 분석하였다.

재료 및 방법

2001년 1월부터 2002년 12월까지 영일만 내측에서 (Fig. 1) 매월 1회 자망으로 어획된 어획물을 분석하였다. 삼중자망은 전날 저녁 무렵 투망하고 10-25 m 수층에 부설하여 다음날 아침 일찍 양망하였으며, 사용된 어구는 길이 210 m, 외망 45 cm, 내망 9 cm이며 양망시 YSI 600을 이용하여 표층과 저층 수온을 0.1℃까지 측정하였다. 조사지역의 수심은 10-30 m 수심대이다.

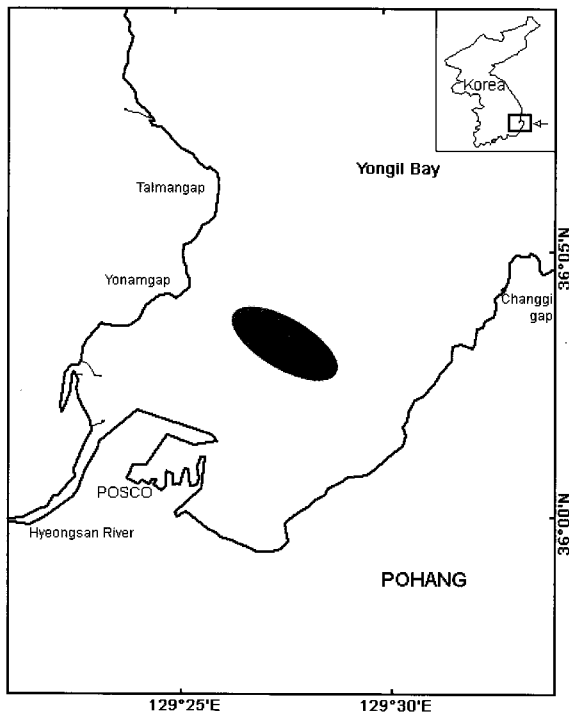


Fig. 1. Map showing the sampling area.

어획물은 전량 수거하여 실험실로 운반한 다음 Masuda et al. (1984), Nakabo (1993), Kim et al. (2001, 2005)을 참고하여 분류하였으며 분류가 끝난 종은 체장 및 중량을 측정하였다. 월별 출현종수, 개체수, 생체량을 산출하여 수적·양적 변동을 비교하였으며 월별 어류군집 변동 양상을 비교하기 위하여 개체수에 의한 종다양도지수 (Shannon and Wiener, 1963)를 계산하였다.

어류군집 구조를 비교하기 위하여 대상간의 유사성측도에

의거하여 대상을 2차원공간에 배열하여 분석하는 다차원척도법 (MDS, Multidimensional scaling)을 실시하였다 (Field et al., 1982; Clark and Ainsworth, 1993; Kim et al., 2003). 또한, 조사기간 동안의 어류 종조성의 차이를 분석하고 종조성 변동양상과 환경변수와의 관계를 파악하기 위하여 출현종 중 3회 이상 출현한 종의 개체수 자료를 상용로그로 변환한 후 MVSP (ver. 3.13 h) 프로그램에서 주성분분석 (PCA, Principal component analysis)을 수행하였다.

결 과

수 온

조사기간 동안의 표층수온은 2001년에 10.6-25.1℃, 2002년에 9.1-25.14℃의 범위를 보였다. 수온 변화의 양상은 거의 유사하여, 1월에서 5월까지의 완만한 상승세를 보인 후, 여름시기인 6월에 약 21℃로 높아져 7-10월까지 20℃이상의 고수온을 유지하였고 11월부터 약 16℃로 다시 하강하였다. 다만 2001년 8월에 약 5℃의 일시적 수온 하강 현상을 나타내었다. 2001년 최고수온은 7월 (25.1℃), 최저수온은 1월 (10.6℃)에, 2002년 최고수온은 7월 (25.1℃), 최저수온은 2월 (9.1℃)에 나타났다 (Fig. 2)

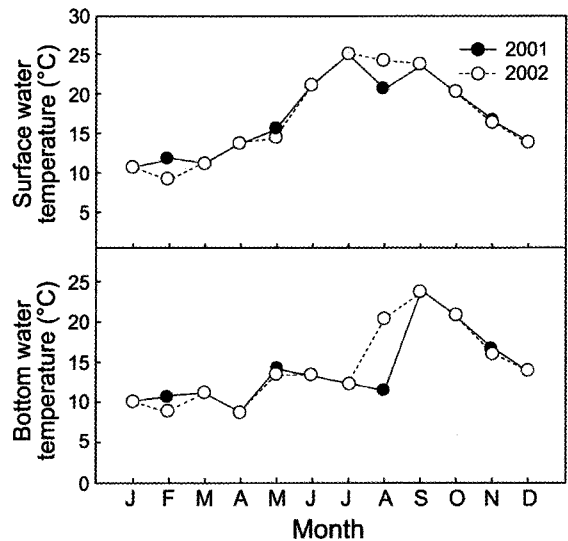


Fig. 2. Seasonal variation of surface and bottom water temperature in the Youngil Bay from January to December, 2001 and 2002.

종조성

2001년에는 10목 31과 63종의 어류가 출현하였으며 이 중 농어목이 12과, 쏜뱅이목이 8과, 가자미목이 4과 등으로 우점하였다. 과별로는 가자미과가 9종으로 최대였고 양볼락과 8종, 독중개과 5종, 고등어과 및 놀래기과가 각각 4종으로 우점하였다 (Table 1).

어종별 출현횟수는 문치가자미가 연중 출현하였고 등가시치가 10월과 12월을 제외한 전기간에 걸쳐 출현하여 이 두

Table 1. Number of fish species and biomass collected with a gill net in the Youngil Bay from January to December, 2001. N, number of fish species; W, biomass of total fish in gram

Species	Month	January		February		March		April		May		June		July	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja</i> sp.															
<i>Konosirus punctatus</i>						36	5,560.2								
<i>Clupea pallasii</i>		2	608.1			1	228								
<i>Engraulis japonicus</i>										1	7.9	3	36.1	14	166
<i>Conger myriaster</i>															
<i>Gadus macrocephalus</i>												1	199.8		
<i>Sphyræna pinguis</i>															
<i>Mugil cephalus</i>				1	789.8										
<i>Epinephelus akaara</i>															
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>												1	670.5		
<i>Girella punctata</i>		1	81.8												
<i>Trachurus japonicus</i>															
<i>Ditrema temmincki</i>		7	690.7									3	246.7	1	62.8
<i>Semicossyphus reticulatus</i>															
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>															
<i>Halichoeres poecilopterus</i>															
<i>Chirolophis japonicus</i>												1	206.1		
<i>Zoarces gilli</i>		1	214.1	2	492.1	5	964.2	10	2,741.7	2	549	38	347.3	7	2,701.6
<i>Repomucenus curvicornis</i>															
<i>Repomucenus lunatus</i>										3	131.7				
<i>Scomber japonicus</i>														3	927.3
<i>Scomberomorus nipponius</i>															
<i>Auxis thazard</i>															
<i>Ariomma indica</i>															
<i>Sarda orientalis</i>															
<i>Sebastes inermis</i>														2	164.4
<i>Sebastes pachycephalus pachycephalus</i>		1	89.7									2	200.8	2	163.4
<i>Sebastes schlegelii</i>		1	109.3					1	106.1						
<i>Sebastes vulpes</i>															
<i>Sebastes hubbsi</i>															
<i>Sebastes marmoratus</i>												1	77.5		
<i>Inimicus japonicus</i>		1	12.4												
<i>Scorpaenodes littoralis</i>															
<i>Chelidonichthys spinosus</i>								1	137.2						
<i>Hexagrammos otakii</i>		1	470.6	1	473.3	2	731.1					2	492.9	2	432.1
<i>Hexagrammos agrammus</i>		3	177.2			3	505.3	1	43.3			7	592.8		
<i>Platycephalus indicus</i>															
<i>Gymnocanthus intermedius</i>				2	220.2										
<i>Pseudoblennius cottoides</i>		5	115.9												
<i>Pseudoblennius percoides</i>		2	97.2									2	94.1		
<i>Alcichthys elongatus</i>				1	105.5	2	45.3	5	323.2	1	32.7	1	25.6		
<i>Cottiusculus schmidti</i>		1	11.1					3	179					1	15.3
<i>Hemitripteris villosus</i>															
<i>Liparis tanakae</i>								2	157.5			2	266.5		
<i>Paralichthys olivaceus</i>															
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>															
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>								2	513.9			2	91.7	4	273.2
<i>Citharoides macrolepidotus</i>															
<i>Aptocyclus ventricosus</i>															
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>												6	268.5		
<i>Eopsetta grigorjewi</i>								2	129.3	1	51.1	1	70		
<i>Kareius bicoloratus</i>		1	124.8	1	87.9										
<i>Lepidopsetta bilineata</i>															
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>		1	531.1												
<i>Pleuronectes yokohamae</i>		1	484.5	6	251.1	14	702.2	6	319.9	6	436.8	21	1,180.9	8	338.7
<i>Pleuronectes herzensteini</i>		2	78.3			3	267	1	95.5			3	128.2	5	265.1
<i>Clidoderma asperinum</i>															
<i>Glyptocephalus stelleri</i>															
<i>Cynoglossus interruptus</i>															
<i>Stephanolepis cirrifer</i>												2	381.8	1	176.6
<i>Thamnaconus modestus</i>														1	186.6
<i>Lophiomus setigerus</i>												1	27.3	1	1,273.8
Total		31	3,896.7	14	2,409.8	66	9,003.2	34	4,746.6	14	1,209.2	100	5,605.1	52	7,147

Table 1. Continued

Species	Month	August		September		October		November		December		Total		Abundance (%)	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja</i> sp.		3	86.7							1	48.8	4	135.5	0.22	0.12
<i>Konosirus punctatus</i>				1	92.7	5	592.7			11	1,409.5	53	7,655	2.97	6.90
<i>Clupea pallasii</i>												3	836.1	0.17	0.75
<i>Engraulis japonicus</i>		577	3,318.8									595	3,528.8	33.37	3.18
<i>Conger myriaster</i>						1	52.6					1	52.6	0.06	0.05
<i>Gadus macrocephalus</i>												1	299.8	0.06	0.18
<i>Sphyræna pinguis</i>		13	604.6									13	604.6	0.73	0.54
<i>Mugil cephalus</i>												1	779.8	0.06	0.70
<i>Epinephelus akaara</i>		2	470.4									2	470.4	0.11	0.42
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>				1	290.1							2	960.5	0.11	0.87
<i>Girella punctata</i>												1	81.8	0.06	0.07
<i>Trachurus japonicus</i>		4	84	11	228.2	2	36.8			1	36.4	18	385.4	1.01	0.35
<i>Ditrema temmincki</i>		1	66.5	10	720.7	3	249.4	6	524.5	2	189	33	2,750.2	1.85	2.48
<i>Semicossyphus reticulatus</i>		1	404.7									1	404.7	0.06	0.36
<i>Pseudolabrus sieboldi</i>				1	166.3							1	166.3	0.06	0.15
<i>Halichoeres tenuispinis</i>		1	31.7									1	31.7	0.06	0.03
<i>Halichoeres poecilopterus</i>		3	303.7	1	120.9			2	314.1			6	738.7	0.34	0.67
<i>Chirolophis japonicus</i>				1	185.4							2	391.5	0.11	0.35
<i>Zoarcés gilli</i>		11	3,262.2	1	397.8			2	614.7			79	12,285.6	4.43	11.07
<i>Repomucenus curvicornis</i>								10	291.4			10	291.4	0.56	0.26
<i>Repomucenus lunatus</i>		30	710.5	4	74.1	1	10.4			5	137.8	43	1,064.4	2.41	0.96
<i>Scomber japonicus</i>		2	98.8							1	173.1	6	1,199.2	0.34	1.08
<i>Scomberomorus nipponius</i>		1	456.1	1	396.7	2	1,264.8					4	2,117.6	0.22	1.91
<i>Auxis thazard</i>						1	175.4					1	175.4	0.06	0.16
<i>Ariomma indica</i>				1	122.3							1	122.3	0.06	0.11
<i>Sarda orientalis</i>		6	2,589									6	2,589	0.34	2.33
<i>Sebastes inermis</i>		1	75.1							1	106	4	345.4	0.22	0.31
<i>Sebastes pachycephalus pachycephalus</i>		7	1,120.3					5	508.3			17	2,082.4	0.95	1.88
<i>Sebastes schlegelii</i>												2	215.3	0.11	0.19
<i>Sebastes vulpes</i>		1	188.8									1	188.8	0.06	0.17
<i>Sebastes hubbsi</i>		7	644									7	644	0.39	0.58
<i>Sebastiscus marmoratus</i>		5	484.6									6	562.1	0.34	0.51
<i>Inimicus japonicus</i>		7	55									8	67.4	0.45	0.06
<i>Scorpaenodes littoralis</i>		1	45.5									1	45.5	0.06	0.04
<i>Chelidonichthys spinosus</i>												1	137.2	0.06	0.12
<i>Hexagrammos otakii</i>		26	5,129.5	1	224			5	1,188.1			40	9,141.6	2.24	8.24
<i>Hexagrammos agrammus</i>		1	81.2					1	150.6			16	1,550.4	0.90	1.40
<i>Platycephalus indicus</i>		1	247.7	1	293.5			1	165			3	706.2	0.17	0.64
<i>Gymnocanthus intermedius</i>												2	220.2	0.11	0.20
<i>Pseudoblennius cottoides</i>		2	77									7	192.9	0.39	0.17
<i>Pseudoblennius percoides</i>												4	191.3	0.22	0.17
<i>Alcichthys elongatus</i>		1	4.6									11	536.8	0.62	0.48
<i>Cottiusculus schmidti</i>								1	12.6			6	218.1	0.34	0.20
<i>Hemitripteris villosus</i>										1	293.4	1	293.4	0.06	0.26
<i>Liparis tanakae</i>												4	424.1	0.22	0.38
<i>Paralichthys olivaceus</i>				2	863.9							2	863.9	0.11	0.78
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>		1	43.2									1	43.2	0.06	0.04
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>												8	878.8	0.45	0.79
<i>Citharoides macrolepidotus</i>		3	27.8									3	27.8	0.17	0.03
<i>Aptocyclus ventricosus</i>										1	1,279.2	1	1,279.2	0.06	1.15
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>												6	268.5	0.34	0.24
<i>Eopsetta grigorjewi</i>												4	250.4	0.22	0.23
<i>Kareius bicoloratus</i>												2	212.7	0.11	0.19
<i>Lepidopsetta bilineata</i>		4	425.4									4	425.4	0.22	0.38
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>												1	531.1	0.06	0.48
<i>Pleuronectes yokohamae</i>		334	22,243.6	83	6,411.8	4	352.8	8	535.6	6	586.6	497	33,844.5	27.87	30.51
<i>Pleuronectes herzensteini</i>												14	834.1	0.79	0.75
<i>Clidoderma asperrimum</i>										1	261.7	1	261.7	0.06	0.24
<i>Glyptocephalus stelleri</i>		2	73.7									2	73.7	0.11	0.07
<i>Cynoglossus interruptus</i>		2	57.6			1	120.9					3	178.5	0.17	0.16
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>		6	223.3	38	1,863.7	9	436.4	5	287.4			61	3,369.1	3.42	3.04
<i>Thamnaconus modestus</i>		64	3,167.7	78	5,112.6	1	69.2	1	63.9			145	8,600.1	8.13	7.75
<i>Lophiomus setigerus</i>												2	1,301.1	0.11	1.17
Total		1,128	46,816.1	236	17,564.5	30.0	3,361.3	47.0	4,656.2	31.0	4,521.4	1,783	110,937	100	100

종이 대표적인 정착성 어종으로 사료된다. 개체수 및 중량에서 문치가자미가 28%, 31%로 최대였고, 등가시치는 4%, 11%로 개체수에서 네번째, 중량에서 두번째로 많았다. 이어 망상어, 쥐노래미가 8회, 노래미, 빨간횃대, 쥐치가 6회, 돛양태, 개불락, 참가자미, 말쥐치가 5회, 전어, 멸치, 전갱이, 점줄횃대가 4회, 용치놀래기, 고등어, 삼치, 볼락, 양태, 점납치, 물가자미가 3회 출현하였다 (Table 1).

2002년에는 2001년보다 다소 적은 8목 26과 40종의 어류가 출현하였으며 이 중 농어목이 10과, 쏨뱅이목이 6과, 가자미목이 4과 등으로 우점하였다. 과별로는 가자미과가 4종으로 가장 많았고 이어 독중개과 및 쥐노래미과가 각각 3종으로 우점하였다 (Table 2). 2001년과 마찬가지로 문치가자미가 12월을 제외한 전 시기에 걸쳐 출현하였고 등가시치가 9-11월을 제외한 시기에 출현하여 이 두 종이 대표적인 정착성 어종인 것으로 확인되었다. 개체수 및 중량은 문치가자미가 23%, 17%로 가장 많았고, 등가시치는 5%, 14%로 개체수와 중량에서 각각 네 번째로 많았다. 이어 참가자미가 7회, 빨간횃대가 6회, 청어, 멸치, 청보리멸, 개불락, 쥐치가 4회, 전어, 망상어, 고등어, 쥐노래미, 양태, 점납치가 3회 출현하였다 (Table 2).

조사기간 동안 총 10목 36과 73종이 출현하였으며 2001년에만 출현한 종은 꼬치고기, 동갈양태, 쏨뱅이 등 32종이었으며 2002년에만 출현한 종은 청보리멸, 장갱이, 셋돔 등 10종으로 나타났다.

계절변동

월별 출현종수를 살펴보면 2001년에는 대체로 여름시기인 6, 7, 8월에 많은 종의 어류가 출현하였고 그 중 8월에 34종으로 가장 많았다. 그러나 2002년에는 같은 시기에 7-8종이 출현하여 2001년과 큰 차이를 나타내었고 1, 2, 9월에 12-14종의 어류가 출현하여 연중 최대 종수를 나타내었다 (Fig. 3).

월별 출현개체수는 2001년 여름시기인 6, 8, 9월에 많은 개체의 어류가 채집되었고 8월에 1,128개체로 최대 출현개체수를 나타내었다. 2002년에는 겨울시기인 1, 2월에 110-118개체가 채집되어 연중 최대를 나타내었고 여름시기인 6-9월에는 22-57개체의 범위로 2001년과 비교하여 적은 개체가 채집되었다 (Fig. 3).

월별 생체량은 출현개체수의 변동과 유사한 양상을 보였다. 2001년에 8월에 약 46.8 kg이 채집되어 최대, 5월에 약 1.2 kg으로 최소로 나타났다. 2002년에는 1월에 13.9 kg으로 최대, 8월에 1.7 kg으로 최소로 나타났다 (Fig. 3).

월별 종다양도지수 (H')는 2001년에 11월에 0.945로 최대, 3월에 0.359로 최소였고 2002년에는 1월에 0.891로 최대, 3월에 0.646으로 최소였다 (Fig. 3).

군집분석

월별 어류군집의 유사성을 파악하기 위한 다차원분석 결과, MDS공간에서 2001년과 2002년의 어류군집은 대부분 분리되어 나타났고 특히 (2002년 1-4월, 7월, 12월, 2001년 5월), (2001년 2, 3, 4월, 2002년 5월), (2001년 1, 6, 7, 11월, 2002년 6월), (2001년 8-10월, 2002년 8월)의 유사성을 가진 4그룹으로 분리되었다 (Fig. 4). 또한 어류군집 변동의 요인을 분석하기 위해 각 조사년도를 분리한 후 어류 출현 개체수를 로그 변환하여 주성분분석을 실시한 결과, 2001년에는 성분축 I, II의 고유값이 각각 4.471, 0.812로 총 분산의 64.8%, 11.8%를 차지하여 두 축만으로 총 분산의 76.6%를 설명해 주었다. 월별 주성분점수의 위치는 수온이 높은 8월과 9월이 I축의 양의 방향으로 멀리 떨어져 있었고 나머지 시기는 I축의 0-1 사이에 있었다 (Fig. 5A). 2002년에는 성분축 I, II의 고유값은 2.449, 0.7로 총 분산의 59.96%, 17.15%를 차지하여 두 축만으로 총 분산의 77.1%를 설명해 주었다. 월별 주성분점수를 그래프상에 나타내면 2001년과 달리 수온이 낮은 1-2월이 I축의 양의 방향으로 멀리 떨어져 위치하였고 나머지는 0-0.5 사이에 위치하였다 (Fig. 5B). 이와 같은 주성분분석의 결과는 어류군집이 계절적 변화에 따라 변동하는 양상을 보여준다. 실제적으로 주요인 I축의 주성분 점수 (score)와 수온과의 관계를 회귀분석한 결과, 2001년은 양의 상관관계 (P<0.05), 2002년은 음의 상관관계 (P<0.05)를 나타내었다 (Fig. 6).

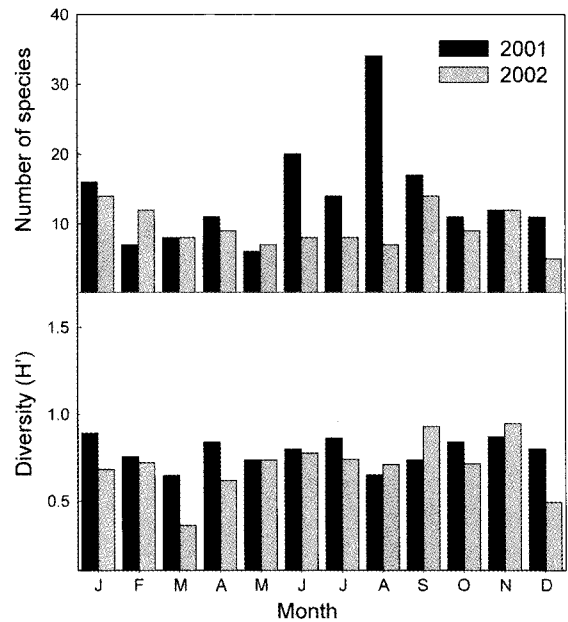


Fig. 3. Monthly variation in number of species and diversity index (H') of fish caught with a gill net in the Youngil Bay from January to December, 2001 and 2002.

년 2, 3, 4월, 2002년 5월), (2001년 1, 6, 7, 11월, 2002년 6월), (2001년 8-10월, 2002년 8월)의 유사성을 가진 4그룹으로 분리되었다 (Fig. 4). 또한 어류군집 변동의 요인을 분석하기 위해 각 조사년도를 분리한 후 어류 출현 개체수를 로그 변환하여 주성분분석을 실시한 결과, 2001년에는 성분축 I, II의 고유값이 각각 4.471, 0.812로 총 분산의 64.8%, 11.8%를 차지하여 두 축만으로 총 분산의 76.6%를 설명해 주었다. 월별 주성분점수의 위치는 수온이 높은 8월과 9월이 I축의 양의 방향으로 멀리 떨어져 있었고 나머지 시기는 I축의 0-1 사이에 있었다 (Fig. 5A). 2002년에는 성분축 I, II의 고유값은 2.449, 0.7로 총 분산의 59.96%, 17.15%를 차지하여 두 축만으로 총 분산의 77.1%를 설명해 주었다. 월별 주성분점수를 그래프상에 나타내면 2001년과 달리 수온이 낮은 1-2월이 I축의 양의 방향으로 멀리 떨어져 위치하였고 나머지는 0-0.5 사이에 위치하였다 (Fig. 5B). 이와 같은 주성분분석의 결과는 어류군집이 계절적 변화에 따라 변동하는 양상을 보여준다. 실제적으로 주요인 I축의 주성분 점수 (score)와 수온과의 관계를 회귀분석한 결과, 2001년은 양의 상관관계 (P<0.05), 2002년은 음의 상관관계 (P<0.05)를 나타내었다 (Fig. 6).

고 찰

본 연구는 삼중자망 어구를 사용해서 2001년 1월부터 2002년 12월까지 매월 1회 총 24회 채집된 어획물을 분석하였으며 그 결과, 2001년에는 총 10목 31과 63종 (Table 1), 2002년에는 총 8목 26과 40종 (Table 2)이 출현하여 2001년이 2002년보다 다양한 분류군이 출현하였다. 조사년도간의 어류군집의 차이를 파악하기 위하여 군집간의 유사성측도에 의거

Table 2. Number of fish species and biomass collected with a gill net in the Youngil Bay from January to December, 2002

Species	Month	January		February		March		April		May		June		July	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja</i> sp.												1	201.75		
<i>Konosirus punctatus</i>															
<i>Clupea pallasii</i>		13	3,104.5	20	3,529.7			1	165.97						
<i>Engraulis japonicus</i>		2	6.4												
<i>Conger myriaster</i>				1	12.19										
<i>Sillago japonicus</i>						1	25.5	1	43.7						
<i>Dentex tumifrons</i>															
<i>Upeneus japonicus</i>															
<i>Trachurus japonicus</i>															
<i>Ditrema temminckii</i>														1	253.2
<i>Stichaeus grigorjewi</i>		2	1,806	2	835.7										
<i>Chirolophis japonicus</i>				1	43.6			1	122.8						
<i>Zoarces gillii</i>		1	157.6	1	210.2	1	273.4	2	686.5	10	2,877.8	3	991.3	7	2,511.8
<i>Repomucenus lunatus</i>		2	49	6	129.8			3	111.7					7	178.8
<i>Repomucenus valenciennesi</i>						1	11.8								
<i>Scomber japonicus</i>															
<i>Scomberomorus nipponius</i>															
<i>Psenopsis anomala</i>															
<i>Sebastes pachycephalus</i> <i>pachycephalus</i>								3	406.1	1	158.2	4	496.2		
<i>Inimicus japonicus</i>															
<i>Erisphex pottii</i>		1	62.8												
<i>Chelidonichthys spinosus</i>															
<i>Hexagrammos otakii</i>										5	1,212.3	1	147.8		
<i>Hexagrammos agrammus</i>										1	114.15	3	336.2		
<i>Pleurogrammus azonus</i>												1	200.9		
<i>Platycephalus indicus</i>		1	168.9											1	208
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>		1	97.1												
<i>Alicichthys elongatus</i>		3	319.3	5	270.42	1	101.19			2	60.58	1	132.95	1	40
<i>Cottiusculus schmidti</i>						1	11.87								
<i>Paralichthys olivaceus</i>															
<i>Pseudorhombus</i> <i>pentophthalmus</i>		1	16.5												
<i>Kareius bicoloratus</i>		1	131.9												
<i>Pleuronectes yokohamae</i>		55	4,763.5	42	2,561.1	4	253.04	3	329.4	6	752.9	8	830.4	1	72.8
<i>Pleuronectes herzensteini</i>		33	1,975.1	29	1,655.5	42	2,842.1	26	1,812.5	5	486.1	0	0	3	149.4
<i>Clidoderma asperrimum</i>															
<i>Glyptocephalus stelleri</i>				1	33.55			2	128.1						
<i>Zebrias zebrinus</i>				0	0									1	51
<i>Cynoglossus interruptus</i>				1	15										
<i>Stephanolepis cirrifer</i>						1	84.3								
<i>Thmnaconus modestus</i>						0	0								
<i>Lophiomus setigerus</i>		2	1,299.2	1	860.1	0	0								
Total		118	13,957.8	110	10,156.8	52	3,603.3	42	3,806.6	30	5,661.9	22	3,337.6	22	3,464.9

Table 2. Continued

Species	Month	August		September		October		November		December		Total		Abundance (%)	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja</i> sp.												1	201.9	0.17	0.33
<i>Konosirus punctatus</i>				4	481.3	2	256.6	1	137.1			7	875	1.22	1.42
<i>Clupea pallasii</i>										16	3,223	50	10,022.8	8.68	16.23
<i>Engraulis japonicus</i>				5	10.9	27	149.4	1	10.1			35	176.8	6.08	0.29
<i>Conger myriaster</i>												1	12.2	0.17	0.02
<i>Sillago japonicus</i>				1	38.9			1	74.3			4	182.4	0.69	0.30
<i>Dentex tumifrons</i>				1	63.7							1	63.7	0.17	0.10
<i>Upeneus japonicus</i>				1	11.4							1	11.4	0.17	0.02
<i>Trachurus japonicus</i>								1	11.3			1	11.3	0.17	0.02
<i>Ditrema temminckii</i>		1	72.9							1	192	3	517.9	0.52	0.84
<i>Stichaeus grigorjewi</i>												4	2641.7	0.69	4.28
<i>Chirolophis japonicus</i>												2	166.41	0.35	0.27
<i>Zoarces gillii</i>		3	725.6							2	436	30	8,870.1	5.21	14.36
<i>Repomucenus lunatus</i>		1	22.4	21	485.1	5	112.3	7	158.9	0	0	52	1,248.1	9.03	2.02
<i>Repomucenus valenciennesi</i>												1	11.8	0.17	0.02
<i>Scomber japonicus</i>				6	169.2	1	222.9	1	146.3			8	538.4	1.39	0.87
<i>Scomberomorus nipponius</i>				1	579.16	7	3,744.5					8	4,323.7	1.39	7.00
<i>Psenopsis anomala</i>				4	400.7							4	400.7	0.69	0.65
<i>Sebastes pachycephalus pachycephalus</i>		1	112.8									9	1,173.2	1.56	1.90
<i>Inimicus japonicus</i>				3	38.8							3	38.8	0.52	0.06
<i>Erisphex pottii</i>												1	62.8	0.17	0.10
<i>Chelidonichthys spinosus</i>						8	1,253.5					8	1,253.5	1.39	2.03
<i>Hexagrammos otakii</i>								1	65	0	0	7	1,425.1	1.22	2.31
<i>Hexagrammos agrammus</i>												4	450.3	0.69	0.73
<i>Pleurogrammus azonus</i>												1	200.9	0.17	0.33
<i>Platycephalus indicus</i>								2	325.6	0	0	4	702.5	0.69	1.14
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>										2	180	3	277.2	0.52	0.45
<i>Alcichthys elongatus</i>												13	924.4	2.26	1.50
<i>Cottiusculus schmidtii</i>												1	11.9	0.17	0.02
<i>Paralichthys olivaceus</i>						1	1,126.2	1	439.3			2	1,565.5	0.35	2.54
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>				1	39.5			1	36.7			3	92.7	0.52	0.15
<i>Kareius bicoloratus</i>								1	136.2			2	268.1	0.35	0.43
<i>Pleuronectes yokohamae</i>		3	355.1	5	262.8	3	178.4	2	219.1			132	10,578.4	22.92	17.13
<i>Pleuronectes herzensteini</i>										5	386	143	9,306.5	24.83	15.07
<i>Clidoderma asperrimum</i>														0.00	0.00
<i>Glyptocephalus stelleri</i>												3	161.6	0.52	0.26
<i>Zebrias zebrinus</i>												1	51	0.17	0.08
<i>Cynoglossus interruptus</i>												1	15	0.17	0.02
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>		3	89.8	3	114.7	2	76.7					9	365.5	1.56	0.59
<i>Thmnaconus modestus</i>		9	331.4	1	56.6							10	388	1.74	0.63
<i>Lophiomus setigerus</i>												3	2,159.3	0.52	3.50
Total		21	1,709.9	57	2,752.7	56	7,120.6	20	1,759.9	26	4,416.3	576	61,748.4	100	100

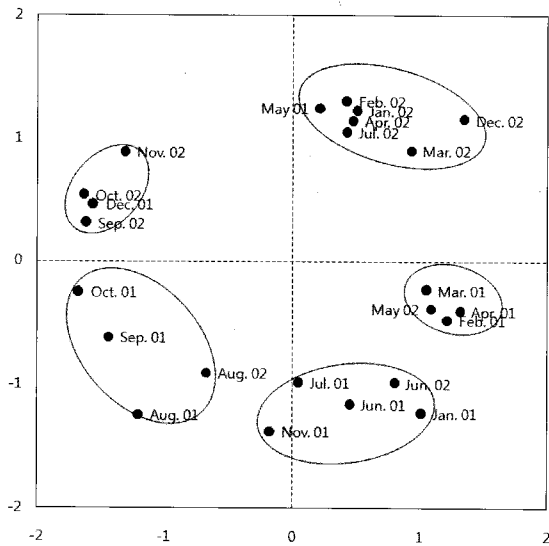


Fig. 4. Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from caught with a gill net in the Youngil Bay from January to December, 2001 and 2002.

해서 다차원 (MDS) 공간에 배치시키는 다차원분석을 이용하였다. 분석결과 MDS공간에 유사성이 작은 군집은 멀리, 유사성 큰 군집은 가깝게 위치하는 것을 시각적으로 쉽게 구분할 수 있었고 2001년과 2002년간의 어류군집의 특성이 분리되는 것을 알 수 있었다. 또한, 주성분분석에서도 2001년과 2002년의 주성분점수가 대부분 잘 일치하나 1, 2월의 위치가 서로 달라 회전방향의 차이로 나타났다. 이러한 연도별 차이는 수온변화와 상관성이 있는 것으로 추정된다. 즉, 5→9월로의 표층수온 변화는 2001년에는 15.6→21.2→25.1→20.7→23.6℃, 2002년에는 14.4→21.2→25.1→24.4→23.6℃로 연변동이 없었다. 반면 5→9월로의 저층수온 변화는 2001년에는 14.0→13.4→12.3→11.3→23.5℃, 2002년에는 13.2→13.4→12.3→20.3→23.5℃로 2001년은 8월까지 저수온 현상을 보이거나 2002년은 7월까지 저수온 현상을 보여 1개월의 차이를 보였다. 9월부터 저층수온이 상승했던 2001년에는 개불락과 빨간횃대가 9월 이후 사라지고, 8월부터 저층수온이 상승했던 2002년에는 빨간횃대와 참가자미가 8월 이후 사라져 이 지역 저층수온의 변화가 냉수성 어종의 출현에 영향을

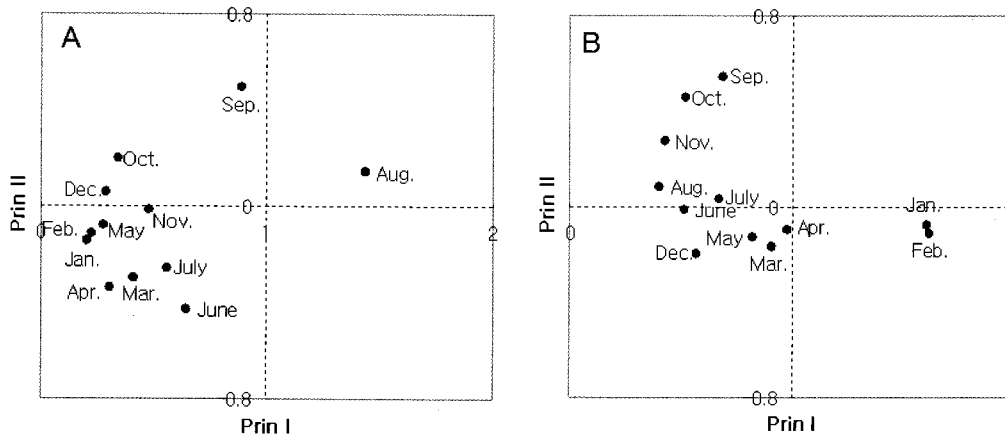


Fig. 5. Scattered diagram showing the sampling months on the principal component axes determined by principal component analysis of species composition of fishes caught with a gill net in the Youngil Bay from January to December, 2001 (A) and 2002 (B).

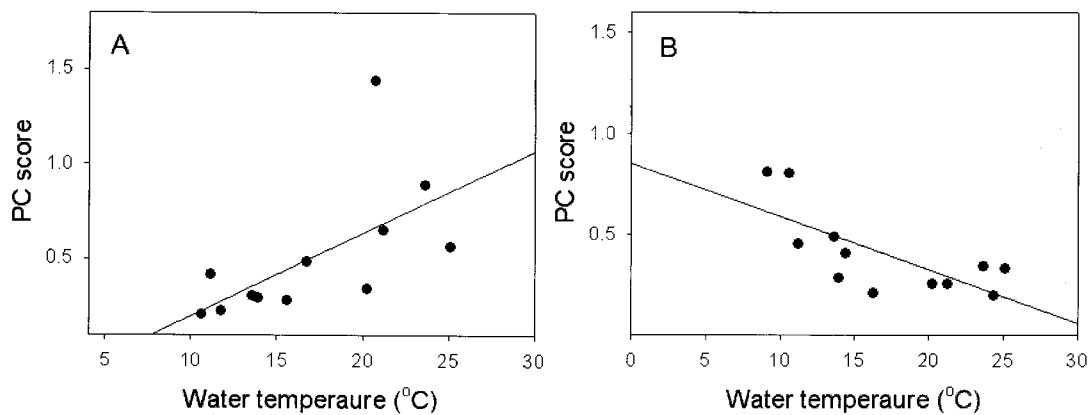


Fig. 6. A scatter diagram of the first principal component scores versus surface water temperature in 2001 (A) and 2002 (B).

준 것으로 사료된다. 나아가 주성분점수와 표저층 수온간의 관계도 2001년과 2002년이 다른 양상을 보였는데, 2001년에는 양의 관계를, 2002년에는 음의 관계를 나타내었다.

본 조사에서 어획된 어종의 출현종수는 2001년 8월 및 6월에 각각 34종, 20종으로 최대였으나, 2002년에는 9월 및 1월에 각각 14종으로 최대를 보여 2002년 1월을 제외하면 대체로 여름에 다양한 종이 출현하는 것을 알 수 있었다. 홍해 삼중자망에서는 9월에 17종 (Hwang et al., 1997), 울산 정치망에서는 6월 및 8월에 각각 50종, 46종 (Han et al., 2002)으로 다양한 종이 출현하는 시기가 여름인 점에서 본 조사결과와 잘 일치하였다.

본 연구에서 자망으로 어획된 종은 영일만에서 트롤에 의해 채집된 59종과 출현종수에서 유사하지만 우점종이 돛양태, 두줄망둑, 춤양태, 까나리, 청보리멸, 노랑족수류 등으로 (Lee et al., 1999) 본 조사결과와 큰 차이를 보여 주목되었다. 이는 조사어구의 차이 (트롤 vs. 자망) 또는 조사시기의 차이 (1991년 vs. 2001년)에서 비롯된 것이 아닌가 사료된다. 또한, 홍해에서 삼중자망으로 채집된 어종은 28종으로 (Hwang et al., 1997) 본 연구결과보다 훨씬 적었고 종조성에서는 저서어류 (가자미류, 양볼락류, 독중개류, 쥐노래미류 등)가 다소 많았는데 이는 두 해역의 지형 차이에서 비롯된 것으로 생각된다. 즉, 홍해는 지형학상 암초가 많은 외해에 위치하여 주로 암반 주거종과 일시방문종이 우점한 반면 영일만은 상대적으로 안정된 만으로서 연질바닥에 사는 주거종과 저층어류가 우점할 것으로 판단된다. 한편, 본 연구에서 자망으로 어획된 종은 정치망으로 영일만에서 어획된 82종 (Han et al., 1997), 울산에서 채집된 89종 (Han et al., 2002)에 비하면 출현종수가 적었다. 구체적으로 살펴보면 농어목, 복어목은 정치망 (Han et al., 2002)에서 39종, 10종이 어획되었으나 자망 (본 연구)에서는 2001년에 19종, 2종, 2002년에 13종, 2종으로 적었다. 또한, 가자미목의 경우 정치망 (Han et al., 2002)에서는 4종에 불과하였으나 자망 (본 연구)에서는 2001년에 14종, 2002년에 8종으로 많았다. 이러한 결과는 정치망에서는 부어류, 자망에서는 저서성 또는 반저서성 어류가 주로 어획된다는 Hwang et al. (1997)의 연구결과와 잘 일치하는 것이다.

기존의 연구결과에 따르면 조사연도에 따라 어획되는 종조성이 달라지는데 (Kim et al., 2002), 본 연구에서도 그러한 결과를 보여주었다. 즉, 조사연도에 따라 해황이 달라짐으로써 먹이생물의 풍도가 변화하고 이에 따라 자치어의 생존율과 성장률이 변하는 효과를 볼 수 있을 것이다. 또한, 장기적인 안목에서 연도별 어획량 자료를 비교해 보면 높은 어획량을 보인 연도는 탁월연금균의 출현 또는 호해황 (Kim et al., 2002) 등을 원인으로 볼 수 있을 것이다. 2001년 및 2002년 영일만에서 자망으로 어획된 어류 종조성 및 주성분분석 결과의 차이에 대한 원인은 장기 모니터링 조사를 통해 구명이 가능할 것으로 사료된다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 경상과제 중 “동해연안어업자원 관리연구”의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과로, 논문을 세심하게 검토하여 주신 세분의 심사위원께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- An, Y.R. and S.H. Huh. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea 3. Fishes collected by crab pots. *J. Korean Fish. Soc.*, 35, 715-722.
- Clark, K.R. and M. Anisworth. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variable. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92, 205-219.
- Field, J.C., K.R. Clark and R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multi-species distribution pattern. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8, 37-53.
- Gong, Y. and S.J. Son. 1982. The study of The study of the marine thermo-front in the east sea of Korea. *Rep. Nat. Fish. Res. & Dep. Inst.*, 28, 24-25.
- Han, K.H., J.H. Kim and S.R. Baek. 2002. Seasonal variation of species composition of fishes collected by set net in coastal waters of Ulsan, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 4, 61-69.
- Han, K.H., S.H. Choi, B.K. Kim, J.H. Park and D.S. Jeong. 1997. Seasonal variation of species composition of fishes collected by set net in Youngil Bay, Eastern coast of Korea. *Rep. Nat. Fish. Res. & Dep. Inst.*, 53, 13-54.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Species composition and seasonal variation of fishes collected by winged stow nets on anchors off Namhae Island. *Bull. Korean Soc. Fish. Tech.*, 34, 309-319.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Species composition in species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal waters off Namhae Island. *Korean J. Ichthyol.*, 10, 11-23.
- Huh, S.H. and Y.R. An. 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. Korean Fish. Soc.*, 33, 288-301.
- Hwang, S.D., Y.J. Park, S.H. Choi and T.W. Lee. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 30, 13-54.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J. H. Kim. 2005. *Illustrated Book of Korean Fishes*. Kyohaksa, Seoul, 1-615.
- Kim, J.K., O.I. Choi, D.S. Chang and J.I. Kim. 2002. Fluctuation of bag-net catches off Wando, Korea and

- the effect of sea water temperature. *J. Kor. Fish. Soc.*, 41, 113-118.
- Kim, J.M., C.K. Kang, D.S. Chang, Y.H. Kim and K.D. Cho. 2003. Fish assemblages collected using a beam trawl in a sheltered shallow water of Doam Bay in the southern coast of Korea. *J. Kor. Soc. Ocean.*, 8, 307-316.
- Kim, Y.S. and M.M. Nam. 2003. Current and conservation of the Korean fishes. *Sym. Kor. Ichthy. Soc.*, 5-36.
- Kim, Y.U., J.G. Myoung, Y.S. Kim, K.H. Han, C.B. Kang and J.K. Kim. 2001. *The Marine Fishes of Korea*. Hangeul, Busan, 1-382.
- Lee, T.W. 1991. The demersal fishes of Asan bay. I. Optimal sample size. *J. Kor. Fish. Soc.*, 24, 248-254.
- Lee, T.W. 1999. Seasonal variation in species composition of demersal fish in Yongil Bay, East coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32, 512-519.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1984. *The Fishes of the Japanese Archipelago*. Vol. 1 (text). Tokai Univ. Press, Tokyo, 1-448.
- Myoung, J.G. 2002. The fish fauna around Dokdo in the east sea, Korea. *Ocean and Polar Res.*, 24, 449-455.
- Myoung, J.G., J.H. Park, S.H. Cho and J.M. Kim. 2005. Fish fauna in coastal waters of Ulleungdo, Korea by SCUBA investigation in summer. *Kor. J. Ichthyol.*, 17, 84-87.
- Nakabo, T. 1993. *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1-1474.
- Pielou, E.M. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J. Theoret. Biol.*, 13, 131-144.
- Ryu, J.H., P.K. Kim, J.K. Kim and H.J. Kim. 2005. Seasonal variation of species composition of fishes collected by gill net and set net in the middle east sea of Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 17, 279-286.
- Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois Univ. Press, Urban, 1-125.

2008년 7월 15일 접수
2008년 10월 10일 수리