

## 学位論文題名

日本産ルリホコリ属(変形菌綱ムラサキホコリ目  
ムラサキホコリ科)の分類学的研究

## 学位論文内容の要旨

ルリホコリ属 *Lamproderma* Rostaf. は、変形菌綱ムラサキホコリ目ムラサキホコリ科の一属である。本属種の子実体は、子嚢の半ばまで伸びた軸柱から多数の細毛体が発生し、また暗色の胞子を形成するという形態的特徴を持つ。近年本属ではタイプ標本再検討に基づく学名変更が相次ぎ、過去の報告が現在どの種に対応するのかはシノニムを追うだけでは判断できず、標本の再検討が必要となっている。また今までに行われてきた核ゲノムの分子系統解析結果は、本属が多系統群であることを示唆しているが、それを支持するに十分な形態学的研究が行われておらず、本属の分類学的再検討が求められている。変形菌では、その分類形質として子実体の各構造の形態形質が用いられてきた。しかしルリホコリ属が属するとされるムラサキホコリ目では、形態形質そのものに対する詳細な観察が行われておらず、その構造は不明である。本研究では、形態形質の構造を明らかにし、各種が示す形態形質を詳細に検討し日本産ルリホコリ属の改訂を行うこと、及び形態形質と生態からルリホコリ属の特徴を明確にすることを目的とし、日本産ルリホコリ属の分類学的研究を行った。

## 1. 生態

2004年春から2008年晩秋まで、北海道で野外調査を行い、ルリホコリ属種の530標本を得て、17種1変種2未記録種を同定した。本属種が子実体を形成していた基物は7つに分類され、これらの基物で本属種の子実体が最も多く観察されたのは腐朽草本であった。このことからルリホコリ属の基物嗜好性は、ムラサキホコリ目よりもモジホコリ目に近いことが示唆された。

## 2. 標本調査

日本産ルリホコリ属種のタイプ標本をBM, BR, K, LAU, TNSで探索し、19標本を検討した。またTNSに保管されている日本産ルリホコリ属種標本486点および筆者の採集標本574点の計1060点を観察し、日本産として19種2品種、2未記録種を認めた。日本産として報告のある *L. ovoideum* var. *cucumer* および *L. maculatum* は、検討可能な標本がそれぞれ *L. zonatum*, *L. echinosporum* と同定された。また日本産として報告のある *L. echinulatum* の証拠標本と思われる標本は、*L. carestiae* と同定された。

## 3. 形態学的検討

ルリホコリ属の分類形質とされる子実体の形態形質を、実体・光学顕微鏡、SEMおよびTEMを用いて検討した。ルリホコリ属種の子実体の形態形質は、それぞれ以下

のような構造となっていることが明らかとなり、その結果から「子嚢内膜」を新たな変形菌の形態形質用語として提案した。

・変形膜：電子密度の低い表層と、電子密度の高い部分と低い部分が混在する芯部から構成されたもの。表層は未消化の細菌等を包含し、基物上に膜として広がる。芯部は子嚢の中央直下に形成され、表層と同等またはそれ以下の直径で基物上に広がる。芯部の電子密度が低い部分には、消化された細菌が存在する。

・柄：変形膜の延長で、棒状となったもの。

・軸柱：変形膜の芯部のみが子嚢内に延長し、その表面が子嚢内膜によって包まれたもの。

・子嚢内膜：ルリホコリ属種の子嚢の内側に存在する膜であり、軸柱全体を包み、細毛体の表層となり、あるいはそれ自体が枝状となり細毛体を形成し、さらに子嚢底部では変形膜の表層と合着して子嚢壁を形成するもの。

・子嚢壁：2層以上の電子密度の異なる膜から構成され、子嚢底部で子嚢内膜と変形膜表層が合着することで形成されたもの。

・細毛体：構造の異なる少なくとも2種類の細毛体がルリホコリ属には見られる。一つは軸柱そのものが枝状に出枝し、子嚢壁に到達したもの。もう一つは子嚢内膜のみが枝状になり子嚢壁に到達したもの。

・孢子：原形質が2層以上の電子密度の異なる膜で包まれたもの。

ルリホコリ属の特徴とされる残存性の子嚢壁は、子嚢外面を覆う変形膜表層を子嚢内膜が発達して内側から支持することにより構成されていた。また軸柱全体から出る豊富な細毛体は、軸柱そのものの分枝だけでなく、子嚢内膜のみが糸状となることでも形成されていた。したがってルリホコリ属は、変形膜表層が子実体全体を覆い、子嚢内膜が発達していることで特徴づけられる。

#### 4. 系統解析

ミトコンドリアゲノム上の *cox3* 遺伝子の一部を増幅させる新規プライマーを作成し、これを用いて日本産ルリホコリ属 14 種および変形菌 7 属 11 種 1 変種の系統解析を行った。ルリホコリ属のタイプ種である *L. columbinum* を含む大多数のルリホコリ属種および *Comatricha*, *Collaria* は、同一クレードを形成した。本クレードに含まれる分類群の *cox3* 遺伝子の相同性は高く、形態学的種と同様の認識はできなかった。したがって今後更なる遺伝子マーカーを構築する必要がある。

#### 5. 分類学的記載

本研究で日本産ルリホコリ属として認めた 19 種 2 品種 2 未記録種について、種の検索表を作成した。また標本に基づいて記載し、図を掲げた。日本産として報告されていた *L. maculatum* は、証拠標本の観察結果に基づき、日本産ルリホコリ属から除外した。現在までルリホコリ属はムラサキホコリ目に属するとされ、このムラサキホコリ目ただ一目が属するのがムラサキホコリ亜綱であるという Ross の概念が広く受け入れられてきた。本研究で明らかにしたルリホコリ属種の子実体の構造は、ムラサキホコリ目以外の全ての目を含むモジホコリ亜綱の特徴とされる形質を有していた。したがって変形菌に 2 亜綱を認める Ross の概念は、再検討が必要であると考えられ、本研究ではムラサキホコリ亜綱を採用しないことにした。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 近 藤 則 夫  
副 査 教 授 幸 田 泰 則  
副 査 教 授 西 川 恒 彦 (北海道教育大学)  
副 査 客員准教授 星 野 保 (理学院)  
副 査 講 師 秋 野 聖 之

## 学 位 論 文 題 名

### 日本産ルリホコリ属 (変形菌綱ムラサキホコリ目 ムラサキホコリ科) の分類学的研究

本論文は図6, 表127を含み, 9章からなる総頁数196の論文であり, 別に参考論文2編が添えられている。

ルリホコリ属 *Lamproderma* Rostaf. は, 変形菌綱ムラサキホコリ目ムラサキホコリ科の一属である。近年, 本属ではタイプ標本再検討に基づく学名変更が相次ぎ, 標本の再検討が必要となっている。また, 核ゲノムの分子系統解析は, 本属が多系統群であることを示唆しているが, それを支持するに十分な形態学的研究が行われておらず, 本属の分類学的再検討が求められている。しかし, ルリホコリ属が属するムラサキホコリ目では, 形態形質そのものに対する詳細な観察が行われておらず, その構造には不明な点が多い。本研究は, ルリホコリ属の各種が示す形態形質と生態との関連から, ルリホコリ属の特徴を明確にすることにより日本産ルリホコリ属分類体系の改訂を目的としている。その内容は, 次のようにまとめられる。

#### 1. 生態

北海道において野外調査を行い, ルリホコリ属種の530標本を得て, 17種1変種2未記録種を同定した。本属種が子実体を形成していた基物は7つに分類され, これらの基物で本属種の子実体が最も多く観察されたのは腐朽草本であった。このことからルリホコリ属の基物嗜好性は, ムラサキホコリ目よりもモジホコリ目に近いことが示唆された。

#### 2. 標本調査

日本産ルリホコリ属種のタイプ標本19点を検討した。また, 日本産ルリホコリ属種標本486点および採集標本574点の計1060点を観察し, 日本産として19種2品種, 2未記録種を認めた。日本産として報告のある *L. ovoideum* var. *cucumer* および *L. maculatum* は, それぞれ *L. zonatum*, *L. echinosporum* と同定された。また, 日本産として報告のある *L. echinulatum* の証拠標本と思われる標本は, *L.*

*caestiae* と同定された。

### 3. 形態学的検討

ルリホコリ属の分類形質とされる子実体の形態形質を、実体・光学顕微鏡、走査型および透過型電子顕微鏡を用いて検討した。ルリホコリ属種の子実体の形態形質の構造は、変形膜、柄、子嚢内膜、子嚢壁、細毛体および孢子からなっていることを示した。そのうち、「ルリホコリ属種の子嚢の内側に存在する膜であり、軸柱全体を包み、細毛体の表層となり、あるいはそれ自体が枝状となり細毛体を形成し、さらに子嚢底部では変形膜の表層と合着して子嚢壁を形成する」子嚢内膜を新たな変形菌の形態形質用語として提案した。

また、ルリホコリ属の特徴とされる残存性の子嚢壁は、子嚢外面を覆う変形膜表層を子嚢内膜が発達して内側から支持することにより構成され、軸柱全体から出る豊富な細毛体は、軸柱そのものの分枝だけでなく、子嚢内膜のみが糸状となることでも形成されていた。したがって、ルリホコリ属は変形膜表層が子実体全体を覆い、子嚢内膜が発達していることで特徴づけられるとした。

### 4. 系統解析

ミトコンドリアゲノム上の *cox3* 遺伝子の一部を増幅させる新規プライマーを作成し、これを用いて日本産ルリホコリ属 14 種および変形菌 7 属 11 種 1 変種の系統解析を行った。ルリホコリ属のタイプ種である *L. columbinum* を含む大多数のルリホコリ属種および *Comatricha*, *Collaria* は、同一クレードを形成した。本クレードに含まれる分類群の *cox3* 遺伝子の相同性は高く、形態学的種と同様の認識はできないことを明らかにした。

### 5. 分類学的記載

本研究で日本産ルリホコリ属として認めた 19 種 2 品種 2 未記録種について、種の検索表を作成し、標本に基づいた記載とともに、図を掲げた。また、日本産として報告されていた *L. maculatum* は、証拠標本の観察結果に基づき、日本産ルリホコリ属から除外した。現在までルリホコリ属はムラサキホコリ目に属するとされ、このムラサキホコリ目ただ一目が属するのがムラサキホコリ亜綱であるという Ross の概念が広く受けいれられてきた。本研究で明らかにしたルリホコリ属種の子実体の構造は、ムラサキホコリ目以外の全ての目を含むモジホコリ亜綱の特徴とされる形質を有していた。したがって変形菌に 2 亜綱を認める Ross の概念は、再検討が必要と考えられ、本研究ではムラサキホコリ亜綱を採用できないことを提案した。

以上のことは、日本産ルリホコリ属の形態を生態と関連づけながら精査することにより子嚢内膜を新たな形態形質として見出し、これによって変形菌綱の分類概念に改訂をもたらす成果であり、学術上高く評価できる。よって 審査員一同は、矢島由佳が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。