

森林防疫

FOREST PESTS

VOL.55 No.11 (No. 656)

2006

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成18年11月25日発行（毎月1回25日発行）第55巻第11号



マツヤニを食べるヒゲナガモモフトカ
ミキリ

横原 寛*

森林総合研究所海外研究領域

ヒゲナガモモフトカミキリ *Acanthocinus orientalis* Ohbayashi 成虫の食性については分かっていない。マツノマダラカミキリの観察中にこのカミキリムシがアカマツ丸太の傷から浸出しているヤニを食べているのを目撃した。このアカマツ丸太は森林総合研究所内の大型網室内に搬入したものである。2005年6月24, 25, 27日の夜12時である。夜12時頃に必ず同じ丸太の新しい傷の所に同じ個体と思われる雄が現れて、1, 2時間程度ヤニを食べていた。

* MAKIHARA, Hiroshi

目 次

カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定	小林正秀・野崎 愛	224
《新刊紹介：森のきのこたち》	金子 繁	238
《都道府県だより：鳥取県》		238
《林野庁だより》		240
《森林病虫獣害発生情報：平成18年9月受理分》		243

カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定

Estimation of the number of emerged *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera : Platypodidae) and the number of dying trees attacked by the beetles

小林正秀¹・野崎 愛²

1. はじめに

カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) (以下, カシナガ) の穿入を受けたブナ科樹木が集団的に枯死する被害が各地で拡大している (伊藤・山田, 1998; 小林・上田, 2005)。カシナガが属するナガキクイムシ科の甲虫は, 通常は倒木や衰弱木に穿入するため (Browne, 1965), ならたけ病や酸性物質による根の障害が原因で衰弱した樹木にカシナガが穿入していると推察されたこともあった (野淵, 1993; 小川, 1996)。しかし, 枯死木やカシナガの虫体から優占的に分離される糸状菌 (*Raffaelea quercivora*) (以下, ナラ菌) の存在が明らかにされ, この菌を健全木に接種することで病徴が再現された (伊藤ら, 1998; Kubono and Ito, 2002)。また, ナラ菌が侵入した辺材部は, 心材形成時と同様にフェノール類などの二次代謝産物が増大して黒褐色に変色し, 柔細胞が壊死して通水機能を失うことも明らかにされた (黒田・山田, 1996; Kuroda, 2001)。さらに, カシナガ成虫を健全木に接種することで病徴が再現された (小林・上田, 2003a; Kinuura and Kobayashi, 2006)。これらの研究によって, カシナガの穿入を受けた樹木が萎凋枯死するのは, 病原菌であるナラ菌をカシナガが樹体内に持ち込み, ナラ菌が侵入した辺材部の通水機能が停止するためであることが解明された。

被害地では, パルプ用材やシイタケ原木などの資源の消失のほか, 土砂崩れの危険性の増大, 水源かん養機能の低下, 季節はずれの

葉の褐変による景観の悪化など, 森林の有する公益的機能が低下しており (斉藤ら, 1999; 小林ら, 2001; 周藤ら, 2001), 早急な被害回避策の確立が求められている。

防除法としては, 餌木に誘引したカシナガを餌木ごと焼却する方法 (熊本営林局, 1941; 小林ら, 2003b), カシナガ繁殖木の樹幹部にあけたドリル穴にNCS剤を注入する方法 (斉藤ら, 1999), 樹木の樹幹部にビニールシートを被覆してカシナガの穿入と脱出を阻止する方法 (小林ら, 2001), 同じ目的で樹木の樹幹部に粘着剤を塗布する方法 (斉藤ら, 2004; 大橋, 2005) が提案されており, これらの防除法を組み合わせた防除事業が各地で実施されている。また, ナラ菌と拮抗する微生物 (野崎ら, 2003; 二井ら, 2004) やカシナガの繁殖を阻害する可能性のある線虫 (小林ら, 2003a) を用いた防除の試みも実施されている。さらに, 集合フェロモンの合成化合物を用いたカシナガの大量誘殺法の開発も進められている (中島ら, 2005; 所ら, 2005)。

このように多くの防除法が提案され, 新たな防除法も検討されている。しかし, カシナガの個体数を推定する方法がないため, 防除効果が評価できないのが現状である。そこで, 本報告では, カシナガの穿入数や脱出数に関する報告を集積し, カシナガの脱出数と枯死本数を推定する簡便な数式モデルを検討した。

報告に先立ち, 有益なご助言をいただいた森林総合研究所東北支所の藤田和幸博士と森林総合研究所北海道支所の上田明良博士に感

¹KOBAYASHI, Masahide, 京都府林業試験場; ²NOZAKI, Ai, 同

謝する。なお、本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「ナラ類集団枯死被害防止技術と評価法の開発」によって実施した。

2. 方法

1) 数式モデルの前提条件

カシナガの穿入を受けたブナ科樹木の集団枯死被害は、同一林分内でみると、単木的に発生した被害が数年間で急速に拡がり、その数年後に終息することが各地に共通している（布川, 1993; 小林・萩田, 2000; 周藤ら, 2001; 井上ら, 2003; 佐藤, 2003）。このように被害が終息するのは、繁殖に適した寄主木が徐々に減少するためであると考えられている（森ら, 1995; 井上ら, 2000; 小林・萩田, 2000; Urano, 2000; 周藤ら, 2001）。実際に、被害発生から数年以上が経過した林分における次年度の枯死本数は、林分内に残された寄主木の本数によって大きく変動する。また、被害発生から数年以上が経過して枯死本数が多い場合は、防除を実施しても十分な効果が得られないことが多い（小林・萩田, 2003）。そこで、今回の数式モデルでは、被害発生から3年目までの被害発生初期林を対象とした。

カシナガの脱出から穿入までの行動には未解明な部分が多く、林分内で脱出した成虫のどれだけの割合が林分外に飛散し、どれだけの距離を飛翔するのかわかりません。ただし、被害発生初期林では、林分内に十分な寄主木が存在することから、林分内で脱出した成虫の林分外への飛散（移出）は少ないと考えられる。また、防除は、周辺に被害地がない被害先端地において実施されることが多く、被害先端地では周辺の被害地からの成虫の飛来（移入）は少ないと考えられる。そこで、今回の数式モデルでは、林分内外への成虫の移出入は考慮しなかった。

カシナガは枯死木だけから脱出するのでは

なく、穿入を受けても枯死を免れた樹木（以下、穿入生存木）からも脱出する（小林・萩田, 2000; 加藤ら, 2001）。ただし、穿入生存木からの脱出数は枯死木に比較して少ない（井上ら, 1998; Soné *et al.*, 1998a; 小林・萩田, 2000; Urano, 2000; 衣浦ら, 2006）。そこで、今回の数式モデルでは、穿入生存木の存在を無視し、現実取得可能な前年にカシナガが穿入して枯死した樹木（以下、前年枯死木）の胸高直径から、次年度の脱出数とそれによる新たな枯死本数を推定する数式モデルを図-1の手順で作成した。

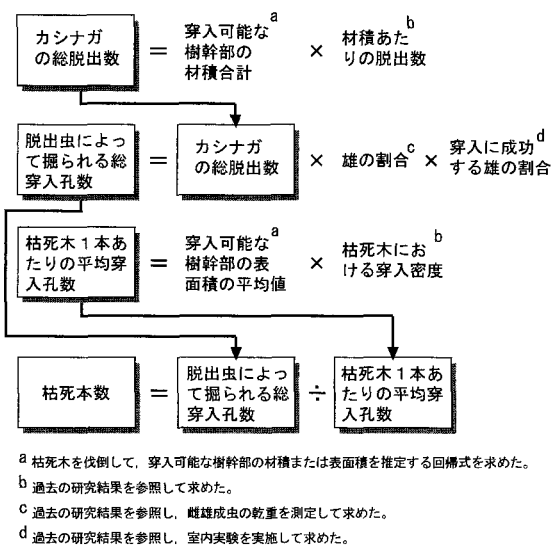


図-1 数式モデルの作成手順

2) 枯死木の直径10cm以上の樹幹部の材積と表面積

カシナガの穿入は直径10cm以上の樹幹部に認められ、これよりも細い樹幹部にはほとんど穿入しない（末吉, 1990; 小林・上田, 2002a）。そこで、枯死木の直径10cm以上の樹幹部の材積「v」と表面積「s」を胸高直径「d」から推定する回帰式 $\{v(\text{m}^3) = a_1 \times d + b_1; s(\text{m}^2) = a_2 \times d + b_2\}$ の係数値を決定するため、ミズナラの材積と表面積を測定した。調査は、京都府京北町上弓削のミズナラ、クリ、

イヌブナが優占する標高650mの被害地、京都府舞鶴市大浦のミズナラ、コナラ、ウリハダカエデが優占する標高500mの被害地および滋賀県今津町深清水のミズナラ、コナラ、アカマツが優占する標高450mの被害地において、それぞれ、2003年5月4日、7月18日および7月30日に、合計11本のミズナラ前年枯死木を伐倒し、地上高25cm毎の樹幹周囲長を測定した値から材積と表面積を算出した。

3) 枯死木からのカシノナガキクイムシ脱出数

枯死木からのカシノナガ脱出数を調査した報告には、脱出数を枯死木の表面積あたりで示した報告(佐藤ら, 1993; 周藤ら, 2001)と材積あたりで示した報告(小林・萩田, 2000; 小林・野崎, 2003; 佐藤, 2003)がある。カシノナガが属する養菌性キクイムシは、樹皮下キクイムシとは違って材内深くに孔道を形成する。カシノナガの孔道も階層状に材部の広範囲に張り巡らされ、孔道の長さが長いほど次世代虫数が多い(Soné *et al.*, 1998b; 小林ら, 2002)。このため、次世代虫数は枯死木の表面積よりも材積の影響を強く受けることから、次世代虫の脱出数は材積あたりで示すほうが妥当であると考えられる。脱出数を枯死木の材積あたりで示した報告のうち、樹幹上部までを調査した報告は2例ある。小林・野崎(2003)の調査では、ミズナラ枯死木からの脱出虫を捕獲した結果、材積あたりの脱出数は10,300~50,800頭/m³であった。また、佐藤(2003)の調査では、マテバシイ枯死木を割材した結果、材積あたりの次世代虫数は35,801~43,785頭/m³であった。小林・野崎(2003)の調査では、丸太の切断部周辺における乾燥や孔道の破壊によって次世代虫が死亡したため、脱出数は過小評価になったと考えられる。また、佐藤(2003)の調査では、次世代虫のほとんどが終齢幼虫であったことから、羽化してから脱出するまでに死亡する個体があり、実際の脱出数は得られた値よりも少ないと考えられる。そこで、小林・野崎

(2003)の調査における総材積(2,913m³)で総脱出数(94,368頭)を除いた32,399頭/m³よりもやや多く、佐藤(2003)の調査結果よりもやや少ない35,000頭/m³を材積あたりの脱出数として採用した。

枯死木からのカシノナガ脱出数「*q*」は、カシノナガが穿入可能な樹幹部の材積「*v*」に、材積あたりの脱出数を乗じることで推定できる。また、ある被害発生初期林における次年度の総脱出数「*Q*」は、各枯死木の穿入可能な樹幹部の材積合計「*V*」に、材積あたりの脱出数を乗じることで推定できる。すなわち、「*q*」および「*Q*」を推定する式は次式となる。

$$q = 35,000 \times v \quad (\text{式 I})$$

$$Q = 35,000 \times V \quad (\text{式 II})$$

4) 枯死木に掘られる穿入孔数

カシノナガが属するナガキクイムシ科の甲虫は、雄が穿入孔を掘る(Kirkendall, 1983)。このため、次年度の脱出虫が掘る総穿入孔数「*E*」は、次年度の総脱出数「*Q*」に雄の割合を乗じて雄の総脱出数を求め、この値に穿入孔を掘ることに成功する雄の割合(穿入成功率)を乗じることで推定できる。すなわち、雄の割合と穿入成功率が判れば、次年度の総穿入孔数「*E*」が推定できる。

雄の割合に関しては、性比(雄数:雌数)を調査した報告の多くで、雄の割合が雌よりも高いことが示されている(末吉, 1990; 牧野ら, 1995; 小林・萩田, 2000; 加藤ら, 2001; Urano, 2000; 小林・野崎, 2003)。これに対して、粘着物質をネットに塗布したトラップによる飛翔虫の捕獲では、雄の割合が低かったが、これについては、飛翔特性に雌雄間の違いがあり、林縁部では雄の割合が高いが、トラップを多く設置した林内では雄の割合が低いことが影響したと考察されている(Esaki *et al.*, 2002; 2004)。また、穿入孔直下に取り付けたコップによる捕獲では、雌だけが捕獲されたが(吉田・布川, 1994)、これについては、穿入孔に交尾目的の雌だけ

が接近したことが原因であると推察される。他にも、性比が1:1とする報告(佐藤ら, 1993)や、雌の割合が高いとする報告(石山, 1993)があるが、いずれも捕獲数が少なかった。これらのことから、個体数でみたカシナガの性比は雄に偏っており、雄の割合は雌よりも高いと考えられる。

十分に広い空間において、ランダムに交配する種では、性比が1:1になるとされており(Fisher, 1930)、広い空間で交配するカシナガの性比も1:1になるはずである。この理論における性比は、個体数でみた性比ではなく、投資量(体重)でみた性比であることから、投資量でみた性比が1:1で、なおかつ雄の体重が雌よりも軽ければ、雄の割合は高くなる。そこで、ふ節が完全な脱出直後のカシナガ成虫の乾重を、雌雄それぞれ1,000頭ずつ測定した。その結果、雌は1.961mg、雄は1.781mgで、有意に雄のほうが軽かった(t検定; $P < 0.001$)。成虫の乾重が投資量を反映しているとする、投資量でみた性比が1:1になるための雄の割合は $0.524 (1.961 / (1.781 + 1.961))$ となる。この値は、枯死木からの脱出虫を最も多く捕獲した小林・野崎(2003)の調査における雄の割合($51,347 / 94,368 = 0.544$)とほぼ一致することから、この値を雄の割合として採用した。

次年度の総穿入孔数「E」を推定するために必要な穿入成功率を調査した報告は少ない。丸太に取り付けたペットボトル内にカシナガを放虫した場合の穿入成功率は35~72%で(小林ら, 2002; 小林・上田, 2003b; 上田・小林, 2003)、衣装ケースに入れた丸太に雄を放虫した場合の穿入成功率は13~90%であった(Kitajima and Goto, 2004)。前者の方法では、放虫密度が高いほど穿入成功率が低く(小林ら, 2002)、繁殖に不適な丸太ほど穿入成功率が低かったことから(小林・上田, 2003b)、穿入密度や寄主木の状態が穿入成功率に影響することが示唆された。また、後

者の方法では、丸太をミズゴケの上に並べたほうが台の上に置くよりも穿入成功率が高く、脱出時期が遅い雄を放虫した場合の穿入成功率が低かったことから、穿入時の足場や放虫したカシナガの健全度が穿入成功率に影響することが示唆された。これらのことから、より正確な穿入成功率を求めるためには、十分に広い空間で、繁殖に適した十分な量の寄主木に対して、健全なカシナガを放虫する必要があると考えられた。そこで、密閉した室内(横100cm×長さ640cm×高さ250cm)の床に新聞紙を敷き詰め、その上に、長さ50cmで中央直径が16.2~22.6cmの丸太22本を約10cm間隔で横一列に並べ(写真-1)、京北町上弓削の枯死木から脱出した新鮮な雄350頭を放虫し、2日後に丸太に掘られた穿入孔数を数えて、穿入成功率を求めた。その結果、穿入成功率は46.9%であったことから、この値を穿入成功率として採用した。なお、実験に用いた丸太は、2003年6月20日、京都府美山町大野の無被害林のコナラ生立木2本から採取し、5日間浸水した後、両木口面にパラフィンを塗布して、7月10日までは5℃で湿度99%以上に調節した庫内(東京冷熱株式会社製「氷蔵庫FHL-6」)で、その後、実験を実施した7月23日までは室内で保存した。

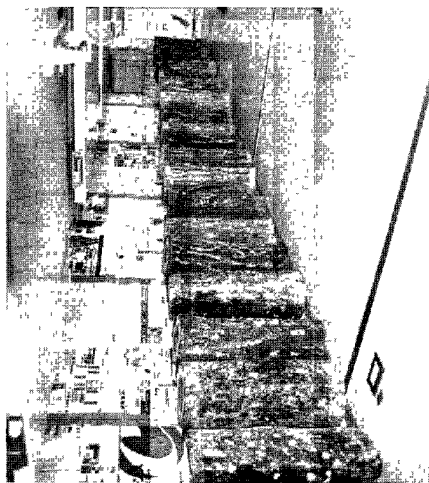


写真-1 穿入成功率を求めるために並べた丸太

これらのことから、次年度の総穿入孔数「E」を推定する式は次式となる。

$E = Q \times 0.524 \times 0.469$ に(式II)を代入して

$$E = 8,601.5 \times V \quad (\text{式III})$$

5) 次年度の枯死本数

次年度の総穿入孔数が10,000孔で、次年度の枯死木1本あたりの平均穿入孔数が1,000孔ならば、次年度の枯死本数は10本(10,000/1,000)と推定できる。すなわち、次年度の枯死本数「 n_2 」は、次年度の総穿入孔数「E」を、次年度の枯死木1本あたりの平均穿入孔数「 \bar{e} 」で除して推定できる。「 \bar{e} 」の値は、次年度の枯死木における穿入可能な樹幹部の表面積の平均値「 \bar{s} 」に、枯死木に

おける穿入密度を乗じることで推定できる。

次年度の枯死本数を推定するために必要な穿入密度を調査した報告は多い。表-1に穿入密度の調査結果を示す。穿入密度が高い樹木が必ず枯死するわけではなく、穿入密度と樹木の枯死との間には明確な関係は認められない(衣浦, 1994; 吉田・布川, 1994; Urano, 2000)。しかし、穿入を受けても枯死を免れた穿入生存木の穿入密度は、いずれの樹種でも300孔/㎡以下で、逆に、穿入を受けて枯死した樹木の穿入密度は150孔/㎡以上の場合が多いことから、200孔/㎡程度が樹木の生死を分ける穿入密度と推察される。ただし、カシナガの穿入は樹幹下部に集中するため(松本, 1955; 山崎, 1978; Hijii *et al.*, 1991;

表-1 カシノナガキクイムシの穿入密度

調査対象		調査本数	調査部位 (地上高cm)	穿入密度(/㎡)			文 献
樹種	状態			平均値	最小値	最大値	
ミズナラ	枯死木	2	0~150	408	389	426	井上ら(2000) ^b
ミズナラ	枯死木	70	20~50	315	79	1,021	小林・上田(2001)
ミズナラ	枯死木	1	50~100	260			西垣ら(1998)
ミズナラ	枯死木	3	50~125	234	198	278	井上ら(1998)
ミズナラ	枯死木	3	70~100	147	25	251	Urano(2000)
ミズナラ	枯死木	9	0~1126 ^a	133	94	194	小林・野崎(2003)
ミズナラ	枯死木	3	0~200	77	24	169	石山(1993) ^c
ミズナラ	衰弱木	7	20~50	202	79	275	小林・上田(2001)
ミズナラ	衰弱木	1	20~200	150			井上ら(1998) ^c
ミズナラ	生存木	13	20~50	215	39	471	小林・上田(2001)
ミズナラ	生存木	1	50~100	170			西垣ら(1998)
ミズナラ	生存木	5	0~150	78	2	197	井上ら(2000) ^b
ミズナラ	生存木	4	70~100	63	59	80	Urano(2000)
ミズナラ	生存木	2	60~125	56	29	82	井上ら(1998)
ミズナラ	生存木	2	0~200	25	13	37	石山(1993) ^c
ミズナラ	丸太	5	-	69	25	197	小林(2000)
コナラ	枯死木	2	20~50	275	196	353	小林・上田(2001)
コナラ	枯死木	1	0~1400 ^a	130			Hijii <i>et al.</i> (1991)
コナラ	衰弱木	1	20~50	196			小林・上田(2001)
コナラ	生存木	30	20~50	262	39	628	小林・上田(2001)
コナラ	生存木	5	0~50	177	60	318	布川・吉田(1995) ^d
コナラ	生存木	30	0~150	114	2	227	井上ら(2000) ^b
コナラ	生存木	1	0~1000 ^a	90			Hijii <i>et al.</i> (1991)
コナラ	生存木	15	70~100	90	9	193	Urano(2000)
コナラ	生存木	5	60~120	73	8	238	井上ら(1998)
コナラ	生存木	2	20~170	61	18	105	井上ら(1998) ^c
ウラジロガシ	枯死木	1	0~100	168			松本(1994)
マテバシイ	枯死木	2	0~600 ^a	72	59	85	佐藤(2003)
マテバシイ	丸太	22	-	37	2	80	Soné <i>et al.</i> (1998)

a 樹幹の上部までが調査された。

b 被圧によって枯死したと推定された調査木は除外した。

c 表の値から穿入密度を計算した。

d 図から穿入密度を読み取った。

布川・吉田, 1995), 枯死木の樹幹上部までを調査した報告 (Hijii *et al.*, 1991; 小林・野崎, 2003; 佐藤, 2003) における穿入密度 (72~133孔/m²) は樹幹下部だけを調査した報告における値よりも低い傾向が認められる (表-1)。ここでは, 枯死木の樹幹上部までの穿入密度が必要であることから, 樹幹上部までを調査した報告のうち, 最も調査本数が多い小林・野崎 (2003) の調査における総表面積 (36.71m²) で総穿入孔数 (4,877孔) を除した133孔/m²を枯死木の穿入密度として採用した。

これらのことから, 次年度の総枯死本数「 n_2 」を推定する式は次式となる。

$$\bar{e} = \bar{s} \times 133 \quad (\text{式IV})$$

$n_2 = E/\bar{e}$ に(式III)と(式IV)を代入して

$$n_2 = (8,601.5 \times V)/(\bar{s} \times 133) = 64.7 \times V/\bar{s} \quad (\text{式V})$$

6) 数式モデルの検証

これまでいくつかの被害発生初期林において, 2~3年間連続して, 枯死木の本数と胸高直径が調査されている (小林ら, 2000; 小林・柴田, 2001; 小林・上田, 2001)。そこで, そのような被害地における実際の枯死本数と, 今回の数式モデルを用いて推定した枯死本数を比較した。また, 京北町上弓削では, 枯死木を伐倒して玉切り, ビニールシートに包んでNCS剤でくん蒸すると同時に, 周辺木の樹幹部をビニールシートで被覆する防除が2001年春と2002年春に実施された。そこで, 今回の数式モデルを用いて防除効果の評価を試みた。

3. 結果

1) 死木の直径10cm以上の樹幹部の材積と表面積

カシナガが穿入可能な直径10cm以上の樹幹部の材積と表面積を調査した結果を表-2に示す。穿入可能な樹幹部の材積「 v 」とその表面積「 s 」の値は, 胸高直径「 d 」の値が

大きくなるほど大きくなり, 両者間に有意な正の相関関係が認められた (直線回帰: $v = 0.0470 \times d - 0.7966$, $r^2 = 0.978$, $P < 0.0001$; $s = 0.5798 \times d - 6.6747$, $r^2 = 0.943$, $P < 0.0001$) (図-2)。そこで, 得られた回帰式を基に樹木の胸高直径「 d 」から, 穿入可能な樹幹部の材積「 v 」とその表面積「 s 」を推定する次式を決定した。

$$v (\text{m}^3) = 0.0470 \times d - 0.7966 \quad (\text{式VI})$$

$$s (\text{m}^2) = 0.5798 \times d - 6.6747 \quad (\text{式VII})$$

表-2 調査木の直径10cm以上の樹幹部の材積と表面積

調査地	胸高直径 (cm)	樹高 (cm)	直径10cm以上の樹幹部	
			材積 (m ³)	表面積 (m ²)
今津町深清水	22.3	1,220	0.272	5.7
京北町上弓削	23.1	1,500	0.344	6.7
今津町深清水	23.2	1,320	0.275	6.3
京北町上弓削	25.9	1,530	0.308	7.9
京北町上弓削	27.4	1,700	0.460	8.5
京北町上弓削	28.3	1,590	0.645	11.8
今津町深清水	29.1	1,540	0.568	11.2
京北町上弓削	29.9	1,450	0.637	11.5
京北町上弓削	38.3	1,820	0.908	12.6
舞鶴市大浦	42.2	2,070	1.190	18.7
京北町上弓削	51.0	1,800	1.638	23.2

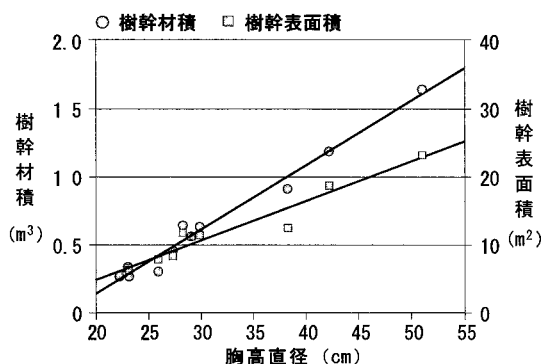


図-2 樹木の胸高直径と直径10cm以上の樹幹部の材積および表面積との関係

2) 次年度の脱出数と枯死本数の推定

今回の数式モデルを用いて, 胸高直径20~50cmの5cmごとの直径階別の枯死木の穿入孔数, 脱出数および脱出した雄が掘る穿入孔数を推定した結果を表-3に示す。例えば, ある林分で胸高直径30cmの樹木が10本枯死した

と仮定すると、その材積合計は6.13m³で、次年度の総脱出数は約21万頭となる。この脱出虫が掘る穿入孔数は52,760孔で、その全てが胸高直径25cmの樹木に掘られると仮定すると、胸高直径25cmの樹木が枯死するために必要な穿入孔数は1,040孔であることから、51本(52,760/1,040)が枯死することになる。このように、ある年の枯死木の平均胸高直径を「 \bar{d}_1 」、ある年の枯死本数を「 n_1 」、次年度の枯死木の平均胸高直径を「 \bar{d}_2 」とすると、次年度の枯死本数「 n_2 」を推定する式は次式となる。

$$V = (0.0470 \times \bar{d}_1 - 0.7966) \times n_1 \quad (\text{式VIII})$$

$$\bar{s} = 0.5798 \times \bar{d}_2 - 6.6747 \quad (\text{式IX})$$

$n_2 = 64.7 \times V / \bar{s}$ に(式VIII)と(式IX)を代入して

$$n_2 = (5.24 \times \bar{d}_1 - 88.89) \times n_1 / (\bar{d}_2 - 11.51) \quad (\text{式X})$$

表-3 枯死木の直径階別の穿入孔数と脱出虫数および雄が掘る穿入孔数

胸高直径 (cm)	直径10cm以上の樹幹部		枯死木 における 穿入孔数	脱出数		脱出した 雄が掘る 穿入孔数
	材積 (m ³)	表面積 (m ²)		合計	雄	
20	0.143	4.921	655	5,019	2,630	1,233
25	0.378	7.820	1,040	13,244	6,940	3,225
30	0.613	10.719	1,426	21,469	11,250	5,276
35	0.848	13.618	1,811	29,694	15,560	7,297
40	1.083	16.517	2,197	37,919	19,870	9,319
45	1.318	19.416	2,582	46,144	24,179	11,340
50	1.553	22.315	2,968	54,369	28,489	13,362

3) 数式モデルの検証

被害発生初期林における実際の枯死本数と今回の数式モデルを用いて推定した枯死本数を表-4に示す。舞鶴市大浦の被害地では、1997年に前年枯死木11本と当年枯死木59本が確認された(小林・柴田, 2001)。この場合、前年枯死木からの脱出虫によって当年枯死木が枯死したと仮定すると、今回の数式モデルでは、11本の枯死木から約17万頭の成虫が脱出し、43本が枯死すると推定された。同様に、1998年に風倒木8本の周辺に54本の枯死木が確認された綾部市五泉町の被害(小林ら、

2000)では、風倒木8本からの脱出虫によって周辺木59本が枯死すると推定された。また、2000年に前年枯死木11本と当年枯死木46本が確認された和知町仏主の被害(小林・上田, 2001)では、61本が枯死すると推定された。このように、今回の数式モデルを用いて推定した枯死本数は、実際の枯死本数とほぼ一致した。

防除が実施された京北町上弓削では、被害発見時の枯死本数が15本で、防除後の2001年と2002年の枯死本数は、それぞれ11本と17本であった(表-4)。このように防除後の枯死本数が被害確認時の枯死本数とほぼ同数であったことから、防除効果が得られなかったようにみえる。しかし、今回の数式モデルを用いて防除を実施しなかった場合の枯死本数を推定すると、2001年には胸高直径41.6cmの樹木54本が枯死し、翌2002年には210万頭以上が脱出して胸高直径25cmの樹木なら500本近くが枯死したと予想された。このように、数式モデルを用いて防除を実施しなかった場合の枯死本数を推定することで、防除効果が評価できる。

表-4 被害発生初期林における実際の枯死本数と数式モデルを用いて推定した枯死本数

調査地	被害 確認年	被害確認時 の前年枯死木		被害確認時 の当年枯死木		数式 モデル で推定 した枯 死本数
		本数 ^a	平均 胸高 直径 (m)	本数 ^a	平均 胸高 直径 (m)	
舞鶴市大浦	1997	11(9)	26.5	59(49)	24.3	43
綾部市五泉	1998	8(7)	37.4	54(54)	26.1	59
和知町仏主	2000	11(11)	32.6	46(45)	26.3	61
京北町上弓削 ^b	2000	15(15)	37.5	11(11)	41.6	54
京北町上弓削 ^b	2001	11(11)	41.6	17(15)	39.1	52

^a括弧内の値はミズナラの本数を示す。

^b防除事業が実施された。

4. 考察

1) 数式モデルの有用性

被害の発見が遅れて枯死本数が多い場合は、防除に莫大な経費が必要だけでなく、十分な防除効果が得られないことが多い(小林・萩田, 2003)。このため、被害を早期に発見

し、被害発生初期段階において防除を実施することが重要である。このことを考慮して、今回の数式モデルは、被害発生初期林における防除効果を評価することを目的に開発した。開発した数式モデルを検証するため、数式モデルを用いて推定した枯死本数と実際の枯死本数とを比較した結果、両者はほぼ一致した。このことから、今回の数式モデルを用いて防除しなかった場合の枯死本数を推定することで、防除効果を事後に評価したり、事前に予想することができる。このような防除効果の予想または評価は、防除計画を立案する際や、より効果が高い防除法を開発する際に役立つものと考えられる。

2) 数式モデル使用上の注意点

今回の数式モデルを用いて次年度の枯死本数を推定するためには、次年度の枯死木の平均胸高直径を予測しなければならない。被害発生初期林では、大径木が最初に穿入を受けて枯死し、被害発生経過とともに枯死木の胸高直径が小さくなる(小林ら, 2000; 小林・柴田, 2001; 小林・上田, 2001)。これは、繁殖に適した寄主木から先に穿入するカシナガが(谷口・末吉, 1990)、繁殖容積が大きく、共生菌が生育できるだけの含水率が維持されやすい大径木から先に穿入するためと考えられる(小林ら, 2004)。いずれにしても、次年度の枯死木の平均胸高直径は、その年の枯死木の平均胸高直径よりもやや小さな値にすれば大きな問題はないと考えられる。

ある年の枯死木の平均胸高直径「 d_1 」と次年度の枯死木の平均胸高直径「 d_2 」が等しい場合、式Xは $\{n_2 = (5.24 - 28.52 / (d_1 - 11.51)) \times n_1\}$ となる。この式は、平均胸高直径が16.95cm以下になると、次年度の枯死本数がマイナス値になることを示している。また、平均胸高直径がいくら大きくても、次年度の枯死本数が前年度の枯死本数の5.24倍以上にはならないことも示している。前者については、被害発生初期林では、枯死

木の平均胸高直径が20cm以下にはならないことから(表-4)、問題はない。しかし、後者については、胸高直径が70cmを超える枯死木が存在することから、そのような大径木が多い場合は、今回の数式モデルで推定した次年度の枯死本数は過小評価になる可能性が高いことを示している。

今回の数式モデルで採用した穿入成功率は、天敵や気象条件の影響を受けない室内で、脱出直後の雄を丸太に穿入させて得られた値を採用した。このため、野外の樹木における穿入成功率と異なっている可能性がある。野外では、寄主木に飛来した成虫が、アカヤマアリ(*Formica sanguinea*)などによって捕食される(小林, 未発表)。また、寄主木から脱出した成虫が、低温や高温乾燥などの悪条件に曝されれば、新しい寄主木を探して穿入するための体力を消耗するであろう。天敵や気象条件などの影響で、穿入成功率が低い場合は、今回の数式モデルで推定した次年度の枯死本数は過大評価になる。

今回の数式モデルでは、カシナガの林分内外への移出入がない閉鎖した被害林を想定している。しかし、実際には、程度の差はあるもののカシナガの林分内外への移出入は生じているはずである。このため、林分内に十分な寄主木がないなどの理由で、成虫の林分内外への飛散数が多い場合は、今回の数式モデルで推定した次年度の枯死本数は過大評価になる。逆に、カシナガが飛翔可能な範囲内(数km程度と予想される)に被害地がある場合は、そこから林分内に成虫が飛来することから、今回の数式モデルで推定した次年度の枯死本数は過小評価になる。

3) 数式モデルの問題点とその改善策

今回の数式モデルには前提条件が多く、カシナガの林分内外への移出入がない閉鎖した被害発生初期林を対象とし、穿入生存木の存在も無視した。しかし、実際には、閉鎖した被害林などは存在せず、被害は同じ林分内で

10年程度は継続する。また、穿入生存木の発生割合は高く、被害発生初期林でも、穿入を受けた樹木の30%程度は枯死を免れる（小林ら，2000；小林・上田，2001）。このような穿入生存木は、再び穿入を受けても枯死することがほとんどないことから（加藤ら，2001；江崎ら，2002），被害発生から数年以上が経過した林分では、穿入生存木の発生割合が高くなり、今回の数式モデルが適用できなくなる。

今回の数式モデルでは、カシナガが穿入可能な樹幹部の材積や表面積を推定する回帰式の係数値は、ミズナラを対象に求めた。また、脱出数や穿入密度もミズナラで得られた値を採用した。本州の日本海側における被害では、ミズナラの枯死率が最も高く（石山，1993；塩見・尾崎，1997；井上ら，2000；小林・萩田，2000；江崎ら，2002），被害発生初期林では、枯死木のほとんどがミズナラである（布川，1993；表-4）。このため、今回の数式モデルは、ミズナラが優占する被害発生初期林には適用できるが、ミズナラ以外が優占する林分には適用できない。

今後、被害発生から終息に至るまでのカシナガの脱出数と枯死本数の推移を推定する数式モデルを開発するためには、いくつかの問題点を解決しなければならない。まず、カシナガの飛翔距離など、脱出後の飛翔行動を解明し、カシナガの林分内外への移出入の実態を把握する必要がある。また、どのくらいの穿入密度になれば樹木が枯死するのかを、樹種や直径階別に明らかにする必要がある。この場合、同じ穿入密度でも、高温乾燥の気象条件下では樹木が枯死しやすいと予想されることから、気象条件も考慮する必要がある。さらに、穿入生存木の発生割合は、枯死しやすいミズナラが優占する林分では低いが、ミズナラ以外が優占する林分では高く（小林ら，2000；小林・柴田，2001；小林・上田，2001），ミズナラが優占する林分では被害進行も早いことから（鎌田，2002），林分の樹種構成も

考慮する必要がある。これらの他に、材内深くに穿入する養菌性キクイムシは、内樹皮に穿入する樹皮下キクイムシに比べれば天敵の影響を受けにくい（野淵，1980），カシナガの孔道からは、捕食者であるホソカタムシ科（Colydiidae）の甲虫やヤマトネズイ（*Rhizophagus japonicus*）などが確認されていることから（衣浦・小林，2004；小林ら，2005），これらがカシナガの繁殖に与える影響についても解明する必要がある。

5. おわりに

関係論文が100編を超えるほど研究されているカシナガであるが、在来種なのか、外来種なのかという問題には決着がつかない。在来種説では、カシナガは衰弱木や枯死直後の樹木を利用して古くから我が国に生息していたが、1960年代に始まった燃料革命によって薪炭林が放置され、大径木化したブナ科樹木を繁殖源にして個体数が増加していることが被害発生要因とされている（小林・上田，2002b；小林，2004）。一方、外来種説では、カシナガはミズナラの分布地域にはもともと生息しておらず、国外または国内の南方からの侵入種であり、地球温暖化に伴って生息域を拡大し、カシナガやナラ菌との間に共進化がなかったミズナラと出会ったために、抵抗力のないミズナラが枯死していると考えられている（Kamata *et al.*, 2002）。

本被害の拡大パターンは、飛翔可能な生物が新たな生息地に侵入して分布を拡大するときのパターンと同様に、周辺木への拡散、中距離（数百m）の移動、長距離（数km）の移動という、3つの異なるスケールが組み合わさった階層的拡散を示す（小村ら，2003）。このことが、外来種説の有力な根拠になっている（Kamata *et al.*, 2002；鎌田，2005）。実際に、数kmの範囲内では、被害が同心円状に拡大する（谷口・末吉，1990；布川，1993；小林ら，2000）。しかし、それまでの被害地

から数十km以上も離れた場所で突如として被害が発生することも多く（小林ら，2000；小林・柴田，2001；小林・上田，2001；布川，2001；井上ら，2003），2005年には，それまでの被害地から200km以上も離れた長野県南部で被害が確認されている（岡田ら，2006）。在来種説では，このような飛び火的な被害は，カシナガの個体数の増加を助長する伐採などの環境改変が起こった後に発生することが多いことから（布川，1993；小林ら，2000；小林・柴田，2001；小林・上田，2001；井上ら，2003），そこにいたカシナガの個体数が増加することで発生していると考えられている（小林・上田，2002b；小林，2004）。一方，外来種説では，このような飛び火的な被害も，カシナガの長距離飛行によって生じてることになる。福島県における2004年の被害拡大も，そこにいたカシナガの個体数が増加したのではなく，その年の6月下旬に接近した台風による強風によってカシナガが長距離に飛ばされたことが原因であると推察されている（在原ら，2006）。今回の数式モデルを用いれば，このような飛び火的な被害が，どのようにして生じたのかを検証することもできる。

福島県における2003年の枯死木の総材積は760m³と推察されていることから（斉藤正一，山形県森林研究研修センター私信），2003年の枯死木からの雄の脱出数は約1,400万頭と推定される。強風が吹いた1日に，年間の脱出数の5～10%が林内に飛翔していたと推察されていることから（在原ら，2006），全ての飛翔虫が風で飛ばされることは考えられないが，ここでは，年間の脱出数の10%に相当する140万頭が強風で飛ばされたことにする。福島県では2004年に，それまでの被害地から45km離れた場所で被害が発生している（在原ら，2006）。140万頭の雄が半径45kmの円内（約60万ha）に均等に分散した場合，ヘクタールあたりの飛来数は2頭程度にしかならず，一定方向の風に乗って，幅1km×長さ45kmの

狭い範囲内（4,500ha）に飛ばされたとしても，その数は300頭程度にすぎない。一方，被害発見時の枯死本数は10本以上のことが多く，直径も太いことから（表-4），胸高直径30cmの樹木が10本枯死していたと仮定すると，それだけの本数を枯死させるのに必要な雄の数は約3万頭と推定される。この値は，過大に見積もった雄の飛来数（300頭）に比較して桁違いに多く，最も離れた45km地点に3万頭もの雄が飛来する可能性は考えられない。やはり，もともとそこにいたカシナガ，または被害地からかなり以前に飛来した少数のカシナガが，風倒木，伐倒木，衰弱木などで繁殖し，健全木に集中攻撃（マスアタック）するだけの個体数に増加して，被害が発生したと考えるのが妥当である。石川県での最初の被害地における枯死木にも，枯死する1～2年前の年輪にカシナガの穿入孔が確認されており，同様の現象は各地で確認されている（伊藤・山田，1998）。このことも，飛び火的な被害地では，被害発生前にカシナガの個体数が徐々に増加していることを示唆している。

在来種説も外来種説も，カシナガが媒介するナラ菌によって樹木が枯れていることを前提にしており，薪炭林の放置による樹木の太径木化や地球温暖化が被害に関与していることを認めているなど，類似点が多い。しかし，カシナガが在来種であるか，外来種であるかによって，防除対策は違ってくる。カシナガが外来種であれば，4大樹病（ゴヨウマツ類の発疹さび病，ニレの立枯病，クリの胴枯病，マツ材線虫病）がそうであるように，外来種に対して抵抗力のない樹木の枯死を防ぐことは至難の業となる。中国大陸からの侵入種であるクリタマバチ（*Dryocosmus kuriphilus*）による被害は，耐虫性品種の育種で壊滅的な被害が回避され（猪崎，1978），中国大陸から天敵であるチュウゴクオナガコバチ（*Torymus sinensis*）が導入された結果，被害が激減した（村上，1997；小林，1998；白井ら，1999）。

カシナガが外来種であれば、抵抗性品種の育種や海外からの天敵導入が有効な手段になるかもしれない。一方、カシナガが在来種であれば、ヤツバキクイムシ類による被害で指摘されているように（上田，2006），個体数を増加させる伐倒木や風倒木を放置しないことが有効な手段になる。また，薪炭林の放置によって大径木化したブナ科樹木を積極的に利用することが最も根本的な被害回避策かもしれない。どちらの説が正しいのかは今のところ不明であるが，外来種説を支持する場合でも，被害地から数十km以内では，カシナガの個体数が健全木を枯死させ得るだけの数に到達しつつあると考え，その個体数を増加させるような環境改変を行わないことが重要である。

6. 引用文献

- 在原登志男・齊藤直彦・石井洋二（2006）.
福島県におけるナラ類集団枯損の急速な拡大. 第117回日本森林学会大会講演要旨集, PF18.
- Browne (1965). Types of ambrosia beetle attack on living trees in tropical forests. Proceedings of the XIIth International Congress of Entomology Section 10, 680.
- 江崎功二郎・鎌田直人・加藤賢隆・井下田寛（2002）. カシノナガキクイムシの穿入と枯損木拡大経過. 森林防疫 51, 132~135.
- Esaki, K., Kamata, N., and Kato, K. (2002). A sticky screen trap for surveying aerial populations of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Applied Entomology and Zoology 37, 27~35.
- Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2004). Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. Agricultural and Forest Entomology 6, 1~11.
- Fisher, R. A. (1930). The genetical theory of natural selection, 272pp., Clarendon Press, Oxford.
- 二井一禎・竹本周平・神崎菜摘・小林正秀・野崎 愛・山崎理正（2004）. 拮抗菌を用いた“ナラ枯れ”防除の試み. 第115回日本林学会大会講演要旨集, 60.
- Hijii, N., Kajimura, H., Urano, T., Kinura, H., and Itami, H. (1991). The mass mortality of oak trees induced by *Platypus quercivorus* (Murayama) and *Platypus calamus* Blandford (Coleoptera: Platypodidae) - The density and spatial distribution of attack by the beetles -. Journal of Japanese Forestry Society 73, 471~476.
- 井上牧雄・西垣眞太郎・西村徳義（1998）.
コナラとミズナラの生立木, 枯死木および丸太におけるカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの穿入状況と成虫脱出状況. 森林応用研究 7, 121~126.
- 井上牧雄・西垣眞太郎・西 信介（2000）.
ナラ類生立木へのカシノナガキクイムシの穿入. 森林応用研究 9(1), 127~131.
- 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. 鳥取県林業試験場研究報告 40, 1~21.
- 猪崎政敏（1978）. クリ栽培の理論と実際. 738pp, 博友社, 東京.
- 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・山田利博（1998）. ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. 日本林学会誌 80, 229~232.
- 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.
- 鎌田直人（2002）. カシノナガキクイムシの

- 生態. 森林科学 35, 26~34.
- 鎌田直人 (2005). 昆虫たちの森. 329pp, 東海大学出版会, 神奈川.
- Kamata, N., Esaki, K., Kato, K., Igeta, Y., and Wada, K. (2002). Potential impact of global warming on deciduous oak dieback caused by ambrosia fungus *Raffaelea* sp. carried by ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) in Japan. *Bulletin of Entomological Research*, 119~126.
- 加藤賢隆・江崎功二郎・井下田寛・鎌田直人 (2001). カシノナガキクイムシのブナ科樹種4種における繁殖成功度の比較(予報). *中部森林研究* 49, 81~84.
- Kirkendall, L. R. (1983). The evolution of mating systems in bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 77, 293~352.
- 衣浦晴生 (1994). ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. *林業と薬剤* 103, 11~20.
- 衣浦晴生・小林正秀 (2004). カシノナガキクイムシ穿入孔から脱出した昆虫類. *日本林学会関西支部第55回大会研究発表要旨集*, 49.
- Kinuura, H. and Kobayashi, M. (2006). Death of *Quercus crispula* by inoculation with adult *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Applied Entomology and Zoology* 41, 123~128.
- 衣浦晴生・小林正秀・野崎愛 (2006). カシノナガキクイムシの繁殖成功度—穿入生存木と穿入枯死木—. 第117回日本森林学会大会講演要旨集, B07.
- Kitajima, H. and Goto, H. (2004). Rearing technique for the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae), on soaked logs of deciduous oak tree, *Quercus serrata* Thunb. ex Murray. *Applied Entomology and Zoology* 39, 7~13.
- 小林正秀 (1998). クリ樹の枯損防止技術の確立に関する研究. 平成9年度京都府林業試験場業務年報, 50~52.
- 小林正秀 (2004). カシノナガキクイムシの穿入に伴うブナ科樹木集団枯死被害の発生機構. *京都府林業試験場研究報告* 7, 1~139.
- 小林正秀・萩田実 (2000). ナラ類集団枯損の発生経過とカシノナガキクイムシの捕獲. *森林応用研究* 9(1), 133~140.
- 小林正秀・萩田実 (2003). カシノナガキクイムシのビニールシート被覆による防除法. *森林防疫* 52, 137~147.
- 小林正秀・柴田繁 (2001). ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(I)—京都府舞鶴市における調査結果—. *森林応用研究* 10(2), 73~78.
- 小林正秀・野崎愛 (2003). ミズナラにおける地上高別のカシノナガキクイムシの穿入孔数と成虫脱出数. *森林応用研究* 12(2), 143~149.
- 小林正秀・上田明良 (2001). ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(Ⅲ)—京都府和知町と京北町における調査結果—. *森林応用研究* 10(2), 79~84.
- 小林正秀・上田明良 (2002a). 長さの異なる餌木へのカシノナガキクイムシの穿入と繁殖. *森林応用研究* 11(2), 55~58.
- 小林正秀・上田明良 (2002b). 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.
- 小林正秀・上田明良 (2003a). カシノナガキクイムシによるマスマタックの観察とその再現. *応用動物昆虫学会誌* 47, 53~60.
- 小林正秀・上田明良 (2003b). 異なる処理をした丸太におけるカシノナガキクイムシ

- の繁殖. 森林応用研究 12(2), 173~176.
- 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—. 日本林学会誌 87, 435~450.
- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田 繁 (2001). ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日本林学会誌 83, 328~333.
- 小林正秀・伊藤進一郎・野崎 愛 (2003a). カシノナガキクイムシに随伴するセンチウについて. 第114回日本林学会大会学術講演集, 330.
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2000). 倒木がナラ類集団枯損発生に与える影響. 森林応用研究 9(2), 87~92.
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2002). コナラ丸太を用いたカシノナガキクイムシの繁殖試験. 森林応用研究 11(1), 27~33.
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2003b). カシノナガキクイムシの飛来・穿入・繁殖に及ぼす餌木の含水率の影響. 日本林学会誌 85, 100~107.
- 小林正秀・野崎 愛・上田明良 (2004). 寄主の含水率がカシノナガキクイムシの穿入行動と孔道内菌類に与える影響. 応用動物昆虫学会誌 48, 141~149.
- 小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生・二井一禎 (2005). カシノナガキクイムシ穿入枯死木で捕まえた昆虫類. 第116回日本森林学会大会講演要旨集, 4B30.
- 小村良太郎・鎌田直人・村本健一郎・Liebhold, A. M.・江崎功二郎 (2003). 異なる空間スケールにおけるナラ類枯損の拡散過程の解析. 第52回日本林学会中部支部大会研究発表講演要旨集, 19.
- Kubono, T. and Ito, S. (2002). *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). Mycoscience 43, 255~260.
- 熊本営林局 (1941). カシ類のシロスジカミキリ及カシノナガキクイムシの豫防驅除試験の概要. 51pp, 熊本営林局, 熊本.
- Kuroda, K. (2001). Responses of *Quercus* sapwood to infection with the pathogenic fungus of a new wilt disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. Journal of 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, 84~88.
- 牧野俊一・岡部貴美子・佐藤重穂・真鳥克典・小泉 透 (1995). 常緑広葉樹林におけるカシノナガキクイムシの発生と被害木の分布. 平成7年度森林総合研究所九州支所年報, 14~15.
- 松本孝介 (1955). カシノナガキクイムシの発生と防除状況—兵庫県城崎郡西気村—. 森林防疫ニュース 4, 10~11.
- 森 健・曾根晃一・井手正道・馬田英隆 (1995). 高隈演習林におけるカシノナガキクイムシの生立木へのアタック. 鹿児島大学農学部演習林報告 23, 23~32.
- 村上陽三 (1997). クリタマバチの天敵—生物的防除へのアプローチ—. 308pp, 九州大学出版会, 福岡.
- 中島忠一・斎藤正一・小林正秀・衣浦晴生・所 雅彦 (2005). ナラ類集団枯死回避へのチャレンジ—カシノナガキクイムシ集合フェロモンの構造と誘引活性—. Aroma Research 6, 348~351.
- 野淵 輝 (1980). 外材のキクイムシ類 (上)—生態, 南洋材と米材のキクイムシの同定分類—. 75pp, 林業科学振興所, 東京.
- 野淵 輝 (1993). カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要(II). 森林防疫 42, 109~114.
- 野崎 愛・小林正秀・藤田博美・芦田 暢

- (2003). 丸太と立木へのシイタケ植菌によるカシノナガキクイムシ防除の予備的調査. 森林応用研究 12(2), 167~171.
- 布川耕市 (1993). 新潟県におけるカシノナガキクイムシの被害とその分布について. 森林防疫 42, 210~213.
- 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. 新潟県森林研究所研究報告 43, 33~49.
- 布川耕市・吉田成章 (1995). コナラ樹幹でのカシノナガキクイムシの寄生分布. 日本林学会関東支部論文集 46, 101~102.
- 小川 眞 (1996). ナラ類の枯死と酸性雪. 環境技術 25, 603~611.
- 岡田充弘・濱口京子・升屋勇人・加賀谷悦子 (2006). 長野県におけるカシノナガキクイムシによるナラ枯損病害. 第117回日本森林学会大会講演要旨集, A29.
- 大橋章博 (2005). 接着剤を利用したナラ類集団枯損被害の防除. 第116回日本森林学会大会講演要旨集, PB076.
- 斉藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 (1999). ナラ類集団枯損の薬剤防除法. 森林防疫 48, 84~94.
- 斉藤正一・中村人史・三浦直美 (2004). ナラ類集団枯損被害の接着剤を利用した防除方法. 第115回日本林学会大会講演要旨集, 724.
- 佐藤千恵子・荒井正美・衣浦晴生 (1993). 山形県におけるナラ類集団枯損—カシノナガキクイムシの発生活長—. 日本林学会論文集 104, 647~648.
- 佐藤嘉一 (2003). 桜島におけるカシノナガキクイムシ被害. 九州森林研究 56, 95~100.
- 塩見晋一・尾崎信也 (1997). 兵庫県におけるコナラとミズナラの集団枯損の実態. 森林応用研究 6, 197~198.
- 白井洋一・足立 礎・守屋成一 (1999). チュウゴクオナガコバチの国内における野外放飼実験・事業一覧. 果樹試験場報告 33, 163~178.
- Soné, K., Mori, T. and Ide, M. (1998a). Spatial distribution pattern of attack of the oak borer, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae), and scolytid ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) on fresh log. Journal of Forest Research 3, 225~229.
- Soné, K., Mori T. and Ide, M. (1998b). Life history of the oak borer, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Applied Entomology and Zoology 33, 67~75.
- 末吉政秋 (1990). 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第2報). 森林防疫 39, 242~245.
- 周藤成次・富川康之・扇 大輔 (2001). 島根県におけるコナラの集団枯死被害とカシノナガキクイムシの寄生・脱出. 島根県林業技術センター研究報告 52, 1~10.
- 谷口 明・末吉政秋 (1990). カシノナガキクイムシに関する研究(II)—成虫の発生活長・加害時期・加害量の推移—. 日本林学会九州支部研究論文集 43, 155~156.
- 所 雅彦・小林正秀・野崎 愛・中島忠一・衣浦晴生・斉藤正一 (2005). カシノナガキクイムシ集合フェロモンのGC-EADによる解析. 第49回応用動物昆虫学会大会講演要旨集, 184.
- 上田明良・小林正秀 (2003). 雄の穿入数が異なる丸太へのカシノナガキクイムシの飛来. 森林応用研究 12(2), 137~142.
- 上田明良 (2006). 大規模風倒後のヤツバキクイムシ類による生立木被害とその予防法—2004年18号台風とこれまでの台風の比較—. 日本森林学会北海道支部論文集 54, 155~159.
- Urano, T. (2000). Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mongolica* Turcz. var. *grosseserrata*

Rehd. et Wils and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Journal of Forest Research 5, 187~193.

山崎秀一 (1978). 新潟県朝日村に発生した

ナガキクイムシの被害. 森林防疫 27, 28~30.

吉田成章・布川耕市 (1994). 新潟県柏崎市におけるカシノナガキクイムシ成虫の寄生生態. 日本林学会論文集 105, 441~442.

(2006. 5. 9 受理)

新刊紹介

森のきのこたち

著者：柴田 尚 (山梨県森林総合研究所)

発行：2006年 (平成18年) 8月

体裁：A5版, 197ページ

発行所：八坂書房

ISBN：4-89694-875-0

定価：本体2,000円

この本は、前半部「森のきのこ図鑑」では、亜高山帯の森林に生えるきのこの種類、特徴を豊富な写真で紹介しているが、この本の特徴は、後半部の「きのこを通して森を見るー亜高山帯林のきのこの生態から見えることー」にある。著者が20年以上にわたり「観察、記録、整理してきた」富士山を中心とする亜高山帯の、樹齢、林相の変化と、きのこの種類数、多様度指数などとの関係を、豊富なデータを基にわかりやすく解説している。さらに、きのこの発生と雨量などとの関係や、地球温暖化との関係なども、長年にわたる調査結果から記されている。森林病虫害の調査は、森林の状態、健康度を把握することが不可欠であるために、これらの森林の見方は、森林病



虫害調査や生物多様性研究に携わっているものにも非常に参考になる。著者も書いているように、「きのこを通して森を見る」という表題は、菌学者今関六也氏の「菌を通して森を見る」という言葉にちなんでいる。この本は、それを実践している数少ない好著ではないかと思える。(金子 繁)

都道府県だより

鳥取県における松くい虫被害状況と対策の実施方針について

鳥取県では、森林面積の約16%にあたる約

3万5千haが松林であり、鳥取砂丘、浦富海岸、大山など、松が優れた景観を形成している景勝地が多く、また、砂丘地で栽培され

ているラッキョウや長いも等の鳥取県を代表する特産品を栽培している農地を飛砂や風の害から守るなど重要な役割を果たしている。

本県では、このような松林のうち森林施業が禁伐・択伐に制限されている保安林等を中心に約8千haを保全松林に指定し、被害対策を実施している。

1 松くい虫被害の推移

本県における松くい虫被害は、昭和48年に初めて確認され、昭和54年の約12万 m^3 をピークに減少傾向となり、近年は、ピーク時の約10～20%で推移している（平成17年度被害量：13,925 m^3 ）。

近年の県全体の被害量は減少傾向にあるが、海岸松林では被害が高水準で推移していることなどから、引き続き防除を実施していくこととしている。

2 被害対策の現状

(1) 保全松林の絞り込みと役割分担の明確化

本県では、環境に対する配慮、県と市町村の役割分担の明確化、全量駆除の継続的実施を主な見直しの視点とし、平成16年度に被害対策の見直しを行った。

その中で、県が行う特別防除を取り止め、高度公益機能森林における駆除事業を県で実施することとした。高度公益機能森林は、禁伐・択伐など施業が制限されている海岸の飛砂防備保安林などを中心に1,338haを指定し

ている。

(2) 海岸松林周辺の被害対策（地域の特徴に併せた被害対策）

被害が高水準で推移している海岸松林を有する地域では、高度公益機能森林、地区保全森林で県、市町村が行う被害対策に加え、周辺の防風垣などの松について地域住民が自ら駆除を実施する防除活動を支援するなど、県、市町村及び地域が協働で被害対策を実施している。

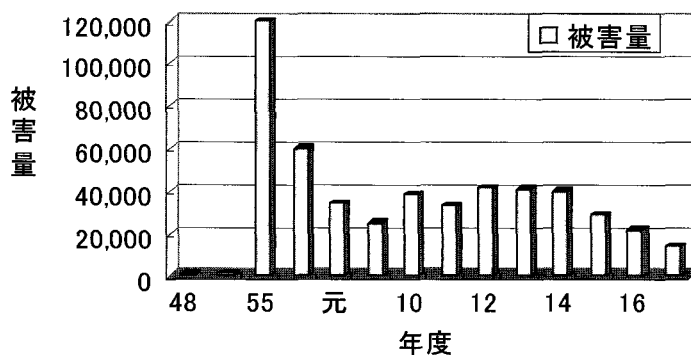
(3) とっとりパワー松の供給

保全松林の更新、周辺松林の樹種転換の推進に不可欠なマツノザイセンチュウ抵抗性マツの開発は、県内産マツからの供給を目指して平成3年度に着手し、平成16年度にアカマツ10系統が2次検定に合格したことを受け、合格木から供給される苗木を「とっとりパワー松」と命名し、採種園の造成に着手した。

平成23年度頃には少量ながら苗木供給ができる見込であり、本県のみならず日本海側各県における抵抗性アカマツ植栽の一助になれば、と考えている。

海岸部で需要の多い抵抗性クロマツについては、残念ながら太平洋側で開発された品種の移入に頼らざるを得ない状況にあり、独立行政法人林木育種センターをはじめとする関係者の努力に期待を寄せている。

（単位： m^3 ）



鳥取県における松くい虫被害量の推移

3 今後の被害対策

平成9年度の制度改正後、5年を1期として進めてきた被害対策も3期目を迎える。特別防除など薬剤散布を主要な被害対策とするのではなく、駆除の継続により松林の保全を図ることができる被害水準を目標とし、①保全

松林の更なる重点化、②徹底した駆除の実施、③保全松林周辺の感染源除去を中心とした地域の自主防除活動の促進などを核に、本県でも予防と駆除を効果的かつ効率的に組み合わせた被害対策としたいと考えている。

(鳥取県農林水産部森林保全課造林保護係)

林野庁だより

新たな森林・林業基本計画について

はじめに

去る9月8日、新しい森林・林業基本計画（以下「基本計画」とします。）が閣議決定されました。本年1月に中川農林水産大臣から林政審議会に対し策定について諮問がなされ、8回にわたる議論を経て8月28日に答申されたものです。

基本計画は、今後20年程度を見通して定める森林及び林業に関する各種施策の方向を示すもので、おおむね5年ごとに見直すこととされています。森林・林業基本法に基づき平成13年10月に最初の基本計画が策定され、これに基づく施策を計画的に推進してきましたが、今回 初めての見直しが行われました。

この新たな基本計画の概要についてご紹介します。

1 森林・林業に関する施策についての基本的な方針

森林の有する多面的機能の発揮と林業の持続的かつ健全な発展という基本理念を実現するため、森林・林業をめぐる情勢の変化を踏まえて、

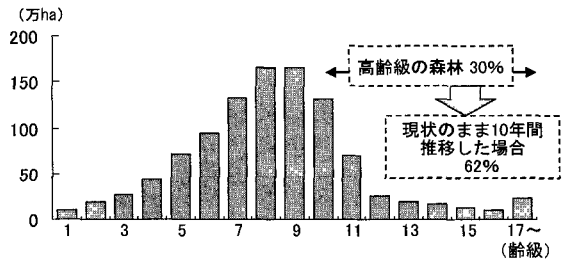
- ① 充実しつつある森林資源を活かしつつ、より長期的視点に立って緑の社会資本である森林づくりを推進するとともに、
- ② 国産材の利用拡大を軸として林業・木材産業を再生し、国産材の復活を目指すこととしています。

(1) 森林・林業をめぐる情勢の変化

前基本計画が策定された平成13年10月以降、森林及び林業を取り巻く情勢は次のように大きく変化してきました。

- ① 高齢級の人工林が急増していますが、資源として本格的に利用されるには至っておらず、また、間伐等の施業が不十分で、森林の荒廃が懸念されています。これらの森林については、資

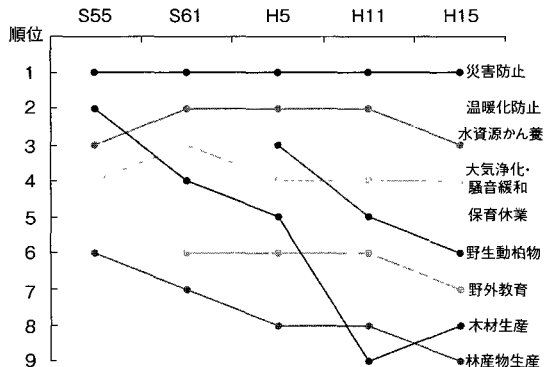
源としての利用を考慮しつつ、森林の健全性の確保を旨として、広葉樹林化 長伐期化等の多様な森林の姿へ誘導するための分岐点を迎えています。



資料 林野庁業務資料

人工林の現状 (平成17年)

- ② 森林に対する国民ニーズは、地球温暖化の防止、局地的豪雨の頻発等の状況に対応した山地災害の防止、生物多様性や景観の保全、環境教

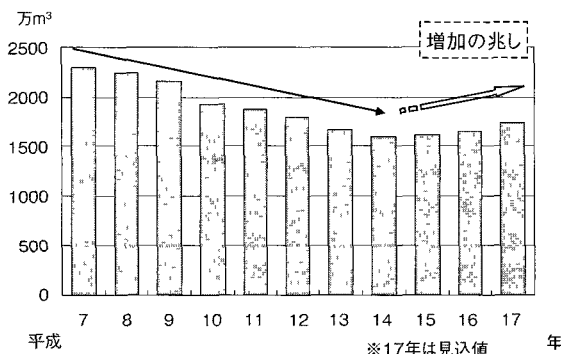


資料 内閣府「森林・林業に関する世論調査」等

国民が森林に期待する役割の変化

育や森林セラピー等による健康づくりとしての場の利用など、多様化してきており、こうしたニーズに的確に応える森林づくりが求められています。

- ③ 木材の需要構造が品質・性能の明確なものへ変化し、さらに大量かつ安定的な供給が強く求められている一方、林業・木材産業の構造改革が立ち後れており、需要者ニーズに対応しきれない状況にあります。そのような中で、加工技術の向上等によりこれまで利用が十分図られていなかった曲がり材や短尺材を中心に集成材や合板の利用が進みつつあり、国産材の利用の拡大の兆しが見られるとともに、中国への木材輸出に取り組む企業が見られる等新たな動きが活発化しています。



国産材(用材)利用量の推移

(2) 新たな基本計画策定に当たっての基本的視点

(1)で述べたような情勢の変化等を踏まえ、「国民・消費者の視点の重視」「環境保全への貢献」「新たな動きを踏まえた攻めの林政の展開」の3点を基本的視点としつつ、施策の見直しや新たな施策の構築を行うこととしました。

2 森林の有する多面的機能の発揮に関する目標並びに林産物の供給及び利用に関する目標

前基本計画においては、森林及び林業に関する施策を推進していく上で、関係者が取り組むべき課題を明らかにするとともに、その課題が解決された場合に実現可能な水準を目標として設定しました。

しかしながら、目標に対する平成17年までの達成状況は低位にとどまっており、その要因の一つとして、課題解決のための重点的に取り組むべき事項が明示されておらず、関係者の主体的かつ継続的な取

組を喚起できなかったことが考えられます。

このため、今回の基本計画の策定に当たっては、前計画の検証を行った上で、その結果を踏まえ重点的に取り組むべき事項を明示し、これに応じて関連施策の総点検を行っています。

(1) 森林の有する多面的機能の発揮に関する目標

森林の有する多面的機能の発揮に関する目標については、前基本計画と同様、重視すべき機能に応じた望ましい森林の状態を目標として明らかにしています。

望ましい森林への誘導の考え方としては、育成複層林への誘導に当たり、施業コストの低減に留意しつつ、森林の健全性を確保するため、より高齢級での抜き伐り(間伐や択伐)を指向することとし、誘導の完了の時期はおおむね100年を目安とすることとしています。

多面的機能の発揮の目標(概要)

(単位: 万ha, 百万m³)

	平成17年	目標とする森林の状態		(参考) 指向する森林の状態	
		平成27年	平成37年		
森林面積	育成単層林	1,030	1,030	1,020	660
	育成複層林	90	120	170	680
	天然生林	1,380	1,350	1,320	1,170
	合計	2,510	2,510	2,510	2,510
総蓄積	4,340	4,920	5,300	5,450	

この目標達成に向けて重点的に取り組む事項として、

- ① 国民のニーズに応えた多様で健全な森林への誘導
- ② 京都議定書の約束達成に向けた総合的取組の推進
- ③ 国民の安全・安心の確保のための治山対策の推進
- ④ 優れた自然環境を有する森林の維持・保存
- ⑤ 松くい虫等の森林病害虫と野生鳥獣による森林被害対策の推進
- ⑥ 森林を支える山村の活性化
- ⑦ 国民参加の森林づくりの推進を掲げています。

(2) 林産物の供給及び利用に関する目標

森林の多面的機能の発揮のためには、林産物の計画的な供給と利用は欠かせないものです。そこで、望ましい森林の姿に向けた整備が行われた場合の木

材の供給量や今後の需要動向を見通した上での用途別の利用量を目標として掲げることとしています。

これらの目標は、重点的に取り組むべき事項について関係者の取組が適切になされ、各般の課題が解決された場合における実現可能な供給量・利用量を示すものです。

木材の供給目標

(単位：百万㎡)

	(実績) 平成16年	(目標) 平成27年	(参考) 平成37年
木材供給量	17	23	29

用途別の利用の目標

(単位：百万㎡)

	利用量		総需要量	
	(実績) 平成16年	(目標) 平成27年	(実績) 平成16年	(見通し) 平成27年
製材用材	11	14	37	33
パルプ・チップ用材	4	5	38	41
合板用材	1	3	14	15
その他	1	1	2	2
合計	17	23	91	91

これらの目標達成に向け、重点的に取り組む事項として、

- ① 木材の安定供給体制の整備
- ② 木材産業の競争力の強化
- ③ 消費者重視の新たな市場形成と拡大

を掲げています。

3 関係者の役割

森林は水を育み国土を守る「緑の社会資本」であり、国民全体に恩恵をもたらすことから、森林の多面的機能の発揮に向け、国民全体で森林・林業を支えていくことが必要です。

このため、新たな基本計画では地方公共団体、林業・木材産業関係者、企業、NPO、国民まで幅広い関係者に期待される主体的な取組について記述しています。また、民有林と国有林を通じた川上から川下までの「流域」における様々な関係者が相互の連携を図りつつ、一体となって努力していくことの重要性を明記しています。

4 森林及び林業に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

以上を踏まえ、政府が総合的かつ計画的に講ずべ

き施策については 前基本計画と同様、

- ・森林の有する多面的機能の発揮に関する施策
- ・林業の持続的かつ健全な発展に関する施策
- ・林産物の供給及び利用の確保に関する施策
- ・国有林野の管理及び経営に関する施策
- ・団体の再編整備に関する施策

の5分野ごとに記述を行っていますが、このうち、主な施策についてご紹介します。

○100年先を見通した森林づくり

地域の特色やニーズに応じ、長期的な見通しの下に、資源を利用しながら広葉樹林化や長伐期化等の多様な森林づくりを進めていくため、森林所有者等の選択の目安となる施業方法の提示、帯状・群状の伐採等の効率的な施業の推進、造林・保育の効率化のための技術の普及・定着を推進します。その際、路網と高性能林業機械の一体的な組合せによる作業システムの整備・普及等により低コスト化を進めます。

○流域の保全と災害による被害の軽減

流域全体の保全のため国有林と民有林を通じた計画的な事業の実施を図るとともに、災害を防ぐことはもちろんのこと、被害の軽減（減災）に向けて、地域の避難体制づくりと連携した事業の実施を進める等、治山対策を効果的に推進します。

○様々なニーズに応えた森林づくりと利用

花粉の発生量を抑制するため、花粉の発生源の調査、無花粉スギや花粉の少ないスギ苗木の供給を促進します。また、森林や木材利用に対する理解と関心を深めるため、森林環境教育、木材利用に関する教育活動（「木育」）を推進し、さらに、企業やNPOによる森林づくり活動を促進します。

○国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生

川上と川下が連携し、大規模需要者のニーズに対応し得る国産材の安定供給を推進するため、意欲ある事業者への施業の集約化、製材・加工の大規模化、消費者ニーズに対応した製品開発、企業、消費者等への集中的な木材利用のPR、木材輸出の拡大等に取り組みます。

また、若年層を中心とした林業就業者の確保・育成を図ります。

○国有林と民有林の連携の強化

国有林野の特性を活かし、民有林関係者との一層

の連携を図ることとし、流域の保全、木材の安定供給、国有林を活用した技術研修や森林環境教育への支援を推進します。また、優れた自然環境を有する天然生林の保全管理を推進します。

5 施策の工程管理等

この計画に基づく施策の計画的な推進を図るため、施策の推進に関する手順、実施の時期と手法等を示した工程表を作成し、それを的確に管理することとしています。

また、的確な情報提供を通じた透明性の確保と、総合的な広報活動の充実を図ることとしています。

おわりに

以上、基本計画の概要をご紹介してきましたが、基本計画本体や工程表、林政審議会での議論の経緯、基本計画の策定に当たって行ったパブリックコメントの結果等については、林野庁のホームページ (<http://www.rinya.maff.go.jp>) で見ることができます。

今後は、新たな基本計画に基づく具体的な施策の展開とその成果が求められることとなります。そのためには、地域の実情に応じた取組が不可欠であり、幅広い皆様の御理解と御協力をお願いする次第です。

森林病虫獣害発生情報：平成18年9月受理分

病害

○皮目枝枯病

奈良県 奈良市、壮齡クロマツ庭木、2006年7月22日発見、被害本数1本（奈良県森林技術センター・天野孝之）

○マツ材線虫病

福島県 会津若松市、58～103年生アカマツ天然林、2006年8月22日～9月13日発見、被害本数287本、被害面積1.36ha（会津森林管

理署業務第二課・須藤秋夫）

虫害

○カシノナガキクイムシ

福島県 耶麻郡、14～80年生ミズナラ天然林、2006年8月7日、被害本数18本、被害面積0.18ha（会津森林管理署業務第二課・須藤秋夫）

（森林総合研究所 阿部恭久／牧野俊一／川路則友）

お詫びと訂正

本誌55巻10号の表紙写真と記録（木曾ヒノキ壮齡木の腐朽部に認められたチズガタサルノコシカケ）(p.207～210)のなかで、チズガタサルノコシカケの学名を、*Veluticeps angularis* (Lloyd) Aoshima et Furukawaと記しましたが、森林総合研究所阿部恭久博士のご指摘により、この学名は正式に公表された学名ではないため、学名を*Veluticeps berkeleyi* (Cooke) Pat.と訂正します。ご指摘いただいた阿部博士に感謝いたします（浜 武人）。

森林防疫 第55巻第11号（通巻第656号）

平成18年11月25日 発行（毎月1回25日発行）

編集・発行人 國井常夫

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 651円（送料共）

年間購読料 6,510円（送料共）

発行所

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12(コープビル)
全国森林病虫獣害防除協会

National Federation of Forest Pests Management Association, Japan

電話 03-3294-9719, FAX 03-3293-4726

振替 00180-9-89156

E-mail shinrinboeki@zenmori.org