

# 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

主任専門研究員 佐藤 平 典  
主任専門研究員 作 山 健

## 目 次

要 旨	30	7 岩手県における被害の特徴	48
1 はじめに	31	(1) 枯損時期の遅れ	48
2 名称及び伝染の仕組	32	(2) 枝枯れ木	49
(1) “松くい虫”について	32	(3) 2年1化のマツノマダラカミキリ	50
(2) 病原体及び媒介昆虫	32	8 岩手県内での発生の可能性	51
(3) 被害が伝染する仕組	34	(1) 県南地方で激害化する可能性	51
3 全国的な被害状況	36	(2) 被害区域が拡大する可能性	52
(1) 被害の推移	36	9 防 除	55
(2) 被害拡大の原因	37	(1) 防除についての基本的な考え方	55
(3) 米国からの移入説	37	(2) 防除のための技術的な必要事項	56
4 岩手県における被害状況	38	(3) 被害実態の把握	56
(1) 被害の分布及び駆除材積	38	(4) 被害材の移動制限	58
(2) 侵入・定着の経過	38	(5) 枯損木等の処理	59
5 被害発生の誘因	42	(6) 除間伐等の適期実行	60
(1) 高温・乾燥	42	(7) 被害発生の危険度による地域区分	61
(2) マツカレハによる食害	44	(8) 健全木に対する予防散布	62
6 被害枯損木以外の感染・増殖源	45	(9) その他開発中の防除方法	62
(1) 伐倒放置木	45	10 おわりに	63
(2) 他の被害による枯損木	46	11 文 献	64
(3) 被圧による衰弱・枯損木	47		
(4) 感染・増殖源としての重要性	47		

## 要 旨

本県で初めて被害が確認された昭和54年以来、昭和56年までの調査結果を基に、本県におけるマツ材線虫病の現状及び防除についての留意点をとりまとめた。

- 1 一般的に“松くい虫被害”と呼ばれている松の枯損の正式の名称は“マツ材線虫病”であり、病原体はマツノザイセンチュウ、媒介昆虫はマツノマダラカミキリである。
- 2 マツを枯死させるのはマツノザイセンチュウで、マツノマダラカミキリは枯死したマツで繁殖する。マツノザイセンチュウは、マツノマダラカミキリがマツから羽化脱出する時にこの体内に入り込む。羽化脱出したマツノマダラカミキリは健全なマツの小枝を食害し、この間にマツノザイセンチュウは体外に出て食害痕からマツの材内に侵入してこのマツを枯死させる。このサイクルの繰返しによって被害が拡大する。
- 3 我が国での被害は、明治末期にすでに記録されており、昭和20年代の大発生以来減少傾向にあったが、46年以後急増し、55年度には250万 $m^3$ 、56年度には207万 $m^3$ に達している。
- 4 最近の被害拡大の原因としては、マツ林の管理が悪く、餌になる衰弱枯損木が放置されていること、交通網の発達によって被害材が遠くにまで運ばれるようになったこと、及び昭和53年の高温・乾燥の3つがあげられる。
- 5 岩手県における被害は点状の発生で林分単位での発生はなく、微害の段階である。駆除材積は、最初に被害が発見された昭和54年から56年度までの合計で675万 $m^3$ となっている。
- 6 これらのうち、マツ材線虫病による枯死と診断された枯損木のみを、感染した年ごとに比較すると、本県における被害は次のような推移となっている。
  - (1) 本県に被害が侵入したのは、初めて被害木が発見された前年の昭和53年であり、その原因はマツノザイセンチュウを持ったマツノマダラカミキリの宮城県からの「飛び込み」と、被害発生県からの被害材の「持ち込み」である。
  - (2) 昭和54年には、県内で発生した被害木からの感染によって新たな被害木が生じて本病は県内に定着したが、翌55年は冷害気象によって著しく減少した。
  - (3) 昭和56年は、気象条件の回復に伴ってこの年の感染木が増加し、53年以来の最高となり、明らかに再増加の傾向を示している。
- 7 昭和53年以来、全国的に被害が爆発的に増加し、本県にまで侵入した誘因としては、高温・乾燥によってマツが衰弱したことに加えて、マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの活動が促進されたこと、さらに同年にマツカレハが大発生してマツを衰弱させたことがあげられる。
- 8 マツ材線虫病の感染源としては、本病による被害枯損木以外に、林内放置された除間伐木、主伐残材、工事支障木、さらにはマツカレハ、マツつちくらげ病、風雪害木などによる衰弱枯死木があり、これらは被害枯損木と同様、場合によってはそれ以上に危険である。
- 9 本県における被害は西日本に比較して次の点で異なっている。すなわち、枯損木が秋から翌年の夏にかけて発生し、枝枯れの段階で留まっているものもある。また、2年1化のマツノマダラカミキリの率が多い。
- 10 県南地方では、昭和55年の冷害気象でも被害が発生し、春の低温でやや発生条件が悪かった56年でも増加

していることから、高温・乾燥の年があれば、被害が急速に増える可能性が高い。県央・県北地方で被害が連年発生し、さらに激害化する可能性については不明である。

- 11 本県における被害は、まだ微害の段階であり、防除は完全駆除を目標とするべきである。このためには、以下のような総合的な防除対策が必要である。
  - (1) 被害の実態を知るために、枯損木、伐倒放置木を早期に発見し、マツノザイセンチュウと、マツノマダラカミキリの寄生の有無を調査する。焼却処分をするまでの日数を考慮に入れて、5月下旬までには終わっておく必要がある。既に被害が発生している地域の隣接地では、枝枯れ木についても同様の調査をしなければならない。
  - (2) 本病が全国各地に急速に拡大した最も大きい原因は、被害材の運搬であり、被害材を無被害地域に移動することは極めて危険である。薬剤散布をした被害材であっても茨城県や宮城県などの被害発生地から持ち込むことは厳重に禁止する必要がある。
  - (3) 被害枯損木は当然として、それに隣接している枯損木、マツノマダラカミキリあるいはマツノザイセンチュウが寄生している伐倒木や病害・風雪害木は、6月上旬までに焼却処分をする。
  - (4) マツノマダラカミキリの生息地域では除間伐木等の伐採は10～1月の間に実施し、2～5月に伐倒した場合は6月までに林外に搬出して利用するか焼却する。6～9月は最も危険な時期であり、この間の伐採は実施してはならない。
  - (5) 被害が発生する可能性によって地域を区分し、その地域別に防除対策を立てる必要がある。
- 12 耐病性育種、天敵利用などの防除方法は未だ実用化の段階になっていない。

## 1 はじめに

西日本で猛威をふるっていたマツ材線虫病（松くい虫の被害）は年々北上を続け、昭和46年に茨城県、50年には宮城県に侵入し、54年にはついに本県でも発生が確認された。

当初、被害は滝沢村にまで及んだが、懸命の防除と冷害気象のため発生区域は著しく減少し、昭和56年まで続いて発生しているのは一関市周辺のみとなり、被害量も極めて微量にとどまっている。これらのことから、本県のような寒冷地では発生することはあっても、西日本のような爆発的な発生にはならず、一時的なものに終るのではないかという期待が持たれた。

しかし、東北地方でも宮城県や福島県で被害が激化する一方、本県でも昭和55年は冷害気象で被害が最も発生しにくい条件であったにもかかわらず、被害は止まることなく、56～57年にかけて再び増加の傾向を示している。このような状態が続いていれば昭和53年と同じような高温・少雨の気候の年には被害が急速に拡大する可能性が高い。

県では、昭和52年からマツ材線虫病発生予察調査、53年から岩手県森林病虫害等発生予察調査の一部として松くい虫発生予察調査（以上林業課）、54年にマツノマダラカミキリの生息及びアカマツの枯損木調査、55、56年に伐倒時期別のマツノマダラカミキリの寄生調査（以上県有林課）、更に種々の関連する調査を実施し、林業試験場は、これらの調査の一部を分担あるいは共同調査をし



## ア マツノザイセンチュウ

分類学的には線形動物門線中綱に属し、長さ1mm足らずのほとんど透明の細長い動物（写真-1）で、マツの材内では樹脂道の中を通過して移動する。本種は、通常カビ類を餌にしているが、健全なマツの中に入った直後は何を餌にしているのか、あるいはどのようにしてマツを枯死させるのか、などについては十分に解明されていない。しかし、本種を人工的に幹あるいは枝に注入すれば、健全なマツが枯死することは、数多くの実験で証明されている。

繁殖力は極めて強く、1匹の雌は約100箇の卵を産み、25℃の温度条件でわずか4日間で成虫になって卵を産む。秋になるとこれらの幼虫は分散型幼虫<sup>(注1)</sup>になって、翌春にかけてマツノマダラカミキリの蛹室の周囲に集まる。分散型幼虫は、6月頃に蛹室内で羽化したマツノマダラカミキリの成虫の体内に潜入して、これによって他の健全なマツに運ばれ新しいマツの材内で成虫となって産卵する。この卵から孵化した幼虫は増殖型幼虫<sup>(注2)</sup>となって再び繁殖を始める。

## イ マツノマダラカミキリ

カミキリムシ科に属する昆虫で、成虫（写真-2）は頭から尾端までの長さ1.5～3.0cmで主にマツ類に寄生する。太平洋岸では岩手県南部が生息の北限地となっている。

本県では6月下旬から7月下旬にかけて羽

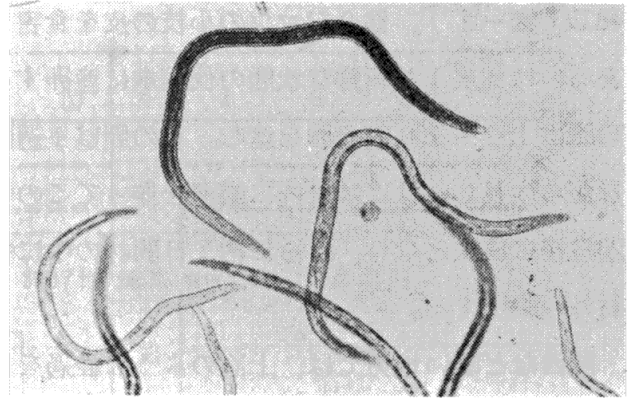


写真-1 マツノセンザイチュウ  
（体長約1mm）



写真-2 マツノマダラカミキリの成虫



写真-3 マツノマダラカミキリの幼虫

（注1、注2）分散型幼虫、増殖型幼虫

マツノザイセンチュウは、通常は卵から増殖型幼虫を経て成虫となって増殖を繰り返すが、マツノマダラカミキリの体内に潜入して他の健全なマツに移動する間は増殖を停止して、特殊な形態の幼虫、すなわち分散型幼虫となる。分散型幼虫は、まず第1段階として体内に栄養分を貯えて分散期間中の絶食に備える準備をする。第2段階では、餌を摂るための口器や消化器管が退化し、体表面が粘質になり乾燥に備えるとともにマツノマダラカミキリの成虫に取り付きやすい状態になる。

化し(図-1)、健全なマツの小枝の皮を食害する(後食)。羽化してから約3週間後から衰弱木あるいは樹皮下が新鮮な状態の伐倒木に産卵する。産卵期間は7~9月にわたり(図-2)、1匹の雌は150~200箇の卵を産む。この卵は1週間ぐらいで幼虫(写真-3)となり、樹皮下を食べながら生長し、秋には材内に蛹室を作ってこの中で幼虫のまま越冬する。翌春この中で蛹となり約20日後に成虫となり、さらに約7日間材の中に留まってから直径1cmぐらいの正円形の穴をあけて材外へ脱出する。

関西など暖い地方では、上記のような経過をたどって1年に1世代であるが、本県のような寒冷地では、幼虫が更にもう1回越冬した後に成虫となる2年1世代の率が高くなっている。

### (3) 被害が伝染する仕組

マツ材線虫病は以下に述べるような、マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの巧妙な共生関係によって伝染する。(図-2)

#### ① マツノザイセンチュウのマツへの侵入(7~8月)

被害木から羽化脱出したマツノマダラカミキリが健全なマツの小枝を噛り(後食、こうしょく)、この時に体内に入っていたマツノザイセンチュウが這い出して、噛った跡の傷口からマツの枝の中に侵入する。

#### ② マツ枯死、マツノマダラカミキリ産卵・成長(8~9月)

マツの材内に侵入したマツノザイセンチュウは猛烈な勢いで増殖し、樹脂道を通してマツの全身

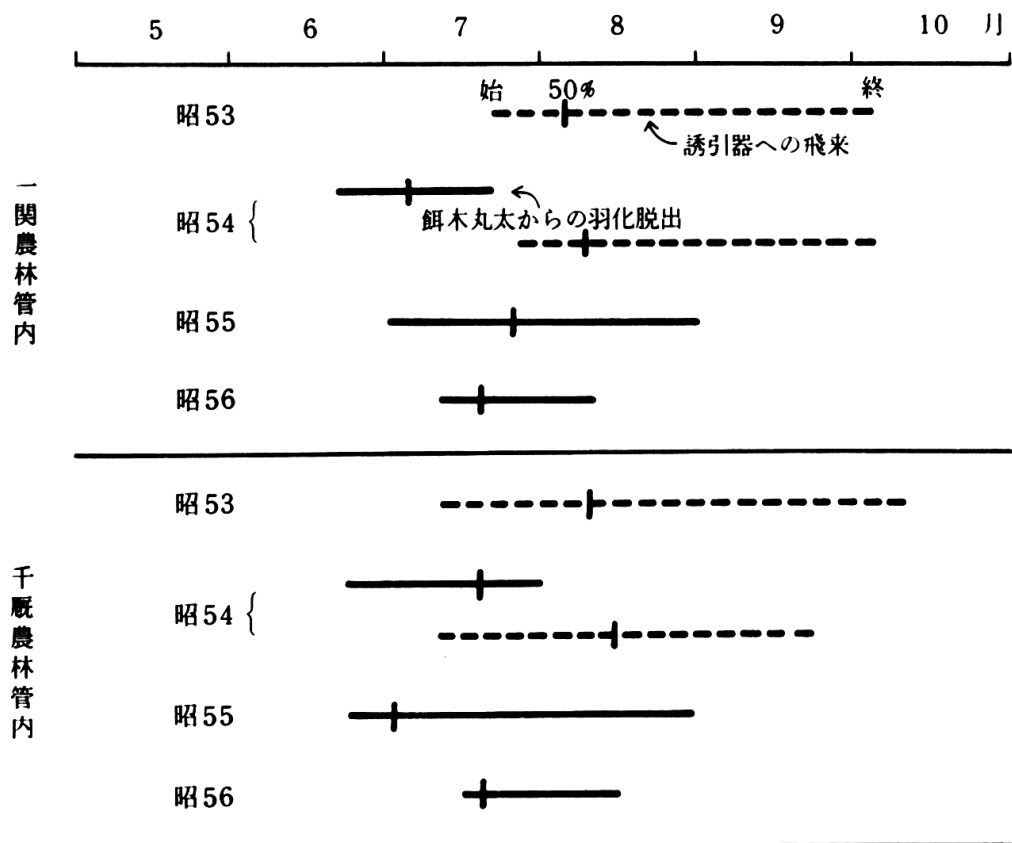


図-1 マツノマダラカミキリの羽化脱出及び誘引器への飛来時期

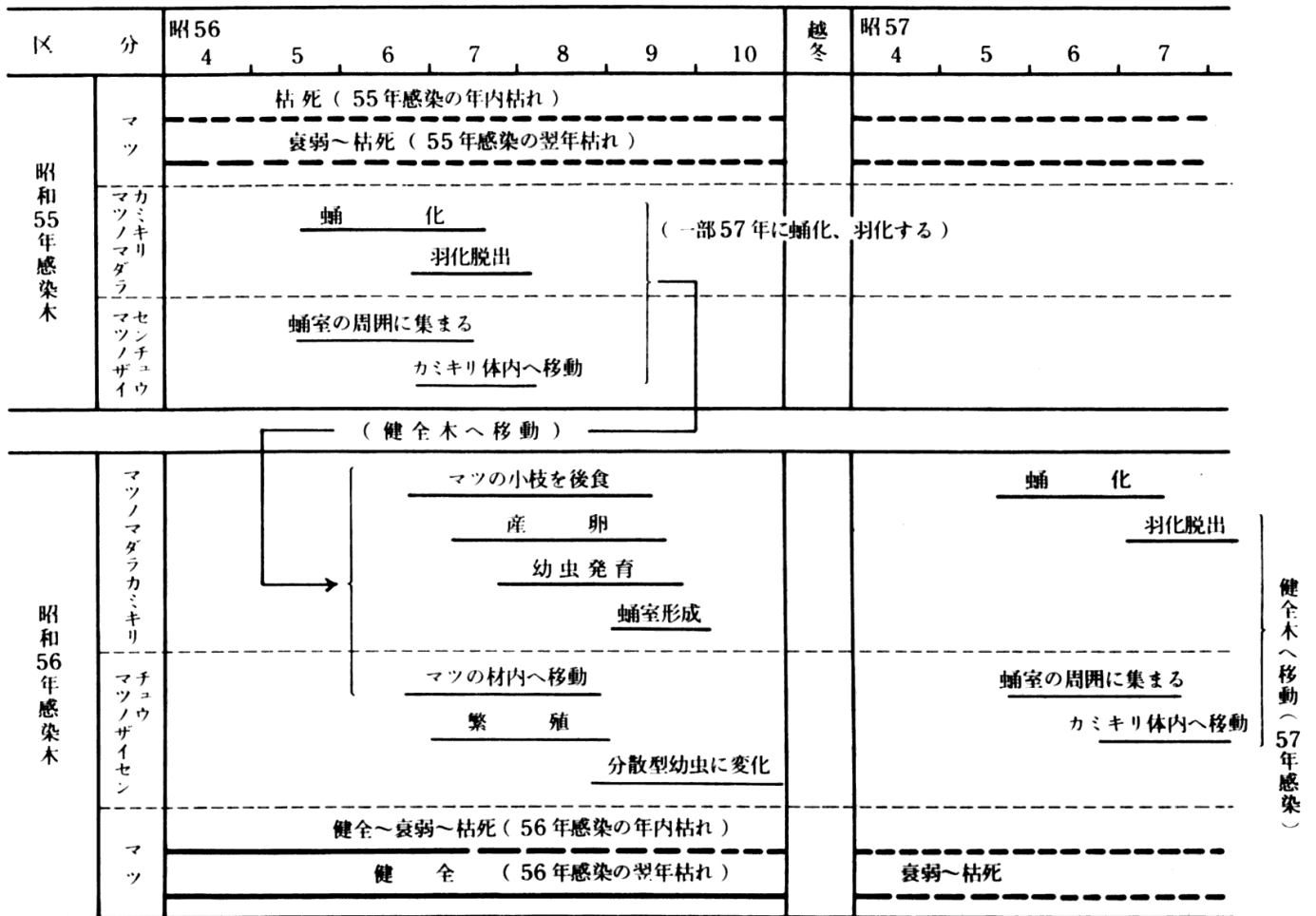


図-2 マツ材線虫病の伝染のしくみ

に広がる。マツの針葉は緑色を保っているが、ヤニの流れは止って枯死状態になる。このようなマツにマツノマダラカミキリが産卵し、これから孵化した幼虫は樹皮下を食べて成長する。

③ マツの針葉褐変、越冬（9～4月）

被害木の針葉は褐変し、外見から目につくようになる。マツノマダラカミキリは材の中に穿入し、この中で越冬する。マツノサイセンチュウは分散型幼虫となる。

④ マツノサイセンチュウがマツノマダラカミキリ成虫の体内へ侵入（5～7月）

翌春、越冬したマツノマダラカミキリは蛹となり次いで羽化して成虫となる。この間にマツノマダラカミキリは蛹室の周囲に集まり、成虫になったばかりのマツノマダラカミキリの気管<sup>(注3)</sup>の中に入り込む。

⑤ マツノマダラカミキリ材外へ脱出（6～7月）

マツノマダラカミキリは、体内にマツノサイセンチュウを持ってマツの材から脱出して、近くの

(注3) 気管

昆虫には肺がなく、空気を通す管すなわち気管によって呼吸している。気管は体表面に開口し、そこから枝分れして体内に網目状に分布している。

健全なマツに飛んで行く。→①に戻る。

以上のように、健全なマツに産卵できないマツノマダラカミキリはマツノザイセンチュウが枯らしたマツを産卵の場とすることができる一方、足も翅もなく自力では移動できないマツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリによって新たな健全木への移動が可能になっている。

このようにして、被害は前年の被害木を中心に小集団状に発生し、更には集団が拡がって激害林へと進行する。マツノマダラカミキリの成虫は、主に脱出した被害木の近くの健全木に飛んで行くが、一部は2 Km程度、条件が良ければそれ以上遠くまで飛んで、無被害地域に被害をもたらし、被害拡大の原因となる。

さらに、被害材がトラックや船などによって運ばれた場合には距離に関係なく、海を越えた地域にまで被害が拡大する。

### 3 全国的な被害状況

#### (1) 被害の推移

我が国におけるマツ材線虫病の被害は、明治末期に長崎県で記録されて以来、昭和19年までは九州と関西地方の一部で発生していた(図-3、4)。昭和20年代に入って、被害は急速に拡がり、西日本、関東を含め34府県に及んだが、昭和30年代末から40年代前半に大巾に減少した。これが、昭和46年から再び増加し、昭和53年には200万 $m^3$ 、54年には250万 $m^3$ 、56年には207万 $m^3$ となり、発生区域も東北地方にまで拡大した。

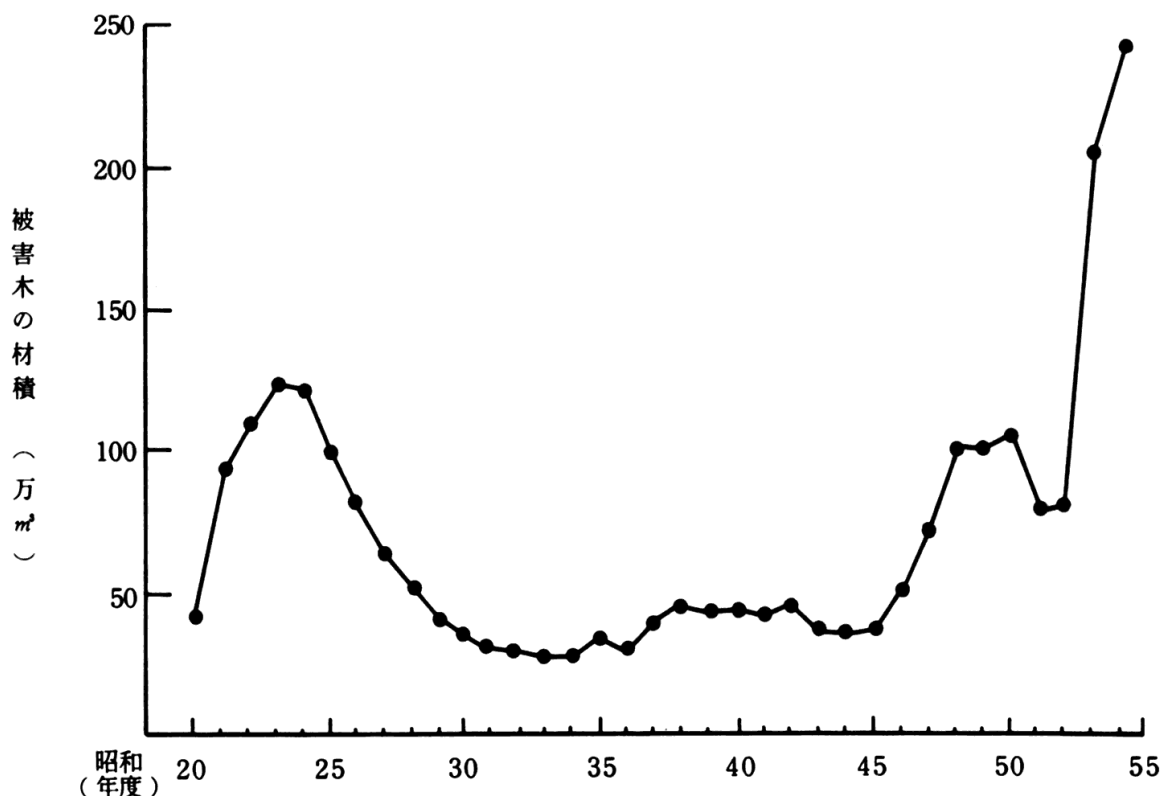


図-3 全国のマツ材線虫病被害木の材積の推移



東北地方では、昭和50年に宮城県、51年に福島県に記録され、53年夏の記録的な高温・乾燥を契期に急増して54年には岩手県、山形県においても被害が確認されるに至った。この結果、昭和56年12月現在で未発生なのは、北海道、青森県及び秋田県のみとなっている。

### (2) 被害拡大の原因

本病は、昭和10年代にもたびたび発生していたが、被害は限られた地域に留まっていた。この原因は、感染源となる被害材の大部分が地元で燃料として消費されており、遠方まで被害材が運搬されることが少なかったことがあげられる。

第二次大戦後の被害量の増加は、戦災復興のために大量に伐採されたマツが絶好の繁殖源となったこと、及び米軍資材の中に米国からの被害材が混っていたこと、などによって生じたものと考えられている。しかし進駐軍の厳しい指導で、被害材の焼却など徹底した防除が実施されたため、その後の被害は急速に減少した。

一方、最近10年間の爆発的な増加の原因としては、次の3つがあげられる。すなわち、燃料、チップ、坑木などのマツの需用が落ち込んで材価が低下したために、被圧木や除間伐木が被害材とともに林内に放置され、これが繁殖源になったこと、道路網が整備されマツ材が数100 Km以上も遠くにまで運搬され、これに被害材が混っていたために被害地域が飛躍的に拡大したこと、さらに昭和53年の高温・乾燥の気象条件が本病にとって極めて有利に働いたことである。

### (3) 米国からの移入説

マツノザイセンチュウは昭和9年(1934)に米国で発見されており、被害枯損木も米国の全域にわたって発生している。しかし、被害量は少なく点状に発生している程度で、日本のような大発生にはなっていない。被害樹種は欧州から輸入されたヨーロッパアカマツ、日本からのアカマツなどに多く、米国原産のマツ類には少ないと報告されている。また、米国にはマツノマダラカミキリは生息しないが、これに良く似たカミキリが本病の媒介昆虫となっている。

日本への侵入は、パルプ用材あるいは進駐軍の資材の中に混っていた被害材に入って持ち込まれたと考えられている。さらに、日本のアカマツとクロマツは本病に対して非常に弱い性質を持ち、マツノマダラカミキリは媒介昆虫として極めて適している。また、日本は米国とほとんど同じ緯度上にあり、気象的にも発病条件に合っている(図-14参照)。このような好条件を得て、本病は我

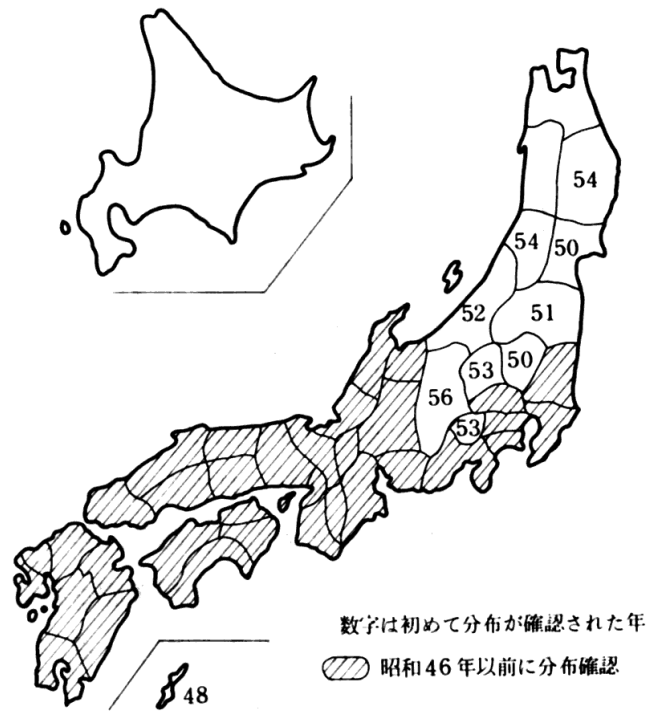


図-4 マツ材線虫病の分布拡大の経過

が国に定着し、次々と分布を拡大したものである。

本病と同様に米国から侵入して日本国内で定着、蔓延して被害をもたらしたものとして、アメリカシロヒトリ、スギ赤枯病などがある。一方、日本国内でほとんど被害の無いマメコガネは、米国に侵入して大豆の大害虫となり、ジャパニーズビートルとして恐れられている。

#### 4 岩手県における被害状況

##### (1) 被害の分布及び駆除材積

本県で初めて被害が確認されたのは昭和54年で、以来57年6月までに、盛岡市、滝沢村、紫波町、花巻市、北上市、一関市、平泉町、花泉町、藤沢町、室根村、川崎村、三陸町の12市町村の枯損木からマツノザイセンチュウが検出されている(図-5)。

県では、上記の市町村及びこれらと近隣の地域を対象に伐倒焼却による駆除を実施したが、各年度の駆除材積は表-1のとおりで、昭和56年3月末現在で675 m<sup>3</sup>となっている。なお、駆除に当たっては、マツノザイセンチュウの寄生が確認されてマツ材線虫病と診断されたものの他に、マツノマダラカミキリのみが寄生していた枯損木、さらにそれらの周辺の枯損木も含めた。このように疑わしいものも被害木と同様に駆除の対象とすることは、本病のような流行性の病害を予防する場合の基本である。

##### (2) 侵入・定着の経過

本病が、どのような経過をたどって岩手県に侵入し、今後どのように推移するかを考察するために、前述の駆除対象木の中から、マツ材線虫病と診断<sup>(注4)</sup>された枯損木を抽出し、これらを感染年<sup>(注5)</sup>ごとに本数(表-2)と発生位置(図-6~9)を比較した。

##### ア 昭和53年の感染(侵入)

本県で初めて被害木が発見されたのは昭和54年春であり、これは明らかに53年に感染したものである。この年の感染木は36本であっ

表-1 岩手県における駆除材積の推移

年度	全県(m <sup>3</sup> )	対象市町村の数
54	453	30
55	108	13
56	114	4

表-2 感染年ごとのマツノザイセンチュウ検出木本数

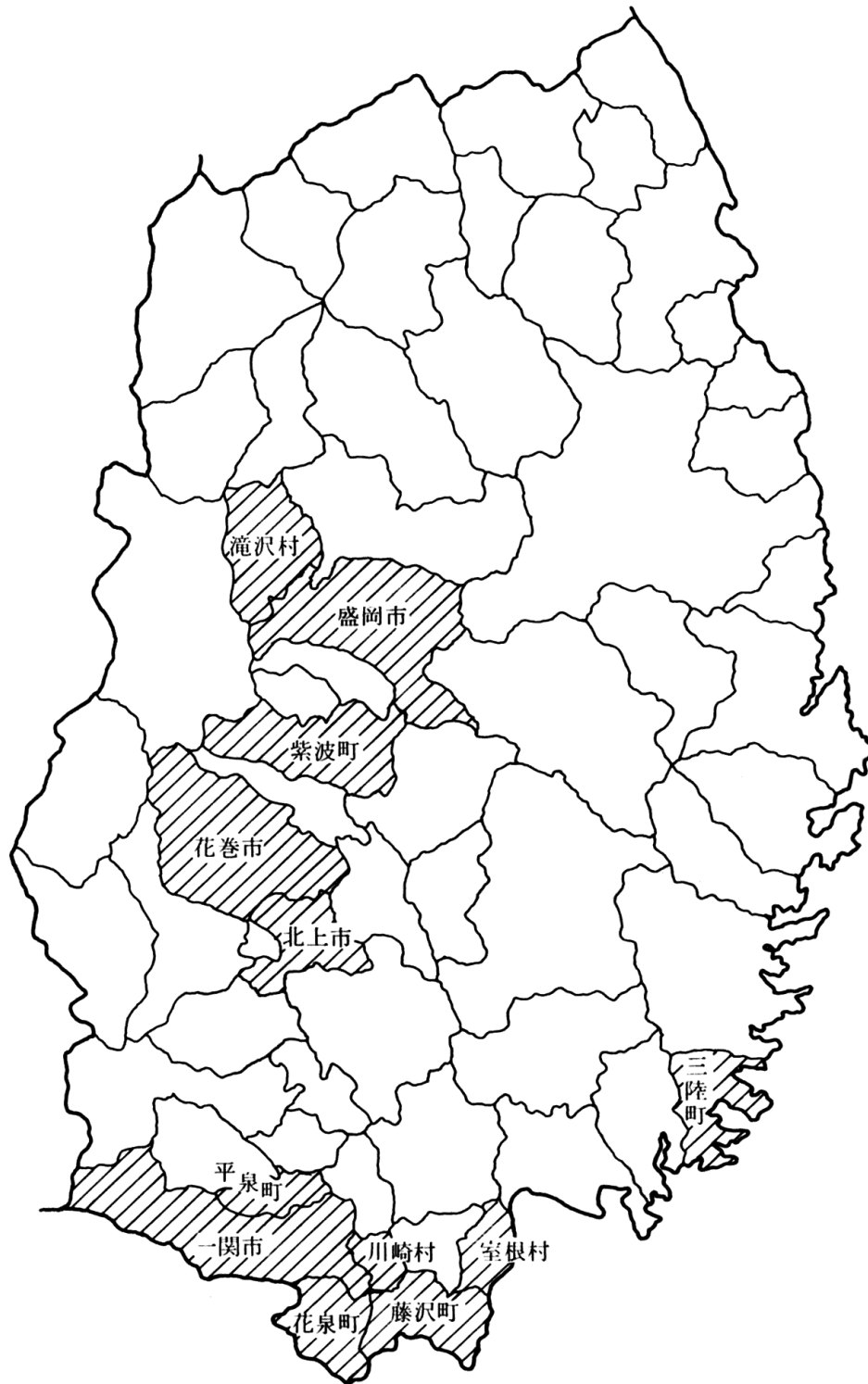
感染年	全 県	一関農林管内
53	36	20
54	32	29
55	15	15
56 (昭和57年) 6月現在	42	41

##### (注4) 診 断

診断は、枯損木のほぼ3分の1を対象にして、胸高部からドリルで材片を採取し、林業試験場においてマツノザイセンチュウの寄生の有無を調べた。

##### (注5) 感染年

本病は、岩手県においては7~8月に感染し、同年の9月から翌年の8月にかけて針葉が赤変して枯死木として発見される。したがって、例えば昭和56年感染木は、56年9月から57年8月の間に発見されたものである(図-2及び図-11参照)。ただし、一部の枯損木は、枯葉の着生状況と材の腐朽の状況から、感染年を1年前と推定した。



図－5 マツ材線虫病の発生が確認された市町村（昭和57年6月現在）

たが、図－6 に示したように発生区域を2つのグループに分けることができる。1つは一関市を中心とする県南地方に広く分布する点状の発生である。これらは、宮城県北地方で発生した被害集団の北端に位置していることから、前年に宮城県で発生した被害枯損木から羽化脱出したマツノマダラカミキリが、体内にマツノサイセンチュウを持って本県に飛来したことによって生じたもので、いわば宮城県からの「飛び込み」による感染である。

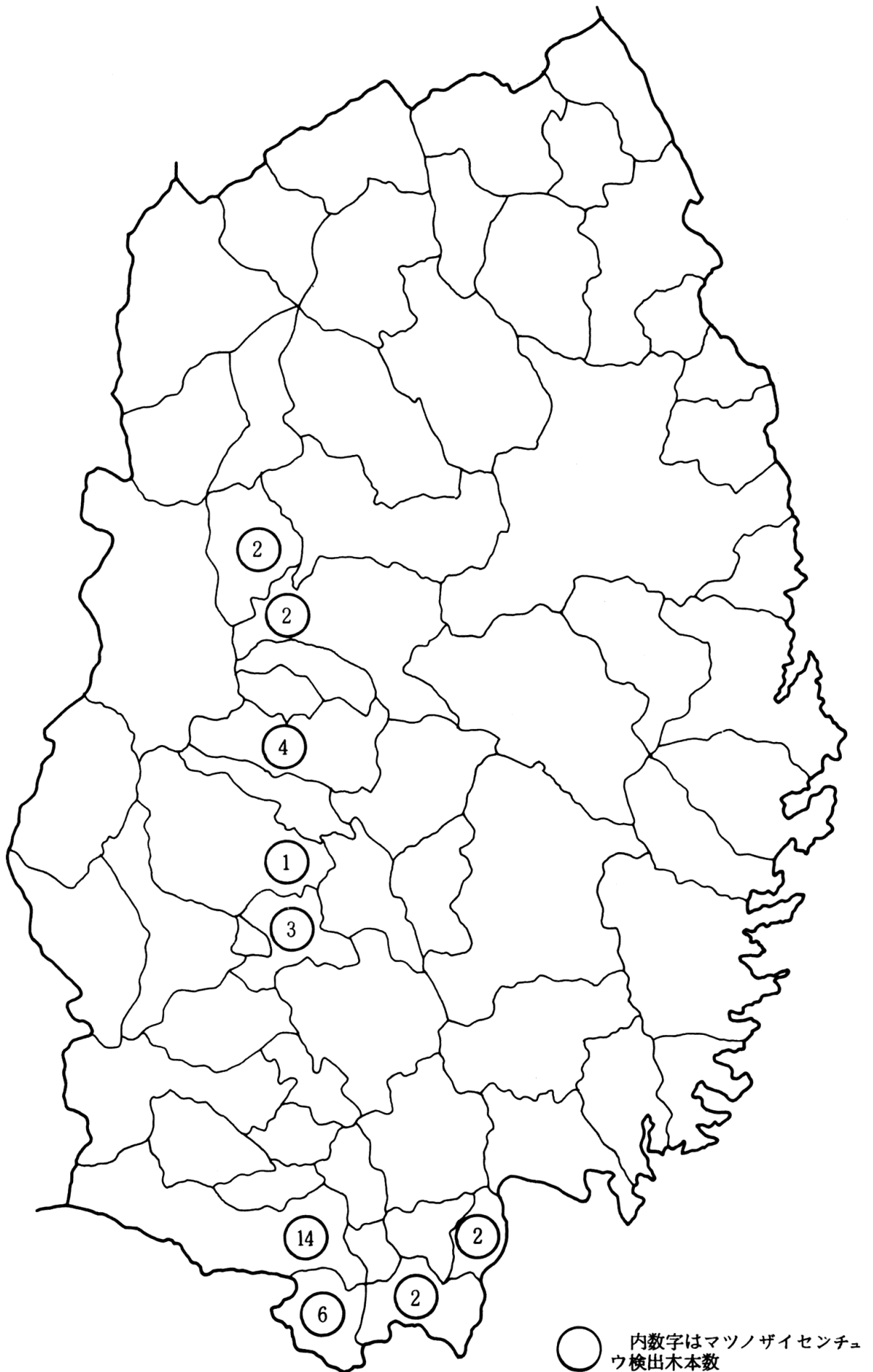


図-6 昭和53年感染による被害木の発生分布

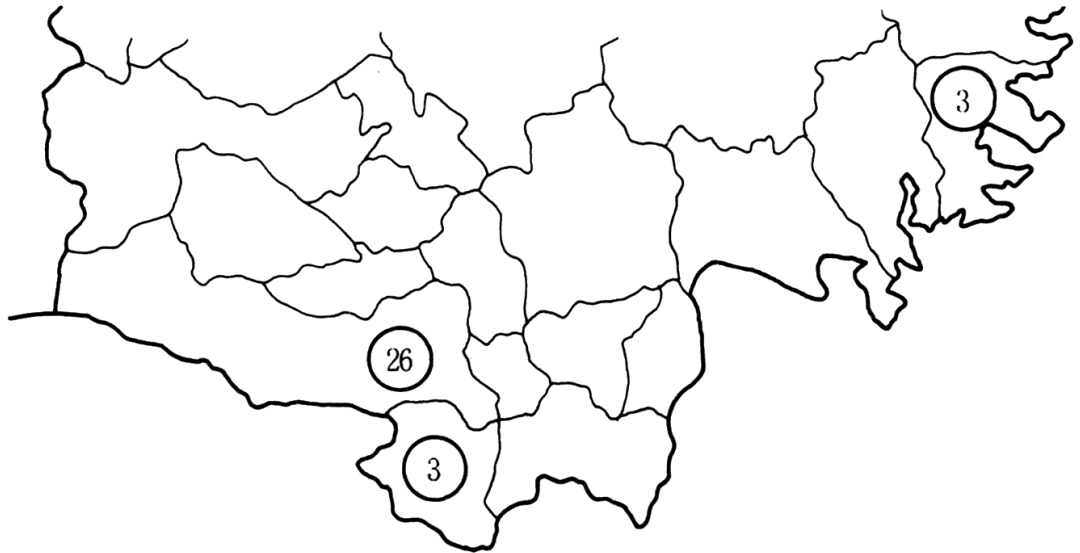


図-7 昭和54年感染による被害木の発生分布

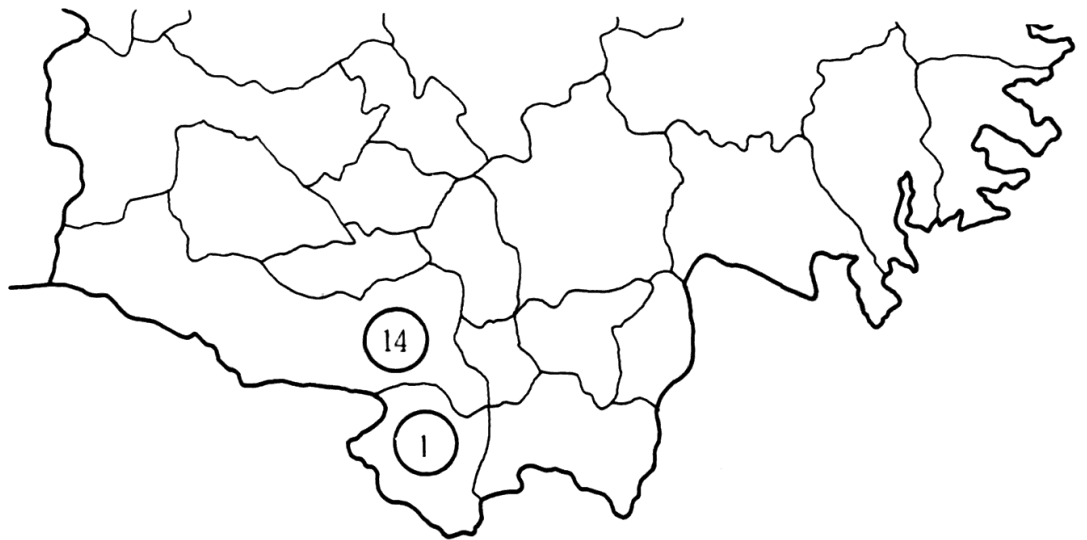


図-8 昭和55年感染による被害木の発生分布

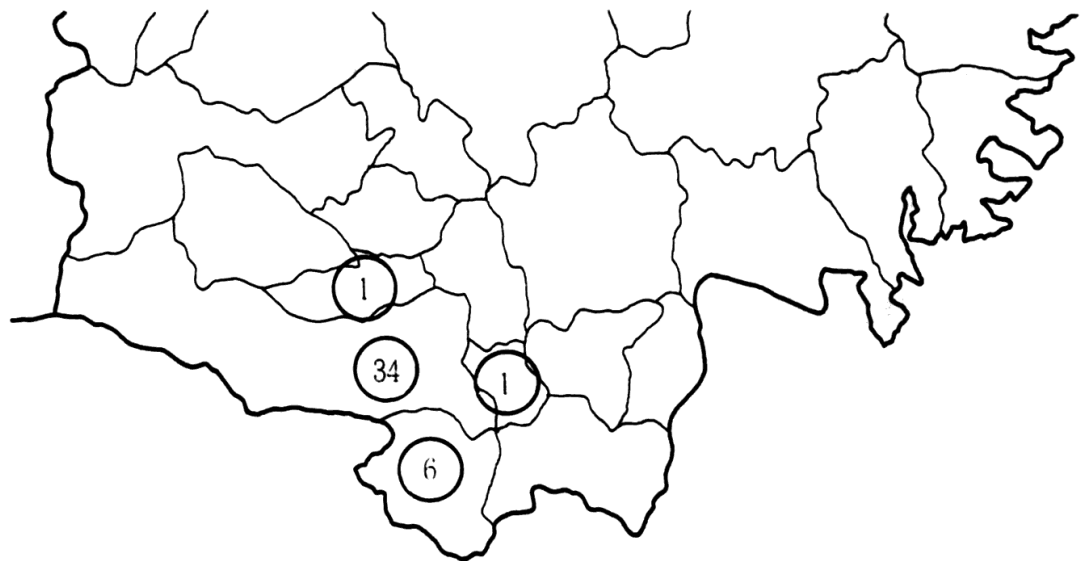


図-9 昭和56年感染による被害木の発生分布  
(昭和57年6月現在)

他のグループは、滝沢村を北限とする国道4号線沿いの発生である。このように主要道路に沿って被害が発生する例は他県でも多く見られており、トラックで運搬される途中あるいは搬入先で、被害材からマツノマダラカミキリが脱出して付近のマツに感染させたものである。すなわち、人間による被害材の「持ち込み」による侵入である。

この年は、本病の岩手県への「侵入の年」であった。

#### イ 昭和54年の感染（定着）

図-7のように、この年の感染による枯損木の発生地域は著しく狭くなったが、本数は一関市を中心に前年とほぼ同じ32本となり、一部では小集団状に発生した。これは、前年感染による枯損木は見つけ次第徹底して伐倒焼却はしたものの、発見時期の遅れや見落としがあったため、これらから羽化脱出したマツノマダラカミキリによって付近のマツに感染したものである。このように、この年の感染は他県からの侵入によるものではなく、県内で発生した被害枯損木からの感染である。いわば自前の被害であり、54年は本県への「定着の年」であった。

#### ウ 昭和55年の感染（冷夏による減少）

被害発生区域は更に減少し（図-8）、本数も15本と前年の半分になった。この原因は、防除事業が軌道に乗ったことに加えて、この年の夏が農作物に大冷害をもたらした低温・多雨の気象条件であり、これが本病の発生に極めて不利に働いたことがあげられる。

反面、このように被害が発生しにくい気象条件の年であったにもかかわらず、新たな被害が発生したことに注意を向ける必要がある。すなわち、本県においてマツ材線虫病は、平常の気象条件下ではもちろんのこと、さらに悪い条件であっても発生を続け得ることが明らかになったのである。

昭和55年は「冷夏による減少」の年であった。

#### エ 昭和56年の感染（再増加）

この年の春は気温が低く、マツノマダラカミキリの羽化脱出の時期が例年よりも10日以上も遅く、被害発生には良い条件ではなかった。しかし、この年の感染木の本数は昭和57年6月末現在ですでに42本に達し、過去の最高を記録しており昭和57年8月までに更に増えると予想される。この傾向は、一関農林事務所管内で比較すると更に明瞭になっており、区域も平泉町と川崎村へと再拡大している（図-9）。

この年は「再増加」の年となった。

## 5 被害発生の誘因

前節では、本県における被害の侵入から現在までの経過を、感染年ごとの本数と区域の面から解析した。ここでは、本病の本県への侵入定着の背景となり、また今後の被害増大の誘因になると思われる自然的要因について述べる。

### (1) 高温・乾燥

昭和53年の夏は、全国的に高温・乾燥の気象で、農作物の干害、都市の水不足をまねいた年であっ

た。この年マツ材線虫病は日本各地で爆発的な増加をし、特に茨城県では前年の約30倍に当る74万2千 $m^3$ に達する大被害になった。

本県においても、昭和53年6月から7月にかけて晴天が続き、表一3に示したように7月の記録で降雨量がわずか7.5 mmで平年の20分の1以下、月平均気温では平年より3.4℃高い25.2℃など記録的な高温・乾燥となっており、マツ材線虫病が侵入したのもこの年に当たっている。

このような高温・乾燥の気象条件は、本病の発生に極めて強い影響を持っており、その原因は水分不足によるマツの衰弱、高温によるマツノサイセンチュウの繁殖力の増加、及び晴天続きによるマツノマダラカミキリの活動の活発化にある。

#### ア マツの衰弱

本病の病原体であるマツノサイセンチュウは、健康なマツを枯死させる能力を持っているが、衰弱状態にあるマツではその能力は一層高くなる。水分不足の状態に置いたマツと正常な状態のマツに人工的にマツノサイセンチュウを接種すれば、水分不足のマツで枯れる率が高く、枯死するまでの期間も短くなることが証明されている。この時、水分不足の状態に置かれたマツでも、マツノサイセンチュウを接種しなかった場合は枯死しないで生き残っている。

これと同じように、マツが一時的に水分不足になる現象は自然状態でもしばしば生じており、特に空梅雨の年には広範囲にわたるマツ林がこのような状態に置かれている。

#### イ マツノサイセンチュウの繁殖力の増加

マツが枯損する率は、マツ樹体内のマツノサイセンチュウの数が多いほど高い。その数はマツノマダラカミキリが運んで来た数とその後のマツの材内での繁殖の速さによって決まる。マツノサイセンチュウの発育に要する温度は最低で10℃で、気温が高くなるに従って発育速度が速くなり、卵から成虫になるまでの期間は20℃で6日間、25℃で4日間、30℃ではわずか3日間である。最高気温が30℃以上の日が連続するような気象は、本種の繁殖にとって最も好都合な条件である。

#### ウ マツノマダラカミキリの活動の活発化

マツノマダラカミキリの活動もまた気象条件によって影響され、成虫の行動は気温27℃で最も盛んであるが、雨が降っている間は活動しない。したがって、高温・晴天の日が続けば、成虫が飛ぶ回数と距離が増加し、その分だけマツノサイセンチュウを遠くまで運ぶことになる。

さらに、春の気温が高ければ、越冬した幼虫の蛹化及び羽化脱出の時期が早くなるため産卵時期も早くなり、秋の高温は幼虫が発育できる期間を長びかせる。

以上のように、高温・乾燥はマツノマダラカミキリの繁殖と活動にとって好条件となる。

表一3 昭和53年7月の気象と平年との比較 (盛岡市)

区分	気 温 (℃)			降雨量 (mm)
	最高	最低	平均	
53年	31.0	20.4	25.2	7.5
平年	26.4	19.9	21.7	168.6

## (2) マツカレハによる食害

本県では、昭和50～54年にかけてマツカレハが局部的に大発生し、一関市周辺と国道4号線沿いのマツは食害による影響によって頂端から1～2mが枯死した。ここで注目されるのは、昭和54年にマツ材線虫被害木が比較的集中して発見された一関市の機織山と水沢市から滝沢村にかけての国道4号線沿いの地域が、共にマツカレハによる激害を受けていることである。

これらの場所におけるマツの枯損経過を年次別に調査し、マツカレハによる食害とマツ材線虫病との関係を明らかにした。

一関市の機織山は、市街地に隣接する丘陵上にある樹齢30年、胸高直径25cmのアカマツ林で、この地域ではマツノマダラカミキリの生息が確認されている。この林で発生した枯損木の枯死時期とマツノザイセンチュウの寄生の有無別の本数を図-10に示した。マツノザイセンチュウの寄生が認められた枯損木は、昭和53年に初めて発生したが、その数は13本の枯損木のうちわずか2本であった。この時点での枯死の原因はマツカレハの被害による衰弱に異常乾燥による影響が加わったために生じたものであり、マツノザイセンチュウは、産卵に飛来したマツノマダラカミキリによって偶然に持ち込まれたものと考えられる。一方、マツカレハの発生も終り、気象も平年並であった昭和54年にも11本が枯死し、これらのうち8本にマツノザイセンチュウが寄生していたことから、この年の枯死はマツ材線虫病によるものと推定される。

国道4号線沿いの地域でも枯死木が集団状に発生し、この中にマツノザイセンチュウの寄生していたものが混っていたが、昭和54年以後にマツノザイセンチュウ寄生木の増加はなかった。なお、この地域ではマツノマダラカミキリの生息は確認されていない。

さらに、花泉町油島では、マツカレハの被害によって多くのマツが枯死し、これにマツノマダラカミキリが多量に繁殖していた。しかし、マツノザイセンチュウは全く検出されず、その後に枯損木は発生していない。

以上述べてきたように、マツカレハの被害によって衰弱しているマツ林に、マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが同時に発生すれば、マツ材線虫病は容易にそのマツ林に定着できる。また、この状態の時に高温・乾燥の気象条件が加わった場合には、被害の定着、拡大の危険性は一層高くなる。

一方、マツ林が健康な状態にあり、マツノマダラカミキリの生息が極めて少なければ、その中にマツ材線虫病による枯損木が発生しても単木的な被害で終息させることは容易で

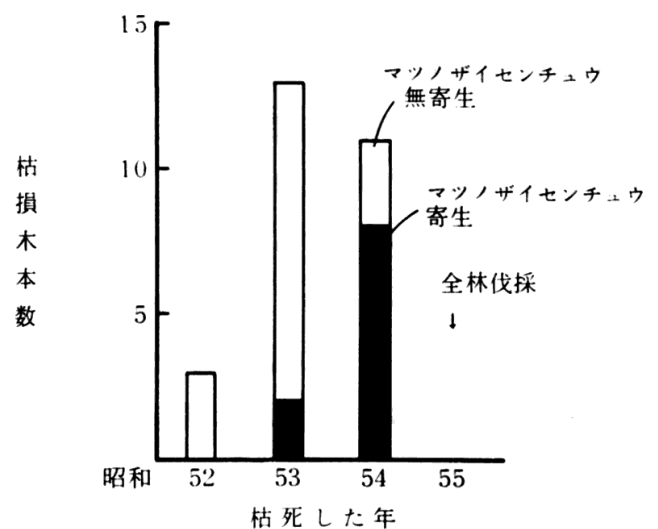


図-10 一関市機織山における枯損木のマツノザイセンチュウの寄生状況



ある。

## 6 被害枯損木以外の感染・増殖源

これまで述べてきたように、「マツ材線虫病は、本病による枯損木でマツノマダラカミキリが繁殖し、この成虫がマツノサイセンチュウを次の健康なマツに伝染させる」というサイクルの繰返しによって蔓延する。しかし、調査の結果、マツ材線虫病による枯損木以外にも、本病の感染源あるいはマツノマダラカミキリの増殖源となるものがあることが明らかになった。しかも、それらは被害枯損木と同等か、それ以上に重要視する必要がある。

### (1) 伐倒放置木

#### ア 除伐木

花泉町老松で、林内に放置された除伐木にマツノサイセンチュウとマツノマダラカミキリが繁殖した例である。この林は18～20年生のアカマツ林約5haで、昭和53年秋から54年6月にかけて除伐が行われ、伐倒木は林内に放置されていた。標準地調査によって寄生していたマツノマダラカミキリの幼虫数を調べた結果、表一4のように約11万7千匹となった。さらに、50本の標本木についてマツノサイセンチュウの寄生の有無を調査したところ、12%の伐倒木に寄生が認められた。(表一5) これらの放置木は、マツノマダラカミキリの成虫が羽化脱出する以前に総て焼却され、その後枯損木は発生していない。もし発見が遅れていたら、付近に相当数の被害木が発生していたものと考えられる。

#### イ 間伐木

水沢市黒石で間伐木にマツノマダラカミキリが繁殖した例である。この林は林齢15～20年生のアカマツ林で、昭和54年10月に調査したところ、同年7～9月に間伐され付近に堆積されていた材と林内に放置された残材にマツノマダラカミキリの大～小形の幼虫が多数発見された。

表一4 花泉町老松の除間伐木へのマツノマダラカミキリの寄生状況

		昭和54年11月調
林 齢 (年)		18～20
面 積 (ha)		5
平均伐根径 (cm)		7.5
伐倒木数 (本/ha)		1,075
マツノマダラカミキリ 生息数 (匹/ha)		23,350 (5 haで 116,750 匹)

(400m<sup>2</sup>の標準地調査による)

表一5 花泉町老松の除間伐木へのマツノサイセンチュウの寄生状況

			昭和54年11月調
寄 生 種	本数	%	
マツノサイセンチュウ	6	12.0	
ニセマツノサイセンチュウ	19	38.0	
その他のセンチュウ	25	50.0	
無 寄 生	0	0	
計	50	100.0	

この林分では、昭和52年から餌木と誘引器によって生息調査を続けていたが、53年までは生息が確認されていなかった。

この付近には、同様のアカマツ林が広がっており、3～4年前から除間伐が継続して実施されている。

以上のことから、この地域のマツノマダラカミキリは、以前から極めて低密度に生息していたが、除間伐材を繁殖源として徐々に増加し、特に昭和53年の高温・乾燥によって繁殖が促進されたものと考えられる。

#### ウ 主伐残材

花泉町老松で、主伐残材に多量のマツノマダラカミキリが繁殖した例で、面積は約3ha、伐根径が25～30cmのアカマツ主伐跡地である。伐採は昭和53年7月に行われており、この時に根曲り部や直径10cm以上の枝がその場に放置されていた。昭和54年12月に調査したところ、これらの材に多数のマツノマダラカミキリの食痕と成虫が脱出した孔が観察されたが、マツノサイセンチュウは検出されなかった。もし、これらの材にマツノサイセンチュウが寄生していれば、付近に被害が拡大していたものと思われる。

#### エ 工事の支障木

前沢町生母で、林道工事に伴って伐採されたアカマツにマツノマダラカミキリが寄生していた。このような工事に伴う伐採は年間を通して行われており、マツノマダラカミキリの産卵期である夏に実施されることも多い。さらに、他の広葉樹などと混っていて目に付きにくい状態で放置されるので、特に注意を要する。

### (2) 他の被害による枯損木

#### ア マツカレハ

花泉町油島でマツカレハの食害によって枯死したアカマツにマツノマダラカミキリが繁殖した例がある。この林分は15～20年生で、マツカレハは昭和52～53年に大発生した。昭和55年6月に調査したところ、表-6に示したように1ha当りの成立本数は2,700本と過密状態になっており、このうち16.5%に当たる448本が枯死していた。また、枯損木の35.0%に当たる1ha当り128本にマツノマダラカミキリが寄生していた。なお、この林分の枯損木にはマツノサイセンチュウは検出されなかった。

#### イ マツつちくらげ病

この病気は、マツ林内で焚火をした場合にその跡から発生するもので、最初は数本が枯死するが、年々同心円状に枯死する範囲が拡がり、海岸の砂地では直径10m以上に及ぶこともある。本県では昭和56年に陸前高田市、大東町、一関市、北上市、及び花巻市で発生し、大東町では100本以上のアカマツが枯死した。これらの被害地のうち、陸前高田市と一関市の被害枯損木にマツノマダラカミキリが繁殖していた。

東北各県でも、海岸林を中心に本病が発生しており、マツノマダラカミキリの繁殖源となっている事例が多い。

## ウ 風雪害

花泉町の高倉山のマツ材線虫病の被害は、強風によって倒伏あるいは衰弱したアカマツに、宮城県からマツノザイセンチュウを持ったマツノマダラカミキリが飛び込んだものである。

また、一関市、花泉町、大東町などで雪害木にマツノマダラカミキリが繁殖した例が観察されている。

このような気象害による被害は、一時に大量のマツを枯死・衰弱させるため、マツノマダラカミキリがこれらを絶好の餌として大量に繁殖する可能性が大きい。

### (3) 被圧による衰弱・枯損木

茨城県で大被害が発生した原因の1つとして被圧木の存在があげられている。すなわち、同県のマツ林は密植のうえに、ほとんど除間伐が行われていない高齢級の林分が多く、毎年本数割合で約3%が被圧によって衰弱・枯死している。マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウは、これらを餌にして低密度に生息していて、53年の高温・乾燥の年にこれが“火種”となって大発生となったと考えられている。

本県では、昭和30年頃から植栽されたアカマツ林が10万ha以上に及び、これらが次々に除間伐の時期に達しているが、材価の低迷、人手不足などのために、適切な施業がなされていない林が多く、過密林分が増加しており、心配されるところである。

### (4) 感染源・繁殖源としての重要性

一般的に、東北地方あるいは西日本の標高の高い地域ではマツ材線虫病は発生しにくいとされており、その原因のひとつとして、マツノマダラカミキリが羽化脱出する時期が遅いことがあげられる。例えば、九州における羽化脱出時期は5月上旬から始まるのに対して、本県では6月中旬であり、その差は1箇月以上である。したがって、寒冷地では産卵されてから幼虫の発育が止まる秋までの期間、すなわち発育可能日数が短くなり、マツノマダラカミキリの生息条件として不利になっている。

一方、健康なマツにマツノザイセンチュウが侵入してからヤニの流れが止って、マツノマダラカミキリが産卵できるようになるまでには早くても2週間以上を要する。これに対して、伐倒放置木あるいは他の被害による枯損木は、既にヤニの流れが止まって産卵に適した状態になっている。このため、マツノマダラカミキリは早く産卵対象木を得ることができ、その分だけ発育可能日数が長くなる。以上のように、伐倒木や他の被害による枯損木は、マツノマダラカミキリの繁殖源としてはマツ材線虫病による枯損木よりも好適である。

表-6 花泉町油島におけるマツカレハ被害木へのマツノマダラカミキリの寄生状況

昭和55年8月調				
要 因	全体	生存木	枯損木	
林 齢 (年)	15~20			
立木本数 (本/ha)	2,720	2,272	448	
平均胸高直径 (cm)	11.3	11.7	9.1	
マツノマダラカミキリ寄生木の本数 (本/ha)	128		128	

また、微害の段階にある本県においては除間伐木、主伐残材、風雪害木などの量は、マツ材線虫病による枯損木の量に比較してはるかに多く、これによって繁殖できるマツノマダラカミキリの数も多くなる。例えば、前述した花泉町老松の除伐林（45頁参照）では11万7千匹のマツノマダラカミキリの幼虫が生息していたが、この数は昭和54年以来、本県で伐倒焼却された総ての枯損木に寄生していたマツノマダラカミキリの数を上廻ると推定される。

さらに、マツノサイセンチュウは、後食の時だけでなく、産卵の時にもマツノマダラカミキリから離脱してマツの材内に侵入することが知られており、本県でも花泉町でそのような例が発生している（45頁参照）。しかも、その増殖の速度は、健康なマツの材内よりも速いといわれている。除間伐などによる伐倒木あるいは他の被害による枯損木は、マツノマダラカミキリの繁殖源としてだけでなく、マツ材線虫病の感染源としての危険性をも持っている。

7～8月に樹皮下が新鮮な状態のマツを林内に放置することは、マツ材線虫病による枯損木を放置することと同様、あるいはそれ以上に危険なことである。

## 7 岩手県における被害の特徴

本県を含め東北地方あるいは高標高地など比較的寒冷な地域においては、枯死時期、枯死の症状あるいはマツノマダラカミキリの生態などが、西日本の場合とは異なっている。現在、一般的に実施されている防除方法は、主として西日本の被害状況のもとで確立されたものであり、寒冷地では、その地方の被害の特徴を考慮に入れて実施する必要がある。

以下に、本県における被害の特徴を、西日本と対比しながら述べる。

### (1) 枯損時期の遅れ

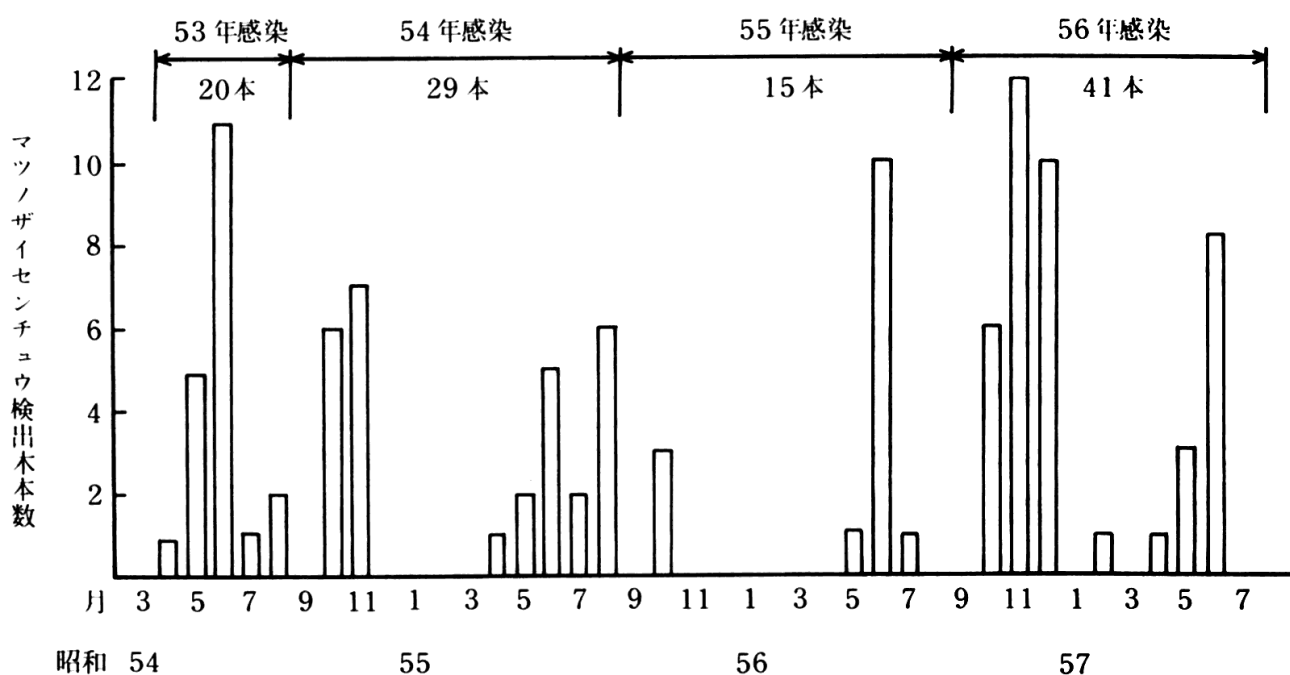


図-11 一関農林事務所管内におけるマツノサイセンチュウ検出木の発見時期別の本数

マツ材線虫病に感染したマツは、次のような経過をたどって枯れる。まず最初に現われる症状としてヤニの流れが止まり、幹に傷をつけてもヤニは流出しなくなる。この時点では針葉はまだ緑色をしているが、マツノマダラカミキリは産卵を開始する。針葉が褐変して、外見から枯木として人の目に付くのは、それからしばらくしてからである。

西日本では、マツノマダラカミキリの羽化脱出時期が、岩手県より1箇月以上も早いうえに気温も高いので、症状の進行が早く、大部分の被害木は秋には針葉が褐変する。これに対し本県では羽化脱出が遅いうえに、夏から秋の気温が低いため症状の進行が遅く、翌年の春から初夏にかけて針葉が褐変する木が多い。したがって被害による枯損木は、図-11に示したように、感染した翌年に発見される率が高くなっている。

このように、秋以後になって発見される枯損木では、マツノマダラカミキリが越冬のためマツの材内深く入り込んでしまうので、薬剤による防除が十分な効果を発揮できない。反面、10月以後になってヤニの流れが止まった枯損木では、既にマツノマダラカミキリの産卵時期が終っているため、産卵対象木とはならない。しかし、さらに枯死の進行が遅くなって翌年になってからヤニの流れが止まった場合には、感染した翌年になって産卵対象木となる可能性もある。

## (2) 枝枯れ木

昭和55年春に、一関市で枝枯れしているアカマツが発見された。調査したところ幹には健全木と同様にヤニがあり、枯れていない枝からは新芽が正常に伸びていた。しかし、伐倒して樹体各部分について更に詳しく調べたところ、図-12に示したように、マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリが部分的に寄生していた。

また、花泉町の被害林で、枯損木の他に枝だけが枯れているマツが10数本見つかった。伐倒して調査したところ、枯れた部分にマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリが生息していた。これらのマツは、マツノザイセンチュウの寄生数が少なかったか、寄生の

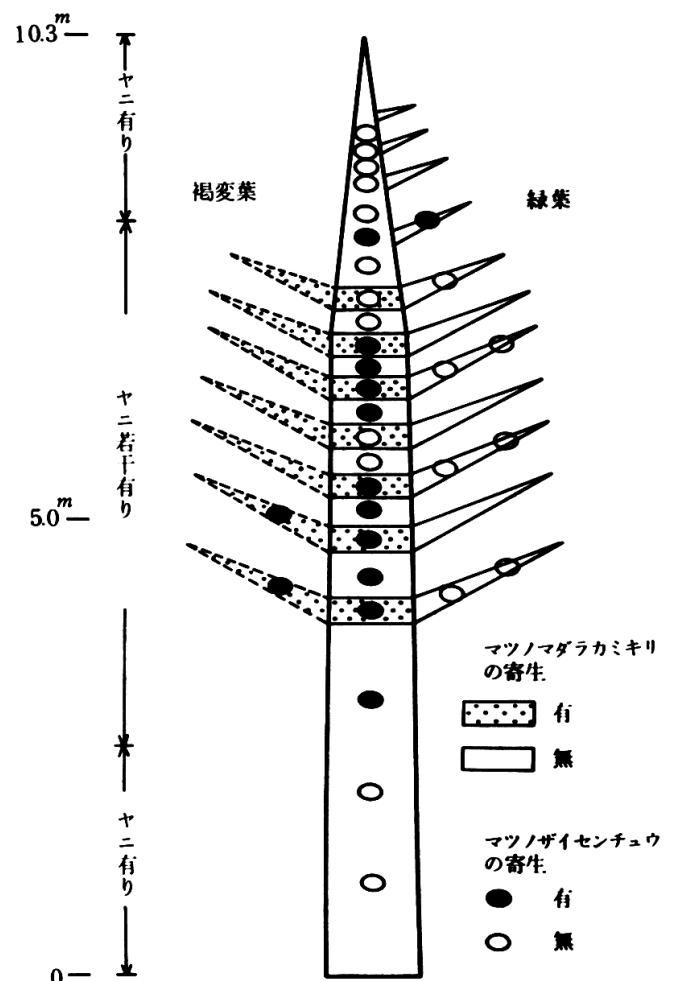


図-12 一部枯損木の部位別のマツノザイセンチュウとマダラカミキリの寄生状況 (昭和55年6月調・一関市)

の時期が遅かったために、樹体全部を枯らすまでに至らず、枝だけの枯れに留まったものである。中には2又木の片方だけが枯れているマツもあった。

この他に、枯枝にマツノザイセンチュウかマツノマダラカミキリのどちらかが生息していた事例が、花泉町、一関市、藤沢町、川崎村などで数多く発見されている。さらに、翌年になって、枝枯れが幹にまで広がって枯死した例、枝だけで終わった例、枯枝を切除したら枯れずに生き残った例など、種々の型の被害木が見つまっている。

これらは総てマツの材線虫病の感染源あるいはマツノマダラカミキリの繁殖源となり得るものであるが、全体が枯死しないために枯損木として取扱われずに放置される場合が多い。このようなことが被害枯損木を徹底して焼却処分しても、被害がゼロにならない原因のひとつと考えられている。

### (3) 2年1化のマツノマダラカミキリ

33～34頁で述べたように、マツノマダラカミキリは本県では2年1化する率が高い。広島県や茨城県でも、わずかではあるが、マツノマダラカミキリが2年1化することが知られており、これらのマツノマダラカミキリも体内にマツノザイセンチュウを保持して羽化脱出することが明らかにされている。

これらのことから、本県においては1年1化の成虫と2年1化の成虫によって、2年間にわたってマツノザイセンチュウが、被害材から持ち出されることになる。

被害材に金網を被せ、羽化脱出したマツノマダラカミキリがこの中で死亡した後にその材を利用しようとした経緯があった。しかし、この試みは2年1化のマツノマダラカミキリの存在によって実用化するには至らなかった。

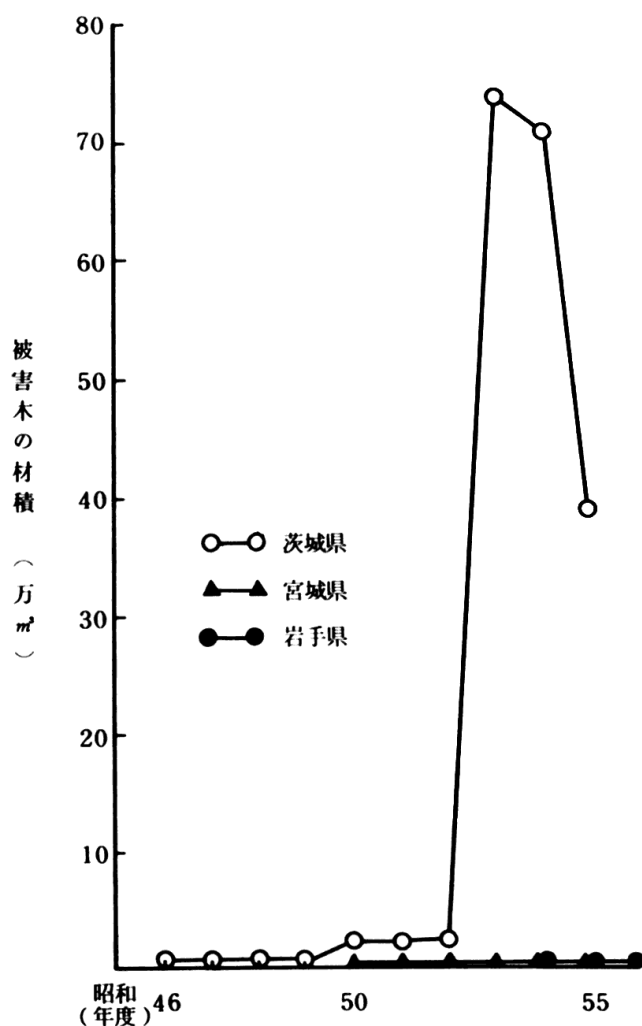


図-13 茨城県、宮城県及び岩手県における被害量の推移

## 8 岩手県内での発生の可能性

### (1) 県南地方で激害化する可能性

一関市では、初めて被害が確認されて以来、毎年被害が発生していることから、マツ材線虫病は当地方において継続して発生する条件を具えていることは明らかである。一方、被害量は再増加の傾向にあるものの、他県に比較して極めて微量に留まっている。ところで、現在全国で最も被害量が多い茨城県及び被害量が急増しつつある宮城県などでも、被害が初めて侵入した当時は北限地帯と呼ばれ、激害化する可能性は少ないと思われていた。これら両県と本県を比較するため、被害の侵入から現在までの経過を図-13に示した。

茨城県では、昭和46年に初めて被害が確認され、その後数年間は微害で推移した後、53年に急激な増加を示している。茨城県及び他の県の例を参考に、この間の経過を整理すると表-7のようになり、被害を完全に防除できるのは②の段階までであり、③になれば極めて困難となり、④になれば不可能に近いとされている。

一方、本県における被害の経過は、昭和53年の侵入以来、発生区域は著しく減少したものの、一

表-7 被害が侵入してから激害化するまでの経過

段階	被害状況	原因	進行過程	防除対策
微害 ①	(侵入) ・貯木場、主要道路近くに、点状あるいは小集団枯損発生 ・一般造林地、他の病害虫被害林、老齢大径木等に点状発生	・被害材の持ち込み ・隣接被害地からの飛び込み	・平常気象で徐々に弱害へ進行 ・感染源の多量残留で弱害へ進行 ・高温・乾燥気象で弱害へ進行	・伐倒駆除で完全防除
	②			
弱害 ③	・集団枯損発生(主に高齢林) ・点状、小集団枯損各所で散発	・防除の不徹底による感染源放置	・平常気象で中害へ進行 ・高温・乾燥気象で激害へ進行	・薬剤散布で被害にした後に伐倒駆除で完全防除
中害 ④	・壮齢林で集団枯損発生 ・点状、小集団枯損各所で増加	・同上	・平常気象で激害へ進行	・薬剤散布で被害軽減 ・完全防除不可能
激害 ⑤	・各所で集団枯損発生 ・老齢林ほとんど枯損	・同上		・重要マツ林のみを防除

関市を中心とする県南地方では冷害気象にもかかわらず、被害はゼロにならず、昭和56年感染木は本数、発生区域ともに再増加の傾向を示している（42頁参照）。また、小集団状の枯損や胸高直径30cmを超すような老齢大径木の被害が目立ってきている。この状態は、表-7の②の段階に相当し、被害としては極めて軽微であり、社会的に問題となるほどのものではない。

しかし、この状態が続けば、発生区域が徐々に拡大し、昭和53年のような高温・乾燥の気象になれば、③、④の段階へ一気に進行する可能性が強い。火災に例えれば、火種（ひだね）が一関市を中心に散在しており、異常乾燥になれば、これらが本格的な火災へと発展する状態にあると言える。

## (2) 被害区域が拡大する可能性

マツ材線虫病が現在発生している地域から、県中央部あるいは県北地方に拡大し、激害化する可能性があるのか、あるいは一時的な被害で終るのか、等については未だ十分な研究が成されておらず、現在のところ不明である。これを予想するには、以下に述べる3つの要因を考える必要がある。

### ア マツノサイセンチュウの耐寒性

昭和54年に、国道4号線沿いに滝沢村まで被害が発生したが、これは前年の53年に感染したものである。このことは、マツノサイセンチュウは少くとも滝沢村でもマツを枯らし、更に冬を越す能力を持っていることを意味している。国立の林業試験場の実験でも、零下25℃という低温にさらしてもマツノサイセンチュウは死滅せず、再度暖めると活動を開始し、正常に繁殖することが証明されている。

また、米国における被害の分布は、ほぼカナダ境の北緯45度以上にまで達している。本病の発生に最も関係が深い夏期の気温を比較すると、図-14に示したように、米国の被害発生区域の北部は

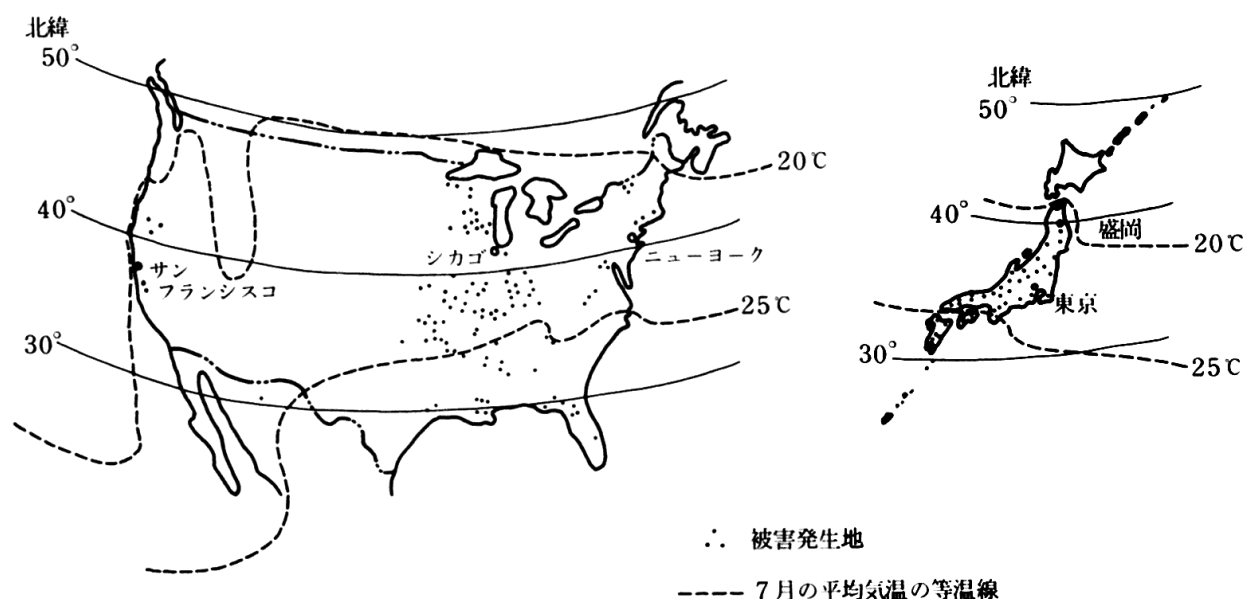


図-14 日本と米国の緯度と7月の平均気温の比較  
(1979年理科年表から)



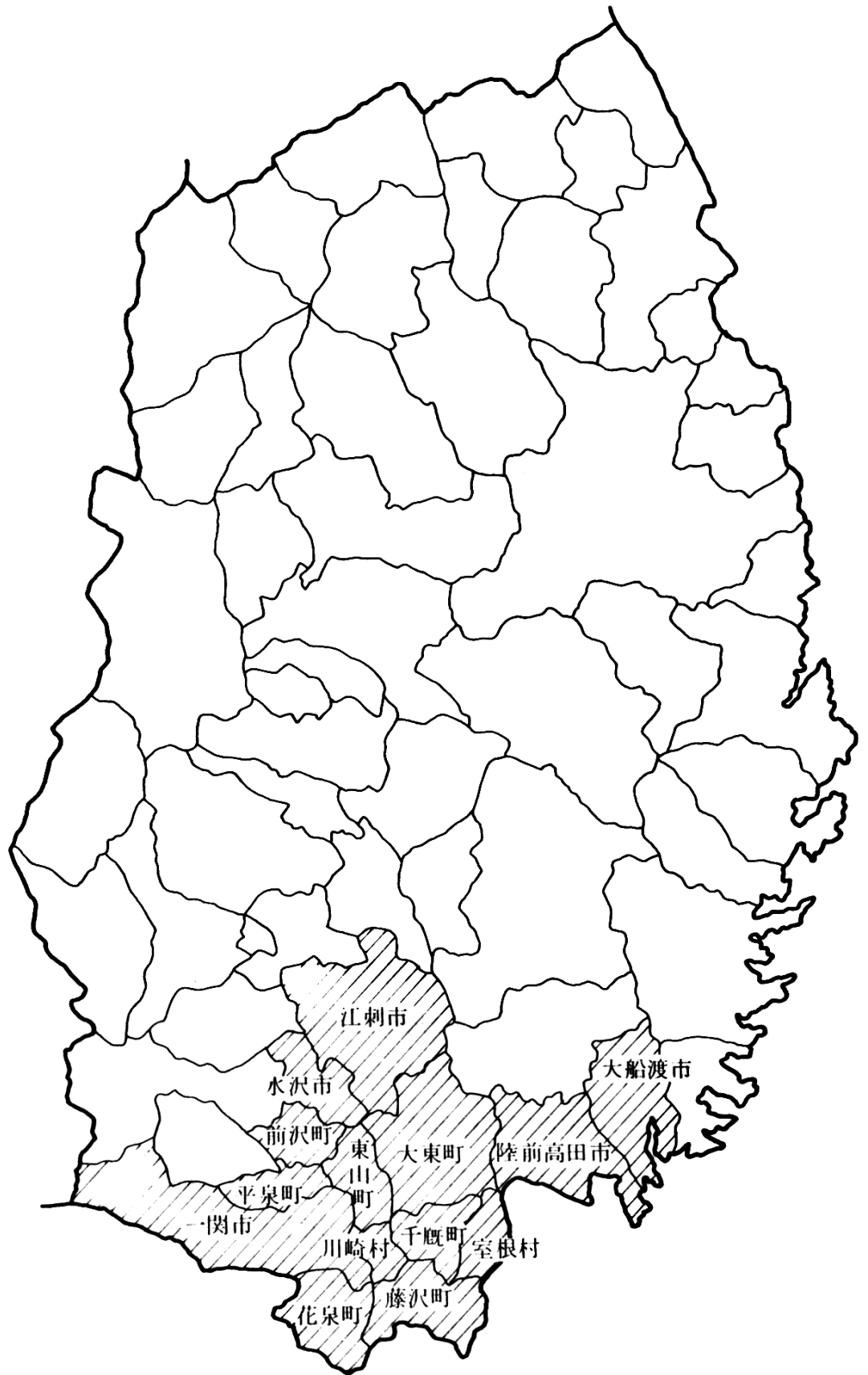


図-15 マツノマダラカミキリの生息が確認された市町村  
 (昭和57年6月現在)

日本の青森県に相当する。

以上のことからマツノザイセンチュウの生息可能範囲は本県の北部にまで及ぶものと考えられる。

#### イ マツノマダラカミキリの生息可能範囲

もし、被害発生地域から被害未発生地域にマツノマダラカミキリが飛び込むか持ち込まれた場合、マツノザイセンチュウが生息できる地域内であれば被害が発生する可能性がある。しかし、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリが生息できなければ被害はその1年だけで終る。したがってマツノマダラカミキリが生息できない地域では、本病による被害が激害化する心配はない。

県で実施している発生予察調査によって、本県におけるマツノマダラカミキリの生息は、図-15に示した14市町村で確認されており、これらの地域ではマツ材線虫病が継続して発生する可能性がある。

一方、マツノマダラカミキリは、通常は衰弱木や枯枝を餌にして極めて低密度に生息している昆虫である。したがって、誘引器や餌木による調査で発見されなくても、生息している可能性も残されている。例えば、生息が確認されていない盛岡市でも、自然条件下の飼育で正常に生育して成虫が羽化することが明らかにされている。

さらに、天然で生息していなくても、被害材とともに持ち込まれた場合に、その地域に定着し、世代を繰り返すことができれば、本病は継続して発生する可能性がある。

#### ウ 気象と発病との関係

前述したマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリが生息可能な地域であっても、被害が激害化するためには、これらがマツを枯死させるだけの繁殖ができる気象条件が必要である。

マツ材線虫病の発生に最も重要な気象条件は、気温、特に夏期の気温である。これを数量化したMB指数<sup>(注6)</sup>と呼ばれる尺度が考察されており、この値が高いほど被害が発生しやすい。全国的な被害の分布状況とこの数値の分布とが良く一致していることから、一時本病が激害化する地域とその可能性がない地域を区分する尺度として利用できると考えられた。しかし、被害が年々北上を続けている現状から、激害型発生の有無を決める絶対的な尺度ではなく、発生のしやすさを表わす相対的な尺度として考えられている。

最近10年間の気温を基にして算出した本県におけるMB指数の分布は図-16のようになっている。また、異常な高温・乾燥の年であった昭和53年には図-17のようになっている。

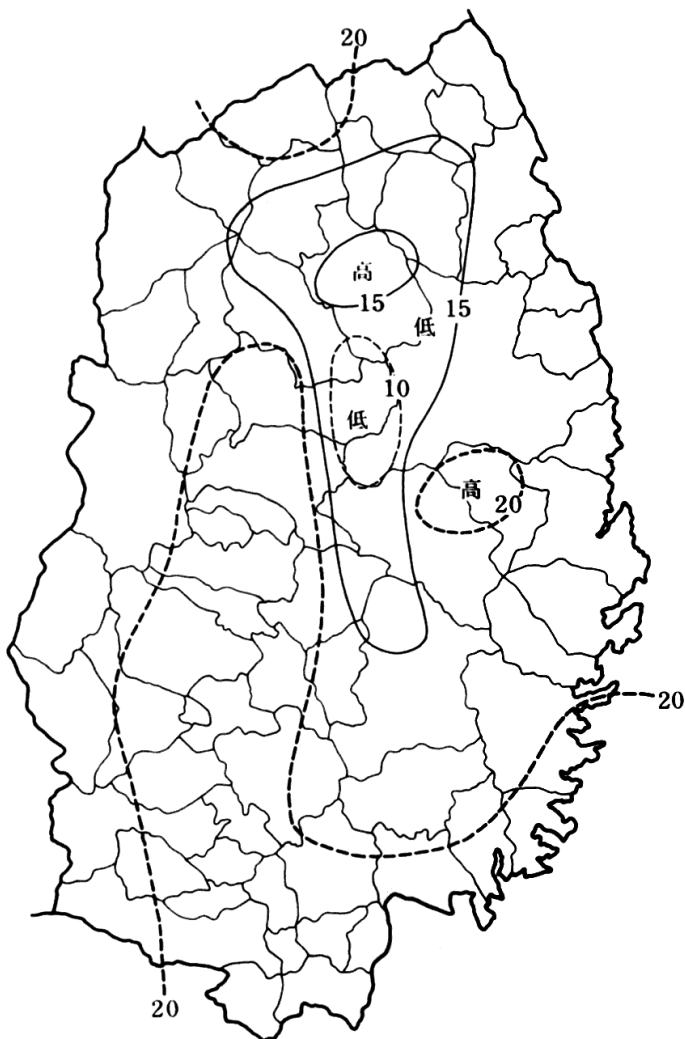
一般に暖かいとされている海岸地方よりも内陸部の方が高い値を示しており、本県における発生の状況とも良く合っている。また、現在被害が継続して発生している一関市と同じ範囲に含まれる花巻市や北上市などは、気象的には一関市と同程度の被害発生の危険性があることを示している。

---

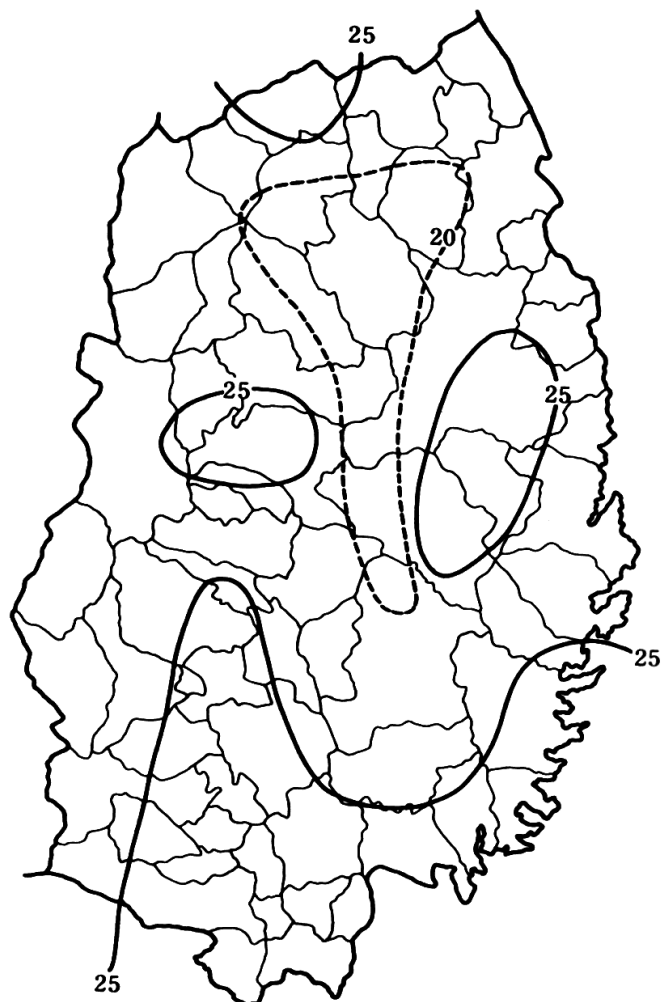
#### (注6) MB指数

月平均気温から15℃を差引いた残りを1年分加えた値で、次の式で表わされる。

$$MB = \sum (X - 15) \quad \text{但し、} X = \text{月平均気温}$$



図一 16 最近10年間（昭和47～56年）の平均  
気温によるMB指数の分布



図一 17 昭和53年のMB指数の分布

以上述べてきたように、本県でマツ材線虫病がどの地域まで発生する可能性があるのか、あるいは、被害発生の心配がない安全な地域があるのか、については現在のところ不明である。今後、アカマツ林を造成、育成するに当って、本病の発生の可能性の有無を明らかにしておくことは極めて重要なことである。

## 9 防 除

### (1) 防除についての基本的な考え方

マツ材線虫病は、人間で言えばコレラ、馬の伝貧症、鶏のニューカッスル病などと同じような悪質な伝染病である。見落された1本の被害木、あるいは放置された被害丸太から1匹のマツノマダラカミキリが羽化脱出することによって被害は蔓延する。したがって被害防止には完全駆除が要求される。

現在各県で実施しているヘリコプターによる薬剤の空中散布は、既に激害化してしまった被害量

を減少させることを目的にしており、被害の撲滅は微害程度に減少させた後に徹底した防除によって達成しようとするものである。しかし、一旦激害化してしまった被害を微害にまで減少させることは極めて困難であり、ほとんどの県で巨額の防除費を投入しているにもかかわらず被害は増加の一端をたどっている。そして、このような状態になった原因の第1に、各県は共通して被害初期の微害の段階で完全駆除ができなかったことをあげている。

本県における被害は、現在のところ微害で発生区域も限られており、完全駆除できる段階であるが、このままの状態が続くと、昭和53年のような高温・乾燥の年があれば、被害が急増する可能性が強い(51頁参照)。しかも、このような気象は昭和42年、48年、50年とほぼ5年に1回の割合で現われている。これらのことから、本県におけるマツ材線虫病の防除のためには、まず現在県内にある被害木及びその他の感染源を完全に無くすることが必要である。

一方、県内の感染源を総て駆除しても、宮城県北に被害が発生していれば、そこからの「飛び込み」による侵入は予防できない。その量は、宮城県での被害状況、気象条件などによって異なるが、これらによる被害木も毎年完全に駆除し、県内での再感染を予防することも不可欠である。また、被害材の「持ち込み」による侵入についても同様のことが必要である。

以上のように、本県におけるマツ材線虫病の防除には「県内にある感染源を総て無くすること」及びその後発生する「飛び込み、持ち込みによる被害木を毎年完全に駆除すること」の2点が基本となる。どちらも完全駆除が前提であり、不完全な防除によって感染源が残る状態が続けば、いつかは激害化するであろうことは、これまでの各県の被害経過が物語っている。

## (2) 防除のための技術的な必要事項

これまで述べてきたように、マツ材線虫病の被害は、マツノサイセンチュウとマツノマダラカミキリの共生関係、気温・降雨量などの気象要因、伐倒木の放置や材の運搬などの人為的要因、さらには他の病虫害などの被害、など多くの要因が複雑に組み合わされて発生する。したがって、マツカレハやスギ赤枯病などのように特効薬的な薬剤の使用のみによって防除できる性質のものではない。

表一8に防除に必要と思われる技術を体系的に示した。これは全国的に共通するものであるが、以下に述べる各項目別の内容は、岩手県内での発生状況を基にして作られたものであり、項目によっては他県で実施されている内容と大巾に異なっている。この違いは、前述したように、「完全駆除」を目標にする場合と、被害の「軽減」を目標にする場合との違いである。防除に当っては、この点を十分に理解しておく必要がある。

## (3) 被害実態の把握

この調査の目的は、被害材を早期に発見・駆除すること、県内におけるマツノサイセンチュウとマツノマダラカミキリの分布を明らかにすること、及び年次ごとの被害の動向を調査して将来の被害対策のための資料を集積することの3点である。したがって、調査は被害発生区域に限らず、県内全域で実施する必要がある。特に留意すべきこととして次のことがあげられる。

ア 枯損木発見の徹底

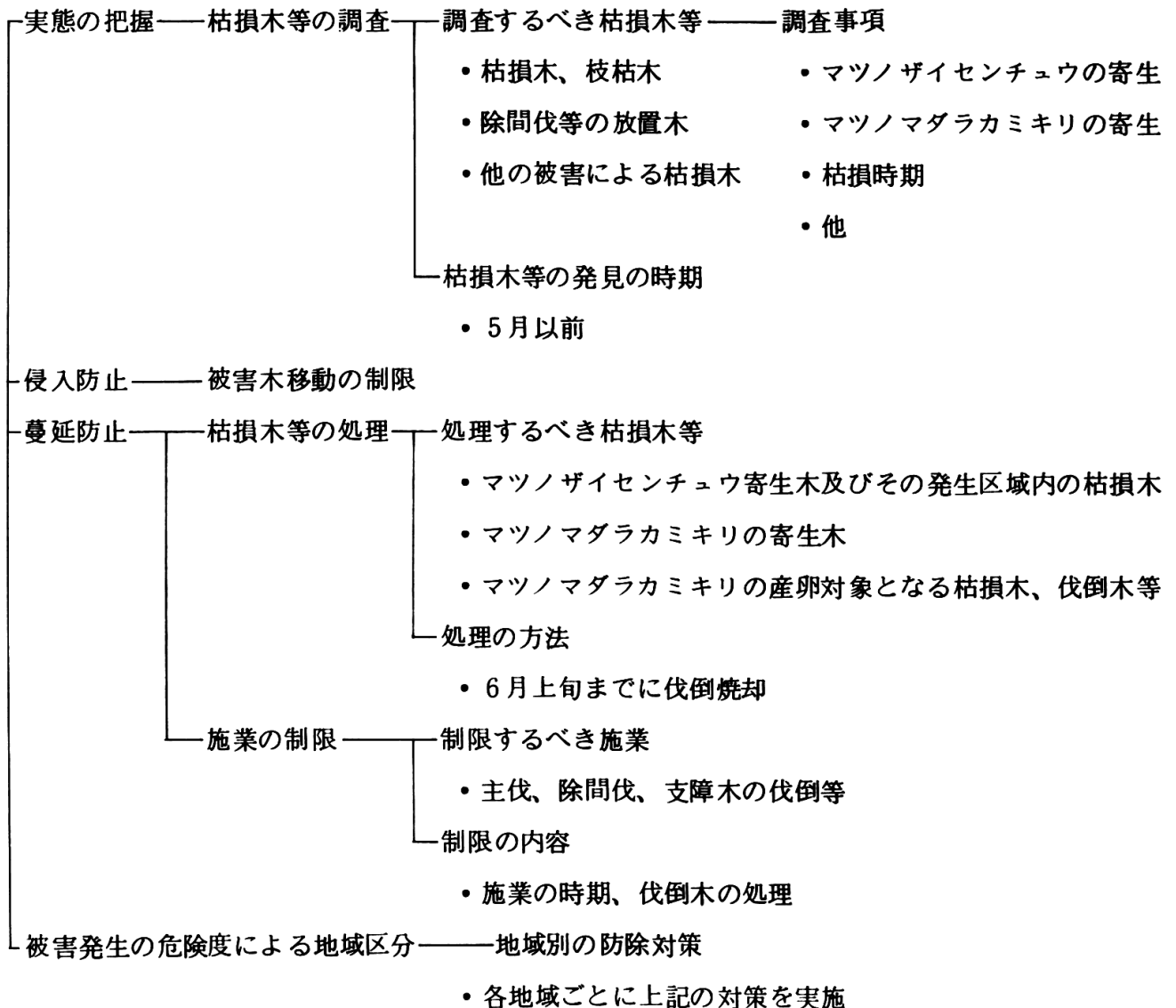
小集団状に枯損木が発生している林を調査してみると、ほとんどの場合その中に古い枯損木が混っており、これが感染源になって被害が拡大したことが分かる。発見された被害枯損木を完全に焼却をしていても、このような見落としがあれば被害は根絶できない。特に、被害が発生している地域及びその隣接地域では、枯損木の発見に対しては最大限の努力が払われるべきである。

イ 枯損木発見の時期

マツ材線虫病による被害木は、一般的には夏から秋に針葉が褐変し、枯損木として人の目で判別できるようになる。しかし、本県では年を越してから発見される枯損木が半数以上を占めており、4～5月の乾燥時期に針葉が褐変するものが多い。また、他の病害虫や気象害などによる被害木も、同様に春になってから枯損することが多い。

一方、本県におけるマツノマダラカミキリの羽化脱出は6月中旬から始まるので、これ以前に被害枯損木を処分する必要がある。このためには5月下旬までには総ての枯損木を発見する必要がある。

表-8 防除の体系



#### ウ マツノザイセンチュウの寄生の確認

枯損木の枯死原因がマツノザイセンチュウによるものか、あるいは他の原因によるものかを判定するには、枯損木の材の一部を採取してマツノザイセンチュウの寄生の有無を調べる。現在は、作業上の都合から、地上1 m前後の高さの幹部からハンドドリルを使って材片を採取しているが、マツノザイセンチュウは枝あるいは幹の上部にだけ生息していることがある。このため、被害発生区域とその隣接区域では、枝を含めて樹体各部から材片を採取して調査をすることが必要である。

また、工事による埋立て、巻き枯らしなどによって枯死したことが明らかであっても、マツノザイセンチュウが寄生していることがあるので、これらも調査の対象とするべきである。

#### エ マツノマダラカミキリの寄生の確認

マツノマダラカミキリの寄生の有無もまた本種の生息範囲を知るうえに、重要なことである。また、本種とマツノザイセンチュウが同時に入っているマツは、感染源として極めて危険である。

本種は、樹皮が薄い幹の中部以上や枝に寄生していることが多いので、枯死原因の診断と同様に調査には注意を要する。

#### オ 枝枯れ木の調査

樹冠の片側、一部の枝あるいは幹の頂端部のみが枯れているマツで、枯れた部分にマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリが寄生していた事例が観察されている(49頁参照)。特にマツの材線虫病と診断された枯損木の周囲や老木でこのような現象が見られる。公園、国道沿いあるいは神社仏閣の貴重木などでは、枝枯れの段階での診断と適切な処置によって枯損を予防することができる。

#### カ 除間伐木、主伐残材、風雪害被害木等の調査

林内に放置されている除間伐木、筋置きされている主伐残材、林道工事などの支障木、風雪害による折損木が繁殖源となってマツノマダラカミキリが大量に発生する可能性があり(45頁参照)、さらにこれらにマツノザイセンチュウが寄生していることもある(45頁参照)。したがって、これらについてはまずマツノマダラカミキリの寄生の有無を調べ、寄生が認められた場合には枯損木と同様にマツノザイセンチュウの寄生調査をする必要がある。

#### (4) 被害材の移動制限

本病は38頁で述べたように、被害材がトラックで運ばれ、その途中あるいは運ばれた先の貯木場を中心に新たな被害が発生することが多い。東北各県、沖縄県などで被害が最初に発生したのは、ほとんどこのような場所である。また、米国からの侵入説でも、輸入されたマツ材に被害材が混っており、これが日本での発生源になったものと考えられている。

被害材の運搬移動による発生地拡大は極めて遠距離に及ぶ。県外からの移入はもとより、県内であっても被害材を無被害地域に移動することは絶対に避けなければならない。

他県では、被害丸太への薬剤散布を実施しているが、現在のところ完全な効果が期待できる薬剤は無い。完全駆除を目標とする本県では、薬剤散布をした被害材であっても移入は厳に慎むべき

である。

#### (5) 枯損木等の処理

##### ア 処理すべき枯損木等

###### (ア) 被害枯損木

調査の結果、マツノザイセンチュウが検出されてマツ材線虫病と診断された枯損木が処理の対象となるのは当然である。さらに、本病のような悪質な伝染病を予防するための原則である「疑わしきは罰する」にてらして、次のような枯損木も処理の対象としなければならない。

###### (イ) 被害発生区域内的の枯損木

49頁で述べたように、地上1mの高さの幹からマツノザイセンチュウが検出されなくても、幹の上部や枝に寄生している可能性がある。特に、マツ材線虫病による被害枯損木の近くの枯損木は、総て処理の対象とする必要がある。

###### (ウ) マツノマダラカミキリ寄生木

マツ材線虫病の発生は、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリの生息密度が高いほど多くなる。したがって、マツ材線虫病以外による枯損木であってもマツノマダラカミキリが寄生している場合には処理の対象としなければならない。

###### (エ) 伐倒放置木

除間伐放置木、主伐残材、作業支障木などにマツノマダラカミキリが寄生していれば、枯損木の場合と同様に処理する必要がある。また、これらにマツノザイセンチュウが検出されれば、本病の感染源としては被害枯死木と全く同じであり、放置される量が多量であることから、むしろ危険性はより大きい(47頁参照)ことに留意するべきである。

###### (オ) 他の被害による枯損木

マツ材線虫病は昭和53年に本県に侵入したが、この時に侵入・定着の場となったのは、マツカレハあるいは風害によって衰弱していたマツ林であった(44頁参照)。

また、風雪害によって折損、倒状あるいは枝折れしたマツにマツノマダラカミキリが寄生していた例がある。特に、完全に折損せずに一部が生きている場合には、マツノマダラカミキリの産卵期である7～9月になってから枯れて、絶好の産卵対象木になる(47頁参照)。当然、このようなマツも処理してしまう必要がある。

##### イ 処理の方法

本県では、完全駆除を期するために焼却処分のみを採用実施している。焼却に当っては、マツノマダラカミキリが寄生している直径2.5cmぐらいの枝までを対象とする。また、マツノマダラカミキリは、本県では6月中旬から羽化脱出するので、焼却は6月上旬までに完了しなければならない。

材の有効利用のために、焼却以外の処理方法を実施している県もあるが、以下に述べる理由で本県では採用するべきではない。その第1は、材の内部に潜入しているマツノマダラカミキリあるいはマツノザイセンチュウを完全に駆除するための実用的な方法が解明されていないため、用材とし

て利用できない。第2は、完全駆除が可能なチップ化や炭化などの方法も、被害枯損木が散在しているために量がまとまらず経済的な利用価値が小さい。第3に最も重要な理由として、利用する予定の材が、トラックの都合、工場の都合などによって搬出できず、マツノマダラカミキリの羽化脱出時期まで林内あるいは貯木場に放置され、これらを中心に被害が拡大する事例が各県で多く発生していることである。

これらの方法は、被害が増えて完全駆除が不可能となった場合には、資源の有効利用をはかるためと、被害を減少させるためには有効ではあるが、被害の根絶を期するためには十分な方法とは言えない。

もし、これらの方法を採用するのであれば、利用予定材が、安全に利用されたことを監視・確認することが不可決である。

#### (6) 除間伐等の適期実行

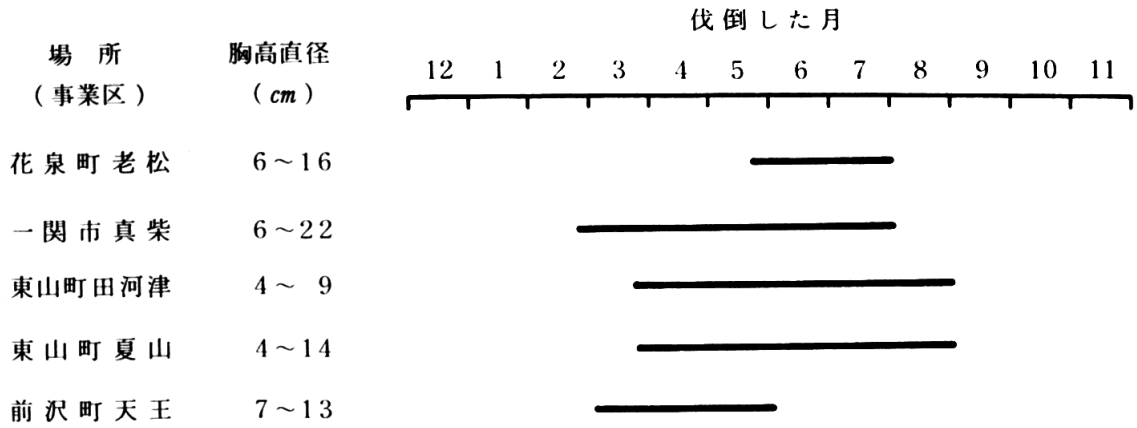
前述したように、マツノマダラカミキリが寄生している除間伐材は焼却しなければならない。しかし、マツノマダラカミキリは、総ての伐倒木に寄生するのではなく、産卵期である7～9月に樹皮下が新鮮な状態のマツだけに産卵する。したがって、時期によっては伐倒木を林内に放置しても寄生の対象とはならない可能性もある。

図-18に昭和55～56年度に県有林課で実施した時期別伐倒木に対するマツノマダラカミキリの寄生状況調査の結果を示した。この結果から、伐倒時期が1月以前であれば各地共寄生されることはなく、5月以後であれば危険である。2～4月の伐倒木では、場所によって異なっており、これには積雪の状態、斜面の方向、立木密度、林齢などによる伐倒木の乾燥の速さの違いが関係している。また、マツノマダラカミキリは、10月以後は温度不足からほとんど活動しない。以上のことから、現在のところ、伐倒の安全な期間は10月～1月までのわずか4箇月である。

一方、6～9月の間は極めて危険な時期である。この期間はマツノマダラカミキリ成虫の活動期間中であり、伐倒木が産卵の対象となるばかりでなく、伐倒木から発散する匂いがマツノマダラカミキリを強力に誘引し、これに誘われて集まった成虫は産卵の準備のため、付近の健全なマツの小枝を後食する。もしこれらの中にマツノサイセンチュウを体内に持っているものが居れば、後食された健全木はマツ材線虫病に感染する。たとえ、1週間あるいは10日以内に伐倒木を焼却する予定であっても、この期間中のマツの伐倒は絶対に避けなければならない。

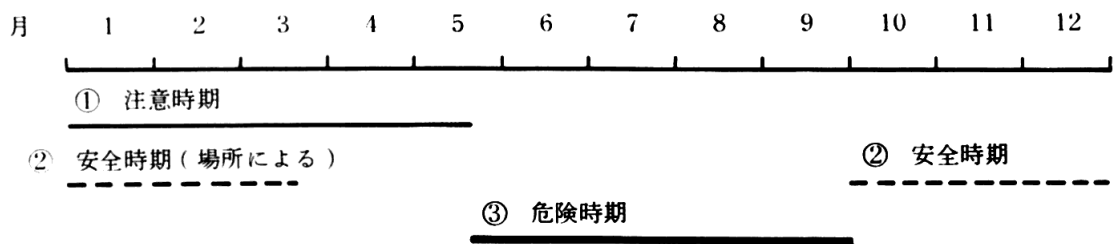
以上に述べた以外の時期、すなわち2～5月の間の伐倒木は、少なくとも6月以前に林外に搬出し、利用するか焼却する必要がある。あるいは、次のような予備調査で安全性を確認した場合には放置することもできる。すなわち、除間伐をする予定の前年の2～5月に各月2～3本の調査用のマツを伐倒して林内に放置し、10月頃にマツノマダラカミキリの寄生の有無と樹皮下の状況を調査する。この結果、寄生もなく樹皮下が完全に乾燥していれば、その月までは伐倒放置しても安全とみなす。しかし、異常高温などでマツノマダラカミキリの羽化脱出時期が早まったり、逆に雨が多くて伐倒木の乾燥が抑制されて寄生されることも予想され、この場合は当然焼却しなければならない。





注) 調査は全農林事務所管内で実施したが、上記以外の事業区では寄生が認められなかった。

図一 18 時期別伐倒木に対するマツノマダラカミキリの寄生状況  
(昭和55年12月～56年11月)



- ① 注意時期 伐採木は林外に搬出して焼却するか利用する。
- ② 安全時期 伐採木を林内に放置しても良い。1～3月は場所によって異なる。
- ③ 危険時期 伐採が危険な時期(伐採木のヤニ成分がマツノマダラカミキリを誘引するので、伐採後数日で焼却、利用する場合も危険)

図一 19 マツ材線虫病の防除面からみた除間伐時期の区分

以上のことをまとめて図一19に示したが、これはわずか1年の調査例からの判断であり、今後、事例を積重ねながら修正を加える必要がある。

(7) 被害発生危険度による地域区分

発生予察、伐倒焼却、除間伐対策など種々の防除対策は、その地域における被害発生危険度によって異なってくる。現在、本県における地域区分は、マツノサイセンチュウとマツノマダラカミキリの生息確認の有無によって、毎年暫定的に決められている。(「松くいむし対策としてのアカマツ林施業指針」県林業課)。防除に当たっては、このように被害の状況に応じて効率的な防除を実施することは極めて重要なことである。

一方、本病のように年々被害発生区域が拡大する伝染病では、被害がどこまで拡大する可能性があるのかを明らかにすることもまた重要なことである。例えば、将来アカマツの主産地として期待されている県北地方などで本病が発生する心配はないのか、発生しても一時的な被害で終るのか、あるいは強力な防除対策を講じなければ激害化するのか、これらの可能性によってアカマツの造林、保育などは大きな影響を受ける。

52頁で述べたように、被害が発生する可能性は次の3つの条件によって決まる。

- ① その地方でマツノザイセンチュウが生息できるのか。
- ② その地方でマツノマダラカミキリが生息できるのか。
- ③ その地方の気象条件下でマツノザイセンチュウがマツを枯らすことができるのか。

さらに、これらに加えて、マツノマダラカミキリの他にマツノザイセンチュウを媒介する昆虫が存在するのか否かも大きな疑問点である。

これらのことは、現在のところ明らかにされておらず、今後の調査によって早急に究明するべき事柄である。

#### (8) 健全木に対する予防散布

健全木の樹冠に薬剤を散布してマツノマダラカミキリの後食を阻止し、マツノザイセンチュウの材内への侵入を予防する方法がある。これにはヘリコプターによる空中散布と地上から動力噴霧器を用いて散布する方法の2つがあるが、どちらも被害本数を減少させることが目的であり、完全防除は不可能である。この方法は、もともと大量に発生する恐れのある被害木を最少限に抑えた後に伐倒駆除によって完全防除を実施することを目的としている。

本県における被害は、大量発生にはなっておらず、薬剤散布による予防を必要とする段階にまで至っていない。例外的に利用できる場合として、貴重木の保護があげられる。天然記念物、あるいは神社・仏閣の貴重木の近くに、マツ材線虫病が発生した場合には、これらを守る手段として薬剤の地上散布は有効な方法と考えられる。薬剤の散布時期は、マツノマダラカミキリの羽化時期の直前に行わなければならないので、その地方、その場所での羽化脱出時期を正確に調べておく必要がある。

#### (9) その他開発中の防除方法

以下に述べる防除方法は、現在開発中で実用化の段階に至っていないもの、あるいは激害地では実行されていても、本県では採用できないものなどである。新聞、テレビなどで報道され、話題となっている技術もあるので参考のために要点を述べる。

##### ア 耐病性マツの育種

被害が激害化している地域で、ほとんど全部のマツが枯れた後に単木的に生き残っている個体が見られる。これらを接木によって増やしてマツノザイセンチュウを接種した結果、本病に抵抗性を示したものがあつた。このような遺伝的性質を利用してマツ材線虫病の被害を受けにくいマツ林を造成することを目的として、各地で抵抗性個体の選抜検定が行なわれている。

しかし、本県の被害は単木的な発生で、抵抗性の個体を選抜することができるような激害林はない。

#### イ 天敵利用

マツノマダラカミキリの天敵として、キツツキ等の鳥類、カビの1種、捕食性の昆虫類などが発見されている。また、マツノザイセンチュウの天敵としては捕捉性の菌や、ダニ類が見つまっている。これらは、現在まだ研究中であり、実用的に利用できる段階にはなっていない。

#### ウ 薬剤の樹幹注入、土壌散布

健全なマツの生立木に殺線虫剤を吸収させて、侵入してくるマツノザイセンチュウを死滅させる方法である。現在、樹幹に穴をあけこれに薬剤入りのアンプルを挿し込んで薬剤を浸透させる方法で、2、3の有効な薬剤が見つまっている。土壌に散布して根から吸収させる薬剤の調査も現在進行中である。しかし、これらの薬剤は人畜に対して強い毒性があり、利用される範囲も一部の貴重木に限られ、一般造林地での実用化はほとんど期待できない。単木的に使用する方法も、実用化までには至っていない。

#### エ 誘引剤

誘引剤によってマツノマダラカミキリを集めて、捕殺しようとするものであり、国立林試で有力な誘引剤が開発され、現在野外試験の段階に入っている。

農薬登録されて市販されているものとしては、「ホドロン」がある。さらに、除草剤である「パラコート」をマツの幹に処理すれば、マツノマダラカミキリが多量に飛来することが分っている。

これらの誘引剤によってマツノマダラカミキリの密度を低下させることはできるが、誘引する範囲、能率などが明らかでなく、被害防除にどれだけ役立つかは明らかでない。被害の根絶を目標としている本県では、被害防除のためよりは、マツノマダラカミキリの生息調査に活用できる。

#### オ 被害材のくん蒸

毒ガスによるくん蒸によって材内に居るマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリを死滅させようとするもので、臭化メチルの利用が検討されている。温度、被覆方法などの条件が揃えば十分な効果が期待できるが、マツノマダラカミキリ用の農薬登録がなく、一般に普及できるまでには至っていない。

## 10 おわりに

本県民有林のうち、アカマツはその19.2%を占める約15万5千haに及び、年間造林面積の約半分を占るなど、本県林業の中心的存在である。また、国立公園である三陸海岸にとってもアカマツ、クロマツは無くてはならないものであり、さらに防潮林、土砂流出防止などの保安林としても不可欠の樹種である。このように、アカマツは、本県の林業にとってだけではなく、景観あるいは県土の保全にとっても極めて重要な位置を占めている。

一方、マツ材線虫病は、本文中に繰返して述べたように悪質な伝染病であり、他県の例でみるよ

うに一旦蔓延してしまうと、巨額の防除費を投入しても完全に防除することは不可能に近い。

本病の岩手県内での蔓延を予防するためには、被害初期である現在の段階で完全に駆除する必要がある。そのためには、病虫害防除という狭い範囲にとどまらず、造林、経営、利用あるいは指導面など、林業の各方面からの対策、さらには観光、環境保全などを含めた広い分野に立脚した総合的な対策がたてられなければならない。

この報告は、マツ材線虫病の防除対策のうち、主として技術的な面について述べたが、総合的な防除対策のための一助となれば幸いである。

## 11 文 献

この報告をまとめるに当って、多くの文献を参考にした。本来であれば、その1つひとつを列記すべきであるが、難解であったり、手軽に手に入りにくいものも多く含まれている。幸にして、これらの文献を網羅して一般に分りやすく解説した本が出版されている。これらの本の内容は、保護分野だけでなく、造林、林産など広い分野にわたっており、マツ材線虫病についてより深く理解するための絶好の書である。

以上のような事情から、参考文献の列挙はせず、次の2冊の本を紹介するにとどめる。

- 1) 松が枯れてゆく — この異常事態への提言 — , P 252, 山と溪谷社, (1971). 松枯れ問題研究会編
- 2) 松枯れを防ぐ 恐ろしい流行病からあなたの松を守るための一問一答と防除の実践例, P 157, 山と溪谷社, (1972). 小林富士雄・中原二郎