

금강 수계 지천의 어류군집 구조 및 멸종위기종 미호종개 *Cobitis choii*와 흰수마자 *Gobiobotia naktongensis*의 서식현황

고명훈 · 문신주 · 이상준 · 방인철*

(순천향대학교 생명시스템학과)

Community Structure of Fish and Inhabiting Status of Endangered Species, *Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis* in the Ji Stream, a Tributary of the Geum River Drainage System of Korea. Ko, Myeong-Hun, Shin-Joo Moon, Sang-Jun Lee and In-Chul Bang* (Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)

Community structure of fish and inhabiting status of endangered species, *Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis* were investigated in the Ji Stream, a tributary of the Geum River Drainage System of Korea from May to October 2011. Ten to 23 fish species inhabited upper stream (St. 1~St. 4) with a Aa-Bb river type composed of mostly pebble and cobble bottoms, 16~28 species did middle stream (St. 5~St. 7) with a Bb type composed of mostly cobble and boulder bottoms, and 20-29 species did lower stream (St. 8~St. 10) with a Bb-Bc type composed of mostly sand bottoms. A total of 44 species belonging to nine families were found in the stream during the survey. The dominant species were in the order of *Zacco platypus* (37.2%), *Pungtungia herzi* (5.8%) and *Pseudogobio esocinus* (5.5%). Other abundant species included *Acheilognathus lanceolatus* (5.3%), *Zacco koreanus* (5.2%), *Hemibarbus longirostris* (4.9%) and *Squalidus gracilis majimae* (3.5%). Among residing species, 16 species were endemic to Korea, two (*Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis*) were endangered, and one (*Micropterus salmoides*) was non-indigenous. The similarity index based on species composition and abundance clearly delineated the fish community of the Ji Stream according to the three major sections, which were defined at the above. Dominance index gradually decreased toward downstream, while diversity, evenness and species richness indexes gradually increased toward downstream. The two endangered species, *C. choii* and *G. naktongensis* co-occurred at the lower stream due to the prevalence of a sandy substratum.

Key words : Ji Stream, fish community structure, *Cobitis choii*, *Gobiobotia naktongensis*

* Corresponding author: Tel: 041) 530-1286, Fax: 041) 530-1638, E-mail: incbang@sch.ac.kr

서 론

하천생태계에서 어류는 먹이사슬(food chain)의 상위소비자로서 생물다양성을 대표하고, 지리적 위치와 고도, 하천형태, 수질 등의 환경요인에 따라 독특한 어류상(fish fauna)을 가지며, 환경변화에 따라 쉽게 어류상의 변화를 동반한다(Kim *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2006; Kim and Park, 2007). 우리나라 하천은 농경사회로 인한 치수관리로 오랫동안 영향을 받아왔고, 최근 댐건설 및 하천정비, 준설, 수해복구, 외래종의 도입 등의 인위적인 요인으로 인해 급격한 변화를 겪고 있으며, 어류군집에도 큰 변화가 일어나고 많은 어류가 멸종위험에 처해있는 것으로 보고되고 있다(Yodo and Kimura, 1998; Kim *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2009; Ko *et al.*, 2011; NIBR, 2011).

본 연구지인 지천은 금강의 비교적 큰 지류로 충남 청양군의 칠갑산 자락인 마치산(해발 376 m)과 대덕봉(해발 477 m)에서 발원하여 청양군을 관통하여 금강 하류로 유입되는 유로길이 50.4 km, 유역면적 250.7 km²의 지방 1급 하천이며, 주변지역은 대부분 산으로 둘러싸여 있으나 상류 일부와 하류지역은 농경지로 이용되고 있다(Kwater, 2007).

금강 지류에 관한 어류 군집에 관한 연구는 초강천(Hur *et al.*, 2010)과 갑천(Lee, 2001; Lee *et al.*, 2009), 미호천(Son, 1983; Son and Byeon, 2005), 유구천(Lee and An, 2005) 등에서 비교적 많은 연구가 이루어진 바 있으나, 본 연구지인 지천에 관한 연구는 Shim and Park (2000)과 Park and Kim (2009), ME (2009)에 의해 단편적인 보고만 있을 뿐 전체를 포괄하는 연구는 이루어지지 않았다. 이 중 ME (2009)는 지천 하류부의 어류상에서 미호종개 *Cobitis choui*와 흰수마자 *Gobiobotia naktongensis*가 서식하는 것으로 보고하였다. 미호종개와 흰수마자는 최근 서식지와 개체수가 급감하는 것으로 보고되면서 두 종 모두 환경부지정 멸종위기야생생물 I급으로 지정되었으며, 그 중 미호종개는 천연기념물(제454호)로 지정되어 법적 보호를 받고 있다(Cha, 2004; Hong, 2004; ME, 2005, 2012). 또한 CHA (2009)은 천연기념물 서식현황을 조사하여 보고하면서 미호종개 서식지인 지천 하류인 충남 청양군 군남면 일대를 천연기념물 서식지로 지정할 것을 제한한 바 있고, 이후 2011년에 천연기념물 제533호(부여·청양 지천 미호종개 서식지, 지정일: 2011. 9. 5)로 지정되어 법적 보호를 받게 되었다.

따라서 본 연구에서는 금강의 비교적 큰 지류인 지천의

어류상을 조사하여 어류군집의 특징을 밝히고, 지천 하류에 서식하는 것으로 알려진 법적보호종인 미호종개와 흰수마자의 서식현황을 정밀조사하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사시기 및 조사지점

1) 조사시기

현장조사는 다음과 같이 2011년 결빙되는 겨울을 제외하고 계절별로 3회 조사를 실시하였다.

1차 조사: 2011년 5월 18일~20일

2차 조사: 2011년 7월 18일~20일

3차 조사: 2011년 10월 15일~17일

2) 조사지점

조사지점은 상류부터 하류까지 다양한 서식지가 포함될 수 있도록 3~5 km 간격으로 여울과 소가 포함된 10개 지점을 Fig. 1과 같이 선정하였으며 행정구역은 다음과 같다.

- St. 1: 충남 청양군 대치면 시전리
- St. 2: 충남 청양군 청양읍 백천리
- St. 3: 충남 청양군 청양읍 적누리
- St. 4: 충남 청양군 남양면 용두리
- St. 5: 충남 청양군 대치면 개곡리
- St. 6: 충남 청양군 장평면 지천리
- St. 7: 충남 부여군 은산면 거전리
- St. 8: 충남 청양군 장평면 구룡리
- St. 9: 충남 청양군 장평면 관현리
- St. 10: 충남 청양군 청남면 인양리

2. 조사방법

1) 서식지의 환경요인

서식지의 수문학적 환경요인은 하폭 및 유폍, 수심, 하상구조 등을 현장에서 조사하였고, 하폭 및 유폍을 정밀하게 측정하기 위하여 거리 측정용 망원경(Yardage pro Tour XL, BUSHNELL, Japan)을, 수심은 줄자를 이용하였다. 하천형은 Kani (1944)에 따라, 하상구조는 Cummins (1962)의 방법을 응용하여 현장에서 육안으로 구분하였다. 수환경요인은 디지털온도계(T-250A, ASAHI, Japan)와 수질측정기(YSI 556MPS, YSI, USA)를 이용하여 기온과 수온, 전기전도도(conductivity), 용존산소량(DO%), pH 등을 조사하였다.

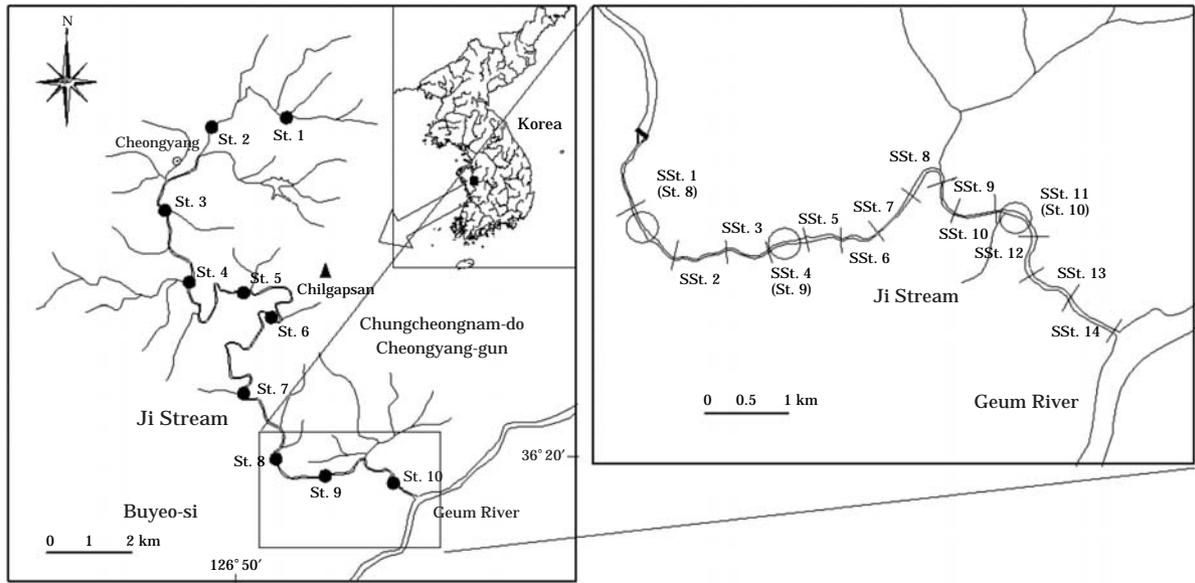


Fig. 1. The study stations of ichthyofauna (left) and minuteness investigation stations of *Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis* in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea.

2) 어류의 채집 및 분류

어류의 채집은 정량조사를 위하여 조사지점 당 100 m 구간에서 투망(망목 6×6 mm) 10회와 족대(망목 1×1, 4×4 mm) 30분을 실시하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 후 생태계 보전을 위해 대부분 방류하였고, 채집된 어류는 Kim *et al.* (2005)과 Kim and Park (2007)에 따라 동정하였으며, 분류체계는 Nelson (2006)을 따랐다.

3) 군집분석 및 유사도 분석

군집분석은 각 조사지점에서 출현한 종과 개체수를 기준으로 우점도(McNaughton, 1967)와 다양도(Margalef, 1958), 균등도(Pielou, 1966), 종풍부도(Margalef, 1958)를 산출하였으며, Primer 5.0 (PRIMER-E Ltd, UK)을 사용하여 지점들 간의 유사도 관계를 분석하였다.

4) 미호종개와 흰수마자의 서식현황

미호종개와 흰수마자의 서식현황을 파악하기 위하여 서식지가 안정되는 9~10월에 이들이 출현한 지역인 St. 8~St. 10을 500~700 m 간격으로 14개 지역으로 구분하여 망목이 1×1 mm인 족대를 사용하여 지점당 1시간 동안 정밀조사를 실시하였다(Fig. 1).

결과 및 고찰

1. 조사지점의 서식환경

최상류 지점인 St. 1은 주변이 대부분 산으로 둘러싸여

있으며 일부 농경지가 하천 주변으로 개간돼 있었다. 하천형은 Aa-Bb형으로 여울과 소가 반복적으로 나타나고, 유폭 5~10 m로 하천규모는 작은 편이었으며, 수심은 20~50 cm, 하상구조는 돌(cobble)과 자갈(pebble)이 각각 60%, 20%로 대부분을 차지하고 있었다. 상류수역인 St. 2~St. 4는 주변에 농경지가 비교적 많았고, St. 2와 St. 3 사이에 청양읍이 위치하였으며, 비교적 많은 보들이 설치돼 있어 정수역의 비율이 높았다. 하천형은 대부분 Bb형이었으며, 유폭은 15~60 m, 수심 20~100 cm이었고, 하상구조는 공통적으로 돌과 자갈의 비율이 높았다. St. 5~St. 7은 주변이 거의 대부분 산으로 둘러싸여 있었고, 경사가 커 여울의 비율이 높았으며, 하천형은 Aa-Bb형이었다. 유폭은 30~70 m, 수심은 30~100 cm이고, 하상은 대부분 큰돌(boulder)과 돌로 이루어져 있었다. 중·하류부인 St. 8은 주위에 농경지의 비율이 높았으며, 경사가 작아 소와 느린 여울이 반복적으로 나타났으며, 하폭은 30~40 m, 수심은 30~50 cm이고, 하상은 대부분 돌과 자갈로 이루어져 있었다. 하류부인 St. 9~St. 10은 주위가 대부분 농경지로 이용되고 있었으며, 경사폭이 작아 하천형은 Bb-Bc형이었다. 유폭 30~60 m, 수심 30~100 cm이고, 하상은 공통적으로 모래가 80% 이상을 차지하였다(Table 1).

수온은 여름, 가을, 봄 순으로 높았으며 비교적 상류수역이 하류수역보다 3~5°C 낮았다. 전기전도도(conductivity)는 봄이 가장 높게 나타났고 여름이 가장 낮았으며, 지점별로는 최상류인 St. 1이 가장 낮았고 St. 3~St. 4가

Table 1. Physical characteristics of each station in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea, 2011.

Stations	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River types	Bottom substratum (%)*					
					M	S	G	P	C	B
St. 1	30~40	5~10	20~50	Aa-Bb	-	10	-	20	60	10
St. 2	40~50	15~30	20~60	Bb	-	10	10	40	40	-
St. 3	100~120	30~60	50~60	Bb	30	15	10	20	20	5
St. 4	60~70	40~50	30~100	Aa-Bb	-	20	-	20	40	20
St. 5	70~80	30~40	50~100	Bb	-	-	-	10	30	60
St. 6	80~100	50~60	50~100	Aa-Bb	-	20	-	-	30	50
St. 7	100~120	50~70	30~100	Bb	-	10	10	20	40	20
St. 8	150~180	30~40	30~50	Bb	-	10	-	20	70	-
St. 9	80~100	50~60	30~100	Bb	-	80	-	-	10	10
St. 10	150~200	30~40	30~100	Bb-Bc	10	80	10	-	-	-

*M: Mud (<0.1 mm), S: Sand (0.1~2 mm), G: Gravel (2~16 mm), P: Pebble (16~64 mm), C: Cobble (64~256 mm), B: Boulder (256 mm<)

Table 2. Water environmental factors measured at the study stations in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

Stations	Water temperature (°C)			Conductivity (µs cm ⁻¹)			DO (mg L ⁻¹)			pH		
	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.
St. 1	18.6	21.4	21.6	148	91	96	8.51	8.59	9.48	5.72	7.33	5.44
St. 2	22.8	22.4	24.2	201	112	143	12.05	8.74	9.78	9.17	8.06	8.09
St. 3	20.5	22.7	24.4	188	104	158	10.87	8.56	8.23	8.11	6.82	7.15
St. 4	21.7	24.6	25.5	215	113	156	9.07	8.10	8.83	7.29	6.18	7.95
St. 5	21.1	25.4	25.0	173	115	147	8.40	8.14	8.58	7.53	6.64	6.23
St. 6	21.8	25.9	26.5	178	114	147	10.62	8.19	10.18	7.85	6.46	7.35
St. 7	22.8	26.9	27.4	176	119	146	9.91	8.06	11.00	8.16	6.74	8.06
St. 8	23.4	26.6	26.0	175	119	136	11.17	7.79	8.81	7.39	5.91	8.97
St. 9	21.8	26.8	25.5	193	120	134	9.91	7.33	8.32	6.06	6.57	8.77
St. 10	21.0	27.7	27.4	185	128	136	9.25	8.13	8.64	7.22	8.03	7.18

비교적 높게 나타났다. DO는 온도가 높은 여름이 가장 낮았고, 지점별에서는 비교적 중상류 지역이 하류지역보다 높게 나타났다. pH는 최상류인 St. 1과 하류지역이 낮게 나타났으나 상류와 중류지점들은 비교적 높게 나타났다 (Table 3). 상류지역에서 전기전도도와 pH가 높게 나타나는 것은 이 지역에 청양읍이 위치하면서 생활하수가 유입되어 수질이 나빠졌기 때문으로 판단된다 (Table 2).

2. 종조성 및 서식현황

1) 지점별 출현어종

지점별 출현어류는 Table 3과 같이 나타났고, 지점들 간 유사도 분석 결과 크게 상류수역과 중류수역, 하류수역으로 구분되었다 (Fig. 4).

상류수역 (St. 1~St. 4)은 10~23종의 어류가 출현하였고, 우점종은 피라미 *Zacco platypus* (상대풍부도 44.7%), 아우점종은 긴몰개 *Squalidus gracilis majimae* (6.9%)와 참마자 *Hemibarbus longirostris* (6.8%), 돌고기 *Pungtungia herzi* (6.7%)였다. 상류수역은 다른 수역과 달리 긴몰개와 참마자, 붕어 *Carassius auratus*, 돌마자 *Microphrysogobio yaluensis*의 비율이 비교적 높게 나타났으며, 지점별로는 St. 1은 긴몰개와 얼룩동사리 *Odontobutis interrupta*, St. 2는 참마자, St. 3은 남자루와 납지리 *A. rhombus*, St. 4는 떡납줄갱이 *Rhodeus notatus*와 흰줄납줄갱이 *R. ocellatus*가 높은 비율로 출현하였다 (Fig. 2A).

중류수역 (St. 5~St. 7)은 16~23종의 출현하였고, 우점종은 피라미 (31.3%), 아우점종은 참갈겨니 *Z. koreanu* (22.6%)와 돌고기 (8.7%)였다. 중류수역은 공통적으로 참갈겨니의 비율이 매우 높은 특징을 보여 다른 수역과 차이를 보였으며, 다른 지점보다 St. 5는 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus*와 자가사리 *Liobagrus mediadiposalis*, St. 6은 참중고기 *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*와 눈동자개, St. 7은 참중고기와 중고기 *S. nigripinnis morii*가 비교적 높은 비율로 출현하였다 (Fig. 2B).

하류수역 (St. 8~St. 10)은 20~29종의 어류가 출현하

하류수역 (St. 8~St. 10)은 20~29종의 어류가 출현하

Table 3. List of fish species and number of fish collected in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

Scientific name	Stations										Total	RA* (%)	Remark**
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10			
Cyprinidae													
<i>Cyprinus carpio</i>			9								9	0.13	
<i>Carassius auratus</i>	3	70	44	10			1			2	130	1.89	
<i>Rhodeus ocellatus</i>		3	3	40	1		3			7	57	0.83	
<i>Rhodeus uyekii</i>		5		14			1	3		2	25	0.36	E
<i>Rhodeus notatus</i>		3	10	87	10		7	10		3	130	1.89	
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		24	90	59	37	41	40	14	15	43	363	5.29	
<i>Acheilognathus koreensis</i>				5		10	9	5			29	0.42	E
<i>Acheilognathus rhombeus</i>			80	6	3	6	5	11		17	128	1.86	
<i>Acheilognathus macropterus</i>			1						2	2	5	0.07	
<i>Acheilognathus chankaensis</i>										4	4	0.06	
<i>Pseudorasbora parva</i>		12	22	4						3	41	0.60	
<i>Pungtungia herzi</i>	98	83	26	20	21	24	87	18	11	7	395	5.75	
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>						20	68	11	10		109	1.59	E
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>			3				17	1			21	0.31	E
<i>Gnathopogon strigatus</i>			6					3			9	0.13	
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	142	70	2	18	3		4				239	3.48	E
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>								16	22	43	81	1.18	E
<i>Hemibarbus labeo</i>							1	6	15	14	36	0.52	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	21	175	18	16	28	1	20	20	32	7	338	4.92	
<i>Pseudogobio esocinus</i>		68	65	23	15	8	9	35	23	134	380	5.54	
<i>Abbottina springeri</i>		9									9	0.13	E
<i>Gobiobotia nakdongensis</i>									20	180	200	2.91	E
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	7	103		7	4	3	27	34			185	2.69	E
<i>Microphysogobio jeoni</i>										32	32	0.47	E
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	2										2	0.03	
<i>Zacco koreanus</i>	15				125	125	93				358	5.21	E
<i>Zacco platypus</i>	368	550	355	240	165	113	197	160	144	260	2552	37.17	
<i>Erythroculter erythropterus</i>									3	3	6	0.09	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>		18	5	8			12	3	18	27	91	1.33	
<i>Squaliobarbus curriculus</i>								10	6	18	34	0.50	
Cobitidae													
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4	7	11					1		1	24	0.35	
<i>Misgurnus mizolepis</i>		2	1								3	0.04	
<i>Iksookimia koreensis</i>	22	32		1	27	2	1	8	5	2	100	1.46	E
<i>Cobitis choui</i>								2	5	240	247	3.60	E, En, Na
<i>Cobitis lutheri</i>		7	1	8				22	4	80	122	1.78	
Bagridae													
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>					1						1	0.01	
<i>Pseudobagrus koreanus</i>				1	9	14	7	15	7	1	54	0.79	E
<i>Leiocassis ussuriensis</i>					2	1	3		7	5	18	0.26	
Siluridae													
<i>Silurus asotus</i>		1	4								5	0.07	
Amblycipitidae													
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>					7	4	14				25	0.36	E
Centropomidae													
<i>Siniperca scherzeri</i>								9	3		12	0.17	
Centrarchidae													
<i>Micropterus salmoides</i>			7							3	10	0.15	Ex
Odontobutidae													
<i>Odontobutis interrupta</i>	22	11	14	25	6	1		6		2	87	1.27	E
Gobiidae													
<i>Rhinogobius brunneus</i>	6	22	32	2	4	2	51	20	2	18	159	2.32	L
Number of species	10	21	23	20	18	16	23	25	20	29	44		
Number of individuals	710	1275	809	594	468	375	677	443	354	1160	6865		

*RA: Relative abundance (%), **E: Korea endemic species, En: Endangered species, Na: Natural monument, L: Land-locked form, Ex: Exotic species

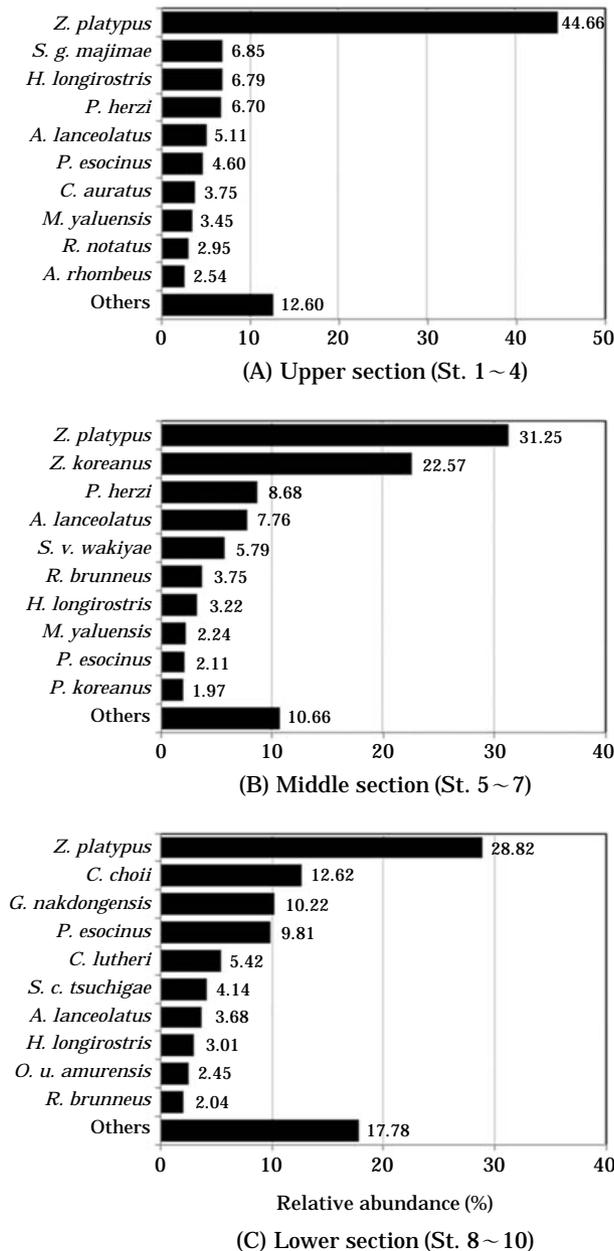


Fig. 2. Relative abundance of the fish species found according to section in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

였고, 우점종은 피라미 (28.8%), 아우점종은 미호종개 *Cobitis choii* (12.6%)와 흰수마자 *Gobiobotia nakdongensis* (10.2%)였다. 하류수역은 다른 수역과 구별되게 모래에 서식하는 미호종개와 흰수마자, 모래무지 *Pseudogobio esocinus*, 점줄종개 *C. lutheri* 등의 어류가 많이 서식하는 특징을 보였으며, 또한 금강에서 희유하여 소상하는 어류인 눈불개 *Squaliobarbus curriculus*와 누치 *Hemibarbus*

labeo, 끄리 *Opsariichthys uncirostris amurensis*, 땡경모치 *M. jeoni*, 참물개 등의 어류가 비교적 높게 출현하였다. 다른 지점보다 St. 8은 돌마자 *M. yaluensis*가, St. 9는 참물개 *S. chankaensis tsuchigae*와 끄리가, St. 10은 미호종개와 흰수마자, 모래무지, 점줄종개가 비교적 높은 비율로 출현하였다 (Fig. 2C).

2) 계절별 출현어종

봄(5월)에 출현한 어류는 모두 9과 39종이었고, 우점종은 피라미 (37.6%), 아우점종은 참마자 (7.4%)와 돌고기 (7.3%), 그 다음으로 흰수마자 (5.4%), 참갈겨니 (5.4%), 미호종개 (4.9%), 긴물개 (4.2%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다 (Fig. 3A). 봄에만 출현한 어류는 버들치 *Rhynchocypris oxycephalu*와 미꾸라지 *Misgurnus mizolepis* 2종이었다.

여름(7월)에 출현한 어류는 모두 9과 38종이었고, 우점종은 피라미 (35.9%), 아우점종은 모래무지 (8.3%), 그 다음으로 돌고기 (6.2%), 참마자 (5.0%), 긴물개 (5.0%), 납자루 (4.9%), 붕어 *Carassius auratus* (4.7%) 등의 순으로 우세하게 나타났다 (Fig. 3B). 여름에는 봄에 출현하지 않았던 땡경모치와 강준치 *Erythroculter erythropterus*가 하류부에서 출현하였다.

가을(10월)에 출현한 어류는 모두 8과 38종이었고, 우점종은 피라미 (38.7%), 아우점종은 납자루 (8.7%)와 참갈겨니 (7.8%), 그 다음으로 미호종개 (4.6%), 모래무지 (4.2%), 밀어 (3.9%), 돌마자 (3.9%) 등의 순으로 우세하게 나타났다. 가을에만 출현한 어류는 왜매치 *Abbottina springeri* 1종이었다.

3) 종조성의 특성

지천에서 출현한 어류는 모두 9과 44종으로 많은 어류가 서식하고 있었으며, 우점종은 피라미 (37.2%), 아우점종은 돌고기 (5.8%)와 모래무지 (5.5%), 그 다음으로 납자루 (5.3%), 참갈겨니 (5.2%), 참마자 (4.9%), 미호종개 (3.6%) 등의 순으로 우세하게 서식하였다 (Fig. 2D). 과별로 출현한 종수는 잉어과 (Cyprinidae)가 30종 (68.2%)으로 가장 높았고, 그 다음으로 미꾸리과 (Cobitidae) 5종 (11.4%), 동자개과 (Bagridae) 3종 (6.8%)이었으며, 메기과 (Siluridae), 통가리과 (Amblycipitidae), 꺾지과 (Centropomidae), 검정우렁과 (Centrarchidae), 동사리과 (Odontobutidae), 망둑어과 (Gobiidae)는 1종 (2.3%)이었다. 출현종 중 고유종은 각 시붕어 *R. uyekii*, 칼납자루 *A. koreensis*, 참종고기, 중고기, 긴물개, 참물개, 왜매치, 흰수마자, 돌마자, 땡경모치, 참갈겨니, 참종개 *Iksookimia koreensis*, 미호종개, 눈동자개, 자가사리, 얼룩동사리 16종으로 전체 36.4%를 차지하

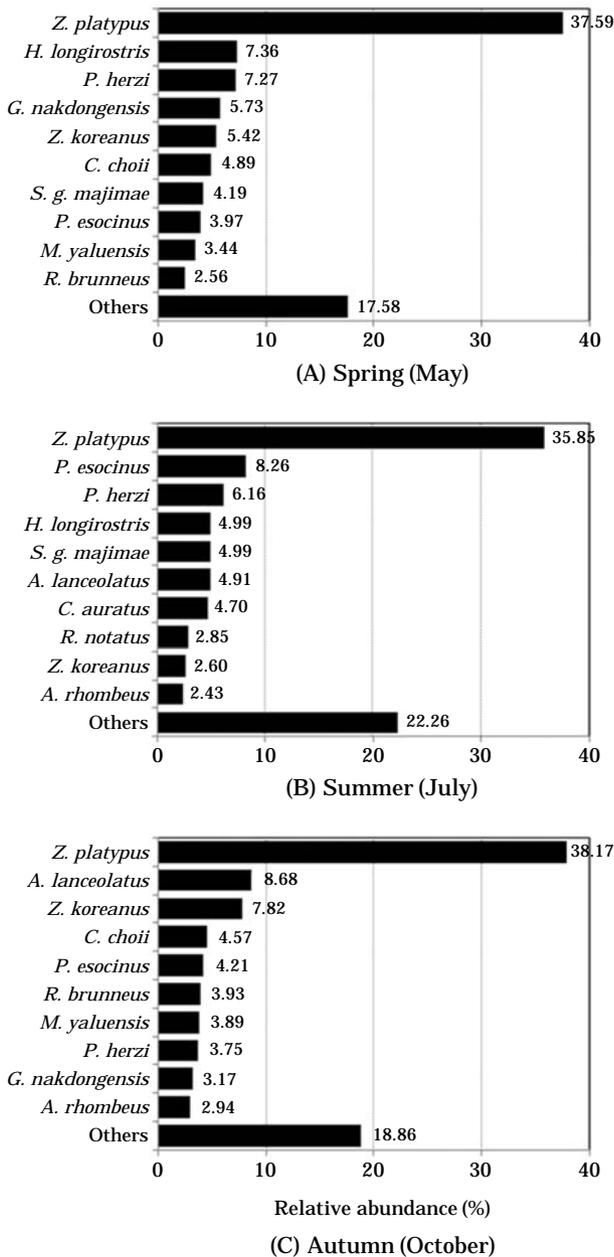


Fig. 3. Relative abundance of the fish species found according to season in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

였다. 출현종 중 천연기념물(제454호)이며 환경부지정 멸종위기야생생물 I급의 미호종개는 지천 하류인 St. 8~10에서 서식하였으며, 특히 St. 10에 무리를 지어 서식하였다. 또한 환경부지정 멸종위기야생생물 I급의 흰수마자스 St. 9와 St. 10에 많은 개체가 서식하고 있어 주목되었다. 외래어종은 배스 1종이 St. 3과 St. 10에 서식하고 있었다. 배스는 포식성이 강한 어류로 하천과 댐에 유입되면

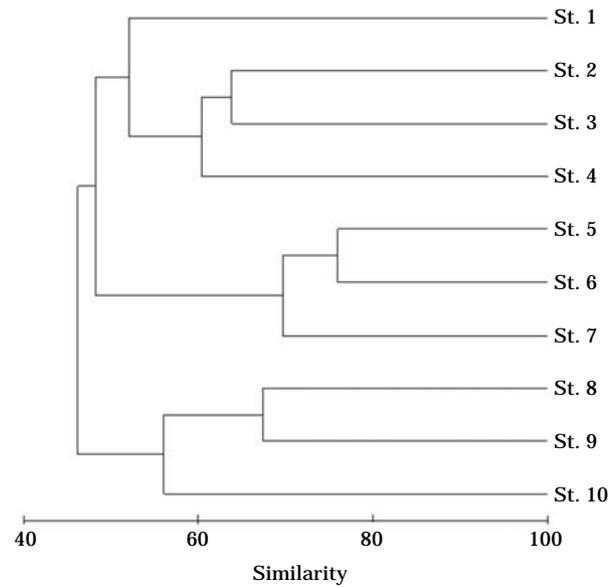


Fig. 4. Dendrogram for the cluster analysis based on similarity index of the fish species found among the study stations in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

생태계에 큰 교란을 일으키는 것으로 보고되고 있어(Yodo and Kimura, 1998; Ko *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2009) 지속적인 모니터링과 관찰이 필요하다.

3. 군집분석 및 유사도 분석

각 지점들에서 나타난 우점종은 9개 지점에서 피라미였으며, St. 6만이 참갈겨니로 나타났다. 아우점종은 참갈겨니와 참마자, 납자루가 각각 2개 지점에서, 피라미, 긴물개, 모래무지, 미호종개가 1개 지점에서 아우점종이었다. 우점도 지수(Dominance index)는 St. 1이 0.72로 가장 높았고, 하류로 가면서 대체적으로 감소하는 경향을 보였으며, St. 7과 St. 10이 0.43으로 가장 낮았다. 다양도 지수(Diversity index)는 St. 1가 1.49로 가장 낮았으며, 대체적으로 하류로 갈수록 높아지는 경향을 보였고, St. 7이 2.33으로 가장 높게 나타났다. 균등도 지수(Evenness index)는 St. 1이 0.65로 가장 낮았고, St. 8이 0.78로 가장 높았고, 대체적으로 0.65~0.75 사이로 비슷한 경향을 보였다. 종풍부도 지수(Species richness index)는 St. 1이 1.37로 가장 낮았고, St. 10이 3.97로 가장 높았으며, 대체적으로 하류로 갈수록 높아지는 경향을 보였다(Table 4).

이러한 군집분석을 통한 유사도 값(Primer 5.0)을 계산한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다. St. 1~St. 4과 St. 5~St. 7, St. 8~St. 10은 각각 하나의 그룹으로 묶여 상

Table 4. Community indices at each station in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from May to October 2011.

Index	Stations									
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Dominance index	0.72	0.57	0.55	0.55	0.62	0.63	0.43	0.44	0.50	0.43
Diversity index	1.49	2.03	2.07	2.12	1.98	1.86	2.33	2.49	2.26	2.32
Evenness index	0.65	0.67	0.66	0.71	0.68	0.67	0.74	0.78	0.75	0.69
Species richness index	1.37	2.80	3.29	2.97	2.76	2.53	3.38	3.94	3.24	3.97

류, 중류, 하류로 잘 구분되는 것을 볼 수 있었고, 중류는 하류보다는 상류와 좀 더 가까웠다.

4. 어류상 비교

지천에 대한 어류상 연구는 많이 이루어지지 않았는데, 2000년부터 전국자연환경조사 일환으로 Shim and Park (2000)과 Park and Kim (2009)에 의해 이루어졌고, ME (2009) 등에 의해 지천 하류부가 조사되었다(Table 5). Shim and Park (2000)은 제2차 전국자연조사 일환으로 청양 일대의 14개 지점을 조사하여 4과 19종을, Park and Kim (2009)은 제3차 전국자연환경조사 일환으로 청양 일대의 8개 지점을 조사하여 4과 21종이 서식하는 것으로 보고하였고, ME (2009)는 지천 하류부를 조사하여 4과 25종이 서식하는 것으로 보고하였다. 본 조사는 지천 상류지역부터 하류 지역까지 10개 지점을 선정하여 계절별로 조사를 실시한 결과 9과 44종이 출현하여 이전 연구와 비교하여 볼때 많은 종수가 출현하였다. 특히 이전 연구에서 출현하지 않은 메기목에 속하는 저서성 어류인 동자개과의 동자개 *P. fulvidraco*, 눈동자개, 대농갱이 *Leiocassis ussuriensis*, 메기과의 메기, 통가리과의 자가사리가 다수 서식함이 확인되었으며, 잉어과 어류에서도 잉어, 흰줄납줄개 *R. ocellatus*, 큰납지리 *A. macropterus*, 참중고기, 참몰개, 왜매치, 땡경모치, 강준치, 눈불개가 추가로 서식이 확인되었다. 이러한 원인은 선행연구가 모두 지천 전체를 아우르는 지역을 포함하지 못하고 계절별로 조사하지 않았기 때문으로 판단된다.

지천에 출현한 9과 44종의 어종수는 인근 금강 지류와 비교하여 볼 때 미호천 10과 41종(Son and Byeon, 2005), 초강천 3과 36종(Hur et al., 2010), 갑천 8과 36종(Lee, 2001), 유구천 6과 31종(Lee and An, 2005)이 서식한다고 보고하여 보다 많았다. 이러한 원인은 지천이 다른 하천보다 개발압이 낮고 하천이 비교적 잘 보존 되었으며 서식지가 상류와 중류, 하류로 다양하게 발달하였기 때문에 보다 많은 어류가 서식하는 것으로 판단된다. 특히 조개에 산란하는 납자루아과(Acheilognathinae) 및 중고기속(*Sarcocheilichthys*) 어류가 10종이나 서식하고 있었고,

하류성 어종인 눈불개와 흰수마자, 땡경모치, 강준치, 미호종개 등의 어류도 하류에 비교적 많이 서식하여 다른 금강 지류의 하천과 차이를 보였다.

5. 미호종개와 흰수마자의 서식현황

하류수역에서 출현한 법적보호종인 미호종개와 흰수마자의 서식현황을 정확히 파악하기 위하여 St. 8~St. 10을 14개 지역으로 구분하여 정밀조사를 실시하였다(Table 6).

조사결과 천연기념물(제454호)이며 환경부지정 멸종위기야생생물 I급의 미호종개는 하상이 주로 모래로 이루어진 SSt. 4~SSt. 5와 SSt. 7~SSt. 13에서만 서식하였으며 모두 370개체로 많은 개체가 채집되었다. 이들이 출현한 지역은 하상이 대부분 가는 모래(주요 입자크기 0.4~1.2 mm)로 이루어지고 느린 여울과 소가 반복적으로 나타나는 수심 5~60 cm, 유속 0~30 cm sec⁻¹인 여울부 위쪽과 아래쪽에서 대부분 서식하고 있었다. 미호종개는 1984년 Kim and Son에 의해 신종으로 보고된 이후 금강 중하류수역에 넓게 분포하는 것으로 보고되었으나(Hong, 2004), 최근에는 서식지가 급격히 줄어 6개 지역인 갑천과 미호천(2개 지점), 미호천 상류의 백곡천, 유구천, 지천에서만 서식이 확인되었고, 백곡천과 갑천을 제외하고는 소수의 개체만이 서식하는 것으로 보고되었다(ME, 2009). 지천에서 미호종개가 서식하는 것은 Hong (2004)에 의해 처음으로 알려졌으며, 이후 ME (2009)에 의해 9개체, CHA (2009)에 37개체가 채집된 바 있다. 본 정밀조사 결과 지천 하류에는 기존에 알려진 개체수보다 훨씬 많은 370개체가 채집되어 매우 큰 개체군을 형성하며 서식하는 것으로 추정되며, 추후 정확한 개체수를 추정하기 위해서는 표지-재포획법 등을 이용한 연구가 필요하다고 판단된다. 최근(2011년) 문화재청은 이 지역을 천연기념물 제533호(부여·청양 지천 미호종개 서식지)로 지정하여 법적 보호를 하고 있으며, 추후 지속적인 관심과 보호가 필요하다고 판단된다.

환경부지정 멸종위기야생생물 I급의 흰수마자도 하상이 주로 모래로 이루어진 SSt. 4~SSt. 5와 SSt. 7~SSt. 13에서만 서식하였으며, 모두 546개체로 매우 많은 개체

Table 5. Historical record of ichthyofauna in Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea from 2000 to 2011.

Scientific name	Shim and Park (2000)	Park and Kim (2009)	MOE* (2009)	Present study	Remark**
Cyprinidae					
<i>Cyprinus carpio</i>				●	
<i>Carassius auratus</i>	●	●	●	●	
<i>Rhodeus ocellatus</i>				●	
<i>Rhodeus uyekii</i>	●	●	●	●	E
<i>Rhodeus notatus</i>	●	●	●	●	
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	●	●	●	●	
<i>Acheilognathus koreensis</i>	●	●	●	●	E
<i>Acheilognathus rhombeus</i>	●	●	●	●	
<i>Acheilognathus macropterus</i>				●	
<i>Acheilognathus chankaensis</i>	●			●	
<i>Pseudorasbora parva</i>	●	●	●	●	
<i>Pungtungia herzi</i>	●	●	●	●	
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>				●	E
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>			●	●	E
<i>Gnathopogon strigatus</i>			●	●	
<i>Squalidus gracilis majimae</i>		●	●	●	E
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>				●	E
<i>Hemibarbus labeo</i>			●	●	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	●	●	●	●	
<i>Pseudogobio esocinus</i>	●	●	●	●	
<i>Abbottina springeri</i>		●		●	E
<i>Gobiobotia naktongensis</i>			●	●	E, En
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	●	●	●	●	E
<i>Microphysogobio jeoni</i>				●	E
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	●	●		●	
<i>Zacco koreanus</i>		●		●	E
<i>Zacco platypus</i>	●	●	●	●	
<i>Erythroculter erythropterus</i>				●	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>		●		●	
<i>Squaliobarbus curriculus</i>				●	
Cobitidae					
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	●	●	●	●	
<i>Misgurnus mizolepis</i>			●	●	
<i>Iksookimia koreensis</i>	●	●	●	●	E
<i>Cobitis choui</i>			●	●	E, En, Na
<i>Cobitis lutheri</i>	●		●	●	
Bagridae					
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>				●	
<i>Pseudobagrus koreanus</i>				●	E
<i>Leiocassis ussuriensis</i>				●	
Siluridae					
<i>Silurus asotus</i>				●	
Amblycipitidae					
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>				●	E
Centropomidae					
<i>Siniperca scherzeri</i>				●	
Centrarchidae					
<i>Micropterus salmoides</i>				●	Ex
Odontobutidae					
<i>Odontobutis interrupta</i>	●	●	●	●	E
Gobiidae					
<i>Rhinogobius brunneus</i>	●	●	●	●	L
<i>Rhinogobius giurinus</i>			●		
Number of family	4	4	4	9	
Number of species	19	21	25	44	

*MOE: Ministry of Environment; **E: Korea endemic species, En: Endangered species, Na: Natural monument, L: Land-locked form, Ex: Exotic species

Table 6. Physical characteristics of each substation and appearance number of *Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis* in lower Ji Stream, Chungcheongnam-do, Korea, 2011.

SSt.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	Water velocity (cm sec ⁻¹)	Bottom substratum (%)*						<i>Cobitis choii</i>	<i>Gobiobotia naktongensis</i>
					M	S	G	P	C	B		
SSt. 1	150~180	30~40	30~50	15~100	-	10	-	20	70	-	-	-
SSt. 2	150~180	30~40	50~150	0~20	10	40	30	10	10	-	-	-
SSt. 3	130~160	20~35	50~150	0~20	10	50	30	10	-	-	-	-
SSt. 4	160~200	50~60	30~100	0~55	-	80	-	-	10	10	2	30
SSt. 5	150~180	20~30	30~200	0~10	-	80	20	-	-	-	36	4
SSt. 6	150~160	20~30	20~50	40~150	30	20	-	-	-	50	-	-
SSt. 7	110~130	30~40	10~50	40~75	-	80	20	-	-	-	8	42
SSt. 8	120~140	30~50	10~50	30~55	-	90	10	-	-	-	14	84
SSt. 9	150~180	30~40	30~60	30~170	-	80	20	-	-	-	32	40
SSt. 10	180~200	40~50	20~120	10~200	-	60	10	20	-	10	15	66
SSt. 11	180~200	30~40	30~100	10~100	10	80	10	-	-	-	152	55
SSt. 12	180~220	40~50	30~100	20~120	-	80	10	10	-	-	85	75
SSt. 13	160~200	40~50	30~60	35~75	-	90	10	-	-	-	26	150
SSt. 14	210~250	40~60	100~150	0~10	80	20	-	-	-	-	-	-
Total number											370	546

*M: Mud (<0.1 mm), S: Sand (0.1~2 mm), G: Gravel (2~16 mm), P: Pebble (16~64 mm), C: Cobble (64~256 mm), B: Boulder (256 mm<)

가 채집되었다. 흰수마자는 주로 모래 여울지역의 유속 30~75 cm sec⁻¹, 수심 20~50 cm인 곳에서 주로 서식하였으며 하류로 갈수록 보다 많은 개체가 서식하고 있었다. 흰수마자는 Mori (1935)에 의해 신종 발표된 종으로 발표당시 낙동강 일부지역에만 서식하는 것으로 알려졌으나, 이후 1980년대에 낙동강 전역에 분포하고 금강 본류와 지류인 미호천에, 임진강은 지류인 연천군 사미천에 서식함이 추가로 보고되었다 (Jeona and Son, 1983; Choi et al., 1990). 하지만 1995년 이후에는 서식지가 급격히 줄어 낙동강 상류지역과 황강일대, 한강은 한강 하류부와 지류인 북하천에만 서식하는 것으로 보고되었으며 금강에서는 출현이 보고되지 않았었다 (Cha, 2004). 이후 ME (2009)는 금강 지류인 유구천과 지천에 흰수마자가 다수 서식하는 것으로 보고하였고, 본 정밀조사 결과에서도 지천 하류부에 큰 개체군이 서식하는 것으로 나타나 매우 주목되었으나 매우 협소한 지역에 서식하기 때문에 추후 지속적인 관심과 보호가 필요하다고 판단된다.

적 요

본 연구는 금강 지류인 충남 청양군 지천의 어류군집 및 멸종위기종 미호종개와 흰수마자의 서식현황을 파악하기 위하여 2011년 조사를 실시하였다. 지천 상류 (St. 1~St. 4)는 하천형이 Aa-Bb형 또는 Bb형이고 하상구조는 자갈과 돌의 비율이 높았으며 10~23종의 어류가 서

식하였고, 중류 (St. 5~St. 7)는 하천형이 Bb형이고 하상구조는 돌과 큰돌의 비율이 높았으며 16~23종의 어류가 서식하였으며, 하류 (St. 8~St. 10)는 하천형이 Bb-Bc형이고 하상구조는 모래의 비율이 높았으며 20~29종의 어류가 서식하였다. 전체 출현한 어종은 모두 9과 44종이었고, 우점종은 피라미 *Zacco platypus* (37.2%), 아우점종은 돌고기 *Pungtungia herzi* (5.8%)와 모래무지 *Pseudogobio esocinus* (5.5%)였으며, 그 다음으로 남자루 *Acheilognathus lanceolatus* (5.3%)와 참갈겨니 *Z. koreanus* (5.2%), 참마자 *Hemibarbus longirostris* (4.9%), 긴물개 *Squalidus gracilis majimae* (3.5%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다. 출현종 중 고유종은 16종 (36.4%)으로 비교적 높게 나타났다. 멸종위기종은 미호종개와 흰수마자 2종이, 외래어종은 배스 *Micropterus salmoides* 1종이 출현하였다. 지점들 간의 군집유사도를 분석한 결과 상류 (St. 1~St. 4)와 중류 (St. 5~St. 7), 하류 (St. 8~St. 10)로 나누어지고, 우점도는 하류로 갈수록 대체로 낮아지는 반면, 다양도와 균등도, 종풍부도 하류로 갈수록 대체로 높아지는 경향을 보였다. 하류에서 출현한 멸종위기종 미호종개와 흰수마자의 서식현황을 정밀조사한 결과, 두 종 모두 하상이 모래인 곳에 집단을 형성하여 서식하고 있어 주목되었다.

사 사

본 연구는 환경부 국립생물자원관의 “2011년도 멸종위

기 담수어류(통사리 등 4종) 증식·복원 연구”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

- Cha, B.S. 2004. The present situation and protection measures of *Gobiobotia naktongensis*, Mori. Abstract 2004 autumn meeting of the Ichthyological Society of Korea, p. 47-57. (in Korean)
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1990. Coloured Illustrations of the Freshwater Fishes of Korea. Hyangmun Publishing Co. Ltd., Seoul. p. 85-86 (in Korean)
- Cultural Heritage Administration. 2009. Investigation basic the nature memento fishes form present situation. Institute of Biodiversity Research, Jeonju, p. 63-92. (in Korean)
- Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *The American Midland Naturalist* **67**: 477-504.
- Hong, Y.P. 2004. The present status and conservation of the critically endangered species, *Iksookimia choii*, in Korea. Abstract 2004 autumn meeting of the Ichthyological Society of Korea, p. 59-75. (in Korean)
- Hur, J.W., J.W. Park and J.K. Kim. 2010. The fish fauna and community of Chegang Stream, Korea. *Korean Journal of Limnology* **43**: 271-278. (in Korean)
- Jeon, S.R. and Y.M. Son. 1983. Studies on the distribution of *Gobiobotia naktongensis* Mori (Gobibotinae, Cyprinidae) from Korea. *Korean Journal of Limnology* **16**: 21-26. (in Korean)
- Kani, T. 1944. Ecology of mountain stream insects. Reserch history, Tokyo. (in Japanese)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, p. 138-143. (in Korean)
- Kim, I.S. and Y.M. Son. 1984. *Cobitis choii*, a new cobitid fish from Korea. *Korean Journal of Zoolology* **27**: 49-55.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul. p. 117. (in Korean)
- Ko, M.H., J.Y. Park and Y.J. Lee. 2008. Feeding habits of an introduced largemouth bass, *Micropterus salmoides* (Perciformes; Centrachidae), and its influence on ichthyofauna in the Lake Okjeong, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **20**: 36-44. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon and I.C. Bang. 2011. Study of the fish community structure and in habiting status of the endangered species *Gobiobotia macrocephala* and *G. breviarva* in the Seom River, Korea. *Korean Journal of Limnology* **44**: 144-154. (in Korean)
- Kwater. 2007. A Guidebook of Rivers in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, C.L. 2001. Ichthyofauna and fish community from the Gap Stream water system, Korea. *Korean Journal of Environmental Biology* **19**: 292-301. (in Korean)
- Lee, E.H. and K.G. An. 2005. Ecological heath assessments of Yoogu Stream using a fish community metric model. 2005 Autumn Meeting of Association of Journal of Korean Society of Water and Wastewater & J. Korean Society on Water Quality, p. 482-487. (in Korean)
- Lee, K.Y., Y.S. Jang and J.S. Choi. 2006. Fish fauna and inbabitation of legally protected species in the Pyeongchang River. *Korean Journal of Environment and Ecology* **20**: 331-339. (in Korean)
- Lee, W.O., H. Yang, S.W. Yoon and J.Y. Park. 2009. Study on the Feeding habits of *Micropterus salmoides* in Lake Okjeong and Yongdam, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **21**: 200-207. (in Korean)
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems* **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. *Nature* **216**: 168-144.
- Ministry of Environment. 2005. Enforcement of wildlife laws (Ordinance of the Ministry of Environment No. 457).
- Ministry of Environment. 2009. Development of Genetic Diversity Analysis, Culture and Ecosystem Restoration Techniques for Endangered Fish, *Iksookimia choii*. Soonchunhyang University, Asan. 537pp. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2012. Enforcement of wildlife laws (Ordinance of the Ministry of Environment No. 457).
- Mori, T. 1935. Descriptions of two new genera and seven new species of Cyprinidae from Korea. *Annotations in Zoology* **15**: 171-173.
- National Institute of Biological Resources. 2011. Red Data Book of Endangered Fishes in Korea. Ministry of Environment, Incheon. 202pp. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 601pp.
- Park, J.Y. and S.H. Kim. 2009. The third nation natural environment investigation. Fresh water fishes of the Cheongyang whole area. Ministry of Environment, 4pp. (in Korean)
- Pielou, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of diversity. *The American Naturalist* **100**: 463-465.
- Shim, J.H. and G.H. Park. 2000. The 2th Natural Environ-

- ment Investigation. Fresh water fishes of the Cheongyang (Chilgapsan) whole area. Ministry of Environment. 34pp. (in Korean)
- Son, Y.M. 1983. On the fresh-water fish fauna in the Miho River. *Korean Journal of Limnology* **16**: 13-20. (in Korean)
- Son, Y.M. and H.k. Byeon. 2005. The ichthyofauna and dynamics of the fish community in Miho Stream, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **17**: 271-278. (in Korean)
- Yodo, T. and S. Kimura. 1998. Feeding habits of largemouth bass *Micropterus salmoides* in lakes Shorenji and Nishinoko, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* **64**: 26-28.
- (Manuscript received 19 July 2012,
Revised 4 September 2012,
Revision accepted 10 September 2012)