

## *Beauveria bassiana* 培養シート型不織布製剤による マツノマダラカミキリの成虫防除試験<sup>\*1</sup>

曾根晃一<sup>\*2</sup> · 畑 邦彦<sup>\*2</sup> · 益山直子<sup>\*2</sup> · 中渡瀬美和子<sup>\*2</sup>

曾根晃一・畑 邦彦・益山直子・中渡瀬美和子：*Beauveria bassiana* 培養シート型不織布製剤によるマツノマダラカミキリの成虫防除試験 九州森林研究 56：117-121, 2003 マツノマダラカミキリ成虫防除における *Beauveria bassiana* (ボウヴェリア) 培養シート型不織布製剤 (不織布) の有効性を検討するため、被害丸太に約2.5cm×15cmに切断した不織布を標準量 (材1 m<sup>3</sup>あたり2,500cm<sup>2</sup>) の2倍, 1倍および1/5倍を設置した3施用区と設置しなかった対照区を設け、脱出成虫の生存期間やボウヴェリアの叢生率を比較した。脱出後15日以内に死亡した成虫の割合と叢生率は、いずれも施用区の方が対照区より高く、不織布の被害丸太への施用により、脱出成虫のボウヴェリアへの感染を高め、生存期間を短縮出来ることが明らかになった。また、叢生率の上昇と生存期間の短縮を引き起こす施用量の閾値には差がある (それぞれ、1倍区と1/5倍区の間と2倍区と1倍区の間) ことが明らかになった。被害材を覆うシートの木口開口面の数は、感染や生存期間に影響を与えなかった。

キーワード：*Beauveria bassiana* 培養シート型不織布製剤, 叢生率, 生存期間, マツノマダラカミキリ

Sone, K., Hata, K., Masuyama, N. and Nakawatase, M.: Applicability of unwoven fabric strips containing *Beauveria bassiana* to the control of *Monochamus alternatus* adults, the vector of pine wilt disease Kyushu J. For. Res. 56: 117-121, 2003 We conducted field experiments to examine the applicability of unwoven fabric strips containing *Beauveria bassiana* (UFS) to control the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*, populations. We set 1/5, once, and twice of a manufacture's standard dose (2,500 cm<sup>2</sup> per m<sup>3</sup> logs) of UFS on the surfaces of wilted pine logs, and compared the colonization ratio of *B. bassiana* to and the longevity of adult sawyers among the treatments. Setting of UFS increased the colonization ratio of *B. bassiana* and shortened the longevity of adult sawyers. The threshold dose of UFS for the increase in the colonization ratio (between 1/5 and once of the standard dose) differed from that for the decrease in the longevity (between once and twice of the standard dose). A one-side or both-side opening of the sheet covering a pile of logs did not affect the colonization ratio of *B. bassiana* and longevity of adult sawyers.

**Key words:** unwoven fabric strips containing *Beauveria bassiana*, colonization ratio, longevity, the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*

### I. はじめに

各地で問題になっているマツ材線虫病によるマツの集団枯損に対し、枯損木の伐倒・焼却・破砕といった機械的防除のほかに、殺線虫剤の樹幹注入、マツノマダラカミキリ (以後、単にカミキリ) 成虫を対象にした農薬の予防散布や材内のカミキリ幼虫等を対象にしたくん蒸処理などの化学的防除が、広く行われている。これらの防除方法は、その実施にあたり、それぞれ問題をかかえている。機械的防除や被害材のくん蒸処理を効率的に実施するには、バックホウやチャッパなどの重機の導入が不可欠で、そのために地形的な制約を受ける場合がある (曾根ほか, 2002)。予防散布は、薬剤による土壌や水質の汚染だけでなく、生物相への影響が懸念され、実施そのものに対する反対の声が挙がっている。現在最も効率的であるとされ、広く実施されている被害材のくん蒸処理でも、くん蒸剤漏れによる周辺植物の枯死が観察されてい

る (曾根, 私信)。

これまで、環境に対する負荷の小さいカミキリの寄生性線虫、鳥類、病原性微生物などの天敵を用いた防除法について、様々な試験研究が実施されてきた (岸, 1989; 由井ほか, 1993; 北島ほか, 1998)。これらの中で、最も有効性が期待されていた昆虫病原性糸状菌 *Beauveria bassiana* (以後、単にボウヴェリア) については、実用化に向けて多くの試験が行われてきた。その中で、ふすま種駒やキロコキクイムシ、不織布を用いたボウヴェリアの樹皮下への導入と材内昆虫への感染や分生子液の散布による成虫への感染の他に、最近では、被害材の表面にボウヴェリアを附着させた不織布 (以後、単に不織布) を設置し、不織布に接触した脱出成虫をボウヴェリアに感染させる方法が検討されている (広瀬ほか, 2001; 興津・岸, 2001)。

富樫 (1989) は、マツノザイセンチュウのカミキリからの離脱が、脱出後2週間は極めて少ないことを報告している。この結果

<sup>\*1</sup> Sone, K., Hata, K., Masuyama, N. and Nakawatase, M.: Applicability of unwoven fabric strips containing *Beauveria bassiana* to the control of *Monochamus alternatus* adults, the vector of pine wilt disease

<sup>\*2</sup> 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

に従えば、脱出成虫にボージェリアを感染させ、生存期間を2週間以内に短縮できれば、マツノサイセンチュウのマツ樹体内への侵入数は著しく減少すると期待される。これまでに、ボージェリアに感染した成虫の寿命は、感染しなかった成虫に比べ著しく短いことが報告されている(広瀬ら, 2001)。したがって、マツ材線虫病の防除における脱出成虫に対する不織布施用の有効性は、ボージェリアの成虫への感染率をいかに高めるかに依存していると言えよう。一方、実用化に向けては、経済的条件を満たす不織布の施用量や施用方法などの検討が必要である。そこで、異なった量の不織布を施用して、カミキリの生存期間やボージェリア叢生率を比較した。また、ボージェリアへの感染率を高めるための丸太の被覆方法についても検討した。

本調査に対し、井筒屋化学産業株式会社から研究費の援助を、また日東電工株式会社から不織布の提供、ならびにボージェリアの生菌数測定の御協力をいただいた。記して感謝します。

## II. 材料と方法

2001年3月に鹿児島県桜島と垂水市でマツ材線虫病により枯損したクロマツを伐倒し、約1mに玉切りした供試丸太を作成した。5月17日に鹿児島大学郡元キャンパス演習林実験苗畑内の網室に供試丸太約0.2m<sup>3</sup>を山積みし、幅約2.5cm、長さ15~20cmに切断したボージェリア培養シート型不織布製剤(T-99901)(日東電工製)を、丸太の両先端に軸方向と直角になるようにガンタッカーで固定した。不織布の施用量は、くん蒸処理にかかる費用から算出した標準施用量(材1m<sup>3</sup>あたり2,500cm<sup>2</sup>)の2倍(2倍区)、1倍(1倍区)、1/5倍(1/5倍区)の3つのレベルとし、不織布を全く施用しなかった対照区を設けた。それぞれの処理区の網室は、10~15m離して設置した。雨による菌の流亡など不織布の劣化を抑制し、脱出成虫が不織布に接触する確率を高めるために、丸太全体をビニールシートで被覆した。その際、山積みした供試丸太の両木口面は、地面からの雨滴のはねかえりを防ぐため下半分はビニールシートで覆い、通気性を確保するために、上半分は開口した。

カミキリ成虫の脱出が終息するまで毎日、それぞれの網室で脱出した成虫を全て捕獲し、研究室に持ち帰った。捕獲日、性、上翅長、体重を記録した後、アカマツまたはクロマツの2年生枝を餌として入れた円筒形のプラスチック容器(直径約10cm、高さ約10cm)内で、個体別に室温下で飼育し、その生死を毎日確認した。あわせて、日最高気温が30℃を超えるようになった7月18日から9月30日まで、飼育場所の日最高・最低気温を測定した。死亡した個体は滅菌水を含ませた濾紙を敷いた滅菌プラスチック容器に移し、25℃の恒温器内で保管し、ボージェリアの菌叢発達の有無を調べた。また、設置後2週間、4週間、6週間、8週間後に不織布の一部をサンプルし、ボージェリア生菌数を日東電工において測定していただいた。

供試丸太を覆うビニールシートの開口部を少なくすることで、成虫のボージェリアへの感染が高まるかどうか検討するために、2000年4月25日から9月22日にかけて、山積みされた丸太にかけたビニールシートの両木口面を開放したもの(以後、単に両側区)といずれかを閉じたもの(以後、単に片側区)を設け、2001年と同様の実験を行った。開口部は、下半分は2001年のように覆わなかった。片側区と両側区での不織布施用量は標準施用量とし、開口部付近の材に軸方向と垂直に固定した。同時に、両側の木口面を開放し、不織布を施用しなかった無施用区を設けた。成虫の飼育は、上述と同様の条件で行った。死亡個体は餌を取り除いた後、蒸留水を少量かけ、菌叢の観察を行った。恒温器の容量不足から、一部の死亡成虫は、研究室の廊下の風通しがよい場所に保存せざるを得なかった。シーズンの早い時期に死亡し、菌叢が発達しなかった個体については、PDA培地上に置いて、菌の発育を調査した。

## III. 結果

### 1. カミキリ成虫の脱出消長と不織布上の残存生菌数の経時変化

2001年の実験では、2倍区で58頭、1倍区で77頭、1/5倍区で52頭、対照区で95頭の成虫が脱出した。いずれの区でも、成虫の脱

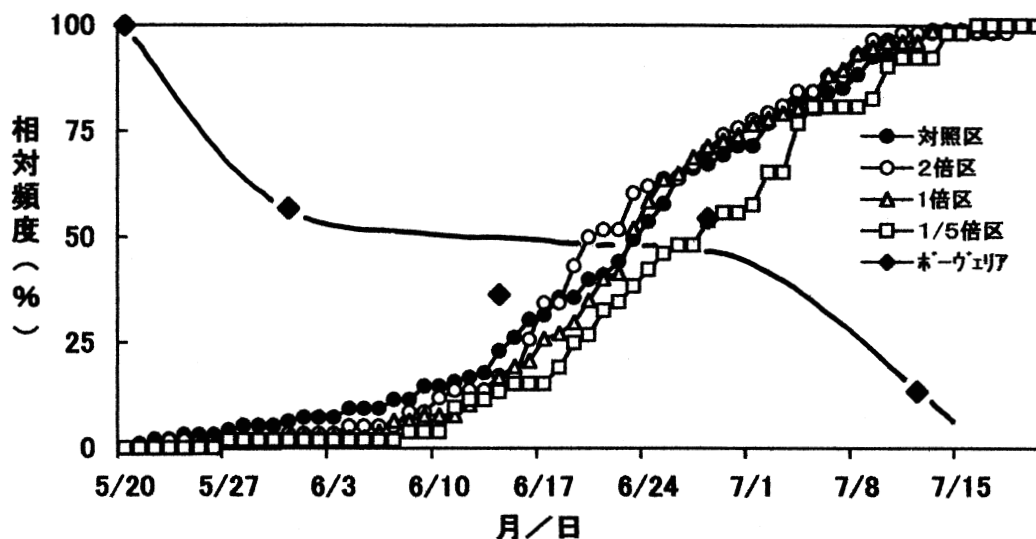


図-1. 成虫の累積脱出率と不織布上のボージェリアの残存率

表-1. 成虫の上翅長と体重 (平均±S.D.)

施用区	上翅長 (mm)		体重 (mg)	
	オス	メス	オス	メス
2倍区	14.7±1.3 (23)	15.2±1.8 (35)	264.6±91.9 (23)	253.8±102.9 (35)
1倍区	14.2±1.7 (24)	14.8±2.2 (53)	258.8±91.3 (24)	259.6±106.7 (53)
1/5倍区	14.8±1.1 (20)	14.6±1.9 (32)	263.5±74.4 (20)	238.9±97.6 (32)
対照区	14.1±1.4 (40)	14.7±1.7 (55)	236.8±110.8 (40)	229.3±91.6 (55)

( ) 内の数字は供試虫数

表-2. 成虫の生存期間の頻度分布 (%)

施用区	供試個体数	15日以下	16日～30日	31日以上
2倍区	58	75.9	10.3	13.8
1倍区	77	45.4	22.1	32.5
1/5倍区	52	40.4	28.8	30.8
対照区	95	16.8	16.8	66.4

出は5月下旬に始まり, 7月中旬に終了した。脱出消長は1/5倍区で初期の脱出が多少遅れたものの, 処理区間で著しい違いはなかった(図-1)。

設置した不織布には $4.4 \times 10^8$ 個/cm<sup>2</sup>の生菌が付着していたが, 生菌数は設置直後から2週間で約50%減少した。その後は6週間後まではそのレベルを保ち, 6週間後から8週間後までの間に設置時の約15%に減少した(図-1)。また, 6週間後の生菌数は, 雨にさらされていた不織布では $4.8 \times 10^7$ 個/cm<sup>2</sup>と, 雨にさらされていないもの( $2.4 \times 10^8$ 個/cm<sup>2</sup>)の約1/5になっていた。

## 2. 成虫のサイズ

対照区, 2倍区, 1倍区, 1/5倍区のオス成虫とメス成虫の平均上翅長は, それぞれ14.1~14.8mmと14.6~15.2mmで, 処理区間で有意差はみられなかった(一元配置分散分析, オス; $F=1.62$ , メス; $F=0.62$ , いずれも $P>0.05$ )。オス成虫とメス成虫の平均体重は, それぞれ236.8~264.6mgと229.3~259.6mgで, 平均上翅長同様, 処理区間で有意差はみられなかった(一元配置分散分析, オス; $F=0.59$ , メス; $F=0.96$ , いずれも $P>0.05$ ) (表-1)。

## 3. 温度

成虫の飼育場所における日最高気温は, 7月18日から8月30日までは, ほぼ毎日30~34℃を記録したが, 9月に入ると, 30℃以下の日が多くなった。また, 日最低気温は, 8月21日までは多くの日で30℃以上を記録したが, その後は30℃以上を記録した日はほとんどなかった。

## 4. 生存期間

対照区では, 成虫の66%が31日以上生存し, 15日以内に死亡した成虫の割合は17%だった。一方, 2倍区では76%の成虫が15日以内に死亡し, 31日以上生存した成虫の割合は14%にすぎなかった。1倍区と1/5倍区では, 2倍区と対照区の中間の値を示し, 40~45%の成虫が15日以内に死亡し, 30%近くの成虫が31日以上生存した(表-2)。成虫の生存期間の頻度分布は, 1倍区と1/5倍区の間には有意差はなく( $\chi^2$ 検定,  $\chi^2=0.785$ ,  $P>0.05$ ), 他の組み合わせでは, いずれの場合も有意差がみられた( $\chi^2$ 検定, 2倍区 vs. 対照区: $\chi^2=54.733$ , 1倍区 vs. 対照区: $\chi^2=22.658$ , 1/5倍区 vs. 対照区: $\chi^2=18.479$ , 2倍区 vs. 1倍区: $\chi^2=12.620$ , 2倍区 vs. 1/5倍区: $\chi^2=14.378$ , いずれも $P<0.05$ )。15日以内に死亡した成虫の割合は, 成虫の脱出時期によ

り異なる傾向を示した。不織布設置後50日目の7月6日以前に脱出した成虫では, 2倍区>1倍区=1/5倍区>対照区の関係が見られたが, それ以降の脱出成虫では, 値は対照区より施用区で高い傾向が見られたものの, 区間の有意差は認められなかった。また, いずれの区でも7月6日以前とそれ以降に脱出した成虫の間に, 脱出後15日以内に死亡した成虫の割合に有意差はみられなかった(表-3)。

ボーヴェリアの叢生個体, 非叢生個体のいずれの場合も, 生存期間と上翅長の間には有意な相関は見られなかった(叢生個体: $r=0.076$ ,  $n=101$ , 非叢生個体: $r=0.081$ ,  $n=181$ , いずれも $P>0.05$ )。叢生個体では, 生存期間と体重の間に相関はみられなかったが( $r=0.088$ ,  $n=101$ ,  $P>0.05$ ), 非叢生個体では弱い正の相関が見られた( $r=0.210$ ,  $n=181$ ,  $P<0.05$ )。しかし, 非叢生個体では, 生存期間のパラッキが大きかった。

## 5. 叢生率

対照区では, 全個体の6.3%でボーヴェリアの叢生が見られた。2倍区と1倍区では, 生存期間が15日以下の個体の70%以上, 全個体の約60%から叢生した。1/5倍区の叢生率は, 1倍区と対照区の中間の値を示し, 生存期間が15日以下の個体の38%, 全個体の25%から叢生した。全個体と生存期間15日以下の個体のそれぞれについて, 叢生率を処理区間で比較したところ, いずれの場合も2倍区と1倍区では有意差がみられなかったが, 他の全ての組み合わせで有意差がみられた(表-4)。いずれの不織布施用区でも, 脱出後15日までに死亡した個体の方が16日以降に死亡した個体より叢生率は高く, 叢生率の差は2倍区と1倍区では有意であったが, 1/5倍区と対照区では有意ではなかった(表-4)。

表-3. 脱出時期の異なる成虫における生存期間15日以下の個体の割合 (%)

施用区	5月25日~7月5日 脱出個体 (A)	7月6日以降 脱出個体 (B)	Fisherの正確確率 (A) vs. (B)
2倍区	79.6 <sup>a</sup> (49)	55.6 <sup>a</sup> (9)	0.970
1倍区	41.9 <sup>b</sup> (62)	60.0 <sup>a</sup> (15)	0.166
1/5倍区	38.1 <sup>b</sup> (42)	50.0 <sup>a</sup> (10)	0.366
対照区	13.8 <sup>c</sup> (80)	33.3 <sup>a</sup> (15)	0.982

各列で異なるアルファベットが付いた値は,  $\chi^2$ 検定またはFisherの正確確率検定の結果, 危険率5%レベルで有意差あり  
( ) 内の数字は供試個体数

表-4. 生存期間の異なる成虫におけるボーヴェリアの叢生率

施用区	15日以下 (A)	16日以上 (B)	総計	Fisherの正確確率 (A) vs. (B)
2倍区	75.0 <sup>a</sup> (44)	35.7 <sup>ab</sup> (14)	65.5 <sup>a</sup> (58)	0.019
1倍区	71.4 <sup>a</sup> (35)	45.2 <sup>a</sup> (42)	57.1 <sup>a</sup> (77)	0.024
1/5倍区	38.1 <sup>b</sup> (21)	16.1 <sup>b</sup> (31)	25.0 <sup>b</sup> (52)	0.169
対照区	6.3 <sup>c</sup> (16)	6.3 <sup>c</sup> (79)	6.3 <sup>c</sup> (95)	0.428

各列で異なるアルファベットが付いた値は,  $\chi^2$ 検定またはFisherの正確確率検定の結果, 危険率5%レベルで有意差あり  
( ) 内の数字は供試個体数

表-5. 脱出時期の異なる成虫におけるボーヴェリアの叢生率

施用区	5月25日～7月5日 脱出個体 (A)	7月6日以降 脱出個体 (B)	Fisherの正確確率 (A) vs. (B)
2倍区	71.4 <sup>a</sup> (49)	33.3 <sup>a</sup> (9)	0.036
1倍区	64.5 <sup>a</sup> (62)	60.0 <sup>a</sup> (15)	0.737
1/5倍区	26.4 <sup>b</sup> (42)	20.0 <sup>ab</sup> (10)	0.518
対照区	7.5 <sup>c</sup> (80)	0 <sup>b</sup> (15)	0.346

各列で異なるアルファベットが付いた値は、 $\chi^2$ 検定または Fisher の正確確率検定の結果、危険率 5% レベルで有意差あり

( ) 内の数字は供試個体数

不織布設置後50日までに脱出した個体では、叢生率は2倍区=1倍区>1/5倍区>対照区の関係を示したが、51日以降に脱出した個体では、処理区の方が対照区より高かった。また、2倍区を除き、脱出時期による叢生率の差は有意でなかった(表-5)。

#### 6. 木口面開口の効果

2000年の実験で、片側区、両側区、無施用区での総捕獲数は、それぞれ44, 54, 48個体であった。成虫の脱出は不織布設置から30~36日後に始まり、いずれの区でも6月中旬に4~15日間、成虫は脱出しなかった。そこで、成虫をその脱出時期により、次のように前期成虫と後期成虫に分けた。

片側区：前期成虫は6月16日以前に、後期成虫は6月20日以降に脱出したもの。

両側区：前期成虫は6月9日以前に、後期成虫は6月24日以降に脱出したもの。

対照区：前期成虫は6月16日以前に、後期成虫は6月23日以降に脱出したもの。

成虫の生存期間には、オス、メス間で有意差がみられなかったため、データは一括して処理した。

片側区、両側区では前期成虫の全てが15日以内に死亡したが、無施用区ではその割合は22.2%と有意に低かった(Fisherの正確確率検定、無施用区 vs. 片側区;  $P=0.010$ , 無施用区 vs. 両側区;  $P=0.002$ )。しかし、後期成虫の15日以内の死亡率は、片側区、両側区、無施用区でそれぞれ、10.3%, 19.6%, 11.5%で、これらの値の間に有意差はみられなかった( $\chi^2$ 検定、片側区 vs. 両側区;  $\chi^2=2.147$ , 片側区 vs. 無施用区;  $\chi^2=0.034$ , 両側区 vs. 無施用区;  $\chi^2=1.140$ , いずれも  $P>0.05$ )。後期成虫の脱出後15日以内死亡率は、片側区と両側区では前期成虫より有意に低かったが、無施用区では有意差は認められなかった(Fisherの正確確率検定、片側区;  $P=0.0006$ , 両側区;  $P=0.0002$ , 無施用区;  $P=0.675$ )。

片側区と両側区の死亡成虫からはボーヴェリアの叢生はみられなかった。ボーヴェリアの叢生は、無施用区の3個体でのみ認められた。これらの成虫は5月30日, 6月6日, 6月15日に脱出した個体で、生存日数はそれぞれ14, 13, 14日であった。また、*Fusarium* 属の菌が前期成虫から検出された。

施用後120日目に回収した不織布での生菌数は、 $2.9\sim 3.8\times 10^7$  個/cm<sup>2</sup>で、残存率は14~18%であった。

## IV. 考 察

2001年の実験では、成虫の70~80%は6月上旬から7月上旬にかけて脱出した。この時期、不織布上の生菌数の減少はわずかで、

設置当初の約50%の密度の生菌が付着していた(図-1)。このことから、脱出成虫の多くは、ほぼ同じ密度のボーヴェリアが付着した不織布にさらされていたと推測される。

成虫の生存期間と体サイズ(体長, 体重など)の関係について、大長光(1981)は両者の間には相関はないことを、一方、在原(1982)は重たい成虫ほど生存期間が長いことを報告している。今回の調査では、ボーヴェリア叢生個体の生存期間は、体長や体重と相関を示さなかった。また、非叢生個体の生存期間と体長の間にも、相関はみられなかった。一方、生存期間と体重との間に弱い正の相関がみられたが、ほぼ等しい体重の成虫間での生存期間のバラツキは大きかった。これらのことから、成虫の体サイズは生存期間に著しい影響を与えていなかったと考えられる。従って、2001年に各処理区間で認められた生存期間や叢生率の差は、不織布の設置数、すなわち不織布に成虫が接触する確率や、感染後の成虫でのボーヴェリアの繁殖状況の差を反映していると考えられる。

2001年の実験では、不織布を施用した区では、対照区と比べ生存期間の短い成虫の割合が増加した。また、2000年の前期個体でも同様の結果が得られた。生存期間が15日以下の成虫の割合は、2倍区で1倍区と1/5倍区より有意に高かったが、1倍区と1/5倍区の間では有意差はなかった(表-2)。2001年の対照区で、成虫の6.3%にボーヴェリアの叢生がみられた。これは、自然感染によるものと推測される。いずれの施用区でも、叢生率は対照区より有意に高く、防除効果上有効と考えられている生存期間が15日以下に短縮された個体での叢生率は、16日以上生存した個体での叢生率より高く、2倍区と1倍区では差は有意であった。全個体および脱出後15日以内に死亡した個体の叢生率は、不織布を施用した区では対照区より有意に高く、2倍区と1倍区の間では有意差はなかったが、2倍区と1倍区での叢生率は、1/5倍区より有意に高かった(表-4)。

以上のことから、不織布を施用することで、脱出成虫にボーヴェリアを容易に感染させ、成虫の生存期間を短縮することが可能であると結論できる。また、叢生率を著しく高めるのに必要な施用量は、標準量とその1/5倍の間、生存期間を著しく短縮するのに必要な施用量は、標準量とその2倍の間にあることが明らかになった。これらのことは、標準量より少量の施用でも成虫のボーヴェリア感染を促進できるが、より施用効果(生存期間の短縮)を高めるには、標準量以上の不織布の施用が必要となることを示唆している。そして、生存期間が15日以下に短縮された個体の割合を高めるためには、成虫が何度も不織布に接触し、病徴の進行を保証するだけのボーヴェリアが感染するような工夫が必要であると思われる。今回、成虫がボーヴェリアに感染しやすくなるようにシートの開口部を一つにしたが、その効果は認められなかった。広瀬ら(2001)も同様の結果を報告している。したがって、山積みした被害材にかけたシートの両側開口か片側開口かは、防除の効果に影響しないと思われる。

不織布上の生菌数は、設置後2週間で約1/2に減少した。その後、6週間後まではほぼ等しい密度を維持した後、6週間後から8週間後にかけて再び急激に減少した(図-1)。2001年7月6日以降に脱出した個体の叢生率は、施用区で20~60%にのぼり、設置時の1/2~1/7程度の生菌密度( $2.4\times 10^8\sim 6.0\times 10^7$ 個/

cm<sup>2</sup>)でも、脱出成虫にかなりの割合でボーヴェリアを感染させることが可能であることが示唆される。また、叢生率や脱出後15日以内に死亡した個体の割合は、不織布設置後51日以上を経過してもあまり変化しなかった(表-3, 5)。このことから、不織布の効果は50日以上持続すると考えられる。成虫の脱出期間を考慮すると、降雨対策が十分に施されていれば、不織布の設置は、成虫の脱出直前に一度行えば十分であると思われる。

富樫(1989)は、マツ林の枯損動態のシミュレーションを通して、最適時期の1回の予防散布と死亡率70%以上の伐倒駆除の併用で、防除が4年以内に成功すると予測している。伐倒駆除が樹皮下もしくは材内で昆虫を殺すのに対し、不織布は脱出成虫を殺す。成虫は死亡までに健全なマツの新梢を後食するので、不織布の防除効果は伐倒駆除ほど高くない可能性も考えられる。したがって、十分な防除効果を上げるためには、少なくとも成虫の70~75%以上が脱出後15日以内に死亡することが望ましい。今回、2倍区ではこの値に近い結果が得られたが、1倍区では叢生率は高かったものの、生存期間の短縮効果は十分でなく、1/5倍区では生存期間への効果、叢生率ともに十分な結果は得られなかった。

これまで、標準量による今回と同様の実験が関東地方で実施され、興津・岸(2001)は、15日以内の死亡率を72.3%と、広瀬ら(2001)は、15日以内の死亡率を28~35%、叢生率を89~94%と報告している。このように、不織布による成虫防除試験の結果には、かなりのバラツキが見られる。この原因として、温度と降水の影響が考えられる。これまでの研究で、30℃以上の温度条件下でも、アフリカ系統のボーヴェリアはよい発育を示すが、ヨーロッパ・北米・中国の系統は急激に発育が悪化することが知られている(Fargues *et al.*, 1997)。今回用いたボーヴェリアでは、28℃までは培地上で活性があることが確かめられているが、30℃以上になると活性が低下する可能性がある(樋口、私信)。成虫の脱出は日最高気温が30℃近くまたはそれ以上になる梅雨期に生じるため、わずかな温度の上昇がボーヴェリアの活性を著しく阻害する可能性が高いと思われる。また、不織布が直接雨にあたったり、シート内で生じた露が不織布に付着したりした場合、菌が不織布から流亡してしまう可能性が高い。2001年では、設置42日後の、雨にさらされていた不織布上の生菌密度は、雨から守られていたものの1/5に減少しており、生菌の残存に対する降雨の

影響は大きいと推測される。2001年に比べ降雨や雨滴への対策が不十分であった2000年の実験で、生存期間が15日以下の後期成虫の割合が、著しく低下したのも、雨による菌の流亡によるのではないかと考えられる。以上のことは、不織布のより安定した高い効果を得るためには、これら温度と降雨の問題を解決する必要があることを示唆している。

生物農薬の施用は付近の生物相に重大な影響を及ぼすことが懸念されるが、ボーヴェリアは自然界に普遍的に存在する菌であり、不織布からの菌の分散範囲は50mと狭い(Shimazu *et al.*, 2002)ことから、生態系に及ぼす影響は大きくないと予想される。これまでの不織布による成虫防除試験は、施用方法や気象条件などの影響により、結果にバラツキが大きい。しかし、桜島の溶岩台地のように、被害材の山積みのための平坦地が少なく、薬剤漏出防止用の土砂確保が困難な場所では、枯損木のくん蒸処理が極めて実施しにくいので(曾根ほか, 2002)、不織布による防除の併用を検討すべきではないかと考える。

## 引用文献

- 在原登志男(1982)日林東北支誌 34:134-135.  
 Fargues, J. *et al.* (1997) Mycologia 89:383-392.  
 広瀬武士ほか(2001)マツノマダラカミキリ成虫駆除試験,(林業薬剤協会編 平成12年度林業薬剤等試験成績報告集), 143-151.  
 岸洋一(1988)マツ材線虫病-松くい虫-精説, 292pp, トーマス・カンパニー, 東京.  
 北島博ほか(1998)日林論 109:389-392.  
 興津真行・岸洋一(2001)マツノマダラカミキリ成虫駆除試験,(林業薬剤協会編 平成12年度林業薬剤等試験成績報告集), 138-142.  
 大長光純(1981)日林九支研論 34:193-194.  
 Shimazu, M. *et al.* (2002) Appl. Entmol. Zool. 37:19-26.  
 曾根晃一ほか(2002)森林防疫 51:141-146.  
 富樫一巳(1989)石川県林試研報 20:1-142.  
 由井正敏ほか(1993)森林防疫 42:105-109.  
 (2002年12月13日 受理)