

速報

マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ開発時の抵抗性評価とその実生後代における抵抗性評価の相関*¹倉本哲嗣*²・松永孝治*²・大平峰子*³ 岡村政則*⁴・藤澤義武*³

倉本哲嗣・松永孝治・大平峰子・岡村政則・藤澤義武：マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ開発時の抵抗性評価とその実生後代における抵抗性評価の相関 九州森林研究 67：59－61，2014 約10年を要するマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの抵抗性評価の効率化を目的として，2003年に開発された抵抗性クロマツ及び候補木の二次検定時における評点で示される抵抗性の評価と，それら個体から得た実生後代に対するマツノザイセンチュウ接種検定後の健全率，生存率といった抵抗性の評価の間に相関性が存在しているか検討した。その結果相関性が認められたので，品種開発時の評点によって抵抗性クロマツの適当な抵抗性評価が可能であると推測された。

キーワード：マツノザイセンチュウ，抵抗性クロマツ，抵抗性評価

I. はじめに

現在の九州地方におけるマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ苗（以後抵抗性苗とする）の生産は，マツノザイセンチュウ接種検定（以後接種検定とする）を行い，その結果生き残った健全な個体を出荷するという方法で生産されている。これは，マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ（以後抵抗性クロマツとする）の実生苗が花粉親の違いや，抵抗性に関する遺伝子の分離により抵抗性にばらつきを生じることから，出荷する苗に対して一定レベルの抵抗性を確保することを目的としている。しかしこの接種検定により得苗率が毎年変わる（戸田，2004），約半数の個体が枯死することから，生産効率がよくない。これに関連して，宮原ほか（2005）は採種木の周囲に配置された抵抗性クロマツの抵抗性評価の平均値が高いとその実生苗に対して行った接種検定後の生存率が高い傾向にあることを示していることから，今後の抵抗性苗の生産効率の向上には，より強い抵抗性を保有した抵抗性クロマツの開発とそれを用いた採種園の改良が重要であると考えられる。

しかし，現在抵抗性苗を生産している抵抗性クロマツは1985年までにマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業で選抜された16クローン（藤本ほか，1989）であり，抵抗性の向上を目的とした採種園の改良を行うには少ない。森林総合研究所林木育種センター九州育種場では，1995年より新たな抵抗性クロマツの開発に着手し，2003年に17クローン，2006年に18クローンを開発している。そのうち2003年に開発した抵抗性クロマツでは，2011年にそれら実生後代の抵抗性の評価が報告されている（松永ほか，2011）が，抵抗性クロマツの開発からそれらの抵抗性評価までに約10年の時間を要している。このため，抵抗性クロマ

ツ採種園の改良がほとんど進んでいない。

そこで筆者らは，効率的な採種園の改良のため，抵抗性クロマツ開発時の成績でそのクローンの概ねの抵抗性評価ができないかと考え，2003年に開発された抵抗性クロマツ及び候補木の二次検定時における抵抗性の評価と，それら個体から得た実生後代の抵抗性の評価との間に，相関性が存在しているか検討したので報告する。

II. 材料と方法

母樹として使用した抵抗性クロマツ及び抵抗性クロマツにならなかったクローン（以後候補木とする）を表-1に示す。それらの評価は，2003年度に抵抗性クロマツを開発した際の二次検定（クローン検定）データに基づく評点（岡村ほか，2006）を使用した（表-2）。この評点は，マイナスであると抵抗性を有すると判断し，その絶対値が大きいほど高い抵抗性を有するとされている。

実生後代の評価は，抵抗性クロマツ及び候補木を母樹とした自然交配家系と人工交配家系に対する接種検定後の健全率と生存率で行った。

自然交配家系は，表-1に示す2003年に開発した抵抗性クロマツからの8家系と抵抗性クロマツ候補木からの5家系の合計13家系で，森林総合研究所林木育種センター九州育種場の集植所に保存されている個体から2006年から2008年にかけて採種し，育苗したものである。人工交配家系は，表-1に示す2003年に開発した抵抗性クロマツ5クローン及び抵抗性クロマツ候補木7クローンの合計12クローンを母樹とし，既存の抵抗性クロマツ田辺ク-54，波方ク-37，波方ク-73，土佐清水ク-63及び三

*¹ Kuramoto, N., Matsunaga, K., Ohira, M., Okamura M. and Fujisawa, Y. : Correlation between the resistance evaluation value of the pine wood nematode-resistant Japanese black pine clones at development and of those progenies.

*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. Ctr, For. & Forest Prod. Res. Inst. Koshi, Kumamoto 861-1102, Japan.

*³ 森林総合研究所林木育種センター Forest Tree Breed. Ctr, For. & Forest Prod. Res. Inst. 3809-1 Hitachi, Ibaraki 319-1301, Japan.

*⁴ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場 Kansai Regional Breed. Office, Forest Tree Breed. Ctr, For. & Forest Prod. Res. Inst. 043 Sho-oh, Okayama 709-4335, Japan.

崎ク-90の5クローンを花粉親として2005年から2008年にかけて人工交配を行ったものである。

接種検定は、自然交配家系については2008年から2010年、人工交配家系については2008年から2011年の7月末に行い、1反復あたりの本数が10本以上、反復が2回以上で、複数年検定できた家系を解析の対象とした。接種検定の条件は、島原個体群を苗1本あたり5000頭接種である。接種後8週目に、枯死個体数及び健全個体数を調査した。各年の調査結果から、各家系の健全率及び生存率の平均値を算出した。接種検定の対象となった家系において、年によっては種子が得られない、あるいは育苗不良により、接種に供する本数が少ないことがあったため、各家系の健全率、生存率の平均値の算出には、最小二乗推定法を用いた。なお人工交配家系では、それぞれの母樹で上記5つの花粉親との交配組み合わせで健全率及び生存率を算出した後、5家系の平均値を算出し、母樹の評価として解析に用いた。

Ⅲ. 結果と考察

表-2に、各母樹の自然交配家系及び人工交配家系の平均健全率及び平均生存率を示す。自然交配家系での平均健全率と平均生存率は、抵抗性クロマツを母樹とした場合にそれぞれ0.43と0.45、候補木を母樹とした場合に0.30と0.33であった。人工交配家系では、抵抗性クロマツを母樹とした場合でそれぞれ0.59と0.62、候補木を母樹とした場合には0.48と0.50であった。

次に、母樹の評点と実生後代の評価（今回は健全率のみ）との間の相関関係を図-1, 2に示す。母樹の評点と実生後代の健全率は負の相関関係にあり、評点の絶対値が大きくなると実生後代

の接種検定後の健全率が高くなる傾向にあった（生存率でも同様の傾向であった）。

人工交配家系の健全率は、母樹の評点と統計的に有意な相関関係が認められたが（図-2）、自然交配家系の健全率と母樹の評価値の間には統計的に有意な相関関係は認められなかった（図-1）。これは、自然交配家系では年次によって花粉親の構成比率が異なり、その交配組み合わせによって抵抗性が異なること（後藤ほか、2002；宮原ほか、2002；倉本ほか、2004）が原因であると考えられる。しかし、接種結果は遺伝的要因によって支配されていることを倉本ほか（2006）が示唆していることから、人工交配家系を用いた実生後代の評価値のほうが、より正確な母樹の評価であるため、抵抗性クロマツを開発した際の評価で、抵抗性評価が可能ではないかと推測された。

以上、抵抗性クロマツの開発時における二次検定（つぎ木クローンに対する検定）時に算出する評点が、実生後代における抵抗性評価と比較的強い相関関係が存在していることを示唆する結果が得られた。すでに多くの抵抗性クロマツが開発されているが、その実生後代における抵抗性評価は1985年までに開発された16クローン以外ほとんど行われていない。また先述のように、今回解析の対象とした2003年の抵抗性クロマツについて松永ほか（2011）が抵抗性評価を報告しているが、接種検定用の実生後代が得られ、かつ複数回の接種検定結果を行ったため、開発後約10年の時間を要している。今回の結果により、抵抗性クロマツ開発時の評点から概ねの抵抗性評価を行うことで、採種園の改良に向けた迅速な利用に貢献できると期待される。

表-2. 各家系の平均健全率及び平均生存率と抵抗性クロマツ開発時の評点

母樹名	自然交配家系		人工交配家系		評点 ³⁾
	健全率	生存率	健全率	生存率	
唐津ク-9 ¹⁾	-	-	0.78	0.80	-14.6
河浦ク-8 ¹⁾	0.35	0.38	0.46	0.47	-9.5
唐津ク-16 ¹⁾	0.59	0.62	0.71	0.76	-3
唐津ク-17 ¹⁾	0.43	0.49	0.65	0.69	-7.9
唐津ク-1 ¹⁾	0.66	0.67	-	-	-7.8
佐土原ク-15 ¹⁾	0.60	0.61	-	-	-7.7
唐津ク-7 ¹⁾	0.26	0.20	-	-	-7.6
天草ク-20 ¹⁾	0.31	0.32	0.46	0.49	-7.4
河浦ク-13 ¹⁾	0.35	0.37	-	-	-6.7
抵抗性品種平均	0.43	0.45	0.61	0.64	
(候)宮崎21 ²⁾	0.22	0.28	-	-	-5.3
(候)宮崎23 ²⁾	-	-	0.59	0.62	-4.9
(候)鹿児島4 ²⁾	0.13	0.15	0.55	0.56	-4.4
(候)天草21 ²⁾	0.54	0.53	-	-	-4.0
(候)鹿児島22 ²⁾	-	-	0.51	0.53	-3.1
(候)天草4 ²⁾	0.31	0.35	0.46	0.48	-1.8
(候)天草6 ²⁾	-	-	0.45	0.48	-0.4
(候)天草9 ²⁾	-	-	0.50	0.51	1.3
(候)天草18 ²⁾	0.30	0.34	0.32	0.35	2.1
抵抗性候補木平均	0.30	0.33	0.48	0.50	

-: データなし

1): 2003年度に開発したクロマツ品種

2): 2003年度合格しなかった候補木

3): 岡村ら（2006）より引用

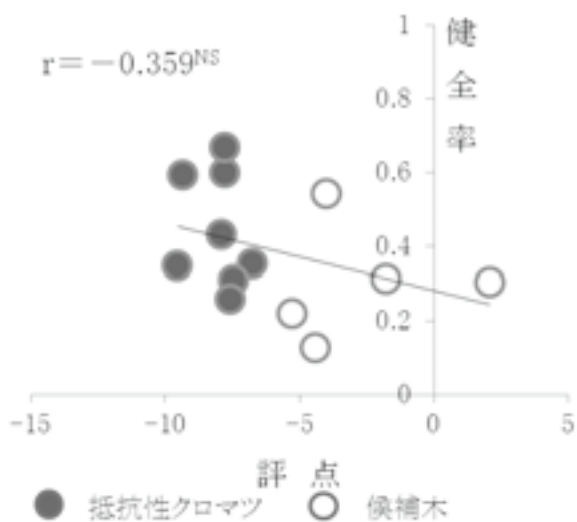
表-1. 母樹として使用したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツおよび候補木

母樹名	自然交配家系	人工交配家系
唐津ク-9 ¹⁾		○
河浦ク-8 ¹⁾	○	○
唐津ク-16 ¹⁾	○	○
唐津ク-17 ¹⁾	○	○
唐津ク-1 ¹⁾	○	
佐土原ク-15 ¹⁾	○	
唐津ク-7 ¹⁾	○	
天草ク-20 ¹⁾	○	○
河浦ク-13 ¹⁾	○	
(候)宮崎21 ²⁾	○	
(候)宮崎23 ²⁾		○
(候)鹿児島4 ²⁾	○	○
(候)天草21 ²⁾	○	
(候)鹿児島22 ²⁾		○
(候)天草4 ²⁾	○	○
(候)天草6 ²⁾		○
(候)天草9 ²⁾		○
(候)天草18 ²⁾	○	○
合計	13	12

○は自然交配家系、人工交配家系の母樹として使用した。

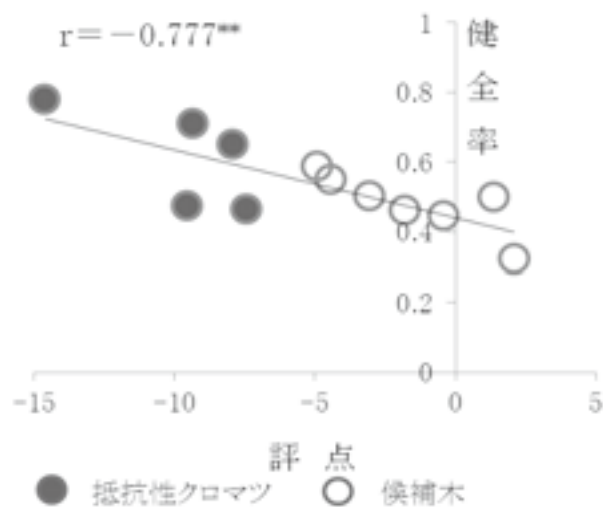
1): 2003年度に開発した抵抗性クロマツ

2): 2003年度抵抗性クロマツとして合格しなかった候補木



NS : 統計的に有意な相関関係なし

図-1 母樹の評点と自然交配家系の健全率との相関関係



** : 1%水準で統計的に有意な相関関係

図-2 母樹の評点と人工交配家系の健全率との相関関係

しかし、各地で開発された抵抗性クロマツの二次検定は、異なった年、気象条件下で行うので、自然交配家系を使用する対照系統の接種検定結果は同一ではなかったと予想されるため、評点は相対的な評価で絶対値ではない。つまり同時に開発した抵抗性クロマツの評点でそれら抵抗性クロマツ間の優劣は判断できるが、異なった年度に開発したものと優劣は判断できないと予想される。評点に代わる絶対的な評価方法や、安定した接種検定結果が得られる対照系統の利用等の技術開発の検討が今後必要であると考えられる。

引用文献

- 藤本吉幸ほか (1989) 林育研報 7 : 1 - 84 .
 後藤晋ほか (2002) 日林誌 84 : 45 - 49 .
 倉本哲嗣ほか (2004) 九州森林研究 57 : 228 - 229 .
 倉本哲嗣ほか (2006) 九州森林研究 59 : 239 - 240 .
 松永孝治ほか (2011) 九州森林研究 64 : 84 - 86 .
 宮原文彦ほか (2002) 日林学術講 113 : 639 .
 宮原文彦ほか (2005) 日森学術講 116 (CD-ROM) : 1 D 14 .
 岡村政則ほか (2006) 林育研報 22 : 35 - 50 .
 戸田忠雄 (2004) 林育研報 20 : 83 - 217 .

(2013年11月4日受付; 2014年2月18日受理)