

東北地方におけるマツノザイセンチュウ 抵抗性育種の現状と展望

林木育種センター

東北育種場 寺田 貴美雄

1. はじめに

マツ材線虫病は西日本地方から発生し、現在では北海道と青森県を除く全ての都府県に広がっています。関東地方以南ではほとんどの立木が、短期間に枯死する激害型が多いのに対して、寒冷な東北地方の被害は、枯損木が点状か部分的に発生する微害型がほとんどでした。しかし、最近では寒冷地でも激害型の被害林分が多くみられるようになり、東北地方においてもマツ材線虫病の被害防止が緊急課題となっています。

この被害の防止対策の一環として、西日本地方では昭和 53 年度からマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業が実施されました。激害地で生き残ったマツを選抜し、それら選抜木をつぎ木により増殖したクローン苗木にマツノザイセンチュウの接種検定を行いました。その結果、アカマツ 92 本、クロマツ 16 本が抵抗性個体として選ばれ、それらの抵抗性クローンを用いた抵抗性採種園が造成され種子生産が行われています。これらアカマツ採種園から生産された種苗では、マツノザイセンチュウを接種して抵抗性を検定した生存率が 23%～94%、平均 60%です。中には 90%以上の生存率を示す家系もあります。また被害地に植栽して 5 年生まで調査した結果では、生存率が 97%～99%で高い値を示しています。

一方、東北地方は平成 4 年度から 10 か年計画で東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業が実施されています。ここでは、この事業のこれまでの実施状況と、選抜した抵抗性候補木で採種園を造成した場合に、期待される育種効果について報告します。

2. 抵抗性育種事業の仕組みとその実施状況

(1) 事業の仕組み

平成 4 年度から実施している東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業には、本格対策と特別対策があります。

図-1 に事業の体系を示しました。本格対策では選抜育種法と交雑育種法の 2 つの方法により抵抗性個体を選抜します。選抜育種法は、松くい虫被害林分の中から抵抗性候補木を選抜し、それら抵抗性候補木や精英樹のクローン又は後代実生苗にマツノザイセンチュウの接種検定を 2 回実施して抵抗性個体を選びます。また交雑育種法は、抵抗性がある程度見込まれるものを親とする交配苗を育成し、それら交配苗にマツノザイセンチュウの接種検定を行って抵抗性個体を選びます。これらの抵抗性個体を用いてクローン採種園を造成し、抵抗性種苗を生産して被害地に供給します。しかし、本格対策による抵抗性種苗が生産されるまでには、採種園を造成してから 5～6 年はかかります。それまでの間は、抵抗性が見込まれる苗木を暫定的に供給するため、次の 2 つの特別対策を講じております。一つは、一次検定合格木から採取したタネで苗木をつくり、それらの苗木にマツノザイセ

ンチュウの接種検定を行って健全苗木を供給します。他の方法は、西日本地方で選抜した抵抗性個体の花粉を導入して東北地方産クロマツの母樹に人工交配し、得られた交配苗木に接種検定を行って健全苗木を供給します。

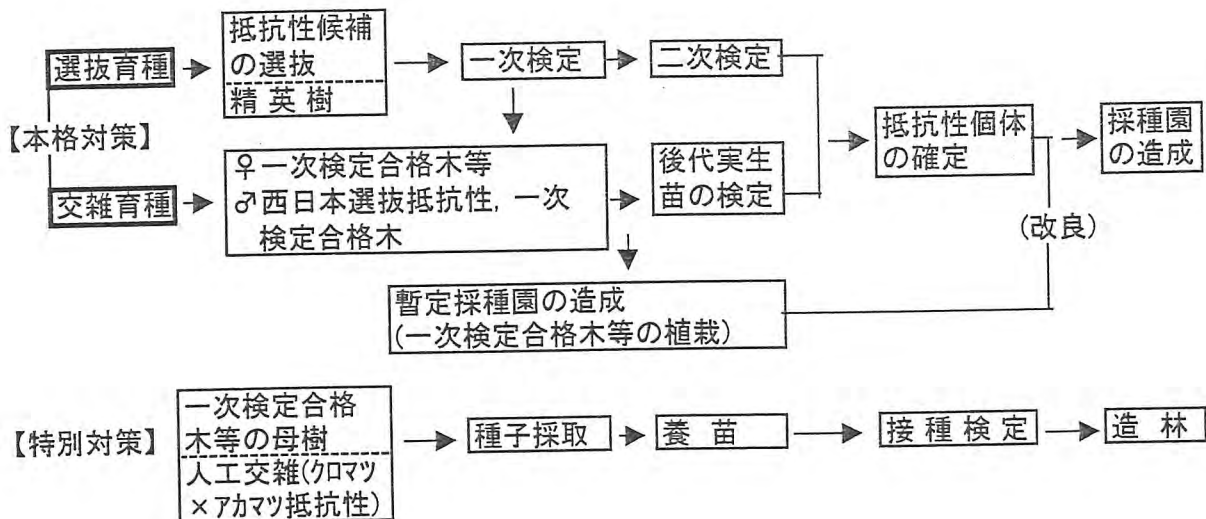


図-1 東北地方における東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の体系

(2) 抵抗性候補木の選抜と接種検定

東北5県(青森県を除く)と新潟県を合わせた6県において、平成4年度から9年度までに選抜したアカマツ、クロマツの抵抗性候補木本数、一次検定実施本数およびその合格本数を表-1, 2に示しました。被害林分の中から選抜した抵抗性候補木は、アカマツが906本、クロマツが421本で、それら抵抗性候補木の一次検定合格木は、アカマツが48本、クロマツが3本です。また、アカマツおよびクロマツ精英樹について一次検定を行った結果、アカマツでは36本が合格しましたが、クロマツでは合格木がありませんでした。これら各材料の一次検定合格率は、被害林分から選抜したアカマツが11.9%、クロマツが5.3%であり、精英樹ではアカマツが16.1%、クロマツが0%でした。なお、抵抗性候補木全数に対する一次検定の実施率は、アカマツが約44%、クロマツが約14%です。今後、さらに接種検定が進むことによってアカマツの一次検定合格木が増加するものと思われます。しかし、クロマツについては、西日本地方において選抜を行った場合の合格率も極めて低かったことから、東北地方においても今後も抵抗性の高いものの出現はあまり期待できないのではないかと思います。

表-1 東北地方等におけるアカマツ抵抗性の選抜状況

年度	被害林分からの選抜木			精英樹	
	候補木 選抜本数	一次検定 本数	一次検定 合格本数	一次検定 本数	一次検定 合格本数
4年度	231	0	0	0	0
5年度	241	0	0	0	0
6年度	79	58	8	0	0
7年度	208	125	15	0	0
8年度	83	139	13	0	0
9年度	63	80	12	224	36
計	906	402	48	224	36

注)東北地方等:岩手県, 宮城県, 福島県, 秋田県, 山形県, 新潟県
一次検定合格率:被害林分の候補木11.9%, 精英樹16.1%

表-2 東北地方等におけるクロマツ抵抗性の選抜状況

年 度	被害林分からの選抜木			精英樹	
	候補木 選抜本数	一次検定 本 数	一次検定 合格本数	一次検定 本 数	一次検定 合格本数
4年度	29	0	0	0	0
5年度	35	0	0	0	0
6年度	26	0	0	0	0
7年度	93	10	0	0	0
8年度	118	15	0	0	0
9年度	120	32	3	55	0
計	421	57	3	55	0

注)東北地方等:岩手県,宮城県,福島県,秋田県,山形県,新潟県
一次検定合格率:被害林分の候補木5.3%,精英樹0%

ここで言う一次検定は、供試個体のつぎ木苗または後代実生苗の3年生苗をガラス温室内やビニールハウス内に置いて、マツノザイセンチュウ 10,000 頭を人工接種し、その被害状況で判定するものです。この検定は各機関がそれぞれ実施しております。二次検定は、育種場が各機関で選出した一次検定合格木を一同に集めて、一次検定と同じ方法で実施するものです。

(3) 暫定採種園の造成状況

アカマツの一次検定合格木は、被害林分から選抜した抵抗性候補木が 48 本と精英樹が 36 本の合計 84 本です。これらの一次検定合格木は二次検定を経て抵抗性個体が決定されますので、採種園を造成するまでにはまだ数年を要します。そこで各県は抵抗性種苗の生産体制を促進させるため、一次検定合格木を用いて暫定採種園の造成を進めています。平成9年度までに岩手県と福島県がそれぞれ1箇所造成し、ほかの4県も近々に造成の予定です。

(4) 激害の海岸林への抵抗性種苗の供給対策

海岸砂防林などは激害地が多く、クロマツ抵抗性種苗を早急に供給しなければならない地域です。しかし、前述したように、クロマツは一次検定合格木が3本しかなく、暫定採種園の造成ができない状況にあります。このため、東北地方産クロマツ精英樹を母樹にして、西日本地方で選抜したクロマツ抵抗性個体の花粉を人工交配し、その交配苗の中から抵抗性のものを選ぶ「交雑育種」と、クロマツ抵抗性候補木の後代実生苗木から接種検定によって抵抗性個体を選抜する方法を採用しています。特別対策としては、「クロマツ×アカマツ」の雑種強勢の活用を検討しています。この場合、母親のクロマツは精英樹などを用いますが、父親には抵抗性が高い西日本地方のアカマツ抵抗性個体の花粉か、東北地方で選抜したアカマツ一次検定合格木の花粉を用いることにしています。平成8年度から、これらの人工交配を実施して苗木を養成しており、平成13年度には海岸林に試植して環境適応性についても調査していく予定です。

3. 採種園から生産される抵抗性種苗の抵抗性

西日本地方では抵抗性クローンを植栽した採種園から抵抗性種苗が生産されています。前述したように、九州育種場で抵抗性採種園から生産された種苗の抵抗性を調査した結果、アカマツ79家系の生存率は平均60%(23%~94%)、クロマツ6家系の生存率は平均59%

(32%～75%)であり、家系によって大きな違いがありますが、概ね実用に耐える抵抗性苗木が生産されております。

表-3 自殖のないダイアレル交配の組合せ

雌 親		雄 親					
		抵 抗 性				非抵抗性	
		盛岡1	一関101	刈羽102	上閉伊101	一関9	由利101
抵抗性	盛岡1	—	○	○	○	○	○
	一関101	○	—	○	○	○	○
	刈羽102	○	○	—	○	○	○
	上閉伊101	○	○	○	—	○	○
非抵抗性	一関9	○	○	○	○	—	○
	由利101	○	○	○	○	○	—

東北地方の暫定採種園から生産される苗木は、どの程度の抵抗性が期待できるかを人工交配苗木で推定してみました。アカマツ精英樹の一次検定合格木4クローンと不合格となった2クローンを選び、それら6クローンを両親とする人工交配家系(表-3)を育成し、マツノザイセンチュウを接種して抵抗性を調査しました。マツノザイセンチュウの接種は、前述した一次検定と同じ方法で行ったものです。4月上旬に3年生苗をビニールハウス内に植え付けして、6月19日に接種を行いました。接種後4週目(7月17日)の全体の生存率は84%、12週目(9月11日)の生存率は28%で、その後はほとんど変わりませんでした。

表-4 ダイアレル交配各家系の生存率

雌 親		雄 親						平均
		抵 抗 性				非 抵 抗 性		
		盛岡1	一関101	刈羽102	上閉伊101	一関9	由利101	
抵抗性	盛岡1	—	31.8	42.5	38.3	20.4	14.5	29.5
	一関101	14.1	—	50.3	45.2	5.1	16.4	26.2
	刈羽102	54.6	51.0	—	56.0	18.8	17.1	39.5
	上閉伊101	41.0	20.4	35.0	—	24.0	16.3	27.3
非抵抗性	一関9	24.3	35.6	28.7	24.1	—	11.4	24.8
	由利101	10.3	12.3	25.9	24.1	13.3	—	17.2
平均		28.8	30.2	36.5	37.5	16.3	15.1	27.4

表-5 生存率の分散分析表

要 因	自由度	平均平方	分散比
反復	4	386.559	2.032
一般組合わせ能力	5	4006.708	9.857 **
特定組合わせ能力	9	406.479	2.137 *
一般的な正逆交雑の差	5	421.13	0.871
特定組合わせにおける正逆交雑の差	10	483.581	2.542 **
誤差	116	190.217	
全体	149		

**は1%, *は5%水準で有意

各交配家系の 12 週目における生存率を表- 4 に、その分散分析結果を表- 5 に示しました。各家系の生存率は 5.1%～ 56.0%で大きな違いがあります。抵抗性×抵抗性の組合せに生存率の高い家系が多く、非抵抗性×非抵抗性の組合せに生存率の低い家系が多いようです。統計的にも一般組合わせ能力に 1%水準で有意差があり、狭義の遺伝率は 0.858 で非常に高い値を示しました。これは親の抵抗性が高ければその子供も抵抗性が高くなることを意味しています。特に、刈羽 102 を親に用いた家系は生存率が高く、刈羽 102 は高い抵抗性能力を持っているようです。一方、特定組合わせ能力に 5%水準、特定組合わせにおける正逆交雑の差に 1%水準でそれぞれ有意差が認められました。これは一部の家系が高い生存率であったり、それが正逆で異なった傾向にあったりしたためと思われるが、この影響は小さいと思います。これらの結果から、一次検定合格木クローンを植栽する採種園方式で子供苗木の抵抗性が高まることが確認されました。それらの採種園から生産される種苗の生存率を示したのが図- 2 です。普通苗木の生存率は、非抵抗性×非抵抗性の組合せで示され、その値は 12%です。これに対して一次検定合格木の生存率は、抵抗性×抵抗性の組合せであり 40%です。まだ十分とは言えませんがかなり生存率が向上しています。今後はさらに候補木の選抜および検定を進め、より優秀な抵抗性個体を順次に植え込むなど暫定採種園を改良して、生存率を向上させなければなりません。

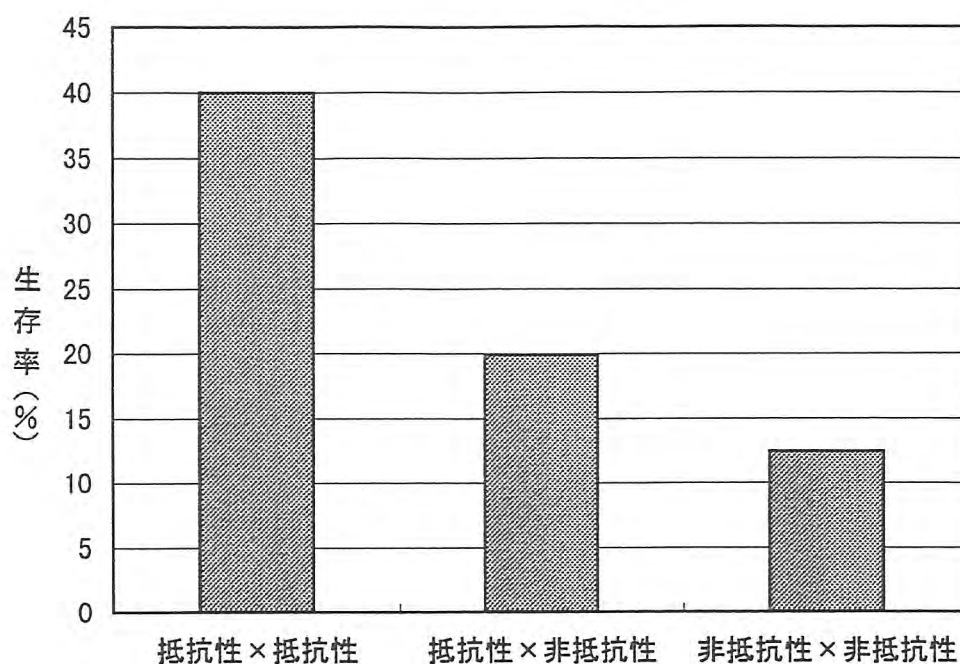


図- 2 両親の抵抗性が異なる各組合せの生存率

4. おわりに

東北地方には白旗松、御堂松、東山松など各地に有名アカマツ林があります。これら東北地方のアカマツが保有する優良な性質を保持しながらマツノザイセンチュウに対する抵抗性を高めるには、東北各県ごとに抵抗性採種園を造る必要があります。このためには多数の抵抗性個体が必要であり、現在の抵抗性候補木および一次検定合格木では、十分な抵抗性個体を選出することはできません。

また、東北地方南部の海岸地域ではクロマツの被害が深刻な状況ですが、クロマツの一次検定合格木が3本で少なく暫定採種園の造成が困難な状況にあります。その対策として、被害林分から抵抗性候補木の選抜を進めるとともに、クロマツへの西日本地方の抵抗性遺伝子の導入を図ります。また、特別対策としてはクロマツを母親に、アカマツを父親にした種間雑種の活用など、積極的に育種技術を駆使して抵抗性苗木を供給する予定です。

東北地方においては被害が進行過程にある林分が多く、被害の拡大が予想されます。育種関係者は、今後も被害林分からアカマツおよびクロマツ抵抗性候補木の選抜を積極的に進める考えであり、関係各機関のご協力をお願いいたします。

参 考 文 献

- 1) 藤本吉幸・戸田忠雄ほか：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－，林育研報 7, 1～84, 1989
- 2) 林野庁：東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の実施について，平成10年4月8日付け10林野普第45号，1998
- 3) 田畑勝洋・田村弘忠ほか：松くい虫(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，274pp, 1997
- 4) 寺田貴美雄：東北地方におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種の現状と今後の取り組み，東北森林科学会誌 VOL. 1-1, 69～70, 1996
- 5) 寺田貴美雄・那須仁弥ほか：東北等，寒冷地における被害林分からのマツノザイセンチュウ抵抗性候補木の選抜－アカマツ精英樹のダイアレル交配家系のマツノザイセンチュウ接種結果(Ⅱ)－，林木育種センター東北育種場年報 No. 29, 印刷中
- 6) 戸田忠雄・竹内寛興ほか：材線虫抵抗性クローンの諸特性と遺伝様式の解明に関する研究－抵抗性家系等の抵抗性－，林木育種センター九州育種場年報 No. 23, 63～65, 1996
- 7) 戸田忠雄。寺田貴美雄：マツノザイセンチュウ抵抗性育種の現状と展望，林木の育種 No. 184, 20～26, 1997