

한강 하구역 강화 갯벌 조간대 건간망에 어획된 유영생물 군집구조

황선도 · 노진구 · 이선미 · 박지영 · 황학진 · 임양재*

국립수산과학원 서해수산연구소

Community Structure of Fauna Collected by a Fence Net on Ganghwa Tidal Flat in the Han River Estuary, Korea

SUN-DO HWANG, JIN-GOO RHO, SUN-MI LEE, JI-YOUNG PARK, HAK-JIN HWANG AND YANG-JAE IM*
West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research Development Institute, Incheon 400-420, Korea

한강 하구의 강화 갯벌 조간대에서 유영생물의 종조성을 파악하기 위하여 2009년 4월부터 12월까지 매월 1회 강화 석모수로 조간대에 설치된 건간망에 어획된 유영생물을 수집 분석하였다. 채집된 유영생물은 총 57종으로 그 중 어류가 34종으로 가장 많았고, 갑각류 20종, 두족류 2종 그리고 1종의 해파리가 출현하였다. 종조성은 봄과 가을에 다양한 종들이 출현하였으며, 양적으로는 가을에 많았다. 총 어획물중 꽃게(*Portunus trituberculatus*)가 전체 개체수의 57.2%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 그라비새우(*Palaemon gravieri*) 7.1%, 황강달이(*Collichthys lucidus*) 7.0%, 무늬발게(*Hemigrapsus sanguineus*) 6.2%, 밀새우(*Exopalaemon carinicauda*) 4.7% 순으로 우점하였다. 우점종 중 가송어(*Chelon haematocheilus*), 풀망둑(*Synechogobius hasta*), 웅어(*Coilia nasus*), 그라비새우, 밀새우 등은 기수성 주거종이었으며, 꽃게, 황강달이, 송어(*Mugil cephalus*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 등은 하구를 보육 및 성육장으로 이용하는 연안 회유종이었다. 그 외 양적으로는 적지만 황복(*Takifugu obscurus*), 참게(*Eriocheir sinensis*), 뱀장어(*Anguilla japonica*) 등의 왕복 회유종과 붕어(*Carassius auratus*) 등의 담수종도 출현하였다.

Seasonal variation in species composition of estuarine fauna in the Han River estuary was determined by analyzing monthly samples collected on the intertidal flat of Ganghwa Island by a fence net from April to December 2009. Total number of species was 57: 34 species of fishes, 20 species of crustacean, 2 species of cephalopods and 1 species of jellyfish. Of a total of 57 species, *Portunus trituberculatus* (57.2%), *Palaemon gravieri* (7.1%), *Collichthys lucidus* (7.0%), *Hemigrapsus sanguineus* (6.2%) and *Exopalaemon carinicauda* (4.7%) were predominated in abundance. Diverse species were occurred in spring and autumn, and abundance was high in autumn. *Chelon haematocheilus*, *Synechogobius hasta*, *Coilia nasus*, *P. gravieri* and *E. carinicauda* were classified as the brackish residence species. *P. trituberculatus*, *C. lucidus*, *Mugil cephalus* and *Cynoglossus joyneri* were coastal migratory species which use the estuary as nursing and feeding grounds. Diadromous species (such as *Takifugu obscurus*, *Anguilla japonica* and *Eriocheir sinensis*) and freshwater fish (*Carassius auratus*) were also collected.

Keywords: Han River Estuary, Intertidal Zone, Species Composition, Fence Net

서론

하구는 민물과 바닷물이 만나는 기수역으로 담수 유입 등의 영향으로 환경의 변화가 크나(Allen, 1982; Day *et al.*, 1989; Greenwood and Hill, 2003), 강을 통해 공급되는 영양염의 축적으로 생물 생산력이 높아 다양한 유영생물의 산란장 및 성육장으로 이용되고 있다(Blaber and Blaber, 1980; Lee and Seok, 1984; Potter *et al.*, 1986; Day *et al.*, 1989; Elliott and Dewailly, 1995; 심과 이, 1999; 허와 정, 1999; Methven *et al.*, 2001; Franco *et al.*, 2006). 또한, 육상으로부터 퇴적물이 유입되어 갯벌 조간대가 발

달되어 있으며, 바닥이 연성 지질로 이루어져 펄에 서식하는 어류와 갑각류에게 좋은 서식처를 제공한다(Maes *et al.*, 1998; 황 등, 1998b; 허와 정, 1999; 이 등, 2009). 하구는 해양과 육상 수서 생태계를 연결하는 역할을 함으로써 해산종, 담수종, 기수종 및 회유성 어종이 서식하며, 어류 뿐 아니라 갑각류, 연체류, 패류 등의 어업 생산성이 높다(Day *et al.*, 1989; Houde and Rutherford, 1993; Maes *et al.*, 1998; 심과 이, 1999; 김과 황, 2003; 황 등, 2005). 이러한 이유로 우리나라 하구역에는 이동성 실뱀장어 안강망 어업을 비롯하여 건간망, 주목망, 각망, 자망, 통발을 이용한 어업과 갯벌에서 조개 양식어업 등의 수산활동이 활발하다(Hwang *et al.*, 2003; 황 등, 2005; Hwang and Rhow, 2010). 이와 같이 하구는 수산 경제적 가치, 산란 및 보육장으로서의 생태적 가치, 교육과

*Corresponding author: otolith@nfrdi.go.kr

관광 산업적 가치 및 심미적 가치를 생산함으로써 그 중요성이 확인되고 있다.

하구는 접근이 쉬워 우리나라 대부분의 대형 하구에는 임해산업단지 조성, 하구둑 설치 및 간척 사업 등 개발 압력이 높은 실정이다(지속가능발전위원회, 2006). 그동안 정치적 이유 등으로 접근과 개발이 제한되었던 한강 하구역에 최근에 조력발전소 건설 등의 개발이 예상되고 있어 자연형태를 유지하고 있는 하구역에 대한 생태학적 조사가 절실한 상황이다(Hwang and Rhoh, 2010).

강화도 주변 하구역은 갯벌과 수로가 발달하여 서식 공간이 다양하며, 이곳에 적응해서 살아가는 생물들 역시 다양한 형태와 행동 습성을 보여 조간대와 조하대의 어류상이 다르게 나타났다(Hwang *et al.*, 2003; Hwang and Rhoh, 2010). 그러므로 한 해역 전체 유영생물 군집구조를 파악하기 위해서는 지형에 적합한 다양한 채집기기를 이용해서 채집하는 것이 필요하다(Fulling *et al.*, 1999; Lazzar *et al.*, 1999; 허와 안, 2000, 2002; 안과 허, 2002, 2003).

한강 하구역에서는 2009년 강화도 석모수로 조하대에서 강한 조류를 이용하는 주목망에 어획된 유영생물의 종조성이 연구되었다(Hwang and Rhoh, 2010). 같은 시기에 석모수로 부근의 갯벌 조간대에서 건간망에 어획된 유영생물 군집구조를 비교 분석하면, 한해역에서 서식 공간에 따른 종조성의 차이를 비교할 수 있을 것이다. 또한, 강화 남단 갯벌 조간대에서 1998-1999년 사이에 건간망을 이용하여 채집된 어류의 종조성(Hwang *et al.*, 2003)과 비교하면, 조간대 형태에 따른 갯벌 유영생물의 군집구조를 파악할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 한강 하구의 강화 석모수로 갯벌 조간대에 설치된 건간망에 어획된 유영생물 종조성의 계절 변동을 파악하고, 각 유영생물의 발달단계별 출현 양상으로부터 서식처 이용을 분석하였다. 또한, 이 결과를 같은 해역의 조하대 유영생물과 강화 남단 갯벌 조간대 유영생물의 종조성과 비교하여 한강 하구의 서식 공간에 따른 유영생물 군집구조의 차이를 비교하였다.

재료 및 방법

2009년 4월부터 12월까지(8월에는 해파리 대량 출현으로 그물을 철망함) 매월 대조기에 강화 석모수로 갯벌 조간대에 설치된 건간망에서 1일 24시간 함정그물 2통에 어획된 유영생물을 전량 수집하였다(Fig. 1). 그러나 어획량이 많을 경우 큰 개체는 전수, 작은 개체는 무작위로 표본 추출한 후 계수하고, 이를 어획물 전체로 환산하였다(Lee and Seok, 1984). 본 연구에 사용된 건간망은 밀물 때 조류를 따라 연안 쪽으로 들어온 유영생물이 썰물 때 빠져나가다가 길그물에 유도되어 울타리그물에 걸리고, 함정그물에 모여지게 되면 간조 때 어획을 한다. 길그물과 울타리그물이 만나는 부분이 터어 있어 밀물과 썰물에 따라 양쪽 함정그물에 나뉘어 어획되지 않으므로 양쪽 함정그물 2통에 어획된 유영생물을 채집하였다. 건간망의 울타리그물 길이는 200 m, 길그물 길이 100 m, 높이 6 m이며, 울타리그물 그물코는 50.5 mm, 함정그물 끝자루 그물코는 33.7 mm이었다.

채집된 유영생물은 현장에 마련된 간이 실험실로 운반한 후 종을 동정하고, 종별 개체수와 생체량을 측정하였다. 각 개체의 체

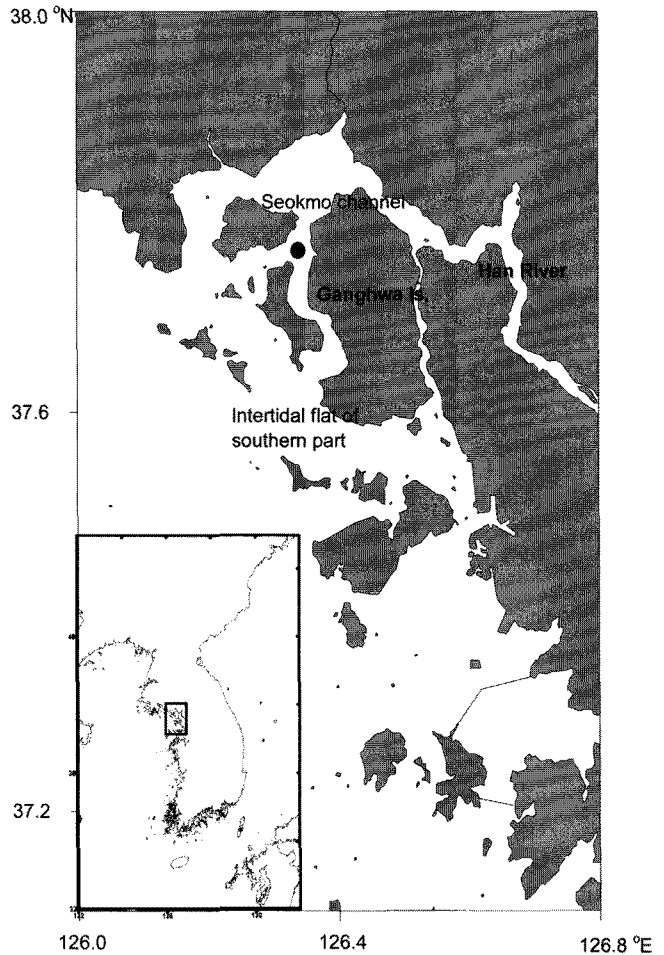


Fig. 1. Map showing the location of sampling site (closed circle) on the intertidal flat in Seokmo channel of Ganghwa Island in the Han River estuary on the mid-western coast of Korea.

장은 1 mm, 생체량은 0.1 g 단위까지 측정하였다. 종 동정은 김 등(2005), 김 등(2007), 차 등(2001), 홍 등(2006)을 이용하였다.

결 과

종조성

조사 기간 동안 총 57종의 유영생물이 출현하였으며, 총 9,819 마리, 336 kg이 채집되었다. 채집된 어획물을 분류군 별로 보면 어류가 34종으로 가장 많았고, 갑각류 20종, 두족류 2종 그리고 1종의 해파리가 출현하였다(Table 1). 채집된 유영생물은 가승어 (*Chelon haematocheilus*), 승어(*Mugil cephalus*), 풀망둑(*Synechogobius hasta*) 등의 기수성 어류와 그라비새우(*Palaemon gravieri*), 무늬발게(*Hemigrapsus sanguineus*), 밀새우(*Exopalaemon carinicauda*) 등의 기수성 갑각류, 그리고 꽃게(*Portunus trituberculatus*)와 황강달이(*Collichthys lucidus*) 등의 민어과 어류 등의 연안 회유종이 대부분을 차지하였다.

개체수에서는 꽃게가 5,618마리로 전체 개체수의 57.2%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 그라비새우 7.1%, 황강달이 7.0%, 무늬발게 6.2%, 밀새우 4.7% 순으로 우점하였다(Table 1). 생체량에

Table 1. Species composition of estuarine fauna collected by a fence net on the intertidal flat of Ganghwa Island in the Han River estuary from April to December 2009. N and W indicate the number of individuals and biomass in gram for 24-hr catch, respectively.

Scientific name	Species	Korean name	April		May		June		July		August		September		October		November		December		Total		No. of occur.	
			N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		%
Fishes																								
<i>Collichthys lucidas</i>		황강탈이	6	149	88	1,980	474	5,504	31	676	79	958	13	252	691	7.04	9,518.4	2.83	6					
<i>Chelon haematocheilus</i>		가숭어	20	12,367	33	13,894	7	3,545	8	2,522	20	583	89	4,402	13	566	1.94	37,877.5	11.26	7				
<i>Synechogobius hasta</i>		풀망둑	61	6,480	8	514	1	10	43	4,035	12	1,561	19	2,059	166	1.69	16,446.9	4.89	7					
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>		쉬쉬망둑	21	419					3	18	129	2,135	6	116	159	1.62	2,687.6	0.80	4					
<i>Coilia mystus</i>		징어			44	451	59	630	4	56	13	48	12	33	132	1.34	1,217.8	0.36	5					
<i>Mugil cephalus</i>		송어	100	23,018	1	1,131	1	1,206			1	1,780			103	1.05	27,134.4	8.06	4					
<i>Acentrogobius pflaumi</i>		줄망둑	3	23										99	15,072	1.04	15,095.0	4.49	2					
<i>Johnius grypotus</i>		민태	1	5	57	360	18	260							76	0.77	625.2	0.19	3					
<i>Coilia nasus</i>		옹어	24	877	18	558	8	366	4	124	1	36	3	116	2	48	0.75	2,520.5	0.75	8				
<i>Cynoglossus joyneri</i>		참서대	1	30	1	30	13	226	11	206	9	187	13	253	5	105	0.53	1,006.3	0.30	6				
<i>Odonotmybopus rubicundus</i>		개소경	5	91	2	53	3	135						17	140	0.27	419.6	0.12	4					
<i>Miichthys mitchii</i>		민어			19	69	5	86	2	71					26	0.26	226.0	0.07	3					
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>		옹서대	8	112	12	171					1	28			21	0.21	310.9	0.09	3					
<i>Trachidermus fasciatus</i>		격정어	12	276	4	92					1	31	2	58	19	0.19	457.2	0.14	4					
<i>Tridentiger barbatus</i>		아좌망둑	3	24	4	36	4	35	1	5			2	12	2	34	0.16	146.8	0.04	6				
<i>Paralichthys olivaceus</i>		남치			7	19							1	7	8	0.08	26.0	0.01	2					
<i>Cynoglossus semilaevis</i>		박대			1	40			2	384			4	167	7	0.07	590.5	0.18	3					
<i>Lateolabrax maculatus</i>		점농어	3	757	2	360							1	1,163	6	0.06	2,279.4	0.68	3					
<i>Zebrias fasciatus</i>		노랑각시서대	3	503											3	0.03	502.8	0.15	1					
<i>Platycephalus indicus</i>		양태	1	92	1	211			1	19			2	9	3	0.03	322.0	0.10	3					
<i>Lophogobius ocellicauda</i>		오셀망둑													3	0.03	10.2	0.00	2					
<i>Tokifugu obscurus</i>		황복							3	47					3	0.03	46.9	0.01	1					
<i>Liparis tanakai</i>		꽃치													2	0.02	1,381.8	0.41	1					
<i>Anguilla japonica</i>		뱀장어											2	791	2	0.02	791.2	0.24	1					
<i>Tokifugu niphobles</i>		복섬	1	7									1	4	2	0.02	10.9	0.00	2					
<i>Carassius auratus</i>		붕어	1	11	1	15									2	0.02	25.5	0.01	2					
<i>Thryssa adalae</i>		풀반댕이			2	60									2	0.02	60.2	0.02	1					
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>		도화망둑					1	2							1	0.01	1.7	0.00	1					
<i>Liparis tessellatus</i>		물메기												1	24	1	0.01	24.2	0.01	1				
<i>Acropoma japonicum</i>		반딧불게르치									1	7			1	0.01	7.2	0.00	1					
<i>Sardinella zunasi</i>		밴댕이										1	2		1	0.01	1.9	0.00	1					
<i>Sebastes schlegelii</i>		조피볼락	1	276											1	0.01	275.8	0.08	1					
<i>Thryssa hamiltonii</i>		풀반치			1	25									1	0.01	25.3	0.01	1					
<i>Lophius litulon</i>		황아귀											1	269	1	0.01	269.3	0.08	1					

Table 1. Continued

Scientific name	Korean name	April		May		June		July		August		September		October		November		December		Total		No. of occur.				
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		%			
No sampled																										
Crustacean																										
<i>Portunus trituberculatus</i>	갑각류	3	5	12	243	64	2,227	80	3,401			3,359	52,481	1,807	27,026	283	4,524	10	114	5618	57.22	90,020.0	26.75	8		
<i>Palaemon gravieri</i>	꽃게																								7	
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	그라비새우																									1
<i>Exopalaemon carinicauda</i>	무늬말게																									7
<i>Helice tridens tridens</i>	밀새우																									1
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	방게																									2
<i>Eriocheir sinensis</i>	산모양갈새우																									3
<i>Squilla oratoria</i>	참게	3	156	1	41	59	566	19	263																	5
<i>Palaemon macrodactylus</i>	갯가재	39	1,528	1	41	1	23																			3
<i>Oreithya sinica</i>	붉은줄참새우																									5
<i>Manuta lunaris</i>	범게																									3
<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	범게																									3
<i>Charybdis japonica</i>	금게																									1
<i>Alpheus bisincaisus</i>	대하																									2
<i>Alpheus japonicus</i>	민꽃게																									2
<i>Platylambrus validus</i>	홉말뚝새우																									2
<i>Crangon hakodatei</i>	긴말뚝새우																									2
<i>Palaemon tenuidactylus</i>	자게																									2
<i>Charybdis bimaculata</i>	마루자주새우																									1
<i>Lysmata vittata</i>	침박이줄새우																									1
Cephalopods																										
<i>Loligo japonica</i>	두족류																									1
<i>Septia exculenta</i>	반원나뭇뚜기	3	27																							2
Jellyfishes																										
<i>Rhopilema esculentum</i>	갑오징어																									1
	해파리류																									1
	국내미기록해파리																									2
Total	합계	273	33,566	645	20,474	727	23,138	926	17,047	-	-	3,495	160,705	1,989	42,384	969	18,201	795	20,959	9819	25	0.25	110,000.0	32.69	2	
Number of species	종수	11	26	24	19	15	24	30	15	24	15	24	30	15	24	15	15	15	15	15	57				57	

서는 국내 미기록종 해파리인 *Rhopilema esculentum*이 110 kg으로 전체의 32.7%를 차지하였고, 이어서 꽃게가 90 kg으로 26.8%, 가숭어 11.3%, 송어 8.6%, 풀망둑 4.9% 순이었다(Table 1). 출현 빈도로 보면, 꽃게, 웅어(*Coilia nasus*), 그라비새우, 밀새우, 가숭어, 풀망둑 등이 7회 이상 출현하였고, 다음으로 황강달이, 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 아작망둑(*Tridentiger barbatus*), 싱어(*Coilia mystus*), 갯가재(*Squilla oratoria*), 범게(*Orithyia sinica*) 등의 기수역 및 연안에 사는 종이 채집 기간중 5회 이상 출현하였으며, 그 외 45종이 계절에 따라 일시적으로 출현하였다.

계절변동

월별 종조성을 보면(Fig. 2), 4월에 어류는 7종, 224마리, 31,851 g이 채집되었다. 그중 송어가 100마리로 가장 많았고, 양적으로도 송어가 23,018 g 채집됨으로써 조사 기간중 어류의 생체량이 가장 높았다(Table 1). 갑각류는 3종, 45마리, 1,688 g이 채집되었는데, 갯가재가 39마리로 가장 많았고, 참게(*Eriocheir sinensis*)와 꽃게가 출현하기 시작하였으며, 반원니플뚜기가 소량 출현하였다. 5월에 어류는 18종, 102마리, 17,631 g이 채집되어 조사 기간중 출현종수가 가장 많았다. 그중 풀망둑이 22마리로 가장 많았고, 가숭어 20마리, 웅어 18마리 순으로 우점하였으며, 민물어류인 붕어(*Carassius auratus*)가 소량 채집되었다. 갑각류는 8종, 543마리, 2,843 g이 채집되었는데, 그라비새우가 308마리로 가장 많았고, 방

게 107마리, 밀새우 96마리 순으로 봄이 되면서 새우류가 다량 출현하여 어류보다 양적으로 우세하였다. 6월에 어류는 17종, 289마리, 19,465 g이 채집되어 5월과 비슷한 양상을 보였다. 그 가운데 황강달이가 88마리로 우점하였고, 민태 57마리, 싱어 44마리, 가숭어 33마리, 민어 19마리로 민어과 어류가 주로 채집되었다. 갑각류는 7종, 438마리, 3,673 g이 채집되었는데, 그라비새우가 208마리로 가장 많았고, 바다와 강을 왕래하는 참게가 다량 출현하였다. 7월에 어류는 11종, 595마리, 10,801 g이 채집되었는데, 그중 황강달이가 474마리로 6월에 이어 계속 우점하였고, 싱어 59마리, 민태 18마리, 웅어 13마리로 민어과 어류와 기수성 어류가 주로 출현하였다. 갑각류는 8종, 331마리, 6,247 g이 채집되었는데, 밀새우가 192마리로 우점하였고, 참게와 대하가 소량 출현하였다. 8월에는 국내 미기록종 해파리인 *Rhopilema esculentum*이 다량 출현하여 조업을 할 수 없어 철망하였다. 9월에 어류는 10종, 109마리, 8,139 g이 채집되었다. 그중 풀망둑 43마리, 황강달이 31마리, 참서대 11마리 순으로 우점하였고, 왕복성 회유어류인 황복(*Takifugu obscurus*)이 출현하였으나 양적으로는 저조하였다. 갑각류는 4종, 3,366마리, 52,567 g이 채집되어 조사 기간중 생체량이 가장 높았고, 그중 꽃게가 3,359마리, 52,481 g으로 어획량 중 대부분을 차지하였다. 8월에 다량 출현하였던 국내 미기록종 해파리 *Rhopilema esculentum* (20마리, 100 kg)이 여전히 출현하여 조사 기간 중 생체량이 가장 높았다. 10월에 어류는 13종, 143마리, 5,240 g이 채집되었는데, 황강달이, 가숭어, 싱어, 풀망둑 순으로 우점하였다. 갑각류는 9종, 1,839마리, 27,135 g이 채집되었는데, 꽃게(1,807마리)가 9월에 이어 우점하였으며, 그외 밀새우가 채집되었다. 두족류는 반원니플뚜기가 소량 채집되었고, 국내 미기록종 해파리(5마리)가 10월까지 계속 출현하였다. 11월에 어류는 17종으로 개체수는 310마리, 생체량 11,836 g으로 양적으로는 적었으나 출현종수는 많았으며, 강하성 회유어류인 뱀장어(*Anguilla japonica*) 싱어가 소량 채집되었다. 갑각류는 12종, 658마리, 6,239 g 채집되어 조사 기간중 갑각류의 출현종수가 가장 많았다. 어린 꽃게가 283마리 채집됨으로써 9~11월 사이에 어린 개체들이 하구역에 가입하는 것으로 나타났다. 12월에 어류는 8종, 131마리, 17,380 g이 채집되어, 전반적으로 종수와 양적으로 저조하였다. 갑각류는 7종, 664마리, 3,579 g이 채집되어 생물량이 감소하였다. 이상의 자료를 종합하여 보면, 전체 유영생물의 종수는 5~6월과 10~11월에 높았고, 양적으로는 9~10월에 높았다.

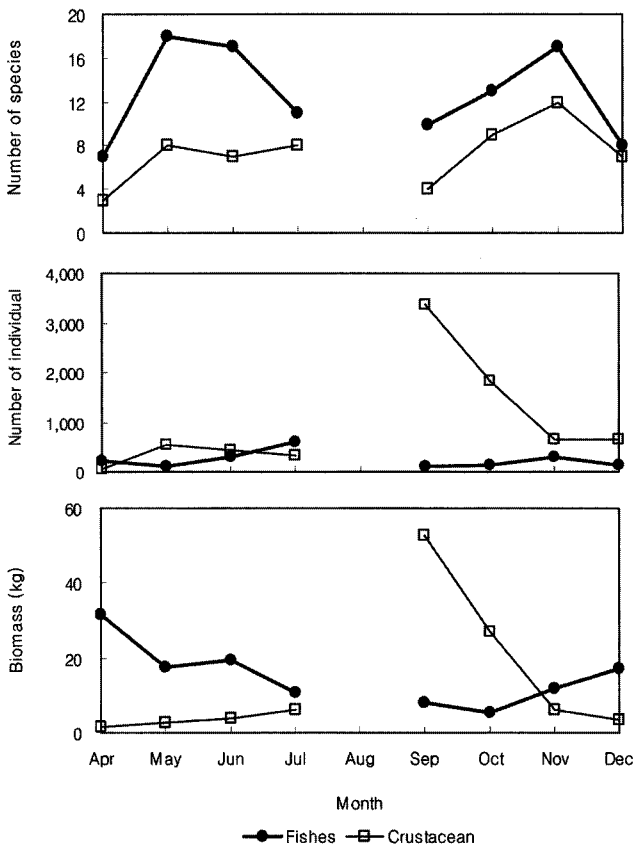


Fig. 2. Monthly variations in the number of species, number of individuals and biomass (kg) of fish and crustacean collected by a fence net on the intertidal flat of Ganghwa Island in the Han River estuary from April to December 2009.

주어종의 체장 조성 변화

웅어: 4~12월 전 조사 기간 동안 전장 범위 9.3~32.3 cm로 출현하였는데, 대부분 성어로 구성되었다(Fig. 3).

싱어: 웅어와 같은 기수종인데, 전장 범위 3.9~20.2 cm의 개체가 6~11월로 한정 출현하였다(Fig. 3). 6~9월에는 주로 큰 개체가 채집되었고, 9월 이후 10 cm 이하의 어린 개체가 출현하여 11월까지 성장하였다.

가숭어: 조사 기간 동안 4월을 제외한 대부분 기간동안 가랑이 체장 8.4~54.2 cm의 어린 개체부터 성어까지 채집되었다(Fig. 3). 5~6월에 성숙한 개체가 채집되었고, 10~12월에는 어린 개체가 다량 채집되었다.

송어: 4~6월과 10월에 가랑이체장 8.6~53.2 cm 개체들이 채집

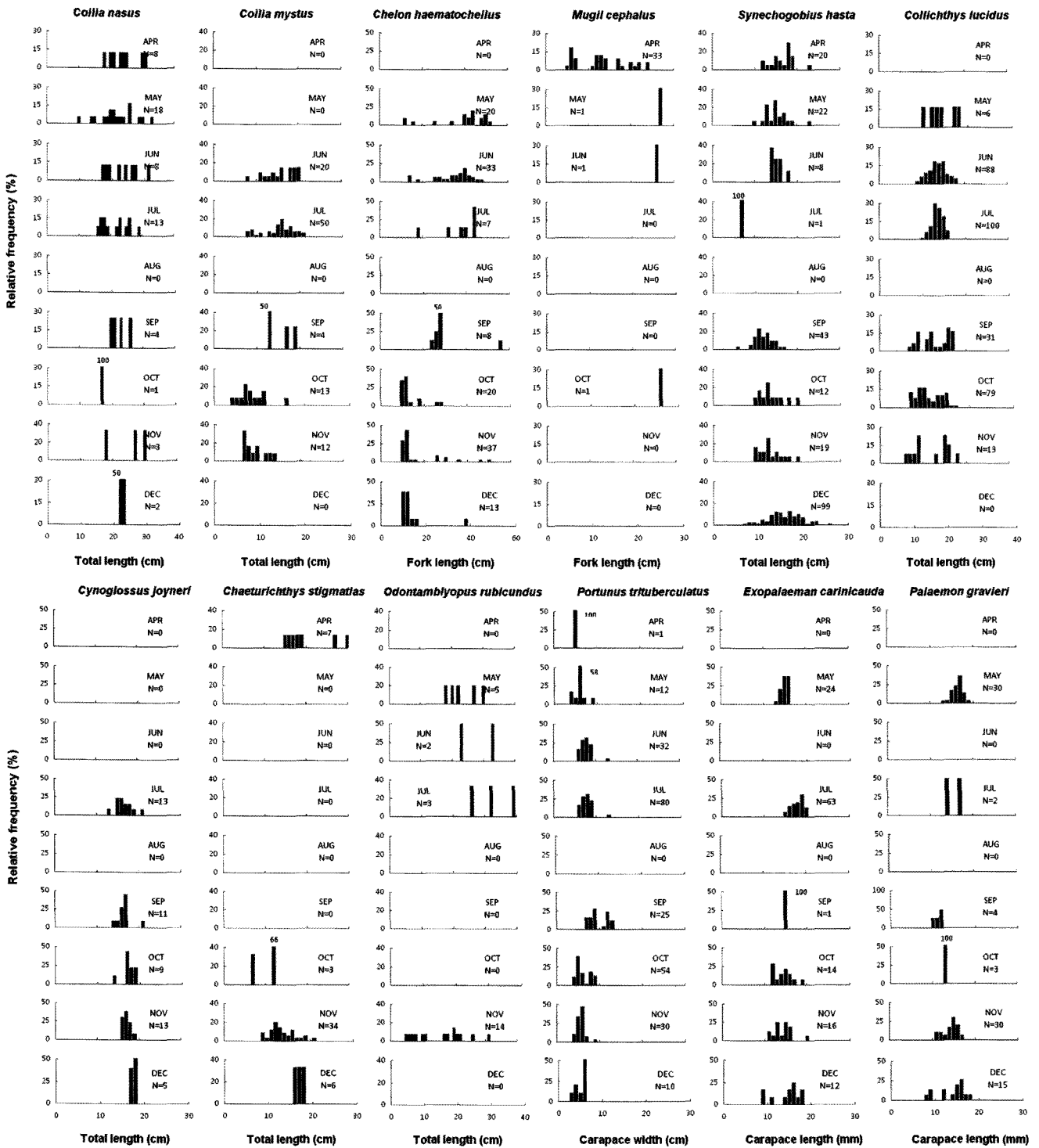


Fig. 3. Monthly variations in length-frequency distributions of the dominant species collected by a fence net on the intertidal flat of Ganghwa Island in the Han River estuary from April to December 2009.

되었는데, 특히 4월에 어린 개체가 다량 출현하여 기승어와 달리 하구역에 초기 가입시기가 빨랐다(Fig. 3).

풀망둑: 전 조사 기간에 걸쳐서 출현하는 주종이며, 전장 범위는 11.6~50.5 cm로 어린 개체부터 성어까지 출현하였다(Fig. 3).

황강달이: 4월과 12월을 제외한 봄부터 가을까지 채집되었는데, 전장 범위는 5.3~17.9 cm 이었다(Fig. 3).

참서대: 7~12월에 채집되었는데, 전장범위는 12.3~20.1 cm이였으며(Fig. 3), 시간에 따라 체장이 커지는 경향이 관찰되었다.

쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*): 4월과 10~12월에 채집되었고, 전장 범위는 6.3~29.2 cm 이었다(Fig. 3). 10월에 어린 개체가 출현 한 후 12월까지 성장하였다.

개소경(*Odontamblyopus rubicundus*): 5~7월과 11월에 채집되었

는데, 전장 범위 4.9~38.4 cm로 5~7월은 주로 성어가, 11월은 어린 개체의 가입이 이루어졌다(Fig. 3).

꽃게: 4~5월에 갑폭 3.2~8.1 cm의 어린 개체가 채집되었고, 9~12월에 2.8~12.7 cm의 어린 개체가 출현함으로써 어린 개체가 봄과 가을의 2개 모드를 보였다(Fig. 3).

그라비새우: 두홍갑장 7.1~18.1 mm 크기의 개체가 4, 6월을 제외한 대부분의 채집 기간 동안 다량 채집되었다(Fig. 3).

밀새우: 조사 기간중 대부분 시기에 두홍갑장 8.0~19.9 mm의 개체가 채집되었는데, 여름 이후 어린개체가 출현하여 성장하였다(Fig. 3).

고 찰

건간망은 갯벌 조건대에 설치하여 조석에 따른 조류의 흐름을 이용하여 연안으로 밀려들어온 유영생물을 어획하는 어구로 지형의 특성상 저인망, 안강망 또는 지인망을 사용할 수 없는 곳에 적합한 채집기이다(Hwang *et al.*, 2003). 그러나, 본 연구에서 사용한 건간망은 울타리 그물의 길이가 200 m 정도로 규모가 크지 않아 같은 해역의 조류가 강한 수로에 설치된 주목망이나 능동어구에 비해 채집 효율이 크지 않을 것으로 보인다. 건간망 그물코 크기(33.7~50.5 mm)에 따라 채집된 우점종의 최소 체장을 보면, 상대적으로 표면이 미끈한 어류는 40~50 mm, 가시가 돌출되어 있는 갑각류는 7~8 mm 크기 정도가 채집되어 어종에 따른 망목 선택성을 보였다. 또한, 그물코 크기 차이에 따라 본 연구 지역인 강화 석모수로 조건대에서 채집된 가숭어와 풀망둑의 최소 체장이 강화 남단의 건간망(그물코 크기 14~16 mm)에 의해 채집된 같은 어종의 최소 체장보다 더 크게 나타났다(Hwang *et al.*, 2003).

강화 석모수로 갯벌 조건대에 출현하는 유영생물을 서식처(ecological guild)에 따라 분류하면, 가숭어, 풀망둑, 싱어, 웅어 등과 그라비새우, 밀새우 등의 새우류는 기수성 주거종으로 분류될 수 있다(Hwang *et al.*, 2003; 황, 2006; Hwang and Rhow, 2010). 꽃게 등의 갑각류와 황강달이, 쉬쉬망둑, 숭어, 참새대, 개소갱 등은 특정 시기에만 출현함으로써(Table 1), 하구를 보육 및 성육장으로 이용하는 연안 회유종으로 판단된다(Hwang *et al.*, 2003; 황, 2006; Hwang and Rhow, 2010). 양적으로는 적지만 회유성 유영생물로서 황복, 참게, 뱀장어 등이 일정 시기를 산란과 관련하여 강과 바다를 왕래하기 위하여 하구역을 이용하였으며(Hwang *et al.*, 2003; 황, 2006, 2010; Hwang and Rhow, 2010), 붕어 등의 담수종도 출현하였다.

하구에는 연안종과 기수성 및 회유성 어류의 어린 개체가 다량 출현함으로써 산란장 및 보육장으로 이용되는 것으로 알려져 있다(Lee and Seok, 1984; 심과 이, 1999; 허와 정, 1999; Hwang *et al.*, 2003; 황 등, 2005; Hwang and Rhow, 2010). 본 연구에서 황강달이, 싱어, 꽃게는 대체로 여름 이후에 어린 개체가 출현하여(Fig. 3), 이들 종이 하구역을 보육장으로 이용하는 것으로 판단된다. 같은 지역에서 주목망에 채집된 자료에서 5~7월에는 황강달이 성어의 비율이 높고 9~11월에는 어린개체의 양이 많은 것으로 나타나(Hwang and Rhow, 2010), 황강달이는 봄에 산란하여 하구역을 보육장으로 이용하면서 성장하다가 12월 이후 겨울에 월동장을 찾아 하구역을 빠져나가는 것으로 추정된다. 웅어는 연중 나

타나는 주거종임에 반해 같은 속에 속하는 싱어는 여름 이후에 출현함으로써 보육시기를 달리하였다. 꽃게는 하구역에서 어린 시기를 보내는데, 어린 개체가 봄과 가을의 2개 모드를 보이는 것은 연안에서 꽃게가 5~6월에 산란하여 가을에는 치개로 성장하는데, 늦게 산란된 꽃게가 저수온기에 탈피하지 못하고 겨울을 보낸 후 다음 해 봄에 여전히 치개로 출현하기 때문이다(unpublished data). 비슷한 유형의 어류가 하구를 보육장으로 이용하는 시기를 달리하는 경우도 있는데, 가숭어는 봄(5~7월)에 포란된 어미가 출현하고(unpublished data), 그해 가을부터 겨울 사이에 유어들이 출현함으로써 하구를 보육장으로 이용하고 있다. 숭어는 하구 천해역에 출현 빈도가 적음으로써 가숭어보다는 먼 바다에 서식하는 것으로 판단되며, 늦가을에 하구 밖에서 산란하고 봄에 어린 개체가 하구에 출현함으로써 가숭어보다 하구역으로의 초기 가입이 빨랐다(Fig. 3). 풀망둑은 하구 갯벌에 서식하면서 연안에서 산란하고 조건대에서 보육하며, 개소갱과 참새대(*Cynoglossus joyneri*) 등은 펄을 선호하는 것으로 알려져 있다(황 등, 1998a, 2005; Hwang *et al.*, 2003). 본 연구에서도 이들 종들과 함께 밀새우, 그라비새우 등은 조사 기간 동안 시간에 따라 체장이 커지며 어린 개체부터 성어까지 출현함으로써 하구를 섭이장으로 이용하면서 성장하였다(Fig. 3). 이와 같이 한강 하구역에서 주거종과 연안 회유종, 바다와 강 양측을 왕래하는 종 등이 하구에서 일생 또는 일정 시기를 보내면서 산란하고 자라므로써 하구가 산란장 및 보육장을 기능을 가지고 있음을 알 수 있었다.

강화 연안에서 유영생물 종조성 및 계절 변화는 강화 석모수로 조하대에서 주목망을 이용한 연구(Hwang and Rhow, 2010)와 강화 남단 갯벌 조건대에서 건간망에 의한 연구(Hwang *et al.*, 2003)가 있어, 본 연구와 비교하여 강화의 서식 공간 특성에 따른 유영생물의 군집구조를 고찰하였다. 본 연구에서 조사된 강화 석모수로 조건대 건간망 유영생물의 종수(57종)는 강화 석모수로 조하대 주목망 유영생물 86종(Hwang and Rhow, 2010), 강화 남단 조건대 건간망 유영생물 36종(Hwang *et al.*, 2003)과 비교하였을 때, 강화 남단 조건대 유영생물보다는 많았으나, 같은 해역인 석모수로 조하대 유영생물 보다는 적은 종수를 보였다(Table 2). 이는 조하대에 자루그물 형태로 정치되어 강한 조류를 이용하여 어획하는 주목망(망목 25 mm)이 조건대의 건간망(망목 33.7 mm)에 비해 그물코 크기가 작아 새우류 등과 같이 작은 크기의 유영생물을 채집하는데 효율적이고, 조건대에는 부어류가 서식하기 어려운 공간 특성을 가지므로 출현 종이 제한되어 조하대에서 출현하는 종수가 많은 것으로 판단된다. 강화 남단 조건대는 갯벌 폭이 6 km 정도로 넓고 평탄하며 수심이 얕은 반면(KORDI, 1999), 강화 석모수로 조건대는 수로에 연접해서 상대적으로 갯벌 폭이 좁고 경사가 있다. 이와 같은 지질학적 특성 때문에 강화 남단 갯벌 조건대에 사용된 건간망(길이 1,200 m)이 석모수로 갯벌 조건대 건간망(길이 200 m)보다 규모가 더 클에도 불구하고, 본 연구지역인 석모수로 조건대가 남단 조건대보다 수심이 깊고, 조류가 강해 표영성 어종이 간헐적으로 출현하여 총 출현종수가 많았던 것으로 판단된다.

석모수로 조건대에는 가숭어와 풀망둑, 쉬쉬망둑, 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*) 등의 망둑어류와 참새대, 개소갱 등의 기수역에 적응하여 서식하는 어류가 우점하였으며, 갑각류에서 꽃게

Table 2. Comparison of the estuarine fauna in the Han River estuary, Korea

Sampling area	This study		Hwang & Rhow (2010)		Hwang et al. (2003)							
	Western part of Gwanghwa	Western part of Gwanghwa	Western part of Gwanghwa	Southern part of Gwanghwa	Intertidal zone	Intertidal zone						
Habitat	Intertidal zone	Subtidal zone	Subtidal zone	Intertidal zone	Fence net	Fence net						
Sampling gear	Fence net	Stow net	Stow net	Monthly	Monthly	Monthly						
Sampling interval	Monthly	Monthly	Monthly	Monthly	Monthly	Monthly						
Sampling period	Apr.-Dec., 2009	Feb.-Dec., 2009	Feb.-Dec., 2009	Mar.-Dec., 1998-1999	Mar.-Dec., 1998-1999	Mar.-Dec., 1998-1999						
Mesh size (mm)	33.7	25	25	14	14	14						
Number species	34	54	54	27	27	27						
Fishes												
	<i>Collichtlys lucidus</i>	황강달이	7.0	2.8	<i>Sardinella zunasi</i>	벤쟁이	4.6	1.1	<i>Konosirus punctatus</i>	진어	26.8	9.5
	<i>Chelon haematocheilus</i>	가숭어	1.9	11.3	<i>Coilia mystus</i>	싱어	4.0	2.0	<i>Sardinella zunasi</i>	벤쟁이	13.0	6.4
	<i>Synechogobius hasta</i>	풀망둑	1.7	4.9	<i>Collichtlys lucidus</i>	황강달이	3.6	2.2	<i>Synechogobius hasta</i>	풀망둑	11.1	50.1
	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	쉬리망둑	1.6	0.8	<i>Coilia nasus</i>	응어	2.8	1.3	<i>Liza haematocheila</i>	가숭어	1.5	10.6
	<i>Coilia mystus</i>	싱어	1.3	0.4	<i>Pampus argenteus</i>	병어	1.4	0.7	<i>Taeniacides rubicundus</i>	개소쟁	1.1	2.8
	<i>Acentrogobius pflaumi</i>	송어	1.1	8.1	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	민물두줄망둑	0.4	0.1	<i>Acanthogobius elongata</i>	왜풀망둑	0.7	0.1
		줄망둑	1.0	4.5		흰발망둑	0.4	0.0	<i>Chaenogobius mororanus</i>	얼룩망둑	0.7	0.2
		민태	0.8	0.2		멸치	0.4	0.1	<i>Thryssa kammalensis</i>	청멸	0.4	0.3
	<i>Coilia nasus</i>	응어	0.8	0.8	<i>Syngnathus schlegelii</i>	실고기	0.4	0.1	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	문절망둑	0.3	0.1
	<i>Cynoglossus joyneri</i>	참서대	0.5	0.0	<i>Tridentiger barbatus</i>	아각망둑	0.3	0.2	<i>Thryssa adelleae</i>	플반쟁이	0.3	0.2
		개소쟁	0.3	0.1	<i>Lophiogobius ocellicauda</i>	오셀망둑	0.3	0.2	<i>Takifugu obscurus</i>	황복	0.3	0.3
Crustacean	20	28	28	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	<i>Portunus trituberculatus</i>	꽃게	57.2	26.8	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	밀새우	32.6	6.5	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	칠게	12.1	7.4
	<i>Palaemon gravieri</i>	그라미새우	7.1	0.9		젓새우	16.0	0.4	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	밀새우	9.4	2.9
	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	무늬발게	6.2	1.0	<i>Palaemon gravieri</i>	그라미새우	9.9	1.8	<i>Philyra pisum</i>	밤게	5.1	5.1
	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	밀새우	4.7	0.4	<i>Portunus trituberculatus</i>	꽃게	7.7	4.0	<i>Alpheus rapax</i>	큰손딱총새우	1.1	0.2
		방게	1.1	0.2		중국젓새우	6.9	0.1	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	무늬발게	0.1	0.0
	<i>Metapenaeopsis dalei</i>	산모양갈갈새우	1.0	0.0		점박이줄새우	1.1	0.1	<i>Alpheus japonicus</i>	긴발딱총새우	0.0	0.0
Cephalopods	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	<i>Loligo japonica</i>	반원니플뚜기	0.1	0.0		반원니플뚜기	0.8	0.2	<i>Reticunassa festinus(Nassarius festinus)</i>	왕좁쌀무늬고둥	12.2	1.7
	<i>Sepia esculenta</i>	갑오징어	0.0	0.0		주꾸미	0.0	0.1	<i>Loligo beka</i>	참플뚜기	1.6	1.0
		갑오징어	0.0	0.0	<i>Sepia esculenta</i>	갑오징어	0.0	0.0	<i>Lunatia gibba</i>	갯우렁이	1.5	0.6

등의 계류가 새우류보다 양적으로 우세하였다(Table 2). 반면, 석모수로 조하대에서는 뱀돔이, 멸치, 청멸, 풀반돔이, 풀반지, 전어, 반지, 까나리 등의 청어목 어류와 병어, 갈치 등의 유영력 있는 어종들과 새우류가 우세하였다(Hwang and Rhow, 2010). 강화 남단 갯벌 조간대에 설치된 건간망에는 지형학적 특성상 외해성 어류인 전어, 뱀돔이, 청멸, 풀반돔이 등이 가입되고 갯벌에 서식하는 가숭어, 개소갱과 풀망둑 등의 망둑어류, 칠게 및 왕좁쌀무늬고둥 등이 함께 출현함으로써 외해와 갯벌 조간대 특성을 동시에 보였다. 이상의 결과로부터 한강 하구 천해역에서 서식 공간의 특성에 따라 출현하는 유영생물의 군집구조가 다양함을 알 수 있었다.

감사의 글

시료채집에 협조해준 강화 창후리 창준호 이은성 선장님과 실험을 도와준 전정순, 김시엽, 이요셉, 배광진, 이택환, 김태돈에게 감사드립니다. 또한, 어류를 동정하여 주신 국립생물자원관 김병직 박사께 고마움을 표합니다. 연구는 국립수산과학원 서해수산연구소 경상과제 '서해연안어업자원조사'의 지원으로 국립수산과학원 연구사업(RP-2010-FR-015)으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005. 한국어류대도감. 교학사, 서울, 615 pp.
- 김종식, 황선도, 2003. 새만금 갯벌의 패류 생산량. 한국수산학회지, **36**: 757-761.
- 김진구, 유정화, 김정년, 김영혜, 2007. 유사어종 식별가이드. 국립수산과학원, 부산, 101 pp.
- 심광수, 이충렬, 1999. 새만금 일대의 어류상. 한국환경생물학회지, **17**: 293-303.
- 안용락, 허성희, 2002. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. 3. 꽃게통발에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, **35**: 715-722.
- 안용락, 허성희, 2003. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. 4. 저층자망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, **36**: 686-694.
- 이종희, 이재봉, 김정년, 이동우, 신영재, 장대수, 2009. 낙동강 하구에서 새우조망으로 채집된 생물의 계절별 종 조성. 한국어류학회지, **21**: 177-190.
- 지속가능발전위원회(이창희, 김종일, 김홍상, 남정호, 이원찬, 우한준, 신성교, 옥근, 이종명, 황선도, 신용식, 이삼희, 이해근, 김현태, 이광야, 전승수, 정갑식, 신영규, 강대석, 한동욱), 2006. 지속가능한 하구역 관리체계 구축방안 연구 보고서. 대통령 자문 지속가능발전위원회, 405 pp.
- 차형기, 이장욱, 박치수, 백철인, 홍선윤, 박중화, 이동우, 최영민, 황강석, 김장근, 최광호, 손호선, 손명호, 김대현, 최정화, 2001. 한국새우류도감. 국립수산과학원, 부산, 188 pp.
- 허성희, 정석근, 1999. 낙동강 하구해역에서 저인망에 의해 어획되는 어류의 종조성 및 계절 변동. 한국어업기술학회지, **35**: 178-195.
- 허성희, 안용락, 2000. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. 1. 소형기선저인망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, **33**: 288-301.
- 허성희, 안용락, 2002. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동. 2. 삼각망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, **35**: 366-379.
- 황선도, 임양재, 김용철, 차형기, 최승호, 1998a. 서해 영광 연안 수산자원 I. 주목망 어획자원의 종조성. 한국수산학회지, **31**: 727-738.
- 황선도, 임양재, 송홍인, 최용석, 문형태, 1998b. 서해 영광 연안 수산자원 II. Otter trawl 어획자원의 종조성. 한국수산학회지, **31**: 739-748.
- 황선완, 2006. 금강과 만경강 하구 어류의 출현양상과 서식처 이용. 충남대학교 박사학위논문, 충남대학교, 145 pp.
- 황선완, 황학빈, 노형수, 이태원, 2005. 개량안강망에 채집된 금강 하구 어류종조성의 계절변동. 한국수산학회지, **38**: 39-54.
- 황학빈, 2010. 금강과 만경강 하구에서 채집된 뱀장어 *Anguilla japonica*의 성비, 연령, 성장과 서식처 유형. 충남대학교 박사학위논문, 충남대학교, 95 pp.
- 홍성윤, 박경양, 박철원, 한창희, 서해립, 윤성규, 송춘복, 조수근, 임현식, 강영실, 김택재, 마채우, 손민호, 차형기, 김광봉, 최상덕, 박기열, 오철웅, 김두남, 손호선, 김정년, 최정화, 김미향, 최인영, 2006. 한국해양무척추동물도감. 아카데미 서적, 서울, 479 pp.
- Allen, L.G., 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, California. Fish. Bull. U.S., **80**: 769-790.
- Blaber, S.J.M. and T.G. Blaber, 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. J. Fish Biol., **17**: 143-162.
- Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yanez-Arancibia, 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, U.S.A., 558 pp.
- Elliott, M. and F. Dewailly, 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. Neth. J. Aquat. Ecol., **29**: 397-417.
- Franco, A., P. Franzoi, S. Malavasi, F. Riccato, P. Torricelli and D. Mainardi, 2006. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. Estuar. Coast. Shelf Sci., **66**: 67-83.
- Fulling, G.L., M.S. Peterson and G.J. Crego, 1999. Comparison of Breder traps and seines used to sample marsh nekton. Estuaries, **22**: 224-230.
- Greenwood, M.F.D. and A.S. Hill, 2003. Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth estuary. Estuar. Coast. Shelf Sci., **58**: 211-225.
- Houde, E.D. and E.S. Rutherford, 1993. Recent trends in estuarine fisheries: Predictions of fish production and yield. Estuaries, **16**: 161-176.
- Hwang, S.D. and J.G. Rhow, 2010. Seasonal variation in species composition of estuarine fauna collected by a stow net in the Han River estuary on the mid-western coast of Korea. J. Korean Soc. Oceanogr., **15**: 72-85 (in Korean).
- 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 Gangh-wado, Korea. J. Kor. Fish. Soc., **36**: 676-685 (in Korean).
- KORDI (Korea Oceanography Research and Development Institute),

1999. Tidal flat studies for conservation and sustainable use. KORDI, BSPE 99748-00-1245-3, 841 pp. (in Korean)
- Lazzari, M.A. S. Sherman, C.S. Brown, J. King, B.J. Joule, S.B. Chenoweth and R.W. Langton, 1999. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of two nearshore fish communities in Maine. *Estuaries*, **22**: 636-647.
- Lee, T.W. and K.J. Seok, 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. *J. Oceanol. Soc. Korea*, **19**: 217-227.
- 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.
- Methven, D.A., R.L. Haedrich and G.A. Rose, 2001. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly and annual variation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **52**: 669-687.
- Potter, I.C., P.N. Claridge and R.M. Warwick, 1986. Consistency of seasonal changes in an estuarine fish assemblage. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **32**: 217-228.

2010년 8월 13일 원고접수

2010년 10월 18일 수정본 채택

담당편집위원: 이준백