

# 한국 해역에서 출현한 샛비늘치과(Myctophidae) 어류 1미기록종 *Notoscopelus japonicus* (Tanaka, 1908) 치어의 분자동정 및 형태기재

박경현 · 김진구\* · 지환성<sup>1</sup> · 최정화<sup>1</sup>

부경대학교 자원생물학과, <sup>1</sup>국립수산과학원 수산자원연구센터

## Molecular Identification and Morphological Description of Juveniles of the Previously Unrecorded Species *Notoscopelus japonicus* (Tanaka, 1908) (Myctophidae) in Korean Waters

Gyeong-Hyun Park, Jin-Koo Kim\*, Hwan-Sung Ji<sup>1</sup> and Jung Hwa Choi<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

Two juvenile (9.48 and 10.11 mm in standard length) specimens of the lanternfish *Notoscopelus japonicus*, belonging to the family Myctophidae, were collected from the waters around Busan and Jeju Island in February 2017. This species is characterized by having melanophores along the dorsal side of the body and one photophore (PO5) in front of the pelvic fin. It is distinguished from *Benthosema pterotum* in having many melanophores on the dorsal side and a single photophore (PO5) on the trunk. *N. japonicus* is also distinguished from its congeneric *N. resplendens* and *N. caudispinosus* in having no melanophores at the base of the anal fin. Analyzing 521 base pairs of the 16S rRNA sequence, the specimens were identical to *N. japonicus* adults from Japan (K2P distance <0.004). This is the first record of *N. japonicus* in Korea, and we propose a new Korean name “Deung-jum-saet-bi-neul-chi” for this species.

Key words: *Notoscopelus japonicus*, Juvenile, Unrecorded species, Myctophidae

### 서론

샛비늘치목(Myctophiformes) 샛비늘치과(Myctophidae) 어류는 전 세계에 33속 248종(Eschmeyer et al., 2019), 일본에 21속 83종(Okiyama, 2014), 우리나라에 2속 3종[깃비늘치(*Benthosema pterotum*), 샛비늘치(*Myctophum affine*), 얼비늘치(*Myctophum asperum*)]이 보고되어 있다(MABI, 2018). 샛비늘치과 어류는 점심해성(Bathypelagic) 어류로 100 m에서 1000 m 사이의 깊은 곳에서 발견되며, 표층(10-100 m)과 중층(200-2000 m) 사이를 수직 회유한다(Kozlov, 1995; FAO fisheries, 1997; Karuppasamy et al., 2007, 2011; Cherel et al., 2010; Venecia, 2010). 몸의 측면을 따라 다양한 위치에 발광포와 발광기관이 있으며(Beebe, 1934; Haygood et al., 1994), 발광포의 위치는 샛비늘치과 어류의 종 특이적 분류기로 이용

된다(Paxton, 1972). 또한, 성별에 따라 발광기관의 위치와 크기가 광범위하게 변하기도 한다(Herring, 2007; Martin et al., 2018).

2017년 2월 우리나라 부산 주변 해역과 제주도 주변 해역에서 샛비늘치과 치어 2개체가 처음으로 채집되었다. 이를 형태적으로 동정한 결과, *Notoscopelus japonicus*로 추정되었고 일본에서 대역한 *N. japonicus* 성어와 mtDNA 16S rRNA 염기서열을 비교하여 분자적으로 검증하였다. *N. japonicus*는 북서태평양에서 가장 우세한 샛비늘치과 어류 중 하나이지만(Fujii and Uyeno, 1976; Willis et al., 1988; Watanabe et al., 1999; Kazuhisa et al., 2001), 아직 국내에는 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 우리나라에서 처음 보고되는 이 종에게 새로운 국명으로 “등점샛비늘치”를 제안한다.

\*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.2019.0424>

Korean J Fish Aquat Sci 52(4), 424-429, August 2019

Received 29 May 2019; Revised 19 June 2019; Accepted 10 July 2019

저자 직위: 박경현(학부생), 김진구(교수), 지환성(연구사), 최정화(연구관)

## 재료 및 방법

### 채집

2017년 2월 9일에 우리나라 부산 주변 해역(34°N, 129°E)에서 새비늘치과 치어 1개체, 2017년 2월 13일에 제주도 주변 해역(32°N, 127°E)에서 새비늘치과 치어 1개체가 국립수산물학원 시험조사선에 의해 봉고네트(망구 80 cm, 망목 500 μm)로 채집되었다(Fig. 1). 채집된 표본은 즉시 5% 중성 해수-포르말린 수용액에 고정되었으며, 1시간 후 세척하여 99% 알코올에 고정하였다. 이후, 표본은 부경대학교 어류학실험실 어류플랑크톤표본실(Pukyong National University, Ichthyoplankton Laboratory, PKUI)에 등록 및 보관하였다.

### 형태분석

치어의 부위별 용어와 명칭은 Nakabo (2002)와 Okiyama (2014)를 참고하였고, 계수형질 3개[Dorsal fin rays (D), anal fin rays (A), pectoral fin rays (P1)], 계측형질 5개[Standard length (SL), preanal length (PAL), head length (HL), orbit diameter (OD), snout length (SNL)]는 Okiyama (2014)를 참고하여 계수 및 계측하였다. 외부형태는 입체 해부현미경(SZH-16, Olympus, Japan)을 이용하여 관찰하고, 현미경용 사진촬영장치(Active measure program, Mosaic 2.0; Fuzhou Tucsen photonics, Fuzhou, China)를 이용하여 0.01 mm까지 측정한 뒤 스케치하였다.

### 분자분석

채집된 치어 2개체의 우측 눈알에서 accuprep genomic DNA extraction kit (Bioneer, Republic of Korea)를 사용하여 제조업자의 protocol에 따라 total DNA를 추출하였다. 추출한 total DNA는 PCR (polymerase chain reaction) 실험 전까지 5°C 냉장고에서 보관하였다. Mitochondrial DNA (mtDNA)의 16S rRNA 영역을 증폭시키기 위해 16Sar-5' (5'-CGC CTG TTT ATC AAA AAC AT-3')와 16Sbr-3' (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC AGG T-3') primer (Ivanova et al., 2007)를 이용하였다. Polymerase chain reaction (PCR)은 10X PCR buffer 2 μL, 2.5 mM dNTP 1.6 μL, 16Sar-L primer 1 μL, 16Sbr-H primer 1 μL, Takara Taq polymerase 0.1 μL를 섞은 혼합물에 total DNA 2 μL를 첨가한 후, 총 20 μL가 될 때까지 3차 증류수를 넣고 thermal cycler (Bio-rad MJ mini PCT-1148, USA)를 이용하여 다음과 같은 조건에서 PCR을 수행하였다[Initial denaturation 95°C에서 1분; PCR reaction 35 cycles (denaturation 94°C에서 1분, annealing 52°C에서 1분, extension 72°C에서 1분), final extension 72°C에서 5분]. 염기서열은 ABI PRISM 3730XL analyzer (96 capillary type)에서 BigDye (R) Terminator v3.1 cycle sequencing kits (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)를 이용하여 얻었다. MtDNA 16S

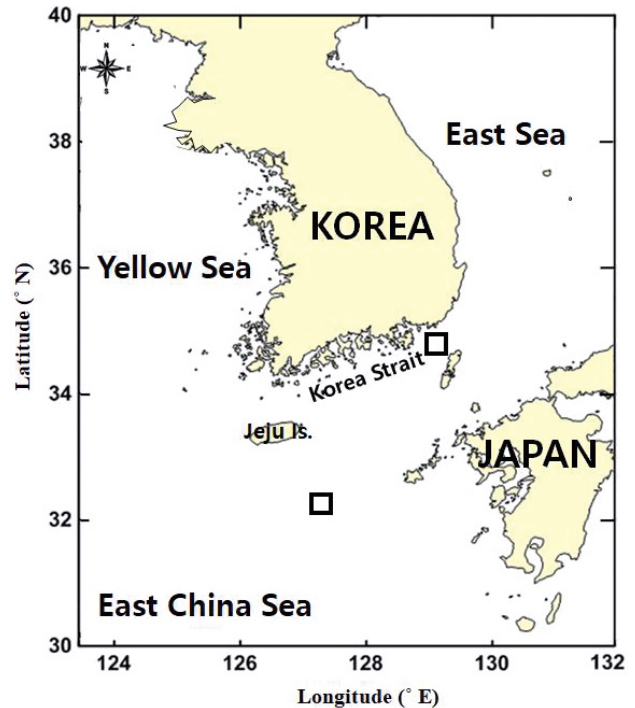


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Notoscopelus japonicus* juvenile in the southern sea of Korea (=Korea Strait) and around Jeju Island.

rRNA 염기서열은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 clustalW multiple alignment (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬하였다. 유전거리는 mega X 프로그램(Tamura et al., 2018)을 이용하여 kimura 2-parameter model (Kimura, 1980)로 계산하고 1,000번의 bootstrap을 수행하여 작성하였다. 염기서열을 비교하기 위하여 national center for biotechnology information (NCBI)에 등록된 새비늘치과 어류 *Notoscopelus japonicus* (AP012252), 깃비늘치(*Benthosema pterotum*, KR231722), *Notoscopelus resplendens* (AB042171), *Notoscopelus caudispinosus* (AP012256) 4종의 염기서열을 이용하였다. 또한, 일본 국립과학박물관에 등록된 일본산 *N. japonicus* 성어 표본(NSMT-P 92385)을 대여받아 위와 같은 방법으로 염기서열을 얻어 비교하였다. 본 연구에서 사용된 한국산 새비늘치과 치어 2개체와 일본산 *N. japonicus* 성어의 16S rRNA 염기서열은 NCBI에서 다음과 같은 등록번호를 부여받았다(등록번호, MN 148516-MN 148518).

## 결 과

*Notoscopelus japonicus* Tanaka, 1908 (Table 1, Figs. 2-3) (Korean name : Deung-jum-saet-bi-neul-chi)

*Notoscopelus japonicus* Tanaka, 1908: 5 (type locality: Off

Misaki, Sagami Sea, Japan); Fujii and Uyeno, 1976: 229 (Japan); Paxton, 1979 (U.S.A.): 16; Masuda et al., 1984 (Japan): 75; Peden et al., 1985: 7(Canada); Peden and Hughes, 1986: 3(Canada); McAllister, 1990: 110 (Canada); Shinohara et al., 1996: 167 (Japan); Nakabo, 2000: 385 (Japan); Shinohara et al., 2001: 301(Japan); Nakabo, 2002: 385 (Japan); Mundy, 2005: 232 (Hawaii); Okiyama, 2014: 231 (Japan); Parin et al., 2014: 159 (Russia); Shinohara et al., 2014: 239 (Japan).

### 관찰표본

PKUI 612, 1개체, 체장 9.48 mm, 부산 주변 해역(34°N, 129°E), 2017년 2월 9일, 봉고네트; PKUI 613, 1개체, 체장 10.11 mm, 제주도 주변 해역(32°N, 127°E), 2017년 2월 13일, 봉고네트.

### 형태 기재

채집된 치어 2개체의 계수 및 계측 자료는 Table 1에 나타내었다. *Notoscopelus japonicus* 치어는 방추형의 긴 체형을 보인다. 두부에서 꼬리 부분으로 갈수록 체고가 낮아진다. 머리카기는 보통이며 눈은 동그랗다. 눈의 직경(9.8-9.9%)은 문장(6.9-7.7%)보다 길다. 입은 머리에 비해 큰 편이며 위턱이 아래턱보다 크다. 가슴 지느러미는 타원형에 가까운 형태이고 몸의 크기에 비해 작은 편이다. 배지느러미는 가슴지느러미보다 크다. 항문은 몸의 중앙에 있고 뒷지느러미의 기부에 가깝게 위치한다. 뒷지느러미는 배지느러미보다 길고 꼬리 쪽으로 갈수록 길이가 짧아진다. 등지느러미는 뒷지느러미보다 약간 길고 꼬리 쪽으로 갈수록 길이가 짧아진다. 등지느러미 뒤쪽으로 작은 기름지느러미(adipose fin)가 있다. 꼬리지느러미는 가랑이형이다. 흑색소포는 시엽과 소뇌 경계부에 1개, 등지느러미 기저를 따라 10개, 체측 중앙에 척추골을 따라 5개 존재한다. 발

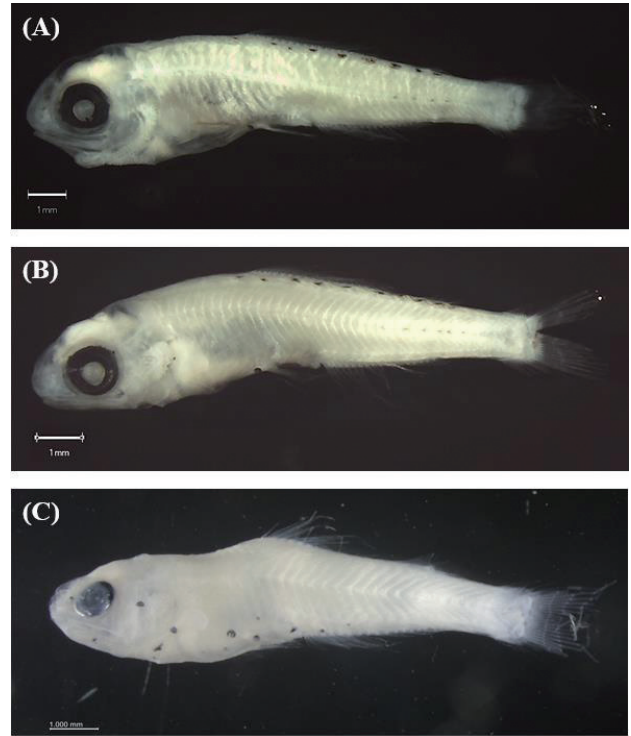


Fig. 2. Photos showing diagnostic characters distinguishing the *Notoscopelus japonicus* juvenile (A, PKUI 612, 9.48 mm SL; B, PKUI 613, 10.11 mm SL) and *Benthosema pterotum* juvenile (C, PKUI 614, 10.1 mm SL). *N. japonicus* juvenile has ten melanophores on the dorsal side and one photophore on the trunk, but *B. pterotum* juvenile has no melanophores and nine photophores on the trunk. Scale bars=1.0 mm. SL, Standard length.

Table 1. Measurements and counts of *Notoscopelus japonicus* juveniles and three Myctophidae species

	<i>Notoscopelus japonicus</i>			<i>Benthosema pterotum</i>	<i>Notoscopelus resplendens</i>	<i>Notoscopelus caudispinosus</i>
	Present study PKUI 612	Present study PKUI 613	Okiyama (2014)	PKUI 614	Okiyama (2014)	Okiyama (2014)
Standard length (SL, mm)	9.48	10.11	9.7	10.1	11.0	7.6
Measurements (% of SL)						
Preanal length	60.4	54.9	58.7	53.3	60.2	65.8
Head length	30.8	29.4	36.0	31.1	30.7	39.5
Orbit diameter	9.9	9.8	12.0	8.9	10.2	17.1
Snout length	7.7	6.9	8.0	5.6	6.8	7.9
Counts						
Dorsal-fin rays	21	21	22	?	21-24	26
Anal-fin rays	18	20	18	18	19-20	20
Pectoral-fin rays	10	10	10	11	11-12	13

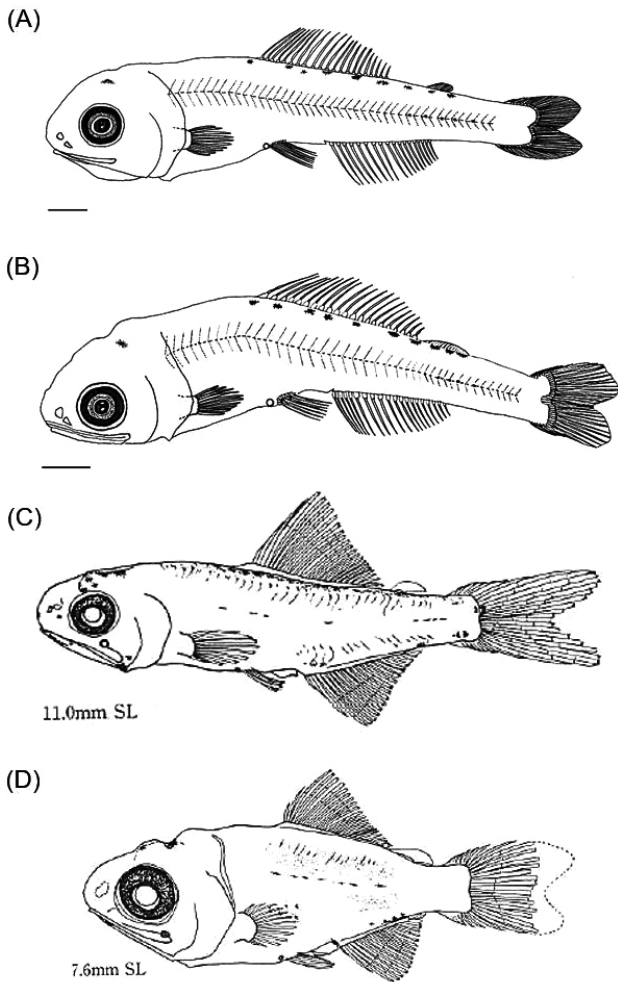


Fig. 3. Illustrations showing diagnostic characters distinguishing the *Notoscopelus japonicus* juvenile (A, PKUI 612, 9.48 mm SL; B, PKUI 613, 10.11 mm SL), *Notoscopelus resplendens* juvenile [C, Okiyama (2014), 11.0 mm SL] and *Notoscopelus caudispinosus* juvenile [D, Okiyama (2014), 7.6 mm SL]. *N. resplendens* juvenile and *N. caudispinosus* juvenile have several melanophores on the base of anal fin, but *N. japonicus* juvenile has no melanophores on the base of anal fin. Scale bars=1.0 mm. SL, Standard length.

광포는 배지느러미 기저 바로 앞쪽에 한 개(PO5) 관찰되었다 (Fig. 2A, 2B, Fig. 3A, 3B).

### 분자동정

셋비늘치과(Myctophidae) 치어 2개체의 mtDNA 16S rRNA 영역 521 base-pair의 염기서열을 NCBI에 등록된 *N. japonicus*의 염기서열과 비교하였다. 그 결과, 셋비늘치과 치어 2개체는 *N. japonicus* 성어와 유전거리 0.000-0.004로 가장 가깝게 유집되었으며, 그 다음으로 *Notoscopelus caudispinosus* 과 유전거

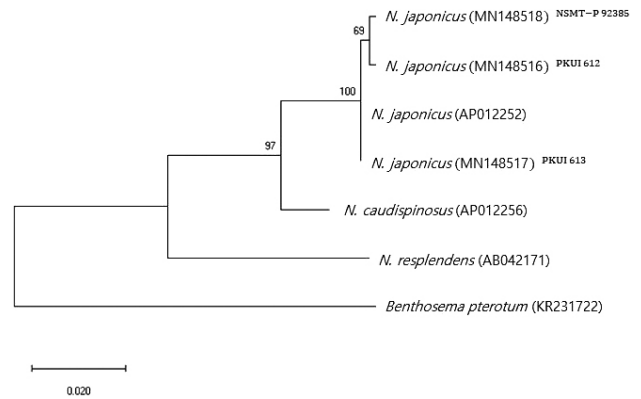


Fig. 4. Neighbor joining tree based on partial mitochondrial DNA 16S rRNA sequences, showing the relationships among two juveniles (PKUI 612, 613) of *N. japonicus*, one adult species (NSMT-P 92385) of *N. japonicus*, two species of *Notoscopelus* (*N. caudispinosus*, *N. resplendens*), and one outgroup (*Benthosema pterotum*). The tree was constructed using the kimura 2-parameter model and 1,000 bootstrap replications. The letters in parentheses and superscripts indicate NCBI registration number and voucher specimen number, respectively. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.020. NCBI, National center for biotechnology information.

리 0.026-0.030, *Notoscopelus resplendens*과 유전거리 0.081-0.085, *Benthosema pterotum*과는 유전거리 0.139-0.144로 유집되었다. 또한, 일본산 *N. japonicus* 성어(NSMT-P 92385)의 염기서열과도 비교하였는데, 채집된 셋비늘치과 치어 2개체는 일본산 *N. japonicus* 성어와 유전거리 0.004로 유집되었다(Fig. 4).

### 고 찰

본 연구는 2017년 2월 부산 주변 해역과 제주도 주변 해역에서 채집된 셋비늘치과(Myctophidae) 치어 2개체를 대상으로 형태 및 분자 동정을 실시한 결과 *Notoscopelus japonicus*으로 확인되었다. 본종의 상위분류군인 셋비늘치과 어류는 국내에 깃비늘치(*Benthosema pterotum*), 셋비늘치(*Myctophum affine*), 열비늘치(*Myctophum asperum*) 3종만 알려져 있고 이번에 새롭게 보고되는 *Notoscopelus*속은 아직 국내에 보고된 바 없다(MABIK, 2018).

채집된 *N. japonicus* 개체와 깃비늘치(PKUI 614)의 계수 및 계측형질을 비교한 결과는 Table 1에 나타내었다. *N. japonicus* 2개체는 체측 등쪽 등지느러미 기저 부분에 흑색소포가 10개 존재하지만 깃비늘치 개체의 등지느러미 기저에는 흑색소포가 없다. *N. japonicus* 2개체에서는 배지느러미 기저 앞에 1개의 발광포(PO5)가 관찰되었으나 깃비늘치에서는 몸통에 다수의 발광포(PV01, PO1, PO3, PO4, PO5, VO1, VO2, AOa1, AOa2)가 관찰되었다(Fig. 2).

본종과 같은 속에 속하는 *N. resplendens* 및 *N. caudispinosus* 의 계수 및 계측형질을 비교한 결과는 Table 1에 나타내었다. 유사한 크기에서 뒷지느러미 수(anal fin rays)는 *N. japonicus* 2 개체(PKUI 612, PKUI 613)와 Okiyama (2014)의 *N. resplendens*, *N. caudispinosus*가 일치하지만 등지느러미 수(dorsal fin rays)는 *N. resplendens*와 *N. caudispinosus*가 *N. japonicus*보다 많고 가슴지느러미 수(pectoral fin rays) 또한 *N. resplendens*와 *N. caudispinosus*가 *N. japonicus*보다 많았다. 또한, *N. japonicus* 2개체에는 뒷지느러미 기저에 흑색소포가 없는 반면, *N. resplendens*와 *N. caudispinosus*에는 뒷지느러미 기저에 흑색소포가 다수 존재하여 잘 구분되었다(Fig. 3).

Okiyama (2014)에 의하면, 일본산 *N. japonicus* 자치어(체장 2.3-9.8 mm)는 PO5 발광포를 가지며 시엽과 소뇌 경계부 측면, 소뇌 밑, 아가미뚜껑 밑, 척추 중앙선 양측에 흑색소포가 있다고 언급되어 있다. 또한, 등지느러미 기저 시작 부분에서 꼬리자루 부분 앞까지 흑색소포가 줄지어 있고, 뒷지느러미 기저에 흑색소포가 없다고 하였다. 본 연구에서 관찰한 *N. japonicus* 치어 또한 Okiyama (2014)와 대부분 잘 일치하였다. 나아가, mtDNA 16S rRNA 염기서열 분석 결과에서도 *N. japonicus* 성어와 잘 일치하여 형태 동정 결과를 지지해주었다. 본 종의 새로운 국명으로 등지느러미 기저에 흑색소포가 줄지어 있는 특징에 따라 “등점셋비늘치”를 제안한다.

## 사 사

비교 표본 및 조직 시료를 제공해 주신 Nakae 박사(일본 국립 과학박물관)와 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원께 감사드립니다. 이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산과학연구 사업(근해어업자원조사, R2019019)과 2019년도 해양수산과학기술진흥원 해양수산생명공학기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 20170431).

## References

- Beebe W. 1934. Half Mile Down. Harcourt, Brace and Company, NY, U.S.A., 321-322.
- Cherel Y, Fontaine C, Richard P and Labat JP. 2010. Isotopic niches and trophic levels of myctophid fishes and their predators in the Southern Ocean. *Limnol Oceanogr* 55, 315-323.
- Eschmeyer WN, Fricke R and van der Laan R. 2019. Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> on Apr 22, 2019.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the UN) fisheries. 1997. Lanternfishes: a potential fishery in the northern Arabian Sea. Retrieved from <http://www.fao.org/3/W4248E/w4248e34.htm> on Apr 22, 2019.
- Fujii E and Uyeno T. 1976. On three species of the myctophid genus *Notoscopelus* found in western North Pacific. *Japanese J Ichthyol* 22, 227-233.
- 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.
- Haygood MG, Edwards DB, Mowlds G and Rosenblatt RH. 1994. Bioluminescence of myctophid and stomiiform fishes is not due to bacterial luciferase. *J Exp Zool* 270, 225-231. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0067>.
- Herring PJ. 2007. Sex with the lights on? A review of bioluminescent sexual dimorphism in the sea. *J Mar Biol Assoc UK* 87, 829-842.
- Ivanova NV, Zemplak TS, Hanner RH and Hebert PDN. 2007. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. *Mol Ecol Notes* 7, 544-548. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01748.x>.
- Karuppasamy PK, Balachandran K, George S, Balu S, Persis V and Menon NG. 2007. A check list of fishes collected by IKMT from the DSL survey in the Indian EEZ of Arabian Sea. *J Ind Hydro* 9, 311-316.
- Karuppasamy PK, Lalu RCM, Muraleedharan KR and Nair M. 2011. Myctophid and pelagic shrimp assemblages in the oxygen minimum zone of the Andaman Sea during the winter monsoon. *Ind J Geo-Mar Sci* 40, 535-541.
- Kazuhisa U, Orio Y, Daiji K and Yasunori S. 2001. Diet of the mesopelagic fish *Notoscopelus japonicus* (Family: Myctophidae) associated with the continental slope off the Pacific coast of Honshu, Japan. *Fish Sci* 2002, 1034-1040.
- 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.
- Kozlov AN. 1995. A review of the trophic role of mesopelagic fish of the family Myctophidae in the Southern Ocean ecosystem. *CCAMLR Sci* 2, 71-77.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2018. National List of Marine Species. Namu Press, Seochon, Korea, 25.
- Martin RP, Olson EE, Girard MG, Smith WL and Davis MP. 2018. Light in the darkness: New perspective on lanternfish relationships and classification using genomic and morphological data. *Mol Phylogenet Evol* 121, 71-85. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.12.029>.
- Masuda H, Amaoka K, Araga C, Uyeno T and Yoshino T. 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan.
- McAllister DE. 1990. A list of the fishes of Canada. *Syllogeus* 64, 1-310.
- Mundy BC. 2005. Checklist of the fishes of the Hawaiian Archipelago. Bishop Mus Press, Honolulu, Hawaii, U.S.A.
- Nakabo T. 2000. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, Second ed. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan.
- Nakabo T. 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English ed. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan.

- Okiyama M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan.
- Parin NV, Evseenko SA and Vasil'eva ED. 2014. Fishes of Russian seas: Annotated catalogue. KMK Scientific Press, Moscow, Russia.
- Paxton JR. 1972. Osteology and relationships of the lanternfishes (family Myctophidae). Bull Nat'l His Mus Los Angeles Country Sci 13, 1-78.
- Paxton JR. 1979. Nominal genera and species of lanternfishes (family Myctophidae). Contrib in Sci 322, 1-28.
- Peden AE and Hughes GW. 1986. First records, confirmatory records, and range extensions of marine fishes off Canada's west coast. Canadian Field-Naturalist 100, 1-9.
- Peden AE, Ostermann W and Pozar LJ. 1985. Fishes observed at Canadian weathership ocean station Papa [50°N, 145°W] with notes on the trans-Pacific cruise of the CSS Endeavor. Heritage record 18, British Columbia Provincial Mus, Victoria, Canada.
- Shinohara G, Endo H and Matsuura K. 1996. Deep-water fishes collected from the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Mem Nat'l Sci Mus Tokyo 29, 153-185.
- Shinohara G, Endo H, Matsuura K, Machida Y and Honda H. 2001. Annotated checklist of the deepwater fishes from Tosa Bay, Japan. Monographs Nat'l Sci Mus Tokyo 20, 283-343.
- Shinohara G, Nakae M, Ueda Y, Kojima S and Matsuura K. 2014. Annotated checklist of deep-sea fishes of the Sea of Japan. Nat'l Mus Nat Sci Monographs 44, 225-291.
- Tanaka S. 1908. On some rare fishes of Japan, with descriptions of two new genera and six new species. J Coll Sci Imperial Univ Tokyo 23, 1-24.
- 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>.
- 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.
- Venecia C, Manguesh G and Karuppasamy PK. 2010. A review on mesopelagic fishes belonging to family Myctophidae. Rev Fish Biol Fisheries 21, 339-354.
- Watanabe H, Moku M, Kawaguchi K, Ishimaru K and Ohno A. 1999. Diel vertical migration of myctophid fishes (Family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. Fish Oceanogr 8, 115-127.
- Willis JM, Percy WG and Parin NV. 1988. Zoogeography of midwater fishes in the Subarctic Pacific. Bull Ocean Res Inst Univ Tokyo 26, 79-142.