



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 2 年 8 月 11 日

岡 山 大 学

気孔をめくり、死ぬまで戦う！ 植物細胞と病原真菌との“気孔防衛戦”の仕組みを明らかに

◆発表のポイント

- ・多くの病原真菌は植物の気孔から侵入し、作物の生産に多大な被害を与えますが、気孔を構成する孔辺細胞と病原真菌との相互作用機構はこれまで十分に解明されていませんでした。
- ・孔辺細胞が真菌の細胞壁成分キチンを認識して気孔を閉じ、菌の侵入を防ぎ、一方で真菌はキチンをキトサンに変換することでこれを回避するという関係性とその仕組みを解明しました。
- ・本研究に基づいた気孔制御技術の開発により、作物の耐病性向上が期待されます。

岡山大学大学院環境生命科学研究科・農学部の村田芳行教授と上海交通大学農業生物学部の叶文秀助教授らの共同研究チームは、気孔をめぐる植物細胞と病原真菌との“戦い”についてこれまで謎であった仕組みを解明しました。

多くの病原真菌は植物の気孔から侵入し、作物の生産に多大な被害を与えます。しかし、気孔を構成する孔辺細胞と病原真菌の相互作用機構は十分に解明されていません。本研究では、孔辺細胞が真菌の細胞壁成分キチンを認識することで気孔閉口を誘導し、菌の侵入を防ぐことと、その分子基盤を明らかにしました。一方で、病原真菌はキチンを脱アセチル化し、キトサンに変換することで気孔閉口を回避します。面白いことに、そうやって蓄積したキトサンを孔辺細胞は別の機構により認識し、自ら死ぬことで、感染を抑制します。

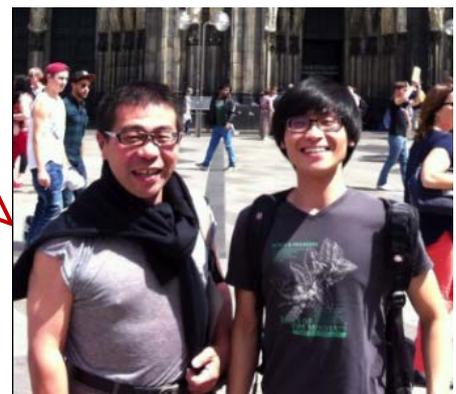
過去の十数年、気孔の免疫応答は開閉制御しか知られていませんでした。本研究は植物が孔辺細胞死という強力な免疫応答を持つことを明らかにし、新たな研究領域を開拓しました。本研究の知見に基づいた気孔制御技術の開発により、作物の耐病性向上が可能になることが期待されます。

本研究は、岡山大学（大学院環境生命科学研究科、資源植物科学研究所）、上海交通大学、明治大学、名古屋大学との共同研究で行われたものです。この研究成果は8月11日、米科学アカデミー紀要（PNAS）電子版に掲載されました。

◆研究者からのひとこと

村田：岡山大学の私たち（村田・宗正）のチームでは、気孔の開閉運動に関わる孔辺細胞信号伝達経路の研究だけでなく、植物の環境ストレス応答の研究も行っています。

叶：上海交通大学にある私たちのチームでは主にシングルセルレベルで植物と微生物の相互作用の分子メカニズムを研究しています。現在、ポスドク、大学院生を募集しています。ご興味ある方はぜひご連絡ください！



村田教授

叶助教授



PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

植物の気孔は一对の孔辺細胞で囲まれた小孔であり、植物と環境のガス交換の重要な器官です。一方で、気孔は多くの病原菌の侵入口にもなっています。例えば、主要穀類作物のさび病、細菌病及び園芸作物のべと病など悪名高い植物病害の原因菌は気孔から侵入し、農業生産に多大な被害を与えています。過去の研究より、孔辺細胞は微生物に広く保存される構造分子を認識でき、気孔閉口を誘導することで菌の侵入を防ぐことが分かっています。この現象は気孔免疫と呼ばれ、過去十数年の間、植物免疫研究分野において主な研究テーマの一つとなっています。また、気孔免疫の人為的な制御は作物の耐病性を強化する新たな手段として注目されています。植物病原真菌は作物生産に大きく影響し、人類の食料安全の制限因子の一つですが、植物病原真菌による気孔免疫の研究は限られています。本研究は孔辺細胞と真菌の相互作用の分子メカニズムを研究し、これまで謎であった仕組みを明らかにしました。

<研究成果の内容>

本研究では、孔辺細胞が真菌の主な細胞壁成分であるキチン分子を認識し、気孔閉口を誘導するシグナル伝達を明らかにしました。具体的に、キチンの受容体である CERK1、原形質膜カルシウムチャネル、カルシウム、カルシウム依存性キナーゼ CPK6、原形質膜アニオンチャネル SLAC1 がそのシグナル伝達を仲介します。また植物ホルモンアブシジン酸経路の重要因子である PP2C と OST1 も関与することが分かりました。

一方で、真菌は侵入過程においてキチンデアセチラーゼを分泌し、キチンを脱アセチル化してキトサンに変換します。本研究ではキトサンはキチン相当濃度では気孔開度には影響しないことが分かりました。このことはキチンの脱アセチル化は、病原真菌がキチンによる気孔免疫を回避する生存戦略の一つであることを示唆しています。面白いことに、高濃度のキトサンは孔辺細胞の細胞死を誘導します。また、この細胞死はキチン受容体を必要としませんが、カルシウムの流入が必要です。宿主の細胞死は一種の強い植物の免疫応答です。過去のいくつかの研究は、複数の病原真菌が非宿主植物に侵入する際に、孔辺細胞死が発生し、侵入が止められたことを明らかにしています。キトサンは真菌の細胞壁成分であり、それによる孔辺細胞死は植物が気孔から幅広い真菌の侵入を抑制する重要な防御応答であることが推測できます。この十数年、学术界では気孔免疫について開閉運動の制御機構しか分かかっていませんでした。今回の研究により、我々は気孔免疫が積極的な孔辺細胞死という重要な防御戦略を含むという理論を提唱します。

<社会的な意義>

本研究は孔辺細胞と真菌の間の相互作用機構を明らかにし、病原菌の侵入を抑制するために孔辺細胞が積極的に死に至る防御応答が気孔免疫の重要部分であることを提唱します。その理論は気孔免疫についての我々の認識を一新し、新たな研究方向を切り開きました。また、本研究の知見に基づいた気孔制御技術の開発により、作物への耐病性付与が可能になることが期待されます。



PRESS RELEASE

■論文情報

論文名 : Stomatal immunity against fungal invasion comprises not only chitin-induced stomatal closure but also chitosan-induced guard cell death

掲載紙 : *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*

著者 : Wenxiu Ye*, Shintaro Munemasa, Tomonori Shinya, Wei Wu, Tao Ma, Jiang Lu, Toshinori Kinoshita, Hanae Kaku, Naoto Shibuya and Yoshiyuki Murata* (*共同責任著者)

DOI : <https://doi.org/10.1073/pnas.1922319117>

■研究資金

本研究は、以下の支援を受けて実施しました。

- ・ 科研費 特別研究員奨励費 (267977 と 17F17091)
- ・ 中国国家自然科学基金 (31901984)
- ・ 文部科学省新学術領域研究「植物の成長可塑性を支える環境認識と記憶の自律分散型統御システム」(15H05956)
- ・ 文部科学省新学術領域研究「植物細胞壁の情報処理システム」(15H01240)
- ・ 科学技術振興機構 (JST) 先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 「気孔開度制御による植物の光合成活性と生産量の促進」
- ・ 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1411023)

<お問い合わせ>

岡山大学大学院環境生命科学研究科

教授 村田 芳行

(電話番号) 086-251-8310

(FAX) 086-251-8310

上海交通大学農業与生物学院

助教授 叶 文秀

(電話番号) +86-21-34208546

(FAX) +86-21-34208546



岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。