

セミエビ科フィロソーマ幼生の同定。
13. エクボヒメセミエビ属 (*Eduarctus*) の最終期幼生

**Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae).
13. A final stage larva of the genus *Eduarctus***

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: kaiyoeel@yahoo.co.jp

Abstract

A gilled (final) stage phyllosoma larva (BL = 10.8 mm) of scyllarine slipper lobster was collected in the western North Pacific (29° 07' N, 129° 06' E). Database homology searches and phylogenetic analysis using partial mitochondrial 16S rDNA and COI sequences failed to identify the species but indicated that this larva belonged to the genus *Eduarctus*. Although this phyllosoma was morphologically very similar to the final stage larva of *Eduarctus modestus*, the nucleotide sequences of this specimen differed substantially from those of *E. modestus*.

Key words: phyllosoma larvae; slipper lobster; *Eduarctus*; DNA barcoding; morphology

緒言

セミエビ科で最大のグループであるヒメセミエビ亜科 (Scyllarinae) は現在 13 属より構成され 54 種を含む (DecaNet 2024)。本亜科の種は小型かつ岩の下や間隙に隠れているため目に付きにくいこと、まとまった漁獲が無いことから産業的利用がほとんど無い。そのためヒメセミエビ類の分類学的研究は大型のイセエビ類やセミエビ類に較べてかなり遅れており (関口ら 2009)、未記載種が少なからず発見されるものと予想されている (Booth et al. 2005)。事実、この 20 年間において新種記載があいついでおり (Yang et al. 2008, 2011, 2017; Yang and Chan 2010, 2012, 2020)、DNA データベースに一致する配列がないヒメセミエビ亜科のフィロソーマ幼生も報告されている (Ueda et al. 2021; Chow and Yanagimoto 2022a, b)。

イセエビ下目 (Achelata) 全般にフィロソーマ幼生期における形態的分類は難しいが、種数が多く未記載種も含まれるヒメセミエビ亜科ではさらに難しい。産業的価値は低いものの、プランクトン中に出現するフィロソーマ幼生はヒメセミエビ亜科のものが圧倒的に多いことから (Johnson 1971b)、海洋生態系では重要な役割を担っていることは間違いない。そのため、種の特定は非常に重要な基礎的情報となる。ヒメセミエビ亜科フィロソーマ幼生の形態的分類に関しては多くの研究があるが、実験室内での飼育に基づく研究以外で種を特定できた例は少ない。一方、近年では DNA 分析 (DNA バーコーディング) を用いた調査研究例が増えつつある (Palero et al. 2008, 2011; Genis-Armero et al. 2017, 2020, 2022, 2023; Wakabayashi et al. 2017, 2020; Ueda et al. 2021;

Chow and Yanagimoto 2022a-f, 2023)。DNA バーコーディングにはミトコンドリア DNA の cytochrome oxidase subunit I (COI) 及び 16S rDNA (16S) が一般的に用いられるが、データベースに登録されているヒメセミエビ亜科の配列情報は COI で 21 種、16S で 37 種であり (2024 年 8 月時点)、充分とは言えない。このように、未記載種を含めデータベースに DNA 情報が存在しない種が多いことは DNA バーコーディングでも種特定ができない場合があることを意味する。このこともヒメセミエビ亜科幼生の種判別を難しくしている一因であるが、系統解析による近縁種の探索は可能である。

本稿では、西部北太平洋で採集されたエクボヒメセミエビ属 (*Eduarctus*) のものと考えられる最終期幼生について、形態観察と DNA 解析を行った結果を紹介する。

材料および方法

フィロソーマ幼生標本は 2012 年度水産庁国際資源調査等推進対策事業「南西諸島沖におけるクロマグロ仔稚魚分布調査」において、表中層トロールによる夜間 (20 時) の表層曳で採集されたものである。採集日は 6 月 16 日、地点は琉球諸島東沖フィリピン海の北緯 29 度 7 分、東経 129 度 6 分である。船上で選別したフィロソーマ幼生をエタノール (70%) 固定し、実験室に持ち帰った。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。そのうち頭甲部が台形を呈し、尾肢先端が顕著に尖る 1 個体 (E1-6) を取り出した (Fig. 1)。このような形態を示すヒメセミエビ亜科のフィロソーマ幼生は経験上非常に少ないことが、着目した理由である。画像を撮影後、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

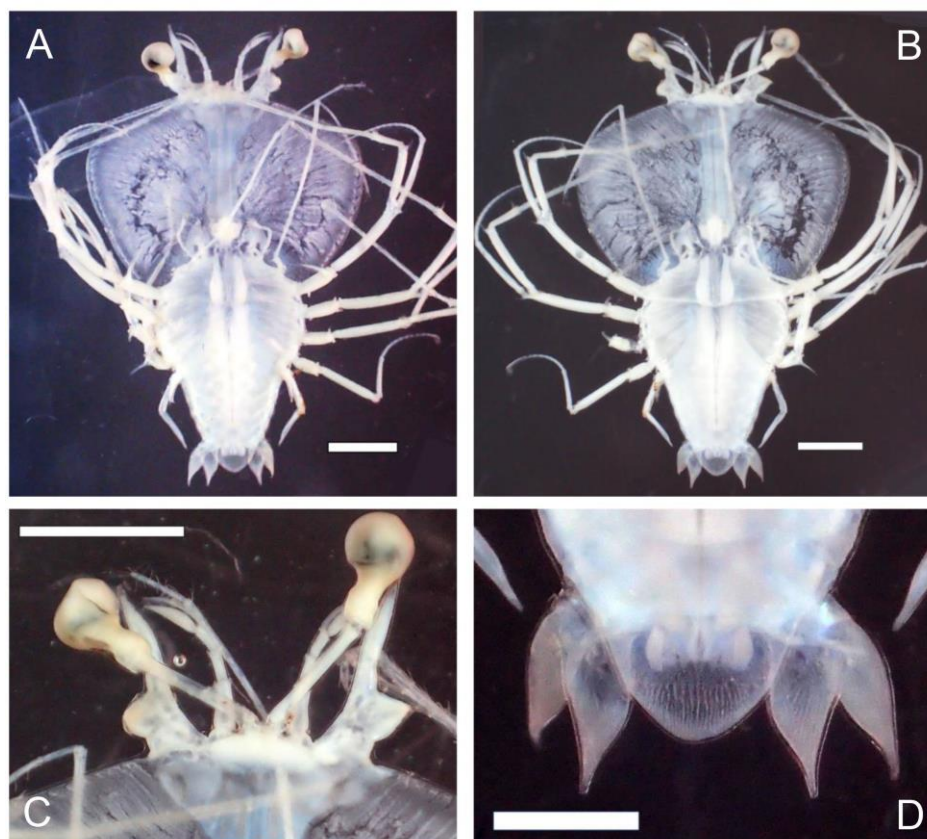


Fig. 1. Ventral (A) and dorsal (B) views of whole body, anterior part of cephalic shield (C), and posterior part of abdomen (D) of a final stage (stage IX) phyllosoma larva (E1-6) collected in the western North Pacific (29°07' N, 129°06' E). Body length (BL): 10.8 mm; cephalic shield length (CL): 6.1 mm; cephalic shield width (CW): 7.7 mm; thorax width (TW): 4.3 mm. Scale bar = 2 mm (A and B) and 1 mm (C and D).

た。DNA 抽出、COI 及び 16S 部分領域の PCR 増幅、シーケンス反応は Ueda et al. (2021) と Chow and Yanagimoto (2021) に従った。現在までに報告されているヒメセミエビ亜科の COI と 16S 配列をデータベースより入手した。そのうち、1 種あたり 4 配列以上が登録されている場合は最も分化した 3 配列を選抜した。外群としてセミエビ (*Scyllarides squammosus*) の配列を用いた。配列間の塩基置換率 (K2P) の計算と系統樹の作製には MEGA 6 (Tamura et al. 2013) を用いた。尚、和名は関口 (2014) に従った。

結果

本標本 (E1-6) は鰓原基を有するため最終期と判断した (Fig. 1)。体長 (BL) は 10.8 mm、頭甲部長 (CL) は 6.1 mm、頭甲部幅 (CW) は 7.7 mm、胸部幅 (TW) は 4.3 mm であった。第 1 触角の先端は第 2 触角の先端とほぼ同じレベルに位置する。第 2 触角の側突起は主軸に対してほぼ真横に突出するため、第 2 触角は半 H 型 (half-H shape) あるいは椅子型 (seat shape) を呈する。第 2 触角は分節しない。頭甲部は台形で、後縁中央部が後方にやや突出する。胸脚基節の棘 (coxal spine) は顕著であり、第 5 胸脚のものは基節長より長く、その他は基節長の半分を超える。第 5 胸脚先端は尾節中央付近に達する。尾節後縁はドーム型で左右に側棘は無い。尾肢先端は尾節後縁をはるかに超え非常に鋭く尖る。

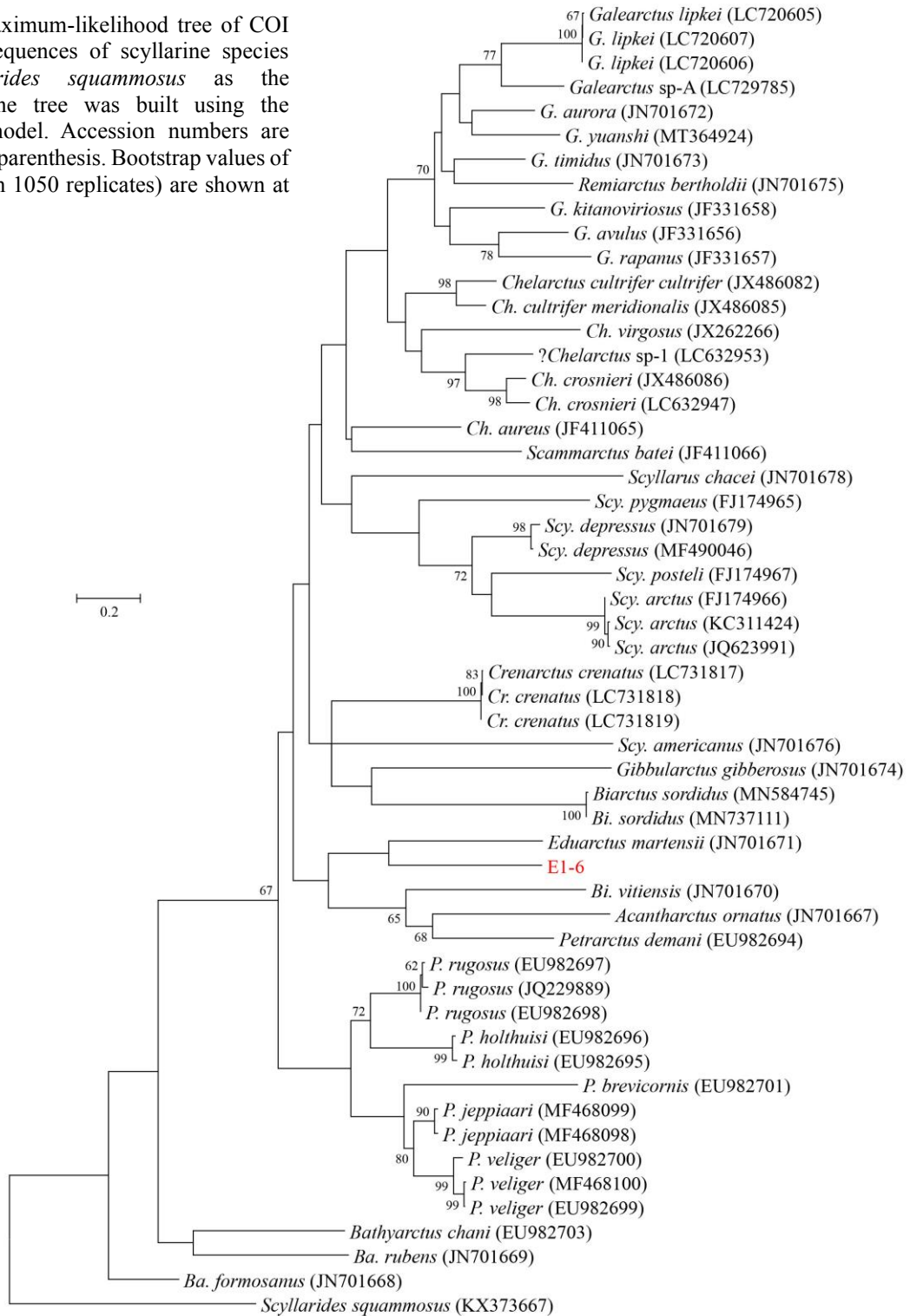
本標本で決定した COI 配列 (783 bp) と 16S 塩基配列 (408 bp) をデータベースに登録した (LC819402, LC819403)。E1-6 の COI 配列については、多くの無脊椎動物で使用されている Folmer et al. (1994) のプライマーで増幅される領域を抽出して BLAST 検索したところ、上位ヒット配列はジュンタツヒメセミエビ *Bathyarctus chani* (EU982703) 及びツノヒメセミエビ属の一種 *Chelarctus crosnieri* (MZ452440) のもので、一致率は 80.38–81.80 % であり、同種のものと考えられる配列は無かった。COI 系統樹 (Fig. 2) において E1-6 はエクボヒメセミエビ *E. martensii* (JN701671) と姉妹群を形成したが、同種と考

えられる種はなかった。エクボヒメセミエビ属でデータベースに登録されている COI 配列はエクボヒメセミエビの 1 配列だけであり (Table 1)、E1-6 とエクボヒメセミエビ間の K2P は 22.49 % であった。この値は十脚甲殻類の同属異種間の範囲にあった (Lefébure et al. 2006; Costa et al. 2007; Matzen da Silva et al. 2011; Barua et al. 2021)。E1-6 の 16S 配列に対する BLAST 検索による上位ヒット配列はエクボヒメセミエビ属の一種 *E. modestus* (JN701715) 及びエクボヒメセミエビ (JN701714, KY401619–KY401635) のもので、一致率は 85.96–90.00 % であり、同種のものと考えられる配列は無かった。16S 系統樹 (Fig. 3) において E1-6 はエクボヒメセミエビ属 3 種 (*E. modestus*, *E. martensii*, *E. reticulatus*) と姉妹群を形成したが、同種と考えられる種はなかった。エクボヒメセミエビ属には 8 種が記載されているが、データベースに登録されている 16S 配列はこれら 3 種のものだけである (Table 1)。E1-6 とこれらエクボヒメセミエビ属 3 種間の K2P はそれぞれ 12.2、15.5、21.4 % であり、十脚甲殻類の同属異種間の範囲にあった (Lefébure et al. 2006; Barua et al. 2021)。

考察

今回の研究で形態観察や DNA 解析を行ったフィロソーマ幼生 E1-6 は、DNA バーコーディングでは種を特定できなかったが、系統解析では E1-6 がエクボヒメセミエビ属の 1 種であることが示された。そのため、暫定的に本標本を *Eduarctus* sp-A とする。エクボヒメセミエビ属で記載されている全 8 種がインド–中部太平洋海域に分布する (Table 1)。そのうちインド–西部太平洋の広い範囲で成体の分布が確認されている種は *E. aesopius*、エクボヒメセミエビ、*E. pyrrhonotus*、*E. reticulatus* の 4 種である。これら 4 種はハワイやマーケサス諸島といった中部太平洋では報告されていない。一方、中部太平洋に分布する *E. modestus* が西部太平洋で報告されたことはない (Holthuis 2002; Webber and Booth 2007)。 *Eduarctus* sp-A の形態的特徴は Johnson (1971a)

Fig. 2. A maximum-likelihood tree of COI nucleotide sequences of scyllarine species and *Scyllarides squammosus* as the outgroup. The tree was built using the GTR+G+I model. Accession numbers are shown in the parenthesis. Bootstrap values of > 60 % (from 1050 replicates) are shown at each node.



がハワイ海域から報告した *E. modestus* の最終期幼生とよく一致するが、Johnson (1971a) の幼生では体長が 13 mm であり、*Eduarctus* sp-A よりやや大きい。また、16S 配列では明らかに *Eduarctus* sp-A と *E. modestus* は別種と考えられた。このこ

とは *E. modestus* の成体の分布が中部太平洋に限られていることとも符合する。一方、Johnson (1971b)、Phillips and McWilliam (1986) および Wakabayashi et al. (2017) がそれぞれ南シナ海、豪州北部カーペンタリア湾および山口県日本海

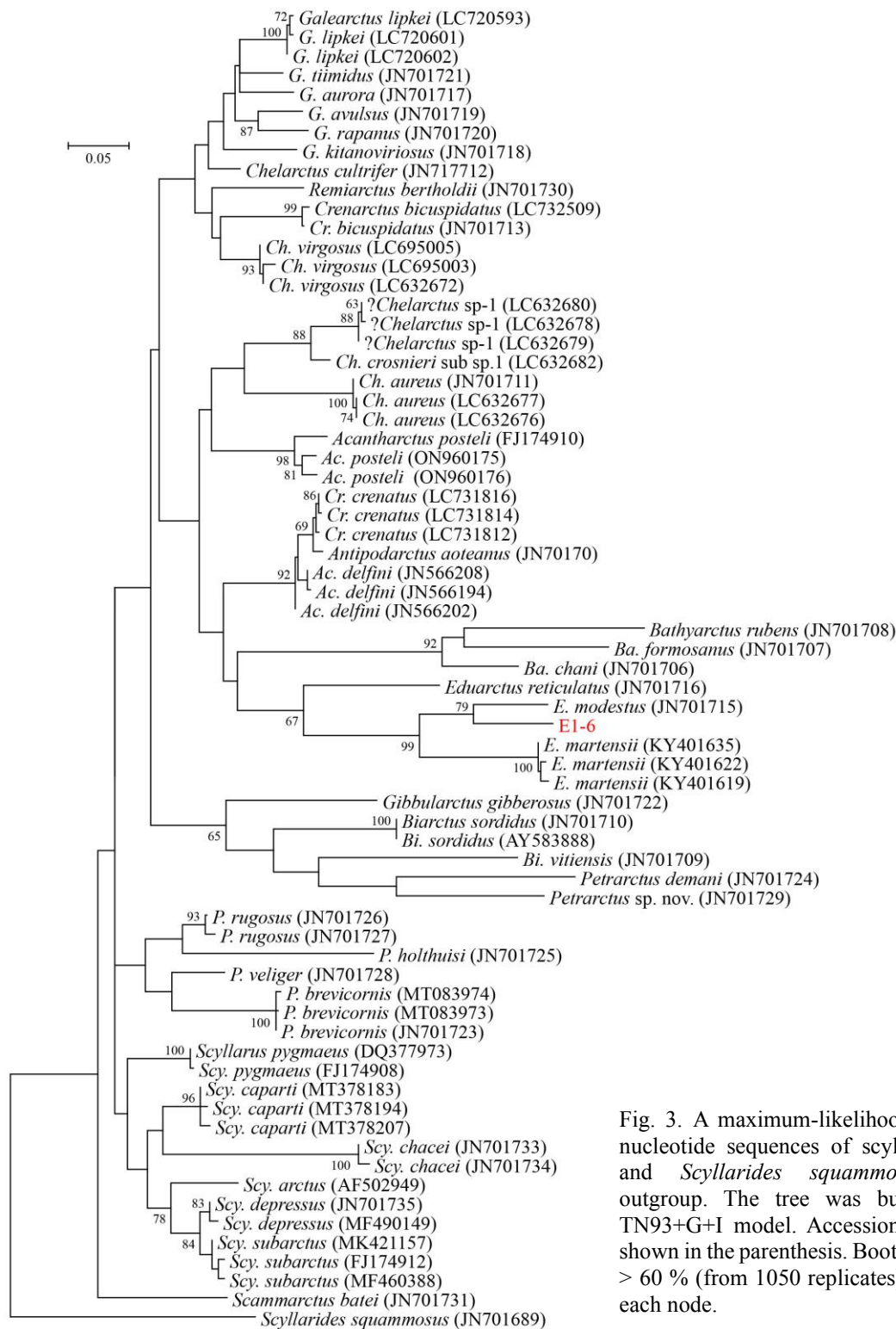


Fig. 3. A maximum-likelihood tree of 16S nucleotide sequences of scyllarine species and *Scyllarides squammosus* as the outgroup. The tree was built using the TN93+G+I model. Accession numbers are shown in the parenthesis. Bootstrap values of > 60 % (from 1050 replicates) are shown at each node.

側沿岸から報告したエクボヒメセミアエビの最終期幼生も *Eduarctus* sp-A と似るが、エクボヒメセミアエビでは第2触角がV字型を呈するとともに、基節棘が短く、尾節に小さいながら側棘があると

いった違いがある。成体の分布に紅海、フィジー、モザンビークといった地域固有性が示唆されている種もあるが (Table 1)、現状ではDNA バーコーディングで除外された3種 (*E. modestus*, *E.*

martensii, *E. reticulatus*) 以外のどの種も *Eduarctus* sp-A の親種である可能性はあり、*Eduarctus* sp-A が未記載種である可能性もある。

Table 1. Eight slipper lobster species of the genus *Eduarctus* and the distribution described to date (Holthuis 2002; Webber and Booth 2007). 16S and COI sequence data are reported for three and one species, respectively.

species	distribution	16S	COI
<i>E. aesopius</i>	Indo-western Pacific	–	–
<i>E. lewinoehni</i>	Red Sea	–	–
<i>E. marginatus</i>	Fiji	–	–
<i>E. martensii</i>	Indo-western Pacific	JN701714, KY401619– KY401635	JN701671
<i>E. modestus</i>	Hawaiian and Marquesas Islands	JN701715	–
<i>E. perspicillatus</i>	Mozambique	–	–
<i>E. pyrrhonotus</i>	West Indian Ocean, South China Sea	–	–
<i>E. reticulatus</i>	Seychelles, South China Sea, New Caledonia	JN701716	–

った形態的特徴は先端が著しく尖った尾肢である。そこで、このような特徴を持つヒメセミエビ亜科の最終期フィロソーマ幼生に関する研究報告を抜粋した (Table 2)。いずれも最終期としては体長が小さい (8.0–13 mm) ことが共通している。*Eduarctus* sp-A は第2触角が半H型、長い基節棘、側棘を欠く尾節という点で、Prasad and Tampi (1960) の *Scyllarides* sp. および Johnson (1971a) の *E. modestus* と符合するが、Johnson (1971a) の *E. modestus* は体長が大きい。また、*E. modestus* の分布が中部太平洋に限られているならば、*Eduarctus* sp-A だけでなく Prasad and Tampi (1960) の *Scyllarides* sp. も *E. modestus* ではないことになる。Michel (1971) による *Scyllarus* sp. V については尾節側棘の有無が不明であるが、体長は Johnson (1971a) の *E. modestus* と似る。Wakabayashi et al. (2017) によるエクボヒメセミエビの最終期幼生は第2触角がV型、短い基節

Table 2. Selected morphological characteristics of final stage scyllarine phyllosoma larvae having sharply pointed uropods.

original designation	reference	collection locality		BL (mm)	antenna shape	coxal spine	lateral spine on the telson
<i>Eduarctus</i> sp-A	this study	Philippine Sea	Fig. 1	10.8	half H	long	absent
<i>Scyllarides</i> sp.	Prasad and Tampi (1960)	Indian Ocean	fig. 11	9.5	half H	long	absent
<i>Scyllarus modestus</i>	Johnson (1971a)	Hawaii	fig. 18	13	half H	long	absent
<i>Scyllarus</i> sp. V	Michel (1971)	South Pacific	fig. 6H	13	half H	long	?
<i>Scyllarus</i> sp. B	Berry (1974)	SW Indian Ocean	fig. 41	9	V	long	absent
<i>Scyllarus martensii</i>	Tampi and George (1975)	Indian Ocean	fig. 41	10.5, 10.7	V	long	absent
<i>Scyllarus</i> sp. E	McWilliam et al. (1995)	Indian Ocean	fig. 5	9.4–11.4	V	long	absent
<i>Scyllarides</i> sp.	Gurney (1936)	Off Cape	fig. 37	7*	V	long?	?
<i>Eduarctus martensii</i>	Wakabayashi et al. (2017)	Japan Sea	fig. 11	11	V	short	present
<i>Scyllarus martensii</i>	Johnson (1971b)	South China Sea	fig. 62	9.3	V	short	present
<i>Scyllarus martensii</i>	Prasad et al. (1975)	Indian Ocean	fig. 11i	9.25	V	short	?
<i>Scyllarus martensii</i>	Phillips and McWilliam (1986)	Gulf of Carpentaria	fig. 9	8.0–10.5	V	short	present

*not final stage.

ヒメセミエビ亜科のフィロソーマ幼生については最終期幼生だけでも非常に多くの研究報告があるが (see Table 1 in Chow and Yanagimoto 2022e)、エクボヒメセミエビ属のものと特定されたフィロソーマ幼生の形態に関する研究報告は極めて少ない。本研究で分析した標本の最も目立

た特徴は、側棘を有する尾節という点で、Johnson (1971b)、Prasad et al. (1975)、Phillips and McWilliam (1986) が報告した *Scyllarus martensii* と符合し、エクボヒメセミエビがインド—西部太平洋に広域分布することと整合性はある。一方、Berry (1974) の *Scyllarus* sp. B、Tampi and George

(1975) の *Scyllarus martensii*, McWilliam et al. (1995) の *Scyllarus* sp. E は長い基節棘、側棘の無い尾節、V 型の第 2 触角という点で *Eduarctus* sp-A、*E. modestus* や *E. martensii* とも異なる。Gurney (1936) の *Scyllarides* sp. はおそらくエクボヒメセミエビ属のものと考えられるが最終期ではなく尾節側棘の記述がない点で他との類縁性が検討できない。以上の研究を包括的に検討すると、著しく尖った尾節を持つフィロソーマ幼生は形態的に大きく 3 グループに分けられ、DNA 情報も考慮すれば Table 2 には少なくともエクボヒメセミエビ属の 4 種が含まれることになる。ただしエクボヒメセミエビ属全種の後期幼生が著しく尖った尾節を持つとはまだ断定できない。

今後、ヒメセミエビ亜科全般に、成体標本における DNA 情報の整備及びフィロソーマ標本の DNA バーコーディングと形態的分析を進めてゆく必要がある。

謝辞

本標本は水産研究・教育機構漁業調査船俊鷹丸による調査航海において採集された。調査関係者各位に感謝いたします。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

- Barua, A., Afrin, T., Akhand, A. A., Ahmed, M. S. (2021). Molecular characterization and phylogenetic analysis of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) based on mitochondrial COI and 16S rRNA genes. *Conserv. Genet. Resour.* 13: 291–301.
- Berry, P. F. (1974). Palinurid and scyllarid lobster larvae of the Natal coast, South Africa. *Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst. South Africa* 34: 1–44.
- 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.
- 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). 7. undescribed species of the genus *Chelarctus*. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-18. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022b). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 9. An unidentified phyllosoma larva of the genus *Galearctus*. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-20. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022c). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 5. *Chelarctus virgosus* CH Yang and TY Chan, 2012. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-6. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2022d). 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. (2022e). 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. (2022f). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 10. Larvae of *Crenarctus crenatus* collected in the central North Pacific. *Aquat. Anim.* 2022: AA2022-21. (In Japanese with English abstract).
- Chow, S., Yanagimoto, T. (2023). Identification of phyllosoma larvae of the slipper lobster (Family Scyllaridae). 11. Final stage larva of *Crenarctus bicuspidatus*. *Aquat. Anim.* 2023: AA2023-3. (In Japanese with English abstract).
- Costa, F. O., deWaard, J. R., Boutillier, J., Ratnasingham, S., Dooh, R. T., Hajibabaei, M., Hebert, P. D. N. (2007). Biological identifications through DNA barcodes: the case of the Crustacea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 272–295.
- DecaNet (2024). DecaNet. Scyllarinae Latreille, 1825. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=382774> on 2024-06-01.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotech.* 3: 294–299.
- 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., González-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., Błażewicz, 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.
- Genis-Armero, R., Groeneveld, J., Singh, S., Clark, P. F., Corbari, L., Palero, F. (2023). Identification of phyllosoma larvae of the lobsters *Acantharctus* and *Biarctus* (Crustacea: Scyllaridae) from the SW Indian Ocean. *Zool. Stud.* 62: 33.
- Gurney, R. (1936). Larvae of Decapod Crustacea. Part III-Phyllosoma. *Discovery Rep.* 12: 400–440.
- Holthuis, L. B. 2002. The Indo-Pacific scyllarine lobsters (Crustacea, Decapoda, Scyllaridae). *Zoosystema* 24: 499–683.
- Johnson, M. W. (1971a). The phyllosoma larvae of slipper lobsters from the Hawaiian Islands and adjacent areas (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana* 20: 77–103.
- Johnson, M. W. (1971b). On palinurid and scyllarid lobster larvae and their distribution in the South China Sea (Decapoda, Palinuridea). *Crustaceana* 21: 247–282.
- 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. Phylogenet. Evol.* 40: 435–447.
- Matzen da Silva, J., Creer, S., dos Santos, A., Costa, A. C., Cunha, M. R., Costa, F. O., Carvalho, G. R. (2011). Systematic and evolutionary insights derived from mtDNA COI barcode diversity in the Decapoda (Crustacea: Malacostraca). *PLOS ONE* 6: e19449.
- McWilliam, P. S. (1995). Phyllosoma larvae of *Scyllarus* species (Decapoda, Scyllaridae) from the shelf waters of Australia. *Crustaceana* 68: 537–566.
- Michel, A. (1971). Note sur les puerulus de Palinuridae et les larves phyllosomes de *Panulirus homarus* (L). *Cah. ORSTOM Ser. Oceanogr.* 9: 459–473.
- 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.
- Phillips, B. F., McWilliam, P. S. (1986). Phyllosoma and nisto stages of *Scyllarus martensii* Pfeffer (Decapoda, Scyllaridae) from the Gulf of Carpentaria, Australia. *Crustaceana* 51: 133–154.
- Prasad, R. P., Tampi, P. R. S. (1960). Phyllosomas of scyllarid lobsters from the Arabian Sea. *J. Mar. Biol. Ass. India* 2: 241–249.
- Prasad, R. P., Tampi, P. R. S., George, M. J. (1975). Phyllosoma larvae from the Indian Ocean collected by the DANA Expedition 1928-1930. *J. Mar. Biol. Ass. India* 17: 56–107.
- 関口秀夫・木村昭一・井上誠章 (2009). 本邦水域の初記録および希種のヒメセミエビ類4種. *タクサ* 26: 1–11.
- 関口秀夫 (2014). イセエビ・セミエビ類の和名について. *タクサ* 37: 36–45.
- Tampi, P. R. S., George, M. J. (1975). Phyllosoma larvae in the IIOE (1960-65) collections-Systematics. *Mahasagar* 8: 15–44.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, 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.
- 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. (2007). Taxonomy and evolution. In: K. L. Lavalli, E. Spanier (Eds.) *The biology and fisheries of slipper lobsters*. Crustacean Issues. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 25–52.
- 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. *Raff. 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. Fransen, S. de Grave, P. Ng (Eds.) Studies on Malacostraca: Lipke Bijdeley Holthuis Memorial Volume. Crustaceana Monographs 14: 735–745.
- Yang, C.-H., Chen, I. S., 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. *Raff. Bull. Zool.* 60: 449–460.
- Yang, C.-H., 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: 1461–1470.

Received: 12 July 2023 | Accepted: 19 August 2024 | Published: 21 August 2024