

胞子果を作る旧接合菌類、アツギケカビ目の分類と菌根形成

山本航平 (栃木県立博物館)

昭和時代初頭の、今井三子博士や小林義雄博士による分類学的研究に端を発する、国内の地下生菌研究は断続的に現在まで続けられてきた。現在、担子菌類と子囊菌類に属する地下生菌が未記載種も含めて 150 種以上報告されている。一方で、欧米の研究者たちは、これらの分類群のいずれにも属さない、接合胞子を形成する地下生菌の存在に 1800 年代にすでに注目していた。この菌類こそがアツギケカビ目 (Endogonales) である。小林博士は、「*Endogone* 属については (中略) 随分注意して探し、或いは水蘚を実験室内でシャーレに分けて培養し菌の発生を待ったが、遂に徒労に終わった。」と述べており (小林, 1954)、国内はもとよりアジアにおける分布状況さえも未解明の状態が長らく続いていた。

アツギケカビ目は、非胞子果性の種からなるケカビ目 (Mucorales) や Umbelopsidales などとともに、旧接合菌類の一系統であるケカビ亜門 (Mucoromycotina) を構成する。アツギケカビ目には、数 mm から 1 cm 前後の球形~不定形の胞子果を地中に形成する種が含まれる。これらは地下生菌の範疇に含められ、欧米では *pea truffle* と呼称されている。ただし、中には湿った腐朽材や腐植層の表面に胞子果を形成する種類も存在する。したがって、アツギケカビ目の胞子果を採集するためには、熊手を使用した地下生菌の探索方法に加え、倒木の表面などに生育する微小菌の探索方法も必要となる。そこで、国内におけるアツギケカビ目の分布状況の解明を目的に、2010 年以降継続して、アツギケカビ目 (特にアツギケカビ科) の探索をこれらの方法で行った。その結果、120 標本におよぶ胞子果が北海道および本州の各地より採集され、国内に広く分布することが明らかになった。アツギケカビ科を同定するうえで、接合胞子の大きさと壁構造に加え、有性生殖の痕跡である一対の配偶子嚢の接合箇所の構造が、種の識別上重要な形質とされる。これらに着目し、国内で採集された胞子果の同定を行った。その結果、アツギケカビ属 (*Endogone*) の基準種である *E. pisiformis* や、地下生の胞子果を形成する *E. lactiflua** および *E. flammicorona**、そして新種 *E. corticioides* など、少なくとも 4 種が国内に分布することが判明した (Yamamoto et al. 2015、2017)。

ところで、2010 年 9 月に北海道美瑛町内のトドマツ樹下において、*E. lactiflua* を初めて採集して以来、本州中部までの各地で本種を採集してきたが、それらはいずれもマツ科樹種の生木直下に浅く埋没して発生していた。実は本種は、1960 年代にマツ科樹木に外生菌根を形成することが報じられており、マツ科樹木と菌根共生の関係を結んでいる可能性が指摘されてきた。外生菌根菌のほとんどは担子菌類や子囊菌類に属するため、

ケカビ亜門に属するアツギケカビ目に外生菌根菌が含まれることは、外生菌根菌の系統進化や機能の多様化の過程を探るうえで大変興味深い。この他にも数種類のアツギケカビ科菌類が外生菌根を形成することが報告されていたが、1990 年代以降、菌根研究者の間でも研究対象となることは皆無で、菌根形成についての再検証は行われてこなかった。そこで、上述の北海道産 *E. lactiflua* を接種源とし、アカマツ実生を用いた接種実験を行った結果、本種の外生菌根形成が約 30 年振りに確認された。

この接種実験と同時期に、Bidartondo 博士らによって、アツギケカビ目の菌根形成について驚くべき内容の論文が発表された。菌根共生系の祖先は、アツギケカビ目と祖先的陸上植物との間で、古生代に成立したという仮説が提唱されたのである (Bidartondo et al. 2011)。従来、オルドビス紀のグロムス門 (Glomeromycota ; 現在は亜門) の孢子化石の存在や、分子系統解析の結果を根拠に、菌根菌の祖先系統はグロムス門であるという仮説が支持されてきた。一方、博士らの研究結果は、現存する陸上植物の最も祖先的な系統であるコマチゴケ綱 (Haplomitriopsida) 苔類が、アツギケカビ目と特異的に共生していることを示唆し、アツギケカビ目を含むケカビ亜門が菌根共生系の起源に深く関わった可能性を示した。古くから、古生代前期に起こった植物の陸上進出と定着は、菌根共生に類似する植物-菌類共生系の成立によって劇的に促進された可能性が指摘されてきた。その主役となった菌類の実態解明は、陸上での植物の繁栄が如何にして成し遂げられたか、という一大テーマを探求するうえで重要な課題の一つであった。

Bidartondo 博士らの新たな仮説の提唱以降、アツギケカビ目の菌根形成は大きな注目を集めており、現在も様々な視点から研究が展開されている。今回は、私が如何にしてアツギケカビ目に出会い、上述の仮説を受けてどのように研究を行ってきたのか、大まかな経過を紹介したい。

Bidartondo M.I., Read D.J., Trappe J.M., Merckx V., Ligrone R., Duckett J.G. (2011)

The dawn of symbiosis between plants and fungi. *Biology Letters* 7: 574–577.

小林義雄 (1954) 水蘚生高等菌類の研究. 尾瀬ヶ原総合学術調査団 編. 尾瀬ヶ原総合学術調査団研究報告, p. 533–560, 日本学術振興会, 東京.

Yamamoto K., Degawa Y., Hirose D., Fukuda M., Yamada A. (2015) Morphology and phylogeny of four *Endogone* species and *Sphaerocreas pubescens* collected in Japan. *Mycological Progress* 14: 86.

Yamamoto K., Degawa Y., Takashima Y., Fukuda M., Yamada A. (2017) *Endogone corticioides* sp. nov. from subalpine conifer forests in Japan and China, and its multi-locus phylogeny. *Mycoscience* 58: 23–29.

* 最近、*Jimgerdemannia* としてアツギケカビ属から独立した。