

マツ枯損の激化抑止技術の開発

(国庫地域重要課題 平成元年～3年度)

研 究 員 須 田 俊 雄

” 柳 田 範 久

緑化保全部長 鈴木省三

(現：副場長)

はじめに

松くい虫の被害は、特別措置法による薬剤防除や被害木の処理技術の向上により、かつてのような激害型被害地は減少しつつあるが、微害地が増加し、被害量の減少に結びついていないのが現状である。特に、寒冷地域では材線虫病の感染から被害発現までの期間が長く、様々な病徴を呈し、かつ被害木からの材線虫の検出率が低いという特有の枯損動態を示し、被害の早期発見、早期防除を困難にしている。微害地には、薬剤散布や被害木の伐倒処理などの人為的手段により微害状態が保たれているものや、周囲の環境や媒介昆虫の特性により、激害化への進行の危険性の低いものがあるが、本研究では、このような微害地の激害化を抑止するとともに、より被害の少ない状態へ誘導するための、マツ林の適切な管理技術の開発、および新たな防除技術の開発を目的とした試験を実施したのでその内容を報告する。

試験実施に際して多大なる助言・ご指導をいただいた森林総合研究所東北支所榎原寛昆虫研究室長、ならびにご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

なお、本報の項目は以下のとおりである。

1章 微害マツ林の特性の把握

1節 環境特性の把握

2節 生物特性の把握

2章 天敵を利用した新防除技術の開発と適用

1節 アカゲラ等鳥類の利用

2節 天敵微生物とその運搬者の効率的な活用法

3節 天敵微生物打ち込み法

3章 微害状態の維持管理技術の開発

1節 マツノマダラカミキリ産卵予防試験

4章 総合的な激化抑止技術指針

1 章 微害マツ林の特性の把握

1 節 環境特性の把握 (被害歴、施業、防除対策等人為的な環境条件の調査)

I 目 的

松くい虫被害地において、同一地内においても、被害が年々拡大するマツ林、被害が増加しないマツ林がみられる。これはマツ林やマツ林周辺的环境、被害木の防除方法等と密接な関係があるものと考えられる。このため県内の松くい虫被害発生地に調査地を設け、被害発生との関連を解明し、微害マツ林の激害化を抑止するための、適切な維持管理技術の指針にする。

II 調査方法

1. 調査地の概要

駆除効果実証試験林の設定は、昭和60年に行われたもので、概要は表-1に示されるとおりである。相馬市、いわき市における材線虫病被害は昭和51年から、長沼町は昭和53年に、玉川村は昭和56年に初めて確認され、現在では各市町村全域に被害が発生し、部分的には数十%を越す集団枯損のみられるマツ林もある。

調査地の相馬市磯部のマツ林は、南西部に250m離れて一部被害マツ林も存在するが、周囲をナシ畑に囲まれた疎の孤立林分であり、マツノマダラカミキリの飛び込みは極めて少ないものと推測される。相馬市蒲庭のマツ林は、東側の中害林から300m、南側の微害林から100m程度離れ、下刈り等の施業の行き届いた林分で枯損木の発見も容易である。東側の中害林は薬剤の空中散布が実施され、被害発生が抑えられている状態にあり、調査地周辺のマツ林も被害は殆ど認められない。

いわき市好間のマツ林は、試験地の一部が、放置された被害マツ林に隣接し、立木本数が密で、殆ど手入れがされていない林分であり、被圧による枯損木も多い。周辺には激害林分も多く存在する。長沼町矢田野のマツ林は、北端部の微害林から70m、東側の中害林から200mの距離にあるが、中害林を含む周辺の枯損木は、殆ど伐倒され処理が行なわれている。試験地の林内にはマツの樹下にスギ、ヒノキが植栽され二段林を形成し、手入れが行き届いている。

玉川村岩法寺のマツ林は、南端と北端で伐倒駆除が実施されているものの、常に枯損木の発生が認められる被害林に隣接している。

2. 駆除効果実証試験林の枯損木発生調査

試験林内の枯損木の発生状況調査は、6月から翌年5月までの1年間の枯損木について、年4回(9月、12月、3月、5月)実施したが、確認した枯損木は優勢木(材線虫病の感染によって枯損したと推定されるもの)と劣勢木(主に被害等によって枯損したものと推定されるもの)に分け、伐倒後剥皮してカミキリ類の寄生の有無、採取材片からの線虫類の分離を行なった。

なお、伐倒した枯損木は、枝条部も含めすべて薬剤処理(油剤散散)を行ないビニールで被覆した。同時に、林内の被圧木等についても同様に処理を行ない、感染源の完全除去を図った。

III 調査結果及び考察

各駆除効果実証試験林における年度別枯損木本数は、表-2に示されるとおりである。また、試験林設定初年の優勢木の枯損木発生数を100としたときの、各試験林の枯損木発生の推移は、図-1のと

おりである。

いわき市好間の試験地を除き、被害の発生が年々減少し、長沼町矢田野では3年目に、相馬市磯部と蒲庭でも4年目には被害が確認されなくなった。これは、これらの調査地周辺のマツ林からの材線虫病感染の機会が少なくなってきたことや、試験地内の本病感染源が完全に除去できたことに起因するものと考えられる。一方、同一の防除法を実施しながら、被害マツ林に隣接する玉川村岩法寺では、被害量は減少しているものの、部分枯れなどの症状も多く発生しており、被害発生の沈静化は認められない。また、いわき市好間については、若干減少傾向は認められるものの、明らかな枯損木の駆除効果は認められなく、激害林からのカミキリの飛び込みが多いことが推測される。

表-3の①～⑥には、各試験林の枯損木について、マツノマダラカミキリの寄生状況とマツノザイセンチュウの有無を調査した結果が示されている。この結果から、優勢木の枯損木からのマツノザイセンチュウの検出率は70%以上と高い値を示している。一方、被圧枯損等の劣勢木については、マツノザイセンチュウの検出率は総じて低いものの、カミキリの寄生は夏枯れ、秋枯れ木で若干確認された。

これらの結果から、当該林分が隣接する微害林から100m以上、中害林から200m以上離れていれば、カミキリの飛び込み頻度が少なくなり、薬剤処理等により、被害発生を沈静化させることが可能であることが確認された。

表-1 調査地の概要

試験地	面積	地況・林況							周辺の環境
		標高	方位	樹齢	人工天然	林分密度	平均樹高	平均DBH	
相馬市磯部	0.6 ha	30 m	平坦	60	人	本/ha 300	16 m	24 cm	林分の南端部で中害林より250m
相馬市蒲庭	1.5	30	南北斜面	60~100	人	1,300~1,600	11~18	18~24	林分の南端部で微害林から100m、中害林から300m
いわき市好間	0.6	100	西斜面	18	人	3,000	7	14	20m離れて中害林に囲まれる
長沼町矢田野	0.9	300	平坦	42	人	330	21	28	林分の北端部で微害林から70m
玉川村岩法寺	0.8	30	南西斜面	40	人	1,200~1,500	17	22	林分の南端及び北端の一部で激害林から20~30m

表-2 試験林内の年度別枯損木本数

(単位：本)

調査地	年度別枯損木本数							
	S 60.6~ S 61.5	S 61.6~ S 62.5	S 62.6~ S 63.5	S 63.6~ H 1.5	H 2.6~ H 2.5	H 2.6~ H 3.5	H 3.6~ H 4.5	
相馬市蒲庭	20 1	6 0	5 1	2 1	0 0	2 0	0 0	
相馬市磯部	14 4	12 1	2 1	2 0	0 1	1 0	0 0	
いわき市好間	21 83	31 69	20 25	14 9	16 1	11 9	11 8	
長沼町矢田野	8 0	6 0	1 0	0 0	0 0	8 3	1 0	
玉川村岩法寺	43 11	16 4	7 3	18 4	7 6	0 0	4 0	

※下段は劣勢木で外数

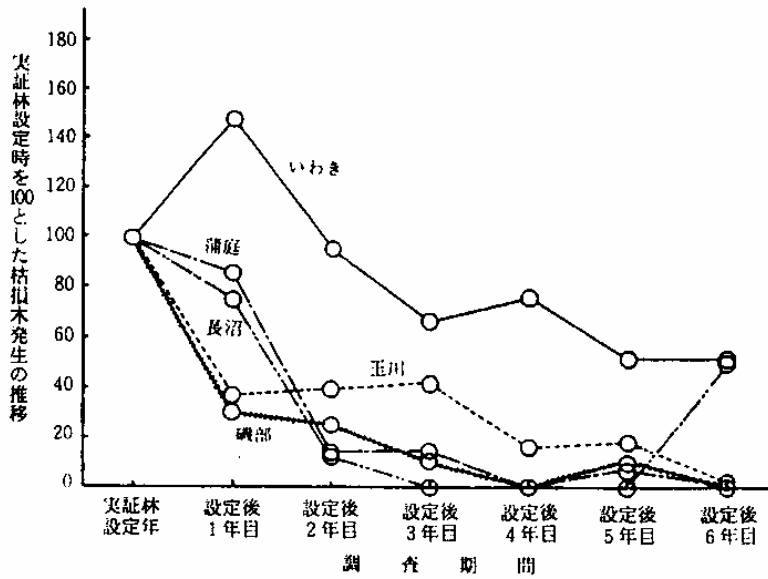


図-1 実証林設定後の枯損経過

表-3の① 駆除効果実証林枯損木発生状況 調査地 相馬市磯部

期 間	優 勢 木			劣 勢 木		
	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率
H 1.6~H 1.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 1.9~H 1.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 1.12~H 2.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.3~H 2.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.6~H 2.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.9~H 2.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.12~H 3.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 3.5	2	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	2	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.6~H 3.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.9~H 3.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.12~H 4.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 4.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
合 計	2	0.0	0.0	0	0.0	0.0

表-3の② 駆除効果実証林枯損木発生状況 調査地 相馬市蒲庭

期 間	優 勢 木			劣 勢 木		
	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率
H 1.6~H 1.8	0	0.0	0.0	1	0.0	0.0
H 1.9~H 1.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 1.12~H 2.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.3~H 2.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	1	0.0	0.0
H 2.6~H 2.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.9~H 2.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.12~H 3.2	1	100.0	100.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 3.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	1	100.0	100.0	0	0.0	0.0
H 3.6~H 3.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.9~H 3.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.12~H 4.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 4.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
合 計	1	100.0	100.0	1	0.0	0.0

表-3の③ 駆除効果実証林枯損木発生状況 調査地 いわき市好間

期 間	優 勢 木			劣 勢 木		
	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率
H 1.6~H 1.8	5	40.0	40.0	1	100.0	0.0
H 1.9~H 1.11	5	80.0	20.0	0	0.0	0.0
H 1.12~H 2.2	6	100.0	83.3	0	0.0	0.0
H 2.3~H 2.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	16	75.0	50.0	1	100.0	0.0
H 2.6~H 2.8	2	100.0	100.0	1	100.0	100.0
H 2.9~H 2.11	7	71.4	85.7	5	80.0	40.0
H 2.12~H 3.2	2	100.0	0.0	3	0.0	0.0
H 3.3~H 3.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	11	81.8	72.7	9	55.6	33.3
H 3.6~H 3.8	3	100.0	0.0	3	0.0	0.0
H 3.9~H 3.11	6	50.0	33.3	3	33.3	0.0
H 3.12~H 4.2	2	100.0	50.0	2	0.0	0.0
H 3.3~H 4.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	1	72.7	27.3	8	12.5	0.0
合 計	38	76.3	50.0	18	38.9	16.7

表-3の④ 駆除効果実証林枯損木発生状況 調査地 岩瀬郡長沼町矢田野

期 間	優 勢 木			劣 勢 木		
	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率
H 1.6~H 1.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 1.9~H 1.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 1.12~H 2.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.3~H 2.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.6~H 2.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.9~H 2.11	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.12~H 3.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 3.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.6~H 3.8	2	100.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.9~H 3.11	2	100.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.12~H 4.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 4.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	4	100.0	0.0	0	0.0	0.0
合 計	4	100.0	0.0	0	0.0	0.0

表-3の⑤ 駆除効果実証林枯損木発生状況 調査地 石川郡玉川村岩法寺

期 間	優 勢 木			劣 勢 木		
	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率	枯損本数	Bx 検出率	カミキリ寄生率
H 1.6~H 1.8	4	50.0	0.0	2	0.0	0.0
H 1.9~H 1.11	2	100.0	50.0	3	0.0	0.0
H 1.12~H 2.2	0	0.0	0.0	1	0.0	100.0
H 2.3~H 2.5	1	100.0	100.0	0	0.0	0.0
小 計	7	71.4	28.6	6	0.0	16.7
H 2.6~H 2.8	3	100.0	100.0	0	0.0	0.0
H 2.9~H 2.11	1	100.0	0.0	0	0.0	0.0
H 2.12~H 3.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 3.5	4	75.0	25.0	3	33.3	0.0
小 計	8	87.5	50.0	3	33.3	0.0
H 3.6~H 3.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.9~H 3.11	1	100.0	100.0	0	0.0	0.0
H 3.12~H 4.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
H 3.3~H 4.5	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
小 計	1	100.0	100.0	0	0.0	0.0
合 計	16	81.3	43.8	9	11.1	11.1

2節 生物特性の把握 (カラフトヒゲナガカミキリの補足的な生態調査)

I 目 的

マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリの生息が確認されていない地域、および極めて生息密度の低い地域におけるカラフトヒゲナガカミキリの媒介能力について検討する。

II 試験方法

1. マツノマダラカミキリ、カラフトヒゲナガカミキリの補足的生態調査

耶麻郡西会津町、郡山市湖南、田村郡小野町、白河市のマツ林で、被圧枯損を除く枯損を除く枯損木のカミキリ類の寄生状況を調査し、これらの枯損木からカミキリ類の寄生部位を長さ1mほどに玉切り、枯損木1本あたり数本、計45本を標本木として持ち帰り、平成元年5月から8月にかけて、1年1世代として羽化脱出したカミキリ類成虫の種類とそれらの線虫保持数を調査した。

2. カラフトヒゲナガカミキリの分布および生態調査

カラフトヒゲナガカミキリの分布調査は、マツノマダラカミキリの生息が極めて少ないか、確認されていない阿武隈山地と会津地方を対象に行なった。調査は、調査林に長さ2mの生マツ丸太を餌木として設置し、翌年夏期に丸太から羽化脱出しているカミキリ成虫の種類とそれらの線虫保持数を調査した。

餌木丸太の設置は、阿武隈山地については昭和63年度、会津地方については平成2年度に行ない、一部枯損木から採取した丸太も含め、それぞれ翌年の5月から8月にかけて1年1世代として調査した。

III 結果及び考察

1. マツノマダラカミキリ、カラフトヒゲナガカミキリの補足的生態調査

枯損木から羽化脱出したマツノマダラカミキリ、カラフトヒゲナガカミキリの個体数と線虫保持数は表-4に示されるとおりである。この結果から、西会津町、郡山市湖南、田村郡小野町など、これまでマツノマダラカミキリの定着がさほど問題にされなかった地域においても、枯損木からマツノマダラカミキリが羽化脱出し、その半数近くがマツノザイセンチュウを保持していることが確認された。また、線虫保持数も数百から数千、最高で5,800頭と多かった。

2. カラフトヒゲナガカミキリの分布および生態調査

餌木から羽化脱出したマツノマダラカミキリ、カラフトヒゲナガカミキリの個体数と線虫保持数は表-5の①~②に示されている。

この結果から、阿武隈山地の高海拔地の枯損木からは、マツノマダラカミキリは殆ど羽化脱出せず、大半がカラフトヒゲナガカミキリであった。しかし、これらカラフトヒゲナガカミキリの材線虫保持数は50頭以下と少なく、保持率も数%から十数%と低いものであった。一方、会津地方低海拔地においては、大部分がマツノマダラカミキリが羽化脱出した。また、西会津町と会津坂下町、高郷村の試料からカラフトヒゲナガカミキリが羽化脱出した。これらのカラフトヒゲナガカミキリの半数がマツノザイセンチュウを保持しており、線虫保持数でも最高7,010頭と、激害地のマツノマダラカミキリに匹敵するほど保持するものも確認された。

図-2には、平成元年度におけるマツノマダラカミキリとカラフトヒゲナガカミキリの累積羽化脱出率が示されている。この結果から、カラフトヒゲナガカミキリの羽化脱出開始日は6月3日、脱出終了日が6月27日であった。マツノマダラカミキリは、羽化脱出開始日が7月6日、50%脱出日が7月25日、脱出終了日は8月17日であった。カラフトヒゲナガカミキリの羽化脱出は、マツノマダラカミキリに比べ、早く、発生消長に約1カ月半のずれがあった。

表-4 羽化脱出したカミキリ類の線虫保持数

調査地	マツノマダラカミキリ				カラフトヒゲナガカミキリ			
	脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)	脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)
		平均	最高			平均	最高	
西会津町	6	460.0	660	33.3	0	-	-	-
郡山市湖南	2	1,740.0	1,740	50.0	0	-	-	-
小野新町	15	1,347.0	5,080	46.7	6	0	0	0
白河市	0	-	-	-	14	127.8	534	35.7

表-5の① 羽化脱出したカミキリ類の線虫保持数

調査地	調査箇所数 (箇所)	マツノマダラカミキリ				カラフトヒゲナガカミキリ			
		脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)	脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)
			平均	最高			平均	最高	
郡山管内	18	0	-	-	-	32	48.0	48	3.1
富岡管内	6	1	0	0	0	12	15.5	27	16.7
棚倉管内	2	0	-	-	-	0	-	-	-

表-5の② 羽化脱出したカミキリ類と線虫保持数

調査地	マツノマダラカミキリ				カラフトヒゲナガカミキリ			
	脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)	脱出数 (頭)	線虫保持数(頭)		線虫保持率 (%)
		平均	最高			平均	最高	
小野町	0	-	-	-	2	0	0	0
会津若松市	0	-	-	-	0	-	-	-
河東町	10	1,282	2,200	40.0	0	-	-	-
会津坂下町	7	744	1,200	57.1	3	1,310	1,740	66.7
西会津町	13	808	1,900	38.5	6	3,083	7,010	50.0

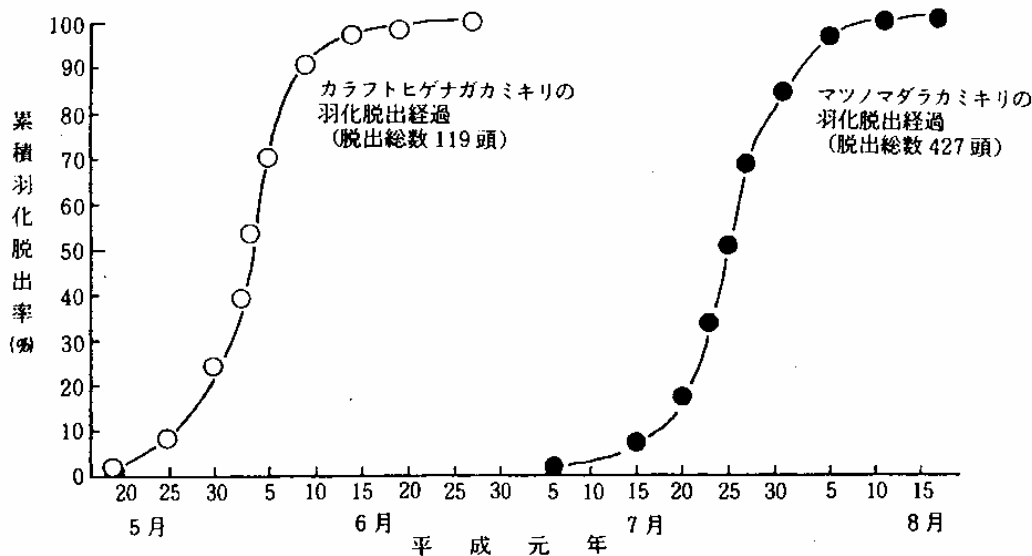


図-2 カラフトヒゲナガカミキリとマツノマダラカミキリの累積羽化脱出率

2章 天敵を利用した新防除技術の開発と適用

1節 アカゲラ等鳥類の利用

I 目的

アカゲラ等のキツキ類は、マツノマダラカミキリを捕食する天敵となることが報告されている。アカゲラ等をマツ林内に効果的に誘致し、増殖させる技術を開発することにより、微害地におけるマツノマダラカミキリの防除に適出することを目的とする。

II 調査方法

1. 調査地の概要

松くい虫被害の微害程度の被害林分 3か所（県林業試験場構内2か所、1区・2区、須賀川市仁井田地内）と、松くい虫被害未発生地（郡山市多田野・県林試実験林）に、面積12~15ha程度の調査地を設定した。これら調査地の概要は表-6に示されるとおりである。

2. キツキ類の生息密度と生息環境の分析ならびに誘致増殖法の解明

キツキ等鳥類の生息密度調査は、調査地内に調査線を設け、進行速度 1.5 km/hr で、春期（5月）、冬期（12月）にそれぞれ早朝3回のラインセンサスを実施し、目標や鳴き声による判別で鳥類の種類や数を記録した。

一方、各調査地にはキツキ類のねぐら・営巣を目的に3種類の人工巣箱を架設した。巣箱は板製（縦8cm、横8cm、高さ40cmの箱状のもの、ただし出入り用の穴はあけず非貫通の導入孔を付ける）、及び合成樹脂製（トリクル）、丸太（直径20~30cmのカンバ、ポプラ材を長さ45cmに玉切ったもの）で、これらを平成元年9月下旬に、調査地内のマツ、コナラ等の生立木の高さ4~5mの位置に、間隔が調査地内に均一になるように取り付け、12月下旬と5月上旬に、穿孔された巣穴の形状や箱内部の木屑、糞、爪の痕跡の有無により、巣箱の利用状況を調査した。

3. キツキ類による捕食実態の調査検証

キツキ類によるマツノマダラカミキリ幼虫の捕食状況を調査するために、11月の上旬にカミキリ幼虫寄生丸太（長さ1m、直径10cm）を、調査地内のマツやコナラ等の生立木の、高さ2~3mのところに取り付けた。（2年目は地上高1m程度台上に直立に設置）

カミキリ寄生丸太は5月上旬に回収し割材によりキツキ類によるカミキリ幼虫の捕食状況を調査した。

III 調査結果及び考察

1. キツキ類の生息密度と生息環境の分析ならびに誘致

調査地内のキツキ等鳥類の生息密度を調査するために、平成元年度と平成3年度に実施したラインセンサスの結果は表-7の①~④に示されている。また、平成3年12月における人工巣箱の利用状況は表-8のとおりである。

各調査地内で確認されたキツキは、アカゲラ、アオゲラ、コゲラの3種類であり、相対密度（単位

時間当たりの出現数)でみると、試験林設定当初の平成元年度には須賀川の調査地で12月に1.3羽/hrの値が確認されたが、その他では概ね0.7～1.0羽/hrを示した。人工巣箱架設2年を経た平成3年度には、郡山市多田野の調査地で4.0羽/hrの値を確認し、その他も2.7～3.7羽/hrと平成元年度を上回る高い値が確認された。

人工巣箱の利用状況でみると、キツキ類による巣箱への痕跡は全ての調査地で確認されている。キツキによる痕跡は林試1区で84%と最も高く、明らかにキツキの利用が確認されたものも5個あった。しかし近接する林試2区では巣箱への痕跡も少なく、キツキの利用も確認されなかった。これは、調査林分周辺の環境条件が林試1区が比較的閑静なところに位置しているのに対して、林試2区は交通量の多い国道や工場に隣接していることが影響しているものと考えられる。また、キツキ類の生息密度が同程度の、多田野と林試1区で比較した場合、多田野ではキツキによる痕跡が68%で、林試1区より低い値であった。これは、林試1区が疎の林分で林内が明るいのに対して、多田野は密な林内が暗く、広い山林の一角に位置し、架設した巣箱以外にも利用可能な樹洞が多いことが考えられる。キツキの生息密度や巣箱の利用状況は、林分周辺や巣箱設置箇所の環境に左右される傾向が強く、ラインセンス結果に見られるキツキ類の密度増加も、単に巣箱の架設による効果と判断するのは早計であろう。

2. キツキ類による捕食実態の調査検証

キツキ類によるカミキリ幼虫の捕食状況と捕食率は表-9の①～③に示されるとおりである。平成元年度に林試1区で捕食率42.9%を確認したが、他は6.5～26.3%という結果で、高い捕食効果は確認されなかった。また、平成3年度においては捕食が全く確認されずキツキ類の生息密度との関連も認められなかった。

表-2 調査地の概況

調査地	地況	林況						枯損木本数 本/ha	樹洞木本数		材被害の 線虫有無	マ生息の ダの有無	備考
	標高 m	樹種	林令 年	人・天 別	面積 ha	平胸高 直径 均径 cm	平均樹高 m		胸高直 径30cm 以上 本	胸高直 径29cm 以上 本			
須賀川市 仁井田	270	アカマツ スギ 雑	20 ┆ 40	人	12.0	マツ24	18	4.6	1	0	有	有	
						16～36	16～20						
						雑 8	8						
						6～9	7～10						
郡山市 多田野	390	" (0.5)	35 ┆ 40	人 天	14.5	マツ22	14	0.1	0	1	無	"	
						10～40	12～16						
						8	8						
						6～20	4～12						
林試1区	260	" (0.8)	20 ┆ 60	"	13.4	26	16	0.1	3	0	有	"	
						12～36	12～18						
						24	15						
						16～36	14～16						
林試2区	260	" (0.7)	20 ┆ 60	"	14.8	30	18	0.4	0	8	"	"	
						12～40	12～26						
						22	14						
						16～30	12～15						

表-7の① 鳥類センサス取りまとめ表

調査地		須賀川市仁井田							
調査時期(時間)		H元, 春期(180)		H元, 冬期(180)		H3, 春期(120)		H3, 冬期(180)	
区分		出現羽数	相対密度	出現羽数	相対密度	出現羽数	相対密度	出現羽数	相対密度
出現鳥類数		13		18		19		22	
出現鳥類総個体数		73	24.3	144	48.0	100	50.0	201	67.0
出現鳥類の種別個体数・羽	アオゲラ								
	アオジ					1	0.5		
	アカゲラ	1	0.3	3	1.0	1	0.5	3	1.0
	イカル								
	ウグイス	12	4.0	7	2.3	10	5.0	6	2.0
	エゾムシクイ								
	エナガ			2	0.7			1	0.3
	オオヨシキリ					2	1.0		
	カケス			3	1.0			3	1.0
	カシラダカ			36	12.0			40	13.3
	カッコウ	1	0.3			1	0.5		
	カラス	4	1.3	4	1.3	13	6.5	3	1.0
	カルガモ					4	2.0		
	カワラヒラ	4	1.3			6	3.0		
	キクイタダキ			3	1.0				
	キジ	2	0.7			4	2.0		
	キジバト	3	1.0	7	2.3	4	2.0	5	1.7
	キビタキ	1	0.3						
	コゲラ			1	0.3	6	3.0	8	2.7
	コジュケイ								
	サンコウチョウ								
	シジュウカラ	2	0.7	29	9.7	6	3.0	51	17.0
	シメ							2	0.7
	シロハラ							3	1.0
	ジョウビタキ			3	1.0	1	0.5	7	2.3
	スズメ	13	4.3			20	10.5		
	セグロセキレイ							2	0.7
	ツグミ			1	0.3			5	1.7
	トビ	3	1.0			1	0.5	1	0.3
	ノスリ					1	0.5		
ヒガラ			8	2.7			11	3.7	
ヒバリ					2	1.0			
ヒヨドリ	12	4.0	25	8.3	11	5.5	33	11.0	
ビンズイ									
フクロウ									
ホオジロ	15	5.0	5	1.7	6	3.0	3	1.0	
ホトトギス									
マヒワ							2	0.7	
ミソサザイ									
メジロ			2	0.7			6	2.0	
モズ			1	0.3			5	1.7	
ヤマガラ			4	1.3			1	0.3	

表-7の② 鳥類センサス取りまとめ表

調査地	郡山市多田野							
	H元, 春期 (180)		H元, 冬期 (180)		H3, 春期 (120)		H3, 冬期 (180)	
区分	出現数	相対密度	出現数	相対密度	出現数	相対密度	出現数	相対密度
出現鳥類数	13		11		20		22	
出現鳥類総個体数	58	19.3	72	24.0	122	61.0	169	56.3
出現鳥類の種別個体数・羽	アオゲラ							
	アオジ							
	アカゲラ	1	0.3	1	0.3	3	1.5	
	イカル	3	1.0					
	ウグイス	11	3.7			13	6.5	3
	エゾムシクイ							
	エナガ	6	2.0	19	6.3	3	1.5	29
	オオヨシキリ					2	1.0	
	カケス			3	1.0			2
	カシラダカ			3	1.0			15
	カッコウ					3	1.5	
	カラス	3	1.0			5	2.5	6
	カルガモ					2	1.0	
	カワラヒラ	2	0.7			9	4.5	6
	クイタダキ			7	2.3			2
	キジ					3	1.5	1
	キジバト	1	0.3			6	3.0	6
	キビタキ	1	0.3			1	0.5	
	コゲラ			1	0.3	5	2.5	8
	コジュケイ							
	サンコウチョウ							
	シジュウカラ	6	2.0	15	5.0	18	9.0	28
	シメ							1
	シロハラ							5
	ジョウビタキ							10
	スズメ					28	14.0	15
	セグロセキレイ					6	3.0	2
	ツグミ							3
	トビ							
	ノスリ							
	ヒガラ							
	ヒバリ					1	0.5	
ヒヨドリ	9	3.0	4	1.3	3	1.5	6	
ビンズイ								
フクロウ								
ホオジロ	11	3.7	15	5.0	6	3.0	9	
ホトトギス	1	0.3			2	1.0		
マヒワ							5	
ミソサザイ			1	0.3				
メジロ	3	1.0			3	1.5	6	
モズ							1	
ヤマガラ			3	1.0				

表-7の③ 鳥類センサス取りまとめ表

調査地		郡山市林業試験場1区							
調査時期(時間)		H元, 春期(180)		H元, 冬期(180)		H3, 春期(120)		H3, 冬期(180)	
区分		出現 羽数	相対 密度	出現 羽数	相対 密度	出現 羽数	相対 密度	出現 羽数	相対 密度
出現鳥類数		11		14		16		21	
出現鳥類総個体数		38	12.7	98	32.7	71	35.5	56	52.0
出現 鳥 類 の 種 別 個 体 数 ・ 羽	アオゲラ			1	0.3	2	1.0	1	0.3
	アオジ								
	アカゲラ			1	0.3	3	1.5	2	0.7
	イカル								
	ウグイス	3	1.0	2	0.7	5	2.5	4	1.3
	エゾムシクイ								
	エナガ							2	0.7
	オオヨシキリ								
	カケス			2	0.7				
	カシラダカ			11	3.7	2	1.0	18	6.0
	カッコウ					1	0.5		
	カラス					3	1.5	6	2.0
	カルガモ								
	カワラヒラ	7	2.3	15	5.0	6	3.0	19	6.3
	キクイタダキ								
	キジ	4	1.3			5	2.5	2	0.7
	キジバト	2	0.7						
	キビタキ								
	コゲラ	2	0.7			10	5.0	8	2.7
	コジュケイ	2	0.7			1	0.5		
	サンコウチョウ	2	0.7						
	シジュウカラ	5	1.7	22	7.3	8	4.0	33	11.0
	シメ							1	0.3
	シロハラ							1	0.3
	ジョウビタキ			2	0.7			6	2.0
	スズメ	2	0.7			15	7.5	8	2.7
	セグロセキレイ					3	1.5		
	ツグミ			7	2.3			6	2.0
	トビ					1	0.5		
	ノスリ								
ヒガラ			6	2.0			2	0.7	
ヒバリ					1	0.5			
ヒヨドリ	8	2.7	13	4.3	5	2.5	18	6.0	
ビンズイ			14	4.7			9	3.0	
フクロウ									
ホオジロ	1	0.3	1	0.3			6	2.0	
ホトトギス									
マヒワ							2	0.7	
ミソサザイ									
メジロ									
モズ									
ヤマガラ			1	0.3			2	0.7	

表-7の④ 鳥類センサス取りまとめ表

調査地		郡山市林業試験場2区							
調査時期(時間)		H元, 春期(180)		H元, 冬期(180)		H3, 春期(120)		H3, 冬期(180)	
区分		出現数	相対密度	出現数	相対密度	出現数	相対密度	出現数	相対密度
出現鳥類数		17		19		16		22	
出現鳥類総個体数		64	21.3	119	39.7	82	41.0	166	55.3
出現鳥類の種別個体数・羽	アオゲラ			1	0.3				
	アオジ	1	0.3						
	アカゲラ	1	0.3			1	0.5	2	0.7
	イカル								
	ウグイス	3	1.0	4	1.3	4	2.0	1	0.3
	エゾムシクイ	1	0.3						
	エナガ							6	2.0
	オオヨシキリ	2	0.7						
	カケス			2	0.7			2	0.7
	カシラダカ			15	5.0	6	3.0	23	7.7
	カッコウ	1	0.3			1	0.5		
	カラス	3	1.0	6	2.0	5	2.5	14	4.7
	カルガモ								
	カワラヒラ	12	4.0	24	8.0	13	6.5	16	5.3
	キクイタタキ			2	0.7			1	0.3
	キジ	3	1.0	1	0.3	2	1.0	2	0.7
	キジバト	3	1.0			3	1.5		
	キビタキ								
	コゲラ	2	0.7	2	0.7	5	2.5	6	2.0
	コジュケイ	1	0.3			1	0.5		
	サンコウチョウ	1	0.3						
	シジュウカラ	10	3.3	31	10.3	20	10.0	39	13.0
	シメ							2	0.7
	シロハラ								
	ジョウビタキ			2	0.7			8	2.7
	スズメ	5	1.7			8	4.0		
	セグロセキレイ			4	1.3	2	1.0	4	1.3
	ツグミ			4	1.3			11	3.7
	トビ								
	ノスリ								
	ヒガラ			2	0.7			3	1.0
	ヒバリ					1	0.5		
ヒヨドリ	12	4.0	7	2.3	9	4.5	11	3.7	
ビンズイ			5	1.7			2	0.7	
フクロウ			1	0.3					
ホオジロ	3	1.0	1	0.3	1	0.5	3	1.0	
ホトトギス									
マヒワ							3	1.0	
ミンサザイ									
メジロ									
モズ							3	1.0	
ヤマガラ			5	1.7			4	1.3	

表-8 人工巣箱利用状況 (平成3年12月まで)

調査地	種類	架設数	つき跡	爪跡	キツキ利用	他の鳥類
須賀川市仁井田	丸太	5	0	1	0	0
	板材	15	5	4	2	3
	合成樹脂	5	3	0	1	0
	計	25	8	5	3	3
郡山市多田野	丸太	5	0	1	0	0
	板材	15	5	6	1	1
	合成樹脂	5	4	1	2	2
	計	25	9	8	3	3
林業試験場1区	丸太	5	0	3	0	0
	板材	15	13	1	4	5
	合成樹脂	5	4	0	1	1
	計	25	17	4	5	6
林業試験場2区	丸太	5	0	0	0	0
	板材	15	1	3	0	0
	合成樹脂	5	2	0	0	2
	計	25	3	3	0	2

表-9の① キツキ類による捕食率 平成元年

調査地	調査数	材入孔 a	捕食数			蛹室カラ c	蛹室生存	死体数 d	捕食率 e %
			材入孔	蛹室	計 b				
須賀川市仁井田	10	45			10	7	28	0	26.3
郡山市多田野	10	44			2	13	29	0	6.5
林業試験場1区	10	31			9	10	12	0	42.9
林業試験場2区	10	25			4	8	13	0	23.5

表-9の② キツキ類による捕食率 平成2年

調査地	調査数	材入孔 a	捕食数			蛹室カラ c	蛹室生存	死体数 d	捕食率 e %
			材入孔	蛹室	計 b				
須賀川市仁井田	5	28			3	6	19	0	13.6
郡山市多田野	5	25			1	10	14	0	6.7
林業試験場1区	5	24			2	9	13	0	13.3
林業試験場2区	5	22			4	4	14	0	22.2

$$\text{捕食率 } e = b / (a - c) \times 100 (\%)$$

2節 天敵微生物とその運搬者(キイロコキクイムシ)の効率的な活用法

I 目的

マツノマダラカミキリに対し、高い罹病効果が確認されている天敵微生物 (*Beauveria bassiana*) を、昆虫(キイロコキクイムシ)を運搬者として利用し、効果的に被害木の樹皮下に接種する技術を開発し、被害地の被害化抑止の手法として適用する。

II 試験方法

1. キイロコキクイムシの大量増殖法

Beauveria bassiana 菌を被害木の樹皮下まで運搬させるための、キイロコキクイムシの増殖法について検討するもので、プラスチックケースを用いた室内での方法と、寒冷紗袋による林内での方法に

ついて実施した。

プラスチックケースによる試験は、平成元年5月上旬、林業試験場構内のアカマツ枯損木のキイロコキクイムシ加害部より羽化脱出したキイロコキクイムシ成虫を捕獲し、親虫としてプラスチックケース中の餌木（アカマツ枝、長さ30cm、直径3～8cm）に放虫し、生育のための適温湿度とされる25℃、70%を維持するために、飼育舎内に屋外反射型電球を点灯し、必要に応じて散水を行なった。キイロコキクイムシ新成虫の羽化脱出状況は6月1日から7月末日まで調査した。

一方、寒冷紗袋による林内試験は、平成3年6月下旬、アカマツ枝5本（長さ1m直径6～12cm）を寒冷紗（テロンゴース）の袋に入れ、親虫としてキイロコキクイムシ約2,000頭を袋内に放虫し林内に放置した後、羽化脱出した新成虫数を調査した。

2. *Beauveria bassiana* 菌付与キイロコキクイムシ放虫とマツノマダラカミキリの羅病効果

平成元年6月にアカマツ生立木を伐倒し、長さ1mに玉切ったものを網室に入れ、マツノマダラカミキリに強制産卵させ供試木とした。供試木は5本ずつテロンゴースの袋に入れ、平成元年9月4日に *Beauveria bassiana* 菌を付着させたキイロコキクイムシを、供試木の表面積1㎡当たり1,000, 750, 500, 250, 0（対照区）頭を放虫した。これらの袋は林内に放置した後、平成元年11月に割材調査を行ない、樹皮下および材内のマツノマダラカミキリ幼虫の生息状況を調査した。また、割材調査時に生存していた幼虫は、ポリカップに入れ、常温で翌年（平成2年）夏期まで飼育し、その状況を観察した。

III 調査結果及び考察

1. キイロコキクイムシの大量増殖法

キイロコキクイムシの新成虫は、親虫放虫後約1か月日より羽化脱出を始め、約2か月間続いた。6月1日からのキイロコキクイムシの羽化脱出数は表-10に示されるとおりである。新成虫羽化脱出開始直後から、餌木にアオカビ等が発生し、プラスチックケースや餌木をヒビデンやホルマリンで消毒したため、羽化脱出数の日々の比較は困難であるが、親虫の放虫から約60日で、放虫数の約11倍の新成虫が羽化脱出し、着実に増加していくことが確認された。一方、平成3年度に実施した、寒冷紗袋を用いた林内放置による方法でも、親虫数に対する新成虫の羽化脱出数は約17倍の値が得られた。

2. *Beauveria bassiana* 菌付与キイロコキクイムシ放虫とマツノマダラカミキリの羅病効果

割材調査の結果、樹皮下及び材内のいずれにおいても、硬化して死亡した幼虫や白色化して死亡した幼虫が確認され、キイロコキクイムシによって運搬された *Beauveria bassiana* 菌による感染死亡であると思われる。

マツノマダラカミキリ幼虫の羅病死亡状況は表-11に示したとおりである。割材調査時の幼虫死亡率は、キイロコキクイムシの放虫数に係わらず、樹皮下幼虫と材内幼虫を合わせて20%前後であった。これは、キイロコキクイムシの放虫時期が遅く、マツノマダラカミキリ幼虫が材内に穿入してしまったこと、キイロコキクイムシに *Beauveria bassiana* 菌を付着させる際に、キイロコキクイムシの体が損傷して穿孔できずに袋内に落下したものがあったこと。さらに、キイロコキクイムシが袋内の特定の供試木に集中して穿入していたことなどが影響し死亡率が低かったものと考えられる。

割材調査時の生存虫を飼育した結果、ポリカップ内のマツノマダラカミキリ幼虫は、蛹化前に大部分が硬化して死亡した。これは、キイロコキクイムシが運んだ *Beauveria bassiana* 菌に直接接触感染したものか、割材調査時以降に接触し感染したものは判別できないが、供試木のマツノマダラカミキリ産卵痕数に対する羽化脱出成虫数でみた場合の、累積の死亡率は90%以上の高い値を示した。

※本節の一部は、日本林学会東北支部会誌に発表したものである。

表-10 キイロコキクイムシ羽化脱出数

調査日	羽化脱出数			調査日	羽化脱出数			調査日	羽化脱出数		
	1日	3日	累積		1日	3日	累積		1日	3日	累積
平成元年											
6/1	15			6/21	90	285	1,005	7/11	110		
2	87			22	63			12	153	723	2,388
3	28	130	130	23	52			13	158		
4				24	42	157	1,162	14	414		
5	56			25				15	278	850	3,238
6	44	100	230	26	35			16			
7	100			27		35	1,197	17	280		
8	40			28	63			18	285	565	3,803
9	90	300	560	29				19			
10				30		63	1,260	20	284		
11				7/1	31			21	390	674	4,477
12		0	560	2	44			22			
13	87			3		75	1,335	23			
14	28			4	40			24	195	195	4,672
15	15	130	690	5	110	208	1,543	25	230		
16				6	58			26			
17				7	122			27		230	4,902
18	30	30	720	8		122	1,665	28	69		
19	50			9				29	74		
20	145			10	460			30	49		
								31	38	230	5,132

表-11 ボーベリア菌によるマツノマダラカミキリ幼虫の罹病死亡状況

キイロコ 放虫数 頭	供試木		カミキリ 産卵痕	樹皮下幼虫		材内幼虫		4月末 生存虫	5月末 生存虫	羽化脱 出成虫	累積 死亡率
	本数	表面積 m ²		生存虫	死亡虫	生存虫	死亡中				
1,000	5	0.97	34	4	3	12	2	6	2	1	97.1
750	5	0.82	29	6	2	17	4	14	6	1	96.6
500	5	1.07	20	3	1	10	4	8	1	0	100.0
250	5	1.11	36	2	3	26	4	20	11	3	91.2
対照区	3	0.60	16	8	0	7	0	13	12	12	25.0

3節 天敵微生物打ち込み法

I 目的

キイロコキクイムシを運搬者とした *Beauveria bassiana* 菌による防除試験で、高い防除試験で、高い防除効果が期待できることを報告したが、キイロコキクイムシに特定の餌木に集中して穿入する傾

向があり、防除効果にばらつきが生じるため、罹病効果を最大限に引き出すための手法を開発するため、種駒状に培養した *Beauveria bassiana* 菌を、人為的に被害木の樹皮下に接種する方法について検討する。

II 試験方法

種駒打ち込み供試木は、いわき市好間地内のマツ林で、平成3年5月27日にパラコート処理を行ない産卵対象木とし、カミキリに自然産卵させたものである。打ち込み用種駒は、ポーベリア・バッシアナ F 263をふすまペレットに培養したもので、森林総合研究所より譲り受けた。打ち込み試験は、若齢幼虫に対する罹病効果を調査するため、カミキリ産卵直後の平成3年8月27日、9月27日、10月8日の3回実施した。また、材入幼虫に対する罹病効果を調査するために、平成3年10月に樹冠が褐変したマツの、太枝部のカミキリ寄生部位を玉切り、これを供試木として12月26日に打ち込みを実施した。

一連の打ち込み試験に用いた種駒は、いずれも平成3年7月に調製され、冷蔵庫で長期間貯蔵していたものであるが、打ち込みに際しては、その都度培地上で菌の活性の確認を行ない、菌糸の伸長を確認した。

種駒の打ち込み方法は、カミキリ寄生木を長さ1 mに玉切り、20 cmの間隔で1列、2列、螺旋状に、直径6.5～9 mmのドリルで深さ約2 cmの穴をあけ、それぞれに種駒を打ち込み、一部は脱落防止や雑菌の侵入を防ぐためにコルクで栓をした。

これらの種駒打ち込み丸太は、11月上旬まで林内に放置した後、一部について割材調査を行ない樹皮下および材内のカミキリ幼虫の罹病状況を調査した。

また、9月打ち込みの供試木については、林内に放置した後に網室に入れ、平成4年夏期の成虫の羽化脱出状況を調査した。なお、このうちの半数は11月に剥皮調査を行ない、樹皮下幼虫の罹病状況を調査した。

12月打ち込みの供試木についても、林内に放置した後に網室に入れ、羽化脱出状況を調査した。

III 結果と考察

11月の割材調査時の供試木の樹皮下及び材内におけるカミキリ幼虫の罹病状況は、表-12に示したとおりである。これより8月の打ち込みで樹皮下幼虫の罹病率が高く、コルク栓使用2列打ち込みで、材入孔が全く確認されないものもあった。割材調査の結果を総じて、産卵後間もない時期の打ち込みで樹皮下幼虫の罹病率が高く、幼虫が樹皮下を食害する時に菌に接触する確率が高いことが考えられる。

9月の打ち込みによる罹病状況は表-13のとおりであるが、平成4年夏期における成虫の羽化脱出は、No.9を除き全ての供試木で確認された。羽化脱出終了後の8月12日に割材調査を実施した結果では、材内で白色硬化した幼虫が確認され、いずれも蛹化以前の感染死亡であると思われた。カミキリ寄生総数に対するポーベリア菌による罹病率は、樹皮下幼虫で15～50%、材内幼虫で16～55%であり、羽化脱出成虫と樹皮下および材内幼虫を合わせ総罹病率でも50%～78%という値が得られた。なお、この試験では、種駒の打ち込み形態として、2列水平と螺旋状の2通りを試みたが、罹病効果に大差は認められず、供試丸太の長さが1 mであったため、打ち込み形態による差が顕著に現われなかったことが原因と考えられる。12月打ち込みの罹病状況は表-14のとおりであるが、ポーベリア菌による罹病が確認されたものは、材内での1頭だけで、ほとんどが羽化脱出した。これは、低温下ではポーベリア菌の活性が低下することや、種駒打ち込み部位が樹皮下2 cm程度であったため、材内に深く穿入した幼虫との接触の機

会がなかったことなどが原因と考えられる。キイロコキクイムシが、自ら枯損木を発見し微生物胞子を樹皮下まで運搬するのに対して、天敵微生物種駒の打ち込みは、枯損木の確認、伐倒という人為的作業を経た後に実行されるものである。当県を含む寒冷地域で、当年枯れの被害が確認されるのは9月下旬から10月であることから、若齢時の樹皮下幼虫に対する種駒打ち込みの適期を逃してしまうことも考えられるため、今後は冬期の低温時の打ち込み法の改善や、春期に蛹化する時期の施工についても試験する必要があると考える。

※本節は、日本林学会東北支部会誌に発表したものである。

表-12 *Beauveria bassiana* 菌種駒打ち込みによる
マツノマダラカミキリ罹病状況 (平成3年11月割材調査)

試料木 No	供試丸太 長さ×平均直径	種駒数 (個)	打ち込み形態 打ち込み時期	樹皮下幼虫 生存-罹病	樹皮下 罹病率	材入孔 (個)	材内幼虫 生存-罹病	材内 罹病率	カミキリ 寄生総数
1	1200×14 cm	60	1列 8月	4-16	42.1	18	13-3	7.9	38
2	100×9 cm	10	2列*8月	0-7	100.0	0	0-0	-	7
3	100×12 cm	6	1列 8月	1-5	55.6	3	3-0	0.0	9
4	100×15 cm	5	螺旋 8月	2-2	33.3	2	1-0	0.0	6
5	100×12 cm	10	2列 9月	1-3	37.5	4	2-2	5.0	8
6	200×14 cm	20	2列*9月	3-3	21.4	8	6-1	7.1	14
7	100×16 cm	5	螺旋 9月	3-0	0.0	3	2-0	0.0	5
8	100×15 cm	10	2列 10月	0-0	0.0	7	6-1	4.3	7
9	100×18 cm	10	2列*10月	0-0	0.0	7	5-1	6.7	6

*: コルクで栓をしたもの ※罹病率(%)=罹病虫数/カミキリ寄生総数×100

表-13 *Beauveria bassiana* 菌種駒打ち込みによる
マツノマダラカミキリ罹病状況 (平成3年9月打ち込み、一部11月剥皮)

供試木 No	試料木 長さ×平均直径	種駒数および 打ち込み形態	樹皮下幼虫 生存-罹病	樹皮下 罹病率	脱出成虫 (頭)	材内幼虫 生存-罹病	材内 罹病率	カミキリ 寄生総数	総罹病率
1	100×11cm	10 2列	1-2	22.2	1	0-5	55.6	9	77.8
2	100×14cm	10 2列	0-1	16.7	1	1-2	33.3	6	50.0
3	100×12cm	10 2列	1-3	50.0	1	0-1	16.7	6	66.7
4	100×13cm	10 螺旋	0-1	16.7	3	0-2	33.3	6	50.0
5	100×14cm	10 螺旋	1-2	22.2	1	0-3	33.3	9	55.6
6	100×14cm	0 対照区	1-0	0.0	5	1-0	0.0	8	0.0
7	100×16cm	10 2列	0-3	37.5	1	0-2	25.0	8	62.5
8	100×13cm	10 2列	0-1	14.3	2	0-3	42.9	7	57.1
9	100×12cm	10 2列	0-3	42.9	0	0-2	28.6	7	71.4
10	100×13cm	10 螺旋	1-2	28.6	1	0-3	42.9	7	71.4
11	100×14cm	10 螺旋	0-1	16.7	1	0-3	50.0	6	66.7
12	100×14cm	0 対照区	0-0	0.0	7	0-0	0.0	8	0.0

※No.1~No.6は11月に剥皮調査 ※罹病率(%)=罹病虫数/カミキリ寄生総数×100

表-14 *Beauveria bassiana* 菌種駒打ち込みによる
マツノマダラカミキリ罹病状況 (平成3年12月打ち込み、林内放置)

供試木 No	試料木 長さ×平均直径	種駒数および 打ち込み形態	脱出成虫 (頭)	樹皮下幼虫 生存-罹病	樹皮下 罹病率	材内幼虫 生存-罹病	材内 罹病率	カミキリ 寄生総数	総罹病率
1	100×23cm	10 2列	6	0-0	0.0	0-1	14.3	7	14.3
2	100×28cm	10 2列	6	0-0	0.0	1-0	0.0	7	0.0
3	80×28cm	10 2列	8	1-0	0.0	0-0	0.0	10	0.0
4	80×24cm	10 螺旋	2	0-0	0.0	0-0	0.0	4	0.0
5	80×23cm	10 螺旋	3	0-0	0.0	0-0	0.0	3	0.0
6	100×26cm	0 対照区	5	0-0	0.0	0-0	0.0	5	0.0

※罹病率(%)=罹病虫数/カミキリ寄生総数×100

3章 微害状態の維持管理技術の開発

1節 マツノマダラカミキリの産卵予防試験

I 目的

松くい虫被害木の駆除剤として使用されているNCS剤の処理木が、夏期にマツノマダラカミキリの産卵対象となるのではないかという問題について、産卵予防試験を実施し、効果的な駆除法、駆除時期について検討する。

II 試験方法

NCS処理木に対するマツノマダラカミキリの産卵予防試験は、供試木として4月に樹冠の概ね½程度が黄褐色に変色したアカマツ（樹高14m、胸高直径18cm）1本と、生立木2本（樹高13m、胸高直径12cm）を4月中旬に林業試験場実験林で伐材し、林内に1か月放置した後に長さ1mに玉切ったものを使用した。

NCS処理区については、5月中旬に春枯れ木及び生立木の丸太各6本を、NCS剤で2週間ビニール被覆しくん蒸した。また、産卵予防効果を調査するため5月下旬に、MEP80%の300倍液を生立木の丸太6本に、自動噴霧器で樹皮表面がむらなく濡れるように散布し、薬剤区とした。無処理区（対照区）については生立木の丸太を使用した。

それぞれの処理を施した供試木は、マツノマダラカミキリの産卵期間中（6月下旬から8月下旬の2か月間）、中害程度の被害発生がみられる、いわき市、玉川村の被害マツ林内に放置し、回収後11月中旬まで試験場内に放置した後に割材し、カミキリ類の寄生状況を調査した。

III 調査結果及び考察

各処理区ごとのカミキリ寄生状況は、表-15とおりである。これより、全ての処理区でカミキリの寄生が確認され、NCS処理木がカミキリの産卵対象になることが確認された。一方、MEP剤による産卵防止効果を調査するため、MEP剤の300倍液を散布したが、カミキリ等の穿入孔や生存幼虫も確認され、防止効果は認められなかった。これについては、散布量や散布時期の検討が必要である。なお、本試験ではNCS剤処理区、MEP剤散布処理区のいずれもカミキリの寄生数が無処理区を上回ったが、これについては、供試木の粗皮の形状や丸太の設置箇所の違い等により調査結果に影響したものと考えられる。なお、寄生されたカミキリ幼虫の大部分は、幼虫の形態からマツノマダラカミキリであると思われる。

これらの結果から、春の枯損木については、駆除後も産卵されることが確認された。実際の駆除事業において春駆除の処理木は、マツノマダラカミキリの産卵期間中ビニールシートを被覆したままにしているが、この措置は必要なことが裏付けられた。なお、薬剤による産卵予防効果については、薬剤の種類、散布量、散布時期、濃度とそれに要する経費等についても検討する必要がある。

表-15 材内カミキリ幼虫の寄生

処理区	供試本数	穿入孔数	材内幼虫		穿入孔数 (1本当たり)	生存幼虫穿生数 (1本当たり)	幼虫生存率	備考
			生	死・不明				
N-1	6本 (6)	45ヶ	29頭	17頭	7.5ヶ	4.8頭	64.4%	くん蒸処理 (枯損木)
N-2	6 (6)	30	17	13	5.0	2.8	56.7	くん蒸処理 (生立木)
M	6 (6)	16	10	6	2.7	1.7	62.5	MEP散布
C	6 (6)	11	5	6	1.8	0.8	45.5	無処理

注：()はカミキリ寄生本数
幼虫生存率 生存幼虫/穿入孔数

4章 総合的な激化抑止技術のマニュアルの作成

1節 総合的激化抑止技術指針

I 目的

今回の研究成果を踏まえ、微害マツ林の激害化を抑止するための、総合的な技術指針の作成について検討する。

II 総合的激化抑止技術指針

1. マツ林の適切な維持管理

駆除効果実証試験の結果からも明らかなように、枯損木及び林内の感染源の完全除去は、被害の沈静化を可能にする重要な施業である。このため、枯損木の早期発見を容易にするための、林内の下刈りや被圧木の除去を適宜行なうことが必要である。

2. 効果的な駆除時期

今回の調査で、カラフトヒゲナガカミキリの生息及び材線虫の保持が明らかになった地域では、成虫の羽化脱出がマツノマダラカミキリに比べて約1か月半早いことから、少なくとも5月上旬までに枯損木処理を行なうことが必要である。また、春駆除でNCS剤を使用した場合、処理木が夏期にマツノマダラカミキリの産卵時期が過ぎるまでビニール被覆を続けるか、使用薬剤を油剤にして処理することが望ましい。

3. 天敵類の利用

今回の試験からは、実用化に結び付けるだけの結果は得られなかったが、キツキ等鳥類を利用する防除技術は、薬剤防除を補完するものとして位置付け、今後、キツキ類の誘致技術の実用化について検討を加える必要がある。なお、天敵微生物の利用についても、今後の試験結果次第では、激害化抑止の有効な手段となるとと思われる。

主要参考図書

- 在原登志男：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に関する研究 - 福島県林試研報 16：1～22, 1984
- 在原登志男：福島県における松類材線虫病に関する研究(I) - マツノマダラカミキリなどの生態、材線虫病感染源としての雪害木の役割および本病の発生予測 - 福島県林試研報 19：59～98 1986
- 在原登志男：福島県における松類材線虫病に関する研究(II) - マツノマダラカミキリの駆除に関連した研究 - 福島県林試研報 22：63～100, 1989
- 在原登志男：年越し枯れ発生地域におけるマツ材線虫病の発生生態とその防除(III) 被害継続発生可能範囲の解明 ～カラフトヒゲナガカミキリ等の媒介能力～ 森林防疫 40, 3～7, 1991
- 遠田 暢男：五十嵐正俊・福山研二・野淵輝：キイロコキクイムシを伝播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
- 藤岡 浩：年越し枯れ発生地域におけるマツ材線虫病の発生生態とその防除(II) 本病被害の継続発生可能範囲 ～マツノマダラカミキリ生息可能範囲～ 森林防疫 39, 234～240, 1990
- 陣野 好之：滝沢幸雄・佐藤平典：寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法。わかりやすい林業研究解説シリーズNo86, 75pp, 林業科学技術振興所, 1987
- 岸 洋一：マツ材線虫病 - 松くい虫 - 精説, 292pp, トーマス・カンパニー, 1988
- 岸 洋一：年越し枯れ発生地域におけるマツ材線虫病の発生生態とその防除(IV) 新防除法の現地適用試験, 森林防疫 40, 10～13, 1991
- 曲沢 修：年越し枯れ発生地域におけるマツ材線虫病の発生生態とその防除(IV) マツ防間伐の時期・方法と病原体の増殖, 森林防疫 40, 7～10, 1991
- 林業科学技術振興所：天敵利用による松くい虫防除調査(平成元年度林野庁委託事業報告書), 1991
- 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
- 作山 健：年越し枯れ発生地域におけるマツ材線虫病の発生生態とその防除(I) 本病微害地における感染源駆除効果の実証, 森林防疫 39, 230～234, 1990
- SHIMAZU, Mitsuaki, KUSHIDA, Tamotsu, TSUCHIYA, Daiji, and MITSUHASHI, Wataru: Microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) by implanting wheat-bran pellets with *Beauveria bassiana* in infested tree trunks. J. Jap. For. Soc. 74: 325～330, 1992
- 須田 俊雄：天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験, 日林東北志誌 43: 121～122, 1991
- 須田 俊雄：天敵微生物を用いたマシノマダラカミキリ防除試験(II) (天敵微生物打ち込み法の検討), 日林東北支誌 (投稿中)