

신안천에 서식하는 긴몰개(*Squalidus gracilis Majimae*)의 생태 특성¹

변화근^{2*}

Ecological Characteristics of Korean Slender Gudgeon, *Squalidus gracilis Majimae* in Sinan Stream, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}

요약

긴몰개(*Squalidus gracilis majimae*)의 생태적 특징을 연구하기 위해 2020년 1월부터 12월까지 낙동강 지류 신안천에서 조사를 실시하였다. 본 종의 서식지 하상구조는 자갈(gravel)과 모래(sand)가 풍부하였으며, 수심은 27~158cm이었고 평균 54cm로 다소 깊었으며, 유속이 $0.41 \pm 0.19 (0.24 \sim 0.86)$ m/sec로 느렸다. 암수 성비는 1 : 0.73이었다. 전장빈도분포도에 따른 연령은 봄(5-6월)기준으로 전장 50mm 미만은 만1년생, 50~69mm은 만 2년생, 70mm 이상은 만 3년생으로 추정되었다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 50mm, 수컷은 60mm 이상이였다. 산란시기는 6월에서 7월(산란성기 6월)이었으며 수온은 20.9~23.4℃ 이었다. 포란수는 평균 1,009(595~1,630)개 이었고 성숙란은 짙은 노란색 구형으로 직경이 $0.78 \pm 0.08 (0.57 \sim 0.83)$ mm이었다. 먹이생은 원생생물(protozoa), 부착조류(Attached algae), 동물플랑크톤(Zooplankton), 수서곤충(Aquatic insects) 등이었다. 식성은 잡식성이었으나 섭취한 먹이의 양이 80% 이상은 수서곤충인 깔다구류(Chironomidae spp.) 유충의 동물성 먹이를 섭취하고 있었다. 긴몰개의 크기가 클수록 동물성 먹이인 수서곤충을 섭취하는 양과 섭취 빈도가 증가하였으며 수서곤충을 섭취한 개체는 식물성 먹이를 섭취하지 않았다.

주요어: 성적성숙, 산란시기, 포란수, 성숙란, 식성

ABSTRACT

This study surveyed the ecological characteristics of *Squalidus gracilis majimae* at Nakdong River tributary Sinan Stream from January to December 2020. The species inhabited the riverbed that was mostly covered with gravel and sand. The water depth was 27-158 cm, and the average was rather deep at 54 cm. The stream velocity was slow at $0.41 \pm 0.19 (0.24 \sim 0.86)$ m/sec. The gender ratio of females to males was 1:0.73. According to the total length-frequency distribution, the age indicated that the group with less than 50 mm in total length was one year old, the group with 70-69 mm was two years old, and the group over 70 mm was three years old. The total length of sexually mature fishes was 50 mm for females and 60 mm for males. The spawning season was from June to July, and the water temperature was 20.9-23.4℃ during the period. The prosperous spawning season was July. The average number of eggs in the ovaries was 1,009 (595-1,630) per matured female, and the matured eggs were yellowish and spherical with a mean diameter of $0.78 \pm 0.08 (0.57 \sim 0.83)$ mm. The live foods were *S. gracilis majimae* Protozoa, attached algae, zooplankton, and

1 접수 2021년 4월 16일, 수정 (1차: 2021년 5월 5일), 게재확정 2021년 5월 9일
Received 16 April 2021; Revised (1st: 5 May 2021); Accepted 9 May 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

aquatic insects. The feeding habits of *S. gracilis majimae* are omnivorous, but more than 80% of the stomach content was aquatic insects, *Chironomidae spp.* The larger the size of this species, the greater the amount and frequency of eating aquatic insects, which are animal feeds. The population that ate aquatic insects did not eat vegetable food.

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

서론

긴물개(*Squalidus gracilis majimae*)는 잉어목(Cypriniformes) 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어종이다. 본 종에 대해 Jordan and Hubbs (1925)가 평양시 대동강에서 채집된 표본을 *Gnathopogon thsuchigae*로 신종 기재하였고 Uchida (1939)와 Mori (1952)는 한반도에 *G. strigatus*, *G. majimae*, *G. coreanus* 등 3종이 분포하는 것으로 기록하였다. Banarescu and Nalbant (1973)는 모래무지아과(Gobioninae) 어종에 대한 검토 연구에서 한국산 *Gnathopogon*와 *Squalidus* 속을 구분하여 기술하였다. 그 후 한국산 *Gnathopogon*와 *Squalidus* 속에 대한 분류학적 재검토, 검색표, 미세분포 등에 대해 Kim and Lee (1984) 연구가 진행되었다. 국내에는 현재 물개(*Squalidus*) 속에 속하는 종은 긴물개(*S. gracilis majimae*), 물개(*S. japonicus coreanus*), 참물개(*S. chankaensis tsuchigae*), 점물개(*S. multimaculatus*) 등 4종이 분포하는 것으로 알려져 있고 (Kim and Lee, 1984), 긴물개는 한국고유종으로 서해안과 남해안으로 유입되는 하천에 분포하며 동해안으로 유입되는 강릉남대천에서는 인위적인 요인으로 최근에 도입되어 서식하고 있다(Byeon and Oh, 2015). 본종의 근연 아종으로는 *S. gracilis minkiangensis*가 중국에 분포하며 *S. gracilis gracilis*는 일본에 분포한다(Chyung, 1977; Kim, 1997). 긴물개의 난발생은 Park *et al.* (2005), 산란행동은 Park *et al.* (2005), 성장은 Kim *et al.* (2020) 그리고 피부백색증에 대한 조직학과 정자의 미세구조 및 계통학은 Lee *et al.* (2009)와 Lee and Kim (1998)에 의해 연구되었다. 긴물개에 대한 유전적인 연구는 Jeon *et al.* (2018)와 Lee *et al.* (2017)에 이루어졌으며 인체에 감염되는 기생충 중간숙주에 대한 연구는 하천 유역별로 많은 조사가 이루어진 상태이다(Sohn, 2009; Sohn *et al.*, 2015; 2017; 2018; 2019; Song and Park, 2018; Yoon *et al.*, 2018). 본 종에 대한 분류와 기생충에 대한 연구는 지속적으로 이루어져 왔으나 생태적 특성에 대한 조사는 매우 미흡한 상태 이므로 본 종을 보호하고 어족자원 관리를 위해서는 생태 전반에 대한 조사가 시급한 실정이다. 따라서 본 종이 다량으로 서식하는 낙동강 위천 수계에 속하는 신안천에서 긴물개의 서식지 환경, 성비, 연령추정, 산란시기, 포란수와 난의 크기, 식성 등을 조사하여 본 종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

연구방법

현장 조사는 신안천 상류에 위치한 경상북도 의성군 금성면 도경리 1198번지(36°14′ 24.1″ N, 128°39′ 09.5″ 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. 긴물개 서식지의 기온, 수온, 수심, 하폭, 유폍, 유속, 하상구조 등을 매월 15~20일 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 전자

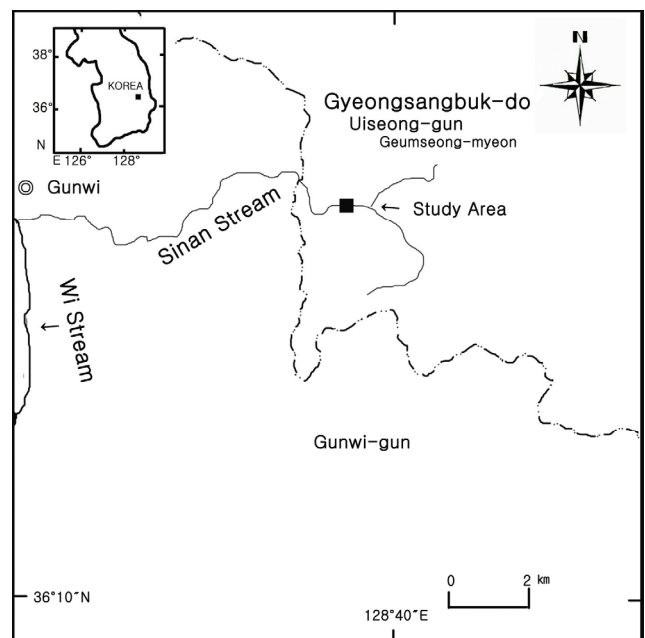


Figure 1. Map showing the sampling station of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream, Korea.

저울을 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 5, 6월에 채집한 개체의 전장을 1/20mm vernier calipers를 사용하여 0.01mm까지 측정하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5, 6월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 5.0% 이상이고 전장이 50mm 이상인 10개체를 선택하여 생식소 내의 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 1/20mm vernier calipers를 사용하여 0.01mm까지 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 50mm 미만, 50~69mm, 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), Yun (1995), Won *et al.* (2008) 등의 도감에 의거하여 동정하였다.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

신안천은 왕제산(320.3m)에서 발원하며 유로 길이가 11.5km이며 균위읍 정리에서 낙동강 지류인 위천으로 합류되는 지방2급 하천이다(Kwater, 2007). 조사 수역의 하폭은

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Sinan Stream, April 2020

Stream width (m)	35.4(27~48)
Water width (m)	6.2(4.8~10.6)
Water depth (cm)	54(27~158)
Stream velocity (m/sec)	0.41(0.24~0.86)
Bottom structure (%) [*]	B : C : P : G : S = 10 : 10 : 20 : 30 : 30
Stream type	Run

^{*}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)

27~48m이었고, 유폭은 평균 6.2m 좁았고, 수변부에 농경지, 도로, 마을 등이 인접하여 분포하였다. 수심은 27~158cm 이었고 평균 54cm로 다소 깊었으며, 유속이 $0.41 \pm 0.19(0.24-0.86)$ m/sec로 느렸으며, 하상구조는 큰돌(boulder), 작은돌(cobble), 조약돌(pebble), 자갈(gravel), 모래(sand) 등이 10 : 10 : 20 : 30 : 30의 비율로 자갈과 모래가 풍부하였다(Table 1). 긴물개의 주요 서식지는 여울 구간 내에서 수심이 다소 깊은 소형 웅덩이를 중심으로 서식하고 있었으며 여러 개체가 무리를 지어 서식하였다. 하방에는 농업용 보로 인해 수심이 150cm이며 정수역이 분포하였고 하상에는 침수식물이 다량 서식하고 있었다. 조사 수역의 기온과 수온의 월 변화에 있어 기온은 1월에 최저로 -5.9℃이었고 이후 점진적으로 상승하여 8월에 33.4℃로 최고에 달한 후 다시 감소하였다. 수온은 1월에 8.7℃로 가장 낮았고 이후 지속적으로 상승하기 시작하여 8월에 가장 높은 28.6℃이었다. 수온과 기온의 변화는 국내하천의 일반적인 계절적 현상을 나타내고 있었다.

2. 성비

암·수 구분은 생식이 가능하고 성적 성숙이 이루어지는 개체로 수컷은 전장 60mm 이상, 암컷은 전장 50mm 이상의 개체를 해부하여 정소와 난소를 확인한 후 구별하였다. 조사기간 동안 채집된 암컷은 456개체, 수컷은 334개체로 성비는 1 : 0.73(female : male)로 암컷이 다소 많았다(Table 2). 조사한 월에 따라 암수의 구성비 차이가 다소 있었으나 암컷이 수컷보다 개체수가 많은 것에서는 동일하였다. 물개(*Squalidus japonicus coreanus*)는 1 : 0.82(Byeon, 2012), 참물개(*Squalidus chankaensis tsuchigae*)는 1 : 0.86(Byeon and

Table 2. The number of sex ratio of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream

Month	Female	Male	Sex ratio
Jan.	21	19	1 : 0.90
Feb.	23	16	1 : 0.70
Mar.	38	29	1 : 0.76
Apr.	69	64	1 : 0.93
May	65	39	1 : 0.60
Jun.	24	15	1 : 0.63
Jul.	83	54	1 : 0.65
Aug.	38	28	1 : 0.74
Sep.	22	16	1 : 0.73
Oct.	28	17	1 : 0.61
Nov.	21	19	1 : 0.90
Dec.	24	18	1 : 0.75
Total	456	334	1 : 0.73

Yoon, 2016)의 성비로 긴물개와 같이 암컷이 수컷에 비해 개체수 구성비율이 높았다. 긴물개는 물개와 참물개에 비해 암컷의 개체수 구성비가 높았고 국내에 서식하는 잉어과(Cyprinidae) 어류의 경우 암컷이 수컷에 비해 개체수가 다소 많은 일반적인 현상과 일치하였다(Byeon, 2020).

3. 성장도 및 연령추정

산란직전과 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 28.4mm에서 91.3mm 이었다. 전장빈도분포에 있어 3개의 집단으로 나누어졌으며 전장이 50mm 미만은 만1년생, 50~69mm은 만2년생, 70mm 이상은 만3년생으로 추정되었다(Figure 2). Kim (1997)은 부화 후1년이면 40mm, 전장이80mm 이상인

개체는 3년생 이상으로 추정한 바 있어 본 조사와 다소 차이가 있었다. 이는 조사 하천과 장소에 따라서 수온, 먹이원의 종류와 양의 차이가 있으며 또한 조사대상 표본의 채집 시기 차이 등에 따라 성장도에 있어 다소 차이가 발생한 것으로 판단된다. 물개는 전장이 34~50mm는 만1년생, 만2년생은 51~74mm, 75mm 이상은 만3년생으로 성장하였고(Byeon, 2012), 참물개는 전장이 40~69mm는 만1년생, 71~89mm는 만2년생, 90mm 이상은 만3년생으로 성장하였는데(Byeon and Yoon, 2016) 긴물개는 참물개에 비해 성장도가 느렸고 물개와 다소 유사하였다. 줄물개(Gnathopogon strigatus)는 만1년에 56mm, 2년이면 80~90mm까지 성장하여 긴물개와 다소 차이가 있다(Kim, 1997). 일본에 분포하는 근연종인 *S. gracilis gracilis*는 전장이 50~80mm이며 만1년이면 40mm로 성장하는 것으로 알려져 있으므로(Kawanabe and Mizuno, 1991) 긴물개와 유사하였다.

4. 성적성숙 연령 및 생식가능 전장범위

성적성숙 연령과 생식가능 전장 크기를 확인하기 위해 산란시기 직전인 개체 중 생식소 중량지수(GSI)가 높은 5, 6월에 채집된 개체를 대상으로 전장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 2차 성징인 혼인색과 추성이 뚜렷이 나타나지 않으나 성숙한 수컷의 경우 산란시기에는 가슴지느러미의 기조 중 불분지연조의 막이 검은색을 띠고 있었다. 생식소 중량지수는 암컷(n=76)이 2.0% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=54)은 1.0% 이상이 되어야 이차성징이 나타나며 정소가 성숙하였다. 생식가능 전장의 크기는 암컷이 50mm 이상, 수컷은 60mm 이상 되어야 성적 성숙이 이루어졌으며 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로

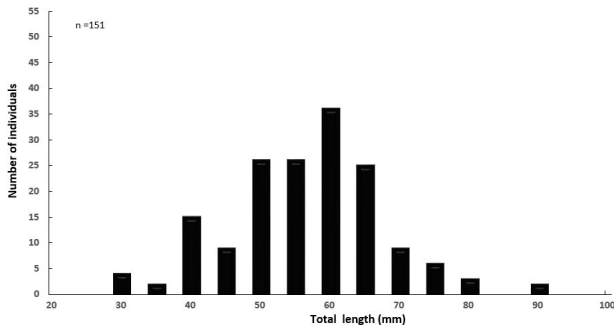


Figure 2. Length frequency distributions of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream from May to June 2020.

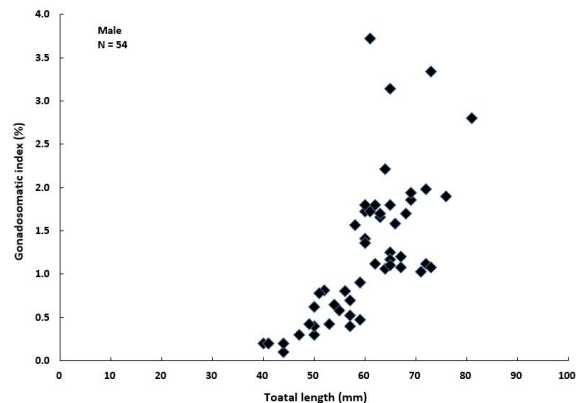
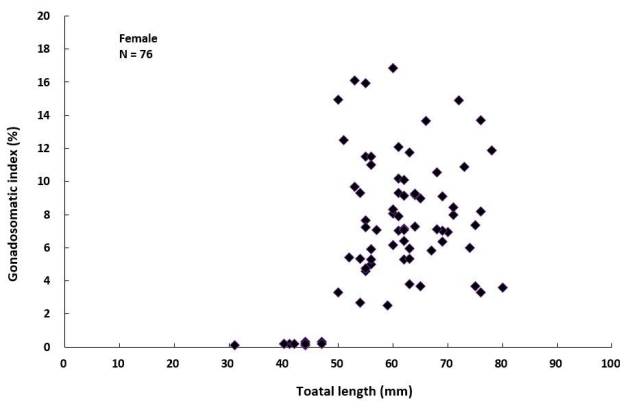


Figure 3. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream from May to June 2020.

판단된다(Figure 3). 전장빈도분포로 추정된 연령에 근거하여 만 2년생(50~69mm) 개체부터 성적성숙이 이루어졌다. 암컷은 만 2년 생이면 모두 성적 성숙이 이루어지나 수컷을 만 2생 개체중 전장이 60mm 미만의 경우 성적 성숙이 이루어지지 않으므로 암컷이 수컷 보다 작은 상태에서 일찍 성적 성숙이 되었다. 긴물개에 대한 성적성숙 연령에 대한 기존 기록은 없으며 물개의 경우 암컷은 60mm 이상, 수컷은 55mm 이상에서 성적 성숙이 이루어져 긴물개와 차이를 나타내었다(Byeon, 2012). 참물개는 암수 모두 70mm 이상 되어야만 성적 성숙하여 긴물개에 비해 늦게 성숙이 이루어져(Byeon and Yoon, 2016) 종에 따라 차이를 나타내었다. 줄물개도 만 2년이면 성적성숙을 하는 것으로 알려져 있어(Kim, 1997) 국내에 서식하는 줄물개와 물개속(*Squalidus*) 어류는 모두 만 2년 이상 되어야 성적성숙을 하였다.

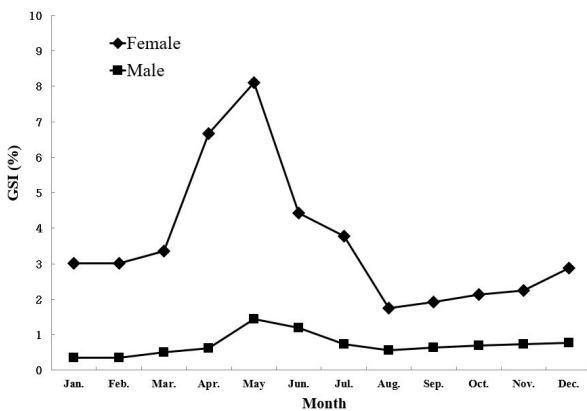


Figure 4. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream from January to December 2020.

5. 산란시기 추정

긴물개의 산란시기를 확인하기 위하여 매월(15~20일) 채집된 개체를 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Figure 4). 암·수 모두 4월부터 생식소지수가 급격히 증가하여 5월에 암컷은 8.10%, 수컷은 1.45%로 가장 높았으며 이후 다소 감소하기 시작하며 6월 암컷 4.42%, 수컷 1.20%로 급격히 감소하였으며 8월에 암컷 1.74%, 수컷 0.56%로 최저치를 나타내었다. 7월에는 암컷 중에서 많은 개체가 산란을 한 이후로 난소에 성숙란이 없었고 일부 개체는 성숙난을 가지고 있었다. 따라서 본 조사 수역에서는 산란이 6월부터 시작되어 7월에 끝났다. 암컷의 생식소지수는 7월보다 6월에 더 급격히 감소하였으므로 산란이 7월 보다 6월에 집중적으로 이루어진 것으로 판단된다. 산란시기의 수온은 20.9~23.4℃이었다. Kim (1997)과 NIBR (2019)에서는 산란시기를 5~6월 추정하여 본 조사 결과와 다소 차이가 있었다. 국내서 서식하는 물개와 참물개의 산란 시기는 6~7월(Byeon, 2012; Byeon and Yoon, 2016)로 긴물개 동일하였다. 일본에 분포하는 *S. gracilis gracilis*의 산란시기는 5~6월로 긴물개 보다 이른 시기에 산란을 하였다(Kawanabe and Mizuno, 1991).

6. 포란수 및 성숙난의 크기

포란수와 성숙난의 크기를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5~6월에 채집된 암컷(n=10)을 대상으로 조사하였다. 조사한 암컷의 전장 범위는 53~78mm 이었으며, 포란수는 595~1,630개로 평균 1,009개로 나타났다(Table 3). 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가하였고 성숙란은 짙은 노란색을 띠며 구형으로 크기는 평균 직경이

Table 3. The Number of eggs from ovaries of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream from May to June 2020

No.	Total length (mm)	Weigth(g)	GSI (%)	Egg number
1	53	2.38	9.66	595
2	55	2.17	11.52	689
3	61	3.24	10.19	786
4	65	3.10	5.48	672
5	68	3.50	8.57	912
6	70	3.62	8.42	986
7	71	3.41	9.21	10,58
8	73	4.69	10.87	1,389
9	77	5.16	10.85	1,372
10	78	5.38	9.08	1,632
Average				1,009

Table 4. Stomach contents of *Squalidus gracilis majimae* in the Sinan Stream from May 2020

Taxa	Total length (mm)		
	< 50	50~70	> 70
Protozoa			
Euglenoida	+		+
Phacus	+	+	
Trachelomonas	+		
Attached algae			
Cyanophyta			
<i>Dactylococcopsis</i>	+	+	++
<i>Merismopedia</i>			+
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+
<i>Anabaena</i>			+
<i>Gloeotrichia</i>			+
Chlorophyta			
<i>Asterococcus</i>	++	++	+
<i>Pediastrum</i>		+	
<i>Scenedesmus</i>	+	+	++
<i>Ulothrix</i>	++	++	++
<i>Hormidium</i>	+	++	+
<i>Stigeoclonium</i>		+	+
<i>Spirogyra</i>		+	
<i>Penium</i>	+		
<i>Closterium</i>	+	+	
<i>Cosmarium</i>	+	+	+
Bacillariophyta			
<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>	+	+	+
<i>Surinella</i>	++	+	+
Zooplankton			

Taxa	Total length (mm)		
	< 50	50~70	> 70
Rotatoria			
<i>Trichocerca</i>	1		
Copepoda			
<i>Eodiaptomus</i>		4	
<i>Cyclops</i>	1	1	
Insecta(Aquatic insects)			
Ephemeroptera			
<i>Baetis</i>	3	11	18
<i>Epeorus</i>		9	14
<i>Ecdyonurus</i>		4	12
<i>Rhoenanthus</i>			4
Diptera			
Chironomidae	47	163	332
Tricoptera			
<i>Psilotreta kisoensis</i>		2	

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

0.78±0.08(0.57~0.83)mm으로 소형란 이었다. 한국산 긴물개의 포란수는 2,000~3,000개, 난경은 2.9±0.2mm (Park *et al.* 2005b)로 본 조사와 차이가 있었다. 긴물개 성숙난의 크기에 대한 과거의 자료가 없었으며 Park *et al.* (2005)의 조사에 비해 포란수가 많았던 것은 크기가 큰 암컷에 국한되어 측정된 것으로 생각되며 난의 직경 차이는 본 조사의 경우 난소에 있는 성숙난의 크기이며 수정난은 부풀어 올라 직경이 확대되는데 Park *et al.* (2005)의 자료는 수정난의 직경이다. 일본에 서식하는 *Squalidus gracilis*는 난소 내 성숙란의 직경이 0.75~0.90mm로 알려져 있어 긴물개와 거의 동일하였다(Nakamura, 1968). 물개는 포란수가 1,871개 이고 성숙난의 직경은 0.64±0.03mm, 참물개는 포란수가 2,219개, 성숙난의 직경은 0.85±0.04mm로 알려져 있다 (Byeon, 2012; Byeon and Yoon, 2016). 긴물개는 물개와 참물개에 비해 포란수가 적으며 성숙난의 크기는 물개와 참물개의 중간 크기에 속하였다.

7. 식성

먹이생물은 원생생물(Protozoa), 부착조류(Attached algae), 동물플랑크톤(Zooplankton), 수서곤충(Aquatic insects) 등이었다(Table 4). 식성은 잡식성이었으나 섭취한 먹이의 양이 80% 이상은 수서곤충인 깔다구류(Chironomidae spp.) 유충의 동물성 먹이를 섭취하고 있었다. 원생생물은 유글레

나류(Euglenoida)가 섭식 되었고 식물성인 부착조류에는 남조류(Cyanophyta), 녹조류(Chlorophyta), 규조류(Bacillariophyta) 등에 속하는 종류가 다양하였다. 동물성플랑크톤에 속하는 먹이는 유훈류(Rotatoria)와 요각류(Copepoda) 이었고 수 서곤충인 하루살이목(Ephemeroptera)에 속하는 부채하루살이(*Eperous pellucidus*), 참납작하루살이(*Ecdyonurus dracon*), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*), 강하루살이(*Rhoenanthus coreanus*), 개똥하루사리(*Baetis fuscatus*), 파리목(Diptera)에 깔다구류(Chironomidae spp.), 날도래목(Trichoptera)에는 바수염날도래(*Psilotreta kisoensis*) 유충이 위 내용물에서 확인되었다. 긴몰개의 크기가 클수록 동물성 먹이인 수서곤충을 섭식하는 양과 섭식 빈도가 증가하였으며 수서곤충을 섭식한 개체는 식물성 먹이를 섭취하지 않았다. 긴몰개는 작은 갑각류와 수서곤충 유충을 먹는 다는 Kim (1997)과 NIBR (2019)와 차이가 있었으며 잡식성으로 조사된 참몰개와 몰개의 식성(Byeon, 2012; Byeon and Yoon, 2016)과 동일하였다. Kim (1997)과 NIBR (2019)의 식성은 직접 식성 조사를 한 자료가 아니며 일본산 *Squalidus*의 자료를 인용한 결과 인 것으로 추정된다. 잡식성으로 수서곤충, 동물 플랑크톤, 부착조류 등을 섭식하는 *S. gracilis gracilis*와 긴몰개의 식성이 일치하였다(Kawanabe and Mizuno, 1991).

REFERENCES

- 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, 305pp.
- 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. 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 of *Squalidus japonicus coreanus* (Cyprinidae) in the Namhan River, Korea. Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 26: 367-373. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K.(2020) Ecology characteristics of Tachanovskys gudgeon, *Ladislavia taczanowskii* in Songcheon Stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 34: 551-557. (in Korean with English abstract)
- Chyung, M.K.(1977) The Fishes of Korea. Ilji-Sa, Korea, 727pp. (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.
- 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: 1-12.
- Jordan, D.S. and C.L. Hubbs(1925) Record of fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, Mem. Carnegie Mus. V. 10: 93-346.
- Kawanabe, H. and N. Mizuno(1991) Freshwater Fishes of Japan. Yama-Kei, Japan, 677 pp. (in Japanese)
- Kim, D.K., H. Jo, W.O. Lee, K. Park and I.S. Kwak(2020) Evaluation of length-weight relations for 15 sish species (Actinopterygii) from the Seomjin River basin in South Korean. Acta Ichthyologicaet Piscatoria 50: 209-213.
- 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.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, 518pp. (in Korean)
- Kwater(2007) A guidebook of river in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, Y.H. and K.H. Kim(1998) Spermatozoal ultrastructure and phylogenetic relationships of the subfamily Gobioninae (Cyprinidae, Teleostei) 1. Ultrastructure of the spermatozoa of the Korean slender gudgeon *Squalidus gracilis majimae* . Korean Journal of Electron Microscopy 28: 63-71. (in Korean with English abstract)
- 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 Cells and Systems 21: 349-357.
- Lee, Y.J., J.Y. Park and M.K. Oh(2009) Histological study on cutaneous albinism of Korean slender gudgeon *Squalidus gracilis majimae* from Korea. Korean Journal of Ichthyology 21: 208-213. (in Korean with English abstract)
- 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)
- Mori, T.(1952) Check list of the Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr. 1. Biol. Ser., 1, 228. (in Japanese)
- Nakamura, M.(1968) Cyprinid fishes of Japan-Studies on the life

- history of cyprinid fishes of Japan-. Research Institute for Natural Resources, Tokyo, 455pp. (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)
- Park, K.S., Y.P. Hong, S.S. Choi and K.G. An(2005) The spawning behavior of Korean gudgeon, *Squalidus gracilis majimae* (Cypriniforms: Cyprinidae). Korean Journal of Limnology 38: 207-216. (in Korean with English abstract)
- 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)
- Sohn, W.M.(2009) Fish-borne zoonotic trematoda metacercariae in the Republic of Korea. Korean Journal of Parasitology 47: 103-113.
- Sohn, W.M., B.K. Na, S.H. Cho and J.W. Ju(2019) Infection status with clonorchis sinensis metacercariae in fish from Yangcheon (stream) in Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do, Korea. Korean Journal of Parasitology 57: 145-152.
- Sohn, W.M., B.K. Na, S.H. Cho, J.W. Ju, C.H. Kim and K.B. Yoon(2018) Infection status with metagonimus spp. metacercariae in fishes from Seomjin-gang and Tamjin-gang in Republic of Korea. Korean Journal of Parasitology 56: 351-358.
- Sohn, W.M., B.K. Na, S.H. Cho, M.Y. Park, C.H. Kim, M.A. Hwang, K.W. No, K.B. Yoon and H.C. Lim(2017) Prevalence of colorchis sinensis metacercariae in fish from water system of Seomjin-gang (River). Korean Journal of Parasitology 55: 305-312.
- Sohn, W.M., B.K. Na, S.H. Cho, S.W. Lee, S.B. Choi and W.S. Seok(2015) Trematode metacercariae in freshwater fish from water system of Hantangan and Imjingang in Republic of Korea. Korean Journal of Parasitology 53: 289-298.
- Song, H.B. and G.M. Park(2018) Infection status with plerocercoid of ligulid tapeworm in Cyprinid fish from three lakes in Republic of Korea. Helminthologia 55: 251-255.
- 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)
- Yoon, K.B., H.C. Lim, D.Y. Jeon, S. Park, S.H. Cho, J.W. Ju, S.S. Shin, B.K. Na and W.M. Sohn(2018) Infection status with clonorchis sinensis metacercariae in fish from Tamjin-gang (River) in Jeollanam-do, Republic of Korea. Korean Journal of Parasitology 56: 138-188.
- Yun, I.B.(1995) Aquatic insects of Korea. Korea University, Korea, 218pp. (in Korean)