

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 176 6. 2006

社団法人 林業薬剤協会



目次

マツ類の主な病害虫
 6. 衰弱木・枯死木・生丸太の害虫 (松くい虫)遠田 暢男 1

MEP油剤およびくん蒸剤によるカシノナガキクイムシの駆除
在原登志男・齋藤直彦・石井洋二 13

● 表紙の写真 ●

シラベてんぐ巣病

黄緑色、多数の小枝が連年発生して直径1 m以上の大型の病症に発達したもの。山梨県鳴沢村のシラベ林内で、台風の強風で地上に転落した病巣である。本病はさび病菌の一種によって起される伝染病であるが、これほど大型の症状は大変めずらしい。 —陳野好之氏提供—

マツ類の主な病害虫

6. 衰弱木・枯死木・生丸太の害虫 (松くい虫)

遠田 暢男*

はじめに

マツ類枯死木の樹皮下や材内に大きさや形が違う多くの幼虫や成虫がみられる。これが「松くい虫」と呼ばれ、マツを加害する穿孔虫類の総称で、枯死時期によっては数種から数十種の昆虫が生息する。松くい虫は明治時代から松喰虫、松樹害虫、松穿孔虫と呼ばれてきたが、終戦後から松くい虫の名が一般的にも広く知られるようになり、法律・行政用語としても使用されている。

これらの松くい虫は主に老齢木や被圧木、台風、移植などによって衰弱した枝幹を食害するためマツを枯らすと考えられていた。しかし、外見ではまったく食害がないのに枯れること、さらに健全木の樹幹に薬剤散布して産卵防止に努めても枯れることに疑問がもたれ、国立林業試験場では1965年から開始した農林省特別研究の中で、松くい虫が産卵に集まる木はヤニの滲出・流出がなくなり、すでに生理的に異常になっていることが明らかにされた(小田, 1967)。

このように、松くい虫はヤニが滲出する健全木には産卵することがなく、マツノザイセンチュウの感染木や他の原因で衰弱した木、新鮮な伐倒木に寄生する二次性害虫であり、表1に示したようにカミキリムシ・ゾウムシ・キクイムシなど多くの種類が含まれる。このうち全国的に被害を与えているマツ材線虫病の媒介者と、その他松くい虫の主要種について述べる。

1. マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus endai* Makihara (カミキリムシ科)

本種はアジア種に属し、中国南部を起原として日本に遷移した可能性が強く、似た環境条件下で適応しながら分布拡大をはかってきたと考えられる。楳原(2004)は中国・台湾グループのマツノマダラカミキリ *M. alternatus* とは形態・生態的な差異から、日本・韓国グループを亜種と認め *M. alternatus endai* として記載し、和名をマツノマダラカミキリとした。

1) マツノマダラカミキリの分布 (*印はマツ材線虫病発生地, 遠田レベル)

日本・韓国グループ: 最西端の西表島でリュウキュウマツの被害が報道されたが(沖縄タイムス, 1998年3月) マツ材線虫病が確認されていない。現在、宮古島* (宮古毎日新聞, 1994年2月) から沖縄*・奄美*・大隈諸島*, 対馬*, 小笠原*・伊豆諸島*, 佐渡*, 他島しょう*, 九州*・四国*・本州*に分布する。北限は太平洋側では宮城県牡鹿半島*から金華山*は激害地となり、大船渡*まで侵入し、内陸部では岩手県花巻*から10km北部の石鳥谷*, 2000年には紫波町*まで北上している(岩手県林技セ, 私信)。日本海側では秋田県能代市の風の松原* (秋田読売, 1994年9月) と隣接する峰浜*, 内陸部は岩手県境の角館 (加茂谷, 2000), さらに1995年に青森県岩崎で初めてマツノマダラカミキリ (以下マダラカミキリと略す) が誘引剤で捕獲され、年々捕獲数も増加しているという(陸奥新報, 1995年10月)。小林(2000)によると、最近の温暖化の影響で東北地方とくに

* 元森林総合研究所

ENDA Nobuo

表一 マツ類の衰弱木・枯死木・伐倒生丸太の害虫（松くい虫類、順不同）

種名	新梢	皮下	材内	根部	種名	新梢	皮下	材内
カミキリムシ類幼虫					キクイムシ類幼虫・成虫			
マツノマダラカミキリ	○	●	●		マツノキクイムシ	◎	◎	
カラフトヒゲナガカミキリ	○	◎	◎		マツノコキクイムシ	◎	◎	
ヒゲナガカミキリ		○	○		マツノツバキクイムシ		◎	
サビカミキリ		●	●	◎	キイロコキクイムシ		●	
クロカミキリ			◎	●	トドマツオオキクイムシ		◎	
ノコギリカミキリ			○		アトマルキクイムシ		○	
ヒゲナガモモフトカミキリ		◎			マツカワノキクイムシ		○	
ナカバヤシモモフトカミキリ		○			マツノスジキクイムシ		◎	
アカハナカミキリ		○	○		マツノツノキクイムシ		◎	
コウノゴマフカミキリ		○			マツノネノキクイムシ		◎	
オオマルクビヒラタカミキリ		○			マツノヒロスジキクイムシ		◎	
ビロウドカミキリ			○		マツノホスジキクイムシ		◎	
ヤハズカミキリ			○		マツノカバイロキクイムシ		◎	
ゾウムシ類幼虫					ホンスンキクイムシ		○	
オオゾウムシ			●	◎	トサキクイムシ		○	
マツキボシゾウムシ		●			トウヒノヒメキクイムシ		○	
クロキボシゾウムシ		●			キバチ類幼虫			●
マツノシラホシゾウムシ		●			ニトベキバチ			◎
コマツノシラホシゾウムシ		●			オナガキバチ			◎
ニセマツノシラホシゾウムシ		●			タマムシ幼虫他、線虫			
マツクチフトクイゾウムシ		◎			ウバタマムシ			◎
マツアナアキゾウムシ		◎			ウバタマコメツキムシ			○
クロコブゾウムシ		◎			マツノザイセンチュウ	●	○	●

● 多い、◎ 普通、○ 少ない

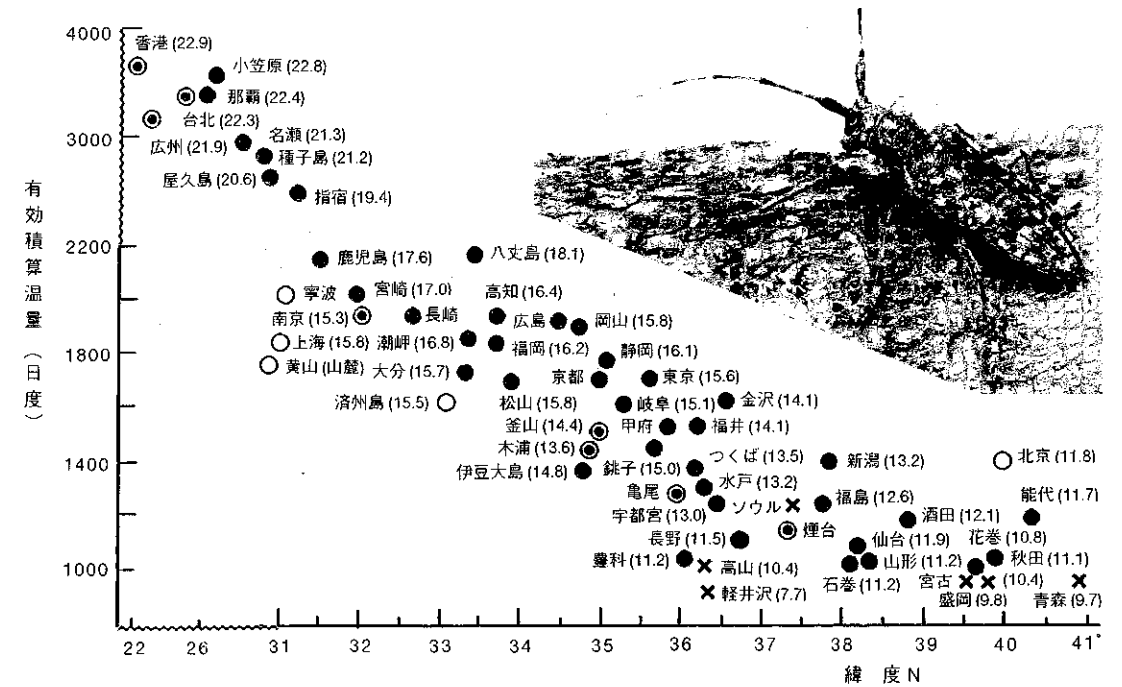
日本海沿岸で被害が激増し、今後さらに秋田県北部や青森県への侵入拡大が懸念されている。

韓国では東南沿岸と済州島に分布し、マツ材線虫病の被害は1988年10月に釜山市で初発生以後、被害拡散が日本に比べて緩慢であったが2001年には北緯36°附近の亀尾*まで北上し、さらに南海*・南西沿岸*まで拡大して国家的な課題となっている。特に北緯35°以南の釜山*と晋州*周辺の被害は深刻な問題となっている（韓国MBS放送、2002年6月；同KBS、2003年2月来日、マツ材線虫病被害取材）。

中国・台湾グループ：ベトナム・南境界はラオスの最南端まで、西北境界はタイ嶺を超えない。中国内陸部ではチベット・四川・雲南・貴州・広

西・陝西・河南・湖北・湖南・江西・安徽*、沿岸部では海南・マカオ・香港*・台湾*・広東*・広西・福建・浙江*・上海・江蘇*・山東*・河北・北京（嚴、1995）、北限は遼寧省南部（王、2003）まで分布する。

遼東半島で1998年から翌年の春に数千haにおよぶクロマツとアカマツ林の枝・梢頭・全身枯死が大量に発生した。翌年6月に大連と旅順市で被害調査を行ったが、新旧枯死木からマダラカミキリの幼虫や食痕も確認されていない。枯死木からマツノザイセンチュウに似た *Bursaphelenchus* sp. が検出され、培養線虫をマツ健全木に接種したが加害性はみられなかった。原因は長期間にわたる記録的な低温と乾燥害が主因となり、二次的



図一 マツノマダラカミキリの分布と気温（有効積算温度）との関係
●日本と◎外国のマツノマダラカミキリ分布とマツ材線虫病発生地、○マツノマダラカミキリ分布、×マツノマダラカミキリ未確認、() 1961~1990年の年平均気温、有効温度は月平均気温13℃以上の累積値

にマツ皮目枝枯病 *Cenangium ferruginosum*（森林総研、河辺氏同定）が関与する被害と判断された。その後平年並みの気象条件にもどり徐々に回復しているという（遠田未発表）。

台湾では中部以北の沿岸と低山地域に沖縄から導入植栽したりユウキユウマツ*、中央山脈の標高800~1,500mに天然分布するタイワンマツ*の枯死木から幼虫を採取しており（遠田1997）、さらに標高2,000mの梨山でも採集記録がある（植原、2005）。

マダラカミキリは東アジア地域の北緯16°~40°30'の広範囲に分布し、マツノザイセンチュウ（以下線虫と略す）とニセマツノザイセンチュウの媒介者となっている。

2) 気温と生息可能域

害虫の分布限界や発生時期・回数を予測することは防除対策上非常に重要である。遠田（1976）

は茨城・東京・和歌山・福岡・宮崎産マダラカミキリの材内終齢幼虫（4齢幼虫）から羽化までの発育零点は10.8~11.0℃の範囲で産地による差はなく、有効積算温度から求めた分布可能域は年平均気温11℃附近が限界と推定した。その後、発育零点を10.5~12.2℃に補正し、沖縄・韓国・台湾産（遠田、1994）と中国・深産を追加した（遠田ら、2006）。

また五十嵐（2000）は、卵から成虫羽化までをとおして発育零点は13.1℃、有効積算温度は1,013日度の値が得られ、東北地方の温度マップからマダラカミキリの定着可能域は1,000日度と計算された。五十嵐に基づき理科年表から各地の有効積算温度（月平均気温13℃以上の累積値）を算出し、生息可能地域について検討した。年平均気温が11℃以下の青森・盛岡・宮古・軽井沢・高山では月平均気温が13℃を上回るのは5~9月で積算温度は1,000日度に満たず分布が確認されていない。

表一 東京・茨城におけるマツノマダラカミキリの発生消長 (遠田)

年度	脱出初日	10%脱出	50%脱出	90%脱出	脱出終日	発生頭数	性比
1971	5/30(292)	6/14(483)	6/26(563)	7/8(719)	7/20(899)	688	0.54
1972	5/21(291)	6/9(446)	6/19(561)	7/3(722)	7/20(964)	4,123	0.52
1973	5/27(318)	6/14(461)	6/26(586)	7/9(749)	7/20(933)	4,034	0.49
1974	5/27(331)	6/8(459)	6/20(597)	7/7(769)	7/30(1072)	3,405	0.48
1975	5/21(265)	6/11(457)	6/24(601)	7/12(818)	7/31(1120)	3,549	0.47
1976	5/31(303)	6/17(481)	7/4(641)	7/14(770)	7/28(965)	1,419	0.44
1977	5/31(383)	6/10(499)	6/26(632)	7/7(773)	7/22(991)	435	0.46
平均	5/27(312)	6/12(469)	6/25(597)	7/9(760)	7/24(992)	2,522	0.49
1978	5/31(400)	6/8(467)	6/14(534)	7/26(694)	7/19(1007)	1,053	0.49
1979	5/31(239)	6/12(355)	6/23(493)	7/1(602)	7/13(751)	2,101	0.51
1980	5/29(234)	6/12(388)	6/23(513)	7/5(633)	7/22(826)	6,532	0.50
1981	5/30(189)	6/15(300)	6/30(402)	7/11(535)	7/23(712)	839	0.47
1982	5/21(208)	6/3(305)	6/12(388)	7/1(537)	7/27(798)	2,224	0.49
1983	5/23(166)	6/6(254)	6/20(359)	7/11(512)	7/30(744)	1,104	0.50
1984	5/24(88)	6/12(239)	6/25(362)	7/14(567)	7/27(741)	1,222	0.49
1985	5/28(224)	6/10(318)	6/26(428)	7/12(599)	7/26(796)	1,407	0.48
1986	6/9(261)	6/17(327)	7/1(446)	7/14(523)	7/28(732)	374	0.51
1987	5/22(205)	6/2(285)	6/11(385)	6/26(508)	7/10(646)	479	0.49
1988	5/21(189)	6/2(243)	6/10(328)	6/27(483)	7/8(581)	650	0.49
1989	5/29(210)	6/6(279)	6/20(356)	7/5(482)	7/21(662)	541	0.47
1990	5/24(214)	6/4(307)	6/14(405)	6/24(534)	7/10(692)	613	0.52
平均	5/27(218)	6/8(313)	6/20(415)	7/7(555)	7/20(745)	1,472	0.49

1971~1977年：東京都目黒区、林業試験場野外網室

1978~1990年：茨城県つくば市、森林総研野外網室

()内は有効積算温量・日度 (日平均気温11℃以上の累積値、気象月報)

一方、年平均気温が11℃をわずかに超える秋田・山形・石巻・長野県豊科は13℃以上の月が5~10月の6か月間で有効積算温量は1,100日度未満であるがマダラカミキリの後食によるマツ材線虫病の被害が発生している (図一)。

以上から、マクロ的にみるとマダラカミキリが年1世代の生活環を維持できる条件は、年平均気温が11℃以上、有効積算温量は1,000日度以上必要とする。南北によって気温差が大きく分布北限の秋田の年平均気温は11.1℃・有効積算温量は1,060日度に対し、沖縄は22.4℃・積算温量は3,500日度に達し、年2世代の発育に十分な温量がある。しかし、日本・韓国グループは終齢幼虫で休眠越冬し年1回の発生が普通である。

冬し年1回の発生が普通である。

3) 成虫の脱出時期

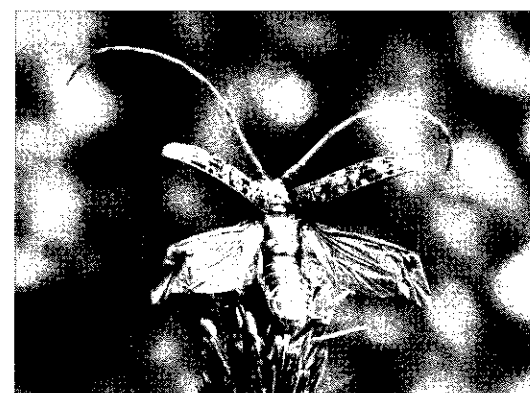
東北地方の寒冷地では8月下旬以降に産卵されたものは年内に終齢幼虫まで発育できず、翌年再摂食して2年1世代となる (陳野ら, 1987)。また茨城県北部でも2年1世代が少数出現するが、1年または2年1世代とも成虫の脱出時期は同じである。

一般に暖地ほど早く出現し、沖縄は4月上旬から8月 (伊禮ら, 2004)、鹿児島が5月中旬から7月中旬、関西・関東では5月下旬から7月下旬、秋田は6月下旬から8月上旬、石巻は7月上旬か

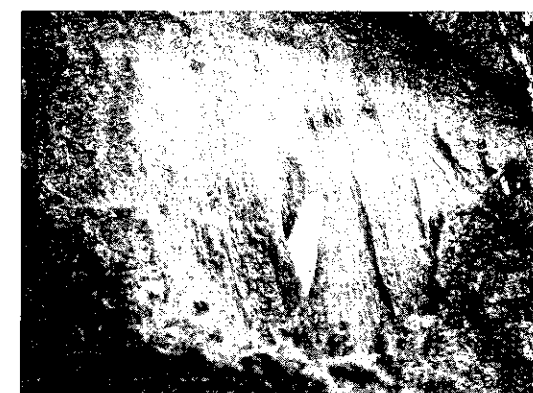
ら8月中旬に発生する。このように脱出時期に地域差がみられ、同一場所でも春の気温が高い年と、寒い年によって遅速がみられる。表一に東京目黒と茨城南部の20年間の脱出消長と、有効積算温量 (日平均気温11℃以上の累積値) を示した。このうち茨城南部での13年間の調査から、蛹化前期の4~5月の気温が高い年ほど発育が促進される傾向がみられ、脱出初日の最も早いのは5月21日、終日は7月30日である。森林総研構内の野外網室における平均脱出初日は5月27日、50%が6月20日、終日は7月20日となり、脱出期間はほぼ2か月間である。しかし、有効積算温量は年による変動が大きく脱出経過とはあまり適応しない。一般に発育と温度の関係から求められた発育零点や有効積算温量は目安であり、野外条件下で厳密に適用するには問題が多いという (梅谷, 1973)。

4) 成虫の行動・産卵数

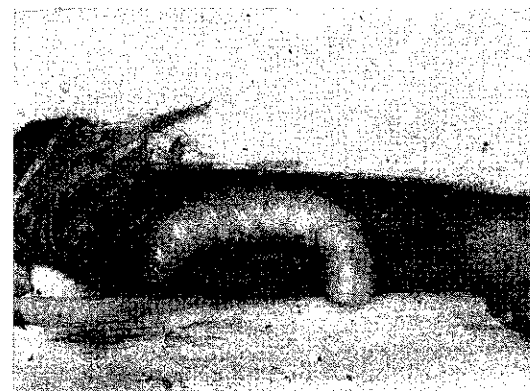
羽化脱出した成虫はマツ健全木の若枝 (当年枝~3年枝) の樹皮をかじり栄養摂取する (後食または成熟食)。成虫は18℃前後で活動し、25℃以上で飛翔が活発になる (写真一)。夕方から夜間に活動し、マツ材線虫病に感染した衰弱木に集まり樹幹上で交尾し産卵する。後食は同一木にかぎらず飛翔による他のマツへの移動も盛んで、標識法による野外での最長移動距離は2.4kmという記録がある (井戸ら, 1975)。また室内の宙吊り法 (フライトミル) では、1回の連続飛翔距離は48分間に3.3km・秒速1mという測定値が得られており (遠田, 1985)、野外では気象条件によっては数kmの移動は常時行われている可能性がある。雌雄とも生存期間中後食し、雌の卵巣は徐々に発育して羽化脱出後早い個体は2週間、平均3



写真一 マツノマダラカミキリの飛翔雌



写真二 マツノマダラカミキリの卵 (樹皮下)



写真三 材内の越冬幼虫 (終齢幼虫)



写真四 羽化直後の成虫, 全体乳白色

週間で一部の卵が成熟して産卵が可能になる。産卵前期間に直径1cmの生枝の樹皮を平均20cm後食する(遠田, 1973)。産卵の際、雌は樹皮に約3mmのかみ傷をつけ樹皮下に1粒ずつ産卵する(写真—2)。卵は黄白色で長楕円形、長さ4mm、最大幅1mm。1日の産卵数は1~8粒、生存期間に平均100粒、最高215粒産卵する。卵は25℃で5~7日でふ化し、温度別の卵期間から求めた発育零点は13℃、有効積算温量は70日度前後となる(永井ら, 1974)。

5) 幼虫・蛹の発育

ふ化幼虫は内樹皮を食い進み、1齢幼虫は外部に褐色の細かい木屑を排出する。2齢後期になると辺材部もかじるため白い繊維状の木屑が混じるようになり、幼虫がかじるギシギシという音と木屑の排出から被害部位を判断できる。幼虫は脱皮しながら成長し、4回脱皮して終齢幼虫となり材内に坑道を作る。立木の場合、坑道は必ず下方から上部方向に長さ6~10cmの坑道を掘り、潜入孔と坑道は繊維状の木屑でふさぎ、10月頃までに坑道の先端に蛹室を作って越冬する(写真—3)。幼虫の発育は産卵時期や密度、餌量・質によって遅速があり、茨城北部のアカマツ自然枯死木から採取した終齢幼虫(n=425)の体長は20~40mm、頭幅は平均3.7±0.25mm、体重285~1,100mg・平均570±157mmである。

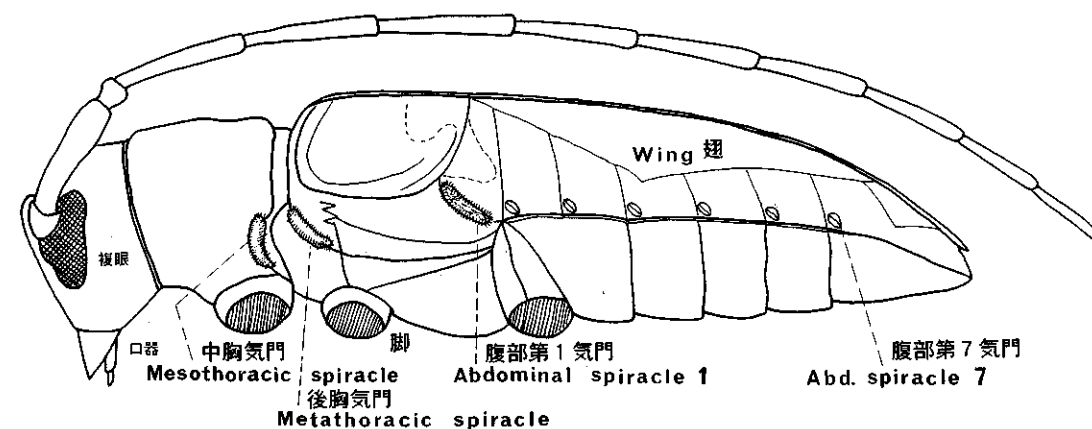
森林総研構内では4月下旬から5月上旬に蛹化が始まり、3年間の調査から蛹化率は5月10日が16~21%、5月20日には33~38%に急増する。5月中旬以降は年度別の差が少なく、3年間とも50%蛹化が5月23~24日、蛹化率が66%以上になる5月下旬から成虫の脱出が始まる。野外での蛹期間は雌雄とも差はなく平均17日である(遠田, 1980)。蛹期間は温度によってほぼ一定し、20℃・20日、25℃・12日、30℃・10日であり、発育零点は11℃、有効積算温量は187日度。蛹は全体乳白色をしているが、次第に複眼・大あご・爪の順に

着色し、その後翅鞘が黒色になって羽化する(写真—4)。約1週間蛹室内にとどまった後脱出する。脱出孔は円形で10mm内外、降雨時や気温が低い日は脱出孔を開けて待機している。

6) マツノサイセンチュウの伝播

マツ類の枯死木材内で世代を繰り返しながら増殖した線虫は、冬期間にマダラカミキリの蛹室周辺に集合する。線虫のマダラカミキリ蛹室への顕著な集合にはカミキリ幼虫体や排泄物に含まれる数種の不飽和脂肪酸が強い活性をしめし(宮崎ら, 1977)、マダラカミキリが羽化する直前に脱皮した線虫は粘着性があり・乾燥に強く・口針が退化した特殊な耐久型幼虫(分散型第4期幼虫)となり(真宮, 1972)、羽化したばかりのマダラカミキリ体表面に移行する。蛹室壁面には幼虫がかじった木屑や青変菌などの菌糸があり、これらの先端がマダラカミキリ虫体への線虫移行の有効な足場となっている。羽化直後のマダラカミキリ体表面にとりついた線虫は、両側面にある中胸・後胸・腹部第1気門に集中し、ここから体内の呼吸管に潜入する。このうち最も大きい腹部第1気門(長径2~3mm)からの潜入が多く(図—2)、ここから体内に分岐した触角や脚など末端気管まで潜入して充満する(遠田, 1972)。マダラカミキリ成虫(n=12)の部位別線虫保持数は後胸気門と腹部第1気門部分に最も多く、全体の83%(平均20,533頭)を占め、他は前胸・頭部、触角と脚からも検出された。いずれの部位とも呼吸管内だけにみられ消化器官や生殖器官と体腔内には存在しなかった(遠田, 1973)。

枯死木から脱出したマダラカミキリ成虫は健康なマツ若枝の樹皮を後食する。この後食期間に体内の線虫が離脱し、早いものは3~4日、1週間後から多くなり1か月間で保持数の90%以上が虫体から離脱する。離脱経路は線虫が潜入した気門から這い出し、マダラカミキリの腹部背面を伝って尾端の刺毛に集まり、歩行または静止中に後食



図—2 マツノマダラカミキリ成虫の気門配置(模式図)

痕に付着し、離脱線虫の約半数が樹体内に侵入する(遠田, 1972)。また、後食時にかぎらず産卵の際に尾端から離脱した線虫は産卵食痕からも樹体内に侵入・繁殖する。1974年に千葉県下のアカマツ林内に設置した伐倒生丸太の産卵木(餌木)から翌年脱出したマダラカミキリ成虫(n=150)の線虫保持数は平均2,270頭・最高99,000頭・保持率は63%であり、自然枯死木からの脱出成虫に比べて少なかった(遠田未発表)。

マダラカミキリ成虫からのマツ樹体内への線虫移行の実験から、アカマツ・テグマツの生枝に比べて、マツ類の揮発物質のうちβミルセンと11種のモノテルペン混合物を吸着させた処理枝では線虫の離脱が促進された。脱出後11日までの線虫離脱率はモノテルペン炭化水素混合物が97%、βミルセン92%、アカマツ生枝40%、テグマツ生枝35%である。これら揮発成分に対して、マダラカミキリ頭部の上下動・翅の開張・歩行など異常な興奮行動をしめす。線虫の離脱はマダラカミキリの行動時にもなう筋肉の収縮、単なる刺激による物理的なものか、揮発成分が誘引物質として作用しているものか明らかでない(遠田ら, 1983)。

防除対策

1) 伐倒駆除

焼却・薬剤散布: 昔から行われてきた枯死木の伐倒駆除は、今でも重要なマツ枯れ対策の基本となっている。マダラカミキリの発生源となる枯死木を伐倒し、樹幹と枝条部分まで焼却するのは最良の駆除法である。しかし、実際には地形の急峻なマツ林では実行困難であり、さらに火災の危険などもあり労力のかかる難作業である。これに代わって実行されたのが薬剤散布である。樹皮下や材内に生息するマダラカミキリ幼虫を駆除するため、枯死木を伐倒玉切りした樹皮表面に殺虫剤を散布する方法である。散布時期は幼虫が樹皮下に生息する10月頃までに散布する秋処理は効果が高く、材内に穿入した冬期間は殺虫効果が低下する。薬剤は主に浸透性のある油剤が使われ、灯油で希釈するため火災の危険性、効果の不安定や人手不足、環境汚染の問題もあり近年はほとんど行われていない。

破碎・炭化: 1982年に被害木の防除法の一つとして破碎を取り入れ、各地のチップ工場が補助金の適用対象となった。しかし、広葉樹を主体にしてきたチップ工場ではマツ材のパルプ化は常設機械では難しいこと、供給量が一定しないこと、被

害木集積場から飛び出したマダラカミキリによって附近のマツ林が全滅した例もあり、現在はあまり活用されていないと聞いている。また、秋田県では伐倒駆除のうち破砕が8割を占め、チップおよび合板工場での利活用と現地破砕を行っているという（秋田県農林水産部2005）。ほかに移動簡易破砕機や簡易炭化炉も開発され現地での処理が可能になったが、大量の枯死木処理には限界がある。伊豆大島では炭窯を作りマツ材線虫病の被害発生当初から、熟年者の失業対策として炭化とその利用を図ってきた。さらに秋田県立大学構内の被害地での主力防除は炭化に徹底し、土壌改良や水質浄化に利用しているという（小林一、私信）。

くん蒸処理：伐倒駆除の主力は、日本を含め韓国・台湾・中国ともくん蒸処理が最も多い。伐倒木を玉切り枝条部も含めて集積し、ビニールで被覆してくん蒸剤を投入する方法であり、日本では危険性の少ないカーバム剤が使用されている。冬期間の処理でも100%の殺虫・殺線虫効果が得られ、処理木は再利用できる利点がある（写真—5）。しかし、被覆資材のビニールが廃棄処理されないまま山林に残存するため景観上問題となり、解決策として環境保全のための分解性シートが開発された。

餌木誘殺：古くから行われてきた餌木誘殺法も密度抑制と時期別の加害種構成調査に有効である。松くい虫の活動する春から秋に被圧木や除間伐木

（生木）を玉切りにしてマツ林内の地面に並べ丸太の樹皮面に薬剤を散布して放置しておく。マツの揮発成分の匂いに各種成虫が飛来し、丸太を歩行または産卵する際に薬剤に接触して死亡する誘殺法である。丸太の下にシートを敷いておくと成虫の死体が確認できる。餌木は3週間位で交換する。

2) 予防散布

地上・空中散布（特別防除）：マダラカミキリの後食と線虫の侵入を防止するため、マツ健全木の樹冠部に殺虫剤を散布する方法で、防風林など重要なマツ林の保全や被害拡大防止のための広域的な防除を図る上で最も効率的な防除法である。散布には強力な動力噴霧機による地上散布（写真—6）、ヘリコプターによる空中散布が一般的であるが、近年は無人ヘリコプターによる省力化散布が拡大している。いずれも散布薬剤は低毒性の有機りん系殺虫剤が主体となっており、散布時期はマダラカミキリの脱出直前または初期、最盛期の2回散布が普通である。脱出時期は地域や年によって変動があり、4～5月の気温に左右されることが多く、当年の気温または過去のデータから散布時期を予測して適期に行うことが肝要である。茨城南部の場合1回目散布は5月下旬～6月上旬、2回目が6月中旬～下旬となる。有機りん系殺虫剤の残効期間は約3週間であり、さらに安全度を増



写真—5 くん蒸処理木の再利用 (中国安徽省)



写真—6 薬剤による予防散布 (ゴルフ場)



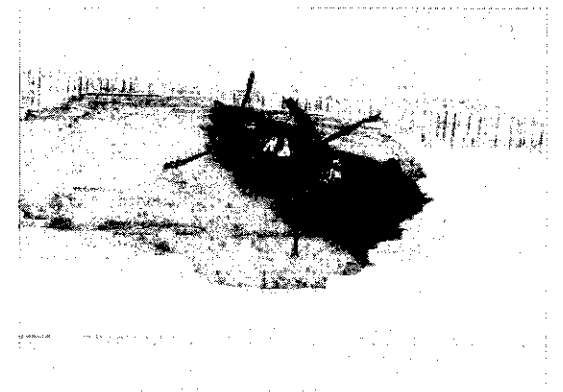
写真—7 スプリンクラー散布 (森林総研)



写真—8 樹幹注入 (小型・大型ボトル)



写真—9 ボーベリア菌に感染した材内蛹



写真—10 天敵昆虫オオコクヌスト成虫

ため3回散布を行うとすれば7月上～中旬となる。散布時期は梅雨期にあたり、乳剤の場合には紫外線・降雨・蒸発などにより効力が低下する。これを補うためスミチオン剤をマイクロカプセル化し予防剤として実用化され、これにより従来の乳剤では年2回散布が1回散布で代替ができ、人畜毒性や自動車塗装などに対する危被害が軽減された（表—3）。

スプリンクラー散布：特殊な方法として地上から樹幹先端までパイプを通じて薬剤を圧送するスプリンクラー散布がある（写真—7）。神奈川県真鶴半島では1973年頃から町独自で導入しており、マツ林面積39ha、立木本数約3,000本（樹齢150～400年）の一部に261基を設置し、薬剤の配送管は林内の土中に埋設して車上から圧送する方法で、マダラカミキリの脱出初期と最盛期の2回散布で

成果をあげている。現在、年枯死率は0.1%程度であるが、2003年から主要木に樹幹注入剤を併用した予防措置も行っている。

また2002年には京都府天橋立のクロマツ林（全長3.6km、約8000本）の貴重木に国補によるスプリンクラー160基の設置と、樹幹注入剤による保全対策に努めているが、2004年10月の大型台風の影響で幹・枝折れ約200本、倒伏木約500本の被害を受け修復・伐倒作業が行われているという。

3) 樹幹注入剤

健全なマツ樹幹に薬剤を注入し、マダラカミキリの発生前に樹冠部全体に薬剤を吸収移行・拡散させ、マダラカミキリ成虫の後食痕から侵入する線虫の増殖を抑制する予防剤である。現在6種類の樹幹注入剤が登録・市販されている（殺虫効果

表一3 マツノマダラカミキリの後食予防・防除薬剤 (2003年版グリーン農業総覧からの抜粋)

対象	商品名 (主成分)	希釈濃度	使用時期	散布法	毒性
マツ生立木 (樹冠散布)	エコワンフロアブル (チアクロプリド40%水和剤)	1500~3000	発生初・盛	地上	劇物
	エコワン3フロアブル (チアクロプリド3%水和剤)	100~200	"	"	普通
	スミバイン乳剤 (MEP80%)	150~200	"	"	"
	"	80~160	発生初期	空中	"
	"	60~180	発生初・盛	"	"
	スミバインMC (MEP23.5%、マイクロカプセル剤)	2.5~20	発生初期	空中	"
	"	50	"	地上	"
	ソビーT-7.5乳剤 (ピリダフェンチオン15%)	100~150	発生初期	地上	"
	"	300	発生初・盛	"	"
	デナボン水和剤50 (NAC50%)	25~50	"	地・空	劇物
	ファインゲムB乳剤 (MPP50%)	100~200	"	地上	"
	レルダン乳剤40 (クロルピリホスメチル40%)	50~100	発生初期	"	普通
	T-7.5スミグリーン乳剤 (ピリダフェンチオン、MEP)	100~200	発生初・盛	"	"
	T-7.5バイセフト乳剤50 (MPP50%)	100~200	"	"	劇物
T-7.5プロチオン乳剤 (プロチホス15%、MEP10%)	100~150	発生初期	"	"	
マツグリーン液剤 (アセタミプリド20%)	1000	発生初・盛	"	"	
マツグリーン液剤2 (アセタミプリド2%)	100	"	"	普通	
マツ枯死木 (伐倒木)	スミバイン乳剤 (MEP80%)	50~150、300~600ml/m ²	散布		
	デナボン水和剤50 (NAC50%)	50、600ml/m ²	"		
	NCS (カーバム50%)	0.5~1L、原液/m ³ 、密閉くん蒸	"		
	キルパー (カーバムナトリウム塩30%)	"	"		

表一4 マツノサイセンチュウの侵入・増殖防止薬剤 (2003年版グリーン農業総覧他からの抜粋)

対象	商品名 (主成分)	残効期間	毒性	包装,仕様*
マツ生立木 (樹幹注入剤)	グリーンガード (酒石酸モランテル12.5%液剤)	4年	普通	140ml
	グリーンガード・エイト (酒石酸モランテル8%液剤)	4年	"	220ml
	ショットワン・ツー液剤 (エマメクテン安息香酸塩2%)	4年	"	60ml
	ショットワン液剤 (エマメクテン安息香酸塩4%)	4年	劇物	30,60ml
	センチュリーエース注入剤 (塩酸レバミゾール8%)	2年	普通	150ml~
	ネマノーン注入剤 (メスルヘンホス50%)	1年	劇物	50ml
	マツガード乳剤 (ミルベメクテン2%)	4年	普通	60ml
	メガトップ液剤 (ネマデクテン3.6%)	4年	劇物	40~120ml

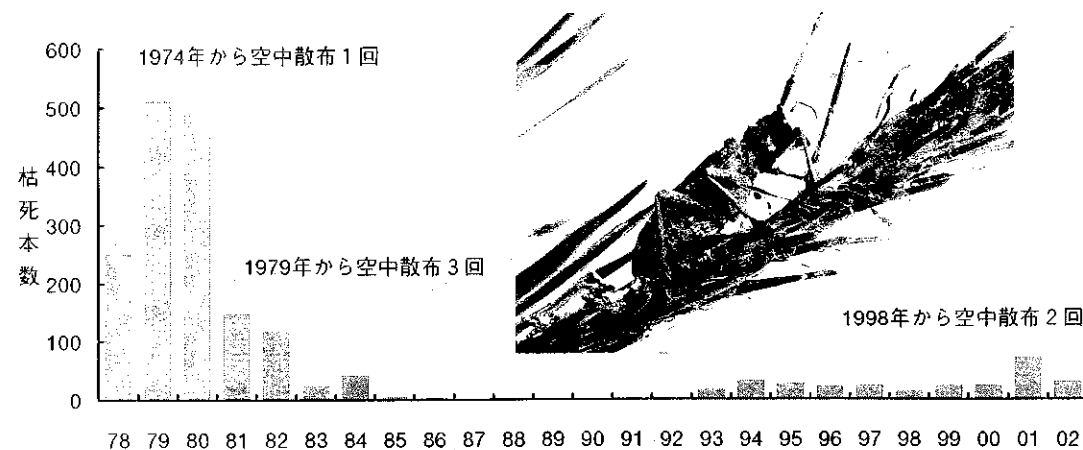
*アンプル当り薬液量

はない)。剤形はアンプル入りの液剤で、樹幹の太さによって施用薬量をきめ、マツの休眠期にあたる11月から翌年の3月(地域によって異なる)の間に樹幹下方に小孔を開けて注入する。残効期間は薬剤によって異なり1回の施用で1~4年間有効であり(表一4)、主に神社仏閣・庭園・公園・街路樹・ゴルフ場などで使用され高い効果をあげている(写真一8)。使用薬剤によっては、

枯死木の線虫検査と注入木の薬剤残留濃度検査サービス、正しい注入剤使用法の研修会、社会貢献活動(コミュニティー)として地域の重要なマツ保存木に現地での注入指導と薬剤の無償協力をしているので活用を進める。

4) 生物防除

薬剤防除に代わり環境にやさしい新防除技術と



図一3 ゴルフ場の松くい虫被害量推移 (1978~2002年、1,626本枯死)

して、マダラカミキリの防除を主体にした天敵微生物のボーベリア菌 (*Beauveria bassiana*) の利用開発が期待されている。ボーベリア菌を培養した不織布 (45×5 cm) をマダラカミキリの寄生する幹枝を集積した丸太上に固定し、材内の幼虫に感染させて駆除する方法で野外施用としては高い効果があり、材内幼虫に対する感染死亡率は63~96%に達した(写真一9)。その他カミキリ坑道内の幼虫を捕食する天敵昆虫のオオコクヌスト(写真一10)、サビマダラオオホソカタムシの増殖利用法などについて開発中である。

5) 誘引剤

マダラカミキリ成虫の誘引剤として2種類が市販されている。安息香酸とオイゲノールを含むホドロン、マツ類衰弱木の揮発性物質βピネンとエタノールを主成分としたマダラコールである。両剤とも性成熟した産卵期のマダラカミキリ成虫だけが誘引され、線虫の離脱後の成虫が捕獲されるため当年の防除効果は少ない。マダラカミキリの生息調査や発生予察、他の昆虫採集にも活用されている。

6) ゴルフ場の防除例

当ゴルフ場は茨城県鹿島灘に面した60haのク

ロマツ老齢林内(平均直径35cm)の名門コースで、民家や耕地を保全する防砂・防潮・防風などの機能を果たしており、保安林および自然公園に指定されている。1974年頃から枯死木が発生し、徹底的な伐倒駆除と年1回の空中散布を行ったが1978年から激増したため、翌年から3回散布を継続したが、初期の5年間で1,500本余の被害木が発生した。1983年以後は激減し、立木本数約22,000本(小径木除く)のうち年間0.2%程度が枯死している。場内の主な被害発生地域は、無散布の住宅地周辺と隣接する民地の被害放置林の周辺に集中している。枯死発現は8~11月に集中する激害型で12月までに枯死する当年枯れが71%、翌年の1~7月に発病する年越し枯れが29%を占めている。現在も空中散布と地上散布の補充、主要木に樹幹注入剤を併用した保全対策に努め、30年間の継続防除を行っているが根絶にいたっていない(図一3)。 つづく

参考文献

松くい虫に関する文献は岸 洋一著(1988)、マツ材線虫病—松くい虫精説—に1982年まで網羅されているので省略し、ここには1983年以後の文献を掲載した。遠田暢男ら(1983) マツノサイセンチュウの離脱に関与するアカマツの揮発成分、94回日林論、479-480。遠田暢男(1985) フライトミルによるマツノマダラカ

ミキリ成虫の飛翔能力, 96回日林論, 517-518.
 遠田暢男ら (1989) キイロコキクイムシを伝播者としたボアベリア菌によるマツノマダラカミキリの防除, 100回日林論, 579-580.
 遠田暢男 (1994) マツ類の穿孔虫, 森林昆虫 (小林富士雄・竹谷昭彦編著), 149-153, 養賢堂.
 遠田暢男 (1997) アジア地域におけるマツ材線虫病の被害状況と対策, 森林防疫46 (10), 2-8.
 遠田暢男著 (2004) カラー写真集, 樹木の害虫・松くい虫, 自費出版179pp.
 遠田暢男・榎原 寛 (2006) アジア東部地域におけるマツノマダラカミキリの生理・生態, 森林防疫55 (1), 11-21.
 嚴 敷金 (1995) 松墨天牛生物特性研究, 中国松材線虫病流行与治理, 中国林業出版社, 89-103.

五十嵐正俊 (2000) マツクイムシの被害は何処まで拡がるか, 日本の松の緑を守る70, 10-13.
 伊禮英毅ら (2004) 沖縄島におけるマツノマダラカミキリの発生回数と時期, 日林学術講, 115-119.
 加茂谷常雄 (2000) 秋田県の松くい虫被害状況とその対策, 日本の松の緑を守る70, 6-9.
 小林一三 (2000) 猛暑の夏で松くい虫被害はどうなる?, 日本の松の緑を守る70, 14-17.
 榎原 寛 (2004) ヤクスギカミキリとマツノマダラカミキリ-日本亜種について-, 森林防疫, 53 (10), 14-17.
 榎原 寛 (2005) 宮古島に侵入したカミキリムシ類, 森林防疫 (投稿中)
 王 直城編 (2003) 東北天牛志, 419pp, 吉林科学技術出版社.

MEP 油剤およびくん蒸剤によるカシノナガキクイムシの駆除

在原登志男*・齋藤直彦*・石井洋二**

I. はじめに

ナラ類の集団枯損 (以下, ナラ枯れ) は, ナラ菌 (*Raffaelea quercivora* sp.nov.) を伝搬するカシノナガキクイムシ (以下, カシナガ) の集中加害が原因とされている (伊藤ら, 1998; Kubono and Ito, 2002)。福島県におけるナラ枯れは, 2000年秋に西会津町で初発が確認され, 以降急速に蔓延して2005年秋の時点では, 会津地方のみならず中通りの郡山市まで及んでおり (在原ら, 2006), 早急にナラ枯れ防除技術の確立が求められている。

ナラ枯れの防除については, 薬剤を使用しない防除法として, ナラ菌の媒介者であるカシナガを林内へ飛び出させない方法, すなわちビニールシート (小林ら, 2000) およびネット (小林, 2003) による枯損立木の被覆が報告されている。しかし, ビニールシートで被覆した場合, シートに穴を開けて飛び出す成虫がみられたとの報告 (齋藤, 2003) もある。なお, 完全な防除は困難であるが, 被害木を伐倒・玉切りし, きこのほだ木として利用する方法 (小林・野崎, 2001) も考案されている。

一方, 薬剤を使用する方法は, 現在農薬登録のおりているものがNCS剤 (カーバム, 50%) のみであり, その使用法は枯損立木の状態で, 主にカシナガの生息する樹幹下部にドリルで穴をあけて薬剤を注入する方法 (齋藤ら, 2000) である。

しかし, 本法は虫密度の高い林分 (齋藤ら, 2003) や大径木の林分 (在原・石井, 未発表) では高さ10m以上の樹幹部までカシナガが生息し, 現行の高さ1.5mまでの注入では期待するほどの効果が得られない。

ところで, カシナガの生息する被害木を伐倒・玉切り・集積してNCSで天幕くん蒸する方法 (石山, 1993; 谷口, 1993; 谷口・片野田, 1994; 片野田, 1995), そして新たに木材検疫用に関与されたNCSから発生する殺虫成分MITC (メチルイソチオシアネート) を液化炭酸ガスに30%溶解させた製剤で天幕くん蒸する方法 (齋藤ら, 2005) が報告されている。しかし, NCSの効果については見解がまちまちである。例えば, 同一薬剤, 同量で同一期間くん蒸処理し, 被覆の開放1, 2週間後に割材して得られた平均死亡虫率20.3%と, 開放1か月後の割材による平均死亡虫率72.8%を比べると, 後者が3倍の高い値を示した (谷口・片野田, 1994)。また, 同一薬剤, 同量で同一期間くん蒸処理し被覆の開放後, 同一時期に割材調査したところ, 丸太の径が25cm未満の平均死亡虫率が95.2~100%であったのに対して25cm以上では17.9~66.8%に止まり (谷口・片野田, 1994), かつアテの生じた心材付近に幼虫が多数生存していた (谷口, 1993)。さらに, 対照区の丸太におけるカシナガの生存虫率, また1穿孔孔あたりの脱出成虫数が著しく少なく, 処理区との差が判然としなかった (谷口, 1993; 片野田, 1995; 齋藤, 1995) などである。これに反して, 10月に被害材をビニールシートで被覆し, NCS 1ℓ/m³で1週間または同剤0.5ℓ/m³で2週間くん

地球温暖化防止のための国際ルール 「京都議定書」の目標達成に向けた森林の役割

みどりは地球を救うシリーズ No.4 「地球温暖化防止のカギを握る森林の力」を発行しました

1997年に採択された京都議定書は, 2005年2月発効しました。

我が国は, 議定書による温室効果ガス6%の削減約束のうち, 3.9%を森林の二酸化炭素吸収量で確保することとし, 2002年, 「地球温暖化防止森林吸収源対策10カ年対策」を策定して森林の整備・保全に取り組んでいます。

このパンフレットは, 地球温暖化防止のための森林の役割とその役割を果たすための森林の取り扱いについて, みなさんの理解を深めたり, 議論を進めたりすることに役立つよう作成しました。

これからの地球や森林を考えるための資料としてご利用いただきますようご購入をお待ちしています。(A4版, オールカラー表紙とも12ページ)

編集: 林野庁
 発行・申込先: 社団法人 日本林業協会
 〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル7F
 TEL. 03-3586-8430, FAX. 03-3586-8434

定価 1部 200円 (税込み, 送料実費)
 (FAXで購入申込をして下さい。100部以上の場合は, 送料は協会負担です)

* 福島県林業研究センター

ARIHARA Toshio
 SAITO Naohiko

** 相双農林事務所

ISHII Yoji

蒸したところ、対照区で多数の脱出成虫がみられたが、両薬剤処理区とも全くみられなかったとの報告(石山, 1993)もある。なお、30% MITC 液化炭酸製剤(以下、液化炭酸製剤)の利用については、360g/m³で2週間天幕くん蒸し、被覆の開放7か月後に割材して得られた平均死亡虫率が100%(斉藤ら, 2005)であったとしている。

さらに、くん蒸剤以外の薬剤を使用するものとして、MEP 乳剤と接着剤を併用して被害木に散布する方法(斉藤ら, 2003; 斉藤ら, 2004)が報告されている。しかし、本法の駆除効果は75%ほどであり、駆除方法の主力には成り得ないとしている(斉藤ら, 2004)。

これらくん蒸剤や MEP 乳剤と接着剤を併用したカシナガの駆除事例は、カシナガの生存率等の低さによる効果判定不能を除き、大部分のものが施用後短期間の内に丸太の割材を行って、効果を算出している。一般に、薬剤による材内に生息する穿孔虫類の駆除効果は、気温の上昇とともに増加する(在原, 1989; 長島・林, 1973; 田畑, 1976)ことが知られている。そこで、秋期および春期に、浸透性が強いものの使用された報告例のない MEP 油剤を散布、または NCS および液化炭酸製剤で天幕くん蒸した丸太を、夏を経過させてカシナガの羽化脱出終了期の秋まで保管して羽化脱出成虫を採取し、1 穿入孔あたりの脱出成虫数からそれぞれ駆除効果を求めたので、その結果を報告する。

II. MEP油剤散布によるカシナガの駆除

1. 調査目的

秋期および春期に、ナラ枯れ木に対して浸透性の強い MEP 油剤を濃度別に散布し、夏を経過させてカシナガの羽化脱出終了期の秋まで保管して羽化脱出成虫を採取し、1 穿入孔あたりの脱出成虫数から駆除効果を調査する。

2. 調査方法

2003年10月中旬会津坂下町において、当年度に

枯損したミズナラ7本を伐倒し、カシナガの生息する樹幹部を1mに玉切った丸太を作成し、カシナガの穿入孔数を数えて供試材料とした。そして、MEP 濃度0.5, 1, 2, 4 および 8%の油剤をそれぞれ5本の丸太に対して600 ml/m²(材表面積)散布した。また、薬剤散布しない丸太5本を対照木とした(秋期油剤処理)。

薬剤散布後の各丸太は林内に立て掛け、1か月後の11月中旬にそれぞれ1本の丸太について上・中・下部付近から10cmほどの割材用円盤を採取した。しかし、この時期はカシナガの活動が低下しているため、採取した円盤は25℃の恒温器内に一昼夜放置後に割材調査を行った。割材調査で得られたカシナガは、幼虫、蛹、成虫ごとに生死を記録した。供試丸太の中央径は表-1に示すとおりで、18~35cmであった。また、散布6か月後の翌年4月中旬に、更にそれぞれ1本の丸太について前回と同様な割材調査を行った。供試丸太の中央径は表-2に示すとおりで、18~29cmであった。なお、油剤処理および割材時期の外気温は、最寄りのアメダス値を用いた。

その後、残った各3本の丸太は2004年5月中旬に、それぞれターポリンシート(厚さ0.3mmほどの土足用室内シート)で包み、上部にカシナガの採集口を開けてペットボトルを取り付け、受け口部にアルコールを入れたポリピンをセットし、液浸で羽化脱出した成虫を回収するトラップを作成して羽化脱出成虫を捕獲した(図-1)。成虫の捕獲期間はカシナガの羽化脱出が始まる6月上旬から脱出がおおむね終了する10月下旬の間とし、6, 7, 8月は週に一度ほど、また9, 10月は10日に一度ほどアルコールを入れたポリピンを交換して脱出成虫数を数えた。それぞれに供試した丸太3本の中央径と穿入孔数は表-3に示すとおりで、中央径は17~36cmであり、各散布濃度ごとの総穿入孔数は30~52個であった。

さらに、2004年5月上旬西会津町において昨年度枯損したミズナラ2本を伐倒し、カシナガの生

息する樹幹部を50cmに玉切った丸太6本を作成し、会津坂下町と同様な薬剤処理をそれぞれ1本に施して(春期油剤処理、予備試験)、同様に羽化脱

出成虫数を数えた。供試した丸太の中央径および各散布濃度ごとの穿入孔数は表-4に示すとおりで、中央径は14~35cmであり、穿入孔数は6~73



図-1 カシナガクイムシ採集用のターポリンシート製トラップ

表-1 秋期油剤処理丸太におけるカシナガクイムシの死亡状況(処理1か月後の割材調査)

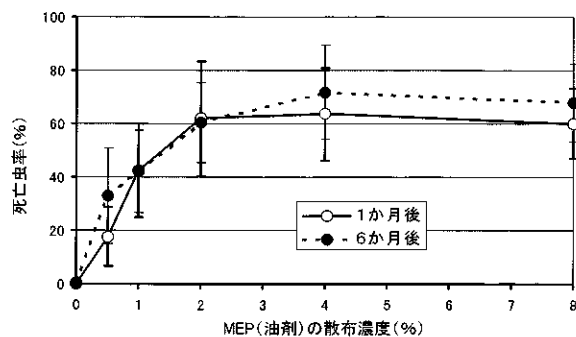
MEP散布濃度 (%)	丸太の中央径 (cm)	割材用丸太の採取位置	生存虫 (A)				死亡虫 (B)				合計 (C=A+B)	死亡虫率* (%)
			成虫	蛹	幼虫	小計	成虫	蛹	幼虫	小計		
0(対照)	31	上部	3	0	80	83	0	0	0	0	83	0
		中部	1	0	55	56	0	0	0	0	56	
		下部	2	0	60	62	0	0	0	0	62	
計			6	0	195	201	0	0	0	201		
0.5	24	上部	0	0	32	32	1	0	9	10	42	17.7
		中部	0	0	80	80	0	0	3	3	83	
		下部	0	0	56	56	0	0	23	23	79	
計			0	0	168	168	1	0	35	36	204	
1	18	上部	0	0	88	88	3	0	56	59	147	42.4
		中部	0	0	20	20	1	0	33	34	54	
		下部	0	0	28	28	1	0	6	7	35	
計			0	0	136	136	5	0	95	100	236	
2	27	上部	0	0	8	8	4	0	62	66	74	62.0
		中部	0	0	29	29	1	0	43	44	73	
		下部	0	0	47	47	0	0	27	27	74	
計			0	0	84	84	5	0	132	137	221	
4	35	上部	3	0	30	33	4	0	123	127	160	63.6
		中部	0	0	21	21	0	0	28	28	49	
		下部	0	0	52	52	1	0	29	30	82	
計			3	0	103	106	5	0	180	185	291	
8	29	上部	0	0	34	34	1	0	82	83	117	60.2
		中部	0	0	45	45	2	0	28	30	75	
		下部	2	0	42	44	1	0	72	73	117	
計			2	0	121	123	4	0	182	186	309	

*: B/C × 100

個であった。

3. 結果と考察

秋期油剤処理1か月および6か月後の割材結果は表一、2に示した。また、図一2には、油剤処理1か月および6か月後のカシナガの死亡状況



図一2 秋期油剤処理丸太における1か月および6か月後のカシナガクイムシの死亡状況

表一2 秋期油剤処理丸太におけるカシナガクイムシの死亡状況 (処理6か月後の割材調査)

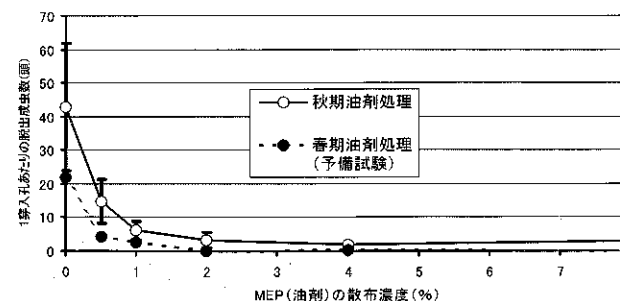
MEP散布濃度 (%)	丸太の中央径 (cm)	割材用丸太の採取位置	生存虫 (A)		死亡虫 (B)		合計 (C=A+B)	死亡率 (%)					
			成虫	幼虫	成虫	幼虫		生値*1	補正値*2				
0(対照)	29	上部	3	0	92	95	0	0	1	96			
		中部	2	0	58	60	0	0	0	60			
		下部	0	0	66	66	0	0	0	66			
計			5	0	216	221	0	0	1	222	0.5	0	
0.5	24	上部	0	0	37	37	0	0	39	39	76		
		中部	0	0	38	38	0	0	18	18	56		
		下部	0	0	50	50	0	0	4	4	54		
計			0	0	125	125	0	0	61	61	186	32.8	32.5
1	18	上部	0	0	43	43	0	0	23	23	66		
		中部	0	0	37	37	1	0	55	56	93		
		下部	1	0	48	49	1	0	14	15	64		
計			1	0	128	129	2	0	92	94	223	42.2	41.9
2	27	上部	0	0	17	17	2	0	35	37	54		
		中部	1	0	7	8	2	0	36	38	46		
		下部	0	0	54	54	0	0	46	46	100		
計			1	0	78	79	4	0	117	121	200	60.5	60.3
4	26	上部	1	0	19	20	2	0	27	29	49		
		中部	0	0	22	22	2	0	42	44	66		
		下部	0	0	0	0	2	0	32	34	34		
計			1	0	41	42	6	0	101	107	149	71.8	71.7
8	25	上部	0	0	26	26	2	0	58	60	86		
		中部	0	0	25	25	0	0	24	24	49		
		下部	0	0	7	7	0	0	39	39	46		
計			0	0	58	58	2	0	121	123	181	68.0	67.8

*1: B/C × 100

*2: ABBOT補正值
補正致死率=(q₀-q)/q₀ × 100
q₀: 無処理対照区の生存虫率
q: 処理区の生存虫率

を示した。薬剤の散布時である10月中旬の平均気温は12.3℃ (最寄りの西会津アメダス, 以下同様) であり, また11月上旬に入ると10℃ほどとなり, さらに11月中旬の処理1か月後の割材時には7.3℃と低下した。図一2によると, 処理1か月後の平均死亡虫率は, 気温が低いためか, MEP濃度0.5%油剤で20%弱, 1%で40%強そして2%以上の濃度でもおおむね60%に止まり, かつかなりのバラツキが認められた。また, 低温が続く処理6か月後の翌年4月中旬 (平均気温11.7℃) においても, 平均死亡虫率はMEP濃度0.5%油剤で30%強, また2%以上でもおおむね60%の死亡虫率に止まり, 処理1か月後の死亡虫率と大差がなかった。

齊藤ら (齊藤ら, 2003) によると, 9月中旬にスミパイン乳剤50倍液 (MEP1.6%) を



図一3 秋期および春期油剤処理丸太における1穿入孔あたりの脱出成虫数

被害丸太に散布して1か月後の10月中旬に割材したところ, カシナガの死亡虫率は61%であった。また, 5月中旬に浸透性のあるパークサイドE20倍液 (MEP0.5%) を散布して1か月後の6月中旬に割材したところ, 死亡虫率は63%であったと報告している。これらの値は, 本調査で得られた平均死亡虫率よりかなり高いが, 齊藤らが割材調査を行った10月中旬および6月中旬は, 本試験での割材調査11月中旬および4月中旬より気温の高い時期であり, そのために高い値が得られたものと考えられる。

次に, 秋期および春期油剤処理丸太において, 6月上旬から10月下旬の間に羽化脱出した総成虫数を各穿入孔数で割った1穿入孔あたりの脱出成虫数を用いて, それぞれの死亡虫率を検討する。各処理時期およびMEP散布濃度ごとの穿入孔数と脱出成虫数および死亡虫率等は, 表一3, 4に示す。また, 表中のそれぞれの1穿入孔あたりの脱出成虫数を図一3に示した。

図一3によると, 秋期処理の対照丸太3本における1穿入孔あたりの脱出成虫数は平均で42.9頭であったが, かなりのバラツキ (標準偏差19.1頭) がみられた。1穿入孔あたりの脱出成虫数は, カシナガの繁殖成功率の違いによって, 0頭から100余頭と大きく変化するとの報告 (小林, 2003) がある。また,

表一3 秋期油剤処理丸太におけるカシノナガクイムシの穿入孔数と羽化脱出成虫数および死亡虫率

MEP散布濃度 (%)	丸太の中 中央径 (cm)	穿入孔数 (個) a	脱出成虫数 (頭) b	脱出成虫数 / 穿入孔数 A=b/a (頭)	死亡率 (%)
0(対照)	20	8	151	18.9	
	30	10	356	35.6	
	33	12	780	65.0	
計		30	1287	42.9	0
0.5	18	9	39	4.33	
	25	18	218	12.1	
	20	25	508	20.3	
計		52	765	14.7	65.7
1	17	9	31	3.44	
	18	13	66	5.08	
	21	9	91	10.1	
計		31	188	6.06	85.9
2	24	13	7	0.54	
	19	16	49	3.06	
	36	13	80	6.15	
計		42	136	3.24	92.4
4	19	15	36	2.40	
	22	14	29	2.07	
	27	9	14	1.56	
計		38	79	2.08	95.2
8	19	10	0	0	
	22	9	22	2.44	
	26	18	92	5.11	
計		37	114	3.08	92.8

*: 死亡率=(対照のA-散布濃度ごとのA) / (対照のA) × 100

表一4 春期油剤処理丸太におけるカシノナガクイムシの穿入孔数と羽化脱出成虫数および死亡虫率

MEP散布濃度 (%)	丸太の中 中央径 (cm)	穿入孔数 (個) a	脱出成虫数 (頭) b	脱出成虫数 / 穿入孔数 A=b/a (頭)	死亡率 (%)
0(対照)	21	26	571	22.0	0
0.5	35	73	301	4.12	81.3
1	14	6	15	2.50	88.6
2	14	8	0	0	100
4	19	28	11	0.39	98.2
8	19	21	0	0	100

*: (対照のA-散布濃度ごとのA) / (対照のA) × 100

ナラ枯れ立木1本について高さ別に丸太を採取して、1穿入孔あたりの成虫脱出数を調べたところ、0頭から34頭とかなりのバラツキがみられた(在原・石井, 未発表)。しかし、MEP0.5%油剤では、前者が14.7頭および後者が6.5頭、以下1%で6.1頭および2.5頭、2%以上で3.2頭および2.3頭以下とMEPの散布濃度が高まるにつれて、脱出成虫数およびバラツキが少なくなった。そして、平均死亡虫率は、MEP2%以上で92%以上の値が得られた(表-3)。また、予備試験として実施した春期油剤処理においても、MEP2%以上の油剤散布で1穿入孔あたりの脱出成虫数は1頭を下回り、平均死亡虫率が98%以上(表-4)となった。

秋期油剤処理におけるカシナガの死亡虫率は、処理1か月後の11月中旬と6か月後の翌年4月中旬で大差がみられず、MEP濃度2%以上でおおむね60%ほどであった。しかし、気温の上昇する初夏および夏を経て、秋時点で脱出した総脱出成虫数を穿入孔数で割って求めた1穿入孔あたりの脱出成虫数から算出した各死亡虫率は、前二者より明らかに高まり、濃度2%以上で92%以上を示した。このことから、カシナガの死亡虫率は、気温の上昇とともに高まったといえる。また、予備試験として実施した春期油剤処理における死亡虫率も、濃度2%以上で98%以上であり、かなりの効果が期待された。ところで、斉藤らは、連年薬剤散布を実施することによりカシナガの林内密度が減少する死亡虫率をおおむね90%以上と予想している(斉藤ら, 2004)が、これはMEP濃度2%以上の油剤散布に相当する。

以上述べたことから、ナラ枯れ木を秋期および春期に伐倒・玉切りして浸透性の強いMEP2%の油剤を散布すると、脱出までにカシナガの90%以上が駆除される可能性が示唆され、連年枯損木に薬剤を散布することによって被害は軽減するものと考えられた。しかし、事業的に薬剤散布を行う場合、散布むらが生じやすく駆除効果の低下を

招きやすいので、使用には十分な注意を要する。

Ⅲ. 30% MITC 液化炭酸製剤および NCS の天幕くん蒸によるカシナガの駆除

1. 調査目的

秋期および春期に、ナラ枯れ木をNCSおよび液化炭酸製剤で2週間天幕くん蒸し、夏を経過させてカシナガの羽化脱出終了期の秋期まで保管して羽化脱出成虫を採取し、1穿入孔あたりの脱出成虫数から駆除効果を調査する。

2. 調査内容

2004年10月中旬柳津町において、当年度枯損したミズナラ10本を伐倒し、カシナガの生息する樹幹部を1mに玉切った。玉切った丸太の直径が30cm未満の場合は、樹幹側面の1方向にチェーンソーで3か所深さ3~4cmの鋸目を入れ、また30cm以上の場合は、樹幹側面の2方向に3か所の鋸目を入れて供試材料とした。供試材料は極積し、体積が1~2m³となる区を8つ設けた。そのうちの4区については、全体をガスバリヤシートで被い、ガス漏れを防ぐためにシートの裾を土でおさえた。シートで被覆した4区のうち2区については、シートに約3cmの切れ目を入れて液化炭酸製剤の投薬口とし、定量を注入後、ガムテープで塞いだ。液化炭酸製剤の投薬量は、180g/m³および360g/m³とした。また、1区については、シートの一部を開けてNCSを1ℓ/m³投薬後、シートを閉じて土を埋め戻した。残り1区は対照区とした。そして、投薬2週間後の10月下旬に、4区のシートを開放した(秋期くん蒸丸太)。供試した丸太の中央径は表-5に示すとおりで、16~38cmであった。なお、被覆期間内の外気温は、最寄りのアメダス値を用いた。

残り4つの極積については、2005年5月中旬に全体をガスバリヤシートで被い、同様に液化炭酸製剤180g/m³、360g/m³投薬区、NCS1ℓ/m³投薬区および対照区を設け、投薬2週間後の5月下旬にシートを開放した(春期くん蒸丸太)。供試し

た丸太の中央径は表-6に示すとおりで、15~39cmであった。なお、被覆期間内の外気温は、最寄りのアメダス値を用いた。

秋期くん蒸丸太は、投薬5か月後の2005年4月中・下旬に、それぞれ極積の上、中、下段から各1本の丸太を任意に選び、中央部付近から30cmほどの割材用丸太を採取し、さらに3~4玉に玉切って割材調査を行った。割材調査で得られたカシナガは、幼虫、蛹、成虫ごとに生死を記録した。

春期くん蒸丸太は、投薬3週間後の2005年6月上旬に、それぞれの極積上、中、下段から各3本

計9本の丸太を任意に選び、各段計3本については秋期くん蒸と同様に、割材用丸太を採取して割材調査を行った。残ったそれぞれ6本計24本の丸太は、カシナガの穿入孔が数多く見られる部位を50cmに玉切って穿入孔数を数えた後、それぞれターポリンシート製のトラップにおさめ、羽化脱出成虫を捕獲した。成虫の捕獲期間はカシナガの羽化脱出が始まる6月上旬から脱出がおおむね終了する10月中旬の間とし、週に一度ほどアルコールを入れたポリピンを交換して羽化脱出成虫数を数えた。

表-5 供試木の形状(秋期くん蒸丸太)

処理区	天幕くん蒸			体積(m ³)
	本数(本)	中央径(cm)	合計材積(m ³)	
対照	20	16~28	0.70	
180g/m ³ *	26	20~38	1.17	2.40
360g/m ³ *	27	16~35	0.98	2.14
NCS1ℓ/m ³	14	16~34	0.56	0.94

*: 30%MITC液化炭酸製剤

表-6 供試木の形状(春期くん蒸丸太)

処理区	天幕くん蒸			体積(m ³)
	本数(本)	中央径(cm)	合計材積(m ³)	
対照	20	16~30	0.70	
180g/m ³ *	14	15~39	0.44	1.43
360g/m ³ *	14	15~31	0.54	1.77
NCS1ℓ/m ³	15	15~30	0.37	0.94

*: 30%MITC液化炭酸製剤

表-7 秋期くん蒸丸太の投薬5か月後におけるカシナガの死亡状況

処理区	丸太の中央径(cm)	丸太の採取位置	生存虫(A)				死亡虫(B)				合計死亡虫率*1(C= A+B)(%)	
			成虫	蛹	幼虫	小計	成虫	蛹	幼虫	小計		
対照	22	上部	4	0	164	168	0	0	15	15	183	
	24	中部	8	0	100	108	5	0	43	48	156	
	22	下部	7	0	240	247	1	0	14	15	262	
計			19	0	504	523	6	0	72	78	601	13.0
液化炭酸製剤*2 180g/m ³	26	上部	0	0	0	0	10	0	223	233	233	
	24	中部	0	0	0	0	9	0	193	202	202	
	25	下部	0	0	0	0	8	0	184	192	192	
計			0	0	0	0	27	0	600	627	627	100
液化炭酸製剤*2 360g/m ³	23	上部	0	0	0	0	8	0	226	234	234	
	23	中部	0	0	0	0	8	0	230	238	238	
	25	下部	0	0	0	0	6	0	209	215	215	
計			0	0	0	0	22	0	665	687	687	100
NCS 1ℓ/m ³	27	上部	0	0	0	0	8	0	242	250	250	
	17	中部	0	0	0	0	4	0	237	241	241	
	25	下部	0	0	0	0	5	0	216	221	221	
計			0	0	0	0	17	0	695	712	712	100

*1: B/C × 100

*2: 30%MITC液化炭酸製剤

表一8 秋期のくん蒸期間における外温度 (西会津アメダス)

		(°C)							
2004年10月		14日*1	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日
最高		15.3	16.1	13.0	17.6	18.8	16.1	15.8	18.4
最低		10.7	6.1	6.0	5.0	4.8	7.8	13.1	12.0
平均		12.5	10.8	8.6	11.1	11.1	12.1	14.3	14.5
2004年10月		22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日*2	平均
最高		20.5	14.8	18.4	18.5	14.5	9.5	14.5	16.1
最低		10.7	8.4	5.1	6.6	7.6	3.6	2.9	7.4
平均		14.5	11.9	10.5	12.2	10.4	7.4	7.1	11.3

*1, 14時40分投薬
*2, 12時30分被覆開放

表一9 春期くん蒸丸太の投薬3週間後におけるカシノナガキクイムシの死亡状況

処理区	丸太の中央径 (cm)	丸太の採取位置	生存虫 (A)			死亡虫 (B)			合計 (C=A+B)	死亡虫率 (%) (C=生値*1補正値*2)			
			成虫	蛹	幼虫	成虫	蛹	幼虫					
対照	20	上部	9	0	165	174	2	0	8	10	184	3.9	0
	18	中部	11	0	282	293	3	0	11	14	307		
	19	下部	19	0	175	194	2	0	1	3	197		
計			39	0	622	661	7	0	20	27	688		
液化炭酸製剤*3 180g/m ³ 天幕くん蒸	19	上部	0	0	1	1	16	0	92	108	109	86.1	85.5
	24	中部	1	0	43	44	18	0	151	169	213		
	16	下部	0	0	6	6	1	0	39	40	46		
計			1	0	50	51	35	0	282	317	368		
液化炭酸製剤*3 360g/m ³ 天幕くん蒸	16	上部	0	0	17	17	0	0	103	103	120	79.8	79.0
	19	中部	2	0	58	60	2	0	229	231	291		
	20	下部	2	0	58	60	1	0	206	207	267		
計			4	0	133	137	3	0	538	541	678		
NCS 1ℓ/m ³ 天幕くん蒸	17	上部	5	0	94	99	5	0	174	179	278	56.4	54.6
	21	中部	2	0	21	23	2	0	208	210	233		
	16	下部	7	0	243	250	4	0	88	92	342		
計			14	0	358	372	11	0	470	481	853		

*1: B/C × 100
*2: Abbott補正値
補正致死率=(q₀-q)/q₀ × 100
q₀: 無処理対照区の生存虫率
q: 処理区の生存虫率
*3: 30%MITC液化炭酸製剤

3. 結果と考察

秋期くん蒸丸太の投薬5か月後に行った割材調査結果は表一7に示した。これによると、対照丸太での死亡虫率は13%であったが、液化炭酸製剤180g/m³、同360g/m³およびNCS 1ℓ/m³天幕くん蒸とも、いずれも100%の死亡虫率であった。

秋期のくん蒸期間における外気温は表一8に示した。投薬当日そして翌日の最高気温は15.3および16.1℃とおおむね15℃であり、20℃には達しなかった。平均気温は12.5および10.8℃であった。

また、期間の平均値では最高気温が16.1℃、平均気温が11.3℃となった。

秋期に被害丸太を生分解性シートで被覆して液化炭酸製剤で2週間天幕くん蒸後、7か月後に割材してカシナガの死亡状況を調査した報告(齊藤ら, 2005)では、180g/m³で76.7%、そして360g/m³以上で100%の駆除効果であったとしている。液化炭酸製剤180g/m³天幕被覆は本試験で100%の死亡虫率が得られたのに対して、報告では76.7%に止まった。その理由として考えられるのは、

表一10 春期のくん蒸期間における外温度 (西会津アメダス)

		(°C)							
2005年5月		13日*1	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日
最高		12.1	18.7	17.0	11.2	22.0	20.6	18.6	23.3
最低		7.2	6.9	7.8	5.4	3.3	8.3	7.5	3.8
平均		9.4	11.8	10.4	8.4	13.3	15.1	14.3	13.9
2005年5月		21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日*2	平均
最高		25.1	25.0	20.8	14.7	19.6	23.5	23.8	19.7
最低		8.3	10.1	12.4	10.9	7.8	5.9	10.8	7.8
平均		17.1	16.7	15.4	12.4	13.6	14.8	15.7	13.5

*1, 13時00分投薬
*2, 12時00分被覆開放

表一11 春期くん蒸丸太におけるカシノナガキクイムシの穿孔孔数と羽化脱出成虫数および死亡虫率

処理区	丸太の中央径 (cm)	丸太の採取位置	穿孔孔数(個) a	脱出成虫数(頭) b	脱出成虫数 / 穿孔孔数 A=b/a	死亡虫率* (%)
	19 上部	10	13	1.30		
	22 中部	17	237	13.9		
	18 中部	7	43	6.14		
	20 下部	12	28	2.33		
	18 下部	6	0	0		
計			56	333	5.95	0
30%MITC 液化炭酸製剤 180g/m ³ 天幕くん蒸	18 上部	11	0	0		
	18 上部	11	0	0		
	20 中部	15	0	0		
	17 中部	10	0	0		
	23 下部	15	4	0.27		
	15 下部	12	0	0		
計			74	4	0.05	99.1
30%MITC 液化炭酸製剤 360g/m ³ 天幕くん蒸	16 上部	25	0	0		
	17 上部	8	0	0		
	20 中部	23	0	0		
	18 中部	21	0	0		
	17 下部	12	0	0		
	23 下部	26	0	0		
計			115	0	0	100
NCS 1ℓ/m ³ 天幕くん蒸	16 上部	10	0	0		
	18 上部	15	0	0		
	17 中部	10	0	0		
	14 中部	2	0	0		
	16 下部	5	0	0		
	20 下部	21	1	0.05		
計			63	1	0.02	99.7

*: 死亡虫率=(対照のA-処理区のA)/(対照のA) × 100

被覆シートの違いと丸太への鋸目の付与である。本試験で採用したシートはガスバリヤシートであり、報告では生分解性シートを用いている。生分解性シートは、かなりガス漏れが発生すると考え

られている(阿部, 私信)が、シートの違いと駆除効果の関連は今後の課題であろう。また、丸太への鋸目の付与と駆除効果についても、今後の検討課題である。

春期くん蒸丸太の投薬3週間後に行った割材調査結果は表一9に示した。これによると、補正したカシナガの死亡虫率は、液化炭酸製剤180g (MITC量, 54g)/m³で85.5%および同360g (同量, 108g)/m³で79.0%となっておおむね80%以上の値が得られた。これに対して、NCS 1ℓ (発生予想 MITC量, 約500g)/m³では54.6%となって前二者より若干低い値に止まった。このことから、カーバムから MITC への変換は早期に行われないことなども予想され、殺虫効力をもつ MITC そのものの使用で高い駆除効果が得られたものと考えられた。なお、カシナガは、特に繊維によじれの生じたアテ材の内側に生息するものほど死亡しにくい傾向を感じた。

春期のくん蒸期間における外気温は表一10に示した。投薬当日そして翌日の最高気温は12.1および18.7℃であり、20℃には達しなかった。平均気温は9.4および11.8℃であった。また、期間の平均値では最高気温が19.7℃、平均気温が13.5℃となった。

表一11に、春期くん蒸丸太における各処理ごとの穿孔孔数と脱出成虫数および死亡虫率等を示す。また、表中のそれぞれの1穿孔孔あたりの脱出成虫

数を図一4に示した。図一4によると、対照丸太6本における1穿孔孔あたりの脱出成虫数は平均で5.95頭であったが、かなりのバラツキ(標準偏差4.63頭)がみられた。しかし、液化炭酸製剤180

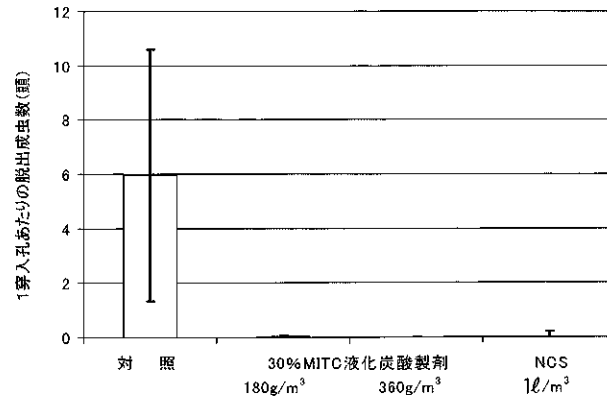


図-4 春期くん蒸丸太における1穿孔あたりの脱出成虫数

g/m³では、前者が0.05頭および後者が0.10頭、以下同360g/m³で両者とも0頭、NCS 1ℓ/m³で0.02頭および0.02頭と、くん蒸丸太で脱出成虫数およびバラツキが少なくなり、平均死亡虫率は99%以上となった(表-11)。

秋期における液化炭酸製剤180g/m³、同360g/m³およびNCS 1ℓ/m³天幕くん蒸とも、翌年の春には100%の死亡虫率が得られた。また、春期における液化炭酸製剤180g/m³、同360g/m³およびNCS 1ℓ/m³天幕くん蒸は、くん蒸直後では85%以下の死亡虫率であったが、カシナガの羽化脱出期にかなりの死亡が発生したと考えられ、1穿孔あたりの脱出成虫数から算出した死亡虫率は99%以上であった。

カシナガの薬剤による駆除試験は、はじめに述べたように、①気温の上昇とともに高まる(割材時期と関連する)ことが予想され、また②材内における生息位置によってはバラツキが生じることも考えられた。さらに、③カシナガの繁殖成功率(小林・上田, 2005)および生存率等によっては、効果判定そのものが不能となると考えられる。なお、この他にも、気温と死亡虫の発現に係わるくん蒸時期や薬剤の残留に係わるくん蒸期間、さらには被覆資材がガスバリヤの機能を有するか否かなどの因子が、カシナガの駆除効果の判定に影響を及ぼすものと考えられる。今回の調査は、1穿

入孔あたりの脱出成虫数から基本的に死亡虫率を算出していることから、①の要件を満たす。さらに、対照丸太における1穿孔あたりの脱出成虫数が少なかったことから、③にはあてはまらない。残る問題は②であるが、報告(谷口・片野田, 1994)によれば、シート解放1か月後の割材結果としている。NCSから発生する殺虫成分MITCは、その大部分がカシナガの生息する丸太の材表面部に吸着すると予想される(阿部, 私信)。このことから、割材時にMITCの浸透しなかったアテ材の内側や太い丸太に生息するカシナガは、材表面への移動の際にMITCに触れて死亡する可能性が十分考えられる。さらには、くん蒸後の日数が経過するほど、駆除効果が高まることも予想される。ちなみに、秋期くん蒸丸太の投薬5か月後における径25cmから27cmの丸太、液化炭酸製剤180g/m³天幕くん蒸の2本、同360g/m³天幕くん蒸の1本およびNCS 1ℓ/m³天幕くん蒸の2本での死亡率は、全て100%であった(表-7)。

今回実施した被害丸太にチェンソーで鋸目を入れ、被覆資材にガスバリヤを使用する液化炭酸製剤180g/m³、同360g/m³およびNCS 1ℓ/m³の天幕くん蒸は、調査要件①を満たして③にはあてはまらず、ほぼ完全にカシナガを駆除したことから、②の材におけるカシナガの生息位置に対する駆除効果という問題が多少残るものの、実用性の高い

駆除法と考えられる。

試験を行うに際して、ご協力を頂いたヤシマ産業株式会社の阿部豊次長、岐阜県森林文化アカデミーの田畑勝洋教授に謹んで感謝申し上げます。

引用文献

在原登志男 (1989) 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。
 在原登志男・齋藤直彦・石井洋二 (2006) 福島県におけるナラ類集団個損の急速な拡大。第117回日本森林学会大会学術講演集: 投稿中
 石山新一郎 (1993) 山形県朝日村におけるナラ類の枯損実態について。森林防疫 42: 236-242。
 伊藤進一郎・窪野高德・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関連する菌類。日本林学会誌 80: 170-175。
 片野田逸朗 (1995) カシノナガキクイムシ駆除試験(くん蒸)。林業協平成7年度病害虫等防除薬剤試験成績報告書: 65-68。
 小林正秀 (2003) 第4章虫の分布・生態及び菌との関係(「ナラ類集団枯死原因の解明と防除法開発に関する調査」事業完了報告。平成8~11年度林業情報システム化活動事業, 97pp。ナラ枯れ研究会): 48-64。
 小林正秀・萩原実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田繁 (2000) ナラ類集団枯損のシート被覆による防除法。第111回日本林学会大会学術講演集: 354-355。
 小林正秀・野崎愛 (2001) カシノナガキクイムシ被害木によるキノコ栽培試験。菌茸2001 (10): 16-22。
 小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死—被害発生要因の解明を目指して—。日本森林学会誌87: 435-450。

Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaella quercivora* sp. nov. associated with mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*) Mycoscience 43: 255-260。
 長島茂雄・林洋二 (1973) 松くい虫駆除薬剤の施用時期とその効果。森林防疫22: 144-149。
 齊藤正一 (1995) カシノナガキクイムシ駆除試験(くん蒸)。林業協平成7年度病害虫等防除薬剤試験成績報告書: 59-64。
 齊藤正一 (2003) 第5章虫の駆除と予防(「ナラ類集団枯死原因の解明と防除法開発に関する調査」事業完了報告。平成8~11年度林業情報システム化活動事業, 97pp。ナラ枯れ研究会): 65-85。
 齊藤正一・阿部豊・田畑勝洋 (2005) 液化炭酸製剤によるナラ類枯死木の伐倒駆除方法。東北森林科学会第10回大会講演要旨集: 45。
 齊藤正一・中村人史・三浦直美 (2000) ナラ類集団枯損立木へのNCS注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良。林業と薬剤No. 152: 1-11。
 齊藤正一・中村人史・三浦直美 (2003) 薬剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害における枯死木の新たな防除の試み(1)。林業と薬剤No. 166: 18-24。
 齊藤正一・中村人史・三浦直美 (2004) 薬剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害における枯死木の新たな防除の試み(2)。林業と薬剤No. 167: 8-11。
 田畑勝洋 (1976) 被害丸太に対する駆除効果。森林防疫25: 203-206。
 谷口明 (1993) カシノナガキクイムシ駆除試験(くん蒸剤)。林業協平成5年度病害虫等防除薬剤試験成績報告書: 77-81。
 谷口明・片野田逸朗 (1994) くん蒸剤によるカシノナガキクイムシの駆除試験。林業協平成6年度病害虫等防除薬剤試験成績報告書: 80-81。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成18年6月20日 発行

編集・発行/社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-18-14 藤井第一ビル8階

電話 03(3851)5331 FAX 03(3851)5332 振替番号 東京00140-5-41930

印刷/株式会社 スキルブリネット

定価 525円



松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

樹幹注入剤で唯一
原体・製品ともに
「普通物」、「魚毒性A類」

...だから安心



松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®・エイト

Greenguard® Eight

ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7

農産事業部 TEL (03) 5309-7900

登録適用拡大: 竹類へ使用できます。
タケを枯らせるのは
ラウンドアップハイロードだけです!



使い方 [注入処理方法]

処理適期: 6~8月

- ①節から2~3cm下に穴を開けます。
- ②原液10mℓを穴から注入します。

2~3cm

地上
30~
100cm

- ③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

注意事項: 処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

夏期がチャンスです!
(もっとも早く枯れます)

処理時期

夏処理(6~8月) 完全落葉までの期間 2~5ヵ月	秋処理(9~11月) 完全落葉までの期間 8~11ヵ月
---------------------------------	-----------------------------------

完全落葉すれば、その後
処理竹の根まで枯れます。

*竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録: 適用の範囲及び使用方法

作物名	適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林木、畑作物	林地、放置竹林、畑地	竹類	夏~秋期	原液	5~15mℓ/本	竹稈注入処理



竹の防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

ラウンドアップ
お客様相談窓口



0120-209374

ラウンドアップホームページでも同等の内容がご覧になれます。

http://www.roundupjp.com

安全、そして人と自然の調和を目指して。

幅広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。

散布が簡単

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥き被害に予防散布が行えます。

長い効果

薬液は素早く乾燥し、降雨による流亡がなく、食害を長期にわたって防止します。

安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。



野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

ユニファース水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売

DDS 大同商事株式会社

本社/〒105-0013 東京都港区浜松町1-10-8 野田ビル
☎03-5470-8491

製造



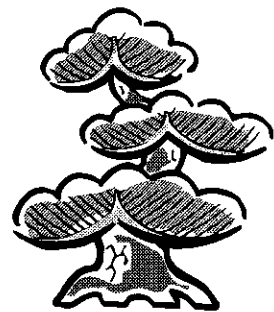
株式会社 日本クリーンアンドガーデン

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

松の葉ふるい病の防除に!!!

ドウグリン 水和剤

効果が高く、調合の手間もいらず、しかも最も薬害の少ない銅剤です。

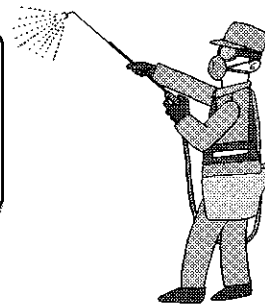


使用方法

1,000倍

新葉生育期と9月頃

10~15日おきにいていねいに散布



CERTIS 販売 セルティスジャパン株式会社
東京営業所 〒959-0024 埼玉県所沢市下安松852
電話: 04-2951-7261 FAX: 04-2944-8251

新発売

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

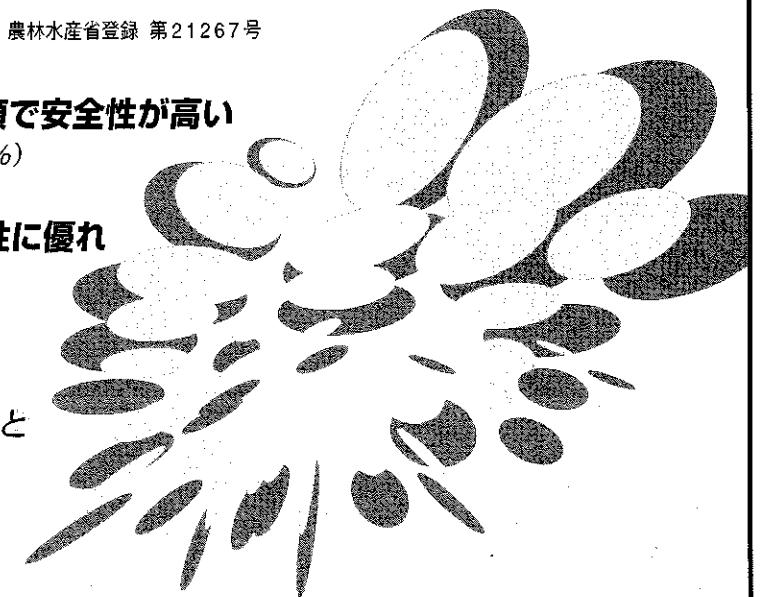
殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

有効成分は普通物・A類で安全性が高い
(クロチアニジン水和剤 30.0%)

1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい
(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製造: 住友化学株式会社

販売: サンケイ化学株式会社 ヤシマ産業株式会社

林野庁補助対象薬剤

新発売

林野庁補助対象薬剤

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

普通物で使いやすい

マツグリーン[®]液剤 **マツグリーン[®]液剤2**

農林水産省登録第20330号

農林水産省登録第20838号

- マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果があります。
- 使いやすい液剤タイプで、薬液調製が容易です。
- 散布後、いやな臭いや汚れがほとんどなく、薬液飛散による車の塗装や墓石の変色・汚染がほとんどありません。

- ミツバチや魚介類に影響が少なく、土壌中や河川水中でも微生物等で速やかに分解され、周辺環境への影響も少ない薬剤です。



株式会社 ニッソーグリーン

〒110-0005 東京都台東区上野3丁目1番2号 TEL. (03) 5816-4351

●ホームページ <http://www.ns-green.com/>

農林水産省登録 第11912号

クローートS (粒剤)

農林水産省登録 第12991号

クローートSL (水溶剤)



すぎ、ひのきの下刈りに。

製造  株式会社 **エッセイ・バイオテック**
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 日幸東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

販売 **丸善薬品産業株式会社** アグリ事業部
〒101-0044 東京都中央区鍛冶町2丁目9番12号
TEL.03(3256)5561 FAX.03(3256)5570

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン® 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード®・エイト** **メガトップ®** 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー®

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール®

林地用除草剤

ザイトDF® 微粒剤

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール®



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	〒891-0122 鹿児島市南栄2丁目9	TEL (099)268-7588
東京本社	〒110-0015 東京都台東区東上野6丁目2-1 信興上野ビル	TEL (03)3845-7951(代)
大阪営業所	〒532-0011 大阪市淀川区西中島4丁目5-1 新栄ビル	TEL (06)6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025 佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	TEL (0942)81-3808

野生獣類から大切な
植栽木を守る

ツリーセーブ
ヤシマレント
ヤシマアンレス

蜂さされ防止

ハチノックL (巣退治)
ハチノックS (携帯用)

大切な日本の松を守る
ヤシマの林業薬剤

ヤシマスミバイン乳剤
グリーンガードエイト
パークサイドF
ヤシマNCS

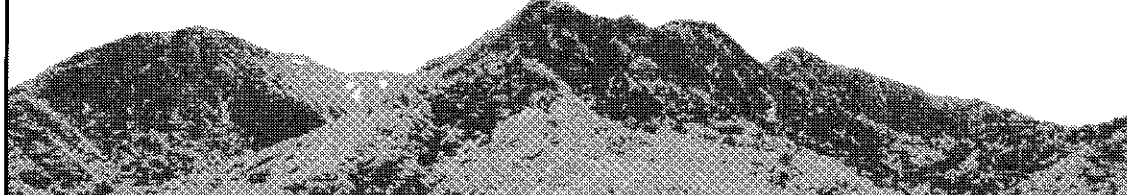
くん蒸用生分解性シート

ミクスト

Yashima
豊かな緑を次代へ

緑豊かな未来のために

人や環境にやさしく、大切な松をしっかりと守ります。



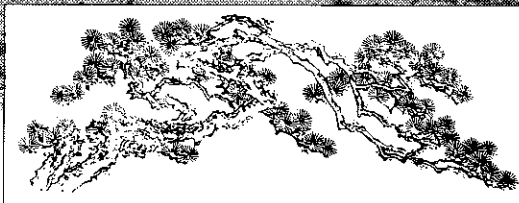
マツノマダラカミキリに高い効果

新発売 (普通物)

エコワン3 100~200倍希釈 フロアブル

農林水産省登録 第20897号

(チアクロプリド水和剤3%)



エコワンフロアブル 1500~3000倍希釈

農林水産省登録 第20696号


(チアクロプリド水和剤40.0%)

井筒屋化学産業株式会社

本社/熊本市花園1丁目11番30号
〒860-0072 TEL.096-352-8121(代) FAX.096-353-5083

バイエルクロップサイエンス株式会社

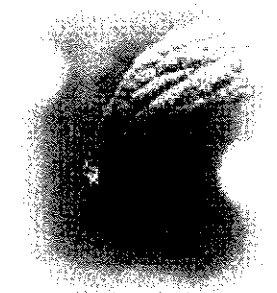
エンバイロサイエンス事業本部 緑化製品部
〒100-8262 東京都千代田区丸の内1-6-5 ☎ 03-6266-7365

 Bayer Environmental Science

自然との調和

私達は、地球的視野に立ち、
つねに進取の精神をもって、
時代に挑戦します。

皆様のご要望にお応えする、
環境との調和を図る製品や
タイムリーな情報を提供し、
全国から厚い信頼をいただいております。



 ヤシマ産業株式会社

本社 〒203-0002 神奈川県川崎市高津区二子6-14-10 YTTビル4階 TEL.044-833-2211 FAX.044-833-1152
工場 〒308-0007 茨城県下館市大字折本字板室540 TEL.0296-22-5101 FAX.0296-25-5159 (受注専用)

低薬量と高い効果で 松をガード。

普通物で環境にやさしい天然物（有効成分）
少量の注入で効果抜群
効果が長期間持続（4年）



60ml そのまま自然圧で注入

180ml 加圧容器に移し替え、
ガス加圧で注入。

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録：第20403号

○有効成分：ミルベメクチン…2.0% ○人畜毒性：普通物
○包装規格：60ml×10×8 180ml×20×2

マツガードは、三共（株）が開発したミルベメクチンを有効成分とする松枯れ防止樹幹注入剤です。



株式会社 三共緑化

〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町4-20 三共神田佐久間町ビル3F
TEL. (03) 5835-1481 FAX. (03) 5835-1483

®登録商標



マツガードをよく読む、マツガードの内部内容には必ず使用しない、小児の手が届かない場所に保管する。

農林水産省登録第20403号 三共 水産省 火災警防 メタノール

松枯れ防止/樹幹注入剤

マツガード®

600ml(60ml×10)入 補助名:ミルベメクチン乳剤

株式会社 三共緑化
三共アグロ株式会社