

한국 제주도에서 채집된 촉수과(Mullidae) 어류 1첫기록종, *Upeneus subvittatus*

최시원 · 명세훈* · 이정훈 · 김정년

국립수산과학원 수산자원연구센터

First Record of Goatfish *Upeneus subvittatus* (Pisces: Mullidae) from Jeju Island, Korea

Si-Won Choi, Se Hun Myoung*, Jeong-Hoon Lee and Jung Nyun Kim

Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea

On November 9, 2022, a goatfish (Mullidae) that had not been previously reported in Korea was collected during offshore fisheries resources research near Jeju Island. Based on the morphological identification, this goatfish was identified as the genus *Upeneus* owing to the presence of palatine teeth and vomerine teeth, as well as the proximal part of anterior part of second dorsal fin. Additionally, through molecular identification, the previously unreported goatfish was identified as *U. subvittatus* with a 99.8% match in the mtDNA COI region. Goatfish *U. subvittatus* has no patterns on its body and dark bands on both the lower and upper caudal fins, making it well distinguishable from the four species of genus *Upeneus* reported in Korea. *U. vittatus*, reported in Japan, showed morphological differences from *U. subvittatus* in that the dark band on the lower lobe of the caudal fin was wider, and longitudinal stripes were present on the body. Based on the morphological characteristics of *U. subvittatus*, we suggest a new Korean name, “Jul-mu-nui-kko-li-chog-su”.

Keywords: First record, Mullidae, Goatfish, *Upeneus subvittatus*, Korea

서 론

촉수과 어류의 체형은 측편형이며 두개의 등지느러미를 가지고 아래턱 끝에 한 쌍의 수염을 가지는 것이 특징이다(Nakabo, 2013; Nelson et al., 2016). 촉수과 어류가 가진 한 쌍의 수염은 섭식활동 시 각각 독립적으로 움직이며 수 많은 감각기관을 가지고 먹이감을 탐지하는데 사용한다. 섭식활동을 하지 않을 시, 수염은 아가미덮개 안 쪽에 위치한다(Sato, 1937; Gosline, 1984). 촉수과 어류는 니질 또는 사질의 바닥 및 바위지역에 서식하며 온대, 아열대 및 열대해역에 넓게 분포한다(Kim et al., 2005). 이 과는 농어목에 속하고 현재까지 6속(*Mullus*, *Mulloidichthys*, *Pseudupeneus*, *Parupeneus*, *Upeneus*, *Upeneichthys*) 104종이 보고되었으며 한국에는 2속(*Parupeneus*, *Upeneus*) 11종이 보고되었다(Golani and Galil, 1991; MABIK, 2023; Fricke et al., 2024). 이 중 노랑촉수속(*Upeneus*)은

Cuvier (1829)에 의해 밝혀졌으며 모식종은 *Upeneus vittatus* (Forsskål, 1775)이다. 또한 최근까지 신종이 보고되면서 전세계적으로 총 47종으로 알려져 있고 촉수과 중에서도 가장 많은 종이 포함되어 있다(Uiblein and Maclaine, 2021; Fricke et al., 2024). 이 속은 한국에 4종[노랑촉수(*Upeneus japonicus*; Houttuyn, 1782), 노랑줄촉수(*Upeneus moluccensis*; Bleeker, 1855), 먹줄촉수(*Upeneus sulphureus*; Cuvier, 1829), 검은 줄촉수(*Upeneus tragula*; Richardson, 1846)]이 보고되어 있으며 일본에는 한국에 기록되어 있는 4종을 포함한 10종이 보고되어 있다(Bandai et al., 2018; MABIK, 2023). 노랑촉수속은 구개골치(palatine teeth)와 서골치(vomerine teeth)를 가지고 두 번째 등지느러미 앞쪽의 근위부에 작은 비늘이 존재하여 촉수과 내 다른 속들과 구분된다(Uiblein and Heemstra, 2010; Nakabo, 2013). 또한 Uiblein and Heemstra (2010)은 노랑촉수속 26종을 등지느러미 극조, 새파, 가슴지느러미 연조 등의 계

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 650. 2241 Fax: +82. 55. 650. 2206

E-mail address: shmyoung@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2024.0169>

Korean J Fish Aquat Sci 57(2), 169-176, April 2024

Received 5 February 2024; Revised 19 February 2024; Accepted 6 March 2024

저자 직위: 최시원(연구원), 명세훈(연구사), 이정훈(연구관), 김정년(연구관)

수형질과 꼬리지느러미 상엽과 하엽의 줄무늬를 근거로 4개의 종 복합체(*japonicus*, *tragula*, *moluccensis*, *vittatus* groups)로 나누었다. 하지만 이후 추가적으로 노랑촉수속 신종이 보고되었고(Uiblein et al., 2016, 2019; Uiblein and Motomura, 2021; Fricke et al., 2024), Uiblein and Maclaine (2021)은 이전 연구들을 종합하여 여러 형태형질과 분자적 접근을 통해 전세계에 보고된 모든 노랑촉수속 종들을 7개의 종 복합체(*pori*, *japonicus*, *margarethae*, *moluccensis*, *stenopsis*, *suahelicus*, *tragula* groups)로 세분화하였다.

본 연구는 2022년 11월 3일부터 14일까지 우리나라 배타적 경제수역(exclusive economic zone, EEZ)에서 수행된 국립수산과학원 근해어업자원조사의 저층트롤로 현재까지 국내에 보고된 적이 없는 노랑촉수속 미기록종을 채집하여 형태를 상세히 기재하여 새로운 국명을 부여하고자 한다.

재료 및 방법

채집

노랑촉수속 어류 1개체는 2022년 11월 9일 국립수산과학원 수산과학조사선(탐구23호, 1,679톤)의 저층트롤을 이용하여 제주도 남부 해역에서 채집되었다(Fig. 1). 채집된 개체는 현장에서 Nakabo (2013)를 참고하여 형태분석을 통해 동정되었고 추후 분자분석을 위해 어체의 오른쪽 미병부의 근육조직 일부를 99% 에탄올에 넣어 보존하였다. 연구소로 운반된 어체는 15% 포르말린에 1주일간 고정하였고 3일간의 수세과정을 거친 후 70% 에탄올에 보존하였다. 본 종의 표본은 국립수산과학원 수산자원연구센터(National Institute of Fisheries Science, Fisheries Resources Research Center, NIFS_FRRC)에 등록 및 보관하였다.

형태분석

형태분석을 위한 계수 및 계측은 Nakabo (2013), Uiblein and Heemstra (2010), Uiblein and Mcgrouter (2012)을 참고하였다. 8개의 계수형질과 22개의 계측형질을 분석하였다. 계측형질의 경우, vernier calipers를 이용하여 0.1 mm 단위까지 측정하였으며, 측정값은 체장에 대한 비율값(%)으로 환산하여 나타냈다. 척추골은 어류의 측면을 X-ray 장비(SVC-2002; Softex, Tokyo, Japan)로 촬영하여, 촬영된 사진을 통해 계수하였다.

분자분석

Total DNA는 어체의 근육조직으로부터 GeneAll Exgene™ Clinic SV DNA extraction kit (GeneAll, Seoul, Korea)를 사용하여 추출하였다. 분자분석을 위해 total DNA로부터 mitochondrial DNA (mtDNA) cytochrome oxidase subunit I (COI)영역을 증폭시켰으며, PCR (polymerase chain reaction)을 위해 Ward et al. (2005)의 VF2 (5'-TCA ACC AAC CAC

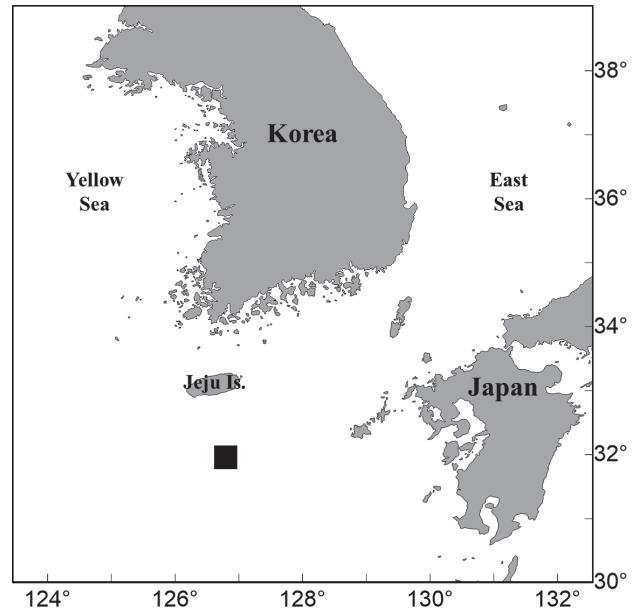


Fig. 1. Map showing the sampling area of goatfish *Upeneus subvittatus* from Korea.

AAA GAC ATT GGC AC-3')와 FishR2 (5'-ACT TCA GGG TGA CCG AAG AAT CAG AA-3') primer를 사용하였다. PCR은 AccuPower® PCR Premix에 total DNA 4 μ L를 첨가한 후, 총 20 μ L가 될 때까지 3차 증류수를 넣고 Thermal cycler (C1000™; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 다음과 같은 조건에서 PCR을 수행하였다[Initial denaturation 95°C, 5 min; PCR reaction 37 cycle (denaturation 94°C, 30 sec; annealing 52°C, 30 sec; extension 72°C, 1 min); final extension 72°C, 7 min]. 염기서열은 ABI 3730XL DNA Analyzer (Applied Biosystems Inc., Foster City, CA, USA)에서 ABI Bigdyeterminator cycle sequencing ready reaction Kit v 3.1을 이용하여 다음과 같은 조건으로 cycle sequencing을 통해 얻었다. 얻어진 염기서열은 National Center for Biotechnology Information (NCBI)에 등록하였고(NIFS_FRRC_1, OR816057), 염기서열비교를 위해 NCBI에 등록된 노랑촉수속 어류 12종, 촉수속(*Parupeneus*) 어류 1종, 외집단(남방돛양태) 1종(*Upeneus vittatus*, OQ385541; *Upeneus sulphureus*, NC063690; *Upeneus supravittatus*, KR057899; *Upeneus suahelicus*, KP293726; *Upeneus mascareinsis*, KC147807; *Upeneus subvittatus*, OQ386976; *Upeneus moluccensis*, OQ387766; *Upeneus tragula*, NC061030; *Upeneus pori*, ON182865; *Upeneus japonicus*, OP178600; *Upeneus margarethae*, OL410158; *Parupeneus indicus*, OQ387264; *Bathycallionymus kaianus*, EF607336)과 함께 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 clustal W (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬하였다. 정확정을 위한 유전거리는 MEGA 6 프로그램(Tamura et al., 2013)

을 이용하여 kimura-2-parameter model (Kimura, 1980)로 계산하였다. 또한 선행연구와의 비교를 위해 최대우사분석 계통수[maximum likelihood (ML) tree]를 bootstrap 1,000번을 거쳐 작성하였다. Akaike information criterion (AIC)를 기반으로 한 J model test (Posada, 2008)을 이용하여 염기조성 및 뉴클레오타이드 치환 모델을 추정하였다. Distribution with a shape parameter는 0.1460으로 값을 입력하였고 base frequencies는 다음과 같았으며(A, 0.2564; C, 0.2905; G, 0.1529; T, 0.3003), 최적 진화 모델은 HKY+G 모델(Hasegawa et al., 1985)로 추정되었다.

결 과

Upeneus subvittatus (Temminck and Schlegel, 1843) (Table 1; Fig. 2)

(New Korean name: 줄무늬꼬리촉수)

Mullus subvittatus Temminck and Schlegel, 1843: 30 (type locality: Japan)

Upeneus subvittatus: Masuda et al., 1984: 370 (Japan); Alien et al., 2000: 622 (South China sea); Nakabo, 2002: 872 (Japan); Uiblein and Heemstra, 2010: 64 (Indonesia, Philippines); Uiblein and Mcgrouter, 2012: 69 (Indonesia, Philippines); Nakabo, 2013: 976 (Japan); Motomura et al., 2017: 163 (Philippines); Bemis et al., 2023: 7 (Philippines).

관찰 표본

표본번호 NIFS_FRRC_1, 전장 146.9 mm, 제주특별자치도 남부해역(32°25'21"N, 126°75'10"E), 수심 111.3 m, 저층수온 17.3°C, 저층트롤, 2022년 11월 9일, 최시원.

형태 기재

노랑촉수속 어류 1개체의 계수 및 계측값은 Table 1에 나타났다. 몸은 길고 체형은 비교적 두꺼운 측편형으로 방추형에 가깝고 두부에서 미부로 갈수록 폭이 좁아지며 체고도 미병부로 갈수록 낮아진다(Fig. 2). 머리의 정중선은 매끄러운 곡선이며 돌출된 주둥이를 가진다. 위턱은 아래턱보다 돌출되어 있고 아래턱 하단에 한 쌍의 수염이 존재한다. 한 쌍의 수염의 끝부분은 전새개부 후단에 닿는다. 양턱에는 작은 이빨들이 불규칙하게 여러 열을 이루며 줄지어 있고 구개골과 서골에 이빨이 존재한다. 주상악골 후단은 눈의 중앙 아래에 도달한다. 큰 눈은 머리의 등쪽 정중선에 가까이 위치한다. 몸은 탈락되기 쉬운 빛비늘로 덮여 있다. 등지느러미는 두개로 나뉘어 있고 첫번째 등지느러미는 극조로 이루어져 있으며 두번째 등지느러미는 모두 연조로 이루어져 있다. 첫번째 등지느러미의 첫번째 극조는 매우 짧으며 두번째 등지느러미와 뒷지느러미의 마지막 연조는 분리 연조이다. 두번째 등지느러미와 뒷지느러미는 대칭으로 위치



Fig. 2. Goatfish *Upeneus subvittatus*, NIFS_FRRC_1 (122.5 mm SL), Jeju Island, Korea, 9 November 2022. A, Immersion specimen; B, Fresh specimen; NIFS, National Institute of Fisheries Sciences; SL, Standard length.

하고 배지느러미는 첫번째 등지느러미보다 앞에 위치한다. 가슴지느러미의 끝은 첫번째 등지느러미 마지막 극조와 항문 사이에 위치한다. 꼬리지느러미는 양엽형이다.

체색

머리와 몸의 정중선은 옅은 선홍색을 띠며 몸의 등쪽은 약간의 은빛 광택을 띠고 몸의 배쪽은 흰색을 띤다(Fig. 2). 수염은 전체적으로 흰색이며 중간에 옅은 적색이 나타난다. 배지느러미와 뒷지느러미는 흰색을 띠고 특별한 무늬를 가지지 않는다. 등지느러미와 꼬리지느러미에 적황색과 검은색이 섞인 줄무늬가 존재하고 첫번째 등지느러미에 3개, 두번째 등지느러미에 1개, 꼬리지느러미 상엽과 하엽에 각각 4개와 3개, 중앙에 1개를 가진다. 고정된 상태의 표본의 몸은 옅은 붉은색을 띠고 미부로 갈수록 더 옅어진다. 새개부에 검은 점이 존재하며 등지느러미와 꼬리지느러미의 줄무늬는 검은색을 띤다.

분자 분석

노랑촉수속 어류 1개체의 mtDNA COI 영역을 증폭시켜 확보한 염기서열은 575 bp이며, NCBI에 등록된 노랑촉수속 어류 11종(*U. subvittatus*, *U. mascarensis*, *U. moluccensis*, *U. supravittatus*, *U. vittatus*, *U. sulphureus*, *U. suahelicus*, *U. japonicus*, *U. tragulca*, *U. pori*, *U. margarethae*)과 촉수속 어류 1종(*P. indicus*)의 mtDNA COI영역 염기서열과 비교 분석하였다. 분석결과, 본 종은 *U. subvittatus*와 유전적으로 99.8% 일치하였고 계통수 내에서도 가장 가깝게 유집되었으며, 다른 노랑촉수속 어류 10종과 유전거리 0.038–0.189, 촉수속 어류와 유전거리 0.171로 유전적 차이를 보였다(Fig. 3, Table 2).

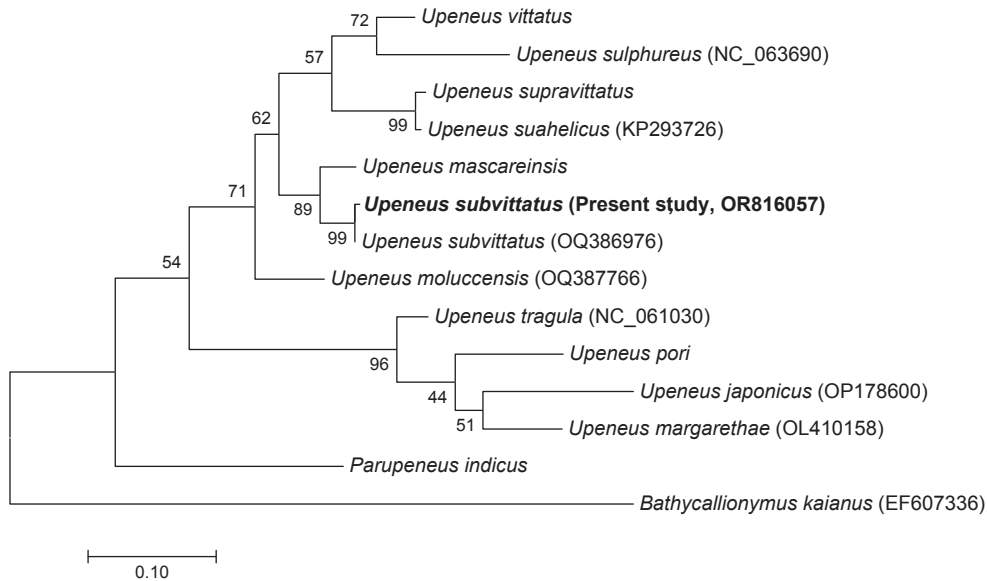


Fig. 3. Maximum likelihood tree based on mitochondrial DNA COI region showing the relationships among 11 species of genus *Upeneus*, one species of genus *Parupeneus* and one outgroup *Bathycallionymus kaianus*. The tree was constructed using Hasegawa-Kishino-Yano + Gamma distributed model and bootstrap values from 1,000 replications. Number at branches correspond to bootstrap value. The parentheses indicate registration number of NCBI and superscript indicates voucher number. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.1. NCBI, National Center for Biotechnology Information.

분포

한국 제주도 남부해역(본 연구), 일본(Temminck and Schlegel, 1843; Masuda et al., 1984), 남중국해(Alien et al., 2000), 필리핀(Motomura et al., 2017; Bemis et al., 2023), 인도네시아(Uiblein and Heemstra, 2010) 등의 서태평양에 넓게 분포한다(GBIF, 2024). 주로 수심 100 m보다 깊은 니질 또는 사질로 이루어진 저서바닥에 서식한다(Golani and Galil, 1991; Uiblein and Mcgrouter, 2012).

고찰

2022년 11월 9일 제주도 남부 해역에서 채집된 촉수과 어류 1 개체를 본 연구에서 형태분석을 시행한 결과, 구개골치와 서골치가 존재하고 꼬리지느러미에 줄무늬가 존재하며 첫번째 등지느러미의 끝에 검은색 무늬를 가지고 있었다. 또한 꼬리지느러미 줄무늬들의 두께가 비교적 일정하고 몸에는 특별한 무늬가 없는 특징에 따라, 본 종을 *U. subvittatus*로 동정하였다(Nakabo, 2013). 또한, 외부형태와 계수형질은 *U. subvittatus*의 원기재와도 일치하였다(Temminck and Schlegel, 1843). 추가로 실시한 분자분석에서는 본종의 mtDNA COI영역이 NCBI에 등록된 근연종들의 염기서열과 유전거리 0.038–0.189로 큰 차이를 보였고 *U. subvittatus*의 염기서열과 유전적으로 0.2% 차이를 나타내어, 같은 종안에서의 유전적 차이를 보였다(Table 2;

Ward, 2009).

하지만 본 연구에서 *U. subvittatus*의 계측형질은 Uiblein and Mcgrouter (2012)와 약간의 차이를 보였다. 먼저, 체장에 대한 두고(20% SL vs. 22–25% SL)와 체고[첫번째 등지느러미 기점에서의 체고(23% SL vs. 25–28% SL); 두번째 등지느러미 기점에서의 체고(20% SL vs. 22–25% SL)]의 비율값에서 차이를 보였고 등지느러미 기점 이전의 길이와 항문전장, 문장, 두장, 아래턱 길이 및 수염 길이에서는 근소한 차이를 보였다. 추가로 노랑촉수속 어류의 근연종들 사이에 계수형질 중 주요한 분류기로 사용되는 새파의 수(7+18 vs. 7-9+19-21)에서도 약간의 차이를 보였다. 이러한 차이는 *U. vanuatu*에서 나타나는 것처럼 성장과 그에 따른 서식환경 차이에서 나타나는 것일 수 있지만(Uiblein and Causse, 2013), 본종과 계수 및 계측형질을 비교한 4개의 표본의 어체가 인도네시아와 필리핀에서 채집된 것이므로, 북서태평양과 서태평양 사이의 지리적 변이일 수 있다고 사료된다(Uiblein and Mcgrouter, 2012). 따라서 이와 같이 형태적인 차이를 보이는 것에 대한 원인을 찾기 위해서는 북서태평양에서 추가적인 *U. subvittatus*의 확보와 형태분석 및 종내 변이를 잘 보여줄 수 있는 DNA 영역인 mtDNA control region 영역 또는 msDNA와 같은 분자분석이 진행되어야 할 것으로 판단된다(Myoung and Kim, 2014; Myoung et al., 2016).

촉수과 어류는 전체적으로 체색변이가 심하고 비슷한 형태를 가지고 있으며, 특히, 꼬리지느러미 상엽과 하엽에 줄무늬를 가진 촉수과 어류가 8종이 보고되어 있어 형태적으로 구분하는

데 어려움이 있다(Masuda et al., 1984; Okamura and Amaoka, 1997; Uiblein and Heemstra, 2010). 인도양에 서식하는 유사종 4종(*U. davidaromi*, *U. mascareinsis*, *U. suahelicus*, *U. supravittatus*)과 비교하였을 때, 본종은 *U. davidaromi*와 두고의 최대값(20.2% SL in *U. subvittatus* vs. 24–27% SL in *U. davidaromi*)과 눈 중앙에서 측정된 두고(17.5% SL vs. 20–24% SL)에서 차이를 보였고, *U. mascareinsis*와는 미병고(10.6% SL vs. 8.1–9.3% SL)와 새파수(25 vs. 27–30)에서 차이를 보

였다(Uiblein and Mcgrouter, 2012). 추가로 본 연구에서 표본의 비늘 탈락으로 인해 계수하지 못했던 측선 비늘 수(34–35 vs. 35–38)에서 차이가 있다고 보고되었다(Uiblein and Heemstra, 2010). 또한, 본종은 *U. suahelicus*와 *U. supravittatus*보다 더 낮은 첫번째 등지느러미(*U. subvittatus*, 20.1% SL in *U. subvittatus* vs. 22–26% SL in *U. suahelicus*, 23–26% SL in *U. supravittatus*)를 가지고 *U. supravittatus*보다 더 적은 새파수(25 vs. 29–32)를 가져 차이를 보인다. 특히, 이 두 종은 몸에 줄

Table 1. Counts and measurements of goatfish *Upeneus subvittatus* in comparison with previous recodes

	Present study	Temminck and Schlegel (1843)	Uiblein and Mcgrouter (2012)
Standard length (SL, mm)	122.58 (n=1)	-	85–180 (n=4)
Counts			
Dorsal fin rays	VIII-9	VIII-9	VIII-9
Pectoral fin rays	16	-	16–17
Pelvic fin rays	7	-	-
Anal fin rays	I-6	I-7	I-6
Gill rakers	7+18=25	-	7-9+19-21 = 26-30
Oblique bars on upper caudal fin lobe	5	-	4–6
Oblique bars on lower caudal fin lobe	4	-	3–4
Vertebrae	23	-	-
Measurements (% of SL)			
Head length	31.9	-	32–33
Snout length	10.6	-	11–13
Eye diameter	8.8	-	7.8–8.8
Interorbital width	8.3	-	7.7–8.9
Upper-jaw length	13.8	-	13–14
Lower-jaw length	12.7	-	13–14
Barbel length	18.2	-	19–24
Body depth at first dorsal fin origin	23.1	-	25–28
Body depth at anal fin origin	20.2	-	22–23
Caudal peduncle depth	10.6	-	9.2–10
Maximum head depth	20.2	-	22–25
Head depth through eye	17.5	-	18–20
Interdorsal distance	14.7	-	14–18
Predorsal fin length	39.2	-	40–43
Prepectoral length	34.2	-	32–35
Prepelvic length	33.5	-	33–37
Preanal fin length	65.3	-	66–71
First dorsal fin length	20.1	-	20–23
Second dorsal fin length	14.6	-	14–17
Pectoral fin length	23.9	-	23–25
Pelvic fin length	17.5	-	17–19
Anal fin length	13.7	-	14–18

무늬를 가지고 있어 형태적으로 큰 차이를 보인다(Uiblein and Heemstra, 2010). 태평양에 서식하는 유사종인 *U. vittatus*, *U. taeniopterus*, *U. stenopsis*와 비교하면, *U. vittatus*는 본종보다 더 높은 첫번째 등지느러미(20.1% SL vs. 22–28% SL)를 가졌으며, 꼬리지느러미 하엽 중앙에 존재하는 줄무늬의 너비가 본종의 줄무늬와 비교했을 때 더 넓었고 몸에 세로줄이 있어 차이를 보였다. *U. taeniopterus*는 첫번째 등지느러미 끝이 검지 않아 잘 구분되었다(Uiblein and Mcgrouter, 2012; Nakabo, 2013). *U. stenopsis*는 본 종보다 눈이 크다는 형태적 차이를 보였으나(8.8 vs. 9.2–9.9% SL), Uiblein and Mcgrouter (2012)가 제시한 두 종의 분류형질 중 하나인 체고[첫번째 등지느러미 기점에서의 체고(23.1% SL vs. 22–25% SL); 뒷지느러미 기점에서의 체고(20.2% SL vs. 18–21% SL)]에서는 차이를 보이지 않았다. 본종과 *U. stenopsis*는 형태적으로 매우 유사하기 때문에 척추골을 포함한 내부 형태학적인 분석과 DNA의 비교를 통해 종을 동정할 수 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 우리나라에 서식하는 검은줄촉수어는 노란색 수염을 가지며 몸에 수많은 점들이 분포하여 본종과 잘 구분된다(Kim et al., 2013; Nakabo, 2013; Uiblein and Maclaine, 2021).

Uiblein and Heemstra (2010)는 노랑촉수어 26종에 대하여 계수형질과 꼬리지느러미 상엽과 하엽의 줄무늬를 토대로 4개의 종 복합체로 나누었다. 그 중 본종은 8개의 등지느러미 극조, 26–32개의 새파, 15–17개의 가슴지느러미 연조를 가지고 꼬리지느러미 양엽에 줄무늬가 있는 종들을 “*vittatus group*”으로 분류하였다. 하지만 이후, 꼬리지느러미 상엽과 하엽에 줄무늬를 가진 신종 2종(*U. vanuatu*, *U. stenopsis*)이 추가로 보고되면서 추가적인 형태적 특징을 기준으로 비교적 깊은 수심에 서식하는 노랑촉수어류 5종(*U. subvittatus*, *U. vanuatu*, *U. da-*

vidaromi, *U. mascareinsis*, *U. stenopsis*)을 “*stenopsis group*”으로 지정하였다. 이 종복합체를 묶은 형태적 특징은 많은 수의 새파와 몸에 존재하는 세로줄의 부재, 그리고 낮은 미병고이다(Uiblein and Causse, 2013). 또한 촉수과 촉수속 내에서도 100 m 이상의 깊은 수심에 서식하는 4종(*P. chrysonemus*, *P. louise*, *P. moffitti*, *P. posteli*)은 많은 새파 수, 긴 수염 및 빨간 체색의 형태적 특징을 공유하여 동일 속내 다른 종들과 구분된다(Randall, 2004). 이 두 속에서 나타나는 공통된 형태적 특징은 100 m 이상되는 깊은 수심에 적응한 분기군의 독립적인 진화 증거일 수 있다고 보고되었다(Uiblein and Causse, 2013). 또한 본 연구에서 작성된 mtDNA COI영역 기반의 ML계통수에서 *U. subvittatus*은 같은 “*stenopsis group*”에 속하는 *U. mascareinsis*와 가장 가깝게 유집되었다(Fig. 4). 하지만 또 다른 노랑촉수어 종 복합체(*moluccensis*, *suahelicus*, *tragula*, *vittatus group*)에 해당하는 13종을 대상으로 분자계통학적 연구를 진행한 이전 연구에선, “*suahelicus group*”을 제외하고 형태적으로 지정된 종 복합체들이 mtDNA COI영역에서 단계통군을 이루지 못하는 결과를 보였다(Uiblein et al., 2016). 따라서 “*stenopsis group*”의 분자계통학적 지지를 얻기 위해선 본 연구에서 분석되지 않은 3종(*U. vanuatu*, *U. davidaromi*, *U. stenopsis*)의 DNA를 확보 후, 핵 DNA 영역에 대한 추가적인 분자분석이 필요하다.

우리나라에 한번도 보고되지 않은 열대 및 아열대성 어종의 출현은 현재까지도 지속적으로 빈번하게 발생하고 있다(Choi et al., 2003; Choi, 2004; Kim et al., 2007; Myoung et al., 2018; Lee et al., 2021; Jeong and Kim, 2023). 이는 수온상승과 해류의 영향이 크며, 수온의 상승에 따른 종 분포 변화는 지구온난화의 영향과도 관련이 있는 것으로 사료된다(Kim, 2009; Poloczanska et al., 2013; Punzón et al., 2021). 따라서 열대 및 아열

Table 2. Pairwise genetic distance of mitochondrial DNA COI region among 12 species of goatfish and 1 outgroup

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Upeneus subvittatus</i> (OR816057)														
<i>Upeneus subvittatus</i> (OQ386976)	0.000													
<i>Upeneus mascareinsis</i> (KC147807)	0.038	0.038												
<i>Upeneus moluccensis</i> (OQ387766)	0.082	0.082	0.084											
<i>Upeneus vittatus</i> (OQ385541)	0.094	0.094	0.104	0.113										
<i>Upeneus supravittatus</i> (KR057899)	0.104	0.104	0.104	0.108	0.088									
<i>Upeneus suahelicus</i> (KP293726)	0.108	0.108	0.104	0.102	0.086	0.009								
<i>Upeneus sulphureus</i> (NC_063690)	0.129	0.129	0.145	0.136	0.086	0.123	0.118							
<i>Upeneus tragula</i> (NC_061030)	0.163	0.163	0.167	0.152	0.163	0.161	0.154	0.163						
<i>Parupeneus indicus</i> (OQ387264)	0.171	0.171	0.173	0.176	0.197	0.173	0.164	0.197	0.206					
<i>Upeneus pori</i> (ON182865)	0.174	0.174	0.190	0.167	0.177	0.180	0.177	0.171	0.100	0.189				
<i>Upeneus margarethae</i> (OL410158)	0.187	0.187	0.192	0.180	0.171	0.169	0.162	0.175	0.094	0.203	0.098			
<i>Upeneus japonicus</i> (OP178600)	0.189	0.189	0.194	0.185	0.190	0.176	0.169	0.175	0.117	0.205	0.132	0.112		
<i>Bathycallionymus kaianus</i> (EF607336)	0.250	0.250	0.243	0.239	0.235	0.259	0.259	0.242	0.247	0.244	0.257	0.262	0.279	

대성 어종을 포함한 장기간의 어류상 모니터링은 지구온난화의 영향을 간접적으로 파악할 수 있는 자료가 된다(Choi, 2004; Kim, 2009). 또한 새롭게 종을 추가하는 것은 국가 해양생물주권 주장에 필요한 과학적 근거자료를 마련하는데 필요하다(MABIK, 2023). 따라서 제주도에서 채집된 *U. subvittatus*는 꼬리지느러미에 줄무늬를 가지고 있는 특징에 따라 “줄무늬꼬리촉수”로 새로운 국명을 제안하고 우리나라 해양어류 종목록에 본 종을 추가한다.

사 사

이 연구는 국립수산물연구원 근해어업자원조사(R2024001) 지원을 받아 수행되었습니다.

References

- Bandai A, Itou M and Motomura H. 2018. First northern hemisphere record of the tailspot goatfish *Upeneus spottocaudalis* (Perciformes: Mullidae) from Kagoshima, Japan. *Japan J Ichthyol* 65, 35-39. <https://doi.org/10.11369/jji.17-056>.
- Bemis KE, Girard MG, Santos MD, Carpenter KE, Deeds JR, Pitassy DE, Flores NA, Hunter ES, Driskell AC, Macdonald III KS, Weigt LA and Williams JT. 2023. Biodiversity of Philippine marine fishes: A DNA barcode reference library based on voucher specimens. *Sci Data* 10, 411. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02306-9>.
- Bleeker P. 1855. Zesde bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Amboina. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie* 8, 391-434.
- Choi Y. 2004. Warning from unfamiliar fish from the southern seas. *Sci Technol* 10, 50-53.
- Choi Y, Oh JK and Ra HK. 2003. Fish fauna of the southern coastal waters in Jeju-do, Korea. *Korean J Ichthyol* 15, 120-126.
- Cuvier G. 1829. Le Règne Animal, distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie compare, Vol 2, 2nd ed. Deterville, Paris, France.
- Forsskål P. 1775. Pisces. In: *Descriptiones Animalium Avium, Amphibiorum, Piscium, Insectorum, Vermium*. Mölleri, Copenhagen, Denmark, 22-75.
- Fricke R, Eschmeyer WN and Fong JD. 2024. Eschmeyer's catalog of fishes: Genera/species by family/subfamily. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp> on Jan 20, 2024.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2024. GBIF Backbone Taxonomy. Retrieved from <https://www.gbif.org> on Jan 25, 2024.
- Golani D and Galil B. 1991. Trophic relationships of colonizing and indigenous goatfishes (Mullidae) in the eastern Mediterranean with special emphasis on decapod crustaceans. *Hydrobiologia* 218, 27-33. <https://doi.org/10.1007/BF00006415>.
- Gosline WA. 1984. Structure, function, and ecology in the goatfishes (family Mullidae). *Pac Sci* 38, 312-323.
- Hall TA. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp Ser* 41, 95-98.
- Hasegawa M, Kishino K and Yano T. 1985. Dating the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA. *J Mol Evol* 22, 160-174. <https://doi.org/10.1007/BF02101694>.
- Houttuyn M. 1782. Beschryving van eenige Japanese visschen, en andere zee-schepzelen. *Verh Holl Maatsch Wet Haarlem* 20, 311-350.
- Jeong SY and Kim JK. 2023. First record of *Bothus pantherinus* (Bothidae, Pleuronectiformes) from Korea. *Korean J Ichthyol* 35, 44-49. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.1.6>.
- Kim BY, Kim MJ and Song CB. 2013. First record of the freckled goatfish, *Upeneus tragula* (Mullidae, Perciformes) from Korea. *Korean J Ichthyol* 25, 244-248.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing, Seoul, Korea, 342-346.
- Kim JK. 2009. Diversity and conservation of Korean marine fishes. *Korean J Ichthyol* 21, 52-62.
- Kim JK, Park JH and Hwang KS. 2007. One unrecorded Species of *Acanthurus nigricauda* (Acanthuridae, Perciformes) from Korea. *Korean J Ichthyol* 19, 164-167.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *J Mol Evol* 16, 111-120. <https://doi.org/10.1007/BF01731581>.
- Lee YJ, Song YS and Kim JK. 2021. First record of juvenile of the mirror butterflyfish, *Chaetodon speculum* Cuvier, 1831 (Perciformes: Chaetodontidae) collected from Pohang, Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 57, 374-381. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.4.374>.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2023. National List of Marine Species. Namu Press, Seochon, Korea, 39.
- Masuda H, Amaoka K and Araga C. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 437.
- Motomura H, Alama UB, Muto N, Babaran RP and Ishikawa S. 2017. Commercial and bycatch market fishes of Panay Island, Republic of the Philippines. Kagoshima University Museum, Kagoshima, Japan, University of the Philippines Visayas, Iloilo, Philippines and Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan, 246.
- Myoung SH and Kim JK. 2014. Genetic diversity and population structure of the gizzard shad, *Konosirus punctatus* (Clupeidae, Pisces), in Korean waters based on mitochondrial

- DNA control region sequences. *Genes Genom* 36, 591-598. <https://doi.org/10.1007/s13258-014-0197-6>.
- Myoung SH, Ban TW and Kim JK. 2016. Population structure of *Liparis tanakae* (PISCES, Liparidae) from Korea based on morphological and molecular traits. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 198-207. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0198>.
- Myoung SH, Kim JK and Kwun HJ. 2018. New record of *Canttherhines multilineatus* (Tanaka, 1918) (Pisces: Monacanthidae) from Jeju Island, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 51, 199-202. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0199>.
- Nakabo T. 2002. Mullidae. In: *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*, 2nd ed. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 872-877.
- Nakabo. 2013. Mullidae. In: *Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species*, 3rd ed. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 976-982.
- Nelson JS, Grande TC and Wilson MV. 2016. *Fishes of the World*. 5th edition. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, U.S.A., 707.
- Okamura O and Amaoka K. 1997. *Sea Fishes of Japan*. Yama-Kei, Tokyo, Japan, 784.
- Poloczanska ES, Brown CJ, Sydeman WJ, Kiessling W, Schoeman DS, Moore PJ, Brander K, Bruno JF, Buckley LB, Burrows MT, Duarte CM, Halpern BS, Holding J, Kappel CV, O'Connor MI, Pandolfi JM, Parmesan C, Schwing F, Thompson SA and Richardson AJ. 2013. Global imprint of climate change on marine life. *Nat Clim Change* 3, 919-925. <https://doi.org/10.1038/nclimate1958>.
- Posada D. 2008. jModelTest: Phylogenetic model averaging. *Mol Biol Evol* 25, 1253-1256. <https://doi.org/10.1093/molbev/msn083>.
- Punzón A, López-López L, González-Irusta JM, Preciado I, Hidalgo M, Serrano A, Tel E, Somavilla R, Polo J, Blanco M, Ruiz-Pico S, Fernández-Zapico O, Velasco F and Massuti E. 2021. Tracking the effect of temperature in marine demersal fish communities. *Ecol Indic* 121, 107142. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107142>.
- Randall JE. 2004. Revision of the goatfish genus *Parupeneus* (Perciformes: Mullidae), with description of two new species. In: *Indo-Pacific Fishes*. Vol. 36. Bishop Museum, Honolulu, HI, U.S.A., 1-64.
- Randall JE and Lim KKP. 2000. A checklist of the fishes of the South China Sea. *Raffles Bull Zool* 8, 569-667.
- Richardson J. 1846. Report on the ichthyology of the seas of China and Japan. Report of the British Association for the Advancement of Science 15th Meet, 187-320.
- Sato M. 1937. Preliminary report on the barbels of a Japanese goatfish, *Upeneoides bensasi* (Temminck & Schlegel). *Sci. Repts. Tohoku Imperial University*, 4th Ser. (Biology), II: 259-264.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A and Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Mol Biol Evol* 30, 2725-2729. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>.
- Temminck CJ and Schlegel H. 1843. Pisces, Parts 2-4. In: de Siebold's *Fauna Japonica*. Siebold PF, ed. Müller, Amsterdam, Netherlands, 21-72.
- Thompson JD, Higgins DG and Gibson TJ. 1994. Clustal W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res* 22, 4673-4680. <https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673>.
- Uiblein F and Causse R. 2013. A new deep-water goatfish of the genus *Upeneus* (Mullidae) from Vanuatu, South Pacific. *Zootaxa* 3666, 337-344. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3666.3.4>.
- Uiblein F and Heemstra PC. 2010. A taxonomic review of the Western Indian Ocean goatfishes of the genus *Upeneus* (Family Mullidae), with descriptions of four new species. *Smithiana Bull* 11, 35-71.
- Uiblein F and Maclaine J. 2021. Description of *Upeneus madras* (Mullidae), a new goatfish species from SE India (NE Indian Ocean), with establishment of the *pori*-species group and a review of barbel colour in *Upeneus* species. *Cybium* 45, 283-296. <https://doi.org/10.26028/cybium/2021-454-004>.
- Uiblein F and Mcgrouter M. 2012. A new deep-water goatfish of the genus *Upeneus* (Mullidae) from northern Australia and the Philippines, with a taxonomic account of *U. subvittatus* and remarks on *U. mascarensis*. *Zootaxa* 3550, 61-70. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3550.1.4>.
- Uiblein F and Motomura H. 2021. Three new goatfishes of the genus *Upeneus* from the Eastern Indian Ocean and Western Pacific, with an updated taxonomic account for *U. itoui* (Mullidae: *japonicus*-species group). *Zootaxa* 4938, 298-324. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4938.3.2>.
- Uiblein F, Gledhill DC, Pavlov DA, Hoang TA and Shaheen S. 2019. Three new goatfishes of the genus *Upeneus* (Mullidae) from the Indo-Pacific, with a redescription of colour patterns in *U. margarethae*. *Zootaxa* 4683, 151-196. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4683.2.1>.
- Uiblein F, Gouws G, Gledhill DC and Stone K. 2016. Just off the beach: Intrageneric distinctiveness of the bandtail goatfish *Upeneus taeniopterus* (Mullidae) based on a comprehensive alpha-taxonomy and barcoding approach. *Mar Biol Res* 12, 675-694. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1190458>.
- Ward RD. 2009. DNA barcode divergence among species and genera of birds and fishes. *Mol Ecol Res* 9, 1077-1085. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02541.x>.
- Ward RD, Zemlac TC, Innes BH, Last PR and Hebert PDN. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Phil Trans Biol Sci* 360, 1847-1857. <http://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.