

平成 29 年 8 月 9 日

本件の取り扱いについては、下記の解禁時間以降でお願い申し上げます。

TV・ラジオ・WEB … 日本時間 平成 29 年 8 月 11 日(金)午前 1 時
新 聞 … 日本時間 平成 29 年 8 月 11 日(金)朝刊

セルロース合成の”足場”増やす遺伝子を発見

■ 概要

セルロースは、紙・綿だけでなく近年注目されているセルロースナノファイバーなどの成分にもなる重要な生物資源です。セルロースは植物細胞の「細胞壁」に含まれる主要な物質ですが、その合成を制御する仕組みはよく分かっていません。

情報・システム研究機構国立遺伝学研究所の小田祥久准教授らの研究グループは植物の細胞壁合成を制御する新しい遺伝子 IQD13 を発見しました。IQD13 遺伝子が作り出すタンパク質はセルロース合成の足場となる微小管⁽¹⁾を安定化させるとともに、細胞壁合成を阻害するタンパク質の分布を制限することで、細胞壁の面積を増やす働きがあることがわかりました(図1)。

IQD13 遺伝子の働きを人為的に操作することにより、細胞壁の合成を制御して、セルロース生産に利用しやすい植物の作出に繋がることが期待されます。

本研究は、東京大学大学院理学系研究科、理化学研究所 環境資源科学研究センターとの共同研究としておこなわれました。

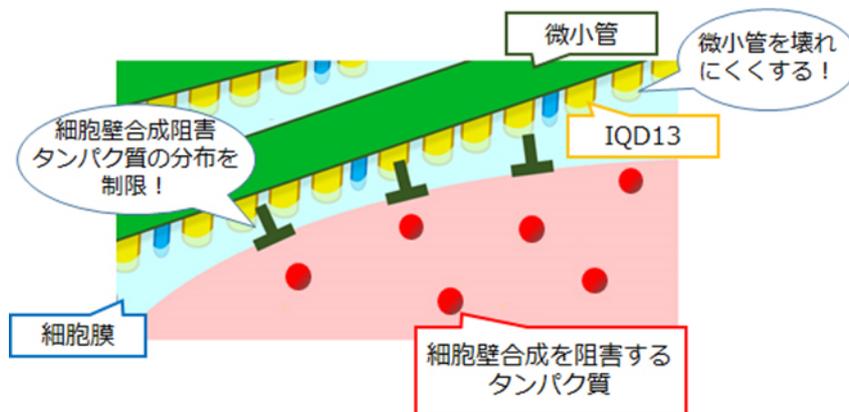


図1. IQD13 は、微小管を壊れにくくすると同時に、細胞壁合成を阻害するタンパク質の分布を制限していると考えられる。

■ 成果掲載誌

本研究成果は、平成 29 年 8 月 10 日(米国東部標準時間)に米国科学雑誌 Current Biology に掲載されます。

※情報解禁時間は平成 29 年 8 月 10 日正午(米国東部時間)です。

論文タイトル:A novel plasma membrane-anchored protein regulates xylem cell-wall deposition through microtubule-dependent lateral inhibition of Rho GTPase domains (新規の細胞膜タンパク質が微小管依存的な Rho GTPase ドメインの側方抑制により木部細胞壁の沈着を制御する)

著者: Yuki Sugiyama, Mayumi Wakazaki, Kiminori Toyooka, Hiroo Fukuda, Yoshihisa Oda (杉山友希、若崎真由美、豊岡公德、福田裕穂、小田祥久)

■ 研究の詳細

● 研究の背景

植物由来のセルロースは陸上に最も豊富に存在する生物資源です。紙や綿、木材などは、ほとんどがセルロースでできており、セルロースは私達の生活に欠かせません。また、セルロースは、近年ではセルロースナノファイバーやバイオプラスチックの成分としても注目されています。セルロースは植物細胞の表面でセルロース合成酵素複合体によって合成され、セルロース微繊維という細胞壁の主成分となって細胞の外側に沈着します。このセルロース合成酵素複合体は、微小管と呼ばれる、細胞膜に密着した細長い管を足場として動きながらセルロース微繊維を合成し、細胞の表面に沈着させることが知られています(図2)。

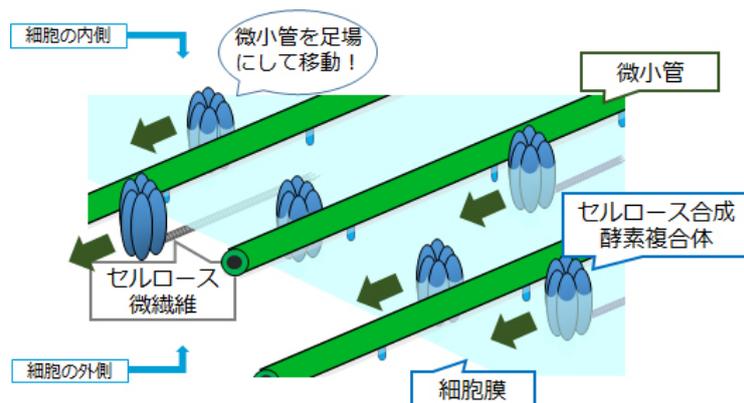


図2. セルロース合成酵素が微小管を足場にしてセルロースを合成する

細胞膜に密着した微小管がセルロース微繊維の沈着を適切に誘導することにより、植物細胞が成長して、植物全体が大きく生育することができます。逆に、微小管が細胞膜に適切に配置できないと、植物の生育が大きく妨げられてしまいます。しかし、これまで細胞膜に密着した微小管の量や配置を制御する仕組みはよくわかっていませんでした。

● 本研究の成果

本研究グループは、セルロース合成酵素の足場として働く微小管の量や配置を制御する遺伝子を探すために、道管⁽²⁾の細胞に着目しました。道管は植物体内で水を通す管として働きます。道管をつくる細胞は、水輸送によって生じる圧力に耐えるために、活発に細胞壁を合成します。そこで、道管の細胞で活発に働く遺伝子を調べました。その結果、IQD13 という遺伝子が道管の細胞で活発に働いていることがわかりました。IQD13 遺伝子が作り出す IQD13 タンパク質を調べると、このタンパク質は微小管に強固に結合し、微小管を壊れにくくしていることがわかりました。さらに、IQD13 は細胞膜とも結合する性質を持ち、この性質により細胞膜に密着した微小管に効率よく作用していることがわかりました。IQD13 を過剰に作らせると、微小管が最大で3倍にまで増加しました(図2)。

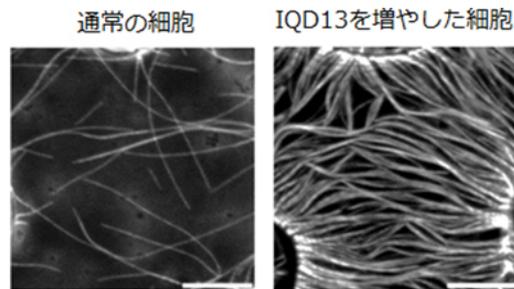


図3. (左)通常の細胞の表面の内側の一部を顕微鏡下で見たもの。白い繊維が微小管。(右)IQD13 の発現量を増やすと微小管が壊れにくくなり、通常よりも多くの微小管が細胞内に蓄積した。画像右下のバーは 0.01 mm。

道管の細胞では水を通す微小な孔を作るために、細胞壁合成を阻害するタンパク質が細胞膜上で働いていることが分かっています。IQD13 タンパク質は細胞膜と微小管に結合しながら、このタンパク質の分布を制限し、結果的に細胞表面で細胞壁を合成する面積を増やしていることがわかりました(図1)。

このような性質のタンパク質はこれまでに見つかっておらず、植物におけるセルロース合成の仕組みを理解する上で画期的な、世界に先駆けた発見といえます。

● 今後の期待

IQD13 遺伝子の活性を人為的に改変することにより、細胞膜に密着した微小管の量や配置を変え、細胞壁中のセルロースの量や沈着の仕方を制御することができると考えられます。この遺伝子改変技術を樹木や資源植物に応用することで、セルロースをより産業的に利用しやすい植物の作出に繋がる可能性が期待されます。

■ 用語解説

(1) 微小管

チューブリンタンパク質が重合することによってつくられる直径 24 nm の管状の構造。真核生物に広く存在し、細胞分裂時には染色体を分離する紡錘体をつくることが知られている。植物細胞では細胞膜に密着した状態でも存在し、このような微小管は表層微小管と呼ばれている。

(2) 道管

植物の体内で水輸送を担う組織。道管を構成する細胞は厚く丈夫な細胞壁を形成し、水を輸送するために必要な強度を得ている。細胞壁を厚く形成した後、細胞内は消化されて中空の死細胞となる。

■ 研究体制と支援

本研究は、情報・システム研究機構国立遺伝学研究所 細胞空間制御研究室(杉山友希 特別共同利用研究員、小田祥久 准教授)と東京大学大学院理学系研究科(福田裕穂 教授)、理化学研究所 環境資源科学研究センター 質量分析・顕微鏡解析ユニット(豊岡公德 上級研究員、若崎真由美 テクニカルスタッフ)との共同研究としておこなわれました。

本研究は、文部科学省の科学研究費補助金(16H01247, 15H01243, 15H05958)、日本学術振興会の科学研究費補助金(16H06172, 16H06377)、科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業さきがけ(JPMJPR11B3)、三菱財団の助成を受けました。

■ 問い合わせ先

<研究に関すること>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 細胞空間制御研究室
准教授 小田 祥久(おだ よしひさ)

<報道担当>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 リサーチ・アドミニストレーター室
清野 浩明(せいの ひろあき)