

関東育種基本区におけるヒノキ第二世代精英樹候補木の選抜 —関名 31 号、関東 72 号、関東 73 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・高橋優介・坪村美代子・
田村明・育種第一課 大平峰子

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樹中期計画までにヒノキでは161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年度にヒノキ検定林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、第一世代精英樹を親とした人工交配（ハーフダイアル交配）、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、各反復内は列状または単木混交植栽としている。植栽間隔は1.8 m×1.8 m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ついては、検定林において5～30年次に5～10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1.2 m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）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、3検定林より48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62（関名31号）、61（関東72号）、64（関東73号）であった（表2）。候補木として選抜した個体より、2023年11月～2024年1月にかけて

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、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ヒノキ第二世代精英樹候補木の総数は 324 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、これらのヒノキ第二世代精英樹候補木を交配親とした交配により、第三世代精英樹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ならび茨城森林管理署 上君田森林事務所（関東 72 号）、茨城森林管理署 磯原森林事務所（関東 73 号）、また中部森林管理局ならび愛知森林管理事務所 田口森林事務所（関名 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 引用文献

- 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
関名31号	ヒノキ林育2-278～293	2004	愛知県北設楽郡設楽町田峯段戸国有林26は	3	32	720	16
関東72号	ヒノキ林育2-294～307	2008	茨城県高萩市堅石国有林1087は5	6	48	1,440	14
関東73号	ヒノキ林育2-308～325	2009	茨城県北茨城市磯原町内野山国有林1056ろ1	5	48	1,340	18

表 2 関東育種基本区において令和 5 年度に選抜したヒノキ二世代候補木

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)
関名31号 (16年次)	ヒノキ林育2-278	9.8	15.2	4	4	3738
	ヒノキ林育2-279	9.6	14.7	4	5	3992
	ヒノキ林育2-280	9.5	16.2	4	5	3876
	ヒノキ林育2-281	9.3	16.0	4	4	3876
	ヒノキ林育2-282	9.4	16.0	4	4	4082
	ヒノキ林育2-283	9.2	15.9	4	5	3937
	ヒノキ林育2-284	8.2	10.5	4	3	3929
	ヒノキ林育2-285	9.4	16.3	4	4	4090
	ヒノキ林育2-286	9.5	14.2	4	4	3914
	ヒノキ林育2-287	9.3	14.1	4	4	3953
	ヒノキ林育2-288	9.7	15.1	4	5	4008
	ヒノキ林育2-289	10.6	15.3	4	4	3976
	ヒノキ林育2-290	8.7	16.0	4	4	3711
	ヒノキ林育2-291	9.6	15.0	4	4	3945
	ヒノキ林育2-292	9.3	17.3	4	5	3846
	ヒノキ林育2-293	10.4	15.7	4	4	3752
	候補木の平均	9.5	15.2	4.0	4.3	3914
	母集団の平均	8.4	12.9	3.6	3.4	3714
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)
関東72号 (15年次)	ヒノキ林育2-294	9.8	20.6	5	4	3175
	ヒノキ林育2-295	9.6	18.8	4	3	3367
	ヒノキ林育2-296	9.1	16.1	5	5	3044
	ヒノキ林育2-297	9.5	19.0	5	4	3268
	ヒノキ林育2-298	9.5	19.0	4	4	3012
	ヒノキ林育2-299	10.6	16.5	5	4	2972
	ヒノキ林育2-300	9.5	19.5	4	4	3135
	ヒノキ林育2-301	10.4	20.0	4	3	3396
	ヒノキ林育2-302	9.2	20.0	4	4	3328
	ヒノキ林育2-303	9.7	19.5	5	4	2894
	ヒノキ林育2-304	11.0	19.3	4	4	3135
	ヒノキ林育2-305	11.1	19.5	4	4	3072
	ヒノキ林育2-306	11.6	16.5	4	3	3096
	ヒノキ林育2-307	11.3	20.0	4	3	2959
	候補木の平均	10.1	18.9	4.4	3.8	3132
	母集団の平均	9.3	14.9	3.7	3.4	2868
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)
関東73号 (15年次)	ヒノキ林育2-308	11.1	20.5	5	4	2999
	ヒノキ林育2-309	10.2	21.4	4	3	3236
	ヒノキ林育2-310	10.1	18.4	5	5	3300
	ヒノキ林育2-311	11.9	19.8	4	3	3067
	ヒノキ林育2-312	10.5	21.4	4	4	3311
	ヒノキ林育2-313	12.3	20.8	4	3	3044
	ヒノキ林育2-314	12.1	16.4	4	3	3067
	ヒノキ林育2-315	10.8	19.0	4	4	3165
	ヒノキ林育2-316	12.3	20.3	5	4	3063
	ヒノキ林育2-317	11.0	18.7	4	4	3226
	ヒノキ林育2-318	11.9	19.8	4	4	2924
	ヒノキ林育2-319	10.3	18.5	4	5	3390
	ヒノキ林育2-320	10.5	18.7	3	4	3454
	ヒノキ林育2-321	10.4	14.6	4	4	3135
	ヒノキ林育2-322	10.3	16.0	5	5	3082
	ヒノキ林育2-323	11.3	16.2	4	5	2999
	ヒノキ林育2-324	11.3	17.1	5	5	2967
	ヒノキ林育2-325	12.7	17.5	3	3	3021
	候補木の平均	11.2	18.6	4.2	4.0	3136
	母集団の平均	9.9	14.8	3.4	3.2	2904

注) 検定林名下の括弧内の年次は選抜に用いた成長形質データの調査年次。