

## コナラ・アベマキ二次林におけるカシノナガキクイムシの初期加害状況

赤石大輔<sup>\*1</sup>・鎌田直人<sup>1,2</sup>・中村浩二<sup>1,3</sup>

赤石大輔・鎌田直人・中村浩二：コナラ・アベマキ二次林におけるカシノナガキクイムシの初期加害状況 日林誌 88：274~278, 2006 中部日本のコナラ・アベマキ二次林でのカシノナガキクイムシの初期加害状況を調査した。調査ルート内のコナラとアベマキの総本数は646本と645本で、穿入を受けたコナラとアベマキは43本と49本であった。穿入木の分布は斜面よりも尾根により集中していた。両樹種とも胸高直径15cm以下のものには穿入孔はみられず、ロジスティック回帰の結果、胸高直径が大きくなるほど、穿入木の割合が高くなる傾向が認められ、また、コナラがより多く穿入される傾向が認められた。両樹種とも穿入木の樹液の滲出率が非穿入木よりも有意に高かった。本調査地のようにコナラ・アベマキが優占する場合には、枯死する樹木は少ない。その原因の一つとして、寄生を受けた多くの樹木が樹液を滲出させることが関係しているものと考えられた。枯死率は低い、高地ミズナラ林からのカシナガの避難場所となる可能性が示唆された。キーワード：アベマキ、カシノナガキクイムシ、胸高直径、コナラ、里山

Akaishi, D., Kamata, N., and Nakamura, K.: Initial Stage of an Infestation of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) in a Secondary Forest Dominated by *Quercus serrata* and *Quercus variabilis*. J. Jpn. For. Soc. 88: 274~278, 2006 We surveyed the initial stage of a *Platypus quercivorus* infestation in a secondary forest dominated by *Quercus serrata* and *Q. variabilis*. Forty-three of 646 *Q. serrata* and 49 of 645 *Q. variabilis* trees were infested. The trees of both species were more severely infested at the ridge than on the slope. There was no entry hole found on trees smaller than 15 cm in diameter at breast height (DBH). Logistic regression showed that the percentage of infested trees increased with DBH, and also showed that *Q. serrata* was more infested than *Q. variabilis*. For both *Q. serrata* and *Q. variabilis*, the percentage of trees that exuded sap from their trunks was significantly greater in infested trees than in non-infested trees. In this study site, the mortality of infested trees might be lowered by discharge of sap. Forests with mature *Q. serrata* and *Q. variabilis* in the lowlands may play a role as refuge for *P. quercivorus* populations migrating from highland *Q. crispula* forests.

**Key words:** diameter at breast height, *Platypus quercivorus*, *Quercus serrata*, *Quercus variabilis*, Satoyama

### I. はじめに

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Murayama) (以下、カシナガ) は、甲虫目ゾウムシ上科ナガキクイムシ科に属する養菌性クイムシ (ambrosia beetle) の1種で (野淵, 1993), ナラ類の集団枯損を引き起こす病原菌 (*Raffaelea quercivora*) の媒介者である (伊藤ら, 1998; Kubono and Ito, 2002)。1980年代後半以降、日本海側を中心にカシナガによるナラ類の集団枯損が急激に広がっている。石川県では、1997年に福井県境の加賀市刈安山のミズナラで被害がはじめて確認された (伊藤・山田, 1998; 江崎ら, 2002)。その後白山麓へ被害が拡大し、2002年には富山県福光町でも被害が確認され、現在も被害が拡大中である。

これまでに、カシナガの穿入は17科27属45種の樹木

種で記録されている (伊藤, 2000)。しかし、ブナ科以外の植物ではカシナガの穿入密度は低く、穿入しても繁殖が確認されていないため、基本的な寄主植物はブナ科であると考えられている (曾根ら, 1995; 伊藤, 2000)。金沢大学の研究林である角間キャンパス内にある里山ゾーンでは、2003年7月にはじめてコナラとアベマキにカシナガの穿入が確認された。したがって、本調査地のカシナガ被害は発生初期の段階であるといえる。これまでに、ミズナラやコナラ、シイ、カシ類についてはカシナガの穿入とナラ枯れに関する多数の報告があるが、アベマキに関する報告は少なく (西垣ら, 1998; 伊藤, 2000)、枯死の報告はない。また、カシナガが林分に侵入した初期の様相に関する詳しい報告例は比較的少ない (小林・柴田, 2001; 小林・上田, 2001; Kamata *et al.*, 2002; Esaki *et al.*, 2004)。本研究では、コナラ・アベマキを主とする二次林

\* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: daicha5@hotmail.com)

<sup>1</sup> 金沢大学大学院自然科学研究科 (920-1192 金沢市角間町)

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa 920-1192, Japan.

<sup>2</sup> 現勤務先: 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林研究部 (113-8657 東京都文京区弥生1-1-1)

Present address: Research Division of University Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan.

<sup>3</sup> 金沢大学自然計測応用研究センター (920-1192 金沢市角間町)

Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University and Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa 920-1192, Japan.

(2005年5月13日受付; 2006年2月20日受理)

において、カシナガ侵入初期における穿入木の分布、枯死状況、樹種、DBHに対する選好性、および樹液が浸出した穿入木の割合について調査し、低地二次林でのカシナガの初期被害の特徴と、近年の里山の放棄による荒廃とカシナガの分布拡大の関係について考察を行った。

## II. 材料と方法

### 1. 調査地

調査は、石川県金沢市角間町にある金沢大学角間キャンパス内の里山ゾーンで行った(図-1)。調査地の標高は50~160 mであり、面積は約75 haである。斜面と尾根には、コナラとアベマキの二次林と、スギ人工林、モウソウチク林がある。二次林内は、下草刈りなどの管理が放棄されたため、林床にはチマキザサやクマザサが繁茂し、広く林床を覆っている。谷筋はかつて水田であったが、約25年前から放置され、現在ではミゾソバやヨシが生い茂り、ハンノキや灌木類が侵入している。調査地内の斜面や尾根沿いに設置した幅約2 mの歩道2,020 mを調査ルートとし、ルートの左右約7.5 mずつ、すなわち幅約15 mにおいてDBHが5 cm以上のコナラとアベマキについて調査した(図-1)。調査ルートは、50 mごとに41区画に区分した(注:1区画のみ20 m)。

### 2. 調査方法

2003年10月24日に、調査地内の穿入木の分布を調査した。カシナガが穿入した樹木の樹皮には小さな穿入孔があいており、穿入孔が多数になると、そこから排出されるフラス(木くずと糞の混合物)が地際に堆積する。調査ルート沿いにみられたコナラとアベマキのうち、地際から1 mの間にカシナガの穿入孔があり、かつ地際にフラスがみられた場合を、「穿入木」と判断した。なお、「穿入木」としたコナラ1本から得た丸太でカシナガの羽化を確認している。

被害と樹液の関係やカシナガの選好性を調べるため、穿

入木が集注した場所にプロット1と2を設定した(図-1)。樹液の滲出と樹木の枯死の関係が指摘されていることから(森ら, 1995; 小林・上田, 2003; 小林ら, 2004), 2003年11月28日に、樹液滲出の確認をプロット1と2にて行った。すなわち、樹皮に黒く樹液が染み出ているものを樹液の滲出している樹木と判断し、その本数をカウントした。また、プロット1と2では2004年4月13日に、樹木サイズに対するカシナガの選好性を調べるため、コナラとアベマキの胸高直径(DBH)を測定した。

### 3. 統計解析

地形による違いをみるため、調査地を斜面と尾根沿いに分け、穿入木の割合を樹種ごとにFisherの正確検定を用いて比較した。穿入木と非穿入木の選好性については樹種、DBHを独立変数、穿入の有無を従属変数として、ロジスティック回帰を行った。穿入木と非穿入木の樹液発生率の差にはFisherの正確検定を用いた。解析にはコンピュータソフトJMP4.05J(SAS Institute, 2000)を用いた。

## III. 結果

調査ルート沿いのコナラとアベマキの分布、およびそれぞれの穿入木の分布を図-2に示す。調査ルート内のコナラとアベマキの総本数は、それぞれ646本、645本で、穿入を受けたコナラとアベマキはそれぞれ、43本と49本であった。このうち、アベマキの枯死木が1本発生した。コナラ、アベマキともに穿入木のすべてが尾根沿いでみられた(図-2)。両樹種とも斜面では尾根沿いよりも有意に穿入木の割合が低かった(コナラ、アベマキ共に $p < 0.01$ : Fisherの正確検定)。

カシナガの選好性を比較したプロット1と2において、プロット1ではコナラ121本中21本(17%)、アベマキ45本中5本(11%)、プロット2ではコナラ18本中10本(56%)、アベマキ77本中20本(26%)であった。コナラ

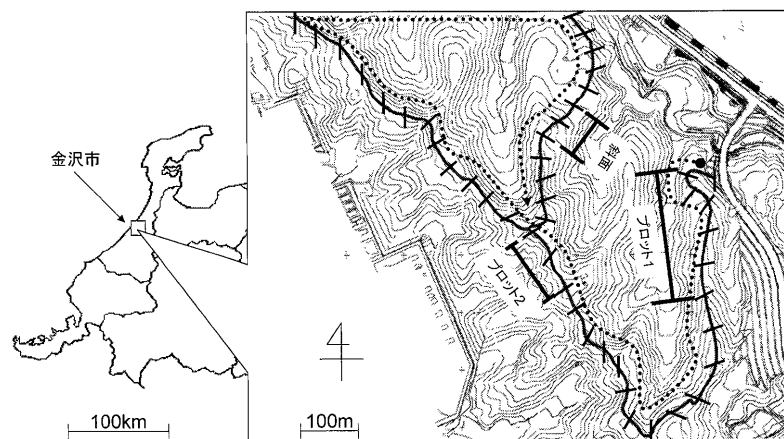


図-1. 調査地と調査ルート

●---▶ はルート順路を示す。|---| はプロット1と2および斜面を示す。ルート上のバーは50 mごとの区画を示す。

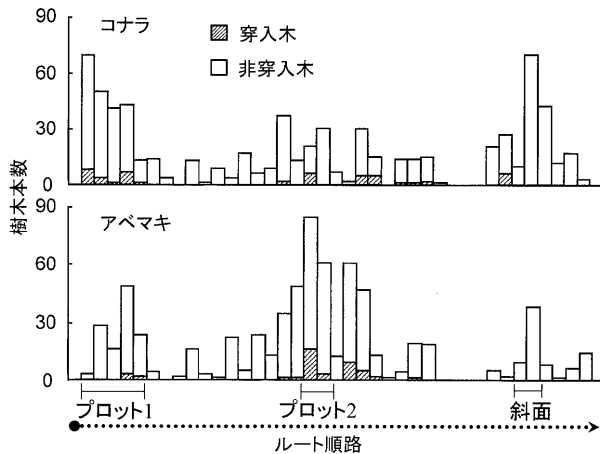


図-2. ルート上のコナラとアベマキの穿入木(斜線)と非穿入木(白抜き)の分布

各バーは50mの区画内の樹木本数を示す。プロット1, プロット2および斜面の位置をルート順路(横軸)に示す。

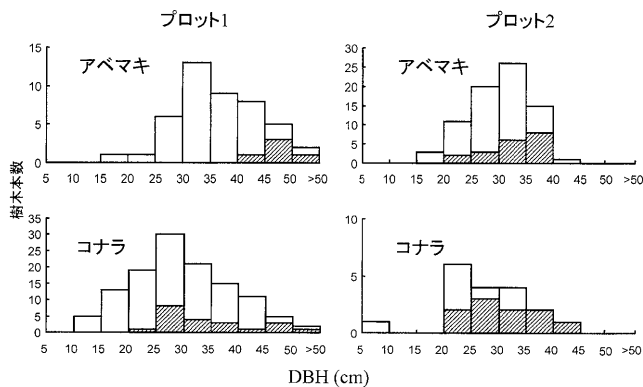


図-3. プロット1およびプロット2における、コナラとアベマキのDBHの分布

斜線部および白抜き部はそれぞれ穿入木および非穿入木数を示す。

とアベマキのいずれにおいても、DBHが15cm以下のものには穿入孔はみられず、DBHが大きくなるほど穿入木の割合が高くなる傾向があった(図-3)。この傾向は統計的に有意で、ロジスティック回帰の結果、プロット1では樹種の影響は有意ではなかったが、DBHの影響は有意であった(樹種： $\chi^2=1.36$ ,  $p=0.24$ , DBH： $\chi^2=12.53$ ,  $p<0.001$ )。プロット2では樹種、DBHともに影響は有意であった(樹種： $\chi^2=8.57$ ,  $p<0.01$ , DBH： $\chi^2=8.51$ ,  $p<0.01$ )。コナラとアベマキの穿入木と非穿入木との間で樹液発生率を比較した結果、プロット1では両樹種で穿入木からの樹液の発生率が非穿入木の樹液の発生率より高く、有意な差が認められた(図-4)。プロット2では、アベマキで有意な差があった(図-4)。

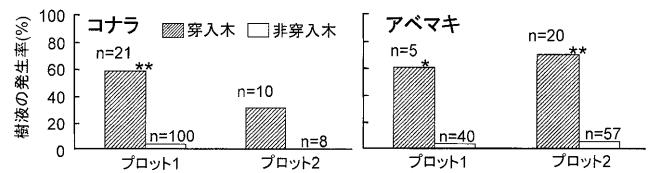


図-4. プロット1およびプロット2におけるコナラとアベマキの穿入木と非穿入木の樹液発生率の比較

\*\*\*は穿入木と非穿入木間の樹液発生率の有意差を示す(Fisherの正確検定,  $*p<0.05$ ,  $**p<0.01$ )。

## IV. 考 察

### 1. 穿入木の分布

本調査地では、2003年にはじめてコナラとアベマキにカシナガの穿入が確認された。したがって、本調査地のカシナガ被害は発生初期のものであると考えられる。本研究では、コナラ・アベマキともに、カシナガの穿入を受けた個体は尾根に集中的に分布していた。林分内においてカシナガの穿入が空間的に集中することを示した報告はこれまでもいくつかみられる。常緑広葉樹林におけるマテバシイの調査では、本研究と同様の結果が示されている(曾根ら, 1995)。また、林分内にはカシナガが高密度に飛翔しているエピセンターが存在することが、穿入木が集中分布する原因の一つではないかと考えられている(Esaki *et al.*, 2004)。これらの現象はカシナガが正の走光性をもち、ギャップの周辺など明るい場所の周辺の木を好んで穿入することと関係している(Igeta *et al.*, 2003, 2004)。本調査において斜面では、コナラやアベマキが集中して生育しているにもかかわらず、穿入木がみられなかった。航空写真やGIS解析から、ナラ枯れの被害と斜面方位の関係を解析した研究では、東向き斜面、あるいは北東から南東斜面に被害が集中することが知られており(小林・上田, 2002; 佐藤ら, 2004)、カシナガ成虫がおもに飛翔する午前中に日が当たることが東斜面で被害が多い原因ではないかと推測されている(小村良太郎, 私信)。本研究において、尾根に被害が集中したのは日当たりがよいことで説明できる。しかし、斜面は被害が集中するといわれている北東斜面であったにも関わらず、被害がなかった(図-1)。光条件以外の関与も考えられ、今後の検討が必要である。

### 2. 立木選好性

カシナガの穿入選好性には、樹高よりも幹の太さが強く関係しており(Hijii *et al.*, 1991)、ミズナラとコナラではDBHと穿入密度に正の相関関係があることが報告されている(小林・上田, 2001)。マテバシイおよびアカガシにおいてはDBHが14cm以上のものを選好するという報告がある(末吉, 1990)。本研究の結果でも、コナラ・アベマキともに、DBHが15cm以下の樹木には穿入はみられず、太い木ほど穿入木の割合が高くなった(図-3)。このように、コナラとアベマキについてもカシナガの穿入に

は幹の太さが重要であることが示唆された。

カシナガは45種の植物に穿入が確認されているが、繁殖が確認されていることと穿入密度が高いことから、ブナ科植物が本来の寄主と考えられている(伊藤, 2000)。ブナ科植物の間でカシナガの樹種選好性を比較した研究もあるが(小林・柴田, 2001; Kamata *et al.*, 2002), アベマキに対するカシナガの選好性を他の樹種と比較した報告はない。本研究において、プロット内のコナラとアベマキの穿入木の割合を調べた結果、プロット1, 2のどちらもアベマキよりもコナラの方が穿入された個体の割合が高く、ロジスティック回帰の結果、プロット2では樹種の影響が有意であった。このことから、カシナガは、アベマキよりもコナラをより選好すると考えられた。

### 3. 樹液の発生と枯死の関係

これまで、アベマキがカシナガの穿入を受けたという被害報告はあるが(西垣ら, 1998; 伊藤, 2002), アベマキがカシナガの穿入によって枯れたという報告はなく、本報告が初めてのものである。しかし、枯死したアベマキは1本のみであり、穿入を受けた個体の枯死率は2.3% (1/43)であった。また、コナラでは枯死木はなかった。ミズナラでは、カシナガの穿入を受けた樹木は高い確率で枯死することが知られており、穿入を受けた最初の年の枯死率は、40%以上になる(小林・萩田, 2000; Kamata *et al.*, 2002)。それに対して、ミズナラ以外の樹種では、枯死率は低いことが知られていて(西垣ら, 1998; 小林ら, 2000; 小林・上田, 2001; Kamata *et al.*, 2002), 今回の結果もこれを支持する結果であった。これまで、穿入されたコナラから樹液が大量に発生することは報告されており、コナラで枯死率が低い理由の一つにカシナガの掘った坑道に樹液が滲出するため、樹液がカシナガの繁殖を阻害するのではないかと推測されている(小林・上田, 2003; 小林ら, 2004)。本研究でもコナラ穿入木で樹液滲出木の割合が高かった。同様にアベマキでも樹液滲出木の割合が高かったことから、アベマキの枯死率がコナラ同様に低かった理由の一つに、樹液の滲出が考えられる。

### 4. 里山管理とカシナガの関係

石川県では、1997年に最初のナラ枯れの被害が県南部の加賀市刈安山で発生するまで、カシナガの採集記録はなかった(石川県, 1998; Kamata *et al.*, 2002)。それ以後、被害は北東方向に拡大を続け、2002年には調査地近くの富山県福光町医王山でも被害が発生した。本調査地は金沢大学の里山として、学生や一般市民の教育活動に利用されており、被害発生以前にも詳細な調査が行われていたが、2003年以前にはカシナガの穿入は確認されなかった。したがって、一連のナラ枯れの被害拡大過程で、本調査地にもカシナガが新たに侵入したものと推測される。

本調査地は以前には薪炭林としてコナラやアベマキの定期的な伐採が行われていたため、萌芽更新を繰り返し一定以上のサイズになる前に伐採されていた。しかし、約25年前から放置され、伐採されなくなった木は生長し、大径

化している。大径木ほど繁殖に利用できるスペースが大きいため、カシナガは好んで穿入すると考えられている(小林・上田, 2002)。そのため、薪炭林の放棄により大径化したミズナラの増加が、カシナガ被害発生の原因の一つであるとする仮説が提唱されている(小林・上田, 2002)。本研究でも、大径木ほどカシナガの穿入木の割合が高かったことから(図-3)、里山の放棄によるコナラ、アベマキの大径木の増加が、カシナガの穿入を引き起こした誘因となったものと考えられる。

ミズナラが生育する林分内でのカシナガの被害は、数年間で急速に拡大して、その後いったん終息する(小林・萩田, 2000)。これは、ミズナラがいったんカシナガの穿入を受けると、辺材部に壊死変色が広がり、カシナガが繁殖に利用できる健全な辺材部分が少なくなるためである(加藤ら, 2002)。ミズナラ以外の樹種ではカシナガの繁殖率が低いが、数年間にわたって同じ木をカシナガが繁殖に利用することができることが知られている(Kamata *et al.*, 2002)。このことから、大径化の進んだコナラ・アベマキ里山林は、カシナガの繁殖率は低いが長期間の繁殖を可能にすると予想される。このような里山林は、ミズナラ林からのカシナガの避難場所としての役割や、互いに離れた高標高のミズナラ林をつなぐ、カシナガにとっての回廊としての役割を果たす可能性がある。今後、避難場所としての機能に関する研究が必要である。

論文の執筆に当り貴重なご助言をいただいた、石川県林業試験場の江崎功二郎氏に深く感謝申し上げます。また、執筆に当り多くのご助言をいただいたレフェリーの方々ならびに編者の方へ深く感謝申し上げます。金沢大学大学院自然科学研究科の井下田寛氏、石川工業専門学校電子情報工学科の小村良太郎博士には調査に関わる有用なアドバイスをいただいた。金沢大学大学院自然科学研究科の小穴久仁氏、大脇 淳氏および小路晋作博士には調査を手伝っていただいた。皆様に深く感謝申し上げます。

### 引用文献

- Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2004) Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. *Agric. For. Entomol.* 6: 71-82.
- 江崎功二郎・鎌田直人・加藤賢隆・井下田寛 (2002) カシノナガキイムシの穿入と枯損木拡大経過. *森林防疫* 51: 12-15.
- Hijii, N., Kajimura, H., Urano, T., Kinuura, 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—. *J. Jpn. For. Soc.* 73: 471-476.
- Igeta, Y., Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2003) Influence of light condition on the stand-level distribution and movement of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *App. Entomol. Zool.* 38: 167-175.
- Igeta, Y., Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2004) Spatial distribution of a flying ambrosia beetle *Platypus quercivorus*

- (Coleoptera: Platypodidae) at the stand level. Appl. Entomol. Zool. 39 : 583-589.
- 石川県 (1998) 石川県の昆虫. 537 pp, 谷印刷, 石川.
- 伊藤進一郎 (2000) ブナ科樹木の集団枯死—菌類と昆虫の共生関係のなぞ—. 日本菌学会西日本支部会報 10 : 16-22.
- 伊藤進一郎 (2002) ナラ枯れ被害に関連する菌類と枯死機構. 森林科学 35 : 35-40.
- 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.
- 伊藤進一郎・窪野高徳・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関する菌類. 日林誌 80 : 170-175.
- 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 ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) in Japan. Bull. Entomol. Res. 92 : 119-126.
- 加藤賢隆・江崎功二郎・井下田寛・鎌田直人 (2002) 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率の比較II—過去の穿入履歴が繁殖成功率に与える影響について—. 中森研 50 : 79-80.
- 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・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・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 (II)—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 (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 : 62-72.
- 小林正秀・上田明良 (2003) カシノナガキクイムシによるマスアタックの観察とその再現. 応動昆 47 : 53-60.
- 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・野崎 愛・衣浦晴生 (2004) 樹液がカシノナガキクイムシの繁殖に及ぼす影響. 森林応用研究 13(2) : 155-159.
- Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). Mycoscience 43 : 255-260.
- 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. 鹿大演報 23 : 23-32.
- 西垣真太郎・井上牧雄・西村徳義 (1998) 鳥取県におけるナラ類の集団枯損及びカシノナガキクイムシ穿入木の材含水率. 森林応用研究 7 : 117-120.
- 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 : 85-89.
- SAS Institute (2000) JMP Statistics and Graphics Guide, Version 4. SAS Institute, Cary, NC.
- 佐藤 明・野堀嘉裕・高橋教夫・斉藤正一 (2004) GISを用いた山形県朝日村におけるナラ類集団枯損の地理的特徴解析. 東北森林科学会誌 9(1) : 13-20.
- 曾根晃一・牛島 豪・森 健・井出正道・馬田英隆 (1995) 林内におけるカシノナガキクイムシの被害発生状況と被害木の空間分布様式. 鹿大演報 23 : 11-22.
- 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.