

한국산 여을멸과(여을멸목) 어류 1미기록종, *Albula glossodonta* (Forsskål, 1775) 엽상자어의 분자동정 및 형태기재

이연명 · 지환성¹ · 김진구*

부경대학교 자원생물학과, ¹국립수산과학원 수산자원연구센터

Molecular Identification and Morphological Description of Newly Recorded *Albula glossodonta* (Forsskål, 1775) (Albulidae, Albuliformes) Leptocephalus in Korea

Yeon-Myeong Lee, Hwan-Sung Ji¹ and Jin-Koo Kim*

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 48517, Korea

¹Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

A single leptocephalus specimen of *Albula glossodonta* belonging to the family Albulidae under the order Albuliformes, was collected from the southern sea of Korea in May 21, 2019. This species is distinguished from *A. vulpes* in the number of melanophores at the base of the caudal fin. In addition, our specimen was readily distinguished from *A. argentea* in having no melanophores on the operculum, at the base of the dorsal fin and in front of the pectoral fin. Also it was well distinguished from *A. gilberti* in having no melanophores on the operculum, in front of the pectoral fin and on the lateral body. A molecular analysis based on 467 bp sequences of the mitochondrial DNA 16S rRNA shows that the leptocephalus is well matched to *A. glossodonta* adult (K2P distance=0.002). We report the first occurrence of *A. glossodonta* leptocephalus in the Korean waters, and propose its new Korean name, “Nam-bang-yeoul-myeol”.

Keywords: *Albula glossodonta*, Albulidae, Leptocephalus, New record

서론

여을멸목(Albuliformes), 여을멸과(Albulidae) 어류는 2아과(Albulinae, Pterothrissinae)로 구성되어 있고, 전 세계적으로 3속 13종(Fricke et al., 2021), 일본에는 2속 3종(Aizawa and Doiuchi, 2013), 우리나라에는 1속 2종[여을멸(*Albula argentea*) (Bloch and Schneider, 1801), 황줄뺨여을멸(*Albula koreana*) (Kwun and Kim, 2011)] (MABIK, 2020)이 보고되어 있다. 여을멸과 어류는 전 세계 열대 및 아열대 바다에 분포하며 얕은 해안의 모래나 진흙 바닥, 염도가 비교적 높은 지역에 서식한다(Smith and Randall, 2002). 여을멸과 어류의 성어는 원뿔형의 주둥이와 작은 입을 가지며, 위턱이 아래턱보다 전방으로 돌출되어 있다. 또한 눈에 지방 조직을 가지며 전상악골, 치골,

서골, 구개골에 용모치(villiform teeth)가 작은 조각으로 나 있는 것이 특징이다(Kim et al., 2019).

여을멸과의 엽상자어(Leptocephalus)를 대상으로 한 국외 연구는 *Albula vulpes*의 산란 유도, 배아 및 엽상자어 발달(Halstead et al., 2020), *Albula vulpes*의 초기 엽상자어의 지질 조성 및 활용(Mejri et al., 2020), 캘리포니아만 *Albula*속의 연안 회유, 계절적 분포 및 크기(Pfeiler, 1984), *Albula* sp. 엽상자어의 변태기간 동안 지질 조성의 변화(Padrón et al., 1996) 등 비교적 다양한 연구가 수행되었으나, 국내에서는 Cytochrome *b* 염기 서열을 이용한 한국 남해에서 채집된 *Albula* sp. 엽상자어의 분자 동정(Kim et al., 2008) 외에는 거의 전무한 실정이다. 여을멸과 어류는 엽상자어 기간 동안 근절 수, 항문의 위치, 뒷지느러미의 위치, 흑색소포의 분포, 꼬리지느러미의 형태 등에서 다

*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.2021.0568>

Korean J Fish Aquat Sci 54(4), 568-573, August 2021

Received 20 May 2021; Revised 15 June 2021; Accepted 27 June 2021

저자 직위: 이연명(대학생), 지환성(연구사), 김진구(교수)

른 유사 과와 쉽게 구별된다(Charter and Moser, 1996). 하지만 여을멸과 어류의 엽상자어는 성어와 형태적으로 공통점이 거의 없고 중 수준에서의 식별이 매우 어려워(Kim et al., 2008) 보다 정확한 종 동정을 위해서는 분자분석이 병행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 2019년 5월 남해에서 채집된 여을멸과 엽상자어 1개체를 대상으로 분자분석으로 종을 확인하고, 상세한 형태 기재와 함께 유사종과의 식별키를 제공하며, 나아가 새로운 국명을 제안하고자 한다.

재료 및 방법

채집

2019년 5월 21일 한국 남해 223-4해구(33°N, 126°E)에서 여을멸과 엽상자어 1개체가 국립수산물연구원 조사선박에 의해 봉고네트(망구 80 cm, 망목 550 μ m)로 채집되었다(Fig. 1). 채집된 표본은 선상에서 5% 중성 해수-포르말린수용액으로 1시간 동안 고정하고, 세척후 알코올(99%)로 교체하였다. 표본은 국립수산물연구원 수산자원연구센터 난자치어분석실(National Institute of Fisheries Science, Fisheries Resources Research Center, Ichthyoplankton Laboratory, NIFS_FRRC_I)에 등록(표본번호, NIFS_FRRC_I_00078; 이전번호, PKUI 836) 및 보관하였다.

형태분석

엽상자어의 부위별 용어와 명칭은 Arizawa and Douchi (2013)와 Okiyama (2014)를 참고하였고, 계수형질 3개[total myomere (TM), predorsal myomere (PDM), preanal myomere (PAM)], 계측형질 7개[standard length (SL), head length (HL), predorsal length (PDL), preanus length (PAL), body depth (BD), eye diameter (ED), snout length (SnL)]는 Mochioka and Kozima (1988), Kim et al. (2008)을 참고하여 계수 및 계측하였다. 외부형태는 입체해부현미경(SZH-16; Olympus, Tokyo, Japan) 하에서 현미경용 사진촬영장치(active measure program, Mosaic 2.0; Fuzhou Tucsen photonics, Fuzhou, China)를 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정된 후 스케치하였다.

분자분석

채집된 엽상자어 1개체의 우측 눈알을 떼어내어 Chelex 100 Resin (Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 이용하여 genomic DNA를 추출하였다. 중합효소 연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)으로 미토콘드리아 DNA 16S rRNA 영역을 증폭하였으며, 16Sar-L (5'-CGC CTG TTT ATC AAA AAC AT-3')와 16Sbr-H (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T-3') primer (Palumbi, 1996)를 사용하였다. 10X PCR buffer 2 μ L, 2.5 mM dNTP 1.6 μ L, 각 primer 1 μ L, Taq polymerase 0.1

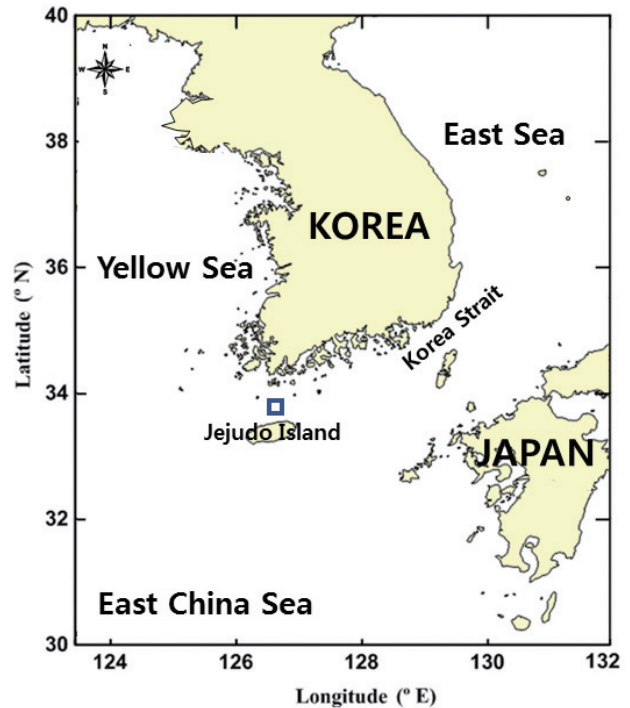


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Albula glossodonta leptocephalus* in the southern sea of Korea.

μ L를 섞은 혼합물에 genomic DNA 1 μ L를 첨가하고, 3차 증류수를 넣어 총 volume을 20 μ L로 맞추었다. PCR은 Thermal Cycler (MJ mini PCT-1148; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 다음 조건에서 수행하였다[Initial denaturation 95°C에서 5분; PCR reaction 35 cycles (denaturation 95°C에서 1분, annealing 52°C에서 1분, extension 72°C에서 1분); final extension 72°C에서 5분]. 염기서열은 ABI PRISM 3730XL analyzer (96 capillary type)를 이용하여 BigDye (R) Terminator v3.1 cycle sequencing kits (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)로 판독하였다. 16S rRNA 염기서열은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 ClustalW multiple alignment (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬 하였다. 유전거리는 MEGA X 프로그램(Kumar et al., 2018)을 이용하여 Kimura 2-parameter 모델 (Kimura, 1980)로 계산하고 근린결합수(neighbor joining tree)는 bootstrap을 1,000번 수행하여 작성했다.

결 과

Albula glossodonta (Forsskål, 1775) (Fig. 2; Table 1)

(New Korean name: “Nam-bang-yeo-eul-myeol”)

Argentina glossodonta Forsskål, 1775: 68, pl.13 (type locality: Jidda, Saudi Arabia or Luhaiya, Yemen, Red Sea).

Albula glossodonta: Hidaka et al., 2004: 62 (Okinawa, Ja-

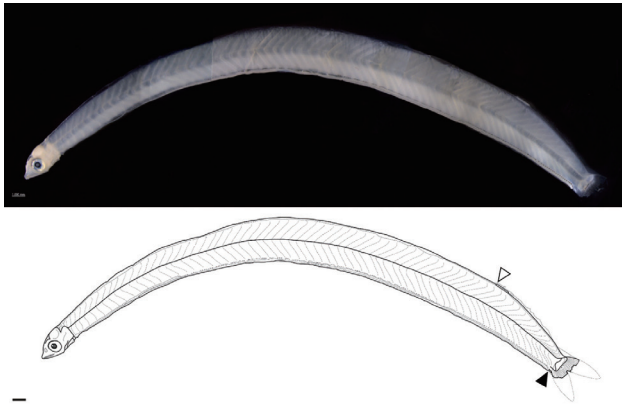


Fig. 2. *Albula glossodonta* leptocephalus, NIFS_FRRC_I_00078, 54.9 mm in standard length. Scale bars=1.0 mm. Open triangle and solid triangle indicate the origin of dorsal fin and anus.

pan); Fricke et al., 2009: 13 (Réunion, French); Aizawa and Doiuchi, 2013: 235 (Japan); Ni and Kwok, 1999: 134 (Hong Kong)

관찰표본

NIFS_FRRC_I_00078 (이전번호, PKUI 836), 1개체, 체장 54.9 mm, 2019년 5월 21일, 남해 223-4해구(33°N, 126°E), 봉고네트.

형태기재

채집된 엽상자어 1개체의 계수 및 계측 자료는 Table 1에 나타내었다. 본 연구에 사용된 여을멸과 엽상자어는 길게 신장된 반투명한 몸을 가졌다. 머리 크기는 작은 편이며(체장의 5.5%)

눈은 머리에 비해 큰 편이었다(두장의 33.0%). 위턱은 아래턱보다 약간 길며 양턱에 날카로운 이빨이 1열로 나 있었다. 이 이빨은 전방을 향해 45° 각도로 기울어져 있고, 밖으로 노출되어 있었다. 등지느러미 말단부와 뒷지느러미 기점부가 멀리 떨어져 위치하고 있으며, 등지느러미와 뒷지느러미는 막상으로 존재하였다. 등지느러미 뒤쪽과 꼬리자루에도 막 지느러미가 존재하였다. 소화관은 머리 후단부에서 꼬리지느러미 앞까지 가늘고 긴 형태로 뻗어 있으며, 따라서 항문은 꼬리지느러미 직전에 위치하였다(체장의 92.4%). 흑색소포는 몸의 10번째 근절부터 시작하여 항문까지 이르며, 복부 소화관 위쪽에 1열로 분포하였다. 머리와 등지느러미 기부, 몸의 측면에는 흑색소포가 존재하지 않으며, 꼬리지느러미 기부에 6개의 점 모양 및 별 모양의 흑색소포가 관찰되었다.

분자분석

여을멸과(Albulidae) 엽상자어 1개체(NIFS_FRRC_I_00078)의 분자 동정을 위해 mtDNA 16S rRNA 영역 467 bp의 염기서열을 얻어 NCBI (National Center for Biotechnology Information)에 등록된 여을멸속 어류 3종의 염기서열과 비교하였다. 그 결과 NIFS_FRRC_I_00078은 *A. glossodonta* 성어와 유전거리 0.002로 가장 가깝게 유집 되었으며, 동일 속인 *A. vulpes*와는 유전거리 0.062, *A. koreana*와는 유전거리 0.078로 유집 되었다(Fig. 3). 본 연구에서 사용된 한국산 *A. glossodonta* 엽상자어 1개체의 mtDNA 16S rRNA 염기서열은 NCBI에 등록하였다(등록번호, MW559537).

고찰

본 연구는 2019년 5월 한국 남해에서 채집된 여을멸과(Albu-

Table 1. Counts and measurements of *Albula glossodonta* and other *Albula* spp.

	<i>Albula glossodonta</i>	<i>Albula vulpes</i>	<i>Albula argentea</i>	<i>Albula gilberti</i>
	Present study	Mochioka and Kozima (1988)	Kim et al. (2008)	Noé et al. (2017)
Standard length (SL; mm)	54.9	45-64	55.7	40-68.1
Count				
Total myomere	69	68-76	69	68-70
Predorsal myomere	55	51-61	54	51-54
Preanus myomere	67	65-76	68	65-67
Measurements (% of SL)				
Head length (HL)	5.5	-	8.3	6.6-11.3
Predorsal length	77.6	-	75.7	-
Preanus length	92.4	-	91.2	92.6-97.4
Body depth	7.4	-	-	10.3-14.9
Measurements (% of HL)				
Eye diameter	33	-	41.1	26.0-28.9
Snout length	31.2	-	31.4	17.8-26.7

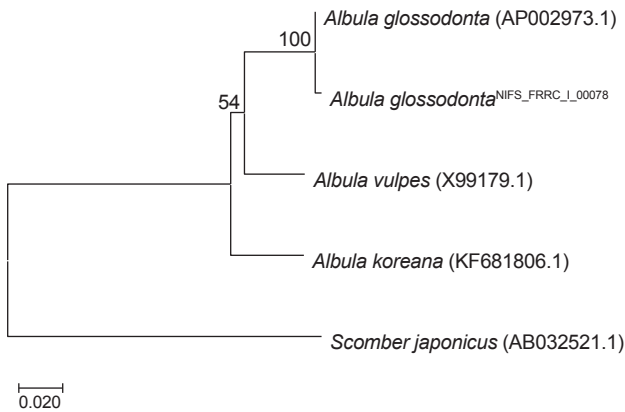


Fig. 3. Neighbor joining tree showing the relationship between *Albula glossodonta* leptocephalus (NIFS_FRRC_I_00078) and *A. glossodonta* adult (AP002973.1), based on partial mitochondrial DNA 16S rRNA sequences. Two congeneric species (*A. vulpes* and *A. koreana*) and one outgroup (*Scomber japonicus*) were included in this analysis. The tree was constructed using the K2P model and 1,000 bootstrap replications. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.020.

lidae) 엽상자어 1개체를 대상으로 형태 및 분자 분석을 수행하였다. 분자분석 결과, 16S rRNA 염기서열 467 bp가 *Albula glossodonta* 성어와 유전거리 0.002로 잘 일치하였으며, 같은 속의 다른 종들과 명확히 구분되어 본 시료를 *A. glossodonta*의 엽상자어로 확정지었다.

본 연구에서 사용된 *A. glossodonta* 엽상자어를 같은 속의 *A. argentea*, *A. gilberti*, *A. vulpes* 3종과 계수 및 계측 형질을 비교한 결과 4종 모두 전체 근절 수(TM), 등지느러미 앞 근절 수(PDM), 항문 앞 근절 수(PAM)에서 일치하였다(Table 1). 한편 꼬리지느러미 기저 흑색소포의 개수에서 차이를 보이는데, *A. glossodonta* 6개인 반면, *A. argentea*는 8개, *A. gilberti*는 7개, *A. vulpes*는 9개로 1-3개 차이를 보였다. 본 종은 *A. argentea*와 새개부 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. argentea*는 2개), 등지느러미 기부 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. argentea*는 5개), 가슴지느러미 앞쪽 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. argentea*는 2개)에서 잘 구분되었다. 또한, 본 종은 *A. gilberti*와 새개부 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. gilberti*는 1개), 가슴지느러미 앞쪽 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. gilberti*는 0-2개), 몸의 측면 흑색소포(*A. glossodonta*는 0개, *A. gilberti*는 3-8개)에서 잘 구분되었다(Fig. 4).

국내 여을멸과 어류에는 여을멸(*Albula argentea*), 황줄뺨 여을멸(*Albula koreana*) 2종만이 알려져 있었으나(MABIK, 2020), 이번 연구를 통해 *Albula glossodonta* 1종이 더 추가되어 국내에는 총 3종이 된다. *A. glossodonta*는 *A. koreana*와 분포 지역이 겹치는데, 이 중 *A. koreana*는 Kwun and Kim (2011)에 의해 우리나라 부산에서 채집된 개체를 완모식(holotype), 대만산 4개체를 부모식(paratype)으로 하여 신종으로 보고된 종이다(Pickett et al., 2020). 또한 *A. argentea*의 엽상자어 출현 보고(Kim et al., 2008) 이후 동종의 성어 출현 보고(Kim et al., 2019)가 있었다. 이는 *A. glossodonta*의 엽상자어뿐 아니라 향후 성어의 출현 가능성을 시사하는 것으로, 면밀한 모니터링이

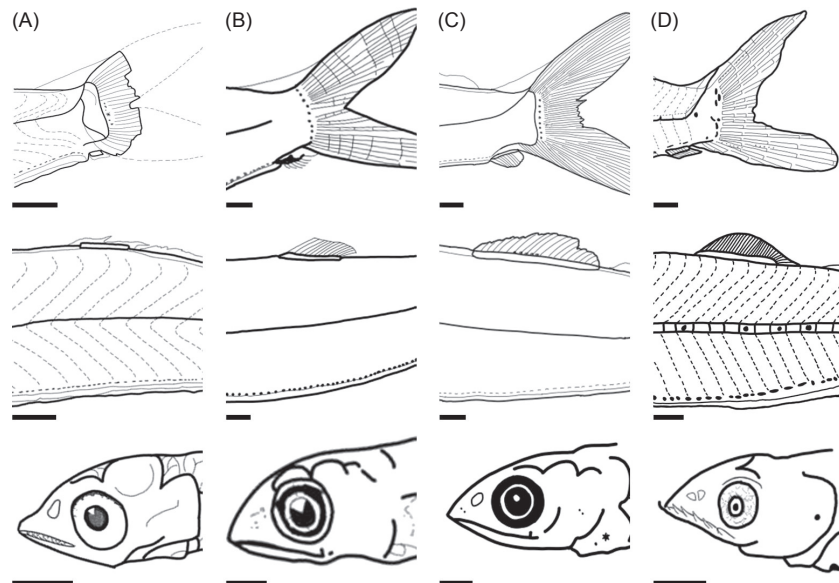


Fig. 4. Illustration of caudal fin base, lateral body and dorsal fin, head. A, *Albula glossodonta* (NIFS_FRRC_I_00078); B, *Albula vulpes* (Mochioka and Kozima, 1988); C, *Albula argentea* (Kim et al., 2008); D, *Albula gilberti* (Noé et al., 2017). Scale bars=1.0 mm.

필요하다. 이번에 처음 보고되는 *A. glossodonta*의 새로운 국명으로 “남방여을멸”을 제안한다.

사 사

이 연구는 2021년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2021027)의 연구비 지원을 받아 수행된 것으로 본 논문을 세심하게 검토해 주신 세분 심사위원께 감사드립니다.

References

- Arizawa M and Douchi R. 2013. Family Albulidae. In: Fishes of Japan with pictorial keys to the species, Nakabo T, ed. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 235.
- Bloch ME and Schneider JG. 1801. Systema ichthyologiae iconibus cx illustratum. Post obitum auctoris opus inchoatum absolvit, correxit, interpolavit Jo. Gottlob Schneider, Saxo. Berolini: Sumtibus auctoris impressum et Bibliopolio Sanderiano commissum, Berlin, Germany, 394-396.
- Charter SR and Moser HG. 1996. Family Albulidae. In: The early stages of fishes in the California current region. Moser HG, ed. Allen Press Inc., Lawrence, KS, U.S.A., 80-81.
- Forsskål P. 1775. Descriptiones animalium avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium; quae in itinere orientali observavit Petrus Forsskål. Post mortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Adjuncta est materia medica kahirina atque tabula maris rubri geographica. Hauniaë, 68-70.
- Fricke R, Eschmeyer WN and Fong JD. 2021 Species by family/subfamily. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp> on Mar 12, 2021.
- Fricke R, Mulochau T, Durville P, Chabanet P, Tessier E and Letourneur Y. 2009. Annotated checklist of the fish species (Pisces) of La Réunion, including a red list of threatened and declining species. Stuttgarter Beitr Naturk A Neue Serie 2, 1-168.
- Hall TA. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp 41, 95-98.
- Halstead WR, Mejri S, Cianciotto AC, Wills P, Leeuwen TE, Adams A and Shenker J. 2020. Induced spawning and embryonic and early larval development of bonefish *Albula vulpes*. J Fish Biol 96, 825-830. <https://doi.org/10.1111/jfb.14250>.
- Hidaka K, Kishimoto H and Iwatsuki Y. 2004. A record of an albulid fish *Albula glossodonta*, from Japan (Albuliformes: Albulidae). Jpn J Ichthyol 51, 61-66. <https://doi.org/10.11369/jji1950.51.61>.
- Kim BJ, Kim S, Seo HS and Oh J. 2008. Identification of *Albula* sp. (Albulidae: Albuliformes) leptocephalus collected from the southern coastal waters of Korea using cytochrome b DNA sequences. Ocean Sci J 43, 101-106. <https://doi.org/10.1007/BF03020586>.
- Kim MJ, Kim BY and Song CB. 2019. Molecular identification and morphological characteristics of the longjaw bonefish *Albula argentea* collected in Korea. Korean J Ichthyol 31, 249-254. <https://doi.org/10.35399/isk.31.4.9>.
- 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, Li M, Knyaz C and Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. Mol Biol Evol 35, 1547-1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>.
- Kwun HJ and Kim JK. 2011. A new species of bonefish *Albula koreana* (Albuliformes: Albulidae) from Korea and Taiwan. Zootaxa 2903, 57-63. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2903.1.6>.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2020. National list of marine species. Namu Press, Seochon, Korea, 3.
- Mejri S, Adams A, Shenker J, Cianciotto AC, Robinson CT, Uribe V and Wills P. 2020. Lipid composition and utilization in early stage leptocephalus larvae of bonefish *Albula vulpes*. Lipids 56, 81-91. <https://doi.org/10.1002/lipid.12278>.
- Mochioka N and Kozima J. 1988. Albulidae. In: An atlas of the early stage fishes in Japan. Okiyama M, ed. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 16-19.
- Ni IH and Kwok KY. 1999. Marine fish fauna in Hong Kong waters. Zool Stud 38, 130-152.
- Noé DV, Laura SV, Ricardo PE, Alejandro ZV, Michael JM and Sylvia PAJR. 2017. Morphological description of genetically identified cortex bonefish (*Albula gilberti*, Pfeiler and van der Heiden 2011) leptocephali from the southern Gulf of California. Mitochondrial DNA 28, 717-724. <https://doi.org/10.3109/24701394.2016.1174226>.
- Okiyama M. 2014. Family Albulidae. In: An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 5-7.
- Padrón D, Lindley VA and Pfeiler E. 1996. Changes in lipid composition during metamorphosis of bonefish (*Albula* sp.) leptocephali. Lipids 31, 513-519. <https://doi.org/10.1007/BF02522645>.
- Palumbi SR. 1996. Nucleic acids II: the polymerase chain reaction. In: Hillis DM, Moritz C and Mable BK, eds. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA, U.S.A., 205-247.
- Pfeiler E. 1984. Inshore migration, seasonal distribution and sizes of larval bonefish *Albula*, in the Gulf of California. Environ Biol Fishes 10, 117-122. <https://doi.org/10.1007/BF00001668>.
- Pickett BD, Wallace EM, Ridge PG and Kauwe JS. 2020. Lingering taxonomic challenges hinder conservation and management of global bonefishes. Fisheries 45, 347-358. <https://doi.org/10.1002/fsh.10438>.

- Smith DG and Randall JE. 2002. Family Albulidae. In: FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 3. Batoid fishes, chimaera and bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae). Carpenter KE and Niem VH, eds. FAO, Rome, Italy, 1623-1624.
- 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>.