

抵抗性クロマツの交雑育種
—実生F1からの抵抗性個体選抜—

阿部剛俊・丹原哲夫*

Crossbreeding of *Pinus thunbergii* as Pine wilt disease resistant variety
—The selection of resistant individual from F1 of *Pinus thunbergii* as Pine wilt disease resistant variety—

Takatoshi ABE, Tetsuo TANBARA

要 旨

阿部剛俊・丹原哲夫：抵抗性クロマツの交雑育種—実生F1からの抵抗性個体選抜— 岡林試研報24：37-43(2008) 既存の抵抗性クロマツよりも高い抵抗性をもつ個体を作成するため、既存の抵抗性クロマツの自然交配実生苗および人工交配実生苗にマツノザイセンチュウを接種して、第二世代の抵抗性クロマツ候補木を選抜した。マツノザイセンチュウ接種による選抜は2005年から開始し、3年生次と4年生次の2回、1本当たり1万頭または2万頭のマツノザイセンチュウを接種し、側枝の半分以上が枯損せずに残った個体を候補木として選抜した。2008年3月現在で自然交配による抵抗性家系苗880本の中から24本、人工交配実生苗377本の中から14本、対照として用いたクロマツ精英樹実生苗248本の中から10本の計48本を選抜しており、これらの選抜個体は林木育種センターが実施する二次検定に供するため、挿し木増殖用の母樹として育成中である。
キーワード：第二世代、抵抗性クロマツ、人工交配、センチュウ接種、選抜

I 研究の背景

マツ材線虫病による集団枯損の対策として、1978年から森林総合研究所林木育種センター関西育種場（以下関西育種場）と西南日本の14県は共同でマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業（林野庁 1978, 藤本ら 1989, 戸田 1997）に取り組み、この事業の中でアカマツ92本、クロマツ16本が抵抗性個体として決定された。

岡山県ではこの中から抵抗性アカマツ36クローンを用いて1985年に採種園1.0ha、クロマツ16クローンを用いて1987年に採種園0.5haを造成した。この抵抗性マツ採種園から産出される抵抗性マツも母樹家系により抵抗性が異なったため（丹原ら 1998等）、このうち、アカマツの上位16家系を普及対象とし、2000年に公募により「桃太郎松」と命名し、2002年から苗木供給を開始している。

一方、クロマツについてはアカマツに比べて抵抗性レベルが著しく低かったため（丹原ら 1996・1997）普及上の障害となっている。この対策として、岡山県では、クロマツ抵抗性個体間交配苗の中からの新たな抵抗性個体選抜（第二世代の育種）に着手し、第一段階として人工交配種子を用いた実生と胚培養との2方法による苗の増殖を試みた（藤原ら 2005）。今回、このうちの人工交配実生苗と抵抗性採種園内自然交配（以下 自然交

配）によって得られた実生苗に、マツノザイセンチュウ（以下 センチュウ）接種を行い、第二世代の抵抗性クロマツ候補木を選抜したので報告する。

なお、この報告は平成17～19年度研究課題「抵抗性クロマツの交雑育種—培養苗の育成と接種検定—」の中の一部として取り組んだものであり、交配苗からの選抜は2009年まで実施する計画であるが、今回の報告では2008年3月末までに2回の接種を終了したものについて報告する。

II 材料と方法

1 自然交配苗

(1) 供試苗の育成

2002年10月に、前述の抵抗性クロマツ採種園で育成している16クローンおよび、元(独)森林総合研究所大山浪雄博士から譲渡を受けた松島の計17クローンからクローン毎に種子を採取し、翌2003年4月、2004年4月の2回に分けて苗畑に播種した。使用した抵抗性クロマツクローン名と対照に用いたクロマツ精英樹4クローンのクローン名と識別No.を表-1に示す。No.5の小浜24は選抜途中で不確定であったものがDNA鑑定の結果等からアカマツであることが判明したため解析から除外した。

これらの自然交配実生苗は播種後2成長期経過したも

*元岡山県林業試験場

のから、2月中にガラス温室内のマサ土床へ移植し、センチュウ接種に供した(図-1)。温室内では自動灌水を行い、土壤水分計(木屋製作所製TRADA TENSIONMETER)を用いて40cmHg以下で管理した。温室内の気温については、適宜側窓を開け、高温障害に配慮した。



図-1 温室内での試験状況

(2) 2005年選抜開始の自然交配苗

選抜には抵抗性16家系全てと対照4家系を用いた。1回目のセンチュウ接種は2005年7月25日に行い、抵抗性家系は各家系20本ずつの2反復、対照家系は各家系15本ずつの2反復とし、1万頭/本を接種した。接種後の生存状況について、2006年1月に目視により調査し、健全、部分枯れ及び全枯れの3段階で評価した。

1回目の接種で健全であった苗のみを、冬季に同じ温室内マサ土床へ移植し、翌2006年8月4日に2回目2万頭/本を接種した。接種後の生存状況について、2006年11月に目視により調査し、健全、部分枯れ及び全枯れの3段階で評価した。

2回目の接種で生き残った苗のみを冬季に同じ温室内マサ土床へ移植し、1年後の2007年11月に生存状況の調査を目視で行った。ここでは、健全(レベルI)、接種枝のみ枯れ(レベルII)、枝の半分以上健全(レベルIII)、枝の半分以上枯れ(レベルIV)、全枯れ(レベルV)の5段階で評価した。

センチュウは関西育種場が頭数調整した島原産を用い、1回目接種では当年に伸長した主軸基部に、2回目接種では当年に伸長した主軸または将来主軸になりそうな輪生枝の基部をナイフで木部が見えるまで剥皮し、鋸で段差を付けた上で接種した。接種にはマイクロピペットを用い、1万頭/0.1mlおよび2万頭/0.1mlに調整したセンチュウ懸濁液を1本あたり0.1ml接種した。

(3) 2006年選抜開始の自然交配苗

選抜には過去の自然交配家系苗を用いた接種試験(丹原ら1996・1997)において比較的高い抵抗性を示した抵抗性6家系(No.4・10・11・13・15・17)と対照4家系を用いた。1回目のセンチュウ接種は2006年8月4日に行い、

抵抗性6家系は各家系20本ずつの2反復、対照4家系は各家系16本ずつの2反復とし、2万頭/本を接種した。接種後の生存状況について、2006年11月に目視により調査し、健全、部分枯れ及び全枯れの3段階で評価した。

1回目の接種で健全苗が得られなかったため部分枯れ個体を冬季に同じ温室内マサ土床へ移植し、翌2007年8月4日に2回目2万頭/本を接種した。接種後の生存状況調査を目視により2007年11月に行い、2005年選抜開始の自然交配苗と同様のレベルI~Vの5段階で評価した。

センチュウの入手方法および接種方法も2005年選抜開始の自然交配苗と同じである。

2 人工交配苗

(1) 供試苗の育成

過去の自然交配家系苗を用いた接種試験において比較的高い抵抗性を示した3家系(No.4・10・11)(丹原ら1996・1997)、および松島(No.17)の4クローンを使用し、自殖を除く12組み合わせの両面交配種子を得た(藤原ら2005)。袋かけは2002年4月18日に実施し、交配種あたり15袋設定した。交配は当年産花粉を用い、4月25日と5月2日の2時期に分けて行った。2003年10月に交配種毎に球果を採種・精選し(藤原ら2005)、2004年4月、2005年4月、2006年4月の3年に分けて組み合わせ毎に苗畑に播種し、養苗した。それぞれの年に播種した交配組み合わせの母系×父系をクローンNo.(表-1)で示すと2004年が4×10、4×11、10×4、11×4、17×4、17×10、17×11の計7組み合わせ、2005年が4×11、10×4、17×4、17×10、17×11の計5組み合わせ、2006年が4×10、4×11、4×17、10×11、10×17、11×4、11×10、11×17、17×4、17×11の計10組み合わせである。各組み合わせの播種年とセンチュウ接種開始年との関係を表-2に示す。

苗は播種後2成長期経過したものから、2月中にガラス温室内のマサ土床へ移植し、センチュウ接種に供した。温室内では灌水を行い、土壤水分計を用いて40cmHg以下で管理した。

1回目のセンチュウ接種は2006年8月4日に行い、苗木本数がそろわなかったため、各組み合わせ10~39本の2反復で設定し、1万頭/本を接種した。接種後の生存状況調査を目視により2006年11月に行い、健全、部分枯れ、全枯れの3段階で評価した。

1回目の接種で健全苗が僅かしか得られなかったため、部分枯れ個体も含めて冬季に同じ温室内マサ土床へ移植し、翌2007年8月4日に2回目2万頭/本を接種した。接種後の生存状況調査を目視により2007年11月に行い、2005年選抜開始の自然交配苗と同様のレベルI~Vの5段階で評価した。

センチュウの入手方法および接種方法も2005年選抜開

始の自然交配苗と同じである。005年選抜開始の自然交配苗と同様のレベルⅠ～Ⅴの5段階で評価した。

センチウの入手方法および接種方法も2005年選抜開始の自然交配苗と同じである。

Ⅲ 結果と考察

1 2005年選抜開始の自然交配苗（表－3）

1回目、1万頭/本接種では、抵抗性家系全640本中、健全個体が70本、部分枯れ個体が152本、枯損個体が418本であり、健全率は10.9%、生存率は34.7%であった。これに対し、対照家系は全120本中、健全個体が16本、部分枯れ個体が18本、枯損個体が86本、健全率は13.3%、生存率は28.3%であり、健全率、生存率共に抵抗性家系の明確な優位性は認められなかった。

家系毎にみると、No.11, No.13, No.15が健全率20%以上と、他家系よりも優れていた。また、対照1, 対照2も健全率が共に23.3%と優れていた。

翌2006年の2回目、2万頭/本接種では、抵抗性家系全70本中、健全個体は無く、部分枯れ個体が31本、枯損個体が39本であり、試験開始からのトータルでの健全率は0.0%、生存率は4.8%であった。これに対し、対照家系は全16本中、健全個体が1本、部分枯れ個体が11本、枯損個体が4本であり、試験開始からのトータルでの健全率は0.8%、生存率は10.0%であり、対照家系の方が抵抗性家系よりもやや高い数値を示した。

家系毎にみると、No.13, No.15, No.17が健全率10%以上と、他家系よりも優れていた。また、対照1, 対照2はそれぞれ生存率16.7%, 20.0%と優れていた。

翌2007年11月の生存状況は、抵抗性家系ではレベルⅠ, Ⅱは無く、レベルⅢは21本、レベルⅣは9本、レベルⅤは0本であった。これに対し、対照家系はレベルⅠは無く、レベルⅡは1本、レベルⅢは6本、レベルⅣは3本、レベルⅤは1本であり、抵抗性家系と対照家系を併せて枯死木（レベルⅤ）は1本だけであった。

生存個体のうち、被害の激しいレベルⅣとⅤを除外し、レベルⅠ～Ⅲまでの計28本を第二世代の抵抗性クロマツ候補木として選抜し、2008年3月に苗畑へ移植した。今後はこれらの個体をさし木により増殖し、関西育種場が行う二次検定に供する予定である。

2 2006年選抜開始の自然交配苗（表－4）

1回目、2万頭/本接種では、抵抗性家系全240本中、健全個体が0本、部分枯れ個体が6本、枯損個体が214本であり、健全率は0.0%、生存率は2.5%であった。これに対し、対照家系は全128本中、健全個体が0本、部分枯れ個体が7本、枯損個体が153本、健全率は0.0%、生存率は5.5%であり、ここでも健全率、生存率共に抵抗性家系の明確な優位性は認められなかった。

家系毎にみると、No.15が生存率7.5%と、他家系より

も優れていた。また、対照も生存率が15.6%と優れていた。

同じ2006年に2万頭/本接種で選抜を行った2005年選抜開始の自然交配苗の2回目接種の結果と比較すると、2006年選抜開始では抵抗性が高いと思われる抵抗性6家系に絞ったにもかかわらず、生存率は概ね低い数値を示した。このことは最初に弱度の負荷を与えることにより、より強い負荷に対する抵抗性を付与する誘導抵抗性の可能性を示唆するものである。

翌2007年の2回目、2万頭/本接種には、1回目接種で生き残った抵抗性家系全6本と対照家系全7本を供試している。抵抗性家系全6本中、抵抗性家系ではレベルⅠ, Ⅱは無く、レベルⅢは3本、レベルⅣは2本、レベルⅤは1本であった。これに対し、対照家系はレベルⅠ, Ⅱは無く、レベルⅢは3本、レベルⅣは3本、レベルⅤは1本であった。

生存個体のうち、被害の激しいレベルⅣとⅤを除外し、レベルⅠ～Ⅲまでの計6本を第二世代の抵抗性クロマツ候補木として選抜し、2008年3月に苗畑へ移植した。今後はこれらの個体をさし木により増殖し、関西育種場が行う二次検定に供する予定である。

この試験では、抵抗性が高いと思われる6家系を供試したにも関わらず、最終的に得られた候補木は6個体と少なかった。これは、1回目の接種頭数を2万頭/本に設定し、強度の選抜をかけたためと考えられる。候補木を多く得るためには、1回目の選抜では接種頭数を1万頭/本程度に設定し、生存木を多く残す手法が適切と考えられる。

3 2006年選抜開始の人工交配苗（表－5）

1回目、1万頭/本接種では、377本中健全個体が1本、部分枯れ個体が31本、枯損個体が346本であった。組合わせ毎にみると、♀4×♂11が生存率16.7%と、他の組合わせよりも優れていた。

翌2007年の2回目、2万頭/本接種には、1回目接種で生き残った健全個体と部分枯れ個体の計32本を供試している。このうち、レベルⅠは0本、レベルⅡは6本、レベルⅢは8本、レベルⅣは11本、レベルⅤは7本であった。組合わせ毎にみると、やはり♀4×♂11がトータルの生存率で13.3%と、他の組合わせよりも優れていた。

生存個体のうち、被害の激しいレベルⅣとⅤを除外し、レベルⅠ～Ⅲまでの計14本を第二世代の抵抗性クロマツ候補木として選抜し、2008年3月に苗畑へ移植した。今後はこれらの個体をさし木により増殖し、関西育種場が行う二次検定に供する予定である。

4 自然交配と人工交配との比較

自然交配苗と人工交配苗の抵抗性比較を行うため、2005年選抜開始の自然交配と2006年選抜開始の人工交配の選抜率（選抜本数/供試数×100）で比較した。ただし、

接種年が異なることや、2005年選抜開始の自然交配は2回目接種後に、温室内で1年間養苗した後選抜したことによる影響は考慮していない。

各設定での選抜率を示す。

①2005年選抜開始の自然交配苗(抵抗性全家系)の選抜率
 $21本/640本 \times 100 = 3.3\%$

②2005年選抜開始の自然交配苗(抵抗性No.4・10・11・17)の選抜率
 $5本/160本 \times 100 = 3.1\%$

③2006年選抜開始の人工交配苗(母方抵抗性No.4・10・11・17)の選抜率
 $14本/377本 \times 100 = 3.8\%$

このように、人工交配と自然交配の選抜率はほとんど差が無かった。ただし、候補木として残った個体の内容をみると、自然交配では全ての個体が側枝にまで枯損が及んでいたのに対し(レベルⅢ)、人工交配では14本中6本が接種した主軸のみが枯れて側枝は残っており(レベルⅡ)、より抵抗性が高いと思われる個体が残っていた。また、人工交配苗の1回目選抜を行った2006年ほどの設定でも生存率が低く、気温等の影響で選抜強度が高くなった可能性も考えられるため、今回の結果だけで人工交配苗からの選抜と自然交配苗からの選抜とは差がないと結論づけることは早計と考える。また、今回は途中経過報告なので人工交配苗12組合せのうち、7組合せしか検証できなかった。今後、残りの5組合せについても同様の選抜を行う予定なので、その結果も含めて、改めて検証したい。

また、今回2006年選抜開始の自然交配で1回目の接種を2万頭/本に設定したため、同年選抜開始の人工交配との比較ができなかった。人工交配の選抜優位性を証明するためには、同じ年に同じ設定で接種検定を行い、生存率等を比較する必要がある。

5 家系および組合せの比較

今回供試した16家系および7組合せの中で、抵抗性に優れる家系、組合せを得るため、家系および組合せの抵抗性を比較した。センチウ接種による選抜は2005年から2007年の3年間行っており、各年に供試した家系および組合せ、センチウ接種頭数は異なっている。そこで各選抜毎に各家系と各組合せの生存率を偏差値で表し(表-6)、比較した。反復をとった2005年選抜開始の1回目自然交配、2006年選抜開始の1回目自然交配、2006年選抜開始の1回目人工交配では、解析ソフトLsab02により算出した生存率の最小二乗推定値を用いて偏差値を求めた。各選抜毎の家系および組合せと偏差値との関係を図-2に示す。

今回、行った選抜の中で安定して他家系よりも優れていたのは家系No.15の土佐清水63であった。また、2005年

選抜開始の選抜では他家系よりも優れていると思われた家系No.13の波方73と家系No.17の松島は、2006年選抜開始の選抜では他家系よりも劣っていた。2005年選抜開始の選抜と2006年選抜開始の選抜とでは供試家系数が異なることも要因の一つと考えられるが、選抜の際には、複数回の試験でも安定して他家系よりも優れる家系を選ぶことが肝要である。

また、人工交配では志摩64×三崎90(No.4×No.11)の組合せが、他の組合せよりも優れていた。人工交配苗の選抜は本報告で述べた以外に、2007年選抜開始のと2008年選抜開始(表-2)、各2回の計4回を予定しており、選抜を進める中で、優れた組合せが明らかになることを期待している。

IV まとめ

以上、これらの試験により選抜された第二世代抵抗性クロマツ候補木は以下のとおりである。

①2005年選抜開始の自然交配苗より

抵抗性全16家系の640本から、10家系の計21本を選抜。対照4家系の120本から、3家系の計7本を選抜。

②2006年選抜開始の自然交配苗より

抵抗性6家系の240本から、1家系の計3本を選抜。対照4家系の128本から、2家系の計3本を選抜。

③2006年選抜開始の人工交配苗より

7組合せの377本から、5組合せの計14本を選抜。

合わせると、抵抗性家系苗全880本の中から24本を、対照家系苗全248本の中から10本を、人工交配苗全377本の中から14本の総計48本を選抜したことになる。

全体的にみると、2回のザイセンチュウ接種を終えて、主軸も生き残るレベルⅠの個体が得られなかったことから、抵抗性アカマツの抵抗性レベルにはまだ到達できていないと感じている。しかし、人工交配苗および対照家系苗の中から、主軸のみ枯損の個体が見つかるなど、この選抜試験に期待するところは大きい。今後は選抜を継続すると共に、選抜個体の増殖に取り組み、関西育種場の行う二次検定に合格する第二世代抵抗性クロマツを作出できるよう、研究を進めていく。

表-1 親木クローン名とNo.

No.	クローン名
1	田辺54
2	夜須37
3	津屋崎50
4	志摩64
5	小浜24
6	小浜30
7	大分8
8	川内290
9	三豊103
10	波方37
11	三崎90
12	大瀬戸12
13	波方73
14	吉田2
15	土佐清水63
16	穎娃429
17	松島
対照1	高野署102
対照2	岡山101
対照3	御津101
対照4	西大寺101

表-2 人工交配苗の播種年と接種開始年

播種年	2004.4	2005.4	2006.4
1回目接種年	2006.8	2007.8	2008.8
♀×♂	1	2	3
4×10	○		○
4×11	○	○	○
4×17			○
10×4	○	○	
10×4			○
10×4			○
11×4	○		○
11×4			○
11×4			○
17×4	○	○	○
17×10	○	○	
17×11	○	○	○
組合わせ数	7	5	10

表-3 2005年選抜開始の自然交配苗へのマツザイセンチュウ接種設定と結果

1回目接種 接種：2005年7月25日。1万頭/本
生存状況調査：2006年1月

家系No.	反復1				反復2				平均健全率%	平均生存率%
	供試数	健全	部分枯	全枯	供試数	健全	部分枯	全枯		
1	20	1	6	13	20	1	4	15	5.0	30.0
2	20	2	3	15	20	1	4	15	7.5	25.0
3	20	1	5	14	20	4	3	13	12.5	32.5
4	20	5	4	11	20	1	4	15	15.0	35.0
6	20	1	7	12	20	2	3	15	7.5	32.5
7	20	0	3	17	20	3	6	11	7.5	30.0
8	20	0	1	19	20	0	2	18	0.0	7.5
9	20	0	5	15	20	1	4	15	2.5	25.0
10	20	4	4	12	20	0	6	14	10.0	35.0
11	20	4	5	11	20	4	6	10	20.0	47.5
12	20	1	3	16	20	0	5	15	2.5	22.5
13	20	5	3	12	20	6	6	8	27.5	50.0
14	20	1	3	16	20	1	10	9	5.0	37.5
15	20	6	6	8	20	4	6	10	25.0	55.0
16	20	3	4	13	20	1	8	11	10.0	40.0
17	20	3	7	10	20	4	6	10	17.5	50.0
計	320	37	69	214	320	33	83	204	10.9	34.7

2回目接種 (1回目接種で健全であった苗に2万頭接種)
接種：2006年8月4日 生存状況調査：2006年11月

家系No.	供試数	健全	部分枯	全枯	1-3カ月での健全率%		1-3カ月での生存率%	
					トナリ	トナリ	トナリ	トナリ
1	2	0	0	2	0.0	0.0		
2	3	0	1	2	0.0	2.5		
3	5	0	1	4	0.0	2.5		
4	6	0	3	3	0.0	7.5		
6	3	0		3	0.0	0.0		
7	3	0	1	2	0.0	2.5		
8	0	0	0	0	0.0	0.0		
9	1	0	0	1	0.0	0.0		
10	4	0	0	4	0.0	0.0		
11	8	0	1	7	0.0	2.5		
12	1	0	1		0.0	2.5		
13	11	0	7	4	0.0	17.5		
14	2	0	2	0	0.0	5.0		
15	10	0	8	2	0.0	20.0		
16	4	0	2	2	0.0	5.0		
17	7	0	4	3	0.0	10.0		
計	70	0	31	39	0.0	4.8		

生存状況調査：2007年11月

家系No.	枯損レベル					候補木本数	選抜率%
	I	II	III	IV	V		
1	0	0	0	0	0	0	0.0
2	0	0	1	0	0	1	2.5
3	0	0	1	0	0	1	2.5
4	0	0	2	1	0	2	5.0
6	0	0	0	0	0	0	0.0
7	0	0	1	0	0	1	2.5
8	0	0	0	0	0	0	0.0
9	0	0	0	0	0	0	0.0
10	0	0	0	0	0	0	0.0
11	0	0	1	0	0	1	2.5
12	0	0	1	0	0	1	2.5
13	0	0	4	2	1	4	10.0
14	0	0	2	0	0	2	5.0
15	0	0	6	2	0	6	15.0
16	0	0	0	2	0	0	0.0
17	0	0	2	2	0	2	5.0
計	0	0	21	9	0	21	3.3

対照1	15	1	1	13	15	6	3	6	23.3	36.7
対照2	15	0	4	11	15	7	0	8	23.3	36.7
対照3	15	0	2	13	15	1	5	9	3.3	26.7
対照4	15	0	2	13	15	1	1	13	3.3	13.3
計	60	1	9	50	60	15	9	36	13.3	28.3

対照1	7	1	4	2	3.3	16.7	
対照2	7	0	6	1	0.0	20.0	
対照3	1	0	1	0	0.0	3.3	
対照4	1	0	0	1	0.0	0.0	
計	16	1	11	4	0.8	10.0	

対照1	0	1	3	0	1	4	13.3
対照2	0	0	3	2	1	3	10.0
対照3	0	0	0	1	0	0	0.0
対照4	0	0	0	0	0	0	0.0
計	0	1	6	3	1	7	5.8

表－4 2006年選抜開始の自然交配苗へのマツザイセンチュウ接種設定と結果

1回目接種（過去の接種試験で有望と思われる家系苗に2万頭接種）
 接種：2006年8月4日 生存状況調査：2006年11月

家系No.	反復1				反復2				平均健全率%	平均生存率%
	供試数	健全	部分枯	全枯	供試数	健全	部分枯	全枯		
4	20	0	0	20	20	0	1	19	0.0	2.5
10	20	0	1	19	20	0	0	20	0.0	2.5
11	20	0	1	19	20	0	0	20	0.0	2.5
13	20	0	0	20	20	0	0	20	0.0	0.0
15	20	0	1	19	20	0	2	18	0.0	7.5
17	20	0	0	20	20	0	0	0	0.0	0.0
計	120	0	3	117	120	0	3	97	0.0	2.5

2回目接種（1回目接種で生き残った苗に2万頭接種）
 接種：2007年8月4日 生存状況調査：2007年11月

家系No.	枯損レベル					トータルでの健全率%	トータルでの生存率%	候補木本数	選抜率%
	I	II	III	IV	V				
4	0	0	0	0	1	0.0	0.0	0	0.0
10	0	0	0	1	0	0.0	2.5	0	0.0
11	0	0	0	1	0	0.0	2.5	0	0.0
13	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0
15	0	0	3	0	0	0.0	7.5	3	7.5
17	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0
計	0	0	3	2	1	0.0	2.1	3	1.3

対照1	16	0	5	15	16	0	0	20	0.0	15.6
対照2	16	0	1	19	16	0	0	20	0.0	3.1
対照3	16	0	0	20	16	0	0	20	0.0	0.0
対照4	16	0	1	19	16	0	0	20	0.0	3.1
計	64	0	7	73	64	0	0	80	0.0	5.5

対照1	0	0	2	2	1	0.0	12.5	2	6.3
対照2	0	0	1	0	0	0.0	3.1	1	3.1
対照3	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0
対照4	0	0	0	1	0	0.0	3.1	0	0.0
計	0	0	3	3	1	0.0	4.7	3	2.3

表－5 2006年選抜開始の人工交配苗へのマツザイセンチュウ接種設定と結果

1回目接種（人工交配実生苗に1万頭接種）
 接種：2006年8月4日 生存状況調査：2006年11月

組合わせ ♀×♂	反復1				反復2				平均健全率%	平均生存率%
	供試数	健全	部分枯	全枯	供試数	健全	部分枯	全枯		
4×10	10	0	0	10	10	0	1	9	0.0	5.0
4×11	30	0	7	23	30	0	3	27	0.0	16.7
10×4	39	0	3	36	39	0	3	37	0.0	7.7
11×4	30	0	2	28	30	0	3	27	0.0	8.3
17×4	30	1	1	28	29	0	3	26	1.7	8.5
17×10	25	0	1	24	25	0	1	24	0.0	4.0
17×11	25	0	0	25	25	0	3	22	0.0	6.0
計	189	1	14	174	188	0	17	172	0.2	8.0

2回目接種（1回目接種で生き残った苗に2万頭接種）
 接種：2007年8月4日 生存状況調査：2007年11月

組合わせ ♀×♂	枯損レベル					トータルでの健全率%	トータルでの生存率%	候補木本数	選抜率%
	I	II	III	IV	V				
4×10	0	1	0	0	0	0.0	5.0	1	5.0
4×11	0	3	4	1	2	0.0	13.3	7	11.7
10×4	0	0	2	2	2	0.0	5.1	2	2.6
11×4	0	0	0	3	2	0.0	5.0	0	0.0
17×4	0	2	1	2	0	0.0	8.5	3	5.1
17×10	0	0	0	2	0	0.0	4.0	0	0.0
17×11	0	0	1	1	1	0.0	4.0	1	2.0
計	0	6	8	11	7	0.0	6.4	14	3.8

表-6 各家系と各組み合わせの生存率の偏差値

家系および組み合わせ		生存率の偏差値			
		2005-1	2005-2	2006-1	2006-2
自然交配	1. 田辺54	46.1	42.1		
	2. 夜須37	42.0	46.2		
	3. 津屋崎50	48.2	46.2		
	4. 志摩64	50.3	54.3	50.0	42.9
	6. 小浜30	48.2	42.1		
	7. 大分8	46.1	46.2		
	8. 川内290	27.6	42.1		
	9. 三豊103	42.0	42.1		
	10. 波方37	50.3	42.1	50.0	51.4
	11. 三崎90	60.6	46.2	50.0	51.4
	12. 大瀬戸12	40.0	46.2		
	13. 波方73	62.6	70.6	40.9	42.9
	14. 吉田2	52.3	50.3		
	15. 土佐清水63	66.7	74.6	68.3	68.5
	16. 穎娃429	54.4	50.3		
	17. 松島	62.6	58.4	40.9	42.9
	人工交配	4. 志摩64×10. 波方37			42.7
4. 志摩64×11. 三崎90				70.7	70.3
10. 波方37×4. 志摩64				49.2	46.2
11. 三崎90×4. 志摩64				50.7	45.8
17. 松島×4. 志摩64				51.1	56.0
17. 松島×10. 波方37				40.4	42.9
17. 松島×11. 三崎90				45.1	42.9

引用文献

藤本幸吉・戸田忠雄・西村慶二・山手廣太・冬野劭一
 (1989) マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業—技術開発と事業実施10か年の成果—, 林木育種場7:1-84.
 藤原直哉・丹原哲夫 (2005) 抵抗性クロマツの交雑育種—胚培養による増殖技術の開発—. 岡林試研報21:83-86.
 林野庁 (1978) マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業実施要領.
 丹原哲夫・中島嘉彦 (1996) マツノザイセンチュウ抵抗性マツ特性調査. 岡林試年報37:15.
 丹原哲夫・中島嘉彦・岡本安順 (1998) マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツの特性. 森林応用研究第7号:pp 91-96.
 丹原哲夫・中島嘉彦・岡本安順 (1997) マツノザイセンチュウ抵抗性マツの特性調査. 岡林試年報38:14.
 戸田忠雄 (1997) マツノザイセンチュウ抵抗性マツの育成, 松クイ虫 (マツ材線虫病) —沿革と最近の研究— (全国森林病虫獣害防除協会編), pp168-274, 協文社, 東京.

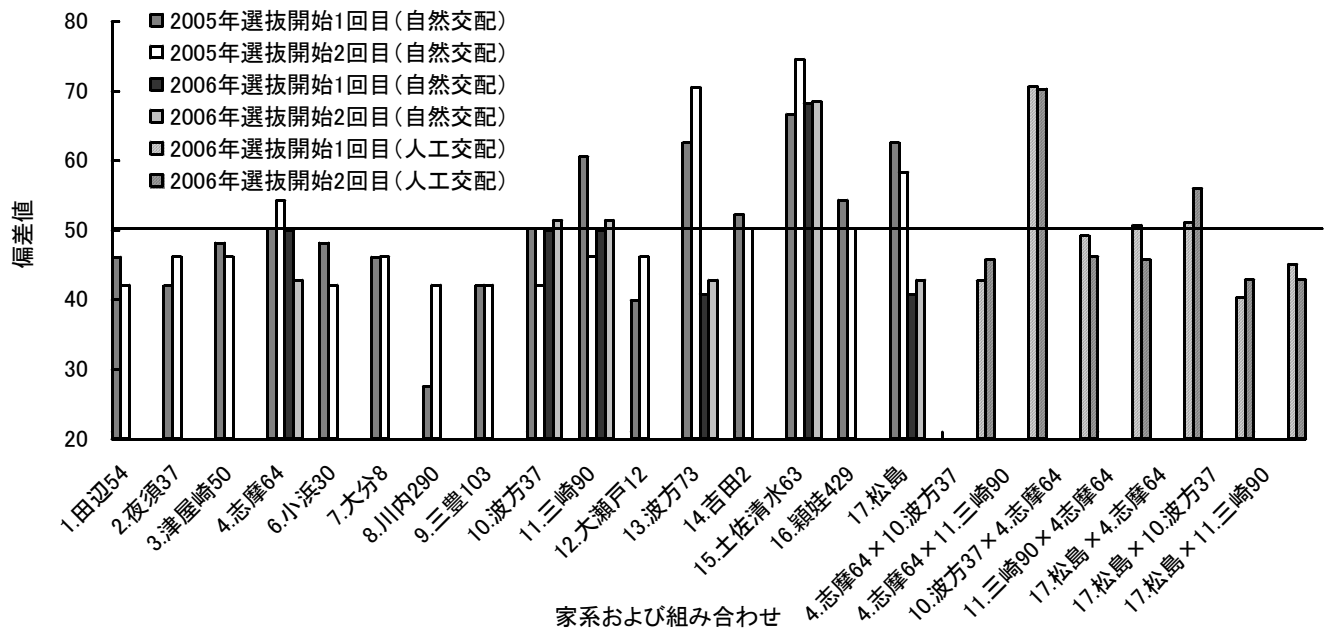


図-2 家系および組み合わせ毎の生存率偏差値