

マツノザイセンチュウに侵された ストローブマツの被害について

中井 勇・中根勇雄

はじめに

マツ枯れはマツノマダラカミキリが伝播するマツノザイセンチュウによって発病することが明らかにされ、その動態に関する研究が数多くなされてきた。本病は被害材から脱出したマツノマダラカミキリ成虫が後食行動時に虫体に保持されたマツノザイセンチュウが離脱し、健全なマツ材内へ侵入、繁殖して発病する¹⁾。マツノマダラカミキリの後食行動は広範な針葉樹種に行われ、発病はマツ属以外のトウヒ、モミ属などでも確認されているが、マツ属以外の被害はあまり多くない。マツ属の中にはマツノザイセンチュウの侵入、繁殖を阻止し発病に至らない種類、例えばテーダマツ、スラッシュマツなどがあり、これらの種類は抵抗性種とされている。わが国の在来マツは7種あるが、比較的 low 山帯に分布するクロマツやアカマツなどはきわめて感受性種であり、高山帯に分布するハイマツの被害例は明らかでないが、ほぼ同じ地帯に分布するチョウセンゴヨウマツの被害例は最近になって明らかにされ、マツノマダラカミキリの生息、活動範囲が拡大していることを証明している。

京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地は世界でも有数のマツ属の収集育成機関であり、すでに40年以上の歴史がある。上賀茂試験地ではこれらマツ属の生育状態を明らかにするとともに、マツ枯れ被害についての抵抗性の強弱について、マツノザイセンチュウの接種実験や生育中のマツ枯れ被害状況から明らかにし、そのランク付けが試みられている²⁾。

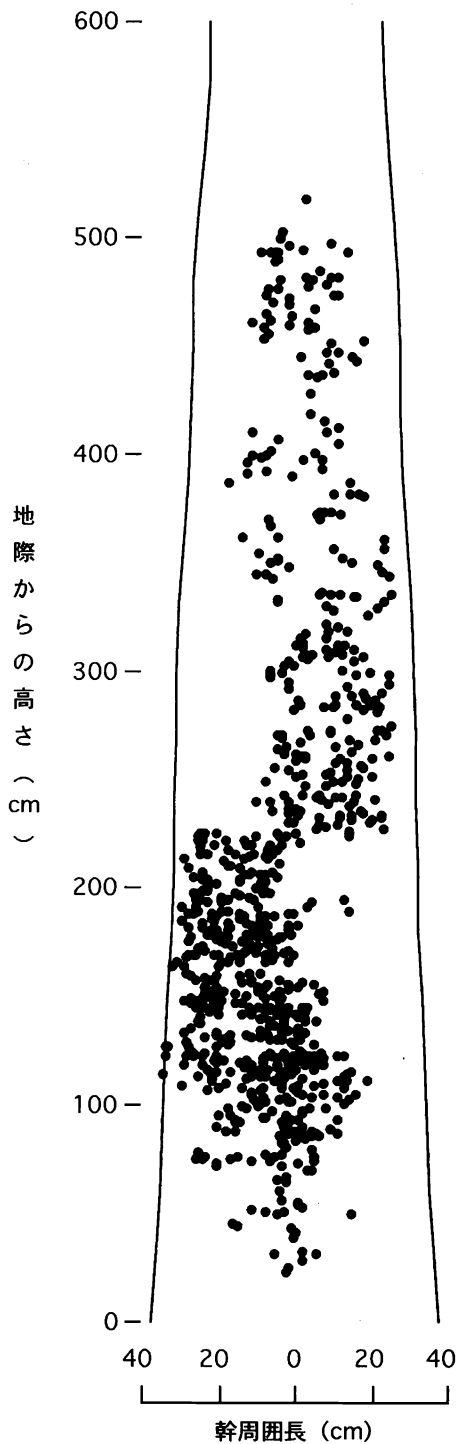
ここに報告するストローブマツはクロマツやアカマツに比べてマツ枯れに対して抵抗性を発揮する種類であるが、上賀茂試験地のマツ属見本林内で1992年に2個体が発病した。これまでにストローブマツのマツ枯れ被害木の調査例は少なく、詳細な調査例としては本報告が最初のものと思われる。

本報告では被害木2個体の内、1個体について産卵痕数と穿入孔、脱出孔数および孔道長について調査した結果をとりまとめ、軟松類の被害木の1例として記述した。

報告に先立ち終始ご指導賜った上賀茂試験地主任の古野東洲助教授、農林生物学教室の二井一禎博士ならびに上賀茂試験地職員に協力を得たことに対してお礼申し上げたい。

材料および方法

本調査で対象としたストローブマツは上賀茂試験地の4林班にマツ見本林として育てられているもので、植栽面積は249.2m²、樹齢は27年生で35本(1,402本/ha)が成立し、平均の胸高直径は19.1cm、平均樹高16.31m、胸高断面面積合計は43.15m²/haである³⁾。調査は1992年の感染によって葉が変色しはじめた1個体を対象とし、同年12月に地際から6mの高さまでの幹部分に透明のビニールフィルムを巻き付け、斜面上部の幹の中心線を基線とし、産卵痕を写し取った。材内のマツノザイセンチュウの有無を調べるため枯れた部分の材をポーラによって抜き取った結果、マツノザイセンチュウが確認され、明らかにマツノザイセンチュウ病感染木であった。



密度で産卵 図-1 産卵痕の分布

この時点では完全に枯損していないことから、立木のまま経過をみるとともに、翌春に脱出するマツノマダラカミキリ成虫の飛翔を防ぐため防虫網（サランネット）を幹との間に若干の空間を保つようにして地際から7mまで巻き付け固定した。1993年12月に伐倒し、穿入孔と脱出孔数を幹全体について調べた。さらに、被害材の幹を地際から6mの高さまで30cmの長さに玉伐って割材し、穿入孔から脱出孔までを追跡し、その孔道長を調べた。

結果と考察

マツノマダラカミキリは、クロマツやアカマツなどの硬松類の幹下部には樹皮が厚いことから、産卵しない場合がある。スロトブマツなどの軟松類では幹下部も樹皮が滑らかであることから産卵対象部分となり、その痕跡も比較的容易に確認できる。図-1には被害木の産卵痕の分布が示されている。調査は地際から6mまでであり、それ以上の部分は調査しなかった。幹の枯れの症状を幹周囲のヤニの滲出状況からみると、幹の全周囲にはヤニが滲出していない部分と若干のヤニが滲出する部分があった。

卵痕は前者の部分に集中する傾向にあった。図-1のように地際から70cm余りの部分には産卵痕が比較的少ないがそれ以上3m部分まではかなりの

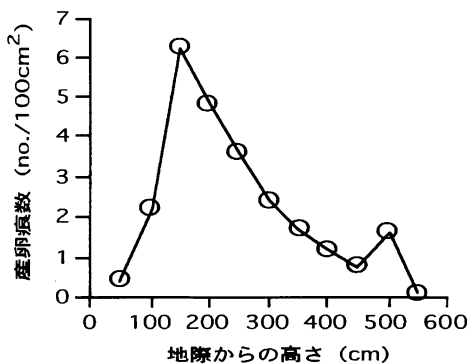


図-2 高さごとの産卵痕数

されている。産卵痕は地際から約2.3mまでの間では、幹の中心部から左方向への流れがみられ、この部分を境として上部に向かって中心から右方向への流れがみられる。これはヤニの滲出がみられない部分に産卵が限定される結果、このような分布を呈することが明らかになった。したがって産卵は従来から言われているようにヤニの出ない部分に行われることが検証された。

幹を地際から50cmごとに区切って、その表面積を算出し、100cm²あたりに換算した産卵痕数を図-2に示す。図-1でも明らかであったように100cm²当たり2個以上の産卵痕が認められたのは地際から0.5~3mの範囲であり、4個以上は1~2mの範囲で、地際から1~1.5mの部分で6.3個/100cm²の最高値を示している。一般に地際付近は産卵対象とならないとされて

表-1A 被害木の状況

地際からの高さ (cm)	表面積 (cm ²)	材積 (cm ³)	産卵 痕数	穿入 孔数	脱出 孔数	生存 幼虫数	死亡 数
0~600	35814	173078	787	100	81	6	13
600~1750	30376	80442	—	63	12	40	11
計	66190	253520	—	163	93	46	24

表-1B 穿入・脱出・生存・死亡率

地際からの高さ (cm)	穿入率	脱出率	生存率	死亡率
	穿入数/産卵痕数 (%)	脱出数/穿入数 (%)	幼虫数/穿入数 (%)	死亡数/穿入数 (%)
0~600	12.71	81.00	6.00	13.00
600~1750	—	19.05	6.35	17.46
全幹	—	57.06	28.22	14.72

表-1C 単位表面積・材積当たりの数

地際からの高さ (cm)	単位表面積 (100cm ²) 当たりの数		単位材積 (1000cm ³) 当たりの数			
	産卵痕数	穿入孔数	穿入孔数	脱出孔数	幼虫数	死亡数
0~600	2.197	0.279	0.578	0.468	0.035	0.075
600~1750	—	0.207	0.783	0.015	0.497	0.137
全幹	—	0.246	0.643	0.367	0.181	0.095

いるが、ストロブマツのように樹皮が滑らかな種では産卵に支障となる荒皮部分が少ないこと

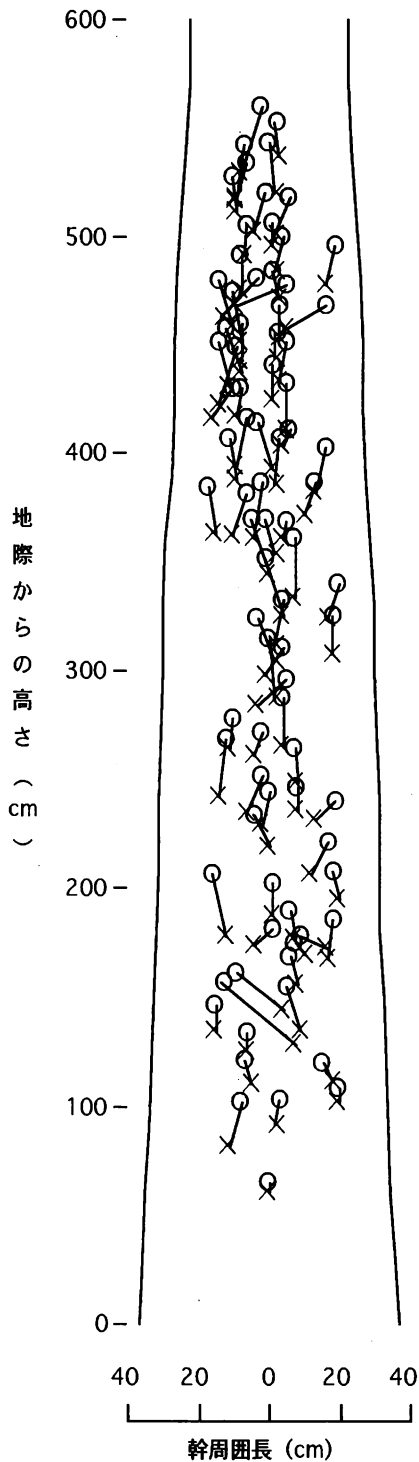


図-3 穿入孔と脱出孔および孔道

によるものであろう。

被害木を伐倒して穿入孔と脱出孔を調査し、割材したのち材内生幼虫数を調べ、同時に孔道長を調べた。表1のA, B, Cにはこれの調査結果が示されている。ここでは、産卵痕を調査した部分とそれ以外の部分に分けて整理した。

産卵痕は787個が確認され、その部分からの穿入孔は100個で、産卵痕数に対して12.7%の幼虫が材内に穿入している。産卵痕数を表面積 100cm^2 あたりに換算すると2.2個となり、アカマツなどで調査されている値よりも高い。ただし、正確な孵化率は求められていないが、永井ら⁴⁾は、実産卵痕は産卵痕の約50~70%としている。この値から推定すると本調査木の実産卵痕数は約500個となり、これに対する穿入率(孵化率)は25%となる。

被害木全体の穿入孔数は163個であった。これを地上高6m以下の部分とそれ以上の部分に分けてみると、前者の場合には100個、後者では63個であった。表面積あたりに換算すると、前者では $0.28/100\text{cm}^2$ 、後者では $0.21個/100\text{cm}^2$ で大きな差はみられなかった。

脱出孔数は全体で93個確認されたが、地上高6m以下の部分では81個(脱出率81.0%)、6m以上の部分では12個(19.1%)であり脱出率は圧倒的に幹の低い部分で多い傾向にあった。穿入してから脱出までの幼虫は発育するために材内空間が必要である。そのため、幹材積当たりの穿入孔と脱出孔数を求めた。地上高6mまでの幹材積 1000cm^3 当たりの穿入孔数は0.58個、6m以上の部分では0.78個であり、単位材積当たりの穿入孔数は幹上部でやや多い傾向にあった。さらに脱出孔についてみると、幹下部では0.47個、幹上部では0.02個で、幹下部は上部の約25倍の値を示した。

材内生幼虫数は幹全体で46個体が確認され、幹上部では40個体、下部では6個体で幹上部では下部の約7倍の値となっている。しかし穿入孔数に対する幼虫生存率ではいずれも6%あまりで差はみられない。生存幼虫数を単位材積あたりに換算すると、幹下部では $0.035個体/$

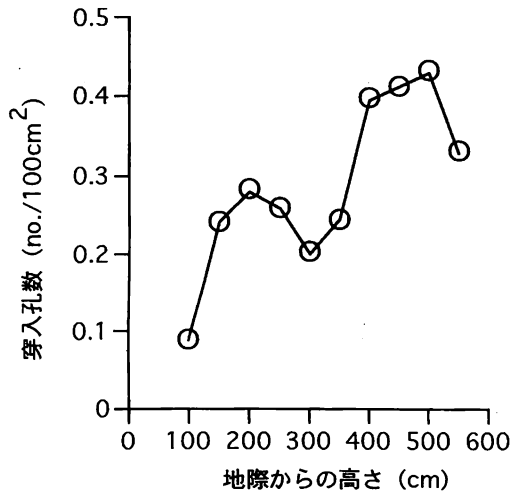


図-4 高さごとの単位表面積
当たりの穿入孔数

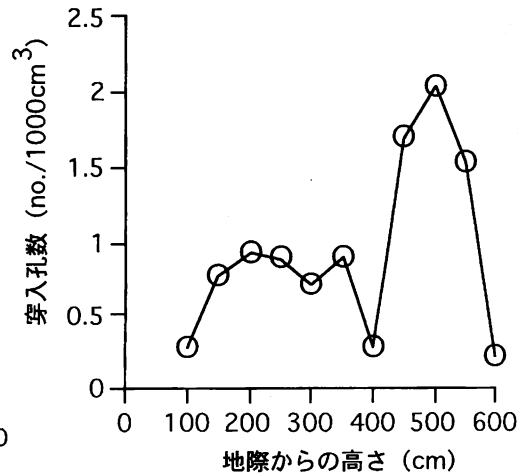


図-5 高さごとの単位材積
当たりの穿入孔数

1000cm³、上部では0.497個体/1000cm³で、この場合には幹上部は下部の142倍もの大きい値となり、幹上部の方が生存幼虫の多い傾向にあった。

材内死亡幼虫数は、穿入孔数から脱出数を差し引いた値として求めたが、死亡個体も確認した。死亡幼虫数は幹全体で24個体であるが、幹下部で13個体、上部では11個体で大きな差はみられない。また穿入孔数に対する死亡率は13~17%であった。死亡個体数を単位材積当たりに換算すると、幹下部では0.075個体/1000cm³、上部では0.137個体/1000cm³であり、上部での死亡個体数は下部の約2倍であった。このことは、材内幼虫の個体密度に影響されているものと考えられる。

図-3には地上高6mまでの幹の周囲長を横軸として表し、この部分で確認された穿入孔(X)、これとつながる孔道(線)と脱出孔(O)が示されている。図-3に基づいて、幹の地際高ごとの単位表面積当たりの穿入孔数が図-4に示されている。穿入孔数は地上高3mを境として2つのピークがみられる。前半部分では100cm²当たり最大で0.3個であるが、後半部分では0.3個以上で、最大0.45個を示し、調べた幹部分では地上高3mまでは比較的少ない傾向にあった。これは産卵した後の孵化率や幼虫の発育が幹下部では十分でなかったことを物語っている。さらに、単位材積(1000cm³)当たりの穿入孔数についてみると、図-5のようにその関係が表面積当たりの結果よりやや乱れるものの地上高4mまでは1個未満で、これより上部では最大2個の穿入孔がみられる。

マツノマダラカミキリ幼虫が材内に穿入してから脱出するまでの孔道の長さを調査し、幹の地際からの高さごとに示したのが図-6である。地上高1mまでと6mを除くと、孔道長はほぼ15~20cmの範囲に分散しており、大きな差は見られない。しかし、アカマツやクロマツで調べられた孔道長は4~6cm程度⁵⁾であり、本調査の結果はアカマツやクロマツの約3倍強の長さになっている。このことは軟松類の材質の栄養価が低いために餌となる木質部分を多く摂食する必要から孔道を長くしているのかも知れない。一方では、穿入幼虫密度が挙げられる。すなわち、材内幼虫密度が高い場合には孔道長を拡張し、拡散することによって、その密度を低下させる行動が必要であろう。図-7には材積当たりの穿入孔に対する孔道長が示されている。ややバラツ

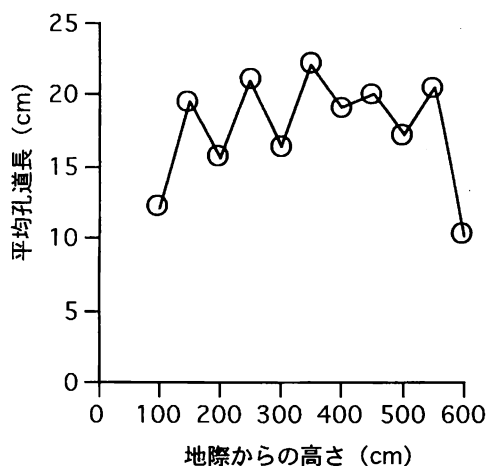


図-6 高さごとの単位材積
当たりの平均孔道長

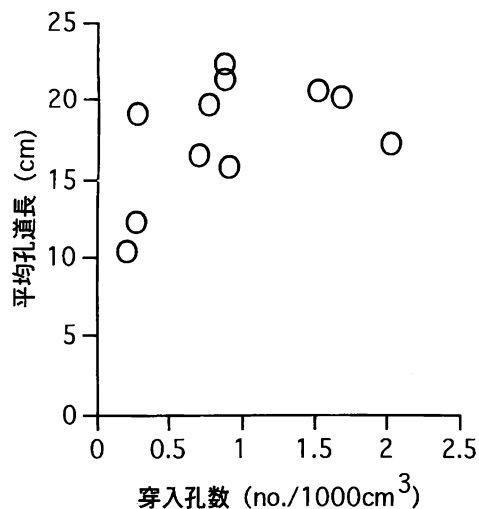


図-7 穿入孔密度と孔道長

キはみられるものの材内幼虫密度が高まるに従って孔道の長くなる傾向にあるが、この傾向には上限があるようである。

おわりに

本報告では軟松類の1種類であるストロープマツ1個体の被害状況についての詳細を述べた。本被害木は幹材積0.25m³であり、穿入孔数は163個、脱出孔数は93個で、脱出率は57%であった。これまでに調べられたアカマツなどでは、その脱出率は平均値で30%前後とされているが、本調査結果は脱出率の高い部類に入るものと思われる。軟松類が硬松類に比べて脱出率が高く、孔道長が長かったことは興味深い。現在これらの点について数種の軟松類を対象とした調査資料を解析中であり、近く一括して報告する予定である。

引用文献

- 1) 岸 洋一 (1988) マツ材線虫-松くい精説- 292pp., トーマス・カンパニー 東京
- 2) 古野東洲・中井 勇・上中幸治・羽谷啓 造 (1993) 上賀茂および白浜試験地における外国産マツのマツ枯れ被害-マツ属のマツノザイセンチュウに対する抵抗性- 京大演集報 25 20~34
- 3) 上賀茂試験地マツ属研究グループ (代表古野東洲) (1991) ストロープマツ林の成長と現存量 京大演集報 22 67~78
- 4) 永井正樹・遠田暢男 (1974) マツノマダラカミキリの産卵推移 85回日林講 225~226
- 5) 家入 忠 (1974) マツノマダラカミキリの産卵痕数と羽化率について 日林九支研論 27 171~172