

한국산 곱치과(뱀장어목) 어류 1 미기록종, *Echidna nebulosa*

강충배 · 이유진¹ · 김진구^{1*} · 한송현²

국립해양생물자원관 경영전시본부, ¹부경대학교 수산생명과학부 자원생물학전공, ²국립수산과학원 제주수산연구소

First Record of *Echidna nebulosa* (Anguilliformes, Muraenidae) from Korea

Chung Bae Kang, Yu-Jin Lee¹ and, Jin-Koo Kim^{1*} and Song Hun Han²

Department of Exhibition and Education, Marine Biodiversity Institute of Korea, Seochen 33662, Republic of Korea

¹Division of Fisheries and Life Sciences, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

²Jeju Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Sciences, Jeju, 63068, Republic of Korea

A single specimen (522.0 mm in total length) of the family Muraenidae, collected from the waters off south-western Jeju-do Island in November 2021, was identified as *Echidna nebulosa* on the basis of morphological and molecular methods (DNA barcoding). This species is characterized by several morphological traits as follows: 10 rounded molar, median intermaxillary, and vomerine teeth; 4 predorsal vertebrae, 50 preanal vertebrae and 123 total vertebrae; and a pale background color with two rows of 17–20 blackish brown starry blotches along the head and body. As this is the first record of *E. nebulosa* in Korea, we propose the new Korean names, “Dung-Geun-Ni-Gom-Chi-Sog” for the genus *Echidna*, and “Beol-Kkok-Gom-Chi” for *E. nebulosa*.

Keywords: *Echidna nebulosa*, First record, Muraenidae, Korea

서론

곱치과(Muraenidae) 어류는 전 세계적으로 16속 205종이 보고되어 있으며(Froese and Pauly, 2022), 일본에는 57종(Hatooka, 2013), 한국에는 2022년 국가해양생물종목목록집 기준 9종[알락곱치(*Enchelycore pardalis*), 가지굴(*Gymnothorax albimarginatus*), 검은점곱치(*Gymnothorax isingteena*), 곱치(*Gymnothorax kidako*), 나망곱치(*Gymnothorax minor*), 백설곱치(*Gymnothorax prionodon*), 그물눈곱치(*Gymnothorax pseudothyroideus*), 서망곱치(*Strophidon dorsalis*), 가는곱치(*Strophidon sathete*)]이 보고되어 있다(MABI, 2022). 곱치과 어류는 큰 입과 수많은 이빨을 가지며 종종 송곳니를 가진다. 가슴지느러미는 없고 후비공이 머리의 등쪽에 위치한다. 새공은 작고 둥글다. 머리에는 감각공이 있지만 몸에는 옆줄구멍이 없고, 비늘도 없다(Nelson et al., 2016). 곱치과 어류는 전세계의 열대 및 온대해역의 수심 얇은 곳의 암반이나 산호초 틈 사이에 서식하며, 최대크기 3 m 이내의 중소형 어류이다(Froese and Pauly, 2022).

우리나라에는 Chyung (1961, 1977)이 알락곱치, 곱치, 가지굴, 백설곱치의 4종을 보고한 이후, Kim et al. (2001)이 검은점 곱치를 가칭으로 보고하였으며, Choi et al. (2002)이 나망곱치를 처음 보고하였는데 사진과 간단한 기재만 있어 이후 Kim et al. (2012)이 거제도에서 채집된 나망곱치 1개체를 근거로 상세한 재기재를 수행하였다. 최근에 Kang et al. (2018)이 그물눈 곱치, Kang et al. (2020)이 서망곱치, Kim et al. (2020)이 가는 곱치를 각각 미기록종으로 보고한 바 있다. 2020년 11월 16일 우리나라 제주도 서귀포시 대정읍에서 곱치과 어류 1개체가 처음 채집되었으며 형태 및 분자분석을 통해 *Echidna nebulosa*로 동정되었기에 본 종의 형태 및 유전 특징을 기재하고 새로운 국명을 제안한다.

재료 및 방법

채집

본 연구에서 사용된 곱치과 어류 1개체는 2020년 11월 16일 밤 10시경 우리나라 제주도 서귀포시 대정읍 하모니 모슬포항

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5927 Fax: +82. 51. 629. 5931

E-mail address: taengko@hanmail.net



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.2022.0478>

Korean J Fish Aquat Sci 55(4), 478-483, August 2022

Received 24 May 2022; Revised 22 July 2022; Accepted 28 July 2022

저자 직위: 강충배(실장), 이유진(대학원생), 김진구(교수), 한송현(연구원)

에서 북서쪽으로 27마일 떨어진 북위 33°24', 동경 125°50' 지점에서 갈치 채낚기 어업 도중 표층에서 뜰채로 채집되었다. 채집된 표본은 실험실로 운반하여 Nakabo (2013)을 따라 동정하였으며, 최초 15% 포르말린에 7일간 고정시킨 후 흐르는 물로 1일 세척하였으며 최종적으로 70% 에틸알콜에 보존하였다. 이후, 표본은 국립해양생물자원관(National Marine Biodiversity Institute of Korea, MABIK)에 등록 및 보관하였다.

형태분석

어체의 계수, 계측 및 부위별 용어는 Böhlke and Randall (2000) 및 Nakabo (2013)를 따랐으며, vernier calipers를 사용하여 0.1 mm 단위까지 측정하였다. 측정값은 전장(total length, TL), 두장(head length)에 대한 비율값(%)으로 변환하여 나타내었으며 척추골수는 soft X-ray (Softex CMB-2; Softex, Tokyo, Japan)를 사용하여 촬영 후 Böhlke (1982)를 따라 계수하였다.

분자분석

표본의 체측 조직에서 Chelex® 100 Resin (Bio-Rad Lab. Inc., Hercules, CA, USA)로 total DNA (deoxyribo nucleic)를 추출하였으며, 미토콘드리아 DNA cytochrome c oxidase subunit I (mtDNA COI) 영역의 염기서열을 증폭하기 위해 FishF2 (5'-TCGACTAATCATAAAGATATCGGCAC-3') 및 FishR2 (5'-ACTTCAGGGTGACCGAAGAATCAGAA-3') 프라이머를 사용하였다(Ward et al., 2005). Polymerase chain reaction (PCR)은 10X Buffer 2 µL, dNTP 1.6 µL, primer 각 0.5 µL, Taq polymerase 0.1 µL를 섞어 만든 mixture에 total DNA 2 µL를 분주하여 총 volume 20 µL이 될 때까지 3차 증류수를 넣은 후 DNA 증폭기(MJ mini PCT-1148; Bio-Rad Lab. Inc.)를 이용하여 다음과 같은 조건으로 수행하였다[초기 변성 95°C에서 3분; PCR 반응 35회 반복(변성 95°C에서 30초, 어닐링 54°C에서 45초, 신장 72°C에서 45초); 최종 신장 72°C에서 7분]. 증폭된 PCR산물은 전기영동으로 증폭 여부를 확인 후, 최종적으로 ABI BigDye (R) Terminator v3.1 cycle sequencing kits (Applied Biosystems, Waltham, MA, USA)를 사용하여 ABI PRISM 3730XL analyzer (96 capillary type; Applied Biosystems)로부터 염기서열을 얻어, National Center for Biotechnology Information (NCBI)에 등록하였다(등록번호, ON564567). NCBI에 등록된 4종(*Echidna nebulosa*, MG816683; *E. catenata*, JQ842831; *E. polyzona* KF929829; *E. unicolor*, MK658536)의 염기서열을 비교종으로, *Muraenesox cinereus* (HM902418)의 염기서열을 참조분류군(out-group)으로 분석에 사용하였다. 염기서열 판독의 기계적 오류를 파악하고 다중 정렬을 위해 BioEdit (version 7; Hall, 1999) 및 Clustal W (Thompson et al., 1994)를 사용하였으며, 유전 거리를 구하기 위해 MEGA 7 (Kumar et al., 2016)의 Kimura 2-parameter (Kimura, 1980)를 이용하였다. 중간 유연관계는

근린결합수(Neighbor-joining tree)를 작성하여 나타내었으며, bootstrap을 1,000번 수행하여 계통도의 각 분지점(node)의 지지값을 구하였다.

결 과

Echidna Forster, 1788

(New Korean name: Dung-Geun-Ni-Gom-Chi-Sog)

Echidna Forster, 1788: 181 (type species *Muraena echidna* Gmelin 1789. By tautonymy)

몸은 길고 측편되어 있다. 항문은 몸의 중앙 또는 그보다 약간 앞쪽에 위치한다. 전비공은 튜브 모양, 후비공은 구멍 모양(드물게 짧은 튜브 모양)을 하고 있다. 턱은 약간 짧고, 입에는 1열 또는 다열의 짧은 원뿔니 또는 어금니를 가지며 송곳니가 없다(Böhlke and Randall, 2000). 인도태평양에는 본속에 10종이 알려져 있다(Böhlke and Randall, 2000).

Echidna nebulosa (Ahl, 1789) (Fig. 1A)

(New Korean name: Byeol-Kkok-Gom-Chi)

Muraena nebulosa Ahl, 1789: 5 (no types; type locality: East India).

Echidna nebulosa: Hatooka, 1984: 25 (Japan); Chen et al., 1994: 45 (Taiwan); McCosker and Rosenblatt, 1995: 1307 (Baja California, Mexico, Costa Rica, Colombia); Fricke, 1999: 42 (Red Sea, East Africa); Böhlke and Randall, 2000: 217 (Hawaii); Allen and Erdmann, 2012: 77 (East India); Ha-

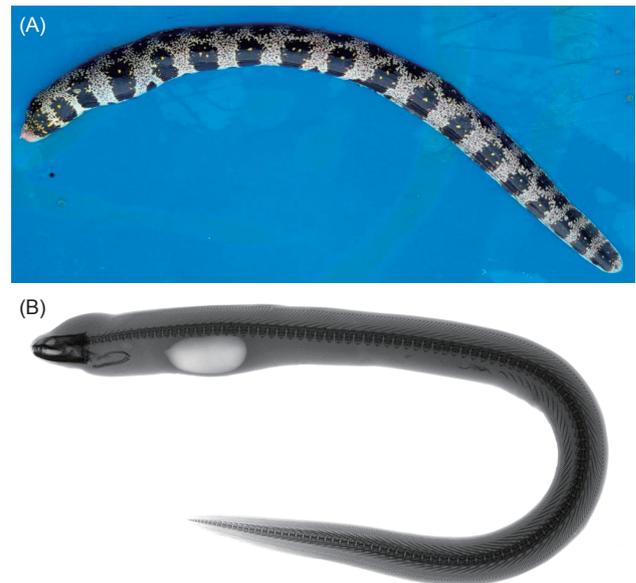


Fig. 1. Photograph (A), X-ray (B) of *Echidna nebulosa*, MABIK SQ002998, 522.0 mm in total length.

tooka, 2013: 250 (Japan); Ho et al. 2015: 152 (Taiwan).

관찰표본

MABIK SQ002998, 1개체, 체장 522.0 mm, 제주도 서귀포시 대정읍 하모니 모슬포항 해역(북위 33°24', 동경 125°50'), 2020년 11월 16일, 갈치 채낚기 어업중 뜰채로 채집

형태기재

계수 및 계측은 Table 1과 같다. 몸은 길고 횡단면은 측편되어 있다. 전장은 새공 위치에서 체고의 15.5배, 항문 위치에서 체고의 19.5배, 항문까지 거리의 2.0배, 두장의 9.1배이다. 두장은 문장의 7.2배, 윗턱길이의 3.1배, 안경의 11.7배이다. 등지느러미 앞까지의 척추골수는 4개, 항문 앞까지의 척추골수는 50개, 총 척추골수는 123개이다(Fig. 1B). 눈은 작고 머리의 앞쪽에 위치한다. 눈의 앞쪽에는 관(tube) 모양의 전비공(anterior nostril)이 있고, 눈의 위쪽에는 구멍(pore) 모양의 후비공(posterior nostril)이 위치한다. 관 모양의 전비공은 그 길이가 3.1 mm로 다소 길게 돌출되어 있다. 새공은 타원형태로 매우 작고 가로 길이가 3.3 mm로 안경(4.9 mm)보다 작다. 몸에는 옆줄 감각공이 없고,

Table 1. Comparison of measurements and counts of *Echidna nebulosa* and *Echidna polyzona*

Species	<i>Echidna nebulosa</i>		<i>Echidna polyzona</i>
	Present	Böhlke and Randall (2000)	Böhlke and Randall (2000)
Measurements			
Total length (mm)	522.0	37-703	49-723
In total length			
Depth at gill opening	15.5	14-23	10-19
Depth at anus	19.5	16-27	12-20
Preanal length	2.0	1.9-2.0	1.8-2.2
Head length	9.1	8.1-10	6.4-8.2
In head length			
Snout length*	7.2	5.5-6.8	4.8-7.0
Upper jaw length	3.1	2.5-3.5	2.4-3.2
Eye diameter	11.7	10-13	7.8-13
Counts			
Predorsal vertebrae	4	4-7	5-7
Preanal vertebrae*	50	56-59	48-54
total vertebrae	123	119-126	119-126
Intermaxillary teeth	5	5-6	5-10
Maxillary teeth	9	7-11	6-13
Vomerine+median intermaxillary teeth	10	10-25	13-27
Dentary teeth	14	12-19	11-22

*indicate differences between the present specimen and those of Böhlke and Randall (2000).

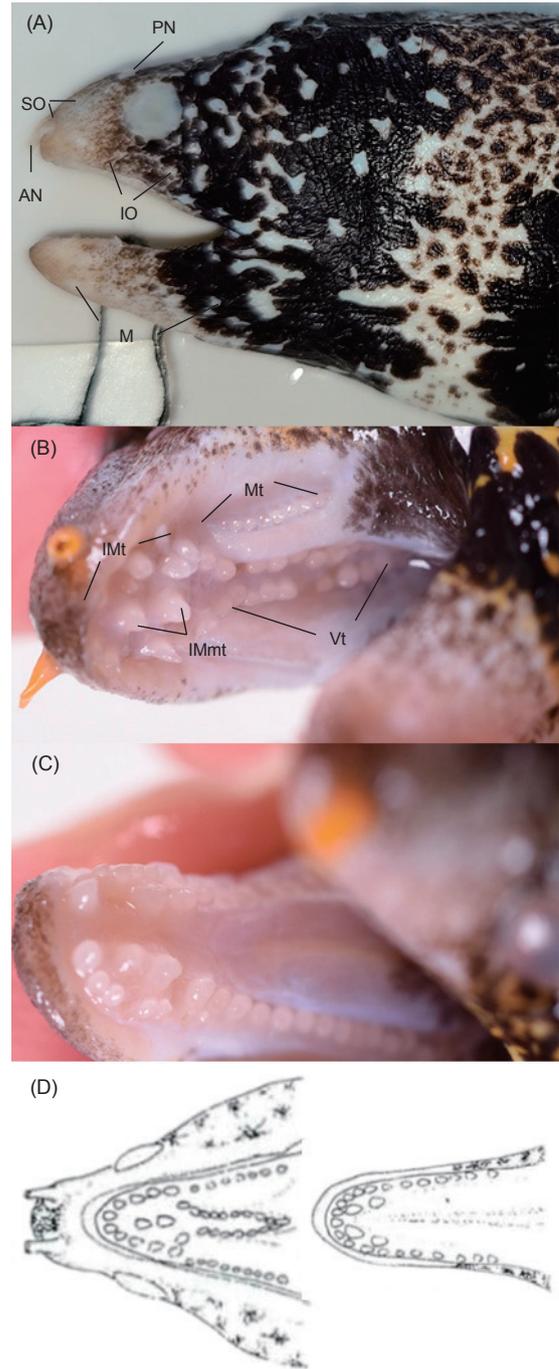


Fig. 2. Photograph of head sensory pore (A), upper jaw teeth (B), and lower jaw teeth (C) of *Echidna nebulosa*, MABIK SQ002998, 522.0 mm in total length. Diagram of upper and lower jaw teeth (D) of *Echidna nebulosa*, from Taiwan, cited from Chen et al. (1994). AN, anterior nostril; IMt, intermaxillary teeth; IMmt, median intermaxillary teeth; IO, infraorbital pore; M, mandibular pore; Mt, maxillary teeth; PN, posterior nostril; SO, supraorbital pore; Vt, vomerine teeth.

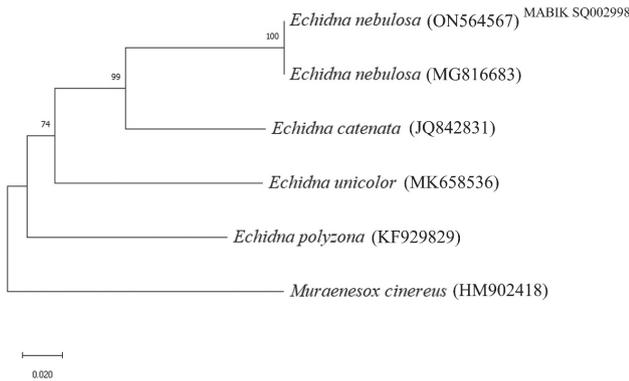


Fig. 3. Neighbor joining tree based on partial mitochondrial DNA cytochrome c oxidase subunit I sequences, showing the relationships among the present specimen of *Echidna nebulosa* (MABIK SQ002998) and four *Echidna* spp. *Muraenesox cinereus* was used as an outgroup. The tree was constructed using the K2P model and 1,000 bootstrap replications. The numbers at each node are probabilities supporting the branch. The bar indicates a genetic distance of 0.02. Parentheses and superscripts indicate NCBI registration number and the voucher number, respectively.

머리에만 감각공이 관찰된다. 눈의 앞쪽에 안상공(supraorbital pore)이 2개, 배쪽을 따라 안하공(infraorbital pore)이 3개, 아래턱의 배면을 따라 하악공(mandibular pore)이 5개 나 있다(Fig. 2A). 간상악골(intermaxillary)에는 짧고 뭉툭한 등근 이빨이 5개, 중앙 간상악골(median intermaxillary)에는 뭉툭한 이빨이 2개 나 있다. 주상악골(maxillary)에는 매우 작은 9개의 원빨니가 1열로 나 있다. 중앙 간상악골치는 서골치(vomerine teeth)와 연결되어 10개 가량의 뭉툭한 등근 이빨이 있다(Fig. 2B). 아래턱에는 1열로 짧고 뭉툭한 등근 이빨이 14개 가량 나 있고, 선단부만 2열로 되어 있다(Fig. 2C).

몸은 흰색 바탕에 큰 별꽃 무늬의 흑갈색 얼룩이 2열로 나 있고, 그중 1열은 작고 등쪽 가장자리를 따라 20개 가량 나 있고, 나머지 1열은 크고 중앙-배쪽을 따라 17개 가량 나 있다. 등쪽과 중앙의 별꽃 무늬의 흑갈색 얼룩은 꼬리 후단부에 가서 합쳐지는 경향을 보이며, 등공 크기의 작은 노란 반점이 드물게 나타난다. 흰색 바탕에는 깨알 같이 작고 어두운 갈색 점들이 뺨뺨히 나 있다. 눈과 전비공은 살아있을때 노란색을 띤다.

분자동정

체색 등 형태변이를 분자 수준에서 검증하기 위해 mtDNA COI영역을 증폭하여 일부 619 bp를 확보하였으며, 이 자료를 NCBI에 등록된 *Echidna*속 4종과 비교한 결과 *Echidna nebulosa* (MG816683)와 100% 일치하는 결과를 보였다. 나머지 종과의 유전거리는 *E. catenata* (JQ842831)와 14.9%로 가장 가깝게 유접되었으며, *E. polyzona* (KF929829)와는 22.1%, *E. unicolor* (MK658536)와는 22.4%의 유전적 차이를 보여 동속

임에도 불구하고 매우 먼 유전거리를 나타내었다(Fig. 3).

분 포

한국의 제주도 남서부 해역(본 연구), 일본(Hatooka, 1984, 2013), 타이완(Chen et al., 1994), 하와이(Böhlke and Randall, 2000), 홍해와 동아프리카(Fricke, 1999), 동태평양(McCosker and Rosenblatt, 1995) 등지에 분포하며, 수심 10 m 이내의 얕은 곳의 암반 또는 산호초 틈 사이에서 서식한다(Froese and Pauly, 2022).

고 찰

한국 제주도 남서부 해역에서 채집된 어류 1개체는 몸이 길고 측편된 체형, 가슴지느러미와 배지느러미가 없는 점 등에서 곰치과 어류로 추정되었으며, 정밀동정 결과 우리나라에 아직 보고된 바 없는 *Echidna nebulosa*로 확인되었다. 본종은 Ahl (1789)에 의해 최초 *Muraena nebulosa*로 보고되었으나 당시 완모식표본(holotype)은 존재하지 않았으며 대신 모식산지가 동인도로 기재되어 있었다. 이후 Fricke (1999)가 본종의 후모식표본(lectotype)을 지정한 바 있다. 본종은 Böhlke and Randall (2000)에 의해 상세한 분류학적 연구가 진행되었으며, 가장 중요한 분류형질인 척추골수가 119–126개로 본 연구결과(123개)와 잘 일치하였다. 나아가 다양한 계측부위도 우리 표본과 잘 일치하였으나 일부 형질에서 차이를 보였다(Table 1). 예를 들면, 항문 앞까지 척추골수가 우리 표본의 경우 50개인 반면, Böhlke and Randall (2000)은 56–59개로 차이를 보였다. 형태형질 중 계수형질은 초기생활기(알, 자어 시기)에 수온, 염분, 빛, 용존산소 등 다양한 환경요인의 영향을 받는데, 이 중 척추골수는 부화 이전의 환경요인의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다(Swain and Foote, 1999). Böhlke and Randall (2000)가 조사한 *E. nebulosa*는 하와이 열대해역에서 채집된 개체를 대상으로 하였기 때문에 이러한 척추골수 차이가 수온 차이에서 비롯된 것이 아닌가 사료된다. 향후 더 많은 개체를 대상으로 척추골수 변이에 대한 상세한 연구가 필요하다.

우리 표본은 동일속의 *Echidna polyzona*와 계수 계측형질에서 거의 대부분 일치하지만 전장에 대한 두장(우리 표본은 9.1배인 반면 *E. polyzona*는 6.4–8.2배), 등지느러미 앞까지 척추골수(우리 표본은 4개인 반면 *E. polyzona*는 5–7개)에서 잘 구분되며(Table 1), 체색(우리 표본은 별꽃 무늬의 얼룩이 2열인 반면 *E. polyzona*는 체측을 가로지르는 가로띠가 줄지어 있다)에서 가장 확실하게 구분된다(Chen et al., 1994). 곰치과 어류 중에 알락곰치, *Enchelycore pardalis*는 등지느러미 앞까지 척추골수 3–6개, 항문 앞까지 척추골수 44–51개, 전체 척추골수 119–126개로(Böhlke and Randall, 2000), 우리 표본의 척추골수(4-50-123)와 유일하게 일치하였다. 그러나, 알락곰치는 양턱에 날카로운 송곳니를 가지는 점에서 원빨니 또는 등근니를 가지는 우리 표본과 확연히 구분되었다. 우리 표본은 Chen et

al. (1994), Böhlke and Randall (2000) 및 Hatooka (2013)가 제시한 상악골치 및 서골치의 형태 및 배열과 거의 일치하였다(Fig. 2D). 한편, 우리 표본은 별꽃 무늬의 흑갈색 얼룩이 등쪽으로 20개, 중앙-배쪽으로 17개 나 있는 반면, Böhlke and Randall (2000)은 24-30개를 가져 차이를 보였다. 이와 같이 항문 앞까지 척추골수와 체색에서 차이를 보인 것과 달리 미토콘드리아DNA COI 염기서열에서는 우리 표본이 하와이에서 채집된 *E. nebulosa* (표본번호, USNM:Fish:442412)와 100% 일치하여 이러한 차이는 종내 변이로 사료된다. 그러나 향후 더 많은 표본을 대상으로 척추골수 및 체색 변이에 관한 좀더 면밀한 연구가 필요하다. 본속은 입안에 송곳니가 없고 등근니를 가지는 특징에 근거하여 새로운 국명으로 “등근니곰치속”을 제안하며, 본종은 머리와 몸통, 꼬리 말단부까지 별꽃 무늬의 얼룩이 2열로 나 있는 특징에 근거하여 새로운 국명으로 “별꽃곰치”를 제안한다.

사 사

이 논문은 2022년 국립해양생물자원관 재원으로 지원을 받아 수행된 연구임(2022M00100). 또한, 본 논문의 질적 향상을 위해 논문을 검토해 주신 세분 심사위원께 감사드립니다.

References

- Ahl JN. 1789. Specimen Ichthyologicum de Muraena et Ophichtho. Upsala, Sweden, 1-14.
- Allen GR and Erdmann MV. 2012. Reef Fishes of the East Indies. Volumes I-III. Tropical Reef Research, Perth, Australia, 74-100.
- Böhlke EB. 1982. Vertebral formulae for type specimens of eels (Pisces: Anguilliformes). Proc Acad Nat Sci Phila 134, 31-49.
- Böhlke EB and Randall JE. 2000. A review of the moray eels (Anguilliformes: Muraenidae) of the Hawaiian Islands, with descriptions of two new species. Proc Acad Nat Sci Phila 150, 203-278.
- Chen HM, Shao KT and Chen CT. 1994. A review of the muraenid eels (family Muraenidae) from Taiwan with descriptions of twelve new records. Zool Stud 33, 44-64.
- Choi Y, Kim JH and Park JY. 2002. Marine Fishes of Korea. Kyohaksa, Seoul, Korea, 646.
- Chyung MK. 1961. Illustrated Encyclopedia. The Fauna of Korea (2) Fishes. Jung-ang-do-seo, Seoul, Korea, 861.
- Chyung MK. 1977. The Fishes of Korea. Ilji Publishing, Seoul, Korea, 727.
- Forster JR. 1788. Enchirodion Historiae Naturali Inserviens: Quo, Termini Et Delineationes Ad Avium, Piscium, Insectorum Et Plantarum Adumbrationes Intelligendas Et Concinnandas, Secundum Methodum Systematis Linnaeani Continentur. Prostat apud Hemmerde et Schwetschke, Halae, 1-224.
- Fricke R. 1999. Fishes of the Mascarene Islands (Réunion, Mauritius, Rodriguez): An annotated checklist with descriptions of new species. Koeltz Scientific Books, Schmittgen, Germany, 1-759.
- Froese R and Pauly D. 2022. FishBase. World Wide Web Electronic Publication, Paris, France. Retrieved from www.fishbase.org on May 1, 2022.
- 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.
- Hatooka K. 1984. Muraenidae. In: The Fishes of the Japanese Archipelago. Masuda H, Amaoka K, Araga C, Uyeno T and Yoshino T, eds. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan, 437.
- Hatooka K. 2013. Muraenidae. In: Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species, 3rd Edition. Nakabo T, ed. Tokai Univ Press, Kanazawa, Japan, 244-261.
- Ho HC, Smith DG, McCosker JE, Hibino Y, Loh KH, Tighe KA and Shao KT. 2015. Annotated checklist of eels (orders Anguilliformes and Saccopharyngiformes) from Taiwan. Zootaxa 4060, 140-189. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4060.1.16>.
- Kang CB, Kim MJ, Kim JK and Song CB. 2020. New record of a moray eel, *Strophidon dorsalis* (Muraenidae, Anguilliformes) from Korea. Korean J Ichthyol 32, 191-196. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.3.9>
- Kang CB, Song YS, Park JW, Kim JK and Jeong HG. 2018. New Korean record of highfin moray *Gymnothorax pseudothyroideus* (Anguilliformes: Muraenidae) from Jeju Island. Korean J Fish Aquat Sci 51, 298-304. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0298>.
- Kim BY, Koh SJ, Kim MJ and Song CB. 2020. First record of the slender giant moray, *Strophidon sathete* (Muraenidae, Anguilliformes) from Korea. Korean J Ichthyol 32, 21-25. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.1.4>.
- Kim SY, Ji HS and Kim JK. 2012. Review of the scientific name and redescription of the banded moray eel, previously reported as *Gymnothorax reticularis* (Muraenidae, Anguilliformes) in Korea. Korean J Ichthyol 24, 292-296.
- Kim YU, Myoung JG, Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JK. 2001. The Marine Fishes of Korea. Hangeul, Busan, Korea, 382.
- 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>.
- Kumar S, Stecher G and Tamura K. 2016. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. Mol Biol Evol 33, 1870-1874. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2022. National List of Marine Species. Namu Press, Seochon, Korea.

- McCosker JE and Rosenblatt RH. 1995. Muraenidae. In: Guia FAO Para Identification De Especies Para Lo Fines De La Pesca. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE and Niem V, eds. FAO, Rome, Italy, 1201-1813.
- Nakabo T. 2013. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species, 3rd ed. Tokai Univ Press, Kanagawa, Japan, 2428.
- Nelson JS, Grande TC and Wilson VH. 2016. Fishes of the World, 5th ed. John Wiley and Sons Inc., Hoboken, NJ, U.S.A., 143-144.
- Swain DP and Foote CJ. 1999. Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fish Res* 43, 113-128. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00069-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00069-7).
- 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. *Nucl Acids Res* 22, 4673-4680. <https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673>.
- Ward RD, Zemlac TC, Innes BH, Last PR and Hebert PDN. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philos Trans R Soc B* 360, 1847-1857. <http://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.