

多摩地域に適した無花粉スギ系統群の作出

[平成 20～24 年度]

宮下千枝子・澁澤直恵^{*5}・斎藤真己^{*}・袴田哲司^{*2}・藤澤示弘^{*3}・松本麻子^{*4}・森口善成^{*4}・津村義彦^{*4} (園芸技術科・^{*}富山林セ・^{*2}静岡林セ・^{*3}神奈川自環セ・^{*4}森林総研) ^{*5} 現家保

【要 約】他県で発見された雄性不稔スギ等と東京都精英樹とを交配して F₂ 系統を作出し、1～2 年生苗の段階で不稔個体の選抜を行った。2010 年交配の F₂ 系統からは、多摩地域に適した不稔品種の候補となる個体が 629 株得られた。

【目 的】

近年のスギ花粉症患者激増への対策として、東京都は花粉症発生源対策事業に取り組み、スギ花粉量の低減化を図っている。その一環として、多摩地域に適する雄性不稔（以下、不稔）スギ品種を育成する。その第一段階として、本課題では、これまでに他県で発見された不稔個体等と東京都精英樹とを交配し、後代の中から不稔個体の選抜を行う。

【成果の概要】

1. F₁ 個体の作出：2007～2009 年、富山県等で発見された不稔スギ 5 品種・系統を種子親とし、花粉親に東京都精英樹 7 品種を用いて交配を行い、F₁ 29 系統を作出した（表 1）。
2. F₁ の雑種性の検定：F₁ の作出にあたって適正な交配が行われたことを確認するため、マイクロサテライトマーカーによる親子判定を行った。6 座のスギ個体判別用マイクロサテライトマーカーを用いて、まず両親品種を解析した結果、安定した増幅を示し、共優性で品種判別が可能であった（表 2）。次に、新潟県の不稔品種「新大不稔 1 号」を種子親とする F₁ 3 系統について各 10 個体を供試し、5 座のマーカーで解析した結果、30 個体中 2 個体では両親由来でない多型が認められたが、それ以外の 28 個体では両親由来の多型のみ検出され、適正な交配が行われたことを確認できた（表 3；一部データ）。
3. F₂ 個体の作出と評価（2010 年交配）：劣性の不稔遺伝子をホモ型 (*aa*) で保有する富山不稔 3 個体と東京都精英樹 5 品種 (*AA*) との F₁ (*Aa*) に対して、ヘテロ型 (*Aa*) の「大井 7 号」（静岡県）および「中 4 号」（神奈川県）を交配し、F₂ 系統を作出した。交配組合せ数 10、系統数 114、個体数 3088 の F₂ 個体群について、2011～2012 年に一次・二次選抜を行った結果、9 組合せ 86 系統 629 株の不稔個体が得られた（図 1・表 4）。また、スギ幼苗の稔性検定に適する時期については知見が少ないため、1 年生苗を用いて適切な検定期間の検討を行った。12 月時点では雄花が未熟なために稔性を判定できない個体が多く、各系統の検定可能だった個体の割合（以下、検定可能個体率）は 50～99%と大きくばらついた（図 2）。その後は雄花の成熟が進み、2 月、3 月時点ではほとんどの系統で検定可能個体率が 80～100%と高率となったことから、1 年生苗の稔性検定は 12 月よりも 2～3 月の実施が適することが分かった。
4. F₂ 個体の作出と評価（2011 年交配）：富山不稔スギ由来の不稔遺伝子をヘテロ (*Aa*) で保有する F₁ 4 系統を種子親とし、花粉親にはヘテロ型 (*Aa*) 2 品種を用いて交配し、F₂（以下、富山系 F₂）を作出した。また、「新大不稔 1 号」の不稔遺伝子をヘテロ (*Bb*) で保有する F₁ 6 系統を供試して交配を行い、F₂（以下、新大 1 系 F₂）を作出した（表 5）。

富山系 13 組合せと新大 1 系 108 組合せで F₂ 種子が得られ、このうち 17 組合せは発芽率が 40%以上と高かった (表 6)。F₂ 個体 (約 4600 株) からの不稔個体の一次選抜は、2013 年 2～3 月に行う予定である。

5. 関東型不稔スギの育種素材の作出 (共同研究) : 東京を含めた関東地域に向く不稔スギの育種素材を作出するため、劣性の不稔遺伝子をヘテロ (Aa) で保有する「大井 7 号」(静岡県) と「中 4 号」(神奈川県) を交配し、得られた F₁ 個体群の中から不稔個体の選抜を行った。2008 年に正逆交配を行い、2009 年に F₁ 苗の稔性検定を行った結果、合計 200 株の不稔個体が得られた (表 7)。
6. まとめ : 他県で発見された雄性不稔スギ等と東京都精英樹との交配により作出した F₂ 系統について不稔個体の選抜を行った。その結果、多摩地域に適した不稔品種候補となる個体が、2010 年交配 F₂ 系統からは 629 株得られた。

【成果の活用・留意点】

1. 本課題で選抜された不稔個体は、多摩地域に適した雄性不稔品種の候補として 2013 年以降に試験林に植栽し、生育や材質等の評価を行う予定である。
2. 「大井 7 号」と「中 4 号」の交配で作出された不稔個体については神奈川県と静岡県が権利を保有しており、東京都での使用は育種素材または採種園の母樹としての利用に限定される。

【具体的データ】

表1 F₁ の得られた交配組合せ

♀品種・系統	不稔遺伝子			♂品種 ^c
	遺伝様式 ^b	遺伝子座	発現時期	
富山不稔 ^a	aa	ms-1	四分子期	西13, 西14, 西21, 西24, 南2, 南5
新大不稔1号	bb	ms-2	一核期(前期)	西13, 西14, 西21, 西22, 西24, 南2, 南5
新大不稔3号	aa	ms-1	四分子期	西13, 西21, 南5
新大不稔5号	cc	ms-3	一核期(後期)	西13, 西14, 西21, 西24, 南2, 南5
新大不稔8号	dd	ms-4	成熟期	西13, 西14, 西21, 西22, 西24, 南2, 南5

a) 富山不稔系統は、MS212, 219, 308MSの3個体を供試した。b) 全て核遺伝子型。c) 全て東京都精英樹。西13=西多摩13号, 西14=西多摩14号, 西21=西多摩21号, 西22=西多摩22号, 西24=西多摩24号, 南2=南多摩2号, 南5=南多摩5号。

表2 マイクロサテライトマーカーによるスギの品種識別

品種・系統	マーカー名 ^a											
	Cjgssr78		CS1525		Cjgssr77		Cjgssr175		CJS0333		Cjgssr181	
西多摩13号	141	162	188	203	100	108	180	180	261	312	213	232
西多摩14号	154	160	193	201	104	106	191	191	234	249	215	277
西多摩21号	150	154	203	207	106	146	185	188	255	255	234	271
西多摩22号	128	164	197	203	106	111	187	187	230	265	218	234
西多摩24号	150	152	203	205	124	155	185	216	230	265	213	232
南多摩2号	146	164	203	207	142	150	185	189	228	250	220	238
南多摩5号	133	162	197	203	106	148	189	189	258	263	214	226
新大不稔1号	148	156	184	207	108	169	187	202	249	249	226	242
新大不稔3号	146	158	184	190	138	159	202	204	252	267	234	234
新大不稔5号	172	174	195	195	140	150	188	188	269	287	214	248
新大不稔8号	144	158	197	199	104	106	185	185	230	246	269	271
富山不稔	144	150	184	193	154	177	189	228	248	263	248	277
中4号	150	162	199	203	104	167	189	247	250	269	213	236
大井7号	140	150	189	195	106	127	185	187	238	252	271	334

a) 表中の数値は、検出された遺伝子断片長(bp)を示す。

表3 新大不稔1号×西多摩22号のF₁個体における親子判定

品種・個体	マーカー名 ^a									
	Cjgssr78		CS1525		Cjgssr175		CJS0333		CS1579	
♀ 新大不稔1号	148	156	184	208	188	202	250	250	302	310
♂ 西多摩22号	128	164	197	203	188	188	230	265	287	287
N1W22-1	128	156	184	197	188	202	250	265	302	302
N1W22-2	144	164	199	203	186	188	246	265	295	295
N1W22-3	128	156	197	208	188	202	265	265	302	302
N1W22-4	128	156	197	208	188	202	265	265	302	302
N1W22-5	156	164	203	208	188	188	230	250	287	302
N1W22-6	128	148	197	208	188	202	265	265	310	310
N1W22-7	128	158	199	203	186	188	230	230	287	302
N1W22-8	156	164	184	197	188	202	230	230	287	302
N1W22-9	148	164	184	197	188	202	230	230	287	310
N1W22-10	128	148	184	203	188	188	250	265	310	310

a) 表中の数値は、検出された遺伝子断片長(bp)を示す。網掛けは片親系統由来の遺伝子断片長のみが検出された部分。囲み数字は両親系統以外の遺伝子断片長が検出された部分。



図1 スギ雄花の観察による稔性検定

7月中にF₂苗(A)にジベレリンを散布すると、花芽が誘導されて雄花が着花する(B)。12~3月に、採取した雄花を押し潰して顕微鏡下で観察すると、可稔個体では大量の花粉粒が見えるが(C)、不稔個体ではほとんど無いため、稔性の判定が可能である。

表4 2010年交配F₂系統における雄性不稔個体の選抜

F ₂ の交配組合せ ^a	♀(F ₁)	♂	全系統数 (=F ₁ 個体数)	全個体数	不稔個体数 ^b	
					系統数	個体数
①	(MS212 × 西21)	×大7	26	807	22	198
②		×中4	26	792	16	126
③	(219 × 西13)	×大7	1	14	1	2
④		×中4	1	6	1	1
⑤	(308MS × 南2)	×大7	2	5	1	1
⑥		×中4	1	3	0	0
⑦	(308MS × 南5)	×大7	19	546	17	134
⑧		×中4	20	677	16	114
⑨	(308MS × 西24)	×大7	10	40	5	7
⑩		×中4	8	198	7	46
合計			114	3088	86	629

a) 富山不稔個体:MS212, 219, 308MS。東京都精英樹:西13=西多摩13号, 西21=西多摩21号, 西24=西多摩24号, 南2=南多摩2号, 南5=南多摩5号。静岡県ヘテロ品種:大7=大井7号。神奈川県ヘテロ品種:中4=中4号。b) 2011年の一次選抜と2012年の二次選抜によって得られた不稔個体数。

表5 新大1系 F₂ の交配組合せ (2011 年交配)^a

♀系統 (F ₁)	♂系統 (F ₁)					
	新1×西14	新1×西21	新1×西22	新1×西24	新1×南2	新1×南5
新1×西14	0	1	3	2	2	2
新1×西21	10	0	1	13	7	13
新1×西22	3	2	0	2	2	3
新1×南2	3	1	2	3	0	2
新1×南5	5	7	5	7	7	0

a) 表中の数値は、交配組合せ数 (= ♀ の F₁ 個体数) を示す。種子親は、F₁ 個体ごとに交配して採種した。花粉親は、複数の F₁ 個体から採取した花粉を混合して使用した。新大不稔個体: 新1=新大不稔1号。東京都精英樹: 西14=西多摩14号, 西21=西多摩21号, 西22=西多摩22号, 西24=西多摩24号, 南2=南多摩2号, 南5=南多摩5号。

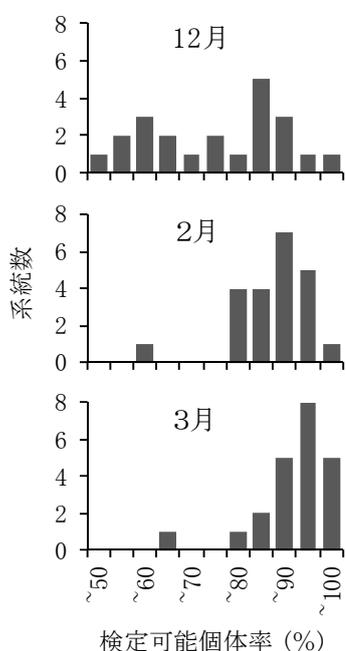


図2 2010年交配 F₂ 系統の1年生苗における月別の検定可能個体率の頻度分布

2011年12月に稔性検定を行い、判定できなかった個体を翌年2月に再検定し、2月に判定できなかった個体をさらに3月に再検定した。各調査月の時点で検定可能だった個体数を系統ごとに積算し、検定可能個体率を算出した。

表6 2011年交配 F₂ における発芽率の高い交配組合せ

交配組合せ		♀ ^a	♂	発芽率 (%)
富山系				
308MS×南5	(111)		大7	42
	(103)		中4	42
新大1系				
新1×西14	(13)		新1×西22	41
	(45)		新1×南5	41
	(218)		新1×西14	58
新1×西21	(189)		新1×南2	41
	(187)		新1×南2	45
新1×南2	(27)		新1×西21	48
	(26)		新1×南5	46
新1×南5	(15)		新1×西14	44
	(29)		新1×西21	48
	(10)		新1×西21	56
	(35)		新1×西21	60
	(29)		新1×西22	43
	(10)		新1×西24	49
	(59)		新1×西24	79
	(18)		新1×南2	41

a) 括弧内の数字は、種子親の個体番号を示す。

表7 大井7号と中4号の正逆交配で得られた F₁ 系統における雄性不稔個体の選抜

交配組合せ	全個体数	可稔個体	不稔個体
大7×中4	713	534	179
中4×大7	105	84	21
合計	818	618	200

【発表資料】

1. 平成 20～23 年度研究速報
2. 平成 24 年度成果情報