

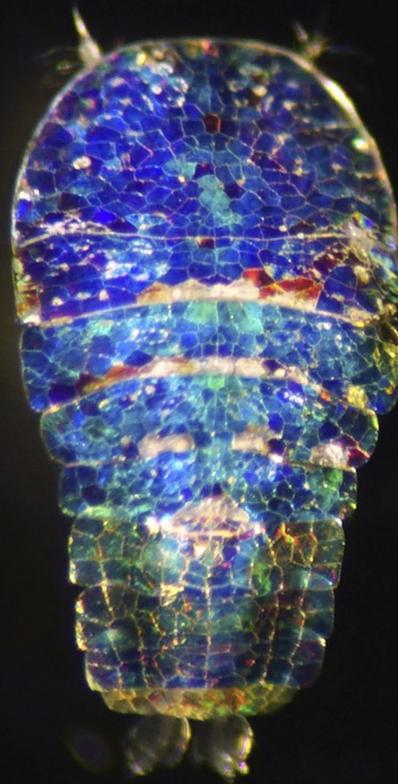


Japanese Association for Marine Biology

2025
May
Vol.13

JAMBIO

News Letter



「海の宝石」と呼ばれるカイアシ類サフィリナ *Sapphirina* の雄（体長 2 mm）。背側のクチクラ下にグアニン結晶の層を持ち、このような美しい干渉色を発する。この干渉色は交尾行動と関係すると考えられている。最近の研究では、結晶板の間の距離を調節して干渉色を発する時間帯を日周期的に制御しているという (Takahashi et al. 2015; Kimura et al. 2020)。大塚 攻 教授より提供（田中隼人氏撮影）。

目次

Contents

特集記事 2

カイアシ類の進化のダイナミズム
広島大学 大塚 攻
十脚甲殻類の隠蔽種 京都大学 朝倉 彰

JAMBIO ニュース 6

JAMBIO 沿岸生物合同調査
WCMS2024 開催報告
世界中の臨海実験所との交流
静岡大学花崎 可奈

WCMS2024 特別講演

～ 津波被害から 14 年後の振り返り
池田 実
東北大学

Tara JAMBIO ブルーカーボンプロジェクト

最新研究トピックス 10

自然科学研究機構 城倉 圭

施設紹介 11

東北大学大学院生命科学研究所附属
浅虫海洋生物学教育研究センター 熊野 岳

カイアシ類の進化のダイナミズム

広島大学 大塚 攻 名誉教授



カイアシ類は生態的、経済的に重要な微小甲殻類であるが、一般には知名度が極めて低い。しかし、実に多様な適応能力を持ち、ダイナミックな進化を遂げているので研究対象として興味の尽きぬ動物である。世界で初めて発見された毒を使って餌を捕獲すると推定される甲殻類としての発見、深海性カイアシ類が巨大な眼を持つ理由、ウオジラミの宿主への驚異的な付着メカニズム、ウオジラミと宿主のエンドレスな攻防、など国内外の優れた研究者や活気に満ちた若者達と行なったスリリングな研究を簡単に紹介する。

カイアシ類を知らずして魚を食うべからず！

「カイアシ類を研究しています」と自己紹介すると、「それ、何です？」と問いが返ってくる。こんな会話を何十年と繰り返してきた。生態学的、水産学的に最も重要な動物であるにも関わらず、である。浮遊性種はほとんどの天然魚類の稚仔魚、サンマなどの親魚の主要な餌になっている。朝食でシラスを食べる時、お腹側を観察すると納得できる。橙色のスポットはカタクチワシ仔魚がこれを捕食した証拠である。甲殻類なので熱を加えるとエビと同じように捕食者のお腹の中で赤くなる。一方、ウオジラミのような寄生性種は養殖業にとっては深刻な経済的被害をもたらし、その額は年間数百万米ドルにも達すると試算されている。日本ではトラフグ、ハマチ、カワハギなどの養殖場、蓄養場で被害がでている。

基礎的 / 応用的研究対象として実におもしろく、老若男女の研究者や学生たちと行なった研究例を簡単に紹介してみよう。

毒を使うカイアシ類

私の研究生活で代表的な研究を1つ挙げなさいと問われると、この仕事を挙げる。毒を使って餌動物を捕獲すると推定されるカイアシ類の発見である。甲殻類以外の節足動物であるクモ、ムカデが毒を使って餌を捕獲することは古くから知られていたが、甲殻類では私たちが世界で初めて発見した (Nishida & Ohtsuka 1996)。大顎の歯の先端が皮下注射針のような構造をしており、中は中空、先端はシリカで強化されていて獲物を刺しやすく、折れにくい。歯の形状や毒腺の構

造などは毒蛇の毒牙を想起させる (図1)。この毒牙がどのような進化を遂げて出来上がったのか、毒牙をどのように使うか機能形態学的に解析したのが Kaji et al. (2019) である。この要点は、(1) 粒子食の祖先の歯から様々な中間段階を示す歯を経て管状の毒牙に進化したこと、(2) 祖先的及び中間段階的の形質を持つ

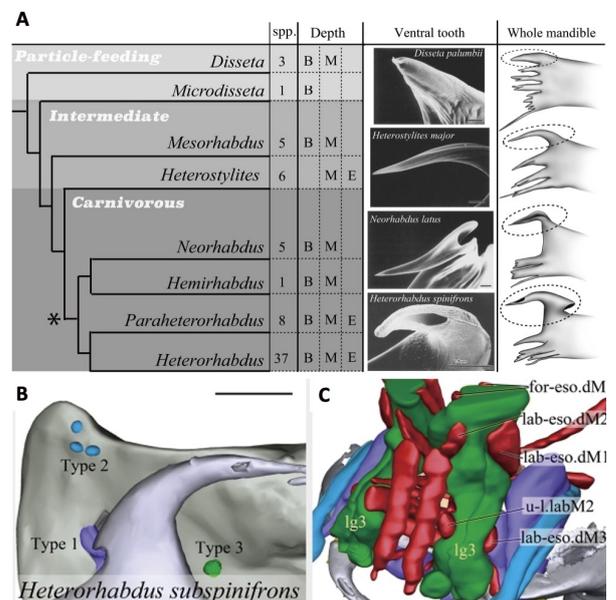


図1 浮遊性カイアシ類 Heterorhabdidae. A: 属間の系統と進化。最も派生的な *Heterorhabdus*、*Paraheterorhabdus* のみが管状の精巧な毒牙を持つ。属の種数、生息深度、大顎の最も腹側に位置する歯、大顎の歯のカッティングエッジ (点線で囲んだところが最も腹側に位置する相同な歯) を示す; B: *Heterorhabdus* の右上唇裏側と毒牙の位置関係。毒牙の根元は Type 1 の分泌腺開口部に密着して毒物質を充填する; C: SBF-SEM などを用いて解明した上唇内の分泌腺 [毒腺 (紫)、その他の分泌腺 (青、緑)] と筋肉 (赤) の配置。(Kaji et al. 2019 より)

分類群が現存すること、(3) この進化における形態変化は基本的に転用であること、(4) 進化上新規に加わった形質は1対の筋肉だけであること、(5) 食性変化に伴い、体長を小型化して、分布を深海から浅海にシフト（図1AのDepth: B→E）した種が存在すること、である。夭折した天才・梶智就さんが最新の技術を駆使した共同研究であった。新生代に急速に進化したクジラ類の進化を彷彿させるが、こちらは祖先的、中間的な段階も現存することが凄い点である。なお、毒成分の解明については若い研究者のチャレンジを期待している。

巨大な眼を持つカイアシ類

深海動物には巨眼を持つものがおり、餌や捕食者を検知するためと考えられている。深海性カイアシ類にも巨眼を持つものが知られる（図2）。非常に偏食で甲殻類起源のデトリタス（脱皮殻など）のみを摂食している。パラポラアンテナ状の単眼はデトリタスに付着する発光細菌を検出するためであろう。単眼の基底には様々な波長を効率的に反射する多層構造がある（Nishida et al. 2002）。消化管内からは、キチン分解能を持つピブリオなどの発光細菌の検出にも成功した（Hirano et al. 2024）。院生と細菌、有機化学、発光の専門家とのコラボであった。

ウオジラミの宿主に付着する吸盤

ウオジラミ属は主、補助の2種類の吸盤（図3A）を使って魚類宿主の体表などに付着して粘液、皮膚、血液を食べる。両吸盤の形態は属内でステレオタイプであるが、吸盤の作用機序はほとんど何も分かっていなかった。鍵は、特殊なクチクラ構造（図3B, C）と第2胸脚（図3A）の単純な前後運動によって主吸盤内を陰圧にするエネルギー変換システムにあった

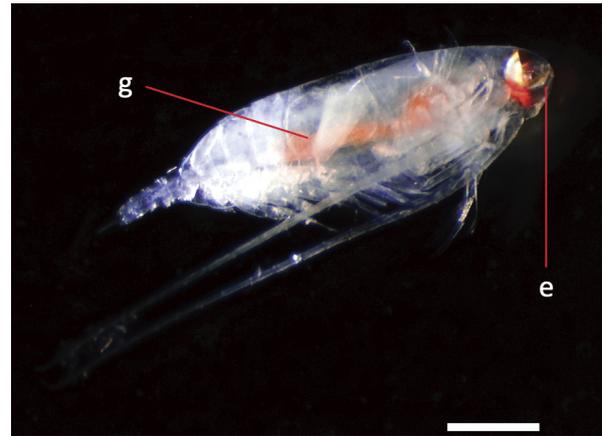


図2 発達した単眼(e)を持つ深海浮遊性カイアシ類 *Cephalophanes*。腸管(g)は発光細菌の光が漏れないように橙色をしている。スケールは1 mm。

(Ohtsuka et al. 2023)。粘液に覆われた魚類に付着するにはこのステレオタイプが効率的なのである。この研究は4名の院生、盟友・近藤裕介さんらとの合作であった。なお、補助吸盤のエゴデボに関する研究は梶さんとの初のコラボであった（Kaji et al. 2012）。

生物間の攻防はエンドレス

トラフグやクサフグが属するトラフグ属はテトロドキシン(TTX)を持つことで有名である。瀬戸内海産クサフグにはウオジラミ属2種を含む5種もの寄生性カイアシ類が体表、口内、鰓に寄生している。TTX保有はクサフグの捕食者対策が一因だろうが、寄生虫には効果なし。驚くことにウオジラミ属の1種は寄生するやいなやクサフグの粘液(TTXを含む)を摂食して体内にTTXを貯蔵するのである(Kodama et al. 2021)。イオンチャンネルはどうなっているのだろうか？宿主から脱落した時の捕食者対策ではないかと推測している。一方、クサフグも寄生虫対策に乗り出した。寄生虫を落とすために河川を遡上して淡水浴

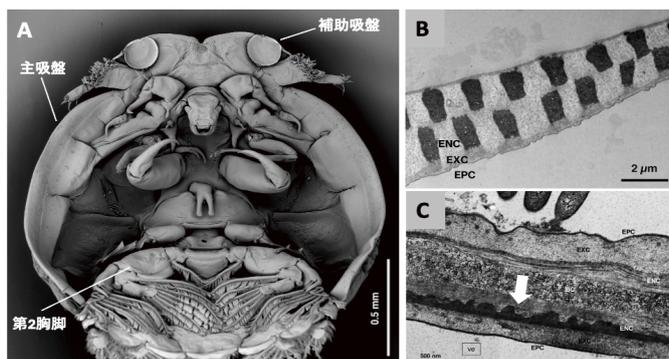


図3 ウオジラミ属の1種 *Caligus fugu*。A: 前体部腹面にある主吸盤と補助吸盤のSEM像；B: 補助吸盤の縦断面TEM像。電子密度の高い部分と低い部分が交互に出現し、さらに背腹でも交互に配列している；C: 主吸盤縁辺の薄膜の縦断面。白い矢印は内クチクラの背側にある凹凸面。この構造によって水流で跳ね上がった後に自動的に宿主体表へ密着することができる。(Ohtsuka et al. 2023 より)

をするのである (Fukahori et al. in press)。せっかく TTX 保有の宿主に寄生して掃除魚などの被害から免れたと思いきや、宿主もだまっていない。攻防は続くのであった。釣り好きな院生達との合作であった。

参考文献

Fukahori S et al. (in press) Does grass puffer migrate upstream in rivers to eliminate ectoparasitic copepods?: likely natural freshwater bathing. *Plankton Benthos Res.*
Hirano, K et al. (2024). Isolation and characterization of bacteria from the gut of a mesopelagic copepod *Cephalophanes refulgens* (Copepoda: Calanoida). *J Plankton Res* 46, 48–58.
Kaji T et al. (2019). Evolutionary transformation of mouthparts from particle-feeding to piercing carnivory in Viper copepods:

Review and 3D analyses of a key innovation using advanced imaging techniques. *Front Zool* 16, 1–14.

Kaji, T et al. (2012). The lunule of caligid copepods: an evolutionarily novel structure. *Evo Dev* 14, 465–475.

Kodama T et al. (2021). Evidence of accumulation of tetrodotoxin (TTX) in tissues and body parts of ectoparasitic copepods via their feeding on mucus of TTX-bearing pufferfish. *Toxicon* 204, 37–43.

Nishida S & Ohtsuka S (1996). Specialized feeding mechanism in the pelagic copepod genus *Heterorhabdus* (Calanoida: Heterorhabdidae), with special reference to the mandibular tooth and labral glands. *Mar Biol* 126, 619–632.

Ohtsuka, S et al. (2021). The cephalothoracic sucker of sea lice (Crustacea: Copepoda: Caligidae): The functional importance of cuticular membrane ultrastructure. *Arthropod Struc Dev* 62, 101046.

十脚甲殻類の隠蔽種

京都大学フィールド科学教育研究センター
瀬戸臨海実験所
朝倉 彰 特任教授



十脚甲殻類は種多様性の高い分類群であるが、身近な種も多く古くから系統分類学の研究が行われてきた。しかし最近の分子系統学の発展や、詳細な形態の検討、幼生発生、繁殖行動、地理分布から新たな種の発見が続いている。こうした手法を使って、瀬戸臨海実験所では西太平洋～インド洋の潮間帯に生息する十脚甲殻類を材料として研究を行い、従来単 1 の種と思われていたものが複数の種に分かれることを見出し、その系統学的関係を研究してきたので、ここにそのいくつかの例を紹介する。

ツノメチゴガニ属の隠蔽種 (コメツキガニ科)

ツノメチゴガニ *Tmethypocoelis ceratophora* (Koelbel, 1897) は熱帯の泥干潟に生息し眼に小さな角があることを特徴とし、ホンコンを模式産地としてとして記載され、西太平洋域に広く分布するされてきた。しかし近年の詳細な分類学的再検討により酷似する複数の種が入っていることが判明し、*T. koelbeli* Davie, 1990 がオーストラリアから、*T. odontodactylus* Davie, 1990 がパプアから記載された。日本産の種も *T. ceratophora* とは別種の *T. choreutes* Davie & Kosuge, 1995 とされ、形態的な差は微小であるがオスのウェイピング・ディスプレイに違いがあること、地理分布が異なる等の違いがあることが示された。

瀬戸臨海実験所の大学院生 Dewi Citra Murniati 氏 (現在 インドネシア国家研究イノベーション庁) は、シンガポール大学、ライデン博物館、クイーン

ズランド学物館の協力により、インドネシア産ツノメチゴガニの分類学的研究を進め、*T. ceratophora* に酷似する新種 *T. liki* Murniati, Asakura, Nugroho, Hernawan & Dharmawan, 2022 をパプアから、*T. simplex* Murniati, Asakura & Davie, 2023 (図 1) と *T. celebensis* Murniati, Asakura & Davie, 2023 をスラウェシから記載した。その結果ツノメチゴガニとされていた種は、7 種類に分かれることになった。これらの進化的起源について Murniati et al.(2013) は、東南アジア海域を流れる海流が島の中の分布障壁の働きをして、新しい種を生んだと考察している。

フタハオサガニ種群の新種 (オサガニ科)

熱帯の干潟に生息するフタハオサガニ *Macrophthalmus (Macrophthalmus) convexus* Stimpson, 1858 には形態的に酷似する 2 種類 *M. consobrinus*、*M. parvimanus* がいて、それら



図1 *Tmethypocoelis simplex* Murniati, Asakura & Davie, 2023。上がオス、下がメス（写真 Dewi Citra Murniati）。ZooKeys 1156 (2023)。

は Barnes (2010) によって *M. (Macrophthalmus) convexus* group とよばれた。瀬戸臨海実験所の大学院生の Dewi Citra Murniati 氏を中心とする研究チームはこのグループの種に形態的に良く似た新種をインドネシアのパプアより発見し *M. (Macrophthalmus) manggala* Murniati, Asakura, Nugroho, Hernawan & Dharmawan, 2022 (図2) と命名した。本グループの他の種とは胃歯、オスの生殖肢、ハサミ脚の形態により区別される。

イソヨコバサミの集団遺伝的解析 (ヤドカリ科)

イソヨコバサミ *Clibanarius virescens* (Krauss, 1843)

はヨコバサミ属では世界で最も広い地理分布を示し、南アフリカからインド洋、西太平洋の熱帯域、房総半島までの温帯域に分布する。瀬戸臨海実験所の大学院生の吉川晟弘氏（現在 熊本大学）は国立遺伝学研究所、タイのカセサート大学、インドネシアのシャリフ・ヒダヤトゥラー大学などの協力により mtDNA の COI 遺伝子による本種の分子系統学的研究を行い、本種には歩脚や体サイズに様々な地域変異が認められるがそれらには遺伝的差異はない、またタイ、インドネシア、オーストラリアにそれぞれ形態的には区別できないが遺伝的に明瞭に区別される集団が存在することを発見した (Yoshikawa et al., 2020)。また Yoshikawa et al (2019) は、イソヨコバサミを含む西太平洋、インド洋に生息するヨコバサミ属 19 種の分子系統解析を行い、サンゴ礁等の硬質底に生息するがより原始的なグループで、そこから少なくとも 2 回、泥底などの軟質底に生息するグループが進化したことを示唆した。

ケアシホンヤドカリとホシゾラホンヤドカリ (ホンヤドカリ科)

ケアシホンヤドカリは日本の岩礁潮間帯の普通種であるが、以前より歩脚とハサミ脚の斑点模様が白い個体と黒い個体があることが知られていた。これらの繁殖行動、地理的分布、微細な形態の違いからそれらは別種であると判断され、前者が新種ホシゾラホンヤドカリ *Pagurus maculosus* Komai & Imafuku, 1996 として記載され、後者が *Pagurus lanuginosus* De Haan, 1849 (ケアシホンヤドカリ) の学名を引き継いだ。瀬戸臨海実験所の大学院生の Zakea Sultana 氏（現在 国際農林水産業研究センター）を中心とする研究チームは、この2種の幼生の完全飼育に成功し、幼生の形態に様々な違いがあることを見出した (Sultana & Asakura, 2015a, b)。また国立遺伝学研究所の協力を得て日本と北アメリカの太平洋岸の潮間帯から浅海



図2 *Macrophthalmus (Macrophthalmus) manggala* Murniati, Asakura, Nugroho, Hernawan & Dharmawan, 2022。オス。Raffles Bull Zool 70 (2022)。

域に生息するホンヤドカリ属の種について mtDNA 全塩基配列を次世代シーケンシングによって調べたところ (Sultana et al., 2018)、この2種は遺伝的に非常に近い関係にはあるが、別種であることが改めて示された。

参考文献

Barnes RSK (2010). A review of the sentinel and allied crabs (Crustacea: Brachyura: Macrophthalmidae) with particular reference to the genus *Macrophthalmus*. *Raffles Bull Zool* 58: 31–49.

Davie PJF. (1990). New and rare crabs of the subfamily Dotillinae (Crustacea: Ocypodidae) from northern Australia and New Guinea. *Mem Queensl Mus* 28: 463–473.

Davie PJ, Kosuge T. (1995). A new species of *Tmethypocoelisis* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from Japan. *Raffles Bull Zool* 43: 207–216.

De Haan W. (1849). Crustacea. In: Siebold, P.F. von (ed.), *Fauna Japonica* 6: 184–186.

Krauss, F. (1843). Die Südafrikanischen Crustaceen. *Schweizerbartsche*, 68 pp.

Koelbel K. (1897). Rákók. In: Széchenyi, B. 1890–1897. Gróf keletázsiai utjának tudományos eredménye, 1877–1880. *KFEK Bizományában, Budapest. II*: 709–718, pl. 1. [In Hungarian]

Komai T, Imafuku M. (1996). Redescription of *Pagurus lanuginosus* with the establishment of a neotype, and description of a new closely related species (Decapoda: Anomura: Paguridae). *J Crust Biol* 16: 782–796.

Murniati DC et al. (2023). Two new species of *Tmethypocoelisis* Koelbel, 1897 (Decapoda, Brachyura, Dotillidae) from Sulawesi,

Indonesia. *ZooKeys* 1156: 159–190.

Murniati DC, et al. (2022). On a collection of thoracotreme crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae, Macrophthalmidae, Dotillidae) from two offshore islands of Papua, eastern Indonesia, with descriptions of two new species. *Raffles Bull Zool* 70: 461–491.

Sultana Z, Asakura A. (2015)a. The complete larval development of *Pagurus lanuginosus* De Haan, 1849 (Decapoda, Anomura, Paguridae) reared in the laboratory, with emphasis on the post-larval stage. *Zootaxa* 3915: 206–232.

Sultana Z, Asakura A. (2015)b. The complete larval development of *Pagurus maculosus* Komai & Imafuku, 1996 (Decapoda, Anomura, Paguridae) reared in the laboratory, and a comparison with sympatric species. *Zootaxa* 3947: 301–326.

Sultana Z et al. (2018). Molecular phylogeny of ten intertidal hermit crabs of the genus *Pagurus* inferred from multiple mitochondrial genes, with special emphasis on the evolutionary relationship of *Pagurus lanuginosus* and *Pagurus maculosus*. *Genetica* 146: 369–381.

Sultana Z et al. (2022). Diversity and molecular phylogeny of pagurid hermit crabs (Anomura: Paguridae: *Pagurus*). *Diversity* 14: 141.

Yoshikawa A et al. (2019). Molecular phylogeny of *Clibanarius* Dana, 1852 from the Indo-West Pacific: evolution of pereopod colour pattern and habitat adaptation. *Crustaceana* 92: 799–839.

Yoshikawa A et al. (2020). Colour variation of the intertidal hermit crab *Clibanarius virescens* considering growth stage, geographic area in the Indo–West Pacific Ocean, and molecular phylogeny. *J Mar Biol Assoc UK* 100: 1107–1121.

JAMBIO NEWS

沿岸生物合同調査



JAMBIO Coastal Organism Joint Surveys

JAMBIO では共同推進プロジェクトとして、浅海底から深海底までの沿岸生物の合同調査を行っています。コロナ禍で一時期中断していましたが、状況が落ち着いた 2022 年度から各開催地のコロナ対策の方針に従って調査を再開しています。2023 年度、2024 年度には以下の調査を実施しました。2025 年度も、1 – 2 回の調査を実施する予定です。

第 24 回 JAMBIO 沿岸生物合同調査

目的：菅島沿岸の底生生物の調査

調査日：2023 年 5 月 31 日 (水) ~ 6 月 1 日 (木) 2 日間

調査場所：名古屋大学大学院理学研究科附属菅島臨海実験所
三重県鳥羽市菅島周辺

調査方法：調査船フロンティアを用いたドレッジ、潜水、磯調査

参加者：20 名



第 25 回 JAMBIO 沿岸生物合同調査

目的：浅海底から深海底までを含めた、伊豆半島沿岸の底生生物の調査

調査日：2024 年 10 月 2 日 (水) ~ 10 月 3 日 (木) 2 日間

調査場所：筑波大学下田臨海実験センター、下田海中水族館、伊豆半島下田沖

調査方法：つくばIIを用いたドレッジ、磯採集、下田海中水族館での固着生物の採集と海藻からの洗い出し、鍋田湾での砂からの洗い出し・ベイトトラップ・ライトトラップ、センター内水槽の底生生物の調査

参加者：18 名

沿岸生物合同調査に関する問い合わせ先：筑波大学下田臨海実験センター 中野裕昭 (h.nakano@shimoda.tsukuba.ac.jp)

JAMBIO NEWS

第2回世界マリンステーション会議

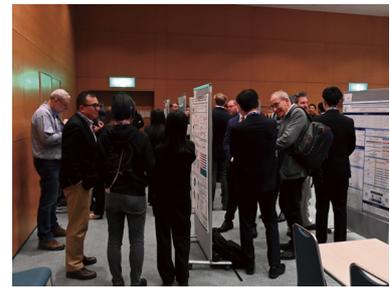
WCMS2024 開催報告



2021 United Nations Decade
of Ocean Science
2030 for Sustainable Development



世界には 800 を超えるマリンステーションがあり、19 世紀半ば以来、海洋と海洋生物に対する理解を深めるための活動が行われてきました。世界マリンステーション協会 (WAMS) は、IOC-UNESCO の代表者と複数の代表団との会合を経て、2008 年に設立され、マリンステーションのさまざまな問題について相互に確認し、国際連携を促進することを目的としています。2021 年 11 月に第 1 回 世界マリンステーション会議 (1st WCMS) がオンライン開催され、世界中の海洋ステーションの主要メンバーが参加しました。第 2 回 世界マリンステーション会議 (2nd WCMS) は JAMBIO の主催により、2024 年 11 月 27 ~ 29 日に静岡県コンベンションアーツセンター「グランシップ」にて、ユネスコ IOC の Ocean Decade Activity (「海洋の 10 年」活動) としての承認を受け、開催されました。大会には、19 か国から 76 名が現地参加、8 名がオンライン参加しました。大会はユネスコ IOC 事務局長 Vidar Helgesen 氏からのビデオメッセージから始まり、5 セッション 23 講演と 12 件のポスター発表、5 つのパネルディスカッションが行われ、マリンステーションの共同活動、情報共有、並びに国際連携について活発な議論がされました。



世界中の臨海実験所との交流

静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻 修士 2 年 花崎 可奈

本会議は、日本国内の研究者だけでなく、世界中の研究者と交流することができたため、非常に貴重な機会となりました。臨海実験所ごとに規模・立地・設備が異なること、その地域に適した研究所が、各国に位置していることを知り、臨海実験所の多様性を感じ取りました。そして、各々の実験所が有する強みを活かし、各地域(限定的)に生息する生物の研究を活発に行っていることを実感しました。臨海実験所のどの機関もアクティブな研究活動を行っているゆえ、連携し合うことで更なる発見の促進や地域限定的・世界的な問題の解決が見込まれ、JAMBIO や WAMS 等のネットワークの重要性を理解することができました。

本会議には各国臨海実験場の代表者や研究員だけでなく、アメリカから来た高校生も参加しており、彼らの発表・Plenary session を見て驚嘆しました。高校生とは思えない、堂々とした発表とスムーズな受け答えから、高いプレ

ゼンテーション能力を感じ取り、良い刺激を得られました。そして、世界に対して自身の研究を発信するためや世界中の研究者との連携のためには、英語でコミュニケーションを行う力とプレゼンテーション能力が不可欠であることを強く認識し、これら能力を身につけるように努めたいと思いました。

私は将来研究者になることを目指す学生ですが、博士課程修了後の就職先を検討する中で本会議は非常に有意義なものでした。日本国内の臨海実験所には比較的簡単に赴くことができますが、海外の実験所には気軽に行くことができません。本会議では、世界中の研究者から直接、臨海実験所の特色や研究内容・課題を聴けたため、「この研究所に就職できたら、このような実験ができる」等、具体的に将来の研究生活をイメージすることができました。

WCMS2024 特別講演

津波被害から 14 年後の振り返り

東北大学大学院農学研究科附属女川フィールドセンター
池田 実 教授

前 JAMBIO 機構長の稲葉一男先生（筑波大学）からお招きをいただき、昨年 11 月末に静岡市で開催された第 2 回世界マリンステーション会議（WCMS2024）において、2011 年 3 月 11 日に女川フィールドセンター（以下、FC）が被災した津波被害と復興への道のりについて発表させていただいた。津波被害について発表することは、震災直後から様々な会議や講義で何度も行い、印刷物としても公表 1,2) してきたため、「13 年以上も前のことだし、もういいんじゃないのかなあ……。それに最近はどういうわけか当時の被災写真を見ると妙に気持ちがザワつくんだよね。以前はそんな感じしなかったのになあ……。」と、お招きをいただいた直後は躊躇していた。しかし、会議に参加する世界各地の臨海・水産実験所スタッフは、全てではないにせよ津波を代表とする沿岸の自然災害に見舞われるリスクを少なからず感じているはずであり、女川 FC スタッフが経験したことをお話しし、共有させていただくことは意義のあることと考え、発表を引き受けることとした。また、女川 FC は 2014 年 9 月に復興したが、それ以後も規模の大きな地震に何度も見舞われ、そのうち 3 回は津波注意報の対象地域となった。これらの経験も踏まえて、発表スライドをまとめるにあたって明確化された臨海・水産実験所の防災・減災に関する私からの提言を以下に記す。

1. 必ず起こる地震や津波

日本だけではなく世界各地で大規模な地震が起きており、沿岸部では津波も発生している。地球の活動が活発化しているためだが、私たちの生活は薄くて脆弱な「皮層」の上に形成されていることに留意しておく必要がある。また地震の発生確率が低いと考えられているエリアであっても高潮に見舞われる危険性がある。自然災害には必ず見舞われると考えて防災・減災を目的とした対策を立てておくことが肝要である。

2. 命を守ることが第一

女川町を含む三陸地方沿岸には「津波てんでんこ」という伝承がある。「津波が来たら、各自てんでばらばらに逃げろ」という意味で自助を重視した考え方である。利己的な印象を受けるが、他者に対する避難の促進、相互信頼の事前醸成、生存者の自責感の低減といった意味合いも含まれていることが指摘されている。いずれにせよ津波から命を守ることが何より大切ということを端的に示す言葉である。この考え方を基本に防災・減災に努めることが大切である。

女川フィールドセンターでは 2011 年 3 月 11 日の地震直後、技術職員ら 2 名が調査実習船を操船し、迫り来る津波の波濤を乗り越えて沖出しを行った。また、別の技術職員は避難してはいたものの、浸水がもたらす漏電に備えて主電源を切りに建屋に戻り、津波に遭遇した。いずれも職務専念義務に従った対応ではあるものの、ちょっとした判断ミスで命を失った可能性があり、綱渡り的な行為であったことは否めない。津波の規模や到達予想時刻に合わせた対策を考えておくべきだったと反省した。現在のところ、警報レベルの場合には施設保守は二の次で、とにかく避難することを共通認識にしている。

3. 避難場所は複数設定

震災前、女川 FC では FC 裏の狭い空き地を避難場所として定めていた。しかし、震災時、FC 滞在者 9 名は自家用車で避難することを希望し、近隣の土地事情に明るい職員の勧めによって、より広い空き地のある集落内に自家用車に乗って避難した。結果として、もともとの避難場所は完全水没し、駐車していた空き地の方も津波が迫ってきたため、車を置いたままより高い場所へと避難し、命だけは守ることができた。車で避難することを選択したこと、駐車に適した場所があったこと、そこより高い場所に逃げることができたという偶然的な要素が重なって命が救われたものと考えられる。このことを教訓として、現在女川 FC では複数の避難場所を設定し、状況を見ながら生存率がより高まる避難場所へ移動できるようにしている。また、実習で宿泊する学生には実習初日に避難場所と経路を実際に歩いて説明している。外来の利用者に関しては実地に説明することはしないが、施設内の要所に避難経路マップを表示して留意を促している。さらに、近隣集落の集会所が一時避難所になるため、実習などのため多くの人が避難する可能性がある場合には、コミュニティに対して事前に了解を取り付けている。

4. 調査・実験データおよび備品・物品台帳のクラウド保管
津波による調査・実験データの滅失は、所属の教員や大学



院生・学生にとって最も深刻な被害の一つであった。震災前、私は大容量のデータ保管用ハードディスクを購入し、「これでPCが突然クラッシュしても安心」とやや得意になっていたが、津波に対しては全く無力であった。また、震災直後から復旧復興を目的とした補正予算計上のために滅失物品とその価格に関する情報提供が大学本部から求められた。こちらの方も台帳そのものが滅失していたため、大学本部に記録が残る大型機器などの備品は別として、小型機器類や試薬類は記憶を頼りに、水増し請求につながるものがないよう呻吟しつつ報告をまとめた。当時、クラウドサービスは出回り始めた頃であったが、存在を知っただけにその利用をしていなかったことは悔やまれた。震災後の迅速な教育研究活動への復帰や円滑な復旧予算の請求と交付のためには、調査・実験データや施設・備品の台帳の保管についてはクラウドサービスを利用することが必須である。

以上の提言については、既に留意し、実践されている施設も少なくないのかもしれない。しかし、当たり前のことをあらためて記しておくのも有益と考えた次第である。また、女川FCでは施設責任者の私が出張や本学での講義および会議で不在にすることが頻繁となっており、他の臨海・水産実験所でも同様なのではないかと推察する。責任者である教員不在の折に災害が起きた場合、適切な対応ができるかどうかは技術職員を始めとする常駐スタッフの双肩にかかっていると言っても過言ではない。常日頃から教員と技術職員を含めたスタッフ全員で防災・減災に関する意識とマニュアルを共有し、もしもの際のシミュレーションを行っておくことも必要であろう。

引用文献：1) 池田 実 (2012) 女川フィールドセンターにおける被災状況。複合生態フィールド教育研究センター報告, 27: 67-71. 2) 池田 実 (2017) 女川フィールドセンターの復興。日本水産学会誌, 83: 245-248.

JAMBIO NEWS

Tara JAMBIO

ブルーカーボンプロジェクト

Fondation
taraocéan
調査と共有

広島大学 和田 茂樹 教授
(Tara JAMBIO ブルーカーボンプロジェクト 科学コーディネーター)

海洋（主に沿岸域）の植生を介して海に隔離される炭素をブルーカーボンと呼びます。特に、海藻や海草を基盤種とする藻場生態系は、日本のブルーカーボンのほとんどを創出していると考えられており、その保全や造成活動は気候変動の対策として注目されています。しかし、藻場の植物が光合成で固定した炭素のうちどのぐらいの割合が隔離に寄与するのか、その見積もりはかなり曖昧であり精緻な調査に基づいた評価が不可欠です。

ブルーカーボンにかかわる過程は、CO₂固定を行う光合成だけでなく有機物の分解や輸送、埋没など多岐にわたるため、様々な分野の研究者の結集が不可欠です。さらに近年、磯焼けと呼ばれる海藻藻場の壊滅的な衰退が日本各地で報告されており、その要因の解明も重要です。JAMBIOでは一般法人タラ オセアン ジャパンとともにブルーカーボン



九州大学天草臨海実験所での調査

プロジェクトを開始しました。10を超える大学・研究所から研究者が参加し、日本全体で調査を行います。日本は南北に長く環境が大きく異なることから、様々なタイプの藻場が存在します。全国に点在する臨海実験所は調査の拠点として極めて重要であり、2024年に4か所、2025年は7か所を回ります。調査には芸術家が帯同して科学と芸術の融合を図り、一般市民や子供向けの啓蒙イベントも行います。

<https://jp.fondationtaraocean.org/expedition/tara-jambio-bluecarbon/>



最新研究トピックス Research Topics

クシクラゲをもとめて

自然科学研究機構 生命創成探究センター・基礎生物学研究所

若手研究者雇用特別研究員（日本学術振興会 特別研究員 PD）城倉 圭

私がクシクラゲの研究を始めたのは2014年、筑波大学下田臨海実験センターで修士課程の学生として稲葉一男教授の研究室に所属したことがきっかけだった。当時、研究室ではクシクラゲの飼育に初めて成功しつつあり、私はその成果を引き継ぎ、虹色に輝く巨大複合繊毛「楯板」の分子構築をテーマに、実験基盤の確立に取り組んだ。性成熟まで育成可能な飼育系や、卵へのマイクロインジェクション技術の確立など、多くの困難に直面したが、そこで得た知見と経験は、今も私の研究の核をなしている。

学位取得後は、コロナ禍の中で渡英し、エクセター大学（現・ドイツ・ハイデルベルク大学）の Gaspar Jekely 教授の下で、ゴカイ *Platynereis dumerilii* の幼生のコネクトームに基づく、繊毛運動や遊泳行動の神経制御機構の研究に携わった。その過程で、当時ポストドク仲間だった Luis Bezares-Calderon 博士（現フランス Villefranche-sur-Mer 臨海実験所グループリーダー）からアメリカの Woods Hole にある Marine Biological Laboratory (MBL) の Grass Fellowship を紹介され、2023年6月～9月に MBL を訪れる機会を得た。そこで出会った、クシクラゲの繊毛研究の第一人者 Sidney Tamm 博士や、多様な専門背景を持つ同世代のフェローたちとの交流は、私の視野を大きく広げ、クシクラゲ研究を前進させる重要な契機となった。さらに同年9月～12月には、山田科学振興財団の支援によりノルウェー・ベルゲン大学の Michael Sars センターに滞在し、クシクラゲ研究の気鋭の研究者 Pawel Burkhardt 博士との共同研究の機会を得た。こうした臨海実験所での経験と自身の研究背景があったからこそ、プロジェクトの枠を超えた予期せぬ現象の発見に至った。ここでは、そうした環境だからこそ得られた偶発的で興味深い発見を紹介したい。

夏の MBL は、クシクラゲにとってまさに宝庫である。私はほぼ毎日、MBL の目の前にある桟橋へ、バケツと“cteno-dipper”を持って出かけ、その日に使用するクシクラゲを採集していた。採集した個体は、実験所内のかけ流し式の飼育タンクで維持管理していた。当時の私のテーマはクシクラゲの平衡器官の繊毛に着目し、明暗条件によって重力走性が変わるか、というものであった。ある日、いつも通りタンクから実験に使う個体を取り出そうとしたところ、驚くべきことに、1つに融合したクシクラゲを発見した。この現象は、1937年に同じ MBL で B.R. Coonfield 博士によって報告されていたが、それ以降ほと



MBL の目の前にある桟橋で Sidney Tamm 博士とともに“cteno-dipper”を持ってクシクラゲを採集している様子

んど注目されてこなかった。この融合現象を詳細に観察・解析するため、私は、その現象に興味を持った他の Grass フェローのメンバーとともに実験室内でその再現系を確立した。具体的には、体の一部を切除したクシクラゲを2個体用意し、切除面同士が接触するようにピンで固定したうえで、一晩静置することで、高確率で融合個体を作製できることを明らかにした。さらに、この融合中の2個体においては、わずか2時間で筋収縮のタイミングが同期し始めることが観察された。このことは2個体間で筋収縮を誘起する神経シグナルが共有されたことを示唆している。融合が成立した個体の片側の口から蛍光色素で標識した餌（ブラインシュリンプ）を与えたところ、消化物は融合した消化管を通過してもう一方の個体へと移動し、最終的に、餌を与えなかった側の肛門から糞として排出される様子が確認された。消化管どうしが正しい位置で機能的に合わり、機能が維持されたことが示された。本研究成果は、2024年10月7日付で *Current Biology* 誌に掲載された。

これはその一例に過ぎないが、臨海実験所には多様なバックグラウンドを持つ研究者たちが集い、活発な議論が自然発生的に巻き起こる。このような環境では、自らの研究テーマや日常的に扱っているモデル生物の枠を超えた視点が得られやすく、むしろそうした領域の外側にこそ、生物の本質を捉えるための重要なヒントが潜んでいるのだと私は考えている。こうした越境的な視座こそが、これからの研究においてますます求められるのではないだろうか。

施設紹介

Marine stations

日本は北海道から沖縄まで南北に長く複雑な海岸線を持っており、多くの島々も存在します。気候や海流、沿岸域の特徴、生態系もさまざまです。全国のマリンステーションが面する沿岸環境も多種多様です。汽水、淡水域に面した水圏ステーションも存在します。主に扱っている研究内容もさまざまです。「施設紹介」では、このような水圏環境に位置する各水圏ステーションの特徴や歴史、活動について、写真を交えて紹介します。

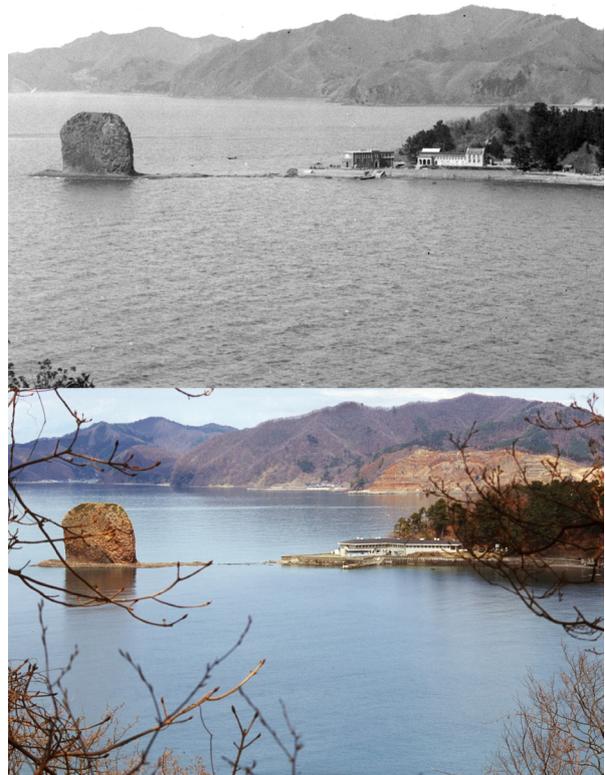
東北大学大学院生命科学研究科附属 浅虫海洋生物学教育研究センター

熊野岳 教授

浅虫海洋生物学教育研究センターは、昨年創立百周年を迎えた。1924（大正13）年7月に「東北帝国大学理学部附属浅虫臨海実験所」として開設され、当初から実験所は、国内外の研究者が自由に使い、また水族館が併設され、大学という垣根を超えた門戸開放と学問の普及を使命とする畑井新喜司初代所長の考えを体現していた。このような、地域から国内国外にわたって研究、知識、人材の発展と育成を広く見据える精神は現在も引き継がれており、当センターはこれまでたくさんの研究者、学生、地域の方々に利用され、多くの研究成果と人材を輩出してきた。過去には、シロナマコの生理・生態学（畑井新喜司）、ホタテガイの養殖へと導く基礎研究（野村七録）、ミズクラゲの生活史記載とクラゲ室内飼育への応用（平井越郎、柿沼好子）、浮遊珪藻の研究（小久保清治）、ウニ受精卵でのヤヌスグリーン顆粒の発見（元村勲）、ホヤ産卵の仕組みの解明（沼宮内隆晴）など、近年の海産無脊椎動物を用いた研究の発展に大きく貢献した輝かしい功績がある。

現在センターは、教員6名（うち1名兼任）、事務職員2名、技術職員3名、臨時用務員1名、大学院生6名の体制で海洋生物に関わる様々な教育研究活動を行っている。研究においては、浅虫周辺に生息する海産動物を用いて発生学、比較発生学、生態学、生殖学、系統分類学といったミクロからマクロにいたる階層横断的研究を行っている。また、東北大学と海洋研究開発機構（JAMSTEC）が連携するWPI-AIMEC（変動海洋エコシステム高等研究所）に参画し、陸奥湾の海洋モニタリングや生物の環境応答の研究が始まったところである。教育においては、2011（平成23）年より文部科学省「教育関係共同利用拠点」に認定されており、毎年東北大学より多くの他大学利用者を受け入れている。特に、外国人研究者を講師とする国際臨海実習や日本人学生・留学生共修臨海実習の開催、国際共同研究の枠内で行う専門性の高い教育プログラムの提供など国際化に力を入れている。またセンターでは、浅虫周辺の

海洋生物を紹介する研究材料動物データベース（浅虫生物アーカイブ）を独自に作成し、現在までに24門400種をHPで紹介している。最後に、浅虫では臨海実験所創設後すぐに大規模な周辺生物相の調査が行われ、その成果が東北帝国大学紀要に報告されているが、100年後の生物相がどのように変化しているのか、地域共修イベントと称して市民参加型の浅虫周辺の生物相調査を行っている。



創立当時の実験所（上）と現在のセンター（下）（湯ノ島から撮影）



JAMBIO ニュースレター
2025 年 5 月発行

制作：マリンバイオ共同推進機構（JAMBIO）
編集 / デザイン：柴 小菊・土屋 富士子・稲葉 一男
<https://jambio.jp>