

ISSN 0289-5285

# 林業と薬剤

No. 190 12. 2009



社団法人 林業薬剤協会

目 次

どこまで資源? ニホンジカによる餌転換とヒトによる価値転換 ……高橋 裕史 1

温暖な地域における松くい虫の年越し枯れ

—静岡県海岸クロマツ林における枯死の周年発生—

……………宇津見佳知・栗田典明・内藤里織・松浦哲二・上村秀人・加藤 徹 5

ナラ枯れのメカニズムと里山の今後 ……………黒田 慶子 12

● 表紙の写真 ●

落ち葉を採食するニホンジカ  
下層植生の乏しい林床で広葉樹の落ち葉を採食するニホン  
ジカ (2009年8月京都市嵐山にて自動撮影)

—高橋裕史氏提供—

どこまで資源? ニホンジカによる餌転換とヒトによる価値転換

高橋 裕史\*

ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下シカ) による森林・生態系への影響が顕在化し、深刻さが増している (例えば, 湯本・松田2006; 梶・宮木・宇野2006; 藤木・高柳, 2008; 柴田・日野, 2009)。本誌上でも近年, シカの話が頻りに掲載されてきた。すなわち, 剥皮と枝葉摂食を含む林業被害発生状況 (田戸, 2006), 角こすりによるスギ材腐朽 (陶山, 2007), シカによる進入を防ぐ物理的構造物 (田戸, 2008), 自然生態系におけるシカの役割と管理モデル (日野ら, 2006), 北海道における森林被害およびシカ対策と今後の課題 (明石, 2009) である。本稿ではシカという生き物の特性, 採食と繁殖の一面について紹介し, 今後の森林管理において必要な視点を考えてみたい。

餌利用の広さ

シカにとって嗜好性の高い餌植物が衰退・消失しているにもかかわらず, それによってシカが激減したという例はあまりない。それはなぜなのか。地続きであれば, まだ餌の残る周辺部へシカが移動することもありうるため, 移動が制約される島嶼での例をみておきたい。

北海道洞爺湖中島 (面積5.2km<sup>2</sup>) では, ある時点でシカにとって依存度の高い餌植物が食い尽くされると, 多数の個体が餓死して一時的には個体数が減少した (Kaji et al. 1988; 梶ら, 2006)。これまでに2回の大量死が観察されており, 大量死前後のシカ密度は, 1回目は人為的な間引きも

合わせて53頭/km<sup>2</sup>から26頭/km<sup>2</sup>へ, 2回目は57頭/km<sup>2</sup>から (100頭以上の死亡が確認されたことから) 38頭/km<sup>2</sup>以下へと減少した (Kaji et al. 1988; 梶・高橋, 2006)。どちらの場合も, シカ密度が減少したとはいえ森林の更新や植生を回復するにはまだはるかに高い密度水準にとどまった (山口ほか, 1997; Miyaki and Kaji, 2004; 助野・宮木, 2007)。そして1回目の大量死発生期を生き延びたシカは, 広葉樹の落ち葉 (枯れ葉とは限らず, 夏でも風などにより落葉が生じる) を通年の主食とし, 嗜好性の低い植物も利用するようになった (梶, 1993; Takahashi & Kaji, 2001; Miyaki & Kaji, 2004; 助野・宮木, 2007; 山本, 2007)。その結果, おそらくは低栄養のために成長が遅れ, 初産年齢は上昇し, 成熟サイズは小型化した (Kaji et al. 1988; 梶・高橋, 2006)。しかしながら, 植生は回復しないまま, シカは成長が抑制されても繁殖し, 1回目の大量死前を上回る密度にまで増えたことが明らかになっている (梶ら, 2006)。

洞爺湖中島で不嗜好性と考えられていた植物について, これまでに確認されている採食状況を表-1に示す。嗜好性に影響する要因として, アルカロイドなどの化学成分と, 棘などの物理的構造物が知られる (高槻, 1989)。表-1の中では, サンショウ *Zanthoxylum piperitum* (L.) DC. とアメリカオニアザミ *Cirsium vulgare* (Savi) Tenore が棘をもっているが, 化学成分は様々である。ハンゴンソウ *Senecio cannabinifolius* Less. やイケマ *Cynanchum caudatum* (Miq.) Maxim. は主に夏以降に枯れた葉や茎が採食さ

\* 森林総合研究所関西支所

TAKAHASHI Hiroshi

表一 ニホンジカにとって低嗜好植物の洞爺湖中島における状況

和名	学名	採食部位, 頻度・程度
ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. Ex Hell.	
イワガネゼンマイ	<i>Coniogramme intermedia</i> Hieron.	
ハイイヌガヤ	<i>Cephalotaxus harringtonia</i> var. <i>nana</i> (Nakai) Rehder	枝葉・樹皮・幹, 地上部枯死・消失
コウライテンナンショウ	<i>Arisaema serratum</i> (Thunb.) Scott	仏炎苞・花序
ヒトリシズカ	<i>Chloranthus japonicus</i> Sieb.	
フタリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i> (Thunb.) Roem. et Schult.	
ヤマシヤクヤク	<i>Paeonia japonica</i> (Makino) Miyabe et Takeda	
エゾユズリハ	<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq. var. <i>humile</i> (Maxim.) Rosenthal	
サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC.	枝葉, 採食ライン形成
フッキソウ	<i>Pachysandra terminalis</i> Sieb. et Zucc.	枝葉, 主に融雪期
ナニワズ	<i>Daphne pseudo-mezereum</i> A. Gray subsp. <i>jezoensis</i> (Maxim.) Hamaya	
ハナヒリノキ	<i>Leucothoe grayana</i> Maxim.	
イケマ	<i>Cynanchum caudatum</i> (Miq.) Maxim.	枯葉・枯茎
クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	枝葉・樹皮・幹, 消失・根萌芽くり返し
アメリカオニアザミ	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore	新葉
ハンゴンソウ	<i>Senecio cannabifolius</i> Less.	枯葉・枯茎・ときに生葉

梶 (1993), Takahashi & Kaji (2001), Miyaki & Kaji (2004), 助野・宮木 (2007), 山本 (2007) より作成

れ、フッキソウ *Pachysandra terminalis* Sieb. et Zucc. は融雪期にほぼ限って採食されることから、有害成分の少ない時期や部位を選択的に採食している可能性がある。また反芻動物では、反芻胃（ルーメン）内の微生物のはたらきにより、有害成分が弱毒化されるとの指摘がある（例えば Craig, 1995）。シカによる強度の採食圧が継続して嗜好性の高い植物が消失し、それまで残存ないし増加してきた嗜好性の低い植物が採食されるようになった例は、宮崎県椎葉村におけるアセビ *Pieris japonica* (Thunb.) D. Don (齋藤ほか, 2005)、奈良公園におけるイズセンリョウ *Maesa japonica* (Thunb.) Moritz. (鳥居・高野, 2007) などが報告されている。このように、

シカはある時点で利用できる植物の中で良質なものから利用していく、非常に幅広い餌利用能力をもつ。

### 繁殖率の高さ

ニホンジカのメスは、栄養状態が良く順調に成長できれば満1歳の秋に発情し、交尾して妊娠に至ると、満2歳を迎える初夏に出産する。一腹の子数は通常1頭である。胎児が視認できる大きさに達した時期に調べられた妊娠率の報告例を表一2に示す。妊娠率には地域差もあり、複数年にわたるものは年変動もあるが、空間的・時間的、どちらの変動も餌条件によって説明されている。

成長途上にある1歳では、発情・交尾・妊娠で

表二 ニホンジカメス捕獲個体の妊娠率 (%)

調査地	調査年 <sup>月</sup>	1歳 <sup>検体数</sup>	2歳以上 <sup>検体数</sup>	出典
北海道洞爺湖中島 <sup>a</sup>	1998-2004 <sup>25</sup>	0 <sup>27</sup>	67.2 <sup>128</sup>	梶ら, 2006
北海道旧阿寒町	1998-1999 <sup>3</sup>	92.9 <sup>14</sup>	98.4 <sup>62</sup>	梶ら, 2006
岩手県五葉山周辺	1981-2000 <sup>23</sup>	9.1-62.5	70.8-91.0	高槻, 2002
兵庫県中北部	1988-1992	76.6 <sup>128</sup>	89.4 <sup>470</sup>	Koizumi et al. 2008
熊本県南部	1995-1998	84 <sup>84</sup>	92 <sup>299</sup>	Koizumi et al. 2008

a. 生体捕獲個体の超音波画像診断に基づく。他は狩猟または有害駆除個体の解剖に基づく

きる一定以上の段階まで成長しているかどうかによって妊娠率が変動する。洞爺湖中島では餌の低質化によって成長が遅れ、3歳で妊娠するようになったため、妊娠率は1歳で0%、2歳以上では67.2%と、この中では低い値となっている。五葉山周辺の例では、餌質の低下に伴う妊娠率の低下をとらえた年変動が示されており、1歳で変動が大きいことがわかる（高槻, 2002）。2歳以上の妊娠率については、高密度のため餌質が低下する分布の中心部よりも分布の周辺部で（高槻, 2002）、森林内部より光が当たり植物が豊富になる林縁部で（Miyashita et al. 2008）、堅果類の凶作年より豊作年に（Asada & Ochiai 2009）、妊娠率が高くなることが報告されている。しかし90%前後に達しているところが多く、ほとんどのメスがほぼ毎年のように出産できることを意味する。生まれた子ジカがメスの場合、最初の冬を乗り切れるとその後の自然死亡率は低い（Kaji et al. 2004）ことから、数年から十数年にわたって子を産み続けることができる。

### ヒトによる価値転換の必要性

このように、シカは餌条件が良ければ非常に高い繁殖力を発揮して増え、餌条件が低下すると個体数は一時的には減少するものの、幅広い資源利用能力を発揮してやはり増えることができる。下層植生が消失しても樹冠からの落ち葉を利用してシカが増えることは（Takahashi & Kaji, 2001）、リター層を薄弱にし、土壌浸食を加速する（若原

ら, 2008）おそれがある。こうなると国土保全上の問題であり、増加を加速するような不用意な餌の除去とともに、シカ個体数を減らし続けられる体制を構築する必要がある。

人は有史以前から野生動物を資源として利用してきたと同時に、農耕開始以来害獣として攻防を続けてきた。つまり農業は狩猟とともにあって成り立ってきたのだと考えられている（田口, 2004）。一方、明治31年出版の『吉野林業全書』（土倉, 1898）には、当時400年の歴史を誇る吉野育成林業においても、スギ・ヒノキの植付け立木に現在と同様の獣害が至るところで発生していたことや、現在と本質的には変わらない予防策、すなわち柵で土地を囲う面的防除法と苗木や立木の幹を覆う単木防除法が記されている。少なくとも農林業における獣害は、歴史的には当たり前を経験してきたはずなのである。つい半世紀前頃までは山からシカの餌を除去していた。用材ばかりでなく、燃料・肥料・敷料を得るため、柴刈り・草刈り・落ち葉掻きをしたし、動力としての牛馬を放牧してもいた。ヒトは、捕食者としても、競争者としても振る舞っていた（小山, 2008）。そして林冠開放がシカに餌を供給するならば、林業は将来的にもシカを増やす要因の一つであり続けることになる。もともと動物の生息地を開墾して始められた農業もまた、栄養価の高い植物を栽培する以上、動物を誘引し続けるだろう。自然災害の多いわが国では、防災上、緑化が必要な場所はなくならないかもしれない。しかし、これら人が

作り出した緑が、意図的ではないにしてもシカの餌となっていることは間違いなく、それらを全てなくすることは不可能だろう。

資源としての利用法は各地で模索されている。野生動物管理の本質は、人と野生動物との間どのように土地を分け合うかにある。防ぐべきところは防ぎ、再生可能な資源として利用する、大型獣の存在を前提とした農林業の再構築とともに、人為による緑がシカを増やす一要因であることを踏まえて、国土利用の一環として野生動物の管理・森林保全を進めるべき時期（時機）を迎えているといえるだろう。

謝辞 森林総合研究所関西支所の太住克博博士には文献資料のご教示をいただいた。

引用文献

明石信廣. 2009. エゾシカによる森林被害—エゾシカ保護管理計画策定以降の対策の歩みと今後の課題—. 林業と薬剤, 188: 1-8.

Asada, M. and K. Ochiai. 2009. Sika deer in an evergreen broad-leaved forest zone on the Boso Peninsula, Japan. D. R. McCullough et al. eds. Sika Deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations, pp. 385-404. Springer Japan.

Craig, A. M. 1995. Detoxification of plant and fungal toxins by ruminant microbiota. (Engelhardt, W. et al. eds.) Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction. Proceedings 8th International Symposium on Ruminant Physiology. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Delmar Publishers, pp. 135-146.

土倉梅造 (監修). 1898. 吉野林業全書. (復刻版, 日本林業調査会, 1983)

藤木大介・高柳 敦. 2008. 京都大学芦生研究林においてニホンジカ (*Cervus nippon*) が森林生態系に及ぼしている影響の研究—その成果と課題について. 森林研究, 77: 95-108.

日野輝明・伊東宏樹・古澤仁美・上田明良・高畑義啓. 2006. シカとササをめぐる生物間相互作用と森林生態系管理. 林業と薬剤, 178: 1-11.

梶 光一. 1993. シカが植生を変える 洞爺湖中島の例. (東 正剛・阿部 永・辻井達一編) 生態学からみた北海道, pp. 242-249. 北海道大学図書刊行会, 札幌.

Kaji, K., T. Koizumi and N. Ohtaiishi. 1988. Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition of Sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. Acta Theriologica, 33: 187-208.

梶 光一・宮木雅美・宇野裕之 (編著). 2006. エゾシカの保全と管理. 北海道大学出版会.

Kaji, K., H. Okada, M. Yamanaka, H. Matsuda,

T. Yabe. 2004. Irruption of a colonizing sika deer population. Journal of Wildlife Management, 68: 889-899.

Koizumi, T., S. Hamasaki, M. Kishimoto, M. Yokoyama, M. Kobayashi and A. Yasutake. 2008. Reproduction of Female Sika Deer in Western Japan. D. R. McCullough et al. eds. Sika Deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations, pp. 327-350. Springer Japan.

小山泰弘. 2008. 長野県におけるニホンジカの盛衰. 信濃, 60: 559-578.

Miyaki, M. and K. Kaji. 2004. Summer forage biomass and the importance of litterfall for a high-density sika deer population. Ecological Research, 19: 405-409.

Miyashita, T., M. Suzuki, D. Ando, G. Fujita, K. Ochiai and M. Asada. 2008. Forest edge creates small-scale variation in reproductive rate of sika deer. Population Ecology, 50: 111-120.

齊藤 哲・永松 大・佐藤 保・小南陽亮. 2005. ニホンジカが高密度で生息する地域における人工林内の広葉樹類の混交状態. 九州森林研究, 58: 166-168.

柴田叡次・日野輝明. 2009 (編著). 大台ヶ原の自然誌. 東海大学出版会.

助野実樹郎・宮木雅美. 2007. エゾシカの増加が洞爺湖中島の維管束植物相に与えた影響. 野生生物保護, 11: 43-66.

陶山大志. 2007. 鳥根県弥山山地におけるニホンジカの角こすり剥皮に伴うスギ材の変色と腐朽. 林業と薬剤, 182: 11-19.

田戸裕之. 2006. ニホンジカによる林木被害—枝葉採食被害と角擦り被害について—. 林業と薬剤, 177: 8-10.

田戸裕之. 2008. ニホンジカを対象とした日本型テキサスゲートの開発. 林業と薬剤, 184: 13-16.

田口洋美. 2004. マタギ—日本列島における農業の拡大と狩猟の歩み—. 地学雑誌, 113: 191-202.

Takahashi, H. and K. Kaji. 2001. Fallen leaves and unpalatable plants as alternative foods for sika deer under food limitation. Ecological Research, 16: 257-262.

高槻成紀 (編). 2002. 五葉山のシカ調査報告書 (1998~2001年度). 岩手県生活環境部自然保護課, 120p.

鳥居春己・高野彩子. 2007. 春日山におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) によるイブセンリョウ (*Maesa japonica*) の採食. 関西自然保護機構会誌, 29: 65-66.

山口信一・矢島 崇・渋谷正人・高橋邦秀. 1997. 散布種子および埋土種子からみたエゾシカ高密度生息地における植生回復の可能性. 森林立地, 39: 94-100.

山本悠子. 2007. 餌資源制約下におけるエゾシカの嗜好植物の利用について. 日本哺乳類学会2007年度大会プログラム・講演要旨集, 109.

湯本貴和・松田裕之 (編著). 2006. 世界遺産をシカが喰う. 文一総合出版.

若原妙子・石川芳治・白木克繁・戸田浩人・宮 貴大・片岡史子・鈴木雅一・内山佳美. 2008. ブナ林の林床植生衰退地におけるリター堆積量と土壤浸食量の季節変化—丹沢山地堂平地区のシカによる影響—. 日本森林学会誌, 90: 378-385.

温暖な地域における松くい虫の年越し枯れ

— 静岡県の海岸クロマツ林における枯死の周年発生 —

— 宇津見佳知\*1・栗田典明\*2・内藤里織\*3・松浦哲二\*4・上村秀人\*5・加藤 徹\*6

I はじめに

松くい虫被害は1970年代にピークを迎え、各地で激しい被害となった。その後、被害は減少していったが、それから30年以上経った現在でも我が国の最も重要な森林被害であり、その対策でも毎年多額の子算が費やされている。

松くい虫対策は、マツノマダラカミキリ (以下、カミキリとする) の後食防止のために行われる薬剤散布による予防とマツに寄生するカミキリを殺すために行われる被害木の伐倒駆除が基本である。薬剤散布は、カミキリが発生する直前から発生盛期の5月下旬から6月頃にかけて行われるのが一般的である。かつてはヘリコプターを使用した空中散布が一般的であったが、地域住民の健康被害等への関心の高まりなどから、最近では地上散布や樹種転換などへの移行が多くなっている。

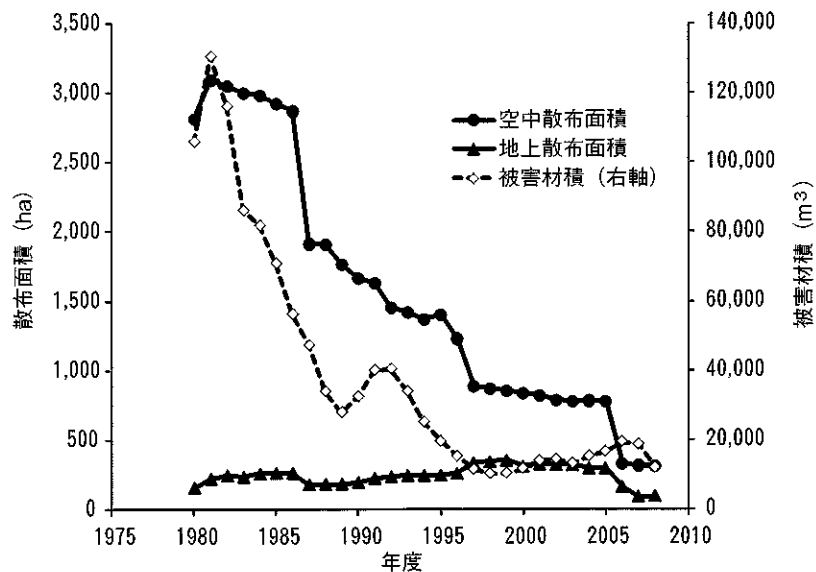
地上散布は空中散布に比べ、散布エリアや散布時期に対し、きめ細かな散布が可能であるなどの利点がある一方、車両が入れる道から数十mの範囲しか薬剤が届かない、下枝に遮られカミキリが好む樹冠部には薬剤がかかりにくいなどの問題がある。そのため、空中散布を中止したり地上散布に切り替えたりすると被害木が増加する傾向にある (川口ら, 2008)。

静岡県でも2006年頃から空中散布面積が急激に減少し、その結果、伐倒駆除量が増大する傾向が見られた (図—1)。そのような状況の中で、秋に伐倒駆除を行った後でも枯れるマツが季節を問わず発生するといった話が、各地の現場作業員達からあがるようになってきた。松くい虫による枯死は、夏の終わり頃から見られはじめ秋には終息するのが一般的であるが、寒冷な地方では、年を越えてようやく暖くなる3月頃になってから枯れる、いわゆる「年越し枯れ」も多く発生する (在原・斎藤, 1984; 小島・奥村, 1987; 陣野, 1988; 作山・千田, 1983)。しかし、温暖な静岡県では今まで年越し枯れはあっても少ないと考えられてきた。

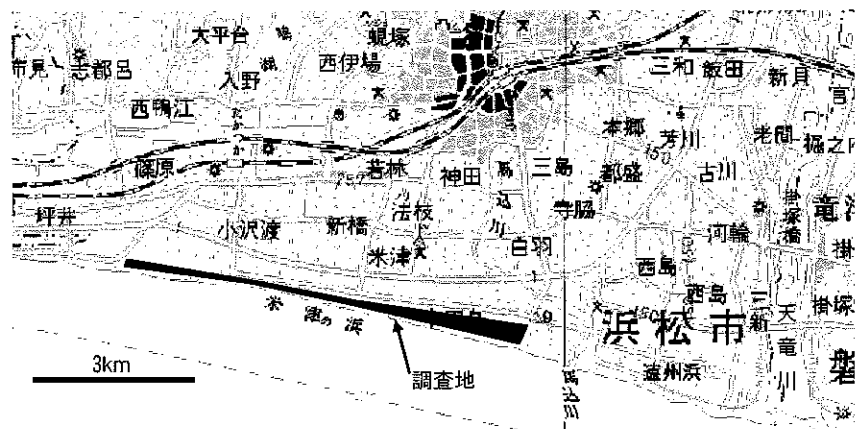
伐倒駆除はカミキリが発生する5月下旬までに行えばよいと、秋に駆除した後も再び冬か春に行えば問題はない。しかし、枯損木調査が二度手間になり、駆除作業も効率が悪い。それでは、春にまとめて駆除をすればよいのだが、それまで枯れた木を放っておくのは、地域住民の反感を買うことになるし、三保の松原や中田島砂丘などの観光地では景観上も問題がある。

年越し枯れに関しては寒冷な地方での調査が多く、温暖な地域では年越し枯れ自体が少ないと考えられていたため、枯死する時期を丹念に調査した例は少ない (中川・石谷, 2004; 中川・石谷, 2005)。また、温暖な千葉県での調査では、年越し枯れは夏から秋にかけての気温が低いと多くなる (松原, 1993) というが、近年の夏の暑さは顕著であり、静岡県で最近起きているといわれる現象を説明することは難しい。

\*1 静岡県西部農林事務所 UTSUMI Yosikazu  
 \*2 静岡県西部農林事務所 KURITA Noriaki  
 \*3 静岡県西部農林事務所 NAITOU Saori  
 \*4 ㈱フジヤマ MATSUURA Tetsuji  
 \*5 同上 UEMURA Hideto  
 \*6 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター KATO Toru



図一 静岡県における松くい虫被害とその防除面積の推移  
静岡県森林整備室資料



図二 調査地の位置 (国土地理院 1:200,000 「豊橋」図幅)

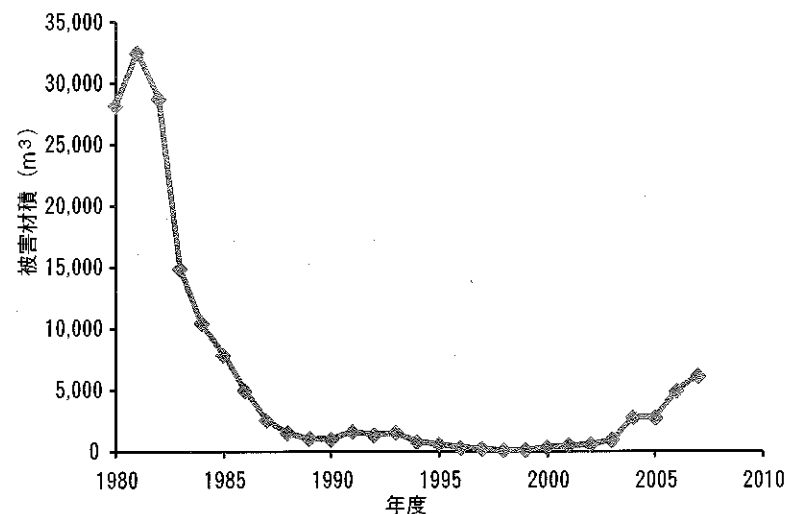
これらのことから、本当に季節を問わない枯死が発生しているのかどうか、また発生しているのならその対策はどのようにしていったらよいかを明らかにするために調査を行った。

## II 調査地と方法

調査は、浜松市南区白羽町から西区篠原町にかけての遠州灘海岸のクロマツ林で行った(図一2)。このクロマツ林は県有防災林として管理されており、2006年までは薬剤の空中散布による防

除が行われてきたが、面積の半分程度を2007年以降地上散布に切り替えた。その結果、毎年5000 m<sup>3</sup>程度の松くい虫被害が発生するようになった(図一3)。なお、枯死木に対する伐倒駆除は毎年行われている。

調査では、クロマツ林内を通る管理用車道に沿って10325mの調査ラインを設定し、樹冠全体が観察できる車道から2本以内のクロマツ、計7586本を調査木とした(写真一1)。調査木はすべてナンバリングし、重複計数するのを防いだ。



図一3 旧浜松市域の松くい虫被害量の推移  
静岡県森林整備室資料、この被害量のほとんどが今回の調査地のある遠州灘海岸で占められる。

調査は月替わりの時に行い、調査ラインを歩きすべての調査木に対し枯損状況を調べた。枯損状



写真一1 調査地の状況

況はほぼすべての葉が変色しているものを枯死として記録した。11月末は50本を抽出しそれ以外の月はすべての枯死木について伐倒し、幹の50%程度の部位について樹皮を剥いでカミキリ幼虫の生息または蛹室への穿入孔の有無を確認した。また、各月の枯死木5本を抽出し、パールマン法によりマツノサイセンチュウの検出を試みた。これらの調査は、2008年11月から2009年8月まで継続した。

さらに、2008年11月から2009年4月までの調査

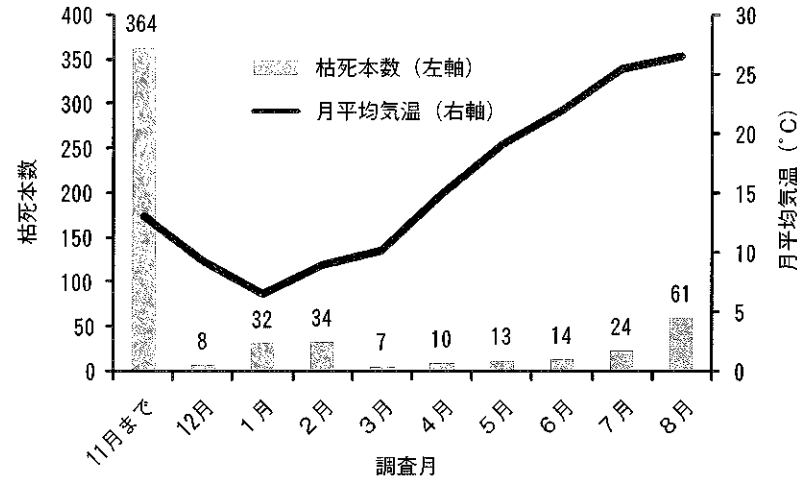
で枯死が確認されたマツについて、それぞれの月ごとに50本(枯死木が少ない月はすべての幹)の丸太(長さ1.5m)を静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター(浜松市浜北区、標高70m)の網室に搬入し、カミキリの発生消長を調査した。また、発生した成虫の体長を計測した。

## III 結果と考察

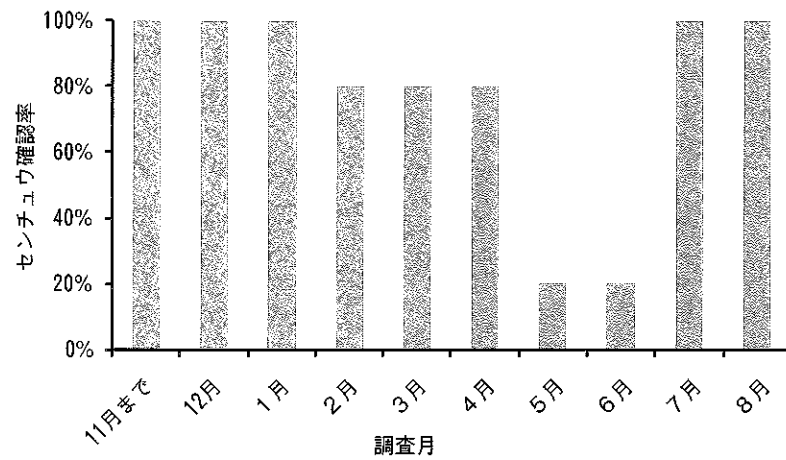
### 1. 枯死木の推移

調査の結果、枯死木は567本が確認され、全体の枯死率は7.5%であった。月ごとの枯死木の発生数と直近の浜松特別地域気象観測所の月平均気温を図一4に示す。枯死木は12月以降でも翌年度の新しい枯死木が含まれる8月に入る前の7月まで、毎月7~34本が枯死していた。それらは、7月までの合計枯死本数506本の1~7%と少数で推移していたが、12月から翌年7月までの合計では3割近く(142本、28%)に達し、決して無視できる本数ではないことが分かった。

年越し枯れの割合は、東北では50%を超えることが多く(在原・斎藤, 1984; 作山・千田, 1983)、それに比べるとこの調査の結果はかなり少なかった。しかし、主に1980年代に調査された



図一4 枯死木本数と月平均気温の推移



図一5 マツノサイセンチュウ検出率の推移

千葉県での越冬率（1～6月の枯死木の割合）は平均17.7%であるという報告がある（松原，1993）が、それに比べると今回の調査は22.8%と高くなっていた。このことは、季節を問わない枯れが近年増えているという現場の声を裏付けている可能性があった。枯死木のマツノサイセンチュウ検出率は、図一5に示すとおり5、6月枯死木を除き高い検出率であった。5、6月枯死木もマツの症状や樹脂量から明らかに松くい虫被害木と判断されたが、マツノサイセンチュウが検出された木でも検出数はわずかであった。寒冷地での年越し

枯れについてもこの時期は検出率が低いことが報告されており（作山・千田，1983；早坂ら，1982），同様の結果となった。

なお、枯死木の形状は、表一1に示すとおり、11月までに枯れたマツと12月以降翌年の7月までに枯れたマツでは、胸高直径・樹高とも有意な差はなかった（Mann-WhitneyのU検定， $P > 0.05$ ）。

## 2. マツノマダラカミキリの発生

調査本数に対するカミキリ幼虫の穿入を確認したマツの割合について、その枯死した月ごとの推

表一1 枯死時期の違いによる枯死木の形状

区分	枯死本数	胸高直径 (cm)	樹高 (m)
11月まで	364	19 ± 8	11 ± 3
12月～7月	142	18 ± 6	11 ± 3
計	506	19 ± 8	11 ± 3

移を図一6に示す。その割合は、12月以降翌年の6月まで0から23%と低く推移していた。また、長さ1.5mの丸太1本当たりのカミキリ発生数も、12月以降は1頭以下と少なかった（図一7）。

11月までに枯死したマツと12月以降翌年4月までに枯死したマツとに分けて発生したカミキリの発生予察結果を図一8に示す。この結果についてロジスティック回帰を行い、発生初期（発生率10%）、発生中期（同50%）、発生後期（同90%）を算出するとそれぞれ12月以降に枯れたマツの方が3～4日早かった（表一2）。

発生したカミキリ成虫の体長は、雄・雌とも11月までに枯死したマツと12月以降に枯死した松から発生したもの間で差はなかった（図一9，Mann-WhitneyのU検定， $P > 0.05$ ）。

松くい虫の年越し枯れは、病徴からいくつかのタイプに区分されている（在原，1984；陣野，

表一2 枯死時期の違いによるマツノマダラカミキリ発生時期の違い

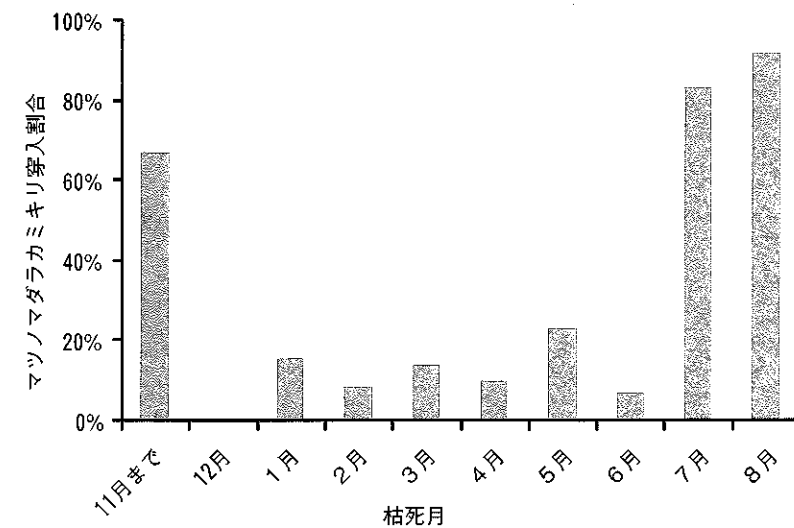
発生予察結果をロジスティック回帰したものから算出した。

区分	10%発生日	50%発生日	90%発生日
11月以前枯死	6月6日	6月18日	7月1日
12月以降枯死	6月3日	6月15日	6月27日

1988）が、大きく分けると全身枯れと部分枯れに区分される。全身枯れは一般的な松くい虫の症状であるが、年越し枯れの場合はセンチュウが秋までに十分繁殖できずに少ない個体密度のまま越冬し、翌春になって増殖を再開し木を枯らすと考えられている。そのため、この枯れ型で枯れるのは春以降であると考えられ、カミキリの発生はほとんどないと考えられた。

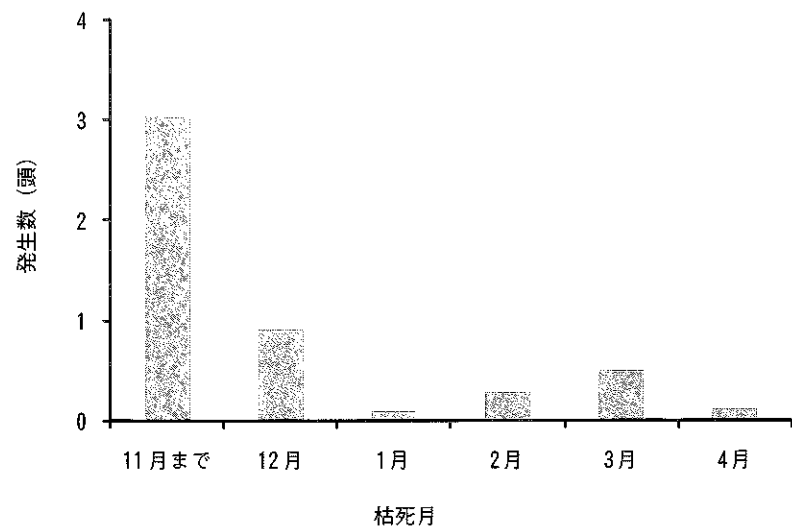
部分枯れの場合は、何らかの影響でセンチュウの増殖場所が一部の枝などの部位に偏り、部分的な枯れが先行し、その後別の場所にセンチュウの増殖と枯れが移行すると考えられている。そのため、この枯れ型で全体が枯れるのも春以降であると考えられた。

しかし、今回の調査では、秋や夏以外では最も寒い1～2月に多くが枯れた。この時期はセン

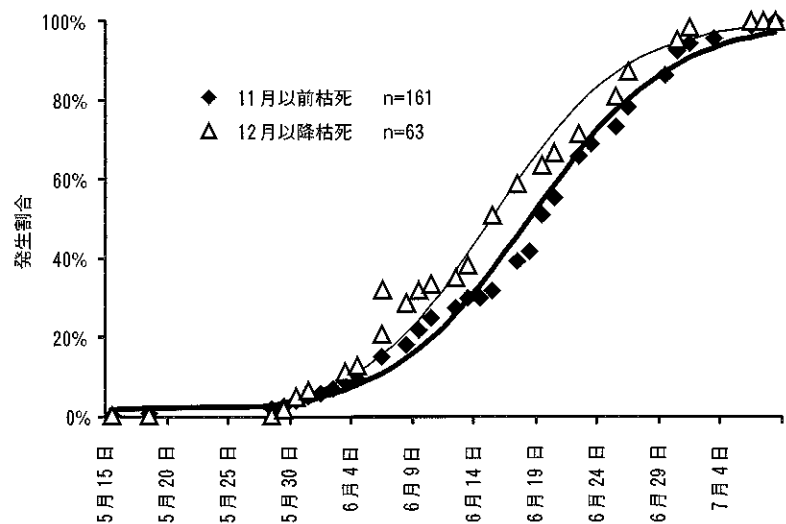


図一6 マツノマダラカミキリ幼虫の穿入木の本数割合の推移





図一七 丸太1本 (1.5 m) あたりマツノマダラ カミキリ発生数の推移



図一八 マツノマダラカミキリ成虫の発生予察結果

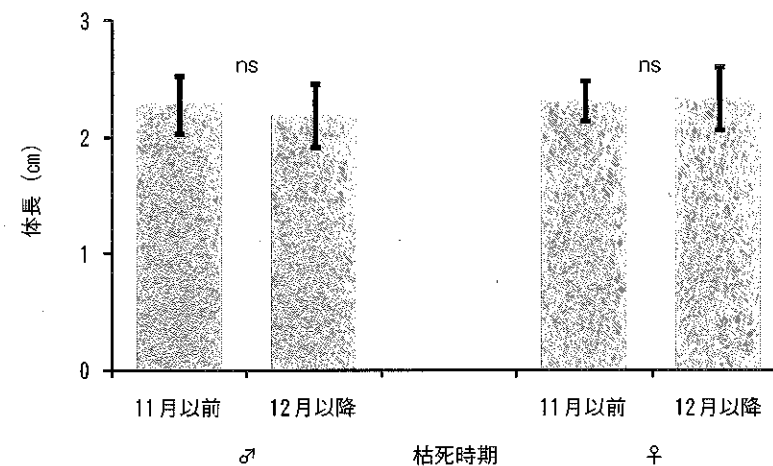
チュウの活動は鈍いはずで、センチチュウの増殖を枯死原因に挙げにくい。そのため、冬前に既に枯れていたのだが、葉に変色等の症状の発現が遅れただけである可能性がある。

カミキリの体長は通常期の枯れと12月以降の枯れと差がなく、発生時期はむしろ通常期の枯れの方が発生が遅かったことから、産卵された時期にほとんど違いがなかったと考えらる。秋以降に全身枯れになったマツにカミキリが産卵すること

は、その成虫の生存期間を考慮してもかなり少ないことが考えられる。そのため、12月以降に枯れたマツでは、夏期に部分枯れした部位に産卵された可能性が高い。カミキリの発生する木や個体数が少なかったのはこれらの影響であると考えられた。

#### IV まとめ

今回の調査で温暖な静岡県の海岸クロマツ林でも年越し枯れのような秋以外の枯死が、多くはな



図一九 枯死時期の違う木から発生したマツノマダラカミキリの体長

いが周年で発生していることが明らかになった。しかも、それが以前と比べて増えている可能性が示唆された。春に枯れるマツは、マツノマダラカミキリより早く発生しマツノザイセンチュウのキャリアともなるカラフトヒゲナガカミキリの発生源になる(滝沢・庄司, 1982; 在原ら, 1989; 遠田ら, 1987) ことも考えられる。また、秋以外の枯死量は枯死木全体の3割近くにも達することから、放置できるものではないと考えられた。この秋以外の枯死が増加している原因は不明であるが、地球温暖化を始め近年の環境の変化は従来の予想を遙かに超えるものがあり、今後も時期に限らず様々な枯損状況に注意を払っていき、従来の防除体系に囚われず、変化する松くい虫に対応した対策を柔軟に応用していく必要があるものと思われた。

#### 引用文献

在原登志男・斎藤勝男 (1984) 福島県におけるマツの枯損動態に関する研究 (I) —マツの枯損時期とマツノザイセンチュウ検出率—。日本林学会大会発表論文集95: 463-464。  
 在原登志男・五十嵐博・柳田範久 (1989) 福島県中・浜通りの低海拔地におけるマツの枯損時期とカラフトヒゲナガカミキリの寄生。日本林学会大会発表論文集100: 541-544。  
 遠田暢男・野淵輝・植原寛 (1987) 茨城県北部にお

るマツの枯損時期とカラフトヒゲナガカミキリの寄生。日本林学会大会発表論文集98: 535-536。  
 早坂義雄・尾花健喜智・志水勝彦 (1982) 宮城県石巻におけるマツ材線虫病によるマツの枯損動態 (II) —大門崎における枯損経過—。日本林学会東北支部会誌34: 128-130。  
 陳野好之 (1988) 寒冷地方におけるマツ材線虫病の特徴—年越し枯れを中心として—。林業と薬剤106: 13-20。  
 川口エリ子, 中村克典, 佐藤嘉一 (2008) 薬剤散布中止マツ林におけるマツノマダラカミキリ個体群の変化。日本森林学会大会発表論文集119: CD-ROM。  
 小島耕一郎・奥村俊介 (1987) アカマツの枯損時期とマツノマダラカミキリの発生状況。日本林学会中部支部大会講演集35: 201-204。  
 松原功 (1993) 千葉県北部における松くい虫被害の発現時期—大量の年越し枯れの起る気象条件—。日本林学会関東支部大会発表論文集44: 111-112。  
 中川茂子・石谷栄次 (2004) 千葉県におけるマツ材線虫病による枯死木の出現時期。日本林学会関東支部大会発表論文集55: 203-204。  
 中川茂子・石谷栄次 (2005) 千葉県におけるマツ材線虫病による枯死木の出現時期 (II) —年越し枯れの出現時期—。日本森林学会関東支部大会発表論文集56: 279-280。  
 作山健・千田寿光 (1983) 岩手県における材線虫病によるマツの枯損時期—枯損木材片の線虫分離結果から—。日本林学会東北支部会誌35: 137-138。  
 滝沢幸雄・庄司次男 (1982) 岩手県におけるカラフトヒゲナガカミキリの分布とその材線虫病媒介の可能性。森林防疫31 (1): 4-6。

# ナラ枯れのメカニズムと里山の今後

黒田 慶子\*

## 1. はじめに

ナラ枯れの集団枯死が増加し始めたのは1980年代の終わりからである(伊藤ら1990)。特定の菌(カビ)が原因であることは早い段階で認識され、マツ枯れに相当する重大な森林被害になるのではないかと、その当初から危険性を指摘していた。しかし、関東圏での発生が無かったために「地方の局地的現象」という認識が続き、枯死の原因としてナラタケや酸性雨、温暖化など誤った説が流布したことから、深刻さが世間に認識されないと

いう不運があった。10年以上を経てようやく農林水産省の研究プロジェクト(2002)が実施されたが、被害増加から20年たった今、本州北部では東への被害拡大、近畿地方では被害地南下とともに各地で被害が増加、中国地方でも被害が拡大しつつある。被害拡大阻止に苦戦している地域と、被害調査も防除も行わない地域があり、行政上の問題も顕在化している。一方で「天然林だから枯れるのも自然の摂理。そのまま放置するのがよい」といった主張があり、地方自治体で対応に躊躇する場合もあると思われる。

表1 「林業と薬剤」に掲載されたナラ枯れ関連の報告

巻	発行月、年	題名と著者	
No.186	12.2008	MEP 乳剤によるナラ枯損被害防止効果と薬害試験	江崎功二郎
No.185	9.2008	カシノナガキクイムシから分離された菌類	衣浦晴生, 高畑義啓, 宮下俊一郎
No.185	9.2008	表紙の写真	衣浦晴生
No.184	6.2008	被服資材をガスバリアシートまたは非ガスバリアシートとした場合におけるくん蒸剤の施用量と丸太や伐根に生息するカシノナガキクイムシの駆除効果	在原登志男, 松崎明, 齋藤直彦
No.183	3.2008	和歌山県におけるカシノナガキクイムシの被害と調査	法眼 利幸
No.176	6.2006	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
No.168	6.2004	ナラ類集団枯損被害を引き起こす病原菌と感染様式	窪野 高德
No.167	3.2004	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)	齊藤 正一, 中村 人史, 三浦 直美
No.165	9.2003	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	齊藤 正一, 中村 人史, 三浦 直美
No.152	6.2000	ナラ類集団枯損被害立木への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	齊藤 正一, 中村 人史, 三浦 直美
No.151	3.2000	ナラ類枯損立木へのNCS注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除	阿部 豊
No.145	9.1998	ナラ類集団枯死被害とそれに関連する菌類	伊藤 進一郎
No.130	12.1994	ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態	衣浦 晴生

\* 森林総合研究所関西支所

KURODA Keiko

ナラ枯れに関する研究論文は多数あり、この「林業と薬剤」には、1989年以来少なくとも12件掲載されている(表1)。これらの報告では、病原菌、媒介昆虫の行動および防除方法について説明されているので再度目を通していただきたい。しかし、菌が感染してから樹木が枯れるまでのプロセスや枯死のメカニズムについては、解説が十分とは言えない。「菌の感染=樹木の死」ではなく、感染から発病・枯死までに様々な現象が樹体内で起こる。このような樹体内の現象についての知識は防除には無関係と思われがちであるが、被害軽減への取り組み方を決める上で重要である。本稿では、樹体内のミクロな現象を説明し、さらにマクロな観点で被害増加の背景や被害林の将来について解説する。具体的な防除法は「林業と薬剤」に掲載の諸報告とともに最新の情報に注意していただきたい。ナラ枯れ全般の解説は、「ナラ枯れと里山の健康」(黒田ら2008)などを参照していただきたい。

## 2. *Raffaelea quercivora* の感染

病原菌 *Raffaelea quercivora* (学名:ラファエレア・クエルキボーラ)(図1)は、大腸菌のような細菌ではなく糸状菌(カビ)である。マツ材線虫病など、樹木の萎凋病(微生物に感染して急激に枯れる病気)では、病原微生物は昆虫に媒介されて新たな感染を成功させる例が多く、ナラ枯れの場合も、この病原菌とカシノナガキクイムシ(写真は林業と薬剤 No.185参照)の極めて巧妙な共同作業で集団枯死が発生する。しかし、一般には「カシノナガキクイムシが枯らしている」という誤解が多く、病気という認識が薄いようである。

この菌の感染で枯死しているのは、ブナ科の中でブナ属以外の属の樹木であり、コナラ属のナラ類、カシ類のほか、シイ、クリ、マテバシイなどの属も枯死する。ミズナラが最も枯れやすく、ミズナラの割合が高い林分は大被害になりやすい。



図1 病原菌 *Raffaelea quercivora* の光学顕微鏡写真(高畑義啓原図)

ブナが枯れるという誤解が起こっているため、病名は「ブナ科樹木萎凋病」よりも、「ナラ・カシ類萎凋病」のような名称が望ましいと考えられる。なお、穿入木の周囲では様々な樹種が散発的に穿入を受けることがあるが、枯死には至っていない。

樹幹内に持ち込まれた菌は、カシノナガキクイムシの孔道と道管(根から吸った水を梢端まで運ぶための中空の管)を伝って広がる(図2)。穿入木の木部では、病原菌の菌糸が孔道や道管の内腔から、生きている柔細胞の中に侵入している様子が観察される(図3)。この菌は生きた細胞から栄養を吸収することができ、死んだ組織や壊死細胞から栄養を吸収する腐生的な菌ではない。健全な若齢木では水の吸い上げが良い傾向があるが、大径木では水の入っていない道管の割合が高く、木部の含水率は低めの場合が多い。ナラ枯れの病原菌は水浸しの状態では成長しにくいことが観察されており、やや含水率の低い高齢樹が菌の活発な伸長に適していると推測される。

集中加害を受けたナラ類の樹幹は、図4に示す



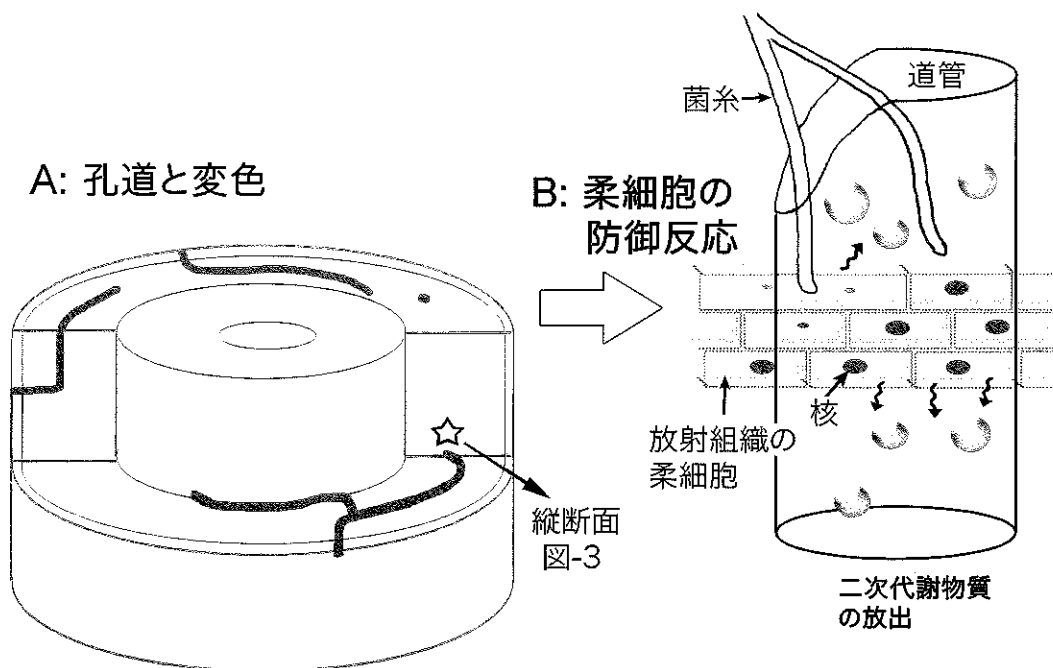


図2 カシノナガキクイムシが穿入したナラ類樹幹の内部および防御反応

- A: 孔道周辺部では病原菌 *Raffaelea quercivora* が繁殖し、変色が起こる (図4 参照)。星印は顕微鏡で観察した位置 (図3) を示す。
- B: 柔細胞から道管内に二次代謝物質が放出される。テルペン類やフェノール類を含む物質が酸化・重合し、材が褐色になる。褐変した部位では水分通導が停止する。



図3 穿入を受けたコナラ樹幹縦断面の顕微鏡写真 (サフラニン・ファストグリーン染色)  
*R. quercivora* の菌糸が柔細胞に侵入している。

ように、辺材 (健全木では淡色) が黒褐色に変色し、病原菌はほぼこの変色の範囲に分布している。カシノナガキクイムシが短い孔道を作った段階で死亡あるいは定着しなかった場合には、菌の分布と変色は狭い範囲で留まり、枯れることはない。変色の理由は後述するが、変色部位では木部樹液 (根から吸い上げた水) の上昇が停止するため、夏季に樹木は水不足となって枯れる。ナラ枯れではカシノナガキクイムシの穿入密度の高さが木部変色の広がりに関係しており、変色範囲が枯死を決める重要な要因である。

### 3. 木部樹液の流動停止から枯死へ

落葉ナラ類 (ミズナラ、コナラなど) の木部は、直径300µm (0.3mm) 程度の太い道管が年輪に沿って同心円状に配列する「環孔材」である。道管の中の水は「木部樹液」と呼ばれる。なお、内

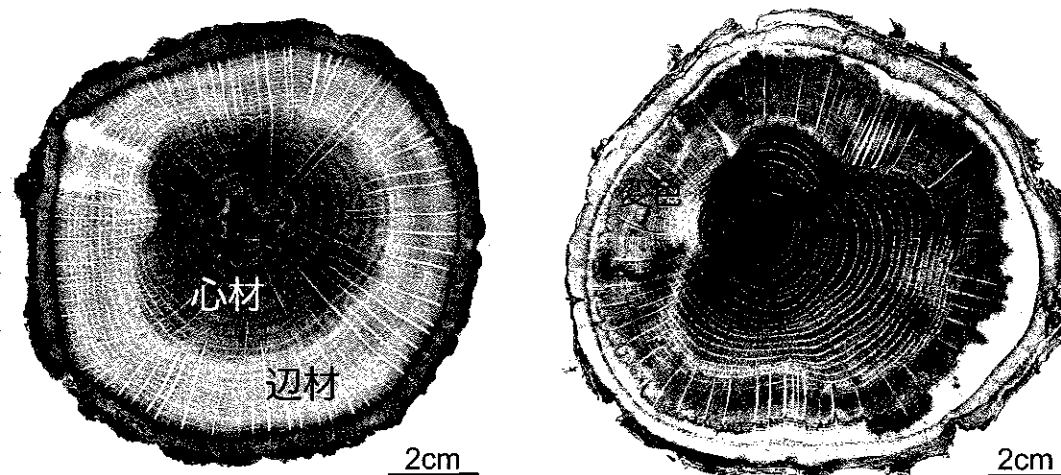


図4 健全なコナラ (左) およびカシノナガキクイムシ穿入木 (右) の樹幹断面

樹皮 (師部) の師管を通る液は光合成で生産された同化物質 (糖類) を含む「師管液」で、葉から下方に動く。師管液と木部樹液を混同しないように注意が必要である。大径の道管は大量の水を運ぶことができるが、水の流れは途中で切れて滞りやすい。その他に直径が30-50µmの小径道管が多数あり、こちらは水切れを起こしにくい。常緑のカシ類 (図5) では、大径の道管が直径方向に並ぶ「放射孔材」である。ブナ科では、ブナ属だけが均一サイズの道管が均等に分布する「散孔材」であり、その他の属は、ナラ類やカシ類のような特徴的な道管配列である。

病原菌の菌糸が侵入した細胞の周囲では、柔細胞 (辺材の中で生きている細胞) が菌に反応し、二次代謝物質と総称される成分を生産する。これが防御反応である (図2B)。反応を起こした細胞自身もやがて壊死する。放出された物質は毒性のある成分を含むので、通常は微生物の繁殖を抑制する効果があるが、ナラ枯れの病原菌にはあまり効果が認められない。それは、菌がカシノナガキクイムシの孔道を伝って、迅速に分布拡大するためである。二次代謝物質の蓄積にはある程度時間がかかるため、集中加害を受けたナラ類樹幹では菌の分布拡大が先行し、防御反応がその後を追う形になっている。

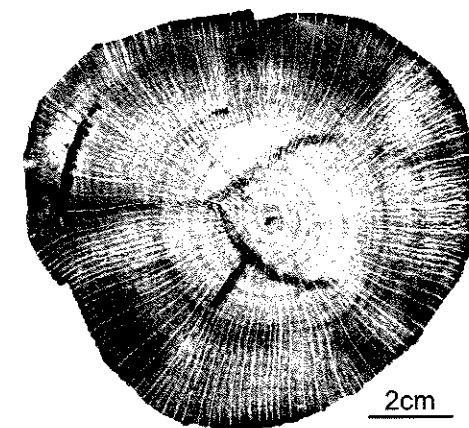


図5 カシノナガキクイムシの穿入を受けたアラカシの横断面  
孔道が樹幹中心部まで形成されている。

二次代謝物質が柔細胞から漏れだした部位は、顕微鏡下では黄色～褐色に見える (Kuroda 2001, 黒田2002)。油状の性質もある物質が道管内を充填あるいは内壁に付着すると、水の流れが妨げられる。カシノナガキクイムシが穿入木では、菌の分布拡大に伴って、防御反応が辺材の各所で進行し、その結果、多数の道管が目詰まりを起こす。変色部とその周辺では樹液の上昇が停止するため、幹から梢端部への水の供給は著しく減少または停止する。穿入密度の高い樹木では辺材のほぼ全域が変色し (図4)、梅雨明け後の蒸散の活発

な時期に（7月下旬ごろから）水不足で枯死する（黒田・山田1996）。なお、大径道管内に風船状のチロースが形成されることもあるが、これは水分通導停止の結果できたものであり、チロース自体が目詰まりの原因ではない。

ナラ類では、孔道は辺材に形成されるが（図4）、カシ類では幹の中心部まで形成される傾向がある（図5）。また、シイ・カシ類の変色はコナラ・ミズナラほど濃くならないことが多い。感染に対して生産される物質の組成や量が樹種により異なることも関連すると考えられる。孔道形成が最も密な樹幹下部で水分通導が停止することが多く、地際付近では組織内の水分が保たれるため、枯死する前に萌芽の発生がよく見られる。ただし、枯死後にこの萌芽が生き残ることはほとんどない。

#### 4. 被害木のサバイバルと樹液の漏出

ミズナラが最も枯れやすく、コナラがその次で、カシ類、シイ類は枯れにくいと言われる。カシ類やシイ類がやや枯れにくい理由としては、常緑の葉からの水分放出が少ないことや水分不足に対する耐性が高いこと、放射孔材のカシ類は環孔材のナラ類よりも通導停止がやや起こりにくいことなどが推測される。これは欧米の oak wilt（病原体が異なるナラ類萎凋病）でも同じ傾向である。しかし実際には、カシ類やシイ類も多数枯れており、「枯れにくい」と安心することはできない。萎凋病に対する感受性（感染木の枯れやすさ）については、「菌の伸長速度」のような単独の因子だけで評価することは難しく、生育地の土壌の水分条件や気温など、いくつもの要因が絡むと考えられる。

カシノナガキクイムシがある程度高密度で穿入した場合、同じ樹種でも枯れる個体と枯れない個体がある。穿入箇所が局部的で辺材の一部が変色せずに残ると、水分通導が一部で維持される。そのため葉枯れに進むほどの水分不足に陥らなかつ

た場合に生き残れるが、一方では、同様の環境条件であっても、土壌水分が著しく少ない場所や、例年にない高温乾燥が続いた場合には枯死しやすい。秋に生き残っても、翌年春の展葉直後、蒸散が高まった時期に枯れる例もある。要するに、穿入木がサバイバルできるかどうかは、カシノナガキクイムシの穿入密度（すなわち菌の分布範囲）、樹木の生理状態、気候・環境要因のバランスで決まるといことになる。

カシノナガキクイムシの穿入のある生存木で、孔道の開口部から着色した樹液がしみ出していることがある。直径が10cm程度のやや若い個体でよく観察される。このような個体では、少数のカシノナガキクイムシの穿入によって、樹幹の一部で変色が起こり、木部樹液の流動が悪くなっている。そのため、根から吸い上げられた水の一部の行き場がなくなって、孔道の開口部から漏出する。この液が褐色を示すのは、変色した材の中の二次代謝物質が水に溶け込んだためである。この現象は、辺材の水分量が多く、本来カシノナガキクイムシと病原菌が繁殖しにくい個体で見られ、「特殊な樹液を出してカシノナガキクイムシを撃退する」という解釈は妥当ではない。

#### 5. 被害拡大が続く理由

ナラ枯れは60年以上前から散発的に発生していたが、1990年代以降被害が継続的となり、被害地が拡大した（大住ら2007、黒田ら2008、2009）。被害地は里山の旧薪炭林が多く、マツ枯れ後にシイ林やコナラ林に遷移した場所もある。枯死木は樹齢40～70年の大径木が目立つ。カシノナガキクイムシは直径10cm程度以下では繁殖しにくいこと、大径木で繁殖効率が良いことが知られており、直径30cmでは数万頭が飛び出すこともあると言われる。数本の枯死木放置でも、翌年に周囲の枯死木が爆発的に増えるのはそのような事情がある。

薪炭林では10～30年の短い周期で伐採が行わ

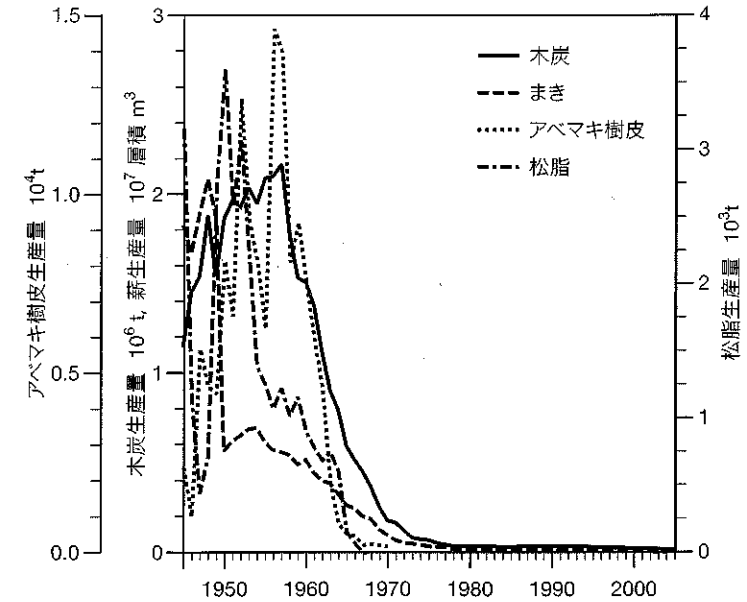


図6 薪炭その他の林産物生産量の年次変化  
農林水産省の統計資料による。(高畑義啓原図)

れ、萌芽から次の世代が繰り返し育てられてきたが、1950年代以降の燃料革命でガスや灯油が使われるようになると、伐採されずに放置され、1980年代に利用がほぼ0になった（図6）。1990年代にはカシノナガキクイムシの繁殖に最適のサイズの樹木が日本各地に増えていたのである。また、昔は枯死木を放置せずに燃料として使ったので害虫駆除ができ、翌年の被害発生を防ぐことになったが、近年では枯死木放置も被害拡大の大きな要因になっている。「地球温暖化がナラ枯れ増加の原因」という説も出たが、冷涼な地域で60年以上前に発生しており、気温上昇と単純に結びつけることはできない。

ナラ枯れ被害林を放置するとどうなるのか調査が進められている。1990年代以降の近畿地方の被害林では、次世代の樹木はソゴゴやヒサカキ、ネジキなどの低木～亜高木種が多くなり、高木種が育ちにくい傾向がでている（伊東ら2008など）。東北地方ではナラ枯れ後にヤブツバキが茂り、高木のないヤブになる場所も多いといわれている。このように、次世代が高木の少ない低質の林に変

化する恐れがあり、さらには、里山林でシカの生息密度が高くなり、林床の実生類の食害が大きな問題となっているので、被害林の回復の経過をきちんと押さえる必要がある。

#### 5. おわりに

近年、ボランティアやNPOによる里山整備が盛んになっているが、その多くは公園的な整備で「受光伐」という間伐が行われる。このように整備された里山林では、高齢で大径のナラ類を伐らずに残していることや伐採木をそのまま林内に放置したことで、カシノナガキクイムシを誘引することになり、整備後にナラ枯れを発生させた場所も出ている。美しく整えるだけでは、健康な森林として持続しないのであり、森林管理には予防医学やリスク管理の考え方を導入する必要がある。

近年のナラ枯れの増加について、「天然林だから枯れるのも自然の摂理。そのまま放置するのがよい」という生態学的観点からの意見には、用語の解釈上の誤解もあると思われる。行政上の区分では里山のマツ林や広葉樹二次林を「現在は自然

に任せている」という意味で「天然林」にしている  
 ので、ナラ枯れ被害地は「天然林」に含まれる。  
 世の中の多数の人は、天然林に「手つかずの自然  
 の林（原生林）」というイメージを持っており、  
 里山林の成り立ちや利用の歴史（有岡2004）を不  
 知なこともあって、「放置するのが良い」とい  
 う意見に賛同するのではないだろうか。「森林は  
 自然の遷移で極相に向かう」という認識が強いよ  
 うであるが、ナラ枯れのような流行病では植生  
 （環境）の急激な変化が起こることを理解し、「ナ  
 ラ枯れの後に森林が成立しない」状況を放置して  
 良いのかどうか、現状を見て十分に検討する必要  
 があるだろう。

森林面積の約3割を占める里山の二次林を今後  
 も森林として持続させるには、ナラ枯れ被害軽減  
 への努力と平行して、被害の起こりにくい里山整  
 備に取り組む必要がある（黒田2009）。森林総合  
 研究所では、伐倒した樹木を木質資源として利用  
 しつつ里山を再生する「現代版里山維持システ  
 ム」の実証試験を行っており、行政、山林所有者、  
 ボランティアやNPOと共同で、社会として望ま  
 しい資源管理ができるように提言していきたい。

参考資料（pdfファイルがダウンロード可能な資料は、  
 URLを記載した）  
 有岡利幸 里山Ⅰ、里山Ⅱ。法政大学出版局、2004  
 伊東宏樹、大住克博、衣浦晴生、高畑義啓、黒田慶子  
 （2008）滋賀県朽木のナラ類集団枯損被害林分の林

分構造。森林総合研究所研究報告 7 (3) (No.408),  
 121-124  
 伊藤進一郎、山田利博、黒田慶子、伊藤賢介、山口守、  
 三浦由洋（1990）ナラ類の集団枯損被害について、  
 日本林学会大会講演要旨集101：154  
 黒田慶子（2009）ナラ枯れ増加から見てきた「望ま  
 しい里山管理」の方向 -- 枯れる前に資源として使  
 う --。森林技術 809：2  
 黒田慶子編著（2009）里山に入る前に考えること  
 -- 行政およびボランティア等による整備活動のため  
 に --。森林総合研究所、37pp、  
[http://www.fsm.affrc.go.jp/Nenpou/other/  
 satoyama3\\_200906.pdf](http://www.fsm.affrc.go.jp/Nenpou/other/satoyama3_200906.pdf)  
 黒田慶子編著（2008）ナラ枯れと里山の健康。林業改  
 良普及双書No.157、全国林業改良普及協会、166pp  
 黒田慶子（2002）ナラ類の集団枯損機構の解明  
 -- *Raffaelea* 属菌感染に対する樹幹組織の生理的反応  
 --。森林総合研究所報11：8-9  
 黒田慶子（2001）Responses of *Quercus* sapwood to  
 infection with the pathogenic fungus of a new wilt  
 disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus*  
*quercivorus*. J. Wood Science, 47：425-429  
 黒田慶子、山田利博（1996）ナラ類の集団枯損にみら  
 れる辺材の変色と通水機能の低下。日本林学会誌 78  
 (1)：84-88  
 黒田慶子（1993）樹木の解剖学（2）コナラ。森林総研  
 関西支所。研究情報、30：04  
 農林水産技術会議事務局編（2002）ナラ類の集団枯損  
 機構の解明と枯損防止技術の開発。研究成果400、  
 90pp。  
[http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/  
 contents/JASI/pdf/digicon/seika/seika400.pdf](http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/digicon/seika/seika400.pdf)  
 大住克博、黒田慶子、衣浦晴生、高畑義啓（2007）ナ  
 ラ枯れの被害をどう減らすかー里山林を守るために  
 --。森林総合研究所、23pp。  
[http://www.fsm.affrc.go.jp/Nenpou/other/nara-  
 fsm\\_200802.pdf](http://www.fsm.affrc.go.jp/Nenpou/other/nara-fsm_200802.pdf)

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成 21 年 12 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 1-6-5 神田北爪ビル 2 階

電話 03 (3851) 5331 FAX 03 (3851) 5332 振替番号 東京00140541930

印刷/株式会社 スキルブリネット

定価 525 円

# 安心・安全な 樹幹注入式の松枯れ防止剤 グリーンガード®ファミリー Greenguard® Family



だから  
安心です！

グリーンガードファミリーは、樹幹注入剤で唯一、  
 原体・製品ともに「普通物」「魚毒性A類」に属していますので、  
 安心してご使用いただけます。

新登場

松枯れ防止・樹幹注入剤  
**グリーンガード®・NEO**  
**Greenguard® NEO**



Pfizer ファイザー株式会社

〒151-8589 東京都渋谷区代々木 3-22-7

松枯れ防止に関するホームページ  
[www.greenguard.jp](http://www.greenguard.jp)

# 松を傷つけない土壌灌注タイプ

農林水産省登録  
第21971号

三石・Ⅲ・火気厳禁  
腐蝕性/カルボニル/メチルエステル

## 松枯れ防止土壌灌注剤

# ネマバスター

ホスチアゼート……… 30%

毒性：劇物 魚毒性：A類相当

### ●特長●

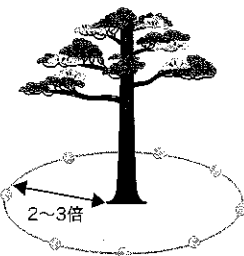
- ★ まつを傷つせずマツノザイセンチュウを防除します。
- ★ 樹の周りに土壌灌注処理する簡便な薬剤です。
- ★ 浸透移行性に優れており、根系から樹体内に速やかに吸収移行し、マツノザイセンチュウの運動を阻害し、増殖を阻止します。
- ★ まつの樹脂量に影響を受けず処理ができます。
- ★ 庭園松等の強剪定された松に対しても使用できます。
- ★ 本剤の効果持続期間は1年まで確認されています。

マツノザイセンチュウの写真



機械灌注処理

土壌灌注器(2MPa, 圧力: 20kg/cm<sup>2</sup>目安)を用い胸高直径の約2~3倍離れた位置に深さ15~20cmの溝を掘り、所定薬量をジョウロ、柄杓などで均一に土壌灌注する。



施用溝処理

- ① 胸高直径の約2~3倍離れた位置に深さ15~20cm、幅20cm程度の溝を掘り、所定薬量をジョウロ、柄杓などで均一に土壌灌注する。
- ② 灌注後、薬液が土壌に浸透した事を確認し溝を埋め戻す。



石原テレホン相談室

0120-1480-57

<http://www.iskweb.co.jp/ibj/>

【製造】

ISK 石原産業株式会社  
本社: 大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

【販売】

ISK 石原バイオサイエンス株式会社  
本社: 東京都千代田区富士見2丁目10番30号

# 竹を枯らせませす!

ラウンドアップ マックスロードが  
竹類へ登録拡大! 竹稈注入処理

**使い方 [注入処理方法]**

処理適期: 6~8月

- ① 節から2~3cm下に開けます。
- ② 原液 10ml を穴から注入します。
- 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	5~10ml/本	竹稈注入処理

ラウンドアップマックスロード500ml

# ラウンドアップ マックスロード 枯らす力が大幅にUP!

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

携帯電話ウェブサイトからもラウンドアップ マックスロードの  
【作物別使用方法】がご確認いただけます。  
携帯電話から <http://www.roundupjp.com>



# 安全、そして人と自然の調和を目指して。

## 巾広い適用害獣

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ぎ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

ODS 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。

## 「平成21年版森林・林業白書」

を発行しました

平成21年版森林・林業白書は、森林・林業・木材産業の現状を詳細に分析するとともに、今後のあるべき施策の方向を示しています。特に、「平成20年度森林及び林業の動向」では、『低炭素社会を創る森林』を特集して、地球温暖化防止に果たす森林の役割や温暖化防止に向けた取組として、京都議定書の目標達成のための森林整備、木材・木質バイオマスの利用拡大、先進的な技術を活用した用途開発、排出量取引やカーボン・オフセット等について述べ、更に、低炭素社会実現に果たす森林の役割の重要性について明らかにしています。

本年も引き続きご購入いただきますようお願い申し上げます。

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 3F  
TEL: 03-3586-8430 FAX: 03-3586-8434

定価 1部2,100円(税込み、送料実費)

(10部以上の購入は1部2,000円(消費税込)で、送料を当方負担とします。)

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 林野庁補助対象薬剤

農林水産省登録第20330号

## マツグリーン®液剤

①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。

②樹木害虫にも優れた効果を発揮。

③新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

## マツグリーン®液剤2

④車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。

⑤環境への影響が少ない。

⑥周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

## 剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

## トップジンM ペースト

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ巣病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2  
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

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

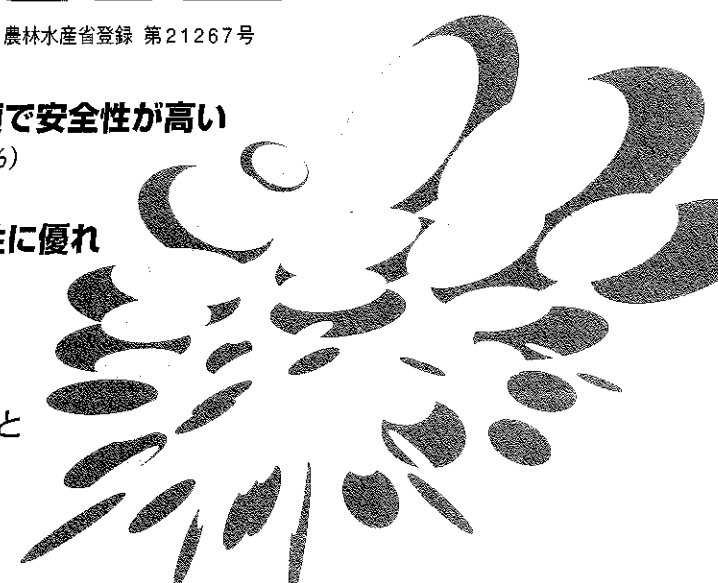
使いやすい

(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



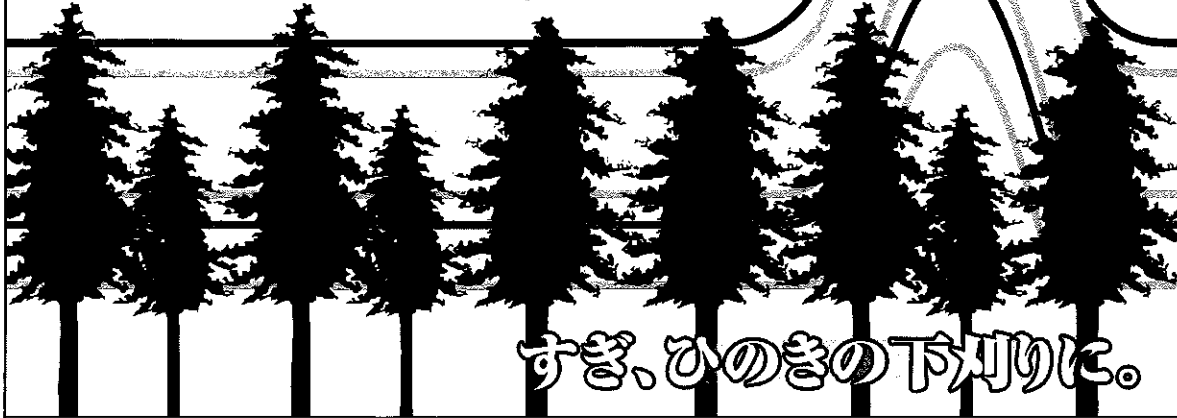
これまでも、これから

農林水産省登録 第11912号

**クレートS (粒剤)**

農林水産省登録 第12991号

**クレートSL (水溶剤)**



すぎ、ひのきの下刈りに。

製造 **イスターバイオテック**  
株式会社  
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI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

**スミパイン<sup>®</sup> 乳剤**

樹幹注入剤 **グリーンガード<sup>®</sup>・エイト**  
**メガトップ<sup>\*</sup> 液剤**

伐倒木用くん蒸処理剤

**キルパー<sup>®</sup>40**

頼れる松枯れ防止用散布剤

**モリエート<sup>®</sup>sc**

マツノマダラカミキリ誘引剤

**マダラコール<sup>®</sup>**

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

**アカネコール<sup>®</sup>**

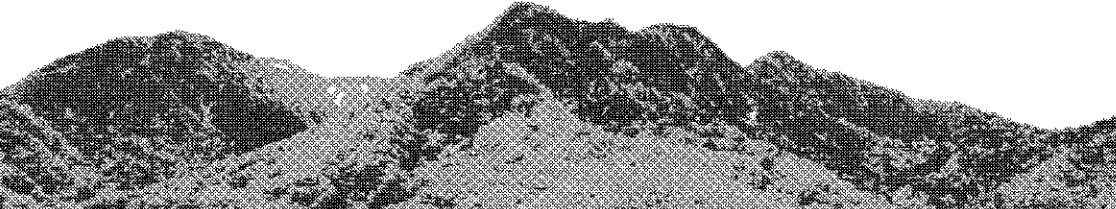
**サンケイ化学株式会社**

〈説明書進呈〉

本社 〒891-0122 鹿児島市南栄2丁目9 TEL(099)268-7588(代)  
東京本社 〒110-0005 東京都台東区上野7丁目6-11 第一下谷ビル TEL(03)3845-7951(代)  
大阪営業所 〒532-0011 大阪府淀川区西中島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

**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%)



1500~3000倍希釈  
**エコワンフロアブル**  
農林水産省登録 第20896号 (チアクロプリド水和剤40.0%)

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

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.096-352-6121(代) FAX.096-353-5083

**Bayer Environmental Science**

大切な日本の松を守る  
ヤシマの松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系殺虫剤  
モリエート SC (クロチアニジン懸濁液)  
マツグリーン液剤 (アセタミプリド液剤)

○有機リン系殺虫剤  
ヤシマスミパイン乳剤  
スミパイン MC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル(油剤)  
ヤシマ NCS(くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL(巣退治用)  
ハチノックS(携帯用)

作業性の向上に

あわけし(消泡剤)

**自然との調和**



私たちは、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。

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

くん蒸用生分解性シート

ミクストHG、NCS専用ガスバリアシート  
ヤシマくん蒸と作シート

**ヤシマ産業株式会社**

本社 〒104-0045 東京都中央区築地1-9-6 アロア築地ビル2階  
工場 〒308-0007 茨城県筑西市折本540番地

TEL.03-5565-3161 FAX.03-5565-3164  
TEL.0296-22-5101 FAX.0296-25-5159

**Yashima**  
豊かな緑を次代へ



# 低薬量と高い活性で 松をガード。

普通物で環境の負荷が小さい天然物(有効成分)  
少量の注入で効果を発揮  
効果が4年間持続

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

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 **エムシー緑化**

〒113-0033 東京都文京区本郷4-23-14  
TEL03-5844-2030 FAX03-5844-2033



三井化学  
グループ

