

令和 5 年 7 月 24 日
石川県公立大学法人 石川県立大学

失われた 8 つの日本産バッカクキンの再発見と 6 新種の記載
—日本に分布するバッカクキン（麦角菌）の全体像を明らかに—

石川県立大学環境科学科田中栄爾教授を中心とする国際研究グループによる日本産バッカクキン（麦角菌）を分類学的に再評価した論文が、*Studies in Mycology* 誌において 7 月 17 日にオンライン出版されました。

「In search of the lost ergots: phylogenetic re-evaluation of *Claviceps* species in Japan and the biogeographic patterns revealed」失われた麦角を求めて—日本産 *Claviceps* 属菌の系統的再評価と明らかになった生物地理学的パターン

本研究成果のポイント

- ・ 日本国内に少なくとも 21 種のバッカクキン（*Claviceps* 属菌）が分布していることを確認しました。
- ・ 日本各地からバッカクキンを採集し、タイプ標本や菌株が実存していなかった 7 種 6 変種のバッカクキンのうち、6 種 6 変種を再発見しました（3 変種については別論文で発表済み）。
- ・ 分類学的再検討をおこない、6 つの新種、2 つの変種から新種への格上げ、8 つの再発見種について記載しました。
- ・ 分子系統解析の結果から、日本国内に分布するバッカクキン 21 種のうち 16 種は日本や東アジアで独自に進化した種であり、残り 5 種は牧草や穀物とともに世界的に広く分布する種であることが示唆されました。
- ・ 各バッカクキンの菌株を他の研究や産業に利用できる生物資源として確立しました。

概要

バッカクキン（*Claviceps* spp.）は主にイネ科植物を宿主として、花の子房（実になる部分）に寄生し、感染した小花に大量の分生子（無性世代の孢子）を含む蜜滴を作り、麦角と呼ばれる角状の菌核を形成します。小麦やライ麦にできた麦角は、流産や四肢の壊死といった重篤な症状を人畜に引き起こすことから、麦類を主食とするヨーロッパではバッカクキンは昔から恐れられてきました。その中毒症状の主因は麦角アルカロイドと呼ばれる化学成分

であり、現在ではそれらの多彩な薬理作用が解明されて、医薬品開発に応用されています。このような化学成分の生物資源としてもバツカクキン注目され、西暦 2000 年までに *Claviceps* 属の下には日本産のタイプ標本に基づく 8 種 6 変種を含む、およそ 70 の分類群が記載されていました。しかし、日本産バツカクキンのうち 7 種 6 変種のタイプ標本や培養株は失われ、文献上の学名だけの存在になっていました。

これら失われた日本産バツカクキンを新たに定義するためには、それらの分類群に相当するものを再発見して、国際藻類・菌類・植物命名規約に則った正当な手続きで新タイプ標本（ネオタイプ）を指定して再記載する必要があります。そのため本研究は、失われたバツカクキンの文献に記載された宿主植物、採集場所・時期などを参考にして形態的にも矛盾しない新しいサンプルを再発見して記載することを目標に始められました。

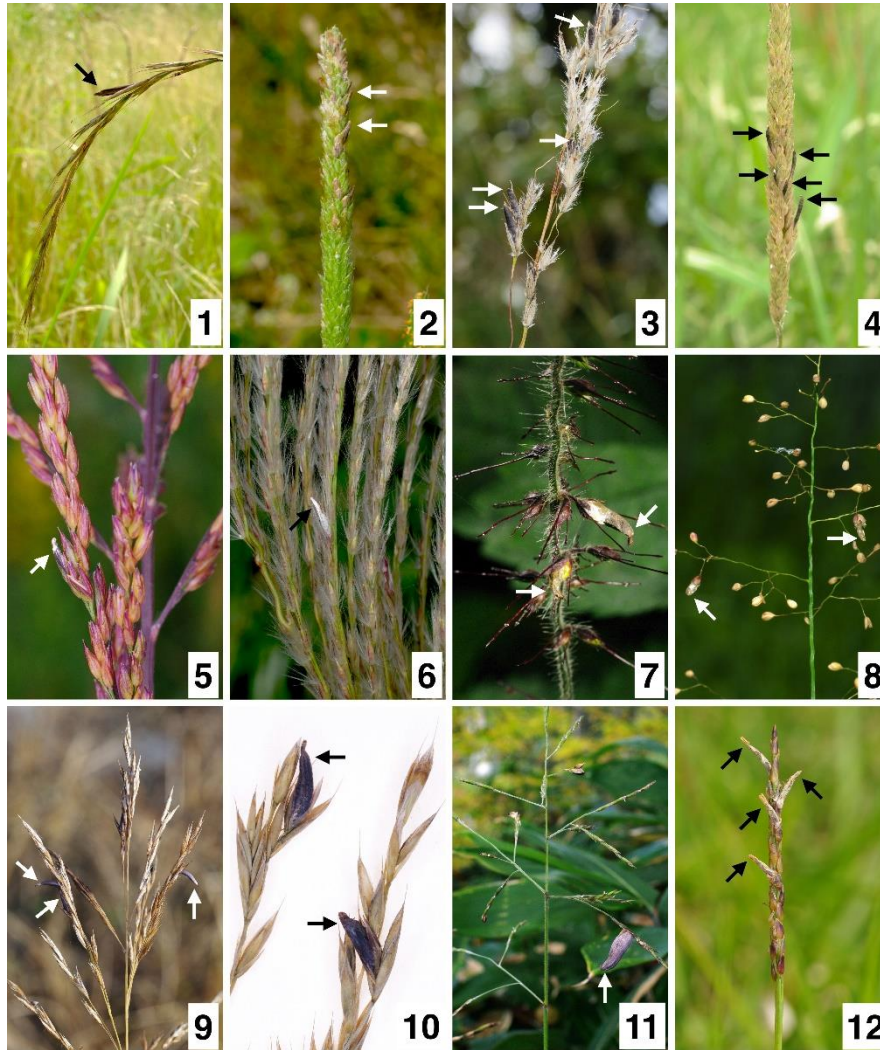
本研究では、日本各地で 8 年間にわたってバツカクキンの新しいサンプルを採集し、300 以上の標本として整理し、上記 7 種 6 変種のうち 6 種 6 変種に対応するバツカクキンを見出しました。そのうち 3 変種については別の論文で分類学的な処置をおこない 2 種に再編されています（1）。本論文では、世界中の既往のデータが存在する全てのバツカクキンと日本産サンプルについて 5 遺伝子座（*LSU*、*TEF*、*Tub2*、*Mcm7*、*RPB2*）に基づく分子系統解析をおこなったうえで、日本産バツカクキンの分類学的再検討をおこないました。その結果、日本国内には少なくとも 21 の独立した種に相当するバツカクキンが分布していることを明らかにしました。

本研究において、6 つの新種、2 つの変種から種への格上げ、8 つの再発見種についての記載、ネオタイプ標本の指定など分類学的な提唱がおこなわれました。本研究結果は、これまで分類学的に無視することができなかつたものの実態が無いため研究の進展を妨げていた分類群の実像を明らかにしたことから、東アジアのみでなく世界中のバツカクキンに関する分類学的研究を発展させる基盤となる成果と考えられます。

分子系統解析の結果からは、日本国内に分布するバツカクキン 21 種のうち、16 種は東アジアで独自の進化をしてきた種であり、5 種は牧草や穀物とともに世界に広がっている種であることが示されました。また、バツカクキンは宿主植物と共進化しているだけでなく、異なる宿主植物に寄生する「ホストシフト」を繰り返して種分化していることが示唆されました。本研究結果は、これまで未解明だった東アジアに分布するバツカクキンの系統的位置づけを明らかにしたことから、バツカクキンの進化的起源を探る研究を加速させる成果であると考えられます。

これらの日本産バツカクキンについては、生きた培養株を菌株保存機関等に第三者の研究者が利用できる形で寄託し、研究や産業に利用できる生物資源として確立しました。この研究の過程で確立した菌株を用いて、すでに有用物質の生産が確認されており（2、3、4）、今後も新たな有用物質の探索につながることを期待されます。

本研究は、教員研究費と科研費 16K07238 を主な財源として研究をおこないました。



日本産バツカクキンの一部

宿主植物はすべてイネ科植物で和名を下記に示す。矢印で麦角の位置を示した。

1 カモジグサ、2 スズメノテッポウ、3 オオアブラススキ、4 クサヨシ、5 トダシバ、6 ススキ、
7 チヂミザサ、8 チゴザサ、9 ヨシ、10 オニウシノケグサ、11 チマキザサ、12 シバ

< 論文情報 >

掲載誌

Studies in Mycology

<https://www.studiesinmycology.org>

論文タイトル

In search of the lost ergots: phylogenetic re-evaluation of *Claviceps* species in Japan and the biogeographic patterns revealed

<https://doi.org/10.3114/sim.2022.106.01>

発表者名

田中 栄爾 (石川県立大学 環境科学科 教授・責任著者)

棚田 一仁 (石川県立大学 元大学院生)

細江 智夫 (星薬科大学 薬学部 教授)

Bhushan Shrestha (ネパール Madan Bhandari University of Science and Technology)

Miroslav Kolařík (チェコ共和国 Institute of Microbiology of the Czech Academy of Sciences)

Miao Liu (カナダ Ottawa Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada)

<用語解説>

麦角アルカロイド：バツカクキンが産生するエルゴリン環を母核とするインドールアルカロイドの総称。麦角中毒の主な原因化合物として発見されたが、その薬理作用メカニズムが解明されることにより、現在ではそれらの誘導体も含めて、産後出血治療薬、片頭痛治療薬、パーキンソン症候群治療薬等の医薬品として利用されている。

タイプ標本：新種記載する時に指定される、その種の基準となる標本。

分子系統解析：DNA の塩基配列の分子情報を比較して進化を推定し系統樹に表すこと。

<引用文献>

- (1) Liu M., Tanaka E., Kolařík M. 2022. Neotypification of *Claviceps humidiphila* and recognition of *C. bavariensis* sp. nov. *Mycotaxon* 137: 73–87.
- (2) Doi Y., Wakana D., Takeda H., Tanaka E., Hosoe T.. 2022. Production capacity of ergot alkaloids by Japanese isolate *Claviceps purpurea* var. *agropyri* on rice medium. *Advances in Microbiology* 12: 254–269.
- (3) Doi Y., Wakana D., Kitaoka S., Takeda H., Tanaka E. and Hosoe T. 2022. Secalonic acid and benzoic acid analogues exhibiting cytotoxicity against cancer cells isolated from *Claviceps yanagawaensis*. *Advances in Microbiology* 12: 649–670.
- (4) Doi Y., Wakana D., Kitaoka S., Sato F., Tanaka E., Takeda H., Hosoe T. 2023. Ergot alkaloids in sclerotia collected in Japan: synthetic profiles and induction of apoptosis by Clavine-type compounds. *Journal of Natural Medicines* 77: 306–314.

<問い合わせ先>

田中 栄爾 (タナカ エイジ)

石川県立大学 環境科学科・教授

〒921-8836 石川県野々市市末松 1 – 3 0 8

Tel : 076-227-7473

E-mail : tanakae@ishikawa-pu.ac.jp