

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 — 関長 19 号、関長 47 号、関長 58 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・長谷部辰高*・高橋優介・
坪村美代子・木村恵・大平峰子・田村明
遺伝資源部 探索収集課 小川広大**

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、2021 年春～2022 年冬にかけて、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（ハーフダイアレル交配）、またはオープン家系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 5～20 年次に 5 年間隔で定期調査（毎木調査）が実施されており、幹曲り及び根元曲がりについては 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^{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 3.2.5³⁾の breedR パッケージ⁴⁾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 60 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、

※ 現在 林木育種センター 遺伝資源部 探索収集課

※※ 現在 林木育種センター 育種部 育種第二課

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（関東 58 号）、62（関長 19 号）、63（関長 47 号）であった（表 2）。候補木として選抜した個体より、2021 年 4 月～2022 年 12 月にかけてクローン増殖用の荒穂を候補木あたり約 20 本程度を採取し、接ぎ木増殖を行った。今後、増殖した接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 221 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 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ならびに伊豆森林管理署松崎森林事務所（関東 58 号）、また中部森林管理局ならびに南信森林管理署 下諏訪森林事務所（関長 19 号）、木曾森林管理署駒ヶ岳森林事務所（関長 47 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

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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/>.
- 4) Munoz F, Sanchez L (2019) breedR: Statistical Methods for Forest Genetic Resources Analysts. R package version 0.12-4. <https://github.com/famuvie/breedR>.

表 1. 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	選抜数
関長19号	ヒノキ林育2-163～182	1975	長野県諏訪郡下諏訪町 東俣国有林1101は	3	40	3,600	20
関長47号	ヒノキ林育2-183～192	1998	長野県木曾郡上松町 小川入国有林197ほ	5	41	1,446	10
関東58号	ヒノキ林育2-193～222	1990	静岡県賀茂郡松崎町 池代国有林514い3	3	41	2,460	30

表 2. 関東育種基本区において 2021 年春～2022 年冬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)	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19号 (30年次)	ヒノキ林育2-163	13.0	21.0	4	4	4073	関東58号 (30年次)	ヒノキ林育2-193	10.4	19.0	4	3	4016
	ヒノキ林育2-164	11.0	25.0	5	4	4082		ヒノキ林育2-194	10.5	17.0	4	3	4246
	ヒノキ林育2-165	11.5	19.0	4	3	4107		ヒノキ林育2-195	8.8	17.0	3	3	3960
	ヒノキ林育2-166	12.5	19.0	4	3	4124		ヒノキ林育2-196	11.1	18.0	4	3	4405
	ヒノキ林育2-167	12.0	21.0	3	4	4149		ヒノキ林育2-197	11.0	18.0	4	4	4494
	ヒノキ林育2-168	12.0	18.0	4	5	4202		ヒノキ林育2-198	11.1	16.0	4	3	4310
	ヒノキ林育2-169	14.0	18.0	5	5	4141		ヒノキ林育2-199	9.3	22.0	5	3	3960
	ヒノキ林育2-170	13.0	17.0	5	5	4211		ヒノキ林育2-200	9.6	18.0	5	4	3945
	ヒノキ林育2-171	12.0	19.0	5	5	4115		ヒノキ林育2-201	10.7	18.0	4	4	4386
	ヒノキ林育2-172	11.5	15.0	5	5	4040		ヒノキ林育2-202	10.3	21.0	4	3	4158
	ヒノキ林育2-173	13.0	15.0	5	5	4132		ヒノキ林育2-203	9.1	18.0	4	5	4167
	ヒノキ林育2-174	13.0	16.0	5	4	4175		ヒノキ林育2-204	6.9	16.0	5	4	4008
	ヒノキ林育2-175	11.0	17.0	5	4	4057		ヒノキ林育2-205	7.9	16.0	4	4	4283
	ヒノキ林育2-176	11.0	17.0	5	3	4090		ヒノキ林育2-206	9.2	18.0	5	4	4255
	ヒノキ林育2-177	14.5	17.0	5	5	4057		ヒノキ林育2-207	8.3	16.0	5	4	3960
	ヒノキ林育2-178	11.5	18.0	4	4	3650		ヒノキ林育2-208	8.6	16.0	5	5	4211
	ヒノキ林育2-179	11.5	18.0	5	3	3984		ヒノキ林育2-209	9.2	18.0	5	4	4073
	ヒノキ林育2-180	16.0	20.0	4	4	4211		ヒノキ林育2-210	9.0	16.0	4	4	4264
	ヒノキ林育2-181	16.0	18.0	4	3	4032		ヒノキ林育2-211	8.8	16.0	5	5	4264
	ヒノキ林育2-182	16.0	19.0	4	3	4320		ヒノキ林育2-212	10.1	18.0	4	5	3876
候補木の平均	12.8	18.4	4.5	4.1	4098	ヒノキ林育2-213	9.8	18.0	5	4	3914		
母集団の平均	10.9	14.5	4.2	3.8	3965	ヒノキ林育2-214	9.6	18.0	5	4	4115		
関長47号 (20年次)	ヒノキ林育2-183	9.3	14.3	4	3	3937	ヒノキ林育2-215	9.9	18.0	5	3	4065	
	ヒノキ林育2-184	8.0	11.3	4	3	4115	ヒノキ林育2-216	9.5	17.0	4	4	4090	
	ヒノキ林育2-185	7.6	11.7	4	4	3824	ヒノキ林育2-217	9.2	18.0	5	5	4274	
	ヒノキ林育2-186	8.4	17.5	4	3	3715	ヒノキ林育2-218	8.9	18.0	5	3	4032	
	ヒノキ林育2-187	7.8	14.0	4	4	4008	ヒノキ林育2-219	8.6	16.0	4	3	4040	
	ヒノキ林育2-188	7.7	14.0	5	5	3822	ヒノキ林育2-220	8.0	15.0	4	3	3953	
	ヒノキ林育2-189	8.2	11.8	4	5	4024	ヒノキ林育2-221	10.6	21.0	3	3	4246	
	ヒノキ林育2-190	7.5	14.3	3	3	3731	ヒノキ林育2-222	10.8	25.0	4	3	3891	
	ヒノキ林育2-191	7.1	14.2	4	4	3738	候補木の平均	9.5	17.9	4.4	3.7	4129	
	ヒノキ林育2-192	7.6	12.9	4	4	4505	母集団の平均	8.3	13.6	3.1	2.6	3896	
	候補木の平均	7.9	13.6	4.0	3.8	3942							
	母集団の平均	6.6	10.2	3.1	2.7	3692							