

令和元年 12 月 19 日

シロイヌナズナから見つかった「免疫抑制因子（内因性サプレッサー）」 植物の免疫制御や、生命現象の本質の解明に迫る発見

◆発表のポイント

- ・健全な植物体から、病原微生物に対する免疫反応を抑制する因子（内因性サプレッサー； endogenous suppressor）を分離・精製することに世界で初めて成功しました。
- ・分離・精製した物質を投与したシロイヌナズナでは免疫反応が抑えられ、本来感染できない病原体による侵入を許し発病するようになったほか、この物質が免疫反応を抑制する標的は、病原体が分泌するサプレッサーのそれとほぼ同じであることが分かりました。
- ・植物の免疫制御に生かせるだけでなく、植物の「自己・非自己識別」という生命現象の本質にも迫り得る重要な発見といえます。

植物の免疫反応を抑制する病原体由来の物質は「サプレッサー（suppressor）」と呼ばれ、宿主植物に対する病原性と宿主範囲を決める重要な病原性決定因子(determinant of pathogenicity)です。大学院環境生命科学科植物病理学研究室の豊田和弘教授は、自然生命科学研究支援センター（多田宏子教授・塩川つぐみ技術職員）と白石友紀博士（岡山大学名誉教授；現岡山県生物科学研究所所長）とともに、シロイヌナズナの健全な植物体から病原体のサプレッサーと同じ作用をもつ物質（内因性サプレッサー； endogenous suppressor）を分離することに世界で初めて成功しました。

分離・精製した物質を投与したシロイヌナズナでは免疫反応が抑えられ、本来感染できない病原体による侵入を許し発病するようになりました。また、本物質はシロイヌナズナの免疫反応に関連する ATPase（注1）や活性酸素種（注2）生成などを標的としており、これらは、豊田教授らがこれまでに明らかにしてきたエンドウ褐紋病菌が分泌するサプレッサーの作用点とほとんど同じ（類似）であることが明らかとなりました。

本成果は、病原体と植物の「共進化（co-evolution）」の謎を解くヒントに留まらず、植物の「自己・非自己識別」という生命現象の本質にも迫り得るものです。

本研究成果は11月27日、日本植物病理学会英文誌「*Journal of General Plant Pathology*」の電子版に掲載されました。

◆研究者からのひとこと

植物自身が病原体に対する免疫反応を抑制する因子を先天的にもっていることは、一見不利に思えますが、過剰な免疫反応を防いだり、「生長」と「免疫（防御）」のトレードオフを最適化する上で重要な役割があると考えられます。本研究の延長線上には、レセプター改変による耐病性付与（免疫反応の人為的制御）やホルモン様分子としての利用（生長調節剤や異種間の接ぎ木補助剤など）も考えられ、応用的価値も高いといえます。



豊田教授



PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

植物は、外界からの病原微生物（カビや細菌など）の侵入を感知するタンパク質（レセプター）を細胞表層に備えており、病原体成分を感知した細胞では速やかに免疫反応が開始されて感染を未然に阻止したり、発病を最小限に抑えます。しかし、特定の病原体は宿主植物の免疫反応を遅らせたり、抑制する物質を分泌して侵入を果たします。このような植物の免疫反応を抑制する病原体由来の物質は「サプレッサー（suppressor）」と呼ばれ、宿主植物に対する病原性と宿主範囲を決める重要な病原性決定因子（determinant of pathogenicity）です。

本研究では、病原体がどのようにして「サプレッサーの生産能力」を獲得したのか、つまり病原体の進化の仕組みを明らかにすることを目的として、モデル植物であるシロイヌナズナから病原体が分泌するサプレッサーの模倣物の有無について調べるとともに、活性物質の分離・精製を行いました。

<研究成果の内容>

本研究グループは、シロイヌナズナの健全な植物体から病原体のサプレッサーと同じ作用をもつ物質（内因性サプレッサー）を分離することに世界で初めて成功しました。分離・精製した物質を投与したシロイヌナズナでは免疫反応が抑えられ、本来感染できない病原体による侵入を許し発病するようになりました。

また、分離・精製した物質の構造や作用点の解析を進め、本物質が低分子のペプチドであること、シロイヌナズナの ATPase や活性酸素種生成などを標的とし、免疫反応の開始を抑制していることを明らかにしました。驚くべきことに、今回分離・精製に成功した物質は、著者らのグループが長年にわたって研究してきたエンドウ褐紋病菌が分泌するサプレッサーの作用とほとんど同じ（類似）であることが明らかとなりました。

<社会的な意義>

過剰な免疫反応は植物の生長を阻害します。したがって、今回発見した物質は、「生長」と「免疫（防御）」のトレードオフを最適化する役割が考えられます。このホルモン様の作用を活用すれば、天然の生長調節剤としての利用が期待されます。と同時に、もし病原体が免疫反応をすり抜けるために宿主植物の「内因性サプレッサー」を巧みに利用しているなら、この働きを阻害することで重要作物に病原体が感染できなくなったり、発病を最小限にすることができるかも知れません。あるいは、雑草から内因性サプレッサーを見つければ、それを与えた雑草だけを病気に罹りやすくして枯らすことも可能です。

他方で本物質の発見は、病原体と植物の「共進化（co-evolution）」という植物病理学の基本的命題に留まらず、植物の「自己・非自己識別」という生命現象の本質にも迫り得るものです。「免疫反応」や「自家不和合性」などを人為的に制御できれば、レセプター改変による耐病性付与や異種間の接ぎ木を可能にするなど新品種育成の道を大きく拓げることも考えられます。



PRESS RELEASE

■論文情報

論文名 : Endogenous suppressor(s) in *Arabidopsis thaliana*
「シロイヌナズナに存在する内因性サプレッサー」

掲載紙 : *Journal of General Plant Pathology*

著者 : Thanh Luan Mai, Tatsuhiro Kawasaki, Aprilia Nur Fitrianti, Le Thi Phuong, Tsugumi Shiokawa, Hiroko Tada, Hidenori Matsui, Yoshiteru Noutoshi, Mikihiro Yamamoto, Yuki Ichinose, Tomonori Shiraishi, and Kazuhiro Toyoda

DOI : 10.1007/s10327-019-00897-z

URL : <http://link.springer.com/article/10.1007/s10327-019-00897-z>

■研究資金

本研究は、科学研究費補助金（18K05645）の支援を受けて実施しました。

■用語説明

注1 : ATPase

「生体のエネルギー通貨」と呼ばれる ATP（アデノシン三リン酸）を ADP（アデノシン二リン酸）と無機リン酸に加水分解し、生命活動に必要なエネルギーを取り出す酵素の総称。

注2 : 活性酸素種

大気中に含まれる酸素分子がより反応性の高い化合物に変化したものの総称。生体では1日に細胞あたり約10億個発生してDNAの損傷などを引き起こし、これに対して生体は活性酸素消去能力（抗酸化機能）やDNA修復の機能をもつ。

<お問い合わせ>

岡山大学大学院環境生命科学研究科（農）

植物病理学研究室

教授 豊田和弘

（電話番号）086-251-8357



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。