

한국 제주도에서 채집된 곱치과(Muraenidae) 어류 1 미기록종, *Gymnothorax pseudothyrsoideus*

강충배 · 송영선¹ · 박진우² · 김진구^{1*} · 정현경

국립해양생물자원관 해양생명자원관리부, ¹부경대학교 자원생물학과, ²한국어류연구소

New Korean Record of Highfin Moray *Gymnothorax pseudothyrsoideus* (Anguilliformes: Muraenidae) from Jeju Island

Chung-Bae Kang, Young Sun Song¹, Jin Woo Park², Jin-Koo Kim^{1*} and Hyeon Gyeong Jeong

Marine Bioresources Center, Marine Biodiversity Institute of Korea, Seocheon 33662, Korea

¹Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

²Korea Fish Research & Institute, Jeju 63643, Korea

A single specimen of *Gymnothorax pseudothyrsoideus* (424.0 mm TL) belonging to the family Muraenidae, order Anguilliformes, was collected from Jeju Island, Korea, for the first time. The specimen is characterized by jaws closing completely, canine teeth on jaws, teeth not exposed when mouth is closed, ovoid posterior nostril, and body color ranging from yellowish brown to brownish with small dark spots aggregating to form larger spots that from approximately four irregular rows along the body. A comparison of mitochondrial DNA 16S rRNA sequences indicated that this specimen corresponds well with *G. pseudothyrsoideus* (K2P distance, $d=0.002$) but differs from other *Gymnothorax* species (11.9-13.7%). Therefore, the new Korean name “Geu-mul-nun-gom-chi” is proposed for the species *G. pseudothyrsoideus*.

Key words: *Gymnothorax pseudothyrsoideus*, First record, Muraenidae, Jeju Island, Korea

서 론

뱀장어목(Anguilliformes) 곱치과(Muraenidae) 어류는 전세계의 열대 및 온대 해역에 걸쳐 분포하며(Nelson et al., 2016), 전세계적으로 16속 200여종(Froese and Pauly, 2017), 일본에 10속 57종(Nakabo, 2013), 한국에 2속 6종[알락곱치, *Enchelycore pardalis* Temminck and Schlegel, 1846; 가지굴, *Gymnothorax albimarginatus* (Temminck and Schlegel, 1846); 검은점곱치, *Gymnothorax isingteena* (Richardson, 1845); 곱치, *Gymnothorax kidako* (Temminck and Schlegel, 1846); 백설곱치, *Gymnothorax prionodon* Ogilby, 1895; 나망곱치, *Gymnothorax minor* (Temminck and Schlegel, 1846)]이 보고되어 있다(Kim et al., 2012).

곱치과 어류의 몸은 길게 신장되어 있고 아가미 구멍이 매우 작으며, 배지느러미와 가슴지느러미가 없고 체측에 다양한 무늬와 체색을 가지는 분류군으로, 산호나 암초역의 굴이나 빈틈

에 숨어 지내는 습성을 가진다(Lowe McConnell, 1987; Böhlke and Chaplin, 1993; Randall, 1996). 곱치과 어류의 분류형질로 지느러미의 위치, 항문의 위치, 꼬리지느러미의 길이, 양턱의 모양, 이빨의 모양과 배열, 콧구멍, 체색 등이 이용되지만, 체색과 이빨의 경우 성장에 따른 변이가 있어 형태동정에 어려움이 있다(Smith and Brito, 2016).

곱치과 어류는 등지느러미와 뒷지느러미의 발달정도에 따라 2개의 아과(Muraeninae, Uropterygiinae)로 구분되며 Muraeninae아과는 등지느러미와 뒷지느러미가 길고 잘 발달되어 있는 반면 Uropterygiinae아과는 등지느러미와 뒷지느러미가 꼬리지느러미 근처에만 발달된 특징을 가진다(McCosker and Smith, 1997; Böhlke and Randall, 2000; Böhlke and McCosker, 2001). Muraeninae아과, 곱치속(*Gymnothorax* Bloch, 1795) 어류에는 123종이 보고되어 있으며 곱치과 어류의 반 이상을 포함하는 가장 큰 분류군으로(Froese and Pauly, 2017) 등지느러미와 뒷지느러미가 매우 발달된 점, 양 턱이 약간 휘어

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0298>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 51(3) 298-304, June 2018

Received 14 March 2018; Revised 3 May 2018; Accepted 15 May 2018

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

E-mail address: taengko@hanmail.net

지거나 완전히 닫힌 점, 양턱에 송곳니를 가진 점, 후비공이 관 모양이 아닌 점 등을 근거로 다른 속 어류와 잘 구분된다(Ha-
tooka, 1984). 본 연구는 2017년 9월 한국 제주도 남부해역에서
처음 채집된 곱치속 어류 1종의 형태 및 분자분석을 실시하였
고 그 결과를 근거로 형태특징을 상세히 기재하고 새로운 국명
을 제안하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서 채집된 곱치과 어류 1개체는 2017년 9월 25일 한
국 제주도 서귀포시 문섬에서 약 15마일(약 27 km) 떨어진 해
역(33°1'4.40"N 126°45'6.55"E)에서 야간 갈치잡이 어획 시 수
면에 떠오른 개체를 뜰채를 이용하여 채집하였다(Fig. 1). 채집
후 어체표본은 빙장상태로 실험실로 운반하여 Nakabo (2013)
를 따라 동정하였다. 계수 및 측정은 Böhlke et al. (1989)를 따
랐으며 각 부위는 측정판과 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정
하였다. 모든 측정은 0.1 mm 단위까지 나타내었고 측정된 값

은 전장(TL, total length)과 두장(HL, head length)에 대한 비율
값(%)으로 각각 계산하였다. 척추골수는 soft X-ray 화상분석
기(X'Pert-MPD System, Netherland)를 이용하여 촬영 후 계
수하였고, Böhlke (1982)를 따라 평균 등지느러미 앞-뒷지느
러미 앞-전체 척추골수(predorsal-preanal-total)로 정형화하여
기재하였다. 이빨은 Böhlke and Randall (1996)을 따라 계수
하였다. 관찰 표본은 국립해양생물자원관(Marine Biodiversity
Institute of Korea, MABIK)에 등록 및 보관하였다.

Total genomic DNA는 어체의 왼쪽 체측 근육에서 chelex
100 resin (Bio-rad, USA)을 이용하여 추출하였다. 중합효소
연쇄반응(PCR, polymerase chain reaction)은 미토콘드리아
DNA 16S rRNA영역을 대상으로 진행하였으며, 증폭에 사용
된 프라이머는 Palumbi et al. (1996)의 universal primer를 사용
하였다. 10X PCR buffer 2 μ L, 2.5 mM dNTP 1.6 μ L, 프라이
머 세트 각각 0.5 μ L, TaKaRa EX-*Taq* polymerase 0.1 μ L (Ta-
KaRa Bio Inc., Japan; www.takara-bio.com)을 섞은 혼합물에
total genomic DNA 1 μ L을 첨가한 후, 총 20 μ L이 될 때까지



Fig. 1. The photos of *Gymnothorax pseudothyrsoides* (Bleeker, 1853), MABIK PI00047343, 424.0 mm total length (TL), Jeju Island, Korea. A, Overall view of whole body; B, Lateral view of the head; C, Close-up of anterior head.

3차 증류수를 넣고 MJ mini thermal cycler PTC-1148 (Bio-Rad)를 이용하여 다음과 같은 조건의 PCR 프로토콜에 맞추었다. Initial denaturation 95°C에서 5분; PCR reaction 35cycles (denaturation 95°C에서 1분, annealing 58°C에서 1분, extension 72°C에서 1분); final extension 72°C에서 5분. 염기서열은 ABI 3730XL sequencer (Applied Biosystems Inc., USA)에서 ABI bigdye terminator cycle sequencing ready reaction kit v3.1 (Applied Biosystems Inc., USA)을 이용하여 얻었다. 염기서열 정렬은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 clustal W (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬하였다. 유전거리는 mega 6 (Tamura et al., 2013)의 pairwise distance를 kimura-2-parameter모델 (Kimura, 1980)로 계산하였고 neighbor joining (NJ) tree는 Mega 6 (Tamura et al., 2013)에서 작성하였으며 bootstrap은 1,000번 수행하였다.

결과 및 고찰

Genus *Gymnothorax* Bloch, 1795

(Korean genus name: Gom-chi-sok)

Gymnothorax Bloch, 1795: 83 (type species: *Gymnothorax reticularis* Bloch, 1795).

곰치속(*Gymnothorax*) 어류는 전세계 곰치과 어류의 절반 이상인 123종이 보고되어 있으며(Froese and Pauly, 2017), 몸은 길고 꼬리가 상대적으로 짧으며, 등지느러미와 뒷지느러미가 매우 발달되어 있다. 양 턱은 약간 휘거나 거의 완전하게 닫히며, 양 턱에는 송곳니가 발달하고 이빨은 측면으로 돌출되지 않는다. 후비공의 형태는 난형 혹은 구형을 띠고 체색이나 무늬의

형태가 매우 다양하다(Smith, 2012).

Gymnothorax pseudothyrsoides (Bleeker, 1853)

(New Korean name: Geu-mul-nun-gom-chi)

(Figs. 1-2; Table 1)

Muraena pseudothyrsoides Bleeker, 1853: 778 (type locality: Makassar, Sulawesi, Indonesia).

Gymnothorax makassariensis Bleeker, 1863: 168 (type locality: Makasar, Sulawesi, Indonesia).

Gymnothorax pseudothyrsoides: Hatooka, 1984: 24 (Japan); Chen et al., 1994: 52 (Taiwan); Chen et al., 2008: 134 (Taiwan); Smith, 2012: 25 (Indonesia); Nakabo, 2013: 259 (Japan).

관찰표본

표본번호는 MABIK PI00047343, 개체수는 1개체, 전장은 424.0 mm, 채집지역은 제주도 문섬 남쪽 인근 27 km 떨어진 해역(33°1'4.40"N 126°45'6.55"E) 표층, 채집시기는 2017년 9월 25일 야간, 채집자는 남경호 선장, 사용어구는 뜰채(Fig. 1).

기재

몸은 길게 신장되어 있고 약간 측편된다. 머리는 작고 입이 다소 크다(Fig. 1A). 주둥이는 짧으며 그 끝은 뾰족하고 위턱과 아래턱의 끝은 일직선상에 위치한다. 양 턱은 굴곡없이 완전히 닫히는 형태를 나타내며, 위턱의 뒤끝은 눈의 뒤끝을 지나지만 등지느러미 기점을 지나지는 않는다(Fig. 1B). 양 턱의 이빨은 끝이 후방으로 향한다(Fig. 1C). 위턱의 경우, intermaxillary의

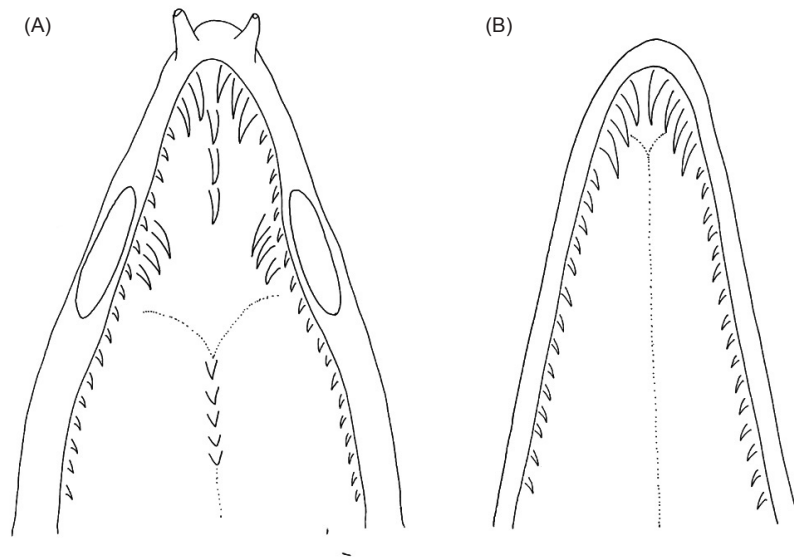


Fig. 2. Dentition illustration of *Gymnothorax pseudothyrsoides* (MABIK PI00047343). A, Upper jaw portion; B, Lower jaw portion.

이빨은 크고 길며 2-3개, median intermaxillary는 3개, 주상악 골의 이빨은 2열을 이루며, 외열치는 17-19개, 내열치는 3개로 내열치가 외열치보다 더 길고 날카롭다. 서골치는 매우 작으며 5개의 이빨이 열을 이룬다(Fig. 2A). 아래턱의 경우, 앞쪽 3-4 개의 큰 이빨에 이어 14-18개의 작은 이빨이 열을 이룬다(Fig. 2B). 두 쌍의 콧구멍을 가지며 전비공은 긴 관형으로 주둥이 끝 상단에 위치하고, 후비공은 난형으로 눈의 앞쪽 상단에 위치한다. 아가미 구멍은 작고 그 크기는 안경보다 작다. 등지느러미와 뒷지느러미가 발달하였으며 등지느러미 기점은 아가미 구멍보다 앞쪽 상단에 위치하고, 뒷지느러미 기점은 체측 중앙보다 약간 뒤쪽에서 시작되어 꼬리지느러미와 융합된다. 등지느러미는 약간 높지만 뒷지느러미는 낮다. 가슴지느러미와 배지느러미는 없다. 꼬리지느러미는 매우 짧고 그 끝은 뾰족하다.

체색

몸은 어두운 갈색 및 밝은 노란색이 어우러져 있으며, 배쪽은 다소 희다. 전반적으로 흑갈색 혹은 검은 반점들이 큰 하나의 구형을 이루며 체측을 따라 4열의 불규칙적 열을 이루고 있다. 지느러미의 가장자리는 밝다(Fig. 1A). 머리와 아가미 구멍 주변은 망사 무늬로 덮여 있다(Fig. 1A). 입안은 어둡고, 아가미 구멍 주변은 희다(Fig. 1B).

분포

한국 제주도(본 연구), 일본, 필리핀, 호주 등을 포함한 인도-서태평양 해역에 분포하며, 수심 20 m 이내의 산호초 지역에 서식한다(Böhlke et al., 1989; Chen et al., 1994; Nakabo, 2013).

Table 1. Counts and measurements of *Gymnothorax pseudothyrsoides*

Voucher number	Present study	Bleeker (1853)	Chen et al. (1994)	Böhlke and McCosker (2001)
The number of specimens	1	-	3	1
Total length (mm)	424.0	-	455.0-600.0	800.0
Vertebrae				
Predorsal	2-3	3-5	-	4
Preanal	54	55-61	-	56
Total	127	122(?)-134	128-131	122-135
Teeth				
Intermaxillary	2-3	-	-	-
Median	3	-	-	-
Maxillary	17-19	-	-	-
Vomerine	5	-	-	-
Dentary				
Inner anterior	3-4	-	-	-
Outer	14-18	-	-	-
Measurements (in % TL)				
Tail length	49.8	-	-	-
Trunk length	36.6	-	32.3-34.5	-
Body depth at gill opening	7.6	-	6.1-8.0	-
Body depth at anus	7.5	-	-	-
Head length	14.9	-	14.3-17.4	-
Measurements (in % HL)				
Predorsal length	62.0	-	-	-
Length of upper jaw	44.0	-	-	-
Length of lower jaw	48.2	-	-	-
Snout length	14.6	-	-	-
Eye diameter	9.4	-	-	-
Interorbital width	12.8	-	-	-
Gill opening length	7.6	-	-	-

TL, total length; HL, head length.

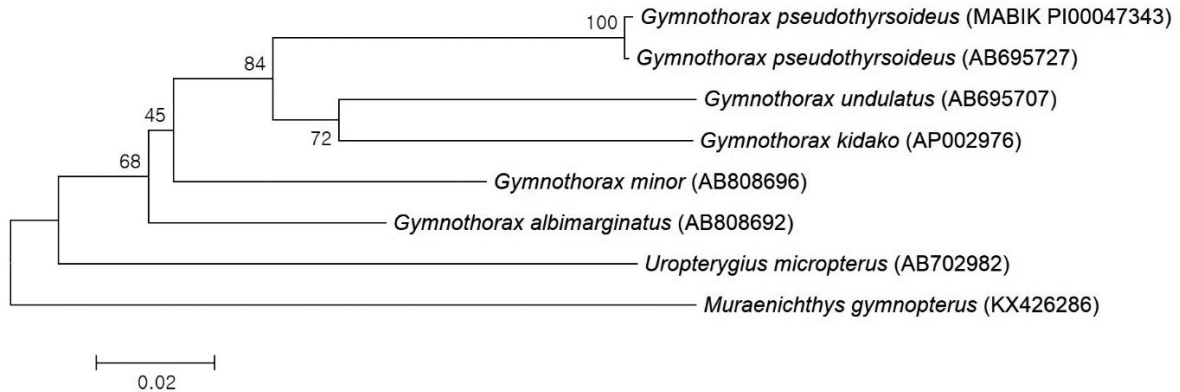


Fig. 3. The Neighbor-joining (NJ) tree showing the phylogenetic relationships of six moray eel species including *Gymnothorax pseudothyrsoides* (MABIK PI00047343) based on mitochondrial DNA 16S ribosomal RNA. *Muraenichthys gymnopterus* is outgroup. The numbers above the branches are bootstrap values based on 1000 replications. Scale bar indicates a genetic distance (d) of 0.02.

분자동정

미토콘드리아 DNA 16S rRNA 영역의 염기서열 532 base-pair (bp)을 이용하여 곶치속 어류 5종을 비교한 결과, 제주도에서 채집된 곶치속 어류 1개체(MABIK PI00047343)는 *Gymnothorax pseudothyrsoides*와 0.2%의 유전 거리를 나타내었다. 동일 속의 *G. undulatus*와 곶치(*G. kidako*)가 가장 가깝게 유집되었는데 12.8%, 13.7%의 유전 거리를 보였고, 나망곶치(*G. minor*)와는 13.1%, 가지곶(*G. albimarginatus*)과는 11.9%의 유전적 차이를 나타내었다. NJ tree에서는 *G. pseudothyrsoides*와 100% bootstrap값으로 가장 가깝게 유집되었다(Fig. 3).

비 고

한국 제주도 문섬 인근에서 채집된 어류 1개체는 등지느러미와 뒷지느러미가 잘 발달되어 있다는 점에서 Muraeninae아과에 속하며, 위턱과 아래턱이 틈이 없이 완전히 닫힌 점, 양턱의 송곳니가 측면으로 돌출되지 않은 점, 난형의 후비공을 가지는 점 등에 의거 곶치속(*Gymnothorax*) 어류에 속하였다. 또한, 척추골수가 127개인 점과 몸 전체에 걸쳐 어두운 갈색과 밝은 노란색을 띠고 검은 반점들이 모여 형성된 큰 구형의 반문이 불규칙한 열을 이루는 점에서 *Gymnothorax pseudothyrsoides*로 동정하였다(Chen et al., 1994; Nakabo, 2013). Chen et al. (1994)의 연구에 사용된 대만 개체의 경우, 전장(TL)에 대한 몸통의 길이의 백분율(%) 범위가 32.3%-34.5%였으나 국내 채집된 개체는 36.6%로 미약한 차이를 보였다(Table 1). 척추골수 비교 시, 원기재(Bleeker, 1853) 및 Böhlke and McCosker (2001)에 기록된 등지느러미앞-뒷지느러미앞의 척추골수(3~5-55~61 in Beeker, 1853; 4-56 in Böhlke and McCosker, 2001)보다 적은 수(2~3-54)를 나타냈으나 천제 척추골수에서는 잘 일치하였다(Table 1). 본 종은 곶치속 어류 중 *Gymnotho-*

*rax undulatus*와 가장 유사하였으나, 체색이 어둡고 붉은 갈색을 띠며 노란색의 망상 혹은 물결 모양의 줄무늬를 가지는 점과 아래턱이 약간 굽은 형태를 가지는 점에서 본 종과 잘 구분된다(Hatooka, 1984; Nakabo, 2013). 또한, 본종은 *Gymnothorax taiwanensis*와도 유사하지만 4열의 불규칙한 검은색 구형 반문(vs 밝고 모호한 망상무늬 패턴 in *G. taiwanensis*), 척추골수 127개(vs 117-121개), 긴 이빨 크기(vs 짧은 이빨), 단열의 구개치(vs 2열의 구개치)를 가지는 점에서 잘 구분된다(Chen et al., 2008). 국내 보고된 곶치속 어류 5종과 형태 비교 시, 검은곶곶치(*G. isingteena*)와는 검은색의 반문을 가지는 점에서 가장 유사하지만 척추골수(본 종은 127개 vs 검은곶곶치는 144개)에서 잘 구분된다(Böhlke et al., 1999). 곶치(*G. kidako*) 및 나망곶치(*G. minor*)와는 체측의 반문이 가로 무늬를 이루는 점에서 잘 구분되고, 백설곶치(*G. prionodon*)와는 흰색의 반문을 가지는 점에서 잘 구분된다(Kim et al., 2005). 또한, 본종은 척추골이 127-135개, 체측에 흑갈색의 반문이 뚜렷한 반면 가지곶(*G. albimarginatus*)은 척추골이 171-181개, 몸은 자주색을 띠며 체측에 뚜렷한 반문이 없는 점에서 명확하게 구분된다(Kim et al., 2005). 미토콘드리아 DNA 16s rRNA 염기서열을 비교한 결과 *G. pseudothyrsoides*와 잘 일치하였으며(genetic distance, $d=0.002$), 동속의 4종과도 10% 이상의 유전적 차이를 나타내어 잘 구분되었다. 따라서 본 연구에서 처음 보고하는 *Gymnothorax pseudothyrsoides*의 새로운 한국명으로 “그물눈곶치”를 제안한다.

사 사

이 연구는 해양수산부(Ministry of Oceans and Fisheries) 산하의 국립해양생물자원관(Marine Biodiversity Institute of Korea; 2018M01200)의 예산 지원을 받아 수행되었으며, 표

본 채집에 도움을 주신 제주도 남경호선장님께 감사드립니다.

References

- Bleeker P. 1853. Vierde bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Celebes. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie* 5, 7390-782.
- Bleeker P. 1863. Sur quelques espèces nouvelles ou peu connues de *Gymnothorax* Bl. de l'Inde archipelagique. *Nederlandsch Tijdschrift voor de Dierkunde* 1, 167-171
- Bloch ME. 1795. *Naturgeschichte der ausländischen Fische*. Berlin 9, 397-429.
- Böhlke EB. 1982. Vertebral formulae for type specimens of eels (Pisces: Anguilliformes). *Proc Acad Nat Sci Phila* 134, 31-49.
- Böhlke JE and Chaplin CCG. 1993. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. 2nd edn. University of Texas Press, Austin, U.S.A.
- Böhlke EB, McCosker JE and Smith DG. 1999. Family Muraenidae. In: Carpenter KE and Niem VH (eds.) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific*. Vol. 3. Batoid fishes, chimaeras and bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae). FAO, Rome, Italy, 1643-1657.
- Böhlke EB, McCosker JE and Böhlke JE. 1989. Family Muraenidae. In: Böhlke EB, editor. *Fishes of the Western North Atlantic*. Part 9. Vol. 1. Orders Anguilliformes and Saccopharyngiformes. *Memoirs of the Sears Foundation for Marine Research*. New Haven: Yale University Press, New Haven, U.S.A., 104-206.
- Böhlke EB and McCosker JE. 2001. The moray eels of Australia and New Zealand, with the description of two new species (Anguilliformes, Muraenidae). *Rec Aust Mus* 53, 71-102.
- Böhlke EB, Randall JE. 1996. *Siderea flavocula*, a new species of moray eel (Anguilliformes: Muraenidae) from Oman. *J South Asian Nat Hist* 2, 95-101.
- Böhlke EB and Randall JE. 2000. A review of the moray eels (Anguilliformes: Muraenidae) of the Hawaiian Islands, with descriptions of two new species. *P Acad Nat Sci Phila* 150, 203-278.
- Böhlke EB and Smith DG. 2002. Type catalogue of Indo-Pacific Muraenidae. *P Acad Nat Sci Phila* 152, 89-172.
- Chen HM, Loh KH and Shao KT. 2008. A new species of moray eel, *Gymnothorax taiwanensis*, (Anguilliformes: Muraenidae) from eastern Taiwan. *Raffles Bull Zool* 19, 131-134.
- 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.
- Froese R and Pauly D. 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from www.fishbase.org on Oct 30, 2017.
- 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.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. *Illustrated book of Korean fishes*. Kyo-Hak Publishing Cooperation, Seoul, Korea, 83-85.
- 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.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitution through comparative studies of nucleotide sequences. *J Mol Evol* 16, 111-120.
- Lowe-McConnell RH. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press, London, UK.
- Hatooka K. 1984. Family Muraenidae. In: *The fishes of the Japanese Archipelago*. Masuda H, Amaoka K, Araga C, Uyeno T and Yoshino T, eds. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 22-26.
- McCosker JE and Smith DG. 1997. Two new Indo-Pacific morays of the genus *Uropterygius* (Anguilliformes: Muraenidae). *B Mar Sci* 60, 1005-1014.
- Nakabo T. 2013. Muraenidae. In: *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*, 3rd, Nakabo T, ed. Tokai University press, Tokyo, Japan, 244-261.
- Nelson JS, Grande TC and Wilson VH. 2016. *Fishes of the world*. 5th edition. John Wiley and Sons Inc, Hoboken, New Jersey, U.S.A., 707.
- Ogilby JD. 1895. Description of a new Australian eel. *Proc Linn Soc NSW* 9: 720-721.
- Palumbi SR. 1996. Nucleic acids II: The polymerase chain reaction. In: Hillis DM, Moritz C, Mable BK (eds). *Molecular Systematics* (2nd edition). Sunderland, Massachusetts, 205-247.
- Randall JE. 1996. *Caribbean Reef Fishes* (3rd edition revised). TFH Publications, Neptune city, NJ, U.S.A., 368.
- Richardson J. 1845. Ichthyology.-Part 2. In RB Hinds (ed.) *The zoology of the voyage of H M S. Sulphur*, under the command of Captain Sir Edward Belcher, RN, CB, FRGS, etc., during the years 1836-1842, Smith, Elder & Co., London, UK, 71-98.
- Smith DG. 2012. A checklist of the moray eels of the world (Teleostei: Anguilliformes: Muraenidae). *Zootaxa* 3474, 1-64.
- Smith DG and Brito A. 2016. Muraenidae. In: Carpenter KE and De Angelis N (eds.). *The living marine resources of the Eastern Central Atlantic*. Volume 3: Bony fishes part 1 (Elopiformes to Scorpaeniformes). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*, Rome, Italy, 1614-1612.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipiski A, Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol Bio Evol* 30, 2725-2729.
- Temminck CJ and Schlegel H. 1846. Pisces. In: Siebold, P. F. de (ed.): *Fauna Japonica, sive descriptio animalium que in*

itinere per Japoniam suscepto annis 1823-1830 collegit, notis observationibus et adumbrationibus illustravit P.F. de Siebold, Lugduni Batavorum, Parts 10-14: 173-269.

Thompson JD, Higgins DG, 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.