

論文

島根県で選抜されたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの雑種性

山中 啓介

Hybridity of Japanese Black Pines Resistant to Infection Caused by Pine Wood Nematode Selected from Shimane Prefecture

Keisuke YAMANAKA

要 旨

島根県で選抜されたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ9クローンの雑種性を調査した。針葉の主樹脂道と副樹脂道の発現位置から算出した樹脂道指数では、江津25が種間雑種との閾値に近くなったものの、いずれのクローンもクロマツに区分された。各クローンから採取された種子で育成した実生苗は、針葉の状態、冬芽の色とも江津25以外はクロマツ型を示した。江津25の実生苗における針葉の状態、冬芽の色はそれぞれ約75%で非クロマツ型が出現した。これらのことから、江津25の種子は抵抗性クロマツとして出荷することには問題があるため、生産・流通から除外することが望ましいと考えられた。

キーワード：抵抗性マツ，島根県，雑種性，樹脂道指数

I はじめに

島根県の海岸部ではクロマツが、また内陸部ではアカマツが広域に生育し、貴重な木材資源として古くから重要視されてきた。ところが、1978年以降松くい虫被害が急速に進行し、1984年のピーク時には県全域で11万 m^3 の被害が発生して¹⁾その対策が求められた。このため、本県では1988~1995年にかけてマツノザイセンチュウ抵抗性マツ（以下「抵抗性マツ」と略記）の選抜事業が実施され、クロマツにおいては9クローンが選抜された²⁾。これらクローンによって採種園が造成され、2008年には山行苗が初出荷された³⁾。

ところが、実生苗の中に冬芽や針葉がアカマツに類似しているものがあると、県の林木育種関係者から指摘されるようになった。従来から、アカマツとクロマツには両者の中間型の存在が知られている⁴⁾。一般的に、この中間型は外部形態から判断されるが、基準が必ずしも明確とは言えない状況である。

そこで、本研究ではクローン毎に採種して育成した実

生苗の冬芽、針葉といった外部形態について観察を行い、実生苗における雑種の発現状況について調査した。また、島根県で選抜された抵抗性クロマツについて、再現性が高い針葉樹脂道によって雑種性を調査した。

II 調査方法

1. 実生苗の冬芽及び針葉

2003年10月、島根県八束郡東出雲町内の島根県抵抗性クロマツ採種園の9クローン（江津3，江津9，江津16，江津18，江津25，江津60，江津65，知夫13，加茂21）からクローン毎に種子を採取した。2004年4月、採種量の少なかった江津25は100粒、これ以外のクローンは200粒をクローン毎に島根県飯石郡飯南町内の島根県中山間地域研究センター苗畑に播種した。2004年11~12月には江津25で90本、これ以外の家系では171~196本が育成され、これらすべてを対象に冬芽、針葉の状態を観察した。佐藤の基準⁴⁾に従い、冬芽の状態から各個体を①クロマツ型：冬芽の根元径、長さとも大きく円柱状。

灰白色または帯褐灰色のもの、②非クロマツ型：クロマツ型以外のものの2種類に区分し、クローン毎の出現割合を調査した。また、同様の基準に従い、針葉の状態から各個体を①クロマツ型：長くて、太い。堅くて刺すと刺感があるもの、②非クロマツ型：針葉はクロマツ型より小さく、刺感がないものの2つに区分し、クローン毎の出現割合を調査した。

2. 採種母樹の針葉樹脂道

2007年7月3日、島根県八束郡東出雲町内の島根県抵抗性クロマツ採種園の採種母樹から、健全な個体を無作為にクローン当たり3本選抜した。各個体の樹冠を上部、中部、下部の3枝階に区分し、各枝階から無作為に2本ずつ新梢を採取した。各新梢の中央部付近から、病虫害被害や汚れの無い針葉を5本採取し、1個体当たり合計30本の針葉を混合してポリ袋に封入した。ポリ袋に入れた針葉はクーラーボックスに入れて実験室に持ち帰り、検鏡を行うまで冷蔵庫で保管した。

7月4日以降、採取した針葉から無作為に5本を抽出し、1クローン当たり15本を検鏡対象とした。各針葉は中央部で横断切片を作成して主樹脂道と副樹脂道の発現数、発現位置を検鏡した。主、副樹脂道の発現位置(図1)から吉川らの方法⁵⁾で次式により樹脂道指数(RDI: Resin Duct Index)を算出した。

$$RDI = S/2 + s/n$$

S: 主樹脂道のスコアの合計, s: 副樹脂道のスコアの合計, n: 副樹脂道の総数

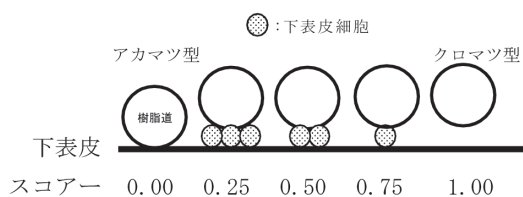


図1 樹脂道の発現位置によるスコア

このRDIはクロマツでは2.0、アカマツでは0.0を示すが、クロマツ、アカマツ、種間雑種の閾値については様々な数値が提案されている⁶⁻⁷⁾。本研究では渡辺ら⁸⁾が行ったDNA分子マーカーによるRAPD分析の結果に従い、クロマツと種間雑種及び種間雑種とアカマツ間の閾値をそれぞれ1.8、1.4とした。

III 結果

1. 実生苗の冬芽及び針葉

図2に実生苗における外部形態がクロマツ型となった個体の割合を示した。冬芽を基準に区分した場合、江津9, 江津65, 知夫13の実生苗は全てクロマツ型を示した。江津3, 江津16, 江津18, 江津25, 江津60, 加茂21の6クローンでは非クロマツ型の個体が出現した。特に江津25はクロマツ型個体の割合が13%と極めて低い値となった。また、針葉を基準に区分した場合、クロマツ型の出現割合が100%にならなかったのは江津25, 知夫13の2クローンのみであった。知夫13のクロマツ型個体の割合は95%と比較的高い値であったのに対し、江津25は29%と針葉を基準にした場合でも極めて低い値を示した。

2. 採種母樹の針葉樹脂道

表1に品種別の平均RDIを示した。江津3, 江津9, 江津60, 江津65は検鏡した全ての針葉でRDIが2.00とな

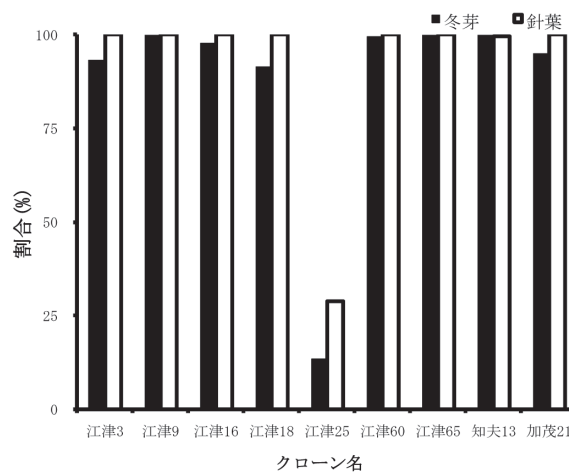


図2 当年生実生苗の外部形態がクロマツ型となった割合

り、完全なクロマツ型になった。江津16, 江津18, 知夫13, 加茂21は一部の針葉で2.00にならないものがあつたが、平均RDIはほぼ2.00になり、クロマツ型に区分された。一方、江津25は平均RDIが1.85とクロマツ型に分類された。しかし、種間雑種との閾値に近く、一部針葉では種間雑種に分類される1.8未満となるものも認められた(写真1)。

表1 品種別の平均RDI

品種	RDI	
江津3	2.00	(0.00)
江津9	2.00	(0.00)
江津16	1.99	(0.02)
江津18	1.99	(0.02)
江津25	1.85	(0.07)
江津60	2.00	(0.00)
江津65	2.00	(0.00)
知夫13	2.00	(0.01)
加茂21	2.00	(0.01)

()内は標準偏差

IV 考察

今回の調査から、選抜された島根県抵抗性クロマツ9クローンのうち江津25を除く8クローンの実生苗では非クロマツ型個体の出現が極めて少なく、雑種性に関しては大きな問題がないことが明らかになった。その一方で、江津25の実生苗では非クロマツ型個体の出現が極めて多く、その取扱いに注意が必要なが明らかになった。RDIから江津25はクロマツに分類されるものの、種間雑種との閾値に近く、一部針葉では種間雑種に分類される1.8未満となるものも認められた。このことから、江津25はアカマツの遺伝的形質を含んでいる可能性があり、実生苗に非クロマツ型の個体が出現する原因と考えられる。

本県で選抜された抵抗性クロマツは、マツノザイセンチュウに対して一定の抵抗性が確認されている²⁾。そして、マツノザイセンチュウに対する抵抗性は実生後代にも引き継がれることが報告されている⁹⁻¹⁰⁾。このことか

ら、江津25の実生苗も抵抗性を有する「マツ」として扱うことは可能であると考えられる。また、九州地方ではマツノザイセンチュウに対する抵抗性を向上させるために、第二世代のマツ材線虫病抵抗性種苗の開発が実施されている¹¹⁾。将来、本県でこのような取組を行う場合、江津25も育種素材として活用できる可能性があり、遺伝資源としての価値は認められると考えられる。

一方、本県において林業種苗として生産・流通しているのは「クロマツ」、「アカマツ」の2種類であり、両者の雑種は生産・流通の対象となっていない。また、林業種苗の消費者である造林者や森林組合は、一般的にクロマツとアカマツの区別を外部形態のみで行っている。このため、例えRDIやDNA分析によってクロマツに区分される個体であっても、非クロマツ型の外部形態であれば種苗の生産・流通に大きな混乱を招く可能性が高い。したがって、冬芽や針葉が非クロマツ型となる割合の高い江津25の実生苗を生産・流通させることは避けるべきであると言える。

また、日本海に面する本県においては、クロマツは主に海岸林造成のために植栽されているため、耐塩性が要求されている。高橋ら¹²⁾は海岸林造成のためにアカマツを使用している地域もあるが、耐塩水性の面からアカマツは海岸林造成用の樹種としては不適切であると指摘している。今回の調査では耐塩性について確認していないが、非クロマツ型の実生苗が多く出現する江津25の実生苗は、他家系の実生苗と比較して耐塩性が劣っている可能性を現時点では否定できない。これらのことから、江津25の実生苗を生産・流通させることは避けるべきであると考えられる。

江津25以外の他家系では非クロマツ型となる実生苗が少ないことから、江津25実生苗の生産・流通停止で本県における抵抗性クロマツへの雑種混入問題が大きく改善されると考えられる。そして、採種園に導入している江津25を別の抵抗性クロマツ品種に入れ替えることが、中・長期的な対策として必要であると考えられる。

V 謝辞

本論文において貴重な助言を頂いた森林総合研究所林木育種センター九州育種場 山田浩雄氏に厚く謝意を申し述べる。

VI 引用文献

- 1) 島根県農林水産部：松くい虫はどのように究明され防除されたか，島根県林業改良普及協会，1995，pp. 64-66.
- 2) 西信介，福島勉，周藤靖雄，金森弘樹，朝原一郎，井ノ上二郎，福井修二，加茂久雄：島根県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業，島根県林業技術センター研究報告48，35-42（1997）.
- 3) 山中啓介：島根県における抵抗性マツの取り組み，グリーン・エージ37（6），13-16（2010）.
- 4) 佐藤敬二：日本のマツ 第1巻，全国林業改良普及協会，1961，pp. 43-52.
- 5) 吉川賢，重松真二，永森通雄：アカマツ，クロマツの雑種に関する研究（I）－雑種性の検定方法の検討－，高知大学農学部演習林報告14，17-26（1987）.
- 6) 吉川賢，重松真二，永森通雄：アカマツ，クロマツの雑種に関する研究（II）－アカマツ，クロマツ及びその雑種の空間分布－，高知大学農学部演習林報告18，1-9（1990）.
- 7) 遠山富太郎，三宅登：中国地方西部におけるアカマツ・クロマツ及びアイノコマツの分布について，第74回 日本林学会大会講演集，248-249（1963）.
- 8) 渡辺敦史，白石進，川瀬英治，戸田忠雄，那須孝：DNA分子マーカーによるアカクロマツ（*Pinus × densi-thunbergii*）のゲノム解析，日本林学会誌78（3），293-300（1996）.
- 9) 糟谷重夫：マツ材線虫病抵抗性マツの選抜育種一家系とクローンの比較－，東京大学農学部演習林報告83，19-30（1990）.
- 10) 吉岡寿：マツノザイセンチュウ抵抗性マツ実生後代の抵抗性能，広島県立林業技術センター研究報告38，45-51（2006）.
- 11) 大平峰子，宮原文彦，森康浩，大川雅史，宮崎潤二，真崎修一，吉本貴久雄，佐々木義則，山田康裕，三樹陽一郎，田上敏彦，小山孝雄，宮里学，鳥羽瀬正志，黒田慶子，岡村政則，松永孝治，白石進：クロマツの第二世代マツ材線虫病抵抗性種苗生産システムの構築，林木の育種235，1-5（2010）.
- 12) 高橋啓二・堀江保夫：植物の耐塩水性（I）－防潮林構成植物選定のための実験－，林業試験場研究報告183，131-151（1965）.

ABSTRACT

The hybridity of 9 Japanese black pines (*Pinus thunbergii* PARL.) resistant to infection caused by pine wood nematode selected from Shimane prefecture (Gotsu3, Gotsu9, Gotsu16, Gotsu18, Gotsu25, Gotsu60, Gotsu65, Chibu13, and Kamo21) was investigated. Resin duct index (RDI) calculated by the relative position of resin duct and epidermis was used to classify all of the resistant species into the Japanese black pine type. However, the characteristics of pine needles and color of the winter buds of each seedling, except 75% of Gotsu25 seedlings, were similar to those of the Japanese black pine. Gotsu25 seedlings should be removed from the supply and demand of forestry seeds and seedlings.

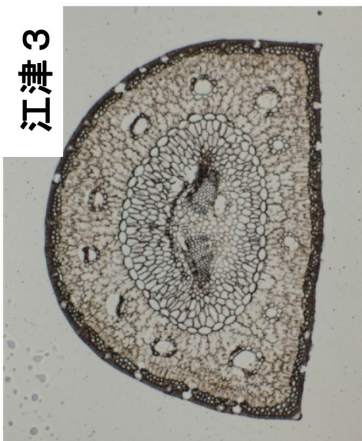
Keywords: Japanese black pines resistant to infection caused by pine wood nematode, Shimane prefecture, hybridity, Resin duct index (RDI)

江津3		江津9		江津16	
母樹	実生苗	母樹	実生苗	母樹	実生苗
2.00	冬芽: 6.90 針葉: 0.00	2.00	冬芽: 0.00 針葉: 0.00	1.99	冬芽: 2.27 針葉: 0.00
江津25		江津60		江津18	
母樹	実生苗	母樹	実生苗	母樹	実生苗
1.85	冬芽: 86.67 針葉: 71.11	2.00	冬芽: 0.54 針葉: 0.00	1.99	冬芽: 8.67 針葉: 0.00
知夫13		江津65		加茂21	
母樹	実生苗	母樹	実生苗	母樹	実生苗
2.00	冬芽: 0.00 針葉: 0.51	2.00	冬芽: 0.00 針葉: 0.00	2.00	冬芽: 5.00 針葉: 0.00

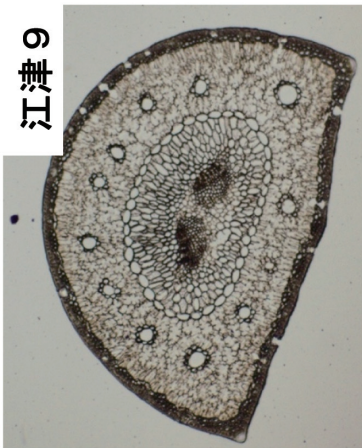
クローン名	
採種母樹 のRDI	実生苗 に占める非 クロマツ型 の割合 (%)

付図 島根県抵抗性クロマツ採種園における採種母樹の配置図及び採種母樹、実生苗の雑種性

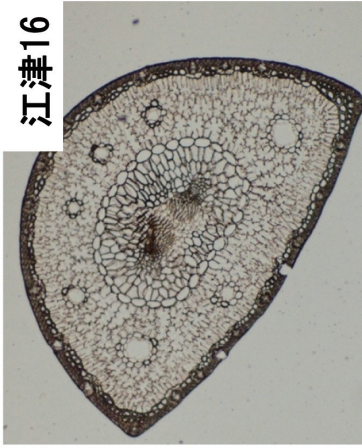
写真1 品種毎の樹脂道の状態



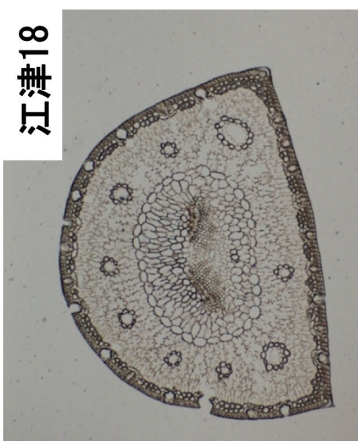
江津3



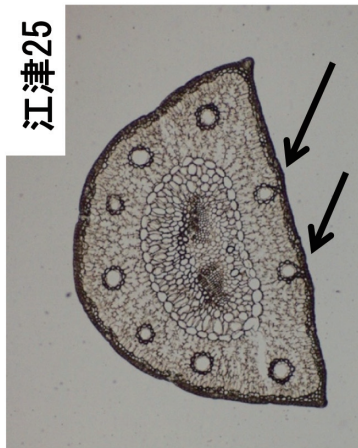
江津9



江津16



江津18



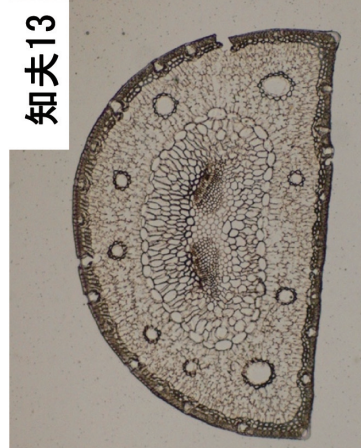
江津25



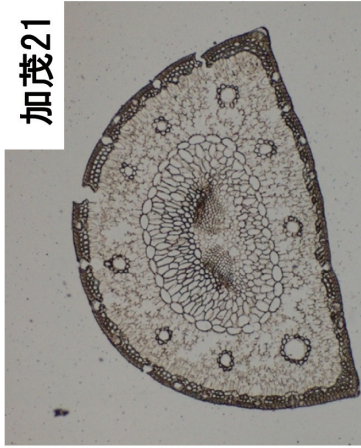
江津60



江津65



知夫13



加茂21