

上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリ 成虫の誘引捕獲について

中井 勇・中根勇雄・古野東洲・二井一禎

I はじめに

マツ枯れはマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE) が媒介するマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* STEINER & BUHRER) によって引き起こることが発見^{1,2)}されて以来かなりの年月が経過している。この間、被害は全国各地に蔓延し、その防除方法あるいは被害発生メカニズムが詳細に研究^{3,4)}され、一方では育種学的手法による抵抗性個体の選抜³⁻⁵⁾、交雑による抵抗性雑種の育成と検定⁶⁻¹²⁾などマツ枯れに関する研究は広範囲にわたって進められてきた。しかしながら、このマツ枯れ被害は終息することなく拡大の一途を辿っているのが現状である。

京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地(京都市北区上賀茂本山)におけるマツ枯れ被害は1965年頃から発生し始め、50.8haの試験地全域で1982年までは年間100㎡以下であった枯損が以後次第に増加し、伐倒・薬剤散布、焼却などの防除の甲斐なく、近年になって300㎡を越え、終息することなく今日に至っている¹³⁾。

著者らは上賀茂試験地内で発生したマツ枯れ被害の1965年から1988年までの推移¹³⁾や枯損個体の分布様式^{13,14)}などを公表するとともに、被害材の駆除方法の検討^{15,16)}、マツノマダラカミキリ成虫の羽化脱出消長とマツ枯れ被害との関係^{15,16)}、マツノマダラカミキリ成虫の大きさ¹⁹⁾、保持線虫数^{15,16)}、さらには上賀茂試験地に育っている多種のマツを対象としてマツノザイセンチュウに対する抵抗性を明らかにし^{20,21)}、マツ属の分布地域との関係を求め²²⁾、マツ枯れ被害の実態やその対策について検討を重ねてきた。

上賀茂試験地内で発生するマツ枯れ被害木は、発生初期からすべて伐倒し、搬出可能な林分では焼却処理を、また搬出困難な林分においては被害材を玉伐りし、ビニールフィルムによって被覆して燻蒸(NCS剤燻蒸)するか、薬剤散布(パインサイドなどの油剤散布)により処理している。したがって理論的には上賀茂試験地の林内にはマツノマダラカミキリの発生源となる繁殖材は残置されていないはずである。このように完全に被害材の駆除処理を施しても被害は減少する傾向にない。被害材への薬剤散布の場合の薬効の不十分さによる試験地内におけるマツノマダラカミキリの次世代の発生に加えて、試験地を取り巻く周辺林地でマツ枯れ被害木が放置されてい

ることから、その地域からのマツノマダラカミキリ成虫の飛来によって被害が継続しているものと推察される。

本調査ではマツノマダラカミキリ成虫が羽化脱出する6月初旬から成虫が活動し終える9月下旬までの期間に、隣接して成立しているアカマツ (*Pinus densiflora* S. et Z.), テーダマツ (*P. taeda* L.), メタセコイア (*Metasequoia glyptostroboides* HU. et CHENG) の3林分と開放地(苗畑)の計4カ所に成虫の誘引トラップ(誘引剤)を設置し、成虫の飛来状況を知るとともに、トラップの設置場所の違いによる捕獲数を比較した。加えて誘引トラップの設置林分のマツ枯れ被害の推移を調べた。

本調査を進めるに当たって京都営林署東山担当区の角野一夫森林官、さらに、上賀茂試験地の教職員の協力に対して厚くお礼申し上げる。

II 調査地の概況および方法

調査は1990年から3年間実施し、誘引トラップはアカマツ、テーダマツ、メタセコイアの各林分と開放地(苗畑)に設置した。なお、1990年はメタセコイア林分にはトラップを設置しなかった(図-1 A, B)。アカマツとテーダマツ林分は上賀茂試験地の20林班に、1967年直播試験地として設定された林分で隣接して成立し、すでに25年が経過している。この林分ではこの他にスラッシュマツ (*P. elliotii* MILL.) も実験対象種として直播されており、反復実験のために幾つかに区画され、各種はモザイク状に配列されている。

アカマツ林分ではすでにマツ枯れ被害が発生し、これまでに多数が枯損、テーダマツ林分は過

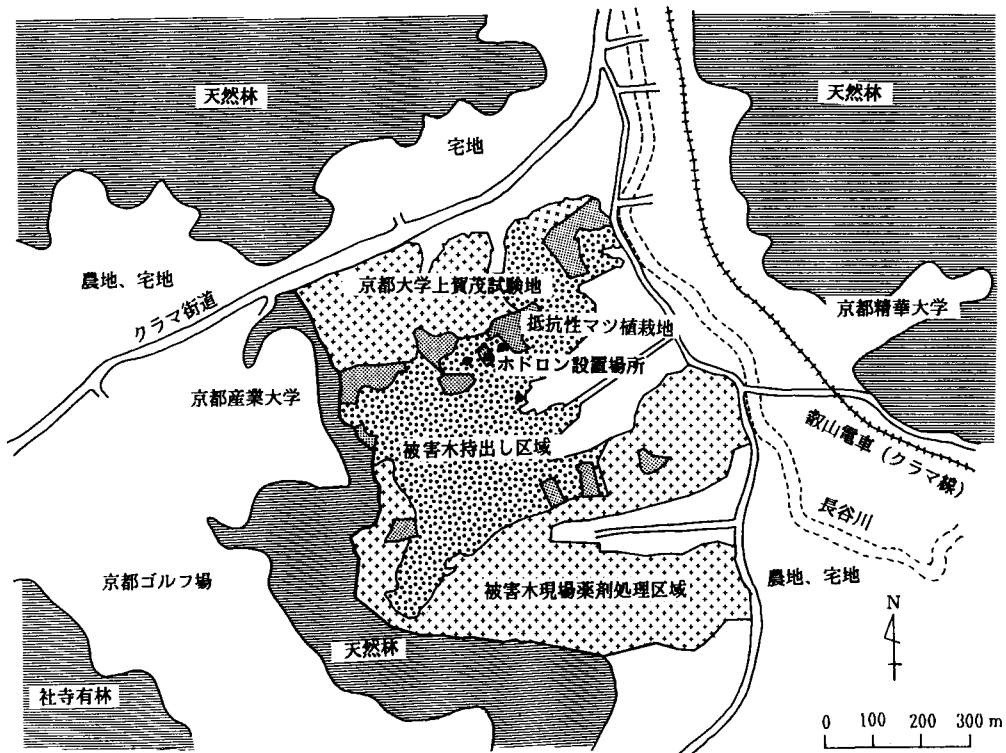


図-1 A. 上賀茂試験地と周辺地域および誘引器設置場所

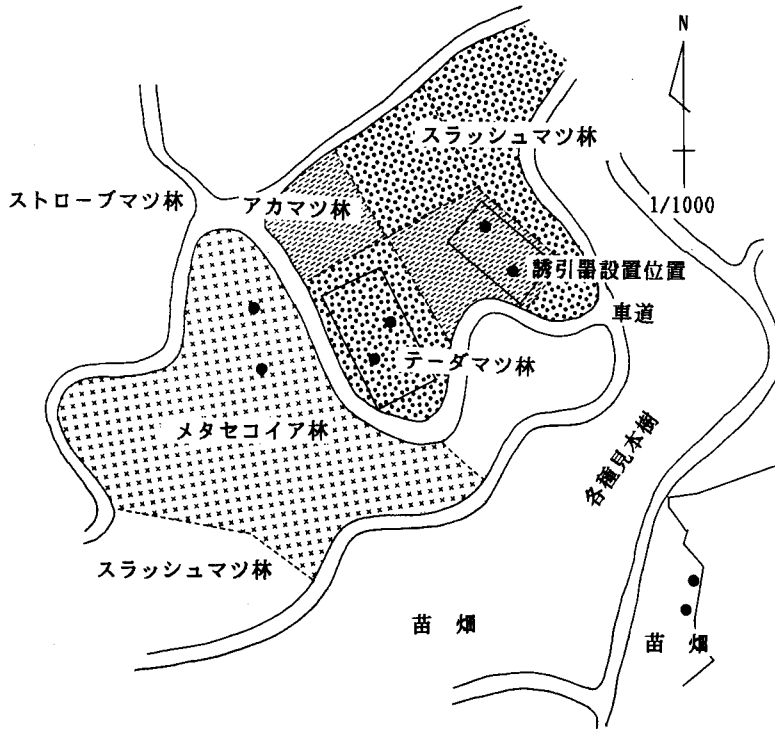


図-1 B. 誘引器設置場所と周辺の状況

密による被圧のために下層木の枯損が目立っている。1990年の調査時点での立木密度は、アカマツ林分で3,067本/ha、テーダマツ林分で3,641本/ha、平均樹高はアカマツ林分で10m、テーダマツ林分で12m、平均胸高直径は両林分とも11cm前後でほとんど差はみられない。ただし、テーダマツ林分にはとくに大きく育った大径木が数本みられる。アカマツ林分の下層には主としてネザサ (*Pleiblastus chino* MAKINO var. *viridis* S. SUZUKI) やコバナミツバツツジ (*Rhododendron reticulatum* D. DON) などが良く繁茂しているが、テーダマツ林分では少ない。したがって、樹冠下はアカマツ林分の方がやや明るい。本調査ではマツ林以外の場所として、上記マツ林と車道を隔てて隣接するメアセコイア林分(1955年植栽)に同様の誘引トラップを1991年に設置した。メタセコイア林分は859本/ha、平均胸高直径は23cm、平均樹高は21mで、林床はネザサとチュウゴクザサ (*Sasa veitchii* RED. var. *hirsuta* S. SUZUKI) に覆われている。さらに、周囲が開放されている平坦な苗畑に同様の誘引トラップを設置し林内以外での捕獲状況を調べた。各設置場所はともに南東の斜面で、アカマツ林分の傾斜は約25度、テーダマツ林分やメタセコイア林分は約20度である。

マツ枯れを調査するために設けた標準地はアカマツ林分450㎡、テーダマツ林分714㎡で、設定時の立木本数は前者で138本、後者では260本であった。

誘引トラップや誘引剤(商品名ホドロン)は井筒屋化学産業株式会社などが開発したものをいい、各林分とも2か所(2本)設置した。トラップの設置位置は樹冠の下層部分(アカマツ、テーダマツ林分では地上高約8m)で、滑車で吊りあげ固定した。メタセコイア林分は両マツ林分より地盤が約7m低いことから両マツ林分での取り付け高と揃えるために地上15mに取り付け固定した。開放地ではポールを立て、地上3mの位置に取り付けた。2器の誘引トラップの間隔は約

10mであった。誘引剤の取り替えは10日間隔とし、薬剤の取り替えと同時に捕獲されたサンプルを回収し、実験室に持ち帰り昆虫類を選り分けた。

Ⅲ 調査結果及び考察

1. マツノマダラカミキリの捕獲とマツ枯れ被害

A) 3年間のマツノマダラカミキリの捕獲数

誘引捕獲されたマツノマダラカミキリをまとめると表-1のようになる。1990年にはアカマツ林分で142頭/2トラップ、テーダマツ林分で51頭/2トラップ、開放地で12頭/2トラップで、捕獲場所により差がみられる。1991年には同様に131頭、99頭、10頭で、メタセコイア林分は10頭であった。1992年にはそれぞれ169頭、138頭、12頭、32頭で両マツ林では1990年ほどの差はみられない。捕獲されたマツノマダラカミキリ成虫数の年度間の差はテーダマツ林分とメタセコイ

表-1. 誘引捕獲されたマツノマダラカキリ

設定場所	トラップ 記号	年 度					
		1990		1991		1992	
		雄	雌	雄	雌	雄	雌
アカマツ 林分	A	44	29	29	20	47	36
	B	40	29	49	33	51	35
テーダマツ 林分	A	22	7	31	15	36	18
	B	16	6	23	30	47	37
開放地	A	3	2	2	1	4	6
	B	3	4	5	2	2	0
メタセコイア 林分	A	—	—	4	1	6	9
	B	—	—	1	4	7	10

ア林分で有意であり、他の場所では有意でなかった。以上のように設置場所（林分）によって捕獲頭数に相当な差がみられる。とくに両マツ林と比べて、マツ林でない場所での捕獲数が著しく少なく、捕獲虫はマツ林へ飛来して誘引された可能性が強い。本誘引剤はマツ林に設置することによってはじめて誘引の効果が発揮されるようで、使用に際し設置場所の設定に十分な注意が必要であることが明らかになった。

萩原²³⁾は熊本県八女郡黒木町今で本調査と同じ誘引剤を用いて、アカマツ林、テーダマツ林、スラッシュマツ林、エチナータマツ林 (*P. echinata* MILL.), 開放地などでマツノマダラカミキリ成虫を捕獲している。トラップ当りアカマツ林で59頭、テーダマツ林で18頭、広葉樹の混交した林や開放地では極めて少なく、マツ林での捕獲数が多い本調査と同様の結果を報告している。さらに、これまでの誘引剤を用いた調査^{3,4)}では、単年度1トラップ当り10頭内外の捕獲で、本調査と比べて捕獲数が少ない。これらの既往の調査ではトラップの設置が地上1~2mであり、トラップの設置高の違いが捕獲数に影響している可能性がある。トラップの設置位置を変化させた調査をしていないために確認できないが、もし本調査のように樹冠部分で多く捕獲されるならば、マツノマダラカミキリ成虫の後食が樹冠部分に集中することから考えるとその設置位置を考慮する必要がある。

B) 捕獲成虫の性比

捕獲されたマツノマダラカミキリ成虫の雌雄は表-1のように、アカマツ林では各トラップとも調査期間を通じて雄が多く捕獲されている。各年とも雌は41~42%で、3年間をまとめると総捕獲数442個体のうち41.2%に相当する182個体が雌であった。テーダマツ林では1991年のトラップBで雄より雌が多く捕獲されたが、他のトラップではアカマツ林と同様に雄が多く捕獲されている。A, Bトラップをまとめると雌は1990年は25.5%, 1991年は45.5%, 1992年は39.9%で年によって差がみられた。

上賀茂試験地で発生するマツノマダラカミキリは、1986年から1991年までの調査^{17,18)}で、年ごとでは雌が44~59%で平均すると49.4%となり、その性比はほぼ1:1であった。

本調査と平行して行った網室での羽化調査では、1990年は271個体のうち125個体,1991年は130個体のうち61個体, 1992年は178個体のうち84個体が雌個体で、その比率は46~47%であった。性比1:1に比べて雌の羽化がやや少ない。また、捕獲虫に占める雌個体は雄より約5%少ない。この約5%の差を説明する資料は本調査では不十分である。図-2にはマツ林でのマツノマダラカミキリの捕獲数を回収時期別に示した。相対的に雄個体は雌個体に比べて早い時期(6~7月)に捕獲数が多く、遅い時期(8~9月)には目立った雌雄の違いは見られなかった。

C) マツノマダラカミキリの繁殖材からの羽化脱出経過と捕獲経過

羽化脱出経過を知るために一辺1.8mの立方枠に周囲を防虫ネットを張り巡らしたケージを用意し、その中にマツノマダラカミキリの繁殖材を長さ1.5mに玉伐りし(丸太の平均直径16cm)、井桁に1.5mまで積み上げて設置した。

上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの繁殖材からの羽化脱出は例年6月上旬である^{17,18)}。ゆえに誘引剤もその発生に遅れることなく、5月下旬に設置した。初捕獲は1990年には6月14日にアカマツBトラップで1頭,1991年には6月13日にメタセコイアBトラップに1頭、

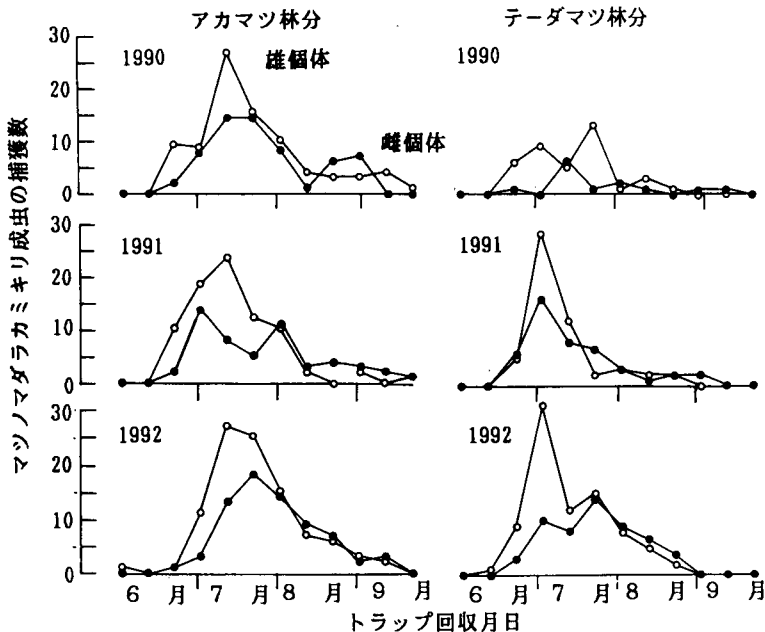


図-2 アカマツ・テーダマツ林分における3年間のマツノマダラカミキリ成虫の雌(●)雄(○)個体の捕獲状況

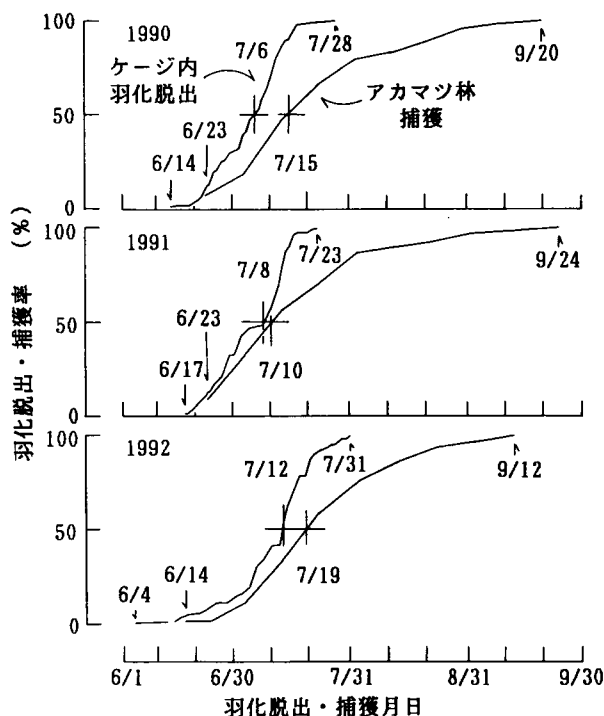


図-3 A アカマツ林分における3年間のマツノマダラカミキリ成虫の捕獲リズムと羽化脱出リズムの関係

1992年には6月4日にアカマツAトラップに1頭が捕獲され、それらはすべて雄個体であった。これらの個体は回収間隔が10日であるので回収日以前10日間に飛来捕獲されたことになる。

マツノマダラカミキリの網室での羽化脱出経過と誘引捕獲経過を示すと図-3 Aのようになる。羽化は1990年には6月14日から7月28日まで、1991年には6月17日から7月23日まで、1992年には6月14日から7月31日までであった。調査年での羽化は例年よりやや遅れているが、その終期は例年通りであった。

本調査の捕獲虫の初期は上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリ成虫の発生初期と一致している。羽化脱出の増加とともに捕獲数も増加し、マツノマダラカミキリの活動の活発さとともに捕獲数が増加していることがわかる。羽化の終了時以後の捕獲は成虫の後食、産卵活動などによる飛来にともなってもらせられたものであろう。

最終捕獲は1990年は9月20日にアカマツAトラップで雄1頭、1991年は9月24日にアカマツAトラップで雄1頭、同Bトラップで雌1頭、1992年は9月12日にアカマツBトラップで雌1頭であった。この時期は成虫の羽化終了より40~50日後に当たる。各年ともに最終捕獲日の10日前の捕獲も少数で、マツノマダラカミキリ成虫の活動は9月になればほぼ終わりに近づいていることがわかる。

D) 誘引器設置場所と誘引効果

本調査ではマツ林分2カ所(アカマツ林とテーダマツ林)とマツ林以外の林分(メタセコイア林)と開放地に誘引器を設置した(図-1 B)。マツノマダラカミキリ成虫の誘引捕獲総数は表-1のようにアカマツ林、テーダマツ林、メタセコイア林、開放地の順となり、マツ林とそれ以外

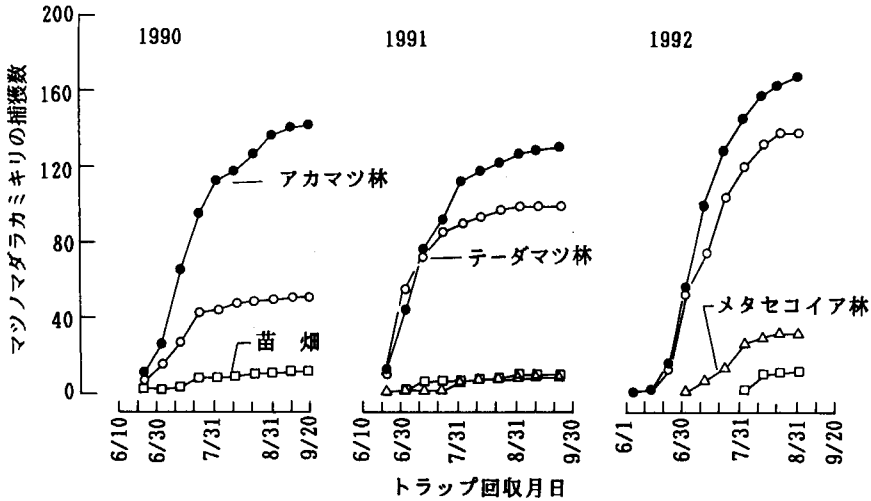


図-3 B. 各設置場所別にみたマツノマダラカミキリ成虫の3年間の捕獲状況

の場所で著しい差があらわれている。

アカマツ林分に対してテーダマツ林分の捕獲数は36~82% (平均65%) であった。とくに1992年は82%に相当するマツノマダラカミキリが誘引捕獲されたが、3年ともテーダマツ林分での捕獲数が少ない。メタセコイア林では8~19% (平均14%), 開放地では8%で、誘引捕獲数は非常に少ない (図-3 B)。

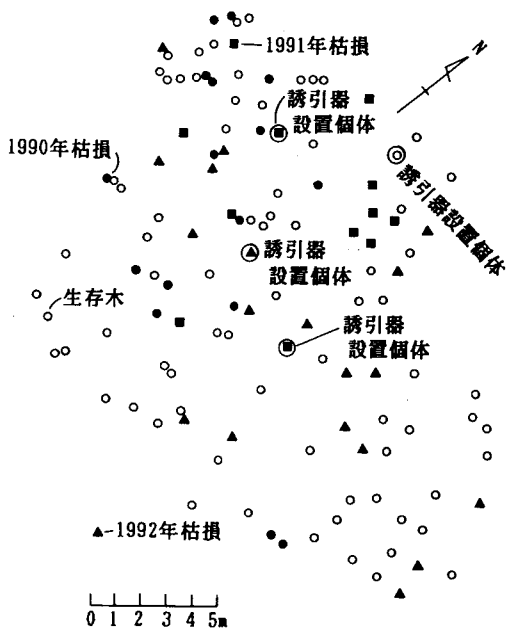


図-4 A. アカマツ林分における誘引トラップ設置木並びに3年間のマツ枯れ被害木及び生立木の分布

誘引器設置場所周囲の枯損木は持ち出されているのでマツノマダラカミキリ繁殖材は誘引器周囲には存在せず、その付近からの成虫の発生はないと考えられる。したがって、誘引捕獲された成虫はさらに離れたところから飛来したものであろう。誘引剤の有効範囲にまで飛来した個体が捕獲されたものと考え、羽化後の未成熟個体が後食のために飛来してはじめて誘引器に捕らえられたものであろう。開放地で捕らえられた成虫は後食場所への飛行中たまたま近くを飛んだために誘引剤に誘われたと考えられる。メタセコイア林では隣接してアカマツ林やテーダマツ林があるため、その影響もいくらか考慮に入れる必要はあろう。本調査のように周囲近辺に被害材が存在しない場合には誘引効果が低く、誘引器はマツ林に設置して始めてその誘引効果が現れることが明らかになった。

E) 調査マツ林の枯損経過

誘引剤を用いてマツノマダラカミキリ成虫を誘引することによって、設置場所付近のマ

ツに被害が及ぶことが指摘されている³⁾。アカマツとテーダマツ林分に標準地を設け、枯損の経過を調べた。両林分における個体の位置、誘引器の設置個体を示したのが図-4 A, Bで、アカマツ林分では年々多くの個体が枯れている。テーダマツはマツノザイセンチュウに対して強い抵抗性があり、隣接のアカマツ林分で多くの個体が枯れたにもかかわらず、テーダマツ林分では1本も枯れていない。

アカマツ林分では1990年には枯損率13%で、誘引器設置個体は枯れなかったが、1991年は枯損率22%で設置した2個体とも枯れた。さらに1992年は枯損率36%と被害が激しくなり、誘引器設置の1個体が枯れている。

枯損個体についてマツノマダラカミキリの後食痕、次世代幼虫の繁殖、穿入状況、マツノザイセンチュウの材内生息の有無を枯損の翌年2月に調査したところ、すべての枯損木で認められ、マツノザイセンチュウによる枯死であることが確認された。

アカマツ林分の被害木の配置から林分の北西から北の区域でやや被害木が多く、東から南東の区域で少ない傾向がみられ、誘引器の設置木付近の枯損が多い。誘引器付近に被害が多くみられる傾向はこれまでからも指摘されている²⁰⁾。

1990年の誘引器設置時の每木による胸高直径別に枯損の経過を示すと図-5のようになり、枯損木は大きさ（直径）に関係なく現れている。アカマツ林では飛来したマツノマダラカミキリは樹の大きさに関係なく後食していることが明らかである。

2. 誘引器で捕獲された昆虫類

誘引トラップに捕獲されたマツノマダラカミキリ以外の昆虫類は表-2のようになる。各個体のすべての種名まで判定していないので表-2にはそれぞれグループ（類）でまとめた。表-2に示された昆虫類は誘引器の中で虫体が分解し難い甲虫類（Coleoptera）が主で、鱗翅目の成虫もいくらか捕獲されていたが、虫体が分解していたので数えられなかつ

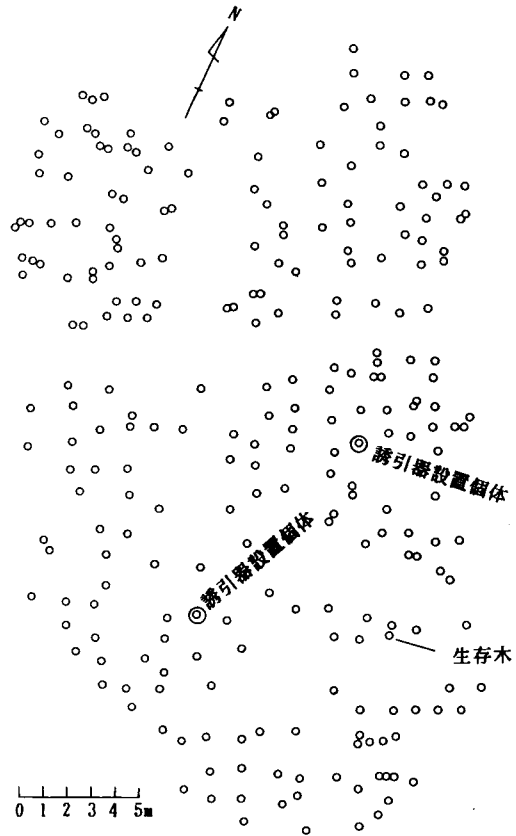


図-4 B. テーダマツ林分における生立木の分布及び誘引トラップ設置木

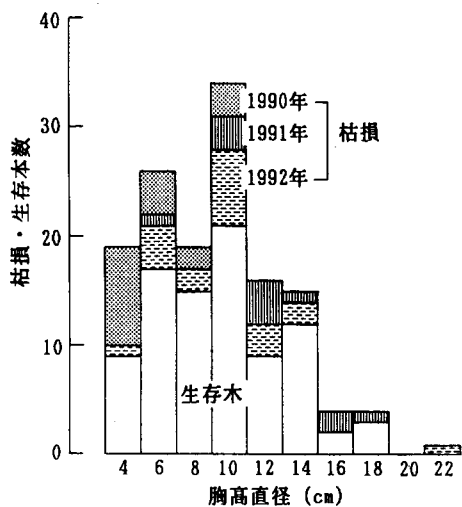


図-5. アカマツ林分における3年間のマツ枯れ被害木（調査プロット設定時の直径分布）

た。

誘引捕獲昆虫は3年間の総数では、アカマツ林、開放地、テーダマツ林の順に少なく、メタセコイア林を調査地に加えた2年間でも、この順は変わらず、メタセコイア林が最も少なかった。また各グループ別の誘引捕獲数ではアカマツ林とテーダマツ林ではカミキリ類が最も多く、アカマツ林ではゾウムシ、ハナムグリ、キクイの順に、テーダマツ林ではハナムグリ、ゾウムシ、キクイの順に少なくなっている。開放地、メタセコイア林ではカミキリムシが2位で、前者はキクイムシが後者はゾウムシが1位で、3位はともにハナムグリとなっている。

マツクイムシと称されているものを一括して表-3に示したが、カミキリムシ類ではマツノマダラカミキリが、ゾウムシ類ではマツノシラホシゾウムシ類が最も多く誘引捕獲されている。カミキリムシ類で目立つのはマツノマダラカミキリ以外では開放地で誘引捕獲されたクロカミキリ

表-2 誘引器に捕獲されたマツノマダラカミキリ以外の昆虫類

設置場所	年度	カミキリムシ類	ゾウムシ類	キクイムシ類	コガネムシ類	ハナムグリ	カナブン	ゴムシ	コメツクムシ クワガタ テントウムシ ハムシ	タマムシ	セミ	ハチ	選別不能
アカマツ林分	1990	9	22	20	3	13	1	1	5	1	5	0	3
	1991	9	45	2	0	20	2	1	5	2	17	0	2
	1992	30	44	15	0	32	0	2	3	1	3	0	1
テーダマツ林分	1990	2	4	4	0	10	0	0	0	1	10	0	2
	1991	7	32	9	1	44	0	2	1	0	3	0	7
	1992	5	26	12	0	47	0	0	2	0	4	1	2
開放地 苗畑	1990	15	5	1	11	24	1	21	2	6	2	0	6
	1991	58	29	76	6	46	1	12	20	11	1	0	8
	1992	19	18	61	14	48	0	21	8	9	0	2	8
メタセコイア林分	1991	14	51	2	0	10	0	2	0	2	3	0	4
	1992	16	35	15	1	14	0	5	0	0	4	0	2

表-3 カミキリムシ類,ゾウムシ類の捕獲数

設定場所	年度	カミキリムシ類					ゾウムシ類			
		マツノマダラカミキリ	ヒゲナガモモトカミキ	ムナクボカミキリ	ククロカミキリ	ノコギリカミキリ	その他のカミキリ	シラホシゾウムシ	キボシ、クロキボシゾウムシ	オオゾウムシ
アカマツ林分	1990	142	6	0	1	0	2	8	0	0
	1991	131	3	0	2	0	4	28	5	0
	1992	169	13	3	5	0	9	13	19	0
テーダマツ林分	1990	51	2	0	0	0	0	0	0	0
	1991	99	5	0	1	0	1	24	5	0
	1992	138	3	0	0	1	1	13	5	0
開放地 苗畑	1990	12	3	0	9	0	3	4	0	0
	1991	10	1	3	46	0	8	25	1	1
	1992	12	0	3	9	0	7	11	4	1
メタセコイア林分	1991	10	5	0	2	0	7	30	9	0
	1992	32	2	3	5	0	6	12	14	0

である。とくに1991年の開放地における多数の誘引は特異的で、しかも各年ともに他区より多く誘引捕獲されたのは興味あることである。

IV おわりに

誘引剤を用いてマツノマダラカミキリの成虫を3年間にわたって捕獲した結果、誘引器設置付近にはその成虫の発生源がないにもかかわらずマツノマダラカミキリが捕獲された。このマツノマダラカミキリ成虫の後食の食餌となり得るマツ林に設置された誘引器には、そうでない場所に設置された誘引器と比べて著しく多くの成虫が捕獲され、誘引の効果はマツ林に設置されて始めて発揮されることが明らかになった。しかし、開放地に設置した誘引器にも少数ながらマツノマダラカミキリが捕獲されたことは本調査に用いた誘引剤の効力を否定するものではなく、誘引の有効範囲に飛来したマツノマダラカミキリ成虫が誘引された結果であろう。

遠方から後食のために飛来するマツノマダラカミキリ成虫をマツノザセンチュウ抵抗性樹種の林分で捕獲し得ることが、本調査のテーダマツ林での結果で証明された。アカマツ林より捕獲数はやや少なかったが、誘引の効果は発揮されるものとする。増田²⁵⁾は航空機を利用した大面積のマツ枯れ防止策として誘引剤と殺虫剤の組合せ実験で、対象区の倍以上の殺虫効果を上げている。さらに、マツクイムシの有力な天敵であるオオコクヌストの成虫は五十嵐ら²⁶⁾の調査同様に、本調査の誘引剤(ホドロン)では1個体も誘引されなかった。この点に関して本調査使用の誘引剤(ホドロン)が天敵(オオコクヌスト)を誘殺しない有利さに加えて、誘引剤の設置場所を十分に吟味すれば有効に使用し得るものとする。

引用文献

- 1) 徳重陽山・清原友也(1969) マツ枯死木中に生息する線虫 *Bursaphelenchus* sp.. 日林誌 51, 193~195
- 2) 清原友也・徳重陽山(1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp.の接種試験. 日林誌 53, 210~218
- 3) 岸 洋一(1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. 292PP, トーマス・カンパニー, 東京.
- 4) 森林科学技術振興所(1982) 森林病虫獣害防除技術. 352PP, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.
- 5) 大山浪雄(1979) マツ材線虫病抵抗性育種の現状と成果. 山林 1143, 36~41.
- 6) 石井克明・栗延 晋・古越隆信(1983) クロマツ×タイワンアカマツ F₁, F₂ 及び B₁ 等のマツノザセンチュウ抵抗性. 94回日林論, 245~247.
- 7) 佐々木 研・田島正啓・河村嘉一郎・岡田 滋・古越隆信・津田知明・小林恒一・片山重俊(1983) クロマツ×タイワンアカマツ F₁ 雑種の交雑-マツノザセンチュウに対する抵抗性. 94回日林論, 249~450.
- 8) 古野東洲・二井一禎(1984) マツノザセンチュウを接種したクロマツ×タイワンアカマツ (F₁) の生育について. 95回日林論, 477~478.
- 9) 中井 勇・福重博正・古野東洲(1990) クロマツ×タイワンアカマツ雑種にみられるマツ材線虫病抵抗性. 京大演集報 20, 19~25.
- 10) 古野東洲・中井 勇(1991) マツ属の9 F₁ 雑種にみられる虫害について. 102回日林論, 245~246.
- 11) 中井 勇・古野東洲(1987) クロマツ×タイワンアカマツ F₁ 雑種の生育について. 日林関西支講 38, 89~92.

- 12) 〓・牧瀬明弘・秋田 豊 (1993) 徳山試験地におけるクロマツ×タイワンアカマツF₁雑種の成長について. 京大演集報 25, 44~51.
- 13) 岡本憲和・渡辺政俊・中井 勇・古野東洲 (1990) 上賀茂試験地におけるマツ枯れについて -発生から1988年までの被害の経緯-. 京大演集報 20, 26~43.
- 14) 二井一禎・岡本憲和 (1989) マツの材線虫病感染源に関する生態学的研究 (Ⅲ) マツの材線虫病被害分布の拡大の様式. 100回日林論, 549~550.
- 15) 〓・中井 勇・吹春俊光・赤井龍男 (1986) マツの材線虫病感染源に関する生態学的研究 (Ⅰ) 枯損アカマツ樹体における病原線虫の動態. 京大演報 57, 1~13.
- 16) 中井 勇・二井一禎・赤井龍男 (1986) マツの材線虫病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. 京大演報 57, 14~25.
- 17) 〓・〓・古野東洲 (1991) 上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの羽化消長とマツ枯れ発生の季節変化. 京大演集報 22, 55~66.
- 18) 〓・〓・〓 (1992) 上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの2年1世代虫の羽化消長について. 京大演集報 23, 33~39.
- 19) 古野東洲・中井 勇・上中幸治・羽谷啓造 (1992) 上賀茂試験地および白浜試験地で発生したマツノマダラカミキリ成虫の大きさ. 京大演集報 23, 40~46.
- 20) 〓・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.
- 21) 二井一禎・古野東洲 (1982) マツノザイセンチュウに対するマツ属に抵抗性. 京大演報 51, 23~26.
- 22) 古野東洲 (1982) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第7報 マツノザイセンチュウにより枯死したマツ属について. 京大演報 54, 16~30.
- 23) 萩原幸弘・小林誠司・中島康博 (1975) マツノマダラカミキリ誘引剤への飛来経過と保持線虫数. 九州支論 28, 147~148.
- 24) 宮崎安貞 (1980) 九州大学早良演習林における海岸マツ林の保全に関する研究 (Ⅰ) 誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘引試験. 九大演習林集報 27, 59~98.
- 25) 増田照美 (1991) 誘引剤による松くい虫被害防止-航空機を利用した誘引剤と殺虫剤を組み合わせた新技術-. 林業と薬剤 117, 11~19.
- 26) 五十嵐正俊・細田隆治・伊藤賢介・浦野忠久 (1993) オオコクヌストの生態 (Ⅰ) -成虫の捕獲および採卵-. 日林関西支論 2, 197~198