

2023年5月31日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学
青山学院中等部

動物に寄生する新種のミドリムシ「ツクバヤドリミドリムシ」発見

水田のカイミジンコなどに寄生する生物を発見し、詳細に調査した結果、この寄生虫が光合成能を二次的に失ったミドリムシの仲間の新種であることが明らかとなりました。水田の動物に対するこの寄生虫の感染率は極めて高く、水田の生態系に大きな影響を与えるものと考えられます。

ミドリムシの仲間には、光合成をするものや細菌を捕食するものなど、さまざまな栄養様式のもの知られており、動物に寄生するものも報告されています。しかし、それらの報告は古いものに限られ、生態や分類に関する確実な情報は得られていませんでした。

本研究では、筑波大学近郊の水田から採集したカイミジンコやヒメウズムシなど4種の動物の体内から鞭毛虫を発見し、詳しく調査しました。体内に鞭毛虫が見られる動物は数日で死に至ることから、この鞭毛虫は寄生虫であることが示されました。この鞭毛虫は、動物体内では鞭毛を持たず活発な変形運動を行っていましたが、動物体外に出ると鞭毛を伸ばし、遊泳しました。形態を電子顕微鏡などで観察したところ、ミドリムシ類の特徴を持つことが示されました。さらに4種の動物から単離した鞭毛虫のDNA比較により、これらは同種であることが示されました。また、系統解析の結果、この鞭毛虫は、光合成をするミドリムシの仲間属することが明らかになりました。このことは、この鞭毛虫が、動物寄生性への進化の過程で、光合成能を二次的に失ったことを示しています。また、これまで報告されていた寄生性ミドリムシ類との比較から、今回発見された生物が新種であることが明らかとなり、*Euglenaformis parasitica* (和名: ツクバヤドリミドリムシ) と命名しました。

ツクバヤドリミドリムシは、水田に多く見られるカイミジンコに対して極めて高い感染率を示します。このような寄生性生物の生態を解明することは、水田生態系の理解にも大きく貢献するものと期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

中山 剛 准教授

青山学院中等部

加藤 孝一郎 教諭

研究の背景

ミドリムシは、食用やバイオ燃料として近年話題になる、動物でも植物でもないユーグレノゾアとよばれるグループに属する生物です。光合成を行うもの、細菌など他の生物を食べるもの、水中の有機物を吸収するものなど、さまざまな栄養様式の種が知られています。その一つに、動物寄生性とされるミドリムシ類があり、オタマジャクシやケンミジンコ、ウズムシなどの淡水動物の体内から発見されています。しかし、これらの報告のほとんどは光学顕微鏡による観察のみに基づいた100年ほど前のものであり、現在では生物の分類において必須であるDNAの情報も皆無でした。そのため、これらの寄生性ミドリムシが本当にミドリムシの仲間なのか、その進化的起源はいかなるものなのか、どのような生態の生物なのか、などは未解明なままでした。

研究内容と成果

本研究チームは、2013年、筑波大学近郊の水田から採集されたカイミジンコの1種の体内から、多数のミドリムシ様の鞭毛虫を発見しました。その後、2022年に詳細な調査を行ない、同一の水田のカイミジンコ2種とヒメウズムシ2種から同様の鞭毛虫を発見しました。これらの動物を飼育したところ、鞭毛虫は動物体内で急速に増殖する一方で、動物は数日以内に死亡することが認められました。このことは、この鞭毛虫がこれら動物に対する寄生虫であることを強く示唆しています。また、これらの動物から単離された鞭毛虫は、動物体内では遊泳せず、活発なユーグレナ運動（柔軟な細胞の変形運動）を行っていましたが、動物体外に出ると、鞭毛を伸ばして遊泳しました。光学顕微鏡および電子顕微鏡での観察により、細胞表面の構造、ミトコンドリア、赤い眼点、貯蔵物質など、ミドリムシ類、特にユーグレナ目の特徴を持つことが分かりました。しかしながら、ユーグレナ目のミドリムシが通常持つ葉緑体は、見られませんでした。各動物から単離した鞭毛虫の遺伝子を増幅し、塩基配列を比較したところ、ほぼ同一であったことから、これらの鞭毛虫は同一種であると考えられます。この塩基配列を用いて系統解析を行ったところ、この鞭毛虫がミドリムシ類に属し、特に葉緑体を持ち光合成を行うユーグレナ目、*Eugleniformis*属に含まれることが示され、多くの形態的特徴とも一致しました。このことから、この鞭毛虫は、葉緑体を持っていた祖先が光合成能を失い、淡水中のさまざまな動物に寄生する生活様式を獲得したものと考えられます。これまでに報告されていた寄生性のミドリムシの中では、形態的特徴や宿主となる動物の種類などが一致するものではありませんでした。以上のことから、今回発見された鞭毛虫（寄生性ミドリムシ）は、*Eugleniformis*属の新種であると結論し、*Eugleniformis parasitica*として新種記載しました。和名としては「ツクバヤドリミドリムシ」を提唱します（図1～3）。和名の「ツクバ」は発見地、「ヤドリミドリムシ」は寄生するミドリムシからつけられており、学名の種小名「*parasitica*」も寄生性を意味します。

今後の展開

本研究により、これまで不確かであった寄生性ミドリムシの存在が確認されました。はっきりとした根拠はなかったものの、これまで多数の寄生性ミドリムシが報告されていたことから、寄生性ミドリムシには未知の多様性があると予想され、今後さらに調査する必要があります。

また、調査した水田において最も多く見られた動物であったカイミジンコに対するツクバヤドリミドリムシの感染率は極めて高く（40%）、ツクバヤドリミドリムシによる感染は、水田の動物相や生態系に極めて大きな影響を与えている可能性があります。このような水田の寄生性微生物の生態解明は、重要な食糧生産環境である水田の理解・利用において極めて重要であると考えられます。

参考図



図1 ユーグレナ運動をしているツクバヤドリミドリムシの光学顕微鏡写真。細胞は柔軟で、光合成性ミドリムシ類に一般的である鞭毛、パラミロン、眼点をもつ。

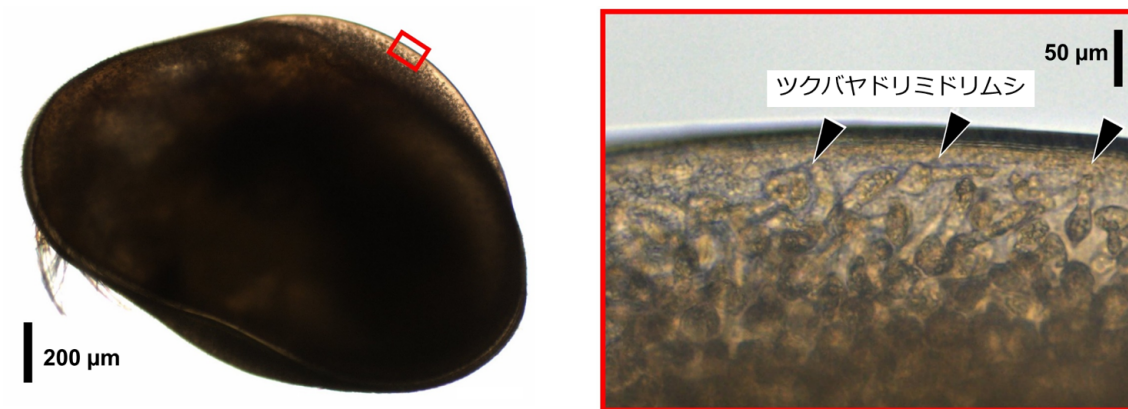


図2 寄生されたカイミジンコの仲間の光学顕微鏡写真。左図の赤枠部を拡大したものが右図。体の中にたくさんのツクバヤドリミドリムシが寄生している様子が確認できる。

観察1日目



観察3日目



図3 寄生されたヒメウズムシの仲間を用いた飼育実験中の光学顕微鏡写真。左図は観察1日目、右図は観察3日目の同一個体。斑点状に見えるものが寄生しているツクバヤドリミドリムシ。3日目には体内が真っ黒に見えるほどに増殖している。

掲載論文

【題名】 Taxonomy of a New Parasitic Euglenid, *Euglenaformis parasitica* sp. nov. (Euglenales, Euglenaceae) in Ostracods and Rhabdocoels.

(カイミジンコとヒメウズムシに寄生する新奇ユーグレナ類、*Euglenaformis parasitica* の分類学的研究)

【著者名】 Koichiro Kato, Kensuke Yahata, and Takeshi Nakayama

【掲載誌】 *Protist*

【掲載日】 2023年5月9日

【DOI】 10.1016/j.protis.2023.125967

問い合わせ先

【研究に関すること】

中山 剛 (なかやま たけし)

筑波大学 生命環境系 准教授

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001161>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

青山学院中等部

TEL: 03-3407-7463

E-mail: agjh@aoyamagakuin.jp