

有毒ウニに寄生・共生する生物たち —ガンガゼタマエボシとランタンノタネビ—

Symbionts of poisonous sea urchins
— *Rugilepas pearsei* and *Clavisodalis sentifer* —

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 山守 瑠奈 (Yamamori, Luna)

ウニをとりまく共生系

こんにちは、京都大学瀬戸臨海実験所の山守です。私はウニをとりまく共生系を研究しており、フィールドではウニの巣穴を掘りウニをひっくり返し、また時にはちょっと中身をあらためるなどしています。ウニはその体表や体内にさまざまな寄生・共生者を有しており、世界的にもたくさんの研究が積み重ねられてきました (Jangoux 1987, 図1)。日本国内のウニ類にも、ムラサキウニに付着するキンイロセトモノガイなどのハナゴウナ科の貝類をはじめ、数多くの共生者が見られます。私は修士課程の時からウニをとりまく共生系を研究しており、ウニの巣穴に住み込み共生する生物相や、巣穴に特異的に共生する貝類ハナザラの生態や進化の研究をしてきました (うみうし通信 No. 95「ウニの巣穴への住み込み共生」をご参照くださ

い)。巣穴の共生者につきましては『たくましくて美しいウニと共生生物図鑑』(2021, 創元社/P12図書紹介参照)の中でも沢山紹介しておりますので、ご興味のある方はお手にとり頂けると、とても嬉しいです。

ウニをとりまく共生系の中で最近特に注目していることが、有毒ウニの寄生・共生関係です。ウニの巣穴を求めて南西諸島に調査に出ている時、殻径が10 cm 近くもあるガンガゼモドキ (図2A) が目に入りました。ガンガゼ類は長い棘を持っており、その棘のすきまにヘコアユやヨウジウオ類などの魚類をはじめ、さまざまな生物が共生することが知られています。そうした魚類をガンガゼモドキと一緒に採集するのは難しいですが、体表にくっついた共生者なら見られると思います。数個体を陸に上げて調べてみました。すると、2種類の見慣れない生物を見つ

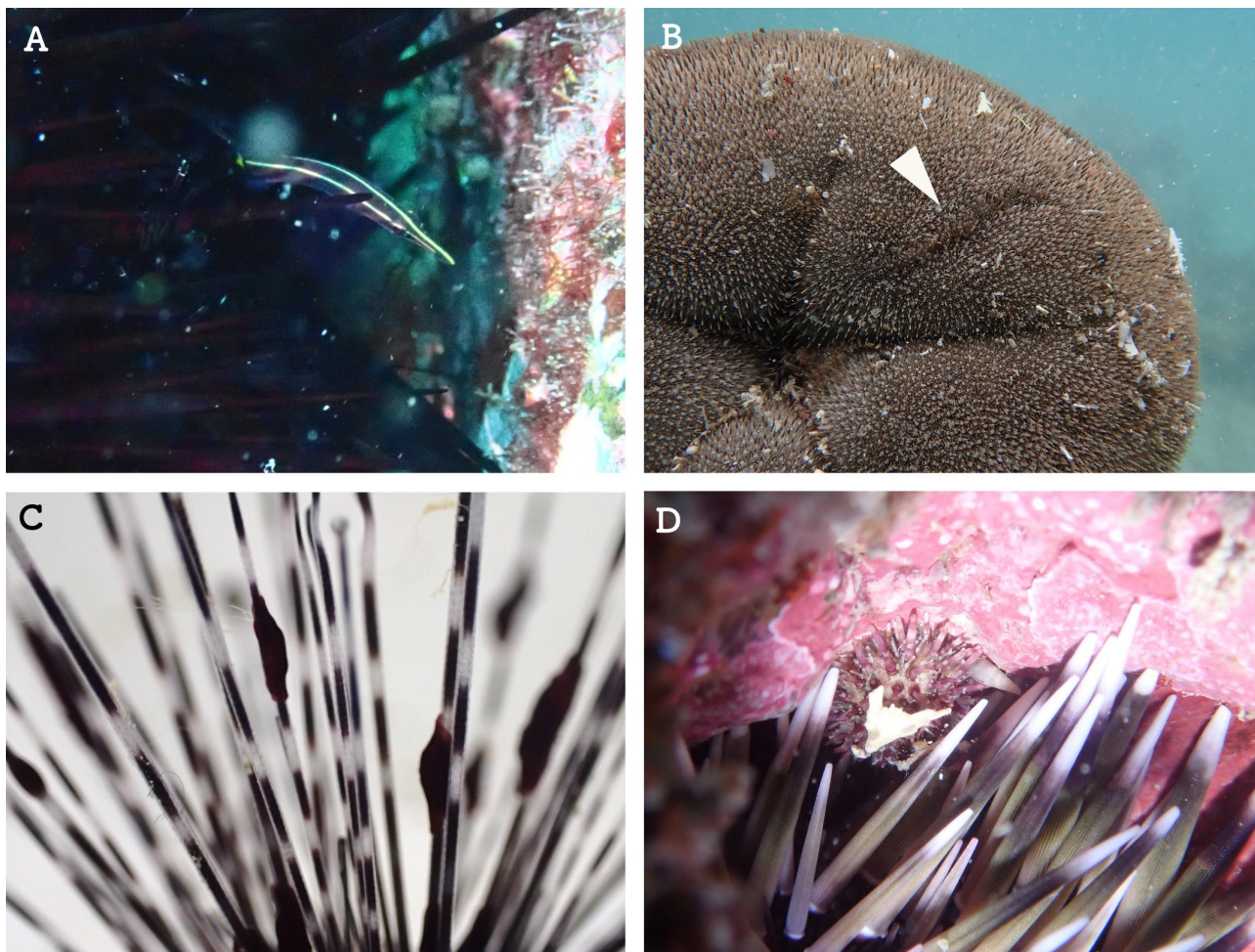


図1 ウニの棘の間や体表の共生者たち。A、ガンガゼの棘の間に住むハシナガウバウオ；B、タコノマクラの棘の隙間に住む環形動物のマクラウロコムシ (矢印)；C、ガンガゼの棘の上に張り付く有櫛動物 (クシクラゲのなかま) のムラサキクラゲムシ；D、ナガウニの棘の間に隠れる稚ウニ。

有毒ウニの殻にゴールを作るガンガゼタマエボシ

1種類めは、ガンガゼ類の殻の上にゴール (= 虫こぶ, 寄生者が暮らすために宿主の体表に造られた部屋. クスノキの葉脈基部に作られるダニ室などがある) を作るエボシガイ類の、ガンガゼタマエボシです (図2B)。フジツボやエボシガイの仲間には寄生・共生性の種が多く知られ、例えばツボムシのようにサンゴに埋在する種があります。また、エボシガイ類の中ではイセエビの体表につくムラサキハダカエボシやウミヘビにつくコスジエボシ、またクラゲ類につくクラゲエボシなど、ネクトンからベントス、プランクトンまでさまざまな宿主を利用する種が知られています。一般にエボシガイ類はセメント様の物質を分泌して宿主にくっつきませんが、ガンガゼタマエボシの場合は基部が爪状になっており、その爪を宿主に食い込ませるようにしてくっつき (図2C, D)。そうして錨を打つようにした部分の周辺にガンガゼタマエボシはゴールを形成しますが、この時になんと、宿主のガンガゼモドキの棘の配列まで変えてしまいます。ガンガゼモドキ類は2種類の棘を持ちます。ひとつは主に歩行などに使う太い一次棘、もうひとつは主に防衛に使う細くて折れやすい二次棘です。人がガンガゼ類を触って手に刺さるのは主にこの二次棘で、刺さってから折れるので抜けにくいほか、ガンガゼは棘に毒を持っているのでたいへん痛いです。私は一度、沖縄での調査中にガンガゼの棘が指に13本刺さって医療機関で小切開を受けたことがあります。ここまでたくさん刺さると「痛い」を通り越して避けようのない痛みに

対する諦めしか感じませんでした。

この一次棘は普段は肛門側から口側にかけて放射状に並んでいます。ガンガゼタマエボシのゴール周辺は、本来生えていた一次棘が完全に消失しており、代わりに二次棘が密生しています。凶悪な防衛用の棘を自らの生息場所の周囲に配置することで、身を守っているのでしょう。ガンガゼタマエボシがどのようにして宿主ウニの組織を改変しているのかはわかりませんが、何らかの物質のやりとりが行われているのだらうと考えられます。

ガンガゼタマエボシは他にも変わった特徴を持ちます。まず、殻を持たない点です。エボシガイ類の中には殻を持たないハダカエボシというなかまがおり、ガンガゼタマエボシもかつてはこのなかまに含まれていました。ところが分子系統解析をしてみたところ、ガンガゼタマエボシはハダカエボシ類とは系統的に大きく離れており、甲殻類につくエボシガイ類から派生していたことが推測されました (Yamamori & Kato 2020)。このなかまは殻が縮小している種も多々含まれますが、ほぼ全ての種が殻を持っています。ガンガゼタマエボシは、有毒ウニの棘に囲まれた生息環境で比較的安楽な生活を営んでいるため、殻を作る労力を削減したのかもしれない。

また、ガンガゼタマエボシは一般的なエボシガイ類に比べて、蔓脚と呼ばれる海中の懸濁物を餌としてかき集める脚が極めて短いことも特筆すべき点です (図2C)。一般的なエボシガイ類の蔓脚に関しては、「エボシガイ 蔓脚」などで検索するとたくさん出てきますので図としてはここでは割愛させていただきます。

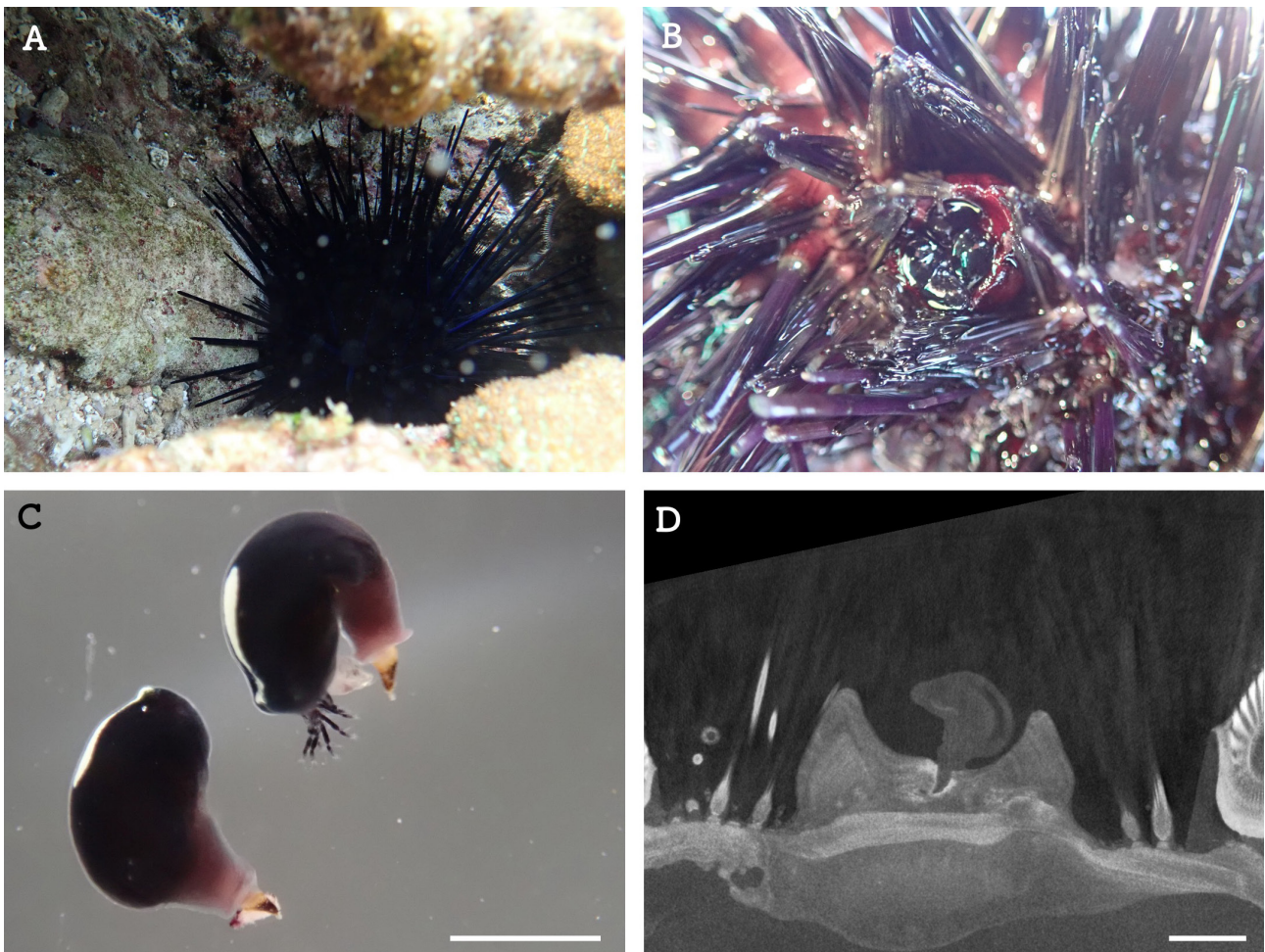


図2 ガンガゼ類の殻上にゴールを作って住むガンガゼタマエボシ。A、宿主のガンガゼモドキ；B、ウニの殻上に造られたガンガゼタマエボシのゴール；C、ゴールから取り外したガンガゼタマエボシ。右上の個体は蔓脚を出している；D、CT スキャンによって観察したガンガゼタマエボシのゴール。スケール：3mm

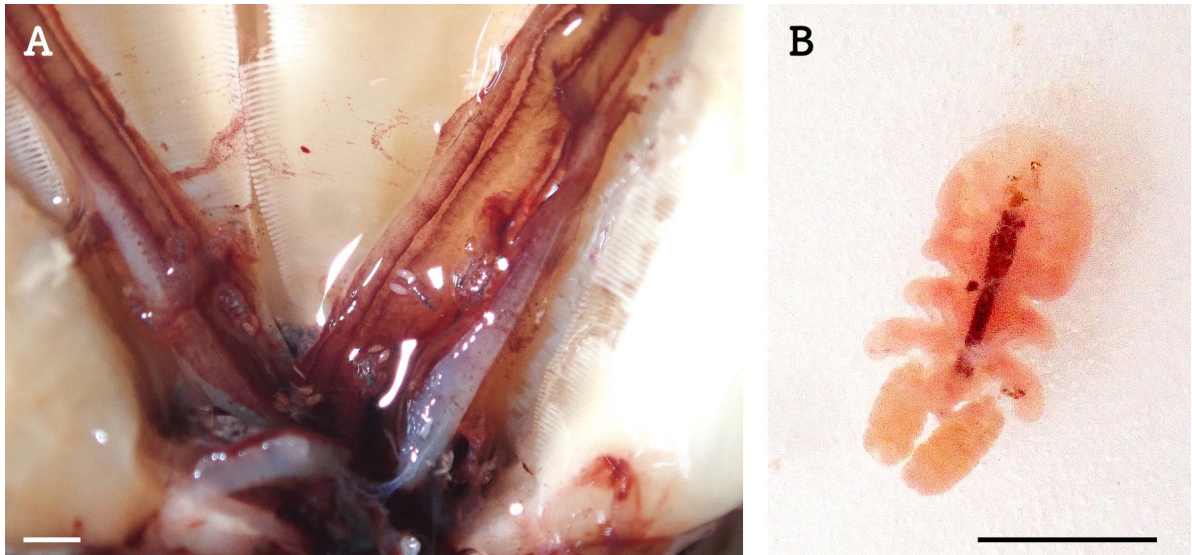


図3 ガンガゼ類の口器（アリストテレスのランタン）を通る食道の中に住むランタンノタネビ。A、食道を開いて姿を表したランタンノタネビ。何匹いるか数えてみてください；B、ランタンノタネビを背面から撮影したもの。上が頭部で、後体部には卵塊を一對持っています。スケール：1mm

すが、それは海水中の小さな粒状の餌をかき集めるために、体よりも長いものがほとんどです。

このガンガゼタマエボシのとて餌を集められそうにない短い蔓脚と、ガンガゼタマエボシの周囲のウニの棘についたすり傷から、記載された当初、本種はウニの表皮を削って食べていると考えられていました（Grygier 1991）。しかし、改めて窒素・炭素安定同位体分析を行ったところ、ガンガゼタマエボシは堆積物を食べていることが推測されました。本種のゴールはウニの口側、つまり体の下側に作られるので、狭いゴールの中で無理に蔓脚を伸ばして懸濁物をかき集めず、ウニが動いてまき上がった堆積物を集めて食べているのでしょう。

甲殻類につくエボシガイ類は宿主の脱皮にライフサイクルが制限されてしまいますが、脱皮をしないウニにつくガンガゼタマエボシは、理論上は何年も生きて複数回繁殖をすることができます。本種は数が少ないので通年調査等で生態の解明には至っていませんが、いつかかれらの生涯を追ってみたいですね。

ウニの口器の中に住むランタンノタネビ

ウニが「アリストテレスのランタン」と呼ばれる大きな口器を持つことは、聞いたことがある方が多いのではないのでしょうか。私は有毒ウニの寄生・共生者を探さず、そのランタンの内側を通る腸管（食道）の中にコペポダが住むことに気がきました。本種は種としては北半球初記録、また属としては日本初記録であり、真紅の体を持つことから「ランタンノタネビ」（種火）という和名をつけました（Yamamori et al. 2024）。本種は1個体のガンガゼ類の食道におよそ2～9個体が生息することが多く、南西諸島や紀伊半島などの黒潮流域で見られます。ガンガゼ類を捕まえて周口膜という殻とアリストテレスのランタンを繋ぐ膜を破った後、そっと渾身の力を込めてランタンを開いてみると、食道の中をびちびちと泳ぐランタンノタネビを見つけることができます（図3）。

ランタンノタネビに近縁ななかまは、魚に寄生し宿主の皮膚を齧る種が多く知られますが、それらの種のほとんどは宿主と厳格に1対1対応をしています。一方で、ランタンノタネビはガンガゼ属ではガンガゼ、アラサキガンガゼ、アオスジガンガゼと主要な種全てから見られたほか、属をまたいでガンガゼモドキ属のガンガゼモドキやトクリガンガゼモドキからも見られ、こだわりの弱さが計り知れます。これらのさまざまな宿主に共

生しているランタンノタネビの遺伝子を比較してみました。違いは見られなかったもので、幼生が比較的自由に宿主を選んでいるほか、生体が宿主の間を移動していることも考えられます。ランタンノタネビの宿主選択の緩さについては要因に心当たりがあるため、現在も研究を続けています。みなさんの記憶にタネビが残っている間に結果を世に出せるよう頑張りますので、一日でも長くかれらのことを記憶に留めて頂ければ幸いです。

ウニに共生して暮らす工夫

棘皮動物の体は海洋の主要な捕食者の魚類等が嫌うさまざまな化学物質をそなえているため、小型の生物にとって恰好の隠れ家となりますが、ウニ類はさらに鋭い棘を持つため、その棘のすきまを利用する生物も多く見られます。ただ、その中でも捕食—被食関係が成立しており、例えば図1Aのハシナガウバウオという10 cm 弱の魚類は、ウニの体表の小型甲殻類を食べることが知られています。このように、ウニの体表に寄生・共生して海洋の主要な捕食者から逃れても、まだ安全とは言えないのです。その中で、今回紹介させて頂いたガンガゼタマエボシやランタンノタネビは、ゴール形成や食道への進出によって、より安全な生活を手に入れているのかもしれない。これら2種でもまだまだ研究課題はありますし、ほかにも研究したい生物や生態系がたくさんあるので、人生が5回分くらいほしいところです。

参考文献

- Jangoux M. (1987) Diseases of Echinodermata. 1. Agents microorganisms and protists. *Dis Aquat Organ* 2: 147-162.
- 山守瑠奈 (2021) たくましくて美しいウニと共生生物図鑑, 創元社.
- Yamamori L., Kato M. (2020) Shift of feeding mode in an epizoic stalked barnacle inducing gall formation of host sea urchin. *iScience* 23: 100885.
- Grygier M. (1991) A new genus and two new species of Microlepadidae (Cirripedia: Pedunculata) found on western Pacific diadematid echinoids. *Galaxea* 10, 1-22.
- Yamamori L., Tanaka, H. and Uyeno D. (2024) Morphological and Molecular Evidence of an Intergeneric Host-Range in Clavisodalis sentifer (Crustacea: Copepoda: Taeniacanthidae) Associated with Diadematid Sea Urchins from the Western Pacific. *Zoological Science*, 41(4).