

コオロギの腸内と糞上で生活する新種の真菌を発見、 腸内で孢子が鎖状に変形する未知の現象も確認

日本で採集されたコオロギの仲間の腸内および糞から新種の真菌を発見・記載しました。また、本種の孢子は糞上で形成された後に宿主の腸内に取り込まれると一部が鎖状に変形し、その鎖や鎖上に並んだ鉤爪によって腸内表面の毛に絡みつくとという独自の付着構造をもつことが明らかになりました。

多くの動物と同様に昆虫の腸内にも様々な微生物が生息しています。真菌類には昆虫の腸内にのみ生息する腸内菌類が古くから知られていましたが、近年宿主の腸内だけでなく糞や脱皮殻などの腸外でも繁殖することができる腸内外両生菌類という新しい生態群が本研究グループによって発見されました。腸内外両生菌類はこれまでトビムシやカマドウマを宿主とする2種しか見つかっておらず、自然界での種多様性がほとんど明らかになっていません。

本研究では、カマドウマに近縁なコオロギから未記載種の腸内外両生菌類を発見しました。本種はカマドウマを宿主とする既知種 *Unguispora raphidophoridarum* と似ていますが、宿主や形態が異なるため、*Unguispora grylli* と名付けられて記載されました。*U. raphidophoridarum* には孢子の表面に鉤爪様の構造があり、この鉤爪が腸内表面の毛を挟むことによって腸内に付着することが知られています。*U. grylli* も同様に孢子に鉤爪をもちますが、この種の孢子は宿主の腸内で形態の一部が鎖状に変形し、その鎖が腸内の毛に絡みつき、鎖上に並んだ鉤爪が毛を挟むことで強固に付着していました。腸内付着構造の形態が宿主の腸内で変化するという現象は前例が無く、本種が独自の腸内付着構造をもつことが明らかになりました。

コオロギという新しい宿主から新種の腸内外両生菌類が見つかった本研究成果は、様々な種の昆虫で腸内外両生菌類の多様性を調査する必要性を示しています。また、本種の腸内付着構造の形態変化は珍しい形態形成の事例であり、形態学や細胞学等の菌類学以外の分野への発展も期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系／山岳科学センター 菅平高原実験所

出川 洋介 准教授

李 知彦 特別研究員

研究の背景

多くの動物と同様に昆虫の腸内にも様々な微生物が生息しています。真菌類には昆虫の腸内にのみ生息する腸内菌類が古くから知られていましたが、近年宿主の腸内だけでなく糞や脱皮殻などの腸外でも繁殖することができる腸内外両生菌類という新しい生態群が本研究グループによって発見されました。腸内外両生菌類はこれまでにツチトビムシ科を宿主とする *Orchesellaria maugioi* と、カマドウマ科を宿主とする *Unguispora raphidophoridarum* の2種が報告されています。これらのように腸内外両生菌類は陸生昆虫を宿主としますが、腸内菌類は主に水生昆虫を宿主とします。そのため、従来の研究では陸生昆虫はあまり注目されておらず、陸生昆虫に腸内共生する真菌類の多様性は見過ごされてきました。また、腸内外両生菌類は、生物の遺骸や糞上に生息してそれらの有機物を分解する腐生菌類と腸内菌類の中間的な生活様式をもつ菌類であり、両者の生態がどのように進化してきたかを解明するのに適した材料です。腸内外両生菌類は昆虫の共生者としてだけでなく、真菌類の進化の鍵を握る生態群としても重要であるため、その多様性を明らかにすることが求められています。

研究内容と成果

本研究では、カマドウマ科と同じバッタ目に属すコオロギ科を対象に調査したところ、タンボコオロギやエンマコオロギ等の複数種から未記載種と思われる腸内外両生菌類を発見しました。本種は孢子表面に鉤爪様の修飾構造がある等の *Unguispora* 属の特徴を持っており、既知種 *U. raphidophoridarum* とよく似ていましたが、形態やDNAを調べた結果、既知の種に該当しない新種であることが分かりました。新種の真菌類の学名は宿主であるコオロギ（ラテン語で *gryllus*）から名前を取って、*Unguispora grylli* としました。

既知種 *U. raphidophoridarum* の場合、孢子の鉤爪は宿主の腸内表面に生えている毛を挟むのに役立っており、孢子が宿主の腸内に付着するための構造であることが知られています。当初は *U. grylli* においても既知種と同様の方法で付着すると考えていましたが、実際に宿主の腸内を観察したところ、既知種とは付着の様子が異なり、特に孢子の形態に変化が生じていることが判明しました。本種の孢子は宿主の糞上で形成され、小孢子嚢孢子とそれを包んでいる小孢子嚢の2つの細胞から構成されています（図1A）。鉤爪は小孢子嚢の上半分の表面上に縦に5段、横にぐるりと6列並んでいます（図1B）。しかし、宿主の腸内では小孢子嚢の上半分が鉤爪を残して消失していました（図1C）。この変化により縦に鉤爪が連なった鎖状の構造が現れ、上から1から4段目の鉤爪については中央が空洞化して栓抜きのような構造へと変わっていました。そして、この鎖状の構造は腸内の毛に絡みつき、鎖上に並んだ鉤爪が毛を挟むことで孢子が腸内表面に強固に付着する様子が観察されました（図2）。このような腸内付着構造の形態が宿主の腸内で変化するという現象は前例が無く、本種が独自の腸内付着構造をもつことが明らかになりました。

今後の展開

本研究結果から、腸内外両生菌類はより広い範囲の宿主昆虫に生息している可能性が示されました。今後も、宿主となる昆虫の種を変えて様々な地域で調査を続けていくことで腸内外両生菌類の多様性を明らかにしていく予定です。また、本種でみられた腸内付着構造の形態が変化する現象は一細胞レベルで生じた複雑な形態形成として珍しい事例であるため、本研究結果は形態学や細胞学等の他分野へも波及することが期待されます。今後、本種が形態変化を引き起こす要因やその形態変化のメカニズムを探る研究を通じて、生物の複雑な形態がどのように形成されるのか、という普遍的な問いの解明を目指していきます。

参考図

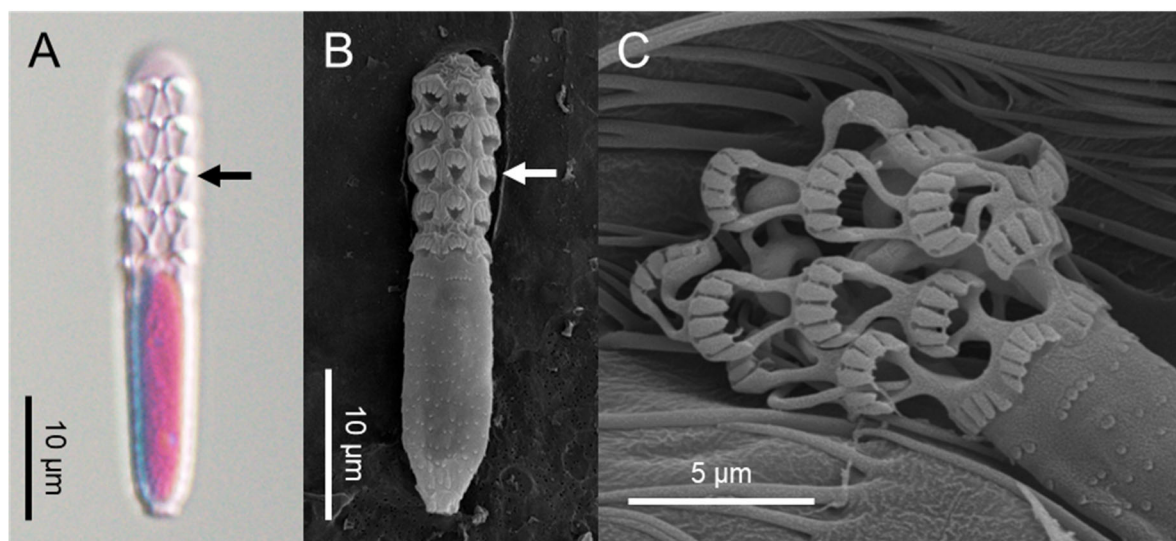


図1 *Unguispora grylli* の孢子

A：孢子は、赤色に染色されている小孢子嚢孢子とそれを包む小孢子嚢の2細胞から構成されている。B：小孢子嚢の上半分の表面に鉤爪のような構造が並んでいる（矢印）。C：宿主の腸内に取り込まれた後の孢子。小孢子嚢の上半分が消失して鉤爪だけが残し、形状も変化している。

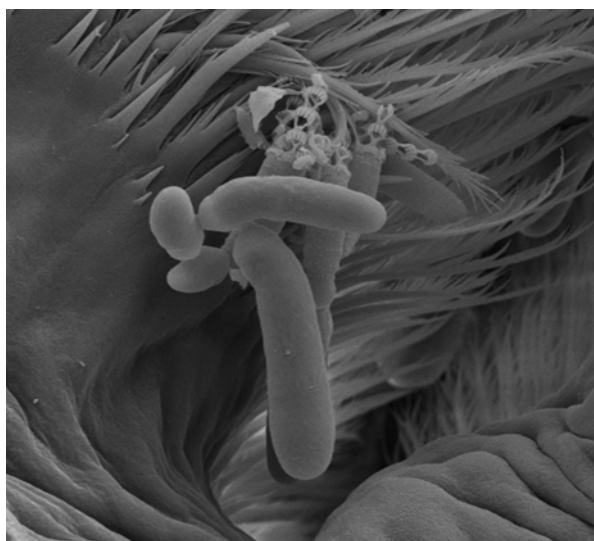


図2 *Unguispora grylli* の孢子はコオロギの腸内表面に生えている毛に対して鎖状の鉤爪が絡みつくことで付着する。

研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト（24KJ0485）の一環として実施されました。

掲載論文

【題 名】 *Unguispora grylli*, a new species of amphibious fungi associated with crickets (Gryllidae), transforms attachment structures of sporangia in the host gut.

（コオロギ（コオロギ科）を宿主とする腸内外両生菌類の1新種 *Unguispora grylli* は宿主腸内で小孢子嚢の付着構造を変形させる）

【著者名】 T. Ri and Y. Degawa

【掲載誌】 *Mycoscience*

【掲載日】 2025 年 5 月 20 日

【DOI】 10.47371/mycosci.2025.01.001

問合わせ先

【研究に関すること】

出川 洋介（でがわ ようすけ）

筑波大学生命環境系／山岳科学センター菅平高原実験所 准教授

TEL: 0268-74-2002

Email: degawa@sugadaira.tsukuba.ac.jp

URL: <https://dgw-sugadaira.jimdofree.com/>