

DNA分析によって無花粉スギの原因となる遺伝子 (*MS1*) を特定しました



樹木分子遺伝研究領域 長谷川 陽一・上野 真義・魏 甫錦・内山 憲太郎・伊原 徳子・伊ヶ崎 知弘
企画部 松本 麻子 元森林総合研究所 二村 典宏 筑波大学 津村 義彦 新潟大学 森口 喜成

花粉発生源対策に有効な無花粉スギを高精度で選抜するには、無花粉の原因となる遺伝子を特定することが必要です。しかし、スギのDNAは、ヒトのDNAの3.5倍に達する110億塩基と巨大なため、その原因遺伝子を特定することは、これまでできませんでした。そこで、雄花で動く遺伝子の発現解析や連鎖地図の作成、DNA配列の探索を組み合わせ、これまでになく詳細に分析を行うことで、無花粉を引き起こす原因遺伝子のひとつである*MS1*を特定しました。この遺伝子の塩基配列の違いを識別して、無花粉を引き起こす遺伝子を持つスギ個体を見つけ出すことが可能になりました。

成果

花粉症対策のための無花粉スギの利用

国民の約3割が花粉症に悩んでいるといわれる現代において、植栽する種苗を無花粉スギに置き換えることは、植林による有効な花粉症対策のひとつです。無花粉スギは1992年に富山県で初めて見つかりました。その後、花粉形成の有無を丹念に調べて無花粉個体が探索されましたが、全国で約20個体しか見つかりません。地域の気候風土に合わせてスギを植えるためには、さらに多くの無花粉スギを探し出す必要があります。

無花粉スギの原因遺伝子 (*MS1*) の特定

花粉発生源対策に有効な無花粉スギを高精度で選抜するには、無花粉の原因となる遺伝子を特定することが必要です。そこで、原因遺伝子のひとつである*MS1*遺伝子の発現メカニズムと連鎖地図上の位置及び塩基配列の特徴を調べました。

まず、*MS1*遺伝子を持つ無花粉スギは、花粉の細胞壁の形成に異常があることがわかりました (図1)。次に、無花粉スギの染色体の地図 (連鎖地図) を作り、*MS1*遺伝子が存在する位置を明らかにしました (図2)。この部位には、花粉の細胞壁の材料となる脂質の輸送に関与するタンパク質を作る遺伝子 (CJt020762) が存在していました (図3)。無花粉スギでは、この遺伝子のDNA配列の2か所でそれぞれ4塩基と30塩基が欠損していました。そのどちらかが欠けている遺伝子を両親から受け継いだスギ個体は、無花粉になることを明らかにしました。このようにして、*MS1*遺伝子による無花粉化のメカニズムを明らかにしました。

無花粉遺伝子を持つスギ個体の探索

無花粉を引き起こす*MS1*遺伝子を片親だけから受け継いだ個体は正常に花粉を作るため、無花粉遺伝子を持つスギを見つけ出すことは容易ではありません。*MS1*遺伝子が特定され

たことで、外見上は正常でも無花粉遺伝子を持つスギを探し出すことが可能になりました。例えば、宮城県石巻市のスギ天然林から無花粉を引き起こす*MS1*遺伝子を持つスギ個体が新たに見つかりました (図4)。今後は、*MS1*の他の3種類の雄性不稔遺伝子 (*MS2*, *MS3*, *MS4*) も特定し (図2)、より多くの無花粉スギが利用できるようにしたいと考えています。

研究資金と課題

本研究は、林野庁事業「遺伝子組換えによる花粉発生源制御技術等の開発事業」、交付金プロジェクト*「有用遺伝子の特定に向けたスギ全ゲノム走査」、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「無花粉スギの普及拡大に向けたDNAマーカー育種技術と効率的な苗木生産技術の開発」、生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(成長に優れた無花粉スギ苗を短期間で作出・普及する技術の開発)、基礎生物学研究所共同利用研究「スギの全ゲノム配列の解読 (課題番号16-403、17-405、18-408)」による成果です。

文献

- Moriguchi, Y. et al. (2016) Tree Genet. Genomes, 12, 57.
- Hasegawa, Y. et al. (2018) PLoS One, 13, e0206695.
- Futamura, N. et al. (2019) Tree Genet. Genomes, 15, 30.
- Hasegawa, Y. et al. (2021) Sci. Rep., 11, 1496.

専門用語

発現：タンパク質を合成するため、DNAがメッセンジャーRNAに転写されること。

連鎖地図：組換え頻度に基づいて遺伝子座を配置した地図。染色体上の遺伝子の並びを示している。

DNAマーカー：特定の遺伝的変異を識別するために使用する、固有の塩基配列のこと。

*森林総合研究所交付金プロジェクト

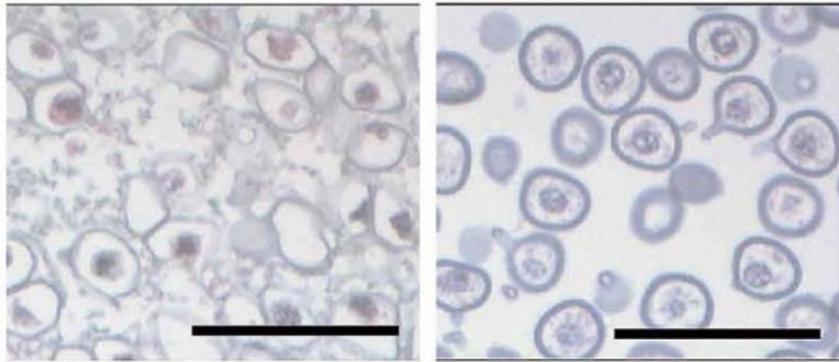


図1 成熟前の花粉（小孢子）の比較

左：細胞壁の発達が認められないMS1雄性不稔スギ個体の花粉形成過程。
 右：正常個体の花粉形成過程。スケールバーは0.05 mm。

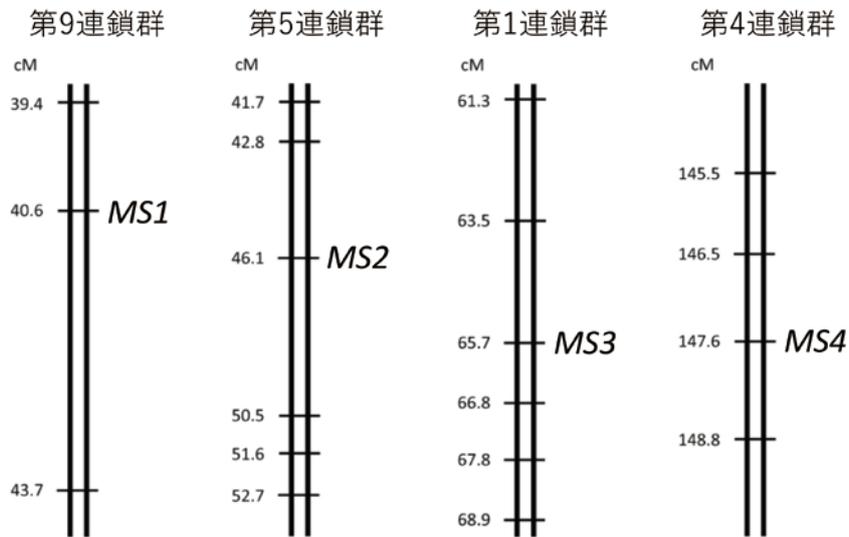


図2 4つのスギ雄性不稔遺伝子 (MS1~MS4) 近傍の連鎖地図。1本の連鎖群は、スギの11本の染色体の内の1本に対応する。数字は雄性不稔遺伝子およびDNAマーカーが存在する位置をあらわす。(Hasegawa et al. (2018)を改変して引用)

