

멸종위기종인 묵납자루의 생태와 보존¹⁾

백 현 민²⁾

(주)참생태연구소

서 론

잉어과(Cyprinidae)의 납자루아과(Acheilognathinae) 어류는 전 세계에 약 40여 종이 알려져 있으며, 한반도를 포함하여 중국, 시베리아 남부, 베트남 북부, 일본 및 대만 등지의 동아시아에 주로 분포하고 있다.

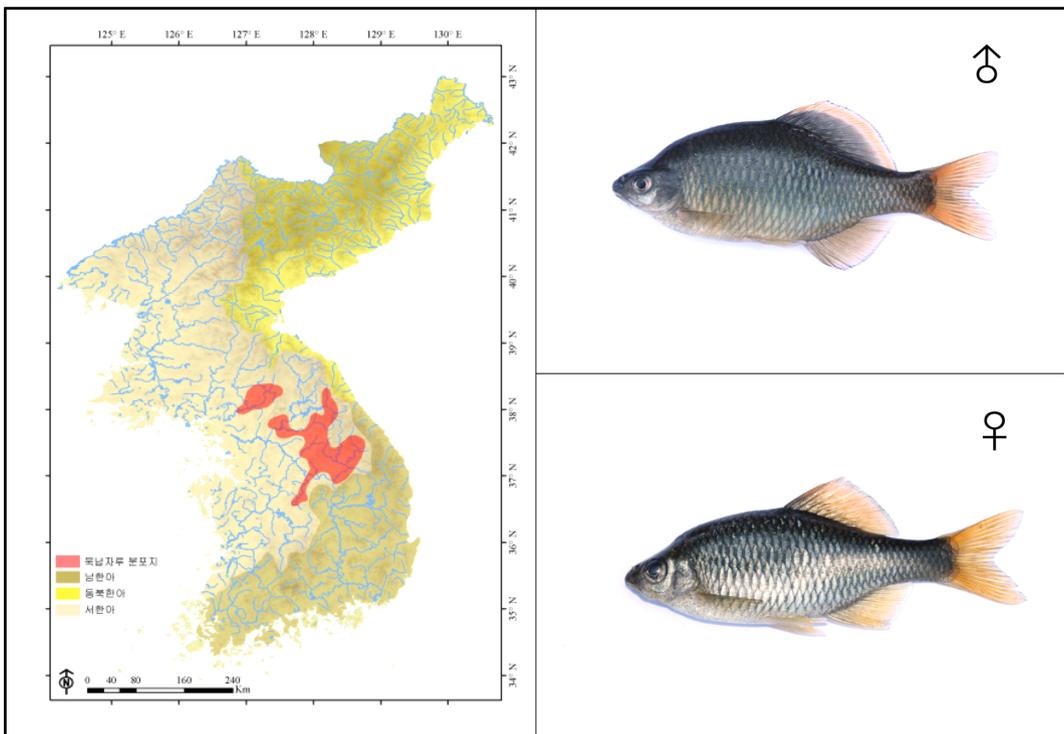


그림 1. 묵납자루의 분포 및 사진(수컷(위), 암컷(아래)).

1) Ecology and Preservation of Endangered Species, Korean bitterling (*Acheilognathus signifer*)

2) BAEK, Hyunmin, Chameco Co. Ltd., Anyang 14067, Korea, E-mail: cozym@naver.com

멸종위기종인 묵납자루(*Acheilognathus signifer*)는 Berg(1907)가 함경남도 풍동에서 채집하여 기재한 한국 고유종으로 한강수계를 포함하여 그 이북지역인 임진강, 대동강, 압록강, 성천 및 회양 등에 분포한다(그림 1).

최근 하천의 오염과 개발 등으로 인하여 개체군이 급격히 감소하고 있는 추세에 있으며, 서호납줄갱이의 경우에는 절멸 된지 오래다. 납자루아과(Acheilognathinae) 어류에서 멸종위기 야생생물I급으로 임실납자루가 지정되었고, 야생생물II급으로 묵납자루, 큰줄납자루, 한강납줄개 등 3종이 포함되어 보호를 받고 있다.

납자루아과어류는 담수이매패를 숙주로 이용하여 산란하는 독특한 생활사를 가지고 있다. 묵납자루의 산란습성을 통하여 납자루아과의 생태적 특징을 이해하고, 이를 반영한 보전전략을 제안하고자 하였다.

묵납자루의 산란생태

묵납자루를 포함한 납자루아과 어류는 담수이매패를 숙주(host)로 이용하여 산란하는 독특한 생태적 특징을 가지고 있으며, 암컷은 산란관(ovipositor)을 이용하여 담수이매패의 출수공(excurrent siphon)에 산란한다(그림 2, 4). 납자루아과의 산란관의 길이는 어종

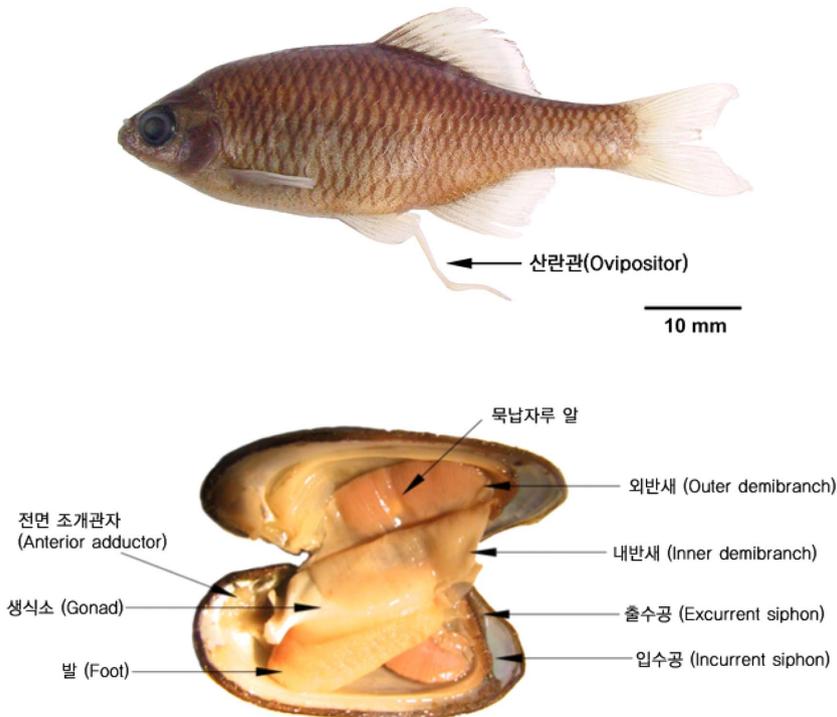


그림 2. 묵납자루 암컷의 산란관(상) 및 작은말조개의 내부구조(하)

별로 틀리며, 대형 담수이매패에 산란하는 종은 그 길이가 상대적으로 길다. 묵납자루는 납자루아과 어류 중 산란관의 길이가 가장 짧은데, 하천의 중·상류 지역에 서식하는 소형종인 작은말조개(*Unio douglasiae sinuolatus*)에 적응·진화되었기 때문이다(그림 2).

묵납자루의 산란기는 4~6월경으로, 수컷은 작은말조개를 중심으로 세력권을 형성하고, 암컷을 유인하여 산란한다. 산란기 암컷은 약 230여개의 난을 가지고 있으며 한 번에 약 20개의 알을 낳는다. 이때 암컷의 난소에는 여러 발생단계의 난이 있으며, 산란 후 또 다시 완숙난으로 발달하여 산란하는 과정을 여러 번 거친다. 묵납자루 암컷의 산란관은 산란 직전에 최대로 길어지며, 산란 후 급격히 축소되고, 산란기 동안 신장과 축소를 반복한다.

묵납자루는 다른 잉어과 어류에 비하여 포란수가 매우 적은 특성을 나타내는데, 이는 초기 발생 단계를 조개의 아가미 안에서 보내고, 유영능력을 획득한 후에 조개의 밖으로 나와 생활함으로서, 초기생활사 단계의 사망률이 상대적으로 낮기 때문이다(표 1). 실제로 수컷이 알을 지키거나(parental care) 숙주에 알과 자어를 의탁하는 경우에는 그렇지 않은 경우에 비해 초기 사망률이 매우 낮으며, 상대적으로 알의 수는 적고, 크기는 큰 것으로 알려져 있다.

표 1. 잉어과 및 납자루아과 어류의 포란수

Species (어종)	포란수	비고
Cyprinidae (잉어과)		
<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)	200,000~300,000	Nakamura (1969)
<i>Carassius auratus cuvieri</i> (떡붕어)	112,439	Nalamura (1969)
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i> (금강모치)	1,616 (852~2,435)	Song (2000)
<i>Phoxinus phoxinus</i> (연준모치)	1,280 (789~2,011)	Song and Son (2002)
<i>Zacco platypus</i> (피라미)	920~2,500	Nakamura (1969)
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> (쉬리)	1,132 (617~1,690)	Song and Kwon (1993)
Acheilognathinae (납자루아과)		
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> (줄납자루)	358 (171~534)	Song (1994)
<i>Acheilognathus. signifer</i> (묵납자루)	225 (141~314)	Baek (2005)

묵납자루의 산란기와 비산란기의 가장 큰 차이점은 수컷의 세력권 형성이라고 할 수 있다. 비산란기에는 무리를 지어 생활하지만, 수온이 상승하고, 움직임이 활발해지는 4월 말부터 5월 초순까지 본격적인 세력권 형성을 시작하는데, 이 때 수컷은 추성과 혼인색이 현저하게 뚜렷해진다. 수컷은 다른 개체로부터 작은말조개를 지키기 위하여 세력권방어 행동을 한다. 묵납자루의 세력권 방어 행동으로 head butting(박치기), parallel swimming(평형수영), rotated fighting(회전싸움), expelling(쫓아내기), biting(물어뜯기)가 있다. 세력권을 형성한 수컷의 영역에 다른 수컷이 침입하면 5가지 세력권 방어행동을 취한다(표 2, 그림 3).

표 2. 묵납자루의 세력권 방어행동 특성

세력권 방어행동	행동 특성
head butting (박치기)	크기가 비슷한 수컷 사이에서 일어나며, 서로의 머리끼리 부딪혀서 우열을 가리고, 힘에서 밀린 수컷은 세력권 밖으로 쫓겨 나게 되는데, 크기가 작은 수컷과 큰 수컷 사이에서 head butting은 거의 일어나지 않는다.
parallel swimming (평행수영)	크기가 비슷한 수컷 사이에서 일어나는 행동으로 두 수컷이 평행하게 헤엄치면서 지느러미로 수류를 일으키거나 머리로 상대의 옆구리나 머리를 툭툭 치면서 우열을 가리는 행동이다.
rotated fighting (회전싸움)	크기가 비슷한 수컷사이에서 서로 반대 방향으로 빠르게 돌면서 우열을 가리는 행동이다.
expelling (쫓아내기)	다른 수컷이 세력권 내로 침입했을 때 세력권 밖으로 축출하는 행동으로 가장 빈번히 관찰되며, head butting, parallel swimming, rotated fighting의 행동 직후에 힘에서 우위에 있는 수컷이 다른 수컷을 쫓아가 축출하는 행동으로 이어진다. 또한 크기가 작은 수컷은 세력권 내로 들어오면, 큰 수컷은 축출(expelling)하여 곧바로 세력권 밖으로 쫓아낸다.
biting (물어뜯기)	세력권 방어 행동 중 가장 맹렬한 공격으로 세력권 내로 침입한 수컷 또는 암컷을 쫓아가 물어뜯는 행동이다.

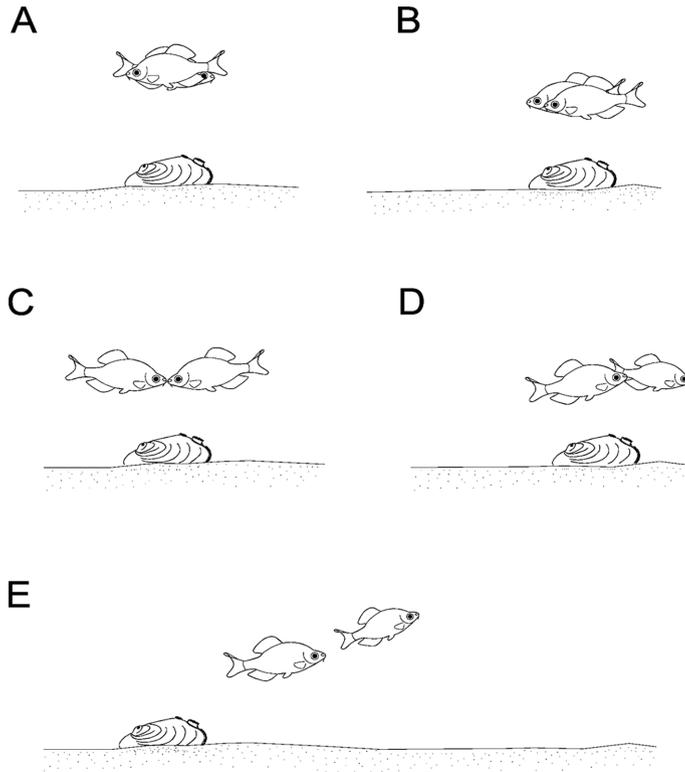


그림 3. 묵납자루의 세력권 방어행동
(A: rotated fighting, B: parallel swimming, C: head butting, D: biting, E: expelling)

묵납자루 수컷은 조개를 중심으로 세력권을 형성한 다음, 지속적으로 세력권방어 행동을 한다. 산란이 임박하면 세력권 주변에서 산란관이 길어진 암컷을 쫓아다니며, 암컷의 복부를 주둥이로 툭툭 치면서 자극하는 구애행동을 한다. 이때 다른 수컷과 암컷이 접근하면 세력권 방어 행동으로 세력권 밖으로 쫓아 버린다. 조개 근처에서 암컷을 기다리면 산란관이 신장된 암컷이 조개 근처로 접근한다. 암컷은 조개에 접근하여 조개의 출수공에 주둥이를 거의 밀착시키면서, 머리를 아래로 하면서 거꾸로 서는 행동(head-down posture)을 한다. 이러한 행동은 출수공에서 나오는 물의 흐름이나 개폐상태 등을 확인하여 산란

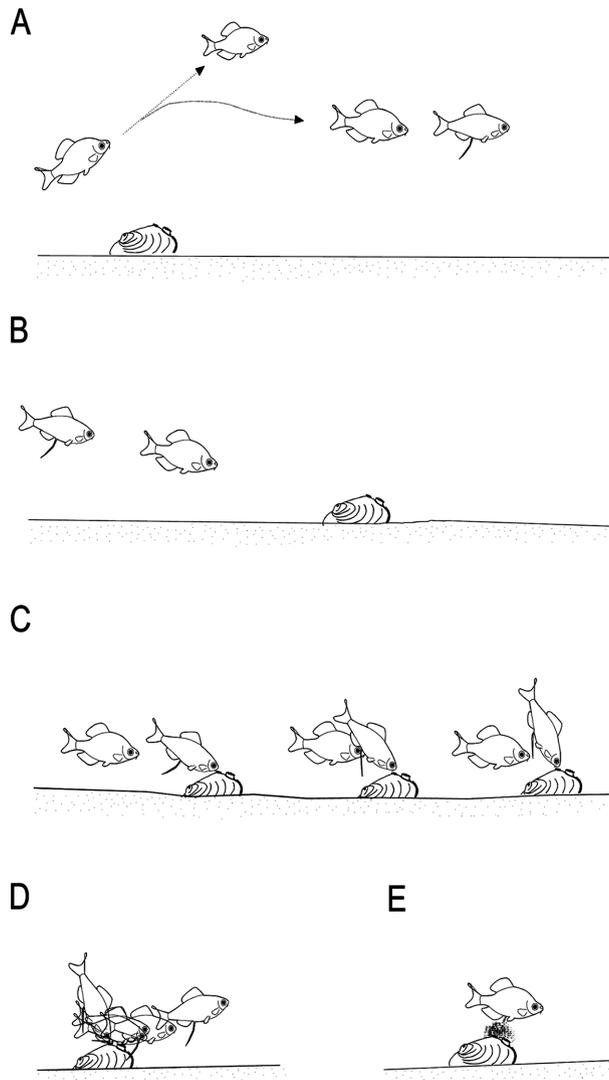


그림 4. 묵납자루의 산란행동

의 적합성 여부와 산란에 적합한 때를 기다리는 것이다. 이것은 조개의 출수공에서 나오는 물의 유속이 빠르거나 출수공이 작게 열려 있으면 산란에 어려움이 있기 때문이다. 서서히 조개와 거의 수직을 이루면서 거꾸로 서면 수컷은 암컷의 복부 쪽에서 몸을 떨면서(quivering) 암컷을 자극한다. 때를 기다리던 암컷이 순식간에 하강하며 산란하면, 수컷은 그 뒤를 따라 조개의 입수공(incurrent siphon) 부근에 방정한다(그림 4).

묵납자루의 보전전략

멸종위기종인 묵납자루를 비롯한 납자루아과 어류는 최근 오염, 남획 등으로 인하여 개체군이 급격히 감소하고 있는 실정이다. 이에 환경부에서는 야생동식물보호법에 따라 27종의 어류를 지정하여 보호하고 있으며, 이중 납자루아과 어류는 4종이 포함된다. 납자루아과는 담수이매패가 절대적인 산란조건으로서 분포와 밀도를 좌우하게 된다. 현재 묵납자루는 멸종위기종으로서 법적 보호를 받고 있으나, 그 지역에 같이 서식하는 작은말조개는 경우에는 다슬기와 함께 포획되는 경우가 많다. 묵납자루 개체군을 안정적으로 보호하기 위하여 함께 서식하는 담수이매패도 같이 보호하는 법령이 절대적으로 필요한 상황이다.

멸종위기종의 보전을 위하여 증식, 방류사업이 활발하게 이루어지고 있다. 묵납자루의 경우에는 2010~2012년 한강수계의 흑천에 재도입하여 성공적으로 정착하여 안정적인 개체군이 형성된 사례가 있다. 하천개발, 수변부의 펜션 및 캠핑장, 수질오염, 남획 등으로 개체군이 급격히 감소한 지역을 선별하여 추가적인 증식방류 사업이 절실히 요구된다. 이때 산란숙주도 증식하여 같이 방류한다면 효과가 클 것으로 판단된다.

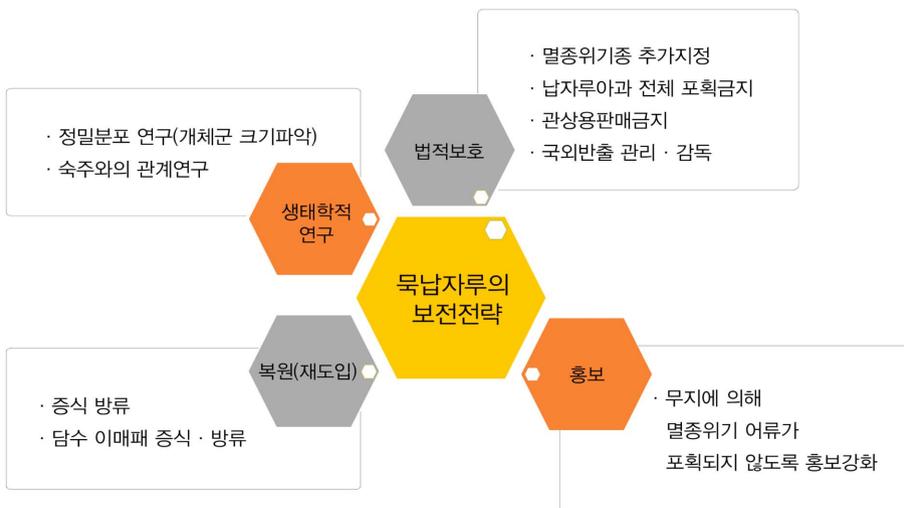


그림 5. 묵납자루의 보전전략

납자루아과는 관상용으로 남획되는 경우가 많다. 과거에는 일본으로 밀수되어 높은 가격으로 판매되는 등 남획의 우려가 높으므로 해외로 유출되지 않도록 철저한 관리가 요구된다. 국내에서도 멸종위기종을 추가 지정하거나 관상용으로 판매되지 않도록 관리가 필요하다.

목납자루를 포함한 납자루아과 어류는 담수이매패와 공생관계에 있으면서 진화하였다. 이러한 생태적 특성과 숙주관계를 앞으로의 보전전략에 면밀히 적용해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 백현민, 2005. 목납자루, *Acheilognathus singnifer*의 생태학적 연구. 강원대학교 박사학위논문. pp. 1-187.
- 송호복, 권오길, 1994. 줄납자루, *Acheilognathus yamatsutae* (Cyprinidae)의 패류 체내 산란. 한어지, 6: 39-50.
- 송호복, 2000. 금강모치, *Rhynchocypris kumgangensis* (Cyprinidae)의 개체군 생태. 한어지, 12: 101-110.
- 송호복, 손영목, 2002. 남한강 상류에 서식하는 연준모치, *Phoxinus phoxinus*의 성숙 및 생식생태. 한어지, 14: 262-268.
- 內田惠太郎, 1939. 朝鮮魚類誌, 第一冊, 絲鰓類, 內鰓類. 朝鮮總督府水産試驗場. pp. 1-458.
- Berg, L. S., 1907. Description of a new cyprinoid fish *Acheilognathus signifer* from Korea with a synopsis of all the Korean Rhodeina. Ann. Mag. Nat. Hist., 19: 159-193.
- Holcik, J., 1962. Redescription of *Acanthorhodeus asmussi* (Dybowski)1872 and description of *Acanthorhodeus asmussi amurensis* ssp. n. from the Amur river USSR. Japan. J. Ichthyol. 9: 153-162.
- Holcik, J. and Duyvene De Wit, J. J., 1962. The taxonomic characteristics of hybrid *Rhodeus*. Copeia 4: 777-788.
- Nakamura, M., 1969. Cyprinid fishes of Japan, Studies on the life history of cyprinid fishes of Japan. Res. Inst. for Natural Resources, Tyoko, pp. 5-99.
- Schmidt, R. E., 1982. Biology of the European bitterling *Rhodeus sericeus* (Pisces: Cyprinidae) in the Bronx river. New York, USA: An apparently benign exotic species. Biology Conservation, 24: 157-162.
- Song, H. B. and Kwon, O. K., 1993. Ecological study of *Coreoleuciscus splendidus* Mori (Cyprinidae) in Hongchon river, Korea. Kor. J. Limnol., 26: 235-244. (in Korean)
- Ware, D. M., 1975. Relation between egg size, grow and natural mortality of larval fish. J. Fish. Res. Bd Can., 32: 2503-251.