

한국산 1미기록종, *Acanthaphritis unoorum* (농어목, 꼬리점눈통이과)의 어란 및 자치어의 분자동정 및 형태기재

허성현 · 반태우 · 김진구^{1*} · 지환성² · 문성용²

해양생물자원연구소, ¹부경대학교 자원생물학과, ²국립수산과학원 수산자원연구센터

Molecular Identification and Morphological Descriptions of the Eggs, Larvae and Juvenile of the Previously Unrecorded Species *Acanthaphritis unoorum* (Perciformes, Percophidae) in Korean Waters

Sung-Hyun Heo, Tae Woo Ban, Jin-Koo Kim^{1*}, Hwan-Sung Ji² and Seong Yong Moon²

Institute of Marine Biological Resources, Busan, 48510, Korea

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

²Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong, 53064, Korea

We presented detailed morphological descriptions of the eggs, larvae and juvenile of *Acanthaphritis unoorum* based on specimens collected with bongo nets from Korean waters during the period May 2017-July 2018. We collected 18 individuals including eggs (n= 4, 0.77-0.85 mm in egg diameter), preflexion larvae (n= 6, 4.11-6.31 mm in standard length, SL), flexion larvae (n= 4, 6.60-7.82 mm SL), postflexion larvae (n= 3, 8.94-13.46 mm SL), and one juvenile (n= 1, 14.67 mm SL). The mitochondrial (mt) DNA 16S rRNA sequences of the eggs, and the cytochrome c oxidase subunit I (COI) sequences of the larvae were identical to those of *A. unoorum* adults (genetic distances <0.01). The *A. unoorum* larvae and the juvenile that we collected were morphologically similar to those of *Dactylopsaron dimorphicum*, but the *A. unoorum* specimens were readily distinguishable by the presence of lateral melanophores. This is the first record of *A. unoorum* in Korean waters. We propose a new Korean name for *A. unoorum*: “O-ri-bu-ri-nun-tung-i”.

Key words: *Acanthaphritis unoorum*, Eggs, Larvae, Juvenile, Unrecorded species

서론

농어목(Perciformes), 꼬리점눈통이과(Percophidae) 어류는 3아과(Percophinae, Bembropinae, Hemerocoetinae)로 구성되어 있고, 전 세계적으로 11속 50종, 일본에는 6속 13종, 우리나라에는 4속 5종이 보고되어 있다(Suzuki and Nakabo, 1996; Kim, 2011; Nakabo and Doiuchi, 2013; Nelson et al., 2016; MABIK, 2017). 꼬리점눈통이과 어류는 주로 인도·서태평양, 태평양 남동부, 대서양의 열대와 온대해역에 걸쳐 광범위하게 분포하며, 수심 100-400 m의 비교적 깊은 수심의 저서에서 서식한다(Landaeta et al., 2003; Nakabo and Doiuchi, 2013).

꼬리점눈통이과의 자치어를 대상으로 한 국외 연구는 *Dacty-*

*lopsaron dimorphicum*의 자어(Landaeta et al., 2003) 및 *Bembrops*속 2종의 자치어(Okuyama, 1997) 등 비교적 드문 편이며, 국내에서는 전무한 실정이다. 꼬리점눈통이과 어류의 자치어는 형태적으로 큰 눈과 머리, 오리 주둥이처럼 생긴 주둥이, 흑색소포의 분포 등에서 다른 과와 구분된다(Richards, 2000). 그러나, 자치어는 성장하면서 형태 특징이 바뀌며(Kendall et al., 1984; Taylor and Watson, 2004), 같은 종이라도 지역간 형태 차이(Kim et al., 2010)를 보이므로 분자분석에 의한 정확한 종 동정과 이를 통한 초기생활사 연구가 필요하다.

최근 자치어의 종 동정을 DNA 분석 기법을 이용한 연구들이 많이 진행되고 있으며(Jang et al., 2016; Yu et al., 2015), 형태 특징만으로 동정이 어려운 경우 분자 기법을 활용하고 있다

*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.2019.0067>

Korean J Fish Aquat Sci 52(1), 67-73, February 2019

Received 4 December 2018; Revised 9 January 2019; Accepted 24 January 2019

저자 직위: 허성현(연구원), 반태우(소장), 김진구(교수), 지환성(연구사), 문성용(연구사)

(Taylor and Watson, 2004; Hyde et al., 2005; Kim et al., 2008; Paine et al., 2008). 따라서 본 연구는 2017년 5월부터 2018년 7월까지 제주도 주변 해역과 동해에서 채집된 꼬리점눈통이과의 어란 및 자어를 분자 기법을 이용하여 종 수준까지 동정하였으며, 발달 단계별 형태 특징을 상세히 기술하였다.

재료 및 방법

채집

*Acanthaphritis*속 자치어로 추정되는 개체가 2017년 5월에 9개체(전기자어: 5개체, 중기자어: 2개체, 후기자어: 2개체), 2018년 5월에 1개체(중기자어: 1개체)가 제주도 주변 해역에서, 2017년 11월에 1개체(치어: 1개체), 2018년 7월에 3개체(전기자어: 1개체, 중기자어: 1개체, 후기자어: 1개체)가 동해에서 국립수산물품질관리원 시험조사선에 의해 붕고네트(망구 80 cm, 망목 550 μ m)로 채집되었다. 또한, *Acanthaphritis*속 어란으로 추정되는 개체가 2018년 2월에 1개체, 4월에 1개체, 5월에 1개체, 7월에 1개체가 제주도 주변 해역에서 같은 방법으로 채집되었다(Fig. 1). 채집된 표본은 즉시 5% 중성 해수-포르말린수용액으로 1시간 동안 고정한 후 세척하여 99% 알코올에 보관하였다. 이후 표본은 부경대학교 어류학실험실 어류플라크톤표본실(PKUI)에 등록 및 보관하였다.

형태분석

어란과 자치어의 부위별 용어는 Russel (1976), Suzuki and Nakabo (1996), Kim et al. (2011), Okiyama (2014)를 참고하였고, 계수형질 5개, 계측형질 11개를 계수 및 측정하였다. Total length (TL), standard length (SL), preanal length (PAL), greatest body depth (GBD), head length (HL), orbit diameter (OD), snout length (SNL), post-orbital length (POL), upper jaw length (UJL), lower jaw length (LJL), caudal fin rays (C), dorsal fin rays (D), anal fin rays (A), pectoral fin rays (P1), pelvic fin rays (P2), egg diameter (ED). 외부형태는 입체해부 현미경(SZH-16, Olympus, Japan)을 이용하여 관찰하였으며, 몸의 각 부위는 현미경용 사진촬영장치(Image-Pro plus 2.0, Media Cybernetics)를 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정된 후 스케치하였다.

분자분석

Total DNA를 얻기 위해, 어란은 난막을 찢어 사용하였고, 자어(체장 7.20 mm)는 우측 눈알을 떼내어 사용하였다. 어란 및 자어의 우측 눈알을 Chelex 100 Resin (Bio-rad, USA) 150 μ L가 들어있는 PCR 튜브에 넣은 후, Vortex로 섞고 Thermal cycler (Bio-rad MJ mini PTC-1148, USA)에 넣어 60 $^{\circ}$ C에서 20분, 99 $^{\circ}$ C에서 25분간 두었다. 추출된 total DNA는 PCR 실험 전까지 4 $^{\circ}$ C 냉장고에서 보관하였다. Mitochondrial DNA (mtD-

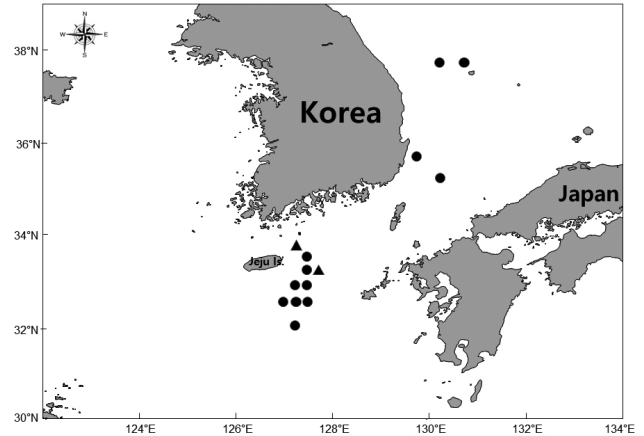


Fig. 1. Map showing the sampling area of eggs, larvae and juvenile of *Acanthaphritis unoorum* (●, Larvae and juvenile; ▲, Eggs).

NA) Cytochrome oxidase subunit I (COI) 영역의 증폭을 위해 VF2 (5'-TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT GGC AC-3')와 FishR2 (5'-ACT TCA GGG TGA CCG AAG AAT CAG AA-3') primer (Ward et al., 2005)를 이용하였고, Mitochondrial DNA (mtDNA) 16S rRNA 영역의 증폭을 위해 16Sar-5' (5'-CGC CTG TTT ATC AAA AAC AT-3')와 16Sbr-3' (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T-3') primer (Ivanova et al., 2007)를 이용하였다. Polymerase chain reaction (PCR)은 10X PCR buffer 2 μ L, 2.5 mM dNPT 1.6 μ L, 각 primer 1 μ L, Taq polymerase 0.1 μ L를 섞은 혼합물에 total DNA 1 μ L를 첨가한 후, 총 20 μ L가 될 때까지 3차 증류수를 넣고 thermal cycler (Bio-rad MJ mini PCT-1148, USA)를 이용하여 다음과 같은 조건에서 PCR을 수행하였다[Initial denaturation 95 $^{\circ}$ C에서 5분; PCR reaction 35 cycles (denaturation 95 $^{\circ}$ C에서 1분, annealing 52 $^{\circ}$ C에서 1분, extension 72 $^{\circ}$ C에서 1분); final extension 72 $^{\circ}$ 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 COI과 16S rRNA 염기서열은 BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 clustal W (Thompson et al., 1994)를 이용하여 정렬하였다. 유전거리는 mega 6 프로그램(Tamura et al., 2013)을 이용하여 kimura-2-parameter 모델(Kimura, 1980)로 계산하고 근린결합수(Neighbor joining tree)는 1,000번의 bootstrap을 수행하여 작성하였다.

결 과

Acanthaphritis unoorum Suzuki and Nakabo, 1996 (Table 1, Figs. 2-3) (Korean name: O-ri-bu-ri-nun-tung-i)

Acanthaphritis unoorum Suzuki and Nakabo, 1996: 452

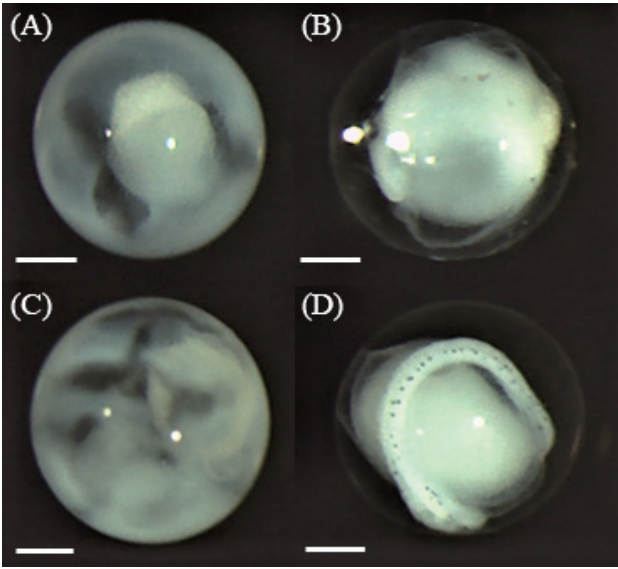


Fig. 2. Eggs of *Acanthaphritis unoorum*. (A), 0.77 mm ED; (B), 0.83 mm ED; (C), 0.84 mm ED; (D), 0.85 mm ED. Scale bars=0.2 mm. ED, Egg diameter.

(type locality: Off Hamasaka, Hyogo Prefecture, Japan); Shinohara et al., 2001: 330; Nakabo and Doiuchi, 2013: 1266; Okiyama, 2014: 1142.

형태 기재

모든 표본의 계수 및 계측 자료는 Table 1에 나타내었다. 어란은 난경 0.77-0.85 mm (0.82 ± 0.04 mm, n=4)로 구형이고, 하나의 유구를 가졌다. 난내 배체는 흑색소포가 머리 뒤에서 꼬리 앞까지 체측에 일렬로 배열되어 있었다(Fig 2). 전기자어(체장 4.11-6.31 mm, n=6)는 가늘고 긴 체형을 보이며 소화관이 일자로 길게 뻗어 있고 항문은 몸의 중앙보다 약간 뒤쪽에 위치하였다. 입은 크고 윗턱의 후단부는 눈의 앞가장자리에 도달하거나 조금 지난다. 주둥이는 오리 부리 모양으로 전방으로 길게 돌출되어 있다. 성장함에 따라 체장(SL)에 대한 항문전장(52.0-57.3%), 안경(5.6-7.5%)은 감소하였고 반대로 체고(11.6-15.3%)와 두장(26.0-29.2%)은 증가하였다(Fig. 3A, Fig. 4A-D). 중기자어(체장 6.60-7.82 mm, n=4)는 가늘고 긴 체형, 길게 돌출된 주둥이 모양에서 전기자어와 유사해 보이지만 항문의 위치가 훨씬 앞쪽으로 이동하여 차이를 나타내었다. 체장 7.62 mm 개체부터 체고(16.1-17.0%)와 두장(31.1-40.1%)이 감소하기 시작하였고, 체장(SL)에 대한 항문전장(46.9-50.4%)과 안경(5.4-6.2%)은 계속 감소하였다(Fig. 3B, Fig. 4A-D). 후기자어(체장 8.94-13.46 mm, n=3)는 전기자어 및 중기자어와 유사한 체형 및 주둥이 형태를 보이지만 항문의 위치가 더욱 앞쪽으로 이동하였다. 체장(SL)에 대한 항문전장(41.5-44.5%)과

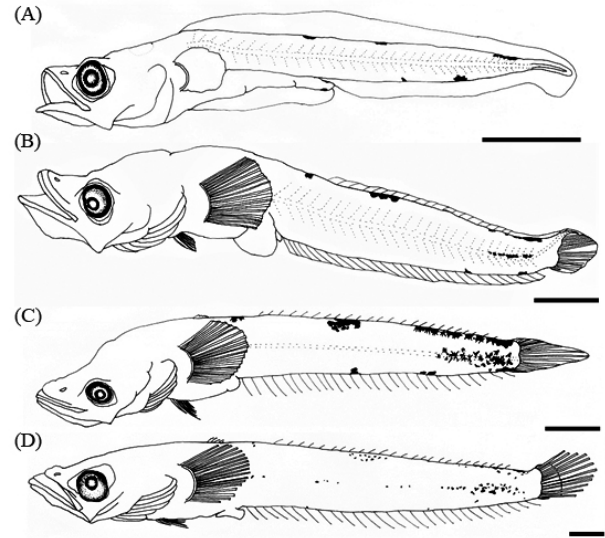


Fig. 3. Development of larvae of *Acanthaphritis unoorum*. (A), preflexion larva, 5.58 mm SL (PKUI601); (B), flexion larva, 7.82 mm SL (PKUI602); (C), postflexion larva, 13.46 mm SL (PKUI600); (D), juvenile, 14.67 mm SL (PKUI605). Scale bars=1.0 mm. SL, Standard length.

안경(4.5-6.1%), 체고(13.8-15.8%), 두장(31.2-33.0%) 모두 감소하였다(Fig. 3C, Fig. 4A-D). 치어(체장 14.67 mm, n=1)는 체형에서 큰 차이는 없으나 주둥이 모양이 오리 부리에서 일반적인 형태로 바뀌는 경향을 보였다. 체장(SL)에 대한 항문전장은 41.2%, 안경은 5.4%, 체고는 15.2%, 두장은 29.0%로 중기자어와 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 3D, Fig. 4A-D). 윗턱과 아래턱은 전기자어기에는 성장함에 따라 증가하다가 중기자어기부터 감소하였다(Fig. 4E, F).

지느러미 형성

전기자어는 몸통 전체를 둘러싸고 있는 막지느러미만 관찰될 뿐 지느러미 줄기는 형성되지 않았다(Fig. 3A). 중기자어는 꼬리지느러미 연조가 10-14개, 등지느러미 연조가 11-24개, 뒷지느러미 연조가 23-28개, 가슴지느러미 연조가 16개, 배지느러미 극조가 1개, 연조가 5개 관찰되었다(Fig. 3B). 후기자어는 꼬리지느러미 연조가 14개, 등지느러미 연조가 23-25개, 뒷지느러미 연조가 28-29개, 가슴지느러미 연조가 18개, 배지느러미 극조가 1개, 연조가 5개 관찰되었고 체장 13.46 mm부터 제1등지느러미 분화가 시작되었다(Fig. 3C). 치어는 꼬리지느러미 연조가 14개, 등지느러미 극조가 5개, 연조가 25개, 뒷지느러미 연조가 28개, 가슴지느러미 연조가 18개, 배지느러미 극조가 1개, 연조가 5개 관찰되었고, 제2등지느러미 기점은 뒷지느러미 기점보다 뒤에서 시작하며 뒷지느러미는 제2등지느러미보다 더 길었다(Fig. 3D).

흑색소포 분포

전기자어는 소화관 말단 부분에 작은 점 모양의 흑색소포가 관찰되었고 등지느러미 기저에 3개, 뒷지느러미 기저에 2개의 흑색소포가 일렬로 분포하였다. 체측에는 흑색소포가 관찰되지 않았다(Fig. 3A). 중기자어는 체측 꼬리자루 중앙에 이전까지는 관찰되지 않던 나뭇가지 모양의 흑색소포가 일렬로 새롭게 관찰되었다. 한편, 체장 7.20 mm의 중기자어는 꼬리의 배쪽에 점 모양의 흑색소포가 희미하게 관찰되었다(Fig. 3B). 후기자어는 체장 9.58 mm부터 체측 꼬리자루 중앙에 일렬의 나뭇가지 모양의 흑색소포가 점차 넓고 불규칙하게 분포하기 시작하였다(Fig. 3C). 치어는 꼬리자루 중앙에 있던 흑색소포가 줄어들고 체측에 점 모양의 새로운 흑색소포가 항문 부근까지 일렬로 관찰되었다(Fig. 3D).

분자 동정

*Acanthaphritis*속 어란 4개체의 mtDNA 16S rRNA 영역 491 base-pair의 염기 서열과 *Acanthaphritis*속 자어 1개체의 mtDNA COI 영역 608 base-pair의 염기 서열을 national center for biotechnology information (NCBI)에 등록된 *Acanthaphritis unoorum*의 염기서열과 비교하였다. 그 결과, *Acanthaphritis*속 어란 4개체는 *Acanthaphritis unoorum* 성어와 유전거리 0.000-

0.008로 가장 가깝게 유집되었으며, 그 다음으로 *Hoplichthys gilberti*와 유전거리 0.129로 유집되었다(Fig. 5). *Acanthaphritis*속 자어 1개체는 *Acanthaphritis unoorum* 성어와 유전거리 0.007로 가장 가깝게 유집되었으며, 그 다음으로 *Sargocentron rubrum*과 유전거리 0.173, *Harpadon* sp.과는 유전거리 0.178로 유집되었다(Fig. 6).

고 찰

본 연구는 2017년 5월부터 2018년 7월까지 제주도 주변 해역과 동해에서 채집된 *Acanthaphritis*속 어란 4개체, 자어 13개체, 치어 1개체를 대상으로 형태 및 분자 동정을 실시한 결과 *Acanthaphritis unoorum* Suzuki and Nakabo (1996)으로 확인되었다. 본종은 우리나라에서는 처음 보고되는 미기록종으로, 본속에는 국내에 수염동미리 *Acanthaphritis barbata* (Okamura and Kishida, 1963) 1종만이 알려져 있다(Kim et al., 2005; Kim, 2011; MABIK, 2017). 이 두종은 성어시기에 외형적으로는 매우 유사하지만 계수형질(*A. unoorum*은 등지느러미 연조 23-25개, 뒷지느러미 연조 28-30개 vs. 수염동미리는 등지느러미 연조 20-21개, 뒷지느러미 연조 25-26개)에서 잘 구분된다(Nakabo and Doiuchi, 2013). Okiyama (2014)는 일본산

Table 1. Measurements and counts of larvae and juvenile of *Acanthaphritis unoorum*

Morphological character	Present study				Suzuki and Nakabo (1996)
	Preflexion	Flexion	Postflexion	Juvenile	Adult
Number of specimens	6	4	3	1	39
Total length			9.36-15.30	16.04	-
Standard length (SL)	4.11-6.31	6.60-7.82	8.94-13.46	14.67	33.4-55.5
Measurements (% of SL)					
Preanal length	52.0-57.3 (54.0)	46.9-50.4 (48.7)	41.5-44.5 (42.9)	41.2	36.8-45.1
Greatest body depth	11.6-15.3 (13.5)	16.1-18.9 (17.3)	13.8-15.8 (15.0)	15.2	10.9-16.4
Head length	26.0-29.2 (28.3)	31.1-40.1 (35.5)	31.2-33.0 (32.3)	29.0	29.0-33.6
Orbit diameter	5.6-7.5 (6.2)	5.4-6.2 (5.9)	4.5-6.1 (5.2)	5.4	-
Snout length	10.0-11.7 (11.2)	9.3-13.6 (11.7)	9.2-10.8 (10.1)	9.4	6.5-7.8
Post-orbital length	9.1-14.4 (12.0)	12.3-18.6 (15.3)	15.3-17.1 (15.9)	15.2	15.1-16.9
Upper jaw length	8.6-15.5 (11.0)	13.1-16.4 (15.1)	10.9-12.2 (11.7)	10.3	-
Lower jaw length	7.7-16.0 (10.5)	12.3-16.7 (15.1)	9.9-11.4 (10.9)	9.8	-
Counts					
Caudal-fin rays	-	10-14	14	14	14-15
Dorsal-fin rays	-	11-24	23-24	V, 25	IV- VI, 23-25
Anal-fin rays	-	23-28	28-29	28	28-30
Pectoral-fin rays	-	16	18	18	18-21
Pelvic-fin rays	-	I, 5	I, 5	I, 5	I, 5

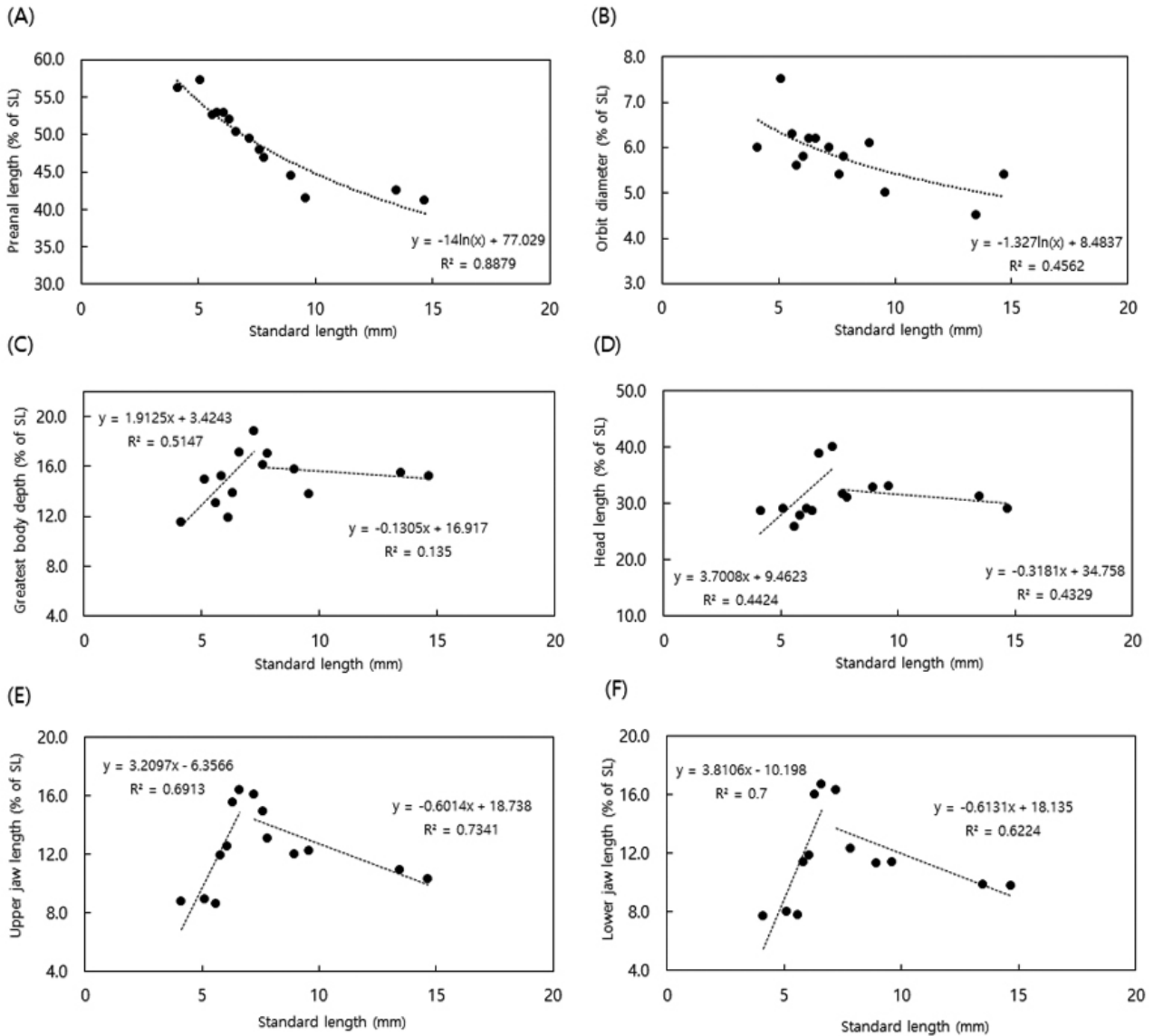


Fig. 4. Changes of (A) prenal length, (B) orbit diameter, (C) greatest body depth, (D) head length, (E) upper jaw length, (F) lower jaw length expressed as percent of standard length (SL) with growth in *Acanthaphritis unoorum* larvae and juvenile.

A. unoorum 자치어가 소화관 말단 부근과 등지느러미 기저에 3개, 배지느러미 기저에 2개의 흑색소포군을 가지며 척색 말단 굴곡 이후에 꼬리자루 측면에 일렬의 점 모양 흑색소포를 가진다고 언급하였다. 또한 체장에 대한 항문전장의 비율이 전기자어기에는 60%이며 성장하면서 그 비율이 크게 줄어든다고 하였다. 본 연구에서 관찰한 *A. unoorum* 자치어 또한 Okiyama (2014)와 대부분 잘 일치하였다. 그러나 체장 7.20 mm 개체는 두장(평균 30.1% vs. 체장 7.20 mm 개체는 40.1%)과 체고(평균 14.7% vs. 체장 7.20 mm 개체는 18.9%), 꼬리의 배쪽에만 점모양의 흑색소포가 희미하게 관찰되는 점에서 약간 달랐다.

이러한 차이에도 불구하고, mtDNA 분석 결과 *A. unoorum* 자어로 확인되었기에 지역간 형태변이로 사료된다.

A. unoorum 자치어는 동일과인 꼬리점눈통이과의 *Dactylopsaron dimorphicum*과 형태적으로 유사하지만 계수형질(*A. unoorum*은 등지느러미 연조 23-25개, 뒷지느러미 연조 28-30개 vs. *D. dimorphicum*은 등지느러미 연조 20-22개, 뒷지느러미 연조 23-25개)에서 잘 구분된다(Landaeta et al., 2003; Okiyama, 2014). Okamura and Kishida (1963)는 주둥이 수염의 유무(*Acanthaphritis*는 없다 vs. *Spinapsaron*는 있다), 상악골 모양, 제1 등지느러미 길이에서 Günther (1880)의 *Acantha-*

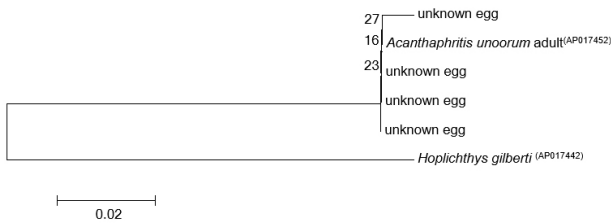


Fig. 5. Neighbor-joining tree based on partial mtDNA 16S rRNA sequences, showing the relationships among *Acanthaphritis unoorum* eggs collected from Korea. The tree was constructed using the Kimura 2-parameter model and 1000 bootstrap replications. The superscripts indicate NCBI registration number. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.02.

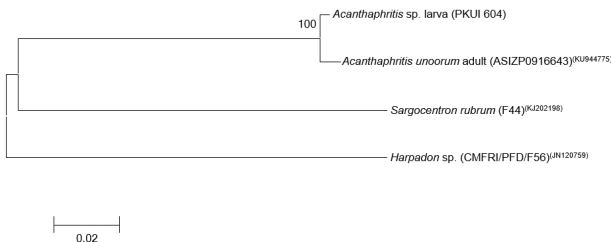


Fig. 6. Neighbor-joining tree based on partial mtDNA COI sequences, showing the relationships among *Acanthaphritis unoorum* larva collected from Korea. The tree was constructed using the Kimura 2-parameter model and 1000 bootstrap replications. The superscripts indicate NCBI registration number. The bottom bar indicates a genetic distance of 0.02.

*phritis*속과 잘 구분되는 *Spinapsaron*속을 처음 보고하였다. 그러나 이후 Suzuki and Nakabo (1996)는 상악골 모양과 제1등지느러미 길이는 속간 차이로 볼 수 없고 *Acanthaphritis*속 표본의 주둥이 수염이 부러져 유실된 것으로 보고 *Spinapsaron*속을 *Acanthaphritis*속의 동속이명으로 제안하였다. 또한 McKay (1971)에 의해 최초 보고된 *Branchiopsaron*속은 *Spinapsaron*속과 새조골수, 등지느러미 모양 등에서 잘 구분되어 다른 속으로 간주되었지만, Suzuki and Nakabo (1996)에 의해 이는 속간 차이로 볼 수 없다고 하여 *Branchiopsaron*속을 *Spinapsaron*속의 동속이명으로 제안되었다. 이후 분류학적 연구가 더욱 진행되어 *Spinapsaron*속과 *Branchiopsaron*속은 *Acanthaphritis*속의 동속이명으로 정리되었다(Okiyama, 1997; Smith and Johnson, 2007). 그럼에도 불구하고, 분류학적 위치는 학자마다 이견이 있어 향후 추가적인 분자계통 및 초기생활사 연구를 통해 종간 및 속간 유연관계를 명확히 할 필요가 있다.

본 연구에서 *A. unoorum* 어란과 자치어는 대마난류와 동한 난류의 영향을 받는 해역에서 채집되었으며(Fig. 1), 또한 동

일종의 성어가 남중국해와 동중국해에서 출현한 기록이 있어 (Suzuki and Nakabo, 1996; Randall and Lim, 2000) 이번 조사에서 채집된 *A. unoorum*의 어란 및 자치어는 제주도 주변 또는 제주도 남부 먼바다에서 산란 또는 부화되어 수송된 것이 아닌가 추정된다. 본 종의 새로운 국명으로 주둥이가 오리 부리를 닮은 특징에 따라 “오리부리눈통이”를 제안한다.

사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물연구원 수산과학연구소(근해 어업자원조사, R2019019)과 2019년도 해양수산물과학기술진흥원 해양수산물생명공학기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 20170431). 본 논문을 세심하게 검토해 주신 세분 심사위원께 감사드립니다.

References

- Günther A. 1880. Report on the shore fishes procured during the voyage of H. M. S. Challenger in the year 1873-1876. Rep Sci Res Expl Voy H. M. S. Challenger Zool 1, 1-82.
- 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.
- Hyde JR, Lynn E, Humphreys R, Musyl M, West AP and Vetter R. 2005. Shipboard identification of fish eggs of blue marlin, shortbill spearfish, and wahoo. Mar Eco Prog Ser 286, 269-277.
- Jang SH, Jung KM, Park JH and Kim JK. 2016. Comparative morphology of *Tanakius kitaharae* and *Glyptocephalus stelleri* (Pleuronectidae) larvae. Korean J Ichthyol 28, 164-174.
- Kendall AW, Ahlstrom EH and Moser HG. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Ontogeny and Systematics of Fishes. Moser H.G. and W.J. Richards, eds. Allen Press INC., Lawrence, KS, U.S.A., 11-22.
- Kim BJ, Kim S, Seo HS and Oh J. 2008. Identification of *Albulula* sp. (Albulidae: Albuliformes) *Ieptocephalus* 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 BJ. 2011. Fish species of Korea. In: National Institution of Biological Resources (ed.), National list of species of Korea: Vertebrates, Nat Ins Biol Res, Incheon, Korea, 142-143.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo Hak Publishing Co., Seoul, Korea, 400-401.
- Kim JK, Ryu JH, Kim S, Lee DW, Choi KH, Oh TY, Hwang KS, Kim JN, Kwun HJ, Ji HS and Oh JN. 2011. An identification guide for fish eggs, larvae and juveniles of Korea. Hanguel graphics, Busan, Korea, 6-19.
- Kim JK, Watson W, Hyde J, Nancy L, Kim JY, Kim S and Kim YS. 2010. Molecular identification of *Ammodytes* (Am-

- modytidae, PISCES) larvae, with ontogenetic evidence on separating populations. *Genes and Genomics* 32, 437-445. <https://doi.org/10.1007/s13258-010-0017-6>.
- 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.
- Landaeta MF, Neira FJ and Castro LR. 2003. Larvae of *Dactylopsaron dimorphicum* (Perciformes: Percophidae) from oceanic islands in the southeast Pacific. *Fish Bull* 101, 693-697.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2017. National List of Marine Species. Namu Press, Seocheon, Korea, 385.
- Mckay RJ. 1971. Two new genera and five new species of percophid fishes (Pisces: Percophididae) from Western Australia. *J Royal Soc West Austr* 54, 40-46.
- Nakabo T and Doiuchi R. 2013. Percophidae. In: *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. 3rd ed. Tokai University Press, Hadano, Japan, 1265-1268.
- Nelson JS, Grande TC and Wilson MV. 2016. *Fishes of the world*, 5th edition. John Wiley and Sons Inc, Hoboken, New Jersey, NJ, U.S.A., 424-425.
- Okamura O and Kishida S. 1963. A new genus and species of the bembroid fish collected from the Bungo Channel, Japan. *Bull Misaki Mar Bio Inst, Kyoto Univ* 4, 43-48.
- Okiyama M. 1997. Two types of pelagic larvae of *Bembrops* (Trachinoidea: Percophidae), with notes on their phylogenetic implication. *Bull Mar Sci* 60, 152-160.
- Okiyama, M. 2014. *An atlas of the early stage fishes in Japan*. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 1141-1144.
- Paine MA, McDowell JR and Graves JE. 2008. Specific identification using COI sequence analysis of scombrid larvae collected off the Kona coast of Hawaii Island. *Ichthyol Res* 55, 7-16. <https://doi.org/10.1007/s10228-007-0003-4>.
- Randall JE and Lim KKP. 2000. A checklist of the fishes of the South China Sea. *Raffles Bull Zool* 8, 569-667.
- Richards WJ. 2000. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of percophid fishes of the western central Atlantic. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-440, 7.
- Russell FS. 1976. *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Academic Press, London, U.K., 1-524.
- Shinohara G, Endo H, Matsuura K, Machida Y and Honda H. 2001. Annotated checklist of the deepwater fishes from Tosa Bay, Japan. In: Fujita T, Saito H & Takeda M (eds.): *Deep-sea fauna and pollutants in Tosa Bay*. Monographs of the National Science Museum Tokyo 20, 283-343.
- Smith DG and Johnson GD. 2007. A new species of *Pteropsaron* (Teleostei: Trichonotidae: Hemerocoetinae) from the Western Pacific, with notes on related species. *Copeia* 2007, 364-377.
- Suzuki T and Nakabo T. 1996. Revision of the genus *Acanthaphritis* (Percophidae) with the description of a new species. *Ichthyol Res* 43, 441-454.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipiński 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>.
- Taylor CA and Watson W. 2004. Utility of larval pigmentation to identify nearshore rockfishes of the *Sebastes* subgenus *Pteropodus* from Southern California. *CalCOFI Rep* 45, 113-117.
- 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.
- Yu HJ, Im YJ, Jo HS, Lee SJ and Kim JK. 2015. Morphological development of eggs, larvae, and juvenile of *Sebastes koreanus* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) from the Yellow Sea. *Ichthyol Res* 62, 439-449. <https://doi.org/10.1007/s10228-015-0457-8>.