

松の枯損被害パターンをもとにした 新たな防除技術の実用化に関する調査

— マツノマダラカミキリに対する天敵病生物、*Beauveria bassiana* 菌、の利用技術の開発およびマツ丸太に対するMEPの散布技術の開発 —

(県単課題および国庫システム化事業 研究期間昭和 56 ～ 60 年度)

主任研究員 在 原 登志男

まえがき

大型プロジェクト研究¹⁾により、天敵微生物では*Beauveria bassiana* 菌のマツノマダラカミキリに対する利用が有力視され、各ステージにおける散布試験が行われた。その結果、若齢または成虫脱出前などの散布が、最も虫体に接触する機会が高く、効果的であろうと推察された²⁾ものの、死亡率はかなりのムラがみられ、また最大死亡率もほぼ50%止まりで、より有効な利用技術の開発が望まれた。

また、生理活性物質、単木薬剤処理および枯損木の伐倒駆除に使用する薬剤の施用などについても新しい技術が開発された。しかし、これらの技術はその適用範囲から地理的条件および材線虫病の被害進行度などを、十分に考慮する必要があるとされた。

以上のような背景から、昭和58年から3カ年にわたる国庫システム化事業「松の枯損被害パターンをもとにした新たな防除技術の実用化に関する調査」が実施された。

本県はマツノマダラカミキリに対する *Beauveria bassiana* 菌の利用技術の開発、および枯損木の伐倒駆除に使用する薬剤の施用技術の開発を担当したので、県単研究の成果と併せて、その結果を報告する。

なお、報告の項目は以下の通りである。

1 章 マツノマダラカミキリに対する天敵微生物*Beauveria bassiana* 菌の利用技術の開発

1 節 添加物を加えた*Beauveria bassiana* 菌のマツ丸太への散布によるマツノマダラカミキリの駆除効果と羽化脱出成虫の産卵状況

2 節 マツノマダラカミキリ発生期におけるマツ林への*Beauveria bassiana* 菌の散布

3 節 *Beauveria bassiana* 菌を接種したマツノマダラカミキリ成虫の放飼による未接種成虫への影響

4 節 産卵用マツ丸太への*Beauveria bassiana* 菌散布によるマツノマダラカミキリ成虫への影響

2 章 マツ丸太に対するMEPの散布技術の開発

1 節 MEP油剤の散布方法、濃度とマツノマダラカミキリの駆除効果

2 節 粘着剤を混入したMEP油剤散布によるマツノマダラカミキリの駆除効果

1 章 マツノマダラカミキリに対する天敵微生物 *Beauveria bassiana* 菌の利用技術の開発

1 節 添加物を加えた *Beauveria bassiana* 菌のマツ丸太への散布による マツノマダラカミキリの駆除効果と羽化脱出成虫の産卵状況

I 研究目的

Beauveria bassiana (以下 *B. ba* という) 菌をマツノマダラカミキリ (以下マダラカミキリという) の寄生するマツ丸太へ散布し、本虫の密度低下を図るには、死亡率を80%以上に上げる必要がある。

そこで、*B. ba* 菌の活性持続およびマツ丸太への付着をよくすることを目的に、数種の添加物を加え散布して、マダラカミキリの駆除効果がどの程度向上するかなどを検討した。

II 材料と方法

供試木は長さ1 m、中央径5~13 cmのアカマツ丸太で、夏にマダラカミキリの強制産卵を行い、場内のアカマツ林に立てかけておいたものであり、各処理ごとに10~20本を供試した。

供試した *B. ba* 菌は、国立林試の指定した菌株で、*Beauveria tenella* に準じて⁸⁾ 塗布法により大量培養した分生孢子である (以下も同様)。 *B. ba* 菌の散布濃度は 10^8 個/ml (分生孢子を水に懸濁) としたが、試験年次別の添加物の種類および散布後のマツ丸太の設置方法は表-1に示すとおりである。散布時期は各年ともマダラカミキリの羽化脱出前、5月下旬~6月上旬とし、 600 ml/m^2 をじょうろまたは噴霧器で散布した。散布にあつては、降雨のない日を選んだ。

夏に各マツ丸太から羽化脱出する成虫は、ポリカップで後食枝を与え1か月間飼育し、死亡状況を調査した。また、マダラカミキリの羽化脱出が終了した秋に、マツ丸太を割材して、脱出孔数と材内での死亡虫数を調べた。なお、穿入孔のみで虫体の確認されないもの、および天敵野鳥、昆虫による死亡と判断されるものは調査の対象から外した。

また、昭和60年にはスキムミルク10%添加処理から羽化脱出した成虫の半数については個体飼育を行わず、アカマツ林内にある縦、横、高さ1.8 mの網室に、後食枝と産卵用マツ丸太15本とともにこれらの成虫を放って、死亡の経過や雌成虫の産卵数などを24日間にわたって調査した。後食枝の交換は産卵7日目、17日目に行い、あわせて生存成虫数を調査した。マツ丸太は産卵跡数を調査後、アカマツ林内に放置し、2~3週間後に剥皮して、若齢幼虫の生存率などを求めた。

III 結果と考察

調査結果は表-1に示す。なお、昭和58年の調査対象虫数は平均で30頭、60年は80頭ほどであった。

これによると、*B. ba* 菌のみ散布の3カ年における平均材内死亡率は26%、スキムミルクを添加したものは27%およびSDY培地を添加したものは33%で大差がなく、かつ、年度ごとの効果にはそれぞれかなりのむらが見られた。同様に脱出した成虫の平均死亡率をみると、*B. ba* 菌のみ散布で35%、スキムミルク添加で52%、SDY培地添加ではほぼ50%となり、スキムミルクおよびSDY培地の添加で高い効果がみられたものの、年度ごとの効果にはかなりのむらが見られた。

表-1. 各種添加物を加えた *Beauveria bassiana* 菌の散布による
マツノマダラカミキリの駆除効果

(蛹室入口に木屑のあるものを調査対象とした)

試験実施 年 度	マツ丸太の 設 置 法	B. ba 菌への 添加物の種類	材内死亡率	脱出した成虫 ^{a)} の 死 亡 率	累積死亡率
昭和 58 年	林 内 伏 せ	B. ba 菌のみ	9.5	63.2	66.7
		B. ba 菌、スキ ムミルク10% (散布液の重量比)	17.4	89.5	91.3
		B. ba 菌、c) SDY培地50% (散布液の重量比)	39.3	58.8	75.0
	林 内 伏 せ、 表面こもがけ	B. ba 菌、 SDY培地50% (こも上にも散布)	19.5	81.8	85.4
59 年	林 内 た て か け	B. ba 菌のみ	57.1	41.7	75.0
		B. ba 菌、散布 液1ℓ当りふの りを0.5~1枚 添加	32.4	32.0	54.1
		B. ba 菌、スキ ムミルク10%	54.1	47.1	75.7
		B. ba 菌、スキ ムミルク10%、 散布液1ℓ当り ふのりを0.5~ 1枚添加	20.5	61.3	69.2
		B. ba 菌、 SDY培地50%	40.6	36.8	62.5
		B. ba 菌、SDY 培地50%、散布 液1ℓ当りふの りを0.5~1枚 添加	51.6	33.3	67.7
60 年	林 内 た て か け	B. ba 菌のみ	12.3	0	12.3
		B. ba 菌、スキ ムミルク10%	8.4	19.5 ^{b)}	26.3
		対 照	0	0	0

注) a) 脱出後1カ月間内の死亡率

b) 脱出成虫の半数について調査

c) SABOURAUD Dextrose 寒天+酵母エキス1%、ただし寒天を除いた。

d) Abbott法で補正

一方、ふのり添加は駆除効果に低下をもたらす傾向がみられ、またB. ba 菌散布後のマツ丸太の設置法を検討しても効果に大差はなかった。

以上の結果から、スキムミルク10%およびSDY培地50%の添加は、駆除率を高めそうだとはいえるが、マダラカミキリの死亡率を安定させ、かつ飛躍的に高める効果は望めないといえよう。

表-2には、スキムミルク10%添加から、羽化脱出した成虫および対照区の成虫の24日間にわたる産卵状況を示した。対照区の供試成虫はスキムミルク10%添加に準じて、雌13頭、雄12頭とした。

表-2. *Beauveria bassiana* 菌散布丸太から羽化脱出したマツノマダラカミキリの産卵状況など

処 理 区	総産卵跡数	実産卵数 率	ふ 化 数 率	若齢幼虫生 存数 率	A
B. ba スキムミルク10%	524 個	275 個 (52.6)	260 頭 (94.5)	244 頭 (93.8)	35.9 個
対 照	505	215 (42.6)	191 (88.3)	191 (100)	35.4

注) ()は%

A: 各産卵期間の雌生存虫数(始めの生存虫+終りの生存虫数/2)でその総実産卵数を割り、生存虫数1頭当りの実産卵数を算出、24日間を集計したもの。

これによると、雌生存虫1頭当りの産卵数Aは、両者とも35頭ほどで差がなかった。また、調査期間中両者の死亡率にも大差はみられなかった。このことから、B. ba 菌散布丸太から羽化脱出しても罹病しないマダラカミキリは、当然といえば当然だが、健全な成虫と同様に生存し、産卵活動をするといえよう。

2 節 マツノマダラカミキリ発生期におけるマツ林への *Beauveria bassiana* 菌の散布

I 研究目的

B. ba 菌の有効利用を検討する。本節では、マダラカミキリ発生期にマツ林にB. ba 菌を散布した場合の効果を調査した。

II 材料と方法

1. 室内試験

マダラカミキリ成虫を雌、雄1頭づつ対にして、直径11cm、高さ15cmの飼育ビンに納め、上の開放口に成虫が逃げ出さないよう網蓋をかぶせた。そして、1♂あたりの分生孢子数 2×10^{11} 個程度のB. ba 菌を1haあたり0, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4kg(実際の散布量はタルクで増量し、60kg/haとした)30cmの高さから、それぞれ10頭の成虫に対して散粉した。散布後の成虫は5分間そのままの状態に放置し、その後ポリカップで後食枝を与え1カ月間飼育するとともに、死亡状況を1週間に1度調査した。なお、散粉は昭和58年9月上旬、風の入らない部屋で行った。

2. 屋外試験

降雨のなかった昭和58年8月上旬、樹高3～4 m、林齢12年生のアカマツ林、1区100 m²において、アカマツ枝葉を寒冷沙でつつみ、その中にマダラカミキリ成虫を雌、雄1頭づつに対して1区あたり10頭を放飼した。そして、*B. ba* 菌の分生胞子を1 haあたり0, 0.8, 4.0 kg(実際の散布量はタルクで増量し60kg/haとした)動力散粉機で散粉した。各区はそれぞれ20 mほど離して設定した。その後、散布1カ月まで1週間に1度、成虫の死亡状況を調査した。

また、*B. ba* 菌の散布前にマダラカミキリ産卵直後の長さ1 m、中央径7～12 cmのアカマツ丸太を各区に6本あて立掛け、散布2カ月後に割材して幼虫の死亡状況を調査した。なお、穿入孔のみで虫体の確認されないものおよび天敵昆虫、野鳥による死亡と判断されるものについては調査の対象から外した。

III 結果と考察

結果は図-1に示すとおりで、室内試験のマダラカミキリの死亡率は0.4～2.0 kg/ha散粉が同様な傾向を示し、散粉2週間後で20%、3週間後で50%、4週間後で70%ほどとなった。4 kg/ha散粉はそれぞれの死亡率がほぼ80, 90, 100%となった。また、野外散粉の死亡率も、室内散粉の結果とほぼ一致していることから、*B. ba* 菌をマツ林に1 ha当たり1 kgほど散粉すれば、林内に生息するマダラカミキリは、2週間後で20%、3週間後で50%、4週間後で70%ほどが本病に感染し、死亡するものと推定される。また、1 ha当たり4 kgを散粉すれば、2週間後ではほぼ70%、3週間後で90～100%が死亡するものと推定される。また、マツの枝条にも本菌が付着することが予想されることから、他のマツ林から新たに移入しこれを後食する本虫も、ある程度本菌に感染し死亡する^{2,7)}ことが推定される。

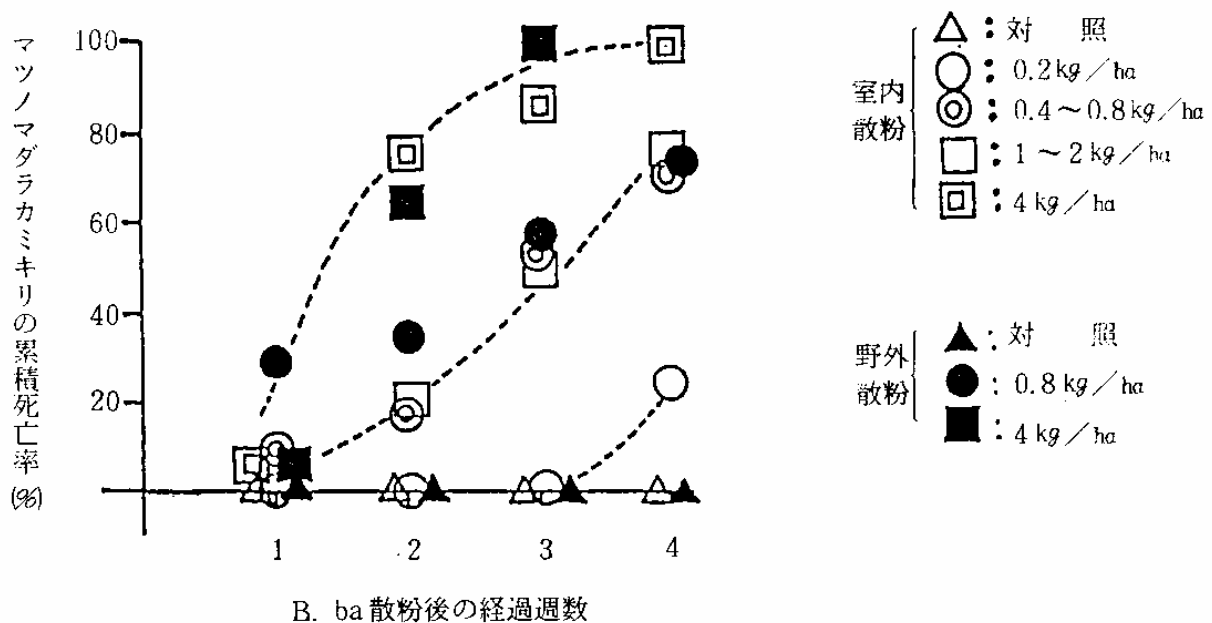


図-1. *Beauveria bassiana* 菌の散粉量とマツノマダラカミキリの死亡率

表-3にはマツ丸太中のマダラカミキリ若齢幼虫に対する *B. ba* 菌散粉の駆除効果を示した。若齢幼虫は 0.8 kg/ha 散粉ではほぼ10%, 4.0 kg/ha 散粉で25%が死亡したことから、*B. ba* 菌をマツ林に散粉すると、被害木中の若齢幼虫もある程度罹病するものと考えられる。

表-3. *Beauveria bassiana* 菌散粉による
マツ丸太中におけるマツノマダラカミキリ
若齢幼虫の駆除効果

B.ba 菌の 散布量 kg/ha	死亡率	散布 2 か月後
0		0 % (15 - 0)
0.8		11.1 (32 - 4)
4.0		23.1 (20 - 6)

注) ()内は生-死虫数(頭)

片桐ら⁵⁾によると、マダラカミキリに対する *B. ba* 菌の病原性は老熟幼虫よりも成虫で強く、成虫の $10^5 / ml$ 接種は老熟幼虫の $10^7 / ml$ にほぼ相当するとしていることから、成虫の駆除は老熟幼虫よりも容易と思われる、マツ林を対象とした *B. ba* 菌の散布、利用は今後とも検討する必要がある。

3節 *Beauveria bassiana* 菌を接種したマツノマダラカミキリ 成虫の放飼による未接種成虫への影響

I 研究目的

B. ba 菌の有効利用を検討する。本節では、*B. ba* 菌を接種したマダラカミキリ成虫を網室内で放飼し、未接種成虫への影響などを調査した。

II 材料と方法

供試したマダラカミキリ成虫は、羽化脱出後ポリカップで後食枝を与えて、2か月間ほど個体飼育したものである。*B. ba* 菌の接種は雌成虫のみ、雄成虫のみおよび対照の3処理とし、昭和57年9月上旬に *B. ba* 菌 $10^8/ml$ と *Serratia marcescens* 菌 100倍液の混合液に3秒間浸漬(接種)した。そして、アカマツ林内にある縦、横、高さ 1.8 m の各網室に、後食枝と産卵用マツ丸太15本を搬入後、接種した成虫を未接種成虫とともに放った。各処理ごとの供試虫数は表-4に示した。

その後、成虫の死亡経過や雌成虫の産卵数などを1か月間にわたって調査したが、後食枝の交換は適宜に、またマツ丸太の交換は産卵2週間後に行い、あわせて死亡成虫の採取を行った。マツ丸太は産卵跡数を調査後アカマツ林内に放置し、2~3週間後に剥皮して、産卵数およびふ化率などを調査した。

III 結果と考察

1. 供試虫の死亡経過とその要因

結果は表-4に示す。これによると、雌成虫接種処理は調査終了時にすべての雌成虫が死亡しており、死体が白カビ硬化または赤色軟化病徴を呈するものが10頭(67%)がみられた。未接種の雄成虫は10頭(91%)が死亡、8頭(73%)で白カビ硬化または赤色軟化病徴が認められた。産卵2週間後の死亡率をみると、雌、雄成虫とも27%であったことから、両者は同じような死亡経過を示したようだとと言える。

雄成虫接種処理も調査終了時、同様にすべての雄成虫が死亡しており、8頭(62%)で同様な病徴がみられた。さらに、未接種の雌成虫もすべてが死亡、9頭(64%)で病徴がみられた。

産卵2週間後の死亡率をみると、雄成虫が85%、雌成虫が21%であったことから、菌を接種した雄成虫が早めに死亡したようだと見える。

以上から、マダラカミキリ成虫にB. ba 菌などを接種し放虫すれば、交尾時に未感染成虫は接種成虫の体表面に付着しているB. ba 菌に感染し、死亡することが考えられる。

表-4. 供試虫の死亡経過とその要因

(頭)

処 理	産卵期間 供試虫の 生死と 死亡 要因	0 ~ 2 週間					3 ~ 4 週間					トータル					
		供試成虫	死 亡 虫 数				2 生 存 虫 数 の 後 の 数	死 亡 虫 数				4 生 存 虫 数 の 後 の 数	死 亡 虫 数				生 存 虫 数
			*	**	***	その他		*	**	***	その他		*	**	***	その他	
雌成虫 接 種	雌	15	1		3		11	9		1	1	0	10		4	1	0
	雄	11	2		1		8	6			1	1	8		1	1	1
雄成虫 接 種	雌	14	2		1		11	7		3	1	0	9		4	1	0
	雄	13	5	1	5		2	2				0	7	1	5		0
対 照	雌	34		1	1	1	31		1	3	4	23		2	4	5	23
	雄	30		1	6	3	20	1		8	2	9	1	1	14	5	9

注) * : 白カビ硬化病 ** : 赤色軟化病 *** : 特に病徴なし

2. 雌成虫の産卵状況

結果は表-5に示す。表-4, 5から2週間目までの産卵期間における雌成虫接種処理の産卵跡数は、期間内の雌生存虫(供試成虫+産卵2週間後の生存成虫/2)1頭あたり22.5個、雄成虫接種処理は18.6個、対照は18.3個と算出され、産卵跡数には大差なかった。しかし、実産卵率およびふ化率は、雌成虫接種処理で22.5, 64.6%となり、雄成虫接種処理および対照のほぼ65%, 80%より著しく低下した。このことから、雌成虫接種処理における雌成虫は産卵跡をつけるものの、卵を産下する能力が早期に著しく低下し、また、卵のふ化率も低下するといえよう。

3~4週間の産卵期間における雌成虫接種処理の産卵跡数は、期間内の雌生存虫1頭あたり5.1個、雄成虫接種処理は13.8個、対照は10.1個と算出され、雌成虫接種処理では産卵跡数も低下しだした。また、雄成虫接種処理の実産卵率およびふ化率をみると21.1, 43.8%となり、対照74.0, 63.2%

より著しく低下した。このことから、産卵3週間目に入ると雄成虫接種処理においても雌成虫は、*B. ba* 菌などに感染しだして、卵を産下する能力が著しく低下し、また、卵のふ化率も低下するといえよう。

以上から、マダラカミキリ成虫に *B. ba* 菌などを接種し放虫すれば、接種した雌成虫は無論のこと、接種した雄成虫との交尾により未感染雌成虫も本菌に感染し、産卵能力が低下することが考えられる。

表 - 5. 雌成虫の産卵状況

産卵期間 処理	0 ~ 2 週 間							3 ~ 4 週 間							
	産卵 及 若 齢 幼 虫 の 状 態	産卵 跡 数	実産 卵 率	ふ化 率	若 齢 幼 虫 の 生 存 率	若 齢 幼 虫 死 亡 率			産卵 跡 数	実産 卵 数	ふ化 率	若 齢 幼 虫 の 生 存 率	若 齢 幼 虫 死 亡 率		
						*	**	***					*	**	***
雌成虫接種	個	%	%	%	%	%	%	%	個	%	%	%	%	%	%
	293	22.5	64.6	87.1	3.2	6.5	3.2	28	7.1	50.0	0		100		
雄成虫接種	232	59.1	84.3	96.5			3.5	76	21.1	43.8	100				
対 照	596	69.5	80.0	-	-	-	-	273	74.0	63.2	-	-	-	-	

注) * : 白カビ硬化病 ** : 黒色軟化病 *** : その他 - 未調査

最後に、これらからマツ林に *B. ba* 菌を散布すれば、林内に生息するマダラカミキリ成虫だけでなく、新たに移入したマダラカミキリ成虫も交尾などを通して本菌に感染し、雌成虫の産卵能力が低下することも推定される。

4 節 産卵用マツ丸太への *Beauveria bassiana* 菌散布による マツノマダラカミキリ成虫への影響

I 研究目的

B. ba 菌の有効利用を検討する。本節では、*B. ba* 菌をマツ丸太に散布し、マダラカミキリ成虫の産卵にあわせた時の死亡状況、また、マツ丸太への産卵状況および産下された幼虫の生存率などを調査した。

II 材料と方法

降雨のなかった昭和58年9月上旬、長さ1 m、中央径5~11 cmのアカマツ生丸太20本に、スキムミルク10%を添加した *B. ba* 菌 $10^8/ml$ を噴霧器で $600 ml/m^2$ 散布した。散布後のマツ丸太10本は、アカマツ林にある縦、横、高さ1.8 mの網室におさめ、同時に後食枝とマダラカミキリ成虫雌、雄各10頭を放った。

その後、1か月間にわたって成虫の死亡経過や雌成虫の産卵数などを調べたが、後食枝は週に1度交換し、同時に成虫の生、死を記録した。また、マツ丸太は放虫3週間目に残り10本と交換し、産卵跡数を調査後アカマツ林に放置し、2~3週間後に剥皮して、産卵数および若齢幼虫の死亡状況など

を調べた。

III 結果と考察

マダラカミキリの死亡状況は表-6に示す。これによれば、マツ丸太へのB.ba菌散布は放虫2週間後ではほぼ20%、3週間後で60%、4週間後で70%のマダラカミキリが死亡した。なお、雌、雄別の感染率を検討してみたところ差異はなかった。

放虫2週間後までの産卵状況などは表-7に示す。これによれば、産卵跡数、実産卵率および卵のふ化率は対照とマツ丸太へのB.ba菌散布間あまり差がみられなかったが、後者においては若齢幼虫が33%ほど死亡した。なお、放虫3~4週目の産卵は対照においても激減したため問題は残るが、マツ丸太へのB.ba菌散布処理では0であった。

表-6. マツノマダラカミキリ成虫の死亡状況

%

死亡率 処理	放 虫 ・ 週 間 後			
	1	2.	3	4
対 照	0 * (20 - 0)	0 (17 - 2)	0 (15 - 4)	0 (10 - 9)
マツ丸太への B.ba菌の散布	5.0 (19 - 1)	19.3 (13 - 5)	58.3 (5 - 10)	72.8 (2 - 12)

注) * : Abbott法で補正

()内は生-死虫数頭であるが、20頭にみえないものは網室内で虫体が認められなかった頭数である。

表-7 マツノマダラカミキリの産卵および幼虫の生存率など

(放虫2週間後までの結果)

産卵及び幼虫の生存率 処理	産卵跡数	実産卵数	ふ化率	若齢幼虫の生存率
対 照	142 個	85.2 %	86.8 %	86.6 % (0)
マツ丸太への B.ba菌の散布	124	79.8	88.9	57.9 (33.1)

注) ()はAbbott法で補正した死亡率

以上から、マツ丸太にB.ba菌を散布すれば、これに産卵飛来するマダラカミキリは、かなりが本菌に感染し死亡する。また、産卵されてふ化した幼虫もある程度死亡するものと推定される。

最後に、これらからマツ林にB.ba菌を散布すれば、マダラカミキリの産卵対象木にも本菌が付着することが予想されることから、これに産卵飛来する成虫は本菌に感染、また、産下された幼虫もある程度死亡することが推定される。

2章 マツ丸太に対するMEPの散布技術の開発

1節 MEP油剤の散布方法、濃度とマツノマダラカミキリの駆除効果^{*)}

I 研究目的

材線虫病被害木の代倒駆除に使用する薬剤にMEP油剤がある。本剤の散布濃度は0.5%ほどで噴霧器を用い材積1 m^3 当たり10 l または材表面積1 m^2 当たり600 ml 散布することと規定されている。しかし、散布量を材積および材表面積当たりで比較すると、前者は後者よりかなり少ないこともあると報告⁹⁾されている。

被害木の伐倒駆除事業においては噴霧器を使って1回散布を行うことがあるが、この場合には散布量600 ml/m^2 は勿論のこと、10 l/m^2 にも満たないことが予想され、このことがマダラカミキリの駆除効果が十分に上がらない原因の1つと考えられる。

本節では、噴霧器より散布工程が早い⁶⁾じょうろを用いて600 ml/m^2 を散布量とし、散布濃度ごとにマダラカミキリの駆除効果を調査し、既報の噴霧器散布の結果と比較した。また、噴霧器およびじょうろ散布の飛散量の差も検討した。

II 材料と方法

供試木は長さ1 m 、中央径5~13 cm 、粗皮厚2 mm 以下のアカマツ丸太で、夏にマダラカミキリの強制産卵を行い、場内のアカマツ林内に立てかけておいたものである。

供試薬剤はMEP 5%、EDB25%の油剤とし、白灯油で所定濃度に希釈、供試木にまんべんなくじょうろで1回600 ml/m^2 程度を散布した。散布後の供試木は針金の芯入り防虫網で作った長さ1.6 m 、直径30 cm の筒に3~4本ずつ収め、再びアカマツ林内に立てかけた。

試験は昭和56~58年の3カ年にわたって行った。第1年目は1, 3, 5月の各時期にMEP濃度0.5%および1.0%液を供試木各5本あて散布した。MEP 0.5%液を散布した供試木では、各散布時期の1~2カ月後に2回目の散布を行い、0.5%2回散布とした。第2年目は3月にMEP 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%液を供試木各10本あて散布した。また、2回目の散布を4月に行った0.5%2回散布区と対照区を設け、各10本を供試した。さらに、第3年目は2月にMEP 1.0, 1.5, 2.0%液を供試木各10本あて散布した。なお、散布にあっては降雨の影響がない日を選んだ。

夏に各供試木から羽化脱出する成虫はポリカップで後食枝を与え1週間飼育し、薬剤の影響の有無をみた。また、供試木の割材は羽化脱出期を過ぎた9~10月に行い、脱出孔数と材内死亡虫数を調査するとともに、その蛹室形成状態¹⁾を調べた。なお、穿入孔のみで虫体の確認されないもの、および明らかに天敵による死亡と判断されたものについては調査の対象から除外した。

一方、噴霧器およびじょうろ散布時の薬剤の流失、飛散量の調査は昭和59年の8月に行った。この材料は長さ1 m 、中央径8.0~12.5 cm 、粗皮厚2 mm 以下の生アカマツ丸太、および3カ月間雨のあたらない軒下に立てかけておいたマダラカミキリの羽化脱出が済んだ乾燥の著しいアカマツ丸太を用

³⁾
*) 本節は日本林学会東北支部会誌³⁾に発表したものである。

いた。この丸太を10本ずつビニールシート上に並べ、MEP 0.5%液を600 ml/m²散布した後、ビニールシート上に残された液を速やかに回収、測定して流失、飛散量とした。

Ⅲ 結果と考察

マダラカミキリの駆除効果をMEP散布濃度ごとに集計して表-8に示す。これによると、1.0%液散布では164頭のうち2頭が羽化脱出し、このうち1頭が捕獲された。この成虫は1週間以上生存したことから薬剤の影響がなかったと考えられ、蛹室形成状態0~Ⅲ型の累積駆除率が99.2%となった。また、1.5%液散布では130頭のうち1頭が羽化脱出した。しかし、捕獲した成虫は薬剤の影響を受けたようで1週間以内に死亡したため、0~Ⅲ型の累積駆除率が100%となった。2.0%液散布区では155頭のうち2頭が羽化脱出したが、2頭とも薬剤の影響で死亡したためか捕獲されず、0~Ⅲ型の累積駆除率が100%となった。なお、この他の0~Ⅲ型の累積駆除率は0.25%液散布で74.7、以下0.5%で82.7、0.5%2回散布で91.1%であった。

表-8 MEPの散布濃度とマツノマダラカミキリの駆除効果

マツノマダラ カミキリの 状 態	蛹室形成 状 態 (型)	対 照	MEPの散布濃度 (%)					
			0.25	0.5	0.5**	1.0	1.5	2.0
A	0	0-1頭	0-3	0-1	0-24	0-13	0-7	0-4
	I	0-1	0-28	0-27	0-72	0-109	0-89	0-112
	II	19-3	4-10	5-19	0-26	0-30	1-26	1-26
	III	27-5	13-14	5-10	12-14	2-10	0-7	1-11
	計	46-10	17-55	10-57	12-136	2-162	1-129	2-153
B		44-2	14-3	9-1	10-2	1-1	1-0	0-2
C		43-1	14-0	9-0	10-0	1-0	0-1	
0~Ⅲ型の累積駆除率*		0%	74.7	82.7	91.1	99.2	100	100
II, III型の累積駆除率*		0	57.2	71.0	75.9	97.0	100	100

注) A:羽化脱出成虫-材内死亡虫数

B:捕獲できた成虫-捕獲不能成虫数

C:捕獲できた成虫の1週間後の生-死虫数

*: $\frac{\text{材内死亡虫} + \text{捕獲不能成虫} + \text{1週間後の死虫数}}{\text{羽化脱出成虫} + \text{材内死亡虫数}}$ (Abbott法で補正)

** : 2回散布

1)
著者はさきにMEP 0.5%液を散布して、マダラカミキリの蛹室形成状態と駆除効果の関係を調べたが、蛹室入口の木屑の厚さが1.5 cm以上のII、III型で効果の低下が著るしかつた。そこで、表-1のII、III型の累積駆除率をみると、MEP 0.25%液散布で52.7%、以下0.5%で71.0%、0.5%2回で75.9%、1.0%で97.0%および1.5%以上で100%となった。この結果は上述した0~Ⅲ型の累積駆除率と同様1.0%液以上の散布で97%以上の高い効果が得られたことを示している。

6)

岸はMEPの散布濃度を上げるほどマダラカミキリの駆除効果が高まり、0.25、0.5、1.0%油

剤を噴霧器で $600\text{ ml}/\text{m}^2$ 散布したところ、それぞれ85, 90, 100%の効果が得られたと述べている。本試験で蛹室形成状態0~Ⅲ型の駆除効果がそれぞれ約75, 85, 99%であったことから、じょうろを用いて散布した場合、散布濃度が低ければ噴霧器散布より効果が若干低下する傾向にあるようだが、高ければそれほどの差がないといえよう。

次に、噴霧器およびじょうろ散布の薬剤流失、飛散量の調査結果を表-9に示す。これによると、両者の流失、飛散率は生および乾燥マツ丸太いずれにおいてもじょうろ散布で5%ほど高い傾向にあったものの、大差がないようであった。

表-9 MEP 散布時の流失、飛散量

散布器具	生 マツ 丸 太				乾燥したマツ丸太			
	材表面積	散布量	流失、 飛散量	同左率	材表面積	散布量	流失、 飛散量	同左率
	m^2	ml	ml	%	m^2	ml	ml	%
噴霧器	3.5	2,100	1,050	50	2.5	1,500	65	4
じょうろ	3.5	2,100	1,150	55	2.5	1,500	150	10

以上述べてきたところから、噴霧器およびじょうろ散布間にはマダラカミキリの駆除効果にさほどの違いが認めにくく、また、薬剤の流失、飛散量も差が少ないといえる。これらのことから、散布の工程が早く、また、1回散布でも $600\text{ ml}/\text{m}^2$ 程度の散布量となるじょうろ散布を今後検討する必要がある。なお、MEP油剤の散布濃度は1%以上が望ましいと考えられた。

2 節 粘着剤を混入したMEP油剤散布によるマツノマダラカミキリの駆除効果

I 研究目的

MEP油剤に粘着剤(商品名ラッチャー)を混入し散布すると、MEPの残留が高まるようだと⁴⁾の報告があるので、マダラカミキリ寄生マツ丸太に散布して、駆除効果を検討した。

II 材料と方法

供試木は長さ1m、中央径6~11cm、粗皮厚2mm以下のアカマツ丸太で、夏にマダラカミキリの強制産卵を行い、場内のアカマツ林内に立てかけておいたものである。

試験は昭和59~60年の2カ年間にわたって行ったが、1年目は供試薬剤をMEP5%、EDB25%の油剤とし、白灯油で濃度0.25, 0.5および1.0%に希釈し、粘着剤を5~20%(重量比)混入した。2年目はMEP40%油剤を用い、同様に0.5および1.0%に希釈、粘着剤5%を混入した。

薬剤の散布は2カ年ともマダラカミキリの羽化脱出前、5月下旬~6月中旬とし、1年目は各10本あて、また、2年目は各20本あてに、 $600\text{ ml}/\text{m}^2$ を噴霧器で散布した。散布にあたっては、降雨のない

日を選んだ。

散布後のマツ丸太は、前節と同様な筒に収めて再びアカマツ林内に立てかけ、夏に羽化脱出する成虫の調査およびマツ丸太の割材調査を前節に準じて行った。

Ⅲ 結果と考察

1年目の結果は表-10に示す。これによると、粘着剤混入濃度別の材内におけるマダラカミキリの平均死亡率は、5%（平均死亡率が91%）>対照（83%）>10%（82%）>20%（65%）となり、粘着5%混入で高い駆除効果が得られた。同様にして、羽化脱出成虫および累積の平均死亡率を検討すると、対照と比較して粘着剤5%混入は高い駆除効果が得られ、20%混入は効果が低下する傾向にあった。供試虫数が少ないため問題は残るが、MEP油剤への低濃度の粘着剤の混入は、マツ丸太へのMEPの付着がよくなるためか、マダラカミキリの駆除効果にかなり良い影響を与えそうだと推定される。

表-10 昭和59年度におけるマツノマダラカミキリの駆除効果

各死亡率 MEP の散布 粘着 剤の濃度	材 内				羽 化 脱 出 成 虫				累 積			
	0.25	0.5	1.0	平均	0.25	0.5	1.0	平均	0.25	0.5	1.0	平均
20 (%)	6/11* (54.5)	5/9 (55.6)	11/13 (84.6)	(64.9)	0/5** (0)	0/4 (0)	0/2 (0)	(0)	6/11*** (54.5)	5/9 (55.6)	11/13 (84.6)	(64.9)
10	11/13 (84.6)	9/11 (81.8)	4/5 (80.0)	(82.1)	0/2 (0)	0/2 (0)	1/1 (100)	(33.3)	11/13 (84.6)	9/11 (81.8)	5/5 (100)	(88.8)
5	3/3 (100)	10/12 (83.3)	10/11 (90.9)	(91.4)	—	2/2 (100)	0/1 (0)	(50.0)	3/3 (100)	12/12 (100)	10/11 (90.9)	(97.0)
0 (対照)	5/6 (83.3)	6/6 (100)	4/6 (66.7)	(83.3)	0/1 (0)	—	1/2 (50)	(25.0)	5/6 (83.3)	6/6 (100)	5/6 (83.3)	(88.9)

(蛹室形成状態Ⅱ型以上を調査対象とした)

(注) * 材内死亡虫/羽化脱出成虫+材内死亡虫数

** 捕獲不能成虫+1週間後の死亡成虫数/羽化脱出成虫数

*** 材内死亡虫+捕獲不能成虫+1週間後の死亡成虫数/羽化脱出成虫+材内死亡虫数

()は死亡率%

2年目の結果は表-11に示す。試験は供試虫数をふやすことを目的としたが、低濃度の粘着剤の混入は1年目と同様で、駆除効果が向上したものの、卓越したものではなかった。

以上述べたことから、MEP油剤への低濃度の粘着剤の混入は、マダラカミキリの駆除効果を若干引き上げそうといえる。しかし、粘着剤の混入だけで、卓越した効果を期待するのは無理といえよう。

表-11 昭和60年度におけるマツノマダラカミキリの駆除効果

MEP の散布 濃度 粘着剤の濃度	材 内			羽化脱出成虫			累 積		
	0.5 ^(%)	1.0	平均	0.5	1.0	平均	0.5	1.0	平均
5 ^(%)	60/67 (89.6)	84/86 (97.7)	(93.7)	1/7 (14.3)	2/2 (100.0)	(57.2)	61/67 (91.0)	86/86 (100.0)	(95.5)
0 (対 照)	52/57 (91.2)	83/93 (89.2)	(90.2)	1/5 (20.0)	5/10 (50.0)	(35.0)	53/57 (93.0)	88/93 (94.6)	(93.8)

(蛹室形成状態Ⅱ型以上を調査対照とした)

摘 要

まえがき

大型プロジェクト研究により、種々な松の枯損防止に関する新技術が開発された。しかし、これらの新技術についてはより有効な利用技術の検討が望まれ、また、適用範囲を十分に考慮する必要があるとされた。

このような背景から、国庫システム化事業「松の枯損被害パターンをもとにした新たな防除技術の実用化に関する調査」が実施され、本県はマツノマダラカミキリに対する *Beauveria bassiana* 菌の利用技術の開発および枯損木の伐倒に使用する薬剤の施用技術の開発を担当したので、その結果を報告する。

1章 マツノマダラカミキリに対する天敵微生物 *Beauveria bassiana* 菌の利用技術の開発

1節 添加物を加えた *Beauveria bassiana* 菌のマツ丸太への散布によるマツノマダラカミキリの駆除効果と羽化脱出成虫の産卵状況

Beauveria bassiana 菌の活性持続およびマツ丸太への付着をよくすることを目的として、分生孢子濃度 10^9 個/ml 液に数種の添加物を加え、マツノマダラカミキリ羽化脱出前のマツ丸太に 600 ml/m^2 を散布して、駆除効果などを調査した。

その結果、材内における死亡率には差がみられなかったものの、スキムミルク10%やSDY培地50%を添加したものでは、脱出した成虫の死亡率が高まるようで、無添加のものより高い効果が得られた。しかし、効果にはかなりのむら^らが認められた。また、ふのりの添加および散布後のマツ丸太の設置法を検討したが、これらは死亡率を高める効果が期待されな^なかった。さらに、スキムミルク10%添加から羽化脱出する成虫の産卵状況などを調査したが、効果むらのためか死亡虫が少なく、かつ、雌成虫の産卵数などにも低下がみられなかった。

2節 マツノマダラカミキリ発生期におけるマツ林への *Beauveria bassiana* 菌の散布

室内においてマツノマダラカミキリ成虫に分生孢子数 2×10^{11} 個/g ほどの *Beauveria bassiana*

菌を散粉、また野外のマツ林において散粉した時の死亡率を調査したが、両者の結果はほぼ一致した。すなわち、本菌を1kg/ha散粉すれば、林内に生息する成虫は2週間後で20%、3週間後で50%、4週間後で70%ほどが、また4kg/ha散粉では2週間後ではほぼ70%、3週間後で90~100%が死亡するものと推定された。なお、本菌を散粉した林内にマツノマダラカミキリ産卵直後のマツ丸太を放置したところ、数10%の幼齢幼虫に罹病が認められた。

3節 Beauveria bassiana菌を接種したマツノマダラカミキリ成虫の放飼による未接種成虫への影響

マツノマダラカミキリ成虫をBeauveria bassiana菌 10^8 個/mlとSerratia marcescense菌100倍液の混合液に浸漬(接種)し、未接種成虫とともに網室内に放って、その影響を調査した。

その結果、雌成虫接種処理の雌成虫は2週間後ではほぼ30%、4週間後で100%、一方、未接種の雄成虫はそれぞれ30%、90%ほどが死亡し、生存している雌成虫の産卵も早期に著しく低下した。また、雄成虫接種処理の雄成虫は2週間後で85%、4週間後で100%、一方、未接種の雌成虫はそれぞれほぼ20%、100%が死亡し、生存している雌成虫の産卵は2週間後までは変化がみられなかったものの、3週間目に入ると産卵能力に著しい低下がみられた。

4節 産卵用マツ丸太へのBeauveria bassiana菌散布によるマツノマダラカミキリ成虫への影響

生マツ丸太に、スキムミルク10%を添加したBeauveria bassiana菌 10^8 個/mlを600ml/m²散布して網室に搬入、マツノマダラカミキリ成虫を放って、その影響を調査した。

その結果、マツノマダラカミキリ成虫は放虫2週間後で20%、3週間後で60%、4週間後で70%ほどが死亡した。また、2週間後までは産卵状況に変化がなかったが、産下されふ化した若齢幼虫の1/3に散布菌の罹病が観察された。3週間目以降は対照区においても産卵数が激減したため問題は残るが、散布区では産卵が認められなかった。

2章 マツ丸太に対するMEPの散布技術の開発

1節 MEP油剤の散布方法、濃度とマツノマダラカミキリの駆除効果

噴霧器より散布工程が早いじょうろを用いて、マツノマダラカミキリの寄生するマツ丸太に冬~春期にかけてMEP油剤を600ml/m²散布し、散布濃度別の駆除効果などを調査した。蛹室形成状態Ⅱ型以上の駆除効果は、MEP0.25散布で57%、以下0.5%で71%、0.5%2回で76%、1.0%で97%および1.5%以上で100%となった。なお、噴霧器およびじょうろ散布の薬剤流失、飛散量を検討したが、じょうろ散布で5%ほど高い傾向がみられたものの、大差はないようであった。

2節 粘着剤を混入したMEP油剤散布によるマツノマダラカミキリの駆除効果

MEPのマツ丸太への付着を高めることを目的に、粘着剤を同油剤に混入散布して、駆除効果を調査した。

その結果、粘着剤を5%ほど混入するとMEPの残留が高まるためか、駆除効果が若干向上した。

参考文献

- 1) 在原登志男：松くい虫被害木中のマツノマダラカミキリに対する駆除効果のばらつきについて(I). 林業と薬剤 77：13～18，1981
- 2) _____：松の枯損防止新技術に関する総合研究—マツノマダラカミキリの天敵利用技術に関する研究—。福島県林試研報16：1～22，1984
- 3) _____：散布器具の違いによるマツノマダラカミキリの駆除効果と薬剤の飛散量。日林東北支誌36：224～225，1984
- 4) 林 洋二：MEP剤を混入した粘着剤によるマツノマダラカミキリ成虫殺虫試験。日林関西支講 34：280～282，1983
- 5) 片桐 一正ほか：マツノマダラカミキリの天敵微生物。森林防疫 29：28～33，1980
- 6) 岸 洋一：茨城県におけるマツノサイセンチュウによるマツ枯損と防除に関する研究。茨城県林試研報11：1～83，1980
- 7) 林野庁：松の枯損防止新技術に関する総合研究。大型プロ研究成果2。165pp，1984
- 8) 島津光明ほか：昆虫病原菌 *Beauveria tenella* の分生胞子の量産。92回日林論：387～388，1981
- 9) 山口忠義ほか：マツノマダラカミキリの幼虫駆除試験(2)。昭和54年度群馬県林試業報：52～56，1979