



令和7年1月17日

種子植物の進化の謎を解明

——CYP722A がストリゴラクトン生合成の道を切り開く——

世界的な科学誌「Science」に掲載：植物ホルモン「ストリゴラクトン」の進化的メカニズムを解明

宇都宮大学 謝肖男 准教授ら国際研究チームが画期的な発見を達成

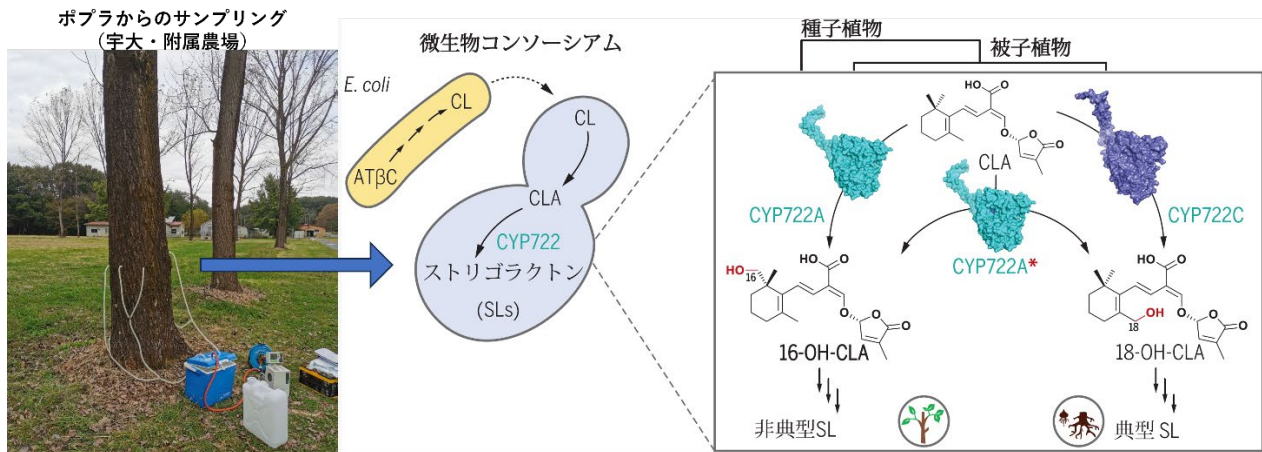
本研究は、5年前に宇都宮大学農学部附属農場で開始され、同大学機器分析センターが保有する最先端の分析機器を活用した研究を通じて発展しました。また、宇都宮大学イノベーション支援センターによる海外派遣を契機に、海外研究者との交流を深めることで大きく進展しました。宇都宮大学の謝肖男准教授を中心とする国際研究チーム（同大学大学院地域創生科学研究科博士前期課程1年 石黒結唯氏、カリフォルニア大学サンディエゴ校 Yanran Li 准教授、カリフォルニア大学リバーサイド校 David Nelson 教授）は、植物ホルモン「ストリゴラクトン (SL)」の生合成において、これまで未解明だった中心的な酵素「CYP722A」を特定することに成功しました。

CYP722A は、ストリゴラクトン生合成の重要な中間体であるカルラクトン酸 (CLA) を基質として、新規の非標準的ストリゴラクトン「16-ヒドロキシカルラクトン酸 (16-OH-CLA)」を生成することが明らかになりました。この 16-OH-CLA は、植物の成長を調節し、特にストリゴラクトン受容体である DWARF14 を介して植物の枝分かれを抑制することが示されています。この発見は、ストリゴラクトンが植物の環境適応や共生関係を調整する仕組みを新たに解明し、ストリゴラクトン生合成経路の進化的起源を理解するための重要な知見を提供します。

さらに、この成果は、植物が環境に適応しながら高度な調整能力を進化させてきた過程を明らかにすると同時に、ストリゴラクトンが植物間および植物と微生物間でどのように信号として機能するかについての新たな視点を提供しました。本研究は、植物科学の分野における画期的なブレイクスルーであり、未来の農業に革新的な展望をもたらすものとして注目されています。

この研究成果は、科学誌『サイエンス (Science)』のオンライン版に令和7年1月17日に公開されました。

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adp0779>



宇都宮大学農学部附属農場にあるポプラの木から導管液を採集し、精製したサンプルは、カリフォルニア大学サンディエゴ校で微生物コンソーシアムを用いた構造解析が行われ、その生成物の生理作用はカリフォルニア大学リバーサイド校で詳しく調べられました。

研究の進展：新技術を活用した発見

研究チームは、合成生物学と代謝工学を活用して、Escherichia coli や Saccharomyces cerevisiae をホストとする微生物コンソーシアムを構築し、従来の 125 倍の収率でストリゴラクトン合成することに成功しました。この技術を用いて、CYP722A がカルラクトン酸 (CLA) から新規の非標準的ストリゴラクトン「16-ヒドロキシカルラクトン酸 (16-OH-CLA)」を生成することを突き止めました。さらに、16-OH-CLA が植物の枝分かれを抑制し、ストリゴラクトン受容体 DWARF14 を介して機能することを確認しました。

ストリゴラクトンとは？ ストリゴラクトンは、植物が成長や分枝を調整する重要なホルモンであり、栄養不足時に有益な土壌微生物と共生するための信号物質としても機能します。しかし、ストライガ属 (*Striga spp.*) などの寄生植物がこのホルモンを感知して発芽することで、作物に深刻な被害を及ぼし、特にアフリカの農業生産に重大な影響を与えています。

研究のブレイクスルー：CYP722A の発見

研究チームは、酵素 CYP722A がストリゴラクトン的一种である「16-ヒドロキシカルラクトン酸 (16-OH-CLA)」を生成することを明らかにしました。この 16-OH-CLA は、植物の成長を調節する非典型的なストリゴラクトンとして機能し、ストリゴラクトン受容体を介して成長応答を引き起こします。また、CYP722A によるカルラクトン酸 (CLA) の C16 酸化は、ストリゴラクトン生合成における進化的な新たなステップを示しています。一方で、CLA の C18 酸化を担う酵素 CYP722C が、植物と微生物間の相互作用を媒介する典型的なストリゴラクトンを生成することも確認されました。この発見は、ストリゴラクトンの多様性の進化的起源を理解するための重要な知見を提供します。さらに、本研究は、ストリゴラクトンの進化的生合成メカニズムの謎を解き明かし、植物が環境に適応しながら高度な調整能力をどのように進化させてきたかを理解するうえで、重要な一歩となる成果です。

農業への応用可能性

CYP722A の発見は、新たな農業技術開発への道を切り開きます。例えば、16-OH-CLA を利用することで、作物の分枝や成長を制御し、効率的な農業生産が可能になると期待されています。また、寄生植物ストライガ属の発芽を抑制する技術の開発により、アフリカなどで深刻な被害を受けている農家を支援することが可能です。この技術は、作物収量の向上と持続可能な農業生産に貢献すると考えられます。

本研究の新規性とインパクト

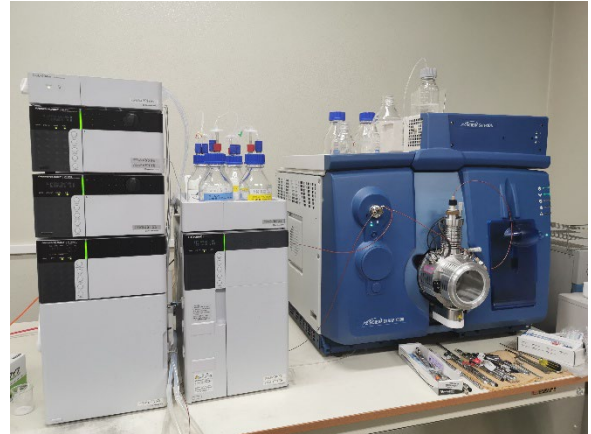
本研究は、従来解明されていなかったストリゴラクトンの進化的生合成メカニズムを明らかにし、CYP722A の役割を初めて特定しました。また、合成生物学を活用したこの研究は、ストリゴラクトンを人工的に生産する効率的な手法を提供し、他の植物ホルモン研究への応用可能性も示しています。この発見は、植物進化や植物と微生物の相互作用の理解を新たなレベルに引き上げるだけでなく、農業をより持続可能で効率的なものに変える可能性を秘めています。

研究支援と宇都宮大学の貢献

本研究は、文部科学省科学研究費助成基盤 B「真の枝分かれホルモンの生理活性の解明」（謝肖男、課題番号 21H02125、23K21177）の支援のもと実施されました。また、2022 年に宇都宮大学イノベーション支援センターの海外派遣をきっかけに開始され、同大学附属農場および機器分析センターの全面的な協力により実現しました。なお、宇大附属農場で行った実験の様子は、現在カリフォルニアの新聞にも掲載されています。



宇都宮大学・農学部附属農場でサンプルを回収している様子。このユニークな方法は、世界中の研究者から高く評価されています。



宇都宮大学・機器分析センターに設置された分析機器 (LC-MS/MS)。この装置は微量成分の分析において世界最高水準のパフォーマンスを発揮しています。

<論文情報>

掲載誌: Science

題名: Evolution of inter-organismal strigolactone biosynthesis in seed plants

(種子植物におけるストリゴラクトン生合成の進化: 16-ヒドロキシカルラクトン酸の代謝ステップとしての CYP722A の役割)

著者: Anqi Zhou, Annalise Kane, Sheng Wu, Kaibiao Wang, Michell Santiago, Yui Ishiguro, Kaori Yoneyama, Malathy Palayam, Nitzan Shabek, Xiaonan Xie*, David C. Nelson*, Yanran Li*

*Corresponding author

【本件に関する問い合わせ】

■報道対応

国立大学法人 宇都宮大学 企画総務課 (広報・渉外係)

TEL: 028-649-5201 FAX: 028-649-5027 E-mail: kkouhou@a.utsunomiya-u.ac.jp

■研究内容について

国立大学法人 宇都宮大学 バイオサイエンス教育研究センター 准教授 謝 肖男

TEL: 028-649-5300 FAX: 028-649-8651 E-mail: xie@cc.utsunomiya-u.ac.jp
