

アデヤカイロウミウシの不思議

The wonder of *Goniobranchus nudibranchs*

琉球大学理工学研究科 ソーン ギュン イー (Soong Giun Yee)

はじめに

一般に「ウミウシ」と呼ばれる裸鰓類は、潮間帯から深海にかけて広く生息しており、種または地理的条件によって多様な色彩パターンを持つことで知られる(図1)。その印象的な体色から、レジャーダイバーやナチュラリスト、水中写真家の間で非常に人気のある動物である。ウミウシのカラフルな色や模様は、捕食者から逃れるために、時に隠蔽的擬態、時に警告色として機能すると考えられている。さらに、ウミウシの体からは餌資源(主にカイメンのような固着生物)由来とされる抗マラリア、抗真菌、抗炎症、抗微生物作用を示す様々な化合物が発見されており、ウミウシはこれら化合物を防御に用いていることが示唆されている(Cheney & Wilson, 2018)。また、一部のウミウシにおいて、抽出された化学防御化合物の種類と系統関係が強く結びついていることが明らかになっている(Wilson et al., 2013)。ウミウシの体長は1 cm ~ 30 cmと様々で、体形や解剖学的特性もグループによって多様化している。

世界中の熱帯や温帯といった様々な環境から、約2000種程度が記載されているものの(MolluscaBase, 2022)、未記載種が多数発見されており、種数は今後更に倍増することが予想されている。日本では、ウミウシは人気がある海洋生物であり、多くのガイドブックが出版されている一方で(例えば、中野, 2018; 小野&加藤, 2020)、ウミウシの分類を専門にする研究者は非常に限られている。日本におけるウミウシの多様性を理解する上でも、分類学的な研究が望まれている。そこで本稿では、筆者がこれまでに取り組んできたアデヤカイロウミウシ属(Genus *Goniobranchus*)の系統分類学的な研究の一部を紹介する。

アデヤカイロウミウシとは

ウミウシの主要なグループの一つであるDoridina(ドーリス亜目)は、外套膜と体の背面に露出した鰓を持ち、鰓や歯舌と呼ばれる歯を防御機構の一環として引っ込めることができる。ドーリス亜目の中でアデヤカイロウミウシ属は、54種から構成されるグループであり、日本を含むインド太平洋域の熱帯域~温帯域で観察することができる(Johnson & Gosliner, 2012)。一般にアデヤカイロウミウシ類は、卵形の体形を持ち(図2)、外套膜の下に様々な外套腺(mantle glands)を備えている。一部のアデヤカイロウミウシ類は外套膜をゆらゆらと動かすユニークな行動をとるが、この行動については、科学的にまだ謎である。食性は肉食性で主に海綿動物を餌とすることで知られている。

アデヤカイロウミウシの系統分類

かつてウミウシの分類は外部・内部形態に基づいて行われてきたが、分子系統解析の適用により、異なる形態型が同一種である可能性が示され(例えば、Layton et al., 2018; Epstein et al., 2019)、更に隠蔽種の存在が確認されるケース(例えば、

Bonomo & Gosliner, 2020; Sørensen et al., 2020)が多数報告されるなど、分子系統解析に基づいた分類体系の再編がなされている。アデヤカイロウミウシ属の系統分類学的研究は、筆者が琉球大学の博士論文で対象としていた赤い網目状の体色を持つグループ(red-reticulate group)と外套膜が白く、その縁が様々な線で囲まれているグループ(white mantle with various marginal bands group)の2例のみである。ここでは筆者が博士課程で取り組んできた研究の成果の概要を説明する。

まず赤い網目状の体色を持つグループから紹介したい。日本で観察される、赤い網目状の体色を持つグループとして、チリメンウミウシとサラサウミウシが挙げられる。両種とも赤い網目状の体色を持つが、サラサウミウシは外套膜の縁が黄色い線で囲まれている。かつてチリメンウミウシとサラサウミウシが同種であるか別種であるかについて議論が交わされてきた。



図1 日本において撮影したウミウシ。

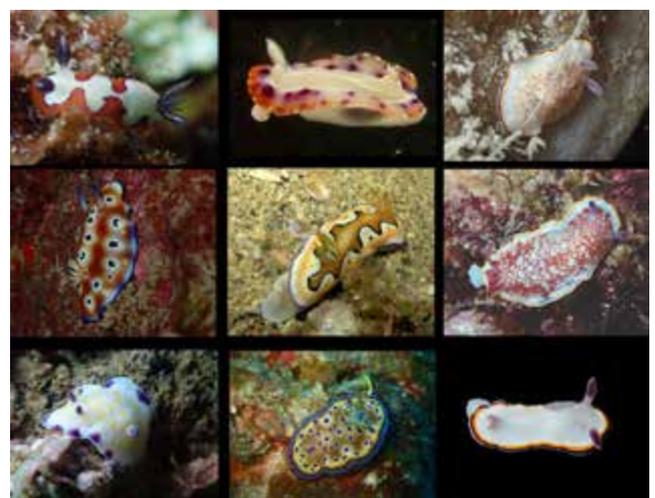


図2 アデヤカイロウミウシの一例。

Rudman (1999) は、解剖学的特性が似ていることから2種を同種として見なしていたが、他の研究者は別種として扱っていた。そこで筆者の研究では、チリメンウミウシ、サラサウミウシを対象に形態観察と分子系統解析を併用することで、分類学的再検討を行った。その結果、チリメンウミウシおよびサラサウミウシは別種かつ未記載種であることが明らかになったため (Soong et al., 2020)、現在これら2種の記載を進めているところである (図3)。

続いて、外套膜が白く、その縁が様々な線で囲まれているグループについて紹介する (図4)。代表的な種として、ボンボリイロウミウシ、ウチナミシラヒメウミウシ、シラヒメウミウシ、ミナミシラヒメウミウシ、フチドリウサギウミウシ、ハスイロウミウシが挙げられる。これら種の外套膜の縁は1つまたそれ以上の線で囲まれており、その色彩パターンは多岐に渡るが、これら種の種間関係について研究された例はなかった。そこで筆者は、日本を含むインド太平洋域にて採集された標本とカルフォルニア科学アカデミー (アメリカ) に所蔵されている標本を用いて、本グループの種間関係を明らかにすることを目的に研究を行った。その結果、ウチナミシラヒメウミウシ、シラヒメウミウシ、ミナミシラヒメウミウシ、フチドリウサギウミウシ、ハスイロウミウシは単系統してまとまった。その一方で、ボンボリイロウミウシは、系統的に全く異なる、フジナミイロウミウシやアカネコモンウミウシに近縁であった。従っ

て、ボンボリイロウミウシの色彩パターンは、収斂進化によって獲得したことが示唆された。また、分子系統解析の結果から、フチドリウサギウミウシの色彩変異として扱われてきた形態型は、実は遺伝的にフチドリウサギウミウシと異なることが明らかになった。そのため、この形態型を新種 *Goniobranchus fabulus* Soong & Gosliner, 2022として記載した。

おわりに

筆者は今年、琉球大学にて学位を取得したが、今後も日本でアデヤカイロウミウシ属の研究を継続する予定である。本稿では、2つのグループ (赤い網目状の体色を持つグループと外套膜が白く、その縁が様々な線で囲まれているグループ) を紹介したが、他の色彩パターンを持つグループも存在することから、今後はこれらグループも対象に研究を進めたいと考えている。これまでの研究で日本において多数の未記載種が発見されたことから、アデヤカイロウミウシ属の種多様性は今後更に高くなることが予想されており、これらの記載作業を地道に進めていくことで、日本のウミウシの多様性理解に貢献したいと思っている。

また筆者の系統分類学的な研究を踏まえて、不明な点が多いアデヤカイロウミウシ属の食性や行動についても追究して行くことで、「海の宝石」と呼ばれるウミウシたちの総合的な理解に貢献したい。

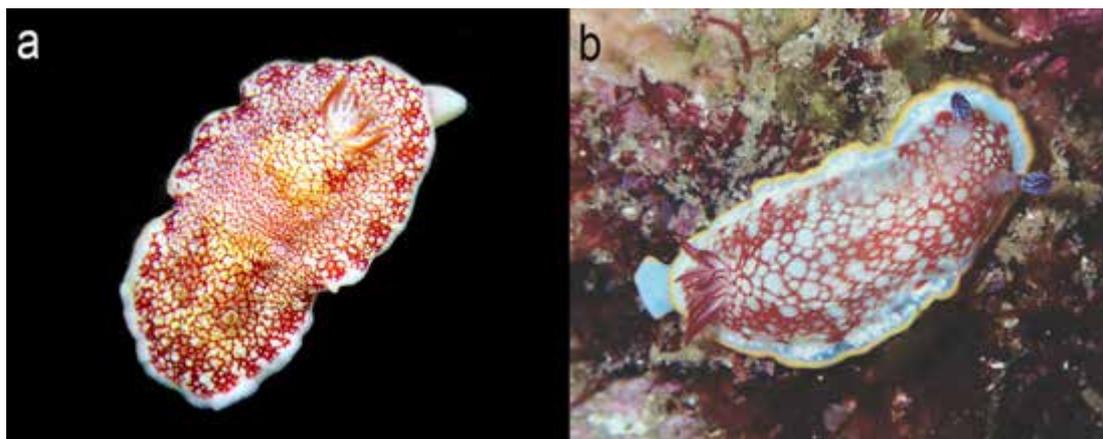


図3 赤い網目状の体色を持つグループ (red-reticulate group) : a チリメンウミウシ, b サラサウミウシ。

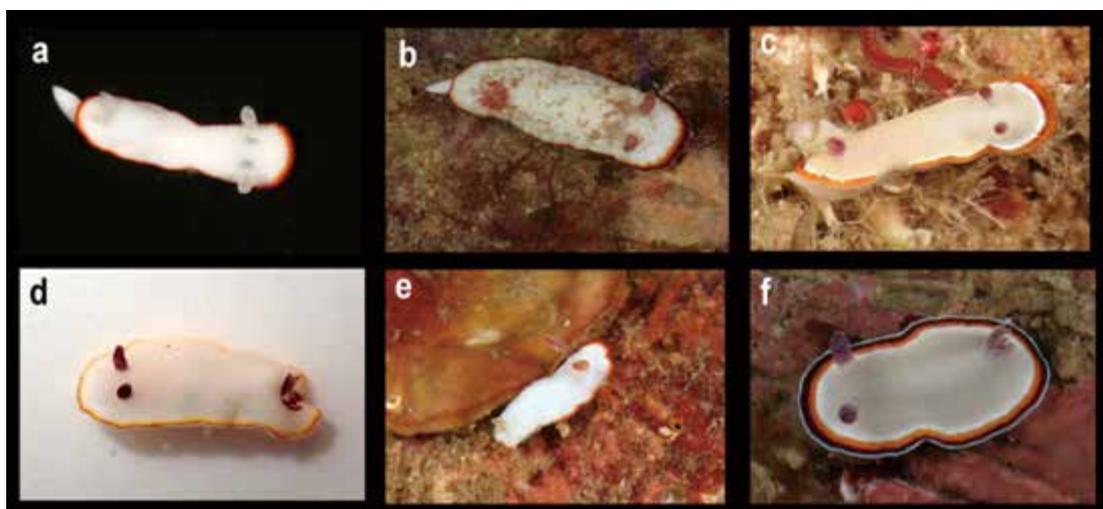


図4 外套膜が白く、その縁が様々な線で囲まれているグループ (white mantle with various marginal bands group)。a : ボンボリイロウミウシ, b : フチドリウサギウミウシ, c : ウチナミシラヒメウミウシ, d : シラヒメウミウシ, e : ミナミシラヒメウミウシ, f : ハスイロウミウシ (Soong et al., 2022を一部改変)。

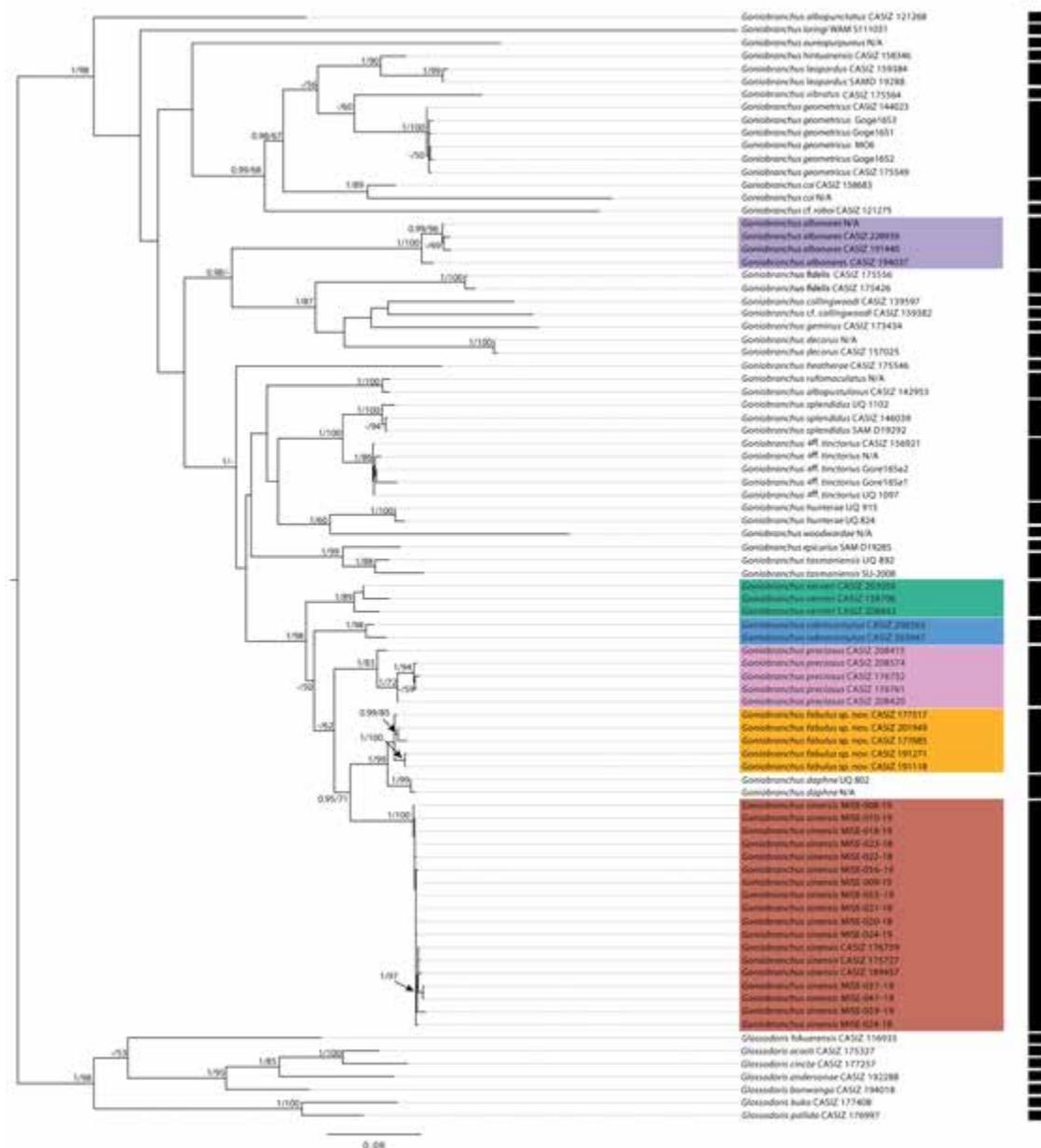


図5 外套膜が白く、その縁が様々な線で囲まれているグループの系統関係 (Soong et al., 2022から抜粋). 黒棒はABGD解析によるクレードグルーピングの結果を表している。

引用文献

- Bonomo, L. J. and Gosliner, T. M. (2020) Adding stars to the *Chromodoris* (Nudibranchia, Chromodorididae) galaxy with the description of four new species. *Zootaxa* 4819 (3): 401-435.
- Cheney, K. L. and Wilson, N. G. (2018) Nudibranchs. *Curr. Biol.* 28 (1): PR4-5.
- Epstein, H. E., Hallas, J. M., Johnson, R. F., Lopez, A. and Gosliner, T. M. (2019) Reading between the lines: revealing cryptic species diversity and colour patterns in *Hypselodoris* nudibranchs (Mollusca: Heterobranchia: Chromodorididae). *Zool. J. Linn. Soc.* 186 (1): 116-189.
- Johnson, R. F. and Gosliner, T. M. (2012) Traditional taxonomic groupings mask evolutionary history: a molecular phylogeny and new classification of the chromodorid nudibranchs. *PLoS ONE* 7 (4): 29-31.
- Layton, K. K. S., Gosliner, T. M. and Wilson, N. G. (2018) Flexible colour patterns obscure identification and mimicry in Indo-Pacific *Chromodoris* nudibranchs (Gastropoda: Chromodorididae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 128: 27-36.
- MolluscaBase eds. (2022) *Goniobranchus* Pease, 1866. World Register of Marine Species.
- 中野 (2018) 日本のウミウシ. 文一総合出版, 東京, 543 pp.
- 小野・加藤 (2020) ウミウシ1260種, 東京, 591 pp.
- Rudman, W. B. (1999) *Chromodoris tinctoria* (Ruppell & Leuckart, 1828). Sea Slug Forum.
- Soong, G. Y., Wilson, N. G. and Reimer, J. D. (2020) A species complex within the red-reticulate *Goniobranchus* Pease, 1866 (Nudibranchia: Doridina: Chromodorididae). *Marine Biodiversity* 50: 25.
- Soong, G. Y., Bonomo, L. J., Reimer, J. D. and Gosliner, T. M. (2022) Battle of the bands: systematics and phylogeny of the white *Goniobranchus* nudibranchs with marginal bands (Nudibranchia, Chromodorididae). *ZooKeys*, 1083, 169-210.
- Sørensen, C. G., Rauch, C., Pola, M. and Malaquias, M. A. E. (2020) Integrative taxonomy reveals a cryptic species of the nudibranch genus *Polycera* (Polyceridae) in European waters. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 100 (5): 733-753.
- Wilson, N. G., Maschek, J. A. and Baker, B. J. (2013) A species flock driven by predation? Secondary metabolites support diversification of slugs in Antarctica. *PLoS ONE* 8 (11): e80277.