

# 호암천에서 처음 채집된 독중개 개체군의 특성<sup>1</sup>

변화근<sup>2</sup> · 이병룡<sup>2\*</sup>

The Population Characteristic of First Record on the *Cottus koreanus* from Hoam Stream, Korea

Hwa-Keun Byeon<sup>2</sup>, Byeong-Ryong Lee<sup>2\*</sup>

## 요약

호암천에 분포하는 독중개의 형태적 및 개체군의 특징 조사를 2015년 10월과 2016년 4월에 실시를 하였다. 호암천 상류역(경상북도 경주시 양북면 호암리, 대종천 상류)이 독중개(*Cottus koreanus*)의 새로운 서식지로 확인되었으며 또한 삼척오십천 이남의 동해로 유입되는 하천에서 처음 발견되었다. 독중개가 분포하는 범위는 기림사에서 용연폭포에 이르는 약 1.2 km 구간이었으며 수역은 약 3,600 m<sup>2</sup> 이었다. 개체군 크기는 총 1,656개체, 100 m<sup>2</sup> 당 46개체가 서식하고 있는 것으로 추정되었으며 분포역이 매우 제한적이며 좁았다. 호암천에 서식하는 개체군은 한강 개체군에 비해 머리길이(head length), 배지느러미 길이(VFR-L), 가슴지느러미 길이(PFR-L), 입의 폭(MW) 등이 짧았으며 그 외의 형질은 일치하였다. 전장이 만 1년생은 40~59 mm, 만 2년생은 60~79 mm, 만 3년생은 80 mm 이상으로 추정되었다. 포란수는 239~468개이었으며 평균 361개 이었다. 성숙란의 직경은 2.6 mm±0.21(2.3~3.1)로 대란형에 속하였다. 전장과 체중의 관계식은  $BW = 0.00001TL^{3.01}$ 로 상수 a는 0.00001을, 매개변수 b는 3.01이었고, 평균 1.26 이었다.

주요어: 계측 및 계수 형질, 포란수, 전장빈도, 건강도

## ABSTRACT

Morphological and population characteristics of the *Cottus koreanus* were investigated at Hoam stream from October 2015 and April 2016. This is the first record on *C. koreanus* not only from Hoam stream (the upstream region of Daejong stream, Gyeongsangbuk-do Gyeongju-si Yangbuk-myeon Hoam-ri) but also from the stream flowing into the Samcheogosp stream, in the southern part of East Sea, Korea. The distribution of *C. koreanus* ranged from Girim temple to Yongyeon waterfall, about 1.2 km, and the water surface were about 3,600 m<sup>2</sup>. The population size was assumed to 1,656 individual number, 46 object per 100m<sup>2</sup>. The morphometric characteristics of *C. koreanus* in the Hoam stream and the Han river are very similar except that the population at Hoam stream shorter head length, ventral fin ray length, pectoral fin ray length and mouth width when compared with the population at Han river. Other than that, the two populations showed the same meristic characters. Frequency analysis of total length indicated that the group with 40~59 mm in total length was one year old, the 60~79 mm was two years old, and the group over 80 mm was three years old. The average number of eggs in the ovaries was estimated as 361 (239~468) per matured female. The number of matured eggs size in ovaries was 2.6±0.21 (2.3~3.1) mm and this species was large eggs type. Calculation of the length-weight

1 접수 2017년 3월 10일, 수정 (1차: 2017년 4월 7일, 2차: 2017년 4월 13일), 게재확정 2017년 4월 14일

Received 10 March 2017; Revised (1st: 7 April 2017, 2nd: 13 April 2017); Accepted 14 April 2017

2 서원대학교 생물교육과 Dept. of Biology Education, Seowon Univ., Chungju(361-742), Korea(cottus@seowon.ac.kr)

\* 교신저자 Corresponding author(brlee@seowon.ac.kr)

relation of *C. koreanus* showed the value of constant a as 0.00001 and b as 3.01, and the Condition factor (K) was 1.26 an on average.

**KEY WORDS: MORPHOMETRIC AND MERISTIC CHARACTER, NUMBER OF EGGS IN THE OVARIES, FRQUENCY DISTRIBUTION, CONDITION FACTOR**

## 서 론

담수산 독중개속(*Cottus*) 어류는 담수역과 해수역을 왕래하는 양측 회유형과 하천육봉형이 알려져 있다(Waranabe, 1960; Goto, 1990). 한반도에 분포하는 독중개속 어류는 독중개 *Cottus koreanus*, 참독중개 *C. czerskii*, 한독중개 *C. hangiongensis* 등 3종이 보고되어 있다(Mori and Uchida, 1934; Mori, 1952; Chyung, 1977). 이들 중 남한에는 두만강에서만 발견되는 참독중개를 제외한 독중개와 한독중개 2종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim and Youn, 1992; Ryouji *et al.*, 2005; Byeon *et al.*, 1995; Jeon, 1987). 독중개와 한독중개는 형태적으로 매우 유사하며 암수에 따른 비비례성장 차이가 있으며(Goto, 1984; Byeon, 1996) 형태적으로 분류의 기준이 명확하지 않는데 일반적으로 독중개속에서는 난의 크기와 포란수 등 생태적인 특징이 종을 분류하는데 중요한 형질로 이용되고 있다(Goto, 1978, 1981). 남한에서는 독중개가 한강, 임진강, 낙동강 상류역에 국한되어 분포하고 반면 한독중개는 중부 이북의 동해로 유입되는 하천의 하류역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Jeon, 1987, 1998; Byeon, 1996; Kim *et al.*, 1999). 독중개는 육봉화된 어류로 대란형이며 포란수는 적으며(Byeon *et al.*, 1995) 부화한 치어는 바로 산란장 바닥에 가라앉아 저서생활을 하고 한독중개는 양측회유성 어류로(Goto, 1981; Byeon *et al.*, 1995; Jeon, 1998) 소란형이며 포란수는 많으며 부화한 치어는 연안으로 이동하여 일정기간 동안 부유생활을 한 후 하천으로 소상한 후 하류역 여울에 서식한다(Goto, 1990; Byeon *et al.*, 1995). 동해안으로 유입되는 하천 중 삼척오십천, 주수천, 양양남대천, 배봉천 상류역에 채집된 개체군은 한독중개와 다소 다른 외부형태, 난의 크기, 포란수, 자어형태, 생활사 등을 나타내고 있으며 삼척오십, 주수천, 양양남대천의 집단은 독중개이며 배봉천에 서식하는 집단은 유전적으로 독중개와 한독중개에 속하지 않는 별도의 집단으로 추정되고 있다(Byeon *et al.*, 2009). 현재 독중개는 낙동강 상류역(봉화군)이 최남단 서식지이며 한독중개는 왕피천(울진군)이 남한지로 분포역이 축소되어 있다. 동해남부 해역으로 유입되는 호암천 상류에서 독중개의 새로운 서식지가 발견되어 이들 집단의 형태적 특징, 포

란수와 성숙난의 크기, 개체군 특징, 분포 등을 조사하여 검토하였다.

## 연구방법

### 1. 조사 시기 및 지점

현지조사는 2015년 10월과 2016년 4월 2회에 걸쳐 실시하였다. 조사 수역은 동해로 유입되는 대중천 상류에 위치한 호암천 산간계류(경상북도 경주시 양북면 호암리(기림사)인 경주국립공원 내에서 실시하였다(Figure 1).

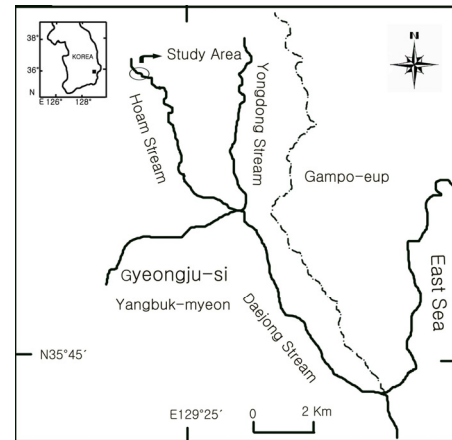


Figure 1. Map showing the sampling station of *Cottus koreanus* in Hoam stream

### 2. 수환경 분석

유폭(수면폭), 수심, 하상구조, 하상 상태 등을 조사 하였으며 유폭과 수심은 30m 줄자로 측정하였고 하상구조는 Cummins (1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다.

### 3. 채집 및 동정

어류 채집은 족대(망목: 5x5 mm)를 사용하였고 채집된 어류는 현장에서 10% 포르말린액에 고정하여 실험실로 운

반 후 동정 및 계측을 하였다. 동정에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표(Kim, 1997; Kim *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2002; Ryouji *et al.*, 2005)를 이용하였다.

#### 4. 형태적 특징

호암천에 서식하는 독중개 개체군의 형태적 특징과 변이의 정도를 알아보기 위하여 채집된 표본을 대상으로 계측 및 계수형질을 조사하였다. 외부형태의 측정은 Hubbs and Largler (1964)의 방법에 따라 1/20 mm dial caliper를 사용하였다. 두장(head length), 미병장(caudal peduncle length), 미병고(caudal peduncle depth), 등지느러미 기점거리(predorsal length), 뒷지느러미 기점거리(preanal length), 체폭(body width) 및 체고(body depth)는 체장에 대한 백분비를 계산하였으며, 안경(eye diameter), 입폭(mouth width), 문장(snout length)은 두장에 대한 백분비로 계산하였다. 또한 등지느러미, 배지느러미, 뒷지느러미 연조의 최대 길이에 대하여도 체장의 백분비를 구하였다. 계수형질 조사에서는 등지느러미, 배지느러미, 뒷지느러미 및 꼬리지느러미의 지느러미 가지 및 연조수를 계수하였다.

#### 5. 개체군 밀도

개체군 서식밀도 조사는 일반적인 방법인 표지재포획법(mark-recapture)으로 실시하였다(Petersen, 1895; Seber, 1973; Begon, 1979). 1차 채집 시 채집된 어류 개체( $n_1$ )의 배지느러미를 절단하여 개체군내로 방류한 후 48 시간 이후 2차 채집을 하였다.  $N = n_1 \cdot n_2 / M$ , N: 개체군의 추정 개체수,  $n_1$ : 1차 채집된 어류 중 표지 방류한 개체수,  $n_2$ : 2차 채집된 어류의 총 개체수, M: 2차 채집된 어류 중 표지된 어류 개체수.

#### 6. 이차성징과 성비, 포란수와 난의 크기

이차성징의 혼인색과 외부 형태 관찰은 산란시기인 4월에 채집 즉시 현장에서 기록하였으며 암수구분은 해부 후 생식소를 확인하였다. 포란수의 조사를 위하여 산란시기인 4월 초에 채집한 암컷 중 산란이 이루어지지 않은 개체를 대상으로 실시하였으며, 체장이 50~86 mm 범위에 속하는 10개체를 선택하여 난수를 계수하였다. 성숙란의 직경을 광학현미경 상에서 측정하였다.

#### 7. 전장분포

본 종의 성장과 연령 조사를 위하여 2016년 4월에 채집한 전 개체의 전장을 caliper (1/20 mm)로 측정하여 Peterson

method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포(length frequency distribution)를 이용하였다. 출현 개체수가 많지 않았으며 한강에 서식하는 집단과의 전반적인 크기를 비교하기 위해 암수를 구분하지 않고 전장빈도분포도를 작성하였다.

#### 8. 체장-체중 관계 및 비만도 지수

주어진 환경의 차이에 따른 독중개의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 전장-체중관계와 비만도를 조사하였다. 전장-체중 관계는 Anderson and Gutreuter (1983)을 ( $W = aT_L^b$  (W : weight,  $T_L$  : Total length, a, b = parameter), 비만도는 Anderson and Neumann (1996)을( $K = W/T_L^3$ , W = weight,  $T_L$  = Total length) 따랐다.

## 결과 및 고찰

#### 1. 호암천에 서식하는 독중개 미소서식지 특징

호암천에 서식하는 독중개는 하천 상류수역 산간계류 급여울에 서식하였으며 하상구조는 큰돌(Boulder), 작은돌(Cobble), 호박돌(Pebble), 자갈(Gravel) 등이 5 : 3 : 1 : 1의 비율로 큰돌과 작은돌이 풍부하였다. 수심은 수량이 적은 상류역 얇은 여울로 10~50 cm 이었으며 대부분이 수역에서 30 cm 이내로 얇았다. 하폭은 20~30 m 이었고, 유폭은 2~5 m로 좁았으며, 유속은 매우 빠른(0.31~0.84 m/sec) 상태를 유지하였다(Table 1). 주변지역은 갯버들(*Salix gracilistyla*), 단풍나무(*Acer palmatum*), 가래나무(*Juglans mandshurica*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 붉나무(*Rhus chinensis*) 등 자연식생이 대부분의 계류를 덮고 있었다. 목본류가 잘 발달하지 않은 수변부는 달뿌리풀(*Phragmites japonica*) 군락이 다량 생육하고 있었고 이러한 수역에서는 독중개가 거의 서식하지 않았다. 이러한 수환경은 북한강 독중개 서식지와 거의 동일하나 유속이 다소 느렸다(Byeon, 1995).

Table 1. The environmental condition at the studied station of Hoam stream, Korea, Gyeongsangbuk-do, Korea from April 2016

River width (m)	2~5
Water depth (cm)	10~50
Water current (m/sec)	0.28~0.84
Status of river bed ( *B:C:P:G:S )	B:C:P:G = 5:3:1:1
River type	Riffle

\* B : Boulder (>256 mm)    C : Cobble (64-256 mm)  
 P : Pebble (16-64 mm)    G : Gravel (2-16 mm)  
 S : Sand (0.1-2 mm), Cummins (1962)

## 2. 분포와 개체군 크기

독중개는 Mori and Uchida (1934), Mori (1952), Matsubara (1955), Chyung (1977), Kim (1997) 등이 대동강, 청천강, 압록강, 두만강, 한강 등에 분포한다고 보고하였다. Jeon (1987)은 남한에서 임진강(포천, 철원, 김화), 한강(가평, 춘천, 화천, 양구, 인제, 원통, 홍천, 원주, 횡성, 평창, 정선, 임계, 왕산), 금강(무주), 섬진강(진안), 삼척오십천(신기, 고사리) 등에서 출현한 것으로 기록하였다. 이후 금강(무주)과 섬진강(진안)에서는 독중개의 서식이 확인되지 않았으며 Byeon *et al.*(2009)은 낙동강 상류(봉화)와 동해로 유입되는 영동 수역 중 삼척오십천 이북에 분포하는 삼척오십천(삼척), 주수천(옥계), 양양남대천(양양), 배봉천(고성) 등의 상류역에 본 종이 서식하는 것으로 기술하였으며 2000년 이후에는 독중개의 남한지는 낙동강 상류역(경북 봉화군)이었다. 본 조사를 통해 낙동강 상류보다 남쪽에 위치하며 동해로 유입되는 대중천 상류역인 경상북도 경주시 양북면 호암리(호암천)가 새로운 최남단 서식지로 확인이 되었다. 호암천에서 독중개가 분포하는 범위는 기림사에서 용연폭포(기림폭포)에 이르는 약 1.2 km 구간이었으며 수역은 약 3,600 m<sup>2</sup>으로 분포역이 매우 제한적이며 좁았다. 호암천에 서식하는 독중개의 개체군 크기는 총 1,656개체, 100 m<sup>2</sup> 당 46개체가 서식하고 있는 것으로 추정되었다. 본 서식지는 경주국립공원 관리 구역 내이며 기림사가 인접한 계곡으로 일반인의 출입이 자유롭지 않으며 지역 주민에 대한 탐문조사 결과 과거 오래 전부터 독중개가 서식하고 있었던 것으로 나타났다. 또한 기림사 인접 호암천에 독중개나 다른 어류의 방류에 대한 기록이나 정보도 없으며 호암천 상류역은 독중개의 자연 서식지인 것으로 판단된다. 독중개가 서식하는 호암천 상류역은 최남단서식지이며 경주국립공원 내의 특별보호구역으로 지정하여 지속적으로 관리하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

## 3. 호암천에 서식하는 독중개 개체군의 형태적 특징

호암천에 서식하는 독중개 개체군의 계측 및 계수 형질의 측정 결과는 Table 2와 같다. 체장에 대한 비로 체고(BD), 체폭(BW), 제1등지느러미 기점거리(PDL), 뒷지느러미 기점거리(PAL), 미병장(CPL), 미병고(CPD), 뒷지느러미 길이(AFR-L) 등은 Byeon *et al.* (1995)과 Ryouji *et al.* (2005)와 큰 차이가 없었으며 두장(HL)은 다소 짧았고 배지느러미 길이(VFR-L)와 가슴지느러미 길이(PFR-L)도 다소 짧았다. 또한 두장에 대한 입의 폭이 수컷 57.2(48.6~63.5)과 암컷 54.7(48.9~62.9)로 한강에 서식하는 개체들에 비해 작았다. 계수형질로 등지느러미, 가슴지느러미, 배지느러

미, 뒷지느러미 등의 기조수는 큰 차이가 없었다. 호암천 상류에 서식하는 독중개 개체의 크기는 모두 전장이 100 mm 이하로 작았으나 한강에 서식하는 독중개는 전장이 130 mm까지 발견되었다. 호암천에 서식하는 개체군은 북한강에 서식하는 개체군에 비해 유속이 다소 느리고 수량이 적은 소규모 계류에 적응되어 소형화된 것으로 판단된다. 이러한 과정에서 일부 형태 형질 변화가 일어난 것으로 추정되며 추후 유전적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

## 4. 포란수와 성숙란

산란 직전인 4월초에 채집한 표본 중 복부가 팽만한 암컷으로 생식소 성숙도가 18%를 넘고 체장이 55~70 mm 범위의 10개체의 포란수는 Table 3과 같다. 포란수는 239~468개 이었으며 평균 361개 이었다. 한강에 서식하는 독중개 개체의 암컷 중 체장 65~100.5 mm인 포란수는 평균 744개로 많았다. 이와 같은 차이는 독중개에 있어 체장이 큰 개체 일수록 포란수가 증가한다는( $EN = 13.2SL - 468.2(R = 0.89)$ )는 Byeon(1995)의 결과에 기인한 것으로 판단된다. 이와 같이 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 것은 담수어에 있어서 일반적인 현상이다(Mann, 1971; Pattern, 1971; Foltz, 1976; Daniels, 1987). 호암천에 서식하는 독중개 암컷과 수컷 모두 전장이 65 mm 이상(만 2년 이상)이면 성적 성숙을 하였고 한강에 서식하는 집단은 70mm 이상에서 성적성숙을 하였다(Byeon, 1996). 호암천에서는 한강에 서식하는 독중개에 비해 더 작은 크기에서 성적 성숙을 하였다. 이는 소규모 계류에 적응하면서 개체가 왜소화되어 조기 성숙하는 현상으로 추정되나 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

독중개속의 성숙란은 소란형(난경 2.0 mm 이하)과 대란형(난경 2.0 mm 이상)으로 나누어지고 생활형에 있어서 소란형은 양측회유형, 대란형은 하천육봉형으로 구분이 되며 외부형태가 아주 유사한 개체군 간의 분류 형질로 이용되기도 한다(Goto, 1990). 성숙란의 직경은 10개체를 개체당 15개씩 무작위로 선정하여 측정하였다. 그 결과 본 종의 난 직경은  $2.6 \text{ mm} \pm 0.21(2.3 \sim 3.1)$ 이었고 성숙란의 크기는 체장에 관계없이 일정하였다. 호암천에 서식하는 독중개 성숙란 크기는 한강에 서식하는 개체군과 동일한 대란형에 속하며 하천육봉형의 특징을 나타내었다.

## 5. 전장빈도

산란 시기가 4월 이므로 2016년 4월에 출현하는 개체군을 이용하여 연령을 추정하였으며 전장의 범위는 43 mm에서 91 mm이었다. 전장빈도분포는 3개의 무리로 나누어지

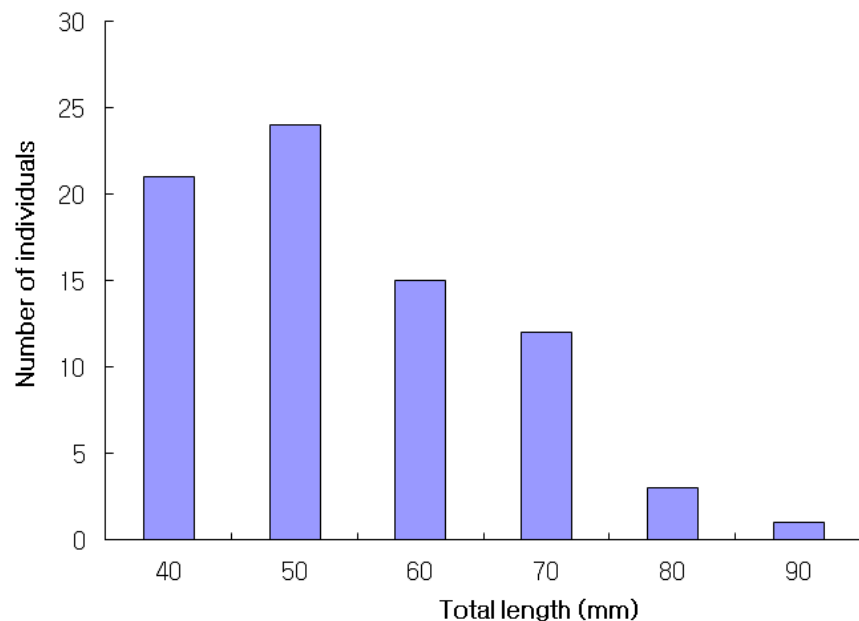
Table 2. Morphometric and meristic characters of collected *Cottus koreanus* in Hoam stream

	from Byeon <i>et al.</i> (1995)		from Ryouji <i>et al.</i> (2005)	Hoam stream	
	Male(n=17)	Female(n=33)	n=28	Male(n=17)	Female(n=17)
% of SL					
BD	20.3 (17.7-21.8)	19.7 (16.2-23.1)	19.7 (18.1-23.5)	21.3 (16.8-24.1)	21.2 (15.2-24.3)
BW	17.3 (27.0-31.4)	27.5 (24.9-30.5)	-	20.1 (14.9-26.3)	27.3 (27.0-31.4)
<b>HL</b>	<b>29.6</b> <b>(27.0-31.4)</b>	<b>27.5</b> <b>(24.9-30.5)</b>	<b>30.4</b> <b>(28.0-31.8)</b>	<b>24.9</b> <b>(20.9-30.8)</b>	<b>22.2</b> <b>(19.2-27.3)</b>
PDL	34.3 (31.3-34.3)	33.3 (30.3-37.4)	-	35.1 (28.1-45.5)	33.3 (25.0-37.8)
PAL	54.6 (52.2-58.8)	55.4 (52.5-58.8)	-	55.8 (46.2-64.8)	54.1 (45.7-59.3)
CPL	14.1 (12.6-17.7)	15.9 (11.4-18.3)	15.5 (14.2-17.0)	12.3 (11.4-18.3)	13.9 (11.2-18.9)
CPD	8.4 (7.4-9.4)	8.2 (6.9-12.7)	10.1 (9.4-10.9)	10.9 (7.8-14.5)	9.9 (6.2-14.3)
AFR-L	14.5 (11.5-18.3)	11.3 (8.7-14.3)	14.5 (11.5-18.3)	12.6 (9.4-17.2)	10.2 (8.9-17.5)
<b>VFR-L</b>	<b>27.6</b> <b>(23.1-31.2)</b>	<b>20.4</b> <b>(17.2-24.6)</b>	<b>20.5</b> <b>(19.3-22.3)</b>	<b>17.6</b> <b>(13.3-21.3)</b>	<b>15.8</b> <b>(12.8-18.7)</b>
<b>PFR-L</b>	<b>26.3</b> <b>(24.3-29.2)</b>	<b>25.8</b> <b>(22.1-25.8)</b>	<b>28.2</b> <b>(26.6-30.2)</b>	<b>24.8</b> <b>(20.7-28.3)</b>	<b>21.5</b> <b>(18.9-25.4)</b>
% of HL					
ED	17.2 (12.5-22.5)	22.3 (19.3-26.6)	-	23.0 (11.2-28.4)	23.6 (16.7-29.3)
<b>MW</b>	<b>65.6</b> <b>(61.7-69.7)</b>	<b>60.0</b> <b>(52.0-65.9)</b>	-	<b>57.2</b> <b>(48.6-63.5)</b>	<b>54.7</b> <b>(48.9-62.9)</b>
SN	32.9 (30.3-34.0)	32.4 (29.3-35.1)	-	31.8 (28.7-33.2)	30.3 (25.8-34.1)
No. of					
DFR	VIII-IX, 17-21	VIII-IX, 17-21	VI-IX, 18-21	V-IX, 15-18	V-IX, 15-18
AFR	14-17	14-17	14-17	12-14	12-14
PFR	13	13	12-13	12-13	12-13
VFR	I, 4	I, 4	-	I, 4	I, 4
CFR	13	13	-	11-14	11-18

Abbreviation; ST : standard length, BD : body depth, BW : body width, HL : head length, PDL : predorsal length, PAL : preanal length, CPL : caudal peduncle length, CPD : caudal peduncle depth, ED : eye diameter, MW : mouth width, SN : snout length, DFR : dorsal fin ray, AFR : anal fin ray, PFR : pectoral fin ray, VFR : ventral fin ray, CFR : caudal fin ray, AFR-L : anal fin ray length, VFR-L : ventral fin ray length, PFR-L : pectoral fin ray length

Table 3. The number of eggs in the ovary of *Cottus koreanus* in April 2016 in Hoam stream

Standard length (mm)	Gonadosomatic index (%)	Egg number
55	19.0	247
55	18.4	239
58	20.1	318
58	22.5	356
59	19.3	363
61	18.4	379
66	23.6	392
67	22.7	412
67	23.1	437
70	22.5	468
Average	20.9	361

Figure 2. Frequency distribution of collected *Cottus koreanus* from Hoam stream base on total length

며 전장이 40~59 mm의 집단은 만 1년생, 60~79 mm의 집단은 만 2년생, 80 mm 이상은 만 3년생으로 추정되었다 (Figure 2). 한강에 서식하는 개체군은 만 1년생은 체장이 40~55 mm, 만 2년생은 55~70 mm, 만 3년생은 70~90 mm, 만 4년생은 90~110 mm, 110 mm 이상은 만 5년생으로 추정된다(Byeon, 1995). Byeon (1995)의 기준에 의하면 호암천에 서식하는 독중개는 만 4년생 이상은 출현하지 않았다. 수량이 적고 하천 규모가 매우 작은 상류역 일부 수역에 국한되어 분포하는 수환경에 적응한 결과 개체의 크기가

다소 작은 상태를 유지하고 한강에 서식하는 집단에 비해 보다 전장이 작은 개체에서 성적 성숙이 이루어지는 것으로 판단된다.

## 6. 체장-체중 관계 및 비만도지수

어류의 성장도와 비만도는 주어진 환경에서 어류의 건강 상태나 생식능력의 정도를 파악할 수 있으며 서식처등급, 수질, 먹이 이용능력 등의 다양한 정보를 제공하는 지표로

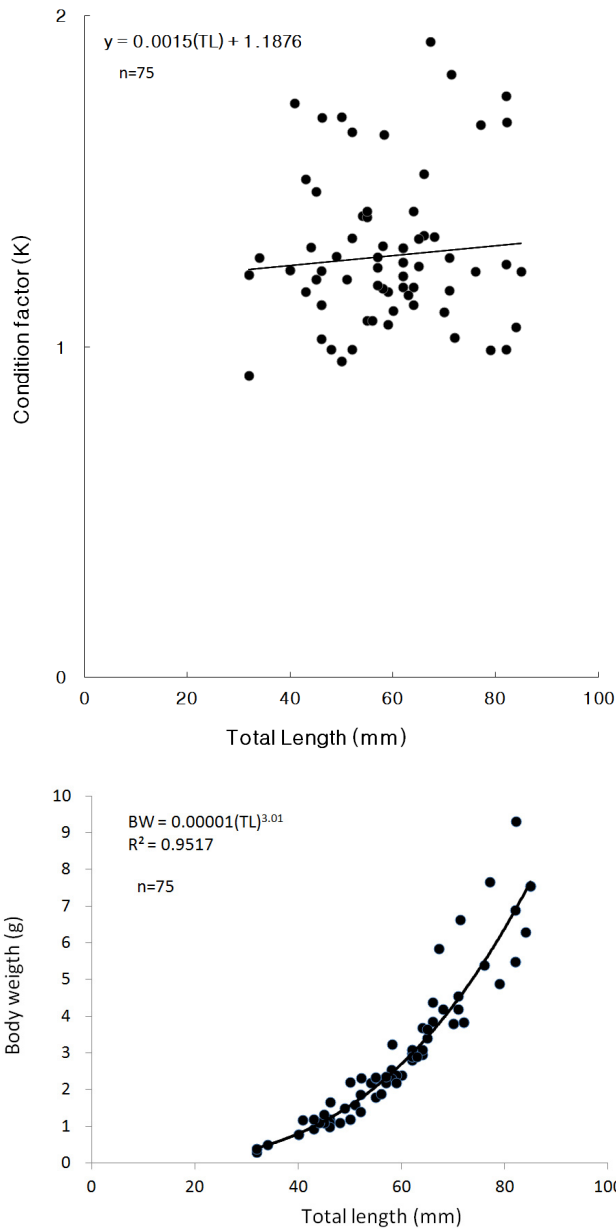


Figure 3. Length-weight relationship and condition factor of collected *Cottus koreamus* in Hoam stream

이용된다(Anderson and Gutreuter, 1983; Busacker *et al.*, 1990; Ney, 1993). 호암천에 서식하는 독중개의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 2016년 4월에 채집된 개체에 대해 체장과 체중의 관계와 비만도(건강도) 조사를 한 결과는 Figure 3과 같다. 독중개 전장과 체중의 관계식은  $BW = 0.00001TL^{3.01}$ 로 상수 a는 0.00001을, 매개변수 b는 3.01로 체중은 체장의 약 3.01 제곱승에 비례하는 것으로 나타났다. 전장-체중 상관도는 성장률 곡선과 비만도지수가

주어진 환경에 서식하는 개체군의 건강상태나 생식능력의 정도 등 다양한 정보를 제공하는 중요한 자료로 이용된다(Seo, 2005; Choi *et al.* 2011; Kim *et al.* 2012). 일반적으로 개체군에 있어 매개변수 b가 3.0 보다 작으면 길이의 증가만큼 개체가 비대하지 않음을 의미하고 3.0 보다 크면 반대로 길이에 비해 비대하며 건강상태가 양호한 것을 뜻한다(Seo, 2005). 호암천에 서식하는 독중개 개체군은 매개변수 b가 3.0 보다 크므로 영양상태가 비교적 양호한 것으로 판단된다. 비만도는 평균 1.26(0.92~1.92)로 비교적 양호한 성장도를 유지하고 있었다. 독중개 개체군의 비만도 기울기(K)는 0.0015로 양의 값을 나타내고 있어 비교적 안정적인 개체군을 형성하고 있는 것으로 판단되며 성장함에 따라 전장 증가에 비해 체중 증가가 빨랐기 때문이다. 이와 같은 결과는 4월 초인 포란기에 채집된 개체가 포함되어 있어 비만도가 높게 나타났을 가능성이 있으며 포란기를 제외하면 다소 비만도가 낮아질 가능성이 있는 것으로 예상된다.

## REFERENCES

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.

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.

Bagenal, T.(1978) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Pub. pp. 115-116.

Begon, M.(1979) Investigating Animal Abundance. Edward Arnold, London. 218 pp.

Busacker, G.P., I.A. Adelman and E.M. Goolish(1990) Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 363-377.

Byeon, H.K.(1996) Sexual Dimorphism in a River Sculpin (*Cottus poecilopus* Heckel) in Korea. Korean J. Ichthyol. 8(1): 14-21. (in Korean with English abstract)

Byeon, H.K(1996) Sexual Dimorphism in a River Sculpin(*Cottus poecilopus* Heckel) in Korea. Korean J. Ichthyol. 8(1): 14-21. (in Korean with English abstract)

Byeon, H.K., J.C. Choi, Y.M. Son and J.K. Choi(1995) Taxonomic and Morphological Characteristics in the Juvenile *Cottus* (Cottidae) Fishes from Korea. Korean J. Ichthyol. 7(2): 128-134. (in Korean with English abstract)

Byeon, H.K., K.S. Kim, H.Y. Song and I.C. Bang(2009) Morphological Variations and Genetic Variations inferred from AFLP (amplified Fragment Length Polymorphism) Analysis of *Cottus* Populations (Scorpaeniformes: Cottidae) in Korea. Korean J. Ichthyol. 21(2): 67-75. (in Korean with

## English abstract)

- Choi, J.K., C.R. Jang and H.K. Byeon(2011) The Fish Fauna and population of *Zacco koreanus* in the Upper Region of the Gapyeong Stream. Kor. J. Env. Eco. 25(1): 65-70. (in Korean with English abstract)
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S Kim and Y.M. Son(2002) Coloured Illustrations of The Freshwater Fishes of Korea. Hyangmunsa Press Co. Seoul. 220pp. (in Korean)
- Cummins, K.W.(1962) An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat. 67: 477-504.
- Chyung, M.K.(1977) The fishes of Korea. IlJisa, Seoul. 727 pp. (in Korean)
- Daniels, R.A.(1987) Comparative life histories and microhabitat use in three sympatric sculpins (Cottidae:*Cottus*) in northeastern California. Env. Biol. Fish. 19: 39-110.
- Foltz, J.W.(1976) Fecundity of the slimy sculpin, *cottus cognatus*, in Lake michigan. *copeia*, 76: 802-804.
- Goto, A.(1978) Comparative studies on the maturation process of two types of *Cottus nozawae* I. The annual cycle of ovarian development. Japan. J. Ichthyol. 25: 115-123. (in Japanese with English abstract)
- Goto, A.(1981) Life history and distribution of a river sculpin, *Cottus hangiongensis*. Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ. 32: 10-21. (in Japanese with English abstract)
- Goto, A.(1984) Life history and distribution of a river sculpin, *Cottus hangensis*. J. Japan. Ichthyol. 31: 161-166.
- Goto, A.(1990). Alternative life-history styles of Japanese freshwater sculpins revisited. Env. Biol. Fish. 28: 101-112.
- Hubbs, C.L. and K.F. Lagler(1964) Fish of the Great Lake region. Univ. Michigan Press 1. pp. 19-26.
- Jeon, S.R.(1987) Studies on the Key and Distributions of the Cottid and Gasterosteid Pheripheral Fresh-water Fishes from Korea. Bull. Sang Myung Women,s Univ. 14: 165-192. (in Korean with English abstract)
- Jeon, S.R.(1998) Studies on the Key and Distributions of the *Cottus poecilopus* and *Cottus hangiongensis* (Cottidae) from Korea. Bull. Sang Myung Women,s Univ. 11: 1-16. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H., E.J. Kang, H. Yang, K.S. Kim and W.S. Choi(2012) Characteristics of fish fauna collected from near estuary of Seomjin River and population ecology. Korean J. Environ. Biol. 30(4): 319-327. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.S.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education. 518 pp. (in Korean)
- Kim, I. S. and C. H. Youn(1992) Synopsis of the Family Cottidae (Pisces : scorpaeniformes) from korea. Korean J. Ichthyol. 4 (1): 54-79. (in Korean with English abstract)
- 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, 515pp. (in Korean)
- Kim, J.H., Jeon, S.R. and H.K. Byeon(1999) Studies on the Key and Distributions of the Cottid and Gasterosteid Pheripheral Fresh-water Fishes from Korea. Bull. Sang Nyung Women,s Univ. 14: 165-192. (in Korean with English abstract)
- Mann, R.H.K.(1971) The populations, growth and production of fish in four small streams in southern England. J. Anim. Ecol. 40: 155-190.
- Matsbara, K.(1955) Fish morphology and hierarch, I -III. Ishizaki shoten, Tokyo. 135 pp. (in Japanese)
- Mori, T.(1952) Check list of the fishes in Korea. Hyogo Univ. Age. 1: 48-52. (in Japanes with English abstract)
- Mori, T. and K. Uchida(1934). A revised catalogue of the fishes in Chosen. J. Chosen Nat. Hist. Soc. 19: 28 (in Japanese with English abstract)
- Ney, J.J.(1993) Practical use of biological statistics. Inland fisheries management of North American Fisheries Society. Bethesda, MD. USA, pp. 137-158.
- Patten, B.G.(1971) Spawning and fecundity of seven species of northwest American *Cottus*. Amer, Midl. Nat., 85: 493-506.
- Petersen, C.G.(1895) The yearly immigration of young plaice into the Limfjord from the German Sea. etc. Rept. Danish Biol. Sta. for 1895, 6: 1-48.
- Ryouji, F, Y. Choi and M. Yabe(2005) A New Species of Freshwater Sculpin, *Cottus koreanus* (Pisces: Cottidae) from Korea. species Diversity, 10: 7-17.
- Seber, G. A. F.(1973) The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters. Griffin, London. 176 pp.
- Seo, J. W.(2005) Fish Fauna and Ecological Characteristics of Dark Chub(*Zacco temminckii*) Population in the Mid-Upper Region of Gam Stream. Korean J. Limnol. 38(2): 196-206. (in Korean with English abstract)
- Watanabe, M.(1960). Fauna Japonica, Cottidae (pisces). pp. 11-128. (in Japanese)