

금강에 서식하는 참몰개 *Squalidus chankaensis tsuchigae* (Cyprinidae)의 생태 특성¹

변화근^{2*} · 윤민호²

Ecological Characteristics of *Squalidus chankaensis tsuchigae* (Cyprinidae) in Geum River, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}, Min-Ho Yoon²

요 약

참몰개(*Squalidus chankaensis tsuchigae*)의 개체군 생태 특성을 연구하기 위해 2013년 3월부터 11월까지 금강에서 조사하였다. 본 종은 하천 중류에 분포하며 하상구조는 주로 큰 돌과 모래로 이루어져 있었다. 서식지 수심은 30~60 cm 이었고 유속은 2.27~4.88 cm/sec 상태를 유지하고 있었다. 암수의 성비는 1 : 0.86 이었고 산란시기는 6~7월로 수온은 25~26℃ 이었다. 만 2년생 이상부터 성적 성숙이 이루어지기 시작했다. 전장이 40~69mm의 집단은 만 1년생, 71~89mm의 집단은 만 2년생, 90mm 이상은 만 3년생으로 추정되었다. 포란수는 평균 2,219개 이었고 성숙란의 직경은 0.64~0.98(평균 0.85±0.042)mm 이었다. 전장과 체중 관계식은 $BW=0.0002TL^{2.81}$ 로 상수 a는 0.0002을, 매개변수 b는 2.81 이었고, 건강도는 평균 1.06 이었다. 먹이생물은 남조류(Cyanophyta), 녹조류(Chlorophyta), 규조류(Bacillariophyta), 갑각류(Crustaceae), 요각류(Copepoda), 선충류(Nematoda), 구두동물(Actinocephala), 수서곤충(Aquatic insect)에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 노린재목(Hemiptera), 파리목(Diptera), 날도래목(Trichoptera), 태형동물(Brtozoa) 피후강(Phylactolaemata)에 속하는 큰빛이끼벌레(Pectinatella) 등 이었다. 식성은 잡식성이었으며 식물성은 부착성이며 사상체를 형성하는 조류(Algae)가 대부분을 차지하였고 동물성은 깔다구(Chironomidae) 유충을 주로 섭식하였다.

주요어: 산란시기, 성비, 포란수, 위내용물

ABSTRACT

The population ecology (Ecological characteristics) of *Squalidus chankaensis tsuchigae* were investigated at Geum River from March to November, 2013. This species inhabited midstream of the river where was mostly covered with cobble and sand. The depth of the habitat was 30~60 cm and velocity of stream was 2.27~4.88 cm/sec. The sex ratio of female to male was 1 : 0.86. They were sexually mature when they were over two years of age. The spawning period was from June to July with water temperatures from 25℃ to 26℃. Sexually matured individuals appeared over the two year of age. Frequency analysis of total length indicated that the group with 55 ~ 70 mm in total length was one year old, the 71 ~ 90 mm was two years old, and the group over 91 mm was three years old. The average number of eggs in the ovaries was estimated as 2,219 per matured female. The number of matured eggs size in ovaries was 0.64~0.98 (mean: 0.85) mm. Calculation length-weight relation of *S. chankaensis tsuchigae* show the value of constant a as 0.0002 and b as 2.81, and condition factor (K) was

1 접수 2016년 9월 6일, 수정 (1차: 2016년 10월 24일), 게재확정 2016년 10월 25일

Received 6 September 2016; Revised (1st: 24 October 2016); Accepted 25 October 2016

2 서원대학교 생물교육과 Dept. of Biology Education, Seowon Univ., Chungju 28674, Korea

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-43-299-8405, Fax: +82-43-299-8400, E-mail: cottus@seowon.ac.kr

1.06 on average. The stomach contents were Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Crustaceae, Copepoda, Nematoda, Actinocephala, and Ephemeroptera, Hemiptera, Diptera, and Trichoptera that belong to Aquatic insect, and dormant bud of *Pectinatella* that belongs to Phylactolaemata. The diet of *S. chankaensis tsuchigae* was omnivorous, mainly vegetable feed on attached algae (filament form), and mainly animality feeded on benthic invertebrates such as Chironomidae larvae.

KEY WORDS: SPWNING PEIOD, SEX RATIO, NUMBER OF IN THE OVARY, STOMACH CONTENT

서론

참물개(*Squalidus chankaensis tsuchigae*)는 잉어목(Cypriniformes) 잉어과(Cyprinidae) 모래무지아과(Gobioninae) 물개속(*Squalidus*)에 속하는 담수어류이다. Jordan and Hubbs (1925)는 평양에서 처음으로 채집된 표본에 대하여 *Ganthopogon tsuchigae*로 기재하였으나 Mori (1935)는 *Leucogobio coreanus*를 *Ganthopogon tsuchigae*의 동종이명으로 간주하였고 Uchida (1939)도 이들을 동일종이며 표본의 크기에 따라 달리 명명되었다고 하여 동일종으로 처리하였다. 그러나 Kim and Lee (1984)는 Banarescu and Nalbant (1973)에 따라 한국산 물개속 어류의 표본을 검토한 후, 일부 집단만이 *Squalidus chankaensis tsuchigae*로 동정되어 별종으로 보고하였고, 참물개는 물개(*Squalidus japonicus coreanus*) 보다 측선 비늘수가 많고 체고가 낮으며 안경의 1/2이상 긴 입수염을 가진 형질로 두 아종을 구분하였다 (Kim, 1997). 본포는 Kim (1997)이 대동강(평양), 한강, 금강(논산, 공주), 동진강, 낙동강(양산, 안동), 섬진강(곡성, 임실) 등에 분포하는 것으로 기록하였다. 그 외 정자 미세구조와 계통학적 연구(Kim *et al.*, 1998), 핵형분석(Lee, 2004), 골격형태(Lee, 2011) 등의 연구가 이루어져 왔다. 본 종은 한국고유종으로 분류학적 연구와 형태학적 연구는 지속적으로 이루어져 왔으나 생태적 연구는 거의 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 참물개를 대상으로 서식지 환경, 산란시기, 포란수와 난의 크기, 성장도, 식성 등을 조사하여 생태적 특징을 밝혀 본 종의 자원 증식과 보전을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

연구방법

현장 조사는 2013년 3월부터 11월까지 월별로 금강 중류인 충청북도 옥천군 동이면 우산리에서 실시하였다(Figure 1). 참물개 서식지에서 유폭(수면폭), 수심, 하상구조, 유속(FP-101로 측정) 등을 조사하였고, 하상구조는 Cummins

(1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다. 수온의 측정은 봉상 알콜 온도계를 사용하였고 모든 측정은 정오를 기준으로 실시하였다. 어류 채집은 족대(망목: 5mm × 5mm)와 투망(망목: 7mm × 7mm)을 사용하였으며 채집된 표본들은 현장에서 10% 포르말린액에 고정하여 사용하였고 식성 조사용 채집물은 현장에서 포르말린 30%로 고정하여 사용하였다. 종 동정은 Kim and Lee (1984), Kim (1997), Kim *et al.* (2005) 등의 검색표를 이용하였다. 성비 조사를 위한 암수의 구분은 해부 후 생식소를 확인하였다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장 범위의 조사를 위하여 6~7월에 채집한 개체를 대상으로 체장별 암·수의 생식소 성숙도를 조사하였다. 산란시기를 조사하기 위하여 월별로 암·수의 체중과 생식소 무게를 0.01 g 단위까지 측정하여 생식소 지수(Gonadosomatic index)를 구하였다. 포란수를 조사하기 위하여 7월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 7.0% 이상이고 체장이 80mm 이상인 12개체를 선택하여 각각 난의 수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 7월에 채집된 개체의 난을 광학현미경 상에서 마이크로미터를 이용하여 측정하였다. 연령조사를 위하여 6, 7월에 채집한 전 개체의 전장을 Caliper (1/20mm)로 측정하였고, Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하였다. 주어진 환경의 차이에 따른 참물개의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 전장-체중과의 관계와 비만도를 산란시기인 6, 7월에 채집된 개체를 대상으로 조사하였다. 전장-체중과의 관계는 Anderson and Gutreuter (1983)을 ($W=aTL^b$ (W : weight, TL : Total length, a, b : parameter)), 비만도는 Anderson and Neumann (1996)을 ($K=W/TL-3 \times 105$ (W : weight, TL : Total length)) 따랐다. 식성을 조사하기 위하여 각 계절에 채집된 개체들 중 각각 10개체 씩 선택하여 위를 절개하여 그 내용물을 조사하였다. 소화관 조사 대상 개체는 먹이 섭취로 위가 충만한 개체에 국한하여 실시하였다. 소화관 내용물의 토출을 막기 위해 채집 즉시 30% 포르말린에 고정시켰고 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경을 사용하여 검경하였으며 소화관 내용물은 Mizuno (1976), Yoon (1995), Won *et al.* (2008)

등의 도감에 의거하여 동정하였다.

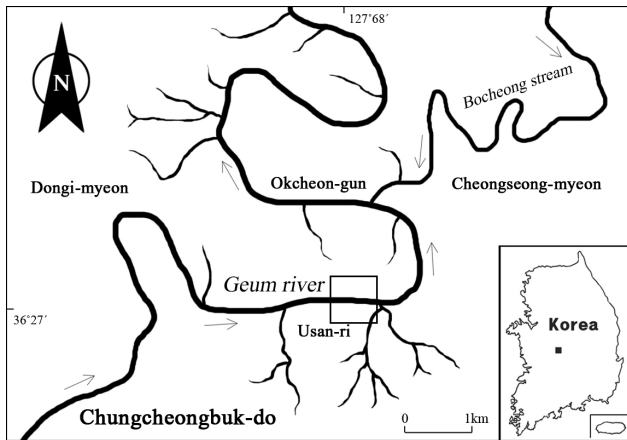


Figure 1. Map showing the sampling station of *Squalidus chankaensis tschigae* in Geum River, Chungcheongbuk-do, Korea

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

본 종의 서식환경 조사로는 유속, 유폭, 하상구조 등을 조사하였다. 본 종은 하천 중류 유수역으로 하상구조는 큰돌(Boulder), 작은돌(Cobble), 조약돌(Pebble), 모래(Sand)가 1 : 4 : 2 : 3의 비율을 차지하였다. 수심이 40±12cm (30~60cm)인 곳에 주로 서식하였고, 유폭은 넓었으며(90~100m), 유속은 3.8±0.81cm/s (2.27~4.88cm/s)로 매우 느렸다. 하도와 하상구조의 자연성이 양호한 수역을 중심으로 분포 하였으며 하상에는 유기물 퇴적이 거의 없었다(Table 1). 2015년에 동일한 시기와 장소에서 조사를 실시하였을 때 하상에 유기물이나 펄이 다소 퇴적되어 있었고 사상체 조류(algae)가 번식하였으며 이러한 지역에서는 참물개가 채집되지 않았으므로 이러한 수역은 본 종의 서식지로 부적합 한 것으로 생각되며 수질오염에 대한 내성이 강하다는 Kim (1997)

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Geum River

Stream width (m)	90(80~100)
Water depth (cm)	95(10~180)
Current velocity (cm/sec)	2.27~4.88(3.8)
Status of stream bed (B:C:P:S)	B : C : P : S = 1 : 4 : 2 : 3
Stream type	Run

의 내용과 차이가 있었다. 최저 기온이 영하로 떨어지는 12~2월에는 수표면이 얼음으로 뒤덮이게 되는 경우가 있으며, 3~11월의 수온은 10~28℃를 유지하며, 3월에 최저의 기온(19℃)과 수온(10℃)을 나타내었다. 이후 수온이 상승하여 8월에 최고인 28℃에 도달했다. 기온은 3월부터 증가하여 8월에 34℃에 달하며 이 시기에는 수온과 기온이 약 6℃ 차이를 나타내었다.

2. 분포

본 종의 국내 분포는 제 2차와 3차 자연환경조사(Ministry of Environment, 1997-2005; Ministry of Environment, 2006-2012) 결과를 근거로 하였다. 총 252 지점에서 2,989 개체가 기록 되었다. 그 중 낙동강 수계에서 131 지점에서 가장 광범위하게 출현하였고 381개체로 가장 많은 개체가 발견 되었지만 각 수계의 평균 채집 개체수는 한강 수계, 3.5 개체(4개 지점), 금강 수계 8.4 개체(39개 지점), 섬진강 수계 18.4 개체(61개 지점), 영산강 수계 8.4 개체(61개 지점), 낙동강 수계 10.5 개체 등으로 섬진강 수계에서 출현 지점 당 출현 개체수가 가장 풍부하였다. 참물개의 전반적인 분포역에 있어서는 Kim (1997)과 Kim et al. (2005)의 결과와 일치하였다. 국내에 서식하는 많은 어종이 인위적인 영향으로 자연분포지 이외의 다른 수계로 이입되었으나 (Byeon and Oh, 2015) 본 종은 인위적으로 자연분포지역에서 다른 수계로 이입되지 않은 상태로 판단된다.

3. 성비

월별로 채집한 총 205 개체 중 암컷이 110 개체, 수컷이 95 개체로 암컷이 다소 많았으며 성비(♀ : ♂)는 1 : 0.86으로 나타났다(Table 2). 참물개와 동일한 모래무지아과(Gobioninae)에 속하는 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*)는 1 : 1.73으로 수컷이 많아(Song and Kwon, 1993) 본 종과 차이를 나타내었고 물개속(*Squalidus*)에 속하는 물개(*Squalidus japonicus coreanus*)는 1 : 0.82로 참물개((Byeon, 2012)와 같이 암컷이 다소 풍부하였다.

4. 성장도

산란 시기가 6~7월 이므로 6~7월에 출현하는 개체군을 이용하여 연령을 추정하였으며 전장의 범위는 45mm에서 127 mm 이었다(Figure 2).

참물개는 암·수의 성장 차이가 없어 연령군 구분에서 암·수를 구분하지 않았다. 전장빈도분포는 3개의 무리로 나누어지며 전장이 40~69mm의 집단은 만 1년생, 70~89mm의 집

Table 2. The number of sex ratio of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum River

Month	Female	Male	Female : Male Sex ratio
Mar.	9	5	0.67
Apr.	13	11	0.85
May	10	12	1.20
Jun.	12	10	0.83
Jul.	15	13	0.87
Aug.	18	16	0.89
Sep.	16	12	0.75
Oct.	11	9	0.82
Nov.	6	7	1.17
Total No.	110	95	0.86

단은 만 2년생, 90mm 이상은 만 3년생으로 추정된다(Figure 2). 크기가 작은 당연생 개체는 수심이 30cm 이내의 얇은 곳에 국한되어 서식하고 있었고 3년생 이상 큰 개체는 수심이 50~60cm로 다소 깊은 곳에서 주로 서식하였다. Kim (1997)은 만 1년생은 전장 40~50mm, 만 2년생은 60~70mm, 100mm 이상은 최소한 3년 이상 성장한 것으로 추정하였다. 금강에서 서식하는 참몰개는 Kim (1997)의 결과보다 성장도가 다소 빨랐다. 전장이 34~50mm의 집단은 만 1년생, 51~74mm의 집단은 만 2년생, 75mm 이상은 만 3년생으로 추정된 몰개 보다 참몰개의 전장 증가 폭이 빨랐고 몰개 보다 크게 성장하였다(Byeon, 2012).

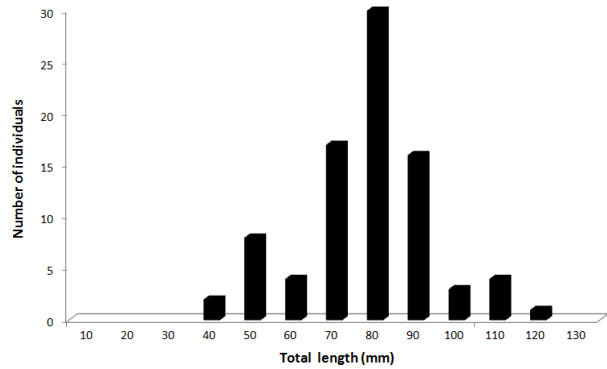


Figure 2. Length frequency distributions of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum River

5. 성적 성숙 연령 및 생식가능 전장범위

암컷은 6~7월에 생식소 중량지수가 4% 이상을 넘는 개체가 성숙란(직경이 0.5mm 이상)을 가지며, 수컷은 1.5% 이상이 되어야 정소의 성숙이 이루어지고 있었으므로 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다. 본 조사 결과 암컷과 수컷은 70mm 이상에서 성적 성숙이 이루어졌다. 60~70mm에 해당하는 극히 일부 개체에 있어서 성적 성숙이 이루어진 경우가 있었다. 암·수 모두 만 2년이 되어야 성적 성숙이 이루어지기 시작하였다(Figure 3). 몰개는 암

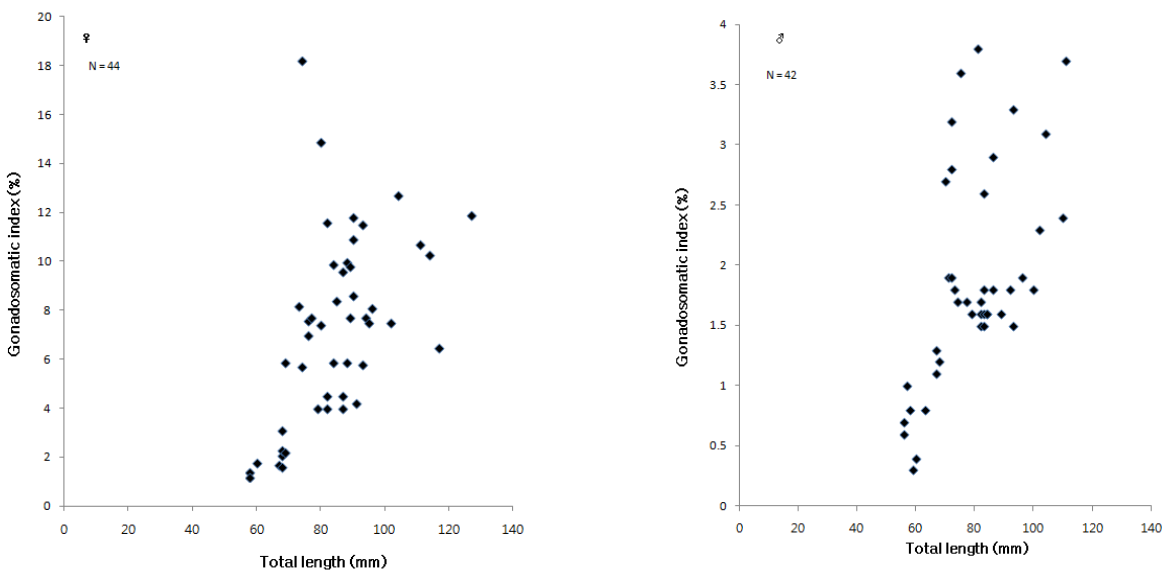


Figure 3. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum River

컷의 경우 60mm, 수컷은 55mm 이상에서 성적 성숙이 이루어 지므로(Byeon, 2012) 참물개는 물개에 비해 보다 크게 성장한 후에 성적 성숙이 이루어지고 있었다. 이는 물개에 비해 성장 속도가 빠르기 때문인 것으로 판단되며 참물개와 물개는 모두 만 2년 이상이 되면 성적 성숙을 하였다.

6. 포란수

포란수는 538~8,647개 이었으며 평균 2,219개 이었다(Table 3). 체장이 큰 개체 일수록 포란수가 증가하였고 성숙란은 구형이며 황색이고 직경은 0.64~0.98(0.85±0.03)mm로 작았다. 일본산 *Squalidus japonicus japonicus*는 전장 55mm일 경우 포란수가 225개, 107mm에서는 7,400개로 기록되어 있고(Miyadi *et al.*, 1984; Kawanabe and Mizuno, 1991) 물개는 평균 포란수 1,871개, 직경 0.64±0.03mm(Byeon, 2012)로 알려져 있다. 참물개의 평균 포란수는 물개에 비해 다소 많고 또한 난의 평균 직경 또한 물개 보다 크다.

Table 3. Number of eggs in gonads of the *Squalidus chankaensis tsuchigae* female from June 2013

Total length (mm)	Gonad index (%)	Egg number
79	7.54	846
85	5.03	591
85	4.89	538
88	7.37	965
89	4.21	642
89	5.29	654
92	11.46	2,368
95	9.02	1,063
99	9.07	2,225
106	12.78	3,894
113	10.84	4,012
144	11.09	8,647
Average		2,219

7. 산란시기

난소의 생식소 중량지수는 10월부터 증가하기 시작하여 6월에 중량지수가 7.98%, 7월에 평균 8.83%로 가장 높았으며 8월에 2.5%로 급격히 낮아졌으며 9월에 0.74%로 최저값을 나타내었다(Figure 4). 정소의 생식소 중량지수는 7월에 2.71%로 가장 높았고 8월부터 하강하여 9월부터 3월까지 1.0% 이하 값을 유지하였다. 이러한 결과로 보아 본 종은

6월에서 7월에 걸쳐 산란이 이루어지며 7월이 산란 성기인 것으로 추정된다. 산란시기의 수온은 25~26℃ 이었다. Kim (1997)은 참물개의 산란 시기가 6~8월로 추정하여 본 조사 결과와 유사하였으나 금강 수역에서 8월은 본 종의 산란이 종료되었다. 산란시기에 있어 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*)는 5~6월(Chyung, 1977; Kim, 1997), 물개는 6~7월(Byeon, 2012)로 긴물개에 비해 다소 빨랐고 물개와는 동일하였다.

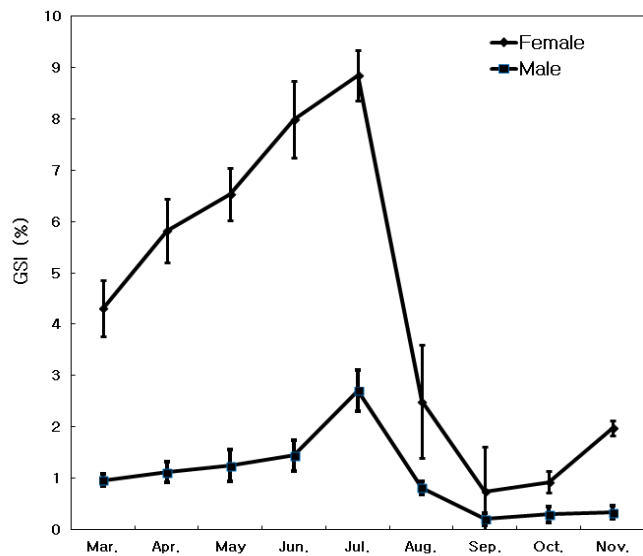


Figure 4. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum river

8. 전장과 체중과의 관계

어류의 성장도와 비만도는 주어진 환경에서 어류의 건강 상태나 생식능력의 정도를 파악할 수 있으며 서식처 등급, 수질, 먹이 이용능력 등의 다양한 정보를 제공하는 지표로 이용된다(Anderson and Gutreuter, 1983; Busacker *et al.*, 1990; Ney, 1993). 따라서 이들 중의 생육 상태를 분석하기 위해 산란기인 6, 7월에 전장과 체중과의 관계 및 건강도(비만도) 조사를 한 결과는 Figure 5과 같다. 참물개 전장과 체중의 관계식은 $BW = 0.0002TL^{2.81}$ 로 상수 a 는 0.0002를, 매개변수 b 는 2.81로 체중은 전장의 약 2.81 제곱에 비례하는 것으로 나타났다. 전장-체중 상관도는 성장률 곡선과 비만도지수가 주어진 환경에 서식하는 개체군의 건강상태나 생식능력의 정도 등 다양한 정보를 제공하는 중요한 자료로 이용된다(Seo, 2005; Choi *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2012). 일반적으로 개체군에 있어 매개변수 b 가 3.0 보다 작으면 길이의 증가만큼 개체가 비대하지 않음을 의미하고 3.0 보다 크면 반대로 길이에 비해 비대하다는 것을 뜻한다(Seo,

2005). 금강에 서식하는 참몰개 개체군은 매개변수 b 가 3.0 이하로 전장 증가에 비해 체중이 증가하지 않는 것으로 나타났다. 이는 영양상태가 좋지 않은 것 보다 개체군의 길이 성장 특징에 기인한 것으로 생각된다. 비만도는 평균 1.06(0.75~1.22)로 비교적 양호한 성장도를 유지하고 있었다(Figure 6). 금강의 수환경은 참몰개가 서식할 수 있는 환경으로서 적합하다고 판단된다. 참몰개 개체군의 비만도 기울기(K)는 -0.004로 음의 값을 나타내고 있어 개체가 성장함에 따라 전장 증가에 비해 체중 증가가 느렸다. 같은 잉어과인 피라미 개체군의 성장도와 비만도에서 b 값이 3.29로서 3.0 이상이었으며 비만도 지수 기울기는 0.0027로 양의 값을 나타내어 전장 증가에 비해 체중 증가가 빠르다고 할 수 있다(Choi et al., 2011). 피라미와 참몰개의 성장도와 비만도 차이는 환경적인 요인 보다는 개체군의 특징에 기인한 것으로 생각

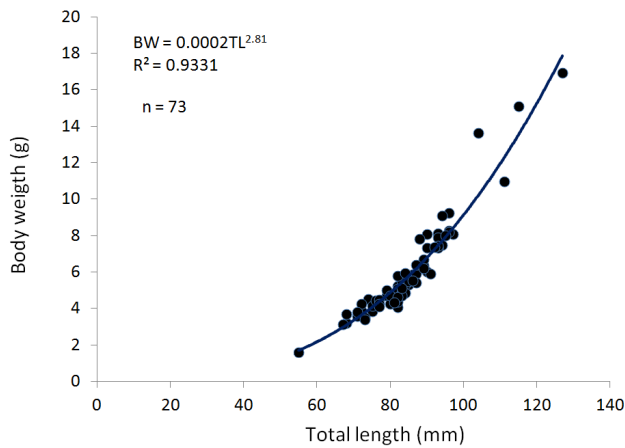


Figure 5. Length-weight relationship of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum river

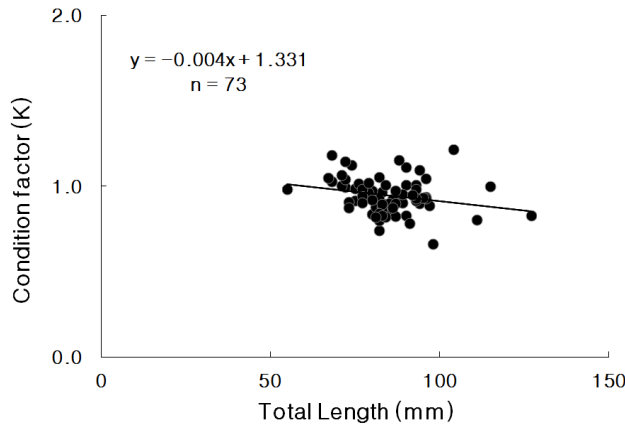


Figure 6. Condition factor (K) of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum river

Table 4. Stomach contents of *Squalidus chankaensis tsuchigae* in the Geum River

Taxa	Spring	Summer	Autumn
Cyanophyta			
<i>Dactyloccopsis</i>		+	+
<i>Merismopedia</i>		+	+
<i>Oscillatoria</i>	++	++	++
<i>Phormidium</i>		++	
<i>Nostoc</i>		+	
<i>Gloeotrichia</i>		+++	+
Chlorophyta			
<i>Pediastrum</i>		+	+
<i>Nephroclytium</i>		+	
<i>Scenedemus</i>	+	+	+
<i>Ulothrix</i>	++	+++	+
<i>Hormidium</i>	++	+++	+++
<i>Spirogyra</i>	+++	+	
<i>Mougeotia</i>	+	+++	++
<i>Closterium</i>		+	
<i>Cosmarium</i>		+	+
Bacillariophyta			
<i>Melosira</i>	+	++	++
<i>Cyclotella</i>		++	+
<i>Fragilaria</i>	++	+++	++
<i>Synedra</i>	+	++	+
<i>Achnanthes</i>	+	+	+
<i>Cocconeis</i>	++	++	++
<i>Stauroneis</i>		+	
<i>Frustulia</i>		+	
<i>Gyrosigma</i>		+	
<i>Pinnularia</i>			+
<i>Navicula</i>	+	++	+
<i>Gomphonema</i>		+	+
<i>Cymbella</i>	+	+++	++
<i>Nitzschia</i>		+	+
<i>Surirella</i>		+	+
Crustaceae			
<i>Moina</i>	6		
<i>Bosmina</i>	7		2
<i>Chydorus</i>	29		1
<i>Alona</i>	11		
Copepoda			
<i>Cyclops</i>	1		
<i>Thermocyclops</i>	1		3
Nematoda			
	1		
Acnithocephala			
Palaeacanthocephala			
<i>Acanthocephala</i>		1	
Insecta(Aquatic insects)			
Ephemeroptera			
<i>Baetiella</i>		1	3
<i>Baetis</i>	3	6	5
<i>Nigrobaetis</i>	1		
<i>Rhoenathus</i>	1		
<i>Epemera</i>	1		
Hemiptera			
<i>Aphelocheirus</i>		6	
Diptera			
Chironomidae	92	8	113
Trichoptera			
<i>Hydropsyche</i>	2	4	22
Brtozoa			
Phylactolaemata			
<i>Pectinatella</i>	32		79

+: Rare, ++ : Common, +++ : Abundant

된다.

9. 식성

먹이생물은 남조류(Cyanophyta), 녹조류(Chlorophyta), 규조류(Bacillariophyta), 갑각류(Crustaceae), 요각류(Copepoda), 선충류(Nematoda), 구두동물(Actinocephala), 수서곤충(Aquatic insect)에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 노린재목(Hemiptera), 파리목(Diptera), 날도래목(Trichoptera), 태형동물(Brtozoa) 피후강(Phylactolaemata)에 속하는 큰 빛이끼벌레(Pectinatella) 휴지아 등 이었다(Table 4). 식성은 잡식성 이었으며 전체적으로 동물성 먹이인 수서곤충의 유충이 중요 먹이원으로 이용되고 있었다. 먹이 양에 있어서는 식물성은 부착성이며 사상체를 형성하는 조류(Algae)가 대부분을 차지하였고 동물성은 깔다구(Chironomidae) 유충이 대부분 이었다. 여름에는 식물성 먹이를 다량 섭취하였으며 봄과 가을에는 여름에 비해 동물성 먹이를 많이 섭취하여 계절에 따른 차이를 나타내었다. 참물개 서식지에는 부착성 조류가 여름에 다량 생육하고 있어 부착조류를 집중적으로 섭식한 것으로 생각되며 봄과 가을에는 이들 부착성 조류가 적어 동물성 먹이를 주로 섭식한 원인으로 생각된다. 동물성 먹이 중 개체수 구성비에 있어 수서곤충의 유충이 계절에 관계없이 53.2% 이상으로 매우 풍부하였으며 깔다구 유충을 다량 섭식하고 있어 가장 중요한 먹이원으로 작용하고 있었다. 갑각류, 요각류, 태형동물 등은 여름에 섭식하지 않았으며 봄과 가을에 위에서 출현하였다. 이들 먹이는 계절에 따라 섭식을 달리하였는데 이는 참물개의 서식지에 이들 먹이가 여름에 거의 존재하지 않은 것으로 생각된다. 참물개는 동·식물 조각, 식물 씨앗, 수서곤충 등을 섭식한다는 Kim (1997)의 결과에서 잡식성인 것은 일치하였으나 식물성 먹이에 있어 식물 조각과 식물 씨앗 대신 주로 부착조류인 남조류와 규조류를 주로 섭식하고 있어 차이를 나타내었다. 일본산 *Squalidus japonicus japonicus*는 잡식성으로 참물개과 같은 식성을 나타내었다(Nakabo, 1993; Kawanabe and Mizuno, 1991). 본 종의 개체군 보호를 위해서는 수질 관리 보다는 서식처 훼손이 발생하지 않도록 서식지를 잘 관리하는 것이 우선되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 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, pp. 447-482.
- Anderson, R.O. and S.J. Gutreuter(1983) Length weight and associated structural indices. L. A. Johnson. Fisheries techniques. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, pp. 283-300.
- Bagenal, T.(1978) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific, pp. 48-116.
- Banarescu, P. and T.T. Nalbant(1973) Pisces, Teleostei, Cyprinidae (Gobioninae). Das Tierreich. Lieferung 93. Walter de Gruyter, Berlin, 304 pp.
- Busacker, G.P., I.A. Adelman and E.M. Goolish(1990) Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 363-377.
- Byeon, H.K.(2012) Population Ecology of *Squalidus japonicus coreanus* (Cyprinidae) in the Namhan River, Korea. Kor. J. Env. Eco. 26(3): 367-373. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K. and J.K. Oh(2015) Fluctuation of Fish Community and Inhabiting Status of Introduced fish in Gangeungnamdae Stream, Korea. Kor. J. Env. Eco. 29(5): 718-728. (in Korean with English abstract)
- Choi, J.K., C.R. Jang and H.K. Byeon(2011) The Fish Characteristic of Fish Fauna by Habitat Type and population of *Zacco platypus* in the Tan Stream. Kor. J. Env. Eco. 25(1): 71-80. (in Korean with English abstract)
- Chyung, M.K.(1977) The Fishes of Korea. Ilji-Sa, Korea. 727 pp. (in Korean)
- Cummins, K.W.(1962) An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat. 67: 477-504.
- Jordan, D.S. and C.L. Hubbs(1925) Record of Fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, Mem. Carnegie Mus. V. 10. (2): 93-346.
- Kawanabe, H. and N. Mizuno(1991) Freshwater Fishes of Japan. Yama-Kei, Japan. 677 pp. (in Japanese)
- Kim, I.S.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education. 518 pp. (in Korean)
- Kim, C.H., E.J. Kang, H. Yang, K.S. Kim and W.S. Choi(2012) Characteristics of fish fauna collected from near estuary of Seomjin River and population ecology. Korean J. Environ. Biol. 30(4): 319-327. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim(2005) Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-Hak, 515pp.(in Korean)
- Kim, I.S. and Y.J. Lee(1984) Taxonomic review of the genus *Squalidus* (Cyprinidae ; Pisces). Bull. Korean Fish. Soc. 17(2): 132-138. (in Korean with English abstract)
- Kim, K.H. A.S. Kwon and Y.H. Lee(1998) Spermatozoal Ultrastructure and Phylogenetic Relationships of the Subfamily Gobioninae (Cyprinidae) 2. Ultrastructure of Spermatozoa in

- the Korean Gudgeon, *Squalidus chankaensis tsuchigae*. Korean J. Limnol. 31(3): 159-164. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.L.(2004) Karyotype analysis of the two species of the Genus *Squalidus* (Pisces : Cyprinidae) in Korea. Master thesis of Chonbuk Univ. 17 pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.J.(2011) A Study on the Osteological Morphology of the Genus *Squalidus* (Cypriniformes, Cyprinidae) from Korea. Master thesis of Kunsan Univ. 67 pp. (in Korean with English abstract)
- Ministry of Environment(1997-2005) 2nd National Institute of Environmental Research. Korea. (in Korean)
- Ministry of Environment(2006-2012) 3rd National Institute of Environmental Research. Korea. (in Korean)
- Mizuno, T.(1976) Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan. Hoikusha Publishing, Japan. 265 pp. (in Japanese)
- Mori, T.(1935) Description of two new genera and seven species of Cyprinidae from Korea. Ann. Zool. Japan. 15: 161-166. (in Japan with English abstract)
- Miyadi, D., H. Kawanabe and N. Mizuno(1984) Colored Illustrations of the Freshwater Fishes of Japan. Hoikusha Publishing, Japan. 393 pp. (in Japanese)
- Nakabo, T.(1993) Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai University Press, Japan. pp 230-231. (in Japanese)
- Ney, J.J.(1993) Practical use of biological statistics. Inland fisheries management of North American Fisheries Society. Bethesda, MD. USA, pp. 137-158.
- Seo, J.W.(2005) Fish Fauna and Ecological Characteristics of Dark Chub(*Zacco temminckii*) Population in the Mid-Upper Region of Gam Stream. Korean J. Limnol. 38(2): 196-206. (in Korean with English abstract)
- Song, H.B. and O.K. Kwon(1993) Ecology of *Coreoleuciscus splendidus* Mori(Cyprinidae) in Hongchon River. Kor. J. Lim. 26(3): 235-244. (in Korean)
- Uchida, K.(1939) The fishes of Tyosen. Part 1. Nematognathi, Eventognathi. Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen, 6. 458 pp. (in Japanese)
- Yoon, I.B.(1995) Aquatic Insects of Korea. Korea University. Korea. 218. pp. (in Korean)
- Won, D.H., S. J. Kwon and Y. C. Jun(2008) Aquatic Insects of Korea. Korea Ecosystem Service Co., Ltd. Korea. 359 pp. (in Korean)