

福島県におけるマツの枯損動態に関する研究

(I) マツノザイセンチュウの人工接種に関連した研究一

(県単課題および国庫一般課題、研究期間昭和58～60年度)

主任研究員 在 原 登志男

専門研究員 齋 藤 勝 男

まえがき

福島県では、材線虫病いわゆる松くい虫の被害が昭和50年度に初めて確認されたが、その後収ることなく増加をたどっている³⁾。

本県における材線虫病によるマツ枯れは、温暖な地方とは異なり、枯損が感染年の翌年に持ち越されたり、枝や梢端部などの部分的な枯損で経過する割合がかなり高い。また、病虫害による枯死木、林内に放置された除、間伐木¹⁷⁾および雪害木³⁾などが本病の感染源となる危険性が指摘されている。さらに、マツノザイセンチュウの媒介昆虫として、マツノマダラカミキリの他にカラフトヒゲナガカミキリが関与する可能性²¹⁾も指摘されている。そのため、このようなマツの枯損動態とこれに関与する諸問題点が解明されなければ、本県延いては、寒冷地方における材線虫病の適確な防除は実行困難な現状にある。

以上の様な背景から、昭和58年から3か年にわたる国庫一般課題「寒冷地方におけるマツ枯損動態（年越枯）に関する研究」が実施され、本県においても種々な調査、研究を行った。これらのうち、本報ではマツノザイセンチュウの人工接種に関連した研究の結果を報告する。

本報告をまとめるに当たって、御指導をいただいた農林水産省林業試験場東北支場保護部長陳野好之博士に心から感謝の意を表す。また、研究を遂行するに際して、ご協力をいただいた村上美紀女史に厚くお礼申し上げる。

なお、本報告の項目は以下のとおりである。

1章 マツノザイセンチュウの接種時期とマツの発病および枯死経過

1節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響

2節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの初秋接種の影響

3節 アカマツ小径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響

2章 接種されたマツノザイセンチュウのマツ樹体内における生息状況

1節 夏から初秋に接種したマツ樹体からのマツノザイセンチュウの検出

1章 マツノザイセンチュウの接種時期と マツの発病および枯死経過

1節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響^{*)}

I 研究目的

マツノザイセンチュウ(以下ザイセンチュウという)をマツに接種し、発病、萎凋経過を精査した報告の多くは温暖な地域のもので、しかも小径木を対象としている^{8, 13, 20)}。また、寒冷地方において行われた結果¹⁹⁾も、樹脂滲出量などの調査部位が胸高部に限られている。そこで、福島県林業試験場構内でアカマツ大径木にザイセンチュウを接種し、部位ごとの発病、枯死状況を経時的に調査し、その結果を既報^{4, 12, 20)}の材線虫病進展経過と比較、検討して、寒冷地方におけるマツの発病、枯死経過を考察した。ここでは7月中、下旬に線虫を接種した場合の結果を報告する。

II 材料と方法

供試木は材線虫病の被害のない当场構内にあるアカマツ2本で胸高直径、樹高および樹齢はaがそれぞれ27cm、10m、35年、bが28cm、9m、86年である。供試したザイセンチュウは林試東北支場より分譲を受けたs 6-1とし、供試木aは昭和58年7月中旬、おなじくbは7月下旬にそれぞれの樹冠中央部で、1本の枝の着生部より50cm程度離れた部分に直径12mmの穴をあけてザイセンチュウを2万頭接種し、穴には雨水が入らないようにゴム栓をした。その後、供試木は根元から梢端に向かって1mごとに区分し、それぞれの幹および1本の枝の着生部より50~70cm離れた部分で直径15mmの目抜きを用い樹脂滲出程度¹⁵⁾、また直径12mmのドリルを用い樹脂調査部位の近くで深さ3~5cmの穴を数か所あけて材片を採取し、ザイセンチュウの生息数および含水率、さらに樹冠の変色状況を調査した。樹脂滲出程度、変色状況については年内は毎週、越年後はほぼ毎月、そしてザイセンチュウの生息数は毎月、含水率は隔月に1回測定した。また、全体が褐変した後伐倒し、各部位ごとのザイセンチュウの生息数、含水率およびマツノマダラカミキリ(以下マダラカミキリという)の寄生数を調べた。

III 結果と考察

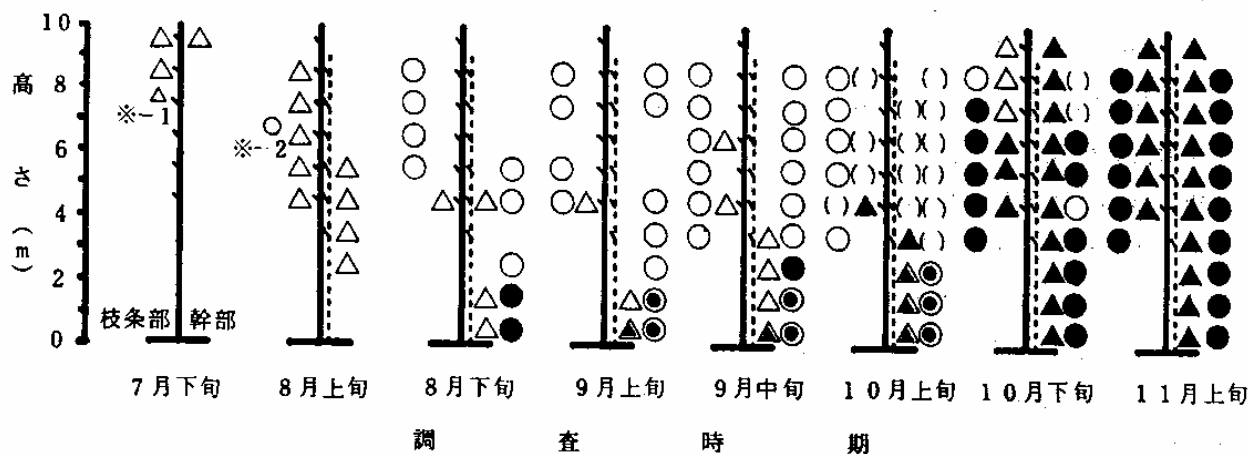
樹脂滲出程度の経過は図-1に示す。図中で無印は滲出程度が \equiv または \equiv を、白抜き印は+を意味するが、-または0を示しその後+以上に回復した場合も白抜き印とした。また、黒塗り印は滲出量が-または0でその後回復しなかったものである。したがって、白抜き印は樹脂滲出の軽度な低下または断続的な停止(ここでは初期異常という)を、黒塗り印は継続的な停止を示す。これによれば、両供試木ともザイセンチュウ接種1週間目で接種枝付近の枝条および幹部で初期異常がみられ、漸次下方に移行した。継続的な停止は、供試木aが9月上旬、bが8月中旬に樹幹の下部でみられ始め、その

*) 本節は日本林学会大会発表論文集⁵⁾に発表したものである。

後上方に向かって速かに波及、11月には両供試木とも全樹体が停止状態となった。なお、9月下旬頃から樹脂滲出の速度が遅くなり、目抜き1日後0でも3日後に卍を示す部位がみられたが、図中では3日後の滲出程度を示した。このような傾向は無接種木でも気温が低下すると11月で認められた。

材内のザイセンチュウ検出数は図-2に示す。調査用材片重は絶乾重で3g以上とした。これによれば、供試木aは8月下旬に高さ2~3mの樹幹部で、またbは9月中旬に高さ1~2mの樹幹部で多数検出された。この時点での同部位の樹脂滲出はaが卍、bが継続的な停止であった。その後、両供試木とも樹脂滲出の継続的な停止、含水率の低下にともない、樹幹下部より上方に向かってザイセンチュウが次第に検出されるようになった。しかし、高さ6m以上の部位では11月以降樹脂滲出が継続的な停止であるにもかかわらず、4月~5月の伐倒時までザイセンチュウの検出がないかまたは少数であった。

含水率は樹幹下部から変化し始めた(図-1)。その後、供試木aは各部位ともに低下の一途をたどったものの、bでは一様な低下の傾向がみられなかった(図-3)。



供試木a (○) △▲, ※-1 マツノザイセンチュウ接種部位 (●) ▲ : 材部が乾燥状態
 供試木b (○) ●, ※-2 マツノザイセンチュウ接種部位 () は目抜き1日後で異常を呈した部位

図-1. 樹脂滲出量の経過

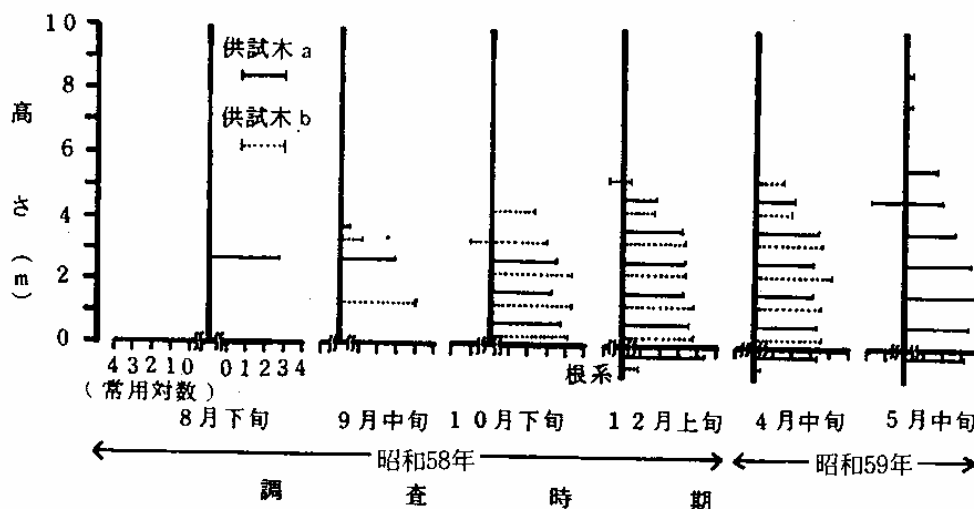


図-2. 材内でのマツノザイセンチュウの検出数 (頭/絶乾1g)

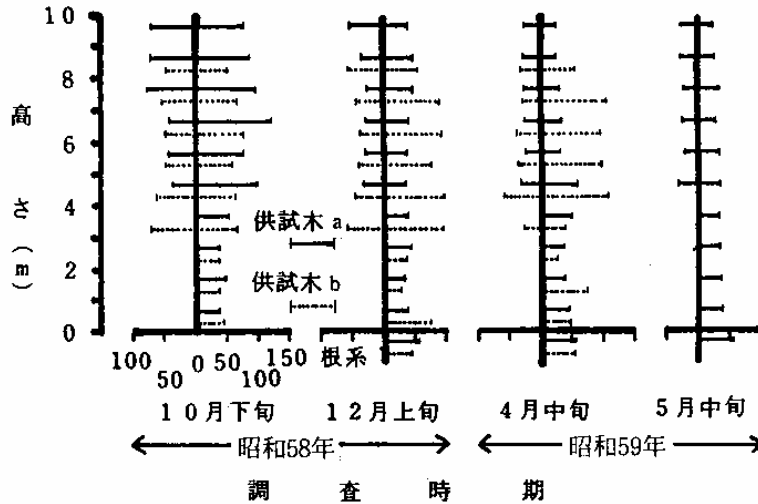


図-3. 含水率の変化 (%)

マダラカミキリの産卵は、両供試木とも8月中旬から9月上旬に観察され、ほぼ全樹体が産卵対象となったものの、樹体上部の産卵跡からは樹脂の漏出がみられた。伐倒調査によれば、供試木a、bへの寄生はともに樹体下部でそれぞれ12頭、77頭であり、樹体上部では樹脂にまかれて死亡した卵や幼虫が観察された。

樹冠針葉の変色は、樹冠の下部で樹脂滲出の継続的な停止と含水率の低下が生じると、速かに1、2年生葉の淡緑色化が現われ、両供試木とも10月中旬にはすべての1、2年生葉が褐変した。供試木aの当年生葉は10月下旬に枝条の含水率が50%程度を割った樹冠の下部で褐変がみられた。そしてそのままの状態を冬を越し、翌年の4月にほぼすべてが褐変、年越し枯れ⁴⁾となった。また、供試木bの当年生葉は10月中旬に黄変がみられ、11月にほぼすべてが褐変、年内枯れ⁴⁾となった。

以上から材線虫病の発病、枯死経過の1パターンとして、次のようなことが考えられる。ザイセンチュウの感染を受けたマツでは、はじめ感染部位付近で樹脂滲出に初期異常が起こり、漸次全体に移行する。その後、継続的な停止が樹幹の下部で起こり、これを境に樹体の含水率は低下し始める。次いで、継続的な停止が上方に向かって波及し、含水率の低下とともに針葉は褐変する。材内のザイセンチュウの顕著な増殖は、樹幹の下部で始まり、樹脂滲出の継続的な停止、含水率の低下にともない下部より上方に向かって次第に進行する。なお、高さ6m以上の部位では樹脂滲出が継続的な停止にもかかわらず11月から伐倒時の4月～5月中旬までザイセンチュウの顕著な増殖がみられなかった。その原因としては、この期間は平均気温が15℃以下であり、ザイセンチュウの増殖に適さないこと¹²⁾が考えられる。供試木aとbでは枯損時期に差がみられ、それぞれ年越し枯れ、年内枯れとなった。この原因は樹脂滲出の継続的な停止時期の違い、すなわちaでは9月上旬、bは8月中旬によるものと思われるが、今後なお検討が必要である。

2 節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの初秋接種の影響^{※)}

I 研究目的

前節では、アカマツ大径木にザイセンチュウを7月に接種し、発病から枯死にいたる経過について

※) 本節は日本林学会大会発表論文集⁶⁾に発表したものである。

述べた。ここでは初秋、すなわち8月中旬、9月上旬に線虫を接種した結果を報告し、マツの発病、枯死経過を考察する。

II 材料と方法

供試木は材線虫病の被害のない福島県林業試験場構内にあるアカマツ2本で、胸高直径、樹高および樹齢はcがそれぞれ26cm、8m、32年、dが27cm、8m、36年である。供試したザイセンチュウおよびその接種方法は、前節と同様で、供試木cは昭和58年8月中旬、おなじくdは9月上旬にそれぞれザイセンチュウを7千頭および2万頭接種した。また、その後の調査も前節に準じた。

III 結果と考察

樹脂滲出程度の経過を図-4に示す。本図の滲出程度の現わし方は前節に準じた。それによると、供試木cはザイセンチュウ接種3週間目で接種枝付近の枝条および幹部で初期異常がみられ、速やかに各部へ波及した。継続的な停止は9月中旬～10月下旬に枝条の一部でみられたが、この状態で越冬し、5月にはほぼ全樹体が停止状態となった。また、供試木dは接種1週間目で接種枝付近の枝条および幹部で初期異常がみられたものの、速やかに回復し、この状態で越冬した。5月に入ると樹体の中央部で継続的な停止がみられ、9月には全樹体が停止状態となった。なお、両供試木とも前節と同様で、9月下旬頃から樹脂滲出の速度が遅くなる部位が現われたが、図-4には目抜き3日後の滲出程度を示した。また、12月～4月の間は無接種木でも滲出量の低下がみられた。

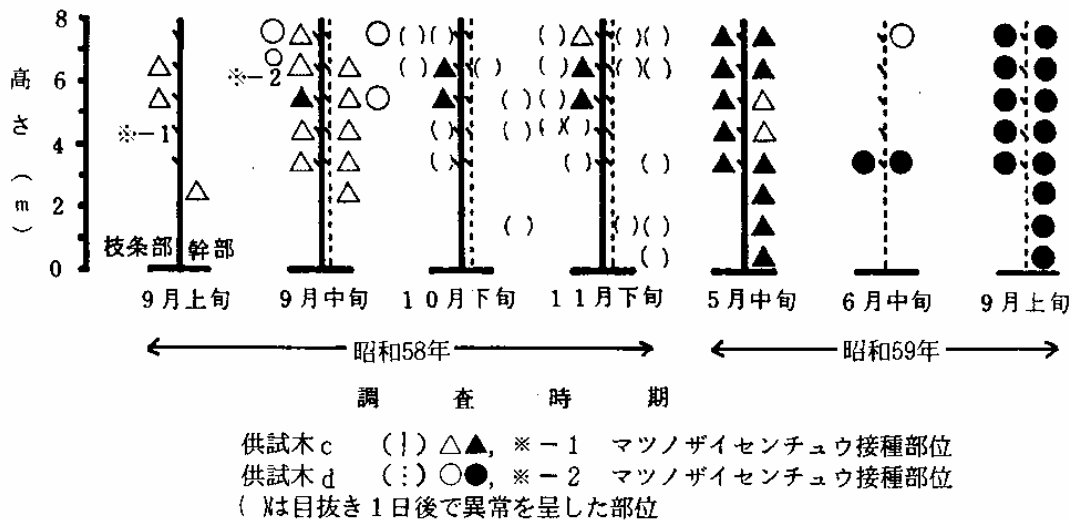


図-4. 樹脂滲出量の経過

材内のザイセンチュウ検出数を図-5に示す。それによると、両供試木とも年内は樹体の一部からわずかに検出されたにとどまった。越冬後、供試木cはほぼすべての針葉が褐変した5月でさえ、枯死した一部の枝条でわずかに検出されただけで、立木内でのザイセンチュウの顕著な増殖は認められなかった。しかし、5月の伐倒時に玉切った樹体各部を4か月間林内に放置しておいたところ、すべての材料から多数検出された。また、供試木dは、ほぼすべての針葉が褐変した9月に全樹体で多数検出された。

含水率の変化を図-6に示す。供試木cは年内で全樹体が含水率低下の傾向にあり、とくに枝条で

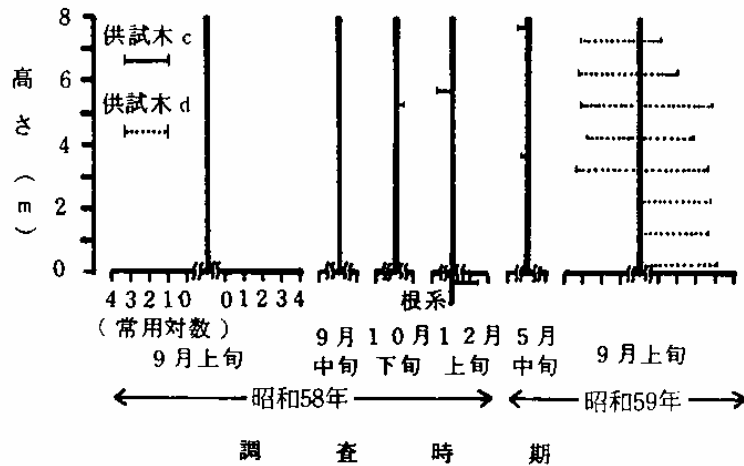


図-5. 材内でのマツノサイセンチュウの検出数 (頭/絶乾 1g)

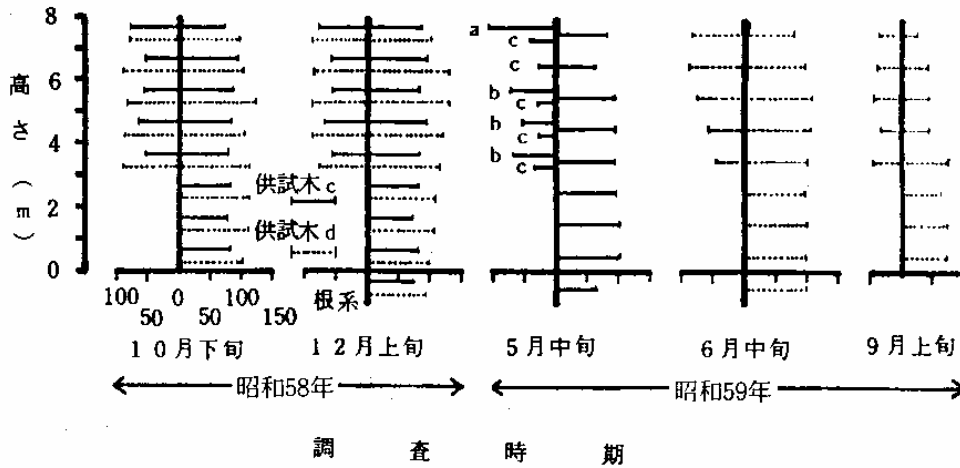


図-6. 含水率の変化 (%)

著しかった。伐倒調査時の5月には、幹部は低下の傾向が回復し靱皮部が生々しかったが、枝条では低下の傾向がなく、かつ靱皮部が生々しく緑葉を有する枝条(図中のa)、靱皮部が生々しいものの低下の傾向が著しく、針葉の褐変の進んだ枝条(b、50~68%)、靱皮部と針葉がすべて褐変した枝条(c、24~31%)とがみられた。また供試木dは年内に枝条で低下の傾向に、越年後の6月に下部の枝条ほど低下する傾向にあり、9月になると全樹体は著しく低下した。

マダラカミキリの産卵は両供試木とも昭和58年夏にはなかった。しかし、供試木dは翌年の夏産卵を受け、全樹体で600頭余の寄生が認められた。

1、2年生葉の変色は、両供試木とも10月に認められたが、この時期は当地方のマツ落葉期である。供試木cの当年生葉の褐変は12月に一部で認められ、2月では残りの針葉のほぼすべてに淡緑色化がみられた。そして、4月に全体の50%ほど、5月には80%ほどが褐変し、年越し枯れ⁴⁾となった。しかし、緑葉を有する枝条では、作山ら¹⁶⁾が報告したように、新梢の伸びがみられた。また、供試木dは4月に含水率の低下した樹冠最下部の枝条で褐変が始まり、6月に樹冠の中央まで達したものの、褐変はわずかで被圧枝枯れと酷似したため、隣接する無接種木との区別が困難であった。緑葉を有する枝条からは新梢および新葉の伸長が正常にみられた。その後、8月では変化がみられなかったものの、9月に全体が褐変し、感染後まる1年を経て枯れた。

両供試木は前節と異なり、ザイセンチュウの接種時期が8月中旬以降と遅かったためか、樹脂滲出の継続的な停止が年内に全樹体で起こらなかった。このように、年内でほぼ健全とみなされたマツが翌年暖かくなってから樹脂滲出に異常をきたし枯損した事例は、庄司ら¹⁹⁾がさきに宮城県で行った接種試験でも確認しているように、寒冷地方特有の1つの枯損パターンと考えられる。

材内のザイセンチュウは両供試木とも年内では各部位への移動、分散が確認されただけで顕著な増殖がみられなかった。とくに供試木cでは、針葉がほぼ褐変した5月ですらわずかに検出されたにとどまった。このことから、鈴木²⁰⁾が予想したように、ザイセンチュウの顕著な増殖がなくとも病状は進展することがあると考えられる。なお、筆者はI報⁴⁾で枯損木からザイセンチュウが検出されない事例を報告したが、このような枯損も材内のザイセンチュウが低密度で、しかもある部分に偏在していたためと推定される。

以上から、材線虫病の発病、枯死経過のパターンとして、前節で報告した事例の他に、次のような場合が考えられる。年内に一部の枝条で樹脂滲出に継続的な停止が起こり、翌年5月に入り暖かくなって全樹体が停止状態となり、ほぼ全体の針葉が褐変する。しかし、幹部では含水率の低下は認められず、またザイセンチュウの顕著な増殖も認められない。他の1つは翌年暖かくなって樹体の一部で継続的な停止が認められ、夏以降に全樹体は停止状態となり、針葉が褐変、ザイセンチュウが多数検出されるという例である。これらのパターンは前節と異なり、ザイセンチュウの接種時期が8月中旬以降と遅かったためによるものと考えられるが、今後なお検討が必要である。

3節 アカマツ小径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響^{※)}

I 研究目的

前2節では、アカマツ大径木にザイセンチュウを7～9月に接種し、寒冷地方におけるマツの発病、枯死経過を考察した。ここでは、小径木に7月中旬線虫を接種した結果を報告する。

II 材料と方法

供試木は材線虫病の被害のない福島県林試構内にあるアカマツ7本で、胸高直径が6～11cm、樹高が2～5m、樹齢が12～16年である。供試したザイセンチュウは本県産で、昭和58年7月中旬に1本あたり1～2万頭を接種した。接種は樹冠下部の1年生枝を切断し断面に割れ目を入れ、直径6mm、長さ4cmのシリコン管を切口に差し込んで行った。管の先端は雨水が入らないようにゴム栓をした。その後、年内は毎週、越年後はほぼ毎月、胸高以下の幹部で直径15mmの目抜きを用い樹脂滲出程度¹⁵⁾、および樹冠の変色状況を調べた。また、年内は毎月、越年後は隔月に1回、樹脂調査部位の近くで直径12mmのドリルを用い、深さ4cm程の穴を数か所あけて材片を採取し、ザイセンチュウの生息数および含水率を調べた。なお、ザイセンチュウ調査用の材片は絶乾重で3g以上とした。また、枯損の判定は当年生葉の過半数が褐変した時期とした。全供試木が枯損した翌年の5月中旬に伐倒し、根元から梢端に向かって1mごとに区分した各部位ごとのザイセンチュウの生息

※) 本節は日本林学会東北支部会誌¹⁾に発表したものである。

数および含水率を調べた。

III 結果と考察

樹脂滲出程度の変化および樹冠の変色状況は表-1に示す。表中の滲出程度の現わし方は前2節と同様で、初期異常は滲出量が+を意味するが、-または0を示しその後+以上に回復した場合も含めた。また、継続的な停止は-または0でその後回復しないものである。

それによると、接種頭数別の年内枯れ率は、2万頭接種が3本中3本で100%、1万頭接種が4本中2本で50%となり、接種頭数の多いもので高かった。

表-1 樹脂滲出程度の変化および樹冠の変色状況

供試木 No	線虫接 種頭数	樹脂滲出程度		*-3	当年生葉の変色	
		*-1	*-2		開始期	50%褐変期
1	2万頭	7月下旬	8月下旬	8月下旬	9月下旬	10月中旬
2	1	"	"	"	"	10月下旬
3	2	-	7月下旬	8月中旬	"	"
4	1	-	8月中旬	8月下旬	"	11月上旬
5	2	7月下旬	8月中旬	"	10月中旬	12月上旬
6	1	"	10月下旬	落葉期以降	12月上旬	2月中旬
7	1	"	8月下旬	8月中旬	2月中旬	4月中旬

*-1 初期異常発現期 *-2 継続的な停止期 *-3 1,2年生葉の変色開始期

次に、樹脂の継続的な停止時期と枯損時期の関係は、8月中旬以前のもものが2本とも年内枯れ、8月下旬は4本中3本が年内枯れ、10月下旬は1本で年越し枯れとなった。このことから、樹脂滲出の継続的な停止期の遅速が枯損の発現期に影響するものと考えられ、本県においては8月までに継続的な停止となれば年内枯れの比率が高く、9月以降では年越し枯れの比率が高い傾向にあると思われるが、今後とも詳しい検討が必要である。なお、同様な傾向は前2節でも見られた。

ザイセンチュウの検出結果は表-2に示す。それによると、10月下旬の調査では当年生葉に変色、褐変が認められる供試木、すなわち年内枯れ木からはザイセンチュウが多数検出され、含水率は33.6~56.2%の範囲にあって平均が44.2%であった。一方、年越し枯れ木にあってはすでに枯損の状態にあった4月中旬の調査で、1本からはザイセンチュウが検出された(含水率42.4%)ものの、もう1本No.7からは検出されなかった(同92.4%)。真宮¹⁴⁾は針葉の萎凋が認められるすべての異常木からザイセンチュウが検出されたとしているが、本結果の年内枯れにあてはまるものと思われる。なお、後述するように年越し枯れ木No.7は、いわば上半枯れ状態であったため、ザイセンチュウが樹体の上半部に偏在し、樹幹下部から検出されなかったのかも知れない。

最後に、5月中旬に行った伐倒調査結果を、年内枯れではNo.3および4、年越し枯れではNo.7について、図-7に示す。

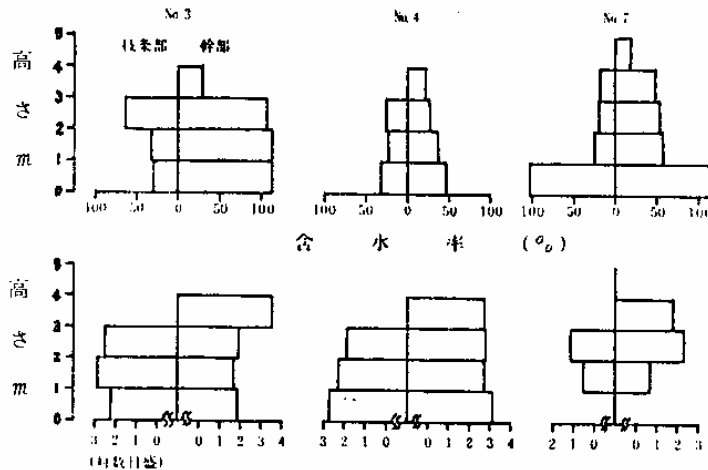
それによると、No.3は枝条部で含水率が低下していたものの、幹部では大部分がほぼ100%と高かった。枯損時の10月下旬での胸高以下における幹部の含水率は55%ほどであったことから、枯

表-2 マツノザイセンチュウの検出数

頭/絶乾重g

調査 供試 木No.	調査 時期	8月 中旬	9月中旬	10月下旬	12月上旬	2月中旬	4月中旬
1		0	420	1,400 (39.6)	—	—	—
2		0	3,730	1,600 (43.9)	—	—	—
3		0	940	603 (56.2)	—	—	—
4		0	0	1,480 (33.6)	—	—	—
5		0	0	1,330 (47.6)	—	—	—
6		0	0	0 (98.4)	0 (114.9)	0 (119.0)	8.06 (42.4)
7		0	0	0 (107.6)	0 (74.1)	0 (61.2)	0 (94.2)

()は含水率%



材内でのマツノザイセンチュウの検出数 (頭/絶乾1g)

図-7. 伐倒調査結果

死後組織内に水が浸入したものと考えられる。なお、ザイセンチュウは各部位から多数検出された。No. 4は各部位とも含水率の低下が著しく、かつザイセンチュウが多数検出された。No. 7は高さ1 m以上の各部位で含水率の低下が著しく針葉が褐変し、ザイセンチュウが多数検出された。しかし、高さ0~1 mの部位では検出がなく、かつ靱皮部が生々しく含水率は100%以上で、枝条は緑葉を有し新梢に伸びがみられるという、いわば上半枯れ状態を呈していた。

2章 接種されたマツノザイセンチュウの マツ樹体内における生息状況

1節 夏から初秋に接種したマツ樹体からのマツノザイセンチュウの検出^{*)}

I 研究目的

ザイセンチュウがマツ樹体内に侵入すると、マツは発病、枯死に至り、ザイセンチュウが樹体各部から多数検出される^{10, 13)}。しかし、発病をまぬがれた個体では、ザイセンチュウが大部分消失または活力を失う^{7, 11)}といわれる。筆者は夏から初秋にかけてマツ小径木にザイセンチュウを接種、年内で樹脂滲出に異常がなかった個体などを翌年2月に伐倒、秋に主幹部からザイセンチュウの分離を行った結果、上記とは異なる知見を得たので報告する。

II 材料と方法

供試木は材線虫病の被害がない当场構内に生育する平均樹高5m、平均胸高直径8cm、樹齢13年生のアカマツである。昭和59年の7月から9月の間の各時期に、それぞれ24本に対して本県産のザイセンチュウ1万頭を前報⁵⁾に準じて、高さ2~3mの枝または幹部に接種した。その後、約2週間おきに千枚通しを用いて胸高の幹部で樹脂滲出の有、無¹⁵⁾を滲出調査が可能な11月⁶⁾まで調べるとともに、樹冠部の変色状態を観察した。

その後、枯損木の一部は伐倒、根元から梢端に向って、1mごとに区分した各部位のザイセンチュウ生息数を調べた。また、翌年2月中旬に針葉に変色のない供試木すべてを伐倒し、幹皮部の変色などを調査後、幹部を1mに玉切り、アカマツ林内に搬入して11月まで据えおき、ザイセンチュウの分離を行った。なお、これらの一部は伐倒時に枯損木に準じて各部位の含水率とザイセンチュウ生息数⁵⁾を調査した。

III 結果と考察

表-3によると、接種時期別の枯損率は接種時期が早いものほど高く、しかも年内枯れの比率も高い。また、枯損木を樹脂滲出異常とすると、11月時点の滲出異常木の発生率も同様であった。接種から11月までに樹脂滲出の異常が1度でもみられ回復したものは、接種時期が遅いものほど高く、8月下旬および9月中旬接種では全く異常をしめさなかった個体が6本みられた。

7月下旬および8月中旬接種の枯損木のうち14本について、各部位のザイセンチュウ生息数を9月から翌年の2月まで調べたところ、検出率は100%で各部位からの検出数も多かった。

針葉に変色のない個体(4本)の伐倒時における含水率、およびザイセンチュウ生息数を図-8に示す。Dは10月に一時樹脂滲出が異常になり、11月で回復状態にあったが、他は11月に滲出異常であった。被圧による枯死枝を着生しない個体では、ザイセンチュウが全く検出されないもの(A)およびわずかに検出されるもの(B)とがみられた。また、枯死枝を持つ個体では、枯死枝から比較的

*) 本節は日本林学会大会発表論文集²⁾に発表したものである。

表-3 接種時期とマツ枯損および樹脂滲出との関係

接種時期	供試本数	枯損 本数 ^{a)}	針葉の変色しない本数 ^{b)}		
			樹脂異常	樹脂 異常⇄正常	樹脂正常
7月下旬	24	23 (95.8)	1 (4.2)	0	0
8月中旬	24	7 (29.2)	9 (37.5)	8 (33.0)	0
8月下旬	24	0	15 (62.5)	7 (29.2)	2 (8.3)
9月中旬	24	0	10 (41.7)	10 (41.7)	4 (16.6)

注) a) 昭和60年2月現在(針葉淡緑色木を含む) ()は%
b) 昭和59年11月現在

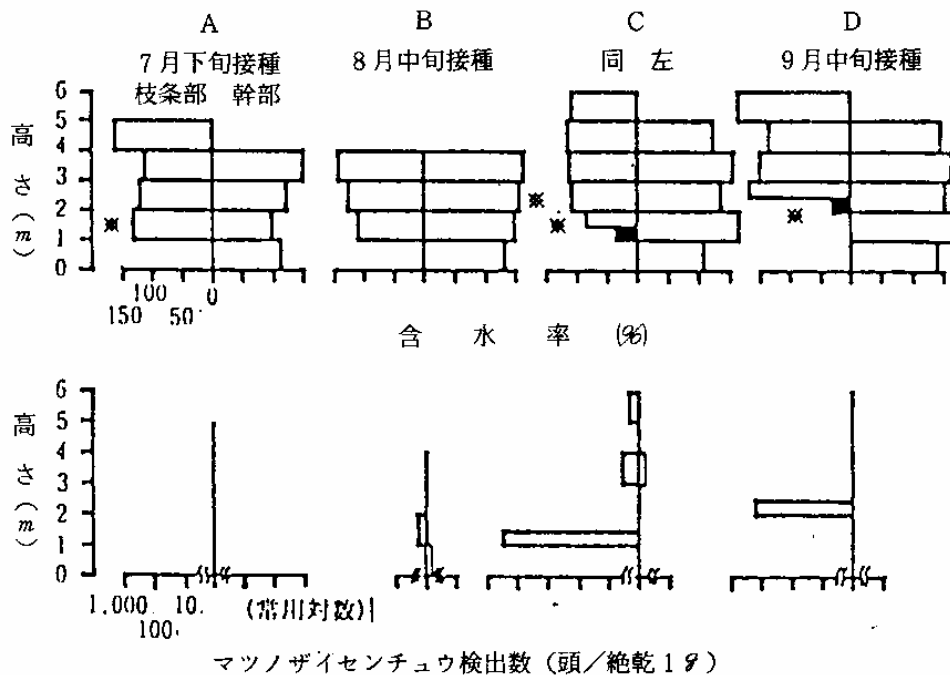


図-8 針葉に変色のみられない個体の含水率とマツノザイセンチュウ生息数 (昭和60年2月調査)

多数、その他からわずかに検出されるもの(C)、およびザイセンチュウの接種枝を含む枯死枝から比較的多数検出されるもの(D)とがみられた。

2月に針葉の変色がない個体(表-3)を伐倒し、幹部を11月まで林内に据えおき、ザイセンチュウを分離した結果を表-4に示す。これによると、前年11月時点における樹脂滲出異常の有、無にかかわらず、すべてからザイセンチュウが多数検出された。なお、伐倒は冬期で樹脂滲出調査が困難なため行わなかったが、幹韌皮部は1個体を除きすべて生々しかった。また据えおき、MEP油剤を散布したことから、据えおき期間中のマツノマダラカミキリの産卵、

表-4 針葉が変色していない個体の据えおきによるマツノザイセンチュウ検出結果
(絶乾重1g当たり)

接種時期	供試本数	マツノザイ センチュウ 検出本数	検出数 (頭)	
			樹脂滲出 ^{a)} 異常木	樹脂滲出 ^{a)} 正常木
7月下旬	1	1	122	—
8月中旬	17	17	7.0~185 (90.0)	2.8~176 (80.2)
8月下旬	24	24	3.7~239 (85.8)	83.5~651 (285)
9月中旬	24	24	31.6~405 (149)	8.7~258 (104)

注) a) 昭和59年11月現在

() 平均値

た。

以上述べたように、マツ小径木に対して夏から初秋にかけてマツノザイセンチュウを枝または幹に1万頭接種すると、接種時期が早いものほど枯損の発生が早く、枯損率も高い。また、ザイセンチュウも各部位から多数検出される。一方、晩秋において樹脂滲出異常が認められず、針葉に変色もない個体は、この時点ではザイセンチュウが検出されないことが多い。しかし、これらの個体を厳冬期に伐倒、幹部を次の秋まで据えおくとザイセンチュウが多数検出された。このことは、ザイセンチュウが冬期はかなり低密度であるかまたは局在して生息していたことを示す。

清原ら¹¹⁾は9月接種では半年後ザイセンチュウは接種枝よりわずかに検出されるが、その後死滅するとし、橋本ら⁷⁾は九州地方において健全木内でのザイセンチュウの持ち越しはほとんどないと報告している。

本実験では、このようにして材内に生存、越冬したザイセンチュウが接種翌年の発病を引き起こすかどうかは明らかにできなかった。しかし、寒冷地方では感染の翌年以降に発病、枯死する個体が発生する^{6, 9, 19, 22)}点から推定して、庄司らが報告¹⁸⁾するように、これらの材内に生息するザイセンチュウは年越し枯れ木における発病、枯死と密接な関係にあるものと推察される。

摘 要

まえがき

福島県における材線虫病によるマツ枯れは、枯損が感染年の翌年に持ち越されたり、枝や梢端部などの部分的な枯損で経過する割合が高い。また、諸々の支障木が本病の感染源となる危険性が指摘されている。

このようなマツの枯損動態とこれに関与する諸問題が解明されなければ、本地方における材線虫病の適確な防除は実行困難な現状にあるため、国庫一般課題「寒冷地方におけるマツ枯損動態(年越枯)

に関する研究」が実施され、本県においても種々な調査、研究を行った。

本報告はこれらの研究のうち、マツノザイセンチュウの人工接種に関連した結果をとりまとめたものである。

1章 マツノザイセンチュウの接種時期とマツの発病および枯死経過

1節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響

マツ大径木2本に対してマツノザイセンチュウ2万頭を夏期に接種して、発病、枯死状況を経時的に調査した結果、1つの発病、枯死経過のパターンが想定された。

マツノザイセンチュウの感染を受けたマツは、はじめ感染部付近で樹脂滲出に初期異常が起こり、それは漸次全体に移行する。その後、樹脂滲出の継続的な停止が樹幹の下部で起こり、これを境に樹体の含水率は低下し始める。次いで、樹脂滲出の継続的な停止が上方に向かって波及し、含水率の低下とともに針葉は褐変する。材内のマツノザイセンチュウの顕著な増殖は、樹幹の下部で始まり、樹脂滲出の継続的な停止、含水率の低下にともない下部より上方に向かって、次第に進行する。なお、マツの枯損時期は、樹脂滲出の継続的な停止時期の違いによって生じるというパターンである。

2節 アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの初秋接種の影響

マツ大径木2本に対してマツノザイセンチュウ7千および2万頭を秋期に接種して、発病、枯死状況を経時的に調査した結果、前節の発病、枯死経過のパターンの他に次のようなものが想定された。

マツノザイセンチュウの感染部位付近ではじめにみられる樹脂滲出の初期異常は、速やかに各部へ波及するが、継続的な停止は年内に一部の枝条のみで起こり、この状態で越冬する。そして、翌年5月に入り暖かくなって全樹体が停止状態となり、ほぼ全体の針葉が褐変するものの、幹部では含水率の低下が認められず、またマツノザイセンチュウの顕著な増殖も認められない。

もう1つは、マツノザイセンチュウの感染部位ではじめにみられる樹脂滲出の初期異常が速やかに回復し、この状態で越冬する。そして、翌年暖かくなって樹体の一部で継続的な停止が認められ、夏以降に全樹体は停止状態となって、針葉が褐変、マツノザイセンチュウが多数検出されるというパターンである。

なお、これらのパターンは前節と異なり、マツノザイセンチュウの接種時期が遅いために起こるものと考えられた。

3節 アカマツ小径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響

マツ小径木7本に対してマツノザイセンチュウ1～2万頭を夏期に接種し、発病、枯死経過を経時的に調査した。

その結果、接種頭数の多いもので年内枯れの比率が高かった。また、樹脂滲出の継続的な停止時期の違いによって、年内枯れの比率が変化することを再度確認した。すなわち、本県においては樹幹の下部で8月までに継続的な停止が観察されれば、年内枯れの比率が高く、9月以降では年越し枯れの比率が高い傾向にあった。

2章 接種されたマツノザイセンチュウのマツ樹体内における生息状況

1節 夏から初秋に接種したマツ樹体からのマツノザイセンチュウの検出

マツ小径木96本に対して夏から初秋にかけてマツノザイセンチュウを接種したところ、接種時期が早いものほど枯損の発生が早く、枯損率も高かった。また、マツノザイセンチュウも枯損木の各部位から多数検出された。一方、晩秋において胸高の幹部で樹脂滲出異常が認められず、針葉に変色も

ない個体は、この時点ではマツノザイセンチュウが検出されないことが多い。しかし、これらの個体を厳冬期に伐倒、幹部を次の秋まで据えおくと、マツノザイセンチュウが多数検出された。このことは、マツノザイセンチュウは一見健全な個体においても冬期までに死滅することなくかなり低密度であるかまたは局在して生息していたことを示す。

参考文献

- 1) 在原登志男：福島県におけるマツの枯損動態に関する研究（VI）——アカマツ小径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響——，日林東北支誌37：251~252、1985
- 2) ——：同上（IX）——夏から初秋に接種したマツ樹体からの線虫の検出——，97回日林論：473~474、1986
- 3) ——：福島県における松類材線虫病に関する研究（I）——マツノマダラカミキリなどの生態、材線虫病感染源としての雪害木の役割および本病の発生予測——，福島県林試研報19：印刷中、1987
- 4) ——・斎藤勝男：福島県におけるマツの枯損動態に関する研究（II）——マツの枯損時期とマツノザイセンチュウ検出率——，95回日林論：463~464、1984
- 5) ——・——：同上（IV）——アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの夏期接種の影響——，96回日林論：463~465、1985
- 6) ——・——：同上（V）——アカマツ大径木に対するマツノザイセンチュウの初秋接種の影響——，96回日林論：467~469、1985
- 7) 橋本平一・清原友也：マツノザイセンチュウ接種木におけるいわゆる「持ち越し」について，日林九支研論28：169~170、1975
- 8) ——ほか：マツ材線虫病の萎凋生理に関する研究（I）——樹体内における線虫の増殖について——，94回日林論：469~470、1983
- 9) 早坂義雄ほか：宮城県石巻におけるマツ材線虫病によるマツの枯損動態（II）——大門崎における枯損の経過——，日林東北支誌34：128~130、1982
- 10) 清原友也・徳重陽山：マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験，日林誌53：210~218、1971
- 11) ——・鈴木和夫：接種時期を異にしたマツ樹体内でのマツノザイセンチュウの個体数推移，87回日林論：227~228、1976
- 12) 真宮靖治：マツ樹体内におけるマツノザイセンチュウ個体群の消長，森林防疫24：192~196、1975
- 13) ——：マツノザイセンチュウの寄生性及び萎凋枯死機構，森林防疫25：172~175、1976
- 14) ——ほか：マツノザイセンチュウによるアカマツの自然感染、発病の経過，84回日林論：332~334、1973
- 15) 小田久五：松くい虫の加害対象木とその判定について，森林防疫ニュース16：263~266、1967

- 16) 作山健・佐藤平典：マツの材線虫病によって翌年枯れた事例．日林東北支誌 32：206～207、1980
- 17) 佐藤平典・作山健：岩手県におけるマツ材線虫病（松くい虫の被害）の現状と防除．岩手県林試成報 15：29～64、1982
- 18) 庄司次男・陳野好之：マツノザイセンチュウの接種時期と枯損発生との関係．96回日林論：461～462、1985
- 19) ——ほか：クロマツに対するマツノザイセンチュウの時期別接種試験．94回日林論：475～476、1983
- 20) 鈴木和夫：マツの水分生理状態と材線虫病の進展．林試研報 325：97～126、1984
- 21) 滝沢幸雄・庄司次男：岩手県におけるカラフトヒゲナガカミキリの分布とその材線虫病媒介の可能性．森林防疫 31：4～6、1982
- 22) 梅田久男・小松利昭：アカマツに対するマツノザイセンチュウの時期別接種試験．日林東北支誌 37：248～250、1985