

植物寄生性線虫が農作物に寄生するしくみを解明
—植物に自分の巣を作らせる—

<概要>

農作物の害虫として知られ、世界で年間数十兆円の被害をもたらす**植物寄生性線虫**（図1）は、根本的な対抗策がなく、新たな品種や農薬の開発が求められています。

この線虫は、農作物の根に寄生して根こぶと呼ばれる巣を作り、植物から栄養を奪ってしまいます。そのため作物が枯死したり、商品価値が無くなったりするうえ、一度発生するとその畑で数年にわたって作物を育てることができなくなるような、非常に厄介な存在です（図2）。今、この線虫による農業被害が世界中で拡大の一途をたどっています。

今回熊本大学 先端科学研究部 澤進一郎教授らは、植物寄生性線虫に寄生された植物の反応を分析した結果、寄生によって**幹細胞が活性化**することで根こぶを形成していることを見出しました。つまり**植物寄生性線虫は、植物の幹細胞を巧みに操り、根に自分の巣を作らせている**ことが明らかになりました（図3）。今後は、この知見を利用した作物の品種改良を行うこと等で、年間数十兆円といわれる線虫被害の軽減への貢献が期待されます。

[図1] 本研究に用いた
植物寄生性線虫

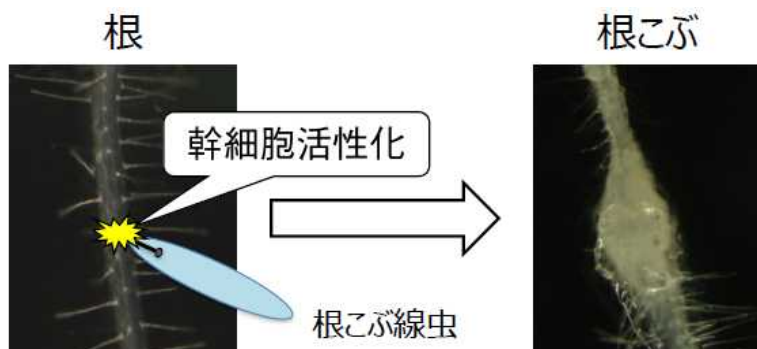


Meloidogyne incognita
サツマイモネコブセンチュウ

[図2] 感染によって枯れたキュウリと根こぶ



[図3] 本研究で明らかになったことのイメージ



【お問い合わせ先】
熊本大学 先端科学研究部
教授 澤 進一郎
Mail: sawa@kumamoto-u.ac.jp

<本文>

[背景] ～線虫という害虫～

土壌中には多くの微生物が生息しており、植物はこれらの微生物と相互作用しながら生活しています。しかし、中には植物に害をもたらす微生物も存在しており、植物寄生性線虫もその一種です。この線虫が根に侵入・感染すると、根に「根こぶ」と呼ばれるこぶ状の巣が形成されます。

線虫は、この根こぶの中で植物から栄養分を吸収し、成長して多くの卵を産み出します。しかしなぜ、小さな線虫の寄生によって植物自身が線虫の巣を作ってしまうのか、そのしくみはほとんどわかっていませんでした。

[仮説] ～操られた幹細胞～

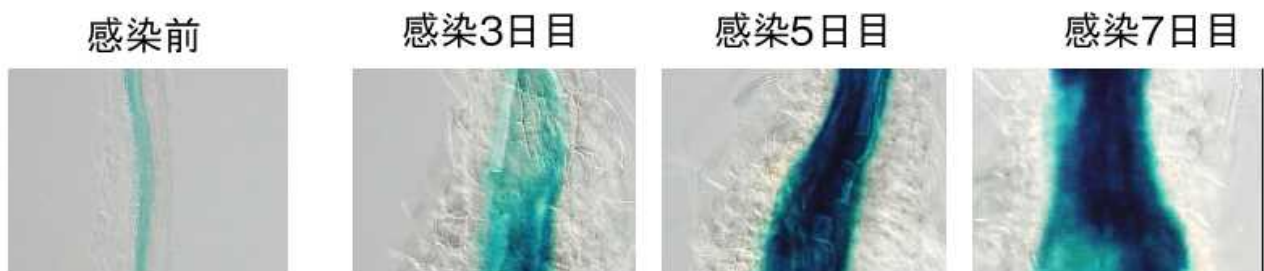
私たちは、実験植物のシロイヌナズナを利用した実験システムを組み立てて線虫に寄生された植物の応答を解析しました。根こぶは非常に小さいため困難な解析でしたが、次世代シーケンサーと呼ばれる装置によって遺伝子情報のデータを大規模に獲得し、これに統計解析を組み合わせ、非常に精度の高い結果を得ることに成功しました。

これらの解析の結果、線虫の寄生によって植物の幹細胞機能が異常に活性化している可能性が見出されました。幹細胞は、iPS細胞などに代表される、半永久的に自己増殖を続けることができる細胞です。高等植物の多くは導管と師管の境目にわずかな量の幹細胞をもっていますが、これらの幹細胞の活性は厳密にコントロールされています。しかし、この幹細胞が暴走すると、がんのような異常な組織ができて正常な形をとれなくなってしまいます。根こぶでは、この厳密であるはずの幹細胞の活性制御が暴走していることがわかりました。つまり、線虫は植物の幹細胞を操り、植物に自らの巣を作らせているのではないかと考えられます。

[立証] ～幹細胞を目で見る～

私たちは、この仮説を確かめるため、幹細胞を青色に染めることができる実験植物を利用し、線虫の感染から根こぶができるまでを観察しました。その結果、やはり根こぶの成長とともに幹細胞を示す青い染色が広がっていく様子が観察されました（図4）。つまり、線虫が植物に寄生する際には、植物が自身のために保持している幹細胞の制御のしくみを線虫が乗っ取り、線虫のための巣を植物に作らせていることが明らかとなりました。

[図4]根こぶの成長と幹細胞の増加



※青く染色されているところが幹細胞

[今後] ～農作から園芸まで～

今回、植物寄生性線虫は、植物がもともと持っている幹細胞をうまく利用して寄生を行っていることが明らかとなりました。本研究により、農業上非常に重要となる線虫の寄生のしくみが解明されたことで、線虫防除のための品種改良や育種などの技術開発が可能になったと考えられます。

例えば、植物の組織から幹細胞を取り出し、試験管内で培養しながら優良な個体を選抜する手法は、イチゴ・アスパラガスなどの作物やラン・シクラメンなどの園芸植物で実用化されている、日本のお家芸ともいえる方法です。しかし、幹細胞化を誘導するとなると、その技術開発は非常に難しく、実際にこういった手法が使える作物は多くありません。

線虫は非常に多くの種類の植物に寄生することができますが、このことは、ほとんどの作物を標的として幹細胞を活性化できるという、人類の技術にない能力を線虫が持っていることを示しています。今後は植物寄生性線虫が、どのように植物の幹細胞を操っているかを研究することで、多様な作物や園芸植物の幹細胞化を可能とする技術への発展と、優良な品種の開発につながることが期待できます。

本研究の成果は「Frontiers in Plant Science」に日本時間の平成 29 年 7 月 13 日 16 時に掲載されました。

論文名

“Root-knot and cyst nematodes activate procambium-associated genes in *Arabidopsis* roots”

“根こぶ線虫とシスト線虫はシロイヌナズナの根において前形成層（維管束幹細胞）を活性化する。”

論文著者・所属

Yasuka L. Yamaguchi^{1#}, Reira Suzuki^{1#}, Javier Cabrera^{2†}, Satoru Nakagami^{1†}, Tomomi Sagara¹, Chika Ejima¹, Ryosuke Sano³, Yuichi Aoki⁴, Rocio Olmo², Tetsuya Kurata⁵, Takeshi Obayashi⁴, Taku Demura³, Takashi Ishida¹, Carolina Escobar², Shinichiro Sawa^{1*}

¹ Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, Kumamoto, Kumamoto, Japan

² Facultad de Ciencias del Medio Ambiente y Bioquímica, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Spain

³ Graduate School of Biological Science, Nara Institute of Science and Technology, Ikoma, Nara, Japan

⁴ Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, Sendai, Miyagi, Japan

⁵ Plant Global Education Project, Graduate School of Biological Science, Nara Institute of Science and Technology, Ikoma, Nara, Japan

雑誌名 *Frontiers in Plant Science* (DOI: 10.3389/fpls.2017.01195)

URL : <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2017.01195/>