

4種類の無花粉スギ原因遺伝子のゲノム上の位置を特定

樹木分子遺伝研究領域 松本 麻子・上野 真義・内山 憲太郎・伊原 徳子・二村 典宏
新潟大学 森口 喜成 筑波大学 津村 義彦 新潟県森林研究所 岩井 淳治・宮嶋 大介
富山県農林水産総合技術センター 斎藤 真己

毎春のスギ花粉の飛散は大きな社会問題で、対策として花粉を飛ばさない無花粉スギの活用が期待されます。これまでに花粉形成過程の観察と人工交配実験により、無花粉の原因となる雄性不稔遺伝子が4種類(*ms1* ~ *ms4*) があると推定されていました。この課題では、すでにゲノム上の位置が特定されている*ms1*と*ms2*に続き、不明だった*ms3*と*ms4*について位置の特定に成功しました。その結果、*ms1*、*ms2*、*ms3*、*ms4*の全てがゲノム上の異なる場所にあることが分かり、別々の遺伝子であることが確かめられました。この結果から、4種類の異なる遺伝子を利用した多様な「無花粉スギ」の育種が可能になり、今後の花粉症対策に対する重要な知見となりました。

成果

スギ花粉症を軽減させるために

毎年春先のスギ花粉の飛散は多くの人々の花粉症を引き起こし、大きな社会問題となっています。花粉発生源対策の一つとして、花粉を飛ばさない無花粉スギの利活用が期待されています。無花粉スギは、スギ林の中から見つかった珍しいスギで、雄花の中で作られる花粉の発達過程に異常があり、正常な花粉を作ることができません(図1)。一方、雌花は正常に機能するので、花粉を正常につける個体から花粉を受け取って種子を生産することができます。

これまでに発見された4種類の雄性不稔遺伝子

これまでに、全国から約20個体の無花粉スギが発見されています。顕微鏡を使った雄花での花粉発達過程の詳細な観察と人工交配実験などの結果から、スギを無花粉にする雄性不稔遺伝子が少なくとも4種類(*ms1* ~ *ms4*) があると推定されてきました。

雄性不稔遺伝子のゲノム上の位置の特定

4種類の雄性不稔遺伝子のうち、*ms1*と*ms2*のゲノム上の位置はすでに明らかになっていましたが、*ms3*と*ms4*については不明でした。そこで、これらの無花粉スギそれぞれを母親に、正常に花粉を作るスギを父親にした人工交配を行い、遺伝分析を行うための家系を育成しました。この家系の遺伝分析を行うことで、雄性不稔遺伝子*ms3*および*ms4*がゲノム上のどこに存在するかを特定することに成功しました。スギゲノムは11の連鎖群で構成されており、今回の成果により*ms3*は第1連鎖群、*ms4*は第4連鎖群に位置することが分かりました。これらは今までに知られている*ms1*(第9連鎖群)と*ms2*(第5連鎖群)とも別の連鎖群に位置しており、いずれも異なる遺伝子であることが確かめられました(図2)。

花粉を飛ばさないスギにも多様性が必要

花粉を飛ばさないスギを造林することは、花粉発生源対策の一つとしてとても有望です。しかし、遺伝的な多様性が低下した林を作ってしまうと、病虫害や気象害などで大打撃を受ける危険性が高まります。この研究課題では、スギが無花粉になる4種類の雄性不稔遺伝子の存在が明らかになりました。これらの遺伝子を利用することで多様な「無花粉スギ」の育種の可能性が生まれ、花粉発生源からの花粉症対策につなげることができます。

研究資金と課題

本研究課題および課題の一部は、森林総合研究所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」、JSPS科研費(JP25850116)「無花粉スギの分子育種基盤の構築とそれを用いた識別DNAマーカーの開発」、JSPS科研費(JP25450223)「花粉を飛散しないスギ品種を高精度で判定する技術の開発」および生物系特定産業技術研究支援センターイノベーション創出基礎的研究推進事業「スギ優良個体の選抜のためのゲノムワイドアソシエーション研究」による成果です。

文献

Moriguchi, Y. et al. (2016) A high-density linkage map with 2560 markers and its application for the localization of the male-sterile genes *ms3* and *ms4* in *Cryptomeria japonica* D. Don. Tree Genetics and Genomes 12: 57

二村典宏 他(2013) 雄性不稔スギ新大1号・新大5号の小孢子形成過程における形態学的特性. 関東森林研究, 64(1): 61-64

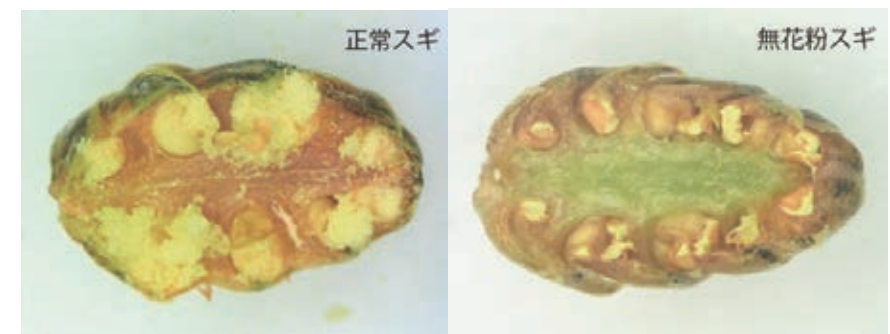


図1
スギ雄花の切断面

正常スギ(左)では花粉のうの中に、粒状の花粉が詰まっています。無花粉スギ(右)では花粉粒が発達途中で壊れて確認できません。

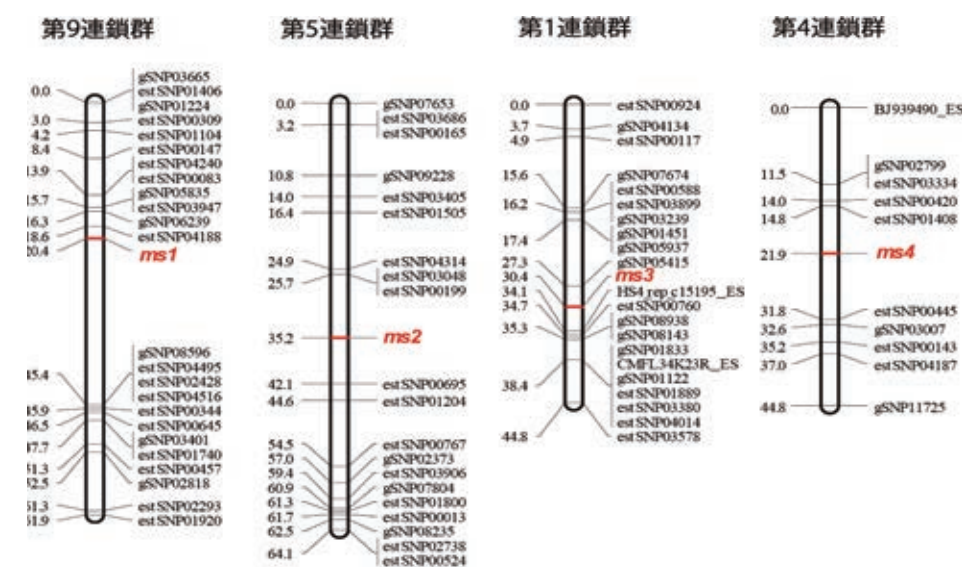


図2

雄性不稔遺伝子*ms1*、*ms2*、*ms3*、*ms4*のゲノム上の位置

スギの遺伝子基盤連鎖地図上のそれぞれ違う場所に位置することが明らかになりました。連鎖群は挙動を同じにする遺伝子の集まりで、連鎖群の右側はゲノム情報から開発したDNAマーカー名、左側の数値は連鎖群の最上端のマーカーを出発点とした時の染色体上の各マーカーの位置を示します。距離の単位はcM(センチモルガン)。

専門用語

ゲノム：1個体の生物の持つ一組の遺伝子の集まり。通常の生物はこれを母親及び父親に由来する2組のゲノムを持つ。1組のゲノムは種類の違う染色体上にそれぞれ分かれて配置されている。同じ染色体上にある遺伝子群はその挙動が一致するため、連鎖群と呼ばれ、直線状にならんでいる。