

자호천에 서식하는 꺾지(*Coreoperca herzi*)의 생태 특징¹

변화근^{2*}

Ecological Characteristics of Korean Aucha Perch, *Coreoperca herzi* in Jaho Stream, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}

요약

꺾지(*Coreoperca herzi*)의 생태적 특징을 연구하기 위해 2018년 9월부터 2019년 8월까지 자호천에서 조사를 실시하였다. 본 종은 하천 중류역에 분포하며 하상구조는 작은돌(cobble)과 조약돌(pebble)이 풍부한 여울이었으며, 수심은 32~157 cm 이었고, 유속은 0.64 ± 0.28 (0.32~1.28) m/sec로 빨랐다. 암수 성비는 1 : 0.93 이었고, 전장빈도분포도에 따른 연령은 전장 42~80 mm가 만1년생, 80~130 mm은 만 2년생, 130~200 mm가 만 3년생, 200 mm 이상이 만 4년생 이상으로 추정되었다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 65 mm, 수컷은 70 mm 이상으로 나타나 실험실에서 사육한 개체 보다 자연에서 성장한 개체의 전장이 작았다. 산란시기는 5월에 시작하여 7월 말에 끝났으며(수온은 18.4~26.4℃) 성란 성기는 5~6월로 추정되었다(수온은 18.4~21.8℃). 포란수는 평균 462 (151~919)개 이었고 성숙란은 짙은 노란색 구형으로 직경이 2.31 ± 0.33 (1.94~3.10) mm 이었다. 전장-체중과의 상관관계식은 $BW = 0.00002TL^{3.01}$ 로 상수 a는 0.00002를, 매개변수 b는 3.01 이었고 비만도 지수는 평균 $K=1.76$ (1.01~2.63) 이었고 기울기(Slope)는 0.0005로 양의 값을 나타내었다.

주요어: 산란시기, 성비, 포란수, 전장-체중 상관관계

ABSTRACT

This study investigated the ecological characteristics of *Coreoperca herzi* at Jaho stream from September 2018 to August 2019. This species inhabited riffle and midstream of the stream, where the riverbed structure was mostly covered with cobble and pebble. The depth of the habitat was 32-157 cm, and the velocity of stream fast at 0.64 ± 0.28 (0.32-1.28) m/sec. The gender ratio of females to males was 1:0.95. The age according to the frequency analysis of total length indicated that the group with 42-80 mm in total length was one year old, the group with 80-130 mm was two years old, the group with 130-200 mm was three years old, and the group over 200 mm was four years old. The total length of sexually mature fishes was 65 mm for females and 70 mm for males. The sexually mature individuals grown in nature had a smaller total length than those reared in a laboratory. The spawning season was from May to late July, and the water temperature was 18.4-26.4℃ during the period. The prosperous spawning season was from May to June, and the water temperature was 18.4-21.8℃ during the period. The average number of eggs in the ovaries was 462 (151-919) per mature female, and the matured eggs were yellowish and spherical with a mean diameter of 2.31 ± 0.33 (1.93-3.10) mm. Calculation

1 접수 2020년 4월 28일, 수정 (1차: 2020년 5월 27일), 게재확정 2020년 6월 3일
Received 28 April 2020; Revised (1st: 27 May 2020); Accepted 3 June 2020

2 서원대학교 생물교육과 Dept. of Biology Education, Seowon Univ., Chungju(28674), Korea(cottus@seowon.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: cottus@seowon.ac.kr

length-weight relation of Korean aucha perch showed the constant a as 0.00002 and b as 3.01, condition factor (K) as 1.76 (1.01-2.63) on average, and the slope was a positive value of 0.0005.

KEY WORDS: SPAWING SEASON, SEX RATIO, NUMBER OF EGGS IN THE OVARY, LENGTH-WEIGHT RELATION, CONDITION FACTOR (K)

서론

꺾지(*Coreoperca herzi*)는 한국고유종으로 농어목(Perciformes), 꺾지과(Centropomidae)에 속하는 어종이다. 본 종에 대해 Herzstein (1896)이 풍동에서 채집된 표본을 처음으로 기재하였고, Mori와 Uchida (1934)는 대구, 서울, 의주, 성천 등에서 채집하여 분포역을 기록하였으며, Kim *et al.* (2005)은 섬지역을 제외한 한반도 전국에 분포하는 것으로 기술하였다. 동해로 유입되는 하천 중 강릉남대천 이북 하천에 분포하는 꺾지는 최근에 인위적으로 이식된 것으로 알려져 있다(Byeon, 2014; Byeon and Oh, 2015; Lee *et al.*, 2010). 꺾지에 대한 학술적인 연구는 carotenoid 색소성분 분석(Lee *et al.*, 1996), 세포유전학적 연구(Bang *et al.*, 2001), 근육지질 조성(Ha and Kang, 1990), 유전적 분화(Okazaki and Jeon, 1996), 정자형성(Gye, 2002), 젓산탈수소효소 활성과 동위효소(Cho and Yum, 2005; Park and Yun, 1995), 종묘 생산을 위한 연구로 생식소 성숙(Gye *et al.*, 1997), 생식주기(Lim *et al.*, 2011), 산란습성 및 초기생활사(Han *et al.*, 1998), 자치어의 골격 발달(Han *et al.*, 2017) 등이 있다. 종묘 생산을 위한 연구는 하천과 강에 서식하는 자연개체에서 실시한 것이 아니며 주로 실험실 사육조에서 양식한 개체를 이용하였다. 섬진강에 서식하는 개체를 이용한 꺾지의 자원평가 및 관리방안 연구(Jang *et al.*, 2010, 2011)가 있으며 꺾저기(*Coreoperca kawamebari*)와 꺾지가 공서하는 보성강에서 2 종간의 분포와 군집에 관한 조사가 실시되었다(Kim *et al.*, 2013). Byeon (2017)에 의해 금강 중류역(충북 영동군)에 서식하는 개체군에 대한 식성 조사가 이루어진 바 있다. 본 종에 대한 분류학적, 세포 및 유전적, 종묘 생산을 위한 발생적, 자원 및 관리방안 등에 대한 연구는 다수 이루어져 왔다. 그러나 하천에 서식하는 자연 개체군을 중심으로한 생태조사는 분포와 식성에 한정되어 있고 또한 매우 단편적이고 미흡한 상태이다. 따라서 금호강 상류역으로 비교적 수환경이 잘 보전되어 있는 자호천에 서식하는 꺾지의 서식지 환경, 산란시기, 성비, 포란수와 난의 크기, 연령분포 등을 조사하여 본 종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

연구방법

현장 조사는 경상북도 영천시 고경면 단포리 181-3 (35°58' 55.1"N, 128°58'18.1"E)에서 2018년 9월부터 2019년 8월까지 매월 실시하였다(Figure 1). 어류의 채집은 투망(망목, 7 × 7 mm)과 족대(망목, 5 × 5 mm)를 사용하였고, 채집된 표본들은 현장에서 10% formalin에 고정하였다. 꺾지 서식지의 기온, 수온, 수심, 하폭, 유폍, 유속, 하상구조 등을 매월 20~25일 15시를 기준으로 기온은 알콜봉상온도계로 수온은 수질측정기 YSI 556MPS로 측정하였고, 수심과 유속은 디지털유속계(FP-211)를 사용하여 측정하였다. 하폭과 유폍은 거리 측정용 망원경(Yardage pro Tour XL, BUSHNELL, Japan)을 이용하였고 하상구조는 Cummins (1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 구분하였다. 채집된 모든 개체를 해부한 후 생식소를 확인하여 암·수를 구분하였으며 체중(Weight, W)과 생식소의 무게(Gonad weight, G_w)는 전자저울을 이용하여 0.01 g 단위까지 측정하였다. 생식소 중량지수(Gonadosomatic index(%) = $G_w/W \times 100$, GSI)를 구하여 산란시기를 추정하였다(Miller, 1986). 생식 가능한 개체의 전장(Total length, T_L) 크기를 확인하기 위해 산란전이며 생식소 중량지수가 높은 5~6월에 채집한 개체의 전장을 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위



Figure 1. Map showing the sampling station of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream.

하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 5.0% 이상이고 전장이 70 mm 이상인 15개체를 선택하여 생식소 내의 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 본 종의 연령추정을 위하여 산란 직전인 4~5월에 채집된 개체의 전장(Total length, T_L)을 측정하였고, Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하였다. 서식 환경의 차이에 따른 꺾지의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 전장-체중과의 상관관계(Total length-Weight relationship)와 비만도 지수(condition factor, K)를 산란 직전인 4~5월에 채집된 개체를 대상으로 조사하였다. 전장-체중과의 관계는 Anderson and Gutreuter (1983)을 ($W=aT_L^b$ (W : Weight, T_L : Total length, a, b : parameter)), 비만도 지수는 Anderson and Neumann (1996)을 ($K=W/T_L^3 \times 10^5$ (W : Weight, T_L : Total length)) 따랐다.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

자호천은 보현산(1,124 m)에서 발원하며 유로 길이가 36.0 km이며 영천시 조교동에서 낙동강 지류인 금호강으로 합류하는 지방2급 하천이다(Kwater, 2007). 조사 수역에서 13.8 km 상방에 영천댐이 있어 댐 방류수의 영향으로 인해 유폭과 수위 변동이 심한 상태이었다. 조사 수역의 하폭은 162~173 m로 넓었으며, 유폭은 평균 12.4 m 이었고 농경지가 인접하여 있었다. 농업용 보 밑에 웅덩이가 형성되어 있었으며 급여울부가 광범위하게 잘 발달되어 있었다. 수심은 32~157 cm 이었고 평균 58 cm로 다소 깊었으며 여울부 평균 유속이 0.64 ± 0.28 (0.32~1.28) m/sec로 빨랐으며, 하상구조는 큰 돌(boulder),

작은돌(cobble), 조약돌(pebble), 자갈(gravel), 모래(sand) 등이 10 : 30 : 30 : 20 : 10의 비율로 작은돌과 조약돌이 풍부하였다(Table 1). 조사 수역의 기온과 수온의 월 변화에 있어 기온은 1월에 최저로 -2.0°C 이었고 이후 점진적으로 상승하여 8월에 33.4°C로 최고에 달한 후 다시 감소하였다. 수온은 1월에 7.6°C로 가장 낮았고 이후 지속적으로 상승하기 시작하여 8월에 가장 높은 28.4°C 이었다. 수온과 기온의 변화는 국내하천의 일반적인 계절적 현상을 나타내고 있었다.

2. 성비

암수 구분은 생식이 가능하고 성적 성숙이 이루어지는 전장 70 mm 이상의 개체를 해부하여 정소와 난소를 확인한 후 구별하였다. 조사 기간 동안 채집된 암컷은 284개체, 수컷은 265개체로 성비는 1 : 0.93 (female : male)로 거의 동일하게 나타나 1 : 1에 가까운 성비를 보였다(Table 2). 북한강 지류에 서식하는 꺾지 개체군의 성비는 1 : 2로 보고되어 본 조사 결과와 차이를 보였는데(Gye *et al.*, 1997), 1997년 조사의 경우 채집 시기가 주로 산란시기에 국한되었고, 채집 방법에 있어 산란장이 형성되는 암반과 큰 돌 주변에서 낚시로 포획을 하였으므로 산란장을 보호하는 수컷이 대부분 포획되어 나타난 결과로 판단된다. 본 조사는 족대와 투망을 이용하여 꺾지가 서식하는 여울부, 웅덩이, 돌 밑, 풀숲 등 다양한 곳을 산란시기 이외 기간에도 월별로 채집을 하여 분석하였으며 실제 하천에 서식하는 꺾지의 성비는 암수가 거의 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 생각된다. 꺾지과(Centropomidae)에 속하는 쏘가리

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Jaho stream, April 2019

Stream width (m)	146(173 ~ 162)
Water width (m)	12.4(5.2 ~ 21.8)
Water depth (cm)	58(32 ~ 157)
Stream velocity (m/sec)	0.64(0.32 ~ 1.28)
Bottom structure (%)*	B : C : P : G : S = 10 : 30 : 30 : 20 : 10
Stream type	Riffle, Pool

*B (boulder, >256 mm), C(cobble, 256~64 mm), P(pebble, 64~16 mm), G(gravel, 16~2 mm), S(sand, 0.1~2 mm) by Cummins (1962)

Table 2. The number of sex ratio of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream

Month	Female	Male	Sex ratio
Jan.	23	19	1 : 0.83
Feb.	20	15	1 : 0.75
Mar.	24	23	1 : 0.96
Apr.	48	43	1 : 0.90
May	18	14	1 : 0.78
Jun.	21	23	1 : 1.10
Jul.	23	24	1 : 1.04
Aug.	22	27	1 : 1.23
Sep.	26	22	1 : 0.85
Oct.	25	23	1 : 0.92
Nov.	17	18	1 : 0.06
Dec.	17	14	1 : 0.82
Total	284	265	1 : 0.93

(*Siniperca scherzeri*)의 성비는 암수가 1 : 1.2로 큰 차이를 나타내지 않았다(Lee *et al.* 1997).

3. 성장도 및 연령추정

산란 성기인 5~6월에 채집된 개체의 전장을 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하여 연령을 추정하였다. 채집된 개체의 전장 범위는 42 mm에서 214 mm 이었다. 2017년 7월에는 자호천에서 전장이 매우 큰 261 mm 되는 개체가 채집되었으며 실험실에서 사육하였을 경우 체장이 310 mm (Han *et al.*, 1998) 이상까지 성장하는 것으로 알려져 있다. 전장빈도 분포에 있어 4개의 집단으로 나누어졌으며 전장이 42~80 mm 은 만1년생, 80~130 mm은 만 2년생, 130~200 mm은 만 3년생, 200 mm 이상은 만 4년생 이상으로 추정되었다(Figure 2). Chyung (1977)은 부화 후 만 1년이면 60~80 mm, 만 2년이면 100~140 mm 까지 성장한다고 하였으며, Byeon (2017)은 만 1년생은 38~70 mm, 만 2년생은 71~109 mm, 만 3년생은 110 mm 이상으로 추정된 바 있어 본 조사와 다소 차이가 있었는데 이는 조사 하천과 장소에 따라서 수온, 먹이원의 종류와 양이

차이가 있으므로 성장도에 있어 다소 차이가 발생한 것으로 판단된다. 만 1년생의 전장이 80 mm 이하이고 만 2년이면 140 mm 이하로 성장한다는 것은 일치 하였다.

4. 성적성숙 연령 및 생식가능 전장범위

성적성숙 연령과 생식가능 전장 크기를 확인하기 위해 산란 시기 중 생식소 중량지수(GSI)가 높은 5~6월에 채집된 개체를 대상으로 전장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 산란시기에 성숙한 암·수는 이차성징인 혼인색과 추성이 나타나지 않았으며 암컷은 포란하여 복부가 팽대해 있어 수컷과 구별이 되었다. 이와 같이 꺾지와 어류에서는 이차성징이 나타나지 않는다는 Lee *et al.*, (1997)와 Han *et al.*, (1998)의 내용과 일치하였다. 생식소 중량지수는 암컷(n=79)이 4.5% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=71)은 0.5% 이상이 되어야 정소가 성숙 하였다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 68 mm (생식소 지수 4.60%) 이상, 수컷은 70.9 mm (생식소 지수 0.58%) 이상으로 나타나 암컷은 65 mm, 수컷은 70 mm 이상 되어야 성적 성숙이 이루어졌으며 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다(Figure 3). 전장빈도분포로 추정된 연령에

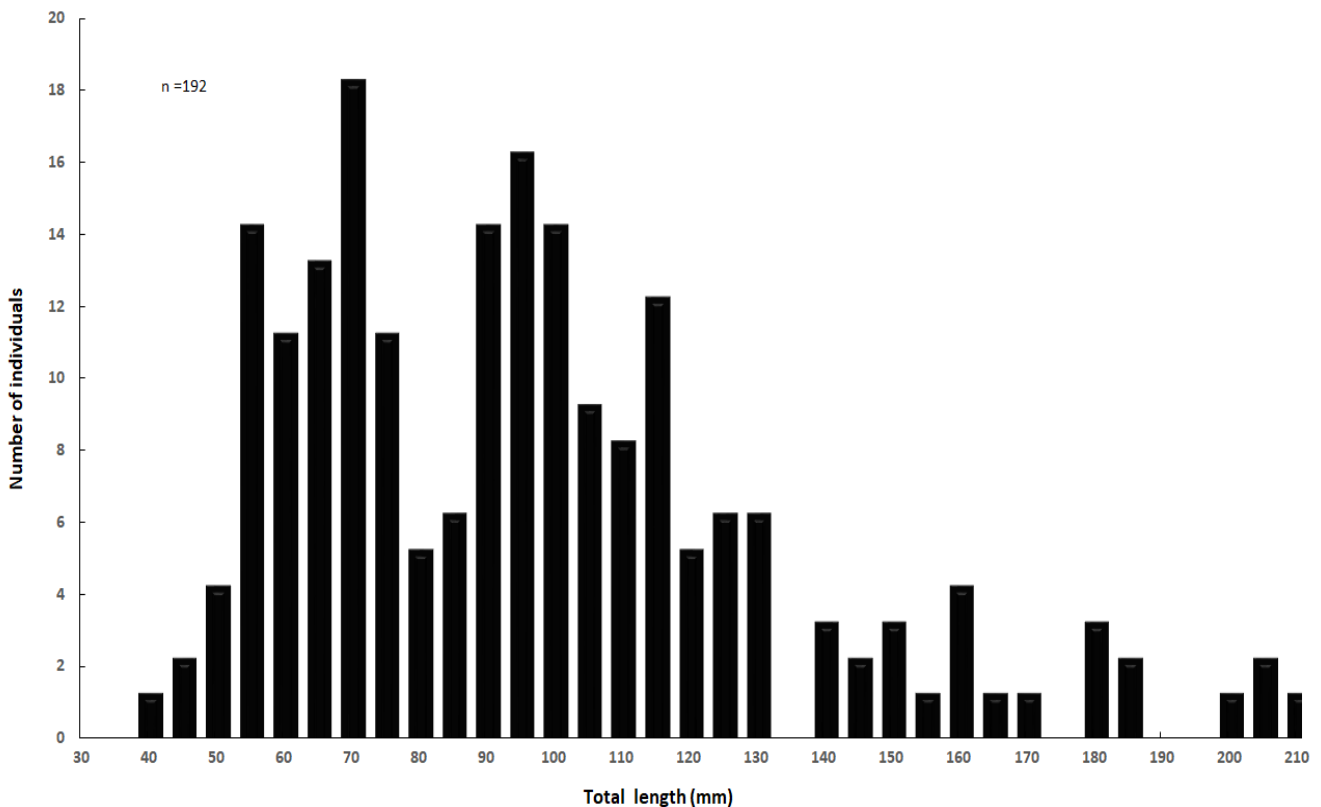


Figure 2. Length frequency distributions of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream from May to June 2019.

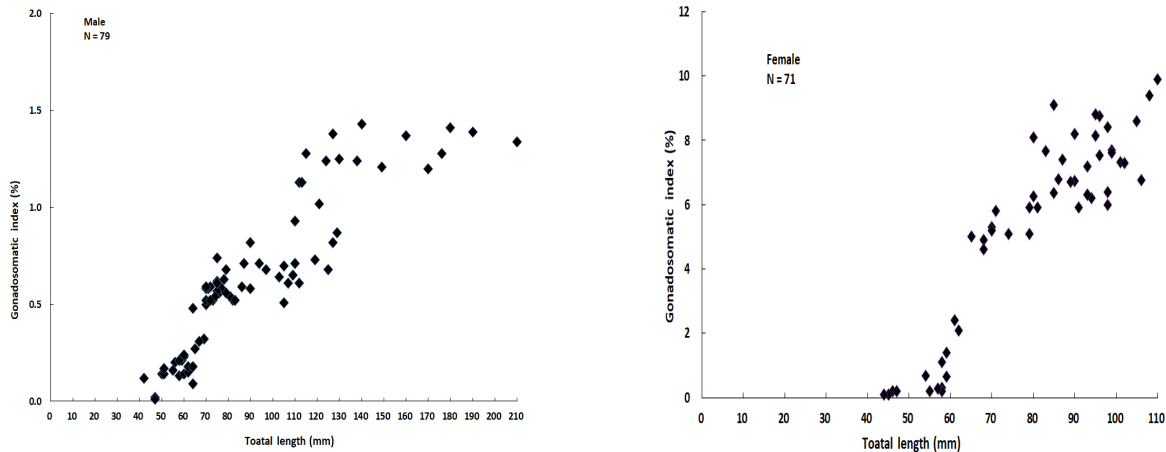


Figure 3. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream from May to June 2019.

근거하여 만 1년생(40~80 mm) 중 일부 개체부터 성적성숙이 이루어졌다. 실험실 사육장의 경우 80 mm 이상되는 개체부터 산란(Han *et al.*, 1998)을 하므로 본 조사 결과와 다소 차이가 있었다. 꺾지의 성적성숙 가능한 개체는 실험실에서 사육한 개체 보다 자연에서 성장한 개체의 전장이 작았다. 자연상태에서는 양식개체에 비해 먹이공급이 충분하지 않고 다른 어종의 경쟁 및 포식압 증가로 인해 성장이 지연되어 보다 작은 개체에서 성적 성숙이 이루어지는 것으로 생각된다.

5. 산란시기 추정

꺾지의 산란시기를 확인하기 위하여 매월(20~25일) 채집된 개체를 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Figure 4). 암·수 모두 4월부터 생식소지수가 급격히 증가하여 5월에 암컷은 7.68%, 수컷은 0.92%로 가장 높았으며 이후 다소 감소하기 시작하며 6월까지의 암컷 6.82%, 수컷 0.89%로 높은 수치를 유지하다가 7월부터 급격히 감소하였으며 8월에 최저치를 나타내었다. 따라서 본 조사 수역에서는 산란이 5월부터 시작되어 7월 말에 끝났으며 일부 소수 개체는 7월까지 산란을 하며 산란 성기는 5월에서 6월로 추정되었다. 6월 조사부터 수심이 30cm 이내로 얇고 유속이 느린 수변부의 수초대에서 당연생 치어(전장 1.7~2.2 mm)가 채집 확인되므로 산란은 5월부터 시작된 것으로 판단된다. 산란시기의 수온은 18.4~26.4°C 이었고 산란 성기인 5~6월의 수온은 18.4~21.8°C 이었다. 산란이 끝난 암컷은 난소에 소량의 미성숙란이 존재하기도 하였으며 생식소 지수는 3.0% 이하를 유지하였다. 북한강 지류에 서식하는 꺾지의 생식소지수는 5월에서 10월까지 암컷의 경우 1.36~10.74%, 수컷은 0.08~0.99% 이었고 산란시기는 6월 중순에서 말로 추정되어 있어(Gye *et al.*, 1997) 생식소지

수는 본 조사 결과와 큰 차이가 없었고 산란기는 자호천에 비해 늦었다. 꺾지는 서식지에 따라 전장과 체중에 따른 생식소 크기의 비율이 동일한 것으로 판단된다. 산청군 경호강에 서식하는 꺾지 산란기는 4월 하순에서 6월 초로 추정 하였으며 생식소지수는 5월에 암컷 8.50%, 수컷 0.77%로 최고값에 이르고 6월에는 암컷은 4.36%, 수컷은 0.39%로 감소하였다(Lim *et al.*, 2011). 생식소지수가 5월에 최고값을 나타내고 6월에도 높은 값을 유지하는 것은 본 조사와 일치하였다. 쏘가리는 생식소지수가 6월에 암컷 4.6%, 수컷은 6.6%로 최고값을 나타내었고 산란기는 5월에서 6월로 추정된 바 있어(Shin *et al.*, 2018) 산란시기는 꺾지와 쏘가리가 동일하였으며 꺾지는 암컷의 생식소지수가 수컷 보다 높았으며 쏘가리는 수컷의 생식소지수가

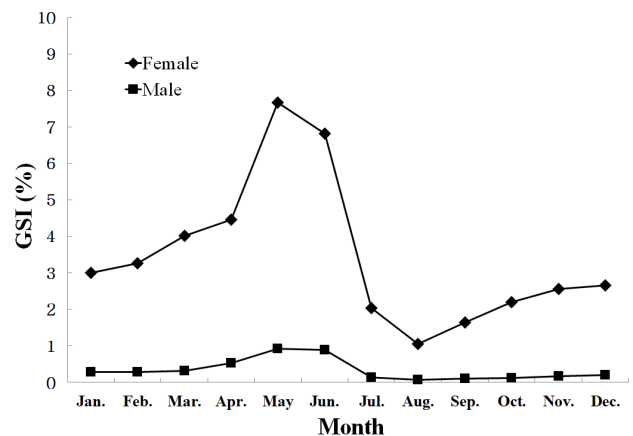


Figure 4. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream from September 2018 to August 2019.

높았다. 민물에 서식하는 대부분의 어종은 암컷의 생식소지수가 수컷 보다 높은 것이 일반적인 현상이므로 쏘가리의 경우 그 원인에 대한 부분은 차후 지속적인 연구가 필요한 것으로 생각된다.

6. 포란수 및 성숙란의 크기

포란수와 성숙란의 크기를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5월에 채집된 암컷(n=15)을 대상으로 조사하였다. 조사한 암컷의 전장 범위는 70.1~161.4 mm 이었으며, 포란수는 151~919개로 평균 462개로 나타났다(Table 3). 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가하였고 성숙란은 짙은 노란색을 띠고 구형으로 크기는 평균 직경이 2.31 ± 0.33 (1.94~3.10) mm으로 대란형 이었다. 꺾지의 성숙란 직경이 2.0~2.5 mm이라는 Gye *et al.* (1997)과 큰 차이가 없었고, 실험실에서 사육한 개체의 수정란 직경은 2.60~3.04 mm(Han *et al.*, 1998)로 난소 내에 있는 성숙란 보다 다소 컸다. 쏘가리는 수정란의 직경이 1.70~2.10 mm로(Lee *et al.*, 1998) 꺾지의 성숙란의 직경이 다소 컸다. 꺾지는 산란시간 내에 한 마리의 암컷이 여러 번 산란에 참가하며 큰 돌 밑면에 알을 한 층으로 붙이며 산란하고, 수컷은 부화하여 후기자어기까지 보호를 하는 습성이 있다(Han *et al.*, 1998). 자연하천에 분포하는 꺾지의 포란수에 대한 연구 결과는 없으며 실험실에서 사육한 개체 중 암컷 1마리 당 산란수로 체장 103 mm는 500개, 200 mm는

550~850개, 300 mm 내외는 800~1,200개로 보고된 바 있다(Han *et al.*, 1998). 본 조사 결과에 비해 포란수가 많았는데 이는 본 조사에 사용된 개체는 사육한 개체에 비해 암컷의 크기가 대부분 작았기 때문인 것으로 판단된다.

7. 전장-체중의 상관관계 및 비만도 지수

어류의 전장과 체중은 개체군의 변화, 어류자원의 관리, 생육 상태, 건강성 등의 연구 분야에 폭넓게 이용되고 있다(Ecoutin *et al.* 2005; Nowak *et al.* 2009). 꺾지의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 산란시기인 2019년 5~6월에 채집된 개체를 대상으로 전장-체중과의 상관관계와 비만도 지수를 조사하였다. 전장-체중과의 상관관계식은 $BW = 0.00002TL^{3.01}$ 로 상수 a는 0.00002를, 매개변수 b는 3.01 이었다(Figure 5). 일반적으로 개체군 분석에 있어 매개변수 b가 3.0 보다 작으면 길이의 증가만큼 체중 증가가 일어나며 영양상태가 좋음을 의미하며 자호천에 서식하는 꺾지는 길이 성장에 비해 체중 증가 폭이 컸으며 영양상태도 양호한 것으로 나타났다. 비만도 지수 분석결과 평균 $K=1.76(1.01\sim2.63)$ 이었고 기울기(Slope)는 0.0005로 양의 값을 나타내었다. 개체의 길이가 커질수록 비만도는 다소 증가하였으며 이는 전장이 증가에 비해 체중의 증가가 빨랐기 때문이다(Figure 6). 잉어과(Cyprinidae) 금강모치(*Rhynchocypris kumgangensis*), 참몰개(*Squalidus chankaensis tsuchigae*)는 평균비만도가 각각 1.04, 1.06로 꺾지에 비해 낮

Table 3. The Number of eggs from ovaries of *Coreoperca herzi* at the Jaho stream in May 2019

No.	Total length (mm)	Weigth(g)	GSI (%)	Egg number
1	70.1	6.01	4.82	151
2	74.6	6.74	4.97	218
3	79.4	9.67	5.07	283
4	81.0	8.36	5.86	318
5	86.3	11.58	5.16	302
6	87.8	12.26	7.42	378
7	96.2	15.89	5.94	403
8	96.8	20.80	9.75	493
9	98.1	19.84	6.87	432
10	106.2	19.06	7.08	502
11	121.6	28.52	8.09	582
12	123.4	36.82	9.16	671
13	127.1	39.22	7.54	489
14	141.3	46.58	8.81	787
15	161.4	82.72	8.52	919
Average				462

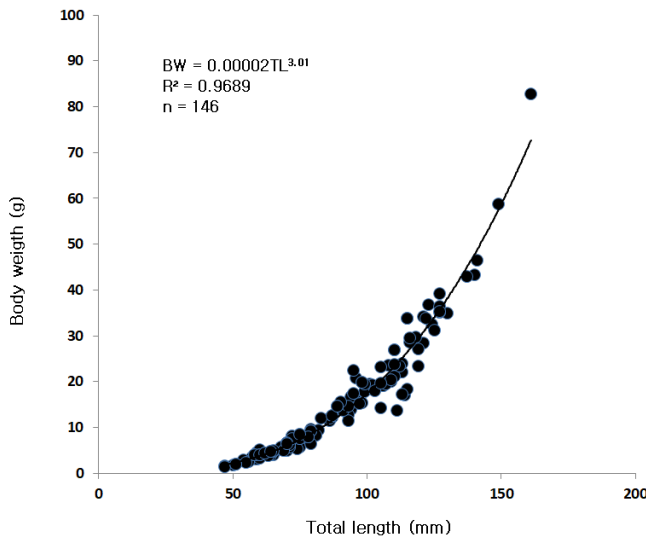


Figure 5. Total length-weight relationship of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream from May to June 2019.

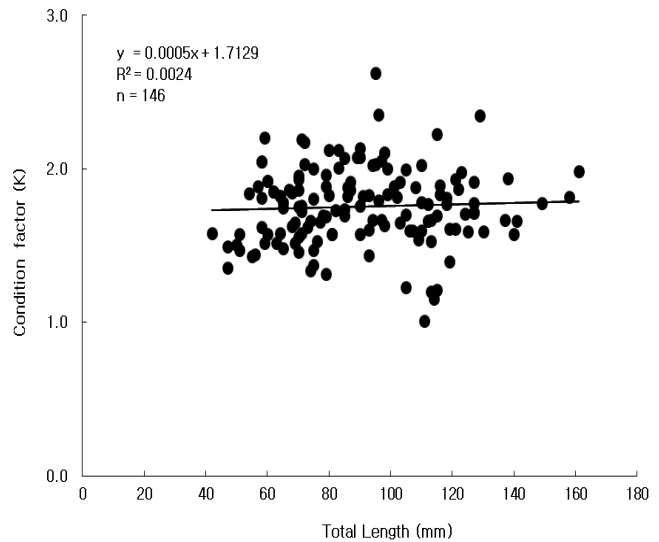


Figure 6. Condition factor (K) of *Coreoperca herzi* in the Jaho stream from May to June 2019.

있고, 비만도 지수 기울기는 모두 음의 값으로 꺾기와 차이를 나타내었는데(Byeon and Yoon, 2016; Byeon, 2019) 꺾지는 이들 어종에 비해 전장 증가보다 체중의 증가 폭이 컸기 때문인 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Anderson, R.O. and R.M. Neumann(1996) Length, weight and associated structural indices. In B.R. Murphy and D.W. Willis (Eds.), Fisheries techniques(2nd ed). 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.
- Bang, I.C., Y.K. Nam, N.C. Hwan, J.T. Park and K.H. Han(2001) Cytogenetic analysis of three centropomid species in Korea. J. Korean Fish. Soc. 34: 17-20. (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: 718-728. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K. and M.H. Yoon(2016) Ecological characteristics of *Squalidus chankaensis tsuchigae* (Cyprinidae) in Geum river, Korea. Kor. J. Env. Eco. 30: 888-895. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2014) Habitat characteristic of *Coreoperca herzi* and *Coreoleuciscus*, and effect on introduced to different water system. Korean Nature Conservation. 165: 13-23. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2017) Studies on the feeding habits of Korean aucha perch, *Coreoperca herzi* in the Geum river, Korea. Korean J. Ichthyol. 31: 472-478. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2019) Ecological characteristics of *Rhynchocypris kungangensis* (Cyprinidae) in the spring water in Eocheon stream, Korea. Kor. J. Env. Eco. 33: 677-685. (in Korean with English abstract)
- Cho, S.K. and J.J. Yum(2005) Changes of activities and isozymes of lactate dehydrogenase in *Coreaperca herzi* and *Pseudogobio esocinus* acclimated to rapid increase of dissolved oxygen. Korean J. Life Sci. 15: 71-79. (in Korean with English abstract)
- Chyung, M.K.(1977) Illustrated encyclopedia of the fauna of Korea. 2. Fishes. Minist. of Education, Seoul, 861pp. (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. Natl. 67: 477-504.
- Ecoutin, J.M., J.J. Albert and S. Trape(2005) Length-weight relationships for fish populations of a relatively undisturbed tropical estuary: The Gambia. Fisheries Research 72: 347-351.
- Gye, M.C.(2002) Spermatogenesis of *Coreoperca herzi* (Perciformes; Percichthyidae). Korean J. Limnol. 35: 232-236. (in Korean with English abstract)
- Gye, M.C., K.H. Jung and B.S. Yoo(1997) Studies on the reproduction of *Coreoperca herzi* (Perciformes; Percichthyidae) in the streams flowing into Pukhan river. Korean J. Environ. Biol. 15:

- 201-205. (in Korean with English abstract)
- Ha B.S. and D.S. Kang(1990) Studies on the lipid of aquatic products(part 5)-Comparison of flesh lipid composition of some fresh water fishes, mandarin fish, korean perch, cornet fish and cat fish-. J. Korean Soc. Food Nutr. 19: 291-300. (in Korean with English abstract)
- Han, K.H., J.T. Park, D.S. Jin, D.J. Yoo and J.M. Park(2017) Osteological development of the larvae and juvenile in *Coreoperca herzi* (Perciformes: Centropomidae). Korean J. Ichthyol. 29: 32-40. (in Korean with English abstract)
- Han, K.H., J.T. Park, G.H. Jung, W.K. Lee, J.Y. Lee and I.C. Bang(1998) Spawning behavior and early life history of korean aucha perch *Coreoperca herzi* Herzenstein. Korean J. Aquaculture 11: 49-58. (in Korean with English abstract)
- Herzenstein, S.M.(1896) Uber einige neue und seltene Fische des zoologischen museums der Keiselichen museums der keiserlichen academie der wisseneschaften. Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg V. I(1896): 1-14. (In German)
- Jang, S.H., H.S. Ryu and J.H. Lee(2010) A study on the stock assessment and management implications of the Korean aucha perch (*Coreoperca herzi*) in freshwater: (1) estimation of population ecological characteristics of *Coreoperca herzi* in the mid-upper system of the Seomjin river. Korean J. Limnol. 43: 82-90. (in Korean with English abstract)
- Jang, S.H., H.S. Ryu and J.H. Lee(2011) Stock assessment and management implications of the Korean aucha perch (*Coreoperca herzi*) in freshwater: (2) estimation of potential yield assessment and stock of *Coreoperca herzi* in the mid-upper system of the Seomjin river. Korean J. Limnol. 44: 172-177. (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, 615pp. (in Korean)
- Kim, S.H., S.H. Lee, W.O. Lee and K.H. Cho(2013) Distribution of *Coreoperca kawamebari* and *C. herzi* and fish community structure in relation to environmental differences in their sympatric area of the Boseong river, Korea. Korean J. Eco. and Environ. 46: 367-379. (in Korean with English abstract)
- Kwater(2007) A guidebook of river in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, H.H., M.Y. Park, M.J. Kweon, S.H. Baek, S.Y. Kim, D.S. Kang and B.S. Ha(1996) Comparison of carotenoid pigments in mandarin fish, *Siniperca scherzeri* and Korean perch, *Coreoperca herzi* in the family Serranidae. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 87-93. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.O., J.Y. Lee, S.J. Son and N.J. Choi(1997) Early life history and reproductive ecology of mandarin fish, *Siniperca scherzeri* (Pisces, Centropomidae) in Soyang lake. Korean J. Ichthyol. 9: 99-107. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.O., M.H. Go, J.M. Bak, D.H. Kim, H.J. Jeon and K.H. Kim(2010) Characteristics of fish fauna and community structure in Buk stream of Goseong, Korea. Korean J. Ichthyol. 22: 238-248. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.O., S.I. Jang and J.Y. Lee(1998) Studies on early life history of the korean mandarin fish, *Siniperca scherzeri* (Pisces, Centropomidae). Korean J. Ichthyol. 10: 1-10. (in Korean with English abstract)
- Lim, S.W., G.H. Chung, C.H. Han, K.Y. Kang and J.W. Kim(2011) Reproductive cycle of the Korean perch, *Coreoperca herzi* (Perciformes; Centropomidae). Korean J. Ichthyol. 23: 261-268. (in Korean with English abstract)
- Miller, P.J.(1986) Reproductive biology and systematic problems in Gbioidei fishes. Indo-Pacific Fish Biology, pp. 640-647.
- Mori, T. and K. Uchida(1934) Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr. 1(3). Biol. Ser. 1. 228pp. (In Japanese)
- 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(4): 313-316.
- Okazaki, T. and S.R. Jeon(1996) Genetic differentiation of the genus *Coreoperca*(Pisces: serranidae) from Korea. Korean J. Limnol. 29: 387-391. (in Korean with English abstract)
- Park, S.Y. and J.J. Yun(1995) Acclimation of lactate dehydrogenase isozymes in *Coreperca herzi* by environmental variation. Korean J. Environ. Biol. 13: 121-130. (in Korean with English abstract)
- Shin, A.R., H.W. Park, W.O. Lee and M.Y. Song(2018) Maturity and spawning of korean mandarin fish, *Siniperca scherizeri* in Soyang lake. Korean J. Ichthyol. 30: 84-91. (in Korean with English abstract)