

速報

追加選抜したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの自然受粉家系の抵抗性評価^{*1}

松永孝治^{*2} ・ 大平峰子^{*2} ・ 倉本哲嗣^{*2} ・ 倉原雄二^{*2}
 星比呂志^{*3} ・ 山田浩雄^{*2} ・ 小山孝雄^{*4} ・ 宮里 学^{*5}

キーワード：クロマツ, 抵抗性, マツノザイセンチュウ, 育種

I. はじめに

クロマツ (*Pinus thunbergii*) は農地や市街地を守る防潮林、飛砂防止林、海岸防風林および海岸景観を構成する重要な樹種である。しかしながら、マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) (以下、線虫) によって引き起こされるマツ材線虫病により、壊滅的な被害を受け続けている (林野庁, 2010)。材線虫病への対策の一環として、森林総合研究所林木育種センターは関係機関と協力してマツノザイセンチュウ抵抗性品種を開発してきた。1978年に行われた「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」等により、1985年までに抵抗性クロマツ16クローン (以下、初期品種) が選抜され (藤本ほか, 1989)、その自然受粉家系への線虫の接種試験が九州各県および九州育種場で行われ、16家系の抵抗性が相対評価されている (九州地区林業試験研究機関連絡協議会, 1999)。その後、森林総合研究所林木育種センター九州育種場 (以下、九州育種場) は抵抗性採種園の改良と育種母材料の確保を目的として各県と共同で抵抗性マツの追加選抜を進めている。その成果として2003年に17クローン (岡村ほか, 2006)、2006年に18クローンの計35クローンの抵抗性クロマツ品種を追加選抜している。これらの品種は開発からの日が浅いため、その抵抗性に関する報告はない。ここでは複数年に渡る追加選抜品種の自然受粉家系への線虫接種の結果を取りまとめ、追加選抜品種の抵抗性について報告する。

II. 材料と方法

1. クロマツ

初期品種16クローンおよび追加選抜品種の中から13クローン、追加選抜候補個体 (追加選抜品種の開発過程において2次検定で不合格であった個体) の16クローン、クロマツ精英樹21クローンおよび野外の材線虫病被害林分の生存木由来の32本から自然

表-1. 実験に用いたクロマツ品種等の詳細

品種等	家系数	採種源	調査年数	反復数 / 年
初期品種	16	初期品種採種園および保存園 (九州育種場) ¹	2~5	2~4
追加選抜品種	13	追加選抜採種園 (九州育種場) ² 鹿児島県クロマツ採種園 (鹿屋市) ²	1~4	1~12
追加選抜候補	16	追加選抜採種園 (九州育種場) ² 鹿児島県クロマツ採種園 (鹿屋市) ²	1~4	1~12
精英樹	21	精英樹保存園 (九州育種場) マツ保存園 (大分県玖珠郡九重町)	1~3	1~4
被害林分由来	32	宮崎県宮崎市 (旧高岡町) 鹿児島県薩摩川内市	1	1~3

¹初期品種のうち15品種は初期品種採種園から、備前ク143は保存園から採種。²追加選抜品種および追加選抜候補が一緒に植栽されている。

然受粉による種子を採取した。それらの採種源の詳細を表-1に示す。これらの種子を九州育種場の苗畑に播種し、翌年の春に1~12反復を設けて床替えした。各反復内の各家系 (プロット) の本数は1~497本とばらつき、平均43.0本であった。これらの苗を7月まで養成し、接種に用いた。

2. 線虫

直径9cmのペトリ皿内に増殖させた *Botrytis cinerea* 上で、九州育種場で継代培養していた線虫アイトレイト「島原」(長期間にわたり病原力が変化していないと考えられている) を2週間培養した。これらの線虫をベールマン法で培地から分離し、1mlあたり10万頭に調整して5℃に保存した。接種当日、線虫懸濁液を食紅で着色して接種に用いた。

3. 接種・調査

2005年から2009年の7月第3~4週に各1.5年生苗の地際に線虫懸濁液50μl (5000頭) を剥皮接種法で接種した。接種8週間後、全針葉が変色した個体を枯死したと判断し、各プロットの生存率 (各年の各反復における家系生存率) を算出した。

^{*1} Matsunaga, K., Ohira, M., Kuramoto, N., Kurahara, Y., Hoshi, H., Yamada, H., Koyama, T. and Miyazato, M. : Evaluation of pinewood-nematode resistance in open pollinated seedlings from additionally selected *Pinus thunbergii* clones.

^{*2} 森林総合研究所林木育種センター九州育種場 Kyushu Regional Breed. Office, Forest Tree Breed. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Koshi, Kumamoto 861-1102

^{*3} 森林総合研究所林木育種センター東北育種場 Tohoku Regional Breed. Office, Forest Tree Breed. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Takizawa, Iwate 020-0173

^{*4} 鹿児島県自然保護課 Kagoshima Pref. Nature Conservation Division, Kagoshima 890-8577

^{*5} 鹿児島県森林総合技術センター Kagoshima Pref. Forestry Technology Center, Aira, Kagoshima 899-5302

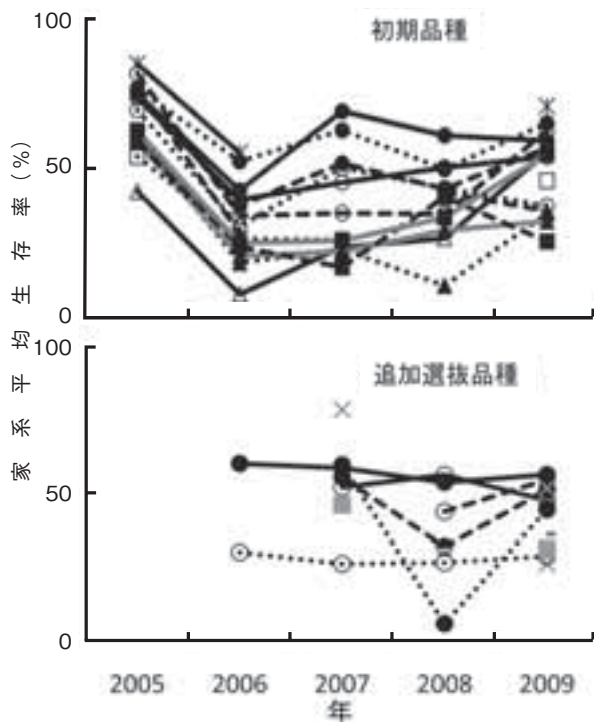


図-1. 抵抗性クロマツ初期品種および追加選抜品種の家系平均生存率
異なる折れ線は異なる家系を示す。

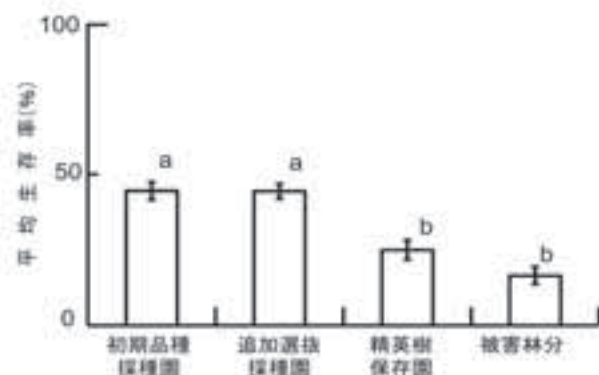


図-2. 各採種源の平均生存率
異なるアルファベットは平均値が1%水準で有意に異なることを示す。
棒線は標準誤差を示す。

4. 解析

接種年, 各年内の反復, 採種源, 家系を要因として式(1)の線形モデルを仮定して解析を行った。

$$Y_{ijkl} = \mu + y_i + b(y)_{ij} + s_k + f_l + yf_{il} + e_{ijkl} \quad (1)$$

ここで Y_{ijkl} はプロットの生存率, μ は全体の平均を示し, y_i は年の母数効果, $b(y)_{ij}$ は各年内の反復の母数効果, s_k は採種源の母数効果, f_l は家系の変量効果, yf_{il} は家系と年の交互作用の変量効果, そして e_{ijkl} は誤差を示す。採種源は初期品種採種園, 追加選抜採種園(品種と候補を含む), 精英樹保存園および被害林分の4つ(表-1)に区分した。なお, 各プロットの生存率を逆正弦変換して解析に用いた。また, 苗数が10未満のプロットは解析から除いた。

年の違いが家系の評価に及ぼす影響を明らかにするため, f_l

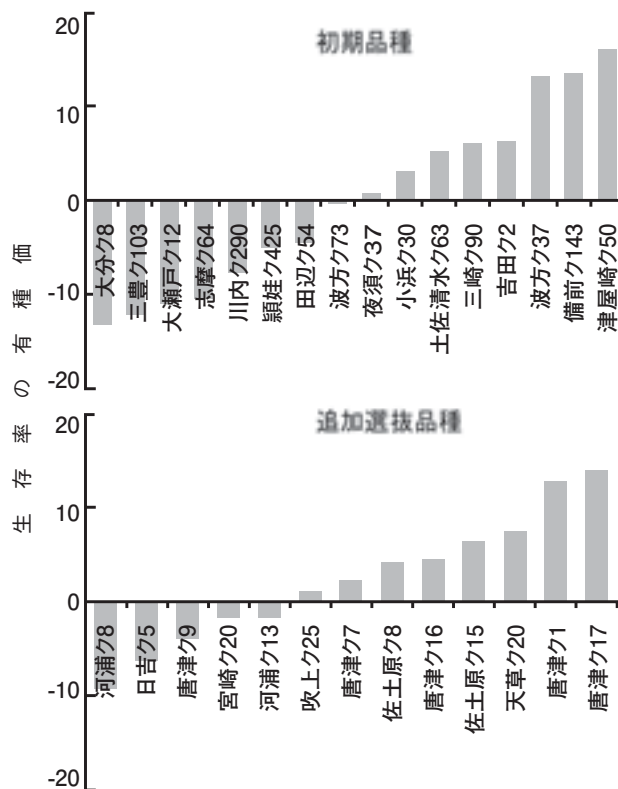


図-3. 各品種の生存率についての育種値

yf_{il} と e_{ijkl} について REML 法により分散成分 σ_f^2 , σ_{yf}^2 , および σ_e^2 を求め, 単年度の家系分散に占める調査期間を通じての家系分散の割合 $\sigma_f^2 / (\sigma_{yf}^2 + \sigma_e^2)$ (Yamada, 1962; Toda and Kurinobu, 2001) を求めた。次に採種源の違いが平均生存率に及ぼす影響を明らかにするため, 採種源ごとに生存率の最小自乗推定量を求め, ターキー・クラマーの方法で多重比較を行った。また, 各品種の抵抗性を評価するため生存率の育種値を推定した。解析には農林水産省研究情報総合センターの SAS ver. 9 の MIXED プロシジャを用いた。

Ⅲ. 結果と考察

クロマツの生存率は年により大きく変動した(図-1)。

σ_f^2 , σ_{yf}^2 , および σ_e^2 はそれぞれ, 37.97, 14.69 および 78.21 となり, 各要因は変動の 29%, 11%, 60% を説明した。単年度の家系分散に占める調査期間を通じての家系分散の割合 $\sigma_f^2 / (\sigma_{yf}^2 + \sigma_e^2)$ は 0.72 となり, ある年の家系分散の 70% 以上が他の年にも期待できることを示した。これは年の違いの影響は家系の評価ができないほど大きいものではないことを示唆している。また, この結果は Toda and Kurinobu (2001) が初期品種を用いて推定した値(0.70)とほぼ一致した。

初期品種採種園, 追加選抜採種園, 精英樹保存園および野外林分由来の苗の平均生存率はそれぞれ, 44.5, 44.3, 24.9 および 16.4% となり, 初期品種採種園と追加選抜採種園由来の苗の生存率は精英樹保存園および野外林分由来の苗の生存率より 5% 水準で有意に高かった(図-2)。

各品種の育種値は, 初期品種では -13 ~ 16%, 追加選抜品種

では-9~14%となった(図-3)。この結果は追加選抜品種においても、初期品種で報告されているように(Toda and Kurinobu, 2001), 家系間に大きな抵抗性の変異があることを示している。

抵抗性クロマツの初期品種は数が16と少なかったため、採種園改良による自殖率の増加や次世代化における近交弱勢の危険性が指摘されてきた。本研究は追加選抜品種の中には初期品種と同程度の高い抵抗性を持つ品種が存在することを明らかにした。今後、これらの追加選抜品種を利用して抵抗性採種園の改良や、次世代の抵抗性品種作出を進める予定である。

引用文献

- 藤本吉幸ほか(1989) 林育研報 7 : 1-84 .
九州地区林業試験研究機関連絡協議会 (1999) ヒノキ精英樹・抵抗性マツ特性表, 58 pp.
岡村政則ほか(2006) 林育研報 22 : 35-50 .
Yamada, Y. (1962) Jpn. J. Genet. 37 : 498-509 .
Toda, T. and Kurinobu, S. (2001) J. For. Res. 6 : 197-201 .
林野庁(2010) 平成22年度版森林・林業白書, 218 pp. 全国林業改良普及協会, 東京 .
(2010年10月18日受付; 2011年2月14日受理)