

論文審査の結果の要旨

氏名 仲田崇志

本論文は6章からなり、第1章は、イントロダクションであり、第2章は18S rRNA 遺伝子に基づくオオヒゲマワリ目の網羅的系統解析、第3章は前章で系統的に定義した系統群 *Caudivolvoxa* 内部の系統解析とヤリミドリ様藻類の多系統性の検証、第4章は *Caudivolvoxa* に含まれるヤリミドリ様藻類各系統群の形態的識別、第5章は分類学的見直し、第6章は総合的な議論について、また Appendix としてヤリミドリ属 (*Chlorogonium*) の種階級の分類学的再検討について述べられている。

緑藻綱オオヒゲマワリ目 (Volvocales, Chlorophyceae) は主に淡水産の鞭毛藻からなり、少なくとも800種以上を含む多様性の高い群で、研究者によって範囲や分類が大きく異なっている。近年の分子系統解析の発展と培養株を用いた微細構造の研究によって種階級の自然分類研究は進展しているが (Nozaki et al., 1998; Nakazawa et al., 2001; Nakada et al., 2007)、オオヒゲマワリ目の範囲や種より上位の分類群の多くで分子系統との矛盾が指摘されている (Buchheim et al., 1990, 1996, 1997; Nozaki et al., 2000; Pröschold et al., 2001)。特に属は二名法の学名の一部を構成し、種間関係を表現する階級として重要である。しかし鞭毛性オオヒゲマワリ目の属階級の分類研究には、これまで培養株の不在、分子系統との矛盾、微細構造が研究されていない、などの問題があり、多系統の可能性のある多くの属が再分類されないまま残されていた。本研究ではこれらの問題点を踏まえ、オオヒゲマワリ目における属定義の標準を確立するため、ヤリミドリ属の属階級の分類学的整理を目的として実施された。ヤリミドリ属は顕著な紡錘形の細胞と「真の横分裂」で定義され (Ettl, 1980, 1983; Nozaki et al., 1998)、細胞形態の進化の面からも興味深い。しかしヤリミドリ属では種の分類学的整理が進んでいる一方で多系統性が指摘されており (Nozaki et al., 1998)、近縁な紡錘形鞭毛藻類と併せて (以下「ヤリミドリ様藻類」と総称) 属階級の分類学的整理が必要

であった。本研究では、網羅的に集めた塩基配列情報の系統解析に基づいて、オオヒゲマワリ目内部に複数の系統群を定義し、研究対象であるヤリミドリ様藻類の属する系統群を示した。次に3遺伝子の結合解析に基づいてこの系統群内部の詳細な系統関係を調べ、電子顕微鏡および蛍光顕微鏡などを用いてヤリミドリ様藻類の細胞構造を比較し、系統を反映した識別形質に基づく属階級の分類学的再編を行った。

第2章では GenBank の網羅的な BLAST 検索により 1,400 塩基対以上のオオヒゲマワリ目の 18S rRNA 配列を 449 配列特定し、系統解析から 23 系統群を明らかにした。これらの系統群は樹形に基づいて PhyloCode に準拠して定義・命名した。第3章では、前章で定義し、ヤリミドリ様藻類がすべて含まれる *Caudivolvoxa* 系統群内部の系統推定を行った。安定した分類群の確立のための信頼度の高い系統推定を行うために 18S rRNA、*rbcL* および *psaB* 遺伝子の結合系統解析を行った。その結果ヤリミドリ様藻類は高い信頼度で支持された6群(A-F群)に分割された。第4章ではヤリミドリ様藻類のA-F群を形態的に識別するため、光学・電子顕微鏡による比較観察を行い、ピレノイドに陥入するチラコイド膜の形態、ピレノイドのデンプン鞘の形態、ミトコンドリアの配置に群間で基本的な差が示され、新しい属階級の分類形質となる可能性が示唆された。第5章では、以上の結果を踏まえた分類学的な属階級の再編成で、ヤリミドリ様藻類をヤリミドリ属 (*Chlorogonium*; 新定義) および7新属 (*Tabris*、*Gungnir*、*Hamakko*、*Rusalka*、*Leucogonium*、*Niesia*、*Fusichlamys*) へと再分類した。

以上のように論文提出者は本論文において、これまで植物分類学では用いられていなかった系統解析結果の樹形に基づくオオヒゲマワリ目の客観的な分割を実施し、研究対象を定めた上で細胞内の微細形態と分子系統を組み合わせ、新規分類形質と単系統性で属を再編成した極めてオリジナリティーの高い分類学的研究を実施した。

なお、本論文第3章の一部は野崎久義・Thomas Pröschold、第4章と5章の一部は野崎久義・中沢敦、Appendix は野崎久義との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観察及び解析を行ったもの

で、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。