

## 가평천 상류역의 어류상과 참갈겨니의 개체군 특징<sup>1a</sup>

최준길<sup>2</sup> · 장창렬<sup>2</sup> · 변화근<sup>3\*</sup>

### The Fish Fauna and Population of *Zacco koreanus* in the Upper Region of the Gapyeong Stream<sup>1a</sup>

Jun-Kil Choi<sup>2</sup>, Chang-Ryeol Jang<sup>2</sup>, Hwa-Kun Byeon<sup>3\*</sup>

#### 요 약

2005년 4월부터 2008년 8월까지 가평천 상류역의 어류상과 참갈겨니 개체군 특성을 조사하였다. 출현한 어종은 총 6과 16종 이었으며 우점종은 *Zacco koreanus*, 아우점종은 *Pungtungia herzi* 이었다. 한국고유종은 *Pseudopungtungia tenuicarpa*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Hemibarbus mylodon*, *Gobiobotia brevibarba*, *Microphysogobio longidorsalis*, *Z. koreanus*, *Koreocobitis rotundicaudata*, *Iksookimia koreensis*, *Silurus microdorsalis*, *Liobagrus andersoni*, *Coreoperca herzi*, *Odontobutis platycephala* 등 12종으로 고유화 빈도는 75.0% 이었다. 천연기념물에 속하는 종은 *H. mylodon* 이었고 멸종위기야생동·식물에 속하는 종은 *P. tenuicarpa*와 *G. brevibarba* 이었다. *Z. koreanus*의 성장도는 3.44, 비만도는 0.004로 이었고 산란시기는 5~6월경 이었다.

주요어: 가평천, 참갈겨니, 어류상, 전장-체중 상관도, 산란시기

#### ABSTRACT

The fish fauna and population of *Zacco koreanus* in the upper region of the Gapyeong Stream was investigation from April, 2005 to August, 2009. The collected species during the survey period were 16 species belonging to 6 families. Dominant species was *Z. koreanus* and subdominant species was *Pungtungia herzi*. Korea endemic species were *Pseudopungtungia tenuicarpa*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Hemibarbus mylodon*, *Gobiobotia brevibarba*, *Microphysogobio longidorsalis*, *Z. koreanus*, *Koreocobitis rotundicaudata*, *Iksookimia koreensis*, *Silurus microdorsalis*, *Liobagrus andersoni*, *Coreoperca herzi* and *Odontobutis platycephala*, which showed a ratio of 75 % in all collected species. The species of *H. mylodon* was identified as natural monument, and *P. tenuicarpa* and *G. brevibarba* were endangered species. Length-weight relationship in the population of *Z. koreanus* was 3.44, and condition factor in the population was 0.004. The spawning season of *Zacco koreanus* was May and June.

**KEY WORDS:** APYEONG STREAM, *Zacco koreanus*, FISH FAUNA, LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP, SPAWNING SEASON

1 접수 2010년 12월 6일, 수정(1차: 2011년 2월 8일), 게재확정 2011년 2월 9일

Received 6 December 2010; Revised(1st: 8 February 2011); Accepted 9 February 2011

2 상지대학교 생명과학과 Dept. of Biological Sciences Sangji Univ., Wongju(220-702), Korea(fafega@naver.com)

3 서원대학교 과학교육과 Dept. of Science Education, Seowon Univ., Chungju(361-742), Korea(cottis@chol.com)

a 이 논문은 국가장기생태연구사업의 지원을 받아 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author(cottis@chol.com)

## 서론

한국은 전국토의 대부분이 산악지형으로 이루어져 있으므로 자연 호소는 거의 없는 반면 하천생태계는 잘 발달되어 있다(Bae *et al.*, 2003). 한국은 약 22만 km<sup>2</sup>의 면적으로 된 반도국가로서 남북으로 이어진 백두대간의 골짜기에서 형성된 강과 하천들은 자연환경 여건이 비교적 유사하다. 가평천은 비교적 자연 서식처가 잘 보존된 중규모(유로연장 약 42 km)의 하천으로서 가평천 유역을 모두 포함하며 가평군 북면은 경기도에서 자연환경이 가장 양호한 청정지역이며, 가평천 상류의 명지산 일대는 경기도에 의하여 보존지역으로 지정 되어 관리되고 있다(Bae *et al.*, 2003). 가평천 주변은 높은 산으로 둘러 싸여 경관이 빼어난 청정수역이지만 계곡 주변에 유원지와 음식점이 많아지면서 수생태계의 교란이 우려된다(Nam, 1997). 하천 유역은 하도를 따라 인구가 밀집되어 있고 오염물질이 쉽게 하천으로 흘러들기 때문에 오염에 매우 취약하다(Bae *et al.*, 2003). 가평천과 하천의 규모와 형태가 매우 유사한 조종천에 가평군에 인접해 위치하고 있다. 그러나 조종천은 가평천에 비해 부분별 하천 개수가 많이 이루어졌고 물놀이 시설이 수변부에 다량 인접해 있다. 또한 물놀이를 위해 인위적으로 돌보가 많이 조성되어 있으며 수질 오염이 다소 진행된 곳이 많다. 조종천은 가평천에 비해 하천의 자연성이 낮으며 인위적인 간섭을 더 많이 받고 있는 상태이다. 장기적으로 참갈겨니의 생태적 특징 변화를 조사하기에는 자연상태가 양호한 가평천이 보다 적합한 수역으로 판단되어 본 조사 지역으로 선정하였다. 가평천에 대한 어류 조사는 Nam(1997)과 Choi *et al.*(2008)의해 이루어져 왔다. 본 연구는 가평천 상류역에 서식하는 어류 현황과 분포 등을 파악하고 장기간에 걸쳐 지속적으로 우점종으로 서식하는 참갈겨니(*Zacco koreanus*) 개체군의 성장도, 비만도, 산란 시기 등의 변화를 파악하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사 기간 및 조사지점

#### 1) 조사 지역

조사 지역은 명지산과 백운산에서 발원한 수계가 합쳐져 가평천을 이루며 가평읍 읍내리에서 북한강으로 유입된다. 본 조사 수역은 경기도 가평군 북면 도대리(명지산 입구) 일대의 수역으로 Figure 1과 같다.

#### 2) 조사 기간

현장 조사 시기는 2005년(4월 28일, 6월 4일, 8월 5일),

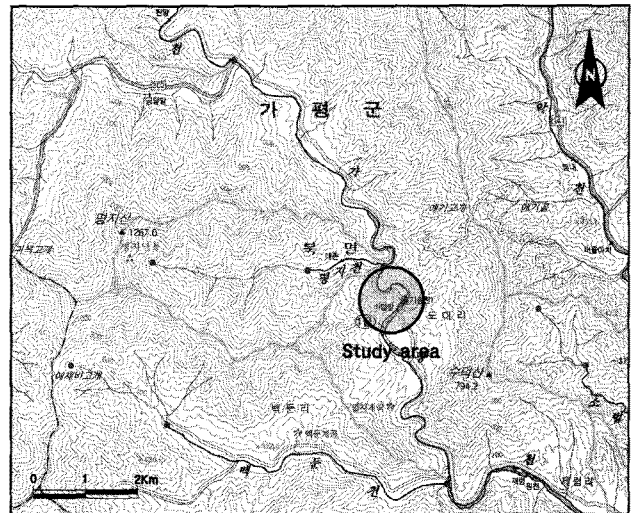


Figure 1. The map showing the sampling site in the Gapyeong Stream

2006년(5월 26일, 10월 25일), 2007년(5월 9일, 8월 23일), 2008년(5월 24일, 8월 26일), 2009년(5월 22일, 8월 27일)에 각각 실시하였다.

### 2. 조사 방법

#### 1) 어류의 채집 및 분류

어류의 채집은 정량 조사를 위하여 투망(5 × 5 mm)과 족대(4 × 4 mm)를 각각 14회, 40분간 실시하였다. 채집된 어류는 현장에서 10% 포르말린 용액으로 고정한 다음 실험실로 운반하여 동정·분류 하였다. 어류의 동정에는 국내에서 발표된 검색표(Kim and Park, 2002; Kim *et al.*, 2005; Kim, 1997)를 이용하였고 분류체계는 Nelson (2006)을 따랐다.

#### 2) 군집분석

군집분석은 각 조사지점에서 개체수를 기준으로 우점도(McNaughton, 1967,), 다양도(Margalef, 1958,), 균등도(Pielou, 1966,) 및 종풍부도(Margalef, 1958,)를 산출하였다.

#### 3) 참갈겨니(*Zacco koreanus*)의 개체군 분석

##### · Length-Weight relationship

$$W = aTL^b \quad (W = \text{weight, } TL = \text{Total length, } a, b = \text{parameter})$$

##### · Condition factor (K value)

$$K = W/L^3 \times 105 \quad (\text{Anderson and Neumann, 1996})$$

##### · Gonadal-Somatic Index (GSI)

$$GSI (\%) = \text{gonad weight/body weight} \times 100$$

## 결과 및 고찰

### 1. 어류상

가평천 상류인 명지산 입구에서 실시한 어류상 조사 결과 총 6과 16종 1,033개체가 조사되었다(Table 1). 출현한 어종 중 잉어과(Cyprinidae) 어류가 9종(56.3%)으로 가장 많이 출현하였으며 그 다음으로 미꾸리과(Cobitidae) 3종(18.8%)으로 확인되었다. 그 외 메기과(Siluridae), 통가리과(Amblycipitidae), 꺾지과(Centropomidae), 동사리과(Odontobutidae)는 각각 1종(6.3%) 씩 나타났었다(Figure 2). 이와 같이 잉어과(Cyprinidae) 어류와 미꾸리과(Cobitidae)에 속하는 종의 분포가 우세하게 나타났는데 이는 우리나라의 서남해로 유입하는 하천의 담수 어류상과 잘 일치하였다(Jeon, 1980). 한국고유종으로는 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicarpa*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 어름치(*Hemibarbus mylodon*), 돌상어(*Gobiobotia brevibarba*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 참갈겨니, 새코

미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 통가리(*Liobagrus andersoni*), 꺾지(*Coreoperca herzi*), 동사리(*Odontobutis platycephala*) 등 12종으로 고유화 빈도는 75.0%로 매우 높았다. 고유화빈도가 높은 수역은 그 수계의

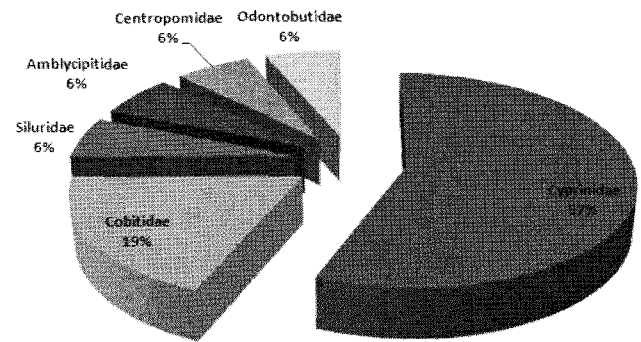


Figure 2. Percentage frequency of family in the Gapeyong Stream

Table 1. The list and individual number of fish collected at the Gapeyong Stream from April, 2006 to August, 2009

Species	2005	2006	2007	2008	2009	Total	R.A.	Remarks
<b>Cyprinidae</b> 잉어과								
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기	45	17	23	4	12	101	9.9	
<i>Pseudopungtungia tenuicarpa</i> 가는돌고기	13		15	11	22	61	6.0	E, e
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	25	20		11	28	84	8.2	E
<i>Hemibarbus mylodon</i> 어름치	5				2	7	0.7	E, N
<i>Gobiobotia brevibarba</i> 돌상어	5	1			3	9	0.9	E, e
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리	1	2		2	6	11	1.1	E
<i>Rhynchocypria oxycephalus</i> 버들치	1					1	0.1	
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니	194	113	110	65	148	630	61.0	E
<i>Zacco platypus</i> 피라미		1		1	3	5	0.5	
<b>Cobitidae</b> 미꾸리과								
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리	1					1	0.1	
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리	9	3	2	1	5	20	1.9	E
<i>Iksookimia koreensis</i> 참종개	1	1				2	0.2	E
<b>Siluridae</b> 메기과								
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기	4					4	0.4	E
<b>Amblycipitidae</b> 통가리과								
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리	9	5			3	17	1.6	E
<b>Centropomidae</b> 꺾지과								
<i>Coreoperca herzi</i> 꺾지	34	23	4	4	12	77	7.5	E
<b>Odontobutidae</b> 동사리과								
<i>Odontobutis platycephala</i> 동사리	2		1			3	0.3	E
No. of Family	6	4	4	3	4	6		
No. of Species	15	10	6	8	11	16		
No. of Individuals	349	186	155	99	244	1033		

E: Korea endemic species, e: Endangered species, N: Natural monument R.A.: Relative abundance (%)

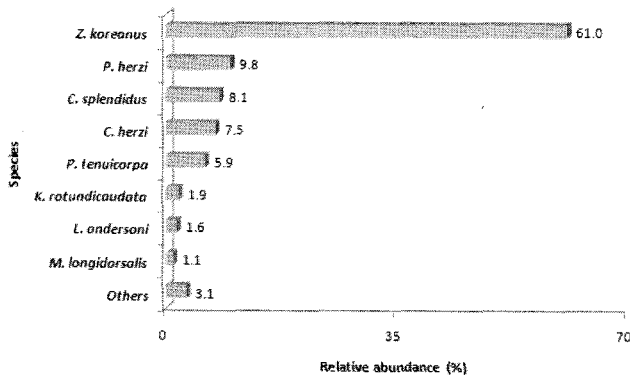


Figure 3. Relative abundance of the fish species collected in the Gapyeong Stream

어류상 특징을 잘 반영하고 있는 것으로 알려져 있는데 (Jeon, 1980) 가평천 상류역은 북한강 수계의 어류상 특징을 잘 반영하고 있는 것으로 판단된다. 이는 수환경의 자연성이 매우 잘 보전되어 있었기 때문인 것으로 생각된다. 멸종위기야생동물 Ⅱ급 종인 가는돌고기와 돌상어 2종(12.5%)가 확인되었고, 천연기념물 제 259호로 지정된 어름치가 2005년부터 2009년도 조사에서 총 7개체가 확인되었다. 참갈겨니가 630개체(61.0%)로 우점종이었으며 돌고기(*Pungtungia herzi*)는 101개체(9.8%)로 아우점종이었다 (Figure 3). 가평천에 서식하는 어류는 총 35과 47종(Nam, 1977)이 기록되어 있어 본 조사 결과가 큰 차이를 나타내었다. 본 조사는 가평천 상류역에 국한되어 조사된 상태이며 1977년 자료는 상류역에서 하류역에 이르는 전 구간에서 조사된 것으로 조사 범위의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 본 조사 수역에서 조사한 2005년에서 2008년까지 조사된 어류상(Choi et al., 2008)은 본 조사 결과와 동일하였다. 2008년 이후 어류상의 변화가 없었는데 이는 조사 수역의 수환경 변화가 없었기 때문인 것으로 판단된다.

2. 군집분석

군집구조의 특성을 나타내는 우점도, 다양도, 균등도 지수는 Table 2와 같다. 우점도 지수는 2007년 0.86의 값으로 가장 높게 분석되었으며 2005년 0.69의 값으로 가장 낮은

값을 나타내었다. 전반적으로 높은 값을 나타내었는데 이는 참갈겨니가 다량 우점하였기 때문이다. 다양도 지수는 2007년 0.94의 값으로 가장 낮은 값을 나타내었고, 1.59의 값을 나타낸 2005년이 가장 높은 값으로 나타났었다. 종다양도 지수는 전반적으로 낮았다. 이는 하천 상류역으로 미소서식지가 다양하지 않았기 때문이다. 균등도 지수는 2005년에 가장 높게 나타났으며 2007년에 가장 낮게 나타났다. 전반적으로 조사 시기에 따른 지수 값의 변동이 크지 않았는데 이는 수환경의 급격한 변화가 없었기 때문인 것으로 판단된다.

3. 참갈겨니의 개체군 분석

1) Length-Weight Relationship

조사 지점에서 우점종으로 서식하는 참갈겨니 개체군의 Length-weight relationship을 분석한 결과 회귀계수 b값이 3.44로 양호한 값을 나타냈다(Figure 4). Length-weight relationship에서 회귀계수 b값이 다른 년도에 비해 크면 비대하다는 것을 뜻하고 이와 반대로 작을 경우 왜소한 경향을 나타낸다고 볼 수 있다. 일반적으로 회귀계수 b값이 3.0 이상일 경우 개체군의 성장이 비교적 양호한 것으로 알려져 있으며 황성호 하방의 참갈겨니 개군체군 b값이 3.21~

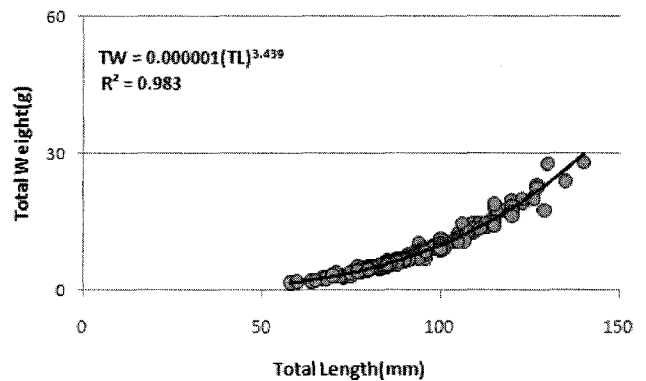


Figure 4. Length-Weight Relationship for *Zacco koreanus* population collected at the Gapyeong Stream from April, 2005 to August, 2009

Table 2. Community indices in each year at the Gapyeong Stream from April, 2005 to August, 2009

Index	Year					
	2005	2006	2007	2008	2009	
Dominance	0.69	0.73	0.86	0.77	0.72	
Species diversity	1.59	1.32	0.94	1.20	1.44	
Evenness	0.59	0.57	0.52	0.58	0.60	

3.35, 상방에서는 2.94~3.37 이었다(Choi *et al.*, 2006). 가평천 상류의 참갈겨니의 생육상태는 현재 매우 양호한 것으로 판단된다. 참갈겨니는 수질이 양호하고 한 여름에도 수온이 높지 않은 수역을 선호하는 종 이므로 본 종의 생육상태는 수질오염, 하천 개수, 수변부 수목 생육 상태, 수온변화, 기후 온난화 등 다양한 요인이 작용할 것으로 판단된다. 따라서 지구온난화에 따른 영향을 파악하기 위해서는 지속적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

2) Condition factor (K value)

참갈겨니 개체군의 비만도를 분석한 결과 비만도기울기 값이 0.004로 양의 값을 보이며 안정된 개체군을 형성하고 있는 것으로 판단된다(Figure 5). Length-weight relationship과 함께 Condition factor (K)는 어류의 건강성 및 개체군 평가에서 광범위하게 사용되어왔다. 높은 비만도는 일반적으로 어류에 있어 풍부한 먹이원 유흥을 반영하는 높은 에너지 축적으로 설명되고 이는 특히 생활하수 및 유기물 오염으로 인한 지역에 서식하는 어류에서 많이 나타나기도 한다(Adams *et al.*, 1992; Colinvaux, 1993). 반면에 영양결핍, 질병 또는 중금속에 의한 수질오염과 같은 경우 어류에 직간접적으로 영향을 주어 결과적으로 낮은 비만도를 보이기도 한다(Möller, 1985; Miler *et al.*, 1992; Adams, 2002). 오염원으로 인한 질병은 어류의 섭식활동을 교란하여 빈약한 먹이섭취를 유도하며 체내에서 면역시스템 내에서 추가적 에너지 소모를 통해 체중감소로 이어져 상대적으로 낮은

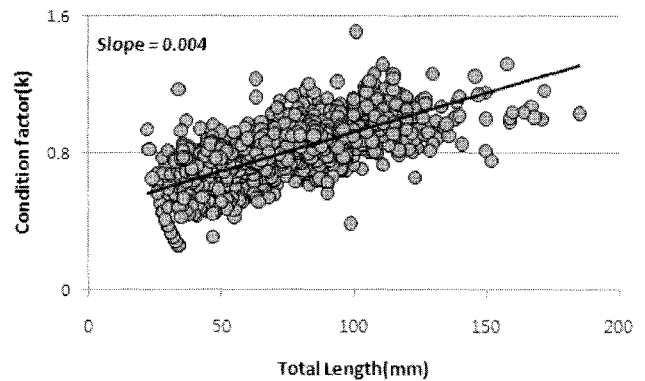


Figure 5. Condition factor (K) for *Zacco koreanus* population collected at the Gapyeong Stream from April, 2005 to August, 2009

비만도를 나타낸다(Sindermann, 1990; Schmitt and Dethioff, 2000). 횡성호 상방의 참갈겨니 비만도기울기는 -0.017~0.05로 낮았고 하방은 0.03~0.07 이었다(Choi *et al.*, 2006). 가평천 상방의 참갈겨니는 횡성호 상방의 개체군에 비해 비만도가 다소 높고 하방에 비해 낮았다. 가평천 상류에서 참갈겨니 개체군의 비만도기울기 값이 양의 값을 나타낸 것은 본 지역이 가평천의 상류에 위치한 곳으로 조사 기간 동안 일정한 유량을 유지할 뿐만 아니라 수환경이 참갈겨니 서식에 적합하였기 때문인 것으로 판단된다. 조사 수역 인근에 펜션과 식당 등이 위치해 있어 생활하수 유입에 따른 유기물의 영향과 휴가철 사람들에 의한 서식처 등

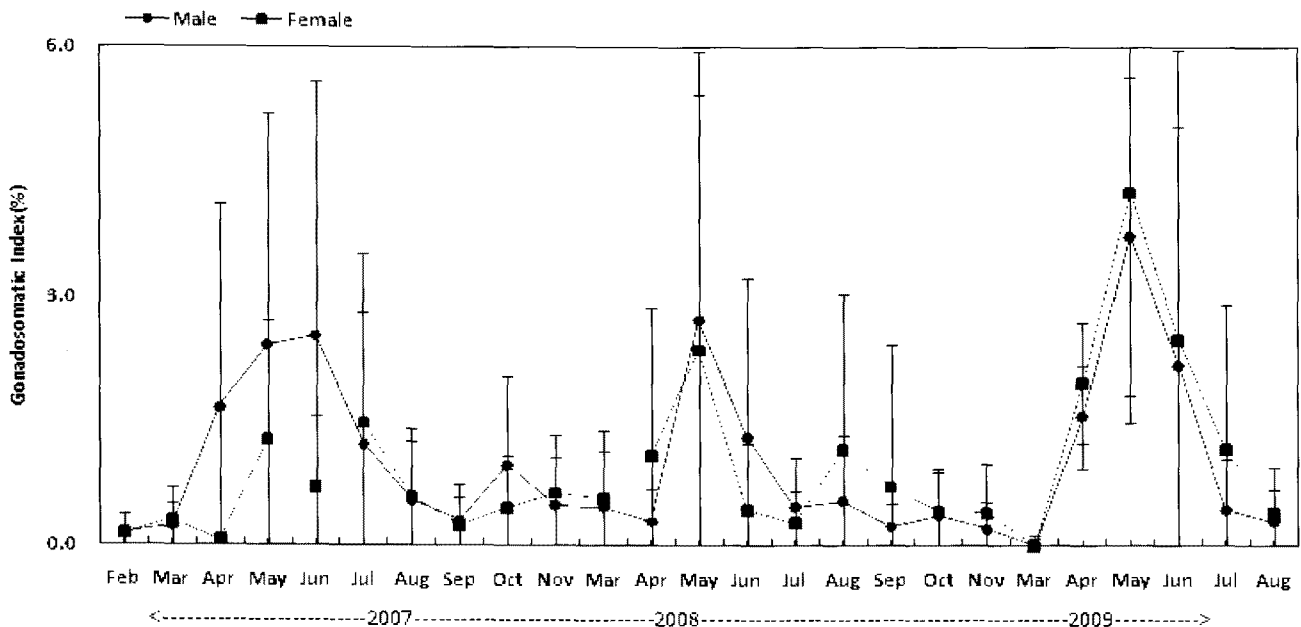


Figure 6. Gonadal-Somatic Index(GSI) for *Zacco koreanus* population collected at the Gapyeong stream from April, 2005 to August, 2009

의 교란이 일어나고 있어 앞으로 지속적인 관찰 및 연구가 필요한 것으로 판단된다.

### 3) Gonadal-Somatic Index (GSI)

북한강 수계 중 수온이 낮고 수환경의 자연성이 매우 잘 보전된 수역에서 우점종으로 출현하는 참갈겨니 개체군의 산란시기를 알아보기 위해 생식소 성숙도를 확인한 결과 Figure 6과 같다. 가평천에 서식하는 참갈겨니 개체군 암수의 생식소 성숙도를 살펴본 결과 매년마다 생식소 성숙도가 5월 중 최고에 달하다 그 이후 하강하는 것으로 보아 가평천에 서식하는 참갈겨니 개체군의 최대 산란시기는 5~6월 사이인 것으로 추정된다. 어류의 생식 활동은 대개 계절적이거나 정해진 주기를 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 이런 생식활동에 영향을 미치는 요인으로는 호르몬분비, 외부의 환경요인(수온, 빛, 서식처 등) 등이 있는데 이중 생식활동에 있어서 가장 큰 요인은 일조시간, 수온 등의 어류의 생식소 성숙에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 기후 온난화로 수온이 일찍 상승하면 산란시기가 빨라질 것으로 추정된다. 따라서 지속적인 모니터링을 통한 지구온난화, 기후변화 등으로 인한 산란 시기의 변화에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 인용문헌

- Adams, S.M.(2002) Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Adams, S.M., W.D. Crumby, M.S. Greeley, Jr. L.R. Shugart and C.F. Saylor(1992) Responsess of fish populations and communities to pulp mill effluents: a holistic assessment. *Ecotoxicology and Environment* 243: 347-360.
- Anderson, R.O. and R.M. Neumann(1996) Length, weight, and associated structural indices. Pages 447-482 in B.R. Murphy and D.W.. Willis, editor. *Fisheries Techniques*, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Bae, Y.J., Y.H. Jin, J.M. Hwang, V.V. Nguyen(2003) Distribution, Habitat Environment, and Conservation of Aquatic Insects from the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea. *Korean J. Natrue* 1(1): 1-25.
- Choi, J.K., S.H. Kim, N. Agung, K.R. Nurul(2008) The Ichthyofauna and Community Analysis Based on Size Class of *Zacco Koreanus* of the Gapyeong Stream. *Korean J. Env. Eco. Annual, Proceeding of the Korean Society of Enviroment and Ecology conference*. pp. 58-61.
- Choi, J.S., S.C. Park, Y.S. Jang, K.Y. Lee, J.K. Choi(2006) Population Dynamics of Korean Chub(*Zacco koreanus*, Cyprinidae) in the Upstream and Downstream of Lake Hoengseong. *Korean J. Env. Eco.* 20(4): 391-399.
- Colinvaux, P.(1993) *Ecology*, Vol. 2. Wiley, New York.
- Jeon, S.R.(1980) Studies on the distribution of fresh-water fishes from Korea. Doctoral thesis of Chungang Univ., 88pp. (In Korean)
- Kim, I.S. and Y.J. Park(2002) *Freshwater Fishes of Korea*. Kyohak Press Co., Seoul, 465pp. (In Korean)
- Kim, I.S.(1997) *Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean*. Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, 518pp. (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 Press Co., Seoul, 515pp. (In Korean)
- Kim, I.S. and E.J. Kang(1993) *Coloured fishes of Korea*. Academy Press Co., Seoul, 477pp. (In Korea)
- Margalef, R.(1958) Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- McNaughton, S.J.(1967) Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature* 216: 114-168.
- Miller, P.A., K.R. Munkittrick and D.G. Dixon(1992) Relationship between concentrations of copper and zinc in water, sediment, benthic invertebrates, and tissues of white sucker(*Catostomus commersoni*) at metal-contaminated sites. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 49: 978-984.
- Möller, H.(1985) A critical review on the role of pollution as a cause of fish disease. Ellis A.E. editor. *Fish and Shellfish Pathology*. Academic Press, New York.
- Nam, M. M.(1997) The Fish Fauna and Community Structure in the Kapyong Stream. *Korean J. Limnol.* 30(4): 357-366. (In Korean with English abstract)
- Nelson, J.S.(2006) *Fishes of the World*(4th ed). John Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E.C.(1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13: 131-144.
- Schmitt, C.J. and G.M. Dethloff(2000) Biomonitoring of environmental status and trends (BEST) program: selected methods for monitoring chemical contaminant and their effects in aquatic ecosystem. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Information and Technology Report, SGS/BRD/ITR-2000-2005.
- Sindermann, C.J.(1990) *Principle disease of marine fish and shellfish*. 2nd ed. Vol. 1. Academic Press, New York.