

금강 지류 백곡천의 어류군집 및 천연기념물 미호종개 *Cobitis choii*의 서식양상

고명훈 · 홍양기 · 김해림 · 방인철*

순천향대학교 생명시스템학과

Community Structure of Fish and Inhabiting Status of Natural Monument *Cobitis choii* in the Baegkok Stream, a Tributary of the Geum River Drainage System of Korea by Myeong-Hun Ko, Yang-Ki Hong, Hae-Lim Kim and In-Chul Bang* (Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)

ABSTRACT Community structure of fish and inhabiting status of natural monument and endangered species, *Cobitis choii* were investigated in the Baegkok Stream, a tributary of the Geum River drainage system of Korea from May to November 2012. Ten-15 fish species inhabited upper stream (St. 1 ~ St. 3) with a Aa or Aa-Bb river type composed of mostly pebble and cobble bottoms. 15~21 species did middle stream (St. 4~St. 5) with Aa or Aa-Bb type composed of mostly cobble, boulder and pebble bottoms. Nine species did Reservoir Baegkok (St. 6) with composed of mostly mud bottoms, and Seven species did Reservoir Baegkok outflow (St. 7) with Aa-Bb type composed of mostly boulder and cobble bottoms. And 20~23 species did lower stream (St. 8~St. 9) with a Bb-Bc type composed of mostly cobble and sand bottoms. A total of 35 species belonging to ten families were found in the stream during the survey. The dominant species were in the order of *Zacco platypus* (34.7%), *Pungtungia herzi* (9.4%) and *Microphysogobio yaluensis* (9.0%). Other abundant species included *Tridentiger bifasciatus* (8.2%), *Pseudogobio esocinus* (5.9%), *Carassius auratus* (4.6%), *Squalidus chankaensis tsuchigae* (3.7%), *Rhinogobius brunneus* (3.0%). Among residing species, ten (28.6%) species were endemic to Korea, one (*Cobitis choii*) was endangered, and two (*Micropterus salmoides* and *C. cuvieri*) were non-indigenous. Natural monument and endangered species, *C. choii* were only inhabited St. 5, and they are inhabited 30~100 cm in water depth, sand bottom and slowly velocity. Using the mark-recapture method, populations were estimated at $7,838 \pm 6,290$ individuals. Age group in May estimated from total length indicated that the 38~45 mm group is 0 year old, the 46~60 mm group is 1 years old, the 61~80 mm group is 2 years old, and the 81~93 mm group is more than 3 years old. Condition factor ($\times 10^5$) was 0.36~0.39 and 0.35~0.38 for female and male, respectively, and they are 13.5% were infected with parasites (digenea). We are discussed the health status, threats and conservation strategies of *C. choii* in the Baegkok Stream.

Key words : Baegkok Stream, fish community structure, *Cobitis choii*, endangered species

서 론

하천에 서식하는 생물 중 어류는 하천생태계에서 먹이사

슬의 중·상위 소비자로서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 하천규모와 형태, 지리적 위치, 고도, 수온, 수질, 먹이생물 등에 따라 고유의 어류상 (fish fauna)을 가져왔다 (김, 1997; 김 등, 2005, 김과 박, 2007). 하지만 우리나라 하천은 벼농사를 위주로 하는 농경사회가 오랫동안 지속되면서 치수관리로 인해 많은 영향을 받아왔으며, 최근 근대화가 이

*Corresponding author: In-Chul Bang Tel: 82-41-530-1286,
Fax: 82-41-530-1638, E-mail: incbang@sch.ac.kr

루어지면서 대형댐 및 하구둑, 보 등의 건설과 하천정비와 수해복구 등의 하천공사, 다양한 외래종들의 도입으로 인해 많은 교란이 있어 왔다(김 등, 2006; 한국수자원공사, 2007; 농림수산식품부, 2010). 이러한 교란으로 인해 어류군집에 큰 변동을 가져왔으며, 많은 어류가 개체수와 서식지가 감소하여 멸종위험에 처해 있는 것으로 보고되고 있다(김 등, 2006; 이 등, 2009; 고 등, 2011; 국립생물자원관, 2011).

백곡천은 서운산(해발 547.7 m)에서 발원하여 미호천으로 합류되는 지방1급 하천(백곡저수지 상류는 지방2급 하천)으로 유로연장 36.5 km, 유역면적 196.4 km²이다. 백곡천에 유입되는 하천은 대부분 소규모 하천이고 중류부에 백곡저수지가 위치하며 중·하류에는 진천읍을 관통한다. 백곡저수지는 진천군과 음성군 지역의 농업용수를 공급해 주기 위해 1949년 축조되었으며 1984년 제방 증축공사가 이루어졌고, 유역면적 84.79 km², 총저수량 2,175만 톤이다(한국수자원공사, 2007). 2006년에 백곡저수지 유입부에 천연기념물(제454호)이고 환경부지정 멸종위기 야생생물(환경부, 2012b) I급으로 지정된 미호종개가 집단으로 서식하는 것으로 보고되면서 주목되기 시작하였다(ME, 2009).

지금까지 금강 지류의 어류 군집에 관한 연구는 미호천(손, 1983; 손과 변, 2005)과 유구천(안과 이, 2006), 초강천(허 등, 2010)과 갑천(이, 2001; 이 등, 2009), 지천(고 등, 2012b) 등에서 비교적 많은 연구가 이루어진 바 있다. 백곡천도 비교적 다양한 서식지를 포함하고 있고 오염원이 거의 없어 많은 어류가 서식할 것으로 추정되지만, 어류군집에 관한 연구는 전국자연환경조사(Lee and Lim, 2006a, b, c)와 ME(2009), KRC(2011)만이 있을 뿐 체계적인 연구는 이루어지지 않았다.

미호종개 *Cobitis choii*는 Kim and Son(1984)에 의해 신종 보고된 우리나라 고유종으로 금강 전역에 분포하였으나(홍, 2004), 최근 환경오염과 서식지 파괴 등으로 서식지역이 급격히 감소하여 현재 4개 지역에 조각화되어 서식하는데 이중 백곡천은 두 번째로 큰 집단 서식지로 보고되었다(ME, 2009; 고 등, 2012a). 미호종개는 지속적인 개체수 및 서식지의 감소로 인해 1997년부터 멸종위기종으로 지정되어 왔으며(환경부, 2005, 2012b), 2005년에는 종이 천연기념물(제454호)로, 2011년에는 대표서식지인 지천 하류부가 천연기념물(제533호)로 지정되어 보호받고 있다. 또한 2006년부터 지속적으로 복원학적 연구가 비교적 활발히 이루어지고 있다(ME, 2009; 국토해양부, 2010; 환경부 2011, 2012a).

한편 2009년부터 하천유지유량 증대 및 홍수조절을 위한 추가 저류 공간 확보를 위하여 독 높이기 사업이 진행되고 있는데, 백곡저수지 또한 미호천 일대의 하천유지유량을 공급하고 홍수 피해를 방지하고자 2010년에 독 높이기 사업에 포함되어 진행되고 있다. 백곡저수지의 독 높이기 사업이 완공되어 수위가 상승되면 현재 미호종개의 서식지에

큰 위협요인으로 작용할 것으로 판단되어 대체서식지 조성 등의 대책이 강구되고 있다(KRC, 2011).

따라서 본 연구에서는 백곡천의 전체를 포괄하는 지점을 설정, 계절별로 조사를 실시하여 어류군집의 특징을 밝히고, 독 높이기 사업 전의 백곡저수지 유입부에 서식하는 것으로 알려진 미호종개의 생태학적 조사를 실시하여 서식개체수 및 연령 추정, 건강성 등의 서식양상을 조사하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사시기 및 조사지점

1) 조사시기

현장조사는 다음과 같이 결빙되는 겨울을 제외하고 4회 조사를 실시하였다.

1차 조사: 2012년 5월 17일~24일, 2차 조사: 7월 11일~13일, 3차 조사: 9월 25일~28일, 4차 조사: 10월 31일~11월 6일

2) 조사지점

조사지점은 상류부터 하류까지 다양한 서식지가 포함될 수 있도록 3~4 km 간격으로 여울과 소가 포함된 9개 지점을 Fig. 1과 같이 선정하였으며 행정구역은 다음과 같다.

- St. 1: 충북 진천군 백곡면 성대리
- St. 2: 충북 진천군 백곡면 구수리 죽교
- St. 3: 충북 진천군 백곡면 용덕리 용진교
- St. 4: 충북 진천군 백곡면 석현리 상송교
- St. 5: 충북 진천군 백곡면 석현리
- St. 6: 충북 진천군 백곡면 사송리 사송교(백곡저수지)

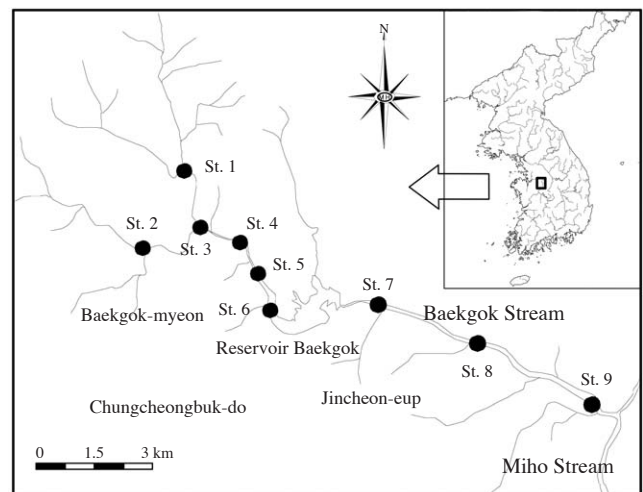


Fig. 1. The study stations of ichthyofauna in Baegok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea from May to November 2012.

- St. 7: 충북 진천군 진천읍 장관리 장관교
 St. 8: 충북 진천군 진천읍 성석리
 St. 9: 충북 진천군 문백면 구곡리

2. 조사방법

1) 서식지의 환경요인

서식지의 수문학적 환경요인은 하폭 및 유향, 수심, 하상 구조 등을 현장에서 조사하였고, 하폭 및 유향을 정밀하게 측정하기 위하여 거리 측정용 망원경 (Yardage pro Tour XL, BUSHNELL, Japan)을, 수심은 줄자를 이용하였다. 하천형은 Kani (1944)에 따라, 하상구조는 Cummins (1962)의 방법을 응용하여 현장에서 육안으로 구분하였다. 수환경요인은 디지털온도계 (T-250A, ASAHI, Japan)와 수질측정기 (YSI 556MPS, YSI, USA)를 이용하여 기온과 수온, 전기전도도 (conductivity), 용존산소량 (DO%) 등을 조사하였다.

2) 어류의 채집 및 분류

어류의 채집은 정량조사를 위하여 조사지점 당 100 m 구간에서 투망(망목 6×6 mm) 10회와 족대(망목 1×1, 4×4 mm)를 이용하여 30분을 실시하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 후 생태계 보전을 위해 대부분 방류하였고, 채집된 어류는 김 (1997)과 김 등 (2005), 김과 박 (2007)에 따라 동정하였으며, 분류체계는 Nelson (2006)을 따랐다. 그리고 미호종개는 천연기념물(제454호)로 지정되어 있기 때문에 2011년 문화재청으로부터 현상변경 허가를 받은 후 조사를 실시하였다.

3) 군집분석 및 유사도 분석

군집분석은 각 조사지점에서 출현한 종과 개체수를 기준으로 우점도 (McNaughton, 1967)와 종다양도 (Margalef, 1958), 종균등도 (Pielou, 1966), 종풍부도 (Margalef, 1958)를 산출하였으며, Primer 5.0 (PRIMER-E Ltd, UK)을 사용하여 지점들 간의 유사도 관계를 분석하였다.

4) 미호종개의 서식상황

(1) 서식개체수 추정

서식개체수 추정은 봄(5~6월)과 가을(10~11월)에 표지-재포획 방법 (mark-recapture method) 중 이입이나 이출이 없는 Chapman-Petersen 방법 (Ricker, 1975; Lockwood and Schneider, 2000)을 이용하여 추정하였으며 95% 신뢰구간을 계산하였다. 봄에는 1주일 간격으로 3차례에 걸쳐 족대(망목 2×2 mm)를 이용하여 채집하였고, 채집된 개체는 1차 조사에 모두 왼쪽 배지느러미 일부를, 2차 조사에서는 모두 오른쪽 배지느러미 일부를 절단하여 표지한 후 서식지 전체에 나누어서 방류하였으며, 이후 재포획된 개체를 계수하였다. 가을에는 1주일 간격으로 2차례에 걸쳐 채집하

였는데, 1차에 채집된 개체에 형광염색액을 체측에 주입하여 표지한 후 1주일 후 2차 조사를 실시하여 재포획된 개체수를 개수하여 서식개체수를 추정하였다.

$$N=(M+1)(C+1)/(R+1)$$

서식개체수의 분산 (V)=N²(C-R)/(C+1)(R+2), 표준오차 (SE)=√V, 95% 신뢰구간=N±t(SE)

(N: 서식개체수, M: 표지 개체수, C: 포획 개체수, R: 재포획 개체수, V: 분산, SE: 표준오차, t: Student's t (자유도 C-1))

(2) 연령 추정 및 건강성 평가

연령구조는 개체군내에서 동일한 연령에 따라 크기가 정규적으로 분포하는 것에 기초를 둔 성장도 분석방법인 전장빈도분포도 (Ricker, 1971)를 이용하여 추정하였다. 그리고 채집된 미호종개의 건강성을 알아보기 위하여 외부 상처, 질병 및 기형 등을 조사하였고, 서식지 환경에서 건강상태를 확인하기 위해 전장 60 mm 이상 성어의 전장과 체중을 측정하여 비만도지수 (condition factor, 체중/체장³×10⁵)를 산출하였다 (Anderson and Neumann, 1996).

결과 및 고찰

1. 어류군집

1) 서식지 환경

상류부터 중류지역은 주변이 일부 농경지와 주택을 제외하고는 대부분 산으로 둘러싸여 있었다. 최상류 (St. 1~St. 2)는 특별한 오염원이 없어 물이 맑았고, 유향 4~7 m, 수심 0.2~1.0 m, 하천형은 Aa형이었으며, 하상은 큰돌 (Boulder)이 대부분을 차지하고 있었다. 상류인 St. 3은 2개의 하천이 합쳐져 하폭이 급격히 증가하였고, 유향 20~25 m, 수심 0.2~1.0 m, 하천형은 Aa-Bb였으며, 하상은 주로 돌 (cobble)과 큰돌로 이루어져 있었다.

중류 (St. 4~6) 중 St. 4는 물이 비교적 맑았으나 일부 생활하수가 유입되고 있었고, 유향은 25~30 m, 수심 0.2~1.0 m이고, 하천형은 Aa-Bb 또는 Bb형이었으며, 하상은 주로 돌과 큰돌, 자갈 (pebble)로 이루어져 있었다. St. 5는 백곡저수지 상류부로 겨울과 봄에는 저수지 수위 상승으로 물에 잠겨 있었으나 6월 이후부터 가을까지는 수위 하강으로 하천으로 바뀌는 독특한 특징을 보였다. 이러한 이유로 유향 30~100 m, 수심 0.2~2.0 m로 변동 폭이 심하였고, 하천형도 Bb 또는 Bc형이었다. 하상은 다른 지점들과 달리 대부분 모래 (sand)의 비율이 50%로 가장 높았고, 그 다음은 펄 (Mud) 30% 등으로 이루어져 있었으며, 수위변동에 따라 하상구조의 변화가 비교적 심하였다. St. 6은 백곡저수지 내부로 계절에 따라 수위변화가 비교적 심하였다. 유향은

Table 1. Physical characteristics of each station in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, 2012

| Stations | River width (m) | Water width (m) | Water depth (m) | River type | Bottom substratum (%)* | | | | | |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------------------|----|----|----|----|----|
| | | | | | M | S | G | P | C | B |
| St. 1 | 25-30 | 5-7 | 0.2-0.7 | Aa | — | — | — | 10 | 30 | 60 |
| St. 2 | 30-40 | 4-6 | 0.2-1.0 | Aa | — | — | — | — | 20 | 80 |
| St. 3 | 50-60 | 20-25 | 0.2-1.0 | Aa-Bb | — | — | 10 | 20 | 40 | 30 |
| St. 4 | 70-80 | 25-30 | 0.2-1.0 | Bb | — | — | 10 | 20 | 50 | 20 |
| St. 5 | 150-160 | 30-100 | 0.2-2.0 | Bb-Bc | 30 | 50 | 10 | — | 10 | — |
| St. 6 | 170-200 | 150-170 | 1.0-3.0 | Bc | 80 | — | — | — | 10 | 10 |
| St. 7 | 180-200 | 10-15 | 0.3-0.7 | Aa-Bb | — | — | 10 | 10 | 40 | 40 |
| St. 8 | 150-180 | 40-70 | 0.2-1.0 | Bb | 10 | 20 | 20 | 20 | 30 | — |
| St. 9 | 150-200 | 15-30 | 0.3-1.0 | Bb | 10 | 30 | 10 | — | 40 | 10 |

*M: Mud (<0.1 mm), S: Sand (0.1~2 mm), G: Gravel (2~16 mm), P: Pebble (16~64 mm), C: Cobble (64~256 mm), B: Boulder (256 mm<) by Cummins (1962).

Table 2. Water environmental factors measured at the study stations in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, 2012

| Stations | Water temperature (°C) | | | | Conductivity (µs/cm) | | | | Dissolved oxygen (mg/L) | | | |
|----------|------------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|-------------------------|-------|------|-------|
| | May | Jul. | Sep. | Nov. | May | Jul. | Sep. | Nov. | May | Jul. | Sep. | Nov. |
| St. 1 | 19.4 | 21.6 | 17.5 | 10.1 | 114 | 115 | 151 | 145 | 9.00 | 9.89 | 9.01 | 8.95 |
| St. 2 | 16.8 | 21.6 | 16.2 | 9.9 | 184 | 177 | 240 | 198 | 9.80 | 9.26 | 8.20 | 8.37 |
| St. 3 | 18.5 | 22.9 | 17.7 | 10.1 | 123 | 192 | 265 | 203 | 11.00 | 10.22 | 8.75 | 7.23 |
| St. 4 | 18.4 | 24.3 | 18.5 | 9.8 | 158 | 186 | 204 | 206 | 9.70 | 7.85 | 9.26 | 8.47 |
| St. 5 | 19.8 | 24.4 | 20.6 | 11.6 | 158 | 153 | 230 | 182 | 9.10 | 8.62 | 9.37 | 8.96 |
| St. 6 | 20.8 | 22.5 | 19.3 | 9.5 | 124 | 158 | 214 | 178 | 8.00 | 8.99 | 9.31 | 8.21 |
| St. 7 | 17.8 | 22.4 | 18.6 | 15.4 | 152 | 206 | 153 | 252 | 6.50 | 4.94 | 6.50 | 6.60 |
| St. 8 | 19.4 | 25.6 | 19.0 | 13.4 | 179 | 217 | 181 | 316 | 17.80 | 12.38 | 6.86 | 10.01 |
| St. 9 | 21.3 | 27.0 | 19.0 | 11.7 | 173 | 207 | 181 | 247 | 10.50 | 9.57 | 5.36 | 9.52 |

150~170 m, 수심 1.0~3.0 m였고, 하상은 대부분 펄로 이루어져 있었다.

하류 지역 (St. 7~St. 9)의 주변은 주로 농경지로 이루어져 있었으나 St. 8 인근은 진천읍이 위치하고 있었다. St. 7은 백곡저수지 유출 지점으로 유량이 비교적 적었고, 하상이 대부분 큰돌과 돌로 이루어져 있었으며, 유폭은 10~15 m, 수심 0.3~0.7 m, 하천형은 Aa-Bb형이었다. 하류인 St. 8과 St. 9는 하폭이 150~200 m로 유사하였으나 유폭은 St. 8이 하천공사로 인하여 40~70 m로 넓었으나 St. 9는 15~30 m로 좁았다. 하천형은 공통적으로 Bb형이었으며, 하상은 대부분 돌과 모래로 이루어져 있었다 (Table 1).

수온은 5월 17~21°C, 7월 21~27°C, 9월 16~20°C, 11월 9~15°C로 나타나 조사 시기에 따라 큰 차이를 보였으며, 비교적 하류수역이 상류수역보다 2~3°C 높았다. 전기전도도 (conductivity)는 5월이 114~184 µs/cm, 7월 115~217 µs/cm, 9월 151~265 µs/cm, 11월 145~316 µs/cm로 나타나 5월이 가장 낮았고 11월이 가장 높았으며, 대체로 하류지역이 상류지역보다 30~100 µs/cm 높게 나타났다. DO는 5월에 6.50~17.80 mg/L, 7월 4.94~12.38 mg/L, 9월 5.36~9.37 mg/L, 11월 6.60~10.1 mg/L로 나타나 5월이 가장 높았고 9월이 가장 낮게 나타났으며, 지점별로 살펴보면 백곡저수지 하류부인 St. 7이 가장 낮았으며 하류 지점인 St. 8이 가

장 높게 나타났다 (Table 2).

2) 종조성 및 서식현황

상류지역에서 출현한 어류는 St. 1에서 4과 10종, St. 2에서 5과 11종, St. 3에서 4과 14종이었고, 피라미 *Zacco platypus*와 돌고기 *Pungtungia herzi*, 돌마자 *Microphysogobio yaluensis*, 참종개 *Iksookimia koreensis*, 참마자 *Hemibarbus longirostris*, 밀어 *Rhinogobius brunneus* 등이 많이 서식하고 있었다. 중류지역에서는 St. 4는 3과 15종, St. 5는 5과 21종이 채집되었으며 피라미와 민물검정망둑 *Tridentiger bifasciatus*, 밀어, 참물개 *Squalidus chankaensis tsuchigae*, 모래무지 *Pseudogobio esocinus* 등이 우세하였다. 백곡저수지 내 지점인 St. 6은 4과 9종이 채집되었고 피라미와 참물개, 붕어 *Carassius auratus*, 배스 *Micropterus salmoides*, 치리 *Hemiculter eigenmanni*, 참붕어 *Pseudorasbora parva* 등이 우세하였으며, 백곡저수지 유출 지점인 St. 7은 4과 7종이 채집되었고 피라미와 민물검정망둑, 참종개, 돌고기 등이 우세하였다. 하류지역에서는 St. 8에서 5과 20종, St. 9에서 8과 23종이 채집되었으며 피라미와 돌고기, 돌마자, 붕어, 모래무지 등과 납자루 *Acheilognathus lanceolatus*, 납지리 *Acheilognathus rhombeus*, 가시납지리 *Acheilognathus chankaensis*, 흰줄납줄개 *Rhodeus ocellatus*의 납자루아과 (Acheilognathinae)

Table 3. List of fish species and number of fish collected in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, from May to November 2012

| | Stations | | | | | | | | | Total | RA* | Remark** |
|---|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | |
| Cyprinidae 잉어과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyprinus carpio</i> 잉어 | | | | | 1 | | | | 24 | 25 | 0.49 | |
| <i>Carassius auratus</i> 붕어 | | 4 | 1 | 4 | 8 | 22 | 1 | 140 | 57 | 237 | 4.64 | |
| <i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어 | | | | | | | | 15 | | 15 | 0.29 | Ex |
| <i>Rhodeus ocellatus</i> 흰줄납줄개 | | | | | | | | 5 | | 5 | 0.10 | |
| <i>Acheilognathus lanceolatus</i> 납자루 | | | | | | | | 14 | 49 | 63 | 1.23 | |
| <i>Acheilognathus rhombeus</i> 납지리 | | | | | | | | 17 | 21 | 38 | 0.74 | |
| <i>Acheilognathus chankaensis</i> 가시납지리 | | | | | | | | 17 | | 17 | 0.33 | |
| <i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어 | | | 4 | 1 | | 12 | | 52 | 12 | 81 | 1.59 | |
| <i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리 | | 5 | | | | | | | | 3 | 0.06 | E |
| <i>Pungtungia herzi</i> 돌고기 | 58 | 49 | 43 | 12 | 1 | | 11 | 253 | 52 | 479 | 9.38 | |
| <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴몰개 | | | 18 | | | | | 83 | 3 | 104 | 2.04 | E |
| <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i> 참몰개 | | | | 18 | 87 | 83 | | | | 188 | 3.68 | E |
| <i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자 | 14 | 34 | 20 | 19 | 9 | 5 | | 5 | 46 | 152 | 2.98 | |
| <i>Hemibarbus labeo</i> 누치 | | | | | 3 | | | | 22 | 25 | 0.49 | |
| <i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지 | 19 | 7 | 27 | 11 | 78 | | | 101 | 57 | 300 | 5.88 | |
| <i>Abbottina springeri</i> 왜매치 | | | | 3 | 7 | | | 8 | 26 | 44 | 0.86 | E |
| <i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자 | 16 | | 72 | 13 | 138 | | | 43 | 176 | 458 | 8.97 | E |
| <i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 벼들치 | 58 | | 2 | | | | | | | 60 | 1.18 | |
| <i>Zacco platypus</i> 피라미 | 199 | 152 | 181 | 175 | 185 | 122 | 130 | 323 | 307 | 1774 | 34.74 | |
| <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> 끄리 | | | | 5 | 3 | | | | | 8 | 0.16 | |
| <i>Hemiculter eigenmanni</i> 치리 | | | | | 1 | 12 | | | 5 | 18 | 0.35 | E |
| Cobitidae 미꾸리과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리 | 3 | 8 | 11 | 4 | 3 | | 4 | 4 | 2 | 39 | 0.76 | |
| <i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지 | | | | | 1 | | | | | 1 | 0.02 | |
| <i>Iksookimia koreensis</i> 참종개 | 34 | 6 | 39 | 20 | 5 | | 14 | 22 | | 140 | 2.74 | E |
| <i>Cobitis choii</i> 미호종개 | | | | | 130 | | | | | 130 | 2.55 | E,En,Na |
| <i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개 | | | | 5 | 41 | | | | 22 | 68 | 1.33 | |
| Bagridae 동자개과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개 | | | | | | | | | 5 | 5 | 0.10 | E |
| Siluridae 메기과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Silurus asotus</i> 메기 | | | | | | | | | 2 | 2 | 0.04 | |
| Amblycipitidae 통가리과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Liobagrus mediadiposalis</i> 자가사리 | | 1 | | | | | | | | 1 | 0.02 | E |
| Adrianichthyidae 송사리과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oryzias sinensis</i> 대륙송사리 | | | | | | | | | 3 | 3 | 0.06 | |
| Osmeridae 바다빙어과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어 | | | | | | 1 | 1 | 3 | | 5 | 0.10 | L |
| Centrarchidae 검정우럭과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Micropterus salmoides</i> 배스 | | | | | 2 | 15 | | 16 | 2 | 35 | 0.69 | Ex |
| Odontobutidae 동사리과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리 | 2 | 1 | 4 | | 1 | | | | 2 | 10 | 0.20 | E |
| Gobiidae 망둑어과 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어 | 8 | 1 | 44 | 28 | 33 | 5 | | 10 | 26 | 155 | 3.04 | L |
| <i>Tridentiger bifasciatus</i> 민물검정망둑 | | | 34 | 193 | 107 | | 55 | 13 | 14 | 416 | 8.15 | |
| Number of species | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 9 | 7 | 20 | 23 | 35 | | |
| Number of individuals | 411 | 268 | 500 | 511 | 844 | 277 | 216 | 1144 | 935 | 5106 | | |

*RA: Relative abundance (%), **E: Korea endemic species, En: Endangered species, Na: Natural monument, L: Land-locked form, Ex: Exotic species

어류가 비교적 많이 서식하고 있었다(Table 3).

백곡천 9개 지점에서 모두 10과 35종 5,106개체가 채집되었다. 이중 우점종은 피라미(34.7%)였고, 아우점종은 돌

고기(9.4%)와 돌마자(9.0%)였으며, 그 다음으로 민물검정망둑(8.2%), 모래무지(5.9%), 붕어(4.6%), 참몰개(3.7%), 밀어(3.0%) 순으로 우세하게 출현하였다(Table 3, Fig. 2A). 우

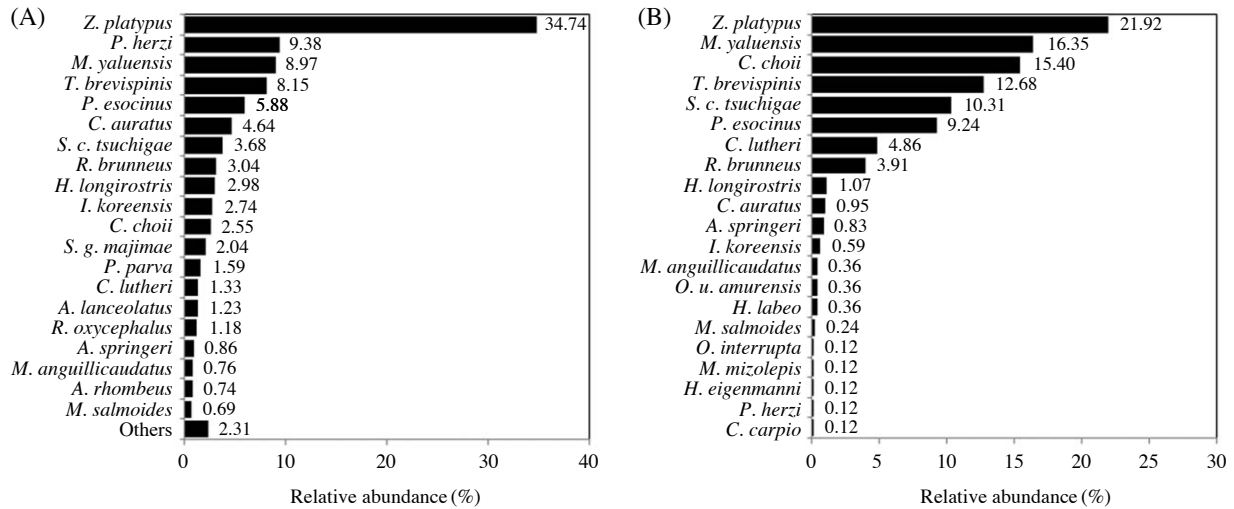


Fig. 2. Relative abundance between total (A) and St. 5 (B) of the fish species found in Baegkok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea from May to November 2012.

리나라 고유종은 쉬리 *Coreoleuciscus splendidus*, 긴몰개 *Squalidus gracilis majimae*, 참몰개, 왜매치 *Abbottina springeri*, 돌마자, 치리, 참중개, 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus*, 자가사리 *Liobagrus mediadiposalis*, 얼룩동사리 *Odontobutis interrupta* 10종 (28.6%)이 출현하였다. 육봉형 어류는 빙어 *Hypomesus nipponensis*와 밀어 2종이 확인되었는데, 이 중 빙어는 백곡저수지 및 백곡저수지 유입부 및 유출부인 St. 6~St. 7에서 채집되었다. 외래어종은 백곡저수지 및 유입부인 St. 6과 St. 5, 하류부인 St. 8과 St. 9에서 다수 확인되었으며, 떡붕어 *C. cuvieri*는 St. 8에서 다수 확인되었다. 배스의 유입은 정확히 알 수는 없으나 2006년 백곡저수지 유입부에 배스가 채집되지 않은 점으로 보아 (ME, 2009) 최근에 유입되어 번성한 것으로 판단된다. 배스는 포식성이 강한 어류로 하천과 댐에 유입되면 생태계에 큰 교란을 일으키는 것으로 보고되고 있어 (Yodo and Kimura, 1998; 고 등, 2008; 이 등, 2009) 지속적인 모니터링과 관찰이 필요하다고 판단된다.

천연기념물(제454호)이고 환경부지정 멸종위기 야생생물 I급으로 지정된 미호중개 *Cobitis choii*는 본 조사에서 백곡천 유입부인 St. 5에서만 집단으로 서식하고 있었고 다른 지점에서는 서식이 확인되지 않았다. ME (2009)는 2006년 조사 시 백곡천 유입부인 St. 5에서만 서식한다고 보고하였으나 배 등 (2012)은 2011년 조사에서 백곡면 석현리 상송교 일대 (St. 4)부터 백곡천 유입부 (St. 5)까지 서식한다고 보고하여 본 조사 결과 및 ME (2009)와 차이를 보였다. 동소출현종은 5과 21종이 출현하여 ME (2009)의 3과 15종, KRC (2011)의 5과 15종보다 많았다. 우점종은 피라미 (21.9%), 아우점종은 돌마자 (16.4%), 그 다음으로 미호중개 (15.4%), 민

물검정망둑 (12.7%), 참몰개 (10.3%), 모래무지 (9.2%), 점줄종개 *Cobitis lutheri* (4.9%), 밀어 (3.9%) 순으로 우세하였다 (Fig. 2B).

3) 군집분석 및 유사도 분석

각 지점들에서 나타난 우점종은 St. 4의 민물검정망둑을 제외하고 모든 지점에서 피라미였으며, 아우점종은 St. 1~3, St. 8에서 돌고기가, St. 5과 St. 9에서 돌마자, St. 4에서 피라미, St. 6에서 참몰개, St. 7에서 민물검정망둑으로 나타났다. 우점도 지수 (Dominance index)는 St. 7이 0.86으로 가장 높았으며, 그 다음으로 St. 2, St. 6, St. 4가 0.72~0.75로 높게 나타났으며 St. 5가 0.38로 가장 낮았다. 종다양도 지수 (Diversity index) St. 9가 2.30으로 가장 높았고, 그 다음으로 St. 8, St. 5, St. 3이 2.06~2.20으로 높게 나타났으며, St. 7이 1.11로 가장 낮았다. 종균등도 지수 (Evenness index)는 St. 3이 0.78로 가장 높았고, 그 다음으로 St. 8, St. 9, St. 5, St. 1이 0.71~0.73으로 높게 나타났으며 St. 7이 0.57로 가장 낮았다. 종풍부도 지수 (Species richness index)는 St. 9가 3.22로 높게 나타났으며 그 다음으로 St. 5, St. 8이 2.70~2.97로 높았으며 St. 7이 1.12로 가장 낮았다. 대체적으로 백곡저수지와 백곡저수지 유출지점인 St. 6과 St. 7 공통적으로 우점도 지수가 높은 반면 종다양도와 종균등도, 종풍부도 지수가 낮았으며, 하류지역인 St. 9와 St. 8, 백곡저수지 유입부인 St. 5는 우점도는 낮은 반면 종다양도와 종균등도, 종풍부도 지수가 높게 나타났다 (Table 4). 이러한 군집 분석을 통한 유사도 값 (Primer 5.0)을 계산한 결과 Fig. 3과 같이 나타났는데, 크게 상류지역 (St. 1~3), 중류지역 (St. 4~St. 5), 백곡저수지 (St. 6), 백곡저수지 유출부 (St. 7), 하류지역

Table 4. Community indices at each station in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, from May to November 2012

| Index | Stations | | | | | | | | |
|------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Dominance | 0.63 | 0.75 | 0.51 | 0.72 | 0.38 | 0.74 | 0.86 | 0.50 | 0.52 |
| Diversity | 1.63 | 1.38 | 2.06 | 1.73 | 2.18 | 1.52 | 1.11 | 2.20 | 2.30 |
| Evenness | 0.71 | 0.58 | 0.78 | 0.64 | 0.72 | 0.69 | 0.57 | 0.73 | 0.73 |
| Species richness | 1.50 | 1.79 | 2.09 | 2.24 | 2.97 | 1.42 | 1.12 | 2.70 | 3.22 |

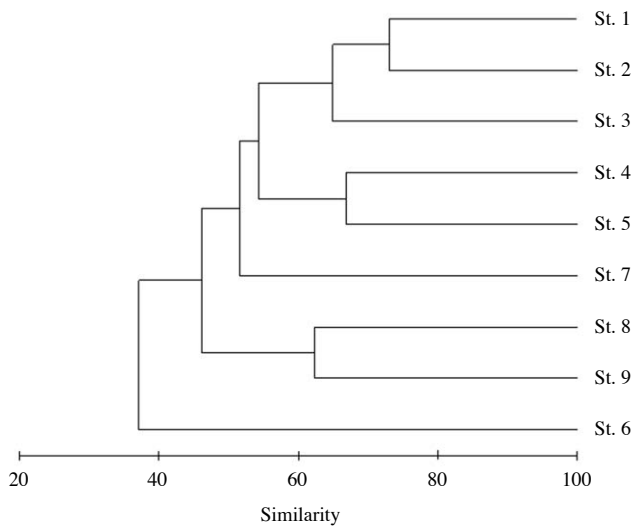


Fig. 3. Dendrogram for the cluster analysis based on similarity index of the fish species found among the study stations in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, from May to November 2012.

(St. 8~9)으로 나뉘어졌으며, 중류수역은 하류수역보다 상류수역에 가까웠다.

4) 어류상 비교

백곡천에 대한 어류상 연구는 전국자연환경조사와 단편적인 조사보고만 이루어졌을 뿐 체계적인 조사는 이루어지지 않았다. 제3차 전국자연환경조사 중 백곡천 해당지역의 출현어류는 Lee and Lim (2006a)는 4과 7종, Lee and Lim (2006b)는 4과 9종, Lee and Lim (2006c)는 4과 20종으로 모두 6과 23종이 출현하였고, ME (2009)는 백곡저수지 유입부의 미호종개 서식지를 조사하여 3과 15종을 보고하였으며, 백곡저수지 독 높이기 사전환경영향평가(KRC, 2011)에서 8과 23종이 서식하는 것으로 보고되었다(Table 5). 본 조사는 백곡천 상류지역부터 하류지역까지 9개 지점을 선정하여 연 4회 조사를 실시한 결과 10과 35종이 출현하여 이전 결과보다 많은 종이 출현하였다. 이중 떡붕어와 흰줄납줄개, 쉬리, 누치 *Hemibarbus labeo*, 끄리 *Opsariichthys uncirostris amurensis*, 미꾸라지 *Misgurnus mizolepis*, 대륙송사리 *Oryzias sinensis* 7종은 새롭게 서식이 확인되었으며, 줄몰개 *Gnathopogon strigatus*, 몰개 *Squalidus japonicus coreanus*,

참갈겨니 *Zacco koreanus*, 쌀미꾸리 *Lefua costata* 4종은 이전에 출현하였으나 본 조사에서는 확인되지 않았다. 이렇게 새로운 종이 많이 추가된 원인은 선행연구가 대부분 일회성 조사이거나 백곡천 전체를 아우르는 지역을 포함하지 못하였기 때문으로 충분한 조사가 이루어지지 않았기 때문으로 판단되며, 일부 종들의 서식이 확인되지 않은 것은 최근 급격히 감소하였거나 희귀하게 서식하기 때문으로 추정된다. 백곡천의 출현종수인 10과 35종을 인근 금강 지류와 비교하여 보면 지천이 9과 44종(고 등, 2012b), 미호천 10과 41종(손과 변, 2005), 초강천 3과 36종(허 등, 2010), 갑천 8과 36종(이, 2001), 유구천 6과 31종(안과 이, 2006)이 서식한다고 보고하여 지천과 미호천보다는 적으나 유구천보다는 많고 초강천과 갑천과는 비교적 유사하였다.

2. 미호종개의 서식상황

1) 서식개체수 추정

미호종개는 St. 5의 유속이 느리고 하상이 모래이며 수심 0.3~1.0m인 곳에 집단으로 서식하고 있었다. 봄의 1차 조사에서는 112개체를 포획하여 왼쪽 배지느러미에 표지한 후 방류하였으며, 1주일 뒤에 2차 조사를 실시하여 283개체를 포획하였고 재포획된 개체는 3개체였으며 모두 오른쪽 배지느러미를 표지하여 방류하였다. 다시 1주일 후에 3차 조사를 실시하여 242개체를 포획하였으며 재포획된 개체수는 1차 조사 때 표지 3개체, 2차 조사 때 표지 7개체였다. 따라서 서식개체수는 2차 조사 때 $8,023 \pm 7,125$ 개체, 3차 때 $6,865 \pm 6,089$ 개체(1차표지)와 $8,627 \pm 5,656$ 개체(2차표지)가 추정되어 이곳에는 평균 $7,838 \pm 6,290$ 개체가 서식하는 것으로 추정되었다.

가을의 1차 조사에서는 68개체를 포획하여 체측에 형광 염색액을 주사하여 표지한 후 방류하였으며, 1주일 뒤에 2차 조사를 실시하여 56개체를 포획하였고 재포획된 개체는 2개체였다. 따라서 서식개체수는 $1,311 \pm 1,276$ 개체로 추정되었다. 가을에는 수온이 11.6°C로 낮아져 미호종개가 월동기로 접어들었고 수위상승으로 인하여 채집이 용이하지 못하였기 때문에 정확한 서식개체수 추정이 되지 않은 것으로 판단된다.

본 지점에서 서식개체수는 2006년에 표지-재포획법으로

Table 5. List of fish species and number of fish collected in Baekgok Stream, Chungcheongbuk-do, Korea, from May to November 2012

| | Lee and Lim (2006a) | Lee and Lim (2006b) | Lee and Lim (2006c) | ME (2009) | KRC (2011) | Present study | Remark* |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------|------------------|---------|
| Cyprinidae 잉어과 | | | | | | | |
| <i>Cyprinus carpio</i> 잉어 | | | ● | | ● | ● | |
| <i>Carassius auratus</i> 붕어 | | | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어 | | | | | | ● | Ex |
| <i>Rhodeus ocellatus</i> 흰줄납줄개 | | | | | | ● | |
| <i>Acheilognathus lanceolatus</i> 납자루 | | | ● | | ● | ● | |
| <i>Acheilognathus rhombeus</i> 납지리 | | | ● | | | ● | |
| <i>Acheilognathus chankaensis</i> 가시납지리 | | | ● | | | ● | |
| <i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어 | | | ● | | | ● | |
| <i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리 | | | | | | ● | E |
| <i>Pungtungia herzi</i> 돌고기 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Gnathopogon strigatus</i> 줄몰개 | | | ● | | | ● | |
| <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴몰개 | | | ● | | ● | ● | E |
| <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i> 참몰개 | | | | | | ● | E |
| <i>Squalidus japonicus coreanus</i> 몰개 | | | | ● | | ● | E |
| <i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자 | | ● | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Hemibarbus labeo</i> 누치 | | | | | | ● | |
| <i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지 | | ● | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Abbottina springeri</i> 왜매치 | | | | | ● | ● | E |
| <i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자 | | ● | ● | ● | ● | ● | E |
| <i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치 | ● | | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니 | | | ● | | ● | ● | E |
| <i>Zacco platypus</i> 피라미 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> 끄리 | | | | | | ● | |
| <i>Hemiculter eigenmanni</i> 치리 | | | | ● | | ● | E |
| Balitoridae 종개과 | | | | | | | |
| <i>Lefua costata</i> 쌀미꾸리 | ● | | | | | | |
| Cobitidae 미꾸리과 | | | | | | | |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리 | | ● | ● | ● | ● | ● | |
| <i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지 | | | | | | ● | |
| <i>Iksookimia koreensis</i> 참종개 | ● | | | ● | ● | ● | E |
| <i>Cobitis choii</i> 미호종개 | | | | ● | ● | ● | E,En,Na |
| <i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개 | | | ● | ● | ● | ● | |
| Bagridae 동자개과 | | | | | | | |
| <i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개 | | | | | | ● | E |
| Siluridae 메기과 | | | | | | | |
| <i>Silurus asotus</i> 메기 | | | | | ● | ● | |
| Amblycipitidae 통가리과 | | | | | | | |
| <i>Liobagrus mediadiposalis</i> 자가사리 | | ● | | | ● | ● | E |
| Adrianichthyidae 송사리과 | | | | | | | |
| <i>Oryzias sinensis</i> 대륙송사리 | | | | | | ● | |
| Osmeridae 바다빙어과 | | | | | | | |
| <i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어 | | | | | ● | ● | L |
| Centrarchidae 검정우럭과 | | | | | | | |
| <i>Micropterus salmoides</i> 베스 | | | ● | | ● | ● | Ex |
| Odontobutidae 동사리과 | | | | | | | |
| <i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리 | | | | | ● | ● | E |
| Gobiidae 망둑어과 | | | | | | | |
| <i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | L |
| <i>Tridentiger bifasciatus</i> 민물검정망둑 | ● | | ● | ● | ● | ● | |
| Number of family | 4 | 4 | 4 | 3 | 8 | 10 | |
| Number of species | 7 | 9 | 20 | 15 | 23 | 35 | |

*E: Korea endemic species, En: Endangered species, Na: Natural monument, L: Land-locked form, Ex: Exotic species

9,106±2,820개체가 서식하는 것으로(고 등, 2012a), 2011년에는 6,143개체가 서식하는 것으로 추정된 바 있다(배 등, 2012). 이 중 배 등(2012)은 미호종개가 백곡면 석현리 상송

교 일대(St. 4)부터 백곡면 석현리 일대(St. 5)까지 넓게 서식하여 시간변동에 따른 이입과 이출을 고려한 Jolly-Seber 개체군 모델(Jolly 1965; Seber, 1965)을 사용하여 추정하였

Table 6. Population number of *Cobitis choii* estimated of main habitat by the mark-recapture method (Chapman-Petersen method) in Baegkok Stream, Baegkok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, 2012

| Seasons | Methods | Survey | | | Means |
|-------------------------|------------------------------------|--------|---------------|-------------------|---------------|
| | | First | Second | Third | |
| Spring (May ~ Jun.) | No. of captured individuals | 112* | 283* | 242 | |
| | No. of mark-recaptured individuals | — | 3 (1st) | 3 (1st) / 7 (2nd) | |
| | No. of estimated individuals | — | 8,023 ± 7,125 | 6,865 ± 6,089 | 8,627 ± 5,656 |
| Autumn (Oct. ~ Nov.) | No. of captured individuals | 68* | 56 | — | |
| | No. of mark-recaptured individuals | — | 2 (1st) | — | |
| | No. of estimated individuals | — | 1,311 ± 1,276 | — | — |

*marked individuals

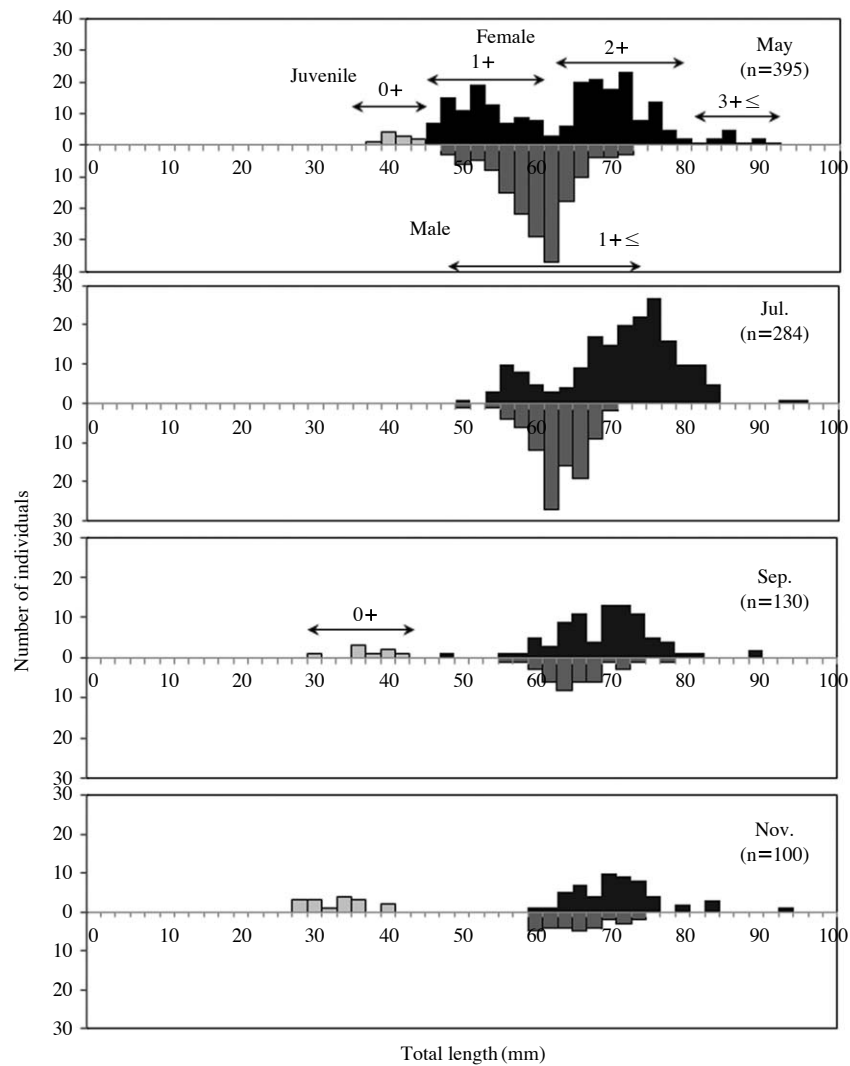


Fig. 4. Total length frequency distribution of *Cobitis choii* in Baegkok Stream, Baegkok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, from May to November 2012.

다. 하지만 본 조사에서는 St. 4에서는 미호종개가 전혀 채집되지 않았고 St. 5에서도 일부 구간에서만 서식하고 있었

기 때문에 이입과 이출이 없는 표지-재포획법인 Chapman-Petersen 방법 (Ricker, 1975; Lockwood and Schneider, 2000)

을 적용하였다. 지금까지 백곡천에 서식하는 미호종개는 연도 및 분석방법에 따라 약간의 변동 폭은 있으나 대체로 6,000~9,000개체가 서식하는 것으로 추정되었다.

2) 성장 및 연령추정

5월부터 11월까지 2달 간격으로 채집된 개체들의 전장빈도는 Fig. 4와 같이 나타났다. 2012년에 태어난 당년생 치어는 9월에 전장 31~41 mm (n=8)로 처음 채집되었으며, 11월에 채집된 개체도 전장 28~41 mm (n=16)로 비슷한 크기였다. 산란기 전인 5월을 기준으로 연령을 추정된 결과 당년생 치어 전장 38~45 mm와 46 mm 이상인 암컷과 수컷으로 구분되었다. 전장 46 mm 이상의 개체 중 수컷은 2차 성징인 골질반(laminar circularis)이 가슴지느러미에 형성되면서 암컷과 구별되었는데, 암컷은 1년생 전장 46~60 mm, 2년생

전장 61~80 mm, 3년생 이상은 전장 81~93 mm로 추정되었고, 수컷은 연령구분 없이 1년생 이상 전장 48~74 mm로 나타났다. 조사기간 동안 가장 큰 개체는 암컷 전장 99 mm (7월), 수컷 전장 79 mm (9월)였으며, 치어는 34개체 (3.7%), 암컷 548개체 (60.3%), 수컷 327개체 (36.0%)로 성비(♀:♂)는 1:0.60으로 나타났다. 또한 체중 성장식은 암컷 $y=5E-06x^{2.9195}$ ($R^2=0.9521$), 수컷 $y=9E-06x^{2.8007}$ ($R^2=0.9696$)으로 나타났다.

현재 미호종개 집단이 가장 크고 안정된 것으로 보고된 지천집단(환경부, 2011)의 연령과 비교하여 보면, 지천집단(5월)이 치어 전장 30~45 mm, 암컷 1년생 46~75 mm, 2년생 76~89 mm, 3년생 이상 90~102 mm로, 수컷 1년생 52~67 mm, 2년생 이상 68~77 mm로 추정되어 백곡천 집단의 연령별 개체크기가 지천에 비해 5~15 mm가 작은 것으로 나타났다. 또한 비율에 있어서 치어가 23.5%, 암컷 45.4%, 수컷 31.1%이고 성비는 1:0.68로 보고하여 성비는 유사하였으나 치어의 비율이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 치어의 비율이 낮은 것은 번식에 문제가 있음을 암시하고 있으며 향후 미호종개의 급격한 개체수 감소를 야기할 수 있기 때문에 지속적인 모니터링 및 번식률을 높일 수 있는 대책이 필요하다고 판단된다.

3) 건강성 평가 및 보전

미호종개의 건강성을 파악하기 위하여 비만도 지수 및 외부 상처, 질병, 기형 등을 조사하였다. 조사결과 외부상처 및 기형 개체는 거의 관찰되지 않았다. 비만도 지수($\times 10^5$)는 5월과 7월에 암컷 0.39, 수컷 0.38로 비교적 높았으나 9월과 11월에는 암컷 0.36, 수컷 0.35~0.38로 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 6). 지천집단은 5월과 7월에 암컷 0.42~0.48, 수컷 0.47~0.43이고 9월과 11월에 암컷 0.37~0.40, 수컷 0.38~0.39로 보고되어(환경부, 2011) 지천 집단보다 비만도 지수가 0.02~0.08 낮게 나타났다.

또한 표피 및 근육에 기생충의 일종인 이생충(digenea)이 몸의 체측이나 두부의 측면 또는 아래쪽에 많이 감염되어 있는 것이 관찰되었다(Fig. 7). 5월에 암컷 170개체, 수컷 97개체를 조사한 결과 36개체(암컷 31개체, 수컷 5개체)에서 이생충이 관찰 되어 13.5%의 감염율을 보였다. 또한 이생충은 1~4개까지 관찰되었는데, 1개의 감염율이 55.6%로 가장 많았으며 2개가 30.6%, 3개가 5.6%, 4개가 8.3% 순이었

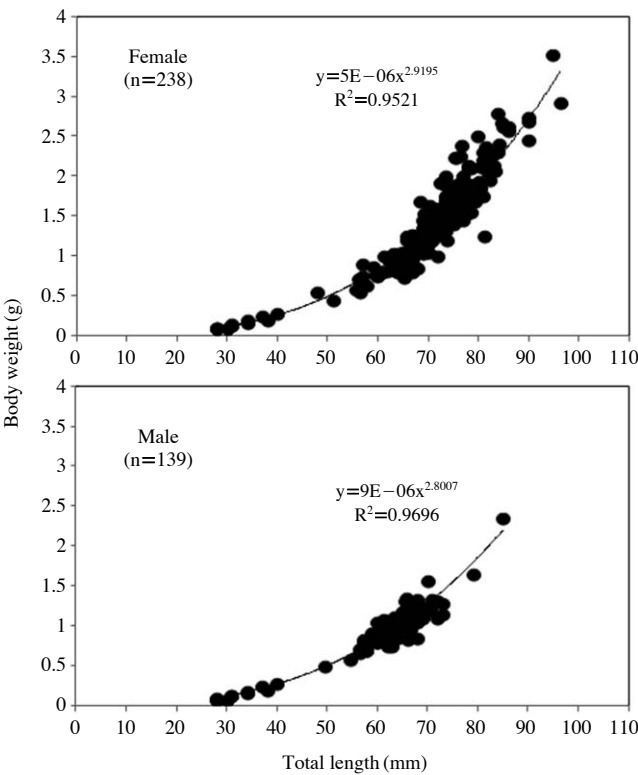


Fig. 5. Relationship between total length and body weight of *Cobitis choii* in Baekgok Stream, in Baekgok Stream, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, May to July 2012.

Table 7. Digenea rate of *Cobitis choii* in Baekgok Stream, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, May 2012

| Sex | No. of captured individuals | No. of individuals by infected digenea | | | | Total | Ratio (%) |
|-----------|-----------------------------|--|------------|----------|----------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Female | 170 | 18 | 9 | 1 | 3 | 31 | 18.2% |
| Male | 97 | 2 | 2 | 1 | - | 5 | 5.6% |
| Total (%) | 267 | 20 (55.6%) | 11 (30.6%) | 2 (5.6%) | 3 (8.3%) | 36 | 13.5% |

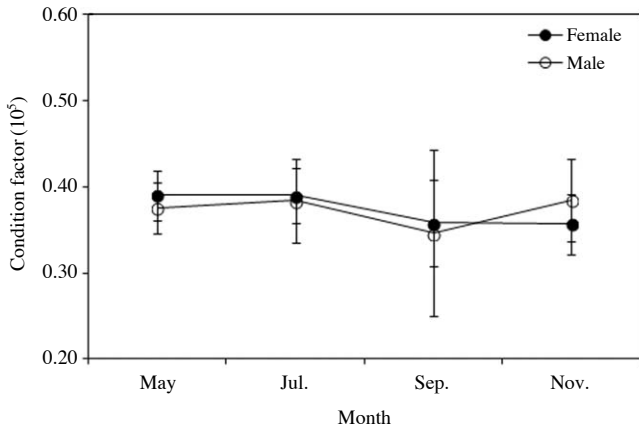


Fig. 6. Condition index of *Cobitis choii* in Baekgok Stream, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, 2012.

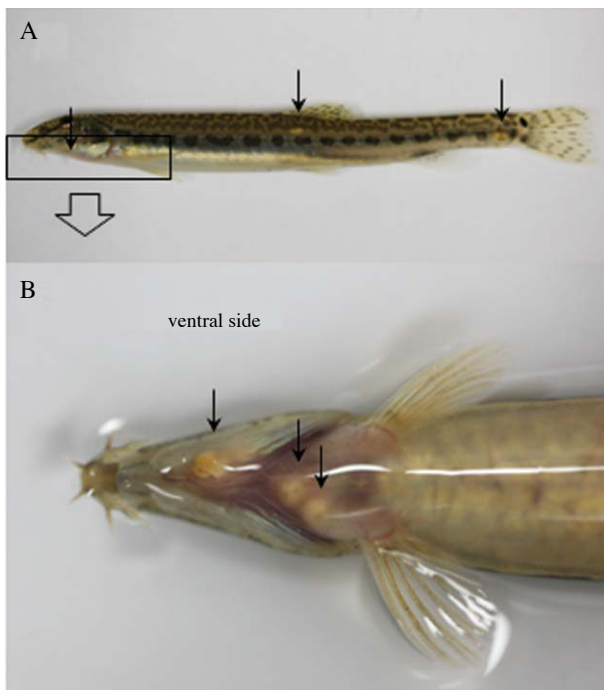


Fig. 7. *Cobitis choii* infected with digenea (arrow) in Baekgok Stream, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea, May 2012.

고 수컷에 비해 암컷에서 이생충 수가 더 많았다. 이생충 감염증은 *Clinostomum complanatum*의 감염에 의해 이루어지며, life cycle에서 2개의 중간숙주를 거치는데, 1차 숙주는 달팽이(snail)류이고, 2차 숙주는 미꾸리과와 잉어과 등의 담수어류로 알려져 있으며, 감염되면 근육내에서 충체가 피낭에 싸여 기생하는 피낭유충(metacercaria)의 형태로 유지된다(Hoffman, 1998). 이 병은 개체에 치명적인 피해를 입히지는 않지만 건강에 영향을 끼치는 것으로 추정되고 있다

며, 아직까지 치료약제가 없어 1차 중간숙주를 차단하는 것이 가장 좋은 방법으로 판단된다. 현재 백곡천을 제외한 다른 미호종개 집단에서 이생충에 감염된 개체의 보고는 아직까지 없었다.

전체적으로 미호종개 백곡천집단은 지천집단에 비해 당년생 치어의 비율이 현저히 적고 전장이 5~10mm가 작고, 비만도 지수도 0.03~0.08로 낮으며, 기생충의 일종인 이생충의 감염도 매우 높게 나타나 건강성이 좋지 않은 개체군으로 평가된다. 이러한 원인은 미호종개의 서식지역이 제한적이며 백곡천의 수위상승으로 인해 겨울부터 봄까지 정수역으로 변하고 계절에 따라 서식환경이 급격히 변화하는 등 서식조건이 좋지 않기 때문으로 추정된다. 또한 2012년부터 백곡저수지에 독 높이기 사업이 진행되고 있어 공사가 완공되면 수위가 상승할 것으로 추정되고 있어 미호종개 서식지에 큰 영향을 미칠 것으로 추정되고 있다. 이러한 영향을 최소화하기 위하여 St. 4인 백곡면 석현리 상송교 아래에 대체 서식지가 조성될 계획으로 있다. 따라서 지속적인 모니터링을 통하여 미호종개 집단의 변화양상을 파악하는 것이 무엇보다 중요하고, 개체군이 안정적으로 유지될 때까지 치어 방류 및 서식환경 개선 등 지속적인 노력과 관심이 필요하다고 판단된다.

요 약

금강 지류인 충북 진천군 백곡천의 어류군집 및 멸종위기종 미호종개의 서식양상을 밝히기 위하여 2012년 조사를 실시하였다. 상류(St. 1~3)는 하천형이 계곡형인 Aa 또는 Aa-Bb형이고 하상은 주로 큰돌과 돌로 이루어져 있었으며 10~14종의 어류가 서식하고 있었고, 중류(St. 4~5)는 중류형인 Bb형 또는 Bb-Bc형으로 하상은 돌과 큰돌, 자갈로 이루어져 있었으며 15~21종의 어류가 서식하고 있었다. St. 6은 백곡저수지로 하상은 대부분 펄이었고 9종이 서식하고 있었으며, St. 7은 백곡저수지 유출지점으로 하천형이 Aa-Bb형이고 하상은 주로 큰돌과 돌로 이루어져 있었으며 7종이 채집되었다. 하류(St. 8~9)는 중류형인 Bb형으로 하상은 주로 돌과 모래로 이루어져 있었으며 20~23종의 어류가 서식하고 있었다. 백곡천에 출현한 종수는 모두 10과 35종이었으며, 우점종은 피라미(34.7%)였고, 아우점종은 돌고기(9.4%)와 돌마자(9.0%)였으며, 그 다음으로 민물점령망둑(8.2%), 모래무지(5.9%), 붕어(4.6%), 참몰개(3.7%), 밀어(3.0%) 순으로 우세하게 출현하였다. 출현종 중 고유종은 10종(28.6%)이었으며, 외래어종은 떡붕어와 배스 2종이었다. 천연기념물이며 멸종위기종인 미호종개는 St. 5의 유속이 느리고 수심 0.3~1.0m이며 하상이 모래인 곳에 주로 서식하고 있었다. 이들의 생태적 특징을 조사한 결과 서식개체

수는 $7,838 \pm 6,290$ 개체가, 연령은 당년생 전장 38~45 mm, 1년생 46~60 mm, 2년생 61~80 mm, 3년생 이상은 81~93 mm로 추정되었고, 비만도지수($\times 10^5$)는 암컷 0.36~0.39, 수컷 0.35~0.38이었으며, 기생충의 일종인 이생충(digenea)이 13.5%가 감염되어 있었다. 그 밖에 백곡천 미호종개의 건강성과 위협요인, 보전에 대해 논의하였다.

인 용 문 헌

- 고명훈 · 문신주 · 방인철. 2011. 섬강의 어류군집 및 멸종위기종 꾸꾸리 (*Gobiobotia macrocephala*)와 돌상어 (*Gobiobotia brevisbarba*)의 서식현황. 한국하천호수학회, 44: 144-154.
- 고명훈 · 문신주 · 이상준 · 방인철. 2012b. 금강 수계 지천의 어류 군집 구조 및 멸종위기종 미호종개 *Cobitis choii*와 흰수마자 *Gobiobotia naktongensis*의 서식현황. 한국하천호수학회지, 45: 356-367.
- 고명훈 · 박종영 · 이용주. 2008. 옥정호에 도입된 배스 *Micropterus salmoides*의 식성 및 어류상에 미치는 영향. 한국어류학회지, 20: 36-44.
- 고명훈 · 이일로 · 방인철. 2012a. 멸종위기어류 미호종개 *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae)의 분포양상 및 서식개체수 추정. 한국어류학회지, 1: 56-61.
- 국립생물자원관. 2011. 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색자료집 (어류). 국립생물자원관, 인천, 202pp.
- 국토해양부. 2010. 4대강 수계 멸종위기종 증식 및 복원. 순천향대학교, 아산, 489pp.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감 제37권 동물편 (담수어류). 교육부, 연기, 629pp.
- 김익수 · 김용식 · 김홍주 · 한상훈 · 방인철 · 채병수 · 송호복 · 강연중. 2006. 한국의 멸종위기 야생동식물 현황과 보존. 전북대학교 부설 생물다양성연구소.
- 김익수 · 박종영. 2007. 한국의 민물고기. 교학사, 서울, 467pp.
- 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 원색한국어류도감. 교학사, 서울, 615pp.
- 농림수산식품부. 2010. 전국어도실태조사 및 DB구축 연구. 275pp.
- 배대열 · 문운기 · 장민호 · 장규상 · 서정빈 · 김원장 · 김재욱 · 김재구. 2012. 표지 및 재포획 방법 (Jolly-Seber Model)을 이용한 백곡천 미호종개 (*Cobitis choii*) 개체군크기 추정. 한국하천호수학회지, 45: 322-328.
- 손영목. 1983. 미호천의 담수어류상에 관한 연구. 한국육수학회, 16: 13-20.
- 손영목 · 변화근. 2005. 미호천의 어류상과 어류군집 동태. 한국어류학회지, 17: 271-278.
- 안광국 · 이의행. 2006. 어류의 군집 메트릭 모델을 이용한 유구천의 생태 건강도 평가. 한국하천호수학회지, 39: 310-319.
- 이동준 · 변화근 · 최준길. 2009. 서식처 유형에 따른 갑천의 어류 군집 특성. 한국육수학회, 42: 340-349.
- 이완옥 · 양 현 · 윤승운 · 박종영. 2009. 옥정호와 용담호에 서식하는 배스 *Micropterus salmoides*의 먹이생물 차이에 관한 연구. 한국어류학회지, 21: 200-207.
- 이충렬. 2001. 갑천수계의 어류상과 어류군집. 한국환경생물학회지, 19: 292-301.
- 한국수자원공사. 2007. 우리 7톱 길라잡이. 한국수자원공사 조사기획처, 대전, 582pp.
- 허준욱 · 박진우 · 김정근. 2010. 초강천의 어류상과 군집. 한국하천호수학회지, 43: 271-278.
- 홍영표. 2004. 멸종위기종 미호종개의 현황과 보존. 한국어류학회 추계학술발표요약집, 59-75.
- 환경부. 2005. 야생동·식물 보호법 (법률 제7167호).
- 환경부. 2011. 멸종위기 담수어류 (통사리 등 4종) 증식·복원 연구. 순천향대학교, 아산, 359pp.
- 환경부. 2012a. 멸종위기 담수어류 (통사리 등 5종) 증식·복원 연구. 순천향대학교, 아산, 269pp.
- 환경부. 2012b. 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률 (법률 제10977호).
- Anderson, R.O. and R.M. Neumann. 1996. Length, weight, and associated structural indices. In: Murphy, B.R. and D.W. Willis (eds.), Fisheries Techniques, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 447-482.
- Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Amer. Midl. Nat'l., 67: 477-504.
- Hoffman, G.L. 1998. Parasites of North American freshwater fishes. 2nd Edn., London, Cornell University Press, p. 539.
- Jolly, S.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. Biometrika, 52: 225-247.
- Kani, T. 1944. Ecology of mountain stream insects. Reserch history, Tokyo. (in Japanese)
- Kim, I.S. and Y.M. Son. 1984. *Cobitis choii*, a new cobitid fish from Korea. Korean J. Zool., 27: 49-55.
- KRC (Korea Rural Community Corporation). 2011. Heightening environmental impact assessment of Baekgok Reservoir, pp. 485-493. (in Korean)
- Lee, Y.J. and Y.H. Lim. 2006a. The third nation natural environment investigation. Fresh water fishes of the Gwangheyewon whole area. Ministry of Environment, 5pp. (in Korean)
- Lee, Y.J. and Y.H. Lim. 2006b. The third nation natural environment investigation. Fresh water fishes of the Seoun whole area. Ministry of Environment, 5pp. (in Korean)
- Lee, Y.J. and Y.H. Lim. 2006c. The third nation natural environment investigation. Fresh water fishes of the Jincheon whole area. Ministry of Environment, 5pp. (in Korean)
- Lockwood, R.N. and J.C. Schneider. 2000. Chapter 7: Stream Fish Population Estimates by Mark-and-recapture and Depletion Methods. In: Schneider, J.C. (ed.), Manual of Fisheries Survey Methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor., 13pp.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology, General Systems, 3: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties

- of California Grassland. *Nature*, 216: 168-144.
- ME (Ministry of Environment). 2009. Development of Genetic Diversity Analysis, Culture and Ecosystem Restoration Techniques for Endangered Fish, *Iksookimia choui*. Soonchunhyang University, 537pp. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc., pp. 139-143.
- Pielou, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of diversity. *The American Naturalist*. 100: 463-465.
- Ricker, W.E. 1971. Methods for assessment of fish production in freshwater. *IBP Hand Book*, 3: 112-113.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin*, 191pp.
- Seber, G.A.F. 1965. A note on the multiple-recapture census. *Biometrika*, 52: 249-259.
- Yodo, T. and S. Kimura. 1998. Feeding habits of largemouth bass *Micropterus salmoides* in lakes Shorenji and Nishinoko, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 64: 26-28.