

## 原著論文

受付：2018. 9. 7

受理：2018.11. 8

おとり木法における殺菌剤注入密度による枯死予防効果の違い  
— 知多半島における事例 —

福田 秀 志

日本福祉大学 健康科学部

武 田 祐 樹

日本福祉大学 健康科学部

小 堀 英 和

樹木医会愛知県支部

The prevention effect for Japanese oak wilt by different  
antimicrobial injection density in the trap-tree method  
- a case study in Chita Peninsula, Japan -

Hideshi Fukuda

Faculty of Health Sciences, Nihon Fukushi University

Yuuki Takeda

Faculty of Health Sciences, Nihon Fukushi University

Hidekazu Kobori

Aichi Branch of Japanese Tree Doctor Association

**Abstract:** The prevention effect for Japanese oak wilt by different antimicrobial injection density was experimented. A large amount of *Platypus quercivorus* was collected on two types of trap trees compared to control trees. Mortality of moderate and mass attacked trees was 50%, 40% on high, normal injection density, respectively. Therefore, high injection density would not lower tree-death ratio.

**Keywords:** *Platypus quercivorus*, Japanese oak wilt, antimicrobial, injection density, tree-death ratio

## 1. はじめに

ナラ枯れ（ブナ科樹木萎凋病）は、カシノナガキクイムシ（*Platypus quercivorus*）（以下、カシナガ）が媒介する病原菌 *Raffaelea quercivora*（以下、ナラ菌）により引き起こされる。ナラ枯れの被害は拡大の一途にあ

り、愛知県でも近年被害が顕在化しており<sup>1)</sup>。知多半島でも2007年にはじめて被害が確認されて以来、南部に拡大しつつある<sup>2)</sup>。

被害発生地の多くはかつて薪炭林として利用されていた場所であり、10～30年の短い周期で伐採されていた

ため、カシナガの繁殖に適した大径木になることはなかった。しかし、燃料革命によりガスや灯油が主な燃料になり、薪や炭が使われなくなると、薪炭林が利用されずに放置され、カシナガの繁殖に適した大径木が増えたため、ナラ枯れの被害が拡大したと考えられている<sup>3)</sup>。

これまでに、未加害木に対しては殺菌剤を予防注入した木に誘引剤となる集合フェロモンとカイロモンを使用し、カシナガの加害を集中させ、さらに樹体内でのナラ菌の繁殖を抑制する「おとり木」法が有効であること<sup>4)</sup>、被害後期林分におとり木を設置した場合、新たな加害はおとり木に限られ枯死木は発生しないこと<sup>5)</sup>、被害初期林分においても被害後期林分と同様におとり木の効果があり、被害を短期で終息させることができる可能性があることが示されている<sup>6)</sup>。また、穿入生存木（加害されたが枯死しなかった木）に対しては粘着資材による羽化脱出成虫の防除が有効であるとされている<sup>5)</sup>。

「おとり木」法で使われる殺菌剤は農薬登録を受け商品化され、その効果についても示されている<sup>7)</sup>が、従来の低濃度殺菌剤（ウッドキング SP, サンケイ化学社製）（以下、低濃度剤）による樹幹注入処理方法には、注入容器の運搬、処理後の回収などの作業コストに加えて薬剤コストなどの問題があった。これらの問題を解決するために、より簡易で作業コストを抑えた高濃度殺菌剤（ウッドキング DASH, サンケイ化学社製）（以下、高濃度剤）を少量注入する方法が開発され、未加害木における枯死予防効果は低濃度剤と差はないこと<sup>8)</sup>、穿入生存木における発生抑制効果については、集中加害された穿入生存木においては効果に大きな差はないことが示されている<sup>9)</sup>。

しかし、知多半島内でおこなわれた高濃度剤を施用した実験<sup>9)</sup>ではおとり木の中に枯死したものがあり、逆に加害された殺菌剤非施用木には枯死したものはなかった（福田 未発表）。そこで本研究では、殺菌剤の注入密度によって枯死予防効果に違いが生じるかを調査した。また、加害された殺菌剤非施用木の枯死の有無を再試し、その原因を考察した。

## 2. 材料と方法

### 2.1 調査方法

調査林分を、愛知県知多郡美浜町奥田にある日本福祉大学美浜キャンパス内の「ふくしの森」とした。ふくしの森の面積は約 8ha で、コナラ (*Quercus serrata*) を

中心とする落葉樹とウバメガシ (*Q. phillyraeoides*) を中心とする常緑樹およびモウソウチク (*Phyllostachys edulis*) を中心とする竹林で構成されており、本研究で対象としたコナラが生育するエリアは 2ヶ所に分かれ、それぞれ約 2ha である。本研究では、この約 4ha の場所を調査をおこなった。

コナラの点在する里山林では、5本/ha 程度のおとり木密度で効果があるとされており<sup>6)</sup> それに近い密度で誘引木を設けるため、2016年5月9日に調査エリア内で可能な限り場所に偏りのないようにコナラ未加害木 32本を選定し、そのうちの半分の 16本（4本/ha）を誘引木（誘引剤を設置する木）、残りの半分の 16本を対照木（誘引剤を設置しない木）とし、誘引木に高濃度剤を注入した（写真 1）。注入密度を、誘引木のうち 8本は 2倍とし（以下、誘引木（2倍））、8本は通常とした（以下、誘引木（通常））。殺菌剤を浸透させるため約 2週間後の 5月 23日に、2種の誘引木にカシナガを集中させる誘引剤のフェロモン（カシナガコール、サンケイ化学社製）とカイロモン（エタノールチューブ）を設置した（写真 2）。なお、フェロモンとは同種個体間の相互作用を媒介する情報化学物質であり、カイロモンとは異種個体間の相互作用を媒介する情報化学物質のうち発信者に不利となり受信者に有利となるものである。飛来したカシナガを計数するため、各処理木の地際から約 30cmの位置に粘着シート（カシナガホイホイ、アース製薬社製）を設置した。調査期間を 5月 23日～9月 26日までとし、期間内に計 6回粘着シートを回収し、捕殺虫を計数した（写真 3）。

さらに、2016年9月26日および11月14日に、枯死（写真 4）の有無と加害度（目視では加害が認められないものを 0、樹幹に少数の穿入孔が認められるものを 1、樹幹に一定数の加害がフラス（木屑）は根元付近に限られるものを 2、樹幹に大量の穿入孔が認められ（マスアタックされており）地面一面にフラスが堆積しているものを 3として評価<sup>10)</sup>）を調査し、枯死率（枯死の可能性のある加害度 2以上の木における枯死木の割合）を算出した。

### 2.2 分析方法

処理区ごとの捕殺虫数の比較は期間ごとに、一元配置の分散分析を行い、Scheffeの方法を用いて多重比較をおこなった。処理区ごとの枯死率の比較は正確確率検定

をおこなった後、Bonferroni 検定により多重比較をおこなった。いずれの統計検定も有意水準を5%とした。統計解析には IBM SPSS Statistics 24.0 for Windows (IBM SPSS, Tokyo, Japan) を用いた。



写真1 高濃度剤の誘引木への注入の様子



写真3 捕殺虫数の計測をした粘着シート  
(黒丸が捕殺されたカシナガ)



写真2 誘引木に設置したフェロモン (⇔) と  
カイロモン (エタノールチューブ) (⇨)



写真4 カシナガの加害によって枯死したコナラ

### 3. 結果と考察

2種の誘引木におけるカシナガ捕殺虫数の推移については、殺菌剤の注入密度によらず、6月6日~6月27日の期間をピークとして、その後どちらも減少したが、8月28日~9月26日の期間でともにやや増加した。一方、対照木では期間を通して捕殺虫数が少なく、8月8日までの期間ではほとんど捕殺されなかったが、8月8日~9月26日の期間では一定数捕殺された(図1)。

誘引木と対照木で捕殺数を比較すると、6月6日~8月8日の期間で、誘引木(2倍)と対照木間で有意差が

認められた( $p < 0.05$ )。誘引木(通常)と対照木間では、加害初期の5月23日~6月6日の期間と6月27日~7月18日の期間で有意差が認められた( $p < 0.05$ )。一方、8月8日以降は、2種の誘引木と対照木間でいずれも有意差は認められなかった( $p > 0.05$ )。2種の誘引木とも、脱出のピークである6月6日~6月27日の期間にはマスアタックされる個体とされない個体があったため個体ごとのばらつきが大きかった。これは、繁殖に適した木に加害したオス成虫は集合フェロモン(天然フェロモン)を発する<sup>11)</sup>のに対して、適さない木では発しないためと

推察される。2種の誘引木間では、平均値としては誘引木（2倍）の方が全体として高かったが、すべての期間で有意差は認められなかった ( $p < 0.05$ ) (図1)。以上のことから、殺菌剤の注入密度は、カシナガの誘引には大きな影響は与えず、注入密度に関わらず、先行研究<sup>6,9)</sup>と同様に8月前半までは、森林の中のごく少数の誘引木（おとり木）に攻撃を集中させることができることが示された。晩夏～秋に捕殺された個体は、当年に産卵から羽化に至った個体<sup>12)</sup>と考えられ、その時期には、フェロモン剤がほぼ揮発してしまっており、おとり木の多くは繁殖に適さない穿入木<sup>13など)</sup>となっているため、対照木の中にも一定数の攻撃を受けるものも発生したと推察される。

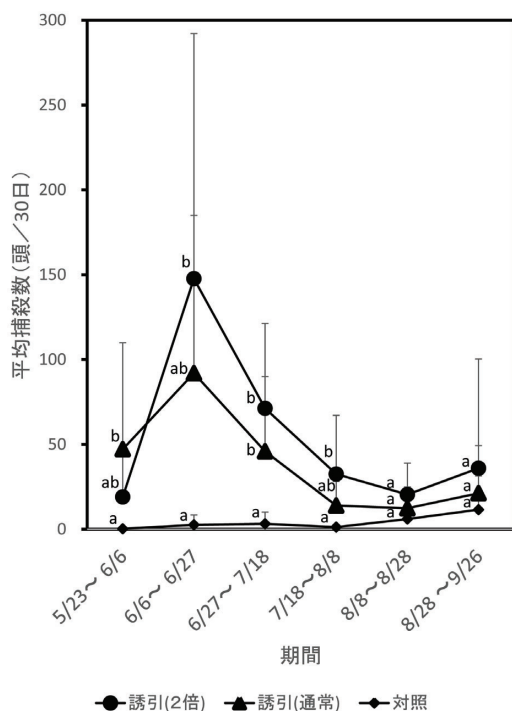


図1 処理区ごとの平均捕殺虫数の推移 (バーは+標準偏差, 異なる文字間に有意差があることを示す)

各処理木の枯死の有無と加害度の調査をおこなったところ、誘引木（2倍）では、8本のうち加害度3が3本、加害度2が5本で、すべてが加害度2以上で、枯死木は加害度3で3本、加害度2で1本と、枯死する可能性がある加害度2以上<sup>10)</sup>における枯死率は50%であった。誘引木（通常）では、8本のうち加害度3が1本、加害度2が4本、加害度1が3本と枯死する可能性がある加害度2以上が5本と62.5%を占め、枯死木は加害度3で1本、加害度2で1本と、加害度2以上における枯死率は40%で誘引木（2倍）と有意差は認められなかった ( $p > 0.05$ )。一方、対照木では、16本のうち加害度2は7本、加害度1は3本、加害度0は6本であったが、枯死木はなく、加害度2以上の枯死率は0%で、2種の誘引木と有意差が認められた ( $P < 0.05$ ) (表1)。

このように、殺菌剤が予防注入された誘引木では注入密度に関わらず、加害度3の個体はすべて枯死しており、マスアタックされた場合殺菌剤の枯死予防効果は低いと考えられる。加害度2に関しては、誘引木（2倍）で20%、誘引木（通常）で25%と、中程度加害においても注入密度を高めることで枯死を著しく抑制する効果は認められなかった。一方、対照区では、マスアタックされたものがなく、枯死率は0%であった。また、加害度2の7本も、そのほとんどが晩夏から秋にかけて加害されたものであった (図1)。ナラ枯れは、樹木の抵抗である傷害心材が拡がり樹木全体の通水機能が失われることにより発生する<sup>14など)</sup>が、この時期には、傷害心材の形成能力が低いことが原因かもしれない。

本研究の結果から、森林内に4~5本/ha程度のおとり木（誘引木）を設置した場合、おとり木にカシナガの攻撃を集中させることができることが再確認されたが、マスアタックされた場合、殺菌剤の注入密度に関わらずすべて枯死してしまい、中程度加害でも、注入密度を高めても枯死予防効果を著しく高めることはないと考えられた。したがって、今後マスアタックされても枯死を予

表1 処理区ごとの加害度と加害度2以上の枯死率

処理区	処理木本数	加害度				枯死本数	枯死率 (%)
		0	1	2	3		
誘引木 (2倍)	8	0	0	5	3	4	50% <sup>a</sup>
誘引木 (通常)	8	0	3	4	1	2	40% <sup>a</sup>
対照区	16	7	3	6	0	0	0% <sup>b</sup>

枯死率の異なるアルファベットは有意差があることを示す

防できる殺菌剤等の開発が急がれる。また、現状で商品化されている殺菌剤を使用する場合は、枯死することも想定した、おとり木の選定をおこなうことも必要と考えられる。

#### 謝辞

本研究における野外調査にあたって、樹木医会愛知県支部の皆様、日本福祉大学健康科学部福田研空室の学生の皆様に多大なご協力を頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。なお、本研究の一部は、日本福祉大学健康科学研究所研究助成およびあいち森と緑づくり税環境活動推進費を用いておこなわれたものです。また、本研究で使用した粘着資材はアース製薬（株）から提供頂きました。

#### 引用文献

- 1) 福田秀志「愛知県内のナラ枯れ被害状況と「カシナガ消防団」（会員の広場）」『樹木医学研究』, Vol. 13, pp. 173-174 (2009)
- 2) 福田秀志・平田晋一・小堀英和・衣浦晴生「改良されたナラ枯れ防除法の効果と知多半島における被害拡大状況」『樹木医学研究』, Vol. 18, pp. 118-119 (2014)
- 3) 黒田慶子「ナラ枯れ増加から見えてきた「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』, Vol. 8, pp. 2-7 (2009)
- 4) Kinuura, H., Tokoro, M., Saito, S., Okada, M., Kobayashi, M. and Ino, M 'Control of Japanese oak wilt using aggregation pheromone of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypoidae)' "Chemical ecology of wood-boring insects (Nakamura, K. and Milar, G. J. (eds)), FFPRI, Ibaraki", pp. 40-51 (2009)
- 5) 福田秀志・森川尚季・小堀英和・衣浦晴生「愛知県知多半島で行ったナラ枯れの総合防除とその効果（ ） - 総合防除3年目の成果 - 」『樹木医学研究』, Vol. 17, pp. 51-53 (2013)
- 6) 福田秀志・高瀬一輝・小堀英和・衣浦晴生「カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) による加害初期林における「おとり木」の効果 愛知県知多半島における事例」『樹木医学研究』, Vol. 19, pp. 212-213 (2015)
- 7) 川島大次・衣浦晴生・斉藤正一「殺菌剤の樹幹注入によるナラ枯れ防除の実施例」『樹木医学研究』, Vol. 13, pp. 162-163 (2009)
- 8) 岡田充弘・猪野正明・齊藤正一・吉濱健・衣浦晴生・所雅彦「殺菌剤少量注入処理によるナラ枯れ予防方法の検討」『日本森林学会大会発表データベース』, Vol. 124, pp. 676 (2013)
- 9) 福田秀志・小堀英和・衣浦晴生「殺菌剤の高濃度少量予防注入によるカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) の羽化脱出抑制効果」『樹木医学研究』, Vol. 20, pp. 145-146 (2016)
- 10) 福田秀志・小堀英和・衣浦晴生「知多半島におけるブナ科樹木萎凋病の現状と防除活動の効果」『中部森林研究』, Vol. 59, pp. 249-252 (2011)
- 11) Ueda, A. and Kobayashi, M. 'Aggregation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypoidae) on oak logs bored by males of the species.' "J. For. Res.", Vol. 6, pp. 173-179 (2001)
- 12) 衣浦晴生「ナラ類の集団枯損とシノナガキクイムシの生態」『林業と薬剤』, Vol.130, pp.11-20 (1994)
- 13) 加藤賢隆・江崎功二郎・井下田 寛・鎌田直人「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 過去の穿入履歴が繁殖成功度に与える影響について」『中部森林研究』, Vol. 50, pp. 79-80 (2002)
- 14) Kuroda, K. 'Responses of *Quercus* sapwood to infection with the pathogenic fungus of a new wilt disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*' "J. Wood Sci.", Vol. 47, pp. 425-429 (2001)