

植物免疫をコントロールする遺伝子発現の仕組みを解明

～食糧生産の安定化やバイオ燃料の開発に向けた病気に強い植物の創生に期待～

【ポイント】

病原体が植物に感染すると、植物は MAP キナーゼというたんぱく質リン酸化酵素を活性化し、その下流で制御されている遺伝子を発現させることでさまざまな免疫応答を発揮することが知られている。しかし、MAP キナーゼの基質タンパク質や、そのリン酸化メカニズムについては未解明であった。名古屋大学大学院生命農学研究科の石濱伸明研究員と吉岡博文准教授らの研究グループ（生物相関防御学）は、MAP キナーゼがその基質である WRKY とよばれる転写因子をリン酸化することで活性化し、防御応答に関連する遺伝子を制御するメカニズムを世界に先駆けて解明した。

この成果は、アメリカ植物科学専門誌「ザ・プラント・セル (The Plant Cell)」の3月1日付けの電子ジャーナル版に掲載される。

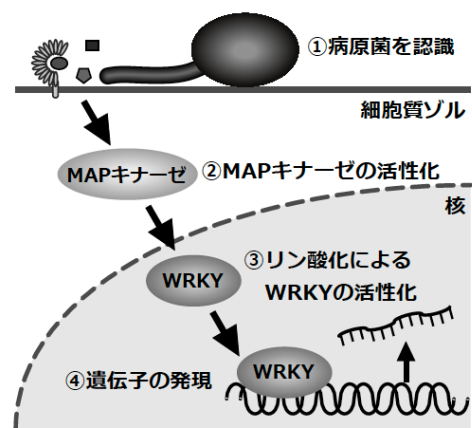
【背景】

世界の人口は爆発的に増加しており、現在 65 億人である世界人口は 2050 年には約 91 億人に達すると想定されている。現在、すでに開発途上国を中心に飢餓や貧困が大きな問題となっており、このような世界的な食料問題を解決するための抜本的な対策が望まれている。作物生産において病害は収穫の減少をもたらす重要な問題であり、国内においても、ジャガイモの疫病、トマトの青枯病、イネのいもち病や紋枯病など早期に解決すべき数多くの重要病害が発生している。疫病によるジャガイモの損失量は全世界で 7,000 万トンに上り、これは 14 億人分の消費量にも相当する。世界におけるジャガイモ疫病による被害総額は、年間 40 億ドル (4,500 億円) に達する。一方、化石エネルギー資源の枯渇が世界規模で危惧されていることから、これに代わるバイオマス植物の開発が期待されている。これら植物についても、耐病性を含め、今後、技術的に解決すべき問題は多い。今回の解明は、植物が本来備えている免疫力を利用することで、農作物やバイオマス植物への付与を通じて今後の作物生産の安定化に大きく貢献できるものと考えられる。

【研究の内容】

植物は、細胞表層や内部に病原菌を感知するアンテナであるさまざまなレセプターを持っており、これによって病原菌を認識して防御反応を誘導する。このレセプターの構造が動物の自然免疫を担うレセプターと似ていることから、植物の生体防御機構は「植物自然免疫」と呼ばれる。植物免疫系において、たんぱく質リン酸化酵素である MAP キナーゼは、さまざまな基質タンパク質をリン酸化することで防御遺伝子群を発現させ、病原菌を排除することが知られている。しかし、基質タンパク質やその活性化メカニズムについては全く不明であった。

吉岡准教授らは、タバコ、ジャガイモなどのナス科植物を実験材料として用い、防御反応の分子スイッチとして働いたたんぱく質リン酸化酵素である MAP キナーゼが、WRKY 型転写因子を制御してい



ることを見出した。具体的には、植物免疫応答の中枢を担っている MAP キナーゼが WRKY をリン酸化することによって、抗菌物質であるファイトアレキシンの合成酵素遺伝子の発現を誘導してファイトアレキシンを生成させ、免疫応答を亢進することを世界で初めて発見した。同研究グループは、既に WRKY を任意に活性化させることによって、防御遺伝子を制御することに成功し、その分子機構を実証した。近い将来、食料の安定生産やバイオ燃料の開発に向けて、この技術を他の多くの植物に応用・展開することで病気に強い植物の創生に貢献することができると期待される。

【研究の意義】

今回の発見は、ジャガイモの最重要病害であるジャガイモ疫病や夏疫病に対する耐病性育種として応用できるだけでなく、世界中のさまざまな作物の生産に莫大な損害をもたらす病害の克服が可能になる「病気に強い植物」の開発に貢献できる。また、耐病性技術の向上によって、作物生産を安定化させ、爆発的な人口増加に伴う食料問題を解決できると同時に、バイオ燃料の安定供給に向けたバイオマス植物開発の基盤技術としての応用も期待される。

【用語説明】

MAP キナーゼ

MAP キナーゼは、たんぱく質をリン酸化する酵素である。MAP キナーゼは MAP キナーゼキナーゼ (MAPKK) により、MAPKK は MAP キナーゼキナーゼキナーゼ (MAPKKK) によって活性化される。活性化された MAP キナーゼは、基質たんぱく質をリン酸化することでさまざまな細胞応答を制御する。

転写因子

遺伝子のスイッチは、その制御を司る DNA 配列に特定のたんぱく質が結合することによりオンやオフとなる。このスイッチの役割を担うたんぱく質を転写因子という。

WRKY 型転写因子

WRKY 型転写因子は転写因子であり、特定の DNA 配列 (W-box 配列 [TTGAC(C/T)]) に結合し、隣接した遺伝子の発現を制御する。

ファイトアレキシン

病原菌に応答して植物が合成する低分子抗菌化合物の総称。ナス科植物ではイソプレノイド化合物が知られており、植物免疫の実行因子である。

【論文名】

The Plant Cell

Phosphorylation of *Nicotiana benthamiana* WRKY8 transcription factor by MAPK functions in the defense response. (ベンサムアナタバコの WRKY8 転写因子は、MAPK によりリン酸化はされることで防御応答を調節する) Nobuaki Ishihama, Reiko Yamada, Miki Yoshioka, Shinpei Katou and Hirofumi Yoshioka

本研究成果の一部は、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの「新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業」（プログラムディレクター：大川 安信理事）の委託研究課題「植物免疫シグナル分子を利用した高精度耐病性植物の創生」（平成 19～23 年度）で行われたものです。