

関東育種基本区におけるスギ第二世代精英樹候補木の選抜

— 関前 80 号および関長 48 号・49 号における実行結果 —

林木育種センター育種部 育種第二課 松下通也・高島有哉*・長谷部辰高・田村明

※現所属 関西育種場育種課

1 はじめに

森林総合研究所林木育種センターでは、森林研究・整備機構第 5 期中期計画 (令和 3~7 年度) に基づき、主要造林樹種の次世代精英樹候補木の選抜を進めている。関東育種基本区では、主要造林樹種 3 種スギ、ヒノキ、カラマツを中心として人工交配等による実生個体の検定林を設定し、育種集団の創出・検定に取り組んできた。検定林の地域性や林齢、交配親である精英樹系統の多様性等を勘案して戦略的に次世代選抜を進め、2020 年度までにスギでは 484 個体の第二世代精英樹候補木を選抜済みである。本稿では 2021 年春にスギ検定林 3 箇所において実施した第二世代精英樹候補木選抜の結果を報告する。

2 材料と方法

選抜対象とした検定林の概要を表 1 に示す。これらの検定林には、第一世代精英樹等を交配親とした人工交配 (ハーフダイヤレル交配) に由来する複数の交配家系の実生個体が植栽されており、これらの検定林は「育種集団林」という検定林カテゴリーに該当する。関東 80 号と関長 48 号は 2005 年に、関長 49 号は 2009 年に設定され、2021 年春における選抜時林齢は 11 年または 16 年である。試験地設計としては、3 または 6 反復 (ブロック) を設けており、各反復内は単木混交植栽であり、植栽間隔 1.8m×1.8m である。選抜実施の際に改良対象とした形質は、材積、樹高、胸高直径、幹曲り、根元曲り、応力波伝播速度、ピロディン貫入量である。樹高および胸高直径に関しては、検定林において 5~20 年次に 5 年間隔で定期調査が実施され、幹曲り及び根元曲りにについては目視により 5 段階の指数評価で実施されている。

樹高および胸高直径の測定データに基づいて、森林総合研究所「幹材積計算プログラム」より各個体の幹材積を算出した。成長形質 (樹高、胸高直径、幹材積) 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するとともに BLUP 法により各個体の育種価を算出した³⁾。本稿の統計解析には R の `breedR` パッケージ

を用いた。

材質形質の測定に関しては、各検定林における成長形質の解析結果で成績上位であった家系を抽出し、さらに家系あたり材積の育種価上位 4~6 個体程度を対象として実施した。応力波伝播速度は `TrecSonic` (`FAKOPP` 社、ハンガリー) を用いて、また材密度指標についてはピロディン (`PROCEQ` 社、スイス) を用いて、各個体の地上高 1.2m 付近で 2 方向より貫入量を測定した。応力波伝播速度およびピロディン貫入量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 法で各個体の育種価を算出した。

次世代候補木選抜における作業手順 (優先順位) および基準は以下の通りである。1) 成長性: 材積育種価が各検定林の家系平均+0.5×標準偏差の値以上、2) 通直性: 根元曲り・幹曲りが各家系の平均相当以上、3) 材質形質: 応力波伝播速度の育種価が各家系の平均相当以上、4) 材密度指標: ピロディンに基づく育種価が各家系の平均相当以上、5) 血縁による制限: 各家系 (交配組合せ) のうち全兄弟内選抜数は最大 3 個体、半兄弟内選抜数は最大 5 個体とし、特定の第一世代精英樹に由来する個体からの選抜が突出しないよう配慮する。これらの基準を満たす個体の中から材積育種価上位個体を候補とし、現地確認して障害・病虫害等の特段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、クローン保存用の荒穂の採穂を実施した。

3 結果と考察

解析の結果、関前 80 号より 20 個体、関長 48 号より 30 個体、関長 49 号より 13 個体の合計 63 個体を第二世代精英樹候補木として選抜した (表 2~表 4)。また本選抜の結果、各検定林母集団の幹材積の平均偏差値を 50 とした際の、選抜した候補木における幹材積の平均偏差値は、それぞれ 62 (関前 80 号)、59 (関長 48 号)、61 (関長 49 号) であった。候補木として選抜した個体より、2021 年 4 月にクローン増殖用の荒穂を候補木あたり約 20 本程度採取し挿し木増殖を行った。今後、増殖したさし木個体は場

内に定植する。

4 まとめ

本報告による選抜により、関東育種基本区におけるスギ第二世代精英樹候補木の総数は544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着花性等の評価を進め、優れたものについては第二世代精英樹（エリートツリー）として選抜する予定である。雄花着花性等も含めて総合的に特段優れていると判断されるものは、優良品種や特定母樹としての普及を目指す。また、これらの交配による第3世代精英樹の選抜に向けた育種集団林造成を進めていく計画である。

5 謝辞

検定林の設定・管理・測定に多大なご理解とご協力いただいた関東森林管理局塩那森林管理署（関前80号）、中部森林管理局木曾森林管理署南木曾支署（関長48号・49号）の皆様および林木育種センター関係者に深く感謝する。

表1. 選抜を実施した検定林の概況

検定林名	設定年	所在地	反復数	系統数	植栽本数
関前80号	2005年	栃木県 那須郡 馬頭町 川戸道国有林5林班い8, 9, 10	6	56	1, 440
関長48号	2005年	長野県 木曾郡 大桑村 阿寺国有林1232林班	6	56	1, 440
関長49号	2009年	長野県 木曾郡 南木曾町 柿其104へ	3	42	723

表2. 関前80号にて選抜したスギ第二世代候補木

候補木名	樹高(m)	直径(cm)	幹曲り	根元曲り	応力波伝搬速度 (m/s)
スギ林育2-528	11.0	13.0	4	3	3140
スギ林育2-529	13.2	17.0	5	4	3442
スギ林育2-530	11.0	16.9	5	5	3390
スギ林育2-531	10.7	11.4	3	4	3221
スギ林育2-532	11.5	13.8	3	3	3101
スギ林育2-533	11.9	14.8	3	3	3257
スギ林育2-534	13.0	16.2	4	4	3584
スギ林育2-535	11.1	13.9	3	4	3846
スギ林育2-536	10.8	14.1	4	5	3150
スギ林育2-537	14.3	16.6	4	4	3333
スギ林育2-538	15.7	17.7	4	5	3279
スギ林育2-539	18.1	22.6	5	5	3284
スギ林育2-540	10.4	13.0	5	4	3096
スギ林育2-541	13.6	18.6	4	4	3279
スギ林育2-542	12.0	15.9	5	5	3650
スギ林育2-543	15.4	18.0	4	4	3497
スギ林育2-544	12.0	15.3	5	5	3527
スギ林育2-545	12.3	15.6	4	5	3306
スギ林育2-546	10.6	17.0	5	3	3140
スギ林育2-547	12.0	16.3	5	4	3195
候補木の平均	12.5	15.9	4.2	4.2	3336
母集団の平均	11.2	13.4	3.8	3.8	3112

6 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.vsn.co.uk (2009)

表3. 関長49号にて選抜したスギ第二世代候補木

候補木名	樹高(m)	直径(cm)	幹曲り	根元曲り	応力波伝搬速度 (m/s)
スギ林育2-515	7.1	12.3	3	3	2525
スギ林育2-516	6.8	10.0	4	3	2793
スギ林育2-517	7.1	12.5	4	3	2985
スギ林育2-518	6.8	9.9	3	3	3003
スギ林育2-519	6.3	8.9	5	3	2491
スギ林育2-520	6.4	8.8	4	3	2121
スギ林育2-521	7.0	10.9	4	3	2387
スギ林育2-522	7.0	12.0	4	4	2759
スギ林育2-523	7.2	14.0	5	3	2528
スギ林育2-524	6.1	8.0	4	4	2404
スギ林育2-525	7.1	11.0	4	3	2732
スギ林育2-526	6.7	9.6	4	4	2699
スギ林育2-527	7.2	12.3	4	3	2677
候補木の平均	6.8	10.8	4.0	3.2	2623
母集団の平均	5.9	8.1	3.6	2.4	2435

表 4. 関長 48 号にて選抜したスギ第二世代候補木

候補木名	樹高(m)	直径(cm)	幹曲り	根元曲り	応力波伝搬速度 (m/s)
スギ林育2-485	11.0	16.5	5	4	3096
スギ林育2-486	14.8	20.7	4	3	3571
スギ林育2-487	14.9	22.0	3	3	2907
スギ林育2-488	12.8	14.4	4	3	3643
スギ林育2-489	10.1	13.3	3	3	3425
スギ林育2-490	11.9	18.2	4	3	3135
スギ林育2-491	12.2	17.4	4	4	3306
スギ林育2-492	11.8	15.9	3	3	3091
スギ林育2-493	12.8	18.8	4	3	3333
スギ林育2-494	12.4	21.5	4	3	2963
スギ林育2-495	12.2	15.0	4	4	3306
スギ林育2-496	12.4	20.0	4	3	3067
スギ林育2-497	11.3	16.0	4	4	3125
スギ林育2-498	12.2	19.2	4	4	3053
スギ林育2-499	13.3	19.0	4	4	2937
スギ林育2-500	11.0	16.1	5	3	4032
スギ林育2-501	9.9	14.4	3	3	3356
スギ林育2-502	10.1	16.5	5	3	3145
スギ林育2-503	10.7	17.6	5	3	3484
スギ林育2-504	8.7	12.3	5	3	3630
スギ林育2-505	11.6	20.8	3	3	2766
スギ林育2-506	13.1	18.8	4	3	2963
スギ林育2-507	11.2	15.3	4	3	3436
スギ林育2-508	12.0	17.1	3	3	3552
スギ林育2-509	9.3	15.1	4	3	2778
スギ林育2-510	11.0	16.8	4	3	3150
スギ林育2-511	10.8	15.4	4	3	3597
スギ林育2-512	9.8	14.1	3	3	3200
スギ林育2-513	7.3	13.8	4	3	3472
スギ林育2-514	9.6	20.2	3	3	4040
候補木の平均	11.4	17.1	3.9	3.0	3285
母集団の平均	9.8	12.9	3.1	2.5	3120