

## 섬강의 어류군집 및 멸종위기종 꾸구리 (*Gobiobotia macrocephala*)와 돌상어(*G. brevibarba*)의 서식현황

고 명 훈 · 문 신 주 · 방 인 철\*

(순천향대학교 자연과학대학 해양생명공학과)

**Study of the Fish Community Structure and Inhabiting Status of the Endangered Species *Gobiobotia macrocephala* and *G. brevibarba* in the Seom River, Korea. Ko, Myeong-Hun, Shin-Joo Moon and In-Chul Bang\* (Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)**

The fish community structure and inhabiting status of the endangered species *Gobiobotia macrocephala* and *G. brevibarba* were investigated at 10 stations in the Seom River, Korea from spring to autumn in 2010. During the survey, 37 species belonging to 10 families were found as inhabitants. A dominant species was *Zacco platypus* (36.2%), subdominant species were *G. macrocephala* (13.2%) and *G. brevibarba* (12.2%), and predominant species were *Coreoleuciscus splendidus* (8.1%) and *Rhinogobius brunneus* (4.9%). In addition, 18 species were endemic species to Korea; *G. brevibarba* and *G. macrocephala* were endangered species. The similarity index based on species composition and numbers clearly separated fish communities in the Seom River according to main sections, i.e., upper section (St. 1~3), middle section (St. 4~6) and lower section (St. 7~10). Dominance index gradually decreased toward the lower section, while diversity and species richness index gradually increased toward the downstream section. *G. macrocephala* resided in a fast-running downstream riffle with pebble and cobble substratum, while *G. brevibarba* inhabited the entire riffle with cobble substratum.

**Key words : Seom River, fish community, endangered fish, *Gobiobotia brevibarba*, *Gobiobotia macrocephala***

### 서 론

섬강은 강원도 횡성군 태기산(해발 1,261 m) 일대에서 발원하며 하류로 가면서 금계천과 전천, 원주천, 삼산천, 백운천 등의 지류가 합류되는 국가하천으로 유로길이 92.6 km, 유역면적 1,490 km<sup>2</sup>이며 남한강으로 합류된다(Kwater, 2007). 섬강은 대부분 큰 산으로 둘러싸여 있으며 하천 부근은 농경지로 이용되고 있고 곳곳에 유원지

가 형성되어 있다. 최근 섬강 상류에 홍수조절 및 수력발전 등을 위한 횡성다목적댐(건설기간 1990~2000)이 건설되었으며, 꾸준히 하천 정비공사 및 제방공사가 이루어지고 있어 하천생태계에 적지 않은 변화가 예상된다.

섬강의 어류상에 대한 연구는 Song *et al.* (1995)과 Byeon *et al.* (1996), Byeon (1998), Choi *et al.* (2000)의 연구가 있으며 최근 인공 조성된 횡성호의 어류상에 대해서 Choi *et al.* (2005)과 NFRDI (2006, 2008)의 연구 등이 있다.

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

2005년 환경부는 멸종위기종을 개정하면서 I급에 6종, II급에 12종을 선정하였는데(MOE, 2005), 섬강에는 특히 II급에 포함된 꾸구리(*Gobiobotia macrocephala*)와 돌상어(*G. brevibarba*)가 많이 서식하며 그 밖에 목납자루(*Acheilognathus signifer*)와 독중개(*Cottus koreanus*), 가늌돌고기(*Pseudopungtungia tenuicarpa*)가 서식하는 것이 보고된 바 있다(Choi, 1986; Choi *et al.*, 1990; Choi, *et al.*, 2005). 이 중 돌상어와 꾸구리는 임진강과 한강, 금강의 중·상류 지역의 자갈과 돌이 깔린 빠른 여울에 서식하나 돌상어가 보다 상류역까지 서식하는 것으로 알려졌으며, 최근 환경오염 및 하천공사, 댐건설, 준설 등으로 인해 서식지가 감소하고 있다(Choi *et al.*, 1990; Kim and Park, 2007; MLTM, 2010).

본 연구에서는 섬강의 전반적인 어류상을 조사하여 환경변화에 따른 어류군집 변화를 밝히고 환경부지정 멸종위기어종인 꾸구리와 돌상어의 분포현황에 대하여 조사하여 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사시기 및 지점

#### 1) 조사시기

현장조사는 다음과 같이 2010년 5월부터 2010년 10월 까지 결빙되는 겨울을 제외하고 계절별로 3회 조사를 실시하였다.

- 1차 조사: 2010년 5월 13일~14일
- 2차 조사: 2010년 8월 13일~14일
- 3차 조사: 2010년 10월 20일~22일

#### 2) 조사지점

조사지점은 상류부터 하류까지 다양한 서식지가 포함될 수 있도록 3~5km 간격으로 여울과 소가 포함된 10

개 지점을 Fig. 1과 같이 선정하였으며 행정구역은 Table 1과 같다.

## 2. 조사방법

### 1) 어류의 채집 및 분류

어류의 채집은 정량조사를 위하여 조사지점 당 100 m 구간에서 투망(망목 5×5 mm) 10회와 족대(망목 4×4 mm)를 30분간 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.

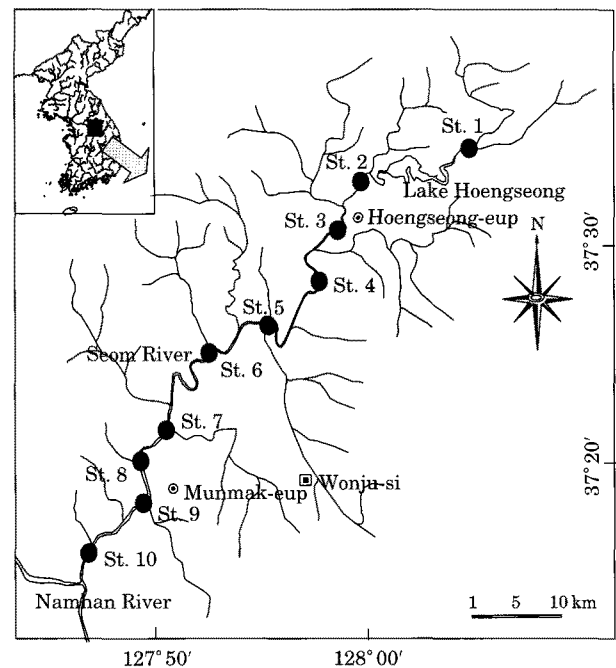


Fig. 1. Study stations of ichthyofauna in the Seom River, Gangwon-do, Korea.

Table 1. Study stations in the Seom River, Gangwon-do, Korea.

Stations	Prefectures	GPS
St. 1	Chohyeon-ri, Cheongil-myeon, Hoengseong-gun, Gangwon-do	N 37° 34' 08.9" E 128° 07' 22.9"
St. 2	Kungcheon-ri, Gapcheon-myeon, Hoengseong-gun, Gangwon-do	N 37° 32' 27.5" E 128° 00' 54.7"
St. 3	Bukcheon-ri, Hoengseong-eup, Hoengseong-gun, Gangwon-do	N 37° 30' 09.9" E 128° 00' 01.8"
St. 4	Gokgyo-ri, Hoengseong-eup, Hoengseong-gun, Gangwon-do	N 37° 27' 36.2" E 128° 58' 23.64"
St. 5	Oksan-ri, Hojeo-myeon, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 25' 43.6" E 128° 55' 26.9"
St. 6	Sinpyeong-ri, Hojeo-myeon, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 24' 16.6" E 128° 52' 05.7"
St. 7	Anchang-ri, Jijeong-myeon, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 20' 17.0" E 128° 49' 25.9"
St. 8	Chwibyeong-ri, Munmak-eup, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 18' 59.8" E 128° 48' 17.5"
St. 9	Munmak-ri, Munmak-eup, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 18' 12.4" E 128° 48' 36.6"
St. 10	Heungho-ri, Buron-myeon, Wonju-si, Gangwon-do	N 37° 14' 49.5" E 128° 44' 58.5"

## 2) 서식지의 이화학적 특성

서식지의 물리적인 환경요인은 하폭 및 유폍, 수심, 하상구조 등을 현장에서 조사하였고, 정밀한 하폭 및 유폍을 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 구분하였으며, 각 지점의 여울면적은 줄자를 이용하여 계산하였다. 수환경요인은 디지털온도계 (T-250A, ASAHI, Japan)와 수질측정기 (YSI 556MPS, YSI, USA)를 이용하여 기온과 수온, 전기전도도 (conductivity), 용존산소량(DO%), pH 등을 조사하였다.

## 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)를 사

용하여 지점들 간의 유사도 관계를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지점의 서식환경

상류수역인 St. 1~3은 유폍이 20~50 m, 수심은 20~100 cm이고, 하천형은 Aa형 또는 Bb형이었으며, 하상은 돌(cobble)과 호박돌(boulder)이 비교적 높은 비율로 차지하고 있었다. 중류수역인 St. 4~6은 유폍이 50~70 m, 수심 30~80 cm이고, 하천형은 Bb형 또는 Bc형이었으며, 하상은 돌이 가장 높고 호박돌, 자갈(pebble), 모래(sand), 잔자갈(gravel) 순으로 나타났다. 하류수역인 St. 7~10은 유폍이 50~110 m, 수심 20~100 cm이고, 하천형은 대부분 Bc형이었으며, 하상은 중·상류에 비해 자갈의 비율이 매우 높게 나타나고 돌, 잔자갈, 모래 순으로 우세한 비율로 나타났다(Table 2).

**Table 2.** Physical characteristics of each station in the Seom River, Gandgwon-do, Korea.

Stations	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River types	Bottom substratum (%) <sup>*</sup>					
					M	S	G	P	C	B
1	60~70	20~25	20~30	Aa	-	20	10	-	30	40
2	80~100	20~40	20~50	Aa-Bb	-	10	10	20	40	20
3	110~120	30~50	20~100	Bb	-	20	10	-	50	20
4	180~190	50~70	30~50	Bb	-	10	5	20	40	25
5	140~160	40~70	30~80	Bb-Bc	-	15	5	10	40	30
6	230~240	60~70	30~80	Bb-Bc	-	5	5	10	30	50
7	270~280	50~80	30~50	Bb-Bc	-		10	20	40	30
8	320~330	90~100	20~100	Bc	-	5	5	10	30	50
9	500~510	50~110	30~100	Bb-Bc	-	10	20	60	10	-
10	180~200	100~110	30~80	Bc	-	10	10	50	30	-

\*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 3.** Water environmental factors measured at the study stations in the Seom River, Gandgwon-do, Korea from May to October 2010.

Stations	Water temperature (°C)			Conductivity ( $\mu\text{s cm}^{-1}$ )			DO%			pH		
	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.
1	17.4	22.0	14.2	103	96	81	90.6	110.2	100.2	8.08	7.83	8.21
2	19.3	24.0	18.2	64	106	71	100.7	92.2	94.6	6.69	7.80	7.92
3	14.3	24.1	17.9	86	118	84	108.7	117.2	108.2	7.42	8.11	8.24
4	18.7	24.3	17.5	122	156	132	110.0	108.4	115.2	8.61	8.30	8.46
5	19.7	24.3	17.6	126	159	141	105.8	95.8	97.4	8.29	7.86	8.12
6	21.4	25.5	18.1	196	217	196	148.4	104.3	143.6	9.46	8.24	9.40
7	25.4	25.0	18.2	223	167	209	115.7	113.5	78.2	7.98	8.12	7.80
8	21.6	24.6	17.4	176	159	176	158.3	103.5	112.1	9.44	7.76	8.13
9	22.3	24.9	16.9	191	167	181	146.0	104.0	125.2	9.08	7.01	9.06
10	21.0	24.9	17.9	178	168	165	96.1	186.9	148.3	8.38	7.95	9.54

수온은 계절별로 큰 차이를 보이고 비교적 상류수역이 하류수역보다 2~3°C 낮았고, 전기전도도(conductivity)는 60~223  $\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 대체로 상류수역이 중류수역보다 30~60  $\mu\text{s cm}^{-1}$  낮았으며 하류수역도 중류수역보다 20~30  $\mu\text{s cm}^{-1}$  낮게 나타났다. 용존산소량(DO%)은 90~160으로 계절별 및 지점별로 차이를 보였으며 대체적으로 하류수역에서 비교적 높게 나타났다. pH는 6.5~9.5로 상류수역에서 하류수역으로 가면서 비교적 높아지는 경향을 보였다(Table 3).

중류수역의 전기전도도가 높고 하류보다 DO%가 낮게 나타나는 원인은 이 지역에 수질이 좋지 않은 원주천이 합수되는 지역이기 때문으로 생각되며, 하류로 갈수록 수질이 정화되어 점차 전기전도도가 낮아지고 DO%가 높아지는 것으로 판단된다.

2. 종조성 및 서식현황

1) 지점별 출현어종

상류수역에서는 St. 1이 17종, St. 2는 17종, St. 3은 15종이 출현하였으며, 피라미(*Zacco platypus*, 39.9%)가 우점종으로 나타나고, 아우점종은 참갈겨니(*Z. koreanus*,

14.9%)였으며, 돌상어(*Gobiobotia brevibarba*, 8.3%), 밀어(*Rhinogobius brunneus*, 8.1%)가 그 다음으로 우세하게 출현하였다. St. 1은 다른 지점보다 참갈겨니와 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*)가 높게 나타났으며, St. 2는 밀어와 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*)가, St. 3은 돌상어가 비교적 높은 비율로 출현하였다(Fig. 2A).

중류수역에서는 St. 4가 16종, St. 5가 25종, St. 6이 18종이 출현하였으며, 우점종은 피라미(52.3%), 아우점종은 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*, 10.2%)와 돌상어(7.8%)였으며, 그 다음으로 돌고기(*Pungtungia herzi*, 4.8%), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*, 4.4%) 순으로 우세하게 출현하였다(Fig. 2B). St. 5~6은 다른 지역에 비해 납자루(*Acheilognathus lanceolata*)와 납지리(*A. rhombeus*), 줄납자루(*A. yamatsutae*), 한강납줄개(*Rhodeus pseudosericeus*) 등의 납자루아과 어류가 많이 서식하고 있었으며, 특히 최근 신종으로 보고되었으나(Arai et al., 2001) 서식지역이 협소한 한강납줄개의 출현은 매우 주목되었다.

하류수역에서는 St. 7이 17종, St. 8이 26종, St. 9가 23종, St. 10이 26종이 출현하였으며, 우점종은 피라미(28.1%), 아우점종은 꾸구리(*G. macrocephala*, 22.6%)와 돌상어

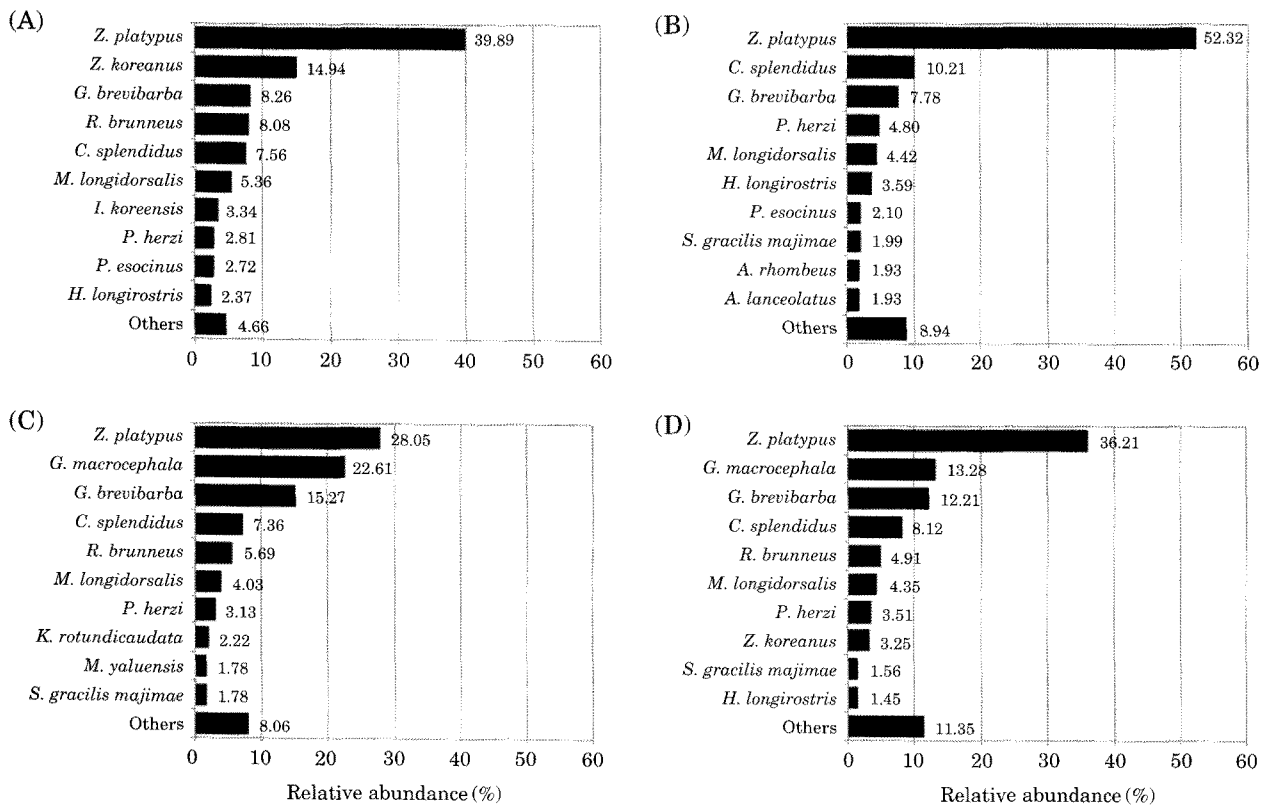


Fig. 2. Relative abundance according to section of the fish species found in the Seom River, Gandgwon-do, Korea from May to October 2010. A. Upper section (St. 1~3), B. Middle section (St. 4~6), C. lower section (St. 6~10), D. Total (St. 1~10).

Table 4. List of fish species and number of fish collected in the Seom River, Gangwon-do, Korea from May to October 2010.

Species	Stations										Total	RA (%)	Remark	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Cyprinidae 잉어과														
<i>Carassius auratus</i> 붕어											1	1	0.01	
<i>Rhodeus pseudosericeus</i> 한강납줄개					1	6						7	0.10	E
<i>Acheilognathus lanceolatus</i> 납자루				1	33	1		3	9	5	52	0.74		
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> 줄납자루					2			1	3	2	8	0.11	E	
<i>Acheilognathus rhombeus</i> 납지리					18	17				21	17	73	1.04	
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기	15	9	8	37	26	24	24	28	5	71	247	3.51		
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	15	19	52	65	22	98	65	27	51	158	572	8.12	E	
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i> 참중고기					1			2	1	2	6	0.09	E	
<i>Squalidus gracilis majimae</i> 진물개	1			3	8	25		1	12	60	110	1.56	E	
<i>Gnathopogon strigatus</i> 즐물개								1			1	0.01		
<i>Hemibarbus labeo</i> 누치		1		5	8	20	6	3	5	26	74	1.05		
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	6	15	6	51	14			3	5	2	102	1.45		
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	5	23	3	12	17	9	6	5	7		87	1.24		
<i>Abbottina rivularis</i> 버들매치									4		4	0.06		
<i>Gobiobotia macrocephala</i> 꾸구리				1	1	5	125	120	235	445	932	13.23	E, En	
<i>Gobiobotia brevibarba</i> 돌상어	3	7	84	71	66	4	130	251	163	81	860	12.21	E, En	
<i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자		3		6	8		3	4	21	45	90	1.28	E	
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리	8	1	52	1	1	78	80	24	33	28	306	4.35	E	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치	10										10	0.14		
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니	90	35	45		5			16	8	30	229	3.25	E	
<i>Zacco platypus</i> 피라미	115	165	174	413	255	280	278	195	290	385	2550	36.21		
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i> 끄리			1	2	4				2	4	13	0.18		
Baliforidae 중개과														
<i>Orthrias nudus</i> 대륙중개	1			4	6	12	6	2	6	21	58	0.82		
Cobitidae 미꾸리과														
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리										2	2	0.03		
<i>Iksookimia koreensis</i> 참중개	8	29	1		10	4	1	1		5	59	0.84	E	
<i>Korocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리	1	1	2		1	3	13	9	28	41	99	1.41	E	
Siluridae 메기과														
<i>Silurus asotus</i> 메기								1			1	0.01		
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기								1			1	0.01	E	
Bagridae 등자개과														
<i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈등자개		1	1		1			2			5	0.07	E	
<i>Leiocassis ussuriensis</i> 대농갱이							4			1	5	0.07		
Amblycipitidae 통가리과														
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리	1	1	10	3	7	1	7	11	24	9	74	1.05	E	
Osmeridae 바다빙어과														
<i>Plecoglossus altivelis</i> 은어										2	2	0.03	L	
Centropomidae 꺾지과														
<i>Coreoperca herzi</i> 꺾지	3	5	7	3	2	8	1	9	10	1	49	0.70	E	
<i>Siniperca scherzeri</i> 쏘가리			1					2	1		4	0.06		
Odontobutidae 동사리과														
<i>Odontobutis platycephala</i> 동사리	1	1									2	0.03	E	
<i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리				1							1	0.01	E	
Gobiidae 망둑어과														
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어	2	90			3	18	18	32	80	103	346	4.91	L	
Number of species	17	17	15	16	25	18	17	26	23	26	37			
Number of individuals	285	406	447	679	520	613	769	753	1023	1547	7042	100		

E: Korea endemic species, En: Endangered species, L: Land-locked form, RA: Relative abundance (%).

(15.3%), 그 다음으로 쉬리(7.4%), 밀어(5.7%) 순으로 우세하게 출현하였다(Fig. 2C). 특히 이 지역에서는 환경부 멸종위기어종인 꾸구리와 돌상어가 매우 높은 비율로 출현하여 주목되었다. 또한 St. 10에서는 은어(*Plecoglossus altivelis*)가 2개체 출현하였는데, 이는 팔당댐에 수정란이 방류되어 육봉화된 은어가 하천상류로 소상하다 채집된 것으로 판단된다. 아직까지 팔당호에서 육봉형 은어의 출현기록은 없으나 안동호와 진양호, 합천호, 옥정호에 육봉화된 은어가 서식하는 것으로 보고된 바 있어(Choi, 1995; Lee, 1996; Ko et al., 2007) 추후 검토가 필요하다고 판단된다.

본 조사에서 출현한 어류는 모두 10과 37종이었으며 우점종은 피라미(36.2%), 아우점종은 꾸구리(13.2%)와 돌상어(12.2%)였고, 쉬리(8.1%), 밀어(4.9%), 배가사리(4.4%), 돌고기(*Pungtungia berzi*, 3.5%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다. 출현종 중 한국고유종은 18종(48.6%)으로 다른 하천에 비해 비교적 높았으며, 환경부 지정 멸종위기어종은 꾸구리와 돌상어 2종이 출현하였다(Fig. 2D; Table 4).

2) 계절별 출현어종

봄(5월)에 출현한 어종은 9과 26종 2,664개체였고, 우점종은 피라미(34.0%), 아우점종은 돌상어(13.7%)였으며, 쉬리(11.6%)와 꾸구리(11.5%), 배가사리(6.0%), 참갈겨니(5.9%) 등의 순으로 우세하게 출현하였으며, 봄에만 출현한 어종은 버들치, 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 은어 3종이었다(Fig. 3A).

여름(8월)에 출현한 어종은 7과 32종 2,522개체였으며, 우점종은 피라미(36.4%), 아우점종은 꾸구리(13.6%)였으며, 돌상어(11.6%)와 쉬리(6.7%), 돌고기(6.6%), 밀어(5.0%) 등의 순으로 우세하게 출현하였으며, 여름에만 출현한 어류는 붕어(*Carassius auratus*), 버들매치(*Abbottina rivularis*) 2종이었다(Fig. 3B).

가을(10월)에 출현한 어종은 9과 28종 1,856개체로, 우점종은 피라미(39.2%), 아우점종은 꾸구리(15.1%)였으며, 돌상어(10.7%)와 배가사리(5.6%), 쉬리(5.1%), 밀어(4.1%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다. 가을에만 출현한 어류는 메기(*Silurus asotus*), 미유기(*S. microdorsalis*), 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 3종이었다(Fig. 3C).

따라서 계절별로 출현종수에는 약간의 차이가 있었으나 출현비율에서는 대체적으로 피라미가 우점종으로, 꾸구리와 돌상어가 아우점종으로, 쉬리, 밀어, 배가사리, 돌고기 등의 순으로 우세하게 나타나는 경향을 보였다.

3) 멸종위기종 꾸구리와 돌상어의 출현현황

꾸구리와 돌상어는 환경부 지정 멸종위기종 II급에 해당하는 어류로 본 조사에 비교적 높게 출현하여 서식지와

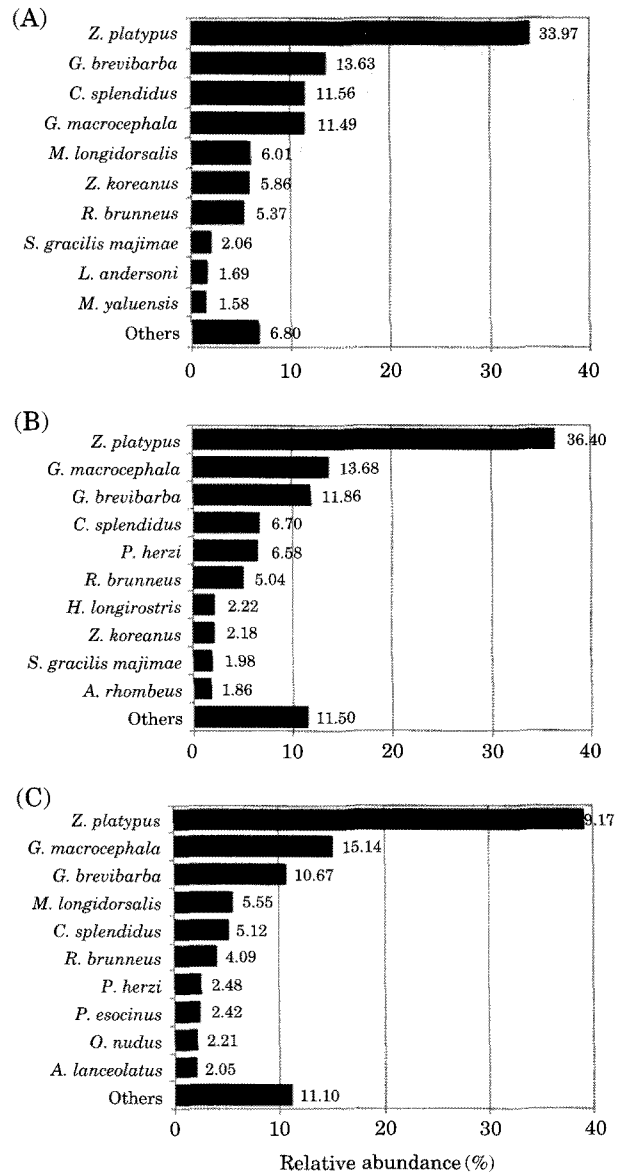
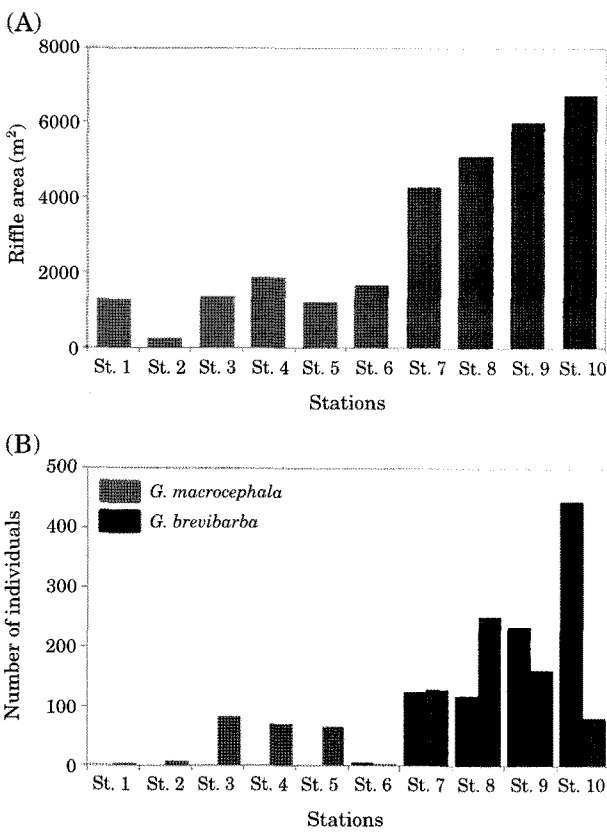


Fig. 3. Relative abundance, according to season, of the fish species found in the Seom River, Gandgwondo, Korea, from May to October 2010. A. Spring (May), B. Summer (August), C. Autumn (October).

출현 개체수를 비교하였다. 꾸구리와 돌상어 모두 빠른 여름에 서식하는 것으로 알려져 있다(Choi, 2002; Kim et al., 2005). 상류부터 하류까지 조사지점들의 여울면적을 계산하여 보면 Fig. 4A와 같이 St. 1~6은 500~2,000 m<sup>2</sup>로 비교적 적었으나 하류로 가면서 넓어져 St. 7은 4,310 m<sup>2</sup>였고 St. 9와 St. 10은 6,037 m<sup>2</sup>, 6,763 m<sup>2</sup>로 비교적 넓었다. 따라서 돌상어와 꾸구리의 출현개체수의 합은 이런 여울면적의 증가와 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 하지만 출현범위에 있어서는 돌상어가 섬강의 상류부터 하

류까지 여울이 형성된 곳에 모두 출현한 반면, 꾸구리는 St. 5부터 St. 10까지만 출현하여 서식범위에 차이를 보였다. 또한 돌상어와 꾸구리는 대체로 섬강 하류부인 St. 7~St. 10에 매우 높은 출현을 보였는데, 돌상어는 하상이 돌과 호박들의 비율이 높은 St. 7과 St. 8의 여울에서 비교적 높게 출현한 반면, 꾸구리는 하상이 자갈과 돌로 이루어진 St. 9와 St. 10의 비교적 느린 여울에서 보다 높게 출현하여 차이를 보였다(Fig. 4B). 우리나라에서 돌상어와 꾸구리의 출현지역은 대체로 비슷하나 돌상어가 보다 넓은 서식 범위를 보인다고 보고된 바 있으며(Choi *et*

*al.*, 1990; Choi, 2002), Choi(2002)는 돌상어와 꾸구리가 같은 지역에 서식하더라도 돌상어는 호박돌과 돌의 빠른 여울에 서식하지만 꾸구리는 돌과 자갈로 이루어진 느린 여울에 서식한다고 보고한 바 있어 본 조사 결과와 비교적 유사하였다. 꾸구리와 돌상어가 높은 비율로 혼서하는 지역은 북한강의 홍천강과 남한강의 동강, 금강의 상류부인 금산군과 본 연구지역인 섬강 등인데(Choi, 2002; MLTM, 2010), 본 연구결과 특히 섬강의 중·하류 지역은 꾸구리와 돌상어가 매우 높은 비율로 서식하기 때문에 지속적인 관심과 보호가 필요하다고 판단된다.



**Fig. 4.** Riffle area (A) and appearance frequency (B) of *Gobiobotia macrocephala* and *G. brevibarba* found in the Seom River, Gangwon-do, Korea, from May to October 2010.

**3. 군집분석 및 유사도 분석**

각 지점들에서 나타난 우점종은 St. 10의 꾸구리를 제외하고 모두 피라미였으며, 아우점종은 돌상어가 5개 지점으로 가장 많았고 그 밖에 피라미, 참갈겨니, 쉬리, 밀어, 꾸구리가 1개 지점에서 아우점종으로 나타났다. 우점도 지수(Dominance index)는 St. 1이 0.72로 가장 높았고 하류로 가면서 대체적으로 감소하는 경향을 보였으며 St. 9가 0.51로 가장 낮게 나타났다. 다양도 지수(Diversity index)는 St. 4가 1.42로 가장 낮았으며 대체적으로 하류로 갈수록 높아지는 경향을 보였고 St. 10이 2.20으로 가장 높게 나타났다. 균등도 지수(Evenness index)는 St. 4가 0.51로 가장 낮았으나 대체적으로 0.60~0.70 사이로 비슷한 경향을 보였다. 종풍부도 지수(Species richness index)는 St. 3이 2.29로 가장 낮았고 St. 5가 3.84로 가장 높았으며 대체적으로 하류로 갈수록 높아지는 경향을 보였다(Table 5).

이러한 군집분석을 통한 유사도 값(Primer 5.0)을 계산한 결과 Table 6과 Fig. 5와 같이 나타났다. St. 1~3과 St. 4~6, St. 7~10은 각각 하나의 그룹으로 묶여 상류, 중류, 하류로 잘 구분되는 것을 볼 수 있었고, 중류는 상류보다는 하류와 좀 더 가까웠다.

**4. 어류상 비교**

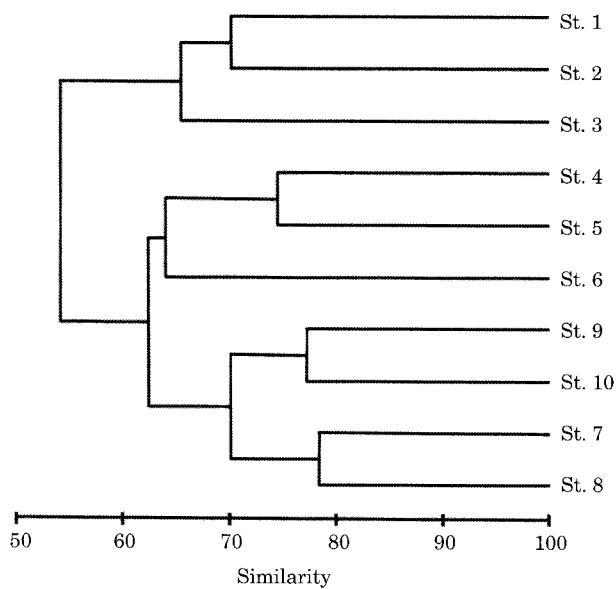
섬강의 어류상에 관한 연구는 1990년대 후반부터 연구

**Table 5.** Community indices at each station in the Seom River, Gangwon-do, Korea from May to October 2010.

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	0.63	0.58	0.71	0.62	0.62	0.53	0.59	0.51	0.54
Diversity index	1.74	1.86	1.81	1.42	2.00	1.88	1.91	2.10	2.17	2.20
Evenness index	0.61	0.66	0.67	0.51	0.62	0.65	0.67	0.64	0.69	0.68
Species richness index	2.83	2.66	2.29	2.30	3.84	2.65	2.41	3.92	3.17	3.40

**Table 6.** Similarity index among the study stations in the Seom River, Gangwon-do, Korea from May to October 2010.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
St. 1	-									
St. 2	70.2	-								
St. 3	66.5	64.5	-							
St. 4	50.1	55.1	62.3	-						
St. 5	56.6	62.3	60.2	74.6	-					
St. 6	52.4	53.0	56.8	61.6	66.5	-				
St. 7	46.1	50.2	65.5	65.3	61.9	71.1	-			
St. 8	53.2	58.8	67.3	59.4	64.9	58.5	78.4	-		
St. 9	42.7	52.2	58.8	59.7	68.7	62.9	73.7	76.9	-	
St. 10	39.1	46.3	49.9	54.6	61.2	61.2	64.9	65.1	77.3	-



**Fig. 5.** Cluster analysis based on similarity index among the study stations in the Seom River, Gangwon-do, Korea, from May to October 2010.

되기 시작하였는데, Song *et al.* (1995)은 섬강 상류수역을 조사하여 8과 29종이 서식하는 것으로, Byeon (1998)은 주로 중·상류지역을 조사하여 10과 39종이 서식하는 것으로 보고하였으며, 최근 황성댐 부근에서 Choi *et al.* (2005)는 황성댐 생성 전후(1995~2004)로 하여 10과 38종이, NFRDI (2006, 2008)는 황성댐 생성 후를 조사하여 9과 24종이 서식하는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 섬강에서 지금까지 출현한 어류는 모두 13과 54종이 출현하였으며, 이 중 한국고유종은 23종(42.6%)이었고, 환경부 지정 멸종위기어종 II급은 꾸구리와 돌상어, 독중개 (*Cottus koreanus*), 묵납자루 (*Acheilognathus signifer*), 가는돌고기 (*Pseudopungtungia tenuicorpa*) 5종이었다. 천연기념물은 황쏘가리 (*Siniperca scherzeri*) 1종이었으며, 외

래어종은 떡붕어 (*Carassius cuvieri*)와 배스 (*Micropterus salmoides*) 2종이었다 (Table 7).

출현어종 중 천연기념물인 황쏘가리는 황성호에서 출현하였는데, 이는 황성댐 준공이후 어족자원 조성용으로 치어 방류가 이루어졌기 때문으로 판단된다 (NFRDI, 2006). 환경부 지정 멸종위기어종 중 본 조사에서 출현하지 않은 독중개는 섬강의 최상류인 황성군 청일면 일대와 지류인 하수남천 최상류인 원주시 소초면과 원주천 최상류인 원주시 판부면 일대 등 최상류에 대부분 서식하는 것으로 보고되고 있기 때문에 (Choi, 1986; Choi *et al.*, 1990; Byeon *et al.*, 1996; Byeon, 1998; Choi, 2000) 본 조사 지점이 최상류를 포함하지 않아 출현하지 않은 것으로 판단된다. 묵납자루는 섬강 상류부에 많이 서식하는 것으로 보고된 바 있으나 (Song *et al.*, 1995; Byeon, 1998) 본 조사에서 출현하지 않아 개체수가 급감한 것으로 판단된다. 가는돌고기는 Choi *et al.* (2005)에 의해 황성호에서 2001년부터 2004년까지 출현한 것으로 보고하였으나 2001년 이전 기록에서 전혀 출현한 기록이 없고 (Choi, 1986; Choi *et al.*, 1990; Song *et al.*, 1995), 2006년부터 2008년까지 황성호를 조사한 NFRDI (2006, 2008)의 결과 및 본 조사에서도 출현하지 않아 추후 세밀한 조사와 검토가 필요할 것으로 판단된다.

섬강 상류에는 황성댐이 1993년부터 공사하여 2000년에 준공되었으며 1999년부터 담수를 시작한 바 있다 (Kwater, 2007). 이러한 대규모 댐공사는 섬강의 전체 어류군집에 많은 영향을 미친 것으로 생각되는데, 특히 댐공사가 이루어진 섬강 상류지역인 St. 1~3의 지역은 황성댐 준공 전에는 우점종이 참갈겨니로 나타났으나 황성댐 축조 후에는 점점 피라미로 우점종이 변하는 것으로 관찰되었으며 (Song *et al.*, 1995; Choi *et al.*, 2005), 납자루아과 어류인 한강납줄개, 묵납자루, 납자루, 흰줄납줄개 (*Rhodeu ocellatus*), 각시붕어 (*R. uyekii*), 줄납자루가 많이



Table 7. Historical record of ichthyofauna in the Seom River, Gangwon-do, Korea from May to October 2010.

Species	Song <i>et al.</i> (1995)	Byeon (1998)	Choi <i>et al.</i> (2005)	NFRDI (2006, 2008)	Present study	Remark
Anguillidae 뱀장어과						
<i>Anguilla japonica</i> 뱀장어			○	○		Ca
Cyprinidae 잉어과						
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어			○	○		
<i>Cyprinus carpio</i> 이스라엘잉어				○		Ex
<i>Carassius auratus</i> 붕어	○	○	○	○	○	
<i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어			○			Ex
<i>Rhodeu ocellatus</i> 흰줄납줄개	○		○			
<i>Rhodeu uyekii</i> 각시붕어		○				E
<i>Rhodeus pseudosericeus</i> 한강납줄개	○	○	○		○	E
<i>Acheilognathus lanceolatus</i> 납자루	○	○	○	○	○	
<i>Acheilognathus signifer</i> 묵납자루	○	○	○			E
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> 줄납자루		○	○		○	E
<i>Acheilognathus rhombeus</i> 납지리			○		○	
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어			○	○		
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기	○	○	○	○	○	
<i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i> 가는돌고기			○			E, En
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	○	○	○		○	E
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i> 참중고기		○			○	E
<i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴물개	○	○	○	○	○	E
<i>Squalidus japonicus coreanus</i> 물개		○	○			E
<i>Gnathopogon strigatus</i> 줄물개	○		○		○	
<i>Hemibarbus labeo</i> 누치	○	○	○		○	
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	○	○	○	○	○	
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	○	○	○	○	○	
<i>Abbottina rivularis</i> 버들매치					○	
<i>Gobiobotia macrocephala</i> 꾸꾸리		○			○	E, En
<i>Gobiobotia brevibarba</i> 돌상어	○	○	○		○	E, En
<i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자	○	○	○	○	○	E
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리	○	○	○		○	E
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치	○	○	○	○	○	
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니	○	○	○	○	○	E
<i>Zacco platypus</i> 피라미	○	○	○	○	○	
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i> 끄리	○	○	○	○	○	
<i>Erythroculter eythropterus</i> 치리		○				E
Baliforidae 종개과						
<i>Orthrias nudus</i> 대륙종개	○	○	○		○	
Cobitidae 미꾸리과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리	○	○	○		○	
<i>Iksookimia koreensis</i> 참종개	○	○	○		○	E
<i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개	○	○	○			
<i>Korocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리	○	○	○		○	E
Siluridae 메기과						
<i>Silurus asotus</i> 메기		○	○	○	○	
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기		○			○	E
Bagridae 동자개과						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> 동자개		○	○	○		
<i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개	○	○	○		○	E
<i>Leiocassis ussuriensis</i> 대농갱이			○		○	
Amblycipitidae 통가리과						
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리	○	○	○		○	E
Cottidae 독중개과						
<i>Cottus koreanus</i> 독중개		○				E, En, L

Table 7. Continued.

Species	Song <i>et al.</i> (1995)	Byeon (1998)	Choi <i>et al.</i> (2005)	NFRDI (2006, 2008)	Present study	Remark
Osmeridae 바다빙어과						
<i>Plecoglossus altivelis</i> 은어					○	L
<i>Hypomesus nippoensis</i> 빙어			○	○		L
Centropomidae 꺾지과						
<i>Coreoperca herzi</i> 꺾지	○	○	○	○	○	E
<i>Siniperca scherzeri</i> 쓰가리		○	○	○	○	
<i>Siniperca scherzeri</i> 황쓰가리				○		Na
Centrarchidae 검정우럭과						
<i>Micropterus salmoides</i> 배스				○		Ex
Odontobutidae 동사리과						
<i>Odontobutis platycephala</i> 동사리	○	○	○		○	E
<i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리		○	○	○	○	E
Gobiidae 망둑어과						
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어	○	○	○	○	○	L
Number of family	8	10	10	9	10	
Number of species	29	39	38	24	37	

E: Korea endemic species, En: Endangered species, Na: National monument, Ex: Exotic species, L: Land-locked form, Ca: Catadrouous from, RA: Relative abundance (%).

서식하였으나 황성댐 축조 후에는 급격히 감소하여 현재는 거의 서식하지 않는 것으로 나타났다. 납자루아과 어류는 조개에 산란하는 특이한 산란습성을 가지고 있는데, 황성댐 공사시 유출된 탁수로 인하여 서식지 및 환경 변화를 초래한 것이 원인으로 판단된다. 또한 황성호에는 외래어종인 떡붕어(*Carassius cuvieri*)와 배스(*Micropterus salmoides*) 2종의 서식이 확인되었는데, 떡붕어는 황성댐에서 2005년에, 배스는 2008년에 처음으로 서식이 확인되었다(Choi *et al.*, 2005; NFRDI, 2008). 이 중 특히 배스는 포식성이 강한 어류로 댐에 유입되면 생태계에 큰 교란을 일으키는 것으로 보고되고 있어(Yodo and Kimura, 1998; Ko *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2009) 세밀한 분포현황 조사 및 관리방안이 필요하다고 판단된다.

섬강에 서식하는 어종은 본 조사에서 10과 37종으로 홍천강 12과 55종(Choi and Kim, 2004), 가평천 9과 47종(Mam, 1997) 보다는 적었으나 내린천 10과 36종(Nam *et al.*, 1998)과는 비슷하였고 평창강 8과 24종(Kim *et al.*, 2010) 보다는 많은 것으로 나타났다.

적 요

섬강의 어류 군집구조 및 멸종위기어종 꾸구리(*Gobiobotia macrocephala*)와 돌상어(*G. brevibarba*)의 서식현황을 알아보기 위하여 2010년에 10개 지점을 선정하여

계절별로 조사하였다. 총 출현한 어종은 10과 37종이었고, 우점종은 피라미(*Zacco platypus*, 36.2%), 아우점종은 꾸구리(13.2%)와 돌상어(12.2%), 그 다음으로 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*, 8.1%)와 밀어(*Rhinogobius brunneus*, 4.9%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다. 출현종 중 한국고유종은 18종(48.6%)이었으며, 환경부 멸종위기종은 꾸구리와 돌상어 2종이 출현하였다. 지점별 출현한 어종을 근거로 유사도 분석을 한 결과 상류(St. 1~3)와 중류(St. 4~6), 하류(St. 7~10)로 잘 구분되었으며 하류로 갈수록 우점도 지수는 대체로 낮아지고, 다양도 지수와 종풍부도 지수는 대체로 높아지는 경향을 보였다. 멸종위기 어종인 꾸구리는 섬강 하류의 자갈과 돌이 쌓인 여울에서만 높은 비율로 서식하였고, 돌상어는 전구간에 걸쳐 돌이 쌓인 여울지역에 비교적 높은 비율로 서식하고 있었다.

인 용 문 헌

Arai, R., S.R. Jeon and T. Ueda. 2001. *Rhodeus pseudosericeus* sp. nov., a new bitterling from South Korea (Cyprinidae, Acheilognathinae). *Ichthyol. Reserch* 48: 275-282.

Byeon, H.K. 1998. Ichthyofauna and fish community in the Seom River. *Institute Basic Sci. Sangmyung Univ.* 11: 1-10. (in Korean)

Byeon, H.K., J.S. Choi, S.R. Jeon, J.K. Choi and B.Y. Song. 1996. Fish fauna in the streams of Mt. Chiak. *Korean*

- J. Environ. Biol.* **14**: 47-54. (in Korean)
- Choi, K.C. 1986. Nature of Gangwon (Freshwater Fish). Gangwon Education Committee, Chuncheon 389 pp. (in Korean)
- Choi, K.C. 1995. Ecological Study of a Land-lock ayu, *Plecoglossus altivelis* in Bonghwa-Gun. Bonghwa-Gun p. 5-6. (in Korean)
- Choi, J.S. 2002. Ecological Studies of *Gobiobotia brevibarba* Mori (Cyprinidae). Gangwon University Ph. D. Thesis, Chuncheon 103 pp. (in Korean)
- Choi, J.S. and J.K. Kim. 2004. Ichthyofauna and fish community in Hongcheon River, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* **18**: 446-455. (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, Seoul p. 82-85. (in Korean)
- Choi, J.K., H.K. Byeon and H.K. Seok. 2000. Studies on the dynamics of fish community in Wonju Stream. *Korean J. Limnol.* **33**: 274-281. (in Korean)
- Choi, J.K., J.S. Choi, H.S. Shin and S.C. Park. 2005. Study on the dynamics of the fish community in the Lake Hoengseong Region. *Korean J. Limnol.* **38**: 188-195. (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. *Amer. Midl. Nat'l.* **67**: 477-504.
- Kani, T. 1944. Ecology of torrent-inhabiting insects, p. 171-317. In: Insect I (Furukawa, J., ed.). Kenkyu-sha, Tokyo. (in Japanese)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul 138-143. (in Korean)
- 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, Seoul p. 117. (in Korean)
- Kim, S.Y., S.W. Kim, C.L. Jang, A. Sabbana and J.G. Choi. 2010. Fish community of the Pyeongchang River. *Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con.* **20**: 163-167. (in Korean)
- Ko, M.H., I.S. Kim, J.Y. Park and Y.J. Lee. 2007. Distribution and ecology of a land-locked ayu, *Plecoglossus altivelis* (Pisces: Osmeridae) in Lake Okjeong, Korea. *Korean J. Ichthyol.* **19**: 24-34. (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 J. Ichthyol.* **20**: 36-44. (in Korean)
- Kwater. 2007. A Guidebook of Rivers in South Korea. Kwater, Daejeon 582 pp. (in Korean)
- Lee, G.A. 1996. Biological Characteristic and Nutritive Physiology of Korean ayu, *Plecoglossus altivelis*. Pusan Fisheries University Ph. D. Thesis, Pusan 144 pp. (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 J. Ichthyol.* **21**: 200-207. (in Korean)
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology, *Gen. Syst.* **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. *Nature* **216**: 168-144.
- MLTM (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). 2010. Culture and Restoration of Endangered Species in the Major Four River Drainages, Soonchunhyang University, Asan 489 pp. (in Korean)
- MOE (Ministry of Environment). 2005. Illustrated Book of Endangered Wild Animals and Plants in Korea. MOE. Incheon 247 pp. (in Korean)
- Nam, M.M. 1997. The fish fauna and community structure in the Kapyong Stream. *Korean J. Limnol.* **30**: 357-366. (in Korean)
- Nam, M.M., H.J. Yang, B.S. Chae and Y.H. Kang. 1998. The fish fauna and community structure in the Naerin Stream. *Korean J. Ichthyol.* **10**: 61-66. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc. 601 pp.
- NFRDI. 2006. Study for Protecting Water Quality of Water Conservation Zone and Sustainable fishing in the Lake Hoengseong. Kwater 138 pp. (in Korean)
- NFRDI. 2008. Study for Protecting Water Quality of Water Conservation Zone and Sustainable fishing in the Lake Hoengseong (Second year). Kwater 134 pp. (in Korean)
- Pielou, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of diversity. *Amer. Nat.* **100**: 463-465.
- Rutherford, D.A., A.A. Echelle and O.E. Maughan. 1987. Changes in the fauna of the little river drainage, south eastern Oklahoma, 1984-1955 to 1981-1982: Test of the hypothesis of environmental degradation. Community and evolutionary ecology of north American stream fishes. Univ. Oklahoma pp. 178-183.
- Song, H.B., O.K. Kwon and S.H. Jeon. 1995. Fish fauna of the upper Sum River in Hoengsong. *Korean J. Limnol.* **28**: 225-232. (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 15 February 2011,  
Revision accepted 23 May 2011)