

公益財団法人 水産無脊椎動物研究所

うみうし通信

2024.6
No.
123



ユビノウハナガサウミウシ

奄美大島宇天ビーチ 2024.5 撮影/今本 淳

河辺のヒモムシの海を介した分散——波々伯部 夏美

海にすむ「陸生」ワラジムシ、ヒゲナガワラジムシから探る

ダンゴムシ・ワラジムシ類の陸上進出——乾 直人・三浦 徹

エッセイ：南極せんせい—南極で見たこと、感じたこと— ——北澤 佑子

2024年度研究助成課題が決定しました

河辺のヒモムシの海を介した分散

Oceanic dispersal of upper brackish nemertean

海洋研究開発機構地球環境部門 海洋生物環境影響研究センター 波々伯部 夏美 (Hookabe, Natsumi)

はじめに

動物の進化史において、淡水や陸上など異なる環境への進出は形態や生態の多様化をもたらした重要なイベントの一つである。ヒモムシ（紐形動物門, phylum Nemertea）は、現在世界中から約1,350種が報告されており、近年も多数の未記載種や隠蔽種が発見されている分類群である（e.g., Maslakova et al. 2022）。国内からは約130種の既知種が報告されているが、さらに80種余の未同定/未記載種の存在が示唆されている（Kajihara 2017）。

多くの種は肉食性であり、体の前端から吻と呼ばれる捕食器官を突出して多毛類や甲殻類、貝類等の餌動物に巻き付けて捕らえる（波々伯部 2022）。吻の表皮には毒を分泌する細胞があるため、餌動物は吻に捕らえられると身動きが取れなくなる（Göransson et al. 2019）。ヒモムシの多くは海産種であり、潮上帯の岩の隙間から砂・泥中～超深海まで広く生息している（Chernyshev and Polyakova 2019）。そのほとんどが底生性だが、終生浮遊性の種が少数知られている（波々伯部

2022）。また、河川や湖沼、陸域にもヒモムシは生息している（Kajihara 2017）。

ヒモムシの祖先は海起源であり、派生的なグループにおいて汽水・淡水域に進出したと考えられている（e.g., Andrade et al. 2012）。本稿では、公益財団法人水産無脊椎動物研究所 2019年度育成研究助成課題の遂行によって明らかにした、河辺に生息する汽水性のヒモムシ *Potamostoma shizunaiense* Kajihara, Gibson, & Mawatari, 2003の繁殖行動と生態的適応について紹介する。

まずはヒモムシ探し、そして標本づくり（図1）

ヒモムシは例外を除いて個体群密度が比較的高くない動物である（波々伯部 2022）。したがって採集に必勝法を望めないことが多いが、勝率をある程度上げることはできる。河辺のヒモムシの場合、止水の転石やプラスチックごみ、木片を数時間めぐり続けると見つけれることが多い。ところが、*Potamostoma shizunaiense* はある程度川の流れがある場所を好む傾向にあり、従来のヒモムシ採集方法だと歯がたたないため、

ヒモムシの標本作成

1

麻酔をかける前に生体の全体（背/腹側）と頭部拡大（背/腹側）を撮影

ヒモムシも頭が命。眼点の数・位置、頭溝の形態（図）にピン트가合うように撮影する。麻酔前に頭部を撮影するのがベストだが、動き回っていて困難であれば麻酔後に撮影する

2

(35% MgCl₂水溶液) : (海水) = 1:1に混合した麻酔液で麻酔する

麻酔は市販の液体にがり（例：天日にがり（天塩））でも代用可。様子をみつつ、シャーレひと回り程度が適量。多くの場合、麻酔は数分～数十分で十分



3

複数個体採集できた場合、DNA用に99%エタノール標本x1、残りの個体はブアン液もしくは10%ホルマリン海水。

1個体だけの場合、体後端5 mm程度をメスや解剖バサミで切断しDNA用標本を採取する。残りはブアン液もしくは10%ホルマリン海水。

1個体かつ小型個体の場合、外部形態を撮影したらDNA用標本を優先

組織切片用標本はブアン液が望ましい。1個体かつ小型個体の場合、可能であれば麻酔後にスライド/カバーガラスで挟んで顕微鏡で体全体及び頭部形態を撮影後に丸ごと99%エタノール保存がベスト

図1 ヒモムシの標本作成方法。

ひと工夫が必要である。そのひと工夫こそが、九州大学の長野光氏が考案した「従来とは一線を画すヒモムシのとり方」である。詳しくは2024年に発表した論文 (Hookabe et al. 2024; 長野2024) を参照されたいが、手短かにまとめると、流れの下手でハンドネットを構えて、川の中の石をひたすらに蹴ったりひっくり返したりして流れてきたヒモムシをトラップするという方法である。北海道大学に在籍していた当時、2～3月の夜潮に静内川河口でトポタイプ (タイプ産地と同じ場所から採集された標本) を全く見つけられず、極寒にただ打ちひしがれていただけの筆者にとってこの方法は目から鱗であった (おかげで後日トポタイプを見つけることができた)。

ヒモムシを見つけたら次は標本作成である。生時の形態を観察して大まかな同定が済んだ後に海水と等張の塩化マグネシウム水溶液 (7.5 g の $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ を 100 mL の割合で水道水や蒸留水に溶解) もしくは市販のにがりで麻醉処理をする。正確な種同定のためには DNA と形態両方の情報が必須である。したがって、得られた標本が1個体の場合は体後端や体側の2-3 mm を99%エタノールなどで固定してDNA抽出に用い、残りの体前端～体中部は組織観察用に固定・保存する。複数個体得られた場合は、少なくとも1個体は必ず99%エタノールに保存する。ヒモムシで広く用いられているマロリー三重染色による組織切片観察を行う場合は、ブアン液 (飽和ピクリン酸:ホルマリン原液:氷酢酸=15:5:1で混合、もしくは混合液を購入可) で固定する (図1)。

汽水性ヒモムシ *Potamostoma shizunaiense* (図2)

Potamostoma shizunaiense は、北海道 静内川の河口から記載された汽水性のヒモムシである (Kajihara et al. 2003)。成熟した成体は夜間の低潮時に石の下から這い出していて、メスは翡翠色の卵巣を持ち、オスは乳白色の精巣を発達させているため、外部形態によって容易に雌雄を識別することができる (図2)。本助成課題の遂行および全国の共同研究者や自然愛

好家の協力を得て、静内川以外に関東・近畿・四国・九州の日本海・太平洋両側に広範に分布することが明らかになっている。以下の研究で使用した標本は、静岡県大井川産個体を静内川産トポタイプと形態情報及びミトコンドリアチトクロムcオキシダーゼサブユニットI (COI) 遺伝子配列の比較によって種同定を行った上で使用した。

飼育実験から探る汽水性ヒモムシの繁殖生態 (図3)

研究課題を進める中で本種が日本沿岸に広範に分布することが明らかになったことから、海洋を介した分散が予想された。その一方で、本種の成熟個体は汽水域の中でも比較的上流のほぼ淡水域 (塩濃度 0-1 psu 程度) で頻繁に見つかることが多かった。以上のことから、本種はアユや一部の無脊椎動物で見られるような両側回遊あるいはウナギ等に代表される降河回遊型の生活環をもっていることが示唆される。本研究では、メス個体が自然放卵した卵母細胞が異なる浸透圧条件でどのように振る舞うかを観察することによって汽水性ヒモムシの繁殖生態の解明を試みた。

メス個体が自然放卵した卵母細胞を①採集地の水 (0-1 psu)、②現地の水とろ過海水 (Filtered Seawater: FSW) を 2:1 で混合したもの (23 psu)、③ FSW (35 psu) に入れ、その後の挙動を実体顕微鏡下で観察した。その結果、23-35 psu の条件では卵母細胞が成熟し、浮力を持ち、卵核胞崩壊 (Germinal Vesicle Break Down: GVBD) を経て受精の準備が整った状態を観察できたが、0-1 psu の条件では成熟が進まず、卵黄が著しく収縮した。実験室内で人工受精を行うと、GVBD が起こった卵母細胞でのみ正常発生を観察できた。水温が5℃の場合、第一極体の形成は受精後約30-60分後に、第二極体の形成は60-90分後に行われた。受精後30分で2細胞期に達し、その後30分から1時間ごとに卵割が進行し、受精後6時間以内に32細胞期の胚が形成された。桑実胚を経て、受精後72時間で眼点が形成された (図3) (Hookabe et al. 2024)。

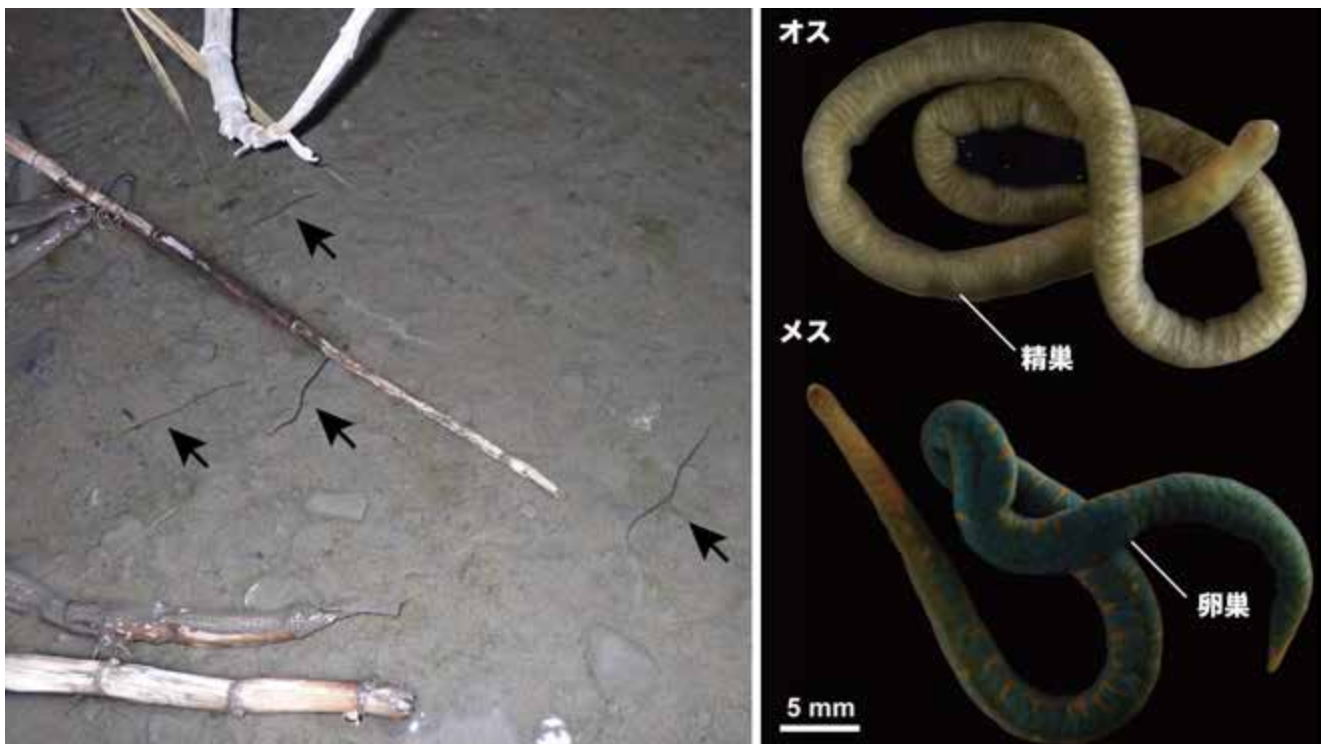


図2 *Potamostoma shizunaiense* Kajihara, Gibson, & Mawatari, 2003 (矢印)。

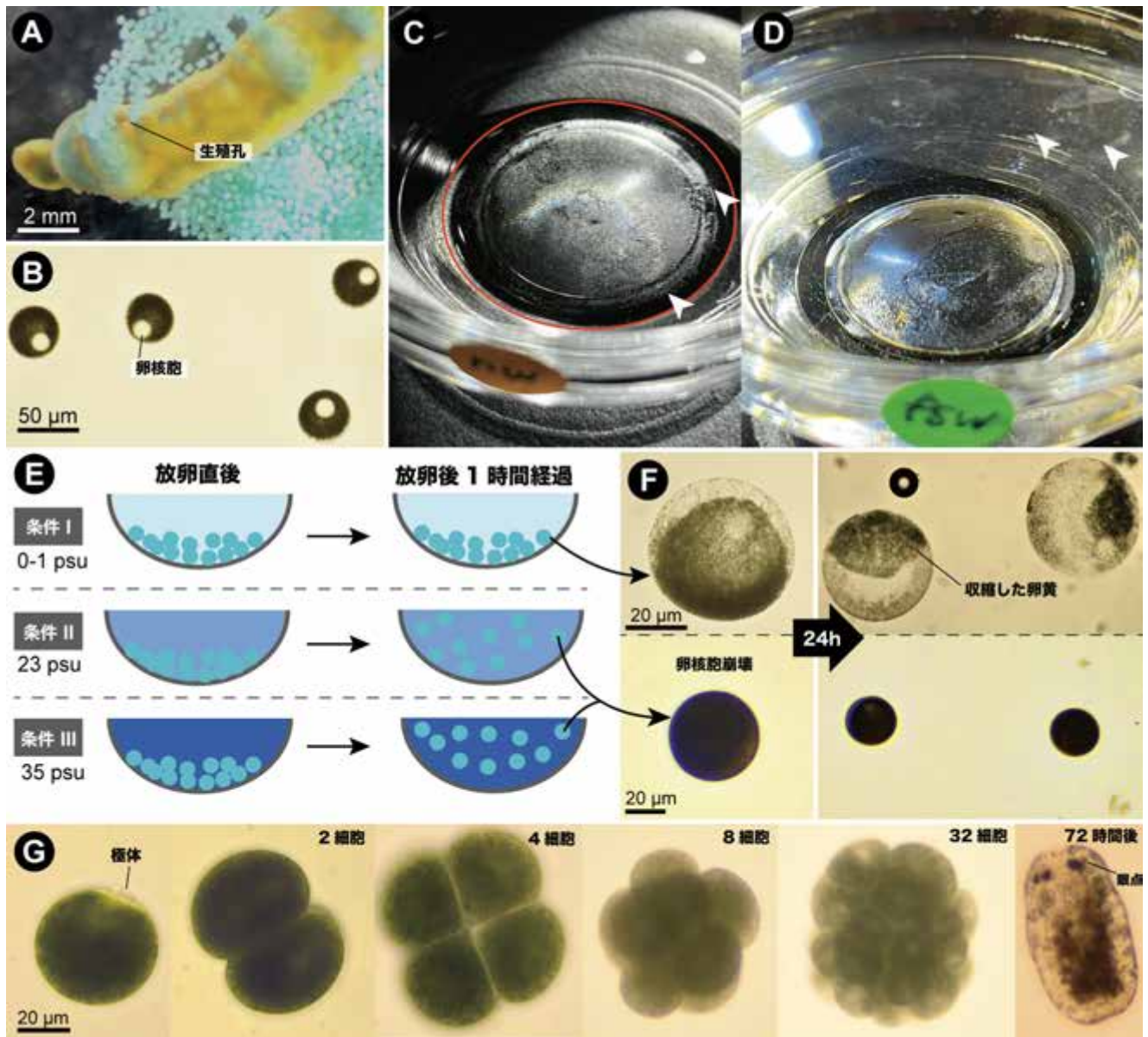


図3 汽水性ヒモムシ飼育実験の方法と結果。(A) 放卵中のメス個体, (B) 未受精卵, (C) 未受精卵を成体が生息する場所得水 (0-1 psu) に入れた場合 (矢頭), (D) 未受精卵を海水 (35 psu) に入れた場合 (矢頭), (E) 飼育実験の各条件, (F) 各条件で1時間静置した後の未受精卵, (G) 初期発生の各ステージ。

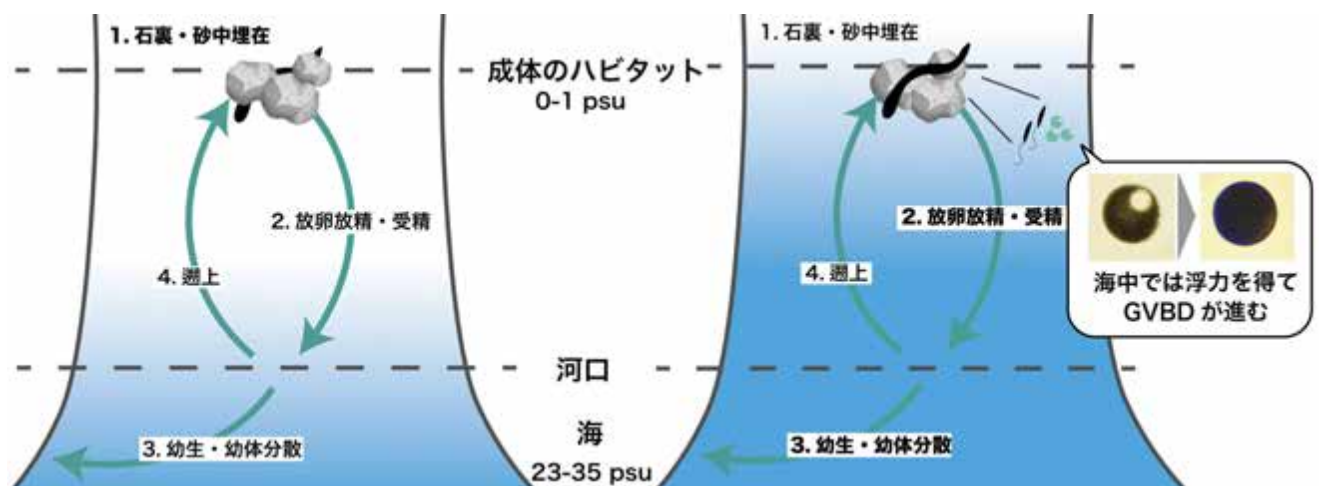


図4 本研究で明らかになった *P. shizunaiense* の生活環。

以上の結果から、本種の繁殖成功及び正常な胚発生には、配偶子の海水環境への移動が不可欠であることが示唆された。大潮満潮時に河辺の塩濃度が上昇すると、放卵された卵母細胞は浮力を持ち、潮の満ち引きによって海洋に分散されると考えられる(図4)。未だ生活環の全貌が明らかになったわけではないが、本種的生活環はカワゴカイ属多毛類の降河回遊型的生活環(Sato 1999, 2017; Kan et al. 2020)に類似している可能性が高い。

最後に

本種が生息する河口を含む汽水域は、護岸整備や工場・施設建設等人間活動による影響を受けやすい場所である。生息地の適切な保護・管理を講じるためには、本種をはじめとする汽水性の生き物の多様性・生態の理解が欠かせない。本研究の成果が汽水の生き物を守る一知見になることを期待したい。

謝辞

本稿の執筆にあたり生物調査・研究にご協力を頂いた藤野優馬氏(NPO 法人中池見ねっと)、長野光氏(九州大学)、自見直人氏(名古屋大学)、富川光氏(広島大学)、柁原宏氏(北海道大学)、上島励氏(東京大学)に深く御礼を申し上げます。また本研究は、公益財団法人無脊椎動物研究所2019年度個別研究助成及びJSPS 科研費(課題番号:21J14807)の助成を受けて遂行しました。本稿の執筆機会をご提供して頂いた公益財団法人水産無脊椎動物研究所の片山英里氏にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

引用文献

Andrade, S. C., Strand, M., Schwartz, M. et al. (2012) Disentangling ribbon worm relationships: multi-locus analysis supports traditional classification of the phylum Nemertea. *Cladistics* 28: 141-159.

Chernyshev, A. V., and Polyakova, N. E. (2019) Nemertean from the deep-sea expedition KuramBio II with descriptions of three new hoplonemertean from the Kuril-Kamchatka Trench. *Prog. Oceanogr.* 178: 102148.

Göransson, U., Jacobsson, E., Strand, M., and Andersson, H. S. (2019) The toxins of nemertean worms. *Toxins* 11: 120.

Hookabe, N., Fujino, Y., and Nagano, H. (2024) Osmotic responses and oceanic dispersal of upper brackish nemertean: Ecophysiology from field to in vitro observation. *Ecology* 105: e4275.

Kajihara, H. (2017) Species diversity of Japanese ribbon worms (Nemertea). In "Species Diversity of Animals in Japan" Ed by M Motokawa, H Kajihara, Springer Japan, Tokyo, pp. 419-444.

Kajihara, H., Gibson, R., and Mawatari S. F. (2003) *Potamostoma shizunaiense* gen. et sp. nov. (Nemertea: Hoplonemertea: Monostilifera): a new brackish-water nemertean from Japan. *Zool. Sci.* 20: 491-500.

Kan, K., Y. Kuroki, M. Sato, and H. Tosuji. (2020) Larval recruitment process in the catadromous life history of *Hediste diadroma* (Nereididae, Annelida) in an estuary in Kagoshima Bay, Southern Japan. *Plankton and Benthos Res.* 15: 30-43.

Maslakova, S., Ellison, C. I., Hiebert, T. C. et al. (2022) Sampling multiple life stages significantly increases estimates of marine biodiversity. *Biol. Lett.* 18: 20210596.

Sato, M. (1999) Divergence of reproductive and developmental characteristics in *Hediste* (Polychaeta: Nereididae). *Hydrobiologia* 402: 129-143.

Sato, M. (2017) Nereididae (Annelida) in Japan, with special reference to life history differentiation among estuarine species. In "Species Diversity of Animals in Japan" Ed by M Motokawa, H Kajihara, Springer Japan, Tokyo, pp. 477-512.

長野光 (2024) まさか清流に? 謎のヒモムシ発見譚. *生き物文化雑誌: ぎよぶる* 11: 158-159.

波々伯部夏美 (2022) ヒモムシ学入門. *タクサ: 日本動物分類学会誌* 53: 19-30.

海にすむ「陸生」ワラジムシ, ヒゲナガワラジムシから探る ダンゴムシ・ワラジムシ類の陸上進出

Exploration of isopod terrestrialization:
the study focused on the *Olibrinus*, “terrestrial” isopods living in the sea

東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所 乾 直人 (Inui, Naoto) 三浦 徹 (Miura, Toru)

はじめに

ダンゴムシ・ワラジムシを知らない／見たことがない、という人はあまりいないであろう。生物に詳しい方はこの生き物がエビやカニなど甲殻類の仲間だということをご存知かと思う。筆者らは日常生活でもよく見かけるこのダンゴムシ・ワラジムシに着目して、動物の重要な進化イベントである陸上進出の過程やメカニズムを解き明かしたいと考えている。

我々人類も含めた全ての陸生の動物は海に起源を持ち、過去に海から陸に進出した生物の子孫にあたる。その中でなぜこの生物に着目したのか、本稿では陸上に生息するダンゴムシ・ワラジムシ類の特徴と、陸上進出過程を解明する鍵を握る（かもしれない）海にすむワラジムシ、ヒゲナガワラジムシ類について紹介したい。

ダンゴムシ・ワラジムシ類の特徴

ダンゴムシ・ワラジムシ類は等脚目 Isopoda ワラジムシ亜目 Oniscidea というグループに属する甲殻類で、地球上から現在約4,000種弱が知られている (Hornung, 2011)。例えば海岸や港で目にするフナムシ類もこのワラジムシ亜目に含まれるが、ごく少数の例外を除いてほぼ全種が陸上に生息している。このグループに比較的近い他の等脚目甲殻類はグソクムシ類、コブムシ類、ヘラムシ類などが知られるが、そのほとんどは海に生息している。これら水生の等脚類は小型の種が多く普段見かけることはあまりないが、「深海のダンゴムシ」として知られ

るオオグソクムシ属などは多少有名かもしれない。

ダンゴムシ・ワラジムシ類は水生の等脚類と大まかな体のつくりは共通している。体は頭部・胸部・腹部に分かれ、歩行に用いる7対の胸脚と、主に呼吸・浸透圧調節に用いる5対の腹肢を持つ (図1)。また、どちらも幼生期を持たない直達発生型の発生様式を取り、卵は親の育房で保育された後、親と似た姿の子供が生まれてくる。この発生様式は未熟な卵や幼体を乾燥から保護することにつながるため、陸上環境へ進出する前提条件として有利に働いたのではないかと推測されている。

その一方で、ダンゴムシ・ワラジムシ類は水生種とは異なるいくつかの形態的特徴を持つ (図1; Hornung, 2011)。例えば、水生の等脚類は2対の触角を持つが、ダンゴムシ・ワラジムシ類は第1触角がかなり退化しており、見た目には1対しかないように見える。また腹側の側面には吸収・排泄した水分を循環させるための剛毛列 (導水系: Water conducting system) が存在し、腹部に水分を供給している。腹肢で空気呼吸を行うため一部の種は腹肢に特異な表面構造を持つ。特に乾燥した環境にすむ種は腹肢の表皮が内部に陥入して肺を形成する (Inui et al., 2022)。その他、尾肢や顎などの形態も異なる。これらの形質は海から上がった後に、乾燥した陸上環境への適応に伴って獲得されたと考えられている。

ダンゴムシ・ワラジムシ類の系統と生息環境：海から陸へ

陸上進出を研究する上でダンゴムシ・ワラジムシ類を用いる最大の理由はその生息環境の多様性にある (図2)。普段目にする

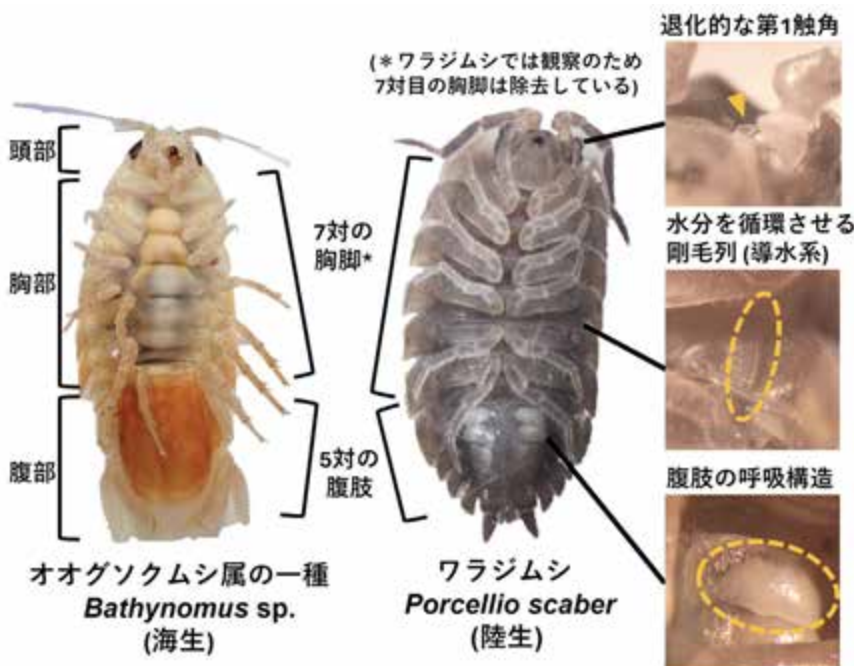


図1 ワラジムシ類に見られる陸上環境への適応形質

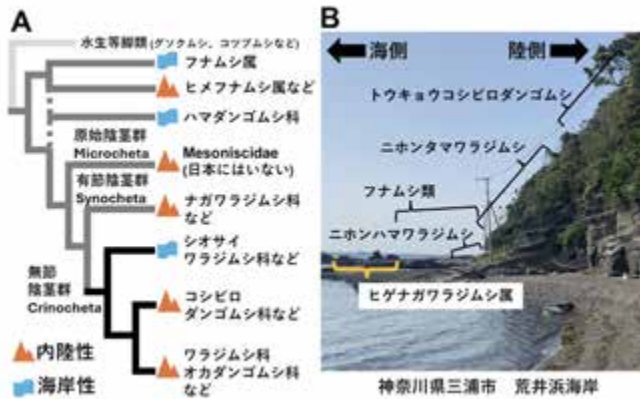


図2 ワラジムシ類の系統と生息環境
A: ワラジムシ垂目の系統関係 B: 三崎臨海実験所周辺の海岸に生息する種とその生息域

ダンゴムシ・ワラジムシ類であるオカダンゴムシ *Armadillidium vulgare*・ワラジムシ *Porcellio scaber* などは最も派生的な無節陰茎群 Crinocheta という系統に属している (布村, 2015)。ほとんどの種 (全体の約8割) はこの無節陰茎群に属するが、これ以外にもフナムシ科、ハマダンゴムシ科、原始陰茎群、有節陰茎群など異なる系統が存在し、系統全体では海岸から草地、森林、洞窟、砂漠など、様々な陸上環境に生息する種が確認されている。系統関係や化石情報からダンゴムシ・ワラジムシ類は海から海岸を経て直接陸へ進出したことが示唆されており (Broly et al., 2013; Sfenhourankis et al., 2020)、現生の様々なワラジムシ類を比較することで陸上進出の過程をある程度推測することができる。多くの陸生動物では比較的近縁な祖先形質を残す水生種や水生と陸生の間段階にあたる種が絶滅しているため、この特徴は大きなメリットとなる。

特に海岸の周辺に生息する種の多くは図1で挙げたような適応形質があまり発達せず、より水生種に近い形態をしている傾向がある。このような種は陸上進出初期の状態を反映している可能性があるため重要だが、複数の系統に海岸性の種が存在するため (図2A)、詳細な進化過程については議論が続いている。

筆者らが所属する三崎臨海実験所周辺の海岸では海岸林から海まで連続した植生が存在し、海からの距離に応じて異なる環境に生息する様々な系統の種が観察できる (図2B)。海岸林にはトウキョウコシビロダンゴムシ *Spherillo obscurus* やハヤシワラジムシ類 *Lucasioides* sp. が生息し、それよりやや海に近い植生にはニホンタマワラジムシ *Alloniscus balssi* やニッポンヒイロワラジムシ *Littorophiloscia nipponensis* が、海岸の波打ち際にはニホンハマワラジムシ *Armadilloniscus* cf. *ellipticus*、広い海岸周り全域にフナムシ類 *Ligia* spp. が生息する。このうち最も海よりとみなせる、海岸の潮間帯に生息しているのが今回紹介するヒゲナガワラジムシの仲間である。

潮間帯に生息するヒゲナガワラジムシ

筆者らは臨海実験所周辺の海岸でワラジムシ類を探す過程で、オレンジ色をした小型のワラジムシ類を発見した (図3A)。海岸に生息するワラジムシ類としては岩礁や護岸を走り回るフナムシが有名だが、このオレンジ色のワラジムシはさらに海よりの潮間帯の埋もれた転石下から発見される (図3B, C)。形態を基に文献で調査すると、本種はヒゲナガワラジムシ科 Olibrinidae ヒゲナガワラジムシ属 *Olibrinus* に属する種であることが判明した。本属は現在日本からは未記載種を含む11種が

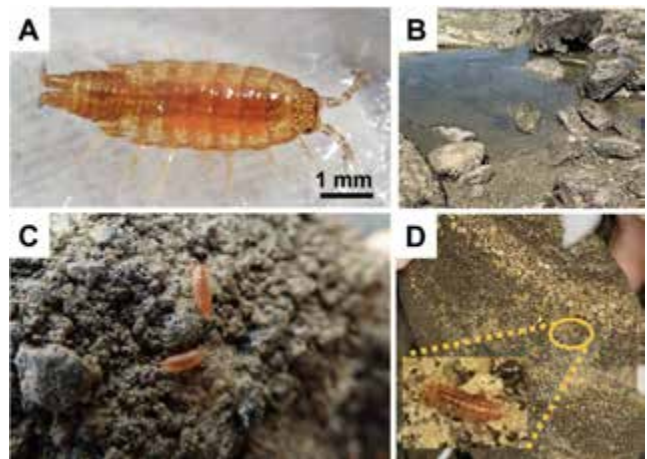


図3 潮間帯に生息するヒゲナガワラジムシ属の一種
A: ヒゲナガワラジムシ属の一種 *Olibrinus* sp. B: 本種が生息する環境 C: 転石下から見つかる本種 D: 満潮時に水中で確認される本種

認識されている (布村・下村, 2018) もの、形態的に類似する種が多く、三浦半島で採集される本種の種名は同定できていない。

本種が採集されるのは満潮時には水没する地点であり、潮が引いていないときに観察すると水中の石の下から発見される (図3D)。満ち引きに応じて陸地に移動しているわけではなく、ほぼ半陸生/半水生とみなせるような生態をしていると考えられる。また、見た目からわかるように体色が薄く、触角や尾肢が長いといった特徴があり、これは間隙環境に生息していることと対応している可能性が高い。

ダンゴムシ・ワラジムシ類の中でも特異な環境にすむヒゲナガワラジムシだが、このグループを対象にした研究は記載分類学的な研究が主で、系統的な位置 (どの種に近いのか) についても諸説ある。本種の生態は祖先的な状態を反映している可能性もあるが、二次的に陸から海に戻った可能性も考えられ、陸上進出の過程を考察する上で興味深い。そこで筆者らは本種の適応形質や系統的な位置を明らかにすることで、陸上進出過程への示唆が得られるのではないかと考えた。

ヒゲナガワラジムシから探るダンゴムシ・ワラジムシの陸上進出

本種の持つ適応形質について走査型電子顕微鏡を用いて観察したところ、本種も他種と同様に導水系を持つが、剛毛の数が

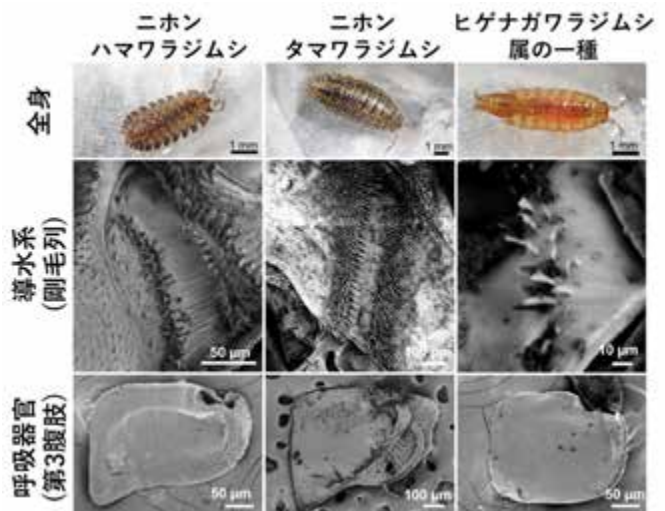


図4 ヒゲナガワラジムシ属における陸上適応形質

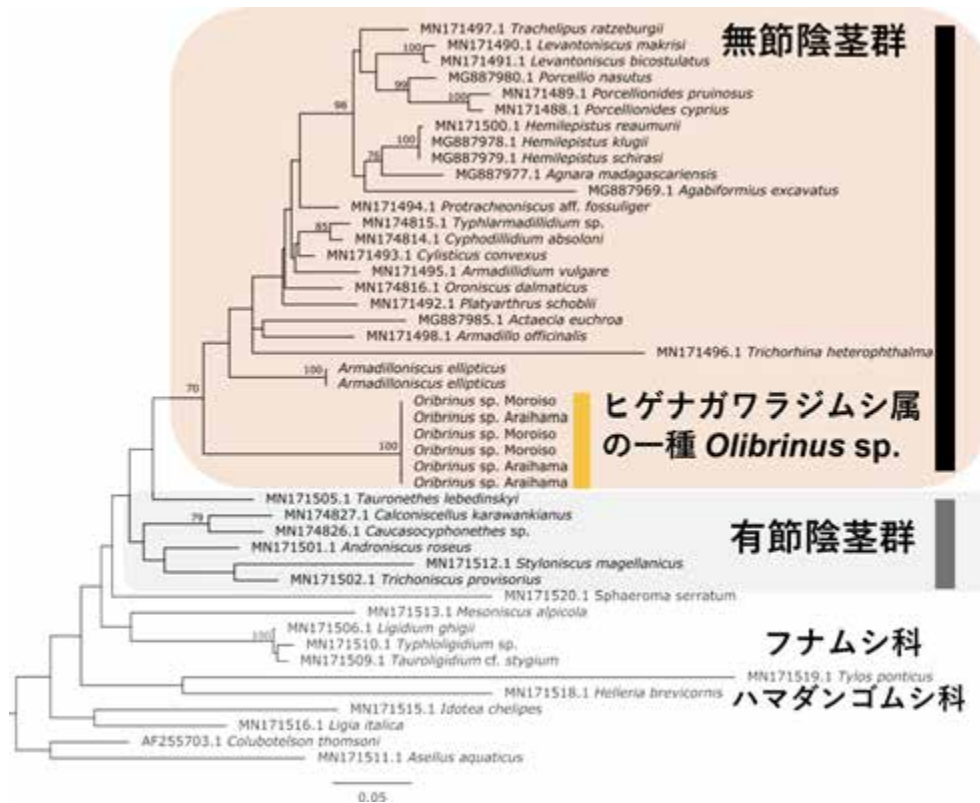


図5 ヒゲナガワラジムシ属の系統的位
 系統樹は3遺伝子983サイトに基づいて最尤法により作成した。Bootstrap 1,000回を反復し、Bootstrap 値70%以上を表示した。

明らかに少なくあまり発達していないことが判明した(図4)。また、呼吸に用いる腹肢についても観察したが、表面に明確な構造を持たず、これはニホンハマワラジムシなどの小型種とよく似ていた。海岸性の種でもニホンタマワラジムシなどは腹肢に網目状の構造を持つ。総じて水没する間隙環境に生息していることとよく合致した形態が認められた。

さらに、周辺の海岸で採集された個体からDNAを抽出し、核遺伝子である18S rRNA, 28S rRNA, NKA 遺伝子の部分配列を解読して本属を含めたワラジムシ類全体の分子系統樹を構築した。この結果、ヒゲナガワラジムシ類はワラジムシ亜目の中で最も派生的な無節陰茎群に含まれることが示唆された(図5)。一方で、無節陰茎群の中では最も初期に分岐しており、遺伝的な距離も他種と離れていることから、本種の形態・生態はワラジムシ類全体の中で祖先的かはわからないものの、無節陰茎群の祖先的な状態を反映している可能性が考えられる。ただし、全体的に樹形の支持率は低く、今後使用する種・配列情報を増やした解析を行う必要がある。煮え切らない曖昧な結論になってしまったが、陸上進出過程を推測する上で重要なグループであることは間違いない。

おわりに

ダンゴムシ・ワラジムシ類はその知名度の割には専門とする研究者が少なく、種や生態の記載、系統分類のような基礎的な情報も含めて重要な研究課題が多く残されている。筆者らは現在、特に腹肢の形態進化を中心に研究を進めており、各種の形態形成過程の観察や、ゲノム・トランスクリプトームデータの収集、分子発生実験の検討などを行っている。本稿をきっかけとして、今後日常でダンゴムシ・ワラジムシを見かけた際は、彼らの故郷である海や、そのそばで暮らす様々なワラジムシ類についても思いをはせていただければ幸いである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、日常の研究活動を支えてくださった吉田学先生・黒川大輔先生・関藤守様・幸塚久典様・川端美千代様・小林格様・曲輪美秀様・三崎臨海実験所の皆様、東海大学の小口晃平先生ならびに広島修道大学の岡西政典先生にお礼申し上げます。また、海岸性のワラジムシ類の採集に関してご協力いただいたみうら漁業協同組合の皆様にご感謝申し上げます。最後に、本研究のご支援をいただいた水産無脊椎動物研究所と、本稿の執筆機会をくださった同研究所の片山英里氏に深謝申し上げます。

引用文献

- Broly P, Deville P, Maillet S. (2013) The origin of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *Evol. Ecol.* 27: 461-476.
- Hornung E. (2011) Evolutionary adaptation of oniscidean isopods to terrestrial life: structure, physiology and behavior. *Terr. Arthropod Rev.*, 4: 95-130.
- Inui N, Kimbara R, Yamaguchi H, Miura T. (2022) Pleopodal lung development in a terrestrial isopod, *Porcellio scaber* (Oniscidea). *Arthropod. Struc. Dev.*, 71: 101210.
- 布村昇 (2015) 甲殻綱 Crustacea・ワラジムシ目(等脚目) Isopoda 日本産土壌動物第二版一分類のための図解検索(青木淳一編), 東海大学出版会, pp. 997-1065.
- 布村昇, 下村通誉 (2018) 日本産等脚目甲殻類の分類(49) —ワラジムシ亜目・ヒゲナガワラジムシ科1・ヒゲナガワラジムシ属1 海洋と生物, 40: 101-104.
- Sfenthourakis S, Myers AA, Taiti S, Lowry, JK. (2020) Terrestrial environments. M. Thiel, G. Poore (Eds.), *Evolution and Biogeography of the Crustacea, the Natural History of the Crustacea*, Oxford University Press, Oxford; UK pp. 375-404.

南極せんせい —南極で見たこと、感じたこと—

ミュージアムパーク茨城県自然博物館 北澤 佑子 (Kitazawa, Yuko)

プロフィール

第61次南極地域観測隊の同行者として約4カ月間（2019年11月下旬～2020年3月下旬）、南極で活動した。国立極地研究所などが行う「教員南極派遣プログラム」に応募し、教育関係者としては全国からただ一人、茨城県からは初めて選ばれた。

1986年生まれ。茨城県筑西市（旧関城町）出身。県立水戸第一高校を卒業し、東京学芸大学で教員免許を取得、筑波大学大学院で理科教育を学んだ（修士）。2013年4月、県立古河第三高校で理科教諭を経て、2018年4月から県立守谷高校に勤務し（在任中に教師として南極へ）、昨年4月より現在の職場に着任。

南極ってどんなところ？

氷の大地、南極。その氷の厚さは平均で約2,000 m、最大では4,897 mもあり、富士山がすっぽり取まってしまうほど。広さは、日本の約37倍。過去に記録した最低気温は -89.2°C という信じられない寒さだ。海も凍りつく南極で暮らす生きものもいる。ペンギンやアザラシ、そして魚やプランクトンなど。日本では想像もできないような不思議な自然現象や景色の数々。ピンク色に染まった魔法のような空、20 m先が見えない地吹雪など。私は南極でありのままの地球を実感し、自然に圧倒さ



図1 昭和基地沖の「しらせ」とアデリーペンギン
右上に見える船は南極観測船「しらせ」。ここは昭和基地と南極大陸との間に広がる海峡の上で撮影した。



図2 アデリーペンギンのルッカリー（営巣地）
にぎやかな鳴き声が響く。ピンク色に染まった地面はペンギンの糞によるもので、主な餌であるオキアミの色素によるものだという。

れ、心が震えた。そして、地球とともに生きている生命体の一人（一つ）であることを痛感した。

日本から南へ約1万4千km離れた地球の果て。2019年11月27日に成田空港からオーストラリアへ出発し、西岸のフリーマントル港から12月2日に南極観測船「しらせ」に乗り込み、いざ南極へ。ここから南極の昭和基地にたどり着くまで、1カ月以上の船旅が始まった。

南極へは「吠える南緯40度、狂う50度、叫ぶ60度」といわれる荒れ狂う海域を通過しなければならない。風は強く、うねりは高く、船は木の葉のように揺れた。1週間ほど揺れは続き、船酔いと闘い続けた。そして、12月7日、私は生まれて初めて冰山を見た。想像していたよりも遥かに大きく壮大だった。太陽の光を反射してキラキラ輝いている。私は息をするのも忘れ、じっと見つめていた。冰山を通った風が頬に触れ、冷たく吹き抜けた。「すごい……。本当に南極に来たんだ。」氷の大地である南極の空気を感じた。

高校教師、南極へ

南極との出会いは大学院1年の時。観測隊員だった教授の講義で未知の世界があることを知り、南極に憧れた。南極について調べていく中で、「南極は、科学も育てるが、人間も育てる」という国立極地研究所の先生の言葉に心が強く動かされた。子どもたちの人生に携わる立場である教師として、南極を肌で感じ学びたいと夢を抱いた。教師になってから6年間、絶対に諦めないという強い思いを持ち、行動し続け、3回目の挑戦で実現した。

挑戦の原動力となったのが家族の存在だった。5歳年下の妹は結節性硬化症という先天性の難病で毎日薬を飲み、発作と戦いながら必死で生きている。その妹の姿から、私は生きる力を学んだ。夢を持ち、夢に向かって努力できること、悩むこと、そのすべてがありがたいことであると考えようになった。

「しらせ」での生活

「総員起こし！」—。午前6時の号令から船上の一日は始まる。約180名の海上自衛隊乗組員が運航している「しらせ」では、自衛隊のルールに沿った生活や行動が基本。船上では医療訓練や研修など南極での活動に向けて準備を進めた。私はほぼ毎日、海を一望できる艦橋（船を操縦、指揮するところ）に通い詰め、南極の海を実感していた。往復で約3カ月の船上生活、テレビもインターネットもつながらない。二人部屋の相手とはかけがえのない時間を共有し、今もこの絆は続いている。

観測は海上自衛隊と観測隊が協力しながら実施する。61次隊ではトッテン氷河沖で世界初の集中的な観測を行った。同地域は東南極で最も氷が減少しており、南極最大級の同氷河の氷がすべて融けると、海面が約4m上昇すると予測されている。その解明の糸口を探るのが今回の目的だ。私も世界初の調査に参加し、その一つに「XCTD」というセンサーを使った観測があった。円筒形の観測機器を、船上やヘリコプターから海に投下し、海水温や塩分などを測定する。他には海水やプランクトン採取、大気観測などさまざまな観測に参加した。

「しらせ」の行く手を氷がふさぐ。船体は氷にぶつかり雷のような音が響く。すると、船は一旦バックし、全速前進で氷に乗り上げ、船の重さで氷を砕いた。1回で50mも進めないが、ひたすらにこれ（ラミング航行）を繰り返す。絶えず氷に挑み続ける「しらせ」の船首にいた私と相方は「がんばれー、いけー」と大声で叫んだ。



図3 氷海（オングル海峡）を進む南極観測船「しらせ」（ヘリコプターから撮影）



図4 トッテン氷河沖にて世界初の集中的な観測に参加「しらせ」船上から海へXCTDセンサーを投下。

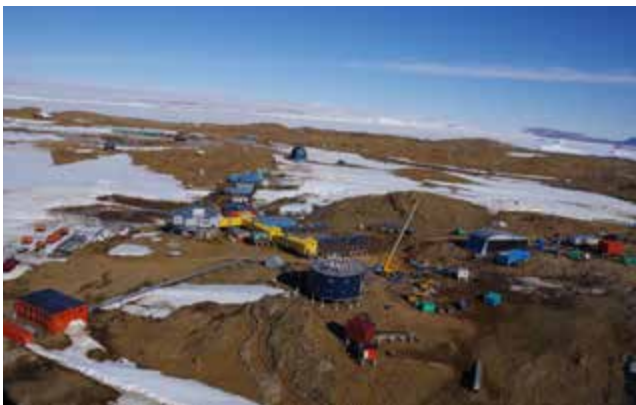


図5 昭和基地（ヘリコプターから撮影）

昭和基地での日々

到着した昭和基地は夏を迎え、太陽が一日中沈まない白夜が続く。海水に囲まれた昭和基地は南極大陸から約4km離れた島にあり、1957年に第1次隊が開設した。それ以来、65年以上途絶えることなく日本の南極観測は続けられている。

食事は1日5食。寒い中で活動するため、大事なエネルギー源で朝昼夜の他にパンなどの中間食が2回。メニューはさまざまだが、生野菜は貴重で毎週金曜はカレー、9が付く日は肉の日と決まっており、献立表のチェックは隊員共通の楽しみだった。基地での生活で義務付けられていることがいくつかある。その一つが無線機の常時携帯だ。連絡がつかないときは遭難とみなされる。無線機は私にとって仲間とつながっている安心感を与えてくれる存在でもあった。

観測では南極海の環境や氷床、地圏に関することなどの調査に携わった。観測中、ふと振り向くと「おーい、きたぞわせんせーい」と呼んでいるかのように、両手を広げる格好でアデリーペンギンが近づいてきた。こちらが尻込みするほど好奇心旺盛で愛らしく感じたが、過酷な環境の中で生きるたくましさも感じた。私は南極でヒトのちっぽけさと人間の魅力を感じた。

南極へ行くための訓練

南極で最も恐怖を感じた日。それは南極大陸の内陸でのこと。猛吹雪が襲来し、見渡す世界は白一色だった。雪上車を出て、ライフロープをつたってトイレに行くのも命懸けだった。視界は悪く周囲がほぼ見えない。「これを離したら二度と仲間のもとに帰れないかもしれない…」と思うと、ロープをつかむ手が震えた。このとき、出発前の訓練で越冬隊長が言った「南極はいつでも死ぬる場所。我々はそのへ行く」という言葉を思い出した。常に危険と隣り合わせの南極では、いつ何が起るかわからない。

最初の訓練（冬期総合訓練）は2019年2月末に長野県の雪山で、泊まり込みで行われた。訓練の初めに越冬隊長が言ったその言葉で私は覚悟が決まった。訓練はまさに雪中行軍。氷の裂け目「クレバス」に落ちたときに脱出するためにロープでよじ登ったり、落ちた仲間を引き上げたりする訓練を通し、私たちは仲間になっていったとふり返る。互いを信じ合って命、人生を預け合う、そうしなければ生き抜けない場所が南極なのだと思えてきた。数多くの検査と健康診断を受け、正式に第61次



図6 冬期総合訓練（クレバス脱出訓練）のようす。ロープが命綱。仲間の声援に勇気づけられ、自力でなんとかよじ登った。



図7 氷の裂け目から生きもの採取のようす



図8 飼育中の魚のようす
魚種はショウワギスとみられる。水温は-1~1℃を保ち続け、凍っていない液体の海水の確保が大変だった。

隊として文部科学省から発表されてからも訓練を重ね、南極へ向けて準備を進めた。

『南極授業』、衛星回線でライブ中継

私の最大のミッションは「南極授業」。昭和基地と茨城県とを衛星回線で結んでLIVE中継で、2020年1月25日に茨城県自然博物館、1月27日に守谷高校（当時の勤務校）と2回行った。授業の前半は理科、後半は道徳と2つのテーマで展開した。

南極の生物の生きたままの姿を観察してもらおうことを考えた。そのためには、南極で生物採取し、生きたまま飼育し続ける必要がある。今まで派遣された教員で誰も試みたことがない挑戦だった。念入りに準備し、現地でも予想外のことはかりだったが、本物の生きている姿を生徒に観察してもらいたいという思いを隊の皆さんが理解し、協力してくれ成功した。

道徳では、“人間も育てる南極”とはどういうことなのか、南極で学んだ自分なりの答えを伝えた。

『南極魂』

南極地域観測隊に同行して最も心に残っていることは、海上自衛隊や観測隊の皆さんとの共同・協働生活だ。その中で、“何事も他人任せせず、他者の幸せを願い、共有していこうとする心。ともに生きる心”を深く感じ、学んだ。私はその心を『南極魂』と名付けた。南極から戻った私を生徒たちは「南極せんせい」と親しみを込めて呼んでくれている。帰国後は、写真展や講演会を学校等さまざまなところで実施しており、子どもたちが「『南極魂』って南極だけじゃなく、日常生活や社会でも大切なことだと思います」「僕も南極に行ってみよう！」などと感想を伝えてくれた。

最後に、新たな目標は当館企画展で南極展を実現したいと考えている。そして、将来を担う高校生を南極に連れていくこと。南極の魅力を、『南極魂』を子どもたちにも直接学んでほしいと思っている。



図9 アザラシのミイラ
低温で乾燥し、分解者の微生物が少ない南極では腐敗が進まない。数百年前か数千年前のものか…



図10 オーロラ
オーロラが見られた日は強風で体感-30℃ともいわれた。寒さに耐える限界と闘いながら、天上に揺らめく光を浴びた。



図11 冰山

著書

南極せんせい—現役高校教師の挑戦—

北澤佑子著
A5判並製 249ページ 巻頭カラー
定価：1,980円（本体1,800円+税10%）
ブレアデス出版



教員南極派遣プログラムで実現した昭和基地からの『南極授業』。リアルを伝える貴重な体験記。夢を実現するまでの日々と、憧れの地で見つけた南極魂の魅力を語り尽くす!!
著者直筆のイラストやカラーを含む南極で撮影した写真も多数掲載。

2024年度研究助成課題が決定しました

2024年度の研究助成は、個別研究助成58件・育成研究助成34件の応募があり、理事会で審議の結果、次の通り個別9課題、育成4課題が決定しましたのでお知らせします（応募順、申請時の所属）。今年度は過去最多の応募数となり、2023年度に続き、育成研究助成は高い評価を得た課題が多かったため、予定より1件多く採択されました。

個別研究助成（1年間）

氏名	所属	課題	助成金額 (万円)
松本 裕幸	東京農業大学大学院 博士後期課程2年	亜寒帯域の海草藻場における局所的な熱波がホッカイエビに及ぼす影響評価と対応策の立案	70
柴田 大輔 共同研究者：幸塚 久典	神奈川工科大学応用バイオ科学部 准教授	オーストンフロウニ <i>Araeosoma owstoni</i> の生殖と発生	70
宮地 亮佑	広島大学生物生産学部 学部4年	ゼラチン質動物プランクトンがタルマワシ類の種分化に与える影響	70
梶本 麻未 共同研究者：豊田 賢治	奈良女子大学大学院 博士後期3年	寄生性フジツボ類フサフロムシにおける宿主への定着機構の解明	70
藤本 心太 共同研究者：山崎 博史	山口大学大学院創成科学研究科 助教	日本産胴甲動物の多様性研究	70
高山 佳樹 共同研究者：水井 涼太、栢沼 勇魚	横浜国立大学 大学院環境情報研究院 (兼務：臨海環境センター) 助教	世界最北端の造礁サンゴの群集構造と成長速度：相模湾真鶴半島における事例研究	70
南條 完知 共同研究者：大場 裕一、戸篠 祥、別所 学	愛媛大学理学部生物学コース 学部4年	ヒドロクラゲにおける未知なる発光種の探索と生物発光の進化	70
高星 和浩	北海道大学大学院 博士課程 / 研究補助員	原順列類（扁形動物門）の分布様式及び系統関係の解明	70
金原 僚亮	東京大学理学系研究科附属臨海実験所 後期博士課程3年	頭足類における二次的な交尾器“交接腕”の形成機構	70

育成研究助成（2年間、金額は1年目交付額）

氏名	所属	課題	助成金額 (万円)
永井 優貴	東北大学大学院農学研究科 博士後期課程1年	水産業を介して世界に分布拡大した環形動物多毛類の移動の実態	100
大坂 雄一郎	東邦大学大学院 博士後期課程1年	干潟環境中における多環芳香族炭化水素の浄化と多毛類との関係	100
上杉 佑人	東京大学大学院理学系研究科 修士課程1年	群れが捕食回避能力を向上させるメカニズムの解明 —ミナミコムツキガニ <i>Mictyris guinotae</i> を用いた群れの逃避行動実験—	100
平井 裕大	東京農業大学大学院地域環境科学研究科 修士課程1年	マングローブ林のリターフォール動態に及ぼす巻貝キバウミニナの役割評価	100

編集後記

今号の表紙は、ユビノウハナガサウミウシ *Tritoniopsis elegans*（写真の個体は1.2 cm）というホクヨウウミウシ科のウミウシです。体の色は白色や黄色、橙色など変異が多いそうです。白色は海の中で目立つ色ですが、ウミウシ類は白色を地色にもつものも多く見られます。この個体は全体が真っ白で、なんだか動物には見えないほど背面の突起の分枝が美しく、なかなか見ることができない一枚だと思い、表紙に選びました。

今回のエッセイは南極に行かれた高校の先生のお話です。南極はなかなか行ける場所ではありませんし、観測隊に同行し、教員として南極から授業を行うということもさらに貴重なことだと思います。私も、以前、観測隊として南極に行ったことのある大学の先生の授業で南極での話を聞き、惹きこまれたことを今でも鮮明に覚えています。ぜひ、南極を知る機会になればと思います、ご紹介いただきました。