プレス発表資料

令和 8 年 11 月 13 日
秋　田　大　学
岡　山　大　学

海藻由来天然物「クレテニン B」の化学合成に成功
フジツボ付着を防ぐ環境低負荷型候補化合物を発見

秋田大学大学院理工学研究科の髙村 浩由 准教授、岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域の門田 功 教授、田中 健太 助教らの研究グループは、ギリシャ・アテネ大学の Vassilios Roussis 教授との国際的な研究連携により、海洋天然物「クレテニン B(Cretenyne B)」の化学合成に成功するとともに、フジツボ*1 付着阻害活性を発見しました。また、化学合成研究を通じて天然物クレテニン B*2 の三次元的な分子構造を明らかにしました。

本研究成果は、2026 年 10 月 29 日に国際学術誌『The Journal of Organic Chemistry』にオンライン掲載（DOI: 10.1021/acs.joc.6c02249）されました。

研究のポイント

- 地中海産の紅藻から発見された海洋天然物「クレテニン B」の化学合成に成功しました。
- 合成したクレテニン B 候補化合物がフジツボの付着を阻害する活性を示すことを発見しました。
- 試験条件下では顕著な毒性が認められず、環境負荷の少ない新しい防汚剤の開発につながることが期待されます。

○概要

秋田大学、岡山大学らの研究グループはアテネ大学と連携して、海洋天然物クレテニン B の化学合成と生物活性評価を行いました。

研究グループはこれまで、ソフトコーラル由来天然物の化学合成とフジツボ付着阻害活性の発見を報告してきました。興味深いことに、ソフトコーラルや紅藻にはフジツボなどの付着生物が比較的少ないことが知られています。このことから研究グループは、「海洋生物が生産する天然物が付着生物を寄せ付けない働きをしているのではないか」と考え、海洋天然物の研究を進めてきました。

今回着目したクレテニン B は、ギリシャ・クレタ島周辺で採集された紅藻から単離された天然物です。本研究には天然物の発見者であるアテネ大学の Vassilios Roussis 教授も参画し、天然物化学と有機合成化学を結びつける国際的な研究連携のもとで実施されました。その結果、クレテニン B 候補化合物の化学合成に成功するとともに、2 種類の合成化合物（**1a** および **1b**）がフジツボ付着阻害活性を示すことを発見しました。特に **1b** は高い活性を示し、いずれの化合物も試験条件下で顕著な毒性を示しませんでした。さらに、この合成研究を通じて、クレテニン B の三次元的な化学構造を解明しました。

○研究の背景

フジツボは船底や養殖施設、海洋構造物などに付着する代表的な海洋生物です。船底にフジツボが大量に付着すると水の抵抗が増加し、燃料消費量の増加や二酸化炭素排出量の増

加を引き起こします。また、船舶や海洋構造物の維持管理コストを押し上げる原因にもなっています。現在、船底防汚塗料には亜酸化銅などの重金属や、生物を殺傷するタイプの有機化合物が広く利用されています。しかし、これらの防汚剤については海洋環境への影響が懸念されており、環境負荷の少ない新たな防汚技術の開発が求められています。

一方、ソフトコーラルや紅藻にはフジツボなどの付着生物が比較的少ないことが知られています。研究グループはこれまで、海洋生物が作り出す天然化合物に着目し、スカブロライドＦをはじめとする海洋天然物の化学合成と付着阻害活性評価を進めてきました。

こうした研究の過程で、「海洋生物が自らを付着生物から守るために天然化合物を利用しているのではないか」という着想に至りました。そこで今回、地中海産紅藻由来の天然物であるクレテニンＢの研究に取り組みました。

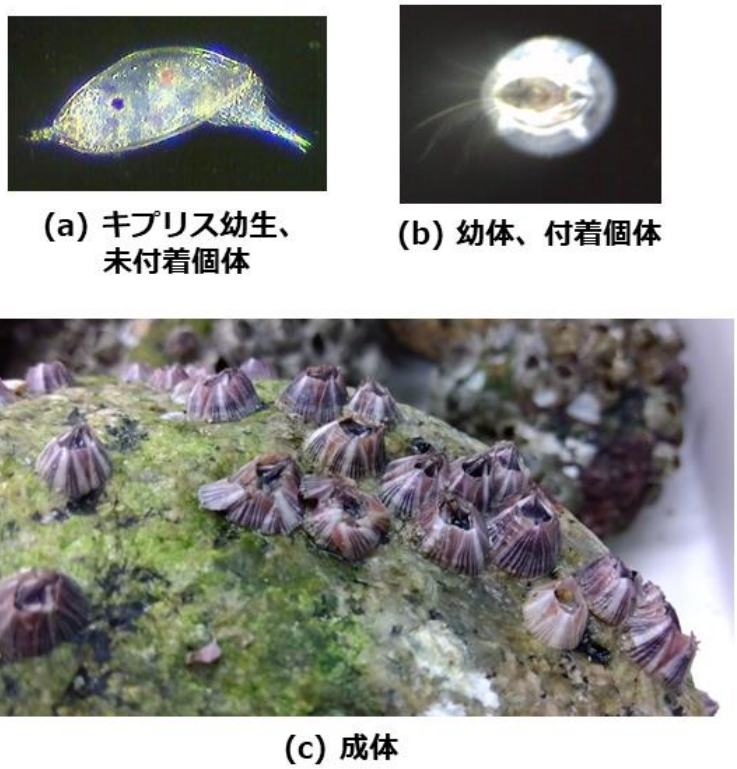


図１　タテジマフジツボの生活環：海中を浮遊する幼生（a）が付着し、幼体（b）を経て成体（c）へと成長する。フジツボの付着は船舶や海洋構造物における重要な問題となっている。

○研究成果

クレテニンＢは、ギリシャ・クレタ島周辺で採集された紅藻 *Laurencia glandulifera* から単離された海洋天然物です。しかし天然から得られる量は極めて少なく、生物活性の評価や構造検証を十分に行うことは困難でした。

そこで研究グループは、クレテニンＢの候補構造である２種類の化合物（**1a** および **1b**）の化学合成に取り組みました。その結果、両化合物の合成に成功するとともに、これまで不明であった天然物クレテニンＢの立体構造を解明しました。

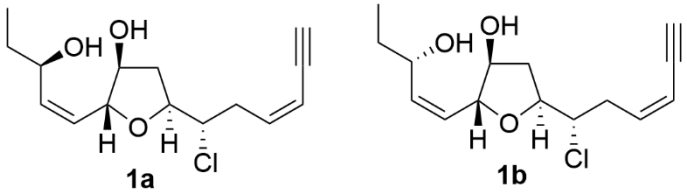


図２　本研究で化学合成したクレテニンＢ候補化合物（**1a** および **1b**）

次に、タテジマフジツボ幼生を用いて付着阻害活性評価を行いました。その結果、化合物 **1a** は EC_{50}*3 = 9.98 μg/mL、化合物 **1b** は EC_{50} = 3.01 μg/mL の付着阻害活性を示しました。特に **1b** は、研究グループがこれまでに報告してきた付着阻害化合物と同程度あるいはそれ以上の活性を示しました。また、**1a** および **1b** の LC_{50}*4 は >50 μg/mL であり、試験条件下では顕著な毒性は認められませんでした。これらの結果は、クレテニン B 関連化合物が生物を殺傷するのではなく、付着のみを抑制する環境調和型防汚剤の候補となる可能性を示しています。

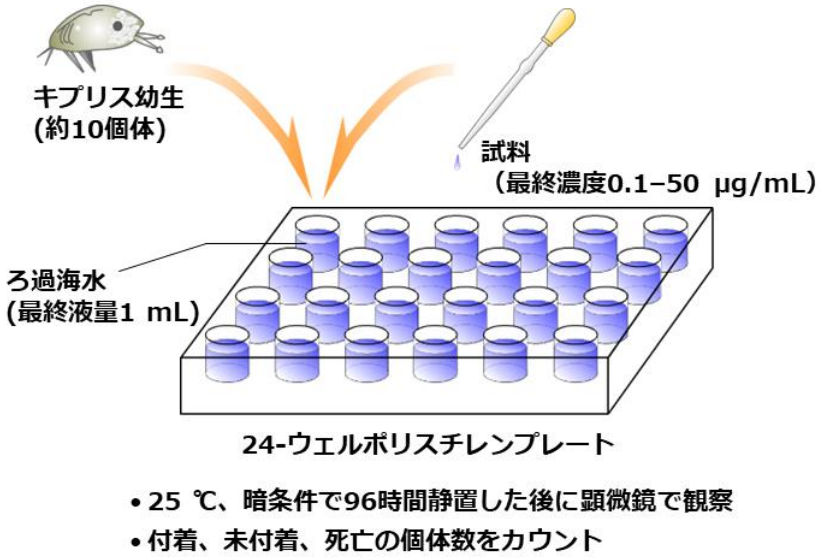


図 3　フジツボ付着阻害活性の評価法：プレート内にフジツボ幼生を加え、化合物添加時の付着率と生存率を算出した。

○社会的な意義と今後の展望

本研究により、紅藻由来天然物クレテニン B 候補化合物がフジツボ付着阻害活性を示すことが明らかになりました。また、化学合成を通じて天然物クレテニン B の三次元的な分子構造も解明することができました。今後は、より高い活性を示す誘導体の開発、活性発現メカニズムの解明、海洋環境中での有効性評価、環境低負荷型防汚剤への応用研究を進める予定です。フジツボなどの付着生物は、船舶のみならず洋上風力発電設備などの海洋構造物においても維持管理上の課題となっています。秋田県をはじめ国内各地で洋上風力発電の導入が進む中、本研究成果は環境負荷の少ない付着阻害技術の開発に向けた基礎研究としても期待されます。

○用語解説

*1 フジツボ
海洋生物の一種。幼生が船底や岩礁などに付着した後、一生その場所で生活する。船舶や海洋構造物への付着は世界的な問題となっている。

*2 クレテニン B（Cretenyne B）
クレタ島（Crete）周辺で採集された紅藻由来天然物であり、分子内にエンイン（enyne）構造を持つことから「Cretenyne」と命名された。

*3 EC_{50}
半数有効濃度。フジツボの付着を 50%阻害する化合物濃度。値が小さいほど高い活性を示す。

*4 LC_{50}
半数致死濃度。試験生物の 50%が死亡する化合物濃度。値が高いほど毒性は低いと考えら

れる。

○原論文

論文名：Total Synthesis, Absolute Configurational Determination, and Antifouling Activity Evaluation of Cretenyne B
邦題名：クレテニン B の全合成、絶対立体配置の決定、および付着阻害活性の評価
著者：Hiroyoshi Takamura*, Aya Imakiire, Ayaka Aso, Aya Matsunaga, Daiki Matsuyama, Chiharu Okuda, Vassilios Roussis, Kenta Tanaka, Isao Kadota (*責任著者)
掲載誌：The Journal of Organic Chemistry DOI: 10.1021/acs.joc.6c02249

○研究支援

本研究は、公益財団法人 JKA 競輪補助事業、公益財団法人ウエスコ学術振興財団研究活動費助成事業、公益財団法人フジクラ財団研究助成、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業による支援を受けて実施されました。

【本件配信先】
文部科学記者会、科学記者会、秋田県政記者会、岡山大学記者クラブ

【研究に関するお問い合わせ先】
秋田大学大学院理工学研究科生命科学専攻
准教授　髙村　浩由（タカムラ　ヒロヨシ）
〒010-8502　秋田市手形学園町 1-1
Tel：018-889-2441

【取材に関するお問い合わせ先】
秋田大学広報課
Tel：018-889-3019

岡山大学総務部広報課
Tel：086-251-7292