

# 한국 남해에서 출현한 옥돔과(Malacanthidae) 어류 1 미기록종 *Hoplolatilus chlupatyi* 치어의 형태기재 및 분자동정

김이정 · 유효재<sup>1</sup> · 김진구<sup>2\*</sup>

부경대학교 해양생물학과 학생, <sup>1</sup>국립수산과학원 수산자원연구센터 연구원, <sup>2</sup>부경대학교 자원생물학과 교수

## Morphological description and molecular identification of juvenile of the previously unrecorded species *Hoplolatilus chlupatyi* (Malacanthidae) in the South Sea of Korea

Yi-Jung KIM, Hyo-Jae YU<sup>1</sup> and Jin-Koo KIM<sup>2\*</sup>

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

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

<sup>2</sup>Professor, Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

A single juvenile malacanthid specimen (*Hoplolatilus chlupatyi*) was collected from the South Sea of Korea and identified by DNA barcoding. This species is readily distinguished from other malacanthid species in having well developed rostral spine and elongated spines in the posttemporal and preopercle. A molecular analysis based on mitochondrial DNA COI sequences showed that this species is matched to adult *H. chlupatyi* (genetic distance = 0.005). Therefore, this is the first record of *H. chlupatyi* in Korea. We propose new Korean names, “Mu-ji-gae-og-dom-sog” for the genus *Hoplolatilus* and “Mu-ji-gae-og-dom” for the species *H. chlupatyi*.

Keywords: *Hoplolatilus chlupatyi*, Malacanthidae, Juvenile, New record

### 서론

농어목(Perciformes) 옥돔과(Malacanthidae) 어류는 2아과(Malacanthinae, Latilinae)로 구성되어 있고, 전 세계에 5속 45종, 일본에는 3속 11종, 국내에는 옥돔속(*Branchiostegus*) 4종[옥두어 *Branchiostegus albus* (Dooley, 1978); 등흑점옥두어 *Branchiostegus argentatus* (Cuvier, 1830); 황옥돔 *Branchiostegus auratus* (Kishinouye, 1907); 옥돔 *Branchiostegus japonicus* (Houttuyn, 1782)]이 보고되어

있다(Okiyama, 2014; Nelson et al., 2016; MABIK, 2019). 옥돔과 어류는 대서양, 인도양, 태평양의 온대 및 열대 해역에 분포한다(Dooley, 1978). 옥돔과 어류의 초기 생활사 및 분류에 대한 연구로는 Araga (1969), Okumura et al. (1996), Dooley and Jimenez (2008), Ryu et al. (2009), Okiyama (2014) 등이 있다.

*Hoplolatilus*속 어류는 전 세계에 13종, 일본에는 3종이 보고되어 있으며, 국내에는 아직 보고된 바 없다.

\*Corresponding author: taengko@hanmail.net, Tel: +82-51-629-5927, Fax: +82-51-629-5931

*Hoplostililus*속 어류는 인도-태평양, 홍해의 열대 해역에 널리 분포하며(Clark et al., 1998), 자치어기에 주둥이 앞으로 돌출된 부리 극을 가지고, 후측두골에 길게 발달된 극을 가진다(Leis and Carson-Ewart, 2000). 본 연구는 2019년 12월 한국 남해에서 *Hoplostililus*속 치어 1개체가 처음 채집되어, 표본에 근거한 형태 및 분자적 특징을 상세히 기술하고 새로운 국명을 제안하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 채집

2019년 12월 10일 한국 남해 111해구(33°45'05"N 126°43'55"E) 수심 128 m 정점에서 국립수산물연구원 수산과학조사선(탐구22호, 1,458 톤) 봉고네트(망구 80 cm, 망목 550  $\mu$ m)를 이용한 경사 채집에서 옥돔과 치어 1개체가 채집되었다(Fig. 1). 채집 시점의 수온은 표층 20.5°C, 저층 15.0°C이며, 염분은 표층 34.4 psu, 저층 34.5 psu이었다. 채집된 표본은 바로 5% 중성 해수-포르말린수용액으로 1시간 동안 고정하고, 세척하여 99% 알코올에 보관하였다. 표본은 부경대학교 어류학실험실 어류플랑크톤표본실(Pukyong National University, Ichthyoplankton Laboratory, PKUI)에 등록 및 보관하였다.

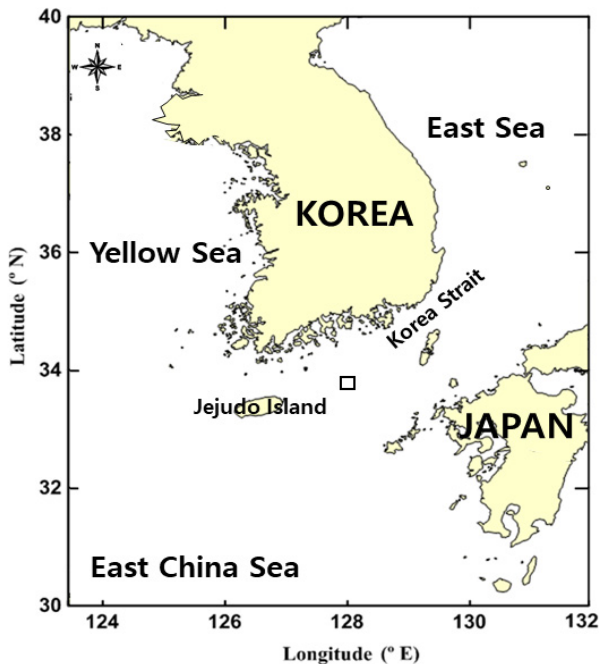


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Hoplostililus chlutatyi* juvenile in the South Sea of Korea.

### 형태분석

치어의 부위별 용어와 계수 및 계측은 Leis and Carson-Ewart (2000) 및 Okiyama (2014)를 참고하였고, 입체해부현미경(SZH-16, Olympus, Japan) 하에서 현미경용 사진촬영장치(Mosaic 2.0, Fuzhou Tucsen photonics, China)를 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정하였다. 치어의 각 부위별 측정값은 체장(Standard length, SL)에 대한 비율(%)로 변환하여 나타내었다.

### 분자분석

채집된 치어 1개체의 우측 눈알을 떼어내어 Chelex 100 Resin (Bio-Rad, USA)을 이용하여 genomic DNA를 추출하였다. 중합효소 연쇄반응(Polymerase chain reaction, PCR)으로 미토콘드리아 DNA (mtDNA) Cytochrome c oxidase subunit I (COI) 영역을 증폭하였으며, Ward et al. (2005)가 설계한 universal primer를 사용하였다. 10X PCR buffer 2  $\mu$ L, 2.5 mM dNTP 1.6  $\mu$ L, 각 primer 1  $\mu$ L, Taq polymerase 0.1  $\mu$ L를 섞은 혼합물에 genomic DNA 1  $\mu$ L를 첨가하고, 3차 증류수를 넣어 총 volume을 20  $\mu$ L로 맞추었다. Thermal Cycler (Bio-Rad MJ mini PCT-1148, USA)으로 다음과 같은 조건으로 PCR을 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]. ABI PRISM 3730XL analyzer (96 capillary type)에서 BigDye (R) Terminator v3.1 cycle sequencing kits (Applied Biosystems, USA)로 mtDNA COI 염기서열을 얻었다. BioEdit version 7 (Hall, 1999)에서 ClustalW multiple alignment (Thompson et al., 1994)로 염기서열을 정렬하였다. 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.

## 결과

Genus *Hoplostililus* Günther, 1887

(New Korean name: "Mu-ji-gae-og-dom-sog")

*Hoplostililus* Günther, 1887: 550 (Type species: *Hoplostililus fronticinctus*)

자치어의 체고는 높고, 머리는 큰 편이다. 주둥이 앞

쪽으로 돌출된 부리 극이 발달한다. 입은 크고, 눈의 뒤쪽 가장자리에 도달한다. 척삭이 휘기 시작하면 양턱에는 한 쌍의 송곳니가 발달한다. 옥돔과 어류 중에서 머리 쪽에 극이 가장 빨리 발달한다(Leis and Carson-Ewart, 2000).

*Hoplolatilus chlupatyi* Klausowitz, McCosker, Randall & Zetsche, 1978 (Fig. 2; Table 1)

(New Korean name: “Mu-ji-gae-og-dom”)

*Hoplolatilus chlupatyi* Klausowitz, McCosker, Randall & Zetsche, 1978: 42 (Type locality: Cebu, Philippines); Earle and Pyle, 1997: 382 (Papua New Guinea); Dooley, 1999: 2640 (Philippines); Dooley, 2000: 615 (South China Sea); Aizawa, 2002: 785 (Japan); Allen, 2007: 105 (New Guinea); Lisher et al., 2020: 2 (Mozambique).

**관찰표본**

PKUI 812, 1개체, 체장 5.23 mm, 2019년 12월 10일, 남해 111해구(33°45'05"N 126°43'55"E), 표층(20.5℃, 34.4 psu), 저층(15.0℃, 34.5 psu), 국립수산물과학원 탐구 22호, 봉고네트, 경사 채집.

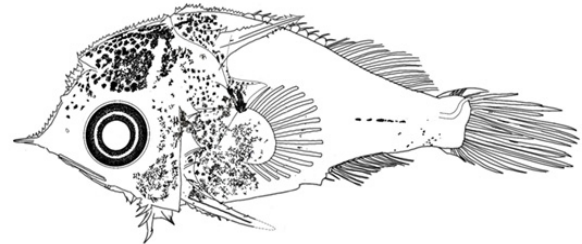
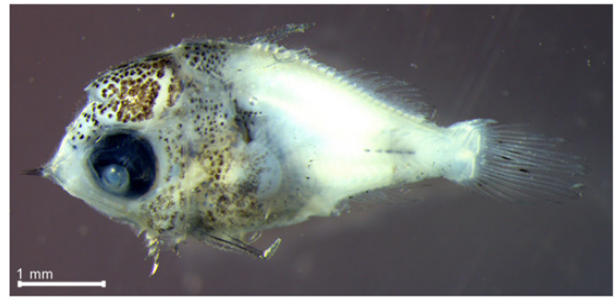


Fig. 2. *Hoplolatilus chlupatyi* Klausowitz, McCosker, Randall & Zetsche, 1978, PKUI 812, 5.23 mm in standard length.

**형태기재**

채집된 치어 1개체의 계수 및 계측 자료는 Table 1에 나타내었다.

체형은 측편형으로 등지느러미 기저부에서 꼬리 부분으로 갈수록 체고가 낮아진다. 두장은 체장의 44.8%로

Table 1. Counts and measurements of *Hoplolatilus chlupatyi* and other *Hoplolatilus* spp.

	<i>Hoplolatilus chlupatyi</i>		<i>Hoplolatilus cuniculus</i>	<i>Hoplolatilus marcosi</i>
	Present study	Okiyama (2014)	Okiyama (2014)	Okiyama (2014)
No. of specimens	1	1	1	1
Standard length (SL, mm)	5.2	4.5	5.4	-
Counts				
Dorsal fin rays	X, 13	X, 13	III-V, 29-34	IX, 16
Pectoral fin rays	15	15	17-18	15
Pelvic fin rays	I, 5	I, 5	I, 5	I, 5
Anal fin rays	II, 12	II, 12	I, 19-20	II, 13
Measurements (% in SL)				
Rostrum length	7.1	9.1	-	-
Snout length	8.4	7.6	7.2	-
Eye diameter	16.2	16.7	18.8	-
Head length	44.8	46.9	45.0	-
Body depth	42.1	41.0	52.2	-
Predorsal length	44.6	45.5	58.0	-
Preanus length	64.5	62.1	60.9	-

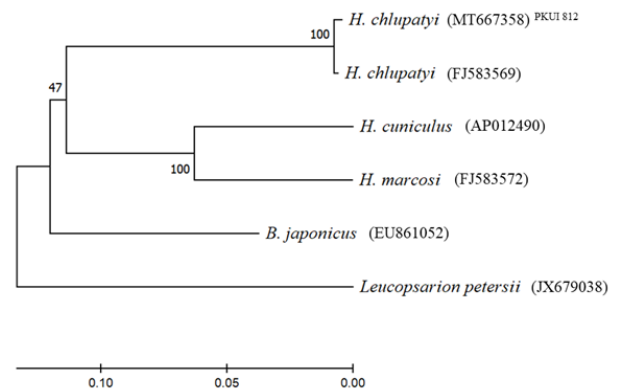
머리는 비교적 크다. 눈은 둥글고 체장의 16.2%로 큰 편이다. 주둥이에 앞쪽으로 끝이 톱니 모양으로 뾰족하게 돌출된 삼각형 모양의 부리 극(rostral spine)이 형성되어 있다. 머리의 표피에는 날카로운 톱니 모양의 가시가 줄지어 있다. 머리의 뒤쪽으로 후측두골 극(posttemporal spine)이 매우 길게 발달되어 있으며, 가장 자리에는 톱니 모양의 가시가 있다.

전새개골 가장자리는 톱니 모양이다. 전새개골의 가장자리에는 배 쪽을 향해 길게 뻗어 있는 전개새골 극(preopercle spine)이 있으며, 가장자리에는 톱니 모양의 가시가 있다. 가슴지느러미는 원형에 가까운 형태이며, 배지느러미보다 크다. 항문은 몸의 중앙보다 뒤에 위치하고 뒷지느러미 기부에 가깝게 위치한다.

등지느러미 기부와 가슴지느러미 기부는 일치한다. 두정부와 새개부에 흑색소포가 조밀하게 분포하며, 두정부의 흑색소포군은 별 모양 및 점 모양이다. 뺨에는 별 모양 흑색소포가 분포하고, 새개부에는 별 모양, 점 모양, 나뭇가지 모양의 흑색소포가 혼재되어 나타난다. 복강에는 나뭇가지 모양의 흑색소포가 분포한다. 가슴지느러미와 꼬리지느러미에는 흑색소포가 흩어져 있다. 뒷지느러미 3번째, 6번째 연조 기저부에 흑색소포가 위치한다. 주둥이와 등 쪽에는 흑색소포가 없으며, 꼬리의 체측 중앙부(등지느러미 7번째 연조 기저 아래)에 흑색소포가 다시 나타난다.

### 분자분석

형태적으로 *Hoplolatilus chlupatyi*로 동정된 치어 1개체(PKUI 812)의 분자 검증을 위해 mtDNA COI 염기서열 420 base-pair를 얻어 NCBI에 등록된 *Hoplolatilus*속 어류 3종 및 옥돔(*B. japonicus*)과 비교하였다. PKUI 812는 필리핀산 *H. chlupatyi* 성어와 유전거리 0.005로 가장 가깝게 유집되었으며, 동일 속인 *Hoplolatilus marcosi* (Burgess, 1978)와 유전거리 0.221, *Hoplolatilus cuniculus* (Randall & Dooley, 1974)와는 유전거리 0.233으로 유집됐다. 해당 종은 옥돔(*B. japonicus*)과 유전거리 0.199로 구분되었다. 따라서, 본 연구에서 형태적으로 동정된 *H. chlupatyi*는 분자 분석에서도 같은 종임을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 본 연구에서 사용된 한국산 *H. chlupatyi* 치어 1개체의 COI 염기서열은 NCBI에 등록하였다(등록번호, MT667358).



**Fig. 3.** Neighbor joining tree showing the relationship between juvenile (PKUI 812) of *Hoplolatilus chlupatyi* and adult of *H. chlupatyi*, based on partial mitochondrial DNA COI sequences. Two species of *Hoplolatilus* (*H. cuniculus* and *H. marcosi*), one species of *Branchiostegus* (*B. japonicus*) and one outgroup (*Leucopsarion petersii*) were included in this analysis. The tree was constructed using the K2P model and 1,000 bootstrap replications. The bar presents a genetic distance.

### 고 찰

2019년 12월 한국 남해에서 채집된 옥돔과 치어 1개체를 대상으로 형태 및 분자 분석을 수행한 결과, 국내에서 처음 보고되는 *Hoplolatilus chlupatyi*으로 확인되었다. 해당 종의 상위 분류군인 옥돔과 어류는 국내에서 옥돔속(*Branchiostegus*) 4종만 알려져 있었고, 이번에 보고되는 *Hoplolatilus*속은 국내에 처음 보고되는 속이다(MABIK, 2019). *Hoplolatilus*속은 성어기에는 머리가 완만하고, 꼬리지느러미는 오목한 형태를 띤다. 반면, 옥돔속(*Branchiostegus*) 어류는 머리의 앞쪽이 매우 경사져 거의 수직에 가깝고, 꼬리지느러미가 두 번 오목하게 들어간 형태로 서로 잘 구분된다(Aizawa, 2002). *Hoplolatilus*속은 자치어 시기에 주둥이 앞쪽 부리 극(rostral spine)이 톱니 모양이고, 후측두골 극의 길이가 긴 점에서 옥돔속 어류와 구분된다(Leis and Carson-Ewart, 2000; Okiyama, 2014).

본 연구에서 관찰한 *H. chlupatyi* 치어는 Okiyama (2014)의 동일 종의 후기 자어(체장 4.5 mm)와 형태 및 흑색소포 분포에서 잘 일치하였다. 나아가 Okiyama (2014)는 이 종이 체장 5.8 mm 무렵에 지느러미가 정수에 도달한다고 하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다. *H. chlupatyi*는 같은 속에 속하는 *H. cuniculus*와 등

지느러미 줄기 수와 뒷지느러미 줄기 수에서 차이를 보이며(*H. chlupatyi* 등지느러미 X, 13 뒷지느러미 II, 12 vs. *H. cuniculus* 등지느러미 III-V, 29-34 뒷지느러미 I, 19-20), 부리 극의 길이(*H. chlupatyi* 길다 vs. *H. cuniculus* 짧다), 후측두골과 전새개골에 발달된 극의 길이(*H. chlupatyi* 매우 길다 vs. *H. cuniculus* 짧다)로 잘 구분된다. 또한, 미토콘드리아 DNA COI 염기서열 분석에서도 필리핀 마닐라 지역 *H. chlupatyi* 성어와 잘 일치하여 형태 동정 결과를 지지해주었으며, 같은 속의 *H. cuniculus*와는 22.3%의 유전적 차이를 나타내어 잘 구분되었다. *Hoplolatilus*속의 종들은 대부분 화려한 체색을 가져 새로운 국명으로 “무지개옥돔”을, *H. chlupatyi*의 새로운 국명으로 “무지개옥돔”을 제안한다.

## 결론

2019년 12월 한국 남해에서 봉고네트로 채집된 옥돔과 치어 1개체를 형태 분석한 결과, *Hoplolatilus chlupatyi*으로 확인되었다. 추가적으로 미토콘드리아 DNA COI 420 bp 염기서열을 분석한 결과, *H. chlupatyi* 성어와 99.5% 일치하였고, 같은 속의 *H. cuniculus*와는 22.3%의 유전적 차이를 보였다. 본종의 새로운 국명으로 “무지개옥돔”을 제안한다.

## 사사

이 논문은 2020년도 국립수산물과학원 수산과학연구소업 근해어업자원조사(R2020021)와 2020년도 해양수산과학기술진흥원 해양수산생명공학기술개발사업(No.20170431)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 본 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원께 감사드립니다.

## References

Aizawa M. 2002. Malacanthidae, Fishes of Japan: with pictorial keys to the species, English edition. Nakabo T, ed. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan, 70-71, 785.

Allen GR. 2007. *Hoplolatilus erdmanni*, a new species of sand tilefish (Pisces: Malacanthidae) from western New Guinea. *Aqua* 12, 101-106.

Araga C. 1969. Young form of the rare coral fish, *Malacanthus latovittatus* (Lacépède) from Tanabe Bay. *Publ Seto Mar Biol Lab* 16, 405-410. <https://doi.org/10.5134/175560>.

Burgess WE. 1978. Two new species of tilefishes (family Branchiostegidae) from the western Pacific. *TFH Magazine* 26, 43-47.

Clark E, Pohle JF and Halstead B. 1998. Ecology and behavior of tilefishes, *Hoplolatilus starcki*, *H. fronticinctus* and related species (Malacanthidae): non-mound and mound builders. *Environ Biol Fishes* 52, 395-417. <https://doi.org/10.1023/A:1007440719123>.

Cuvier G and Valenciennes A. 1830. *Histoire naturelle des poissons: Tome cinquième*. Levrault, Paris, France, 569-571. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.7339>.

Dooley JK. 1978. Systematics and Biology of the Tilefishes (Perciformes, Branchiostegidae and Malacanthidae) with Description of Two New Species. NOAA Technical Report NMFS Circular, U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service 411, 1-78.

Dooley JK. 1999. Branchiostegidae, The living marine resources of the Western Central Pacific. Capenter KE and Niem VH, eds. FAO, Rome, Italy, 2640.

Dooley JK. 2000. Malacanthidae (tilefishes), A checklist of the fishes of the South China Sea. Randall JE and Lim KKP, eds. 2000. *Raffles Bull Zool Suppl* 8, 569-667.

Dooley JK and Jimenez L. 2008. *Hoplolatilus luteus* Allen & Kuitert, 1989, a junior synonym of *H. fourmanoiri* Smith, 1964 (Perciformes: Malacanthidae), based on morphological and molecular data. *Aqua* 14, 77-84.

Earle JL and Pyle RL. 1997. *Hoplolatilus pohle*, a new species of sand tilefish (Perciformes: Malacanthidae) from the deep reefs of the D'Entrecasteaux Islands, Papua New Guinea. *Copeia* 1997, 382-387. <https://doi.org/10.2307/1447758>.

Günther A. 1887. Descriptions of two new species of fishes from Mauritius. *Proc Zool Soc Lond* 1887, 550-551. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1887.tb03016.x>.

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.

Houttuyn M. 1782. Beschryving van eenige Japanese visschen, en andere zee-schepzelen. *Verh Holl Maatsch Wet Haarlem* 20, 311-350.

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>.
- Kishinouye K. 1907. The three species of *Latilus* in Japan. *Zool Mag* 19, 56-60.
- Klausewitz W, McCosker JE, Randall JE and Zetsche H. 1978. *Hoplolatilus chlupatyi* n. sp., un nouveau poisson marin des Philippines (Pisces, Perciformes, Percoidei, Branchiostegidae). *Rev fr Aquariol Herpetol* 5, 41-48.
- 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>.
- Leis JM and Carson-Ewart BM. 2000. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae (Vol. 2). Brill, Sydney, Australia 338-346.
- Lisher MW, Gon O, de Figueiredo-Lisher Viana ST. 2020. First records of the Chameleon sand tilefish *Hoplolatilus chlupatyi* (Perciformes: Malacanthidae) from the Western Indian Ocean and updated occurrence of the Indian tilefish *Hoplolatilus fronticinctus* in the region. *J Appl Ichthyol* 36, 451-460. <https://doi.org/10.1111/jai.14062>.
- MABIK. 2019. 2019 National List of Marine Species. National Marine Biodiversity Institute of Korea, Seochon, Korea, 44.
- Nelson JS, Grande TC and Wilson MV. 2016. *Fishes of the World*, 5th Edition. John Wiley & Sons, New Jersey, U.S.A., 456.
- Okiyama M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan, 760, 762-765.
- Okumura S, Tanaka T and Nakazono A. 1996. Spawning and mucus-enveloped pelagic eggs of the red tilefish, *Branchiostegus japonicus* (Malacanthidae), reared in captivity. *Copeia* 1996, 743-746. <https://doi.org/10.2307/1447543>.
- Randall JE and Dooley JK. 1974. Revision of the Indo-Pacific Branchiostegid fish genus *Hoplolatilus*, with description of two new species. *Copeia* 1974, 457-471. <https://www.jstor.org/stable/1442537>.
- Ryu JH, Kim JK and Park JY. 2009. Comparison of the genetic relationships and osteological aspects in six branchiostegid fish species (Perciformes). *Anim Cells Syst* 13, 323-329. <https://doi.org/10.1080/19768354.2009.9647225>.
- 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>.
- Ward RD, Zemlak TS, Innes BH, Last PR and Hebert PD. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 360, 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.

2020. 08. 03 Received

2020. 09. 15 Revised

2020. 10. 06 Accepted