

関東育種基本区におけるカラマツ第二世代精英樹候補木の選抜 — 関長 29 号、関長 31 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・小川広大・坪村美代子・田村明
林木育種センター育種部 高橋誠

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、育種対象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、スギ、ヒノキ、カラマツの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。検定林の地域的な配置や林齢、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、第4樹中期計画までにカラマツでは211個体の第二世代精英樹候補木を既に選抜している。本稿では、令和5年度にカラマツ検定林2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、第一世代精英樹を親とした人工交配（ハーフダイヤレル交配）、または自然交配に由来する複数家系の実生個体が植栽されている。試験地の設計にあたっては、反復（ブロック）を設け、各反復内は方形植栽または単木混交植栽としている。植栽間隔は2.0m×2.0m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、残存球果着花指数である。樹高および胸高直径については、検定林において5～30年次に5年間隔で定期調査（毎木調査）が実施されており、幹曲り及び根元曲りについては10生以上の林齢において目視により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（Dutkowski et al. 2006, Fukatsu et al 2018）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。本稿の統計解析にはR 3.2.5（R Core Team 2016）のbreedRパッケージ（Munoz and Sanchez

2019）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4～8個体程度を対象として実施した。応力波伝播速度はTreeSonic（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) 球果着花性：残存球果着花指数の観察値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個体程度とし、特定の第一世代精英樹に由来する家系からの選抜に偏らないよう配慮する。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、2検定林より33個体を第二世代精英樹候補木として選抜した（表1、表2）。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63（関長29号）、63（関長31号）であった（表2）。候補木として選抜した個体より、令和5年11月～12月にかけてクローン増殖用の荒穂を候補木あたり約10本程度採取し、令和6年春につぎ木増殖を行った。今後、増殖したつぎ木個体は場内に定植してクローン保存する。

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カラマツ第二世代精英樹候補木の総数は 293 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材質、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。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、優良品種としての開発や特定母樹への申請を目指す。また、これらの第二世代精英樹候補木を交配親として、第三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中部森林管理局ならびに東信森林管理署 真田森林事務所（関長 29 号）、東信森林管理署 佐久平森林事務所（関長 31 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。

6 参考文献

Dutkowski G, Costa e Silva J, Gilmour A, Wellendorf H, Aguiar A (2006): Spatial analysis enhances modelling of a wide variety of traits in forest genetic trials. Canadian Journal of Forest Research 36, 1851-1870

Fukatsu E, Hiraoka Y, Kuramoto N, Yamada H, Takahashi M (2018): 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

Munoz F, Sanchez L (2019) breedR: Statistical Methods for Forest Genetic Resources Analysts. R package version 0.12-4. <https://github.com/famuvie/breedR>.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

表 1 第二世代候補木選抜を実施した検定林の概況

検定林名	選抜した第二世代候補木	設定年	所在地	反復数	系統数	植栽本数	選抜本数
関長31号	カラマツ林育2-263～279	1981	長野県佐久市前山 立科国有林116た	5	25	2,500	17
関長29号	カラマツ林育2-280～295	1980	長野県小県郡真田町傍陽 傍陽山国有林1052ろ・は	3	26	1,620	16

表 2 関東育種基本区において令和 5 年度に選抜したカラマツ第二世代候補木。

検定林名	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)
関長31号 (31年次)	カラマツ林育2-263	14.0	19.7	4	4	4405
	カラマツ林育2-264	14.1	20.5	4	4	4301
	カラマツ林育2-265	14.4	19.2	5	5	4515
	カラマツ林育2-266	15.3	23.4	5	5	4484
	カラマツ林育2-267	13.7	23.0	4	4	4386
	カラマツ林育2-268	13.8	21.5	4	4	4484
	カラマツ林育2-269	14.5	19.0	5	5	4619
	カラマツ林育2-270	13.5	20.0	4	4	4566
	カラマツ林育2-271	13.2	24.2	4	5	4684
	カラマツ林育2-272	14.1	20.7	4	4	4640
	カラマツ林育2-273	14.5	22.4	4	4	4608
	カラマツ林育2-274	12.4	20.4	4	5	4357
	カラマツ林育2-275	15.2	23.2	3	4	4454
	カラマツ林育2-276	13.6	23.2	4	5	4505
	カラマツ林育2-277	14.3	23.0	5	5	4566
	カラマツ林育2-278	15.0	20.5	5	5	4545
	カラマツ林育2-279	14.9	18.5	4	4	4598
候補木の平均		14.1	21.3	4.2	4.5	4513
母集団の平均		11.4	15.7	3.0	3.6	4325

検定林名	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)
関長29号 (30年次)	カラマツ林育2-280	20.1	24.0	5	5	5000
	カラマツ林育2-281	22.4	27.0	5	5	4515
	カラマツ林育2-282	24.5	29.0	5	5	4566
	カラマツ林育2-283	23.1	24.0	4	4	4556
	カラマツ林育2-284	21.1	26.0	4	4	4454
	カラマツ林育2-285	21.6	27.0	5	5	4577
	カラマツ林育2-286	21.6	23.0	5	5	4938
	カラマツ林育2-287	20.5	29.0	5	5	4587
	カラマツ林育2-288	22.6	25.0	5	5	4819
	カラマツ林育2-289	21.8	29.0	5	5	4695
	カラマツ林育2-290	21.2	24.0	5	4	4525
	カラマツ林育2-291	21.7	26.0	4	4	5102
	カラマツ林育2-292	22.0	28.0	5	5	4598
	カラマツ林育2-293	21.1	23.0	5	5	4988
	カラマツ林育2-294	22.0	29.0	4	5	4662
	カラマツ林育2-295	19.0	27.0	4	4	4556
候補木の平均		21.6	26.3	4.7	4.7	4696
母集団の平均		18.2	19.4	3.9	4.3	4525

注) 検定林名の下括弧内は選抜に用いた成長調査年次。