

Press Release

2015年8月21日

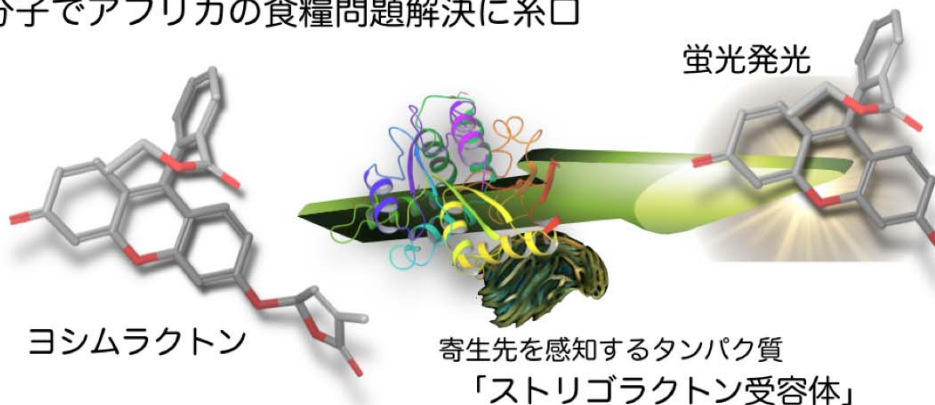
アフリカの食糧問題に希望の光 ～ 寄生植物の発芽を制御するタンパク質を発見 ～

名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM) の土屋 雄一郎 (つちや ゆういちろう) 研究員、萩原 伸也 (はぎはら しんや) 准教授、吉村 柁彦 (よしむら まさひこ) (大学院生)、木下 俊則 (きのした としのり) 教授、伊丹 健一郎 (いたみ けんいちろう) 教授らの研究チームは、寄生植物ストライガの発芽を誘導するタンパク質を発見しました。このストライガは、穀物の根に寄生し養分を吸い取る有害な植物であり、「魔女の雑草」と呼ばれています。ストライガによる農業被害は、年間1兆円を上回り、アフリカの食糧問題の主たる要因となっています。今回、研究チームはストライガが寄生する過程を可視化できる分子「ヨシムラクトン」を設計・合成し、これを活用することで、今まで知られていなかったストライガの発芽を誘導するタンパク質を見つけることに成功しました。

今回の発見により、ストライガの発芽を制御する薬剤の開発に応用することが可能となり、将来的には食糧問題解決の糸口として期待がされます。

本研究成果は、アメリカ科学誌「サイエンス」のオンライン版に8月21日 (米国EST時間) に公開されました。

光る分子でアフリカの食糧問題解決に糸口



寄生植物ストライガの発芽制御実現を加速する分子「ヨシムラクトン」

- ・ 分野の壁を越えた融合研究 (名古屋大学ITbM)
- ・ 寄生先を感知して発芽する仕組みの解析を可能に
「何が」「いつ」「どこで」働くのか?
鍵物質「ストリゴラクトン」を受け取るタンパク質を同定
- ・ ストライガ発芽制御物質の効率的な探索へ



【研究の背景と内容】

アフリカでは、ストライガ（魔女）と呼ばれる寄生植物が猛威をふるっています。ストライガは、特殊な根を生やし、それを穀物の根に侵入させて養分や水分を奪います。特に、トウモロコシやイネなどの主要穀物に寄生し、収穫量を減らしたり、時には辺り一帯の田畑を全滅させたりします。被害額は推定年間1兆円を超すと言われ、アフリカのみならず世界的な食糧安全保障に対する脅威となっています。

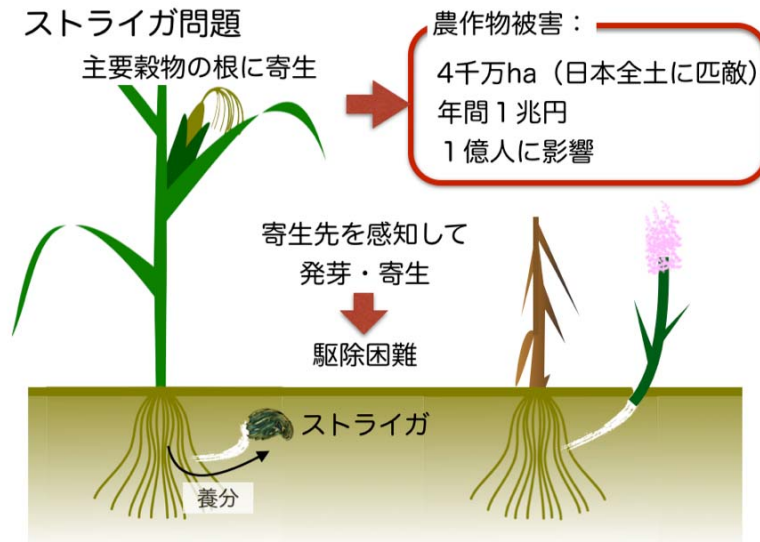


図1. アフリカにおけるストライガ問題

対策が難航している主な理由は、独自に進化したストライガの生存戦略にあります。ストライガの種は、小さく風に舞いやすいため容易に拡散します。また、土壤に広まったストライガの種は、寄生先となる穀物（ホスト植物）の根が近くに来るまで、長いときは数十年も土の中で待ち続けることがあります。ホスト植物の接近を感じるとストライガの種は発芽して寄生し、ホスト植物から栄養を吸い取って成長し、花を咲かせ、種を拡散します。通常の雑草であれば除草剤が使えますが、種のまま眠っているストライガに対しては、ほとんど効果がありません。このため、一度土壤がストライガに汚染されると駆除が難しく、アフリカでは手の施しようが無いほど広大な大地が汚染されているのです。

では、ストライガはどのようにホストとなる植物の存在を感知するのでしょうか？鍵を握るのは「ストリゴラクトン」という物質です。植物は、リンや窒素などの養分が不足するとストリゴラクトンの合成量を増やします。ストリゴラクトンには、植物の枝分かれを抑える働きがあり、植物は自らの成長を抑制することで養分の消費を抑えます。それと同時に、根からストリゴラクトンを放出し、土壤中の菌根菌を呼び寄せます。菌根菌は、リンや窒素などの栄養を植物に供給してくれる共生菌の一種です。このようにして、植物は貧栄養状態を脱しようとしています。ストライガは、ホスト植物が放出するこのストリゴラクトンを感知することで、発芽します。つまり、ストライガはホスト植物が菌根菌を呼ぶためのストリゴラクトンを感じ取って、貧栄養状態にあるホスト植物からさらに養分を吸い取る、まさに魔女のような有害植物なのです。

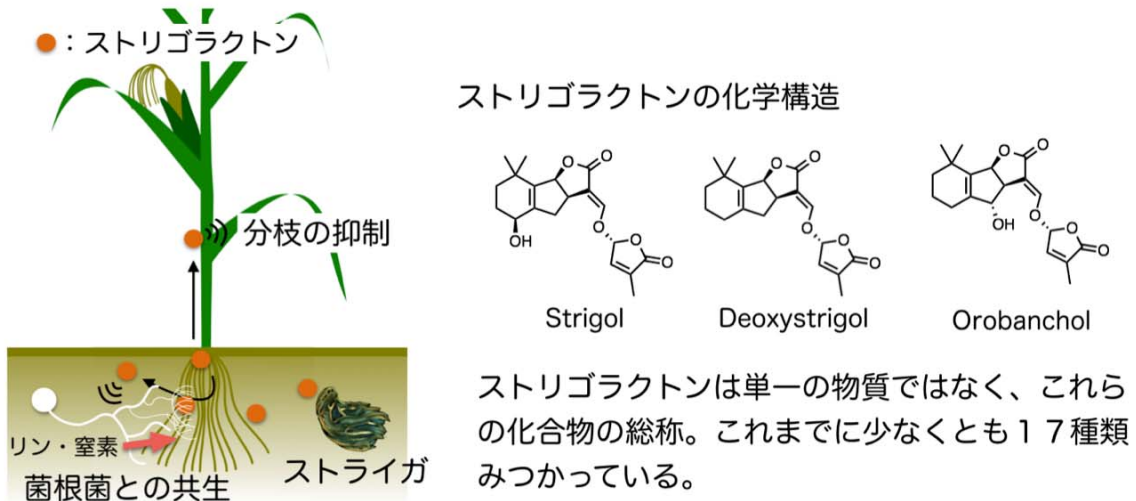


図2. ストリゴラクトンの役割と構造

この仕組みを逆にとり、ストライガを駆除する試みがいくつかなされています。例えば、ストリゴラクトンを感じ取る仕組みを抑える物質は、ストライガの発芽を妨げる薬剤になります。反対に、ストライガは宿主植物に寄生しないと発芽後1週間程度で枯死するため、発芽を人工的に誘導する物質はストライガの駆除剤となります。しかし、これまでストライガがストリゴラクトンをどのように感知するかが不明であったため、このような薬剤を論理的に設計するのは不可能でした。

これまでの研究から、土屋はストライガにストリゴラクトンを感じ取るタンパク質があると考えました。この予想をもとに今回、萩原、吉村らがストリゴラクトンの構造をヒントに、タンパク質が働くと緑色の光を発する分子「ヨシムラクトン (YLG)」を開発しました。タンパク質がヨシムラクトンに作用すると、緑色の蛍光色素が生成します。まず、ヨシムラクトンをシロイヌナズナ（実験によく使われるモデル植物）に与え、枝分かれが抑制されることを確かめました。この結果から、ヨシムラクトンは設計通りストリゴラクトンと同様の生理活性を持つことが分かりました。次に、ヨシムラクトンをストライガの種に与えたところ、発芽の誘導が確認されました。このとき、発芽した種で緑色の蛍光が見られたことから、ストライガにもストリゴラクトンを感じ取るタンパク質が存在し、このタンパク質が発芽を制御していることが分かりました。土屋が予想していたタンパク質をヨシムラクトンで処理したところ、やはり緑色の蛍光が見られました。つまり、これらのタンパク質がストライガの発芽を制御するストリゴラクトン受容体であることを明らかにできたのです。

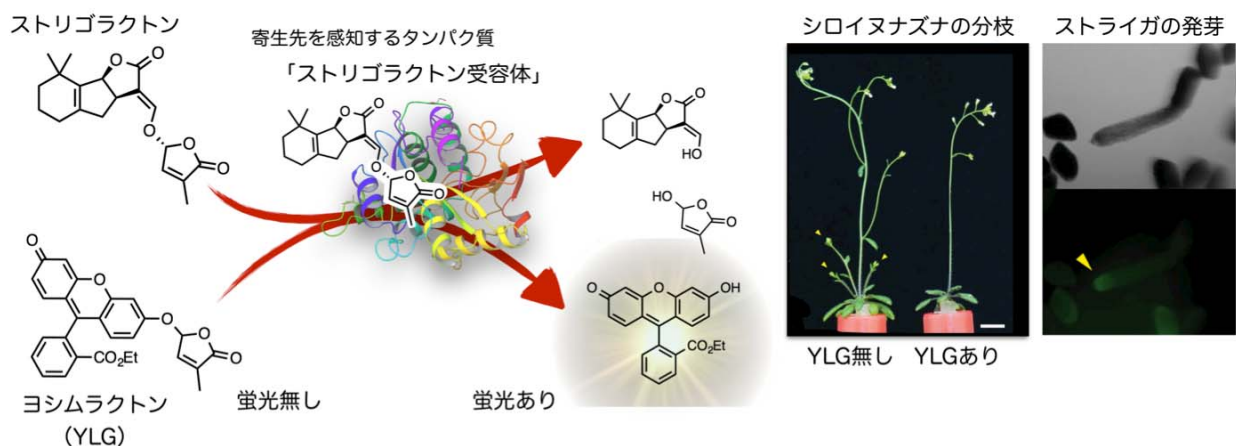


図3. ヨシムラクトン (YLG)を用いたストリゴラクトン受容体の解析 (写真: 土屋雄一郎、Science)

さらに研究チームは、ヨシムラクトンを用いてストライガが発芽する仕組みをより詳細に解析することに成功しました。ヨシムラクトンを加えてストライガの発芽の様子を超高感度カメラで撮影しました。すると、最初に根になる部分の先端で強く光り、それが波のようにストライガの種全体へ拡がり、光が一旦消えたあとに、また光りながら根が伸びていくのを観察することができました。この光は、ストリゴラクトンが分解される瞬間、つまりタンパク質が働く瞬間を表しています。発芽した種子の全てで同じ挙動が見られたため、この現象はストライガの発芽と強く関連していると考えられます。ストライガの種は、宿主植物が近くにいるのを根の先端で感知し、その情報を種全体に伝えて休眠状態を解除し、宿主植物に向けて根を伸ばしていきます。

今回の研究成果から、この寄生に関わる一連の過程で、ストライガは宿主植物が放出するストリゴラクトンをうまく活用していることが分かりました。

【まとめと今後の展望】

有機合成化学者と植物生物学者がそれぞれの分野の壁を越えて共同研究することで、ストライガが宿主植物を感知して発芽する仕組みの一端を明らかにすることができました。ストリゴラクトンを感知する受容体が明らかになった今、ストライガの発芽を制御する薬剤の探索が飛躍的に加速することが考えられます。今回開発したヨシムラクトンは、このような薬剤の探索においても効果を発揮し、ストライガ問題の解決にさらに貢献することが期待されます。

【掲載雑誌、論文名、著者】

掲載雑誌： Science

論文名： Probing strigolactone receptors in *Striga hermonthica* with fluorescence
(蛍光性プローブを用いたストライガのストリゴラクトン受容体の解析)

著者： Yuichiro Tsuchiya, Masahiko Yoshimura, Yoshikatsu Sato, Keiko Kuwata, Shigeo Toh, Duncan Holbrook-Smith, Hua Zhang, Peter McCourt, Kenichiro Itami, Toshinori Kinoshita, Shinya Hagihara
(土屋雄一郎、吉村柁彦、佐藤良勝、桑田啓子、藤茂雄、Duncan Holbrook-Smith、張華、Peter McCourt、伊丹健一郎、木下俊則、萩原伸也)

論文公開日：2015年8月21日（米国EST時間）

DOI: 10.1126/science.aab3831 (<http://dx.doi.org/10.1126/science.aab3831>)

【本件お問い合わせ先】

名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM)

ホームページ: <http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp>

<研究内容>

萩原 伸也

TEL: 052-747-6477

E-mail: hagi@itbm.nagoya-u.ac.jp

ホームページ (研究室): <http://synth.chem.nagoya-u.ac.jp/>

土屋 雄一郎

TEL: 052-789-4780

E-mail: yuichiro@itbm.nagoya-u.ac.jp

ホームページ (研究室): <http://plantphys.bio.nagoya-u.ac.jp/en/index.html>

ホームページ (個人): <http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/en/members/y-tsuchiya/>

<報道対応>

名古屋大学 ITbM リサーチプロモーションディビジョン

宮崎 亜矢子・佐藤 綾人

TEL: +81-52-789-4999 FAX: +81-52-789-3240

E-mail: press@itbm.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学総務部広報渉外課

TEL: +81-52-789-2699 FAX: +81-52-788-6272

E-mail: kouho@adm.nagoya-u.ac.jp