

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

論文

- 松くい虫被害丸太の加熱処理による殺虫方法の開発(I)
—30分間の加熱でマツノマダラカミキリ,マツノザイセンチュウの死滅する温度—
[高橋健太郎・深澤 光・東野 正] 3
- 松くい虫被害丸太の加熱処理による殺虫方法の開発(II)
—アカマツ丸太中のマツノマダラカミキリ,マツノザイセンチュウを死滅させる加熱処理条件—
[深澤 光・高橋健太郎・東野 正] 12
- カシノナガキクイムシによる枯損被害の標高による相違
[松浦崇遠・中島春樹] 19

新刊紹介

- 樹木医ことはじめ—樹木の文化・健康と保護,そして樹木医の多様な活動—
[金子 繁] 24

- 都道府県だより:茨城県 25
- 訂正 27
- 森林病虫獣害発生情報:平成28年9月・10月受理分 27



[表紙写真] 伐採の進む岩手県県央部の松くい虫被害林

写真は盛岡市の南に位置する地域の松くい虫被害林である。当地域では2005年12月に広く雪害が発生し、翌年夏にはマツノマダラカミキリが雪害木に産卵したと考えられる。また、2007年6月に約400haのマツカレハの被害が発生したため、多くのアカマツが衰弱し、そこに雪害木から発生したマツノマダラカミキリが加わったことで当地域は松くい虫被害の激害林となった。

岩手県では松くい虫被害対策としてアカマツ材の利活用を進めていくこととしており、地元のチップ工場で松くい虫被害木をチップとし、燃料としての利用が進められているほか、写真のように樹種転換のための伐採も進められている。また、岩手県林業技術センターでは、アカマツ材熱処理の研究(本誌3~18ページ参照)のほか、近年は、アカマツ健全木の利活用のため、アカマツCLT(Cross Laminated Timber, 直交集成板)の実用化にむけた研究に取り組んでいる。

(岩手県林業技術センター 高橋健太郎)

論文

松くい虫被害丸太の加熱処理による駆除方法の開発(I) —室内実験においてマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが死滅する温度—

高橋健太郎¹・深澤 光²・東野 正³

1. はじめに

岩手県はマツ材線虫病の太平洋側の被害先端地であり(市原 2015), 県の中部以北は被害の無いアカマツ林が存在している(小岩・高橋 2005)。過去の被害拡大では, マツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle (以下「ザイセンチュウ」という) を保持したマツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* Hope (以下「カミキリ」という) の自力移動による被害伝播に加えて, 被害木が人為的に運ばれたことでも被害が拡大したと考えられている(佐藤・作山 1982; 岸 1988)。

我が国における松くい虫被害対策は, 「松くい虫防除特別措置法(1977年)」および「松くい虫被害対策特別措置法(1982年, 途中二度改正)」を経ながら, 現在は1997年に一部改正された森林病虫害等防除法に基づき実施されている(田畑 1997)。林野庁は, 被害対策の実施にあたり松の伐採木等の移動制限に関して通知を発し, 被害木の移動の制限又は禁止の措置を実施する場合は, 原則として都道府県知事の命令により実施するよう求めている(農林水産省 1997)。岩手県では人為的な被害木の移動によって被害が拡大することを防ぐため, 年度毎に知事命令によりカミキリを駆除していない被害木の移動を禁止している(岩手県 2016)。さらに, マツ材線虫病に感染し, ザイセンチュウやカミキリの寄生があっても一見健全木とみなされるアカマツが存在することが知られており(作山・佐藤 1980; 太田ら 2009), 健全木についても被害地域から未被害地域への移動を差し控えるよう, 関係団体に協力を求めている(岩手県農林水産部森林整備課内部資料)。このため, 被害木を利用する場合はカミキリを駆除する措置をとってからでなければ移動して利用する

ことができず, また, 被害地域内で伐採された健全木は被害地域内でしか移動して利用することができない。このことはマツ材線虫病の被害拡大防止のために重要である一方, アカマツ材が活発に利用されない要因の一つともなっている。

日本の松くい虫対策の現場で広く用いられているカミキリの駆除方法には, 「薬剤くん蒸」, 「焼却」, 「破碎」があるが(吉田ら 1997), 駆除後にアカマツを材として利用することができる駆除方法は薬剤くん蒸に限られ, アカマツ材を利用する観点からそれ以外の選択肢の開発が求められていた。

国際貿易では木材によって作られたこん包材が広く使われている。生きている木又は枯れた木に由来する木材は, 有害動植物に寄生されている場合があり, 木材こん包材はこれら有害動植物が寄生した木材で作られる可能性があるため, 有害動植物の侵入及びまん延の経路となり得る。これら有害動植物の侵入及びまん延のリスクを低減することを目的に国際植物防疫条約事務局(IPPC)では「国際貿易における木材こん包材の規制」として「植物検疫措置に関する国際基準 No15」(以下「国際基準」という)を策定し(IPPC 2009), 2010年9月現在49の国や地域がこの国際基準に基づく規制を実施している(日本荷主協会 2010)。国際基準では有害動植物に対して効果的であると考えられている処理方法が定められており, その中の一つに従来からの蒸気または人工乾燥機を使用する加熱処理が挙げられている。この方法では木材の断面全体(中心部含む)が連続して最低30分間, 少なくとも56℃に達することが基本的な要件とされている(IPPC 2009)。

筆者らはこの処理方法を準用し, 加熱処理によって丸太内のカミキリやザイセンチュウを駆除するこ

Heat treatment of pine logs damaged by pine wilt disease to eradicate the pathogenic nematode and its vector (I) Fatal temperature of *Monochamus alternatus* and *Bursaphelenchus xylophilus* in a laboratory experiment

¹TAKAHASHI, Kentaro, 岩手県林業技術センター; ²FUKAZAWA, Hikari, 元岩手県林業技術センター, 現岩手県沿岸広域振興局宮古農林振興センター; ³HIGASINO, Tadashi, 元岩手県林業技術センター

とで、アカマツ材利用の活性化を図りたいと考えた。しかし、国内産のカミキリやザイセンチュウの死亡する温度条件に関する調査例は少なく、国際基準の加熱処理条件が日本、特に岩手県産のカミキリやザイセンチュウに効果的であるかどうかは明らかでない。そこで、室内試験でカミキリとザイセンチュウの死亡する温度を調べたので報告する。

2. 材料と方法

(1) マツノマダラカミキリへの加熱処理試験

試験は2006年6月、2007年3月に行った。2006年6月の試験では、2005年夏に岩手県奥州市江刺区のアカマツ林に長さ約1mのアカマツ丸太を放置し、カミキリの産卵を受けたものを2006年6月に剥皮割材して樹皮下で得た幼虫（以下「樹皮下幼虫」という）3頭と、蛹室で得た幼虫（以下「材内幼虫」という）20頭、蛹27頭を用いた。2007年3月の試験では、2006年夏にカミキリの産卵を受けた岩手県奥州市江刺区のドイツウヒ風倒木を2007年3月に割材して得た材内幼虫50頭を用いた。いずれの試験においても割材して得た供試虫は500mlポリカップ（φ5.2cm、高さ6.0cm）に個体別に保管した。2006年6月の試験では加熱処理するまで室温で保管した。2007年3月の試験では、割材時の野外の気温が低く丸太の樹皮下が所々凍結した状態であったことから、ポリカップを氷を詰めたクーラーボックス内で保管した。この間、供試虫に動きは認められなかった。

加熱処理は昆虫の温度反応を調べる試験方法（一瀬 1980）に準じて行った。ウオーターバス（Fine FW-24S型）に水をはり、そこに厚肉の底付ガラス管（外径9cm、高さ10cm、内容積350ml）を約7cmの高さまで水に浸かるように置いた。ガラス管には温度計ホルダーを備えた硬質発砲スチロール製のふたをつけ、棒状標準温度計（（株）東亜計器製作所製）で内部の温度を計測した。ガラス管内には供試虫を温度計の感球部近くに保持するための網皿を作り、供試虫が直接ガラス管に接しないようにした。これらの試験器具は20℃に設定した恒温室内に備えた。

加熱処理の処理温度は45℃、50℃、55℃、60℃と

した。ウオーターバスの水温を処理温度より高く調整することでガラス管内の温度を処理温度 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ に保った。各処理区に割り当てた供試虫の頭数は表-1に示した。

加熱処理は次の手順で行った。ある処理温度で安定している状態のガラス管に供試虫を2頭入れた。2頭の供試虫の間には紙片を置き供試虫同士が噛みあつたりしないようにした。供試虫を投入するためふたを開けて低下したガラス管内部の温度が再び処理温度に達してから30分間処理温度を保ち、供試虫に加熱した。加熱処理後、供試虫をポリカップに戻して20℃の恒温室内に置き、加熱直後、1日後、7日後に動きを観察し、7日経過しても動きの認められない場合を死亡と判断した。また、加熱処理前後の供試虫の生体重を測定した。

対照として加熱処理と同じガラス管に供試虫を入れ、そのガラス管を20℃の恒温室内に30分間おいた。その後の生死の判定などは加熱処理と同様に行った。

2006年6月の試験は2006年6月19日～21日の間に、2007年3月の試験は2007年3月5日～3月9日の間にいった。

(2) マツノザイセンチュウへの加熱処理試験

試験は、2006年4月に岩手県花巻市石鳥谷町五大堂で発見されたマツ材線虫病被害木（胸高直径60cm樹高25m）から分離培養した「岩手県産ザイセンチュウ」と当センターで継代培養していた強病原力分離株「Ka-4」および「島原」の3株を用いた。

これらのザイセンチュウを10cmシャーレの押し小麦上で培養した灰色カビ病菌に接種し、20℃の恒温条件下で十分に増殖させた後、4℃の恒温条件下で保存した。試験当日にベールマン法により室温下2時間でザイセンチュウを分離して線虫懸濁液原液を得た。これを滅菌水で希釈し、1ml当たり線虫数が約200頭となるようにして試験に用いた。

加熱処理区の処理温度は40℃、45℃、50℃、55℃、60℃、65℃とし、対照として20℃の処理区を設定した。一つの処理温度につき、加熱処理区に20本、対照区に20本のマイクロテストチューブ（0.5ml PCRチューブ、（株）アシスト製）を用意し、それぞれに供試

表-1 マツノマダラカミキリの処理温度別の死亡状況

	処理温度	供試虫発育段階	供試頭数	処理前生重(mg)* ¹	処理後生重/処理前生重(%)* ¹	死亡頭数* ²
2006年 6月	対照(20℃)	材内幼虫	3	399.7±152.3	100.0	0(0%)
		蛹	7	498.1±185.5	99.9±0.4	0(0%)
		合計	10	468.6±174.2	99.9±0.3	0(0%)
	45℃	材内幼虫	5	459.0±256.6	96.0±0.4	2(40%)
		蛹	5	553.4±274.8	97.2±2.0	0(0%)
		合計	10	506.2±255.6	96.6±1.8	2(20%)
	50℃	樹皮下幼虫	1	290	92.0	1(100%)
		材内幼虫	4	299.0±193.1	92.0±4.2	4(100%)
		蛹	5	567.2±101.8	95.8±0.4	1(20%)
	55℃	合計	10	432.2±193.1	93.9±3.1	6(60%)
		樹皮下幼虫	1	168	86.0	1(100%)
		材内幼虫	4	455.5±114.2	93.0±0.8	4(100%)
	60℃	蛹	5	385.6±202.3	91.0±2.0	5(100%)
		合計	10	391.8±173.0	91.3±2.5	10(100%)
		樹皮下幼虫	1	214	85.0	1(100%)
	対照(20℃)	材内幼虫	4	533.5±164.8	88.8±4.3	4(100%)
		蛹	5	497.0±95.8	86.8±3.9	5(100%)
		合計	10	483.3±149.7	87.4±3.8	10(100%)
2007年 3月	対照(20℃)	材内幼虫	10	939.2±132.1	100.1±0.3	0(0%)
	45℃	材内幼虫	10	631.5±215.9	97.5±1.1	1(10%)
	50℃	材内幼虫	10	884.3±228.5	96.8±1.7	1(10%)
	55℃	材内幼虫	10	999.3±158.5	95.8±1.1	10(100%)
	60℃	材内幼虫	10	929.6±324.4	92.7±2.5	10(100%)

*1: 平均値±標準偏差

*2: () 内は死亡率

用線虫懸濁液0.5mlを分注して、サーマルサイクラー(ZYMOREACTER AB-1820型)により、20℃10分、処理温度30分、20℃10分の温度制御を行った。

加熱処理区および対照区の各20本のマイクロテストチューブのうち、10本の線虫懸濁液を顕微鏡で観察して生存線虫数、死亡線虫数を数えた。生死の区別は線虫の動きの有無によって行い、30秒程度注視しても動きの無いものを死亡と判定した。なお、0.5mlの線虫懸濁液のうち、0.1mlに含まれる線虫については成虫(オス、メス別)、幼虫の別に生死を記録した。

残りの10本については、10cmシャーレ内の押し小麦上で培養した灰色カビ病菌上に処理後の線虫懸濁液全量(0.5ml)を接種し、20℃の恒温下に置いた。21日～33日後にシャーレ内の灰色カビ病菌の菌叢が線虫の増殖に伴い白色から茶褐色に変色しているか観察し、その変色部の割合により3段階(-:変色なし, +:シャーレの2分の1未満で変色, 2+:

シャーレの2分の1以上で変色)に区分して増殖の程度を判断した。観察後、ベールマン法で線虫の分離を行い、増殖した線虫がザイセンチュウであるか確認した。

加熱処理は岩手県産ザイセンチュウを2007年1月24～25日に、Ka-4を2006年2月21～22日(40℃区のみ2007年2月13日)に、島原を2006年9月25～28日に行った。灰色カビ病菌に接種したザイセンチュウの増殖状況の確認と再分離は岩手県産を2007年2月21～22日に、Ka-4を2006年3月14日と20日(40℃区のみ2007年3月12日)に、島原を2006年10月26日と31日に行った。

3. 結果

(1) マツノマダラカミキリへの加熱処理試験

処理温度別のカミキリの死亡状況を表-1に示す。死亡率は、2006年6月の試験では45℃の処理で20%、50℃の処理で60%であったが、55℃と60℃の処理で

は100%であった。2007年3月の試験では45℃と50℃の処理で10%、55℃と60℃の処理では100%であった。2006年6月、2007年3月の試験とも対照区の死亡率は0%であった。2006年6月の試験の45℃処理で幼虫は5頭中2頭死亡したのに対し、蛹は5頭全てが生存した。50℃処理で幼虫は5頭全てが死亡したのに対し、蛹は5頭中1頭が死亡した。45℃処理では幼虫と蛹の死亡率に統計的に有意な差は認められなかったが(フィッシャーの正確確率検定 $p=0.444$)、50℃処理では有意な差が認められた($p=0.048$)。55℃以上の加熱処理では発育段階を問わずに全ての供試虫が死亡した。なお、45℃以上の処理では最終的には生存した個体も、加熱処理直後は動きが認められず、熱マヒの状態にあった。

加熱処理後の供試虫の生体重を処理前の生体重で割って求めた割合の平均値は、45℃処理で96.6%~97.5%、50℃処理で93.9%~96.8%、55℃処理で91.3%~95.8%、60℃処理で87.4%~92.7%であり、いずれの処理温度でも処理後の生体重は処理前より減少し、その減少の割合は処理温度が高くなるほど大きくなる傾向を示した。対照区は99.9%~100.1%でありほとんど変化は認められなかった。本県におけるカミキリの羽化脱出期直前に行った2006年6月試験の45℃と50℃の処理で生存した蛹をポリカップに入れておいたところ、45℃処理虫では5頭のうち3頭が上翅や触角が正常に伸展せず縮れた形状を示すなどの形態異常の成虫として羽化(写真-1)、1頭は正常な成虫として羽化、1頭は蛹で死亡した。50℃処理虫では4頭全てが形態異常の成虫として羽化した。対照では7頭のうち1頭は蛹で死亡し、6頭が羽化した。形態異常は認められなかった。

(2) マツノザイセンチュウへの加熱処理試験

岩手県産ザイセンチュウの処理温度別死亡状況を表-2に示す。40℃の処理温度では死亡率0.6%、45℃では35.4%、50℃、55℃、60℃、65℃では100%であった。対照区の死亡率は0.2~0.9%であった。Ka-4の処理温度別死亡状況を表-3に示す。40℃の処理温度では1.3%、45℃では6.6%、50℃では94.7%、55℃、60℃、65℃では100%であった。対照区の死



写真-1 羽化したマツノマダラカミキリ成虫にみられた形態異常

亡率は0~2.9%であった。島原の処理温度別死亡状況を表-4に示す。40℃の処理温度では0.4%、45℃では6.2%、50℃、55℃、60℃、65℃では100%であった。対照区の死亡率は0~1.1%であった。

成虫、幼虫別の死亡率をみると、50℃以上の処理温度ではKa-4の50℃処理の幼虫に1頭の生存がみられた以外は岩手県産ザイセンチュウ、Ka-4、島原とも成虫、幼虫の別無く100%の死亡率であった。一方、45℃の処理温度では、岩手県産ザイセンチュウの成虫が7頭中1頭死亡したのに対し、幼虫は139頭中74頭が死亡した。Ka-4の成虫が62頭全て生存したのに対し、幼虫は96頭中9頭が死亡した。島原の成虫が18頭全て生存したのに対し、幼虫は94頭中2頭が死亡した。成虫と幼虫の死亡率を比較すると、統計的にはKa-4にのみ有意な差が認められた(フィッシャーの正確確率検定 岩手県産: $p=0.058$, Ka-4: $p=0.012$, 島原: $p=1$)。45℃の処理温度では生存と判定される個体がみられたが、その動きは非常に緩慢であり熱マヒの状態にあった。

表-5に加熱処理後の岩手県産ザイセンチュウ増殖試験の結果を示す。40℃、45℃で加熱処理した線虫懸濁液を接種した全てのシャーレでザイセンチュウが増殖し再分離された。50℃、55℃、60℃、65℃では全てのシャーレで増殖は見られなかった。Ka-4の増殖試験結果を表-6に示す。40℃、45℃では全

表-2 岩手県産マツノザイセンチュウの処理温度別の死亡状況

処理温度 (°C)	供試チューブ数	処理液0.5ml中の死亡頭数(10チューブ合計)		処理液のうち0.1ml中の雌雄, 発育段階別の死亡頭数(10チューブ合計)					
		供試頭数	死亡頭数	オス成虫		メス成虫		幼虫	
				供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数
40°C	10	530	3(0.6%)	7	0(0.0%)	7	0(0.0%)	155	0(0.0%)
対照	10	434	1(0.2%)	8	0(0.0%)	10	0(0.0%)	112	0(0.0%)
45°C	10	412	146(35.4%)	4	0(0.0%)	3	1(33.3%)	139	74(53.2%)
対照	10	404	2(0.5%)	7	0(0.0%)	5	0(0.0%)	124	1(0.8%)
50°C	10	442	442(100%)	4	4(100%)	8	8(100%)	134	134(100%)
対照	10	379	1(0.3%)	10	0(0.0%)	5	0(0.0%)	112	0(0.0%)
55°C	10	269	269(100%)	4	4(100%)	3	3(100%)	71	71(100%)
対照	10	218	2(0.9%)	3	0(0.0%)	12	0(0.0%)	70	0(0.0%)
60°C	10	236	236(100%)	1	1(100%)	5	5(100%)	80	80(100%)
対照	10	262	1(0.4%)	5	0(0.0%)	9	0(0.0%)	98	1(1.0%)
65°C	10	271	271(100%)	2	2(100%)	2	2(100%)	81	81(100%)
対照	10	305	1(0.3%)	7	0(0.0%)	16	0(0.0%)	95	0(0.0%)

() 内は死亡率.

表-3 マツノザイセンチュウKa-4株の処理温度別の死亡状況

処理温度 (°C)	供試チューブ数	処理液0.5ml中の死亡頭数(10チューブ合計)		処理液のうち0.1ml中の雌雄, 発育段階別の死亡頭数(10チューブ合計)					
		供試頭数	死亡頭数	オス成虫		メス成虫		幼虫	
				供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数
40°C	10	600	8(1.3%)	3	0(0.0%)	21	0(0.0%)	96	1(1.0%)
対照	10	555	6(1.1%)	12	0(0.0%)	18	0(0.0%)	111	2(1.8%)
45°C	10	635	42(6.6%)	17	0(0.0%)	45	0(0.0%)	96	9(9.4%)
対照	10	767	0(0.0%)	21	0(0.0%)	31	0(0.0%)	189	0(0.0%)
50°C	10	587	556(94.7%)	14	14(100%)	12	12(100%)	125	124(99.2%)
対照	10	537	5(0.9%)	12	0(0.0%)	15	0(0.0%)	107	0(0.0%)
55°C	10	386	386(100%)	8	8(100%)	16	16(100%)	81	81(100%)
対照	10	439	0(0.0%)	10	0(0.0%)	13	0(0.0%)	102	0(0.0%)
60°C	10	323	323(100%)	11	11(100%)	10	10(100%)	78	78(100%)
対照	10	547	0(0.0%)	15	0(0.0%)	21	0(0.0%)	89	0(0.0%)
65°C	10	338	338(100%)	19	19(100%)	13	13(100%)	78	78(100%)
対照	10	550	16(2.9%)	12	0(0.0%)	20	0(0.0%)	111	1(0.9%)

() 内は死亡率.

表-4 マツノザイセンチュウ島原株の処理温度別の死亡状況

処理温度 (°C)	供試チューブ数	処理液0.5ml中の死亡頭数(10チューブ合計)		処理液のうち0.1ml中の雌雄, 発育段階別の死亡頭数(10チューブ合計)					
		供試頭数	死亡頭数	オス成虫		メス成虫		幼虫	
				供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数	供試頭数	死亡頭数
40°C	10	494	2(0.4%)	5	0(0.0%)	9	0(0.0%)	70	0(0.0%)
対照	10	464	2(0.4%)	4	0(0.0%)	16	0(0.0%)	86	0(0.0%)
45°C	10	549	34(6.2%)	9	0(0.0%)	9	0(0.0%)	94	2(2.1%)
対照	10	450	5(1.1%)	12	0(0.0%)	15	0(0.0%)	92	0(0.0%)
50°C	10	418	418(100%)	5	5(100%)	10	10(100%)	70	70(100%)
対照	10	460	3(0.7%)	6	0(0.0%)	10	0(0.0%)	57	0(0.0%)
55°C	10	499	499(100%)	5	5(100%)	8	8(100%)	77	77(100%)
対照	10	573	1(0.2%)	6	0(0.0%)	13	1(7.7%)	92	0(0.0%)
60°C	10	415	415(100%)	5	5(100%)	7	7(100%)	58	58(100%)
対照	10	476	0(0.0%)	9	0(0.0%)	13	0(0.0%)	72	0(0.0%)
65°C	10	419	419(100%)	6	6(100%)	6	6(100%)	68	68(100%)
対照	10	505	0(0.0%)	5	0(0.0%)	16	0(0.0%)	72	0(0.0%)

() 内は死亡率.

表-5 加熱処理後の岩手県産マツノザイセンチュウの灰色カビ病菌上での増殖

処理温度	培養期間	供試数	目視による線虫の繁殖状況*			マツノザイセンチュウの再分離率
			2+	+	-	
40°C	2007.1.24-	10	10	0	0	100%
対照	2007.2.22	10	10	0	0	100%
45°C	2007.1.24-	10	10	0	0	100%
対照	2007.2.22	10	10	0	0	100%
50°C	2007.1.24-	10	0	0	10	0%
対照	2007.2.22	10	9	0	1	90%
55°C	2007.1.25-	10	0	0	10	0%
対照	2007.2.22	10	10	0	0	100%
60°C	2007.1.25-	10	0	0	10	0%
対照	2007.2.22	10	10	0	0	100%
65°C	2007.1.25-	10	0	0	10	0%
対照	2007.2.22	10	10	0	0	100%

*目視による線虫の繁殖状況の区分 2+ : シャーレの2分の1から全面で線虫の繁殖した痕跡が認められる, + : シャーレの2分の1未満で線虫の繁殖した痕跡が認められる, - : 線虫の繁殖した痕跡が認められない.

表-6 加熱処理後のマツノザイセンチュウKa-4株の灰色カビ病菌上での増殖

処理温度	培養期間	供試数	目視による線虫の繁殖状況*			マツノザイセンチュウの再分離率
			2+	+	-	
40℃	2007.2.13-	10	10	0	0	100%
対照	2007.3.12	10	10	0	0	100%
45℃	2006.2.21-	10	8	2	0	100%
対照	2006.3.14	10	9	1	0	100%
50℃	2006.2.21-	10	0	0	10	0%
対照	2006.3.14	10	10	0	0	100%
55℃	2006.2.22-	10	0	0	10	0%
対照	2006.3.20	10	10	0	0	100%
60℃	2006.2.22-	10	0	0	10	0%
対照	2006.3.20	10	10	0	0	100%
65℃	2006.2.22-	10	0	0	10	0%
対照	2006.3.20	10	9	1	0	100%

*目視による線虫の繁殖状況の区分 2+：シャーレの2分の1から全面で線虫の繁殖した痕跡が認められる，+：シャーレの2分の1未満で線虫の繁殖した痕跡が認められる，-：線虫の繁殖した痕跡が認められない。

表-7 加熱処理後のマツノザイセンチュウ島原株の灰色カビ病菌上での増殖

処理温度	培養期間	供試数	目視による線虫の繁殖状況*			マツノザイセンチュウの再分離率
			2+	+	-	
40℃	2006.9.28-	10	9	1	0	100%
対照	2006.10.31	10	9	1	0	100%
45℃	2006.9.25-	10	8	0	2	80%
対照	2006.10.31	10	10	0	0	100%
50℃	2006.9.25-	10	0	0	10	0%
対照	2006.10.31	10	10	0	0	100%
55℃	2006.9.27-	10	0	0	10	0%
対照	2006.10.26	10	8	2	0	100%
60℃	2006.9.27-	10	0	0	10	0%
対照	2006.10.26	10	10	0	0	100%
65℃	2006.9.28-	10	0	0	10	0%
対照	2006.10.26	10	10	0	0	100%

*目視による線虫の繁殖状況の区分 2+：シャーレの2分の1から全面で線虫の繁殖した痕跡が認められる，+：シャーレの2分の1未満で線虫の繁殖した痕跡が認められる，-：線虫の繁殖した痕跡が認められない。

てのシャーレで増殖し再分離された。50℃, 55℃, 60℃, 65℃では全てのシャーレで増殖は見られなかった。島原の増殖試験結果を表-7に示す。40℃では全てのシャーレでザイセンチュウが増殖し再分離された。45℃では10枚中8枚のシャーレでザイセンチュウが増殖し再分離された。50℃, 55℃, 60℃, 65℃では全てのシャーレで増殖は見られなかった。

対照区では、岩手県産ザイセンチュウの50℃加熱処理に対する対照区の1枚のシャーレで増殖がみられなかったのを除き、全てのシャーレでザイセンチュウが増殖し再分離された。

4. 考察

今回の試験で岩手県産のカミキリは樹皮下幼虫、材内幼虫、蛹を問わず55℃以上30分間の加熱で死亡した。この条件は国際基準の56℃以上30分間という条件とほぼ同じであり、国際基準の加熱条件により確実に死滅させられることが確認された。

一般に昆虫類は60～66℃の温度に遭遇すると、ごく短時間に死亡する(山崎 1972)。また、約50℃で熱マヒを起こすが、この温度に長く接触するほど不可逆的かつ致命的になる(桐谷 2001)。Ishikubo (1962)によると、カミキリ成虫は36.1～49.9℃で興奮、熱マヒとなり、47.5～49.6℃で死亡したという。また、恒温の管ビン内の幼虫は44.2℃以上で熱死したという。今回の試験での死滅温度は、これら報告の一部の温度よりは若干高いものであったものの、ほぼ類似した結果であった。今回、45℃, 50℃の処理温度で生存個体の熱マヒが認められたほか、写真-1のように羽化成虫の形態異常も認められている。加熱処理後の供試虫の生体重を処理前の生体重で除した値は処理温度が高いほど低い値をとったが(表-1)、これは加熱処理による体内の水分の消失もしくは代謝の異常昂進によるものと考えられ、その結果、写真-1にみられるような形態異常が生じた可能性が考えられる。45℃以上の温度はカミキリの生命維持にとって強い負担となっていると考えられる。なお、2006年6月の試験の45℃処理で幼虫は5頭中2頭死亡したのに対し、蛹は5頭全てが生

存、50℃処理で幼虫は5頭全てが死亡したのに対し、蛹は5頭中1頭死亡した。50℃処理で幼虫と蛹の死亡率に有意な差が認められたことから、死滅温度に近い温度域で幼虫と蛹で加熱処理に対する耐性が異なることが分かった。

ザイセンチュウの場合はカミキリに比べさらに低い温度帯で影響がみられはじめ45℃の処理温度でも6.2～35.4%の死亡率を記録し、50℃の処理温度では岩手産と島原は死滅し、Ka-4もほぼ死滅した(表-2, 3, 4)。加熱処理後のザイセンチュウの増殖は50℃以上の処理で岩手県産、Ka-4, 島原の全てで確認できなかったことから、ザイセンチュウは55℃30分間の加熱処理で確実に死滅させることができるといえる。一般に、線虫の種類によって致死限界の温度は異なるが、植物寄生線虫では温度50℃前後、処理時間30分程度が致死条件である種が多い(横尾 1971)。また、海外においては、木材の輸入によるマツ材線虫病の侵入を防ぐために研究が行われ、チップ、製材品、原木丸太に寄生したザイセンチュウの死滅条件が調べられた。その結果、ザイセンチュウを死滅させるのに必要な温度条件はチップ、製材品、丸太を問わずほぼ同様であることが判明し、ヨーロッパ連合は針葉樹材を輸入するにあたり材中心部温度が56℃を30分維持するような熱処理を行うことを義務付けた(Dwinell 1997)。今回の結果はこれらの報告と整合性をもっていた。なお、成虫と幼虫の死亡率を比較すると、45℃の処理区では岩手県産ザイセンチュウの成虫が7頭中1頭死亡したのに対し、幼虫は139頭中74頭が死亡した。また、Ka-4では、成虫が62頭全て生存したのに対し、幼虫は96頭中9頭が死亡し、島原では、成虫は18頭全て生存したが、幼虫は94頭中2頭が死亡した。統計的にはKa-4にのみ有意な差が認められたが、他の線虫株でも死滅温度に近い温度域で成虫と幼虫で加熱処理に対する耐性が異なる可能性が残り、サンプル数を増やして、さらに検討する必要がある。

今回の試験で、カミキリ、ザイセンチュウともに55℃以上30分の加熱で死滅することが確かめられた。この値は、国際基準の56℃ 30分という値とほぼ一

致しており、カミキリ、ザイセンチュウを対象に加熱処理による駆除を行う場合は国際基準に準じて処理することで被害木を無害化できると考えられた。

謝 辞

本研究の実施にあたり、国立研究開発法人森林総合研究所東北支所の中村克典博士、同関西支所の市原 優博士には日頃より丁寧なご指導をいただくとともに論文校正や文献提供の労を賜りました。記して深く感謝申し上げます。

引用文献

- Dwinell LD (1997) The pinewood nematode: Regulation and Mitigation. *Annu Rev Phytopathol* 35: 153 ~ 166
- 市原 優 (2015) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの30年間の分布変遷. *森林防疫*64: 74 ~ 81
- 一瀬太良 (1980) 昆虫の温度反応. (昆虫実験法 - 材料・実習編 -. 吉武成美ほか編, 学会出版センター). 159 ~ 164
- International Plant Protection Convention (2009) ISPM 15 Regulation of wood packaging material in international trade. http://www.maff.go.jp/pps/j/konpozai/pdf/ispm15_2009_en_2014-06-16.pdf, 2016.4.1参照
- Ishikubo S (1962) Physiological and ecological studies on the pine bark beetles. *Bull Fac Educ Kagoshima Univ* 14: 26 ~ 81
- 岩手県 (2016) 森林病虫害等の駆除の命令の予定 (岩手県報第11563号 岩手県告示第260号). <http://www3.pref.iwate.jp/webdb/view/outside/s19Kenpo/>, 2016.4.1参照
- 桐谷圭治 (2001) 昆虫と気象. 成山堂書店, 東京
- 岸 洋一 (1988) マツ材線虫病 - 松くい虫 - 精説. トーマスカンパニー, 東京
- 小岩俊行・高橋健太郎 (2005) 岩手県におけるマツ材線虫病の推移と防除対策 - 平成2 (1990) 年から15 (2003) 年までの状況 -. *林業と薬剤* 171: 14 ~ 24
- 日本荷主協会 (2010) 木製梱包材輸入規制 ISPM No.15 採用国一覧表. <http://www.ocean-commerce.co.jp/fmi/xsl/protected/docs/ispm.pdf>, 2016.4.1参照
- 農林水産省 (1997) 松くい虫被害対策の実施について (林野庁長官通知 平成9年4月7日付9林野造第105号). http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/tuti/t0000211.html, 2016.4.1参照
- 太田和誠・星崎和彦・中村克典・蒔田明史・小林一三・真宮靖治 (2009) 外部病徴の見られないアカマツから脱出したマツノマダラカミキリ成虫のマツノザイセンチュウ保持数. *樹木医学研究* 13: 17 ~ 20
- 作山 健・佐藤平典 (1980) マツの材線虫病によって翌年に枯れた事例. *日林東北支誌* 32: 206 ~ 207
- 佐藤平典・作山 健 (1982) 岩手県におけるマツ材線虫病 (松くい虫被害) の現状と防除. *岩手林試成報* 15: 29 ~ 64
- 田畑勝洋 (1997) 被害の推移と行政の対応. (松くい虫 (マツ材線虫病) - 沿革と最近の研究 -. 全国森林病虫獣害防除協会編, 全国森林病虫獣害防除協会). 1 ~ 18
- 山崎輝男 (1972) 機械的物理的防除. (応用昆虫学. 安松京三ら共著, 朝倉書店). 236 ~ 246
- 横尾多美男 (1971) 植物のセンチュウ(1)生態と防除の基礎. 誠文堂新光社, 東京
- 吉田成章・中村克典・埜田 宏 (1997) 実用化された防除手法の評価とマツを取り巻く環境等の検証. (松くい虫 (マツ材線虫病) - 沿革と最近の研究 -. 全国森林病虫獣害防除協会編, 全国森林病虫獣害防除協会). 95 ~ 112
(2016.4.19受付, 2016.6.29掲載決定)

論文

松くい虫被害丸太の加熱処理による駆除方法の開発(II) —アカマツ丸太中のマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウを 死滅させる加熱処理条件—

深澤 光¹・高橋健太郎²・東野 正³

1. はじめに

岩手県のアカマツ林の面積は21万6千haで、県土面積の14%、森林面積の18%を占め、林産物資源の供給、環境保全、景観の形成など重要な役割を果たしている(岩手県 2001)。しかし、マツ材線虫病の被害の増大、被害区域の拡大により、それらの機能の低下が危惧される状況にある。

本県におけるマツ材線虫病の被害量は、2000年から2001年にかけて約1.5倍と急増し5万m³を超え、2003年には過去最大の5万4千m³を記録した。その後、やや減少したものの、4万m³前後の被害量が続き、被害量は高止まりしている(岩手県農林水産部森林整備課 2009)。このため、県北部や三陸沿岸のアカマツ林地帯へのこれ以上の被害の拡大を防止することが、本県の森林・林業施策上の重要課題となっている。

本県において被害木を利用する場合には、マツノマダラカミキリ(以下「カミキリ」という)を駆除する措置をとってからでなければ被害木を移動して利用することができない(岩手県 2016)。また、マツ材線虫病に感染し、マツノザイセンチュウ(以下「ザイセンチュウ」という)やカミキリの寄生があっても一見健全木とみなされるアカマツが存在することが知られているため(作山・佐藤 1980)、健全木であっても被害地域内から未被害地域への移動は控えるよう関係団体に協力を依頼しているが(岩手県農林水産部森林整備課内部資料)、仮に、将来的にその制限を解除するためには、事前に駆除措置を行うことが前提となるだろう。そのために薬剤くん蒸以外の駆除措置の選択肢を拡大することが求められている。そこで筆者らは「国際貿易における木

材こん包材の規制」としての「植物検疫措置に関する国際基準 No.15」(以下「国際基準」という)(IPPC 2009)に準じたアカマツ丸太の加熱処理による駆除措置の開発に取り組んだ。

通常、木材こん包材の加熱処理方法は、角材の結束材を対象としている。この方法を丸太に応用し、製材所等が保有する一般的な木材乾燥機を用いて行うためには、どのような条件で加熱処理を行えば丸太内のカミキリとザイセンチュウを死滅させることができるか解明する必要がある。前報(高橋ら 2016)では岩手県産のカミキリおよびザイセンチュウが死滅する温度条件を室内試験で調べ、カミキリ、ザイセンチュウとも55℃以上で30分間加熱すると死滅することを確認した。本報では、最初に岩手県林業技術センター所有の木材乾燥機(灯油燃焼を熱源)を用いて3段階の設定温度と2段階の初期温度の組み合わせのもと、様々な太さのアカマツ健全木から得た丸太(以下「健全丸太」という)を加熱処理し、健全丸太中心部の温度上昇の状況を調べた。次に、その結果をもとにした設定温度で、一般の製材工場の木材乾燥機(人力投入の木屑焚きボイラー熱源)を用いて加熱処理を行い、丸太中心部の温度が所期の温度に到達するか調査した。加えて、マツ材線虫病の被害木から得た丸太(以下「被害丸太」という)の加熱処理を行い、寄生していたカミキリ、ザイセンチュウの生死を確認する実証試験を行った。また、加熱処理後の丸太の取り扱い方法を検討するため、加熱処理した健全丸太をマツ材線虫病の被害発生林分内に存置し、カミキリの寄生の有無やザイセンチュウの寄生の有無などを調べ、加熱処理を行った健全丸太への寄生の可能性について調査したので報告

する。

2. 材料と方法

(1) 試験施設の木材乾燥機を用いた加熱処理による丸太内部の温度変化

末口直径28cm～46cm、材長2mのアカマツ健全丸太36本を用い、丸太材長の1/4、1/2、3/4の3箇所位置に、直径8mm、深さ半径相当分の穴をドリルで開けた。各穴に温度センサー((株)チノー製熱電対JT3)を埋め込み、おが屑を充填して穴の入り口をシリコン・シーラントで覆った。温度センサーを埋め込んだ位置の径から丸太断面積を求めた。

岩手県紫波郡矢巾町の岩手県林業技術センターの木材乾燥機(新柴設備 SKD-045型)を用いて蒸煮(乾球と湿球の設定温度差2℃)により加熱処理を行った。木材乾燥機設定温度(乾球、以下「設定温度」という)を70℃、80℃、90℃の3条件とし、継続的に健全丸太中心部の温度を測定した。健全丸太中心部の温度が60℃に達するまでに要する時間(以下「60℃到達時間」という)を測定し、60℃に達したところで加熱を終了した。健全丸太の中心部の初期温度は、伐倒駆除や素材生産が実施される春および秋を想定し、15℃および30℃の2条件とした。試験は2005年8月上旬から12月下旬にかけて行った。

(2) 製材工場の木材乾燥機を用いた加熱処理による丸太内部の温度変化

マツ材線虫病の被害林分において2006年4月から5月にかけて伐採して得た被害丸太を含む末口径18～45cm、材長2mのアカマツ丸太105本を用いた。

奥州市D社の木材乾燥機(新柴設備 SK-30型)を用い、蒸煮(乾球と湿球の設定温度差2℃)により加熱処理を行った。木材乾燥機の設定温度を70℃、80℃、90℃の3条件とした。各設定温度における供試した丸太の最大径は70℃設定で32cm、80℃設定で36cm、90℃設定で40cmであったので、前項目(1)の試験結果を参考に、加熱処理時間を70℃設定で17時間、80℃設定で15時間、90℃設定で13時間に設定した。各温度条件における1回の処理量は約5m³とした。

設定温度ごとに最大丸太断面径と同程度の径の丸

太1本を選び、その中央部断面の中心に設置した温度センサーにより丸太中心部の温度の経時変化を測定した。

(3) 製材工場の木材乾燥機を用いた加熱処理の殺虫効果

2006年4月から5月に伐採した末口径7～33cm、材長2mのアカマツ被害丸太42本を用いた。そのうち19本を加熱処理、23本を非加熱処理とした。

2006年6月上旬に奥州市内D社の木材乾燥機(新柴設備 SK-30型)を用い、設定温度70℃、80℃、90℃の3条件で蒸煮(乾球と湿球の設定温度差2℃)による加熱処理を行った。加熱処理時間は、(2)と同様、処理温度設定70℃では17時間、80℃では15時間、90℃では13時間とした。

加熱処理後、被害丸太を剥皮し、カミキリの材入孔と考えられた183箇所を割材して、発見したカミキリの発育段階(幼虫、蛹、成虫)と生死を調査した。また、加熱処理前に被害丸太の中央部と材端の辺材部から、加熱処理後に被害丸太の中央部の辺材部からドリルにより材片を採取してバールマン法によりザイセンチュウの検出を行った。

(4) 加熱処理丸太へのマツノマダラカミキリ、マツノザイセンチュウの寄生

2006年4月から5月に伐採した末口径12～25cm、材長1mのアカマツ健全丸太24本を用いた。2006年6月上旬に奥州市内D社の木材乾燥機(新柴設備 SK-30型)を用い、設定温度70℃で17時間、80℃で15時間、90℃で13時間の3条件で各6本ずつ蒸煮(乾球と湿球の設定温度差2℃)による加熱処理を行った。非加熱処理丸太6本とともに、加熱処理の10日後(6月19日)に奥州市江刺区の被害林分内2箇所の地表面に各12本ずつ分けて設置した。

2006年12月11日に剥皮し、カミキリによると思われる食痕および材入孔の有無を調査するとともに、樹皮下に寄生していたカミキリ類を捕獲し同定を行った。割材しての材内の個体確認は行わなかった。また、丸太中央部の辺材部からドリルで材片を採取し、バールマン法によりザイセンチュウの検出を行った。

3. 結果

(1) 試験施設の木材乾燥機を用いた加熱処理による丸太内部の温度変化

供試した健全丸太のうち、測定位置の径が最小(28 cm)の健全丸太の温度上昇経過の例を図-1に、最大(50cm)の健全丸太の温度上昇経過の例を図-2に示す。径の最大最小に関わらず設定温度が高いほど

丸太中心部の温度が早く上昇した。中心部温度が60℃になったところで木材乾燥機の加熱運転を止めたが、その後も丸太中心部の温度は木材乾燥機設定温度近くまで上昇し、丸太中心部の温度は60℃以上を長く保った。

設定温度別の丸太断面積と60℃到達時間の関係を図-3に示す。丸太断面積が小さく、設定温度が高

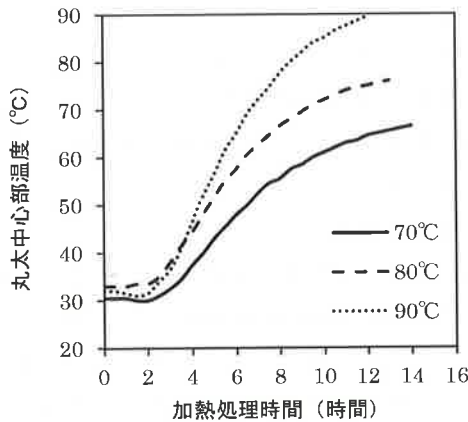


図-1 アカマツ健全丸太(最小径 28cm)の温度上昇経過 (初期温度30℃)

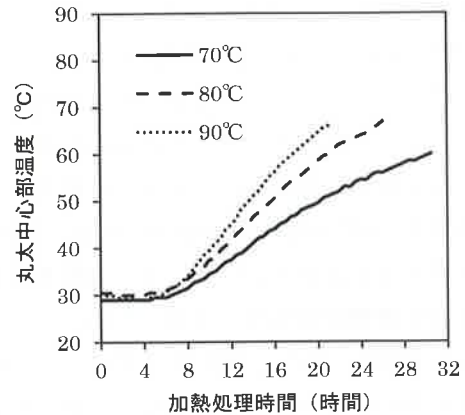


図-2 アカマツ健全丸太(最大径 50cm)の温度上昇経過 (初期温度30℃)

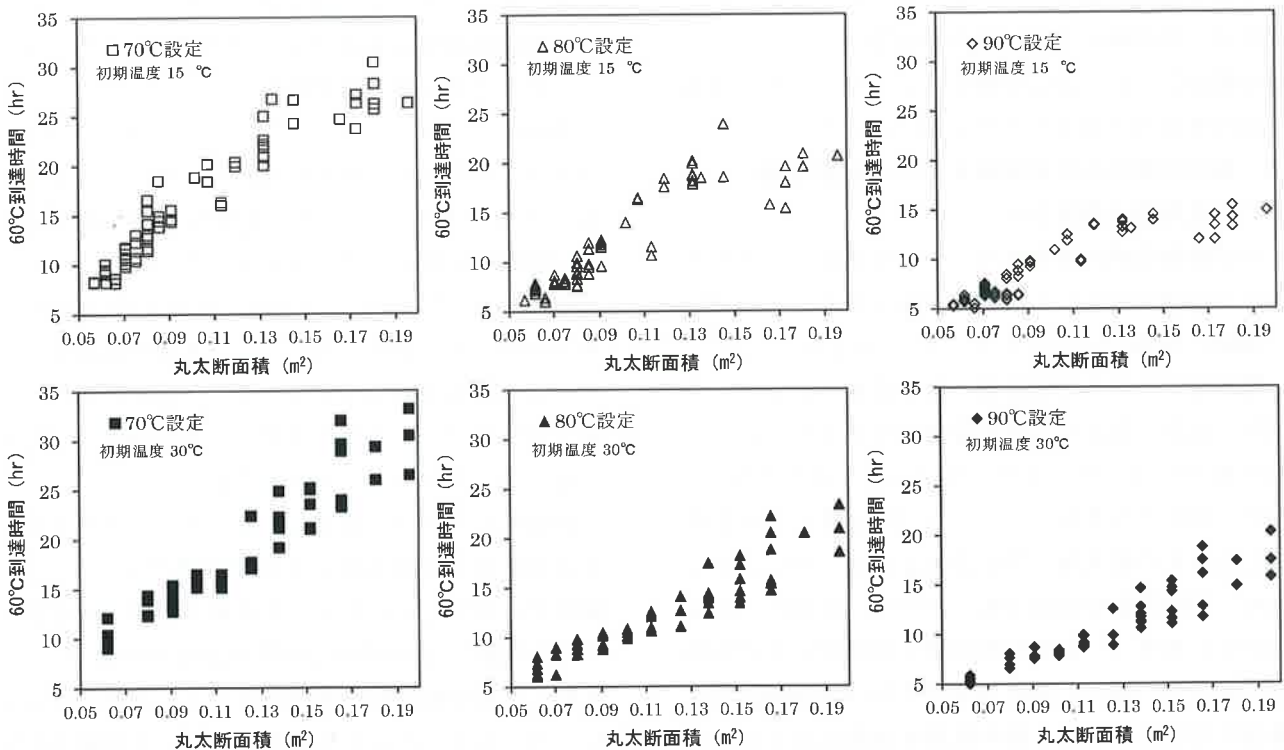


図-3 アカマツ健全丸太断面積と60℃到達時間の関係

表-1 各設定温度と初期温度における回帰式から求めたアカマツ健全丸太直径別の60℃到達時間

設定温度	初期温度	回帰式*	60℃到達時間 (時間)						
			丸太直径						
			25 cm 断面積 0.049 m ²	30	35	40	45	50	55
70℃	15℃	Y=148.63X+0.95	8.2	11.5	15.2	19.7	24.6	30.1	36.2
	30℃	Y=154.22X+0.22	7.8	11.2	15.0	19.7	24.7	30.4	36.8
80℃	15℃	Y=121.37X-0.08	5.9	8.5	11.6	15.2	19.2	23.7	28.7
	30℃	Y=102.92X+0.26	5.3	7.6	10.1	13.2	16.6	20.4	24.7
90℃	15℃	Y=80.81X+1.18	5.1	6.9	8.9	11.4	14.0	17.0	20.3
	30℃	Y=91.74X-0.55	3.9	6.0	8.3	11.0	14.0	17.4	21.2

*回帰式のYは60℃到達時間, Xは丸太断面積を示す。

いほど丸太中心部温度は早く上昇して60℃到達時間が短くなった。

60℃到達時間の最大値は, 70℃設定で30.5時間(初期温度15℃)と33.1時間(初期温度30℃), 80℃設定で23.9時間(初期温度15℃)と23.3時間(初期温度30℃), 90℃設定で15.5時間(初期温度15℃)と20.4時間(初期温度30℃)であり(図-3), 80℃設定以上であれば加熱処理に要する時間は概ね24時間以内であった。

図-3のデータから, 各設定温度, 初期温度ごとの丸太断面積と60℃到達時間の間の回帰式を求め, その式から25cmから55cmまでの径の丸太の60℃到達時間を求めた(表-1)。70℃設定と90℃設定では, 初期温度の違いで60℃到達時間にはほとんど差がなかった。80℃設定の場合は約1~3時間の差が生じた。

(2) 製材工場の木材乾燥機を用いた加熱処理による被害丸太内部の温度変化

製材工場の木材乾燥機を用いた場合の丸太中心部の温度変化を図-4に示す。乾燥機内の最高温度は, 70℃設定で69.6℃, 80℃設定で76.6℃, 90℃設定で85.5℃といずれも設定温度をやや下回る温度で推移した。このため, 設定した加熱処理時間の段階ではいずれも丸太中心部の温度は60℃に到達していなかったが, 木材乾燥機の加熱が終了した後も丸太中心部の温度は上昇を続け, 丸太中心部の最高温度は,

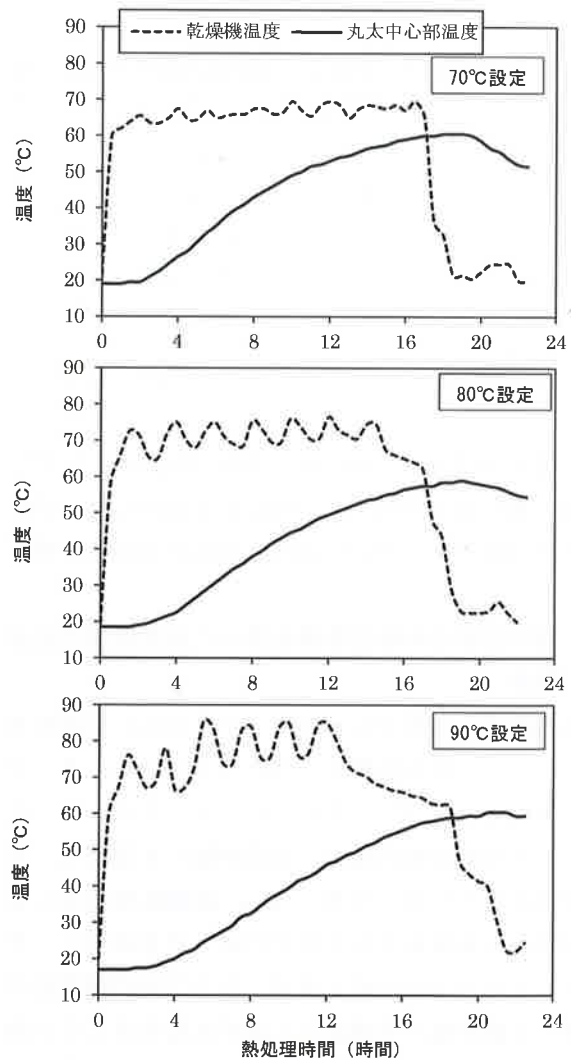


図-4 製材工場の木材乾燥機を用いた場合のアカマツ丸太中心部の温度変化

表-2 加熱処理したアカマツ被害丸太で確認されたマツノマダラカミキリの死亡状況

設定温度 (℃)	供試丸太 (本)	材入孔確認丸太		確認したマツノマダラカミキリ		
		本数 (本)	末口径 (cm)	発育段階	確認数 (頭)	死亡数* (頭)
70	6	4	22 - 33	材内幼虫	6	6(100.0%)
				蛹	3	3(100.0%)
				合計	9	9(100.0%)
80	6	1	20	-	0	-
90	7	4	19 - 22	-	0	-
非加熱	23	5	7 - 17	蛹	1	0(0%)
				成虫	1	0(0%)
				合計	2	0(0%)

* () 内は死亡率。

表-3 被害林分内に設置した加熱処理後のアカマツ健全丸太におけるマツノマダラカミキリの寄生状況

設定温度 (℃)	供試丸太		マツノマダラカミキリ寄生本数 (本)		
	本数 (本)	末口径 (cm)	食痕と材入孔 を確認	食痕と材入孔および 樹皮下幼虫を確認	寄生の痕跡を 確認できず
70	6	20 - 23	4	1	1
80	6	18 - 22	3	1	2
90	6	20 - 25	5	1	0
非加熱	6	12 - 16	4	1	1

70℃設定の丸太では61.5℃、80℃設定の丸太では59.0℃、90℃設定の丸太では60.0℃を記録した。また、いずれの場合もその60℃前後の温度を30分以上保った。

(3) 製材工場の木材乾燥機を用いた加熱処理の殺虫効果

加熱処理した被害丸太のカミキリの死亡状況を表-2に示す。加熱処理丸太19本のうち9本にカミキリの材入孔を確認し、そのうち4本で9頭のカミキリ（うち6頭が材内幼虫、3頭が蛹）を確認し、全てが死亡していた（写真-1）。非加熱処理丸太では23本のうち5本でカミキリの材入孔を確認し、そのうち2本で2頭のカミキリ（うち1頭が脱出前の成虫、1頭が蛹）を確認し、いずれも生存していた。

加熱処理丸太19本のうち11本から加熱処理前にザイセンチュウが検出されたが、加熱処理後にはそれ



写真-1 死亡したマツノマダラカミキリ材内幼虫

ら全てにおいて検出されなかった。

(4) 加熱処理丸太へのマツノマダラカミキリ、マツノサイセンチュウの寄生

加熱処理後の健全丸太に対するカミキリの寄生状

況を表-3に示す。加熱処理丸太18本のうち、15本でカミキリの食痕と材入孔を確認し、そのうち3本でカミキリの樹皮下幼虫を確認した。非加熱処理丸太6本のうち5本でカミキリの食痕と材入孔を確認し、そのうち1本でカミキリの樹皮下幼虫を確認した。ザイセンチュウは、全ての供試木において検出されなかった。

4. 考察

丸太中心部の温度は、設定温度が高く、径が小さいほど早く上昇し、逆に設定温度が低く、径が大きいほど緩やかに上昇した(図-1~3)。実際の加熱処理作業を行う場合は図-3を参考に、処理する丸太のうち最大径の丸太断面積に対応する60℃到達時間を参考に加熱処理すれば良いと考えられる。今回調査を行ったなかで最大径(温度センサー設置部で50cm)の丸太であっても、設定温度が80℃または90℃の場合は24時間以内の加熱で丸太中心部の温度が60℃に到達していることから(図-3)、実際の駆除作業の場面では、加熱処理に1日、丸太の搬入搬出に半日~1日を見込んだとしても、2日もあれば加熱処理作業が実施できると考えられた。

また、今回の試験では、作業の実施時期の温度差を想定して丸太の初期温度を15℃と30℃に分けて調査を行ったが、丸太中心温度が60℃に到達する時間は初期温度の違いによって大きな差は無く(表-1)、丸太中心部が60℃に達した後に放冷しても丸太の温度は上昇し続けることを考え合わせると、実際の駆除作業において、季節の違いはあまり考慮せずに丸太断面積から求められた加熱処理時間で作業を行えば良いと考えられた。

加熱処理を設定温度と丸太断面径から求められる加熱処理時間で丸太を加熱することで丸太中心部は60℃前後まで達し、その温度を30分以上保つことが判明した。また、その加熱処理により、丸太に寄生しているカミキリおよびザイセンチュウを確実に死滅させることができた。本報で試験、実証を行った方法、条件に基づき、被害地域において生産される丸太を加熱処理することで無害化できる。

一方、今回の実証試験では、木材乾燥機の熱源の蒸気ボイラーが燃料を人力により投入する木屑焚きボイラーであったため、乾燥室内の温度が設定温度に保たれなかった。しかし、木屑焚きボイラー等を木材乾燥用熱源として使用する事業所が増えており、丸太の加熱処理が事業化されたときに本報と同じような施設で実施することは特殊ではないと考えられる。ボイラーの能力、燃料の種類および供給方法、温度条件設定法等により設定温度への到達時間や維持時間が異なる可能性があるため、使用する木材乾燥機の特性を十分把握した上で加熱処理時間を決定する必要がある。

また、カミキリは加熱処理した丸太にも寄生することが確認されたことから、被害地域において加熱処理後の丸太を一時的に保管する場合には、カミキリ成虫の野外における活動時期を避けるなど取り扱いに注意を払う必要がある。

被害丸太を利用するため移動する場合は、カミキリの駆除後に森林害虫防除員による確認を受け、カミキリが死滅していたことが確認されてからでなければ移動することができない。岩手県において、駆除の手段として「くん蒸」が選択されてきたが、今回の調査結果から加熱処理も有効であることが分かったので、加熱処理丸太についても森林害虫防除員による確認を受けた後に移動して利用することに問題は無いと考えられる。

また、岩手県においては、健全木であっても被害地から未被害地への移動は控えるよう関係団体に協力を依頼している(岩手県農林水産部森林整備課内部資料)。これは未被害地への被害拡大を抑えるためであり、今後とも重要な取り決めと考えられる。一方で、情勢の変化などを背景に、健全木の未被害地への移動を容認するような施策の変更を行う場合は、移動する健全木にカミキリ、センチュウが生存した状態で寄生していないことを担保する必要がある。本研究結果に基づきカミキリ、センチュウが死滅することが確実な加熱処理を受けた健全木であれば未被害地への移動も可能とするような判断も検討に値するだろう。

謝 辞

本研究の実施にあたり，国立研究開発法人森林総合研究所東北支所の中村克典博士，同関西支所の市原 優博士には日頃より丁寧なご指導をいただくとともに論文校正や文献提供の労を賜りました。記して深く感謝申し上げます。

引用文献

International Plant Protection Convention (2009) ISPM 15 Regulation of wood packaging material in international trade. http://www.maff.go.jp/pps/j/konpozai/pdf/ispm15_2009_en_2014-06-16.pdf, 2016.4.1参照

岩手県 (2001) 岩手県松くい虫被害対策推進大綱 - マツ材線虫病の被害拡散の防止と被害発生の根絶化を目指して -。岩手県，岩手県盛岡市

岩手県 (2016) 森林病虫害等の駆除の命令の予定 (岩手県報第11563号 岩手県告示第260号)。 <http://www3.pref.iwate.jp/webdb/view/outside/s19Kenpo/>, 2016.4.1参照

岩手県農林水産部森林整備課 (2009) 岩手県における松くい虫被害の発生状況と被害対策。森林防疫 58 : 154 ~ 156

作山 健・佐藤平典 (1980) マツの材線虫病によって翌年に枯れた事例。日林東北支誌 32 : 206 ~ 207

高橋健太郎・深澤 光・東野 正 (2016) 松くい虫被害丸太の加熱処理による駆除方法の開発(I)-室内実験においてマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウが死滅する温度-。森林防疫 65 : 184 ~ 192

(2016.4.19受付, 2016.6.14掲載決定)

論文

ナラ類集団枯損被害の標高による相違

松浦崇遠¹・中島春樹²

1. はじめに

カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*, 以降はカシナガと略記) が病原菌 (*Raffaelea quercivora*, 「ナラ菌」と呼称) を媒介することによって発生する枯損被害は、富山県では2002年に初めて確認され、2009年には過去最大の被害量を記録した後、現在までにほぼ沈静化した (富山県農林水産部 2015)。

被害はブナ科の樹木に多く見られるが (伊藤・山田 1998), 県内における当科樹種の垂直分布は、コナラが主として標高0~400m, ミズナラが400~800m, ブナが800~1,500mである (石田 2004)。これらのうち、ミズナラの立木密度や胸高断面積合計が、被害後に著しく減少したことから、同樹種が優占する林分では、被害の影響が大きかったと考えら

れる (Nakajima and Ishida 2014)。被害と標高との関係については、各地から報告があるが (布川 2001; 小林・上田 2002; 井上ら 2003; 大橋 2008), 標高が異なる林分を詳細に比較した事例には乏しい。

本研究では、山腹斜面を同じくし、標高が異なる林分を選んで調査を行い、被害量に影響する要因を、林分構造の違いと関連付けながら検討した。

2. 材料と方法

(1) 調査地

2006年10~11月に、富山県南砺市 (旧福光町) 才川七地内の、東向きの山腹斜面に分布する広葉樹二次林に、5箇所の調査地A~Eを配置した (図-1)。調査地の面積は0.08~0.27haであり (表-1),

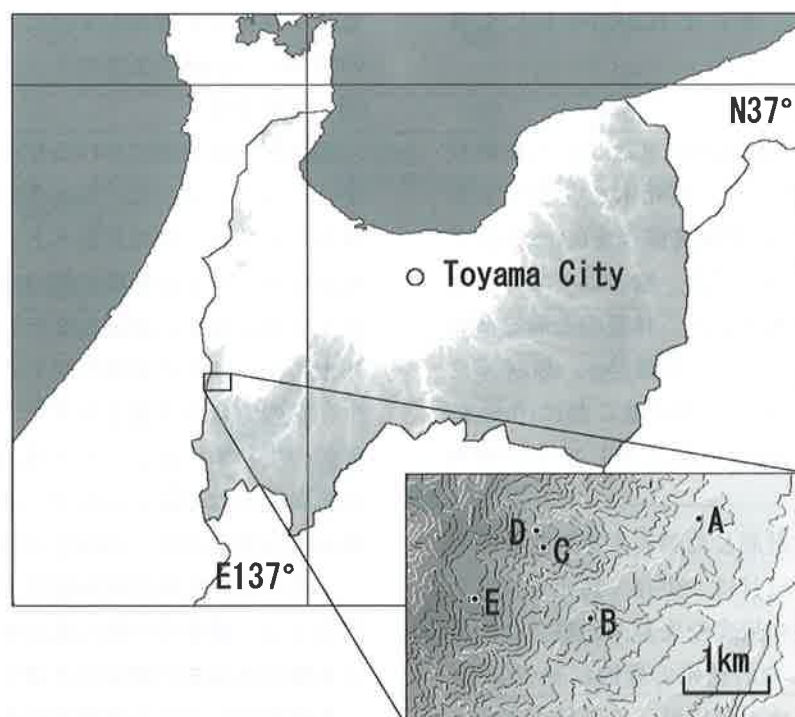


図-1 調査地 (表-1のA~E) の位置

Differences in mass mortality of oaks at various altitudes by oak wilt disease carried by *Platypus quercivorus*

¹MATSUURA, Takato, 富山県農林水産総合技術センター森林研究所; ²NAKAJIMA, Haruki, 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

表-1 調査地の概況と被害前の林分構造

調査地	面積 (ha)	標高 (m)	立木密度 ¹⁾ (本/ha)	上層木高 ²⁾ (m)	胸高断面積合計 (m ² /ha)				胸高断面積優占率 (%)			
					コナラ	ミズナラ	ブナ	その他	計	コナラ	ミズナラ	ブナ
A	0.15	260	760	14.7	12.1	5.2	7.2	24.6	49.3	21.4	29.3	
B	0.08	400	1,363	12.4	18.3	12.3	2.8	33.5	54.8	36.7	8.4	
C	0.27	550	944	13.9	5.4	31.2	2.9	39.5	13.6	79.0	7.4	
D	0.13	590	1,128	10.9	2.8	20.7	3.3	26.8	10.6	77.1	12.4	
E	0.20	760	830	16.1		9.6	22.8	12.4	44.9	21.5	50.9	27.6

1) 立木密度は被害前の推定値であり、2006年時点の胸高直径が10cm以上に達していた、生存木と枯死木の合計。

2) 上層木高は、コナラ・ミズナラ・ブナの優勢木から、調査地ごとに10～15本を抽出したものの平均値を示す。

長期間の観察に耐えるよう、流水や崩落のない連続した斜面に、方形の区画を設定した。調査地の標高は260～760mの範囲にあり、年平均気温は8.7～11.4°C、最大積雪深は1.7～2.0mと推定された(石田 1991)。

調査地の周辺では、2002年に初めて枯損被害が確認され、その後それぞれの調査地へ拡大した。2005年には、全ての調査地において、10本以上のまとまった枯死木が観察された。調査地ごとに初めて被害が発生した年は明らかでないが、2002～2004年の衛星画像から抽出された、枯死木の樹冠の位置(小林・西村 2005)から、それぞれ2003年もしくは2004年と推定された。

(2) 調査方法

2006年10～11月に、胸高直径(地際から樹幹長1.3mの部位)が10cm以上の、枯死木を含む全立木を調査木とし、樹種および胸高直径を0.1cm単位で計測した。株立ち木については、胸高以下で分岐したものをそれぞれを調査木とした。林冠の上層を構成する、コナラ・ミズナラ・ブナの優勢木(2006年に枯死したものを含む)から、調査地ごとに10～15本を抽出し、樹高を0.1m単位で計測してその平均値を上層木高とした。

2006年に胸高直径を計測した調査木を対象として、2006～2008年の10～11月に、生存・枯死を判定した。樹冠全体に及ぶ葉の褐変や失葉が観察されたものは、枯死木と見なした。枯死の要因に基づいて、ナラ菌による枯死木とナラ菌以外による枯死木に区分した。穿入孔から排出されたフラスの痕跡が幹の

表面や根元に観察され、幹の折損や被圧の影響が認められなかったものは、カシナガの大量穿入によるナラ菌の樹幹内での伸展および通水障害を枯死の要因と見なし、ナラ菌による枯死木とした。さらに、枯死の当年にカシナガの穿入が観察されなかった場合でも、前年や前々年に穿入され、衰退が徐々に進行して枯れたものは、ナラ菌による枯死木とした。

調査木のうちコナラ・ミズナラ・ブナについては、2013年まで生死の判定を継続したが、2009年以降のナラ菌による枯死木はコナラとブナにはなく、ミズナラにも一部の調査地でわずかに認められるのみとなり、被害は沈静化していた。このことから、生死の解析には2008年までのデータを用いることとした。

(3) 解析方法

2006年の調査時における枯死木も被害前は生存していたものと見なし、2006年時点の生存木と枯死木を合わせて被害前の生存木とした。ナラ菌による枯死が林分に与えた影響を明らかにするため、被害前の生存木に対し、2008年までにナラ菌以外による枯死木に区分された本数を除いた上で、2008年時点の生存木の割合を本数生存率とした。また、同じく被害前の生存木に対し、ナラ菌以外による枯死木の胸高断面積合計を除いた上で、2008年時点の生存木の胸高断面積合計を、2006年の胸高直径を用いて算出し、その割合を胸高断面積生存率とした。なお、本研究では、調査木の肥大成長や小径木からの加入による胸高断面積の増加は考慮しなかった。

各調査地における樹種間の本数生存率の比較には Fisher's exact testを用いた。また、統計解析プログラ

ムにはR 3.2.3 (R Development Core Team 2015)を使用した。

3. 結果と考察

被害前の立木密度は760～1,363本/ha、上層木高は10.9～16.1m(表-1)とばらつきが認められたが、林冠はほぼ閉鎖していたものと推定された。

被害前の優占種は、標高が高くなるとともにコナラからミズナラへ、ミズナラからブナへと変化していた(表-1)。調査地B(標高400m)とC(同550m)の間でコナラとミズナラの順位が入れ替わり、調査地E(同760m)でブナが出現していることから、標高との関係は県内の一般的な広葉樹二次林(石田2004)をおよそ反映していると言える。

コナラ・ミズナラ・ブナの本数生存率を表-2に

示す。ミズナラの生存率は、調査地A～Cでは、コナラよりも有意($p < 0.05$)に低かった。また、5箇所の調査地を平均したミズナラの生存率は26%となり、コナラの79%よりも低く、枯れやすいことがわかった。コナラの生存率は調査地Aで高く、調査地Cでは低かった。ミズナラの生存率は調査地Dで高く、調査地A・C・Eでは低く、調査地間のばらつきが大きかった。両樹種ともに、標高に対する傾向は見出されなかった。調査地Eのみに出現するブナでは、調査木の一部に少数の穿入が確認されたものの、フラスの堆積や枯死は認められず、その生存率は100%であった。

コナラ・ミズナラ・ブナの合計および全樹種を含めた胸高断面積生存率を表-3に示す。調査地Aではナラ菌以外による枯死木がやや多かったが、これ

表-2 被害後の立木本数の変化

調査地	被害前の本数(本)			本数生存率 ¹⁾ (%)			p値 ²⁾
	コナラ	ミズナラ	ブナ	コナラ	ミズナラ	ブナ	
A	62	33		94.6	12.5		0.000**
B	62	36		80.3	38.9		0.000**
C	39	177		61.5	15.3		0.000**
D	20	102		80.0	57.1		0.078 ^{ns}
E		30	57		4.0	100.0	0.000**
平均				79.1	25.6	100.0	

1) 本数生存率は、カシナガ以外による枯死木を除いて算出。

2) コナラとミズナラ、またはミズナラとブナの本数生存率を比較した結果を示す(Fisher's exact test, **:1%水準で有意, ns:有意差なし)。

表-3 被害後の胸高断面積の変化

調査地	胸高断面積合計(m ² /ha)				胸高断面積生存率 ¹⁾ (%)		
	枯死木			生存木	コナラ・ミズナラ・ブナの合計	全樹種	
	ナラ菌による枯死		ナラ菌以外による枯死				
コナラ	ミズナラ	ブナ					
A	0.4	4.7		5.3	14.2	69.4	73.5
B	2.8	8.6		0.3	21.8	62.5	65.7
C	2.4	26.9		0.0	10.2	20.0	25.9
D	0.6	8.1		0.5	17.6	62.4	67.0
E		8.5	0.0	2.2	34.2	72.9	80.1
平均						57.5	62.4

1) 胸高断面積生存率は、ナラ菌以外による枯死木を除いて算出。

らのほぼ全ては材線虫病を要因とするアカマツの枯死木であり、コナラ・ミズナラ・ブナのナラ菌以外による枯死木は、他の調査地も含めてわずかであった。3樹種を合わせた胸高断面積生存率は、調査地Cで最も低く、他の調査地へ標高を上下に移動するとともに、胸高断面積生存率は高くなった。また、これらの樹種の優占率が高かったことを反映して、全樹種の胸高断面積生存率も同様の傾向を示した。全樹種の胸高断面積生存率が26%まで減少した調査地Cでは、林冠が疎開または消失し、部分的に小高木樹種が繁茂した状態であった(富山県森林研究所2013)。C以外の調査地では、コナラとブナが残存していたため(表-2)、胸高断面積生存率は60%を超えており、被害の影響は限定的と見なされた。

調査地Cで胸高断面積生存率が特に低くなったのは、枯損被害が発生しやすいミズナラの優占率が79%と高かったことと(表-1)、コナラとミズナラを合わせた胸高断面積が最も大きく(表-1)、カシナガが誘引されやすかったことが、理由として考えられる。他方、調査地Dではミズナラの優占率が77%と同程度であったにもかかわらず、胸高断面積生存率は高めであったが、その理由として、上層木高が他の調査地に比べて低く、コナラとミズナラを合わせた胸高断面積も調査地Aに次いで小さかったことが関係している可能性がある。

本研究の結果から、富山県において、被害の大小はミズナラの現存量に強く依存し、標高500～600mを中心としたミズナラが優占する標高帯で、被害量は最も大きくなることが示唆された。被害量が胸高断面積合計の50%以上に及ぶと、植物相および大中型哺乳類・鳥類相への影響が現れるとの指摘があるが(長岐2013)、上述の標高帯では、その被害量を大きく上回る事例が確認された。現存量の回復は、生存木の成長によってある程度見込まれるものの、低木や小高木性樹種が、林冠を形成する大高木性樹種の更新を阻害することが懸念される(Nakajima and Ishida 2014)。また、県内の被害跡地では、ミズナラの実生の生存率が低く、成長が劣ることや(富山県森林研究所2013)、枯損被害によ

って生じたギャップ内に生育する、ミズナラの若木は少ないことから、ミズナラによる更新は困難と見なされている(Nakajima and Ishida 2014)。同様の知見は他県においても報告がある(齊藤・柴田2012)。したがって、上述の標高帯では、森林の再生を図る上でも課題が多いと考えられる。他方、調査地Aのようにコナラが優占する林分では、コナラの生存率が比較的高いため、林分構造や現存量の変化は小さい。また、調査地Eのようにブナがミズナラと混交する林分では、ミズナラが枯死してもブナによる更新が期待できる(Nakajima and Ishida 2014)。

県内における被害の発生は標高1,500mに達している(中島 未発表)、標高が被害の大小に及ぼす影響については、標高のより高い地域、あるいは急峻な地形を条件に含めるなど、さらに検討を重ねる必要がある。

謝辞

本稿のとりまとめに当たり、南砺市農林課には、調査の便宜を図っていただいた。また、森林研究所の諸氏には、調査への御協力と御助言を賜った。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 井上牧雄・西垣眞太郎・西 信介・西村徳義(2003) 1990年代に鳥取県で発生したナラ類の集団枯損。鳥取林試研報 40: 1～21
- 石田 仁(1991) 富山県における気候値メッシュファイル(気温, 降水, 積雪深)の特性。雪氷 53: 45～51
- 石田 仁(2004) 富山県の天然林とその管理-基礎編-。富山県林技セ研報 17(別冊)
- 伊藤進一郎・山田利博(1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大。日林誌 80: 229～232
- 小林裕之・西村正史(2005) 衛星リモートセンシングによるナラ枯れのモニタリング。第116回日林講: 150
- 小林正秀・上田明良(2002) 京都府内におけるナラ

類集団枯損の発生要因解析. 森林防疫 51: 62 ~ 71

Nakajima H, Ishida M (2014) Decline of *Quercus crispula* in abandoned coppice forests caused by secondary succession and Japanese oak wilt disease: Stand dynamics over twenty years. For Ecol Manage 334: 18 ~ 27

布川耕市 (2001) 新潟県におけるナラ類集団枯損被害の地域分布および標高分布. 新潟県森林研研報 43: 33 ~ 49

長岐昭彦 (2013) 森林に生息する哺乳類・鳥類に影響を与えるナラ枯れ被害率の推定. 秋田県森技セ研報 22: 1 ~ 13

大橋章博 (2008) 岐阜県におけるナラ類枯損被害の分布と拡大. 岐阜県森林研研報 37: 23 ~ 28

R Development Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://cran.r-project.org>, 2016.2.1 参照

齊藤正一・柴田銃江 (2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日林誌 94: 223 ~ 228

富山県農林水産部 (2015) 富山県森林・林業の概況 5 森林被害. 平成25年度富山県森林・林業統計書. 10

富山県森林研究所 (2013) 富山県におけるナラ枯れ跡地の森林再生技術. 林業新技術 2012-現場への普及に向けて-. 森林総合研究所. 7 ~ 8

(2016.6.16受付, 2016.6.27掲載決定)

新刊紹介

樹木医ことはじめ — 樹木の文化・健康と保護、
そして樹木医の多様な活動—

編集：堀江博道 438頁

2016年9月30日発行，B 5判，定価7,222円（税別）

ISBN 978-4-86518-069-5

発行元：一般財団法人農林産業研究所

発売元：(株)大誠社

本書は法政大学生命科学部植物医科学専修から出された「植物医科学叢書」シリーズのNo.3にあたる。No.1（植物病原菌類の見分け方）については本誌63-3で，No.2（植物医科学実験マニュアル）については本誌65-2で紹介した。No.3は同大学の樹木医補養成を目的とした「樹木医演習」の講義録が基になっており，広く樹木医に関わる教科書・参考書として編まれ，内容の密度も極めて高いものになっている。執筆者は，多くが「樹木医演習」の講義を分担している研究者，技術者であり，内容も当然新鮮である。

本書は6編から構成されている。第Ⅰ編では，樹木と文化について，庭園や天然記念物の保護対策，庭を造り護る造園の課題，それらと樹木医との関わりなどを中心に解説されている。第Ⅱ編では，樹木の基礎知識として樹木の種類や樹木の一般的な生態的・生理的特徴が概説されている。第Ⅲ編では，樹木と菌類および土壌との関係，樹木医の立場から重要な木材腐朽菌類の概説，主要な病虫害の具体的な診断方法，森林に限らず庭園でも被害が多いマツ材線虫病のメカニズムや防除対策，農業の基礎知識と適正使用方法など，この本の中心となる内容が解説されている。第Ⅳ編では，近年特に注目されている樹木腐朽病害の被害度診断方法と樹勢回復技術について解説されている。第Ⅴ編では，樹木医の様々な活動について，具体的な過去の事例を樹木医の人々が例示している。第Ⅵ編では，「樹木医補」と「樹木医」の資格取得を目指す人々への心構え，具体的な対策が述べられている。各編には内容を発展させるために「ノート」，「ワンポイントメモ」が配置され，より具体的な事例やさらに多様な見方も示されてい



る。本の初めの部分には，本編で記述されている内容と関係した鮮やかなカラー図版が43ページにわたって掲載されているので，視覚的に記述内容をとらえやすくなっている。

本書は編集者によっても記されているように，樹木医学の分野が発展途上という観点から，書かれている用語や言い回しなども，各執筆者の意向を尊重し，かなり自由に書かれている面が少なくない。しかし，本書の随所に見られるように，樹木医学を学ぶ若い人々を主な対象として書かれた本書は，学ぶ人々が自ら問題を考えることを期待しているので，執筆者による書きぶりの違いによる問題点を，自ら考え，学ぶことができるだろう。特に，樹木医として第一線で活躍している方々の現場からの「活動報告」や，「若手樹木医奮闘記」は，これから樹木医を目指す若い人々の夢をふくらますことになるに違いない。

本書は，将来樹木医として活躍したいと考えている若い方々，さらに現役の樹木医の方々，都道府県や企業で緑化・環境保全を担っている技術者・研究者の参考書として，さらに庭園鑑賞や自宅の植木の保全などに興味を持っている方々にも，身近に置いておくと非常に有用な一冊になると思われる。

(元 (独) 森林総合研究所 金子 繁)

都道府県だより

茨城県における松くい虫被害の状況と対策について

○はじめに

本県の森林は、約18万7千haと県土の約31%を占めており、うち民有林の松林は約1万3千haとなっています。これらの松林は、古くから薪炭等の燃料や堆肥用の落葉の供給源として活用されてきましたが、今日の役割は災害の防止や保健休養等の公益的機能が主になっています。

特に、海岸部の松林は日本の白砂青松100選に4箇所が選ばれるなど、景観資源としても高い価値を有しています。

しかしながら、昭和46年度に初めて松くい虫被害（マツ材線虫病）が確認されて以来、被害量が急速に拡大し、本県の松林は大きな被害を受けました。現在でも継続的に被害が発生しており、その対策が継続的な課題となっています。

○松くい虫被害の現状

本県における松くい虫の被害量は、昭和53年度の約74万1千 m^3 をピークとして減少傾向にあり、一時期は約3千 m^3 台になりました。しかし、その後は横ばい又は微増の傾向にあり、被害の終息には至っていません（図-1）。

特に近年では、夏季の高温少雨が続きと共に平均日照時間が伸びる傾向にあり、マツの樹勢を弱める一方でマツノマダラカミキリの活動が活発化し、被害につながっているものと考えられています。

また、地域別の被害状況については、内陸部に比べて海岸部の市町村に係る被害量が増加傾向にあり、早急かつ重点的な対策が必要となっています。

被害材積, 単位:千 m^3
750

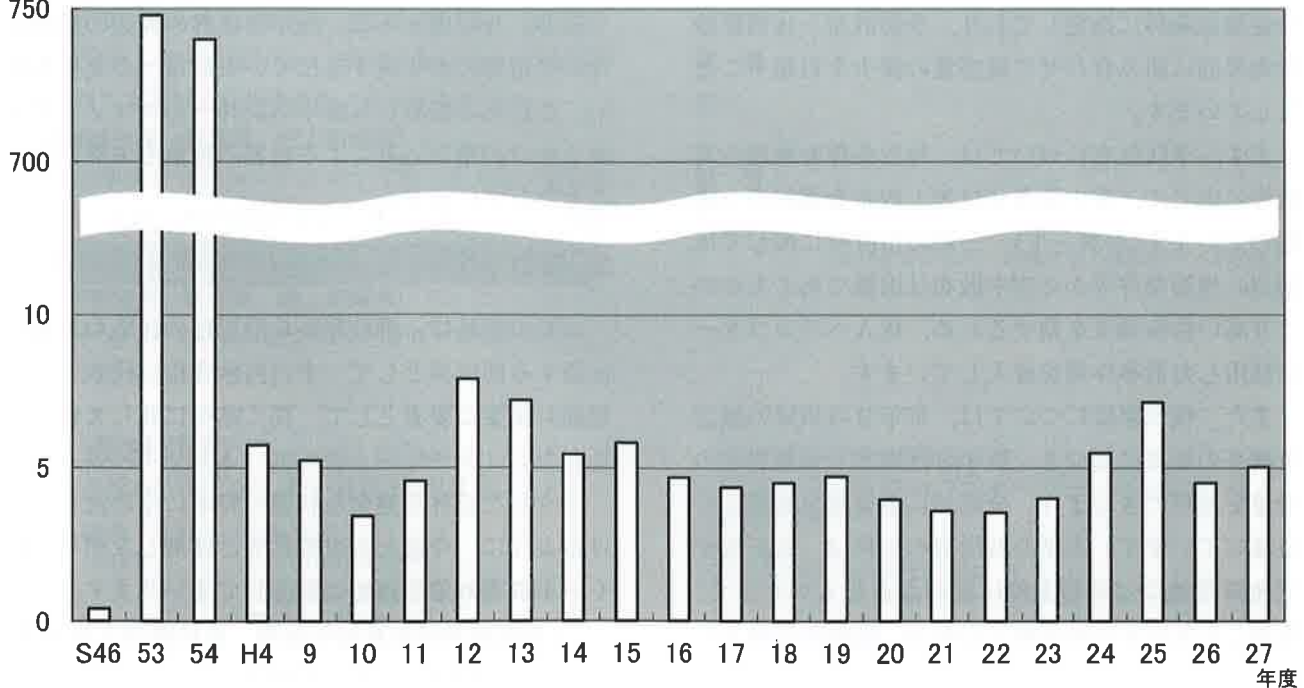


図-1 松くい虫被害量の推移



写真-1 松くい虫予防散布(空中散布)



写真-2 広葉樹等植栽

○被害対策の方向性及び内容

こうした被害に対し、本県では、平成24年3月に策定した第4次茨城県松くい虫被害対策事業推進計画に基づき、松くい虫の予防及び駆除を推進しています。

同計画においては、特に防風防砂や津波被害の軽減等の公益的機能が高いとして海岸部の松林を高度公益機能森林に指定しており、予防散布と伐倒駆除を効果的に組み合わせる被害量の減少を目指すこととしています。

まず、予防散布については、地形条件や地域の実情等に依りて、空中散布又は地上散布を選択の上実施しています(写真-1)。一部の市町村に関しては、周辺の地形条件等から空中散布は困難であるもの、より高い防除効果を期するため、無人ヘリコプターを利用した散布作業を導入しています。

また、伐倒駆除については、毎年9月以降の被害量調査の結果に基づき、翌年3月末までに被害木の全量を処理できるよう、全県的に事業量を調整して実施しています。本県の海岸部の松林は、傾斜地や宅地隣接地など地形条件に制約があるものが多く、伐倒した被害木の林外搬出や焼却、破碎等は難しい

ため、現地で薬剤を用いて処理しています。

これらの被害対策は、本県の独自課税である森林湖沼環境税を財源とした、「海岸防災林機能強化事業」により実施しています。同事業は、松くい虫の被害に強い海岸防災林としての機能の強化を主な目的としており、松くい虫被害対策に加えて、被害跡地への広葉樹等の植栽による樹種転換にも取り組んでいます(写真-2)。

なお、今年度からは、海岸防災林の周辺の松林について市町村が実施する松くい虫対策への支援も行い、これらの松林から海岸防災林へのマツノマダラカミキリの飛び込みによる被害の拡散を未然に防ぐこととしています。

○おわりに

本県の松林は、飛砂等から沿岸部の住宅や農地を保護する防災林として、また白砂青松に代表される景観の重要な要素として、長く県民に親しまれてきました。

こうした松林を健全な状態で将来に受け渡していくように、今後とも市町村等と連携しながら、松くい虫被害対策を適切に推進してまいります。

(茨城県農林水産部林業課 森林整備グループ)

○訂正

65巻5号掲載の解説の訂正について

森 貴久・川村美友美

森林防疫65巻5号 (pp.17～24) に掲載された解説「人工林内のツキノワグマの食物資源としての堅果と液果量に影響する要因」(森貴久・川村美友美) について、訂正があります。

この記事では、森林現況表の施業履歴の記載をもとに、植樹から現在まで一度も間伐などの管理が行われていない場合を「施業なし」としましたが、この森林現況表を管理する東京都水道局水源管理事務所から、施業履歴は昭和30年代までしか遡れないというご指摘がありました。

このご指摘にしたがい、該当箇所 (p17右段下から5行目～最下行) について以下のように訂正いたします。

【訂正前】

施業の有無については、植樹後に一度でも除伐・間伐が行われている場合を「施業あり」、植樹から現在まで一度も除伐、間伐、下刈、根払、枝打、刈払いなどの管理が行われていない場合を「施業なし」とした。

【訂正後】

施業の有無については、昭和30年代以降に一度でも除伐・間伐が行われている場合を「施業あり」、昭和30年代以降に除伐、間伐、下刈、根払、枝打、刈払いなどの管理が行われていない場合を「施業なし」とした。

不正確な記述を訂正する機会をいただき、関係機関に感謝申し上げます。なお、「施業なし」とした林分で昭和30年代以前に施業があったとしても、「施業あり」の林分に比べて調査時点まで長期にわたって施業されていないことは間違いないので、結果と考察に修正はありません。

森林病虫獣害発生情報：平成28年9～10月受理分

病 害

【マツ材線虫病…新潟県 村上市松山】

6～121年生アカマツ・クロマツ天然・人工林、2016年9～10月発見、被害面積3.59ha、被害本数858本 (下越森林管理署村上支署村上森林事務所・森林育成担当)

【マツ材線虫病…新潟県 村上市岩船】

23～121年生アカマツ・クロマツ天然・人工林、2016年9～10月発見、被害面積5.30ha、被害本数617本 (下越森林管理署村上支署村上森林事務所・森林育成担当)

【マツ材線虫病…新潟県 村上市梨木】

57年生アカマツ天然林、2016年9月発見、被害面積0.03ha、

被害本数23本 (下越森林管理署村上支署関谷森林事務所・森林育成担当)

虫 害

なし

獣 害

なし

(森林総合研究所 佐橋憲生/尾崎研一/堀野真一)

森林防疫 第65巻第6号(通巻第717号)
平成28年11月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門 5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,339円(送料込, 消費税込)
年間購読料 6,696円(送料込, 消費税込)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan

〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)

☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726

振替 00180-9-89156

http://bojyokyokai.main.jp/