

## 기수역이 존재하는 섬진강의 어류군집 특성

백승호 · 윤주덕<sup>1</sup> · 김정희 · 이혜진<sup>2</sup> · 최기룡<sup>3</sup> · 장민호\*

공주대학교 생물교육과, <sup>1</sup>공주대학교 생물자원센터,  
<sup>2</sup>국립환경과학원 낙동강물환경연구소, <sup>3</sup>울산대학교 생명과학부

## Characteristics of Fish Community in the Seomjin River and Brackish Area

Seung-Ho Baek, Ju-Duk Yoon<sup>1</sup>, Jeong-Hui Kim, Hae-Jin Lee<sup>2</sup>,  
Kee-Ryong Choi<sup>3</sup> and Min-Ho Jang\*

Department of Biology Education, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

<sup>1</sup>Biology Resource Center, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

<sup>2</sup>Nakdong River Environment Research Center, National Institute of Environment Research,  
Goryeong 717-873, Korea

<sup>3</sup>School of Biological Science, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

**Abstract** - In this study, to identify ichthyofauna of the Seomjin River, which has no barrage at estuary, and to estimate effect of estuary barrage, fish sampling was conducted at 16 study sites in mainstream of the Seomjin River from 2010 to 2012. A total of 54 species classified into 17 families were collected. Cyprinidae was the dominant family and *Zacco platypus* (relative abundance, RA: 47.8%) was identified as the dominant species. In total, 17 Korean endemic species (31.5%) were collected, and it is higher than the average endemic rate of Korean peninsula (22.5~25.9%). Although the relative abundance of exotic species (1.1%) was low, it is higher than the past studies (2002: 0.0%, 2009: 0.4%). Dominance index of freshwater region (St.4~St.16) was relatively higher than estuary (St.1~St.3), because *Z. platypus* showed high relative abundance at freshwater region. But diversity and evenness index showed contradictory results, as estuary was higher than freshwater region. The ratios of sea fish, peripheral freshwater fish and economic fish, and diversity index are higher than the Nakdong River, the Yeongsan River and the Geum River. In conclusion, to conserve the value of the Seomjin River ichthyofauna, continuous monitoring is necessary.

**Key words** : ichthyofauna, fish diversity, estuary barrage, *Zacco platypus*, the Seomjin River

### 서 론

어류는 하천생태계 내 최종 소비자로서(Moyle and Cech 2000), 다른 생물종들과 밀접한 관계를 가지며 해당 지

역의 생물 다양성을 대표한다고 할 수 있다. 어류는 여러 가지 환경요인에 영향을 받으며, 특히 인위적인 교란에 따른 물리적 환경 변화가 가장 큰 요인이라고 할 수 있다(Matthews and Robison 1988; Matthews *et al.* 1992; Buisson *et al.* 2007). 예를 들어 댐이나 보, 하구둑과 같은 하천을 횡으로 구분하는 구조물의 건설은 하천의 호소화 및 수질 악화(Connell *et al.* 1981) 등 어류의 서식환경, 어

\* Corresponding author: Min-Ho Jang, Tel. 041-850-8285,  
Fax. 041-850-8842, E-mail. jangmino@kongju.ac.kr

류의 이동 등 (Lucas *et al.* 2009), 지역 어류 군집에 상당한 변화를 초래할 수 있다 (Barry 1990; Mallen-Cooper and Harris 1990).

하구둑은 바다에서 들어오는 염수를 막아 다양한 용도의 용수확보를 위해 강과 바다의 접경인 하구부에 쌓은 둑이다. 하구둑은 염해 방지, 용수 확보 등 긍정적인 기능을 가지고 있지만, 한편으로는 기수역에서 해수와 담수를 구분시키기 때문에 기수역의 수생태계 변화를 유발한다 (Plumstead 1990). 특히 수생태계에 있어 염도의 변화는 기수역에 서식하는 어류 군집의 구성 및 구조에 강한 영향을 미친다 (Thiel *et al.* 1995). 국내에서 하구둑은 1981년 영산강 하구둑이 최초로 건설되었고, 이어서 낙동강(1987)과 금강(1990)에도 하구둑이 건설되었다. 또한 한강의 하구에는 하구둑이 설치되어 있지 않지만 다른 대규모 강의 하구둑과 유사한 목적으로 수중보가 설치되어 있다. 즉 국내 대규모 강 중, 하천의 하구에 횡단 구조물이 설치되어 있지 않은 곳은 섬진강이 유일하다.

섬진강은 주변 지역이 주로 산악지역으로 인근에 대도심이나 대규모 공업단지 및 농경지가 없어 대량의 용수 확보가 필수적이지 않기 때문에 하구에 둑이 설치되지 않았다. 또한 대규모 오염원이 없어, 상대적으로 맑은 수질을 나타내는 특성을 가진다. 이러한 환경적 측면뿐만 아니라, 기존 연구에 따르면, 섬진강에는 다양한 국내 고유종이 서식하고 있고, 고유화 빈도 또한 높게 나타나며 (Jang *et al.* 2009) 이는 어류가 서식하는 데 적합한 환경을 가지고 있다고 판단된다 (Choi *et al.* 2008). 또한 섬진강은 회유성 어종인 은어가 대규모로 회유하고 (Huh *et al.* 2012), 참개, 재첩 등 다양한 경제성 생물들이 풍부하여 경제적으로 매우 중요하다.

섬진강 수계의 어류군집에 관한 연구는 Huh *et al.* (2012)에 의해 섬진강 하류역의 어류군집에 관한 연구, Jang *et al.* (2009)에 의해 섬진강으로 유입되는 하천인 경천, 추령천, 오수천과 일부 섬진강 본류구간에 대해 보고된 바 있고, 보성강 유역의 어류군집에 관한 연구 (Kim *et al.* 1993), 곡성군 수계에 대한 어류상 (Kim *et al.* 2002) 등이 있었으며, 왕중개의 생태에 관한 연구 (Kim *et al.* 2005), 꺾지의 개체군 생태학적 특성치 추정 (Jang *et al.* 2010) 등 다양한 연구가 진행되었다. 하지만 기존 섬진강의 어류 군집에 대한 연구들은 조사 기간이 너무 짧거나, 특정 지역이나 주요 지천에 국한되어 있고, 섬진강의 중·상류 수계에 대한 연구가 대부분이다.

따라서 본 연구에서는 2010년부터 2012년까지 섬진강의 최하류에서부터 중·상류 수역까지 전반적인 본류구간에 대해서 조사를 실시하였다. 이를 바탕으로 국내

대규모 강 중, 유일하게 하구둑이 설치되어 있지 않은 섬진강 하구와 섬진강 중·하류 구간의 어류군집 특성을 밝히고자 하였고, 국내 4대강 중 영산강과 낙동강, 금강 하구의 어류상과 섬진강 하구의 어류군집 특성을 비교하여 하구둑이 어류 군집에 미치는 영향을 간접적으로 파악하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사 지점 및 시기

섬진강은 전라북도 진안군 백운면 신암리에서 발원하여 임실군, 정읍시를 거쳐 옥정호를 이룬다. 그 후 임실군, 순창군을 통과하며 전라남도 곡성군에서 보성강과 합류된 후, 지리산국립공원과 백운산 사이를 지나 전라남도 광양시에서 남해로 유입된다. 하천 길이는 223 km, 하천 유역이 4,959 km<sup>2</sup>에 달하는 대규모 강이다.

조사 지점은, 첫째로 하구둑의 영향을 평가하기 위하여 남해로부터 15 km 이내에 위치한 섬진강의 하류부에 3지점 (St.1~St.3)을 선정하였고, 둘째로 섬진강 중·상류부의 어류군집 특성을 밝히기 위하여, 전반적인 구간이 포함될 수 있도록 남해로부터 45 km 이상 떨어진 지점으로부터 상류쪽으로 13지점 (St.4~St.16)을 선정하였다 (Fig. 1).

현지 조사는 2010년부터 2012년 여름까지 계절 조사를 실시하였다.

### 2. 수질 및 어류 채집

물리 화학적 요인은 2012년 봄철 조사 시기에 각 조사 지점별로 수온, 전기전도도, 염도 및 용존산소 (YSI, YSI Model 85, USA), pH (Thermo, Orion 3-Star, USA), 탁도 (HF scientific, MicroTPI & MicroTPW, USA)를 측정하였으며 물환경정보시스템 (<http://water.nier.go.kr>)의 수질 자료 중 본 연구의 조사 범위 내에 있는 10개의 측정소에서 실시한 수질 측정 결과를 분석에 사용하였다.

어류의 채집은 투망(망목: 7 mm × 7 mm), 족대(망목, 4 mm × 4 mm)를 이용하여 채집거리 200 m에서 50분간 정량채집을 실시하였고, 현장에서 즉시 동정하여 개체수 기록 후 방류하였다. 정확한 동정이 필요하거나, 크기가 작아 동정이 어려운 경우에는 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실에서 동정하였다. 채집된 어류의 동정은 Kim and Park (2002), Choi *et al.* (2008)을 이용하였으며, 분류체계는 Nelson (2006)의 방법을 따랐다.

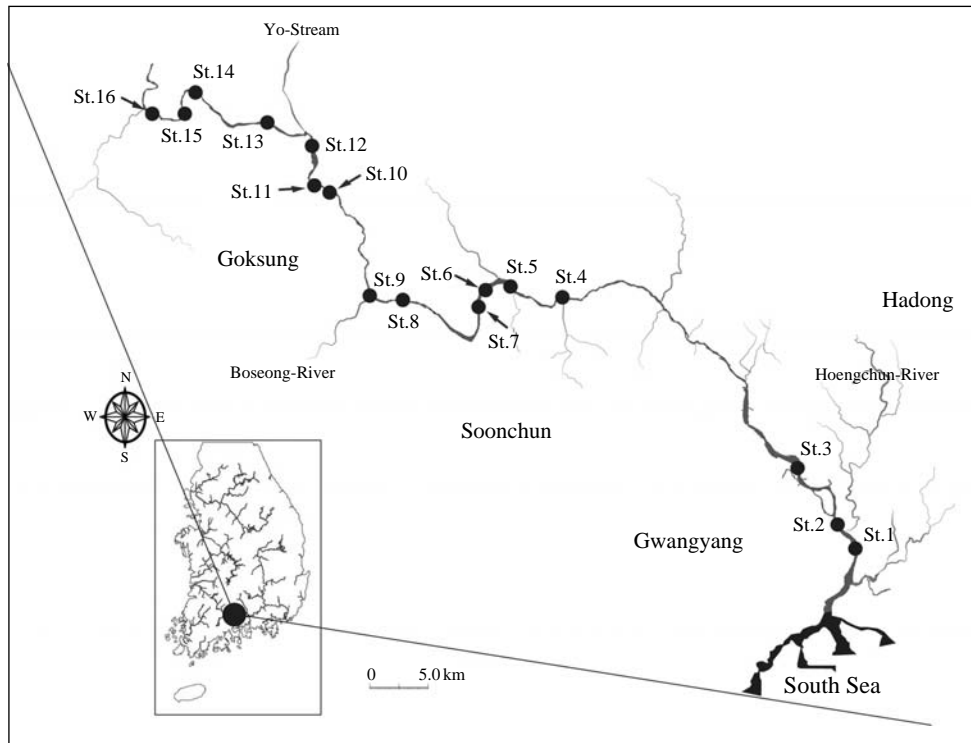


Fig. 1. Map showing the sampling site to investigate fish community of the Seomjin River.

### 3. 분석 방법

어류상의 분석은 우점종, 고유종과 외래종의 서식 실태를 중심으로 분석하였고, 우점도 (Simpson 1949), 다양도 (Pielou 1969), 균등도 (Pielou 1975), 풍부도 (Margalef 1958)를 산출하여 군집특성을 분석하였다. 또한 지점별로 Cluster analysis (Biodiversity pro 2.0, WWF International)를 통해 유사도를 산출하여 각 지점별 어류상을 비교 분석하였다.

또한 하구둑이 어류 군집에 미치는 영향을 파악하기 조사 지점 중 가장 하류에 위치한 St.1의 해수어, 1차담수어, 주연어, 소하어 및 경제성 어종의 상대적 비율을 산출하였고, 경제성 어종은 국립수산과학원의 수산통계 중, 어획량 측정 대상 어종인 전어 (*Konosirus punctatus*), 농어 (*Lateolabrax japonicus*), 점농어 (*Lateolabrax maculatus*), 풀망둑 (*Synechogobius hasta*), 참가자미 (*Pleuronectes herzensteini*)와 그 외 잉어 (*Cyprinus carpio*), 붕어 (*Carassius auratus*), 떡붕어 (*Carassius cuvieri*), 동자개 (*Pseudobagrus fulvidraco*), 밀자개 (*Leiocassis nitidus*), 숭어 (*Mugil cephalus*), 가승어 (*Chelon haematocheilus*)를 대상으로 분석하였다. 분석 결과는 영산강, 낙동강, 금강의 어류상과 비교하여 분석하였고, 영산강은 Choi and An (2008)의

연구, 낙동강은 Jang *et al.* (2001)의 연구를 참고하였으며, 금강은 2010년부터 2011년까지 본 연구와 동일한 방법으로 어류를 채집하여 분석에 활용하였다. 영산강과 낙동강, 금강 모두 하구둑으로부터 약 2 km 상류에 위치한 1개 지점을 대상으로 분석하였다.

자료의 분석을 위해 염분도를 이용하려 하였지만 다른 강에 대한 염분 자료를 확보할 수 없었기 때문에 염분과 직접적으로 관계가 있는 전기전도도 (Hwang *et al.* 2007)를 활용하였다. 낙동강과 영산강, 금강에서는 하구둑으로부터, 섬진강은 남해로부터 약 15 km 내에 위치한 수질측정소에서 측정한 자료를 활용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 어류상 및 우점종

본 조사 기간 동안 서식이 확인된 어류는 총 17과 54종이며, 9,007개체가 채집되었다 (Table 1). 과별 출현 비율은 잉어과 (Cyprinidae)의 어류가 83.9%로 가장 높았고, 망둑어과 (Gobiidae) 5.8%, 숭어과 (Mugilidae) 3.1%, 꺾지과 (Centropomidae) 1.5%, 검정우럭과 (Centrarchidae)

Table 1. Fish fauna of the study sites in the Seomjin River

Family name	Species name	Site name																Total	R.A (%)	Remarks
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16			
Clupeidae	<i>Konosirus punctatus</i>	10																10	0.1	Pe
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>						2	5	1	1	14	12	1	3	31	11	47	110	1.2	Pr
	<i>Rhodeus uyekii</i>										3	4	1	2	3	5	1	37	0.4	Pr
	<i>Rhodeus notatus</i>						4	13	7	2	3	27	15	27	2	2	128	1.4	Pr	
	<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		2	13	4	4	4	7	7	20	3	5	7	3	13		55	0.6	Pr	
	<i>Acheilognathus koreensis</i>		4	10	4	10	3	29	10	4							101	1.1	Pr	
	<i>Acheilognathus majusculus</i>		20	17	3	3	29	1	1			4	56	12	34	4	112	1.2	Pr	
	<i>Acheilognathus rhombeus</i>											4	4				4	<0.1	Pr	
	<i>Acanthorhodeus gracilis</i>											10	47	4	2	1	248	2.8	Pr	
	<i>Pungtungia herzi</i>		48	8	11	22	53	12	16	14	14	10	27	4	2	7	249	2.8	Pr	
	<i>Coreoleuiscus splendidus</i>		7	17	17	34	11	94	1	34							189	2.1	Pr	
	<i>Sarcocheilichthys variegatus</i>		19	33	10	8	12	16	7	29	11	16	11	11	17		109	1.2	Pr	
	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>											19	6	15			1	<0.1	Pr	
	<i>Gnathopogon strigatus</i>					1											3	<0.1	Pr	
	<i>Squalidus gracilis majimae</i>									2							1			
	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	24	10	21	14	24	34	44	13	36	29	39	5	69	3	56	51	472	5.2	Pr
	<i>Hemibarbus labo</i>	37	61	78	34	17	38	46	20	1	24	38	43	52	69	92	719	8.0	Pr	
	<i>Hemibarbus longirostris</i>				5	2	1	5	2	4			5	5	6	10	40	0.4	Pr	
	<i>Pseudogobio esocinus</i>				10	9	12	17	4	7	1	15	16	9	14	14	128	1.4	Pr	
	<i>Abbotina rivularis</i>					2		4					2				8	0.1	Pr	
	<i>Microphysogobio yaluensis</i>				23	6	7	58	3	4	5		26		32	12	176	2.0	Pr	
	<i>Tribolodon hakonensis</i>	21	9	4													34	0.4	An	
	<i>Zacco koreanus</i>				2				30	50	41	46	70		7		246	2.7	Pr	
	<i>Zacco platypus</i>	8	3	58	368	237	288	497	239	306	250	291	262	354	274	537	333	4,305	47.8	Pr
Cobitidae	<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>			1		2	7		2	4	7	2	5	8	19	11	68	0.8	Pr	
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>														1	3	4	<0.1	Pr	
	<i>Misgurnus mizolepis</i>								1								1	<0.1	Pr	
	<i>Cobitis lutheri</i>										1	4	2	2			9	0.1	Pr	
	<i>Cobitis tetralineata</i>											10	7				38	0.4	Pr	
Siluridae	<i>Silurus asotus</i>				15	6											1	<0.1	Pr	
Bagridae	<i>Pseudobagrus koreanus</i>				1	1	42	1	1	5	10	7	7	7	11	11	85	0.9	Pr	
Amblycipitidae	<i>Liobagrus mediadiposalis</i>						5	18	1	3	3	2	2			9	20	0.2	Pr	
Osmeridae	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>			35			7				1						60	0.7	An	
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	71	69	141													282	3.1	Pe	
Synbranchidae	<i>Monopterus albus</i>																1	<0.1	Pr	
Centropomidae	<i>Simiperca scherzeri</i>					2	2	11	1	1	16	1	13			5	14	0.2	Pe	
	<i>Coreoperca herzi</i>				23	2	2	7	16	10	25	16	1				120	1.3	Pe	
Mononidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>	11	2														13	0.1	Pr	
	<i>Lateolabrax maculatus</i>	30	2														32	0.4	Pr	
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>					2											6	<0.1	Pr	
	<i>Micropterus salmoides</i>	21	5			19											95	1.1	Pr	
Silagidae	<i>Sillago japonica</i>	22	10														26	0.3	Sea	
Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>																32	0.4	Pr	

Table 1. Continued

Family name	Species name	Site name															Total	R.A (%)	Remarks
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15			
Odontobutidae	<i>Odontobutis platycephala</i>					4	4	1	12	3	6	2	10	7	20	5	74	0.8	Pr
	<i>Odontobutis interrupta</i>										1	2	1	3		1	8	0.1	Pe
Gobiidae	<i>Chaenogobius urotaenia</i>	9	1	8													18	0.2	Pe
	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	46	46	38													130	1.4	Pe
	<i>Acanthogobius lactipes</i>	16	4	8													28	0.3	Pe
	<i>Synechogobius hasta</i>	6															6	0.1	Pe
Pleuronectidae	<i>Rhinogobius giurinus</i>	4															4	<0.1	Pr
	<i>Rhinogobius brunneus</i>				19	2	4	3	15	3	5	1	7		14	26	117	1.3	Pe
	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	25	16	5													46	0.5	Pe
	<i>Tridentiger obscurus</i>	24	58	90													172	1.9	Pe
	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	2															2	<0.1	Sea
No. of species		18	14	13	18	24	18	22	17	18	18	27	23	27	19	18	28		54
No. of individuals		387	296	489	625	437	459	899	421	613	430	583	459	837	502	856	714		9,007
Primary freshwater fish (%)		17.8	25.0	32.7	100	100	98.5	98.0	100	100	100	100	100	100	100	100	90.1		
Peripheral freshwater fish (%)		70.8	70.3	59.3	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	8.6		
Anadromous fish (%)		5.4	3.0	8.0	-	-	1.5	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0		
Sea fish (%)		5.9	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3		

R.A, Relative abundance; Pr, Primary freshwater fish; Pe, Peripheral freshwater fish; An, Anadromous fish; Sea, Sea fish.

1.1%로 나타났다. 이외에 동자개과 (Bagridae), 동사리과 (Odontobutidae), 바다빙어과 (Osmeridae) 등 12과는 1% 미만의 비율로 출현하였다. 잉어과에 속하는 어류가 우세하게 분포하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 국내에서 서식이 확인된 담수 어류 중 잉어과의 어류가 다른 분류군에 비해 더욱 다양하게 분포하는 특성에도 일치한다 (Kim and Park 2002).

전체 조사 구간 내 우점종은 피라미 (*Zacco platypus*)로 총 4,305개체가 채집되어 47.8%의 상대풍부도를 나타내었다. 아우점종은 누치 (*Hemibarbus labeo*)로 총 719개체가 출현하였고 상대풍부도는 8.0%로 나타났다. 이외에도 참물개 (*Squalidus chankaensis tsuchigae*) 472개체 (5.2%), 송어 282개체 (3.1%), 쉬리 (*Coreoleuciscus splendidus*) 249개체 (2.8%)가 채집되었다. 이와 같이 피라미가 우점하는 현상은 기존 섬진강 수계에서 진행된 어류상 연구 결과와 일치하는 특징이다 (Kim et al. 1993; Kim et al. 2002; Jang et al. 2009).

구간별로 어류상의 특징을 보면 해수의 영향을 받는 하류에 위치한 세 지점 (St.1~St.3)에서는 송어가 281개체가 채집되어 상대풍부도 24.0%로 우점종으로 나타났고, 누치가 15.0%의 비율로 아우점하였으며, 이외에도 검정망둑 (*Tridentiger obscurus*) 14.5%, 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*) 11.1%로 주로 강의 하구에서 서식하는 종들이 높은 비율로 출현하였다. 특히 청보리멸 (*Sillago japonica*), 참가자미와 같은 해수어도 채집되었다. 참가자미는 강의 하구로부터 6.3 km 떨어진 St.1에서 채집되었고, 청보리멸은 St.1과 St.2에서 채집되었는데 St.2는 강의 하구로부터 8.4 km 떨어진 지점이다. 이는 섬진강의 하구에 독이 없기 때문에 해수어 혹은 주연성 어류가 바다와 기수 사이를 자유롭게 왕래할 수 있는 것으로 추정된다.

순수 담수지역 (St.4~St.16)에서는 피라미가 상대풍부도 54.1%로 우점종으로 나타났고, 누치가 6.9%의 비율로 출현하여 아우점종으로 나타났다. 이외에도 참물개 5.3%, 쉬리 3.2%, 돌고기 (*Pungtungia herzi*) 3.2% 등이 높은 비율로 출현하였다. 피라미는 순수 담수 지역의 모든 지점에서 우점하고 있었고, 상대풍부도는 St.13에서 최소 42.3%, St.6에서 최대 62.8%로 나타났다. 피라미는 국내 중·상류 수역에 가장 널리 분포하는 종 중 하나이며 주로 여울에 서식 한다 (Kim and Park 2002). 섬진강의 중·상류 수역은 주로 여울과 소가 반복적으로 나타나는 양상을 보였는데, 피라미가 우점하는 것과 부합하는 특징이다. 누치는 성어 보다는 치어들이 수변에서 많이 채집되었는데, 섬진강의 수변이 인공적이지 않고,

식생이 잘 발달되어 있으며 수초가 많아 작은 개체의 어류들이 서식하기에 적합해 보였다. 실제로 누치뿐만 아니라 다양한 종의 치어들이 수변에서 다수 서식하고 있는 것이 확인 되었다. 특히 참물개는 수심이 비교적 얇고 수초가 발달한 하천에서 분포하는 것으로 알려져 있는데 (Kim and Park 2002), 섬진강의 수변이 양호한 상태로 보존되고 있다는 것을 추정할 수 있다.

## 2. 고유종

본 연구에서 출현한 총 55종 중 고유종의 수는 17종으로 약 31.5%의 고유화 빈도를 보였는데 한반도 내 전체 담수어의 고유화 빈도가 22.5~25.9% (Kim 1995)인 것에 비해 다소 높은 비율을 보였다. 고유화 빈도가 섬진강의 중·상류에 위치한 모든 지점에서 한반도 평균치보다 높게 나타났고, 이는 섬진강이 생물이 서식하기에 적합한 물리적 환경을 가지고 있다는 것을 추정할 수 있었다 (Choi *et al.* 2008).

해수의 영향을 받는 곳에 위치한 세 지점 (St.1~St.3)에서 출현한 고유종은 참물개 단 한 종으로 고유화 빈도가 4.8%로 나타났다. 순수 담수역에 위치한 나머지 지점들 (St.4~St.16)에서는 17종의 고유종이 채집되었고 고유화 빈도는 41.5%로 나타나 하류에 위치한 세 지점에 비해 월등하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 국내 고유종의 대부분이 하천의 중·상류에 서식하는 특징과 일치하는 결과이다 (Kim and Park 2002).

고유화 빈도가 가장 높게 나타난 지점은 전라남도 구례군 간전면 양천리에 위치한 St.4로 17종의 어류 중 10종의 고유종이 출현하여 58.8%의 고유화 빈도를 나타냈다. 본 지점의 유속이 빠르고, 하상 구조는 큰 바위와 암석이 주를 이루고 있었는데 꺾지 (*Coreoperca herzi*)나 눈동자개 (*Pseudobagrus koreanus*)와 같이 바위가 많은 서식처를 선호하는 고유종이 서식하기에 적합해 보였고 (Kim and Park 2002), 유속이 빨라 국내의 고유종이 주로 우수환경을 선호하는 특징과 잘 부합하여 고유종이 높은 비율로 출현한 것으로 보인다.

순수 담수역에 위치한 지점들 중 가장 낮은 고유화 빈도를 나타낸 지점은 전라북도 남원시 대강면 방동리에 위치한 St.14 지점으로 총 19종 중 7종의 고유종이 채집되었으며 고유화 빈도는 36.8%로 나타났다. 본 지점은 다른 지점들에 비해 유속이 느리고 여울이 없었으며 수변에는 물이 정체되어 있었다. 따라서 우수역을 선호하는 국내 고유종이 다른 지점들에 비해 상대적으로 낮은 비율로 출현한 것으로 판단된다.

## 3. 외래종

본 연구에서 외래종은 블루길 (*Lepomis macrochirus*)과 배스 (*Micropterus salmoides*) 두 종이 101개체 채집되었고, 상대풍부도는 1.1%로 나타났다. 외래종이 출현한 총 6개 지점 (St.5, St.12, St.13, St.14, St.15, St.16) 중 전라남도 곡성군 입면 송전리에 위치한 St.16에서 블루길과 배스가 모두 출현하였으며 총 38개체가 채집되어 외래종 비율(5.4%)이 가장 높게 나타났다. 본 지점은 다른 지점과는 달리 수변에 정체된 수역이 조성되어 있는 구간이 많았고 이러한 구간은 정수역을 선호하는 것으로 알려진 (Kim and Park 2002) 블루길과 배스에게 양호한 서식처로 제공된 것으로 보인다.

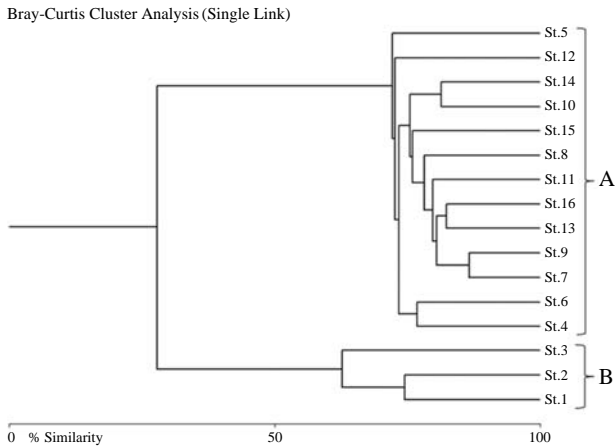
외래어종의 비율이 전반적으로 높지 않게 나타났지만 Kim *et al.* (2002)의 섬진강 수계 조사에서는 배스와 블루길의 서식이 확인되지 않았고, Jang *et al.* (2009)의 조사에서는 0.4%의 비율을 나타낸 것이 비해 증가한 수준으로, 외래종의 점차 증가하고 있는 것으로 판단된다. 블루길과 배스는 환경부 지정 생태계 교란 야생동물로, 섬진강에 분포하는 다양한 고유종들에 대해서 치명적인 교란요인으로 작용할 수 있기 때문에 보존 및 보호를 위해 지속적인 모니터링과 외래종에 대한 정확한 실태 파악이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 4. 군집 분석

각 조사 지점에 대한 어류군집의 지수분석 결과는 Table 2와 같다. 우점도 지수는 St.6과 St.15에서 각각 0.41로 가장 높게 나타났다. 본 지점들에서는 모두 피라

**Table 2.** Biodiversity index of each study site in the Seomjin River

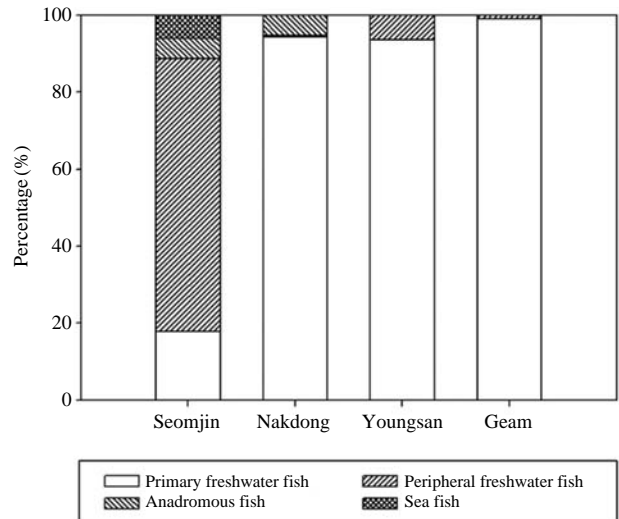
Site	Dominance	Diversity	Evenness	Richness
St.1	0.09	2.62	0.44	2.85
St.2	0.16	2.01	0.35	2.28
St.3	0.17	1.98	0.32	1.94
St.4	0.36	1.69	0.26	2.49
St.5	0.31	1.88	0.31	3.62
St.6	0.41	1.55	0.25	2.77
St.7	0.32	1.88	0.28	2.94
St.8	0.35	1.60	0.27	2.65
St.9	0.29	1.79	0.28	2.65
St.10	0.36	1.60	0.26	2.97
St.11	0.27	1.95	0.31	4.08
St.12	0.34	1.76	0.29	3.59
St.13	0.21	2.21	0.33	3.71
St.14	0.33	1.73	0.28	2.89
St.15	0.41	1.57	0.23	2.52
St.16	0.25	2.01	0.31	3.96
Total	0.24	2.39	0.26	5.82



**Fig. 2.** A result of Bray-Curtis cluster analysis of study sites in the Seomjin River. A total of two clusters were made at similarity level of 60 percent.

미가 62.7% 이상의 비율로 우점한 지점들이었다. 중·상류 수역에 위치하여 해수의 영향을 받지 않는 지점들에서는 모두 피라미가 42.3% 이상으로 우점하고 있어 전반적으로 우점도 지수가 높게 나타났고, 하류에 위치해 해수의 영향을 받는 세 지점(St.1~St.3)에서는 우점도 지수가 모두 0.17 이하로 상대적으로 낮게 나타났다. 반면 다양도 지수와 균등도 지수의 경우에는 이와 반대되는 양상을 보였다. 다양도 지수는 St.1에서 2.62로 가장 높게 나타났고, 균등도 또한 St.1에서 0.44로 가장 높게 나타났다. 풍부도 지수는 상대적으로 많은 종이 출현한 중·상류 수역에서 높게 나타나는 경향을 보였다. 풍부도 지수는 St.11에서 4.08로 가장 높게 나타났는데, 본 지점은 총 27종의 어류가 출현하여 두번째로 많은 종이 채집된 지점이다.

섬진강의 각 지점들에 대해 군집 유사도 분석(Cluster analysis) 결과 하류에 위치한 세 지점(Group B, St.1~St.3)은 유사한 것으로 나타났고, 그 외의 지점들(Group A, St.4~St.16) 간의 유사도가 30% 이하로 나타나, 확연하게 구분되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 각 지점별 군집 특성 분석 결과 Group B에 속한 지점들의 1차 담수어의 비율은 각각 17.8%, 25.0%, 32.7%로, 낮게 나타났으며 상류로 올라갈수록 높아지는 경향을 보였다. 반면 Group A에 속한 지점들은 1차 담수어의 비율이 매우 높게 나타났는데, 총 13지점 중 10개의 지점에서 100.0%의 비율을 나타냈으며 가장 낮은 비율을 보인 St.7에서도 98.0%로 매우 높게 나타났다(Table 1). 이러한 종 조성의 차이는 해수의 영향으로 인한 결과로 판단된다. 현장에서 염분도 측정 결과 Group B에 속하는 St.1, St. 2,



**Fig. 3.** Fish classification at the four major river in S. Korea. Fishes are classified into 4 categories depend on ecological characteristics of each species.

St.3은 각각 13.6 ppt, 12.9 ppt, 0.2 ppt로 나타나 해수의 영향을 받는 것으로 나타났고, 이 외 상류에 위치한 지점들은 모두 염분도가 0.0 ppt로 나타났다.

### 5. 섬진강과 타 수계 하구의 어류군집 특성 비교

낙동강(Jang *et al.* 2001), 영산강(Choi and An 2008), 금강과 섬진강 하류의 어류 군집 구조를 비교해본 결과 Fig. 3과 같이 나타났다. 낙동강과 영산강, 금강에서는 1차 담수어의 비율이 각각 94.4%, 93.6%, 99.1%로 나타나 가장 높은 비율을 차지했지만, 섬진강에서는 1차 담수어의 비율이 17.8%로 매우 낮게 나타났다. 반면 주연성 어류의 비율이 70.8%로 가장 높게 나타났고, 소하어와 해수어의 비율은 각각 5.4%, 5.9%로 나타났다. 낙동강에서는 소하어의 비율이 5.2%로 나타났고, 해수어는 출현하지 않았으며, 영산강에서는 소하어와 해수어 모두 출현하지 않았다. 금강에서는 주연어의 비율이 0.9%로 나타났고 소하어와 해수어는 채집되지 않았다. 종 풍부도를 분석해본 결과 낙동강과 영산강, 금강은 각각 2.02, 2.34, 3.12로 나타났고, 섬진강에서는 2.85로 나타나, 금강에 비해 낮은 값을 보였지만 비교적 높은 값을 보였다(Table 3). 다양도는 섬진강에서 2.62로 가장 높게 나타났고 낙동강과 영산강, 금강은 각각 1.88, 1.65, 2.38로 나타났다. 또한 채집된 어류 중 경제성 어종의 비율을 분석한 결과 섬진강에서 33.6%로 가장 높게 나타났고, 낙동강과 영산강, 금강에서 각각 13.0%, 12.8%, 24.0%로

**Table 3.** Richness, diversity and ratio of economic species at estuary of each major river

River	Richness	Diversity	Ratio of economic species (%)
Seomjin River	2.85	2.62	33.6
Nakdong River	2.02	1.88	13.0
Youngsan River	2.34	1.65	12.8
Geum River	3.12	2.38	24.0

나타났다.

섬진강과 타 수계 강(낙동강, 영산강, 금강)의 어류 군집 특성 비교 분석 결과, 주연어, 소하어 및 해수어의 비율이 타 수계 강에 비해 높게 나타났고, 경제성 어종의 비율과 다양도 지수 또한 가장 높게 나타났다. 이러한 결과를 통해 섬진강은 염분이 영향을 미치는 범위가 매우 넓어, 용수 확보 차원에서는 하구둑이 설치된 다른 강에 비해 불리하지만, 다른 대규모 강에 비해 풍부한 어족자원을 가지고 있는 것으로 판단된다. 수자원 측면으로 볼 때, 용수 확보와 어족자원을 비교하여 우위를 가릴 수는 없지만, 생태적 측면으로는 더욱 다양한 어류가 서식하고 있는 섬진강이 상대적으로 안정된 어류 군집을 유지하고 있는 것으로 판단된다. 이러한 측면을 고려해 볼 때 국내 대규모 강 중 유일하게 하구둑이 설치되지 않은 섬진강 하구는 보전할 가치가 있으며, 이를 위한 지속적인 모니터링이 필요하다.

## 적 요

본 연구는 하구둑이 설치되지 않은 섬진강의 어류군집 특성을 파악하고자 섬진강 본류 구간을 16지점으로 구분하여 2010년부터 2012년까지 현장조사를 실시하였다. 총 17과 54종의 어류가 채집되었고 잉어과에 속하는 어류가 우점적으로 분포하였으며 피라미(*Zacco platypus*; Relative abundance, RA: 47.8%)가 우점종으로 나타났다. 총 17종의 한국고유종(31.5%)이 채집되었으며 이는 한반도 담수어의 고유화 빈도인 22.5~25.9%와 비교하여 높게 나타났다. 외래종의 상대풍부도(1.1%)는 낮게 나타났으나 문헌연구를 통한 비교시 상대적으로 높게 나타났다(2002, 0.0%; 2009, 0.4%). 군집 분석 결과 해수의 영향을 받는 하류의 세 지점(St.1~St.3)은 다양도 및 균등도가 높게 나타났고, 반면 순수 담수역에 위치한 St.4~St.16에서는 피라미가 우점적으로 출현하여 전반적으로 우점도가 높게 나타났다. 섬진강에서 해수어, 주연어, 경제성 어종 및 다양도 지수가 낙동강, 영산강, 금

강과 비교하여 높게 나타났으며, 이러한 섬진강의 풍부한 어족자원과 안정된 어류 군집을 유지하기 위해 보존될 가치가 있으며, 이를 위한 지속적인 모니터링이 필요하다.

## REFERENCES

- Barry WM. 1990. Fishways for Queensland coastal streams: an urgent review. International Symposium on Fishways. Gifu.
- Buisson L, L Blanc and G Grenouillet. 2007. Modeling stream fish species distribution in a river network: the relative effects of temperature versus physical factors. *Ecol. Freshw. Fish.* 17:144-157.
- Choi Jk, HK Byeon, YS Kwon and YS Park. 2008. Spatial and temporal changes of fish community in the Cheonggye Stream after the rehabilitation project. *Korean J. Limnol.* 41:374-381.
- Choi JW and KG An. 2008. Characteristics of fish compositions and longitudinal distribution in Yeongsan River watershed. *Korean J. Limnol.* 41:301-310.
- Choi Y, JH Kim and JY Park. 2008. Marine fishes of Korea. Kyo-Hak Publishing Co. Seoul.
- Connell DW, BM Bycroft, GJ Miller and P Lather. 1981. Effects of a barrage on flushing and water quality in the Fitzroy River estuary, Queensland. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.* 32: 57-63.
- Huh MK, SJ Yoon and WH Joo. 2012. Community structure and species diversity of fish across spatial scales in the lower reach of Seomjin River. *Korean J. Environ. Biol.* 21: 1361-1369.
- Hwang Sh, KG Park, Jh Shin and SK Lee. 2007. Relationship between the groundwater resistivity and NaCl equivalent salinity in western and southern coastal areas, Korea. *Mullitamsa.* 10:361-368.
- Jang MH, GI Cho and GJ Joo. 2001. Fish fauna of the main channel in the Nakdong River. *Korean J. Limnol.* 34:223-238.
- Jang SH, HS Ryu and JH Lee. 2009. Fish fauna and community structure in the mid-upper region of the Seomjin River. *Korean J. Limnol.* 42:394-403.
- Jang SH, HS Ryu and JH Lee. 2010. A Study on the stock assessment and management implications of the Korean aucha perch (*Coreoperca herzi*) in Freshwater: (1) Estimation of population ecological characteristics of *Coreoperca herzi* in the mid-upper system of the Seomjin River. *Korean J. Limnol.* 43:82-90.
- Kim IS. 1995. The conservation and status of threatened freshwater fishes in Korea. pp.31-50. In Proceedings of Ichthyo-



- fauna and Characteristics of Freshwater Ecosystems in Korea (Lee HJ and IS Kim eds.). The Ecological Society of Korea and the Korean Society of Ichthyology. Seoul.
- Kim IS and JY Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyo-Hak Publishing Co. Seoul.
- Kim IS and MH Ko. 2005. Ecology of *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae) in the seomjin river, Korea. Korean J. Ichthyol. 17:112-122.
- Kim JH, HW Cho, WD Han and WO Lee. 1993. The change of fish communities by the change of ecosystem in the Posong River. Korean J. Environ. Biol. 11:154-160.
- Kim SH, CH Youn and HS Joo. 2002. Freshwater fish fauna in the Seomjin River, Gokseong-gun, Korea. Korean J. Environ. Biol. 20:152-157.
- Lucas MC, HB Damian, MH Jang, K Ha and JEG Masters. 2009. Availability of and access to critical habitats in regulated rivers: effects of low-head barriers on threatened lampreys. Freshwater Biol. 54:621-634.
- Mallen-Cooper M and J Harris. 1990. Fishways in mainland South-Eastern Australia. pp.221-230. In Proceedings of the International Symposium on Fishways. Gifu.
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3:36-71.
- Matthews WJ and HW Robison. 1988. The distribution of the fishes of Arkansas: a multivariate analysis. Copeia 1988: 358-374.
- Matthews WJ, DJ Hough and HW Robison. 1992. Similarities in fish distribution and water quality patterns in streams of Arkansas: congruence of multivariate analysis. Copeia 1992:296-305.
- Moyle PB and JJ Cech. 2000. Fishes: an introduction to ichthyology. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York.
- Pielou EC. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Am. Nat. 100:463-465.
- Pielou EC. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons. New York.
- Plumstead EE. 1990. Changes in ichthyofaunal diversity and abundance within the Mbashe Estuary, Transkei, following construction of a river barrage. S. Afr. J. Mar. Sci. 9:399-407.
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. Nature 163:688.
- Thiel R, A Sepulveda, R Kafemann and W Nellen. 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. J. Fish Biol. 46:47-69.

Received: 30 October 2013

Revised: 20 November 2013

Revision accepted: 21 November 2013