

ゲノム編集技術：林木育種への利用にむけた技術開発(2)

1. はじめに

前号ではゲノム編集の原理および遺伝子組換え技術との違いについて概説しました。今回はゲノム編集技術の発展や植物での利用例、林木育種への利用と課題について紹介します。

2. ゲノム編集技術の発展

ゲノムDNAの狙った領域を特異的に改変するゲノム編集技術にはいくつかの種類がありますが、標的領域を認識するガイドRNA (gRNA) と、標的領域のDNAを切断するゲノム切断酵素Cas9の2つからなるCRISPR/Cas9というシステムが2013年に発表されると、効率の良さや利便性から瞬く間にゲノム編集技術の中心になりました。現在世界中でCRISPR/Cas9システムの改良が進められています。標的領域の破壊だけでなく、点変異型のゲノム編集や複数の標的領域を一度に編集することも可能です。標的領域に200 kbもの長い塩基配列を挿入する新技術も報告され、将来的には染色体レベルでの編集も期待されます。また、CRISPR/Cas9とは異なる原理の日本独自のゲノム編集技術の開発も進められており、知的財産権の観点からも注目されています。

3. 植物でのゲノム編集例

CRISPR/Cas9システムはすでに多くの農作物のゲノム編集に利用されており、イネ、コムギ、トウモロコシ、トマト、ジャガイモなどで、相次いでゲノム編集個体が作出されています。

木本植物では、モデル樹木と見なされるポプラにおいて、CRISPR/Cas9システムによるゲノム編集の成功例が報告されています。それらの例では、色素やリグニンの生合成酵素遺伝子を破壊することで、葉の白化やリグニン含量の低下といった、期待通りの表現型が得られました。しかし、現在までにスギなど針葉樹における実施例は報告されていません。

4. ゲノム編集技術の林木育種への利用と課題

第一の課題として、スギなどの針葉樹におい

て遺伝子を効率よく発現させるスイッチ（プロモーター）が見つかっていないことが挙げられます。CRISPR/Cas9システムを針葉樹で効率的に機能させるため、私たちはスギから利用可能なプロモーターを探索しています。また、不稔化やバイオマス増産といった、有用な形質に関与する遺伝子の探索も必要となります。

CRISPR/Cas9システムを効率良く働かせることができても、改変した林木を実用化するにはもうひとつ大きな壁があります。植物でゲノム編集を行う際には、CRISPR/Cas9システムの遺伝子を一旦遺伝子組換えにより導入するため、最終的な改変個体から導入した外来遺伝子を除去しなければなりません。その方法として、自殖等で次世代個体を作り、外来遺伝子が抜け落ちた個体を選抜する方法が用いられています。しかし、生育期間が長く、次世代個体を得るのに数年以上かかる樹木において、この方法は現実的ではありません。

動物では、gRNAやCas9タンパク質を受精卵や培養細胞に直接導入することで、ゲノム編集する技術が確立しています。この場合、導入したgRNAやCas9タンパク質は細胞の中で働いた後分解されるので、次世代個体の作出と選抜の過程を省略できます。つい最近、シロイヌナズナ、タバコおよびレタスにおいて、細胞壁を除去した細胞（プロトプラスト）に、gRNAとCas9タンパク質を直接導入することで、ゲノム編集に成功したと発表されました。いくつかの樹種ではプロトプラストからの個体再成系が報告されているため、この技術の応用が期待されます。

5. おわりに

森林バイオ研究センターでは、効率よく林木の形質を改変することができる新たな育種技術を創出するため、スギなど有用樹種におけるゲノム編集技術の開発に取り組んでいます。

(森林バイオ研究センター 七里 吉彦)