

제주도 남부해역에서 채집된 Bathylagidae (바다빙어목) *Lipolagus ochotensis* 자어의 한국 첫기록

윤문주 · 지환성^{1,*}

국립수산과학원 연근해자원과, ¹국립수산과학원 수산자원연구센터

First Record of the Eared Blacksmelt, *Lipolagus ochotensis* (Bathylagidae, Osmeriformes) Larvae from the Southern Coastal Waters of Jeju Island, Korea by Moon Joo Yoon and Hwan-Sung Ji^{1,*} (Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea; ¹Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea)

ABSTRACT Four individuals of *Lipolagus ochotensis* larvae (13.4~21.3 mm SL), belong to the family Bathylagidae, were collected by a Bongo net from the southern waters off Jeju Island, Korea in February to March 2018. *L. ochotensis* is characterized by a elongated and compressed body, the eye stalks, series of melanophores on posterior of body, dorsal fin origin above the middle of the body. A molecular analysis based on 625 base pairs sequences in the mitochondrial DNA cytochrome c oxidase subunit I region shows that specimens were closely matched to adult *L. ochotensis* (genetic distance=0.024). We report the first record of family Bathylagidae, genus *Lipolagus*, *L. ochotensis* in Korean waters, and suggest their new Korean names, “Sim-hae-bing-eo-gwa”, “Geom-eun-bing-eo-sok”, and “Geom-eun-bbyam-bing-eo”, respectively.

Key words: *Lipolagus ochotensis*, Bathylagidae, distribution, mtDNA COI, first record

서 론

바다빙어목(Osmeriformes) Bathylagidae 어류는 북서태평양 오호츠크해, 베링해, 미국, 멕시코, 호주 등지에 널리 분포하는 심해성 어류로 전 세계적으로 8속 23종(Eschmeyer *et al.*, 2022)이 속하지만, 우리나라에는 아직 보고된 바 없다. 이들은 중층표영대(mesopelagic)에 서식하는 대표적 어류의 하나로 주로 900~6,000 m의 깊은 수심에 서식한다(Fedorov *et al.*, 2003). Bathylagidae 어류는 기름지느러미가 있거나 없고, 후쇄골(postcleithra)과 중오황골(mesocoracoid)이 없고, 가슴지느러미가 몸의 배 쪽에 가깝게 위치하는 것이 특징이다(Nelson *et al.*, 2016).

중층표영대에 서식하는 자어는 다양한 어종들의 먹이원으로 분포에 대한 연구가 활발하게 수행되었으며, 셋비늘치

과(Myctophidae), 앨통이과(Sternoptychidae), 솔니앨통이과(Gonostomatidae), Bathylagidae, Phosichthyidae 어류 등이 우점하는 것으로 알려져 있다(Sassa and Hirota, 2013). 우리나라에서는 솔니앨통이과 자어 1종(*Sigmops gracilis*), 셋비늘치과 한국미기록 2종(*Diaphus garmarni*, *Notoscopelus japonicus*) 자어의 기록(Lee and Kim, 2013; Park *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2020), 분포 및 생태 연구(Lee *et al.*, 2022) 등이 보고되었다. Bathylagidae에 속하는 *Lipolagus ochotensis* (Schmidt, 1938) 자어는 일본 사가미만 및 쿠로시오 주변해역에서의 분포 연구가 수행되었다(Sassa and Kawaguchi, 2006; Watanabae *et al.*, 2010).

우리나라 전 해역에서 매월 난자치어 모니터링 조사를 수행 중 2018년 2~3월 제주도 남부해역에서 채집된 시료에서 아직까지 우리나라에서 보고된 적이 없는 자어를 발견하였다. 본 종은 양쪽 눈이 돌출되어 있는 특징에 근거하여 Bathylagidae의 한 종으로 동정되었으며, 분자유전학적 분석을 통해 *L. ochotensis*로 확인되었기에, 본 종의 형태특징 및 출현에 대해 상세히 보고하고자 한다.

저자 직위: 윤문주(연구원), 지환성(해양수산연구소)

*Corresponding author: Hwan-Sung Ji Tel: 82-55-650-2240,

Fax: 82-55-650-2206, E-mail: nise9@korea.kr

재료 및 방법

1. 채집

Lipolagus ochotensis 자어 4개체 (13.4~21.3 mm SL)는 우리나라 전 해역의 난자치어 분포현황을 파악하기 위해 국립수산과학원 수산과학조사선 탐구21호(999톤)로 수행한 난자치어 시료에서 발견하였다. 조사해역의 저층수온은 13.44~15.85°C, 저층염분은 34.43~34.47 범위였다. 본 시료는 2018년 2~3월 제주도 남부해역에서 봉고네트(망구 80 cm, 망목 330 µm)를 이용하여 바다부터 표층까지 경사채집하였다. 채집된 시료는 현장에서 70% 에탄올에 고정하여 실험실에서 정밀 분석하였고, 국립수산과학원(National Institute of Fisheries Science) 수산자원연구센터(Fisheries Resources Research Center)의 난자치어 분석실(Ichthyoplankton laboratory)에 등록(NIFS_FRRC_I_00143-00146) 후 보관하였다.

2. 형태분석

종 동정은 Okiyama (2014)의 형태정보를 이용하여 체형, 두부 모양, 흑색소포 분포의 특징으로 비교 분석하였다. 자치어의 발생단계 및 각 부위별 용어와 측정은 Okiyama (2014)의 방법을 따라 입체 현미경(Olympus SZX-16, Tokyo, Japan) 아래에서 0.1 mm 단위까지 측정하였으며, 현미경용 사진촬영 장치(Olympus cellSens Standard, Japan)를 이용하여 촬영 후 스케치하였다(Figs. 2~4).

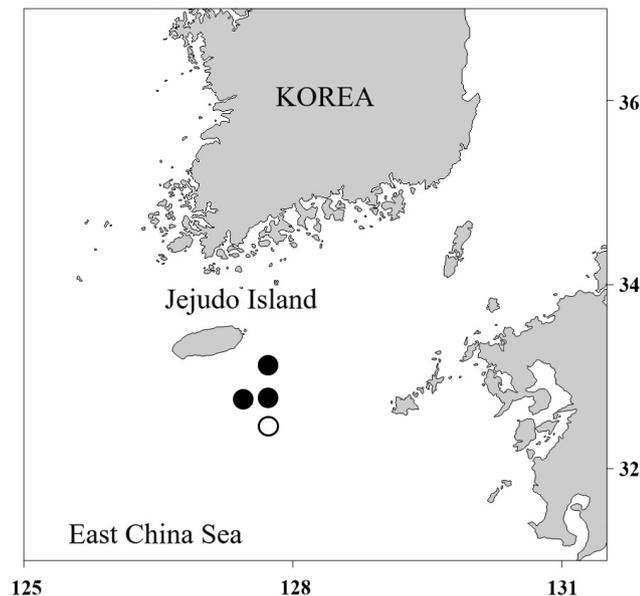


Fig. 1. Map showing the sampling stations of the *Lipolagus ochotensis* in the southern waters off Jeju Island in February to March 2018. Flexion larvae 13.4~15.4 mm SL (●), postflexion larvae 21.3 mm SL (○).

3. 분자분석

에탄올에 고정된 자어의 오른쪽 눈알을 떼어내어 GeneAll Exgene™ Clinic SV DNA extraction kit (GeneAll, Seoul, Korea)를 이용하여 genomic DNA를 추출하였다. 미토콘드리아 DNA의 cytochrome oxidase subunit I (COI) 영역을 증폭시키기 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') 프라이머(Ward *et al.*, 2005)를 이용하였다. 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)은 AccuPower® PCR Premix에 genomic DNA 4 µL를 첨가한 후 20 µL가 될 때까지 3차 증류수를 넣고 Thermal cycler (C1000™; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 PCR을 수행하였다. BioEdit version 7 (Hall, 1999)의 Clustal W (Thompson *et al.*, 1994)를 사용하여 염기서열을 정렬하였다. 염기서열 간 유전거리는 Mega X (Kumar *et al.*, 2018)의 Kimura-2-parameter 모델(Kimura, 1980)로 계산하였다. 종 동정은 NCBI (National Center for Biotechnology Information)에 등록된 유전정보들과 비교를 통해 실시하였다.

결 과

Family Bathylagidae

(New Korean name: Sim-hae-bing-eo-gwa)

Genus *Lipolagus* Kobylansky, 1986

(New Korean name: Geom-eun-bing-eo-sok)

Lipolagus Kobylansky, 1986: 47 (type species: *Bathylagus ochotensis* Schmidt, 1938).

Lipolagus ochotensis (Schmidt, 1938)

(New Korean name: Geom-eun-bbyam-bing-eo) (Figs. 2~4)

Bathylagus ochotensis Schmidt, 1938: 654 (type locality: Kamchakta, Russia). Holotype: ZIN 24498.

Bathylagus nakazawai: Matsubara, 1940: 315 (Kambara, Japan); Okamura and Machida, 1986: 27 (Kochi Prefecture, Japan).

Lipolagus ochotensis: Shinohara *et al.*, 1996: 159 (Tosa Bay, Japan); Fedorov *et al.*, 2003: 28 (the Okhotsk Sea, Russia); Tohkairin *et al.*, 2015: 5 (the Okhotsk Sea, Russia); Aizawa and Hatooka, 2002: 285 (Honshu, Japan).

1. 관찰 표본

NIFS_FRRC_I_00143, 1개체, 체장 13.4 mm, 2018년 3월 27일, 제주 254-5해구(32.25°N, 127.25°E), 탐구21호, 봉고네트, 수심 130 m, 저층수온, 13.64°C, 저층염분, 34.68; NIFS_FRRC_I_00144, 1개체, 체장 14.0 mm, 2018년 3월 27일, 제주 253-5해구(32.25°N, 126.75°E), 탐구21호, 봉고네트, 수심 116 m, 저층수



Fig. 2. Photo showing larval development of *Lipolagus ochotensis*. (A) flexion larvae 13.4 mm SL, (B) flexion larvae 15.4 mm SL, and (C) post-flexion larvae 21.3 mm SL. Scale bars = 2.0 mm.

온, 13.79°C, 저층염분, 34.47; NIFS_FRRC_I_00145, 1개체, 체장 15.4 mm, 2018년 3월 25일, 제주 244-5해구(32.75°N, 127.25°E), 탐구21호, 봉고네트, 수심 121 m, 저층수온, 15.85°C, 저층염분, 34.63; NIFS_FRRC_I_00146, 1개체, 체장 21.3 mm, 2018년 3월 26일, 제주 467-5해구(31.75°N, 127.25°E), 탐구21호, 봉고네트, 수심 120 m, 저층수온, 13.44°C, 저층염분, 34.43.

2. 형태특징

Lipolagus ochotensis 자어 4개체(13.4~21.3 mm SL)는 몸은 길게 신장되었으며, 체고는 낮다(Figs. 2, 3). 머리는 납작하고, 주둥이는 전방으로 돌출되어 있다. 눈은 잘 발달되어 있고, 양옆으로 돌출되어 있다(Fig. 4). 위턱의 뒤끝은 눈의 앞 가장자리에 미치지 못한다. 가슴지느러미는 작고 둥근 모양이다. 항문전장은 전장의 83.7~83.8%로 몸의 후반부에 위치한다(Table 1). 체장에 따른 발생단계 및 주요 형태적 특징은 다음과 같다. 체장 13.4~14.0 mm 중기자어: 척색말단이 만곡되었으며, 모든 지느러미는 막지느러미 형태이다(Figs. 2A, 3A). 항문은 전장의 81.5~83.8%에 위치하였다. 아래턱이 위턱보다 약간 앞쪽으로 돌출되었다. 흑색소포는 나뭇가지 모양으로 양턱, 머리 등쪽, 새개부, 머리 뒤부터 소화관을 따라 꼬리 후반부까지 불규칙하게

늘어서 있다. 체장 15.4 mm 중기자어: 척색말단이 만곡되었으며, 꼬리지느러미가 분화되기 시작하였다(Figs. 2B, 3B). 새개부의 흑색소포는 이전 단계보다 짙어졌다. 항문은 전장의 84.2%로 체장 13.4~14.0 mm 자어보다 약간 후반부에 위치하였다. 체측의 흑색소포는 몸의 중앙과 등쪽에도 늘어서 있다. 체장 21.3 mm 후기자어: 등지느러미는 몸의 중앙에 위치하며, 항문은 전장의 84.0%에 위치하였다. 등지느러미 연조는 10개, 뒷지느러미는 연조는 15개로 분화되었으며, 꼬리지느러미는 잘 발달되었다(Figs. 2C, 3C). 가슴지느러미는 작게 발달하였다. 나뭇가지 모양의 흑색소포는 중기자어 단계보다 짙게 분포하고, 몸의 등쪽과 중앙에 2열로 꼬리 후반부까지 나 있고, 소화관 측면에 항문 앞까지 1열로 나 있다(Figs. 2C, 3C).

3. 분자 동정

미토콘드리아 DNA의 COI 625 base pair 염기서열을 분석한 결과, 북태평양 미국 시애틀 서부 근해에서 채집된 *Lipolagus ochotensis* 성어와 97.6% 일치하여 *L. ochotensis* 자어로 확인되었다. *L. ochotensis* 자어는 Bathylagidae의 *Leuroglossus schmidti*와 유전거리 86.5%, *Bathylagus pacificus*와 85.9%로 나타났다(Table 2). 근린결합수(Neighbor joining tree)를 통해 *L.*

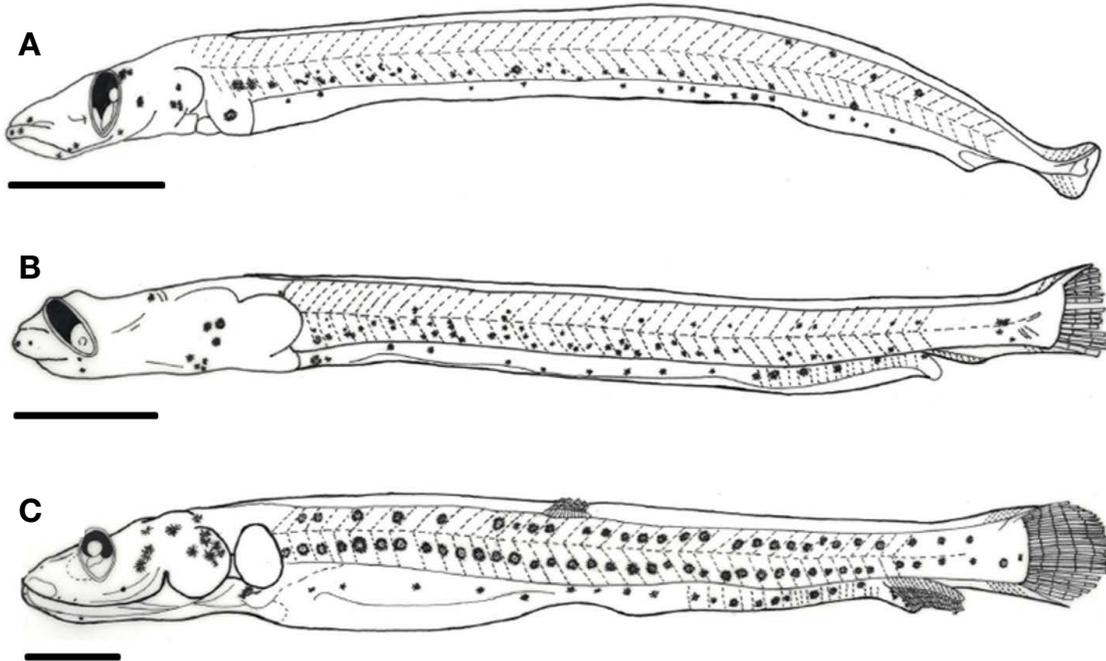


Fig. 3. Illustrations showing larval development of *Lipolagus ochotensis*. (A) flexion larvae 13.4 mm SL, (B) flexion larvae 15.4 mm SL, and (C) post-flexion larvae 21.3 mm SL. Scale bars = 2.0 mm.

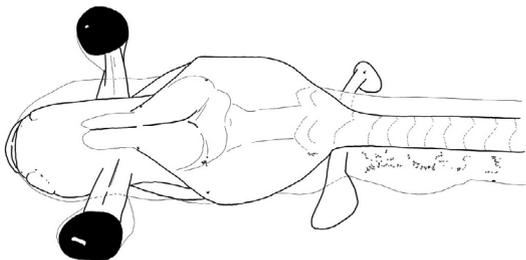


Fig. 4. Illustrations showing dorsal view of head of *Lipolagus ochotensis* larvae. Flexion larvae 15.4 mm SL.

ochotensis 자어는 *L. ochotensis* 성어와 매우 가깝게 유집되었으며, *L. schmidtii*, *B. pacificus*, *Melanolagus bericoides* 순으로 유집되었다(Fig. 5).

4. 분포

성어: 베링해 및 오호츠크해(Fedorov *et al.*, 2003; Tohkairin *et al.*, 2015), 캄차카 반도(Schmidt, 1938), 일본 토사만, 수구라만(Shinohara *et al.*, 1996; Aizawa and Hatooka, 2002)을 포함한 북서태평양 해역에 분포한다. 캐나다, 멕시코 등 북동태평양, 호주 등 남서태평양에 분포한다(Eschmeyer *et al.*, 2022).

자어: 한국 제주도(본 연구), 일본 사가미만(Sassa and Kawaguchi, 2006), 토사만(Sassa and Hirota, 2013), 시코쿠(Watanabae *et al.*, 2010)에 분포한다.

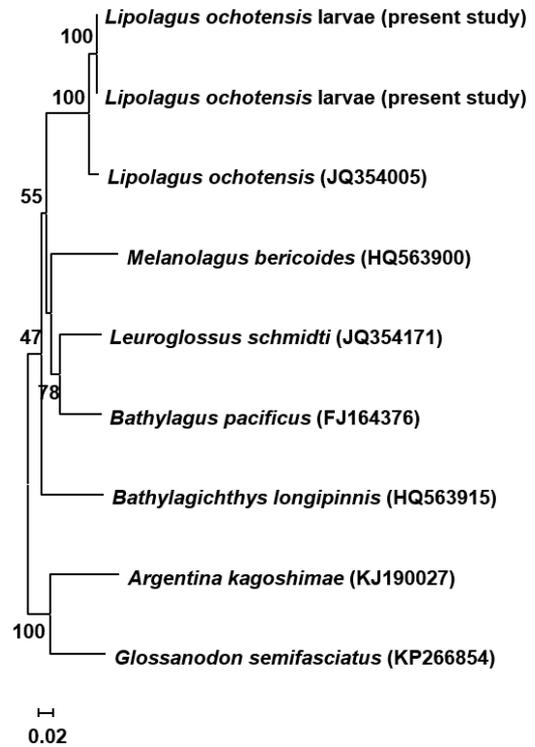


Fig. 5. Neighbor-joining tree based on mtDNA COI nucleotide sequences, showing the relationships between two *Lipolagus ochotensis* individuals from this study, six Osmeriformes species. The neighbor-joining tree was constructed using the Kimura 2-parameter distance model, and 1,000 bootstrap replications. Bar indicates a genetic distance of 0.02.

Table 1. Comparisons of measurements and counts for *Lipolagus ochotensis* larvae from Korean waters

Species	<i>Lipolagus ochotensis</i> (present study)			<i>Lipolagus ochotensis</i> (Okiyama, 2014)
	flexion	flexion	postflexion	preflexion~postflexion
Development stage				
Total length (mm, TL)	13.6~14.8	15.8	22.4	3.9~23.1
Standard length (mm, SL)	13.4~14.0	15.4	21.3	—
No. of specimens	2	1	1	—
In % of total length				
Preanus length	81.5~83.8	84.2	84.0	—
Body depth	8.8~9.9	7.6	11.8	—
Head length	19.6~21.1	19.2	20.3	—
In % of head length				
Snout length	17.2~33.8	15.8	29.3	—
Eye diameter	13.1~15.0	13.8	16.3	—
Upper jaw length	27.2	28.9	33.0	—
Counts				
Dorsal fin soft rays	—	—	10	10~11
Anal fin soft rays	—	—	15	13~16
Pectoral fin soft rays	—	—	—	8~10
Caudal fin soft rays	—	6+8	12+14	—

Table 2. Genetic distance among *Lipolagus ochotensis* larvae of six Osmeriformes species

	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Lipolagus ochotensis</i> larvae (1)								
<i>Lipolagus ochotensis</i> larvae (2)	0.000							
<i>Lipolagus ochotensis</i> (3)	0.024	0.024						
<i>Leuroglossus schmidti</i> (4)	0.135	0.135	0.142					
<i>Bathylagus pacificus</i> (5)	0.141	0.141	0.145	0.110				
<i>Bathylagichthys longipinnis</i> (6)	0.159	0.159	0.159	0.168	0.157			
<i>Melanolagus bericoides</i> (7)	0.169	0.169	0.169	0.165	0.153	0.190		
<i>Argentina kagoshimae</i> (8)	0.215	0.215	0.215	0.218	0.250	0.218	0.247	
<i>Glossanodon semifasciatus</i> (9)	0.205	0.205	0.206	0.201	0.205	0.216	0.218	0.169

고찰

본 연구에 이용된 제주도 남부해역에서 채집된 자어는 몸은 길게 신장되었고, 체고가 낮으며, 새개부에 흑색소포가 분포하며, 양쪽 눈이 돌출되어 있는 특징에서 Bathylagidae과에 속하는 검은뺨빙어 (*L. ochotensis*) 자어의 특징과 잘 일치하였다 (Okiyama, 2014). 분자 동정 결과 검은뺨빙어 성어의 유전정보와도 잘 일치하였다 (Table 2). 검은뺨빙어 자어는 북태평양산 검은뺨빙어 성어와 유전거리 97.6%로 매우 가깝게 나타났으며, 일본에 분포하는 유사어종인 *L. schmidti*와는 유전거리 86.5%, *B. pacificus*와는 85.9%로 큰 차이를 보였다 (Table 2). Ward (2009)에 의하면 COI 영역에서 2% 내외의 차이는 종내 유전 변이와 중간 유전 변이의 경계로 보고한 바 있어, 본 연구의 검은뺨

빙어 자어와 성어의 유전거리는 종내 변이에 따른 차이인 것으로 생각된다. 한편 일본의 경우 검은뺨빙어는 Microstomatidae에 포함되며, 4종 (*L. schmidti*, *B. pacificus*, *Melanolagus bericoides*, *Dolicolagus longirostris*) 자어의 특징이 보고되어 있다 (Okiyama, 2014). 검은뺨빙어 자어는 *D. longirostris* 자어와 돌출된 눈, 흑색소포 분포 특징에서 가장 유사하였는데, 눈아래 흑색소포 분포 (검은뺨빙어 자어는 없음 vs. *D. longirostris* 자어는 1열로 분포)에서 잘 구분되었다 (Okiyama, 2014). 또한, *L. schmidti* 자어와는 눈의 돌출 유무 (검은뺨빙어 자어는 양쪽으로 돌출되었음 vs. *L. schmidti* 자어는 돌출되지 않았음), *B. pacificus* 자어와는 체측의 흑색소포 분포 (검은뺨빙어 자어는 체측 및 소화관에 1~2열로 분포 vs. *B. pacificus* 자어는 체측 및 소화관에 4~6개 분포)에서 잘 구분되었다 (Okiyama, 2014). 분포

에 대한 연구에 있어서, 쿠로시오 해류의 영향을 받는 일본 남부 토사만의 검은뺨빙어 자어는 겨울철에서 봄철에 주로 분포하는 것으로 보고되어 제주도 남부해역에서 2~3월에 출현한 본 연구의 분포 결과와 잘 일치하였다(Sassa and Kawaguchi, 2006; Sassa and Hirota, 2013). 한편, 쿠로시오 해류 주변의 검은뺨빙어 자어는 수심 30~100 m에 주로 서식하며, 사가미만에서는 수심 400~1,000 m에 분포하는 것으로 보고되었다(Miya, 1995; Sassa and Kawaguchi, 2006; Watanabae *et al.*, 2010). 또한, 검은뺨빙어 성어는 200~1,000 m의 깊은 수층에 서식함에 따라, 본 연구의 검은뺨빙어 자어는 쿠로시오 해류를 따라 일본 가고시마 남부해역에서 제주도 근해까지 이동한 후 성장하면서 수심이 깊은 곳으로 이동할 것으로 판단된다. 또한, 중층표영대에 분포하는 솔니앨통이(*S. gracilis*), 등점삿비늘치(*N. japonicus*), 가마니삿비늘치(*D. garmani*) 자어는 제주도 주변해역에서 국내 처음 출현하였으며(Lee and Kim, 2013; Park *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2020), 일본 남부해역에서 국내로 유입되는 중층표영대에 서식하는 자어들이 계속해서 보고될 것으로 생각된다. 검은뺨빙어 자어는 제주도 남부해역 수심 130 m에서 경사채집을 통해 채집되었으며, 향후 다중개폐식네트(Multiple opening/closing net environmental sensing system)를 이용한 수층별 조사에서 검은뺨빙어 자어가 채집된다면 이들의 수직 분포에 대해서 고찰할 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서 새롭게 보고되는 Bathylagidae는 영명(Deep-Sea smelts)을 따라 심해빙어과로 제안하며, *L. ochotensis* 자어의 새로운 국명으로 성어의 새개부가 검은 특징으로 영명(Eared blacksmelt)을 따라 “검은뺨빙어”를 제안한다.

요 약

본 연구에서는 2018년 2~3월 제주도 남부해역에서 Bathylagidae에 속하는 *Lipolagus ochotensis* 자어 4개체(체장 13.4~21.3 mm)를 봉고네트로 채집하였다. *L. ochotensis* 자어는 몸이 길게 신장되었으며, 체고는 낮고, 눈이 돌출되며, 몸의 후반부에 흑색소포가 나 있고, 등지느러미가 몸 중앙에 위치하는 특징을 가진다. 미토콘드리아 DNA COI의 염기서열 625 bp를 분석한 결과, *L. ochotensis* 성어와 97.6%로 매우 가깝게 나타났다. 국내 처음 보고되는 본 종의 새로운 과명으로 “심해빙어과”, 속명으로 “검은빙어속”, 국명으로 “검은뺨빙어”를 각각 제안한다.

사 사

이 논문은 2023년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2023001)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

REFERENCES

- Aizawa, M. and K. Hatooka. 2002. Microstomatidae. In: Nakabo, T. (ed.), Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Kanazawa, Japan, 285pp.
- Eschmeyer, W.N. (eds.). 2022. Catalog of fishes electronic version. available from: <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Fedorov, V.V., I.A. Chereshevnev, M.V. Nazarkin, A.V. Shestakov and V.V. Volobuev. 2003. Catalog of marine and freshwater fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk, Dalnauka, Vladivostok, Russia, 204pp.
- Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp., 41: 95-98.
- Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. J. Mol. Evol., 16: 111-112. <https://doi.org/10.1007/bf01731581>.
- Kobyliansky, S.G. 1986. Materials for a revision of the family Bathylagidae (Teleostei, Salmoniformes). Transactions of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, 121: 6-50.
- Kumar, S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz and K. Tamura. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. Mol. Biol. Evol., 35: 1547-1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>.
- Lee, H.L., H.J. Yu and J.K. Kim. 2022. New description of four larval lanternfish species and cryptic diversity of *Bentosema pterotum* (Pisces: Myctophidae) from the Northwest Pacific. J. Fish Biol., 101: 1474-1500. <https://doi.org/10.1111/jfb.15218>.
- Lee, H.L., J.K. Kim, H.J. Yu and J.N. Kim. 2020. Ontogenetic comparison of larvae and juveniles of *Diaphus garmani* and *Bentosema pterotum* (Myctophidae, Pisces) collected from Korea. Fish. Aquat. Sci., 23: 18. <https://doi.org/10.1186/s41240-020-00163-w>.
- Lee, S.J. and J.K. Kim. 2013. New record of juvenile *Sigmops gracilis* (Pisces: Gonostomatidae) from Jeju Island, Korea, revealed by DNA barcoding. Fish. Aquat. Sci., 16: 45-48. <https://doi.org/10.5657/FAS.2013.0045>.
- Matsubara, K. 1940. Studies on the deep-sea fishes Japan. XIII. On Prof. Nakazawa's collection of fishes referable to Isospondyli, Iniomi and Allotriognathi. Suisan Kenkyu-Shi, 35: 314-319.
- Miya, M. 1995. Some aspects of the biology of *Bathylagus ochotensis* (Pisces: Bathylagidae) in Sagami Bay, central Japan. Bull. Mar. Sci., 56: 173-184.
- Nelson, J.S., T.C. Grande and V.H. Wilson. 2016. Fishes of the world. 5th ed. John Wiley and Sons Inc., New Jersey, NJ, U.S.A., 386pp.
- Okamura, O. and Y. Machida. 1986. Additional records of fishes from Kochi Prefecture, Japan. Mem. Fac. Sci., Kochi Univ., Japan, 7: 17-41.

- Okiyama, M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan (2nd edition). Tokai Univ. Press, Tokyo, Japan, 1639pp.
- Park, G.H., J.K. Kim, H.S. Ji and J.H. Choi. 2019. Molecular identification and morphological description of the juvenile of the previously unrecorded species *Notoscopelus japonicus* (Tanaka, 1908) (Myctophidae) in Korean waters. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 424-429. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0424>.
- Sassa, C. and K. Kawaguchi. 2006. Occurrence patterns of mesopelagic fish larvae in Sagami Bay, central Japan. J. Oceanogr., 62: 143-153.
- Sassa, C. and Y. Hirota. 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. Deep-Sea Res., I, 81: 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2013.07.008>.
- Schmidt, P.Y. 1938. Three new deep-sea fishes from the Okhotsk Sea. Dokl. Akad. Nauk SSSR, Ser. A, Leningrad, Russia, 19: 653-656.
- Shinohara, G., H. Endo and K. Matsubara. 1996. Deep-waters fishes collected from the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Mem. Natl. Sci. Mus., Tokyo, Japan, 29: 153-185.
- Thompson, J.D., D.G. Higgins and T.J. Gibson. 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>.
- Tohkairin, A., T. Hamatsu, A. Yoshikawa, Y. Kai and T. Nakabo. 2015. An illustrated and annotated checklist of fishes on Kitami-Yamato Bank, southern Sea of Okhotsk. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 43: 1-29.
- Ward, R.D. 2009. DNA barcode divergence among species and genera of birds and fishes. Mol. Ecol., 9: 1077-1085. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02541.X>.
- Ward, R.D., T.S. Zemlak, B.H. Innes, P.R. Last and P.D.N. Hebert. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. Phil. Trans. R. Soc. B., 360: 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>.
- Watanabae, H., C. Sassa and M. Ishida. 2010. Late winter vertical distribution of mesopelagic fish larvae in the Kuroshio current region of the western North Pacific. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 74: 153-158.