

公益財団法人 水産無脊椎動物研究所

うみうし通信

2025.9
No.
128



エンビキセワタ

徳之島 2025.4 撮影/今本 淳

手で感じる、海の世界：触れる教材で広がる“海なし県”の学び——姉崎 智子

ヒドラから見える私たちの眠り——金谷 啓之

ウェブサイト「世界のウミウシ」の構築と運営——木元 伸彦

ウミナナフシ通信——白木 祥貴

財団からのお知らせ

2026年度個別および育成研究助成課題を募集します

手で感じる、海の世界： 触れる教材で広がる“海なし県”の学び

Touching the Sea — Learning through Hands

群馬県立自然史博物館 姉崎 智子 (Anezaki, Tomoko)

手で感じる、海の世界

「—教室に海をつれてくる—」

このコンセプトのもと、群馬県立自然史博物館は、群馬県立盲学校、群馬県立女子大学と協働し、触って学べる教材の開発に取り組みました。触りながら海の生き物を感じ、理解できる教材を通じて、誰もが海の魅力を体感できる学びの場の創造を目指しました。

海のない県・群馬県は、日常的に海に触れる機会が限られています。家庭の事情などから海に出かけることが難しい方も多く、また、たとえ訪れたとしても、視覚に障がいのある方々にとって磯場での生き物の観察は、危険が伴い、体験しにくい場となりがちです。そこで私たちは、県立盲学校の先生方や生徒の皆さんと意見を交わしながら、触覚を中心とした教材の開発を進めました（図1）。

磯の生き物トランクキット

教室内にミニ磯場を創出することを目指し、FRP（繊維強化プラスチック）製の「磯ブロック」を複数制作しました（図2）。これらのブロックは、実際の磯場に見られる岩の凹凸や質感を表現したもので、ブロックの上には凍結乾燥処理を施した貝類、甲殻類、海藻などを配置しています。形状の異なる複数のブロックを組み合わせ（図3）、磯場の波の音をスピーカーで流しながら触れることで、教室にいながらにして磯場での探索や観察を疑似体験できるよう工夫しました。また、標本に触れただけでもアレルギー反応を引き起こす可能性のある甲殻

類アレルギーの方へ配慮として、3D スキャンとプリンターを活用し、実物標本をもとにした触れられる模型を導入しました。

実際に教材に触れた生徒たちは、最初は戸惑いながらも、波の音に耳をすませ、岩の凹凸や貝の感触を確かめるようにゆっくりじっくり触れていました。さらに、貝類、甲殻類、海藻等の凍結乾燥標本を用いたため、触れた際に「においがする」「海のおい？」との反応があったのが印象的でした。

ウニの拡大模型

磯場観察の疑似体験の中で、実物のウニ標本を用いて形を確認しようと試みましたが、棘のつき方や管足、口器の構造（アリストテレスの提灯）などが分かりにくいという課題がありました。

そこで、ウニの体のつくりとその内部構造をよりわかりやすく示すため、拡大模型を制作しました（図4）。特に、口と肛門、棘の配置や管足の位置関係、口器の形状、内臓の位置等を立体的に表現することで、手で触れて理解できる教材となっています（図5）。

アサリの拡大模型

海のない県においても身近に感じられる二枚貝・アサリの体の構造を理解するための拡大模型を制作しました。拡大模型は、水管と足がでているアサリの実物大模型で実際の大きさを確認した後（図6）、その体のつくりを学ぶ教材としての使用を想定しました。お味噌汁の具として殻には触れたことがあっても、軟体部の構造を手で触れて理解することは難しいことから、とくにその部分の教材化を目指しました。

初期のプロトタイプでは布製の殻を用いていましたが（図7 a, b）、よりリアルな質感と学びを目指してFRP製の殻に改良しました（図7 c, d）。殻の表面には成長線を表現し、貝の成長の様子を触覚で理解できるよう工夫しました。実際に、殻の成長線を指先でなぞることで、「貝が生きてきた時間」を感じとっているよう、「水管が「くだ」が2本だ！触覚だと思ってた」、という生徒の反応が記憶に残りました。



図1 群馬県立女子大学の学生がデザインしたトランクキットチラシ

ありとあらゆる人々に、海とのふれあいを

今回の取り組みは、「教室に海をつれてくる」という約束を形にするものであり、海に触れることが難しい子どもたちにも、疑似体験を通じて海と海に暮らす生き物たちについて知ってもらいたいという思いから始まりました。

視覚に障がいのある方やアレルギーのある方など、さまざまな立場の学び手に寄り添った教材づくりを進める中で、私たち自身も「伝えること」の本質を見つめ直す貴重な機会となりました。

これからも、ありとあらゆる人々が、等しく自然に親しめる

場の創造をめざし、教材やプログラムの工夫を重ねていきたいと考えています。

末筆ながら、今回の執筆の機会を与えてくださった、公益財団法人水産無脊椎動物研究所の片山英里様に深謝いたします。また、私たちのアイデアを形にしてくださった株式会社西尾製作所様（アサリ、ツメタガイ実物大模型；アサリ、ウニ拡大模型）、有限会社ディ・カールトン様（磯ブロック）、株式会社K o i k e（甲殻類、魚類等3Dモデル）に深く御礼申し上げます。本事業は「海の学びミュージアムサポート」の助成を受けて実施しました。



図2 トランクの中の磯ブロック



図3 磯ブロックを外に出して自由にアレンジ
磯ブロックは、表面をつるつるに加工したもの2個、ごつごつと岩のように加工したもの4個。
つるつるのブロックを制作したのは視覚障がい者が実物標本とブロックの違いを明確に識別できるようにするため



図4 ウニの拡大模型外観
棘は触っても怪我をしないようやわらかい素材で制作



図5 ウニの拡大模型の中身
管足はスパンコールで工夫。オプションとして、液浸ウニ、乾燥ウニの口、海藻、ヒトデ標本等を組み合わせると、海と海の中に展開される生態系について体験することができる。別制作の口器拡大模型では、口器が5枚葉の歯で構成されていることを触れることができる



図6 アサリを捕食する巻き貝（ツメタガイ）と捕食されたアサリ（殻に孔あり）の実物大模型
生きたアサリで水管、足を出している状態で触れることはできないため、触覚で触れて分かるように制作。砂に埋めて探すことで擬似潮干狩り体験も可能。捕食者とあわせて授業展開することで、海の中の喰う喰われる関係を説明できる

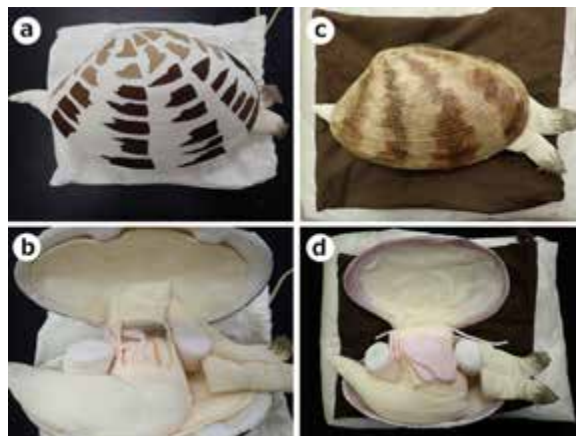


図7 アサリの拡大模型。a, 初期型；b, 初期型の中身（エラを持ち上げると、内臓、消化管、心臓なども）；c, 改良版（アサリの他、カキも制作）；d, 改良版の中身

ヒドラから見える私たちの眠り

A hint of slumber from Hydra

東京大学大学院医学系研究科 機能生物学専攻 システムズ薬理学教室 金谷 啓之 (Kanaya, Hiroyuki)

はじめに—ヒドラが眠る？

睡眠は、健康的な生活に不可欠な生命現象である。睡眠が必要なのは私たちヒトだけでなく、他の多くの動物も同様である。近年、刺胞動物であるヒドラやクラゲにも睡眠様状態が存在することが報告されている。「ヒドラが眠る」とは、一体どういうことなのだろうか？本稿では、動物の睡眠、特に刺胞動物を含む無脊椎動物の睡眠について紹介し、刺胞動物たちが私たちの眠りに与えてくれるヒントを探ってみたい。

睡眠とは

睡眠は、動物全般で広く観察される。ヒトにおいて、睡眠時と覚醒時の脳波活動の違いが1930年代に発見されて以来、脳波・筋電図測定は、動物の睡眠・覚醒状態を判別する指標となってきた。哺乳類や鳥類、爬虫類には、ノンレム睡眠・レム睡眠という2つの睡眠状態がある (Yamazaki *et al.*, 2020)。ノンレム睡眠中には、デルタ波 (0.4–4 Hz の低周波数成分) の増大を伴う脳波がみられ、レム睡眠中には脳波のシータ波 (5–10 Hz) の増大と筋弛緩がみられる。

その一方、脳波を計測することが難しい動物たちもいる。脳波・筋電図による電気生理学的手法に依らずに、起きているか、眠っているかを判別することはできないだろうか？Toblerらは、動物の睡眠は多くの場合、以下のような特徴を満たすと考え、睡眠の行動学的指標を提唱した (Campbell & Tobler, 1984)。

- 1) 行動静止の継続 (特徴的な姿勢を伴う場合がある)
- 2) 覚醒閾値の上昇 (睡眠中は覚醒中に比べ、刺激に対する反応性が低下する)
- 3) 可逆性 (睡眠中に強い刺激を受けた場合、覚醒に転じる)
- 4) 睡眠を阻害した後に生じる回復睡眠 (睡眠には恒常性が備わっており、睡眠が不足すると、不足分を補うための睡眠が誘導される)

Tobler は、昆虫であるゴキブリを用いた研究で、ゴキブリの休息状態が恒常性を伴うものであり、脊椎動物でみられる睡眠に近いことを実験的に示している (Tobler, 1983)。2000年頃になると、睡眠の行動学的指標がショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) の研究に導入され、ショウジョウバエにも睡眠様状態があることが報告された (Hendricks *et al.*, 2000; Shaw *et al.*, 2000) (図1)。この報告を皮切りに、ショウジョウバエを用いた分子遺伝学的研究が加速し、睡眠の分子・神経基盤の解

明に寄与してきた。また、線虫 (*Caenorhabditis elegans*) においても、Lethargus と呼ばれる脱皮直前に生じる不動状態が、睡眠様状態に相当することが報告されている (Raizen *et al.*, 2008)。

刺胞動物の睡眠

私たち哺乳類だけでなく、無脊椎動物であるショウジョウバエや線虫にも睡眠様状態が存在することが分かった。果たして、睡眠の起源はどこまで遡るのだろうか？刺胞動物は、睡眠の進化的起源を探索する上で、興味深い研究対象である (図1)。クラゲやサンゴ、イソギンチャクの仲間を含む刺胞動物は、動物の進化の早い段階で、左右相称動物から分岐した動物で、二胚葉からなる体構造を持つ。刺胞動物と称される所以は、刺胞という特殊な細胞内構造にある。刺胞は、刺激に応じて射出される仕組みになっている。刺胞動物は、刺胞を備えた刺胞細胞を数多く持ち、捕食や防御に活用されている。

刺胞動物の特徴として特筆すべきなのは、未分化な神経系を持つ点である。刺胞動物の神経系は多くの場合、明確な中枢が無く、神経細胞が体一様に分布している。こうした神経系を散在神経系と呼び、刺胞動物の散在神経系は、動物の神経系のなかでも最も原始的な類である。

2017年に、刺胞動物鉢虫綱のサカサクラゲ (*Cassiopea*) が睡眠様状態を示すことが報告された (Nath *et al.*, 2017)。サカサクラゲは、1 Hz 程度の頻度で傘を収縮させる。この収縮活動を解析したところ、明期 (昼) に比べ、暗期 (夜) に収縮頻度が低下することが分かった。この変化は単なる日内変動ではなく、暗期には、刺激に対する反応性が低下するが、刺激を繰り返して与えると回復した。また、夜間に物理刺激によって休息 (睡眠様状態) を邪魔すると、傘の頻度が一過的に低下し、その後回復した。睡眠様状態が恒常性を伴うことを示唆する結果である。

私たちは2020年に、刺胞動物ヒドロ虫綱のヒドラ (*Hydra vulgaris*) (図2A) の睡眠様状態を報告した (Kanaya *et al.*, 2020)。ヒドラは、1740年代から生物学の実験材料として用いられてきた生物である (金谷, 2024)。オランダの Trembley は1740年代、ヒドラの体を切り刻み、非常に小さな断片からでも、ヒドラが体全体を再生することを発見した。ヒドラの強い再生能力は、ヒドラの体に存在する interstitial cell と呼ばれる細胞に由来する。また、ヒドラは主に無性生殖で殖えるが、老

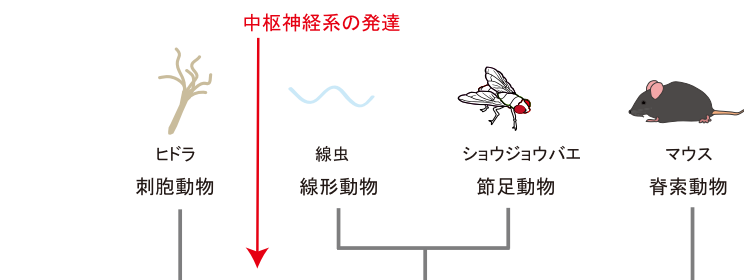


図1 動物の進化と睡眠
動物のイラストの一部は Openclipart (<https://openclipart.org/>) から引用。

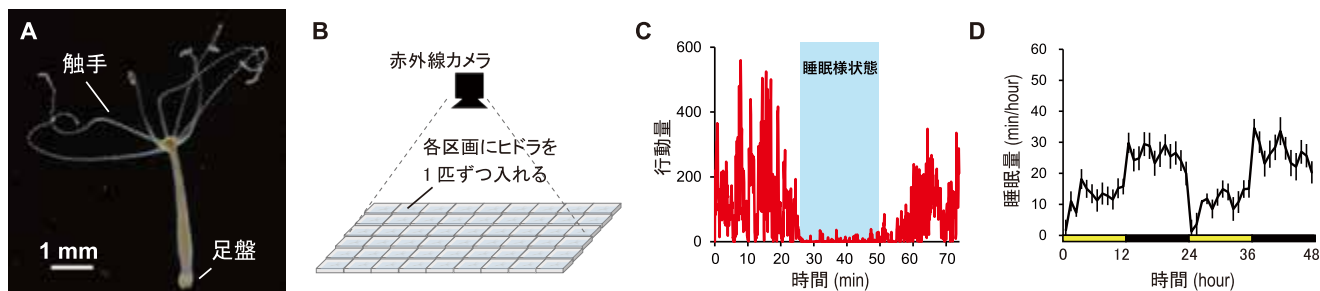


図2 ヒドラの睡眠

(A) ヒドラの体 (B) ヒドラの行動記録 (C) ヒドラの睡眠様状態 (D) 明暗サイクル化 (各12時間) における睡眠量の変化 (平均±標準誤差)
CとDはそれぞれ、金谷・伊藤 (2022), Kanaya et al (2020) より引用。

化という概念がなく、1400年以上生き続ける個体がいると推定されている。私たちは、ヒドラの行動を長時間にわたって計測する手法 (Kanaya et al, 2019) を構築して解析したところ、行動量が顕著に減少する静止状態が存在した (図2BC)。特に、20分以上にわたって継続する行動静止状態が、物理刺激や摂食シグナルに対する反応性の低下を伴うことから、睡眠様状態に相当すると考えられた。ヒドラの睡眠様状態を阻害したところ、その後に睡眠量の増加 (回復睡眠) が観察される。ヒドラの睡眠は明暗サイクルに応じて変化するが (図2D)、その後の研究で、温度変化にも敏感に反応することが分かっている (Sato et al, 2025)。フィールド環境下では、光条件や温度条件の影響を受けながら、巧みに睡眠を確保していると考えられる。

特筆すべきは、ヒドラやサカサクラゲの睡眠の仕組みが、分子レベルで他の動物の睡眠と共通している点である (金谷ら, 2022)。哺乳類やショウジョウバエの睡眠は、種々のホルモンや神経伝達物質の分泌・放出によって制御される。興味深いことに、ヒトで睡眠促進効果を持つメラトニンは、ヒドラやサカサクラゲでも睡眠を誘導する (Kanaya et al., 2020; Nath et al., 2017)。ドーパミンやGABAの薬理的摂動がヒドラの睡眠に影響を与えるほか、サカサクラゲでは、アセチルコリン受容体を介した睡眠・覚醒調節機構が見出されている (Abrams et al, 2025)。私たちは、6時間にわたって睡眠を阻害したヒドラの遺伝子発現解析 (トランスクリプトーム解析) を行うことで、200個強の遺伝子が発現変動することを見出し、その相同遺伝子をショウジョウバエの神経細胞でノックダウンを行う実験を行った (Kanaya et al., 2020)。その結果、複数の遺伝子で、ノックダウンによってショウジョウバエの睡眠量が変化し、ヒドラとショウジョウバエの間で進化的に保存された睡眠調節遺伝子が見出された。

ヒドラの睡眠から分かること

なぜ、ヒドラは眠る必要があるのだろうか？ 私たちが行った実験で、ヒドラを断眠させたところ、細胞増殖の低下が確認された (Kanaya et al., 2020)。体の成長やメンテナンスは、ヒドラが眠る理由の一つだと考えられる。外界への注意力が低下する睡眠は、生物にとって非常にリスクのある行為だが、睡眠をとらない生物はこれまでに見つからない。眠る理由は、生物種によって異なる可能性もあるが、いずれの場合も睡眠をとることによってしか得られない生物学的メリットがあると考えられる。

ヒドラやクラゲのような原始的な動物も眠るという発見は、「生物が睡眠を進化させてきたのではなく、覚醒を進化させてきたのではないか (睡眠が生物にとってデフォルトではないか)」というパラダイムシフトも生み出している (Pennisi, 2021)。私たちがなぜ眠らなければならないのかのヒントは、水の中を漂うヒドラに秘められているかもしれない。

謝辞

本稿で紹介した研究を共同で進めてきた九州大学の小早川義尚先生・伊藤太一先生、韓国科学技術院の Chunghun Lim 先生をはじめとする先生方に感謝を申し上げたい。また、研究の一部は、公益財団法人水産無脊椎動物研究所 個別研究助成 (2023年度) による支援を受けて行われており、この場を借りて感謝を申し上げたい。

引用文献

- Abrams MJ, Ohdera A, Francis DA, Donayre O, Chen H, Lu K, Hsu CY, Zeigler H, Harland RM (2025) Sleeping upside-down: Knockdown of a sleep-associated gene induces daytime sleep in the jellyfish *Cassiopea*. *Proc Natl Acad Sci U S A* 122: e2505074122.
- Campbell SS, Tobler I (1984) Animal sleep: a review of sleep duration across phylogeny. *Neurosci Biobehav Rev* 8: 269-300.
- Hendricks JC, Finn SM, Panckeri KA, Chavkin J, Williams JA, Sehgal A, Pack AI (2000) Rest in *Drosophila* is a sleep-like state. *Neuron* 25: 129-138.
- Kanaya HJ, Kobayakawa Y, Itoh TQ (2019) *Hydra vulgaris* exhibits day-night variation in behavior and gene expression levels. *Zoological Lett* 5: 10.
- Kanaya HJ, Park S, Kim JH, Kusumi J, Krenenou S, Sawatari E, Sato A, Lee J, Bang H, Kobayakawa Y et al (2020) A sleep-like state in *Hydra* unravels conserved sleep mechanisms during the evolutionary development of the central nervous system. *Sci Adv* 6.
- Nath RD, Bedbrook CN, Abrams MJ, Basinger T, Bois JS, Prober DA, Sternberg PW, Gradinaru V, Goentoro L (2017) The Jellyfish *Cassiopea* Exhibits a Sleep-like State. *Curr Biol* 27: 2984-2990 e2983.
- Pennisi E (2021) The simplest of slumbers. *Science* 374: 526-529.
- Raizen DM, Zimmerman JE, Maycock MH, Ta UD, You YJ, Sundaram MV, Pack AI (2008) Lethargus is a *Caenorhabditis elegans* sleep-like state. *Nature* 451: 569-572.
- Sato A, Sekiguchi M, Nakada K, Yoshii T, Itoh TQ (2025) Effect of temperature cycles on the sleep-like state in *Hydra vulgaris*. *Zoological Lett* 11: 2.
- Shaw PJ, Cirelli C, Greenspan RJ, Tononi G (2000) Correlates of sleep and waking in *Drosophila melanogaster*. *Science* 287: 1834-1837.
- Tobler I (1983) Effect of forced locomotion on the rest-activity cycle of the cockroach. *Behav Brain Res* 8: 351-360.
- Yamazaki R, Toda H, Libourel PA, Hayashi Y, Vogt KE, Sakurai T (2020) Evolutionary Origin of Distinct NREM and REM Sleep. *Front Psychol* 11: 567618.
- 金谷啓之, 伊藤太一 (2022) ヒドラが解き明かす睡眠の進化的起源, 実験医学, 羊土社, 40(11): 1724-1729.
- 金谷啓之 (2024) 睡眠の起源, 講談社現代新書.

→ 【関連記事：11ページ (新刊紹介) 『睡眠の起源』】

E-mail (金谷) : hjkanaya@gmail.com

ウェブサイト「世界のウミウシ」の構築と運営

「世界のウミウシ」サイト開発・運営者 木元 伸彦 (Kimoto, Nobuhiko)

はじめに

多様な色彩や形態でダイバーに人気のウミウシですが、その姿は標本に残すことが難しく、種の特定（同定）は主に写真で行われます。私自身、プログラマーでもあるウミウシ愛好家として、この写真同定の課題に関心を持ったことが、ウェブサイト「世界のウミウシ」(<https://seaslug.world/>)の構築・運営に繋がりました（図1）。

本稿では、このサイトの概要や制作の経緯、情報の信頼性を支える同定作業の実践についてご紹介します。

1. サイト制作の経緯

本サイトの構想は、当初、専門家に同定を依頼し、その対価を支払うことができるウェブサービスを構築できないか、というアイデアから始まりました。しかし、プログラマーである私には、その実現に不可欠な専門家の方々と繋がりが今ほどはなく、構想は進まずに悩んでいました。

そんな折に、沖縄でダイビングショップを運営されている今川氏と出会う機会があり、協力をいただけることになりました。同定作業を今川氏が、システムの開発と運用を私が担当するという役割分担のもと、2015年12月20日に「世界のウミウシ」はスタートしました。

この体制は約1年間続きましたが、諸事情により、以後は私が一人でサイトの運営全般を担うことになりました。運営を引き継ぎ、私自身が同定作業に深く関わるようになると、最新の分類情報のみならず、各種が最初に記載された論文（原記載論文）や、和名がいつどのように付けられたのか、といった学術的背景そのものへの興味が深まっていきました。その結果、各種の情報に「参考論文」を登録・表示する機能を実装するなど、サイトは現在の学術情報を重視する形へと発展していきました。

2. サイトの概要と特徴

「世界のウミウシ」は、ウミウシの分類学的情報と写真を紐づけたデータベースサイトです。その主な特徴は以下の通りです。



図1 「世界のウミウシ」トップページ

2-1. 網羅的な情報

現在、掲載種数は2000種を超え（2025年7月現在）、随時最新の論文情報を反映し、情報の更新を行っています。各種のページには、学名、和名、記載者、分布域、体長、食性といった基本的な情報に加え、複数の生態写真を掲載しています。写真は国内外のダイバーなど一般のユーザーから投稿されたものであり、生時の色彩や外部形態、生息環境を視覚的に確認することができます。

2-2. 利用者の利便性を考慮した検索機能

学名や和名による直接的な検索に加え、ウミウシに関する専門知識が深くない利用者でも種を特定しやすいよう、外見的特徴に基づいた検索機能を実装しています。利用者は、観察したウミウシの「体色」や「模様」などを選択することで、該当する可能性のある種のリストを閲覧することができます。

2-3. 近縁種との比較情報

各種の解説ページでは、特に同定が難しい近縁種との識別点について、重点的に解説を行っています。体表の斑紋の有無や、触角・二次鰓の形態の違いなど、分類のキーとなる形質を写真上に明示することで、利用者の正確な同定を補助することを目的としています（図2）。

3. 情報の信頼性を担保するための作業

本サイトで公開する情報の正確性は、最も重要視している点です。情報の信頼性は、地道な文献調査と同定作業によって担保されます。

3-1. 文献調査

新種や分類体系の変更にに関する論文情報を収集するために、海外のウミウシコミュニティや海洋生物種の分類データベースである WoRMS (World Register of Marine Species) をチェックし、極力見逃さないようにしています。私自身は分類の専門家ではないため、記載内容を詳細に精査することは困難です。そのため、よほどのことがない限りは論文の内容をそのまま反映し、専門家の意見が必要だと判断した場合は、問い合わせを行った後にサイトへ掲載しています。また、入手が困難な古い記載論文を参照する必要がある場合は、日本ウミウシ研究会のメンバーの方々に問い合わせるなどして収集しています。

3-2. 同定作業

現在、私自身が利用者から提供されたすべての写真の同定作業を行っています。写真から内部形態を調べることはできないため、基本的には外見から分かる範囲で同定を行っています。時には、サイトが重要な発見のきっかけとなることもあります。実際に、ある利用者の方から「見たことのないウミウシだ」と写真を見せていただき、私が「アカボシエチゴウミコチョウ」と同定しました（図3）。その後、専門機関で詳細に検討した結果、記載論文が発表されて以来、長年未発見だった本種であることが判明した、という事例がありました。このように、サ



図2 スルガリユウグウミウシの解説ページ

イトに寄せられる情報が、学術的に貴重な「再発見」に繋がることもあるのです。

しかし、ウミウシには外部形態が極めて類似した種が多いため、判断に迷う場合は安易に同定せず、同属の未同定種（例：



図3 アカボシエチゴウミコチョウ（撮影：木元伸彦）

〇〇属の一種）としてグループでまとめておくなど、情報の精度を維持することを最優先に考えています。

4. サイトの意義と今後の課題

本サイトは、現在では国内外から月間10万アクセスがあり、研究者から愛好家まで、幅広い層がウミウシの分類学的情報にアクセスできる基盤を提供している点に、その第一の意義があると考えています。利用者からは「種名の特定に役立った」との評価を多くいただいております。ウミウシへの関心を深める一助となっています。

しかし、課題も存在します。第一に、情報の網羅性です。世界には未だ多くの未記載種が存在すると考えられており、今後も継続的な情報の更新・追加が不可欠です。第二に、ウェブサイトという媒体の永続性です。個人での運営には費用や時間といった課題だけでなく、ドメインを維持するには限界があり、将来的にこのデータベースをいかに維持・管理していくかは、長期的な課題です。

今後は、利用者からのフィードバックを参考に既存の機能改善を進めるだけでなく、将来的な展望として、以下のような可能性も模索しています。

第一に、AIの画像認識技術を活用した同定支援機能の開発です。利用者が投稿した写真から、AIが自動で同定候補を提示するような仕組みを導入できれば、より多くの方の利便性を高められると考えています。

第二に、研究機関や博物館との連携による、持続可能な運営体制の構築です。個人運営の限界という課題を克服し、このデータベースを永続的なものにするため、公的機関との連携は重要なテーマです。

そして最後に、オープンデータ化による学術貢献の拡大です。その具体的な取り組みとして、現在、国際的な海洋生物のデータベースであるOBIS（Ocean Biodiversity Information System）との連携を進めています。本サイトに蓄積されたデータを国際的なプラットフォームで共有することで、ウミウシの分布や生態に関する研究の発展に、より直接的に貢献していくことを目指しています。

これらの構想を実現するには多くの課題がありますが、今後ともサイトの可能性を追求していきたいと考えています。

謝辞

本サイトの構築と運営にあたり、貴重な写真資料をご提供くださっている国内外の多くの水中写真家、ダイバーの皆様、この場を借りて深く感謝申し上げます。また、同定に際し有益なご助言をくださる研究者の皆様、そして本稿の執筆にあたり貴重な機会をくださいました公益財団法人水産無脊椎動物研究所の皆様、心より御礼申し上げます。

ウミナナフシ通信

Newsletter on anthuroid isopods

北海道大学大学院理学院 白木 祥貴 (Shiraki, Shoki)

ウミナナフシとは

ウミナナフシ類(図1)は、フクロエビ上目等脚目ウミナナフシ上科に属する甲殻類の一群である。等脚目には他に、有名なものとしてダンゴムシやフナムシ、ダイオウグソクムシなどが含まれる。ウミナナフシ類は、昆虫のナナフシをその名に冠する通り、細長いからだを持つことが大きな特徴である(図1)。また、からだの後端に尾肢と腹尾節からなる「尾扇」と呼ばれる、花のように広がった構造を持つことも大きな特徴の一つである(図1m)。似た生き物として、タナイス類、ミズムシ類、ワレカラ類などと間違われることがあるが、それらとはこの尾扇の有無によって区別することができる。大きさは数mmから1.5cm程度の種が多く、最大で5cmになる種もいる。フクロエビ上目に属する他の甲殻類と同じように、メスは胸部腹側に育房をつくって、その中に卵を産み、「マンカ」と呼ばれる幼体(第7胸脚を欠く幼若個体)になるまで保育する(図2)。一般に一番目の胸脚が大きく亜鋏脚状になっており、ウ

ミナナフシ類の食性情報についての知見は限られるが、それを用いてゴカイや小さな甲殻類などを捕食する種が知られている(図3)。海に暮らす種類がほとんどで、世界中の潮間帯から6,500 mまでの深海域から記録があるが、温かい海の浅海域で特に高い多様性が見られる。淡水性の種も報告されている。現在、ウミナナフシ上科には6科63属600種以上が含まれている。

日本のウミナナフシ類

国内からは、2025年8月現在6科14属45種のウミナナフシ類が報告されている。ウミナナフシ類全6科が日本から見ついていることを考えると、国内でのウミナナフシ類の多様性は高いように感じる。しかし、その種多様性の理解はもちろんまだまだ遅れており、45種という数字が実際の種多様性の一握りであることに疑いはない。採集調査の際も、得られた種が既知種であることのほうが圧倒的に少ない。それは、これまでウミナナフシ類の分類学者が国内にほとんどいなかったためである。45種のうち、37種は布村昇氏により、6種は筆者により、2種

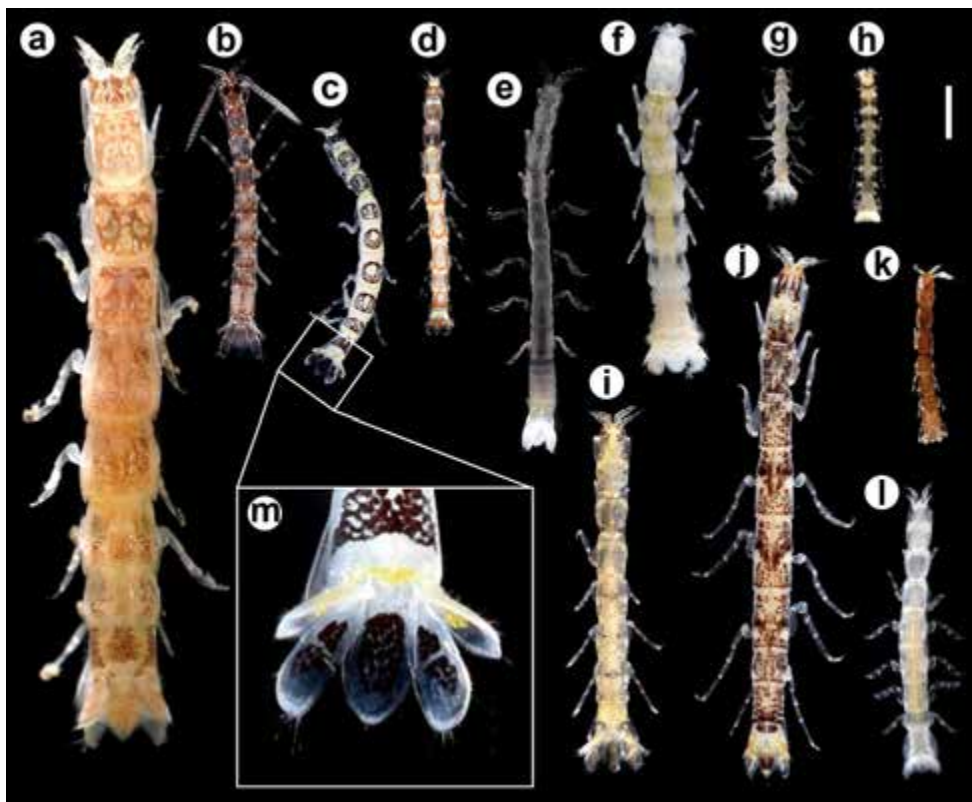


図1 様々なウミナナフシ類。a, ムロミスナウミナナフシ *Cyathura muromiensis*; b, スナウミナナフシ科の一種 *Anthuridae* sp.; c, モヨウウミナナフシ *Mesanthura miyakoensis*; d, タイヨウウミナナフシ *Mesanthura sol*; e, タマゴハラナガウミナナフシ *Kupellonura tamago*; f, カタウミナナフシ属の一種 *Ananthura* sp.; g, *Eisothisos* 属の一種 *Eisothisos* sp.; h, オビロウミナナフシ属の一種 *Expanathura* sp.; i, ヤマトウミナナフシ *Paranthura japonica*; j, ヒノデウミナナフシ *Paranthura oriens*; k, クロアシタラズウミナナフシ *Colanthurus nigra*; l, ホソウミナナフシ属の一種 *Leptanthura* sp.; m, 花のように広がった「尾扇」という構造(モヨウウミナナフシの例)。a-dはスナウミナナフシ科 *Anthuridae*, eはハラナガウミナナフシ科 *Hyssuridae*, fはワタジコウミナナフシ科 *Antheluridae*, g, hはオビロウミナナフシ科 *Expanathuridae*, i-kはウミナナフシ科 *Paranthuridae*, lはホソウミナナフシ科 *Leptanthuridae*。スケール: 1 mm (a-l); mはスケールなし。

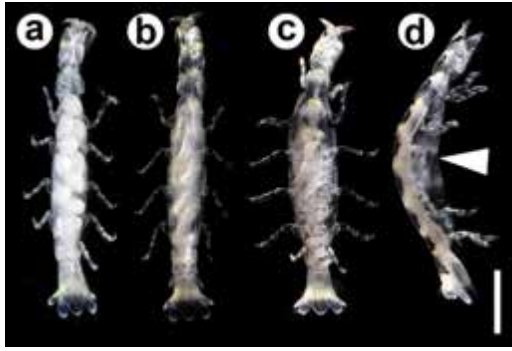


図2 ウミナナフシ類の育房の中で子供が育つ様子（モヨウウミナナフシ *Mesanthura miyakoensis* の例）。a, 卵を抱える抱卵メス；b, a から10日後、卵は胚へと成長している；c, a から27日後、育房の中でマンカが元気に動いている；d, a から32日後、マンカを放ち育房（矢頭）が空になる。スケール：1 mm。Shiraki & Kakui (2024a) を一部改変した図。

は外国人研究者らにより、記載されたことから、そのことが伝わるはずである。沖縄などの亜熱帯域では特に種多様性が高いことが期待されるにもかかわらず、これまで調査があまり行われてこなかったため、多くの未記載種が得られる。

日本産ウミナナフシ類のうち、スナウミナナフシ属 *Cyathura* やウミナナフシ属 *Paranthura* は国内での多様性が高く、それぞれ7種、10種が知られている。これらの2属は国内で比較的簡単に見つかり、それぞれムロミスナウミナナフシ *Cyathura muromiensis* (図1a) とヤマトウミナナフシ *Paranthura japonica* (図1i) が代表的である。スナウミナナフシ属の種は汽水域でよく見られ、1.5 cm を超える大型のウミナナフシ類である。干潟で小さなスコップで一掬いすれば、一個体は確実にとれるほどに密度の高い場所もある。ウミナナフシ属の種は浅海の海藻などでよく見られる。海藻をバケツの中でわざわざ洗って、バケツに残ったものを白いトレイなどにあげると、歩いたり泳いだりしているウミナナフシ属の種を見つけることができる。日本産ウミナナフシ類については、海洋と生物に連載されていた「日本産等脚目甲殻類の分類」にてまとめられている（布村・下村 2012a-d）。

次から、私がこれまでウミナナフシ類を用いて行ってきた研究をいくつか紹介する。

モヨウウミナナフシ類で模様は分類形質となるか？

モヨウウミナナフシ属 *Mesanthura* のウミナナフシ類は、背側に模様があり美しい（図1c, d）。その美しい模様が、本属では伝統的に分類形質として用いられてきた。つまり、模様が

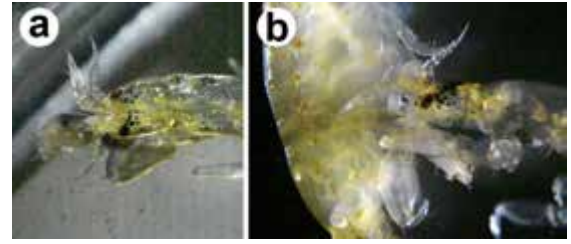


図3 小型甲殻類を捕食するヤマトウミナナフシ *Paranthura japonica*。a, タナイスの一種を捕食する様子；b, ヨコエビの一種を捕食する様子。Shiraki & Kakui (2022) を一部改変した図。

同じなら同種、違えば別種というように、模様を用いて種同定されてきた。しかし、実際に同種個体間で模様が安定していて、発生段階を通じて模様が変わらないことを検証した研究はなかった。本章では、それを飼育実験と分子実験により検証した Shiraki & Kakui (2024a) について紹介する。

本題に行く前に、前提知識となるウミナナフシ類の生活環について書く。前述したように、メス親は胸部腹側につくった育房の中に卵を産み、「マンカ」と呼ばれる幼体（第7胸脚を欠く幼若個体）になるまで保育する（図2）。育房から放たれたマンカは、複数回の脱皮を経て、「ポストマンカ」と呼ばれる不完全な第7胸脚を持つステージになる。その後完全な第7胸脚を備えて（育房のないメス）、育房をつくって抱卵し（抱卵メス）、マンカを放った後は再び育房を失う。オスについては、化学受容剛毛のない第一触角をもつ亜成体オスと、その後脱皮をして化学受容剛毛に覆われた第一触角をもつ成体オスの、2ステージからなる。一部のウミナナフシ類ではメスからオスへと性転換することが知られているが、本属で性転換するかどうかは不明であり、どの段階でオスが生じるかはまだ分かっていない。

では本題に戻る。高知県で採集調査をしていたところ、マンカから抱卵メスまで様々な発生段階の、六角形模様をもつモヨウウミナナフシ *Mesanthura miyakoensis* が得られた（図4b-e）。しかし、それらとは異なるバンド模様をもつ同属個体（図4a）も複数得られ、それらがすべて小さなマンカ個体であったことに「？」となったことが始まりである。六角形模様のマンカはバンド模様のマンカより皆大きかったため、バンド模様のマンカはモヨウウミナナフシ *M. miyakoensis* の放たれたばかりのマンカで、実はそれ以降のステージの個体とは模様が異なっているのではないか、という仮説が立てられた。そこで抱卵メスを飼育してみたところ、放たれたマンカはすべてバンド模様で（図2c）、仮説が正しいことが分かった。つまり本種では、放たれたばかりのマンカはバンド模様でメスと異なるが、その後六

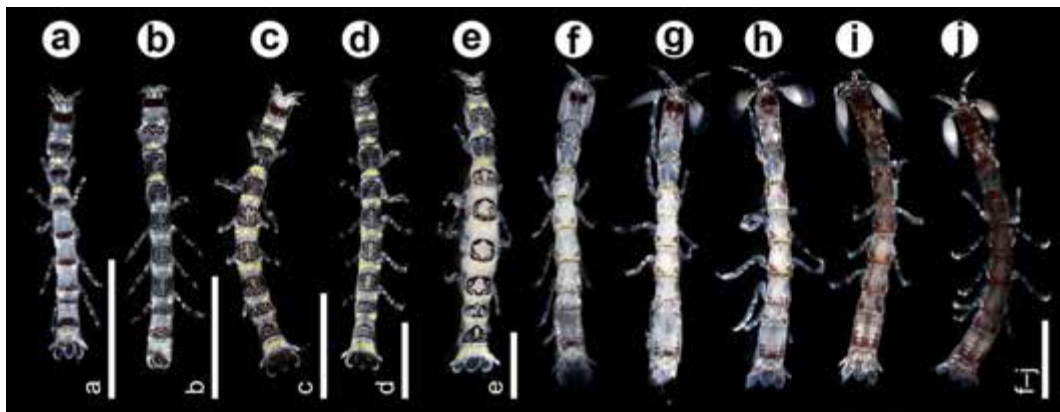


図4 モヨウウミナナフシ *Mesanthura miyakoensis* での発生段階を通じた模様の変化。a, マンカ（バンド模様）；b, マンカ（六角形模様）；c, ポストマンカ（六角形模様）；d, 育房のないメス（六角形模様）；e, 抱卵メス（六角形模様）；f, 亜成体オス；g-j, fの亜成体オスから脱皮してからそれぞれ1, 5, 19, 27日後の成体オス、日を追うごとに模様のある面積が広がり全体的に暗くなっていく。スケール：1 mm。Shiraki & Kakui (2024a) を一部改変した図。

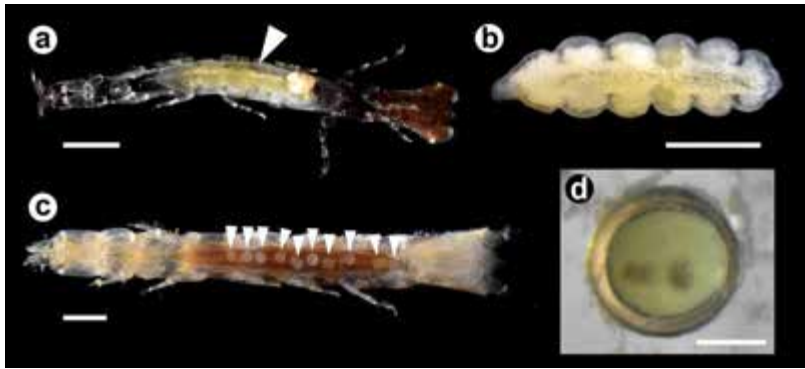


図5 ウミナナフシ類に寄生する寄生虫。a, カクレヤドリムシ類のソラメウミナナフシヤドリ *Anthuroniscus shimomurai* (矢頭) に寄生されたモヨウウミナナフシ属の一種の腹側から見た図; b, 宿主の育房から取り出されたソラメウミナナフシヤドリ, 右側が頭部; c, *Microphallus* 属吸虫の複数の被囊幼虫 (矢頭) に寄生されるムロミスナウミナナフシの腹側から見た図; d, 取り出された被囊幼虫, エタノールで固定後。スケール: 1 mm (a-c); 100 μ m (d)。

角形模様をもつマンカになり(脱皮回数は不明)、抱卵メスまで模様を共有していることが明らかとなった。一方オスについては、それらと全く異なる模様を持つことが確認された。亜成体オスは、バンドでも六角形でもなく、枝状の細い模様をもっていた(図4f)。亜成体オスはその後、同じ模様の成体オスへと脱皮した(図4g)。脱皮した成体オスを飼育していくと、なんと日が続くごとに模様のある面積が広がり全体的に暗くなっていくことが観察された。つまり、オスでは模様が時間とともに変化し、安定しないことが明らかとなった。ちなみに、本観察実験においてはメスからオスへの性転換は観察されなかったが、雌雄が同種であるかについては、ミトコンドリアゲノムの16S rRNA 遺伝子の部分配列がほとんど一致したことから、同種であると判断している。以上のことをまとめると、①ポストマンカから抱卵メスまでのステージでは、模様が共有されているためその模様が分類形質として使えること、②オスは、メスマンカとは全く異なる模様を持つこと、③マンカやオスでは、模様パターンが一定ではなく変化するため、それらのステージでの模様は分類形質として用いるべきではないこと、が分かった。

ウミナナフシ類を利用する寄生虫

ウミナナフシ類を採集していると、その寄生虫にも時々出会う。これまでウミナナフシ類から知られている寄生虫は多くはないが、例えば同じ等脚目のカクレヤドリムシ類、扁形動物の吸虫類、寄生性フジツボであるフクロムシ類などが知られている。ちなみに、これまで寄生性のウミナナフシ類は見つかっていない。

カクレヤドリムシ類は、様々な甲殻類を利用する寄生性等脚類で、等脚類でありながら等脚類に寄生する種が知られている。筆者は、ウミナナフシ類に寄生するカクレヤドリムシ類を初めて見つけ、新属ウミナナフシヤドリ *Anthuroniscus* を設立するとともに、3新種を記載した。3種のうち、ソラメウミナナフシヤドリ *Anthuroniscus shimomurai* ではメスが知られており、宿主ウミナナフシの育房に寄生する(図5a)。メスは、体節構造のない袋状で(図5b)、とても甲殻類には見えない見た目をしている。詳細は Shiraki & Kakui (2024b) を参照。

吸虫類は、寄生性扁形動物の一群で、一般に終宿主に寄生するまでに2つの中間宿主(第一、第二中間宿主)を経る。その第二中間宿主としてウミナナフシ類が利用される。これまで4種のウミナナフシ類が吸虫に寄生されることが報告されており、そのうちの一種が日本産種のムロミスナウミナナフシである(図5c)。福岡県室見川の個体群では、54個体のムロミスナウミナナフシから、合計389個体の吸虫の被囊幼虫(第二中間宿主に寄生するステージ; 図5d)が見つかった(寄生率は96.3%)。また、そのうちの一個体の宿主ウミナナフシからは、なんと71個体の吸虫が見つかったほどである。詳細は Shiraki & Kakui (2025) を参照。

フクロムシ類はフジツボなどの仲間で、多くはカニやヤドカリなどの十脚類に寄生する。しかし、一部の種は他の甲殻類に寄生し、ウミナナフシ類に寄生する種も一種知られている。

Duplorbis calathurae という種で、グリーンランドの水深90 m から得られている。フクロムシ類はエクステルナという宿主の体外にでている袋のような構造と、インテルナという宿主の体内に根を張ったような構造からなる。ウミナナフシ寄生性フクロムシでは、このエクステルナという構造を3つもち、それらが宿主ウミナナフシの育房に位置しており、まるでウミナナフシの胚のように見える。胚に見えるということもおそらく影響して、ウミナナフシ類に寄生するフクロムシ類はこれまで一種しか知られていない。しかし、日本にも複数種分布することが分かっており、筆者は現在そのうちの一種について取り組んでいる。

謝辞

ここで紹介した研究の一部は、水産無脊椎動物研究所2022年度個別研究助成に支援されて実施された(KO2022-04)。採集調査に際しては、多くの方に協力いただいた。また、これまでの研究は指導教員である角井敬知氏に多大なる協力をしていた。この場を借りて感謝申し上げる。

引用文献

- 布村 昇・下村通誉 (2012a). 日本産等脚目甲殻類の分類 (13) ウオノエ亜目ウミナナフシ上科 ①オビロウミナナフシ科, ホソウミナナフシ科およびワタゾコウミナナフシ科. 海洋と生物. 34 (1): 80-86.
- 布村 昇・下村通誉 (2012b). 日本産等脚目甲殻類の分類 (14) ウオノエ亜目ウミナナフシ上科 ②ウミナナフシ科. 海洋と生物. 34 (2): 180-189.
- 布村 昇・下村通誉 (2012c). 日本産等脚目甲殻類の分類 (15) ウオノエ亜目ウミナナフシ上科 ③スナウミナナフシ科 (1). 海洋と生物. 34 (3): 258-266.
- 布村 昇・下村通誉 (2012d). 日本産等脚目甲殻類の分類 (16) ウオノエ亜目ウミナナフシ上科 ③スナウミナナフシ科 (2). 海洋と生物. 34 (4): 391-397.
- Shiraki S. and Kakui K. (2022) Observations on predation in *Paranthura japonica* Richardson, 1909 (Isopoda: Cymothoidea: Paranthuridae). Zool. Sci. 39: 270-274.
- Shiraki S. and Kakui K. (2024a) Ontogenetic changes in pigmentation pattern in *Mesanthura miyakoensis* (Crustacea: Isopoda: Anthuridae). Zool. Sci. 41: 323-328.
- Shiraki S. and Kakui K. (2024b) Isopods on isopods: integrative taxonomy of Cabiropidae (Isopoda: Epicaridea: Cryptoniscoidea) parasitic on anthuroid isopods, with descriptions of a new genus and three new species from Japan. Invertebr. Syst. 38: IS24013.
- Shiraki S. and Kakui K. (2025) Trematode metacercariae parasitic in the estuarine crustacean *Cyathura muromiensis* Nunomura, 1974 (Peracarida: Isopoda: Anthuroidea). Parasitol. Int. 104: 102973.

財団からのお知らせ

新刊紹介

睡眠の起源

金谷 啓之（著）
新書判，2024.12，
講談社現代新書
本体900円＋税

脳を持たないヒドラも眠ることを明らかにした著者が、睡眠と意識の謎に迫る。ヒドラの眠りの研究を中心に、なぜ生物は眠るのか、睡眠研究の歴史から最新の研究まで紹介されている。著者のこれまでの経験なども紹介されていて、研究の楽しさとワクワク感も伝わってくる。読み物としても大変興味深く、おすすめの一冊である。
（関連記事：P4-5 「ヒドラから見える私たちの眠り」）



日本近海産ヒトデ類図鑑

木暮 陽一（著）
A5判，2025.07，
海文堂出版
本体3,400円＋税

日本近海から300種ほどが記録されているヒトデ類のうち、正確な解説が可能な169種が掲載されている。浜辺から深海までの種がカバーされている本邦初の本格的なヒトデ図鑑。生時の写真も多く掲載されていて、形態の特徴と分布が記されているため、同定に役立つ図鑑として、手元に置いておきたい一冊である。最新の分類体系が採用されているため、そちらも参考にされたい。多彩なコラムもあり、楽しく見ることができる図鑑である。



観察会報告

親子で楽しむ海の生き物「わくわくウォッチング」

5月31日（土）に神奈川県横須賀市にある観音崎自然博物館で行いました。この日は雨の中での開催となりましたが、無事に磯での観察も実施することができました。雨予報だったにも関わらず、38名（大人22名、中学生以下16名）に参加いただきました。

例年同様、博物館の皆さまに実施いただき、午前中は海藻（ユカリ）の標本作り、午後は雨具を着て、磯にて生き物の観察を行いました。磯での観察にあたっての説明では、まずは海岸をしっかりと見て、海の様子やそこにいる生き物の様子をしっかりと見てくださいとお話をいただいたので、参加者の皆さんも、岩の表面や手で石をひっくり返して裏に付着している動物などをじっくりと観察し、新しい発見を楽しんでいました。

途中には晴れ間もあり、1時間半ほど磯で観察を行いました。最後に採集した生き物をケースに入れて、カニやウミウシ、ヒトデやマンジュウボヤなどを観察しました。

雨天での実施でしたが、充実した観察会となりました。参加者の皆さま、実施いただいた観音崎自然博物館の皆さまにお礼申し上げます。



海藻の標本作り（水の中で海藻を広げています）



磯での観察の様子



採集した生き物の観察

2026年度個別および育成研究助成課題を募集します

この研究助成は、水棲の無脊椎動物に関する独創性ある研究の発掘・育成・促進を目的とし、この分野での知識充実や、自然への理解及び人類福祉への利用を視野に研究助成を継続しています。

特に、フィールドでの調査・研究、マイナーな生物群や分野の研究を積極的に支援しています。また、育成研究助成では、研究者を目指す学生を応援することを目的とし、若手への支援を積極的に行っています。

皆様からの活発なご応募をお待ちしております。

助成の内容

水棲の無脊椎動物（昆虫類を除く）の形態・発生・生理・分類・系統・生態・行動などに関するフィールドでの生物学的な調査研究に対して、個別研究助成では1課題につき1年間で上限70万、育成研究助成では博士課程の学生またはその課程を目指す学生に対して、2年間で年間上限100万の助成を行います。

助成金の使途

助成金は研究の遂行に直接必要な物品、調査や研究発表等の旅費や採集補助などの人件費などに使うことができます。

詳細は当財団ホームページにて募集要項をご確認ください。

応募締切

2026年1月7日(水) 17:00 必着

(1) 個別研究助成（10件程度）

【助成期間】2026年4月1日～2027年3月31日

【応募資格】日本に居住する方であれば、特に年令や資格の制限はありません。海外に居住し、日本国籍を有する方も対象となります。

大学や研究所に勤務する研究者等については、若手研究者からの活発な応募を期待します。研究機関等に所属していないため、研究上の便宜の少ない立場の研究者も対象となります。

(2) 育成研究助成（3件程度）

【助成期間】2026年4月1日～2028年3月31日

【応募資格】採択される年度に国内の大学院課程に在籍する学生で、大学院研究科の指導教員、またはこれに準ずる方の推薦を受けられる方。

参考 過去5年間の応募数と採択数

	年度	2021	2022	2023	2024	2025
個別研究助成	応募数	48	50	58	58	67
	採択数	9	10	8	9	10
育成研究助成	応募数	29	20	26	34	27
	採択数	4	4	4	4	3

応募方法

当財団ホームページ（下記URL参照）から申請書ファイルをダウンロードし、記入要領等をよく確認の上、申請書を作成してください。申請書は下記助成担当へ、応募フォームまたはメール添付にて提出してください（推薦書は郵送可）。

申請書ダウンロード <https://www.rimi.or.jp/josei/>

提出・問い合わせ jyosei@rimi.or.jp (研究助成担当)

編集後記

表紙写真は頭楯目カノコキセワタ科のエンビキセワタ *Odontoglaja guamensis* です。体色は緑色で、黒い褐色の細点が密に入り、白色で縁取られたピンク色の眼状斑紋が散在します。この徳之島で見られた個体は、眼状斑紋がややオレンジがかっています。前方にある頭楯が大きく、後方の外套楯の後方は、二つに分かれ、左側が若干長いことが特徴です。頭楯目は通常イメージするウミウシ類とは少し異なり、殻をもった種もいるグループです。

9月になりましたが、気温30度以上の毎日で、今後の夏はどうなってしまうのかと思います。先日、「黒潮大蛇行」が終息したとのニュースが流れてきました。7年続いた大蛇行の影響によるものかは分かりませんが、私たちが調査をしているエリアでは、ここ数年で海岸の生き物の様子が大きく変わりました。黒潮の大蛇行が終息したあと、また変化するのかもしれないのか、気になります。暑い日々ですが、フィールドに行けるのは楽しく、大汗をかきながら磯を歩いています。