

関東育種基本区におけるスギ第三世代精英樹候補木の選抜 —関東 81 号、関前 82 号、関前 96 号での実行結果—

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、スギでは令和4年度までに第二世代精英樹候補木681個体を選抜している。また第三世代精英樹候補木の選抜を開始し、71個体を選抜した。本稿では、関東育種基本区におけるスギ第三世代精英樹候補木の選抜について、令和5年度（2023年度）にスギ検定林3箇所にて実施した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。令和5年秋の時点で林齢5～9年であり、これらの検定林には、第二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、各反復内は単木混交植栽としている。植栽間隔は1.8 m×1.8 m～2.2 m×2.2 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は、各検定林において5～20年次に5年間隔で定期調査（毎木調査）を実施予定であり、幹曲り及び根元曲りは目視により5段階の指数評価で実施予定である。

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）自然着花性：自然着花での雄花着花指数の観察値が各家系の平均相当以下、6）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個体程度、半兄弟内選抜数は最大5個体程度とし、特定の第二世代精英樹（両親）および第一世代精英樹（祖父母）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三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36個体を第三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65（関前82）、

64（関東81号）、66（関前96号）であった（表2）。候補木として選抜した個体より、2024年秋～冬にかけてクローン増殖用の荒穂を候補木あたり約18本程度採取し、さし木増殖を行った。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スギ第三世代精英樹候補木の選抜数は107個体となった。今回の選抜は、従来の日本の林木育種における選抜年次に比べて若い樹齢（5～9年生）での早期選抜であり、高速育種を推進するための取組である。今後、これら第三世代精英樹候補木について、10年次以降の定期調査における原木の成長成績を確認するとともに、さし木クローンとしての成長や材質、着花性等の評価も進め、優れたものを第三世代精英樹（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、これらのスギ第三世代精英樹候補木を交配親とした交配により、さらに第四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・管理に多大なご理解、ご協力いただいた関東森林管理局ならびに静岡森林管理署沼津森林事務所（関東81号）、磐城森林管理署合戸森林事務所（関前82号）、福島森林管理署（関前96号）の皆様には厚く御礼申し上げます。また、関前96号は、福島県林業研究センター、福島県農林種苗農業協同組合、福島森林管理署と林木育種センターの四者が、共同研究課題「福島県内における初期成長優良品種の性能評価試験」（平成26年度～令和5年度）で設定した試験地から令和6年度に検定林に移行したものである。調査等にご尽力いただいた川上鉄也氏（福島県林業研究センター）はじめ、各機関の関係者および林木育種センター関係者に御礼申し上げます。

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 第三世代候補木選抜を実施した検定林の概況

検定林名	選抜した第三世代候補木	設定年	所在地	反復数	系統数	植栽本数	選抜本数
関前82号	スギ林育3-72～84	2019	福島県いわき市三和町下永井 中山国有林32ほ2、ほ6、ほ7、ほ8	4	33	960	13
関東81号	スギ林育3-85～98	2019	静岡県駿東郡小山町 湯舟国有林536に2	4	33	960	14
関前96号	スギ林育3-99～107	2015	福島県田村市滝根町広瀬字 矢大臣山国有林313た	3	15	882	9

表 2 関東育種基本区において令和 5 年度に選抜したスギ第三世代候補木

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)
関東81号 (5年次)	スギ林育3-85	5.6	4.0	4	5	2294
	スギ林育3-86	4.3	5.3	5	4	2191
	スギ林育3-87	5.4	7.5	5	5	2121
	スギ林育3-88	4.3	5.3	4	4	2252
	スギ林育3-89	4.4	6.5	4	4	2427
	スギ林育3-90	4.7	4.4	4	4	2058
	スギ林育3-91	4.4	5.6	5	4	2006
	スギ林育3-92	4.8	6.7	5	5	2208
	スギ林育3-93	5.7	8.1	5	5	2342
	スギ林育3-94	5.1	6.9	4	4	2134
	スギ林育3-95	6.1	6.5	4	4	2353
	スギ林育3-96	4.7	7.7	4	4	2144
	スギ林育3-97	5.5	8.7	5	5	2062
	スギ林育3-98	5.0	6.3	5	5	2481
	候補木の平均	5.0	6.4	4.5	4.4	2219
	母集団の平均	3.0	3.0	4.0	4.2	2036

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)
関前82号 (5年次)	スギ林育3-72	5.8	4.7	4	5	2210
	スギ林育3-73	4.3	4.1	4	4	2653
	スギ林育3-74	5.8	6.0	5	5	2381
	スギ林育3-75	5.1	5.3	5	5	2288
	スギ林育3-76	5.4	7.5	4	5	2323
	スギ林育3-77	6.0	6.5	5	5	2193
	スギ林育3-78	4.7	6.1	4	4	2309
	スギ林育3-79	6.0	8.3	5	4	2448
	スギ林育3-80	5.8	5.9	5	5	2245
	スギ林育3-81	5.1	5.8	5	3	2457
	スギ林育3-82	4.1	4.4	3	4	2503
	スギ林育3-83	3.9	4.4	3	4	2410
	スギ林育3-84	5.1	4.3	5	3	2353
	候補木の平均	5.2	5.6	4.4	4.3	2367
	母集団の平均	4.4	4.5	4.0	3.8	2215

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)
関前96号 (9年次)	スギ林育3-99	9.9	9.7	5	5	2886
	スギ林育3-100	9.2	10.0	5	5	2878
	スギ林育3-101	9.1	12.4	5	5	2561
	スギ林育3-102	10.3	11.6	5	4	2601
	スギ林育3-103	10.7	13.4	5	4	2829
	スギ林育3-104	9.8	8.3	5	4	2695
	スギ林育3-105	9.1	9.3	5	5	2963
	スギ林育3-106	7.4	9.3	5	5	2685
	スギ林育3-107	6.4	10.0	5	5	2497
	候補木の平均	9.1	10.4	5.0	4.7	2733
	母集団の平均	7.1	8.2	3.8	3.4	2409

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。