

マツの材線虫病の感染源に関する 生態学的研究 (Ⅱ)

——非激害型アカマツ林分におけるマツノマダラカミキリの
生態とその駆除方法について——

中井 勇・二井 一禎・赤井 龍男

Ecological studies on the infection sources of pine wilt (Ⅱ)

——On the life history of the Japanese sawyer and its exterminatory
methods in slightly damaged pine forests.——

Isamu NAKAI, Kazuyoshi FUTAI, Tatsuo AKAI

要 旨

本報告ではマツの材線虫病による非激害型アカマツ林分におけるマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE) の生態とその駆除方法が検討されている。調査は京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地の天然生アカマツ (*Pinus densiflora* S. et Z.) 林を対象として、1983、1984年に行なわれ、その結果は次のとおりであった。

マツノマダラカミキリ成虫の羽化脱出は6月13日に始まり7月30日に終った。羽化脱出時の有効積算温度は350日度、50%脱出時には620日度であった(1984)。

枯損木におけるマツノマダラカミキリ成虫の後食痕は新食痕では1～3年枝で、旧食痕は2～4年枝で多くみられ、後食量の多いマツは早期に枯れ症状を示した。

マツノマダラカミキリ幼虫の材内への穿入は早期に枯れ症状を示したマツで多かった。

マツノマダラカミキリ幼虫の穿入数に対する老熟幼虫数は約50%で、羽化脱出成虫数は約25%であった。

枯損木を秋期(10月20日)に伐倒し、薬剤処理したものはマツノマダラカミキリの殺虫効果がたかかった。また、被害材を割って薬剤処理する方法では極めてたかい駆除効果を示した。

被害材の割材化はそれ自体で丸太材の薬剤処理に匹敵する効果を示したことは枯損林、木が遠隔地や地形的に急峻な場所にあり薬剤処理の困難な場合には非常に有効な手段と考えられる。

は じ め に

全国的規模で拡っているマツの集団枯損はわが国の森林資源の莫大な損失を招いている。この被害のメカニズムは数多くの研究で明らかにされるとともに被害の蔓延を防ぐための種々な防除対策が構じられてきているが、マツの枯損は依然として猛威を振って、その防除のむづかしさを物語っている。

防除の基本はマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* STEINER & BUHRER, 以下材線虫とする) やその伝播者であるマツノマダラカミキリ (以下カミキリとする) が生息する被害材を完全に駆除することである。

カミキリの駆除に関しては薬剤の種類と散布時期¹⁻⁸⁾, 薬剤の残留^{9,10)}, 被害材の物理的処理¹²⁻¹⁴⁾などの報告があるが, いずれの場合でも完全な駆除効果は示されておらず, 現在もなお駆除効果のバラツキの原因を究明する努力が続けられている^{7,8)}。

上賀茂試験地におけるマツの集団枯損は1965年頃から発生し始めているが, 九州や南紀地方でみられたような激害型ではない。本調査は非激害型林分でのマツ枯れ被害を最小限に喰い止める防除対策として, 材線虫の伝播者であるカミキリの加害状況を明らかにし, 併せてカミキリの効果的な駆除方法を検討している。

本論に先立ち, 本調査において終始有益な助言を賜った本学演習林の古野東洲助教授, 上田晋之助助手に深謝する。なお, 本調査は上賀茂試験地の業務の一環として全職員が取り組んだものであって, 赤井が総括し, 二井が材線虫を担当し, 中井がとりまとめた。

試験地の概況

調査地である京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地は京都市の北部郊外にあって, 北緯 35° 04', 東経 135° 45', 標高 100~225 m に位置している。総面積は 50.8 ha でその約半分がアカマツにヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.) が混交した天然生二次林となっていて, この区域が調査の対象となった。上賀茂試験地の周辺は北, 西面に国有林が, 東, 南面には農地, 宅地を挟んで約 1 km 隔てて民有林がある。これらの山林はいずれもアカマツを主体とする天然生林であり, すでにマツ枯れ被害を受け, その枯損木は未処理のまま放置されている。

当試験地の気象環境は年平均気温 15°C 前後, 年間降水量 1,300~2,300 mm, 最深積雪は 20 cm 程度である。

マツ枯れ被害の発生経過

当試験地における現在までのマツ枯れ被害木の伐倒駆除量は約 5,000 本, 850 m³ に達している。被害の発生量の経年変化は 1969 年以後しばらくの間は 40 m³ 程度であったが, 1973 年から 1979 年までは 10~20 m³ の低い値で推移した。しかし, 1980 年から枯損が増加し始め, 1982 年以降は約 100 m³ の被害が発生している (図-1)。

マツ枯れ被害が集中的であるか否かを知る方法として, 森下¹⁵⁾ の提唱した集中分散指数 (Index of dispersion: I_δ) から調査区域における経年的な被害の発生を推察した。調査区域全体を一つの母集団として, 40×40 m (1600 m²) の方形枠に区分し, 各方形枠内に発生した枯損本数に基づいて I_δ

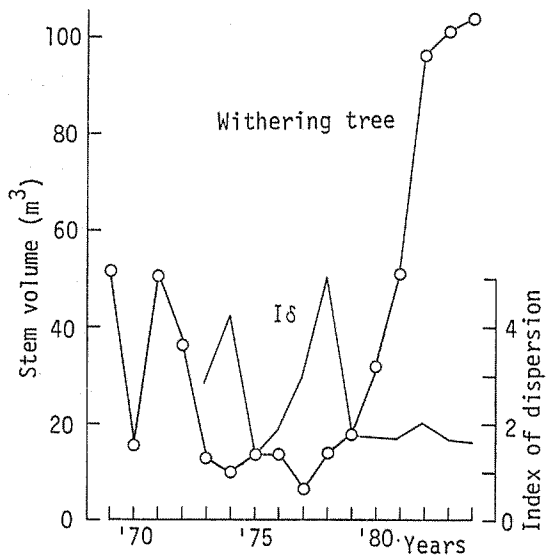


Fig. 1 Annual changes in pine tree loss as indicated by total stem-volume and index of dispersion (I_δ) of withering pine trees.

を求めた(図-1)。これによると、被害の発生は年によってかなりの変動がみられ、1974、1978年にはたかい集中性を示したが、最近数年間は低い値で推移していて、被害がランダムに発生していることを示している。

カミキリの加害とマツの萎凋

1) カミキリ成虫の羽化脱出

当試験地で1984年に調べたカミキリ成虫651頭の羽化脱出は6月13日に始まり、7月5日には脱出率50%に達し、7月30日に終了した(図-2)。京都府下で調べられたカミキリ成虫の羽化脱出時期は6月上旬で、脱出率50%の時期は6月中旬から下旬までバラツキ、同様に終了時期も6月下旬から7月下旬まで大きくバラツキ、年による変動が大きい¹⁶⁾。本調査での結果は京都府下でこれまでに調べられた羽化脱出期間に含まれている。

一般にカミキリ成虫の羽化脱出はカミキリの発育零点(平均気温 11°C)から積算された温量が約400日度頃から始まり、脱出率50%時には600日度とされている¹⁷⁾。本調査でのカミキリ成虫の羽化脱出時の積算温量は350日度、50%脱出時には620日度であり、一般的な有効積算温量とはほぼ一致した結果となっている。

2) カミキリ成虫の後食量

カミキリ成虫に後食され、材線虫を伝播されたマツは外観的に枯れ症状の早く現われるものとそうでないものがある。この枯れ症状を左右する要因を明らかにするため、本調査ではカミキリ成虫の後食量、材内の線虫量をマツ枯れの症状別に調べた。

調査は1984年12月中旬に枯損または異常の見られるアカマツ14個体を完全枯木(Aグループ:全葉褐変しているもの)、半枯木(Bグループ:緑葉が若干着生しているもの)、持ち越し枯木(Cグループ:全葉緑色で見かけ上健全であるが樹脂分泌異常で、翌春には枯木となるもの)に分け、後食機会の多い樹冠上層部の枝(1~5年枝)20本をサンプリングし、枝軸の後食痕を新、旧に分けて数えた。

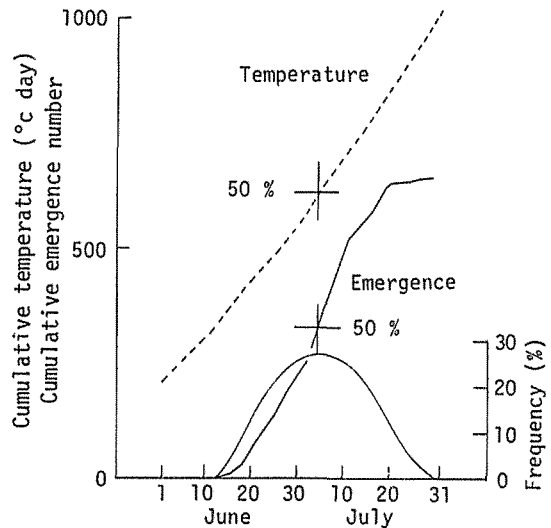


Fig. 2 Prosperity and decay of pine sawyer emergence on Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. & Z.) and cumulative temperature (11.0°C over) during the emergence period on 1984 at Kamigamo Experimental Forest Station.

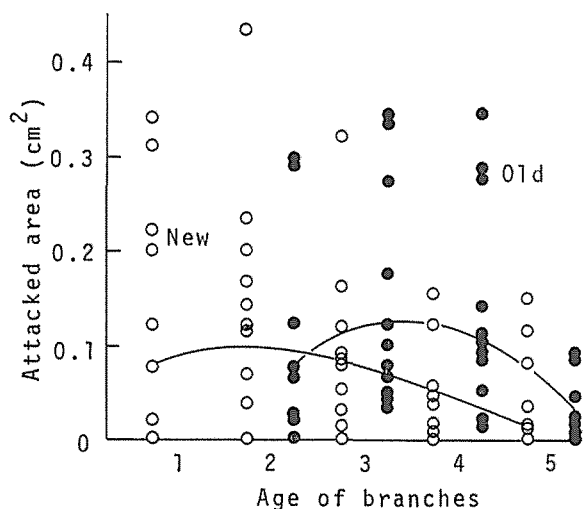


Fig. 3 The relationship between the area per cubic centimeter of feeding wound marked in the year pines withered(New) or those of marked in past year (Old) and the age of branches attacked.

調べられた後食痕は古野ら¹⁸⁾の推定方法で後食面積に換算し、枝軸の表面積当りの後食面積として示した(図-3)。後食痕は新、旧とも5年枝までみられたが、各年枝ごとのバラツキはかなり大きく、平均すると新食痕は1~3, 旧食痕は2~4年枝で多く古野ら¹⁸⁾の調査結果とはほぼ一致している。

カミキリ成虫が後食の対象とする部分は比較的若い幹枝に限られている。このことから、枯損木が受けた後食加害量を推定するために、まず、マツ個体のもつ枝量を幹材積~生枝量の相対生長関係から求めた(赤井ら²⁰⁾の資料による)。ついで、総枝量に占める1~5年枝量と各年枝量を胸高直径 25.8 cm, 樹高 11.5 m のアカマツから求め(幹量は年軸ごとにそれぞれの枝量に含めた)、先に調べたカミキリ成虫の後食量から各枯損木の総後食量に換算した。

推定されたカミキリ成虫の総後食量を枯損木の大きさ(材積)別にプロットすると2つのグループに分かれる(図-4)。1つのグループにはA, Bグループが含まれ、後食量は個体の大きさに対して一定の割合で増加する傾向にあり、個体の大きいもの程後食の多いことを示した。一方、Cグループは前両症状木(A, Bグループ)の傾向と異なり、後食量は個体の大きさと無関係であった。野淵²¹⁾は後食面積とカミキリ成虫から離脱する材線虫とは無相関であるが、後食量の多い個体ほど早い時期に枯れると言う報告と一致している。枯れ症状の早く現われるマツは個体の大きさに対してカミキリ成虫の後食量が多くなる傾向にあったが、12月の中旬に材内の材線虫量を

調べた結果では枯れ症状の早く現われる個体で必ずしも多いとは言えず、個体間で大きなバラツキとなって現われた(図-5)。このことは前報²²⁾の材内の材線虫の動態でみたように、材の腐朽、乾燥にともなう材内の材線虫の増殖の可否、移動などが樹体内での密度のバラツキとなって表わされているものと考えられる。

カミキリ幼虫の穿入と成虫の脱出

1983年に加害された枯損木でカミキリ幼虫が多く生息

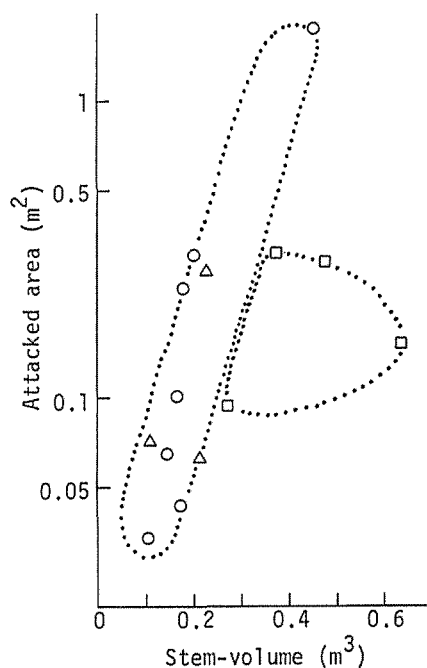


Fig. 4 Relationship between the area of feeding marks of pine sawyer and the stem-volume of withering pine.
 Δ : A group; The trees with all needles withered and red.
 $\circ$: B group; The trees with about half of the needles still green.
 $\square$: C group; The trees which exude no resin but with all needles appearing healthy.

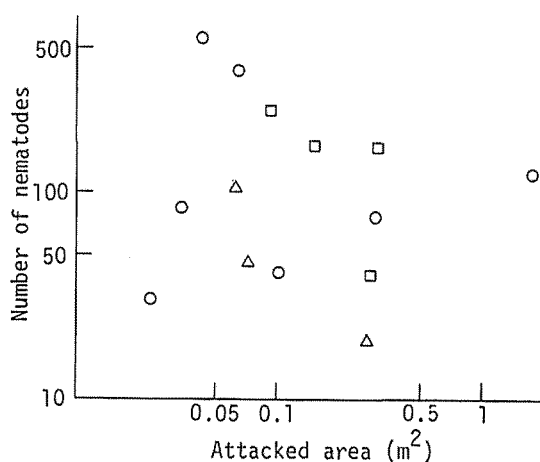


Fig. 5 The relationship between the area of adult feeding mark and the number of pine nematodes per g dry weight wood. Symbols are the same as in Fig. 4.

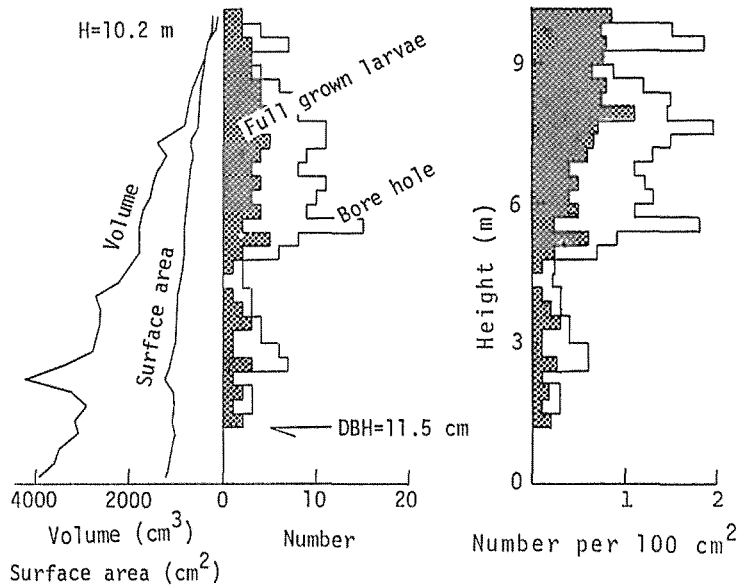


Fig. 6 Vertical distribution of full-grown larvae of *Monochamus alternatus* and the distribution of bore holes they made on the trunks of Japanese red pine at Kamigamo Experimental Forest Station.

していたアカマツ (DBH: 11.5 cm, H: 10.2 m) を1984年4月に伐倒し、幹材部分を30 cmの長さに玉伐り、材へのカミキリ幼虫の穿入数を調べ、さらに細分割して材内のカミキリの老熟幼虫数を調べた。

樹体におけるカミキリの穿入孔と老熟幼虫の垂直分布を示すと図-6のようになり、胸高部分以下では老熟幼虫はみられず、樹高5~8 m間で多くなり、先端部で少なくなっている。古野ら¹⁹⁾の調査で樹皮が1 cmを越える厚い樹幹下部ではカミキリは生息せず、樹皮厚5 mm以下のうすい樹幹で多く産卵し繁殖していることから、穿入の少なかった部分では産卵しなかったか、あるいは産卵が少なかったことによるものと思われる。さらに、藤下²³⁾がカミキリの穿入孔は枝下高より上部に集中していると述べていることとも一致している。材の単位表面積当りのカミキリの穿入孔数と老熟幼虫の生息数は5 m以上の部分で100 cm²当りの穿入孔数はほぼ2ヶ、老熟幼虫数もほぼ1頭がみられ、テーダマツやクロマツの調査例¹⁹⁾に近い値となっている。本調査木でのカミキリの老熟幼虫数は穿入孔数の48.7%であったが、ほぼ50%とみてよい。

カミキリ成虫の脱出の調査は1983年に加害された枯損木を用いて、カミキリ幼虫の穿入材(幹)を選び1.5 mに玉伐って行なった。調査した丸太材の穿入孔数に対する脱出孔数は、その比率50%を越えるものはわずかで、50~25%の範囲には42%、25%未満のものは47%で平均脱出率は25.5%であった(図-7, A)。先にみた老熟幼虫の生息から推定すると、老熟幼虫の50%が死亡したことになる。森本²⁴⁾は穿入孔を作り始めたカミキリ幼虫のうち10~72%が、古野ら¹⁹⁾は穿入孔の約55%が成虫となって羽化脱出したと報告しているが、本調査例では森本²⁴⁾の低い値に相当し、他の調査例より低かった。調べた枯損材の中央径の大きさによるカミキリの穿入孔と脱出孔の関係において穿入孔数は大きなバラツキがみられ、丸太材の中央径10 cm前後で多く、脱出孔数はそのバラツキが少なく一様化している(図-7, B)。カミキリ幼虫の穿入孔数のバラツキはカミキリ成虫の産卵が樹皮厚と関係していること、また、材のとくに細い部分では産卵機会が制限されることから、産卵し易い太さに集中したのではなかろうか。また、脱出孔数の一様化はカミキ

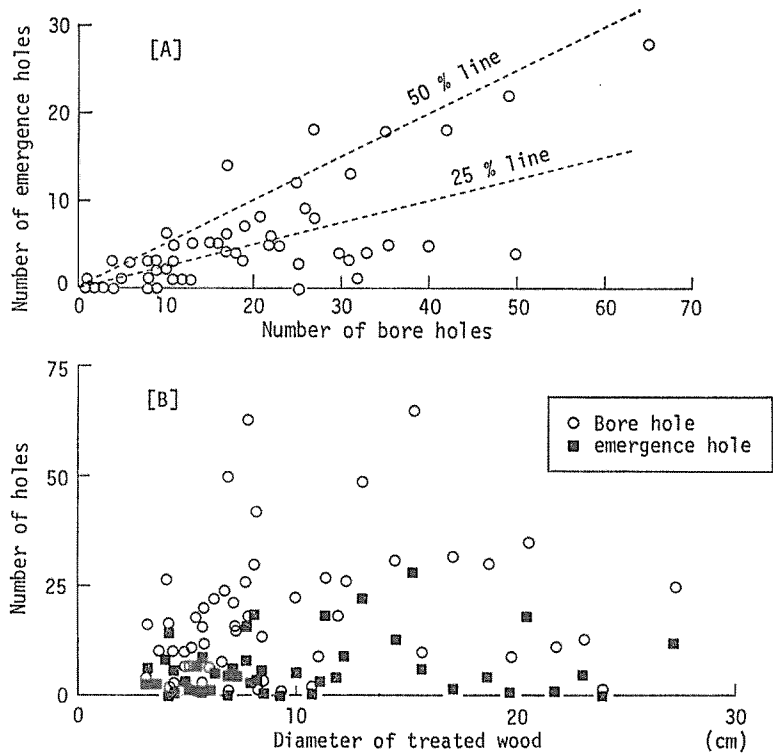


Fig. 7 The relationship between the number of bore holes and that of emergence holes [A], the relationship between the number of both holes and diameter of wood at that half length [B].

リ幼虫の生息密度やいろいろな死亡要因が原因していると考えられるが、本資料では未調査である。森本²⁴⁾はカミキリの死亡要因について、卵段階での捕食（ヒメアリ）や病死が50%，幼虫，蛹，成虫の段階では捕食性昆虫（オオコクヌスト，アリモドキカッコウ，フタバモンウバタマコメツキ，アリ類）による捕殺や生理死，病死などによって産卵痕数の70%あまりが減少すると報告しているように、カミキリは各発育段階で相当に個体数を減少させていると思われる。

1983年11月と1984年10月に合計963本の被害木を対象として、マツ枯れ症状のちがいによるカミキリ幼虫の寄生の有無を調べた。調査は前に述べたように被害木の枯れ症状別にA，B，Cグループに分け、カミキリ幼虫の寄生の有無をカミキリ幼虫の摂食にともなう木屑の排出から判定した。全被害木に対するカミキリ幼虫の寄生木の割合は図-8に示されているように、1983年には全調査木の9.9%（44/445本）が、1984年には21.0%（109/518本）がAグループに含まれ、Bグループではそれぞれの年で1.3%（6/445本），1.9%（10/518本），Cグループでは0.7%（3/445本），0.4%（2/518本）となっている。カミキリ成虫は羽化脱出後一定期間後食，成熟したのち衰弱木に産卵するが、カミキリ成虫の活動期間に

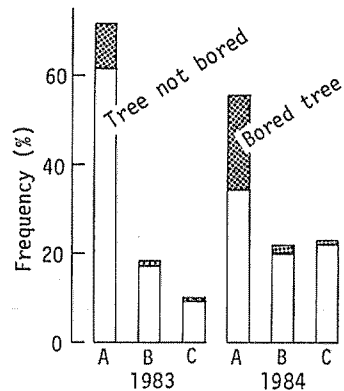


Fig. 8 Frequency of trees bored and not bored by pine sawyer larvae separately shown for each withering symptom in 1983 and 1984. A, B and C refer to the trees, Δ , $\circ$ and $\square$ in Fig. 4.

産卵可能な衰弱木に限って産卵され、遅く衰弱する木は産卵対象とはならないであろうことを裏付けた。ただし、B、Cグループでカミキリ寄生木がわずかにみられたことは人の目での枯れ症状の判定の不確かさか、あるいは樹体の極部的な枯死部での寄生のためであろう。

マツ枯れ被害木の駆除

マツ枯れ被害の防除はその発生源である材線虫の伝播者であるカミキリを駆除することが最良の方法と考えられ、その具体的な駆除技術はすでに数多く研究され、その成果に基づいた駆除が実施されている。しかしながら、「現在まで構じられてきた種々な駆除処理が果して効果的であったのか」²³⁾と疑問が提示されているのも事実であり、何らかの原因で駆除理論と実行にギャップが生じ、実際面での防除が効を奏していないことが考えられる。

上賀茂試験地でのマツ枯れ被害は発生以降20年を経ている。その間枯損木の伐倒駆除を続けてきたが、図-1にみられたように連年被害が発生している。試験地周辺林分でのマツ枯れによる枯損木が未処理のまま放置されていることもその一因と考えられるが、これまで試験地で実施してきた駆除方法が果して適切であったか否かは明らかでなく、林内にも被害を継続させている原因が残された可能性もある。こうしたことは一般にもあてはまるようであり、作業現場の地形の複雑さ、熟練労働力の不足²³⁾などから十分な防除が行われていないのも事実であろう。そのため、これまで実施してきた防除方法を再検討し、さらに、被害材の現場での処理方法としてカミキリ繁殖材を割材とする方法などを試み、その防除効果を検討した。

調査材料と方法

調査は1983年に加害されたアカマツ枯損木を対象として、処理区を秋期(10月20日)、冬期(1月17日)、春期(翌年の4月26日)に分けて、表-1に示す処理を行なった。

伐倒した枯損木は枝条を取り払い幹部分を長さ1.5mに玉切り、カミキリ幼虫の繁殖材を選び、各処理間で材積がほぼ均等になるよう大小材を組合せた。短材は1.5m材を5等分して長さ0.3mに玉切り、割材は長さ0.3mの丸太材で、径5cm以下は2つに割り、それ以上は周囲がほぼ20cmになるように太さに応じて細かく割った。薬剤はバインポート油剤(MEP 5%, EDB 25%, 白灯油70%)を用い、被害材 m^3 当り10 l を基準量として小型噴霧機で伐口を含め全体に散布した。各処理は伐倒後数日に行ない、野外に設置した網室(2×2×2m)に搬入した。処理効果の判定はカミキリ成虫が脱出終了後の8月中旬にすべての処理材の樹皮を剥ぎカミキリの穿入孔と脱出孔を数える方法で行なった。

Table 1 Materials and methods of treatment for sawyer control.

Insecticide	Treatments	Log with bark		Peeled log		Log with bark		Split timber	
		Length (m)	Volume (m^3)	Length (m)	Volume (m^3)	Length (m)	Volume (m^3)	Length (m)	Volume (m^3)
Non	Oct. 20	1.5	0.163	1.5	0.157	0.3	0.180	0.3	0.206
	Jan. 17	1.5	0.119	1.5	0.185	0.3	0.198	0.3	0.111
	Apr. 26	1.5	0.182	1.5	0.109	0.3	0.138	0.3	0.115
Treatment	Oct. 20	1.5	0.160	1.5	0.149	0.3	0.148	0.3	0.233
	Jan. 17	1.5	0.134	1.5	0.244	0.3	0.174	0.3	0.123
	Apr. 26	1.5	0.123	1.5	0.095	0.3	0.118	0.3	0.139

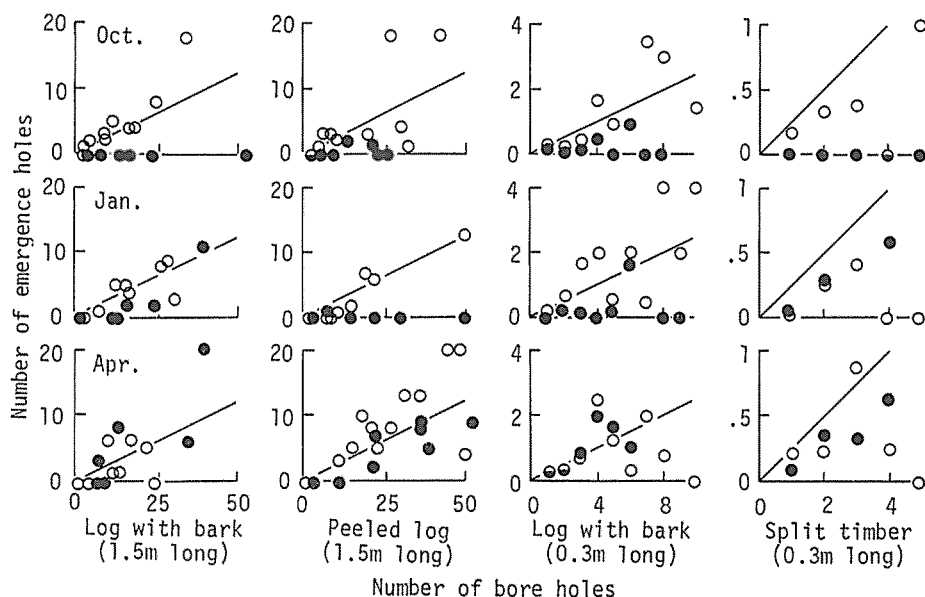


Fig. 9 Relationship between the number of bore holes and that of emergence holes obtained for several wood differently treated in three felling times.

Circle : without insecticide.

Solid circle : treatment with insecticide.

調査結果

各処理材のカミキリ幼虫の穿入孔数と成虫の脱出孔数は図-9に示されている。皮付長材 (1.5 m の丸太材) とその剥皮材は材ごとの値を、皮付短材 (0.3 m の丸太材) とその割材はカミキリ幼虫の穿入孔数の多少で材をより分け、同数の穿入材をまとめ、その平均脱出孔数として図に示されている。また、図中の斜線は対照材として図-7の平均的な脱出率が示されている。

皮付長材

10月処理区での薬剤無散布材は対照材の平均的な脱出傾向と類似しているが、薬剤散布材ではカミキリ成虫はまったく脱出せず薬剤の効果は極めてすぐれていた。1月処理区でみられる散布材は例外的にたかい脱出率を示すものもあるが、平均して無散布材の1/2程度の成虫の脱出で殺虫効果が認められる。4月処理区では薬剤散布の効果はとくにみられなかった。

剥皮材

剥皮無散布材は全処理区間で皮付長材の無散布材と大きな差がなく、剥皮するだけでの効果はほとんど認められなかった。カミキリ幼虫が材内へ穿入してしまえば、その後の発育に樹皮の有無はほとんど無関係であることが明らかになった。散布材では10月、1月区でともにたかい殺虫効果が認められ、4月区では認められなかった。

皮付短材

被害材を短材化することによって、長材での脱出率より低くなることが期待されたが、その大きな効果はみられなかった。とくに、10月区の散布材で成虫の羽化脱出がみられ長材と差が生じた。このことは穿入したカミキリの発育が早く、処理した10月20日にはすでに材の深い部分にまで穿入していて薬剤の効力が及ばなかったものと思われる。1月、4月区ではとくに短材化することの効果は認められなかった。

割 材

各処理区とも無散布材ではカミキリ成虫の脱出が丸太材の平均脱出率より低くなっている。これは割材することによって材内のカミキリ幼虫の材からの放出によるためと考えられ、無散布材にみられる12.4%の成虫脱出率が割材中に残されたカミキリ幼虫の平均的な脱出率と考えられる。割材化は割り方の精粗により、材中にカミキリ幼虫が多く残ればそれだけ多く生息し、成虫の脱出も多くなるであろう。したがって、被害材を細かく割れば割るほど材中からのカミキリの放出が多くなるとともに材中の生息が少なくなり、割材化の効果はあがるものと考えられる。10月区の散布材では材中に残されたであろうカミキリ幼虫のすべてが薬剤により殺されているが、1月、4月区ではその効果は10月区に比べて顕著でなかった。割材での薬剤散布は丸太材に比べ割り面からの薬剤の浸透があって、カミキリ幼虫を殺す効果がたかめられると考えられるが、1月、4月区で無散布材と比べて大差のなかったことはカミキリ幼虫の発育にともなう薬剤効力の低下によるものかもしれない。

各処理区別にカミキリ幼虫の穿入孔数に対する成虫脱出数を求めると表-2のようになる。10月処理区での薬剤散布による殺虫効果はすべての処理で明らかであり、カミキリ幼虫の発育過程での樹皮下食害期に続くと思われる10月期では材への穿入が始まったとしても、まだ浅い部分であるため有効な防除手段となった。ただ、皮付短材でやや成虫の脱出率が他の処理に比べてたかかったことから、この時期での薬剤散布を絶体的と考えるのには危険がある。したがって、カミキリ幼虫の発育を考慮して本調査の処理時期よりもう少し早い時期に薬剤散布を実施すれば、その効果はさらに大きく、駆除の確実性は増すものと考えられる。

これまでのいくつかの報告によると、被害材の駆除効果は秋期処理がもっともたかく、冬、春処理ではその効果が期待できないこと⁹⁾、薬剤としては油剤が効果的であるとされている^{2,10)}。また、薬剤の残留については樹皮つき丸太材の場合徐々にその濃度は減少するが、樹皮や樹皮下で高濃度に蓄積され、次第に材内へ浸透移行し、孔道や蛹室で残留がたかめられると報告⁹⁾されており、MEP 剤 5 ppm の残留量であれば効果的であるとしている¹⁰⁾。また、藤下¹¹⁾は薬剤による効果をたかめるため樹皮に溝をつけ、薬剤の浸透促進を試みたり、材の衝撃処理、ビニール被覆処理などによる殺虫効果の助長を試みている。

本調査の結果は秋期伐倒薬剤処理でたかい殺虫効果を示し、従来 of 調査結果と一致している。また、1月処理では薬剤による殺虫効果はみられても剥皮材を除けば10月処理に比べて大きく劣り、この時期での薬剤に依存する駆除は防除手段として十分でないことが明らかとなった。ただし、剥皮して薬剤処理することによって駆除効果がたかめられていることは注目に値する。

本調査で駆除方法として有効な手段と判定された被害材を割る方法は薬剤散布作業が非常に不

Table 2 Number of bore holes and emergence holes of pine sawyer in woods with several treatments.

Insecticide	Treatments	Log with bark (1.5 m long)			Peeld log (1.5 m long)			Log with bark (0.3 m long)			Split timber (0.3 m long)		
		Bore holes	Emer- gence holes	Rate (%)	Bore holes	Emer- gence holes	Rate (%)	Bore holes	Emer- gence holes	Rate (%)	Bore holes	Emer- gence holes	Rate (%)
Non	Oct. 20	105	50	47.6	184	53	28.8	136	42	30.9	239	19	7.9
	Jan. 17	158	39	24.7	161	42	26.1	120	34	28.3	74	10	12.2
	Apr. 26	104	19	18.3	293	96	32.8	130	25	19.2	100	17	17.0
Treatment	Oct. 20	124	0	0	105	3	2.9	106	8	7.6	277	1	0.4
	Jan. 17	112	15	13.4	143	1	0.7	101	9	7.9	123	15	10.6
	Apr. 26	130	42	32.3	276	63	22.8	84	27	32.1	148	21	14.2

便な場所（遠方、地形の急峻など）における駆除手段として考えられる。しかし、割り材中に幼虫を残してしまえば成虫まで発育することも本調査で明らかになったが、被害材でのカミキリ幼虫の穿入孔の確認とともに出来る限り細かく割ることによって多くの幼虫を材外へ放出し、蛹室の破壊ができれば、その効果は抜群と考えられる。また、割り材は丸太材に比べ日温度較差が大きく（図-10）、小林²⁵⁾が述べているように被害材が乾燥するほどカミキリ幼虫の死亡率がたかめられることも考えられ、本調査では確認しなかったが割り材内に残されたカミキリ幼虫の生息、発育に何らかの影響を及ぼしていることも考えられる。

本調査の結果から、駆除効果をたかめるにはカミキリ幼虫の樹皮下での摂食行動から材内への穿入までの時期と薬剤散布時期が最も重要なポイントになるという結論となった。

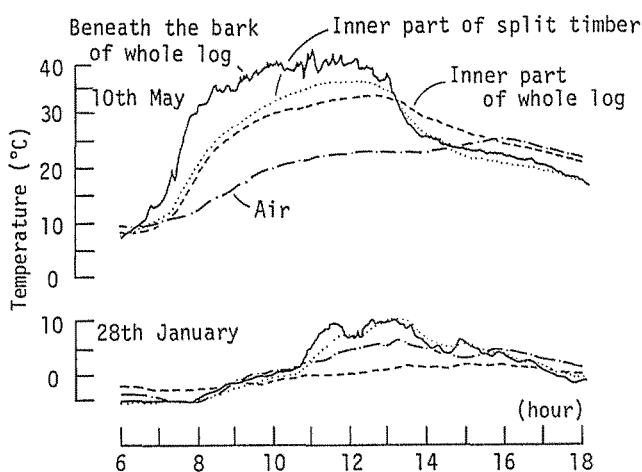


Fig. 10 Temperature changed at inner part or beneath the bark of whole log or split timber measured on 10th May and 28th January.

ま と め

本報告では材線虫に起因するマツの集団枯損の非激害型アカマツ林分における材線虫の伝播者であるカミキリの生態について検討した。羽化脱出したカミキリ成虫は早期に枯れ症状を現わしたマツを対象として産卵することから、この枯損木を徹底的に駆除することが肝要である。枯損木へのカミキリ幼虫の繁殖の有無は10月の初旬には枯損木下で木屑の落下から比較的容易に判定することができる。このカミキリ幼虫の繁殖材を完全に駆除することにより健全木への材線虫の伝播を防ぐことができる。マツ枯れ被害発生林分にみられる枯損木中で、カミキリ幼虫の無穿入木についてはカミキリ幼虫の穿入木とは別の処理、たとえば、伐倒玉伐りする程度にとどめ、材線虫の伝播を防ぐ目的から重点的な駆除対象木をカミキリ幼虫の穿入木に絞ることにより駆除作業の省力化を企てることが考えられる。

カミキリの駆除効果をたかめるにはカミキリ幼虫が樹皮下ないしは辺材の浅い部分を摂食行動中の10月中旬までに薬剤処理することが重要なポイントであり、この時期を失うとその効果は望めなくなる。

一般に現場での枯損木の処理作業は他の林業諸作業との関係など種々な状況から駆除適期に適切な方法で駆除されているとは言いがたい。したがって、処理時期を問わず駆除効果を期待するためには、本調査でその効果が認められたカミキリ幼虫の繁殖材を割り材とする物理的方法を推奨する。この割り材方法は直接カミキリ幼虫を材外へ放出するため、より細かく割ることが極めて有効な手段と言える。また、割り材部分はカミキリ幼虫の繁殖部分だけでよく、枯損木全体の割り材は必要としない。非激害型林分である本調査区域では全被害木中、1983年には9.9%、1984年には21.5%にカミキリが繁殖し、駆除対象木であったことは全被害木を駆除対象にするよりも、この20%程度の材線虫伝播の危険枯損木を重点的に駆除対象木と考え、継続した駆除作業を計画、実

施することが肝要であろう。

引用文献

- 1) 萩原幸弘：マツノマダラカミキリ駆除薬剤の被害丸太材処理。福岡林試研資。3：1～31, 1974
- 2) 小林富士雄・遠田暢男・田畑勝洋：マツノマダラカミキリ駆除の冬期および春期薬剤散布効果。92回日林論：369～370, 1981
- 3) 中根 勲：松くい虫被害丸太の防除薬剤効果試験。広島林試研報。12：1～83, 1977
- 4) 長島茂雄・林 洋二：松くい虫駆除剤の施用時期とその効果。森林防疫。255：144～149, 1973
- 5) 山田房男：松くい虫による被害木の薬剤散布適期について。森林防疫。268：118, 1974
- 6) 田畑勝洋：被害丸太に関する駆除散布。森林防疫。297：203～206, 1976
- 7) 在原登志男・常田邦彦：松喰虫被害木駆除効果のばらつき(Ⅱ)。91回日林論：351～354, 1980
- 8) 在原登志男：松くい虫被害木中のマダラカミキリに対する駆除効果のばらつき。92回日林論：361～364, 1981
- 9) 田畑勝洋・大久保良治：マツノマダラカミキリ被害丸太の各種散布薬剤の浸透移行および残留量。85回日林講：258～260, 1974
- 10) 大久保良治・田畑勝洋・小田久五・山根明臣：マツノマダラカミキリの防除に関する研究。散布薬剤の松枝残留量と殺虫効果との関係。85回日林講：260～261, 1974
- 11) 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(Ⅱ)——マツ枯損材におけるマツノマダラカミキリの完全駆除——。森林防疫。393：9～14, 1984
- 12) 山本栄治：マツの穿孔虫を捕食するキツツキ類。森林防疫。369：230～232, 1982
- 13) 由井正敏：マツノマダラカミキリを捕食する鳥類。森林防疫。335：34～36, 1980
- 14) 野淵 輝：松くい虫の天敵昆虫。森林防疫。335：4～9, 1980
- 15) MORISITA, M.: Measuring of the dispersion of individuals and analysis of distributional patterns. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E(Biol). 2：215～235, 1967
- 16) 京都府林業試験場：松くい虫の被害と防ぎ方。試験研究解説シリーズ。No. 7, 1981
- 17) 遠田暢男：マツノマダラカミキリの生活史。森林防疫。297：2～5, 1976
- 18) 古野東洲・上中幸治：外国産マツ属の虫害に関する研究 第6報 マツノマダラカミキリ成虫の後食について。京大演報。51：12～22, 1979
- 19) 古野東洲・渡辺弘之・上中幸治：外国産マツ属の虫害に関する研究 第4報 テーダマツおよびハクシヨウを害したマツノマダラカミキリについて。京大演報。49：8～19, 1977
- 20) 赤井龍男・中井勇・岡本憲和・渡辺政俊：京都市近郊における天然生ヒノキ・アカマツ混交林の林分構造と風致施業。京大演報。57：128～142, 1986
- 21) 野淵 輝：マツノマダラカミキリの材線虫伝播様式。森林防疫。297：6～8, 1976
- 22) 二井一禎・中井 勇・吹巻俊光・赤井龍男：マツの材線虫病の発生源に関する生態学的研究(Ⅰ) 枯損アカマツ樹体内における病原線虫の動態。京大演報。57：1～13, 1986
- 23) 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。392：7～12, 1984
- 24) 森本 桂：マツノマダラカミキリの個体変動。森林防疫。297：15～18, 1976
- 25) 小林一三・奥田素男・細田隆治：マツ枯損木の乾燥程度、太さとマツノマダラカミキリの脱出、線虫保持数。87回日林論：239～240, 1976

Résumé

The life history of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE, a vector of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* STEINER & BUHRER, a pathogen of pine wilt was investigated in 1983 and 1984 at the natural stand of the Japanese red pine, *Pinus densiflora* S. & Z., in Kamigamo Experimental Forest Station, Kyoto University, where native pine trees are damaged not so severely but killed gradually every year. Several methods for controlling this vector insect were also examined. The following results were obtained.

Emergence of the adults of, *Monochamus alternatus*, began on 13th June and continued to 30th July. The effective cumulative temperature for emergence to start and that when half

of the total adults had emerged were 350 day-degrees and 620 day-degrees, respectively.

More adult feeding marks were obtained on the 2- to 4-year old branches than any other branches. In general, the more feeding wounds the pine tree had, the earlier the tree withered.

More bore holes were made by the sawyer larvae on the trunks of the pine trees that withered early. The ratio of the number of full-grown larvae to the number of bore holes, and the ratio of number of adults emerged to the number of bore holes were ca. 50% and ca. 25%, respectively.

The insecticide treatment in autumn was the most effective of the attempts to kill the pine sawyer in infested pine logs, especially for the log previously split into several timbers.

Splitting the infested logs without application of any insecticides was as effective for exterminating pine sawyers from infested log as the insecticide treatment without splitting. Thus, splitting of infested logs may be helpful in controlling this noxious insect in places where insecticide treatment is difficult to use.