

## 最小の捕食者である海洋微小原生生物ミノリサ属の新種3種を発見

これまで1種しか知られていなかった海洋の微小原生生物ミノリサ属の新種を3種発見し、記載しました。これまで不明だったミノリサ属内の種多様性が明らかになったことで、環境中に生息しているミノリサ属のより正確な同定や、その生態的役割の解析につながると考えられます。

ミノリサ属は、最小の捕食者とも言われる微小な単細胞性真核生物（原生生物）の一群です。世界各地の海洋に分布し、特に沿岸域に多く生息するため、海洋生態系において重要な役割を果たしていると考えられています。また、葉緑体を持つクロララクニオン藻類と近縁であることから、クロララクニオン藻類がどのように葉緑体を獲得したのかを解明するためにも、重要なグループです。しかしながら、ミノリサ属にはこれまでに *Minorisa minuta* 1種しか記載されておらず、入手可能な培養株も存在しないことから、分類学的な研究は進んでいませんでした。

本研究では、日本各地の沿岸で採集した海水から、ミノリサ属原生生物の培養株5株を確立し、詳細な顕微鏡観察と遺伝子の塩基配列の比較を行いました。その結果、これら5株がいずれもミノリサ属の特徴である、細胞にらせん状に巻き付く1本の鞭毛を有すること、一方で、細胞の大きさや仮足の形状は培養株ごとに異なることが分かりました。さらに、塩基配列を比較したところ、5株中3株が *M. minuta* とは遺伝的に異なっており、これら3種を、ミノリサ属の新種 *M. fusiformis*、*M. magna*、*M. megafusiformis* として記載しました。

本研究によって、これまで不明だったミノリサ属原生生物の多様性が明らかになりました。今後、今回得られた培養株をもとに、海洋における存在量が豊富なミノリサ属の生態的役割の解析や、クロララクニオン藻類の葉緑体獲得に伴う進化過程の解明ができると期待されます。

### 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

ミノリサ属 (*Minorisa*) は世界各地の海水中に生息する単細胞性の真核生物 (原生生物) のグループです。細胞にらせん状に巻き付く 1 本の鞭毛を有し、体長は約 1.5 マイクロメートル程度で、細菌を捕食する中で世界最小の生物の一つとされています。また、沿岸域に多く生息し、捕食性鞭毛虫全体の 5% を占める地域もあります。しかしながら、ミノリサ属には下位分類として *Minorisa minuta* 一種しか記載されておらず、その記載に使用された培養株も現在失われていることから、ミノリサ属内の多様性の理解は不十分です。また、ミノリサ属は、クロララクニオン藻類と呼ばれる、葉緑体を有する光合成性の藻類に近縁であるとされています。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1)</sup> によって葉緑体を獲得したグループであり、これと近縁な捕食性の原生生物であるミノリサ属の種が葉緑体の痕跡を有しているのか (二次共生が系統樹上のどの位置で起きたのか) を明らかにすることは、クロララクニオン藻類がどのように葉緑体を獲得して光合成を行うように進化したのかを知る上で重要です。しかし、前述の通り、ミノリサ属には利用可能な培養株が存在しないため、葉緑体の痕跡の有無は不明なままでした。

## 研究内容と成果

本研究では、2016 年から 2017 年にかけて日本各地 (英虞湾、伊勢湾、東京湾、宮古島) の沿岸で採集した海水から、ミノリサ属原生生物の培養株 5 株 (SRT609、SRT705、SRT710、Y-KSI-01、Y-YKI-01) の分離に成功しました。光学顕微鏡による観察から、これら 5 株がいずれも、ミノリサ属の特徴である、らせん状の 1 本の鞭毛を有することがました (図 1)。一方で、細胞の大きさは培養株ごとに異なっていました。さらに、すべての培養株で仮足<sup>注2)</sup> の存在が確認されました。ミノリサ属の中で仮足が観察されたのは本研究が初めてです。仮足の形は培養株ごとに異なっており、糸状の仮足と葉状の仮足を有するものと、葉状の仮足だけを有するものがありました。

さらに、すべての培養株について、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、*M. minuta* とほぼ同じ塩基配列を持つのは SRT609 のみで、SRT705、SRT710、Y-KSI-01 は *M. minuta* とは遺伝的に異なることが明らかとなりました。また、Y-YKI-01 は Y-KSI-01 とほぼ同じ塩基配列を持っていました (図 2)。分子系統解析の結果と細胞の大きさや仮足の形状の差異から、SRT705、SRT710、Y-KSI-01 をそれぞれ *M. fusiformis*、*M. magna*、*M. megafusiformis* として新種記載するとともに、SRT609 を *M. minuta* と同定し、顕微鏡観察の結果に基づいて *M. minuta* の原記載を修正しました。なお、SRT609 (*M. minuta*) の電子顕微鏡観察からは、葉緑体の痕跡的な構造は見られなかったことから、クロララクニオン藻類における葉緑体獲得は、ミノリサ属の系統が分岐した後に起こったと推察されます。

本研究によって、ミノリサ属がこれまで考えられていたよりも多様な種によって構成されていることが明らかになりました。これにより、環境中に生息しているミノリサ属原生生物の同定や DNA に基づいた存在量の評価をより正確に行うことができると考えられます。

## 今後の展開

本研究で得られたミノリサ属原生生物の培養株は、クロララクニオン藻類の進化過程の解明のための優れた研究材料になり得ます。今後、これらの培養株をもとに、ミノリサ属の代表種のゲノムを解読し、クロララクニオン藻類と比較することで、葉緑体獲得に伴ってどのようにゲノムが変化したのかが明らかになると考えられます。

## 参考図

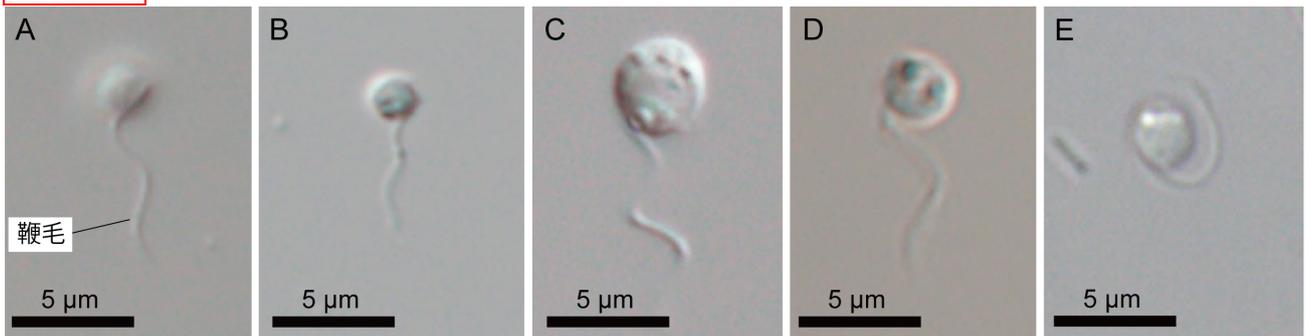


図1 *Minorisa* 属の培養株の光学顕微鏡写真。いずれもらせん状の1本の鞭毛を持つ。AはSRT609 (*M. minuta*)、BはSRT705 (*M. fusiformis*)、CはSRT710 (*M. magna*)、DはY-KSI-01 (*M. megafusiformis*)、EはY-YKI-01 (*M. megafusiformis*)。

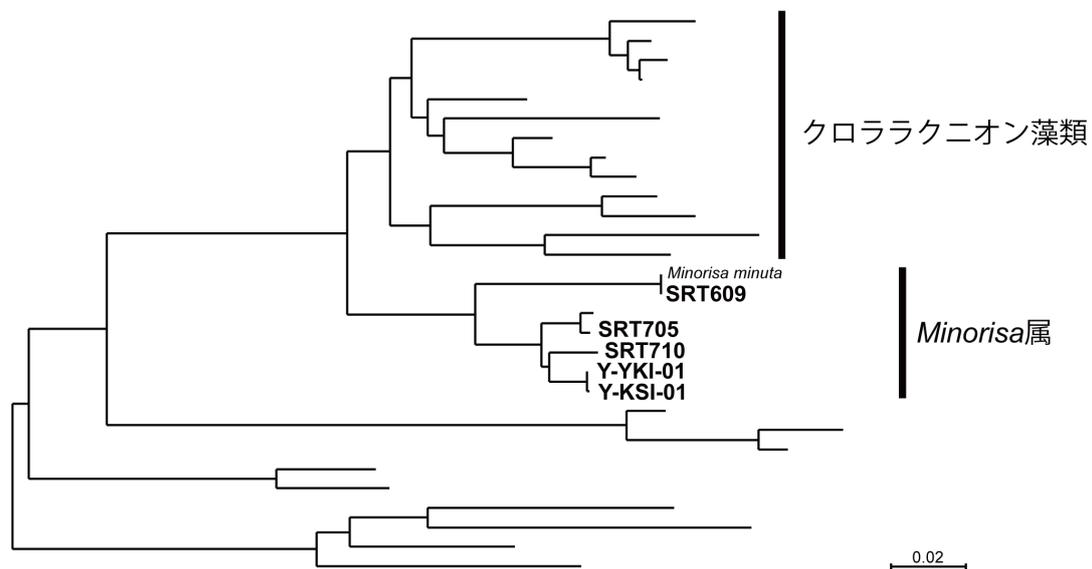


図2 *Minorisa* 属の系統樹。本研究で分離した培養株は、SRT609を除いて *M. minuta* とは系統的に異なることが分かった。

## 用語解説

注1) 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2) 仮足 (pseudopodium)

細胞から生じる一時的な突起。

## 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】 Molecular and morphological characterization of three novel *Minorisa* species (Chlorarachnea) and proposal for an emended description of the *M. minuta*.

(*Minorisa* 属 3 新種の分子的小よび形態的特徴と *M. minuta* の記載修正の提案)

【著者名】 Takashi Shiratori, Yuta Kato, Ken-ichiro Ishida

【掲載誌】 Phycological research

【掲載日】 2023 年 10 月 17 日

【DOI】 10.1111/pre.12533

## 問合わせ先

【研究に関すること】

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>

【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](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)