

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

NO. 93 10. 1985

社団法人 林業薬剤協会



マツバノタマバエ

倉永善太郎* 竹谷 昭彦**

目 次

マツバノタマバエ.....倉 永 善太郎・竹 谷 昭 彦 1

T. L. レイヴィ教授講演.....浜 口 博 彦 11

再度台湾を訪ねて(Ⅲ).....谷 井 俊 男 15

マツノザイセンチュウ防除剤注入孔のまきこみ経過
.....小 林 正・松 浦 邦 昭 17

●表紙の写真●

くん煙剤によるヒノキカワモグリガ
の防除試験地風景

来 歴

本種は佐々木 (1901) により松葉の五倍子蠅 *Cecidomyia brachyntera* SCHWAEG? として記述されたのが最初の記録である。この中で、成虫・虫えいの記載や、生活史および予防・駆除法についても述べ、発生地として三河鳳来寺山 (愛知県鳳来町) をあげている。

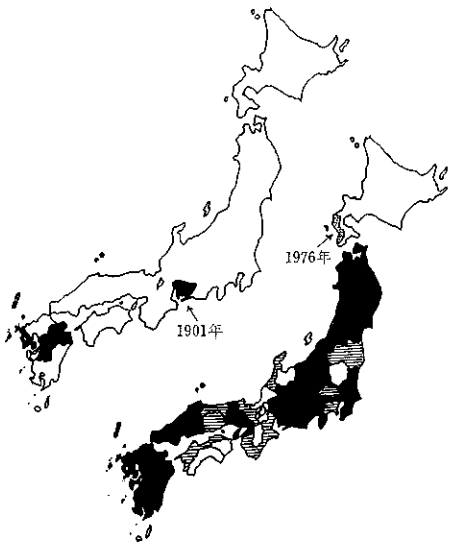
この *C. brachyntera* は1835年にヨーロッパで発表された種名で、1895年に新属 *Thecodiplosis* に移され、*Thecodiplosis brachyntera* (SCHWÄGRICHEN) と呼ばれているものである。

井上 (1964) によると、マツバノタマバエに当てられている学名は上記のほかに *Cecidomyia baeri* PRELL (1931) があり、これらと比較研究の結果、日本産のもの

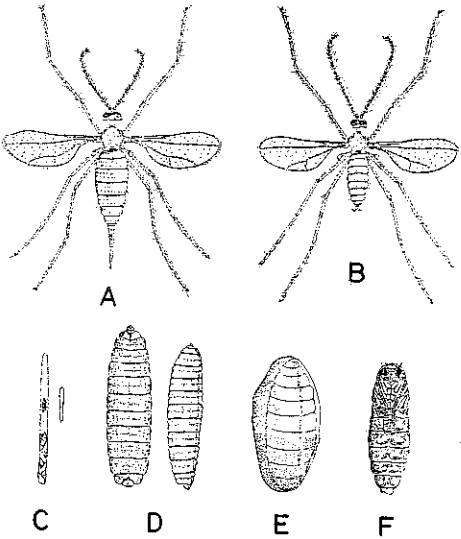
は別種であるとして、新種 *T. japonensis* UCHIDA et I NOUYE (UCHIDAら1955, 6月) を記載した。また同年12月に金昌煥 (1955) が *T. pinicola* KIM として記載発表しているが、命名規約により *T. japonensis* に先取権があるのでこれを使用するのが妥当である。なお、和名はマツバタマブシ、マツノゴバイシ、マツノゴバイシバ、マツバノタマバエ、マツバタマバエなどが使用されているが、最近ではマツバノタマバエが多く使われている。

分布と被害量

林分における被害は、佐々木 (1901) の記録から約30年後に、日高 (1932) が大分県の久住山を中心とする海拔700~1000 mの地帯において、大面積にわたるクロマツの幼齡人工造林地での被害を報告している。その後は、島根県隠岐島 (1940~43年頃) (三浦1962) と長崎県対馬 (1943年頃)、(滝沢1970) にほとんど時を同じくして



図一1 マツバノタマバエの地理的分布
上：小田以前の調査，下：黒は小田・高木，斜線は三浦の調査



図一2 マツバノタマバエの形態 (小田・岩崎原図)
A：雌成虫 B：雄成虫 C：卵 D：幼虫 (左は腹面，右は側面) E：繭 F：蛹

*農林水産省林業試験場九州支庁昆虫研究室 KURANAGA Zentaro
**同 TAKETANI Akihiko

表-1 老熟幼虫の体色と性化

試料 採集林分	体 色 の 区 分							
	白～黄白色				橙 黄 色			
	♂		♀		♂		♀	
	頭数	%	頭数	%	頭数	%	頭数	%
天草 A	10	100	0	0	1	5	19	95
天草 B	19	95	1	5	0	0	40	100
計	29	97	1	3	1	2	59	98
芦北 A	17	61	11	39	2	5	37	95
芦北 B	17	57	13	43	0	0	44	100
計	34	59	24	41	2	2	81	98

本種の大発生がみられた。この頃から分布域が急速に拡大し、小田・岩崎(1953)、高木(1954)の調査によると、分布しないのは北海道と18県を残すのみとされ、さらに三浦(1962)のその後のとりまとめでは、北海道と7県を残すのみとなっていた。近年は更に分布域が広まり、本州・四国・九州の全域に見られるようになり、1976年にはついに北海道江差町砂坂海岸(竹谷1982)でも発見されるにいたった。

被害程度は、昭和初期まで軽微であったが、1950～51年になると島根県(隠岐)と長崎県(対馬)の被害が目立ち始め、その後この地域は激害をきわめるようになった。この頃から、重要森林害虫としての認識が高まり、各地で生態の研究が行われるようになり、1952年には法定害虫に指定された。

全国の総被害量は1952～59年頃まで1～2千haで推移していたが、1960年頃から急に増加し始め、1964年にはピークに達して54,000haに及んだ。この異状発生はおおよそ8年間継続し、1972年頃から急速に減少しているが、この間の被害は特に広島・石川・長野の各県で多かった。なお近年は、主に石川県以北の日本海側の各県で多発しており、その他の地域でも局所的に被害がみられる。

広島県における被害発生の推移は、本種の広がりや盛衰を如実に物語っている。すなわち、1963年の発見当初は県南西部が主な発生地域であったが、翌1964年には中西部、中央部、北部へと拡大し、1965年には南部地域一帯、1966年には東北部へと拡大して、ついに県下全域に

分布した。つまり、被害は西から東へと移動したもので、また被害程度は拡大の先端が激烈で、中心部では回復して軽微になる、いわゆるドーナツ現象を示した(中根1969)。なお隠岐(三浦1962)、滝沢(1970)でも同様の現象が観察されている。

形 態

成虫：雌の体長は2.0～2.6mm。雄は1.5～2.0mm。複眼は黒褐色、触角は淡黄色で14節からなる。平均棍は雌が約0.5mm、雄は約0.3mmで暗灰色に見える。翅は暗褐色の半透明。翅長は雌が2.2～2.5mm、雄は1.5～2.0mm。胸部の背面は暗褐色。腹部は黄色で8節からなり、茶褐色の短毛が密生する。雌は腹部末端に長い産卵管を有する。雄は腹部末端に発達した生殖附属器(牛角状の把握器)を有する。

卵：卵の長さは0.4～0.6mm。長だ円形で片方がやや細く、中央で少し曲っている。卵の表面は光沢がある。産下直後の卵色は無色透明であるが、胚子の発達とともに黄色に変化する。

幼虫：1齢幼虫の体長は0.5～0.6mmで白色又は淡黄白色。2齢幼虫の体長は1.0～1.5mmで淡黄白色又は淡黄色。3齢幼虫の体長は2.0～3.1mm。体幅は0.6～0.9mmで14節からなる。第1節は頭部、第2節は頸部、第3～5節は胸部で、以下は腹節になる。なお、胸部第1節の腹面にY字型の胸骨を有する。体色は発育中期までは2齢幼虫とほぼ同色であるが、老熟期には黄白色又は橙黄色となる。この老熟幼虫の体色の違いは性的二型によるものとも考えられる。体の大きさはゴール内の幼虫密度と関係を有する。

蛹：体長は2.0～3.1mm。体幅0.7～0.9mm。頭部および胸部は暗褐色。眼と翅鞘部は暗褐色。腹部は黄色である。ただし蛹化当初は全体が黄白色をしている。腹部は9節からなる。翅鞘の長さは第3腹節まで達する。各腹節背面に刺毛を生じる。頭部側面に一對の突起を有する。

生 活 史

成虫の発生は年1回である。各地の羽化期を熊本(立田山)・佐賀(虹ノ松原)(全ほか1981)、山形(遊佐)(斉藤1971)の各地で比較すると図-3のような差違がみられ、同一林分でも気温や発生量によって若干の違い

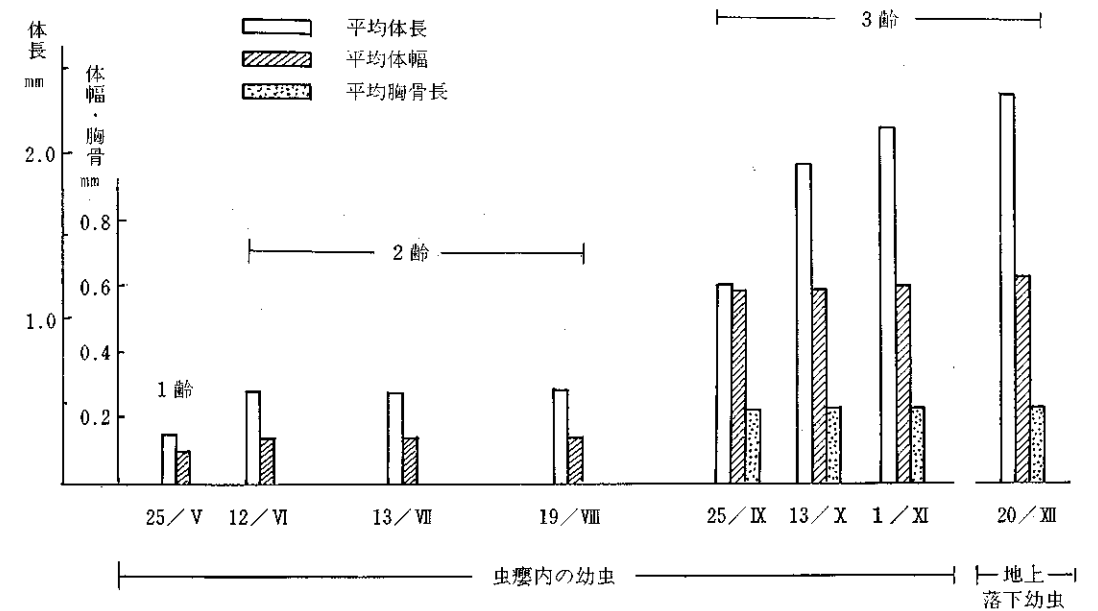


図-3 マツパノタマバエ幼虫の発育経過

が生じる。この発生時期は羽化までの累積温度できまるとされる。発育零点は8℃付近(倉永ほか1977)、5.5℃～8.3℃(倉永ほか1981)である。

成虫は羽化直前になると、地表面に蛹体を半分ほど突出した姿勢で羽化する。この羽化時には適当な土壌水分が必要で、乾燥している場合は羽化個体数が少ない。

羽化時刻は晴天の場合おもに午後で、最盛時刻は17～18時(小田1953)、15～17時(三浦)である。曇天や雨天の場合は不規則になる。交尾は羽化後間もなく、林内の下層木や草の上を飛翔しながらおこなわれる。産卵は夕刻より開始され、薄暮時が最も盛んである。

雌1頭の抱卵数は平均110卵(小田1953)、107卵(三浦1962)と報告されているが、熊本市立田山の同一被害木樹下で、羽化直後の個体を2年間にわたり解剖調査した結果では、137卵(1971)、157卵(1972)で、佐賀県の虹ノ松原では140卵(全ほか1982)である。

産卵対象葉は、新葉が葉鞘から0.5～1.5cm位い伸びたものが最適である。産卵場所は針葉の腹面(2葉の間)で、葉先から5mm位の位置に産みつけることが多い。また、同一針葉への重複産卵は避ける傾向がある。

卵は卵塊で産まれ、1卵塊の卵数は最多30卵(三浦

1962)で、平均4～5卵(小田1953)、8.25卵(三浦)とされているが、熊本市立田山における調査では7.3卵(倉永ほか1971)であった。卵期間は4～7日である。

成虫の寿命は飼育によると羽化当日に大部分が死亡し、一部は翌日まで生存しているが、野外調査では羽化最盛期でも午前中に見つからないことから、ほぼ1日間と考えられる。

ふ化幼虫は針葉の基部に移動して舐食をはじめ、表面組織と厚膜組織附近に虫房を作って、栄養を摂取し発育する。幼虫の食入当時は針葉の基部組織も正常なものと変わらず、外部にも症状は現われないから、寄生・非寄生の針葉判定は困難である。7月頃から被害針葉の基部が膨らみはじめ、針葉の成長が減少し、健全葉にくらべて長さに差がでてくる。針葉基部の虫えいは9月頃にかなり大きくなり、3齢幼虫が出現し始める。10～11月に虫は最大の大きさになり、虫えい内は空洞化して、ほとんどの幼虫が成熟する。成熟期の虫えい内の幼虫密度は平均値で6～7頭(三浦1962)、2～5頭(倉永1977)である。この頃になると虫えいは茶褐色に変色し、10月頃から翌年1月にかけて虫えい内の幼虫が地上に落下するが、落下時期はかなりの地域差がある。なお、幼虫の虫えい脱

出には水分が不可欠であり、雨で針葉が水分を含んでくると、虫えい内の幼虫は水分の刺激によって、針葉腹面の溝にはい出し、反発跳躍して林地に落下する。落下した幼虫は分散して地中に潜入し越冬する。地中における幼虫の生息深度は2~4cm以内である。

地中の幼虫は熊本地方では3月中旬~4月に繭を作り、繭の中で4月上旬~5月中旬に蛹化するが、この蛹化時期は地域差があり、その早晩は前述の成虫発生期と同様に、気温や地温が関係を有する。なお、三浦(1962)の調査では繭を作らない蛹(裸蛹)もあり、蛹期間は17~28日とされている。

被害

マツバノタマバエの加害樹種は、アカマツ・クロマツ・タイワンアカマツのほか外国産マツ21種(古野ら)があげられている。この被害は幼虫の寄生によって針葉の伸長が阻害され、落葉が早くなり、激害になると成長量が極度に減少する。また、激害が数年続くとマツキボシゾウムシなどの穿孔虫類が二次的に寄生して枯死することがある。

針葉の損傷による成長量の減少について、古野ら(1964ほか)はマツカレハなど食葉性害虫の被害量把握のために摘葉試験をおこない、つぎの結果を報告している。すなわち、摘葉率30%以下では成長量に対する影響は少なく、50~60%では2年後に15~25%(直径)および0~25%(樹高)の減少で、その影響は2年目まで、摘葉率が60%を越えると急に影響が大きくなる。また、単年ではなく連年の場合は成長量が相乗的に影響を受けると述べている。

前述の激害が発生した対馬において、被害歴が異なる島内各地の林分で樹幹解析をおこなった結果では、虫えい形成率が50%以下になると成長量が回復する結果を得ている(倉永1974)。

また、三浦(1962)は隠岐島と対馬の被害調査で、虫えい形成率から被害度の基準を次の4段階に分けている。

被害度Ⅰ 虫えい形成率 1~10%

虫えい形成針葉は広範囲に調査して始めて発見できる程度。林分や単木は一見して健全なものと判らない。

被害度Ⅱ 虫えい形成率 11~30%

虫えい形成葉はすぐに目につく。林分や単木の上層部が遠くから見て黄褐色を呈している程度。

被害度Ⅲ 虫えい形成率 31~50%

林分や単木は遠くから黄色に見え、この程度が2~3年続くと、アカマツはほとんど枯死し、クロマツは枯死をまぬがれるが成長量が著しく減少し、翌年はほとんど伸長しない。

被害度Ⅳ 虫えい形成率60%以上

アカマツはほとんど枯死し、クロマツも枝枯を起し、樹型は叢生状になる。当年生枝の針葉のほとんどに虫えいが形成される観がある。林分や単木は遠くから茶褐色に見える。

以上のことから、虫えい形成率が30%以上になると、早急に防除対策を講じる必要がある。

防除法

(1) 天敵寄生蜂の利用

マツバノタマバエの被害を放置した場合は5~8年で終息する。その要因に天敵寄生蜂が大きな役割を果たしている。そこで、被害発生林で天敵がいない林分や、寄生率が極めて低い林分に対して、被害期間を短縮し、枯損率を低め、成長量の減退を大幅に下げることが目的に、寄生蜂を移殖する方法が用いられている。

これまでに判明している寄生蜂は、タマバエの卵に内部寄生するマツタマヤドリハラビロコバチ(*Platygaster matsutama* YOSHIDA et HIRASHIMA)や、主にふ化初期の幼虫に内部寄生するマツタマヤドリクロコバチ(*Inostemma seoulis* (Ko)), マツタマヤドリクロコバチ(*Inostemma matsutama* YOSHIDA et HIRASHIMA)およびクロコバチの近縁種(*Inostemma hockpari* Ko)などの *Inostemma* 属3種と、タマバエ幼虫の外部に寄生するタマヤドリオオヒメコバチ(*Tetrastichus* sp.)の合計5種である(YOSHIDA ほか1979), (Ko 1980), (曾根1981)。

この中でタマバエの密度抑制に最も大きく関与している寄生蜂は、マツタマヤドリハラビロコバチとマツタマヤドリクロコバチの2種であり、他の3種は個体数が極めて少ない。

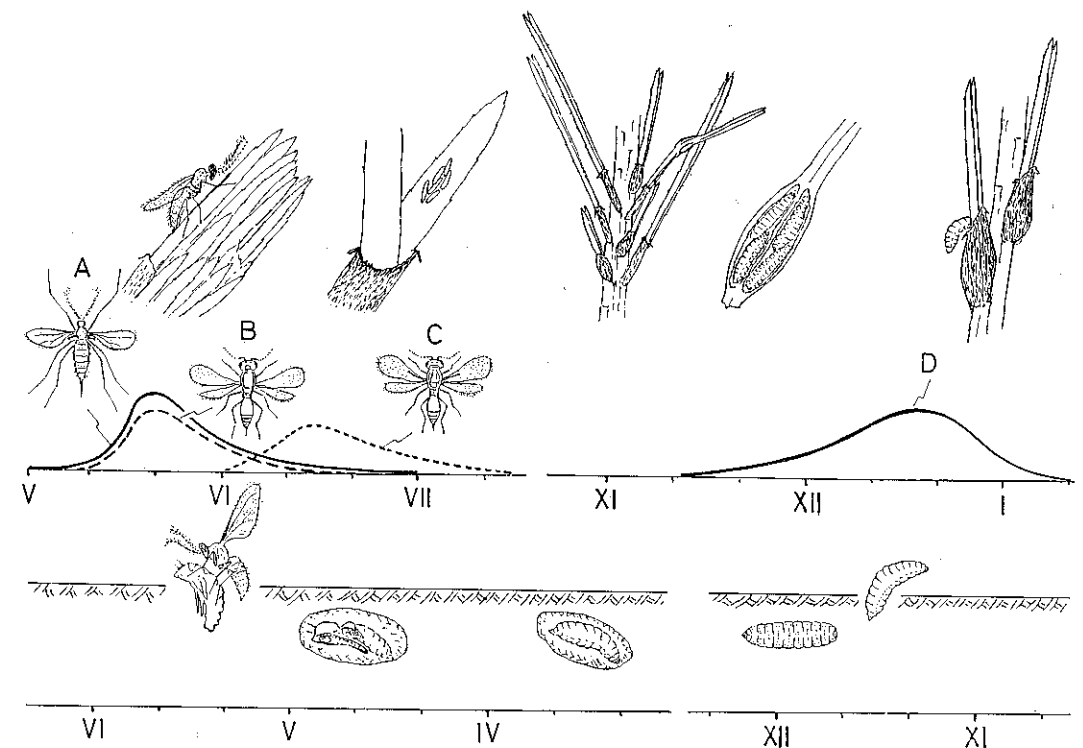


図-4 マツバノタマバエの生活史と寄生蜂の羽化期(熊本地方)

- A: マツバノタマバエ羽化経過
- B: マツタマヤドリハラビロコバチ //
- C: マツタマヤドリクロコバチ //
- D: マツバノタマバエ幼虫の落下経過

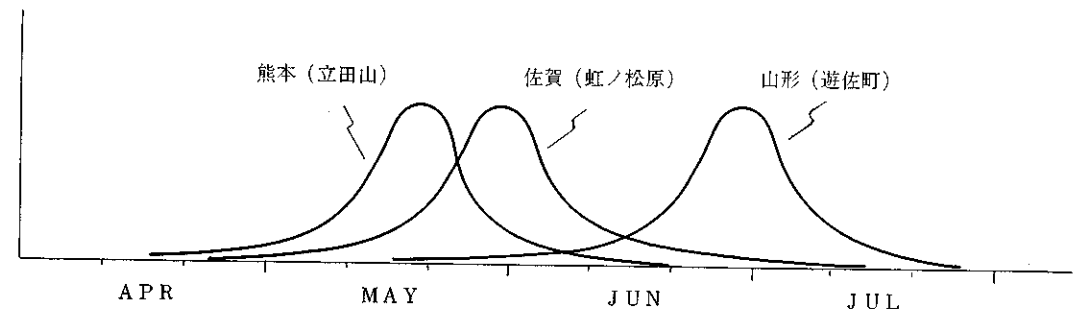
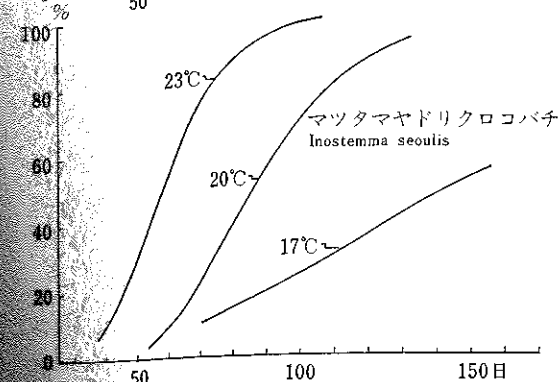
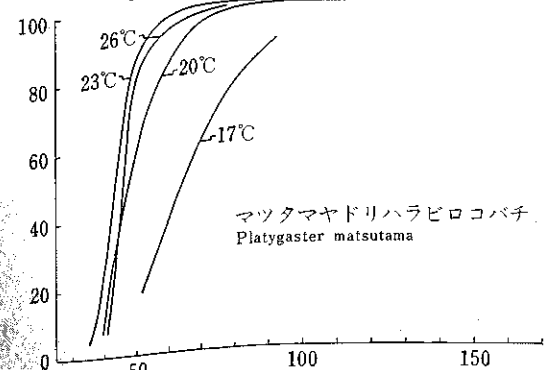
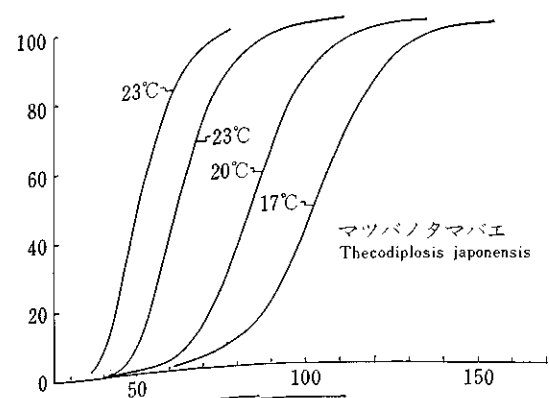


図-5 マツバノタマバエ羽化期の地域差

主要種のマツタマヤドリハラビロコバチはタマバエの羽化(産卵)期に発生し、羽化曲線はほぼ同じであるが、マツタマヤドリクロコバチはタマバエの羽化終期から幼虫初期に発生する(図-4参照)。従って、この2種はタマバエの卵期から虫えい形成期の間に、連続的にタマバエを攻撃する。しかし、両種が共寄生している寄主の個体数は僅少であり、寄主選択性はかなり強い。なお、両種の共寄生の種間競争についてはマツタマヤドリハラビ

ロコバチが優位とされている(曾根1984)。また、寄主1頭当たり寄生頭数はマツタマヤドリハラビロコバチが1~5頭、マツタマヤドリクロコバチは1~9頭であるが、両種とも1頭ずつ寄生しているものが最も多く、約70%程度を占める。

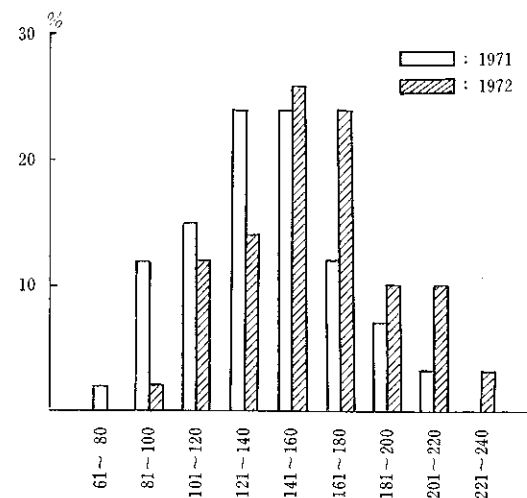
対馬では、これら寄生蜂の寄生率が40~50%に達すると虫えい形成率は20%以下になり、タマバエと平衡が保たれている(倉永ほか1973)。この天敵寄生率の増加速度



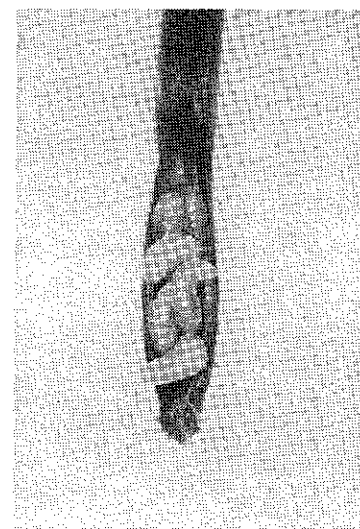
図一六 マツパノタマバエと寄生蜂の羽化曲線
(熊本市・立田山)

は図一10のとおりで、隠岐と対馬は同じような増加傾向で被害が終息しているが、山形県遊佐町の海岸林では被害が長引き、天敵の増加を妨げる要因があると考えられる(倉永ほか1975)。

この天敵移殖を目的とした寄生蜂の大量採集方法として、図一11に示す装置を考案している(倉永1974)。本装置はタマバエの老熟幼虫が虫食いから地上に落下する初期に、寄生蜂の寄生が認められるタマバエ被害枝を、この装置に大量集積し、スプリンクラーで適時散水してタ



図一七 マツパノタマバエの抱卵数

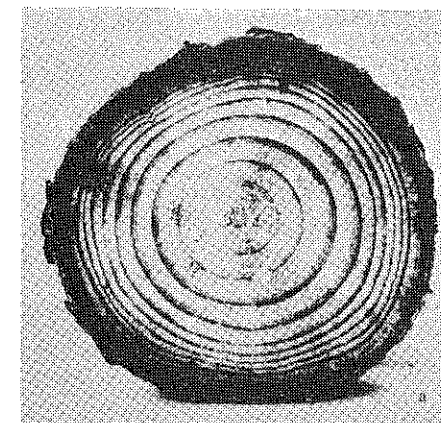


写真一 虫瘻内の老熟幼虫

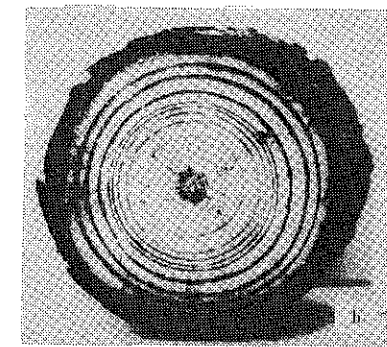
マバエ幼虫を脱出させ、流水でバケツに流し込み、定期的に幼虫を回収する。

回収したタマバエ幼虫は、山砂を入れた容器に放して室内で飼育し、羽化した寄生蜂を吸虫器具で集め、飼育ビンに入れ、15℃の恒温で給餌して保存し、目的地のタマバエ羽化期に合わせて移殖(放飼)する。なお、本法によるマツタマヤドリハラビロコバチ成虫の平均寿命は約50日である(倉永1974)。

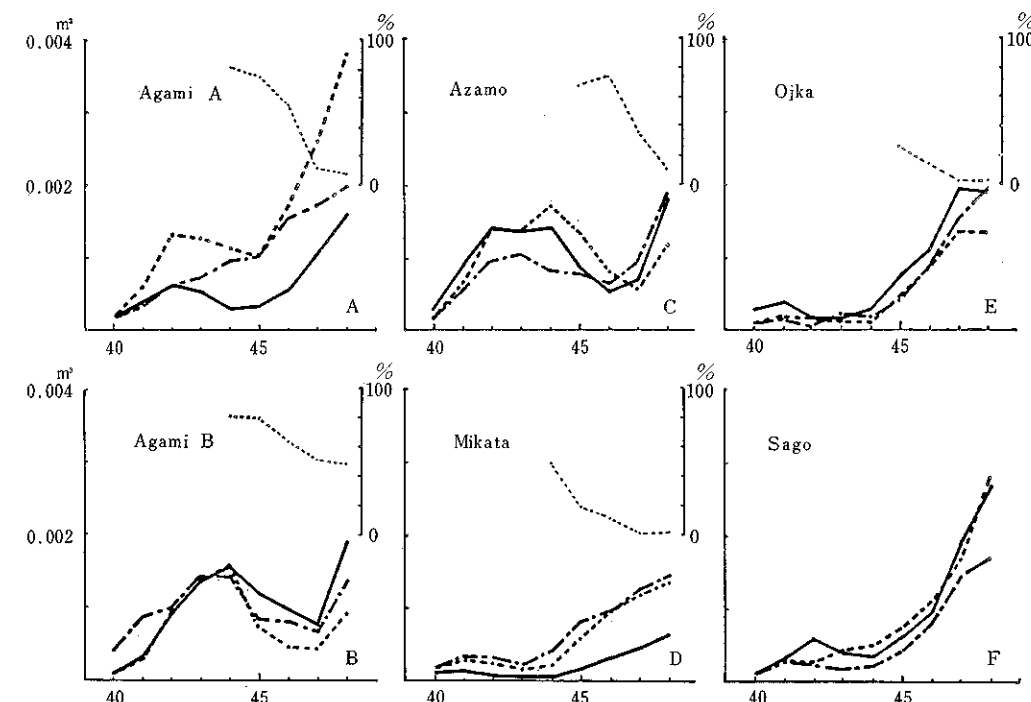
この天敵利用による防除の試みは、現在、我が国以上に被害が発生している韓国でも積極的におこなわれている。



a : Azamo



b : Mikata



材積の年間成長量と薬数被害率

図一八 対馬における被害木の成長量変動(写真:被害年は年輪幅がせまくなっている)

る。その研究に協力して、1976年には本法で飼育した約1万5千頭のマツタマヤドリハラビロコバチを供試のため空輸しており、その成果が待たれている。

(2) 薬剤による防除

薬剤による殺虫試験は各県で数多くおこなわれており、方法としては薬剤(粒剤・微粒剤)を地上に散布し

て羽化成虫を殺す方法と乳剤を虫食い形成初期に葉面散布して産卵予防または若齢幼虫を殺す方法の二通りがある。

供試薬剤はホスベル・バイジット・ダイアジノン・エルサン・バッサ・スミチオンなどで、試験結果は効果がある場合と効果がない場合がある。この中でバイジット・

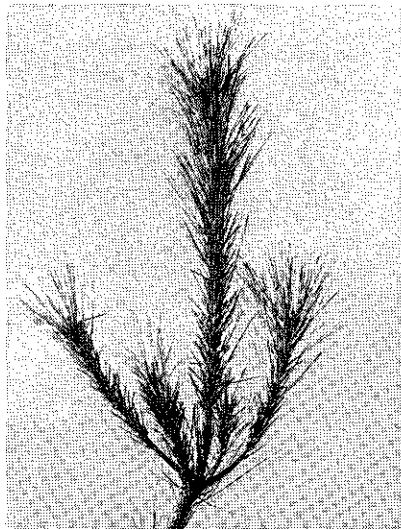


写真-2 マツパノタマバエ被害枝

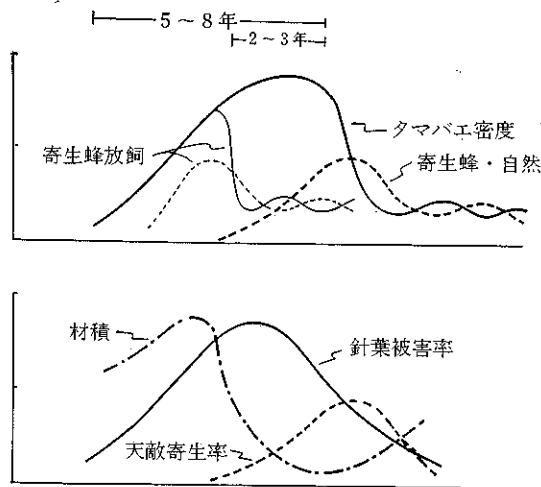


図-9 マツパノタマバエによる被害と寄生蜂による防除概念図 (森本)

スミチオン・ダイアジノンなどは効果があるとされている。これらの薬剤はいずれも残効期間が短かいので、散布に当たってはマツパノタマバエ成虫の羽化発生期を調査して、これに合致するように施用する必要がある。

(3) 抵抗性品種の導入

小沢(1970)、武田(1977)らは被害林内で抵抗性候補木を選び、抵抗性要因および感受性マツとの比較を行っている。両者の結果を要約すると、1)幼虫寄生率が少ない、2)傷痕率(産卵されても幼虫が成長しなかった葉)が感受性マツの寄生率とほぼ同率、3)成長がよく

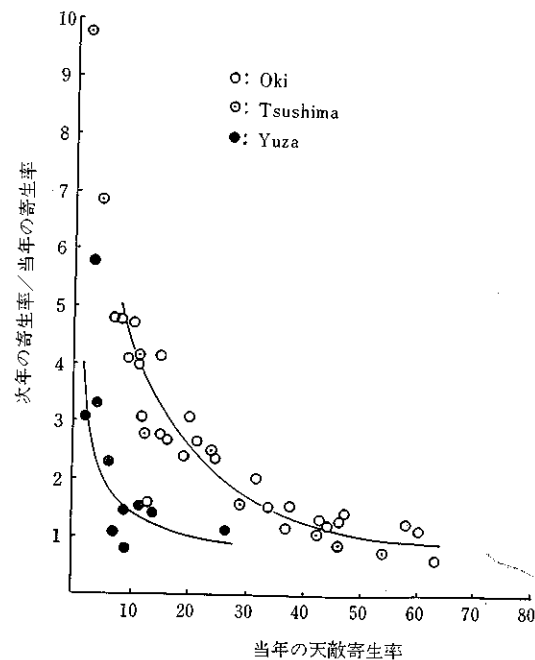


図-10 天敵寄生率の増加率

表-2 マツタマドリハラビロコバチの平均寿命

処理 ℃	A 処理 1 回給餌	B 処理 1 回給餌	C 処理	
			1 回給餌	連続給餌
5	15.2	16.2	20.3	20.2
10	14.7	16.1	16.1	36.8
15	6.1	※ 5.2	7.6	49.8
20	4.4	—	4.0	39.0
25	2.6	1.8	2.6	—

※は容器内が過湿になり水滴内の溺死個体が多い。

い、と述べている。これらのことから抵抗性候補木は産卵を受けても幼虫が生育せず、針葉の損傷もその旺盛な成長で補償できるものであると言える。マツパノタマバエの被害常習地で、これらの抵抗性木導入・更新を計れば、恒久的防除法として有効と思われる。

(4) 総合的防除法

森本(1978)はこれについて次のようにまとめている。防除を必要とする林分であるかどうかの判定は、被害木の分布や前年葉と当年葉の被害率から、マツパノタマバエが増加しつつあるかどうか、および、マツの節間長や

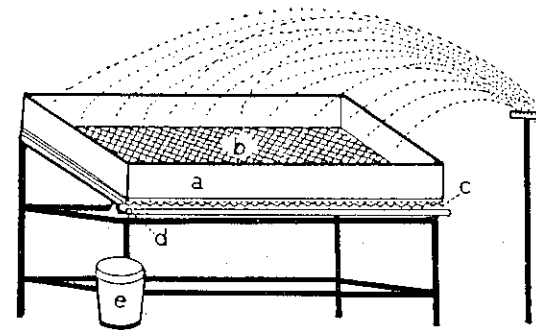


図-11 マツパノタマバエ幼虫の大量採集装置
a:木枠 b:金網底 c:プラスチック波板 d:プラスチック樋 e:バケツ f:スプリンクラー

年輪幅から被害が長期間続いているかどうかを調べ、幼虫の解剖によって天敵寄生率を知る必要がある、その結果によって次の防除法が考えられる。

短伐期密植林地:被害が大きくて天敵寄生率が低い場合は、殺虫剤の散布によってタマバエの密度低下をはかると共に、天敵がほとんどいない林分には寄生蜂の移殖を行なう。

長伐期林:除・間伐や林床植生の除去によって、林床の乾燥によるタマバエ密度の低下をはかり、寄生蜂のいない林分には寄生蜂の移殖を行なう。天敵寄生率と針葉被害率、節間伸長量の調査を行ないながら、状況によっては殺虫剤の散布を行ない、また、回復を促進する目的で施肥を行なう。

保安林などでは、林齢と立木密度を考えた上で、長期間激害が続く場合は長伐期林に準じて防除法を選ぶ。

文 献

- 古野東洲(1964)、摘葉によるマツカレハ被害の模型試験。日林誌 46, 52~59。
古野東洲・曾根晃一(1978)、外国産マツ属の虫害に関する研究、第五報 マツパノタマバエの加害について、京大演習林報告 50, 12~23。
日高義實(1932)、管内ニ於ケル造林試験及調査ノ概要(後編)、63~66、熊本営林局
井上元則(1964)、針葉樹を害するタマバエの研究(第2報)林試研報 164, 1~39, 4pls。
全 文章・倉永善太郎・竹谷昭彦・石島哲矢(1981)、マツパノタマバエの生態に関する研究(IX)一虹ノ松原におけるマツパノタマバエとその寄生蜂の羽化経過一、日林九支研論 34, 229~230。

全 文章・倉永善太郎(1982)、マツパノタマバエの生態に関する研究(X)一マツパノタマバエと寄生蜂の性比および抱卵数について一、日林九支研論 35, 155~156。

金 昌煥(1955)、五倍子蠅 *Thecodiplosis pinicola* TAKAGI (sp. nov.) に関する研究、高麗大学校文理論集 231~241。

Ko, Je Ho (1980)、A new species of *Inostemma* (Hymenoptera: Platypasteridae), a larval parasite of the pine gall midge, *Thecodiplosis* sp. (Diptera: Cecidomyiidae). Korean J. Pl. Prot., 19(1), 35~38。

倉永善太郎・吉田成章(1971)、マツパノタマバエの生態に関する研究(I)一若齢幼虫期の死亡率一、日林九支研論 25, 192~193。

倉永善太郎・吉田成章・森本 桂(1973)、対馬におけるマツパノタマバエ被害と天敵寄生率の変動、日林講 84, 343~344。

倉永善太郎(1974)、マツパノタマバエ天敵の大量採集と保存法、林試九支年報 16, 40。

倉永善太郎(1974)、マツパノタマバエの被害許水準、林試九支年報 16, 41。

倉永善太郎(1974)、マツパノタマバエの生態に関する研究(III)一寄生蜂の飼育試験一、日林九支研論27, 147~148。

倉永善太郎・森本 桂(1975)、山形県でのマツパノタマバエ天敵放飼試験、林試九支年報 18, 37。

倉永善太郎・森本 桂(1977)、マツパノタマバエの生態に関する研究(V)一タマバエおよび寄生蜂の發育零点一、日林九支研論 30, 259~260。

倉永善太郎・吉田成章・森本 桂(1977)、マツパノタマバエの生態に関する研究(VI)一樹内での幼虫密度と天敵寄生率分布一、日林九支研論 30, 261~262。

倉永善太郎・全 文章・竹谷昭彦(1981)、マツパノタマバエの生態に関する研究(VII)、マツパノタマバエとその寄生蜂2種の發育速度、日林九支研論 34, 227~228。

三浦 正(1962)、マツパノタマバエとその天敵の研究 島根林試, 186pp. 4pls。

森本 桂(1978)、マツパノタマバエ、森林防疫制度史, 161~167、全国森林病虫獣害防除協会。

中根 勲(1969)、広島県におけるマツパノタマバエの被害と防除について、森林防疫 18(9), 160~162。

小田久五・岩崎 厚(1953)、マツパノタマバエ(マツノゴバイシバエ)に関する研究(第1報)熊本地方における生活史。林試研報 59, 67~79。

小沢孝弘(1970)、マツパノタマバエに対するアカマツの抵抗性候補木について(予報)、日林講 81, 290~291。

斎藤 諦・原田章彦・矢野光夫(1971)、山形県にお

るマツバノタマバエの防除, 森林防疫 20(2), 10~15.
曾根晃一(1981), マツバノタマバエの天敵寄生蜂の研究 (I), *Platygaster matsutama* YOSHIDA 及び *Inostemma seoulis* Ko の羽化について, 日林関西支講 32, 268~270.
佐々木忠次郎 (1901), 日本樹木害虫篇(上巻), 107~109.
高木五六(1954), マツバノタマバエの分布, 森林防疫ニュース 26, 278~279.
武田英文(1977), マツバノタマバエに対するクロマツ抵抗性個体について, 森林防疫 26(2), 75~79.

滝沢幸雄(1970), 長崎県におけるマツバノタマバエについて—その後の被害の状況と発消長—, 森林防疫 19(1), 280~283.
竹谷昭彦(1982), マツバノタマバエ, 森林防疫制度史, 85~91, 全国森林病虫獣害防除協会.
Uchida, T. & M. Inouye(1955), Eine neue *Thecodiplosis*-Art, Ins. Mats., 19(1-2), 44~50.
Yoshida, N., & Y. Hirashima (1975). Systematic studies on Prototrupid and Chalcidoid parasites of gall midge in injurious to *Pinus* and *Cryptomeria* in Japan and Korea (Hymenoptera). *Esakia*, 14, 113~133.



— T. L. レイヴィ教授講演 —

林業除草剤散布作業員の薬剤被暴について

浜口博彦*

はじめに

この稿のはじめに演者である T.L. レイヴィ (Lavy) 先生の事を簡単に紹介したい。先生は米国オハイオ州出身で昭和33年パーデュー大学で博士号を取得後、オハイオ州立大学、パーデュー大学、ネブラスカ大学等で教官をされ、昭和52年よりアーカンソー大学農学部附属農業残留研究所長に就任されて現在に至っている。先生が携わっておられる研究分野は多岐にわたり、過去数年間農業散布時の作業員の薬剤被暴量研究に特に力を入れておられ、米国雑草学会等に多数の成果を発表されている。

たまたま先生が所用でフィリピンに行かれる途中日本に立寄られる事を知られた神戸大学松中・宇都宮大学竹松両先生の御要請を快諾されたレイヴィ教授は、本年5月27日、東京の学士会分館にて樹林業薬剤協会が召集した約50名の聴衆を前に表題の講演をされた。この講演は2時間余にわたり、用いられたスライドも100枚を越すものであったが、当日通訳をお引受けした縁で、筆者の及ぶかぎり要点を以下にまとめてみたい。

講演のあらまし

この数年来農業の安全性と云う事が洋の東西を問わず大きな議論のまよになっているが、実際に散布作業に携わっている人達の健康に農業がどんな危害をもたらすかを正確に知るためには、その人達はその作業中にどれぐらい農業に被暴するかを知らなければならない。また農業による危害が起るとすれば、一般の市民に比べて農業の製造に携わる人達や、農業の散布に携わる作業員こそ最も危害を受けやすい立場にあると云える。従ってアーカンソー大学ではこの散布作業員に注目し、過去に9回、実際の農業散布現場での作業員の被暴量の測定を行った。この講演はこれら実験の総まとめである。

なお、レイヴィ先生は、主として林業用除草剤を研究の対象にされたが、その理由について、2.4.5-T 剤にかかわる論争の事、従って米国林野庁から特別な要請のあった事等を率直に話された。

実験の手順

アーカンソー大学が行ったそれぞれの被暴量測定実験は次の様な手順で実施された。まず実験計画を詳細に作り、それに従って実際の作業員に現場で除草剤を散布させ、作業員に取付けた被暴量測定用のガーゼパッチや気中濃度測定管の回収と共に、作業員が作業前日から作業後一定期間に排泄する尿の全量を集め、研究室に持ち帰って主としてガスクロ等の器械で分析を行い、結果を報告書にまとめた。それぞれの手順を実行する際に特に留意すべき点について、先生は自らの経験にもとづく哲学を披露された。

1. 実験計画の作成

実験計画ははできるだけ詳細に作るべきである。そのためには使用する薬剤についての毒性や代謝に関する動物実験の結果を充分参考にし(例えば尿収集期間の設定のために)、またその薬剤の分析方法を(サンプル保存方法等も含めて)確立しておく必要がある。また実験計画が出来たならば、必ず実験開始前に関係諸機関(例えば林野庁や環境保護局等)と事前討議をし、実験の結果が問題なく受理される事を確認しておくことも大切である。

2. 被験者の選択

被験者にはこの実験のためだけの作業員、例えば学生アルバイト等を使うのではなく、必ずその作業に熟達した現場の実際の作業員を雇うべきである。これら被験者には実験の内容をよく理解させて彼等の十分な協力を確保しなければならない。例えば時には10日以上にわたって排泄する尿を一滴も逃さず容器に集めることだけで

*ダウ・ケミカル日本株式会社 HAMAGUCHI Hirohiko

も、一般の人々が考える程には安易なことではない。

3. 現場で

まず全ての実験は最初に立案した計画書にできる限り忠実に従って実行することが肝要である。とは云え現場でのことであるから何らかの計画からの逸脱が起り得るが、それらの逸脱は全て克明に記録しておく。また現場では一人一人の作業員の服装や、彼等の果たした役割等の写真をなるべく沢山とっておく。その他、気象条件、使用した機器類、それらの使用条件など、とれる記録はできる限りとっておくことがいかに大切かが強調された。同時に、分析用のサンプル（パッチ等及び尿）については必ずブランクに既知量の薬剤を添加した標準サンプルを必ず作っておくことが重要である。

4. 実験後の責任

現場での実験が終わったならば、収集したサンプルをできるだけ速やかに分析し、結果をなるべく早く、学術誌に受け入れられる基準の報告書にして公表する。もう一つ大切なのは、得られた結果を実験に参加した作業員達にも説明する事で、こうする事により研究者も被験者もお互いに満足感が分かちあえる。なお得られた結果を上記の他にも新聞やマスコミにシロウトにもわかる言葉で伝える事もこの種の研究に携わる者の大切な一面である。

作業安全の考え方

さて、上述の様な実験を行った理由は、作業者が薬剤に被曝した際の安全性を評価するためであった。そこで、薬剤が人間の健康に影響を及ぼすとすれば、次の4要因を考慮しなければならない。(1)その薬剤の毒性の強さ、(2)暴露された量、(3)体内に吸収された量、(4)体内に吸収された量と体内から排出される量の比率

このうち、アーカンソー大学は(2)、(3)、(4)を数種の薬剤について測定したわけであるが、(2)と(3)の間に直接の

関係はなく、(3)が安全性を考える上で特に重要である。

従って、後述するように、尿中に排出される薬剤の分析値を大変重要視した事は先生は強調された。(3)、つまり薬剤が体内に入る際に考えられる経路としては

(A)吸入、つまり空気を通して吸気と共に体内に入る経路 (B)皮膚を通しての経路 (C)口を経由しての経路がある。そしてこのような経路で体内に入った薬剤は大部分が(薬剤によってはほぼ定量的に)体外(尿中)に出されるわけであるが、その排出のパターンは動物(時には人間を使つての)実験で確認されなければならず、先生の実験には上記(1)の毒性の強さや、(4)の排出のパターンが既に確認された薬剤が用いられた。

こうして体内にとり込まれた薬剤(実際は一旦とり込まれた後尿中に出て来た量を測定したわけであるが)が人間の健康に及ぼす影響を端的に表わす方法として、下に示す“安全率”を計算し、いろいろな薬剤処理に従事した作業員の安全性が論じられた。

$$\text{安全率} = \frac{\text{その薬剤の実験動物に対する無作用量}}{\text{作業者が体内にとり込んだ薬剤の量}}$$

実験の結果

前述のように、先生は過去9回この種の現場実験をやられ、この講演ではそれらをまとめて話されたので、紙面の関係もあり、多少前後の脈絡を欠く事を承知の上で筆者の判断で代表的と思われる実験結果を紹介する。

まず表-1は、アーカンソー州で2.4.5-T乳剤をヘリコプター散布した実験の結果である。表でわかる様に、薬剤調製に従事した作業員の被曝量が最も多く、次いでヘリコプターのパイロットが多かったが、現場監督や方向指示係では極く微量の暴露を受けただけであった。また衣服の表面に附着した量と、体内にとり込まれた量とには必ずしも比例関係はなく、防護衣の効果や作業員自

表-1 2.4.5-T乳剤のヘリコプター散布時における作業種別薬剤被曝量

	2.4.5-T検出量 (体重1kg当りmg)		
	衣服表面のガーゼ、パッチ	尿 (散布日から5日間の全量)	顔面附近の空気
ヘリコプターパイロット	0.09	0.024	0.0
薬剤調製係	0.14	0.097	0.0
散布方向指示係(旗ふり)	0.0	0.002	0.00026
現場監督	0.02	0.004	0.0

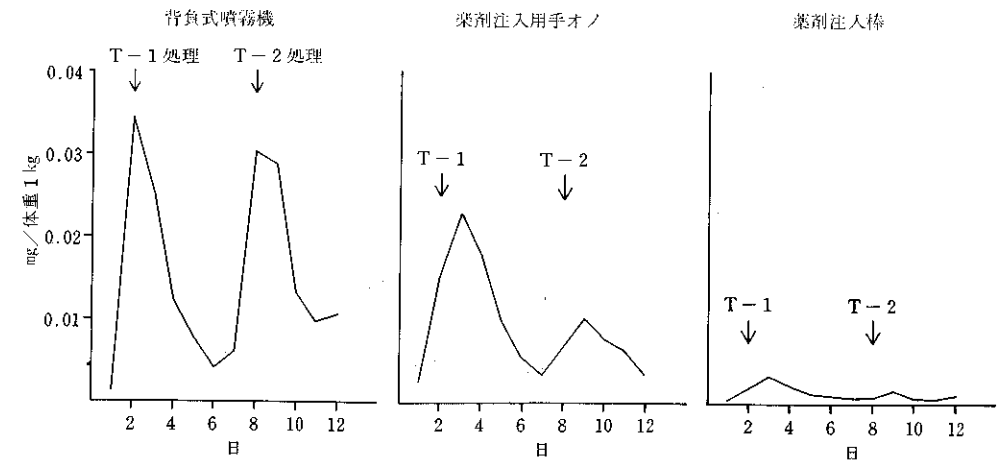


図-1 1日当り尿中2.4-D量。各処理法とも作業員20名の平均値

らの注意で体内吸収量が減らし得る事が示唆された。

なお、一般論として散布時にその臭気が大変気になるもので、顔面附近に吸気管をつけて空気分析をしてみるとほとんど薬剤は検出されず、このような作業では吸入による被曝の経路は無視できることが示された。

この実験に従事した作業員全員の尿中(6日間の全量)2.4.5-T検出値の平均は、0.062mg/体重1kgであった。この数値と、別に既に報告されている2.4.5-Tの実験動物に対する無作用量20mg/kgを用いて安全率を求めると333倍となる。ついで乍ら、先生は、米国環境保護局はこのような作業員の被曝量を、実験もせずに、10mg/kgであると推測していたと、指摘された。(もしこの推測値を使うと、安全率はただの2倍になってしまう。)次に紹介するのは、広葉樹を枯らすために、2.4-Dを背負式噴霧機、薬剤注入棒、又は薬剤処理用手オノを使って処理する際の作業員への被曝量を測定した実験結果である。(註参照)

この実験では、処理方法別の被曝量だけでなく、同じ方法で処理するとしても作業員自身の注意や、作業中の服装の違いによって被曝量が異なるとも測定された。つまり、各処理法とも、最初は各作業員に平常通りの服装で平常通りの作業をさせ(T-1)、その1週間後に、今度は全員に新しいブーツとゴム手袋を支給し、各自薬剤の被曝をなるべく少くするよう注意することを指示して同じ作業をやらせた(T-2)。

図-1及び図-2に結果が示されているが、作業員の

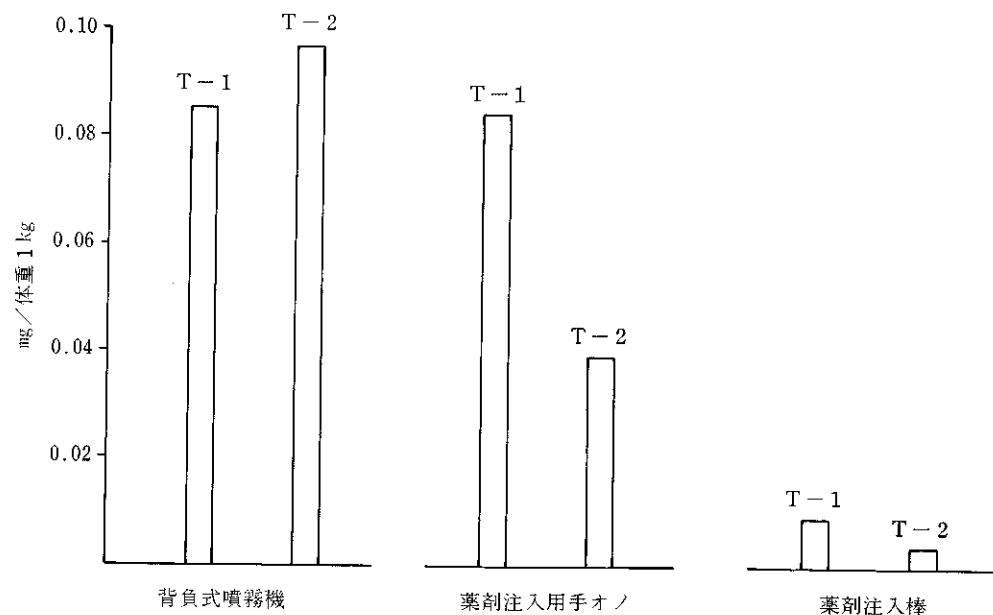
被曝量は背負式噴霧機処理で一番多く、かつこの処理方法の場合T-1とT-2に有意差がなかった。従って、もし薬剤被曝量を減らすことだけが目的であるとすれば、この方法の場合手袋とブーツだけでは充分でなかったと云える。(別の実験で、この処理法の場合でも防護衣が被曝量を減らすのに有効であった、との結果も発表があったが詳細は省略する。)次に被曝量の多かったのは手オノによる処理であったが、この場合は新たに支給した手袋とブーツの効果は明らかで、被曝量を半減させる事が出来た。注入棒処理では、手袋やブーツの効果はみられたが、被曝量はもともと少く、表-2に示すように安全率は非常に高いので、強いてこれらを支給する意義があったかどうかは別問題であった。

註) この実験に実際に使われた薬剤は2.4-Dとピクロラムの混合剤であった。ピクロラムについても諸分析の結果が発表されたが、省略した。なお薬剤注入用手オノ及び薬剤注入棒については図-3を参照していただきたい。

まとめ

上述したような数々の実験の結果をレヴィ先生は次のようにまとめられた。農業を実際の現場で散布する際には、それに携わる作業員がその農業を体内に吸収する可能性があるが、この吸収は

1. 皮膚を通して起る場合が最も多い。(勿論、食事や喫煙の際に口を通して起る場合もあり得るが)
2. しかしこの経皮的吸収は、作業員が意識的に被曝量を減らすべく努力する事によって、(例えば適切な



図一 2 尿中に排出された2,4-Dの総量。各処理法とも作業員20名の平均値

表一 2 処理法別2,4-Dの作業員に対する安全率

処 理 法	T - 1	T - 2
背 負 式 噴 霧 機	2 4 9	2 2 3
薬 剤 注 入 用 手 オ ノ	2 5 8	5 5 2
薬 剤 注 入 棒	2 2 2 9	5 0 7 9

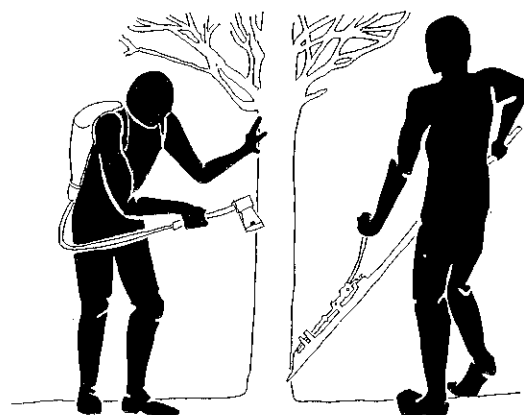
註 2,4-Dの無作用量は、2,4-D scientific Advisory Panel が発表した24mg/kgb.w. を採用した。

防護衣・防護具を着用する、作業時に着用した衣服をその都度洗濯する等）確実に減らす事が出来る。

- どの程度体内吸収を減らす努力をするべきかは、使用する薬剤の毒性や体内での代謝のパターンに関する知見によって決められなければならないが、同時にここで紹介したような実験を積み重ねて、実際の作業現場での被曝量の実体を科学的に把握する事も非常に大切で、そしてこれら科学的な知見に基いてこそ、作業者を農薬によって起りかねない危害から保護し得る真に有効な手段が講じられるのである。

おわりに

レヴィ先生がたんたんと、時にはユーモアもまじえながら話された内容をまとめたが、先生は随所で科学的根拠をもたずに農薬を一方向的に危険視する者を批判され、同時にまた科学的知見をやさしい言葉で一般の人々



図一 3 薬剤注入用手オノ(左)・薬剤注入棒(右)

にも充分伝えなければならないと云う科学者側の責任も強調された事をつけ加えて、本稿を終えたいと思う。

再度台湾を訪ねて(Ⅲ)

谷井俊男*

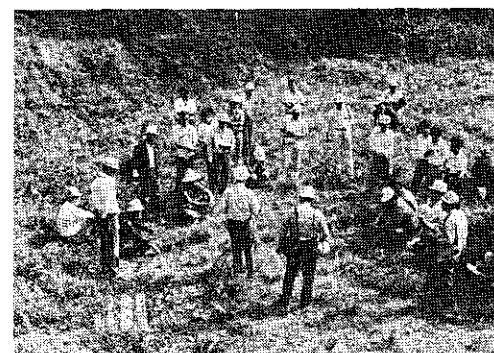
外丹功

最初の朝。4時すぎに起きてホールで講義メモの整理をしてからこっそり外に出る。こんなことができるのも招興酒のおかげか頭はすっきりしている。太陽はまだ東方の山岳のかけで、東の空に漂う雲はきれいな桃色。招待所の正面のはるか彼方に雪山(次高山, 3,884 m)の山並みが、茜色からだんだん白らんでくる空にくっきりと浮び上り、空気が冷めたく澄んで気持ちがよい。

朝食前殆んど全員が前の道幅の広い所に集合し、林組長から外丹功の手ほどきをしてもらう。これは太極拳、と言っても私は太極拳というものはテレビで一寸見た程度だがその太極拳に似たものでなかろうか。12通りの運動からなっており、中老年の身心の健康によいという。眼のつけどころ、足の開き方などいろいろむづかしい。急激でなく大体が静かな動作である。

一度では到底全部は覚えられないが、皆熱心にやった。私は左手首が痛かったので、手首の運動を特に熱心にやった。帰国してもやっていたら、そのおかげであろうか痛みがとれた。

30分以上の外丹功のおかげで、たださえ腹すかしの私



写真一 5 48林班にて

* (社)林業薬剤協会 TANII Toshio

は腹ペコ。朝食のお粥は非常においしかった。朝食がお粥とは、胃腸を休ませるためだそうだが、いい風習だ。

現地で

午前中は48林班で研修する。機械は整備せねばならぬので、実演のない除草剤が先に話すことになる。林地除草剤の成分、性質、使用法やそのこつ等を話す。思わぬ長広舌になってしまい守口氏ははらはらさせたが、通訳して下さった呂氏にも気の毒してしまった。たいていの人は日本語がわかるが、中にはわからぬ人もいたので通訳が必要である。ここでいくつかの質問を受けた。皆実務者なので熱心である。

この林班は密大杉、日本杉、紅檜の新植地で1 m以下のまだ小さいもの。上木に直径12~18cm位の台湾二葉松がぼつぼつ立っている。松は1964年に天然林の伐跡地に植えたが生育が悪く、ヤタケが密生してきたので松を伐採して上記3樹種を夫々2本づつ巢植えにし、ネキリムシの害を受けた部分を改植したとのこと。歩道造林(階段造林)で3 m毎に幅80cmの歩道をつくり縦1 m横60cmの穴を掘り、ヤタケの地下茎を取り除いてha当り2,000本植栽した。成長は日本杉、密大杉、紅檜の順で、伐期は紅檜60年、杉は30年が法定だが、夫々100年、40



写真一 6 48林班での外丹功



写真一 7 48林班の林相

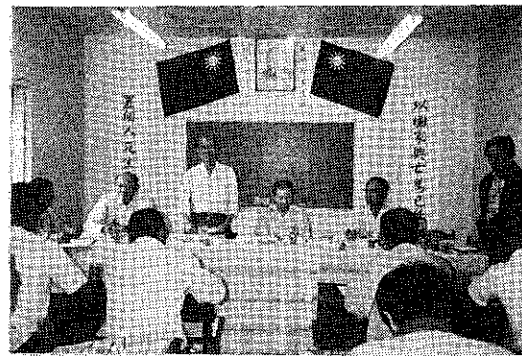
年位にしたいという話だった。上木に残存している松は、防霜防寒用に形質のよさそうなものを残したものである。地床植生はイネ科、広葉草木本がまざっている。松の失敗は植え方も原因の一つらしく、最近植えた横にタビニールのポットを置いて検査を受けることになった由。ここで初めて紅檜をつぶさにみた。なるほど葉はサワラによく似ている。材はヒノキに劣るが水湿に強いという。

ここでは謝課長からいろいろ説明を聞いたが、高海拔地では天然更新も行なっているとのこと。この場合、伐区は20ha以内とし、帯状その他に伐採する。利用価値のあるものはすべて伐るが、ha当り5本位の母樹を残存させる。前生稚幼樹も育成するが天然下種更新も行なう。どうしても更新しないヶ所には植栽している。大面積伐採では天然更新しないし、植栽しても成長が悪いとのことであった。謝課長は非常に積極的な人で、又手相見の名人とか。奥地の天然更新については考えることがいくつもあつた。昼前、林地で林組長の指導で外丹功のおさらいを全員でして招待所へ。

講堂にて

午後招待所の講堂で研修。17時30分で終る予定が1時間のびてしまった。参加者は皆熱心であり、我々としてもせっかく台湾まで来たのだからできるだけ沢山話をしたい。質問もある。それで時間超過となった。

奥地の高海拔地帯での不良木の処理については、大径



写真一 8 招待所の講堂での研修

木も多いであろうから薬剤による立木処理を提案し、径級に応じた必要薬量算定の考え方も話した。又そのようなヶ所での天然更新促進には、不便な場所でもあり、試験的に除草剤を等高線に平行した帯状の空中散布されてみてはどうかと話した。但しポドゾル地帯が多いだろうから塩曹系では散布量の問題があろう。又トウヒ類などの前生稚幼樹も生えていようから脂肪酸系のものでは散布時期散布量に制約を受けることも考えられる。その他商社の林地除草剤に素人の営業マンの話は鵜呑みにせず、事業的に使用する前に、まず小面積の試験区を条件の異なる場所に何ヶ所かとり、散布量別、時期別に散布して、その除草剤の性格、使用法等を把握する必要があることを話し、以前日本で林地除草剤が導入されはじめたころ、日本のメーカーの人達は「我々は除草剤を売るのではなく、まず使用技術を売るんだ」と言っていたことを話したら、呂氏が通訳される前に多くの人がうなづいていた。

終って3日間も連続で長時間通訳された呂氏はさぞ疲れられたことと同情した。呂氏の日本語は全く上手である。日本人と全く変らない。太魯閣でも物売りの小母さん達が「どうしてそんなに日本語が上手なの」とびっくりしていた。

講堂から出たところで三宅島で噴火があったことを聞いた。

マツノサイセンチュウ防除剤注入孔のまきこみ経過

——隔離化モデルによる理解——

小林 正* 松浦 邦昭**

はじめに

マツノサイセンチュウによる被害を防ぐ手だてとして、樹幹注入法が実用化¹⁾してまだ間もない。この方法には穿孔という工程が含まれる。その穿孔した穴がどのようになっていくのか、得られた若干の知見を述べたい。本論に入る前に、樹木に与えた傷害とそれに対する樹木の反応をCODIT (Compartmentalization Of Decay In Tree, 腐朽部の隔離化の略) モデルにまとめた。A. L. シーゴの学説を初めに紹介して、以下注入孔のまきこみ経過について述べる。

1. 隔離化モデル

1) 傷害に対する樹木の反応

樹木は、昆虫・鳥・獣などの生物害や風・霜などの気象害などに傷つけられている。傷口には多くの微生物が侵入し、攻撃する。しかし、多くの樹木は少々の傷をもともせず、10年、100年を生き続けている。それは、生きている樹木は外界からの傷に対して反応しているからである。大ざっぱに言うと、樹木は傷害と感染に対して3通りの反応をしている。第1は、傷部より侵入する微生物の破壊が全身に広がるのを防ぐために、すでにある区画(1小区画は年輪と放射組織とで囲まれている小断片)の境目目を強化することである。この強化は化学物質によっている。また、生きている樹木の材が傷つくと、傷を取り巻く細胞内では生化学的過程に変化が起きて新しい代謝系路をとるようになり、その過程で分子は酸化され、フェノール性物質の生成をみる。生成された没食子酸やタンニン酸のようなフェノール類は細胞内部をふさぎ、細胞壁にも浸み込む。このフェノール性物質の多くは抗菌性をもって、樹木を微生物の侵入から

防御する²⁾。しかしフェノール類は微生物だけでなく樹木にも有害なので、樹木は自身の一部を犠牲にする³⁾。第2の反応は、形成層帯で起るもので、細胞の形態的・化学的变化を伴う。例えば、傷害部周辺では柔細胞の量が増える。これらの細胞は代謝活性に変化が起きていて微生物に抵抗性のある化学物質ファイトアレキシンなどをつくるようになる。第3の反応は感染したり、傷ついた組織を認識して、その部分を区画化するとともに、新しい組織をつくり出していくものである。そのための時間とエネルギーのゆとりがあれば、樹木は生き残ることができる。そして、こうした傷に対する反応は無秩序に行なわれるのではなく、体系的に行なわれているという。そして提案されたのがCODIT (腐朽部の隔離化) モデルである⁴⁾。

2) 隔離化モデル

樹木は傷を受けると、様々な微生物の感染を受け、ある場合には腐朽へと進む。そこには秩序があり、初期の傷部に侵入するパイオニアとされる微生物から腐朽菌へと生物相が遷移する⁵⁾⁹⁾¹⁰⁾。しかし、樹木のどの部分についても、傷を受けた後に新しくつくられた材は、その傷を攻撃するいかなる菌類にも侵されない¹¹⁾。これをもう少し詳しくみると、傷部は壁1~4で区画化されている。まず、壁1であるが、これは傷害部より垂直方向に上下につながる道管や仮道管を物質でふさぐ上下の壁である。壁2は放射方向に傷口より内側に広がることを防ぐ壁だが、これには各年輪が該当する。壁3は横に広がるのに抵抗する放射組織によって形成される。そして、壁4は形成層によってつくられるものである。これは、傷害を受けた部位を囲むように外側につくられ、それより内部の微生物で侵された組織から新しく形成された健全部を隔離する。この壁は障壁としては大変強いもので、材や樹皮にすむ菌類と細菌の大部分は、傷より後で形成

* 農林水産省 林業試験場 保護部樹病科菌類研究室
KOBAYASHI Tadashi
**同 林業薬剤科 林業薬剤第1研究室
MATSUURA Kuniaki

された材には侵入できない。各壁の微生物の侵入に対する抵抗には強弱があり、その力は第1より第2の壁が、第2より第3の壁が強い。最も絶対的な障壁は壁4であるが、これは壁4の障壁の細胞がスペリン（ジカルボン酸の1種）で補強されているからである。壁1から3は先程述べた第1の反応によるもので構造的なものと物質的なものから成る。物質としては初めから組織内にあり抗菌作用をしめすプロインヒビチンや、侵入してきた菌に樹木が反応して生成されるファイトアレキシン、ポストインヒビチンがある。その他、病態生理下で生成される多くのフェノール性物質がある。これらの壁を補強する物質については、活発な研究が現在も行われている。

以上みてきたように、生きている樹木は傷に対して反応している。その反応を理解するものとして提案されているのが隔離化モデルといえる。

2. 樹幹注入剤

激害型マツ枯損の病原生物であるマツノザイセンチュウの樹体内での加害を防止することを直接の防除の目的とする薬剤が昭和57年3月および同年11月に登録された¹¹⁾。1つはメスルフェンホス剤（ネマノーン）であり、他の1つが酒石酸モランテル剤（グリーンガード）である。両薬剤はその松枯損予防効果に対する期待から、登録と同時に全国的に広く活用されるようになった。そしてその使用量から換算すると、現在両薬剤が防除の対象としているマツの総数は平均胸高直径が30cmのマツとして、全国で年間20万余本がその薬剤の恩恵に浴しているといえる。これらの薬剤のアンプルの型は多少違うが、いずれも樹幹注入法によっている。この樹幹注入孔の薬剤処理後の経過を隔離化モデルを参考にしてみたい。

3. まきこみ経過

1) 注入孔付近の形成層が過大に損傷され、注入孔に栓をしなかった場合

写真一1は胸高直径28cmのアカマツで、当時千代田試験地（茨城県新治郡千代田村、以下の材料はいずれも当地の生立木を用いた）に生立していたものを昭和59年5月15日に伐倒したもの1本の樹幹注入孔の丸太切りで黒変部がみられたものであるが、この注入孔には昭和57年3月4日に酒石酸モランテル剤を注入している。穿孔は

9mmのドリルで行われた。この場合は、注入孔付近の形成層が物理的な原因による過大な損傷を受けている。そのため巻き込みが十分に行われず、材内の注入孔付近では後で述べるように青変菌の1種が検出されている。隔離化モデルによれば、隔離化で最も重要な壁4が損われていることになり、このような穿孔は避けなければならない。

2) 注入孔がきれいに穿孔され、注入後コルク栓を詰めた場合（現行処理）

写真一2は昭和58年5月17日に9mmのドリルにより、酒石酸モランテル剤を注入し、注入後注入孔にコルク栓をした場合である。材内には雑菌類による汚染はみられず、昭和60年7月に伐倒した時点において粗皮上のコルク栓と、注入孔のある材の間には、新しい材が形成され、完全な巻き込みが行われている。壁1～4のによる傷部の隔離化が2年間で完全に行われていることを示している。他の場合には発泡スチロールで栓をしているが、その場合でも同様に穴と粗皮の間には正常な材が形成されていた。この注入孔の栓は単に外界と穿孔穴の間を遮断するものでよく、粗皮の開口部をふさぐだけでよいようである。

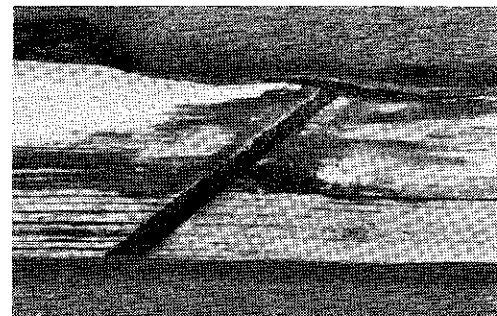
3) 注入孔の穿孔が円滑に行われチオファネートメチル・ペースト剤等でふさいだ場合

写真一3は注入孔が円滑に穿孔され、注入孔を桜の枝切りあとの巻き込みを助ける作用のある^{5a)}チオファネートメチル・ペースト剤等でふさいだ場合である。この場合6.3mmのドリルを用いている。材内はきれいで雑菌の汚染はみられない。また、粗皮と注入孔の間には新しい材の形成があり、正常に巻き込みが行われており、粗皮上からは注入孔の所在がまったく見当がつかない程（写真一4）であるが、注入日・伐倒日・施用薬剤は写真一2と同じ条件である。

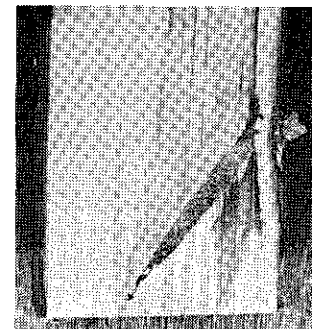
4. 注入孔周辺の解析

注入孔周辺の変化についての検討結果を次に述べる。

1) 注入孔上下方向でみられる銑色状の部分について
注入孔の上下の材部はしばしば銑色をしている。これは何であろうか。樹脂の浸出が当然考えられたので、リーベルマン氏反応をみることにした。その結果、この部



写真一1 注入孔付近の形成層が損傷を受け、注入孔に栓をしなかった場合

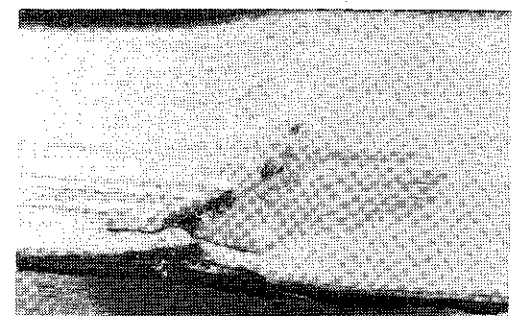


写真一2 穿孔が円滑に行われ、注入後、注入部にコルク栓をした場合

分に明らかに樹脂の浸出が認められた。また、分光学的解析によると、この浸出部の辺縁にはフェノール性物質が集積していると認められた。そして後で述べる写真一1の試料以外には変色菌は検出されなかった。従って銑色部は樹脂の浸出とフェノール性物質と考えられた。また、材の解剖によると、柔細胞に細胞内容物の生成がみられた（写真一5）。これらを隔離化モデルで考えると、この樹脂浸出部が壁1～3であると考えられた。シャイン⁴⁾はテラダマツを加害するマツノネクタケの反応帯（壁1～3）での樹脂の浸出とその部分でのフェノール性物質の増加をあげている。マツ類では壁1～3は樹脂の浸出を伴っていて、しかも、これらが侵入微生物を阻止するはたらきを持っているものと思われる。

2) 注入部付近の材でみられた菌類相について

写真一1の材では、注入部周辺の変色した部分（銑色ではない）に顕微鏡観察で青変菌糸がみられたので、これを深底シャーレを用いて湿室処理して菌を発育させた。伸長した菌糸を再分離して純粋分離株を得た。この



写真一3 注入孔が円滑に穿孔されチオファネートメチル・ペースト剤等でふさいだ場合



写真一4 注入孔が円滑に穿孔されチオファネートメチル・ペースト剤等でふさいだ場合の粗皮部

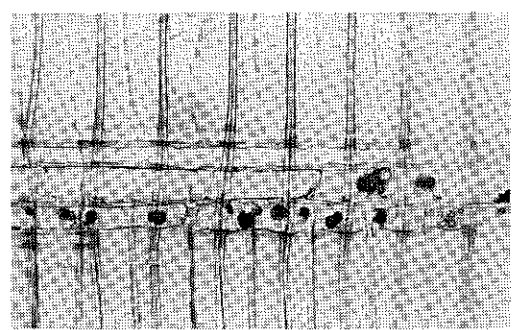


写真5 樹幹注入部より上50cmの樹脂浸出周縁材部放射柔細胞でみられる細胞内容物の変成

菌は、培養菌糸の顕微鏡的特徴から青変菌類の *Verticillium* 属菌 (*V. coscaua*) と同定した。腐朽性でない同菌等の菌類がマツ類生木の樹勢に影響を与えることはない¹⁴⁾。伐倒材に侵入しても材の強度を低下させることはない¹⁴⁾。また、日本のマツ類に寄生する菌で、健全生立木の樹幹の傷口から侵入して樹勢に影響したり、材質を腐朽させたりするものは知られていない。従って、樹幹にたとえ、他の糸状菌類が検出されたとしても直ちに

樹勢を心配させることにはならない⁷⁾⁸⁾。しかし、マツ以外の種類の樹木では、傷部より侵入した菌類が木材腐朽菌類の侵入のためのパイオニアの役割を果たすこともある²⁾³⁾⁹⁾¹⁰⁾。そのことを考えると、閉栓前に注入口にチオファネートメチル・ペースト剤の塗布などを行ない、注入部位の清潔を保つ必要がある。また、小林(享)⁷⁾⁸⁾によると、*Verticilladiella*はマツノマダラカミキリ以外の虫によって樹幹下部に運ばれるという。そこで殺菌剤やコルク栓で注入孔をふさぐ現在の薬剤注入後の処理は、それを防ぐ意味でも重要であろう。

おわりに

マツ材線虫病の発病経過をみると、この病気に対してはマツ類が他の樹種に負けず持っている寄生者に対抗する障壁は何の役割も果たしていないように見える。マツノザイセンチュウ防除剤はマツノザイセンチュウの樹体内での被害を防止する薬剤として用いられている¹¹⁾¹²⁾。それは、人間がマツノザイセンチュウに対抗してマツに与えることのできる第5の障壁といえよう。壁1～4が1部を犠牲にして(区画化して)全体を助けるしくみであるように、残念ながら、樹幹注入剤はマツにマツノザイセンチュウに対抗する第5の壁を与えるが、一部の材は犠牲になる。この犠牲部分はドリル径を小さくすることや施用間隔を伸ばすことなどで最小限にとどめ、この方法をマツノザイセンチュウ防除に最大の効果を上げる技術に高める努力を関係の方々と共に続けたい。最後に、本報を発表するに当たり、農林水産省林業試験場横田俊一保護部長、柏司林業薬剤科長、深見梯一林業薬剤第1研究室長、佐保春芳樹病科長、渡辺恒雄菌類研究室長の

ご助言をいただいた。また、同場木材部須川豊伸技官には顕微鏡撮影の労をとっていただいた。ここに記し、謝意を表する。

引用文献

- 1) SHIGO, A.L., and H.G. MARX. 1977 Compartmentalization of decay in trees [CODIT]. U.S. D.A. Agric. Inf. Bull. 405, 73pp.
- 2) SHIGO, A.L. 1985 Compartmentalization of decay in trees. Scientific American 252(4), 76～83.
- 3) SHORTLE, W.C. 1979 Mechanisms of Compartmentalization of decay in living trees. Phytopathology 69(10), 1147～1151.
- 4) SHAIN, L. 1967. Resistance of sapwood in stems of loblolly pine to infection by *Fomes annosus*. Phytopathology 57, 1034～1045.
- 5) 内田和馬. 1974, ナシ胴枯病とトップジンMペーストの効果. 農業時代(129), 1～6
- 6) 林 康夫・陳野好之. 1978, サクラ枝切り痕の巻き込み試験. 林業と薬剤(64), 1～4
- 7) 小林享夫. 1983, マツ材線虫病の周辺一根系糸状菌・材中糸状菌(I)森林防疫 32(9), 9～15.
- 8) ———, 1983, “ (II)森林防疫32(10), 10～15.
- 9) 赤井重恭. 1978, 生立木材質の変色と腐朽(I). 森林防疫27(1), 4～9.
- 10) ———, 1978, “ (II). 森林防疫27(2), 2～9.
- 11) 松浦邦昭. 1983, 樹幹注入剤マツノザイセンチュウ防除新技術 山林(1185) 54～55.
- 12) ———, 1984, 樹幹注入法によるマツ材線虫病の防除 植物防疫38(1), 27～31.
- 13) 青島清雄・林 康夫. 1964, 松くい虫とマツの青変について. 森林防疫ニュース13(5), 7～9.
- 14) ———, 小林 正. 1952, マツの青変材の耐朽性 日林誌34(9), 289～293.

ご存じですか?

新型 林地除草剤

ひのき造林地下刈用…長い効きめ

タンデックス®粒剤

ササ・灌木等に御使用下さい。

株式会社 **イスデー・イスバイオテック** 販売 丸善薬品産業株式会社

お問い合わせは丸善薬品産業部へ

本 社 大阪市東区道修町2丁目 電話(206)5500(代)
東京支店 東京都千代田区神田3-16-9 電話(256)5561(代)
名古屋支店 名古屋市西区那古野1-1-7 電話(561)0131(代)
福岡支店 福岡市博多区奈良屋町14-18 電話(281)6631(代)

札幌営業所 電話(261)9024
仙台営業所 電話(22)2790
金沢営業所 電話(23)2655
熊本営業所 電話(69)7900

禁 転 載

昭和60年10月20日 発行

編集・発行/社団法人 林業薬剤協会

〒101 東京都千代田区岩本町2-9-3

電話(851)5331 振替番号 東京 4-41930

印刷/旭印刷工業株式会社

頒価 500円

造林地の下刈り除草には！

ヤマグリーン®

かん木・草本に

A 微粒剤

D 微粒剤

○毒性が低く、引火性、爆発性のない安全な除草剤です
○下刈り地ではスギ・ヒノキの造林地で使用してください

クズの株頭処理に

M 乳剤

2,4-D協議会

ISK 石原産業株式会社

大阪市西区江戸堀上通1丁目11の1

日産化学工業株式会社

東京都千代田区神田錦町3の7



ラウンドアップは、ススキ、クズ、ササ類などのしぶとい多年生雑草、雑かん木類を根まで枯らし長期間防除管理します。

ラウンドアップは、極めて毒性が低いので取扱いが容易です。

ラウンドアップは、土壌中での作用がなく有用植物にも安全です。

●くわしくはラベルの注意事項をよく読んでお使いください。



ラウンドアップ®

ラウンドアップ普及会

クミアイ化学工業(株)・三共(株)

事務局 日本モンサント株式会社 農業事業部

〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル Tel.(03)287-1251

®米国モンサント社登録商標

クズ・落葉雑かん木に卓効！



- クズ、落葉雑かん木に優れた効果を示します。
- 茎葉吸収移行により、広葉植物を選択的に防除するホルモン型除草剤です。
- 薬効、薬害および安全性が確認され、造林地の下刈り用除草剤として農薬登録が認可された薬剤です。
- 本剤は、農林水産航空協会によって、空中散布農薬として認定されています。

造林地の下刈り用除草剤

ザイトロン*
微粒剤

ザイトロン協議会

石原産業株式会社

日産化学工業株式会社

(事務局) ダウ・ケミカル日本株式会社

保土谷化学工業株式会社

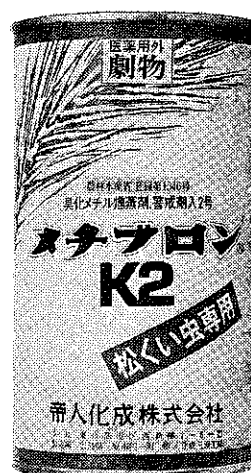
サンケイ化学株式会社

ニチメン株式会社

*ザ・ダウ・ケミカル・カンパニー商標

松くい虫防除には最も効果的で
取扱いが簡単な

メチプロン[®]
K2



特 長

- 殺虫、殺線虫効果の高い、優れた薬剤です。
- 常温でガス体なので虫孔深く浸透し効果を発揮します。
- 沸点が低く、冬期でも十分消毒できます。
- 現場の状況により、処理量が自由に調節できます。

適用病虫害の範囲及び使用方法

適用場所	作物名	適用害虫名	使用量	くん蒸時間	くん蒸温度
貯木場 林内空地	ま っ (伐倒木)	マツノマダラ カミキリ (幼虫)	被覆内容積 1 m ³ 当り 60~100 g	6 時 間	被覆内温度 5℃ 以上

林木苗床の土壌消毒には

クノヒューム[®]

詳しくは下記までお問合せ下さい。

帝人化成株式会社

〒105 東京都港区西新橋1-6-21 (大和銀行虎ノ門ビル) TEL (03) 506-4713
 〒530 大阪市北区梅田1-3-1-700 (大阪駅前第一ビル) TEL (06) 344-2551
 〒801 北九州市門司区港町6-15 (山田ビル) TEL (093) 321-7904

カモシカの忌避剤

農林水産省農薬登録第15839号

野生獣類から、
大切な植栽樹
を守る!!

ヤシマレント[®]

忌避効果、残効、
安全性に優れ、簡
便なクリーム状の
忌避塗布剤です。
(特許出願中)
<説明書・試験成績進呈>

人畜毒性：普通物

植栽木が、カモシカにより被害を受けるのは、主に食餌の少なくなった冬期であり、ヤシマレントはその前の秋期に、被害の集中する植栽木の梢頭と、これを取りまく側枝5~6本の先端部分に、なるべく葉の表面に付着するように、軽く塗布しておく有効です。

大切な日本の松を守る、効果と安全性の高い薬剤。人畜毒性普通物

●予防と駆除〔MEP乳剤〕

●駆除〔MEP油剤〕

ヤシマスミパイン乳剤

農薬登録第15,044号

バックサイドオイル 農薬登録
第14,344号

バックサイドF 農薬登録
第14,342号



ヤシマ産業株式会社

〒213 川崎市高津区二子757 Tel. 044-833-2211

緑ゆたかな自然環境を

松枯れを防止する....

ネマノーン[®]注入剤

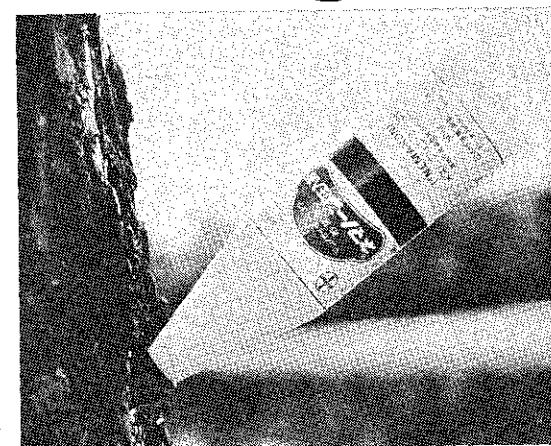
新登場
マツクイムシ対策に!!

■ネマノーン注入剤とは...

ネマノーン注入剤は松枯れの真犯人である、マツノサイセンチュウの松樹体内への侵入と増殖を防止する新しいタイプの薬剤です。

■特 長

- 樹幹注入により、マツノサイセンチュウの侵入・増殖を阻止し、松枯れを防ぎます。
- アンプル入りの樹幹注入剤ですから、作業が簡便で、かつ安全に使用できます。
- 松の木の大きさに合わせて、樹幹に注入するアンプルの本数を調節でき、経済的です。
- ネマノーンの有効成分は樹体内では比較的安定しており、1回の処理で約1年間の残効が期待できます。



日本特殊農業製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-4 電話103



造林地下刈用かん木類の生育抑制・除草剤

タカノック® 微粒剤

〈MCP・テトラピオン剤〉

商品名	性状	有効成分 含 量	毒 性 ラ ン ク	魚 毒 ラ ン ク
タカノック 微 粒 剤	類白色 微 粒	MCP 7% TFP 2%	普通物	A

■タカノック微粒剤の登録内容

適用場所	作物名	適 用 雑草名	使 用 時 期	10アール 当り 使 用 量	使用方法
造林地の 下刈	す ぎ ひのき	ク ズ 落葉かん 木一年生 広葉雑草	クズの 生育期 生 育 伸長期	10~13kg	全 面 均一散布

■タカノック微粒剤の特長

1. 安全な薬剤
人畜、鳥獣、魚貝類などに対する毒性は低く安心して使用できます。
2. クズや常緑かん木、落葉かん木、雑草類にすぐれた効果
クズや雑草、かん木類に対して長期間伸長抑制作用をあらわし、種類により完全枯殺することもできます。
3. 薬害が少ない
選択性がはっきりしていますので、造林木に対して薬害を生ずることもなく、安全に使用できます。



三共株式会社

農薬営業部 東京都中央区銀座2-7-12
☎ 03 (542) 3511 〒104

松を守って自然を守る！

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

サンケイ スミパイン® 乳剤

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

パインサイドS 油剤C 油剤D

松枯れ防止樹幹注入剤

林地用除草剤

グリーンガード ザイトロン* 微粒剤



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本 社 〒890 鹿児島市郡元町880
東京事業所 〒101 東京都千代田区神田司町2-1神田中央ビル
大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5の1新栄ビル
福岡営業所 〒810 福岡市中央区西中洲2番20号

TEL (0992) 54-1161
TEL (03) 294-6981
TEL (06) 305-5871
TEL (092) 771-8988

新しい 切る代用除草剤

《クズ防除剤》

ケイピン

(トーデン含浸)

*=米国ダウケミカル社登録商標

特 長

- ① ごく少量の有効成分をクズの局所に施用することにより、クズの全体を防除できます。
- ② 年間を通じて処理できますが、他の植生が少ない秋～春(冬期)が能率的です。
- ③ 特殊木針剤であり、持ち運びに便利で能率的に作業ができます。
- ④ 通常の使用方法では人畜、水産動植物にたいする毒性はありません。

ケイピン普及会

保土谷化学工業株式会社

東京都港区虎ノ門1-4-2

石原産業株式会社

大阪市西区江戸堀通1-11-1

井筒屋の松くい虫薬剤

- 松くい虫(マツノマダラカミキリ成虫)予防
微量空中散布剤

井筒屋セビモール NAC 水和剤

- スギ・ヒノキに対する影響がなく、安心散布。
- ヘリコプター・自動車等の塗装の破損の心配なし。

- 松くい虫(マツノマダラカミキリ成虫)予防
地上散布剤

井筒屋デナポン 水和剤50

- 松くい虫・スギカミキリ駆除剤
T-7.5バイサン乳剤
(MPP・BPMC乳剤)

- スギカミキリに対する駆除剤としては、日本最初の登録。

- 松くい虫駆除剤
マウントT-7.5B油剤
マウントT-7.5B油剤
(MPP油剤)

- 速効性と残効性を備えた、新しい松くい虫駆除剤。

- 松くい虫誘引剤
ホドロン



明日の緑をつくる

井筒屋化学産業(株)

本社・工場 熊本市花園1丁目11-30 ☎(096)352-8121(代)

〈各地連絡事務所〉

東京・栃木・茨城・石川・愛知
岐阜・滋賀・岡山・鳥取・山口
福岡・熊本・宮崎・鹿児島

気長に抑草、気楽に造林!!

* ススキ・ササの長期抑制除草剤

フレノック® 粒剤 液剤

- 遅効性で環境を急激に変えず雑草の繁茂を抑える。
- 毒性が極めて低く、火災などの危険性がない安全な薬剤。
- ササ・ススキにすぐれた抑制～枯殺効果。
- 植栽木に対する薬害の心配がない。
- 秋～早春が散布適期なので農閑期に散布できる。

* クズの抑制枯殺に

クズノック 微粒剤

- “クズ”にすぐれた抑制・枯殺効果
 - 1年目は芽先の伸びをとめるだけ。
 - 2年目に“クズ”はほとんどみられなくなる。
- 処理が簡単
- 薬害が少ない
- 安全な薬剤

フ レ ノ ッ ク 研 究 会

三 共 株 式 会 社

保土谷化学工業株式会社

ダイキン化成品販売株式会社

事務局：東京都新宿区西新宿2-6-1（新宿住友ビル） ダイキン化成品販売(株)内