

第2章 調査地と方法

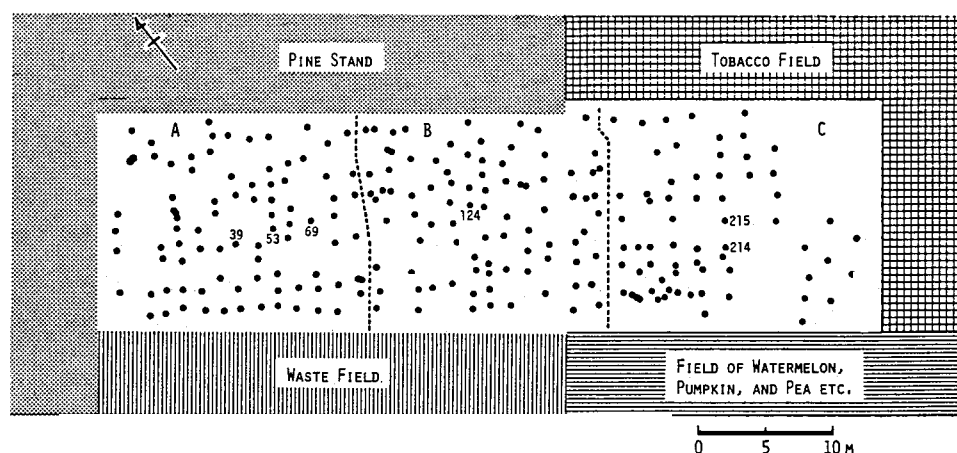
マツノマダラカミキリ、マツノザイセンチュウ、マツの3種それぞれの個体群動態およびマツノマダラカミキリの発育と生命表の研究は石川県下の3林分で行った。それ以外の研究、例えば、マツノマダラカミキリ成虫の齢別生存率、産卵数およびマツノザイセンチュウ保持数や時間的伝播パターンなどの研究は鶴来町の石川県林業試験場構内で行った。この時、いくつかの実験や調査に共通な方法を用いた。繁雑さを避けるために、調査に用いた林分の特徴と研究方法をここに記載する。

1. 調査地

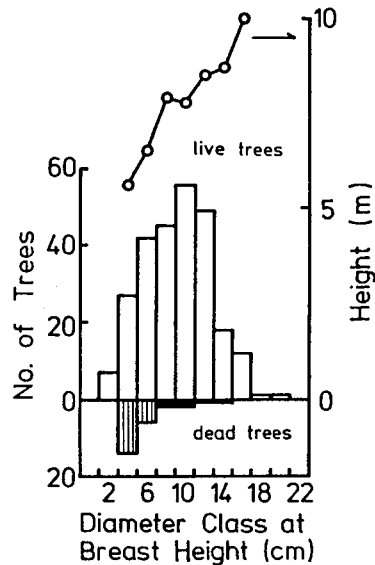
(1) 3種の個体群動態の調査林分

調査林分は、羽咋郡押水町にある海岸クロマツ林で、内陸側の林縁部に位置していた(第1図)。1979年10月の生立木の平均胸高直径と平均樹高はそれぞれ9.2cmと8mであり(第2図)、樹齢は14~18年生であった。生立木密度は2,900/haで、林はうっ閉し、林床には少数の小さなニセアカシア *Robinia pseudo-Acacia* L. が生えていた。マツノザイセンチュウによる枯死木は林内で6本発生しており、その割合は2.1%であった。調査林分の北側には樹高の高いクロマツ林(平均胸高直径23.4cm、平均樹高13.8m)があり、調査林分との間のクロマツは被圧され生育が悪かった。

1980年5月に枯死木と倒木を林分から除去し、生立木に個体番号をつけた。この時胸高直径3cm未満で樹高3m未満のクロマツ7本には個体番号をつけなかった。1980年6月始めの調査林分には242本の番号のついた生立木があり、その林内分布は第2図に示す通りであった。マツノマダラカミキリ成虫の個体数調査の都合上、調査林分を小林分A、B、Cに分けた。その際、各小林分の面積と生立木数をほぼ同じようにした。



第1図 調査林分内のマツの分布と周囲の状況。黒丸は1980年6月上旬におけるクロマツ生立木の位置を示す。マツノマダラカミキリ成虫の個体群動態を調査するために、調査林分を3つの小林分A、B、Cに分割した。その際、各小林分の面積と生立木数をほぼ同じようにした。マツノザイセンチュウをほとんど保持しないマツノマダラカミキリ成虫を、1980年は No. 124の木に、1981年は No. 39と No. 215の木に、1982年は No. 53と No. 214の木に、1983年は No. 69と No. 215の木に付け加えた。



第2図 1979年秋における調査林分の林分構造。□：被圧による枯死木。■：マツノザイセン
チュウによる枯死木。

調査林分内に白布を敷いて成虫を捕獲した。そのため、5月から9月までに1～3回雑草を刈った。この下刈は、調査林分内とその周囲5～8mまで行った。

海岸クロマツ林は自動車道路によって海側と内陸側に二分され、研究期間中（1980～1984年）、内陸側に殺虫剤の空中散布は行われなかった。調査林分で発生した枯死木を9月末から伐倒し、成虫が脱出するまでに林分から除去した。また、調査林分外の大部分の枯死木は伐倒され、幼虫の駆除薬剤が散布されたり、チップにするために林から搬出された。

なお、この調査林分ではカラフトヒゲナガカミキリ、*Monochamus saltuarius* GEBLER、の成虫は捕獲されず、枯死木からも脱出しなかったため、本種はこの林分に生息していないと考えられた。

(2) アカマツ丸太による発育と生命表の調査地

マツノマダラカミキリの発育過程や天敵相を実験的に明らかにするため、できるだけ異なった2箇所のマツ林を選んだ。1箇所は羽咋郡押水町の海岸クロマツ林で、マツノマダラカミキリ、マツノザイセンチュウ、マツの個体群動態の調査地から約350m離れていた。もう1箇所は能美郡辰口町の山地アカマツ林であった。1978年における両調査地の林況は第1表の通りであった。押水町の調査地では、1979年からマツノザイセンチュウによってクロマツが枯れ始めた。6月始めの生立木数に対する枯死木数の割合は、1979年に27.8%、1980年に21.2%、1981年に82.6%、1982年に50.0%であった。この結果、1978年にはクロマツによってうっ閉していた林が、その後の駆除作業によってマツが減り、徐々にニセアカシア林に転換していった。これに対して、辰口町の調査地では、研究期間中マツノザイセンチュウによる枯死木は発生しなかった。

研究期間中、押水町の調査地に殺虫剤の空中散布は実施されなかったが、辰口町の調査地では1980年から殺虫剤の空中散布が実施された。殺虫剤はNAC (Carbaryl) 剤で、1980年は6月13日と6月26日に、1981年は6月17日と6月30日に、第1回は7 l/ha、第2回は6 l/ha散布された。両調査地を含む地域で枯死木は伐倒され、殺虫剤が散布された。

第1表. 調査地とその林況

調査地	石川県羽咋郡押水町	石川県能美郡辰口町
標高	5 m	140m
方位	平地	東南斜面傾斜角平均11°
土壌	砂丘地未熟土壌	褐色森林土壌黄褐色
マツ林		
樹種	クロマツ	アカマツ
林齢	17~18年生	13~15年生
胸高直径	10.2cm	9.9cm
樹高	7.7m	7.6m
密度 (/ha)	2,800本	2,100本
植生		
上層	クロマツ	アカマツ (72%) スギ (17%) クリ (6%)、モウソウダケ (4%)
中層	ニセアカシア	コナラ、キンキマメザクラ、ソヨゴ、イヌツゲ、ウラジロガシ
下層	ニセアカシア、クロイチゴ、イノコズチ、ヒメムカシヨモギ、ノコンギク、ヨメナスイバ、ツユクサ、マユミススキ、ヤクシソウなど	ムラサキシキブ、ツクバネウツギ、ユキザサ、イヌツゲ、コバノガマズミ、メダケ、コナラ、ハギ、キンキマメザクラ、コシジノカンアオイ、クルマバハグマ、ワラビ、ヌルデ、ヤマウルシ、マルバマンサク、ヒサカキなど

2. 方法

(1) マツノマダラカミキリ成虫の飼育

羽咋郡押水町の枯死木から脱出した成虫およびその子孫を飼育に用いた。10対の成虫を網室に放し、その後成虫を追加しなかった。成虫の餌はアカマツまたはクロマツの長さ約1.5mの枝であった。枝は水の入ったポリプロピレン製のバケツに入れた。この時、バケツの口を布で被い、成虫の溺死を防いだ。成虫の産卵場所としてアカマツ丸太を与えた。丸太の長さは1mで平均中央径は6.4cmであった。丸太は伐倒後3~15日経過していた。成虫の餌と丸太は毎週取り替えた。飼育に用いた野外網室の大きさは0.9m×0.9m×2.0mで、金網は16メッシュであった。なお、飼育方法が上記と異なる場合、その都度本文中に記した。

(2) 樹体内のマツノマダラカミキリの調査（剥皮割材による調査）

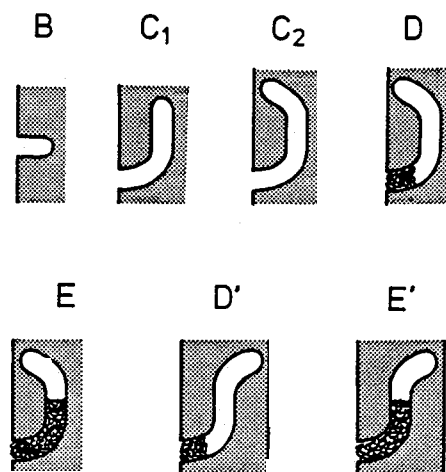
樹体内のマツノマダラカミキリの調査は剥皮と割材によって行った。まず、ノミを用いて産卵かみ跡を含む約9 cm²の樹皮を剥ぎ、それをピンセットで分解して、卵や1、2 齢幼虫を採集した。その後、残りの樹皮を剥いで3 齢幼虫以上に发育した個体を採集した。次に材を割って材内の個体を採集した。採集個体が幼虫の場合、万能透影器を用いて頭幅と頭長を測定した。一部の3、4 齢幼虫ではノギスによって頭幅を測定したが、測定方法による違いはなかった。幼虫の齢は頭幅によって判定した。その際、越智（1975）に従い、小島・片桐（1964）の1、2 齢幼虫を1 齢幼虫、3 齢幼虫を2 齢幼虫、4 齢幼虫を3 齢幼虫、5 齢幼虫を4 齢幼虫として取り扱った。幼虫が生きている場合、その腸内食下物（茶褐色）の有無を記録した。

この調査では、寄生性昆虫とその繭や材内蛹室内の捕食性昆虫とその脱皮殻を死亡個体とともに採集した。寄生性昆虫が生きている場合、それを飼育して成虫を得るようにした。また、病気によると思われる新しい死体を林業試験場保護部天敵微生物研究室に送り、病原菌を同定して載いた。

樹体内でマツノマダラカミキリがどのように生息しているかを5つのタイプ（滝下、1974）に分けて記録した（第3図）。タイプAは材内にまだ穿入せず、韌皮部や材表面を摂食している場合であり、タイプBは材に水平孔を掘ってその中にいる場合である。タイプCは材内に水平孔からさらに垂直孔を掘ってその中にいるが、まだ木屑で栓をしていない状態である。タイプC₁、C₂は穿入孔の形成程度が異なることを示す。タイプDは木屑で穿入孔の入口を塞いでいるが、水平孔にしか栓をしていない場合である。タイプEは垂直孔まで木屑で栓をした状態を示している。タイプD'、E'は枝のように直径の細い部分で観察された穿入孔で、ここではそれぞれタイプD、Eに含め、木屑で栓をした穿入孔を総称して蛹室と呼ぶことにした。

(3) マツノザイセンチュウの個体数調査法

この研究では、ベールマン法によって木材組織やマツノマダラカミキリ成虫からマツノザイセンチュウを分離した。マツ材片の場合、抽出効率は10℃以上で差がなく、2日以内に推定遊出総数の70～80%が遊出する（真宮、1975c）。成虫の場合、虫体を少量の水とともに乳鉢で粗くすりつぶ



第3図 マツノマダラカミキリの穿入孔と蛹室の模式図。点によって陰影をつけた部分は材を表し、線分によって陰影をつけた部分は穿入孔の入口を塞いでいる木屑を表す。

してマツノザイセンチュウを抽出した（小林・細田、1978）。25°Cで虫体を3日以上放置すると腐敗が進み、計数がしにくい。そこで、この研究では材片も成虫も遊出期間は2～3日、遊出時の気温は25°Cで行った。抽出には直径9cmのロートと、ティッシュペーパーを用いた。

遊出期間後、ロート底部から20mlの水を採取し、横尾（1962）に従って1,500rpmで2分間遠沈した。上澄液を捨て、実体顕微鏡下でマツノザイセンチュウの概数を把握した。個体数が少ない場合、残液をそのままシラキウス計数皿に移し、遠沈管を2回洗った水も加えて計数した。個体数が多い場合、メスシリンダーを用いて10～200mlになるまで蒸留水を加え、よく攪拌してから一定量の液を計数皿に採って計数した。計数を3回繰り返し、その平均値から20ml中のマツノザイセンチュウ数を推定した。

全遊出個体が20mlの水の中にいる訳ではない。そこで、20mlの水の採取後、残りの水中のマツノザイセンチュウを計数し、それを20ml中のマツノザイセンチュウ数に加えることによって全遊出数を求めた。20ml中の個体数（ x ）の対数と全遊出数（ y ）の対数の間には高い正の相関関係があったので、直線回帰式をあてはめ、20ml中の個体数によって全遊出数を推定した。以下にサンプルごとの回帰式を示す。

刃の直径18mmのハンドドリルを用いて採った材の場合（樹皮を含まない）、

$$\log y = 0.0627 + 1.0114 \log x \quad (n=14, r= 0.998)$$

マツノマダラカミキリなどの材内蛹室の壁を剪定鋏で小片にした材の場合、

$$\log y = 0.3202 + 0.9470 \log x \quad (n=22, r= 0.980)$$

マツノマダラカミキリ成虫の生存個体の場合、

$$\log y = 0.1697 + 0.9883 \log x \quad (n=38, r= 0.999)$$

マツノマダラカミキリ成虫からマツへのマツノザイセンチュウの伝播（第8章3）を調査した時のマツの小枝、飼育容器内の水およびマツノマダラカミキリ成虫の死亡個体の場合はそれぞれ、

$$\log y = 0.0360 + 1.0364 \log x \quad (n=10, r= 0.988)$$

$$\log y = 0.0375 + 1.0354 \log x \quad (n=12, r= 0.989)$$

$$\log y = 0.2419 + 0.9703 \log x \quad (n=11, r= 0.991)$$

であった。なお、20ml中にマツノザイセンチュウがいない場合、残りの水にもそれを検出できなかった。ここでの回帰式はそのようなサンプルを除いて計算された。

第3章 マツノマダラカミキリの生活史と発育過程

生活史は個体群動態の解明に必要な基本的情報である。特に、発育に1年以上を要する昆虫では、生活史の変異が発育期間の違いを表し、個体数の年次的変動に影響する場合がある。

マツノマダラカミキリは普通1年で羽化するが、2年で羽化することも知られている（e.g. 奥田・柴田、1973；越智・片桐、1974；中根、1975；岸、1977；吉田・白猪、1978）。山形県では3年で羽化する個体もいたという（斎藤、1985）が、その発育過程は不明である。1年で羽化するか2年で羽化するかという生活史の相違は産卵時期の早晩に帰せられている（奥田・柴田、1973）。しかし、その発育の違いはまだ完全に明らかにされていない。また、本種は長い産卵期間に比較して成虫の脱出期間が短いため、生活史を調節していると考えられる。しかし、その機構について不