

송천에 서식하는 새미(*Ladislabia taczanowskii*)의 생태 특성¹

변화근^{2*}

Ecological Characteristics of Tachanovskys Gudgeon, *Ladislabia taczanowskii* in Songcheon Stream, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}

요약

새미(*Ladislabia taczanowskii*)의 생태적 특성을 연구하기 위해 2019년 3월부터 11월까지 송천에서 조사를 실시하였다. 본 종은 하천 상류역에 분포하며 하상구조는 큰돌(boulder)과 작은돌(cobble)이 풍부였으며, 수심은 31~148 cm이었고, 유속은 0.94 ± 0.23 (0.51~1.39) m/sec로 빨랐다. 암수 성비는 1 : 0.89 이었다. 전장빈도분포도에 따른 연령은 전장 38~70 mm 미만은 만1년생, 70~100 mm은 만 2년생, 100~120 mm은 만 3년생, 120~128 mm은 만 4년생 이상으로 추정되었다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 70 mm, 수컷은 75 mm 이상이었다. 산란시기는 5월에서 8월까지 이었으며(수온은 15.5~20.1°C), 산란 성기는 6~7월로 추정되었다(수온은 15.8~17.2°C). 산란장은 소에서 여울이 시작되는 부분으로 모래와 자갈로 형성된 하천 바닥이었으며 폭은 약 70 cm, 길이는 약 150 cm, 수심은 20~50 cm이었다. 포란수는 평균 821 (401~1,314)개 이었고 성숙란은 짙은 노란색 구형으로 직경이 1.62 ± 0.02 (1.43~2.01) mm 이었다. 먹이생물은 부착조류에 속하는 남조류(Cyanophyta), 녹조류(Chlorophyta), 규조류(Bacillariophyta), 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera)과 파리목(Diptera) 등 이었다. 식성은 잡식성 이었으나 섭취된 먹이의 90% 이상은 부착조류로 식물성이었다.

주요어: 산란시기, 포란수, 산란장, 식성

ABSTRACT

This study surveyed the ecological characteristics of *Ladislabia taczanowskii* at Songcheon Stream from March to November 2019. The species inhabited upstream, where the riverbed structure was mostly covered with boulders and cobbles. The water depth was 31-148 cm, and the stream velocity was fast at 0.94 ± 0.23 (0.51-1.39) m/sec. The gender ratio of females to males was 1 : 0.89. The age according to the total length frequency distribution indicated that the group with 38-70 mm below in total length was one year old, the group with 70-100 mm was two years old, the group with 100-120 mm was three years old, and the group over 120-128 mm was over four years old. The total length of sexually mature fishes was 70 mm for females and 75 mm or more for males. The spawning season was from May to August, and the water temperature was 15.5-20.1°C during the period. The prosperous spawning season was from June to July, and the water temperature was 15.8-17.2°C during the period. The spawning ground was where the riffle began in the pool, and its bottom was

1 접수 2020년 10월 19일, 수정 (1차: 2020년 11월 23일), 게재확정 2020년 12월 7일

Received 19 October 2020; Revised (1st: 23 November 2020); Accepted 7 December 2020

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

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

formed of sand and gravel. The width was about 150 cm, and the water depth was 20 to 50 cm. The average number of eggs in the ovaries was 821 (401-1,314) per matured female, and the matured eggs were yellowish and spherical with a mean diameter of 1.62 ± 0.02 (1.43-2.01) mm. The live foods of *L. taczanowskii* Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Ephemeroptera, and Diptera. The feeding habit of *L. taczanowskii* is omnivorous, but more than 90% of the stomach content was attached algae.

KEY WORDS: SPAWING SEASON, NUMBER OF EGGS IN THE OVARY, SPAWING GROUND, FEEDING HABITS

서론

새미(*Ladislabia taczanowskii*)는 잉어목(Cypriniformes), 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어종이다. 본 종에 대해 Dybowski (1869)가 바이칼호 동쪽에 위치한 Transbaikalien에서 채집한 표본을 신종 기재하였다. 한반도에서는 임진강, 한강, 압록강, 청천강, 대동강, 장진강, 동해로 유입되는 삼척오십천과 마읍천에 서식한다(Kim, 1997). 한반도 이외의 수역에는 아무르강(Amur river) 수계와 몽골(Mongolia) 등에 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2005). 동해안으로 유입되는 강릉남대천과 연곡천에서는 1990년 이후 인위적으로 도입되어 서식하는 것으로 알려져 있다(Byeon and Oh, 2015). 새미는 북방 수계의 냉수성 어종으로 국내의 한강 수계 서식지는 가장 남쪽이며 기후변화로 기온과 수온이 상승하면 서식지는 더욱 축소될 가능성이 매우 높다. 본 종은 여름에도 수온이 20℃ 이내로 낮게 유지되고, 유속이 빠르며, 수질이 매우 깨끗한 산간계곡을 중심으로 서식한다. 국내에서는 하천정비와 수질오염 등으로 인해 서식지와 개체수가 급격히 감소하여 절멸 위험 취약종(Vulnerable)으로 분류되어 있다(NIBR, 2019). 본종에 대한 연구로는 산란행동(Youn, 2011)과 기생충 관련 연구(Shin *et al.*, 2014)가 이루어졌으며 그 외 학술적 연구는 전무한 상태이다. 새미에 대한 분포조사는 단편적으로 이루어졌으나 생태적 특성에 대한 조사는 이루어진 바 없으므로 본 종을 보호하고 어족자원 관리를 위해서는 생태 전반에 대한 조사가 시급한 실정이다. 따라서 수환경이 잘 보전되어 있는 남한강 상류역에 위치한 송천에서 새미의 서식지 환경, 성비, 연령추정, 산란시기, 포란수와 난의 크기, 식성 등을 조사하여 본 종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

연구방법

현장 조사는 강원도 평창군 대관령면 황계리 산 160-13 (37°41'20.6"N, 128°42'58.9"E)에서 2019년 3월부터 2019년 11월까지 매월 실시하였다(Figure 1). 송천 상류인 대관령

면 황계리의 경우 11월 말부터 2월 말까지는 수표면의 결빙으로 어류 채집을 하지 못하였다. 어류의 채집은 투망(망목, 7×7 mm)과 족대(망목, 5×5 mm)를 사용하였고, 채집된 표본들은 현장에서 10% formalin에 고정하였다. 새미 서식지의 기온, 수온, 수심, 하폭, 유폍, 유속, 하상구조 등을 매일 20~25일 14시를 기준으로 기온은 알콜봉상온도계로 수온은 수질측정기(YSI 556MPS, USA)로 측정하였고, 수심과 유속은 디지털유속계(FP-211, USA)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 5월에 채집한 개체의 전장을 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 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 산란시기인 5~6월에 채집된 개체의 전장(Total length)을 측정하였고, Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하였다. 본 종의 식성을 조사하기 위하여 먹이 활동이 왕성한 5월에 채집된 개체군을 대상으로 3단계(전장 70 mm 미만, 70~90 mm, 91 mm 이상)로 나누어 각각 10개체씩 선택하여 소화관 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 검정하였으며 소화관 내용물은 Mizuno (1976), Yun (1995), Won *et al.* (2008) 등의 도감에 의거하여 동정하였다.

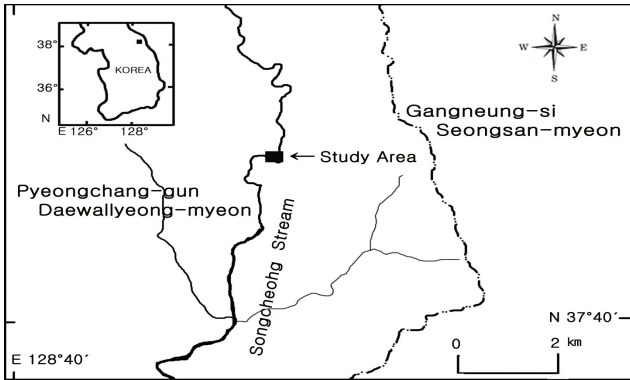


Figure 1. Map showing the sampling station of *Ladislabia taczanowskii* in the Songcheon Stream, Korea.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

송천은 황병산(1,407.1 m)에서 발원하며 유로 길이가 65.0 km이며 정선군 여량리에서 남한강 상류인 골지천으로 합류하는 지방2급 하천이다(Kwater, 2007). 조사 수역은 상수원보호 수역이며 조사 수역의 하폭은 9.7~21.3 m으로 좁았으며, 유폭은 평균 8.2 m이었고 수변부에 낙엽활엽수림이 잘 발달되어 있었으며 부분별로 농경지가 인접하여 분포하였다. 수심은 31~148 cm이었고 평균 46 cm로 다소 깊었으며 여울부 평균 유속이 $0.94 \pm 0.23 (0.51 \sim 1.39)$ m/sec로 빨랐으며, 하상구조는 큰돌(boulder), 작은돌(cobble), 조약돌(pebble), 자갈(gravel), 모래(sand) 등이 40 : 30 : 10 : 10 : 10의 비율로 큰돌과 작은돌이 풍부하였다(Table 1). 급여울이 광범위하게 분포하였고 수심이 1~1.5 m인 소(pool)가 산재하여 있었으며 새미의 크기가 작은 개체는 여울에 주로 서식하고 크기가 큰 개체는 소를 중심으로 서식하고 있었다. 조사 수역의 기온과 수온의 월 변화(3월에서 11월까지)에 있어 기온은 3월에 최저로 -7.0℃이었고 이후 점진적으로 상승하여 8월에 32.1℃로 최고에 달한 후 다시 감소

하였다. 수온은 3월에 4.6℃로 가장 낮았고 이후 지속적으로 상승하기 시작하여 8월에 가장 높은 20.1℃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. 조사기간 동안 채집된 암컷은 325개체, 수컷은 289개체로 성비는 1 : 0.89 (female : male)로 암컷이 다소 많았다(Table 2). 조사한 월에 따라 암수의 구성비 차이가 많이 났는데 이는 조사 수역 상방과 하방에 서식하던 암컷과 수컷 개체의 이동 비율이 달랐기 때문인 것으로 판단된다. 새미와 함께 공서하는 금강모치(*Rhynchocypris kumgangensis*)의 성비는 1 : 0.91(Byeon, 2019a), 연준모치(*Phoxinus phoxinus*)는 1 : 0.86로 두 종 모두 암컷이 다소 많았다(Byeon, 2019b). 국내의 산간계류에 서식하는 잉어과 어류의 경우 암컷이 수컷에 비해 개체수가 다소 많은 것이 일반적인 현상으로 나타났다.

Table 2. The number of sex ratio of *Ladislabia taczanowskii* in the Songcheon Stream

Month	Female	Male	Sex ratio
Mar.	30	21	1 : 0.71
Apr.	43	51	1 : 1.19
May	54	41	1 : 0.76
Jun.	26	32	1 : 1.23
Jul.	70	51	1 : 0.73
Aug.	18	19	1 : 1.06
Sep.	27	23	1 : 0.85
Oct.	31	30	1 : 0.97
Nov.	26	21	1 : 0.97
Total	325	289	1 : 0.89

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Songcheon Stream, April 2019

Stream width (m)	15.8(9.7~21.3)
Water width (m)	8.2(4.2~15.6)
Water depth (cm)	46(31~148)
Stream velocity (m/sec)	0.94(0.51~1.39)
Bottom structure (%) [*]	B : C : P : G : S = 40 : 30 : 10 : 10 : 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)

3. 성장도 및 연령추정

산란시기인 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 38.3 mm에서 128 mm 이었다. 전장빈도분포에 있어 4개의 집단으로 나누어졌으며 전장이 38~70 mm 미만은 만1년생, 70~100 mm은 만 2년생, 100~120 mm은 만 3년생, 120~128 mm은 만 4년생 이상으로 추정되었다(Figure 2). Kim (1997)은 부화 후 1년이면 40 mm, 2년이면 60~70 mm, 3년이면 100 mm, 4~5 년은 120 mm으로 추정한 바 있어 본 조사와 다소 차이가 있었다. 이는 조사 하천과 장소에 따라서 수온, 먹이원의 종류와 양이 차이가 있으며 또한 조사 대상 표본의 채집 시기 차이 등에 따라 성장도에 있어 다소 차이가 발생한 것으로 판단된다. 전장이 120 mm 이상 성장하는 데는 4년 이상이 걸린다는 것은 일치하였다.

4. 성적성숙 연령 및 생식가능 전장범위

성적성숙 연령과 생식가능 전장 크기를 확인하기 위해 산란 시기 중 생식소 중량지수(GSI)가 높은 5월에 채집된 개체를 대상으로 전장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 산란시기에 성숙한 수컷은 이차성징인 혼인색이 각 지느러미의 가장자리를 중심으로 짙은 선홍색을 띠며, 주둥이에서 눈앞 머리 부분에

흰색의 추성이 나타나므로 미성숙 개체와 성숙 개체와의 구별이 용이하였다. 생식소 중량지수는 암컷(n=81)이 2.5% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=43)은 0.3% 이상이 되어야 이차성징이 나타나며 정소가 성숙 하였다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 74.1 mm (생식소 지수 2.85%) 이상, 수컷은 78.2 mm (생식소 지수 0.58%) 이상으로 나타나 암컷은 70 mm, 수컷은 75 mm 이상 되어야 성적 성숙이 이루어졌으며 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다(Figure 3). 전장빈도분포로 추정된 연령에 근거하여 만 2년생(70~100 mm) 개체부터 성적성숙이 이루어졌다. 공서하는 어종인 금강모치와 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*)는 만 2년생부터 성적성숙이 이루어져 성적성숙 연령은 새미와 동일하였다(Byeon, 2019a; Song and Kwon, 1993).

5. 산란시기 추정

새미의 산란시기를 확인하기 위하여 매월(20~25일) 채집된 개체를 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Figure 4). 암·수 모두 4월부터 생식소지수가 급격히 증가하여 5월에 암컷은 8.59%, 수컷은 0.58%로 가장 높았으며 이후 다소 감소하기 시작하며 6월까지의 암컷 7.43%, 수컷 0.46%로 높은 수치를 유지하다가 7월 말부터 급격히 감소하였으며 8월에 암컷 1.18%, 수컷 0.17%로 최저치를 나타내었다. 따라서 본 조사 수역에서는 산란이 5월부터 시작되어 8월에 끝났으며 크기가 작은 소수의 개체는 8월까지 산란을 하며, 산란 성기는 6월

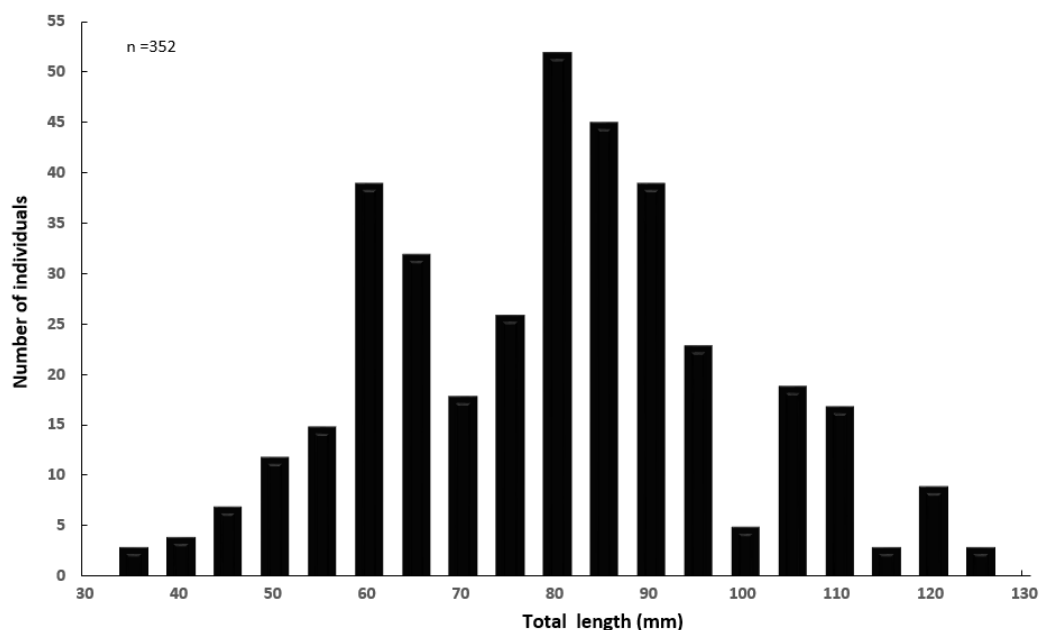


Figure 2. Length frequency distributions of *Ladislabia taczanowskii* in the Songcheon stream from May to June 2019

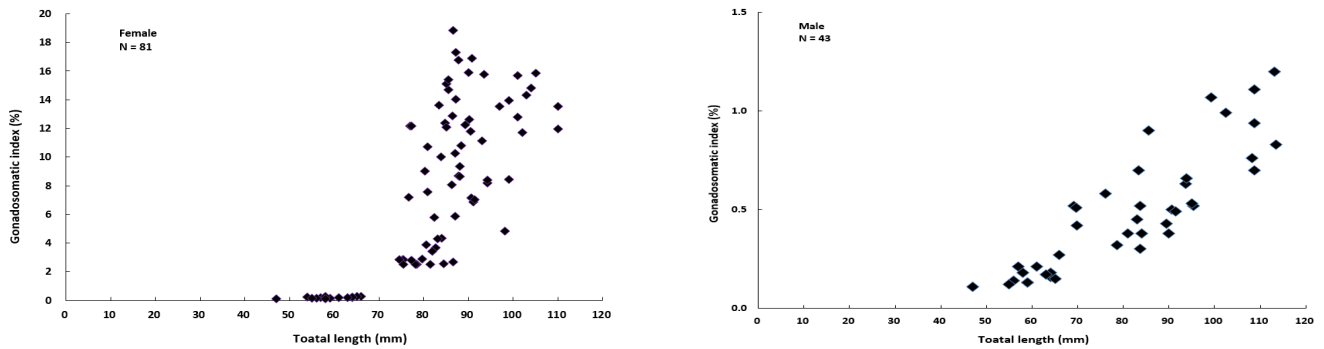


Figure 3. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *Ladislabia taczanowskii* in the Songcheon Stream from May 2019.

에서 7월로 추정되었다. 산란이 끝난 암컷은 난소에 소량의 미성숙란이 존재하기도 하였으며 생식소 지수는 2.0% 이하를 유지하였다. 6월에 채집된 개체 중 일부 암컷 성체는 난소에 성숙란이 없어 산란을 마친 것으로 판단되며 7월 말에는 일부 어린 암컷이 성숙란을 가지고 있었다. 8월 말에는 성숙란을 가지고 있는 암컷이 없는 것으로 보아 산란이 마무리된 것으로 판단된다. 만 2년생의 작은 일부 개체들은 6월까지의 성적 성숙이 이루어지지 않았으며 7월까지 성장한 이후 성적 성숙이 이루어져 늦은 8월에 산란하는 것으로 나타났다. 성적으로 성숙한 수컷은 이차성징이 7월부터 일부 수컷에서 추성이 퇴화되어 매우 작은 크기로 감소하였고, 혼인색은 7월까지 유지된 후 8월에 각 지느러미 가장자리 끝부분에 국한되어 희미하게 퇴색되었다. 산란시기의 수온은 15.5~20.1℃ 이었고 산란 성기인 6~7월의 수온은 15.8~17.2℃이었다. Kim (1997)과 NIBR (2019)에서는 산란시기를 6월 추정하여 본 조사 결과와 차이가 있었다. 새미의 산란 시기는 모든 개체가 짧은 기간에 이루어지지 않았으며 어린 개체는 성장을 하면서 성적 성숙이 이루어져 Kim (1997)과 NIBR의 결과와 차이가 있었다. Kim (1997)과 NIBR (2019)의 결과는 산란 성기에 국한되어 표기된 것으로 생각된다. 잉어과에 속하는 공서어종인 참갈겨니(*Zacco koreanus*)는 5~6월, 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*)는 4~5월, 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*)는 5~6월, 금강모치는 5~8월로 참갈겨니, 쉬리, 버들치 보다는 다소 늦으며 금강모치와는 중복되었다(Chae et al., 2019; Kim, 1997; Byeon, 2019a). 조사 시 산란장과 산란행동이 관찰되었으며 산란장소는 소에서 여울이 시작되는 부분으로 모래와 자갈로 형성된 하천 바닥에 폭은 약 70 cm이었고 길이는 약 150 cm의 크기로 산란장을 형성하였고 산란장의 수심은 20~50 cm이었다. 수컷이 산란장 내에서 꼬리지느러미를 세워 자갈 사이에 틈을 만들고 모래를 밀어내었다. 또한 수컷은 동종의 수컷이나 다른 어종의 침입을 방어하였다. 수컷이 산란장 내 꼬리지느러미로 자갈 사이에 틈을 만들 때 암컷이 수컷의 꼬리지느러미 부분으로 접근하여 산란을 하

며 수컷은 방정을 하였다. 한 개체의 수컷은 여러 마리의 암컷과 산란을 하며 암컷 또한 여러 번 나누어 산란을 반복하였다. 수정란은 틈을 형성한 자갈 표면에 부착하였다. 이는 Youn (2011)의 결과와 유사하였다.

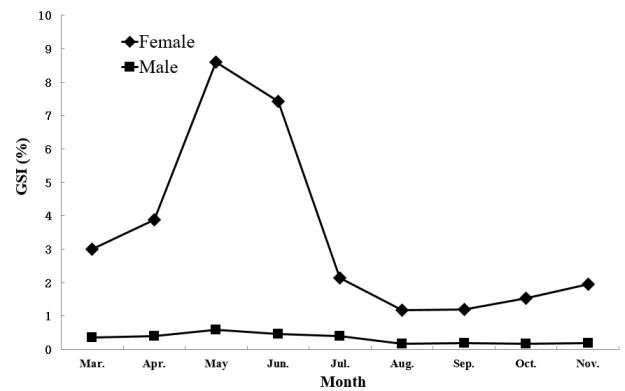


Figure 4. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Ladislabia taczanowskii* in the Songcheon Stream from March to November 2019.

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 80~109 mm 이었으며, 포란수는 401~1,314개로 평균 821개로 나타났다(Table 3). 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가 하였고 성숙란은 짙은 노란색을 띄며 구형으로 크기는 평균 직경이 1.62±0.02 (1.43~2.01) mm으로 소란형 이었다. 금강모치는 평균 포란수 1,006개, 성숙란 직경은 1.34±0.17 mm, 쉬리는 평균 포란수 1,690개, 배란 직후 나니의 직경은 1.94±0.10 mm으로 본 종의 포란수는 금강모치와 쉬리에 비해 적었고 성숙란의 직경은 큰 차이가 없었다

(Byeon, 2019a; Song and Kwon, 1993). 버들치는 성숙란 직경이 1.7~2.0 mm로 새미와 유사하였다(Uchida, 1939).

Table 3. The Number of eggs from ovaries of *Ladislabia taczanowskii* at the Songcheon Stream in May 2019

No.	Total length (mm)	Weight (g)	GSI (%)	Egg number
1	81	5.66	18.37	401
2	84	6.95	16.69	631
3	93	12.22	11.13	812
4	93	9.43	11.03	637
5	96	10.77	11.05	647
6	97	9.42	6.05	607
7	99	11.38	14.76	672
8	99	12.94	8.42	647
9	99	10.77	7.80	837
10	101	11.72	12.80	884
11	101	10.99	8.92	886
12	101	12.93	10.36	1073
13	103	13.17	13.48	1108
14	104	14.77	14.83	1154
15	109	14.37	8.21	1314
Average				821

7. 식성

먹이생물은 부착조류에 속하는 남조류(Cyanophyta), 녹조류(Chlorophyta), 규조류(Bacillariophyta)와, 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera)과 파리목(Diptera) 등 이었다 (Table 4). 식성은 잡식성 이었으나 섭취한 먹이의 양이 90% 이상은 부착조류로 식물성으로 확인되었으며, 전장의 크기에 관계없이 부착조류를 다량 섭식하였다. 수서곤충은 개똥하루살이(*Baetis fuscatus*), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*), 참납작하루살이(*Ecdyonurus dracon*), 깔다구류(Chironomidae spp.) 등의 유충을 섭식하였다. 섭식량은 매우 적었으며 수서곤충을 섭식한 개체는 부착조류를 거의 섭식하지 않았으며, 전장의 크기가 커지면서 수서곤충의 섭식량과 섭식 빈도가 증가하였다. 새미는 주로 부착조류 먹고 소량의 수서곤충도 섭식한다는 Kim (1997)과 NIBR (2019)의 보고와 일치하였다. 참갈겨니, 버들치, 금강모치 등은 주로 수서곤충을 섭식하므로(Kim, 1997) 본 종과 먹이 경쟁이 없이 동일한 장소에서 공서하고 있었다.

Table 4. Stomach contents of *Ladislabia taczanowskii* at the Songcheon Stream from May 2019

Taxa	Total length (mm)		
	< 70	70~90	> 90
Attached algae			
Cyanophyta			
<i>Oscillatoria</i>	++	+++	+++
<i>Gloeotrichia</i>		+++	+++
Chlorophyta			
<i>Characium</i>			
<i>Scenedesmus</i>	+	+	+
<i>Ulothrix</i>	+++	+++	+++
<i>Hormidium</i>	+++	++	+++
<i>Stigeoclonium</i>		+	++
Bacillariophyta			
<i>Ankistrodemus</i>		+	
<i>Melosira</i>	+	+	+
<i>Cyclotella</i>	+	+	+
<i>Diatoma</i>	+	++	+
<i>Fragilaria</i>	+++	++	++
<i>Cocconeis</i>	+	+	+
<i>Synedra</i>	+	+	+
<i>Achnanthes</i>	++	+++	++
<i>Pinnularia</i>	+	+	+
<i>Navicula</i>	+++	+++	+++
<i>Gomphonema</i>	+	++	++
<i>Cymbella</i>	+++	+++	+++
<i>Nitzschia</i>	+	+	+
Insecta(Aquatic insects)			
Ephemeroptera			
<i>Baetis</i>			8
<i>Ecdyonurus</i>	4	11	47
Diptera			
Chironomidae	17	96	173

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

REFERENCES

Bagenal, T.(1978) Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, pp. 48-116.

- Byeon, H.K. and J.K. Oh(2015) Fluctuation of fish community and inhabiting status of introduced fish in Gangeungnamade stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 29: 718-728. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2019a) Ecological characteristics of *Rhynchocypris kumgangensis* (Cyprinidae) at the spring water in Eocheon stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 33: 677-685. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2019b) Ecological characteristics of *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) at the spring water in Eocheon stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 33: 256-265. (in Korean with English abstract)
- Chae, B.S., H.B. Song and J.Y. Park(2019) A field guide to the freshwater fishes of Korea. LG Evergreen Foundation, Seoul, 255pp. (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. The American Midland Naturalist 67: 477-504.
- Dybowski, B.N.(1869) Vorläufige mittheilungen über die fishfauna des ononflusses und des ingoda in Transbaikalien. Verhandlungen der K.K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 19: 945-958.
- Kim, I.S.(1997) Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea, freshwater fishes. Ministry of Education, Yeongi, 629pp. (in Koean)
- 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, 615pp. (in Korean)
- Kwater(2007) A guidebook of river in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Miller, P.J.(1986) Reproductive biology and systematic problems in Gbioidei fishes. Indo-Pacific Fish Biology, pp. 640-647.
- Mizuno, T.(1976) Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha Publishing, Tokyo, 265pp. (in Japanese)
- NIBR(National Institute of Biological Resources)(2019) Red data book of republic of Korea volume 3. freshwater fishes. National Institute of Biological Resources, Incheon, 250pp. (in Korean)
- Shin, H.C., W.J. Lee, T.S. Kim, W.S. Seok, T.J. Lee, K.G. Jeong, B.K. Na and W.M. Sohn(2014) Prevalence of zoonotic trematode metacercariae in Freshwater fish from Gangwon-do, Korea. Korean Journal of Parasitol 52: 399-412.
- Song, H.B. and O.K. Kwon(1993) Ecology of *Coreoleuciscus splendidus* Mori (Cyprinidae) in Hongchon River. Korean Journal of Limnology 26: 235-244. (in Korean with English abstract)
- Uchida, K.(1939) The fishes of Tyosen (Korea). Part 1. Bull. Fish. Exp. Sta. Government General of Tyosen, 6, 458pp. (in Japanese)
- Won, D.H., S.J. Kwon and Y.C. Jun(2008) Aquatic insects of Korea. Korea Ecosystem Service Co., Ltd. Korea, 359pp. (in Korean)
- Youn, S.T.(2011) Characteristic of natural nest and breeding behavior of *Ladislabia taczanowskii*. Master,s Thesis, Kunsan National University, 25pp. (in Korean with English abstract)
- Yun, I.B.(1995) Aquatic insects of Korea. Korea University. Korea, 218pp. (in Korean)