

セミエビ科フィロソーマ幼生の同定。
10. 中部北太平洋で採集された *Crenarctus crenatus* の幼生

Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae).
10. Larvae of *Crenarctus crenatus* collected in the central North Pacific

張 成年^{1,2*}・柳本 卓³
Seinen Chow^{1,2*}, Takashi Yanagimoto³

¹水産技術研究所, 横浜市金沢区福浦 2-12-4

²アクオス研究所, 八王子市元八王子町 3-2153-79

³水産資源研究所, 横浜市金沢区福浦 2-12-4

¹Fisheries Technology Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan. ²Aquos Institute, 3-2153-79 Motohachioji-cho, Hachioji, Tokyo 193-0826, Japan, ³Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan.

*Corresponding author, e-mail: chow@affrc.go.jp

Abstract

We have performed DNA barcoding and morphological analyses for scyllarine phyllosoma larvae. Five phyllosoma larvae having subrectangular-shaped cephalic shields with straight posterior margins were selected from plankton samples collected in the central North Pacific. Mitochondrial 16S rDNA sequence analysis indicated *Crenarctus crenatus* to be the closest species for these larvae. Based on the nucleotide sequence divergence (K2P: 1.66 ± 0.61 %) between these five larvae and *C. crenatus* and the geographic distribution of *C. crenatus* restricted to the South Pacific, we tentatively determined these larvae to be a subspecies of *C. crenatus* (designated as *C. crenatus* sub sp. 1).

Key words: *Crenarctus crenatus* sub sp. 1; DNA barcoding; morphology; scyllarine phyllosoma larvae

緒言

ヒメセミエビ亜科 (Scyllarinae) はセミエビ科 (Scyllaridae) における最大の亜科であり、現在 54 種が記載されている (WoRMS 2022a)。本亜科には未記載種がまだ多く存在すると考えられており (Booth et al. 2005)、近年でも新種の報告が続いている (Yang et al. 2008, 2017; Yang and Chan 2010, 2011, 2012, 2020)。イセエビ下目 (Achelata) の幼生はフィロソーマと呼ばれ、比較的大きく形態が特異的なこともあり、古くから研究者の興味を惹いてきた。プランクトン標本におけるヒメセミエビ亜科のフィロソーマ幼生の形態に関する研究報告は

極めて多いが (例えば Table 1 in Booth et al. 2005; Table 1 in Chow and Yanagimoto 2022a)、種未特定としての報告が少なくない。さらに、種が明記されていてもその根拠が希薄である場合も見られる。そのため、ヒメセミエビ亜科でも近年は DNA バーコーディングを用いた種判別に関する研究が増えつつある (Palero et al. 2008, 2011; Genis-Armero et al. 2017, 2020, 2022; Wakabayashi et al. 2017, 2020; Ueda et al. 2021; Chow and Yanagimoto 2022a, b, c, d, e)。しかしながら、未記載種や DNA 情報が登録されていない種が存在することは、DNA バーコーディングを用いても種の判別ができないこ

とを意味し、実際、そのような例がいくつか報告されている (Ueda et al. 2021; Chow and Yanagimoto 2022d, e)。

ヒメセミエビ亜科フタバヒメセミエビ属 (*Crenarctus*) の *Crenarctus crenatus* (和名なし) は豪州やニュージーランド沿岸といった南半球でのみ報告されており (Holthuis 2002)、北半球では確認されていない。本研究では、中部北太平洋で採集したプランクトン標本から遺伝的、形態的に *C. crenatus* に極めて近縁と考えられる後期・最終期フィロソーマ幼生を検出したので報告する。

材料および方法

本研究で使用したフィロソーマ幼生標本は、中部北太平洋において実施された水産庁漁業調査船開洋丸による「平成27年度北太平洋冬季アカイカ若齢期加入量調査」で採集されたものである。採集方法は表中層トロール網による表層曳である。調査担当者によって船上で選別されたフィロソーマ幼生はエタノールで固定され、水産資源研究所へ輸送された。実験室においてヒメセミエビ亜科のフィロソーマ幼生を Chow and Yanagimoto (2021) に従って選別した。その中から頭甲部が角丸長方形 (subrectangular-shape) でその後縁が横一文字の直線状を呈する5個体を抽出した。これら5個体の採集情報を Table 1 に示した。Higa and Shokita (2004) に従って体長 (body length: BL)、頭甲部長 (cephalic shield length: CL)、頭甲部幅 (cephalic shield width: CW)、胸部幅 (thorax

width: TW) を測定した。全体を良く洗浄し DNA 抽出のために胸脚の一部を切り取った。DNA 抽出は Ueda et al. (2021) に従った。ミトコンドリア DNA の 16S rDNA (以下 16S) と COI の部分領域を PCR 増幅するためのプライマーは 16SUFm と 16SR4 及び DecaCOI-20F と DecaCOI-945R を用いた (Chow and Yanagimoto 2021)。シーケンス反応は Ueda et al. (2021) に従った。塩基配列のアライメントには MEGA6 (Tamura et al. 2013) に実装されている Clustal W を用いて行い、マニュアルで微調整を行った。配列間の塩基置換率 (Kimura's two parameter distance: K2P) の計算、モデル選択と系統樹の作成には MEGA6 (Tamura et al. 2013) を用いた。DNA データベースに登録されている塩基配列との相同性検索には NCBI (National Center for Biotechnology Information) の BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) を用いた。なお、和名は Sekiguchi (2014) に拠った。

結果および考察

DNA 解析による種判別と系統類縁関係

全 5 個体で決定した 16S 塩基配列 (407-426 bp) と 3 個体で決定した COI 塩基配列 (764 bp) を DNA データベース (DDBJ, EMBL, GenBank) に登録した (accession No. LC731812-LC731819)。5 個体の 16S 配列間の平均 K2P は $0.34 \pm 0.20\%$ SE、3 個体の COI 配列間の平均 K2P は $0.22 \pm 0.15\%$ であった。これらの値は動物の同種内個体間で観察され

Table 1. Collection information, body length (BL in mm), cephalic shield length (CL), cephalic shield width (CW), and thorax width (TW) of five scyllarine phyllosoma specimens analyzed in this study.

Specimen ID	Date	Latitude (N)	Longitude (W)	BL	CL	CW	TW	CW/CL	CW/TW	CL/BL
KY15-2-7-1	2016/1/20	31.00	170.00	20.0	12.9	16.5	7.9	1.28	2.09	0.65
KY15-2-7-2	2016/1/20	31.00	170.00	21.0	13.3	16.7	7.9	1.26	2.11	0.63
KY15-2-7-3	2016/1/20	31.00	170.00	21.2	13.5	17.0	8.0	1.26	2.13	0.64
KY15-2-6-7	2016/1/20	29.59	170.00	21.5	13.7	16.7	8.5	1.22	1.96	0.64
KY15-2-6-6	2016/1/20	29.59	170.00	28.8	16.9	20.4	10.2	1.21	2.00	0.59

る値の範囲に十分収まるものであったことから (Hebert et al. 2003; Vences et al. 2005; Lefébure et al. 2006; Kochzius et al. 2010)、全個体を同種と考え Group-A と定義した。5 個体の 16S 配列に対する BLAST 検索によるトップヒットは *C. crenatus* であり、一致率は 98.5–98.8 %であった。尚、*C. crenatus* は *Antipodarctus aoteanus* (和名なし) の古参異名である (Chan and Ahyong 2013)。一方、3 個

体の COI 配列に対する BLAST 検索によるトップヒットはウチワエビ亜科の *Ibacus ciliatus* であったが一致率は 82 %と低く、種のみだけでなく近縁種の探索すらできなかった。データベースに登録されているヒメセミエビ亜科全種の 16S 及び COI 配列そして外群としてセミエビ亜科のセミエビ (*Scyllarides squammosus*) の塩基配列を用いて系統樹を作成した (Figs. 1, 2)。16S 系統樹は、これら 5

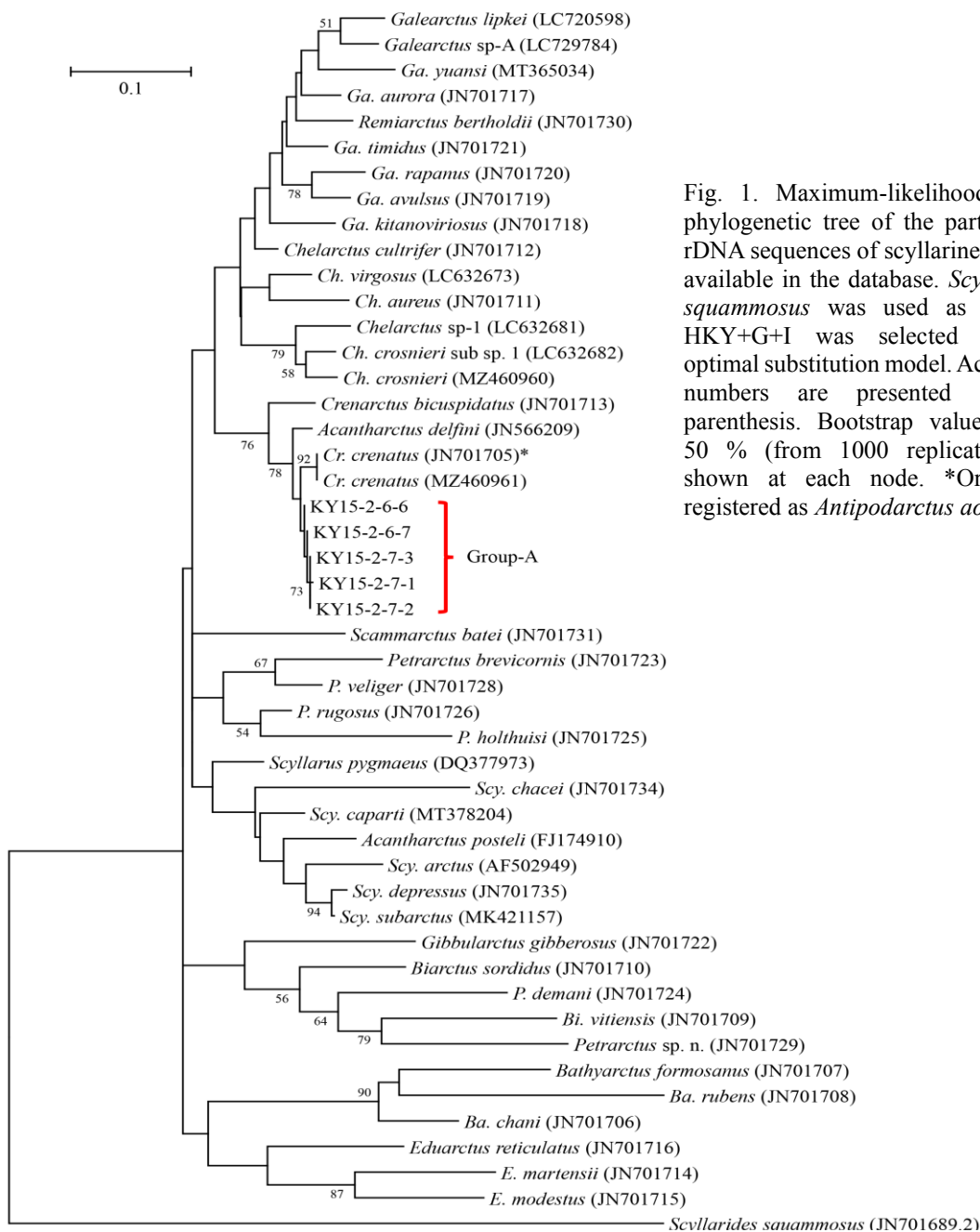


Fig. 1. Maximum-likelihood (ML) phylogenetic tree of the partial 16S rDNA sequences of scyllarine species available in the database. *Scyllarides squammosus* was used as a root. HKY+G+I was selected as the optimal substitution model. Accession numbers are presented in the parenthesis. Bootstrap values of > 50 % (from 1000 replicates) are shown at each node. *Originally registered as *Antipodarctus aoteanus*.

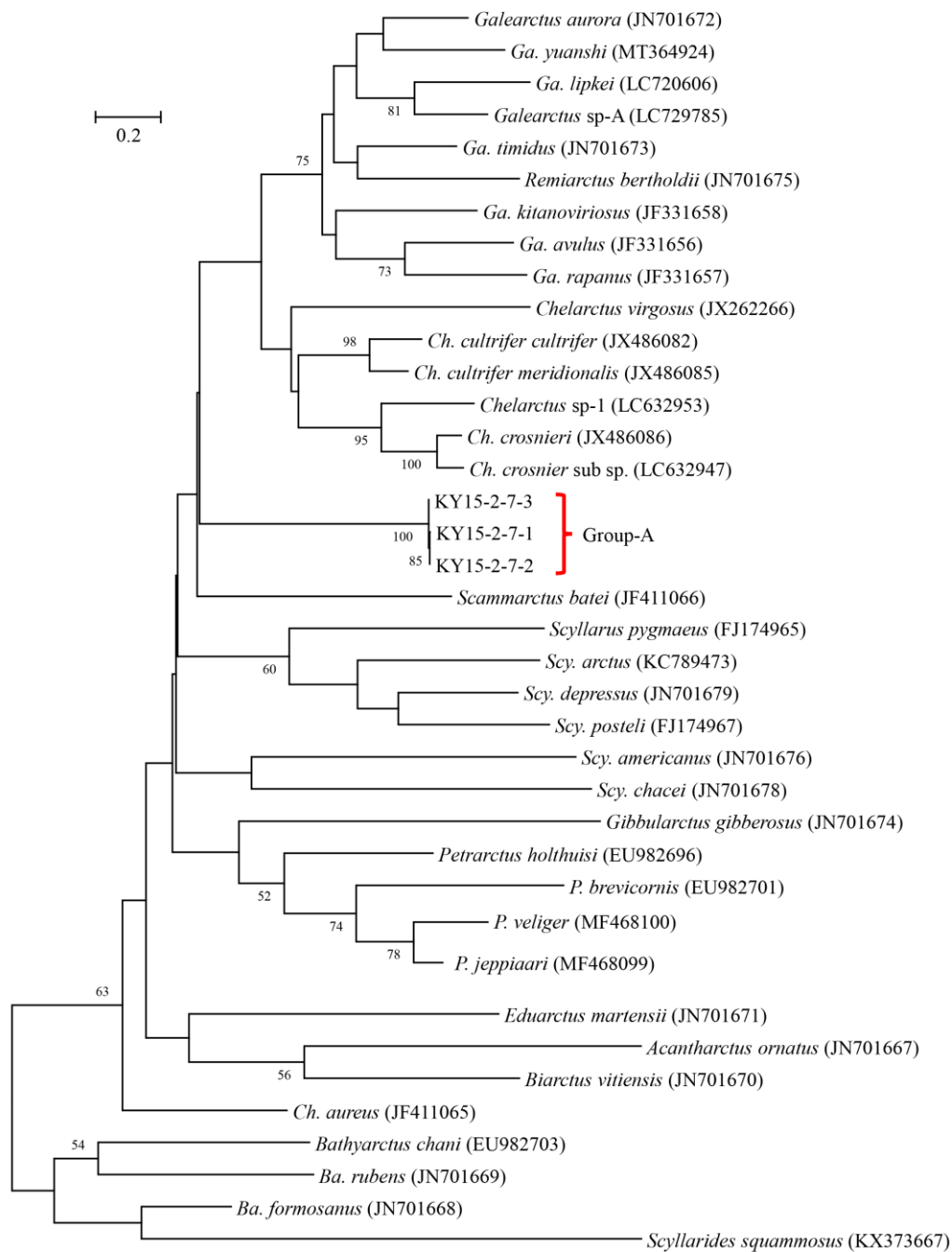


Fig. 2. Maximum-likelihood (ML) phylogenetic tree of the partial COI sequences of scyllarine species available in the database. *Scyllarides squamosus* was used as a root. GTR+G+I was selected as the optimal substitution model. Accession numbers are presented in the parenthesis. Bootstrap values of > 50 % (from 1000 replicates) are shown at each node.

個体がフタバヒメセミエビ属に属するとともに、*C. crenatus* に最も近縁であることを示している (Fig. 1)。トゲヒメセミエビ属 (*Acantharctus*) の 1 種である *Acantharctus delfini* (和名なし) がフタバヒメセミエビ属の

種と入れ子状態になっているが、Genis-Armero et al. (2020, 2022) によると *A. delfini* はフタバヒメセミエビ属に属する可能性が高いという。フタバヒメセミエビ属には現在 *C. crenatus* と *C. bicuspidatus* (フタバヒメセミエ

ビ)の2種が記載されている (Holthuis 2002; WoRMS 2022b)。 *Crenarctus crenatus* では2個体 (ニューージーランドとニューカレドニアで採集)の16S配列がDNAデータベースに登録されており (JN701705, MZ460961)、フタバヒメセミエビでは1個体の登録がある (JN701713)。16S配列における Group-A、*C. crenatus*、*A. delfini* およびフタバヒメセミエビ間の平均 K2P を Table 2 に示した。フタバヒメセミエビ、*A. delfini*、*C. crenatus* 間の平均 K2P 値は 2.63–7.22% であり、Lefébure et al. (2006) による甲殻類の同属異種間の K2P の中央値 (3.7–6.9%) とおおむね一致する。Group-A と *C. crenatus* 間の平均 K2P 値 (1.66 ± 0.61 %) は、Lefébure et al. (2006) による甲殻類の同種個体間の K2P の中央値 (2.1–2.6%) 以下に収まる。しかしながら、前述したように北半球では *C. crenatus* の分布は確認されておらず (Holthuis 2002)、Group-A と南半球で採集された *C. crenatus* 間の K2P 値は Group-A の5個体間の平均 K2P 値 (0.34 ± 0.20 %) に比べて大きい。そのため、Group-A は *C. crenatus* の亜種あるいは遺伝的に異なる個体群由来のものである可能性が高く、本研究では *C. crenatus* の亜種とみなし、*C. crenatus* sub sp. 1 と定義する。一方、COI配列において Group-A と BLAST トップヒットであった *I. ciliatus* 間の平均 K2P 値は 21.45 ± 2.11 % であり、この値は Group-A に近縁な種の情報がデータベースにないことを意味する。さらにフタバヒメセミエビ属及び *A. delfini* の COI 配列情報が DNA データベースにはなく、COI 系統樹では Group-A が所

属する属や種間関係の検討はできなかった (Fig. 2)。本研究で得られた COI 配列はフタバヒメセミエビ属では初めてとなる。*Crenarctus crenatus* sub sp. 1 の分類学的位置をより詳細に検討するためには、北太平洋における *C. crenatus* sub sp. 1 の成体の収集及び形態学的、遺伝学的分析が必要である。

形態的特徴

全5個体の画像を Figs. 3–7 に示した。Inoue and Sekiguchi (2006) と Ueda et al. (2021) に従って、4個体 (KY15-2-6-7, KY15-2-7-1~3) の発生段階を VII 期 (BL = 20.0–21.5 mm) (Figs. 3–6)、1個体 (KY15-2-6-6) の発生段階を VIII 期 (最終期) (BL = 28.8 mm) (Fig. 7) と判定した。VII 期とした4個体のうち1個体 (KY15-2-7-1, Fig. 3) の第5胸脚、腹肢、尾肢は他の3個体に較べてやや発達程度が小さく、若い発生段階の可能性はあるが、体長に遜色がないため VII 期と判定した。第1触角と第2触角を伸ばした状態にし、どちらの先端が前に位置するか確認したところ、VII 期では第1触角内肢先端は第2触角先端とほぼ同じレベルに位置し、第1触角外肢先端は第2触角先端よりやや後に位置した。VIII 期では第1触角内肢先端は第2触角先端よりやや前に位置し、第1触角外肢先端は第2触角先端よりやや後に位置した。第2触角側突起はほぼ真横に突き出る。頭甲部は角丸長方形 (subrectangular-shape) で後縁は横一文字の直線状であるが、中央部がわずかに後方へ突出する。Table 1 の測定値より計算した頭甲部幅

Table 2. Mean Kimura's two parameter distance (% K2P) (lower diagonal) and standard error (upper diagonal) between 16S rDNA sequences of four scyllaridine species.

species	Group-A	<i>C. crenatus</i>	<i>C. bicuspidatus</i>	<i>A. delfini</i>
Group-A*	–	0.61	1.74	0.92
<i>Crenarctus crenatus</i>	1.66	–	1.41	0.80
<i>Crenarctus bicuspidatus</i>	7.22	6.31	–	1.42
<i>Acantharctus delfini</i>	2.60	2.63	6.37	–

*Five larvae examined in the present study. Database accessions are JN701705 and MZ460961 for *Crenarctus crenatus*, JN701713 for *Crenarctus bicuspidatus*, and JN566209 for *Acantharctus delfini*.

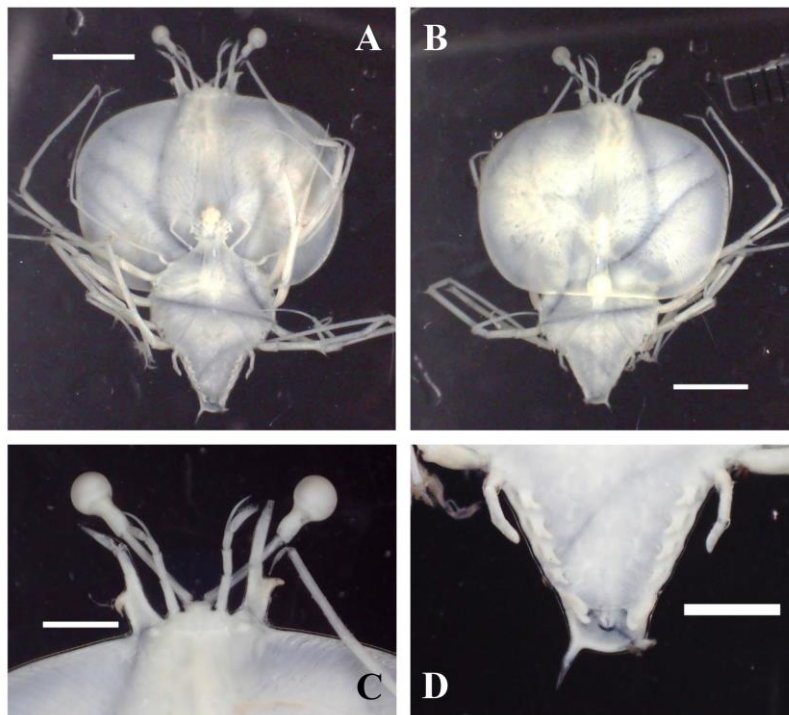


Fig. 3. Ventral (A) and dorsal views (B) of whole body, ventral view of anterior part of cephalic shield (C), and dorsal view of posterior part of abdomen (D) of a phyllosoma specimen KY15-2-7-1 collected in the central North Pacific. Stage VII. BL = 20.0 mm. Scale bar = 5 mm (A and B) and 2 mm (C and D).

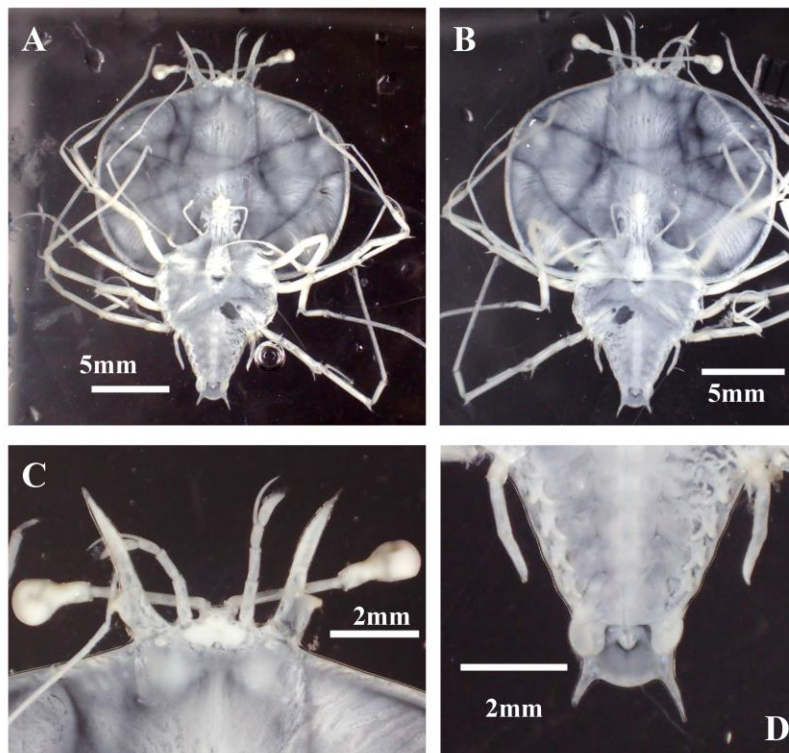


Fig. 4. Ventral (A) and dorsal views (B) of whole body, ventral view of anterior part of cephalic shield (C), and dorsal view of posterior part of abdomen (D) of a phyllosoma specimen KY15-2-7-2 collected in the central North Pacific. Stage VII. BL = 21.0 mm. Scale bar = 5 mm (A and B) and 2 mm (C and D).

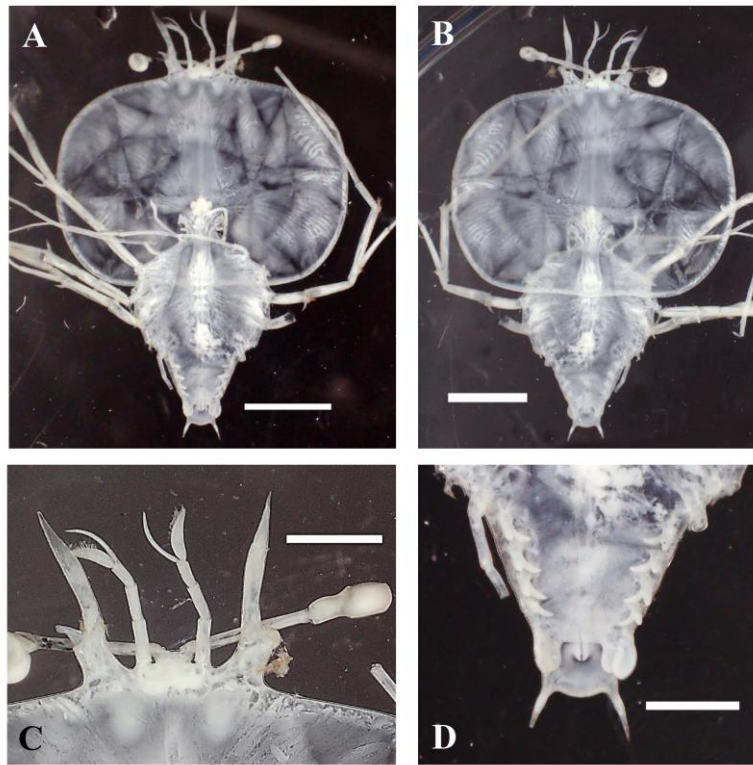


Fig. 5. Ventral (A) and dorsal views (B) of whole body, ventral view of anterior part of cephalic shield (C), and dorsal view of posterior part of abdomen (D) of a phyllosoma specimen KY15-2-7-3 collected in the central North Pacific. Stage VII. BL = 21.2 mm. Scale bar = 5 mm (A and B) and 2 mm (C and D).

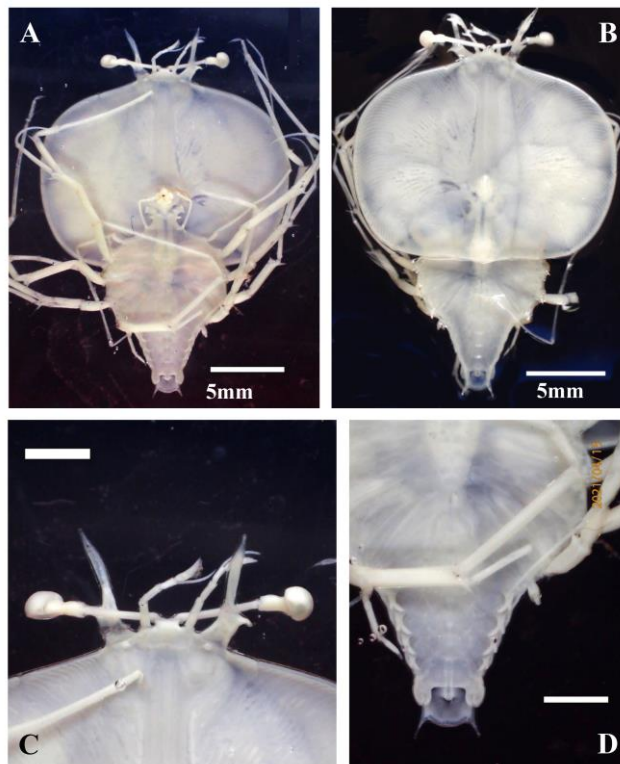


Fig. 6. Ventral (A) and dorsal views (B) of whole body, ventral view of anterior part of cephalic shield (C), and dorsal view of posterior part of abdomen (D) of a phyllosoma specimen KY15-6-7 collected in the central North Pacific. Stage VII. BL = 21.5 mm. Scale bar = 5 mm (A and B) and 2 mm (C and D).



Fig. 7. Ventral (A) and dorsal views (B) of whole body, ventral view of anterior part of cephalic shield (C), and dorsal view of posterior part of abdomen (D) of a phyllosoma specimen KY15-6-6 collected in the central North Pacific. Stage VIII. BL = 28.8 mm. Scale bar = 5 mm (A and B) and 2 mm (C and D).

と頭甲部長の比 (CW/CL) は 1.21–1.28、頭甲部幅と胸部幅の比 (CW/TW) は 1.96–2.13、頭甲部長と体長の比 (CL/BL) は 0.59–0.65 であった。第 5 胸脚先端は VII 期で腹部中央付近に達し (Figs. 3–6)、VIII 期で尾節基部に達する (Fig. 7)。尾肢後縁は尖らず VII 期で肛門部後端を越えるが (Figs. 3–6D)、VIII 期でも尾節後縁には届かない (Fig. 7D)。尾節後縁は丸みを呈する。尾節側棘は顕著であり、VII 期でその長さは尾肢と同程度 (Figs. 3–6D)、VIII 期で尾肢より短くなるがその先端は尾節後縁を十分に超え尾肢に隠れることはない (Fig. 7D)。

頭甲部後縁が横一文字で直線状という特徴はヒメセミエビ類幼生に限らずイセエビ下目のフィロソーマ幼生全般でも非常に珍しい。さらに、頭甲部が横長の角丸長方形で尾節側棘が顕著に長く、最終期の体長が 20 mm を超えるという条件を加えると、該当する最終期

フィロソーマ幼生の報告はハワイ沖で採集された *Scyllarus* sp. (Fig. 2 in Johnson 1977)、ニュージーランド沖で採集された *Scyllarus* sp. Z (Fig. 10 in Webber and Booth 2001)、チリ沖で採集された *S. delfini* (= *A. delfini*) (Fig. 1 in Johnson 1971; Fig. 6 in Báez 1973) の 4 例が挙げられる。ヒメセミエビ (*Chelarctus virgosus*) 幼生の頭甲部後縁も直線に近いが後期以降はやや前方に凹み、頭甲部は五角形に近い (Ueda et al. 2021; Chow and Yanagimoto 2022b)。前 4 例については DNA 解析によって種が確定されているわけではないが、Genis-Armero et al. (2022) がニューカレドニア沖で採集し DNA 解析によって *C. crenatus* のものと同定したフィロソーマ幼生の形態は *Scyllarus* sp. Z と同一であるとされている。Genis-Armero et al. (2022) は *C. crenatus* の描画を提供していないため、前 4 例の最終期幼生と比較すると、頭甲部の形状だけでなく、触角先端の配置、尾肢、

Table 3. Body length (BL) and morphometrics (CW/CL, CW/TW, CL/BL) of final stage scyllarine phyllosoma larvae having subrectangular-shape cephalic shield with straight posterior margin reported to date.

Specimen	Collection location	Fig.	BL (mm)	CW/CL	CW/TW	CL/BL
KY15-2-6-6 ^a	Central North Pacific	7	28.8	1.21	2.00	0.59
<i>Scyllarus</i> sp. ^b	Hawaii	2	30.1	1.33	2.08	0.58
<i>Scyllarus</i> sp. Z ^c	New Zealand	10	18.6–30.5	1.29	2.52*	0.59*
<i>Crenarctus crenatus</i> ^d	New Caledonia		21.6	1.25		0.53
<i>Acantharctus delfini</i> ^e	off Chile	1	24.7	1.27	2.19	0.59
<i>Acantharctus delfini</i> ^f	off Chile	6	25.0	1.24	2.07*	0.57*

^apresent study, ^bJohnson (1977), ^cWebber and Booth (2001), ^dGenis-Armero et al. (2022), ^eJohnson (1971c), ^fBaez (1973). *Estimated from the figure.

尾節、尾節側棘の特徴でも KY15-2-6-6 と酷似している。これらの最終期幼生と KY15-2-6-6 の形態計測値を Table 3 に要約した。*Scyllarus* sp. Z の CW/TW を除けば、CW/CL、CW/TW、CL/BL の値に関して、各幼生間に大きな異質性は見られない。体長に関しては、KY15-2-6-6 は 28.8 mm、Johnson (1977) による *Scyllarus* sp. は 30.1 mm であり、採集海域も似ているため、これらは同種であろう。東南太平洋には *A. delfini* のみが分布することから Johnson (1971) と Baez (1973) の最終期幼生は *A. delfini* のものと考えるのは自然である。彼らによる *A. delfini* の最終期幼生はそれぞれ 24.7 mm、25.0 mm であり、KY15-2-6-6 と Johnson (1977) の *Scyllarus* sp. に較べてやや小さい。Genis-Armero et al. (2022) によってニューカレドニアから報告された *C. crenatus* の最終期幼生の体長は 21.6 mm であり、KY15-2-6-6 と *Scyllarus* sp. より明らかに小さい。Webber and Booth (2001) による *Scyllarus* sp. Z は *C. crenatus* とされているが (Genis-Armero et al. 2022)、その最終期幼生の体長は 18.6–30.5 mm という大きな範囲を示している。同種 of 最終期でこのような大きな個体差があるとは考えにくいため、異種が混在している可能性が高い。そのため、Webber and Booth (2001) が報告した *Scyllarus* sp. Z には *C. crenatus* が含まれるものの、体長の大きい別種が混在しているのではないだろうか。

Genis-Armero et al. (2022) と本研究による *C. crenatus* の最終期幼生の体長が 10 mm 近くも異なっていることは、本研究で分析した個体が *C. crenatus* の亜種あるいは遺伝的に異なる個体群由来という可能性を示した DNA 解析結果と符合する。しかしながら Genis-Armero et al. (2022) 及び本研究でも分析した最終期幼生はいずれも 1 個体のみであるため、より多くの個体の収集と分析が望まれる。

謝辞

本研究で使用した標本の収集に協力いただいた水産庁漁業調査船開洋丸の調査関係者各位及び本稿に対して有益かつ貴重なご意見をいただいた2名の査読者に感謝いたします。本研究は、水産研究・教育機構、水産資源研究所の試験研究費「水産資源のゲノム情報の収集・管理・活用」で行われた。

引用文献

- Baez, P. R. (1973). Larvas phyllosoma del Pacifico sur oriental (Crustacea, Macrura, Scyllaridea). *Rev. Biol. Mar.* 15: 115–130.
- Booth, J. D., Webber, W. R., Sekiguchi, H., Coutures, E. (2005). Diverse larval recruitment strategies within the Scyllaridae. *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.* 39: 581–592.
- Chan, T. Y., Ahyong, S. (2013). Priority of the slipper lobster genus *Crenarctus* Holthuis, 2002, over *Antipodarctus* Holthuis, 2002 (Crustacea, Decapoda, Scyllaridae). *Zootaxa* 3701: 471–472.

- Chow, S., Yanagimoto, T. (2021). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 1. General remark. *Aquat. Anim.* 2021: AA2021-10. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022a). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 8. Phyllosoma larva of *Galearctus lipkei* is the largest in the subfamily Scyllarinae. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-19. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022b). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 5. *Chelarctus virgosus* CH Yang and TY Chan, 2012. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-18. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022c). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 6. *Chelarctus aureus*. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-15. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022d). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 7. undescribed species of the genus *Chelarctus*. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-18. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022e). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 9. Phyllosoma larva of unidentified species of the genus *Galearctus*. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-20. (In Japanese with English abstract).
- Genis-Armero, R., Guerao, G., Abelló, P., González-Gordillo, J. I., Cuesta, J. A., Corbari, L., Clark, P. F., Capaccioni-Azzati, R., Palero, F. (2017). Possible amphi-Atlantic dispersal of *Scyllarus* lobsters (Crustacea: Scyllaridae): molecular and larval evidence. *Zootaxa* 4306: 325–338.
- Genis-Armero, R., Gonzalez-Gordillo, J. I., Cuesta, J. A., Capaccioni-Azzati, R., Palero, F. (2020). Revision of the West African species of *Scyllarus* Fabricius, 1775 (Decapoda: Achelata: Scyllaridae), with the description of three phyllosoma stages of *S. caparti* Holthuis, 1952 and an updated identification key. *J. Crust. Biol.* 40: 412–424.
- Genis-Armero, R., Błazewicz, M., Clark, P. F., Palero, F. (2022). *Chelarctus* and *Crenarctus* (Crustacea: Scyllaridae) from Coral Sea waters, with molecular identification of their larvae. *Eur. Zool. J.* 89: 446–466.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., deWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. Roy. Soc. London B* 270: 313–321.
- Higa, T., Shokita, S. (2004). Late-stage phyllosoma larvae and metamorphosis of a scyllarid lobster, *Chelarctus cultrifer* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae), from the northwestern Pacific. *Spec. Divers.* 9: 221–249.
- Holthuis, L. B. (2002). The Indo-Pacific scyllarine lobsters (Crustacea, Decapoda, Scyllaridae). *Zoosystema* 24: 499–683.
- Inoue, N., Sekiguchi, H. (2006). Descriptions of phyllosoma larvae of *Scyllarus bicuspidatus* and *S. cultrifer* (Decapoda, Scyllaridae) collected in Japanese waters. *Plankton Benthos Res.* 1: 26–41.
- Johnson, M. W. (1971). The phyllosoma larva of *Scyllarus delfini* (Bouvier) (Decapoda, Palinuridea). *Crustaceana* 21: 161–164.
- Johnson, M. W. (1977). On a hitherto unknown phyllosoma larval species of the slipper lobster *Scyllarus* (Decapoda, Scyllaridae). *Pac. Sci.* 31: 187–190.
- Kochzius, M., Seidel, C., Antoniou, A., Botla, S. K., Campo, D., Cariani, A., et al. (2010). Identifying fishes through DNA barcodes and microarrays. *PLOS ONE* 59: e12620.
- Lefébure, T., Douady, C. J., Gouy, M., Gilbert, J. (2006). Relationship between morphological taxonomy and molecular divergence within Crustacea: Proposal of a molecular threshold to help delimitation. *Mol. Phyl. Evol.* 40: 435–447.
- Palero, F., Guerao, G., Abelló, P. (2008). Morphology of the final stage phyllosoma larva of *Scyllarus pygmaenus* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae), identified by DNA analysis. *J. Plank. Res.* 30: 483–488.
- Palero, F., Guerao, G., Clark, P. F., Abelló, P. (2011). *Scyllarus arctus* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae) final stage phyllosoma identified by DNA analysis, with morphological description. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 91: 485–492.
- Sekiguchi, H. (2014). On Japanese names of palinurid and scyllarid lobsters (Crustacea: Decapoda: Palinuridae, Scyllaridae) in Japan. 37: 36–45. (In Japanese with English abstract).
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S. (2013). MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Mol. Biol. Evol.* 30: 2725–2729.
- Ueda, K., Yanagimoto, Y., Chow, S., Kuroki, M., Yamakawa, T. (2021). Molecular identification of mid to final stage slipper lobster phyllosoma larvae of the genus

- Chelarctus* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae) collected in the Pacific with descriptions of their larval morphology. *Zool. Stud.* 60: 75.
- Vences, M., Thomas, M., van der Meijden, A., Chiari, Y., Vieites, D. R. (2005). Comparative performance of the 16S rRNA gene in DNA barcoding of amphibians. *Front. Zool.* 2: 5.
- Wakabayashi, K., Yang, C. H., Shy, J. Y., He, C. H., Chan, T. Y. (2017). Correct identification and redescription of the larval stages and early juveniles of the slipper lobster *Eduarctus martensii* (Pfeffer, 1881) (Decapoda: Scyllaridae). *J. Crust. Biol.* 37: 204–219.
- Wakabayashi, K., Yang, C. H., Chan, T. Y., Phillips, B. F. (2020). The final phyllosoma, nisto, and first juvenile stages of the slipper lobster *Petrarctus brevicornis* (Holthuis, 1946) (Decapoda: Achelata: Scyllaridae). *J. Crust. Biol.* 40: 237–246.
- Webber, W. R., Booth, J. D. (2001). Larval stages, developmental ecology, and distribution of *Scyllarus* sp. Z (probably *Scyllarus aoteanus* Powell, 1949) (Decapoda: Scyllaridae). *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.* 35: 1025–1056.
- WoRMS (2022a). Scyllarinae Latreille, 1825. Accessed at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=382774> on 2022-10-09.
- WoRMS (2022b). *Crenarctus* Holthuis, 2002. Accessed at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=382830> on 2022-10-02.
- Yang, C. H., Chen, I. S., Chan, T. Y. (2008). A new slipper lobster of the genus *Petrarctus* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae) from the West Pacific. *Raffles Bull. Zool. Suppl.* 19: 71–81.
- Yang, C. H., Chan, T. Y. (2010). A new slipper lobster of the genus *Galearctus* Holthuis, 2002 (Decapoda, Scyllaridae) from Taiwan and Japan. In: C. H. J. M. Fransen, S. De Grave, P. K. L. Ng (eds.) *Studies on Malacostraca: Lipke Bijdeley Holthuis Memorial Volume. Crustaceana Monographs* 14: 735–745.
- Yang, C. H., Chan, T. Y. (2011). A new slipper lobster of the genus *Galearctus* Holthuis, 2002 (Crustacea, Decapoda, Scyllaridae) from New Caledonia. *Zoosystema* 33: 207–217.
- Yang, C. H., Chan, T. Y. (2012). On the taxonomy of the slipper lobster *Chelarctus cultrifer* (Ortmann, 1897) (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae), with description of a new species. *Raffles Bull. Zool.* 60: 449–460.
- Yang, C., Kumar, A. B., Chan, T. Y. (2017). A new slipper lobster of the genus *Petrarctus* Holthuis, 2002 (Crustacea, Decapoda, Scyllaridae) from Southwest coast of India. *Zootaxa* 4329: 477–486.
- Yang, C. H., Chan, T. Y. (2020). A new slipper lobster of the genus *Galearctus* Holthuis, 2002 (Decapoda, Scyllaridae) from Madagascar. *Crustaceana* 93: 1462–1470.

Received: 18 November 2022 | Accepted: 19 December 2022 | Published: 24 December 2022