



あたらしい 林業技術

No.687

花粉症対策 無花粉スギ優良品種の開発

令和4年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 国民の約4割が罹患していると言われ、大きな社会問題となっている花粉症の林業的側面からの対策が求められています。花粉が全く出ない無花粉スギ（雄性不稔スギ）は究極の花粉症対策として注目されています。
- (2) 潜性（劣性）無花粉遺伝子をヘテロで保有する静岡県精英樹大井7号と神奈川県精英樹中4号の交配で花粉が全く出ない無花粉スギを作出しました。原木と挿し木苗を植栽し、造林木としての形質の評価を行いました。
- (3) 優良品種・技術評価委員会により、成長、材質、挿し木発根性の形質データが基準を満たしているとして、「静神不稔1号」、「三月晴不稔1号」、「三月晴不稔2号」が花粉症対策品種として認定されました。このうち、三月晴不稔1号と三月晴不稔2号は、東京都、神奈川県、富山県、森林総合研究所林木育種センターとの共同開発によるものです。
- (4) 静岡県の新しい取り組みとして、クラウドファンディングによって研究資金を確保しました。その研究の一環として、あらたな花粉症対策品種「三月晴不稔3号」を開発し、公募により愛称を「MU-FUN」（むふん）としました。
- (5) 無花粉スギの継続的な形質評価のため、静岡県内各地に無花粉スギを植栽し、試験林として整備を行い、調査研究を続けています。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 無花粉スギは花粉が全く出ないという点で、花粉症対策の造林木として有効です。
- (2) 開発した品種は無花粉という大きな特性のほか、造林木としてもこれまでの精英樹と同等の性質が期待できます。
- (3) 開発した品種は、森林総合研究所林木育種センターの原種園で保存され、林業種苗法におけるスギの種苗配布区域第三区（宮城県、福島県、栃木県、群馬県、埼玉県、茨城県、千葉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県、岐阜県、愛知県、静岡県）に配布できることになっています。

3 適用範囲

林業種苗法スギ種苗配布区域第三区

4 普及上の留意点

- (1) 無花粉スギを採穂母樹として挿し木苗を増殖すれば、無花粉の苗木を生産することができます。これまでに挿し木苗を1300本以上植栽したため、その形質を現地で確認することが可能です。
- (2) 無花粉スギの実生苗を生産する場合、 $Aa \times Aa$ の交配または $\text{♀}aa \times \text{♂}Aa$ の交配で得られる苗は、AA（有花粉）、Aa（有花粉）、aa（無花粉）となるため、花粉の有無を調べることでaaの無花粉苗を選別することができます。
- (3) 遺伝的な多様性を確保するため、より多くの無花粉スギ品種を開発する必要があります。

目 次

はじめに	1
1 無花粉スギの作出と品種開発	1
(1) 無花粉スギの作出と形質評価	1
(2) 静岡県が主体となって開発した無花粉スギ品種	2
(3) 他機関と共同で開発したその他の無花粉スギ品種	3
2 クラウドファンディング型研究	4
(1) 静岡県の新たな取り組み	4
(2) 新たな品種開発と普及活動	5
(3) 新品種の愛称	5
3 無花粉スギの試験地	6
(1) 試験地造成の目的	6
(2) 原木の集植園	6
(3) 挿し木苗の試験地	8
(4) 交配苗の試験地	8
おわりに	8
謝辞	9
参考文献	9

はじめに

国民の約4割が罹患していると言われ⁹⁾、大きな社会問題となっている花粉症の林業的側面からの対策として、花粉多産木の伐採、樹種転換、少花粉木の植栽などが挙げられますが、無花粉（雄性不稔）スギの植栽も効果的であり、究極の花粉症対策として注目されています¹²⁾。そのため、研究や事業への取り組みが全国的に増加しており、苗木生産や植栽本数の増加が見込まれています。一方、スギは林業における重要な造林樹種であり、将来の木材としての利用を考えれば、雄性不稔であるばかりでなく成長や材質といった重要な性質を備えていることも重要です^{11, 14)}。そのため、優良な性質を保持している精英樹系の無花粉スギの作出と品種化が必要となっています^{11, 12)}。

これまでに無花粉遺伝子を保有するスギ精英樹の探索が全国的に行われ、それらを親として交配することで無花粉スギの作出が進められてきました。静岡県でも2008年から無花粉スギの研究開発に着手し、これまでに無花粉の潜性（劣性）遺伝子をヘテロで保有する系統どうしの交配により多数の無花粉スギを作出し、造林木としての特性評価を行ってきました^(1, 2, 3, 4, 5, 6)。その結果、選抜した優良クローンが花粉症対策品種として評価され、新聞やテレビを通じて県民からの注目を集めています。また、将来の形質評価や遺伝的に多様なより優れた品種の開発に備えて、無花粉スギを県内各地に植栽してきました。さらに、2022年度にはクラウドファンディングにより全国から多大なる御支援をいただくことができました。このように、無花粉スギの研究と普及に対する期待はますます高まっているため、無花粉スギの品種開発の経緯や将来のために整備を進めている植栽地等について紹介します。

1 無花粉スギの作出と品種開発

(1) 無花粉スギの作出と形質評価

富山県の試験により、静岡県産スギ精英樹大井7号（図1）が無花粉の遺伝子を潜性（劣性）（遺伝子型 Aa : A は有花粉遺伝子、 a は無花粉遺伝子、大井7号は有花粉）で有することが2005年に明らかになりました¹²⁾。そのため、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「スギ雄花形成の機構解明と抑制技術の高度化に関する研究」（2006～2008年度）に静岡県農林技術研究所森林・林業研究センターも参画し、2008年3月に同じく無花粉の遺伝子を潜性で有する神奈川県産スギ精英樹中4号（ Aa ）との人工交配を行い、精英樹の F_1 系統を作出しました。 $Aa \times Aa$ の交配では、メンデルの遺伝の法則にしたがい4分の1の確率で無花粉個体（ aa ）が得られ、残りの4分の3は有花粉個体となります（表1）。そのため、幼苗段階でジベレリンにより強制着花させ、2009年12月～2010年1月に雄花内の花粉の有無を顕微鏡で確認しました。これらのうち健全に育った無花粉の76個体を、2010年4月に「原木」として西部農林事務所育種場の3号畑に植栽しました。

これらの原木を採穂母樹として挿し木増殖で苗を育成し、同育種場10号畑に2013年3月～4月に「挿し木苗」として植栽しました。その後、県の一般研究や新成長戦略研究で調査研究を行うとともに、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業として「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉スギ品種の拡大」（2017年度～2019年度）、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」

(2019年度～2021年度)にも参画し、原木と挿し木苗の形質評価を継続しました。



図1 スギ精英樹大井7号の選抜個体(森町三倉)

表1 無花粉遺伝子をヘテロで有する系統の交配様式

Aは無花粉の遺伝子、aは有花粉の遺伝子を表す

♀ \ ♂	A	a
A	AA 有花粉	Aa 有花粉
a	Aa 有花粉	aa 無花粉

(2) 静岡県が主体となって開発した無花粉スギ品種

西部農林事務所育種場に植栽した原木とそれらの挿し木苗について、初期の成長、応力波伝搬速度による材質、挿し木発根性を調査しました。その結果、1クローンが精英樹系のスギと同等またはそれ以上の特性を有することが確認できたため(表2)、2018年1月に「国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター優良品種・技術評価委員会設置要領」に基づき、「花粉症対策品種」としての申請を行いました。静岡県産精英樹と神奈川県産精英樹の交配によって作出したため、審査の結果、同年2月に基準を満たすものとして評価されました(図2)⁸⁾。品種名は「静神不稔1号」(しずかみふねんいちごう)としましたが、その当時、同委員会で評価された無花粉スギの優良品種認定としては、林木育種センターが開発した爽春(そうしゅん)、林育不稔1号⁸⁾、スギ三重不稔(関西)1号¹⁵⁾に続くものでした。

イノベーション創出強化研究推進事業「革新的技術による無花粉スギ・ヒノキ苗木生産の効率化・省力化と無花粉品種の拡大」(2017～2019年度)の開始2年目にあたる2018年11月、優れた成長と材質特性を有する1クローンを花粉症対策品種として新たに申請しました(表2)。この品種は、交配親を持つ神奈川県自然環境保全センター、無花粉遺伝子保有精英樹を発見した富山県農林水産総合技術センター森林研究所、挿し木発根率等の調査を行った東京都農林総合研究センターならびに森林総合研究所林木育種センターとの共同開発としました。2～4月の3ヶ月間が主なスギ花粉飛散時期であること、飛散が最も多い月は3月であること、この2点を「三月」で表現し、その期間を花粉症の方々が晴れやかに過ごすことができれば良いという思いを含め、名称を「三月晴不稔1号(みつきばれふねんいちごう)」としました。また、「Mitsukibare」には、ToyamaとTokyoの「T」、Kanagawaの「K」、Breeding Centerの「B」、Shizuokaの「S」が入り、5機関共同という意味も込めました。優良品種・技術評価委員会で

の審査の結果、2019年2月に花粉症対策品種として認定されました（図2）¹⁰⁾。

これに続いて、2019年8月に同じく5機関で申請した1クローンが（表2）同年11月に「三月晴不稔2号（みつきばれふねんにごう）」として認定されています（図2）¹⁰⁾。

これらのうち三月晴不稔1号と三月晴不稔2号は、共同開発のため各機関にクローン苗を分譲してあります。林木育種センターでは「原種園」に植栽してもらい、希望があれば林業種苗法の種苗配布区域第三区内（宮城県、福島県、栃木県、群馬県、埼玉県、茨城県、千葉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県、岐阜県、愛知県、静岡県）での配布が可能となっています。したがって、静岡県以外でも三月晴不稔1号と三月晴不稔2号を母樹とした種苗生産は可能で、すでに神奈川県と東京都では種苗生産の母樹として活用されています。

表2 花粉症対策品種となった3系統の成長と材質のデータ^{a)}

品種\特性	原木 ^{b)}				挿し木苗 ^{c)}				挿し木 発根率 (%)	
	調査 年次	樹高 cm	胸高直径 cm	応力波伝搬 速度 ^{d)} m/s	調査 年次	樹高 cm	根元径 cm	胸高直径 cm		応力波伝搬 速度 ^{d)} m/s
静神不稔1号	3	458	5.9	1936	2	210		1.3	1931	100
対照 ^{e), f), g)}	3	434	5.9	1731	2	195		1.3	1791	88
三月晴不稔1号	3	443	6.1	1859	2	219	3.6		—	85~95
対照 ^{e), f), g)}	3	434	5.9	1731	2	195	3.5		—	46~90
三月晴不稔2号	3	446	6.1	1854	2	211	3.4		—	86~100
対照 ^{e), f), g)}	3	434	5.9	1731	2	195	3.5		—	46~90

a) 優良品種・技術評価委員会への品種申請データに基づく

b) 交配により作出した原木（オリジナル個体）

c) 原木から挿し木増殖した個体

d) 応力波伝播速度：材質を評価する指標の一つ

e) 原木の対照：同所、同時期に植栽した♀大井7号×♂中4号の交配家系有花粉苗の平均

f) 挿し木苗の対照：同所、同時期に植栽した精英樹筑波1号の平均

g) 挿し木発根率の対照：静岡県または東京都の精英樹

（3）他機関と共同で開発したその他の無花粉スギ品種

「革新的技術による無花粉スギ・ヒノキ苗木生産の効率化・省力化と無花粉品種の拡大」（2017～2019年）の研究期間中に、富山県の無花粉スギと東京都産精英樹南多摩5号のF₁（Aa）に神奈川県産精英樹中4号（Aa）を交配して作出した無花粉スギの中で、東京都の圃場での成長量、通直性、材質、ならびに挿し木発根性のいずれにおいても優良であった個体について、静岡県森林・林業研究センターを含む5機関共同で2020年1月に品種申請を行い、2020年1月に花粉症対策優良品種「心晴れ不稔1号（こころばれふねんいちごう）」として評価されました¹⁰⁾。また、富山県の無花粉スギと東京都産精英樹西多摩21号のF₁に静岡県産精英樹大井7号を交配して作出した無花粉スギ「心晴れ不稔2号（こころばれふねんにごう）」も5機関共同で品種申請し、2021年2月に花粉症対策品種として評価されました。2023年2月には、「心

晴れ不稔3号（こころばれふねんさんごう）」と「心晴れ不稔4号（こころばれふねんよんごう）」も花粉症対策品種となりました。



図2 花粉症対策品種として評価された3品種

左：静神不稔1号

中：三月晴不稔1号

右：三月晴不稔2号

2 クラウドファンディング型研究

(1) 静岡県の新たな取り組み

静岡県の新たな取り組みとして、2022年度にクラウドファンディングによって研究資金を募集する事業が始まりました。年度当初に県経済産業部産業イノベーション推進課と学術系クラウドファンディング事業者「アカデミスト」が委託契約を結び、県の試験研究機関に対して当事業への参加意向を問われました。これに対し、4件の応募があり、環境衛生科学研究所による「がん細胞のDNA修復を抑える抗がん剤を作りたい!」、「光化学スモッグを予測する人工知能を作る!!」、農林技術研究所伊豆農業研究センターによる「ワサビを育む自然環境を明らかにし、わさび田を後世に残したい!」とともに、森林・林業研究センターからは770,000円の目標金額で「花粉の出ないスギで林業の発展と花粉症の緩和に貢献したい!」で、6月29日からアカデミストのホームページ上で募集を開始しました。目標金額を上回れば研究が採択され、達成できなければ不採択となるため、募集期間中には、森林、林業、林産業に関係する団体へのお知らせや研究者仲間へのお願いをするとともに、記者への情報提供を行い、中日新聞と静岡新聞に掲載してもらいました。静岡新聞に掲載された内容はYahoo!ニュースでも公開され、

広く全国に募集内容が紹介されました。また、(株)日本林業長会の林政ニュース編集部から電話による取材を受け、同誌682号⁷⁾にも掲載されました。そのほか、Twitterで無花粉スギのサイトを開設したり、各種講演会の場でのお知らせや林業関係のイベントでの無花粉スギの展示も行い、職員組合の新聞での記事掲載なども含めて、さまざまな場面で宣伝に努めました。その結果、8月18日までの募集期間中に、92名(団体)の皆様から、総額964,900円の御支援をいただき、他の2件の研究課題とともに採択されることになりました。

(2) 新たな品種の開発と普及活動

クラウドファンディングによる研究の一環として、これまでに開発した品種に加えて、新たな無花粉スギ品種の開発を行いました。また、普及活動として種苗生産者による苗木育成や国有林への植栽も行いました。

♀中4号×♂大井7号の交配で作出した無花粉スギの原木を神奈川県から譲渡してもらい、2012年11月に西部農林事務所育種場3号畑に植栽しました。これを母樹として挿し木苗を育成し、2016年4月に浜松市天竜区両島の民有地に対照木とともに植栽しました(図4)。原木と挿し木苗から継続的に取得したデータを精査し(表4)、2022年10月に三月晴不稔1号や三月晴不稔2号と同様に、5機関共同で優良品種・技術評価委員会へ新たな無花粉スギ「三月晴不稔3号」(みつきばれふねんさんごう)として品種申請を行いました(図3)。その結果、2022年11月に花粉症対策品種として認定されました。一方、「心晴れ不稔3号(こころばれふねんさんごう)」と「心晴れ不稔4号(こころばれふねんよんごう)」も5機関共同で品種申請し、2023年2月に花粉症対策品種として評価されました。



図3 三月晴不稔3号

三月晴不稔3号を含むこれまでに開発した品種のコンテナ苗を2022年11月に天竜森林管理署が管轄する瀬尻国有林に植栽しました。当日は天竜森林管理署と森林・林業研究センターの6名で無花粉スギコンテナ苗を植栽しました。

(3) 新品種の愛称

花粉症対策品種として認定された「三月晴不稔3号」について、広く普及することを目的に、一般県民から愛称を公募しました。Twitter、静岡新聞、中日新聞、日本経済新聞、懸賞や公募のウェブサイトをとおして2022年12月～2月に募集したところ、370件の応募がありました。静岡県の選定委員会による協議の結果、愛称を「MU-FUN」(むふん)に決定しました。

表3 三月晴不稔3号の成長と材質のデータ^{a)}

品種\特性	原木				挿し木苗				挿し木 発根率 (%)
	調査 年次	樹高 cm	胸高直径 cm	応力波伝搬 速度 m/s	調査 年次	樹高 cm	胸高直径 cm	応力波伝搬 速度 m/s	
三月晴不稔3号	3	514	6.9	2142	5	450	5.8	2504	100
対照 ^{b), c), d)}	3	467	5.8	2051	5	396	4.3	2370	93~100
						455	5.0	2152	

a) 優良品種・技術評価委員会への品種申請データに基づく

b) 原木の対照：樹高と胸高直径は、同所、同時期に植栽した♀大井7号×♂中4号または♀中4号×♂大井7号の交配家系無花粉苗7本との交配家系無花粉苗10本の平均 応力波伝搬速度は、同所、同時期に植栽した♀田原1号×♂大井7号、♀大井7号×♂中4号、♀中4号×♂大井7号の各交配家系無花粉木の平均

c) 挿し木苗の対照：同所、同時期に植栽した精英樹挿し木苗10本の平均、または少花粉品種で構成された採種園由来の実生苗の平均

d) 挿し木発根率の対照：花粉症対策品種「三月晴不稔1号」または「三月晴不稔2号」の平均
その他は表1の脚注を参照

3 無花粉スギの試験地

(1) 試験地造成の目的

樹木の形質評価には多くの年月を要することから、長期間に渡り試験林を整備しておく必要があります。静岡県で初めて無花粉スギを作出してからまだ12年のため、これまでに開発した無花粉スギの品種はいずれも若齢期の評価によるものです。今後、成木での評価も必要になると想定されるため、今後数年の調査研究に加え、数十年先の評価を見据えて、森林・林業研究センターで作出・育成した無花粉スギを県内各地に比較対照のための精英樹系実生苗や挿し木苗とともに植栽しました。これらの代表的な植栽地の概要を紹介します。

(2) 原木の集植園

遺伝的多様性を確保するために、富山県が雄性不稔遺伝子を有する全国のスギ精英樹を探索するにあたり、富山不稔系統(aa)と複数の静岡県産精英樹との交配を行いました。その結果、大井7号が無花粉の潜性(劣性)遺伝子をヘテロで有すること(Aa)が明らかになりましたが、これ以外の精英樹との交配で多数のF₁(Aa)が得られたため、富山県からそれらの苗を譲渡してもらいました。これらは2005年に森林・林業研究センターの構内に植栽しました。

西部農林事務所育種場には大井7号と中4号の交配によって作出した無花粉スギ、神奈川県から譲渡された大井7号と中4号の交配および大井7号と田原1号の交配によって作出した無花粉スギ、東京都から譲渡された富山県の無花粉スギと東京都産精英樹のF₁に大井7号を交配して作出した無花粉スギを2010~2013年に植栽しました。

表4 無花粉スギの植栽地

設定時期	場所	系統と本数 ^{a)}
2005年3月	森林・林業研究センター	(富山不稔×静岡県精英樹)×大井7号 (♀×♂、♂×♀) 実生苗 無花粉 182本
2010～ 2013年	西部農林事務所 育種場	大井7号×中4号 (♀×♂、♂×♀) 実生苗 無花粉 127本 有花粉 40本 中4号×大井7号 (♀×♂) 実生苗 無花粉 7本 有花粉 1本 田原1号×♂大井7号 (♀×♂) 実生苗 無花粉 38本 (富山不稔×東京都精英樹)×大井7号 (♀×♂) 実生苗 無花粉 26本
2014年5月	浜松市天竜区龍山町 瀬尻 (瀬尻国有林)	大井7号×中4号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 129本 有花粉 74本
2015年4月	浜松市天竜区熊	(富山不稔×静岡県精英樹)×大井7号 (♀×♂、♂×♀) 実生苗 無花粉 35本 有花粉 146本 未確認 39本
2015年5月	富士市大淵	(富山不稔×静岡県精英樹)×大井7号 (♀×♂、♂×♀) 実生苗 無花粉 16本 有花粉 61本 未確認 27本
2016年4月	浜松市天竜区上野	(富山不稔×静岡県精英樹)×大井7号 (♀×♂、♂×♀) 実生苗 無花粉 24本 有花粉 72本 未確認 71本
2016年4月	浜松市天竜区両島	大井7号×中4号 (♀×♂、♂×♀) 挿し木苗 無花粉 276本 田原1号×大井7号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 165本
2017年3月	浜松市天竜区 佐久間町浦川 (白滝国有林)	大井7号×中4号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 304本
2017年5月	島田市大代 (大代国有林)	大井7号×中4号 (♀×♂、♂×♀) 挿し木苗 無花粉 212本 田原1号×大井7号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 186本
2019年7月	島田市大代 (大代国有林)	(富山不稔×東京都精英樹)×大井7号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 93本 大井7号×中4号 (♀×♂) 挿し木苗 無花粉 24本

- 1) 本数は植栽時の数で、枯死や誤伐により現存本数はこれよりもやや少ない
- 2) 富山不稔と静岡県産精英樹のF₁と大井7号の交配で得られた実生苗

(3) 挿し木苗の試験地

西部農林事務所育種場に植栽した無花粉スギを母樹とした挿し木苗を育成し、一部東京都で育成した挿し木苗も含めて、浜松市天竜区龍山町瀬尻、天竜区両島（図4）、天竜区上野、佐久間町浦川、島田市大代に2014年～2019年に植栽し、継続的に調査を進めています。



図4 空撮による無花粉スギ試験地

浜松市天竜区両島、2016年4月植栽木を2022年8月23日にドローンで撮影

(4) 交配苗の試験地

森林・林業研究センター構内に植栽した富山不稔スギと静岡県精英樹を交配したF₁ (Aa) に大井7号 (Aa) を交配させて、多数の系統を作出しました³⁾。これらは、理論上AA、Aa、aaが1:2:1の割合で出現します。これらを県内の浜松市天竜区熊⁴⁾、天竜区上野、富士市大淵に2015年～2016年に植栽しました。以後、継続的に調査を進めています。

おわりに

無花粉スギの苗木生産は一部の県で行われていますが、まだ、始まったばかりです。しかし、国の林木育種基本方針にもうたわれており、数々の研究プロジェクトが行われてきました。また、近年では、遺伝子により無花粉の判定も行われるようになり、今後の生産量と植栽量の増大が期待されます。

静岡県でこれまでに開発した無花粉スギは、大井7号と中4号の交配によるものですが、遺伝的に多様性を目指して異なる系統を親とした新たな無花粉スギの作出に着手しており、その中には無花粉の遺伝子をヘテロで保有する (Aa) 系統も含まれています。これらは、無花粉スギを作

る際の花粉親としての活用が期待されます。

以上のように、花粉症対策に有効で、造林木としても優良な無花粉スギを開発し、それらの林地植栽を進めてきました。他都県での無花粉スギ苗木の生産も始まっており、静岡県でも採種園または採穂園を造成することが望まれます。また、現時点では無花粉のエリートツリーや特定母樹は選抜されていないため、その開発を大きな目標として林木育種の研究を進め、林業の発展と花粉症の緩和の両面に貢献していきたいと思えます。

謝辞

静岡県山林種苗協同組合連合会様、オールスタッフ株式会社様、海野真司様、石原久司様、松野公一様、Yukino Tsutsui 様、加藤公彦様、波多野和子様、廣瀬裕一様、金原征子様、井出雄二様を始めとする 92 名の皆様からクラウドファンディングにより多大なる御支援をいただき、無花粉スギの研究開発を行うことができました。

無花粉スギの品種開発は、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、神奈川県自然環境保全センター、東京都農林総合研究センター、森林総合研究所林木育種センターと共同で行いました。本稿の作成も含めて、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 袴田哲司・山本茂弘・近藤 晃, 2016. 各都道府県の林業・林産業と遺伝育種の関わり (4) 静岡県. 森林遺伝育種, 5号, 110-113.
- 2) 袴田哲司, 2016. さし木増殖と苗の育成 一少花粉ヒノキ、無花粉スギ、抵抗性マツの研究事例一. 森林遺伝育種, 5 巻, 197-202.
- 3) 袴田哲司・近藤晃・山本茂弘・斎藤真己, 2017. 雄性不稔遺伝子保有系統で交配したスギのコンテナ苗としての成長. 中部森林研究, 65 号, 3-4.
- 4) 袴田哲司・近藤晃・山本茂弘・斎藤真己, 2018. 雄性不稔遺伝子保有系統で交配したスギコンテナ苗の林地植栽後の初期成長. 中部森林研究, 66 号, 11-12.
- 5) 袴田哲司・畑 尚子・齋藤央嗣, 2018. 雄性不稔スギ挿し木コンテナ苗への追肥による育苗時と林地植栽後の効果. 中部森林研究, 68 号, 5-6.
- 6) 袴田哲司, 2021. 森林遺伝育種における研究材料の重要性. 森林遺伝育種, 10 号, 154.
- 7) (株)日本林業調査会, 2022. 静岡県研究センターがクラファンで無花粉スギの普及目指す. 林政ニュース, 682 号, 21.
- 8) (国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター・(地独)青森県産業技術センター林業研究所・山形県森林研究研修センター・(公財)東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター・神奈川県自然環境保全センター・富山県農林水産総合技術センター森林研究所・静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター, 2020. 無花粉スギ苗木普及促進のための技術マニュアル. 95pp.
- 9) 松原 篤・坂下雅文・後藤 穰・川島佳代子・松岡伴和・近藤 悟・山田武千代・竹野幸夫・竹内万彦・浦島充佳・藤枝重治・大久保公裕, 2020. 鼻アレルギーの全国疫学調査 2019 (1998 年、2008 年との比較): 速報一耳鼻咽喉科医およびその家族を対象として. 日本耳鼻咽喉科学会会報, 123 巻, 485-490

- 10) 中村健一・袴田哲司, 2020. 無花粉スギ優良系統の選抜と品種開発ギ. 森林遺伝育種, 10号, 113-115.
- 11) 斎藤真己, 2010. スギ花粉症対策品種の開発. 日林誌, 92号, 316-323.
- 12) 斎藤真己・寺西秀豊, 2014. 無花粉(雄性不稔)スギ品種の開発. 日本花粉学会会誌, 60号, 27-35.
- 13) 森林総合研究所林木育種センター, 2018. 平成29年度 森林環境保全総合対策事業のうちスギ雄花着花特性検査の高度化事業報告書. 74pp.
- 14) 高橋 誠・岩泉正和・星 比呂志・久保田正裕・福田陽子・武津英太郎・近藤禎二, 2007. 関東育種基本区の精英樹等のスギクローンについての雄性不稔の調査結果と発見された雄性不稔2クローンの特性. 林木育種センター研究報告, 23号, 11-36.
- 15) 山田浩雄・山口和穂, 2009. 関西育種基本区におけるスギクローン雄性不稔の調査結果と発見された雄性不稔クローンの特性. 森林応用研究, 18号, 33-36.

農林技術研究所森林・林業研究センター 森林資源利用科長 袴田哲司(試験研究)
主査 光本智加良(広報)
上席研究員 佐々木重樹(ドローン撮影)

※ 当研究において植栽した無花粉スギが、遠い将来に試験研究材料として活用されることを願
い、品種開発、植栽の経緯を知る者として、連絡先を記しておきます。(090-5101-0725)