

# 지천에 서식하는 참중고기 *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* (Cyprinidae)의 산란생태

장지왕 · 변화근\*

서원대학교 생물교육과

**Spawning Ecology of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* (Cyprinidae) in Jicheon Stream, Korea by Ji-Wang Jang and Hwa-Keun Byeon\*** (Department of Biology Education, Seowon University, Chungju 28674, Republic of Korea)

**ABSTRACT** The study on the spawning ecology of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* at Jicheon stream, Korea was investigated from March 2016 to February, 2017. The sex ratio of male to female was 1 : 0.97 and there was no significant difference. The spawning season was from the end of April to the mid-July, and the peak of spawning period was from the beginning of May to the end of June. The average water temperature at this time was 18°C. According to frequency analysis of total length, it is presumed that the group with a total length of less than 51~70 mm was one year old, the 71~100 mm was two years old, and the group over 101 mm was three years old. They sexually matured when they were over two years. The average number of eggs in the ovaries was estimated as  $428 \pm 194$  per matured female. The mature eggs were yellowish, oval, and had a mean diameter of  $2.38 \pm 0.25$  mm and a short diameter of  $1.98 \pm 0.20$  mm.

**Key words:** *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*, Jicheon stream, spawning season

## 서 론

참중고기 (*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*)는 잉어목 (Cypriniformes) 잉어과 (Cyprinidae) 모래무지아과 (Gobioninae) 중고기속 (*Sarcocheilichthys*)의 소형 담수어류로 한반도 고유종이며 서해와 남해로 흐르는 맑은 하천이나 저수지에 서식하고 수서 곤충, 갑각류 및 실지렁이 등을 주로 먹는 것으로 알려져 있다 (Kim and Lee, 1984; Kim, 1997; Kim and Park, 2012). 중고기속 어류는 한반도와 일본, 아무르강 (Amur river) 부터 송코이강 (Songkoi river)에 이르는 중국과 베트남 등 동아시아 지역에만 분포하고, 주로 강의 중·하류와 호수에 서식하며 수생 곤충과 바위표면에 부착하는 유기물이나 조류를 섭식하며 (Banarescu and Nalbant, 1973; Luo *et al.*, 1977; Yue, 1998) 현재까지 12종 내외가 알려져 있다 (Nelson *et al.*, 2016).

한반도에 서식하는 중고기속의 어류는 참중고기와 중고기 (*S. nigripinnis morii*), 북방중고기 (*S. nigripinnis czerskii*) 등 3종이 알려져 있고, 북방중고기는 지금까지의 기록으로 보아 압록강과 그 이북의 수역에 분포한다 (Kim and Lee, 1984; Kim, 1997; Kim and Park, 2012). 참중고기는 산란 시기에 납자루아과 (Acheilognathinae) 어류와 같이 혼인색이 나타나며, 담수산 이매패 (bivalves)를 산란숙주로 삼아 체내에 산란을 하여 수정란과 자어를 외부로부터 보호하는 종이다 (Nakamura, 1969; Banarescu and Nalbant, 1973; Luo *et al.*, 1977; Zhang *et al.*, 2008; Kitamura, 2011; Yan *et al.*, 2012). 현재까지 한반도에 알려진 담수산 이매패에 산란하는 어류는 납자루아과 14종과 중고기속 3종을 포함하여 총 17종이 알려져 있다 (Kim and Park, 2012). 현재까지 국내에 중고기속 어류의 관한 연구는 중고기의 산란숙주 선택 및 초기 생활사 특성 (Kang *et al.*, 2007), 남한강 달천에 서식하는 참중고기의 산란숙주선택과 산란특성 연구 (Kim *et al.*, 2014), 참중고기의 산란숙주선택과 산란특성 (Yoon, 2016) 등이 이루어져 있으나, 종에 대한 전반적인 생태

\*Corresponding author: Hwa-Keun Byeon Tel: 82-43-299-8405, Fax: 82-43-299-8400, E-mail: cottus@seowon.ac.kr

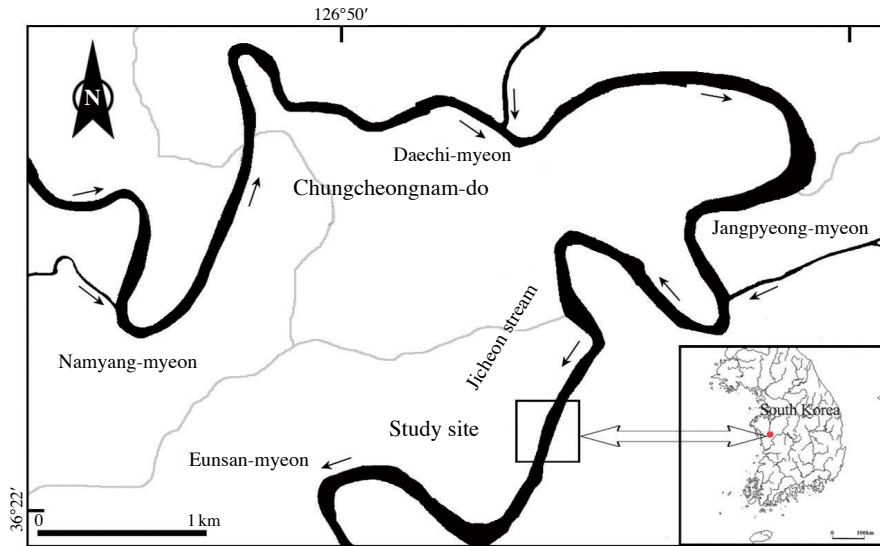


Fig. 1. Map showing the sampling station of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* in the Jicheon stream, Chungcheongnam-do, Korea.

적 특성에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

참중고기는 오염에 매우 민감하여 각종 비점 및 점 오염원으로 인한 수질오염과 무분별한 하천 공사 및 골재 채취로 인한 담수산 이매패의 소실 및 서식지의 파괴로 개체수가 점점 감소하여 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색자료집 (Red data book)의 국가적색목록 평가 결과 준위협 (NT) 종으로 지정되었다 (NIBR, 2011). 따라서 본 연구는 참중고기를 대상으로 서식지 환경, 산란시기, 성비, 포란수와 난의 크기, 성장도 등을 조사하여 전반적인 생태적 특성을 밝혀 본 종의 자원 증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

## 연구 방법

본 연구는 충청남도 부여군 은산면 용두리에 분포하는 금강 수계인 지천에서 2016년 3월부터 2017년 2월까지 매월 10~15일에 실시되었다 (Fig. 1). 어류의 채집은 투망 (망목, 7×7 mm), 족대 (망목, 5×5 mm) 등을 사용하였다. 채집된 표본들은 현장에서 10% formalin에 고정하였다. 이화학적 환경요인의 조사를 위하여 본 종의 서식밀도가 비교적 높은 충청남도 부여군 은산면 용두리 지천 (36°22'46.96"N, 126°50'48.30"E)에서 유속, 수심, 하상구조 등의 물리적 환경요인과 기온과 수온, 용존 산소 (dissolved oxygen, DO), 전기전도도 (electrical conductivity, EC), 수소이온농도 (pH) 등의 화학적 환경요인을 측정하였다. 유속과 수심은 디지털유속계 (FP-211)를 사용하여 측정하였고, 하상구조는 Cummins (1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다. 기온과 수온의 측정은 봉상 알콜 온도계를 사용하였고, DO, EC, pH는 수질측정기 (LUTRON, WA-2017SD)

를 이용하여 측정하였다. 모든 측정은 매월 10~15일에 14시를 기준으로 실시하였다. 체중 (Weight, W)과 생식소의 무게 (Gonad weight, G<sub>w</sub>)는 전자저울을 이용하여 0.01 g 단위까지 측정하여 생식소 중량지수 (Gonadosomatic index (%)) =  $G_w/W \times 100$ , GSI)를 구하여 산란시기를 추정하였다 (Miller, 1986). 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 전장 (Total length) 범위의 조사를 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 달인 4~5월에 채집한 개체의 체장을 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 포란수 (clutch size)를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 달인 4월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 5.0% 이상이고 체장이 70 mm 이상인 15개체를 선택하여 난의 수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 본 종의 성장도 및 연령추정을 위하여 산란 성기로 추정되는 5~6월에 채집한 전개체의 전장 (Total length)을 1/20 mm vernier calipers를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였고, Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포 (Total length frequency distribution)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

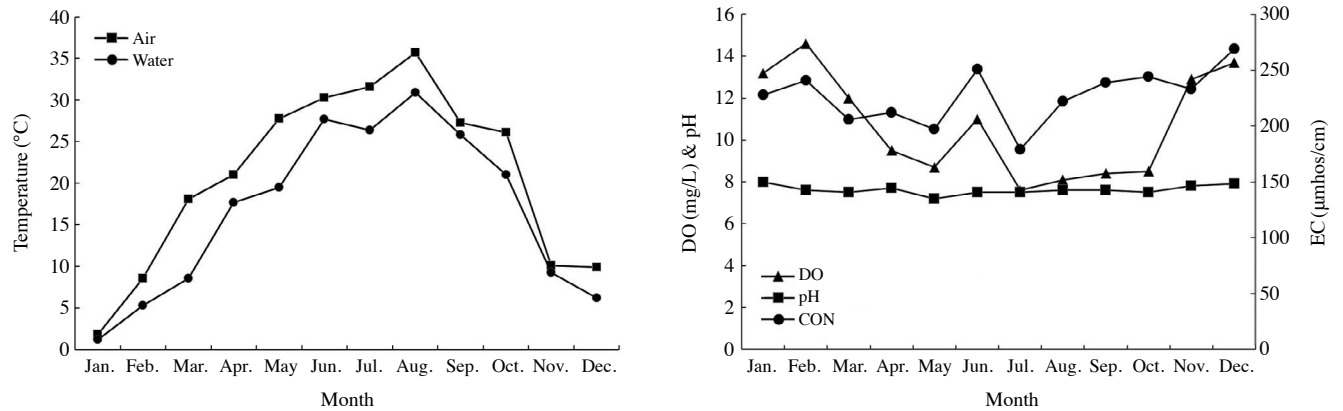
### 1. 서식지 환경

지천은 청양군과 부여군에 걸쳐 분포하는 금강의 제1지류인 하천이다. 본 조사지점 (36°22'46.96"N, 126°50'48.30"E)은 지천 전체 연장의 중류지역에 속하는 평지하천 구간으로 하폭은 53~65 m, 유폭은 8~43 m였으며, 인공구조물인 잠수교가 설치되어 있었다. 하도에는 급여울 (riffle)과 평여울 (run)

**Table 1.** The environmental conditions at the studied station of the Jicheon stream, Chungcheongnam-do, Korea from March 2016 to February 2017

Stream width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	Stream velocity (m/sec)	Stream type
53~65	8~43	30~140	0.2~1.6 (0.5)	Riffle, Pool, Run
Bottom structure (%)*				
B	C	P	G	S
30	30	10	20	10

\*Cummins (1962): 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), M (mud, <0.1 mm)



**Fig. 2.** Monthly changes of the air and water temperature, DO, EC (CON) and pH at the Jicheon stream, from March 2016 to February 2017.

이 분포하였고, 잠수교 아래와 수변지역으로 소 (pool)가 형성되어 수심은 22~140 cm로 평균  $47 \pm 21$  cm이었고, 유속은 구간에 따라 0.2~1.6 m/s로 평균  $0.5 \pm 0.3$  m/s이었다. 하상구조는 바위 (boulder, >256 mm), 큰돌 (cobble, 64~256 mm), 조약돌 (pebble, 16~64 mm), 자갈 (gravel, 2~16 mm), 모래 (sand, 0.1~2 mm) 등으로 다양하였으며, 비율은 3:3:1:2:1로 바위와 큰돌구성 비율이 높았다 (Table 1).

2016년 3월부터 2017년 2월까지의 기온과 수온의 월 변화는 Fig. 2와 같다. 기온과 수온은 1월에 1°C까지 내려가 최저로 나타났고 2월부터 5°C 이상으로 오르기 시작하였다. 기온은 4월부터 20°C를 넘어 8월까지 꾸준히 상승하여 최고인 35°C에 달하였고, 수온은 4~5월 17~19°C를 보이다가 6월부터 20°C로 상승하여 8월에 최고인 30°C에 달하였다. 이후 기온과 수온은 9~10월에 20°C대를 보이다가 11월에는 10°C까지 내려가고 12월에 수온은 10°C 아래로 나타났다. 이상과 같이 수온과 기온은 일반적인 계절적 현상을 나타냈었다. 용존산소(DO)는 7~14 mg/L로 수온이 15°C 이상인 5월부터 10월에 대체적으로 낮았으며 수온이 10°C 이하인 동계(11~2월)에 12~14 mg/L로 더 풍부하였다. 6월 높게 나타났는데 이는 조사 시 침수식물이 다량 생육하고 있어 광합성에 따른 일시적인 영향으로 생각된다. 수소이온농도(pH)는 7.2~8.0로 월별 계절별 변화가 크지 않았으며 어류의 서식에 적합한 범위(6.0~9.0)를 나

타내었다. 전기전도도(EC)는 179~269 µmhos/cm였으며 평균 226 µmhos/cm로 매우 높게 나타났다 (Fig. 2).

담수에서 수온의 변화는 어류의 활동시기 및 산란시기와 밀접한 관계를 가지며 수심 및 유속의 물리적 환경요인에 따라 분포를 달리하는데 (Ko, 2005) 지천에 서식하는 참중고기는 환경요인에 따라 분포를 달리하였다. 수온이 17~26.4°C로 꾸준히 상승하는 4~7월에는 수심이 30 cm 내외, 유속은  $0.8 \pm 0.3$  m/sec인 평여울과 평균 수심이 60 cm, 유속은 평균  $0.6 \pm 0.1$  m/sec인 여울의 위아래에 흐름과 연결되는 곳에서 서식밀도가 높았고 여울에서는 긴 구간보다는 짧은 구간에서 주로 확인되었다. 또한 하상은 조약돌, 자갈의 비중이 높고 펄조개 (*Anodonta woodiana*)와 재첩 (*Corbicula fluminea*) 등의 담수산 이매패들의 서식비율이 높았다. 수온이 21~30°C인 8~10월에는 평균 수심이 90 cm, 유속은 평균  $0.2 \pm 0.1$  m/sec의 소에서 주로 관찰되었고, 하상구조는 모래가 주를 이루며 바위와 큰 돌이 부분별로 분포하였다. 11~3월에 수온이 10°C 이하가 되면 평균 수심이 30 cm 내외로 유속이 평균  $0.8 \pm 0.3$  m/sec인 평여울의 하상 바위 아래에서 주로 관찰되었다. Kim (1997)은 중고기속 어류에 대하여 참중고기는 주로 맑은 하천이나 저수지에 서식하고, 중고기는 진흙이 섞인 모래바닥과 자갈이 깔려 있는, 유속이 완만한 강이나 저수지, 수초가 있는 곳을 선호한다고 하였다.

### 2. 성적이형

2016년 3월부터 2017년 2월까지 매월 채집된 참중고기를 관찰한 결과 산란기시인 4~7월에 성적이형인 혼인색과 추성이 나타났고 8월 이후에 사라졌다. 수컷은 아가미 뚜껑 뒤에 초승달 모양의 청록색 무늬로 광택이 나고 길어지며 모든 지느러미는 담황색을 띄어 혼인색이 나타났다. 산란기전에는 홍채의 상반부는 옅은 선홍색이나 산란시기에는 선명해져 더욱 붉게 보였으며, 주둥이 주변으로 추성이 나타났다. 암컷은 모든 지느러미가 황색을 띄고 기조는 담황색이 선명해져 전체적으로 밝은 주황색을 띄었고 우유빛 흰색의 산란관이 신장되었다. Kim and Lee (1984), Kim (1997), Kim and Park (2012)은 산란시기 수컷은 모든 지느러미에 담황색을 띄고 아가미 뚜껑 뒤의 질은 수평 줄무늬는 더욱 진해져 혼인색을 띄며 주둥이 주변에 미소한 추성이 나타나고, 암컷은 긴 산란관이 나온다는 결과와 일치하였다.

### 3. 성비

조사 기간 동안 수컷은 348개체, 암컷은 337개체로 성비는 1 : 0.97 (male : female)로 거의 동일하게 나타나 1 : 1에 가까운 성비를 보였다 (Table 2). 4월에 1 : 1의 성비를 보였으며, 수컷은 10~3월에 암컷보다 많은 개체가 출현하였고, 암컷은 4~9월 수컷보다 많은 개체가 출현하였다. 같은 중고기속의 *S. nigripinnis*는 수컷 (n=223)과 암컷 (n=129)의 성비가 1 : 0.58 (male : female), *S. parvus*는 수컷 (n=117)과 암컷 (n=103)의 성비가 1 : 0.88 (male : female) (Xu, 2012)로 본 종과 같이 수컷이 암컷보다 많았으나 성비는 종에 따라 많은 차이를 보였다. *S. sinensis sinensis*는 수컷 (n=329)과 암컷 (n=342)의 성비가 0.96 : 1

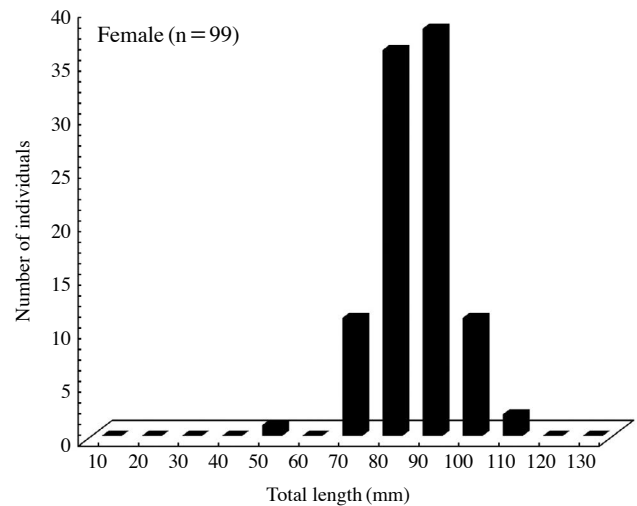
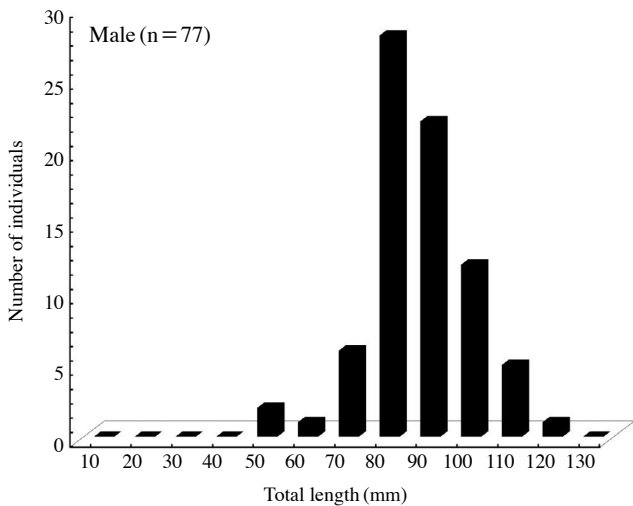
(male : female)로 암컷이 수컷보다 많았으나 성비는 유사하였다 (Song and Ma, 1994).

### 4. 성장도 및 연령추정

산란 성기인 5~6월에 채집된 개체의 전장을 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포 (Total length frequency distribution)를 이용하여 성장도와 연령을 추정하였다. 암컷 (n=99)의 전장 범위는 53.85~119.50 mm이었고, 수컷 (n=77)의 전장 범위는 51.45~127.90 mm이었다. 전장빈도분포는 암·수에 큰 차이가 없었으며 3개의 무리로 나누어지며 전장이 51~70 mm의 집단은 만 1년생, 71~100 mm의 집단은 만 2년생, 101 mm 이상은 만 3년생으로 추정되었다 (Fig. 3). Kim (1997)은 만 1년생은 전장 50 mm 정도, 2년생은 80 mm 정

**Table 2.** The number of sex ratio of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* in the Jicheon stream

Year	Month	Male	Female	
2016	Mar.	40	28	
	Apr.	32	32	
	May	36	47	
	Jun.	41	52	
	Jul.	37	32	
	Aug.	38	42	
	Sep.	18	23	
	Oct.	25	16	
	Nov.	23	18	
	Dec.	22	18	
	2017	Jan.	12	15
		Feb.	24	14
Total No.		348	337	
Sex ratio		1	0.97	



**Fig. 3.** Length frequency distributions of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* in the Jicheon stream.

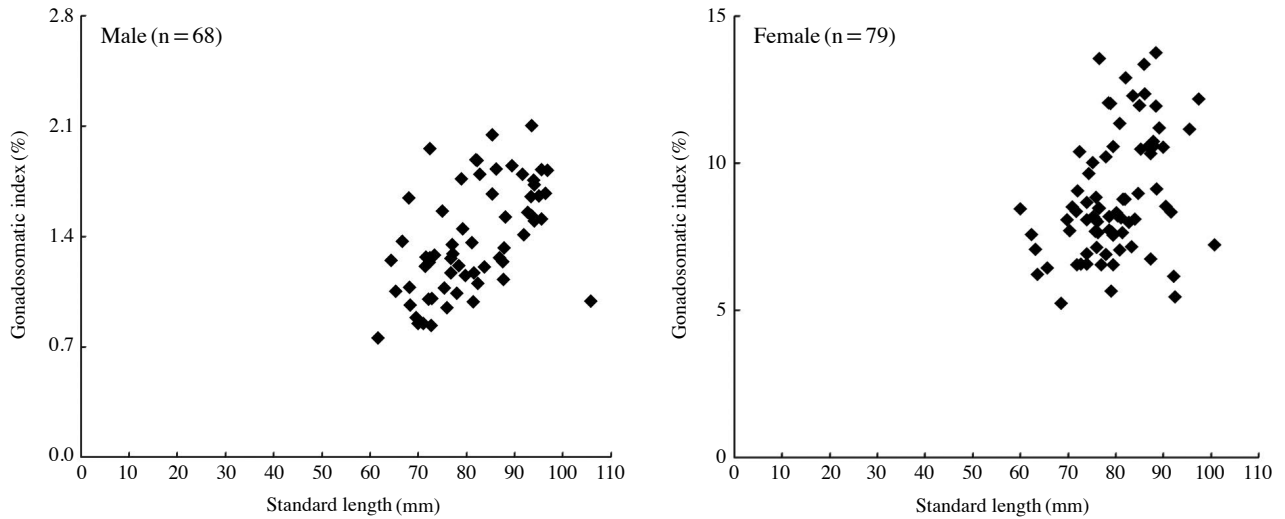


Fig. 4. Change of gonadosomatic index with increasing of body length of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* in the Jicheon stream.

도, 3년생은 100 mm 내외로 성장하는 것으로 추정하였으며, 본 연구의 결과의 범위와 일치하였다. 일본에 서식하는 *S. variegatus variegatus*는 최대 130 mm까지 성장하며, 만 1년에 50~70 mm, 만 2년에 70~100 mm, 만 3년에 100 mm 이상 성장하는 것으로 알려져 있다(Kawanabe and Mizuno, 1995). 참중고기는 *S. variegatus variegatus*와 유사한 성장도를 보였다. 중국 Qingyi Stream에 서식하는 *S. nigripinnis*, *S. parvus*는 비늘의 연륜 분석을 통해 4개의 연령군으로 보고하여(Xu, 2012) 다소 차이를 보였다.

5. 성적 성숙 연령 및 생식가능 체장범위

참중고기의 성적 성숙 연령 및 생식가능 체장범위를 확인하기 위해 산란시기 중 생식소 중량지수(GSI)의 평균지수가 높은 4~5월에 채집된 개체를 대상으로 조사하였고 체장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 생식소 중량지수는 암컷(n=79)이 2.3~13.8%였으며 5% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=68)은 0.3~2.1%였으며 0.7% 이상이 되어야 정소가 성숙하여 혼인색을 띄고 추성이 나타났다. 생식가능 체장의 범위는 암컷이 60.1~100.7 mm, 수컷이 61.6~105.8 mm로 나타나 암·수는 체장의 길이가 60 mm 이상이고 생식소 중량지수가 암컷은 5% 이상, 수컷은 0.7% 이상이 되어야 성적 성숙이 이루어졌으며 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다(Fig. 4). 전장의 범위는 암컷이 73.5~119.5 mm, 수컷이 75.0~127.9 mm으로 암·수 모두 전장의 길이가 70 mm 이상에서 성적 성숙이 이루어지고 있어 전장빈도분포로 추정한 연령에 근거하여 만 2년생(71~100 mm)부터 성적 성숙이 이루어졌다. 동일 속으로 일본에 서식하는 *S. variegatus variegatus*는 만 2년생(70~100 mm)부터 성적 성숙이 이루어지는

것으로 알려져 있다(Kawanabe and Mizuno, 1995). 중국의 Qingyi Stream에 서식하는 *S. nigripinnis*, *S. parvus*는 전장별 성숙도 비율을 확인한 결과 2년생 집단에서 전체대비 성숙된 개체가 50% 이상을 보여 암·수의 첫 성숙은 2년생부터 이루어지는 것으로 보고하였다(Xu, 2012). 어류의 초기 성숙 연령과 전장 길이는 일정하지 않으며, 세대, 환경 및 성장률의 차이는 최초의 성숙 연령과 전장 길이의 변화로 이어질 수 있는데(Wootton, 1990) 본 연구 결과 지천의 참중고기는 2년생부터 성숙하여 다른 중고기속의 어류와 유사하였다.

6. 산란시기 추정

참중고기의 산란시기를 알아보기 위하여 매월(10~15일) 채집된 표본(Table 2)을 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Fig. 5). 암·수가 모두 1월부터 4월까지 증가하여 4월에 암컷은 10.70%, 수컷은 1.56%로 가장 높았으며, 5월부터 감소하기 시작하여 8월에 암컷은 1.46%, 수컷은 0.28%로 가장 낮게 나타났다. 이후 9월부터 다시 증가하기 시작하여 12월에 암컷은 7.44%, 수컷은 1.10%까지 증가하였고 12~2월의 수온이 1.2~6.2°C로 낮은 동계에는 생식소 중량지수의 변화가 크지 않았다. 채집시기와 생식소 중량지수의 월별 평균 결과를 바탕으로 참중고기의 산란시기는 4월 말에서 7월 중순까지로 판단되며, 산란 성기는 5월 초에서 6월 말까지로 추정된다. 산란시기의 수온은 17~27°C로 평균 22°C이었고 산란 성기인 5~6월의 평균 수온은 18°C이었다. Kim (1997), Kim and Park (2012)은 참중고기의 산란시기를 4~6월 추정하였고 동일속의 중고기는 5~6월로 추정하여 본 연구 결과와 다소 차이가 있었다. 남한강 달천에 서식하는 참중고기는 산란시가 4~6월(Kim et al., 2014)로 본 조사와 다소 차이가 있었으나 4월부터 산란

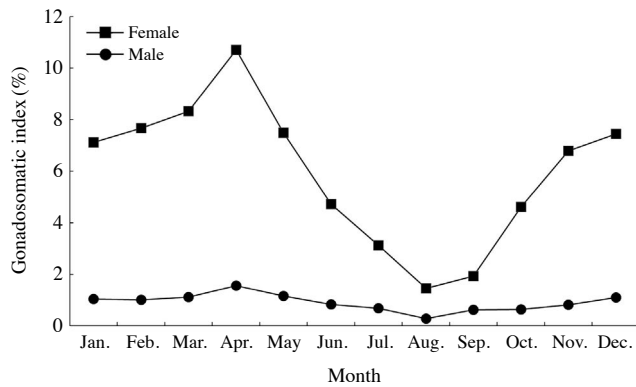


Fig. 5. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* in the Jicheon stream.

이 이루어지는 현상은 동일하였다. 이러한 차이는 본 종이 산란하는 민물조개인 작은대칭이, 작은말조개, 꽃채두드럭조개 등에서 수정란을 확인한 결과(Kim *et al.*, 2014)와 생식소 변화에 조사에 대한 차이에 기인한 것으로 판단된다. 동일 속에 속하며 일본에 서식하는 *S. variegatus variegatus*의 산란시기는 5~7월로 산란 시기는 5월 말에서 6월 초까지이며, *S. variegatus microoculus*의 산란시기는 4~7월로 수온은 17~21°C로 최적 수온이 19°C이었으며, *S. biwaensis*의 산란시기는 4월 말에서 6월 초까지로 알려져 있다(Kawanabe and Mizuno, 1995; Nakabo, 2002). 중국에 서식하는 *S. nigripinnis*의 산란시기는 4~7월, *S. parvus*의 산란시기는 3~8월로 추정하였고(Xu, 2012), *S. sinensis sinensis*의 산란시기는 4월 말에서 7월 중순으로 수온이 16°C를 넘으면 산란을 시작하고 산란시기 최고 수온은 29.2°C로 보고하였다(Song and Ma, 1994). *S. variegatus microoculus*, *S. nigripinnis*, *S. sinensis sinensis*는 본 연구결과와 산란시기가 같았으나 *S. variegatus variegatus*, *S. biwaensis*, *S. parvus*는 다소 차이를 보였다. 이는 온대지방에 서식하는 담수 어류는 온도와 광주기 등의 계절적 변화의 영향에 의해 일정한 산란주기를 가지게 되고(Bye, 1984), 산란시기는 어류의 생리적 리듬과 함께, 난 발생 및 부화한 개체군이 변성할 수 있는 적절한 수온, 자원이용의 용이성, 포식자와의 관계 등이 복합적으로 작용하는 가장 유리한 시기에 산란할 수 있게 적응하여 진화하여(Baek *et al.*, 2003) 동일속의 근연종이라도 지역과 환경에 따라 산란시기의 차이를 보인다.

### 7. 포란수 및 성숙난의 크기

포란수와 성숙난의 크기를 조사하기 위하여 생식소 증량지수가 가장 높고 성숙란이 대부분 배출되기 전인 4월에 채집된 암컷(n=15)을 대상으로 조사하였다. 암컷 전장의 범위는 74.30~116.75 mm이었으며, 포란수는 175~836개로 평균 428 ± 194개로 나타났다(Table 3). 전장과 체중이 증가할수록 포란

Table 3. The number of eggs from of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* at the Jicheon stream in April 2016

No.	Total length (mm)	Weight (g)	GSI (%)	Egg number
1	116.75	20.00	12.20	836
2	112.00	18.16	11.18	738
3	107.40	14.13	11.96	560
4	104.00	12.68	12.38	540
5	103.00	13.01	13.37	552
6	99.25	11.53	12.92	443
7	96.05	9.47	12.04	454
8	94.65	9.87	10.23	424
9	92.00	9.28	13.58	372
10	89.00	8.18	9.66	337
11	87.20	7.98	10.40	338
12	85.95	7.97	8.53	216
13	78.05	5.87	6.47	260
14	75.00	5.08	7.09	175
15	74.30	5.00	7.60	176
Average				428

수가 증가하였다. 성숙란은 노란색을 띠고 타원형으로 크기는 평균 장경이 2.38 ± 0.25 mm, 단경이 1.98 ± 0.20 mm이었고 성숙란의 크기는 전장의 크기에 관계없이 일정하였다. 여러 단계의 미성숙난도 함께 관찰되었는데 미성숙란은 구형으로 엷은 노란색과 회색을 띠고 있어 잘 구별되었다. 본 연구의 결과를 동일 속의 어류와 비교하면 중고기의 난경은 2.1 × 2.5~2.4 × 2.9 mm(평균 2.3 × 2.6, n=12)로 보고하여 다소 차이를 보였다(Kang *et al.*, 2007). *S. nigripinnis* 암컷(n=32)의 전장의 범위는 72.00~92.00 mm로 포란수는 141~1,263개로 평균 411 ± 294개, *S. parvus* 암컷(n=13)의 전장의 범위는 52.00~86.00 mm이며 포란수는 206~706개로 평균 391 ± 147개, *S. sinensis sinensis* 암컷(n=108)의 전장의 범위는 71~131 mm이며 포란수는 1,040~5,580개로 성숙난은 원형에 엷은 노란색으로 직경은 1.60~2.00 mm로 평균 1.78 mm이며 몸 길이와 체중의 증가는 포란수와 관련되어 있다고 보고하였다(Song and Ma, 1994; Xu, 2012). *S. nigripinnis*는 개체별 포란수에서 차이가 있으나 *S. parvus*와 함께 평균 포란수는 유사하였고 *S. sinensis sinensis*는 개체별 포란수에서 큰 차이가 있었고 성숙난의 형태와 크기 또한 차이를 보였다. 다만 개체가 성장하여 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가함은 동일 속의 4종 모두 유사한 결과를 보였다.

## 요 약

참중고기(*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*)의 개체군 생태 연구를 위하여 지천에서 2016년 3월부터 2017년 2월까지 매월 10~15일에 조사를 실시하였다. 암수의 성비(male :

female)는 1:0.97로 큰 차이는 보이지 않았다. 산란시기는 4월 말에서 7월 중순까지로 추정되었고, 산란 성기는 5월 초에서 6월 말까지로 이 시기에 평균 수온은 18°C이었다. 전장이 51~70 mm의 집단은 만 1년생, 71~100 mm의 집단은 만 2년생, 101 mm 이상은 만 3년생으로 추정되었고, 만 2년생 이상부터 성적 성숙이 이루어지기 시작했다. 포란수는 176~836개로 평균  $428 \pm 194$ 개이었다. 성숙란은 노란색이었고 크기는 평균 장경이  $2.38 \pm 0.25$  mm, 단경이  $1.98 \pm 0.20$  mm이었다.

## REFERENCES

- Back, H.M., H.B. Song and O.K. Kwon. 2003. Sexual maturation and the spawning season of the Korean bitterling, *Acheilognathus signifer* in upper reach of the Hongcheon River. Korean J. Ichthyol., 15: 278-288. (in Korean)
- Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, London, pp. 48-116.
- Banarescu, P. and T.T. Nalbant. 1973. Pisces, Teleostei, Cyprinidae (Gobioninae). Das Tierreich. Lieferung 93. Walter de Gruyter, Berlin, 304pp. (in German)
- Bye, V.J. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycle. Fish reproduction: Strategies and tactics. Academic Press, London, pp. 187-205.
- Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat., 67: 477-504.
- Kang, E.J., H. Yang, H.H. Lee, E.O. Kim and C.H. Kim. 2007. Characteristics on spawning-host selection and early life history of *Sarcocheilichthys nigripinnis morii* (Pisces, Cyprinidae). Korean J. Soci. Environ. Biol., 25: 370-377. (in Korean)
- Kawanabe, H. and N. Mizuno. 1995. Freshwater fishes of Japan. Yama-Kei, Tokyo, pp. 310-314. (in Japanese)
- Kim, H.S., J.D. Yoon, H. Yang and J.Y. Park. 2014. Host mussel utilization for spawning of the oily shinner, *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* (Pisces: Cyprinidae), inhabiting the Dalcheon, Namhangang (river) from Korea. Korean J. Ichthyol., 26: 17-27. (in Korean)
- Kim, I.S. 1997. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, 518pp. (in Korean)
- Kim, I.S. and C.L. Lee. 1984. Review of the classification of the cyprinid, genus *Sarcocheilichthys* from Korea. Korean J. Limnol., 17: 57-63. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2012. Freshwater fishes of Korea. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, 467pp. (in Korean)
- 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, Seoul, 515pp. (in Korean)
- Kitamura, J. 2011. Host mussel utilization by *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* Cyprinidae, Sarcocheilichthyinae) in a drainage ditch and the Harai River of the Kushida River system, Japan. Japanese J. Ichthyol., 58: 195-198. (in Japanese)
- Ko, M.H. 2005. Ecological studies of *Cobitis tetralineata* and *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae) in the Seomjin River, Korea. Master Thesis of Chonbuk National University, 68pp. (in Korean)
- Luo, Y.L., P.Q. Yue and Y.Y. Chen. 1977. Gobioninae. In: Wu, X. W. (ed.), The Cyprinidae fishes of China II. Shanghai peopoles press, shanghai, pp. 439-549. (in Chinese)
- Miller, P.J. 1986. Reproductive biology and systematic problems in gobidae fishes. Indo-Pacific Fish Biology, pp. 640-647.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan: with pictorial keys to the species (Vol. 1). Tokai University Press, Tokyo, 226pp. (In Japanese)
- Nakamura, M. 1969. Cyprinid fish of Japan. studies on the life history of cyprinid fishes of Japan. Res. Inst. For Natural Resources, Tokyo, pp. 149-156. (in Japanese)
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson. 2016. Fishs of the word (Fifth edition). John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 467pp.
- Ney, J.J. 1993. Practical use of biological statistics. Inland fisheries management of North American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, pp. 137-158.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2011. Korean red list of threatened species (Category: FISH). NIBR Publishing, Incheon, pp. 124-128. (In Korean)
- Song, T. and J. Ma. 1994. Reproductive biology of *Sarcocheilichthys sinensis sinensis* Bleeker. China Zool. Res., 15: 96-102. (in Chinese)
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall Ltd., New York, 343pp.
- Xu, Y.S. 2012. Life-history characteristics of two species of *Sarcocheilichthys* fishes in the Qingyi Stream. Master's Thesis, Anhui Normal University, 80pp. (in Chinese)
- Yan, Y., Y. Xu, L. Chu, S. He and Y. Chen. 2012. Age, growth and reproduction of *Sarcocheilichthys nigripinnis* from the Qingyi stream in the Huangshan Mountains. China Zool. Res., 33: 25-31. (in Chinese)
- Yoon, J.D. 2016. Oviposition-Host selection and oviposition characteristic of *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* (Cyprinidae: Gobioninae). Master Thesis, Kunsan National University, 35pp. (in Korean)
- Yue, P.Q. 1998. Gobioninae. In: Chen, Y.Y. (ed.), Fauna sinica (Osteichthyes Cypriniformes II), Science press, Beijing, pp. 232-289.
- Zhang, L., Q.Y. Tang and H.Z. Liu. 2008. Phylogeny and speciation of the eastern sian cyprinid genus *Sarcocheilichthys*. Chania J. Fish Biol., 72: 1122-1137. (in Chinese)