

遺伝子組換えで作る無花粉スギ

森林バイオ研究センター
九州育種場

小長谷 賢一、谷口 亨
栗田 学

要 旨

林業分野におけるスギ花粉症対策としては、花粉発生源を減少させることが重要です。現在、無花粉スギ等の花粉症対策品種の開発が進められていますが、既に存在する優良な品種や、森林所有者等に受け入れられてきた地域になじんだ品種を交配育種によって無花粉化していくには、長い年月がかかります。そこで、短期間で性質を改変することができる遺伝子組換え技術を用いて、スギを無花粉化する技術を開発しました。そして、作製した遺伝子組換え無花粉スギの野外での成長特性や無花粉化遺伝子の効果を調べるため、2015年4月から隔離ほ場での栽培試験を開始しました。

スギ花粉症の解決に向けて

スギ花粉症は国民の4人に1人が悩まされていると言われるほど深刻な社会問題となっています。花粉の発生源を減らすためには、花粉を出さない無花粉スギ等の品種開発と普及が重要です。私たちは無花粉スギを作出する手法として遺伝子組換え技術に着目しました。遺伝子組換え技術は、目的の品種に遺伝子を導入して特定の性質だけを変化させることができるため、短期間で品種を改良することができます。本研究では遺伝子組換えによってスギの花粉形成を抑制する技術の開発を目指しました。

無花粉化の仕組み

花粉は雄花の中で作られますが、雄花の花粉形成に関わる細胞が破壊されると、花粉ができなくなります。農作物の研究分野では、バルナーゼと呼ばれるRNA^{*}を分解する酵素の遺伝子を雄しべで働かせて、タンパク質の合成を阻害することにより、無花粉化に成功した研究例があることから、スギへの応用を試みました。

遺伝子組換えによる無花粉スギの作出

バルナーゼ遺伝子をスギの雄花で働かせるためにはどのようにしたら良いでしょうか？それには遺伝子がいつどこで働くかを制御しているプロモーターと呼ばれるスイッチを利用します。私たちは、スギの雄花だけで働いているプロモーターを発見しました。このプロモーターにバルナーゼ遺伝子を連結し、スギに遺伝子導入しました（図1）。20 cm程度に成長した苗木に、着花を促進

する植物ホルモンであるジベレリンを噴霧したところ、非組換えスギと同様に雄花が着花しました（図2）。しかし、雄花の中を調べたところ、遺伝子組換えスギは花粉を全く作らないことが確認できました（図2）。

野外栽培試験の実施

これまでに遺伝子組換えスギを温室で栽培し、無花粉であることや成長性が非組換えスギと変わらないことを確認してきました。次の段階として、野外においても無花粉性が維持され、非組換えスギと同じように生育するかどうかを明らかにする必要があります。そこで、遺伝子組換えスギが他の植物や微生物に影響を与えないことを確かめたうえで、文部科学大臣と環境大臣の承認を得て、2015年4月に隔離ほ場と呼ばれるフェンスで囲まれたほ場に遺伝子組換えスギを植栽し、野外試験を開始しました（図3）。

本研究で意図した性質を予想通りにスギに付与できたことから、遺伝子組換え技術は花粉症対策以外のスギ品種開発にも役立つ技術となると考えられます。

本研究は、林野庁委託事業「遺伝子組換えによる花粉発生制御技術等の開発事業」、農林水産省委託プロジェクト研究「遺伝子組換え生物の産業利用における安全性確保総合研究」による成果です。

詳しくは森林総合研究所2013年3月21日付けプレスリリース（<https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2013/20130321.html>）をご覧ください。

導入した遺伝子

- **バルナーゼ**は細胞の活動に必要なRNAを分解
- 🔑 **プロモーター**は特定の場所で遺伝子を働かせるスイッチ
- ▶ **バルスター**はバルナーゼの働きを阻害

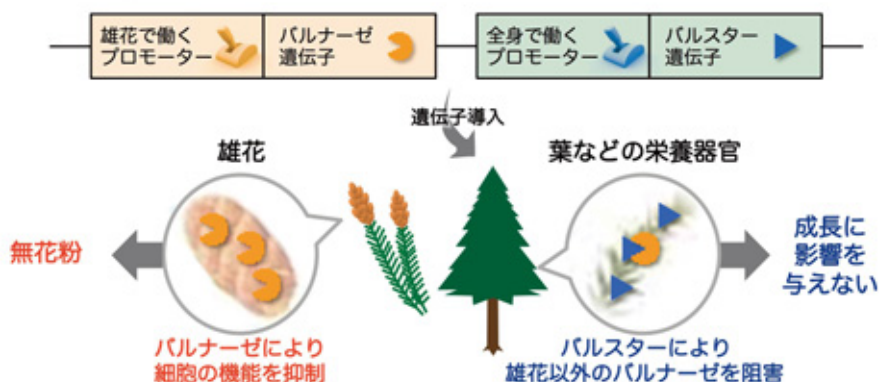


図1 導入した遺伝子の構造（模式図：上）と無花粉化の仕組み（下）

特定の部位で遺伝子を働かせるスイッチ（プロモーター）を使って RNA を分解する酵素（バルナーゼ）の遺伝子を雄花で働かせ、無花粉化します。同時に、バルナーゼの働きを抑えるタンパク質（バルスター）の遺伝子を全身で働かせることで雄花以外でのバルナーゼを阻害し、成長への影響を防止します。

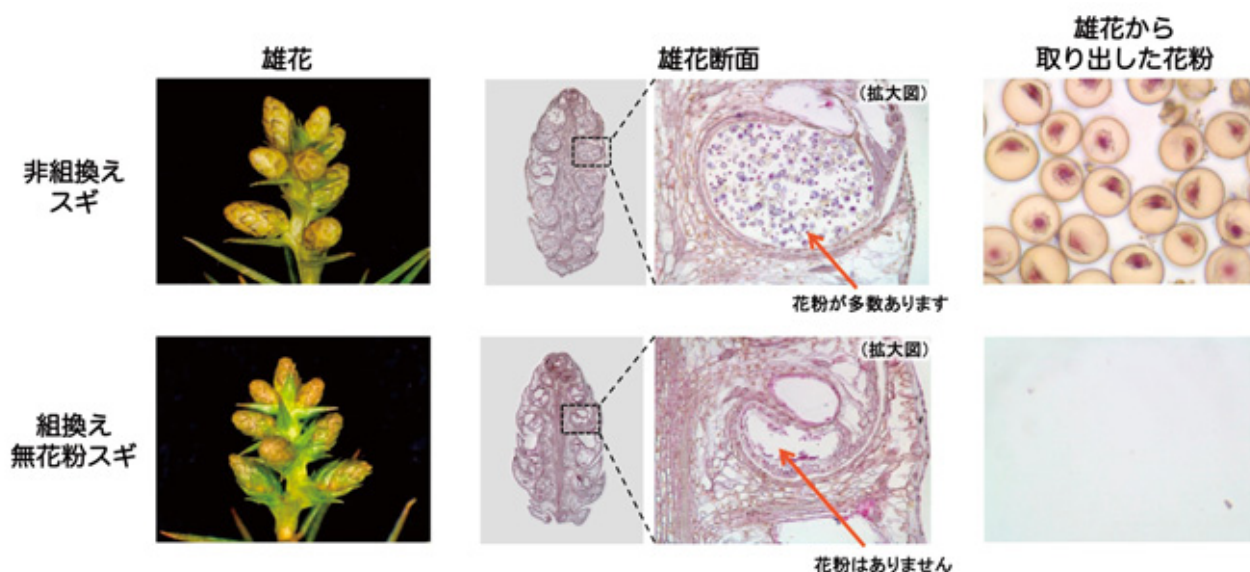


図2 遺伝子組換えスギの雄花と花粉

遺伝子組換えスギは非組換えスギと同様に雄花を着花します。しかし、雄花断面を観察すると花粉は検出できませんし、雄花を潰しても花粉は全く出てきません。



図3 隔離ほ場へ植栽した遺伝子組換えスギ
(2015年4月撮影)

※については、巻末の用語解説をご覧ください。