

フェニトロチオン (MEP) 剤によるヒノキの 異常落葉現象に関する研究

細 田 隆 治⁽¹⁾

Ryuji Hosoda : Studies on the Abnormal Defoliation in Hinoki,
Chamaecyparis obtusa, by the Spraying of Fenitrothion

要 旨：松くい虫被害予防のためにフェニトロチオン（以下MEPと表示）を主剤とした薬剤散布が行われている。しかし、1974年頃にこの影響によるヒノキの異常落葉現象が各地で現れ、予防事業実施上の障害となった。これはそれまで知られていなかったヒノキに対する薬害であって、緊急な対応研究が要請された。

この異常落葉現象はMEP剤散布後1週間程度で始まり、約1か月後には樹冠全体が枯死状態になる。この現象は、ヒノキの系統により異なると思われるが、今までの調査例では、林分内の10%前後の個体に現れるとされている。若い実生苗木では現れず、5~8年生頃から出現し始め、幼齢林よりも高齢林で出現しやすいようであった。ヒノキ個体のMEP感受性は非感受性、弱感受性（落葉はするものの枯死しない個体）、強感受性（激しく落葉し枯死する個体）に区分できる。この感受性を実験的に調べるには樹冠のどの部位からでも小枝を採取して、それに薬剤をかければよい。

強感受性木は0.1ppm程度のきわめて低濃度のMEP剤でも、激しい落葉を示した。この落葉現象は、気温の高い時期ほどMEP剤接触後短期間に出現し、4°C以下の温度ではみられず、明暗条件はほとんど関係なかった。強感受性木の増殖はさし木では困難であるが、つぎ木ではかなり高い活着率がみられた。そのつぎ木苗は母樹と同じような激しい落葉現象を示した。このような異常落葉現象はヒノキ以外の樹木ではほとんど現れなかった。

目 次

I はじめに	14
II MEP 剤空中散布によるヒノキの落葉枯死状況	15
III MEP 感受性ヒノキ個体の検出	15
IV 感受性の個体差とその判定基準試験	17
V 樹冠の部位による感受性の差の検討	22
VI MEP の濃度と落葉現象	26
VII 感受性木の反応の季節的なちがい	30
VIII 温度条件と落葉現象	32
IX 明暗条件と落葉現象	35
X 感受性木の増殖に関する試験	38
1) さし木増殖試験	38
2) つぎ木増殖試験	40
3) つぎ木で増殖した個体の MEP 感受性試験	42
XI ヒノキ以外の樹木についての異常落葉現象の検討	42
XII Actinomycin D による落葉防止試験	44
XIII おわりに	46
引用文献	47
Summary	48

I はじめに

1948年度に約128万 m^3 の、それまでの最大被害量を記録した松くい虫被害の大発生は、被害木を徹底的に伐倒・剥皮・焼却処理したことによって次第に沈静化した。そして1955年代から1965年代前半までは50万 m^3 を下回る被害量となって一応の小康状態が保たれていた。しかし、1972年から再び全国的に被害が増加し始め、1978年には全国的な夏の異常少雨・高温の影響もあって未曾有の大発生となり、全国の被害量は207万 m^3 をこえたといわれている。

一方、1968年から8か年間にわたる国立林業試験場を中心とするプロジェクト研究の結果、松枯れの原因はマツノザイセンチュウであり、これがマツノマダラカミキリによって伝播されることが明らかにされた。この新事実と山村における労働力不足、燃料革命など、マツ林と人間生活をとりまく社会的経済的な変化によって、防除対策も従来のマツ穿孔性害虫すべてを対象とした伐倒・剥皮・焼却からマツノマダラカミキリによる健全木へのマツノザイセンチュウの伝播防止をねらいとする薬剤空中散布を主体とする方向に変わってきた。1977年からは「松くい虫防除特別措置法」が制定され、全国で約10万haのマツ林にスミチオン剤を主体とした薬剤の空中散布がなされるようになった。

MEP剤の空中散布は1972年頃から試験的に実施されていたが、本格的には1974年から始まり、この年には全国で23,000haのマツ林で実施された。この際、MEP剤散布地内およびこれに隣接するヒノキ林でMEP剤散布の影響と思われる異常な落葉をおこしたヒノキが点々と出現する現象が薬剤散布の主な実施地帯であった西日本各地でみられた。林業試験場関西支場に報告があった事例だけでも奈良宮林署管内の地獄谷、野山、畷傍山の各国有林、福山宮林署管内、大阪府下の能勢郡能勢町と河内長野市および山口市熊毛郡の7か所に及んだ。これは全く予期されなかった現象であり、しかも後述するように通常の被害とははなはだしく異質な現れ方であったため、関係者の当惑は大きかった⁸⁾。

このヒノキの異常落葉がMEP剤散布に起因するものか否かを確認する目的で1975年に林野庁と国立林業試験場は共同で名古屋宮林局岡崎宮林署管内豊橋国有林でMEP剤をヒノキ林に空中散布して再現試験を行った。その結果、散布区には前年に各地でみられたのと同じような異常落葉現象をおこすヒノキが点々と現れた。これによって松くい虫被害予防のためのMEP剤散布が散布地区内またはその周囲のヒノキの一部のものに異常落葉をもたらすことが確認された⁹⁾。ヒノキとアカマツが接近または混在する地域はかなりあるので、このような落葉現象は、MEP剤使用による松くい虫被害防除事業を進める上での障害となる。

このような背景のもとに「松くい虫等防除薬剤の残効とその影響に関する研究」(国有林野事業特別会計技術開発試験、大久保良治前林業薬剤科長を主査とする本場と関西支場の共同研究、1977年「マツクイムシ防除等林業薬剤の影響と使用法」と改題)が1975年度に開始された。筆者は1976年からMEP剤に対する強感受性ヒノキ個体の検出、落葉発現の季節的变化および温度の影響、ヒノキ科各樹種または品種についてのMEP剤による異常落葉発現の有無、強感受性個体のさし木およびつぎ木の可能性等に関する一連の試験を担当してきた。これらの結果の一部はすでに部分的に発表されているが²⁾⁷⁾、既報成果を含めてここに一括して報告する。

この研究の遂行にあたって、林業試験場保護部大久保良治前林業薬剤科長、林業薬剤第2研究室長田畑勝洋氏および林業試験場関西支場小林一三昆虫研究室長には終始ご指導をたまわった。また、林業試験場

関西支場昆虫研究室と調査室の方々には調査に際して種々のご便宜、ご配慮をいただいた。厚くお礼申し上げます。

II MEP 剤空中散布によるヒノキの落葉枯死状況

典型的な症状は次のとおりである。散布後約1週間で、まず、旧葉が緑色のまま細片となって落葉を始める。この時、幹を強くゆするなどして衝撃をあたえると葉片が雨のようにばらばらと落ちてくるので、はっきりと健全木（非感受性木）と区別できる。2週間ほどすると落下した針葉が地上に堆積し、目につくようになり、また、樹上の針葉量が少なくなり、樹冠全体がすけてくるので外観からも判定できるようになる。その後、樹冠全体が淡黄色化し、旧葉がほとんどすべて落下した後も新葉は残るが、これも次第に変色落葉し、散布後1か月半ほど経過すると褐変し枯死状態となる。ただしこの時期に剥皮してみても樹皮下はまだ変色せず、ほとんど健全木のそれと変わらない。

症状の軽いものでは旧葉が落下した段階で被害の進行は止まり枯死には至らず、秋には回復するものがある。新葉は落下しにくく旧葉は落下しやすいために一般的には変色落葉は樹冠下部から上方へ進行するように見えるが、早遅はあっても症状は全身的に発現する。また、落葉枯死木は MEP 剤散布地内だけでなく薬剤のドリフトによって周辺地帯にも出現し、極端な場合には散布地から約 500m 離れた場所でも異常落葉をおこした例があった⁹⁾。

松くい虫被害予防のための MEP 剤空中散布は多くの場合6月上旬と6月下旬の2回にわたって実施される。豊橋国有林で1975年に試験的にヒノキ林に MEP 剤を散布した時の観察では落葉枯死したヒノキのほとんどは第1回目の散布によって反応をおこし、2回目の散布によって初めて明らかに反応したヒノキは少なかった。7月中旬以後には被害木の樹冠は着葉量がはっきりと少なく、しかも色あせ始め7月下旬には淡褐色となって遠望でも容易に健全木と識別できるようになった。

このように完全に樹冠が淡褐色化した個体は翌春になっても回復したものは皆無であった。このヒノキの異常落葉枯死は同一樹齢林内でも樹勢や生長の良否、地形等にはほとんど無関係に点々と限られた個体に現れ、しかもごく近接するヒノキでも落葉枯死するものと全く変化のないものとの差がきわめて判然としていることが大きな特徴で、この点が通常の葉害とははなはだしく異なる点である。

1975年、大津営林署管内三上山国有林における MEP 剤空中散布で、林齢数十年のヒノキ林では約50%のきわめて高率の落葉枯死木が発生したのに対し、近くの8年生ヒノキ林では8%の発生にとどまったこと、苗木（3年生）では発生しなかったこと、およびこれまでの観察を総合すると、幼齢林よりも高齢林においてこの被害が発生しやすいものと思われる。なお、奈良営林署管内の野山国有林における1975年の MEP 剤空中散布では前年落葉枯死木が発生した場所では当年の散布による異常落葉木は見当たらなかったといわれている。

III MEP 感受性ヒノキ個体の検出

前項の出現状況から MEP 剤に対する感受性にはヒノキ個体間にきわめて大きな個体差があるのではないかと推察された。MEP 剤空中散布で落葉枯死したヒノキは強い感受性を持ち、なんらの変化もおきなかったヒノキは非感受性のはずであるが、この感受性の違いをヒノキを生かしたまま実験的に検出する方法がこの問題の研究を進める上でぜひとも必要となった。

材料と方法

これは任意のヒノキ個体から小枝を採取し、MEP 1% 乳剤に浸漬するか、散布した後、水さしをする方法（以下浸漬水さし法という）および小枝を MEP 0.25% 乳剤にさして吸い上げさせる方法（以下薬液吸い上げ法という）を大久保が考案したことによって解決された⁷⁾。

筆者は1976年から林業試験場関西支場構内および京都営林署管内八軒屋国有林と松尾山国有林等に植栽されているヒノキから長さ 25~30 cm の小枝を採取し、浸漬水さし法で処理し、その後の落葉状況を観察する方法によって感受性ヒノキ個体の検出を行った。なお、本報告における供試 MEP 剤は Sumithion[®] である。

結果と考察

その結果を Table 1 に示した。薬液に浸漬後、1週間以内に激しく落葉した個体を強感受性木とした。大部分のヒノキ小枝は全く落葉現象を示さなかったが、Table 1 にあるように少数のものは5日目にすでに緑色のままこまかい葉片が落下するものが現れ、その後、日がたつにつれて落葉する個体が増えいった。この浸漬法で落葉現象を示したヒノキにも個体によって浸漬後の落葉を始めるまでの日数（これを反応日数と仮称する）および落葉のしかたの強弱に違いがあった。MEP 剤に対して全く反応を示さない大部分のヒノキ（非感受性木）、浸漬後1週間以内にはっきりと落葉し始め、その後の落葉症状も顕著な個体（強感受性木）、および落葉現象は示すが強感受性木に比べると反応日数が長く症状も軽いもの（弱感受性木）の3段階に大別できた。

なお、当支場構内で浸漬水さし法によって強感受性と判定されたヒノキの生立木2本に、MEP 0.25% 乳剤を樹冠全体にかけたところ、いずれも MEP 剤の空中散布を受けて落葉枯死したヒノキと全く同じような症状を呈して枯死した。したがって、浸漬水さし法によって強感受性木と判定したヒノキは薬剤空中

Table 1. 異常落葉をおこすヒノキ個体の検出
Detection of fenitrothion-susceptible trees by twig-dipping method

調査木 Locality of stand	樹 齢 Stand age	調査月日 Date of test	調査本数 No. of trees tested	落葉個体本数 No. of highly susceptible trees	出現率 Percentage (%)
支場構内 Kansai Branch Station	10年生以上 over 10 years old	1976. 5. 26 May 26, 1976	175	3	1.7
京都営林署管内松尾山国有林 Matsuoyama National Forest	8年生 8 years old	1976. 7. 26 July 26, 1976	61	5	8.2
京都営林署管内八軒屋国有林 Hachikenya National Forest	53年生 53 years old	1977. 5. 20 May 20, 1977	87	6	7.0
支場構内 Kansai Branch Station	10年生以上 over 10 years old	1979. 5. 22 May 22, 1979	70	1	1.4
"	8年生 8 years old	" "	112	0	0
"	3年生 3 years old	1979. 6. 18 June 18, 1979	300	0	0
"	2年生 2 years old	1980. 8. 31 August 31, 1980	163	0	0

散布を受けると枯死する可能性が強い。

Table 1 中の当支場構内3年生苗木300本と2年生苗木163本計463本には全く強感受性はみられなかった。東京都目黒区の旧林業試験場構内における3年生苗木200本の調査⁷⁾ および三重県林業技術センターで行われた2年生苗木(実生)880本についての調査¹³⁾でも、ともに異常落葉する個体は全く現われていない。これらの結果からヒノキ実生苗木には落葉する個体は現れないようである。ところがこれが8年生になるとTable 1の松尾山国有林の場合のように8.2%の落葉現象が現れる例がある。また、5年生ヒノキ190本中に22本(11.6%)の強感受性木が検出されたという報告もある⁴⁾。

このように苗畑での2~3年実生苗木では異常落葉は出現しないのに5年生以上の植栽木になると出現してくる。この原因についてはこれまでのところ全く不明である。この異常落葉をおこす性質は遺伝形質であろうとされている¹⁵⁾。また、このような形質をもつヒノキ個体は薬剤散布を受けた後のエチレン生成が非感受性木よりも多いことがわかっている¹²⁾¹⁴⁾。異常落葉現象の発生機構に関するより詳しい研究が進むにつれて、その遺伝形質の実態とそれが出現する条件などが明らかにされていくであろう。

IV 感受性の個体差とその判定基準試験

今までの試験ではMEP乳剤処理後1週間以内にはっきりと落葉するヒノキ個体を強感受性木としてきた。しかし、落葉の程度には個体によって強弱、遅速がある。この個体による落葉状況の変異を詳しく調

Table 2. 供試用小枝採取母樹
List of mother trees from which twigs were collected

番号 No. of tree	感受性の程度 Degree of susceptibility	所 在 Locality	樹 齢 Stand age	樹 高 Height (m)	胸高直径 D. B. H. (cm)
1	強感受性 Highly susceptible	京都営林署管内八軒屋国有林 Hachikenya National Forest	53年生 53 years old	6	10
2			"	8	13
3			"	7	13
4			"	7	15
5			"	8	15
6			"	12	19
7			"	8	13
8	関西支場構内 Kansai Branch Station	関西支場構内 Kansai Branch Station	19年生 19 years old	8	13
9			15年生 15 years old	7	8
10			11年生 11 years old	3	4
10			43年生 43 years old	6	8
11	弱感受性 Susceptible	"	15年生 15 years old	6	7
12			"	7	8
13			"	7	7
14			"	6	8
15	非感受性 Resistant	"	15年生 15 years old	6	9
16			"	5	7
17			"	4	5
18			"	5	7
19			"	5	6

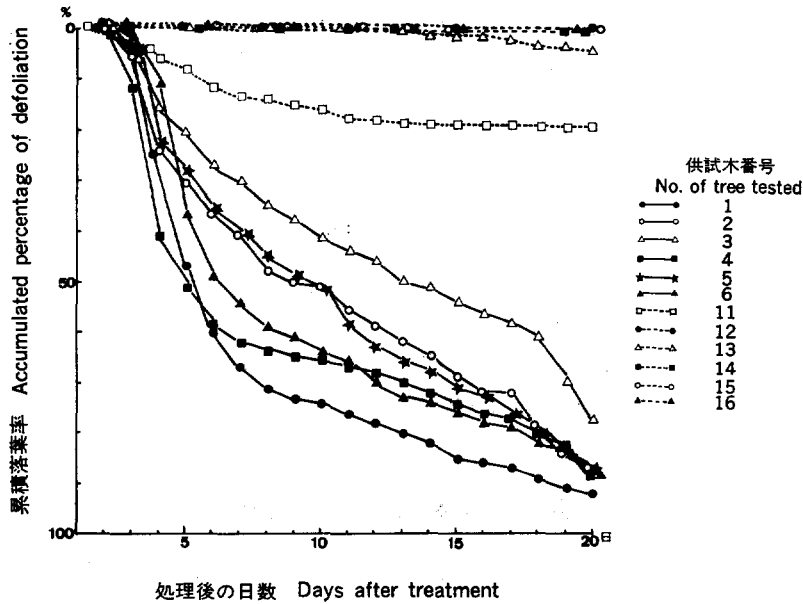


Fig. 1. MEP 1 乳剤で浸漬処理したヒノキ小枝の落葉経過 (自然温度下)
Accumulated percentages of defoliation by dipping twigs of Hinoki into 1 percent emulsion of fenitrothion (under natural temperature).

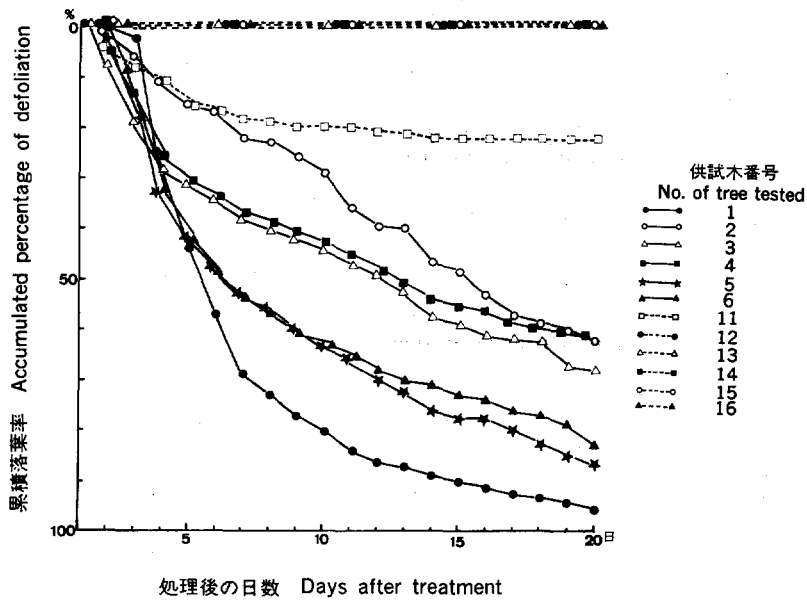


Fig. 2. MEP 1 乳剤で浸漬処理したヒノキ小枝の落葉経過 (25°C下)
Accumulated percentages of defoliation by dipping twigs of Hinoki into 1 percent emulsion of fenitrothion (under 25°C).

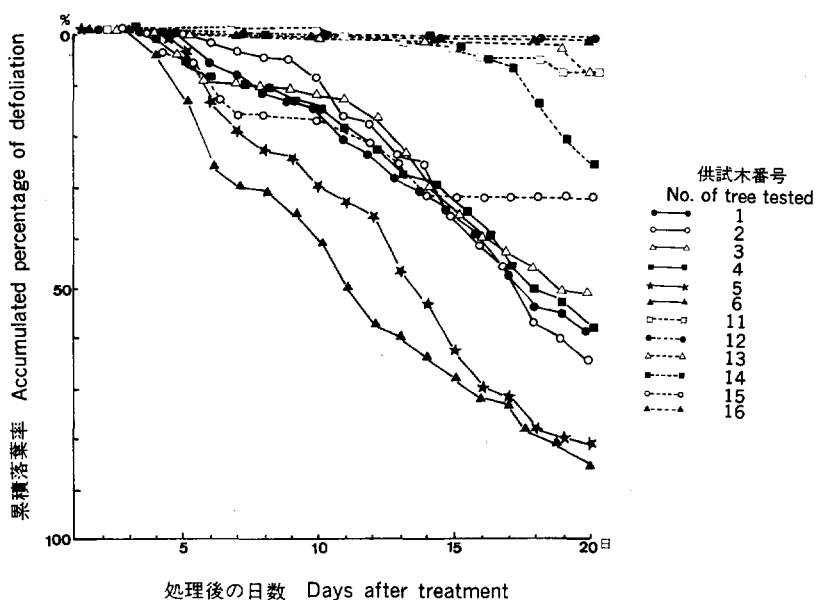


Fig. 3. MEP 0.25% 乳剤に枝さしたときの落葉経過 (自然温度下)
Accumulated percentages of defoliation by putting basal parts of twigs in 0.25 percent emulsion of fenitrothion (under natural temperature)

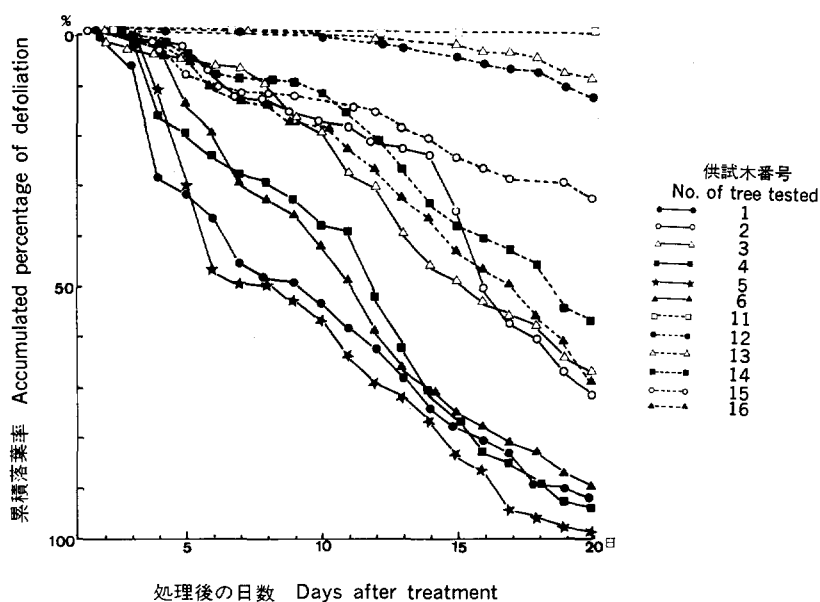


Fig. 4. MEP 0.25% 乳剤に枝さしたときの落葉経過 (25°C下)
Accumulated percentages of defoliation by putting basal parts of twigs in 0.25 percent emulsion of fenitrothion (under 25°C).

べ、非感受性、弱感受性、強感受性を区分するための基準を定める必要がある。落葉状況を数量的に表現するには全葉量に対する毎日の落葉量の重量比で表現する方法が適当と考え、以下の試験を行った。

材料と方法

試験は1979年6月1日から20日までの期間に行った。供試用の母樹は Table 2 に示してある強感受性木6本 (No. 1~6) と弱感受性木4本 (No. 11~14) および非感受性木2本 (No. 15~16) である。温度処理区分は室内自然温度下 (20日間の平均気温 23.2°C, 最高気温 28.6°C, 最低気温 19.0°C) と 25°C 恒温下で行った。MEP 乳剤処理は浸漬さし法と薬液吸い上げ法の2つの方法を設けた。また、毎日の落葉量測定については一定時刻に小枝を1mの高さより2回落下させその衝撃による落下葉と、自然で落下した葉を合わせて1日間の落下葉量とした。これを個別別に採集しておき、試験終了時に残存葉を採集し、それぞれ絶乾重量を測定して、全葉量に対する毎日の落下葉量の割合を調べた。

結果と考察

全葉量に対する毎日の落下量の重量比を算出してこれを累積し、着生葉の減少の様子を示す落葉曲線を各小枝ごとに作成し、これを Fig. 1~5 に掲げた。

まず、Fig. 1 の自然温度下 (屋内) の浸漬さし法についてみると、これまでの試験で強感受性木としてきた No. 1~6 の落葉は他よりも明らかに早い。MEP 乳剤処理後5日目までの落葉率は No. 4 が52%、No. 1は47%で最も大きく、強感受性木の中で落葉の遅い No. 3でも24%となっている。これらの個体は最終調査日の20日目には、No. 3のみが77%の落葉であり、他の5本についてはすべて90%程度の落葉をみた。弱感受性木はNo. 11のみが20%の落葉を起こし、他の3本はわずかに1%から6%以

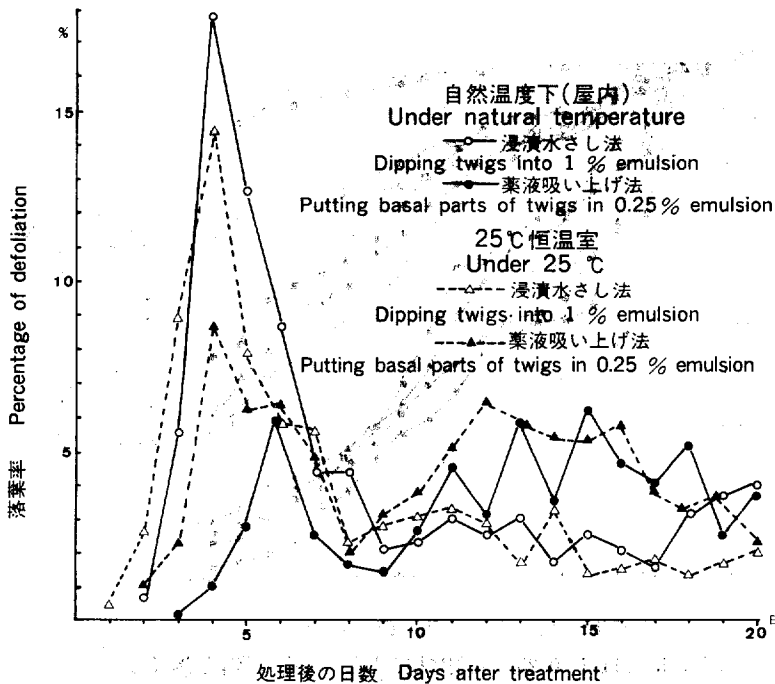


Fig. 5. MEP 乳剤処理後の落葉率の変化

Daily change of defoliation-percentage after fenitrothion-treatment.

内の落葉をみただけであった。非感受性木については落葉現象は全くおこらなかった。

Fig. 2 は 25°C 恒温室における浸漬水さし法の結果である。強感受性木の落葉はすべての個体が 2 日目より始まり、5 日目までの落葉は No. 1 が 44%, No. 6 が 43% であって No. 5 は 42% とほとんど同じような落葉率であった。No. 2, 3, 4 については 50% 落葉に達するには 12 日から 15 日間を要した。これらの個体は最終日の 20 日目では No. 1 が 95%, No. 5 は 88%, No. 6 は 83% とほとんど落葉し、No. 2, 3, 4 の 3 本は 60~70% 程度の落葉であった。弱感受性木は 4 本中 No. 11 だけが、Fig. 1 の自然温度下と同じような 22% の落葉を示したのみであった。また、非感受性木については、全く落葉現象はみられなかった。全体としては Fig. 1 の場合とほとんど同じような落葉経過であった。

Fig. 3 は自然温度下 (屋内) における葉液吸い上げ法によるものである。No. 1~6 の落葉現象は、浸漬水さし法 (Fig. 1) に比べて全体にかなり遅くなった。5 日までの落葉率は No. 6 が 8%, No. 4 は 6% と非常に少なかった。No. 2 については 0.4% と最も小さい値であった。累積落葉率が 50% 前後に達したのは No. 5, 6 が 13 日目で、No. 1~4 はほとんど同じで 17~18 日であった。強感受性木の 50% に達したものの平均日数は 15.8 日目とかなり遅いものであり、弱、非感受性木は 20 日目になっても 32% が最も高く 50% 落葉までには達しなかった。

その後の強感受性木の落葉は 20 日目には No. 6 が 86%, No. 5 は 82% でほとんど落下したが、その他の個体は 20 日目になっても 52% から 65% 程度であった。弱感受性木は 20 日目に No. 14 が 27%, No. 11 は 11% の落葉をみただけであった。非感受性木では No. 15 が 14 日目で 33% の落葉をみた。この葉液吸い上げ法の落葉現象を全体的にみると、50% 落葉は浸漬水さし法よりも 10 日以上も遅くなってから現れる傾向が認められた。浸漬水さし法では、落葉現象をおこさなかった一部の個体にもこの葉液水さし法で MEP を吸い上げさせるとかなりの落葉が認められた。Fig. 1 で 92% と最もよく落葉した No. 1 が、この場合は 60% の落葉にとどまっているなど、浸漬水さし法と葉液吸い上げ法とでは落葉経過がかなり異なってくる。

Fig. 4 は 25°C 恒温下での葉液吸い上げ法による実験結果である。ここでの 5 日目までの落葉経過は、No. 1 が 32%, No. 5 が 31% で最も大きく他は 3% から 19% であった。累積落葉率が 50% 前後に達した日数をみると、No. 5 が 8 日目に 50%, No. 1 が 9 日目に 49% となり、No. 4 が 12 日目に 52%, No. 6 も 12 日目に 58% となった。50% 落葉に達したものの平均日数は強感受性木が 11 日目とかなり早く、弱、非感受性木は一部のものが 17 日目であった。その後これらの個体は落葉が続き、最終日の 20 日目には No. 5 : 98%, No. 4 : 93%, No. 1 : 92%, No. 6 : 87% と当初着生葉のほとんどが落葉した。No. 2 の落葉は 15 日頃から激しく続き 70% 前後に達した。弱感受性木は No. 14 が処理後 4 日目から落葉をおこし 20 日目には 56% とかなり高い値を示した。また、No. 12, 13 も 10% 前後落葉した。非感受性木では弱感受性木と同じように 4 日目より落葉が始まり、No. 16 は 17 日目に 50% とかなり高い率を示し、No. 15 も 20 日目に 32% となった。この落葉経過は Fig. 3 と同じような傾向にあり、この葉液吸い上げ法では強、弱、非感受性木を問わず落葉現象は全体に現れた。

なお、浸漬水さし法では旧葉が雨のように細かい鱗片となって落葉し、日が進むにつれて新葉も同じように細鱗片となって落下する。これに対し葉液吸い上げ法による落葉は細鱗片とはならず、新、旧葉ともに大きな固まりのまま落下する (Photo. 1~2)。この違いは葉面から浸透していくのと下から吸い上げられる場合との MEP の作用点の経時的な違いによるのであろう。

Fig. 5 は強感受性木の落葉量を自然温度下と 25°C 恒温下において浸漬水さし法と薬液吸い上げ法のそれぞれの違いを見るために、各日の落葉率（6本の平均値）を図示したものである。自然温度下における浸漬水さし法では、処理後4日目に17.8%の落葉を最高として徐々に降下していった。自然温度下の薬液吸い上げ法では、落葉率のはっきりしたピークは認められず、6日目、13日目、15日目のように高い日でも6%前後であった。25°C 恒温下での浸漬水さし法の落葉経過は、落葉量にいくらか違いは見られるものの、自然温度下における浸漬水さし法の場合とほとんど同じような傾向であり、最高は4日目の14.5%であった。10日目以後は薬液吸い上げ法での落葉は、浸漬水さし法よりも全般的に高い落葉経過をたどった。

強感受性木の落葉が最も激しいのは MEP 乳剤処理後1週間以内である。また、自然温度下と 25°C 恒温下ともに1週間以降の落葉状況は、浸漬水さし法処理の場合は個体による大きな差はなく落葉が続いたのに対し、薬液吸い上げ法では落葉率の個体間の差が初めから終りまでかなり大きく変動する傾向がみられた。

上記のように MEP 乳剤によって落葉現象を示すヒノキにも、詳しく調べると、その落葉程度は個体によってかなりの差があることがわかった。しかし、これまでの試験で強感受性木と認定してきた6本のヒノキ個体（No. 1~6）は、浸漬水さし法の自然温度下では、個体間にはかなりの差はありながらもいずれも、他の6本よりも明らかに急激な落葉を早期に示した。なお、これらの個体は1週間以内に50%の落葉があり20日目には大部分の針葉が落下した。これまで弱感受性木として取扱ってきた4本（No. 11~14）では、No. 11のみがはっきりとした異常落葉をおこしたが強感受性木と違い10日目以降に落下は認められなかった。そこで1週間以内に50%内外の落葉を示す個体を強感受性木とし、このような激しさのみられないヒノキは弱感受性木と判定してよいと考えられる。

ヒノキの MEP による落葉現象発生機構を追求するには薬液吸い上げ法は適当ではあろうが、感受性の判定には浸漬水さし法が最良である。また、ここでは 25°C 恒温下の試験を併用したが、6月頃にこの試験を行なうならば自然温度下で、十分な結果が得られる。

V 樹冠の部位による感受性の差の検討

前項目までの試験で供試した小枝は、ヒノキの各樹冠の中部または下部から採取されていた。しかし、1本のヒノキでも樹冠の部位によって小枝の落葉状況に数量的な差があるか否かについて確かめておく必要がある。そこで小枝を樹冠の階層別に採取し検討を行った。

材料と方法

試験は1979年7月6日から8月7日の期間に行った。供試材料は Table 2 に示した強感受木4本（No. 1, 4, 5, 7）で、これらの母樹の樹冠を上層、中層、下層と階層別に分けて、それぞれの部位から小枝を採取した。MEP 乳剤の処理は浸漬水さし法で行い、毎日の落葉量測定についてはIVの項目と同じ方法で行った。

結果と考察

Fig. 6~9 に前項と同じ方法でそれぞれ No. 1, 4, 5, 7 の上, 中, 下層別の小枝の落葉曲線を示した。No. 1 (Fig. 6) では上, 中, 下層による落葉状況の差はわずかであるが、全体的にみると落下速度は遅い順に中, 下, 上層の順序になっている。これが50%落葉に達したのは、上, 中, 下層ともに1週間

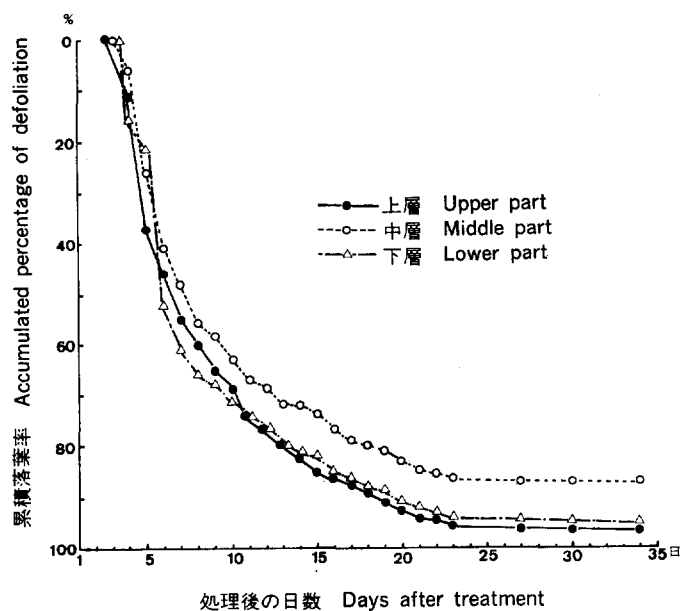


Fig. 6. 樹冠の上, 中, 下層別に採取した小枝の累積落葉率 (強感受性木 No. 1)
Accumulated percentages of defoliation of twigs from different parts of tree-crown (Highly susceptible tree No. 1).

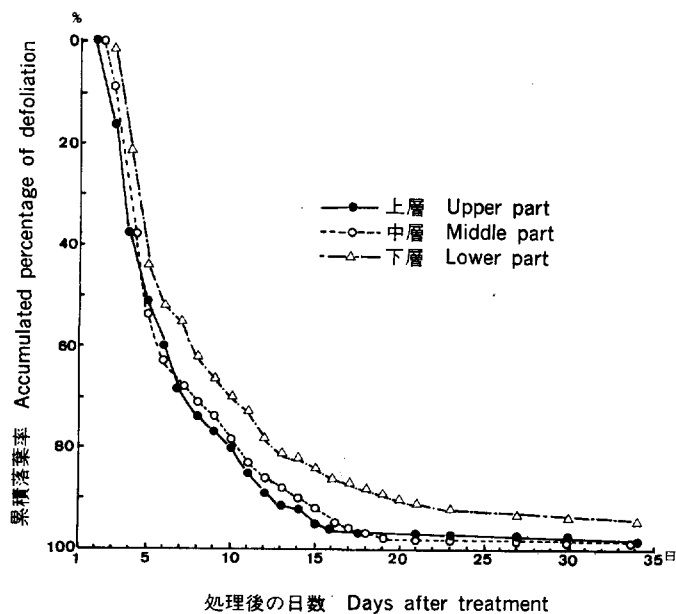


Fig. 7. 樹冠の上, 中, 下層別に採取した小枝の累積落葉率 (強感受性木 No. 4)
Accumulated percentages of defoliation of twigs from different parts of tree-crown (Highly susceptible tree No. 4).

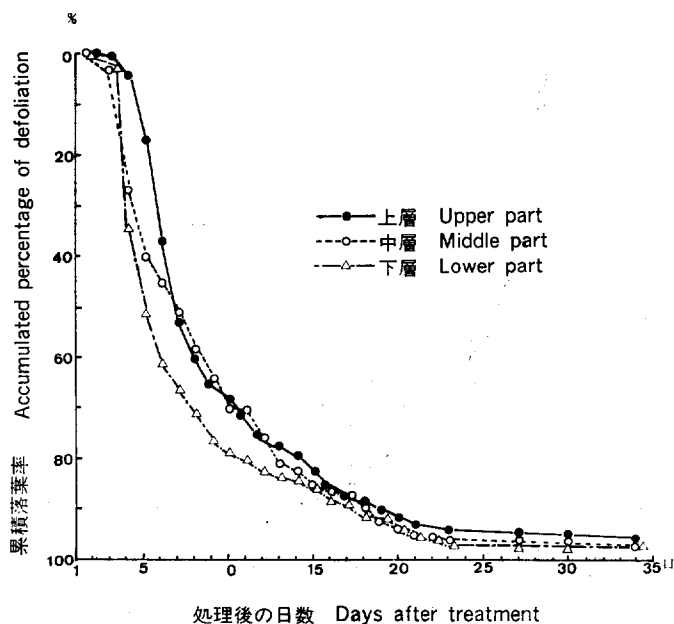


Fig. 8. 樹冠の上, 中, 下層別に採取した小枝の累積落葉率 (強感受性木 No. 5)
Accumulated percentages of defoliation of twigs from different parts of tree-crown (Highly susceptible tree No. 5).

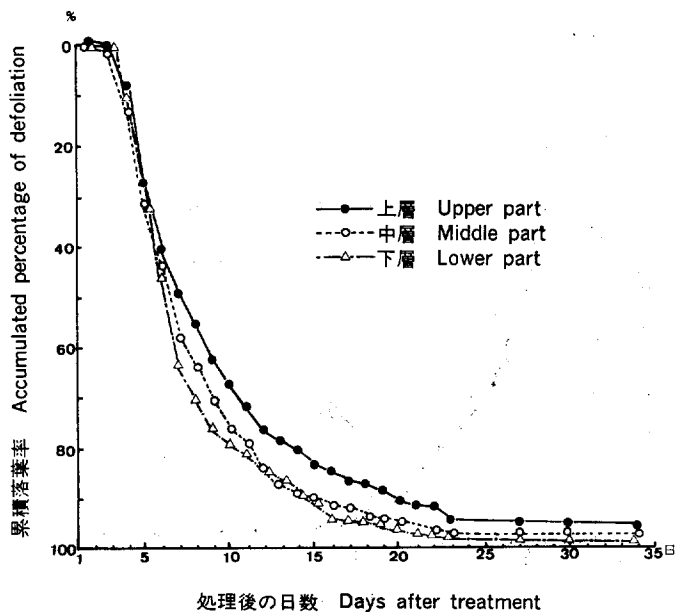


Fig. 9. 樹冠の上, 中, 下層別に採取した小枝の累積落葉率 (強感受性木 No. 7)
Accumulated percentages of defoliation of twigs from different parts of tree-crown (Highly susceptible tree No. 7).

以内であって10日目では上, 下層が75%で中層は68%であった。なお, 中層については最終日まで10%程度の差であったが落葉減少は続いた。

次にNo. 4 (Fig. 7) では下層がやや遅く, 中, 上層には差がみられなく, 50%の落葉は3層ともほぼ同じように4日目にみられた。上, 中層についてはその後同じように落葉を続け, 最終日ではすべてのものが落葉した。しかし, ここでは下層はやや落葉しにくく, 上, 中層と比べて8%程度の差がみられた。

No. 5 (Fig. 8) では落葉の遅い順では, 上, 中, 下層となつて, ここではNo. 4とは反対に下層が4日目で50%の落葉を示し, 上, 中層は6日目であった。その後下層だけは10日頃まで上, 中層より多くの落葉を続けたが, 10日過ぎよりわずかず落葉の差は縮まって行き, ほとんどの葉は落ちて行った。しかし, 上層はわずかながら最終日まで落ちにくかった。

No. 7 (Fig. 9) では MEP 剤処理後5日目に上, 中, 下層はほぼ同じように50%の落葉に達した。その後落葉は激しく続いて10日目には中, 下層は80%の落葉をみたが上層は70%とわずかに落葉速度は遅く, この傾向はしばらく続いたが, 最終日にはほとんどのものが落葉した。

次に上, 中, 下層別の毎日の落葉率(4本の平均値)を示すと Fig. 10 のようになる。これでは MEP 剤処理後2日目よりはっきりとした落葉が始まり, 落葉の最も激しい時期は上, 中, 下層ともに多少の差

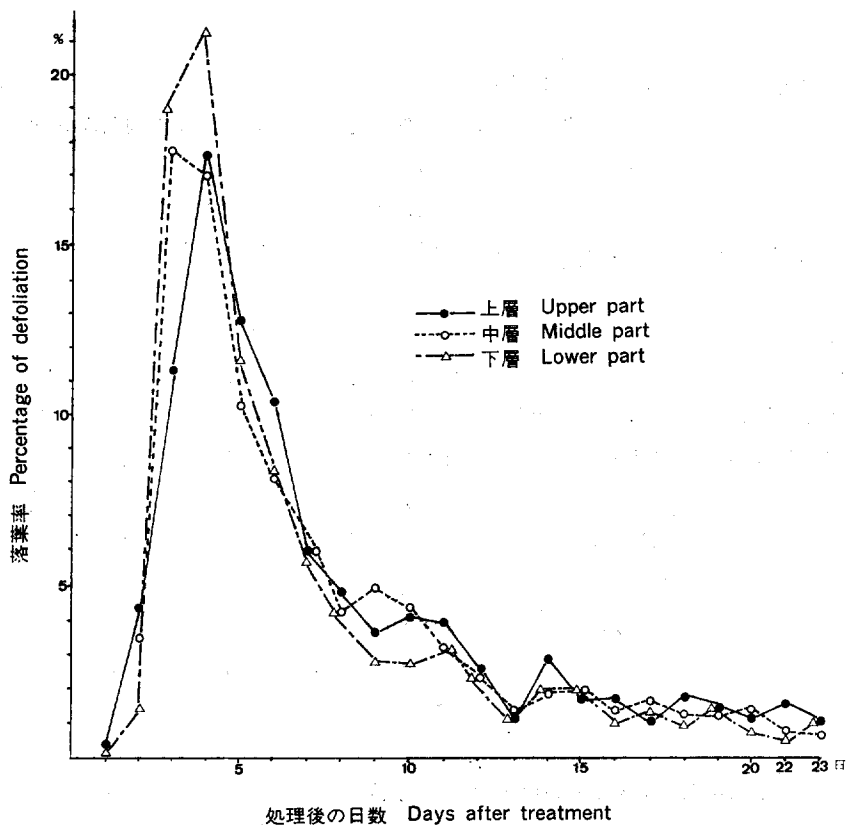


Fig. 10. 樹冠各層別落葉率の日変化 (1, 4, 5, 7号木の平均値)
Daily change of defoliation-percentage of twigs from different parts
of tree-crown (Mean of 4 trees; No. 1, No. 4, No. 5 & No. 7).

はあるものの、1週間以内であった。ここでは下層が中、上層に比べるといくらか落葉が激しいようであった。その後落葉は3層ともほとんど同じような状態が続き、最終日の33日目にはすべての葉は落下した。

以上のように樹冠を上、中、下層に分けて小枝を採取して、それぞれの落葉経過を比較してもその順番は、供試木によってまちまちで一定の傾向はみられなかった。また、階層別の落葉経過の差も、前項目で述べた強感受性木と弱感受性木の差に比べるとはるかに小さかった。したがって感受性木検出のためなどに供試する小枝については、樹冠のどの部位にもこだわらず採取しても支障がないといえる。しかし、当年葉は旧葉よりも反応日数が長い傾向はこの試験でも認められているので、小枝の全葉中に占める当年葉の割合がなるべく一定になるようなサンプリングを心掛ける必要がある。

VI MEP の濃度と落葉現象

薬剤空中散布を行う上において必要なこととして、MEP 剤の濃度がヒノキの落葉現象にどのような影響を与えているかについて明らかにする必要がある。前述のようにドリフトによって散布地から500mも離れたヒノキが落葉したこともある。そこで、MEP 剤の濃度を段階的に低下させてそれによって落葉現象がどのような影響を受けるかを知るための試験を行った。

材料と方法

1980年4月16日から5月14日までに試験を行った。供試木はTable 2に示した強感受性木6本の母樹(No. 1, 2, 4, 6, 7, 8)より小枝(25~30cm)を採取した。MEP 剤の濃度は最高を20.0ppmとし、以下、10.0, 5.0, 2.5, 1.0, 0.5, 0.25, 0.1ppmの8段階とした。強感受性木の小枝をそれぞれの濃度のMEP 乳剤を用いて浸漬水さし法で処理した後、25°Cの恒温下においた。毎日一定時刻にそれまでに自然落葉したものと、高さ1mから小枝を2回落下させた衝撃による落葉を合わせてその日の落葉とした。

結果と考察

8段階の濃度別落葉曲線を供試木ごとにFig. 11~16に示した。まず、No. 1 (Fig. 11)について濃度別に検討を加えてみると、MEP 剤処理後、高・低濃度を問わず落葉は3~4日目より始まっている。1週間以内に50%落葉をおこした濃度は、20.0ppm区の79%を最高に10.0, 5.0, 0.25, 0.1ppmの各区と続いて、1.0と0.5ppm区は9~19日もかかり、かなり遅れた。その後、落葉は進み最終日には、20.0ppm区の95%を最高にして10.0, 0.5, 0.25ppmと続き最低は1.0ppm区の52%であった。

No. 2 (Fig. 12)では5.0ppm区が最も早く2日目より落葉が始まり1週間以内に50%の落葉をしたものは、5.0ppm区だけであり、1日後れて0.25ppm区が加わった。その他のものは10日から16日目になってから50%落葉をみたのみであった。これらの落葉は27日目では5.0ppm区が89%、1.0ppm区は87%とほとんど同じであり、20.0, 10.0ppm区も82%とかなり高い落葉を示した。しかし、0.1ppm区については最終日も35%の落葉であった。

No. 4 (Fig. 13)は0.5ppm区と0.25ppm区を除き、他の濃度は1週間以内に50%以上のかかなり高い落葉を示した。最も高いものでは10.0ppm区の82%であって0.1, 2.5, 5.0, 20.0ppm区についても70%から80%近くの激しい落葉を示した。この落葉は最終日には10.0ppm区の94%が最も大きく、最も低いものでも0.25ppm区の58%であった。

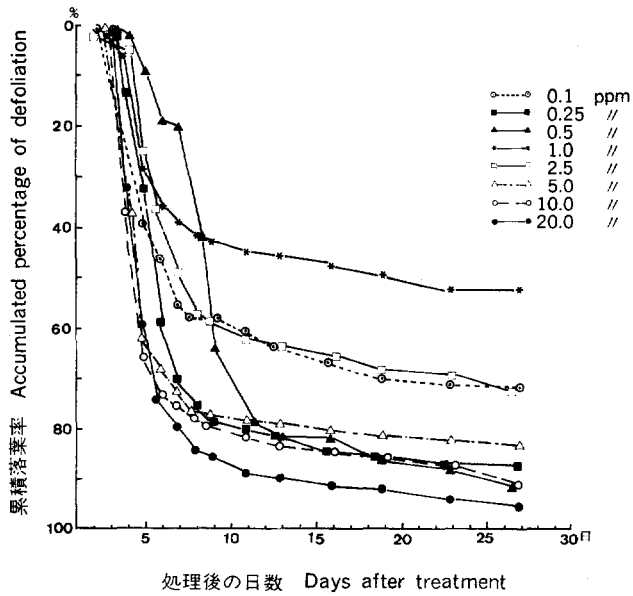


Fig. 11. MEP乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 1)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 1).

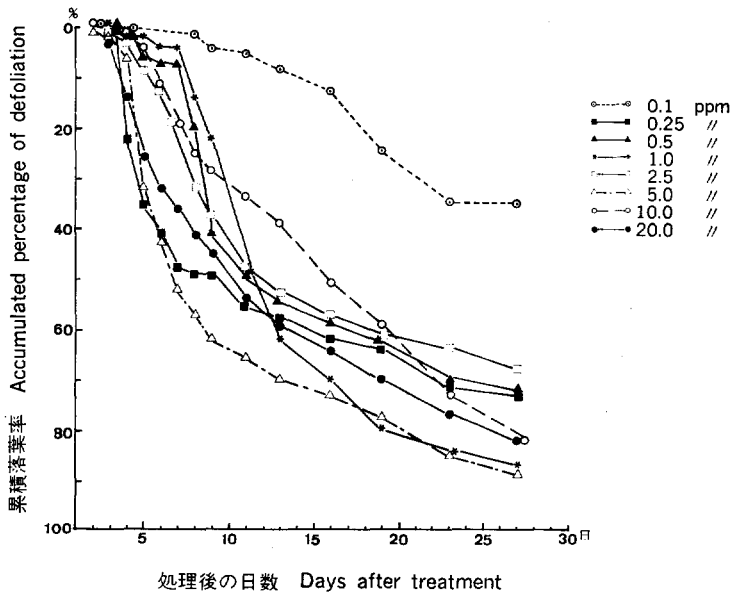


Fig. 12. MEP乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 2)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 2).

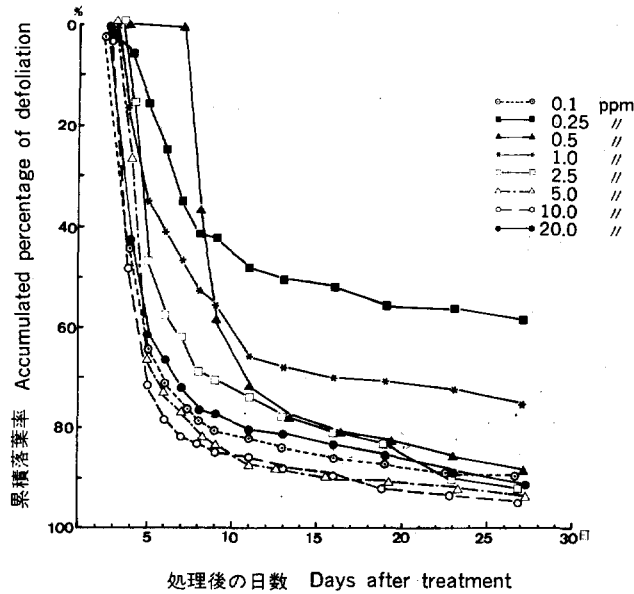


Fig. 13. ME P乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 4)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 4).

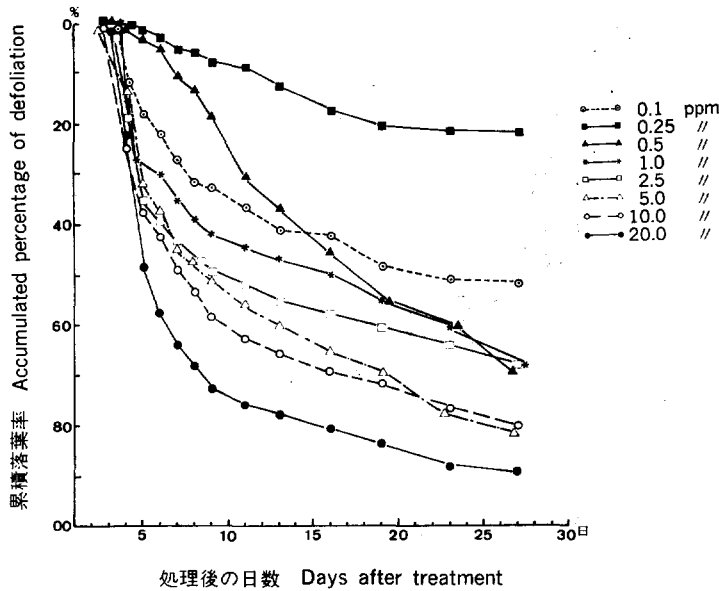


Fig. 14. ME P乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 6)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 6).

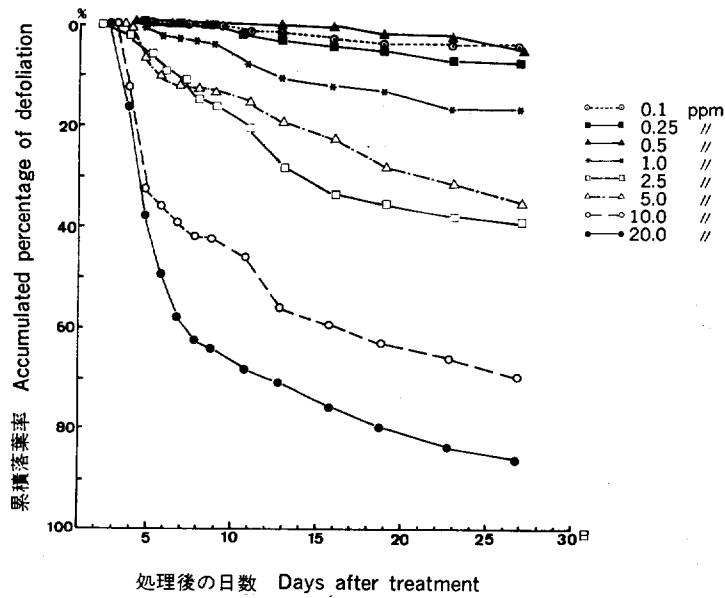


Fig. 15. MEP 乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 7)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 7).

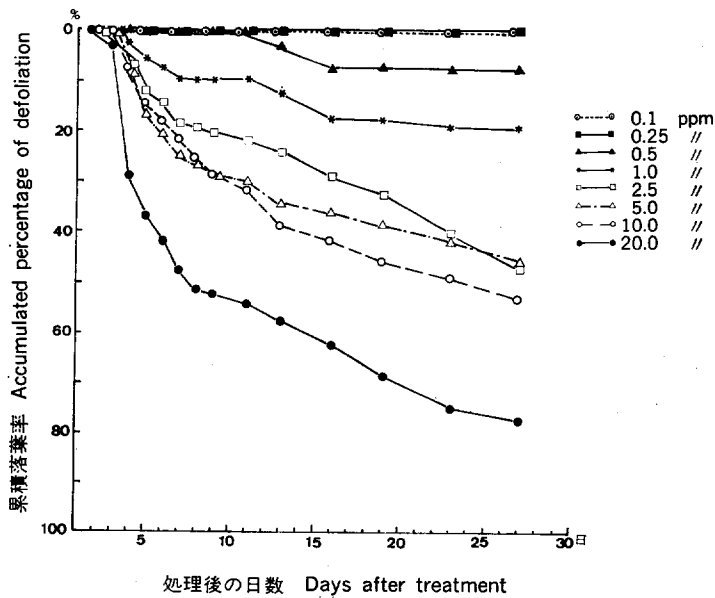


Fig. 16. MEP 乳剤濃度別処理による累積落葉率の違い (強感受性木 No. 8)
Accumulated percentages of defoliation with different concentration of fenitrothion (Highly susceptible tree No. 8).

No. 6 (Fig. 14) ではほとんどの個体は3日目より落葉が始まった。1週間以内に50%以上の落葉したものは、20.0 ppm 区の64%と10.0 ppm 区だけであった。ここでは各濃度区のものがかかなりゆるやかな落葉であった。最終日の落葉率をみると20.0 ppm 区が89%で最も大きく、5.0 ppm 区の81%、10.0 ppm 区の80%と続いた。しかし、0.25 ppm 区については22%と最も少ない落葉しかみなかった。

No. 7 (Fig. 15) については全体に落葉は弱くて、1週間以内に50%以上の落葉を示したものは、20.0 ppm 区だけであった。10.0 ppm 区は13日目になって56%であった。その他の濃度区は50%落葉に達するに至らず、最終日でも0.1 ppm 区の4%から2.5 ppm 区の40%程度で終わった。しかし、20.0 ppm 区は86%、10.0 ppm 区は70%とほとんどのものが落葉した。

No. 8 (Fig. 16) の場合はNo. 7と全く同じで、全体にゆるやかな落葉であり、1週間以内の50%前後の落葉をみると20.0 ppm 区の48%だけであった。最終日には10.0 ppm 区が54%の落葉を示したが、他の濃度では2.5 ppm 区が47%、5.0 ppm 区は46%であった。ここでは0.25 ppm 区と0.1 ppm 区では全く落葉はみられなかった。

これらの6例を総合的にみた場合、全体的な傾向としては濃度が高いほど早期に激しい落葉が現れるようである。この傾向はNo. 6, 7, 8の場合にはかなりはっきりとしている。しかし、No. 1, 2ではMEP濃度と落葉経過の間に比例的な関係はほとんどみられない。Fig. 1, 2からもわかるようにNo. 1は、選抜した強感受性木のなかでもその感受性が最も強い個体と考えられる。このような感受性のきわめて強い個体では、0.1 ppm ほどのきわめて薄い濃度のMEPにもよく反応し、高濃度の場合と同じように激しい落葉を示すといえる。しかし、一般的には濃度に応じた落葉現象を示すものと考えられる。さらに低濃度でNo. 1のような感受性の強い供試木の試験を行う必要があろう。

VII 感受性木の反応の季節的なちがい

ヒノキの異常落葉現象を解明するには、感受性木が1年間を通じて時期別にどのように落葉現象を現すかを把握しておくことも感受性木の検出などさまざまな試験をする上で必要である。そこで感受性木の小枝を毎月採取し薬剤処理後落葉が始まるまでの日数を調査した。また、非感受性木はいつでも落葉しないか否かも同時に調べた。

材料と方法

1977年5月から1978年4月までの1年間にわたって調査を行った。供試木にはTable 2に示した強感受性木9本 (No. 1~6, No. 8~10) および、非感受性木5本 (No. 15~19) を用いた。各母樹からは小枝 (25~30cm) を毎月の初旬に採取し、直ちに浸漬水さし法 (MEP 1.0%乳剤) で処理した。処理後毎日一定時刻に観察を行い、落葉の判定は手で軽く触れただけで激しく落下した日を落葉反応が現れた日とした。

結果と考察

各供試木の薬剤処理後落葉が現れるまでの日数を月別にTable 3に示した。強感受性木の落葉反応前平均日数についてみると、5~6月は4.1~4.0日であった。また、最も気温の高い7~8月では3.1日目と同じ現象がみられた。しかし、11~12月と次第に気温の低くなるにしたがって、落葉現象は示すが夏季に比べてかなり遅くなり、11月は6.5日目、12月は9.9日目に現象が出現した。冬季の1~2月については12.8~22.5日目に落葉をみたものの、ほとんどが微害程度の症状を示したのみであった。この2

Table 3. ヒノキ強感受性木, 非感受性木の月別落葉反応前日数 (1977.5~1978.4)

Seasonal change of days from fenitrothion treatment to beginning of defoliation (May, 1977~April, 1978)

感受性の程度 Degree of susceptibility	番号 No. of tree	1977 5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	1978 1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.
強感受性 Highly susceptible	1	4	4	3	3	4	4	6	9	13	23	9	5
	2	4	4	3	3	4	4	6	9	—	22	9	6
	3	4	4	3	3	3	4	6	11	—	23	9	6
	4	4	4	3	4	3	4	6	12	—	23	9	6
	5	4	5	3	3	3	4	6	9	12	23	9	5
	6	4	5	4	3	3	3	6	9	13	22	9	6
	8	4	4	3	3	3	4	5	9	—	22	7	5
	9	5	3	3	3	4	4	7	11	—	23	7	6
	10	4	3	3	3	4	3	7	9	13	22	9	6
	平均 Mean		4.1	4.0	3.1	3.1	3.4	3.8	6.5	9.9	12.8	22.5	8.5
非感受性 Resistant	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

— 落葉せず。No defoliation

※ 1, 2月の落葉は微害程度のものであるため, 他の月の落葉とは様子が異なる。

Defoliation in January and February was not so heavy as in other months.

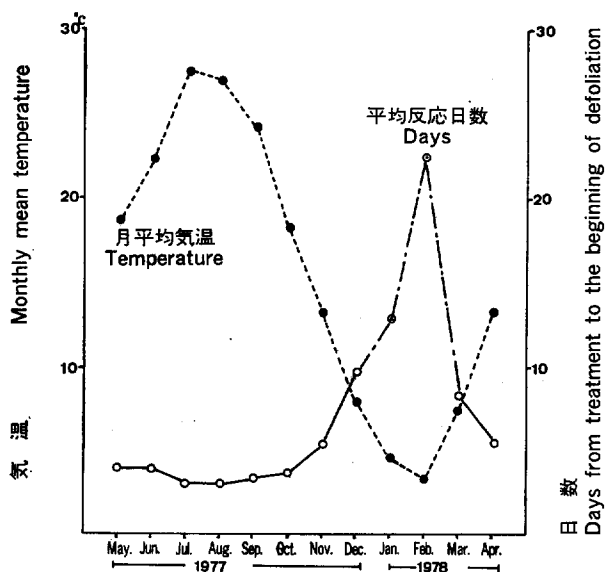


Fig. 17. 月ごとの反応日数と月平均気温の関係

Seasonal changes of temperature and days from treatment to the beginning of defoliation of highly susceptible tree.

1・2月の落葉は微害程度のものであるため, 他の月の落葉とは様子が異なる。

Defoliation in January and February was not so heavy as in other months.

か月の落葉現象は他の月と全く様子が異なるものであった。3～4月になると8.5～5.7日で落葉現象をおこした。これに対し、非感受性木のNo. 15～19はTable 3に示してあるように1か年を通して何らの落葉現象も現れなかった。

落葉反応前日数と気温の関係をみるために、Table 3の強感受性木の反応前平均日数と京都気象台の月平均気温を月別に図示してみた(Fig. 17)。1977年5月の試験開始から気温が上がるにつれて、次第に日数が少なくなり、7～8月では最も少なくなっている。9月以降は気温が低下するにつれて日数は長くなり、1～2月の低温期には遅くなってから落葉症状はみたまの微害程度であるため、他の月の激しい落葉と比べて様子が全く異なるものであった。3～4月と再び気温が上昇するにつれて日数は少なくなっている。また、月平均気温がほぼ似た値となった12～3月、11～4月および10～5月は落葉反応前日数も近似の値となっている。このように各月の落葉反応前日数は気温と反比例の関係にあることがわかった。

VII 温度条件と落葉現象

前項の試験の結果、ヒノキのMEP剤による落葉が始まるまでの日数(落葉反応前日数)は、季節によって変化し、それは気温によって変わることが明らかとなった。そこでその裏付け資料として、6段階の定温下で落葉が始まるまでの日数を調べた。

材料と方法

試験は1978年4月24日から1か月間実施した。供試木はTable 2に示した強感受性木8本(No. 1～6, 8, 10)および弱感受性木4本(No. 11～14)と、非感受性木3本(No. 15～17)で、各母樹より小枝(25～30cm)を2本ずつ採取した。温度処理は人工気象装置を用いて、最高を30°Cにとり、これより5°C間隔で25°C, 20°C, 15°C, 10°C, 5°Cの6段階を設定した。光の条件はすべて12時間照明、12時間暗黒とした。MEP剤の処理は浸漬水さし法と葉液吸い上げ法の両処理法で試みた。その後毎日観察を行い異常落葉が始まるまでの日数および落葉状況を調査した。

結果と考察

結果はTable 4に示したとおりである。まず、浸漬水さし法について、強感受性木の落葉反応前日数の平均値を算出してみると、30°C区:3.5日、25°C区:4.0日、20°C区:5.0日、15°C区:9.0日であった。しかし、10°Cでは14.8日目にわずかながら落葉したのみであって、5°Cではこの1か月間には全く落葉現象をおこさなかった。

これを母樹別にみると30°C区で最も早く落葉をおこしたものは、3日目にNo. 1, 2, 8, 10であり、他の4個体は4日目に落葉をみた。25°C区では強感受性木の8個体全部が4日目に同じように落葉した。20°C区では4日目にNo. 3, 8, 10の3個体が落葉し、5日目ではNo. 2, 4～6の4個体であり、6日目ではNo. 1のみであった。15°C区については強感受性木8個体全部が9日目に落葉をおこした。弱感受性木についてみると、4個体ともに30°C～15°Cまでの温度下でわずかな落葉症状がみられただけであった。非感受性木のNo. 15～17の3個体については、全く落葉現象はみられなかった。

次に葉液吸い上げ法について強感受性木の落葉反応前日数の平均値をみると次のようになる。30°C区:3.2日、25°C区:4.3日、20°C区:5.5日、15°C区:9.9日であった。10°C区は浸漬水さし法とほとんど同じような症状で14.2日目にわずかに落葉し、5°C区では全く落葉はみられなかった。

Table 4. ヒノキ強感受性, 弱感受性, 非感受性木の温度別落葉反応前日数 (1978. 4~5)

Days from fenitrothion-treatment to beginning of defoliation under constant temperatures (April~May, 1978)

方法 Method of treatment	感受性の程度 Degree of susceptibility	番 号 No. of tree	30 (°C)	25 (°C)	20 (°C)	15 (°C)	10 (°C)	5 (°C)
浸漬 水 み し 法 Dipping twigs into fenitrothion-emulsion	強感受性 Highly susceptible	1	3	4	6	9	+ 16	—
		2	3	4	5	9	+ 16	—
		3	4	4	4	9	+ 16	—
		4	4	4	5	9	—	—
		5	4	4	5	9	+ 15	—
		6	4	4	5	9	—	—
		8	3	4	4	9	+ 13	—
		10	3	4	4	9	+ 13	—
		平均 Mean	3.5	4.0	5.0	9.0	14.8	—
		弱感受性 Susceptible	11	+ 10	+ 9	—	—	—
	12		+ 13	+ 15	+ 10	+ 10	—	—
	13		+ 6	+ 7	+ 13	+ 15	—	—
	14		+ 15	+ 17	—	+ 15	—	—
	非感受性 Resistant	15	—	—	—	—	—	—
		16	—	—	—	—	—	—
		17	—	—	—	—	—	—
	薬液 吸い 上げ 法 Putting basal parts of twigs in fenitrothion-emulsion	強感受性 Highly susceptible	1	4	4	6	12	+ 14
2			3	4	6	14	—	—
3			3	4	5	9	—	—
4			3	4	4	9	+ 15	—
5			3	4	6	9	+ 15	—
6			3	4	6	9	+ 15	—
8			4	6	6	9	+ 13	—
10			3	4	5	8	+ 13	—
平均 Mean			3.2	4.3	5.5	9.9	14.2	—
弱感受性 Susceptible			11	+ 10	+ 12	+ 13	+ 9	—
		12	+ 7	+ 9	+ 11	+ 10	—	—
		13	+ 10	+ 12	+ 16	+ 13	—	—
		14	+ 10	+ 10	+ 13	+ 7	—	—
非感受性 Resistant		15	+ 10	+ 12	+ 16	+ 13	—	—
		16	+ 7	+ 10	+ 16	+ 16	—	—
		17	+ 4	+ 8	+ 8	+ 11	—	—

+ 落葉は認められるが、わずか程度か落下しないもの。Only slight symptom of defoliation is recognized.
 - 落葉せず。No defoliation.

母樹別にみると 30°C 区では No. 2~6, 10 の 6 個体が 3 日目に落葉し, No. 1, 8 は 4 日目であった。25°C 区ではほとんどの個体が 4 日目であった。20°C 区では No. 4 が 4 日目, No. 3, 10 が 5 日目, No. 1, 2, 5, 6, 8 は 6 日目であった。15°C 区では No. 10 が 8 日目, No. 3, 4, 5, 6, 8 は 9 日目, No. 1, 2 は 10 日過ぎに落葉をおこした。次に弱感受性木は浸漬水さし法と全く同じように, 全体にわずかな落葉をみただけであって 30°C~15°C 区を通じて 7~16 日とかなりの差がみられた。非感受性木については落葉現象, 落葉までの日数ともに各温度区とも, 弱感受性木とほとんど変らなかつた。

浸漬水さし法, 葉液吸い上げ法ともに強感受性木を個別にみると 15°C 以上では, はっきりとした落葉現象があり, 早い場合では 30°C 区の 3 日目で, 遅い時でも 15°C の 14 日目に現れている。また, 温度別では高い時ほど反応が早く, 低いほど遅くなる傾向がある。この結果は前に調査した感受性木の季節別落葉反応前日数調査の傾向と一致する。弱感受性木については浸漬水さし法, 葉液吸い上げ法ともに落葉現象はみられるものの, わずかな落葉で温度の影響をはっきりと捕えることはできなかった。非感受性木では葉液吸い上げ法の場合のみにわずかな落葉をみたが, これも強感受性木と比べた時, 明らかに反応は遅くてゆるやかである。

強感受性木 8 本の 温度別平均落葉反応前日数の逆数を取り, これを反応速度 (y) と仮称して縦軸とし, 温度 (x) を横軸として座標に図示すると Fig. 18 のようになる。その回帰直線は $y = 0.0114x - 0.0452$ ($r = 0.9850$) であって相関係数は 0.9850 とかなり高い。昆虫の発育零点を求める時と同じように $y = 0$ のときに $x = 4.0$ となる。すなわち, 強感受性木は一般に 4.0°C 以下では落葉現象はおきないと考えられる。また, 有効積算温度は 87.5 日度となる。強感受性木が MEP 剤に触れた後に落葉現象を起こすまでには 4°C 以上の温度が 87.5 日度必要である。したがって 5°C 恒温下では処理後約 2 か月を要することになり, この

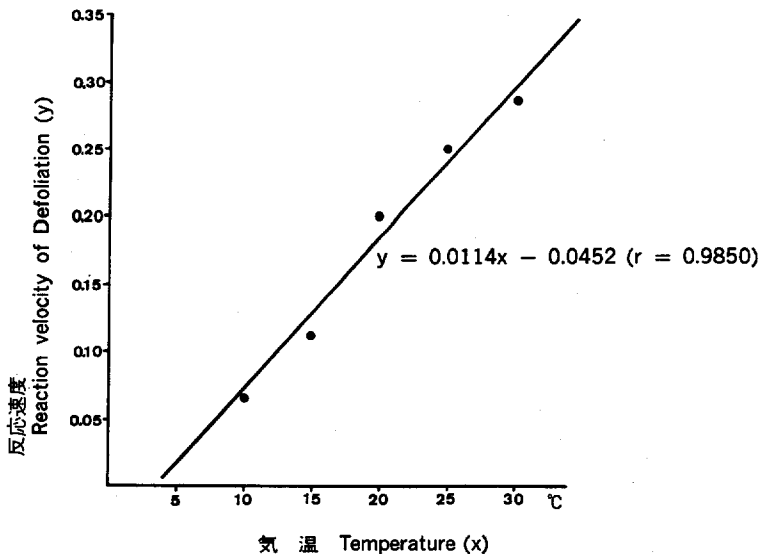


Fig. 18. 強感受性木の落葉反応速度と気温との関係

Correlation between temperature and reaction velocity of defoliation in highly susceptible tree.

※ 1・2月は微害程度のものであるため他の月の落葉とは様子が異なる。
Defoliation in January and February was not so heavy as in other months.

試験期間の1か月内に落葉しなかったのは当然といえる。

IX 明暗条件と落葉現象

感受性木の異常落葉現象においては、温度のほかに光条件も感受性木の落葉に影響する可能性が考えられるので、明暗条件の影響について、試験を行った。

材料と方法

1980年4月16日から実験を始め20日間調査および観察を毎日行った。供試木は Table 2 に示してある強感受性木6本 (No. 1~6) の母樹で、これより小枝 (25~30cm) を3本ずつ採取した。試験は人工気象装置内で行い、全明 (24時間照明)、半明 (12時間照明)、全暗 (照明なし) の3処理区を設定した。MEP 剤の処理は浸漬水さし法で行い、その後上記の照明区分別に各恒温室内に入れた。なお、照明の照度は20,000ルクス、温度は25°Cである。毎日一定時刻に落葉を採取し、当初の全着生葉量に対する割合を測定した。

結果と考察

各供試木ごとに全明、半明および全暗区の薬剤処理後の累積落葉曲線を Fig. 19~24 に示した。供試木 No. 1 (Fig. 19), No. 4 (Fig. 22), No. 6 (Fig. 24) の3本については全明、半明、全暗の3処理区間の落葉経過に差はほとんど認められない。No. 2 (Fig. 20) と No. 5 (Fig. 23) の2本の供試木では全暗区における累積落葉曲線は全明および半明区のそれよりもやや下にある。また、No. 3 (Fig. 21) では全明区と全暗区の累積落葉曲線は大差のない経過をたどっているが、半明区のそれは両区よりもかなり下になっている。

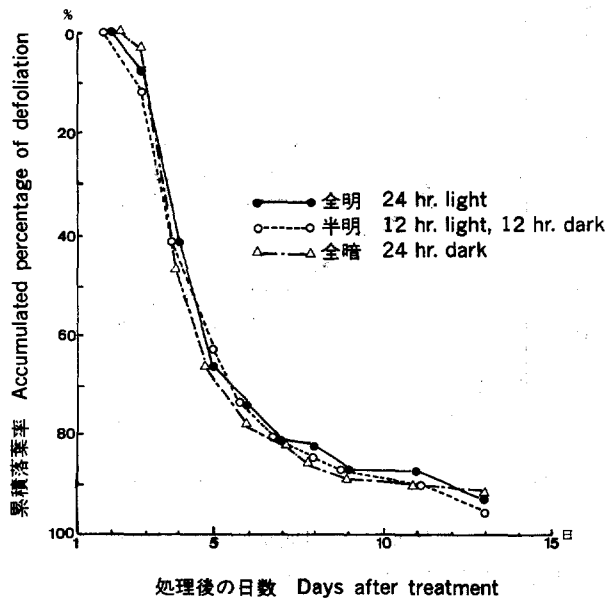


Fig. 19. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 1 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 1 under different light-dark conditions.

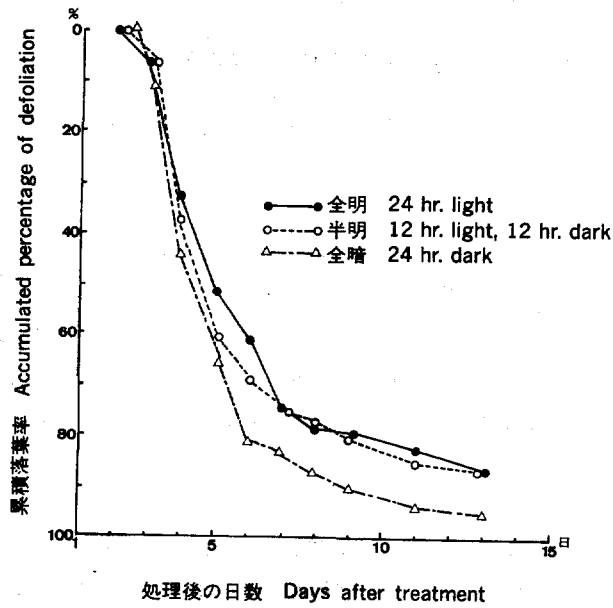


Fig. 20. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 2 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 2 under different light-dark conditions.

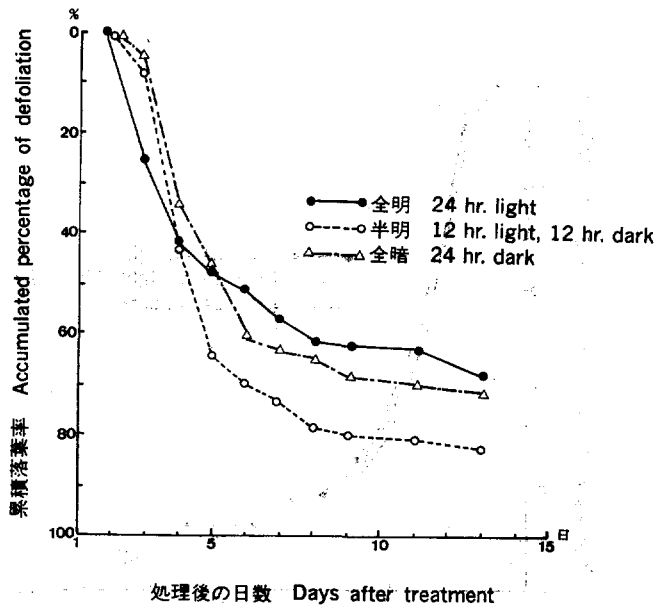


Fig. 21. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 3 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 3 under different light-dark conditions.

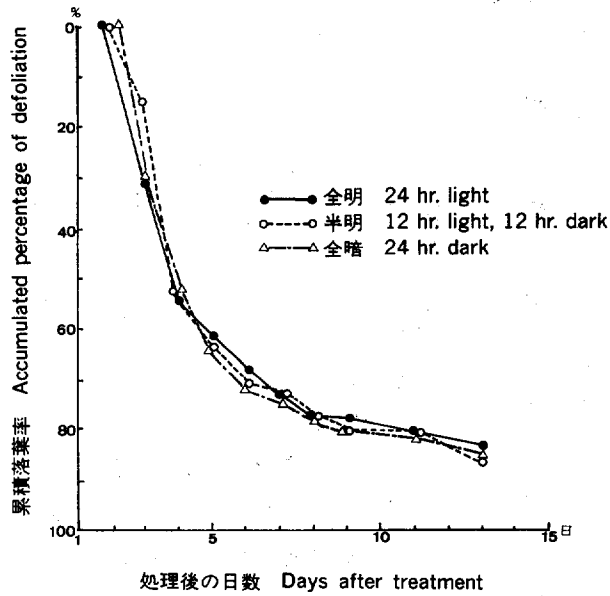


Fig. 22. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 4 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 4 under different light-dark conditions.

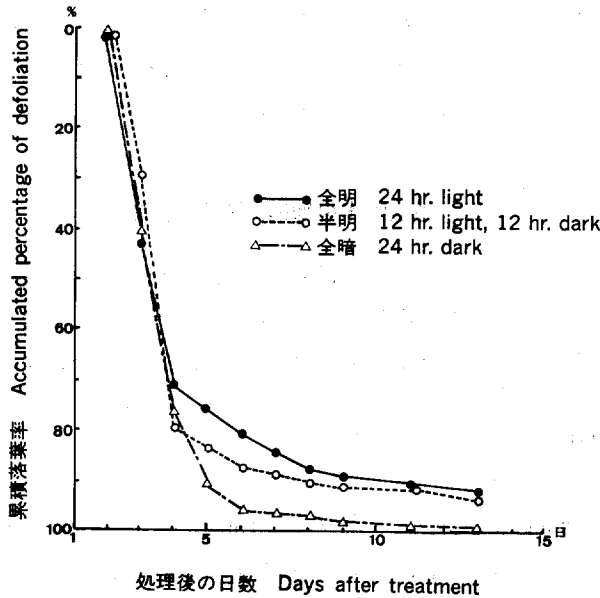


Fig. 23. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 5 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 5 under different light-dark conditions.

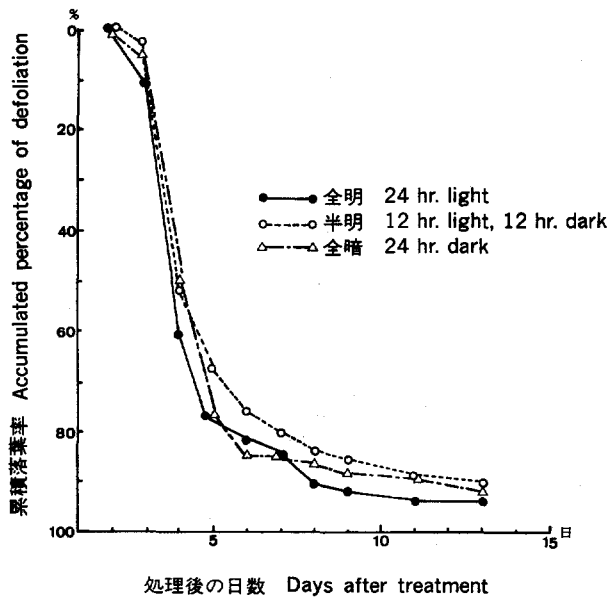


Fig. 24. 異なる明暗条件下における強感受性木 No. 6 の累積落葉率の変化
Accumulated defoliation-percentages of highly susceptible tree No. 6 under different light-dark conditions.

このように 6 本の供試木中 3 本までは明暗条件を変えてもその落葉経過にほとんど差がなく、他の 3 本は落葉経過にいくらか差がみられたものの、落葉現象と明暗条件の間では一定の傾向を示していない。また、薬剤処理後、落葉が始まるまでの日数は、どの供試木においても明暗条件によって変わることはなかった。以上の結果を総合的にみた場合、ヒノキの異常落葉現象と明暗条件の間には、ほとんど関係はないものと思われる。

X 感受性木の増殖に関する試験

異常落葉現象をさらに詳しく研究するためには大量の供試材料の確保と、その特性を知ることが必要である。そこで、これまで 10 回以上の落葉試験において常に強い感受性を示したヒノキ個体を選出し、次の 3 項目の試験を行った。1) さし木増殖試験、2) つぎ木増殖試験、3) つぎ木で増殖した個体の MEP 感受性試験。

1) さし木増殖試験

材料と方法

さし木試験は 1977~79 年の 3 年間に、供試木は Table 2 に示してある個体から選んだ。1977 年 6 月 3 日に強感受性木 9 本 (No. 1~6, 8~10) の母樹より 81 本と、非感受性木 2 本 (No. 16, 19) の母樹よりそれぞれ 20 本のさし穂を採取し、温室中の自動灌水施設のある鹿沼土さし床にさし木を行った。

1978 年には 5 月 10 日に前年と同じ方法で強感受性木 4 本 (No. 1, 5, 6, 10) の母樹より 425 本と、非感受性木 3 本 (No. 15~17) の母樹より 85 本のさし穂をさし木した。

1979 年には 4 月 24 日に強感受性木 3 本 (No. 1, 5, 6) の母樹より 255 本と、弱感受性木 2 本 (No.

Table 5. 強感受性および非感受性ヒノキのさし木試験結果
 Propagation of highly susceptible, susceptible and resistant
 Hinoki trees by cuttings

	感受性の程度 Degree of susceptibility	番 号 No. of tree	さし木本数 No. of cuttings	発根本数 No. of rooted cuttings	発根率 Percentage of rooting (%)	
'77 年 実 施 Tested in 1977	強感受性 Highly susceptible	1	5	0	0.0	
		2	10	0	0.0	
		3	10	1	10.0	
		4	10	0	0.0	
		5	10	0	0.0	
		6	10	0	0.0	
		8	10	2	20.0	
		9	6	2	33.3	
		10	10	3	30.0	
		計 Total		81	8	9.9*
非感受性 Resistant	16	10	9	90.0		
	19	10	7	70.0		
	計 Total		20	16	80.0*	
'78 年 実 施 Tested in 1978	強感受性 Highly susceptible	1	119	5	4.2	
		5	103	5	4.9	
		6	158	0	0.0	
		10	45	13	28.9	
		計 Total		425	23	5.4*
	非感受性 Resistant	15	25	24	96.0	
		16	30	28	93.3	
17		30	30	100.0		
	計 Total		85	82	96.5*	
'79 年 実 施 Tested in 1979	強感受性 Highly susceptible	1	73	11	15.1	
		5	82	8	9.8	
		6	100	0	0.0	
		計 Total		255	19	7.5*
	弱感受性 Susceptible	11	80	17	21.3	
		12	75	48	64.0	
		計 Total		155	65	41.9*
	非感受性 Resistant	15	73	53	72.6	
16		74	59	79.7		
	計 Total		147	112	76.2*	

* 平均値 Mean

11, 12)の母樹より155本および、非感受性木2本(No. 15, 16)の母樹より155本を同じようにさし木した。

調査は各年とも、さし付け後半年経過した12月上旬に掘り取り、発根率を調べた。

結果と考察

3年間の試験結果はTable 5に示したとおりである。1977年のさし付け本数は少なかったが、強感受性木の平均発根率は9.9%で非常に悪く、非感受性木は80%と良好であった。また、母樹別発根率をみると、強感受性木の最も良好な個体はNo. 9の33%が最高で、No. 10の30%、No. 8の20%、No. 3の10%の順序であった。その他の5個体については全く発根はみられず大きな差がみられた。非感受性木についてはNo. 16が90%、No. 19が70%であり、強感受性木に比べて非常に良好であった。

1978年の平均発根率をみると、強感受性木は5.4%であって前年の率とほぼ同じであった。母樹別の発根率については強感受性木のNo. 10は28.9%であり、前年の30.0%とほぼ同じであった。その他のNo. 1は4.2%、No. 5は4.9%と非常に低い発根率であった。これに比べて非感受性木はこの年でも平均で96.5%とほとんどすべてのさし穂は発根し、母樹別にみてもNo. 15が96%、No. 16が93.3%であって、No. 17については全部のさし穂が発根した。

1979年の試験では強感受性の平均発根率をみると7.5%で過去2年間の率と比べるとほとんど同じであった。また、母樹別については最も良好なものがNo. 1の15.1%で、No. 5は9.8%とほぼ同じであったが、No. 6は全然発根はしなかった。弱感受性木の平均発根率は41.9%であって強感受性木よりはかなり高い率であった。母樹別についてはNo. 11は21.3%、No. 12は64%と開きはみられたが、強感受性木と比べてみると良好であった。非感受性木の発根率は前年とほぼ同じであった。

ヒノキのさし木は母樹齢が高いほど発根率が低下すると報告されている¹⁰⁾。筆者の過去3年間の試験結果の中でもNo. 1~6の母樹の発根率は非常に低い。これらの母樹は53年生であるため、この影響があるものと思われる。しかし、強感受性木のNo. 8~9と非感受性木のNo. 15~17を比べてみると、これらは同じ樹齢であるにもかかわらず、強感受性木は非感受性木よりも明らかに発根率が低くなっている。したがって強感受性木は一般に非感受性木よりもさし木の発根率が低いと考えられる。

2) つぎ木増殖試験

材料と方法

つぎ木試験は1980~81年の2年間にわたって行い、供試母樹はTable 2のものを使用した。1980年の試験は強感受性木5本(No. 1, 5, 6, 7, 8)と非感受性木2本(No. 15, 16)の各母樹より3月17日につぎ穂を採取し、5°Cの冷蔵庫に保存しておき、4月4~7日につぎ木した。台木は4年生のヒノキ苗木で1977年に当支場苗畑に植栽しておいたものを用いた。

つぎ木の手順は次のとおりである。まず、つぎ穂を5cm程度に切り、つぎ木用小刀で穂木の下端をくさび型にそいだ。台木の主軸先端部の最も弯曲しやすい部分を水平に切断し、中心付近をまっすぐに割った。その割目にさし穂を挿入し、ビニール紐でかたく結び、その上をつぎ木ろうで被覆した。

1981年の試験は前年と全く同じようにつぎ穂を採取し、5°C下に保存して、4月6~8日の間に同じ方法でつぎ木を行った。台木は1978年に当支場苗畑に植栽しておいた3年生ヒノキを用いた。

活着率の調査は各年とも11月上旬に行った。

結果と考察

結果は Table 6 に示した。1980 年の 4 年生台木につき木した強感受性木の平均活着率は 73.0% でかなり良好であり、母樹別にみても No. 5 が 80.8%, No. 6 は 80.0% とかなり高い率であった。また、低いものでも No. 7 は 60.3% で大きな開きはみられなかった。これと比べて非感受性木の平均活着率は 84.3% で強感受性木よりやや高い率となったが、この両者の間には危険率 5% で有意差は認められなかった。また、母樹齢については強感受性木の 53 年生壮齢木である No. 5, No. 6 は No. 7 の 19 年生よりもかなり良い活着を示し、最も若い 15 年生の非感受性木 No. 15, No. 16 と比べてみても高い活着率であった。

次に 1981 年の 3 年生台木につき木したのものについては、強感受性木の平均活着率は 65.6% で、前年よりもわずかながら劣る活着率であった。母樹別の活着率についてみると、No. 1 は 63.3%, No. 8 は 60.0% でほとんど同じであり、No. 7 は 73.3% でわずかながら良好であった。非感受性木の平均活着率は 71.7% で、やはり強感受性木との間に有意差は認められなかった (危険率 5%)。また、母樹齢についても前年の率とほとんど変わりなく 53 年生の 1 号木も他の個体の幼齢木と大きな開きはみられなかった。

2 年間のつき木試験を通してみると、強感受性木は非感受性木とほとんど差はなく、かなり高い活着率がみられた。また、前項のさし木試験では母樹齢の高い壮齢木の場合は発根率が零のものがあったことと比べてみると、このつき木試験では母樹齢にほとんど関係なく活着率は良好であった。また、一般のヒノキのつき木でも母樹齢による活着率の違いはない⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。ヒノキの異常落葉現象を調査するための供試材料を確保するには、つき木で増殖を行えばかなり良好な結果が得られることが明らかになった。

Table 6. 強感受性木および非感受性木ヒノキのつき木試験結果
Propagation of highly susceptible and resistant Hinoki trees by grafting

	感受性の程度 Degree of susceptibility	番 号 No. of tree	つき木本数 No. of scions	活着本数 No. of living grafts	活 着 率 Percentage of living grafts (%)
4 年生台木 (80 年実施) 4 years old rootstock (in 1980)	強 感 受 性 Highly susceptible	1	76	52	68.4
		5	73	59	80.8
		6	75	60	80.0
		7	58	35	60.3
		計 Total	282	206	73.0*
	非 感 受 性 Resistant	15	35	31	88.6
16		35	28	80.0	
計 Total		70	59	84.3*	
3 年生台木 (81 年実施) 3 years old rootstock (in 1981)	強 感 受 性 Highly susceptible	1	30	19	63.3
		7	30	22	73.3
		8	30	18	60.0
		計 Total	90	59	65.6*
	非 感 受 性 Resistant	15	30	20	66.7
		16	30	23	76.7
	計 Total	60	43	71.7*	

* 平均値 Mean

Table 7. MEP処理後強度の落葉を示すまでの日数
Susceptibility of grafts from highly susceptible mother trees

番号 No. of tree	小枝数 No. of twigs	M E P 処 理 後 の 日 数 Days after fenitrothion-treatment						平 均 Mean
		1 日 1st day	2 日 2nd day	3 日 3rd day	4 日 4th day	5 日 5th day	6 日 6th day	
1	10	0	0	0	3	3	4	5.1
5	10	0	0	2	4	3	1	4.3
6	10	0	0	1	3	1	5	5.0

3) つぎ木で増殖した個体の MEP 感受性試験

材料と方法

1981年7月20~28日までの期間に、つぎ木で増殖した個体が MEP 剤に対してどのような反応を示すかについての試験を行った。供試木は前年のつぎ木試験で活着した15個体のつぎ木苗(強感受性 No. 1, 5, 6の3母樹からそれぞれ5本ずつ)から各2本ずつ計30本の供試用小枝を採取した。採取小枝は7月20日に MEP 1% 乳液に浸漬した後に水さしをした。その後落葉状況を毎日観察し、落葉程度の判定はこれまでと同じ方法で行った。

結果と考察

MEP 1% 乳液に浸漬後、強度の落葉が現れた小枝数を、処理後の日数と母樹別に示すと Table 7 のようになる。供試小枝30本について MEP 乳液処理後の激しい落葉現象が現れるまでの日数は3~6日であった。この強い落葉現象は3日目には No. 5 が2本、No. 6 は1本みられ、No. 4 については落葉はおこらなかった。しかし、4日目になると No. 1 は3本、No. 5 では4本および No. 6 は3本がかなり激しく落葉した。その後落葉はかなり進み6日目には No. 1, 5, 6 の各10本の小枝は、当初の着葉量の半分以上が落下した。3母樹別のそれぞれ10本の小枝の強度落葉に至るまでの平均日数は、No. 1 では5.1日、No. 5 は4.3日、No. 6 では5.0日であり母樹間については大きな開きはなかった。また、つぎ木を採取した母樹 (No. 1, 5, 6) の落葉状況についてはすでに多くの試験を行ってきたが、この試験結果とはほぼ同じであった。

このことからつぎ木で増殖した個体には、MEP 剤がかかれば、その母樹と同じように激しく落葉現象を示すことが明らかになった。

XI ヒノキ以外の樹木についての異常落葉現象の検討

MEP 剤による異常落葉現象はこれまでのところヒノキだけに発現している。しかし、ヒノキ以外の樹木についても MEP 剤による異常落葉現象が現れるか否かについての検討も必要である。特にヒノキと同じような鱗片状の葉をもつサワラ、アスナロ、ネズコ、コノテガシワ等ヒノキ科の樹木には、ヒノキと同様に落葉するものがある可能性が考えられる。そこで、ヒノキ科の樹木を中心に MEP 剤による異常落葉の有無について、当支場構内見本林等に植栽されている樹木を材料として調査を行った。

材料と方法

異常落葉する個体の出現率は、ヒノキでも10%前後であって高率ではない。したがってある樹種にこのような個体が存在するか否かを確実に調査するには、多数の供試木が必要である。しかし、当支場内に

植栽されているヒノキ科樹木のそれぞれの本数はさほど多くない。Ⅲの項目ですでに述べたように、ヒノキでは薬液吸い上げ法で処理すれば、10日前後で強感受性、非感受性ともに落葉する。したがって浸漬水さし法と薬液吸い上げ法を併用することによって、少ない資料でも各樹種の MEP 剤に対する反応を効率的に検討することはできるであろう。この考えをもとに当支場構内にあるヒノキ科の樹木13種(または品種)についても調査を行った。

供試した樹種(品種)とその本数は Table 8 に示してある。試験は1977年5月13日から6月1日までの期間に行った。各樹種ごとに表に示してある調査本数の母樹から、それぞれ2本ずつの小枝を採取した。薬剤の処理は浸漬法と薬液吸い上げ法で行った。その後の落葉状況については連日観察した。

1979年には再試験として5月22~29日までの間に下記の調査を行った。供試樹種(品種)と本数は次

Table 8. ヒノキ科を主とした針葉樹のMEP剤による落葉状況
Results of test on possibility of defoliation by fenitrothion among tree species and varieties in Cupressaceae

樹種(または品種)名 Tree species or variety	処理区分 Treatment	調査本数 No. of trees tested	5日目 5 days after treatment	10日目 10 days after treatment	15日目 15 days after treatment
タイワンヒノキ <i>Camacyparis obtusa</i> var. <i>formosana</i>	A	30	+ 8	+ 20	+ 27
	B	30	+ 13	+ 28	+ 30
スイリュウヒバ <i>C. obtusa</i> var. <i>pendula</i>	A	10	0	0	0
	B	10	+ 3	+ 8	+ 10
ヒムロ <i>C. pisifera</i> var. <i>squarrosa</i>	A	7	0	0	0
	B	7	0	0	0
チャボヒバ <i>C. obtusa</i> var. <i>breviramea</i>	A	8	+ 2	+ 8	+ 8
	B	8	+ 4	+ 8	+ 8
オオゴンヒバ <i>C. obtusa</i> var. <i>breviramea</i> forma <i>aurea</i>	A	10	0	+ 10	+ 10
	B	10	+ 2	+ 10	+ 10
コノテガシワ <i>Thuja orientalis</i>	A	10	0	0	0
	B	10	0	+ 1	+ 10
ニオイヒバ <i>Thuja occidentalis</i>	A	5	0	+ 2	+ 5
	B	5	0	+ 5	+ 5
ギガントネズコ <i>T. plicata</i>	A	5	0	0	0
	B	5	0	+ 1	+ 1
イトスギ <i>T. orientalis</i> var. <i>pendula</i>	A	7	0	0	0
	B	7	0	0	+ 7
アスナロ <i>Thujopsis dolabrata</i>	A	20	0	0	0
	B	20	0	0	0
フリリヒバ <i>T. dolabrata</i> var. <i>variegata</i>	A	5	0	+ 2	+ 5
	B	5	+ 2	+ 5	+ 5
カイズカイブキ <i>Sabina chinensis</i> var. <i>Kaizuka</i>	A	10	0	0	0
	B	10	0	0	+ 10
タチビャクシン <i>S. chinensis</i> var. <i>Jacobiana</i>	A	4	0	+ 2	+ 4
	B	4	0	+ 4	+ 4

A : MEP乳液を葉に散布する方法。Dipping twigs into 1% emulsion of fenitrothion.

B : MEP乳液中に枝さしする方法。Putting basal parts of twigs in 0.25% emulsion.

+ : ごくわずかな徴候がある。Very slight symptom of defoliation.

のとおりでいずれも当支場構内に植栽されている。コノテガシワ100本、スイリュウヒバ10本、オオゴンヒバ7本、ニオイヒバ6本、フイリヒバ5本、チャボヒバ9本、ギガントネズコ5本、イトスギ6本、ヒムロ5本、ロウソノヒノキ3本。供試した生立木の小枝に MEP 1% 乳剤を噴霧器で液が滴る程度かけ、その小枝にテープで印をつけてその後落葉状況は毎日観察を行った。

結果と考察

1977年の結果は Table 8 のとおりである。まずこの13樹種の全体をみると浸漬水さし法、薬液吸い上げ法ともに10日以上たってもヒノキのようなはっきりとした激しい落葉現象を示した個体は全く見当たらず、ごくわずかな徴候が認められたのみであった。

浸漬水さし法で5日目に軽度の落葉症状を示した個体は台湾ヒノキが8本、チャボヒバ2本のみであった。薬液吸い上げ法で5日目に軽い落葉症状を示したものは台湾ヒノキ13本、スイリュウヒバ3本、チャボヒバ4本、オオゴンヒバ2本、フイリヒバ2本であった。15日目になると浸漬水さし法では台湾ヒノキ、チャボヒバ、オオゴンヒバ、ニオイヒバ、フイリヒバ、タチビャクシンの6樹種の各調査木から採取した小枝のほとんどにごくわずかな徴候がみられた。薬液吸い上げ法では、浸漬水さし法で全く徴候のみられなかったスイリュウヒバ10本、コノテガシワ10本、ギガントネズコ1本、イトスギ7本、カイズカイブキ10本にもわずかな落葉をみた。浸漬水さし法では6樹種が、薬液吸い上げ法では11樹種が軽度の落葉を示した。

1979年に再度試験した結果は全体としては前回の試験とほとんど同じような症状であり、落葉もごくわずかな徴候を示したのみであった。

また、アカマツ、クロマツ、スギについても浸漬水さし法、薬液吸い上げ法で各5本ずつ調査を行ってみたが、落葉現象は全くみられなかった。

以上の試験は当支場構内に植栽されている限られた本数の樹木を供試しているため、何分にも調査数が少なく明確な結論を出しにくい。しかしこの調査ではこれらのヒノキ以外の樹種においては薬液吸い上げ法でもヒノキに比べると落葉程度はきわめて軽く、また、浸漬水さし法でもヒノキの強感受性木のような激しい落葉をおこす個体はこれまでのところ見つからない。したがって、もしも MEP 剤の散布を受けたとしてもごくわずかな落葉症状が、ごく限られた個体にみられるだけで、ヒノキのような樹冠全体が落葉するような個体の出現する可能性はきわめて低いと考えられる。しかし、ヒノキに最も類似しているサワラについては、供試木が得られず、試験ができなかったので今後十分な検討が必要である。

XII Actinomycin D による落葉防止試験

MEP などの薬剤によるヒノキの異常落葉現象の発現機構についてはすでに研究が進められている¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。これによるとヒノキ葉内にとりこまれた薬剤の代謝物が内生エチレンの生成を促がし、これによって離層の形成が誘起されるようである。したがってこの一連の作用の進行をどこかで阻害すれば異常落葉はおきないわけである。本場保護部林業薬剤第2研究室長田畑勝洋氏はアクチノマイシン D によるインゲン (*Phaseolus vulgaris* L. var. Red Kidney) の落葉阻止効果を認めた試験例¹⁵⁾のあることを筆者に教示されるとともに、この抗生物質を提供して下さった。そこで、同氏の示唆をいただきながらアクチノマイシン D によるヒノキの異常落葉阻止効果について試験を行ってみた。

材料と方法

1980年5月19日に Table 2 中の強感受性木3本 (No. 1, 4, 5) の母樹から小枝 (25~30cm) をそれぞれ25本, 合計75本を採取した。各母樹から10本ずつ, 合計30本の小枝をアクチノマイシンDの1ppm溶液に浸漬した後水さししておき, 半日後にそのうちの半分 (各母樹から5本ずつの小枝) を1% MEP 乳剤で浸漬処理した。残りの半分はアクチノマイシンD処理後3日間経過してから同様の MEP 剤処理を行った。各母樹から10本ずつ合計30本の小枝を用いてアクチノマイシンDの2ppm溶液についても同様の処理を行い, 残りの各母樹から5本ずつ, 合計15本の小枝については対照区として, アクチノマイシンD処理は行わず MEP 処理のみを行った。

6月2日までの15日間, 毎日落下した鱗片葉を採取し, その乾重量を測定した。6月2日に全残留葉を小枝から採取してその乾重量を測定した。

結果と考察

処理後5日間ごとに落葉量を集計し, 当初着生葉量に対する百分率をそれぞれの小枝について算出した。各処理とも5回繰り返しの平均値を各母樹ごとに, また, 3本の母樹の平均値を算出し Table 9 に

Table 9. Actinomycin D による強感受性木の落葉率
Defoliation-percentages by fenitrothion after treatment of actinomycin D in highly susceptible trees

処理 Treatment	供試木・落葉率 Tested tree & parc. of def.	強感受性木 1 Highly susceptible tree No. 1				残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)	強感受性木 4 Highly susceptible tree No. 4			
		落葉率 Percentage of defoliation (%)			残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)		落葉率 Percentage of defoliation (%)			残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)
		1~5日 Days	6~10日 Days	11~15日 Days			1~5日 Days	6~10日 Days	11~15日 Days	
1 ppm	0.5 日後 After 12 hours	14.2	34.2	9.8	41.8	13.6	36.4	12.0	38.0	
1 ppm	3 日後 After 3 days	21.9	13.0	19.5	45.9	21.0	18.7	24.6	36.8	
2 ppm	0.5 日後 After 12 hours	5.1	39.7	13.2	42.0	20.4	30.0	16.9	32.7	
2 ppm	3 日後 After 3 days	21.9	16.4	24.8	36.9	24.1	21.0	22.8	32.1	
無処理 Control		60.7	19.9	11.4	7.9	59.0	11.8	17.6	11.6	

処理 Treatment	供試木・落葉率 Tested tree & parc. of def.	強感受性木 5 Highly susceptible tree No. 5				残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)	平均値 Mean			
		落葉率 Percentage of defoliation (%)			残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)		落葉率 Percentage of defoliation (%)			残存葉率 Per-centage of re-mained leaves (%)
		1~5日 Days	6~10日 Days	11~15日 Days			1~5日 Days	6~10日 Days	11~15日 Days	
1 ppm	0.5 日後 After 12 hours	18.8	39.8	14.3	27.1	15.5	36.8	12.0	35.7	
1 ppm	3 日後 After 3 days	42.5	13.6	18.2	25.8	28.4	15.1	20.7	35.8	
2 ppm	0.5 日後 After 12 hours	20.0	28.6	14.2	37.2	15.1	32.8	14.8	37.3	
2 ppm	3 日後 After 3 days	36.0	20.7	18.3	25.1	27.2	19.4	22.0	31.4	
無処理 Control		36.5	29.7	21.4	12.4	52.1	20.5	16.8	10.6	

示した。

3本の母樹間には数値のばらつきが見られるが、4つのアクチノマイシン D 処理区のいずれにもはっきりとした落葉現象が現れ、絶対的な阻止効果は認められない結果となった。しかし、各処理区の 15 日後の残存葉率を対照区と比較した場合にはかなり大きな値となっており、ある程度の相対的な落葉抑制効果は認められる。例えば No. 1 ではアクチノマイシン D の処理をしない場合には 15 日目までの残存葉率はわずかに 7.9% であってほとんどの葉が落下したのに対し、アクチノマイシン D 処理をした 4 区では、いずれも 40% 前後の葉が残存している。3本の供試木の平均値でも対照区は約 90% の葉が処理後 15 日間に落下したのにアクチノマイシン D 処理区では 4 区ともに 70% 以下の落葉率にとどまっている。アクチノマイシン D の濃度は 1 ppm でも 2 ppm でもほとんど変わりなく、また、アクチノマイシン D 処理後 MEP 処理をするまでの時間も 0.5 日後と 3.0 日後ではあまり関係ないようである。

この試験の結果から、実用的な見地から落葉防止にアクチノマイシン D を使用するにはまだ多くの問題があるといえよう。

XII おわりに

ヒノキに異常落葉を生じさせる MEP 剤の薬害について、その現象解析のために調査、試験を行ってきた。要約すると以下ようになる。

MEP 剤による落葉は実生苗木ではみられないが、5～8年生木からは出現し、高齢木になるほど出現率が高くなるようである。

ヒノキ個体の感受性を詳しく調べると外見上完全に反応しないものからきわめて感受性の高いものまでの変異がある。しかし、実用的には非感受性、弱感受性、強感受性に区分できる。MEP 剤の散布を受けると強感受性木は落葉・枯死するが、弱感受性木はある程度の落葉をするものの枯死することはない。

ヒノキ個体の感受性は各個体から採取した小枝に MEP 剤を接触させることによって検定できる。小枝は樹冠のどの部位から採取してもかまわない。

一般には MEP 剤の濃度が高いほど激しい落葉が現れるが、きわめて感受性の強い個体では 0.1 ppm ほどの低濃度でも強い反応を示す。したがって薬剤空中散布の場合には散布地からかなり離れたヒノキ林にもドリフトによって落葉、枯死個体が発生する可能性がある。

落葉現象は気温の高いほど短期間にかつ激しく出現する。4°C 以下の温度では出現せず、冬季には弱い反応しか示さない。また、明暗条件は関係ないようである。

強感受性木はさし木が難しいが、つき木で増殖することができる。そのつき木苗は母樹と同じ感受性を示す。

このような薬剤による異常落葉現象はこれまでのところヒノキ以外の樹種には見つかっていない。

松くい虫被害予防のための薬剤空中散布には MEP 剤のほかにカルバリル (NAC) 剤も使用されてきた。ヒノキに落葉をおこす薬害は MEP 剤のほかに多くの有機燐系農薬でも発生するが⁹⁾、カーバメイト系の NAC 剤では発生しないことが大久保によって確かめられている⁸⁾。また、これまでに NAC 剤の空中微量散布 (40% 原液, 5～10 l/ha) が実施された地域内にあるヒノキ林には異常落葉が発生した例は知られていない。このため、松くい虫被害発生地にヒノキ林が内在、または近接して存在する場合には MEP 剤散布に代わってこの NAC 剤微量散布が行われるようになり、現在ではヒノキの薬害がおきるこ

とはほとんど無くなっている。しかし、NAC 剤はなにぶんにも微量散布であるため、効果にばらつきがあり、ヒノキ林があっても MEP 剤散布を実施せざるを得ない場合もあって、いくらかの問題は残されている。

わが国の主要樹種のなかにあつて、ヒノキはこれまで最も病虫害の少ない樹種とされてきた。しかし、その造林面積が飛躍的に増大してきたためか近年はスギカミキリ、スギノアカネトラカミキリ、ヒノキカワモグリガなど材質低下をもたらす害虫被害が全国的に目立ち始め、スギドクガなどの食葉性害虫の大発生も局所的ながら見られるようになってきた。また、ヒノキ樹脂胴枯病の発生も各地で伝えられている。このようなヒノキの病虫害防止のためにやむを得ず農薬を散布することが今後増加するものと思われる。この場合にこのヒノキの落葉枯死が、また、問題となることが当然予想される。

この被害を回避するには落葉現象を生じさせない農薬を使用することが最も近道ではあるといえる。しかし、ヒノキの農薬に対する感受性は遺伝的なもので、しかもその被害発生率からみて劣性遺伝であると思われるので、抵抗性育種の面からの接近も可能であろう。また、落葉現象の発生機構については田畑、大久保⁽¹¹⁾⁽¹²⁾によって研究がなされているが、ヒノキの生理の面からも興味深い問題であると思われる。

今後ヒノキの生理や遺伝の面からのより詳しい研究が行われることが期待される。

引用文献

- 1) ABELIS, F. B. and HOLM, R. E.: Enhancement of RNA synthesis, protein synthesis, and abscission by ethylene. *Plant Physiol.*, 41, 1337~1342, (1966)
- 2) 細田隆治: ヒノキ科を主とした針葉樹の MEP 剤による異常落葉現象に関する検討, 日林関西支講, 28, 247~250, (1977)
- 3) 伊藤一雄: 「マツ類材線虫防除に関する研究」を終えて, 森林防疫, 25, 162~166, (1976)
- 4) 岸 洋一・海老根翔六: ヒノキの薬害現象とその抵抗性, 林木の育種, 18, 5~8, (1978)
- 5) KOBAYASHI, K.: Observations on the chemical injury of hinoki, Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.), by the spraying of fenitrothion on the Toyohashi National Forest, *J. Jap. For. Soc.*, 63, 60~63, (1981)
- 6) 宮島 寛: ヒノキ栄養系の育成に関する基礎研究, 九大演習林報, 34, 75~90, (1962)
- 7) 大久保良治・細田隆治: MEP 剤によるヒノキの落葉枯死, 日林論, 88, 303~304, (1977)
- 8) 大久保良治・田畑勝洋: MEP 剤によるヒノキ落葉現象, 日林論要旨, 90, 114, (1979)
- 9) 大久保良治: スミチオンによるヒノキの薬害, 林業と薬剤, 71, 9~12, (1980)
- 10) 佐藤敬二: 日本のヒノキ<下巻>, 全国林業改良普及協会, 東京, 99~361, (1973)
- 11) 田畑勝洋・大久保良治: ヒノキの fenitrothion (Sumithion®) による異常落葉現象のメカニズム (I), 各種有機燐剤で処理したヒノキの落葉と内生エチレンの発生, 日林誌, 62, 249~253, (1980)
- 12) 田畑勝洋・大久保良治: ヒノキの fenitrothion (Sumithion®) による異常落葉現象のメカニズム (II) C-fenitrothion [O. Odimthyl-O-(3-methyl-4-hitrophenyl) phosphorothioate] のヒノキ葉における代謝, 日林誌, 62, 350~353, (1980)
- 13) 冨田ひろし: MEP 剤によるヒノキの異常落葉に関する精英樹クローン等の抵抗性について, 日林中部支論, 28, 29~30, (1980)
- 14) 山中勝次: ヒノキの異常落葉現象とエチレンの生成, 日林論要旨, 90, 144, (1979)
- 15) 山中勝次・岡崎 且: MEP 剤によるヒノキ異常落葉のクローン間変異と子供苗での発現, 日林論要旨, 90, 145, (1979)

Studies on the Abnormal Defoliation of Hinoki, *Chamaecyparis obtusa*, by the Spraying of Fenitrothion

Ryuji Hosoda⁽¹⁾

Summary

In order to prevent the prevailing pine wilt disease, a mixed emulsion of fenitrothion (dimethyl-3-methyl-4-nitrophenyl phosphorothioate) and EDB (1,2-dibromoethane) was sprayed in the south-western half of Japan from 1974. However, strange defoliation and the consequent death of Hinoki, *Chamaecyparis obtusa*, were observed in and around the sprayed areas in many prefectures such as Kochi, Osaka, Nara and Shiga. Although the symptom of this abnormal defoliation of Hinoki is quite different from that of usual chemical injury of trees, it was strongly suspected to be brought about by the spraying of the insecticide. Since Hinoki is a very important tree species in warm temperate zone and has been planted adjacent to pine forests, this abnormal defoliation of Hinoki posed a serious obstacle to the implementation of control measures against the prevailing epidemic of the pine wilt disease³⁾.

The Forest Agency and the Forestry and Forest Products Research Institute carried out experimental sprayings of fenitrothion and EDB on a Hinoki stand in 1975⁴⁾. The result showed that the spraying of fenitrothion was responsible for the defoliation and resultant death of Hinoki. After the experimental sprayings, several studies on the defoliation were conducted and the following results were obtained.

- 1) The defoliated Hinoki trees are observed at the rate of about ten percent of the total standing trees⁷⁾.
- 2) Defoliated trees appear very sporadically and any relationship between their locality and the topography is not observed. The distribution pattern of defoliated trees is random or uniform⁸⁾.
- 3) The first symptom of defoliation is recognized about a week after the spraying of fenitrothion⁶⁾⁷⁾.
- 4) Fenitrothion causes no defoliation to most of the Hinoki trees, but some of them are very susceptible to it and die due to the heavy defoliation. A few susceptible trees can survive with defoliation of only old leaves⁶⁾⁷⁾.
- 5) The susceptibility of individual Hinoki is hereditary¹³⁾.
- 6) Not only fenitrothion but some other insecticides cause the same defoliation of Hinoki⁴⁾⁸⁾⁹⁾.
- 7) The amount of endogeneous ethylene has a strong relationship with the mechanism of the defoliation¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾.

The author has carried out the following studies on this chemical injury of Hinoki since 1976. This report summarizes the results of six years studies.

1. Detection of fenitrothion-susceptible Hinoki trees

Fenitrothion-susceptible trees can be detected by dipping a twig collected from the indi-

vidual tree into an emulsion of fenitrothion. Using this twig dipping technique, many Hinoki trees in several stands and seedlings in a nursery were tested. The results of this test (Table 1) and others⁷⁾¹⁸⁾ indicate that seedlings show no symptom of heavy defoliation. Among trees over 8-years, highly susceptible trees were found at the rate of under 10 percent. Some trees showed only a slight symptom of defoliation. Two trees detected as highly susceptible with the twig dipping technique were sprayed with 0.25 percent emulsion of fenitrothion and died showing heavy defoliation. Through this test, Hinoki trees listed in Table 2 were selected as materials of the following studies.

2. Diversity of susceptibility

Four twigs were collected from the individual tree shown in Table 2. Two twigs were dipped into 1.00 percent emulsion of fenitrothion and then, after they dried, the basal parts of them were kept in water (method A). The basal parts of another two twigs were put and kept in 0.25 percent emulsion of fenitrothion in order that fenitrothion may be absorbed into the twigs (method B). Half of them were kept in a room under natural temperature and the other half was kept in an incubator under 25°C from June 1 to June 20, 1979. Dry weights of fallen leaves were measured every day.

Accumulated percentages of defoliation in four cases are shown in Figs. 1~4. When twigs were treated with method A (Figs. 1 and 2), twigs from trees Nos. 1~6 defoliated more than half of their leaves within two weeks. On the other hand, twigs from trees Nos. 15 and 16 showed no defoliation. Twigs from Nos. 11~14 defoliated their leaves less than 20 percent in 20 days after treatment. Although susceptibility may vary continuously with each individual Hinoki, it is possible to categorize it as resistant, susceptible, or highly susceptible. When twigs were treated with method B (Figs. 3 and 4), defoliation curve of each twig was different from that in Figs. 1 and 2. Fig. 5 shows the daily change of defoliation. Maximum defoliation is observed 4 days after treatment with method A, but no clear peaks are observed in the case of method B. The defoliation pattern of twigs treated with method B is different from that with method A (Photos 1 and 2).

3. Difference of defoliation in different parts of the tree crown

Twigs were collected from upper, middle and lower parts of crowns of highly susceptible trees Nos. 1, 4, 5 and 7. After the twigs were treated with method A, the dry weight of fallen leaves was measured daily.

Results are shown in Figs. 6~9. Daily change of average defoliation-percentage of four trees is also shown in Fig. 10. These figures suggest that there are no differences in the degree of susceptibility in different parts of the tree crown.

4. Relationship between fenitrothion concentration and degree of defoliation

Fenitrothion-emulsion in concentrations of 20.0, 10.0, 5.0, 2.5, 1.0, 0.5, 0.25 and 0.10 ppm were prepared. Twigs from highly susceptible trees Nos. 1, 2, 4, 6, 7 and 8 were dipped in these emulsions and kept at 25°C. Dry weight of fallen leaves was measured every day.

Results are shown in Figs. 11~16. On the whole, especially in cases of trees Nos. 6, 7 and 8, there is a tendency that the higher concentration of fenitrothion brings about the heavier defoliation. However, it is difficult to find such tendency in cases of trees Nos. 1 and 2. As shown in Figs. 1 and 2, tree No. 1 is regarded as most susceptible among the trees. With such a very susceptible tree, it is considered that heavy defoliation is brought about by even very low concentrations of fenitrothion.

5. Seasonal change of days from treatment to the beginning of the defoliation (days for reaction)

Twigs were collected from trees Nos. 1~6, 8~10 and 15~19 in every month from May, 1977 to April, 1978. After treated with method A, they were kept at room temperature. Days for reaction were observed.

Results are shown Table 3. Trees Nos. 15~19 did not show any defoliation all through the year. Trees Nos. 1~6 and 8~10 showed heavy defoliation from July to October within 4 days after treatment. However, days for reaction were prolonged in other seasons. These samples also did not show as much defoliation in January and February as they did in other seasons. Fig. 17 shows monthly changes of days for reaction and monthly mean temperature. It indicates there exists an inverse proportion relationship between monthly mean temperature and days for reaction.

6. Effect of temperature on the defoliation

On April 24, 1978, 12 twigs were collected from each tree of Nos. 1~6, 8, 10 and 11~17. Half of them were treated with method A and the other half with method B. They were divided into six groups and each group was kept under 5, 10, 15, 20, 25 and 30°C with 12 hr. light and 12 hr. dark condition. Days for reaction were recorded.

Results are shown in Table 4. In both treatments of methods A and B, the higher temperature caused the quicker and heavier defoliation. Resistant trees of Nos. 15~17 showed no defoliation with the treatment of method A, but showed defoliation with the treatment of method B. Fig. 18 shows high correlation between temperature and reaction velocity (1/days for reaction). Reaction zero temperature is estimated to be 4°C.

7. Effect of light and darkness

On April 16, 1980, three twigs were collected from trees Nos. 1~6. They were treated with method A and kept under 24 hr. light, 12 hr. light & 12 hr. dark and 24 hr. dark conditions. Temperature of each condition was 25°C. Dry weight of fallen leaves was recorded every day.

Results are shown in Figs. 19~24. From these results, it is considered that there may be no effect of photoperiods on the defoliation.

8. Propagation of highly susceptible trees by cutting and grafting

Cutting was carried out in 1977~79. Scions were collected from trees Nos. 1~10, 16 and 19 on June 3 of 1977, from trees Nos. 1, 5, 6, 10 and 15~17 on May 10 of 1978 and from trees Nos. 1, 5, 6, 11, 12, 15 and 16 on April 24 of 1979. They were put in a cutting-bed watered with an automatic sprinkler. Investigation on rooting was conducted in early December every year.

Results are shown in Table 5. Through three years of tests, the rooting percentage of scions from highly susceptible trees was always much lower than that of resistant trees.

Grafting was carried out with four years old rootstocks in 1980 and with three year old rootstocks in 1981. Scions were collected from trees Nos. 1, 5, 6, 7, 15 and 16 in mid-March each year. They were kept at 5°C until early April and then grafted. An investigation on living grafts was conducted in early November every year.

Results are shown in Table 6. Percentages of surviving grafts collected from highly susceptible trees were nearly the same with those from resistant trees.

Susceptibility of grafts from highly susceptible mother trees was tested in 1981, using surviving grafts from trees Nos. 1, 5 and 6 which had grafted in 1980. As shown in Table 7, days for reaction of them were the same with those of their mother trees.

9. Possibility of abnormal defoliation by fenitrothion among tree species and varieties in Cupressaceae

Two twigs were collected from each tree listed in Table 8. Using methods A and B, possibility of abnormal defoliation among these trees was tested in May and June of 1977.

None of them showed such heavy defoliation as highly susceptible Hinoki trees. A very slight symptom of defoliation was observed in several tree species and varieties with method A and ten species and varieties showed slight symptom with methods B (Table 8). Many trees of *Pinus densiflora*, *P. thumbergii* and *Cryptomeria japonica* were also tested, but no symptom of this chemical injury was found.

10. Effect of actinomycin D to prevent the defoliation

Twenty five twigs were collected from each highly susceptible trees of Nos. 1, 4 and 5 on May 19, 1980. They were divided into five groups and each of the five twigs were treated as shown in Table 9 and kept at room temperature. The dry weight of fallen leaves was measured daily

The mean percentages of the five twigs' defoliation every five days after treatment are shown in Table 9. From this table, it is difficult to find any clear effect on actinomycin D to prevent the chemical injury of defoliation of Hinoki.

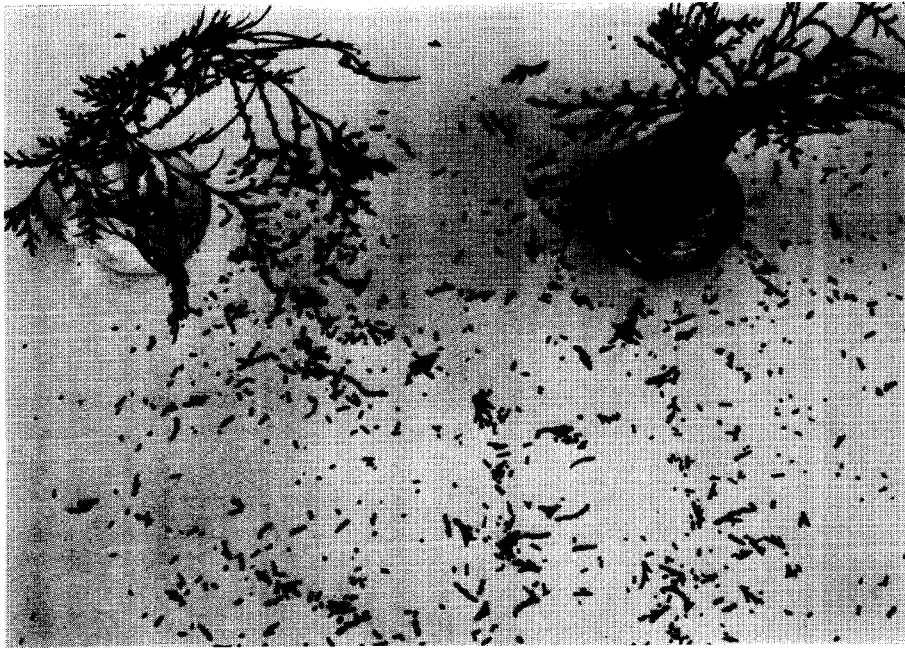


Photo. 1 浸漬水さし法による落葉状態
Defoliation pattern of twigs treated with method A.
Leaves fall in small clusters.



Photo. 2 葉液吸い上げ法による落葉状態
Defoliation pattern of twigs treated with method B.
Leaves fall in big clusters.