

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：第1報 誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘引防除試験(1978)

宮崎, 安貞
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15922>

出版情報：演習林集報. 27, pp.59-98, 1980-03-29. Kyushu University Forests
バージョン：
権利関係：



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

第1報 誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘引防除試験 (1978)

宮 崎 安 貞

Studies on Preventive Maintenance of the Coastal Pine
Forest in Sawara University Forest

(1) The Effectiveness of Hodoron Traps in Protecting Coastal Pine Forests
from the Attack of the Cerambycid Beetle, *Monochamus alternatus* Hope

Yasusada MIYAZAKI

目 次

I 緒 言	個所
II 早良演習林の概要	4. マツノマダラカミキリの外部からの侵入 径路
1. 人為環境	5. 予防散布の効果
2. 自然環境	6. クロカミキリ
3. 早良演習林の林分構成	7. ヒゲナガモモブトカミキリ
III 早良演習林における1922年から1978年まで の松くい虫被害の概況	8. ヤハズカミキリ
1. マツの枯損とその原因	9. その他のカミキリムシ科の昆虫
2. 早良演習林におけるマツ枯損木の発生状 況	10. ゾウムシ科の昆虫
IV 試験方法	11. キクイムシ科の昆虫
1. 誘引区と対照区の設定及び誘引器の設置 個所	12. その他の昆虫
2. 誘引器の設置	V 誘引試験実施年におけるマツ枯損木の発生 状況とマツノザイセンチュウの検出
1) 設置個所の整備	1. 1978年における早良演習林のマツ枯損木 の発生状況
2) 設置杭立て	2. 早良演習林におけるマツ枯損とマツノザ イセンチュウの寄生
3) 空中設置用ロープ掛け	VI マツノマダラカミキリの誘引効果及びマツ 枯損の防止効果の吟味
4) 予防散布	1. マツノマダラカミキリの誘引効果
5) 誘引器設置及び防護柵取設け	1) 特定昆虫選択誘引効果
6) 誘引剤	2) マツノザイセンチュウ運搬性昆虫に対 する特異誘引効果
7) 誘引期間と誘引剤の取替えと昆虫のし ゅう集	3) 誘引捕獲率
V 試験結果	4) 誘引器の設置高による誘引効果
1. マツノマダラカミキリの誘引器設置高に よる捕獲数の差異	2. マツ枯損の防止効果
2. マツノマダラカミキリの雌雄比	1) 被害本数率による効果の判定
3. マツノマダラカミキリの侵入時期と侵入	

- | | |
|---|----------|
| 2) 航空防除と誘引防除の効果の比較 | VIII 総 括 |
| 3) 誘引区設置による隣接林分の防護効果 | 参 考 文 献 |
| 4) 異常気象下における福岡地方の被害実
態からみた早良演習林の誘引防除効果 | Résumé |

I 緒 言

九州大学農学部附属早良地方演習林は、クロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) を主体樹種とする海岸マツ林である。その全域の面積約 51ha に対して、1978年5月から8月にかけて、マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* Hope) の誘引捕殺試験が実施された。この試験の目的は、マツノマダラカミキリの誘引捕殺によって、早良演習林における外来の本種の侵入密度を低下させて、主として本種が運ぶマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya et Kiyohara) によるマツ属の枯損¹⁾⁻⁵⁾防止を計ること、また、マツ属の枯損防止のためにより安全で効果的な防除対策を見出そうとすることにある。

現在、マツの枯損防止法はつぎのような方法が考えられている^{6), 7)}。すなわち、(1)航空散布によるマツノマダラカミキリの後食予防⁸⁾⁻¹⁵⁾(2)被害木の伐倒駆除によるマツノマダラカミキリの密度低下^{6), 7)}(3)マツノマダラカミキリの誘殺による密度低下¹⁶⁾⁻³²⁾(4)被害木の線虫駆除^{36), 37)}(5)健全木または異常初期木処理^{33), 35)}(6)抵抗性育種³⁸⁾⁻⁴⁷⁾(7)健全林分への誘導などの諸方法である。

早良演習林は、大学における海岸林の教育研究の場として利用されるばかりでなく、海岸防風保安林、玄海国定公園第1種特別地域として指定を受け、広く地域社会に対する公益的機能を発揮してきたマツ林であるため、その保全⁴⁸⁾⁻⁵¹⁾はとくに重視されなければならない。しかるに近年全国的に蔓延しつつあるいわゆる松くい虫による松枯れ現象は本演習林にも波及し、1972年には成立本数⁵²⁾ (胸高直径 6cm 以上) 22,407 本に対し、その約 9.7%の 2,181 本の激害を生じた。これより先、早くも1963年には例年になくマツ枯損木の増加 (本数で639本、約2.8%) が認められたので、従来通りの徹底的な伐倒駆除を行うとともに、1963年から1969年までの7カ年間はキルモスくん煙剤による防除対策がとられた。しかしながら、主剤である B.H.C. の使用禁止及び公害問題などの事由により、1970年以降はくん煙剤使用は中止された。たまたま、1972年9月に福岡県、市及び関係各機関の協力によって松くい虫防除対策本部会議が設置されたので、本演習林は他の激害型松林群とともに、1973年から3カ年計画のもとにスミチオンの航空散布によるマツ枯損防除を実施した。この間、マツ枯損木が徹底的に伐倒駆除されたことはいうまでもない。その結果、被害木の発生は逐次減少の傾向を示したが、なお本数で1%以下 (微害型⁵³⁾) に鎮静化することなく被害が続いた。そこで、スミチオンの空散は第4年目の1976年5月と6月、第5年目の1977年5月に延長して実施した。被害が鎮静化したのは、ようやく1976年以降のことである。

1977年4月18日には松くい虫防除特別措置法が5年間の時限立法で公布された。この法律は、重要松林を保護して、国土保全に資することを目的としたもので、航空散布による防除がその手段となっている。早良演習林においては、本法律に基づいて1977年6月に航

空散布を行った。その結果、早良演習林におけるマツ枯損木の本数被害率は、1976年には約0.93%であったものが、1977年には約0.38%にまで鎮静化した。

ここで問題は、早良演習林のように松くい虫の被害が現在のところ鎮められてはいるが、その周辺にはマツノマダラカミキリの発生源となり得るマツ林が未処理のまま放置されているような場合に、これら外来の害虫からとくに重要な松林を護るための有効かつ安全な方法を確立することである。誘引剤による誘引防除法はこれらの条件を満たす有力な防除法のひとつと考えられる⁶⁾ので、1978年度に早良演習林において試験を行い、一応の成果を得たので報告する。

九州大学早良演習林では、立地の特性その他から、海岸マツ林の保全に関する諸般の研究を中心課題として、これらの研究が今後とも続けられる予定である。本来なら早良演習林を場とした研究・教育に関する基本方針及び実施計画が立案・承認された上で、必要な諸研究が行われるとともに、その諸成果が公表されていくべきであると考えられるが、今回は取り敢えず第1報としてマツノマダラカミキリから海岸マツ林のマツ類を保護する研究の成果について報告する次第である。

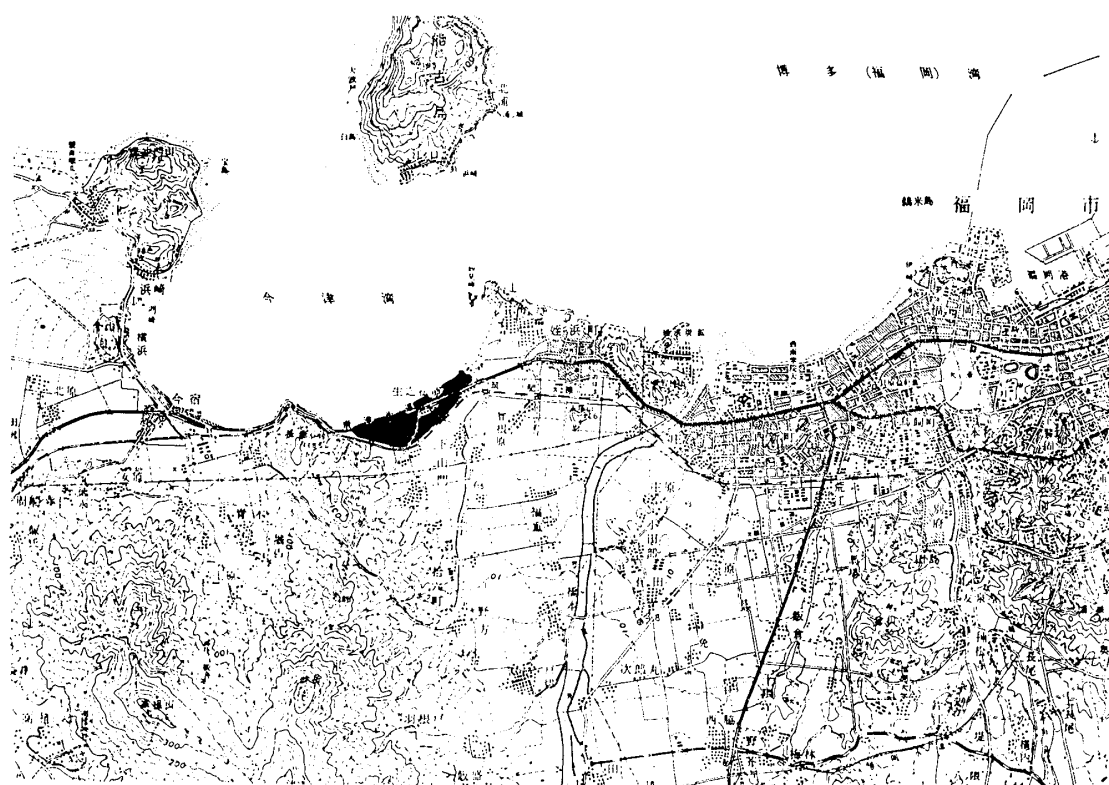
なお、この試験の実施に当っては、当時の九州大学農学部附属演習林長近藤民雄教授、同研究部長加藤退介教授からご支援をいただき、とくに農学部林産学科住本昌之教授、同松本勲教授、農学部農学科森本 桂助教授からご懇切なるご指導、ご教示を賜った。また、九州大学早良地方演習林の職員及び関係者ご一同からは全面的なご協力を頂いた。とくに当時大学院生であった田島正啓博士（現農林水産省九州林木育種場）には全面的なご協力を頂いた。ここに記して心からの謝意を表する次第である。

Ⅱ 早良演習林の概要

九州大学農学部附属早良地方演習林は、福岡市西区大字下山門と同西区姪浜町の西部に位置し、今津湾に面した海岸林である（図-1）。ここは森林法に基づく防風保安林の指定を受け、また自然公園法による玄海国定公園の第1種特別地域の指定を受けている。さらに、海岸部にはマツ林の中に元寇防塁の史跡が保存されている。早良演習林の形状は、大字下山門と、姪浜を流下する十郎川から西へ長さ約1,650m、海岸から幅約170~490mで、全体として三カ月型をした地域である。

1. 人為環境

まず、本演習林の人為的な環境をみると、国道202号線が本演習林のほぼ中心部を東西に貫通しており、その交通量は年々増加して最近では1日交通量約2万台ともいわれている。また、本演習林の南部では2カ所延長約700mにわたって国鉄筑肥線のディーゼル・カーが国道と平行して走っている。さらに、福岡市西部清掃工場が約1km南方の西区今宿青木で操業していてこれらの排気ガスや塵芥処理ガスが本演習林に生育している植生の活力を阻害するのではないかと懸念される。内陸部一帯は近年とみに市街地化が進み、そのため国道202号線から分岐する市道は6mから10mへと拡張されて、本演習林を横切って下山門団地へ通じている。従来、これら本演習林の内陸部に隣接して居住する人々が国道202号線を利用するためバス停などに向う近道をたくさん作っていたが、1978年度に延長約1,400mのフェンス工事を取設けたので、このため林内への無断侵入は殆んど見られなくなり、また、林内への塵芥の不法投棄は大幅に減少している。夏期には本演習林の



図一1 早良演習林の周辺地域

海岸とくに波打ち際の公共空地は、周辺住民の海水浴場として利用される。利用者数は1日5,000人を越す日もあり、これらの人々によって林床は著しく荒される。

2. 自然環境

早良演習林は地籍面積が51.218ha（1979年3月現在）であるが、そのうち成林地面積は46.025haで、これは前者の約89.9%に相当する。無立木地約5.1haは、殆んどが海岸砂浜によって占められている。

早良演習林それ自体は、孤立したマツ林であって、他のマツ林とは完全に切り放されている。しかしながら、早良演習林の周辺にはいくつかのマツ・広葉樹の混交林がある。最も近いマツ林は、早良演習林の西端から約100mの地点を山麓として、早良演習林の西方ないし西南方に広がる長垂山を中心とした丘陵地で、ここは標高20~120m、面積約20haである。また、南方には早良演習林南部から約700mを距てた地点を山麓として、標高20~188m、面積約20haの丘陵地が広がっている。一方、海岸から今津湾の方に目を転ずれば、海上約1kmを距てた妙見岬が早良演習林の北方にあり、また、洋上約3kmで能古島、同様に約3kmを距てた西区浜崎には標高179mの昆沙門山一帯に約7haの丘陵地が存在する（図一1）。これらの周辺マツ林は、その程度は別として、早良演習林に飛来する外来のマツノマダラカミキリの発生源として機能する恐れがある^{54), 55)}。そこで、1978年5月初旬にこれらの地域を踏査して、マツノマダラカミキリの当年の予察を行ったところ、マツ枯損木は随所で見出され、その殆んどが樹幹に本昆虫の産卵孔をあけられていることが判った。

気候環境要因は、マツノマダラカミキリやマツノザイセンチュウだけでなくマツの健康

度にも密接な関係があるとされている^{56)~63)}。1978年における早良演習林の気候環境要因の概要は、早良演習林のほぼ中央に設置されている気象観測所における観測結果によれば表—1に示すとおりである。年平均気温は、 18.3°C で、これは1977年⁶⁴⁾の 17.2°C に比べ

表—1 1978年度の早良演習林の気象概要

月	気 温				日気温の 月平均 (9時)	風 最多 風向	降 水 量		温度 月平均 %	天 気 (9時)				
	日最高 月平均	日最高 極値	日最低 月平均	日最低 極値			月合計 mm	日最大 mm		快 晴	晴	曇	雨	雪
1	9.0	13.5	3.3	-3.5	6.9	NW	102.7	12.0	71	3	3	15	5	5
2	9.2	16.0	2.5	-3.5	6.9	NW	63.1	23.3	66	5	10	9	0	4
3	13.0	19.0	3.7	-3.0	11.1	NW	70.7	23.7	58	6	12	12	1	0
4	19.0	26.5	8.4	15.1	16.4	W	67.2	18.0	62	8	10	7	5	0
5	23.3	27.8	12.9	19.0	21.2	SE	43.0	16.5	63	8	10	11	2	0
6	28.2	33.5	18.7	7.0	25.0	SE	369.8	166.0	70	6	7	11	6	0
7	33.5	37.0	23.9	22.0	30.7	SE	33.7	12.7	64	12	12	6	1	0
8	32.8	35.0	23.7	21.0	30.3	S	80.7	21.2	66	9	13	9	0	0
9	28.0	34.0	20.2	15.5	25.8	NE	128.0	51.7	73	7	7	11	5	0
10	22.1	27.5	11.6	4.0	20.1	NE	86.5	25.5	66	9	12	6	4	0
11	17.4	21.5	7.2	-1.0	15.0	N	65.4	37.0	73	13	10	6	1	0
12	13.2	21.1	3.6	-2.1	9.9	W	105.7	38.3	77	9	12	6	4	0
総計	248.7	—	139.7	—	219.3	—	1216.5	—	809	—	—	—	—	—
年平均	20.7	—	11.6	—	18.3	—	—	—	67	—	—	—	—	—
1977	19.9	—	11.3	—	17.2	—	1603.8	—	—	—	—	—	—	—

て 1.1°C 高く、異常高温年であったといえよう。年平均気温が 14.5°C 以上の地帯には、マツ枯損の激害地の殆んどが分布している⁵⁶⁾といわれているのに、1978年の早良演習林では 18.3°C と激害地平均気温の下限から 3.8°C の高温が記録されたことは、本年の早良演習林がマツノマダラカミキリの活動加害を受けやすい温度環境に置かれていたといえよう。つぎに、4～6月までの平均気温は、 20.9°C であった。越冬したマツノマダラカミキリの発育変態には、4月から6月までの気温が深い関係をもつと考えられていて、これが 17°C 以上の地帯には激害地の分布が多いとされている。早良演習林周辺のマツ林はこれよりも 3.9°C 高温な環境に置かれていたと考えられる。マツノマダラカミキリの卵から成虫の羽化脱出までの発育有効温度や、マツノザイセンチュウの発育温度から 15°C をベースとして、月平均気温でこれを越える温度の累積値を月度(MD)として、早良演習林のMD値を求めると1978年はMDが64.5であった。MD値40以下では温量不足で激害は現われにくい⁷⁾とされているが、MD値45以上では激害は継続的かつ広範囲の被害が起るという。早良演習林のMD値は64.5と極めて高く、とくに1978年度はマツ枯れの異常発生年としての気象条件下にあったといえよう。マツノマダラカミキリの飛来活動を活ばつにする気候値として、平均気温 21°C 以上の夏期無降雨日数(A)がよい指標となる⁵⁶⁾が、1978年の早良演習林のA値は120.5日であった。マツノマダラカミキリの行動可能日数が、70日未満は無被害地域、70日から80日の地域では軽微害、80日以上地域では激害地が見出され(1975)ているので、早良演習林は1978年には稀にみる高温日、高温

夜、無降雨日が続いてマツノマダラカミキリの夜行性⁶⁾ 飛来に適した気象環境にあったといえよう。一方、夏期の過度の高温はマツの樹勢を弱めると考えられるが、1978年の早良演習林は、7月から8月における日平均気温 25°C 以上の日数は62日であり、 25°C 以下の涼しい日は1日もなかったこととなる。一方、6月から9月にかけての4ヵ月降水量は、612.22mmに過ぎず、とくに7月(33.7mm)、8月(80.7mm)における少雨の影響はマツの活性をいちじるしく損ったのではないかと考えられる。

以上要するに、早良演習林をめぐる環境要因のうち、とくにマツノマダラカミキリやマツノザイセンチュウ及びマツの樹勢に係ると考えられる気候環境要因が1978年にはどのようなになっていたかを説明した。これら要因は再掲すると表-2のとおりである。

表-2 早良演習林のとくにマツ枯れに関連した気候環境要因 (1978)

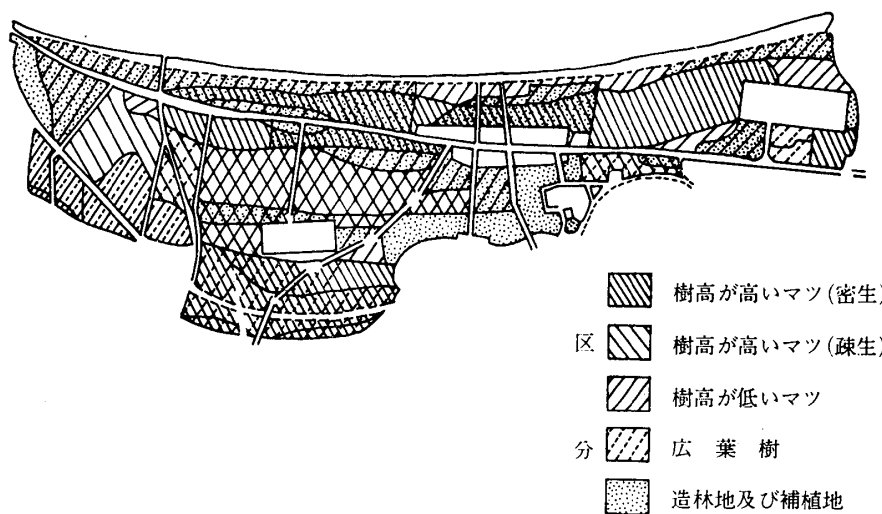
気 候 環 境 要 因	早良演習林	基 準
年平均気温 (マツ枯れ)	18.3 $^{\circ}\text{C}$	13~14.5 $^{\circ}\text{C}$ =軽微害地帯 14.5 $^{\circ}\text{C}$ 以上=激害地帯 1977(早良)=17.2 $^{\circ}\text{C}$
4~6月の平均気温 (マツノマダラカミキリの発育・ 変態)	20.9 $^{\circ}\text{C}$	15~17 $^{\circ}\text{C}$ =軽微害地帯 17 $^{\circ}\text{C}$ 以上=激害地帯
MD 値 (マツノマダラカミキリの発育有 効温度及びマツノザイセンチュウ の発育温度)	64.5	40以下=無被害地帯 40~45=軽害地帯 45以上=激害地帯
日平均気温 21°C 以上の夏期無降 雨日数 (マツノマダラカミキリの飛来可 能日数)	120.5日	70日以下=無被害地帯 70~80日=軽微害地帯 80日以上=激害地帯
7, 8月の日平均気温 25°C 以上の日数 (マツの樹勢低下)	62日	35日以下=無被害地帯 35~54日=軽微害地帯 54日以上=激害地帯
6~9月の降水量 (マツの樹勢低下)	612.22mm	1,100mm以上=微害地帯 1,100~800mm=軽害地帯 800mm以下=激害地帯

3. 早良演習林の林分構成

サンプリング調査法による早良演習林の林分構成及び蓄積量・生長量^{52), 67), 68)}はつぎのとおりである(1974年4月現在)。

1. 総本数：成林地面積 46.025ha における胸高直径 6 cm 以上のマツの総本数は、22, 407 $\pm$ 2,628本である。
2. 蓄積量：マツの総蓄積量は、全体で6,101.9 $\pm$ 487.2m³ である。

3. 生長量：マツの生長量は、全域で $153.94 \pm 11.67 \text{m}^3$ である。
4. 天然更新：稚樹の見られる地域は全体の62.6%である。
5. マツの樹勢：小田のマツヤニによる活力判定基準による判定⁶⁵⁾では、異常ありと判定されたものが全体の17.7%であり、南西の方向から東北の方向に向けて散在的に発生している。
6. 林型：早良演習林の林型は、まずマツの一斉林が全体の51.9%，マツの2段林が15.8%，外国産マツとクロマツを主とする樹高 2.5m 以上の人工造林地が10.7%で、これらの合計78.4%がマツ純林である。残りは、マツと広葉樹の2段林が18.4%，マツと広葉樹の混交林が3.2%である。実際の各林型の分布は図一2に示すとおりである（1979）。



図一2 早良演習林のマツ林型 (1979)

Ⅲ 早良演習林における1922年から1978年までの松くい虫被害の概要

1. マツの枯損とその原因

九州ではすでに明治38，9年頃には長崎市内で、今日でいう激害型のマツ枯損木の群発が報告されている（矢野，1913）。また，本演習林の近傍地である福岡県遠賀郡芦屋町から岡垣村（当時）の国有防風保安林が，明治39年（1906）頃すでにクロマツ林で年々枯死木が多かった（矢野，1913）という。早良演習林ではマツ類の枯損量は移管を受けた1922年から，1978年現在まで，継続して記録されている。早良演習林でみられるこの長期にわたるマツ枯れ現象が，何を主因としていたかは知る由もない。

しかしながら，この長期にわたるマツの枯損は，1978年に本演習林において枯死したクロマツの供試全個体から，マツノザイセンチュウが検出された⁶⁶⁾こと，前記の九州における古い被害がその後の研究成果からみてマツノマダラカミキリによって運ばれた同線虫のマツ集団内における異常増殖を真因とすると推定されることなどを併せ考えれば，早良演習林のマツ枯損の重要な要因は，直接的にはマツノザイセンチュウ病によっていたのではないかという強い印象は避けがたいものがある。すなわち，1922年当時，早良演習林に生育していたマツ類は，恐らくすでにマツノザイセンチュウの洗礼を受けていて，毎年実行してきた枯れマツの徹底的な

伐倒駆除にも拘らず、同線虫はマツノマダラカミキリとともに早良演習林の周辺マツ林に生存しつづけてきたのではないかと推定される。

2. 早良演習林におけるマツ枯損木の発生状況

早良演習林における1922年から1978年までのマツ枯損木の伐採本数及び材積は、表—3及び図—3に示すとおりである。

表—3 早良演習林におけるマツ枯損木の本数及び材積 (1922～1978)

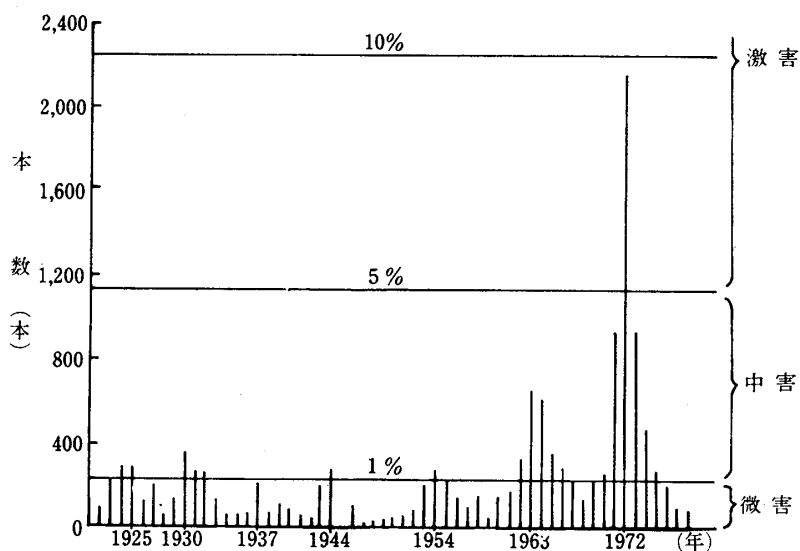
年 度	本 数	材 積	年 度	本 数	材 積	年 度	本 数	材 積
	本	m ³		本	m ³		本	m ³
1922	105	10.02	1940	90	9.01	1958	146	63.89
1923	234	29.11	1941	67	4.68	1959	41	24.89
1924	273	28.33	1942	25	2.21	1960	136	73.96
1925	276	31.17	1943	208	15.46	1961	175	98.87
1926	138	17.37	1944	289	20.47	1962	349	99.32
1927	166	22.44	1945	0	0	1963	639	240.67
1928	53	9.03	1946	120	15.75	1964	618	270.27
1929	133	13.41	1947	13	10.47	1965	391	196.20
1930	377	113.39	1948	21	7.58	1966	290	105.29
1931	262	48.52	1949	28	10.60	1967	246	91.15
1932	278	28.59	1950	48	10.95	1968	146	38.52
1933	(144)	22.05	1951	56	13.80	1966	215	63.75
1934	(72)	11.04	1952	82	38.49	1970	249	66.10
1935	(45)	6.95	1953	193	143.47	1971	945	404.06
1936	(61)	9.28	1954	277	143.75	1972	2,181	1,224.40
1937	214	22.86	1955	236	98.48	1973	949	471.96
1938	(62)	9.49	1956	168	73.94	1974	502	244.13
1939	(111)	17.03	1957	105	79.51	1975	272	150.80
						1976	209	106.03
						1977	85	35.67
						1978	94	28.75
						計	13,911	5,247.38

注)1. () 内は推定値

すなわち、マツ枯損量はここ57カ年間に本数で合計13,911本、材積で合計 5,247.38m³に達している。図—3は表—3の年次別枯損木本数の推移状況を示している。

ここで興味深いのは、本演習林におけるマツ枯損木の発生には、顕著な周期性があることである。すなわち、最初のピークは大正14年(1925)で、第2回目は5年後の昭和5年(1930)、第3回目は7年後の昭和12年(1937)、第4回目は7年後の昭和19年(1944)、第5回目は10年後の昭和29年(1954)、第6回目は9年後の昭和38年(1964)、そして最近では、第7回目のピークである昭和47年(1971)を迎えることとなる。以上のように、マツの枯損木本数は、5～10年を周期として増減をくり返しているように見えるが、その原因解明は今後の研究にまたねばならない。

本数被害率は1974年度の成立本数に対する当該年度の枯損木本数の百分率で表わすとす



図—3 年次別マツ枯損木本数の推移
%は、1974年の成立本数に対する被害本数率を示す。

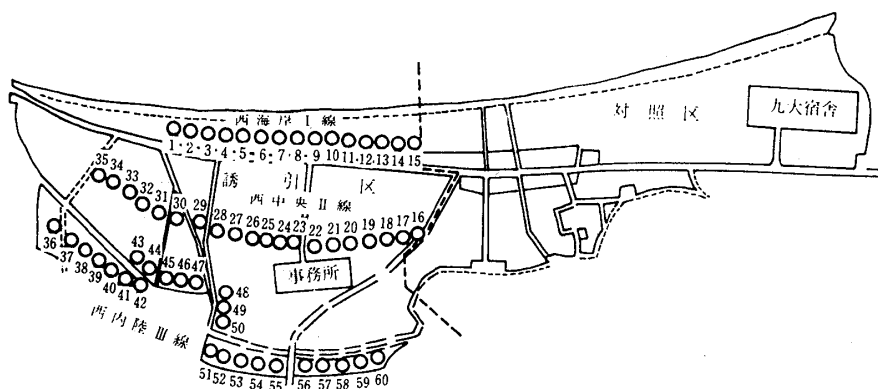
れば、本数被害率が1%未満の微害、1%以上5%未満の中害、5%以上の激害⁵³⁾の出現状況は図—3に示すとおりである。

本数被害率は1962年頃から最近まで1%以上のいわゆる中害が定着しているように見受けられ、とくに1972年には激害が発生している。

Ⅳ 試 験 方 法

1. 誘引区と対照区の設定及び誘引器の設置個所

誘引試験の対象とした林分は、早良演習林の成林地、面積約46.64haである。ここに誘引区と対象区を設定するため、まず東西に細長い本演習林をほぼ中間で2分して、西側一帯は誘引区とし、東側一帯はその対照区とした。誘引区は面積約28.57haで、その内訳は西海岸が約4.60ha、西中央が約14.22ha、西内陸林縁が約9.75haである。これに対して、対照区は面積約18.07haで、その内訳は東海岸が10.49ha、東中央から内陸林縁が約7.58haであった。誘引区と対照区の区分線及び誘引器の設置個所は図—4に示すとおりである。この図に示されているように、誘引器の設置個所数は西海岸ではNo. 1～No.

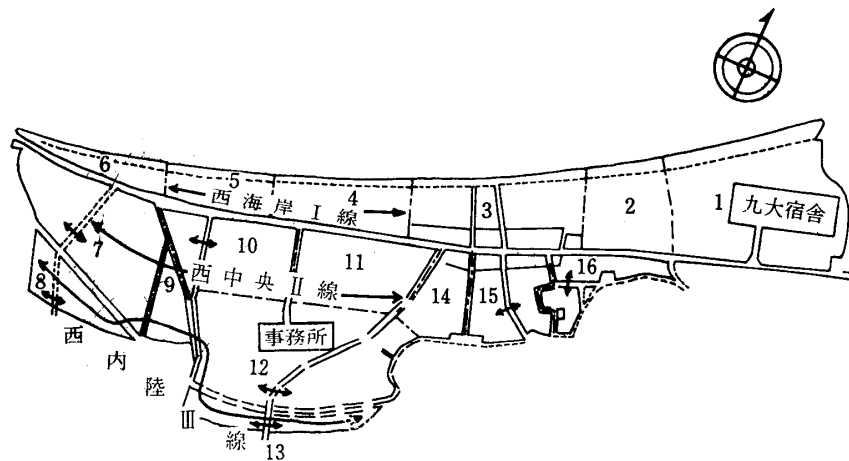


図—4 早良演習林における誘引区、同対照区及び誘引器設置個所（丸印）

15 まで15個所であり、西中央では No. 16～No. 35 の20個所であり、西内陸林縁では No. 36～No. 60 までの25個所であって、合計60個所に誘引器を設置した。誘引器の設置個所の間隔は30m とした。この間隔でつながった3本の線を考えて、これらはそれぞれ西海岸Ⅰ線、西中央Ⅱ線及び西内陸林縁Ⅲ線と呼ぶこととした。

早良演習林は16分区によって構成されているが、図一5はこれらの分区及び誘引器設置線の位置を示したものである。また、分区の面積は表一4に示すとおりである。

なお、誘引器の設置数は、各設置個所ごとに設置高度2水準すなわち地上設置1基と空



図一5 早良演習林の分区と誘引器設置線の位置

表一4 誘引試験地の面積構成

種 類	立 地	分区番号	面 積 (ha)				
対 照 区	海 岸	1	4. 7207	}	10. 4926	}	18. 0695
		2	2. 2612				
		3	3. 5107				
	中内 央 及 び陸	14	2. 3207	}	7. 5769		
		15	2. 9752				
		16	2. 2810				
誘 引 区	海 岸	4	2. 1818	}	4. 6016	}	28. 5713
		5	1. 4479				
		6	0. 9719				
	中 央	7	5. 4942	}	14. 2210		
		10	3. 9863				
		11	4. 7405				
	内 陸 林 縁	8	1. 4876	}	9. 7487		
		9	0. 9917				
		12	6. 1091				
		13	1. 1603				
計			46. 6408				

中設置1基を組合わせて、1個所につき2基を設置したので、60個所では設置した誘引器は合計120基となっている。

2. 誘引器の設置

1) 設置個所の整備

誘引器の設置個所の整備としては(1)設置個所まで巡路刈払い(灌木の茂った個所だけ)、設置木周辺の刈払い(同上、半径約3m)、設置木への白ペンキによる番号表示などを実施した。

2) 設置杭立て

地上設置用の杭は5cm角、長さ1.8mで、先を尖らしておく。ショベルで0.5mの穴を掘り、設置高は地上1.3mとした。なお、杭は木から0.5m内外離して直立させた。

3) 空中設置用ロープ掛け

空中設置用ロープ掛けは、設置木の枝を利用して誘引器を高さ約10mに固定するため、ロープを枝に掛ける作業である。8mの梯子を用いて、長さ約4mの竹竿の先をV字形とし、径約5mmの漁業用ナイロン・ロープの先端に分銅をつけ、枝に掛けた後に垂下させ、往復ロープとし、末端は設置木の地上約2mのところに巻きつけて固定しておく。

4) 予防散布

予防散布は、誘引器によって外来のマツノマダラカミキリを誘引捕殺する場合に、一般に設定個所の周辺では誘引されはしたものの捕捉されないマツノマダラカミキリによって個体の生息密度が高くなり、被害を受けることが報告されているので²³⁾、これらの設置木周辺で起る後食虫を薬剤によって毒死させることを目的としている。予防散布の範囲は設置木の周囲の半径約5m以内の地域に限定した。使用薬剤はパインテックス乳剤10で原液を30倍に希しやくして、1設定地当たり約12ℓを動力散布機を用いてスポット散布した。散布に当たってはとくに風向、風力に留意し、周辺住民に対する影響を極力少なくするよう心掛けることが大切である。

5) 誘引器設置及び防護柵取付け

誘引器は機材一式が組立てないままでは着荷するので、誘引器の組立てが必要である。組立て済みの誘引器は、(1)地上設置：設置木の傍らに直立させておいた高さ1.3mの木杭に針金を使って取りつける。(2)空中設置：設置ロープを解いて誘引剤を装着した誘引器を誘引器の上端が枝に軽く触れるまでつり上げる。設置木の周囲は丸太杭を4角形に立て、バラ線を張って試験資材を防護する。誘引器の空中設置の高さは表一5のとおりである。

6) 誘引剤

使用した誘引剤はホドロン(保土谷化学 K.K., 安息香酸23%, オイゲノール9%, その他68%)である。

7) 誘引期間と誘引剤の取替えと昆虫のしゅう集

誘引剤による誘引試験の期間は1978年5月15日から8月20日までとした。この間、誘引剤が揮発性物質であるため、10日ごとに誘引剤を取り替えた。したがって、標準としては、60個所を10日で一廻りすることとして、1日当たり12個の誘引剤を取り替えた。取り替え回数は60個の各誘引器について9回ないし10回であった(表一6)。

捕捉した昆虫は、表一6に示した薬剤の取替え時にポリビニール袋にマジックで誘引器番号を記して集めた。日によって多数で間に合わないときは袋のまま冷蔵庫に入れて、な

表一5 空中設置における誘引器地上高

線名	設置個所 No.	地上高	線名	設置個所 No.	地上高	線名	設置個所 No.	地上高	線名	設置個所 No.	地上高
		m			m			m			m
西 海 岸 Ⅰ 線	1	11	西 中 央 Ⅱ 線	16	10	西 内 陸 Ⅲ 線	31	11	西 内 陸 Ⅲ 線	46	11
	2	10		17	6		32	10		47	13
	3	11		18	13		33	9		48	11
	4	15		19	11		34	10		49	14
	5	14		29	6		35	9		50	13
	6	11		21	12		36	10		51	13
	7	14		22	8		37	11		52	11
	8	14		23	8		38	11		53	14
	9	12		24	8		39	12		54	14
	10	11		25	8		40	12		55	14
	11	12		26	12		41	12		56	14
	12	13		27	10		42	11		57	9
	13	13		28	10		43	12		58	10
	14	12		29	9		44	12		59	13
	15	11		30	11		45	13		60	13

西海岸Ⅰ線平均地上高 12.4m
 西中央Ⅱ線平均地上高 9.6m
 西内陸Ⅲ線平均地上高 12.1m

全平均地上高 11.4m

表一6 取り替え日のローテーション

設置木 番 号	取 り 替 え 回 数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1~6	5/15	5/25	6/5	6/14	6/26	7/4	7/14	7/24	8/1	8/14
7~12	5/16	5/26	6/5	6/15	6/26	7/5	7/15	7/24	8/2	8/12
13~18	5/17	5/27	6/6	6/16	6/26	7/6	7/16		8/3	8/13
19~24	5/18	5/28	6/7	6/17	6/27	7/7	7/17		8/4	8/14
25~30	5/19	5/29	6/8	6/18	6/28	7/8	7/18		8/5	8/15
31~36	5/20	5/30	6/9	6/19	6/29	7/9	7/19		8/6	8/16
37~42	5/21	5/31	6/10	6/20	6/30	7/10	7/20		8/7	8/17
43~48	5/22	6/1	6/12	6/21	7/1	7/11	7/21		8/8	8/18
49~54	5/23	6/2	6/12	6/23	7/3	7/12	7/22		8/9	8/19
55~60	5/24	6/3	6/13	6/23	7/3	7/13	7/23		8/10	8/20

るべく近日中に分類，計数，記録を行うようにした。

V 試 験 結 果

1. マツノマダラカミキリの誘引器設置高による捕獲数の差異

5月15日に誘引剤を誘引器に装着し始めて，5月24日に60個所120基のすべてに誘引剤を着け終えた。マツノマダラカミキリは，5月30日にⅢ線（内陸ライン）No. 36 設置木の空中設置器で最初に捕えられた。これは5月20日から5月30日までの間にはいったもの

と考えられる。5月30日から8月26日までの89日間で、全く捕えなかった日数は5日で、残りの84日間は最低1頭、最高42頭を捕え、試験期間の全期では合計535頭が捕獲された。このうち平均地上高約11.4mに設置した60基の空中設置器では418頭が捕えられ、これは全体の約78%に当る。一方、60基の地上設置器では117頭が捕えられ、これは全体の約

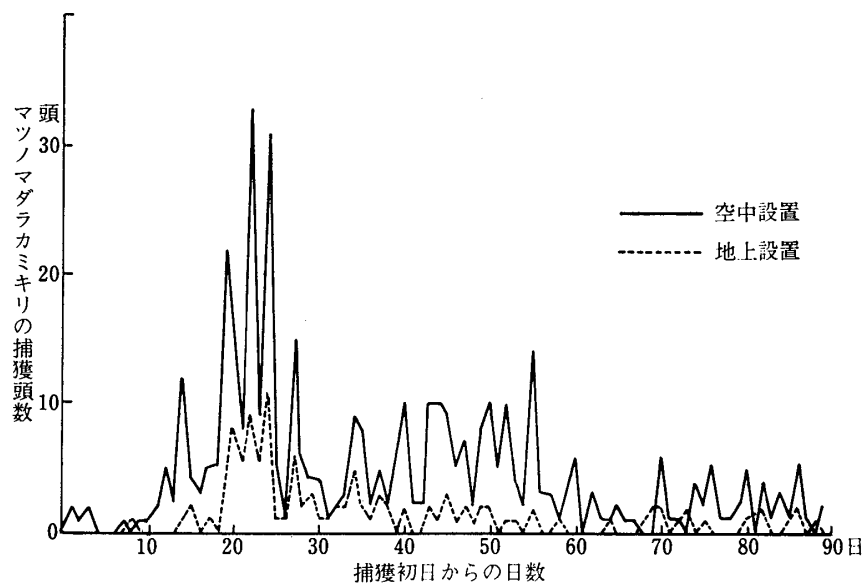
表一七 調査日別・設置高別マツノマダラカミキリ捕獲数(頭)

設置高	月日	5/25	~	5/30	31	6/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	16	20
空中		0		2	1	2	0	0	0	1	0	1	1	2	5	2	12	4	3	5	5	22	17	8	33
地上		0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	5	8	4	9
計		0		2	1	2	0	0	0	1	1	1	1	2	5	2	13	6	3	6	5	27	25	12	42

設置高	月日	6/21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	7/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
空中		9	31	5	1	15	6	4	4	1	2	3	9	8	2	5	2	7	10	2	2	10	10	9	5
地上		4	11	1	1	6	2	3	1	1	2	2	5	2	1	3	2	0	2	0	0	2	1	3	1
計		13	42	6	2	21	8	7	5	2	4	5	14	10	3	8	4	7	12	2	2	12	11	12	6

設置高	月日	7/15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	8/1	2	3	4	5	6	7
空中		7	2	8	10	5	10	4	2	14	3	3	1	3	6	0	3	1	1	2	1	1	0	0	6
地上		2	1	2	2	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2
計		9	3	10	12	5	11	5	2	16	3	3	2	3	6	0	3	1	2	2	1	1	1	2	8

設置高	月日	8/8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	計
空中		1	1	0	4	2	4	1	1	2	5	0	4	1	3	1	4	1	0	2	418
地上		0	1	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	2	0	1	0	117
計		1	2	2	4	3	4	1	1	2	6	0	6	1	3	2	6	1	1	2	535



図一六 調査日別・設置高別のマツノマダラカミキリ捕獲数

22%に過ぎない。設置位置によって捕獲数はたいへん差異があり、マツノマダラカミキリの夜行性、高所飛来の性質を考慮した空中設置は極めて有効であると認められよう。

空中設置60基，地上設置60基，合計 120 基の誘引器によるマツノマダラカミキリの捕獲数は，調査日別・設置高別に示せば表一7 及び図一6 のとおりである。

2. マツノマダラカミキリの雌雄比

7月15日から8月26日までに捕えたマツノマダラカミキリ 164 頭について雌雄の性比を検討した（表一8）。雌は調べた総数78頭の約48%であった。雄は86頭で，これは総数の約52%に当る。

樹上設置では 123 頭のうち65頭が雌であるので，雌比は約53%であるのに対して，地上設置では30頭のうち13頭が雌で，その比率は約43%と低い値を示している。とくに，マツノマダラカミキリが羽化飛来し始めた初期には5月30日から6月11日までには18頭の捕獲数のうちその94%（17頭）までが空中設置で捕えられ，地上で捕獲されたのは僅かに6%（1頭）に過ぎず，このことは羽化初期ではとくに空中設置が効果的であることを示している。

表一8 マツノマダラカミキリの雌雄比（7月15日～8月28日）

場 所 性	海 岸		中 央		内 陸		計
	樹 上	地 上	樹 上	地 上	樹 上	地 上	
♂	17	6	7	5	45	6	86
♀	18	5	9	3	38	5	78
計	35	11	16	8	83	11	164
雌の比率(%)	51	45	56	38	46	45	48

3. マツノマダラカミキリの侵入時期と侵入個所

一定以上の広さと幅をもつマツ林に対して，マツノマダラカミキリの侵入は全域に対して一斉に行われるのではなくて，そのマツ林と発生源との相対的な位置関係によって，早期からしかも激しい攻撃にさらされるマツ林と，反対に，比較的遅い時期に弱い攻撃を受けるマツ林があるのではないかと考えた。

そこで早良演習林の誘引器を設置した60個所についてそれぞれいつ頃からマツノマダラカミキリが捕獲され始めるかを調べた。これら60設置個所は，立地別に3つの線上に配置されていて，まず西海岸Ⅰ線に15個所，西中央Ⅱ線に20個所，西内陸Ⅲ線に25個所が配設してある。早良演習林において最初にマツノマダラカミキリが捕えられたのは5月30日であった。この日を基準日として，この日から数えて7日間を第1週として，記号 W_1 で表わした。同様に第2週は W_2 ，第3週は W_3 ，……で表わすこととすれば，5月30日～8月26日までの期間は $W_1 \sim W_{13}$ に分けられる。立地別のマツノマダラカミキリの捕獲開始期は表一9のような分布を示す。

この表から判るように，海岸部では飛来は早くも5月30日に始まり，次第に拡散して遅くとも第4週目までには海岸線のマツ林のどの場所にも侵入するようになる。反対に，中央部では侵入は海岸部より約1週間遅れて始まるが，第4週には中央部の80%の設置個所で

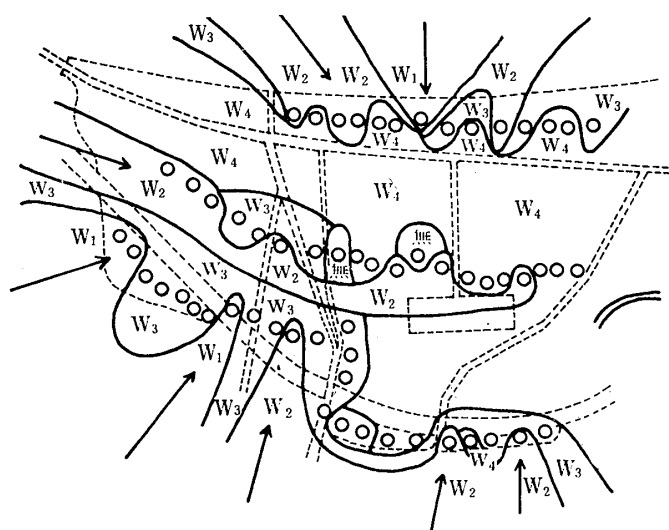
表—9 場所別のマツノマダラカミキリ捕獲開始時期の分布

線 名	設置個所数	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈	W ₉	W ₁₀	W ₁₁	W ₁₂	W ₁₃
西海岸Ⅰ線	15	1	4	4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
西中央Ⅱ線	20 (2)	—	7	4	5	1	—	—	1	—	—	—	—	—
西内陸Ⅲ線	25	3	3	13	2	1	1	—	1	—	—	1	—	—
計	60 (2)	4	14	21	13	2	1	—	2	—	—	1	—	—

注). () 内は捕獲できなかった個所数

侵入が認められ、残り20%のうち、10%は第8週までに飛来をみるが、10%は調査期間中にはマツノマダラカミキリを捕えることがなかった。内陸林縁部は5月30日から侵され始めて、第3週までには76%、第4週までには84%が侵入されるようになる。最も遅いところは第11週に初めて侵入を受けるが、このような遅い侵入は、付近の建物、樹木などが障壁となっているのではないかと考えられる。全体としては、誘引器設置個所60個所のうち、約87%の52個所は遅くとも第4週の終り（6月26日）までにマツノマダラカミキリが侵入するようになる。

つぎに、マツノマダラカミキリの捕獲開始期がどのように地域的に分布しているか、いわばマツノマダラカミキリの捕獲の等時期線を図いてみた（図—7）。これは同昆虫の発生源を探るひとつの資料になるのではないかと考えた。



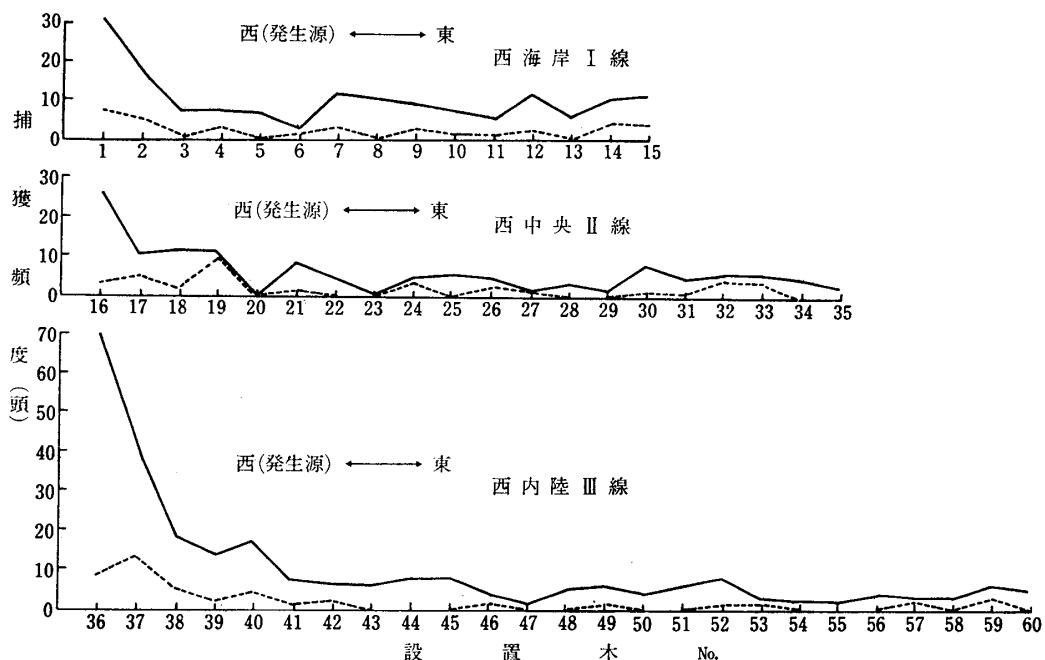
図—7 マツノマダラカミキリの侵入開始期の等時期線
矢印は推定侵入方向を示す

4. マツノマダラカミキリの外部からの侵入経路

早良演習林においては、マツの枯損木はただちに徹底的な伐倒駆除を受けてきているので、マツノマダラカミキリは原則として早良演習林の林分内で生存、発育するとは考えにくい。とはいえ、例えばマツノザイセンチュウを保持していないマツノマダラカミキリだけが産卵したマツ個体、保持していてもマツノザイセンチュウが毒性の弱い系統である場合、マツ個体が遺伝的に強い抵抗性をもっている場合など⁴⁷⁾では、発病に至らず、し

たがって林内発生源でありながら外見上見逃がされよう。これら以外のマツは外見上真っ赤に枯れるので、これらはただちに伐倒駆除が行われるわけである。こうしたことから、早良演習林のマツ類を加害するマツノマダラカミキリは、早良演習林の周辺に所在するマツ林で前年にマツ枯損木が発生して、しかも適切な処置を受けないままに放置されたときにこれらのマツ枯損木を発生源として侵入加害するのではないかと推定される。そこで、早良演習林のマツ類を枯死させるマツノマダラカミキリが、周辺マツ林のどの方面から主に飛来しているかを調べた。そのためにひとつの仮説を設けてみたが、それは、主たる発生源マツ林に距離的に近いマツ林ほどマツノマダラカミキリの捕獲頻度が高いであろうということである。仮説の検定は、東西方向と南北方向に分けて行った。

まず、図一8は、左側を西方として、右側を東方としているが、ここでは、いずれもほぼ東西方向に設定されている3本の誘引線すなわち西海岸Ⅰ線、西中央Ⅱ線及び西内陸Ⅲ線におけるマツノマダラカミキリの捕獲頻度が、設置個所別・設置高別に示されている。この図をみると、東西方向に設定された3防衛線のいずれにおいても、西方林分に設置した個所で捕獲頻度が高く、東方に移るに従って捕獲頻度は漸減する傾向があることが認められる。まず、西海岸Ⅰ線は、西方林分で最も捕獲頻度が高いが、東方へ移っても他線に比べて比較的高水準を保っている。見方によってはこの線には2つかそれ以上の山があるようにも見える。このことは、西海岸へのマツノマダラカミキリの飛来源が2つかそれ以上あるかも知れないと感じさせる。これに対して、西中央Ⅱ線では、マツノマダラカミキリの捕獲頻度は西方林分で最も高いが、早良演習林の中央部では比較的頻度が低くなる。また、西内陸Ⅲ線では、その西方林分で捕獲頻度が異常に高くなっており、東方へ移るに従って漸減するがなおかなりの捕獲頻度を保ち、全線にはいくつかの山があるように見受けられる。



図一8 東西方向によるマツノマダラカミキリの捕獲頻度の傾き

これら3線で見られるいくつかの山は、東西方向でとくに西方からのマツノマダラカミキリの飛来があることを示すとともに、他方南北方向にもいくつかの弱い発生源があることを示唆していると考えてよいであろう。

つぎに、林型及び林縁の状況と昆虫のとりつき易さとの関係について考察してみよう。西海岸Ⅰ線の林型は西方が樹高の低いマツの疎生林で、マツノマダラカミキリの被害は以前から頻発していたところで、そのために現在では疎林化している。したがって、マツノマダラカミキリの侵入は容易と考えられる。西海岸Ⅰ線の中央から東方一帯は、海岸の砂浜につづく樹高の低いマツ林と、これにさらににつづく樹高の高いマツの一斉林とからなっている。ここは海岸沿いか海上からの侵入は容易な林型であると考えられるが、内陸方面からの侵入は幅広いマツ林の陰になるため、比較的困難ではないかと考えられる。西中央Ⅱ線の林型は、西方が疎生するマツを上木とする造林地で、ここは侵入しやすい林型と考えられるが、大部分は2段林型のマツ林であるため、侵入は最も困難ではないかと考えられる。また、西内陸Ⅲ線は、或いは低樹高の、或いは高樹高のマツを上木として、余り樹高の大きくない広葉樹灌木を下木とした針広の2段林となっているが、下木の発達は不十分で、地上設置を除けば林縁はマツノマダラカミキリの侵入防止上有効な状況とはいえない。各線別・設置高に集計したマツノマダラカミキリの個所当り平均捕獲数は表一10に示すとおりである。

表一10 南北方向によるマツノマダラカミキリの
個所当り平均捕獲数（頭）

線 名	空中設置	地上設置	計
西海岸Ⅰ線	8.0	2.3	10.3
西中央Ⅱ線	4.3	1.8	6.1
西内陸Ⅲ線	8.6	1.8	10.4

西中央Ⅱ線は他の2線の間中部を占める上、マツの2段林構成をなして、マツノマダラカミキリの捕獲数は他の2線の約60%に過ぎず、侵入しにくいのではないかと考えられる。海岸部では地上設置が他の2線のそれと比べると約128%となるが、これは海岸部が下層の灌木層を欠いているため侵入を許しやすいのではないかと考えられる。

5. 予防散布の効果

マツノマダラカミキリの誘引によって、誘引器設置個所付近のマツが枯損する確率が高くなることが知られているので、誘引器の設置木の周囲半径5mの範囲はポイントックス乳剤10による後食枯損予防を行った。予防散布は5月10日から14日までの期間に行った。たまたま6月12日に調査木 No. 25 付近の林床でマツノマダラカミキリ1個体を捕えたので、予防散布の効果があれば早晩中毒死するのではないかと考えて、水さしたクロマツの若枝を餌として与え、ケージで飼育したが、3日後の6月14日に死亡した。そこで6月15日から8月28日まで、誘引器で捕えたマツノマダラカミキリのうち72頭を飼育して生存日数の変化を調べた。72頭のうち海岸部で捕えたもの16頭、中央部で9頭、内陸部で47頭が供試された。その結果は表一11に示すとおりである。

海岸部で捕えた16頭のうち、4、7の2個体はそれぞれ生存日数13、36日であった。海

表—11 マツノマダラカミキリの生存日数

西海岸Ⅰ線			西中央Ⅱ線			西内陸Ⅲ線					
個体 番号	期 間	日数	個体 番号	期 間	日数	個体 番号	期 間	日数	個体 番号	期 間	日数
1	6/15~6/18	4	1	6/12~6/14	3	1	6/17~6/23	7	25	7/10~7/14	5
2	6/16~6/18	3	2	7/6 ~7/8	3	2	6/19~6/23	5	26	7/18~7/19	2
3	6/16~6/23	8	3	7/6 ~7/7	2	3	"	5	27	"	2
4	7/5 ~7/17	13	4	7/6 ~7/7	2	4	"	5	28	"	2
5	7/15~7/18	4	5	7/7 ~7/10	6	5	6/19~6/22	4	29	7/18~8/12	25
6	7/15~7/20	6	6	7/12~7/17	6	6	"	4	30	7/19~7/24	6
7	7/17~7/22	36	7	7/17~7/22	6	7	6/19~6/23	5	31	"	6
8	7/20~7/24	5	8	7/26~7/27	2	8	6/20~6/24	5	32	7/21~8/16	26
9	7/20~7/24	5	9	8/1 ~8/2	2	9	"	5	33	7/21~7/24	4
10	7/25~7/26	2				10	"	5	34	7/24~7/27	4
11	7/26~7/27	2				11	6/27~6/30	4	35	7/24~9/13	42
13	8/14~8/16	3				12	6/27~7/1	5	36	7/24~7/25	2
14	8/14~8/16	3				13	6/30~7/1	2	37	7/26~7/27	2
15	8/19~8/24					14	7/1 ~7/4	4	38	"	2
16	8/25~8/26	2				15	"	4	39	"	2
						16	7/4 ~7/5	2	40	"	2
						17	7/8 ~7/10	3	41	7/31~8/12	13
						18	7/8 ~7/10	13	42	7/31~8/1	2
						19	7/8 ~7/10	3	43	8/11~8/12	2
						20	7/10~7/17	8	44	8/12~8/14	3
						21	"	8	45	8/12~8/16	5
						22	"	8	46	8/23~8/25	3
						23	"	8	47	8/28~9/3	6
						24	7/10~7/14	5			

岸部は樹高が高い設置木が多いので、これらは予防散布が不十分であったとして除き、残りの個体について海岸部の平均生存日数を求めたところ、約4.0日であった。これに対し、中央部は比較的樹高が低いので、ここでは海岸部のような長期生存個体は認められず、平均生存日数は約3.3日であった。また、内陸部では13日以上生存した18, 29, 35, 41の4個体は除き、残りの43個体について平均生存日数を調べたところ、約4.1日であった。以上から42日以上生存した個体もあるので、飼育法が適当だったとすれば、供試した72個体のうち例外的な長期生存の7個体を除いた65個体は、ほぼ3日から4日しか生存せず、これは予防散布の効果を裏付ける現象ではないかと考えられる。

6. クロカミキリ

クロカミキリ (*Spondulis buprestoides* Linné) は矢張りマツノザイセンチュウを運搬することが確かめられている¹²⁾。本種は5月25日から僅かではあるがトラップにかかり始める。クロカミキリの捕獲は8月28日頃には再び僅かとなるが、この間に総数で12,844頭のクロカミキリを捕えた。このうち11,601頭は5月15日から7月15日までに捕えたので、7月15日までに全体の約90%が捕捉されたこととなる。全数12,844頭のうち、海岸の15設置個所で捕えたクロカミキリは4,056頭(全体の約32%)、中央部では5,465頭(同約43%)。

内陸部では3,323頭（同約26%）であって、本種は相対的に海岸付近に高い頻度で生息するのではないかと推定される。本種は1頭当りのマツノザイセンチュウ保存数は少ないとされているが、頭数が極めて多いので注意する必要がある。

7. ヒゲナガモモフトカミキリ

ヒゲナガモモフトカミキリ (*Acanthocinus griseus* Fabricius) はマツノザイセンチュウを運ぶことがあるとされている¹²⁾。本種は早良演習林では5月26日に最初の1頭が樹上設置のトラップで捕えられてから、8月28日に試験を打ちきるまで、捕えられた。その総数は71頭であった。その内訳は海岸部で10頭、中央部で16頭、内陸部で45頭であった。マツノマダラカミキリの捕獲数534頭と比べると本種は71頭で前者の約13%に過ぎず、また本種の個体が運ぶマツノザイセンチュウの個体当り頭数がマツノマダラカミキリに比較して僅かであること¹²⁾などから、本演習林のマツとの関係は例えあったとしても恐らくマツ保全上さほど重要ではないものと判断されよう。

8. ヤハズカミキリ

ヤハズカミキリ (*Uraecha bimaculata* Thomson) はマツノザイセンチュウが検出され

表一12 マツノザイセンチュウが検出されていないカミキリムシ科12種の捕獲数

種 名	捕 獲 数 (頭)				
	海岸	中央	内陸	計	期 間
1. サビカミキリ (<i>Alhopalus rusticus</i> Linné)	26	15	17	58	7/15~8/27
2. テツイロヒメカミキリ (<i>Cerecium sinicum</i> White)	16	2	3	21	5/31~7/20
3. ヒラヤマコブハナカミキリ (<i>Pyrotri Chusbicolor</i> Ohbayashi)	6	2	0	8	5/26~8/16
4. ヒゲナガアメイロカミキリ (<i>Obrium longicornæ</i> Bates)	0	5	0	5	6/26~7/22
5. ワモンサビカミキリ (<i>Pterolophila annulota</i> Crevrolot)	0	0	2	2	6/3
6. チビコブカミキリ (<i>Miccolamia veryucosa</i> Bates)	0	0	2	2	6/29
7. ノコギリカミキリ (<i>Pronus insularis</i> Motschulsky)	2	30	45	77	6/19~8/17
8. アトモンチビカミキリ (<i>Sybra baculina</i> Bates)	0	1	0	1	7/1
9. ナガゴマフカミキリ (<i>Mesosa longipennis</i> Bates)	0	0	1	1	7/3
10. クビアカトラカミキリ (<i>Xylotrechus rufilias</i> Bates)	0	0	1	1	7/4
11. カタキハナカミキリ (<i>Pedostrangalis femoralis</i> Motschulsky)	0	0	1	1	7/3
12. コブスジサビカミキリ (<i>Atimura japonica</i> Bates)	0	0	1	1	7/7

たことのあるカミキリである⁷⁾。早良演習林では本種はマツノマダラカミキリやヒゲナガモモトカミキリよりも遅く出現し、最初の1頭がとれたのは7月8日で、これは前2者よりも約40日遅い。最後の本種個体捕獲は7月27日であるが、総数は3頭であった。

9. その他のカミキリムシ科の昆虫

マツノザイセンチュウを運ぶことが検出されていないカミキリムシ科の昆虫で早良演習林の誘引器に捕獲されたのは、カタキハナカミキリ、ヒラヤマコブハナカミキリ、ノコギリカミキリ、マルモンサビカミキリ、テツイロヒメカミキリ、ワモンサビカミキリ、ヒゲナガアメイロカミキリ、チビコブカミキリ、アトモンチビカミキリ、ナガゴマフカミキリ、クビアカトラカミキリ、コブスジサビカミキリ、サビカミキリなど13種であった（表—12）。海岸部に出現する種の数には4種と少なく、反対に内陸部では12種のうち9種が出現する。

10. ゾウムシ科の昆虫

ゾウムシ科のうち、早良演習林で見出される種類は、オオゾウムシ、クロホシタマゾウムシ、マツオオキクイゾウムシ、シロヒゲナガゾウムシ、ナガアシヒゲナガゾウムシ、マツノシラホシゾウムシ、オリーブアナアキゾウムシの7種であった。これら7種の捕獲数は表—13に示すとおりである。

表—13 ゾウムシ科7種の捕獲数

種 名	捕 獲 数 (頭)				
	海岸	中央	内陸	計	期 間
1. オオゾウムシ (<i>Hyposipolus gigas</i> Fabricius)	2	8	5	15	5/29～8/26
2. クロホシタマゾウムシ (<i>Egiona picta</i> Roelofs)	2	7	14	23	6/3 ～7/8
3. マツオオキクイゾウムシ (<i>Macrorhyncholus crassivsculus</i> Wollaston)	2	0	0	2	6/5
4. シロヒゲナガゾウムシ (<i>Platystomus sellatus</i> Roelofs)	1	0	1	2	6/5 ～7/8
5. ナガアシヒゲナガゾウムシ (<i>Habrisus longipus</i> Sharp)	1	1	0	2	6/9 ～7/29
6. マツノシラホシゾウムシ (<i>Shirahoshizo rufescens</i> Roelofs)	16	20	26	62	6/9 ～8/28
7. オリーブアナアキゾウムシ (<i>Hylobius oribripennis</i> Matsumura et Kōmo)	1	1	4	6	6/19～7/13

11. キクイムシ科の昆虫

早良演習林の誘引器には、キクイムシ科の昆虫は捕捉されなかった。

12. その他の昆虫

早良演習林で5月25日から8月26日までに捕えた主な昆虫の種名を挙げると表—14のとおりである。昆虫番号は捕獲してから順次登録することとしたので、出現期の早いものは若い番号、出現期の遅いものは番号数が進んでいる。

表-14 その他の主な昆虫

1. オオウバタマコメツキ	<i>Alaus putridus</i> Candéze
2. オオオサムシ	<i>Apotomopterus dehaanii</i> Chaudoir
3. マメコガネ	<i>Popillia japonica</i> Newmann
4. シロテンハナムグリ	<i>Protaetia orientalis</i> Gory et Percheron
5. カタキハナカミキリ	<i>Pedostrangalia femoralis</i> Bates
6. ヤニサシガメ	<i>Velinus nodipes</i> Uhler
7. マルマメデオキノコムシ	<i>Baeocera abnormalis</i> Nakane
8. ウスアカゴモクムシ	<i>Ophonus sinicus</i> Hope
9. ナナホシテントウ	<i>Coccinella septempunctata</i> Linné
10. サビキコリ	<i>Agrypnus binodulus</i> Motschulsky
11. ウバタマムシ	<i>Chalcophora japonica</i> Gory
12. ウスチヤコガネ	<i>Phyllopertha diversa</i> Waterhouse
13. テントウムシ	<i>Harmonia axyridis</i> Pallas
14. モモブトシデムシ	<i>Necrodes nigricornis</i> Harold
15. ヒラヤマコブハナカミキリ	<i>Pyrotrichus bicolor</i> Ohbayashi
16. クリイロクチブトゾウムシ	<i>Cryptopistomus castaneus</i> Roelofs
17. シロジウシホシテントウ	<i>Calvia quinquedecimguttata</i> Linné
18. ハルゼミ	<i>Terpnosia vacua</i> Olivier
19. クロハナムグリ	<i>Glycyphana gracilis</i> Sawada
20. マイマイカブリ	<i>Damaster olaptoides</i> Kollar
21. オオゾウムシ	<i>Hyposipolus gigas</i> Fabricius
22. ベニヘリテントウムシ	<i>Rodolia limbata</i> Motschulsky
23. キイロテントウムシ	<i>Verania discolor</i> Fabricius
24. ナガエンマムシ	<i>Cylister lineicollis</i> Marseul
25. オオサルハムシ	<i>Chrysochus chinensis</i> Baly
26. コヒラタゴミムシ	<i>Plotynus protensus</i> Bates
27. ユミアシオオゴミムシダマシ	<i>Setenis valgipes</i> Marseul
28. ベニバナチビオオキノコムシ	<i>Tritoma rufipennis</i> Lewis
29. コガシラアワフキ	<i>Rhinaulax assimilis</i> Uhler
30. フタモンウバタマコメツキ	<i>Alaus putridus</i> Candéze
31. タイワンシオヤアブ	<i>Astochia virgatipes</i> Coguillett
32. クワキヨコバイ	<i>Epiacanthus guttiger</i> Uhler
33. クロホシタマゾウムシ	<i>Egiona picta</i> Roelofs
34. フジジガバチ	<i>Ammophila japonica</i> Kohl
35. ホシクロオナガヒメバチ	<i>Cryptus suzuki</i> Matsumura
36. トビイロサシガメ	<i>Oncocephalus philippinus</i> Lethierry
37. コアオハナムグリ	<i>Oxycetonia subsp. jucunda</i> Faldermann
38. ムツキボシテントウムシ	<i>Protocaria scalaris</i> Timberlake
39. キマワリ	<i>Plesiophthalmus nigrocyanus</i> Motschulsky
40. マメコガネ	<i>popillia japonica</i> Newnna
41. コブマルエンマコガネ	<i>Onthophagus atripennis</i> Waterhouse
42. オオフタオビドロバチ	<i>Rhynchium japonicum</i> Dalla Torre
43. ヤマイモハムシ	<i>Lema honorata</i> Baly
44. サンカクスジコガネ	<i>Anomala geniculata</i> Motschulsky
45. オオアトボシゴミムシ	<i>Chlaenius micans</i> Fabricius
46. ナナホシテントウムシ	<i>Coccinella septempunctata</i> Linné

47. イチゴハムシ	<i>Galeucella vittaticollis</i> Baly
48. ヒメケンガムシ	<i>Cercyon algarum</i> Sharp
49. コホソナガゴミムシ	<i>Pterosyichus longingnuus</i> Bates
50. オオニジゴミムシダマン	<i>Hemicera zigxaga</i> Marseul
51. アカスジツチバチ	<i>Scolia vittifrons</i> Saussure
52. ヤマウチチャイロコガネ	<i>Sericania yamauchii</i> Sawada
53. ツヤスジコガネ	<i>Mimela tokemurai</i> Sawada
54. クロタマムシ	<i>Buprestis aurulenta</i> Linné
55. カナブン	<i>Rhomborrhina japonica</i> Hope
56. キボシツツハムシ	<i>Cryptocephalus perelegans</i> Baly
57. ムナボソコメツキ	<i>Agriotes exulatus</i> Lewis
58. アオカナブン	<i>Rhomborrhina unicolor</i> Motschulsky
59. ナガヒラタムシ	<i>Cupes clathratus</i> Solsky
60. ニイニイゼミ	<i>Platypleura kaemperi</i> Fabricus
61. サツマコフキコガネ	<i>Melolontha satsumaensis</i> Nijima et Kinoshita
62. ヒメコガネ	<i>Anomala rufocuprea</i> Motschulsky
63. クリイロニセコメツキ	<i>Anchastus aquilis</i> Candéze
64. ヒラタクワガタ	<i>Dorcus titanus</i> Boisduval
65. コアオハナムグリ	<i>Oxycetonia jucunda</i> Foddermann
66. ニジゴミムシダマン	<i>Tetraphyllus lunugiger</i> Marseul

Ⅵ 誘引試験実施年におけるマツ枯損木の発生状況とマツノザイセンチュウの検出

1. 1978年における早良演習林のマツ枯損木の発生状況

1978年における早良演習林のマツ枯損現象は、いくつかの特色をもっていることが指摘できよう。そのひとつは、マツ枯損木は小径木から中・大径木まで万遍なく発生していること、また、被害木は早良演習林の全域にひろがっていること、むしろ誘引防除区の方に被害が多く発生したこと、調べたマツ枯損木からいずれも多数のマツノザイセンチュウが検出されたこと⁶⁶⁾などである。

まず、被害木の径級別及び時期別の発生本数は、表—15に示すとおりである。

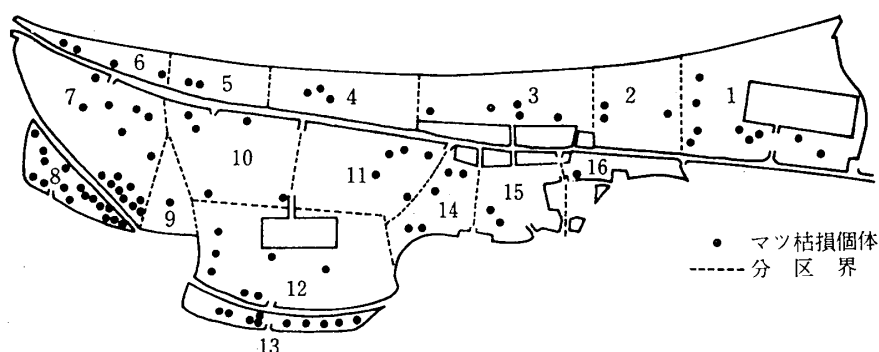
1978年の早良演習林のマツ枯損木本数は全体で94本であり、これは成立本数 22,407 本(1974年4月現在, 1974~1978年の成立本数の移動は、伐採木本数と進界木本数が同数と見なして、1978年現在の成立本数は 22,407 本とした。)の約0.42%に当る。これら94本のマツ枯損木は、胸高直径 14cm から 50cm の間にあり、最も多かったのは胸高直径 28cm の14本であった。このように被害木の径級が小, 中, 大径木と幅広く分布するのは、被害がマツノマダラカミキリによって伝播されたマツノザイセンチュウ病を主因とするためではないか⁷⁾と推定される。

一方、これら94本の枯れマツは、8月末日, 9月末日, 1979年2月末日の3回に分けて伐倒駆除を行っている。時期別にみると、8月末日までに50本を伐倒駆除したが、これは全枯損木本数の約53%に当る。また、9月末日までには67本、約71%が枯損したが、このように夏期に多発する早良演習林のマツ枯損は、これらのマツが急激に全身的な枯死に至る状況とともに、マツノザイセンチュウ病の一般的な特徴のひとつと考えられる。

表—15 マツ枯損木の径級別・時期別本数(本)

時期 径級	～8月末日	9月1日～9月末日	10月1日～2月末日	計
14cm	1	3	1	5
16	5	2	3	10
18	2	1	3	6
20	6	—	4	10
22	1	—	3	4
24	4	—	2	6
26	3	1	4	8
28	9	3	2	14
30	4	1	2	7
32	—	1	1	2
34	1	2	1	4
36	5	—	—	5
38	5	—	1	6
40	4	1	—	5
44	—	1	—	1
50	—	1	—	1
計	50	17	27	94

被害木の位置は、個体別に示せば図—9のとおりである。



図—9 1978年における早良演習林のマツ枯損94個体の位置
数字は分区番号を示す

誘引器設置区及び無処理対照区におけるマツ枯損木本数は、分區別に示せば表—15のとおりである。

対照区と誘引区におけるマツ枯損木の本数を比較してみると、対照区が25本、ha 当り約1.38本であるのに対して、誘引区は69本、ha 当り約2.42本で、誘引捕殺を行った誘引区が反ってマツ被害木の発生が多く、対照区の約175%の枯れマツを生じた。誘引区のなかでもとくにマツ枯損木が多発した分区は、8分区 (ha 当り10.76本)、13分区 (同8.62本)、6分区 (同4.12本)、7分区 (同2.91本)などで、これらはいずれも早良演習林の西方ないし南方に位置していて、従来からマツノマダラカミキリの侵入口となっていると考えられていた場所である。

表—15 誘引区と対照区におけるマツ枯損木の発生数 (1978)

種別	地区	分 区		枯 損 木 本 数	地 区 計	試 験 区 計		
		No.	面 積					
対 照 区	東 海 岸	1	ha 4. 7207	本 9(19. 1)	} 本 17(1. 62)	} 本 25(1. 38)		
		2	2. 2612	3(0. 88)				
		3	3. 5107	5(1. 42)				
	東内 中央 ・陸	14	2. 3207	5(2. 15)	} 8(1. 06)			
		15	2. 9752	2(0. 67)				
		16	2. 2810	1(0. 44)				
誘 引 区	西 海 岸	4	2. 1818	3(1. 38)	} 9(1. 96)	} 69(2. 42)		
		5	1. 4479	2(1. 38)				
		6	0. 9719	4(4. 12)				
	西 中 央	7	5. 4942	16(2. 91)	} 26(1. 83)			
		10	3. 9863	5(1. 25)				
		11	4. 7405	5(1. 05)				
	西 内 陸	8	1. 4876	16(10. 76)	} 34(3. 49)			
		9	0. 9917	1(1. 01)				
		12	6. 1091	7(1. 15)				
		13	1. 1603	10(8. 62)				
	計						94(2. 02)	

注). () 内は ha 当りマツ枯損木本数

2. 早良演習林におけるマツ枯損とマツノザイセンチュウの寄生

早良演習林におけるマツの枯損木が、果してマツノザイセンチュウ病によって枯死したかどうかを判定するため、同線虫の寄生判定試験⁵⁸⁾が行われた。供試材料は、マツ枯損木 3本と、1978年9月15日に福岡地方を襲った風速 46m の風台風による風害木のうちの6本である。同年10月上旬にこれらの9本のマツから材料を採取して、実験室でつぎの要領でマツノザイセンチュウの寄生判定試験を行った。すなわち、①マツ材から数 mm³ の削

表—16 マツノザイセンチュウの寄生判定のためのマツ材料

	試料番号	摘 要
枯 損 木	1	マダラカミキリ後食、産卵、根倒れ併発
	2	" "
	3	" "
風 害 木	4	折れ木、ヤニ少
	5	折れ木、ヤニ中
	6	心材腐朽、根元 3m で折損
	7	ねじ折れ
	8	折れ木、ヤニ多
	9	小径木、産卵孔多し、ヤニ多

り屑を5～6片削り取る。②これらの削片を木綿の布で包む。③ロートにゴム管を取り付け、その端はクランプで止める。ロート内に木片を入れた木綿の包みを置き、蒸留水で浸す。④ロート水中の木片包みは数時間から12時間漬け放置する。⑤ゴム管の中に沈積したマツノザイセンチュウは、ゴム管のクランプをあけて、シャーレに移す。⑥シャーレの中のセンチュウからマツノザイセンチュウを識別して寄生性を判定する。判定は実体鏡及び顕微鏡によった。供試材料及び判定結果は表—16、表—17に示すとおりである。

表—17 マツノザイセンチュウの寄生

	試料番号	寄 生 の 有 無
枯 損 木	1	有, 多数寄生
	2	有, 1 より更に多数寄生
	3	有, 2 と同程度
風 害 木	4	無, 寄生しない
	5	無, //
	6	無, //
	7	無, //
	8	無, //
	9	無, //

マツ枯損木では、検定した3個体からいずれも多数のマツノザイセンチュウが検出された。

Ⅶ マツノマダラカミキリの誘引効果及びマツ枯損の防止効果の吟味

すでに述べたように、早良演習林は過去5カ年間にわたり実施してきた航空散布によるマツノマダラカミキリの後食予防処理が着実に成果を収めたようで、最終年の1977年にはマツ枯損木本数率が約0.38%まで低下して、さしもの激害林も微害林の現況を呈するに至った。そこで、早良演習林の新しい課題は、従来実施してきた航空散布にかわるより安全でしかも有効なマツクイムシ防除法の模索であると考えた。具体的には早良演習林のもっている諸条件、すなわち早良演習林が市街地化した地域に囲まれた立地条件にあること、重要マツ林なので例え少数でもマツ枯損木の発生をみている限り、極力その発生は抑止されなければならないこと、自然生態系への配慮などを勘案して、マツクイムシ防除の新しい手法として誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘殺法が取り入れられたのである。

誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘引捕殺は2つの面からその効果が評価できよう。そのひとつは、誘引剤によるマツノマダラカミキリの誘引効果であり、これは使用した誘引剤が果して目的昆虫に対して的確な選択誘引をしているか、また侵入してくる目的昆虫の捕捉率、さらに誘引器の設置条件などの吟味を内容とする。他のひとつは、誘引によるマツ枯損の防止効果の評価であり、これは例えば航空散布法のような他の防除法との効果の比較、誘引器設置林分がそうでない他の隣接林分に対して発揮する“ふるい効果”、異常気象年における誘引防除効果などからなっている。

1. マツノマダラカミキリの誘引効果

1) 特定昆虫選択誘引効果 (S)

特定昆虫選択誘引効果 (S) は、誘引により捕獲された昆虫の全頭数に対して目的昆虫が占める比率である。目的昆虫がマツノマダラカミキリと限定された場合、早良演習林における S 値はつぎのようになる。

$$\begin{aligned}\text{特定昆虫選択誘引効果 (S)} &= \frac{\text{マツノマダラカミキリ捕獲数}}{\text{誘引昆虫数}} \times 100 \\ &= \frac{535}{31,500} \times 100 = 1.70(\%) \end{aligned}$$

特定昆虫選択誘引効果は約1.70%で、これは予想外に低い値であった。本試験で用いた誘引方式では、マツノマダラカミキリという特定の目的昆虫が捕えられるだけでなく、種々の昆虫類が同時に誘引されてしまう。誘引昆虫数は約270種31,500頭に上るが、そのうちマツノマダラカミキリは約1.70%に過ぎないので、今後できるだけ特定した誘引ができるような薬剤の開発が望まれよう。

2) マツノザイセンチュウ運搬性昆虫に対する特異誘引効果 (Sm)

特異誘引効果 (Sm) は、目的昆虫がこれまでの研究からマツノザイセンチュウを運搬する可能性のあるすべてのカミキリムシ科の昆虫種を含むときに、誘引昆虫全数に対して目的昆虫数の占める比率で示される。ここではマツノマダラカミキリ (535頭)、クロカミキリ (12,844頭)、ヒゲナガモモブトカミキリ (71頭) 及びヤハズカミキリ (3頭) の4種が捕獲されているので、特異誘引効果 (Sm) はつぎのようになった。

$$\begin{aligned}\text{特異誘引効果 (Sm)} &= \frac{\text{マツノザイセンチュウ運搬昆虫種の頭数}}{\text{誘引昆虫数}} \\ &\times 100 = \frac{535 + 12,844 + 71 + 3}{31,500} \times 100 \\ &= \frac{13,453}{31,500} \\ &= 42.70(\%) \end{aligned}$$

すなわち、誘引した合計31,500頭の昆虫のうち、カミキリムシ科の4種の昆虫は計13,453頭で、これは前者の約42.70%に相当する。これら4種はいずれも有害か有害の恐れがあると認められるので、これらの誘引捕殺という見地からみると Sm 値は相当に高い特異誘引効果を示しているといえよう。

3) 誘引捕獲率 (I)

誘引防除が最も理想的になされたとすれば、これは侵入したマツノマダラカミキリの全個体を誘引捕獲したときと考えてよい。しかしながら現実には535頭のマツノマダラカミキリを捕えたが、早良演習林内で94本のマツ枯損を免れることはできなかった。

ここでいう誘引捕獲率 (I) とは、侵入個体数に対する捕獲個体数の比率をさし、つぎの式で表される。

$$\begin{aligned}\text{誘引捕獲率 (I)} &= \frac{\text{マツノマダラカミキリ捕獲個体数}}{\text{マツノマダラカミキリ侵入個体数}} \times 100 \\ &= \frac{535}{1,475} \\ &= 36(\%) \end{aligned}$$

しかし、マツノマダラカミキリの侵入個体が全部でどの位であったかを知ることは、とくに大面積の本試験のような場合には不可能に近い。いま仮にマツ枯損木94本がそれぞれ平均1本当り10頭のマツノマダラカミキリの侵入によって受害したとすれば、侵入個体数は $94 \times 10 + 535 = 1,475$ (頭) となり、I 値は約36%となる。

誘引捕獲率は、激害林においては高水準とするのはなかなか困難であるようであるが、それは微害林では誘引源が少ないのに対して激害林では誘引器の他に自然餌木、衰弱木など多種類のものが数多く存在するためであろう。微害林では誘引源が激害林に比べてずっと少ないとすれば、誘引効果はここではかなり高水準となっているのではないかと推測される。ここでは大胆に誘引捕獲率を試算してみたが、今後より精細な研究が望まれる。

4) 誘引器の設置高による誘引効果

マツノマダラカミキリ雌成虫は夕方薄暗くなった頃から活発に産卵のため飛び立つ⁶⁾といわれ、また飛行高度は例えば地上10数mというように思ったより高いところを移動するという。雄の移動は雌を求めることが主要な動機のひとつと考えられる。誘引器の設置高は、当初は地上 1.5m 前後のいわゆる地上設置の形態をとる例が多かったが、その後マツノマダラカミキリの移動生態が明らかになるに従って、設置高は高くするのが効果的であることが判ってきている。早良演習林における誘引器設置は地上設置と空中設置(約 11 m)の両方を採用しているが、とくに空中設置の有効性を示す指標として誘引高効果を検討した。これは5月31日から8月26日までに早良演習林に設置された60基の空中設置誘引器で捕獲したマツノマダラカミキリ頭数の地上設置器におけるそれとの指数で示され、つぎの式によった。

$$\begin{aligned} \text{誘引高効果}(E_h) &= \frac{\text{空中設置における捕獲頭数}}{\text{地上設置における捕獲頭数}} \times 100 \\ &= \frac{418}{117} \times 100 \\ &= 357(\%) \end{aligned}$$

したがって、空中設置の方が地上設置に比べて約3.6倍ほど有効にマツノマダラカミキリを誘引捕獲するといえよう。とはいえ、時期別にみると、シーズン当初には E_h 値は高く、シーズンの深まりとともに E_h 値が低下してくる傾向が認められた。すなわち、マツノマダラカミキリは日数の経過とともに次第に樹冠上部から下方へと移動するのではないかと推察された。このことはマツノマダラカミキリの産卵行動や後食行動と何らかの関係があるのかも知れない。

2. マツ枯損の防止効果

誘引剤によってマツノマダラカミキリを誘引捕獲すると、当然のことながらマツノマダラカミキリの生息密度が低下してくる。しかしながら、この誘引防除処理を実施することの終局的な目的は、これによってマツ枯損木の発生を極力防止することにあることはいうまでもない。ここでは、誘引防除処理がマツの枯損防止にどのように有効であったかについて、種々の見地からつぎのように検討してみた。

1) 被害本数率による効果の判定

ここで被害本数率とは、防除団地を構成する松林ごと(例えば、西海岸、西中央、西内陸などの地区ごと、或は誘引区全体)に、

$$\text{被害本数率} = \frac{\text{当該年度の被害本数}}{\text{当該年度の立木本数(被害本数を含む)}} \times 100$$

により算定されるものをいう。誘引区内の地区別・分区分別の被害本数率を求めた結果は表—18のとおりである。

表—18 早良演習林の誘引区内地区別・分区分別の被害本数率 (1978)

種別	地区	分 区		立 木 本 数	被 害 本 数	被 害 本 数 率
		No.	面 積			
誘引区	西海岸		ha	本	本	%
		4	2.1818	1,028	3	0.286
		5	1.4479	696	2	0.287
		6	0.9719	467	4	0.857
		計	4.6016	2.211	9	0.407
	西中央	7	5.4942	2,640	16	0.606
		10	3.9863	1,915	5	0.261
		11	4.7405	2,277	5	0.220
		計	14.2210	6,832	26	0.381
	西内陸	8	1.4876	715	16	2.238
		9	0.9917	476	1	0.210
		12	6.1091	2,935	7	0.239
		13	1.1603	557	10	1.795
		計	9.7487	4.683	34	1.726
合計			28.5713	13.726	94	0.685

ここで注目すべきことは、誘引区全体では被害本数率は0.685%であり、これは被害が1%未満すなわち微害程度に抑制されたことを示してはいるが、誘引区を構成している3地区すなわち西海岸、西中央、西内陸の各地区間には被害の程度に相当の差異が認められるが、これは西内陸は誘引区全体のいわば防波堤として機能しているためではないかと推察されることである。とくに西内陸地区の8、13分区では被害本数率はそれぞれ2.238%、1.795%と高率になって、これらは1%以上5%未満の中害林の様相を呈している。誘引区における設置木は、自らを犠牲にして他の集団内個体の生存に貢献したといえるかも知れない。

2) 航空防除と誘引防除の効果の比較

1978年に誘引区に指定した西側一帯のマツ林分は、西海岸、西中央、西内陸沿いの3地区から構成されていて、これら3地区はそれぞれ3ないし4分区からなっている。分区は合計10個である。この地域に対して、1976年及び1977年にはヘリコプターによる航空防除を行ったが、1978年には誘引防除を実施した。これら3カ年間の各地区別・各分区分別の被害本数率は表—19に示すとおりである。

地区別に被害本数率の年度間比較をしてみると、

西海岸：1976>1977>1978

表一19 航空防除年と誘引防除年における被害本数率

種別	地区	分区	航空防除		誘引防除
			1976	1977	1978
誘引区指定地域	西海岸	4	1.946%	0.973%	0.286%
		5	0.418	0.862	0.287
		6	2.355	0.214	0.857
	計		1.764	0.769	0.407
	西中央	7	0.947	0.265	0.606
		10	0.992	0.261	0.261
		11	0.395	0.264	0.220
	計		0.776	0.263	0.381
	西内陸	8	1.958	1.119	2.238
		9	2.731	0.210	0.210
		12	0.409	0.068	0.239
		13	0.180	1.975	1.795
	計		0.854	0.470	1.726
合計			0.962	0.415	0.685

と次第に減少する傾向があるに対して、

西中央：1976>1977<1978

西内陸：1976>1977<1978

と、2地区では1977年に比べて1978年の被害本数率が高くなっている。海岸地区における誘引効果が航空防除を上廻る好成績を挙げることができた理由はよく判らないが、そのひとつは、林況が一斉林型で下層植生が少なく、また地況が海岸線と国道にはさまれていて、これらが誘引には好条件となったのかも知れない。

3) 誘引区設置による隣接林分の防護効果

1978年に誘引効果を調べるために早良演習林に誘引試験区と対照区を設定したことについては、すでに述べた。対照区を設けた目的は、ここには誘引防除処理を施さないの、恐らく被害が大きくなり、反対に誘引試験区ではマツノマダラカミキリが誘引捕殺されるので、その分だけ被害が軽減されるであろうと予想したからである。ところが、予想に反して実際には誘引試験区の方が相対的に被害は大きかった。このことから、真に重要なマツ林にはなるべく誘引器を設定しないで余り重要でないマツ林に誘引器を設置した方が、重要マツ林の保護の見地からは得策であることを示すと考えられる。

まず、誘引防除を実施しない普通年に、両区ではどこでどのような割合で被害が起っていたかを調べた。

調べた年は1976及び1977年であっていずれの年にも両区に均等に航空散布が施されている。その結果は表一20及び表一21に示すとおりである。

両表から例えば地区別の ha 当り本数によって被害の起りやすい地区、起りにくい地区の順位を検討してみた。ここで面白いことには、被害は西海岸で最も多発し、次いで東海

表—20 早良演習林の16分区におけるマツ枯損木の発生本数 (1976)

種 別	地 区	分 区		枯 損 木 本 数	地 区 計	試 験 区 計		
		No.	面 積					
対照指定区	東海岸	1	ha 4.7207	本 9 (1.91)	} 本 55 (5.24)	} 本 59 (3.27)		
		2	2.2612	24 (10.61)				
		3	3.5107	22 (6.27)				
	東内 中央・陸	14	2.3207	2 (0.86)	} 4 (0.53)			
		15	2.9752	1 (0.34)				
		16	2.2810	1 (0.44)				
誘引指定区	西海岸	4	2.1818	20 (9.17)	} 39 (8.48)	} 132 (4.62)		
		5	1.4479	8 (5.53)				
		6	0.9719	11 (11.32)				
	西中央	7	5.4942	25 (4.55)	} 53 (3.73)			
		10	3.9863	19 (4.77)				
		11	4.7405	9 (1.90)				
	西内陸	8	1.4876	14 (9.41)	} 40 (4.10)			
		9	0.9917	13 (13.11)				
		12	6.1091	12 (1.96)				
		13	1.1631	1 (0.86)				
	計						191 (4.10)	

注). () 内は ha 当りマツ枯損木本数

岸、西内陸、西中央となり、東中央・内陸地区が最も被害が少ないという傾向が両年間で完全に一致した順位となる。しかしながら両区における年間変動をみると、対照区を構成する地区は東海岸および東中央・内陸地区の2地区であり、誘引区は残り3地区から成っているが、対照区では1976年のマツ枯損木は59本でこれは当年に全体で発生したマツ枯損木191本の約30.9%であるのに対して、1977年は同28本で全数85本の約32.9%に当り、両年の比率間に若干の変動が認められるものの、これらはほぼ似通った数値であるといえよう。そこで、両年の平均値をとって、普通年では対照区におけるマツ枯損木本数全域におけるそれに対する比率は約31.5%と推定した。

この比率を用いて、1978年の対照区におけるマツ枯損木本数を求めてみると、1978年の全域マツ枯損木が94本であるので、約30本と見込まれる。しかるに1978年の対照区で発生したマツ枯損木は25本なので、差異の5本は誘引区における誘引効果のために対照区でマツ枯損木が減少したことを示すと考えられる。反対に誘引区ではマツ枯損木は普通年よりも5本多く発生しているが、この数値はちょうど誘引器設置木60本のうち5本が枯れていることと符合していることは興味深い。早良演習林のような微害林では、誘引器の設置によって設置区が約7%だけ余計に枯れるといえよう。

なお、誘引器設置木はそうでない個体よりも枯れる危険性が高くなるが、その程度は非設置個体の枯損する確率が0.42%と見込まれるのに対して、設置木は8.33%で、これから見ると、後者は前者の約20倍の枯損に対する高い危険性を背負わされることとなる。

表-21 早良演習林の16分区におけるマツ枯損木の発生本数 (1977)

種別	地区	分 区		枯 損 木 本 数	地 区 計	試 験 区 計		
		No.	面 積					
対照指定区	東海岸	1	ha 4.7207	本 5 (1.06)	} 本 2 (0.26)	} 本 28 (1.55)		
		2	2.2612	9 (3.98)				
		3	3.5107	12 (3.42)				
	東内 中央・陸	14	2.3207	0 (0)	} 26 (2.48)			
		15	2.9752	0 (0)				
		16	2.2810	2 (0.88)				
誘引指定区	西海岸	4	2.1818	10 (4.58)	} 17 (3.69)	} 57 (2.00)		
		5	1.4479	6 (4.14)				
		6	0.9719	1 (1.03)				
	西中央	7	5.4942	7 (1.27)	} 18 (1.27)			
		10	3.9863	5 (1.25)				
		11	4.7405	6 (1.27)				
	西内陸	8	1.4876	8 (5.38)	} 22 (2.26)			
		9	0.9917	1 (1.01)				
		12	6.1091	2 (0.33)				
		13	1.1631	11 (9.48)				
	計						85 (1.82)	

注). () 内に ha 当りマツ枯損木本数

以上から、早良演習林のようにマツノマダラカミキリの侵入経路が一定の方向性をもっていて、まず誘引区を通過してさらに対照区へと広がる場合には、一種のふるい効果 (sieving effect) によって対照区では反って被害が少なくなると考えられる。この現象は、しかしながら、防護すべき林分と誘引に当らせる林分の相互配置をどのように考えたらいいかについて興味深い示唆を与えている。

4) 異常気象下における福岡地方の被害実態からみた早良演習林の誘引防除効果

すでに述べたように、1978年の西日本は異常気象に見舞われたが、この渇水や高温などによって、マツ類が樹勢を弱められたり、反対にこの異常気象によってマツノマダラカミキリやマツノザイセンチュウの動きが活発になったのではないかと考えられる。早良演習林におけるマツノマダラカミキリの誘引防除試験は、1978年の異常気象下で実施されたので、例えこのように誘引防除対策を施しても、この年の被害は相当大きなものとなるのではないかと心配された。実際に、1978年には福岡県及び県内各地では、表-22のように1977年に比べて大量のマツ枯損が生じている⁶⁹⁾。

すなわち、福岡県のマツ林は、1978年には前年比 251 % の 55,970m³ の大被害を出したが、その誘因は前述の異常気象ではないかと考えられよう。ただし、福岡農林事務所管内では1977年の航空散布による駆除量は 2,319m³、1978年のそれは 4,173m³ であり、また福岡県全体では1977年の駆除量は 7,081m³、1978年には 14,431m³ が駆除の対象林分材積となっている。

表一22 1977, 1978年度における福岡地方の松くい虫被害量⁵⁹⁾

管 内	1977 (A)	1978 (B)	B/A×100
福岡農林事務所	6,609 ^{m³}	10,360 ^{m³}	157 [%]
八幡 "	1,500	2,800	187
行橋 "	6,465	31,100	481
飯塚 "	5,444	7,410	136
甘木 "	1,139	3,350	294
筑後 "	1,183	950	80
計	22,340	55,970	251

このように1978年には福岡県では前年比 204 %へと規模を拡大して精力的な航空散布を行ったが、その結果は前年比 251 %, 55,970m³ の被害木を出すに至った。しかしながら、もし1978年に強力な航空散布を実施しなかったとしたら、どのような激害を被ったかは思いやばに過ぎるものがある。

いま仮に

$$\frac{1978\text{年の福岡県の被害量(A)}}{1977\text{年の福岡県の被害量(B)}} = \frac{1978\text{年の早演の被害推定量(C)}}{1977\text{年の早演の被害量(D)}}$$

とすれば、1978年の早良演習林のマツ枯損量は、

$$\begin{aligned} 1978\text{年の早演の被害推定量(C)} &= 1977\text{年の早演の被害量} \\ &\quad \times \frac{1978\text{年の福岡県の被害量}}{1977\text{年の福岡県の被害量}} \\ &= 85(\text{本}) \times \frac{55,970}{22,340} \\ &= 213(\text{本}) \end{aligned}$$

と推定される。

1977, 1978年の福岡県全体で発生した松くい虫被害量に基づいて、1978年に起きるであろうと予想された早良演習林の松くい虫被害量の推定値は、213本を下らないとして、誘引効果を求めてみた。

$$\begin{aligned} \text{誘引効果} &= \frac{1978\text{年(誘引処理年)の早演のマツ枯損木本数}}{1978\text{年の早演のマツ枯損木本数推定値}} \times 100 \\ &= \frac{93}{213} \times 100 \\ &= 44(\%) \end{aligned}$$

すなわち、1978年の誘引防除処理によって早良演習林で起きたマツ枯損木本数は、異常気象下で予想された本数の約44%以下にとどめることができたとも解釈されよう。

VIII 総 括

1. 九州大学農学部附属早良地方演習林は、クロマツを主体樹種とする海岸マツ林である。その面積は約 51ha で成立本数は22,407本である。マツ枯れ現象は1922年の移管当時

にすでに見られ、1978年まで57カ年間のマツ枯損量は本数で13,911本、材積で5,247m³に及んだ。

2. マツ枯れの防除対策は、この間に主として徹底的な伐倒駆除法によって被害の軽減を計ってきたが、とくに1963年から1969年まで7カ年間はキルモスくん煙剤による防除法、また1973年から1977年までの5カ年間はスミチオンによる航空防除法を実施して、ようやく1976年以降は被害の鎮静化をみることができた。

3. 1978年における課題は、この被害の鎮静という成果を受け継いで、より安全でしかも効果的なマツ枯れ防除対策を見出すことにおいたが、具体的には誘引防除法を採用して実地試験を行うこととした。

4. 1978年の早良演習林の気候環境要因から、マツ枯れ防止上まことに厳しい結果が予想された。これらの要因は表—2のとおりであり、この年の気候環境要因はいずれもマツの樹勢低下、マツノマダラカミキリの旺盛な活動及びマツノザイセンチュウの活発な活動に好適な条件下にあったことを示唆している（表—2）。

5. 誘引防除法はホドロンによるトラップ捕殺である。まず、早良演習林を東西に2分して、西側一帯を誘引区、東側は対照区とした。誘引区内には海岸、中央、内陸沿いに3本の防衛線をつくり、この線上60個所にそれぞれ地上設置と空中設置各1個計2個のトラップを設置したので、誘引器の数は合計120基であった。設置間隔は約30mである。設置期間は1978年5月15日から8月26日までであった。この間、10日ごとに誘引剤の取り替えを行った。

6. 地上設置と空中設置：マツノマダラカミキリは高所飛来の性質をもつといわれるが、この試験でも空中設置では平均地上高約11.4mの60基で418頭（78%）が捕えられ、これに対して地上設置の60基は117頭（22%）を捕えた。空中設置はきわめて効果的であるといえる。途中経過にふれると、捕獲初日は5月30日、捕獲のピークは6月下旬で最高1日当り42頭、8月26日に至ってもなお若干の捕獲があった（表—7、図—6）。

7. マツノマダラカミキリの雌雄比は7月15日から8月26日までに捕えた164頭について調べた。雌は78頭で全体の約48%、雄は86頭で同52%であった（表—8）。

8. マツノマダラカミキリの誘引場所別・捕獲開始時期の分布はマツノマダラカミキリの加害行動や発生源との関連を示唆していて興味深いものがある。マツノマダラカミキリは、最も手近かなマツ林から侵入し始めて、次第にマツ林の内部へと浸透するとともに、西部一帯から東方へと加害範囲を拡げていく。その模様はマツノマダラカミキリの等捕獲開始時期線を考案して図示した。この図は同時にマツノマダラカミキリの発生源のある方向をも示唆する（図—7、図—8）。

9. 予防散布は、誘引されても捕獲されないいわば落ちこぼれのマツノマダラカミキリによる加害を軽減するための処理である。その効果を調べるために、誘引器で捕えたマツノマダラカミキリ72個体を飼育した。7個体は数10日間生存したが、65個体は3～4日で死亡した。このことから、飛来したが捕えられなかったマツノマダラカミキリに対しても予防散布は相当な殺虫効果があったのではないかと推測される（表—11）。

10. クロカミキリはマツノザイセンチュウを運搬することが報告されている。クロカミキリの捕獲数は12,844頭で、きわめて多数なので、マツノザイセンチュウ病の予防上無視できないと考えられる。

11. ヒゲナガモモブトカミキリ及びヤハズカミキリは、いずれもマツノザイセンチュウを運搬するといわれているが、前者は71頭、後者は3頭が捕えられた。これらのカミキリムシ科の昆虫はいずれも少数であるが、これが果して生息密度が低いのか、いても誘引され難かったのかは判らない。

12. カミキリムシ科の昆虫は前記の4種の他に13種が捕獲された。

13. ゾウムシ科の昆虫は7種が捕獲された。

14. その他の昆虫を含めて、約270種が捕えられ、その総数は約31,500頭であった。

15. 1978年におけるマツ枯損木の発生状況は全域で94本、被害本数率0.42%の微害程度にとどまった。マツ枯損木は径級別及び地域内で万遍なく発生すること、誘引区でむしろ被害が多発していることなどの特徴を示した(表-15, 図-9)。

16. 1978年のマツ枯損とマツノザイセンチュウの寄生との関係は、実証的に示された(表-16, 表-17)。

17. 誘引防除の目的昆虫がマツノマダラカミキリと限定されたとき、全捕獲昆虫数に対して目的昆虫の占める比率、すなわち特定昆虫選択誘引効果は約1.70%であった。今後できるだけ特定昆虫の誘引ができるような薬剤の開発が望まれる。

18. マツノザイセンチュウを運搬する可能性のあるカミキリムシ科昆虫のうち、早良演習林で捕えられたのは4種で、マツノマダラカミキリ、クロカミキリ、ヒゲナガモモブトカミキリ、ヤハズカミキリなどであった。これら4種の合計捕獲数は13,453頭であった。ホドロンの特異誘引効果はこれら4種の頭数が全捕獲昆虫頭数に占める比率で示され、これは、約42.7%である。とくにクロカミキリは出現頻度が際立って高いので注意を要すると考えられよう。

19. 空中設置は平均設置高約11.4mで実施したが、地上設置と比べて格段に捕虫能率がよくなる。その程度は誘引高効果で表わしたが、誘引高効果は約357%となった。

20. 面積約28.6haの誘引区全域では、マツの被害本数率は0.685%の微害程度に抑えられた。しかしながら、区内10分区間では被害本数率は最高2.24%から最低0.21%まで変動する。被害本数率の高いのは、マツノマダラカミキリの発生源となりうる周辺マツ林に直面した林分の林縁部であり、低いのは海岸に沿った一斉林型で地下水がより豊富と考えられる低地林分である。誘引器の設置は、発生源に面した林縁でしかも余り重要でないマツ個体、林分とするのが得策と考えられる。

21. 航空防除と誘引防除の効果の比較は、前者が1976, 1977の両年、後者は1978年について同一調査区内10分区のそれぞれにおけるマツ被害本数率に基づいて行われた。その結果、誘引防除は航空防除にほぼ匹敵する効果を示し、軽微なマツ枯損を抑制できることが確かめられた。

22. 誘引林分では被害はむしろ増加し、反対にその隣接林分では加害が軽減される傾向があることが確かめられた。誘引林分の隣接林分に対するこの防護効果は、とくに誘引防除のふり効果(sieving effect)と名づけた。1978年の早良演習林では、誘引防除のふり効果は約7%と推定された。

その反面、誘引器設置木が枯損する確率は、普通個体に比べてきわめて高くなり、約20倍となる。これらの数字は、誘引防除の実施に当って、設置林分や設置木の選択が慎重になされるべきことを示唆している。

23. 1978年の誘引防除処理によって、早良演習林で起きたマツ枯損木本数は、異常気象下で予想された発生本数の約44%にとどめることができたのではないかと推定される。

参 考 文 献

- 1) 徳重陽山・清原友也：マツ枯死木中に生息する線虫, *Bursaphelenchus* sp. 日林誌. 51(6), 193-195, 1969.
- 2) 清原友也・徳重陽山：マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験. 日林誌. 53(7), 210-218, 1971.
- 3) 森本 桂・岩崎 厚：マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割. 日林誌. 54(6), 177-183, 1972.
- 4) Mamiya Y. and Enda N.: Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: *Aphelenchoididae*) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: *Cerambycidae*). *Nematologica* 18, 159-162, 1972.
- 5) Mamiya Y. and Kiyohara T.: Description of *Bursaphelenchus lignicolus* N. SP. (Nematoda: *Aphelenchoididae*) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica* 18, 120-124, 1972.
- 6) 森本 桂・真宮靖治：マツ属の材線虫病とその防除. 65pp, 日本林業技術協会, 東京, 1977.
- 7) 伊藤一雄：松くい虫の謎を解く——松を枯らす材線虫と土水母——. 162pp. 農林出版, 東京, 1977.
- 8) 大久保良治・田畑勝洋・小田久五・山根明臣：マツノマダラカミキリの防除に関する研究——散布薬剤の松枝残留量と殺虫効果との関係——. 85回日林講, 260-261, 1974.
- 9) 小河誠司・中島康博・金子周平・大長光純・萩原幸弘：空中散布によるマツノマダラカミキリ防除事業の殺虫効果. 日林九支研論29, 187-188, 1976.
- 10) 千原賢次・後藤泰敬：空散によるマツノマダラカミキリ予防薬剤の残効調査. 日林九支研論29, 191-192, 1976.
- 11) 川畑克己・古城元夫：空中散布中止後1年目のマツ枯損量について. 日林九支研論29, 181-182, 1976.
- 12) サンケイ化学 KK：マツクイムシ防除の解説. 108pp, 1976.
- 13) 大久保良治・田畑勝洋：空散後地における MEP 剤の残留. 87回日林講, 259-260, 1976.
- 14) 宮崎 徹：ヘリ散によるマツノマダラカミキリ後食予防について (I). 日林九支講30, 207-208, 1977.
- 15) 大久保良治・田畑勝洋：空散跡地における MEP 剤の残留 (Ⅲ). 88回日林講, 301-302, 1977.
- 16) 住本昌之：マツクイムシの誘引と忌避——その生態と試験法——. 化学と生物, 15(4), 227-229, 1977.
- 17) 野淵 輝：マツノマダラカミキリの受精と産卵. 87回日林講, 247-248, 1976.
- 18) 山根明臣・浅田 卓：マツノマダラカミキリの産卵誘引に関与する餌木の勾成分発生の経日変化. 88回日林講, 283-284, 1977.
- 19) 萩原幸弘・小河誠司・中島康博：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. 日林九支研論28, 147-148, 1975.
- 20) 滝沢幸雄：誘引剤に集まるマツノマダラカミキリについて. 日林九支研論28, 157-158, 1975.
- 21) 川畑克己・古城元夫・勝 善鋼：マツノマダラカミキリの誘引剤試験. 日林九支研論28, 161-162, 1975.

- 22) 岩崎 厚・森本 桂：マツノマダラカミキリに関する研究 (XII)——誘引剤による捕虫経過と保線虫数——。日林九支研論28, 195-196, 1975.
- 23) ————：同上 (XIII) ——誘引器周辺でカミキリの後食が多くなる範囲——。日林九支研論28, 197-198, 1975.
- 24) 鈴木敏雄・白垣国充：マツノマダラカミキリ防除に関する研究 (IV) ——誘引剤による新しい防除の試み——。日林九支研論30, 219-220, 1976.
- 25) 谷口明, 川畑克己：空中散布地でのマツノマダラカミキリ誘引剤試験。日林九支研論29, 183-184, 1976.
- 26) 岩崎 厚・森本 桂・吉田成章：マツノマダラカミキリに関する研究 (XVIII) ——予防散布と誘引剤併用による誘殺効果——。日林九支研論29, 195-196, 1976.
- 27) 森本 桂・岩崎 厚：同上 (XIX) ——マーキング法による誘引剤の効果推定——。日林九支研論29, 199-200, 1976.
- 28) 牧野豊吉・森本 桂・中島清明・瀬口信義・吉永憲市・小松和夫：マツノマダラカミキリ誘引剤の効果的利用法の検討。日林九支研論31, 247-248, 1978.
- 29) 岩崎 厚・森本 桂・今給黎靖夫：マツノマダラカミキリに関する研究 (XXVII) ——支場実験林における産卵と誘殺経過の年次変動——。日林九支研論31, 257-258, 1978.
- 30) 宮崎 信・尾田勝夫・山口 彰・山根明臣・遠田暢男：マツノマダラカミキリ成虫の摂食行動に関するマツノ樹皮成分 (I)。小容器内における生物試験と咬みつき因子の二, 三の性質。日林誌. 56, 239-246, 1974.
- 31) Sumimoto M., Kondo T. and Kamiyama Y.: Attractants for the scolytid beetle, *Cryphalus fulvus*. J. Insect Physiol., Vol. 20, 2071-2077, 1974.
- 32) Sumimoto M., Shiraga M. and Kondo T.: Ethane in pine needles preventing the feeding of the beetle, *Monochamus alternatus*. J. Insect Physiol., Vol. 21, 713-722, 1975.
- 33) 高橋和博・堀田 隆：薬剤の樹幹注入法による材線虫病防除試験 (I) ——生立木に対する治療効果——。日林九支研論30, 231-232, 1976.
- 34) 松浦邦昭・川崎俊郎・小林享夫・陳野好之・真宮靖治・田村弘忠・佐々木克彦：マツノザイセンチュウ防除薬剤の樹幹注入試験 (I) ——クロマツ生立木に対する防除薬剤の施用効果——。87回日林講, 265-266, 1976.
- 35) 佐々木克彦・小林享夫：同上 (IV) ——生立木の糸状菌相に対する注入薬剤の影響——。87回日林講, 273-274, 1976.
- 36) 千原賢次：マツノマダラカミキリ被害材の薬剤駆除試験 (I)。日林九支研論28, 167-168, 1975.
- 37) 岩崎 厚・森本 桂・今給黎靖夫：マツノマダラカミキリに関する研究 (XXIII) ——浸漬による被害木駆除試験——。日林九支研論30, 223-224, 1977.
- 38) 西村慶二・大庭喜八郎・立仙雄彦・松永健一郎・今村政秀：マツノザイセンチュウ抵抗性育種のための人工接種方法の開発。日林九支研論30, 61-62, 1977.
- 39) 山手広太・大久保哲也：苗木あたりのマツノザイセンチュウの接種点数と枯損の関係。日林九支研論30, 63-64, 1977.
- 40) 戸田忠雄・立仙雄彦・山本 久：つぎ木苗によるマツノザイセンチュウ抵抗性の検定ならびに切枝の水ざしによる検定。日林九支研論30, 65-66, 1977.
- 41) 大庭喜八郎・戸田忠雄・西村慶二・岩下礼治・松永健一郎：マツノザイセンチュウの人工接種による系統別マツ苗の生存率。日林九支研論30, 67-68, 1977.
- 42) 大庭喜八郎・西村慶二・戸田忠雄・立仙雄彦：マツノザイセンチュウの人工接種による母樹別

- マツ苗の生存率. 日林九支研論30, 69-70, 1977.
- 43) 林野庁造林課: マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の実施方法に関する検討報告書. 21pp, 1977.
 - 44) 白石進・大山浪雄・高木哲雄・川述公弘: マツ母樹別実生苗に対するマツノザイセンチュウ接種結果. 日林九支研論31, 55-56, 1978.
 - 45) 茨木親義・大庭喜八郎・山手広太・立仙雄彦・戸田忠雄・西村慶二・松永健一郎: マツノザイセンチュウ抵抗性候補木のつぎ木苗検定. 日林九支研論31, 59-60, 1978.
 - 46) 茨木親義・大庭喜八郎・立仙雄彦・西村慶二・戸田忠雄・大山浪雄・高木哲雄・川述公弘: マツノザイセンチュウ抵抗性候補木のみしょう苗検定. 日林九支研論31, 61-62, 1978.
 - 47) 茨木親義・大庭喜八郎・立仙雄彦・西村慶二・戸田忠雄: マツノザイセンチュウ病原性の予備検定. 日林九支研論31, 65-66, 1978.
 - 48) 長沢喬・末勝海・中島勇喜・高木正城: 堆砂がクロマツの生長に及ぼす影響 (I). 86日林講, 427-428, 1975.
 - 49) 長沢喬・高木正城: 堆砂埋没がマサキの生長におよぼす影響. 砂丘研究22(2), 11-13, 1976.
 - 50) 辛島利行: 大地比抵抗計による砂地含水比計測について——早良演習林内の砂地地層において——. 九大砂防工学研究室, 61pp, 1975.
 - 51) 垣内重三郎・山添源二・木梨謙吉: マツ類の造林試験 (要因配置による分割試験結果報告). 九大演研経報. 77-87, 1966.
 - 52) 常岡雅美・高木勝久・青木尊重・高木正城: 九州大学早良演習林の林分構成ならびに生長量調査報告 (第3回). 九大演習林集報26, 51-90, 1976.
 - 53) 林野庁長官通達: 松くい虫防除特別措置法第3条第1項の基本方針の運用に関する留意事項及び実施計画の作成について, 1977.
 - 54) 萩原幸弘・小河誠司・竹下晴彦: マツ類材線虫被害の伝播範囲. 日林九支研論28, 153-154, 1975.
 - 55) 井戸規雄・武田丈夫: 自然下におけるマツノマダラカミキリ行動の時期変化. 87回日林講, 255-256, 1976.
 - 56) 竹下敬司・萩原幸弘・小河誠司: 西日本におけるマツの立枯れと環境. 福岡林試時報24, 45pp, 1975.
 - 57) 山根明臣・秋元徹・伏見正二: マツノマダラカミキリ4齢幼虫 (秋期および冬期材内幼虫) のその後の発育と温度との関係. 85回日林講, 237-238, 1974.
 - 58) 大山浪雄・川述公弘・斉藤 明: マツノザイセンチュウ接種クロマツ苗の発病に及ぼす土壌乾燥の影響. 日林九支研論28, 107-108, 1975.
 - 59) 須崎民雄・矢幡 久・佐々木重行: マツノザイセンチュウ接種クロマツ苗の水分通導抵抗. 日林九支研論29, 215-216, 1976.
 - 60) 大山浪雄・川述公弘・鈴木和夫・末吉幸満: アカマツとクロマツのマツノザイセンチュウ感受性に及ぼす土壌乾燥の影響. 日林九支研論29, 219-220, 1976.
 - 61) 鈴木和夫・清原友也: クロマツの水分状態と材線虫病発現の機作. 日林九支研論29, 221-222, 1976.
 - 62) 大山浪雄・川述公弘: 乾燥条件下におけるマツノザイセンチュウ接種に対するクロマツ, アカマツ, テーダマツの抵抗性要因の違い. 日林九支研論31, 53-54, 1978.
 - 63) 森本 桂・岩崎 厚・田呂丸一太・滝下国利: マツノマダラカミキリに関する研究 (XXV) ——熊本県下激害林でのマツ枯損推移. 88回日林講, 281-282, 1977.
 - 64) 九州大学演習林: 年報 (1977), 59pp, 1978.

- 65) 小田久伍：松くい虫の加害対象木とその判定について．森林防疫ニュース 16-12-186, 2-5, 1967.
- 66) 林 弘也・松本 勲：九州大学早良演習林のマツ枯損木からのマツノザイセンチュウの検出．九大木材理学教室，未発表，1978.
- 67) 柿原道喜・林 重佐・青木尊重・財津秀雄：九州大学早良演習林の林分構成ならびに成長量調査報告 第(1回)．九大演集報20, 67-82, 1964.
- 68) 柿原道喜・青木尊重・垣内重三郎：九州大学早良演習林の林分構成ならびに成長量調査報告 (第2回)．九大演集報20, 83-88, 1964.
- 69) 福岡県緑化推進課：福岡県松くい虫防除対策協議会資料．1979.

Résumé

The effectiveness in prevention of the pine wilting disease by trapping the cerambycid beetles, *Monochamus alternatus* Hope, carriers of the nematodes *Bursaphelenchus lignicolus* which cause the disease was examined. Experiments were carried out in coastal pine forest of the Sawara Experimental Forest of Kyushu University located along the Imazu Bay, Fukuoka Prefecture, in 1978. The experimental forest covers an area of about 51 ha, where *Pinus thunbergii* Parl. is dominantly growing by artificial afforestation or by natural regeneration. The sudden death of healthy trees of *Pinus thunbergii* Parl., *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc., and the hybrids between them has been observed and recorded during the past fifty-seven years in this forest. The number of dead pine trees totaled 13,911 (Table 3, Fig.3).

Kiyohara and Tokushige (1971) demonstrated that a group of nematodes which were found by Tokushige and Kiyohara (1969) and named as *Bursaphelenchus lignicolus* by Mamiya and Kiyohara (1972), are the true pests of the pine wilting disease. The vector of this nematode which invades a healthy pine through the feeding wound caused by the vector, was found by Morimoto and Iwasaki (1972) and also by Mamiya and Enda (1972) to be a cerambycid beetle, *Monochamus alternatus* Hope. Based on these findings, various countermeasures for the prevention of the vector have been provided. In Sawara University Forest, after a trial measure for control the beetle using B.H.C. smoke from 1963 to 1969, aerial spraying of M.E.P. (fenitrothion) was practised from 1973 to 1977. As a result, the frequency of the occurrence of the pine wilting disease decreased year by year. The damaged pine trees in which *Monochamus alternatus* and *Bursaphelenchus lignicolus* could have been alive and had propagated were of course removed at the same time.

As a measure to control *Monochamus alternatus* more effectively and safely, chemical attractants were used to trap the vector in 1978.

Judging from the records on the climate of the Sawara district in 1978, every climatic factor of this district was considered to be good for the propagation of *Monochamus alternatus* and *Bursaphelenchus lignicolus* but not suitable for the growth of pine trees (Table 2).

Hodoron (manufactured by Hodogaya Kagaku Co., Ltd., containing 23% benzoic acid, 9% eugenol) was used to attract the beetles, and 120 traps with Hodoron were placed in three rows in the coastal, central, and inland stands (Fig. 4).

During the period from the 15th of May to the 26th of August, 1978, 418 *Monochamus alternatus* were caught in 60 traps set up at an average height of about 11.4m above ground, and 117 in the same number of traps set up at about 1.5m height above ground (Table 7).

The sex ratio of *Monochamus alternatus* was estimated to be about 48% for female and 52% for male (Table 8).

A noteworthy phenomenon was that *Monochamus alternatus* seemed to begin invasion from one side of the stand, and its feeding area was spread toward the other side. A diagram of iso-invading lines was drawn by connecting the locations where *Monochamus alternatus* was trapped for the first time on definite days (Fig. 7). A very important finding is that the diagram seemed to show the direction of the neighboring forests where *Monochamus alternatus* had come from.

The survival test of the captured insects clearly showed that almost all *Monochamus alternatus* caught by traps had been poisoned by M.E.P. sprayed previously (Table 11).

It was reported that Kurokamikiri (*Spondulis buprestoides*) might be a carrier of *Bursaphelenchus lignicolus* as well as *Monochamus alternatus*. More attention must be paid to this species, because 12,844 individuals of this species were trapped in Sawara University Forest during the investigation.

About 31,500 insects belonging to about 270 species were captured by Hodoron traps during the test season (Table 12, 13, 14).

The ratio of the number of *Monochamus alternatus* trapped to the whole number of insects trapped was only about 1.70%. However, the total number of insects belonging to four species of *Gerambycidae*, i.e., *Monochamus alternatus*, *Spondulis buprestoides*, *Acanthocinus griseus*, and *Uraecha bimaculata* was 13,453, and, the ratio of the total number of the insects belonging to these four species to the whole number of insects captured was about 42.7%.

The trap hung in the air more than 10m from the ground was more effective than that set near the ground. The former was estimated to trap about 357% as many beetles as those trapped by the latter (Table 7).

The ratio of the number of dead pine trees to the total number of pine trees growing in the treated area of Sawara University Forest was only about 0.685%, but that in each of the 10 sub-areas varied from 0.21% to 2.24%. So, it is recommended to set Hodoron traps to relatively unimportant trees.

Capture of the beetles by traps with chemical attractants and aerial spraying of M. E.P. was found to be almost equally effective for the control of the pine wilting disease.

The above treatment of the forest was found to reduce the occurrence of dead trees in the adjacent forest. This was defined as the sieving effect, which was estimated to be

about 7% in Sawara University Forest in 1978. On the other hand, the mortality of the pine trees with Hodoron traps increased to about 20 times of that without the Hodoron traps.

The climate in the Fukuoka District in 1978 was abnormal. Based on the actual result of the damaged pine trees in this district, more than 213 pine trees in the Sawara Experimental Forest were estimated to have been killed by *Monochamus alternatus* during such environmental conditions. The actual data obtained in the Sawara University Forest in 1978 showed that the use of traps containing chemicals to attract *Monochamus alternatus* and other harmful beetles saved more than 119 pine trees out of 213 from the death.