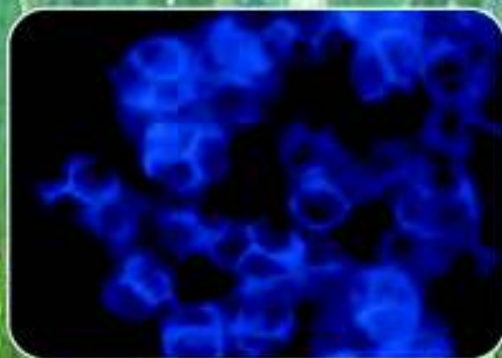


無花粉(雄性不稔)スギ のデータベース



富山県農林水産総合技術センター森林研究所
独立行政法人森林総合研究所

はじめに

近年、スギ花粉症は我が国の社会問題の一つになっている。このことから、林業サイドでは、できるだけ花粉を飛散させないスギを強く求めている。そのような背景の中で、1992年に富山県で遺伝的に全く花粉を飛散させない無花粉(雄性不稔)スギが最初に発見された。その後、全国的な調査が進み、現在では各地で花粉の崩壊過程が異なる様々なタイプの無花粉スギが選抜されている。

スギ花粉症は全国的な問題であることから、無花粉スギの普及を図るためには病虫害などに対する危険の分散や様々な環境に対する適応性を考慮する必要がある。そのためには無花粉になる雄性不稔遺伝子の多様化を図ることが重要である。しかしながら、雄性不稔遺伝子が次々と同定されるにつれて今後の混乱が予想される。そこで、この問題を回避するために一定のルールを作り、個体名や遺伝子座名の標準化を進めることにした。また、これらに加えて花粉の崩壊ステージや開花期の雄花内部の写真、発芽率、発根率等の特性、関連する文献等に関する情報も併せてデータベース化を進め、実用的な無花粉スギの早期普及に向けて広く情報公開をすることにした。

本データベースは、これまで先駆的に取り組んできた平英彰博士(元新潟大学)の研究成果を基に(独)森林総合研究所並びに青森県、福島県、神奈川県、新潟県、富山県の関係各位のご協力で体系的に編集することができた。ここに記して厚くお礼を申し上げる。また、無花粉スギに係わるデータベースの作成は緒に就いたばかりで、今後の研究の進展に伴い更新が必要となる。関係各位のご協力をお願いするとともに、今後の無花粉スギの全国的な普及に向けて積極的に活用されることを期待する。

本研究の一部は、農林水産省の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」(中核機関：独立行政法人森林総合研究所)の中で推進した。

平成21年3月

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

主任研究員 齋藤真己

目 次

1. 無花粉になる性質について	1
2. スギの雄性不稔遺伝子座名の標準化	1
3. 無花粉スギのデータベースの構築とその活用法	2
4. データベースの更新	2
雄性不稔スギのデータベース	3
スギ花粉の成熟過程における雄性不稔性の発現ステージ	3
・ 富山不稔1号	4
・ 富山不稔3号	6
・ 新大不稔1号	7
・ 新大不稔3号	8
・ 新大不稔5号	9
・ 新大不稔8号	10
・ 福島不稔1号	11
・ 福島不稔2号	12
・ 福島不稔3号	13
・ 神奈川不稔1号	14
・ 青森不稔1号	15
今後の展望	16

1. 無花粉（雄性不稔）になる性質について

遺伝的に無花粉になる突然変異は140種を超える植物で発見されており、一般的に雄性不稔と呼ばれている。雄性不稔性を保持したスギの利用は、安定性や持続性の面で優れており、将来の空中花粉数を軽減させるうえで極めて有効な手段となりうる。雄性不稔性には、大きく分けて細胞質型と核遺伝子型の2つあり、核遺伝子型の雄性不稔性は一对の劣性遺伝子によって支配されている場合が圧倒的に多く、メンデル遺伝する。

雄性不稔性の遺伝子を「a」、可稔性の遺伝子を「A」とすると、「aa」を保有する個体は雄性不稔となり、「AA」もしくは「Aa」を保有する個体は可稔（正常）となることから、図-1のような戻し交配をすることによって、その遺伝様式を明らかにすることができる。また、雄性不稔性は、雄蕊や葯の分化阻害、花粉の発育阻害、葯の未開裂など多様な変異が様々な発育段階で確認されていることから、雄性不稔性の発現機構やその遺伝様式を把握しておくことは、今後の無花粉スギの育種を進めるうえで重要である。

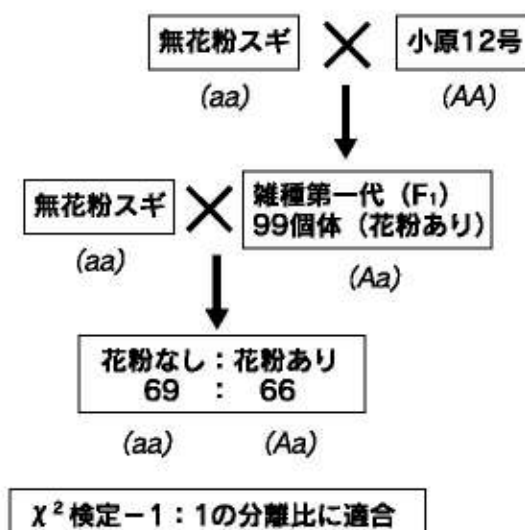


図-1 雄性不稔性の遺伝様式を決定するための検定交配の例

2. スギの雄性不稔遺伝子座名の標準化

スギ花粉症は全国的な問題であることから、無花粉スギの普及を図るためには、病虫害などに対する危険の分散や様々な環境に対する適応性を考慮する必要がある。そのためには、雄性不稔遺伝子の多様化を図ることが重要な課題となる。しかしながら、発見される無花粉スギの個体数や同定される雄性不稔遺伝子座が増えるにつれて、今後の混乱が予想されることから、無花粉スギに関する研究の進展や普及の効率化を目的に、その個体名と遺伝子座名を下記のとおり標準化することにした。

無花粉スギの名称と雄性不稔遺伝子座名の標準化

- 1) 無花粉スギの名称は、発見した都道府県名や大学名略称に不稔をつけ、見つかった順に番号をつける。
- 2) 雄性不稔の遺伝子座名は、原則として「遺伝子命名国際規約」（1958年日本学術会議承認）に従い、遺伝様式が決定された順に「ms-1」、「ms-2」、と番号をつける。また、遺伝子記号も同様に決定された順に「aa」、「bb」、とアルファベット順につけていき、遺伝子座名と統一して使用する。

3. 無花粉スギのデータベースの構築とその活用法

これまでに発見された5県11個体の無花粉スギについて、名称と遺伝子座名を標準化し本データベース（3ページ）を作成した。これには個体名や遺伝子座名に加えて雄性不稔性の発現ステージや発芽率、発根率を記載した。また、4ページ以降には、各個体の全体像、成熟期の雄花内容物の光学顕微鏡写真、雄花内部の電子顕微鏡写真、関連する文献を記載した。例えば、新たに無花粉スギが発見された場合は、下記のような手順を踏むことで早期の遺伝様式の解明や品種改良に繋げることができる。また、雄性不稔遺伝子座が明らかになっている個体から優先的にさし穂やF₁家系の花粉といった材料を入手し、各地の精英樹との交配家系を育成することによって、それぞれの地域に適した遺伝的に多様で優良な無花粉スギの開発も可能になる。

以上のことから、無花粉スギの育種戦略をたてるうえで本データベースは大いに役立つと期待される。

例) 新たに無花粉スギが発見された場合

- ① 新たに発見された無花粉スギの雄花内部を本データベースにある写真や文献等と比較して、崩壊した花粉の様子が近い無花粉スギを探索する。
- ② その無花粉スギを保有した県の担当者に連絡をとり、F₁家系の花粉を入手した後、発見された無花粉スギと交配する。
- ③ この交配で得られたF₁集団が、正常個体と不稔個体で1：1に分離すれば同一の雄性不稔遺伝子に支配されていることになり、全て正常個体であれば異なる雄性不稔遺伝子に支配されていることになる。

4. データベースの更新

本データベースは随時更新しており、新たに無花粉スギが発見された場合は、雄性不稔性の再現性（2回）を確認し、自然交配種子の発芽率、発根率、全体像の写真、成熟期の雄花内容物の光学顕微鏡写真、雄花内部の電子顕微鏡写真が揃った時点で本データベースに追加するので、下記まで連絡していただきたい。ご協力をお願いする。

無花粉スギのデータベース管理者および連絡先

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

主任研究員 斎藤真己

〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰3

TEL 076-483-1511 FAX 076-483-1512

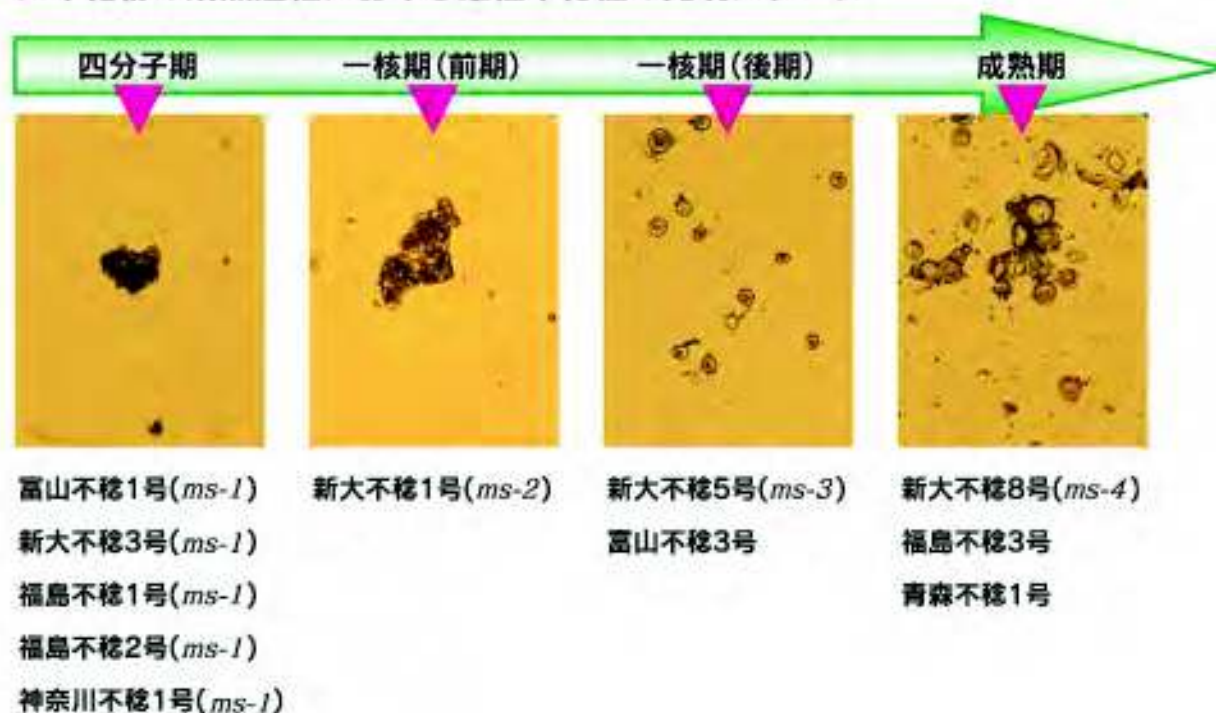
E-mail saito@fes.pref.toyama.jp

無花粉スギのデータベース

個体名	発現ステージ	遺伝様式	遺伝子座名	自然交配の発芽率(%)	発根率(%)	掲載ページ
富山不稔1号	四分子期	核遺伝子型(aa)*	<i>ms-1</i>	30	8	4
富山不稔3号	一核期(後期)			11	97	6
新大不稔1号	一核期(前期)	核遺伝子型(bb)	<i>ms-2</i>	35	100	7
新大不稔3号	四分子期	核遺伝子型(aa)	<i>ms-1</i>	37	88	8
新大不稔5号	一核期(後期)	核遺伝子型(cc)	<i>ms-3</i>	24	86	9
新大不稔8号	成熟期	核遺伝子型(dd)	<i>ms-4</i>	48	97	10
福島不稔1号	四分子期	核遺伝子型(aa)	<i>ms-1</i>	26	100	11
福島不稔2号	四分子期	核遺伝子型(aa)	<i>ms-1</i>	33	90	12
福島不稔3号	成熟期			28	90	13
神奈川不稔1号	四分子期	核遺伝子型(aa)	<i>ms-1</i>	38	78	14
青森不稔1号	成熟期			60	90	15

* : 核遺伝子型は一对の劣性遺伝子支配であり、メンデル遺伝する。

スギ花粉の成熟過程における雄性不稔性の発現ステージ



■ 富山不稔1号

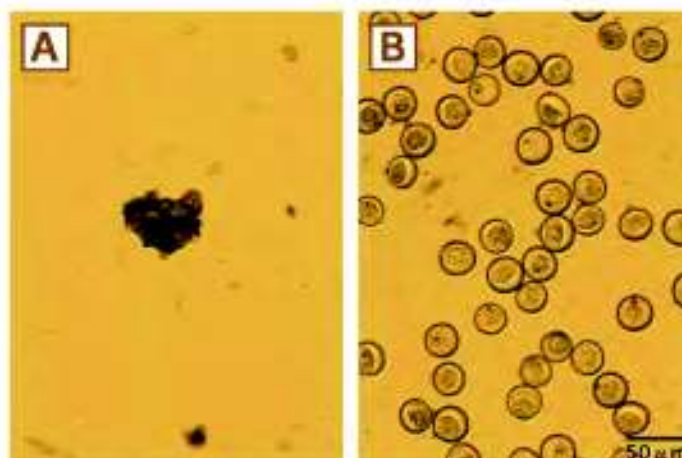
- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-1*
- ・ 遺伝子記号 *aa*
- ・ 28年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

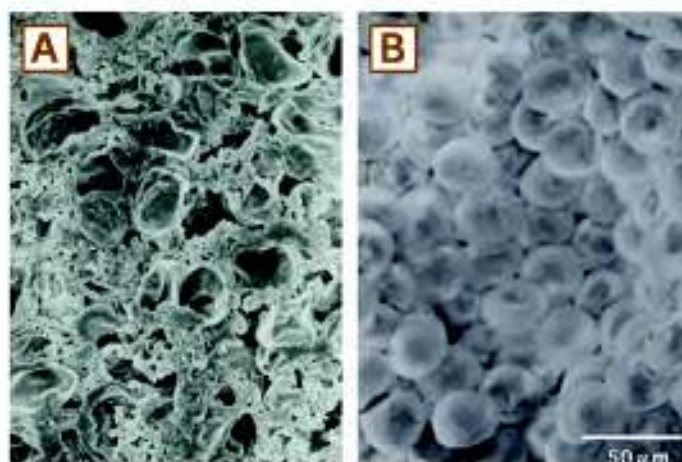
富山県農林水産総合技術センター森林研究所
〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰3
TEL 076-483-1511 FAX 076-483-1512



富山不稔1号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真
(A: 富山不稔1号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真
(A: 富山不稔1号 B: 正常個体)

備考

富山県で品種登録した無花粉スギ「はるよこい」は、富山不稔1号の自然交配苗の中から選抜した無花粉スギである。詳細は下記の富山県農林水産総合技術センター森林研究所のHPへ

(<http://www.fes.pref.toyama.jp/pollen/haruyokoi.html>)

関連する文献

- 平 英彰・寺西秀豊・剣田幸子(1993)スギの雄性不稔個体について. 日林誌 75: 377-379.
- Saito, M., Taira, H. and Furuta, Y. (1998) Cytological and genetical studies on male sterility in *Cryptomeria japonica* D. Don. J. For. Res. 3: 167-173.
- Taira, H., Saito, M. and Furuta, Y. (1999) Inheritance of the trait of male sterility in *Cryptomeria japonica*. J. For. Res. 4: 271-273.
- 平 英彰・斎藤真己(2001)スギ雄性不稔の発現機構と遺伝様式. 林木の育種 198: 14-18.
- 平 英彰(2004)スギ雄性不稔(無花粉スギ)の利用と展望. 林木の育種 213: 8-11.
- Saito, M., Taira, H. and Tsumura, Y. (2005) Study of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) with male-sterility gene using CAPS markers. J. For. Res. 10: 61-66.
- Saito, M. and Taira, H. (2005) Plus tree of *Cryptomeria japonica* D. Don with a heterozygous male-sterility gene. J. For. Res. 10: 391-394.
- 斎藤真己・平 英彰(2005)雄性不稔遺伝子をヘテロで保有するスギ個体を用いたモデルミニチュア採種園の造成. 日林誌87: 383-386.
- 平 英彰・斎藤真己・五十嵐正徳・齋藤央嗣(2005)スギ雄性不稔個体の選抜. 林木の育種 216: 17-18.
- 斎藤真己・平 英彰(2005)実用化に向けた雄性不稔スギの遺伝的改良. 林木の育種 216: 19-20.
- 斎藤真己(2006)スギの雄性不稔性と花粉アレルギー性に関する研究. 林木の育種 220: 16-17.
- 斎藤真己(2008)無花粉スギの開発状況と今後の展望. 森林科学 54: 17-20.

■ 富山不稔3号

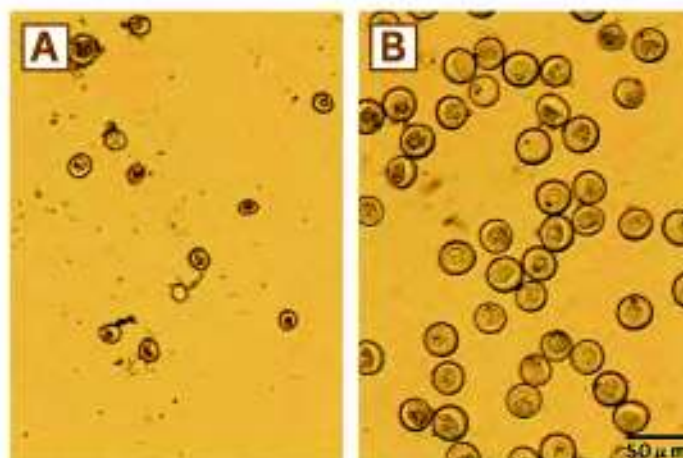
- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 -
- ・ 遺伝子記号 -
- ・ 12年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

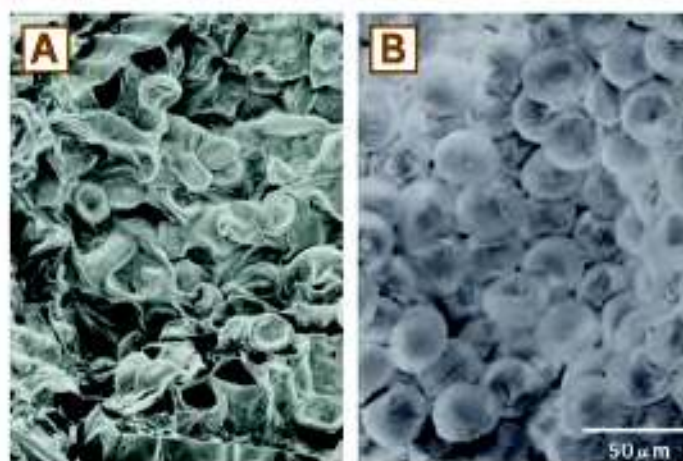
富山県農林水産総合技術センター森林研究所
〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰3
TEL 076-483-1511 FAX 076-483-1512



富山不稔3号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真
(A: 富山不稔3号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真
(A: 富山不稔3号 B: 正常個体)

関連する文献

斎藤真己・古賀由美子・古田喜彦・平 英彰 (2005) 採種圃産実生個体からの雄性不稔スギの選抜. 日林誌 87: 1-7.

■ 新大不稔1号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-2*
- ・ 遺伝子記号 *bb*
- ・ 50年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

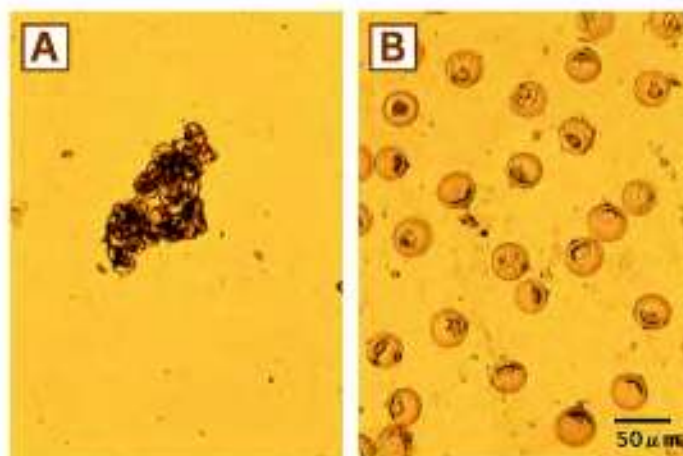
新潟県森林研究所

〒958-0264 新潟県岩船郡朝日村大字輪渡路2249-5

TEL 0254-72-1171 FAX 0254-72-0019

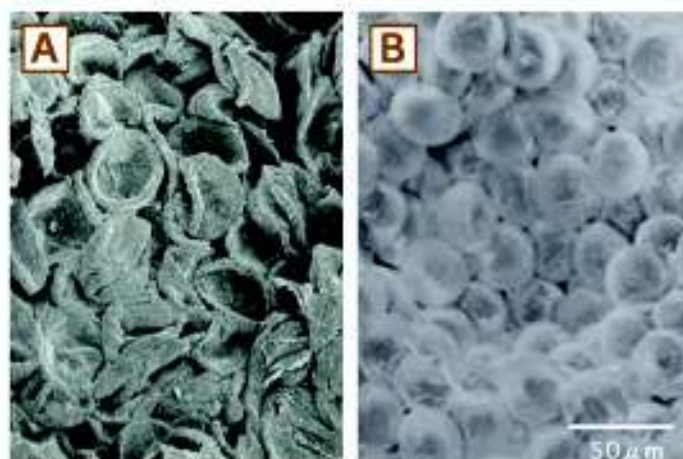


新大不稔1号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 新大不稔1号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 新大不稔1号 B: 正常個体)

関連する文献

吉井エリ・平 英彰 (2007) 「新大1号」「新大5号」におけるスギ雄性不稔性の発現過程と遺伝的特性. 日林誌 89: 26-30.

■ 新大不稔3号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-1*
- ・ 遺伝子記号 *aa*
- ・ 55年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

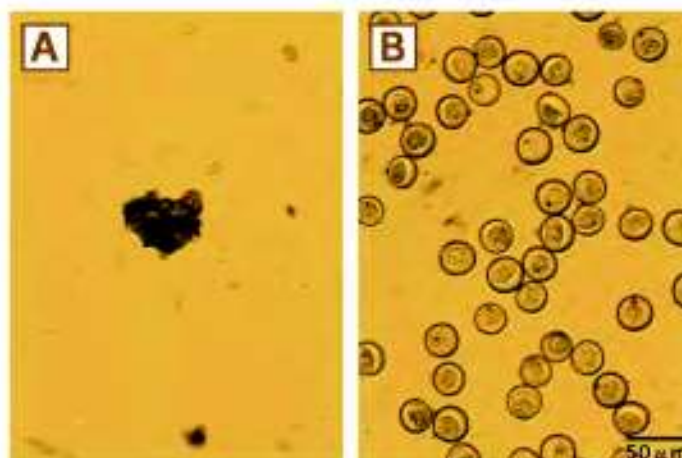
新潟県森林研究所

〒958-0264 新潟県岩船郡朝日村大字輪渡路2249-5

TEL 0254-72-1171 FAX 0254-72-0019

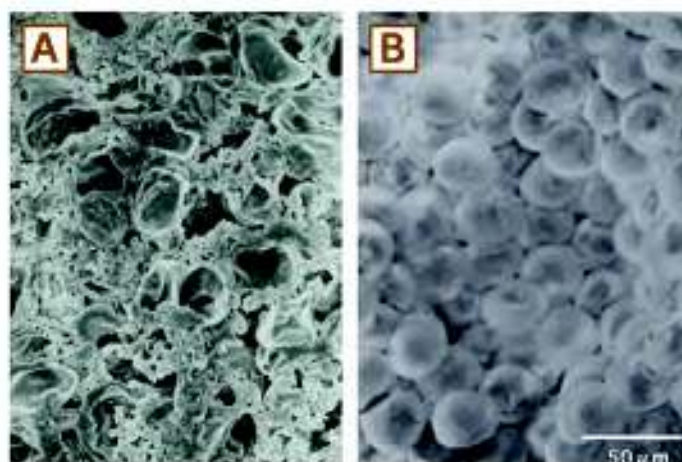


新大不稔3号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 新大不稔3号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 新大不稔3号 B: 正常個体)

関連する文献

- 上馬裕子・吉井エリ・細尾佳宏・平 英彰 (2006) 四分子から小胞子が遊離しないスギ雄性不稔 (新大3号) の細胞学的・遺伝学的特性. 日本森林学会大会講演要旨集 117: 93.

■ 新大不稔5号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-3*
- ・ 遺伝子記号 *cc*
- ・ 50年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

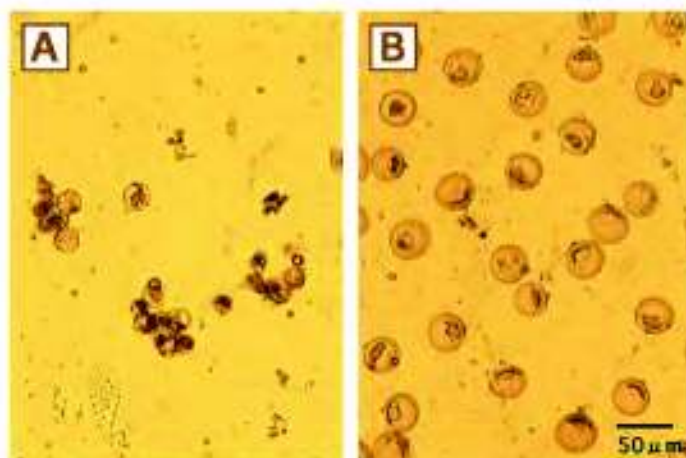
新潟県森林研究所

〒958-0264 新潟県岩船郡朝日村大字輪渡路2249-5

TEL 0254-72-1171 FAX 0254-72-0019

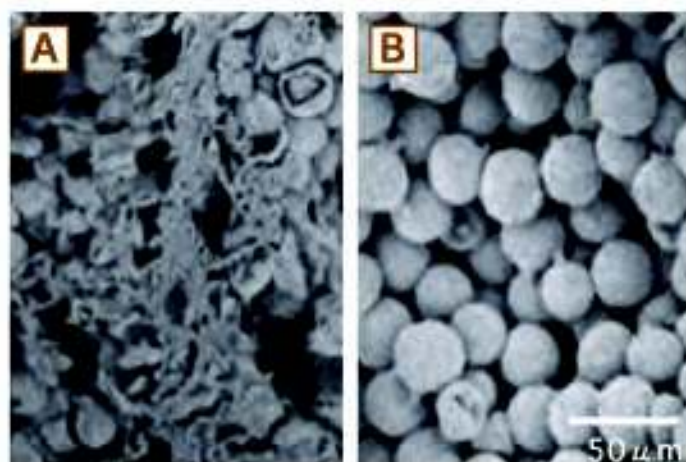


新大不稔5号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 新大不稔5号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 新大不稔5号 B: 正常個体)

関連する文献

吉井エリ・平 英彰 (2007) 「新大1号」「新大5号」におけるスギ雄性不稔性の発現過程と遺伝的特性. 日林誌 89: 26-30.

■ 新大不稔8号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-4*
- ・ 遺伝子記号 *dd*
- ・ 55年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

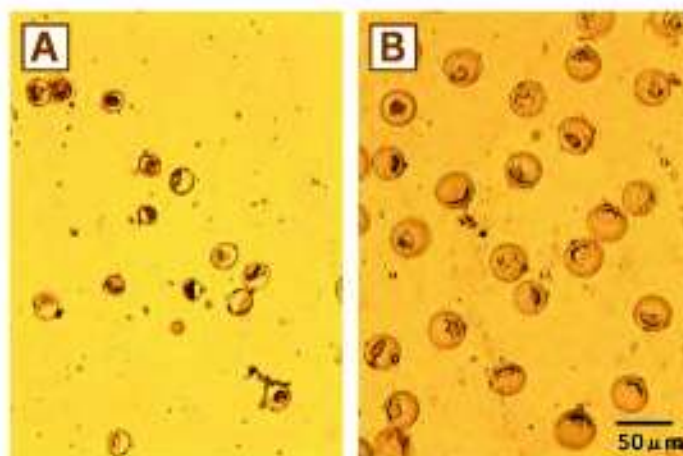
新潟県森林研究所

〒958-0264 新潟県岩船郡朝日村大字輪渡路2249-5

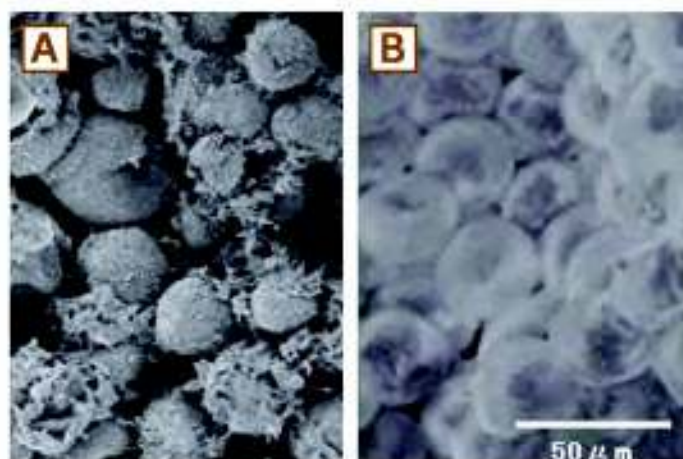
TEL 0254-72-1171 FAX 0254-72-0019



新大不稔8号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真
(A: 新大不稔8号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真
(A: 新大不稔8号 B: 正常個体)

関連する文献

宮嶋大介・吉井工リ・細尾佳宏・平 英彰 (2006) スギの雄性不稔「新大8号」の細胞学的・遺伝学的特性. 日本森林学会大会講演要旨集 117: 92.

■ 福島不稔1号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-1*
- ・ 遺伝子記号 *aa*
- ・ 25年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

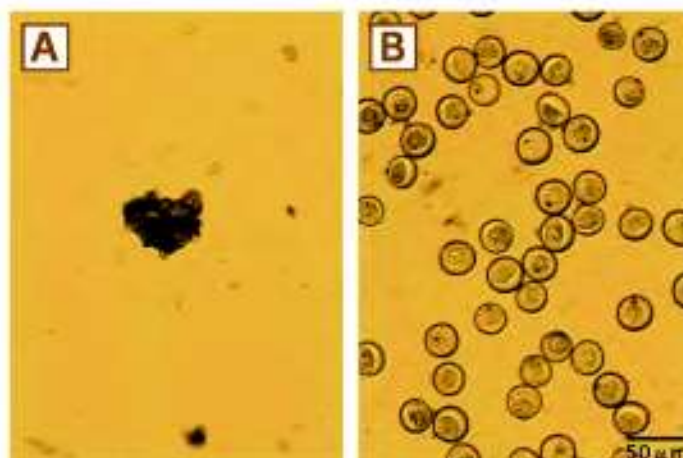
福島県林業研究センター

〒963-0112 福島県郡山市安積町成田字西島坂1

TEL 024-945-2161 FAX 024-945-2147

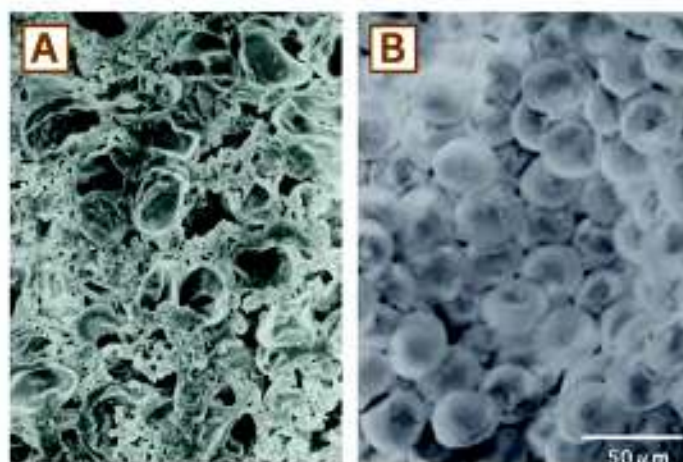


福島不稔1号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 福島不稔1号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 福島不稔1号 B: 正常個体)

関連する文献

- 五十嵐正徳・渡邊次郎・小澤 創・斎藤 寛・平 英彰(2004)福島県でスギ雄性不稔個体を発見 (I) -探索地の選定と雄性不稔個体の確認- 東北森林科学会誌 9: 86-89.

■ 福島不稔2号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-1*
- ・ 遺伝子記号 *aa*
- ・ 25年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

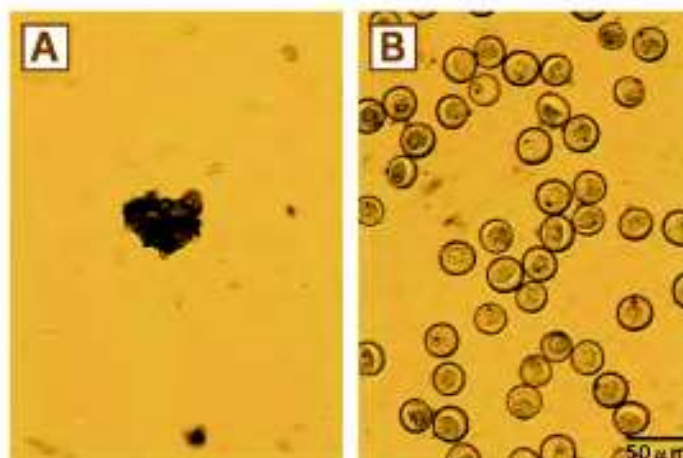
福島県林業研究センター

〒963-0112 福島県郡山市安積町成田字西島坂1

TEL 024-945-2161 FAX 024-945-2147

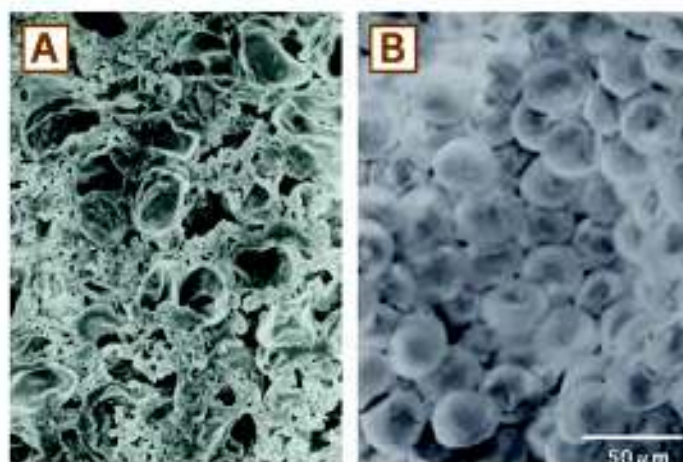


福島不稔2号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 福島不稔2号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 福島不稔2号 B: 正常個体)

関連する文献

- 五十嵐正徳・渡邊次郎・小澤 創・斎藤 寛・平 英彰(2004)福島県でスギ雄性不稔個体を発見 (I) - 探索地の選定と雄性不稔個体の確認 - , 東北森林科学会誌 9: 86-89.

■ 福島不稔3号

- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 -
- ・ 遺伝子記号 -
- ・ 20年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

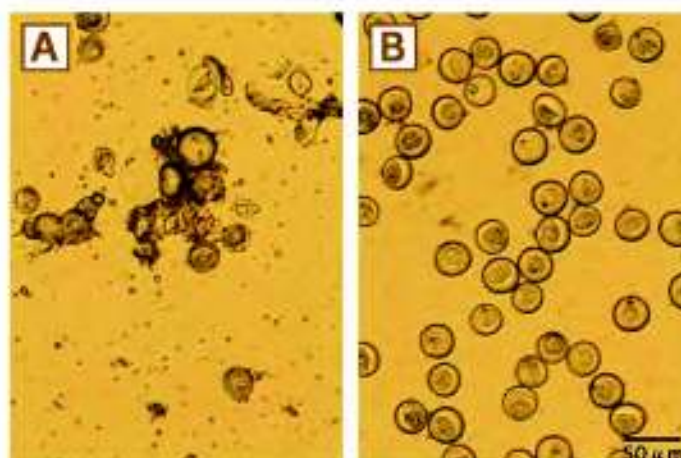
福島県林業研究センター

〒963-0112 福島県郡山市安積町成田字西島坂1

TEL 024-945-2161 FAX 024-945-2147

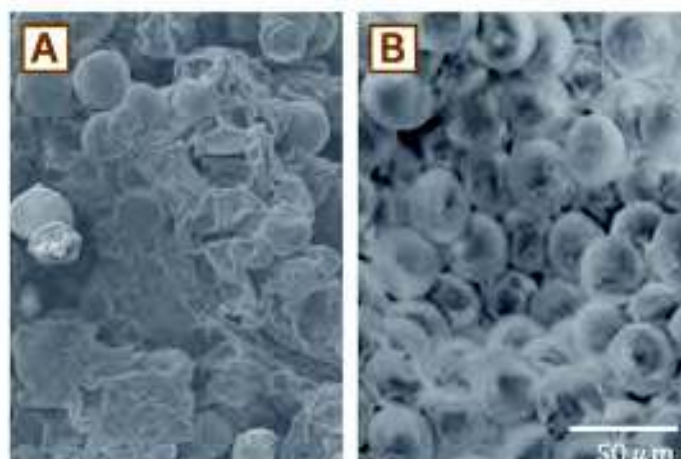


福島不稔3号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真

(A: 福島不稔3号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真

(A: 福島不稔3号 B: 正常個体)

関連する文献

壽田智久・五十嵐正徳 (2008) 福島県における雄性不稔スギの研究. 日本森林学会大会
講演要旨集 119: 345.

■ 神奈川不稔1号

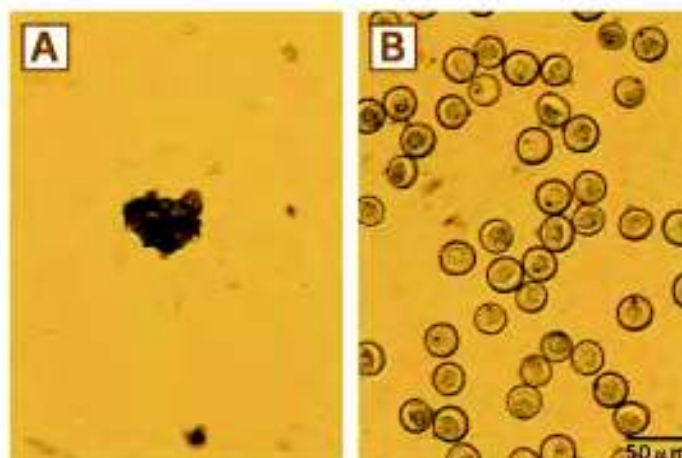
- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 *ms-1*
- ・ 遺伝子記号 *aa*
- ・ 11年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

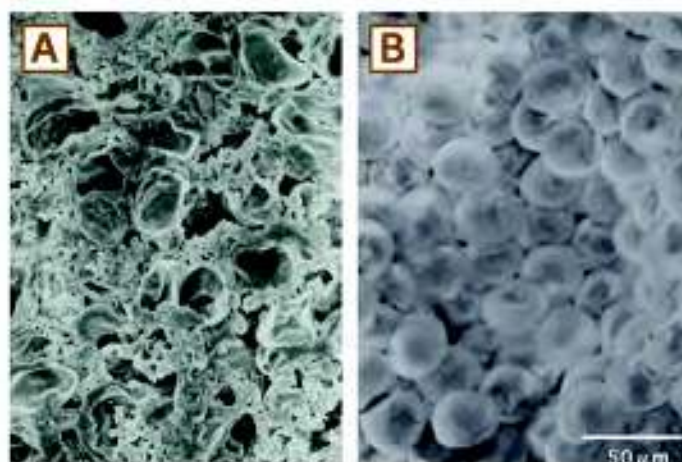
神奈川県自然環境保全センター
〒243-0121 神奈川県厚木市七沢657
TEL 046-248-0321 FAX 046-247-7545



神奈川不稔1号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真
(A: 神奈川不稔1号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真
(A: 神奈川不稔1号 B: 正常個体)

関連する文献

齋藤央嗣・平 英彰・斎藤真己 (2004) 精英樹からのスギ雄花不稔個体の探索, 日本森林学会大会講演要旨集 45: 26.

藤澤示弘・齋藤央嗣・藤宮辰徳・平 英彰・斎藤真己 (2008) 神奈川県における精英樹からの雄性不稔スギの選抜と実用化, 日本森林学会大会講演要旨集 119: 347.

■ 青森不稔1号

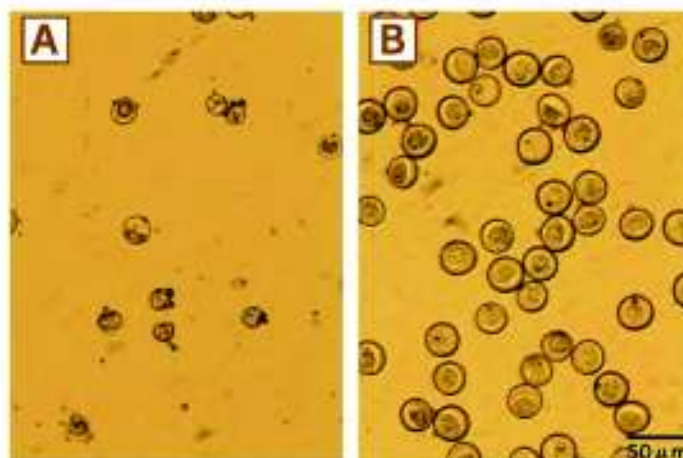
- ・ 雄性不稔性の遺伝子座名 -
- ・ 遺伝子記号 -
- ・ 37年生 (2008年)
- ・ 外見上、大きく異なった特徴なし

問い合わせ先

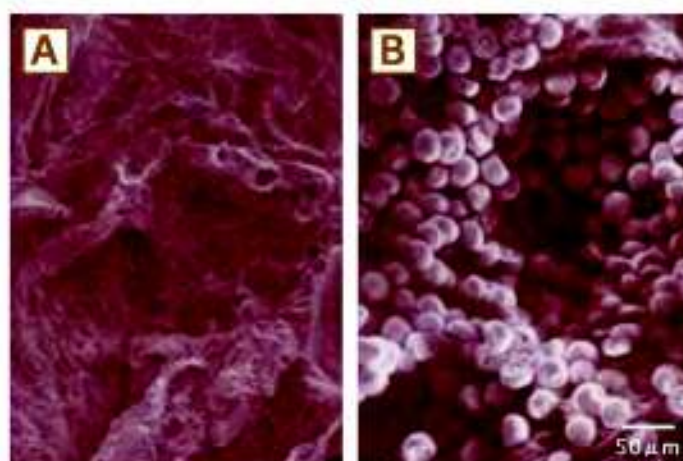
青森県農林総合研究センター林業試験場
〒039-3321 青森県東津軽郡平内町大字小湊字新道46-56
TEL 017-755-3257 FAX 017-755-4494



青森不稔1号の全体像



成熟期における雄花内容物の光学顕微鏡写真
(A: 青森不稔1号 B: 正常個体)



成熟期における雄花内部の電子顕微鏡写真
(A: 青森不稔1号 B: 正常個体)

関連する文献

田中功二・斎藤真己・平 英彰 (2008) 青森県の造林に適する雄性不稔スギの育成.
日本森林学会大会講演要旨集 119: 343.

今後の展望

これまでの研究で、無花粉スギは全国各地に存在し、多様な雄性不稔遺伝子があることや雄性不稔遺伝子を保有した精英樹も各地に存在することが明らかになってきた。これらの材料を上手く活用することによって、遺伝的多様性を損なうことなく、それぞれの地域に適した優良な無花粉スギの作出が可能となる。現在では、数多くの都道府県の森林・林業関連研究所で富山不稔1号の雄性不稔遺伝子 (*ms-1*) を保有しており、特に、農林水産省の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)に参画している青森、山形、福島、新潟、富山、石川、東京、神奈川、静岡の9都県では、これまでに同定された4種類全ての雄性不稔遺伝子を保有している。このことから、近い将来精英樹由来の遺伝的に優良な無花粉スギが全国各地で多数作出されるであろう。

今後、新規にスギを植栽する際には、このような無花粉の苗をできるだけ利用することによって、将来のスギ花粉飛散数を確実に減少させる対処法になると期待される。

研究協力者一覧

平 英彰	元新潟大学大学院自然科学研究科教授
田中 功二	青森県農林総合研究センター林業試験場森林環境部研究管理員
壽田 智久	福島県林業研究センター森林環境部主任研究員
五十嵐正徳	福島県会津農林事務所森林林業部森林土木グループ治山第一担当
伊藤 信治	元新潟県森林研究所森林・林業技術課課長
樋口 有未	新潟県森林研究所森林・林業技術課研究員
藤澤 示弘	神奈川県自然環境保全センター研究部主任研究員
齋藤 央嗣	神奈川県環境農政部森林課林業指導班
篠原 健司	独立行政法人森林総合研究所生物工学研究領域長

無花粉（雄性不稔）スギのデータベース

平成21年3月 発行

編集・発行 富山県農林水産総合技術センター森林研究所