

論文

スギ丸太の穿孔性害虫の加害時期とその防除方法*1

久保慎也*2

要旨：山土場と原木市売市場において、スギ丸太を加害する穿孔性害虫の種類や加害時期を明らかにし、その被害を軽減することを目的として、被害実態調査や被害防除対策を試みた。その結果、穿孔性害虫の飛来や加害される時期が3月から10月までであり、その時期は、立木を伐採後、山土場から7日以内に伐採丸太を搬出すること、また、スミチオン乳剤の50倍液又はモリエートSCの800倍液を丸太に散布することで、穿孔被害を軽減することができると考えられた。

キーワード：スギ丸太、穿孔性害虫、アンブロシアキクイムシ、ヒバノキクイムシ、薬剤等防除試験

はじめに

近年、鹿児島県のスギ・ヒノキの人工林は、利用可能な7齢級以上の林分が約9割に達し（鹿児島県 2016）、本格的な利用期を迎えている。また、木材産業においては、大型木材加工施設や木質バイオマス発電施設の整備、木材の輸出拡大などにより木材需要は増加しており、丸太（原木）は年間を通じて安定的に供給することが求められている。そのため、従来回避していた穿孔性害虫による伐採丸太の被害が多発する時期にも、素材生産（伐採・搬出）が実施されるようになった。

林内の平地等に設けられた山土場に集積された伐採丸太は、ヒメスギガミキリ (*Palaeocallidum rufipennis* Motschulsky)、マダクロホシタマムシ (*Ovalisia vivata* Lewis)、キクイムシ類 (Bark and Ambrosia Beetles)、オオゾウムシ (*Sipalinus gigas* Motschulsky)、キバチ類 (Woodwasps) に加害されることが知られている（野淵ら 1978, 岸 1986, 久保園 1993）が、九州での報告例は少ない。また、一方、丸太流通の中核を担っている原木市売市場では、穿孔性害虫の被害を受けた丸太は、安価で取引され、木材市況を低迷させる要因の一つとなっているが、原木市売市場における穿孔性害虫の被害調査等の報告例はみあたらず、被害状況は不明である。

そこで、本研究では、山土場と原木市売市場において、スギ丸太を加害する穿孔性害虫の種類や加害時期を明らかにし、その被害を軽減することを目的として、被害実態調査を実施し、被害防除対策を試みたので報告する。

調査（試験）地

調査及び試験は、鹿児島県のほぼ中央部に位置する始良市内にある鹿児島県森林技術総合センター所有久末試験林と原木市売市場である蒲生木材流通センターの2箇所で行った（図1）。

久末試験林は、標高約240m、面積50haであり、その試験林内の56年生（調査開始時）のスギ・ヒノキ林分内にある作業道脇に山土場を設けた（以下、この試験地を山土場）。また、蒲生木材流通センター（以下、原木市場）は、標高約70m、敷地面積16,110㎡で、周りはスギを主とした人工林に囲まれており、その敷地は、全てコンクリート敷きである。



図1 調査（試験）地位置図

*1 Kubo, S. : Attacking season of Coleopterous borers to *Cryptomeria japonica* green logs and their control

*2 鹿児島県森林技術総合センター森林環境部 Kagoshima Pref. Forestry Technology Ctr. Forest Environment div., Aira, Kagoshima 899-5302, Japan

被害実態調査

1 方法

① 衝突板トラップで捕獲される穿孔性害虫の種類と捕獲時期

松くい虫を誘引捕獲するための衝突板トラップ(サンケイ式昆虫誘引器, 黒色, サンケイ化学(株)製)(以下, トラップ)には, キクイムシ類やオオゾウムシなど穿孔性害虫も捕獲されることが報告されている(野平ら 1986, 吉川ら 1987, 衣浦ら 1989, 井坂 1992)。このため, 山土場と原木市場において, 穿孔性害虫の飛来時期を把握するため, 2014年3月から2017年2月にかけて, トラップを用いた調査を行った。

トラップには誘引剤を用いなかったが, 捕獲した穿孔性害虫の腐敗を防ぐため, トラップ下部の捕獲用バケツに防腐効果のあるプロピレングリコールを300ml程度入れた。

山土場において, 周辺のスギ(平均胸高直径19.4cm, 平均樹高14.8m)を毎月1回, 1本伐採し, 約1mに玉切った丸太を8本準備した。そのうちの6本を作業道脇に積み重ねて設置した。設置した丸太の元口径は12.5cm~26.0cmであった。この丸太の木口面近くにトラップを1基, 杭で転倒しないよう地面に固定し, 設置した(写真1)。また, 原木市場においては, 物干し台の枝に1基ずつ計2基を耐候性のある結束バンドで吊り下げたものを2セット, 極積みされた丸太の周辺に設置した(写真2)。



写真1 山土場におけるトラップの設置状況



写真2 原木市場におけるトラップの設置状況

これらのトラップで捕獲された昆虫については, 約1週間毎に回収した。回収した昆虫は70%エタノール中に保存し, 後日, 穿孔性害虫のみ取り出して同定し, スギ丸太を加害すると考えられる穿孔性害虫について, 種類と個体数を調査した(以下, これらの調査をトラップ調査)。

② 丸太を加害する穿孔性害虫の種類と加害時期

丸太への穿孔性害虫の加害時期を把握するため, 2014年3月から2017年2月にかけて, 山土場と原木市場に供試木を設置し, 供試木への穿孔性害虫の加害状況を調査した。

供試木は, 山土場ではトラップ調査で設置したものを使用した。原木市場では, 山土場でのトラップ調査で残った2本を, 伐採当日に敷地内に2本並べて設置した。供試木の元口径は11.2cm~26.0cmであった。

設置した供試木は, 約1ヶ月そのまま放置した後, 鹿児島県森林技術総合センターに持ち帰り, 目合い0.4mmのポリエチレン製網で製作した, 幅45cm, 長さ130cmの袋(以下, 網袋)で供試木1本ずつ被覆した。その網袋の網口から穿孔性害虫が出入できないよう厳重に閉じた上で, 内寸が幅190cm, 奥行き190cm, 高さ230cm, 目合いが1.0mmのステンレス製の屋外網室(以下, 網室)5室に調査月毎に分けて静置し(写真3), 回収後の供試木へ新たな穿孔性害虫が加害できないように保管した。



写真3 屋外網室における供試木の保管状況

その後, 3月から11月までの供試木は12月から2月に, 12月から2月までの供試木は4月から5月に, 網袋から取り出した。取り出した供試木は, 剥皮した後, 木口面と樹皮下面の穿入孔数を数えた。なお, 穿入孔数については, 樹皮下や材部の孔道が不完全であっても, 丸太表面に開いているものは1孔と数えた。また, 原木(丸太)は, 通常, 材積で取引されるため, 計数した穿入孔数については, 1m³当たり換算した(以下, 穿入孔数は全て同じ)。

穿孔性害虫の加害が確認された供試木については, その総数の半数については割材し, 穿入孔道から得られた穿孔

性害虫を調査した。なお、割材しなかった残りの供試木については、再度、網袋を被せ、網室に保管後、供試木から羽化発生した穿孔性害虫を調査した。

これらの割材調査と羽化発生調査の結果から、割材しなかった供試木と羽化発生しなかった供試木については、供試木の表面上に確認された穿入孔の形状毎に加害した穿孔性害虫の種類を推定し、分類した（以下、これらの調査を丸太加害調査）。

2 結果

① 山土場のトラップ調査における穿孔性害虫の種類と捕獲時期

山土場において、トラップで捕獲したスギ丸太を加害すると考えられる穿孔性害虫の種と個体数を表1に示した。

捕獲総数は、2014年3月から2015年2月（以下、2014年調査）987頭、2015年3月から2016年2月（以下、2015年調査）168頭、2016年3月から2017年2月（以下、2016年調査）59頭であった。捕獲された穿孔性害虫は、カミキリムシ科ではヒメスギカミキリの1種、キクイムシ科では

表1 山土場においてトラップで捕獲した穿孔性害虫の種類と捕獲時期

科名	種名	調査年	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
カミキリムシ科	ヒメスギカミキリ (<i>Palaeocallidum rufipennis</i> Motschulsky)	2014													
		2015		5											5
		2016		10											10
キクイムシ科	アカクビキクイムシ (<i>Xyleborus rubricollis</i> Eichhoff)	2014													
		2015			1										1
		2016													
"	カドヤマキクイムシ (<i>Xyleborus kadoyanensis</i> Murayama)	2014				3	1	4							8
		2015			17	1				3					21
		2016			4										4
"	クワノキクイムシ (<i>Xyleborus atratus</i> Eichhoff)	2014		2			2	4							8
		2015		48		4									52
		2016		1											1
"	サクキクイムシ (<i>Xylosandrus crassiusc ulus</i> Motschulsky)	2014			34	553	16	82	1	1					687
		2015													
		2016													
"	サクセスキクイムシ (<i>Xyleborus saxeseni</i> Ratzeburg)	2014													
		2015													
		2016		1		1									2
"	ツズミノキクイムシ (<i>Xyleborus amputates</i> Blandford)	2014				2									2
		2015				1									1
		2016													
"	トドマツオオキクイムシ (<i>Xylebourus validus</i> Eichhoff)	2014		5	14		1								20
		2015		34	1		1								36
		2016		3											3
"	ハンノキキクイムシ (<i>Xylosandrus germanus</i> Blandford)	2014		24	124	71	1	3							223
		2015		4	3	1				2					10
		2016													
"	ヒバノキクイムシ (<i>Phloeosinus perlatus</i> Chapuis)	2014													
		2015		3											3
		2016		9	3									7	19
"	ミカドキクイムシ (<i>Scolytus latypus Mikado</i> Blandford)	2014		10	11	1	8								30
		2015				2									2
		2016													
オサゾウムシ科	オオゾウムシ (<i>Sipalinus gigas</i> Motschulsky)	2014			2	3		2							7
		2015		8	7	6	10	1	2						34
		2016		2	5	2	5	3	2						19
キバチ科	オナガキバチ (<i>Xeris spectrum spectrum</i> Linnaeus)	2014													
		2015				3									3
		2016													
"	ニホンキバチ (<i>Urocerus japonicus</i> Smith)	2014													
		2015							1						1
		2016													
"	ヒゲジロキバチ (<i>Urocerus antennatus</i> Marlatt)	2014				2									2
		2015													
		2016													
計		2014	10	42	177	640	21	95	1	1					987
		2015	3	99	35	12	11	1	4	3					168
		2016	10	19	10	2	5	4	2					7	59

10種、オサゾウムシ科ではオオゾウムシの1種、キバチ科では3種の4科15種であった。

これら穿孔性害虫の中で、最も捕獲されたのは、キクイムシ科であり、捕獲総数の2014年調査では99.1%、2015年調査では75.0%、2016年調査では49.2%を占めた。また、キクイムシ科の中では、アンブロシアキクイムシと呼ばれる、アカクビキクイムシ (*Xyleborus rubricollis* Eichhoff)、カドヤマキクイムシ (*Xyleborus kadoyamensis* Murayama)、クワノキクイムシ (*Xyleborus atratus* Eichhoff)、サクキクイムシ (*Xylosandrus crassiusculus* Motchulsky)、サクセスキクイムシ (*Xyleborus saxeseni* Ratzeburg)、ツズミノキクイムシ (*Xyleborus amputates* Blandford)、トドマツオオキクイムシ (*Xyleborus validus* Eichhoff)、ハンノキキクイムシ (*Xylosandrus germanus* Blandford)、ミカドキクイムシ (*Scolytopl-atypus Mikado* Blandford) の捕獲総数が、キクイムシ科捕獲総数の2014年調査では100.0%、2015年調査では

97.6%、2016年調査では34.5%を占めた。山土場においてトラップ調査で捕獲される主な穿孔性害虫として、2年以上続けて捕獲された種を多い順に並べると、ハンノキキクイムシ、トドマツオオキクイムシ、クワノキクイムシ、オオゾウムシとなった。

各調査年の捕獲された穿孔性害虫の季節変動をみると、捕獲期は、ヒメスギカミキリが4月、ヒバノキクイムシ (*Phloeosinus perlatus* Chapuis) が3月から4月と翌年2月、アンブロシアキクイムシ類は、3月から始まり、4月から6月を最盛期として10月まで、オオゾウムシが4月から9月、オナガキバチ (*Xeris spectrum spectrum* Linnaeus) が5月、ヒゲジロキバチ (*Urocerus antennatus* Marlatt) が6月、ニホンキバチ (*Urocerus japonicus* Smith) が8月であった。

山土場における、各調査年の捕獲総数に対する月別の捕獲数割合推移を図2に示した。捕獲数割合の最大値は、2014年調査では6月に、2015年調査と2016年調査では4

表2 原木市場においてトラップで捕獲した穿孔性害虫の種類と捕獲時期

科名	種名	調査年	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
カミキリムシ科	ヒメスギカミキリ	2014	4	32	8										44
		2015	3	25	2										30
		2016		20	4										24
タマムシ科	マダクロホシタマムシ (<i>Ovalisia vivata lewis</i>)	2014				1									1
		2015				1									1
		2016													
キクイムシ科	アカクビキクイムシ	2014													
		2015													
		2016													
キクイムシ科	カドヤマキクイムシ	2014	2	2		2		4							10
		2015				2									2
		2016													
"	クワノキクイムシ	2014	2	1		1									4
		2015	4	1	3										8
		2016				1									1
"	サクキクイムシ	2014		1	1	1									3
		2015													
		2016								1					1
"	サクセスキクイムシ	2014													
		2015													
		2016													
"	ツズミノキクイムシ	2014		1											1
		2015				1									1
		2016													
"	トドマツオオキクイムシ	2014		1	1	1									3
		2015		2											2
		2016		4					1	1					6
"	ハンノキキクイムシ	2014													
		2015				1									1
		2016			1		1								2
"	ヒバノキクイムシ	2014	93	2	1	1			1					13	111
		2015	92	12	2								4	164	274
		2016	155	20	1									127	303
"	ミカドキクイムシ	2014		3											3
		2015													
		2016		1	1										2
オサゾウムシ科	オオゾウムシ	2014					1								1
		2015													
		2016													
キバチ科	オナガキバチ	2014			12	2									14
		2015		1	3										4
		2016		2	2	2			1						7
"	ニホンキバチ	2014													
		2015													
		2016													
"	ヒゲジロキバチ	2014				1									1
		2015													
		2016													
計		2014	101	43	23	10	1	4	1					13	196
		2015	99	41	13	1							4	164	322
		2016	155	48	9	4			2	2				127	347

月に見られた。

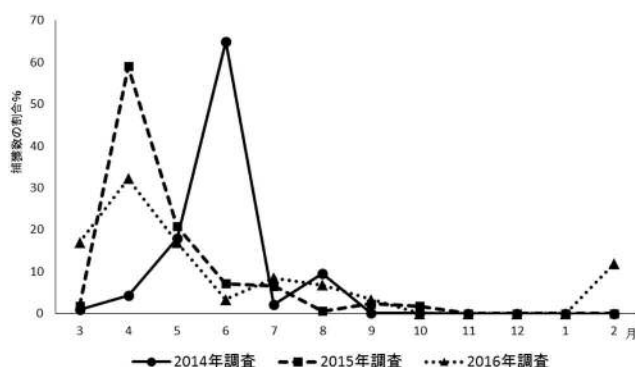


図2 山土場においてトラップで捕獲した穿孔性害虫数月別割合

② 原木市場のトラップ調査における穿孔性害虫の種類と捕獲時期

原木市場において、トラップ4基で捕獲したスギ丸太を加害すると考えられる穿孔性害虫の種と個体数を表2に示した。

捕獲総数は、2014年調査では196頭、2015年調査では322頭、2016年調査では347頭であった。捕獲された穿孔性害虫は、カミキリムシ科ではヒメスギカミキリの1種、タマムシ科ではマスダクロホシタマムシの1種、キクイムシ科では8種、オゾウムシ科ではオゾウムシの1種、キバチ科では2種の5科13種であった。マスダクロホシタマムシは原木市場でだけ捕獲された。一方、山土場で捕獲されたアカクビキクイムシ、サクセスキクイムシ、ニホンキバチは、原木市場では捕獲されなかった。

これら穿孔性害虫の中で、最も捕獲されたのは、山土場と同様、キクイムシ科であり、捕獲総数の2014年調査では68.9%、2015年調査では89.1%、2016年調査では91.1%を占めた。また、キクイムシ科の中でも内樹皮と形成層を食害する樹皮下キクイムシであるヒバノキクイムシが、キクイムシ科捕獲総数の2014年調査では82.2%、2015年調査では95.5%、2016年調査では95.9%を占め、アンブロシアキクイムシ類が捕獲主体であった山土場とは異なった。原木市場においてトラップ調査で捕獲される主な穿孔性害虫として、2年以上続けて捕獲された種を多い順に並べると、ヒバノキクイムシ、ヒメスギカミキリ、オナガキバチ、クワノキクイムシとなった。

各調査年の捕獲された穿孔性害虫の季節変動をみると、捕獲期は、ヒメスギカミキリが3月から始まり4月を最盛期として5月まで、マスダクロホシタマムシが6月、ヒバノキクイムシが3月を最盛期として始まり翌年は1月か

ら、アンブロシアキクイムシ類が3月から6月と8月から9月、オゾウムシが7月、オナガキバチが4月から6月と8月、ヒゲジロキバチが6月であった。

原木市場における、各調査年の捕獲総数に対する月別の捕獲数割合推移を図3に示した。捕獲数割合が高かった月は、いずれの調査年でも3月、4月、および翌年2月であった。

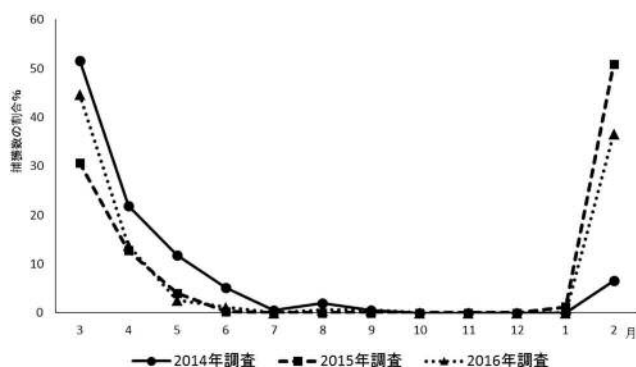


図3 原木市場においてトラップで捕獲した穿孔性害虫数月別割合

③ 山土場の丸太加害調査における穿孔性害虫の種類と加害時期

供試木を剥皮・割材し、内樹皮や辺材部の穿入孔等から得られた穿孔性害虫は、ヒメスギカミキリ、マスダクロホシタマムシ、カドヤマキクイムシ、クワノキクイムシ、トドマツオオキクイムシ、ハンノキキクイムシ、ヒバノキクイムシ、オゾウムシであった。

カドヤマキクイムシ、ハンノキキクイムシ、クワノキクイムシ、トドマツオオキクイムシは、成虫が穿孔しており、それぞれ直径0.6~0.8mm、0.9~1.1mm、1.2~1.4mm、1.5~1.8mmの共生菌（アンブロシア菌）により黒く縁取られた丸い孔を辺材部に2.0~5.0cm程度の深さまで開けていた。

ヒバノキクイムシは、成虫が内樹皮に穿孔していたが、短い穿入孔と未完成な母孔しか確認できなかった。

ヒメスギカミキリとマスダクロホシタマムシは、幼虫が内樹皮を食害しており、辺材部にそれぞれ長径5.0mm程度の楕円形と長楕円形の孔を1cm程度の深さまで開けていた。なお、12月割材時には、マスダクロホシタマムシは幼虫であったが、ヒメスギカミキリは既に成虫となっていた。

オゾウムシは、幼虫が直径約2.0mm~10.0mmの丸い孔を辺材部から心材部まで達するような深さまで開けていた。

また、この他に、供試木の木部表面上（木口面以外）に直径約 0.1mm の丸い孔が多数見られた。この孔部分を割材した結果、穿入孔道に穿孔性害虫を得ることはできなかったが、この孔のサイズはキバチ類の産卵孔である（松本ら 2018）ことが知られていることから、キバチ類の加害であると推定した。

これらの穿入孔の形状等の特徴から、供試木を加害した穿孔性害虫を分類し、穿入孔数を計数した。

山土場において供試木を加害した穿孔性害虫の種類と穿入孔数を表 3 に示した。

調査期間を通じて、穿入孔数が最も多かったのはハンノキキクイムシで、最も少なかったのは、マダクロホシタマムシであった。山土場において丸太を加害する主な穿孔性害虫として、2 年以上続けて加害した種を多い順に並べると、ハンノキキクイムシ、カドヤマキクイムシ、クワノキクイムシ、トドマツオオキクイムシとなった。

穿孔性害虫の加害時期は、ヒバノキクイムシが 3 月と最も早く始まり 5 月まで、キバチ類が 5 月と最も遅く始まり 8 月までであり、その他の穿孔性害虫は 4 月から発生し、ヒメスギカミキリが 6 月まで、マダクロホシタマムシが 6 月を除く 7 月まで、オオゾウムシが 6 月を最盛期として 8 月まで、クワノキクイムシとトドマツオオキクイムシがそれぞれ 6 月と 4 月を最盛期として 9 月まで、カドヤマキ

クイムシとハンノキキクイムシが 6 月を最盛期として 10 月までであった。

山土場における、各調査年の穿入孔総数に対する月別穿入孔数割合の推移を図 4 に示した。穿入孔数は、2014 年調査では 6 月から 8 月、2015 年調査では 4 月から 6 月、2016 年調査では 4 月から 7 月に多く見られた。一方、各調査年も 11 月から翌年 2 月までは穿入孔数は見られなかった。

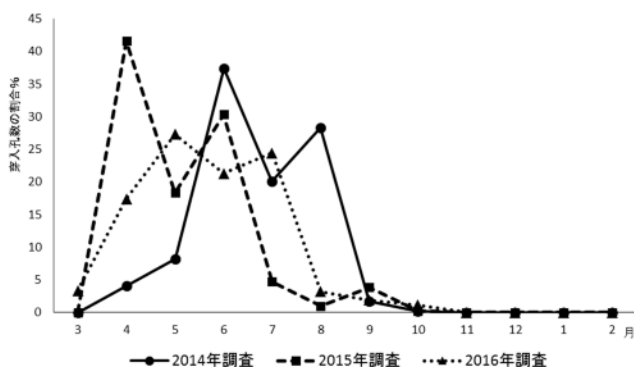


図 4 山土場における供試木への穿入孔数月別割合

表 3 山土場において供試木を加害した穿孔性害虫の種類と穿入孔数

科名	種名	調査年	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
カミキリムシ科	ヒメスギカミキリ	2014		493	429	28									950
		2015		108											108
		2016		234											234
タマムシ科	マダクロホシタマムシ	2014		68	9		8								85
		2015													
		2016		67											67
キクイムシ科	カドヤマキクイムシ	2014			143	993	458	424	47	36					2,101
		2015		1,624	430	923	123	10	219	10					3,339
		2016		170	1,515	606	1,122	92	123	97					3,725
"	クワノキクイムシ	2014		68	545	569	809	1,764	105						3,860
		2015		1,479	813	1,550	18	10							3,870
		2016		22	73	207									302
"	トドマツオオキクイムシ	2014		47	125	1,486	733	681	53						3,125
		2015		1,995	280	396									2,671
		2016		532	37										569
"	ハンノキキクイムシ	2014			80	2,201	725	1,110	82						4,198
		2015		1,911	1,636	2,077	465	150	448	31					6,718
		2016		394	860	404	744	122	41	7					2,572
"	ヒバノキクイムシ	2014													
		2015			14										14
		2016	307		37										344
オサゾウムシ科	オオゾウムシ	2014				146	76	293							515
		2015			99	28	264	114							505
		2016			202		138								340
キバチ科	キバチ類(種不明)	2014			18	736	496	387							1,637
		2015				66	97								163
		2016			74	697	171	76	7						1,025
計		2014		676	1,349	6,159	3,305	4,659	287	36					16,471
		2015		7,230	3,187	5,276	817	170	667	41					17,388
		2016	307	1,599	2,508	1,955	2,244	290	171	104					9,178

④ 原木市場の丸太加害調査における穿孔性害虫の種類と加害時期

供試木を剥皮・割材し、内樹皮や辺材部の穿入孔等から得られた穿孔性害虫とその穿孔形態等の特徴から分類した穿孔性害虫は、山土場と同様であった。

原木市場において、供試木を加害した穿孔性害虫の種類と穿入孔数を表4に示した。

調査期間を通じて、穿入孔数が最も多かったのはヒメスギカミキリで、最も少なかったのはトドマツオオクイムシであった。原木市場において丸太を加害する主な穿孔性害虫として、2年以上続けて加害した種を多い順に並べると、ヒメスギカミキリ、カドヤマキクイムシ、ハンノキクイムシ、クワノキクイムシとなった。

穿孔性害虫の加害時期は、ヒメスギカミキリとマスタクロホシタマムシ、ヒバノキクイムシが3月と最も早く始まり、それぞれ5月、6月、および4月まで、オオゾウムシとキバチ類が最も遅い6月から始まり、7月を除く8月までであり、その他の穿孔性害虫は4月から発生し、トドマツクイムシが4月のみ、クワノキクイムシが6月まで、カドヤマキクイムシとハンノキクイムシが9月までであった。

原木市場における、各調査年の穿入孔総数に対する月別穿入孔数割合の推移を図5に示した。穿入孔数は、2014年

調査では4月から6月、2015年調査では4月と6月、2016年調査では3月から6月に多く見られた。一方、各調査年において10月から翌年2月までは穿入孔数は見られなかった。

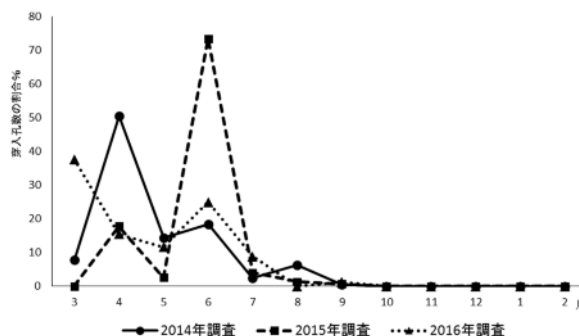


図5 原木市場における供試木への穿入孔数月別割合

3 考察

① トラップ調査における山土場と原木市場の比較

捕獲された穿孔性害虫の各調査年の各総数が、山土場においては、2015年調査と2016年調査が、それぞれ2014年調査の16.8%と6.0%と激減した。その要因の一つとし

表4 原木市場において供試木を加害した穿孔性害虫の種類と穿入孔数

科名	種名	調査年	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
カミキリムシ科	ヒメスギカミキリ	2014	318	2,150	188										2,656
		2015		313											313
		2016	882	563	188										1,633
タマムシ科	マスタクロホシタマムシ	2014	46	450	250	138									884
		2015		343	48										391
		2016				158									158
キクイムシ科	カドヤマキクイムシ	2014			31	483	42	173							729
		2015		75	48	1,240	222	37	39						1,661
		2016		188	188	368			61						805
"	クワノキクイムシ	2014			219		42								261
		2015		75	48	1,520									1,643
		2016													
"	トドマツオオクイムシ	2014													30
		2015		30											30
		2016													
"	ハンノキクイムシ	2014			63	345	42	135	25						610
		2015		105		600									705
		2016			188	316	429								933
"	ヒバノキクイムシ	2014	46	50											96
		2015		30											30
		2016	941												941
オサゾウムシ科	オオゾウムシ	2014													317
		2015				280		37							263
		2016				263									19
キバチ科	キバチ類(種不明)	2014						19							19
		2015				360									360
		2016				105									105
計		2014	410	2,650	751	966	126	327	25						5,255
		2015		971	144	4,000	222	74	39						5,450
		2016	1,823	751	564	1,210	429		61						4,838

て、2015年調査については、2014年調査時の捕獲最盛期であった6月の鹿兒島市における気象データをみると、降雨日数が24日間と長雨となった上、降水量も平年値の約3倍と記録的大雨（気象庁 2015）になったことから、穿孔性害虫が羽化脱出を逸したとは言い難いが、羽化脱出後、それほど飛び回ることができなかつたのではないかとと思われる。また、2016年調査については、試験地周辺にスギ伐倒残材が多くあったため、トラップを設置した箇所以外に穿孔性害虫が分散したと考えられる。一方、原木市場においては、2015年調査と2016年調査が、それぞれ2014年調査と比較して、164.3%と177.0%と増加した。これは、後述する原木市場で捕獲が多かった穿孔性害虫の飛来最盛期が6月以前であったことから、山土場と異なり、2015年6月の気象の影響をほとんど受けなかつたと考えられる。

捕獲された穿孔性害虫は、山土場も原木市場もほとんど同じであったが、2年以上続けて捕獲された主な穿孔性害虫は異なつた。山土場で多かつたハンノキクイムシやオゾウムシは、比較的新鮮な生丸太や乾燥が遅れた丸太を好み、原木市場で多かつたヒメスギカミキリやヒバノキクイムシは、乾燥が進んだ丸太を好むことが知られている（酒井 1986）。原木市場では、冬期に伐採し、数ヶ月後に原木市場に搬入されることがあり、また、市売するための一極を作ることが搬入者等の都合により長期間要することがあるため、原木市場に置かれる丸太が山土場に置かれる丸太よりも古く、乾燥が進んでいることが、捕獲された主な穿孔性害虫が異なつた要因と考えられる。

山土場と原木市場とで月別捕獲数割合を比べると、山土場では4月から6月に多く（図2）、原木市場では3月から4月と翌年2月に多く捕獲されており（図3）、山土場より原木市場が2～3ヶ月早かつた。この原因の1つとして、山土場ではアンブロシアクイムシ類が多く捕獲されたが、原木市場でヒバノキクイムシが多く捕獲されたように、山土場と原木市場で捕獲された種が異なつたことが考えられる。一方、山土場と原木市場の両方で捕獲されたヒメスギカミキリ、ヒバノキクイムシでは、捕獲始期が原木市場で1ヶ月早かつた（表1, 2）。原木市場で市売された丸太は、大半は早期に落札者が持って帰るが、一部の丸太については、長期間、原木市場に置いておかれることも珍しいことではない。長期間置かれた丸太をよく見ると、穿孔性害虫に被害されているものも少なくなく、中には、穿孔性害虫の羽化脱出孔が確認できるものもあつた。また、3月から4月に搬入された丸太を見てみると、伐採されてから山土場に長期間置かれ、穿孔性害虫に被害された丸太が目についた。したがって、原木市場内で穿孔性害虫

が世代繁殖している可能性がある。山土場と原木市場の標高をみると、原木市場が170m低いいため、原木市場では、そこで繁殖した穿孔性害虫が山土場より早期に羽化できる環境になると考えられる。このことも、原木市場における穿孔性害虫の発生が山土場より早くなつている要因であると考えられた。

② 丸太加害調査における山土場と原木市場の比較

伐採丸太を加害した穿孔性害虫は、山土場も原木市場も同じであつた。主な穿孔性害虫と考えられる2年以上続けて加害した種についても、ハンノキクイムシ、カドヤマクイムシ、クワノキクイムシは共通していた。ところが、山土場ではトドマツオオクイムシが多く、原木市場ではヒメスギカミキリが多いという違いも見られた。約1.5mに玉切つた、末口径10～16cmのスギ・ヒノキ伐採丸太を林道脇などの林内に積んだ場合は、1年間を通じてほとんど乾燥せず、また、一方、道路などの舗装路面に積んだ場合は、乾燥が進むことが報告されている（古川 2013）。トラップ調査における山土場と原木市場の比較で述べたように、乾燥が進んだ丸太と乾燥がほとんど進んでいない丸太への穿孔性害虫の種類による嗜好性の違いが、山土場と原木市場における主な穿孔性害虫に違いが見られた要因と考えられる。

各調査年の穿入孔総数に対する月別穿入孔数割合の推移を見ると、山土場では4月から8月（図4）、原木市場では3月から6月に多く加害されていた（図5）。また、穿入孔数割合の最大値も2015年調査では山土場が原木市場より2ヶ月早くなつていたが、2014年調査と2015年調査では山土場が原木市場より2ヶ月遅くなつていた。このような変動は、調査年により加害の多い穿孔性害虫の種類が異なつたことが要因であると考えられた。例えば、2015年調査ではトドマツクイムシが山土場の4月において穿入孔数が最大の種であつたが、原木市場の4月においては穿入孔が見られた種のうち最小値であつた。また、2014年調査では山土場においてハンノキクイムシが穿入孔数最大の種であり、その52.4%が6月に見られたが、原木市場においてはヒメスギカミキリが最大でありその80.9%が4月に見られた。

また、山土場では11月から翌年2月、原木市場では10月から翌年2月、供試木は穿孔性害虫から加害されなかつた（図4, 5）。茨城県では、山土場において11月から翌年3月がスギ丸太を穿孔性害虫は加害しなかつたと報告されていることから（岸 1986）、茨城県よりも温暖な気候である鹿兒島県においても、穿孔性害虫が加害しない時期はそれほど変わらないことが分かつた。

③ トラップ調査と丸太加害調査の比較

トラップで捕獲された穿孔性害虫と丸太を加害した穿孔性害虫の種類をみると、山土場でも（表1, 3）、原木市場でも（表2, 4）、かならずしも一致していなかった。山土場では、トラップで捕獲されなかったヒメスギカミキリ（2014年調査）、マダクロホシタマムシやハンノキクイムシ（2016年調査）が丸太を加害していた。一方、トラップで捕獲されたカドヤマクイムシやサククイムシ、サクセスクイムシ、ツズミノクイムシ、ミカドクイムシは、丸太への加害が確認できなかった。同じように、原木市場では、トラップで捕獲されなかったマダクロホシタマムシ（2016年調査）、カドヤマクイムシ（2016年調査）、ハンノキクイムシ（2014年調査）、およびオオゾウムシ（2015・2016年調査）が丸太を加害していた。一方、トラップで捕獲されたクワノクイムシ（2016年調査）、トドマイムシ（2014・2016年調査）、およびオオゾウムシ（2014年調査）は、丸太への加害が確認できなかった。このことから、トラップ調査だけでは丸太を加害する穿孔性害虫の種類を推定は難しいと考えられた。

また、山土場でも（表1, 3）、原木市場でも（表2, 4）、トラップで捕獲される期間と丸太を加害する期間、そして、捕獲が多い時期と加害が多い時期が異なる状況が見られた。例として、山土場において捕獲数と穿入孔数が多かったハンノキクイムシについて、トラップ調査による捕獲時期と丸太加害時期を比較した（図6）。ハンノキクイムシは、2014年調査では捕獲期間が4月から8月であるのに対し、加害期間が5月から9月と1ヶ月遅れ、また、捕獲が多い時期が5月と6月であるのに対し、加害が多い時期が6月と8月と1～2ヶ月遅れていた。さらに、2015年調査では捕獲期間が4月から6月と9月であるのに対し、加害期間が4月から10月であったように捕獲されない時期にも加害されていた。このような状況は、クイムシ科やオオゾウムシにも見られた。このことから、穿孔性害虫の加害時期の推定も、トラップ調査だけでは困難であることが示された。

これらのことから、丸太を加害する穿孔性害虫の種類や加害時期の推定の精度を高めるためには、今回用いた衝突板トラップにエタノールなどの誘引剤を取り付けるなどのトラップの改善も必要であると考えられた。

④ 穿孔性害虫の加害に対する防除時期について

トラップ調査と丸太加害調査の結果から、山土場が11月から翌年1月、原木市場が10月から12月は穿孔性害虫の飛来も加害もなかった。このことは、昔から指摘されているように、素材生産の適期が冬期であることを証明する結果となった。このことから、穿孔性害虫の加害を予

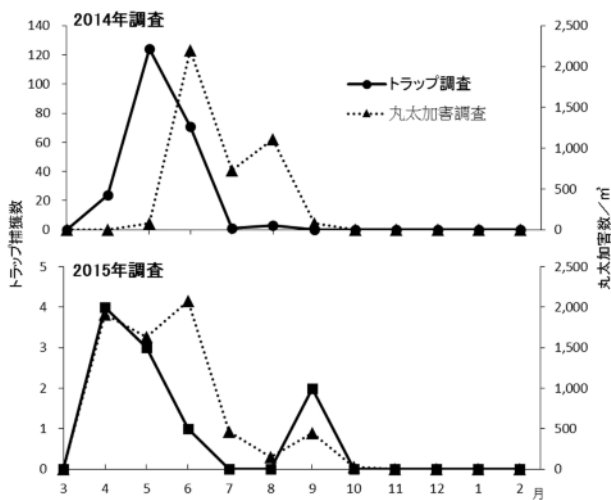


図6 山土場におけるハンノキクイムシのトラップ捕獲数と丸太加害数

防するためには、できるだけこの期間に素材生産することが重要となるが、年間を通じて安定的に原木を供給することが求められていること、また、林業従事者の通年雇用や労務量を考えても、素材生産を冬期に集中することは非常に困難である。そのため、穿孔性害虫が飛来や加害する時期である、山土場では2～10月、原木市場では1～9月に素材生産することは免れないため、その時期は何かの被害防除対策が必要であり、特に加害が多かった4～8月の被害防除対策は、原木が安価で取引されないために必須であることが分かった。

被害防除対策

1 方法

① 伐採丸太設置後の日数と加害との関係

伐採後、丸太を山土場に置いてから穿孔性害虫の被害を受け始めるまでの日数を把握するため、2015年と2016年、いずれも4月から8月にかけて、山土場に供試木を設置し、加害状況を確認した。

供試木は、山土場周辺のスギ（平均胸高直径17.9cm、平均樹高14.7m）を、毎月1回、2本伐採し、約1mに玉切った丸太を12本、伐採当日に山土場の地表に1列に並べて設置した。設置した丸太の元口径は10.8cm～26.2cmであった。その後、設置後1, 3, 5, 7, 15, および30日目に無作為に2本ずつ鹿児島県森林技術総合センターに持ち帰り、丸太加害調査と同様の保管方法と穿孔性害虫の分類作業を実施した。

② 薬剤等による防除

丸太に対する穿孔性害虫防除法として、丸太表面への防除薬剤の散布を検討した。今回の試験では、(防除薬剤等として)一般的に流通していて、散布等した材に影響がないと考えられること、無被害材と被害材の価格差以上の費用が必要とならないこと、原木市売市場で使用されたことがあることを考慮して選択した。その結果、スミチオン乳剤 (MEP50%) の 50 倍液・100 倍液・1,000 倍液, トレボン乳剤 (エフェンプロックス 20%) の 800 倍液, モリエート SC (クロチアニジン 30%) の 800 倍液, ホウ酸の 5% 液, パラジクロルベンゼンの固形剤, 木酢液の原液, 竹酢液の原液の 9 処理区を設けた。

供試木は、山土場周辺のスギ (平均胸高直径 19.9cm, 平均樹高 14.9m) を、薬剤等散布当日に 2 本伐採後、約 1 m に玉切った丸太を使用した。使用した丸太の元口径は 10.8cm~21.8cm であった。

丸太への薬剤散布を、2015 年 4 月および 5 月に原木市場において、6 月、7 月、および 8 月に山土場において行った。各月、各処理区毎に 3 本ずつの丸太を積み重ね、液剤を電動散布機を用い、丸太全体に滴り落ちる程度、1 m³ 当たり 10 L 散布した。なお、パラジクロルベンゼンについては、積み重ねた 3 本の丸太の空隙も含めて、均等となるよう手で 1 m³ 当たり 2.5kg 散布した。ただし、6 月のスミチオン乳剤 100 倍液と 1,000 倍液, ホウ酸, パラジクロルベンゼンについては、1 回目の散布の 1 週間後に 2 回目の散布を行った。対照区として何も散布しないものを無処理とした (以下、2015 年薬剤試験)。

また、2016 年には、スミチオン乳剤の 1,000 倍液とモリエート SC の 800 倍液において、散布後の降雨による被害防止効果への影響を調査した。同年 4 月、5 月、および 6 月に山土場において、薬剤を散布した供試木に、農業資材であるトンネル支柱に透明ビニールを被せ作製した屋根を付けたものと付けないものを設けた。対照区として薬剤処理区と同様に屋根を付けたものと付けないものを設け、散水しないものを無処理とした (以下、2016 年薬剤試験)。

今回の試験は、原木市売市場へ搬入された丸太への被害防止を目的としたため、原木市場の市売開催間隔である 2 週間を被害防止効果期間とした。そのため、薬剤等散布後、2 週間目に供試木を鹿児島県森林技術総合センターに持ち帰り、丸太加害調査と同様な保管方法と穿孔性害虫の分類作業を実施した。

なお、各薬剤等処理区の供試木に確認された穿孔孔数については、無処理区の穿孔孔数を 1 とした加害指数を以下の計算式により求めた。

$$\text{加害指数} = \text{薬剤等処理した丸太の穿孔孔数} / \text{無処理丸太の穿孔孔数}$$

2 結果と考察

① 伐採丸太設置後の日数と加害との関係

供試木を剥皮・割材し、内樹皮や辺材部の穿孔孔等から得られた穿孔性害虫とその加害痕から推定した穿孔性害虫の種類は、丸太加害調査とほぼ同様であった。穿孔性害虫の種類毎に供試木設置後の初加害日数が短い順に見ると、穿孔孔数は僅かではあるが、キクイムシ類とキバチ類、マダクロホシタマムシは 1 日目、オオゾウムシとヒメスギカミキリは 5 日目から加害していた。

供試木の設置日数毎の穿孔孔数割合の月別とその平均推移について、2015 年の調査結果を図 7 に、2016 年の調査結果を図 8 に示した。なお、供試木に穿孔孔数がほとんどなかった 2015 年 8 月の調査結果は除外した。穿孔性害虫の発生時期がその種類毎に異なるため、月によって穿孔性害虫の種類に偏りはあったものの、穿孔孔数割合は、2015 年も 2016 年も 7 日目までは低く推移したが、15 日目以降で急激に増加していた。ヒメスギカミキリやオナガキバチは伐採直後の新鮮な丸太を好まない (岩田 2015, 福田

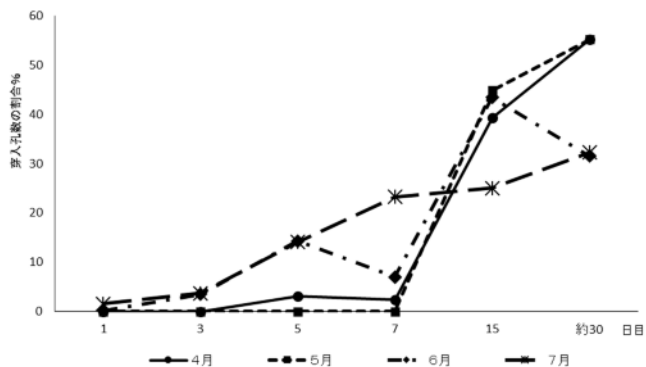


図 7 2015 年に設置した供試木の設置日数と穿孔孔数割合との関係

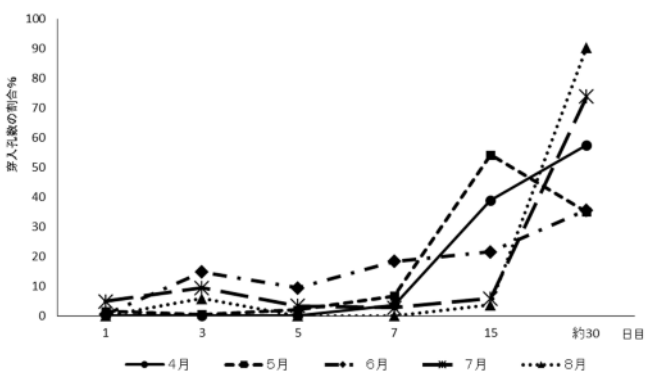


図 8 2016 年に設置した供試木の設置日数と穿孔孔数割合との関係

2002) ことが知られている。今回の調査結果から、他の穿孔性害虫についても同様であることが示唆された。このため、伐採丸太への穿孔被害をできるだけ軽減するためには、伐採後、7日以内に山土場から搬出することが重要であると考えられた。

② 薬剤等防除試験

各薬剤等処理区の穿孔性害虫の加害状況について表5に示した。

供試木を加害していた穿孔性害虫は、丸太の加害調査と同様、どの処理区も主にキクイムシ科であった。

スミチオン乳剤の加害指数についてみると、50倍液が0.01と顕著な防除効果を示した。100倍液と1,000倍液については、4月に試験した100倍液の0.29以外は、無処理区と同程度の加害を受けたが、1週間毎に2回散布した6月の試験では、100倍液が0.05、1,000倍液が0.22と優れた防除効果を示した。スギ伐採丸太へのスミチオン乳剤の1回散布による予防効果は、50倍液と500倍液で約1ヶ月(加藤 2006)、100倍液で1年程度(岸 1986)あるとの報告がある。各試験地域において、穿孔性害虫の発生密度や気象など、環境条件が異なることから、薬剤の予防効果に差異が見られたと考えられるが、今回の試験では、被害防除のためには50倍液では1回散布、100倍液と1,000倍液では2回散布が必要であると考えられた。

モリエートSC(クロチアニジン30%)については、加害指数が、0.25(7月)と0.00(8月)と顕著な防除効果

を示したが、他の薬剤等については、無処理区と同程度の被害を受けることが多く、加害指数が無処理区に比べ、半減することはなかった。

薬剤散布後の降雨が防除効果へ及ぼす影響として、各処理区の穿孔性害虫の加害状況について表6に示した。2015年薬剤試験で顕著な防除効果を示したモリエートSCについては、屋根の有無にかかわらず、加害指数無処理区に比べ7割以上減少し、2015年薬剤試験と同様、優れた防除効果を示した。また、2015年薬剤試験で使用した薬剤の中で、最も安価なスミチオン乳剤の1,000倍液については、被害指数が屋根無で0.27(4月)、0.69(5月)、0.30(6月)、屋根有で0.13(4月)、0.00(5月)、0.01(6月)と屋根の有無で明らかな差があった。試験期間中の鹿児島市における降雨量をみると、4月には82.5mm、5月には39.5mm、6月には377.5mmと降雨があった(気象庁 2016)ことから、スミチオン乳剤の防除効果は降雨の影響を受けやすいことが示唆された。

これらの試験結果から、2週間の防除効果が高いのは、モリエートSCの800倍液とスミチオン乳剤の50倍液であった。なお、スミチオン乳剤については、100倍液と1,000倍液も1週間毎に2回散布すれば防除効果は高かった。しかし、降雨による影響を受けやすいため、散布後の降雨状況により、再散布するなど注意が必要であると考えられた。

表5 試験薬剤等と穿孔性害虫の加害状況

薬剤等名	希釈	1 m ³ 当たりの散布量	加害指数 ^{*1}				
			4月	5月	6月	7月	8月
スミチオン乳剤(MEP50%)	50倍	100			0.01		
スミチオン乳剤(MEP50%)	100倍	100	0.29	1.17	0.05 ^{*2}		
スミチオン乳剤(MEP50%)	1,000倍	100	0.80	0.95	0.22 ^{*2}		
トレボン乳剤(エトフェンプロックス20%)	1,000倍	100				1.16	0.69
モリエートSC(クロチアニジン30%)	800倍	100				0.25	0.00
ホウ酸	5%	100	1.17	1.14	0.81 ^{*2}		
パラジクロルベンゼン		2.5kg	1.00	1.10	0.52 ^{*2}		
木酢液		100				1.01	
竹酢液		100				1.12	
無処理			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

*1 加害指数 = $\frac{\text{薬剤等処理した丸太の穿孔孔数}}{\text{無処理丸太の穿孔孔数}}$

*2 2回散布(1週間毎)

表 6 薬剤散布後の降雨が防除効果へ及ぼす影響

薬剤等名	希 積	1 m ³ 当 たり の 散 布 量	屋 根 有・無	加 害 指 数*		
				4月	5月	6月
スミチオン乳剤 (MEP50%)	1,000倍	100	屋根有	0.13	0.00	0.01
			屋根無	0.27	0.69	0.30
モリエートSC (クロチアネジン30%)	800倍	100	屋根有	0.26	0.09	0.06
			屋根無	0.18	0.00	0.22
無 処 理			屋根有	1.00	1.00	1.00
			屋根無	1.00	1.00	1.00

* 加害指数 = $\frac{\text{薬剤等処理した丸太の穿入孔数}}{\text{無処理丸太の穿入孔数}}$

おわりに

原木市売市場に集荷され積みされた丸太は、買方を集めて一桝毎に市売されるが、一桝の中の数本の丸太に穿孔性害虫の食害痕やフラスが少しでも確認されると、その一桝全てが虫喰い材として買い叩かれるケースが多い。原木市売市場に搬入される丸太は、主に製材利用を見込んでいたため、一桝全てが虫喰い材として安価となると素材生産業者等は林業経営が厳しくなる。今回の調査・試験の結果により、穿孔性害虫は、山土場ほどではないが、原木市売市場においても飛来し、加害されていることが分かった。スギ林に隣接した製材加工所の未舗装土場に設置した丸太が、穿孔性害虫の被害を受ける(加藤 2006)ことから、今回の調査地である原木市場も周辺が森林であることが影響していると考えられる。しかし、被害実態調査の考察で述べたように、原木市売市場に長期間置かれた丸太や穿孔性害虫に被害された丸太の搬入の影響も大きいと思われるため、このような丸太は原木市売市場からできるだけ早く搬出するか、被害材から穿孔性害虫が羽化発生できないような対策をとらなければならない。また、主に製材用丸太を生産する場合、山土場や原木市売市場においては、穿孔性害虫の飛来・加害のない11月から翌年2月に重点的に素材生産する必要があり、また、穿孔性害虫の発生・加害する3月から10月に素材生産する時は、立木を伐採

後、山土場から7日以内に伐採丸太を搬出し、原木市売市場に搬入した場合、スミチオン乳剤の50倍液又はモリエートSCの800倍液を丸太1 m³当たり10 L 1回散布することで、直近の市売まで穿孔被害を軽減することができると考えられる。なお、今回の主な加害穿孔性害虫であったキクイムシ類の中のアンブロシアキクイムシは、伐採直後の丸太の場合、樹皮面より先に木口面から穿孔加害されることが確認されている(野淵ら 1978)とおり、今回の調査でも木口面からの穿孔加害が見られたことから、薬剤散布時には、木口面に薬剤が十分付着するよう留意しなければならない。

現在、木材のカスケード利用が進み、原木市売市場へは、これまで以上に材質や形状の良い丸太が多く搬入されてきている。そのため、原木市売市場における穿孔性害虫の被害防除対策は重要になってきていることから、今後も継続的に調査し、穿孔性害虫の多発生予測や被害予防として残効の長い新たな薬剤の探索などを実施していく必要がある。

謝 辞

本研究を行うに当たり、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所森林昆虫研究領域昆虫生態研究室長 北島博氏には内容についてご助言をいただいた。また、同研究所九州支所森林動物研究グループ 後藤秀章氏

には、キクイムシ科の種類の間定についてご指導をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 福田秀志 (2002) キバチ類の樹幹辺材部利用様式. 日本生態学会誌 52 : 75-80
- 古川邦明 (2013) 林内に極積みした林地残材の乾燥過程. 現代林業 7月号:34-39
- 井坂利章 (1992) スギ葉枯らし材の虫害調査 (予報). 徳島県農林水産技術センター研究報告 29 : 1-3
- 岩田隆太郎 (2015) 木質昆虫学序説, pp. 30-36, 一般財団法人九州大学出版会
- 鹿児島県 (2016) 平成 29 年度鹿児島県森林・林業統計, pp. 15-24
<https://www.pref.kagoshima.jp/sangyo-rodo/rinsui/ringyo/toukei/index.html>
- 加藤徹 (2006) 丸太土場における穿孔性害虫の被害実態と各種薬剤による防除効果. 第 54 回日本林学会中部支部大会論文集 : 225-226
- 衣浦晴生・豊島義之・肘井直樹 (1989) 誘引トラップによって捕獲されたキクイムシ類. 第 100 回日本林学会発表論文集 : 601-602
- 岸洋一 (1986) スギ丸太害虫の加害時期と予防法. 第 38 回日本林学会関東支部大会発表論文集 : 177-178
- 気象庁 (2015) 気象庁ホームページ 気象観測データ.
<http://www.jma.go.jp/jima/index.html>
- 気象庁 (2016) 気象庁ホームページ 気象観測データ.
<http://www.jma.go.jp/jima/index.html>
- 久保園正昭 (1993) 風害木を加害する害虫の発生状況. 第 46 回日本林学会九州支部大会論文集 : 175-176
- 松本剛史・佐藤重穂 (2018) キバチ共生菌キバチウロコタケ接種木に対するオナガキバチの産卵選好性と繁殖成功率. 森林防疫 67 : 9-14
- 野淵輝・遠田暢男・越智鬼志夫・五十嵐豊 (1978) ヤナセスギ丸太を食害する害虫の防除法. 昭和 52 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書 : 157-172
- 野平照雄・小川知 (1986) 松くい虫誘引剤で捕獲されたキクイムシ. 第 68 回日本林学会発表論文集 : 249-250
- 酒井孔三 (1986) スギ・ヒノキ丸太を加害する穿孔性害虫の防除. 森林防疫 35:13-16
- 吉川賢・笠原誠・永森通雄 (1987) 誘引トラップに集まった穿孔性害虫類. 第 98 回日本林学会発表論文集:503-504