

マツ材線虫病に関する研究成果 (VII)

—— 事例調査による防除方法の検討 ——

主任専門研究員 佐藤 平 典

主任専門研究員 作 山 健

専門研究員 小 林 光 憲

目 次

要 旨	51	4. 防除事業への応用	58
1. はじめに	52	(1) マツ林の健全化	58
2. 調査地および調査方法	52	(2) 感染源の駆除	58
(1) 調査地	52	(3) 予防(薬剤散布)	58
(2) 調査方法	52	(4) 予防(樹幹注入剤)	59
3. 調査結果と考察	53	(5) 全木伐倒と樹種	60
(1) 侵入を未然に防いだ例	53	5. 文 献	60
(2) 単木被害の撲滅に成功した例	53		
(3) 小集団被害の防除例	57		
(4) 面的な被害の防除例	57		
(5) 防除が手遅れであった例	57		

要 旨

1. 県内で実施された12か所の防除事例について、防除効果とその要因について分析した。
2. 防除は、マツ林の健全化、感染源の駆除、予防散布の3種類であり、場所によってこれらを組み合わせて実施した。
3. 単木的な被害が発生していた陸前高田市、胆沢町および北上市では、マツ林の健全化と感染源の駆除によって、その後の被害木の発生が止まった。
4. 小集団状に被害が発生していた一関市真柴、一関市水口および花泉町杉山では、マツ林の健全化と感染源の駆除によって被害木の本数が著しく減少したが、その後もきわめて少数の被害が続いている。
5. 面的な被害が発生していた花泉町花泉と平泉町大沢では、マツ林の健全化、感染源の駆除および予防散布によって被害木の本数が著しく減少したが、その後もきわめて少数の被害が続いている。
6. 以上のように、3種類の対策を被害状況に応じて実施することによって、効果的な防除が可能であることが実証された。ただし、被害が定着した林分では、短期間に撲滅することは困難であり、根気よく防除を続ける必要がある。

1 はじめに

岩手県においては、マツ材線虫病による被害枯損木が初めて確認された昭和54年以来、その撲滅を目指して懸命の防除が実施されてきたが、被害は徐々に拡大・増加を続け、昭和61年度の被害量は1万 m^3 を越えるに至った。防除方法として、当初は被害先進地である関西地方で開発された駆除・予防技術を活用したが、十分な効果を得ることができなかった。その原因を究明するため、県内の各地の被害事例を調査した結果、本県のような寒冷な地方においては、被害木の枯損木の枯損経過、媒介昆虫の生態、感染源等が、温暖な地方とは異なっていることが明らかになった⁴⁾。

当场では、寒冷地方の被害実態に適応した防除方法を確立するため、県、地方振興局など関係機関と共同で、新しい防除技術の開発および従来の防除技術の改良に努めるとともに、現地での適用を進めてきた。これらの追跡調査の結果、スポット散布、病虫害・気象害等による枯損木の駆除などにきわめて高い防除効果があることが確認され、これらの成果は昭和62年度に改正・延長された「松くい虫被害対策特別措置法」に取入れられ、県の防除事業としても実用化されている。本県の昭和62年度の被害量は、前年度に比較して減少しており、ここ数年来続いていた急激な増加傾向に歯止めがかけられたが、これは上述した新しい技術による防除の成果と考えられる。

本報では、そのうちの主な事例について述べ、現在実施されている各種の対策の持つ重要性を理解するための一助としたい。

2 調査地および調査方法

(1) 調査地

調査地は、表-1～4に示すように、一関市4箇所、花泉町4箇所、平泉町、陸前高田市、胆沢町および北上市各1箇所、計12箇所である。実施した防除のための対策は下記のとおりであるが、調査地によって異なった組み合わせになっている。

「マツ林の健全化」—— マツノマダラカミキリ寄生木、あるいは今後寄生が予想される病・害虫や気象害による被害木、伐倒木、被圧枯損木の除去（山そうじ）、および近い将来枯損するとみなされる被圧木等の除間伐を実施する。

「感染源の駆除」—— マツ材線虫病による枯損木、感染源化している他の病・害虫や気象害による被害木、伐倒木、被圧枯損木を伐倒焼却、チップ化あるいはくん蒸する。

「予防」—— 薬剤をヘリコプターによって林分全体（一般散布）、あるいはヘリコプターに装着したガンノズルによって被害枯損木の周囲のみ（スポット散布）に散布する。

(2) 調査方法

調査項目、調査方法は次のとおりであるが、場所によってこれらを組み合わせて実施した。また、それぞれの調査結果を総合的に判断し、防除効果の評価および効果が十分にあがらなかった原因の推定をした。

ア. 枯損木の発生経過

枯損木が衰弱あるいは枯死した年と季節は、定期調査による観察や聞き取り調査のほか、調査時の針葉の色と着生量、幹の乾燥・腐朽の状態、および樹皮下に寄生している昆虫の種類構成によって推定した。これらの結果をもとにして、防除実施前後の枯損木の発生経過を推定した。

イ. 枯損原因

マツ材線虫病については、マツノザイセンチュウの検出の有無によった。マツカレハは幼虫の発生と食害の程度、マツつちくらげ病は子実体の有無、被圧枯損木は隣接木の状況から判断した。また、風・雪害木は、気象の記録と現地での聞き取り、および倒伏・折損の状態によって判断した。

ウ. マツノザイセンチュウの検出

線虫の検出は、枯損木、伐倒木、倒伏・折損木等の幹と枝の1～数箇所から材片を採取し、ベルマン法によって行った。検出数が少ない場合あるいは紛らわしい線虫は、材片加温後の再検出、線虫の培養などによって種類を確認した。

エ. マツノマダラカミキリの寄生

立木あるいは伐倒木の樹皮表面につけられた産卵痕、樹皮下の幼虫の食痕と穿入孔、成虫の羽化脱出孔によって判定した⁷⁾。さらに、一部の寄生木を飼育室に入れ、羽化脱出した成虫によって種類を確認した。

オ. 感染源

感染源としての可能性を知るため、枯損木の他に、伐倒放置木、枯れ枝、枯れ枝の付いた生存木、倒伏・折損木についても、マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウの寄生の有無を調査した。

3 調査結果と考察

各調査地の林分の概況、被害状況、防除方法、効果、および防除に対する評価を表-1～6に示す。

(1) 侵入を未然に防いだ例

調査地C（一関市 舞川）では、山そうじと除間伐によってマツノマダラカミキリの繁殖源になっていた被圧木を除去するとともに、隣接林分に発生していた被害枯損木を伐倒・焼却した結果、この林分への被害の侵入、拡大は阻止された。F（花泉町 老松）では、感染源化していた除間伐放置木を林外に搬出して焼却し、立木への感染を予防することができた。

これらの例は、感染源あるいは媒介昆虫の繁殖源になる被圧枯損木、除間伐放置木を除去し、林内を健全化することによって、被害の侵入、定着を予防できることを示している。

(2) 単木被害の撲滅に成功した例

調査地J（陸前高田市）、K（胆沢町）およびL（北上市）は、いずれも単木的に発生した被害である。被害林内の枯損木の伐倒・焼却と併せて、マツつちくらげ病の駆除と枯損木の駆除（J）、他の枯損木の伐倒・焼却（K）、他の枯損木を含めた山そうじと除間伐（L）を実施した結果、被害木の発生は止まった。

表 - 1 調査事例 (1)

場 所	A 一関市 真柴	B 一関市 水口
林分の状況	直径 8 ~ 30 cm のアカマツ人工林 19 ha。	胸高直径 4 ~ 30 cm のアカマツ天然林 0.5 ha。
被害状況	雪害木が感染源になって、マツ材線虫病が定着・蔓延し、60年6月で29本が枯れていた。	60年春から放置されていた被害木丸太が感染源になって、その周囲に約30本の枯損木が発生した。
防除方法	雪害木の伐倒・焼却。 被害損死木の伐倒・焼却。 薬剤の空中散布(スポット)。 山そうじ。除間伐。	放置された被害木丸太の駆除。 被害枯損木の伐倒・焼却。
効 果	防除区の枯損木は、61年秋には約4分の1の8本に減少したのに対し、伐倒駆除のみを実施した対象区の枯損木は2倍に増加した。	62年夏以後の枯損木は1本のみであった。
評 価	スポット散布の円域外に枝枯れ木があったために完全に撲滅されなかったと考えられる。対照区には、被圧枯損木が多数残されていた。	立木の大部分が胸高直径20 cm以下で、マツノマダラカミキリが寄生できる太さの枯枝がほとんどなかった。

表 - 2 調査事例 (2)

場 所	C 一関市 舞川	D 一関市 機織山
林分の状況	胸高直径 4 ~ 22 cm のアカマツ天然林 5 ha。超過密林分。	胸高直径 20 ~ 30 cm のアカマツ天然林、0.5 ha。
被害状況	被圧によって約半数が枯死し、このうち ha 当り 80 本にマツノマダラカミキリが寄生していた。マツ材線虫病被害木はなかったが、隣接林分で数本発生していた。	マツカレハの被害によって16本が枯れ、これにマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが寄生して感染源になり、マツ材線虫病が発生した。
防除方法	山そうじ。 除間伐。 隣接地の被害木の伐倒・焼却。	マツカレハによる枯損木の伐倒・焼却。 (後に、全木を伐倒処分)
効 果	マツ材線虫病被害木の発生は見られず、隣接地からの侵入・拡大は阻止されている。	さらに11本が枯死し、マツノザイセンチュウが検出されたことから、マツ材線虫病が誘発されたとみなされた。
評 価	散発的な被害が発生している微害地域内にあるが、この林分は林齢の高い隣接林分とともに比較的孤立しており、周囲からの飛込み感染は少ない。	発見時には、既に被害が定着し、撲滅するには手遅れの状態であった。

表 - 3 調査事例 (3)

場 所	E 花泉町 杉山	F 花泉町 老松
林分の状況	胸高直径 25 ~ 50 cm のアカマツ天然林 2 ha。	胸高直径 18 ~ 20 cm のアカマツ人工林 5 ha。
被害状況	風倒木が感染源になって、マツ材線虫病が定着し、54年夏までに18本が枯れた。ほぼ同数の枝枯れ木がみられた。	林分内に、前年の冬期間に伐倒された除間伐木が放置されており、これらのうち600本にマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが寄生していた。
防除方法	風倒木の伐倒・焼却。 枯損木の伐倒・焼却。 枝枯れ木の伐倒・処分。	放置された除間伐木の駆除。
効 果	防除以後、枯損木は発生しなかった。	枯損木は発生せず、被害の定着は阻止された。
評 価	感染源および年越し枯れ木となる枝枯れ木を処分したため、被害が終息した。	発見が遅れていれば、マツ材線虫病による枯損木が発生していたと考えられる。

表 - 4 調査事例 (4)

場 所	G 花泉町 花泉	H 花泉町 清水
林分の状況	林齢20~40年のアカマツ天然林 10 ha。	胸高直径 6 ~ 37 cm のアカマツ天然林 1 ha。
被害状況	ほとんど手入れがなされておらず、過密状態になっていた。林分全体にマツ材線虫病被害木が発生し、その数は60年に334本、61年には442本に達した。	ほとんど手入れがなされておらず、過密状態になっていた。ほぼ半数の木が枯れており、枯れた優勢木の多くからマツノザイセンチュウが検出された。
防除方法	被害枯死木の伐倒・焼却。 山そうじ。 除間伐 薬剤の空中散布 (62年2回)	枯死木の伐倒・焼却。 (後に、全木を伐倒処分)
効 果	62年秋の枯損本数は9月現在で、わずか6本にとどまっている。	56年に2本、57年46本が枯死し、発見した57年に枯損木の伐倒・焼却をしたが58年にも32本が枯れ、優勢木のほぼ半数が枯死した。
評 価	きわめて高い防除効果が得られた。さらに、今後発生が予想される年越し枯れ、枝枯れ木などの経過をみたうえで、総合的な評価をする必要がある。	発見時には、既に被害が定着し、撲滅するには手遅れの状態であった。

表 - 5 調査事例 (5)

場 所	I 平泉町 大沢(毛越寺)	J 陸前高田市(高田松原)
林分の状況	40～50年生、平均胸高直径23cmアカマツ天然林、14ha。	胸高直径20～60cmのアカマツとクロマツの人工林、16ha。
被害状況	57年秋のマツカレハ被害によって約250本が枯死し、この内の3本からマツノザイセンチュウが検出され、マツ材線虫病の侵入が確認された。	クロマツ1本からマツノザイセンチュウが検出された。 林内の所々にマツつちくらげ病による集団枯損が発生していた。
防除方法	枯損木の伐倒・焼却。 薬剤の空中散布(マツカレハ防除、58年)。 薬剤の空中散布(スポット)(マツ材線虫病防除、59～62年、各2回)。	被害木とマツつちくらげ病による枯損木の伐倒・焼却。 マツつちくらげ病の予防。
効 果	枯損木の発生は、58年161本、59年61本、60年19本、61年5本で、62年には3本に減少した。	マツ材線虫病による枯損木の発生はなくなった。 マツつちくらげ病による枯損木も著しく減少した。
評 価	マツカレハ被害によるマツ材線虫病の誘発を初期段階で予防することができた。	単木的に発生した被害木と近くに生じたマツつちくらげ病による枯損木の駆除によって、林内での定着・蔓延を阻止することができた。

表 - 6 調査事例 (6)

場 所	K 胆沢町 若柳	L 北上市 村崎野
林分の状況	胸高直径10～25cmのアカマツ人工林5ha。	胸高直径20～30cmのアカマツ天然林1ha。
被害状況	発生した枯損木数本のうち1本からマツノザイセンチュウが検出された。 周囲1kmの範囲にマツ材線虫病による被害枯損木の発生はなかった。	ほとんど無手入れの林分で、多くの被圧枯損木が生じていた優勢木も数本が枯れており、このうちの1本からマツノザイセンチュウが検出された。
防除方法	枯損木の伐倒・焼却。	枯死した優勢木の伐倒・焼却。 山そうじ。 除間伐。
効 果	伐倒木を林内で焼却したため、マツつちくらげ病による枯損木が30数本発生した。	その後、マツ材線虫病による枯損木は発生していない。
評 価	マツノマダラカミキリの生息密度がきわめて低かった。	マツノマダラカミキリの生息密度が極めて低かった。また、周囲1kmの範囲にマツ材線虫病による枯損木の発生はなかった。

これらの例は、被害初期段階で枯損木の発生が単木である場合には、被害枯損木の伐倒・焼却と林分の健全化によって比較的容易に被害を撲滅し、林分内への定着を予防できることを示している。

(3) 小集団被害の防除例

小集団被害地の被害枯損木は、調査地A（一関市 真柴）では雪害木、B（一関市 水口）では放置された被害木丸太、E（花泉町 杉山）では風倒木にも枯損木を中心に発生しており、これらが侵入した被害の定着・蔓延に重要な関連を持っていると考えられた。防除は、被害枯損木の伐倒・焼却と合せて、他の被害木（A、E）と被害木丸太（B）の駆除、山そうじと除間伐（A）、枝枯れ木の伐倒・駆除（E）、薬剤のヘリコプターによるスポット散布（A）を実施した結果、被害木は著しく減少した。しかし、E以外でその後にもきわめて少数の発生が続いている。

これらの例は、被害が一旦定着した林分では、たとえそれが小集団ではあっても短期間に被害を撲滅するのは困難であり、薬剤散布を含めた総合的な防除をねばり強く続ける必要があることを示している。

(4) 面的な被害の防除例

調査地G（花泉町 花泉）とI（平泉町 大沢）では、被害木の発生区域が10ha以上と広い範囲に及んでおり、単木あるいは小面積の防除では対応できない状態であった。

Gでは、林分全体に多数の被圧枯損木が発生しており、これらの一部にマツノマダラカミキリが寄生していた。被害枯損木の伐倒・焼却と併せて、山そうじと除間伐、さらに林分全体にヘリコプターによる薬剤の空中散布を実施した結果、60年度334本、61年度442本に達した枯損木が、62年度は9月現在でわずか6本に減少した。

Iでは、マツカレハによる被害枯損木に多量のマツノマダラカミキリが繁殖し、生存木の枯れ上り枝にも寄生が見られたため、すべての枯損木を伐倒・焼却するとともに、4年間にわたって林分全体にヘリコプターによる薬剤の空中散布を実施した。この結果、枯損木の発生は著しく減少し、マツ材線虫病の林内への定着は阻止された。

これらの例は、10ha以上に及ぶ被害であっても、被害率が低い場合には、被害木の伐倒・焼却、林分の健全化、ヘリコプターによる薬剤散布などを含めた総合的な防除によって、撲滅することができることを示している。ただし、前述の小集団被害と同様に撲滅までには、各種の防除をねばり強く続ける必要がある。

(5) 防除が手遅れであった例

調査地D（一関市 機織山）とH（花泉町 清水）では、被害面積が狭かったにもかかわらず、防除手遅れ林分として枯損木を伐倒・焼却した後に生存木もすべて伐倒処分された。Dではマツカレハの食害による枯損木、Hでは林内の約半数に及ぶ被圧枯損木を繁殖源としてマツノマダラカミキリの生息密度が高くなっており、この状態のところにマツ材線虫病が侵入したものであった。被害発見後に枯損木を伐倒・焼却したが、これらの一部からはすでにマツノマダラカミキリが羽化脱出しており、その後も被害枯損木の発生が続き、林分内の半数以上の木が枯損したため、防除手遅れとみなされた。

これらの例は、マツノマダラカミキリの生息密度が高まっている林分にマツ材線虫病が侵入した場合

には、被害はきわめて速く定着・蔓延し、わずかの発見の遅れによって防除が手遅れになる危険があることを示している。

4 防除事業への応用

以上述べてきた県内の防除事例の分析結果、および従来行われてきた防除方法とを総合すれば、本県におけるマツ材線虫病の防除は、各種の防除方法を、被害の状況に応じて表-7に示すような組み合わせで実施すれば、最も効果的であると考えられる。

以下に各防除方法の持っている意味と実施するにあたっての留意点を述べる。

(1) マツ林の健全化

マツ林の健全化とは、十分な手入れによって個々の立木を健康に育てるとともに、林内に生じる衰弱・枯損木などのマツノマダラカミキリの増殖源をなくすることである。マツ材線虫病は伝染病であり、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリが高密度に生息していれば、被害はきわめて容易に定着・蔓延する。また、樹皮下が新鮮な枯損木や伐倒木を林内に放置すれば、その匂いに誘引されて付近にいるマツノマダラカミキリが集まってくる。前述した調査事例のほとんどが、なんらかの原因によってマツノマダラカミキリの生息密度が高まっており、防除の成否は、それらの発見の早さと処理方法によって分れている。

被害の侵入・蔓延の防止のためには、被害の有無や程度にかかわらず、マツ林の健全化が不可欠である。

(2) 感染源の駆除

従来は、感染源としてマツ材線虫病による被害枯損木のみを駆除の対象としてきた。しかし、寒冷地方においては、他の被害による枯損木や被圧木¹⁾、枝枯れ木²⁾、さらには除間伐木³⁾にもマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが同時に寄生し、感染源になっていることが明らかにされた。したがって、マツ材線虫病による被害が発生した林分では、枯損木と併せて、付近にあるマツノマダラカミキリ寄生木も駆除する必要がある⁶⁾。

(3) 予防（薬剤散布）

被害が定着して枯損木が集団で発生している場合や大径木の林分で、一部の枝だけが枯れている木や生長に伴う枯れ上り枝が感染源になっている²⁾場合など、現実の林分において、感染源を完全に駆除することが困難なことが多い。被害地域の拡大、あるいは激害化を予防するためには、枯損木が単木のあるいは小集団的な発生の段階で撲滅することが重要であるが、スポット散布はこのような場所での防除方法として適している。しかし、被害が集団化した発生区域が10ha以上になれば全面散布の必要がある。

薬剤散布は、一時的ではあっても自然環境への影響を避けることができないが、マツ材線虫病の撲滅のためには不可欠の手段である。マツ材線虫病によるマツ林の壊滅という、より大きな自然環境の破壊を防ぐためにも、薬剤散布を含めた徹底防除によって、軽度で小面積な段階で被害を撲滅することが重要であると考えられる。

(4) 予防（樹幹注入剤）

この方法による被害予防効果は確認されているが、冬期間の幹の内部までが凍結する寒冷な条件下での使用方法については未だ研究の段階にある。現時点での使用範囲と条件を表-7に示す。とくに、神社、仏閣、天然記念物などの老大木に対する使用希望が多いが、本剤の使用は最少限にとどめて、周囲に発生した被害枯損木などの感染源を徹底的に駆除し、貴重木への感染を防ぐことを優先するべきである。

表-7 被害状況による防除方法の組み合わせ

防除方法 被害区分		マツ林の健全化	感染源の駆除		予 防		全木伐倒 樹種転換
		他の原因による枯損木、伐倒木等	被害枯損木	薬剤散布	樹幹注入剤		
被害発生地域	未発生地域	「山そうじ」（注-1） マツノマダラカミキリ寄生木あるいは今後寄生が予想される下記の材を除去する。 他の病害虫被害木					
	単木発生	風・雪害木 除間伐木 主伐木の残材 被圧枯損木 その他の枯損木 「除間伐」（注-1）	左記の材で、マツノマダラカミキリが寄生したものは、マツノザイセンチュウも同時に寄生して感染源になっている可能性があるので、破碎あるいは焼却する。（注-3）	次の枯死木を伐倒駆除する。（注-4） 針葉褐変木 針葉脱落木 針葉は緑でも死んでいる木（注-5） 「枝枯れ木の処理」 枯れ枝が感染源になっている場合があるので、貴重木等では、枯死した枝を除去する。	マツノマダラカミキリの生息密度が高ければ、スポット散布をする。	予防効果は高いが注入孔の傷、その周囲の組織の壊死は避けられない。 回復力の弱い老大木への連続使用は危険である。貴重木では、周囲の感染源を除去する1、2年の間の緊急避難の方法として使用する。 注入部の周囲が変色するので、材としての利用価値は低下する。	大径木の林分で、薬剤散布、枯れ枝の除去、樹幹注入剤の使用等ができない場合は撲滅は困難。 全木を伐倒・利用し、付近への蔓延を防止する。
	小集団発生	近い将来、衰弱して、マツノマダラカミキリの繁殖源となる木を伐倒する。 「施業指針」の順守（注-2） 地域別に指定したマツの伐倒時期と方法によって施業する。			被害が点状あるいは小面積に集中していれば、スポット散布をする。 発生区域の面積が10ha以上であれば、全面散布をする。		
被害発生地域	激 害	重要なマツ林のみ同上とする。撲滅は、徹底した薬剤散布、枯れ枝の除去を含めた強力な防除を必要とするため、一般のマツ林では困難である。			重要なマツ林のみ全面散布をする。		重要なマツ林以外は、樹種転換。

- 注-1：「山そうじ」と「除間伐」は、県単事業「松くい虫被害拡大防止緊急特別対策事業」に組込まれている。
 - 2：松くい虫対策としてのアカマツ施業指針（岩手県森林造成課）。
 - 3：判定の方法は、マツノマダラカミキリ判定の手引き（岩手県林業試験場・岩手県林業課監修、岩手県緑化推進委員会発行）参照。
 - 4：駆除の方法は、松くい虫対策シリーズ3 感染源駆除の手引き（岩手県林業試験場監修、岩手県林業改良普及協会発行）参照。
 - 5：判定の方法は、松くい虫対策シリーズ2 松枯損木早期発見の手引（岩手県林業試験場監修、岩手県林業改良普及協会発行）参照。

(5) 全木伐倒と樹種転換

枯損率30%を超すような激害になってしまえば、通常の方法によって撲滅することは不可能であり、たとえ成功しても林分としての価値は損なわれてしまうことが多い。したがって、このような林分では、被害木等の感染源を駆除した後、健全木もすべて伐倒して利用する方が得策である。

5 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第20号、p 27~36、(1983)。佐藤平典・作山 健・小林光憲：
マツ材線虫病に関する研究成果(N)——被害枯損木以外の感染源・増殖源——
- 2) 同 上 第20号、p 37~43、(1983)。作山 健・佐藤平典・小林光憲：
同 上 (V)——枝枯れ木、健全木の枯れ上り枝にマツノマダラカミキリと
マツノザイセンチュウが生息していた事例——
- 3) 同 上 第20号、p 45~50、(1983)。佐藤平典・作山 健・小林光憲：
同 上 (VI)——被害の温床とならないマツの伐倒時期と方法——
- 4) 寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法、p 75、林業科学技術振興所、(1983)。
陳野好之・滝沢幸雄・佐藤平典
- 5) 松くい虫対策シリーズ2 松枯損木早期発見の手引き、p 14、岩手県林業改良普及協会、(1986)。
岩手県林業試験場
- 6) 松くい虫対策シリーズ3 感染源駆除の手引き、p 14、岩手県林業改良普及協会、(1987)。
岩手県林業試験場
- 7) マツノマダラカミキリ判定の手引き、p 14、岩手県緑化推進委員会、(1985)。
岩手県林業試験場・岩手県林業課