

関東育種基本区における前方選抜による 初期成長に優れた第二世代カラマツ品種の開発

林木育種センター 育種部育種第二課 高島有哉・田村 明

1 はじめに

林業の成長産業化が課題となる中で、育林コスト、特に下刈り等の造林初期のコストを低減することが重要である。カラマツは、成長が優れ、強度にも優れた樹種であるため、近年、造林意欲が再び高まりつつある。そこで、関東育種基本区選抜のカラマツ第二世代精英樹の中から初期成長に優れた優良品種を開発した。開発には、候補個体やその親および兄弟等の血縁関係のある個体の調査結果も合わせて統計的に解析し、候補個体の遺伝的能力を推定し選抜する方法(前方選抜)を用いた。この方法は、これまでの品種開発で用いてきた、候補個体の実生苗(後代)の成長等の結果から優れた品種を選抜する方法(後方選抜)に比べ、後代の育成および調査に要する期間を必要としないため、早期に選抜することができる⁵⁾。

これまでに、国立研究開発法人森林研究・整備機構第3期中期計画(平成23～平成27年)および第4期中期計画(平成28～令和2年)に基づき、成長形質および剛性の評価値を用いた後方選抜により、第二世代精英樹候補木211個体を選抜してきた^{2) 3) 6)}。また、第二世代精英樹候補木の中から、成長に優れ剛性や曲り等に特段の欠点のない78個体がエリートツリーとして、さらにエリートツリーの中から、特に成長に優れた62個体が特定母樹として指定されている。これらの特定母樹の中から初期成長に優れた優良品種を開

発することを目指し、令和元年度には、前方選抜による初期成長に優れた第二世代カラマツ品種を4系統開発したので、ここに報告する。

2 材料と方法

(1) 対象検定林および供試系統

解析・選抜の対象とした検定林は、北関東育種区の関前14号、関前32号、関前33号、関前68号、東海育種区の関東20号、中部山岳育種区の関長14号、関長17号、関長18号、および関長42号の計9検定林である。これら検定林の情報および概況を表1に示す。供試系統数は83系統28,167個体であった。これらの供試個体の中で、これまでに61および17個体が、それぞれ第二世代精英樹候補木およびエリートツリーとして選抜されており、さらに、14個体が特定母樹として指定されている。

(2) 解析

5年次の樹高、10年次の樹高および胸高直径について空間自己相関解析によりブロック内の植栽環境による誤差をCosta e Silvaら¹⁾の手法により平準化した。全検定林の平準化した5年次の樹高、10年次の樹高および胸高直径について以下の個体モデル⁴⁾による最良線形不偏予測(BLUP)法により個体の育種価を推定した。

表1 対象としたカラマツ一般時代検定林の情報と概況

検定林名	所在地	設定年月	家系統 (自然交配)	植栽検定木 本数	平均値±SD		
					5年次樹高(m)	10年次樹高(m)	10年次胸高直径(cm)
関前14号	福島県南会津町平澤山国有林33林班り小班	1973.10	33	4,950	2.89±0.72	5.12±1.43	6.34±2.30
関前32号	栃木県日光市丹勢山国有林16林班ほ小班	1975.4	29	4,350	2.82±0.63	5.99±0.91	7.57±1.72
関前33号	福島県天栄村一本木国有林116林班へ小班	1975.5	27	3,900	2.27±0.63	4.55±1.35	4.93±1.96
関前68号	群馬県嬬恋村吾妻山国有林114林班ほ小班	1990.4	40	2,380	3.55±0.67	7.17±1.13	8.00±1.84
関東20号	静岡県富士宮市富士山第2国有林152林班へ小班	1975.4	25	3,695	2.68±0.72	-	-
関長14号	長野県下伊那郡大鹿村大河原国有林55林班い小班	1974.6	34	4,254	2.61±0.74	5.78±1.19	6.76±2.21
関長17号	長野県長野市戸隠飯縄山国有林44林班ち小班	1974.11	26	4,050	3.14±0.64	-	-
関長18号	長野県木曽町新高国有林301林班い小班	1974.10	27	2,430	1.66±0.48	3.69±1.32	3.36±1.57
関長42号	長野県佐久市屋敷入奥国有林96林班い小班	1990.4	40	2,380	3.41±0.66	7.58±1.27	8.27±1.95

$$y = Xb + Z_1a + Z_2f + e$$

ここで y は平準化した樹高、胸高直径の値のベクトル、 b は固定効果（反復）のベクトル、 a と f は変量効果（それぞれ相加的遺伝効果と非相加的遺伝効果）、 e は残差である。 X および Z_1 、 Z_2 は、固定効果および変量効果に関するデザイン行列である。これらの空間自己相関分析および BLUP 法には ASRem1 4.0 ソフトウェア (VSN international 社) を用いた。また、得られた 10 年次樹高および 10 年次直径の育種価を用いて、森林総合研究所「幹材積計算プログラム」により材積を推定した。推定された 5 年次樹高の個体毎の育種価から偏差値を算出し、偏差値 65 以上の個体を抽出し、さ

らに、10 年次樹高および胸高直径の育種価から推定された材積の偏差値から算出した 5 段階指数が 5 の個体を抽出した。

3 結果と考察

対象とした 9 検定の 5 年次の樹高測定値の平均値および標準偏差は 2.82 ± 0.77 m であった。また 10 年次の樹高および胸高直径測定値の平均値および標準偏差は、 5.61 ± 1.66 m および 6.47 ± 2.46 cm であった。これらの測定値を用いて、5 年次樹高および 10 年次材積の BLUP 値を推定し、個体の偏差値の算出および 5 段階評価を行った。5 年次樹高推定値の偏差値が 65 以上で、なおかつ 10 年次材積推定値が 5 段階評価で

表2 前方選抜により初期成長に優れた第二世代カラマツ品種として選定された4系統の特性情報

候補木名	初期成長特性		10年次以降特性評価値			
	5年次樹高 推定値 (m)	偏差値	10年次材積* ¹	幹曲り	根元曲り	剛性* ²
カラマツ 林育2-30	3.62	71	5	4	4	4
カラマツ 林育2-206	4.09	91	5	4	3	3
カラマツ 林育2-207	3.80	78	5	4	4	3
カラマツ 林育2-213	3.69	74	5	4	3	3

*1 10年次樹高および10年次胸高直径の育種価により個体毎に材積を推定し、解析に用いた全個体を母集団とする平均値と標準偏差から算出した偏差値の5段階評価

*2 剛性の間接的な指標である応力波伝播速度をTreeSonicで測定し、選抜林分の第二世代候補木を母集団とする平均値と標準偏差から算出した偏差値の5段階評価



図1 初期成長に優れた第二世代品種 (F)

左から、カラマツ林育 2-30、カラマツ林育 2-206、カラマツ林育 2-207、カラマツ林育 2-213

5の個体は、解析に用いた28,167個体中128個体であった。さらに、この128個体の中で、特定母樹に指定されている個体は4個体であり、この4個体を、前方選抜による初期成長に優れた第二世代カラマツ品種として開発した。今回、優良品種として開発に至らなかった124個体は、エリートツリーおよび特定母樹を選抜する際に用いた20年次の特性で選抜基準を満たさなかった個体や、血縁関係を考慮してエリートツリーや特定母樹として指定されなかった個体であった。開発した4系統の写真を図1に、初期成長特性と10年次以降特性評価値を表2に示す。これらの開発品種から生産される後代の苗木の5年次樹高の改良効果を試算したところ、従来の種苗の樹高平均値(3.14 m)と比較して21%(66 cm)高くなると試算された。

今回開発した4品種は、初期成長に優れ、さらに、特定母樹に指定されているため、その後の成長や材質等も優れていることが期待され、林業の成長産業化に資する品種として期待できる。

4 引用文献

- 1) Costa e Silva J・Dutkowski GW・Gilmour AR :
Analysis of early tree height in forest

genetic trials is enhanced by including a spatially correlated residual、Can J For Res 31、1887-1893 (2001)

- 2) 宮下久哉・平岡裕一郎・三浦真弘・小野雅子・星 比呂志：関東育種基本区におけるカラマツ第2世代精英樹候補木の選抜、平成25年版林育セ年報、34-36 (2013)
- 3) 宮下久哉・山野邊太郎・大平峰子・坪村美代子・高島有哉・千葉一美・加藤一隆・平岡裕一郎：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－関前17号・32号・33号、関長17号・39号、関名19号における実行結果一、平成30年版林育セ年報、106-108 (2018)
- 4) 佐々木義之：変量効果の推定とBLUP法、京都大学学術出版会、426pp. (2007)
- 5) 高橋 誠・平岡裕一郎・武津英太郎・三浦真弘・田村 明：品種開発への前方選抜の導入、森林遺伝育種5、127-133 (2016)
- 6) 高島有哉・大平峰子・長谷部辰高・田村 明・宮下久哉：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－関前14号における実行結果一、令和元年版林育セ年報、108-109 (2019)