

学位論文の審査結果の要旨

アツギケカビ目は発見例のまれな菌類であり、1990年代以降は未発見の状態が続いていた。一方、近年、南半球に分布するコケ植物の祖先系統の葉状体からアツギケカビ目と推定されるDNA配列が多数検出され、コケ植物に始まる陸上植物の進化においてアツギケカビ目が重要な役割を果たしてきたとする、菌根の起源と進化に関する仮説が提唱された。この仮説の妥当性を検証するには、コケより検出されたアツギケカビ目と推定されるDNA配列の系統学的位置を確定すること、すなわち、アツギケカビ目や類縁の分類群を発見し、分類学的な枠組みを明確にすることが必要である。また、コケ植物の祖先系統とアツギケカビ目の特異的関係を検証するためには、北半球での調査が不可欠である。本研究では、それら2点の解明を目的とし、新たに得られた成果についてまとめたものである。

これまでアツギケカビ目が未発見であった日本を含むアジア地域での野外調査の結果、アツギケカビ属の既知種4種 (*Endogone pisiformis*, *E. incrassata*, *E. lactiflua*, *E. flammicorona*) と未記載種5種を発見した。また、系統学的観点から門が未確定であった類縁群の *Sphaerocreas pubescens* を発見した (以下の公表主要論文1, 2本目に収録)。これらの種について分子系統学的に解析した結果、アツギケカビ属を生殖細胞の構造と分子系統学的クレードに基づいて3属に分割することが妥当と判断し、狭義アツギケカビ属を再定義するとともに *Heterogemites* 属と *Melanochlamys* 属を新設し、それぞれの種について分類学的記載を行なった。また、*S. pubescens* の分子系統学的位置を推定した結果、Mucoromycotina 亜門に所属しアツギケカビ目とは姉妹関係にあることを明らかにし、Sphaerocreales 目を新設した。この分類学的検討の過程で、*E. pisiformis* と *S. pubescens* の培養株を確立することで、培養株を用いて糖類の資化性や栄養菌糸体の構造を明らかにし、これら菌類の生態を推定した。

アツギケカビ目の *H. lactiflua* と *H. flammicorona* は、過去にマツ科樹木との外生菌根形成が報告されていることから、得られた子実体を接種源としてアカマツとの菌根合成を行なった結果、菌鞘を殆ど欠く特異的なタイプの外生菌根を形成することを再確認した。一方、コナラ林で特異な

菌糸構造を有する外生菌根を発見し分子系統学的に解析した結果，狭義アツギケカビ属に含まれることがわかり，森林環境下でのアツギケカビ目の外生菌根を初めて発見したことになった（以下の公表主要論文3本目に収録）．

日本産コマチゴケの葉状体に内生する菌類の分子系統学的位置を明らかにするとともに菌糸構造（MT構造）を観察した結果，MT1，MT2，MT3に識別できれ，それぞれ，アツギケカビ目，Sphaerocreales目，Glomeromycota門により形成されていることを明らかにした（以上の成果は国際会議で発表）．すなわち，植物の陸上化と菌根の起源に関して近年提唱された仮説は再検証が必要なことを示した．

以上のように，本学位論文では，発見例のまれな菌類を新たに多数発見し，新種記載とともに高次分類群の構築まで行い，さらに菌類と植物の共進化に関する重要な知見を提示している．発表された成果は既に高く評価され世界的にも注目を集めている．これらの知見は，基礎科学的な要素が濃いですが，農学や森林科学分野での応用が十分に期待できるものである．以上の成果については各審査からも十二分な評価を得ており，本論文は学位論文として妥当であると判断される．

公表主要論文名

- **Yamamoto K.**, Degawa Y, Hirose D, Fukuda M, Yamada A. Morphology and phylogeny of four *Endogone* species and *Sphaerocreas pubescens* collected in Japan. *Mycological Progress* 14: 86–102頁（2015年10月掲載）
- **Yamamoto K.**, Degawa Y, Takashima Y, Fukuda M, Yamada A. *Endogone corticioides* sp. nov. from subalpine conifer forests in Japan and China, and its multi-locus phylogeny. *Mycoscience* 58: 23–29頁（2017年1月掲載）
- **Yamamoto K.**, Endo N, Degawa Y, Fukuda M, Yamada A. First detection of *Endogone* ectomycorrhizas in natural oak forests. *Mycorrhiza*（掲載受理），DOI 10.1007/s00572-016-0740-1