

## 希少な海洋性アメーバ *Rhabdamoeba marina* を再発見

過去 100 年間で 2 例しか報告のない、珍しい海洋性アメーバ *Rhabdamoeba marina* を再発見しました。これを培養し、遺伝子配列を解析したところ、謎に包まれていたこのアメーバの系統的な位置が初めて明らかとなり、その結果に基づいて新たな分類学的な扱いを提案しました。

*Rhabdamoeba marina* (*R. marina*) は、1921 年にイギリスで発見・記載された小型の海洋性アメーバです。*R. marina* のアメーバ細胞はほぼ不動で、周辺の餌が少なくなると、アメーバ細胞から出芽によって 2 本の後方に伸びる鞭毛を持つ鞭毛細胞を生じることが知られています。このような特徴は他のアメーバには見られない独特なものですが、原記載を含めて 2 例しか報告がないこともあり、その分類学的な処置については十分に検証されていませんでした。

本研究では、鳥取県の沿岸から採集した海水から、*R. marina* の培養株を確立することに成功しました。これを用いて、遺伝子配列を取得し解析を行ったところ、これまで所属すると考えられていた分類群には含まれず、ケルコゾア門のクロララクニオン藻類と近縁であることが判明しました。そこで、*R. marina* をクロララクニオン綱に分類することを提案しました。

本研究によって、これまでほとんど発見例がない珍しいアメーバである *R. marina* の遺伝子配列が初めて取得され、系統的な位置が明らかになりました。このような、研究例が少なく系統的な位置が不明な単細胞生物は数多く知られており、環境サンプルの注意深い観察を通じてそれらを再発見することは、微生物の多様性の理解に不可欠であると考えられます。

### 研究代表者

筑波大学生命環境系

白鳥 峻志 助教

## 研究の背景

*Rhabdamoeba marina* (*R. marina*) は、1921年にDunkerlyがイギリスのプリマス海洋研究所で保管されていた原生生物のサンプルから発見・記載した小型のアメーバです。初発見時の記載が固定サンプルのみに基づく簡素なものであったこともあり、分類学的・生態学的研究の対象とされてきませんでした。その後、1998年にRogersonらによって再発見され、微細構造を含めた詳細な観察が行われました。その結果、*R. marina*がほぼ不動のアメーバで、扁平な仮足<sup>(注1)</sup>先端に棒状の構造を持つことや、周囲の餌が少なくなるとアメーバ状細胞から2本の後方に伸びる鞭毛を持つ鞭毛細胞が出芽することなど、他のアメーバには見られない独特な特徴を有することが明らかになりました。そのため、Rogersonらは*R. marina*を特定の分類群に分類することは困難であるとして、分類学的な所属が不明なアメーバとして扱うこととしました。これ以降、*R. marina*が環境中から発見されたという報告はなく、本生物は発見例が過去100年間で上記2例のみという極めて珍しいアメーバであると言えます。

その後、鞭毛細胞が後方に伸びる2本の鞭毛を持つことを理由に、Howeらは*R. marina*を原生生物の分類群であるケルコゾア門インブリカテア綱マリモナス目に分類しました。しかしながら、入手可能な培養株が存在しないことから、現在に至るまで、この分類学的処置の検証は行われていませんでした。

## 研究内容と成果

本研究では、2014年に鳥取県泊港から採集した海水から、小型アメーバの培養株(SRT404)を確立することに成功しました。光学顕微鏡観察の結果、SRT404はほぼ不動で先端に棒状の構造を含んだ複数の扁平な仮足を持っていました(図1A、B)。さらに、後方に伸びる2本の鞭毛を持つ鞭毛細胞が観察されたことから(図1C)、SRT404は*R. marina*であると結論しました。電子顕微鏡観察を行ったところ、仮足の先端部分に棒状の射出装置<sup>(注2)</sup>と呼ばれる構造が初めて観察されました(図1D)。さらに、SRT404のリボソームRNA遺伝子配列を取得し分子系統解析を行ったところ、これまで*R. marina*が属すると考えられていたケルコゾア門インブリカテア綱マリモナス目には所属せず、同じケルコゾア門のクロララクニオン綱の基部から分岐する系統であることが判明しました(図2)。この結果に基づき、*R. marina*をクロララクニオン綱に分類することを提案しました。

クロララクニオン綱は、光合成性のクロララクニオン藻類と細菌捕食性鞭毛虫のミノリサ属の2グループを含んでいますが、*R. marina*はそれらとは異なり、さまざまな真核藻類や従属栄養性の原生生物を捕食することが知られています。クロララクニオン藻類は緑藻を細胞内に取り込む二次共生<sup>(注3)</sup>によって葉緑体を獲得したグループであり、その祖先は*R. marina*のように藻類を捕食していたと考えられています。そのため、*R. marina*は、クロララクニオン藻類の進化過程を推測する上でも重要な生物であると言えます。

## 今後の展開

本研究によって、これまでほとんど発見例がない珍しいアメーバである*R. marina*の系統的位置が初めて明らかになり、新たな分類学的処置を提案することができました。このような、研究例が少なく系統的位置が不明な単細胞生物は数多く知られており、環境サンプルの注意深い観察を通じてそれらの単細胞生物を再発見することは、微生物の多様性の理解に不可欠であると考えられます。

参考図

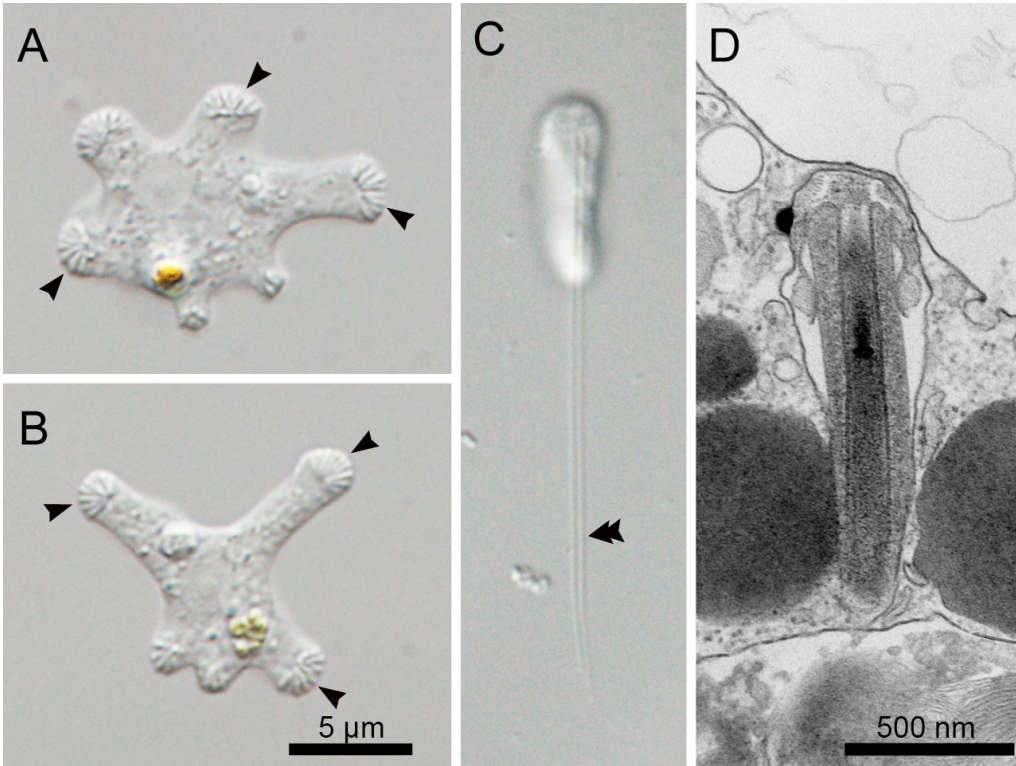


図1 *Rhabdamoeba marina* の顕微鏡写真

A と B はアメーバ細胞の光学顕微鏡写真、C は鞭毛細胞の光学顕微鏡写真、D は仮足先端に位置する射出装置の電子顕微鏡写真。矢頭は仮足先端の棒状の構造（射出装置）、二重矢頭は鞭毛を示している。

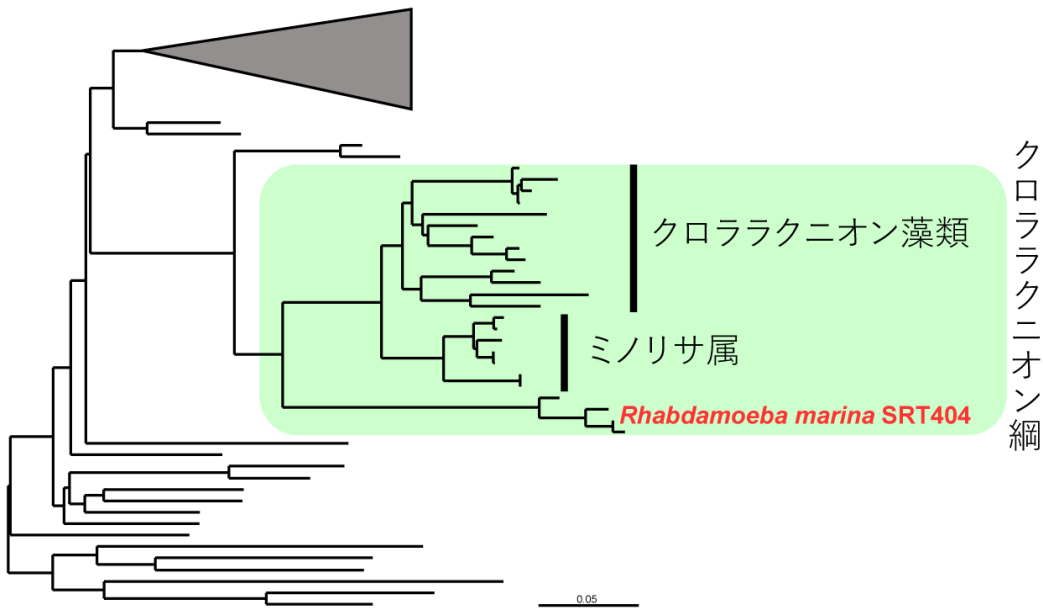


図2 *Rhabdamoeba marina* の系統樹

*R. marina* は、クロララクニオン綱において、クロララクニオン藻類とミノリサ属とともに単系統群<sup>(注4)</sup> (*Rhabdamoeba marina* SRT404) を形成することが分かった。

## 用語解説

注1) 仮足 (pseudopodium)

細胞から生じる一時的な突起。

注2) 射出装置 (extrusome)

原生生物が持つ刺激等によって細胞外に射出される構造の総称。生物ごとに大きさや構造はさまざまで、捕食や捕食回避に関わるものも知られている。

注3) 二次共生 (secondary endosymbiosis)

真核生物がシアノバクテリアを共生させて葉緑体とすることを一次共生、生じた光合成生物を一次植物と呼ぶ。二次共生は真核生物が一次植物を共生させて葉緑体とすること。

注4) 単系統群 (monophyletic group)

生物の分類群のうち、共通の祖先とそのすべての子孫のみから構成されるもの。

## 研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト (19H03282、18J02091) の一環として実施されました。

## 掲載論文

【題名】 *Rhabdamoeba marina* is a heterotrophic relative of chlorarachnid algae.

(*Rhabdamoeba marina* はクロララクニオン藻類の従属栄養性近縁種である)

【著者名】 Takashi Shiratori, Ken-ichiro Ishida

【掲載誌】 *The Journal of Eukaryotic Microbiology*

【掲載日】 2023年11月8日

【DOI】 10.1111/jeu.13010

## 問合わせ先

白鳥 峻志 (しらとり たかし)

筑波大学 生命環境系 助教

URL: <https://tshiratoriprotist.wixsite.com/my-site/home>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp