

氏名(本籍)	糟谷大河(岐阜県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第6130号
学位授与年月日	平成24年3月23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	Taxonomic Study on the <i>Geastrum triplex</i> Complex Inferred from Morphology and Molecular Phylogeny (形態と分子系統に基づくエリマキツチグリ複合種の分類学的研究)
主査	筑波大学教授 農学博士 柿 寛 真
副査	筑波大学教授 農学博士 山 岡 裕 一
副査	筑波大学准教授 理学博士 野 村 港 二
副査	筑波大学教授 学術博士 橋 本 哲 男
副査	国立科学博物館植物研究部研究員 Ph.D 保 坂 健太郎

論文の内容の要旨

インドネシアのジャワ島から採集された標本をもとに命名記載されたエリマキツチグリ (*Geastrum triplex*) は、全世界的にごく普通に分布し、多様な環境下に生息する。本菌は腐生菌であり、分解者として生態系で重要な役割を担っている。また、本菌はアジアや南北アメリカでは薬品として利用されてきており、医薬資源としての価値も秘めている。エリマキツチグリは外皮の偽柔組織層の表面に、特徴的なえりまき状に隆起した亀裂(えりまき状構造)を形成するため、このような構造を持つヒメツチグリ属菌は、一括してエリマキツチグリとして扱われてきた。しかし、本種の子実体の大きさや、外皮・内皮の色や表面構造などの形態学的特徴には、明らかな変異が認められている。したがって、従来エリマキツチグリとみなされてきた種は、複数の種を包含していると考えられる。しかしこれまで、エリマキツチグリの分類学的再検討や分子系統学的研究はおこなわれておらず、その実体については不明のままである。これらのことから、本研究ではエリマキツチグリの形態学的特徴を明らかにするとともに、分子系統解析を行い、エリマキツチグリの分類を再編することを目的とした。

本研究では、日本、アジア、ヨーロッパ、アフリカ、南北アメリカ、オセアニア、ハワイの世界各地から、エリマキツチグリのタイプ標本、および形態的に、エリマキツチグリまたはその類縁種と同定されたヒメツチグリ属菌 128 標本、さらに、比較のため関連するヒメツチグリ目菌 258 標本を収集した。これらについて、子実体の肉眼的特徴および顕微鏡的特徴を観察した。系統解析には、266 標本を用いて、担子菌類の種や属レベルの分類群の系統解析に有効な核リボソーム遺伝子の ITS 領域と大サブユニット、およびミトコンドリア遺伝子の *atp6* を使用し、最大節約法及びベイズ法により系統樹を作成した。

形態観察の結果、子実体の水平方向の大きさ、外皮の吸湿性の有無、外皮の偽柔組織層の色と厚さ、繊維層の色と表面構造、内皮の色、および孔縁盤の形態は、標本間で明らかな差異が認められた。一方、担子胞子は球形~類球形で、表面にはいぼ状突起が存在し、その大きさや形態には明瞭な違いは認められなかった。分子系統解析の結果、ヒメツチグリ属とその関連属では 24 の単系統群が検出されたが、その中で形態的に

エリマキツチグリと同定された標本は高い多系統性を示し、異なる9単系統群に分割された。これらは最大節約法による解析で90%以上の高いブートストラップ値で支持され、そのうち4系統群は、系統樹の末端部分で単系統をなし、その他5系統群の位置は系統樹上で分散した。さらに、これらの系統群は形態的にもそれぞれ特徴づけられた。すなわち、子実体の水平方向の大きさ、外皮の偽柔組織層および繊維層の色と形態、内皮の色、および孔縁盤の形態は系統を反映し、エリマキツチグリの分類に重要な形質であることが明らかとなった。なお従来分類学上重要と考えられていた、外皮のえりまき状構造の有無は、系統を反映していないことが示された。また、これら9系統群は、地理的に異なる5つの地域（北半球環太平洋、両半球環太平洋、ヨーロッパ-北アメリカ、暖温帯日本、および北半球熱帯-亜熱帯-暖温帯）に分布することも明らかとなった。

以上のように、これら9系統群は形態的にも支持され、また分布域も限定されることから、種として扱うことが妥当であると考えられた。これらことから、従来のエリマキツチグリを、タイプ標本を含む種を狭義の *G. triplex* と定義し、8新種 (*G. pacificum*, *G. sunhedei*, *G. nikkoanum*, *G. lucidum*, *G. tsukubanum*, *G. sakamotoi*, *G. australe* および *G. sulcatum*) を記載して、9種に整理再編した。

審査の結果の要旨

ヒメツチグリ属 (*Geastrum*) は担子菌門スッポンタケ亜綱ヒメツチグリ目に属し、ヒメツチグリ科の基準属である。ヒメツチグリ属は南極大陸をのぞく全世界に分布し、これまでに約50種が認められている。本属菌は、子実体が成熟すると外皮が裂開し、星型となることから、英名では“earthstar”と呼ばれ、キノコ類の中でもよく知られているグループである。これまで、ヒメツチグリ属菌は主に、子実体を構成する外皮・内皮や、内皮の頂端に存在する孔縁盤の肉眼的特徴、また担子孢子などの顕微鏡的特徴によって種が記載されてきたが、分類学的問題点が多く指摘されている。本研究では、この属の中の代表種であり、また世界的にも分布しているとされてきたエリマキツチグリについて、分類学的再検討を目的として、世界各地から標本を精力的に収集し、これらを用いて、形態観察や分子系統解析を行うとともに、形態的特徴と系統との関係を明らかにしたものである。系統解析では、これらの中の系統を明確にするために、属内の種や近縁属なども加え様々な手法を用いて解析し、極めて信頼性の高い系統樹を確立している。そして、この系統と形態的特徴との関係を詳細に検討し、エリマキツチグリとされていた種は、複合種であり、8新種を含む計9種に整理するのが妥当であると結論している。

以上のように、本研究は、これまで、同一種として扱われてきたエリマキツチグリの詳細な形態や系統関係を明らかにし、系統と関連する分類形質を見出し、9種に整理再編したもので、これらのグループの菌類の今後の分類学的検討に大きな示唆を与えるものであり、また、菌類全体の系統分類学にも大きな進展をもたらす成果として大変高く評価される。また、種の特定や同定なども明確に出来るようになり、応用面での貢献も大きいと判断される。

平成24年1月26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（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。