

新たな無花粉スギ品種の開発と今後の品種改良を促進するDNA マーカーの開発

林木育種センター 大平 峰子・三嶋 賢太郎・坪村 美代子・平岡 裕一郎・加藤 一隆
高橋 誠・星 比呂志

森林バイオ研究センター 平尾 知士 九州育種場 栗田 学 九州大学 渡辺 敦史

無花粉スギ品種「爽春」と精英樹を交配して品種改良を行い、精英樹と同じかそれ以上の初期成長を示す新たな無花粉スギ品種「林育不稔1号」を開発しました。また、「爽春」と精英樹を交配した苗木の集団で、花粉形成の有無の調査と多数のDNAマーカーを用いた分析を行い、高い精度で「爽春」の無花粉遺伝子を検出できるDNAマーカーを開発しました。事業的に使えるマーカーの開発は、世界的にも先駆的な成果です。このマーカーにより、花粉を作る個体の中から、成長などの特性が優れ、かつ無花粉遺伝子を持っているヘテロ個体の探索が容易にかつ広範に行えるようになります。こうした個体を交配材料に用いることで、今後の無花粉品種の開発期間の大幅な短縮が期待できます。

成果

花粉症の原因である花粉を作らないスギ

スギ花粉症は、大きな社会問題となっており、林野庁は花粉発生源対策として、花粉の少ない森林への転換を進めています。この中では、雄花をほとんどつけない少花粉スギなどの花粉症対策苗木の普及を進めています。一方、平成4年に花粉症の原因となる花粉をまったく作らないスギが初めて発見され、無花粉スギによる品種改良も進められ、林木育種センターでは無花粉スギ品種「爽春」を開発しました（平成20年3月に品種登録）。

初期成長が優れた新たな無花粉スギ

「爽春」は、幹の通直性やさし木発根性に優れています。成長は精英樹ほどではありませんでした。そこで林木育種センターでは「爽春」と精英樹を二世代にわたり交配して品種改良を行い、初期成長が精英樹と同等またはそれ以上の新たな無花粉スギ品種「林育不稔1号」を開発しました（図1、図2）。植栽後6年で精英樹は樹高の遺伝的な推定値が6.7mであるのに対し、「林育不稔1号」は6.6m(精英樹に対し98%)、さし木で育成した苗木では定植後3年で精英樹の樹高の推定値が2.2mに対し、「林育不稔1号」は2.5m(114%)で、精英樹と同等またはそれ以上の初期成長を示します。また、幹の通直性や材質も、これまでの調査の結果、精英樹と同等です。

新たな無花粉スギの開発にはヘテロのスギが重要

成長のよい無花粉スギを開発するには、「爽春」を改良して「林育不稔1号」を開発した場合のように、二世代にわたる交配が必要で、長い時間がかかります。もし、

優良なヘテロ個体（無花粉遺伝子は持つが花粉は着ける個体）が準備できれば、一世代の交配での品種開発が可能となり、品種改良が効率的になります。しかし、ヘテロ個体は普通のスギと同様に花粉を作るため、これまでその判定には人工交配が必要でした。そのため、ヘテロ個体の探索には大変な手間と時間がかかり、簡単には利用できませんでした。

「爽春」の無花粉遺伝子を高い精度で判定できるDNA マーカー

「爽春」と精英樹を交配したスギ苗木の集団で、花粉形成の有無の調査と多数のDNAマーカーを用いた分析を行った結果、「爽春」の無花粉遺伝子を高い精度で検出できるDNAマーカーの開発に成功しました（図3）。事業的に活用可能なマーカー開発は、世界的にも先駆的な成果です。このマーカーを用いて精英樹の中からヘテロ個体を探索し、実際にヘテロの精英樹を3クローンみつけることができました。今後これらのヘテロの精英樹を「林育不稔1号」等と交配することにより、無花粉スギの品種開発を加速することが可能になりました（図4）。また、交配した個々の個体が無花粉かどうかの判定も、着花前にDNAマーカーで容易にできます。これらにより、育種期間を大幅に短縮することができます。

研究資金と課題

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」のうち「気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発」による成果です。

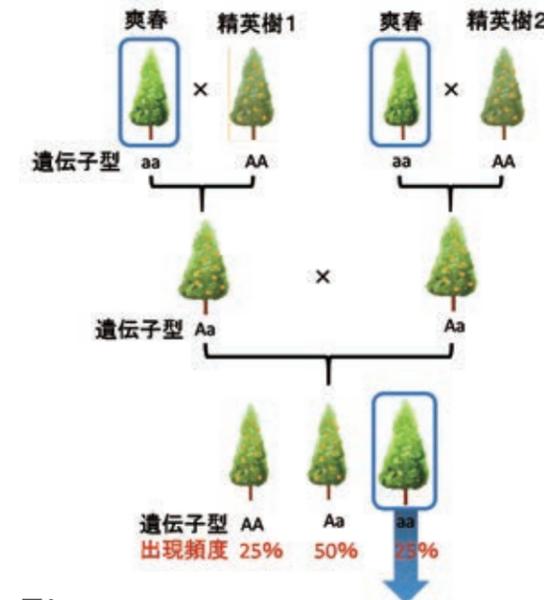


図1 初期成長に優れた無花粉スギの開発経過
不稔であった個体 (aa) 105個体の中から成長などが優れていた個体を選抜。

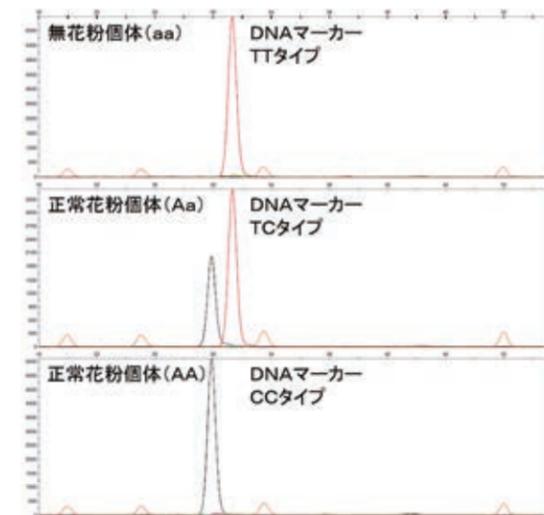


図3 DNAマーカーによる分析図
シーケンサーと呼ばれるDNA分析機器を用いてDNAマーカーのタイプを分析した時に得られる分析結果。多数の個体について短時間で分析することができます。

専門用語

DNAマーカー：生物が持つ遺伝情報を規定している膨大な量のDNA（デオキシリボ核酸）の内、特定の部位のDNAで、特定の形質に関与する遺伝子の存在を示唆する目印として使われるもの。

無花粉：学術的には雄性不稔という。雄花はつけるが、正常な花粉を作らない（花粉が無い）ためこのようにいう。

精英樹：成長の早いこと、幹が通直であること、病気や虫の害がないこと等を基準に全国の森林から選抜した個体。品種改良や優良種苗の生産に用いられる。スギでは、約3,600本が精英樹として選ばれている。

ヘテロ（接合）：生物の多くの遺伝子は核内にあり、1対（2つ）の遺伝子を持っているが、この2つの遺伝子が異なるタイプのもをいう。2つが同一のタイプのもはホモ（接合）という。



図2 林育不稔1号（左）と成熟期雄花の断面（右上）と林育不稔1号の雄花の断面（右下）
通常のスギ（右上）は雄花の中の花粉のうの中に多数の花粉が形成されているのに対して、無花粉スギ（右下）では、花粉が全く形成されていません。

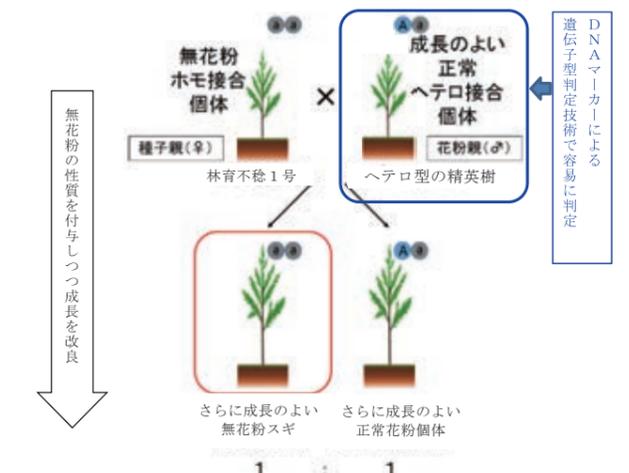


図4 ヘテロ個体を活用した今後の品種開発の例
遺伝子マーカーの活用により、交配材料としてヘテロ個体の活用が容易になり、子供世代の花粉の有無判定も遺伝子マーカーでできるので、品種開発に要する期間を大幅に短縮できます。