# ナラ類集団枯損被害の単木予防技術の効果と問題点

誌名	新潟県森林研究所研究報告 = Bulletin of Niigata Prefectural Forest Research Institute
ISSN	13438999
著者名	布川,耕市
発行元	新潟県森林研究所
巻/号	51号
掲載ページ	p. 9-15
発行年月	2010年3月

農林水産省農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat



## ナラ類集団枯損被害の単木予防技術の効果と問題点

## 布川耕市

要旨:新潟県内においても、ナラ類集団枯損被害の単木的予防処理が実施されている。こうした中、森林 公園で実施した一部で枯損木が発生したため、その実態および原因調査を行った。公園利用等で立地環境 が悪化したことによる衰弱が主原因と判断されたが、部分腐朽等による予防薬剤の注入不足や、カシノナガキクイムシの穿孔被害による衰弱の助長もあったと考えられた。

## Iはじめに

カシノナガキクイムシ (Platypus quercivorus (MURAYAMA)、以下:カシナガ)がナラ菌 (Raffaelea quercivora)を媒介して起こるナラ類集団枯損 (ブナ科樹木萎凋病)被害が、新潟県内をはじめ、全国各地で発生し、拡大している (伊藤・山田, 1998; 布川, 2007)。

このため、単木的な予防技術として、ビニールシート被覆(小林ら,2001)、防カビ剤樹幹注入(齊藤ら,2006)、粘着剤塗布(増田,2006;大橋2007)、殺菌剤樹幹注入(野崎ら,2008;岡田ら,2008)などが考案され、実用化されてきた。

新潟県内においても、2006 年から、各地において各種の予防が実施されている。こうした中、森林公園で実施した一部から、予防したにも関わらず 50 %を越える枯損木が発生したとの情報が寄せられた。

そこで、これら予防失敗事例等について調査を行った。 その結果と推定される原因について報告する。

なお本調査は、平成 19 ~ 21 年度林業普及情報活動システム化(林業試験研究情報調査)の一環として行った。

## Ⅱ調査方法

## 1 ビニールシート被覆

2007 年 6 月にビニールシート被覆処理を行い、その 後枯損木が発生した十日町市の林分で、同年 8 月 26 日 に枯損状況・穿孔状況等を調査した。

## 2 防カビ剤樹幹注入

2006 年 6 月に、防カビ剤 (商品名=ナラ用活性剤

MSY-104) を樹幹注入(以下:防カビ剤) した南魚沼市の林分(南魚沼市1)で、2008年10月9日と2009年11月19日に調査を行った。毎木について、樹種・胸高直径・枯損状況・穿孔状況を調査し、結果は樹種別にとりまとめた。調査木数は、コナラ70本、ミズナラ19本、クリ2本である。

カシナガの穿孔木率は、太い木ほど高く(布川,1993) また、大径木が、カシナガにとって好適な寄主であること(小林・上田,2002)から、枯損木と健全木とで大きさに違いがあるか、それぞれの平均胸高直径により比較した。

枯損状況は、全枯れの他、20 %以上までの枯れを枯損とし、20 %未満の枯れは健全とした。

穿孔状況は、単に穿孔密度ではなく、繁殖成功率が枯死と関連していると考えられる(小林・上田,2005)ことから、繁殖成功の目安となるフラスが排出されている排出数により分類し、排出状況とした。地上高約2mまでの範囲で、フラスを排出している排出数が10以下を「排出少」、これより多いものを「排出多」、フラス排出を確認できなかったものを「排出不明」とした。

なお 2008 年と 2009 年の調査において、排出状況が異なった場合には、「排出多」>「排出少」>「排出不明」の順で、大きい順位のものを用いた。

#### 3 粘着剤塗布

2007年6月13および21日、2008年7月18日に、粘 着剤(主剤=アクリル重合体、商品名=カシナガブロッ ク)を散布塗布(以下:粘着剤)した糸魚川市の林分(糸 魚川市1) で、2009年11月11日に調査を行った。

調査内容は、上記 2 と同様とした。調査木数は、コナラ 25 本である。うち 15 本が 2007 年の処理、10 本が 2008 年の処理である。

#### 4 殺菌剤樹幹注入

殺菌剤(ベノミル水和剤、商品名=ケルスケット)を 樹幹注入(以下:殺菌剤)した林分で、調査を行った。 調査地は糸魚川市(糸魚川市 2, 3)、阿賀町、南魚沼市 (南魚沼市 2)で、処理年月日・調査日等は表1のとお りである。調査内容は、上記2と同様とした。

表 1 殺菌剤注入調査地

調査林分番号	処理日	調査日
糸魚川市2	2008年7月22日、10月3日	2009年11月11日
糸魚川市3	2009年6月29日	2009年11月11日
阿賀町	2009年6月12日	2009年6月3日、9月8日
南魚沼市2	2008年7月3日	2008年10月9日、2009年11月19日

#### (1) 糸魚川市 2 および 3

調査木数は、コナラ 28 本である。うち 12 本 (糸魚川市 2) が 2008 年の、16 本 (糸魚川市 3) が 2009 年の処理である。

#### (2)阿賀町

調査木数は、ミズナラ1本、コナラ53本である。

本林分の注入処理前の 2009 年 6 月 3 日調査では、木屑の排出状況の確認が困難であったため、フラスが排出されている排出状況ではなく、穿孔数そのもので分類した穿孔状況とした。

## (3) 南魚沼市 2

処理木数は、コナラ 120 本、ミズナラ 16 本、クリ 4 本である。

上記2の防カビ剤の林分と同様に、2008 年と 2009 年 に調査を行い、排出状況も同様に記録した。なお本林分 では、注入処理時点で、10 本ほどに枯損が認められて いたが、どの木であったかの情報は残されていなかった。

#### 5 枯損原因の推定と予防効果の評価

本被害は、カシナガが穿孔し、繁殖に成功して、大量のフラスが排出されるのが特徴であり、被害木の地際には積もったフラスが見られる。一方、本調査地の枯損木の多くには、フラス排出が見られなかったことから、これら枯損木がカシナガの穿孔に起因するのかどうかを中心に、樹液流出状況・枯損状況・立地環境について検討し、これらから枯損原因を推定し、予防処理の総合的な評価を行った。

#### (1)樹液流出状況

本被害において、樹液が繁殖阻害要因と考えられてい

る (Urano, 2000) ことから、健全木と枯損木別に、樹 液流出状況等を調査した。

## (2)枯損状況

全枯れと部分枯れ別に、排出状況を比較した。一旦全枯れ状態になった後に幹萌芽している木については、部分枯れに含めた。

なお、南魚沼市林分は枯損後、すぐに伐倒されたものが多く、萌芽状況がわからないため、除外した。また阿賀町林分には、枯損木がなかったため、糸魚川市林分だけで検討を行った。

## (3) 立地環境(糸魚川市)

糸魚川市1~3は、公園整備が進んでおり、道路開設等に伴う根際付近の掘り下げ、遊具等の設置と利用者による土壌表面の踏み固め(写真1)など、ナラ類の成育に大きなストレス(特に水ストレス)を与えている。

そこで、便宜的に、環境条件の悪化度合いが大きいと 考えられる道路より上部分を「環境不良」、小さいと考 えられる道路下部分を「環境 良」として、検討を行っ た。なお遊具等は、道路上部分に設置されている。



写真1 土壌表面の踏み固め

## (4)立地環境 (阿賀町)

本調査地では、2008 年に 10 本程度の枯損木が発生した。これら枯損木は伐倒処理されており、注入処理の有無等が確認できなかったため、毎木調査は調査していないが、これら枯損木の立地環境と 2009 年の殺菌剤処理木の立地環境の比較を行った。

## (5) 立地環境(南魚沼市)

本調査林分は、キャンプ場としての利用が主体であり、 土壌表面の踏み固め等が強く、また土盛りや掘削等の土 壌表面の改変が行われており、防カビ剤の林分1から、 殺菌剤の林分 2 に向かって緩やかに下降し、林分 1、林分 2 上半分、林分 2 下半分で、段になっている。そこで、それぞれの立地環境を調査するとともに、被害状況を比較した。

## Ⅲ 結果と考察

## 1 ビニールシート被覆

枯損木には、被覆が最も重要な地際部分が被覆されていない(写真 2)、あるいは被覆下部で樹幹との間に大きな隙間があるなど、基本的な施工ミスがあった。未被覆部分および隙間から侵入可能な被覆部分に、大量穿孔とフラスの排出が見られ、被覆効果が出なかったことが確認された。



写真 2 地際の未被覆部分への大量穿孔状況

#### 2 防カビ剤樹幹注入

2008 年と 2009 年のコナラ・ミズナラの枯損・排出状況を図 1 に示す。

コナラの 2008 年枯損木率は 10.0 %で、このうち「排出多」は 4.3 %であった。2009 年の枯損木率は 17.1 % に増加した。これは前年に健全だった「排出多」1 本の他、「排出不明」4 本が枯損となったためであった。なお、後者の 4 本には 2008 年に穿孔が少数確認されていた。

ミズナラの 2008 年枯損木率は 73.8 %で、2009 年には 100 %が枯損となった。この増加分は、2008 年健全だった「排出多」2 本と「排出不明」3 本の計 5 本が枯損したことによる。なお後者の「排出不明」3 本は、2009 年に「排出多」となった。

コナラの胸高直径は、枯損木 20.4 ~ 39.6cm 平均

29.9 cm、健全木  $17.6 \sim 51.7$  cm 平均 31.7 cm で、等分散を仮定した t-検定では平均値に有意差がなかった。ミズナラは、 $14.1 \sim 36.8$  cm 平均 24.0 cm だった。

クリは、2 本とも健全で、また穿孔も確認されなかった、胸高直径は18.8cmと25.2cmだった。

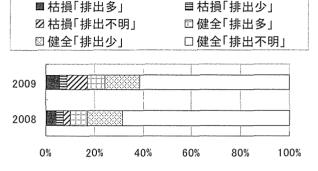


図 1.1 防力ビ剤注入処理木(コナラ)の 枯損・排出状況

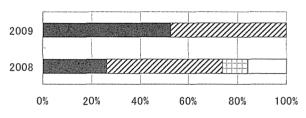


図 1.2 防カビ剤注入処理木(ミズナラ)の 枯損・排出状況

これらの枯損木率は、県内の防除を行っていない林分での平均枯損率(以下:県平均枯損率)、コナラ 22 %、ミズナラ 67 % (新潟県治山課,2010)に比べると、コナラは若干低かったが、ミズナラは大幅に上回った。齊藤ら (2006)によれば、防カビ剤による予防効果は、注入後 2~3年は健全性を維持できるとされている。本調査林分では、注入後 2年目の2008年から3年目の2009年に「排出多」枯損木が増加したことから、注入後3年目で効果がなくなったと考えられる。

## 3 粘着剤塗布

塗布処理年別に枯損・排出状況を図2に示す。

2007 年処理の枯損木率は 40.0 %、2008 年処理は 20.0 %で、コナラの県平均枯損率 22 % (新潟県治山課, 2010) と同等かやや高かった。枯損木は、いずれも「排出多」ではなかった。

処理両年をあわせた胸高直径は、枯損木 30 ~ 56cm 平均 47.1cm、健全木 18 ~ 87cm 平均 45.2cm で、等分散を

仮定した t-検定では平均値に有意差がなかった。

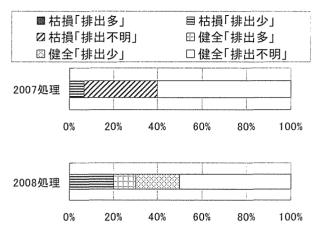


図 2 粘着剤塗布処理木の枯損・排出状況

#### 4 殺菌剤樹幹注入

#### (1) 糸魚川市 2 および 3

処理年別に枯損・排出状況を図3に示す。

2008 年処理の枯損木率は 41.7 %、2009 年処理は 18.8 %で、コナラの県平均枯損率 22 % (新潟県治山課, 2010) と同等かやや高かった。「排出多」の枯損木は 3 本で、残り 5 本の枯損木は「排出不明」であった。処理両年をあわせた胸高直径は、枯損木 18 ~ 50cm 平均 34.5cm、健全木 16 ~ 56cm 平均 30.4cm で、等分散を仮定した t-検定では平均値に有意差がなかった。

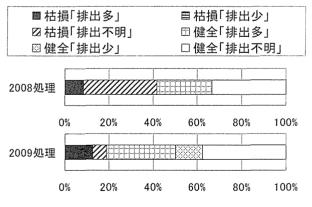


図 3 殺菌剤注入の枯損・排出状況 (糸魚川市 2、3)

## (2)阿賀町

ミズナラは、処理前後とも健全で、処理前にわずかな 穿孔あとが認められただけだった。なお胸高直径は、24cm であった。

コナラも、枯損木の発生はなかった。注入処理前と後

の排出・穿孔状況を、図4に示す。

新たな穿孔に伴うフラスの排出が 7 本 (13.2 %) で 認められた。胸高直径は、 $20 \sim 40 \text{cm}$  平均 28.4 cm だった。

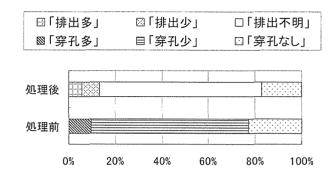


図4 殺菌剤注入の排出・穿孔状況 (阿賀町)

#### (3) 南魚沼市 2

2008 年と 2009 年のコナラ・ミズナラの枯損・排出状況を図5に示す。

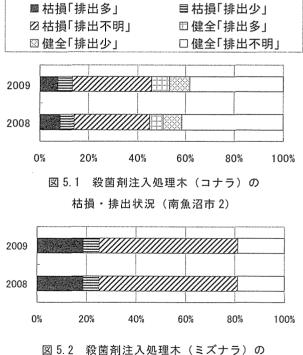


図 5.2 殺菌剤注入処理木 (ミズナラ) の 枯損・排出状況 (南魚沼市 2)

コナラの 2008 年枯損木率は 45.0 %で、2009 年には、 枯損木に「排出不明」2 本が加わったが、2008 年に「排 出多」であった1本が回復し、健全木となったことから、 差し引き1 本の増加となり、枯損木率は 45.8 %とわず かな上昇にとどまった。 ミズナラは、2008 年枯損木率が 81.2 %で、2009 年もこれと同じで変化がなかった。なお健全木は3本で、2008年に少数の穿孔が認められたが、フラスの排出はなかった。

コナラの胸高直径は、枯損木 19.9 ~ 57.0cm 平均 31.9cm、健全木 17.2 ~ 59.0cm 平均 33.0cm で、等分散を仮定した t-検定では平均値に有意差がなかった。ミズナラは、枯損木 22.7 ~ 49.4cm 平均 34.1cm、健全木 26.3 ~ 29.8cm 平均 28.3cm で、等分散を仮定した t-検定では平均値に有意差がなかった。

クリは、3本が健全で、その胸高直径は  $20.2 \sim 25.4$ cm、1本 (胸高直径 26.7cm) が 2008年に衰弱しており、2009年に全枯れとなった。なお、どちらも、穿孔は確認されなかった。

## 5 枯損原因の推定と予防効果の評価

#### (1) 樹液流出状況

コナラ健全木では、穿孔からの樹液流出跡が半数近くの木に認められたが、枯損木にはほとんど認められなかった (表2)。またフラスの「排出多」を除く枯損木には、穿孔自体が少なく、地際などに積もったフラスも認められなかった。「排出少」「排出不明」の枯損木は、一般的なカシナガの大量穿孔による被害とは、その様相が大きく異なっていた。すなわち、①少数のカシナガの穿孔により枯損した、あるいは②カシナガの穿孔とは無関係に枯損した、と考えられる。

表 2 樹液流出木(コナラ)

健全木	本数	樹液流出 あり
防カビ剤	58	28本(48%)
粘着剤	17	8本(47%)
殺菌剤	129	49本(38%)

枯損木	本数	樹液流出 あり	
防カビ剤	12	0本	
粘着剤	8	1本(13%)	
殺菌剤	63	3本(5%)	

## (2) 枯損状況

枯損木について、フラスの排出状況別に、枯損程度を 全枯れと部分枯れに分けたものを、表3に示す。

一般的な本被害に比べて、進行中のものを含め部分枯れがきわめて多かった。

表 3 枯損程度

糸魚川市林分(粘着剤+殺菌剤)

枯損程度	<u>「排出多」</u>	「排出少」	「排出不明」
全枯れ	0本	0本	3本
部分枯れ	3本	3本	6本

#### (3) 立地環境(糸魚川市)

林分1の粘着剤(2007年処理と2008年処理を合算)処理木の枯損木率は、「環境 良」では16.7%なのに対し、「環境不良」では36.8%だった。林分2および3の殺菌剤(2008年処理と2009年処理を合算)処理木の枯損木率も、「環境 良」で16.7%、「環境不良」で37.5%で、粘着剤と同じ傾向を示した(図6)。

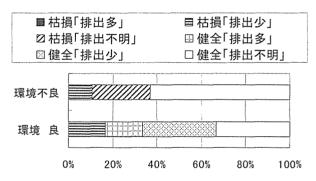


図 6.1 立地環境別の被害状況 (糸魚川市 1)

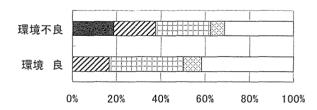


図 6.2 立地環境別の枯損・排出状況(糸魚川市 2、3)

#### (4) 立地環境 (阿賀町)

本調査林分は、キャンプ場としての利用が主体の森林 公園内であるが、バンガロー利用部分が主であり、土壌 の踏み固め等は比較的軽微である。このため、糸魚川市、 南魚沼市の調査林分と違い、立地環境は比較的良好であった。

2009 年の処理木が比較的良好な立地環境にあったのに対し、2008 年の枯損木は、テントサイト近くの炊事場付近にあり、土壌表面の踏み固め等立地環境が不良な部分に集中していた。

## (5) 立地環境 (南魚沼市)

林分1と林分2の上半分はテントサイトであり、林分2の下半分は炊事場などの施設が主体である。林分1は、

林分 2 に比べて、利用頻度がやや低く、土壌表面の踏み 固め等の環境悪化の度合いが少ない。

コナラの枯損木率 (図 1.1 および 5.1) は、林分 2 が 林分 1 より多いが、枯損木の「排出多」は、林分 2 が 7.5 %、林分 1 が 5.7 %で、あまり差がない。一方、「排出 少」と「排出不明」の枯損木が、林分 2 が 38.3 %、林 分 1 が 11.4 %と大きく異なっていた。

ミズナラの枯損木率(図 1.2 および 5.2)は、林分 1 で 2009 年に防カビ剤の効果切れによると思われる新たな枯損木が発生したことから、2008 年の数値で比較した。林分 1、2 とも枯損木率は、8 割程度で、「排出多」の枯損木も2割程度で差がない。しかし、林分 2 の健全木 3 本は、急斜面への変曲点に生立しており、立地環境悪化の影響が少ないと思われた。この 3 本が他と同様に立地環境が悪い場所に生立していれば、枯損していたことも想定される。

#### (6)推定原因その1:注入失敗

齊藤ら(2006)は、防カビ剤によるミズナラ予防方法の開発試験において、「完全注入できた 20 本では 19 本が生存であったのに対し、完全注入に失敗した 6 本では 3 本生存であった。」と報告しており、完全注入のためには「すでにカシナガの穿入を受けている立木は避け、また注入箇所については、鉈などの打音による観察で腐朽部位を除外する必要がある。」と述べている。

糸魚川市・南魚沼市の調査林分は、(3)(5)で述べたように、立地環境が不良な部分が多かった。そこに生立している木には、根の枯損等による腐朽部分が見られたことから、注入失敗が少なからずあったと思われる。また処理時期の遅れにより、すでにカシナが穿孔した木もあり、「排出多」の枯損木は、注入失敗により予防効果が十分に発揮されず、大量穿孔と繁殖成功を受けて、ナラ菌が材内に蔓延して、枯損したと考えられる。

一方、(3)で述べたように、糸魚川市の林分では粘着 剤処理木と殺菌剤処理木の枯損木率に差がなかった。よって、枯損原因が殺菌剤の注入失敗だけとは考えにくい。 ただ、「排出多」の枯損木が、殺菌剤の「環境不良」だけに見られることから、この枯損木については注入失敗 の可能性が高い。

## (7)推定原因その2:カシナガ穿孔とは無関係な要因

土壌表面の踏み固めや、土壌の掘削除去あるいは盛土 により立地環境が悪化して、樹木が衰弱することは、経 験的によく見られる現象である。

立地環境が悪化した糸魚川市および南魚沼市の林分で

枯損が多く発生し、立地環境が比較的良好な阿賀町の林 分では枯損木が出なかったこと、枯損木の多くが部分枯 れであり、また枯損が進行中であることも、これと符合 している。

マツ材線虫病の予防薬剤注入では、薬害による枯損が 発生することがある(中川,2001)。しかし、ナラ枯れ 予防薬剤の注入処理では、注入孔まわりのごく狭い範囲 に、ドリル穿孔作業に伴う物理的な刺激による傷害が出 るだけで、実質的な影響はない(私信,齋藤・岡田)こと から、薬害の可能性はないと考えられる。

#### (8)総合的な評価

以上のことを総合して考えると、「排出少」および「排出不明」の枯損木は、立地環境の悪化がその主原因だったと判断される。

ただ、公園等で、下木等が刈り払われた環境下にある ナラ類は、カシナガが集まりやすく、また水分環境が悪 化しているため被害を受けやすい。今回の枯損率は立地 環境の悪化だけによる衰弱とするには、やや高目でかつ 急速に推移していることから、本被害が衰弱を助長した 可能性も否定できない。

「排出多」の枯損木は、カシナガの穿孔によるものと 判断されるが、いずれの林分も、またコナラ・ミズナラ ともに、県平均枯損率 (新潟県治山課, 2010)を大きく 下回っている。よって、予防効果は発揮されたものと判 断されるが、枯損木率 0 %にならなかったのは、上記と 同様の原因の他、注入失敗によるものと思われる。

## № おわりに

防カビ剤および殺菌剤の注入は、齋藤ら(2006)が述べているように、すでにカシナガが穿孔した木は避けるべきである。効果的な予防のためには、被害の地域的な発生状況を把握し、被害侵入時期を予測することが不可欠である。また日頃から、衰弱木の発生に留意し、健全性を高めておくことも必要である。

糸魚川市において、カシナガによるクヌギ被害木が認められた。また、被害地周辺にはウラジロガシが植栽されており、木が小さいために穿孔はなかったものの、将来的には被害発生も懸念される。そのため、今後はコナラ・ミズナラ以外の樹種についても、対策を検討していく必要がある。

## 引用文献

- 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布 と拡大. 日林誌 80:229-232.
- 小林正秀・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. 日林誌 83:328-333.
- 小林正秀・上田明良 (2002) 京都府内におけるナラ類集団 枯損の発生要因解析. 森林防疫 51:62-71.
- 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. 日林誌 87: 435-450.
- 増田信之 (2006) 液体粘着剤を用いたカシノナガキクイム シの防除. 公立林業試験研究機関成果選集 3:19-20.
- 中川茂子 (2001) マツ枯れ防止樹幹注入剤施用により発生する異常. 樹木医学研究 5:13-20.
- 新潟県治山課 (2010) 山のナラ枯れ「Q & A」. 4pp.
- 野崎 愛・小林正秀・齊藤正一・岡田充弘 (2008) 殺菌 剤を用いたナラ枯れ被害の防除. 119 回日林講: CD-ROM

- 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 (2005) 新潟県でのカシ類のカシノナガキクイムシ被害. 56回日林関東支論: 275-276.
- 布川耕市 (2007) 新潟県におけるナラ類集団枯損被害の地域分布と拡大経過. 新潟森林研報 48:21-32.
- 大橋章博 (2007) 粘着剤散布によるナラ枯れの予防効果. 118 回日林講: CD-ROM
- 岡田充弘・近藤道治・小山泰弘・山内仁人・尾崎伸行・芳 沢雅行・松尾一穂・河野恵里・武田芳夫(2008)カシ ノナガキクイムシによるナラ枯れ被害予防方法の検討. 中森研 56:63-64.
- 齊藤正一・中村人史・中江純一郎・山本克哉 (2006) 防 カビ剤の樹幹注入によるミズナラの枯損防止. 東北 森林学会誌 11(1): 92-96.
- Urano, T (2000) Relationships between mortality of two oak species and infestation by and reproduction of *Platypus quercivorus*. J. For. Res. 5: 187-193.