

熟前の成虫の定着性が日齢とともに減少することは、性成熟前の行動を脱出直後の移動分散期、移動性の減少した定着摂食期から成るという説（山根・伏見、1974）を支持しなかった。成虫がマツノザイセンチュウと結びついて衰弱木を生産する以前、成虫の産卵対象木は時間的、空間的に不規則に出現し、その量も少なかったと想像される（富樫、未発表）。そのため、飛翔しなければ産卵しないというような生活史に組み込まれた移動期があるとは考えにくい。それよりも、産卵を始めた成虫もかなり移動しやすい性質を保持し、偶々衰弱木の多くある所で交尾産卵のため長く滞在する結果、見かけ上、定着性が高まると考えられる。

## 第7章 マツ樹体内のマツノザイセンチュウ個体群の密度変動

マツノザイセンチュウの樹体内密度は、脱出直後の成虫のマツノザイセンチュウ保持数に関する（第8章2）。このため、枯死木内のマツノザイセンチュウの個体数変動パターンを明らかにしておくことは、翌年のマツ枯損量を予測する上で重要である。

個体数変動の理解に必要なマツノザイセンチュウの生活環を、MAMIYA (1972)、真宮 (1975 a、b) および MAMIYA and ENDA (1972) に基づいてここで概述しておく。本種の耐久型幼虫はマツノマダラカミキリ成虫の気管の中に入って運ばれ、カミキリ成虫の摂食部位から樹体内へ侵入する。侵入後、耐久型幼虫はすみやかに脱皮して成虫になる。雌成虫は交尾後産卵し始め、25°Cでは約20日間に平均100卵を産んでまもなく死ぬ。第1期幼虫は卵内で1回脱皮し、第2期幼虫として孵化する。孵化後幼虫は3回脱皮して成虫になる。卵から成虫になるまでの期間は温度に依存し、25°Cでは4～5日である。このようにして樹体内のマツノザイセンチュウ個体群は指数的に増加していく。このような発育経過をたどる幼虫を増殖型と呼ぶ。一方、環境条件が悪化すると、体内に顆粒状の貯蔵物質を満たした分散型第3期幼虫が出現する。分散型第3期幼虫の割合は12月以降から高まり、4、5月にほぼ100%に達する。この分散型第3期幼虫は2～4月にマツノマダラカミキリの蛹室に集まる。そして、4～5月に耐久型幼虫に脱皮する。

マツ樹体内のマツノザイセンチュウの個体数変動は苗木で詳しく調べられた（真宮、1974、1975 b）が、壮齢木での調査例は少ない。例えば、20～25年生のアカマツの場合、針葉の萎凋、黄変する頃から個体群密度は増加し、外観的な病徴が目立つ頃から枯死までにピークに達し、その後漸減する（真宮ら、1973）。マツノザイセンチュウを接種した18年生のクロマツ内の個体群密度は、樹脂滲出の停止する頃から増加し始め、短期間のうちにピークに達し、その後急速に減少してから安定する（清原・鈴木、1975）。

マツ林の個々のマツは、接種実験のように短期間に多数のマツノザイセンチュウが侵入することもあるし、長い期間に何度も侵入することもある。今、個々のマツについてマツノザイセンチュウの侵入過程を明らかにすることは不可能である。ただ、個々のマツの衰弱時期は特定できる。マツノザイセンチュウの接種時期が異なると樹体内での個体群密度の変動が異なる（清原・鈴木、1976）ように、衰弱時期が異なってもその後の個体群密度の変動が異なるかもしれない。その場合、発病後の個体群密度の経時的変化をマツの衰弱時期別にパターン化できれば、マツノマダラカミキリのマツノザイセンチュウ初期保持数の予測に利用できるだろう。

ここでは、春のマツノザイセンチュウの樹体内分布をマツノマダラカミキリの蛹室と関連させて

記載した後、マツの衰弱時期別に樹体内の個体群密度の経時的変化を示した。

### 1. 春におけるマツノザイセンチュウの樹体内分布

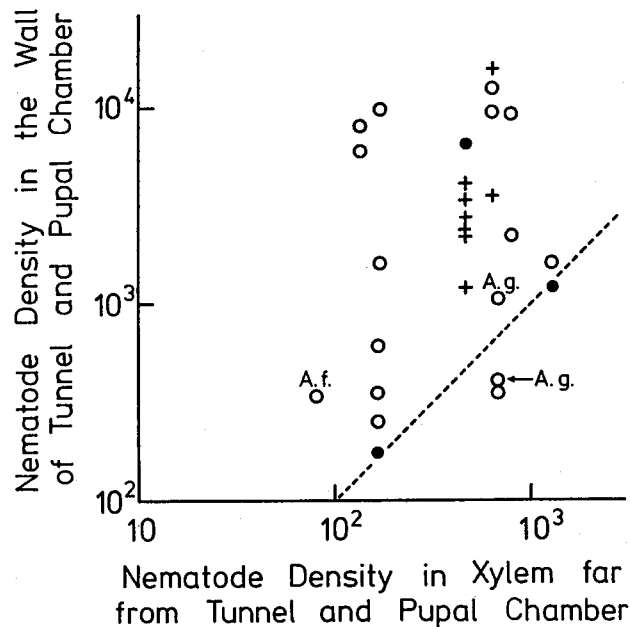
マツノザイセンチュウは、11月（森本・岩崎、1973）または2月以降マツノマダラカミキリの蛹室周辺に集中し始め、その羽化期まで集中分布が続く（MAMIYA、1976）。しかし、蛹室内のマツノマダラカミキリ幼虫の生死やカミキリムシの種類による集中度の相違は不明なので、それを含めて再調査した。

#### (1) 材料と方法

1980年10月24日から11月11日に、石川県羽咋郡押水町の9本のクロマツ枯死木を伐倒した。その幹を切り、1mの丸太にして野外に置いた。1981年3月29日と4月4日に、各枯死木から1本の丸太（中央径の平均値10.0cm、範囲3.6~15.0cm）を選び、剥皮割材した。材内蛹室内のカミキリムシの種類と幼虫の生死を記録し、その蛹室や穿入孔の壁をノミで採取して剪定鋏で細かく切り、マツノザイセンチュウを分離した。また、丸太中央部で、材内蛹室や穿入孔のない部分からハンドボーラー（刃の直径18mm）で材を採取し、マツノザイセンチュウを分離した。分離後、マツノザイセンチュウを数え、材を100°Cで乾燥して絶乾重量を測定した。そして、密度を材の乾重1gあたりの個体数として表した。

#### (2) 結果と考察

マツノマダラカミキリの生存幼虫のいる蛹室と幼虫のいない穿入孔の周囲にマツノザイセンチュウ



第34図 マツノマダラカミキリ蛹室へのマツノザイセンチュウの集合（1981）。マツノマダラカミキリの穿入孔壁および蛹室壁のマツノザイセンチュウ密度とそこから離れた部位のマツノザイセンチュウ密度の関係を示す。白丸は蛹室内で幼虫が生きていた場合、黒丸は死んでいた場合、+は穿入孔で中に幼虫がいなかった場合を表す。A. f. はビロードカミキリ幼虫によって、A. g. はスジマダラモボトカミキリ幼虫によって作られた蛹室を示す。3月29日、4月4日に、クロマツ丸太を剥皮後すぐに材を採取した。破線は等数線を表す。

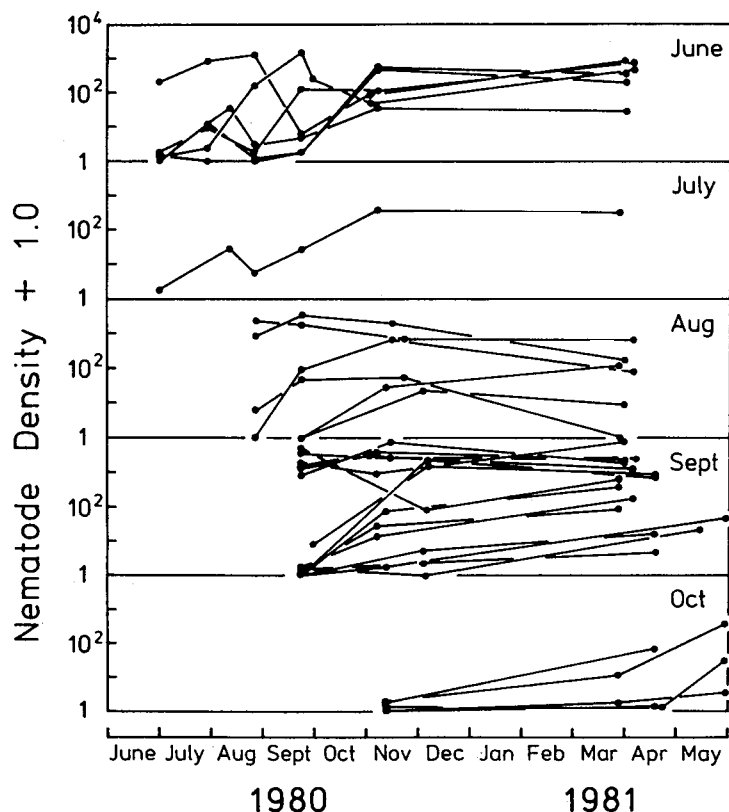
ウが高い密度で生息していた（第34図）。しかし、死亡幼虫のいる蛹室の周囲にマツノザイセンチュウは集合していなかった。もっとも、死亡幼虫のいる蛹室周囲でもマツノザイセンチュウ密度の高い場合が1例あった。これは死後間もない幼虫であったため、この後マツノザイセンチュウが分散すると考えられた。マツノマダラカミキリ以外に、スジマダラモモブトカミキリ（ヒゲナガモモブトカミキリ）*Acanthocinus griseus* (FABRICIUS) やビロードカミキリ *Acalolepta fraudatorix* (BATES) の蛹室周囲にもマツノザイセンチュウが集合していたが、その程度はマツノマダラカミキリの場合に比べて小さかった。

## 2. マツノザイセンチュウ個体群の密度変動

マツの衰弱時期と関連して、樹体内のマツノザイセンチュウ個体群の密度変動を調査した。

### (1) 材料と方法

3種の個体群動態の調査林分で、樹脂滲出の停止したマツ（衰弱木）の樹幹（地上50～120cm）からハンドボーラー（刃の直径18mm）で材を採取し、ポリエチレン製の袋に入れた。材は乾重にして平均6.56g（*S. D.* = 1.93g）であった。採取後すぐに材をクーラーボックスに入れて石川県林業試験場に持ち帰り、その日のうちにマツノザイセンチュウの分離を行った。衰弱していてもすべての葉が緑である場合、幹から材を採取せずに、枝を切り取った。採取の翌日に枝の主軸を切りとり、水道水で洗った後、剪定鋏で厚さ1～2mmに切って、マツノザイセンチュウを分離した。枯死木の伐倒後は、1または数本の丸太の中央部からハンドボーラーで材を採取し、その日のうちに



第35図 クロマツ樹体内におけるマツノザイセンチュウの個体群密度変動。1980年に発生した衰弱木。折線は各マツにおけるマツノザイセンチュウの個体群密度変動を示す。図中の月はマツの衰弱時期を表す。

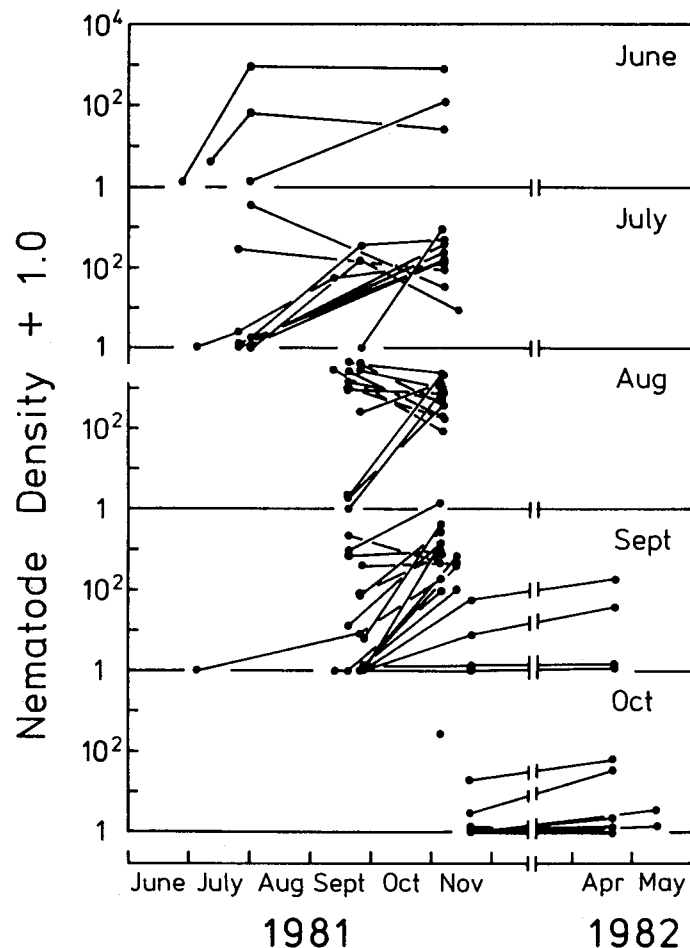
マツノザイセンチュウを分離し始めた。マツノザイセンチュウの計数後、材を100℃で乾燥し、その絶乾重量を測定した。

## (2) 結果

マツ樹体内における個体群密度の変動をマツの衰弱時期別に、第35図と第36図に示した。6、7月に衰弱し始めた枯死木の場合、衰弱時期から11月頃まで密度が増加し、その後一定になる傾向があった。しかし、1980年の6月に衰弱し始めた枯死木のように、8月または9月に最高密度に達する場合もあった。これに対して、8、9月に衰弱し始めた枯死木では、衰弱時期に密度がすでに $10^3$  頭/g材乾重のオーダーになっている場合と10頭/g以下の場合があった。密度が $10^3$  頭/g以上の場合、その後少し減少しても同じオーダーを保つことが多かった。密度が10頭/g以下の場合、11月までに $10^3$  頭/gのオーダーまで増加しその後安定する場合と、 $10^3$  頭/gのオーダーまで増加する途中の場合があった。10月に衰弱し始めた枯死木の場合、11月の密度は10頭/g未満であることが多く、その後3月下旬～4月までに密度は少し増加した。5月になると、時には密度が $10^2$  頭/gのオーダーにまで増加することもあったが、そのようなことは稀なようであった。

## (3) 考察

接種実験によると、マツノザイセンチュウは樹体内に侵入後15日内外で全身に移動分散するとい



第36図 クロマツ樹体内におけるマツノザイセンチュウの個体群密度変動。1981年に発生した衰弱木。説明は第35図参照。

う（橋本・清原、1973）。その後、マツの樹脂滲出の異常があらわれてからしばらくして、個体数が爆発的に増加する（真宮、1975b）。マツノザイセンチュウの樹体内の分布は一様ではなく、極端な場合、分布する部位と分布しない部位が混在する（作山・佐藤、1980）。このため、本研究のように、立木のほぼ同じ位置で測定された個体群密度の変動は、立木全体での個体数変動と一致しないかもしれないが、それを反映すると考えられる。

18～25年生のマツ樹体内の個体群密度変動は真宮ら（1973）と清原・鈴木（1975）によって調べられた。その結果、真宮ら（1973）は、マツの樹脂滲出の停止し始める頃マツノザイセンチュウが部分的にごくわずかしか検出されないが、針葉が萎凋、黄変する頃には各部から検出され、その後密度は増加し、外観的な病徴が目立つ頃から枯死するまでにピークに達して、その後漸減すると述べた。清原・鈴木（1975）も同様の結果を得たが、密度がピークに達した後、急速に減少して100頭/g前後で安定すると述べた。

この研究では密度変動のピークは稀にしか観察されなかった。これは、調査間隔の長いことと1本のマツからのサンプル数の少ないことによって起こったのかもしれない。そして、マツの衰弱時期と無関係に、10月下旬以後または11月以後、樹体内の個体群密度はほぼ安定した（第35図）。つまり、マツノザイセンチュウの密度変動は11月にほとんど終わることが示された。そこで、11、12月の樹体内の密度を衰弱時期の異なるマツ間で比較した。その時の密度は0.0頭/gから13,496.3頭/gまでばらつくため、分散が等しくなるように密度に1を加えて対数変換し、その値を用いて分散分析した。その結果、1980年と1981年の両年とも、6月から9月までに衰弱し始めた枯死木内の密度に有意差はなく、平均100～200頭/gの場合が多かった。もっとも、その中では8月に衰弱し始めた枯死木内の平均密度が最高で、1980年の場合176.8頭/g、1981年の場合561.3頭/gであった。しかし、10月に衰弱し始めた枯死木内の密度は、6月から9月までに衰弱し始めた枯死木の場合に比較して有意に低く、0.3～2.1頭/gであった（ $P < 0.01$ または0.001）。

マツノマダラカミキリは、9月までに発生した衰弱木に産卵するが、10月に発生した衰弱木にほとんど産卵しない（第5章2）。そして、枯死木の衰弱時期が6月から9月までならば、樹体内のマツノザイセンチュウ密度の違いは11、12月になくなる。このことから、異なった衰弱時期の枯死木から脱出した成虫の間では、マツノザイセンチュウ初期保持数の変異に大きな違いがないと考えられた。

## 第8章 マツノマダラカミキリ成虫とマツノザイセンチュウの相互関係

マツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリの羽化と同時にその体に乗移り、成虫の気管の中または翅鞘と胸腹部背面の間に入って運ばれ、成虫の摂食部位からマツの樹体内に侵入する（MAMIYA、1972、1976）。伝播されるマツノザイセンチュウは耐久型幼虫であり、成虫体内で増殖しないため、成虫の日齢とともに体内のマツノザイセンチュウ数は減っていく。樹体内に侵入するマツノザイセンチュウ数がマツの発病に関係する（橋本・讃井、1974）ため、脱出直後の成虫のマツノザイセンチュウ保持数やその伝播過程は、その年の衰弱木発生に大きく関係すると考えられる。

脱出直後の成虫のマツノザイセンチュウ保持数の変異は極めて大きい（e.g. 細田ら、1974；小