

第26表. 衰弱時期別の枯死木樹幹上の産卵かみ跡の分布

年	産卵かみ跡の多い部位	枯死木数					合計
		枯死木の衰弱時期					
		6月	7月	8月	9月	10月	
1980	樹幹上部	3	0	2	6	0	11
	樹幹下部	4	0	2	5	0	11
1981	樹幹上部	2	4	7	6	0	19
	樹幹下部	1	5	6	8	1	21
1982	樹幹上部	1	6	5	0	2	14
	樹幹下部	3	4	5	1	1	14
1983	樹幹上部	0	0	5	1	1	7
	樹幹下部	1	0	2	0	0	3

雪による幹折木を除く。具体的には、1980年の7月と8月衰弱の枯死木各1本、1981年の7月衰弱の枯死木1本、1983年の6月と7月衰弱の枯死木各1本を除いた。

シーズンの枯死木のうち83%が7月中旬から8月中旬に衰弱し始めた(MAMIYA、1976)。このことから、マツノザイセンチュウによるマツの発病時期とマツノマダラカミキリの生活史がうまく一致していると考えられた(MAMIYA、1976)。これに対して、石川県では9、10月衰弱の枯死木の量が多く、全体の43%を占めた(第23表、第9章1)。しかし、マツノマダラカミキリ成虫は9、10月衰弱の枯死木からほとんど脱出しない(第23表)。それ故、その年に衰弱したすべてのマツを8月までに利用した場合より、増殖率はかなり低下すると考えられた。つまり、石川県では衰弱木の発生時期とマツノマダラカミキリ個体群の産卵時期が大きく重ならないため、太平洋岸や瀬戸内海沿岸地方のような材線虫病の爆発的増加が起これにくいと考えられた。

第6章 マツノマダラカミキリ成虫の個体群動態と空間分布

マツノザイセンチュウは、マツノマダラカミキリ成虫によって伝播される。そのため、材線虫病罹病木の発生時期と発生量は成虫個体群の時間的空間的分布に大きく関係すると考えられる。そして、成虫個体群の空間分布は成虫の行動によって決定される。このため、成虫個体群の時間的空間的分布と成虫の行動の研究は材線虫病の伝播の研究において最も重要な位置を占める。

野外における成虫の個体群密度の季節的変動は、森本ら(1974、1975)とSHIBATA(1981)によって調査されたが、前者のサンプリング法は適切でなく(森本、1979; SHIBATA、1981)、後者の調査期間は成虫の発生期間の前半(6月~7月中旬)だけであった。成虫の空間分布について、健全木1本あたりの捕獲成虫数の頻度分布は解析された(SHIBATA、1981)が、成虫の空間分布の季節的变化や成虫と衰弱木の空間分布の関係は調査されていない。脱出直後の成虫の分散に関しては、最大移動距離が測定されただけで(井戸ら、1975a)、個体群生態学的研究は行われていない。成虫の行動について、OKAMOTO(1984)は、成虫が日没後に衰弱木に飛来すると述べた。また、

日齢と関連した成虫の行動について、飼育（山根・伏見、1974）や宙づり飛翔法（Ito、1982）によって、脱出直後あるいは性成熟前に成虫が長距離飛翔し、その後、成虫の飛翔能力が低下し、定着性の高まることが示唆された。しかし、この説は野外で検証されていない。

このように、野外における成虫個体群の研究は極めて不十分であった。ここでは、林分内における6月から9月までの成虫個体群の密度変動、衰弱木の空間分布と関連した成虫の空間分布および分散行動などの生態学的性質を明らかにした。

1. 成虫の個体群密度の季節的变化

調査林分で成虫の個体群密度の季節的変動を4年間にわたって調査した。

(1) 材料と方法

海岸クロマツ林の一林分で、成虫の個体数と空間分布を6月から9月まで毎週調査した。成虫を捕獲するために立木の周囲に白布を敷き、マツをゆすって成虫を落下させた。捕獲成虫に標識がない場合、大部分の成虫の翅鞘に個体識別の番号を（点の位置で表す）白色ラッカーで付け、頭頂に黄色ラッカーで1点を付けた。そして、成虫の性と個体番号およびマツの番号を記録した。また、マツノザイセンチュウ保持数を調査するために、一部の未標識個体を石川県林業試験場へ持ち帰った。捕獲成虫に標識がある場合、その個体番号とその個体のいたマツの番号を記録した。記録後、もといいたマツの幹に成虫を静かに置いた。大部分の成虫は静止するか、少し上方へ登ってから静止した。

野外の枯死木から脱出した成虫（野外成虫）は調査林分に少なかった。そこで、野外成虫数を正確に知るためと、脱出直後の成虫の分散様式を明らかにするために、マツノザイセンチュウをほとんど保持しない成虫を林内に付け加えた（第1図）。これらの成虫は、鶴来町の野外網室で調査日前の5日間に脱出した個体であった。各成虫の翅鞘に個体識別の番号を白色ラッカーで付け、頭頂

第27表. 林内に付け加えたマツノマダラカミキリ成虫数とそれらのマツノザイセンチュウ保持数

年	成虫を付け加えたクロマツ	付け加えた成虫数			成虫のマツノザイ*センチュウ保持数	
		雌	雄	合計	調査数	平均値
1980	No. 124	49	74	123	45	8.1 a
1981	No. 39	39	57	96	34	2.9 ab
	No. 215	12	18	30		
1982	No. 53	50	52	102	46	2.2 b
	No. 214	49	51	100		
1983	No. 69	49	46	95	86	1.2 b
	No. 215	47	47	94		

* : 1元配置の分散分析をするために、マツノザイセンチュウ初期保持数+1を対数変換した。変換後の平均値を逆変換し、その値を平均値として表に示した。標準偏差の値の右横のアルファベットが同じ時、5%水準で有意差がないことを示す。

に赤色ラッカーで1点を付けた。林内に付け加えるまで、成虫をプラスチックケース（8.5cm×17.5cm×4.0cm）で個体飼育した。林内の成虫の捕獲と放逐が終ってから（午後4時～6時に）、樹幹上に成虫を上向きに置いた。成虫を付け加えた木の番号と付け加えた成虫数を第27表に示した。2本のマツに成虫を付け加えた場合、毎回成虫の性比が同じになるようにした。付け加え直後、大部分の成虫は静止するか、上方へ登った。雄が雌に出会うと、交尾する場合があった。ごく少数の成虫は付け加えたマツから飛び出した。調査日とその翌日に野外網室で脱出した成虫の一部を、マツノザイセンチュウ保持数の測定に供試した。

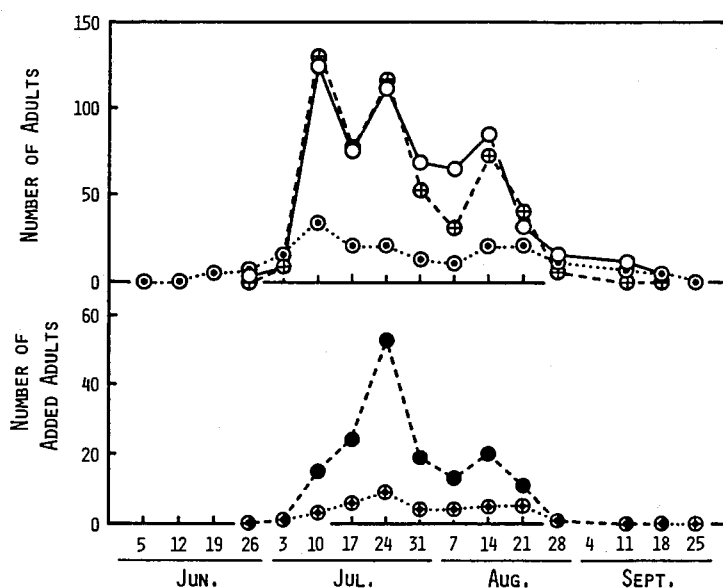
成虫の付け加えによって野外成虫数を推定するために、JOLLY-SEBER法（SEBER、1982）を利用した。今、各調査日の、成虫の付け加え前の、林内の成虫総数と付け加え成虫の生息数をそれぞれ T 、 A で表すと、野外成虫数は $T-A$ となる。そこで、野外成虫と付け加え成虫をこみにした標識再捕のデータから、JOLLY-SEBER法によって林内の成虫総数 T を推定した。また、野外成虫に標識を付けなかったと仮定した時の、JOLLY-SEBER法の推定標識成虫数 (\hat{M}_i) が同じ時点の付け加え成虫の生息数 A の推定値になった（方法1）。

5月から10月までの毎月、全立木の樹幹に傷をつけ、樹脂の滲出程度を調べた。そして、樹脂滲出の停止した月を、マツの衰弱時期と判断した。なお、第9章でこの調査法の詳細を述べる。

(2) 結果と考察

(a) 付け加えによる個体数推定法

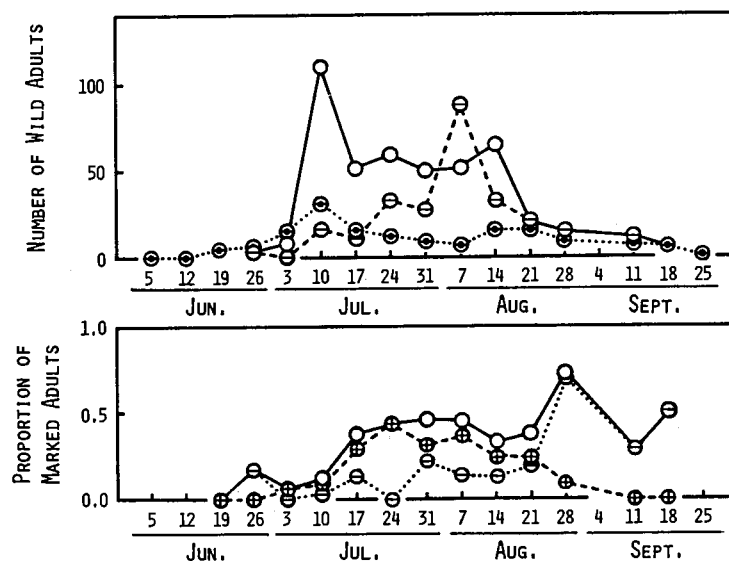
標識再捕法によって動物の個体数を推定する場合、普通 JOLLY-SEBER法を使うが（SEBER、1982）、生息個体数や再捕率が少なく、標識個体の割合が低いと推定の精度が落ちる。そこで、この問題点を解決するために、調査林分に成虫を付け加え、方法1によって野外成虫数を推定した。もし、付



第19図 調査林分内のマツノマダラカミキリ成虫総数および付け加え成虫の生息個体数の季節的変動（1981）。上図：調査林分内の成虫総数の季節的変動。○：全成虫の標識再捕のデータによる推定値。⊕：付け加え成虫だけに標識したと仮定した場合の推定値。⊙：捕獲された成虫数。下図：林分内の付け加え成虫数の季節的変動。●：推定生息数。⊙：捕獲数。

け加えによる個体数推定法（方法1）で、付け加え成虫の推定生息数 A が異常な値をとるならば、それに基づく林内の推定成虫総数は、全成虫の標識再捕のデータから推定された成虫総数 T と著しく異なると考えられる。成虫総数 T を、全成虫の標識再捕による場合と、付け加え成虫だけに標識した場合の2通りの方法で推定した結果を第19図に示した。両方法の推定値とも似たような値になり、その変動パターンは捕獲成虫の変動パターンと同じであった。そして、付け加え成虫の推定生息数 A の変動パターンは、その捕獲数の変動パターンとほぼ同じであった（第19図）。これらのことから、方法1で推定された付け加え成虫の生息数 A の推定値は妥当だと考えられた。

もし、成虫の付け加えを行わず、野外成虫だけで標識再捕を行ったならば、JOLLY-SEBER 法による推定生息成虫数が野外成虫数を示す（方法2）。野外成虫捕獲数の多かった1981年のデータを用い、方法1と2によって推定された野外成虫の生息数を比較すると（第20図）、方法1では7月3日まで推定値は捕獲数より少なかったが、7月10日以降多くなり、しかもその変動パターンは実際の捕獲数の変動パターンと類似していた。このことは、7月以後の野外成虫数の推定が良いことを示す。一方、方法2による推定値の変動パターンは8月7日にピークを持ち、捕獲数の変動パターンと明らかに異なった。方法2による推定値が7月中、下旬まで過小推定であるのは、野外成虫の標識個体の割合がその頃まで低いためであった（第20図）。しかし、方法1では7、8月の標識個体の高い割合が成虫の付け加えによって、8月下旬以後の高い割合は野外成虫の標識個体の割合の増加によって達成された。これらの結果、成虫の付け加えによって野外成虫数を正確に推定できたと考えられた。



第20図 異なる方法で推定された野外発生マツノマダラカミキリ成虫数と標識率の季節的变化 (1981)。上図：野外成虫の個体数変動。○：方法1による推定値。⊖：方法2による推定値。●：捕獲された野外成虫数。下図：捕獲成虫の標識個体の割合の季節的变化。○：標識成虫数/捕獲成虫数。⊖：標識されていた野外成虫数/捕獲された野外成虫数。⊕：付け加え成虫数/捕獲成虫数。

(b) 成虫の個体群密度の季節的变化

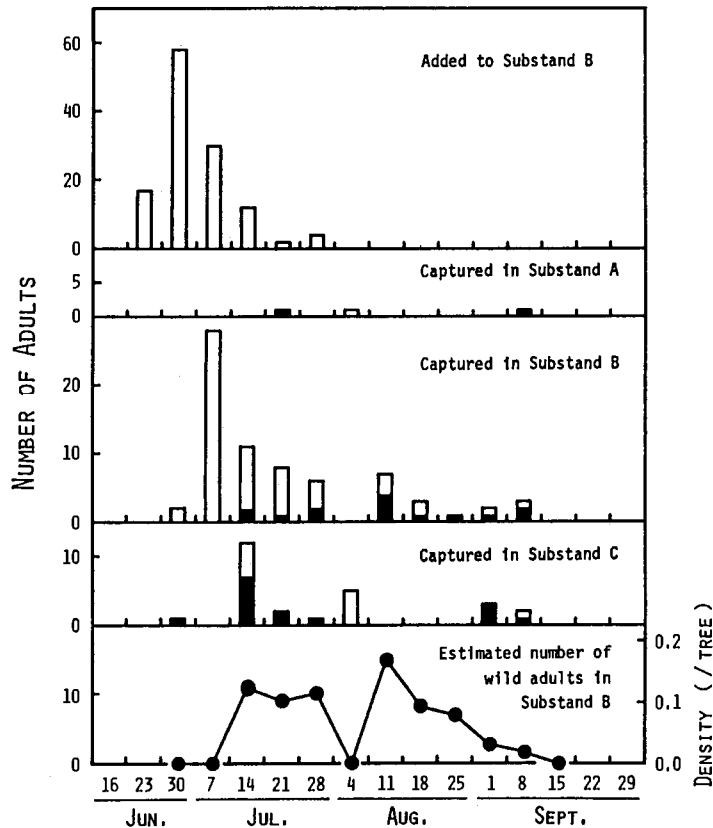
毎年5月末までに調査林分から枯死木を除去したので、林分内で成虫は脱出しなかった。しかし、殺虫剤で処理された枯死木や未処理の枯死木が調査林分の周囲の林に放置され、そこから成虫が発生した。そして、そのような成虫が調査林分に飛来したと考えられた。

1980～1983年の捕獲成虫数と付け加え成虫数を第21～24図に示した。再捕された全成虫の頭頂に標識が付いていたので、再捕までに翅鞘の標識が脱落しなかったと考えられた。

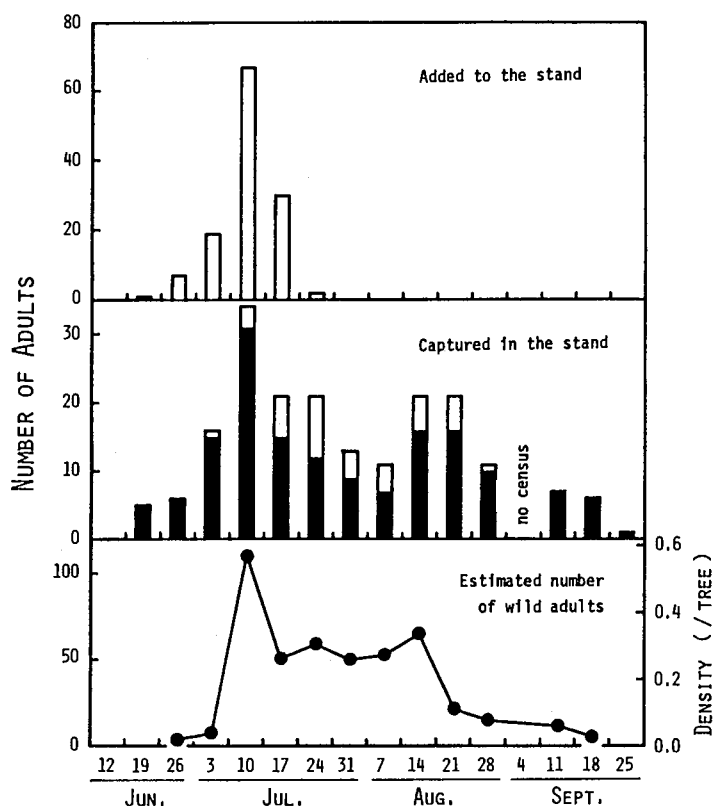
1980年には7月から調査林分全体で成虫を採集したので、小林分Bだけで個体数推定を行った(第1図)。1980年の木あたりの野外成虫密度は、7月14日から8月18日までほぼ同じ(0.1～0.2頭/木)で、脱出消長を反映するピークがみられなかった。そして、8月18日以後、密度は徐々に減少した。

1981年には、1980年に比べて多数の野外成虫を捕獲した。野外成虫の密度は7月10日にピークになり(0.6頭/木)、その後、7月17日から8月14日まで安定していた(約0.3頭/木)。8月下旬に密度は急減して約0.1頭/木になり、その後、9月下旬まで漸減した。

1982年の場合、6月中旬から野外成虫の密度は増加し、7月6日にピークに達した。その後、密度は減少した。8月2日の未明、台風10号が能登半島を通過した。このため、その翌日には密度が著しく高まった。台風の通過前は野外成虫の標識個体の割合が高く、付け加え後1～3週を経過し



第21図 マツノマダラカミキリ成虫個体群の季節的変動(1980)。柱状グラフの白い部分は付け加え成虫、黒い部分は野外で発生した成虫を示す。



第22図 マツノマダラカミキリ成虫個体群の季節的変動（1981）。台風18号の衰弱した温帯低気圧が9月4日に日本海を通過したので、その日の調査は行わなかった。説明は第21図参照。

た成虫だけが再捕されていたが、台風の通過後は野外成虫の未標識個体の割合が高まり、付け加え後5～7週を経過した成虫が主に捕獲された。台風通過の8日後（8月10日）の野外成虫密度は台風通過の6日前や13日前（7月20日、7月27日）の密度とほぼ同じになった。このように、台風は成虫の分布を攪乱し、大きな海岸クロマツ林の一部に成虫を集中させたようであった。しかし、その影響は台風の通過後1週間で消失した。8月中旬から9月上旬まで密度は減少し続けた。

1983年には、野外成虫の密度が6月下旬から増加し始め、7月下旬にピークに達した。その後、密度は急減し、8月中旬以降成虫は捕獲されなかった。1983年の密度のピーク時期（7月下旬）は、1981年や1982年のピーク時期（7月上旬）と異なった。

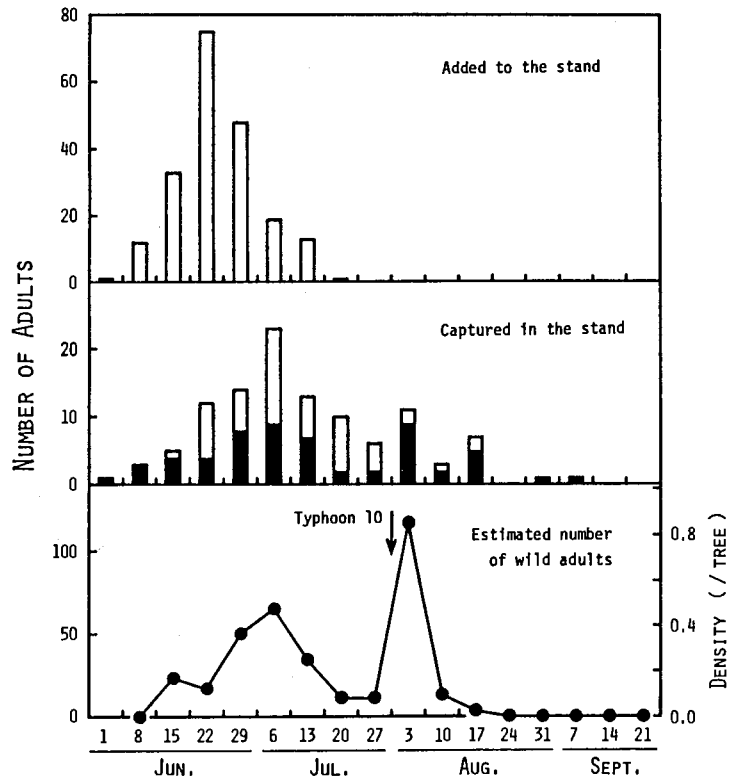
4年間の研究から、野外成虫の個体群密度は6月上、中旬から増加し始め、7月上旬にピークに達した後、約1箇月間安定し、8月中、下旬から減少するというパターンが推定された。

2. 成虫の空間分布

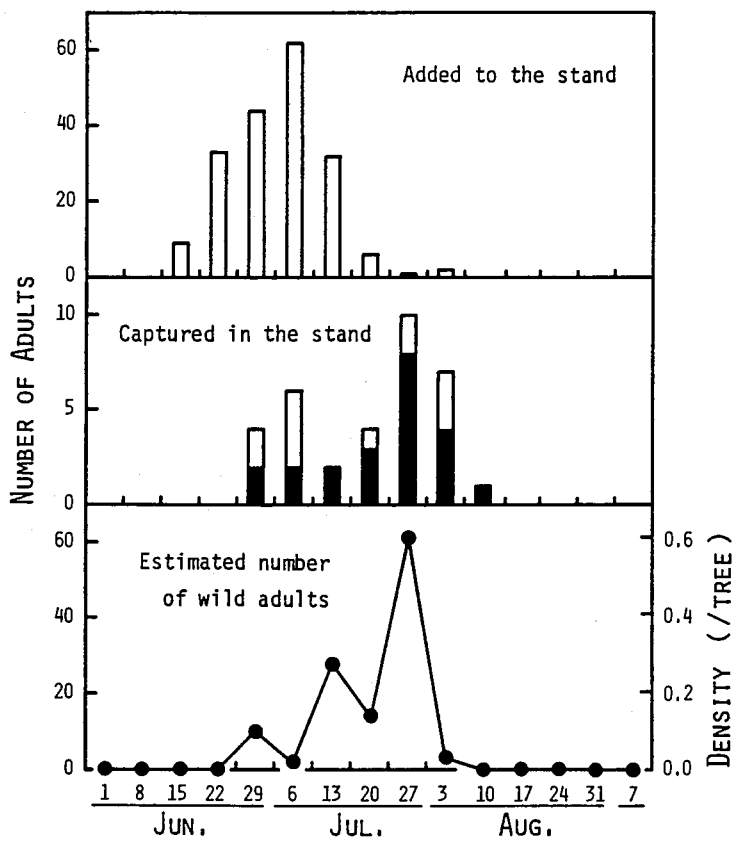
産卵または交尾のために、性成熟後の成虫は衰弱木とその周囲の健全木に集まると言われる。そこで、このことを確かめるとともに、成虫の集まる範囲を明らかにするために、衰弱木の空間分布と関連させて野外成虫の空間分布を月別に調べた。

(1) 方法

付け加え成虫は、付け加え木からランダムに分散した（本章3）。このため、野外成虫だけを空間分布の解析に用いた。調査期間中、成虫を毎週採集したので、毎月4、5枚の捕獲成虫の分布図



第23図 マツノマダラカミキリ成虫個体群の季節的変動（1982）。8月2日に台風10号が能登半島を通過した。説明は第21図参照。



第24図 マツノマダラカミキリ成虫個体群の季節的変動（1983）。説明は第21図参照。

が得られた。それらの分布図を重ね合わせて、各月の成虫の分布図とした。もし成虫が限られた場所で何度も捕獲されるならば、解析のためにつくられた分布図上で、成虫は集中分布を示すことになる。しかし、4年間の全捕獲成虫のうち5.3% (14頭/262頭) の個体だけが放逐地点から7m未満の距離で再捕されたので、複数回捕獲は成虫の空間分布の解析にほとんど影響しないと考えられた。

マツは、衰弱時期にかかわらず、衰弱後9月まで産卵される場合があった(第5章)。しかし、産卵される期間の短い衰弱木と長い衰弱木を容易に区別できなかった。このことから、各月までに発生した全衰弱木の分布図を解析に用いた。

幹サイズを順次変えた時の平均密度と種内および種間の平均こみあい度の関係 (IWAO, 1977)、および ρ 指数 (IWAO, 1972) と ω 指数 (IWAO, 1977) を用い、衰弱木の空間分布と関連させて成虫の空間分布を月別に解析した。ここで、 j 番目の幹内の種 X と種 Y の個体数をそれぞれ x_{xj} 、 x_{yj} とすると、それぞれの種内の平均こみあい度 m_x^* 、 m_y^* と種 X に対する種 Y の平均こみあい度 m_{xy}^* および種 Y に対する種 X の平均こみあい度 m_{yx}^* は次のように定義される。

$$\begin{aligned} m_x^* &= \sum x_{xj} (x_{xj} - 1) / \sum x_{xj} \\ m_y^* &= \sum x_{yj} (x_{yj} - 1) / \sum x_{yj} \\ m_{xy}^* &= \sum x_{xj} x_{yj} / \sum x_{xj} \\ m_{yx}^* &= \sum x_{xj} x_{yj} / \sum x_{yj} \end{aligned}$$

また、 ρ 指数は、

$$\rho_k = (m_k^* - m_{k-1}^*) / (m_k - m_{k-1}) \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

と定義される。ここで、 $m_0^* = 0$ 、 $m_0 = 0$ であり、 $k=1, 2, 3, \dots$ は幹サイズの順序を表す。幹サイズに対する ρ 値の変化の仕方によって、集団構造の有無、1集団の占有面積とその変異、集団内での個体の分布および集団自体の分布様式が明らかになる。

ω 指数は2種の相対的な分布重なり度を表す。その値は1から-1まで変化し、2種の分布が完全に重なり合う場合 $\omega=1$ 、独立に分布する場合 $\omega=0$ 、分布が全く重ならない場合 $\omega=-1$ となる。

(2) 結果

成虫の約30% (79頭) は衰弱木で、約70% (183頭) は健全木で採集された(第28表)。

第28表. クロマツの健康状態と関連したマツノ
マダラカミキリ野外成虫の捕獲数

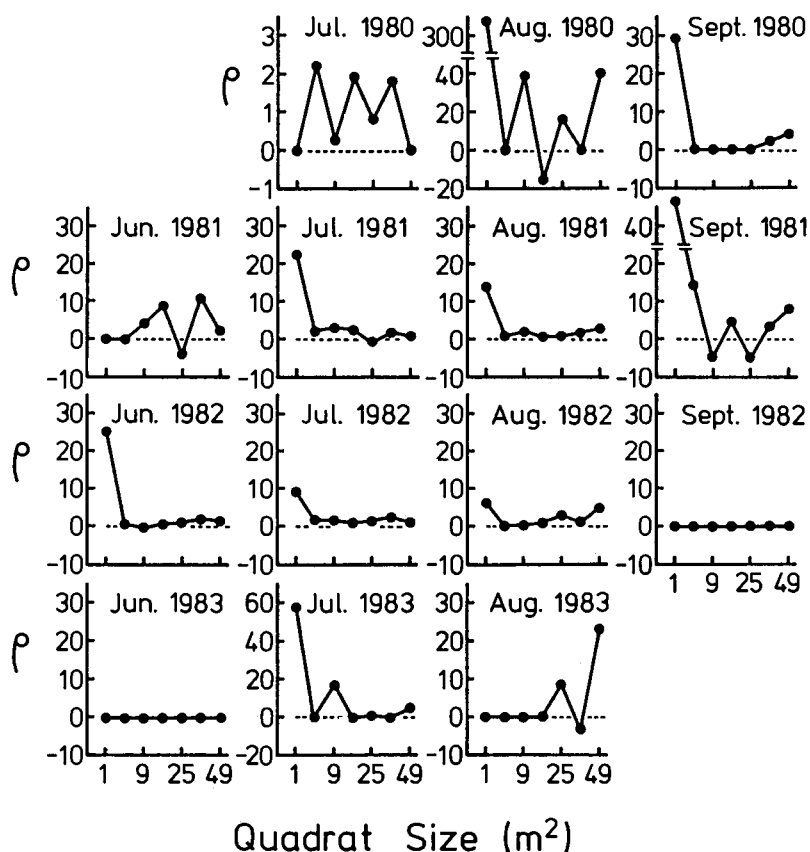
成虫のいたマツ	捕獲された野外成虫数				
	6月	7月	8月	9月	合計
6月の衰弱木	5	11	5	1	22
7月の衰弱木	-	20	10	1	31
8月の衰弱木	-	-	14	1	15
9月の衰弱木	-	-	-	11	11
健全木	28	98	48	9	183
合計	33	129	77	23	262

成虫の分布様式および衰弱木との分布重なり度を第25図と第26図に示した。ただし、1980年の6月には調査林分の約1/3（小林分B）で成虫を採集したので、その月のデータを解析しなかった。

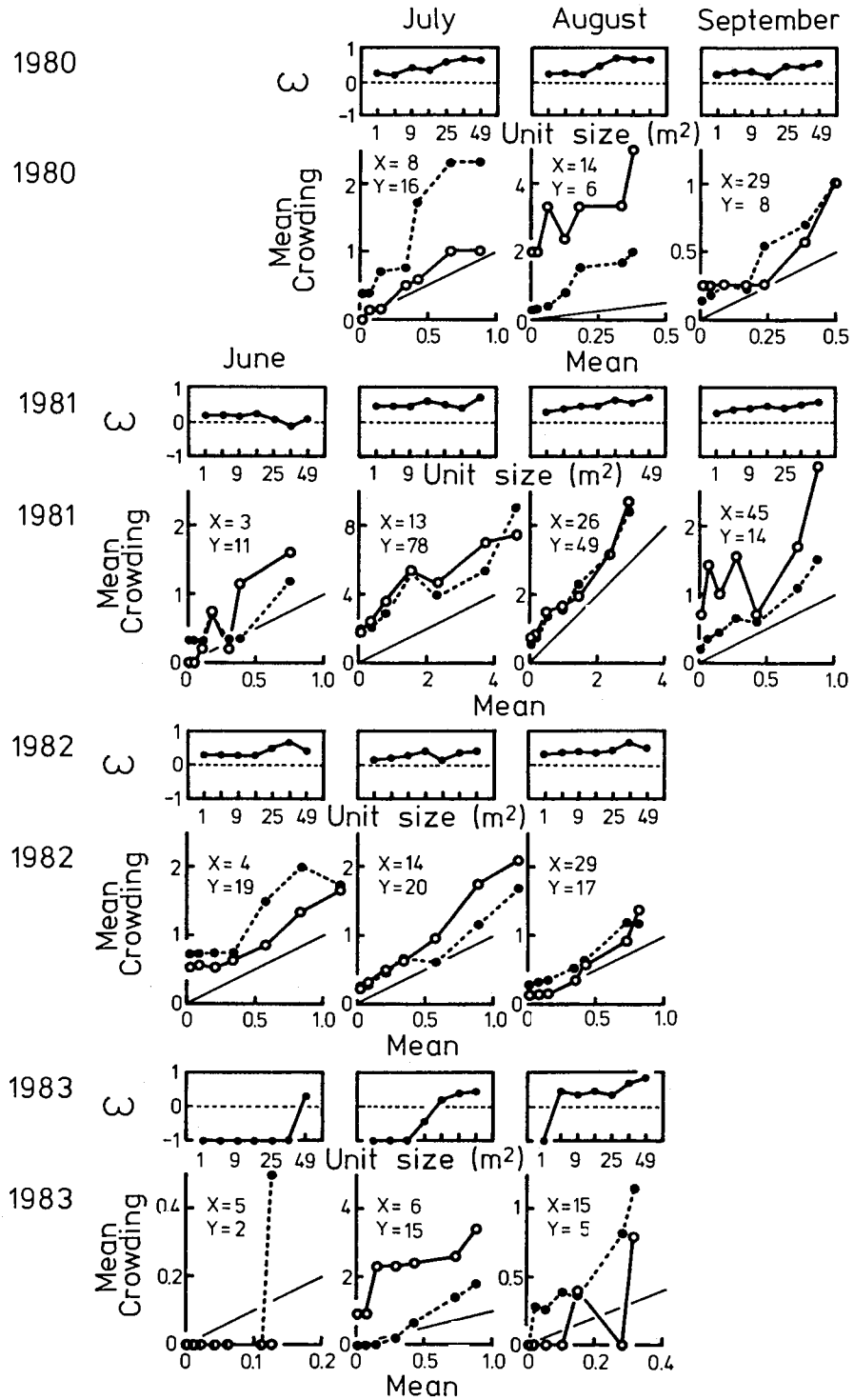
成虫は林分内で様々な大きさの集団を形成した。例えば、複数の個体が1㎡を占めるコンパクトな小集団を形成し、その小集団が一様に分布したり（1980年9月、1982年6月および8月）、ランダムに分布したり（1981年8月、1982年7月）、集中的に分布したり（1981年7月）、9または16㎡を占める中集団を形成したり（1981年9月、1983年7月）、もっと大きい大集団を形成する場合（1980年8月）があった。また、成虫が25㎡を占めるルーズな小集団を形成し、その小集団内で一様に分布する場合があった（1983年8月）。そして、4または16㎡を占めるルーズな小集団が集まって、中集団や大集団を形成する場合もあった（1980年7月、1981年6月）。しかし、成虫が一様に分布する場合は稀であった（1983年6月）。

1980年の ω 値は常に正で、成虫と衰弱木の空間分布に正の相関があることを示した。どの月の空間分布の重なりも、25㎡以上の枠サイズで急に大きくなった。つまり、衰弱木を含む25㎡の面積の中で、成虫が活動することが示唆された。

1981年の空間分布の重なり度は6月と7月以後で異なった。枠サイズが大きくなっても、6月の ω 値は0に近い値をとり、成虫と衰弱木が独立に分布することを示した。7月以降は、枠サイズが大きくなるにつれて ω 値も増加し、両者の空間分布が大きく重なることが示された。そして、7月



第25図 マツノマダラカミキリ成虫の分布様式。 ρ 指数は、平均密度に対する平均こみあい度の変化量を表す。枠サイズの変化に対する ρ 指数の変化の仕方によって集団の構造が推定される (Iwao, 1972)。



第26図 マツノマダラカミキリ成虫と衰弱木の空間分布の関係。図中のXとYは、その月までに発生した衰弱木数とその月に捕獲された野外成虫数を表す。平均密度と平均こみあい度の図では、成虫の平均密度と平均こみあい度の関係(○)および成虫の平均密度と衰弱木に対する成虫の平均こみあい度(●)を示す。ω指数は、成虫と衰弱木の相対的な分布重なり度を表す(IWAO、1977)。

には16㎡の枠サイズで、8月には25㎡の枠サイズで ω の値が高くなった。

1982年6月の ω 値は常に正で、36㎡の枠サイズで ω 値が最大となった。1982年7月の成虫と衰弱木の空間分布は16㎡と36㎡以上の枠サイズで大きく重なり、8月の成虫と衰弱木は、36㎡の枠サイズで分布の重なりが大きかった。

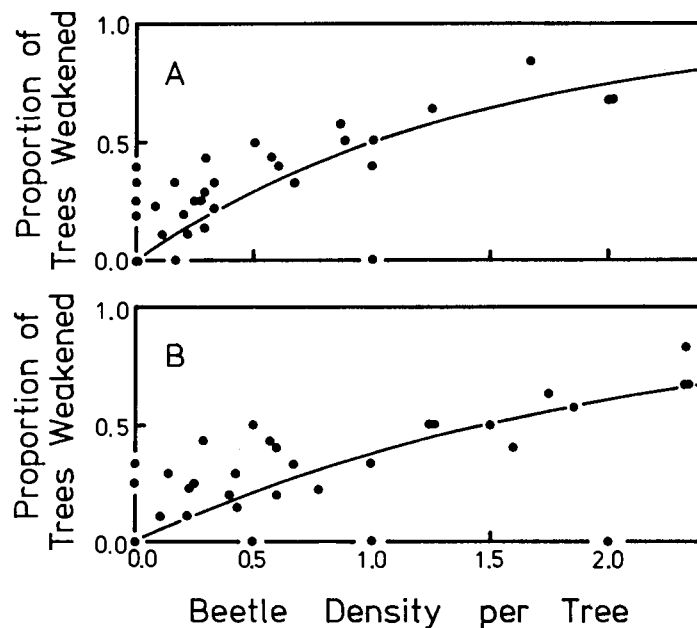
1983年6月には成虫は一様分布を示し、衰弱木から離れたマツで捕獲された。7月の成虫と衰弱木の空間分布は、25㎡未満の枠サイズで全く重なり合わなかったが、25㎡以上の枠サイズでは重なり合った。8月の成虫と衰弱木の空間分布は、4㎡以上の枠サイズで重なり合い、特に36㎡以上の枠サイズで大きく重なり合った。

(3) 考察

性成熟すると、雌は衰弱木に産卵をするため、雄は雌と交尾をするために衰弱木とその周囲のマツに集まると考えられている。

成虫と衰弱木の空間分布の解析結果から、成虫は脱出期の始め（主に6月）に衰弱木と独立に分布したが、7月以降は衰弱木と分布が重なり、成虫が衰弱木に誘引され、集中分布をすることが示された。成虫は6月下旬をピークとして年1回発生するので、時間の経過とともに成虫個体群の平均日齢は高くなる。つまり、成虫の行動の季節的变化は成虫の日齢と関係し、性成熟前の成虫は衰弱木と無関係に分布するが、性成熟後の成虫は衰弱木へ誘引されることが示唆された。

1982年6月の成虫と衰弱木の空間分布の重なりは、1981年6月のそれより1980年や1981年の7月のパターンに類似していた。これは、1982年の成虫の発生が1980年や1981年より約20日も早かったために（第11図）、6月にかなりの数の成虫が性成熟していたからだと考えられる。



第27図 25㎡の枠サイズにおける、マツノマダラカミキリ成虫密度とその年の衰弱木発生率の関係（1981）。成虫密度は、各枠内で6～7月に（A）、または6～8月に（B）捕獲された全成虫数をその枠内の立木（6月時点の生立木）数で除して得た。衰弱木発生率は、5～10月に発生した衰弱木数をその枠内の立木数で除して得た。

本研究の成虫と衰弱木の空間分布の解析から、多くの場合、性成熟後の成虫は衰弱木を含む25㎡の面積内のマツに集中分布をすることが示された。この値は、誘引器から半径5 m以内でマツノザイセンチュウによる枯死木が発生しやすいという知見に矛盾しなかった(岩崎・森本、1975)。

木あたりの成虫生息密度と衰弱木の発生率の関係は、25㎡の枠サイズで表すのが生物学的に適切だと考えられた。4年間の研究期間のうち、野外成虫を最も多く捕獲した1981年の関係を第27図に示した。成虫密度は、6月上旬から7月下旬または8月下旬までに各枠内で捕獲された野外成虫の全数を、その枠内の立木数で除して得た。第27図によって、成虫密度と衰弱木の発生率の間に放物線的な関係のあることが示された。このような関係は competition curve (NICHOLSON、1933) に似ている。すなわち、衰弱木の発生率の増加率は成虫密度の増加とともに徐々に減少した。この類似性は、成虫が衰弱木の有無にかかわらず約25㎡の面積内をランダムに動き回り、マツの小枝の樹皮を摂食するためだろう。VARLEY et al. (1973) に従って、area of discovery の値を計算すると、それは6月から7月までの平均成虫密度の場合0.696であり、6月から8月までの平均成虫密度の場合0.470であった。この値の違いは材線虫病の発病にマツノザイセンチュウ伝播数が関係し(橋本・讃井、1974)、6月から7月までの成虫のマツノザイセンチュウ平均保持数が6月から8月までの成虫より多い(第7章)からだと考えられる。

3. 脱出直後の成虫の分散

枯死木から脱出した成虫は健全木へ飛来し、マツノザイセンチュウを伝播して新しい枯死木を生産させる。このため、脱出成虫の分散様式と、それに関与する要因を明らかにすることは重要である。

この研究では、シーズンを通して特定のマツ生立木に成虫を付け加えた。成虫は枯死木から脱出後1~5日経過していたので、脱出直後の成虫の分散過程のモデル実験になった。ここでは、付け加え成虫の移動距離と方向を調査し、分散に関するパラメータに影響を及ぼす要因を明らかにした。また、野外成虫の移動距離と方向も調査した。

(1) 方法

分散距離：成虫の移動距離を、成虫を付け加えたマツ(付け加え地点)または成虫を放逐したマツ(放逐地点)からその成虫を再捕したマツ(再捕位置)までの直線距離によって表した。単位時間あたりの移動距離は、INOUE (1978) の方法を用いて解析した。彼によれば、動物がランダム・ウォークする場合、単位時間あたりの移動距離が R 以下である割合 $F(R)$ と R の間には、

$$\ln(1-F) = \ln(1-\phi) - (1/\rho)R^2$$

の関係があるという。ここで、 ϕ は定着指数と呼ばれ、移動しない割合を示す。 ρ は活発度係数と呼ばれ、行動のみかけ上の活発さを示す。更に動物が異なった確率で、拡散係数の異なるランダム・ウォークをした場合、 $\ln(1-F)$ と R^2 の関係は、それぞれのランダム・ウォークをした時の $\ln(1-F)$ と R^2 の直線関係をつなぐ折れ線で近似できるという。

成虫の分散過程を明らかにするために、成虫の付け加え地点から半径6 m以内の再捕数のデータを、INOUE (1978) の方法によって解析した。6 mの円を最大としたのは、それより大きい円は調査林からはみ出すからであった。また、1981年から1983年まで、毎年2本のマツに成虫を付け加えた。ここでは、2本のマツに付け加えた成虫の再捕データを合わせて解析した。

マツでの成虫の平均滞在時間と単位時間あたりの平均移動距離は、材線虫病の伝播との関係にお

いて重要である。INOUE (1978) は F と R の関係を示したが、平均滞在時間と平均移動距離の推定法を示さなかった。

マツ樹上における成虫の平均滞在日数 \bar{S} は、日あたりの停留率 s から推定される。あるマツに 1 日だけ滞在した成虫の割合は $s(1-s)$ 、2 日だけ滞在した成虫の割合は $s^2(1-s)$ 、3 日だけ滞在した成虫の割合は $s^3(1-s)$ 、……となるので、

$$\begin{aligned}\bar{S} &= s(1-s) + 2s^2(1-s) + 3s^3(1-s) + \dots \\ &= s/(1-s) \quad (0 \leq s < 1) \quad (\text{iv})\end{aligned}$$

である。

成虫の平均移動距離は、 $F(R)$ を利用して推定できる。 $f(R) = dF/dR$ は移動距離が R となる確率密度関数なので、平均移動距離を \bar{R} とすると、

$$\bar{R} = \int_0^{\infty} R f(R) dR$$

となる。ここで、

$$\ln \{1 - F(R)\} = \ln(1 - \phi) - (1/\rho)R^2$$

の関係があるので、

$$\bar{R} = \int_0^{\infty} (2/\rho) R^2 (1 - \phi) \exp(-R^2/\rho) dR$$

となる。 $R/\sqrt{\rho} = t$ とおくと、

$$\begin{aligned}\bar{R} &= \int_0^{\infty} 2t^2(1 - \phi) \exp(-t^2) \sqrt{\rho} dt \\ &= \sqrt{\pi\rho}(1 - \phi)/2 \quad (\text{v})\end{aligned}$$

となる。

分散方向：成虫の付け加え地点、または放逐地点から再捕地点への半直線が N 極となす角度を、 N 極から左回りに測定し、その角度によって成虫の移動方向を表した。調査地の形は長方形なので、再捕された成虫の移動方向は長い辺の方向に偏りを生ずる。しかし、成虫の付け加え地点（または放逐地点）を中心にして、再捕地点までの距離を半径とする円を描き、その円が調査林分からはみ出さない場合、成虫はどの方向にも移動できたと考えられる。そこで、このような成虫の移動方向を解析した。

(2) 結果

(a) 付け加え成虫の分散

移動距離：調査林全体の付け加え成虫の再捕数は、付け加え後の時間の経過とともに減少した（第29表）。

付け加え木からの成虫の分散を第30表に示した。1981年を除くと、付け加えの1週後、成虫は付け加え木を中心に分布していたが、2週後、成虫は付け加え木よりその周囲のマツに多くなった。1981年の場合、付け加えの1週後、成虫は付け加え木よりその周囲のマツに多く、成虫がすみやかに分散したことを示した。

$F(R)$ は、移動距離が R 以下の個体の割合と定義されている（INOUE、1978）。この実験で、付け加えた全成虫数 N に対する半径 R の円内にいる成虫の割合 $F(R)$ は、再捕数 r と捕獲効率 e から、

第29表. 林内に付け加えた成虫の再捕数の時間的变化 (調査林全体)

付け加え後 再捕するま での期間	捕獲数						
	成虫を付け加えたクロマツ						
	No. 124	No. 39	No. 215	No. 53	No. 214	No. 69	No. 215
1 週間	31 (30)	11	4	11	10	4	3
2 週間	22 (17)	4	0	5	8	2	0
3 週間	5 (3)	3	3	7	3	2	1
4 週間	2 (1)	3	3	3	0	0	0
5 週間	2 (1)	2	1	1	1	0	0
6 週間	4 (3)	2	1	0	0	0	0
7 週間	1 (0)	0	0	2	1	0	0
8 週間	1 (1)	0	0	0	0	0	0
9 週間	1 (1)	0	0	0	0	0	0

括弧内の数字は小林分Bでの再捕数を示す。

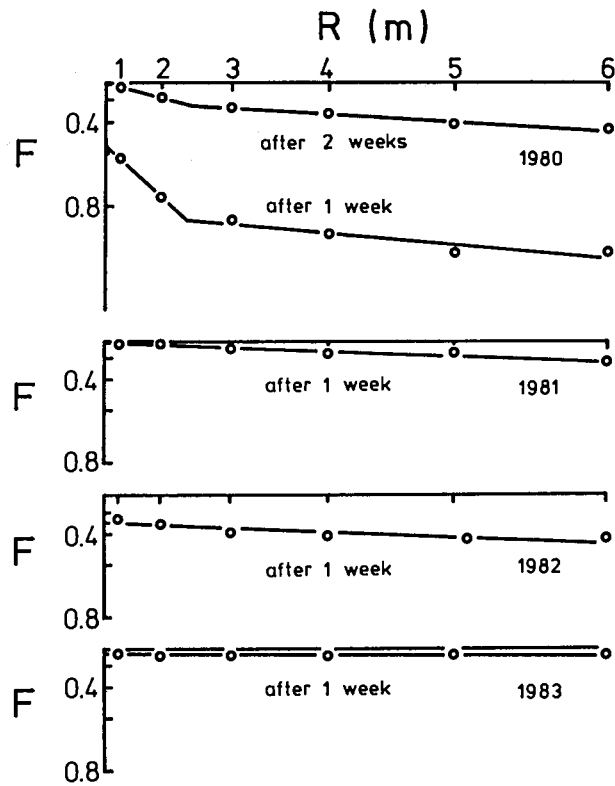
第30表. 付け加え木からのマツノマダラカミキリ成虫の分散

移動 距離 (m)	付け加えの1週後の再捕数				1980年の付け 加えの2週間 後の再捕数
	1980年	1981年	1982年	1983年	
0 - 1	21	1	10	2	2
1 - 2	5	0	2	1	4
2 - 3	2	2	3	0	3
3 - 4	1	2	1	0	2
4 - 5	1	0	1	0	3
5 - 6	0	3	0	0	1

$F(R) = r / (eN)$ によって推定される。そして、平均的な捕獲効率 e は、成虫の付け加えの期間とその後2週 (1980年)、または1週 (1981年、1982年および1983年) までの、推定されたのべ生息成虫数 $\sum p_i$ とのべ捕獲成虫数 $\sum n_i$ から、 $e = \sum n_i / \sum p_i$ として推定される。1980年は $e = 0.273$ (6月30日~8月11日)、1981年は $e = 0.266$ (6月26日~8月7日)、1982年は $e = 0.191$ (6月8日~7月27日)、1983年は $e = 0.194$ (6月22日~8月10日) であった。

各年の F と R の関係を第28図に、 ϕ と ρ の値を第31表に示した。1980年の付け加え1週後の $\ln(1-F)$ と R^2 の関係は明らかに折線であり (第28図)、成虫が小規模な分散 (ρ_s) と大規模な分散 (ρ_l) を行ったことを示した。小規模な分散は、付け加え木から2.3m以内で起こり、隣接木への移動であった。1980年には林がうっ閉し、隣接木の枝が交叉していたので、歩行によって成虫が分散したと考えられた。そして、大規模な分散は飛翔によって起こったと考えられた。

1981年から1983年まで、付け加えの1週後の $\ln(1-F)$ と R^2 の関係はほぼ直線的であった。そして、どの年も大規模な分散しか見られなかった。これは、枯死木の除去によって隣接木同士の接触がなくなり、成虫が歩行して分散できなくなったためだと考えられた。大規模な分散の活発度



第28図 林内に付け加えたマツノマダラカミキリ成虫の分散。 R は成虫を付け加えたマツからの距離で、 F は半径 R 内に留まっている成虫の割合を示す。

第31表. 脱出直後のマツノマダラカミキリ成虫の分散のパラメータ、林分密度および気象条件の年次変化

	1980年	1981年	1982年	1983年
ϕ_s	0.556	—	—	—
ρ_s	5.9	—	—	—
ϕ_1	0.818	0.0223	0.3034	0.0707
ρ_1	59.7	149.2	130.9	2102.3
日あたりの停留率	0.920	0.581	0.843	0.685
マツでの平均滞在期間 (日)	11.5	1.4	5.4	2.2
1週間の平均移動距離 (m)	—	10.6	7.1	37.8
林分密度 (／ha)	2640	2110	1490	1030
平均気温 ^a	21.9	23.9	20.8	22.7
平均最高気温 ^a	24.8	27.1	24.2	25.7
平均最低気温 ^a	19.5	20.9	17.2	19.9
1 mm以上の降雨日数 ^a	23	16	17	25
降水量 (mm) ^a	540	345	168	670

^a : 成虫の付け加え期間とその後1週間までの値である。

係数 ρ_1 は1980年に最低で、1983年に最大であった（第31表）。

定着指数 ϕ は、付け加えたマツから移動しなかった成虫の割合を示すので、 ϕ の7乗根は1日あたりの停留率を表す。1980年の場合 ϕ_0 の値から、1981年以後の場合 ϕ_1 の値から1日あたりの停留率を推定すると、1980年に最大で1981年に最低であった（第31表）。式（iv）を用いて、マツでの平均滞在時間を推定すると、1.4～11.5日であった（第31表）。

$\ln(1-F)$ と R が直線関係にあるとき、式（v）から平均移動距離が推定できる。1981年から1983年までの付け加え1週後の ρ と ϕ の値から、1週間の平均移動距離 \bar{R} はそれぞれ10.6m、7.1m、37.8mと推定された（第31表）。

林内で再捕された成虫の移動距離の平均値は、全成虫の平均移動距離にならない。なぜなら、調査林が長方形なので、長距離を飛翔した成虫ほど調査林外へ出る確率が高くなる。そこで、成虫の付け加え地点から調査林分の最も遠い2つの隅へ直線を引く。こうしてできた三角形内で再捕された成虫の移動距離は、付け加え地点から三角形の底辺へおろした垂線の長さを半形とする円内での移動距離と同じ頻度分布をするはずである。

1980年の場合、7月以後に約30mの範囲で移動距離を測定した。条件を満たした成虫は1頭だけで、付け加えの2週後に再捕され、その移動距離は1.0mであった。1981年から1983年までは、約50mの範囲で移動距離を測定した。1981年には、付け加えの1週後に成虫が平均18.9m（1雌4雄）移動していた。この値は、半形6mの円内の再捕データから推定した平均移動距離 \bar{R} の約2倍であった。2週および3週後の平均移動距離はそれぞれ29.1m（2雌2雄）と46.0m（1雄）であり、それぞれ1週間に10.3mと16.9mを移動したと推定された。1982年の付け加えの1週後の平均移動距離は1.8m（7雌5雄）であり、2週後には11.2m（1雌2雄）に、3週後には21.9m（1雌3雄）になり、それぞれ1週間に1.8m、9.4m、10.7mを移動したと推定された。1983年の場合、付け加えの1週後の平均移動距離は10.2m（2雌1雄）であり、3週後には30.8m（1雄）になった。このように、成虫の平均移動距離は1週間あたり10～20mと推定された。

分散の方向：付け加えの1週後に捕獲された成虫（平均日齢10）の場合、4年間に12頭の雌と16頭の雄で移動方向が測定できた（第32表）。それらの分散方向に偏りは見られなかった（ $\chi^2 = 1.14$ 、 $0.7 < P < 0.8$ ）。また、付け加えの2週後に初めて再捕された成虫（平均日齢17）では、6頭の雌と9頭の雄の移動方向を測定できた。しかし、日齢10以上の付け加え成虫の移動方向は、再捕

第32表. マツノマダラカミキリ成虫の移動方向（1980～1983年）

方位 [∘]	付け加えの1週後		付け加えの2週後		放逐の1週後 [∘]	
	雌	雄	雌	雄	雌	雄
北	3	4	1	2	1	3
西	3	6	2	4	0	1
南	3	2	3	3	2	0
東	3	4	0	0	1	0

[∘]：北：315-45°、西：45-135°、南：135-225°、東：225-315°。

[∘]：野外で枯死木から脱出した成虫。

数が少ないために検討できなかった。

(b) 野外成虫の移動距離と方向

調査林分内で2回以上捕獲された野外成虫は、1980年には雌2頭と雄1頭、1981年には雌10頭と雄10頭、1982年には雄1頭、1983年には雌2頭と雄2頭であった。放逐の1週後に再捕された成虫の平均移動距離は、雌の場合10.9m ($n=11$, $S.D.=10.6m$)、雄の場合7.9m ($n=11$, $S.D.=8.3m$)、雌雄合わせた場合は9.3m ($S.D.=9.4m$)であった。調査地域が限られるため、これらの値は過小推定値であり、しかも様々な日齢の成虫の平均移動距離であった。この結果、成虫は1週間あたり平均して9.3m以上移動するということが言えそうであった。

野外成虫の放逐1週後の移動方向は、1981年と1982年にそれぞれ7頭と1頭で測定できた(第32表)。しかし、標本数が少ないため、統計的検定を行わなかった。

(c) 脱出直後の成虫の分散に及ぼす成虫密度、林分密度および気象条件の影響

1981年に、脱出直後の成虫の分散に及ぼす成虫密度の影響を明らかにするために、付け加えた日ごとに個体数の比が3:1になるように2本のマツに成虫を付け加えた。この時、2本のマツに付け加える成虫の性比が同じになるようにした(第27表)。付け加えの1週間後、付け加え地点から半径6mの円内で再捕された成虫数は、No. 39のマツに付け加えた成虫の場合5頭であり、No. 215のマツに付け加えた成虫の場合3頭であった。この結果、再捕率はそれぞれ5.2%と10.0%になった($\chi^2=0.261$, $0.5 < P < 0.7$)。このように付け加え数が多いほど、換言するとマツ1本あたりの成虫数が多い程分散は早く起こった。つまり、枯死木あたりの脱出成虫数が増加するにつれ、分散は急速に起こることが示唆された。

重回帰分析の変数減増法によって(川端、1978; SOKAL and ROHLF、1981)、分散の2成分(定着指数 ϕ と活発度係数 ρ_1)に影響する要因を検討した。定着指数として、1980年の場合 ϕ_0 を、1981年以後の場合 ϕ_1 を解析に用いた。説明変数として、目的変数でない分散の成分、林分密度お

第33表. 脱出直後のマツノマダラカミキリ成虫の定着指数 ϕ に影響する要因の変数減増法による解析

分散分析表					
変動因	自由度	平方和	平均平方和	F 値	P
回帰	2	0.1729	0.0865	12.37	0.197
誤差	1	0.0070	0.0070		
全体	3	0.1799	0.0600		

係数表				
説明変数	偏相関係数	回帰係数と定数	標準誤差	F
林分密度	0.956	0.00022	0.00007	0.190
平均最高気温	-0.969	-0.15138	0.03835	0.158
定数		3.68421	0.97733	

第34表. 脱出直後のマツノマダラカミキリ成虫の活発度係数 ρ_1 に影響する要因の変数減増法による解析

分散分析表					
変動因	自由度	平方和	平均平方和	F 値	P
回帰	2	2,961,174	1,480,587	141.2	0.059
誤差	1	10,487	10,487		
全体	3	2,971,661	990,554		

係数表				
説明変数	偏相関係数	回帰係数と定数	標準誤差	P
林分密度	-0.997	-1.0044	0.0842	0.053
降水量	0.996	2.9166	0.2693	0.059
定数		1,179.7493	205.7989	

よび成虫の付け加え期間の気象条件を選んだ。解析に用いた気象データは、調査林分から11km南の宇ノ気町で金沢地方気象台によって観測されたものである。2.0のF値を規準にしてモデルへの変数の投入と除去を行った。解析の結果、林分密度の減少と最高気温の上昇とともに成虫はマツから飛び出しやすくなることが示唆された(第33表)。また、林分密度の減少と降水量の増加とともに成虫は遠くへ飛ぶ傾向が示された(第34表)。しかし、降雨の場合、成虫はめったに飛翔しない(YAMANE、1980)ので、降水量の回帰係数が正であることは理解しにくかった。

(3) 考察

森本ら(1975)は、野外の6年生のクロマツに成虫を付け加え、日々の停留率を調査した。付け加え後1日間の成虫の停留率は0.5であったが、2日後から停留率は安定し、0.75を中心に0.60~0.85の値であった。彼らは成虫の日齢を記載していないので、本研究で得られた日あたりの平均停留率(0.58~0.92)と直接比較できないが、大きな相違はないようであった。

この研究では、日あたりの平均定留率を用いて、マツにおける成虫の平均滞在時間を1.4~11.5日(平均5.1日)と推定した。一方、前出の森本ら(1975)のデータから計算すると、平均滞在時間は2.2~2.5日であった。つまり、1頭の成虫から1本のマツへのマツノザイセンチュウ伝播時間は、平均2~5日であることが示された。

井戸ら(1975a)は、脱出直後の成虫に標識をして放逐し、成虫が2.4kmも移動することを示した。川畑(1979)は、大陸側と海上の小島での枯死木発生の関係から成虫の最大移動距離を3.3kmと推定した。小河・萩原(1980)は、平野での成虫の発生地と枯死木の発生位置の関係から最大移動距離を3.3kmと推定した。SHIBATA(1986)は、成虫の標識再捕を行ない、最初の捕獲から最後の捕獲までの期間に雌で平均12.3m、雄で10.6m移動することを示した。しかし、誰も移動に要した時間について言及しなかった。

本研究では標識成虫を林分に付け加え、その移動距離をINOUE法(1978)で解析した。その結

果、脱出直後の成虫は、脱出後1週間に平均7.1~37.6mを移動すると推定された。この推定値の範囲は、付け加え後3週間までの週あたりの平均的な移動距離10~20mを含んでいた。もし成虫の飛翔活動が日齢にかかわらず変化しなければ、平均寿命(約7週間)(TOGASHI and MAGIRA、1981)の間に50~260mを移動すると推定された。これらの推定値は、放逐地点から100mの範囲内で多くの放逐成虫が再捕されるという井戸ら(1975 a)の観察と矛盾しなかった。

脱出直後の成虫の分散は飛翔と歩行によって行なわれる。成虫の飛翔能力は脱出直後小さいが、5日後には脱出直後の約1.8倍(雌)または約2.8倍(雄)になってピークに達し、その後漸減する(ITO、1982)。また、気象条件によっても行動は影響され、降雨の場合、成虫はめったに飛翔しない(YAMANE、1980)。そして、低温は成虫の飛翔を抑制する(森本ら、1975)。このように、成虫の分散は日齢や気象条件に影響されるが、林分密度と脱出成虫密度にも影響されることがこの研究によって示された。林分密度は枯死木の伐倒によって低下するので、成虫の活動は、林分密度の変化を通じて、次世代の脱出直後の成虫の活動をより活発にする。このことは、マツ林の累積被害の増加とともに材線虫病のまん延が早くなることを意味すると思われる。

4. 日齢にともなう成虫の行動の変化

脱出後の成虫は分散後、摂食、交尾、産卵を行うため、その行動が変化するといわれる。たとえば、飼育による観察(山根・伏見、1974)によって、脱出直後に移動分散期があり、その後移動性の低下した定着摂食期があると考えられたり、宙づり飛翔法(ITO、1982)によって、産卵前期間(脱出後平均21日間)に成虫は長距離の飛翔をし、その後小さな飛翔を行うと考えられたりしている。

このようなことが野外でも起こっているのだろうか。これを明らかにするために、日齢の異なる成虫の再捕率(再捕個体の割合)の経時的変化を検討した。

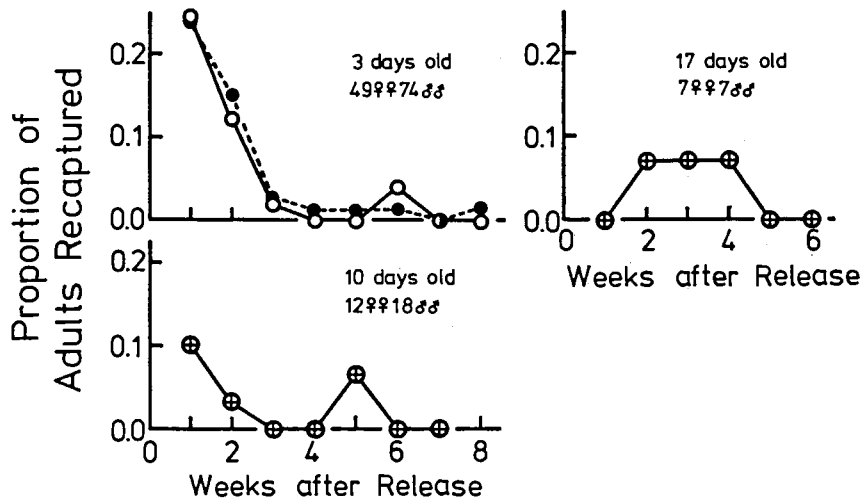
(1) 方法

ある時点に林内に付け加えた成虫または生息している成虫は、一定時間後にその林内で生存しているか、死亡したか、または林内から移出したかのいずれかである。死亡個体数が時間とともに急増しなければ、多くの成虫が長距離飛翔を行うほど、林内に残る成虫の割合は減少する。成虫の捕獲確率が等しいと、林内に残る成虫の割合は再捕率に比例する。そこで、ここでは再捕率を用いて解析した。

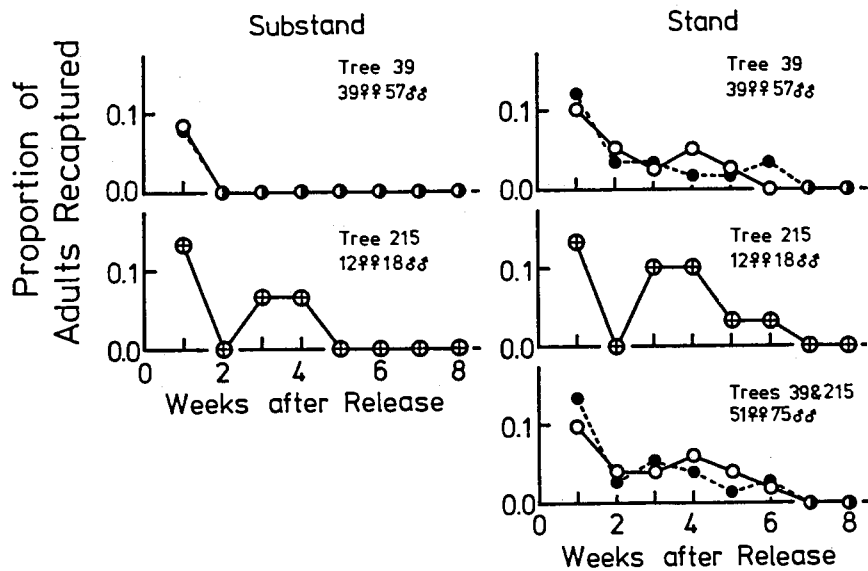
(2) 結果と考察

1980年には、付け加え成虫が小林分Bで何度も捕獲された。小林分Bにおける平均日齢3の成虫の再捕率は1週後に24%であり、3週後まで直線的に減少し、その後安定した(第29図)。付け加えの1週後の捕獲成虫は日齢10であり、それらの再捕率は1週後に10%、2週後に3%になり、その後、低い値を維持した(第29図)。付け加えの2週後の捕獲成虫(日齢17の成虫)の再捕率は、0.05%前後で安定していた(第29図)。1週後の再捕率は、日齢3、10、17の成虫で、それぞれ24%、10%、0%というようにだんだん低下し、日齢とともに活動性が高まることを示した。そして、どの日齢の成虫も付け加えの3週以後、つまり日齢24以降に再捕率が安定したので、活動範囲がかなり小さくなったと考えられる。

1981年から1983年まで、小林分AとCにそれぞれ成虫を付け加えた。3年間とも付け加えの1週後の再捕数が少なかったため、日齢3の成虫だけについて再捕率を検討した(第30~32図)。成虫

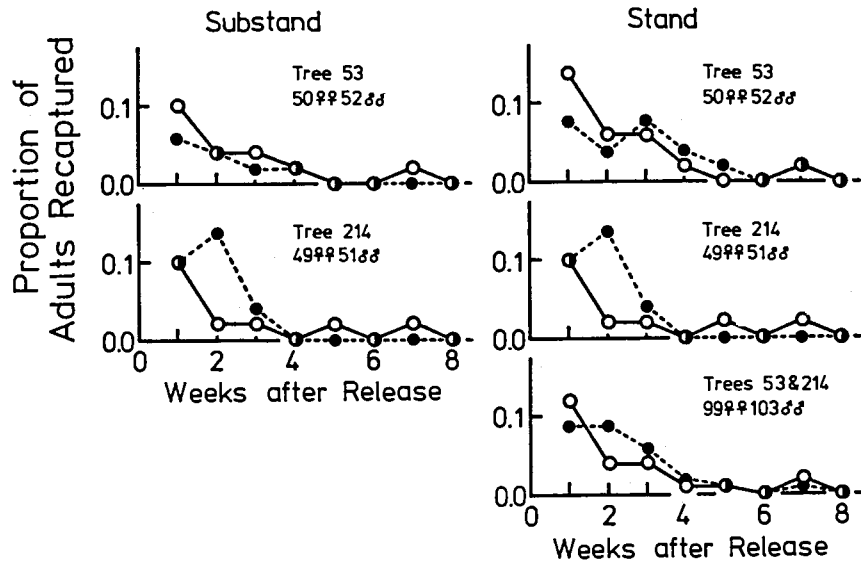


第29図 日齢の異なるマツノマダラカミキリ成虫の再捕率の時間的变化 (1980)。小林分Bにおける付け加え成虫の再捕率の変化を示す。図中の数字は成虫の平均日齢と放逐数を示す。
○：雌。●：雄。⊕：雌+雄。

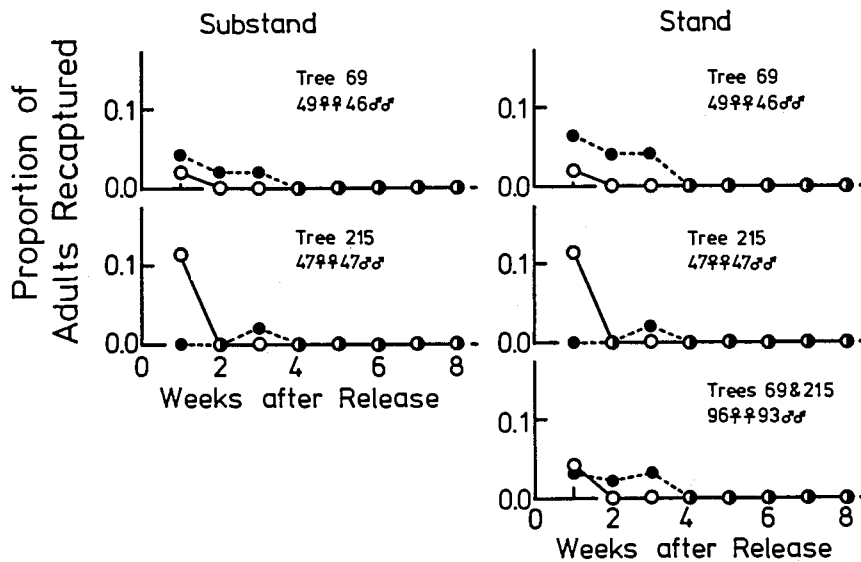


第30図 マツノマダラカミキリ成虫の再捕率の時間的变化 (1981)。左図は小林分の場合。右図は調査林分全体の場合。図中の数字は成虫を付け加えたクロマツの番号と付け加え成虫数を示す。○：雌。●：雄。⊕：雌+雄。

を付け加えた小林分と調査林分全体での再捕率は、付け加えの1週後に最大で、その後急激に減少した。そして、1981年のNo. 39のマツや1982年のNo. 214のマツに付け加えた成虫で見られるように、付け加えの2または3週後から再捕率が安定する傾向があった。小林分と林分全体での再捕率の差は常に0~5%であった。2本のマツに付け加えた成虫を合わせて再捕率の変化を見ると、1981年と1982年の成虫の再捕率ははじめ減少するが、2または4週後から一定になるとみなされた。



第31図 マツノマダラカミキリ成虫の再捕率の時間的变化(1982)。説明は第30図参照。



第32図 マツノマダラカミキリ成虫の再捕率の時間的变化(1983)。説明は第30図参照。

しかし、1983年の場合、成虫の分散が早かったために、付け加えの4週後から再捕率は0になった。

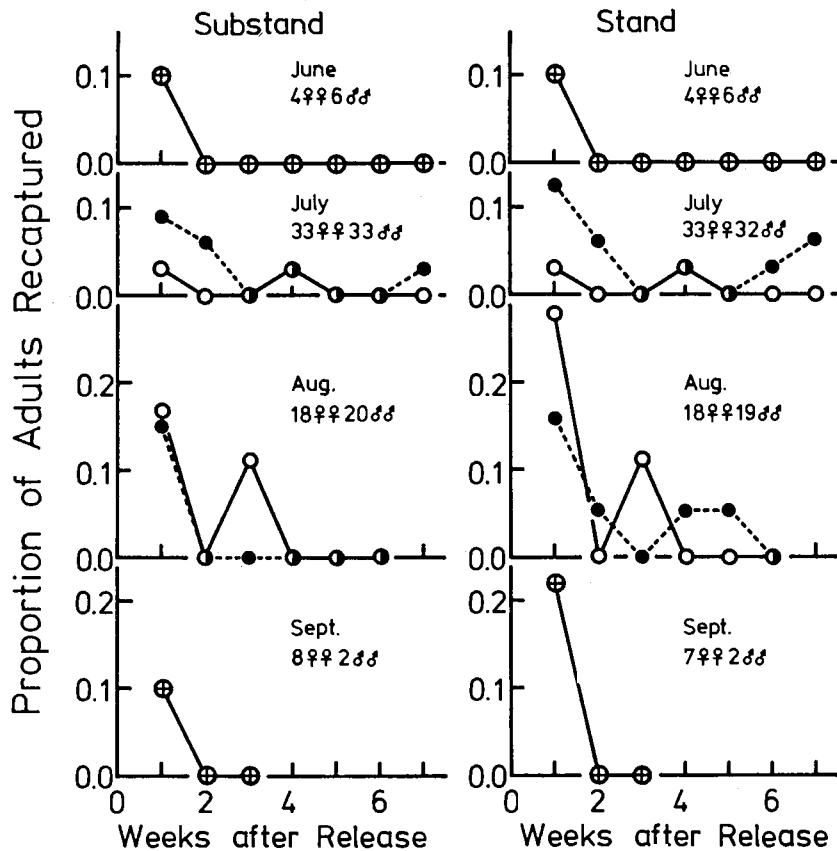
4年間の結果によって、日齢17までの成虫は日齢とともに定着性が減少し、活動性の高まることが示された。また、日齢が17~24を過ぎると、成虫の定着性が高まるという傾向が示唆された。

日齢17~24以後の成虫の定着性の高まりは、野外で発生した成虫にも認められるであろうか。成虫の脱出期間は6~7月であり、平均寿命が約7週間であるから、季節の早い時期ほど成虫の平均日齢は若いことになる。このため、野外成虫でも日齢17~24以後に定着性が高まるならば、6、7月の捕獲成虫の再捕率は、8、9月の捕獲成虫の再捕率より低くなるはずである。

1980年と1983年に捕獲した野外成虫数はそれぞれ26頭と19頭で、月別に分けるには少なかった。また、1982年に57頭の野外成虫を捕獲したが、そのうちの1頭しか再捕されなかった。このため、この3年間の結果をここでは解析しなかった。

1981年の野外成虫の再捕率を、小林分での場合と林分全体での場合に分けて示した（第33図）。同じ月に同じ成虫が異なった小林分で1回ずつ捕獲された場合、小林分のデータでは2頭が捕獲され、それらは一度も再捕されなかったことになるが、調査林分全体では1頭が捕獲されてもう一度再捕されたことになる。つまり、小林分では面積が小さいことによって再捕率は小さく、林分全体では再捕率は高くなる。どの月でも、放逐の1週後の再捕率が最も高く、その後減少した。調査林分全体での放逐の1週後の再捕率は、6、7月の成虫で10%前後、8、9月の成虫で20%前後であり、小林分では6、7月の成虫で3~10%、8、9月の成虫で10~17%であった。つまり、若い成虫ほど移動率が高いことが示された。

これまでのことから、性成熟前（この研究では日齢17まで）の成虫は、日齢とともに定着性が減少し、活動が活発になることが示された。また、付け加え成虫と野外成虫の調査から、成熟前に比較して、性成熟した成虫の定着性は大きいことが示された。この結果は、性成熟前に成虫が長距離飛翔し、その後に短距離飛翔をくり返すという説（Ito, 1982）と矛盾しなかった。しかし、性成



第33図 捕獲月別の野外マツノマダラカミキリ成虫の再捕率の時間的変化（1981）。左図は小林分の場合。右図は調査林分全体の場合。図中の月と数字は成虫を捕獲した月とその月の捕獲数を示す。○：雌。●：雄。⊕：雌+雄。

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ふ説（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係する（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℃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℃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