

【報道解禁日時】

テレビ、ラジオ、WEB：令和8年7月13日（月）18：00（日本時間）

新聞：令和8年7月14日（火）付朝刊

報道機関 各位

配信先：文部科学記者会、科学記者会、環境省記者クラブ、環境問題研究会、環境記者会、長野市政記者クラブ、松本市政記者クラブ、伊那市報道関係

2026年7月9日
国立大学法人信州大学

病原性カビの植物侵入方法は1種類ではなかった —44年にわたる定説を打破、メラニン依存から脱却し多様な感染様式を獲得—

【研究成果のポイント】

農作物に甚大な被害をもたらす炭疽（たんそ）病菌群の植物侵入方法は1種類であるとされてきた半世紀近くにわたる定説を覆し、多様な侵入様式で植物に感染していることを明らかにしました。

【概要】

世界の農業生産の病害による被害のうち、70～80%が糸状菌（カビ・菌類）によって引き起こされています。なかでも、数百種以上の農作物に感染被害をもたらす炭疽病菌群は、感染の際に「付着器」と呼ばれる黒くメラニン化した細胞を菌糸の先端に作って植物に侵入する感染戦略をもつことで知られ、他の方法で植物に侵入する報告例はほとんどありません。メラニン化する前の透明な付着器に侵入能はなく、メラニン化によって植物を貫通できると考えられてきました。

信州大学農学部の入枝泰樹准教授と研究室のメンバーは、炭疽病菌群がメラニン化への依存をやめることで植物への侵入方法を多様化させていることを世界で初めて発見しました。入枝准教授らが新たに同定した多くの炭疽病菌は、メラニン化前の付着器や付着器形成前の菌糸から植物に侵入できるため、植物に侵入するまでの時間が従来菌より短く、早期感染という病原菌としての利点をもつことも突き止めました。本研究成果は、植物保護に注力する研究や産業の分野において、炭疽病菌群の植物侵入方法に関する従来の考え方を大きく変える（パラダイムシフトする）ため、実際の感染実態に即した効果的な防除法の確立につながると期待されます。

本研究は、2026年7月13日（月）18時（日本時間）にオープンアクセスの国際科学誌「Nature Communications」に掲載されます。

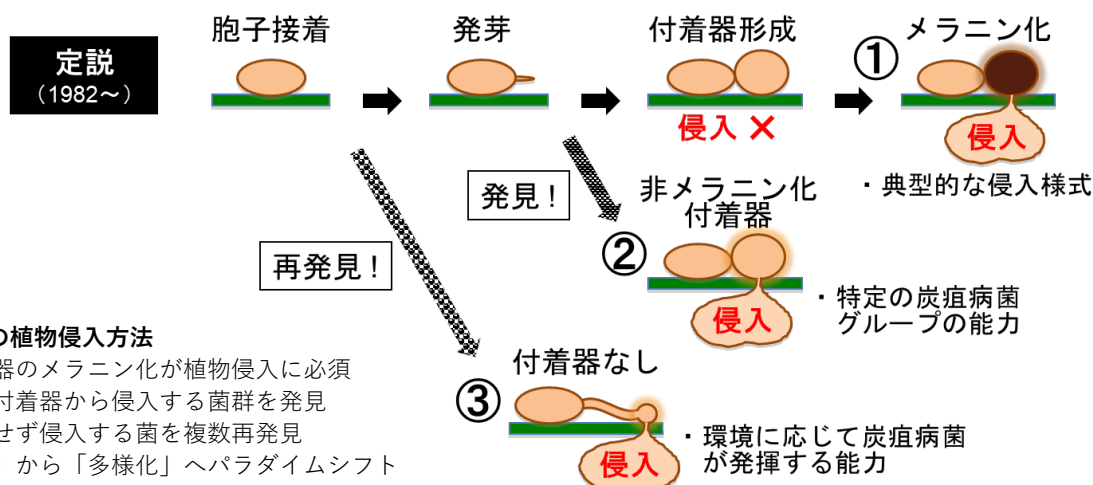


図. 炭疽病菌群の植物侵入方法

- ①定説では付着器のメラニン化が植物侵入に必須
 - ②非メラニン化付着器から侵入する菌群を発見
 - ③付着器を形成せず侵入する菌を複数再発見
- 概念を「単一」から「多様化」へパラダイムシフト

【背景】

世界の農業生産被害の 10～15%は病害が原因といわれており、これは約 5 億人の食糧に値します。そして、この植物病害の原因の 70～80%を占める病原糸状菌（カビ・菌類）から作物を保護することはとても重要な課題とされています。経済的および科学的に重要視される植物病原性カビのトップ 10 にランクインする炭疽病菌群やイネいもち病菌は風雨により胞子を拡散し、植物表面に付着した胞子が発芽すると、「付着器」と呼ばれるドーム型の感染器官を形成して植物に侵入する共通の感染戦略をとります。この侵入過程において付着器が黒く着色するメラニン化が重要な役割を果たします（図①）。メラニン化によって付着器の内部には自動車のタイヤ圧の数十倍といわれる高い圧力（膨圧）を生じて植物の硬いクチクラ（表面を保護する層）や細胞壁を貫通できるようになるだけでなく、カビ自身が植物の細胞壁を溶かすために分泌する酵素や、植物がカビを撃退するための防御応答で分泌してくる酵素から付着器を保護する強さ（剛性）にもメラニン化が重要であると報告されています。このような理由から、炭疽病菌やイネいもち病菌の植物侵入に付着器のメラニン化が必須であるという考えが広く浸透しており、1982 年の最初の報告以来、44 年間にわたり植物病理学の定説となっています。実際に他の侵入方法の報告例はほとんどなく、付着器の形成やメラニン化を阻害すれば植物侵入とその後の感染を阻止できるため、メラニン化を阻害する薬剤がイネいもち病に効果的な農薬として農業現場で活用されています。

入枝准教授らは、炭疽病菌群と植物の戦いを研究するなかで、メラニン化を阻害する薬剤を処理しても炭疽病を起こす（農薬が効かない）コスモス炭疽病菌を発見し（関連図 1）、薬剤を処理しても付着器のメラニン化が起こる耐性菌だろうと当初予想しました。しかし、顕微鏡で植物上の付着器を観察したところ、驚くべきことに、薬剤によりメラニン化が十分に阻害された透明の付着器から植物表皮に侵入して菌糸を伸ばしていました（図②）。この前例のない菌の発見を機に、同じ特性をもつ炭疽病菌が他にも存在するのか、また、過去に 1 例だけ報告のあった付着器を形成せずに菌糸から植物に直接侵入する炭疽病菌（図③）が他にも存在しないか、これまで誰も疑わなかった長年の定説の再検証を試みました。

【研究手法・成果】

本研究ではまず、発見したコスモス炭疽病菌の付着器の機能（膨圧発生や細胞壁の強さなど）がどれだけメラニン化に依存しているのか、他の複数の炭疽病菌の付着器と比較しました。その結果、各付着器機能のメラニン化依存度は炭疽病菌によって異なり、普遍性がないことが明らかになりました。そして、非メラニン化付着器から植物に侵入できるコスモス炭疽病菌のみ、調査したすべての付着器機能がメラニン化しなくても発揮されていました（関連図 2）。このため、コスモス炭疽病菌はメラニン化を阻害した付着器からも植物に侵入できる能力をもつと考えられました。

次に、メラニン化に依存せず付着器から侵入できる炭疽病菌をさらに探索しました。炭疽病菌群は多数のグループ（種複合体）から構成されますが、コスモス炭疽病菌を含む *acutatum* 種複合体の炭疽病菌だけが非メラニン化付着器から植物に侵入する能力をもつことを見いだしました。

さらに、胞子の発芽後に付着器を作らずに発芽管が伸びた菌糸の先端から植物に直接侵入する炭疽病菌を複数見つけることにも成功しました。この付着器に依存しない侵入方法は 15 年以上前に 1 例だけ報告された特殊なケースと考えられていて、周囲に糖が存在する環境で起こることも分かっていました。本研究で再発見した複数の菌株もやはり糖を与えることで付着器を作らずにこの侵入方法をとることが確認されました。付着器に依存しないため、メラニン化を阻害する薬剤も効かず、*acutatum* 種複合体と *gloeosporioides* 種複合体という 2 つの炭疽病菌グループに含まれる菌がこの侵入方法を示す傾向にあることも見いだしました。

これまでの定説（図①）に従わないこれらの新しい侵入方法（図②③）には何か利点があるのか、考察してみました。メラニン化を阻害する農薬はイネいもち病菌の防除に使用されますが、炭疽病菌に対

しては用いられていないため、農薬耐性菌として進化してきたとは考えられません。また、*acutatum* 種複合体と *gloeosporioides* 種複合体のグループは、メラニン化を阻害する農薬が使用されはじめた 1980 年代よりはるか以前から存在しています。入枝准教授らは、植物への侵入タイミングを早める利点をもつのではないかと予想しています。実際に、メラニン化前の付着器から侵入する方法（図②）は従来のメラニン化付着器に依存する方法（図①）より早く植物に侵入できることを確認しました。また、付着器を作らずに菌糸先端から侵入する方法（図③）ではさらに早いタイミングで侵入できます。

以上より、炭疽病菌群がメラニン化に依存せず植物に侵入する新しい方法を進化の過程で獲得し、侵入方法の選択肢を多様化させていることを明らかにしました。炭疽病菌の長い進化の歴史において、*acutatum* 種複合体と *gloeosporioides* 種複合体は比較的新しく出現したにもかかわらず、炭疽病菌群のなかで特に構成種を拡大しているグループです。糖の有無など周囲環境に応じた適切な侵入方法の選択や侵入に要する時間の短縮という利点が、これらの炭疽病菌グループを短期間で繁栄させている要因となっている可能性があります。メラニン化への強い依存をやめるという選択が炭疽病菌群の進化にとって大きなチェックポイントになったと考えられます。

【波及効果・今後の予定】

今回、炭疽病菌群の植物侵入方法が多様化していることを明らかにしたことで、植物保護関連の研究や産業の分野で長年定着していた 1 つの侵入方法に依存するという定説が覆り、パラダイムシフトが起こると予想されます。構成種の多さから多種多様な植物種を侵す炭疽病菌群の植物感染戦略を掌握して適切な防除策をとるには、その感染実態を正確に把握する必要があります。本成果を通して、植物病理学の教科書や専門書などに載っている従来の考え方だけに捉われず、炭疽病菌群を進化や環境応答の面からより深く理解することの重要性を関連分野内で再認識していただくことで、被害の軽減策やより効果的な防除法の確立に貢献できると期待しています。一方で、水稻栽培においては、メラニン化を阻害する農薬がイネいもち病菌に対して機能しています。農家の方々が日々現場で目を光らせている現状を踏まえると、イネいもち病菌が炭疽病菌のようにメラニン化に依存しない侵入戦略で耐性菌化し大被害が発生することはすぐには想定されないと考えられます。また、イネに感染する炭疽病菌もこれまで報告がありません。本成果に対して、耐性菌のような混乱を引き起こす捉え方で不必要に不安を煽るのではなく、植物に感染する病原性カビの植物侵入に関する知見が増えたと冷静かつポジティブに捉えて、さらに研究を進めていくことが重要です。

【研究プロジェクト】

本成果は日本学術振興会（JSPS）科学研究費助成事業（JP22K19173、JP23K21195、JP25K02011、入枝泰樹）、住友電工グループ社会貢献基金（入枝泰樹）、文部科学省卓越研究員事業（入枝泰樹）および科学技術振興機構（JST）創発的研究支援事業（JPMJFR2103、入枝泰樹）の支援を受けて行われました。

【論文タイトルと著者】

タイトル：Breaking dependence on melanisation imparts diversity to a dogmatic invasion strategy of phytopathogenic fungi (病原糸状菌の植物感染においてメラニン化依存からの脱却が定説化した植物侵入戦略に多様化をもたらす)

著者：Takeru Ohzawa, Ayaka Tani, Kazuho Takesue, Takehiro Kudo, Yunoka Akaba, Toko Yagisawa, Fukunosuke Arao, Koki Kume, and Hiroki Irieda（責任著者）

掲載誌：Nature Communications（ネイチャー・コミュニケーションズ）

【問い合わせ先】

〈研究内容に関する問い合わせ先〉

信州大学 学術研究院（農学系） 准教授 入枝泰樹

Tel: 0265-77-1428 E-mail: irieda@shinshu-u.ac.jp

〈報道に関する問い合わせ先〉

国立大学法人信州大学 総務部総務課広報室

Tel: 0263-37-3056 Fax:0263-37-2188

【関連図】

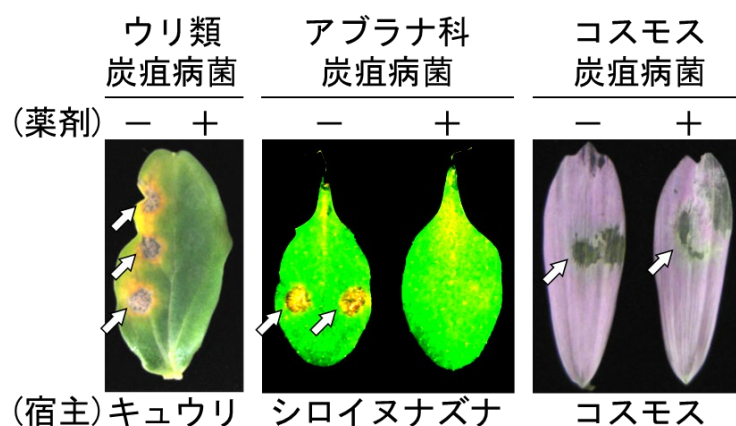


図 1. 各炭疽病菌の病原性とメラニン化依存性

各炭疽病菌の胞子を各宿主植物に接種する際に、付着器のメラニン化を阻害する薬剤の無処理区（－）と処理区（＋）を設けた。メラニン化依存で薬剤が効く従来型の炭疽病菌と異なり、コスモス炭疽病菌はメラニン化非依存で薬剤が効かない。

メラニン化を阻害した付着器における各機能	ウリ類炭疽病菌	アブラナ科炭疽病菌	コスモス炭疽病菌
膨圧の評価	×	○	○
人工膜への侵入(セロファン)	×	○	○
細胞壁の強さ	×	×	○
植物上での付着器形態維持	○	△	○
植物への侵入	×	×	○
壊死病斑の形成	×	×	○

図 2. 付着器の各機能とメラニン化依存性の菌株間比較

各炭疽病菌の付着器機能がどの程度メラニン化に依存しているかを比較した。コスモス炭疽病菌のみ調査したすべての付着器機能がメラニン化に依存していなかった。