



配布先：京都大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会
報道解禁：なし

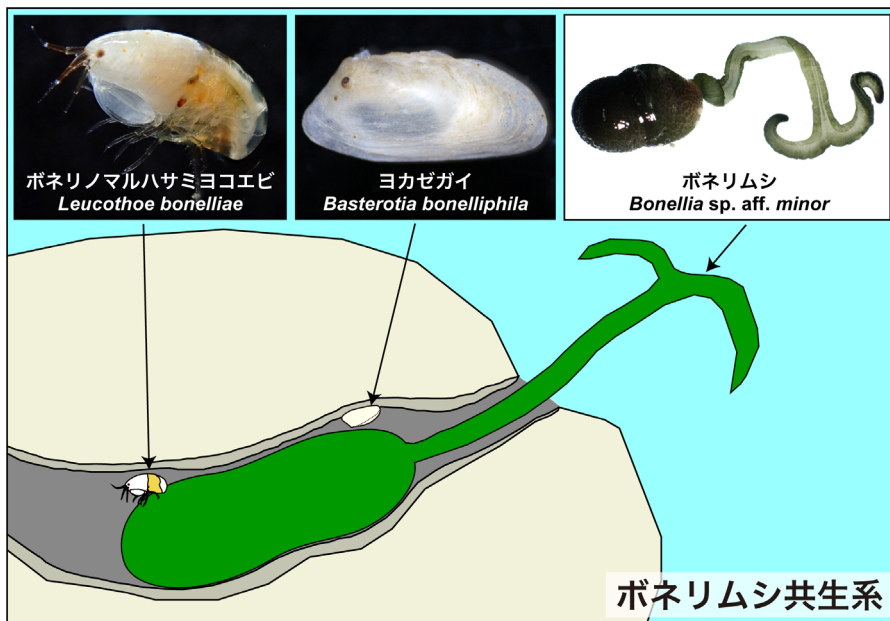
2023年10月11日

海底の死サンゴ礁の中で共に暮らす —ボネリムシに共生する新種の二枚貝とヨコエビを発見

概要

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 後藤龍太郎 助教、下村通誉 同准教授、公益財団法人黒潮生物研究所 平林勲 研究員補佐（研究当時：串本海中公園）、産業技術総合研究所 清家弘治 主任研究員、国立科学博物館 山下桃 日本学術振興会特別研究員らの研究グループは、紀伊半島沿岸の海底において、死サンゴ礁内に住むボネリムシの巣穴の共生生物群集を調べ、その中からボネリムシに共生する新種の二枚貝とヨコエビを発見し、*Basterotia bonelliphila* Goto & Hirabayashi, 2023（和名：ヨカゼガイ）、*Leucothoe bonelliae* Shimomura, Hirabayashi & Goto, 2023（和名：ボネリノマルハサミヨコエビ）として記載しました。他の生物の巣穴に住み着く「住み込み共生生物」は、これまで海底の砂泥中の生物の巣穴では多くの例が知られてきましたが、海底の岩など硬質基盤中の巣穴における例は限られてきました。そのため、本発見は、住み込み共生を介した海底の生物多様性形成を理解する上で重要な知見となります。また、これまで見過ごされてきた海底の微環境（マイクロハビタット）の探索が未知の生物の発見に繋がった点も示唆的です。

本成果は、2023年10月11日に英国の国際学術誌「Zoological Journal of the Linnean Society」にオンライン掲載されました。



ボネリムシとその巣穴から発見された共生生物2新種

（写真：ボネリノマルハサミヨコエビ：平林勲，ヨカゼガイ・ボネリムシ：後藤龍太郎，イラスト：後藤龍太郎）

1. 背景

海底には、巣穴を掘って暮らしている様々な生物（甲殻類や環形動物など）が生息しています。そして、その巣穴を住処として利用するような実に多様な共生生物がいます。近年、このような巣穴を介した「住み込み共生関係」が海底の生物多様性創出に重要な役割を果たしていることが注目されるようになってきました。しかし、住み込み共生の例は、干潟などの砂泥底からはよく報告されてきましたが、海底の岩などの硬質基盤中からはほとんど知られていませんでした。

温暖な浅海の海底には、死サンゴ礫（サンゴの遺骸由来の岩石）がよく見られます。このような死サンゴ礫には貝類や甲殻類、ゴカイの仲間などが穿孔してその内部に住み着くほか、それらの生物が作った礫内の空隙が他の生物に二次的に隠れ家として利用されます。それゆえ、死サンゴ礫は温暖な浅海底の生物多様性を育む重要な基盤となることが指摘されてきました。しかし、その一方、死サンゴ礫内部で、特定の生物の巣穴に特定の共生生物が住み着く、といった住み込み共生の例はほとんど報告されてきませんでした。

今回私達は、死サンゴ礫中のボネリムシ *Bonellia* sp. aff. *minor* の巣穴に共生する生物群集を調べました。ボネリムシは、環形動物のユムシ類（ミドリユムシ科）の1種で、全身が緑色を呈し、1 cm 程度のソーセージ状の体幹部（本体）と先端が二又に分かれた Y 字状の長い口吻を持つ風変わりな動物です。ユムシ類の多くが海底の砂泥中に巣穴を作って生息するのに対し、本種は死サンゴ礫など岩の内部の空隙を巣穴として利用します。体幹部は常に巣穴内部に留まり、主に夜間、口吻だけ巣穴の外に（時に数十センチも）伸ばして海底の砂泥を集めて採餌します。

砂泥中のユムシ類の巣穴は、貝類、甲殻類、多毛類、魚類など、そこにしか住まない多様な共生生物の住処となることがよく報告され、それゆえ、ユムシ類は「宿屋虫」とも呼ばれています。しかし、礫中に住むユムシ類であるボネリムシの巣穴にそのような共生生物がいるのかは不明でした。

2. 研究手法・成果

紀伊半島の南端、和歌山県串本町の浅海域（水深約 10–20 m）においてボネリムシの巣穴共生生物群集の調査を実施しました。ボネリムシは、夜行性で、主に夜間に採餌のために巣穴から口吻を出すので、その口吻を目印として潜水調査で巣穴の場所を探しました。拳大の死サンゴ礫内部のボネリムシの巣穴内を詳しく調べ、宿主のボネリムシおよびその共生生物の採集を行いました。

ボネリムシの巣穴の中からは、ウロコガイ科イソカゼガイ属の1種、マルハサミヨコエビ科マルハサミヨコエビ属の1種、オトヒメゴカイ科シロオビオトヒメゴカイの3種を得ることができました。これらの3種が含まれる属がそれぞれ主に共生性の種から構成されることや、ボネリムシの巣穴から複数回採集されたことから、これらの種は偶然ボネリムシの巣穴にいた訳ではなく、それぞれボネリムシの巣穴に共生する習性を持っている可能性が高いことが示唆されました。さらに、詳しい形態観察及び DNA 情報を用いた解析の結果、イソカゼガイ属の1種、マルハサミヨコエビ属の1種は未記載種であることが判明し、それぞれ *Basterotia bonelliphila* Goto & Hirabayashi, 2023（和名：ヨカゼガイ）、*Leucothoe bonelliae* Shimomura, Hirabayashi & Goto, 2023（和名：ボネリノマルハサミヨコエビ）として新種記載を行いました。

イソカゼガイ属は、ユムシ類の巣穴だけに共生する二枚貝であることが知られていますが（Goto et al. 2011, 2017）、これまで知られていた種は砂泥中のユムシの巣穴に共生するものだけです。ヨカゼガイの発見から、礫内に住むユムシ類の巣穴にも共生する種がいることが明らかになりました。ヨカゼガイは、同属の他種に比べ、小さく（最大で殻長 4.3 mm）、細長い貝殻形態をしており、礫内の狭隘なボネリムシ巣穴への適応だと考えられます。

また、マルハサミヨコエビ属は、海綿やホヤなどに共生する種が知られています。近年例外的に、環形動物（フサゴカイ類）の巣穴に共生する新種（ユキレンゲマルハサミヨコエビ）が鹿児島大学の研究によって報告されました（Kodama et al. 2022）。分子系統解析の結果、ボネリノマルハサミヨコエビは、ユキレンゲマルハサミヨコエビに非常に近縁で、属内で姉妹種となることが判明しました。このことから、本属において環形動物の巣穴に共生することに特化した系統が存在することが示唆されました。

●和名の由来

ヨカゼガイは、イソカゼガイ属の1種です。本属の他の種は、「イソカゼガイ」「ハマカゼガイ」「ソヨカゼガイ」など「~カゼガイ」という和名が主につけられてきました。ヨカゼガイの場合、宿主のボネリムシが夜行性で、ボネリムシが巣穴から口吻を出す夜でないと、ヨカゼガイの住処（ボネリムシの巣穴）をなかなか見つけられないことから、夜に困んだこの和名をつけました。一方、ボネリノマルハサミヨコエビは、ボネリムシに共生するマルハサミヨコエビ属の1種ということで、この和名をつけました。

●研究成果の意義

本研究では、死サンゴ礁内において、巣穴を介した共生関係が見られることを明らかにしました。このような共生関係はこれまで干潟などの砂泥底などではよく知られていましたが、硬質基盤ではほとんど知られていませんでした。それゆえ、ボネリムシの共生系は、硬質基盤における住み込み共生の新たな例という点で新規性が高く、共生を介した海底の生物多様性の創出の理解に貢献するものです。また、特定の生物の存在（今回の場合はボネリムシ）が他の複数の生物の生息を担っている、という知見は、海底環境の生物多様性保全を考える上で重要な示唆を提供します。

3. 波及効果、今後の予定

温暖な浅海域の海底では死サンゴ礁は多くの生物の重要な生息基盤となっており、様々な生物が穿孔したり、その内部に巣穴を作って暮らしています。死サンゴ礁を基盤とした海底の生物多様性形成を理解する上で、今回見つかったような住み込み共生関係がボネリムシ以外の巣穴形成生物においても広く見られるかどうかを今後明らかにしていくことが重要だと考えています。

また、死サンゴ礁の中に住むボネリムシの仲間は世界的に広く分布します。今後の探索によって、今回見つかった共生生物が世界の他の地域でも見つかるのかどうかや、新たな共生生物がどれほど見つかるのかは興味深いところです。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は日本学術振興会 科学研究費助成事業（20K15860, 23K05906, 17H04859, 19J40062）の研究助成を受けて実施されました。

<研究者のコメント>

「ボネリムシは、温暖な浅海に生息し、夜になると岩の中の巣穴から緑色でY字型のひよろながい口吻だけを海底に伸ばして現れる不思議な生物ですが、その巣穴の中に隠れて暮らす未知の二枚貝やヨコエビがいたことが分かり、とても面白く感じています。生物の多様性の奥深さや海洋における共生関係の遍在性を実感しています。」（後藤龍太郎）

「普段見過ごしているような環境にも視点を向けて調べてみることで、身近なところにまだまだ未知の生き物が潜んでいるということが分かりました。海の生き物の多様性とその巧みな暮らしぶりにはやはり興味が尽きません！」(平林勲)

「岩などの硬質基盤の中など研究の難しい環境でも、注意深く調査を進めれば、新たな発見が次々と出てきます。生物はさまざまな環境に適応し、生活していることから、その多様性と適応力にはいつも感心します。今回のボネリムシの巣穴からの二枚貝とヨコエビの発見もその好例と思います。」(下村通誉)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Living together in dead coral rocks: macrosymbiotic communities associated with *Bonellia* echiuran worms (Annelida: Thalassematidae: Bonelliinae), involving new commensal bivalve and amphipod species

著者：Ryutaro Goto, Isao Hirabayashi, Koji Seike, Momo Yamashita, Michitaka Shimomura

掲載誌：*Zoological Journal of the Linnean Society* DOI：10.1093/zoolinnean/zlad103

<研究に関するお問い合わせ先>

後藤龍太郎 (ごとうりゅうたろう)

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・助教

TEL：080-3038-8123

E-mail：gatoryutaro@gmail.com Twitter：@goto_ryu

<報道に関するお問い合わせ先>

京都大学 渉外部広報課国際広報室

TEL：075-753-5729 FAX：075-753-2094

E-mail：comms@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp