

防風林早期造成のためのテリハボクにおける初期成長性の評価

森林総合研究所林木育種センター 松下 通也・花岡 創・加藤 一隆・板鼻 直榮
 森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園 楠城 時彦・千吉良 治

Evaluation of growth characteristics of *Calophyllum inophyllum* at the early-stage for rapid establishment of windbreaks.

Michinari MATSUSHITA, So HANAOKA, Kazutaka KATO, Naoei ITAHANA (Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute), Tokihiko NANJO, Osamu CHIGIRA (Iriomote Tropical Tree Breeding Technical Garden, Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute)

1. はじめに

気候変動等の影響で近年大型化しつつある熱帯低気圧・台風は、沖縄等で甚大な被害をもたらしており、家屋や畑などを守る生垣や防風林の早期造成を可能とする優良郷土樹種の選抜は重要である。地球温暖化の適応策・緩和策として、また材等の副次利用の観点から亜熱帯地域に貢献するため、林木育種センターでは、台風害や海潮などに対するストレス耐性³⁾をもち材質が優れた郷土樹種であるテリハボク (*Calophyllum inophyllum*) の選抜育種研究を進めている^{1),2),3)}。本論文では、植栽から約3年程度の初期成長性における家系間差の評価を目的として、八重山諸島より選抜したテリハボク優良系統候補木の苗木個体(子供)の樹高成長を経年調査し、成長モデルにより解析した結果を報告する。

2. 方法

テリハボク優良系統候補木の選抜は 2009 年 10 月から実施した¹⁾。八重山諸島より選抜した候補木 55 系統から自然交配種子を採集し、西表熱帯林育種技術園内で種子のまきつけと育苗をした。家系あたり平均 18.3 個体を、園内 12 ヶ所の試験区に 2010 年 10 月～2011 年 5 月にかけて植栽した(表-1)。試験区の大きさによってばらつきはあるものの、平均植栽数は 84 個体/区 である。試験区内の家系の空間配置がランダムとなるよう配慮し、2×2 m 間隔で植栽した。下刈り等の保育施業は適時実施した。なお、育苗途中で個体が枯損等した場合には、サンプル数の減少を追加植栽により補充した。植栽区により測定間隔・回数に多少のばらつきはあるものの、2013 年春以降 約半年おきに植栽個体の樹高を測竿等を用いて測定した。

表-1 選抜地と家系あたり植栽苗数

選抜地	家系数	植栽苗数	
石垣島	川平	4	95
	宮良	3	35
	名蔵	3	87
鳩間島	鳩間	4	62
由布島	由布	3	135
西表島	高那	7	161
	星立	6	139
	船浦	6	75
	白浜	5	56
	古見	3	32
	船浮	2	58
	大原	2	19
美原	2	18	
技術園	2	15	
南風見田	1	5	
アカ	1	5	
ユツン	1	10	
計	55	1007	

※注) 表-1 中の技術園は、西表熱帯林育種技術園内収集を示す

3. 統計解析方法

解析に使用したデータは1,007個体の植栽個体に対して反復測定した各調査時点の樹高データである。なお各個体あたり測定回数は、区によって測定間隔の多少のばらつきや一部欠測があるため不揃いである（観察記録：約4,000）。植栽個体の継時的な樹高成長の傾向を柔軟に表現するモデルとして、ゴンペルツ成長曲線に近似して解析を行った。

$$\text{Height}_{obs.} \sim N(\text{Height}_{exp}, \sigma^2) \quad (1)$$

$$\text{Height}_{exp.} = K \times b \exp(-r(T/365)) \quad (2)$$

$$K = \exp(\mu_K + \mu_{K_{plot}} + \mu_{K_{family}}) \quad (3)$$

$$r = \exp(\mu_r + \mu_{r_{plot}} + \mu_{r_{family}}) \quad (4)$$

$$b = \text{Height}_{ini}/K \quad (5)$$

ここで(1)式は、ある時点において実測により得られた樹高の観察値 Height_{obs} が、成長曲線により期待される樹高期待値 Height_{exp} から分散 σ^2 の正規分布にしたがってばらつくことを意味する。(2)式はゴンペルツ成長曲線の基本形であり、パラメータ K は成長飽和点を、パラメータ r は初期成長勾配をあらわし、 T は植栽からの日数である。

(3)(4)式は、パラメータ K および r が、試験区ごとの環境効果(下付の添え字 *plot*)と、家系による効果(下付の添え字 *family*) に分離して推定できることを表している。なお、 μ_K と μ_r は、パラメータ K と r の集団全体平均を規定する。

成長モデル中の各パラメータは、解析ソフト R ver3.0.1 と WinBUGS ver.1.4.3 を用いて解析し、事後推定の収束を確認したのち推定結果を得た。この推定のための手法は、測定間隔や家系あたりサンプル数が不揃いで、一部欠測値があるといったアンバランスデータに対しても頑健な推定を得ることが出来る階層ベイズモデリングの手法による。このパラメータの推定結果をもとに、試験区ごとの環境効果を補正して、家系による初期成長曲線の予測傾向を推定した。

4. 結果および考察

1) 植栽からの実測樹高における成長傾向

図-1A)に各測定時点におけるテリハボク植栽個体の実測樹高の成長傾向を示す。植栽から1年6ヵ月目までは樹高50cmを下回る個体が多く、樹高成長が旺盛ではないことが見受けられる。この傾向は、植栽1年半程度までのテリハボク苗木の成長性について評価した先行研究と同様であった。その後、植栽2年目以降に樹高100cmを上回る成長を示す個体も確認できたが、個体による成長傾向のばらつきは植栽3年目では大きいことが見受けられた。成長の良いものでは、植栽から約3年で樹高約250cmの個体が観察された。

次に、図-1B)に12ヶ所の植栽試験区ごとの樹高平均の時間変化を示す。樹高成長の良好な試験区と、成長が悪かった区では、植栽から約3年でおおよそ4倍近い開きがあった。このことは、植栽場所の環境条件がテリハボク苗木の初期成長に大きな影響を及ぼしていることを示唆する。したがって、樹高成長における家系効果を適切に評価するためには、この大きな試験区間の環境効果(環境のばらつき)を補正することが必要と考えられる。

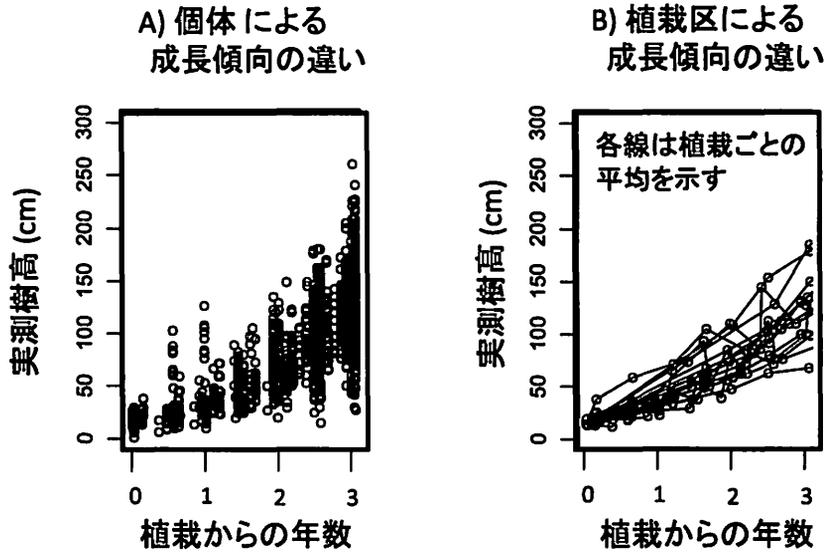


図-1 A)各測定時点における植栽個体の実測樹高と、B)植栽区ごとの平均

2) 各家系における実測樹高の成長傾向

つづいて、図-2に家系ごとに個々の植栽個体の成長傾向を示す。家系内でも個体間(兄弟間)に成長傾向のばらつきが認められる。この要因として、試験区間および区内の環境効果と、交配による遺伝的効果の双方が考えられる。図-1 B)で見られたように試験区間の環境の影響は大きいと考えられる。加藤ら¹⁾は、植栽1年半での成長性を解析し、家系の樹高ランキングは試験区によらず比較的一貫しており、初期の樹高成長における遺伝的効果が大きい可能性を指摘している。一方、試験区内でも植栽土壌の硬度や水分量といった微環境の空間的な不均一性による影響も、今後さらに検討すべき課題といえる。

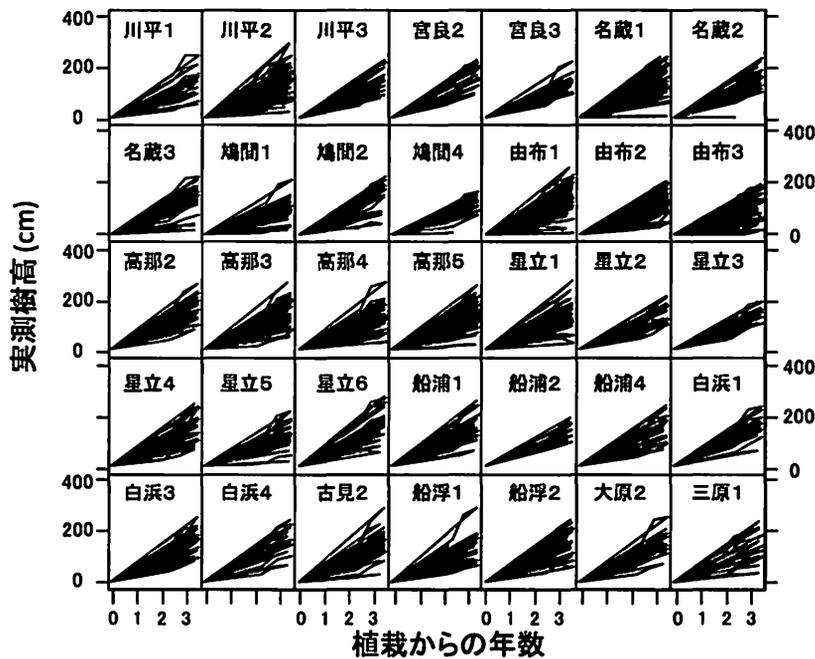


図-2 各家系ごとの樹高の成長傾向

各パネル内の個々の折線は、家系内の個体それぞれを表す。

3) 樹高の初期成長における家系間差

ゴンペルツ成長曲線にあてはめ、植栽個体の初期樹高成長における家系間差を評価した結果を図-3に示す。この図は、ベイズ推定されたゴンペルツ曲線のパラメータ K, r をもとに、図-1B)で認められた試験区ごとの環境効果を補正して、成長の平均的傾向を家系ごとに予測したものである。植栽から数年程度までの初期成長性において、八重山諸島より選抜した55家系間には明瞭な家系間差が認められた。

家系予測値にもとづく、成長が早いと推定された家系と遅い家系とでは、植栽から3年次で最大約2倍程度、4年次では約4倍程度の開きがあると予測された。この結果より、テリハボクの樹高の初期成長性に環境の影響はあるものの、遺伝的効果による家系間の差異は重要であることを示唆している。今後、成長の早いと確認された家系を選抜することによって、畑地を囲う生垣や防風林を早期に造成可能とするような郷土樹種の育種を進められると考えられる。

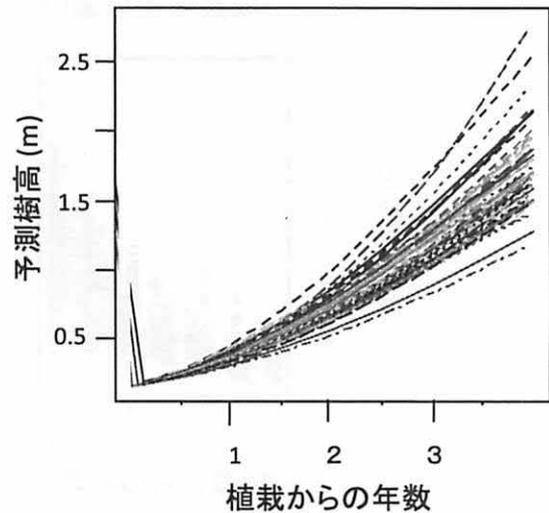


図-3 ゴンペルツ成長モデルにもとづく家系ごとの成長曲線の予測

4. 摘要

本論文では、林木育種センターが西表熱帯林育種技術園において進めているテリハボク育種研究のうち、植栽3年程度の初期成長性について評価した。八重山諸島から55母樹を選抜し、収集した自然交配種子を植栽し苗木の樹高成長を経年測定した。そして、ゴンペルツ成長モデルをもちいて植栽試験区ごとの環境効果と分離して家系の効果を評価し、樹高の成長予測を行った。その結果、初期の樹高成長において、試験区ごとの環境の効果は大きいことが認められた。一方、家系間の差異も認められ、成長が早い家系と遅い家系とでは、植栽から約3年で最大約2倍程度の平均樹高のひらきが予測された。本研究の成果は生垣や防風林の早期造成に資する有用郷土樹種の選定に重要であると考えられる。

引用文献

- 1) 加藤一隆ほか：防風効果の高いテリハボクの選抜育種研究，平成24年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集，23-27，2013
- 2) 加藤一隆ほか：テリハボクの枝性における家系間変異，平成26年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集，25-29，2015
- 3) 花岡 創 ほか：テリハボクの耐塩性の検証，平成24年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集，18-22，2013
- 4) 花岡 創 ほか：テリハボクの自殖率および初期成長に対する近交弱勢の影響の検証，平成25年度林木育種センター年報，65-68，2013