

여수 금오도에서 채집된 줄밀어 *Rhinogobius nagoyae* (망둑어목: 짱둥어과)의 표본에 근거한 첫 형태 기재

한정민 · 이성훈¹ · 한경호*

전남대학교 수산과학과, ¹전남대학교 수산해양산업관광레저융합학과

First Specimen-based Morphological Description of *Rhinogobius nagoyae* (Gobiiformes: Oxudercidae) from Geumodo Island, Yeosu, Korea by ChongMin Han, Sung-Hoon Lee¹ and Kyeong-Ho Han* (Department of Fisheries Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea; ¹Department of Fishery, Marine, Industry, Tourism, and Leisure, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea)

ABSTRACT The genus *Rhinogobius* fishes, collected from a stream in the Geumodo Island of Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea, were identified as *Rhinogobius nagoyae* Jordan and Seale, 1906. The specimen from Geumodo Island exhibited the following morphological characteristics, which were consistent with the original description of *R. nagoyae* and other literatures: I, 7~8 second dorsal fin rays; I, 7~8 anal fin rays; 18~19 pectoral fin rays; 31~36 longitudinal scales; 8~9 transverse scales; first dorsal fin elongate in male, its distal tip reaching to base of second or third branched ray of second dorsal fin in males when adpressed; pectoral fin base with 1~3 crescent-like reddish brown line; abdomen blue when mature; when alive or freshly-collected, cheek with vermiculate reddish brown line; caudal fin 6~7 distinct rows of dark dots; a bow-shaped dark brown blotches at caudal-fin base. Detailed specimen-based descriptions were reported here.

Key words: *Rhinogobius nagoyae*, *Rhinogobius*, taxonomy, Oxudercidae, Geumodo Island, Korea

서 론

밀망둑속(genus *Rhinogobius* Gill, 1859)은 망둑어목(Gobiiformes) 짱둥어과(Oxudercidae)에 속하는 분류군으로 우리나라를 포함한 극동 러시아, 일본, 중국, 대만, 필리핀, 베트남, 라오스, 태국을 포함한 동아시아와 동남아시아 지역에 폭넓게 서식한다(Chen and Miller, 2014; Fricke *et al.*, 2024). 밀망둑속은 *Rhinogobius similis*를 모식종으로 하여 Gill (1859)에 의해 처음으로 제창되었으며, 현재 최소 90종이 알려져 있는 것으로 추정되고, 아직 공식적인 기재가 되지 않은 종도 상당수 존재하는 담수 망둑어류 중에서도 가장 종 풍부도가 높은 속 중 하나로 꼽히며 현재도 계속해서 신종이 보고되고 있다(Suzuki *et al.*, 2015, 2019; Endruweit, 2018; Wang and Chen, 2022).

줄밀어 *Rhinogobius nagoyae* Jordan and Seale, 1906는 Mizuoka (1967)가 ‘밀어 횡반형’으로 처음 제시한 이후 Mizuno *et al.* (1989)이 *Rhinogobius* sp. CB (Cross Band type)이라는 임시명을 제시하였다. Suzuki and Chen (2011)은 *Ctenogobius katonis*의 모식표본의 검토를 기반으로 이를 *Rhinogobius katonis* (Tanaka, 1908)로 보았으나, 의문점을 제기하였고 이후 Akihito *et al.* (2013)에서는 원기재를 기준으로 Jordan and Seale (1906)의 *R. nagoyae*와 일치한다고 보아 *R. katonis*를 신참이명으로 보고 *Rhinogobius* sp. CB에 대하여 *R. nagoyae*라는 학명을 적용한 이후 지금까지 유효한 종으로 분류되고 있다.

국내에서 1945년 이후 국내 학자들에 의해 알려진 밀망둑속 어류는 2~5종 정도이다(Chyung, 1977; Kim *et al.*, 1987, 2005; Kim *et al.*, 1992, 1997; Jeon and Aonuma, 1995; Kim and Yang, 1996; Yoon, 2003; Chae *et al.*, 2019; NBIR, 2023). 이 중 Kim *et al.* (1992)은 국내에서 *R. sp. CB*에 대해 줄밀어라는 명칭을 최초로 사용하였으며, Jeon and Aonuma (1995)는 국내의 밀어

저자 직위: 한정민 (대학원생), 이성훈 (교수), 한경호 (교수)
*Corresponding author: Kyeong-Ho Han Tel: 82-61-659-7163,
Fax: 82-61-659-7169, E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

(*R. brunneus*)를 등황밀어(*R. sp. OR*), 검정밀어(*R. sp. LD*), 무늬밀어(*R. sp. CB*), 파랑밀어(*R. sp. CO*)로 나누어, *R. sp. CB*가 주로 동해와 남해 동부로 유입되는 하천의 하류역에 서식한다고 보고하였다. Kim and Yang (1996)은 형태와 유전적 분석을 통해 국내 밀어(*R. brunneus* complex)를 A, B, C형으로 나누고 각각 밀어(*R. sp. OR*), 줄밀어(*R. sp. CB*), 파랑밀어(*R. sp. CO*)라는 명칭을 사용하였으나, 이후의 문헌들은 이를 반영하지 않고 밀망독속에 대해 갈문망독(*R. giurinus*)과 밀어(*R. brunneus*) 2종만이 서식한다고 제시하고 있다(Yoon, 2003; Kim *et al.*, 2005; NIBR, 2023). Chae *et al.* (2019)은 Kim and Yang (1996)의 연구 결과를 인용하여 국내의 밀어를 밀어, 줄밀어, 파랑밀어의 3종으로 나누고, 최신 학명을 반영하여 각각 *R. brunneus*, *R. nagoyae*, *R. mizunoi*를 적용하였다.

금오도는 전라남도 여수시 남면의 섬으로, 여수시에서는 돌산도에 이어 2번째로 크며 면적은 약 27 km²이다. 섬 전체가 산지로 이루어져 있고 해식애를 이루는 곳이 많으며 하천은 주로 1차 지류가 발전하여 연안 유수로 유입되며 우화리와 두모리에 서만 2차 지류가 발달하여 있고 이곳에 저수지가 위치하고 있다(Park, 1998; You *et al.*, 1998; Lee, 2021). 이 연구에서는 금오도 하천에서 채집된 밀망독속 어류를 Chae *et al.* (2019)에 의하여 ‘줄밀어’로 동정하였으며, 국내에서 최초로 표본 기록에 근거한 형태를 기재하여 추후의 생물자원 보존과 보호 및 분류학적 연구에 활용할 수 있도록 한다.

재료 및 방법

연구에서 사용된 줄밀어는 2023년 11월 11일 전라남도 여수시 남면 금오도 두모리 일원의 두모천 일대에서 족대를 사용하여 채집하였다(Fig. 1). 채집된 개체(n = 7; male = 4, female = 3)는 계수, 계측형질을 파악하기 위해 얼음과 2-Phenoxyethanol (DAEJUNG, Korea)을 사용하여 마취, 안락사시킨 후 Motomura (2009)의 방법에 따라 표본을 제작하였다. 표본의 계측형질은 Hubbs and Langler (1958)와 Suzuki *et al.* (2019)에 따라 Vernier Calipers와 컴퓨터 프로그램 Fiji (Schindelin *et al.*, 2012)를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였으며 각 측정 값은 측정 장, 두장, 미병장에 대한 백분율로 각각 환산하여 나타내었다.

계수형질은 Akihito *et al.* (1984)을 따랐지만, 횡렬린수의 경우 Suzuki *et al.* (2017)에 따라 지느러미 아래쪽의 작은 비늘 역시 1개로 계수하였다. 두부 감각공의 배열과 비늘의 수를 계수할 때에는 에탄올에 Coomassie Brilliant Blue R-250 (FUJIFILM Wako Pure Chemical Co., Japan)을 용해시킨 용액을 사용하여 표본을 일시적으로 염색시킨 후 수중에서 관찰하였으며, 배지느러미 제5연조의 분기 양상이나 제1등지느러미 전방 부분의 비

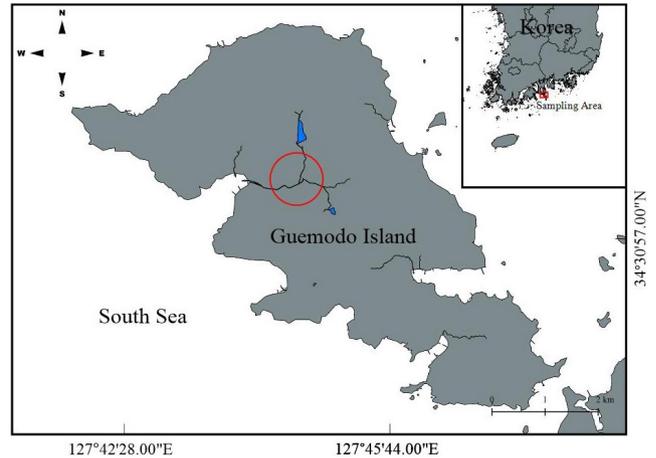


Fig. 1. Map showing the sampling area in Dumocheon stream of Jeollanam-do, Yeosu-si Nam-myeon, Dumo-ri.

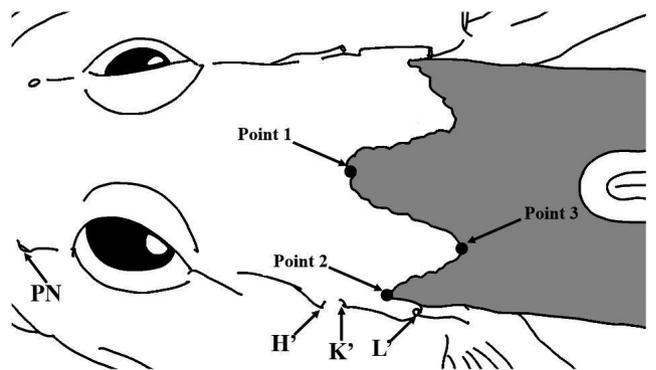


Fig. 2. Predorsal squamation pattern of *Rhinogobius nagoyae* in Guemodo Island, Korea. The squamation region marked as gray color. PN: Posterior nare.

늘 분포 양상(Predorsal squamation)을 관측하기 위해 일부 표본은 Alizarin red S (Showa, Japan)로 염색하였다. 두부 감각공의 명칭은 Akihito *et al.* (1984)을 따랐으며 비늘 배열의 경계면의 각 지점을 van Ojien *et al.* (2011)에 따라 다음과 같이 묘사하였다: 제1번 지점은 가운데 배열의 가장 앞 부분; 제2번 지점은 체측 부분의 가장 앞 부분; 제3번 지점은 만곡된 부분의 가장 깊은 부분(Fig. 2). 체색 명칭의 경우 KS A 0011 (물체색의 색이름)을 따른 공공디자인 색채표준가이드(KATS, 2009)를 따랐다. 추가적인 비교 목적으로 전라남도 여수시 화양면 옥적리 상천 근처 옥적천에서 채집한 밀어(n = 3; male = 2, female = 1) 역시 같은 방법으로 표본을 제작한 후 계수, 계측하였으며, 체색 비교를 위해 일본의 줄밀어 개체의 표본 사진 역시 사용하였으며, 관찰에 사용한 줄밀어와 밀어 표본은 최종적으로 국립호남생물자원관(Honam National Institute of Biological Resources)에 등록, 보관하였다.

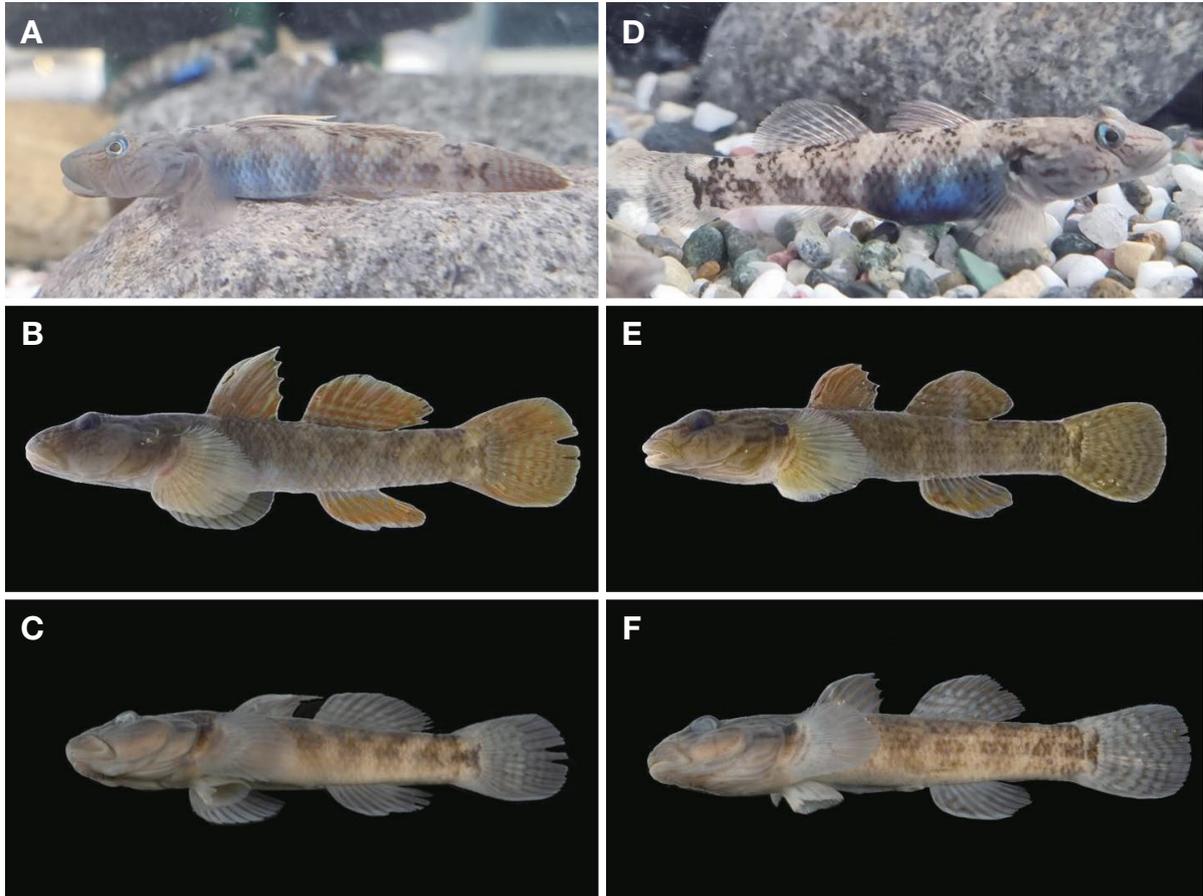


Fig. 3. Photographs of *R. nagoyae* from Geumodo Island, A: Male live in Aquarium; B: HNIBR-P971-6, SL 51.37 mm, freshly preserved; C: After Alcohol preservation. D: Female live in Aquarium; E: HNIBR-P971-4, SL 53.60 mm, freshly preserved. F: After Alcohol preservation (Photographed by C.M. Han).

결 과

Rhinogobius nagoyae Jordan and Seale, 1906

(Korean name: Jul-mil-eo)

(Fig. 3; Table 1)

Rhinogobius nagoyae: Jordan and Seale, 1906: 147, fig. 5 (type locality: Nagoya, Japan).

Ctenogobius katonis Tanaka, 1908: 35 (type locality: Kanazawa, Ishikawa, Japan).

Rhinogobius sp. CB : Mizuno *et al.*, 1989: 586 (All Japan except Hokkaido), Jeon and Aonuma, 1995 (East part to Southeast part of Korea), Kim and Yang, 1996 (Southern Islands of Korea, Wando-gun, Bogil-do Island and East part of Korea), Akihito *et al.*, 2000: 1251 (Aomori to Ryukyu Islands, Korean Peninsula, Taiwan); Akihito *et al.*, 2013: 1455 (Japan, Southern Part of Korea), Chae *et al.*, 2019: (Southern Islands of Korea).

1. 관찰표본

Rhinogobius nagoyae: HNIBR-P971-1 (♂) 전장 67.3 mm (표준체장 54.4 mm); HNIBR-P971-2 (♂), 전장 61.7 mm (표준체장 51.4 mm); HNIBR-P971-3 (♀), 전장 56.6 mm (표준체장 51.4 mm); HNIBR-P971-4 (♀), 전장 53.6 mm (표준체장 44.93 mm); HNIBR-P971-5 (♀), 전장 49.45 mm (표준체장 41.44 mm); HNIBR-P971-6 (♂), 전장 61.53 mm (표준체장 51.37 mm); HNIBR-P971-7 (♂), 전장 48.3 mm (표준체장 38.6 mm), 전라남도 여수시 남면 두모리(34°31'31.1"N 127°44'32.3"E), 2023년 11월 11일, 족대로 채집, 채집자 한정민.

Rhinogobius sp.: HNIBR-P972-1 (♂) 전장 61.3 mm (표준체장 50.3 mm); HNIBR-P972-2 (♀) 전장 56.1 mm (표준체장 46.7 mm); HNIBR-P972-3 (♂) 전장 46.5 mm (표준체장 38.8 mm), 전라남도 여수시 화양면 옥적리(34°43'14.6"N 127°35'35.1"E), 2023년 10월 26일, 족대로 채집, 채집자 한정민.

2. 기재

계수형질은 다음과 같았으며, 해당하는 개체수를 괄호 안에 표기하였다. 제1등지느러미 6극(7); 제2등지느러미 1극 7연조(1) 또는 8연조(6); 뒷지느러미 1극 7연조(2) 또는 8연조(5); 가슴지느러미 18연조(4) 또는 19연조(3), 배지느러미 1극 5연조(7), 꼬리지느러미 분기연조 7+6연조(2) 또는 7+7연조(5); 척추골 10+26=26개; 종렬비늘수 31 (2), 32 (2), 33 (1), 34 (1) 또는 36 개(1); 횡렬비늘수 8개(2) 또는 9개(5); 제1등지느러미 전방비늘수 8개(1), 9개(1), 12개(1), 14개(1), 15개(2), 손상으로 인해 보이지 않는 개체도 1개체 존재하였다.

두부감각공은 전안전감관에는 개공 B', C, D (단일), E, F, H' 가 있고 후안전감관에는 개공 K', L'이 있으며 전새개관에는 개공 M', N, O'가 있다. 이외의 감각 공기의 배열은 Fig. 4에 표시하였다.

계측형질은 Table 1과 같았다. 체측에는 빗비늘이 분포하고, 등지느러미 중간부분부터 주새개골 끝부분을 잇는 선보다 앞쪽은 작은 등근비늘로 덮여 있다. 제1등지느러미 전방의 머리 부분 등쪽의 비늘 배열 양상은 위에서 보았을 때 활 모양을 그리며 감각공과의 관계는 제1번 지점은 개공 K'에 근접하거나 그 너머에 이르며, 제2번 지점은 개공 L'을 넘거나 근접하며, 제3번 지점

은 아가미가 열리는 가장 위쪽 부분에 이르지 못하였다. 배지느러미 앞쪽의 흉부와 가슴지느러미 기부에는 비늘이 없었으며, 복부 측면과 복부 정가운데 부분은 작은 등근비늘로 덮여 있었다.

머리는 약간 크고 약간 편평형이다. 눈은 크고 약간 위쪽에 있으며 주둥이 끝에서 전새개골 끝부분의 중간부분쯤에 있다. 양안 간격은 비교적 넓으며 안경보다 약간 넓다. 볼은 약간 통통하고 입술은 두껍고 통통하며 수컷이 약간 더 크다. 윗입술 앞쪽 끝이 아랫입술 앞쪽 끝보다 약간 앞으로 튀어나와 있으며 입은 약간 비스듬하게 아래를 향하고 있고 입술 뒤쪽 끝은 암수 모두 눈 앞쪽 끝 정도에 이른다. 전비공은 끝 쪽에 육질 돌기가 없이 매끈한 짧은 관상으로 튀어나와 있고 후비공은 등근 구멍으로 되어 있고 전비공보다 눈에 가까운 쪽에 있다. 새막은 협부에 넓게 부착되어 있으며 가슴지느러미 앞부분에는 돌기가 존재하지 않는다. 몸은 길고 원통형이지만 뒤쪽으로 갈수록 측면된다.

개체에 따라 일부 차이는 있지만 지느러미의 경우 제1등지느러미는 수컷의 경우 높이가 기저 길이의 약 1.5배에서 2배에 달할 정도로 긴 오각형 모양으로 일반적으로 제2연조가 가장 길며 끝이 낮 모양으로 휘어 있고 접했을 때 그 끝이 제2등지느러미의 제2, 3연조에 닿는다. 암컷의 경우 높이는 낮고 모양이 오각형 또는 반원형이고 일반적으로 제3연조가 가장 길며 접했을 때 제2등지느러미에 닿아지는 않는다. 제2등지느러미는 수컷은 제1등지느러미보다 높이가 낮지만 암컷은 같거나 높은 경우도 있으며 접했을 때 수컷은 꼬리자루 중간까지, 긴 경우 꼬리지느러미의 위쪽 결합부까지 이르지만 암컷은 이르지 못한다. 가슴지느러미는 등근모양이거나 타원형으로 길이는 제1등지느러미 중간부분을 넘어 끝부분에 닿거나 그보다 길어지는 경우도 있지만 제2등지느러미 기부에는 이르지 못한다. 배지느러미는 가운데에서 하나로 합쳐져 흡반을 형성하며 모양은 아래쪽에서 봤을 때 등근모양이거나 타원형이고 연조는 막으로 둘러싸여 있다. 뒷지느러미는 제2등지느러미의 2~3번 연조 위치에서 시작되며 기부 가장 뒷부분은 제2등지느러미 기부 가장 뒷부분과 비슷한 위치에 있거나 살짝 뒤쪽에 위치한다. 꼬리지느러미는 등근 삼각형 모양 또는 등근 부채꼴이다.

3. 체색

살아 있을 때, 암수 공통적으로 몸이 전체적으로 흐린 황갈색에서 금발색의 갈색 계통으로 녹색빛이 돌기도 하며 배부분은 약간 밝은색이다(Fig. 3A~D). 머리 부분에는 진한 갈색에서 진빨강색의 무늬가 있는데, 포르말린 고정 이후에는 갈색에서 흑갈색이 된다. 위에서 볼 때 주둥이 모양을 따라서 U자형의 선 모양이 하나로 이어지거나 부분부분 끊어진 채 존재하며 이 무늬와 눈 사이에는 여러 개의 구불구불한 선무늬가 존재한다. 위에서 볼 때 이 모양은 전반적으로 번이가 심하며 개체 간에 일정하지 않지만, 일반적으로, 대칭적으로 존재하며, 양안 사이에는

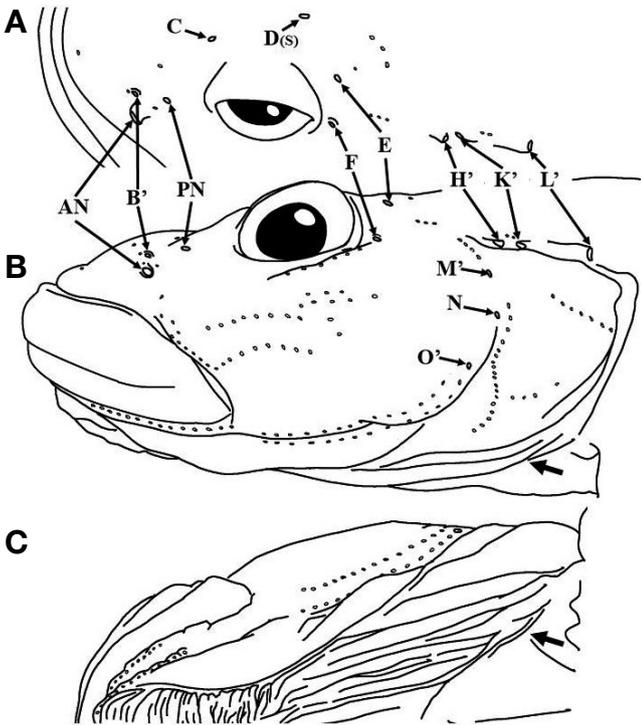


Fig. 4. The cephalic sensory system of *R. nagoyae*, HNIBR-P971-6. A: Dorsal, B: Lateral, C: Ventral views of head. The alphabets indicate the cephalic sensory canal pores. small undescribed circles are sensory papillae. AN: Anterior nare; PN: Posterior nare. Arrows show position where gill membrane is attached to intymus.

Table 1. Measurements for *Rhinogobius nagoyae* from Geumo-do Island

Cat. No	HNIBR-P971-1	HNIBR-P971-2	HNIBR-P971-6	HNIBR-P971-7	HNIBR-P971-3	HNIBR-P971-4	HNIBR-P971-5
Sex	Male	Male	Male	Male	Female	Female	Female
Standard length (mm)	54.4	51.4	51.4	38.6	47.7	44.9	41.4
As % of SL							
Head length	32.9	33.7	31.3	32.1	29.4	29.9	31.6
Predorsal length	41.3	39.7	39.8	41.4	37.6	39.3	39.0
Snout to 2nd dorsal origin	61.8	60.1	61.0	61.7	61.1	58.9	60.4
Snout to anus	62.0	62.9	59.2	59.8	60.0	58.6	58.3
Snout to anal fin origin	64.4	64.8	61.6	63.5	65.5	62.2	61.8
Prepelvic length	33.3	32.9	31.6	29.1	30.1	29.0	30.8
Caudal peduncle length	39.1	39.2	37.6	42.9	38.0	37.8	37.4
Caudal peduncle depth	11.7	12.6	11.2	12.3	12.6	11.3	11.3
1st dorsal fin base	13.6	14.7	14.8	14.7	16.1	13.6	15.9
Length of longest D1 spine*	23.4 (2)	23.6 (2)	20.7 (2)	23.1 (2)	15.7 (3)	12.5 (3)	14.6 (3)
2nd dorsal fin base	16.4	14.6	14.3	17.9	14.8	14.2	13.6
Anal fin base	11.7	12.3	12.7	12.3	12.3	12.1	11.9
Caudal fin length	20.9	22.6	20.7	21.3	19.7	20.0	20.6
Pectoral fin length	26.0	23.8	21.0	21.9	21.2	19.9	22.0
Pelvic fin length	13.0	13.4	13.5	13.2	13.9	12.9	14.8
Body depth of pelvic fin origin	16.9	16.6	16.0	14.0	15.7	15.1	15.7
Body depth of anal fin origin	15.9	15.8	15.0	13.0	14.8	13.7	14.8
Body width of anal fin origin	10.9	12.5	11.4	10.2	10.0	11.7	9.8
Pelvic fin origin to anus	26.9	29.8	28.6	30.2	31.7	29.0	29.8
As % of HL							
Snout length	37.2	37.5	41.8	40.0	37.1	35.4	31.2
Eye diameter	15.3	17.2	19.4	19.8	20.8	19.8	17.5
Postorbital length	44.0	45.6	48.9	48.5	47.8	48.0	47.6
Cheek depth	28.9	30.2	29.2	22.3	24.6	24.9	24.7
Head width in upper gill opening	44.1	44.4	43.2	39.6	50.0	45.6	40.7
Head width in maximum	63.4	63.8	63.6	50.8	67.5	67.8	57.7
Head depth in maximum	40.6	40.2	47.3	40.2	53.8	48.2	44.3
Flesh interorbital width	19.3	24.2	21.5	14.2	25.1	16.2	16.4
Bony interorbital width	7.2	7.2	7.9	5.5	5.5	4.2	3.9
Upper jaw length	41.4	43.3	42.0	38.2	36.1	32.2	31.1
As % of caudal peduncle length							
Caudal peduncle depth	29.9	32.3	29.8	28.6	33.1	29.8	30.4

Abbreviations: SL: Standard Length; D1: first dorsal fin; D2: second Dorsal fin; HL: head length.

*longest D1 spine number in parentheses ().

한 개의 직선 무늬가 있다. 이러한 불규칙한 선무늬는 볼부터 새개, 후두부를 따라 두부 전반적으로 분포하며 새개부의 문양이 비교적 두껍다.

몸통에는 몸 옆부분을 따라서 흑갈색에서 어두운 회갈색 계열의 불규칙한 반문이 있으며 모양은 여러 개의 세로띠 모양, 점 모양, 체스판 모양 등으로 다양하다. 가슴지느러미 기부 위쪽에는 갈색의 큰 점이 존재하는데, 개체에 따라, 특히 수컷에서 명료하지 않은 경우가 있다. 등지느러미 기저에는 몸 등 쪽 정중선

을 따라 흑갈색에서 갈색의 점이 존재하는데, 일반적으로 제 1등지느러미 기저에 1~2개, 제2등지느러미 기저에 2개, 꼬리자루 부분에 2개 정도로 약 5~6개지만 크기와 개수는 개체마다 차이가 있다. 꼬리자루 끝 꼬리지느러미 시작 지점에는 흑갈색에서 갈색의 활모양 문양이 있다. 성숙한 암컷과 수컷은 배가 선명한 파란색을 띠며 수컷의 경우 몸 측면 비늘에 푸른 점무늬가 나타나는 경우가 있다. 또한 비늘 끝부분에서 다음 비늘 기부 부분을 따라 밝은 황갈색 점무늬가 체측에 나타나는 경우가 있으며

수조 사육이나 고정 이후에 훨씬 잘 보이게 된다.

지느러미는 바탕색은 살아 있을 때는 투명하거나 채색과 비슷하지만, 포르말린에 고정된 직후에 관찰 시 밝은 노란 연두색에서 하얀색으로 특히 뒷지느러미가 하얀색이다. 제1등지느러미는 기조를 따라 기조 뒤쪽 막의 절반 정도를 덮는 탁한 적갈색 무늬가 있으며 위쪽 앞부분은 밝은색 무늬가 있으나 불명확한 경우도 있으며, 수컷의 경우 흐린 적갈색으로 광택이 있다. 제2등지느러미에는 3~4줄의 지느러미를 가로지르는 탁한 적갈색 띠가 있으며 맨 마지막 부분은 끝부분 바로 아래쪽의 짙은 갈색 무늬와 합쳐져 있는 경우가 많고 지느러미의 끝부분은 밝은색이다. 가슴지느러미의 기부 부분에는 1~3개의 탁한 적갈색 초승달 무늬가 겹쳐 있으며 기부에서 바깥쪽으로 갈수록 흐려지고 특히 암컷에서 명료하다. 배지느러미는 노란 연두색에서 하얀색으로 특별한 무늬가 없다. 뒷지느러미는 가장 끝부분은 밝은 하얀색이고 그 아래쪽으로 밝은 황갈색의 넓은 띠무늬가 있으며 그 아래에서 1~2줄의 황갈색 띠무늬가 존재한다. 꼬리지느러미에는 6~7줄의 탁한 적갈색 띠가 있으며 꼬리지느러미 끝부분은 밝은 색이고 그 바로 아래에는 탁한 적갈색 띠가 있다.

4. 분포

국내 분포는 금오도를 포함한 동해로 흐르는 소하천과 남해 도서지역(Jeon and Aonuma, 1995; Kim and Yang, 1996; Chae et al., 2019)에 서식하며, 자세한 사항은 고찰에 논하였다. 일본, 류큐 제도, 타이완에도 분포한다(Akihito et al., 2000, 2013).

고찰

밀망독속은 제1등지느러미 5~7극, 제2등지느러미 1극 6~11연조, 뒷지느러미 1극 5~11연조, 가슴지느러미 14~23연조, 배지느러미 1극 5연조, 종렬비늘수 25~44개, 횡렬비늘수 7~16개, 척추골수 25~29개, 몸은 거의 빗비늘로 덮여 있고, 주둥이, 뺨, 새개부에는 비늘이 없는 점, 배지느러미 양쪽이 하나로 융합되어 종에 따라 원형, 타원형 형상을 보이고 그 사이가 막으로 이어져 있는 점으로 다른 속과 구별되는데(Chen and Shao, 1996; Yang et al., 2008; Suzuki et al., 2015, 2017), 이번 연구의 개체들은 제1등지느러미 6극, 제2등지느러미 1극 7~8연조, 뒷지느러미 1극 7~8연조, 가슴지느러미 18~19연조, 배지느러미 1극 5연조, 종렬비늘수 31~36개, 횡렬비늘수 8~9개, 척추골수 26개, 몸이 거의 빗비늘로 덮여 있고 주둥이, 뺨, 새개부에 비늘이 없고 배지느러미가 하나로 융합되어 있는 특징을 나타내어 밀망독속의 특징과 잘 일치하였다.

*Rhinogobius nagoyae*는 일본 Nagoya에서 채집된 몸길이 약 6.47 cm (원문 2.55 in)의 표본을 기반으로 신종으로 발표되었으

며 제1등지느러미 6극, 제2등지느러미 9연조, 뒷지느러미 10연조, 횡렬비늘수 35개, 머리는 체장의 1/3, 뺨과 새개부, 후두부에는 비늘이 없고 입이 크며 주상악골 끝이 눈 앞쪽에 달하고 가슴지느러미 기부에는 2개의 무늬가 있으며, 제1등지느러미 1~4번 극조가 신장되고 사상이며, 몸은 황색이고 옆쪽에 5개의 갈색 줄무늬가 있고 꼬리지느러미에 8개의 갈색 띠가 있는 점 등이 특징으로 제시되어 있다(Jordan and Seals, 1906). 이는 오계수한 것으로 추정되는 제2등지느러미와 뒷지느러미의 1번 연조를 극조로 바꾸어 생각하면 *R. nagoyae*의 모식표본의 기재와 이 연구의 관찰 결과는 계수형질과 계측형질, 채색과 반문 등의 특징이 일부 차이가 있지만 전체적으로 잘 일치하는 것으로 나타났다.

한편 Suzuki and Chen (2011)은 *Ctenogobius katonis*의 완모식표본의 가슴지느러미 기저부와 가슴지느러미 앞부분에 여러 개의 초승달 모양 반문이 있는 점, 꼬리지느러미 전체에 여러 개의 황색 점렬이 있는 점, 배지느러미 중앙선 부근의 복막이 푸른색을 띠는 점과 부모식표본의 뺨에 여러 개의 지렁이 모양 무늬가 있는 점, 꼬리자루 끝부분에 카이젤 수염 모양이 있는 점 등을 들어 *Rhinogobius* sp. CB와 잘 일치한다고 보았으며, 임시로 *R. katonis*라는 학명을 제시하였으나 결과적으로 선취권의 원칙에 따라 *R. nagoyae*의 동종이명이 될 가능성이 높다고 보았고, Akihito et al. (2013)에서는 이를 *R. nagoyae*로 명명하였다. 이번 연구의 개체들은 가슴지느러미 앞부분에 1~3개의 초승달 모양 반문이 있는 점, 꼬리지느러미 전체에 여러 개의 띠무늬가 있는 점, 복부가 푸른색을 띠는 점, 뺨에 불규칙한 줄무늬가 있는 점, 꼬리자루 끝부분에 활 모양 반문이 있는 점에서 Suzuki and Chen (2011)의 연구와 잘 일치하였으며, 이에 따라 본 연구의 개체들을 Kim and Yang (1996)이 *Rhinogobius* sp. CB의 국명으로 제시한 줄밀어라고 호칭하는 것은 타당하다고 생각된다.

금오도의 줄밀어의 감각공은 전안전감관에 개공 B', C, D (단일), E, F, H'가 있고 후안전감관에는 개공 K', L'이 있으며 전새개관에는 개공 M', N, O'가 존재하였는데, 이는 Suzuki and Chen (2011)이 밝힌 *Ctenogobius katonis*의 완모식표본이 우측 전새개관에 M'와 O'만 가지고 좌측에만 M', N, O'가 있는 것과 차이를 보였으나 다른 개체에서는 양쪽 모두 3개가 존재하는 개체가 있는 것으로 보아 개체 간의 일부 차이가 있는 것으로 보이며, 감각 공기의 배열 역시 일부 차이를 보이거나 전체적으로 유사하게 나타났다. 한편 과거에 보고된 정확히 어떤 형인지 구분되지 않는 밀어 역시 같은 감각공 배열을 보였는데(Kim et al., 1987), Akihito et al. (1993) 역시 *R. nagoyae*를 포함한 여러 일본산 밀망독속 어류의 감각공 배열을 하나의 그림으로 묘사한 것으로 보아 이러한 감각공 배열에서 큰 차이는 존재하지 않는 것으로 보인다.

제1등지느러미 앞부분 비늘의 분포 양상과 감각공 H', K', L'과의 관계를 여수 지역에서 채집된 밀어와 완모식표본을 통해

Table 2. Morphological comparison of anterior terminal pore and extension of pattern of predorsal squamation for *R. nagoyae* from Geumodo Island, Korea and Other *Rhinogobius* species.

Species	Pore B'	Point 1	Point 2	Point 3	Reference
<i>R. nagoyae</i> (Geumodo Is.)	in front of AN to above AN	close to pore K' to beyond pore K'	extending beyond pore L' to close to pore L'	Not reaching to vertical through upper end of gill-opening	This study
<i>Rhinogobius</i> sp. (Yeosu)	slightly behind AN	very behind of L'	behind of pore L'	Not reaching to vertical through upper end of gill-opening	
<i>R. nagoyae</i> (Nagasaki)	in front of AN	close to pore K' to beyond pore K'	extending beyond pore L'	Not reaching to vertical through upper end of gill-opening	van Ojien <i>et al.</i> , 2011
<i>R. brunneus</i> (Nagasaki)	slightly behind AN	close pore K' to vertical between pore K'	slightly beyond pore L'	Extending slightly beyond vertical through upper end of gill-opening	
<i>R. sp. OR</i> (Nagasaki)	slightly behind AN	reaching between pores K' and L'	slightly beyond pore L'	Not reaching to vertical through upper end of gill-opening	
<i>R. mizunoi</i> (Shizuoka)	in front of AN	beyond pore H'	beyond pore H'	beyond pore H'	Suzuki <i>et al.</i> , 2017

재기재된 *R. brunneus*, 일본 Nagasaki 지역의 *R. nagoyae*, Jeon and Aonuma (1995)에 의해 국내에 서식하는 것으로 알려진 *R. sp. OR*의 Nagasaki 개체군과, *R. sp. CO*로 알려졌다가 2017년 신종으로 기재된 *R. mizunoi*의 기재논문인 Suzuki *et al.* (2017)과 비교한 결과, 금오도에서 채집된 줄밀어 개체들은 약간의 차이는 있지만 *R. nagoyae*의 비늘 분포 양상과 일치하였으며 여수의 밀어와는 물론 일본의 다른 밀망독속 어류와는 차이를 보였다 (Table 2). 또한 채색과 반문에 있어서도 금오도의 줄밀어는 일본의 *R. nagoyae*와 가슴지느러미 기부의 초승달 무늬, 복막의 색깔, 뺨의 문양, 꼬리지느러미 기부의 문양과 같이 Suzuki and Chen (2011)이 제시한 각종 특징이 잘 일치하였으며, 상대적으로 한반도와 가까운 Fukuoka 지역과 상대적으로 모식산지인 Nagoya에 가까운 Wakayama의 *R. nagoyae*와도 잘 일치하였다 (Figs. 3, 5A, B, D, E).

한편 금오도의 줄밀어는 여수 화양면에서 채집된 밀어 (Fig. 5C, F)와 뺨의 무늬 (줄밀어: 불규칙한 선 문양 vs 밀어: 작은 점, 또는 없음), 수컷의 제1등지느러미 길이 (줄밀어: 눌혔을 때 제2등지느러미의 2~3번 연조 vs 밀어: 눌혔을 때 제2등지느러미의 5번 연조), 제2등지느러미와 뒷지느러미, 꼬리지느러미의 줄무늬 (줄밀어: 전체적으로 줄무늬가 선명함 vs 밀어: 전체적으로 불명확, 특히 수컷에서 불명확함), 수컷 꼬리자루와 꼬리지느러미 기부의 채색과 문양 (줄밀어: 꼬리자루 끝부분의 활 모양 무늬가 선명하고 채색과 크게 다르지 않음 vs 밀어: 꼬리자루 끝부분의 무늬가 불명확하고 꼬리지느러미 기부가 주황색을 띠) 등에서 차

이를 보여 이 둘은 다른 종으로 추정되며, 특히 여수 지역 밀어는 재기재된 *R. brunneus*와도 여러 형질에서 차이를 보였으며 국내 다른 지역의 밀어 역시 *R. brunneus*와는 차이를 보여 (Jeon and Aonuma, 1995; van Ojien *et al.*, 2011), 이에 따라 국내 전반적인 밀망독속 어류의 재검토가 필요할 것으로 생각된다.

Chae *et al.* (2019)은 줄밀어의 서식 지역을 우리나라 남해안의 섬과 남해로 유입되는 소하천이라고 서술하였는데, 이번 조사에서 여수 화양면에서는 밀어는 발견되었으나, 줄밀어는 발견되지 않았고, 금오도에서는 줄밀어만이 발견되었다. 이에 따라 금오도 지역에서 Chae and Yoon (2007), Joo *et al.* (2009)에 의해 보고된 *R. brunneus*는 전부 줄밀어일 것으로 추정된다. 이러한 줄밀어의 국내 분포는 Jeon and Aonuma (1995)와 Kim and Yang (1996)에서는 국내 동해로 흐르는 소하천과 남해의 도서지역이라고 하여 Chae *et al.* (2019)과는 차이를 보였는데 실제로 자연관찰 플랫폼 네이처링에 업로드된 전국에서 채집된 줄밀어의 사진에 근거하면 (Sung, 2024) 줄밀어의 분포는 강원도 소하천에서부터 서부로는 완도까지 확인되는 것으로 보인다.

한국과 가까운 일본 규슈 지역과 한국 경상남도 지역의 줄밀어는 약 6만 년 전에 분기된 것으로 추정되는데 (Aonuma *et al.*, 1996), 금오도의 지리적 역사는 최초로 추산할 수 있는 70만 년 전에는 섬으로 격리되어 있었다가, 이후 몇 번의 간빙기와 빙기를 거쳐 최종 빙기의 7만 년~1만 년 동안에 육속과 격리를 반복하다 최종적으로 약 1만 년 전에 현재와 같은 섬으로 격리되었다 (Chang, 1994). 금오도의 줄밀어는 금오도가 육속되었을 시기에

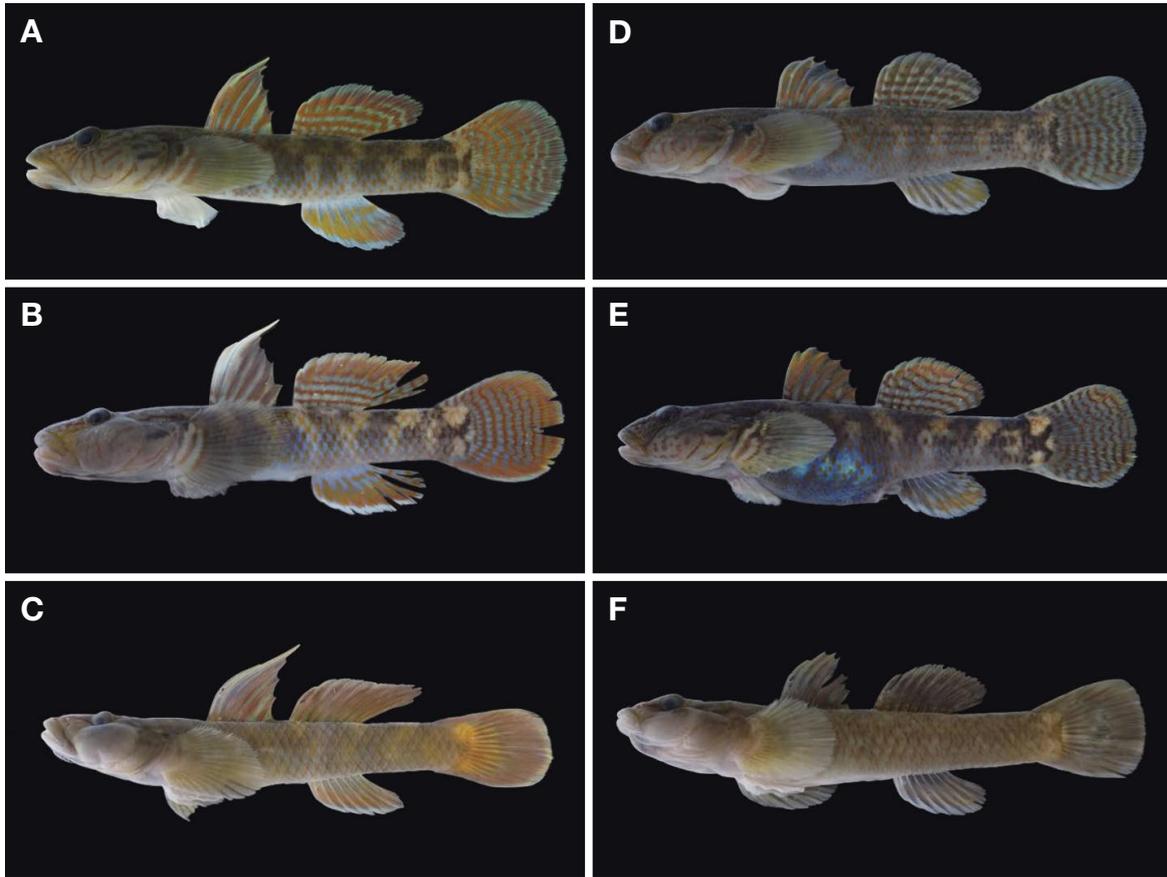


Fig. 5. Freshly-collected specimen photograph of *Rhinogobius* species. A. male *R. nagoyae* SKYC 01714, SL. 46.0 mm Hirokawa river, Wakayama Prefecture, Japan; B. male *R. nagoyae*, Fukuyoshigawa River, Fukuoka Prefecture, Japan; C. male *R. sp.* HNIBR-P972-1, SL 50.3 mm, Okjeokcheon stream, Yeosu-si, Jeollanamdo, Korea; D. female *R. nagoyae*, SL 48.9 mm Kawatanagawa River, Nagasaki Prefecture, Japan; E. female *R. nagoyae*, Fukayoshi River, Fukuoka Prefecture, Japan; F. female *Rhinogobius* sp. HNIBR-P972-2, SL 56.07 mm, Okjeokcheon stream, Yeosu-si, Jeollanamdo, Korea (A, D. Photographed by S. Kunimatsu; B, F. by Y. Hibino; C, F. by C.M. Han).

유입되기 시작하여 간빙기와 빙하기에 걸쳐 격리와 육속을 반복하는 환경 변화에 적응하여 정착한 것으로 추정되며, 더 정확한 추측을 위해서는 DNA를 이용한 분기연대 추정과 타 지역 개체와의 유전적 비교가 필요할 것으로 생각된다.

양 무늬가 있는 점 등이 *R. nagoyae*의 원기재 및 여러 문헌과 잘 일치하였다.

요 약

전라남도 여수시 금오도 두모리 하천에서 채집한 밀망독속 어류가 줄밀어 *Rhinogobius nagoyae*로 동정되었다. 금오도의 줄밀어는 제2등지느러미 1극 7~8연조, 뒷지느러미 1극 7~8연조, 가슴지느러미 18~19연조, 종렬비늘수 31~36개, 횡렬비늘수 8~9개, 수컷의 제1등지느러미는 신장되고 눌혔을 때 그 끝이 제2등지느러미의 2~3연조에 달하고, 살아 있을 때 뺨에 불규칙한 줄 무늬가 있으며, 가슴지느러미 기부에 1~3개의 초승달 무늬가 있고, 성숙한 개체의 복부가 파란색을 띠고, 꼬리자루 기부의 활 모

사 사

어류 채집에 도움을 주신 김한일(국립수산과학원 아열대수산연구소), 이원주(전남대학교 수산과학과), 진위범, 손혁진, 정지환, 조광진(전남대학교 양식생물학과), 밀망독속 어류의 분포와 관련하여 네이처링을 통해 사진과 채집 위치를 제공해주신 성무성(물들이연구소) 대표에게 감사드립니다. 그리고 일본의 줄밀어 사진과 문헌자료, 그리고 소중한 의견을 제공해주신 S. Kunimatsu (Japan Fisheries Research and Education Agency, Fisheries Stock Assessment Center, Nagasaki Station), Fukuoka의 표본 사진을 제공해주신 Y. Hibino 박사(Kitakyushu Museum of Natural History and Human History)에게 감사의 말씀 드립니다.

니다. 마지막으로 논문을 주의 깊게 심사하여 주신 두 분의 심사 위원과 편집위원께도 감사의 말씀을 드립니다.

REFERENCES

- Akihito Prince, M. Hayashi, T. Yoshino, K. Shimada, H. Senou and T. Yamamoto. 1984. Suborder Gobioidae. In: Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino (eds.), The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo, Japan, pp. 236-289, pls. 235-258, 353-355.
- Akihito, A. Iwata, K. Sakamoto and Y. Ikeda. 1993. Suborder Gobioidae. In: Nakabo, T. (ed.), Fishes of Japan with pictorial keys to the species, first edition. Tokai University Press, Tokyo, pp. 1055-1056.
- Akihito, K. Sakamoto, Y. Ikeda and A. Iwata. 2000. Suborder Gobioidae. In: Nakabo, T. (ed.), Fishes of Japan with pectoral keys to the species, second edition. Tokai University Press, Tokyo, Japan, pp. 1139-1310.
- Akihito, K. Sakamoto, Y. Ikeda and M. Aizawa. 2013. Gobioidae. In: Nakabo, T. (ed.), Fishes of Japan with pictorial keys to the species, 3rd edition. Tokai University Press, Kanagawa, Japan, pp. 1347-1608, 2109-2211.
- Aonuma, Y., T. Asahida, T. Kobayashi, S.R. Jeon, H. Ida and K. Haya-shizaki. 1996. Geographic variation in mtDNA of *Rhinogobius* sp. (the Cross band species), with special reference its Zoogeographical Implications. Biol. Mag. Okinawa., 34: 43-50.
- Chae, B.S. and H.N. Yoon. 2007. Freshwater fish fauna of the Yeosu peninsula and Geumo Islands, Korea. Korean J. Ichthyol., 19: 225-235.
- Chae, B.S., H.B. Song, J.Y. Park, G.H. Jo and I.S. Kim. 2019. A field guide to the freshwater fishes of Korea. LG Evergreen Foundation, Seoul, Korea, 335pp.
- Chang, H. 1994. Landforms of the Kumo Districtm, Dadohae Hae-sang National Park. The Report of the KACN, 32: 53-68.
- Chen, I.S. and K.T. Shao. 1996. A taxonomic review of the gobiid fish genus *Rhinogobius* Gill, 1859, from Taiwan, with description of three new species. Zool. Stud., 35: 200-214.
- Chen, I.S. and P.J. Miller. 2014. A new freshwater goby of *Rhinogobius* (Teleostei: Gobiidae) from Hainan Island, southern China. J. Mar. Sci. Tech.-Taiw., 21, Suppl.: 124-129.
- Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, 727pp.
- Endruweit, M. 2018. Neotype designation for *Rhinogobius carpenteri* Seale 1910, and its placement in *Tukugobius* Herre 1927 (Teleostei: Gobiidae). Zootaxa, 4277: 549-560. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.4277.4.5>.
- Fricke, R., W.N. Eschmeyer and R. Van der Laan (eds). 2024. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Electronic version accessed 24/Jul/2024.
- Gill, T.N. 1859. Notes on a collection of Japanese fishes, made by Dr. J. Morrow. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 11: 144-150.
- Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1958. Fishes of the Great Lakes Region. Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, Michigan, U.S.A, vii + 213pp., 44 pls.
- Jeon, S.R. and Y. Aonuma. 1995. Studies on the key and distribution of the genus *Rhinogobius* (Pisces: Gobiidae) from Korea. J. Natural Sci., Sang Myung Women's University, 2: 1-32.
- Joo, H.S., J. Kim, S.H. Kim, S.D. Lee, H.C. Song, Y.T. Lee, C.H. Yoon and W.B. Lee. 2009. Freshwater fish fauna of Geumdo in Yeosu. Chonnam Nat'l. Univ., 9: 117-124.
- Jordan, D.S. and A. Seale, 1906. Descriptions of six new species of fishes from Japan. Proc. U. S. Natl. Mus., 30: 143-148.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Press Co., Seoul, Korea, 512pp.
- Kim, I.S., Y.J. Lee and Y.U. Kim. 1987. A taxonomic revision of the subfamily Gobiinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 20: 529-542.
- Kim, J.B. and S.Y. Yang. 1996. Systematic studies on the freshwater goby, *Rhinogobius* species (Perciformes, Gobiidae): II. Geographic distribution and taxonomic status of three color types in the *Rhinogobius brunneus* complex from South Korea. Animal Syst., Evolution Divers., 12: 331-347.
- Kim, J.B., J.H. Kim and S.Y. Yang. 1997. Systematic Studies on the Freshwater Goby, *Rhinogobius* Species (Perciformes, Gobiidae) III. Geographic Variation and Subspecific Differentiation in *Rhinogobius giurinus*, with a Comment on Genetic Relationships among Four Species of the Genus *Rhinogobius* in Korea. Korean J. Biol. Sci., 1: 529-534.
- Kim, J.B., S.Y. Yang and H.J. Son. 1992. The taxonomic study on the freshwater goby (*Rhinogobius brunneus*, Family Gobiidae) in Korea. Bull. I.B.S. Inha Univ., 13: 49-61.
- Korean Agency for Technology and Standards (KATS). 2009. Color Standard Guide for Public Design. Korean Agency for Technology and Standards, Eumseong, Korea, 59pp.
- Lee, J.E. 2021. Island of Korea - Yeosu · Gwangyang, Yieodo Publishing, Mokpo, Korea, 270pp.
- Mizuno, N., K. Tsuji, T. Suzuki and T. Koshikawa. 1989. 'Yoshinobori' genus *Rhinogobius* In: Kawanabe, H. and N. Mizuno (eds.), Freshwater fishes of Japan, Yama-Kei Publishing Company Ltd, Tokyo, Japan, pp. 584-603.
- Mizuoka, S. 1967. Studies on fluvial variations in the gobioid fish. "yoshinobori" IV. Distributions and variations in color pattern and pectoral fin ray numbers. Bull. Fac. Educ. Hiroshima Univ. 3: 43-52.
- Motomura, H. (ed.). 2009. Fish collection building and procedures manual. Kagoshima University Museum, Kagoshima, Japan, 70pp.
- National Institute of Biological Resources (NIBR). 2023. National List of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea. <https://kbr.go.kr>. accessed 24/Jul/2024.
- Park, S.P. 1998. The Land forms of Kum-O island. J. Korean Isl., 9: 123-138.

- Schindelin, J., I. Arganda-Carreras, E. Frise, V. Kaynig, M. Longair, T. Pietzsch, S. Preibisch, C. Rueden, S. Saalfeld, B. Schmid, J.Y. Tinevez, D.J. White, V. Hartenstein, K. Eliceiri, P. Tomancak and A. Cardona. 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat. Methods.*, 9: 676-682. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>.
- Sung, M.S. 2024. Naturering observation report. <https://www.naturing.net/u/2540>. accessed 29/Jul/2024.
- Suzuki, T. and I.S. Chen. 2011. Redescriptions of three species of genus *Rhinogobius* (Perciformes, Gobiidae) described by Dr. Shigeo Tanaka. *Bull. Osaka Mus. Nat. Hist.*, 65: 9-24.
- Suzuki, T., K. Shibukawa and M. Aizawa. 2017. *Rhinogobius mizunoi*, A New Species of Freshwater Goby (Teleostei: Gobiidae) from Japan. *Bull. Kanagawa Prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, 46: 79-95.
- Suzuki, T., K. Shibukawa, H. Senou and I.-S. Chen. 2015. Redescription of *Rhinogobius similis* Gill 1859 (Gobiidae: Gobionelinae), the type species of the genus *Rhinogobius* Gill 1859, with designation of the neotype. *Ichthyol. Res.*, 63: 227-238. <https://doi.org/10.1007/s10228-015-0494-3>.
- Suzuki, T., S. Kimura and K. Shibukawa. 2019. Two new lentic, dwarf species of *Rhinogobius* Gill, 1859 (Gobiidae) from Japan. *Bull. Kanagawa Prefect. Mus. Nat. Sci.*, 48: 21-36.
- Tanaka, S., 1908. Descriptions of eight new species of fishes from Japan. *Annot. Zool. Jpn.*, 7: 27-47.
- van Oijen, M.J.P., T. Suzuki and I.S. Chen, 2011. On the earliest published species of *Rhinogobius*, with a redescription of *Gobius brunneus* Temminck & Schlegel, 1845. *J. Natl. Taiwan Mus.*, 64: 1-17.
- Wang, S.C. and I.S. Chen. 2022. A new freshwater goby, *Rhinogobius lianchengensis* (Teleostei: Gobiidae) from the Minjiang River basin, Fujian Province, China. *Zootaxa*, 5189: 45-56. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.5189.1.7>.
- Yang, J.Q., H.L. Wu and I.S. Chen. 2008. A new species of *Rhinogobius* (Teleostei: Gobiidae) from the Feiyunjiang Basin in Zhejiang Province, China. *Ichthyol. Res.*, 55: 379-385.
- Yoon, C.H. 2003. Fishes of Korea with pictorial key and systematic list. Academy Book, Seoul, Korea, 747pp.
- You, H.S., S.O. Ryu and K.A. You. 1998. Geomorphology, Geology and Coastal Environment of Kum-O island, Yeosu. *J. Korean Isl.*, 9: 111-121.