

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—

(県単課題 研究期間昭和 51 ～ 60 年度)

主任研究員 在 原 登志男

まえがき

福島県においては、材線虫病いわゆる松くい虫の被害が昭和50年度にいわき、相馬および郡山市の3地区で初めて確認された。

県全体の被害量は、昭和50年度で数十 m^3 だったものの、3年後で1,400 m^3 、6年後で4,400 m^3 、そして10年後の昭和60年度で52,400 m^3 と増加し、中、浜通りの低地にあるマツ林の多くは、本病の被害を多少なりとも受けており、激害化への移行が危惧される状態にある。

当场では、昭和51年度より材線虫病の被害を防止することを目的に、マツノザイセンチュウを媒介するマツノマダラカミキリの生態，防除および本病の被害分布などの調査，研究を行っているが、本報では本病の伝播者であるマツノマダラカミキリの生態を中心に、雪害木と本病の係り合い、また本病の発生予測などについて、過去10年間の結果を報告する。

本報をまとめるにあたって、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、ならびに昆虫研究室長滝沢幸雄氏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本場育林部斎藤勝男氏、福島県森林土木課橋内雅敏氏、同林業指導課宗形芳明氏、いわき市役所永山肇一氏、ならびに各林業事務所の関係各位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 マツノマダラカミキリの生態に関する研究

1 節 マツノマダラカミキリの羽化脱出経過

2 節 マツノマダラカミキリの産卵時期と1年1世代の成虫出現割合

3 節 マツノマダラカミキリの蛹室の形成状態

2 章 マツノザイセンチュウに関連した研究

1 節 マツノマダラカミキリが寄生するマツ丸太の太さと羽化脱出成虫のマツノザイセンチュウ保持数

2 節 材線虫病被害丸太を製材したときの厚さがマツノマダラカミキリ幼虫とマツノザイセンチュウの密度低下におよぼす影響

3 節 材の乾燥とマツノザイセンチュウの生息状況

3 章 材線虫病の感染源としての雪害木に関する研究

1 節 アカマツ雪害木に対するマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況

2 節 アカマツ雪害木から羽化脱出したカミキリムシ3種のマツノザイセンチュウ保持数

3 節 アカマツ雪害木における被害形態および部位ごとのマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況

4章 材線虫病の発生予測に関する研究

1節 東北地方におけるマツノマダラカミキリの有効産卵期間と材線虫病

2節 東北地方における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 -

3節 福島県における材線虫病の被害分布と発生予測の関係

1 章 マツノマダラカミキリの生態に関する研究

1 節 マツノマダラカミキリの羽化脱出経過

I 研究目的

マツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリという）の羽化脱出経過は、羽化脱出に要する積算温量で決まるものの、寄生するマツ丸太の設置場所、置き方および乾燥状態などによって変化することが知られている²⁸⁾。

本節では、マツ丸太の太さおよび設置場所によって、マダラカミキリの羽化脱出経過に遅速が生じるか否かを検討する。また、気象観測システムが24時間測定のアメダスに変わって9年を経過したので、この期間の平均気温値を用いて、県内各地域におけるマダラカミキリの羽化脱出経過などを試算する。

II 材料と方法

1. マダラカミキリ寄生マツ丸太の太さと羽化脱出経過の遅速

供試木はマダラカミキリの寄生マツ丸太で、その本数および直径は表-1に示す。表中の供試木 I ~ III は新地町で昭和57年の秋に枯れたクロマツの枝条であり、翌年1月に伐倒し場内に運んだ。また VII は相馬市で57年の秋に枯れたアカマツの主幹部であり、翌年2月に伐倒し同様に場内に運んだ。さらに、VIII は57年の夏に1年1世代成虫の羽化脱出をみた、前年の夏に場内で強制産卵を行った2年1世代虫の寄生するアカマツ丸太である。残り IV ~ VI は57年夏の強制産卵アカマツ丸太である。

いずれの供試木も長さがほぼ1 m で、場内の日当中庸なアカマツ林内に放置し、昭和58年夏にマダラカミキリの羽化脱出経過を調査した。

表-1. 供試木本数とその直径

供試木	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
本数	16 本	23	14	8	8	13	20	51
直径	2.0~3.0 ^{cm} (2.8)	4.0~5.0 (4.4)	6.0~7.0 (6.4)	7.5~9.5 (8.7)	8.5~11.0 (9.8)	7.5~14.0 (10.3)	5.5~16.0 (10.4)	4.5~12.5 (9.9)

() は平均値

2. マダラカミキリ寄生マツ丸太の設置場所と羽化脱出経過の遅速

マダラカミキリの強制産卵を行ったアカマツ丸太を用い、福島市、郡山市（本場）、棚倉町、いわき市、原町市および新地町の日当り、日当中庸そして日陰のアカマツ林で、1年1世代成虫の羽化脱出経過を昭和52年から60年にかけて調査した。供試木は長さが1 m、直径が5~22 cm の範囲で平均10 cm ほどのものであり、1調査地点、年度ごとに20本以上を供試した。

III 結果と考察

1. マダラカミキリ寄生マツ丸太の太さと羽化脱出経過の遅速

各供試木から羽化脱出した成虫の総数と羽化脱出経過の遅速値は表-2に示す。

表-2. 各供試木ごとのマツノマダラカミキリ羽化脱出総数と羽化脱出経過の遅速値

供試木		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII*
羽化脱出成虫数(頭)		18	24	18	25	29	60	29	112
累積出期の羽化脱出月/日	10%	6/16	6/21	6/28	6/30	7/1	6/30	6/29	7/5
	50%	6/25	6/28	7/5	7/6	7/12	7/12	7/12	7/15
	90%	7/6	7/14	7/21	7/19	7/22	7/24	7/26	7/22
羽化脱出遅速値(日)		0	5.4	12.4	12.7	16.0	16.3	16.7	18.4

* 2年1世代成虫

なお、遅速値は以下の方法で算出した。まず、各供試マツ丸太の平均直径ごとに累積羽化脱出経過を図化し、羽化脱出10, 50, 90%期に相当する月, 日を求めた。次に各羽化脱出期で最も早く羽化脱出のみられた丸太から、その他の丸太の羽化脱出がそれぞれ何日遅れたかを算出した。そして、この羽化脱出3期の遅れの平均値をもって、各丸太における羽化脱出経過の遅速値とした。

表-1の各丸太の平均直径と表-2の羽化脱出経過の遅速値の関係を図-1に示す。図中には羽化脱出期の平均気温が17.5℃であったので、遅速値とマダラカミキリの蛹化限界温度を11℃¹²⁾(以下も同様)としたときの積算温量の関係も併せて示した。

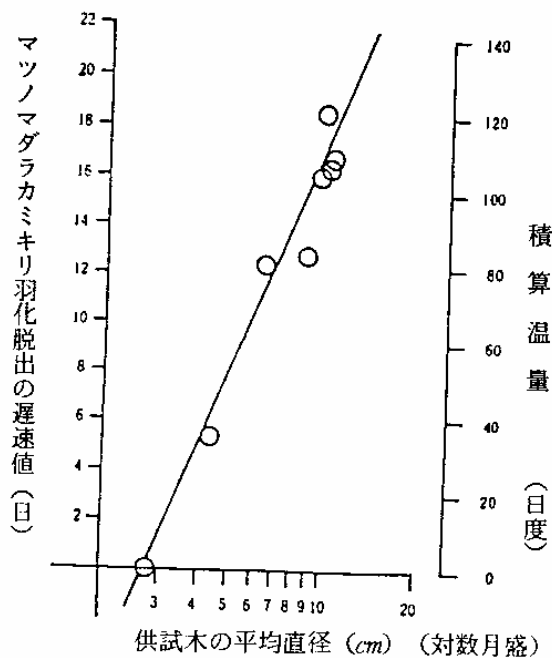


図-1. 供試木の太さとマツノマダラカミキリ羽化脱出経過の遅速

図-1によれば、両者間には $r = 0.98^{**}$ の関係が認められ、(羽化脱出経過の遅速値) = $29.7 \log(\text{丸太の平均直径}) - 13.2$ の回帰式が得られた。ちなみに、3cmと5cmの直径の丸太を比べると、後者はほぼ5日ほど羽化脱出が遅れ、積算温量で40日度ほどの差があることになる。また、5cmと10cmの直径の丸太では、後者が9日ほど羽化脱出が遅れ、60日度ほどの積算温量の差があることになる。

2. マダラカミキリ寄生マツ丸太の設置場所と羽化脱出経過の遅速

調査結果は図-2に示すが、各調査地点、年度ごとの羽化脱出頭数は平均で100頭以上であった。図中の日当りのアカマツ林設置は、原町市と昭和60年の棚倉および新地町の例で、日陰の設置は福

島市と昭和57, 58年の新地町および59年の棚倉町の例であり、日当中庸はその他である。なお、当然ながら積算温量は春からの積算値である。

図-2によると、羽化脱出開始50%, 90%期における、供試木各設置場所ごとの積算温量の差の平均は、日陰設置一日当中庸設置=125日度、日当中庸設置一日当り設置=60日度となった。この温量の差を日数に換算すると、羽化脱出期の平均気温が17.5℃であることから、前者間では3週間ほど、また後者間では1週間ほど羽化脱出経過に差があることになる。なお、日当中庸設置の羽化脱出開始期は、積算温量で300日度、50%期は400日度、90%期は500日度、終了期は700日度ほどであった。羽化脱出開始期の温量は滝沢らの報告³⁷⁾とはほぼ一致した。

1, 2で述べたところから、マダラカミキリの羽化脱出経過は、寄生するマツ丸太の材内温度に差異が生じるためと考えられるが、丸太の太さや設置場所によって遅速が生じるものと推定される。なお、羽化脱出経過に遅速が生じる原因としては、これらの他に産卵時期も関係するようだという結果⁴⁾も得られていることを付記する。

3. 県内各地域における平年のマダラカミキリ羽化脱出経過

気象観測システムがアメダスに変わってから、昭和60年時点で9カ年を経過したが、各観測点での気温の平年値はまだ公表されていない。それで、各地域の9カ年における各月の旬ごとの平均気温値を求め、これによってマダラカミキリの羽化脱出経過を検討した。羽化脱出に関する有効積算温量は、マツ丸太の平均直径が10cmほどで、日当中庸なアカマツ林で調べた値、すなわち羽化脱出開始期が300日度、50%期が400日度、90%期が500日度、終了期が700日度とした。なお、旬ごとの平均気温値をもって羽化脱出経過の平年値を算出したので、本来の平年値とは若干ずれがあるかも知れない。

結果は図-3に示す。図中で若松市、喜多方市、西会津町、田島町、船引町、川内村の各地域は、材線虫病が一度も発生していない、または発生しても今のところ被害の拡大がみられない地域であり、その他は大量かつ継続的に被害が発生している地域である。

図-3によると、これらの地域で最も早くマダラカミキリの羽化脱出がみられるのは福島で、6月中旬に開始し、下旬には最盛期をむかえるものと推定される。また、材線虫病が大量かつ継続的に発生している地域で最も遅く羽化脱出がみられるのは相馬で、7月に入ってから開始し、中旬に最盛期をむかえるものと推定される。

4. 調査年次ごとのマダラカミキリの羽化脱出経過

マダラカミキリの羽化脱出経過は、春から初夏にかけての積算温量によって決まるため、調査年次

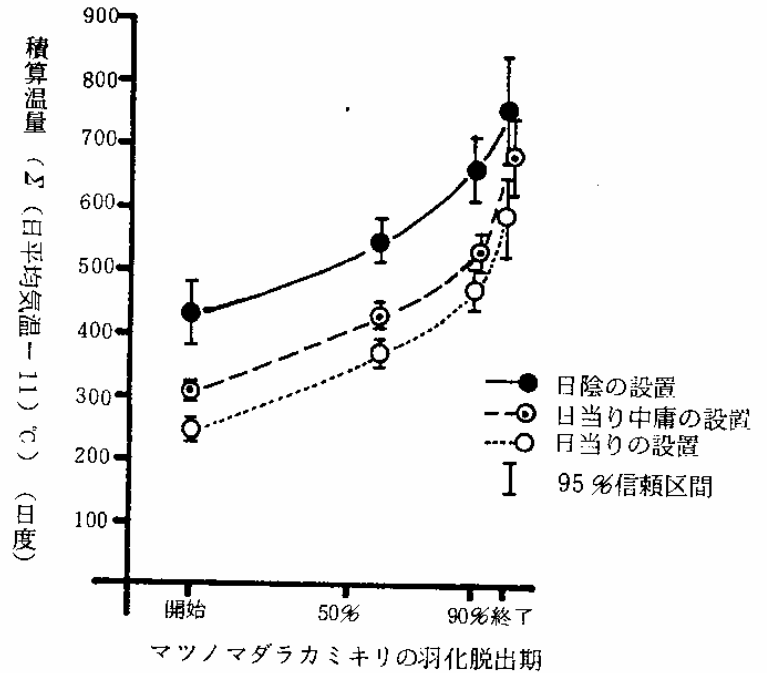


図-2. 供試木の設置場所とマツノマダラカミキリ羽化脱出に関する積算温量の関係

によって遅速がみられるのが普通である。調査年次におけるマダラカミキリ羽化脱出経過の遅速の1例として、郡山(本場)の日当中庸なアカマツ林で調べた結果を図-4に示す。なお、1調査年次当りの羽化脱出頭数は平均で300頭以上であった。

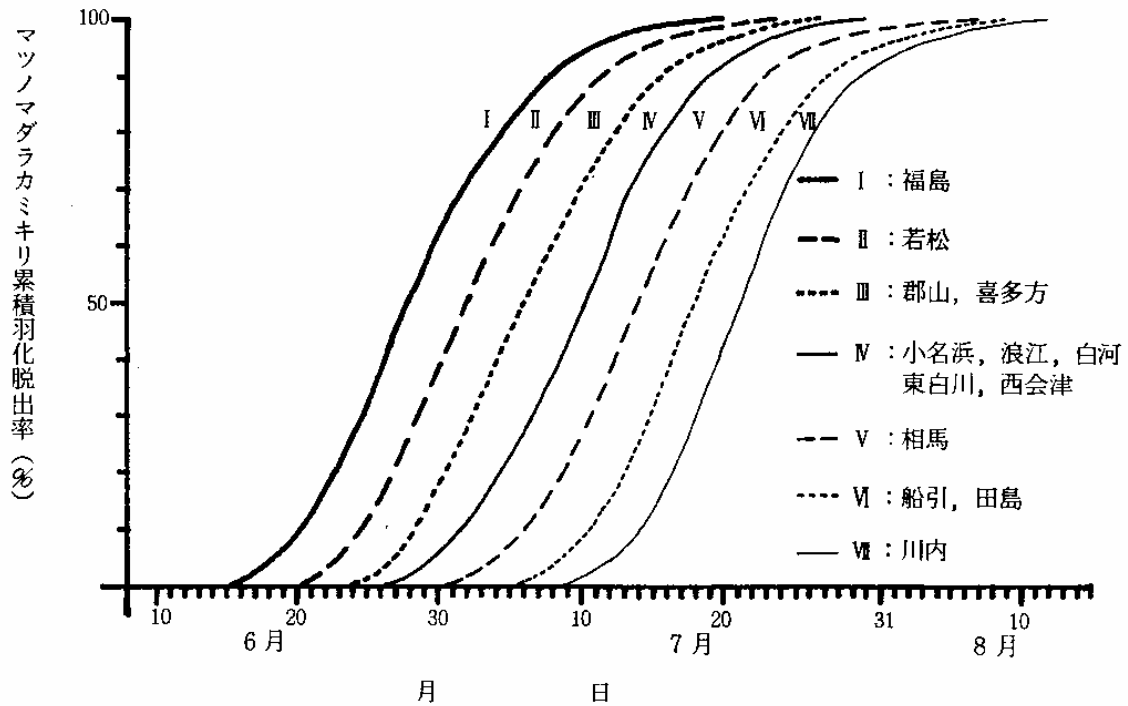


図-3. 県内各地域における平年のマツノマダラカミキリ羽化脱出経過

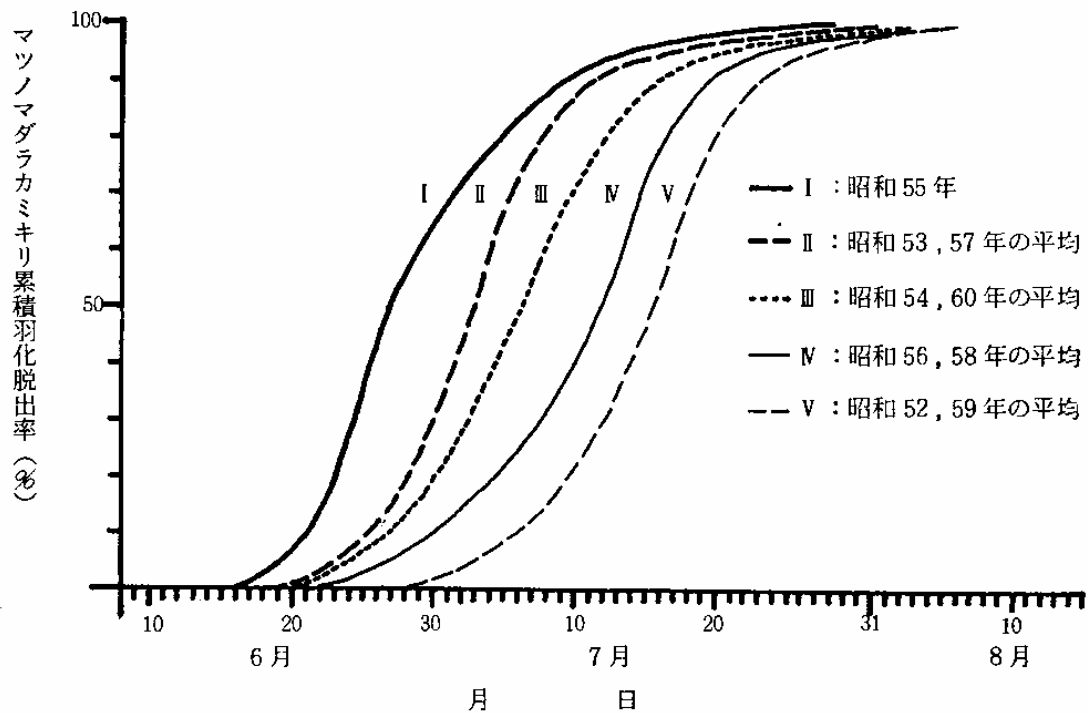


図-4. 郡山における各調査年次ごとのマツノマダラカミキリ羽化脱出経過

図-4によると、同一調査場所においても年次ごとに羽化脱出経過にかなりの遅速がみられ、早い年と遅い年では2週間以上の開きがみられる。

以上述べてきたところから、各地域の日当中庸なアカマツ林における空散による予防散布の平年の適期（1回目の散布がマダラカミキリの羽化脱出開始期、2回目が最盛期）は図-3より判読される。なお、羽化脱出の経過はマダラカミキリの寄生するマツ丸太の太さや設置場所、および春から初夏にかけての気温などによってかなりの遅速がみられることから、空散は林分の状況、また春から初夏にかけての気温などを加味、予想して行うのが原則と考えられる。

しかし、富樫³⁹⁾は空散時期が現行の適期より10~20日間ほど遅れても予防効果には差がないと試算していることから、ある程度の散布の遅れは効果に影響を及ぼさないことも考えられる。これとは逆に、現行の適期より早めに散布する場合は予防効果が低下することも考えられるので、羽化脱出が遅れる年を想定して、空散時期は平年の適期より若干遅めが適当かも知れない。

5. マダラカミキリ1年および2年1世代成虫の羽化脱出経過

マダラカミキリの羽化脱出経過は、1年および2年1世代成虫で差がある、またはないと報告^{26,30)}されている。そこで、長さ1m、平均直径10cmほどのマツ丸太をそれぞれ30本以上供試し、場内の日当中庸なアカマツ林で、昭和58年に検討した。結果は図-5に示すとおりで、両者間の羽化脱出経過にはほとんど差が認められなかったことから、原則的には差がないものと考えられる。しかし、丸太の保管状況によっては、2年1世代成虫の寄生するマツ丸太が1年1世代成虫のものより著しく乾燥する場合も考えられ、このような状況下では材内温度に差が生じるため、2年1世代成虫の羽化脱出が早まることも考えられる。

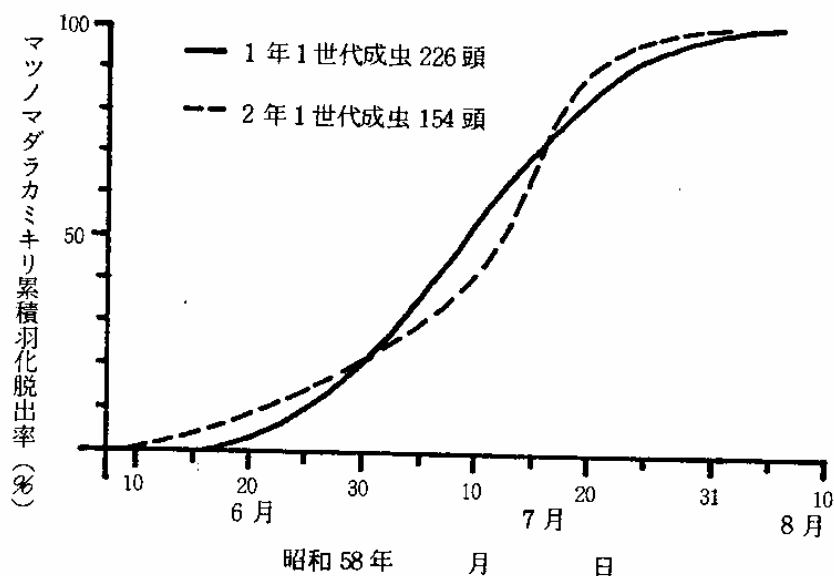


図-5. マツノマダラカミキリ1年および2年1世代成虫の羽化脱出経過

2節 マツノマダラカミキリの産卵時期と1年1世代の成虫出現割合 ※)

I 研究目的

1節では、本県におけるマダラカミキリの羽化脱出経過を検討した。本節では、羽化脱出した成虫の産卵時期と1年1世代の成虫出現割合などを検討する。

II 材料と方法

1. マダラカミキリの産卵時期

当场構内で羽化脱出したマダラカミキリ成虫メス100頭、オス60頭を用い、日当中庸なアカマツ林に設置した縦、横、高さ1.8mの網室において、産卵の状況を6月下旬から産卵終了期まで調査した。調査は、昭和52、53年の夏に行ったが、長さ1m、平均直径10cmのアカマツ丸太を50本ほど後食枝とともに搬入し、それらを週に1、2度交換して、マツ丸太につけられた産卵跡数を数えた。

また、昭和52年の夏には、7月から産卵が終了するまでの期間、いわき市の材線虫病被害アカマツ林に、長さ1m、平均直径10cmのアカマツ丸太5本を週に1度搬入し、マダラカミキリの自然産卵による産卵跡数を調査した。

2. マダラカミキリの産卵時期と幼虫の発育状況

昭和52年の夏に場内で時期別にマダラカミキリの強制産卵を行った長さ1m、平均直径10cmのアカマツ丸太30本を、日当中庸なアカマツ林に放置し、自然温度下でマダラカミキリを飼育した。その後、冬にマツ丸太を剥皮、割材して、幼虫の齢級³⁰⁾および体重を調べた。また、採取した幼虫は水を湿らせた口紙とともに管ビンに納め、次年度の夏に1年1世代で羽化する成虫の体重を測定した。

3. マダラカミキリの産卵時期と蛹化および羽化脱出率

昭和53年の夏に場内で時期別にマダラカミキリの強制産卵を行った長さ1m、平均直径10cmのアカマツ丸太60本を、産卵後直ちにいわき市、相馬市および場内の日当中庸なアカマツ林に搬入し、自然温度下でマダラカミキリを飼育した。そして、翌年6月に半数を回収、割材して蛹化状況を調査した。調査時幼虫態のものは、水を湿らせた口紙とともに管ビンに収めて蛹化状況を観察した。また、残り半数は羽化脱出後の9月に回収、割材して羽化脱出成虫および幼虫の割合を調べた。

III 結果と考察

1. マダラカミキリの産卵時期

調査結果は図-6に示す。図中のマダラカミキリの羽化脱出経過は、もよりの調査地点で調査したものである。これによると、産卵は累積羽化脱出率がほぼ90%に達した時点から始まった。本結果は、産卵が羽化脱出後2~3週間目から始まるとの報告²³⁾とほぼ一致する。すなわち、郡山およびいわき市におけるマダラカミキリの産卵は、7月中旬頃から始まり、9月末から10月上旬まで続くものと推定される。

なお、メス生存虫1頭、1日当りの産卵数は8月に入って最盛期をむかえ、ほぼ3個の卵が産下されるが、その後9月に入り気温が18~21℃を割るようになると逐次減少する傾向にあった⁶⁾。

※) 本節の一部は日本林学会東北支部会誌¹⁾に発表したものである。

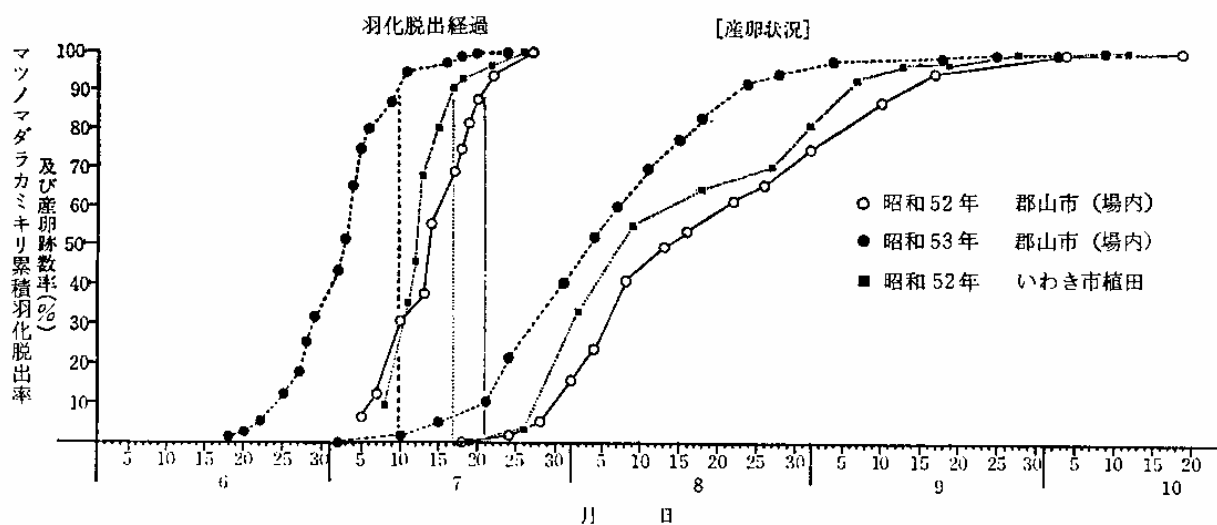


図-6. マツノマダラカミキリの羽化脱出経過とその産卵状況

2. マダラカミキリの産卵時期と幼虫の発育状況

産卵時期別の幼虫重は図-7に示す。図中の積算温度はマツ丸太を産卵にあてた日以降から、その年の冬までについて、幼虫の発育限界温度を 12°C ²²⁾(以下も同様)として算出したものである。

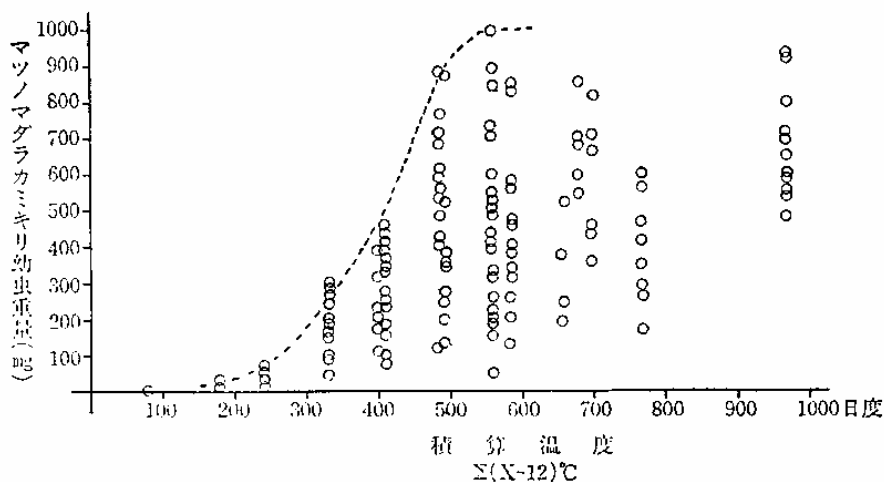


図-7. マツノマダラカミキリの産卵時期別幼虫重量

図-7によると、マダラカミキリは産卵後300日度で 200mg 、400日度で 500mg 、500日度以降で 900mg ほどに発育した。なお、各産卵時期の幼虫重に幅がみられた原因としては、幼虫同志の餌場の競争やアカマツ林への放置後マツ丸太に自然産卵があったためなどが考えられる。

産卵時期と幼虫の齢級の関係は図-8に示す。それによると、4齢虫は350日度附近から表われ、450日度附近ではほぼ50%、600日度以降で90%以上の出現割合となった。

図-9には、4齢虫と成虫の体重の関係を示したが、両者間には $r = 0.89^{**}$ と高い相関がみられた。また、4齢虫は体重が $200 \sim 1,000\text{mg}$ と幅がみられたものの、ほとんどが羽化できるものと考えられた。

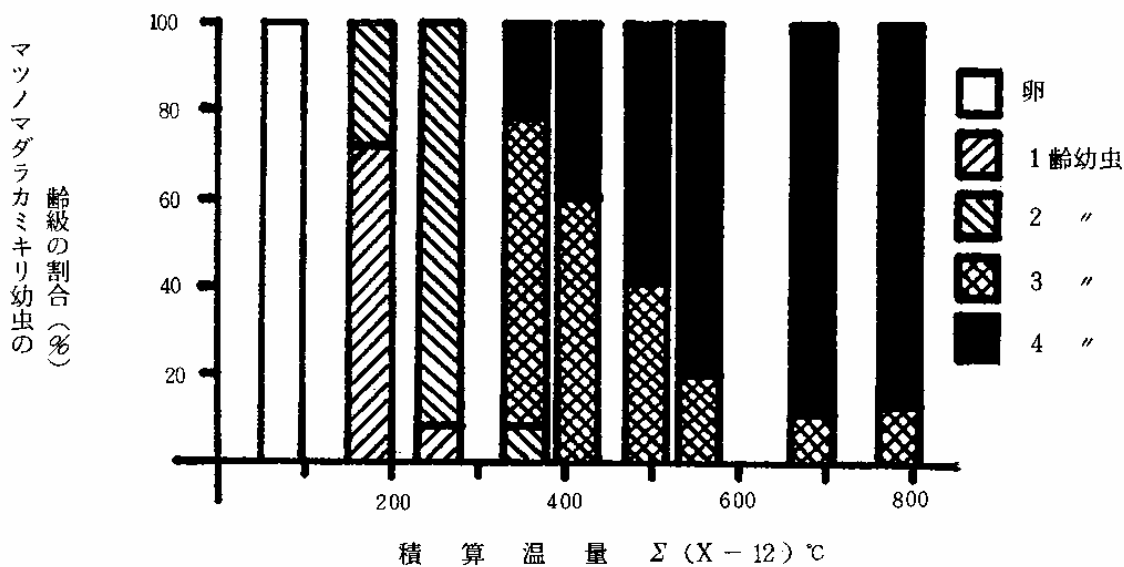


図-8. マツノマダラカミキリの産卵時期と冬期における幼虫の齢級割合

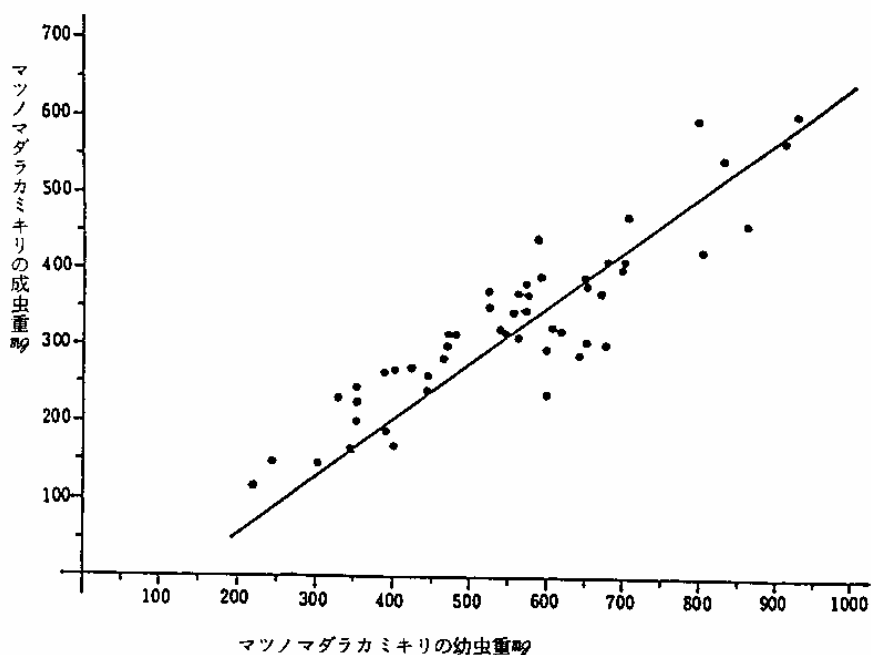


図-9. マツノマダラカミキリの4 齢幼虫と成虫重

3. マダラカミキリの産卵時期と蛹化および羽化脱出率

産卵時期別の蛹化率を図-10に、また羽化脱出率を図-11に示す。これらによると、産卵以降冬までの積算温量が300日度以下のマダラカミキリは、次年度全く蛹化がみられなかったものの、350日度附近ではほぼ10%に、また400~450日度でほぼ半数に、さらに500日度以上ではほぼ全てに蛹化、または羽化脱出がみられた。また、羽化脱出できなかった幼虫はほとんどが老熟化していたので、これらは2年1世代となるものと推定された。

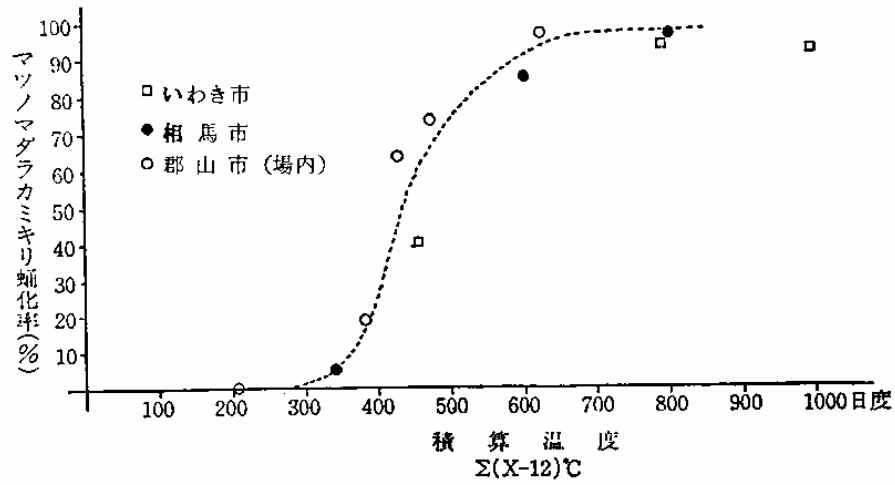


図-10. マツノマダラカミキリの産卵時期と蛹化率

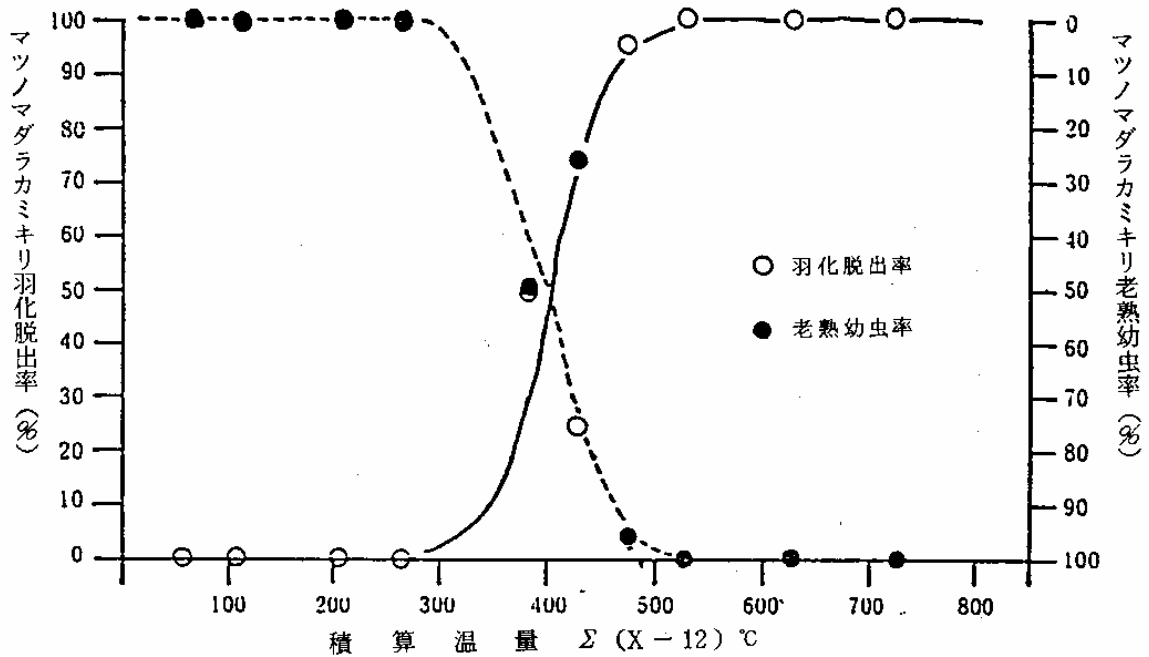


図-11. マツノマダラカミキリの産卵時期と羽化脱出率

以上、1～3で述べたことから、マダラカミキリの産卵は、累積羽化脱出率が90%に達した時点（春からの積算温度がほぼ500日度、1章1節を参照）から始まり、盛夏にピークを迎え、気温の低下とともに減少するものの、9月末ごろまで続くものと思われる。また、産卵されたマダラカミキリは、冬までほぼ350日度を保有すれば、一部が4齢幼虫となり1年1世代成虫となりうる。さらに、400～450日度を保有すればほぼ50%、500日度以上を保有すればほぼすべてが1年1世代成虫となりうるものと推定された。なお、羽化脱出する成虫は積算温度が低いほど、食餌する期間が短くなるためか、小型化する傾向にあるといえよう。

4. 県内各地域における平年のマダラカミキリ1年1世代成虫出現の産卵期間

産卵されたマダラカミキリが次年度1年1世代成虫となりうる産卵期間は、産卵開始を春からの積算温量が500日度となる時期とした。そして、産卵から冬までの積算温量が500日度以上を保有すれば100%、430(400~450日度の平均値)~500日度を保有すれば50~100%、さらに350~430日度を保有すれば10~50%の1年1世代成虫出現の産卵期間とし、昭和52~60年における各月の旬ごとの平均気温値から、各地域における平年の各産卵期間を検討した。

結果は図-12に示すが、本県で最も長い1年1世代成虫出現の産卵期間を有する地域は、福島市であり100%の出現産卵期間が40日、次いでいわき市(小名浜)および若松市の30~35日、そして郡山市、喜多方市、浪江町、白河市、塙町(東白川)、西会津町および相馬市の20~25日であった。

なお、若松市、喜多方市および西会津町は材線虫病が一度も発生していない、または発生しても今の所被害の拡大がみられない地域である。一方、最も短い地域は船引町、田島町および川内村で0~5日の範囲にあり、田島町においては本病の被害が猛暑の昭和59年度で多量に発生したものの、その後被害拡大がみられず、またその他は昭和59年度時点で被害発生のない地域である。

本病の被害が大量かつ継続的に発生している地域で、産卵されたマダラカミキリの10%以上が次年度1年1世代となる産卵期間が最も短い地域は、白河市、塙町および相馬市であり、30~35日の産卵期間であった。

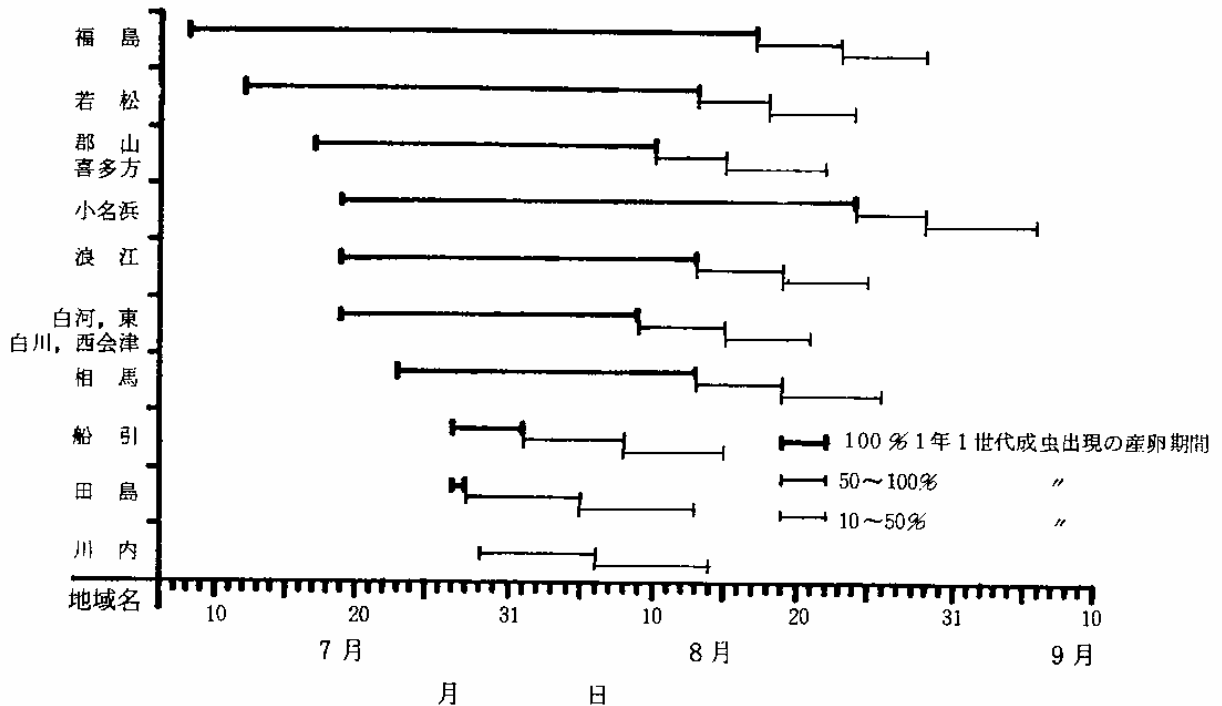


図-12. 県内各地域における平年のマツノマダラカミキリ1年1世代成虫出現の産卵期間

3節 マツノマダラカミキリの蛹室の形成状態^{※)}

I 研究目的

マダラカミキリの駆除の効果は薬剤の散布時期によって変化し、一般に、蛹室を作り始めると低下することが認められてきた。

著者は薬剤による駆除効果のばらつきの原因について調査を行った結果、1つにマダラカミキリ蛹室の入口につめられる木屑の厚さが関与し、木屑をよくつめているものほど殺虫効果があらわれにくいことを明らかにした¹⁰⁾。

マダラカミキリ被害木駆除を実施するにあたっては、十分に蛹室の形成状態を把握し、効果的な駆除を行うことが大切である。

よって、この蛹室の形成状態について過去3年間強制的に産卵させた丸太で調査した結果を報告し、参考に供したい。

II 材料と方法

1. マダラカミキリの産卵時期別丸太と設置時期

本県のマダラカミキリの産卵初期にあたる7月下旬、そして中期にあたる8月上旬、さらに後期にあたる8月下旬に当林試場内で長さ1 m、直径5.0～25.0 cm、粗皮厚0.2～8.0 mmのアカマツ丸太に強制的に産卵させた後、ただちに昭和52年には東白川郡矢祭町といわき市、昭和53年にはいわき市と相馬市、昭和54年にはいわき市、相馬市と郡山市の各アカマツ林内に設置した。

なお、1地域の設置本数は計90本程度であり、一本当たりの平均産卵跡数は25ヶ程度であった。

2. 産卵時期別丸太の回収と割材調査

マダラカミキリのふ化期、若齢期、材入前後期、越冬初期、越冬後期、蛹期そして脱出直後期の計7回にわたって産卵時期別に設置した丸太をそれぞれ3～5本ずつ回収し、当林試場内で割材して得られた生存虫は次のように区分して蛹室の形成状態を調査した。

○型：マダラカミキリは樹皮下にいるか、または蛹室内にいても全く木屑をつめていないもの。

α型：蛹室の入口の木屑が完全につまった状態の1/3以下のもの。

β型：蛹室の入口の木屑が完全につまった状態の1/3～2/3のもの。

γ型：蛹室の入口の木屑が完全につまった状態の2/3以上のもの。

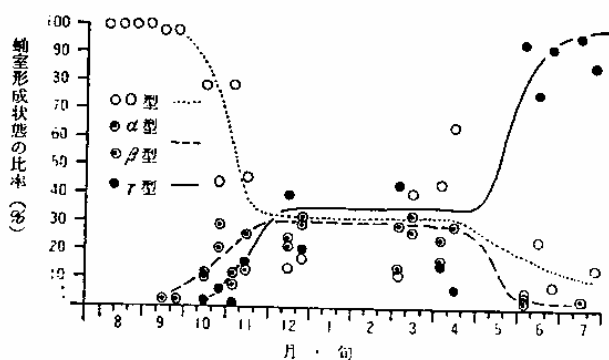


図-13. マツノマダラカミキリの全産卵期における蛹室の形成状態
※ 調査結果は各月の旬ごとにまとめた。

III 結果と考察

1. マダラカミキリの全産卵期における蛹室の形成状態

昭和52, 53, 54年の全産卵期における調査結果は図-13に示すとおりである。

なお、1カ年1地域で調査したマダラカミ

※) 本節の一部は日本林学会東北支部会誌³⁾に発表したものである。

キリは約900頭であった。

蛹室形成の早いマダラカミキリは、9月中旬頃から蛹室の入口に木屑をつめはじめ、10月中旬頃には蛹室の状態は γ 型となった。

また、マダラカミキリが蛹室の入口に木屑をつめつづけ、蛹室の形成状態を高める時期は、マダラカミキリ幼虫の発育零点到該当する日平均気温が11~12°Cを示す11月上・中旬までであると思われ、それ以降は越冬状態に入り蛹室の形成状態を高めることはできないと推察される。

そして、翌年の4月中・下旬に日平均気温がマダラカミキリの蛹化零点到該当する11~12°C以上になると、再び蛹室の形成状態を高めてゆくものと考えられた。つまり、蛹室の形成状態からみて、被害木駆除を完全なものとするためには薬剤散布を9月上旬までに行なう必要があり、それ以後11月上・中旬までは散布時期が遅くなるほど駆除効果は低下すると考えられる。また、11月上・中旬から翌年の4月中・下旬までの間は、いずれの散布時期であっても同程度の駆除効果であると思われる。一方、4月中・下旬以降の薬剤駆除は蛹室の形成状態からみれば、不適当な時期であると考えられた。

しかし、薬剤の残効やその効果発現の時期、あるいはマダラカミキリを殺虫するのにどの時点がよいかなどの問題を考えれば、一概に蛹室の形成状態からだけで防除適期を論ずることのできないことは言うまでもない。

2. マダラカミキリの産卵時期別の蛹室の形成状態

マダラカミキリの産卵初期、中期、後期の蛹室の形成状態が γ 型となる出現率は図-14に示したとおりである。

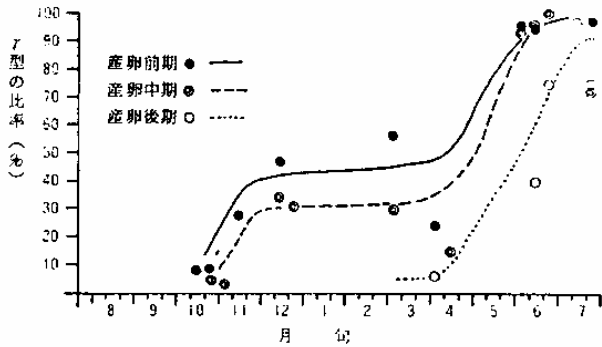


図-14. マツノマダラカミキリの産卵時期別の γ 型蛹室の出現率

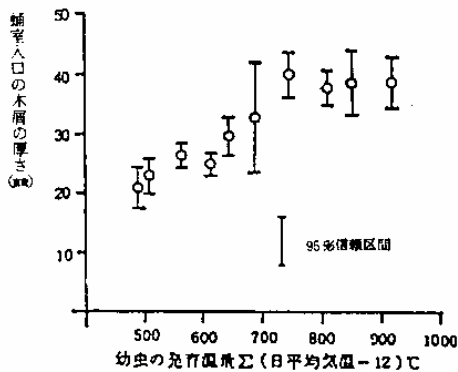


図-15. マツノマダラカミキリ幼虫の発育温度と完成した蛹室の入口につめる木屑の厚さ

産卵初期に産卵されたマダラカミキリの蛹室の形成状態は、越冬時点で約4割強のものが γ 型を示すが、中期のものは約3割、後期のものでは1割以下のものだけしか γ 型を示さなかった。このことは、産卵が早いほど蛹室の形成状態が高くなり、その結果、薬剤の駆除効果は低くなることを意味するものと思われる。

なお、産卵から冬までに老熟幼虫となり、次年度1年1世代成虫となりうる積算温量を十分に保有する期間内において、時期別に強制産卵を行ったマツ丸太から羽化脱出した成虫の蛹室入口の木屑の厚さを昭和57年の秋に調査したが、結果を図-15に示す。これによると、木屑の厚さは産卵後冬までの積算温量の影響を受けるようで、同じ γ 型の蛹室でも積算温量の多い、すなわち産卵が早いものほど木屑が厚くなるため、薬剤の駆除効果は低下するものと考えられた。

2章 マツノザイセンチュウに関連した研究

1節 マツノマダラカミキリが寄生するマツ丸太の太さと羽化脱出成虫のマツノザイセンチュウ保持数

I 研究目的

材線虫病で枯損したマツには、マダラカミキリが直径2 cm程度の小枝から、直径30 cm以上の太い幹まで寄生する^{7,13)}。

しかし、マダラカミキリが寄生する部位の太さと、羽化脱出する成虫のマツノザイセンチュウ（以下ザイセンチュウという）保持数については報告された例がない。

そこで、マダラカミキリの寄生する枝条の太さごとに、羽化脱出する成虫の線虫保持数を検討する。

II 材料と方法

材料は新地町で昭和57年の秋に枯れたクロマツで、昭和58年1月に伐倒、枝条を場内に運び、マダラカミキリの羽化脱出期までアカマツ林内に放置しておいた。

昭和58年の夏、羽化脱出した成虫は体重を測定後、虫体を鋏で細く切断し、ベルマン法で線虫を分離、ザイセンチュウか否かを顕微鏡下で確認後、計数した。なお、材料の枝条は長さがほぼ1 mで2～3 cmの直径のものを16本、以下4～5 cmを23本、6～7 cmを15本供試した。

III 結果と考察

各直径別の供試木から羽化脱出したマダラカミキリの総数とそのザイセンチュウ保持数などは表-3に示す。

表-3. マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ保持数など

供試木の直径 (cm)	羽化脱出総数 (頭)	平均体重 (mg)	線虫保持数 (個)						平均線虫保持数 (頭)	最高線虫保持数 (頭)	線虫保持率 (%)
			0	1 ~100	101 ~1,000	1,001 ~5,000	5,001 ~10,000	10,000<			
2~3	18	294	2	5	3	2	3	3	3,670	12,600	88.9
4~5	24	279	1	4	3	3	5	8	8,140	34,400	95.8
6~7	21	294	4	2	4	7	2	2	3,400	24,800	81.0

表-3において、マダラカミキリの平均体重をみると、各供試木とも280～295 mgの範囲にあって差が認められない。次に平均保持数をみると、直径2～3 cmの供試木で3,670頭、4～5 cmで8,140頭、6～7 cm 3,400頭であり、枝条の直径と平均保持数には相関がなく、また最高保持数および保持率についても同様で、直径ごとの差は認められないようであった。

各供試木から羽化脱出したマダラカミキリを、羽化脱出時期ごとに集計し、ザイセンチュウ保持数などの関係をみた結果を表-4に示す。

それによると、マダラカミキリの体重は後期のもので軽く、初期と10%、中期と5%の水準で差がみられた。また、平均および最高保持数は、後期のもので少なく、初、中期と比べ1/3程度であった。保持率については後期で若干低い値であったが初、中期と比べそれほど差がみられなかった。

表-4. マツノマダラカミキリ羽化脱出時期とマツノサイセンチュウ保持数など

羽化脱出	羽化脱出 総数	平均体重	平均線虫 保持数	最高線虫 保持数	線虫 保持率
	(頭)	(mg)	(頭)	(頭)	(%)
初期	20	284	6,040	34,400	90.0
中期	29	308	6,160	30,900	96.6
後期	21	237	2,620	12,900	81.0

次に、各供試木から羽化脱出したマダラカミキリ以外のカミキリムシ類、ヒゲナガモモフトカミキリおよびナカバヤシモモフトカミキリのサイセンチュウ保持数などを表-5に示す。これによると、ヒゲナガモモフトカミキリは体重が平均で44mg、サイセンチュウを保持していたものは43頭中1頭で3頭を保持していた。また、ナカバヤシモモフトカミキリは体重が平均で20mg、保持率が0%であった。

表-5. マツノマダラカミキリ以外のカミキリムシ類のマツノサイセンチュウ保持数など

種名	羽化脱出 総数	平均体重	線虫保持数(頭)		平均線虫 保持数	最高線虫 保持数	線虫 保持率
			0	0~100			
ヒゲナガモモフト カミキリ	43	44	42	1	0.07	3	2.3
ナカバヤシモモフト カミキリ	4	20	4		0	0	0

以上述べてきたところから、マダラカミキリは、直径2cm程度の小枝まで寄生するが、寄生する枝の太さと羽化脱出する成虫の体重およびサイセンチュウ保持数には差がないといえよう。つまり、小枝から羽化脱出するマダラカミキリもかなりのサイセンチュウを保持することが明らかになった。なお、羽化脱出時期ごとのマダラカミキリを比較してみたところ、初、中期で体重が重く、かつ、サイセンチュウ保持数も多い傾向がみられた。

2節 材線虫病被害丸太を製材したときの厚さがマツノマダラカミキリ幼虫とマツノサイセンチュウの密度低下におよぼす影響^{※)}

I 研究目的

材線虫病によって枯死した材を有効に利用する目的で、マダラカミキリとサイセンチュウを駆除するために、被害丸太を炭化²⁴⁾、チップ化²⁰⁾、木毛化¹¹⁾する方法などが報告されている。しかし、製材(板)によって駆除を試みた報告はない。

そこで、被害丸太を製材して、マダラカミキリとサイセンチュウの密度低下におよぼす影響を検討

※) 本節は日林学会東北支部会誌⁴⁾に発表したものである。

した。

II 材料と方法

供試材料は、昭和56年1月6日、いわき市から採取したアカマツ材（40～70年生，中央径平均20cm）を1mに玉切って用いた。本数は20本であった。

2月2日剥皮した丸太を帯鋸で、厚さ別（0.9，1.2，1.5，2.5，3.0cm）にそれぞれ4本ずつ製材した。そのうちの半分の板材と背板は、それぞれにマダラカミキリの蛹室の破損状態と蛹室内幼虫の生，死（蛹室から落下したものは死亡とみなした。）を次の区分によって調査した。

- 0型：蛹室が全く破損していないもの。
- I型：蛹室の1/8程度が破損したもの。
- II型：蛹室の1/4程度が破損したもの。
- III型：蛹室が2等分に破損したもの。
- IV型：蛹室が3等分以上に破損したもの。

なお、調査対象の蛹室は、穿入孔の入口に木屑がつめられているものに限った。

また、製材直後の材の含水率とザイセンチュウの密度は、背板20枚について材内部（丸太の表面から随にむかって0～3cm。以下も同じ）から任意に20～30gの材片をドリルで採取し、ベルマン法によって調査した。

残り半分の板材は、場内の雨の当たらない軒下にさん積みにして、4月8日まで65日間天然乾燥を行った。そして、これらの板材について、上記の区分で蛹室の破損状態とマダラカミキリの生，死および材内部（10箇所以上）から採取した材片について、含水率とザイセンチュウの密度を調査した。

III 結果と考察

厚さ別板材の枚数と蛹室数および蛹室の破損状態を表-6と図-16に示す。

表-6. 厚さ別板材の枚数と蛹室数

板材の厚さ (cm)	枚数 (枚)	蛹室数 (個)
0.9	54	45
1.2	49	60
1.5	48	76
2.5	25	44
3.0	25	78

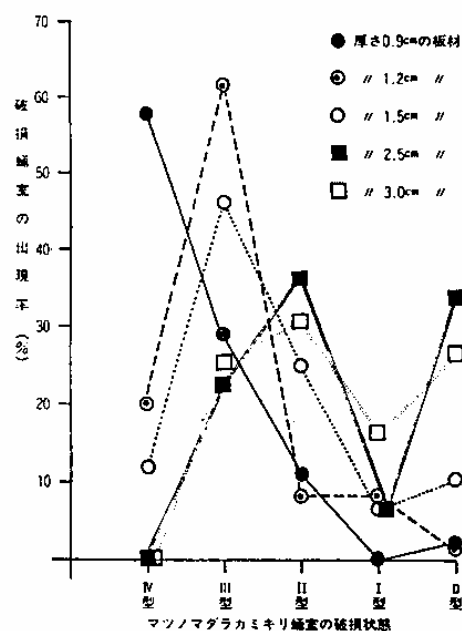


図-16. 厚さ別板材でのマツノマダラカミキリ蛹室の破損状態

この結果から、蛹室の破損状態が 1/4 以上破損 (Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ型) した場合は、それぞれ 0.9 cm で 97.2%, 1.2 cm で 90.0%, 1.5 cm で 82.9%, 2.5 cm で 59.1%, 3.0 cm で 56.4% となり、厚さが 1.5 cm を境にして、これより薄い板ほど蛹室の破損する割合が高まるようであった。

次に、製材直後および乾燥後のマダラカミキリの幼虫の生, 死は表-7 に示す。

表-7. マツノマダラカミキリ蛹室の破損状態と蛹室内幼虫の生, 死

製材直後				天然乾燥後			
蛹室の破損状態 (型)	生存虫 (頭)	死亡虫 (頭)	死虫率 (%)	蛹室の破損状態 (型)	生存虫 (頭)	死亡虫 (頭)	死虫率 (%)
Ⅳ	0	15	100	Ⅳ	0	32	100
Ⅲ	3	52	94.5	Ⅲ	0	60	100
Ⅱ	4	19	82.6	Ⅱ	1	45	97.8
Ⅰ	7	3	30.0	Ⅰ	4	12	75.0
0	22	0	0	0	24	0	0

製材直後では蛹室の破損状態が 1/4 以上破損したものの死虫率は 92.5% であり、乾燥後の死虫率は 99.3% であって、乾燥によって死虫率は若干高くなった。しかし、蛹室が破損されないものでは、乾燥後でも全く死亡しなかった。

各板材における乾燥後のマダラカミキリの死亡率は、蛹室の破損状態 (図-16) に乾燥後のそれぞれの死虫率 (表-7) を掛けて求めると、板の厚さが 0.9 cm で 98%, 同 1.2 cm で 96%, 同 3.0 cm で 68% となった。

つぎに、製材直後の背板についてマダラカミキリ蛹室の破損状態と幼虫の生, 死を表-8 に示す。

表-8. 背板におけるマツノマダラカミキリ蛹室の破損状態と蛹室内幼虫の生, 死

蛹室の破損状態 (型)	生存虫 (頭)	死亡虫 (頭)	死虫率 (%)
Ⅳ	1	23	95.8
Ⅲ	9	70	88.6
Ⅱ	4	8	66.7
Ⅰ	4	0	0
0	42	0	0

1. 背板近くに形成されたマツノマダラカミキリ蛹室は、背板に含めた。
2. 背板の厚さ 0.5 ~ 8 cm で 66 枚

この結果から、背板では蛹室が全く破損されないもの (0型) が約 3 割をしめ、製材直後のマダラカミキリの死虫率は 63% となった。

以上述べたように、製材による板の厚さが薄いほど、蛹室の破損が大きく、しかもマダラカミキリ幼虫の死虫率も高まる。しかし背板の部分では、かなりの幼虫が生き残ることから、何らかの駆除措置が必要であると考えられる。

製材直後および乾燥後の板材の含水率とザイセンチュウの密度調査の結果は表-9 に示す。

乾燥後の含水率は板の厚さによる差は小さい。また、ザイセンチュウの密度は著しく低下し、板の厚さ 1.5 cm 以下では全く検出されなかった。

宗形 (未発表) によると、材線虫病の被害木を 1 月に伐倒し、3 月に 9 cm 角に製材したときの材内部における含水率とザイセンチュウ数は、時間の経過

表-9. 製材直後および天然乾燥後の厚さ別板材の含水率とマツノザイセンチュウの検出数(絶乾重1g当り)

材板の厚さ (cm)	製材直後の背板における調査		天然乾燥後の調査	
	含水率 (%)	マツノザイセンチュウ数 (頭)	含水率 (%)	マツノザイセンチュウ数 (頭)
0.9			12	0
1.2	60		13	0
1.5	5	570	13	0
2.5	80	0.1~1,500	13	0.5
3.0			16	0.3

とともに低下し、106日目では、含水率19%、ザイセンチュウは平均19頭だったという。

また、小林²⁹⁾によれば、針葉樹材は一般に乾燥が早く、冬期間の天然乾燥であっても厚さ2.5cmの材の含水率は20日前後で20%台になり、それ以降は徐々に低下するとしている。

本実験結果からも、製材後65日程度天然乾燥すれば、含水率が15%程度まで低下し、また、ザイセンチュウの密度も著しく低下した。したがって、厚さ3.0cm以下に製材して、乾燥させれば、ザイセンチュウをほぼ完全に死亡させることが可能であると考えられる。

3節 材の乾燥とマツノザイセンチュウの生息状況

I 研究目的

前節では、材線虫病被害丸太を製材(板)することによって、マダラカミキリの死虫率が高まり、かつ、ザイセンチュウの材内密度が低下することを明らかにした。

本節では、材の乾燥程度とザイセンチュウの材内生息数の関係を検討する。

II 材料と方法

試験は昭和57、58年の2カ年間実施した。材料はいわき市で秋に枯れた胸高直径15~30cmのアカマツで、1月に伐倒、1.8mに玉切りした中央径15~30cmの丸太、20本である。丸太は2月に剥皮、帯鋸で厚さ3.0cmに製材し、場内の雨のあたらない軒下でさん積みにした。

ザイセンチュウの材内生息数は製材時、さん積み後15~20日、30日、40日、60~80日目の4~5回、板材の側面3~4か所から深さ5cm程度の材片を直径14mmのドリルで20~30g採取し、ベルマン法によって調査した。また、併せて材片の含水率も調べた。

III 結果と考察

昭和57年50点、昭和58年74点、計124点について調べた含水率とザイセンチュウの生息数の関係は図-17に示すとおりであり、平衡含水率14~15%に近づくとつれて、生息数が極端に減少し、16%で

は絶乾重1gあたり1頭以下となった。

このことから、材を乾燥させザイセンチュウの材内生息の低下を図るためには、材の含水率を16%程度以下にする必要があると思われる。

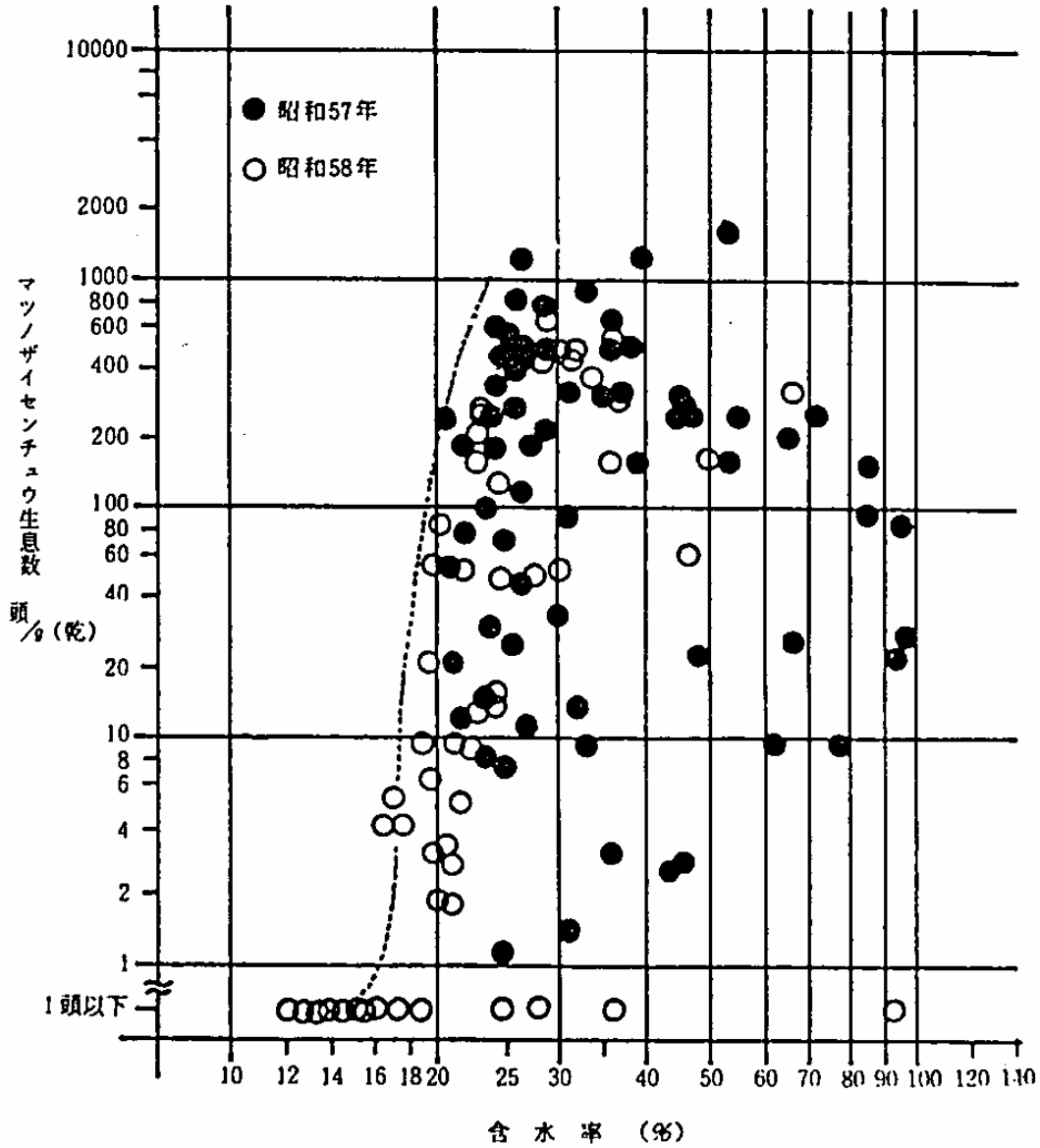


図-17. 含水率とマツノザイセンチュウ生息数

3章 材線虫病の感染源としての雪害木に関する研究

1節 アカマツ雪害木に対するマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況^{※)}

I 研究目的

昭和55年12月、福島県においては阿武隈山地を中心とした地域で未曾有の雪害が発生し、スギ、アカマツ林に甚大な被害を与えた。被害を受けたアカマツの多くは林内に放置されたままで、利用されない状態にある。この地域の一部は、材線虫病の汚染地域であるため、これらの雪害木はザイセンチュウを保持するマダラカミキリの産卵対象木、すなわち、材線虫病の感染源となる危険性が考えられた。本報では、これらの雪害木の被害形態および雪害木発生地域と材線虫病汚染地との関連について距離別にマダラカミキリの寄生と、ザイセンチュウの生息状況を検討した。

II 調査林分と方法

1. 調査林分

雪害林分と材線虫病木の距離が20～1,500 mに位置する郡山市、浅川町、棚倉町および塙町の13か所の雪害林分を対象とした。調査林分周辺の材線虫病の発病状態はいずれも単木的であった。これらの雪害林分は、標高240～380 m、面積0.01～0.3 ha、林齢10～40年生、樹高7～20 m、胸高直径7～28 cmであった。なお、林分の被害率は10～90%であった。

2. 調査方法

各調査林分とも約10本の雪害木を供試し、これらの雪害木を残存部(a)と折損部に分け、折損部はさらに林床落下(b)、林床に梢端部が付着(c)、かかり木(d)および根倒れ(e)に細分した。被害区分aの中央径は7～20 cm、長さ1～13 m、以下bは2～14 cm、1～18 m、cは6～11 cm、4～16 m、dは4～9 cm、3～13 m、eは5～12 cm、7～14 mであった。a～eの雪害木はそれぞれ枝条を切り払い、幹部の全面または片面を剥皮し、材表面のカミキリムシ類の幼虫(カラフトヒゲナガカミキリとヒゲナガモモブトカミキリを含む)の穿入孔を調べた。穿入孔が認められた雪害木は、幹部をランダムに4～5か所選び、直径14 mmのドリルを用い、深さ5 cm程度の穴をあけて材片を採取し、ベルマン法によって材内線虫を分離した。調査は昭和57年3～4月に行った。

III 結果と考察

1. 被害形態別雪害木に対するカミキリムシ類の寄生と線虫類の材内生息数

全調査林分のカミキリムシ類の寄生と線虫類の材内生息状態を雪害の被害形態別に集計して表-10に示す。まず、カミキリムシ類の寄生本数率をみると、各被害ともにおよそ80～90%とかなりの高率で寄生し、材入孔数も1 m²当たり6.5～10.7個の範囲にあって、被害形態との間には大きな差は認められなかった。つぎに、材内生息線虫類(ザイセンチュウと一部にニセマツノザイセンチュウを含む)の生息本数率をみると、林床落下木(b)では48%と少なかったが、他の被害木は61～75%の範囲を示し

※) 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。

た。しかし、検出線虫数の平均値では林床落下木で最も多く、根倒れで少なく、他はほとんど差がなかった。

調査木は上述したように、昭和55年12月の雪害木で、その後約1年3カ月にわたってそのまま林内に放置されたことになる。この間にカミキリムシ類が残存部や折損部を問わず、かなりの高頻度で産卵し、しかもこれらの被害木の50~75%では、材内に線虫類が生息していることが明らかにされた。このことは、材線虫病被害林に近接する雪害木にはザイセンチュウを保持するマダラカミキリの産卵の機会が多いこと、そして産卵時にザイセンチュウが樹体内に侵入したものと推定^{18, 32)}されるが、これらの点については今後とも詳しい実験を行う必要がある。

2. 材線虫罹病木からの距離とカミキリムシ類の寄生およびザイセンチュウの生息状況

表-10の結果から、雪害木の被害状態とカミキリムシ類の寄生との間に特定の関係が認められなかったため、ここでは材線虫罹病木から雪害木までの距離による影響を調べた。この結果を表-11に示す。まず、カミキリムシ類の寄生木数率では60~100%を示したが、罹病木からの距離との間には一定の傾向が認められなかった。平均材入孔数は1㎡当たり5~20個とバラツキが認められたが、これも距離による違いではなかった。一方、ザイセンチュウの検出では、20~100m, 200mおよび550~650mの地点で検出され、1,100m以遠では全く検出されなかった。検出線虫数にはかなりのバラツキが認められた。

これらの結果は、各調査地ともにカミキリムシ類が高密度で分布して、雪害木に産卵寄生することを示すものと考えられる。そして、材線虫罹病木に近接する地点からおよそ650m付近までの雪害木にはザイセンチュウを保持したマダラカミキリが飛来産卵し、ザイセンチュウを材内に侵入させる役目を果たしたと推定される。このことはまた、材線虫病被害林から約700m以内に発生した雪害木は本病の感染源となりうることを暗示する。

井戸²¹⁾は、羽化脱出直後のマダラカミキリの自力による飛翔能力はそれほど大きくなく、その75%は100mの範囲にあって、最遠距離は2,400mであるとし、山根⁴⁰⁾は、マダラカミキリの移動分散は普通数100m止まりで、時に風の状態によってより遠くへの移動が可能であると述べた。一万川畑²⁵⁾は、産卵期におけるマダラカミキリの最遠移動距離は1,000mであると報告した。このようなマダラカミキリの飛翔能力からみても、材線虫罹病木から約700m離れた地点の雪害木には、ザイセンチュウを保持したマダラカミキリが飛来産卵しうるということが説明できるものと考えられる。

表-10. 雪害木とカミキリムシ類の寄生および線虫類検出との関係

被害形態	調査本数	カミキリムシ類 (A)		線虫類 (B)		
		寄生本数率	穿入孔数	検出本数率	線虫数	
残存部 (a)	64 本	78.1 %	9.1 *	62.5 %	85.7 **	
折損部	(b)	31	80.6	10.5	48.4	243.6
	(c)	12	91.7	6.5	75.0	77.3
	(d)	23	91.3	10.7	60.9	83.5
根倒れ (e)	8	87.5	7.7	62.5	55.4	

* 材表面積1㎡当たりの平均幼虫穿入孔数 (個)

** 材片絶乾重量1g当たりの平均線虫数 (頭)

A) マツノマダラカミキリと一部カラフトヒゲナガ, ヒゲナガモモブトカミキリを含む

B) マツノザイセンチュウと一部ニセマツノザイセンチュウを含む。

表-11. 材線虫罹病木からの距離とカミキリムシ類の寄生および
マツノザイセンチュウ検出との関係

林分No.	距離(m)	調査本数	カミキリムシ類(A)		マツノザイセンチュウ(B)	
			寄生本数率	穿入孔数	検出本数率	線虫数
1	20	8本	87.5%	12.7*	87.5%	28.6**
2	50	12	83.3	5.9	33.3	39.6
3	100	12	83.3	7.6	33.3	211.1
4	150	13	92.3	6.9	0	
5	200	14	78.6	5.7	7.1	2.7
6	200	10	80.0	6.2	0	
7	350	14	78.6	11.0	0	
8	550	10	100.0	9.3	10.0	113.8
9	600	10	60.0	19.9	10.0	3.8
10	650	12	75.0	16.8	41.7	401.5
11	1,100	7	100.0	5.8	0	
12	1,300	8	87.5	5.3	0	
13	1,500	8	75.0	14.3	0	

* 材表面積1㎡当たりの平均幼虫穿入孔数(個)

** 材片絶乾重量1g当たりの平均線虫数(頭)

A) マツノマダラカミキリと一部カラフトヒゲナガ, ヒゲナガモモブトカミキリを含む

B) マツノザイセンチュウと一部ニセマツノザイセンチュウを含む

2節 アカマツ雪害木から羽化脱出したカミキリムシ3種の マツノザイセンチュウ保持数※)

I 研究目的

前節では、昭和55年12月に発生した県内各地の雪害木を対象として、マダラカミキリの寄生と材内のザイセンチュウの生息状態を調査し、ザイセンチュウが生息する雪害木へのマダラカミキリの寄生は、材線虫罹病木との距離に関係あることを報告した。ここでは、このような雪害木から羽化脱出した3種のカミキリムシ類のザイセンチュウ保持数、マダラカミキリの羽化脱出時期によるザイセンチュウ保持数の変動を調べ、雪害木の本病に対する感染源としての役割を明らかにしようとした。

II 調査方法

調査林は、材線虫罹病木から約20m離れた郡山市のアカマツ雪害林である。同林内の雪害木のうちカミキリムシ類の穿入孔があって、材内にザイセンチュウが生息している雪害木を選び、長さ1m(中央径7~17cm)に玉切った。なお、供試木の雪害形態は残存部、折損部の林床落下と林床に梢端部が付着の3種類であった。昭和57年4月下旬、現地で玉切った供試木40本を福島林試構内のアカ

※) 本節は日本林学会発表論文集⁵⁾に発表したものである。

マツ林内に運び、5月上旬から羽化脱出するカミキリムシ類の体重を測定した後、虫体を鋏で細かく切断し、ベルマン法で保持線虫を分離、計数した。また、線虫が多数分離された場合には、これを *Botrytis cinerea* 菌で培養し、ザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウを同定した。

III 結 果

羽化脱出したカミキリムシ類は、カラフトヒゲナガカミキリ、ヒゲナガモモフトカミキリおよびマダラカミキリの3種で、これらのうちマダラカミキリが約60%を占め、他の2種はそれぞれ20%であった。3種の線虫保持数と保持率を表-12に示す。

1. カラフトヒゲナガカミキリ

本種は5月中旬~下旬に28頭羽化脱出した。体重は 140.1 ± 18.0 mgであった。これらのうち、線虫を保持していたものが9頭(32%)で、1頭当たりの平均線虫保持数は132頭、最高保持数は2,050頭であった。線虫保持成虫4頭について線虫の種類を調べたところ、1頭からザイセンチュウが検出され、他はすべてニセマツノザイセンチュウであった。

2. ヒゲナガモモフトカミキリ

本種は5月下旬~6月中旬に26頭羽化脱出した。体重は 52.6 ± 4.6 mgであった。線虫を保持していたものはわずかに5頭(19%)、保持数も100頭以下で、平均2.4頭と少なかった。1頭について線虫の種類を調べたところ、ザイセンチュウやニセマツノザイセンチュウではなかった。

3. マダラカミキリ

本種は6月中旬~7月下旬に82頭羽化脱出し、体重 342.6 ± 21.0 mgと3種のなかでは最も大型であった。線虫保持率は63.4%と高率で、しかも平均保持数2,740頭と最も多く、5,001~10,000頭の保持虫が4頭(5%)、10,001頭以上が7頭(9%)に達した。28頭について線虫の種類を調査したところ、25頭がザイセンチュウを保持し、5頭がニセマツノザイセンチュウを保持していたが、両種を保持していたものも2頭認められた。

表-12. 3種のカミキリムシの線虫保持数

線虫保持数 (頭)	カミキリムシ [※] の種類別羽化脱出数 (頭)		
	カラフト	モモフト	マダラ
0	19	21	30
1 ~ 100	6	5	14
101 ~ 1,000	1	0	11
1,001 ~ 5,000	2	0	16
5,001 ~ 10,000	0	0	4
10,000 <	0	0	7
計	28	26	82
平均保持線虫数 (頭)	132	2.4	2,740
最高保持線虫数 (頭)	2,050	46	58,000
保持率 (%)	32.1	19.2	63.4

※ カラフト：カラフトヒゲナガカミキリ
 モモフト：ヒゲナガモモフトカミキリ
 マダラ：マツノマダラカミキリ

マダラカミキリの羽化脱出時期と脱出した成虫の線虫保持数との関係を表-13に示す。これによると本虫は6月中旬~7月中旬ころまで羽化脱出が認められ、そのピークは6月下旬にあると考えられる。羽化脱出した成虫の70%近くが線虫を保持していたが、脱出時期がおくれた成虫ほど線虫保持率が高まる傾向を示した。しかし、1頭あたりの線虫保持数では羽化脱出ピーク時の成虫で多かった。

表-13 マツノマダラカミキリ羽化脱出時期と線虫保持数

羽化脱出		線虫保持率(%)	1頭あたりの線虫保持数(頭)	
月・日	頭数(頭)		平均	最高
6.15 ~ 6.20	18	38.9	1,670	14,400
6.21 ~ 6.25	16	56.3	1,590	15,500
6.26 ~ 6.30	20	65.0	6,320	58,000
7.1 ~ 7.5	8	75.0	1,830	8,100
7.6 ~ 7.10	8	75.0	671	3,220
7.11以降	12	91.7	1,890	11,600

III 考察

以上述べたところから、材線虫病の被害林に近接した雪害木から羽化脱出したカミキリムシ3種のザイセンチュウ保持状況をみると、マダラカミキリがザイセンチュウ保持数、率ともに最も高く、ヒゲナガモモトカミキリは調査した範囲では全く保持せず、カラフトヒゲナガカミキリもきわめて低率であった。したがって雪害木から脱出したマダラカミキリが本病の媒介者として重要な役割をになうことが明らかである。本結果で述べたマダラカミキリの線虫保持状況と、東北地方において材線虫病の罹病木から羽化脱出したマダラカミキリのザイセンチュウ保持数³⁶⁾を比べると、保持率はほぼ同じであったが、保持数は1/2 ~ 1/3 とかなり低かった。一方、滝沢・庄司³⁸⁾の報告によると、カラフトヒゲナガカミキリのザイセンチュウ保持率は58%、平均保持数が4,200頭とかなり高いが、本結果では保持線虫の多くはニセマツノザイセンチュウで、ザイセンチュウの保持数はきわめて少なく、同氏らの結果とは必ずしも一致しなかった。

前節で述べたように、12月に発生したアカマツ雪害木が林内に放置されると、翌年、ザイセンチュウを保持したマダラカミキリの産卵対象木となり、産卵時にザイセンチュウが材内に侵入するものと推定される。これらの材内から羽化脱出するマダラカミキリは、本節で述べたとおり、かなりの高頻度でザイセンチュウを保持していることから、これらの雪害木が材線虫病の感染源となりうる危険性がある。

3節 アカマツ雪害木における被害形態および部位ごとのマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況[※]

1 研究目的

筆者は前節で、材線虫病汚染地に隣接するアカマツ林が雪害を受けると、雪害木は本病の感染源となる危険性のあることを指摘した。

本節では、雪害木の被害形態および部位ごとに、マダラカミキリの寄生とザイセンチュウの生息状態を調べ、それらの間における差を検討する。

※) 本節は日本林学会東北支部会誌⁹⁾に発表したものである。

II 材料と方法

昭和55年12月に発生したアカマツ雪害林で、材線虫罹病木との距離が20~1,500mに位置する郡山市および浅川町の6林分を調査対象とした。これらの調査林において、雪害木の残存部②を12本、折損部の林床落下木⑤を8本、同林床に梢端部の接触木③を3本および同かかり木④を5本供試した。②の根元径は9~22cm、長さは3~13m、⑤の元口径は7~15cm、長さは5~12m、以下③が10~12cm、5~12m、④が7~12cm、5~11mであった。

供試木はそれぞれ枝条を切り払い、幹の全面または片面を剥皮し、図-18, 19に示すように、②では折損部から下部に向かって、⑤, ③, ④では折損部位および梢端から中央に向かって1mごとと部位別に区分をして、材表面のカミキリムシ類の幼虫(カラフトヒゲナガカミキリとヒゲナガモモフトカミキリを含む)の穿入孔数を調べた。また一部の供試木については、部位と区分ごとに直径14mmのドリルで深さ5cmから材片を採取し、その含水率を測定するとともに、ベルマン法によって材内の線虫類(ニセマツノザイセンチュウを含む)を分離、計数した。なお、調査は昭和57年3~4月に行った。

II 結果と考察

1. 残存部②

残存部②における含水率、カミキリムシ類の穿入孔数および線虫類の材内生息数を部位と区分ごとに集計した結果は図-18に示すとおりである。なお、含水率の測定には6本、線虫類の計数には9本の供試木をあてた。

これによると、材内水分は主に折損部位から蒸発したようで、折損部位から離れるに従って含水率が30%~120%台まで徐々に高まっていた。カミキリムシ類の穿入孔数は、折損部位付近で材表面積1㎡あたり13~15個と多かったが、折損部位から離れるに従って徐々に少なくなっていた。

また、線虫類の材内生息数は、カミキリムシ類の穿入孔数と同様で、折損部位付近で絶乾重1gあたり60頭と多かったが、折損部位から離れるに従って徐々に減少していた。

ここで、含水率とカミキリムシ類の穿入孔数および線虫類の材内生息数の相関係数をみると、前者が-0.93**、後者が-0.91*となった。

折損部位から離れるに従って、カミキリムシ類の産卵加害および線虫類の生息数が少なくなるという結果は、残存部②の材内水分に

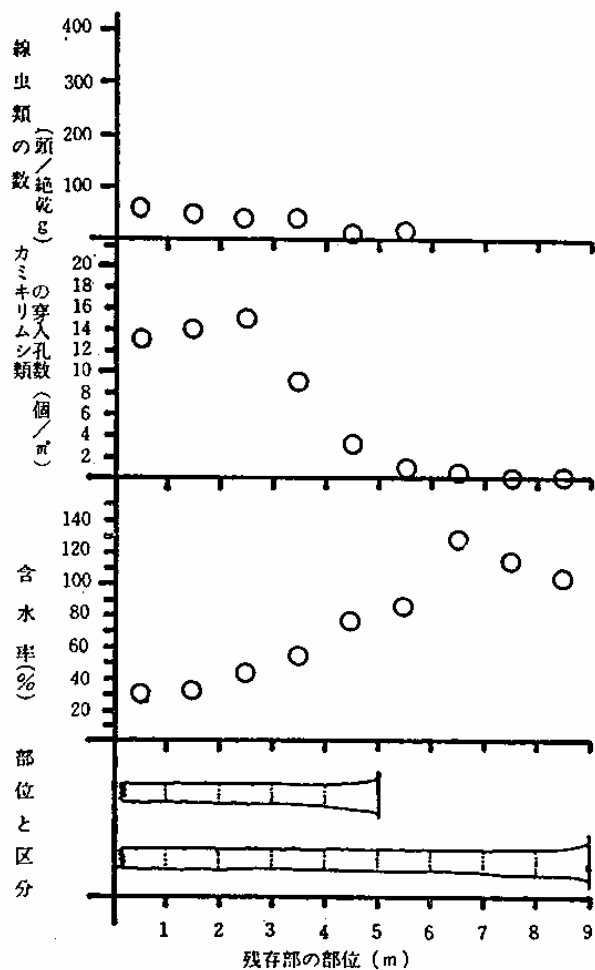


図-18. 残存部における含水率, カミキリムシ類の穿入孔数および線虫類数の平均値

関係するように考えられるが、この点については今後とも詳しい調査が必要である。

2. 折損部位⑥, ⑦, ⑧

折損部位における含水率、カミキリムシ類の穿入孔数および線虫類の材内生息数を部位と区分ごとに集計した結果は図-19に示すとおりである。なお、含水率の測定には林床落下木⑥が6本、林床に梢端部の接触木⑦が3本、また線虫類の計数には⑥, ⑦とも3本の供試木をあてた。ただしかかり木⑧についてはこれらの調査を行わなかった。

これによると、⑥および⑦の材内水分は折損部位および梢端部から蒸発したようで、それらの部位から中央部に向うに従って、含水率が30~50%から70~130%まで徐々に高まっていた。なお、⑥と⑦の二者間では地面に全面が接していない⑦で折損部位付近の含水率が低かったが、梢端付近では両者とも地面に接するためか差がなかった。カミキリムシ類の穿入孔数は、いずれの折損部にあっても、折損部位および梢端から中央部に向うに従って、材表面積1㎡あたり1~7個から15~20個まで徐々に多くなっていた。

なお、折損部位付近の穿入孔数は⑥, ⑧, ⑦の順で、また梢端付近では⑧, ⑥, ⑦の順で多かった。また、線虫類の材内生息数は⑦にあつてはカミキリムシ類の穿入孔数と同様で、おおむね折損部位および梢端から中央部に向うに従って多くなるようであったものの、⑥にあつては全体的に生息数が少なく、部位および区分間に特定の傾向がなかった。なお、⑥と⑦の二者間では全体的に⑦で材内生息数が多く、⑥で少なかったが、前回の調査⁹⁾では⑥が多かった。ここで、含水率とカミキリムシ類の穿入孔数の相関係数を⑥, ⑦でみると0.73**となった。

線虫類の材内生息数には部位と区分間に明らかな傾向がみられなかったものの、カミキリムシ類の穿入孔数は折損部位および梢端から中央部に向うに従って多い傾向にあったということは、折損部の長さが長いほどよくカミキリムシ類がつきやすく、短いほどつきにくいということを意味する。これらの現象は、雪害を受けてからカミキリムシ類が産卵するまでの間の材内水分の蒸散の仕方、つまり材の乾燥に関係するものと考えられるが、今後とも詳しい調査が必要である。

最後に、雪害木の韌皮部の状態を、緑色を保つ部分、緑色部と褐変部がある部分、褐変部分、乾燥部分の四型に分け、含水率の測定後マダラカミキリの強制産卵を行った昭和56年度夏の調査結果を図

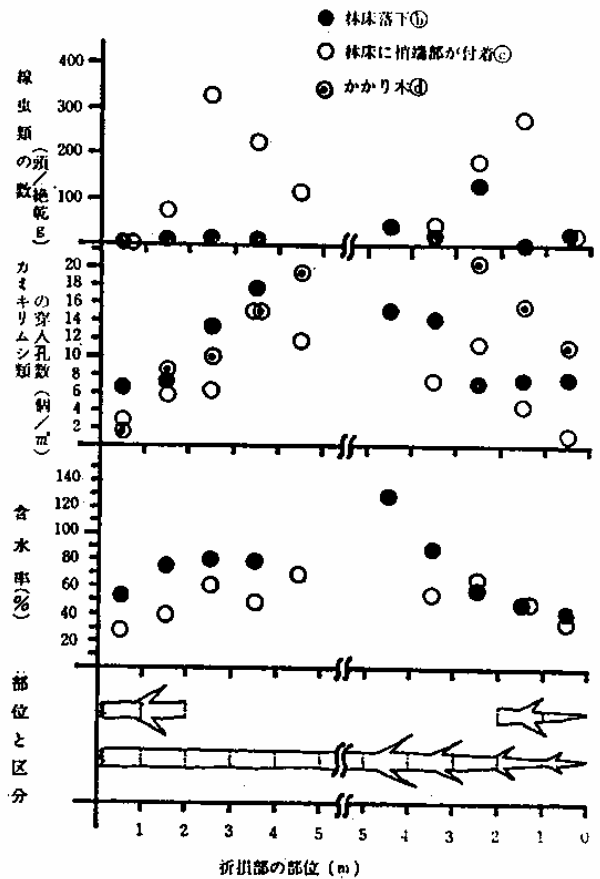


図-19. 折損部における含水率、カミキリムシ類の穿入孔数および線虫類数の平均値

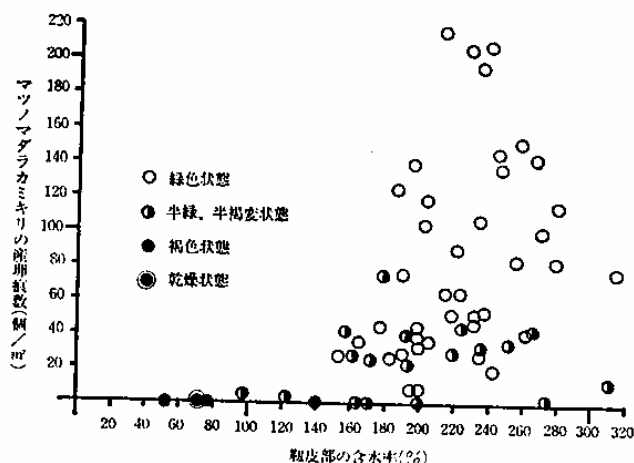


図 - 20. 雪害木の靱皮の状態および含水率と
マツノマダラカミキリの産卵

- 20に示したが、含水率がほぼ 150%以上あって靱皮部が緑色を保つ状態であれば、マダラカミキリの産卵は可能であるという結果であった。

IV おわりに

昭和55年12月に発生した雪害木について、マダラカミキリの寄生状況などを調査したが、折損部においてはその長さが短かいほど寄生しにくく、また靱皮部が褐変または乾燥していれば、マダラカミキリの産卵は不可能であるという結果が得られた。

今後は、これらの結果にもとづいて、マツ類材線虫病汚染地周辺のマツ林について、マツの除間伐の時期ならびにその方法などを検討したい。

4 章 材線虫病の発生予測に関する研究

1 節 東北地方におけるマツノマダラカミキリの有効産卵期間と材線虫病^{※)}

I 研究目的

材線虫病の被害発生分布の指標は、年平均気温、MB指数³⁵⁾、総合気候環境要因³⁴⁾などによって行われている。しかし、昭和50年に東北地方へ侵入してきた本病³³⁾は、これらの指標よりかなり低い値でも、毎年被害を繰り返している。

そこで、産卵されたマダラカミキリが、1年1世代成虫となりうる産卵期間（有効産卵期間）、および本県において材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における気温の最低記録値から、東北地方における本病の被害発生分布について、年次ごとの発生予測を行った。

本報では、昭和52、53年の東北地方におけるマダラカミキリの有効産卵期間の分布を検討する。

II マダラカミキリの有効産卵期間

1. マダラカミキリの産卵開始期

マダラカミキリの産卵開始期は、羽化脱出90%時点（1章の2節を参照）、すなわち春からの積算温量で500日度（1章の1節を参照）とした。

2. 1年1世代で羽化脱出できるマダラカミキリの産卵終期

産卵から冬までの積算温量が350日度（1章の2節を参照）を保有する時点のマダラカミキリの産卵終期とした。

3. マダラカミキリの有効産卵期間

春からの積算温量が500日度となる時点を開始とし、冬まで350日度を保有する時点を終点とする期間、すなわち次年度マダラカミキリの1年1世代成虫が発生する産卵期間を、有効産卵期間とした。

なお、福島県で材線虫病が昭和50年に相馬、いわき、郡山の3市で発生したが、この年の夏は猛暑であった。しかし、昭和51年は駆除効果と冷夏があいまって、被害の拡大はさほどみられなかった。昭和51年の上記3市におけるマダラカミキリの有効産卵期間、昭和52年以降の日平均気温の算出法は毎正時24回合計気温の平均値であるが、昭和51年以前は（最高+最低気温）/2である、はそれぞれ43,56,51日であった。昭和51年の日平均気温の算出法は、52年以降と比べて高い値になる傾向があるため、本県において材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域におけるマダラカミキリの有効産卵期間の最低記録値、すなわち昭和51年の値は、現在の算出法ではほぼ30~40日に相当するものと思われる。

III 東北地方におけるマダラカミキリの有効産卵期間

昭和52、53年の東北地方におけるマダラカミキリの有効産卵期間の分布を、各県の気象月報から求めたが、結果は図-21、22に示す。

※) 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。

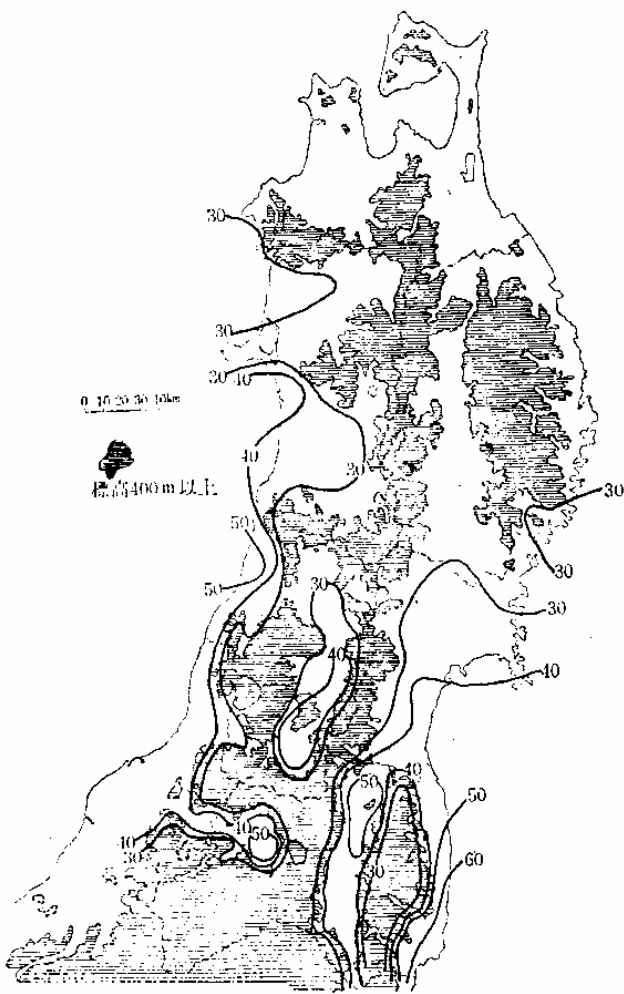


図-21. 昭和52年におけるマツノマダ
ラカミキリの有効産卵期間

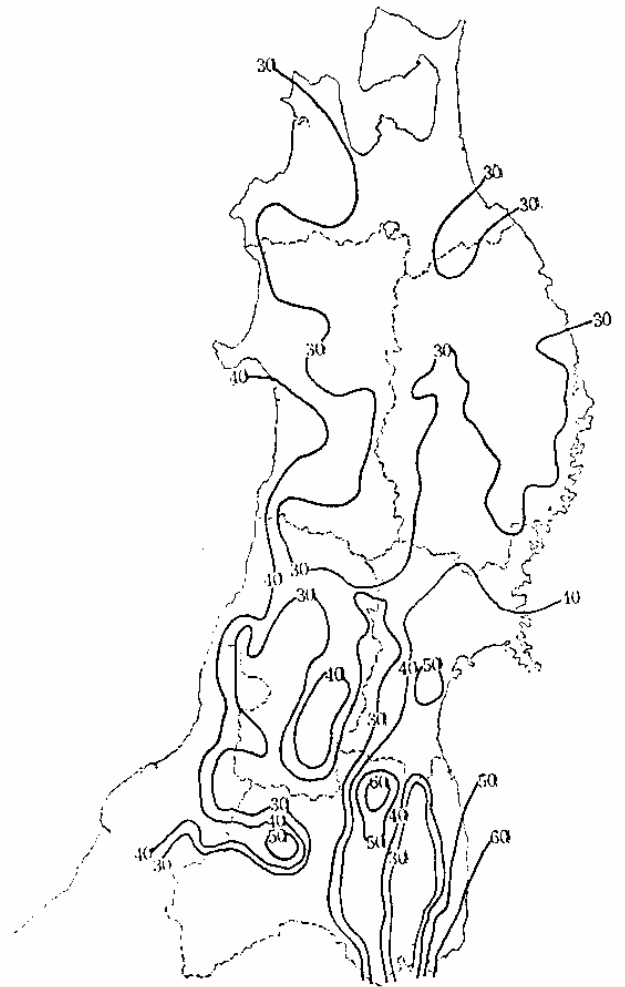


図-22. 昭和53年におけるマツノマダ
ラカミキリの有効産卵期間

1. 青森県

昭和52年は、マダラカミキリの有効産卵期間が30日を越える地域が全くなかったが、53年は猛暑のため、津軽平野の八戸附近に30～40日の期間がみられた。

2. 岩手県

昭和52年は、マダラカミキリの有効産卵期間が30日を越える地域は大船戸附近だけであったが、53年は北上盆地と三陸沿岸の岩泉附近の平地までに、30～40日の期間がみられた。

3. 秋田県

昭和52, 53年と、マダラカミキリの有効期間が30～50日の地域が、能代, 秋田平野鷹巣横手盆地にみられた。

4. 宮城県

昭和52年は、西部の丘陵地帯と山地帯を除くすべての地域で、マダラカミキリの有効産卵期間が30～50日みられた。53年は、山地帯を除くすべての地域が30～60日の期間内にあった。

5. 山形県

昭和52, 53年ともほぼ変わりなく、マダラカミキリの有効産卵期間が30~50日の地域が、庄内平野と新庄, 山形, 米沢の各盆地にみられた。

6. 福島県

昭和52, 53年ともほぼ変わりなく、マダラカミキリの有効産卵期間が30~70日の地域が、山地帯を除く浜, 中通りの平地において、また会津盆地においてみられた。

最後に、昭和52年のマダラカミキリの有効産卵期間が30日以上地域は、これまでに行なわれた東北地方のマダラカミキリ分布調査^{19, 37)}の結果とほぼ符合することを付記する。

2節 東北地方における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—^{※)}

I 研究目的

大量かつ継続的に材線虫病の被害が発生するためには、マダラカミキリの有効産卵期間内に、マツ類が本病に罹病し、本虫の産卵対象木となる必要がある。材線虫病の発病機構は、いまだ解明されていないが、温度や降水量などおよびこれらに関連したマツ個体における本病の感受性、立地条件などが、発病に関して重要な影響を持つことが予想されている^{15, 16, 34)}。

ここでは、マツノマダラカミキリの羽化脱出期から、次年度1年1世代で羽化脱出できる産卵終期までの間(有効発病期間)において、本病が発病しうる温度の指数を日平均気温で25℃^{14, 27, 34)}以上とし、本県において本病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における気温の最低記録値から、東北地方における本病の被害発生分布について、年次ごとの発生予測を行う。

II 材線虫病の発生に関する指数—1

マダラカミキリの羽化脱出開始期を、春からの積算温量で300日度(1章の1節を参照)時点とし、産卵されたマダラカミキリが1年1世代で羽化脱出できる産卵終期までの間(有効発病期間)において、日平均気温が25℃を越える日数を、発病指数—1とした。

なお、福島県で材線虫病の被害が、大量かつ継続的に発生している地域における発病指数—1の最低値は、昭和51年に記録したが、相馬, いわき, 郡山3市のそれぞれの値が、11, 16, 13日であったことから、現在の気温の算出法で10日前後が最低値と推定される。

昭和52, 53年の東北地方における発病指数—1の分布を、各県の気象月報から求めたが、結果は図—23, 24に示す。

1. 青森県

昭和52年は、発病指数—1が10日~20日の地域が弘前市附近だけにみられたが、53年は山地帯を除くすべての地域で10日~30日を記録した。

2. 岩手県

昭和52年は、発病指数—1が10日~20日の地域が二戸と、釜石市附近及び北上盆地にみられたが、

※) 本節の一部は日本林学会東北支部会誌²⁾に発表したものである。

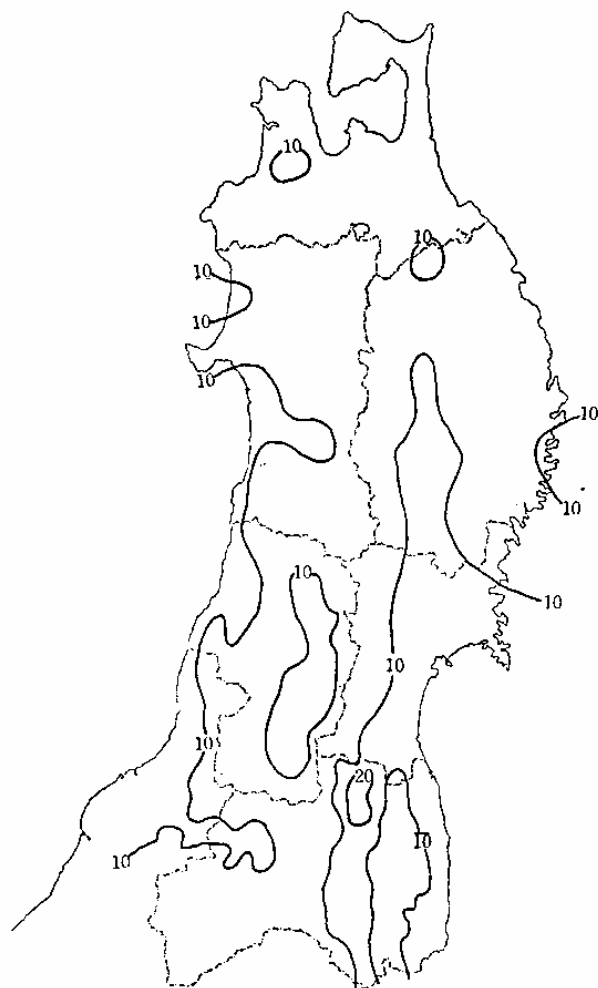


図-23. 昭和52年における材線虫病の発病に関する指数-1

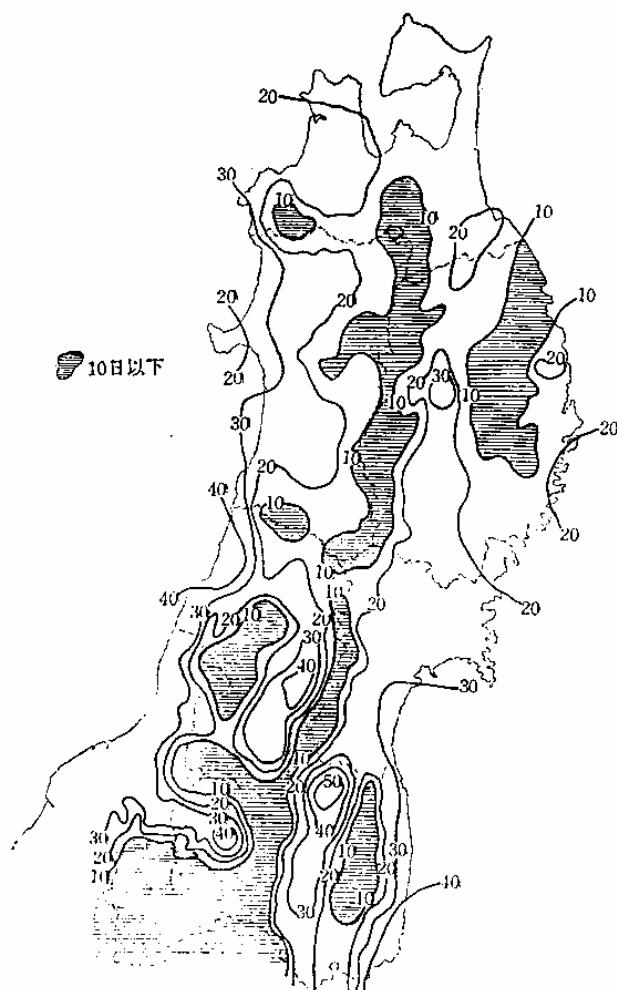


図-24. 昭和53年における材線虫病の発病に関する指数-1

53年は山地帯と種市町附近を除くすべての地域で10日~40日を記録した。

3. 秋 田 県

昭和52年は、発病指数-1が10日~20日の地域が、能代、秋田平野及び横手盆地の一部にみられたが、53年は山地帯を除くすべての地域で10日~40日を記録した。

4. 宮 城 県

昭和52年は、発病指数-1が10日~20日の地域が、仙台平野だけにみられたが、53年は山地帯を除くすべての地域で10日~40日を記録した。

5. 山 形 県

昭和52年は、発病指数-1が10日~20日の地域が、山地帯を除くほとんどすべての地域にみられたが、53年はその期間が増え20日~50日となった。

6. 福 島 県

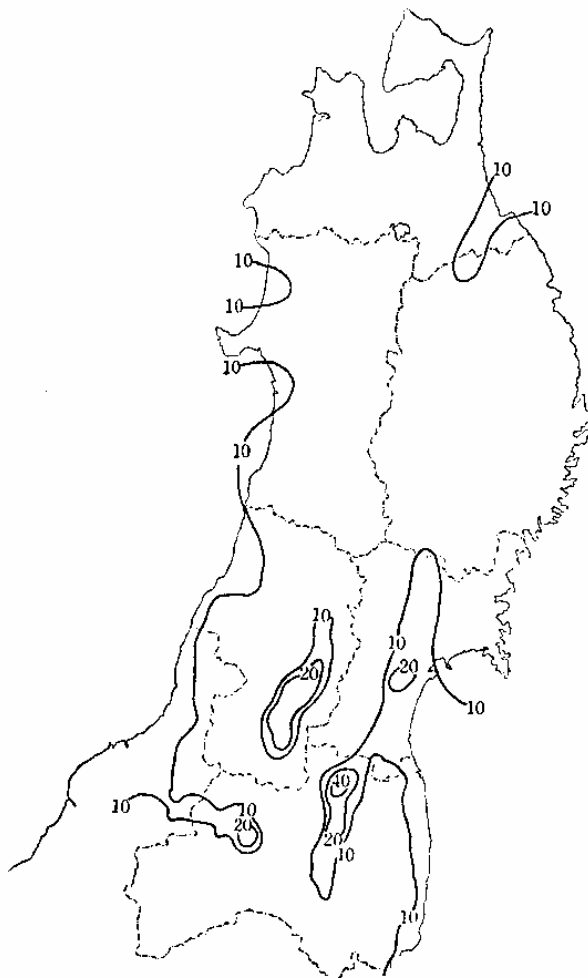
昭和52年は、発病指数-1が10日~20日であった浜、中通り及び会津の平地が、53年は20日~60日となった。なお、昭和52年度において、10日以上を記録した地域は、標高がほぼ400m以下に相当した。

III 材線虫病の発生に関する指数－2

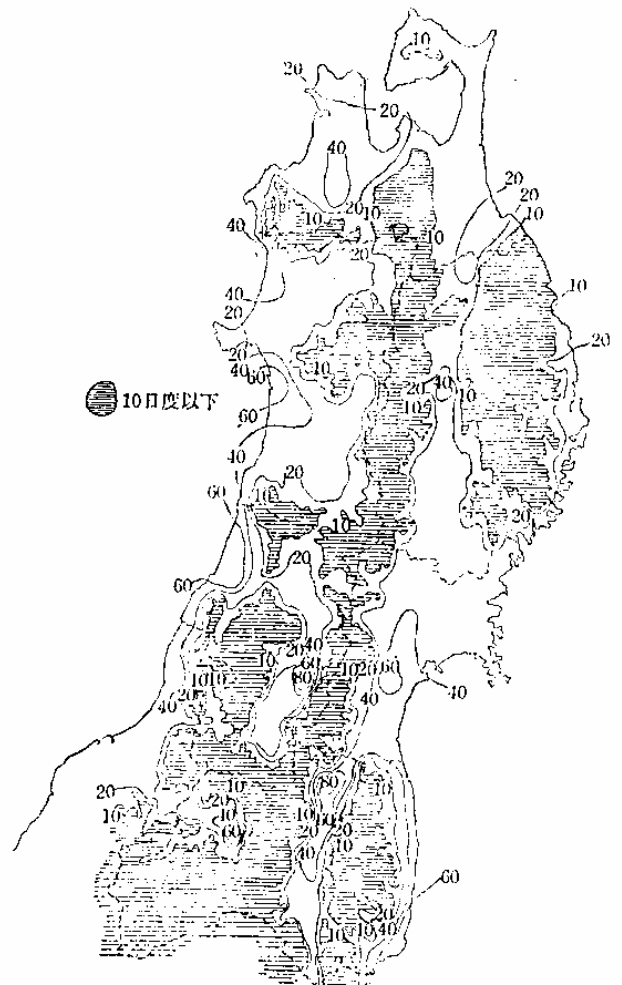
有効発病期間内において、日平均気温が25℃を越える気温から、25℃を差し引いた残差値の積算量を求め、発病指数－2とした。なお、福島県で材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における発病指数－2の最低値は昭和51年に記録したが、16日度であったことから、現在の気温の算出法で10日度前後が最低値と推定される。

昭和52、53年の東北地方における発病指数－2の分布を各県の気象月報から求めたが、結果は図－25、26に示す。

発病指数－2からの材線虫病の被害発生分布についての予測は、発病指数－1とほぼ同じ分布の傾向を示したが、より狭い範囲となった。なお、標高が400 m以上の地域は、猛暑の昭和53年でも発病指数－2が10日度を越すところがないことから、標高が高まると発病を抑制する環境因子が働く¹⁷⁾とする現象を裏づけるものと思われる。



図－25. 昭和52年における材線虫病の発病に関する指数－2



図－26. 昭和53年における材線虫病の発病に関する指数－2

IV おわりに

福島県で材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域の発病指数の最低値から、東北地方における被害発生分布について、年次ごとの発生予測を行ったが、夏の気温が高い年すなわち猛暑ほど、被害発生の分布が拡大する傾向がうかがえた。

なお、発病指数に関していずれがよく適合するかは、今後の検討課題としたい。

3 節 福島県における材線虫病の被害分布と発生予測の関係

I 研究目的

前節では2通りの方法、すなわち材線虫病の発生に関する指数-1および2によって、昭和52, 53年の東北地方における本病の発生予測を行った。それから7年が経過したが、本県における本病の被害は収まることなく、夏が暑い年を境に増加を続けている。

本節では、本県の昭和60年度における材線虫病の広がりから、2通りの予測のうちどちらが現実的に適合するかを検討する。

II 材線虫病の発生予測の検討

まず、本県における材線虫病の被害を表-14に示す。これによると、猛暑の年の被害材積は対前年の平均でほぼ2倍となり、また冷夏にあっては、昭和55年12月の雪害の影響(3章を参照)が現われた57年の被害を除けば、対前年の平均で1.2倍ほどとなったことから、猛暑の年は被害の増加が著しいものの、冷夏ではさほどではないといえよう。

表-14. 福島県における材線虫病の年次別被害材積

昭和・年度	夏(7,8月)の暑さ	総被害材積	前年の被害 本年の被害
52年	平年並	610 ^{m³}	-
53	猛暑	1,400	2.30
54	猛暑	2,750	1.96
55	冷夏	3,300	1.20
56	冷夏	4,480	1.36
57	冷夏	16,700	3.73
58	やや冷夏	16,400	0.98
59	猛暑	29,400	1.79
60	猛暑	52,400	1.78

(県森林保全課による集計)

次に、本県で材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における発病指数の最低記録値は、前節では昭和51年の値、すなわち指数-1を10日前後、指数-2を10日度前後としたが、昭和55年には前者が数日、後者が数日度であったことから、発生予測の基準最低値は昭和51年の値よりさらに低下することも考えられる。しかし、前述したように、昭和51年の被害も55年と同様で、さほど増加がみられなかったことから、本病被害が増加し、大量かつ継続的に発生するための基準最低値は、昭和51年の値を採用してもよいと考えられる。

そこで、本県において夏期の暑さが平年並であったと考えられる、昭和52年度における材線虫病の発生に関する指数-1と、昭和60年度までの本病の広がりを図-27に示す。

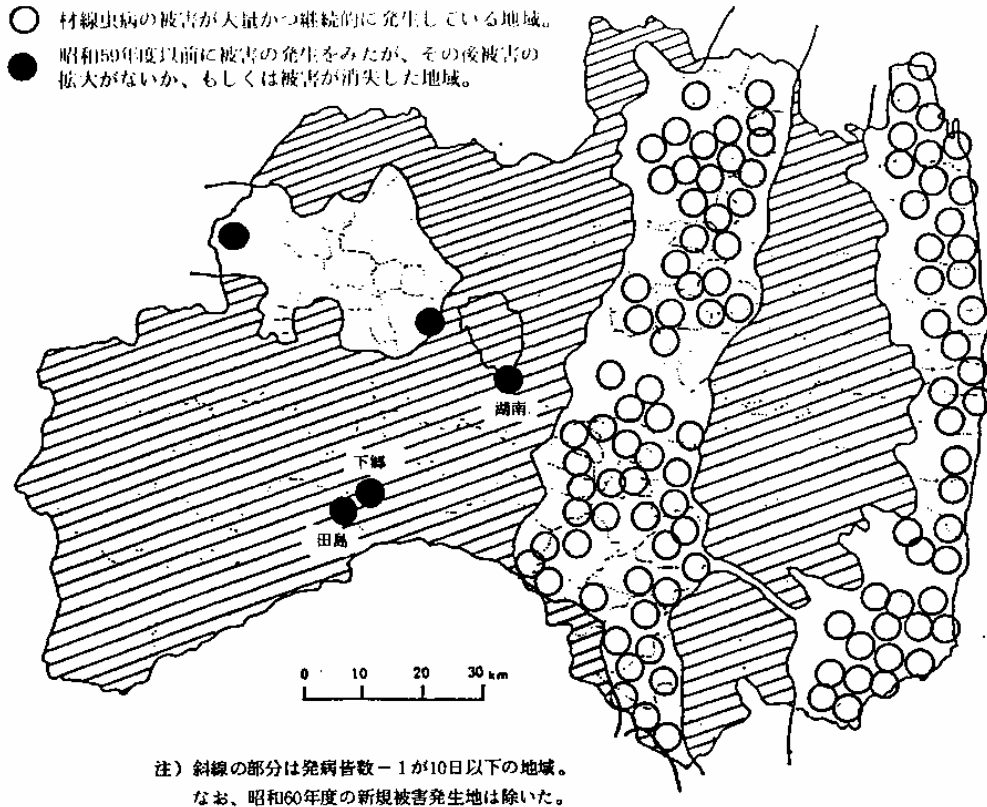


図-27. 福島県における昭和60年度の材線虫病の分布と、夏期の気温が平年並と考えられる昭和52年度の発病指数-1の関係

それによると、現在までの材線虫病の広がりや発病指数-1が基準最低値を越える地域は、よく付号していることから、本病が大量かつ継続的に発生しやすい危険地域は、マダラカミキリの羽化脱出期から、次年度1年1世代成虫が出現できる産卵終期までの期間内で、日平均気温が25℃を越える日数がほぼ10日以上地域と推定される。なお、昭和52年度の発病指数-2と本病の被害分布は符合しなかった。

III おわりに

材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生する地域の予測を行ったが、予測から外れた地域において本病が発生しないということではない。例えば、猛暑で発病指数-1が基準最低値を越えれば、被害の発生、拡大が考えられよう。さらに、夏期の気温が平年並であっても被害の発生をみることはあろうが、これらの地域では、被害の拡大性は低いものと考えられるということである。なお、これらの予測は、県下で実施している被害木の伐倒駆除効果が前提となっており、被害木を放置した場合の予測ではないことを付記する。

摘 要

まえがき

福島県においては、材線虫病の被害が昭和50年度に初めて確認されたが、昭和60年度の被害は5万㎡強という膨大な数量となり、中、浜通りの低地にあるマツ林の多くは本病の被害を多少なりとも受

けて、激害化への移行が危惧されている。

本報告は、材線虫病の伝播者であるマツノマダラカミキリの生態を中心に、雪害木と本病の係り合い、また本病の発生予測などについて、過去10年間の結果をとりまとめたものである。

1章 マツノマダラカミキリの生態に関する研究

1節 マツノマダラカミキリの羽化脱出経過

1) マツノマダラカミキリの羽化脱出経過は、寄生するマツ丸太の太さによって遅速が生じた。ちなみに、5cmと10cmの直径の丸太を比べると、後者は9日ほど羽化脱出が遅れ、積算温量で60日度ほどの差がみられた。

2) また、直径10cmほどのマツ丸太を日陰、日当中庸そして日当りのマツ林に設置したところ、マツノマダラカミキリの羽化脱出経過は、前二者間では積算温量で125日度、日数で3週間ほど、また後二者間ではそれぞれ60日度、1週間ほどの差がみられた。なお、日当中庸設置から羽化脱出するマツノマダラカミキリの積算温量は、開始期で300日度、50%期で400日度、90%期で500日度ほどであった。

3) マツ丸太の直径が10cmほどで、日当中庸なマツ林での県内各地域における平年のマツノマダラカミキリ羽化脱出経過は、図-3から判読される。一方、空散による予防散布の時期は、羽化脱出が遅れる年度などを想定し、平年の適期より若干遅めが適当かも知れない。なお、1年1世代と2年1世代成虫の羽化脱出経過は、ほとんど差がなかった。

2節 マツノマダラカミキリの産卵時期と1年1世代の成虫出現割合

1) マツノマダラカミキリの産卵は、累積羽化脱出率がほぼ90%に達した時点頃から初まり、盛夏にピークを迎え、9月末頃まで続いた。

2) 産卵されたマツノマダラカミキリは、冬まで積算温量を350日度ほど保有すれば、1部が体重300mgほどの4齢虫となり、100mg強の1年1世代成虫で羽化脱出できるものと推定された。なお、積算温量がほぼ350日度未満のものは、すべて2年1世代となるようであった。

3) 県内各地域における平年のマツノマダラカミキリ1年1世代成虫出現の産卵期間は、図-12から判読される。なお、材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域において、1年1世代成虫出現の産卵期間が最も短い地域は、白河および相馬市などで、10%以上出現の産卵期間が、平年値で30~35日であった。

3節 マツノマダラカミキリの蛹室の形成状態

蛹室形成の早いマツノマダラカミキリは、9月中旬頃から蛹室の入口に木屑をつめ始め、10月中旬頃には完成状態にあった。また、木屑をつめる時期は、日平均気温が11~12℃の11月上・中旬までであり、この時点で未完成の場合は翌年暖かくなってから再びつめ始め、完成させるものと思われた。なお、産卵時期が早いマツノマダラカミキリほど、完成状態にある蛹室入口の木屑は厚いものであった。

2章 マツノザイセンチュウに関連した研究

1節 マツノマダラカミキリが寄生するマツ丸太の太さと羽化脱出成虫のマツノザイセンチュウ保持数

マツノマダラカミキリの寄生するマツ丸太の太さと、羽化脱出成虫のマツノザイセンチュウ保持数には相関がみられず、細い枝からの羽化脱出成虫もかなりのマツノザイセンチュウを保持した。

2節 材線虫病被害丸太を製材したときの厚さがマツノマダラカミキリ幼虫とマツノザイセンチュウの密度低下におよぼす影響

厚さ1.5 cm以下の板に製材すると、マダラカミキリの蛹室は破損する割合が高く、冬期間65日の天然乾燥を行った結果、ほぼ90%以上の幼虫が死亡した。また、厚さ3.0 cm以下の板に製材し、同様に天然乾燥をすると、板の含水率が平衡含水率まで低下し、マツノザイセンチュウはほぼ死滅した。

3節 材の乾燥とマツノザイセンチュウの生息状況

材の含水率と材内のマツノザイセンチュウ生息数の関係は、含水率が20%を割ると生息数の低下が著しくなり、さらに平衡含水率に近づくとつれて生息数が極端に減少し、16%では絶乾重1 gあたり1頭以下となった。

3章 材線虫病の感染源としての雪害木に関する研究

1節 アカマツ雪害木に対するマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況

昭和55年12月に阿武隈山地を中心に未曾有の雪害が発生したが、アカマツ雪害木は翌年の夏にマツノマダラカミキリの産卵対象木となった。さらに、材線虫病罹病木からほぼ700 m離れた雪害木では、樹体内よりマツノザイセンチュウが多数検出された。

2節 アカマツ雪害木から羽化脱出したカミキリムシ3種のマツノザイセンチュウ保持数

材線虫病罹病木より約20 m離れたアカマツ雪害林より材料を供試し、昭和57年の夏に羽化脱出するカミキリムシ成虫のマツノザイセンチュウ保持数を調べた。その結果、ヒゲナガモモトカミキリはマツノザイセンチュウを保持しなかったものの、カラフトヒゲナガカミキリとマツノマダラカミキリは保持していた。特に、マツノマダラカミキリは保持数および率とも高かった。

3節 アカマツ雪害木における被害形態および部位ごとのマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況

雪害木の残存部では、カミキリムシ類（ヒゲナガモモトカミキリとカラフトヒゲナガカミキリを含む）の穿入孔が折損部付近で多く、また材内生息線虫類（ニセマツノザイセンチュウを含む）も同様な傾向にあった。一方、折損部では、折損部付近および梢端部から離れ、中央部に向うに従ってカミキリムシ類の穿入孔が多かったものの、材内生息線虫類には明らかな傾向がみられなかった。

なお、雪害木は韌皮部が生々しい状態であれば、マツノマダラカミキリの産卵を受けるものと考えられた。

4章 材線虫病の発生予測に関する研究

1節 東北地方におけるマツノマダラカミキリの有効産卵期間と材線虫病

産卵されたマツノマダラカミキリが1年1世代で羽化脱出できる産卵期間を有効産卵期間とし、本県で材線虫病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における最低記録値、30～40日、が東北地方にどのように分布するかを、昭和52、53年の気象値から検討した。その結果、昭和53年は猛暑のためか、最低値の分布はかなりの高海拔地までみられたが、昭和52年の分布範囲はこれまで調査されたマツノマダラカミキリの分布範囲とほぼ一致した。

2節 東北地方における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—

大量かつ継続的に材線虫病の被害が発生するためには、マツノマダラカミキリの有効産卵期間内にマツ類が本病に罹病し、本虫の産卵対象木となる必要があると考えた。そして、羽化脱出から次年度1年1世代成虫が出現できる産卵終期までの間（有効発病期間）で、材線虫病が発生する温度の指数

を日平均気温が25℃以上とし、本県で本病の被害が大量かつ継続的に発生している地域における最低記録地(指数-1:25℃以上の日数が10日前後,指数-2: Σ (日平均気温-25)℃が10日度前後)が、東北地方にどのように分布するかを、昭和52,53年の気象値から検討した。その結果、昭和52年における指数-1の最低値の分布は、本県では標高がほぼ400mに相当したが、北部の県にむかうほど標高が低下した。昭和53年は猛暑のためか、最低値の分布は、さらに高海拔地まで広がった。一方、指数-2の最低値の分布範囲は、指数-1より狭いものとなった。

3節 福島県における材線虫病の被害分布と発生予測の関係

材線虫病の発生予測を行ってから、7年が経過したが、本県における本病の被害は収ることなく、夏が暑い年を境に増加している。そこで、本県における昭和60年度までの本病の広がり、夏の暑さがほぼ平年並であったと考えられる昭和52年の発生予測との関係を検討した。その結果、材線虫病が大量かつ継続的に発生している地域は、発病指数-1が基準最低値以上の地域、すなわちマツノマダラカミキリの羽化脱出開始期から次年度1年1世代成虫が出現できる産卵終期までの期間内で、日平均気温が25℃を越える日数が、ほぼ10日以上地域にはほぼ符合した。

参 考 文 献

- 1) 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31:158~161,1979
- 2) — :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—日林東北支誌31:162~164,1979
- 3) — :マツノマダラカミキリの蛹室の形成状態。日林東北支誌32:198~199,1980
- 4) — :材線虫病被害丸太を製材したときの厚さがマツノマダラカミキリ幼虫とマツノザイセンチュウの密度低下におよぼす影響。日林東北支誌33:192~194,1981
- 5) — :アカマツ雪害木から羽化脱出したカミキリムシ3種のマツノザイセンチュウ保持数。94回日林論:473~474,1983
- 6) — :松の枯損防止新技術に関する総合研究—マツノマダラカミキリの天敵利用技術に関する研究—。福島県林試研報16:1~22,1984
- 7) — :福島県におけるマツの枯損動態に関する研究(VII)枯損木におけるマツノマダラカミキリの寄生部位。日林東北支誌37:253~255,1985
- 8) — ・斎藤勝男:アカマツ雪害木に対するマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況について。94回日林論:471~472,1983
- 9) — ・ — :アカマツ雪害木における被害形態および部位ごとのマツノマダラカミキリの寄生とマツノザイセンチュウの生息状況。日林東北支誌35:139~141,1983
- 10) — ・常田邦彦:松喰虫被害木駆除効果のバラツキ(I)蛹室形成状態。91回日林論:347~350,1980
- 11) 千村俊夫:松の枯損防止新技術に関する総合研究、周辺技術(被害材の処理試験)。55年度資料、林野庁、1981
- 12) 遠田暢男:マツノマダラカミキリの生活史。森林防疫25:182~185,1976
- 13) 藤下章男:松くい虫枯損木の駆除技術に関する二、三の考察(I)マツノマダラカミキリの寄生

- 部位と薬剤処理技術。森林防疫33：197～202，1984
- 14) 橋本平一：マツノザイセンチュウその後の研究－感染から発病までの線虫とマツの相互関係をめぐって－。森林防疫24：184～192，1975
 - 15) — ：マツノザイセンチュウの寄生性発現に關与する環境条件。森林防疫25：175～177，1976
 - 16) — ：かん水条件の異なるクロマツ苗におけるマツノザイセンチュウの動態とマツ苗の病態反応（マツ類材線虫の防除に關する研究）。農林水産技術會議、研究成果96：55～58，1977
 - 17) — ・川畑克己：マツノザイセンチュウ及びマツノマダラカミキリの標高別分布と材線虫病の被害発現との關係（—）。—，—：51～53，1977
 - 18) — ほか：マツノザイセンチュウおよびマツノマダラカミキリの標高別分布と被害発生との關係。85回日林講：253～256，1974
 - 19) 早坂義雄・小原憲由：宮城県におけるマツノマダラカミキリの分布について。日林東北支誌30：123～126，1978
 - 20) 堀川彌太郎・有田勝彦：松の枯損防止新技術に關する総合研究 周辺技術（被害木の処理技術の改良開発）。55年度資料、林野庁、1981
 - 21) 井戸規雄・小林一三：マツノマダラカミキリの羽化脱出後の移動分散（マツ類材線虫の防除に關する研究）。農林水産技術會議、研究成果96：87～88，1977
 - 22) 五十嵐正俊：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態（Ⅱ）自然温度下における幼虫の發育経過。林試東北支場年報8：126～138，1977
 - 23) 岩崎 厚・森本 桂：マツノマダラカミキリに關する研究（Ⅰ）羽化脱出から餌木に集まるまでの期間。日林九支研論26：205，1973
 - 24) 勝部理市・中村正樹：松の枯損防止新技術に關する総合研究、周辺技術（被害材の早期利用）。55年度資料。林野庁、1981
 - 25) 川畑勝己：野外におけるマーク虫放虫による産卵期の移動分散調査（マツ類材線虫の防除に關する研究）。農林水産技術會議、研究成果96：90～91，1977
 - 26) 岸 洋一：茨城県におけるマツノザイセンチュウによるマツ枯損と防除に關する研究。茨城県林試研報11：1～83，1980
 - 27) 清原友也：マツノザイセンチュウを接種したクロマツ苗の発病に及ぼす温度の影響（マツ類材線虫の防除に關する研究）。農林水産技術會議、研究成果96：54～55，1977
 - 28) 小林富士雄：マツノマダラカミキリの生理および生態（森林病虫獣害防除技術）。全国森林病虫獣防除協會：224～269，1982
 - 29) 小林好紀：針葉樹ラミナの天然乾燥（Ⅰ）。木材工業34：349～352，1979
 - 30) 森本 桂・岩崎 厚：マツノマダラカミキリに關する研究（Ⅹ）幼虫の脱皮回数。85回日林論：227～228，1974
 - 31) 中根 勲：2回越冬幼虫の状況とマツノザイセンチュウ保持状況。日林関西支講26：228～231，1975
 - 32) 佐藤平典・作山 健：岩手県におけるマツ材線虫病（マツくい虫の被害）の状況と防除。岩手県林試成報15：29～64，1982
 - 33) 庄司次男ほか：宮城県石巻市とその周辺におけるマツ類材線虫病の分布実態調査。森林防疫25：

53 ~ 56 , 1976

- 34) 竹下敬司ほか：西日本におけるマツの立枯れと環境 福岡県林試時報24：1 ~ 45 , 1975
- 35) 竹谷昭彦ほか：マツの激害型枯損木の発生環境 - 温量からの解析 - 。日林誌57：169 ~ 175 , 1975
- 36) 滝沢幸雄：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態 (VII) 宮城県産成虫のマツノザイセンチュウ保持数とアカマツ苗木への摂食試験。日林東北支誌31：153 ~ 155 , 1979
- 37) — ほか：東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態 - 盛岡における飼育結果を中心に - 。森林防疫28：84 ~ 89 , 1979
- 38) — ・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
- 39) 富樫一己：マツ枯損予防のための殺虫剤散分時期に関するモデルとその一適用例。日林誌62：381 ~ 387 , 1980
- 40) 山根明臣：マツノマダラカミキリ成虫の行動習性。森林防疫24：211 ~ 213 , 1975