

松の枯損防止新技術に関する研究 (I)

ーガンノズル散布によるマツクイムシ被害予防効果についてー

野 平 照 雄
小 川 知

1. ま え が き

ガンノズルスプレー方式による薬剤散布は、ヘリコプターの機首に装着した鉄砲状の噴出口から、マツクイムシ防除薬剤を集中的に散布する方法で、最近開発された新しい技術である。従来の多孔式ノズルにくらべ薬剤の噴出範囲がせまいことから、被害木の単木散布に著しい効果を示し、⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾このため立木駆除のできない急峻な場所での防除に有効である。また、この散布方式は薬剤の飛散がほとんどみられないことから、都市近郊や桑園等環境汚染が問題となるような場所においての利用が可能となり、今後の空中散布技術の改善に大きく寄与するものと期待されている。

一方、現在行なわれている多孔式ノズルによる薬剤散布は散布幅が広いことから短時間に大面積が防除できるので、広い範囲にわたって発生している松くい虫防除には適している。しかし、薬剤の飛散による環境汚染問題をはじめ散布時期や散布回数の違いによって効果にバラツキがみられる⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾など普遍性を欠き、決定的な防除技術にまでは至っていない。

そこで、こうした多孔式ノズルによる薬剤散布の問題点を摘出し、これを解決するためガンノズル装置を用いて次のような試験を行なった。

試験はまず現在ヘリコプター散布で使用されているスミバイン乳剤を使用して濃度と散布量、それに散布時期と散布回数等の組み合わせ別の薬剤散布を行ない、マツノマダラカミキリに対する防除効果を調べた。そして、さらに散布後の枯損状況を調査し、これらの結果からこの防除技術の実用性について検討した。

また、薬剤の安全性を確認するために薬剤の落下及び飛散状況や下層植物に対する被害状況、それに他の昆虫類に及ぼす影響等についても調査したので、その結果を報告する。

なお、この試験を実施するにあたり、終始ご尽力を賜った農林水産航空協会永井進氏、同中島満氏、同栗田章氏、また設計やとりまとめなどにご指導をいただいた農林水産省林業試験場保護部昆虫科長小林富士雄博士、ならびに現地調査にご協力をいただいた伊奈波県事務所林務課杉島輝雄氏、岐阜市役所農林課沢田邦佳氏、同市岡三明技師に心からお礼を申し上げる。

2. 試 験 方 法

2.1 試験実施場所

試験は岐阜市太郎丸字向良地区で行なった。ここは岐阜市北東部の丘陵地帯で標高60～80mの南側に面したやや急峻な斜面上である。林況は20～65年のアカマツ天然林で立木密度は2000～2500本、胸高直径が15～20cm、樹高が8～15mとやや生育の悪い林分である。また、下層植生はネズミサシ、ソヨゴ、ヤマウルシ、クチナシ、ツツジ等である。

この地域の松くい虫被害は昭和52年から発生しているが、この頃はまだ散発的にみられる程度であった。ところが、55年になると急激に被害が増加し枯損率が20%以上にも達してきたため、翌56年には立木駆除が行なわれた。このため57年は10%以下の被害に抑制されたものの、その後防除が実施されていないため、被害は再び増加し試験開始時の枯損率は約13%であった。

2.2 試験区の構成

試験区の構成は表-1に示すとおりである。

試験区は発生初期240ℓ散布区、中間期240ℓ散布区、180ℓ2回散布区、120ℓ2回散布区と対照区の5種類とした。発生初期240ℓと中間期240ℓ散布区はマツノマダラカミキリの発生初期と中間期にスミパイン乳剤（成分含量MEP80%）の80倍液をha当り240ℓ散布し、180ℓ2回散布及び120ℓ2回散布区は同じようにスミパイン乳剤を発生初期と最盛期にそれぞれ所定量（180ℓ、120ℓ）を散布した。また、散布効果を検討するため薬剤散布を行なわない対照区を別に設けた。

なお、薬剤散布区及びその周辺は図-1に示すとおりである。東南側は昭和59年5月に立木駆除の春駆除が行なわれた林分で、また北側は枯損被害が40%以上にも達したため、昭和57年に樹種転換としてヒノキが植栽されたところである。

表-1 試験区の構成

試験区	供試薬剤	成分含量	希釈倍数	散布量(ha)	散布回数	面積(ha)	林況		被害状況	
							林齢	立木本数	本数	枯損率
発生初期 240ℓ散布区	スミパイン 乳剤	MEP 80%	50倍	240ℓ	1回	2.4	23~50年	504本	49本	9.7%
中間期 240ℓ散布区	〃	〃	50倍	240ℓ	1回	4.2	30~50年	520本	36本	6.9%
180ℓ2回散布区	〃	〃	90倍	180ℓ	2回	4.3	20~50年	520本	81本	15.6%
120ℓ2回散布区	〃	〃	60倍	120ℓ	2回	3.8	20~40年	520本	112本	21.5%
対照区	—	—	—	—	—	1.9	30~65年	520本	61本	11.7%

注 林況及び被害状況は調査区のもの

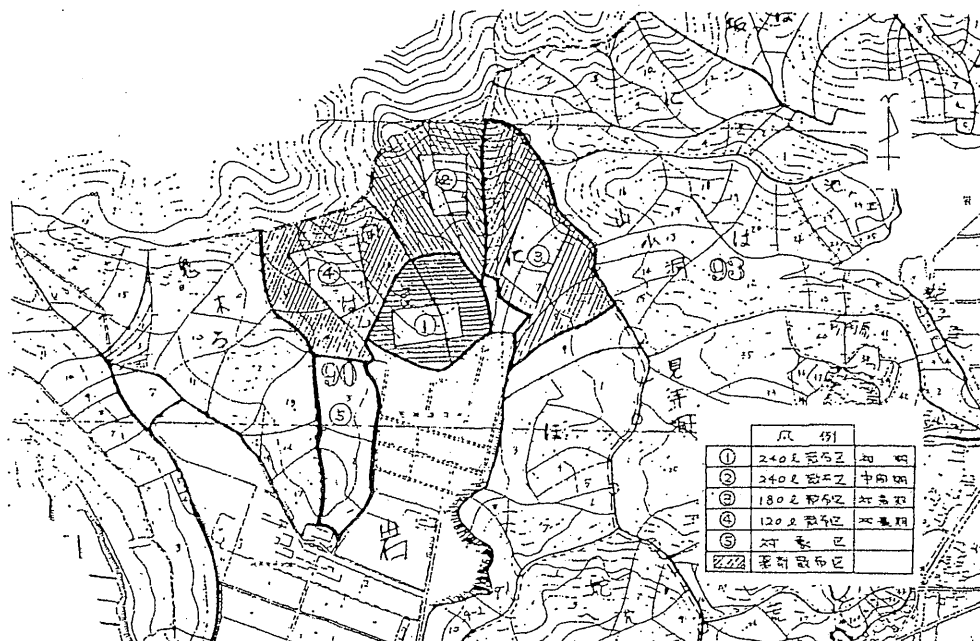


図-1 試験地の概要

2.3 薬剤散布要領

薬剤散布は発生初期 240 ℓ 散布が昭和 59 年 6 月 11 日、中間期 240 ℓ 散布が 6 月 20 日、180 ℓ 2 回散布及び 120 ℓ 2 回散布が 6 月 11 日と 6 月 30 日に行なった。散布時間はいずれの散布時とも午前 8 時 30 分までには終了しなければならない時間的制約があったため、6 月 11 日散布は午前 6 時、6 月 20 日散布が午前 7 時、6 月 30 日散布が午前 6 時 30 分に開始した。

散布に使用したヘリコプターの機種はヒューズ 500 型、ベル 47 型ソロイで、これにガンノズル型液剤散布装置をとり付けて散布した。

また、薬剤散布は飛行速度 30～40 km/時で、樹冠上 5～10 m から、散布量が 240 ℓ/ha に対しては 70 ℓ/分を、180 ℓ/ha に対しては 53 ℓ/分を、120 ℓ/ha に対しては 35 ℓ/ha を散布した。なお、薬剤積み込みから薬剤散布までの飛行間隔は 6～8 分であった。

2.4 調査項目及び調査方法

調査項目及びその調査方法は次のとおりである。

2.4.1 気象観測

各薬剤散布時とも、その前後日の天候、気温、湿度、風向、降雨量等について調査し、これらの気象要因が薬剤散布に影響を及ぼさなかったかどうかを検討した。

2.4.2 薬剤の落下、飛散状況調査

各試験区とも薬剤落下量調査紙を 20 枚ずつ無作為に置き、散布薬剤の落下状況を調査した。また散布地周辺に薬剤落下量調査紙 30 枚を適宜（散布区域から 5～500 m 離れたところ）置き、薬剤のドリフト状況について調べた。なお、薬剤の落下量調査はいずれの散布時とも行なったが、薬剤飛散状況調査は薬剤がドリフトするかしないかを調べるだけであることから、発生初期（第 1 回目散布）と最盛期（第 3 回目散布）の 2 回のみとした。

2.4.3 マツノマダラカミキリ発生消長調査

試験地付近でマツ枯損木を伐採して林業センターへ持ち帰り（1 m に玉切った原木 400 本）に構内の網室に入れ、ここで羽化脱出するマツノマダラカミキリを調べ、発生時期と薬剤散布時期との関係を調べた。

なお、供試木の伐採及び搬出は昭和 59 年 5 月 10～20 日に行なった。

2.4.4 薬剤残効調査

薬剤散布後、各試験区より所定の時期に 2～3 本の松から生枝を採取し、飼育中のマツノマダラカミキリ成虫 5～10 匹に後食させ、（対照区もその都度薬剤無散布の松枝を与えて飼育する）その後の死亡状況について調査した。なお、この場合の飼育は共食いを防ぐため直径 1.2 cm×深さ 6 cm のポリカップにマツノマダラカミキリを 1 匹ずつ入れて行なった。餌の松枝はポリ袋に入れて冷蔵庫に保管し死亡するまで適宜与えた。また、各試験区の松枝採取時期は次のとおりである。

○発生初期 240 ℓ 散布区と中間期 240 ℓ 散布区は、散布後 7 日、20 日、30 日及び 40 日後の 都合 4 回。

○180 ℓ 2 回散布区と 120 ℓ 2 回散布区は、第 1 回散布後 7 日と第 3 回散布の前日、それに第 2 回目散布後 7 日、20 日、30 日、40 日の都合 6 回。

2.4.5 松枯損量調査

各試験区とも前年度に発生した枯損量及び散布後に新しく発生した今年度（以下散布後と表現する）の枯損量を調査し、薬剤散布と松枯損被害との関連性について検討した。

なお、枯損量調査は前年度分が昭和 59 年 5 月 18 日、散布後は第 1 回目散布から約 5 か月経過した昭和 59 年 11 月 16 日に行なった。

2.4.6 薬剤安全確認調査

(1) 林木及び下層植生の薬害調査

葉害が最も発生しやすいと考えられる120ℓ2回散布区(60倍液を2回散布)内に調査区(2m×2m)1か所を設け、この区域内の下層植生に発生する葉害の有無について調査した。

調査は、第1回目散布から7日経過した昭和59年6月18日と第3回目散布7日後の7月7日及び24日経過後の7月24日に行った。

(2) へい死昆虫調査

120ℓ2回散布区と対照区に、それぞれ10か所ずつ寒冷沙(1.2m×2m)を敷き、ここに落下して死亡する昆虫類を調べた。

なお、調査時期は次のとおりである。

第1回目散布前日、同散布1日後、同散布10日後、第2回目散布1日後、同10日後の都合6回。

(3) すくい網法による昆虫調査

120ℓ2回散布区と対照区にそれぞれ20m区間の固定調査地を設け、この区間をそれぞれ所定の時期に直径42cmの捕虫網で30回スウィーピングし、この捕虫網内で採集される昆虫類を調べた。

なお、調査時期は次のとおりである。

第1回目散布前日、同散布1日後、同散布10日後、第2回目散布前日、同散布1日後、同散布10日後、同散布30日後。

(4) バイトトラップによる昆虫調査

120ℓ2回散布区と対照区にそれぞれ10か所ずつ直径8cm×深さ11cmのポリ容器を地面すれすれに埋め込み、所定の調査時期ごとに黒ビールを約100ccずつ入れ、1日経過後にこの容器内で捕獲される昆虫類を調査した。

調査時期はすくい網法調査と同じである。

3. 結 果 と 考 察

3.1 気象観測

各薬剤散布時における前後日の気象状況を示したのが表-2である。

第1回散布時は前日が激しい降雨、第2、第3回散布は夜半にわか雨(2.2mm以下)が降ったものの、散布日及びその翌日は快晴となった。このことから、いずれの散布時とも薬剤が雨水等で流失されることはなかった。したがって、試験には何ら影響を及ぼさなかったものと思われる。また、各散布時とも無風に近い状態であったことから、薬剤が風で飛散されるなど散布上とくに問題となることはなかった。

3.2 薬剤の落下、飛散状況調査

薬剤散布後、試験区に設置した薬剤落下量調査紙を回収して落下状況を調査したところ、大きく区分すると図-2に示すようになった。

すなわち、薬剤が全く落下していないもの(0)、わずかに落下が認められるもの(1)、やや落

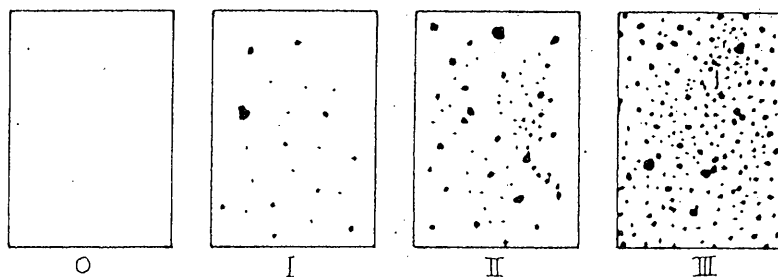
表-2 各薬剤散布日前後の気象

散 布 日 項 目	第1回散布			第2回散布			第3回散布		
	6月10日	6月11日	6月12日	6月19日	6月20日	6月21日	6月29日	6月30日	7月1日
気 温 (°C)	20.1	22.8	23.1	25.2	23.2	23.7	22.5	23.9	24.7
湿 度 (%)	93	66	70	83	78	72	79	74	70
降雨量 (mm)	71.0	0	0	4.5	22.5	0	13.0	0	0
天 気 概 況	雨	晴	晴	くもり	晴	くもり	晴	晴	晴

注 岐阜気象観測所調べ

下量が多いもの(Ⅱ)と大量に落下したもの(Ⅲ)である。そして、この落下状況を試験区ごとに示したものが表一3である。

いずれの試験区とも0ないしはⅠからⅢまでの区分が含まれ落下状況にかなりバラツキ



図一2 薬剤の落下状況

がみられるものの、どの試験区の散布ともⅡ～Ⅲの占める割合が70%以上となっていることから、全般的にみれば林分全域にかなり均一に散布されているものと思われる。とくに、この落下量は松林分内のものなので、散布の対象となる樹冠上部にはもっと多量の薬剤が落下しているはずである。したがって、ha当り120ℓ以上の散布ならば林分にかなり均一に散布できるのではないかと考えられる。

ガンノズル装置による林分散布の薬剤落下状況については、すでにスミパイン、デナボン乳剤での試験例があり、このうち西村、久保園、林は全体的にみれば良好であるとしているが、⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾とくに西村は120ℓ/ha散布を行えば均一に落下すると報告⁽⁸⁾している。また、小野は全体的にかなりのバラツキがみられ、とくに散布量が少ないほどその程度は顕著であると報⁽¹¹⁾じている。このように、若干異なった結果となっているが、このガンノズル装置による薬剤散布は新しい技術なので、もう少し資料の積み重ねが必要と思われる。

また、散布地周辺に設置した落下量調査紙の落下状況をみると、5m以内では落下量区分Ⅱ～Ⅲのものが若干みられたものの、10m以上になると全く認められなかった。このことから、ガンノズル装置による薬剤散布のドリフトは無風に近い状態ならば10mくらいと、極めて少ないことが認められた。

ガンノズル散布のドリフト状況について、西村、小野は無風状態ならばドリフト範囲は20～25mまでと報告⁽⁸⁾⁽¹¹⁾しているが、本試験ではこれを上回る結果となっている。いずれにせよガンノズルによる薬剤散布は多孔式ノズル散布にくらべドリフトが少ないので、薬剤散布の難しい場所、とくに境界付近での散布に有効と考えられる。

表一3 各試験区の薬剤落下状況

試 験 区	第 1 回 散 布				第 2 回 散 布				第 3 回 散 布			
	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
発生初期 240ℓ 散布区	2	2	6	10	—	—	—	—	—	—	—	—
中間期 240ℓ 散布区	—	—	—	—	0	4	8	8	—	—	—	—
180ℓ 2回 散布区	0	3	11	6	—	—	—	—	2	4	6	8
120ℓ 2回 散布区	1	5	9	5	—	—	—	—	0	5	9	6

3.3 マツノマダラカミキリ発生消長調査結果

林業センター構内の網室内で発生したマツノマダラカミキリを5日間隔で集計し、その発生推移を示したのが図一3である。

発生は6月5日から7月30日までのほぼ2か月間にわたり、この間453匹のマツノマダラカミキリが羽化脱出した。初発生日は平年並みであったものの、それ以降の発生が鈍く、50%羽化日が7月5日で発生最盛期は7月10日と平年にくらべ10日以上も発生がおくれた。

次に、散布時期との関係をみると180ℓ及び120ℓ2回散布の第1回目散布はマツノマダラカミキリの発生初期にあたり、これの第2回目散布は発生最盛期の10日前となっていることからほぼ適期に散布されたものと考えられる。しかし、発生初期及び中間期の240ℓ散布は発生最盛期が7月10日であったことからすると、もう10日間くらいおそくした方がよかったのではないかと考えられる。

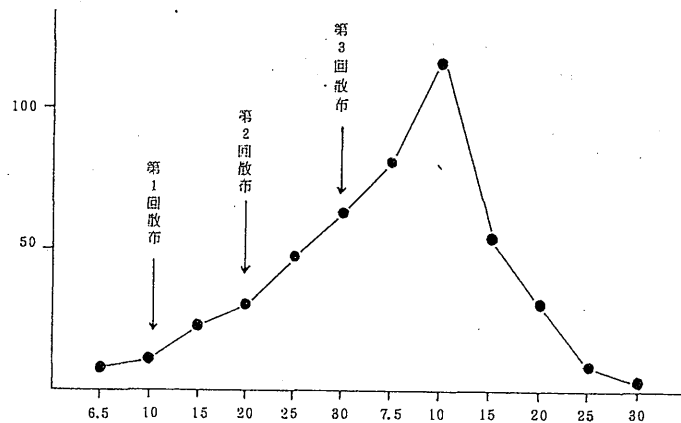


図-8 マツノマダラカミキリ発生推移

3.4 薬剤残効調査結果

散布薬剤の残効調査結果を示したのが表-4～表-6である。

対照区はいずれの散布時とも給餌後5日以内に死亡したマツノマダラカミキリは全くみられず、わずかに第2回散布の40日経過後のものが10日以内に1匹死亡（死亡率20%）しただけであった。これに対し、散布区の死亡状況は次のとおりである。なお、薬剤効果の基準は給餌後10日以内に死亡した場合を効果ありと判定した。

まず、希釈倍数が50倍の発生初期240ℓ散布区は、散布後7日経過後にその林分で採取した松枝を餌として与えると、これを摂食したマツノマダラカミキリは5日以内にすべて死亡したことから、7日経過後における著しい残留効果（以下、効果とする）が認められた。これが20日経過後（散布後20日経過した時点で採取した松枝を餌として与えた場合、以下同じ）になると給餌後10日以内（以下給餌後は略す）に死亡したのがわずか20%で、残りはすべて1か月間以上も生存していることから、この時点での効果は認められなかった。ところが、30日経過後になると5日以内で90%、10日以内では100%と再び高い死亡率となっていることから、20日経過した時点での低い死亡率は薬剤が均一に落下しなかったため、たまたまこの松枝に薬剤が付着していなかったものと思われる。そして40日経過後には5日以内で0%、10日以内でもわずか20%と低い死亡率で効果はほとんど認められなかった。

表-4 第1回散布後の残効調査結果

試験区	散布後の経過日数	供試虫数	死 亡 虫 数							5日以内の死亡率	10日以内の死亡率
			～5日	～10日	～15日	～20日	～25日	～30日	31日～		
発生初期 240ℓ 散布区	7日	5匹	5匹							100%	0%
	20日	5	1						4	20	20
	30日	10	9	1						90	100
	40日	10		2	2		2		4	0	20
180ℓ2回 散布区	7日	5		1	3				1	0	20
	19日	5		3	1				1	0	60
120ℓ2回 散布区	7日	5	2	2					1	40	80
	19日	5				1	1		3	0	0
対 照 区	7日	5							5	0	0
	20日	5				1			4	0	0
	30日	5							5	0	0
	40日	5							5	0	0

注 薬剤散布日 6月11日

次に中間期 240ℓ 散布区をみると、7日経過した時点での10日以内の死亡率は0%で、効果は全く認められなかった。これが20日経過後になると5日以内が40%、10日以内が50%と7日経過時より死亡率が若干上昇したものの実用的な効果にまでは達しなかった。そして30日経過後になると5日以内では20%と依然低い死亡率であるものの、10日以内になるとすべての供試虫が死亡したことから、この時点での実用的な効果が認められた。しかし、40日経過後になると10日以内でも20%と低い死亡率で効果は大幅に低下した。

このように発生初期 240ℓ 散布区と中間期 240ℓ 散布区は濃度、散布量が全く同じであるにもかかわらず死亡率にかなりバラツキがみられるが、これは前述したように散布された薬剤が均一に落下していなかったからと考えられる。いずれにせよ、これらの結果からスミパイン乳剤50倍の240ℓ/ha散布は薬剤が松枝に完全に付着すれば1か月間以上の長期にわたって薬剤効果が持続するものの、効果にかなりのバラツキがみられることから、いかに薬剤を均一に散布するか、つまり散布量や散布技術等の検討が必要ではないかと思われる。

一方、発生初期と発生最盛期に散布する2回散布区の死亡状況をみると、希釈倍数90倍の180ℓ

表-5 第2回 散布後の残効調査結果

試験区	散布後の経過日数	供試虫数	死 亡 虫 数							5日以内の死亡率	10日以内の死亡率
			～5日	～10日	～15日	～20日	～25日	～30日	31日～		
中間期 240ℓ 散布区	7日	5匹	匹	匹	匹	匹	匹	匹	5匹	0%	0%
	20	10	4	1	2	2	1			40	50
	30	10	2	8						20	100
	40	5	1	0	1	0	3			20	20
対 照 区	7	5							5	0	0
	20	5							5	0	0
	30	5							5	0	0
	40	5		1					4	0	20

注 薬剤散布日 6月20日

表-6 第3回 散布後の残効調査結果

試験区	散布後の経過日数	供試虫数	死 亡 虫 数							5日以内の死亡率	10日以内の死亡率
			～5日	～10日	～15日	～20日	～25日	～30日	31日～		
180ℓ 2回 散布区	7日	5匹	4匹	1匹	匹	匹	匹	匹	匹	80%	100%
	20	10	1	4				2	3	10	40
	30	5	5							100	—
	40	5	5							100	—
120ℓ 2回 散布区	7	5	5							100	—
	20	10	5	5						50	100
	30	5	2	1					1	40	60
	40	5	1	1	2				1	20	40
対 照 区	7	5					1		4	0	0
	20	5							5	0	0
	30	5							5	0	0
	40	5							5	0	0

注 薬剤散布日 6月30日

2回散布区は第1回目が7日経過後で5日以内が0%、10日以内でも20%と低い死亡率で効果はほとんど認められなかった。そして、19日経過後でも5日以内が0%と全く死亡しなかったものの、10日以内になると60%の死亡率となり、この時点になって低いながらもはじめて効果が認められた。次にこの試験区の2回目散布(表では第3回散布)の結果をみると、7日経過後は5日以内が80%で10日以内が100%と高い死亡率で、第1回目散布とは異なり著しい効果が認められた。しかし、20日経過後になると5日以内が10%、10日以内でも40%と再び低い死亡率となった。そして30日、40日経過後になるといずれも5日以内の死亡率が100%に達していることから、散布後40日経過後でも効果の持続していることが認められた。したがって、希釈倍数90倍の180ℓ/ha 2回散布は40日間以上にも及ぶ持続効果が認められるものの、効果にバラツキがみられることから、発生初期及び中間期の240ℓ散布と同じようにいかに薬剤を均一に散布するかが大きなポイントと思われる。

また、希釈倍数60倍の120ℓ 2回散布は、第1回目が7日経過後で5日以内に死亡したものが5匹中2匹でこの死亡率が40%であったが、10日以内になるとさらに40%増えて80%の死亡率となり180ℓ 2回散布にくらべ著しい効果が認められた。しかし、19日経過後になると10日以内でも死亡したものはなく、逆に効果は全くみられなかった。ところが、これが第2回目散布になると7日経過後では5日以内に、20日経過後は10日以内にいずれも100%死亡し著しい効果が認められた。そして、これが30日、40日経過後になると10日以内でも40~60%の死亡率で持続効果がある程度は認められるものの、180ℓ 2回散布にくらべると効果は著しく劣った。このように、120ℓ 2回散布区は180ℓ 2回散布区より濃度の高い60倍液を散布したにもかかわらず、持続効果は大幅に下回っているが、これは薬剤が均一に落下しなかったことも考えられるが、経過日数が増すにしたがい死亡率が低下していることからすると、それ以上に散布量が少なかったのではないかとと思われる。

以上のことから、ガンノズル散布によるスミバイン乳剤の残効期間は薬剤が均一に落下すれば希釈倍数50倍のha当り240ℓ散布で30日間以上、希釈倍数90倍の180ℓ/ha 2回散布で40日間以上にわたって効果の持続することが認められた。しかし、希釈倍数60倍の120ℓ/ha 2回散布は20日経過後までは他の散布にほぼ匹敵する効果が得られたものの、それ以降は著しく低下することから散布量が不足しているのではないかとと思われる。また、30日間以上にわたって効果の認められた240ℓ/ha及び180ℓ/haの2回散布でも効果にかなりのバラツキがみられたことから、いかに薬剤を均一に散布するか、これがガンノズル装置による林分散布の最も重要なポイントではないかと思われる。

なお、ガンノズル装置で散布されたスミバイン乳剤の残効性について、小野は50倍及び60倍液の240ℓ/ha散布が32日間、90倍液の180ℓ/ha及び60倍液の120ℓ/ha散布が4週間以上効果が持続すると報告⁽¹¹⁾しているが、この試験でもほぼ同様な結果となった。

3.5 林分枯損量調査

各試験区の松枯損量を調べたのが表-7で、この枯損率の推移を示したのが図-4である。

今夏は稀にみる暑さであったため、例年より枯損時期が著しく早く、調査した時点ではマツノザイセンチュウに侵されている松の大部分が枯死ないしは枯死寸前の状態になっているものと思われた。しかし、中には一部分だけが枝枯れ症状を起こしたり、葉が変色するなどマツノザイセンチュウ被害の疑いが強くもたれるものも若干みられたが、この調査では枯損木として取り扱わなかった。

そこで、完全に枯損している松だけを対象に各試験区の枯損状況を見ると、まず対照区は前年度に発生した枯損量が立木本数520本に対し61本で枯損率が12%であった。これが散布後になると立木本数459本のうち101本が枯損し、この枯損率が22%となり前年度にくらべ10%高くなった。

これに対し、発生初期 240ℓ 散布区は前年度の枯損率が 10%（立木本数 504 本、枯損本数 49 本、以下同じ）であったのが散布後は 8%（455 本、38 本）、同様に中間期 240ℓ 散布区は 7%（520 本、36 本）に対し 5%（484 本、25 本）、180ℓ 2 回散布区は 16%（520 本、81 本）に対し 6%（439 本、27 本）、120ℓ 2 回散布区は 22%（520 本、112 本）に対し 15%（408 本、61 本）となり、いずれも前年度にくらべ枯損率が 2～10% 低くなった。

そこで、これらの結果から薬剤散布効果をみると、前述したように対照区の枯損率は前年度にくらべ 10% も増加しているのに、この割合で他の試験区も同じように増えたと推定（推定自然枯損率）すれば、発生初期 240ℓ 散布区が 18%、中間期 240ℓ 散布区が 13%、180ℓ 2 回散布区が 29%、120ℓ 2 回散布区が 40% となった。しかし、実際の枯損率はそれぞれ 8%、5%、6%、15% と、いずれも推定自然枯損率を 8～25% 下回っていることから、これらの薬剤散布によって枯損が 56～79%（薬剤散布による枯損減少率）も防止できたものと推測された。

このように、対照区は枯損率が前年より 8.3% も増加しているのにに対し、薬剤散布区は逆に 56～79% も減少していることから、これらの薬剤散布は松の枯損防止に著しい効果を有することが認められた。

次に、各薬剤散布間の効果差をみると、前年度に対する散布後の枯損減少率は、180ℓ 2 回散布区

表-7 各試験区の松枯損状況

試 験 区	散 布 前			散 布 後			薬剤散布による枯損減少率
	立木本数	枯損本数	枯損率	立木本数	枯損本数	枯損率	
発生初期 240ℓ 散布区	504 本	49 本	10 %	455 本	38 本	8 % (18)	56 %
中 間 期 240ℓ 散布区	520	36	7	484	25	5 (13)	62
180ℓ 2 回 散布区	520	81	16	439	27	6 (29)	79
120ℓ 2 回 散布区	520	112	22	408	61	15 (40)	62
対 照 区	520	61	12	459	101	22	[83]

注 (1) () は、推定自然枯損率

(2) [] は、枯損増加率

(3) 枯損減少率 = $100 - \left(\frac{\text{枯損率}}{\text{推定自然枯損率}} \times 100 \right)$

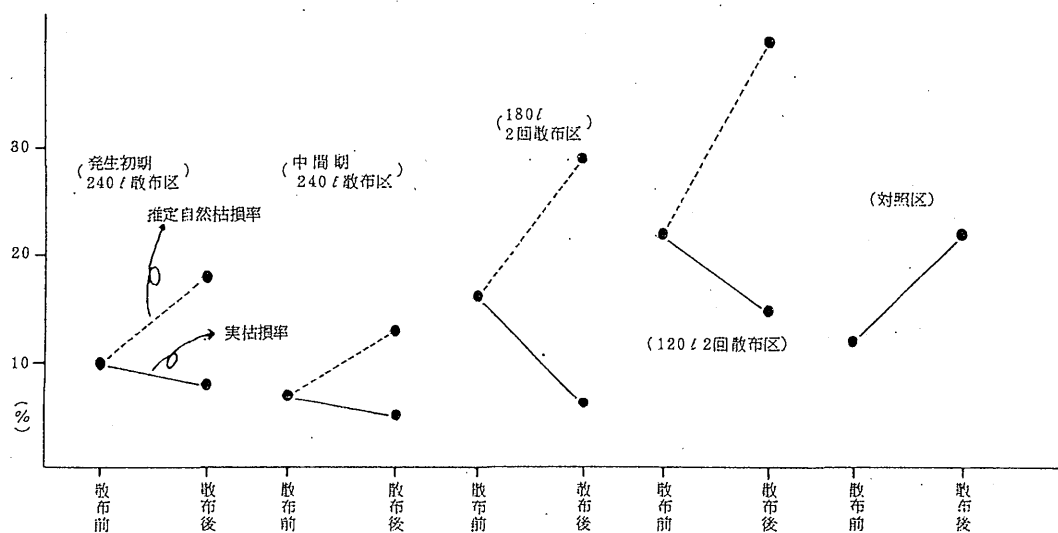


図-4 各試験区の枯損率の推移

が79%と最も高く、次いで120ℓ2回散布区と中間期240ℓ散布区が62%となり、発生初期240ℓ散布区は56%でこれらの薬剤散布区の中では最も低かった。したがって、この試験の散布基準では希釈倍数90倍液をマツノマダラカミキリの発生初期と最盛期にそれぞれha当り180ℓずつ散布するのが最も効果的であるのに対し、散布量が240ℓ/haと多いうえにさらに希釈倍数が50倍の高濃度薬剤でも発生初期の1回散布だけでは効果がやや劣ることが認められた。しかし、発生初期1回散布と同じ希釈濃度、散布量でも、散布時期を少し遅くした中間期の1回散布は、発生初期の1回散布より効果が上回り、60倍液の120ℓ/ha2回散布と同じであることから、ガンノズル散布によるこの基準(マツノマダラカミキリの発生最盛期の少し前にスミバイン乳剤の50倍液をha当り240ℓ散布)の散布は1回散布だけでも高い効果が得られるので非常に実用的であると思われる。

一方、発生初期と最盛期に行なう2回散布は120ℓ2回散布区より180ℓ2回散布区の効果が上回っていることから、薬剤濃度を濃くして散布量を少なくするより、濃度を薄めて散布量を多くした方がより効果的である傾向がみられる。したがって、ガンノズルによる林分散布の実用化を図るためには、濃度と散布量との関係についての検討が必要と考えられる。

また、この試験におけるマツノマダラカミキリの発生と散布時期との関係は、前述したように発生初期及び中間期の1回散布はともに10日間くらい散布時期が早いようにみられるので、もう少し遅くした時期、いわゆる防除の最適期に散布すればさらに高い効果が得られたとも考えられる。したがって、この点についても今後検討する必要があるものと思われる。

なお、スミバイン乳剤の空中散布によって松の枯損が著しく防止されることは、多孔式ノズルによる散布試験で数多く報告⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾されているが、ガンノズル散布ではあまり報じられていない。このうち、小野はこの試験設計とほぼ同じ散布基準、つまりスミバイン乳剤60倍液の240ℓ/ha1回散布、同90倍液の180ℓ/ha2回散布、同60倍液の120ℓ/ha2回散布の著しい防除効果を報告⁽¹⁾している。本試験でも同じような結果となっていることから、この散布基準によるスミバイン乳剤のガンノズル散布は松の枯損防止に非常に有効であることが改めて認識される。

最後にこの試験結果を踏まえて、ガンノズル装置による林分散布の今後の見通しや問題点を整理してみると次のようになるとと思われる。

すなわち、今回行ったガンノズル散布による松くい虫被害予防試験の結果、いずれの散布区とも薬剤が松枝に付着すれば薬剤効果は30日間以上にわたって持続し、また無散布区にくらべ枯損被害が著しく低かったことから、松の枯損被害を防ぐ防除技術として、このガンノズル装置による薬剤散布は非常に有効と思われる。とくに、スミバイン乳剤の90倍液をマツノマダラカミキリの発生初期と最盛期にそれぞれ180ℓ/ha散布すると枯損被害が79%も防止できたので、この散布基準(方法)が最も効果的と思われる。しかし、経費や労力等を含めた面から考えれば、マツノマダラカミキリの発生中間期にスミバイン乳剤の50倍液を240ℓ/ha散布するのが、1回散布だけで前述した基準の79%には及ばないものの62%の被害が防止できたので、実用性の高い防除法と思われる。

いずれにせよ、ガンノズル散布はドリフトが少ないので人家近くや桑園等薬剤散布が常に問題となるような場所での利用に役立つものと思われる。

一方、薬剤の落下状況を見ると、薬剤落下量調査紙には比較的均一に落下していたものの、各散布区より採取したマツ枝をマツノマダラカミキリに餌として与えたところ死亡状況にかなりのバラツキがみられたことから、実際には散布むらが多く発生していたものと思われる。散布むらの発生には薬量不足と散布技術等が考えられるが、少ない薬量で最大の効果を得るという薬剤散布の鉄則からすれば、散布技術つまりパイロットの散布技術の向上を図ったり、ノズルの改良等散布むらをいかに少なくするかを検討が必要で、これを解決すれば松くい虫被害予防のガンノズル散布の実用化への道は開けていくものと思われる。

ただ、この試験では散布むらがあったと思われるのに枯損被害は著しく低下している。散布むらは

薬剤散布の基本事項なので当然解決しなければならない問題であるが、あわせてなぜ枯損被害が低下したかを追究するため、ガンノズル装置と多孔式ノズルによる薬剤散布の比較検討が必要ではないかと考えられる。

3.6 薬剤安全確認調査

(1) 林木及び下層植生薬害調査

各試験区にみられた下層植生は表-8に示すとおりである。

薬剤散布区(120ℓ2回散布区)ではサルトリイバラ、クチナシ等が14種、無散布区(対照区)ではモチツツジ、ネジキ等17種の下層植生がみられたが、これらはいずれも第1回薬剤散布7日後及び第2回散布7日後と24日経過後においても薬害らしい微候は全く認められなかった。しかし、MEP(スミチオン、スミパイン)の薬害について、軽い症状(褐色小斑点、先端部褐変等)ではあるが発生したとの報告⁽⁷⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾がなされているので、今後も引き続き調査していく必要があるものと思われる。

また、これとは別に中間期240ℓ散布及び発生初期240ℓ散布区では試験区内に自生していた天然性のヒノキ30~40年生木が、8月上旬頃から変色し始め8月下旬には10数本が完全に枯死した。

すでに報告⁽⁷⁾⁽¹⁴⁾されているように、この試験でもヒノキに対するスミパイン乳剤の薬害が確認されたので、ヒノキ林近くでの薬剤散布には十分注意する必要があることが改めて認識された。

表-8 試験区の下層植生

薬 剤 散 布 区	無 散 布 区
サルトリイバラ、クチナシ、ソヨゴ、ヤマツツジ ネジキ、ヤマハギ、コナラ、ヤマウルシ、タラノ キ、ヒノキ、ウリカエデ、ワラビ、ウメモドキ、 コバノガマズミ	モチツツジ、サルトリイバラ、ソヨゴ、クチナシ、 コバノミツバツツジ、コナラ、ヒサカキ、ネジキ、 ヤマウルシ、ネズミサシ、ヤブコウジ、ヤマハギ、 ワラビ、アカマツ、アオハダ、シシヤンボ、イヌツゲ

(2) へい死昆虫調査

各試験区でへい死した昆虫類(クモ、ムカデ、ダニ等も含む)を示したのが表-9で、この割合を示したのが図-5である。これは、主に松林分の樹幹上部に生息している昆虫類を対象としたもので、数値は各試験区とも10調査区をあわせたものである。

まず、へい死した昆虫類の総数による推移をみると、自然死亡虫が落下する無散布区はいずれの調査時とも4匹以下で非常に少なかった。これに対し、薬剤散布区は散布1日前の6月9日が1匹で無散布区と変らなかったのが、散布1日後の6月12日には186匹と大幅に増加し、当然のことながら薬剤散布によって一般の昆虫類もかなり死亡することが認められる。しかし、散布10日後の6月20日になると49匹となり、散布1日後の3分の1以下に減少した。とくに、この数値は散布1日後から10日後までの9日間に死亡したものなので、1日当りの死亡数にすると約5匹である。したがって、薬剤散布を行なうと散布直後には1時的に死亡虫が増えるものの、それ以降は著しく少なくなることが認められた。

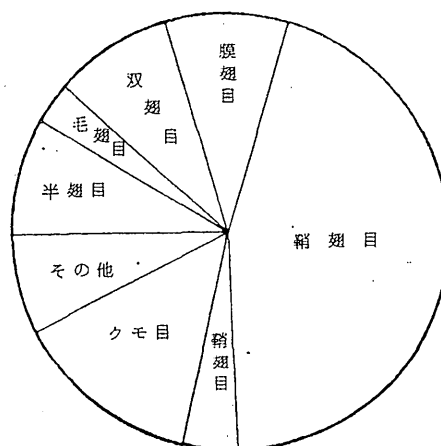


図-5 へい死した昆虫類の死亡割合

表-9 へい死昆虫調査結果

種名	調査月日		6月9日		6月12日		6月20日		7月2日		7月20日		計
	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	
網翅目			2						3				5
直翅目			1										1
半翅目	1		15			4		9	1	5		34	1
脈翅目			3			2		2		1		8	
毛翅目			3			2		6		2		13	
双翅目			17			2	1	14		3		36	1
膜翅目		1	10	1		3		12		8		33	2
鞘翅目			93	2		30	3	28	1	19	1	170	7
鱗翅目			2			3		6	1	3		14	1
クモ目			32			3		17		6	1	58	1
その他			8					2				10	
計	1	1	186	3		49	4	99	3	47	2	382	13

注 その他はムカデ、ヤツデ、ダニ類等

同じように第2回目散布の1日経過後（7月2日）をみると、無散布が3匹に対し散布区は99匹と再び増加している。しかし、散布10日後の7月10日には47匹に減少し、第1回目散布と同じような傾向がみられた。

このことについて、渡辺は空中散布における昆虫類のへい死落下状況は散布2～3日後までに集中し、1週間後には非常に少なくなると報告⁽⁴⁾しているが、本調査でもほぼ同じような傾向が認められた。

以上のことから、薬剤散布を行うと散布直後は1時的に死亡虫が増加するものの、それ以降は激減していることから、この調査の対象昆虫類、つまり松林の樹冠上部に生息しているものに対しては、あまり問題ではないものと思われる。むしろ、松の枯損によって松林の環境が悪化した場合の方が計り知れない影響をうけるので、薬剤散布で積極的に松林を保護するのが賢明ではないかと推測される。

次に、へい死した昆虫類を目（Order）単位でみると、死亡虫は11目（その他も含む）に及び、このうち最も多かったのは鞘翅目の177匹、次いでクモ目の59匹となり、最も少なかったのは直翅目の1匹であった。

鞘翅目の中では、マツキボシゾウムシ、マツノシラホシゾウムシ類、マツノキクイムシ等いわゆる松くい虫と呼ばれているものが多く、しかもこれらは散布10日後でもかなり死亡していることから、薬剤に触れて死亡する他の昆虫類とは異なり、薬剤の付着した松の針葉や枝部を後食して死亡したものと思われる。

いずれにせよ、松林で薬剤散布を行うと松を食餌源としている鞘翅目の仲間が多く死亡し、それ以外の昆虫類は少ないので他の昆虫類にはとくに大きな影響を及ぼすことはないものと思われる。

なお、調査期間中に認められた主な種類は次のとおりである。

カゲロウSP.、ハネナシコロギス、ゴキブリSP.、ゲンバイムシSP.、ウンカSP.、マツアワフキ、ヤニサシガメ、カメムシSP.、ガSP.、アブSP.、ヒメハチSP.、ハチSP.、ハチSP.、ヒメヒラタタマムシ、ミドリタマムシ、コメツキムシSP.、テントウムシ、シロジョウジホシテントウムシ、ゴミムシダマシSP.、ジョウカイボンSP.、ベニボタルSP.、ハムシダマシSP.、ハナノミSP.、ケシカミキリクロキボシゾウムシ、マツキボシゾウムシ、シラホシゾウムシ属、マツトビゾウムシ、Ospelia SP.、キイロコキクイムシ、キクイムシSP.、コイチャコガネ、クモSP.

(3) すくい網法による昆虫調査

松林分内に生息している昆虫類を対象としたすくい網法による調査結果を示したのが表-10及び図-6で、その推移を示したのが図-7である。

まず、捕獲された昆虫類の総数による推移をみると、散布2日前の6月9日は無散布区が60匹であるのに対し、散布区は無散布区より10匹少ない50匹であった。これが散布1日後の6月12日になると、無散布区は散布2日前より14匹減って46匹となったのに対し、散布区は64%減少の18匹で無散布区の減少率を40%上回り、薬剤散布による他の昆虫類への影響がわずかながら認められた。9日経過後の6月20日になると、無散布区の捕獲数は28匹で散布1日後より39%減っているのに対し、散布区は44%減少の10匹で無散布区よりわずかに5%ではあるが上回り、この時点でも薬剤散布の影響らしい様子がみられた。しかし、17日経過後の6月28日には無散布区の捕獲数が14匹に対し散布区は19

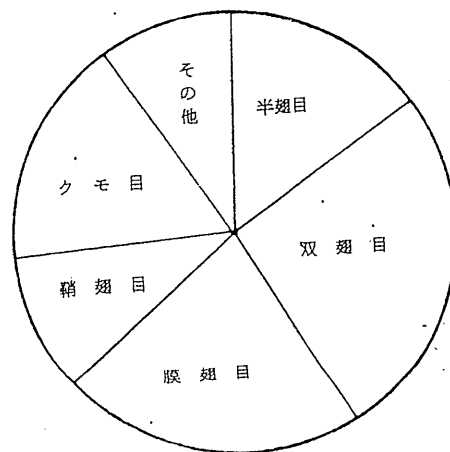


図-6 すくい網法調査で採集された昆虫類の種別割合

表-10 すくい網法による昆虫調査結果

調査月日 種名	6月9日		6月12日		6月20日		6月28日		7月2日		7月10日		7月31日		計	
	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区	散布区	無散 布区
直翅目										2			1		1	2
半翅目	18	6	8	2			1		1	2	3	2	6	4	37	18
双翅目	10	17	3	12	3	1	13	4		5	2	4	10	8	41	51
膜翅目		27			3	12	2	4	1	4		3	3	2	9	71
鞘翅目	5	4	1	8	2	2		1	1	5	2	2	3	1	14	23
鱗翅目	1				2		1		3	3				1	7	4
クモ目	14	6	6	5		11	2	5		7	2	3	3	8	17	45
その他	2									2		2			2	4
計	50	60	18	46	10	28	19	14	6	30	9	16	26	24	188	218

注 その他は同定できなかった種

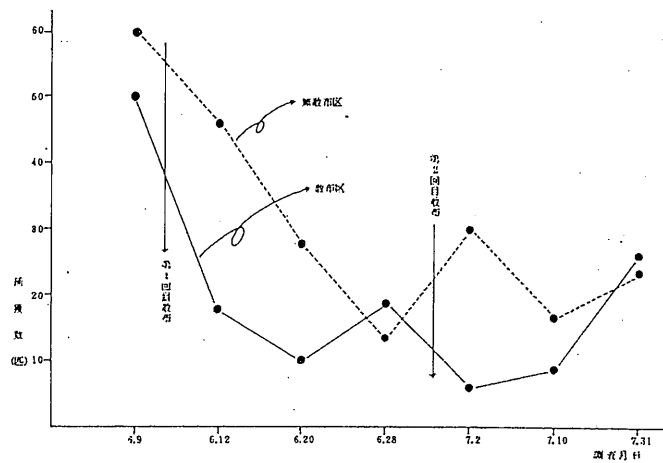


図-7 すくい網による捕獲数の推移

匹と逆に5匹多くなっていることから、この時点では薬剤散布の影響は全く認められなかった。これは、散布直後には多少減少していた昆虫類も時間の経過とともに、新しく発生したりあるいは他の地域からの侵入等で生息密度が回復してきたからと推測される。

そして、第2回目散布が6月30日に行われ、その2日後の7月2日になると無散布区は30匹が捕獲され6月28日時点より16匹増えているのに対し、散布区は6匹に減少(減少率68%)し、第1回目散布時より薬剤散布の影響が顕著に認められた。散布9日後の7月10日になると無散布区は47%減少して16匹となっているのに対し散布区は逆に3匹増え、この時点でもはや昆虫相が回復しかけているような様子がみられた。そして、30日経過後には無散布区が24匹であるのに対し散布区は26匹と無散布区を2匹上回っていることから、第1回目散布時と同じように日数の経過とともに生息密度が高くなっていくことが認められた。

松くい虫空中散布地におけるすくい網法による昆虫の変動について渡辺は、散布区は第1回目散布直後に個体数は減少し、その後1時回復傾向を示すものの、第2回目散布によって再び減少する。そして、その後は徐々に回復して早くも1週間、遅くとも1か月後には元の状態に回復すると報告⁽¹⁵⁾しているが、本調査でもほぼ同じような結果となっている。

以上のことから、松林分に薬剤散布を行うと林内に生息している昆虫類は、1時間には減少するものの10日後には回復のきざしがみられはじめ、30日後には散布前の状態にもどっていることから、樹冠上部に生息している昆虫類と同じようにあまり問題ないものと思われる。

次に捕獲虫をみると7目(散布区、無散布区)から356匹が捕獲されたが、このうち最も多かったのが双翅目の92匹、次いで膜翅目の80匹で、一般にアブ、ハチと呼ばれているこれらの仲間だけで全捕獲数の48%を占めていた。これらの種は飛翔力が強く行動範囲の広い昆虫であることから、生息数が一時的に減少しても他の地域から侵入してくるので、この種の生息場所である林内では薬剤散布の影響を長期間にわたってうけなかったことの一因とも考えられる。また、逆に少なかったのは直翅目の3匹、鱗翅目の11匹であったが、これらは林内よりむしろ草地あるいは林縁部を生息場所としているので生息数自体が少なかったものと思われる。この外、クモ類が双翅目、膜翅目について多く捕獲されたのが注目された。捕獲された主な種は次のとおりである。

クサキリ、キリギリスSP.、オオツマキヘリカメムシ、トサカゲンバイ、シロオビアワフキ、キジラミSP.、カメムシSP.、ヨコバイSP.、コナジラミSP.、アブSP.、ハエSP.、ヒメバチSP.、ハバチSP.、アリSP.、ヒメクロオトシブミ、ルリヒラタゴミムシ、ゴミムシダマシSP.、ハムシSP.、ハナノミSP.、ホタルガ、ガSP.、クモSP.

(4) ベイトトラップによる昆虫調査

松林分の地上及び樹冠下部に生息している昆虫類を対象としたベイトトラップ調査の結果を示したのが表-11及び図-8で、その推移を示したのが図-9である。

まず、へい死及びすくい網法による昆虫調査と同じようにベイトトラップで捕獲された昆虫類の総数による推移をみると、散布2日前の6月9日は無散布区が32匹に対し散布区が30匹で、この時点ではほとんど同じであった。これが散布1日後の6月12日になると散布区は薬剤散布が行われたにもかかわらず、散布前より1匹増えて31匹（増加率3%）となった。しかし、無散布区はこれをさらに6.9%上回る7.2%の増加率（捕獲数55匹）であることから、散布区でも本来はもう少し捕獲されたと推測されるので、生息数が激減するまでには至らないにしてもある

程度は薬剤散布の影響をうけているのではないかとと思われる。9日経過後の6月20日になると、無散布区は6月12日時点より100%増えて110匹となっているのに対し、散布区は12.9%増加の71匹で無散布区の増加率を2.9%上回っているものの総捕獲数が39匹少ないことから、この時点でも薬剤散布の影響を多少はうけているのではないかとと思われる。17日経過後の6月28日には散布、無散布区とも捕獲数が少なくなり、無散布区では51匹、散布区で49匹となった。このように、この時点では総捕獲数がほぼ同じであることから、散布17日後になると薬剤散布の影響はほとんど残っていないものと考えられる。

第2回目散布2日後の7月2日になると、無散布区は散布前の6月28日時点より13.9%増加の122匹、散布区は110%増加の103匹とともに激増しているが、散布区は無散布区の増加率を若干下回っていることから、第1回目散布と同じように薬剤散布の影響を多少はうけているのではないかと

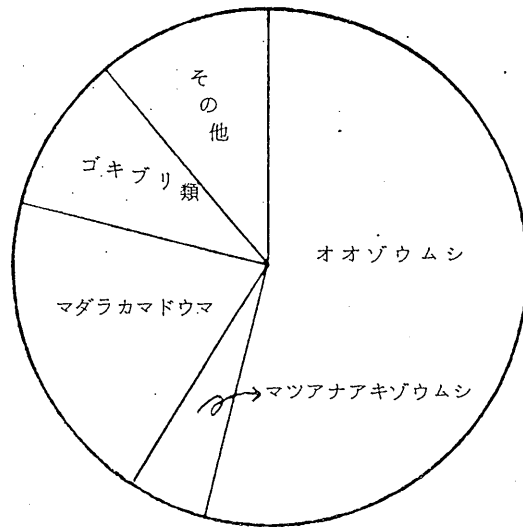


図-8 ベイトトラップで捕獲された昆虫類の種別割合

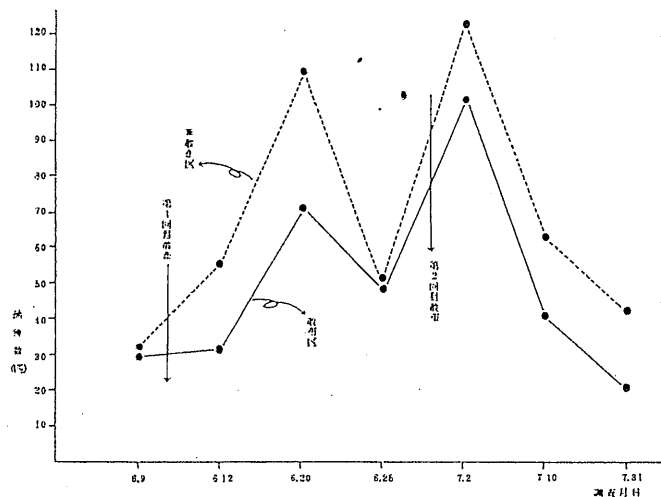


図-9 ベイトトラップによる捕獲数の推移

表-11 バイトラップによる昆虫調査結果

調査月日 種 名	6月9日		6月12日		6月20日		6月28日		7月2日		7月10日		7月31日		計	
	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区	散布区	無散布区
オオゾウムシ	13	12	12	14	45	44	35	22	93	68	33	36	7	13	238	209
マツアナキゾウ	1	2		3	1	10		2		11		6		2	2	36
ゴミムシ類	3				7	4			1	1	1				12	5
その他鞘翅目	1	3	2	3	1		1			2			1		6	8
マダラカマドウム	12	12	14	20	1	24	5	9	2	31	3	7	8	13	45	116
その他直翅目									1						1	
ゴキブリ類		1		8	1	22	7	12	2	9		11	2	8	12	71
鱗翅目			1	1	6	1		3	2		3	3	1		13	8
半翅目			1				1	1							2	1
双翅目								1	1					1	1	2
クモ目			1		8	3		1					1	1	10	5
その他		2		6	1	2			1		1		2	5	5	15
計	30	32	31	55	71	110	49	51	103	122	41	63	22	43	347	476

注 数値は10調査区の合計

その他はムカデ、ヤツデ等

と思われた。しかし、薬剤散布によって生息数が激減するのではなくむしろ散布前より増えていることから、とくに薬剤散布の影響として問題視する必要はないものと考えられる。そして、9日後の7月10日には、無散布区が散布2日後より48%減少して63匹となっているのに対し、散布区は60%減少して41匹となり、また、31日経過後になると無散布区は前回調査より32%減少して43匹となっているのに対し、散布区は46%減少して22匹となり、いずれの調査時とも散布区は無散布区より減少率が大きく、しかも総捕獲数も少ないことから多少は薬剤散布の影響が残っているのではないかとと思われた。しかし、前述したようにとくに問題となるような大きなものではないものと考えられる。

以上のことから、散布区は無散布区にくらべ生息数の増加率や減少率がいずれの調査時とも下回っていることから、薬剤散布の影響をある程度はうけているように考えられる。しかし、散布直後でも生息数が増加しとくに第2回目散布直後は無散布区の139%には及ばないものの110%も増えていることから、地上及び樹冠下部に生息している昆虫類に対しては薬剤散布の影響は無視してもよいのではないかとと思われる。

次に捕獲虫をみると、調査期間中に7目(散布区、無散布区)から823匹が捕獲されたが、このうちとくに多かったのが鞘翅目のオオゾウムシで総捕獲数の54%にあたる447匹もが捕獲された。次いで直翅目のマダラカマドウマの161匹(総捕獲数の20%)、それにゴキブリ類の88匹(同10%)となり、これらだけで総捕獲数の85%も占めた。また、これらの種はいずれも飛翔力が弱く飛ぶことよりむしろ歩くことが多いので薬剤散布の影響をあまりうけなかったものと思われる。つまり、散布された薬剤が松の樹冠上部や下層植物等に付着し地上部まではあまり落下しなかったと考えられているからである。また、松くい虫と呼ばれているアツアナキゾウムシが38匹捕獲されたが、これはどちらかといえば樹幹上へ中部を生活の場としている種だけに、地上のトラップで多数捕獲されたことが非常に注目される。

なお、捕獲された種は表-11に示した以外に鞘翅目では、ツヤケシハナカミキリ、クロコブゾウムシ、タマムシSP.、ベニボタルSP.、オオセンチコガネ、エンマムシSP.、ゴミムシダマシSP.が、鱗翅目ではシロスジトモエガ、アヤクチバ、マイマイガ、ガSP.が、半翅目ではヤニサシガメ、カメムシSP.が、双翅目ではハエの仲間が、それにクモ、ヤツデ、ムカデ等がみられた。

ま と め

松くい虫被害を予防するためガンノズルで林分散布を行ない、その実用性について検討したところ、次のような知見が得られた。

(1) 落下量調査紙には薬剤が比較的均一に落下していたものの、各散布区より採取したマツ枝をマツノマダラカミキリに与えたところ死亡状況にかなりのバラツキがみられたことから、林分全体では散布むらが多く発生していたものと思われる。

(2) 散布された薬剤のドリフト範囲は10mくらいまでであった。

(3) 散布された薬剤は松枝に付着すれば、どの散布基準とも薬剤効果は30日間ないしはそれ以上にわたって持続するが、その効果にはかなりのバラツキがみられた。これは(1)で述べたように散布むらが主な原因と思われる。したがって、ガンノズルによる林分散布の実用化を図るためには散布むらをいかに少なくするかの検討が重要なポイントと考えられる。

(4) この試験の散布基準で56~79%の枯損被害が防止できたので、これらのガンノズル散布は松の枯損防止に著しい効果を有することが認められた。とくに、マツノマダラカミキリの発生初期と最盛期にスミバイン乳剤の90倍液を散布(180 ℓ /ha)する2回散布は枯損被害が79%も防止できたので、この基準(方法)が最も効果的である。また、マツノマダラカミキリの発生中間期にス

ミパイン乳剤の50倍液を散布(240ℓ/ha)すると1回散布だけで62%の被害が防止できたので、経費や労力等を含めて考えれば実用性の高い防除法と思われる。

(5) この試験では散布むらがあったと思われるのに、薬剤散布区の枯損被害はいずれも低下していることから、この原因を究明するため散布むら問題とあわせてガンノズル散布と一般に行なわれている多孔式ノズル散布との比較検討も必要と考えられる。

(6) 下層植生に対する薬害は全くみられなかった。しかし、調査区以外の散布区では自生していた天然性ヒノキ(30~40年生)が8月上旬頃から変色し始め、8月下旬には10数本が枯死したので、ヒノキ林近くでの散布には十分注意する必要がある。

(7) 松の樹冠上部を生息場所としている昆虫類は、薬剤散布によって散布直後は1時的に死亡数が増えるものの、それ以降は激減することからあまり問題ではないものと思われる。

(8) 松林内を生息場所としている昆虫類は、散布直後は生息数が一時的に減少するものの、10日後には回復のきざしがみられはじめ30日後には散布前の状態にもどっていることから、薬剤散布が昆虫の生態系におよぼす影響力は、とくに取りたてて言及しなければならぬほど大きいものではなかった。

(9) 松林分の地上及び樹冠部に生息している昆虫類は、散布直後でも生息数が増えていることから、薬剤散布の影響は無視してよいものと思われる。

(10) このように昆虫類は薬剤散布によって多少は影響をうけるものの、いずれも一時的なものである。むしろ松の枯損によって松林の環境が悪化した場合の方が計り知れない影響をうけると思われるので、松くい虫被害の発生している地域では薬剤散布で積極的に松林を保護するのが賢明ではないかと考えられる。

(11) ガンノズル散布はドリフトが少ないので、人家近くや桑園等常に薬剤散布が問題となるような場所での利用に役立つものと思われる。

引用文献

- 1) 野平照雄・村田淳：マツノマダラカミキリに対するガンノズル散布の春駆除効果について、岐林セ研報12:41~55, 1984
- 2) 中根 勲・竹常明仁・中島泰公・池田作太郎・新宅悌二：ガンノズルスプレシステムによるマツノマダラカミキリ春駆除試験、昭和58年度農林水産航空事業受託試験成績書:313~329, 昭和59年
- 3) 小幡辰雄・安藤茂信・川野洋一郎・麻生賢一・織田泰昌・高橋和博・斉藤泰之：ガンノズル散布方式によるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和58年度農林水産航空事業受託試験成績書:330~342, 昭和59年
- 4) 徳本 康・阿部明士・国分義彦：液剤散布によるマツノマダラカミキリ防除試験：昭和49年度農林水産航空事業新分野開発・受託試験成績書:1~25, 昭和50年
- 5) 山内正敏・萩原幸弘・梅沢清之：液剤散布によるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和48年度農林水産航空事業新分野開発・受託試験成績書:9~52, 昭和49年
- 6) 山内正敏・萩原幸弘・梅沢清之：液剤散布によるマツノマダラカミキリ防除試験：昭和49年度農林水産航空事業新分野開発・受託試験成績書:27~72, 昭和50年
- 7) 古城元夫：液剤散布によるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和50年度農林水産航空事業新分野開発・受託試験成績書:2~46, 昭和51年
- 8) 西村 勲：ガンノズルスプレシステムを利用したMEP80乳剤のマツノマダラカミキリ防除試験、昭和58年度農林水産航空事業受託試験成績書:343~351, 昭和59年

- 9) 久保園正昭・中尾辰雄：スプレイガンノズルによるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和57年度農林水産航空事業受託試験成績書：296～305．昭和58年
- 10) 林 洋二・藤原俊広：スプレイガンノズルによるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和58年度農林水産航空事業受託試験成績書：365～382．昭和59年
- 11) 小野 洋：ガンノズルスプレイシステムを利用したMEP80乳剤のマツノマダラカミキリ防除効果試験、昭和58年度農林水産航空事業受託試験成績書：352～364．昭和59年
- 12) 鈴木久雄：マツクイムシ薬剤防除による環境影響調査報告書、静岡林試研調資26：63．1982
- 13) 東京都労働経済局：松くい虫薬剤防除影響調査報告書：23～26．1981
- 14) 古城元夫：液剤散布によるマツノマダラカミキリ防除試験、昭和49年度農林水産航空事業新分野開発・受託試験成績書：20～52．昭和50年
- 15) 渡辺一雄：マツクイムシ薬剤防除による環境影響調査報告書、静岡林試研調資26：67～76．1982