

척과천에 서식하는 점몰개(*Squalidus multimaculatus*)의 생태 특성¹

변화근^{2*}

Ecological Characteristics of Korean Gudgeon, *Squalidus multimaculatus* in Cheokgwa Stream, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}

요약

점몰개(*Squalidus multimaculatus*)의 생태적 특징을 연구하기 위해 2020년 1월부터 12월까지 태화강 지류 척과천에서 조사를 실시하였다. 본 종의 서식지 하상구조는 모래(sand)가 매우 풍부하였으며, 수심은 25~164cm이었고 평균 68cm로 다소 깊었으며, 유속이 $0.21 \pm 0.26 (0.16 \sim 0.43)$ m/sec로 느렸다. 압수 성비는 1 : 0.99이었다. 전장빈도분포도에 따른 연령은 여름(6-7월)기준으로 50mm 미만(29.4-49mm)은 만1년생, 50~69mm은 만 2년생, 70~89mm은 만 3년생, 90mm 이상은 만 4년생으로 추정되었다. 생식가능 전장의 크기는 암컷과 수컷 모두 40mm 이상 되면 성적 성숙이 이루어졌다. 산란시기는 7월에서 8월(산란성기 8월)이었으며 수온은 23.8~25.4℃이었다. 포란수는 평균 1,395(648~2,201)개 이었고 성숙란은 노란색 구형으로 직경이 $0.67 \pm 0.24 (0.62 \sim 0.83)$ mm이었다. 먹이생물은 부착조류(Attached algae), 동물플랑크톤(Zooplankton), 수서곤충(Aquatic insects), 연체동물(Mollusca) 등이었다. 식성은 잡식성이었으나 섭취한 먹이의 양이 95% 이상은 부착조류로 식물성 먹이를 섭취하고 있었다. 점몰개의 크기가 클수록 동물성 먹이인 수서곤충을 섭취하는 양과 섭취 빈도가 증가하였으며 수서곤충을 섭취한 개체는 식물성 먹이를 거의 섭취하지 않았다.

주요어: 서식지, 성적성숙, 산란시기, 포란수, 식성

ABSTRACT

This study surveyed the ecological characteristics of *Squalidus multimaculatus* at Taehwa River tributary Cheokgwa Stream from January to December 2020. The species inhabited the riverbed that was mostly covered with sand. The water depth was 25-164 cm, and the average was rather deep at 68 cm. The stream velocity was slow at $0.21 \pm 0.26 (0.16-0.43)$ m/sec. The gender ratio of females to males was 1:0.99. The age according to the total length-frequency distribution indicated that the group with less than 50 mm (29.4 - 49 mm) in total length was one year old, the group with 50 - 69 mm was two years old, the group with 70 - 89 mm was three years old, and the group over 90 mm was four years old. The total length of sexually mature fishes was 40 mm for both males and females. The spawning season was from July to August, and the water temperatures was 23.8 - 25.4℃ during the period. The prosperous spawning season was August. The average number of eggs in the ovaries was

1 접수 2021년 9월 10일, 수정 (1차: 2021년 10월 19일), 게재확정 2021년 10월 20일

Received 10 September 2021; Revised (1st: 19 October 2021); Accepted 20 October 2021

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

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

1,395 (648 - 2,201) per matured female, and the matured eggs were yellowish and spherical with a mean diameter of 0.67 ± 0.24 (0.62 - 0.83) mm. The live foods were of *S. multimacultus* attached algae, zooplankton, aquatic insects, and Mollusca. The feeding habits of *S. multimacultus* were omnivorous, but more than 95% of the stomach content was plant-attached algae. The larger the size of this species, the greater the amount and frequency of eating aquatic insects, which were animal feeds. The population that ate aquatic insects did not eat vegetable food.

KEY WORDS: HABIT, SEXUAL MATURITY, SPAWING SEASON, NUMBER OF EGGS IN THE OVARY, FEEDING HABITAT

서론

점물개(*Squalidus multimacultus*)는 잉어과(Cyprinidae) 물개속(*Squalidus*)에 속하는 소형 담수어종이다. 본 종에 대해 Kim and Lee (1984)는 경상북도 영덕군 영덕읍에서 채집된 표본을 영덕물개(*Squalidus chankaensis* sp.)라 기재하였고 Kim (1984)은 한국산 모래무지아과(Gobioninae) 어류의 연구에서 영덕군과 울주군에 서식하는 집단을 별개의 종인 *Squalidus* sp.로 분류하였다. Hosoya and Jeon (1984)이 영덕 오십천에서 채집된 개체를 기준으로 신종 기재하였고 이후 Hosoya and Jeon (1989)은 점물개의 골격형질을 분석하여 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*)와 자매종을 이루며 참물개(*Squalidus chankaensis tsuchigae*), 물개(*Squalidus japonicus coreanus*), 일본에 서식하는 *Squalidus iijimae*, *Squalidus intermedia* 등과 계통학적으로 차이가 있음을 기술하였다. 우리나라에는 현재 물개속(*Squalidus*)에 속하는 종은 긴물개(*S. gracilis majimae*), 물개(*S. japonicus coreanus*), 참물개(*S. chankaensis tsuchigae*), 점물개(*S. multimaculatus*) 등 4종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim and Lee, 1984). 점물개는 한국고유종으로 동해남부 연안으로 유입되는 형산강, 영덕 오십천, 울진 왕피천 등 회야강에서 가곡천에 이르는 하천에 분포하는 것으로 보고되어 왔으며(Kim, 1997; Jeon and Kim, 1998; Kim and Park, 2002), 최근에는 강원도 고성군에 위치한 배봉천 등 일부 하천에서 발견되었는데 이는 인위적으로 이입되어 분포하는 것으로 알려져 있다(Ko *et al.*, 2013). 점물개에 대한 난발생 및 자치어 형태 발달(Song *et al.*, 2017), 유전적 연구(Lee *et al.*, 2017; Jeon *et al.*, 2018; Alam *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2020), 핵형분석(Lee, 2004), 최종 숙주가 사람이며 어류가 중간숙주인 기생충 감염(Park *et al.*, 2011) 등의 연구가 이루어졌다. 본 종에 대한 분류, 발생, 기생충, 유전자 등에 대한 연구는 지속적으로 이루어져 왔으나 생태적 전반에 대한 조사는 전혀 이루어지지 않은 상태이다. 점물개의 보호 및 어족자원 관리를 위해서는 생태

전반에 대한 조사가 시급한 실정이다. 따라서 본 종이 다양으로 서식하는 태화강 수계에 속하는 척과천에서 점물개의 서식지 환경, 성비, 연령추정, 산란시기, 포란수와 난의 크기, 식성 등을 조사하여 본 종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

연구방법

현장 조사는 척과천 중·상류에 위치한 울산광역시 울주군 범서읍 척과리 1157-32번지(35°36′ 53.7″N, 129°16′ 27.8″E)에서 2020년 1월부터 2020년 12월까지 매월 실시하였다(Figure 1). 어류의 채집은 투망(망목, 6×6mm)과 족대(망목, 4×4mm)를 사용하였고, 채집된 표본들은 현장에서 10% formalin에 고정하였다. 점물개 서식지의 기온, 수온, 수심, 하폭, 유평, 유속, 하상구조 등을 매월 5~10일 14시를 기준으로 기온은 알콜봉상온도계로 수온은 수질측정기(YSI 556MPS, USA)로 측정하였고, 수심과 유속은 디지털유속계(FP-211, USA)를 사용하여 측정하였다. 하폭과 유평은 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 0.01g 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 산란전 개체에 대해 생식소 중량지수가 높은 6, 7월에 채집한 개체의 전장을 1/20mm vernier calipers를 사용하여 0.01mm까지 측정하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 6, 7월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 5.0% 이상이고 전장이 56mm 이상인 10개체를 선택하여

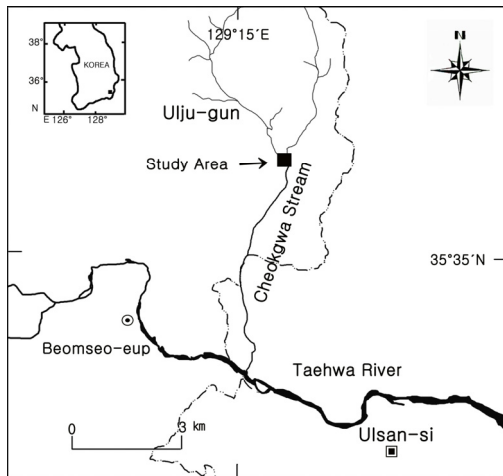


Figure 1. Map showing the sampling station of *Squalidus multimaculatus* in the Cheokgwa Stream, Korea.

생식소 내의 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 1/20mm vernier calipers를 사용하여 0.01mm까지 측정하였다. 본 종의 연령추정을 위하여 산란시기인 6~7월에 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 6월에 채집된 개체군을 대상으로 3단계(전장 60 mm 미만, 60~70mm, 70mm 이상)으로 나누어 각각 5개체씩 선택하여 소화관 내용물을 조사하였다. 소화관 조사 대상 개체는 먹이 섭취로 위가 충만한 개체에 국한하여 실시하였다. 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경을 사용하여 검경하였으며 소화관 내용물은 Mizuno (1976), Yoon (1995), Won *et al.* (2008) 등의 도감에 의거하여 동정하였다.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

척과천은 치슬령(765.4m)에서 발원하며 유로 길이가

10.8km이며 울산광역시 울주군 다운동에서 태화강으로 합류되는 지방하천이다(Kwater, 2007). 조사 수역의 하폭은 32~64m 이었고, 유폭은 평균 5.7m 좁았고, 수변부에 농경지, 도로, 마을 등이 인접하여 분포하였다. 수심은 25~164cm로 평균 68cm로 다소 깊었으며, 유속이 0.21±0.26(0.16~0.43)m/sec로 느렸으며, 하상구조는 작은돌(cobble), 조약돌(pebble), 자갈(gravel), 모래(sand) 등이 10 : 10 : 20 : 60로 모래가 풍부하였다(Table 1). 점물개의 주요 서식지는 여울 구간 내에서 수심이 다소 깊은 웅덩이를 중심으로 서식하고 있었으며 여러 개체가 집단을 이루어 서식하였다. 하상에는 사상체 녹조류와 남조류가 다량으로 생육하고 있지 않으며 유기물이 퇴적되어 있지 않고 양호한 수질을 유지하는 수역에 국한하여 서식하였다. 국내에 분포하는 물개속 어류인 물개, 긴물개, 참물개 보다 유속이 느리고 모래가 풍부한 곳에 서식하였다(Byeon, 2012; 2021; Byeon and Yoon, 2016). 조사 수역의 기온과 수온의 월 변화에 있어 기온은 1월에 최저로 -4.8℃이었고 이후 점진적으로 상승하여 8월에 32.3℃로 최고에 달한 후 다시 감소하였다. 수온은 1월에 9.2℃로 가장 낮았고 이후 지속적으로 상승하기 시작하여 8월에 가장 높은 25.4℃이었다. 수온과 기온의 변화는 국내하천의 일반적인 계절적 현상을 나타내고 있었다.

2. 성비

점물개의 암:수 구분은 생식이 가능하고 성적 성숙이 이루어지는 개체로 전장 50mm 이상의 개체를 해부하여 정소와 난소를 확인한 후 구별하였다. 조사기간 동안 채집된 암컷은 281개체, 수컷은 278개체로 성비는 1 : 0.99(female : male)로 암컷 구성비가 거의 동일하였다(Table 2). 긴물개는 1 : 0.73(Byeon, 2021), 물개는 1 : 0.82(Byeon, 2012), 참물개는 1 : 0.86(Byeon and Yoon, 2016)의 성비로 점물개는 이들 어종에 비해 수컷이 암컷에 비해 개체수 다소 높았다. 국내에 서식하는 잉어과(Cyprinidae) 어류의 경우 암컷이 수컷에 비해 개체수가 다소 많은 일반적인 현상과 일치하였다(Byeon, 2020).

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Cheokgwa Stream, May 2020

Stream width (m)	46.8(32~64)
Water width (m)	5.7(3.5~12.8)
Water depth (cm)	68(25~164)
Stream velocity (m/sec)	0.21(0.16~0.43)
Bottom structure (%) [*]	C : P : G : S = 10 : 10 : 20 : 60
Stream type	Run and 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)

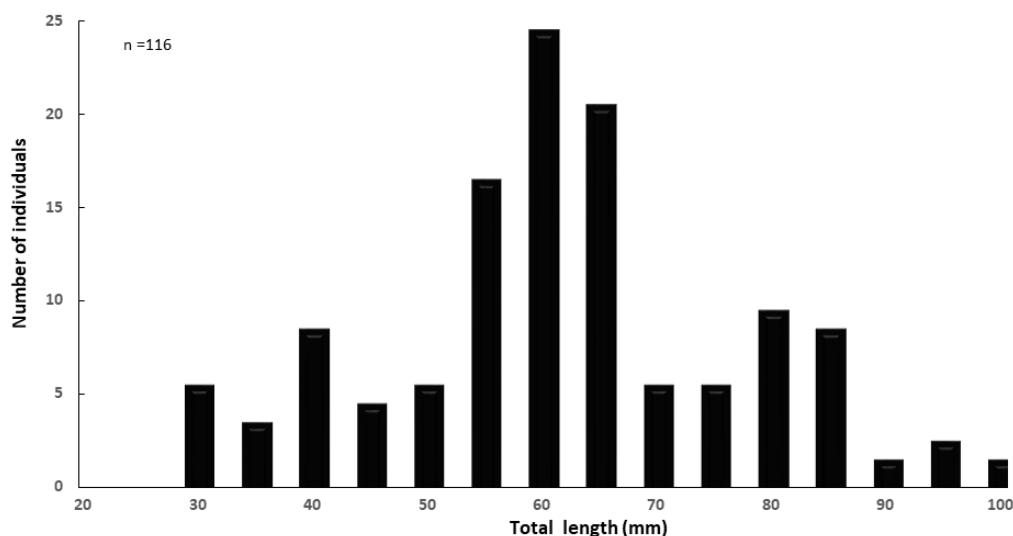
Table 2. The number of sex ratio of *Squalidus multimacultus* in the Cheokgwa Stream

Month	Female	Male	Sex ratio
Jan.	17	12	1 : 0.71
Feb.	21	18	1 : 0.88
Mar.	26	21	1 : 0.81
Apr.	22	24	1 : 1.09
May	17	21	1 : 1.24
Jun.	30	20	1 : 0.67
Jul.	29	23	1 : 0.79
Aug.	18	20	1 : 1.11
Sep.	20	23	1 : 1.15
Oct.	42	50	1 : 1.19
Nov.	18	22	1 : 1.22
Dec.	21	24	1 : 1.14
Total	281	278	1 : 0.99

3. 성장도 및 연령추정

산란 직전과 산란시기인 6~7월에 채집된 개체의 전장을 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하여 연령을 추정하였다. 채집된 개체의 전장 범위는 29.4mm에서 91.3mm 이다. 전장빈도분포에 있어 4개의 집단으로 나누어졌으며 전장이 50mm 미만(29.4~49mm)은 만1년생, 50~69mm은 만 2년생, 70~89mm은 만 3년생, 90mm 이상은 만 4년생으로 추정되었다(Figure 2). 점물개에 대한 성장도 조사는 알려진 것이 없으며, 긴물개는 전장이 50mm 미만은

만 1년생, 50~69mm는 만 2년생, 70mm 이상은 만 3년생 (Byeon, 2021), 물개는 전장이 34~50mm는 만 1년생, 만 2년생은 51~74mm, 75mm 이상은 만 3년생으로 성장하였고(Byeon, 2012), 참물개는 전장이 40~69mm는 만 1년생, 71~89mm는 만 2년생, 90mm 이상은 만 3년생으로 성장하였는데(Byeon and Yoon, 2016) 점물개는 참물개에 비해 연령별 전장의 크기가 작았고, 긴물개 및 물개와 유사하였다. 일본에 분포하는 근연종인 *S. gracilis gracilis*는 전장이 50~80mm이며 만1년이면 40mm로 성장하는 것으로 알려져 있으므로(Kawanabe and Mizuno, 1991) 점물개와 유사하였다.

Figure 2. Length frequency distributions of *Squalidus multimacultus* in the Cheokgwa Stream from June to July 2020.

4. 성적성숙 연령 및 생식가능 전장범위

성적성숙 연령과 생식가능 전장 크기를 확인하기 위해 산란시기 직전인 개체 중 생식소 중량지수(GSI)가 높은 6, 7월에 채집된 개체를 대상으로 전장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 2차 성징인 혼인색과 추성은 뚜렷이 나타나지 않으나 성숙한 수컷의 경우 가슴지느러미의 기초 중 가장 안쪽에 있는 불분지연조가 암컷에 비해 딱딱하고 잘 꺾이지 않게 변화하는 특징이 있다. 생식소 중량지수는 암컷(n=82)이 4.0% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=69)은 0.7% 이상이 되어야 정소가 성숙하였다. 생식가능 전장의 크기는 암컷과 수컷 모두 40mm 이상 되면 성적성숙이 이루어졌으며 암컷은 40mm 이상이면 대부분이 성적성숙을 하였고, 수컷은 40mm 이상 개체 중 일부만 성적성숙을 하였다(Figure 3). 전장빈도분포로 추정한 연령에 근거하여 만 1년생(50mm 미만) 개체 중 성장이 빠른 일부 개체는 성적성숙을 하였으며 암컷이 수컷 보다 작은 상태에

서 일찍 성적성숙이 이루어졌다. 점물개에 대한 성적성숙 연령에 대한 기존 기록은 없으며 긴물개는 암컷 50mm 이상, 수컷 60mm 이상, 물개는 암컷은 60mm 이상, 수컷은 55mm, 참물개는 암수 모두 70mm 이상 되어야만 성적성숙을 하므로 이들 어종에 비해 점물개는 다소 전장이 작은 개체들이 성적성숙을 하였다(Byeon, 2012; 2021; Byeon and Yoon, 2016).

5. 산란시기 추정

점물개의 산란시기를 확인하기 위하여 매월(5~10일) 채집된 개체를 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Figure 4). 암·수 모두 4월부터 생식소지수가 급격히 증가하여 7월에 암컷은 9.58%, 수컷은 1.28%로 가장 높았으며 이후 감소하기 시작하며 9월 암컷 2.15%, 수컷 0.64%로 급격히 감소하였으며 10월에 암컷 1.20%, 수컷 0.61%로 최저치를 나타내었다. 7월 초까지는 일부 암컷만 산란을 하

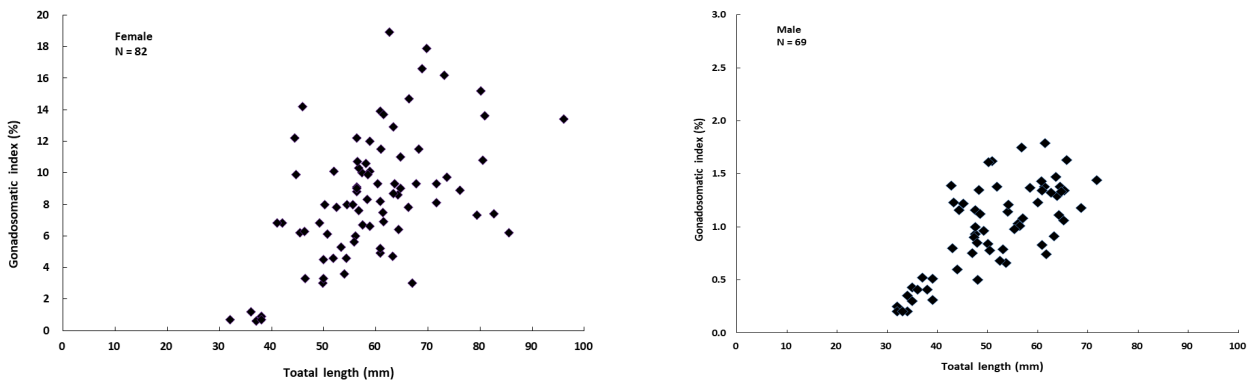


Figure 3. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *Squalidus multimaculatus* in the Cheokgwa Stream from May to June 2020.

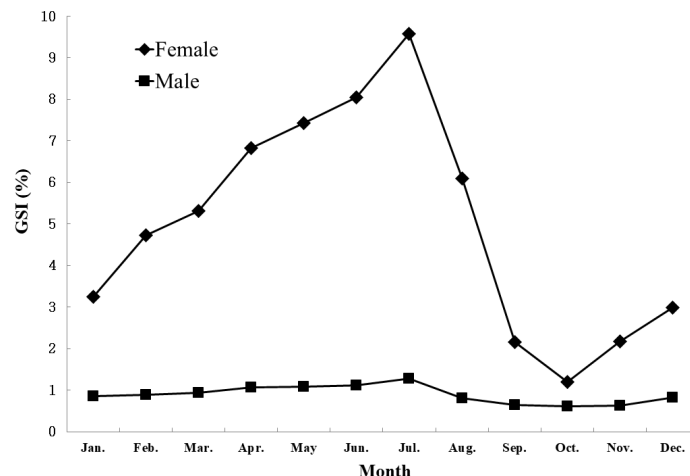


Figure 4. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Squalidus multimaculatus* in the Cheokgwa Stream from January to December 2020.

여 난소에 성숙란이 없었고 대부분의 암컷은 성숙난을 가지고 있었다. 8월에도 많은 암컷 개체들이 성숙란을 가지고 있었으며 9월에는 모든 암컷의 난소에 성숙난이 없었다. 따라서 본 조사 수역에서는 산란이 7월부터 시작되어 8월에 끝났다. 암컷의 생식소지수는 8월보다 9월에 더 급격히 감소하였으므로 산란이 7월 보다 8월에 집중적으로 이루어진 것으로 판단된다. 산란시기의 수온은 23.8~25.4℃이었다. 본 종에 대한 산란기 조사는 보고된 바 없으며 긴물개, 물개, 참물개 등의 산란 시기는 6~7월(Byeon, 2012; 2021; Byeon and Yoon, 2016)로 점물개 보다 다소 빨랐다. 일본에 분포하는 *S. gracilis gracilis*의 산란시기는 5~6월로 점물개 보다 이른 시기에 산란을 하였다(Kawanabe and Mizuno, 1991). 점물개가 물개속에 속하는 다른 어종에 비해 산란시기가 다소 늦은 것은 종의 특성인지 아니면 척과척에 서식하는 집단의 특징인 것인지에 대한 것은 추후 조사가 필요한 것으로 생각된다.

6. 포란수 및 성숙난의 크기

포란수와 성숙난의 크기를 조사하기 위하여 생식소 중량 지수가 가장 높은 6~7월에 채집된 암컷(n=10)을 대상으로 조사하였다. 조사한 암컷의 전장 범위는 56~96mm 이었으며, 포란수는 648~2,201개로 평균 1,395개로 나타났다(Table 3). 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가하였고 성숙난은 노란색을 띠며 구형으로 크기는 평균 직경이 $0.67 \pm 0.24(0.62\sim 0.83)$ mm으로 소형이다. 점물개의 포란수와 성숙난의 크기에 대해 알려진 기록은 없으며 긴물개의 포란수는 평균 1,009개, 난의 직경은 $0.78 \pm 0.08(0.57\sim 0.83)$ mm (Park et al., 2005; Byeon, 2021), 물개는 포란수가 1,871개이고 성숙난의 직경은 0.64 ± 0.03 mm, 참물개는 포란수가

2,219개, 성숙난의 직경은 0.85 ± 0.04 mm로 알려져 있다(Byeon, 2012; Byeon and Yoon, 2016). 점물개는 긴물개에 비해 포란수가 다소 많았고 물개와 참물개에 비해 포란수가 적었으며 성숙난 직경은 큰 차이 없이 비슷하였다.

7. 식성

먹이생물은 부착조류(Attached algae), 동물플랑크톤(Zooplankton), 수서곤충(Aquatic insects), 연체동물(Mollusca) 등 이었다(Table 4). 식성은 잡식성이나 동물성 먹이는 섭취된 양이 매우 적었고 섭취된 먹이 전체량 중 95% 이상은 부착조류 이었으므로 점물개 식성은 초식성이 강하였다. 위 내용물 중 식물성인 부착조류는 남조류(Cyanophyta)에 7속, 녹조류(Chlorophyta) 14속, 규조류(Bacillariophyta) 15속 등 규조류와 녹조류에 속하는 종이 풍부하였으며 녹조류 중 *Coelastrum*, *Scenedesmus*, *Hormidium*, 규조류에서는 *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Synedra* 등을 많이 섭취하였다. 동물성플랑크톤에 속하는 먹이는 윤충류(Rotatoria)와 요각류(Copepoda) 이었고 수서곤충인 하루살이목(Ephemeroptera)에 속하는 동양하루살이(*Ephemera orientalis*), 개뿔하루살이(*Baetis fuscatus*), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*), 파리목(Diptera)에는 깔다구류(Chironomidae spp.), 날도래목(Trichoptera)에는 큰애우목날도래(*Apatania maritima*), 연체동물에는 원돌이물달팽이(*Physa acuta*)가 위 내용물에서 확인되었다. 동물성 먹이 중에서 깔다구류를 가장 많이 섭취하였고 점물개의 크기가 증가하면 수서곤충을 섭취하는 양과 섭취 빈도가 증가하였다. 긴물개, 물개, 참물개 등과 식성은 잡식성으로 동일하였으나 점물개는 이들 어종에 비해 식물성 먹이를 많이 섭취하여 초식성과 유사하였다(Byeon, 2012; 2021; Byeon and Yoon, 2016).

Table 3. The Number of eggs from ovaries of *Squalidus multimaculatus* in the Cheokgwa Stream from June to July 2020

No.	Total length (mm)	Weight(g)	GSI (%)	Egg number
1	56	2.00	6.00	648
2	63	3.05	12.79	1,034
3	66	3.41	5.16	984
4	68	3.20	5.63	897
5	68	3.52	7.95	996
6	73	5.17	16.25	2,168
7	79	6.33	7.27	1,268
8	80	7.48	15.24	2,416
9	86	7.28	6.18	1,337
10	96	10.93	13.36	2,201
Average				1,395

Table 4. Stomach contents of *Squalidus multimaculatus* in the Cheokgwa Stream June 2020

Taxa	Total length (mm)		
	< 60	60~70	> 70
Attached algae			
Cyanophyta			
<i>Chroococcus</i>		++	
<i>Dactylococcopsis</i>	+	++	
<i>Merismopedia</i>		+	+
<i>Oscillatoria</i>	++	+	+
<i>Anabaena</i>	+	+	
<i>Gloeotrichia</i>		++	++
<i>Aphanizomenon</i>	+		+
Chlorophyta			
<i>Asterococcus</i>		++	
<i>Coelastrum</i>			+++
<i>Tetraedron</i>		+	
<i>Chlorella</i>		+	++
<i>Ankistrodesmus</i>	+		
<i>Scenedesmus</i>	+++	+++	+++
<i>Geminella</i>	+		
<i>Ulothrix</i>	++	+	++
<i>Hormidium</i>	+++	+	++
<i>Chaetophora</i>	+		
<i>Zygnema</i>			+
<i>Closterium</i>		++	
<i>Cosmarium</i>		+	+
<i>Staurastrum</i>		+	
Bacillariophyta			
<i>Melosira</i>	+	+	
<i>Meridion</i>		+	
<i>Cyclotella</i>	+		++
<i>Diatoma</i>			
<i>Fragilaria</i>	+++	++	+++
<i>Cocconeis</i>	+++		+
<i>Synedra</i>	++	+++	+
<i>Rhoicosphenia</i>			+
<i>Achnanthes</i>	+	++	+
<i>Pinnularia</i>	+	+	+
<i>Navicula</i>	++	++	+
<i>Gomphonema</i>	++	++	+
<i>Cymbella</i>	++	++	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+
<i>Surinella</i>	+	+	
Zooplankton			
Rotatoria			
<i>Trichocerca</i>	1		
Copepoda			
<i>Eodiaptomus</i>	1		
<i>Cyclops</i>		6	
Insecta(Aquatic insects)			
Ephemeroptera			
<i>Ephemera</i>			4
<i>Baetis</i>	1	4	5
<i>Ecdyonurus</i>		2	6
Diptera			
<i>Chironomidae</i>		7	10
Tricoptera			
<i>Apatania maritima</i>			1
Mollusca			
Gastropoda			
<i>Physa</i>			1

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

REFERENCES

- Alam, M.J. N.K. Kim, S. Andripono, H.K. Choi and H.W. Kim(2020) Assessment of fish biodiversity in four Korean rivers using environmental DNA metabarcoding. PeerJ 8: e9508. doi:10.7717/peerj.9508
- Bagenal, T.(1978) Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, pp.48-116.
- Byeon, H.K. and M.H. Yoon(2016) Ecology characteristics of *Squalidus chankaensis tsuchigae* (Cyprinidae) in Geum River, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 30: 888-895. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2012) Population ecology characteristics of *Squalidus japonicus coreanus* (Cyprinidae) in the Namhan River, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 26: 367-373. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2020) Ecology characteristics of Tachanovskys gudgeon, *Ladislabia taczanowskii* in Songcheon Stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 34: 551-557. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2021) Ecological characteristics of Korean slender gudgeon, *Squalidus gracilis majimae* in Sinan Stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 35: 277-284. (in Korean with English abstract)
- 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.
- Hosoya, K. and S.R. Jeon(1984) A new cyprinid fish, *Squalidus multimaculatus*, from small river on the eastern slope of the Taebaik Mountain Chain, Korea. Korean Journal Limnology 84: 403-412. (in Korean with English abstract)
- Hosoya, K. and S.R. Jeon(1989) Osteology of *Squalidus multimaculatus* with comment of Korean *Squalidus* zoogeography. Bulletin Museum Natn, History Saries Natural (Paris), Series, 11: 233-246.
- Jeon, H.B., D.Y. Kim, Y.J. Lee, H.G. Bae and H.Y. Suk(2018) The genetic structure of *Squalidus multimaculatus* revealing the historical pattern of serial colonization on the tip of East Asian continent. Scientific Reports 8: 10629 doi:10.1038/s41598-018-28340-x
- Jeon, S.R. and Y.J. Kim(1998) First record of the *Squalidus multimaculatus* (pisess: Cyprinidae) from Wangpi-river, Kyongangbuk-do, Korea. Journal Basic Science, Sang Myung University 11: 1-5. (in Korean with English abstract)
- Kawanabe, H. and N. Mizuno(1991) Freshwater Fishes of Japan. Yama-Kei, Japan, 677pp. (in Japanese)
- Kim, I.S. and J.Y. Park(2002) Freshwater fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul, 615pp. (in Korean)
- Kim, I.S. and Y.J. Lee(1984) Taxonomic review of the genus *Squalidus* (Cyprinidae; Pisces). Korean Journal Fisheries Aquatic Science 17: 132-138. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.S.(1984) The taxonomic study of gudgeons of the subfamily Gobioninae (Cyprinidae) in Korea. Bulletin Korean Journal Fisheries Aquatic Science 17: 436-448. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.S.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, 518pp. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon and I.C. Bang(2013) Fish community structure and inhabiting status of endangered species in Babong stream. Korean Journal Limnology 46: 192-204. (in Korean with English abstract)
- Kwater(2007) A guidebook of river in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, S.L.(2004) Karyotype analysis of the two *Squalidus* species (Cyprinidae) in Korea. Master's thesis, Graduate School of Education Chonbuk National University, 17pp.
- Lee, Y.J., H.G. Bae, H.B. Jeon, D.Y. Kim and H.Y. Suk(2017) Human-mediated processes affecting distribution and genetic structure of *Squalidus multimaculatus*, a freshwater Cyprinid with small spatial rang. Animal Cell & Systems 21: 349-357.
- 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)
- Park, K.S., Y.P. Hong, W.K. Moon, S.S. Choi and K.G. An(2005) The egg development of Korean Gudgeon, *Squalidus gracilis majimae* (Cypriniforms: Cyprinidae). Korean of Limnology 38: 73-82. (in Korean with English abstract)
- Park, M.A., J.S. Seo, S.H. Jung, H.J. Choi, E.J. Jeon, B.Y. Jee, W.O. Lee, S.H. Woo and E.H. Lee(2011) Infection of *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) in spotted barbel (*Squalidus multimaculatus* Hosoya et Jeon). Korean Journal Fish Pathology 24: 161-166. (in Korean with English abstract)
- Park, S.Y., S.K. Kim, J. Sagong, S.H. Ryun and J.N. Yu(2020) The complete mitochondrial genome sequence and phylogenetic analysis of *Squalidus multimaculatus*. Mitochondrial DNA Part B 5: 3062-3063.
- Song, H.Y., M.H. Ko, I.Y. Seo, S.J. Moon and I.C. Bang(2017) Morphological development of Egg and larvae of *Squalidus multimaculatus* (Gobioninae). Korean Journal of Ichthyology 29: 51-61. (in Korean with English abstract)
- Won, D.H., S.J. Kwon and Y.C. Jun(2008) Aquatic insects of Korea. Korea Ecosystem Service Co., Ltd. Korea, 359pp. (in Korean)
- Yoon, I.B.(1995) Aquatic insects of Korea. Korea University, Korea, 218pp. (in Korean)