

## マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明

小島 耕一郎

岡田 充弘

### 研究の目的

長野県における松くい虫被害は、1990年を境に急増し1995年12月現在の県下民有林の被害量は57,116m<sup>3</sup>となり、被害市町村数も39市町村になっている。こうした現状の中で、県下各地の被害地域では、被害木処理、予防薬剤散布、樹種転換などの各種の防除対策が取られているが、被害の拡大に伴い微害林分が点在する地域が増加してきている。そのため、今後の松くい虫防除では、微害林分の激害化を阻止し、被害をより少ない状態に誘導・管理していくことが重要となってきている。

本課題では、このような微害地域を対象として、環境への影響に配慮しながら、より被害の少ない状態への誘導技術の一つとして、生物的防除法の開発を図ることを目的で、「マツの枯損激化抑制技術（1989～1991）」で得られた成果に基づいて、天敵微生物の1種である *Beauveria bassiana*（以下、*B. bassiana* という）を利用したマツノマダラカミキリ幼虫の防除技術と捕食性天敵であるキツツキ類を利用したマツノマダラカミキリ幼虫の防除技術の2種類の生物的防除法の実用化に向けて研究を行った。

なお、本報告は、以下のように分けて取りまとめた。

I キイロコクイムシを媒介者としたアカマツ材内のマツノマダラカミキリ幼虫に対する *B. bassiana* 罹病効果の検討—キイロコクイムシ先行寄生の効果について—

II 天敵微生物付与装置のキイロコクイムシに対する *B. bassiana* 付与効果および、アカマツ材内のマツノマダラカミキリに対する *B. bassiana* 罹病効果の検討

III 種駒打ち込み法によるアカマツ材内のマツノマダラカミキリに対する *B. bassiana* 罹病効果の検討

IV ねぐら用底無し巣箱を利用したキツツキ類の誘致方法の検討

# I キイロコクイムシを媒介者としたアカマツ材内のマツノマダラカミキリ幼虫に対する *B. bassiana* 罹病効果の検討

—キイロコクイムシ先行寄生の効果について—

岡田 充 弘  
小島 耕 一郎

## 要 旨

*B. bassiana* 付与キイロコクイムシをアカマツ丸太に先行寄生された場合の、マツノマダラカミキリ幼虫の罹病率について検討した。

*B. bassiana* 胞子を付与したキイロコクイムシが寄生したアカマツ丸太に、マツノマダラカミキリを産卵させた場合、丸太に寄生したマツノマダラカミキリ幼虫の罹病率は約81%となり、マツノマダラカミキリの産卵と同時期にキイロコクイムシを寄生させた場合に比べ10%高くなった。

## 1. はじめに

松くい虫被害木の材内に寄生するマツノマダラカミキリ（以下、カミキリという）幼虫をその天敵微生物により罹病・死亡させる方法については、キイロコクイムシ（以下、クイムシという）に *B. bassiana* 菌胞子を付与して樹皮下に穿孔寄生させ、カミキリ幼虫を *B. bassiana* に罹病・死亡させる方法が提案されている<sup>1)2)</sup>。

この方法により、我々は *B. bassiana* を強制付与したクイムシをアカマツ丸太に穿孔寄生させながら、同時にカミキリを産卵寄生させる試験で、アカマツ丸太樹皮下のカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病率69%という結果を得た<sup>3)</sup>。

ここでは、*B. bassiana* を強制付与したクイムシをアカマツ丸太内に先行寄生させることで、カミキリ幼虫の罹病機会を多くする可能性について検討を行った。

なお、本研究は、国庫助成による地域重要新技術開発促進事業「マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明（1992～1994）」により実施したものである。

## 2. 試験方法

### (1) 材料

ア *B. bassiana* 菌胞子：森林総合研究所天敵微生物研究室長 島津光明氏より提供された菌胞子を供試した。

イ キイロコクイムシ：林業総合センター構内アカマツ林で採取した個体群を、プラスチック水槽（W：40、D：24、H：27cm）でアカマツ枝（長さ：30cm）を餌木として増殖し供試した。

ウ マツノマダラカミキリ：林業総合センター構内の屋外網室内に立てかけた被害木（飯田市被害林より採取）から羽化脱出してきた個体群を、屋外網室内で飼育し供試した。

エ アカマツ木粉（*B. bassiana* 菌胞子希釈用）：クイムシ増殖用のアカマツ枝を調整する際に得られたアカマツ木粉の2mmメッシュ通過物を風乾して供試した。

オ アカマツ丸太：林業総合センター構内のアカマツ林の立木から樹皮の薄い部分を採取し、

屋内で静置して樹脂の滲出が停止したものを供試した。なお、供試丸太の概要は表-1に示した。

表-1 試験に使用したアカマツ丸太の概要

本数	中央直径 (cm)	長さ (cm)	材表面積 (m <sup>2</sup> )
8	4.8	120	0.18

本数以外の数値は、すべて平均値

## (2) 方法

### ア キイロコクイムシへの菌の付与方法

菌の孢子0.01gをアカマツ木粉0.04gに混入した菌源に、クイムシ成虫約1,000頭を接触させて菌を付与した。なお、この処理は100ml容三角フラスコ内で行い、フラスコを軽く振ることで菌との接触を促した。

### イ アカマツ丸太へのキイロコクイムシの寄生

林業総合センターの屋外網室 (W:90、D:90、H:180cm) 内にアカマツ丸太8本を立てかけ、その中心の地上高30cmに設置した20×30cmの白色厚紙上にクイムシをすべて広げた後、自由に飛翔行動させて丸太に先行寄生させた。(1992年7月11日)

なお、その後10日間は丸太を放置し、クイムシの樹皮下母孔の拡大とそれに伴う菌の繁殖を待った。(試験地の環境 標高:870m、年平均気温:10°C、年降水量:1,200mm)

### ウ アカマツ丸太へのカミキリの産卵寄生

クイムシをアカマツ丸太に先行寄生させて10日後に、網室内に成熟したカミキリ成虫♂♀4頭ずつを放虫し、アカマツ丸太に産卵させた。(7月21日)

### エ マツノマダラカミキリ幼虫とキイロコクイムシの *B. bassiana* 罹病調査

処理丸太を10月15日(90日間)まで網室内で静置した後、剥皮割材してカミキリ幼虫ならびにクイムシの *B. bassiana* 罹病状況を調査した。

## 3. 結果と考察

### (1) キイロコクイムシのアカマツ丸太への先行寄生率と *B. bassiana* 罹病率

アカマツ丸太8本の剥皮調査で認められたクイムシは、表-2に示したとおり811頭で、推定放虫数1,000頭の約80%といえ、*B. bassiana*の媒体としては十分な頭数がアカマツ丸太に穿孔したと判断した。また、これらの個体のすべてが *B. bassiana* に罹病し死亡しており、アカマツ丸太への *B. bassiana* の持ち込みはほぼ期待どおりになされていたと判断された。

### (2) マツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況

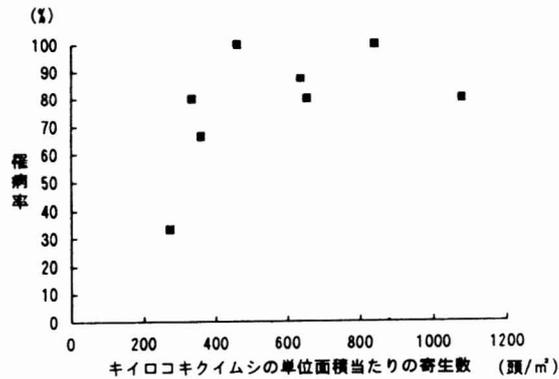
供試したアカマツ丸太8本には、表-2に示したとおり、53頭のカミキリ幼虫が樹皮下に寄生しており、そのうち43頭(81%(罹病総数/寄生総数))が *B. bassiana* に罹病し死亡していた。なお、供試丸太ごとの罹病率は、33~100%という幅を示し、図-1のようにクイムシの単位面積当たりの寄生数が多いと罹病率が高い傾向が見受けられたが、変動原因を明瞭に説明することはできなかった。

表一 2 B. bassiana 付与キイロコクイムシ寄生丸太におけるマツノマダラカミキリ幼虫の罹病状況 (1992)

丸太 No.	マツノマダラカミキリ					キイロコクイムシ		
	寄生数 (頭)*	樹皮下幼虫			材内幼虫	総罹病率 (%)**	寄生数 (頭)*	罹病率 (%)
		寄生数 (頭)	死亡数 (頭)	罹病率 (%)**	寄生数 (頭)			
1	10 (51)	10	8	80.0	0	80.0	128 (653)	100.0
2	3 (19)	3	3	100.0	0	100.0	136 (893)	100.0
3	10 (70)	10	8	80.0	0	80.0	154 (1076)	100.0
4	6 (31)	6	4	66.7	0	66.7	70 (357)	100.0
5	8 (40)	8	7	87.5	0	87.5	127 (636)	100.0
6	5 (28)	5	4	80.0	0	80.0	60 (332)	100.0
7	8 (41)	8	8	100.0	0	100.0	90 (459)	100.0
8	3 (18)	3	1	33.3	0	33.3	46 (271)	100.0
計	53 (37)	53	43	81.1	0	81.4	811 (578)	100.0

\* ( ) は単位面積当たりの寄生数 (頭/m<sup>2</sup>) を示す。

\*\* 罹病率=死亡数/寄生数×100



図一 1 マツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の罹病率とキイロコクイムシの単位面積当たりの寄生数

(3) B. bassiana 付与キイロコクイムシのアカマツ丸太への先行寄生が、マツノマダラカミキリ幼虫の罹病効果に与えた影響

B. bassiana 付与キイロコクイムシのアカマツ丸太への穿孔寄生と、カミキリの産卵を同時に行わせた場合には、カミキリ樹皮下幼虫の罹病率が69%<sup>3)</sup>であったのに対して、今回のカミキリ樹皮下幼虫の罹病率は81%にとどまり、罹病率100%という結果には至らなかった。なお、罹病率69%が認められた場合のカミキリ樹皮下幼虫の単位面積当たりの寄生数が88頭/m<sup>2</sup>に比較して、今回はその40%の37頭/m<sup>2</sup>と低く、B. bassiana にカミキリ幼虫が接触しにくく罹病率が100%に至らなかった可能性が考えられた。

**引用文献**

- (1) 遠田暢男ら：キイロコクイムシを伝搬者としたポーベリア菌によるマツノマダラカミキリの防除（予報）、100回日林論、579-580、1989
- (2) 野淵 輝：キイロコクイムシを運搬者とした天敵微生物によるマツ枯損防止の試み、森林防疫38、133-138、1989
- (3) 岡田充弘ら：マツ枯損の激化抑止技術、長野県林総セ研報第7号、71-74、1993

## II 天敵微生物付与装置のキイロコクイムシに対する *B. bassiana* 付与効果および、アカマツ材内のマツノマダラカミキリに対する *B. bassiana* 罹病効果の検討

岡田 充 弘  
小島 耕 一 郎

### 要 旨

*B. bassiana* 付与キイロコクイムシを容易に放虫するために開発された天敵微生物付与装置の実用性および、装置を使用した場合の幼虫の *B. bassiana* 罹病効果について検討した。

天敵微生物付与装置は、少なくとも約 4 週間フィルター部分を交換せずにキイロコクイムシに菌を付与させ続けられた。また、この装置によるキイロコクイムシの罹病率は 80~92% であり、装置で *B. bassiana* に感染したキイロコクイムシによるマツノマダラカミキリ幼虫の罹病率は 57~69% となった。

### 1. はじめに

これまで、キイロコクイムシ (以下、クイムシという) に *B. bassiana* を付与し樹皮下に穿孔寄生させて、アカマツ材内のマツノマダラカミキリ (以下、カミキリという) 幼虫を罹病死させる方法について検討を行ってきた<sup>2)</sup>。

しかし、これまでのクイムシに対する *B. bassiana* の付与方法では、増殖したクイムシを集める手間がかかり、また集める際にクイムシを傷つけることや、*B. bassiana* 菌胞子が付着しすぎることによってクイムシが飛べなくなることなどの問題点があった。これらを解説するため、クイムシを集めずに菌胞子を付与し放虫する天敵微生物付与装置が開発された<sup>1)</sup>。

本試験では、この天敵微生物付与装置の実用性および、装置を使用した場合のカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病効果について検討した。

なお、本研究は、国庫助成による地域重要新技術開発促進事業「マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明 (1992~1994)」により実施したものである。

### 2. 試験方法

#### (1) 天敵微生物付与装置の *B. bassiana* 菌付与効率および菌活性持続期間確認試験

##### ア 材料

##### (ア) 天敵微生物付与装置

(財) 林業科学技術振興所で制作された装置を供試した。

① 天敵微生物付与装置の構造：本装置は、塩化ビニールパイプ製の菌感染部 (長さ 33cm、内径 11.4cm) に四角錐状黒色テント部 (綿布製、高さ約 90cm、底部約 80×80cm 正方形) が取り付けられたものであり、下部のテント部内で羽化脱出したクイムシ成虫が装置から脱出する際に、菌を培養したフィルターおよび不織布 (フィルター部分) に接触することで、菌胞子を付与するように考えられている。(図-2)

なお、菌感染部は、塩化ビニールパイプの内壁にクイムシが歩行しやすいように寒冷紗を張りつけてある。また、黒色テント部は、発生源から羽化脱出したクイムシ成虫が

パイプ上部の明所に集まっていくように、光を通さない黒色綿布でできている。

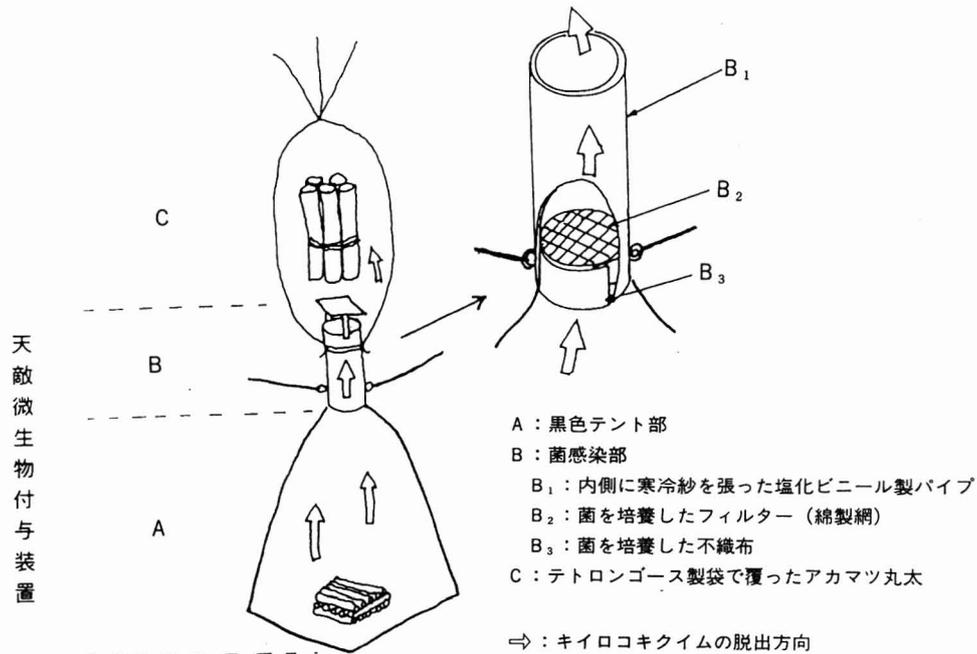


図-2 天敵微生物付与装置の概念図

(イ) *B. bassiana* 培養フィルターおよび不織布

森林総合研究天敵微生物研究室長 島津光明氏より提供されたフィルターおよび不織布 (巾: 5 cm、長さ: 38cm) を供試した。なお、フィルターは、菌感染部のパイプ内部よりやや小さめの針金の輪に雑巾布の糸を抜いて目を荒くした綿網 (約 1 cmメッシュ) を張り付け、培養液を滲み込ませて菌を培養したものである。

(ウ) キイロコキクイムシの発生源

林業総合センター構内アカマツ林で採取した個体群を、プラスチック水槽 (W: 40、D: 24、H: 27cm) でアカマツ枝 (長さ: 30cm) 20本に寄生させ供試した。

(エ) マツノマダラカミキリ

林業総合センター校内の屋外網室内に立てかけた被害木 (飯田市被害林より採取) から羽化脱出してきた個体群を、屋外網室内で飼育し供試した。

(オ) アカマツ丸太

林業総合センター校内のアカマツ林の立木から樹皮の薄い部分を採取し、屋内で静置して樹脂の滲出が停止したものを供試した。なお、供試丸太の概要は表-3に示した。

表-3 試験に使用したアカマツ丸太の概要

実施年度	本数	中央直径 (cm)	長さ (cm)	材表面積 (m <sup>2</sup> )
1993年前期	6	6.1	100	0.19
1993年後期	5	8.2	150	0.39
1994年	7	10.5	150	0.50

本数以外の数値は、すべて平均値

## イ 方法

### (ア) 天敵微生物付与装置の設置

装置は、林業総合センターの屋外網室(W:90、D:90、H:180cm)内に次の手順で設置した。まず、テント内部にキクイムシの発生源であるキクイムシを寄生させたアカマツ枝(長さ約30cm)約20本を井げたに積み、発生源から羽化脱出したキクイムシ成虫がテント下部から逃げ出さないように裾を土で覆った。次に菌感染部の輪ねじにビニールひもを取り付け網室内のアングル部分に縛り付けて固定した。なお、上部にテトロンゴース製袋に入れたアカマツ丸太を取り付けることから、丸太が落下した場合フィルターが破損することが考えられたため、菌感染部の上部パイプ開口部分から15cm離して15×15cmのベニア板を取り付けた。(1993年7月28日)

### (イ) アカマツ丸太へのキイロコキクイムシの寄生

キクイムシへの菌付与効率を調査するため、テトロンゴース製袋で覆ったアカマツ丸太6本を網室の天井部アングルからビニールひもでつり下げて装置の開口部に取り付け、装置から脱出してきたキクイムシ成虫を確実に寄生させた。また、フィルター部分の菌活性持続期間を調査するため、丸太は装置に取り付け後2週間が経過した8月11日に交換し、交換した丸太は2週間後の8月24日に取り外した。取り外した丸太は、すべて別の網室に静置した。

### (ウ) アカマツ丸太へのマツノマダラカミキリの産卵寄生

装置を使用した場合のカミキリ幼虫の菌罹病効果を検討するため、7月28日から8月11日まで取り付けた丸太(以下、前期という)6本には、取り付けた時に成熟したカミキリ成虫♂♀5頭ずつをテトロンゴース袋内に放し産卵させた。また、8月11日から8月24日まで取り付けた丸太(以下、後期という)5本は、7月28日から交換直前までに別の網室内に立てかけ成熟したカミキリ♂♀5頭ずつに産卵させて取り付けた。

### (エ) マツノマダラカミキリとキイロコキクイムシの *B. bassiana* 罹病調査

処理丸太は12月8日(100日間)まで網室内で静置した後、剥皮割材してカミキリ幼虫ならびにキクイムシの菌罹病状況について調査を行った。

## (2) 屋外網室内における天敵微生物付与装置を使用したマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病試験

### ア 材料

試験に用いた材料は、(1)天敵微生物付与装置の *B. bassiana* 菌付与効率および菌活性持続期間確認で用いた材料と同様のものを使用した。なお、天敵微生物付与装置については、本課題のとりまとめ担当機関である広島県立林業試験場で一括制作された装置を供試した。

## イ 方法

### (ア) 天敵微生物付与装置の設置

装置は、林業総合センター屋外網室(W:180、D:90、H:180cm)内に上記の試験同様に設置した。(1994年7月11日)

### (イ) アカマツ丸太へのキイロコキクイムシの寄生

装置から脱出したキクイムシ成虫は、網室内に立てかけたアカマツ丸太7本に自由に飛翔行動させ寄生させた。

(ウ) アカマツ丸太へのマツノマダラカミキリの産卵寄生

装置設置2日後に、網室内に立てかけた丸太へのキクイムシの寄生を確認して、成熟したカミキリ成虫♂♀3頭ずつを網室内に放し丸太に産卵させた。(7月13日)

なお、装置は8月25日に取外し網室内から撤去した。また、装置を撤去した際には、カミキリはすべて死亡していた。

(エ) マツノマダラカミキリとキイロコキクイムシの *B. bassiana* 罹病調査

丸太は、1995年2月3日(210日間)まで網室内に静置した後、剥皮割材してキクイムシの寄生状況ならび菌感染死亡状況とカミキリ幼虫の菌感染死亡状況について調査を行った。

なお、割材時に生存していたカミキリ幼虫は、プラスチック容器に濾紙を敷いたものに1頭ずつ入れ約20°Cに加温して発病の有無についても確認した。

### 3. 結果と考察

(1) 天敵微生物付与装置の *B. bassiana* 菌付与効率および菌活性持続期間確認試験

ア 装置のキイロコキクイムシへの菌付与効率および菌活性持続期間

丸太の剥皮調査で認められたキクイムシは、表-4に示したとおり、前期が648頭、後期が440頭と前期の寄生数が後期の約1.5倍となった。この寄生数の差は、発生源(アカマツ枝)からのキクイムシの羽化脱出が装置設置期間中の前半に偏ったためと判断された。

表-4 天敵微生物付与装置によるキイロコキクイムシの罹病状況(1993年)

区 分 時 期	丸太No.	寄生数 (頭)*	生存数 (頭)	死亡数 (頭)	罹病率 (%)**
前 期 (7月28日 ~8月11日)	1	76 (494)	32	44	57.9
	2	136 (747)	24	112	82.4
	3	88 (374)	0	88	100.0
	4	104 (502)	40	64	61.5
	5	128 (703)	16	112	57.5
	6	116 (648)	16	100	86.2
計		648 (569)	128	520	80.2
後 期 (8月11日 ~8月24日)	1	96 (351)	8	88	91.7
	2	96 (226)	16	80	83.3
	3	80 (175)	24	56	70.0
	4	120 (300)	48	72	60.0
	5	48 (126)	8	40	83.3
計		440 (207)	104	336	76.4

\* ( )内は、単位面積当りの寄生数(頭/m<sup>2</sup>)である。

\*\* 罹病率=死亡数/寄生数×100

寄生していたキクイムシの罹病率は前期が80%、後期が76%となり、装置を使用せず *B. bassiana* を付与した場合の罹病率100%に比べ、約20%低い結果となった(図-3)。この罹病率の差は、装置を脱出し寄生した個体の中に装置のフィルター部分に接触せず *B. bassiana* 菌胞子が付与されなかった個体があったためと考えられる。

また、前期、後期の罹病率には大きな差がみられなかったことから、フィルターおよび不織布の菌の活性は装置設置期間中保たれており、本装置は最低4週間はキクイムシに *B. bassiana* を付与し続けられると判断された。

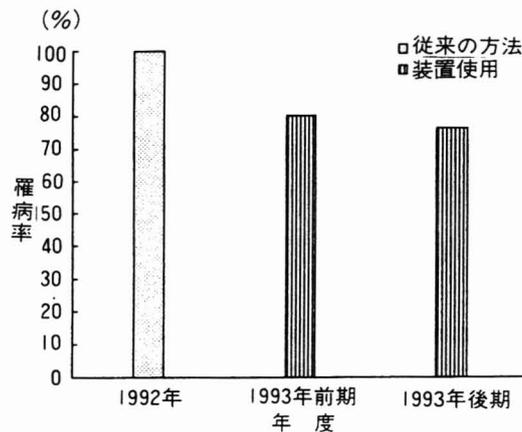


図-3 キイロコキクイムシの罹病率の比較

#### イ マツノマダラカミキリ幼虫の罹病状況

剥皮剖材調査でみられたカミキリ幼虫は、前期が116頭、後期が65頭で、寄生していた個体の樹皮下幼虫は前期が115頭(99%)、後期が56頭(86%)と樹皮下幼虫が占める割合が高かった。なお、1993年の8月は、平年に比べ平均気温が1.6°C低く、この夏期の低温がカミキリ幼虫の成長を遅らせ、樹皮下幼虫の占める割合が高くなった可能性があった。

また、カミキリ樹皮下幼虫の *B. bassiana* 罹病率は、前期が57% (死亡数66頭)、後期が25% (死亡数14頭) であり、前期と後期の罹病率に30%を越える差がみられた(表-5)。なお、キクイムシの単位面積当たりの死亡数が前期は456頭/m<sup>2</sup>、後期は158頭/m<sup>2</sup>で、前期に比べ後期は樹皮下に持ち込まれた *B. bassiana* の密度が低く、カミキリの単位面積当たりの寄生数も前期に比べ後期は約1/3と少なかったことから、カミキリが *B. bassiana* に接触する機会が少なくなり後期の死亡数が少なかったと考えられた。

#### (2) 屋外網室内における天敵微生物付与装置を使用したマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病試験

##### ア キイロコキクイムシのアカマツ丸太への寄生数と罹病率

アカマツ丸太7本の剥皮調査で認められたキクイムシは、表-6に示したとおり、1,530頭であり、網室内で装置から脱出したキクイムシを自由に飛翔行動させアカマツ丸太に寄生させた場合の寄生数は、*B. bassiana* の媒体として十分な頭数であったと判断した。また、装置によるキクイムシへの *B. bassiana* 菌胞子付与も、罹病していた個体が1,414頭(罹病率92%)存在しており、ほぼ期待どおり行われていたと判断した。

表-5 天敵微生物付与装置を使用したマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況  
—キイロコククイムシ同時寄生—(1994年)

区 分 時 期	丸太No.	マツノゴマダラカミキリ幼虫							キイロコククイムシ	
		総寄生数 (頭)*	樹皮下幼虫			材内幼虫		総罹病率 (%)**	寄生数 (頭)*	罹病率 (%)
			寄生数 (頭)	死亡数 (頭)	罹病率 (%)	寄生数 (頭)	罹病率 (%)			
前 期 (7月28日 ~8月11日)	1	10 (65)	10	4	40.0	0	—	40.0	76 (494)	57.9
	2	18 (99)	18	14	77.8	0	—	77.8	136 (747)	82.4
	3	29(123)	28	14	50.5	1	0.0	48.3	88 (374)	100.0
	4	10 (48)	10	6	60.0	0	—	60.0	104 (502)	61.5
	5	21(115)	21	12	57.1	0	—	57.1	128 (703)	87.5
	6	28(156)	28	16	57.1	0	—	57.1	116 (648)	86.2
計		116(102)	115	66	57.4	1	0.0	56.9	648 (569)	80.2
後 期 (8月11日 ~8月24日)	1	10 (37)	9	2	22.2	1	0.0	20.0	96 (351)	91.7
	2	9 (21)	6	1	16.7	3	0.0	11.1	96 (226)	83.3
	3	18 (39)	17	5	29.4	1	0.0	27.8	80 (175)	70.0
	4	14 (35)	11	3	27.3	3	0.0	21.4	120 (300)	60.0
	5	14 (37)	13	3	23.1	1	0.0	21.4	48 (126)	83.3
計		65 (31)	56	14	25.0	9	0.0	21.5	440 (227)	76.4

\* ( ) の数値は、単位面積当たりの寄生虫数 (頭/m<sup>2</sup>)

\*\* 罹病率=死亡数/寄生数×100

表-6 天敵微生物付与装置を使用したマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況  
—キイロコククイムシ先行寄生—(1994年)

丸太 No.	マツノマダラカミキリ幼虫										キイロコククイムシ		
	総寄生数 (頭)*	樹皮下幼虫			材内幼虫			剥皮割 材時罹 病率* (%)	加温 後死 亡数 (頭)	加温後 罹病率 (%)***	総寄生数 (頭)*	死亡数 (頭)	罹病率 (%)
		寄生数 (頭)	死亡数	罹病率 (%)	寄生数 (頭)	死亡数	罹病率 (%)						
1	16 (38)	12	8	66.7	4	1	25.0	64.3	2	78.6	200(472)	170	85.0
2	7 (28)	2	2	100.0	5	3	60.0	71.4	1	85.7	161(633)	151	93.8
3	13 (21)	2	2	100.0	11	5	45.5	70.0	1	80.0	242(386)	220	90.9
4	8 (17)	6	5	83.3	2	0	0.0	71.4	1	85.7	161(335)	151	93.8
5	7 (12)	4	3	75.0	3	0	0.0	60.0	1	80.0	178(315)	155	87.1
6	6 (10)	2	2	100.0	4	1	25.0	50.0	1	66.7	207(357)	198	95.7
7	20 (37)	11	8	72.27	9	3	33.3	55.0	3	70.0	381(703)	369	96.9
計	77 (23)	39	30	76.9	38	13	34.2	55.8	10	68.8	1530 (457)	1414	92.4

\* ( ) の数値は、単位面積当たりの寄生虫数 (頭/m<sup>2</sup>)

\*\* 剥皮割材時罹病率=剥皮割材時死亡数/寄生数×100

\*\*\* 加温後死亡率=(剥皮割材時死亡数+加温後死亡数)/寄生虫数×100

イ マツノマダラカミキリの *B. bassiana* 罹病状況

剥皮割材調査でアカマツ丸太にみられたカミキリ幼虫は、表-6に示したとおり、樹皮下幼虫39頭、材内幼虫38頭の計77頭であり、そのうち *B. bassiana* に感染死亡していた個体は、

樹皮下幼虫が30頭(樹皮下幼虫罹病率77%)、材内幼虫が13頭(材内幼虫罹病率34%)の計43頭(罹病率56%)であった。また、割材調査時に生存していたカミキリ幼虫を加温したところ、発病死亡する個体が10頭みられ、菌に感染していたが発病していなかったカミキリ幼虫が存在していると判断された。

なお、1993年前期のククイムシの穿孔寄生とカミキリの産卵が同時であった場合の樹皮下幼虫の罹病率は57%で、今回のククイムシを先行寄生させた場合の樹皮下幼虫の罹病率は77%であり、装置を使用した場合でもククイムシを先行寄生させた場合の罹病率が高かった。ウ 装置を使用した場合と従来の方法による場合のマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況の比較

*B. bassiana* 菌胞子付与ククイムシのアカマツ丸太への先行寄生という条件でカミキリ樹皮下幼虫の *B. bassiana* 罹病率を装置を使用した場合(1994年)と、従来の方法の場合(1992年)で比較すると、図-4のように装置による場合が78%で、従来の方法による81%と、ほぼ同様の結果が得られた。このことから、従来の方法による *B. bassiana* 付与ククイムシの放虫の代替方法として、装置による *B. bassiana* 付与ククイムシの放虫が使用できると考えられた。

#### 4. おわりに

天敵微生物付与装置による *B. bassiana* 付与ククイムシの放虫は、従来の方法に比べ、ククイムシの罹病率が劣るが、装置から脱出したククイムシを自由に飛翔行動させてもアカマツ丸太に期待どおり寄生し、カミキリ樹皮下幼虫の *B. bassiana* 罹病率は、従来の方法による放虫の結果と差がなかった。このことから、本装置は、実用的に使用できると判断された。

しかし、*B. bassiana* 付与ククイムシを穿孔寄生させて、カミキリ幼虫を罹病・死亡させる方法の網室内における試験では、これまでのすべての結果で丸太単位のカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病率に変動があり<sup>2)</sup>、その罹病・死亡効果が安定していなかった。また、今回供試した *B. bassiana* は、カイコや、ミツバチなど含めた多くの昆虫に対して病原性を持つ菌であり、長野庁を中心とした菌感染ククイムシ放虫のカイコへの安全性確認調査においてカイコへの被害は認められていない<sup>3)</sup>ものの、まだ完全に安全性が確認されているとはいえない。

このため、この方法の実用化するには、カミキリ幼虫の罹病・死亡効果が安定させることなど解決すべき問題点がまだ残されていると考えられる。

#### 引用文献

- (1) 野淵 輝：マツノマダラカミキリの天敵微生物防除を目的とした(林振式)天敵微生物付与装置、森林防疫42、213-217、1993
- (2) 岡田充弘ら：マツ枯損の激化抑止技術、長野県林総セ研報第7号、71-74、1993
- (3) 田畑勝洋：松くい虫防除技術の研究開発について—生物的防除研究の現状と見通し—、森林防疫45、137-142、1996

### III 種駒打ち込み法によるアカマツ材内のマツノマダラカミキリに対する *B. bassiana* 罹病効果の検討

岡田 充弘  
小島 耕一郎

#### 要 旨

*B. bassiana* を培養した駒を植菌し、丸太内のマツノマダラカミキリ幼虫を罹病・死亡させる方法の実用性について検討した。

*B. bassiana* を培養した種駒を打ち込んだ丸太に寄生したマツノマダラカミキリ幼虫の感染死亡率は最高で約75%であったが、植菌密度別の罹病率が異なっており、罹病効果が安定していなかった。

#### 1. はじめに

松くい虫被害木の材内に寄生するマツノマダラカミキリ（以下、カミキリという）幼虫を *B. bassiana* に罹病・死亡させる方法としては、キイロコクイムシを媒介者とする方法の他に、*B. bassiana* を培養した種駒を被害木に打ち込み、カミキリ幼虫を菌に罹病・死亡させる方法が提案されている<sup>1)</sup>。

ここでは、この *B. bassiana* を培養した種駒を打ち込む方法について、種駒の植菌密度、処理時期および、植菌孔の配列を変えて、この方法によるカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病効果について検討した。

なお、本研究は、国庫助成による地域重要新技術開発促進事業「マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明（1992～1994）」により実施したものである。

#### 2. 試験方法

##### (1) 材料

試験に用いた材料は、1992年から1994年の3ケ年ともに下記の材料を使用した。

##### ア *B. bassiana* 種駒

森林総合研究天敵微生物研究室長 島津光明氏より提供された「ふすまを圧縮成型したペレット」に培地をしみ込ませて *B. bassiana* を培養したものを種駒として供試した。

##### イ マツノマダラカミキリ

林業総合センター構内の屋外網室内に立てかけた被害木（飯田市被害林より採取）から羽化脱出してきた個体群を、屋外網室内で飼育し供試した。

##### ウ アカマツ丸太

林業総合センター構内のアカマツ林の立木から樹皮の薄い部分を採取し、屋内で静置して樹脂の滲出が停止したものを供試した。なお、供試丸太の概要は表-7に示した。

表-7 試験に使用したアカマツ丸太の概要

実施年度	本数	中央直径 (cm)	長さ (cm)	材表面積 (m <sup>2</sup> )
1992年	12	8.7	150	0.41
1993年	20	11.1	150	0.52
1994年	10	10.8	150	0.51

本数以外の数値は、すべて平均値

(2) 方法

ア 植菌密度別マツノマダラカミキリ幼虫 *B. bassiana* 罹病試験

(ア) 種駒の植菌方法

アカマツ丸太 4 本ずつに植菌用ドリル ( $\phi$  6 mm) で図-4 のように深さ 15mm の孔を開けて、二通りの植菌密度 (8 孔/本、16 孔/本) で種駒をそれぞれ植菌した。(1992 年 8 月 8 日)

また、1993 年にもアカマツ丸太 4 本ずつに同様の処理を行った。(1993 年 7 月 28 日)

(イ) マツノマダラカミキリの産卵寄生

2 ヶ年ともに処理丸太および対照の無処理丸太 4 本は、密度別に林業総合センター屋外網室 (W:90、D:90、H180cm) 内に立てかけて、成熟したカミキリ♂♀各 3 頭を放虫しアカマツ丸太へ産卵を行わせた。

(ウ) マツノマダラカミキリ幼虫 *B. bassiana* 罹病調査

1992 年の処理丸太は、10 月 25 日 (80 日間) まで網室内で静置した後、剥皮割材してカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況を調査した。

また、1993 年の処理丸太も、12 月 13 日 (140 日間) まで網室内で静置した後、同様の調査を行った。

イ マツノマダラカミキリ幼虫寄生丸太の植菌処理によるマツノマダラカミキリ幼虫 *B. bassiana* 罹病試験

(ア) マツノマダラカミキリの産卵寄生

アカマツ丸太 8 本を、成熟したカミキリ♂♀各 8 頭を放虫した林業総合センター屋外網室 (W:90、D:99、H180cm) 内に約 1 ヶ月間立てかけ、カミキリに産卵させた。

(イ) 種駒の植菌方法

カミキリ産卵済み丸太 4 本ずつに、上記の試験と同様の方法で二通りの植菌密度 (8 孔/本、16 孔/本) で種駒をそれぞれ植菌した。(9 月 6 日) 処理後の丸太は、密度別に網室内に再度立てかけた。

(ウ) マツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病調査

処理丸太は、12 月 13 日 (100 日間) まで網室内で静置した後、剥皮割材してカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況を調査した。

ウ 種駒のらせん配列植菌によるマツノマダラカミキリ幼虫 *B. bassiana* 罹病試験

(ア) 種駒の植菌方法

アカマツ丸太 5 本に植菌用ドリル ( $\phi$  6 mm) で図-5 のように深さ15mmの孔を開けて、らせん状に 8 孔/本の植菌密度で種駒を植菌した。(1994年 7 月11日)

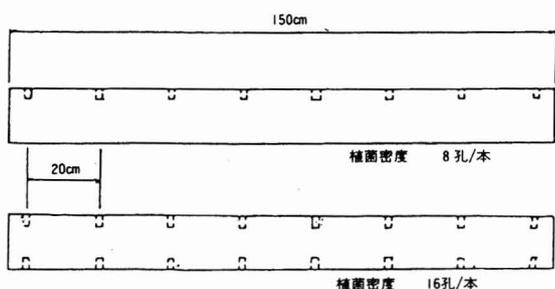
(イ) マツノマダラカミキリの産卵寄生

植菌処理した丸太および対照の無処理のアカマツ丸太 5 本は、1992年と同様に密度別に網室内に立てかけて、成熟したカミキリ♂♀各 3 頭を放虫しアカマツ丸太へ産卵を行わせた。

(ウ) マツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病調査

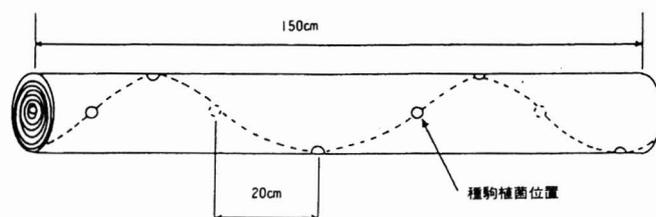
処理丸太は、1995年 2 月 8 日 (210日間) まで網室内で静置した後、剥皮割材してカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況を調査した。

また、剥皮割材時に生存していたカミキリ幼虫は、プラスチック陽気に濾紙を敷いたものに 1 頭ずつ入れ約 20°C に加温して発病の有無についても確認した。



図のような間隔で、アカマツ丸太に植菌用ドリル ( $\phi$  6 mm) で深さ15mmの孔を開けて種駒を植菌した。

図-4 種駒の植菌方法 (1992、1993年)



図のような間隔で、らせん状にアカマツ丸太に植菌用ドリル ( $\phi$  6 mm) で深さ15mmの孔を開けて種駒を植菌した。

図-5 種駒の植菌方法 (1994年)

3. 結果と考察

(1) 植菌密度とマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況

剥皮割材したアカマツ丸太に寄生していたカミキリ幼虫は、表-8 に示したとおり、1992年、1993年ともに無処理丸太で最も多く寄生していた。また、1993年のマツノマダラカミキリ産卵後に処理をした丸太と、処理後にカミキリに産卵させた丸太のカミキリ幼虫の寄生数を比較すると、マツノマダラカミキリ産卵後に処理をした丸太の寄生数が多い。この寄生数の差は、処理丸太は植菌孔を開けたため、植菌孔周辺から乾燥が進み、カミキリが寄生しにくい状態の部分が増加したためではないかと考えられた。

1992年および1993年の2ケ年におけるカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病率は、表-8 に示したとおり、1992年の植菌密度 8 孔/本処理が77%と最も高かった。しかし、1992年と1993年の結果を比較すると、図-6 に示したとおり、罹病率が高い処理が1992年と1993年で異なっており、カミキリ幼虫の罹病率と植菌密度に関連性がみられなかった。

(2) 処理時期とマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況

1993年のカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病率をカミキリ産卵前処理とカミキリ産卵後処理と比較すると、図-7 に示したとおり、産卵前の植菌密度16孔/本処理が約43%で最も高かったが、時期別の結果が異なっており、どちらの処理時期が効果が高いのか判然としなかった。

しかし、割材調査時のカミキリ幼虫の死亡状況から次のことが考えられた。割材調査時に死亡していたカミキリ幼虫は、種駒の植菌位置付近を食害していた樹皮下幼虫が多く、島津が指摘している *B. bassiana* にカミキリ幼虫が感染するのは種駒を植菌していた樹皮付近に限定される<sup>1)</sup>ことと一致していた。また、植菌位置から離れた部分でも死亡しているカミキリ幼虫も存在していた。これらの個体は、種駒周辺で活動しておらず、種駒周辺で感染死亡した幼虫が新たな感染源となって菌に感染したと考えられた。

表-8 種駒打ちによるマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 菌罹病状況

区分 年	植菌密度 植菌配列 (処理月日)	丸太 本数	総寄生数 (頭)*	樹皮下幼虫			材内幼虫			剥皮割材 時罹病率 (%)**	加温後 死亡数 (頭)	最終罹 病率 (%)***
				寄生数 (頭)	死亡数 (頭)	罹病率 (%)	寄生数 (頭)	死亡数	罹病率 (%)			
1992年	無処理	4	84 (56)	82	0	0.0	2	0	0.0	0.0	-	-
	8孔/本 直線 (8月8日)	4	66 (41)	64	50	78.1	2	1	50.0	77.3	-	-
	16孔/本 直線 (8月8日)	4	45 (25)	42	31	73.8	1	0	0.0	68.9	-	-
1993年	無処理	4	108 (49)	100	6	6.0	8	2	25.0	7.4	-	-
	8孔/本 直線 (7月28日)	4	43 (24)	37	7	18.9	6	2	33.3	20.9	-	-
	8孔/本 直線 (9月6日)	4	71 (32)	70	26	37.1	1	0	0.0	36.6	-	-
	16孔/本 直線 (7月28日)	4	59 (28)	50	23	46.0	9	2	22.2	42.4	-	-
	16孔/本 直線 (9月6日)	4	71 (34)	62	14	22.6	9	0	0.0	19.7	-	-
1994年	無処理	5	33 (13)	8	0	0.0	25	0	0.0	0.0	0	0.0
	8孔/本 らせん (7月11日)	5	47 (18)	26	19	73.1	21	6	28.6	53.2	7	68.1

\* ( ) 内の数値は単位面積当たりの寄生虫数 (頭/m<sup>2</sup>)  
 \*\* 剥皮割材時死亡率 = 剥皮割材時死亡虫数 / 寄生虫数 × 100  
 \*\*\* 加温後総死亡率 = (剥皮割材時死亡虫数 + 加温後死亡虫数) / 寄生虫数 × 100

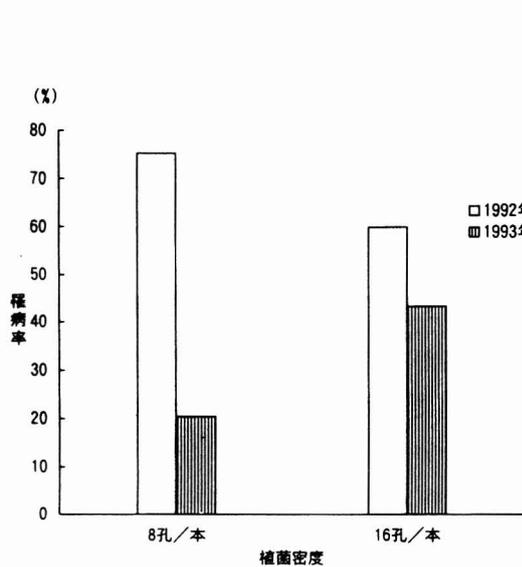


図-6 植菌密度とマツノマダラカミキリ幼虫罹病率

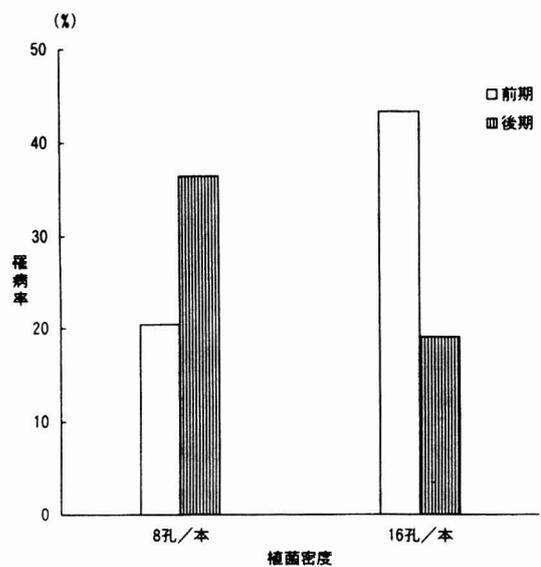


図-7 植菌時期とマツノマダラカミキリ幼虫罹病率

そのため、カミキリ幼虫が樹皮下から材内に穿孔し始める時期の処理では、植菌した種駒に穿孔した幼虫が接触しなければ *B. bassiana* に感染せず、感染した場合も材内に穿孔した幼虫は穿入孔または蛹室内で死亡するため、他の個体が穿入孔内に増殖した *B. bassiana* に接触することはなく新たな感染源となりにくいと考えられる。

このことから、種駒の植菌時期は、カミキリ幼虫が樹皮下に生息している7月から9月の期間がよいのではないかと推定された。

なお、1993年の無処理丸太においては、*B. bassiana* 罹病・死亡したカミキリ幼虫が8頭存在した。これは、試験期間中丸太は密度別に隣接した網室に静置していたが、処理丸太の種駒から *B. bassiana* 菌胞子が飛散して網室周辺の菌胞子の密度が高くなり、無処理丸太のカミキリ幼虫に自然感染したためと考えられる。

### (3) 植菌孔の配列とマツノマダラカミキリ幼虫の *B. bassiana* 罹病状況

1994年の剥皮割材調査で認められた丸太に寄生していたカミキリ幼虫は、無処理丸太で33頭、処理丸太が47頭であり、*B. bassiana* に感染死亡していた個体は、処理丸太のみの25頭（罹病率53%）であった（表-8）。なお、割材調査時に死亡していた個体は、種駒の植菌付近を食害していた樹皮下幼虫が多く、種駒によるカミキリ幼虫の *B. bassiana* の感染は、らせん配列の場合も直線配列と同様に植菌位置周辺に限られると判断された。

また、植菌処理後カミキリに産卵させた植菌密度8孔/本処理の3ヶ年の罹病率をみると、図-8に示したとおり、年によって罹病率は大きく変動し効果が安定していなかった。この罹病率の変動は、種駒によるカミキリ幼虫の *B. bassiana* の感染が植菌位置周辺に限られることから、*B. bassiana* の罹病効果がカミキリ幼虫の樹皮下食害位置に影響されて変動しているためではないかと考えられた。

このことから、種駒の植菌密度が同じ場合は、種菌配列が異なってもカミキリ幼虫が *B. bassiana* に罹病する機会は大きく異ならないと判断した。

なお、割材調査時に生存していたカミキリ幼虫を加温したところ、発病死亡する個体が7頭みられ、菌に感染していたが発病していなかったカミキリ幼虫が *B. bassiana* 付与キイロコキクイムシを媒介者とする方法同様に存在していると判断された。

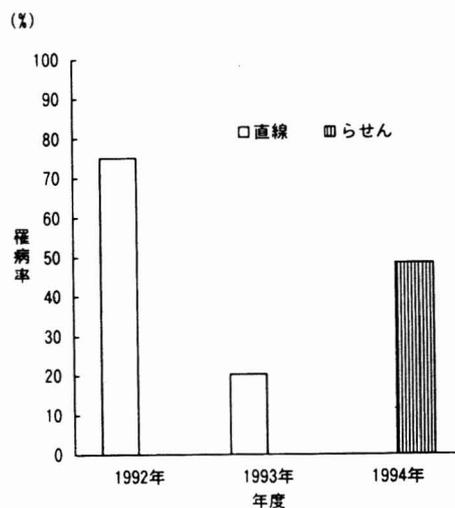


図-8 植菌配列とマツノマダラカミキリ幼虫罹病率

#### 4. おわりに

*B. bassiana* 種駒を打ち込み、カミキリ幼虫を罹病・死亡させる方法は、現在行われている被害木の NCS などの「くん蒸処理」の代用としての使用が考えられる。しかし、カミキリ幼虫の罹病率（死亡率）が「くん蒸処理」に比べ低く、処理による罹病効果も年によって大きく変動し安定していない。また、種駒を被害木に植菌処理するには、「くん蒸処理」に比べより多くの時間と労力を必要とする。

これらのことから、この方法は被害木処理方法として極めて実用性が低いと判断された。

#### 引用文献

- (1) 島津光明：種駒に培養した天敵微生物ボーベリア菌を利用するマツノマダラカミキリ防除法、森林防疫42、232-236、1993

## IV ねぐら用底無し巣箱を利用したキツツキ類の誘致方法の検討

小島 耕一郎

岡田 充弘

### 要 旨

アカマツ林に「ねぐら用底無し巣箱」を架設し、キツツキ類による利用状況から巣箱の架設効果について検討した。

広い山地から農耕地に移行する付近の、里山として位置づけられるアカマツ林（コナラ、シラカンバがスポット的に混交）におけるキツツキの生息密度は、5羽/25ha前後と推定された。

「ねぐら用底無し巣箱」には、啄木痕、羽毛、糞の痕跡などが認められ、架設した巣箱のほとんどが「ねぐら」として利用され、中には連年的に利用されたものもあると判断された。また、架設した巣箱内壁に認められた啄木痕は、巣箱正面からみて前面壁と右面壁に多く残されていた。

### 1. はじめに

松くい虫に対する被害防除は、被害木処理や、薬剤による予防散布などが実施されているが、これらは継続的に人為が関わり続けることとなる。このため、被害が微害化したのちは、森林に棲息する天敵微生物を利用して激害の再発を防止する方法が考えられている。ここでは、マツノマダラカミキリ幼虫の捕食性天敵であるキツツキ類を被害森林に誘致するための一手法として「ねぐら用底無し巣箱」<sup>2),3)</sup>の架設効果を検討した。

なお、本研究は、国庫助成による地域重要新技術開発促進事業「マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明（1992～1994）」により実施したものである。

### 2. 調査の方法

#### (1) 調査地と鳥類生息状況

調査は、松くい虫被害地で4カ所、ならびに松くい虫未被害地で3カ所の計7カ所の森林それぞれ約5ha以上を対象として実施した（表-9）。これら調査地はコナラなどが一部に混交した40年生前後のアカマツ林（里山二次林）で、駄科調査が農耕地に囲まれた林分、三穂調査地が山地内尾根筋である以外は、すべての調査地が広い山地から農耕地に移行する接点付近の森林である。

なお、調査地の鳥類生息状況を「鳴き声の聞き取り（Call）」、ならびに「姿の目撃（Visual）」によるラインセンサス法で調査した。松くい虫未被害地の調査地のうち塩尻市片丘調査地は林業総合センター構内に設定したので、他の調査地と比較して観察を頻繁に行った。

表-9 調査地の状況

調査地	松くい虫被害の有無	面積 (ha)	標高 (m)	傾斜方位	山腹傾斜 (°)	林況
塩尻市片丘	無	25	850~900	W	5~10	アカマツ林 (一部コナラ、シラカンバ、サワラが混交)
飯田市三穂	有	20	700~750	S E	25	アカマツ、コナラ、ミズナラ、クヌギ、ヒノキがモザイク状に混交 (一部にウメ園、カキ園がある。)
飯田市駄科	有	20	540~560	S S W	20	アカマツ林 (コナラ、クリ、カスミザクラが混交)
飯田市丸山	無	20	730~800	S S E	15	スギ、ヒノキ、アカマツがモザイク状に混交
飯田市上郷野底山	無	20	670~760	E ~ S	10~35	アカマツ林 (コナラ、クリ、カスミザクラが混交)
上田市別所温泉	有	20	600~650	S E	10~35	アカマツ林 (ヒノキ、コナラ、クリ、サクラ類が混交)
上田市下之郷	有	20	520~550	全方位	10~25	アカマツ林 (クヌギ、コナラ、クリ、サクラ類が混交)

(2) 材料と方法

ア 巣箱

巣箱の底部を閉鎖しない「ねぐら用底なし型巣箱」<sup>2),3)</sup>をスギ材およびカラマツ材により作製し、その前面の巣穴をシラカンバあるいはキハダの厚い樹皮で覆ったものを使用した (以下、巣箱という)。(図-9)

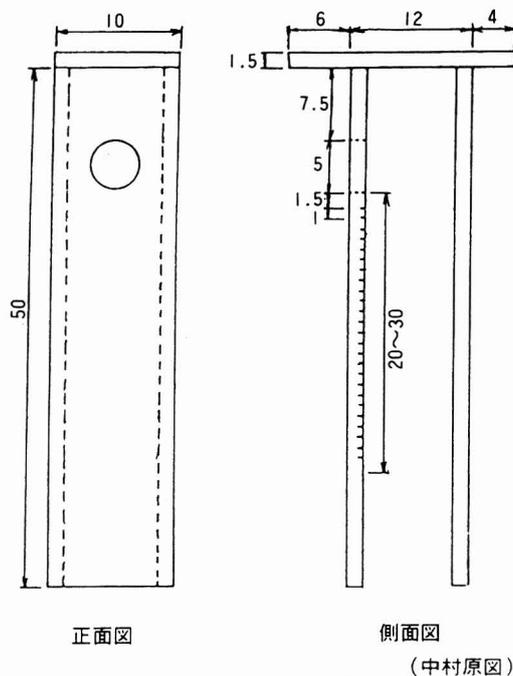


図-9 ねぐら用底なし巣箱

前面板裏側には、ステップ (深さ 3 mm、幅 2 mm 程度) を刻む

なお、「ねぐら用底なし型巣箱」はキツツキ類のねぐら専用巣箱として考案されたが、キツツキの利用の有無の確認は夜間に巣箱内を観察するしか方法がないとされる。このため、ここではキツツキによる利用確認を簡易に行うことを目的として、樹皮により閉鎖した巣穴がキツツキにより啄孔（孔をつつき開ける）されることで巣箱の利用を判断することとした。

なお巣箱は、調査地のアカマツなど生立木の南側の地上高約5mに架設し、その架設間隔は50m以上とした。また、調査地ごとの巣箱架設日は表-10に示した。

表-10 調査地における底無し巣箱の啄痕確認状況

調査地	調査年	巣箱架設日*	巣箱の架設数	啄痕が確認された巣箱数
飯田市片丘	1992	1991年12月13日	20	15
〃	1993	1992年12月22日	20	10
飯田市三穂	1993	1992年11月20日	6	0
飯田市駄科	1993	〃	6	0
飯田市丸山	1993	〃	6	5
飯田市上郷野底山	1993	〃	10	0
上田市別所温泉	1994	1993年11月19日	10	10
上田市下之郷	1994	〃	20	4

\*1993年の片丘調査地は、架設した巣箱の出入口被覆樹皮のみの交換

#### イ キツツキの巣箱利用調査

調査は、巣箱前面の被覆樹皮の啄孔状態を観察して行った。また、調査時期は、マツノマダラカミキリ幼虫のアカマツ枯損立木内越冬期間に合わせ初冬から初春までとし、1991年12月～1992年3月、1992年12月～1993年3月および、1993年12月～1994年3月の3年間調査を行った（表-10）。なお、塩尻調査では、巣箱を1991年12月に架設して1年間放置し、1992年12月にこれらを架設したまま巣箱前面樹皮だけを交換し2年目も調査を行った。

#### ウ 架設巣箱の解体調査

塩尻調査地で研究期間終了2年後（1996年）まで、架設したままにしておいた巣箱のうち11器を回収解体し、キツツキによる啄木痕、羽毛、排糞跡などの利用痕跡を調査した。

表-11 調査地におけるラインセンサスによるキツツキ類の生息状況

調査地	調査年	調査時期	キツツキ類の生息状況*	その他の鳥類の生息状況
塩尻市片丘	1991	11月	コゲラ10(V)、アカゲラ2(V)、アオゲラ1(V)	シジュウカラ、コガラ、ヒヨドリ、ホオジロ、ハシブトガラス
飯田市三穂	1992	7月	種不明（アカマツに啄痕3本）	コガラ、シジュウカラ、ヤマガラ、センダイムシクイ
飯田市駄科	1992	7月	コゲラ1(C)、アカゲラ1(V)	ヒヨドリ、サンショウクイ、コルリ、ホオジロ
飯田市丸山	1992	7月	アカゲラ1(C)	コガラ、ヒガラ、エナガ、ホオジロ、ウグイス
飯田市上郷野底山	1992	7月	アカゲラ1(C)	ヒガラ、コルリ、ヒヨドリ、シジュウカラ、センダイムシクイ
上田市別所温泉	1993	11月	アカゲラ1(V)	シジュウカラ、コガラ、ヒヨドリ
上田市下之郷	1993	11月	種不明（アカマツ、クヌギ、カスミザクラに啄痕10本）	シジュウカラ、コガラ、ヒヨドリ

\* (C) : Call (地鳴き)、(V) : Visual (目撃) を示す。

### 3. 結果と考察

#### (1) 上田市、飯田市の調査地

##### ア 鳥類の生息状況

各調査地における鳥類の生息状況は表-11に示したとおりで、アカゲラ、コゲラの生息が確認され、他の鳥類としてはシジュウカラ、コガラ、ヒヨドリなどが多く認められた。

##### イ キツツキが啄孔した巣箱数と侵入痕跡

表-10で示したとおり、飯田市（4 調査地）では丸山調査地において架設した 6 器の巣箱のうち 5 器で、巣箱前面の樹皮が円形に啄孔されキツツキが訪れたことが確認されたが、他の調査地では啄孔の痕跡が認められなかった。

上田市（2 調査地）では、別所温泉調査地で架設した 10 器全ての巣箱に啄孔が認められ、下之郷調査地では 20 器のうち 5 器に啄孔が認められた。

#### (2) 塩尻調査地

##### ア 鳥類の生息状況

調査地における鳥類の生息状況は表-11に示したとおり、アカゲラ、コゲラおよびアオゲラのキツツキ類の生息が確認され、他の鳥類としては上田、飯田の調査地と同様にシジュウカラ、コガラ、ヒヨドリなどが多く認められた。

##### イ キツツキの生息数とテリトリー

2 年間で巣孔啄孔が 25/40 器に認められた（表-10）。これらの啄孔が複数の個体によったものか、一個体によったものなのか、またその種については明らかにできなかったが、センサス調査においてコゲラ 10 回、アカゲラ 2 回、アオゲラ 1 回の日撃があること、またアカゲラの生息密度は、3 羽/15ha 以上で多いとされていることから、調査地には 3 種類のキツツキ類をあわせて 5 羽前後が生息し、啄孔は複数の個体によってなされたと判断した。なお、巣箱を啄孔したキツツキ類の種については不明だが、後述するように、これらの一部がアオゲラによってなされたことは確実であると考えられた。

##### ウ キツツキが啄孔した時期

塩尻調査地（面積約 25ha）は巣箱の観察が頻繁に行えたので、巣箱架設後のキツツキによる啄孔時期を観察したところ、1992 年冬季（巣箱架設日：1991 年 12 月 13 日）は巣箱架設 6 日後ですでに 3 器に啄孔が認められ、71 日後には 75%（15/20 器）に啄孔が認められた。これに対して 1993 年は、前年とほぼ同時期に、架設を継続していた巣箱を変更せず前面樹皮のみを交換した。啄孔を認めたのは 23 日後で、27 日後に啄孔巣箱数が 50%（10/20 器）となったのちは啄孔が認められなかった（表-12）。

このように、2 ヶ年の啄孔開始時期が巣箱架設 6 日後と 23 日後、また啄孔開始から停止までの時期が 65 日間と、4 日間と大きな差が生じた原因は、前者は不明だが、後者については次に述べるアオゲラの死亡が影響を与えたと考えられる。

表-12 塩尻市片丘調査地における巣箱啄孔時期

調査期間：1992年冬期

調査日	巣箱 No.																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1991年12月13日	(巣箱架設)																			
1991年12月19日											○						○			○
12月24日																				
12月26日			○																	
1992年1月6日						○	○	○												
1月14日					○															
1月29日			○											○	○	○			○	
2月10日																				
2月28日									○	○										
3月31日																				
調査期間：1993年冬期																				
1992年12月22日	(出入口被覆樹皮交換)																			
1993年1月6日		○	○	○		○		○					○		○					○
1月8日				○																
1月22日						○														
2月3日																				
2月18日																				
3月15日																				

エ アオゲラの生息とテリトリー

調査地内には調査時期中シジュウカラ営巣用の広葉樹空洞丸太製巣箱が架設されていた。このシジュウカラ用巣箱をアオゲラが啄孔し占有したのが1992年12月16日に観察されたことで、調査地内におけるアオゲラの定着的な生息が推定された。

しかし、このアオゲラと同一個体と考えられる個体(♂)が、この巣箱内で1993年1月12日には死亡していたことが認められた(死亡原因不明)。

調査地内に生息したアオゲラのテリトリーは不明だが、その体の大きくと食餌習性がアカゲラと類似することから生息密度も同程度の3羽/15ha程度と仮定すると、この個体が維持していたテリトリーは5ha(半径約125m)と推定され、図-10に示した啄孔巣箱位置図の「1992年のみ啄孔巣箱」の範囲面積と類似した。なお、この範囲は壮齢アカマツ純林が多い本調査地内では、コナラ、クリ、シラカンバを主体とする40年生前後の広葉樹が最も多い場所にあたり、被圧衰弱木なども多いため採食対象昆虫も多いと考えられる。こうした生息に有利な環境をアオゲラがテリトリーとして維持していたことは、キツツキ類のなかではアオゲラがアカゲラ、コゲラよりも優位に位置したためではないかと考えられた。

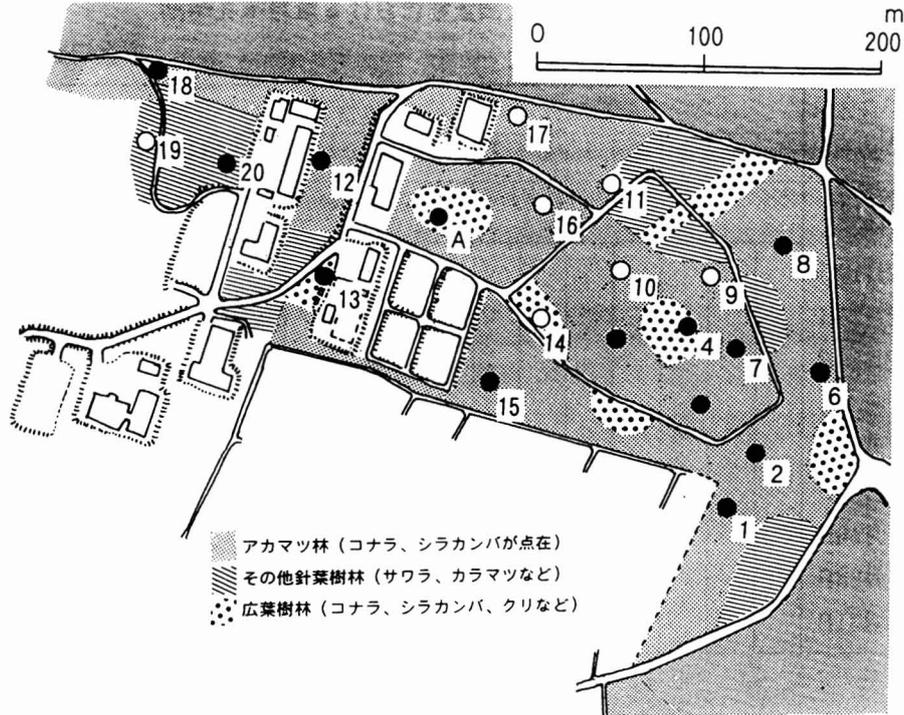


図-10 塩尻調査地の巣箱架設位置

1. ○および●は、巣箱架設位置を示し、数字およびアルファベットは巣箱 No. を示す。
2. なお、○は「1992年冬期のみ啄孔巣箱」であり、巣箱 No. A は「アオゲラが死亡していた樹洞性巣箱」である。

#### オ 巣箱架設 5 年後の利用痕跡

1993年に架設したままとなっていた巣箱を1996年9月に11器を回収解体し、巣孔周辺および内部の状況を調査したところ、表-13に示したように内壁の啄木痕、羽毛付着、排糞跡など明らかにキツツキ類が侵入したと判断される巣箱が82% (9/11器) 認められた (写真)。

巣箱内壁の啄木痕は、正面から見て前面壁および右面壁に多く、その大きさも、 $1 \times 2$  cm から  $6 \times 18$  cm というものまで多様だった。これらに対して左面壁ならびに背面壁では啄木痕は少なく、またその大きさも  $2 \times 4$  cm 程度あるいは筋状だったりして先の前面壁および右面壁と異なる形状を示していた。

啄木痕のなかには、露出した木材表面の色調からその形成が少なくとも3回にわたると判断されるものもあり、最も新しい啄木痕はここ1~2年の間に形成されたと推定された。

これらの啄木がなされた目的は不明だが、比較的大きな痕は最大で深さ8 mm程度の凹面状に形成されており、一般にみられるキツツキ類の巣穴内の表面形状 (凹面で形成される) に類似するともいえ、キツツキが自らの生活空間として巣箱内部を改造したのではないかと考えられた (写真)。なお、小さな啄木痕は「つついてみた」程度であり巣穴内部の改造あるいは採食行動とも考えられず、巣穴へのマーキング行為の可能性が考えられた。また比較的新鮮な啄木痕は、利用個体が入替わったために形成された可能性も考えられた。

巣箱の架設期間が5年間と長く、侵入したキツツキ類の種あるいは侵入時期・期間などを特定することはできなかったが、架設した巣箱のほとんどが「ねぐら」として利用され、中には連年的に利用されるものもあると判断された。

表-13 ねぐら用底なし巣箱のキツツキ利用痕跡

巣箱 No.	利用痕跡	内壁 ステップ	巣孔				前面板				側面板(右)				側面板(左)				背面板				巣箱内部全体			備考						
			直径		啄痕		啄痕		羽毛	糞	啄痕		羽毛	糞	啄痕		羽毛	糞	啄痕		羽毛	糞	啄痕	羽毛	糞							
			W	L	表	裏	位置	W	L	付着	痕跡	位置	W	L	付着	痕跡	位置	W	L	付着	痕跡	位置	W	L	付着		痕跡	付着	痕跡			
2	有	有	6.0	8.2	+	+	12	2	4	2	1	17	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	+	+	アシナガバチ営巢中
3	"	"	6.0	5.2	+	+	10	6	9	-	-	-	-	-	-	1	8	2	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
5	"	無	6.5	5.6	+	+	14	6	18	1	-	15	7	11	-	-	19	1	4	-	-	10	1	2	-	-	+	+	-		新啄痕あり	
6	"	有	5.6	5.4	+	+	-	-	-	-	-	10	5	13	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	+	-			
7	"	"	5.9	5.1	-	+	8	3	3	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	5	1	10	-	-	+	+	-		
8	"	"	5.0	6.1	+	+	14	2	5	-	-	0	2	15	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	+	+	-			
9	"	"	5.2	5.2	+	+	0	1	10	4	4	0	1	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	+	+			
14	無	"	5.5	5.3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	アシナガバチ営巢中	
18	"	"	5.1	5.3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	アシナガバチ営巢中	
19	有	"	5.4	5.2	+	+	10	4	5	-	-	4	1	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-		
20	"	"	6.3	5.1	+	+	9	3	3	3	2	8	2	4	-	-	12	2	4	2	-	-	-	-	3	-	+	+	+		新啄痕あり	

備考

- 1 「内壁ステップ」は、巣箱前面板の内壁にキツツキの足場用に鋸筋を付けたものである。
- 2 巣箱側面の「左右」は、巣箱正面から見た時の左右を示す。
- 3 巣箱：巣孔、啄痕の位置、W、Lはcmであり、羽毛付着ならびに糞痕跡は個数を示す。
- 4 巣箱の前面板、側面板、背面板における「啄痕位置」は、啄痕上端の巣孔中心位置より下方への距離を示す。
- 5 巣箱は1992年に架設し、1993年に架設を継続したまま巣孔をキハダ樹皮で再閉鎖し、3年間放置されたものを1996年9月に回収して解体調査を行った。
- 6 巣箱の屋根板内面は、啄痕などの痕跡は何も認められなかった。

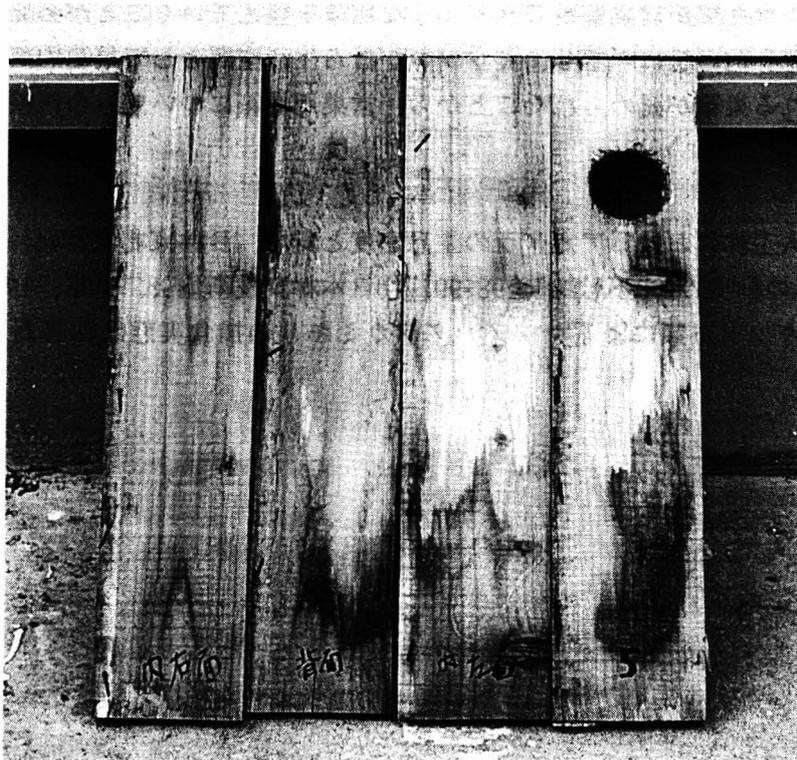


写真 単箱内部の状況

#### 4. まとめ

斜面下部に農耕地(畑)を、上部にはカラマツ、アカマツなどの40年生前後の人工林を主体とする広い森林にはさまれた、40年生アカマツ純林を主要林相とし、コナラ、クリ、シラカンパなどの広葉樹類、あるいはサワラ、カラマツなど針葉樹類をスポット混交する森林(塩尻調査地)のキツツキ類の生息密度はおよそ5羽/25haと推定された。

架設跡5年経過した巣箱内部の啄木状態は多様だったが、その差が生じた原因は明らかでない。なお、巣箱啄孔のみで、内部に啄木痕、羽毛付着あるいは排糞などの痕跡が認められない巣箱もあったが、これらをキツツキが利用しなかったとは言い切れず、被覆樹皮が啄孔された巣箱ではほぼすべてのキツツキが浸入しねぐらとして利用したと考えられ、「ねぐら用底無し巣箱」の利用率は極めて高いといえた。

一般的にキツツキ類が営巣に使用するような広葉樹の大径木が乏しい松くい虫被害地のアカマツ林でも「ねぐら用底無し巣箱」を架設することは、「ねぐら」を提供しキツツキ類にとって生息しやすい環境を与えることになる。なお、アカゲラの若鳥には、秋期から冬期になわばりを離れ漂行する個体<sup>2)</sup>があり、巣箱の架設によって生息しやすい環境を整えることは、これらの個体を誘致する効果もあると考えられる。

またアカゲラ、マツノマダラカミキリ老熟幼虫を高い頻度で捕食し、1羽/5haの密度でアカゲラが生息すれば、松くい虫の本数被害率10%のアカマツ林では90%の幼虫を捕食する<sup>3)</sup>といわれるので、松くい虫被害が微害であるアカマツ林において「ねぐら用底無し巣箱」を多数架設することは被害の増加抑止に有効と考えられた。

なお、この「ねぐら用底無し巣箱」では営巣産卵できないことから、広葉樹の大径木が少ない松くい虫被害地のアカマツ林では、キツツキ類が繁殖することは期待しにくい。そのため、キツツキ類の生息数を増加させ、松くい虫被害の抑止力を更に向上させるには、営巣用丸太の架設などによって、キツツキ類が営巣繁殖できるような環境を整えていくことが必要である。

また、巣箱内壁を凹面状に啄木し、キツツキが自ら生活空間として巣箱内部を改造したのではないかと考えられる巣箱が認められたことから、営巣用巣箱についても今後検討していきたい。

#### 引用文献

- (1) 中村充博ら：人工林におけるアカゲラの生息密度と環境、日林東北支誌44、165-166、1992
- (2) 中村充博：“森の動物の100不思議”、98-99、(社)日本林業技術協会、東京、1994
- (3) 由井正敏ら：キツツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食実態と保護対策、森林防疫42、105-109、1993