

# 자호천에 서식하는 한국고유종 동사리(*Odontobutis platycephala*)의 산란시기와 성장<sup>1</sup>

변화근<sup>2\*</sup>

## Spawning Season and Growth of Korean Dark Sleeper, *Odontobutis platycephala* in Jaho Stream, Korea<sup>1</sup>

Hwa-Keun Byeon<sup>2\*</sup>

### 요약

동사리(*Odontobutis platycephala*)의 생태적 특징을 연구하기 위해 2022년 1월부터 2022년 12월까지 자호천에서 조사를 실시하였다. 본 종의 서식지 하상구조는 작은돌(cobble)과 조약돌(pebble)이 풍부하였다. 수심은 평균 64(22~153)cm로 깊었으며, 유속이 0.89(0.42~1.46)m/sec로 빨랐다. 암수 성비는 1 : 1.02 이었고, 채집된 개체의 전장 범위는 38mm에서 156mm 이었다. 전장빈도분포도에 따른 연령은 5월 기준 전장이 38~69mm는 만 1년생, 70~99mm는 만 2년생, 100~139mm는 만 3년생, 140~156mm는 만 4년생 이상으로 추정되었다. 2차성징으로 생식적 유두(genital papilla)는 암컷의 경우 원통형 모양이며 수컷은 끝이 뾰족하여 원뿔 모양이었다. 암컷의 경우 60~69mm에서 일부 개체만 성적성숙을 하였고 70mm 이상이면 모두 성적성숙을 하였다. 수컷은 70~79mm에 해당하는 개체 중 일부만 성적성숙을 하였고 80mm 이상에서 모두 성적성숙이 이루어졌다. 산란시기는 5월부터 시작되어 7월에 끝났으며(수온 17~28°C) 산란 성기는 6월로 추정되었다(수온 24°C). 포란수는 평균 988(284~2,722)개 이었고 성숙란은 짙은 노란색 구형으로 직경이 1.46(1.19~1.71)mm 이었다. 전장-체중과의 상관관계식은  $BW=0.00000006TL^{3.12}$ 로 상수 a는 0.00000006를, 매개변수 b는 3.12 이었다. 비만도 지수는 평균  $K=1.44(0.96\sim 2.26)$  이었고 기울기(Slope)는 -0.0007로 음의 값을 나타내었다.

주요어: 연령추정, 포란수, 전장-체중 상관관계, 비만도

### ABSTRACT

This study investigated the ecological characteristics of *Odontobutis platycephala* at Jaho stream from January to December 2022. The riverbed structure of the species' habitat was rich in cobble and pebble. The water was deep, ranging from 22 to 153 cm, with an average of 64 cm, and the stream velocity was rapid at 0.89 (0.42-1.46) m/sec. The ratio of females to males was 1:1.02, and the total length of collected individuals ranged from 38 to 156 mm. The age according to the total length frequency distribution as of May indicated that the group with a total length of 38-69 mm was one year old, the group with 60-99 mm was two years old, the group with

1 접수 2023년 10월 6일, 수정 (1차: 2024년 2월 21일), 게재확정 2024년 2월 21일

Received 6 October 2023; Revised (1st: 21 February 2024); Accepted 21 February 2024

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

\* cottus@seowon.ac.kr

100-139 mm was three years old, and the group 140-156 mm was four years or older. As a secondary gender characteristic, the genital papilla was cylindrical in females and cone-shaped with a pointed tip in males. Some females with a length ranging from 60 to 69 mm and all females 70 mm or longer were sexually mature. Some males with a length ranging from 70 to 79 mm and all males 80 mm or longer were sexually mature. The spawning season was from May to July, and the water temperature was between 17 °C and 28 °C during that period. The prosperous spawning season was June (24 °C). The average number of eggs in the ovaries was 988 (284-2,722) per mature female, and the mature eggs were yellowish and spherical with a mean diameter of 1.46 (1.19-1.71) mm. The correlation between total length and body weight is  $BW=0.00000006TL^{3.12}$  with the constant a as 0.00000006 and the parameter b as 3.12. The mean condition factor (K) was 1.44 (0.96-2.26), and the slope was negative at -0.0007

**KEY WORDS: AGE ESTIMATION, NUMBER OF EGGS IN THE OVARY, LENGTH-WEIGHT CORRELATION, CONDITION FACTOR**

## 서론

동사리(*Odontobutis platycephala*)는 한국고유종으로 농어목(Perciformes), 동사리과(Odontobutidae) 동사리속(*Odontobutis*)에 속하는 어종이다. 동사리는 1985년 Iwata *et al.*이 두부감각기관과 제1등지느러미 후방부터 제2등지느러미 기부까지 이어지는 첫 번째 흑갈색 횡반문 특징으로 신종 기재하였다(Iwata *et al.*, 1985). 본종에 대한 분류학적 연구는 Iwata *et al.* (1988b)에 의해 개체발생을 근거로 동사리속 어류의 유연관계를 비교하였고 Sakai *et al.* (1993)은 전기영동 분석을 통해 한국에 서식하는 동사리속 어류 중 동사리(*O. platycephala*), 얼룩동사리(*O. interrupta*), 남방동사리(*O. obscura*) 3종의 근연관계를 연구하였다. 그 후 국내에서 Kim (1997), Kim *et al.* (2005), Chae *et al.* (2019) 등이 동사리 학명을 *Odontobutis platycephala*로 사용하였다. 동사리 분포는 Kim (1997)과 Kim *et al.* (2005)에 의하면 우리나라 거의 전역에 분포한다고 기술하였는데, 이중 동해안으로 유입되는 하천 중 중북부(삼척오십천 이북 하천) 하천을 제외한 전국의 하천에 분포한다. 동사리에 대한 학술적 연구는 송천천에서의 동사리 분포(Jeon, 1999), 난발생(Iwata *et al.*, 1988a, b), 암컷의 생식주기와 스테로이드 호르몬 변화(Lee, 1998), 기생충 감염(Sohn and Na, 2018), 핵형 분석(Lee, 1986; Park and Song, 2006), 동사리와 얼룩동사리의 carotenoid 색소성분 비교(Kim *et al.*, 1998), 유전적 분석(Ki *et al.*, 2008; Sakai *et al.*, 1993; Sakai *et al.*, 1996) 등 지속적으로 이루어져 왔다. 그러나 개체군 생태 전반에 관한 연구는 이루어지지 않은 상태로 한국고유종인 동사리의 개체군 보호 및 어족자원 관리를 위해서 생태 전반에 대한 조사가 시급한 실정이다. 따라서

본 종이 다량으로 서식하는 낙동강 수계인 자호천에서 동사리의 서식지 환경, 성비, 연령분포, 산란시기, 포란수와 난의 크기, 전장-체중과의 상관관계, 비만도지수 등을 조사하여 본종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

## 연구방법

현장 조사는 금호강 상류인 자호천(경상북도 영천시 고정면 단포리 181-3, 35°58'55.1"N, 128°58'18.1"E)에서 2022년 1월부터 2022년 12월까지 매월 실시하였다(Figure 1). 어류의 채집은 족대(망목, 5×5mm)를 사용하였으며 채집된 표본들은 현장에서 10% formalin에 고정하였다. 동사리 서식지의 수심, 하폭, 유폍, 유속, 하상구조 등을 5월에 측정하였으며 수온, 기온, 전기전도도, 용존산소(DO), pH 등은 매월 15-20일 14시를 기준으로 기온은 알콜봉상온도계, 수온, 전기전도도, 용존산소(DO), pH 등은 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 0.01g 단위까지 측정하였다. 생식소 성숙도(Gonadosomatic index, %) =  $G_w/W \times 100$ , GSI)를 산출하여 산란시기를 추정하였다(Miller, 1986). 생식 가능한 개체의 전장(Total length) 크기를 확인하기 위해 산란 직전 개체에 대해 생식소 중량지수가 높은 5월에 채집한 개체의 전장을

1/20mm vernier calipers를 사용하여 0.01mm까지 측정하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 7.8% 이상이고 전장이 67mm 이상인 10개체를 선정하여 생식소 내의 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 현미경용 마이크로메타(stage micrometer)을 사용하여 0.01mm까지 측정하였다. 본 종의 연령추정을 위하여 산란시기에 도달한 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 동사리의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 전장-체중과의 상관관계(Total length-Weight relationship)와 비만도 지수(condition factor, K)를 산란 시작 시기인 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.

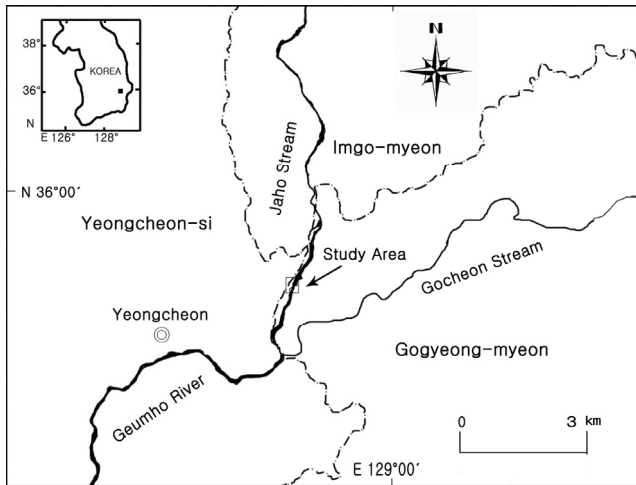


Figure 1. Map showing the sampling station of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream, Korea.

유풍과 수위 변동이 심한 상태이었다. 조사 수역의 하폭은 125(107~154)m로 넓었으며, 유풍은 평균 13.8(10.2~19.6)m 이었고 농경지와 마을이 인접하여 있었다. 농업용 보 밑에 웅덩이가 형성되어 있었으며 보 하방으로 급여울부가 광범위하게 잘 발달되어 있었다. 수심은 22~153cm 이었고 평균 64cm로 다소 깊었고, 여울부 평균 유속이 0.89±0.31(0.42~1.46)m/sec로 빨랐으며, 하상구조는 큰 돌(boulder), 작은돌(cobble), 조약돌(pebble), 자갈(gravel), 모래(sand) 등이 20 : 30 : 30 : 10 : 10의 비율로 작은돌과 조약돌이 풍부하였다(Table 1). 근연중에 속하는 얼룩동사리의 서식지 수심은 48(21~124)m인 것에 비해 수심은 다소 깊었고 유속은 빨랐다. 얼룩동사리 서식지 하상은 모래와 진흙이 풍부하였으나 동사리는 큰돌, 작은돌, 조약돌이 풍부하여 미소서식지 차이가 있었다(Byeon, 2022). 동사리와 얼룩동사리가 함께 서식하는 수역의 경우 이러한 미소서식지의 차이로 인해 미세분포역을 달리하며 먹이 및 서식이 경쟁이 심화되지 않아 함께 공서할 수 있는 것으로 판단된다. 조사 수역의 기온과 수온의 월 변화에 있어 기온은 1월에 최저로 -3.7℃ 이었고 이후 점진적으로 상승하여 8월에 36.8℃로 최고에 달한 후 다시 감소하였다. 수온은 1월에 7.3℃로 가장 낮았고 이후 지속적으로 상승하기 시작하여 8월에 가장 높은 27.7℃ 이었다. 수온과 기온의 변화는 국내하천의 일반적인 계절적 현상을 나타내고 있었다. 조사기간 동안 전기전도도는 98~188 $\mu$ mhos/cm로 낮아 유기물 유입이 많지 않은 수역으로 생각되며, 용존산소는 8.6~12.7mg/L로 풍부하였으며, pH는 6.4~8.1 어류가 서식하기에 적합한 상태를 유지하고 있었다. 서식지의 전기전도도는 얼룩동사리는 169~298 $\mu$ mhos/cm로 동사리가 얼룩동사리에 비해 유기물 오염되지 않은 청정한 수역에 서식하였다(Byeon, 2022).

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Jaho stream, May 2022

Stream width (m)	125(107~154)
Water width (m)	13.8(10.2~19.6)
Water depth (cm)	64(22~153)
Stream velocity (m/sec)	0.89(0.42~1.46)
Bottom structure (%) <sup>*</sup>	B : C : P : G : S : M = 20 : 30 : 30 : 10 : 10 : 0
Stream type	Run

<sup>\*</sup>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) by modified Cummins (1962)

## 결과 및 고찰

### 1. 서식지 환경

자호천은 보현산(1,124m)에서 발원하며 유로 길이가 36.0km이며 영천시 조교동에서 낙동강 지류인 금호강으로 합류하는 지방2급 하천이다(Kwater, 2007). 조사 지점에서 13.8km 상방에 영천댐이 있어 댐 방류수의 영향으로 인해

## 2. 성비

동사리의 암수 구분은 생식이 가능하고 성적 성숙이 이루어지는 전장 70mm 이상의 개체를 해부하여 정소와 난소를 확인한 후 구분하였다. 조사기간 동안 채집된 암컷은 227개체, 수컷은 232개체로 성비는 1 : 1.02(female : male)으로 구성비가 거의 동일하였다(Table 2). 얼룩동사리는 암수 성비가 1 : 0.96 이었고 동사리과에 속하는 좁구굴치(*Micropercops swinhonis*)는 성비가 1 : 1.0으로 이들 어류는 암수의 구성비가 거의 같아 얼룩동사리와 동일하였다(Byeon, 2022; Kim and Kim, 1996).

Table 2. The number of sex ratio of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream

Month	Female	Male	Sex ratio
Jan.	6	9	1 : 1.50
Feb.	5	8	1 : 1.60
Mar.	13	14	1 : 1.08
Apr.	27	24	1 : 0.89
May	31	30	1 : 0.97
Jun.	24	26	1 : 1.08
Jul.	21	24	1 : 0.79
Aug.	25	31	1 : 1.25
Sep.	27	23	1 : 0.85
Oct.	17	14	1 : 0.82
Nov.	20	21	1 : 1.05
Dec.	11	8	1 : 0.73
Total	227	232	1 : 1.02

## 3. 성장도 및 연령추정

산란 직전과 산란시기인 5월에 채집된 개체의 전장을 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(Total length frequency distribution)를 이용하여 연령을 추정하였다. 채집된 개체의 전장 범위는 38mm에서 156mm 이었다. 전장빈도분포에 있어 4개의 집단으로 나누어졌으며 전장이 70mm 미만(38~69mm)은 만 1년생, 70~99mm은 만 2년생, 100~139mm은 만 3년생, 140mm 이상(140~156mm)은 만 4년생 이상으로 추정되었다(Figure 2). 얼룩동사리는 만 1년생이 60mm 미만으로 동사리의 길이 성장이 다소 빨랐으며 만 2년생부터는 성장도가 거의 동일하였다(Byeon, 2022). 일본에서 서식하는 남방동사리는 250mm까지 성장하는 것으로 알려져 있으나 자세한 연령추정은 조사되어 있지 않았다(Miyadi *et al.*, 1976). 동사리와 같은 과에 속하는 좁구굴치는 만 1년이며 30~40mm로 성장하고 1년생 어류로 밝혀져(Kim and Kim, 1996) 동사리와 차이를 보였다.

## 4. 성적성숙 연령 및 생식가능 전장범위

성적성숙 연령과 생식가능 전장 크기를 확인하기 위해 산란시기 직전인 개체 중 생식소 중량지수(GSI)가 높은 5월에 채집된 개체를 대상으로 전장별 생식소 중량지수를 비교하였다. 2차성징으로 항문 뒤에 위치한 생식적 유두(genital papilla)는 암컷의 경우 원통형 모양이며, 수컷은 암컷에 비해 가늘고 끝이 뾰족하여 원뿔 모양을 하고 있었다(Figure

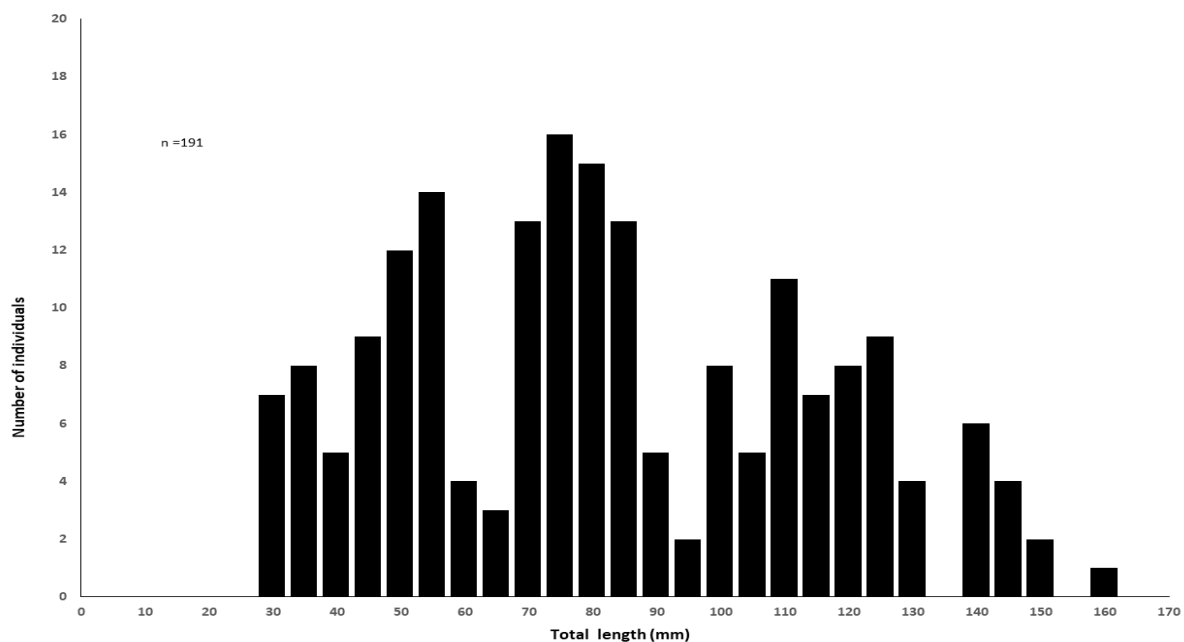


Figure 2. Length frequency distributions of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream from May 2022.

3). 성적성숙이 이루어진 수컷은 추성(nuptial organ)과 혼인색이 나타나지 않았다. 생식적 유두의 암수 차이는 얼룩동사리와 동일하였으며 얼룩동사리 수컷은 복부에 검은색의 혼색이 나타나 동사리의 경우 혼인색이 없어 차이를 나타내었다(Byeon, 2022). 생식소 중량지수는 암컷(n=108)이 3.0% 이상을 넘는 개체에서 성숙난이 확인되었고 수컷(n=67)은 0.5% 이상이 되어야 정소가 성숙하였다. 생식가능 전장의 크기는 암컷의 경우 60~69mm에서 일부 개체만 성적성숙을 하였고 70mm 이상이면 모두 개체가 성적성숙을 하였다. 수컷은 70~79mm에 해당하는 개체 중 일부만 성적성숙을 하였고 80mm 이상에서 모두 성적성숙이 이루어졌다. 암컷은 만1년생 중 일부 개체는 성적성숙이 이루어지기 시작하며 만 2년생 개체에서 모두 성적 성숙이 이루어졌으며 수컷은 만 2년생부터 성적 성숙이 이루어지기 시작하였다(Figure 4). 수컷이 암컷에 비해 더 성장한 후 성적성숙이 이루어졌다. 이러한 특징은 얼룩동사리와 동일하였으며(Byeon, 2022), 일본에 서식하는 남방동사리는 성장이 빠른 일부는 개체는 1년생부터 산란을 한다(Miyadi *et al.*, 1976)는 결과와 일치하였다. 좁구굴치는 만 1년생이면 생식연령

에 도달하여 얼룩동사리 보다 성적성숙이 빨랐다(Kim and Kim, 1997).

5. 산란시기 추정

동사리의 산란시기를 확인하기 위하여 매월(15~20일) 채집된 개체를 대상으로 평균 생식소 중량지수를 조사하였다(Figure 5). 암·수 모두 3월부터 생식소지수가 급격히 증가하여 암컷은 5월에 10.52%, 수컷은 6월에 1.34%로 가장 높았으며 이후 급격히 감소하기 시작하며 7월에 급격히 감소하였으며 8월 암컷 0.56%, 수컷 0.24%로 급격히 감소하여 최저치를 나타내었다. 4월부터는 성적성숙이 가능한 모든 암컷은 난소에 성숙란을 가지고 있었으며, 5월에 암컷의 일부 개체가 산란을 한 개체로 확인되었고, 6월에 대부분 개체가 산란을 마쳤으며, 7월에는 소수 개체가 성숙란을 가지고 있었으나 8월 15일 이후에는 모든 개체의 난소에서 성숙난이 발견되지 않았다. 5월부터 서식지 내 산란장에서 수정란이 다수 발견되었다. 산란장은 수심이 40~120cm인 여울부이며, 직경이 20~60cm이고 밑면이 넓적한 돌이었



Figure 3. Genital papilla of *Odontobutis platycephala*.

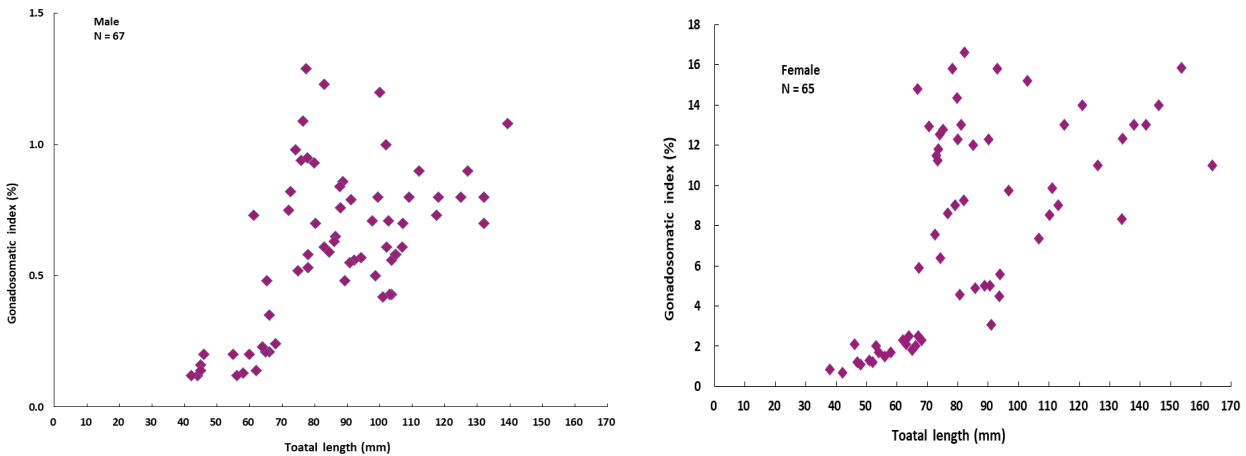


Figure 4. Change of gonadosomatic index with increasing of total length of *odontobutis platycephala* in the Jaho stream from May 2022.

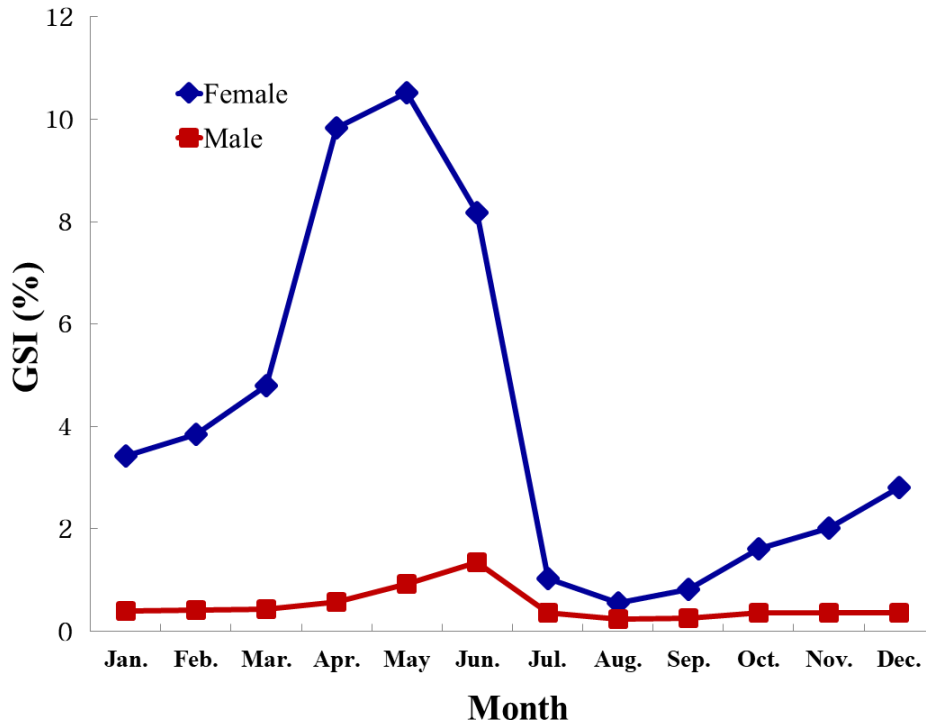


Figure 5. Monthly change of gonadosomatic index (GSI) of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream from January to December 2022.

다. 수정란은 돌 평평한 밑면에 1층으로 붙었다. 본 조사 수역에서 산란은 5월부터 시작되어 7월에 끝나는 것으로 확인되었다. 암컷의 생식소지수는 6월에 급격히 감소하였으므로 산란이 6월에 집중적으로 이루어진 것으로 판단된다. 산란시기의 수온은 17~28°C 이었다. 주요 산란시기는 6월이며 수온은 24.0°C 이었다. 동사리의 산란조건에서 수온은 21~29°C이며 최적 조건은 26±1°C이라는 Choi and Na (2000)의 결과와 다소 차이가 있었다. 이는 조사 지역의 차이로 인한 것으로 생각된다. Kim (1997)은 동사리 산란시기는 4~8월이며 산란 성기는 6월 하순에서 7월 중순으로 본 조사와 다소 차이가 있었다. 일본에 서식하는 남방동사리는 산란시기를 5~7월(Kawanabe and Mizuno, 1991)로 본 종과 동일하였다. 줌구굴치 산란성기는 4~5월로 얼룩동사리 보다 빨랐다(Kim and Kim, 1997).

### 6. 포란수 및 성숙난의 크기

포란수와 성숙난의 크기를 조사하기 위하여 생식소 중량지수가 가장 높은 5월에 채집된 암컷(n=10)을 대상으로 조사하였다. 조사한 암컷의 전장 범위는 67~154mm 이었으며, 포란수는 284~2,722개로 평균 988개로 나타났다(Table 3). 자연개체군의 포란수에 대한 과거 조사는 없었으며 하천의 산란장에

서 수정란을 관찰한 결과 수정란을 큰 돌(직경 30cm 이상)의 평평한 돌 밑면에 한 층으로 나란히 붙이고 수컷이 보호하고 있었다. 얼룩동사리는 포란수가 평균 2,473(883~4,955)로 동사리에 비해 많았으며 생식지수도 높았다. 일본에 서식하는 남방동사리는 포란수가 900~3,600(전장 100~160mm)개로 동사리 보다는 얼룩동사리와 유사하였다(Miyadi *et al.*, 1976). 일반적으로 전장과 체중이 증가할수록 포란수가 증가하였고, 성숙란은 반투명으로 노란색을 띠며 구형으로 크기는 평균 직경이 1.46(1.19~1.71)mm로 대형난 이었다. 성숙란은 구형이나 수정이 이루어지면 수정막을 형성하며 돌 밑면에 붙으며 방추형으로 변형된다. 동사리 초기 개체발생에 있어 수정란은 직경이 1.13~2.06mm(장경; 3.56mm, 간경; 1.86mm)이라 결과와 큰 차이가 없었다(Iwata *et al.*, 1988). 얼룩동사리의 성숙란의 직경이 1.42(1.20~1.54)mm로 거의 동일하였고 수정난의 형태와 크기는 동사리와 남방동사리의 특징과 거의 동일하였다(Choi and Na, 2000; Miyadi *et al.*, 1976). 줌구굴치는 산란장 돌의 아래면에 수정란을 붙이고 산란장을 수컷이 보호하는(Kim and Kim, 1996) 산란습성과 본종은 동일하였다. 줌구굴치 성숙란은 구형 담황색이며 직경은 0.64~1.12mm로 동사리와 얼룩동사리 다소 보다 작았으며 포란수는 219~958개로 동사리와 얼룩동사리에 비해 적었다(Kim and Kim, 1997).



Table 3. The Number of eggs from ovaries of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream from May 2022

No.	Total length (mm)	Weighth(g)	GSI (%)	Egg number
1	67	4.70	16.25	284
2	77	6.51	8.60	416
3	82	9.44	16.63	772
4	92	13.52	9.17	622
5	100	18.36	7.84	596
6	103	16.76	15.21	1,138
7	111	20.90	9.86	816
8	134	39.70	8.31	1,450
9	126	25.77	8.15	1,066
10	154	62.70	15.84	2,722
Average				988

7. 전장-체중의 상관관계 및 비만도 지수

어류의 전장과 체중은 개체군의 변화, 어류자원의 관리, 생육상태, 건강성 등의 연구 분야에 폭넓게 이용되고 있다 (Ecoutin *et al.*, 2005; Nowak *et al.*, 2009). 동사리의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 산란시기인 2022년 5월에 채집된 개체를 대상으로 전장-체중과의 상관관계와 비만도 지수를 조사하였다. 전장-체중과의 상관관계식은  $BW=0.00000006TL^{3.12}$ 로 상수 a는 0.00000006를, 매개변수 b는 3.12 이었다(Figure 6). 일반적으로 개체군 분석에 있어 매개변수 b가 3.0 이상이면 길이의 증가보다 체중 증가가 높게 일어나 영양상태가 좋음을 의미하는데 자호천에 서식하는 동사리는 영양상태도 양호한 것으로 나타났다. 얼룩동사

리의 경우 b는 3.21로 동사리가 다소 낮았는데 이는 동사리가 얼룩동사리에 비해 전장 성장이 체중 증가에 비해 다소 높았기 때문이며 그 결과 동사리가 얼룩동사리에 비해 보다 유선형의 체형을 나타낸다(Byeon, 2022). 비만도 지수 분석결과 평균  $K=1.44(0.96\sim2.26)$  이었고 기울기(Slope)는 -0.0007으로 음의 값을 나타내었다. 개체의 길이가 커질수록 비만도는 감소하였는데 이는 전장이 증가에 비해 체중의 증가가 느렸기 때문이다(Figure 7). 얼룩동사리는  $K=1.67(1.18\sim2.43)$ 로 동사리 보다 높았고 기울기(Slope)는 0.116으로 양의 값을 나타내어 차이가 있었으며 이는 체형에 따른 종의 특징으로 동사리는 얼룩동사리에 비해 유속이 빠른 곳에 서식하며 체형을 보다 날씬한 유선형을 유지하는 적응현상의 결과로 생각된다(Byeon, 2022).

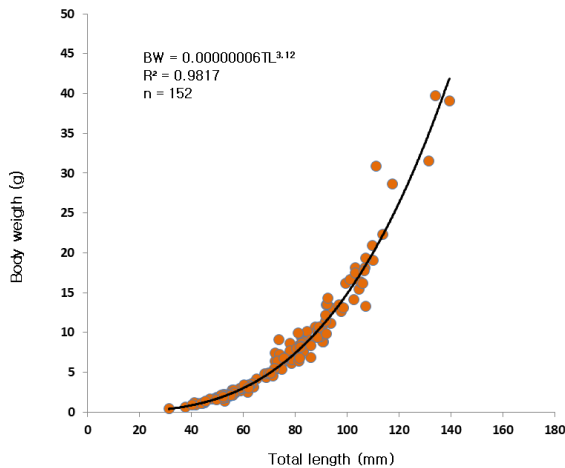


Figure 6. Total length-weight relationship of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream from May 2022.

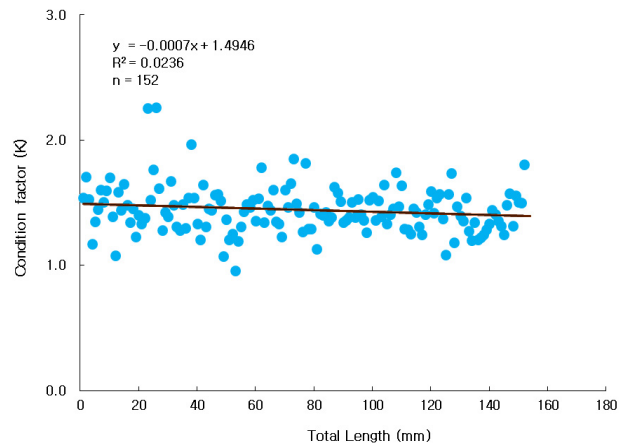


Figure 7. Condition factor (K) of *Odontobutis platycephala* in the Jaho stream from May 2022.

## REFERENCES

- 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.
- Anderson, R.O. and R.M. Neumann(1996) Length, weight and associated structural indices. Pages 447-482 in B.R. Murphy and D.W. Willis, editor. Fisheries Techniques, 2nd edition. American, pp. 447-482.
- Bagenal, T.(1978) Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, pp. 48-11.
- Byeon, H.K.(2022) Ecological characteristics of Korean dark sleeper, *Odontobutis interrupta* in Geumdang stream, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 37: 86-93. (in Korean with English abstract)
- Chae, B.S., H.B. Song and J.Y. Park(2019) A field guide to freshwater fish of Korean. LG Evergeen Foundation, 355pp. (in Korean)
- Choi, S.S. and Y.U. Na(2000) The spawning behavior and egg development of *Odontobutis interrupta* Iwata and Jeon, 1985. Korean Journal of Environmental Bioiogy 18: 323-330. (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 Amercan Midland Naturlist 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.
- Iwata, A., S.R. Jeon, N. Mizuno and K.C. Choi(1985) A revision of the electric Goby Genus *Odontobutis* in Japan, Korea and China. Japanese Journal of Ichthyology 31: 373-388.
- Iwata, A., S.R. Jeon, N. Mizuno and K.C. Choi(1988a) Embryonic development of a gobiid fish, *Odontobutis platycephala*. Korean Journal of Limnology 21: 25-32. (in Korean with English abstract)
- Iwata, A., S.R. Jeon, N. Mizuno and K.C. Choi(1988b) Larval development of a gobiid fish, *Odontobutis obscura obscura* in comparison with that of *Odontobutis obscura intererrupta* and *Odontobutis obscura platycephala*. Japanese Journal of Ichthyology 35: 371-381.
- Jeon, S.R.(1999) First record of the *Odontobutis platycephala* (Gobioidei : Odontobutidae) from Songcheon-river. Sang Myung University Journal of Science 12: 1-5. (in Korean with English abstract)
- Kawanabe, H. and N. Mizuno(1991) Freshwater fishes of Japan. Yama-Kei, Tokyo, 719pp. (in Japanese)
- Ki, J.S., S.O. Jung, D.S. Hwang, Y.M. Lee and J.S. Lee(2008) Unusual mitochondrial genome structure of the freshwater goby *Odontobutis platycephala*: Rearrangement of tRNAs and an additional non-coding region. Journal of Fish Biology 73: 414-428.
- Kim, I.S. and B.J. Kim(1996) Breeding Habits and egg development of the goby, *Micropercops swinhonis*. Korean Journal of Ecology 19: 477-486. (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)
- 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, M.S., S.H. Baek, H.Y. Kim, S.Y. Kim, K.I. Geong, M.J. Kweon and B.S. Ha(1998) Comparison of carotenoid pigments of dark sleeper, *Odontobutis odontobutis interrupta* in the family Eleotridae. Korean Journal of Society Food Science and Nutrition 27: 813-820. (in Korean with English abstract)
- Kwater(2007) A guidebook of river in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, G.Y.(1986) Karyotypes of the family Gobiidae fishes in Korea (I). Korean Journal of Limnology 19: 49-58. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.K.(1998) Annual reproductive cycle and changes in plasma levels of sex steroid hormones of the female Korean dark sleeper, *Odontobutis platycephala* (Iwata et Jeon). Korean Journal of Fish Society 31: 599-607. (in Korean with English abstract)
- Miller, P.J.(1986) Reproductive biology and systematic problems in Gbioidei fishes. Indo-Pacific Fish Biology, pp. 640-647.
- Miyadi, D., H. Kawanabe and N. Mizuno(1976) Colored illustrations of the freshwater fishes of Japan. Hoikusha, Osaka, 462pp. (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: 313-316.
- Park, G.M. and H.B. Song(2006) Karyotypes of five species in Odontobutidae and Cottidae of Korea. Korean Journal of Ichthyology 18: 155-162.
- Sakai, H., A. Iwata and S.R. Jeon(1993) Genetic evidence supporting the existence of three distinct species in the genus *Odontobutis* (Gobiidae) from Japan and Korea. Japan Journal of Ichthyology 40: 61-64.
- Sakai, H., S. R. Jeon, H. Tsujii and A. Iwata(1996) An electrophoretic study of genetic differentiation in Korean *Odontobutis*. Korean Journal of limnology 29: 1-7. (in Korean with English abstract)
- Sohn, W.M. and B.K. Na(2018) Morphological characteristics and hosts of isoparorchis sp. (Digenea: Isoparorchiiidae) in Korea. Korean Journal of Parasites, Hosts and Diseases 56: 501-507. (in Korean with English abstract)