

令和2年7月3日

報道機関 各位

東北大学大学院生命科学研究科
公益財団法人かずさDNA研究所

植物の根を茎に変えることに成功 再分化制御技術への糸口を発見

【発表のポイント】

- ・茎の性質を持った器官を根で作りに出すことに世界で初めて成功。
- ・2つの転写因子¹⁾を同時に活性化させることで、根を作り出す根端の分裂細胞から茎の性質を持つ細胞を作出。
- ・食糧増産や化成品を代替する持続可能な材料の開発につながることを期待される。

【概要】

従来の研究では、茎を作り出す茎頂の分裂組織を構成・維持する遺伝子の研究は進んでいましたが、茎を作り出す仕組みそのものは不明でした。東北大学大学院生命科学研究科柴田大輔客員教授*、公益財団法人かずさDNA研究所花野滋特任研究員らは、東京大学の2つの研究グループの分析支援を受けて、茎を作り出している茎頂分裂組織²⁾で機能している2つの転写因子ATHB25とREM7を同時に活性化させると、根を作り出す根端の分裂細胞が茎の性質を持つ細胞を作り出すことを発見しました。

食糧増産、植物バイオマス利用のためのゲノム編集や遺伝子操作では、未分化細胞から茎を分化させられないことが障壁でしたが、それを解消する再分化制御技術の開発につながると期待されます。

本研究結果は、米国科学雑誌Cellの姉妹紙iScience誌(電子版)の2020年7月14日付けオンライン版で論文公開されます。

本研究は、(公財)かずさDNA研究所、科研費26711016, 17H06476, 17H05008, 22880008, 23780040、さががけ「細胞機能の構成的な理解と制御」、NEDO「植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発」からの研究資金を受けました。

*柴田はかずさDNA研究所と東北大学を兼務。

【詳細な説明】

合成生物学³⁾の手法を用い、シロイヌナズナの2つの転写因子 ATHB25とREM7を同時に発現させれば、根が茎(維管束組織)様の器官に変換することを見出しました。具体的には、シロイヌナズナの茎頂分裂組織で機能している転写因子(遺伝子)群の発現パターンを生物情報学の手法で解析して、かずさDNA研究所が開発した多重遺伝子連結法を用いて、候補となる複数の遺伝子を連結させ、遺伝子発現誘導剤の存在下でのみ機能させるようにして、シロイヌナズナに遺伝子導入しました。複数の組み合わせの中から、これらの2つの転写因子の組み合わせを見出しました。これらを発現誘導すると、根端で新たに分裂した細胞は茎の性質を持つようになり、重力に逆らうように、茎様になった部分を持ち上げるようになり、やがて、その部分が地上部の茎と同じように葉緑体を作って緑色になり光合成を行います(図)。この研究結果は、この2つの転写因子の作用が茎形成を促進していることを示しています。

興味深いことに、茎の性質を示すようになった部分では、茎頂分裂組織を構成・維持している遺伝子群が発現誘導されており、2つの転写因子はこれらの遺伝子群の機能を制御していることが分かりました。

学術的波及効果:

茎形成の制御機構の解明は、基本的な植物発生プロセスの解明ばかりではなく、地球の生態系が進化してきたエポックメイキングな事象の背景を探ることにもなります。なぜなら、今の地球の大気中の二酸化炭素濃度が低く、酸素濃度が高いのは、高等植物が大繁殖したためですが、4億年ほど前に下等植物が茎(維管束組織)を獲得したことが高等植物の爆発的な進化を引き起こしたからです。

応用的波及効果:

脱炭素社会を目指すバイオエコノミー⁴⁾では、化石資源代替を植物バイオマスに求めています。一方、植物のゲノム編集、遺伝子操作では、多くの植物種において、未分化な細胞から茎を再分化させるステップが困難であり、最大のボトルネックの一つになっています。本研究結果は、合成生物学の手法による機能付与(Gain-of-function)を用いているので、ボトルネックを解消する再分化制御方法の開発につながると期待しています。

【用語説明】

- 1) 転写因子:他の遺伝子を制御するタンパク質因子。それをコードする遺伝子が転写因子遺伝子。
- 2) 茎頂分裂組織:植物の茎の上方の先端にあり、細胞分裂を繰り返すことにより、茎を伸長させたり、枝を作るなど、植物の地上部の器官形成のための幹細胞。
- 3) 合成生物学:複数の遺伝子機能を組み合わせることなどにより、人工的に生命機能を制御する研究分野。

4) バイオエコノミー：OECD(経済開発協力機構)が脱炭素社会に向けて 2009 年に提唱した経済体系。



【図】

2つの転写因子 ATHB25 と REM7 を活性化させると、根と根の間に茎の性質を持った器官が発生し、その部分が重力に逆らって上方を向く。この器官は地上部の茎と同じく、葉緑体を有しており、光合成をする。小さな毛は根毛。

【研究手法】

特殊な手法として、かずさDNA研究所で開発した多重遺伝子連結法を用いて、9個の転写因子遺伝子を連結させて、シロイヌナズナに遺伝子導入することにより、茎を根に変換させる遺伝子組み合わせを発見しました。最終的には、2つの転写因子で必要十分であることを証明しました。

【論文題目】

題目：An Artificial Conversion of Roots into Organs with Shoot Stem Characteristics by Inducing Two Transcription Factors.

著者：Shigeru Hanano, Hajime Tomatsu, Ai Ohnishi, Koichi Kobayashi, Yuki Kondo, Shigeyuki Betsuyaku, Eiji Takita, Yoshiyuki Ogata, Keishi Ozawa, Kunihiro Suda, Tsutomu Hosouchi, Takahiro Nagase, Hideyuki Suzuki, Nozomu Sakurai, Hiroshi Masumoto, Hiroo Fukuda, Daisuke Shibata

筆頭著者情報：花野滋、戸松 創 (両者は筆頭著者扱い) (公財)かずさ DNA 研究所 特任研究員(花野)、特別研究員(戸松) (研究時点での所属役職)

雑誌：iScience

Volume Page (未定)

DOI(未定)

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科

(公財)かずさDNA研究所

担当 柴田 大輔 (しばた だいすけ)

Eメール: daisuke.shibata.e4@tohoku.ac.jp

あるいは shibata@kazusa.or.jp

電話でのお問い合わせ先

公益財団法人かずさDNA研究所 広報・研究推進グループ

電話番号: 0438-52-3930

(報道に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科広報室

担当 高橋 さやか (たかはし さやか)

電話番号: 022-217-6193

Eメール: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp