

マツ材線虫病抵抗性苗木の選抜育苗に関する研究

岡田充弘・小山泰弘

長野県産アカマツ2年生山行苗木からの抵抗性個体の選抜の可能性を検討することを目的として、マツノザイセンチュウ接種試験を3か年(890本)実施した。生存木は計7本で、そのうち5本は、第2回接種を行ったところすべて枯損した。このことから、県内産アカマツ山行苗木から材線虫抵抗性を持つ個体を選抜することは難しいと考えられた。また、下伊那郡喬木村、上田市に導入植栽した岩手県産の接種検定済み抵抗性家系実生2年生苗木には、植栽2年後まで異常がみられず、順調に生育していた。

キーワード マツ材線虫病, アカマツ, 改良剥皮接種法, マツ材線虫病抵抗性苗木

1. 研究の背景

長野県におけるマツノザイセンチュウ(*Bursaphelenchus xylophilus* 以下、ザイセンチュウという)を病原とするマツ材線虫病によるマツ枯れ被害(以下、被害という)は、1981年(昭和56年)に当時の木曾郡山口村(現岐阜県中津川市)で初認されて以降、県内各地に被害が拡大し、2007年(平成19年)3月現在の被害市町村は44市町村(平成の大合併以前の59市町村)となっている。

本県では、感染源除去を目的とした被害木の伐倒駆除(焼却処理, くん蒸処理), ザイセンチュウ感染防止のための殺虫剤予防散布などの対策を徹底して行い、長野市のように被害が微害化している地域もある(岡田ら2006)。また、近年、被害先端地域の被害拡大を抑えるために、徹底した伐倒駆除とともに、アカマツ林の樹種転換などの対策もあわせて進めている。

しかし、アカマツは、急峻な痩せ尾根などに自生していることが多く、このような場所では伐倒駆除や樹種転換が難しい。その対策として、ザイセンチュウが感染してもマツ材線虫病を発病しにくい抵抗性品種のアカマツを植栽していくことが考えられる。

病原であるザイセンチュウは北米原産の外来病原線虫である(真宮1980)ため、日本のマツ類は強感受性で抵抗性が低い(岸1988)。しかし、短時間で激害化した林分の残存健全木の中に抵抗性を持つ個体があることから、こうした林分から抵抗性の高い個体を選び出す選抜育種法で行われている(藤本ら1989)。

国内における抵抗性品種の開発は、1976年(昭和51年)から農林水産省九州林木育種場(現(独)森林総合研究所林木育種センター九州育種場)を中心に「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」として始められた。本事業は、数年でマツ林が喪失するような急激な被害を受け、上層木の

90%以上が枯損した林分に残存する生存木を候補木として、候補木の接ぎ木クローンへの2回のザイセンチュウ接種検定などを行い、抵抗性個体を選抜するものである。これまでにクロマツ66品種, アカマツ170品種(2007年9月現在)を選抜し、各地で採種園の造成、苗木の供給が始まっている(戸田1997)。

しかし、これまで本事業が、西日本、関東を中心に実施されていたため、林業種苗法の種苗配布区域(昭和47年農林省告示756号)の制限により、長野県では現状の抵抗性品種の一部しか植栽できない。

そのため、本県独自に抵抗性品種を選抜していく方法が考えられるが、次のような問題がある。

1978年から1995年までに実施された「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」のアカマツ候補木の選抜合格率は0.9%(92個体/11,446個体)と非常に低い(戸田1997)。また、本県の被害は、西日本のように数年でマツ林が喪失するような壊滅的な被害はなく、当年枯れ木、年越し枯れ木が1年を通じて発生し、被害の拡大に時間がかかり、上層木の90%以上が急激に枯損したような選抜対象林分がほとんどない。

加えて、県内の被害林分からの選抜では、候補木の抵抗性以外の特性などが不明であり、仮に抵抗性が確認できても、それらの成長などの形質を確認するには十数年以上の期間と経費を必要とする(藤本ら1989)。これらのことから、県内の被害林分からの選抜は難しいと考えられる。

そのため、筆者らは、成長特性などが明らかになっているアカマツ山行用苗木に着目し、山行苗木から抵抗性のある個体が確認できれば、利用可能な苗木を早く供給できる可能性があると考え、アカマツ山行苗木からの抵抗性個体の選抜の可能性を検討するため、ザイセンチュウ接種試験を行った。

また、現在でも移入可能な他県で生産された抵

抗性実生家系の苗木植栽試験を行い、成長状況、および被害の有無などについても併せて調査を行った。

なお、本報告は県単課題として実施した「松くい虫激害地の被害変化現状と抵抗性苗木に関する研究(平成15-17年)」、「マツ材線虫病抵抗性苗木の選抜育苗技術の開発(平成18年)」で得られた成果である。

2. 方法

2.1 マツノザイセンチュウ接種試験

2.1.1 試験地

試験は、長野県塩尻市片丘の長野県林業総合センター構内のガラス室(標高:870m)で実施した。また、2006年は、ガラス室とともに、苗畑に設置した簡易ビニールハウス(h:1.8m×d:1.8m×l:3.0m)でも試験を行った。

2.1.2 供試木

供試木は、長野県産アカマツ山行2年生苗木とし、2004年は単一生産者から購入した150本を、2005年は4名の生産者から各100本購入した計400本を、2006年は10名の生産者から各50本購入した計500本を供試木とした。

供試木は、プラスチックプランター(開口部:60×19cm)に赤玉土を入れて、苗木を各5本ずつ植栽し、約1ヶ月灌水管理して苗木の活着を確認後、試験に供した。

2.1.3 供試線虫および線虫懸濁液の調製

試験に用いたザイセンチュウは、独)林木育種センター九州育種場から分譲された「島原」株を使用した。なお、「島原」株は、これまでの「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」に使用されてきた強毒性株である(戸田1997)。

分譲されたザイセンチュウは、ガラス製ペトリシャーレ(9cm)に作成した大麦培地(オオムギ20g、5%しょ糖液20ml)に接種し、23℃で培養した。培養したセンチュウは、接種当日に戸田らの方法(戸田2004)を用いて線虫懸濁液とし、10,000頭/0.1mlに調整後、接種漏れを防ぐために食紅で着色し、ザイセンチュウの活性を保つため、ガラスねじ口瓶(容量30ml)に20mlずつ分割して

冷暗所で接種試験まで保存した。

2.1.4 接種処理

ザイセンチュウ接種処理は、改良剥皮接種法(藤本ら1989)を用い、表-1に示したとおり実施した。また接種を行わなかった無処理の供試木はそれぞれ対照区とした。

ザイセンチュウ接種処理には、図-1に示したマイクロピペット(容量:0.1ml)、改良のこ付きナイフを使用した。

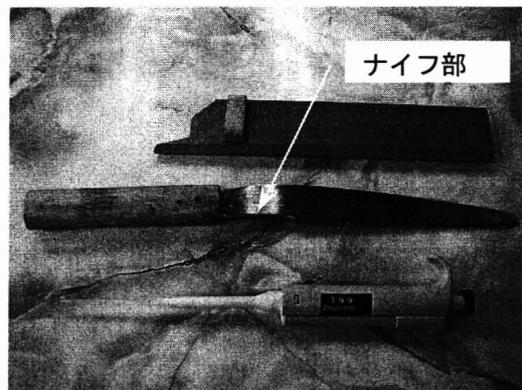


図-1 接種使用機材

上:改良のこ付きナイフ,下:マイクロピペット

供試木の1年生主軸を改良のこ付きナイフのナイフ部で3~5cm剥皮し、露出した木部をナイフののこ部で傷つけ、マイクロピペットで線虫懸濁液を0.1ml接種した(図-2)。



図-2 接種処理状況

表-1 処理区の概要

年度	区分	処理年月日	処理方法	処理本数
2004年	処理区	2004.07.20.	改良剥皮接種(10,000頭/本)	130本
	対照区	07.22.		
2005年	処理区	2005.06.13.	改良剥皮接種(10,000頭/本)	360本
	対照区			
2006年	処理区	2006.06.23	改良剥皮接種(10,000頭/本)	400本
	対照区			

なお、線虫懸濁液を入れたねじ口瓶は、小型クーラーボックスで運搬し、懸濁液内のザイセンチュウの活性が低下しないように一瓶ずつ取り出して使用した。

2.1.5 接種後の管理

マツ材線虫病の発病には、温度と水分ストレスが大きく関与し、これまでの接種検定では、温度条件は平均気温 25℃、灌水間隔は週 2 回が目安とされている（戸田 1997）。

今回の試験では、上記の温度および水分条件を確保するために、処理後の供試木は、降雨の影響を受けず高温環境が確保できるガラス室、またはビニールハウス内に静置した。また直射日光を避けるため、ガラス室内の上部によしずを設置し、ビニールハウスには白色寒冷紗(#30)を設置した。

また、灌水はプランター内の土壌表面が乾燥するまで控え、灌水時には水がプランターの底からしみ出すまで灌水した。その結果、灌水間隔は週 2 回程度となった。

2.1.6 枯損状況調査

調査は、処理後の針葉の変化を 1 週間から 2 週間間隔で目視調査するとともに、9 月下旬に最終調査として供試木の枯損状況などを調査した。なお、2004 年は枯損したすべての供試木についてベールマン法（常法）によりセンチュウの有無を確認し、枯損原因を確認した。

2.2 抵抗性苗木成長状況調査

2.2.1 調査地および供試木

調査地は、表-2 に示した下伊那郡喬木村野田原（以下、喬木という）、上田市下ノ郷（以下、上田という）に設定した。供試木は、岩手県から購入した抵抗性家系実生 2 年生苗木とした。これらの苗木は、岩手県の暫定採種園で生産されたアカマツ種子を育苗し、剥皮接種法によってザイセンチュウ接種を行った接種検定済み苗木である。

植栽は、喬木が平成 16 年 4 月、上田が平成 17 年 4 月に実施し、植栽本数は、各 700 本とした。

2.2.2 調査方法

喬木は、平成 17 年 10 月、平成 18 年 3 月、および 10 月に、上田は平成 18 年 10 月に、植栽木の生育状況（樹高、植栽木の枯損の有無など）を調査した。

3. 結果と考察

3.1 マツノザイセンチュウ接種試験

3.1.1 接種による供試木の状況

①2004 年接種

2004 年 7 月 20 日、22 日にザイセンチュウ接種した供試木 130 本を 9 月 20 日に調査したところ、125 本 (96%) が枯損、5 本が生残し、対照木 20 本はすべて生存した。またベールマン法による調査では、すべての枯損木からザイセンチュウが検出された。枯損原因は、すべてザイセンチュウ接種によるものと判断された。

②2005 年接種

2005 年 6 月 13 日にザイセンチュウ接種した供試木 360 本を 9 月 25 日に調査したところ、処理木 360 本中 2 本が生残した。なお、対照木には異常はみられなかった。

また 2004 年に生残した供試木 5 本に 6 月 13 日にザイセンチュウ再接種 (10,000 頭/本) を行ったところ、9 月 23 日までにすべて枯損した。

③2006 年接種

2006 年 6 月 23 日にザイセンチュウ接種した供試木 400 本は、ガラス室、ビニールハウスともにすべて枯損し、生産者間で生存率に差異はみられなかった。また対照木には異常はみられなかった。

3.1.2 抵抗性の検討

本試験での生存木は、3 カ年の試験で 890 本中 7 本であり、うち 5 本は第 2 回接種で枯損した。

ザイセンチュウ抵抗性を確認するには、接種試験での温度と水分ストレスの環境制御が重要である。試験地である林業総合センターの温度条件をみると、最高気温は、7、8 月は 25℃以上に達するが、平均気温は 8 月でも 22.7℃と 25℃を下回る。

表-2 抵抗性アカマツ導入試験地の概要

試験地名	場所	林班名	標高 (m)	方位	傾斜 (度)	面積 (ha)	植栽本数(本)	植栽年月	備考
喬木	喬木村野田原	6-1-7	640	W	20	0.27	700	H16.4	周辺は激害林分
上田	上田市下ノ郷	2-1-19	600	W	5	0.37	700	H17.4	周辺で被害が目立ち始めている

しかし、今回使用したガラス室またはビニールハウス内は、7、8月の平均気温 25℃以上で、7、8月の最高気温は 35℃以上の日があった。

接種後の温度条件は、最低温度 25℃以上で 20日間以上管理しないと正常な検定結果が期待できない(戸田 1997)とされる。今回の温度条件はこの条件を満たしていた。

供試木の水分生理に影響を与える試験中の灌水は、週 2 回程度で、過去の試験(藤本ら 1989)とほぼ同様であり、対照区に異常がみられなかったことから、水分環境にも問題はなかったと判断した。

また、すべての年で接種 1 ヶ月後に 6 割以上の供試木が枯損し、「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」で実施したアカマツ候補木の二次検定における九州地域での枯損経過(藤本ら 1989)に類似しており、検定に十分な環境条件であったと考えられる。

現在の抵抗性クローンの問題点として、抵抗性の程度にバラツキが存在することなどがあげられており(白石 2007)、より抵抗性の強いクローンの選抜が求められている。「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」での九州地域の二次検定の枯損率は、他の四国、関西地域の結果に比べて高く、抵抗性の強い個体を選抜するということから、今回の試験における環境条件は適当であったと判断された。

3 ヶ年の供試木の生存木は 7 本(生存率:0.8%)と少なく、また 2004 年の生残 5 本が 2 回目の接種ですべて枯損したから、今回の供試木には高い材線虫抵抗性を持つ個体はなかったと判断される。また、苗木の生産者間で生存木数に大きな差異がみられなかったことから、県内の採取源の違いによる抵抗性に差異はないと判断した。

3.2 抵抗性苗木成長状況調査

2004 年 4 月に喬木村に植栽した供試木は、植栽一月後の 5 月に活着状況調査では、100%活着していた。

2005 年 10 月、2006 年 10 月に成長状況調査における供試木の成長経過を図-3 に示す。供試木は、良好に成長しており、3 年目には平均樹高で 1m を超えていた(図-4)。また、平成 17 年は降雪が早いなどの特異な気象現象があったが、枯損や成長阻害などは認められなかった。

2005 年 7 月に上田市に植栽した供試木は、翌年秋までに平均 69cm となり、生育不良現象は認められなかった。また、2005 年の年間伸長量は



図-4 材線虫病抵抗性苗木生育状況
(喬木村:2006年10月)

36cm となっており、良好な成長を示していた。これらのことから、移入した岩手県産抵抗性家

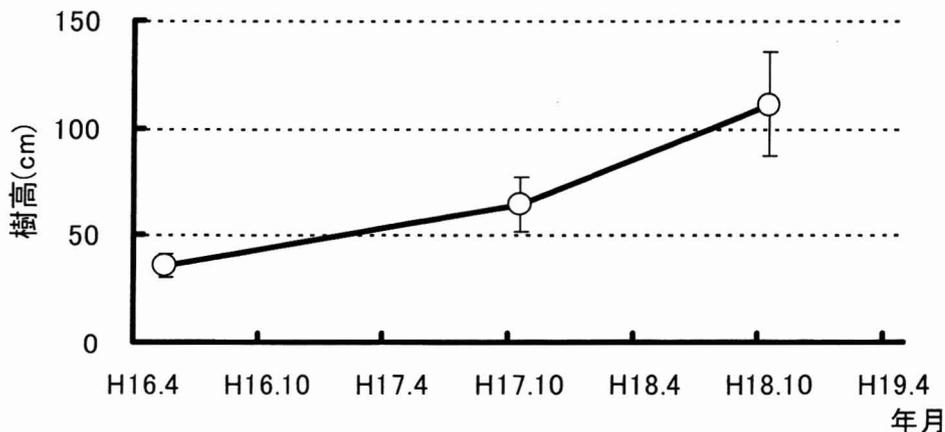


図-3 喬木村における材線虫病抵抗性アカマツの成長経過

系実生苗木は、植栽2年後までは成長に問題はみられなかった。しかし、他県では植栽後数年は抵抗性を示すが、ある程度の年数が経過すると枯死が始まった事例(山田ら 2007)が報告されている。そのため、今回の試験地においても今後の成長成果や枯損発生状況などについて継続的に調査し、成林に至るまでの抵抗性を検討する必要がある。

4 おわりに

3 ヶ年にわたり県内産2年生アカマツ山行苗木890本にザイセンチュウ接種を実施し、材線虫病抵抗性個体の選抜の可能性を試験したが、生存木は7本で、うち2004年の5本は、第2回接種で枯損したことから、県内産一般アカマツ山行苗木から材線虫病抵抗性を持つ個体を選抜することは極めて難しいと考えられた。

また、今回の実験から、九州などの温暖な地域と同等の接種試験の環境条件を整えるには、寒冷地域である県内ではガラス室などの施設が必要であることも明らかになった。

また、岩手県産の接種検定済み抵抗性家系実生2年生苗木は、植栽2年間では異常がみられず、順調に生育していたが、今後も継続的に調査していくことが必要と考えられた。

本研究にあたり、センチュウ接種方法の研修をいただいた(独)森林総合研究所林木育種センター、接種用センチュウを分譲いただいた(独)森林総合研究所林木育種センター九州育種場 大平峰子主任研究員に深謝いたします。

引用文献

- 藤本吉幸ら(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 年間の成果—。林木育種センター研究報告 7, 1-84.
- 岸洋一(1988) マツ材線虫病—松くい虫—精説。292pp, トーマスカンパニー, 東京
- 真宮靖治(1980) アメリカ合衆国におけるマツノザイセンチュウの発見。森林防疫 40, 54-58.
- 岡田充弘・小山泰弘(2006) 松くい虫激害地の被害拡大現状に関する研究—マツ材線虫病被害の被害減少要因の検討—。長野県林業総合センター研究報告 21, 1-9.
- 白石進ら(2007) マツ材線虫病抵抗性戦略。日林学術講 118, 022 (CD-ROM) .
- 戸田忠雄(1997) 第VIII章 マツザイセンチュウ抵抗性マツの育成。松くい虫(マツ材線虫病)—沿革と最近の研究—。(全国森林病中獣害防除協会編), 全国森林病中獣害防除協会, 東京, 168-274.
- 戸田忠雄(2004) アカマツおよびクロマツのマツ材線虫病抵抗性育種に関する研究。林木育種センター研究報告 20, 83-217.
- 山田隆信・杉本博之(2007) 山口県における植栽後のマツノザイセンチュウ抵抗性マツのマツ材線虫病による枯死について。林木の育種特別号, 25-28.