

氏名	南波 紀昭		
学位の種類	博士 (理学)		
学位記番号	博 甲 第 10047 号		
学位授与年月日	令和 3 年 4 月 30 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Molecular Phylogeny and Classification of Filamentous Microalgae Belonging to the Family Kornmanniaceae (モツキヒトエグサ科に属する微細糸状藻の分子系統および分類学的研究)		
主査	筑波大学准教授	博士 (理学)	中山 剛
副査	筑波大学教授	博士 (医学)	千葉 智樹
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	石田 健一郎
副査	筑波大学准教授	理学博士	宮村 新一

## 論 文 の 要 旨

本論文で著者は、アオサ藻綱アオサ目モツキヒトエグサ科に属する緑藻の包括的な分類学的研究を行っている。緑藻には単細胞のものから多細胞体のものでさまざまな体制の種が含まれるが、その中で分枝糸状体を形成する緑藻の分類学的研究は他のものに比べて大きく遅れている。著者は海、淡水、および陸貝の殻上から多数の分枝糸状微細緑藻の培養株を確立し、分子系統解析を行った。その結果、特に海産種の多くがモツキヒトエグサ科に属することを見出したが、これは緑藻の分類における新たな知見である。これらの緑藻の多くは基質に付着する偽柔組織様の藻体をもち、よく似た形態的特徴を示していた。藻体中央部は楕円形の細胞塊からなり、周縁部にときに分枝する細胞糸を形成していた。細胞は細胞壁に沿って湾曲した薄板状の葉緑体を 1 つもっていた。また一部の株では 4 本鞭毛性の遊走子の形成も確認している。このような基本形の中で、著者は糸状部の発達程度や分枝回数、細胞の大きさ、細胞内の油滴の特徴や細胞壁の特徴に株間の多様性を見出している。さらに 18S rDNA を用いた詳細な分子系統解析の結果、著者はモツキヒトエグサ科の中におおよそ属レベルに相当する 5 つの新規系統群を発見した。この中で著者が日本各地の複数種のキセルガイの殻上から単離した緑藻は、極めて特異な環境に生育する緑藻である。この緑藻は現在のところキセルガイ殻上でのみ見つかっており、他の環境やマイマイ類の殻上からは見つからないことから、極めて高い特異性をもつものと推察している。一方でキセルガイの種と ITS (internal transcribed spacer) に基づく系統解析から推定されるこの緑藻の系統の間には対応関係が見られず、著者は厳密な意味での共進化は起こっていないものと考えている。また著者は ITS の二次構造を用いた CBC (compensatory base change、相補的塩基置換) 解析から、新潟から沖縄まで日本各地から得られた本藻の株は全て同一種に属するものと考えている。さらに形態観察から、本藻は糸状部の発達程度が弱いこと、細胞壁に特異な輪状構造を有することなどから、他の近縁属とは形態的に区別できるものであることを示している。以上の結果から、著者は本藻を *Annulotesta cochlephila* として新属新種記載している。またこの *A. cochlephila* の姉妹群である系統群は、著者が海から単離した 6 株とともに、アセンション島の海産地衣の共生藻として報告されている環境配列が含まれていた。著者は ITS の CBC 解析から、この系統群内に少なくとも 2 種が存在することを示唆しており、この系統群が海に比較的普遍的

で複数種を含む新属相当のものであることを示している。さらに本論文で、著者は他にも新属に相当する系統群を3つ報告しており、モツキヒトエグサ科の多様性がこれまで考えられていたものよりもはるかに大きいことを示している。また著者は既知属である *Pseudendoclonium* や *Lithotrichon* 内にもおそらく新種に相当する複数の新規系統群を見出しており、これらの属が海水環境で普遍的であり、また未だ知られていない多様性を有していることを報告している。また著者は、いくつかの系統群において 18S rDNA-ITS 塩基配列に株内多型が存在することを示しており、このことはこの群や他のアオサ藻における分子系統解析においてこれらの配列を用いる際に注意を要することを意味している。本研究によって、これまで知られていなかったモツキヒトエグサ科の系統的多様性が明らかとなったが、著者はこれをもとにモツキヒトエグサ科におけるさまざまな形質進化について論じている。本科にはモツキヒトエグサやヒメアオノリのような大型藻も含まれるが、今回の結果からは微細な分枝糸状藻体が本科における原始形質であることを示している。また本論文によってモツキヒトエグサ科の生育環境は海、淡水、陸上、地衣共生藻、キセルガイ着生藻と極めて多様であることが示されたが、その系統関係は、海が原始的な生育環境であり、そこから淡水や地衣共生という新たな環境への進出が独立に複数回起こったことを示している。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、様々な環境で普遍的であるにもかかわらずこれまで分類学的整理が断片的であったアオサ藻綱アオサ目モツキヒトエグサ科に属する分枝糸状微細緑藻に関して、分子形質及び形態形質を用いた包括的な分類学的研究を行っている。著者は陸産のキセルガイの殻上に特異的に見られ、新属新種として記載した緑藻を含めて、モツキヒトエグサ科の中に多数の新属に相当する新規系統群も発見しており、これまで未知であったモツキヒトエグサ科の真の多様性を明らかにしている。本論文では、これらの新知見をもとにモツキヒトエグサ科の多様性や体制・生育環境の進化に関して総合的に論じており、モツキヒトエグサ科のみならず微細緑藻の分類学的な研究の理想的な例として極めて高く評価できる。

令和3年3月8日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。