

개량안강망에 채집된 금강하구 어류 종조성의 계절 변동

황선완 · 황학빈 · 노형수 · 이태원
충남대학교 해양학과

Seasonal Variation in Species Composition of Fish Collected by a Bag Net in the Geum River Estuary, Korea

Sun-Wan HWANG, Hak-Bin HWANG, Hyung-Soo NOH and Tae-Won LEE
Department of Oceanography, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Seasonal variation in species composition of fish in the Geum River estuary was determined using monthly samples collected with a bag net from February to December 2003. Of a total of seventy-three species collected, four groups of fishes were distinguished. Estuarine fishes such as *Chelon haematocheilus* and *Synechogobius hasta* were collected almost all the seasons and predominated in abundance during cold months. Coastal fish species such as *Sardinella zunasi*, *Konosirus punctatus*, *Engraulis japonicus*, *Johnius grypotus* and *Thryssa kammalensis* were dominated from late spring to autumn. Their adults entered into the estuary in spring and a large number of their juveniles were collected in summer and autumn till moving out to deeper waters for over-wintering. A few freshwater fishes were collected when the freshwater was discharged during the rainy season. *Anguilla japonica* elvers (diadromous fish) and *Coilia nasus* (amphidromous fish) were collected in spring during their upstream migration. The principal component analysis revealed that the seasonal variation in species composition of fishes was principally determined by water temperature and/or water temperature related factors.

Key words: Fish species composition, Coastal fish, Diadromous fish, Estuarine fish, Geum River estuary

서 론

하구는 민물과 바닷물이 혼합되고 조석의 영향으로 탁도가 높고, 수온, 염분, 용존산소 등 환경의 단기 변화가 크다. 그러나 육지로부터 공급되는 영양염이 축적되어 생물 생산력이 높아 해양 생물과 기수생물들에게 산란장, 섭식장, 성육장을 제공하고, 바다와 강을 회유하는 생물의 회유 경로로 이용된다 (Day et al., 1989; Potter et al., 1986). 하구에는 해산어, 담수어, 기수어, 왕복성 어류가 공존하여 다양한 어류가 서식한다 (Methven et al., 2001). 특히 하구는 해양과 내륙 수서 생태계를 연결하는 역할을 하고 (Blaber and Blaber, 1980; Percy and Myers, 1974; Potter et al., 1986, 1990; Valesini et al., 1997), 어업생산성이 높아 경제적으로도 중요하다 (Houde and Rutherford, 1993).

금강은 전라북도 진안에서 발원하여 군산과 장항 사이에서 서해 바다와 접하는 우리나라 4대강 중 하나로 유로연장이 약 400 km에 이르고, 집수 면적은 약 9,880 km², 연간 담수 유출량은 약 6.4×10⁹ ton/yr 이다 (Kwon et al., 2001). 금강 하구에는 1988년 총 1,841 m 길이의 하구둑이 건설되기 시작하여 1994년 9월 완공되었다. 이에 따라 하구둑의 바다 쪽은 하구둑이 축조되기 전에는 담수 유출량에 비해 조석의 영향이 우세하여 완전혼합형 하구 (well mixed estuary)에 속하였으나

는 부분혼합형 하구 (partially mixed estuary) 또는 염분 썩기형 하구 (salt wedge estuary)로 변화했다 (Choi et al., 1995). 금강 하구둑에서는 우기에 담수를 집중 방출하기 때문에, 하구둑 바다 쪽은 하구둑을 건설하기 전보다 조류 속도 감소, 부유 물질 감소, 영양염 증가 등 물리화학적으로 변화되었다 (Kim et al., 1998; Kwon et al., 2001; Kwon and Lee, 1999; Lee and Yang, 1997). 이러한 환경변화로 금강 하구에서 식물플랑크톤이 대번식할 가능성이 커졌다 (Kim et al., 1998; Yang et al., 1999). 이렇게 하구둑 건설은 하구역의 물리화학적 변화뿐만 아니라 생태 환경 변화를 유발하고 이에 따라 점차 어류 종조성도 변화될 것으로 예상되지만, 구체적인 연구는 아직 미비하다. 아산만과 천수만의 경우, 방조제 건설로 어류 종조성이 변화해가고 있음이 확인된 바 있고 (Lee et al., 1995, 1997; Lee and Hwang, 1995), Kwak and Huh (2003)는 낙동강 하구에서 하구둑 건설에 따른 어류 종 조성 변화를 보고하였다. 지금까지 금강 하구에서 하구둑 축조 이후 어류에 관한 연구로는 하구둑 내측 담수권역에서 수행된 금강하구연 축조 이후 어류 군집 변화 (Lee, 1992)와 금강 하구 풀망둑의 생태에 관한 연구 (Choi et al., 1996) 등이 있다. 그러나 금강 하구둑 건설 이후 금강 하구 어류 종 조성 및 계절 변동에 관한 연구는 미비한 상태이다.

본 연구에서는 금강 하구에서 월별로 개량안강망에 어획된 어류를 채집하여 금강 하구 어류 종조성의 계절 변동 특성을 밝히고, 우점종의 월별 체장 및 양적 변동을 분석하여 하구

*Corresponding author: twlee@cnu.ac.kr

이용 양상을 밝혔다.

재료 및 방법

자료는 2003년 2월부터 12월까지 월별로 그물사리 2-3일 전후에 금강 하구에 설치된 개량안강망 (bag net) 1척에서 1일간 어획된 어류를 수집하였다 (Fig. 1). 1회 어획물이 많은 경우, 어획 개체수가 적은 종은 전량 채집하였으며, 개체수가 많은 종은 표본 추출한 후 전체 어획량으로 환산하였다.

개량안강망은 닻으로 정지한 배에서 밑물 때 배 뒷부분에 설치된 그물을 투망하여 조류를 따라 이동하는 수산생물을 잡는 어구이다. 자료 수집에 이용된 개량안강망 어업은 2월 중순부터 5월 중순 사이에는 금강 하구역 내측 (G1)에서 실뱀장어를 주 대상으로 조업하고 6월부터 12월까지는 군산 외항 부근 (G2)에서 새우를 대상으로 조업 한다. 본 연구의 자료 수집에 이용된 개량안강망은 2-5월 실뱀장어 잡이에 이용된 그물이 길이 30 m, 망구 125 m² (가로 25 m, 세로 5 m), 망목 (stretched mesh size)은 약 1 mm이었다. 6-12월 새우 잡이에 이용된 그물은 실뱀장어 잡이 그물과 크기는 같고, 망목이 큰 그물을 사용하여 날개그물 (wing net)이 약 20 cm이었으며 점점 작아져 자루그물 (cod end)은 약 5 mm이었다.

수집된 어류는 냉장하여 실험실로 운반한 후 종을 동정하고, 종별 개체수와 생체량을 파악하였다. 각 개체의 전장 (total length)을 1 mm, 생체량 (wet weight)을 0.1 g 단위까지 측정하였다. 종 동정은 Chyung (1977), Kim and Park (2002), Lindberg and Legeza (1965), Lindberg and Krasnyukova (1969, 1989), Masuda et al. (1984) 등을 이용하였으며, 종명은 Masuda et

al. (1984)에 따랐다. 월별 종 조성 특성을 파악하기 위해 조사 시기별 채집된 종별 개체수를 대상으로 종다양성지수 (H')를 계산하였다 (Shannon and Weaver, 1949). 중간 출현 시기 유사성은 조사 기간 동안 3회 이상 출현한 32종을 대상으로 Jaccard의 유사도 지수 (J)를 계산하여 수상도 (dendrogram)를 작성하였다 (Ludwig and Reynolds, 1988). 월별 군집구조 변화를 알아보기 위하여 각 채집 월의 종 조성 자료를 표본 단위 (sampling unit)로 보고 주성분분석 (principal component analysis)을 하였다. 주성분분석은 출현 횟수가 5회 이상인 17종을 대상으로 Spearman's rank correlation을 계산한 후 Davis (1978)의 Program "PCA"를 일부 변형하여 계산하였다.

결 과

종 조성

조사 기간 동안 총 15목 36과 73종이 출현하였으며, 총 23,741마리, 총 237,964.1 g이 채집되었다 (Table 1, 2). 채집된 어류는 청어목 어류와 민어과 어류 같은 연안성 어류, 가승어 (*Chelon haematocheilus*), 풀망둑 (*Synechogobius hasta*), 웅어 (*Coilia nasus*), 승어 (*Mugil cephalus*), 황복 (*Takifugu obscurus*) 등과 같은 기수성 어류가 대부분을 차지하였다. 그리고 뱀장어 (*Anguilla japonica*), 은어 (*Plecoglossus altivelis*)와 같이 생활사에 따라 민물과 바닷물 사이를 오가는 왕복성 어류 (diadromous fish), 담수 어류 (freshwater fish)인 떡붕어 (*Carassius cuvieri*), 납지리 (*Acheilognathus rhombus*), 누치 (*Hemibarbus labeo*), 꼬리 (*Opsariichthys uncirostris amurensis*), 강준치 (*Erythroculter erythropterus*), 백조어 (*Culter brevicauda*), 동자개 (*Pseudobagrus fulvidraco*), 빙어 (*Hypomesus nipponensis*), 드렁허리 (*Monopterus albus*), 가물치 (*Channa argus*) 등도 출현하였으나, 출현 빈도는 1-2회로 낮았다. 개체수에서는 뱀망이 (*Sardinella zunasi*)가 6,206마리 채집되어 전체 개체수의 26.1%를 차지하여 가장 많았다. 다음으로는 전어 (*Konosirus punctatus*, 13.9%), 멸치 (*Engraulis japonicus*, 11.5%), 가승어 (*C. haematocheilus*, 8.8%), 민태 (*Johnius grypotus*, 6.9%), 청멸 (*Thryssa kammalensis*, 5.1%), 풀망둑 (*S. hasta*, 5.1%) 순으로 우점하였다. 생체량에서는 뱀망이 (*S. zunasi*, 19.8%), 전어 (*K. punctatus*, 17.0%) 풀망둑 (*S. hasta*, 11.0%), 민태 (*J. grypotus*, 9.4%), 가승어 (*C. haematocheilus*, 6.2%), 개소갱 (*Taenioides rubicundus*, 5.4%) 순으로 많았다. 종별 출현 빈도는 풀망둑 (*S. hasta*)이 11회로 가장 높았으며, 다음으로는 전어 (*K. punctatus*), 뱀망이 (*S. zunasi*), 가승어 (*C. haematocheilus*), 청멸 (*T. kammalensis*), 개소갱 (*T. rubicundus*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 복섬 (*Takifugu niphobles*) 등이 7-9회 출현하였고, 웅어 (*C. nasus*), 멸치 (*E. japonicus*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*), 민태 (*J. grypotus*), 돛양태 (*Repomucenus lunatus*), 빨갱이 (*Ctenotrypauchen microcephalus*), 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*), 아작망둑 (*Tridentiger barbatus*), 두줄망둑 (*Tridentiger trigonocephalus*) 등은 5-6회, 나머지 어종들은

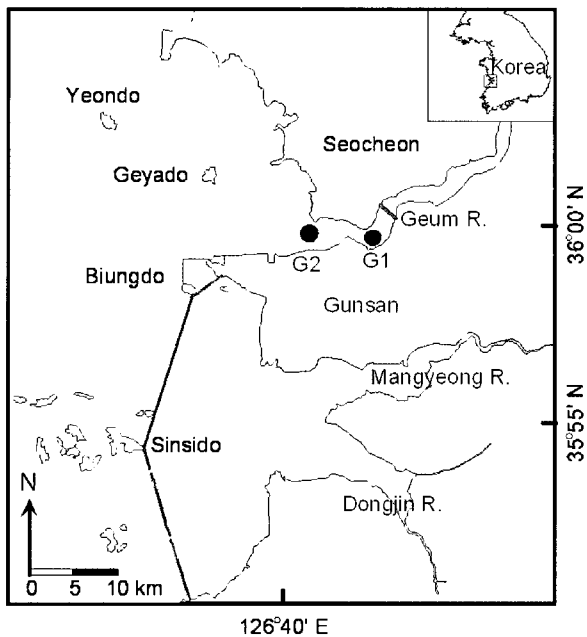


Fig. 1. Map showing the location of sampling sites (G1, G2) in the Geum River estuary. Shaded areas indicate the tidal flat.

Table 1. Species composition of fishes collected with a bag net in the Geum River estuary from February to December 2003. N and W indicate the number of individuals and biomass in grams, respectively

Species	Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
<i>Acentrogobius pellicebilis</i>			2	1.8				6	16.8				
<i>Acheilognathus rhombeus</i>										7	50.4		
<i>Acropoma japonicum</i>													
<i>Anguilla japonica</i>	318	41.3	186	41.2	180	23.4							
<i>Argyrosomus argentatus</i>													
<i>Carassius cuvieri</i>					3	41.1							
<i>Chaenogobius mororanus</i>			38	35.0	7	10.2							
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>													
<i>Channa argus</i>					1	515.9							
<i>Chelon haematocheilus</i>	37	271.8	1	9.0	14	402.4		12	1,170.0				
<i>Citharoides macrolepidotus</i>													
<i>Coilia nasus</i>	82	188.3	160	239.0	232	1,608.6						4	77.2
<i>Collichthys lucidus</i>	4	4.5			10	20.3							
<i>Collichthys niveatus</i>			14	18.4				6	87.6				
<i>Conger myriaster</i>										21	1,631.7		
<i>Cryptocentrus filifer</i>			26	12.7				66	458.4				
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>										84	467.6		
<i>Culter brevicauda</i>	1	50.2											
<i>Cynoglossus joyneri</i>			130	38.3	2	0.6		156	3,474.6	77	654.5	128	1,666.8
<i>Cynoglossus semilaevis</i>			1	119.3									
<i>Dasyatis akajei</i>													
<i>Engraulis japonicus</i>								270	1,785.0				
<i>Erythroculter erythropterus</i>						31	1,772.7						
<i>Favonigobius gymnauchen</i>			57	32.6						14	32.9		
<i>Hemibarbus labeo</i>			2	218.5	40	3,372.9							
<i>Hexagrammos otakii</i>	4	4.5								7	214.9		
<i>Hippocampus coronatus</i>												4	0.4
<i>Hypomesus nipponensis</i>													
<i>Hyporhamphus intermedius</i>												28	28.4
<i>Hyporhamphus sajori</i>													
<i>Inimicus japonicus</i>								12	1,137.0				
<i>Johnius grypotus</i>								864	11,943.0	35	436.8	684	8,853.6
<i>Kaiwarinus equula</i>												4	321.6
<i>Konosirus punctatus</i>			3	151.0	47	2,298.6		144	6,790.8	266	10,696.0	52	2,274.8
<i>Lagocephalus wheeleri</i>												4	13.2
<i>Leiognathus nuchalis</i>								42	237.0				
<i>Liparis chefuensis</i>													
<i>Liparis tessellatus</i>					1	12.0							
<i>Lophiomus setigerus</i>													
<i>Miichthys miiuy</i>										7	310.8	4	310.4
<i>Monopterus albus</i>			7	9.2									
<i>Mugil cephalus</i>						7	4,823.5						
<i>Neosalanx jordani</i>	1	0.2											
<i>Nibea albiflora</i>													
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>								6	147.6				
<i>Pampus argenteus</i>												8	25.6
<i>Pampus echinogaster</i>								6	240.0				
<i>Paralichthys olivaceus</i>								6	6.6				
<i>Pholis fangi</i>													
<i>Pholis nebulosa</i>	2	87.0											
<i>Platycephalus indicus</i>								12	726.0	7	518.0		
<i>Plecoglossus altivelis</i>				2.1									
<i>Plueronectes yokohaeme</i>													
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	2	21.0				1	45.5						
<i>Pseudosciaena polyactis</i>								66	1,941.0				
<i>Repomucenus lunatus</i>						3	24.0	18	63.0	14	37.8		
<i>Sardinella zunasi</i>								522	11,724.6	2,324	17,852.8	912	11,873.9
<i>Scomberomorus nipponius</i>												40	439.6
<i>Sebastes schlegeli</i>			3	139.1						56	4,851.0	104	327.2
<i>Sillago sihama</i>								6	60.0				
<i>Sphyræna pinguis</i>													
<i>Synechogobius hasta</i>	7	448.1	6	443.5	63	3,987.0		30	1,396.2	63	317.1	640	7,070.0
<i>Syngnathus schlegeli</i>													
<i>Taenioides rubicundus</i>	31	32.2				191	4,237.7	54	1,170.0	14	352.1		
<i>Takifugu niphobles</i>						1	5.6	36	378.0	7	96.6	4	38.0
<i>Takifugu obscurus</i>													
<i>Thryssa adelæ</i>													
<i>Thryssa hamiltoni</i>								18	65.4				
<i>Thryssa kammalensis</i>						7	47.2	414	2,266.2	14	77.7	112	1,001.6
<i>Trachurus japonicus</i>								6	99.0				
<i>Trichiurus lepturus</i>												192	2,685.6
<i>Tridentiger barbatus</i>			1	1.2		1	2.5			14	105.0		
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			27	57.9		20	108.8						
Total	489	1,149.1	666	1,569.8	862	23,360.5	2,778	47,383.8	3,031	38,703.7	2,924	37,007.9	
Number of species	11		18		21		24		18		17		
Diversity index (H')	1.16		1.95		2.04		2.21		1.55		1.83		

Table 1. Continued

Species	Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acentrogobius pellicebilis</i>											8	18.6
<i>Acheilognathus rhombeus</i>											7	50.4
<i>Acropoma japonicum</i>	4	23.6									4	23.6
<i>Anguilla japonica</i>							1	41.4			685	147.3
<i>Argyrosomus argentatus</i>	112	476.0									112	476.0
<i>Carassius cuvieri</i>											3	41.1
<i>Chaenogobius mororanus</i>									3	10.0	48	55.2
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	4	8.0			65	624.3	66	448.9			135	1,081.2
<i>Channa argus</i>											1	515.9
<i>Chelon haematocheilus</i>	644	1,516.0	2	5.4	44	126.1	127	537.8	1,213	10,636.0	2,094	14,674.5
<i>Citharoides macrolepidotus</i>					1	0.4					1	0.4
<i>Coilia nasus</i>					8	197.3	7	485.2			493	2,795.6
<i>Collichthys lucidus</i>											14	24.8
<i>Collichthys niveatus</i>											20	106.0
<i>Conger myriaster</i>	16	1,532.0			1	15.6	4	498.0			42	3,677.3
<i>Cryptocentrus filifer</i>					2	6.4	2	15.9			96	493.4
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	292	1,519.2	1	0.2	50	254.0	22	128.4			449	2,369.4
<i>Culter brevicauda</i>											1	50.2
<i>Cynoglossus joyneri</i>	108	2,481.2			2	3.2	5	223.6			608	8,542.8
<i>Cynoglossus semilaevis</i>					1	74.6	9	1,025.3			11	1,219.2
<i>Dasyatis akajei</i>	4	648.0									4	648.0
<i>Engraulis japonicus</i>	104	176.0	1,800	1,426.0	327	361.2	229	321.0			2,730	4,069.2
<i>Erythroculter erythropterus</i>											31	1,772.7
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	4	6.4	2	0.3			3	10.2			80	82.4
<i>Hemibarbus labeo</i>											42	3,591.4
<i>Hexagrammos otakii</i>											11	219.4
<i>Hippocampus coronatus</i>					6	3.2					10	3.6
<i>Hypomesus nipponensis</i>							1	3.9			1	3.9
<i>Hyporhamphus intermedius</i>											28	28.4
<i>Hyporhamphus sajori</i>	84	580.0	12	107.2	1	16.3	1	4.4			98	707.9
<i>Inimicus japonicus</i>											12	1,137.0
<i>Johnius grypotus</i>	8	300.0			47	769.8					1,638	22,303.2
<i>Kaiwaninus equula</i>											4	321.6
<i>Konosirus punctatus</i>	2,564	14,184.0	1	14.4	172	2,736.0	53	1,135.5			3,302	40,281.1
<i>Lagocephalus wheeleri</i>											4	13.2
<i>Leiognathus nuchalis</i>			1	0.6	69	140.1					112	377.7
<i>Liparis chefuensis</i>							1	4.1			1	4.1
<i>Liparis tessellatus</i>							1	886.0			2	898.0
<i>Lophiomus setigerus</i>							6	2,097.9			6	2,097.9
<i>Miichthys miiuy</i>					4	47.3					15	668.5
<i>Monopterus albus</i>											7	9.2
<i>Mugil cephalus</i>	4	47,32.0							1	912.0	12	1,0467.5
<i>Neosalanx jordani</i>											1	0.2
<i>Nibea albiflora</i>	52	632.0									52	632.0
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i>											6	147.6
<i>Pampus argenteus</i>											8	25.6
<i>Pampus echinogaster</i>	12	148.0			10	151.7					28	539.7
<i>Paralichthys olivaceus</i>	4	15.2									10	21.8
<i>Pholis fangi</i>					2	29.5					2	29.5
<i>Pholis nebulosa</i>											2	87.0
<i>Platycephalus indicus</i>	136	1,824.0					2	63.4			157	3,131.4
<i>Plecoglossus altivelis</i>											2	2.1
<i>Plueronectes yokohaeme</i>							1	143.3			1	143.3
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>											3	66.5
<i>Pseudosciaena polyactis</i>											66	1,941.0
<i>Repomucenus lunatus</i>					82	350.0	12	63.3			129	538.1
<i>Sardinella zunasi</i>	836	2,718.0	838	1,207.5	773	1,670.8	1	1.4			6,206	47,049.0
<i>Scomberomorus niphonius</i>											40	439.6
<i>Sebastes schlegeli</i>	160	1,188.0							5	51.1	328	6,556.4
<i>Sillago sihama</i>											6	60.0
<i>Sphyaena pinguis</i>					1	25.6					1	25.6
<i>Synechogobius hasta</i>	364	9,613.2	5	203.0	4	238.1	27	2,137.0	13	804.8	1,222	26,658.0
<i>Syngnathus schlegeli</i>			210	31.0	1	0.2	1	1.3			212	32.5
<i>Taenioides rubicundus</i>	112	5,396.4	5	143.5	10	437.8	24	862.3	6	261.4	447	12,893.4
<i>Takifugu niphobles</i>	12	188.0			5	64.2	83	1,210.7			148	1,981.1
<i>Takifugu obscurus</i>	8	548.0									8	548.0
<i>Thryssa adelae</i>			1	3.2	79	286.7	1	14.5			81	304.4
<i>Thryssa hamiltoni</i>	16	156.0									34	221.4
<i>Thryssa kammalensis</i>			450	295.0	224	357.7	1	1.3			1,222	4,046.7
<i>Trachurus japonicus</i>											6	99.0
<i>Trichiurus lepturus</i>	8	304.0			1	93.8					201	3,083.4
<i>Tridentiger barbatus</i>							3	15.1	3	32.3	22	156.1
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	36	132.8	1	1.3			4	14.9	20	119.2	108	434.9
Total	5,708	51,046.0	3,329	3,438.6	1,992	9,081.9	698	12,396.0	1,264	12,826.8	23,741	237,964.1
Number of species	27		14		28		29		8		73	
Diversity index (H')	2.37		1.44		2.39		2.53		0.23			

Table 2. List of fishes, total number of individuals and biomass of fishes collected with a bag net in the Geum River estuary from February to December 2003. N, W, n and EG represent the number of individuals, biomass in grams, number of occurrence and ecological group, respectively. A: Amphidromous fish; D: Diadromous fish; F: Freshwater fish; M/E: Marine and/or Estuarine fish; *: <0.1

Species	EG	Total				n	Range of TL (mm)
		N	%	W	%		
Rajiformes							
Dasyatidae							
<i>Dasyatis akajei</i>	M/E	4	*	648.0	0.3	1	163.2
Anguilliformes							
Anguillidae							
<i>Anguilla japonica</i>	D	685	2.9	147.3	0.1	4	52.0-346.0
Congridae							
<i>Conger myriaster</i>	M/E	42	0.2	3,677.3	1.5	4	224.8-430.2
Clupeiformes							
Engraulidae							
<i>Coilia nasus</i>	A	493	2.1	2,795.6	1.2	6	60.8-372.0
<i>Engraulis japonicus</i>	M/E	2,730	11.5	4,069.2	1.7	5	36.0-137.4
<i>Thryssa adela</i>	M/E	81	0.3	304.4	0.1	3	29.0-147.5
<i>Thryssa hamiltoni</i>	M/E	34	0.1	221.4	0.1	2	83.4-117.6
<i>Thryssa kammalensis</i>	M/E	1,222	5.1	4,046.7	1.7	7	36.9-132.3
Clupeidae							
<i>Konosirus punctatus</i>	M/E	3,302	13.9	40,281.1	17.0	9	65.0-229.3
<i>Sardinella zunasi</i>	M/E	6,206	26.1	47,049.0	19.8	7	26.0-164.9
Cypriniformes							
Cyprinidae							
<i>Carassius cuvieri</i>	F	3	*	41.1	*	1	71.0-110.6
<i>Acheilognathus rhombeus</i>	F	7	*	50.4	*	1	80.9
<i>Hemibarbus labeo</i>	F	42	0.2	3,591.4	1.5	2	40.0-361.9
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	F	6	*	147.6	0.1	1	148.6
<i>Erythroculter erythropterus</i>	F	31	0.1	1,772.7	0.7	1	122.7-284.6
<i>Culter breviceuda</i>	F	1	*	50.2	*	1	187.2
Siluriformes							
Bagridae							
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	F	3	*	66.5	*	2	110.0-186.7
Osmeriformes							
Osmeridae							
<i>Hypomesus nipponensis</i>	F	1	*	3.9	*	1	93.4
<i>Plecoglossus altivelis</i>	D	2	*	2.1	*	1	37.0-58.5
Salangidae							
<i>Neosalanx jordani</i>	M/E	1	*	0.2	*	1	48.5
Lophiiformes							
Lophiidae							
<i>Lophiomus setigerus</i>	M/E	6	*	2,097.9	0.9	1	257.3-302.2
Mugiliformes							
Mugilidae							
<i>Mugil cephalus</i>	A	12	0.1	10,467.5	4.4	3	273.0-526.6
<i>Chelon haematocheilus</i>	A	2,094	8.8	14,674.5	6.2	9	49.9-535

Table 2. continued

Species	EG	Total				n	Range of TL (mm)
		N	%	W	%		
Beloniformes							
Hemiramphidae							
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	M/E	28	0.1	28.4	*	1	76.0-152.3
<i>Hyporhamphus sajori</i>	M/E	98	0.4	707.9	0.3	4	133.7-198.3
Gasterosteiformes							
Syngnathidae							
<i>Hippocampus coronatus</i>	M/E	10	*	3.6	*	2	36.0-57.0
<i>Syngnathus schlegeli</i>	M/E	212	0.9	32.5	*	3	58.0-199.0
Synbranchiformes							
Synbranchidae							
<i>Monopterus albus</i>	F	7	*	9.2	*	1	64.3-99.4
Scorpaeniformes							
Scorpaenidae							
<i>Inimicus japonicus</i>	M/E	12	0.1	1,137.0	0.5	1	158.4-178.3
<i>Sebastes schlegeli</i>	M/E	328	1.4	6,556.4	2.8	5	41.2-222.9
Platycephalidae							
<i>Platycephalus indicus</i>	M/E	157	0.7	3,131.4	1.3	4	44.0-351.7
Hexagrammidae							
<i>Hexagrammos otakii</i>	M/E	11	*	219.4	0.1	2	46.5-171.9
Liparidae							
<i>Liparis chefuensis</i>	M/E	1	*	4.1	*	1	67.0
<i>Liparis tessellatus</i>	M/E	2	*	898.0	0.4	2	105.7-419.6
Perciformes							
Acropomatidae							
<i>Acropoma japonicum</i>	M/E	4	*	23.6	*	1	76.7
Sillagnidae							
<i>Sillago sihama</i>	M/E	6	*	60.0	*	1	113.8
Carangidae							
<i>Kaiwarinus equula</i>	M/E	4	*	321.6	0.1	1	62.0
<i>Trachurus japonicus</i>	M/E	6	*	99.0	*	1	127.4
Leiognathidae							
<i>Leiognathus nuchalis</i>	M/E	112	0.5	377.7	0.2	3	37.0-92.7
Sciaenidae							
<i>Argyrosomus argentatus</i>	M/E	112	0.5	476.0	0.2	1	74.8-151.4
<i>Collichthys lucidus</i>	M/E	14	*	24.8	*	2	46.8-201.6
<i>Collichthys niveatus</i>	M/E	20	0.1	106.0	*	2	44.2-126.0
<i>Johnius grypotus</i>	M/E	1,638	6.9	22,303.2	9.4	5	54.7-167.0
<i>Miichthys miiuy</i>	M/E	15	0.1	668.5	0.3	3	22.2-231.5
<i>Nibea albiflora</i>	M/E	52	0.2	632.0	0.3	1	90.0-130.5
<i>Pseudosciaena polyactis</i>	M/E	66	0.3	1,941.0	0.8	1	128.6-168.1

Table 2. continued

Species	EG	Total				n	Range of TL (mm)
		N	%	W	%		
Pholididae							
<i>Pholis fangi</i>	M/E	2	*	29.5	*	1	134.5-155.9
<i>Pholis nebulosa</i>	M/E	2	*	87.0	*	1	183.7-273.2
Callionymidae							
<i>Repomucenus lunatus</i>	M/E	129	0.5	538.1	0.2	5	54.2-124.5
Gobiidae							
<i>Acentrogobius pelliculatus</i>	M/E	8	*	18.6	*	2	45.5-73.0
<i>Chaenogobius mororanus</i>	M/E	48	0.2	55.2	*	3	32.0-69.5
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	M/E	135	0.6	1,081.2	0.5	3	71.1-219.0
<i>Cryptocentrus filifer</i>	M/E	96	0.4	493.4	0.2	4	29.3-109.2
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	M/E	449	1.9	2,369.4	1.0	5	48.1-140.4
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	M/E	80	0.3	82.4	*	5	27.0-78.1
<i>Synechogobius hasta</i>	A	1,222	5.1	26,658.0	11.0	11	38.0-474.6
<i>Taenioides rubicundus</i>	M/E	447	1.9	12,893.4	5.4	9	52.4-470
<i>Tridentiger barbatus</i>	M/E	22	0.1	156.1	0.1	5	47.8-110.9
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	M/E	108	0.5	434.9	0.2	6	25.0-95.7
Sphyaenidae							
<i>Sphyaena pinguis</i>	M/E	1	*	25.6	*	1	143.6
Trichiuridae							
<i>Trichiurus lepturus</i>	M/E	201	0.8	3,083.4	1.3	3	59.0-680.8
Scombridae							
<i>Scomberomorus niphonius</i>	M/E	40	0.2	439.6	0.2	1	102.0-144.0
Stromateidae							
<i>Pampus argenteus</i>	M/E	8	*	25.6	*	1	57.0-113.3
<i>Pampus echinogaster</i>	M/E	28	0.1	539.7	0.2	3	47.6-127.9
Channidae							
<i>Channa argus</i>	F	1	*	515.9	0.2	1	405.6
Pleuronectiformes							
Citharidae							
<i>Citharoides macrolepidotus</i>	M/E	1	*	0.4	*	1	38.0
Paralichthyidae							
<i>Paralichthys olivaceus</i>	M/E	10	*	21.8	*	2	51.2-82.3
Pleuronectidae							
<i>Pleuronectes yokohaeme</i>	M/E	1	*	143.3	0.1	1	223.6
Cynoglossidae							
<i>Cynoglossus joyneri</i>	M/E	608	2.6	8,542.8	3.6	8	29.2-234.1
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	M/E	11	*	1,219.2	0.5	3	235.6-312.0
Tetraodontiformes							
Tetraodontidae							
<i>Lagocephalus wheeleri</i>	M/E	4	*	13.2	*	1	56.1
<i>Takifugu niphobles</i>	M/E	148	0.6	1,981.1	0.8	7	56.0-126.0
<i>Takifugu obscurus</i>	A	8	*	548.0	0.2	1	92.3-110.9
Total		23,741	100.0	237,964.1	100.0		
Number of species		73					

4회 이하로 계절에 따른 종 조성 변화가 심하였다. 채집된 어류의 전장 (total length) 범위를 보면, 붕장어 (*Conger myriaster*), 아귀 (*Lophiomus setigerus*), 숭어 (*Mugil cephalus*), 가물치 (*C. argus*), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohaeme*), 박대 (*Cynoglossus semilaevis*) 등은 최소 전장이 200 mm 이상이었으나, 나머지 대부분 (52종, 71.2%) 어종들은 채집된 개체의 최소 전장이 100 mm 이하였다.

계절 변동

조사 기간 중 수온은 2월 6.2°C에서 점차 상승하여 8월에 24.5°C로 가장 높았고, 이후 점차 하강하여 12월에는 4.5°C로 조사 기간 중 가장 낮았다 (Fig. 2). 염분은 8월에 6.6 psu로 가장 낮았고 11월에 25.2 psu로 가장 높았다.

월별 종 조성 변화를 보면, 2월에는 11종, 489마리 1,149.1 g이 채집되었다. 그 가운데 실뱀장어 (glass eels)가 318마리로 가장 많았고, 웅어 82마리, 가숭어 37마리, 개소갱 31마리로

이 4종이 총 개체수의 96%를 차지하였다. 3월에는 18종, 666마리, 1,569.8 g이 채집되어 2월에 비하여 출현종수와 채집량이 증가하였다. 채집된 종 가운데에는 2월과 같이 실뱀장어가 186마리, 웅어가 160마리로 많았고, 연안성 저어류인 참서대가 130마리 채집되어 이 3종이 개체수의 71%를 차지하였다. 4월에도 실뱀장어 (180마리)와 웅어 (232마리)가 비교적 채집량이 많았고, 채집 직전 비가 온 후 방조제 수문을 열어 담수를 방출하여 강준치, 누치, 가물치, 동자개 등 민물 어류들이 채집되었다. 5월에는 24종, 2,778마리, 47,383.8 g의 어류가 채집되었다. 4월까지 우점하였던 실뱀장어와 웅어는 채집되지 않았고, 민태 (864마리), 밴댕이 (522마리), 청멸 (414마리), 멸치 (270마리) 등 연안 회유성 어류들이 채집되기 시작하면서 종 조성이 크게 바뀌었고 채집량도 큰 폭으로 증가하였다. 6월에는 18종, 3,031마리, 38,703.7 g이 채집되어 5월에 비해 종수와 생체량은 감소하였는데 개체수는 다소 증가하였다. 채집된 종 가운데, 많이 채집된 어류는 밴댕이 (2,324마리)와 전어 (226마리)로 이 2종이 개체수의 85.5%를 차지하였다. 7월에는 17종, 2,924마리, 37,007.9 g이 채집되어 6월과 비슷한 수준이었다. 연안 회유성 어류인 밴댕이와 민태가 각각 912마리, 684마리, 주거종인 풀망둑이 640마리 채집되어 이 3종이 개체수의 76.5%를 차지하였다. 8월에는 27종, 5,708마리, 51,046.0 g이 채집되어 조사 기간 중 개체수와 생체량이 가장 많았다. 전어가 2,564마리로 가장 많았고 다음으로는 밴댕이 (836마리), 가숭어 (644마리) 순으로 채집량이 많았다. 이후 큰 폭으로 감소하여 9월에는 14종, 3,329마리, 3,438.6 g이 채집되었다. 채집된 어류 중 멸치가 1,800마리, 밴댕이가 838마리로 이 2종이 개체수의 79.2%를 차지하였다. 10월에는 28종, 1,992마리, 9,081.9 g이 채집되어 9월에 비하여 종수는 큰 폭으로 증가하였으나, 개체수는 감소하였고 생체량은 소폭 증가하였다. 이 가운데 밴댕이 (773마리), 멸치 (327마리), 청멸 (224마리), 전어 (172마리) 순으로 많이 채집되었다. 이 4종이 개체수의 75.1%를 차지하였다. 11월에는 29종, 698마리, 12,396.0 g이 채집되어 조사 기간 중 출현 종수가 가장 많았다. 멸치가 229마리로 가장 많았으며 가숭어가 127마리 채집되어 이 2종이 개체수의 51.0%를 차지하였다. 이후 연안 회유성 어류들은 거의 채집되지 않았고 일부 주거종을 중심으로 소량씩 채집되어 12월에는 8종, 1,264마리, 12,826.8 g이 채집되었다. 조사 기간 동안 종다양성지수 (H')는 0.23-2.53 범위에서 월에 따라 변동하였다. 뱀장어 구성비가 높았던 2월, 밴댕이 구성비가 높았던 6월, 멸치 구성비가 높았던 9월 그리고 가숭어 구성비가 높았던 12월의 종다양성지수가 다른 월에 비해 상대적으로 낮았다.

이상의 자료를 종합하여 보면, 종수, 개체수, 생체량은 수온이 낮은 겨울철에 낮았고, 봄이 되어 수온이 상승하면서 증가하여 여름과 가을 사이에 높은 생물량을 유지하다가 늦가을 수온이 하강하면서 낮아졌다.

종간 유사성

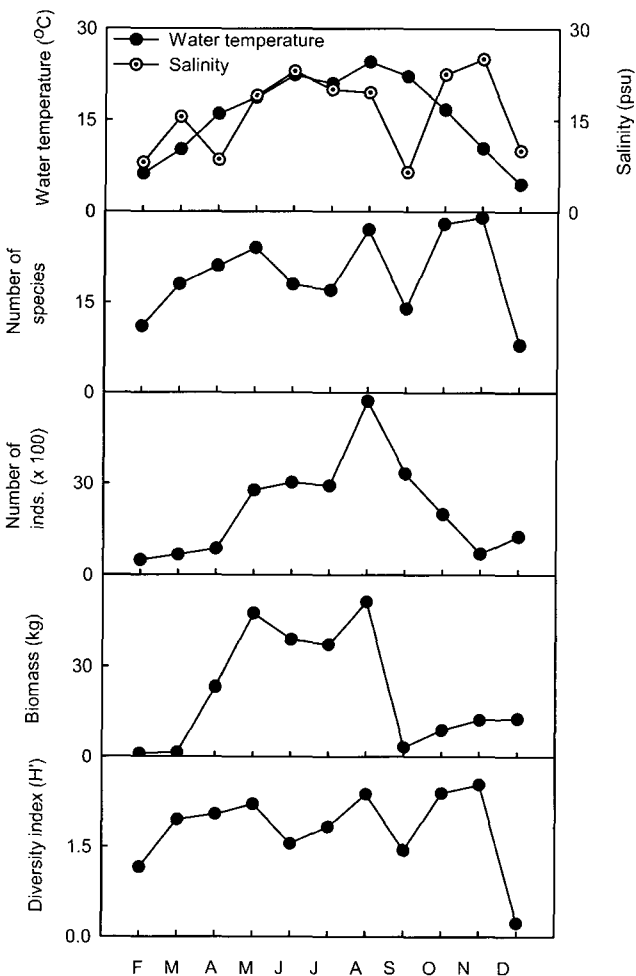


Fig. 2. Monthly variations in water temperature (°C), salinity (psu), in number of species, number of individuals, biomass (kg) and diversity index (H') of the fish caught with a bag net in the Geum River estuary from February to December 2003.

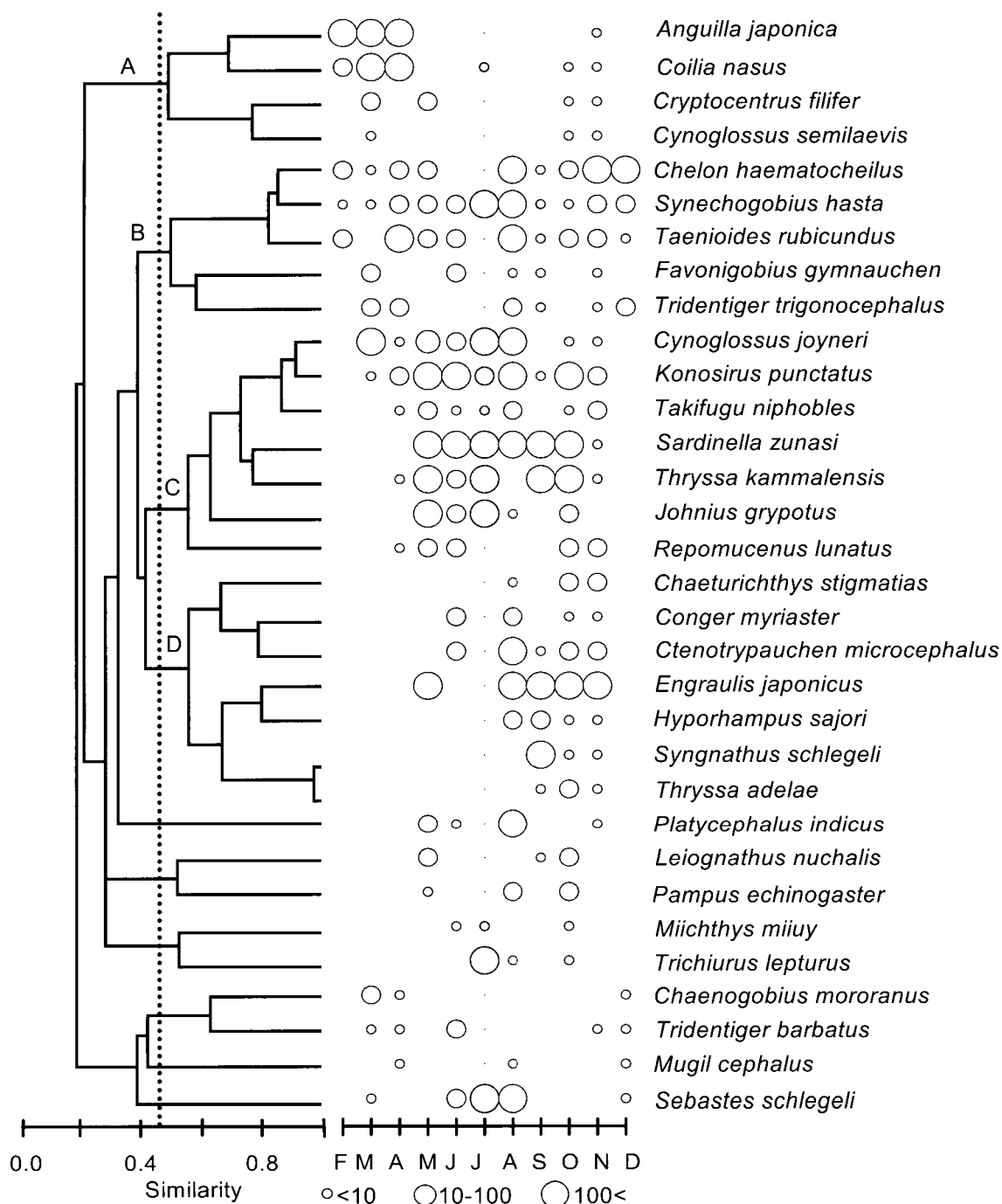


Fig. 3. Cluster analysis of the species composition of fishes caught with a bag net in the Geum River estuary, based on Jaccard's index of similarity. Circles indicate the relative abundance.

조사 기간 동안 3회 이상 출현한 32종의 중간 유사성은 Fig. 3의 수상도와 같았다. 유사도 지수 0.45 수준에서 4개 무리로 구분할 수 있었다. 무리 'A'는 실뱀장어, 웅어, 실망둑, 박대 등으로 저수온기인 2-4월과 10-11월에 출현한 종들이었다. 무리 'B'는 가송어, 풀망둑, 개소갱, 날개망둑, 아작망둑 등 5종으로 구성되었는데, 이 종들은 조사 기간 동안 거의

지속적으로 출현한 종들로서 조사 지역의 주거종 (resident species)으로 판단된다. 무리 'C'는 참서대, 전어, 복섬, 뱀뱀이, 청멸, 민태 등 주로 3-4월에서 11월 사이에 출현한 종들로 구성되었으며, 이 종들은 수온이 낮은 계절에는 외해나 수심이 깊은 곳에서 월동을 한 후, 봄이 되어 수온이 상승하면서 연안의 천해역으로 몰려와 생활하다가 늦가을 외해로 이동하는

종들이었다. 무리 'D'는 쉬쉬망둑 (*Chaeturichthys stigmatias*), 봉장어, 빨갱이, 멸치, 학공치 (*Hyporhamphus sajori*), 실고기 (*Syngnathus schlegeli*), 풀반딧미 (*Thryssa adelae*) 등 7종으로 5-6월부터 출현하여 8-11월에 출현율이 높은 종들로 구성되었다. 이 종들은 무리 'C'와 유사한 서식 양상을 보이는 종들이지만 무리 'C'에 비하여 수온이 비교적 높은 초여름부터 하구로 이동하여 생활하다가 늦가을 외해로 이동하는 종들이었다.

종 조성 주성분 분석

조사 기간 동안 3회 이상 출현한 17종을 대상으로 월별 종 조성 자료를 주성분분석 한 결과, 제 I, 제 II 성분의 분산이 각각 30.2%, 22.8%로 이 두 성분이 총 분산의 53.0%를 차지하였다 (Table 3). 각 채집 월의 PC score를 제 I-II 주성분 축에 투영한 결과 (Fig. 4), 제 I 성분 축에는 수온이 높은 시기의 표본은 양의 값을 가졌고, 저수온기에 해당되는 12월과 2-4월의 표본은 음의 값을 가졌다. 제 I 성분 축에 양의 가중치를 준 종들은 (Fig. 5), 5월부터 10월 사이 난수기에 채집량이 많았던 뱀망이, 민태, 청멸, 전어, 멸치 등으로 Fig. 3에서 'C', 'D' 무리에 속하는 연안 회유성 어류들이었다. 반면에 제 I 성분 축에 음의 가중치를 준 종들은 11월부터 4월 사이 저수온기에 상대적으로 채집량이 많았던 종들로 Fig. 3에서 'B' 무리에 속하는 주거종과 'A' 무리에 속하는 종들이었다.

Table 3. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principal component analysis of species composition of fishes caught with a bag net in the Geum River estuary from February to December 2003

Component	Eigen value	Variance (%)	Cumulative variance (%)
1	5.1	30.2	30.2
2	3.9	22.8	53.0
3	2.0	11.7	64.7
⋮	⋮	⋮	⋮
17	0.0	0.0	100.0

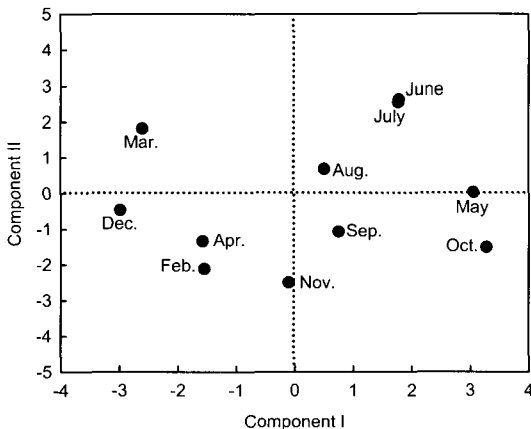


Fig. 4. Scattered diagram showing the sampling months on the principal component axes determined by principal component analysis of species composition.

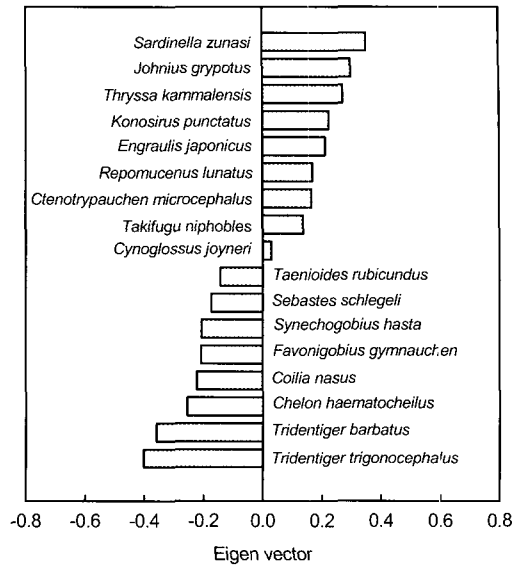


Fig. 5. Loadings of variables (Eigen vectors) on the first principal component.

이상의 주성분분석 결과를 종합하면, 금강 하구 어류 종 조성은 연안 회유성 어류들이 우점하는 고수온기와 주거종과 냉수종이 우점하는 저수온기로 크게 구분되며, 시간(월)에 따라 점진적으로 변화되는 것을 알 수 있다.

주어종 전장 조성 변화

전어 (*Konosirus punctatus*): 전어는 3월부터 11월 사이에 출현하였으며, 채집된 개체들의 전장 범위는 70.1-230.0 mm이었다 (Fig. 6). 전장은 3-7월에는 120.1-230.0 mm 범위였고, 7월부터 전장 70-80 mm의 어린 개체들이 채집되기 시작하여 8월에는 대량 채집되었으며, 11월에는 대부분 100 mm 이상으로 성장하였다. 천수만의 전어는 140 mm 이상으로 자라면서 성숙하고, 4-5월에 주로 산란하며, 유어들을 당년 가을 140 mm까지 자라는 것으로 보고되었다 (Lee, 1983). 이 결과를 이용하면 본 조사에서 3-7월에 채집된 140 mm 이상의 개체들은 성어들이고, 7월 이후 채집된 150 mm 이하의 개체들은 당년 생임을 알 수 있다.

뱀망이 (*Sardinella zunasi*): 뱀망이는 5월부터 11월 사이에 출현하였다 (Fig. 6). 5월에 가입된 뱀망이는 6월에 2,324마리가 채집되어 조사 기간 중 가장 많았고 11월에는 1마리만이 채집되었다. 월별 채집된 개체들의 전장 변화를 보면, 5-6월에는 전장 범위 70.1-160.0 mm의 성어들이 채집되었고, 소수 성어들은 10월까지 채집되었다. 7월에는 당년 생으로 추정되는 (Gil and Lee, 1986) 전장 20.1-30.0 mm의 개체가 소수 채집되기 시작하여 9-10월에 대량 채집되었으며, 10월에는 60 mm 이상으로 성장하였다.

청멸 (*Thryssa kammalensis*): 청멸은 4월부터 11월 사이에 출현하였으며 채집된 개체들의 전장은 40.1-150.0 mm 범위였

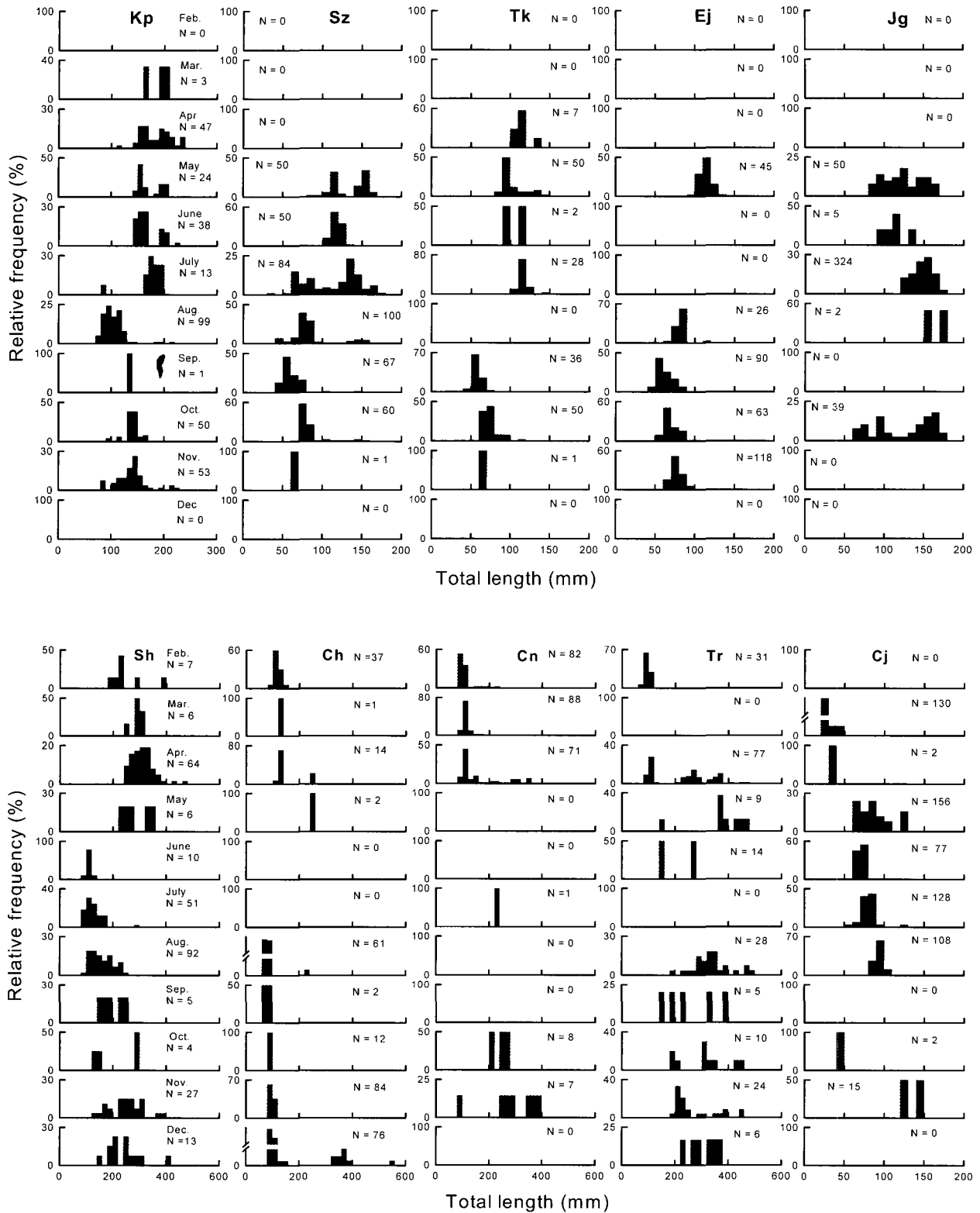


Fig. 6. Monthly variations in length-frequency distribution of the dominant fish species caught with a bag net in the Geum River estuary, from February to December 2003. (Kp: *Konosirus punctatus*; Sz: *Sardinella zunasi*; Tk: *Thryssa kammalensis*; Ej: *Engraulis japonicus*; Jg: *Johnius grypotus*; Sh: *Synechogobius hasta*; Ch: *Chelon haematocheilus*; Cn: *Coilia nasus*; Tr: *Taenioides rubicundus*; Cj: *Cynoglossus joyneri*).

다 (Fig. 6). 4-7월에는 90.1-120.0 mm 체급에 속하는 개체들이 주를 이루었으며, 9-11월에는 4-7월 사이에 채집되었던 큰 개체들은 거의 채집되지 않았으며, 50.1-80.0 mm 체장군에 속하는 어린 개체들이 주를 이루었다.

멸치 (*Engraulis japonicus*): 멸치는 5월과 8-11월에 출현하였다 (Fig. 6). 5월에 270마리가 채집되었는데 대부분 전장 100 mm 이상이었다. 이후 6-7월에는 전혀 채집되지 않다가 8월에 104마리가 채집되었는데 전장 70-90 mm 체급에 속하는 개체들이 대부분이었다. 9월에는 당년 생으로 추정되는 전장 40-90 mm 체급의 개체들이 대량으로 채집되면서 1,800마리가 채집되어 조사 기간 중 가장 많았다. 이후 채집량은 큰 폭으로 감소하였지만 체장은 점차 증가하였다.

민태 (*Johnius grypotus*): 민태는 5-8월, 10월에 채집되었으며, 채집된 개체의 체장 변화는 5월에 전장 70.1-160.0 mm 범위의 개체들이 채집되었으며 11월까지 성장하는 양상을 보였다 (Fig. 6). 11월에 채집된 전장 60.1-100.0 mm 범위의 개체들은 당년에 태어나 성장한 유어들로 추정 된다 (Lee and Song, 1993).

플망둑 (*Synechogobius hasta*): 플망둑은 조사 기간 중 전 조사 시기에 계속 출현하였다 (Fig. 6). 전장 분포는 최소 80.1 mm에서 최대 480.0 mm이었으며, 전장 100-300 mm에 속하는 개체들이 주를 이루었다. 2월부터 5월 사이에는 200 mm 이상 성어들이 출현하였고 6월부터는 당년 생으로 추정되는 80-140 mm 체장군에 속하는 어린 개체들이 출현하여 월에 따라 성장하는 양상을 보였다.

가슴어 (*Chelon haematocheilus*): 가슴어는 조사 기간 중 6월과 7월을 제외한 전 조사 시기에 채집되었다 (Fig. 6). 채집된 가슴어 전장 범위는 60.1-540.0 mm로 비교적 넓었지만 60.1-140.0 mm 체급에 속하는 소형 개체들이 대부분이었다. 8월에 채집된 전장 60.1-80.0 mm의 개체들은 당년에 태어난 유어들로 추정된다.

옹어 (*Coilia nasus*): 옹어는 5-6월과 8-9월 그리고 12월을 제외한 달에 채집되었으며, 전장은 80.1-380.0 mm 범위였다 (Fig. 6). 2-4월에 채집량이 많았으며 이후에는 8 마리 이하로 소량씩 채집되었다. 2-4월에 채집된 개체들은 전장 80.1-120.0 mm 범위에 속하는 개체들이 주를 이루었으며, 이후에는 10월에 채집된 1 마리를 제외하면 모두 전장 200 mm 이상 되는 개체들이었다.

개소갱 (*Taenioides rubicundus*): 개소갱은 3월과 7월을 제외하고 매월 채집되었다. 채집된 개체들의 전장 범위는 20.1-480.0 mm이었으며, 전장 200-400 mm에 속하는 중형 개체들이 주를 이루었다 (Fig. 6). 2월에는 31마리가 채집되었는데, 전장 20.1-50.0 mm의 소형 개체들이었다. 4월에는 191마리가 채집되어 조사 기간 중 가장 많이 채집되었으며, 전장 범위는 30.1-230.0 mm로 전장 범위 또한 조사 기간 중 가장 넓었다. 5월과 6월에 각각 54마리, 14마리로 채집량은 적었고, 7월에는 한 마리도 채집되지 않았으며, 8월에는 112마리가 채집되었

다. 이후에는 24마리 이하로 소량씩 채집되었으며, 중형 개체들이 주를 이루었다.

참서대 (*Cynoglossus joyneri*): 참서대는 2월, 9월, 12월을 제외하고 출현 하였으며, 전장 범위는 10.1-120.0 mm이었다 (Fig. 6). 2월에 130마리가 채집되었는데, 대부분 전장 10-20 mm의 소형 개체들이었고 3월에는 20-30 mm에 속하는 2마리만이 채집되었다. 이후 5월부터 8월까지 체장은 점차 증가하는 경향이였으며, 채집 개체수는 77-156마리의 범위였다. 10월에는 체장 40-50 mm에 속하는 2마리가 채집되었고 11월에는 전장 130-150 mm에 속하는 15마리가 채집되었다.

고 찰

근래에 우리나라 연안 어류 종 조성 연구에서 이용된 채집 기기는 조하대에서는 정량 채집이 가능한 otter trawl (Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1998; Lee, 1989; Lee and Hwang, 1995)이 조간대 천해에서는 지인망 (Hwang and Lee, 1999; Lee and Moon, 2002; Shin and Lee, 1990)이 널리 이용되었다. 그러나 이 정량 채집기기는 바닥이 평탄한 해역에서 가능하고, 바닥이 암반인 해역에서는 삼각망, 꽃게통발, 삼중자망 등이 이용되었고 (An and Huh, 2002; Huh and An, 2002; Hwang et al., 1997; Hwang and Kim, 2003), 조류가 강한 해역에서는 낭장망이나 주목망 같은 수동 어구가 이용되었다 (Lee, 1998; Lee and Seok, 1984; Hwang et al., 1998). 본 연구 자료 수집에 이용된 개량안강망은 밀물 때 2 kn 이상의 강한 조류를 이용하기 때문에 능동 어구로 2 kn 이상으로 예인할 때와 같은 효과가 있고, 1회 조업 시간이 3시간 정도로 길기 때문에 부어류의 경우는 종 조성 자료의 대표 값으로 이용될 수 있을 것으로 판단된다 (Lee, 1983; Lee and Seok, 1984; Hwang et al., 1998). 그러나 저어류의 경우는 종에 따라 조류를 따라 이동하는 양상이 다르기 때문에 전반적인 출현 경향만을 분석할 수 있을 것이다. 2월에서 5월 사이에는 망목이 작은 실뱀장어 잡이 그물 (자루그물 망목 1 mm)이 이용되었고, 6월 이후 망목이 큰 새우 잡이 그물 (자루그물 망목 5 mm)이 이용되었으나, 실뱀장어 잡이 그물에 채집된 어류 중 실뱀장어를 제외하면 새우잡이 그물에도 채집될 수 있는 크기였고, 시기에 따른 종 조성 변화는 망목에 따라 결정되지 않고 점진적으로 변하여 (Fig. 4) 망목 크기가 어류 종 조성 변동에 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 이러한 자료 특성으로 볼 때, 본 조사에 이용한 강한 조류를 이용하는 개량안강망은 어류 종 조성 계절 변동 분석에 사용 가능한 채집 기기로 판단된다. 본 연구에서 채집된 어류는 주거종과 난류성 연안종이 주를 이루었고, 시기에 따라 왕복성 어류와 민물 어류가 소량씩 채집되었다. 주거종은 가슴어와 플망둑, 개소갱 등 망둑어과 어류로 전 조사 시기에 걸쳐 출현한 종들로 중간 유사성의 수상도 (Fig. 3)에서 'B' 무리에 속하였다. 망둑어과 어류는 하구역과 조간대 부근 천해역이 주 서식처로, 금강 하구에도 생물량이 많을 것으로 기대되지만 채집에 이용된 개량안강망

에는 일부 이동하는 어류 만이 채집되어 실제 생물량에 비해 적게 채집된 것으로 추정된다. 풀망둑은 본 조사 해역과 인접한 새만금 하구 (Lee et al., 2003), 강화도 남단 갯벌 천해 (Hwang et al., 2003), 바닥이 펄질인 인천 근해 (Lee, 1997)와 남당리 갯벌 천해 (Im and Lee, 1990)에서도 우점 어류였다. 개소경도 강화 남단 갯벌 천해 (Hwang et al., 2003)와 영광 근해 (Hwang et al., 1998)등 펄이 발달한 해역에서 채집량이 많았다. 부어류인 가승어도 강화 남단 갯벌 천해와 채석강 해변에서 비교적 채집량이 많았다 (Hwang et al., 2003; Lee and Moon, 2002). 이와 같은 자료로 볼 때, 본 조사 해역의 주거종인 풀망둑, 개소경, 가승어는 펄이 발달한 갯벌 천해역이나 하구를 선호하는 종임을 알 수 있다.

왕복성 어류인 실뱀장어와 하구에서 산란하는 웅어는 2월에서 4월 사이 우점하였고, 은어 유어는 3월에만 2마리 채집되었다. 실뱀장어는 서해 중부 하구에서 24월이 주 소상 시기로 (Moon, 2002), 이 시기 실뱀장어 잡이 그물에 채집되었으며, 은어는 남해와 제주도에서 2월에서 5월 사이 유어들이 소상하나 (Lee, unpublished data), 금강 하구에서는 소상량이 적은

것으로 보인다.

담수 어류는 10종이 채집되었으며, 대부분 4월 강우 때 하구둑 수문을 열었을 때 채집되었다. 금강 하구는 하구둑을 건설한 후 완전 혼합형 하구에서 해수가 우세한 부분 혼합형 하구로 바뀌어 (Choi et al., 1995), 염분이 높기 때문에 담수어가 서식하기에는 부적합한 환경이 되었다. 단지 우기에 수문을 열어 담수를 방류할 때에만 민물어류가 방류수를 따라 바다 쪽 하구로 이동하여 일정 기간 동안 머무는 것으로 보인다. 연안종 (coastal fish species)은 봄부터 가을 사이 많은 양이 채집되었으며, 종간 유사성의 수상도 (Fig. 3)에서 주로 'C' 무리에 속하는 종이였다. 참서대와 전어는 3월부터, 청멸은 4월부터, 밴댕이, 멸치 및 민태는 5월부터 채집되기 시작하여 10-11월까지 채집되었다 (Table 1, Fig. 3). 이 어류들은 대부분 봄부터 성어들이 출현하기 시작하여 5-7월 많은 양이 채집되었으며, 7월부터는 당년 생 유어들이 대량 출현하기 시작하여 10월까지 성장하고 11월에는 급격히 감소하였다 (Fig. 6). 서해 연안에서 이 어류들은 외해에서 월동하고 봄부터 성어들이 연안으로 이동하여 늦봄에서 이른 여름 산란하며, 유어들은

Table 4. Comparison of the number of species and dominant species of the fishes sampled in estuaries of Korea. **Engraulis japonicus* was excluded to calculate the relative abundance in Lee (1998)

	The present study	Lee et al. (2003)	Lee (1998)
Study area	Geum River estuary	Seamangeum estuary	Cheonsu Bay
Sampling gear	Bag net	Otter trawl	Set net
Sampling interval	Monthly	Seasonally	Monthly
Sampling period	Feb.-Dec. 2003	Apr. 2001-Feb. 2002	Mar. 1992-Jan. 1993
Mesh size (mm)	1-5	16-25	1-33
Number of species	73	45	63
Dominant species (%) (in numbers, in biomass)	<i>Sardinella zunasi</i> (26.1, 19.8)	<i>Leiognathus nuchalis</i> (35.7, 6.3)	<i>Engraulis japonicus</i> (* , 36.0)
	<i>Konosirus punctatus</i> (13.9, 17.0)	<i>Synechogobius hasta</i> (10.6, 31.5)	<i>Ammodytes personatus</i> (31.9, 5.9)
	<i>Engraulis japonicus</i> (11.5, 1.7)	<i>Neosalanx jordani</i> (9.6, 1.0)	<i>Enedrias fangi</i> (31.7, 13.1)
	<i>Chelon haematocheilus</i> (8.8, 6.2)	<i>Konosirus punctatus</i> (6.2, 5.5)	<i>Sardinella zunasi</i> (17.5, 10.6)
	<i>Johnius grypotus</i> (6.9, 9.4)	<i>Chaeturichthys stigmatias</i> (6.1, 8.4)	<i>Konosirus punctatus</i> (6.1, 18.8)
	<i>Thryssa kammalensis</i> (5.1, 1.7)	<i>Repomucenus lunatus</i> (5.4, 2.7)	<i>Plecoglossus altivelis</i> (3.7, 0.7)
	<i>Synechogobius hasta</i> (5.1, 11.0)	<i>Platycephalus indicus</i> (3.8, 7.1)	<i>Thryssa kammalensis</i> (2.5, 0.8)
	<i>Anguilla japonica</i> (2.9, 0.1)	<i>Cynoglossus joyneri</i> (2.8, 1.9)	<i>Sphyaena pinguis</i> (1.5, 1.5)
	<i>Cynoglossus joyneri</i> (2.6, 3.6)	<i>Argyrosomus argentatus</i> (2.8, 2.9)	
	<i>Coilia nasus</i> (2.1, 1.2)	<i>Takifugu niphobles</i> (2.1, 2.7)	
	<i>Taenioides rubicundus</i> (1.9, 5.4)	<i>Johnius grypotus</i> (2.1, 1.4)	

연안에서 성장한 후 10-11월 외해로 이동하는 것으로 보고되었고 (Gil and Lee, 1986; Lee, 1983; Lee and Song, 1993), 이 어류들의 시기에 따른 출현 향상은 천수만에서와 비슷하였다 (Lee, 1998).

국내 하구역 어류 종조성의 계절 변화에 대해서는 낙동강 하구와 새만금 하구에서 조사되었으나 (Kwak and Huh, 2003; Lee et al., 2003), 이들 연구에서는 otter trawl을 이용하여 계절 별로 자료를 수집하여 직접 비교는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 지역적으로 인접한 Lee et al. (2003)의 새만금 otter trawl 자료와 천수만 입구에서 월별로 정치망으로 자료를 수집한 Lee (1998)의 자료와 비교하여 금강 하구 어류 특성을 분석하였다 (Table 4). 금강 하구 우점종 중 연안성 부어류인 밴댕이 (*S. zunasi*), 전어 (*K. punctatus*), 멸치 (*E. japonicus*) 및 청멸 (*T. kammalensis*)은 천수만에서도 우점종이었고, 금강 하구의 우점 저어류인 풀망둑 (*S. hasta*), 민태 (*J. grypotus*), 참서대 (*C. joyneri*)는 새만금 otter trawl에서도 비교적 많이 채집되었다. 전어는 세 해역 모두에서 비교적 채집량이 많았다. 이 결과는 부어류는 정치망에 주로 채집되고, 저어류는 otter trawl에 주로 채집되며, 금강하구 개량안강망과 같이 강한 조류를 이용하는 경우, 일부 저어류들이 채집되는 것을 알 수 있다. 따라서 금강 하구는 봄에서 가을 사이에는 연안성 부어류들과 일부 연안성 저어류들이 몰려와 산란하고 유어를 보내며 성장하여 어류 생태적 측면에서 내만과 비슷한 특징을 갖는 것을 알 수 있다. 하구성 어류인 송어, 풀망둑, 웅어는 연중 많은 양이 채집되는 편이지만, 봄에서 가을 사이 연안성 어류가 몰려오는 시기에는 상대적으로 우점도가 낮았고, 연안성 어류가 출현하지 않는 12월에서 3월 사이에는 높은 우점도를 나타내었다. 이상의 결과를 종합하면, 금강 하구는 하구둑 건설 이후 하구와 내만의 중간 형태의 어류생태계로 변환 것으로 판단된다.

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. Kor. Fish. Soc., 35, 715-722.
- 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.
- Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. Kor. J. Ichthyol., 9, 235-243.
- Choi, J.Y., H.Y. Choi and M.S. Seo. 1995. Physical and sedimentological change in the Keum Estuary after the Gate-Close of Keum River Weir. J. Kor. Soc. Oceanogr., 30, 262-270.
- Choi, Y., I.S. Kim, B.S. Ryu and J.Y. Park. 1996. Ecology of *Synechogobius hasta* (Pisces: Gobiidae) in the Keum River estuary, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 29, 115-123.
- Chung, I.Y. and I.K. Bhang. 1984. Circulation dynamics of the Keum River estuary-fluid dynamic characteristics. J. Oceanol. Soc. Kor., 19, 141-152.
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, pp. 727.
- Davis, J.C. 1978. Statistics and Data Analysis in Geology. Wiley, New York, pp. 550.
- Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yanez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. Wiley-Interscience, New York, pp. 558.
- Gil, J.W. and T.W. Lee. 1986. Reproductive ecology of the scaled sardine, *Sardinella zunasi* (Family Clupeidae), in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea. Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the 2nd International Conference on Indo-Pacific Fishes. Ichthyol. Soc. Japan. 818-829.
- Houde, E.D. and E.S. Rutherford. 1993. Recent trends in estuaries fisheries: Predictions of fish production and yield. Estuaries, 16, 161-176.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 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.
- Huh, S.H. and Y.R. An. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. 2. Fishes collected by three sides fyke nets. J. Kor. Fish. Soc., 35, 366-379.
- Hwang, H.B. and T.W. Lee. 1999. Seasonal variation in species composition of fish with depth in Asan Bay. Kor. J. Ichthyol., 11, 52-61.
- Hwang, S.D., Y.J. Im, Y.C. Kim, H.K. Cha and S.H. Choi. 1998. Fishery resources off Youngkwang. I. Species composition of catch by a stow net. J. Kor. Fish. Soc., 31, 727-738.
- 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, 105-113.
- Hwang, S.W. and C.K. Kim. 2003. Effects of artificial reefs on coastal fishery resources. Kor. Underwater Sci. Technol., 4, 27-35.
- 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.
- Im, Y.J. and T.W. Lee. 1990. Species composition and biology of major species of gobiid fish in Cheonsu

- Bay of the Yellow Sea, Korea. Kor. J. Ichthyol., 2, 182-202.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyo-Hak Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 465.
- Kim, J.G., S.J. You and J.N. Kwon. 1998. Variation of water quality after construction of Keum River estuary barrage. J. Kor. Fish. Soc., 31, 685-694.
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Changes in species composition of fishes in the Nakdong River estuary. J. Kor. Fish. Soc., 36, 129-135.
- Kwon, H.K. and S.H. Lee. 1999. Physical environment changes in the Keum River estuary by the dyke operation. I. Mean sea level and tide. J. Oceanol. Soc. Kor., 4, 93-100.
- Kwon, J.N., J.G. Kim and T.S. Ko. 2001. The estimation of water quality changes in the Keum River estuary by the dyke gate operation using long term data. J. Kor. Fish. Soc., 34, 348-354.
- Lee, C.L. 1992. The variations of the fish community after dam construction of the Keum River estuary. Kor. J. Limnol., 25, 193-204.
- Lee, T.W. 1983. Age composition and reproductive period of shade, *Konosirus punctatus*, in Cheonsu Bay. J. Oceanol. Soc. Kor., 18, 161-168.
- Lee, T.W. 1989. Seasonal fluctuation in abundance and species composition of demersal fishes in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 22, 1-8.
- Lee, T.W. 1997. Species composition of demersal fish off Inchon, Korea. Yellow Sea Res., 7, 31-42.
- Lee, T.W. 1998. Change in species composition of fish in Chonsu Bay. 3. Pelagic fish. J. Kor. Fish. Soc., 31, 654-664.
- 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.
- Lee, T.W. and H.S. Song. 1993. Distribution and length and age composition of *Johnius belengeri* in the coastal waters of Korea. Kor. J. Ichthyol., 5, 184-193.
- Lee, T.W. and H.T. Moon. 2002. Seasonal variation in species composition and abundance of shallow water fishes at Chaeseokgang beach, Buan in the Yellow Sea of Korea. Kor. J. Ichthyol., 14, 53-60.
- 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. Kor., 19, 217-227.
- Lee, T.W. and S.W. Hwang. 1995. The demersal fish of Asan Bay. IV. Temporal variation in species composition from 1990 to 1993. Bull. Kor. Fish. Soc., 28, 67-79.
- Lee, T.W., H.T. Moon and G.C. Kim. 2003. Seasonal variation in species composition of fish in the estuary of Saemangeum waters during the construction of a dike in 2001-2002. J. Kor. Fish. Soc., 36, 298-305.
- 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.
- Lee, T.W., S.W. Hwang, S.Y. Park, Y.R. Joe and H.J. Jeong. 1995. Alternation community structure of the shallow-water fish in Cheonsu Bay. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency, 49, 219-231.
- Lee, Y.H. and J.S. Yang. 1997. 500-days continuous observation of nutrients, chlorophyll suspended solid and salinity in the Keum Estuary, Korea. J. Oceanol. Soc. Kor., 2, 1-7.
- Lindberg, G.U. and M.I. Legeza. 1965. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part II. Translated in English by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, pp. 389.
- Lindberg, G.U. and Z.V. Krasnyukova. 1969. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part III. Translated in English by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, pp. 498.
- Lindberg, G.U. and Z.V. Krasnyukova. 1989. Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part IV. Translated in English by Balkema, Rotterdam, pp. 620.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Wiley Interscience. New York. pp. 337.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Japan, Text and Plates, 437, pp. 370 plates.
- 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.
- Moon, H.T. 2002. The early life history of eel *Anguilla japonica* determined by otolith microstructure and catch data of glass eels. Ph.D. Thesis, Chungnam Natl. Univ., pp. 111.
- Percy, W.G. and S.S. Myers. 1974. Larval fishes of Yaquina Bay, Oregon: a nursery ground for marine fishes? Fish. Bull., U.S. 72, 201-213.
- Potter, I.C., L.E. Beckley, A.K. Whitfield and R.C.J.

- Lenanton. 1990. Comparison between the roles played by estuaries in the life cycles of fishes in temperate western Australia and southern Africa. *Env. Biol. Fish.* 28, 143-178.
- 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.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication* Illionis Univ. Press, pp. 117.
- Shin, M.C. and T.W. Lee. 1990. Seasonal variation in abundance and species composition of surf zone fish assemblage at Taecheon sand beach, Korea. *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 25, 135-144.
- Valesini, F.J., I.C. Potter, M.E. Platell and G.A. Hyndes. 1997. Ichthyofaunas of a temperate estuary and adjacent marine embayment. Implications regarding choice of nursery area and influence of environmental changes. *Mar. Biol.*, 128, 317-328.
- Yang, J.S., J.Y. Jeong, J.Y. Heo, S.H. Lee and J.Y. Choi. 1999. Chemical mass balance of materials in the Keum River estuary 1. Seasonal distribution of nutrients. *J. Oceanol. Soc. Kor.*, 4, 71-79.
-
- 2005년 1월 6일 접수
2005년 2월 22일 수리