

# 1. 天敵微生物による松くい虫防除試験

*Beauveria bassiana* を培養した不織布による防除試験

中村健一 \*

マツノマダラカミキリを防除するため、不織布に培養した*Beauveria bassiana*を、幼虫が生息しているマツの幹や枝に施用する実験を行った。不織布は、マツノマダラカミキリの幼虫が生息するクロマツを伐倒、玉切りした後に張り付けて、あるいは枯損した立木の幹に巻き付けて施用した。約3ヵ月後のマツノマダラカミキリの感染死亡率は、伐倒玉切り処理区で84%、不織布を4枚使用した立木処理区で49%であった。また、*Beauveria bassiana*を乾燥や紫外線から守るため、山積みした丸太に不織布を施用した上に枯れ草等を置いても、感染死亡率の向上は見られなかった。

Microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera; Cerambycidae)  
- Application of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) Cultured on Nonwoven Fabric Strips -.

*Beauveria bassiana* cultured on nonwoven fabric strips were applied onto nematode-infested pine boles and branches to infect larvae of *Monochamus alternatus* vector of pine wood nematode. Strips with *B. bassiana* were placed on pine logs in which the larvae were inhabiting and/or wrapped on the bole of infested standing trees. Mortalities of *M. alternatus* ca. 3 months after the application were 84% from the logs and 49% from the infested standing trees. No increase of the mortality were found when the strips on logs were covered by dry grass etc. to prevent from UV and dessication.

## 1 はじめに

マツ材線虫病を防除するため、その病原体の媒介者となっているマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* Hope)を化学殺虫剤を使用して殺虫する防除法が一般的に行われている。しかし化学殺虫剤は環境汚染等の問題を引き起こす可能性があるため、農薬の使用軽減につながる微生物的防除法の開発が強く望まれてきた。近年、天敵微生物の一つである*Beauveria bassiana* (以下、*B. bassiana*) をマツノマダラカミキリ (以下、カミキリ) 幼虫の生息するマツに、媒介者を利用する (2, 5, 6, 7, 8)、ふすまペレットに培養したものを埋め込む (6, 12)、不織布に培養したものを施用する (3, 13) など様々な方法を適用してカミキリ幼虫に感染死亡させる研究が行われてきた。これらの手法のうち、第3番目の方法が現段階で最も有望と考えられている (10)。

---

\* Kenichi NAKAMURA

この手法の実用化における可能性の評価にあたっては、各地の種々の環境下での防除試験を実際に行ってデータを蓄積する必要がある、当场でも松くい虫の激害地である東京都大島町においてこの方法によるカミキリ幼虫の防除試験を1994年から3ヵ年行った。このうち、最終年の1996年に行った試験を報告する。

この試験を行うにあたり、ご指導いただいた森林総合研究所昆虫病理研究室長島津光明氏、並びに前昆虫生態研究室長榎原寛氏に厚くお礼申し上げます。また、多大な協力をしていただいた、東京都大島支庁産業課並びに大島町の関係者に感謝する。この試験は財団法人林業科学技術振興所の協力により行ったものである。なお、本報告の一部は第50回日本林学会関東支部大会で発表した。

## II 材料と方法

試験は東京より航路120kmの伊豆大島（東京都大島町）で行った。供試木は島北部に植えられた樹齢約30年、樹高4.8~11.8m、胸高直径9~29cmのマツノザイセンチュウにより枯死したクロマツを使用した。供試菌は熊本県産マツノマダラカミキリ死亡幼虫から森林総合研究所で分離された*B. bassiana* F-263株を用いた。1%酵母エキス加用Sabouraudしょ糖液体培地で振とう培養した本菌を、1%酵母エキス加用ブドウ糖寒天培地の寒天を溶かした中に培地の20%混合し、これを43×5 cmの不織布帯（日東電工㈱）に含浸させて寒天を固化し25℃で3週間培養した。培養は財団法人林業科学技術振興所多摩事務所において行った。

不織布の施用は、以下の方法で1996年8月29日に行った。1本の供試木を伐倒後枝を払い、樹幹は2mの長さに玉切って丸太にした。この樹幹と枝を島内のクロマツと広葉樹の混交林内に持ち込み、樹幹は2段または3段になるようはい積みし、枝は約1mの長さに切断し別の場所に高さ約30cmの山に積み重ねた。これら樹幹および枝の軸方向に対し直角に*B. bassiana*を培養した不織布を張り付け、ガンタッカーで固定した（写真-1）。施用枚数は丸太1本あたり1枚、枝1山あたり5枚とした。これら伐倒後に不織布を貼り付けた樹幹と枝は被覆せずにそのまま放置した区の外に、菌を紫外線や乾燥から保護する目的で不織布を貼り付けた樹幹の上に不織布を貼り付けた枝を重ねた区、不織布を貼り付けた樹幹と枝の上に枯れ草を載せた区、および不織布を貼り付けた樹幹と枝の上にクロマツの生枝を載せた区を設けた。とくに、枯れ草を載せた区は、樹幹と枝を枯れ草ですべて覆った。これらの樹幹と枝は、効果判定日までそのまま林内に放置した。

また、伐倒玉切り処理の手間を省くため、立ち枯れ状態の供試木の樹幹に不織布を巻き付け、ガンタッカーで固定する立木処理を設けた（写真-2）。不織布は地上2mと4mのところ各1枚（計2枚）巻き付けた区と、地上1mから4mまで1mおきに各1枚（計4枚）巻き付けた区を設け、効果判定日まで伐倒せずに放置した。

なお対照として、2mに玉切ってはい積みした樹幹と一山にした枝を無処理のまま林内に放置する区を設けた。

効果判定は、1996年11月26、27日にはく皮、割材し、カミキリ幼虫の数と生死により調査した。死亡虫については体表に硬化病菌の分生子が形成されているものは外観により、また分生子が形成されていないものは温室処理して分生子を形成させ、必要に応じて検鏡し死因を同定した。



写真-1 伐倒木への *Beauveria bassiana* の施用 (伐倒玉切り処理)



写真-2 立木への *Beauveria bassiana* の施用 (立木処理)

### III 結果と考察

*B. bassiana*を培養した不織布を施用した供試木におけるカミキリ幼虫の数と*B. bassiana*による平均感染死亡率を表-1に示す。無処理区でも*B. bassiana*による感染死亡が樹幹部で平均3.7%、枝部で平均2.8%みられたので、Abbott(1925)の式(1)により補正した値を同表に示した。

表-1 *Beauveria bassiana* を施用した供試木中のマツノマダラカミキリ幼虫の数と平均感染死亡率

処理方法	被覆	区分	供試本数 (幹、枝)	樹皮				材内				虫数	感染率合計			
				生存	感染死	その他	計	感染率	生存	感染死	その他		計	感染率	実測値	補正值※
伐倒玉切	なし	幹	4	1	16	0	17	96.4	8	6	0	14	42.9	31	71.0	69.9
			25	0	29	1	30	98.8	2	7	0	9	75.0	39	95.3	95.2
伐倒玉切	枯死木の枝	幹	4	6	8	0	14	58.9	6	1	0	7	33.3	21	56.5	54.8
			3	0	14	0	14	100.0	4	3	0	7	45.0	21	85.3	84.9
伐倒玉切	枯れ草	幹	3	30	7	0	37	21.7	1	0	0	1	0.0	38	21.0	18.0
			6	1	5	0	6	83.3	0	0	0	0	-	6	83.3	82.8
伐倒玉切	生木の枝	幹	5	11	20	0	31	70.4	2	7	0	9	70.0	40	66.2	64.9
			5	3	16	0	19	88.2	2	7	0	9	83.3	28	87.0	86.6
立木処理 (2枚)	なし	幹	4	6	13	0	19	63.3	24	5	0	29	16.3	48	32.2	29.6
			9	1	0	0	1	0.0	2	0	0	2	0.0	3	0.0	0.0
立木処理 (4枚)	なし	幹	5	1	38	0	39	95.0	38	5	0	43	24.5	82	49.3	47.4
			11	0	0	0	0	-	6	0	0	6	0.0	6	0.0	0.0
無処理 (対照区)	なし	幹	5	10	1	0	11	6.3	71	2	0	73	2.9	84	3.7	0.0
			18	7	2	0	9	25.0	77	1	1	79	0.5	88	2.8	0.0

※ABBOTTの式(1)により算出。

伐倒玉切りした後に不織布を施用した区では材内幼虫数より樹皮下幼虫数の方が多かった。これに対し、無処理区のカミキリ幼虫の多くは材内に穿孔していた。これは、処理区では幼虫の多くが樹皮下に生息しているときに感染し死亡したのに対し、無処理区では幼虫の多くは感染せずに材内に穿孔したためと考えられる。不織布の処理後、枯死木の枝、枯れ草、生枝などを載せた区のカミキリ幼虫の平均感染死亡率は従来の方法(13)である伐倒後に不織布を貼り付けた樹幹と枝を被覆せずそのまま放置した区(伐倒玉切り処理のみした区)の平均感染死亡率を上回らなかった。これらの処理は菌を紫外線や乾燥から守ることにより感染死亡を向上させることを期待して行ったものであったが、その効

果は見られなかった。これは処理した場所が薄暗い林内であったので、もともとある程度の湿度があり直射日光も遮られていたため、被覆による効果が明らかに表れなかったと考えられる。また、被覆処理を行った区のうち樹幹に枯れ草を載せた区では平均感染死亡率が伐倒玉切り処理のみした区より有意に低く（U test by nonparametric method）

（9）、効果判定時において生存していたカミキリ幼虫の多くがまだ樹皮下にいた。カミキリ幼虫が樹皮下に多かったのは被覆の影響なのか、供試木が遅く産卵されたためなのかは不明である。*B. bassiana*が不織布からどのような経路で樹皮下に入り、幼虫に感染するかは明らかにされていない（13）が、降雨等によって樹皮下に流入する可能性が考えられている。今回の実験で被覆度が高いこの区で平均感染死亡率が低かったことは、枯れ草で雨水の流入が阻害され、分生子が不織布から流れ難かったことによる可能性が考えられる。

立木のまま不織布を施用した区では、平均感染死亡率は伐倒玉切り処理のみした区より有意に低かった（9）。ふすまペレットに培養した*B. bassiana*を被害木に施用した場合、Shimazu et al.（12）は被害林の中にあつた立木が林内に設置した丸太より感染死亡率が低かった要因として、立木の方が日当たりがよく、より乾燥条件下であったことを指摘している。今回の試験においても伐倒玉切り処理のみした区より平均感染死亡率が低い要因の一つとして、同様の理由が考えられる。

立木の樹幹におけるカミキリ幼虫の生息位置（高さ50cmごと）別の感染死亡数を図-1と図-2に示す。2枚施用区および4枚施用区ともに、不織布を施用した位置より下部（高さ4m以下）の感染死亡率が、不織布を施用した位置より上部の感染死亡率を上回った。2枚施用区では、不織布を施用した位置より上部での平均感染死亡率が23.8%、下部で45.4%であった。とくに4枚施用区では、不織布を施用した位置より上部で18.9%、下部で93.3%であり、不織布を施用した位置より下部のほうの平均感染死亡率が有意に高かった（9）。さらに、枝に生息していたカミキリ幼虫は*B. bassiana*に全く感染していなかったが、今回立木処理に使用した枝はすべて不織布を施用した位置より上部にあつた。Shimazu et al.（12）は、ふすまペレットに培養した*B. bassiana*を立木に施用した場合のカミキリ幼虫の感染死亡率は、やはりその施用部位より上では非常に低いことを指摘している。今回の実験結果とこれを合わせて考えると、不織布やふすまペレットにより立木に施用された*B. bassiana*は主に施用部位より下で有効であり、このことや施用された菌が下方に流れて、カミキリの生息部位に達する可能性を示している。さらに、樹幹に不織布を施用し枯れ草で覆った場合、平均感染死亡率が低かったことを考えると、雨水などが不織布から分生子を運んでいる可能性が高いと思われる。

マツノマダラカミキリの寄生菌としては *Beauveria bassiana*、*Paecilomyces spp.*、*Verticillium spp.*（4）、*Metarhizium anisopliae*などが発見されており、中でも本実験で用いた*B. bassiana* F-263はとくに病原性が強く有望と考えられている（11）。この菌はマツノマダラカミキリ幼虫に対し室内接種では $10^5$ 分生子/mlで十分な殺虫力を持っているが、マツの樹皮外からの施用では実用的な殺虫効果が得られなかったため、いくつかの施用方法が工夫された（10）。それらのうちで*B. bassiana*を不織布に培養して枯死木に貼り付ける方法は、作業が容易な割には高い感染率が得られるとされ、マツノマダラカミキリに対してこの菌を農業的に利用するにはこの方法が現段

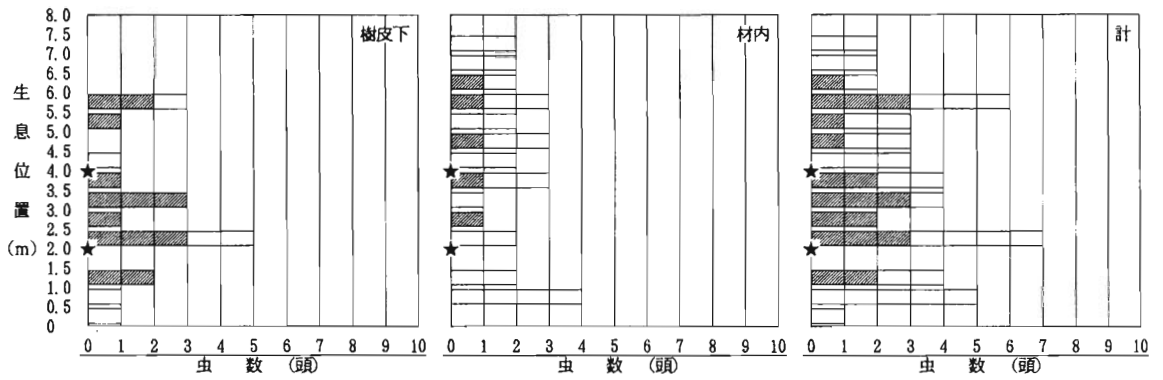


図-1 *Beauveria bassiana* を施用した立木樹幹中のマツノマダラカミキリ幼虫の生息位置別虫数 (不織布2枚施用)  
 (斜線) : 感染死亡虫 ( ) : 生存虫 ★ : 不織布施用部位

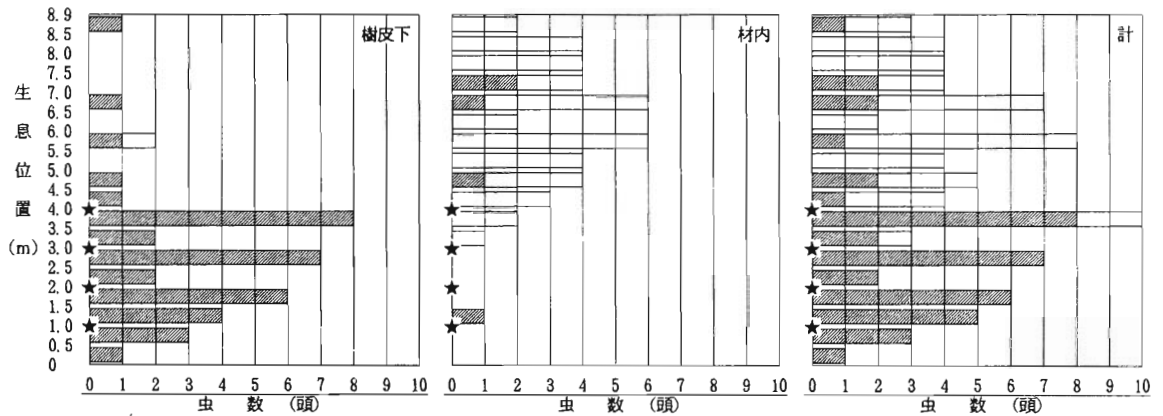


図-2 *Beauveria bassiana* を施用した立木樹幹中のマツノマダラカミキリ幼虫の生息位置別虫数 (不織布4枚施用)

階ではもっとも現実的であろうと考えられている(10)。今回の試験結果からも、この方法により一定の防除効果が見られることが確認された。この方法は、これまで伐倒駆除事業の中で薬剤処理ができなかったところや、地形上伐倒駆除ができなかったところなどにおいても有用であろうと考えられる。しかし、*B. bassiana*を培養した不織布の輸送方法や保存方法が確立されていないことなどの問題点が残されており、今後、これらを解決していく必要がある。

### 引用文献

- 1) Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness on an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- 2) 遠田暢男・後藤忠男・福山研二・土屋大二 (1991)伊豆大島におけるキイロコクイムシを媒介者としたマツノマダラカミキリの天敵微生物防除試験. 102回日林論: 281-282.
- 3) 五十嵐豊・衣浦晴生・大谷英児・榎原寛・長岐昭彦・藤岡浩 (1995)秋田県における天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験(Ⅱ) -不織布試験-. 106回日林論: 437-438.

- 4) 片桐一正・島津光明 (1980) マツノマダラカミキリの天敵微生物. 森林防疫29 : 28-33.
- 5) 衣浦晴生・五十嵐豊・大谷英児・榎原寛・長岐昭彦・藤岡浩 (1995) 秋田県における天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験 (I) - キイロコキクイムシ多量放虫試験 -. 106回日林論 : 435-436.
- 6) 衣浦晴生・榎原寛・山家敏雄・五十嵐豊・島津光明・藤岡浩 (1992) 天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験 - キイロコキクイムシ多点放虫試験と種駒打試験 -. 103回日林論 : 541-542.
- 7) 榎原寛・衣浦晴生・富樫均・加茂谷常雄・高橋健太郎・藤岡浩・山家敏雄 (1994) 秋田県における天敵微生物付着キイロコキクイムシを利用したマツノマダラカミキリ防除試験. 105回日林大会講要 : 179.
- 8) 榎原寛・北島博・後藤忠男・松原功・中川茂子・白岩智美 (1995) 千葉県における天敵微生物を利用したマツクイムシ防除試験 (II) - 天敵微生物によるマツノマダラカミキリ幼虫の死亡率 -. 47回日林関東支論 : 81-82.
- 9) 武藤眞介 (1995) 統計解析ハンドブック. 440-441pp, 朝倉書店, 東京.
- 10) 島津光明 (1997) 寄生菌を利用したマツノマダラカミキリの防除法と安全性に関する最近の研究. 森林防疫46 : 107-114.
- 11) 島津光明・串田保 (1983) 昆虫病原菌各株のマツノマダラカミキリに対する病原力. 35回日林関東支論 : 165-166.
- 12) Shimazu, M., Kushida, T., Tsuchiya, D., and Mitsuhashi, W. (1992) Microbial Control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera : Cerambycidae) by Implanting Wheat-bran Pellets with *Beauveria bassiana* in Infested Tree Trunks. J. Jpn. For. Soc. 74 : 325-330.
- 13) Shimazu, M., Tsuchiya, D., Sato, H., and Kushida, T. (1995) Microbial Control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera : Cerambycidae) by Application of Non-woven Fabric Strips with *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina : Hyphomycetes) on Infested Tree Trunks. Appl. Entomol. Zool. 30(1) : 207-213.