

九州育種基本区における第二世代精英樹候補木の選抜 -九熊本第 152 号、九熊本第 153 号（ヒノキ）における実行結果-

九州育種場 育種課 福田有樹・倉原雄二・松永孝治・後藤誠也[※]・栗田学^{※※}・久保田正裕

1 はじめに

森林総合研究所林木育種センターでは、国立研究開発法人森林研究・整備機構第 4 期中長期計画（平成 28～令和 2 年度）に基づき、第二世代精英樹候補木を選抜している。九州育種基本区においては、2019 年度までにスギで 996 個体、ヒノキで 334 個体の第二世代精英樹候補木が選抜されている。集団林の林齢や、交配親である精英樹の種類等を勘案して計画的に選抜を進めており、2020 年度はヒノキ育種集団林 2 箇所より第二世代精英樹候補木の選抜を行ったので、その選抜過程と結果を報告する。

2 材料と方法

選抜対象とした育種集団林の概要を表 1 に示した。九熊本第 152 号、九熊本第 153 号ともに、成長性に優れる第一世代精英樹と通直性に優れる第一世代精英樹の人工交配から得られた実生個体が植栽されている。いずれの育種集団林も、2005 年度に設定され、選抜時の林齢は 15 年である。試験地の設計は、九熊本第 152 号は 6 反復の単木混交植栽、九熊本第 153 号は 4 反復の単木混交植栽および列状植栽であり、植栽間隔はいずれの育種集団林も 1.8 m である。

当該 2 育種集団林における第二世代精英樹候補木の選抜に用いた測定形質は、樹高、胸高直径、幹曲り、根元曲りおよび応力波伝播速度である。樹高、胸高直径、幹曲り、根元曲りについて、15 年次の定期調査データを用いた。樹高は Vertex (Haglöf 社、スウェーデン) を用いて 0.1 m 単位で、胸高直径は輪尺を用いて 1 cm 単位で測定し、根元曲がりや幹曲がりについては目視による 5 段階評価を行った。樹高と胸高直径について、誤差に空間自己相関とランダム誤差を仮定した線型混合モデル^{1), 2)}を用い、REML 法により分散成分を推定し、BLUP 法により各個体の育種価を求めた³⁾。求めた樹高および胸高直径の育種価と検定林平均値の和を用いて材積式⁴⁾により各個体の材積の育種価を求めた。応力波伝播速度の測定は、TreeSonic (FAKOPP 社、ハンガリー) を用い 15 年次に行った。応力波伝播速度の測定対象個体は、家系ごとにお

ける材積育種価上位個体と試験地全体での材積育種価上位個体とし、九熊本第 152 号では 113 個体、九熊本第 153 号では 156 個体について、個体あたり 2 方向より測定した。応力波伝播速度をもとに立木ヤング係数の推定値を池田ら⁵⁾に基づいて算出した。有効密度には池田ら⁶⁾に従い 0.80 g/cm³ を用いた。得られた立木ヤング係数についてランダム誤差を仮定した線型混合モデルを用い、REML 法により分散成分を求め、BLUP 法により各個体の立木ヤング係数の育種価を求めた。以上の REML 法および BLUP 法による計算は、市販のソフトウェア ASReml (VNI international 社、イギリス) を用いて行った。

机上選抜は、以下の基準により行った。(1) 曲りによる選抜: 根元曲りの表現型値が 3 以上かつ幹曲りの表現型値が 3 以上、(2) 材積による選抜: 材積の育種価が各育種集団林の平均 + 0.5 × 標準偏差の値以上、(3) 応力波伝播速度による選抜: 応力波伝播速度の育種価が各育種集団林の平均以上、(4) 家系内個体数による制限: 各家系 (交配組合せ) 内の選抜数は最大 5 個体、以上の基準で選抜された個体群から材積育種価上位個体を選抜対象候補木とした。机上選抜の結果を基に、現地で選抜対象候補木を目視で確認し、病虫害等の欠点のない個体を第二世代精英樹候補木として選抜した。

第二世代精英樹候補木の選抜による改良の指標として相対遺伝的獲得量を算出した。相対遺伝的獲得量は、選抜された第二世代精英樹候補木の材積育種価平均値の育種集団林内平均値からの偏差を、各育種集団林の材積平均値に対する百分率として算出した。

3 結果と考察

2020 年度は、九熊本第 152 号および九熊本第 153 号から第二世代精英樹候補木を選抜した。九熊本第 152 号、九熊本第 153 号は設計が類似していたこともあり、九熊本第 152 号、九熊本第 153 号における平均樹高 (それぞれ 8.91 m、8.53 m)、平均胸高直径 (それぞれ 12.09 cm、11.89 cm)、平均立木ヤング係数 (それぞれ 121.62、114.15) は類似した値を示した。ただし、九熊本第 152 号に比べ

※現在 九州森林管理局 熊本森林管理署、※※現在 関西育種場 育種課

て九熊本第 153 号の方が、全体として曲りが小さい等、上記基準を満たす個体数（選抜本数）は多く、机上選抜と目視による現地確認の結果、九熊本第 152 号において 13 個体、九熊本第 153 号において 27 個体の計 40 個体を第二世代精英樹候補木として選抜した。（表 2、表 3）。選抜の結果、2 つの育種集団林における材積相対遺伝獲得量はそれぞれ 39.6%、40.2%と大きい値を示した。

今回選抜した個体より 2021 年 2 月につき木増殖用の穂を採取し、2021 年 3 月に候補木あたり 8 本をつぎ木増殖した。苗畑において養苗したのち、2022 年 3 月に九州育種場内に定植し、その後利用を進める予定である。

4 まとめ

本報告による選抜により、九州育種基本区の第二世代精英樹候補木の本数はスギで 996 個体、ヒノキで 374 個体となった。今後、これらの第二世代精英樹候補木のクローンとしての成長やさし木発根性等の形質評価を進め、優れたものについては第二世代精英樹として選抜し、雄花着花性等も含めて総合的に優れていると判断されるものは特定母樹への申請・指定を受けて普及を目指すこととしている。また、これら候補木間の交配による育種集団林の造成を行い、第三世代精英樹の選抜に向けた準備を進める計画である。

最後に、貴重な試験地の設定・管理・測定にこれまでに関わっていただいた九州森林管理局、熊本森林管理署、宮崎森林管理署都城支署の皆様および林木育種センター

の関係者に深く感謝する。

5 引用文献

- 1) Dutkowski G, Costa e Silva J, Gilmour A, Wellendorf H, Aguiar A: Spatial analysis enhances modelling of a wide variety of traits in forest genetic trials. *Canadian Journal of Forest Research* 36, 1851-1870 (2006)
- 2) Fukatsu E, Hiraoka Y, Kuramoto N, Yamada H, Takahashi M: Effectiveness of spatial analysis in *Cryptomeria japonica* D. Don (sugi) forward selection revealed by validation using progeny and clonal tests. *Annals of Forest Science*, 75, 96 (2018)
- 3) Gilmour A, Gogel B, Cullis B, Thompson R: ASReml User Guide Release 3.0. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK www.vsnl.co.uk (2009)
- 4) 林野庁: 熊本営林局 立木材積表 (1970)
- 5) 池田潔彦, 大森昭壽, 有馬孝禮: 応力波伝播速度による立木材質の評価と適用(第3報). *木材学会誌* 46, 558-565 (2000)
- 6) 池田潔彦, 金森富士雄, 有馬孝禮: 応力波伝播速度による立木材質の評価と適用(第4報) ヒノキ林分立木材質の評価. *木材学会誌* 46, 602-608 (2000)

表1 選抜対象とした育種集団林の基本情報

樹種	検定林名 (コード)	所在地	設定 年度	植栽 本数	植栽 家数 ^{*1}	第一世代 精英樹数 ^{*2}	形質平均値±標準誤差		
							樹高(m)	直径(cm)	立木ヤング係数 (tonf/cm2) ^{*3}
ヒノキ	九熊本第152号 (7036)	熊本森林管理署 小萩国有林169は4林小班	2005	2,555	24	10	8.91 ±1.77	12.09 ±3.50	121.62 ±23.53
ヒノキ	九熊本第153号 (7037)	宮崎森林管理署都城支署 青井岳国有林49る林小班	2005	2,730	27	14	8.53 ±1.20	11.89 ±2.80	114.15 ±19.88

*1: 植栽家数係は交配組合せ数(対照家系を除く)を示す。

*2: 第一世代精英樹数は交配親として関与した第一世代精英樹数(対照として植栽された個体の親となった精英樹は除く)を示す。

*3: 机上選抜の後に測定しているため、測定個体数は樹高及び直径の測定個体数と異なる。

表2 選抜された第二世代精英樹候補木の基本情報

樹種	検定林名 (コード)	選抜 本数	選抜率	選抜 家数 ^{*1}	第一世代 精英樹数 ^{*2}	形質平均値			材積 相対遺伝 獲得量 ^{*3}
						樹高(m)	直径(cm)	立木ヤング係数 (tonf/cm2) ^{*3}	
ヒノキ	九熊本第152号 (7036)	13	0.5%	6	6	11.23	17.72	136.18	39.6%
ヒノキ	九熊本第153号 (7037)	27	1.0%	12	7	10.11	15.50	128.98	40.2%

*1: 選抜家数係は、選抜された個体が属する交配組合せ(家系)の総数を示す。

*2: 第一世代精英樹数は、選抜された候補木の交配親として関与した第一世代精英樹数を示す。

*3: 材積相対遺伝的獲得量は、15年次の調査結果に基づく。

表3 選抜された第二世代精英樹候補木一覧

a) 九熊本第152号

系統名	系統コード	樹高(m)	直径(cm)	幹曲り ^{*1}	根元曲り ^{*1}	育種価偏差値	
						材積	立木ヤング係数 ^{*2}
ヒノキ九育 2-335	GFB33360	12.2	15.9	4	4	68.9	54.7
ヒノキ九育 2-336	GFB33361	12.0	14.8	4	5	68.1	54.3
ヒノキ九育 2-337	GFB33362	9.9	20.3	3	5	61.1	57.6
ヒノキ九育 2-338	GFB33363	12.5	17.8	3	3	71.5	53.6
ヒノキ九育 2-339	GFB33364	10.5	22.4	4	3	73.2	52.1
ヒノキ九育 2-340	GFB33365	10.2	19.7	3	3	61.6	57.5
ヒノキ九育 2-341	GFB33366	11.8	19.1	4	3	73.7	49.8
ヒノキ九育 2-342	GFB33367	11.6	20.5	4	3	66.8	64.9
ヒノキ九育 2-343	GFB33368	11.5	15.0	3	3	69.7	55.8
ヒノキ九育 2-344	GFB33369	10.3	16.8	4	4	61.4	55.9
ヒノキ九育 2-345	GFB33370	10.6	19.0	4	4	63.8	53.7
ヒノキ九育 2-346	GFB33371	11.9	17.0	3	3	63.7	53.9
ヒノキ九育 2-347	GFB33372	11.0	12.0	3	3	66.8	54.0

*1: 幹曲・根元曲は5段階指数評価値(九州育種基本区精英樹特性表参照)。

*2: 選抜基準を応力波伝播速度の育種価が各育種集団の平均以上としたため、偏差値が50を下回る個体も含まれる。

b) 九熊本第153号

系統名	系統コード	樹高(m)	直径(cm)	幹曲り ^{*1}	根元曲り ^{*1}	育種価偏差値	
						材積	立木ヤング係数 ^{*2}
ヒノキ九育 2-348	GFB33372	9.8	16.0	3	3	62.1	57.2
ヒノキ九育 2-349	GFB33373	10.7	15.7	4	3	70.8	50.5
ヒノキ九育 2-350	GFB33374	9.9	16.3	3	4	62.9	67.3
ヒノキ九育 2-351	GFB33375	10.1	14.8	3	3	63.0	54.2
ヒノキ九育 2-352	GFB33376	10.8	15.4	4	4	61.9	66.1
ヒノキ九育 2-353	GFB33377	9.8	16.0	4	4	61.9	62.8
ヒノキ九育 2-354	GFB33378	10.2	15.7	4	4	62.4	55.9
ヒノキ九育 2-355	GFB33379	10.1	14.2	4	3	66.5	50.7
ヒノキ九育 2-356	GFB33380	10.1	16.3	3	3	62.9	61.1
ヒノキ九育 2-357	GFB33381	10.2	18.0	4	3	64.1	54.6
ヒノキ九育 2-358	GFB33382	10.8	15.7	4	4	62.6	56.0
ヒノキ九育 2-359	GFB33383	11.1	17.0	3	3	76.4	52.8
ヒノキ九育 2-360	GFB33384	9.9	15.0	3	3	56.3	70.7
ヒノキ九育 2-361	GFB33385	10.6	14.8	5	3	68.8	49.6
ヒノキ九育 2-362	GFB33386	9.2	13.4	4	4	58.7	78.2
ヒノキ九育 2-363	GFB33387	8.4	12.2	4	3	58.5	67.5
ヒノキ九育 2-364	GFB33388	8.8	15.8	4	3	62.4	65.9
ヒノキ九育 2-365	GFB33389	9.8	14.6	4	4	69.0	54.3
ヒノキ九育 2-366	GFB33390	9.6	13.5	3	3	66.3	54.6
ヒノキ九育 2-367	GFB33391	8.7	14.3	3	3	61.7	51.2
ヒノキ九育 2-368	GFB33392	9.9	16.5	4	4	67.6	55.6
ヒノキ九育 2-369	GFB33393	9.3	15.9	3	3	65.6	60.8
ヒノキ九育 2-370	GFB33394	11.1	14.5	4	3	73.8	53.8
ヒノキ九育 2-371	GFB33395	11.0	16.8	4	3	78.3	51.4
ヒノキ九育 2-372	GFB33396	11.4	17.0	4	4	79.0	50.0
ヒノキ九育 2-373	GFB33397	10.8	17.7	4	4	79.3	53.7
ヒノキ九育 2-374	GFB33398	10.8	15.3	4	4	60.3	71.5

*1: 幹曲・根元曲は5段階指数評価値(九州育種基本区精英樹特性表参照)。

*2: 選抜基準を応力波伝播速度の育種価が各育種集団の平均以上としたため、偏差値が50を下回る個体も含まれる。