

인천연안 낭장망 어획물 종조성의 계절변동

송미영 · 손명호 · 임양재¹ · 김종빈 · 김희용 · 연인자 · 황학진*
 국립수산물과학원 서해수산연구소 어업자원과, ¹국립수산물과학원 제주수산연구소

Seasonal Variation in the Species Composition of Bag-net Catch from the Coastal Waters of Incheon, Korea

Mi-Young SONG, Myoung-Ho SOHN, Yang-Jae IM¹, Jong-Bin KIM, Heeyong KIM, Inja YEON and Hak-Jin HWANG*
 Fishery Resources Division, West Sea Fisheries Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea
¹Jeju Fisheries Research Institute, NFRDI, Jeju 690-192, Korea

Seasonal and annual variation in the species composition of bag-net catch in the coastal waters of Incheon, Korea were examined from April 2000 to November 2004. To analyze seasonal variation of the fisheries data, we implemented a self-organizing map (SOM), an unsupervised artificial neural network, with the catch amount of 97 species. Over 5 years, we caught 68 species of fish, 23 species of crustaceans and six species of cephalopods. The total number of fish species were gradually increased during the study period. The number of species was higher during the spring than the autumn. The SOM identified four groups of the sampling months based on seasonal changes in communities. In the spring, the dominant species were *Leptochela gracilis* and *Pholis fangi*; whereas, in the autumn, *Engraulis japonicus* and *Portunus trituberculatus* were dominant species in bag-net catch. Our results will be used to estimate seasonal and annual variation in fisheries resources of Korean coastal waters.

Key words: Bag-net catch, Incheon coastal waters, Self-organizing map (SOM)

서 론

서해연안에서는 낭장망 및 주목망과 같은 강한 조류를 이용한 어업이 성행하고 있으며, 특히 서해중부, 인천연안의 낭장망 어업은 갯새우, 돛대기새우, 꽃게, 반지 등을 주 대상어종으로 하여 4-6월, 9-11월에 조업이 이루어지고 있다(NFRDI, 2004). 인천연안은 1980년대 후반부터 시작된 시화방조제, 영종도 신공항 및 송도 신도시 건설에 따른 준설 및 매립공사로 해양환경의 변화가 가속화되고(KOACA, 1994; Kim, 2006), 각종 불법어업과 남획으로 어업자원에 심각한 영향을 주고 있다. 최근 인천연안의 어획량이 급변하는 원인을 파악하기 위해서는 해양환경 변화를 고려한 주요 생물의 종 조성 변동의 장기 자료 분석이 요구된다. 낭장망과 같은 수동어구의 경우 정량채집이 어려우나, 서해연안과 같이 조류가 강한 해역에서는 양적인 계절변동 및 우점종의 상대비교는 가능한 것으로 밝혀졌다(Hwang et al., 1998). 남·서해연안의 낭장망 어업을 대상으로 소형어 혼획실태 등에 대한 조사 결과가 보고된 바 있다(Kim, 1996). 또한 낭장망류와 같은 수동어구를 이용한 어획물 종조성에 대한 연구가 천수만(Lee et al., 1997), 고군산군도 연안(Hwang, 1998), 완도 해역(Kim et al., 2002)과 여수 연안(Han and Oh, 2007) 등에서 수행되었다. 그러나 대부분의 연구가 1-2년의 단기 연구결과에 대한 보고였으며, 지속적인 연도별 변동을 비교한 것은 거의 없다. 특히,

인천연안에서 수행된 해양환경 및 부유 생물에 관한 보고가 많은 반면 수산생물에 대한 연구는 소수에 불과한 실정이다(Youn and Choi, 2003; Yu et al., 2004). 군집자료는 복잡하고 비선형적이어서 전통적인 통계법으로는 분석하기 힘든 점이 많다(Chon et al., 1996; Lek and Guegan, 2000; Recknagel, 2003). 복잡한 생태현상의 해석과 효과적인 환경관리를 위한 방법론으로 생태정보학(ecological informatics)은 최근 생태학의 다양한 분야에서 효율적으로 적용되고 있다(Lek and Guegan, 2000; Lek et al., 2005). 특히 self-organizing map (SOM: Kohonen, 1982; 2001)은 비선형적인 자료의 분류에 효율적인 기법으로 1990년대부터 군집자료의 유형화에 적용되었다(Chon et al., 1996; Park et al., 2003, 2007; Song et al., 2007). 근래에 우리나라에서도 수산자원 자료 분석에 이용하고 있다(Hyun et al., 2005; Im, 2007).

본 연구는 생태정보학적 기법을 이용하여 낭장망 어구에 어획된 어획물 자료의 분석을 통해 인천연안에 출현하는 종 조성의 계절변화를 파악하여 장·단기적 어업자원의 변동추이를 이해하여 합리적 자원관리에 필요한 자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

인천연안에 설치된 낭장망 어획물의 종 조성 변동을 조사하기 위하여 2000년부터 2004년까지 매년 4-6월(춘계) 및 9-11월(추계)에 월 1회 조석간만의 차가 가장 큰 날 전·후 2일

*Corresponding author: hhj444@nfrdi.go.kr

사이에 어획된 어획물 전량(1통)에 대해 총 30회에 걸쳐 종별 개체수와 생체량을 조사하였다(Fig. 1). 낭장망 어업의 특성상 7-8월은 금어기였고, 겨울철(12-3월)에는 조업이 이루어지지 않았다. 어획물 중 어류의 종 동정 및 검색은 Masuda et al. (1984), The Korean Society of Systematic Zoology (1997), Nakabo (2002) 및 Kim et al. (2005)을 참고하였으며, 무척추동물은 Kim (1977) 및 Hong (2006)에 따라 분류하였다. 어획물의 계절별 군집변동 파악을 위해 개체수를 이용한 종다양도 지수(H')를 계산하였으며(Shannon and Weaver, 1949), 종조성의 계절별 변동양상을 파악하기 위하여 SOM(Kohonen, 1982; 2001)을 이용하여 유형화하였다. 입력된 자료는 분류된 종에 따라 개체수를 나타내고 이를 자연로그로 변환한 후, 최고 밀도를 기준으로 0과 1 사이에서 정규화 하였으며, 각 SOM 단위의 연결계수 사이의 Euclidean distance를 계산하는 Ward's linkage 방법을 이용하여 계층적 그룹 분석을 하였다. SOM에 대한 자세한 방법은 이론적인 측면에서는 Kohonen (1982; 2001), 생태적 적용은 Chon et al. (1996), Park et al. (2003; 2004)과 Lek et al. (2005)에 언급되어 있다.

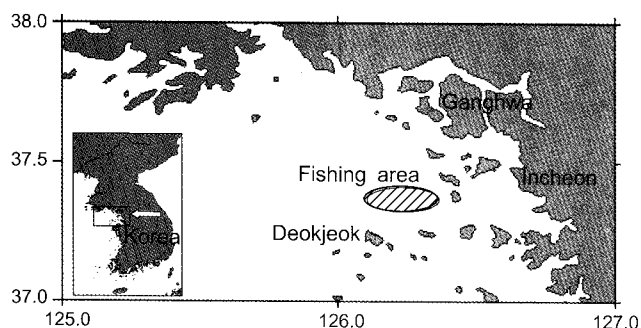


Fig. 1. Location of sampling area.

결 과

연도별 종조성 변화

조사기간(2000년-2004년) 동안 총 97종, 1,052,066개체, 974,124 g의 수산생물이 어획되었다. 그 중 어류가 68종으로 가장 많았고, 갑각류가 23종, 두족류가 6종이었다(Appendix). 전체 출현종수는 2000년 46종에서 2004년 69종으로 증가하는 경향을 보였다(Appendix). 특히 어류와 갑각류의 출현 종수는 2000년에 비해 2004년에 증가하였다. 연도별 개체수는 2001년에 380,204개체로 가장 높았고, 2004년에 77,159개체로 낮았다. 연도별 총중량은 2000년, 2004년에 각각 249,769 g, 97,138 g으로 최고와 최저를 나타내었다. 갑각류는 돛대기새우(*Leptochela gracilis*)가 359,437개체(생체량 116.90 kg)로 41.522%를 차지하여 가장 많이 어획된 종이였으며, 어류는 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 79,943개체(16.40 kg)로 53.62%, 두족류는 꼴뚜기(*Loligo beka*)가 25,030개체(24.85 kg)로 67.09%를 차지하여 개체수가 가장 높았다(Table 1, Appendix). 생체량은 꽃게(*Portunus trituberculatus*) (166.26 kg), 꼴뚜기(24.85 kg)와 반지(*Setipinna tenuifilis*) (58.30 kg)가 각 분류군

에서 가장 높았다(Table 1). 주요 우점종인 돛대기새우, 흰베도라치와 꼴뚜기는 5년 동안 지속적으로 높은 개체수가 출현하였으나, 전반기에 비해 2002-2003년에 비교적 낮았다(Appendix). 중국젓새우(*Acetes chinensis*)와 산모양갈갈새우(*Metapenaeopsis dalei*)는 다른 해에 비해 2004년에 개체수가 가장 낮았고, 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*)은 2004년에 출현 개체수가 가장 높았다. 꽃게는 해에 따라 지속적으로 개체수가 감소하였다. 특히 2004년에는 열동가리돔(*Apogon lineatus*), 밀복(*Lagocephalus lunaris*)과 매통이(*Saurida undosquamis*) 등 일시출현종이 다양하게 출현하였다.

계절별 종조성 변화

계절별 출현종수는 2004년 5월에 44종으로 가장 높았고, 2001년 11월은 3종으로 가장 낮았으며, 개체수는 2001년 6월에 187,269개체, 생체량은 2000년 6월에 68.85 kg으로 가장 높았고, 2002년 10월에 88개체, 2004년 11월 4.9 kg으로 최저를 나타내었다. 전반적으로 개체수와 생체량은 춘계(4-6월)에 높았고, 추계(9-11월)에 낮았다(Fig. 2). 개체수를 이용한 다양도지수는 2000년 10월에 3.80으로 가장 높았고, 2001년 11월에 0.31로 가장 낮았다. Table 2는 각 출현종의 연도별 자료를 월별로 평균하여 전체 출현종수와 다양도지수 등을 나타내었다. 출현종수는 5월에 61종으로 가장 높았고, 9월에 44종으로 가장 낮았다. 다양도지수는 6월에 2.56

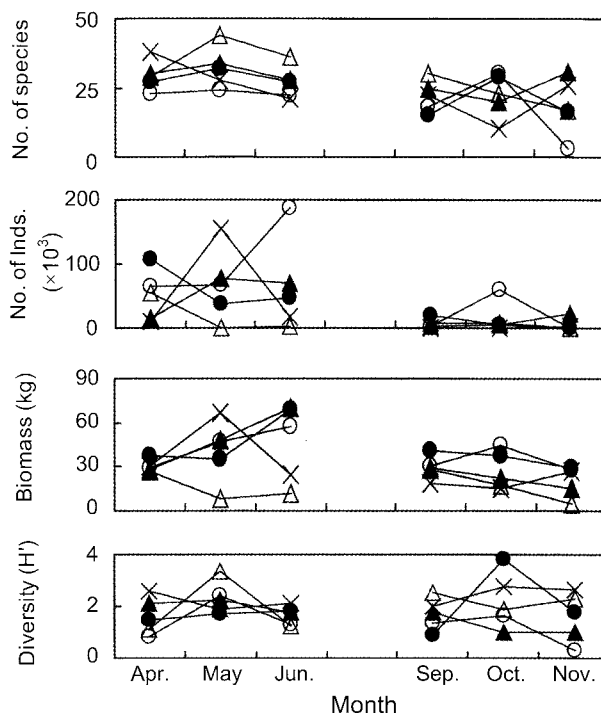


Fig. 2. Monthly variation in number of species, number of individuals ($\times 10^3$), biomass (kg) and diversity (H') of bag-net catch from April 2000 to November 2004 in the coastal waters of Incheon, Korea. ●, 2000; ○, 2001; ×, 2002; ▲, 2003; △, 2004.

Table 1. Seasonal variation in number of individuals in each species of bag-net catch from April 2000 to November 2004 in the coastal waters of Incheon, Korea

Species	Apr.	May	Jun.	Sep.	Oct.	Nov.	Total individuals	Total biomass (kg)
Crustacea								
<i>Acetes chinensis</i>	3,763	133,521	125,024		38,893	18,821	320,022	63.34
<i>Alpheus digitalis</i>	33			1		50	84	0.19
<i>Alpheus japonicus</i>	207	27	87			5	326	0.60
<i>Carcinoplax longimana</i>	84						84	0.10
<i>Charybdis bimaculata</i>	131	18	186	2	169	1	507	1.96
<i>Charybdis japonica</i>	1	1		11	33	3	49	3.99
<i>Crangon hakodatei</i>	4,717	1,005	2,085	2,476	3,519	3,545	17,347	23.16
<i>Fenneropenaeus chinensis</i>					4		4	0.13
<i>Latreutes anoplonyx</i>	2,445	6,931	30,585	64		168	40,193	16.83
<i>Latreutes planirostris</i>	304	22		5	6		337	0.12
<i>Leptochela gracilis</i>	173,513	96,771	89,091			62	359,437	116.90
<i>Matuta lunaris</i>			6		26		32	0.65
<i>Matuta planipes</i>				29			29	0.63
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	5,264	13,536	6,926		121		25,847	25.44
<i>Metapenaeus joyneri</i>	7	13	1	21	59		101	0.30
<i>Oratosquilla oratoria</i>	773	226	337	145	218	324	2,023	49.32
<i>Orithyia sinica</i>			3	51	6		60	0.98
<i>Palaemon gravieri</i>	14,204	28,016	35,744	9	4,410	714	83,097	113.58
<i>Paradorippe granulata</i>				1			1	0.01
<i>Parapenaeopsis tenella</i>						1	1	0.00
<i>Portunus trituberculatus</i>	18	9		660	694	833	2,214	166.26
<i>Prensor</i>	859	1,032		49	38		1,978	2.60
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	301	3,889	7,656	6	28		11,880	19.12
Cephalopoda								
<i>Euprymna morsei</i>	2,056	887	4,155	29	1,500		8,627	8.32
<i>Loligo beka</i>	305	1,743	4,442	1,849	16,654	37	25,030	24.85
<i>Octopus minor</i>	1	2	4			2	9	2.49
<i>Octopus ocellatus</i>	41	3,525	8	17		27	3,618	6.70
<i>Sepia esculenta</i>				1	5	5	11	1.11
<i>Todarodes pacificus</i>			15				15	0.10
Fish								
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1						1	0.02
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>			74			567	641	5.70
<i>Ammodytes personatus</i>	609	14,171	190			10	14,980	10.03
<i>Apogon lineatus</i>				7			7	0.05
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	836	913	219	1,835	684	203	4,690	30.02
<i>Coilia mystus</i>	557	108	465	211	886	461	2,688	23.67
<i>Collichthys lucidus</i>	19	38	5	99	376	36	573	5.76
<i>Collichthys niveatus</i>	29	151	162	191	275	180	988	10.12
<i>Conger myriaster</i>	1	1	2				4	0.17
<i>Cryptocentrus filifer</i>		1	3				4	0.02
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>		2			2		4	0.03
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	2						2	0.02
<i>Cynoglossus joyneri</i>	24	1	38	40	1	2	106	2.28
<i>Cynoglossus robustus</i>		1		2		1	4	0.42
<i>Cypselurus agoo</i>		191					191	0.28
<i>Dasyatis akajei</i>		1					1	0.38
<i>Engraulis japonicus</i>	3	18	180	18,575	6,609	4	25,389	35.29
<i>Erisphex pottii</i>		3	20		10		33	0.10
<i>Favonigobius gymnauchen</i>			1				1	0.00
<i>Hapalogenys nitens</i>	1						1	0.00
<i>Hemitripterus villosus</i>	2	7	1		5	1	16	5.18
<i>Hexagrammos otakii</i>	10	6	1				17	0.31
<i>Hyporhamphus intermedius</i>			1	39		7	47	0.53
<i>Hyporhamphus sajori</i>				1	60	17	78	0.63
<i>Ilisha elongata</i>					23		23	0.32
<i>Inimicus japonicus</i>		2				3	5	1.37
<i>Johnius grypotus</i>	1,553	347	204	588	308		3,000	20.35

Table 1. Continued

Species	Apr.	May	Jun.	Sep.	Oct.	Nov.	Total individuals	Total biomass (kg)
<i>Konosirus punctatus</i>	2	2	1	3	1	28	37	0.74
<i>Lagocephalus lunaris</i>	1						1	0.13
<i>Lagocephalus wheeleri</i>				1			1	0.10
<i>Larimichthys polyactis</i>	7	57	99	33	8		204	3.92
<i>Lateolabrax maculatus</i>	1						1	0.28
<i>Liparis tanakai</i>	3	1				2	6	0.76
<i>Lophius litulon</i>	3	5	1		15	1	25	12.36
<i>Mugil cephalus</i>						1	1	0.02
<i>Mugilogobius abei</i>			1			1	2	0.01
<i>Nibea albiflora</i>		1		2			3	0.37
<i>Okamejei kenoeji</i>	5	5				4	14	3.60
<i>Pampus echinogaster</i>	25	122	157	521	145	311	1,281	31.90
<i>Paralichthys olivacea</i>	7	3					10	0.03
<i>Pennahia argentata</i>			2			1	3	0.05
<i>Pholis fangi</i>	39,392	26,506	13,943		100	2	79,943	16.39
<i>Pholis nebulosa</i>		1					1	0.05
<i>Platycephalus indicus</i>	39	53	24	4	52	113	285	13.50
<i>Plectorhynchus cinctus</i>					1		1	0.13
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	2						2	0.05
<i>Repomucenus lunatus</i>	126	601	8	13	22	3	773	1.16
<i>Repomucenus valenciennesi</i>						1	1	0.01
<i>Sardinella zunasi</i>		97	74	52	134		357	2.01
<i>Saurida undosquamis</i>			1				1	0.16
<i>Scomber japonicus</i>				13	2		15	0.35
<i>Scomberomorus niphonius</i>			1	73	17		91	9.65
<i>Sebastes schlegelii</i>	3		3,456			1	3,460	0.75
<i>Setipinna tenuifilis</i>	130	1,734	1,491	1,808	1,494	11	6,668	58.30
<i>Sphyraena pinguis</i>					1		1	0.09
<i>Strongylura anastomella</i>		1					1	0.09
<i>Synechogobius hasta</i>		1					1	0.08
<i>Syngnathus schlegelii</i>	136	2	4		95	32	269	0.28
<i>Takifugu niphobles</i>	65	3	19	1	32	104	224	3.19
<i>Takifugu obscurus</i>						1	1	0.02
<i>Takifugu pardalis</i>		4	2				6	0.39
<i>Takifugu porphyreus</i>						6	6	0.16
<i>Thryssa kammalensis</i>	1	366	73	1,026	230	3	1,699	6.60
<i>Trichiurus lepturus</i>	5	20	69	19	71	1	185	2.54
<i>Tridentiger barbatus</i>	5	9	1			3	18	0.17
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	4						4	0.03
<i>Zebrias zebrinus</i>	1	4	1				6	0.64
<i>Zoarces gillii</i>		1					1	0.23
Total individuals	252,637	336,735	327,349	30,583	78,042	26,720	1,052,066	974.1
Total biomass (kg)	151.4	204.8	231.6	147.1	135.6	103.6		

과 4월 1.71로 각각 최고와 최저를 보였다. 4월의 우점종은 개체수에 대해서는 돛대기새우가 68.7%, 흰베도라치가 15.6%를 차지하였고, 생체량은 돛대기새우와 갯가재가 각각 33.8%, 12.6%로 우점하였다. 11월에는 중국젓새우가 70.4%, 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*)가 13.3%로 개체수가 많았고, 생체량은 꽃게가 53.0%, 갯가재가 11.8%로 우점하였다. 개체수는 대부분의 계절에 새우류가 우점하였으나, 9월에는 멸치 (*Engraulis japonicus*)가 60.7%로 많이 출현하였다. 그러나 생체량은 춘계에는 그라비새우 (*Palaemon gravieri*) (5-6월)와 돛대기새우 (4월)가 우점하였고, 추계에는 꽃게가 27.2-53.0%로 높게 나타났다.

군집구조 유형화

SOM을 이용하여 전체 출현종의 연도별 월별 군집특성을

유형화한 결과 4개의 그룹으로 나뉘어졌다 (Fig. 3a, b). 지도의 상부 (그룹 I-II)는 추계 (9-11월), 하부 (그룹 III-IV)는 춘계 (4-6월)로 나뉘어졌다. 그룹 I은 11월, 그룹 II는 9-10월 자료가 묶여졌고, 그룹 III은 4월, 그룹 IV는 5월 자료가 각각 분포하였다. 그러나 2002년 추계의 경우 9월부터 11월까지 그룹 I에 모두 묶여졌고, 2002년과 2003년 6월은 그룹 III, 2000년 2001년 6월 그룹 IV로 나뉘어졌다. 즉 SOM을 이용한 인천연안 낭장망 어획물의 군집은 크게 계절별로 춘계와 추계로 나뉘어지고, 세부적으로 월별로 그룹을 나타내었다. 전체적으로 개체수와 생체량은 그룹 I-II가 낮았고, 그룹 III-IV에서 높았다 (Fig. 3c). Fig. 4는 SOM 학습을 위해 입력된 수산생물 각 종들이 각 그룹 또는 조사 시기에 분포하는 정도를 나타낸 것으로 각 종들의 상대적인 중요도를 보여준다. 예를 들어, 갯가재

Table 2. Monthly number of species, diversity index (H'), 1st and 2nd dominant species (%) of bag-net catch from April 2000 to November 2004 in the coastal waters of Incheon, Korea

Month	No. of species	Diversity	Dominant species	
			Individuals	Biomass
Apr.	57	1.71	<i>L. gracilis</i> (68.7%) <i>Ph. fangi</i> (15.6%)	<i>L. gracilis</i> (33.8%) <i>O. oratoria</i> (12.6%)
May	61	2.53	<i>A. chinensis</i> (33.0%) <i>L. gracilis</i> (28.7%)	<i>Pa. gravieri</i> (16.0%) <i>L. gracilis</i> (15.0%)
Jun.	55	2.56	<i>A. japonicus</i> (38.0%) <i>L. gracilis</i> (27.2%)	<i>Pa. gravieri</i> (24.9%) <i>L. gracilis</i> (15.1%)
Sep.	44	2.30	<i>E. japonicus</i> (60.7%) <i>C. hakodatei</i> (8.1%)	<i>Po. trituberculatus</i> (48.3%) <i>E. japonicus</i> (17.8%)
Oct.	47	2.44	<i>A. japonicus</i> (49.8%) <i>L. beka</i> (21.3%)	<i>Po. trituberculatus</i> (27.1%) <i>A. japonicus</i> (9.9%)
Nov.	50	1.77	<i>A. chinensis</i> (70.4%) <i>C. hakodatei</i> (13.3%)	<i>Po. trituberculatus</i> (53.0%) <i>O. oratoria</i> (11.8%)

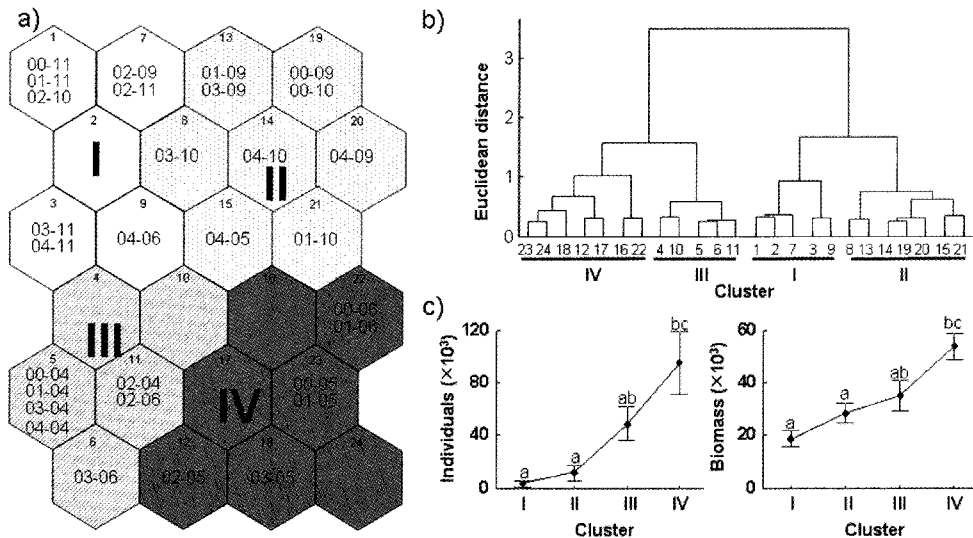


Fig. 3. Classification of sampling months on the self-organizing map (SOM) of bag-net catch from April 2000 to November 2004 in the coastal waters of Incheon, Korea. a) The patterned SOM map showing the classification of sample months according to community composition (Acronyms in the SOM units stand for the samples: the first numbers means sample year and the following numbers represent sample months (e.g., 00-04; sample collected in April 2000)), b) Hierarchical classification of the cells of SOM map, c) Individuals and biomass in different clusters according to the SOM (Fig. 3a). Different alphabets indicate significant differences between the clusters based on the Unequal N HSD multiple comparison test ($p=0.05$). Error bars indicate mean and standard error of each variable.

(Cr1: *O. oratoria*)는 지도의 아래쪽 (그룹 III과 IV)에서 대표적으로 나타나는 종이지만, 그룹 I에서는 매우 낮은 밀도를 보이거나 전혀 출현하지 않는 종이였다. 반면 꽃게 (Cr4: *Po. trituberculatus*)는 그룹 I과 II에서 높은 밀도를 보이지만 그룹 III과 IV에서는 매우 낮은 밀도를 보였다. 각 그룹별로 주요 출현종의 경우, 그룹 II는 민꽃게 (Cr9: *Charybdis japonica*)와 멸치 (Fi6), 그룹 III은 마루자주새우 (Cr8)와 싱어 (Fi15: *Coilia mystus*), 그룹 IV는 중국젓새우 (Cr11)와 주꾸미 (Ce3: *Octopus ocellatus*)가 높은 밀도로 분포하였다 (Fig. 4). 그러나 대부분의 종들이 두 그룹이상에서 우점하였다. 특히 꽃게 (Cr4)는

그룹 I-II에서 높은 밀도로 분포하였고, 그라비새우 (Cr2: *Pa. gravieri*), 돛대기새우 (Cr6)와 흰베도라치 (Fi23)는 그룹 III-IV, 꿀뚜기 (Ce2), 눈강달이 (Fi3)와 반지 (Fi8)는 그룹 II-IV에서 우점하였다. 쉬쉬망둑 (Fi13)과 민태 (Fi7: *Johnius grypotus*)는 그룹 I을 제외한 나머지 그룹에서 주로 분포하였다.

고찰

본 연구에서 2000년부터 2004년까지 춘계 (4-6월)와 추계 (9-11월)에 낭장망에 어획된 종은 총 97종 1,052,066개체, 974,124 g 이었고, 어류가 68종, 갑각류가 23종, 두족류가 6종

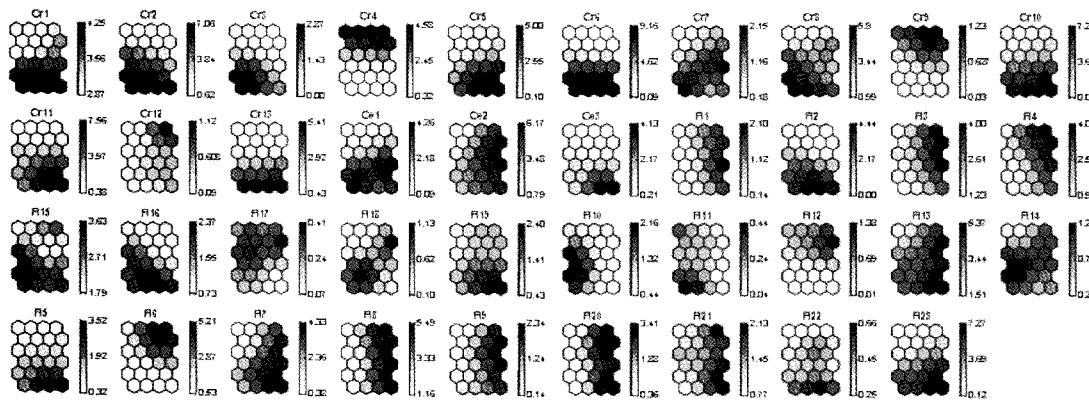


Fig. 4. Distribution patterns of each species in the trained SOM in Fig. 3a. Darker color represents higher values of each variable. Cr1, *Oratosquilla oratoria*; Cr2, *Palaemon gravieri*; Cr3, *Alpheus japonicus*; Cr4, *Portunus trituberculatus*; Cr5, *Trachysalambria curvirostris*; Cr6, *Leptochela gracilis*; Cr7, *Charybdis bimaculata*; Cr8, *Crangon hakodatei*; Cr9, *Charybdis japonica*; Cr10, *Metapenaeopsis dalei*; Cr11, *Acetes chinensis*; Cr12, *Metapenaeus joyneri*; Cr13, *Latreutes anoplonyx*; Ce1, *Euprymna morsei*; Ce2, *Loligo beka*; Ce3, *Octopus ocellatus*; Fi1, *Trichiurus lepturus*; Fi2, *Ammodytes personatus*; Fi3, *Collichthys niveatus*; Fi4, *Pampus echinogaster*; Fi5, *Repomucenus lunatus*; Fi6, *Engraulis japonicus*; Fi7, *Johnius grypotus*; Fi8, *Setipinna tenuifilis*; Fi9, *Sardinella zunasi*; Fi10, *Takifugu niphobles*; Fi11, *Hemirhamphus wilsonii*; Fi12, *Scomberomorus niphonius*; Fi13, *Chaeturichthys stigmatias*; Fi14, *Syngnathus schlegelii*; Fi15, *Coilia mystus*; Fi16, *Platycephalus indicus*; Fi17, *Konosirus punctatus*; Fi18, *Cynoglossus joyneri*; Fi19, *Larimichthys polyactis*; Fi20, *Thryssa kammalensis*; Fi21, *Collichthys lucidus*; Fi22, *Lophius litulon*; Fi23, *Pholis fangi*.

이 출현하였다. 본 연구해역에서 출현한 어류의 종수는 각 연도별로 27-46종이었는데, 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 이 결과는 1994년부터 1996년까지 경기지역에서 조사된 낭장망 어획물에서 어류의 종수가 22-31종으로 보고된 것보다 다양한 어종이 출현하였다(WSFRI, 1994-1996). WSFRI (2008)에 의하면, 최근 서해안 연근해어업의 어획량은 1990년대에 비해 감소하였고, 대형의 회유성 고급어종(예, 참조기, 갈치)에서 중·소형 어종(예, 멸치)과 두족류 및 패류로 전환되는 현상을 나타내고 있다고 보고하였다. 이러한 결과는 해양생태계내 먹이사슬에 영향을 미칠 것으로 생각되며, 조사해역내 최상위 포식자에 해당하는 대형의 회유성 어종이 감소함으로 인해 포식자들의 먹이가 되는 소형 수산생물들의 증가로 이어져 어획물의 출현종수가 매년 증가될 것이다. 본 연구에서 주로 어획된 돛대기새우는 4월부터 6월까지 대량으로 출현하다가 이후 가을에는 거의 나타나지 않았다. 그러나 Park and Lee (1995)는 돛대기새우가 강화 연안에서 4월부터 11월까지 대량 출현하다 겨울철에는 전혀 나타나지 않는다고 보고하여 본 조사해역과는 다소 차이를 보였다. 두 번째 우점종인 중국젓새우는 서해 연안의 빨치산역에 주로 분포하고, 같은 속에 속하는 젓새우(*Acetes japonicus*)의 경우 서해와 남해에 분포하며 늦은 가을부터 외해로 이동하고 겨울을 지낸 뒤 이른 봄에 다시 연안에 회유해온다고 보고되었다(NFRDI, 2001). 우리나라 서해안의 젓새우류 어획량은 인천광역시와 전라남도에서 높았는데 특히 전라남도에서 가장 많았다(KNSO, 2000-2004). 서해남부 칠발도 주변해역에서도 중국젓새우와 돛대기새우가 65%의 높은 어획비율을 차지하였다(Oh and Jeong, 2002). 그러나 본 연구에서는 중국젓새우보다

돛대기새우가 우점하여 서해 중부해역과 남부해역에서 새우류의 분포가 다름을 보여주었다. 이는 강화도 및 인천 연안해역이 한강에서 유입되는 영양염이 풍부한 담수와 해수가 만나 새우류의 서식에 적합한 환경을 제공하기 때문일 것이다. 본 연구에서 조사된 낭장망 어획물은 흰배도라치, 멸치, 까나리 등의 부어류와 쉬쉬망둑, 조피볼락, 민태 등의 저어류 등 해에 따라 27-46종의 어류가 출현하였다. 인천 부근에서 능동어구인 저인망(otter trawl)에 어획된 어류는 21종으로 참서대, 쉬쉬망둑, 민태 등 주로 저어류가 보고되었다(Lee, 1997). 또한 인천인근 강화도에서 건간망(fence net)에 어획된 수산생물은 총 36종으로 그중 어류가 27종으로 풀망둑, 개소갱과 같은 저어류와 전어, 밴댕이, 가숭어 등과 같은 부어류가 보고되었다(Hwang et al., 2003). 비록 조사해역의 위치 및 어구의 차이로 직접적인 비교는 어렵겠지만, 본 연구에 사용된 낭장망 어구는 같은 수동어구인 건간망이나 능동어구인 저인망에 비해서는 다양한 수산생물이 채집되었다. 서해 연안 어업의 특성상 금어기인 7월-8월에 채집하지 못하였지만, 군집구조는 계절별 차이가 연도별 변이보다 더 크게 나타났다. 연도별 출현 종의 개체수 변화가 나타났지만, 주요 우점종의 출현비율은 시기별로 유사하여 전체 군집구조는 계절에 따라 유형화 되었다. 또한 해에 따라 일시출현종이 증가하였는데, 이는 군집구조 분석에는 영향을 미치지 않았다. 특히 2004년에 일시출현종이 많았는데, 열동가리돔과 밀복은 우리나라 남해안에서 주로 분포하는 어종이었다(Kim et al., 2005). 이러한 일시출현종은 기후변동이나 환경변화에 지표로서 이용될 수 있으므로 향후 군집분석에서 활용될 수 있는 방법의 검토가 필요할 것이다. 본 조사 해역에서 출현한 수산생물은 연중

출현하는 주기종과 계절에 따라 출현하는 회유종으로 구분되었으며, 계절에 따른 회유종의 차이로 군집구조가 계절별로 유형화되어 나타났다. 꽃게의 경우 그룹 I과 II에서 분포밀도가 높았는데, 이는 연안회유성인 꽃게가 여름에 연안에서 산란 부화되어 자란 꽃게가 추계(9-11월)에 주로 어획되기 때문이다(Yeon, 1997). 서해에 주로 분포하는 갯새우는 늦은 가을부터 외해로 이동하고 겨울을 지낸 뒤 이른 봄에 다시 연안에 회유해오고(NFRDI, 2001), 중국갯새우는 주로 7-8월에 연안에서 산란한다(Oh and Jeong, 2002). 이는 새우류가 주로 춘계(그룹 III과 IV)에 우점한 본 연구 결과와도 일치하였다. 흰배도라치와 가나리의 경우 냉수성 어종으로 겨울에 산란을 해서 봄까지 연안에서 성장하여 먼바다로 이동하는데, 춘계에 어획이 많이 이루어졌다(Hwang, 1998). 쉬쉬망둑의 경우 그룹 I을 제외한 모든 그룹에서 분포하였는데, 이는 계절에 상관없이 연중 출현하는 연안 정착성 어종으로 서해안 갯벌에 주로 분포한다(Hwang et al., 2003; Seo and Hong, 2006). 인천연안에서 출현하는 수산생물은 비지도학습법인 SOM을 이용한 군집구조 유형화 결과는 해에 따른 군집변화보다는 계절에 따른 뚜렷한 차이를 보여주었고, 춘계에는 중국갯새우와 돛대기새우가, 추계에는 꽃게 등이 우점하는 밀도분포를 잘 반영한 것으로 판단된다.

사 사

본 연구수행을 도와준 서해수산연구소 어업자원과 인턴연구원들에게 감사하며, 이 연구는 국립수산과학원(서해연안 어업자원관리연구, RP-2008-FR-009)의 지원에 의해 수행되었다.

참 고 문 헌

- Chon, T.-S., Y.-S. Park, K.H. Moon and E.Y. Cha. 1996. Patternizing communities by using an artificial neural network. *Ecol. Model.*, 90, 69-78.
- Han, K.H. and Y.-S. Oh. 2007. Species composition and quantitative fluctuation of fishes collected by gape net in coastal waters of Yeosu, Korea. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 43, 261-273.
- Hong, S.Y. 2006. *Marine Invertebrates in Korean Coasts*. Academy Publishing Co. Seoul, Korea, 1-479.
- Hwang, S.D. 1998. Diel and seasonal variations in species composition of fishery resources collected by a bag net off Kogunsan-gundo. *Kor. J. Ichthyol.*, 10, 155-163.
- Hwang, S.D., Y.J. Im, Y.C. Kim, H.K. Cha and S.H. Choi. 1998. Fishery resources off Yongkwang. I. Species composition of catch by a stow net. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 727-738.
- Hwang, S.W., C.K. Kim and T.W. Lee. 2003. Seasonal variation of fish catch using a fence net in the shallow tidal flat off Ganghwado, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 676-685.
- Hyun, K., M.Y. Song, S. Kim and T.S. Chon. 2005. Using an artificial neural network to patternize long-term fisheries data from South Korea. *Aquat. Sci.*, 67, 382-389.
- Im, Y.J. 2007. Species composition and abundance of fish collected by otter trawl in the eastern Yellow Sea. Ph.D. Thesis, Inha University, Korea, 1-106.
- Kim, H.S. 1977. *Illustrated Flora & Fauna of Korea*. Vol. 19, Macrura. Samhwa Publishing Co., Seoul, Korea, 1-414.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.R. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. *Illustrated Book of Korean Fishes*. Gyohaksa, Seoul, Korea, 1-615.
- Kim, J.-G. 2006. The evaluation of water quality in coastal sea of Incheon using a multivariate analysis. *J. Kor. Environ. Sci. Soc.*, 15, 1017-1025.
- 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.*, 35, 497-503.
- Kim, J.S. 1996. A study on fishing efficiency and by-catch of small fish of winged stow net fishery. M.D. Thesis, Pukyong National University, Korea, 1-43.
- KNSO. 2000-2004. *Statistic Database for Fisheries Production*. Retrieved from <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>. on Jan. 10, 2008.
- KOACA. 1994. Reports on post management of environment and ecosystem study of metropolitan new international airport construction. Korea Airport Construction Authority, Korea, 1-432.
- Kohonen, T. 1982. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biol. Cybern.*, 43, 59-69.
- Kohonen, T. 2001. *Self-organizing Maps*. 3rd ed. Springer, Berlin, Germany, 1-501.
- Lee, T.W. 1997. Species composition of demersal fish off Incheon, Korea. *Yellow Sea Res.*, 7, 31-42.
- Lee, T.W., H.T. Moon and S.S. Choi. 1997. Change in species composition of fish in Chonsu Bay. 2. Surf zone fish. *Kor. J. Ichthyol.*, 9, 79-90.
- Lek, S. and J.F. Guegan. 2000. *Artificial Neuronal Networks: Application to Ecology and Evolution*. Springer, Berlin, Germany, 1-262.
- Lek, S., M. Scardi, P. Verdonschot, J. Descy and Y.-S. Park. 2005. *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1-518.

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino, 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Japan, 1-456.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial keys to the Species. Tokai University Press, Japan, 1-1749.
- NFRDI. 2001. Shrimps of the Korean Waters. National Fisheries R & D Institute, Korea, 1-188.
- NFRDI. 2004. Korean Coastal and Offshore Fishery Census: Kyunggi and Incheon. National Fisheries R & D Institute, Korea, 1-280.
- Oh, C.W. and I.J. Jeong. 2002. Fisheries biology of shrimps in the south western waters of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 35, 223-230.
- Park, Y.C. and Y.C. Lee. 1995. Growth characteristics of *Leptochela gracilis* in the coastal water near Kanghwa Island, Korea. J. Oceanol. Soc. Kor., 30, 138-146.
- Park, Y.S., R. Céréghino, A. Compin and S. Lek. 2003. Applications of artificial neural networks for patterning and predicting aquatic insect species richness in running waters. Ecol. Model., 160, 265-280.
- Park, Y.S., M.Y. Song, Y.C. Park, K.H. Oh, E. Cho and T.S. Chon. 2007. Community patterns of benthic macroinvertebrates collected on the national scale in Korea. Ecol. Model., 203, 26-33.
- Recknagel, F. 2003. Ecological Informatics: Understanding Ecology by Biologically Inspired Computation. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1-398.
- Seo, I.S. and J.S. Hong. 2006. Feeding ecology of gavelin goby (*Acanthogobius hasta*) and fine spot goby (*Chaeturichtys stigmatias*) in the Jangbong tidal flat, Incheon, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 39, 165-179.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Illionis University Press, USA, 1-117.
- Song, M.Y., H.J. Hwang, I.S. Kwak, C.W. Ji, Y.N. Oh, B.J. Youn and T.S. Chon. 2007. Self-organizing mapping of benthic macroinvertebrate communities implemented to community assessment and water quality evaluation. Ecol. Model., 203, 18-25.
- The Korean Society of Systematic Zoology. 1997. List of Animals in Korea (Excluding Insects). Academy Publishing Co., Seoul, Korea, 243-281.
- WSFRI. 1994-1996. Fisheries resources management in the western sea of Korea. West Sea Fisheries Research Institute Research Report. WSFRI, Incheon, Korea.
- WSFRI. 2008. Oceanographic and fishing conditions in the Yellow Sea - Status of 2007 and forecasting for 2008. Lett. Fish. Res. Yellow Sea, 11, 14-21.
- Yeon, I.J. 1997. Fishery biology of the blue crab, *Portunus trituberculatus* (Miers), in the West Sea of Korea and the East China Sea. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea, 1-139.
- Youn, S.H. and J.K. Choi. 2003. Spatio-temporal distribution of zooplankton community in Kyeonggi Bay, Yellow Sea. J. Kor. Soc. Oceanogr., 8, 243-250.
- Yu, O.H., B.S. Koh, H.G. Lee and J.H. Lee. 2004. Effect of environmental variables on changes in macrobenthic communities in the coastal area of Incheon, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 37, 423-432.

2008년 5월 27일 접수

2008년 7월 25일 수리

Appendix. Annual variation in number of individuals in each species of bag-net catch from April 2000 to November 2004 in the coastal waters of Incheon, Korea

Species	2000	2001	2002	2003	2004	Relative abundance (%)
Crustacea						100
<i>Acetes chinensis</i>	4,085	185,123	87,391	43,421	2	36.97
<i>Alpheus digitalis</i>				48	36	0.01
<i>Alpheus japonicus</i>	22	68	147	75	14	0.04
<i>Carcinoplax longimana</i>			84			0.01
<i>Charybdis bimaculata</i>	116	136	84	151	20	0.06
<i>Charybdis japonica</i>	13	6	16	9	5	0.01
<i>Crangon hakodatei</i>	953	4,139	1,047	6,241	4,967	2.00
<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	2	2				0.00
<i>Latreutes anoplonyx</i>	474	3,810	2,012	31,612	2,285	4.64
<i>Latreutes planirostris</i>				5	332	0.04
<i>Leptochela gracilis</i>	113,010	109,025	48,878	42,215	46,309	41.52
<i>Matuta lunaris</i>	32					0.00
<i>Matuta planipes</i>		5			24	0.00
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	7,016	8,580	3,659	6,421	171	2.99
<i>Metapenaeus joyneri</i>	91		8		2	0.01
<i>Oratosquilla oratoria</i>	331	316	789	394	193	0.23
<i>Orithyia sinica</i>			29	28	3	0.01
<i>Palaemon gravieri</i>		18,543	13,460	44,474	6,620	9.60
<i>Paradorippe granulata</i>					1	0.00
<i>Parapenaeopsis tenella</i>					1	0.00
<i>Portunus trituberculatus</i>	1,173	641	167	168	65	0.26
<i>Prenosor</i>	1,910	68				0.23
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	2,178	3,982	5,219	488	13	1.37
Cephalopoda						100
<i>Euprymna morsei</i>	1,530	6,329	524	93	151	23.12
<i>Loligo beka</i>	663	16,764	544	190	6,869	67.09
<i>Octopus minor</i>			2	1	6	0.02
<i>Octopus ocellatus</i>	10	22	8	3,548	30	9.70
<i>Sepia esculenta</i>	4		6	1		0.03
<i>Todarodes pacificus</i>				15		0.04
Fish						100
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1					0.00
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>			641			0.43
<i>Ammodytes personatus</i>	687	209	13,572	167	345	10.05
<i>Apogon lineatus</i>					7	0.00
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	509	733	479	753	2,216	3.15
<i>Collia mystus</i>	1,652	135	501	275	125	0.13
<i>Collichthys lucidus</i>	381	143	11	23	15	1.80
<i>Collichthys niveatus</i>	345	236	184	17	206	0.38
<i>Conger myriaster</i>			1		3	0.66
<i>Cryptocentrus filifer</i>					4	0.00
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>				2	2	0.00
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>			2			0.00
<i>Cynoglossus joyneri</i>		1	64		41	0.00
<i>Cynoglossus robustus</i>	1	3				0.07
<i>Cypselurus agoo</i>			191			0.00
<i>Dasyatis akajei</i>				1		0.00
<i>Engraulis japonicus</i>	17,564	231	615	5,600	1,379	17.03
<i>Erisphex pottii</i>		10	18	5		0.02
<i>Favonigobius gymnauchen</i>					1	0.00
<i>Hapalogenys nitens</i>		1				0.00
<i>Hemitripterus villosus</i>	1	2	10	2	1	0.03
<i>Hexagrammos otakii</i>			5	3	9	0.01
<i>Hyporhamphus intermedius</i>				3	44	0.01
<i>Hyporhamphus sajori</i>	65	2	11			0.05
<i>Ilisha elongata</i>	18	5				0.02
<i>Inimicus japonicus</i>			3	1	1	0.00
<i>Johnius grypotus</i>	367	509	1,498	76	550	2.01

Appendix. Continued

Species	2000	2001	2002	2003	2004	Relative abundance (%)
<i>Konosirus punctatus</i>			29	3	5	0.02
<i>Lagocephalus lunaris</i>					1	0.00
<i>Lagocephalus wheeleri</i>				1		0.00
<i>Larimichthys polyactis</i>	33	7	76	39	49	0.14
<i>Lateolabrax maculatus</i>				1		0.00
<i>Liparis tanakai</i>	3		2		1	0.00
<i>Lophius litulon</i>		2	4	14	5	0.02
<i>Mugil cephalus</i>				1		0.00
<i>Mugilogobius abei</i>				1	1	0.00
<i>Nibea albiflora</i>	1			1	1	0.00
<i>Okamejei kenojei</i>			8	2	4	0.01
<i>Pampus echinogaster</i>	372	91	398	88	332	0.86
<i>Paralichthys olivaceus</i>			6	3	1	0.01
<i>Pennahia argentata</i>	2		1			0.00
<i>Pholis fangi</i>	53,624	17,900	3,760	2,135	2,524	53.62
<i>Pholis nebulosa</i>					1	0.00
<i>Platycephalus indicus</i>	45	5	85	36	114	0.19
<i>Plectorhynchus cinctus</i>		1				0.00
<i>Pleuronectes yokohamae</i>			2			0.00
<i>Repomucenus lunatus</i>	21	99	203	421	29	0.52
<i>Repomucenus valenciennesi</i>				1		0.00
<i>Sardinella zunasi</i>	193	2	1	15	146	0.24
<i>Saurida undosquamis</i>					1	0.00
<i>Scomber japonicus</i>		1	2	11	1	0.01
<i>Scomberomorus niphonius</i> ¹			12	6	72	0.06
<i>Sebastes schlegelii</i>			4	3,306	150	2.32
<i>Setipinna tenuifilis</i>	3,356	2,095	138	773	306	4.47
<i>Sphyraena pinguis</i>		1				0.00
<i>Strongylura anastomella</i>					1	0.00
<i>Synechogobius hasta</i>					1	0.00
<i>Syngnathus schlegelii</i>	82	26	77	32	52	0.18
<i>Takifugu niphobles</i>	54	15	67	60	28	0.15
<i>Takifugu obscurus</i>				1		0.00
<i>Takifugu pardalis</i>	6					0.00
<i>Takifugu porphyreus</i>			6			0.00
<i>Thryssa kammalensis</i>	1,183	122	2	153	239	1.14
<i>Trichiurus lepturus</i>	107	57	2	5	14	0.12
<i>Tridentiger barbatus</i>			8	2	8	0.01
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			4			0.00
<i>Zebrias zebrinus</i>			1	2	3	0.00
<i>Zoarcetes gillii</i>					1	0.00
Total individuals	214,286	380,204	186,776	193,639	77,159	
Total biomass (kg)	249.8	234.5	180.7	211.9	97.1	
Species richness	46	48	61	62	69	