

スギの雄性不稔に関連する遺伝子の探索と機能分類

生物工学研究領域
研究コーディネータ

二村 典宏
篠原 健司

要 旨

スギ花粉症対策の一環として、各地で雄性不稔スギ（無花粉スギ）が選抜され、利用に向けた取り組みが進んでいます。無花粉スギで花粉が飛散しないのは、花粉が正常に形成されないためですが、その仕組みは明らかになっていません。無花粉スギの特性や遺伝子レベルでの制御機構を明らかにすることは、今後の無花粉スギの利用の拡大や新たな品種の開発につながります。本研究では、3 種類の無花粉スギについて、花粉発達のどの過程で異常が生じるのかを観察するとともに、発現する遺伝子の違いを比較しました。これら無花粉スギはそれぞれ異なる発達段階で花粉が崩壊しており、発現量が変動する遺伝子に違いがあることが明らかになりました。

研究の背景

スギ花粉症患者の数は近年ますます増加しており、社会問題となっています。花粉症対策のひとつとして、花粉を飛散しないスギ（無花粉スギ）を利用する取り組みが進められています。これまでに 23 個体の無花粉スギが選抜されていますが、その原因となる遺伝子（雄性不稔遺伝子）は共通ではなく、実態は明らかになっていません。本研究では、富山不稔 1 号、新大不稔 1 号、新大不稔 5 号という 3 種類の無花粉スギについて、正常な花粉ができない理由を明らかにするために、花粉の発達に異常が生じる過程を観察し、関係する遺伝子を探索しました。

無花粉スギにおける花粉の発達過程の比較

無花粉スギにおいて花粉がどのような発達過程を辿るのかを知るために、雄花の切片を光学顕微鏡や透過型電子顕微鏡で詳細に観察しました。スギ花粉の飛散が開始する約 3 ヶ月前の雄花の中の未成熟な花粉（小胞子）を観察すると、無花粉スギでは小胞子が崩壊したり変形したりしていることが分かりました（図 1）。また、無花粉スギの種類によって、花粉形成に異常が生じる過程は異なることが明らかになりました。

無花粉スギの花粉発達過程で働く遺伝子の解析

DNA マイクロアレイ*を使うと、多数の遺伝子の発現を一度に解析することができます。本研究では、独自に作製したスギ用の DNA マイクロアレイを用いて、約 2 万 2 千種類の遺伝子について発現量を解析しました。富山不稔 1 号、新大不稔 1 号、新大不稔 5 号では、正常な花粉を形成するスギと比較して発現量が 2 倍以上変動した遺伝子がそれぞれ 1,525 種、1,852 種、765 種ありました（図 2）。変動した遺伝子には、小胞子への物質の輸送や花粉壁の形成等に関わると見られるものがありました（表 1）。これらの遺伝子のなかには、どの無花粉スギにおいても共通して発現量が変化した遺伝子と、特定の無花粉スギのみで発現量が変化した遺伝子があります。共通して発現量が変動した遺伝子は、正常な花粉の発達に関与する遺伝子であると考えられます。特定の無花粉スギで発現量が変動した遺伝子は、雄性不稔遺伝子と密接な関わりのある遺伝子である可能性があります。

本研究によって、無花粉スギにおける花粉崩壊のメカニズムの解明に近づきました。得られた成果は、今後のスギの育種や遺伝子組換えを用いた新たな品種開発に役立つことが期待できます。

本研究は、林野庁事業「遺伝子組換えによる花粉発生制御技術等の開発事業」による成果です。

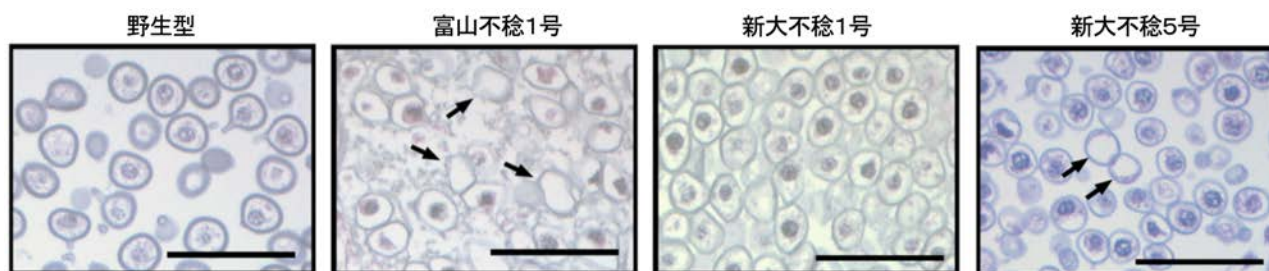


図1 各雄性不稔個体における未成熟な花粉（小孢子）
矢印は崩壊した小孢子を示しています。富山不稔1号では崩壊がかなり進み、新大不稔5号では崩壊が始まり、新大不稔1号では崩壊は見られないものの小孢子同士が密着し歪んでいます。バーは50μm。

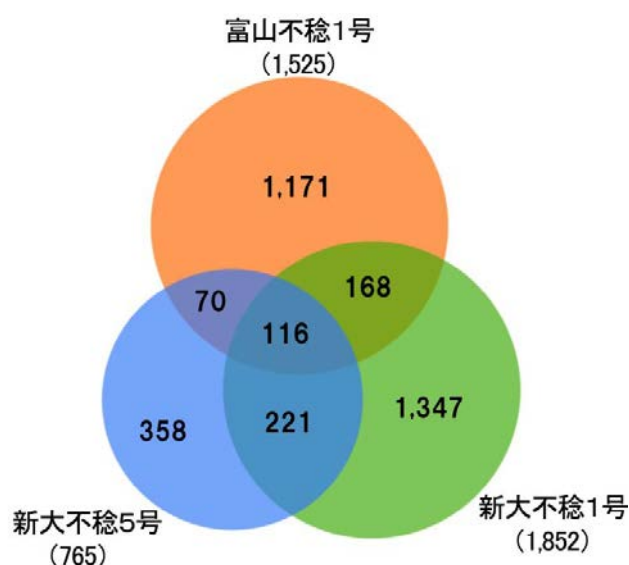


図2 無花粉スギの雄花で発現量が変動した遺伝子数
富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号の各雄花において、正常な花粉をつける雄花と比較して発現量が変動した遺伝子数。括弧内は、各無花粉スギで発現量が変動した遺伝子数の合計です。

表1 無花粉スギにおいて発現量が変動した遺伝子から推定される代表的なタンパク質の機能

タンパク質の機能	無花粉スギの種類
グリコシダーゼ	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
ホスファターゼ	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
リパーゼ	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
セリンカルボキシペプチダーゼ	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
金属トランスポーター	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
アミノ酸トランスポーター	富山不稔1号、新大不稔1号、新大不稔5号
MYB転写因子	富山不稔1号、新大不稔1号
MtN3/salivaファミリー	富山不稔1号、新大不稔1号
ラッカーゼ	新大不稔1号、新大不稔5号
pfkB型炭水化物キナーゼファミリー	富山不稔1号
ABCトランスポーター	新大不稔1号
グルタチオンペルオキシダーゼ	新大不稔5号

* については、巻末の用語解説をご覧ください。