

국립공원에 서식하는 참갈겨니의 전장-체중 상관관계 - 소백산, 속리산, 가야산국립공원을 대상으로 -

이 승 록 · 박 세 권¹ · 주 현 수^{1,*}

국립공원관리공단 국립공원연구원, ¹서남대학교 의과대학

Length-weight Relationship for *Zacco koreanus* in the National Park of Korea - A case of Sobaeksan, Songnisan and Gayasan -

Seung-Rok Lee, Se-Kwon Park¹ and Hyun-Soo Joo^{1,*}

National Park Research Institute, Korea National Park Service, Namwon 590-811, Korea

¹College of Medicine, Seonam University, Namwon 590-711, Korea

Abstract - Population characteristics of *Zacco koreanus* were investigated at 4 stations in three National Parks of Korea from April to October 2012. Total length ranged 47 mm ~ 160 mm and weight ranged 0.50 ~ 41.50 g. Parameter b values in length-weight relationships ranged 2.883 ~ 3.497, which represent favorable conditions for habitation. Condition factor (K) had the range from 0.689 to 1.012. In relationships with sympatric fishes, the length-weight relationship (b) revealed inverse proportion to the number of species and populations. It is suggested that these differences resulted from the various factors including sympatric fishes, water temperature, seasonal changes, and surveyed stations.

Key words : National Park, *Zacco koreanus*, length-weight relationship

서 론

하천생태계의 변화는 담수어류의 생존에 직접적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Son *et al.* 1997; Ecoutin 2005; Abdoli 2008). 하천 주변지역의 인구증가, 하천보수, 골재채취는 하천오염을 증가시키고 하천 생태계를 교란시켜 과거 어류상보다 어종이 현저히 감소하는 현상의 원인이 되고 있다(Chae *et al.* 1998; Kim *et al.* 2002).

이러한 수환경 변화에 따른 어류의 변화 예측과 개체군 파악을 위해 활용되는 전장-체중 상관관계 연구는

다양한 종을 대상으로 광범위하게 이루어지고 있다(Choi *et al.* 2006).

참갈겨니와 동일 속(family)에 속하는 갈겨니 *Zacco temminckii*는 잉어목(Cypriniformes) 잉어과(Cyprinidae) 피라미속(*Zacco*)에 속하며 강원도의 동해로 흐르는 하천을 제외한 우리나라 전체 담수역과 일본, 중국에 분포한다(Kim 1997; Youn 2002). 갈겨니에 대한 연구는 Mori (1936)와 Uchida (1939)에 의해 선행되었다. 이후 Lee *et al.* (1987)은 갈겨니 2형의 핵형에 관한 지리적변이를 연구하였고 Lee and Hyun (1987)은 DNA를 이용한 연구를 수행하였다. 최근에 Kim *et al.* (2005)은 국내 갈겨니를 2종으로 보고하면서 참갈겨니 *Zacco koreanus*를 신종으로 발표하였다.

* Corresponding author: Hyun-Soo Joo, Tel. 063-620-0382, Fax. 063-620-0301, E-mail. ecojoo3846@hanmail.net

본 종은 수서곤충을 섭식하는 계류성 어종으로 개체수가 많아 충분한 개체군을 쉽게 확보할 수 있기 때문에 국내 중상류 하천의 수환경 평가에 유용하게 활용되고 있다(Seo 2005; Choi *et al.* 2006). 선행연구는 호소, 하천, 계곡에 서식하는 갈겨니(Seo 2005), 참갈겨니(Choi *et al.* 2006; Choi *et al.* 2011a), 금강모치(Choi *et al.* 2007), 열목어(Byeon 2011), 피라미(Choi *et al.* 2011b)를 대상으로 이루어졌다. 하지만 대부분의 연구가 호소환경과 하천상류 단일조사지점이고 일정시기에 한정되어 있어 지역과 시기별 변화에 따른 전장-체중 상관관계 변화를 포괄적으로 파악하기 어렵다. 또한 국립공원지역과 같이 인위적인 교란이 비교적 적은 하천을 연구 대상으로 실시한 연구는 전무하다.

따라서 본 연구는 소백산, 속리산, 가야산국립공원의 4개 지점을 대상으로 국립공원 공원자원모니터링을 시행하면서 포획된 참갈겨니 *Z. koreanus*의 월별 자료를 기초로 개체군의 전장-체중 상관관계를 밝히고 동서어류상을 연구하여 집단 내 경쟁과 서식실태를 논의하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구지점

소백산, 속리산, 가야산국립공원의 하천수계를 대표하는 지역을 중심으로 4개의 연구지점을 선정하였다. 행정구역은 다음과 같다.

- St. 1: 경상북도 영주시 단산면 좌석리(소백산국립공원)
- St. 2: 충청북도 괴산군 청천면 화양리 화양3교(속리산국립공원)
- St. 3: 충청북도 보은군 내속리면 사내리 범주사 앞(속리산국립공원)
- St. 4: 경상남도 함천군 가야면 구원리 칠성대(가야산국립공원)

2. 연구 방법

어류상 조사는 2012년 4월부터 10월까지 연구지점별

로 7회씩 실시하였다. 투망(망목 5 mm×5 mm), 족대 및 유인어망을 이용하여 채집하였다. 종 동정 후 현지 방류하였고 채집된 어류는 Kim(1997)과 Youn(2002), Kim *et al.* (2005)에 따라 동정하였다. 분류체계는 Nelson(2006)에 따랐다. 일부 개체의 참갈겨니는 전장-체중 상관관계와 비만도를 파악하기 위해 현장에서 10% 포르말린으로 고정하고 실험실로 운반하여 전장과 체중을 측정하였다. 분석에는 다음 식을 적용하였다.

전장-체중 상관관계

$$W=aL^b \text{ (Anderson and Gutreuter 1983)}$$

W=total weight (g), L=total length (mm),

a와 b=parameters

비만도 분석 (Condition factor, K)

$$K=W/L^3 \times 10^5 \text{ (Anderson and Neumann 1996)}$$

결 과

1. 전장-체중 상관관계

어류의 전장과 체중을 활용한 연구는 개체군의 변화, 어류자원의 관리, 건강성 등의 연구분야에서 폭넓게 이용되고 있다(Ecoutin *et al.* 2005; Nowak *et al.* 2009).

본 연구대상 어류인 참갈겨니의 전장-체중 상관관계에서 매개변수 b값은 St. 1(소백산)에서 3.254, St. 2(속리산)에서 3.177, St. 3(속리산)에서 3.275, St. 4(가야산)에서 3.161으로 각각 나타났다(Table 1).

3.0 이상의 매개변수 b값은 어류 집단의 성장이 비교적 양호하다고 주장하고 있다(Anderson and Gutreuter 1983; Jones *et al.* 1999; Seo 2005; Choi *et al.* 2007). 하천에 서식하는 참갈겨니 *Zacco koreanus*의 전장-체중 상관관계에서 얻어진 매개변수 b값은 3.15~3.58로 나타났으며(Choi and Kim 2004; Seo 2005; Choi *et al.* 2006), 이들의 결과는 본 연구 결과의 b값과 유사하게 나타났다.

오염이 없고, 낚시가 금지되어 있으며, 인간의 간섭이

Table 1. Comparison of total length-weight relationship (b) for *Zacco koreanus* from surveyed station

Station	Length-Weight relationship (b)							Mean
	April	May	June	July	August	September	October	
St. 1	3.497	3.297	3.324	3.254	3.361	3.095	2.950	3.254
St. 2	3.367	3.348	3.089	3.086	3.227	3.177	2.945	3.177
St. 3	3.302	3.132	3.265	3.394	3.139	3.204	3.489	3.275
St. 4	3.238	3.274	3.217	3.043	2.883	3.000	3.474	3.161

Table 2. Comparison of condition factor (*K*) for *Zacco koreanus* from surveyed station

Station	Condition factor (<i>K</i>)							Mean
	April	May	June	July	August	September	October	
St. 1	0.803	0.877	0.844	0.828	0.765	0.800	0.792	0.816
St. 2	0.762	0.859	0.824	0.839	0.798	0.765	0.811	0.808
St. 3	0.921	0.945	0.843	0.795	0.774	0.703	0.689	0.810
St. 4	1.012	0.985	0.971	0.891	0.815	0.809	0.831	0.902

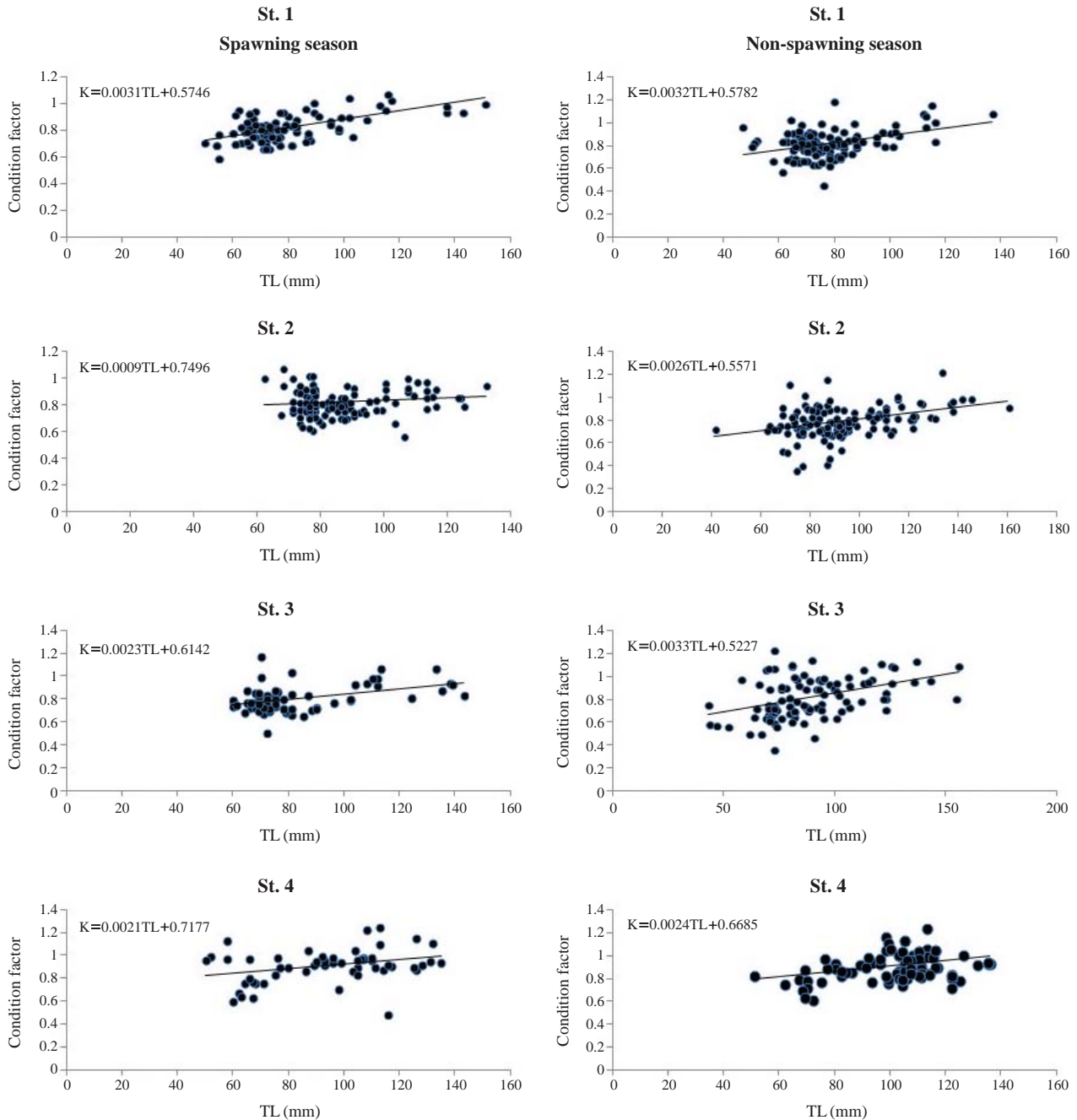


Fig. 1. Condition factor (*K*) gradient of spawning and non-spawning season from surveyed station.

없어 오염의 가능성이 적은 국립공원지역이 그렇지 않은 지역에 비해 어류의 성장상태가 좋은 것으로 알려져 있으나(Abdoli *et al.* 2008), 본 연구의 대상지인 국립공원과 국립공원 외 지역인 선형연구를 비교한 결과 성장상태에서 큰 차이는 없었다. 이러한 결과는 연구대상 어종인 참갈겨니의 주요 서식 장소가 인위적인 오염원이 적고 깨끗한 상류수계를 선호하는 생태적 특성에 따른 결과로 생각된다.

월별 매개변수 b 값은 St. 1과 St. 2의 경우 6월과 7월에 약간 감소하였다가 8월에 증가하고 9월과 10월에 다시 감소하는 경향을 보였고, St. 3과 St. 4는 동일하지 않았으나 전반적으로 7월을 제외하고 8월까지 감소하였다가 9월과 10월에 다시 증가하는 경향을 보였다(Table 1). 이러한 결과는 계절변화와 조사지점의 서식환경 차이에 의한 것으로 판단되며, Nowak *et al.* (2009)은 동일 중에서도 지역적인 수온, 계절, 조사시기에 따라 전장-체중 상관관계에 차이가 나타난다고 하였다.

2. 비대지수 (Condition factor, K)

Condition factor (K)는 개체군의 건강성 평가에 사용된다. 높은 K 값은 어류의 에너지 축적과 서식지의 먹이원 이용을 반영하며, 수질오염 등은 어류에 영향을 주어 낮은 K 값으로 반영된다(Seo 2005; Chae *et al.* 2006; Choi *et al.* 2011). 체형, 산란기, 먹이섭이, 서식환경, 건강상태에 따라 K 값은 차이를 보이고 환경변화에 따른 먹이원의 감소는 어류의 먹이활동을 감소시켜 낮은 K 값을 초래한다(Han *et al.* 2007).

본 연구에서 대상 어류인 참갈겨니의 K 값은 0.689~1.012의 범위에서 나타났다(Table 2). 참갈겨니의 평균 K 값을 지점별로 비교하면 St. 4에서 0.902로 가장 높았고 St. 2에서 0.808로 가장 낮았다. 안동호를 대상으로 한 연구(Han *et al.* 2007)에서 참갈겨니와 동일 속(family)에 속하는 피라미 *Zacco platypus*의 K 값을 0.778로 참갈겨니보다 다소 낮은 수치로 보고한 바 있다. 월별 K 값은 St. 4를 제외하고 5월이 가장 높았고 St. 3을 제외하고 산란시기인 8월까지 지속적으로 감소하였다가 9월과 10

월에 약간 증가하는 추세를 보였다(Table 2).

산란기와 비산란기 개체군의 K 값 기울기는 0.0009~0.0024로 나타났으며 양의 값을 보였다(Fig. 1).

Choi *et al.* (2006)의 연구에서는 10월 이후 낮아진 수온에 의해 먹이활동이 감소하여 참갈겨니의 K 값이 낮아진다고 하였고 Choi *et al.* (2011a)의 연구에서 횡성호 상류 개체군보다 가평천 상류의 개체군이 참갈겨니 서식에 적합한 수환경이 유지되어 K 값 기울기는 양의 값을 보인다고 하였다.

본 연구에서 월별 K 값은 4~7월보다 8~10월에 비교적 낮았고 전체적으로 양의 기울기를 보여 선형연구와 유사하였다. 이는 본 연구지점이 모두 국립공원의 상류에 위치하여 참갈겨니 서식에 가장 적합한 환경에 해당되어 유사한 결과를 보인 것으로 판단된다.

3. 전장비교

갈겨니는 부화 후 만 1년이 되면 60~70 mm, 2년이면 100~120 mm, 3년 이상이면 140~160 mm까지 자라며 5년 이상 자라면 200 mm가 넘는다(Uchida 1939; Kim 1997). 본 연구에서 참갈겨니는 만 1년생과 2년생의 개체수가 각각 124개체와 139개체로 가장 많았고 1년 미만의 치어와 만 1년생의 개체는 St. 1이 14개체와 71개체로 가장 많아 전체 연구지점에서 치어의 서식에 가장 양호한 지점으로 확인되었다. 평균전장과 체중의 범위는 77~98 mm와 4.65~10.06 g이었다. 지점별로는 치어가 가장 많은 St. 1이 77 mm, 4.65 g으로 가장 낮았고 3년생 이상이 69개체로 가장 많았던 St. 4가 98 mm, 10.06 g으로 가장 높았다(Table 3). 1년생 이상(60 mm~)의 비율은 St. 1이 가장 높았고 2년생 이상(100 mm~)의 비율은 St. 4가 가장 높았다. 계절별로는 봄, 여름, 가을에 71~80 mm 크기의 참갈겨니가 가장 우점하는 것으로 확인되었다.

4. 동서어종과 전장-체중 상관관계 비교

연구 기간 동안 총 3목 5과 12속 14종 2,257개체의 어류가 확인되었다(Table 4). 전체 연구지점에서 버들치

Table 3. Comparison of length for *Zacco koreanus* from surveyed station

Station	41~ 60 mm	61~ 70 mm	101~ 120 mm	141~ 160 mm	200 mm ~	Total length (mm)			Total weight (g)		
						Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
St. 1	14	71	18	5	0	47	151	77	0.90	34.80	4.65
St. 2	1	15	39	8	0	41	160	89	0.50	37.50	6.77
St. 3	7	23	13	9	0	43	156	87	0.50	41.50	6.92
St. 4	6	15	69	7	0	50	136	98	1.10	25.40	10.06

Table 4. The list of fishes collected at all surveyed stations

Scientific names	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
Order Cypriniformes				
Family Cyprinidae				
<i>Acheilognathus signifer</i>		23		
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>		1		
<i>Hemibarbus longirostris</i>		24		
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>		65		
<i>Microphysogobio yaluensis</i>		1		
<i>Pseudogobio esocinus</i>		10		
<i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i>		39		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	116	5	24	53
<i>Zacco platypus</i>		175	4	
<i>Zacco koreanus</i>	199	1,089	265	116
Family Cobitidae				
<i>Iksookimia koreensis</i>		2	14	
Order Siluriformes				
Family Amblycipitidae				
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>		1		
Order Perciformes				
Family Centropomidae				
<i>Coreoperca herzi</i>		3		
Family Odontobutidae				
<i>Odontobutis platycephala</i>	6	8	13	1
No. of species	3	14	5	3
No. of individuals	321	1,446	320	170
Total of parameter b	3,299	3,202	3,362	3,232

Bold: species of the same microhabitat with *Zacco koreanus*

Rhynchocypris oxycephalus, 피라미 *Z. platypus*, 참갈겨니는 동서하였고 가장 다양한 어류가 출현한 곳은 St. 2 (14종 1,446개체)이었다. 지점별 전장-체중 상관관계에서 매개변수 b값은 종수와 개체수가 가장 많은 St. 2에서 3.202으로 가장 낮았고 종수와 개체수가 적은 St. 3에서 3.362로 가장 높았다. 참갈겨니와 동서하는 버들치 *R. oxycephalus*가 가장 많은 St. 1은 3.299이었고 피라미가 가장 많이 동서하는 St. 2는 3.202로 가장 낮았다. 비교적 적은 개체가 동서하는 St. 3과 St. 4에서는 각각 3.362, 3.232이었다 (Table 4). 종합해 보면, 종수와 개체수가 많을수록, 많은 개체의 버들치와 피라미가 동서 할수록 매개변수 b값은 낮았다. 이러한 결과를 통해 어종의 개체수와 종수, 상류수계에 동서하는 버들치, 피라미의 개체수에 따라 매개변수 b값은 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 추가적인 연구를 통한 비교가 필요하겠지만 다양한 연구지점에서 단일종을 대상으로 한 상관관계 분석보다는 다양한 종에 대한 전장-체중 상관관계의 비교·분석이 필요할 것으로 사료된다.

고 찰

본 연구는 공원 구역내 서식하는 참갈겨니의 개체군 특성 파악을 위해 수행되었다.

어류의 전장-체중 상관관계 분석을 위한 어류의 생체량 측정은 다양한 종을 대상으로 광범위하게 이루어지고 있다. 선행연구에서 감천 갈겨니의 b값은 3.35 (Seo 2005)이었고 황성호 참갈겨니의 하류 b값은 3.21~3.35, 상류 b값은 2.94~3.37이었다 (Choi *et al.* 2006). 안동호 피라미의 b값은 3.25 (Han *et al.* 2007)이었고 가평천 상류 참갈겨니의 b값은 3.44이었다 (Choi *et al.* 2011a). 탄천 피라미의 개체군의 b값은 3.29이었다. 종별로 구분하면 갈겨니는 3.35, 참갈겨니 2.94~3.44, 피라미 3.25~3.29의 범위에 있었다. 이 연구결과와 본 연구의 연구지점인 소백산, 속리산, 가야산의 4개 지점에 갈겨니를 비교하여 고찰하였다. 연구지점별 매개변수 b값은 St. 1 (2.950~3.497), St. 2 (2.945~3.367), St. 3 (3.132~3.489), St. 4 (2.883~3.474)이었다. 하천에 서식하는 참갈겨니의 매개변수 b값은 3.15~3.58이었는데 국립공원에서도 유사한 결과를 보였다. 하지만 St. 1과 St. 2는 10월에 2.950과 2.945로 3.0 이하의 낮은 값을 보였고 St. 4에서는 8월에 2.883으로 가장 낮은 값을 보였다. b값은 오염이 적은 국립공원지역이 그렇지 않은 지역에 비해 어류의 성장이 좋아 높을 것으로 추정하였지만 연구결과 유사하거나 약간 낮은 것으로 확인되었다. b값은 동서중, 계절변화, 수온, 조사지점에 따라 차이를 보이는 것으로 판단된다. 반면 K값의 기울기는 선행연구와 동일하게 양의 값을 보였다.

개체군의 평균전장크기는 77~98 mm이었다. 황성호 상·하류에 서식하는 참갈겨니의 전장크기 비교에서 상류지역의 평균전장은 50~95 mm, 하류지역의 평균전장은 40~85 mm라고 하였고 하류와 다르게 상류지역은 전장크기에 큰 변화를 보이지 않는다고 하였다 (Choi *et al.* 2006). 본 연구와 비교 결과, 전장크기는 황성호의 상류지역과 유사한 결과를 보였다. 하류지역과의 비교연구가 필요하겠지만 선행연구의 결과로 추측할때 공원 외 하류지역의 개체군에 전장크기는 상류보다 작을 것으로 추정된다.

동서어종과 전장-체중 상관관계 비교에서는 종수와 개체수가 가장 많은 곳에서 낮은 b값을 보였다. 또한 개체수가 유사하더라도 피라미와 버들치의 개체수가 많은 지점에서는 b값은 낮아지는 경향을 보였다.

적 요

2012년 4월부터 10월까지 국립공원 4개 지점에서 참갈겨니 개체군 특징을 조사하였다. 각 조사지역에서 전장과 체중의 범위는 47~160 mm와 0.50~41.50 g이었다. 전장-체중 상관관계에서 매개변수 b 값의 범위는 2.883~3.497로 나타나 서식환경은 비교적 양호한 것으로 나타났다. 비대지수(K)의 범위는 0.689~1.012이었고, 기울기는 0.0009~0.0024의 범위로 모두 양의 값을 보였다. 참갈겨니 개체군과 동서어종과의 관계에서 매개변수 b 값은 종수와 개체수에 반비례하는 것으로 나타났다. 결과적으로 국립공원에 서식하는 참갈겨니 개체군은 동서어종, 수온, 계절변화, 조사지점의 변화 같은 다양한 요인에 의해 b 값과 비대지수에 차이를 보이는 것으로 추측된다.

사 사

본 연구는 국립공원관리공단이 실시한 2012년 국립공원 공원자원모니터링 사업에 의해 수행된 결과이다. 본 연구 수행에 있어서 현장조사 및 자료정리에 많은 도움을 주신 윤창호 박사께 감사드립니다. 또한 현장출입 및 모니터링에 도움을 주신 소백산국립공원의 서상원 님, 속리산국립공원의 김용훈 님, 가야산국립공원의 전세근 님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Abdoli A, P Rasooli and H Mostafavi. 2008. Length-weight relationships of *Capoeta capoeta capoeta* (Gueldenstaedt, 1772) in the Gorganrud River, South Caspian Basin. *J. Appl. Ichthyol.* 24:96-98.
- Anderson RO and RM Neumann. 1996. Length, weight and associated structural indices. pp. 447-482 In *Fisheries Techniques*, 2nd edition (Murphy BR and DW Willis eds.). American Fisheries Society, Bethesda. Maryland.
- Anderson RO and SJ Gutreuter. 1983. Length weight and associated structural indices. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society. Bethesda. Maryland. pp. 283-300.
- Byeon HK. 2011. The Characteristic of Fish Fauna and *Brachymystax lenok tsinlingensis* Individuals in the Bonghwa-gun, Korea. *J. Env. Eco.* 25:878-886.
- Chae BS, MM Yang and HJ Yang. 1998. Fish Community Structure in the Yonggang River, Nakdong River System, Korea. *Korean. J. Ichthyol.* 10:67-76.
- Choi JK, CR Jang and HK Byeon. 2011a. The Fish Fauna and Population of *Zacco koreanus* in the Upper Region of Gapyeong Stream^{1a}. *Korea. J. Env. Eco.* 25:65-70.
- Choi JK, CR Jang and HK Byeon. 2011b. The Characteristic of Fish Fauna by Habitat Type and Population of *Zacco platypus* in the Tan Stream^{1a}. *Korea. J. Env. Eco.* 25:71-80.
- Choi JS and JK Kim. 2004. Ichthyofauna and Fish Community in Hongcheon river, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 18:446-455.
- Choi JS, JK Kim, YS Jang, KY Lee and JY Lee. 2007. Change of Length-weight relationship and factor of Kungang fat minnow (*Rhynchocypris kumgangensis*) on turbid water. *Journal of Environmental Research* 4:11-22.
- Choi JS, SC Park, YS Jang, KY Lee and JK Choi. 2006. Population Dynamics of Korean Chub (*Zacco koreanus*, Cyprinidae) in the Upstream and Downstream of Lake Hoengseong. *Korea. J. Env. Eco.* 20:391-399.
- Ecoutin JM, JJ Albert and S Trape. 2005. Length-weight relationships for fish populations of a relatively undisturbed tropical estuary: The Gambia. *Fisheries Research* 72:347-351.
- Ferreira S, R Sousa, J Delgado, D Carvalho and T Chada. 2008. Weight-length relationships for demersal fish species caught off the Madeira archipelago (eastern-central Atlantic). *J. Appl. Ichthyol.* 24:93-95.
- Han SC, HY Lee, EW Seo, JH Shim and JE Lee. 2007. Fish Fauna and Weight-Length Relationships for 9 Fish Species in Andong Reservoir. *Journal of Life Science* 17:937-943.
- Jones RE, RJ Petrell and D Pauly. 1999. Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering* 20:261-276.
- Kim IS. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea Vol. 37 Freshwater Fishes. The Ministry of Education. 629 pp.
- Kim IS, MK Oh and K Hosoya. 2005. A New Species of Cyprinid Fish, *Zacco koreanus* with Redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea. *Korean. J. Ichthyol.* 17:1-7.
- Kim IS, Y Choi, CL Lee, YJ Lee, BJ Kim and JH Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohaksa. 615 pp.
- Kim SH, CH Youn and HS Joo. 2002. Freshwater Fish Fauna in the Seomjin River, Gokseong-gun, Korea. *Korean. J. Environ. Bio.* 20:152-157.
- Lee HY and SL Hyun. 1987. Evolutionary Study on the Dark Chub (*Zacco temminckii*) V. Geographical Variation on The Karyotypes Between Two Allelotypes. *Korean J. Genetics.* 10:93-99.
- Lee HY, SY Yang, CS Chang and CS Park. 1989. Evolutionary

- Study on The Dark Chub (*Zacco temminckii*) VIII. Mitochondrial DAN Analysis of The Subfamily Danioninae (Pisces, Cyprinidae). Korean J. Genetics. 11:175-187.
- Mori T. 1936. Studied on the Geographical distribution of freshwater fishes in eastern asia. Professor of Zoology, the Preparatory Department of Keijo Imperial University, Japan. 88 pp.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley & Sons Inc., New York. 601 pp.
- Nowak M, W Popek, W Jagusiak, S Deptula, J Popek, K Tatoj, K Kleczar and P Epler. 2009. Weight-length relationships for three fishes (*Leuciscus leuciscus*, *Phoxinus phoxinus*, *Salmo trutta*) from the Strwiaz River (Dniester River drainage). Arch. Pol. Fish. 17:313-316.
- Seo JW. 2005. Fish Fauna and Ecologica Characteristics of Dark Chub (*Zacco temminckii*) Population in the Mid-upper Reigion. Korean J. Limnol. 38:196-206.
- Son YM, HB Song, HK Byeon and JS Choi. 1997. Study on the Dynamics of Fish Community in the Lake Paldang. Korean. J. Ichthyol. 9:141-152.
- Uchida K. 1939. The fishes fo Tyosen. Part I. Numatognathi, Eventognathi. Bull. Fish Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen, No. 6, 458 (in Japanese).
- Youn CH. 2002. Fishes of Korea with pictorial key and systematic list. Academy. 747 pp.

Received: 23 May 2013

Revised: 15 June 2013

Revision accepted: 17 June 2013