

論文

天敵微生物 *Beauveria bassiana* による マツノマダラカミキリ成虫駆除試験（Ⅱ）

福井 修 二

Microbial control of adults of Japanese Pine Sawyer, *Monochamus alternatus*,
by Entomogeneous Fungus, *Beauveria bassiana* in Shimane Prefecture

Shuji Fukui.

要 旨

天敵微生物 *Beauveria bassiana* を培養した不織布製剤を用いたマツノマダラカミキリ成虫駆除を、設置時期を変えて行い駆除効果を検討した。製剤を 2, 3, 4, 5 月に設置した駆除率は 72~85% であり、2006 年の試験は 11, 1, 3, 5 月設置では 76~80% であった。設置時期を 2 月下旬まで早めても 5 月設置と同等の駆除効果があった。

被害林においてこの製剤を用いた駆除を継続して行った。駆除を実施した試験区内の枯死木発生率は、実施前 3.4% であったものが駆除 3 年目は 0.3% に減少し、駆除効果を認めた。

I はじめに

マツ材線虫病の防除は病原媒介昆虫であるマツノザイセンチュウ (*Brusaphelenchus xylophilus*) (Steiner & Buhner) Nickle の媒介者であるマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* Hope) を駆除することが効果的な方法である。樋口ら¹⁾ は野外網室試験によって、昆虫病原糸状菌 *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin を培養した不織布製剤を集積した被害丸太上に設置して羽化脱出したマツノマダラカミキリ成虫に接触・感染させる方法で高い駆除効果があることを示した。この後、*B. bassiana* を用いた駆除試験が試みられ、その有効性が報告されている^{2, 3, 4, 5)}。この天敵を用いた方法は化学農薬を用いない環境低負荷型の駆除方法として注目され、その普及が求められている。これまで行われた不織布製剤を用いた駆除試験は、いずれもマツノマダラカミキリが羽化脱出する直前に製剤を設置する方法である。しかし、この方法は設置適期が短いため、駆除量が多い場合

にはマツノマダラカミキリの発生開始までに駆除作業が完了しない恐れがある。そこでこの駆除方法を事業化する場合の参考とするため、早期に製剤を設置した場合の駆除効果を野外網室内で調査した。また、実際の被害地においてこの製剤を用いた駆除を実施してその効果を検証した。

現地試験の実施にあたり、地検地の提供・調査協力いただいた隠岐の島町、島根県林業公社、島根県隠岐支庁農林局林業部の各位にお礼申し上げる。

II 材料及び方法

1. 天敵製剤の早期設置試験

マツノマダラカミキリの寄生を認めたマツ材線虫病による枯死木を 2005 年の試験は同年 2 月に松江市秋鹿町のアカマツ被害林から、また、2006 年の試験は 2005 年 10 月に江津市黒松町のクロマツ被害林から入手した。枯死木は伐倒して長さ 1 m に玉切りして、中央直径 3~21 cm

の丸太を用いた。2005年試験では2～5月の各月別に松江市下佐陀町の畑地に設置した網室（縦1.0m×横1.4m×高さ1.0m）内に丸太を集積した。集積した丸太は0.2m³になるよう調整した（中央直径5～21cm, 20～27本／処理）。そして集積した被害丸太の上面に日東電工株式会社製の*Beauveria bassiana*を培養した不織布帯（50cm×2.5cm×1.5mm）4枚を固定した後にポリエチレンシートで被覆した。2006年の試験は、2005年11月、2006年1, 3, 5月に同様の処理を同じ場所で行った（中央直径4～21cm, 21～27本／処理）。いずれも各月1区の処理とした。各試験の設置時期は表1のとおりである。そして被覆ポリエチレンシート内から脱出した網室内のカミキリ成虫を毎日捕獲した。捕獲成虫は上部直径10.5cm下部直径9.5cm高さ4.5cmの円形ポリ容器に直径3mm程の通気口を6か所開けたものに入れ、マツ枝を餌として与え、室内で個体飼育して、生存日数、捕獲後14日以内の死亡率（捕獲後の生存日数が14日以内の個体／捕獲数）を調査した。死亡したマツノマダラカミキリは直径9cmのガラスシャーレ内に湿らせた濾紙を敷いた上に置いて蓋をして、25℃に調整した恒温器内に入れた。その後、30日間死虫の体表面に現れる菌そうの有無を観察した。脱出が終了した9月に後に供試丸太の成虫の脱出孔数を調べた。そして、駆除率（シート未脱出個体＋捕獲後14日以内の死亡個体）／脱出孔数を調査した。

表1 試験区の設置状況

年	区	薬剤の設置年月日
2005	2月設置	2005/2/25
	3月設置	2005/3/25
	4月設置	2005/4/22
	5月設置	2005/5/20
2006	11月設置	2005/11/18
	1月設置	2006/1/19
	3月設置	2006/3/20
	5月設置	2006/5/19

2. 現地実証試験

2006年3月に隠岐郡隠岐の島町伊後地区と代地区のマツ材線虫病が発生しているクロマツ林に、*Beauveria bassiana*製剤を使用した駆除試験区をそれぞれ0.8ha（80m×100m）、1.0ha（100m×100m）設定した。試験地の林状況は表2のとおりである。試験区内のマツ材線虫病によって枯死したクロマツを伐倒して玉切った被害丸

太および枝条を集積した。5月下旬に集積した被害材の上部に出光興産株式会社製の製剤を設置した。用いた製剤は2006年には幅5cm×長さ50cm, 2007年と2008年は幅2.5cm×長さ50cmの形状のものを用いた。製剤の設置は、集積した材の高さ、幅、長さを測定して算出した容積（空隙を含む）に対し0.1m³あたり1枚（幅5cmの製剤：2006年）または2枚（幅2.5cmの製剤：2007年、2008年）をガンタッカーで固定した。そして更にシートで被覆してガンタッカーで固定した。被覆シートは代試験地ではブルーシートを、伊後試験地では生分解性シート（商品名バイオフレックス）を用いた。駆除は試験区域内のほか、試験区の外縁部から20m程度離れた範囲内の被害木にも行った。また、対照として製剤を用いた駆除を実施しない調査林を代地区に0.5ha（40m×125m）設定した。各試験区内の枯死木本数を、駆除前の3月下旬と駆除試験実施後の10月下旬に調査して、駆除実施前の枯死木の発生数を比較した。

伊後試験区は試験地内で発生した枯死木を同様の方法による駆除処理を2007年、2008年に継続して行い、天敵製剤を用いた駆除の効果を調査した。代試験区は所有者の希望による残存木の伐採のため、継続実施は行わなかった。

表2 松くい虫被害発生林に設定した各試験区の林況

試験地	駆除実施の有無	面積 (ha)	成立本数 本/ha	実施前 枯死本数	枯損率 (%)	平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	周辺被害状況
伊後	実施	0.8	1,249	43	3.4	21.4	24.2	ほとんど無し
代	実施	1.0	929	70	8.0	22.7	23.1	有 駆除未実施
代	未実施	0.5	804	56	7.0	22.2	28.1	有 駆除未実施

III 結 果

1. 天敵製剤の早期設置試験

マツノマダラカミキリ成虫の捕獲開始日は早期に設置した区は5月設置区に比較して2005年度は6～16日、2006年度は15～23日早まった（表3）。各区の脱出孔数に対する捕獲率は2005年が29～81%, 2006年が38～63%であった。捕獲後14日以内のカミキリ死亡率は2005年の2, 3, 4, 5月設置は77, 87, 59, 74%であり、2006年の11, 1, 3, 5月設置は57, 38, 60, 63%であった。シート内部にはいずれも草本類の繁茂が観察された。

表3 マツノマダラカミキリ成虫の捕獲状況

年	区	脱出 孔数	捕獲数	捕獲率 (%)	捕獲状況		
					初日	50%	終日
2005	2月設置	70	57	81.4	5/19	6/14	7/10
	3月設置	51	15	29.4	5/25	6/19	6/30
	4月設置	99	69	69.7	5/29	6/10	7/4
	5月設置	66	38	57.6	6/4	6/12	6/28
2006	11月設置	30	14	47.0	5/15	6/6	6/17
	1月設置	95	32	34.0	5/13	5/28	6/14
	3月設置	96	47	49.0	5/21	6/4	7/6
	5月設置	119	79	65.0	6/5	6/27	7/17

表4 捕獲したマツノマダラカミキリの死亡率、
駆除率と菌そう発生率

年	区	全捕獲数	14日以内 死亡率	駆除率	菌そう 発生率
2005	2月設置	57	77.2	81.4	61.4
	3月設置	15	86.7	96.1	84.6
	4月設置	69	59.4	71.7	58.5
	5月設置	38	73.7	84.8	92.9
2006	11月設置	14	57.1	80.0	62.5
	1月設置	32	37.5	78.9	66.7
	3月設置	47	59.6	80.2	57.1
	5月設置	79	63.3	75.6	58.0

駆除率は2005年の試験は2, 3, 4, 5月設置では81, 96, 72, 85%であり, 2006年の試験は11, 1, 3, 5月設置では80, 79, 80, 76%であった。捕獲後14日以内に死亡した個体の菌のそう生率は, 2005年は59~93%, 2006年は57~67%であった。

2. 現地実証試験

*B. bassiana*製剤を用いた駆除を実施した伊後試験区内の枯死木の発生率は, 実施前3.4%であったものが駆除1年目は1.5%, 2年目は0.3%, 3年目は0.3%に減少した(表5)。駆除を継続して2年目までは枯死本数の発生率は顕著に低下したが, 3年目の枯死本数は前年と変わらなかった。駆除を実施した代試験区の枯死木の発生率は実施前に8.0%であったものが駆除後は7.0%に減少した。一方, 対照区の枯死率は調査開始前7.0%であったものが1年目には12.6%に増加した。2年目は12.2%, 3年目は12.9%であり, 顕著に増加しなかった。対照区の一部で調査を開始して2年目の2008年の春以降, この対照区で発生した一部の枯死木は伐倒・くん蒸処理が実施された。

表5 *B. bassiana*製剤を用いた駆除を実施した
試験林の枯死木発生数の経年変化

試験地	駆除の 有無	2005年		2006年		2007年		2008年	
		枯死 本数	枯死率 (%)	枯死 本数	枯死率 (%)	枯死 本数	枯死率 (%)	枯死 本数	枯死率 (%)
伊後	実施	43	3.4	18	1.5	4	0.3	4	0.3
代	実施	70	8.0	63	7.0	—	—	—	—
代	未実施	56	7.0	94	12.6	80	12.2	72	12.9

IV 考 察

5月より早期に製剤を設置した区は, マツノマダラカミキリの捕獲時期が早まった。これはシートの被覆によって内部の温度が上昇したことによって, 材内のマツノマダラカミキリの生育が早くなったためと考える。製剤設置からマツノマダラカミキリへの接触開始が短くなることは, 長期間設置に伴う菌の活性が低下する前に感染の機会が訪れる一方, 温度上昇が菌の活性を低下させる効果を持ちうる。このことがマツノマダラカミキリの殺虫効果に及ぼす影響は不明である。

今回の試験では, 2月下旬までの製剤を設置が, 5月の直前設置と同様に十分な殺虫効果を期待できる時期と考える。

製剤の設置時期と死亡率について, 5月設置と, これより早期に設置した区を比較すると大きな差は無く, 11月設置でも十分な効果があるように見える。しかし, 11月, 1月に設置した区は脱出数, 捕獲数が少ないため追加試験等による確認が必要である。

捕獲個体の死亡率は, マツノマダラカミキリの脱出直前に製剤を設置した5月設置が最も高くなると予想したが, これより早期に設置して死亡率が高い区があった。シート内部にはいずれも草本類のそう生が観察された。草本植物のそう生の程度と死亡率との関係は不明であるが, 草本の存在は, マツノマダラカミキリが製剤への接触を阻害したと考える。5月設置の死亡率が最高値を示さなかったのは, この影響が大きかったためと推察する。

実際の駆除現場においても被覆シート内に草本類や蔓植物が繁茂することが予想される。これらの影響を軽減するためには, 底面の地面が露出しないように材を並べることや, 被覆するシートを集積した材の外縁に隙間無く押し込む等の工夫が考えられる。

現地実証試験を実施した伊後試験地では連年の駆除実

施によって2年目までは枯死発生率は顕著に減少したが、3年目は前年と同じ枯死率であった。試験地周辺に散在していた駆除されずに放置されたマツ材線虫病の被害木が2007年から増加しており、これらの被害木から発生したマツノマダラカミキリの試験地への飛び込みによる枯死被害が発生したと考える。

代試験区は枯死木の発生率が伊後試験区より高かった。これは周辺の未処理の被害木が多いため、これらから発生したマツノマダラカミキリの飛び込みによって、被害が多く発生したためと推察する。

天敵製剤を用いたこの駆除方法は、被害材から脱出したカミキリに*B. bassiana*を感染させて殺虫する方法である。シート内で感染した後に脱出し個体や、感染を免れて脱出した場合は、周辺木に病原線虫を感染させるために枯死木が発生する。いずれの試験地においても集積材を被覆したシートにはマダラカミキリが開けたと思われる孔を認めており、これらが伝播した病原線虫によって、枯死被害が発生したと考える。また、周辺からの飛び込みによる感染・枯死も発生したと推察されるが、それぞれの枯死への関与程度は不明である。従来行われてきた駆除事業と同様、被害を早期に終息させるためには広域的な駆除の実施が必要と考える。

松くい虫被害の発生している林分で、*B. bassiana*を用いた駆除を行った結果、駆除を実施した試験区は枯死木の発生率は対照区に比較して減少し、継続して駆除を実

施することによって、枯死被害は更に減少した。現地試験においても、この駆除方法の有効性を確認した。

今後は被害率が高い場所や、駆除実施面積を広げた試験を実施するなど、様々な被害状況下での駆除効果を調査する必要がある。

引用文献

- 1) 樋口俊男, 中嶋清明: 昆虫病原糸状菌*Beauveria bassiana*を培養したシート型不織布製剤によるマツノマダラカミキリ成虫駆除の可能性, 応動昆講旨43: 26 (1999)
- 2) 岡部武治, 中嶋清明, 高井一也, 鈴木敏雄, 樋口俊男: *Beauveria bassiana*を培養したシート型不織布製剤によるマツノマダラカミキリ成虫駆除, 日林九支研論文集, 54: 115-116 (2001)
- 3) 興津真行, 岸 洋一, 高木よし子: *Beauveria bassiana*を培養したシート型不織布帯の施用によるマツノマダラカミキリ成虫の制御, 日林誌3: 276-280 (2000)
- 4) 福井修二: 天敵微生物*Beauveria bassiana*によるマツノマダラカミキリ成虫駆除試験, 島根県中山間地域研究センター研究報告4: 69-76 (2005)
- 5) 興津真行, 谷脇 徹, 大田郁夫, 岸 洋一: ボーベリア菌培不織布帯を施用したマツ丸太から脱出したマツノマダラカミキリ成虫の野外条件下における高い死亡率, 応動昆49(4): 223-230 (2005)



①



②



③



④



⑤



⑥

- 写真1 野外網室での*B. bassiana*製剤の時期別設置試験
 写真2 捕獲したマダラカミキリの飼育状況
 写真3 シート内に発生した草本
 写真4 シート被覆をする前の集積被害材への*B. bassiana*製剤の設置状況
 写真5 被害発生林内の被害木の処理
 写真6 被覆したシートから脱出するマツノマダラカミキリ

