

비공의 형태적 특징으로 재검토한 한국산 종개속 어류의 분포 특성

안정현^{1,2} · 김병직² · 배양섭^{1,3,*}

¹인천대학교 생물학과, ²국립생물자원관 생물자원연구부, ³인천대학교 생물자원환경연구소

Distribution of the Korean *Barbatula* Species Reviewed by the Morphological Traits of Nostrils by Jung-Hyun An^{1,2}, Byung-Jik Kim² and Yang-Seop Bae^{1,3,*} (¹Division of Life Sciences, College of Life Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea; ²Biological Resources Research Department, National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Republic of Korea; ³Bio-Resource and Environmental Center, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea)

ABSTRACT According to the character states of nostrils in the *Barbatula* species comprising 1,366 specimens collected from the major river system in Korea, distribution pattern of the two Korean *Barbatula* species was reviewed. The taxonomic character related to nostrils in *Barbatula* was very stable and two character states (widely separated and closely set) were observed in the present materials. *B. toni* (Dybowski, 1869) with widely separated nostrils distributes in the streams flowing into the East Sea north of Sokcho, Gangwon-do Province; Eogokcheon Stream, a tributary of Namhangang River; and Anseongcheon Stream, Gyeonggi-do Province, whereas *B. nuda* (Bleeker, 1864) with closely set occurs in most rivers flowing into the Yellow Sea including Nakdonggang River as well as in the Yangyangnamdaechon Stream, Gangwon-do Province south to Bangyulcheon Stream, Gyeongbuk-do Province, flowing into the East Sea as previously reported with some exception. Especially, both *Barbatula* species were co-occurred in the Yeongokcheon Stream, Gangwon-do Province and Eogokcheon Stream. The present results will provide a useful guide to study the regional fish fauna or fish community analysis as well as to clarify the taxonomical status of the Korean *Barbatula* species.

Key words: *Barbatula*, *toni*, *nuda*, nostrils, distribution, Korea

서론

생활사의 일정 시기를 담수에서 보내는 어류를 일반적으로 담수어라고 한다(Kim, 1997; Kim *et al.*, 2005). 염수에 대한 내성의 정도에 따른 담수어의 생태학적 구분이 시도되어(Myers, 1949), Dalington (1957)은 일차(primary), 이차(secondary), 주변성(peripheral) 담수어로 정리한 바 있다. 그 중 일차 담수어에 포함되는 그룹은 염분 내성이 거의 없어 순담수어라고도 부르며, 이들의 분포는 해수의 영향을 받지 않는 순담수역에 제한된다. 염수(salt water)가 이동 분산의 주요

한 장벽으로 작용하기 때문에 바다를 통하여 수계 간 이동 분산이 거의 불가능하여(Dalington, 1957; Watanabe, 1998), 일차 담수어는 국내에서도 생물지리학적 특성 연구에 활용되어 왔다(Choi *et al.*, 1973; Kim, 1997). 우리나라에 분포하는 일차 담수어에는 잉어과(Cyprinidae), 미꾸리과(Cobitidae), 종개과(Balitoridae), 동자개과(Bagridae), 통사리과(Amblycipitidae), 메기과(Siluridae), 꺾지과(Centrachidae), 가물치과(Chanidae) 등이 있다(Kim, 1997; Kim and Park, 2002). 이 중 저서성 소형 담수어류인 미꾸리과 어류는 특히 수계를 반영한 종 특이적인 분포 특성을 나타내며(Kim, 2009), 근연군인 종개과의 종개속(*Barbatula*) 어류 또한 종 사이의 분포역이 중복되지 않는 것으로 알려져 있다(Kim and Park, 2002).

우리나라 담수어류 분포에 관한 종합적인 연구를 수행한

저자 직위: 안정현(전문위원), 김병직(환경연구관), 배양섭(교수)
*Corresponding author: Yang-Seop Bae Tel: 82-32-835-8246,
Fax: 82-32-835-0763, E-mail: baeys@inu.ac.kr

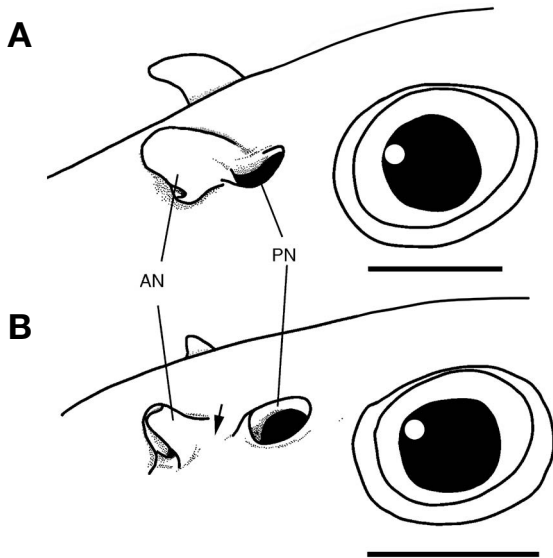


Fig. 1. Anterior nostril (AN) and posterior nostril (PN) of the Korean *Barbatula* species. A: *B. nuda* (NIBR-Photo1559, 85.1 mm SL, Hongcheon Gangwon-do); B: *B. toni* (NIBR-Photo1599, 73.6 mm SL, Goseong, Gangwon-do). Arrow indicates the gap between AN and PN. Scale bars = 2 mm.

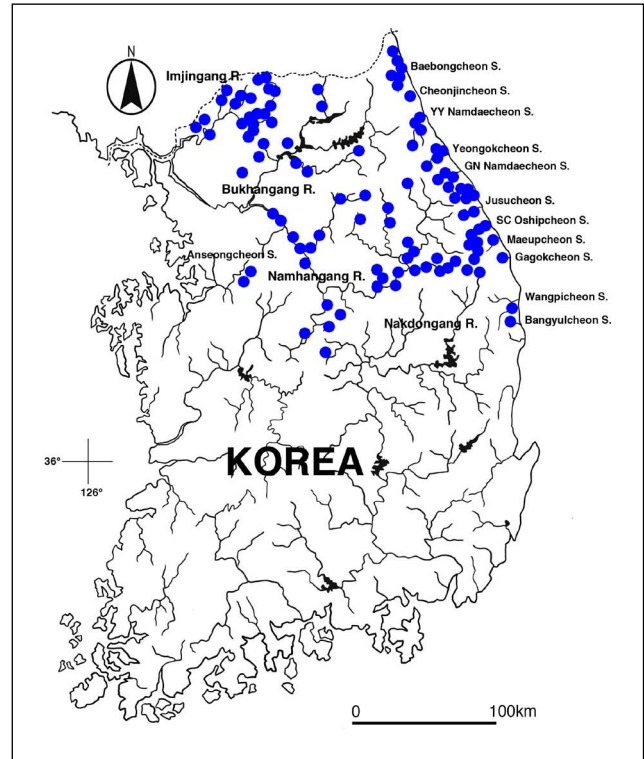


Fig. 2. Collection localities of the Korean *Barbatula* species.

Choi *et al.* (1989)에 의하면, 당시 ‘종개(*Nemacheilus toni*)’는 강원도 삼척 이북의 동해 독립하천을 포함하여 우리나라 중부지방을 흐르는 하천의 중상류에 비교적 널리 분포하는 것으로 알려져 있었다. 이들의 연구는 탐문과 현장 확인을 통해 얻은 결과로서 근연군인 미꾸리과 어류와 그 형태적 특징이 쉽게 구별되기 때문에 - 채집토가 가능한 표본은 남아있지 않거나 그 소재를 알 수가 없지만 - 자료의 신뢰성에 대한 의심의 여지는 적다. 우리나라 종개에서 관찰되는 반문, 척추골수, 염색체 구성 등 형태학적, 유전적인 차이는 지리적 변이로 간주되어 왔다(Kim *et al.*, 1988; Yang *et al.*, 1991). Kim and Park (2002)는 그동안 단일종으로 취급되어 온 ‘종개’를 ‘종개(*Orthrias toni*)’와 ‘대륙종개(*O. nudus*)’의 2종으로 나누어 분포 특성의 차이를 기술하면서 강릉남대천 이북의 영동 지역 하천에는 종개가, 삼척 마음천을 포함한 영서 지역의 하천에는 대륙종개가 분포한다고 하였다. 그러나 두 종의 식별형질이 명확하게 제시되어 있지 않을 뿐 아니라 대부분의 형태적 특징이 발생 단계나 개체, 또는 지리적으로 다양하므로 특정 지역 또는 수계의 어류상 및 어류 군집구조 분석을 위한 현장 조사에서는 식별형질보다는 지리적 분포 특성에 의존하여 동정하는 등 분류학적 혼란을 초래하고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 두 종의 식별형질로 밝혀진 비공의 형상을 근거로 국내에서 알려진 바와 같이 수계나 지역에 따른 분포 특성을 보이는지 여부를 검토하여 우리나라 종개와 대륙종개의 미세 분포 특성을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에서는 종개와 대륙종개의 분포 정보를 파악할 수 있는 문헌과 수계 또는 행정구역 등 지역 정보를 알 수 있는 표본을 검토하였다. 문헌은 출현 지역이나 수계 정보가 포함된 학술 논문과 일반 도감류를 대상으로 하였으며, 표본은 국립생물자원관(National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, NIBR-P)과 전북대학교(Chonbuk National University, Cheonju, Korea, CNUC)에 소장된 표본 중 1981년부터 2020년까지 전국 주요 하천의 171개 지점에서 채집된 총 1,366개체를 관찰하였다. Cao *et al.* (2012)와 Chen *et al.* (2019)에 따라서 전비공(anterior nostril)과 후비공(posterior nostril)이 후비공의 지름보다 좁은 정도의 거리를 두고 서로 분리된 경우에는 ‘종개 *Barbatula toni*’, 후비공의 후단과 전비공의 전단이 서로 맞닿아 연결된 경우에는 ‘대륙종개 *B. nuda*’로 간주하였고(Fig. 1), 비공의 관찰은 해부현미경(Olympus SMZ-U, Japan) 아래에서 실시하였다. 주요 수계별 표본 정보는 Fig. 2와 Table 1에 제시하였다. 종개와 대륙종개의 지리 분포역은 형태적 특징에 의한 종 구분의 결과와 기존 문헌의 분포 특성을 비교하여 확정하였다. 표본의 채집장소에 대한 하천명은 하천관리지리정보시스템(www.river.go.kr)을 따랐다.

Table 1. Materials of the Korean *Barbatula* species examined in the present study

River / stream	No. of specimen	Catalog no. (n)	Locality
Imjingang	217	NIBR-P2108 (9), 2116 (8), 2471 (30), 2500 (1), 2511 (4), 2520 (3), 2814 (1), 3356 (2), 3362 (3), 3439 (14), 11087 (4), 11113 (2), 11210 (4), 11420 (16), 24810 (37), 24850 (29), 24853 (1), 25113 (20), 25128 (2), 25637 (1), 29850 (2), 29867 (3), 48184 (1); NIBR-P uncatalog (20)	Cheorwon, Gangwon-do, Korea; Yeoncheon, Paju, Pocheon, Gyeonggi-do, Korea
Hangang	528	NIBR-P1058 (5), 1868 (3), 1885 (3), 3470 (8), 3491 (2), 3511 (4), 3533 (3), 3553 (3), 3562 (1), 3570 (18), 3593 (1), 3602 (2), 3605 (17), 3610 (1), 3626 (2), 6465 (1), 7439 (1), 8342 (1), 10914 (3), 11162 (13), 11191 (16), 11200 (8), 11344 (1), 11346 (1), 11995 (1), 12059 (6), 12888 (4), 13041 (3), 20803 (13), 24225 (1), 24780 (4), 24799 (5), 25036~47 (12), 25108 (1), 25118 (2), 25462~66 (5), 25482~85 (4), 25737 (1), 29718 (2), 31834~39 (6), 32040~44 (5), 32135~42 (8), 46703~05 (3), 46706~17 (12), 46721 (1), 46724~27 (4), 46728~29 (2), 46730~52 (23), 46753~60 (8), 46762~66 (5), 46767~71 (5), 46772~81 (10), 46782~84 (3), 46785~856 (72), 46857~58 (2), 47562~66 (5), 48215~18 (4), 58544~61 (18), 58566~88 (23), 58589~608 (20), NIBR-P uncatalog (102)	Yeongwol, Wonju, Injae, Jeongseon, Taebaek, Pyeongchang, Hongcheon, Hwacheon, Hoengseong, Gangwon-do, Korea; Gapyeong, Namyangju, Yeosu, Gyeonggi-do, Korea; Goesan, Danyang, Chungju, Chungbuk-do, Korea
Anseongcheon	50	NIBR-P46655~702 (48); CNUC uncatalog (2)	Anseong, Gyeonggi-do, Korea
Nakdongang	48	NIBR-P12068 (4), 47567~82 (16); NIBR-P uncatalog (28)	Taebaek, Gangwon-do, Korea; Bonghwa, Sanju, Gyeongbuk-do, Korea
Streams flowing into East Sea	523	NIBR-P1363 (5), 1365 (4), 1756 (3), 3472 (4), 5616 (4), 7442 (1), 8400 (2), 11054 (2), 11610 (1), 11631 (33), 13805 (9), 15316 (4), 15318 (2), 15320 (21), 15333 (11), 15338 (1), 15412 (1), 19658 (4), 19666 (2), 19671 (2), 20126 (2), 20427 (1), 20617 (15), 20621 (12), 20823 (4), 23293 (1), 25155 (2), 25820 (1), 29738 (5), 29747 (1), 29782 (8), 30359~61 (3), 43463 (1), 46718~20 (3), 46859~62 (4), 43463~66 (4), 46868~912 (44), 46913 (1), 46914~16 (3), 46917 (1), 46918~19 (2), 46921~22 (2), 46923 (1), 46927~31 (5), 46932~50 (19), 48182 (1), 48256~59 (4), 58379 (1), 58389~96 (8), 58491~510 (20), 58514 (1), NIBR-P uncatalog (208), CNUC uncatalog (15)	Goseong, Yangyang, Gangneung, Samcheok, Gangwon-do, Korea; Uljin, Gyeongbuk-do, Korea

한국산 종개와 대륙종개의 속명으로 *Barbatula* Linck, 1790, *Nemacheilus* Bleeker, 1863, 또는 *Orthrias* Jordan and Fowler, 1903의 여러 명칭이 사용되어 왔지만, 본 연구에서는 Kottelat (2012)의 견해에 따라 *Barbatula*를 채용하였으며, 참고를 위해 원문의 명칭은 ‘ ’로 표시하였다.

결 과

1. 문헌 기록에 의한 분포

문헌에 근거한 대표적인 우리나라 종개속 어류의 명칭과 분포를 살펴보면 Table 2와 같다. ‘*Oreias toni*’가 평안남도 진남포에서 처음 기록된 이래 (Jordan and Metz, 1913), Choi *et al.* (1989)을 제외한 대부분 문헌은 우리나라 종개속 어류에 대한 출현 지역 또는 수계를 간략하게 기록하고 있다. Choi (1973)와 Choi *et al.* (1989, 1990)은 한국산 담수어류 분포도에서 탐문과 현장 조사에 근거하여 ‘종개 (*Nemacheilus toni*)’의 전국

적인 분포 현황을 상세하게 표시하였다. 이들의 기록에 따르면 휴전선 이남에서 종개는 임진강, 북한강, 남한강, 안성천, 낙동강 및 울진 왕피천 이북의 동해로 유입되는 하천에 비교적 널리 분포한다 (Fig. 3, Table 2).

한국산 종개의 분류학적 연구를 수행한 Kim *et al.* (1988)과 Yang *et al.* (1991)은 표본에 근거하여 출현 지역을 기록하였다. 그밖에 1990년대 후반 이후 특정 하천 수계의 어류 군집 구조 분석이나 어류상에 관한 다수의 연구에서 종개속 어류의 출현을 보고하고 있다. 즉, 영동 지역의 동해 독립하천 수계인 배봉천 (Ko *et al.*, 2013), 북천 (Lee *et al.*, 2010), 강릉 연곡천과 남대천 (Kim *et al.*, 1996; Hwang and Hur, 2000; Kim *et al.*, 2006a, 2006b; Byeon and Oh, 2015), 삼척 마읍천과 가곡천 (Nam *et al.*, 2002), 울진 왕피천 (Hong *et al.*, 2016)에서는 종개 (*Orthrias toni*)가 보고되었고, 영서 지역의 한강 중·상류 수계 (Choi and Kim, 2004; Lee *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2012)에서는 대륙종개 (*O. nudus*)가, 낙동강 상류 수계인 영강에서는 종개가 기록되었다 (Chae *et al.*, 1998). 남한강 수

Table 2. Distribution of the Korean *Barbatula* species based on literature

Literature	Scientific name	Local or Korean names	Locality or distribution in Korea
Jordan and Metz (1913)	<i>Oreias toni</i>	–	Chinnampo
Uchida (1939)	<i>Barbatula toni</i>	Dol-jong-gae, Jong-gae	Streams in Korea, except for Geumgang River south to Seomjingang River
Chyung (1954)	<i>B. toni</i>	Jong-gae	Same as Uchida (1939)
Choi (1973)	<i>B. toni</i>	Jong-gae	Imjingang River, Hangang River, Anseong, Nakdonggang River (NDR), Samcheok Oshipcheon Stream (SOS), Gangneung Namdaecheon Stream (GNS), Goseong Bukchoen Stream (GBS), Northern part of Goseong-gun
Chyung (1977)	<i>B. toni</i>	Jong-gae	Same as Uchida (1939)
Kim <i>et al.</i> (1988)	<i>Nemacheilus toni</i>	Jong-gae	Hantangang River (HTR), Bukhangang River (BHR), Namhangang River (NHR)
Choi <i>et al.</i> (1989)	<i>N. toni</i>	Jong-gae	NDR (Sangju), SOS, Yeongokcheon Stream (YGS), GNS, GBS
Choi <i>et al.</i> (1990)	<i>N. barbatulus toni</i>	Jong-gae	Imjingang River (IJR), BHR, NHR, Anseongcheon Stream, NDR Myeongpacheon Stream, Samcheok Oshipcheon Stream (SOS)
Yang <i>et al.</i> (1991)	<i>N. toni</i>	Jong-gae	Gangwon-do Province mainly
Kim (1997)	<i>Orthrias nudus</i>	Jong-gae	Gangneung, Goseong, Wolak Mt., Jeongseon, Jinbu, Samcheok
Youn (2002)	<i>N. toni</i>	Jong-gae	HTR, BHR, NHR, NDR (sangju), Ganseong Bukcheon Stream (GBS), GNS, SMS
Kim and Park (2002)	<i>O. toni</i>	Jong-gae	GBS, NHR (Cheongwon), NDR (Sangju), SMS
Kim <i>et al.</i> (2005)	<i>O. toni</i>	Jong-gae	Streams north to GNS
	<i>O. nuda</i>	Dae-ryug-jong-gae	BHR, NHR, NDR, SMS
	<i>O. toni</i>	Jong-gae	Streams north to GNS
Chae <i>et al.</i> (2019)	<i>O. nuda</i>	Dae-ryug-jong-gae	BHR, NHR, NDR, SMS
	<i>B. toni</i>	Jong-gae	Streams north to GNS
	<i>B. nuda</i>	Dae-ryug-jong-gae	IJR, BHR, NHR, NDR

계 중 횡성호(Choi *et al.*, 2005)와 기화천(Lee *et al.*, 2007)에서 종개가, 골지천(Lee *et al.*, 2007; Jeon *et al.*, 2019)에서는 종개와 대륙종개 2종이 함께 출현하는 것으로 기록되었다.

2000년 이전에는 우리나라의 담수역에 ‘종개(*Nemacheilus toni*)’ 1종만이 서식하는 것으로 알려져 왔지만, Kim and Park (2002)에 의해 처음으로 ‘종개(*O. toni*)’와 ‘대륙종개(*O. nuda*)’의 2종으로 구분되었다. 이들은 분포 양상으로도 두 종을 구분하고 있는데, 전자는 강릉남대천 이북의 동해로 유입되는 독립하천에 분포하는 반면, 후자는 임진강, 한강, 낙동강 상류 및 삼척 마읍천에 분포한다고 하였다. 이와 같은 분포 특성에 의한 두 종의 구분은 이후 대부분의 연구에서 그대로 인용되고 있으며(예를 들어 Kim *et al.*, 2005; Chae *et al.*, 2019), 앞서 언급한 바와 같이 지역 어류상이나 군집구조 연구에서도 일부 예외는 있지만 대체로 유사하다.

한편, 우리나라 종개와 대륙종개는 형태적으로 매우 비슷하고, 반문의 모양 또한 개체에 따라 다양하므로 채집 현장에서 종을 동정하는데 채집지역의 정보에 크게 의존하는 경우가 많다. 그러나 실제 보고된 분포 조사 자료를 보면 일반적으로 태백산맥을 기준으로 단순히 영서지방에는 대륙종개, 영동지방에는 종개가 출현하는 것으로 기록하기도 하고, 반대로 영서

지방인 태백과 정선에서 종개의 출현이 보고되거나(Lee *et al.*, 2007), 남한강 상류의 기화천에서는 종개와 대륙종개가 함께 출현한다고 보고되는 등(Jeon *et al.*, 2019), 기존 문헌에 기록된 종개와 대륙종개의 분포 특성과는 배치되는 특이적인 양상을 보인다.

2. 비공의 형상에 의한 분포

비공은 눈의 전방에 위치하는 감각기관의 하나로서, 종개속(*Barbatula*) 어류에서는 후상방으로 다소 돌출된 피부 돌기가 있는 짧은 관상(tube)의 전비공과 단순한 소공(pore)의 형태를 띤 후비공으로 이루어져 있다. 국립생물자원관 및 전북대학교에 소장된 종개속 어류 표본 1,366개체를 대상으로 전비공과 후비공의 위치 관계를 관찰한 결과, Cao *et al.* (2012) 등이 언급한 바와 같이 우리나라 종개속 어류에서도 전비공과 후비공이 서로 분리된 상태(widely spaced)와 서로 연결된 상태(closely set)의 두 가지 형질 상태가 관찰되었다(Fig. 1, Table 3).

전비공과 후비공이 분리된 상태는 23개 지점에서 채집된 총 288개체에서 관찰되었다. 이들은 동해로 유입되는 독립하천 중에서 북쪽에 위치하는 강원도 고성군의 배봉천에서부터

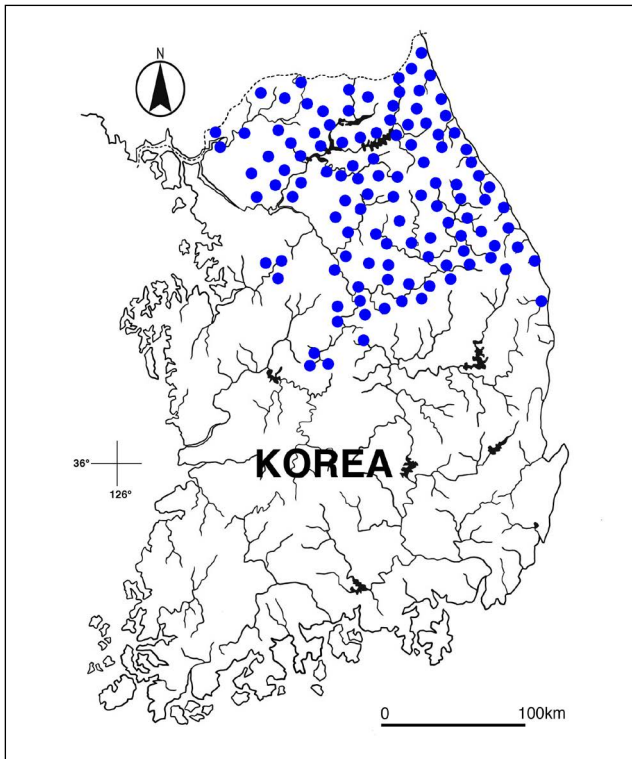


Fig. 3. Distribution of ‘*Nemacheilus toni* (= *B. toni* and *B. nuda*)’ by Choi *et al.* (1989, redrawn).

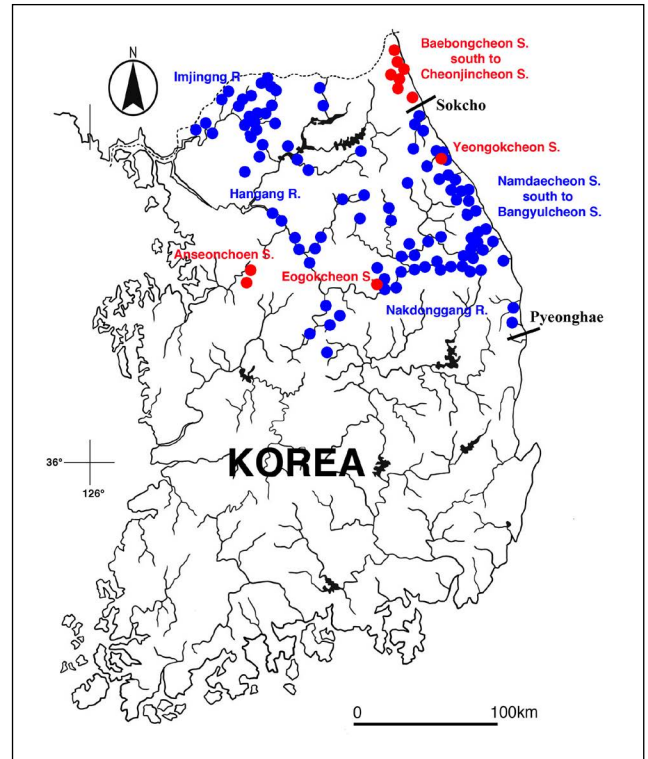


Fig. 4. Distribution of *Barbatula toni* (red) and *B. nuda* (blue) in South Korea based on voucher specimens.

Table 3. Character states of nostrils in the Korean *Barbatula* species and their distribution

River / stream	Present study		Previous study	
	Nostrils	Species	Species	Literature
Imjingang	CS	<i>nuda</i>	<i>nuda</i>	Kim and Park (2002)
Bukhanggang	CS	<i>nuda</i>	<i>nuda</i>	Kim and Park (2002)
Namhangang	CS / WS	<i>nuda / toni</i>	<i>nuda</i>	Kim and Park (2002)
Anseongcheon	WS	<i>toni</i>	<i>nuda</i>	Choi <i>et al.</i> (1989)
Nakdonggang	CS	<i>nuda</i>	<i>nuda</i>	Kim and Park (2002)
Baebongcheon	WS	<i>toni</i>	<i>toni</i>	Go <i>et al.</i> (2013)
Bukcheon	WS	<i>toni</i>	<i>toni</i>	Lee <i>et al.</i> (2010)
Namcheon	WS	<i>toni</i>	—	
Cheonjincheon	WS	<i>toni</i>	—	
YY Namdaecheon	CS	<i>nuda</i>	<i>toni</i>	Kim <i>et al.</i> (2006a), Hwang and Hur (2000)
Yeongokcheon	CS / WS	<i>nuda / toni</i>	<i>toni</i>	Kim <i>et al.</i> (2006b)
GN Namdaecheon	CS	<i>nuda</i>	<i>toni</i>	Kim <i>et al.</i> (1996), Kim and Park (2002)
Jusucheon	CS	<i>nuda</i>	—	
SC Oshipcheon	CS	<i>nuda</i>	—	
Maeupcheon	CS	<i>nuda</i>	<i>nuda</i>	Nam <i>et al.</i> (2002)
Gagokcheon	CS	<i>nuda</i>	—	
Wangpicheon	CS	<i>nuda</i>	<i>toni</i>	Hong <i>et al.</i> (2016)
Bangyulcheon	CS	<i>nuda</i>	—	

CS, closely set; GN, Gangneung; SC, Samcheok; WS, widely set; YY, Yangyang

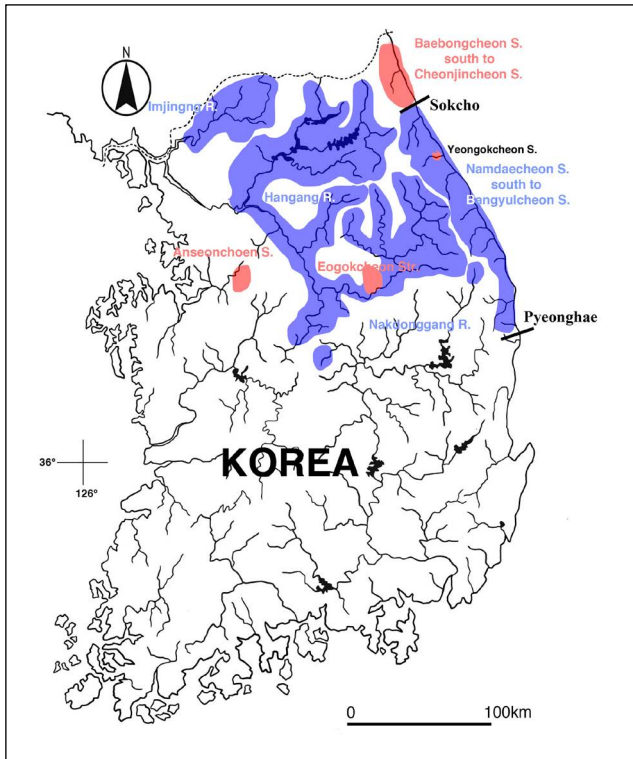


Fig. 5. Distribution pattern of *Barbatula toni* (red area) and *B. nuda* (blue area) discriminated by the character states of nostrils.

남쪽으로 북천, 남천, 천진천에서 채집된 모든 표본, 서해로 유입되는 경기도 안성의 안성천 상류에서 채집된 모든 표본, 남한강 지류인 충청북도 단양의 어곡천에서 채집된 대부분의 표본 및 동해로 유입되는 강원도 강릉의 연곡천에서 채집된 1개체의 표본으로 구성되어 있었다.

전비공과 후비공이 연결된 상태는 148개 지점에서 채집된 총 1,078개체에서 관찰되었다. 이들은 서해와 남해로 흐르는 대부분의 하천(임진강, 한강, 낙동강)과 동해로 흐르는 독립하천 중 위에서 언급한 강원도 고성군에 위치한 하천을 제외한 나머지 하천(양양남대천, 연곡천, 강릉남대천, 주수천, 삼척오십천, 마음천, 가곡천, 매화천, 방울천)에서 채집된 모든 표본으로 구성되어 있었다.

한편 남한강 지류인 어곡천의 경우, 동일 수계 내에서도 본류와 가까운 하류에서는 비공이 연결된 개체가, 상류에서는 비공이 분리된 개체가 출현하였다. 또한, 동해 독립하천인 연곡천의 경우 서로 다른 지점에서 채집된 총 14개의 표본 중 단 1개체만이 비공이 연결되어 있어 주목되었다(Fig. 4, Table 3).

위와 같이 우리나라 종개속 어류는 비공의 상태에 따라 전비공과 후비공이 서로 분리된 집단과 서로 연결한 두 개의 집단으로 뚜렷하게 구분되었다. Cao et al. (2012)와 Chen et al. (2019)이 언급한 것과 같이 비공이 분리된 종개(*B. toni*)는 강

원도 속초 이북의 고성군에 위치한 동해 독립하천, 경기도 안성천, 충청북도 어곡천에 분포하며, 비공이 연결된 대륙종개(*B. nuda*)는 강원도 속초 이남에 위치한 동해 독립하천과 서해와 남해로 유입하는 임진강, 한강, 낙동강에 분포하는 것으로 나타났다. 특히 충청북도 단양의 어곡천과 강원도 강릉의 연곡천에서는 종개와 대륙종개가 함께 분포하는 것이 명확해졌다(Fig. 5).

고찰

Jordan and Metz (1913)가 평안남도 진남포에서 채집된 표본을 근거로 *Oreias toni*를 처음 보고한 이래, Kim and Park (2002)이 ‘종개 (*Orthrias toni*)’와 ‘대륙종개 (*O. nuda*)’의 2종으로 구분할 때까지 - 비록 속의 위치나 종명이 연구자에 따라 달랐지만 - 우리나라 담수역에서는 단일종 ‘종개’만이 출현하는 것으로 알려져 왔다(Mori and Uchida, 1934; Uchida, 1939; Chyung, 1954, 1977; Kim et al., 1988; Yang et al., 1991; Kim, 1997).

몸에 나타나는 반문의 패턴으로 지역 집단의 구분을 시도한 연구는 있었지만(Kim et al., 1988), 발생단계나 개체 또는 수계에 따라서 그 양상이 매우 다양하여 최근까지 종개와 대륙종개의 구분은 분포 특성에 의존하고 있는 것이 현실이다. 물론 종개와 대륙종개를 구분하는 형태 형질로 산란기 수컷에서 나타나는 추성의 분포 양상이 제시된 바 있지만(Kim and Park, 2002; Kim et al., 2005; Chae et al., 2019), 성적으로 성숙하지 않은 개체나 비 산란기, 또는 암컷의 경우에는 적용할 수 없는 단점이 있다.

한편, 최근 중국, 러시아 등 국외의 연구 결과에 따르면(Cao et al., 2012; Chen et al., 2019) 종개와 대륙종개는 전비공과 후비공의 상태만으로도 쉽게 구별할 수 있다. 즉, 종개는 후상방에 뾰족하게 돌출된 짧은 관(tube) 모양의 전비공의 후단과 단순한 소공(pore)의 형태를 띤 후비공의 전단이 서로 떨어져 있으며, 대륙종개는 이들이 서로 붙어 있다. 그러나 현재까지도 우리나라에서는 두 종의 식별형질에 대한 구체적인 언급이 없고 수계별 어류상이나 군집구조 연구에서도 주로 분포에 의한 종의 구별에 의존해 왔다. 본 연구에서는 비공의 형태적 특징에 기반하여 기존의 분포 특성에 의한 두 종의 기계적 구분이 타당한지를 조사하였다. Prokofiev (2010)가 언급한 바와 같이 비공의 상태는 한국산 종개속 어류에서도 종을 구분할 수 있는 매우 안정적인 형질로써, 비공의 형태적 특징으로 구분한 종개와 대륙종개의 분포 특성은 지금까지의 결과와 많은 차이점이 발견되었다. 즉, 종개의 경우 일반적으로 휴전선 이남에서는 강원도 강릉남대천 이북의 동해로 흐르는 독립하천에만 분포하는 것으로 알려져 왔으나(Kim and Park,

2002; Kim *et al.*, 2005; Chae *et al.*, 2019), 분포역이 다소 복잡한 강원도 고성군 토성면의 천진천 이북으로 제한되었다. 또한 Choi (1973)와 Choi *et al.* (1989, 1990)이 문헌에서 언급한 안성천에서의 종개 분포를 표본으로써 확인하였으며, 남한강 지류인 어곡천에서도 종개가 출현함이 새롭게 밝혀졌다. 대륙종개의 경우 이미 알려진 분포역에서 경기도 안성천과 충청북도 단양의 어곡천을 제외하면 서해와 남해로 유입하는 임진강, 한강, 낙동강에 분포한다는 기존의 연구결과와 잘 일치하였다. 그러나 강원도 삼척의 마음천뿐 아니라 북쪽으로는 양양남대천까지, 남쪽으로는 경상북도 울진군 방울천에 이르는 동해 독립하천에 더 넓게 분포하는 것이 명확해졌다. 특히, 지금까지 태백산맥을 기준으로 동쪽에서는 강원도 삼척시의 마음천이 대륙종개 분포의 남방한계로 알려져 왔지만(Kim *et al.*, 1988; Nam *et al.*, 2002), 본 연구를 통해서 가곡천과 방울천에서도 서식하고 있는 것이 새롭게 확인되면서 영동지역에서의 분포 남방 한계선이 경북 울진군까지 남하하였다.

어류군집 연구를 통해 종개 또는 대륙종개의 출현을 보고한 문헌 중 서해 유입하천에서 종개를 보고한 Lee *et al.* (2007)과 Jeon *et al.* (2019)은 각각 남한강 상류의 기화천과 골치천에서 종개와 종개/대륙종개를 보고하고 있다. 표본의 특징에 대한 언급 없이 종의 출현 목록만을 제공하고 있어 비공의 상태 관찰 등의 재검토가 필요하지만, 본 연구 결과에 따라 동일 수계의 다른 지역에서 비공이 연결된 대륙종개가 폭넓게 분포하는 것으로 보아 대륙종개의 오동정일 가능성이 높다. 또한 본 연구에서는 충청북도 단양군의 어곡천과 강원도 강릉 연곡천에서 종개와 대륙종개가 함께 출현하여 주목되었는데, 동일 하천 내에서 종개와 대륙종개의 서식처 분리 여부에 대한 정밀 분포 조사가 필요한 것으로 사료된다. 최근 동해 유입하천에 인위적인 경로를 통해 담수어가 서로 다른 하천으로 이입되는 사례가 보고되고 있어(Chae and Yoon, 2003; Hong *et al.*, 2016), 인위적인 이입에 의한 혼서의 가능성도 배제할 수 없다.

한편 중국 북부, 내몽골 및 러시아산 종개속 어류의 최근 분류학적 및 분자유전학적 연구 결과에서 한반도의 담수역에 서식하는 종개속 어류의 실체에 대한 의문을 제기하고 있다(Kottelat, 2006; Cao *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2019). 즉, Yu *et al.* (2016)이 제시한 우리나라의 남한강 지류인 어곡천(해당 논문에서는 연곡천으로 되어 있음)산 'Barbatula toni'의 미토콘드리아 유전체 연구 결과는 내몽골 (Inner Mongolia)의 인강(Yin River)에서 채집된 'B. toni'의 미토콘드리아 유전체와 차이가 있으며(Yang *et al.*, 2019), Chen *et al.* (2019: 5, fig. 3)이 제시한 중국 북동부산 종개속 어류의 미토콘드리아 시토크롬 b (Cytochrome b) 염기서열에 근거한 계통 분석 결과에서도 우리나라 종개류는 Chen *et al.* (2019)이 말하는 B. toni와 B. nuda의 어느 종과도 그룹으로 묶이지 않을 뿐 아니라 여전히 종의 실체에 대해서도 불분명하다. 우

리나라의 종개속 어류에 대한 분류학적 연구에서도 일부 지역 집단은 타 집단과 형태학적, 유전학적 차이가 나타남에도 불구하고(Kim *et al.*, 1988; Yang *et al.*, 1991), 이들의 분류학적 위치 규명을 위한 심층 연구는 아직 없다. 따라서 이들의 정확한 분류학적 실체를 해명하기 위해서는 해당 종의 모식표본이나 원기재와의 상세한 비교 검토를 포함하여 북한, 중국, 러시아 등 인접 지역의 표본과의 분류학적 및 분자계통학적 기법을 활용한 종합적인 비교 연구가 필요하다.

요 약

우리나라 주요 수계에서 채집된 총 1,366개체의 표본을 이용하여 비공(nostrils)의 상태에 따라서 우리나라 종개속 어류 2종의 분포 양상을 재검토하였다. 비공과 관련된 분류형질은 매우 안정적으로 전비공(anterior nostril)과 후비공(posterior nostril)이 분리된 상태와 서로 연결된 상태의 두 가지 형질상태가 관찰되었다. 양 비공이 서로 분리된 종개(*Barbatula toni*)는 강원도 속초 이북의 동해로 유입되는 하천과 남한강 지류인 어곡천 및 경기도 안성천에 분포하는 반면, 양 비공이 서로 연결하는 대륙종개(*B. nuda*)는 서·남해로 유입하는 임진강, 한강, 낙동강과 양양남대천에서 경북 울진군의 방울천에 이르는 동해 독립하천에 분포하였다. 특히, 어곡천과 강릉 연곡천의 경우 동일 수계 내에서 종개와 대륙종개가 함께 출현하여 주목되었다. 본 연구 결과는 한국산 종개속 어류의 분류학적 위치 규명 연구뿐 아니라 지역 어류상이나 어류 군집 분석 연구에 중요한 정보를 제공할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구 결과를 도출하는데 필수적인 종개류의 표본을 대어 또는 제공해 주신 박종영 교수님(전북대학교), 성무성 님(순천향대학교), 장지왕 님(인천대학교)께 깊은 감사를 드리며, 종개속 어류에 관한 다수의 참고문헌을 제공해 주신 Dr. A.M. Prokofiev (Russia Academy of Sciences, Russia)께도 감사드립니다. 본 논문은 정부(환경부)의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였습니다(NIBR202102113).

REFERENCES

- Bleeker, P. 1863. Sur les genres de la famille des Cobitioïdes. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeling Natuurkunde, 15: 32-44.
- Byeon, H.K. and J.K. Oh. 2015. Fluctuation of fish community and

- inhabiting status of introduced fish in Gangneungnamdae Stream, Korea. Korean J. Environ. Ecol., 29: 718-728. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2015.29.5.718>.
- Cao, L., R. Causee and E. Zhang. 2012. Revision of the loach species *Barbatula nuda* (Bleeker 1865) (Pisces: Balitoridae) from North China, with a description of a new species from Inner Mongolia. Zootaxa, 3586: 236-248. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3586.1.22>.
- Chae, B.S. and H.N. Yoon. 2003. Uuljin Wangpi Stream Nature Ecosystem survey report. National Institute of Environment Research, Incheon, Korea, pp. 139-179.
- Chae, B.S., M.M. Nam and H.J. Yang. 1998. Fish community structure in the Yonggang River, Nakdong River system, Korea. Korean J. Ichthyol., 10: 67-76.
- Chae, B.S., H.B. Song, J.Y. Park and G.H. Cho. 2019. A field guide to the freshwater fishes of Korea. LG Evergreen Foundation, Seoul, Korea, 355pp.
- Chen, H., H. Zhang, Y. Chen and J. Freyhof. 2019. A review of the *Barbatula* loaches (Teleostei: Nemacheilidae) from north-eastern China, with description of four new species. Zootaxa, 4565: 001-036. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4565.1.1>.
- Choi, J.K., O. Mitamura, D.J. Lee and H.S. Shin. 2008. Ichthyofauna and ecological community analysis in the Dong River. Korean J. Environ. Ecol., 22: 616-624.
- Choi, J.S. and J.K. Kim. 2004. Ichthyofauna and fish community in Hongcheon River, Korea. Korean J. Environ. Biol., 18: 446-455.
- Choi, K.C. 1973. On the geographical distribution of fresh-water fishes south of DMZ in Korea. Korean J. Limnol., 6: 29-36.
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1989. The Atlas of Korean Fresh-water Fishes, 9th ed. Korean Institute of Fresh-Water Biology, Seoul, Korea, 234pp.
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1990. Coloured illustrations of the freshwater fishes of Korea. Hyangmun Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 277pp.
- Choi, J.K., J.S. Choi, H.S. Shin and S.C. Park. 2005. Study on the dynamics of the fish community in the Lake Hoengseong region. Korean J. Limnol., 38: 188-195.
- Chyung, M.K. 1954. Korean fishes. Dept. Commerce and Industry, Seoul, Korea, 14+1+48+517+12+16+12+4+12pp.
- Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, 727pp.
- Dalington, P.J., Jr. 1957. Zoogeography. Wiley, New York, U.S.A., xiii+675pp.
- Hong, Y.K., K.H. Kim, K.M. Kim, G.H. Lim, M.Y. Song and W.O. Lee. 2016. Characteristics of fish fauna and community structure in Wangpicheon. Korean J. Environ. Ecol., 30: 874-887. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2016.30.5.874>.
- Hwang, J.S. and H. Hur. 2000. Fish migration through fishways on Namdae-cheon in Yangyang and Osib-cheon in Yungdeok. J. Korean Soc. Agr. Eng., 42: 70-77.
- Jeon, H.J., J.I. Baek, K.H. Kim, S.Y. Kim, W.O. Lee, I.S. Kwak and M.Y. Song. 2019. Community structure of fish and distribution characteristics of *Phoxinus phoxinus* and *Rhynchocypris kumgangensis* in the Gihwacheon Stream of Namhangan-gang River, Korea. Korean J. Ichthyol., 31: 90-100. <https://doi.org/10.35399/ISK.31.2.4>.
- Jordan, D.S. and H.W. Fowler. 1903. A review of the Cobitidae, or loaches, of the rivers of Japan. Pro. U. S. Nat. Mus., 26: 765-774.
- Jordan, D.S. and C.W. Metz. 1913. A catalog of fishes known from the waters of Korea. Mem. Carnegie Mus., 6: 1-65.
- Kim, C.H., K.E. Hong, J.H. Kim and K.H. Kim. 2006a. Ichthyofauna in Yeongok Stream, Gangneung, Korea. Korean J. Ichthyol., 18: 244-250.
- Kim, C.H., W.O. Lee, K.E. Hong, C.H. Lee and J.H. Kim. 2006b. Ichthyofauna and fish community structure in Namdae Stream, Yangyang, Korea. Korean J. Ichthyol., 18: 112-118.
- Kim, I.S. 1997. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Vol. 37. Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, Korea, 629pp.
- Kim, I.S. 2009. A review of the spined loaches, family Cobitidae (Cypriniformes) in Korea. Korean J. Ichthyol., 21 (Supplement): 7-28.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 467pp.
- Kim, I.S., E.H. Lee and Y.M. Son. 1988. Morphological variation and geographic distribution of two species of *Nemacheilus* loaches (Pisces, Cobitidae) from Korea. Korean J. Zool., 31: 283-294.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.Y. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim, J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 615pp.
- Kim, Y.E., J.G. Myoung, K.H. Han and J.R. Koh. 1996. The fish fauna of Namdae Stream in Kangreung, Korea. J. Korean Fish. Soc., 29: 262-266.
- Ko, M.H., S.J. Moo and I.C. Bang. 2013. Fish community structure and inhabiting status of endangered species in Baebong Stream. Kor. J. Ecol. Environ., 46: 192-204. <https://doi.org/10.11614/KSL.2013.46.2.192>.
- Kottelat, M. 2006. Fishes of Mongolia. A check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature. The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., xi+103pp.
- Kottelat, M. 2012. Conspectus cobitidum, an inventory of the loaches of the world (Teleostei: Cypriniformes: Cobitoidei). Raffles Bull. Zool. Suppl., 26: 1-199.
- Lee, J.H., Y.P. Hong and K.G. An. 2007. Multi-metric index assessments of fish model and comparative analysis of community index with health index in the upstream watershed of southern Han River. Korean J. Limnol., 40: 327-336.
- Lee, K.Y., Y.S. Jang and J.S. Choi. 2006. Fish fauna and inhabitation of legally protected species in the Pyeongchang River. Korean J. Environ. Ecol., 20: 331-339.
- Lee, S.H., H.G. Lee, H.S. Shin and J.K. Choi. 2012. The charac-

- teristics of fish fauna and distribution by habitat type in the Yanghwa Stream of the Namhan River basins. Korean J. Environ. Ecol., 26: 884-891.
- Lee, W.O., M.H. Ko, J.M. Baek, D.H. Kim, H.J. Keon and K.H. Kim. 2010. Characteristics of fish fauna and community structure in Buk Stream of Goseong, Korea. Korean J. Ichthyol., 22: 238-248.
- Linck, H.F. 1790. Versuch einer Eintheilung der Fische nach den Zahnen. Magazin fur das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, Gotha, 6 (art. 3): 28-38.
- Mori, T.K. Uchida. 1934. A revised catalogue of the fishes of Korea. J. Chosen Nat. Hist. Soc., 19: 12-33.
- Myers, G.S. 1949. Salt-tolerance of fresh-water fish groups in relation to zoogeographical problems. Bijdragen Dierkunde, 28: 315-312.
- Nam, M.M., Y.H. Kang, B.S. Choi and H.J. Yang. 2002. Distribution of freshwater fishes in the Gagok and Maeup streams flowing into the East Sea, Korea. Korean J. Ichthyol., 14: 4-27.
- Prokofiev, A.M. 2010. Morphological classification of loaches (Nemacheilinae). J. Ichthyol., 50: 827-913. <https://doi.org/10.1134/S0032945210100012>.
- Uchida, K. 1939. The fishes of Tyosen (Korea). Part I. Nematognathi, Eventognathi. Bull. Fish. Exp. St. Govern-Gen. Tyosen, 6: 1-458.
- Watanabe, K. 1998. Parsimony analysis of the distribution pattern of Japanese primary freshwater fishes, and its application to the distribution of the bagrid catfishes. Ichthyol. Res., 45: 259-270. <https://doi.org/10.1007/BF02673924>.
- Yang, S.Y., H.Y. Lee, H.J. Yang and J.H. Kim. 1991. Systematic study on the fishes of the family Cobitidae (Pisces, Cypriniformes) I. Geographic variation of *Nemacheilus toni*, *Lefua costata*, and *Niwaella multifasciata*. Korean J. Zool., 34: 110-122.
- Yang, Y., H. Chen and Y. Chen. 2019. The complete mitochondrial genome of *Barbatula nuda* and *B. toni* (Teleostei: Nemacheilidae). Mitochondrial DNA B, 4: 2585-2587. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1641435>.
- Youn, C.H. 2002. Fishes of Korea with pictorial key and systematic list. Academy Book, Seoul, Korea, 747pp.
- Yu, J.N., J. Jun, C.E. Lim and S. Kim. 2016. Sequence and organization of the complete mitogenome of a Siberian stone loach, *Barbatula toni* (Dybowsky, 1869) (Cypriniformes: Balitoridae). Mitochondrial DNA A, 27: 1798-1799. <https://doi.org/10.3109/19401736.2014.963818>.