

## 九州育種基本区における第二世代精英樹候補木の選抜 -九熊本第 145 号（スギ）および九熊本第 134 号（ヒノキ）における実行結果-

九州育種場 育種課 武津英太郎・倉原雄二・松永孝治・後藤誠也・栗田学・久保田正裕  
遺伝資源管理課 大久保典久  
関西育種場 連絡調整課 森山央陽<sup>1)</sup>

### 1 はじめに

森林総合研究所林木育種センターでは、国立研究開発法人森林研究・整備機構第 4 期中期計画（平成 28～令和 2 年度）に基づき、第二世代精英樹候補木を選抜している。九州育種基本区においては、2017 年度までにスギで 956 個体、ヒノキで 316 個体の第二世代精英樹候補木が選抜されている。集団林の林齢や、交配親である精英樹の種類等を勘案して計画的に選抜を進めているところであり、2018 年度はスギ育種集団林 1 箇所およびヒノキ育種集団林 1 箇所より第二世代精英樹候補木の選抜を行った。その過程と結果を報告する。

### 2 材料と方法

選抜対象とした育種集団林の概要を表 1 に示した。これらの育種集団林は第一世代精英樹同士の人工交配から得られた実生個体が植栽されている。スギでは 2003 年度、ヒノキでは 1996 年度に設定され、選抜時の林齢はスギでは 15 年、ヒノキで 22 年である。試験地の設計は 6 反復の単木混交植栽であり、植栽間隔は 1.8 m である。

選抜に用いた測定形質は樹高・胸高直径・幹曲り・根元曲りおよび応力波伝播速度である。樹高・胸高直径・幹曲り・根元曲りについて、スギでは 15 年次の定期調査データを、ヒノキでは 20 年次の定期調査データを用いた。樹高と胸高直径について、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<sup>1),2)</sup>を用い、REML 法により分散成分を推定し、遺伝性の指標として個体の狭義の遺伝率を求めた。また、BLUP 法により各個体の育種価を求めた<sup>3)</sup>。求められた樹高および胸高直径の育種価と検定林平均値の和より材積式<sup>8)</sup>を用いて各個体の材積の育種価を求めた。応力波伝播速度の測定は、TreeSonic (FAKOPP 社、ハンガリー)を用い、スギでは 15 年次、ヒノキでは 22 年次に行った。応力波伝播速度の測定対象個体は家系あたり材積育種価上位個体と試験地全体での材積育種価上位個体であり、試験地毎にスギでは 190 個体、ヒノキでは 148 個体について、個体あたり 2

方向より測定した。応力波伝播速度をもとに立木ヤング係数の推定値を池田ら<sup>4)</sup>に基づいて算出した。有効密度にはスギでは池田ら<sup>4)</sup>に従い  $0.83\text{g}/\text{cm}^3$  を、ヒノキでは池田ら<sup>5)</sup>に従い  $0.80\text{g}/\text{cm}^3$  を用いた。得られた立木ヤング係数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 法により各個体の立木ヤング係数の育種価を求めた。REML 法および BLUP 法による計算は、市販のソフトウェア ASReml (VNI international 社、イギリス)を用いて行った。

机上選抜は、以下の基準により行った。1) 曲りによる選抜：根元曲りの表現型値が 3 以上・幹曲りの表現型値が 4 以上、2) 応力波伝播速度による選抜：立木ヤング係数の育種価が各育種集団林の平均以上（0 以上）、3) 家系内個体数による制限：各家系（交配組合せ）内の選抜数は最大 5 個体、4) 材積表現型値による選抜：材積の表現型値が各育種集団林の平均  $+0.5 \times$  標準偏差以上、以上の基準で選抜された個体群から材積育種価上位個体を選抜対象候補木とした。

机上選抜の結果を基に、現地で選抜対象候補木を目視で確認し病虫害等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た。

第二世代精英樹候補木の選抜による改良の指標として相対遺伝的獲得量を算出した。相対遺伝的獲得量は、選抜された第二世代精英樹候補木の材積育種価平均値の育種集団林内平均値からの偏差を、各育種集団林の材積平均値に対する百分率として算出した。選抜された第二世代候補木集団の遺伝的多様性の指標として、Lindgren ら<sup>6)</sup>により提唱された Status Number を算出した。Status Number は個体間の血縁関係を基準に計算する値であり、個体間に血縁関係が全くない場合には個体数と同値となり、血縁関係が高くなるにつれて減少していく。その算出方法は Lindgren ら<sup>7)</sup>に従った。

### 3 結果と考察

選抜対象育種集団林の基本情報を表 1 に、個体の狭義

の遺伝率を表2に示した。スギは総じてヒノキよりも高い遺伝率を示した。机上選抜・目視による現地確認の結果、スギで計17個体、ヒノキで10個体を第二世代精英樹候補木として選抜した。育種集団林ごとの選抜に関連する遺伝的指標を表2に示した。ヒノキで選抜本数と比較してStatus Numberが大幅に減少しており、選抜された上位集団は特定の親への偏りがあることをしめした。材積の遺伝的獲得量はスギで19.7%、ヒノキで20.4%であった。選抜個体の一覧を表3に示した。

今回選抜した個体より2019年1~2月につぎ木増殖用の穂を採取し、2019年3月に候補木あたり8本をつぎ木増殖した。2020年3月に九州育種場内に定植し、その後利用を進める予定である。

#### 4 まとめ

本報告による選抜により、九州育種基本区の第二世代精英樹候補木の本数はスギで973個体、ヒノキで326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挿し木発根性等の形質評価を進め、優れたものについては第二世代精英樹として選抜し、雄花着花性なども含めて総合的に優れていると判断されるものは特定母樹の指定を受けて普及を目指す。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の造成を進めていく計画である。

貴重な試験地の設定・管理・測定にこれまでに関わっていただいた九州森林管理局、宮崎森林管理署都城支署、宮崎南部森林管理署の皆様、および林木育種センターの関係者に深く感謝する。

#### 5 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.vsnl.co.uk](http://www.vsnl.co.uk) (2009)
- 4) 池田潔彦, 大森昭壽, 有馬孝禮: 応力波伝播速度による立木材質の評価と適用(第3報). *木材学会誌* 46, 558-565 (2000)
- 5) 池田潔彦, 金森富士雄, 有馬孝禮: 応力波伝播速度による立木材質の評価と適用(第4報) ヒノキ林分立木材質の評価. *木材学会誌* 46, 602-608 (2000)
- 6) Lindgren D, Gea L, Jefferson P: Loss of genetic diversity monitored by status number. *Silvae Genetica* 45, 52-58 (1996)
- 7) Lindgren D, Gea L, Jefferson P: Status number for measuring genetic diversity. *Forest Genetics* 2, 69-76 (1997)
- 8) 林野庁: 熊本営林局 立木材積表 (1970)

表1 選抜対象とした育種集団林の基本情報

| 樹種  | 検定林名<br>(コード)      | 所在地                             | 設定年度 | 植栽本数 | 植栽<br>家系数 <sup>*1</sup> | 第一世代<br>精英樹数 <sup>*2</sup> | 最新調査年次の形質平均値 |       |        |
|-----|--------------------|---------------------------------|------|------|-------------------------|----------------------------|--------------|-------|--------|
|     |                    |                                 |      |      |                         |                            | 年次           | 樹高(m) | 直径(cm) |
| スギ  | 九熊本第145号<br>(7029) | 宮崎森林管理署 都城支署<br>大河平国有林3006か1林小班 | 2003 | 1624 | 52                      | 22                         | 15           | 12.8  | 15.7   |
| ヒノキ | 九熊本第134号<br>(7011) | 宮崎南部森林管理署<br>鈴連石国有林2058ら林小班     | 1996 | 1620 | 48                      | 39                         | 20           | 9.0   | 14.8   |

\*1: 植栽家系数は交配組合せ数（対照家系を除く）を示す。

\*2: 第一世代精英樹数は交配親として関与した第一世代精英樹数（対照として植栽された個体の親となった精英樹は除く）を示す。

表2 育種集団林毎の遺伝率と選抜された第二世代精英樹候補木の情報

| 樹種  | 検定林名<br>(コード)      | 個体の狭義の遺伝率（標準誤差）  |                  |                  | 選抜<br>本数 | 選抜率  | 選抜<br>組合せ数 <sup>*1</sup> | 第一世代<br>精英樹数 <sup>*2</sup> | Status<br>Number | 材積<br>相対遺伝<br>獲得量 <sup>*3</sup> |
|-----|--------------------|------------------|------------------|------------------|----------|------|--------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
|     |                    | 樹高               | 胸高直径             | 立木<br>ヤング率       |          |      |                          |                            |                  |                                 |
| スギ  | 九熊本第145号<br>(7029) | 0.222<br>(0.081) | 0.251<br>(0.096) | 0.256<br>(0.146) | 17       | 1.9% | 8                        | 11                         | 9.32             | 19.7%                           |
| ヒノキ | 九熊本第134号<br>(7011) | 0.139<br>(0.071) | 0.203<br>(0.164) | 0.189<br>(0.169) | 10       | 0.5% | 6                        | 8                          | 3.70             | 20.4%                           |

\*1: 選抜組合せ数は、選抜された個体が属する交配組合せの総数を示す。

\*2: 第一世代精英樹数は、選抜された個体集団の交配親として関与した第一世代精英樹数を示す。

\*3: 材積相対遺伝的獲得量は、スギは15年次、ヒノキは20年次の調査結果に基づく。

表3 選抜されたスギ第二世代精英樹候補木一覧

## a) 九熊本第145号

| 系統名        | 系統コード    | 樹高 (m) | 直径 (cm) | 幹曲 <sup>*1</sup> | 根元曲 <sup>*1</sup> | 育種価偏差値 |         |
|------------|----------|--------|---------|------------------|-------------------|--------|---------|
|            |          |        |         |                  |                   | 材積     | 立木ヤング係数 |
| スギ九育 2-957 | GFA36687 | 16.2   | 20.9    | 4                | 3                 | 55.6   | 63.4    |
| スギ九育 2-958 | GFA36688 | 15.0   | 19.0    | 4                | 4                 | 67.2   | 59.1    |
| スギ九育 2-959 | GFA36689 | 16.2   | 21.0    | 4                | 4                 | 72.1   | 53.7    |
| スギ九育 2-960 | GFA36690 | 13.7   | 21.0    | 4                | 4                 | 64.5   | 58.5    |
| スギ九育 2-961 | GFA36691 | 15.3   | 21.6    | 4                | 4                 | 74.2   | 58.3    |
| スギ九育 2-962 | GFA36692 | 16.0   | 20.5    | 4                | 4                 | 68.2   | 65.8    |
| スギ九育 2-963 | GFA36693 | 14.4   | 19.1    | 4                | 3                 | 62.2   | 50.3    |
| スギ九育 2-964 | GFA36694 | 14.3   | 19.8    | 4                | 4                 | 66.3   | 62.2    |
| スギ九育 2-965 | GFA36695 | 14.4   | 19.2    | 4                | 4                 | 54.6   | 71.0    |
| スギ九育 2-966 | GFA36696 | 14.4   | 21.1    | 4                | 4                 | 67.0   | 53.7    |
| スギ九育 2-967 | GFA36697 | 13.4   | 19.3    | 4                | 3                 | 54.0   | 59.8    |
| スギ九育 2-968 | GFA36698 | 13.7   | 21.3    | 4                | 4                 | 63.5   | 54.0    |
| スギ九育 2-969 | GFA36699 | 16.6   | 23.5    | 4                | 3                 | 67.7   | 57.0    |
| スギ九育 2-970 | GFA36700 | 14.3   | 23.0    | 4                | 3                 | 63.9   | 52.4    |
| スギ九育 2-971 | GFA36701 | 15.4   | 19.2    | 4                | 3                 | 59.7   | 54.0    |
| スギ九育 2-972 | GFA36702 | 13.7   | 20.3    | 4                | 4                 | 62.9   | 54.0    |
| スギ九育 2-973 | GFA36703 | 14.5   | 24.0    | 4                | 3                 | 61.2   | 54.1    |

樹高・直径・幹曲・根元曲は15年次の測定値に基づく。立木ヤング係数の集団平均値（15年次）は66.0 tonf/cm<sup>2</sup>であった。

\*1: 幹曲・根元曲は5段階指数評価値（九州育種基本区精英樹特性表参照）。

## b) 九熊本第134号

| 系統名         | 系統コード    | 樹高 (m) | 直径 (cm) | 幹曲 <sup>*1</sup> | 根元曲 <sup>*1</sup> | 育種価偏差値 |                       |
|-------------|----------|--------|---------|------------------|-------------------|--------|-----------------------|
|             |          |        |         |                  |                   | 材積     | 立木ヤング係数 <sup>*2</sup> |
| ヒノキ九育 2-317 | GFB33321 | 11.0   | 22.0    | 4                | 4                 | 67.5   | 72.1                  |
| ヒノキ九育 2-318 | GFB33322 | 12.4   | 19.3    | 4                | 3                 | 73.7   | 52.1                  |
| ヒノキ九育 2-319 | GFB33323 | 12.8   | 20.2    | 4                | 3                 | 62.2   | 59.9                  |
| ヒノキ九育 2-320 | GFB33324 | 10.8   | 21.5    | 4                | 3                 | 74.5   | 64.2                  |
| ヒノキ九育 2-321 | GFB33325 | 8.1    | 22.7    | 4                | 3                 | 76.4   | 70.6                  |
| ヒノキ九育 2-322 | GFB33326 | 12.6   | 20.2    | 4                | 3                 | 65.3   | 56.3                  |
| ヒノキ九育 2-323 | GFB33327 | 12.1   | 21.0    | 4                | 3                 | 68.1   | 63.5                  |
| ヒノキ九育 2-324 | GFB33328 | 10.7   | 21.3    | 4                | 3                 | 75.9   | 70.1                  |
| ヒノキ九育 2-325 | GFB33329 | 12.3   | 22.7    | 5                | 5                 | 77.0   | 63.4                  |
| ヒノキ九育 2-326 | GFB33330 | 12.6   | 20.0    | 4                | 4                 | 62.8   | 51.9                  |

樹高・直径・幹曲・根元曲は20年次の測定値に基づく。立木ヤング係数の集団平均値（22年次）は104.0 tonf/cm<sup>2</sup>であった。

\*1: 幹曲・根元曲は5段階指数評価値（九州育種基本区精英樹特性表参照）。