



森林総研の最新研究

なぜ樹木はまっすぐ立てるのか？

ゲノム編集で迫る「細胞壁」と遺伝子の謎

森林総合研究所森林バイオ研究センター

① はじめに

森や林に入ると、数メートルから数十メートルほどまで、様々な高さの樹木が生い茂っています。これらの樹木には共通する2つの大きな特徴があります。それは「空に向かって枝葉を伸ばすこと」「何十年も生き続けて幹を太くすること」です。地面に目を向けると、草やシダ、コケなどの小さな植物も生えています。私たちは無意識のうちに「体が大きくて長生きな植物」を樹木だと認識しています。では、もし「樹木なのに幹がスポンジのように柔らかく、地面を這うようにして育つ植物」があったらどうでしょうか？ 思わず触ってみたくなるかもしれませんね。今回は、最新の遺伝子技術を使って、そんな不思議な樹木を開発した研究成果と、その研究背景である植物がまっすぐ立つ原動力についてご紹介します。

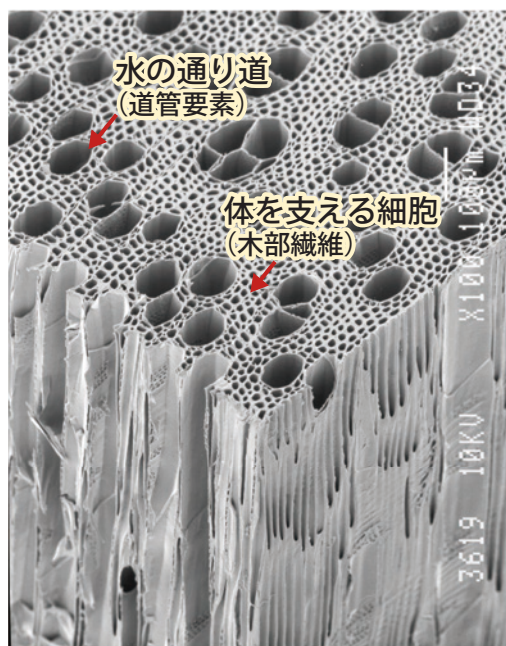
②

植物がまっすぐ立つための「2つの力」

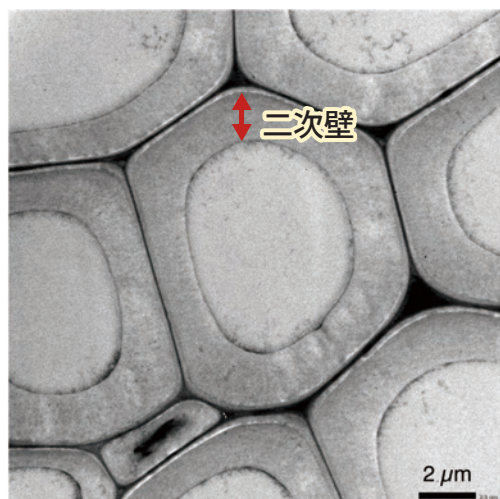
植物が重力に逆らってまっすぐ立つためには、2つの力が必要だと言われています。1つは「水の力」です。細胞の内側に水をため込みパンパンに膨らむことで体を支えます（風船のようなイメージ）。もう1つは「細胞壁の力」です。細胞の周りを囲む「壁」が体を支えます。草など

の小さな植物は主に前者の「水の力」で、一方、大きな樹木は「細胞壁の力」を主に活用し、「細胞壁」を幹の中に大量に作り出すことで、何十年、何百年という長い間、その巨体を支え続けています。私たちが普段「木材」として利用しているのは、実はこの細胞壁の集まりなのです。

や「体を支える細胞（木部繊維）」などがありますが、それらの細胞は数週間の中で身が空っぽになり、頑丈な「細胞壁」だけを残して死んでしまっています。あえて中身を空にしてパイプ状に壁だけを残すことで、樹木は体を軽くしつつ、強固な構造を作り上げているのです。特に、数マイクログラムに達する分厚い「二次壁」が、樹木を支える最大の原動力となっています。



広葉樹材は水の通り道である道管要素や体を支える木部繊維などで主に構成される
(ドロノキ, *Populus maximowiczii*)
(走査型電子顕微鏡写真)
(森林総合研究所日本産木材データベース)

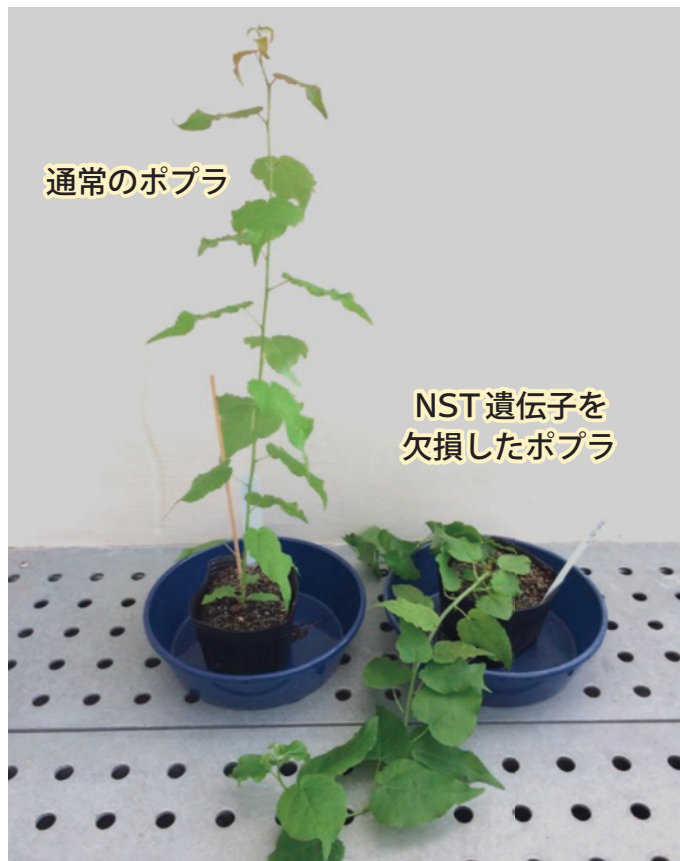


木部繊維には分厚い二次壁が形成される
(交雑ポプラ, *Populus tremula* × *Populus tremuloides*)
(透過型電子顕微鏡写真)
(京都大学・栗野達也准教授提供)

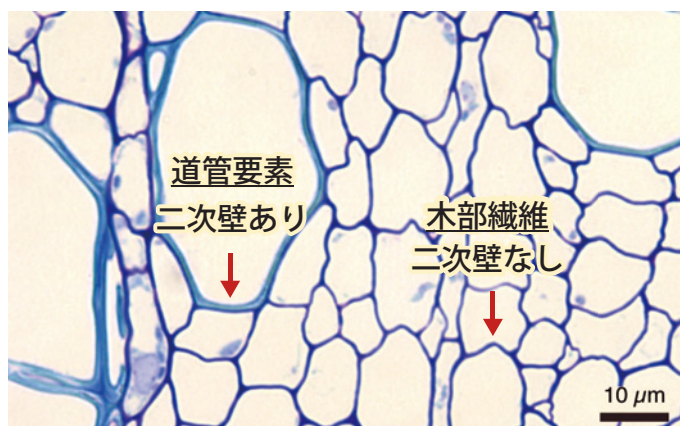
③ 「立てない樹木」を ゲノム編集で作る

世界には約6万種の樹木が存在しますが、遺伝子研究でよく使われるのが「ポプラ」です。ポプラは成長が早く、遺伝子の組み換えを行いやすいこともあり、2006年には樹木で初めて全遺伝情報の解読が完了しました。しかし、約3万5千もある遺伝子のうち、どれが「頑丈な細胞壁（二次壁）」を作る司令塔なのかは、長い間謎のままでした。そこで私たちの研究チームは、草の仲間において、すでに細胞壁を作る力ギとして知られていた「NST遺伝子」に注目しました。ポプラにはこの遺伝子が4つあったため、「ゲノム編集」という

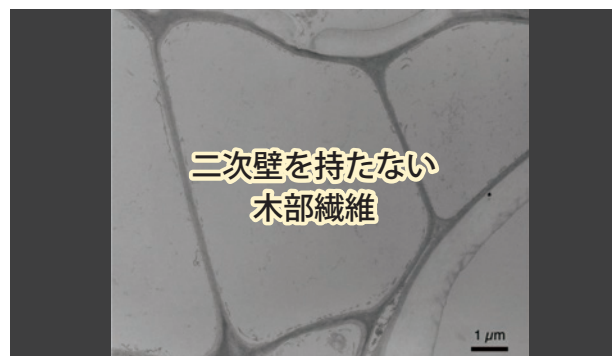
狙った遺伝子をピンポイントで書き換える最新技術を使って、4つすべての機能を止めたポプラを作製しました。すると、驚きの結果が得られました。作製したポプラは自力で立つことが全くとできず、地面を這うように（匍匐・ほふく）成長したのです。詳しく調べると、水を運ぶための管（道管要素）には二次壁がありましたが、体を支えるための「木部繊維」の細胞壁から、分厚い「二次壁」が完全に消えていました。この研究により、「4つのNST遺伝子が、樹木を自立させられる細胞壁を作る『スイッチ』であること」「このスイッチがないと、樹木はまっすぐ立つことができないこと」の2点が明らかになりました。



遺伝子機能を欠損したポプラは匍匐しながら成長する
(交雑ポプラ, *Populus tremula* × *Populus tremuloides*)



遺伝子機能を欠損したポプラでは木部繊維には二次壁がない。一方で、道管要素には二次壁がある。
(交雑ポプラ, *Populus tremula* × *Populus tremuloides*)
(光学顕微鏡写真)



「ゲノム編集」により4つの遺伝子の機能を止めることで木部繊維の二次壁が形成されない
(交雑ポプラ, *Populus tremula* × *Populus tremuloides*)
(透過型電子顕微鏡写真) (京都大学・栗野達也准教授提供)

④ おわりに

今回は、ポプラを例に「樹木が頑丈に育つための力ギ」となる遺伝子を紹介しました。この遺伝子は、日本の代表的な樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツなどにも備わっています。現在、これらの樹木でも同じような研究が進められています。将来的には、この遺伝子の働きを調節することなどで、今よりもずっと丈夫な木材を作ったり、ジャガイモのようにサクサク切ることのできる、これまでにない特性を持つ樹木を開発できるかもしれません。樹木の「細胞壁」をコントロールする研究は、私たちの未来の暮らしをより豊かにする可能性を秘めているのです。



ポプラの成木
(ヤマナラシ, *Populus sieboldii*)

