

資 料

おとり木トラップによるカシノナガキクイムシの防除効果

大橋章博

キーワード：カシノナガキクイムシ、おとり木トラップ、集合フェロモン

Ⅰ はじめに

カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus* 以下、カシナガ) が伝播するラファエレア菌 (*Raffaelea quercivora*) によって発生するブナ科樹木萎凋病は、岐阜県では1998年に揖斐郡揖斐川町坂内(旧坂内村)で初めて確認された。その後、被害は拡大し、県南部では全域に拡大した(大橋, 2008)。被害の終息を図るため、様々な防除技術が開発されてきた。しかし、これらの防除法はいずれも単木的なものであり、広域で実施するには労力的にも経済的にも負担が大きく、あまり実施されていないのが現状である。

こうした中、カシナガの集合フェロモンの化学構造が明らかにされ(Tokoro et al, 2007)、化学合成できるようになった。しかし、この合成フェロモンは野外において、カシナガの誘引効果が低く、トラップによる大量捕殺はできなかった(齊藤ら, 2006, 齊藤ら, 2007, 衣浦ら, 2008a)。そこで、樹幹注入と合成フェロモンを併用した「おとり木トラップ法」が考案された(衣浦ら, 2008b)。これは、カシナガの穿孔を受けても枯れないように予め樹幹注入した木に合成フェロモンを取り付けて、穿孔させることで、カシナガの繁殖を阻止し、密度を下げる防除法である。しかし、

本技術を実用的なものとするには、林分環境や林内に設置するおとり木の配置や数がカシナガの誘引力に与える影響などについて明らかにするとともに、おとり木トラップによる枯損防止効果を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、おとり木法の実用化を図るため、様々な林相でおとり木トラップ試験を行い、その防除効果について検討した。

なお、本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究「ナラ類集団枯損の予測手法と環境低負荷型防除システムの開発(平成20～22年度)」として実施した。

Ⅱ 試験方法

1. 試験地

試験は2008年～2010年にかけて、岐阜県内の広葉樹二次林16カ所で実施した。各試験地の概要を表1に示す。いずれの試験地も被害が確認されてから2～3年の被害初期林分である。なお、被害程度は、試験開始時において試験地およびその周辺で枯死木がha当たり1～5本みられる場合を微害、6～10本の場合を中害、それ以上の場合を激害に区分した。

表-1 試験地の概要

	試験地	主要構成樹種	被害程度
岐阜1	岐阜市古津	コナラ, アベマキ	中害
岐阜2	岐阜市古津	コナラ, アベマキ	中害
岐阜3	岐阜市古津	アベマキ	中害
岐阜4	岐阜市三田洞	コナラ, アベマキ	微害
各務原	各務原市鵜沼	コナラ	微害
関	関市小屋名	コナラ, アベマキ	微害
多治見1	多治見市三の倉	コナラ, アベマキ	微害
多治見2	多治見市三の倉	コナラ, アベマキ	微害
多治見3	多治見市三の倉	コナラ, アベマキ	中害
瑞浪	瑞浪市明世	コナラ	微害
御嵩1	御嵩町前沢	コナラ, アベマキ, フモトミズナラ	中害
御嵩2	御嵩町前沢	コナラ, アベマキ, フモトミズナラ	中害
郡上	郡上市高鷺町西洞	コナラ	微害
飛騨1	飛騨市宮川町森安	ミズナラ	微害
飛騨2	飛騨市宮川町森安	ミズナラ	微害
白川	白川村荻町	ミズナラ	微害

被害程度は、次のように区分した。

枯死本数が微害:1～5本/ha, 中害:6本～10本/ha, 激害:それ以上。

2. 試験方法

各試験地内に0.1ha程度の処理区を設定し、処理区内の胸高直径が10cm以上の全てのナラ類立木を処理木とし、ナラ枯れ用樹幹注入剤（ケルスケットまたはウッドキングSP）を所定量注入した。その後、処理木の中から胸高直径が大きい木を処理区内で一カ所に集中しないように4本または8本選び、おとり木とし、それ以外の処理木を非おとり木とした（表－2）。おとり木に対して、木からカイロモンを発生させるため、樹幹の地上高1.0mの位置にドリルで直径10mm、深さ30mmの穴を10cm間隔で環状に3列空けた。その後、カシナガの合成フェロモン剤（カシナガコールL：サンケイ化学株）を2個ずつ樹幹に吊り下げた。誘引効果を確認するため、カシナガの発生が終了した9月～10月にすべての処理木について、地際から地上高2mまでの範囲でフラスがみられるカシナガの穿入孔数を計数するとともに、枯死状況を記録した。

各試験地における処理木数および各処理のスケジュールを表－2にまとめた。また、各試験地について処理区内の処理木の位置関係をレーザーレンジファインダーで計測した。

3. おとり木設置林分の被害軽減効果

2009年および2010年に実施した試験地について、処理区を含む約100×100m範囲の枯死木数（A）と、対面する数百m離れた無処理林分の同等範囲における枯死本数（B）を目視により調査した。AをBで除した値を被害軽減比（A/B）とし、被害軽減効果について検討した。調査は各試験地におけるカシナガ穿入孔数調査と同じ日に行った。

4. 解析方法

処理木への穿入孔数に影響した要因を解析するため、

統計パッケージR2.15.2（R Development Core Team 2012）を用いて一般化線形混合モデル（GLMM）により解析した。モデル構築に当たり各説明変数を標準化し、ステップワイズ法によりAIC（赤池情報量基準）が最小となるようモデル選択を行った。解析にあたり、穿入孔数を応答変数とし、説明変数には処理木の胸高直径、おとり木との最短距離、樹種を用いた。また、変量効果は樹木個体差とし、応答変数はポアソン分布に従うと仮定した。

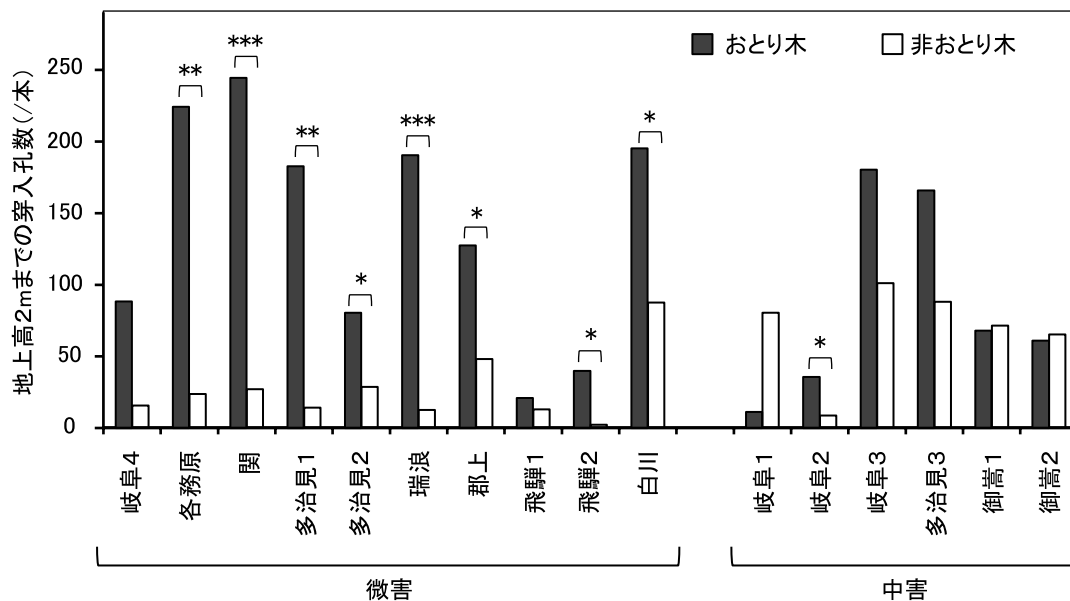
Ⅲ 結果と考察

おとり木および非おとり木へのカシナガ穿入孔数を図－1にまとめた。試験地によって穿入孔数に大きなばらつきが見られた。岐阜1、御嵩1、御嵩2を除いた13試験地でおとり木への穿入孔数は非おとり木への穿入孔数より多かった。特に、林分の被害程度が微害の試験地では岐阜4、飛騨1を除き、おとり木と非おとり木への穿入孔数に差がみられた（U検定）。齊藤ら（2009）の手法に従い、地上高2mまでのカシナガ穿入孔数をもとに処理区全体へのカシナガ誘引数を推定した（図－2）。その結果、処理区に6,424～109,713頭のカシナガを誘引することができた。今回の結果は、同様の方法で山形県や滋賀県で行われた試験結果（齊藤ら、2009、衣浦ら、2011）とおおむね同じであった。

齊藤（2008）は微害地域において0.1haの林分にカシナガを2万頭誘引できれば、被害が顕在化しないとする数理モデルを提案している。今回の試験において、この数値をカシナガ誘引の目標としていたが、ほとんどの試験地でこれをクリアすることができた。しかし、被害軽減比は微害地で0.27、中害地で0.49であった（図－3）。中害地に比べ微害地で低く、効果が高いと考えられるものの、十分な防除効果があったとは言い難い。

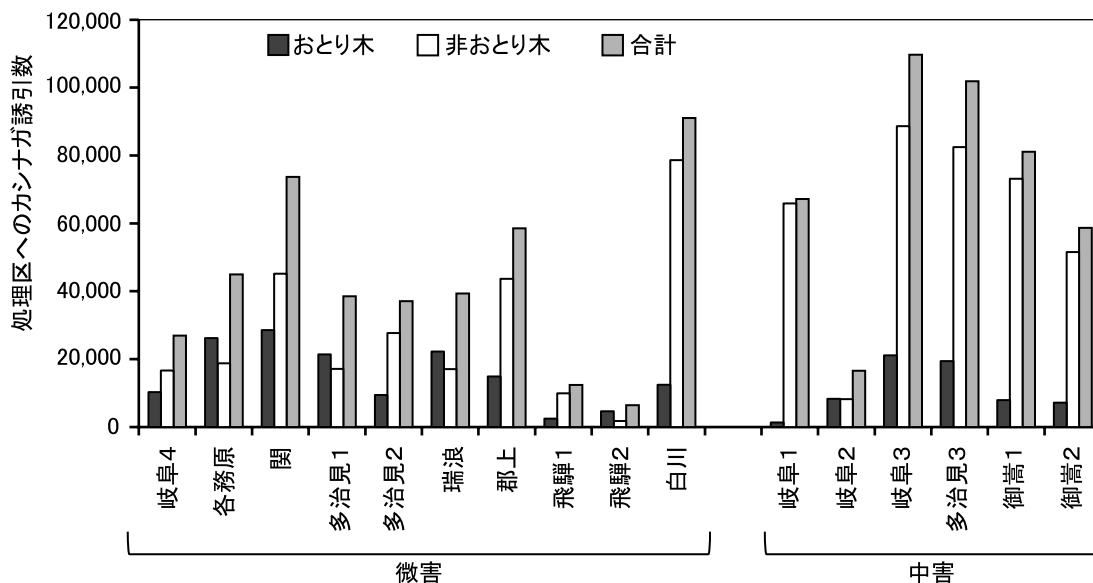
表－2 試験スケジュール

試験地	処理木数	おとり木数	胸高直径(cm)	使用薬剤	殺菌剤の注入	カイロモン発生操作	フェロモンの設置
岐阜1	32	4	24.0	ケルスケット	2008年 5月 1日	2008年 6月 3日	2008年 6月 5日
岐阜2	40	8	22.4	ケルスケット	2008年 5月15日	2008年 6月 3日	2008年 6月 5日
岐阜3	34	4	26.0	ウッドキングSP	2009年 6月 2日	2009年 6月 9日	2009年 6月 9日
岐阜4	40	4	24.0	ケルスケット	2008年 5月 9日	2008年 6月 3日	2008年 6月 5日
各務原	31	4	27.1	ケルスケット	2009年 5月 8日	2009年 5月21日	2009年 5月21日
関	61	4	25.5	ケルスケット	2008年 5月16日	2008年 6月 6日	2008年 6月 6日
多治見1	45	4	27.3	ケルスケット	2009年 4月23日	2009年 5月21日	2009年 5月21日
多治見2	37	4	29.1	ケルスケット	2009年 4月24日	2009年 5月21日	2009年 5月21日
多治見3	36	4	27.3	ケルスケット	2010年 5月25日	2010年 6月 7日	2010年 6月 7日
瑞浪	50	4	26.0	ケルスケット	2010年 6月 1日	2010年 6月 7日	2010年 6月 7日
御嵩1	39	4	29.1	ケルスケット	2010年 5月18日	2010年 6月 7日	2010年 6月 7日
御嵩2	31	4	29.1	ウッドキングSP	2010年 5月25日	2010年 6月 7日	2010年 6月 7日
郡上	35	4	26.3	ウッドキングSP	2010年 6月 3日	2010年 6月10日	2010年 6月10日
飛騨1	30	4	24.2	ケルスケット	2009年 6月 8日	2009年 6月11日	2009年 6月11日
飛騨2	30	4	22.0	ウッドキングSP	2009年 6月 8日	2009年 6月11日	2009年 6月11日
白川	49	4	32.9	ケルスケット	2009年 6月17日	2009年 6月26日	2009年 6月26日



図ー1 地上高2 mまでのカシノナガキイムシ穿孔孔数

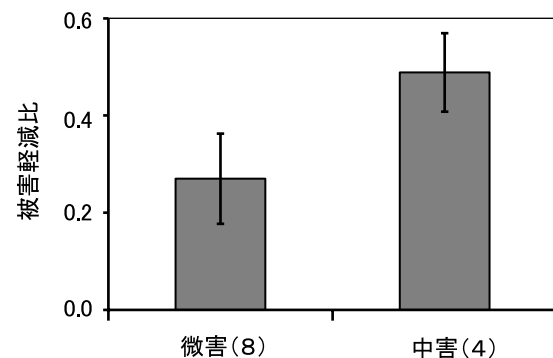
アスタリスクは、おとり木と非おとり木で穿孔孔数に有意な差を示す (* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, U検定)



図ー2 処理区へ誘引されたカシノナガキイムシ誘引数

齊藤ら（2009）が山形県で行った同様の試験では、被害軽減比は微害地で0.10、中害地で0.33と報告しており、これに比べて効果は低かった。一方で、カシナガの誘引数については山形県と本試験結果の間で大きな差はみられなかった。被害軽減効果に差が生じた原因としては、樹種の特性的の違いや周辺におけるカシナガ密度の違いなどが影響していると考えられるが、詳細は不明である。今後、おとり木トラップ法を普及させていくには、このような差が何によって生じたのか、明らかにしていく必要がある。

おとり木トラップ法を実施するにあたっては、どの個体をおとり木に選ぶかが、防除の正否に大きく関わ



図ー3 おとり木トラップによる被害軽減効果
カッコ内の数値はサンプル数、縦棒は標準誤差を示す。

表ー 3 穿入孔数推定モデルの解析結果

	推定値	標準誤差	z 値	p 値
(切片)	-0.3295	0.3067	-1.074	0.282709
直径	1.4691	0.1987	7.394	1.43E-13 ***
おとり木との最短距離	-0.7556	0.2266	-3.335	8.53E-04 ***
樹種				
コナラ	0	—	—	—
ミズナラ	0.4089	0.5334	0.767	4.43E-01
フモトミズナラ	4.9826	1.0116	4.926	8.41E-07 ***
アベマキ	-0.4973	0.4336	-1.147	0.251376
合成フェロモン	1.2148	0.6783	1.791	0.073302
AIC値:2332				
*** p<0.001				

ってくる。そこで、穿入孔数に影響した要因について GLMMで解析したところ（表ー3）、穿入孔数は胸高直径が大きくなるほど増加し、おとり木との最短距離は穿入孔数に負の影響を及ぼすことが示された。また、樹種間で比較すると、コナラに比べてフモトミズナラで有意に多く、アベマキで少なかった。このことより、おとり木を決める際には、胸高直径が大きい個体を選ぶこと、樹種を考慮して選ぶこと、林分内で偏りがないように選ぶことがカシナガを多数誘引するのに重要であると考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、山形県森林研究研修センター 齊藤正一（森林環境部長，独）森林総合研究所 牧野俊一（博士，所雅彦博士，独）森林総合研究所関西支所 衣浦晴生（博士）には研究方法などで御指導，御助言をいただいた。試験の実施にあたり，岐阜市農林園芸課，各務原市農政課，多治見市市民文化課，御嵩町農林課，郡上市林務課，飛騨市農林課，白川村産業課，遠藤造林（株），岐阜県百年公園事務所，三の倉市民の里の方々には様々な便宜を図っていただいた。また，現地調査にあたっては，岐阜県森林研究所の岡本卓也（主任研究員，百年公園事務所の若林知康（所長，中村基樹（木医はじめ職員の皆様にご協力いただいた。ここに記して各位に深謝する。

引用文献

衣浦晴生・齊藤正一・猪野正明・濱口京子（2008a）ケルキボロールによるカシノナガキクイムシ誘引試験，119回日林学術講：Pe09.
衣浦晴生・齊藤正一・岡田充弘・小林正秀・阿部豊・所雅彦・中島忠一（2008b）おとり木トラップによるカシノナガキクイムシの捕殺技術を開発，森林総研平成20年度版研究成果選集：24-25.

衣浦晴生・齊藤正一・所雅彦・岡田充弘（2011）滋賀県湖西地域におけるおとり木トラップ法によるナラ枯損防除の試み，122回日林学術講：Pa2-99.
大橋章博（2008）岐阜県におけるナラ類枯損被害の分布と拡大，岐阜県森林研報37：23-28.
齊藤正一・小林正秀・中島忠一・衣浦晴生・布川耕市（2006）合成フェロモンによるカシノナガキクイムシ大量捕獲法の検討，117回日林学術講：B08.
齊藤正一・衣浦晴生・猪野正明・中島忠一（2007）純度の異なる合成フェロモンによるカシノナガキクイムシの捕獲試験，118回日林学術講：P2h24.
齊藤正一（2008）ナラ枯れ被害で分かってきた事，これからする事，東北森林誌13：16-20.
齊藤正一・中村人史・衣浦晴生・所雅彦・岡田充弘（2009）ケルキボロールを装着したナラ類立木トラップによるカシノナガキクイムシの大量誘殺，120回日林学術講：Pb2-05.
齊藤正一・衣浦晴生・岡田充弘・所雅彦（2010）東北地方におけるナラ類おとり木トラップによるカシノナガキクイムシの誘殺効果，121回日林学術講：Pc1-42.
Tokoro,M., Kobayashi,M., Saito,S., Kinuura,H., Nakashima,T., Kagaya,E., Kashiwagi,T., Tebayashi,S., Kim,C., & Mori,K. (2007) Novel aggregation pheromone, (1S,4R) -p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera : Platypoidae) . Bull. FFPRI 6 : 49-57.