

速報

佐賀県産スギ精英樹 F₁ クローンの成長解析(Ⅱ)^{*1}—スギ精英樹 F₁ クローンからの成長優良品種選抜の可能性—真崎修一^{*2} ・ 倉本哲嗣^{*3}キーワード：スギ，精英樹クローン，交配家系，F₁ クローン

Ⅰ. はじめに

佐賀県においては2003年に大規模集成材加工工場が稼働を開始し、スギ中径材の需要が増加しているが、県内の森林所有者からは、長引く材価の低迷の影響で伐出経費や伐採後の造林・育林経費が捻出できず、伐採を見送っているという声がある。一方、地球温暖化やスギ花粉症等が大きな社会問題となっており、森林にはCO₂吸収源としての期待や花粉発生量の低減など様々なニーズが発生している。このため、①成長が特に早く大幅に伐期を短縮でき、②下刈り回数が少なくすむ等の複数の優良な性質を持つ次世代のスギ品種の開発が必要とされている。そこで、佐賀県では2007年からこれらの新しいスギ品種の選抜に関する研究に取り組んでいるところである。

佐賀県では1964年からスギ精英樹間の人工交配を行い、新しい優良系統の創成を目的としたスギ精英樹 F₁ (以下、F₁) による試験林を県内各地に設定している。F₁ 試験林には F₁ 系統試験林と F₁ からの選抜クローンを植栽した F₁ 選抜クローン試験林の2種類がある(表-1)。

F₁ 系統試験林は、1969～1972年にスギ精英樹間の人工交配等によって得られた F₁ を県内各地の山地に植栽したものである(全6箇所、合計380家系14,846本で、現在37～40年生)(3,7,8)。

F₁ 選抜クローン試験林は、1980年代の F₁ 系統試験林の約10年生次の調査結果から、生育・通直性・クローネ形状等により優良な個体を選抜し、選抜した個体をさし木増殖して県内各地に植栽したものである(全9箇所、合計233クローン、6,547本、現在20～27年生)(1,4)。

現在までに、F₁ 選抜クローン試験林2箇所の20年生次調査結果から、F₁ の中から従来の精英樹より成長の優れた品種を選抜できる可能性が示されている(5)。そこで今回はより精度の高い評価を行うことを目的として、F₁ 選抜クローン試験林全9箇所のうち1984～1989年に設定された6箇所の試験林の20年生次調査結果等をもとに F₁ クローンの成長特性の解析を行うとともに優れたスギクローンの早期選抜の可能性について検討したので報告する。

Ⅱ. 解析対象

解析対象としたのは、F₁ 選抜クローン試験林9箇所中6箇所に植栽している F₁ クローンおよび精英樹クローンである(表-2)。なお、これら F₁ 選抜クローン試験林の設計はクローン毎のプロット植栽で3反復になっている。

表-2. 解析対象とした F₁ 選抜クローン試験林

試験林名	所在地	植栽クローン数		設定年
		F ₁	精英樹	
①九佐賀第11号次代検定林	唐津市浜玉町	20	36	1984
②九佐賀第12号次代検定林	多久市北多久町	2	43	1985
③九佐賀第14号次代検定林	武雄市武内町	1	40	1987
④九佐賀第15号次代検定林	佐賀市富士町	28	30	1988
⑤伊万里 F ₁ 選抜クローン試験林	伊万里市二里町	30	0	1988
⑥九佐賀第16号次代検定林	佐賀市三瀬村	19	25	1989
合計クローン数		73	51	

※精英樹は①～④および⑥で、F₁ は④～⑥で重複クローンあり。

表-1. 佐賀県における F₁ 試験林の概要

	F ₁ 系統試験林	F ₁ 選抜クローン試験林
設定時期	1969～1972年	1982～1989年
植栽品種	人工交配・自然交配によって得られた F ₁ 実生苗	F ₁ 系統試験林から選抜した優良な F ₁ のさし木苗
合計家系数・クローン数	380家系 14,846本	233クローン 6,547本
設定箇所	嬉野県有林ほか県内5箇所	藤津郡太良町伊福ほか8箇所

^{*1} Masaki, S. and Kuramoto, N.: Evaluation of F₁ clones of *Cryptomeria japonica* plus trees selected in Saga Prefecture based on growth performance in the clonal tests (Ⅱ).

^{*2} 佐賀県林業試験場 Saga Pref. Forest Exp. Stn., Yamato, Saga 840-0212

^{*3} 独立行政法人森林総合研究所林木育種センター九州育種場 Kyushu Regional Breed. Office, Forest Tree Breed. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Koshi, Kumamoto 861-1102

Ⅲ. 解析方法

1) F₁クローン20年次生育調査結果の評価

F₁選抜クローンの20年次生育調査結果（樹高、胸高直径）の比較対象として、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター九州育種場（以下、九州育種場）が管理している89箇所のスギ精英樹クローン次代検定林、合計357クローンのスギ精英樹の20年次生育調査結果を用いた。なお、これらスギ精英樹クローン次代検定林は、クローン毎のプロット植栽で、2反復ないし3反復の設計となっている。

これら検定林生育調査結果をもとに、検定林解析ソフト「LsAb21」(6)を用いて分散分析を行うとともに最小二乗推定法によるF₁クローンおよび精英樹クローンを込みにして各形質の平均値を算出した。また、算出したクローン毎の各形質の平均値から偏差値を算出し、5段階指数評価を行った。さらに、算出したクローン平均値から、F₁クローン集団と精英樹クローン集団との集団間差について分散分析を行った。

2) F₁クローン5年次生育調査結果の評価

F₁選抜クローン試験林6箇所の5年次樹高調査結果と、九州育種場が管理している12箇所のスギ精英樹クローン次代検定林、合計324クローンのスギ精英樹の5年次樹高調査結果を用いた。

これらクローンの樹高調査結果から、20年次と同様、分散分析とクローン平均値の算出、ならびに算出したクローンの5年次樹高の5段階指数評価を行った。さらに、算出したF₁クローン集団と精英樹クローン集団との集団間差についてクローン毎の平均値を用いて分散分析を行った。

3) F₁クローンにおける20年次と5年次の樹高の関係

より早期に成長の優れたスギF₁クローンが選抜できるか検証するため、1) および2) で算出したF₁選抜クローン試験林6箇所の5年次と20年次の樹高平均値を用いて、F₁クローンにおける5年次樹高と20年次樹高の相関について解析を行った。

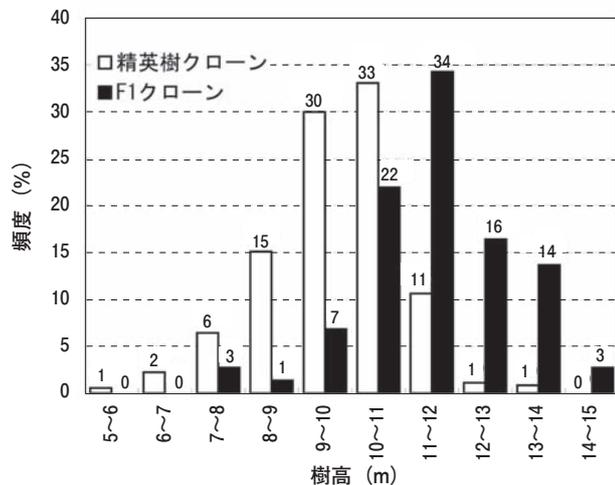


図-1. 精英樹クローンとF₁クローンの20年次樹高の頻度分布

Ⅳ. 結果と考察

1) F₁クローン20年次生育調査結果の評価

F₁クローンおよび精英樹クローンの20年次生育調査結果から分散分析を行った結果、樹高・胸高直径ともに有意なクローン間差が認められた（樹高： $p < 0.01$ ，胸高直径： $p < 0.01$ ）。

最小二乗推定法による各形質のクローン平均値の頻度分布を図-1、2に示す。20年次調査結果では、特に樹高において従来の精英樹クローンより成長の優れたF₁クローンが存在した。平均値から偏差値を算出し、5段階の指数評価を行った結果、評価値5のクローンは、樹高ではF₁が21クローン、精英樹が6クローン、胸高直径ではF₁が11クローン、精英樹が18クローンであった。また、樹高・胸高直径の評価値がともに5のクローンはF₁が10クローン、精英樹が3クローンであった（表-3）。

算出した各形質のクローン平均値を用いてF₁クローン集団と精英樹クローン集団との集団間差について一元配置の分散分析を行った結果、両形質ともF₁クローン集団が有意に優れていた（樹高： $p < 0.01$ ，胸高直径： $p < 0.01$ ）。F₁クローン集団平均値と精英樹クローン集団平均値を表-4に示す。F₁クローンの改良効果（= F₁クローン集団平均値/精英樹クローン集団平均値）は樹高が118.6%、胸高直径が106.4%であった。

真崎ら（2009）の報告では、20年次樹高・胸高直径ともに評価5のクローンは1クローンであったが（5）、解析対象を増やした結果、成長が優良なF₁クローンが前回は大きく上回る数確認することができた。

2) F₁クローン5年次生育調査結果の評価

F₁クローンおよび精英樹クローンの5年次樹高調査結果から分散分析を行った結果、有意なクローン間差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

最小二乗推定法によるクローン平均値の頻度分布を図-3に示す。5年次樹高においても、従来の精英樹クローンより成長の優れたF₁クローンが存在した。

平均値から偏差値を算出して5段階の指数評価を行った結果、5年次樹高の評価値が5のクローンはF₁が17クローン、精英樹

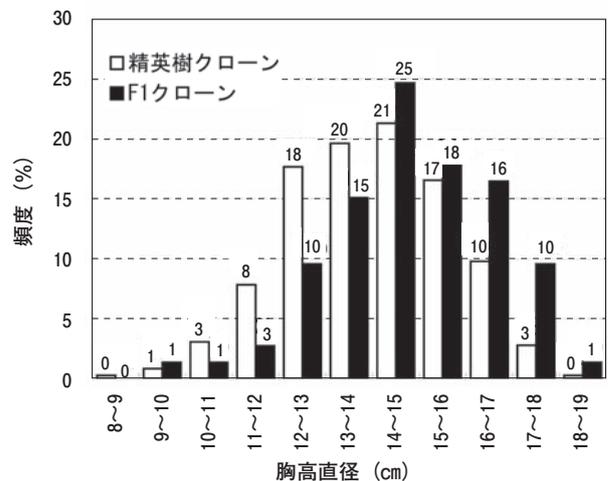


図-2. 精英樹クローンとF₁クローンの20年次胸高直径の頻度分布

が9クローンであった(表-5)。また、評価値5のF₁である17クローンのうち、20年次樹高も評価値5のクローンが13クローン存在した(表-6)。

算出したクローン平均値を用いてF₁クローン集団と精英樹クローン集団との集団間差について一元配置の分散分析を行った結果、F₁クローン集団が有意に優れていた(p<0.01)。F₁クローン集団平均値と精英樹クローン集団平均値を表-4に示す。5年次樹高におけるF₁クローンの改良効果は121.1%であった。

3) F₁クローンにおける20年次と5年次の樹高の関係

1)・2)で算出した20年次樹高と5年次樹高の相関係数を求めた結果、比較的高い相関(R=0.66)が見られた。九州地区の精英樹においては、5年次樹高と20年次樹高および30年次樹高は

表-3. 九州地区スギ精英樹クローンとF₁クローンの比較
(20年次樹高・胸高直径がともに評価5のクローン)

クローン名	F ₁ or 精英樹	F ₁ における		樹高		胸高直径	
		♀親	♂親	平均値 (m)	偏差値	平均値 (cm)	偏差値
B-61	F ₁	藤津25号	藤津15号	14.42	80.63	17.70	70.36
B-16	F ₁	藤津5号	唐津1号	14.22	79.23	17.80	70.93
B-27	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.82	76.44	17.47	69.04
竹田10号	精英樹	-	-	13.79	76.28	18.39	74.27
B-30	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.62	75.05	16.97	66.20
B-40	F ₁	藤津15号	伊万里1号	13.55	74.58	18.34	73.96
大町F120-4	F ₁	唐津8号	八女1号	13.36	73.25	17.07	66.77
九林産51号	精英樹	-	-	13.36	73.21	17.82	70.99
B-74	F ₁	藤津26号	藤津29号	13.27	72.60	17.32	68.20
B-18	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.19	72.03	17.24	67.71
飢肥署1号	精英樹	-	-	13.08	71.31	17.53	69.36
フ10×フ5	F ₁	藤津10号	藤津5号	13.04	71.02	16.96	66.15
B-22	F ₁	藤津5号	伊万里1号	12.69	68.54	17.40	68.66

表-4. F₁クローンの改良効果

	樹高(m)	F ₁ クローン	精英樹クローン	改良効果 (%)
		集団平均値	集団平均値	
20年次	樹高(m)	11.5	9.7	118.6
	胸高直径(cm)	14.9	14.0	106.4
5年次	樹高(m)	2.3	1.9	121.1

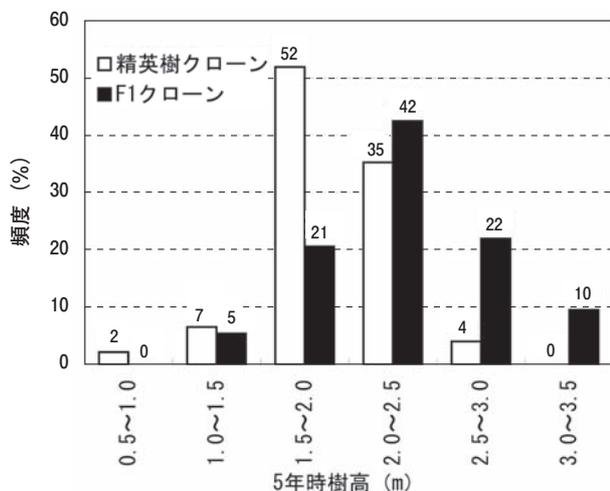


図-3. 精英樹クローンとF₁クローンの5年次樹高の頻度分布

高い相関関係にあることが報告されている(2)が、F₁クローンにおいても同様の傾向が示された。このことから、今後新たに交配によりF₁を創出する場合でも樹高においては5年次である程度の選抜が可能であると考えられた。

表-5. 九州地区スギ精英樹クローンとF₁クローンの比較
(5年次樹高の評価5のクローン)

クローン名	F ₁ or 精英樹	F ₁ における		樹高	
		♀親	♂親	平均値 (m)	偏差値
B-27	F ₁	藤津5号	伊万里1号	3.27	81.94
B-61	F ₁	藤津25号	藤津15号	3.17	79.48
B-74	F ₁	藤津26号	藤津29号	3.16	79.27
B-93	F ₁	唐津1号	佐賀3号	3.08	77.32
B-16	F ₁	藤津5号	唐津1号	3.03	76.05
B-56	F ₁	藤津25号	藤津5号	3.03	76.05
B-30	F ₁	藤津5号	伊万里1号	3.01	75.55
指宿2号	精英樹	-	-	2.97	74.72
フ10×フ25	F ₁	藤津10号	藤津25号	2.96	74.33
九林産11号	精英樹	-	-	2.94	74.02
川辺1号	精英樹	-	-	2.93	73.68
B-59	F ₁	藤津25号	藤津15号	2.91	73.27
竹田10号	精英樹	-	-	2.85	71.76
九林産51号	精英樹	-	-	2.85	71.64
B-18	F ₁	藤津5号	伊万里1号	2.85	71.63
A-76	F ₁	唐津8号	-	2.81	70.64
熊本署7号	精英樹	-	-	2.80	70.55
B-14	F ₁	藤津5号	唐津1号	2.77	69.66
B-75	F ₁	藤津26号	藤津29号	2.76	69.42
A-28	F ₁	伊万里1号	藤津1号	2.75	69.34
川辺3号	精英樹	-	-	2.75	69.22
B-40	F ₁	藤津15号	伊万里1号	2.73	68.68
B-38	F ₁	藤津15号	伊万里1号	2.69	67.87
B-50	F ₁	藤津25号	藤津5号	2.69	67.70
九林産49号	精英樹	-	-	2.68	67.63
九林産12号	精英樹	-	-	2.59	65.44

表-6. 九州地区スギ精英樹クローンとF₁クローンの比較
(20年次樹高・5年次樹高がともに評価5のクローン)

クローン名	F ₁ or 精英樹	F ₁ における		20年時樹高		5年時樹高	
		♀親	♂親	平均値 (m)	偏差値	平均値 (m)	偏差値
B-61	F ₁	藤津25号	藤津15号	14.42	80.63	3.17	79.48
B-16	F ₁	藤津5号	唐津1号	14.22	79.23	3.03	76.05
B-27	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.82	76.44	3.27	81.94
竹田10号	精英樹	-	-	13.79	76.28	2.85	71.76
B-30	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.62	75.05	3.01	75.55
B-40	F ₁	藤津15号	伊万里1号	13.55	74.58	2.73	68.68
九林産51号	精英樹	-	-	13.36	73.21	2.85	71.64
B-56	F ₁	藤津25号	藤津5号	13.35	73.19	3.03	76.05
B-74	F ₁	藤津26号	藤津29号	13.27	72.60	3.16	79.27
B-18	F ₁	藤津5号	伊万里1号	13.19	72.03	2.85	71.63
九林産11号	精英樹	-	-	12.91	70.08	2.94	74.02
A-76	F ₁	唐津8号	-	12.72	68.77	2.81	70.64
B-50	F ₁	藤津25号	藤津5号	12.42	66.68	2.69	67.70
フ10×フ25	F ₁	藤津10号	藤津25号	12.32	65.99	2.96	74.33
B-75	F ₁	藤津26号	藤津29号	12.25	65.52	2.76	69.42
B-38	F ₁	藤津15号	伊万里1号	12.20	65.16	2.69	67.87

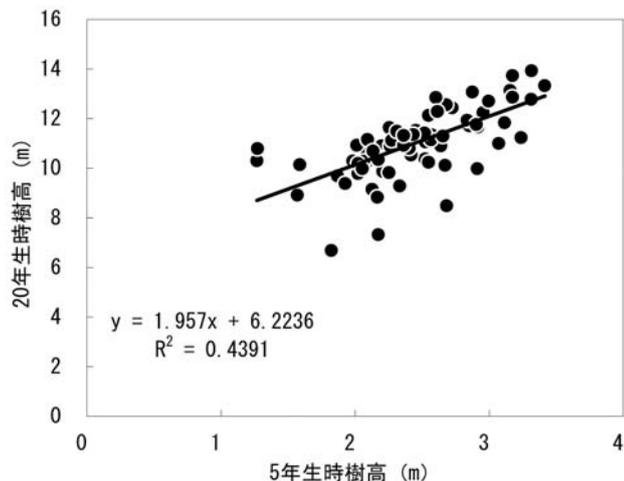


図-4. F_1 クローンにおける20年次樹高と5年次樹高の関係

V. おわりに

今回、解析に用いた F_1 クローンは合計380家系14,846本から選抜された73クローンである。この73クローンから樹高・胸高直径

がともに評価5の F_1 クローンが10クローン確認された（選抜率0.07%）。このことから、 F_1 :3,000本を調査すれば、樹高・胸高直径が共に評価5の成長が優良な F_1 クローンを2個体程度選抜できると考えられ、スギ精英樹採種園産の実生苗が植栽されている検定林や、実生造林地等から成長の優れた次世代のスギ品種を選抜できる可能性が示唆された。

今後は、成長以外の形質（材質、樹幹形、雄花着花性、さし木発根性等）についても調査を行い、より多くのニーズに応えられる次世代品種の選抜を行う予定である。

引用文献

- (1) 蒲原邦行・川原義則（1988）S62佐賀県業報：6-11.
 - (2) 倉本哲嗣・佐藤新一（2008）林木の育種 226：4-5.
 - (3) 原信義（1969）S43佐賀県業報：15-17.
 - (4) 原信義（1980）林木の育種 116：5-10.
 - (5) 真崎ほか（2009）九州森林研究 62：138-141.
 - (6) 宮浦富保（1998）林育研報 15：251-258.
 - (7) 山口和行・原信義（1970）S44佐賀県業報：18-24.
 - (8) 山口和行・原信義（1971）S45佐賀県業報：25-29.
- （2009年10月24日受付；2010年1月14日受理）