

第2章 主要な病害虫の個別診断・防除方法

1. シイ・カシ類萎凋病（ナラ枯れ）	
牧野俊一	22
2. キオビエダシャク	
具志堅允一	29
3. 南根腐病	
佐橋憲生・秋庭満輝・太田祐子	36
4. クロマダラソテツシジミ	
具志堅允一	43
5. タイワンハムシ	
喜友名朝次	47
6. デイゴヒメコバチ	
喜友名朝次	52
7. デイゴの軟腐症状および枯死	
黒田慶子	57
8. フクギファイトプラズマ病	
亀山統一・伊藤俊輔	63
9. ホルトノキ萎黄病	
亀山統一	68
10. ホウオウボククチバ	
畑山健太郎	76
11. リュウキュウマツ材線虫病（松くい虫）	
喜友名朝次・伊藤俊輔	79
12. マツカレハ	
畑山健太郎	87
13. メヒルギ枝枯病	
亀山統一	95
14. タイワンカブトムシ	
具志堅允一	99

1. シイ・カシ類萎凋病（ナラ枯れ※1）

病原菌：*Raffaelea quercivora* Kubono et Shin-Ito

媒介者：カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Murayama)

基本データ

1) 原産地

(病原) *Raffaelea quercivora*：日本、台湾、インドネシア (升屋ら, 2008)

(媒介昆虫) カシノナガキクイムシ：日本、台湾、インド、ジャワ、ニューギニア等 (衣浦, 2002)

2) 沖縄県における発生地域と宿主植物

(発生地域) 生立木の被害記録は無いが、沖縄島と石垣島の倒木から病原菌を有する媒介者の記録がある (升屋ら, 2008; 升屋, 私信)。

(宿主植物) スダジイ※2 (*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba)。

3) 被害木の症状

夏季にほぼ全体あるいは大部分の葉が褐変・萎凋する。樹幹には媒介者が侵入した多数の小孔があき、木くず状のフラスが排出される。樹幹内部は灰褐色の変色を示す。本州では主に6,7月に見られる。

4) 伝播の方法

カシノナガキクイムシの成虫は寄主樹木から脱出し、適当な健全木に到達したオスが放出する集合フェロモンと、樹木の匂い (カイロモン) とによって、多数の雌雄が誘引されることで集中加害 (マスアタック) が生じる。雌雄は交尾後、一対ごとに穿孔し、孔道内部に栽培した酵母菌などを餌として幼虫を育てる。このさい、虫体から病原菌が樹体に移動し、感染する。

5) その他

一般に「ナラ枯れ」と俗称されるが、シイ・カシ類も被害を受ける。



屋久島におけるスダジイの被害

(日下田紀三氏撮影)



(森林総合研究所提供)

媒介者のカシノナガキクイムシ(左)と病原菌(右)

日本国内における病虫害の発生地域と主な宿主植物

本州、四国、九州の30都府県で枯損被害の報告がある。島嶼では、佐渡島、伊豆諸島 (三宅島、御蔵島、八丈島)、対馬、屋久島、種子島、奄美大島など。主要な宿主は、東日本ではミズナラ (*Quercus crispula* Blume)、西日本ではコナラ (*Quercus serrata* Murray) やアベマキ (*Quercus variabilis* Blume)、ウバメガシ (*Quercus phillyreoides* A.Gray)、九州以南ではスダジイ (*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba)、マテバシイ (*Lithocarpus edulis* (Makino) Nakai) など。

海外における病虫害の発生地域と主な宿主植物

きわめて類似したナラ類の集団枯損が韓国で発生している。主な寄主はモンゴリナラ (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)、病原菌は *Raffaelea quercus-mongolicae* K. H. Kim, Y. J. Choi, & H. D. Shin、媒介者は *Platypus koryoensis* (Murayama) (Kim et al., 2009) であり日本とは異なる。

※1：一般に「ナラ枯れ」と俗称されるが、シイ・カシ類も被害を受ける。

※2：基亜種スダジイ (イタジイ) (*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba) に対して、奄美諸島～沖縄諸島に分布する亜種を、オキナワジイ (*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba subsp. *lutchuensis* (Koidz.) H. Ohba) 等として区別する場合がある。

1) 特徴

罹患した樹木は、典型的には樹幹内部が黒褐色に変色し、水分が上昇しなくなって夏期に全体の葉が赤褐色に変色し、急速に枯損する。景観の劣化、倒木による人命への危険やインフラへの影響、枯損後の更新不良による広葉樹資源の劣化などの問題をもたらす。全国の被害量は 2010 年をピークとして近年は減少傾向にあるものの、新たな地域での発生もあるなど予断を許さない。

本州では 6 月ころ、媒介者であるカシノナガキクイムシが健全な寄主に集中加害（マスアタック）を行い、穿孔する。被害を受けて枯死した木には、数百～数千個の穿入孔が見られ、根際には大量のフラス（木屑と虫糞の混合物）がたまる。被害を受けやすい樹木は大径化したものが多く、これはカシノナガキクイムシの繁殖にとって大径木が有利であるのが一つの理由とされている。

一般に、激害化する場合は、はじめに林分の少数が枯れ、次年に被害が数倍～数十倍、翌年にはさらに増大するが、5～10 年程度たつと、大径木、すなわちカシノナガキクイムシの繁殖に好適な資源の枯渇により終息する。しかし、その後も、近隣の林分で被害が発生することが多い。こうした場合、小規模な伐採などでギャップがあくと、その林分は被害に遭いやすく、これはカシノナガキクイムシが、明るいところを目指して飛行する性質を持つことと関係しているとされる。気象、地形、土壤などの環境条件と被害の出やすさとの関係はわかっていない。

沖縄県では本病による枯死の記録は今のところ知られていないが、近年、スタジイが優占する屋久島や伊豆諸島で比較的大規模な枯損被害が報告されているうえ、病原菌・媒介者とも沖縄県に生息するため、特に高齢林では注意が必要である。屋久島や伊豆諸島でのスタジイの被害は、本土のナラ類で典型的に見られる激甚な被害拡大とはやや様相が異なり、短期間で沈静化し、罹患木の枯死率も比較的少ない傾向があるが（衣浦・後藤，2013）、本土ではシイ・カシ類の枯損・枯死も珍しくないことから（関根ら，2011 など）、過度な楽観は禁物である。

2) 病虫害環および病原・害虫の生態

本土では、カシノナガキクイムシの成虫は主に 6、7 月に寄主樹木から脱出し、適当な健全木に到達した雄が放出する集合フェロモンと、樹木の匂い（カイロモン）とによって、多数の雌雄が誘引されることで集中加害（マスアタック）が生じる。雌雄は交尾後、一対ごとに穿孔し、孔道内部に栽培した酵母菌などを餌として幼虫を育てる。このさい、虫体から病原菌が樹体に移動し、感染する。幼虫は樹幹内で越冬し、翌年成虫となった後、宿主木から脱出する。脱出の際、餌である酵母菌と、病原菌も随伴する。病原菌は「ナラ菌」と通称されることが多い。

日本のカシノナガキクイムシには大きく二つのタイプがあり、主要な分布地域に基づいてそれぞれ「日本海型」「太平洋型」と呼ばれている。これらは遺伝的に異なるばかりでなく、形態的にも明確に区別できる（Hamaguchi & Goto, 2010; 衣浦・後藤，2013）。沖縄県に関しては、沖縄島からは日本海型、石垣島からは太平洋型が得られている（Hamaguchi & Goto, 2010）。



写真-1 本州での被害木の例。大量のフラスが排出される。(右は穿孔部の拡大)

3) 沖縄県における発生の現状と侵入（新興）・発生の経過

本州地域のナラ類、屋久島や伊豆諸島のスダジイで見られるような集団枯損の記録は報告されていない。カシノナガキクイムシの採集記録は沖縄島国頭村（後藤・喜友名，2013）、同与那（1973）、石垣島、徳之島（Hamaguchi and Goto, 2010）からあり、いずれも寄主はスダジイであるが、これらの採集記録はいずれも風倒木や餌木として置いた丸太からのものであり、生立木の加害ではない。沖縄島と石垣島から、カシノナガキクイムシが採集され、これがナラ菌を有していることが判っている（升屋ら，2008；升屋，私信）。



写真-2 屋久島で発生したスダジイの被害
（日下田紀三氏撮影）

4) 診断

本病で枯損する樹木は夏期に葉（典型的には樹冠全体）が赤褐色を呈する。沖縄県での被害が最も懸念されるスダジイの場合は、屋久島や伊豆諸島でのカシノナガキクイムシのマスアタックを受けた樹木は、幹に直径1.4～1.8mm（爪楊枝の先が突き刺さる程度）の孔が多数開き、そこから大量のフラスが排出される。本病の正確な同定には、媒介者である昆虫を採集して同定すると共に、被害木を割材して菌を分離・同定する必要がある。カシノナガキクイムシには同属の近似種が多く注意が必要である。本種以外の種は健全木を攻撃することは無く、専ら衰弱木や倒木を宿主とする。

5) 防除

①方針

沖縄県における被害は報告されていないが、媒介者と病原菌がともに生息していることから、被害の発生の可能性は常に存在する。また、沖縄の多くの森林で優先しているスダジイに関して、屋久島、奄美大島、さらに伊豆諸島（御蔵島、三宅島、八丈島）において、比較的大規模な枯損被害が生じている（衣浦・後藤，2013）。したがって、今後沖縄で被害が発生しないとは言い切れないため、通報体制の整備と、市民が被害を見のがさないよう、普及活動や注意喚起が必要である。

本病の外見上の大きな特徴は、赤褐色に変色した樹冠部と、樹幹の大量の穿孔とフラスであるため、こうした特徴を有する立木を発見したら、所管する林業事務所や森林資源研究センター等に通報し、加害生物を確認する。

カシノナガキクイムシは比較的サイズの大きな樹木を攻撃しやすいため、スダジイの優占する森林の地理的分布と、その樹齢を知ることによって、被害の出やすい場所の分布図（ハザードマップ）を作ることが有効である。やんばる地域の森林においては、シイ林の大径化が進んでおり、どこでも被害が発生する可能性がある。また、やんばる地域のみならず、八重山地域にも高齢なスダジイは多く分布しているので同様な危険性があることは注意しなければならない。

沖縄県以外の被害に関しては、防除方針・手法・体制整備について各種のマニュアルが作られているので詳しくはそれらを参照のこと（森林総合研究所関西支所，2012；森林総合研究所，2011，2015；日本森林技術協会，2012，2015）。

②方法

本病と確認されたら、可能であればただちに駆除を行う。伐倒した被害木は可能な限り焼却または燻蒸処理を行い、内部の病原菌と媒介者を殺す。被害木が発見された周囲を探索すると共に当該地域を遠望し、他に被害木が無いかどうかを確かめる。その際航空機やドローンによる空中写真は初期被害の把握に極めて有用である。燻蒸にはNCS剤を用いる。表-1にカシノナガキクイムシに対する農薬登録情報を示す。

表-1 カシノナガキクイムシに対する農薬登録情報

登録番号	農薬一般名	農薬商品名
6272	カーバム剤	NCS
14341	MEP油剤	パインサイドS油剤D
14342	MEP油剤	ヤシマバークサイドF
14343	MEP油剤	パインサイドS油剤C
14344	MEP油剤	ヤシマバークサイドオイル
15042	MEP乳剤	住化スミパイン乳剤
15043	MEP乳剤	サンケイスミパイン乳剤
15044	MEP乳剤	ヤシマスミパイン乳剤
17141	MEP乳剤	井筒屋スミパイン乳剤
19249	カーバム剤	ヤシマNCS

注) 2017年3月末時点で登録されている農薬の一覧を示す。使用にあたっては、登録が失効されていないことを確認すること。

伐倒が困難な地域については、立木燻蒸やビニール巻きなどの手法もある。いずれの方法にも一長一短があり、万能な方法があるわけではない。専門家と相談しながら、防除実績があり、かつその場に応じた最も効果的な方法を選択することが大事である(図-1)。詳しくは日本森林技術協会(2012)を参照。カシノナガキクイムシの穿孔は樹幹下部ほど多いため、伐根も忘れず処理する。すべての生物害と同様、本種も「初期消火」の重要性が極めて高いことは十分に理解しておく必要がある。地形等の条件で被害地(被害木)に接近できない場合は、周辺地域への拡大がないかどうか、経過を観察し、次年度以降も含めて記録することが将来同様な事態が起きたためのために重要である。屋久島や伊豆諸島における、本病によるスダジイの枯損被害では、遠望すると全木が枯れたように見える場合でも実際には部分枯れにすぎず翌年以降樹勢が回復する個体も多い(衣浦・後藤, 2013)。とはいえ沖縄でも同じ経過をたどるといふ思い込みは禁物であり、被害発生時には可能な限りの駆除と経過記録が必要である。

予防策(未被害木をカシノナガキクイムシの侵入から守る方法)として、ビニール被覆や殺菌剤の注入などがある。殺菌剤にはナラ菌だけでなく、カシノナガキクイムシの餌菌も殺す能力があるので、後者の繁殖も防止できる。殺菌剤はスダジイにも適用可能であるので、特定の重要な樹木を守る場合などに使用できる。さらに、あらかじめ殺菌剤で処理した生立木(カシノナガキクイムシが穿入しても繁殖できない)に、合成集合フェロモンと、その誘引効果を強めるエタノールを用いて集中加害させることで、林内のカシノナガキクイムシ個体数を減らす方法も開発されているが、被害の状況や施工方法等によって効果が異なるので、注意が必要である。なお上で述べたように「日本海型」と「太平洋型」とは実質的に別種と考えられる程度の違いがあり、前者の集合フェロモンは後者には全く誘引効果がない。したがって、発生したカシノナガキクイムシがどちらのタイプかを知ることが防除の点からも重要である。表-2にナラ菌に対する農薬登録情報を示す。上記表-1、表-2はいずれも2017年3月時点で登録されている農薬の一覧を示す。

表-2 ナラ菌に対する農薬登録情報

登録番号	農薬一般名	農薬商品名
22373	トリホリン乳剤	ウッドキングSP
23301	トリホリン乳剤	微量注入用ウッドキングDASH

注) 2017年3月末時点で登録されている農薬の一覧を示す。使用にあたっては、登録が失効されていないことを確認すること。

③研究

本病によるナラ類の集団枯損が日本海側を中心に顕在化し始めたのは1980年代以降であるが、2000年代に入ってそれがカシノナガキクイムシによって伝播される病原菌によるものであることが突き止められ、病原菌*Raffaelea quercivora*は2002年に新種として記載された (Kubono & Ito, 2002)。被害拡大が急激だったため、病原菌もしくは媒介昆虫が最近の侵入種であるとの疑いももたれているが、これを積極的に支持する証拠はない。1990年代以降、カシノナガキクイムシの繁殖生態や、遺伝構造、フェロモンなどの化学生態、菌・寄主樹木との相互関係、枯死メカニズムについて多くの研究がなされている (黒田, 2008)。防除技術については、枯死木の処理法 (燻蒸、薬剤注入、焼却、チップ化等)、健全木の予防法 (ビニールシート等による樹幹被覆、粘着剤の塗布、殺菌剤や寄生線虫の注入、ペットボトルトラップ捕獲等)、林分の面的保全法 (おとり木法、おとり丸太法) など多様な技術が研究・開発されてきた (日本森林技術協会, 2015)。また、被害の拡散速度等から、翌年の被害を予測する方法も開発されているが (Kondoh et al., 2015)、この方法は過去の被害データがない沖縄県では使うことができない。一方、広葉樹の大径化・高齢化が被害拡大の誘因となっていると考えられることから、利用促進による二次林の若返りが根本的な対策と思われる。

沖縄県においては、被害が発生していないものの、沖縄島北部に生育するスダジイの樹齢が、本病の発症適期 (40年生以上) にあることから、何処で被害が発生してもおかしくない状況であることがとも見なせる。

本事業では、とくに被害発生リスクが高いと推測されるやんばる地域について、スダジイの林齢分布を地図上に示したハザードマップを作製した (図-2)。これにより、被害の監視体制を整え、被害が発生した場合の初期防除をあらかじめ考える場合にも役立つと考えられる。

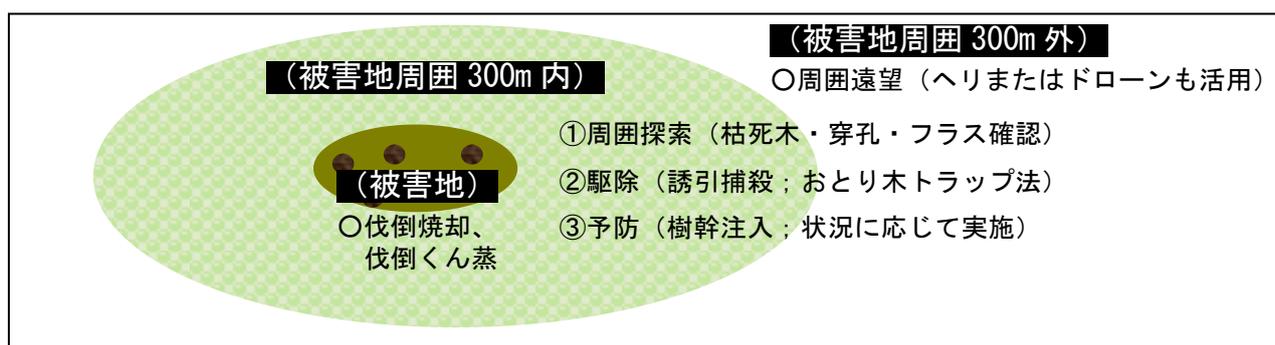


図-1 やんばるでの被害発生確認時の初期防除イメージ(被害地範囲が限定されている場合)

※被害発生時にはすぐに有識者に相談し、発生時点におけるナラ枯れ対策の最新の知見に基づき、被害状況やアクセス性も踏まえたうえで、その対応を検討する。

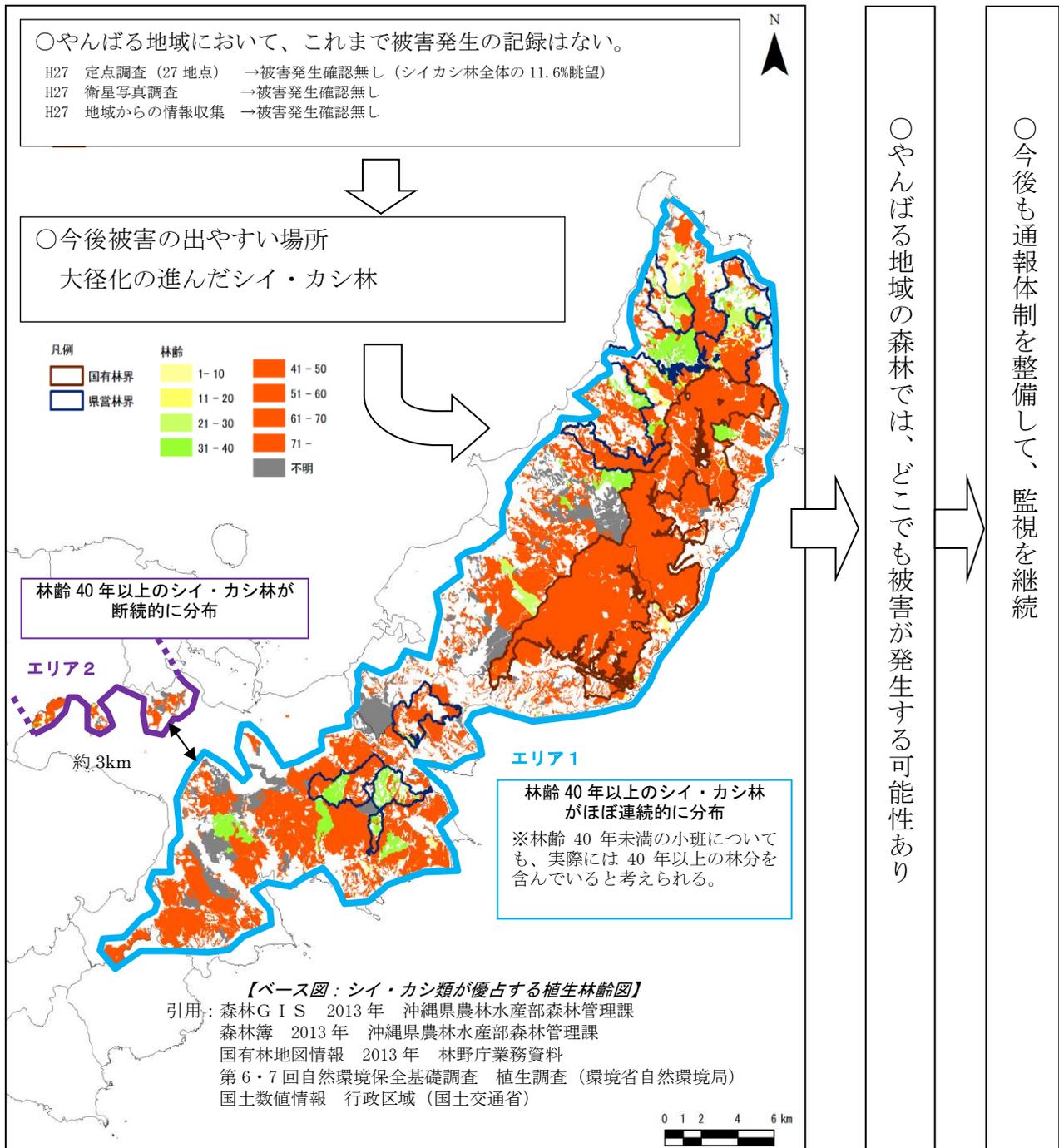


図-2 やんばる地域におけるシイ・カシ類萎凋病(ナラ枯れ)ハザードマップ

[引用文献]

後藤秀章, 喜友名朝次 (2013). 沖縄本島におけるカシノナガキクイムシの脱出消長. 九州森林研究 66, 10-12.

Hamaguchi, K. & Goto, H. (2010). Genetic variation among Japanese populations of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae), an insect vector of Japanese oak wilt disease, based on partial sequence of nuclear 28S rDNA. Appl. Entomol. Zool. 45, 319-328.

Kim, Kyung-Hee, Young-Joon Choi, Sang-Tae Seo & Hyeon-Dong Shin. (2009). *Raffaelea quercus-mongolicae* sp. nov. associated with *Platypus koryoensis* on oak in Korea. Mycotaxon 110, 189-197.

- 衣浦晴生 (2002). カシノナガキクイムシの分布、発声生態、および防除対策. 全国森林病虫害防除協会 (編) 森林をまもる, 75-86.
- 衣浦晴生 (2014). ナラ枯れの診断と防除. 最新・樹木医の手引き (改訂4版). 日本緑化センター, 422-433.
- 衣浦晴生, 後藤秀章 (2013). ナラだけではないナラ枯れ. JATAFFジャーナル1 (5), 14-18.
- Kondoh, K., Yamanaka, T., Saito, S., Shoda-Kagaya, E., & Makino, S. (2015). Development of a hazard map for oak wilt disease in Japan. *Agricultural and Forest Entomology* 17, 205-213.
- 黒田慶子 (編著) (2008). ナラ枯れと里山の健康. 全国林業改良普及協会, 180pp.
- 升屋勇人, 市原優, 後藤秀章, 濱口京子, 鎌田直人, 窪野高德 (2008). *Raffaelea quercivora*の系統地理. 日本森林学会大会発表データベース119, 686-686.
- 日本森林技術協会 (2015). ナラ枯れ被害対策マニュアル改訂版. 日本森林技術協会, 37pp.
- 林野庁 (2017). ナラ枯れ被害. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/naragare.html> (2017/3/13アクセス)
- 関根達郎, 高橋博幸, 今井昌彦, 中西甚五郎, 川津幸枝, 飯田尚樹, 山本昌世, 若林大一 (2011). 都市林に発生したブナ科樹木の萎凋病—京都御苑における被害の実態—. 日本森林学会誌93, 239-243.
- 森林総合研究所関西支所 (2012). ナラ枯れの被害をどう減らすか—里山林を守るために—. 森林総合研究所関西支所, 21pp. http://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/nara-fsm_201003.201003.pdf (2017/3/13アクセス).