

ヒラムシの棲みかはどう変わる？

～海岸の堆積砂の隙間に棲むヒラムシの生息環境の進化過程を推定～

ポイント

- ・同じ海岸の異なる環境から、同じグループに属する2種の新種ヒラムシを発見。
- ・分子系統樹を作成し、生息環境の進化の道筋を推定。
- ・ヒラムシは進化の過程で生息環境を柔軟に変えてきた可能性を示唆。

概要

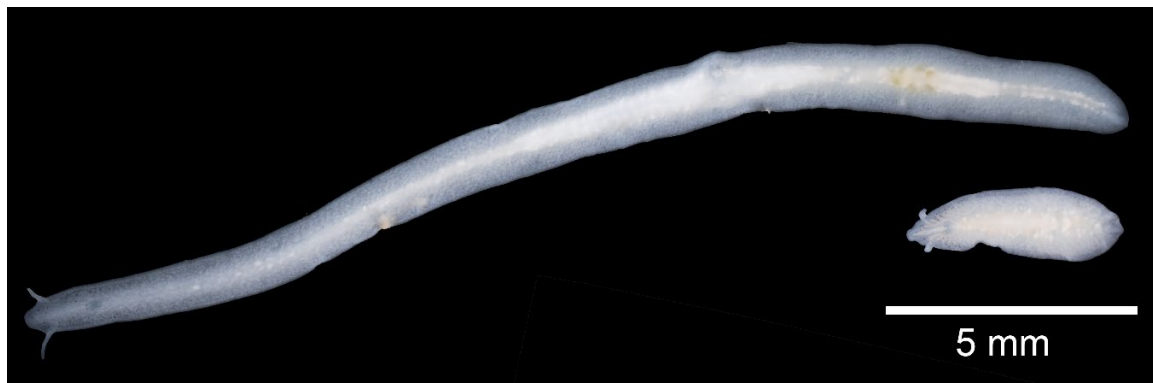
北海道大学大学院理学院博士後期課程3年の露木葵唯氏、桜美林大学リベラルアーツ学群の大矢佑基助教、北海道大学大学院理学研究院の柁原 宏教授の研究グループは、沖縄県東村の海岸から得られた2つの新種ヒラムシの生息環境の違いに着目し、同じグループのヒラムシにおいて、進化の過程でどのように生息環境が変化したのかを分子系統解析によって推定しました。

「間隙性動物」と呼ばれる砂粒の隙間の間隙水で生活する小さな動物は、多くの動物門*1にまたがって報告されています。動物門が異なるにもかかわらず、特殊な環境に適応した共通する形態の特徴を持つことが多く、その進化機構は長い間注目されてきました。しかし、少数の限られた動物門を除き、間隙性の生活がどのように進化したのかはよくわかっていません。

ヒラムシは海に棲む扁形動物（プラナリアやサナダムシの仲間）です。多くは海底の石や瓦礫の表面から見つかりますが、間隙性の種類も知られています。本研究では、同じ浜辺から砂の隙間に棲む小型種と転石の表面にくっついて生活する大型種を発見し、それぞれが既知の種のいずれにも該当しない特徴を持つ未知の種であることを明らかにしました。

さらに、同じグループに属するヒラムシを対象に、DNA 情報を用いた系統関係をもとに祖先の生息環境を推定しました。その結果、このグループの祖先は一度間隙性の環境に入ったが、その後進化の過程で再び砂の隙間の外に出て大型化し、表在性の生活様式を獲得したことが示唆されました。

なお、本研究成果は2022年11月23日（水）公開のPLOS ONE誌にオンライン掲載されました。



今回発見された2つの新種ヒラムシ：転石表面に棲む大型種（上）と砂の隙間に棲む小型種（下）

【背景】

「間隙性動物」と呼ばれる砂粒の間隙の間隙水で生活する小さな動物は、多くの動物門にまたがって報告されています。動物門が異なるにもかかわらず、特殊な環境に適応した共通する形態の特徴を持つことが多く、その進化機構は長い間注目されています。しかし、ほぼ全ての動物門において間隙性の生活がどのように進化したのかはよくわかっていません。

ヒラムシは、その名の通り平たい体をもつ体長数 cm 程度の扁形動物の仲間であり、現在世界で 800 種以上が知られています。多くは海底の石や海藻の表面に棲む「表在性」の生活を送りますが、一部の種類は堆積する砂粒の間隙に棲む「間隙性」です。ヒラムシの中でも、頭の縁に長い触角をもつことで特徴づけられる *Boninia* 属と呼ばれるグループには、このような表在性の種類と間隙性の種類が混在しています。これまでこの属は世界で 5 種のみが知られていましたが、形態がよく似た同じグループ内で、このような生活環境の変更が進化の過程でどのように生じたのかは不明でした。今回の研究成果は、沖縄県東村の砂浜で表在性と間隙性の環境を棲み分けている 2 種のボニニア属ヒラムシ類の発見から、このグループ内での生息環境の進化の歴史を紐解こうと試みたものです。

【研究手法】

2019 年から 2021 年にかけて、沖縄県東村のながはま海岸に堆積する砂利から洗い出し法^{*2}によって小型の種を 6 個体、同じ海岸で転石の表面を這っていた大型の種を 6 個体、計 12 個体のヒラムシを採集しました。得られたヒラムシについて、パラフィン連続組織切片^{*3}による体内の形態観察と複数遺伝子の部分配列の決定を行いました。また、得られた 2 種と既知の配列情報を合わせたデータセットを用いて分子系統樹^{*4}を作成し、種間の系統関係を推定しました。さらに、今回解析に用いた種類の生息環境（間隙性/表在性）を系統樹と対応させることで、進化の過程で生息環境がどのように変化したかを推定しました。

【研究成果】

研究の結果、得られた 2 種のヒラムシは既知の種のいずれとも異なる形態的特徴をもつことから未記載種（名前のついていない種）であることが明らかになりました。そこで、間隙性の小型種を *Boninia uru*、表在性の大型種を *Boninia yambarensis* という学名で新種として発表しました。なお、種小名の「*uru*」は、沖縄県の方言で砂を意味する「ウル」に、「*yambarensis*」は、本種が採取された地名「やんばる（山原）」に由来します。また、得られた系統樹からは、*Boninia* 属グループ内で間隙性の種類と表在性の種類がそれぞれまとまった系統群を形成しないことが推定されました。そして、このグループの共通祖先は一度間隙性の環境に適応したあと、進化の過程で再び砂の間隙の外に出て石の表面などで生活する表在性生活を獲得し、一部は再び間隙性に戻った可能性が示唆されました（図 1）。

すなわち、このヒラムシのグループでは表在性と間隙性という生活環境の変化が進化の過程で柔軟に起きてきたと考えられます。このように、特殊な間隙性環境に一度適応した種類が再び砂の間隙から外の生活に戻ったという進化史は、これまで一部のウミウシ類でのみしか報告されておらず稀な事例です。

【今後への期待】

本研究で、ヒラムシでは同じグループ内でも進化の過程で生息環境が柔軟に変化する可能性が示されました。では、このヒラムシは砂の間隙という特殊な環境にどうやって適応したのでしょうか。なぜ進化の過程で砂の間隙の生活と外の生活を柔軟に行き来することができたのでしょうか。

このような疑問を解決することができれば、多くの動物門で見られる「間隙性動物」の進化の謎の解明に一步近づくことが期待されます。

海の底に棲む小さな生き物たちは、砂粒の隙間や石の表面などさまざまな環境を利用しています。

今回沖縄県東村の同じ浜から2種もの新種が発見されたように、このような小さな生き物たちの多様性はまだまだわかっていないことだらけです。異なる種類が砂粒の隙間と石の表面という違った環境からそれぞれ見つかったことから、海の中にさまざまな環境が存在することによって、豊かな生物多様性が保たれていると考えられます。今後も多様な生息環境を守りつつ、そこに棲む生物たちの多様性を地道に明らかにしていく必要があります。

【研究費】

本研究は、公益財団法人水産無脊椎動物研究所の育成研究助成（代表者：露木葵唯）、科学技術振興会次世代研究者挑戦的研究プログラム（北海道大学 DX 博士人材フェローシップ JPMJSP2119 代表者：露木葵唯）、科学研究費助成事業（特別研究員奨励費 20J11958 代表者：大矢佑基、基盤研究（C）20K06780 代表者：柁原 宏）の支援のもと実施されました。

論文情報

論文名	Reversible shifts between interstitial and epibenthic habitats in evolutionary history: molecular phylogeny of the marine flatworm family Boniniidae (Platyhelminthes: Polycladida: Cotylea) with descriptions of two new species (進化史における間隙棲と表在棲の可逆的な変化：2種の新種記載を伴うボニア科ヒラムシ類の分子系統)
著者名	露木葵唯 ¹ 、大矢佑基 ² 、柁原 宏 ³ (¹ 北海道大学大学院理学院、 ² 桜美林大学リベラルアーツ学群、 ³ 北海道大学大学院理学研究院)
雑誌名	PLOS ONE (科学誌)
DOI	https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0276847
公表日	2022年11月23日(水) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 教授 柁原 宏 (かじはらひろし)

T E L 011-706-2755 メール kajihara@eis.hokudai.ac.jp

U R L <https://www2.sci.hokudai.ac.jp/faculty/researcher/hiroshi-kajihara>

桜美林大学リベラルアーツ学群 助教 大矢佑基 (おおやゆうき)

T E L 042-797-9308 メール oya_y@obirin.ac.jp

U R L <https://gproweb1.obirin.ac.jp/obuhp/KgApp?kyoinId=ymsyyykggy>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

学校法人桜美林学園総合企画部広報課 (〒194-0294 東京都町田市常盤町3758)

T E L 042-797-9772 F A X 042-797-9829 メール webadmin@obirin.ac.jp

【参考図】

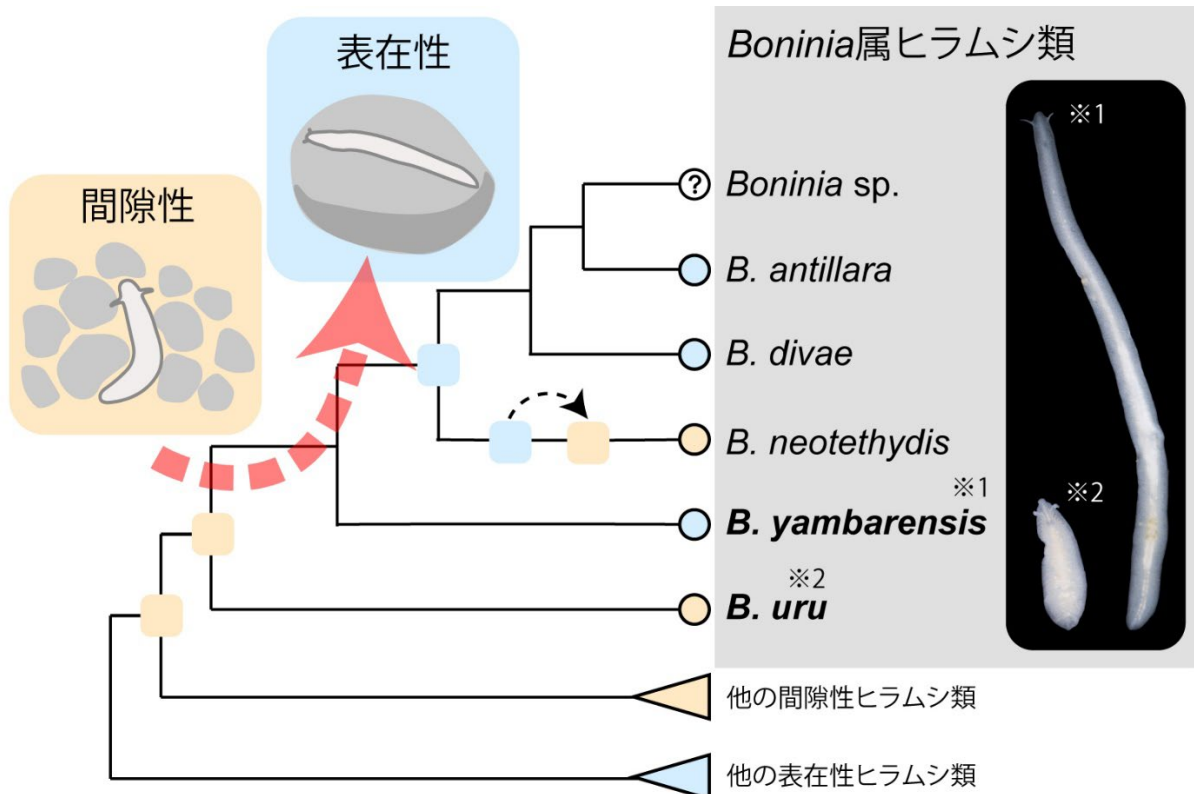


図 1. ポニニア属ヒラムシ類の系統関係および生息環境の進化的変遷の推定

間隙性と表在性の種類がそれぞれまとまった系統群を作らず、進化の過程で生息環境の変化が複数回生じたことが推定された。※論文中 Fig. 8 を改変

【用語解説】

- *1 動物門 … リンネ式階層分類体系に基づく、動物を分類するカテゴリーの一つ。下位に綱、目、科、属、種などさらに小さいカテゴリーを含む。扁形動物は一つの動物門である。
- *2 洗い出し法 … 間隙性動物を抽出するために用いられる採集方法の一つ。バケツの中に入れた砂の堆積物サンプルに海水または淡水を加えよく攪拌し、上澄みをネットまたは篩で濾すことによって目に見えない小さな生き物を採集する。今回は淡水を用いた。
- *3 パラフィン連続組織切片 … 生物の組織をパラフィン（蠟）に包埋し、特殊な機械を用いて組織を厚さ数 μm ～数十 μm の切片にし、内部構造や細かな形態を観察する手法。
- *4 分子系統樹 … DNA の情報を元に推定された、生物間または遺伝子の進化的道筋のこと。