

《研究資料》

マツノザイセンチュウ抵抗性育種に関する研究  
(県単課題 平成8年～平成12年度)

渡邊次郎

目 次

I 要旨 .....	176
II はじめに .....	176
III 試験方法 .....	177
1 精英樹の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験	
2 選抜候補木の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験	
3 花粉交配試験	
4 幼齡木着果促進試験	
IV 結果と考察 .....	179
1 精英樹の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験	
2 選抜候補木の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験	
3 花粉交配試験	
4 幼齡木着果促進試験	
V おわりに .....	182
VI 文献 .....	184

受理日 平成13年4月9日

## I 要旨

本県では、これまでマツノザイセンチュウ抵抗性育種については、選抜育種を中心に実施してきており、その中でアカマツ10個体、クロマツ2個体の抵抗性が強い個体を見つけることができた。また、本県選抜のアカマツ精英樹と西日本選抜のマツノザイセンチュウ抵抗性アカマツとの掛け合わせにより作出した育種種子から、新たな種苗の育成を試みることができた。さらに、抵抗性個体収集後の育種研究を円滑に進めるため、育種材料による早期交配を目的とした幼齢木の着果促進方法、すなわち、環状剥皮、巻き締め、剪定などの物理的処理を施す方法について検討した。明らかな効果を見出すまでには至っていないが、2000年度にマツノザイセンチュウに対する抵抗性が極めて有望と思われるアカマツとクロマツを、それぞれ1個体ずつ見つけることができた。

## II はじめに

激害型マツ枯損の主原因が、マツノザイセンチュウを病原体として、マツノマダラカミキリによって媒介、伝播される一種の伝染病であることから、マツノザイセンチュウ病と提唱されてから早30年もの歳月が過ぎ去ろうとしている。1) 2) 3) この間、マツノザイセンチュウ病を撲滅させマツノザイセンチュウ病被害跡地にアカマツやクロマツの美林を復元させることを目的として、我が国では多くの研究がされてきた。

その結果、マツノザイセンチュウに関する研究をはじめ、マツノザイセンチュウ病防除に関する研究は著しい成果をおさめ、その成果は広く各種の防除技術に生かされている。しかしながら、懸命の取り組みにも関わらず、マツノザイセンチュウ病によるアカマツやクロマツの被害枯損は終息に至らず、その後も継続してマツノザイセンチュウ病の撲滅を目的として数多くの研究や防除対策が施され今日に至っている。

本県では1976年1月に郡山市、いわき市、相馬市の枯損木から、マツノザイセンチュウが初めて確認され、マツノザイセンチュウ病の媒体昆虫であるマツノマダラカミキリに関する研究と、マツノザイセンチュウ病防除に関する研究を中心に進められ、これらの研究で得られた成果は、マツノザイセンチュウ病被害により枯損したアカマツやクロマツなどの処理をはじめ、マツノザイセンチュウ病の防除技術として数多く導入され現場で生かされてきた。4) 5) 6) 7) これらの研究と併せてこの間、本県の行政サイドから、マツノザイセンチュウ病被害跡地対策として、アカマツやクロマツの代替え樹種についての検索が求められ研究も進められてきたが、有望な樹種を見出せるには至らず現在も検討がなされている。

このような複雑困難な背景を踏まえて、マツノザイセンチュウ病に対する抵抗性マツの育種の重要性を重く受け止めた本県では、独自に県単研究課題として、1987年からマツノザイセンチュウ抵抗性個体の選抜を目的として、選抜育種である「マツノザイ

センチウ抵抗性育種に関する試験」8)を開始し取り組んできた。しかしながら、懸命の努力にも関わらず、マツノザイセンチウ抵抗性個体の選抜には至らなかったが、本県以外の東北育種基本区の県内にも、マツノザイセンチウ病の被害が増加してきたことを受けて、国が1992年から国庫補助事業として、「東北地方等マツノザイセンチウ抵抗性育種事業」を本格的にスタートさせたため、本県ではこの時点で、マツノザイセンチウ抵抗性選抜育種は国の指導を受けながら進めることとし、県単課題としては、交雑育種や抵抗性個体作出時の抵抗性種苗の早期提供を図るために、着花促進技術の研究を中心に進めることとした。

### III 試験方法

#### 1 精英樹の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験

マツノザイセンチウの接種検定（以下接種検定という）を行った精英樹名とクローン数、およびその個体数は表-1に示すとおりで、接種検定に供した精英樹個体数は7個体、1個体当たりのクローン本数は1～5であった。なお、このマツノザイセンチウに対する抵抗性の観察期間内の温室内における平均気温は、7月が25℃、8月は28℃程であったが、期間内におけるガラス温室内の最高気温が35℃以上の日数が23日もあったため、1鉢に対する1日当たりの灌水量が70mlと多めの結果となった。

表-1 精英樹に対するマツノザイセンチウ接種検定本数とその結果（8週満了時）

	クローン名	供試本数	全枯れ本数	部分枯れ本数	健全生存本数
精	安 積 1	3	1	0	2
	岩 瀬 1	1	1	0	1
	岩 瀬 2	2	1	0	1
英	岩 瀬 4	2	1	0	1
	石 川102	2	0	0	2
樹	安 達 1	5	3	0	2
	双 葉 1	1	1	0	0

#### 2 選抜候補木の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験

マツノザイセンチウ病に抵抗性のあるアカマツやクロマツを選抜し、抵抗性品種を創出することを目的として、1992年～1994年に、本県選抜の精英樹とマツノザイセンチウ病激害地の生存木から選抜したアカマツおよびクロマツの抵抗性候補木の各個体から、接木によりクローン増殖した苗木を1996年4月に鉢植えした後、1996年7月にこの鉢植えしたアカマツとクロマツをガラス温室内に移動し、マツノザイセンチウ（島原）を0.1cc当たり10,000頭に調整した懸濁液を、主軸注入法により接種し、その後8週間にわたり、マツノザイセンチウに対する抵抗性を検定した。

接種検定を行った選抜抵抗性候補木名とそのクローン本数は、表-2に示すとおりで、マツノザイセンチウ病激害地に生存している個体から選抜した抵抗性候補木14個体のクローンで、1クローン当たりの供試本数は3～10本であった。なお、この試験の観察期間内

の諸条件は、Ⅲ-1の精英樹の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験と同様である。

表-2 選抜抵抗性候補木に対するマツノザイセンチュウ接種検定本数とその結果（8週満了時）

	クローン名	供試本数	全枯れ本数	部分枯れ本数	健全生存本数
選 抜 抵 抗 性 候 補 木	アカマツ 4	3	2	0	1
	アカマツ 1 2	4	1	1	2
	アカマツ 2 1	5	1	0	4
	アカマツ 2 2	5	0	0	5
	アカマツ 2 8	5	0	0	5
	アカマツ 2 9	3	0	0	3
	アカマツ 4 0	4	3	0	1
	クロマツ 2	4	4	0	0
	クロマツ 5	5	5	0	0
	クロマツ 7	5	4	1	0
	クロマツ 1 3	8	5	0	0
	クロマツ 1 4	5	5	0	0
	クロマツ 1 5	3	1	0	2
	I 3 3	1 0	5	0	5

### 3 花粉交配試験

マツノザイセンチュウ病に対する新たな抵抗性品種を作出する事を目的として、1997年から1999年までの3年間にわたり、病虫害抵抗性品種に本県選抜のアカマツ精英樹や、西日本の抵抗性アカマツを掛け合わせる人工交配試験を行った。それらの花粉交配試験の方法は表-3.4.5に示すとおりである。何れも花粉交配試験を実施するに当たり、天候に細心の注意を払いながら、試験実施年の5月上旬に袋掛けを、5月中旬には花粉交配を、そして6月上旬には除袋を完了するように作業を進めた。なお、本試験を実施した場所は、何れも本場内の抵抗性マツ保存植栽地で、1997年花粉交配試験実施時の人工交配母樹は樹齢7年生、平均樹高2.2m、平均直径4cmであった。1998年花粉交配試験実施時の人工交配母樹は樹齢8年生、平均樹高2.8m、平均直径5cmであった。1999年花粉交配試験実施時の人工交配母樹は樹齢9年生、平均樹高3.0m、平均直径6cmであった。

表-3 花粉交配試験(1997年度実施)

花粉	備前アカマツ	宮島アカマツ	国見アカマツ	対照アカマツ
♀親	♂	♂	♂	
アカマツ30	*	*	*	
アイノコマツ16	*	*	*	

(1997年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

\*) : 掛け合わせを表す

表-4 花粉交配試験(1998年度実施)

花粉	相馬 1	岩瀬 2	岩瀬 4	平 2
♀	♂	♂	♂	♂
アカマツ30	*	*	*	*
アイノコマツ16	*	*	*	*
アカマツ1	*	*	*	*

(1998年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

\*) : 掛け合わせを表す

表-5 花粉交配試験(1999年度実施)

花粉	相馬1	国見31	備前40	宮島54	D-19
♀親	♂	♂	♂	♂	♂
アカマツ1	*	*	*	*	*
アカマツ7	*	*	*	*	*
アカマツ9	*	*	*	*	*
クロマツ I-27	*	*	*	*	*

(1999年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

\*) : 掛け合わせを表す

#### 4 幼齢木着果促進試験

これまで進めてきた、精英樹や選抜候補木の接ぎ木クローンを利用して、現在の抵抗性個体の抵抗性を上まわる抵抗性育種種苗の作出研究を円滑に進めるため、表-6に示したように、抵抗性個体すなわち、育種材料の早期交配を目的として、マツ幼齢木に対して環状剥皮、巻き締め、剪定など人為的な着果促進法を検討した。

表-6 幼齢木着果促進処理試験(2000年度実施)

処 理	処理時期	処理本数	処 理	処理時期	処理本数
環状剥皮①	12.6.14	6	巻き締め①	12.6.14	6
環状剥皮②	12.7.14	6	巻き締め②	12.7.14	6
環状剥皮③	12.8.14	6	巻き締め③	12.8.14	6
環状剥皮④	12.9.10	6	巻き締め④	12.9.10	6
剪 定	12.6.14	6	対 照	12.6.14	6

#### IV 結果と考察

##### 1 精英樹の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験

精英樹の接木クローン苗を用いた接種検定結果は表-1に示しとおりで、全枯れや部分枯れが全く見られなかったクローンは石川102のみであり、それ以外は、全てのクローンに部分枯れは認められなかったものの安積1、岩瀬1、岩瀬2、岩瀬4、安達1、双葉1の6クローンに全枯れが認められた。

## 2 選抜候補木の接木クローン苗を利用した抵抗性検定試験

選抜抵抗性候補木のクローンを用いた接種検定結果では、全枯れや部分枯れが全く認められなかったものは、アカマツ22、アカマツ28、アカマツ29の3クローンのみであり、それ以外の11全てのクローンに全枯れが認められた。なお、全枯れ、部分枯れの2つの症状が認められたクローンは、アカマツ12、クロマツ7の2クローンであった。

以上のように、精英樹と選抜候補木の接木クローン苗を用いた抵抗性検定の結果について述べたが、2つの試験の共通点は、マツノザイセンチュウ接種検定に供した試料のクローン本数に著しいバラツキがあることと、試験条件を満たしていないにもかかわらず、接種検定を実施せざるを得なかったことである。このことは、当時接種検定に供する個体のクローンを増殖するためのマツの接木技術が極めて低く9) 10) 11) 12)、接種検定を行う体制が条件整備されていなかったことから、接種検定に供するクローン本数を確保することが極めて困難だったためである。したがって、これらの不十分な接種検定数の結果から、抵抗性の傾向はある程度把握できても、合否判定は無理である。

## 3 花粉交配試験

1997年度に実施した花粉交配試験の結果を2000年9月に調査した。その結果は、表-7に示したとおりである。これによりアカマツ30を♀親とする各花粉の掛け合わせ結果を、対照アカマツの種子生産量を除いた種子生産量で比較すると、精選重・粒数共に花粉親が大きい方から、国見アカマツ>備前アカマツ>宮島アカマツの順であった。アイノコマツ16を♀親とする各花粉の掛け合わせ結果は、対照アカマツを除くと、国見アカマツ>備前アカマツ>宮島アカマツの順となり、アカマツ30を♀親とする各花粉の掛け合わせ結果と同様であった。♀親のアカマツ30と各花粉の掛け合わせ結果と、♀親のアイノコマツ16と各花粉の掛け合わせ結果を種子生産量で比較すると、アカマツ30♀×宮島アカマツとアイノコマツ16♀×宮島アカマツとでは差は無かったが、アカマツ30♀×備前アカマツ、アイノコマツ16♀×備前アカマツ、アカマツ30♀×国見アカマツ、アイノコマツ16♀×国見アカマツを比較すると、アイノコマツ16♀親×備前アカマツ・国見アカマツの方が、アカマツ30♀親×備前アカマツ・国見アカマツのほぼ3分の1程度と少なかった。なお、対照アカマツの種子生産量はほぼ同程度であった。

表-7 種子生産量(1997年度花粉交配実施～2000年度調査)

花粉 ♀親	項目	備前アカマツ ♂		宮島アカマツ ♂		国見アカマツ ♂		対照アカマツ	
		精選重 (g)	粒数 (粒)	精選重 (g)	粒数 (粒)	精選重 (g)	粒数 (粒)	精選重 (g)	粒数 (粒)
アカマツ30		5.13	587	1.25	154	8.25	968	4.88	597
アイノコマツ16		1.79	149	1.31	151	2.96	384	4.67	501

(1997年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

このようにして、1997年度に花粉交配を実施して得られた種子を、2000年10月中旬に場内の温室内に設置した園芸用プランター床に播種して育苗を試みた。その結果を表-8に示

したが、アカマツ30♀親・アイノコマツ16♀親×備前アカマツ・宮島アカマツ・国見アカマツ何れの組み合わせにおいても得苗率は57～82%であることから、対照アカマツの得苗率67～74と比較しても、花粉交配による初めての種子生産であることを考慮すると、得られたこの数値は低くないといえるだろう。今後は、本試験により得られたこの育種苗木を大切に養成し、消毒や床替え等の管理を行い、条件が整備されればマツノザイセンチュウを接種して、抵抗性を検定する計画を立てている。

表-8 苗木生産量

花粉 項目 ♀親	備前アカマツ ♂		宮島アカマツ ♂		国見アカマツ ♂		対照アカマツ	
	得苗数 播種数	得苗率 (%)	得苗数 播種数	得苗率 (%)	得苗数 播種数	得苗率 (%)	得苗数 播種数	得苗率 (%)
アカマツ30	113 200	57	88 154	57	138 200	69	148 200	74
アイノコ マツ16	90 149	60	115 141	82	119 200	60	67 100	67

- \* ) 1 (1997年度花粉交配実施：2000年秋播種～翌年春床替え)
- \* ) 2 (1997年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)
- \* ) 3 上段太字：本数、下段普通字：粒数を表す

1998年度に、特定クローンごとの掛け合わせにより花粉交配を行ったその結果、すなわち、生産種子量は表-9に示すとおりである。これにより生産種子量を比較すると、アカマツ30×岩瀬2、アカマツ30×岩瀬4、アカマツ30×平2、アイノコマツ16×岩瀬2、アイノコマツ16×岩瀬4、アイノコマツ16×平2 > アカマツ1×岩瀬2、アカマツ1×岩瀬4、アカマツ1×平2 > アカマツ30×相馬1、アイノコマツ16×相馬1、アカマツ1×相馬1の順となったが、アカマツ30×相馬1、アイノコマツ16×相馬1、アカマツ1×相馬1の掛け合わせは、皆無に近かった。

表-9 生産種子量(1998年度花粉交配～2000年10月調査)

(単位：粒)

花粉 ♀親	相馬1 ♂	岩瀬2 ♂	岩瀬1 ♂	平2 ♂
アカマツ30	1	132	344	200
アイノコマツ16	0	197	276	191
アカマツ1	1	21	99	28

(1998年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

1999年度に実施した花粉交配の効果について2000年10月に調査を行ったが、その結果は表-10に示すとおりである。これにより特定クローンごとの1本当たりの幼球着果数をみると、幼球着果数が最も多かったのは、アカマツ7×備前40の11個であった。次に多かったのはアカマツ9×国見31の8個であり、それ以外の掛け合わせでは幼球着果数は2～6個

であった。なお、アカマツ9×\*相馬1は幼球着果数が0個であったが、クロマツI-27×\*国見31、クロマツI-27×備前40、クロマツI-27×宮島54、クロマツI-27×D-19の掛け合わせ、すなわちクロマツ×アカマツの掛け合わせが最も悪い結果であった。

表-10 1本当たりの幼球着果数(1999年度花粉交配実施) (単位:個)

花粉 ♀親	相馬1	国見31	備前40	宮島54	D-19
	♂	♂	♂	♂	♂
アカマツ1	2	3	6	2	6
アカマツ7	6	5	11	4	3
アカマツ9	0	8	0	5	3
クロマツI-27	6	-	-	-	-

(1999年5月上旬袋掛け、5月中旬交配、6月上旬除袋)

#### 4 幼齡木着果促進処理試験

最後に、2000年度に実施した幼齡木着果促進処理試験の結果について述べる。この試験の結果については表-11に示したとおりであり、マツノザイセンチュウに対する抵抗性個体を見つけ出した後に、抵抗性個体群で構成される採種園から、早期に抵抗性育種種子を採取する着果促進技術を開発することを目的として実施したが、今回の試験では期間的な問題もあり有効な結果を得ることはできなかった。しかしながら、この問題は今後のアカマツやクロマツの採種量の向上にとって回避できない問題であることから、継続して試験を実施することが望ましい。

表-11 幼齡木着果促進処理試験結果 (2001年1月調査)

処 理	幼球果数	成球果数	処 理	幼球果数	成球果数
環状剥皮①	0	-	巻き締め①	0	-
環状剥皮②	0	-	巻き締め②	0	-
環状剥皮③	0	-	巻き締め③	0	-
環状剥皮④	0	-	巻き締め④	0	-
剪 定	0	-	対 照	0	-

#### V おわりに

以上述べたとおり、1996年度～2000年度までに実施した一連の試験研究を通して、特筆する大きな研究成果はないが、2000年度にマツノザイセンチュウに対する抵抗性が極めて有望と思われるアカマツとクロマツを、それぞれ1個体ずつ見つけることに成功している。今後は、これらの有望な育種材料を有効に利用し、交雑育種と併せてアカマツやクロマツの着果促進方法の試験研究を進めていけば、マツノザイセンチュウ抵抗性育種の向上は期待できると思われる。このように、本県では抵抗性育種マツの作出に灯りが見えたことから、抵抗性マツ育種研究の入口にようやく辿り着くことができた。





このようなマツ枯損激害地で、生き残っているマツから抵抗性育種材料を探し、接木によりクローン苗をつくり試験に供する。



マツの抵抗性の有無を検定するため、マツノザイセンチュウを検定用マツの主軸に注入する。抵抗性がないマツの針葉は褐色化し、やがて枯損する。

## VI 文献

- 1) 伊藤一雄：恐るべきマツ類の材線虫病—まつくい虫被害の再検討，  
グリーンエイジ 2月号，1972， p 39～45
- 2) 伊藤一雄：松くい虫の謎を解く，農林出版，1975， p162
- 3) 岸 洋一：マツ材線虫病—松くい虫—精説—，トマス・カンパニー，1988，  
p 1～2
- 4) 在原登志男：東北地方におけるマツノマダラカミキリ有効産卵期間とマツの材  
線虫病，日林東北支誌 31，1979， p158～161
- 5) 在原登志男：東北地方におけるマツの材線虫病の発生予測—有効発  
病期間内の発病指数に基づいて，日本林学会東北支部会誌31，1979， p 162～  
164
- 6) 在原登志男：マツノマダラカミキリの繭室の形成状態，日本林学会東北支部会誌  
32，1980， p 162～164，1979
- 7) 在原登志男：松くい虫被害木中のマダラカミキリの繭室の形成状態，日本林  
学会東北支部会誌32，1980， p 198～199，1979
- 8) 鈴木 修 外：マツノサシケンチュウ抵抗性育種に関する試験，林業試験場報告No.25，p 106～10  
7，1992
- 9) 古川成治 外：マツノサシケンチュウ抵抗性育種に関する研究，林業試験場報告No.26，p 114～11  
5，1993
- 10) 古川成治 外：マツノサシケンチュウ抵抗性育種に関する研究，林業試験場報告No.27，p 98～99，  
1993
- 11) 在原 登志男 外：マツノサシケンチュウ抵抗性育種に関する研究，林業試験場報告No.28，p 98～  
99，1995
- 12) 渡邊 治 外：マツノサシケンチュウ抵抗性育種に関する研究，林業試験場報告No.29，p 102～103，  
1996