

제주도 남방해역에서 채집된 제주바다뱀(*Ophichthus asakusae*) 엽상자어(Leptocephalus)의 첫 형태기재

지환성^{1,2} · 최정화¹ · 최광호¹ · 이동우¹ · 김진구^{2*}

¹국립수산과학원 자원관리과, ²부경대학교 자원생물학과

First Morphological Description of *Ophichthus asakusae* (Ophichthidae: Anguilliformes) Leptocephali Collected from the Waters South of Jeju Island

Hwan-Sung Ji^{1,2}, Jung Hwa Choi¹, Kwang Ho Choi¹, Dong Woo Lee¹ and Jin-Koo Kim^{2*}

¹Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea

²Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Two leptocephali [total length (TL) 68.2-80.5 mm] from the family Ophichthidae, collected from the waters south of Jeju Island, Korea, were identified using morphology. The two ophichthid leptocephali were identified as belonging to the genus *Ophichthus* based on morphological characters: 131-132 myomeres; nine gut swellings; dorsal fin origin above the middle of the body; five postanal pigments present from the anus to the caudal margin. Ultimately, both leptocephali were identified as *Ophichthus asakusae*, as the total number of myomeres was consistent with those of adult *O. asakusae*. Here, we first describe the morphological characteristics of the *O. asakusae* leptocephalus, and suggest diagnostic characters for leptocephali belonging to the genus *Ophichthus*.

Key words: Leptocephali, Ophichthidae, *Ophichthus asakusae*, Morphological characters, Identification

서 론

바다뱀과(Ophichthidae) 어류에 속하는 까치물뱀속(*Ophichthus*) 어류는 바다뱀과 어류중 가장 큰 분류군으로, 전세계적으로 70종(McCosker, 2010; Eschmeyer, 2013), 우리나라에 4종(까치물뱀 *Ophichthus evermanni*, 둥근물뱀 *Ophichthus rotundus*, 갈물뱀 *Ophichthus urolophus*, 제주바다뱀 *Ophichthus asakusae*)이 보고되어 있고(Ji and Kim, 2011a), 최근까지 국외에 신종이 보고되고 있다(McCosker, 2010). 이처럼 성어기 까치물뱀속 어류의 형태특징이 계속 보고되는 반면, 이들 엽상자어기 형태연구는 5종(*Ophichthus cruentifer*, *Ophichthus ocellatus*, *Ophichthus gomesi*, *Ophichthus ophis*, *Ophichthus melanoporus*)을 제외하면 미흡한 실정이다(Fahay and Obenchain, 1978; Leiby, 1979). 이 중 *O. cruentifer*는 최초 돛물뱀속(*Pisodonophis*) 어류에 속하였으나(Richardson, 1974), 이후 까치물뱀속(*Ophichthus*)으로 옮겨졌다(McCosker, 1977). 까치물뱀속 엽상자어5종의 형태적 특징은 항문전 소낭수가

7-9개, 항문뒤 흑색소포수가3-7개, 등지느러미기점이 전장의 8.0-69.0%로 항문전 소낭수를 제외하면 중간 차이가 심하다(Fahay and Obenchain, 1978). 까치물뱀속 어류는 돛물뱀속(*Pisodonophis*) 및 *Myrichthys*속 어류와 함께 복합 분류군으로 향후 계통분류학적 연구가 필요하다고 언급된 바 있으며(McCosker, 1977), 최근 분자계통학적 연구결과, 까치물뱀속 어류가 돛물뱀속 어류와 함께 유집되는 결과를 나타내었다(Wang et al., 2002; Ji and Kim, 2012). 이와 같이 바다뱀과 어류 내 속간 경계를 명확히 하기 위해서는 다양한 종의 초기생활사에 관한 형태정보가 필요하다. 성어의 형태만으로 중간 또는 속간 명확한 구분이 어려운 경우 초기생활기의 형태특징이 이용되는 분류군들이 많다. 날치과(Exocoetidae) 어류는 Parin (1996), 바리아과(Serraninae) 어류는 Kendall (1984), Anthiinae아과 어류는 Baldwin (1990), Epinephelinae아과는 Johnson (1983)에 의해 소 그룹으로 구분하는 형태형질로 자치어 시기의 형태특징을 이용하였다. 까치물뱀속 제주바다뱀(*O. asakusae*)은 제주도 주변해역에서만 출현하는 것으로 알려져 있다(Kim et al.,

Article history:

Received 3 June 2013; Revised 12 August 2013; Accepted 19 August 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5927 Fax: +82. 51. 629. 5931

E-mail address: taengko@hanmail.net

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 594-597, October 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0594>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

2009; Ji and Kim, 2011a). 본 연구에서는 우리나라 제주도 남 방해역에서 제주바다뱀 엽상자어 2개체가 출현하여 이들의 형태를 상세히 보고하고, 나아가 유사종들과 비교, 고찰 하고자 한다.

재료 및 방법

2007년 10월 국립수산과학원 근해어업자원 조사 시 제주 남 방해역(32°57'34"N, 126°54'08"E)에서 바다뱀과에 속하는 엽상자어 2개체(전장 68.2-80.5 mm)가 Bongo net에서 채집되었다. 채집 후 표본은 10% 포르말린 용액에 고정하였으며, 이후 국립수산과학원(National Fisheries Research and Development Institute) 난자치어 분석실(Ichthyoplankton Laboratory)에 보관하였다. 몸의 각 부위의 계수 및 측정은 Fahay and Obenchain (1978) 및 Tabeta and Mochioka (1988)의 방법을 따라 입체현미경(Olympus SZX-16) 하에서 관찰하였고, vernier calipers로 0.1 mm 단위까지 측정하였다. 이빨의 배열식은 Castle (1984)를 따랐다.

결과 및 고찰

형태기재: 제주도 주변해역에서 채집된 엽상자어의 계수 및

측정은 Table 1과 같다. 몸은 투명하고 측편되어 있다(Fig. 1). 머리는 작고 주둥이 선단부에 날카로운 이빨이 나 있다(Fig. 2A). 이빨 배열식 $\frac{1+V+6-7}{1+V+5-6}$ 이다. 눈은 작고, 약간 타원형이며 앞쪽에 2개의 비공이 나 있다(Fig. 2A). 아래턱이 위턱보다 약간 돌출되어 있다(Fig. 2A). 소화관에는 9개의 소낭(gut swelling)이 나 있으며, 등쪽으로 높게 솟아있다(Fig. 1). 몸의 앞쪽에 1, 2번째 간조직(liver tissue)이 있고, 그 뒤로 장이 항문 앞까지 길게 신장되어 있다(Fig. 2B, C). 항문전장은 전장의 62.5-64.1%로 항문은 몸의 중앙보다 약간 뒤쪽에 위치한다(Fig. 1; Table 1). 등지느러미기점은 전장의 46.9-48.1%로 항문보다 약간 앞쪽에 위치한다(Fig. 2C; Table 1). 체고는 전장 7.6-7.8%로 다소 낮고, 꼬리까지 높게 유지하다가 꼬리끝에서 감소된다(Fig. 1; Table 1). 가슴지느러미, 등지느러미 및 뒷지느러미는 잘 발달되어 있고, 꼬리지느러미는 흔적적이다(Fig. 2C, D). 위턱 및 아래턱 선단부, 새개부, 목덜미에 여러 개의 나뭇가지 모양의 흑색소포가 뚜렷이 관찰된다. 식도와 소낭 등쪽에는 수지상의 흑색소포가 길게 나타나며, 척색 중앙의 각 근절 마디 사이에 작게 분포한다(Fig. 2A-C). 뒷지느러미기저에 작은 흑색소포가 일직선상으로 꼬리 끝까지 나 있다. 항문 뒤부터 체측 중앙을 따라 5개의 세로띠가 뚜렷이 관찰된다(Fig. 1).

형태동정: 제주도산 엽상자어 2개체는 꼬리지느러미가 없거

Table 1. Comparisons of measurements and counts for *Ophichthus asakusae* leptocephali and five *Ophichthus* leptocephali from United States

	<i>Ophichthus asakusae</i> ¹	<i>Ophichthus ophis</i> ²	<i>Ophichthus melanoporus</i> ²	<i>Ophichthus ocellatus</i> ²	<i>Ophichthus gomesi</i> ²	<i>Ophichthus cruentifer</i> ²
Total length (mm, TL)	68.2-80.5	46.0-101.0	24.0-92.0	15.0-77.5	14.5-95.0	16.2-83.5
Number of specimens	2	40	35	58	67	29
In % of total length						
Head length	6.5	-	-	-	-	-
Predorsal length	46.9-48.1	8.0-12.0	9.0-18.0	42.0-69.0	50.0-64.0	37.0-51.0
Preanal length	62.5-64.1	62.0-72.0	63.0-83.0	57.0-81.0	53.0-79.0	52.0-75.0
Body depth	7.6-7.8	-	-	-	-	-
In % of Head length						
Eye diameters	12.4-15.7	-	-	-	-	-
Snout length	36.6-40.5	-	-	-	-	-
Upper jaw length	56.2-57.1	-	-	-	-	-
Counts						
Total myomeres	131-132	158-170	175-190	128-142	140-150	145-158
Predorsal myomeres	54-56	11-16	13-17	47-59	60-69	44-55
Preanal myomeres	72-74	89-97	101-110	64-77	60-69	66-74
1st vertical blood vessel	11-12	-	-	-	-	-
Last vertical blood vessel	71-73	-	-	-	-	-
1st gut swelling	12	-	-	-	-	-
Last gut swelling	70-72	-	-	-	-	-
Postanal pigment	5	3	4	4-6	4-5	5-7
Number of nostrill	2	-	-	-	-	-
Number of gut swelling	9	7	7	9	8	9
Dentition formular	$\frac{1+V+6-7}{1+V+5-6}$	$\frac{1+IV+VIII+4-10}{1+IV+VIII+2-7}$	$\frac{1+III+VII+3-9}{1+II+VII+2-6}$	$\frac{1+II+V+3-7}{1+III+VIII+2-3}$	$\frac{1+II+VI+4-6}{1+III+VII+2-4}$	$\frac{1+II+VI+4-6}{1+II+VII+2-4}$

¹Present study, ²Fahay and Obenchain (1978).

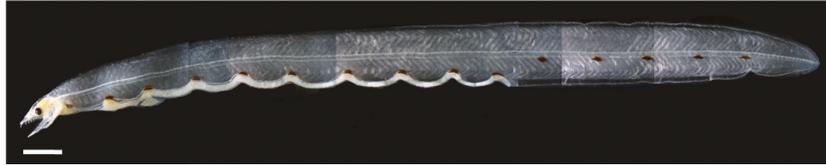


Fig. 1. Leptocephalus of *Ophichthus asakusae*, Jeju Island of Korea. TL= 80.5 mm. Scale bar= 3.0 mm.

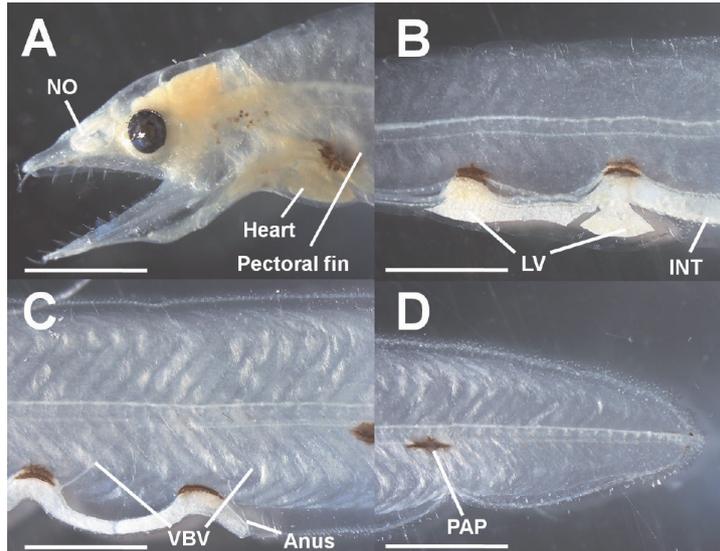


Fig. 2. Leptocephalus of *Ophichthus asakusae*, Jeju Island of Korea. TL= 80.5 mm. magnification of head (A), anterior gut regions (B), anal (C) and caudal region (D). Scale bars= 2.0 mm. NO, nostril; LV, liver tissue; INT, intestine; VBV, vertical blood vessel; PAP, post anal pigment.

나 흔적적인 점에서 바다뱀아과(Ophichthinae)에 속하며, 향문뒤 흑색소포수가 5개, 향문전 소낭수가 9개인 점에서 까치물뱀속(*Ophichthus*)에 속한다(Table 1; Fahay and Obenchain, 1978). 또한, 제주도산 염상자어의 전체 근절수는 131-132개로 국내에 보고된 까치물뱀속 4종 중에서 제주바다뱀과 잘 일치하였으며(제주바다뱀은 124-134개 vs. 까치물뱀은 150-154개 vs. 둥근물뱀은 178-183개 vs. 갈물뱀은 135-138개), 나머지 바다뱀아과 어류 5종(날붕장어 *Echelus uropterus*, 바다뱀 *Ophisurus macrorhynchus*, 돌기바다뱀 *Pisodonophis cancrivorus*, 돛물뱀 *Pisodonophis zophistius*, 상주물뱀 *Pisodonophis sangjuensis*, 자물뱀 *Brachysomophis porphyreus*)과는 척추골수 범위(137-209개)에서 일치하지 않았다(Ji and Kim, 2011a; 2011b). 따라서 제주도산 염상자어 2개체는 제주바다뱀의 염상자어인 것으로 최종 확인되었다.

비고: 제주바다뱀 염상자어를 대서양산 까치물뱀속 염상자어 5종과 비교하면, 향문뒤 흑색소포수가 제주바다뱀 염상자어의 경우 5개인데 까치물뱀속 염상자어는 3-7개를 가져 그 범위에 포함되며, 향문전 소낭수는 제주바다뱀 염상자어가 9개, *O. ocellatus* 및 *O. cruentifer* 염상자어가 9개, *O. ophis* 및 *O. melanoporos* 염상자어가 7개, *O. gomesi* 염상자어가 8개를 가져 중간 차이를 나타내었다(Table 1; Fahay and Obenchain, 1978). 계측형질에서는 제주바다뱀 염상자어가 등지느러미기

점에서 *O. ocellatus*, *O. gomesi*, *O. cruentifer* 염상자어와 잘 일치하지만(제주바다뱀 염상자어는 46.9-48.1% vs. *O. ocellatus* 염상자어는 42.0-69.0%, *O. gomesi* 염상자어는 40.0-64.0% vs. *O. cruentifer* 염상자어는 37.0-51.0%), *O. ophis* 및 *O. melanoporos* 염상자어와는 큰 차이를 나타내었다(*O. ophis* 8.0-12.0%, *O. melanoporos* 염상자어는 9.0-18.0%) (Table 1; Fahay and Obenchain, 1978). 위의 결과를 종합하면, 까치물뱀속 어류는 형질간 중간 차이를 보이며, 등지느러미기점(몸의 전방에 시작 vs. 몸의 중앙 이후에 시작), 향문뒤 흑색소포수(5개 이상 vs. 4개 이하), 향문전 소낭수(8개 이상 vs. 7개 이하)에서 2개의 그룹(*O. asakusae*, *O. ocellatus*, *O. gomesi*, *O. cruentifer* vs. *O. ophis*, *O. melanoporos*)으로 잘 구분되는데(Table 1; Fahay and Obenchain, 1978), 이러한 형태특징들이 까치물뱀속의 복합분류군을 해결하는데 있어 중요하게 이용될 수 있을 것이다. 따라서 향문뒤 흑색소포수(3-7개, 대부분 4-5개)만이 까치물뱀속을 대표하는 공통적인 형질로 보인다. 한편 국내에 보고된 바다뱀아과 염상자어와 비교하면, 상주물뱀(*P. sangjuensis*), 날붕장어(*E. uropterus*)와는 향문뒤 흑색소포수(제주바다뱀 염상자어는 5개 vs. 상주물뱀 염상자어와 날붕장어 염상자어는 8개)에서 뚜렷이 구분된다(Ji and Kim, 2010; Ji et al., 2011; Ji et al., 2012). 또한, 까치물뱀속 및 돛물뱀속 어류는 복합 분류군으로 알려져 있는데(McCosker, 1977), 염상자어기 형태

특징에서 항문뒤 흑색소포수(까치물뱀속 6종은 6개 이하; 돛물뱀속의 상주물뱀 1종은 8개) 및 등지느러미기점(까치물뱀속 6종은 몸의 70.0% 이전에 시작; 돛물뱀속의 상주물뱀 1종은 몸의 90% 이후에 시작)에서 잘 구분되었다(Ji and Kim, 2010). 향후, 돛물뱀속 엽상자어를 더 확보하여 상세한 비교연구가 이루어져야 할 것이다.

사 사

본 논문은 국립수산과학원 근해어업자원조사(승인번호: RP-2013-FR-058)의 지원으로 이루어졌으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Baldwin CC. 1990. Morphology of the larvae of American Antheiinae (Teleostei: Serranidae), with comments on relationships within the subfamily. *Copeia* 1990, 913-955.
- Castle PHJ. 1984. Notacanthiformes and Anguilliformes: Development. In: Ontogeny and systematics of fishes. Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW and Richardson SL, eds. Allen Press INC., Lawrence, U.S.A., 62-69.
- Eschmeyer WN. ed. 2013. GENERA, SPECIES, REFERENCES. Catalog of fishes electronic version. available from: <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcat-main.asp>.
- Farhay P and Obenchain CL. 1978. Leptocephali of the ophichthid genera *Ahlia*, *Myrophis*, *Ophichthus*, *Pisodonophis*, *Callechelys*, *Letharchus*, and *Apterichtus* on the Atlantic continental shelf of the United States. *Bull. Mar Sci* 28, 442-486.
- Ji HS and Kim JK. 2010. Molecular and morphological identification of ophichthid leptocephali from the South Sea of Korea. *Korean J Ichthyol* 22, 279-284. (in Korean)
- Ji HS and Kim JK. 2011a. Taxonomic review of the snake-eels family Ophichthidae (Anguilliformes) from Korea. *Korean J Ichthyol* 23, 46-60. (in Korean)
- Ji HS and Kim JK. 2011b. A new species of snake eel, *Pisodonophis sangjuensis* (Anguilliformes: Ophichthidae) from Korea. *Zootaxa* 2758, 57-68.
- Ji HS, Lee SJ and Kim JK. 2011. Molecular identification, ontogeny and evolutionary note of *Echelus uropterus* leptocephali. *Korean J Ichthyol* 23, 217-224. (in Korean)
- Ji HS, Lee HW, Hong BK and Kim JK. 2012. Four newly reported ophichthid leptocephali species revealed by mitochondrial 12S rDNA, with implications of their occurrence in Korea. *Anim Cells Syst* 16, 415-424. <http://dx.doi.org/10.1080/19768354.2011.652168>.
- Johnson GD. 1983. *Niphon spinosus*: a primitive Epinepheline serranid, comments on the monophyly and intrarelationships of the Serranidae. *Copeia* 1983, 777-787.
- Kendall AW. 1984. Serranidae: development and relationships. In: Ontogeny and systematics of fishes. Moser HG et al., eds. Amer Soc Ichthyol Herpetol Spec Publ 1, 499-510.
- Kim BJ, Choi JH, Chang DS, Cha HK and Park JH. 2009. New record of the snake eel *Ophichthus asakusae* (Ophichthidae: Anguilliformes) from Korea. *Fish Aqua Sci* 12, 236-239.
- Leiby MM. 1979. Leptocephalus larvae of the eel family Ophichthidae. I. *Ophichthus gomesi* Castelnau. *Bull Mar Sci* 29, 329-343.
- McCosker JE. 1977. The osteology, classification, and relationships of the eel family Ophichthidae. *Proc Calif Acad Sci Ser 4* 41, 1-123.
- McCosker JE. 2010. Deepwater Indo-Pacific species of the snake-eel genus *Ophichthus* (Anguilliformes: Ophichthidae), with the description of nine new species. *Zootaxa* 2505, 1-139.
- Parin NV. 1996. On the species composition of flying fishes (Exocoetidae) in the west-central part of tropical Pacific. *J Ichthyol* 36, 357-364.
- Richardson SL. 1974. Eggs and larvae of the ophichthid eel, *Pisodonophis cruentifer* from the Chesapeake bight, western North Atlantic. *Chesapeake Sci* 15, 151-181.
- Tabeta O and Mochioka N. 1988. Family Ophichthidae. In: An atlas of the early stage fishes in Japan. Okiyama M, ed. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 58-62.
- Wang CH, Kuo CH, Mok HK and Lee SC. 2002. Molecular phylogeny of elopomorph fishes inferred from mitochondrial 12S ribosomal RNA sequences. *Zool scr* 32, 231-241. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1463-6409.2003.00114.x>.