

## 島根大学三瓶演習林のコナラ二次林 19ha におけるナラ類集団枯損の進行

西川祥子・久保満佐子・尾崎嘉信

### Mass mortality due to the spread of oak wilt disease in a 19-ha secondary *Quercus serrata* forest within Sambe Forest at Shimane University

Shoko NISHIKAWA, Masako KUBO and Yoshinobu OZAKI

**Abstract** Oak wilt disease is spreading among secondary forests dominated by *Quercus serrata* in Japan, leading to mass mortality events; such an event was confirmed in 2009 in the secondary Sambe Forest at Shimane University, Japan. Therefore, we investigated the distribution of oak trees killed by oak wilt disease within a 19-ha *Q. serrata* secondary forest in Sambe Forest every year from 2013 to 2015, and observed the extent of mass mortality due to the spread of oak wilt disease. Tree species in the study forest included *Q. serrata*, *Castanea crenata*, *Q. variabilis*, and *Q. acutissima*. We found 324 trees that had been killed by oak wilt disease, of which 91% were *Q. serrata*. The greatest number of tree deaths due to oak wilt disease occurred in 2014, although the disease tended to occur continuously in this large forest dominated by oak species. The number of trees killed by oak wilt disease dropped abruptly in 2015, and few trees died after 2016, suggesting that this mass mortality event is ending within the study forest. Thus, the mass mortality event caused by oak wilt disease in this *Q. serrata* secondary forest occurred over a five-year period.

**Keywords :** mass mortality, oak wilt disease, *Quercus serrata*, secondary forest

#### はじめに

コナラ *Quercus serrata* 二次林は、日本列島の暖温帯から冷温帯下部にかけての広範囲に分布する代表的な二次林である (鈴木 2001)。コナラ二次林の多くは薪炭林や農用林として 15 年から 30 年周期で伐採され、萌芽更新により維持されてきた (本多 1901)。しかし 1970 年代の燃料革命以降、コナラ二次林の多くが放棄され、コナラは高齢化、大径化が進んでいる (独立行政法人森林総合研究所関西支所 2007)。さらに 1980 年以降、日本海側を中心とするナラ類が優占する二次林でナラ類集団枯損 (以下、ナラ枯れ) が発生し、全国的に広がってい

る (例えば、伊藤・山田 1998, 小林・上田 2005)。

ナラ枯れはブナ科樹木萎凋病によりブナ属を除くブナ科樹木が大量枯死することで、カシノナガキタイムシ *Platypus quercivorus* (以下、カシナガ) が病原菌 *Raffaelea quercivora* を媒介することで引き起こされる (例えば、伊藤ら 1998, Kubono and Ito 2002)。特に日本海側のミズナラ *Quercus crispula* が優占する二次林では、カシナガの穿入によりミズナラが大量に枯死することが報告されてきた (例えば、小林・柴田 2001, 斉藤・柴田 2012)。カシナガの穿入によりコナラやくヌギ、クリ、アベマキなども枯死するが (伊藤 2000)、ミズナラに比べると枯死する割合が低いことが報告されている (塩見・尾崎 1997, 西垣ら 1998)。しかし近年では、日

本海側の西部に位置する島根県や鳥取県のコナラ二次林でもナラ枯れによる枯損が拡大している。

カシナガの穿入によるコナラの枯死率がミズナラより低い原因としては、コナラの方が樹液の量が多く、樹体内でのカシナガの活動を抑えることが推察されている(小林ら 2004)。このためコナラとミズナラではナラ枯れの進行過程が異なることが予想されるが、コナラ二次林におけるナラ枯れの進行過程を調べた報告は少ない(赤石ら 2006, 齊藤・柴田 2012)。コナラ二次林は現在も木材資源として利用されているため、コナラ二次林におけるナラ枯れの進行過程を明らかにすることは、今後の森林管理を考える上でも重要である。

島根大学の三瓶演習林にはコナラ二次林が広範囲に分布し、2009年からナラ枯れが確認されている。本演習林のコナラ二次林は利用が停止して50年近く経ていることから、遷移が進んだ状態にあるコナラ二次林でナラ枯れがどのように進行するのかを把握するのに適した森林である。そこで本研究では、島根大学三瓶演習林のコナラ二次林の19haにおいて、2013年から2015年の各年にナラ枯れによる枯死木の分布を調べ、ナラ枯れの進行過程を明らかにした。

## 調査地と調査方法

### 調査地

調査地は島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター森林科学部門三瓶演習林獅子谷団地の5林班および6林班(合計面積22.77ha)内の19ha(以下、19ha調査地)である(図1)。本演習林は三瓶山の北東、標高290~642mに位置し、樹高約20mのコナラを主

体とする落葉広葉樹が優占する二次林となっている。また、19ha調査地の中には、コナラが優占する南南西向きの緩やかな斜面(約10度)に長期動態調査のための100m×100mの調査区(以下、1ha調査区)が2001年に設置されている(図1)。

三瓶演習林獅子谷団地から約3km離れた三瓶演習林事務所に設置した雨量計の2003年から2010年の観測によると、年平均降水量は2,079mm、2002年から2010年(ただし、2007年と2009年を除く)の年平均気温は13℃、暖かさの指数は104℃・月、寒さの指数は-5.7℃・月で暖温帯に位置する。調査地近隣の気象観測地点である赤名のアメダスデータによると(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2016年1月参照), 1982年から2010年の年平均最深積雪は75cmであった。

三瓶演習林獅子谷団地の土地は、1963年と1964年に島根大学が購入した(島根農科大学1966)。出雲奥部地方は古くからたたら事業が盛んに行われ、本演習林の土地を含む山林の多くはこの精錬用の木炭に利用されてきた。しかし明治維新後、洋鉄が輸入されるようになり、たたら事業は衰退した。1960年頃からは広葉樹パルプ需要が増大し、利用径級に達した広葉樹が主に皆伐された。このため購入当時の本演習林の土地はほとんどが落葉広葉樹林の伐採跡地で、一部は20年生内外の落葉広葉樹林であった。演習林として購入されてからは、針葉樹人工林として植栽された場所を除いては、人為的管理はほとんど行われていない。このため現在みられる落葉広葉樹林は利用停止後に天然更新により成立した二次林であり、50~70年前に更新したコナラが林冠を構成している(久保ら2016)。

島根県では1986年に益田市美都町でナラ枯れが記録され(周藤ら2001)、その後県西部に被害が拡大した(島根県農林水産部林業課2013)。2010年には島根県のナラ枯れ被害地の拡大がピークを迎え、2012年のナラ枯れ被害本数は2011年の54%に減少したが、被害地は県の東部に拡大している。本演習林では、2009年に初めてクヌギの葉が褐変しているのが確認された。同年にコナラへのカシナガの穿入が確認されたものの、葉は褐変しなかった。ただし、近隣の二次林ではコナラの葉が褐変しているのが確認された。

### 19ha調査地の植生調査

ナラ類が林冠を構成する植生の広がり把握するため、19ha調査地を踏査して林冠の植被率が高い樹種を調べ、植生図を作成した。植生は、ナラ類が優占している落葉広葉樹林、ナラ類以外が優占する落葉広葉樹林、

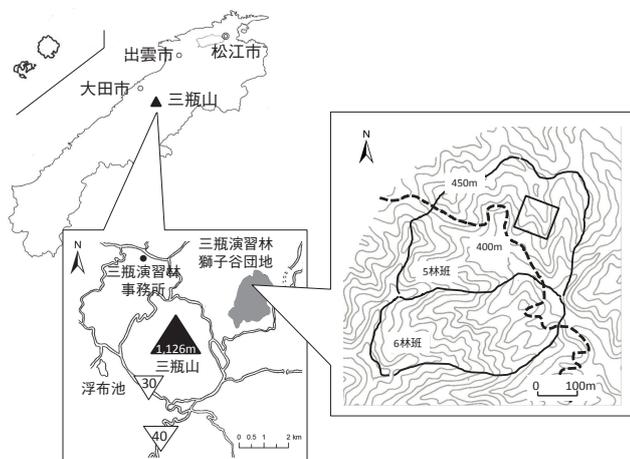


図1. 調査地概要

実線で囲まれた上の範囲は5林班、下の範囲は6林班を表す。点線は林道、5林班内にある□は1ha調査区を表す。

針葉樹が優占する針葉樹林，無立木地の4つに区分し，地形図上に図化した。

### 19ha 調査地におけるナラ枯れの分布調査

ナラ枯れの進行過程を明らかにするため，2013年から2015年の各年の8月から10月に19ha調査地で葉が褐変している個体をナラ枯れによる枯死個体（以下，ナラ枯れ木）として，個体の樹種，位置（緯度，経度），胸高直径を記録した。記録した個体にはピンクテープを巻き，次の年の枯死個体と区別できるようにした。ただし，調査開始年の2013年には，展葉しておらず穿孔孔やフラスが確認される2013年より前にナラ枯れにより枯死したと考えられる枯死個体があり，それらは2012年以前のナラ枯れ木とした。穿孔孔やフラスが確認されない枯死個体や，判断が困難な古い枯死個体，倒木や幹折れによる枯死個体は調査対象から除いた。高さ1.3 mの胸高直径が5 cm以上のナラ類を調査の対象とし，高さ1.3 m以下で枝分かれしている幹は，各幹の情報を記録した。位置はGPS（GARMIN COLORADO 300）を用いて測定し，ナラ枯れ木の分布図をGISソフト QGISによって作成した。

19 ha 調査地の中にある1ha調査区では，胸高直径5 cm以上のナラ類全ての個体の位置および樹種，胸高直径が測定されており，2013年と2014年，2015年には各個体のナラ枯れによる被害状況も確認されている（西川ら 未発表）。このため，1ha調査区では，これらのデータを利用した。

## 結 果

### 19ha 調査地の植生

19ha調査地の植生図を図2に示した。19ha調査地の植生は大部分がコナラを主体とするナラ類が優占する落葉広葉樹林であった。コナラの他にアベマキ，クリ，クヌギなどのナラ類が生育していたが，コナラ以外の樹種の植生率は低かった。19ha調査地の中でも5林班の西側にある1ha調査区の周辺は広範囲でナラ類の優占する落葉広葉樹林となっていた。

沢沿いはイヌシデやエゴノキ，イイギリなどの植生率が高く，ナラ類以外が優占する落葉広葉樹林となっていた。尾根は部分的にアカマツが優占し，小規模であるが斜面にスギの人工林があったため，これらは針葉樹林とした。

### 19ha 調査地におけるナラ枯れ木の分布

19ha調査地における2012年以前のナラ枯れ木は121

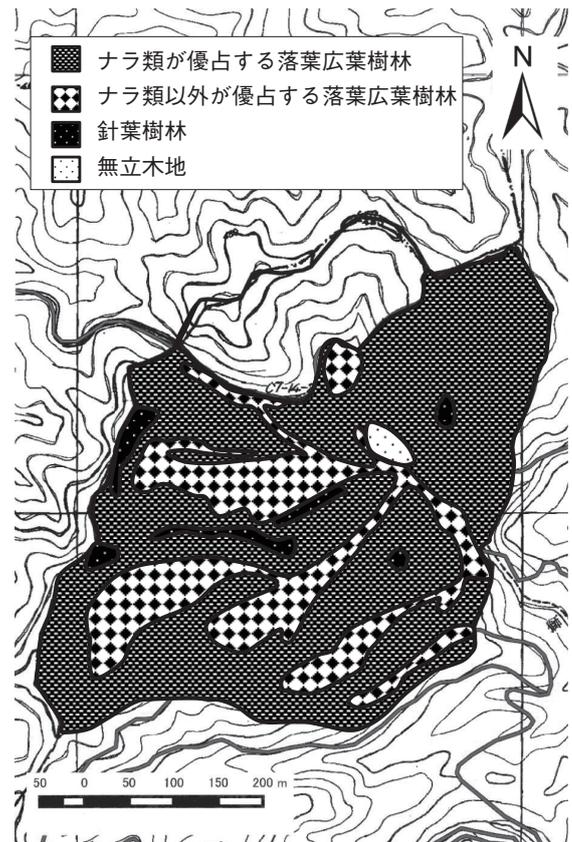


図2. 19ha 調査地の植生図

表1. 19ha 調査地におけるナラ枯れ木の本数

	2012年以前	2013年	2014年	2015年	合計
コナラ	104	66	114	11	295
クリ	8	3	4	0	15
アベマキ	2	0	5	0	7
クヌギ	1	0	0	0	1
不明樹種	6	0	0	0	6
合計	121	69	123	11	324

ナラ類と判断されるものの樹種を同定できない個体は不明樹種とした。

個体，2013年は69個体，2014年は123個体，2015年は11個体あった（表1）。2012年以前のナラ枯れ木は2009年から2012年の合計を含むので多かったが，ナラ枯れ木は2014年に最も多く2015年に急減した。樹種別では，合計324本のうちコナラが295本と最も多く合計本数の91%を占めていた。

2012年以前，2013年，2014年，2015年の各年のナラ枯れ木の分布を図3に示した。19ha調査地のナラ類が優占する落葉広葉樹林の中でも，比較的広範囲にナラ類が優占する5林班西側の1ha調査区が含まれる斜面でナラ枯れ木が多い傾向があり，2012年以前から2013年，2014年と継続してあった。ただし，1ha調査区では他より詳細な調査が行われているため，ナラ枯れ木のデータが多い可能性がある。その他に，6林班の西側でも2012年以前から2015年までナラ枯れ木が継続してあつ



図3. 19ha 調査地のナラ枯れ木の分布

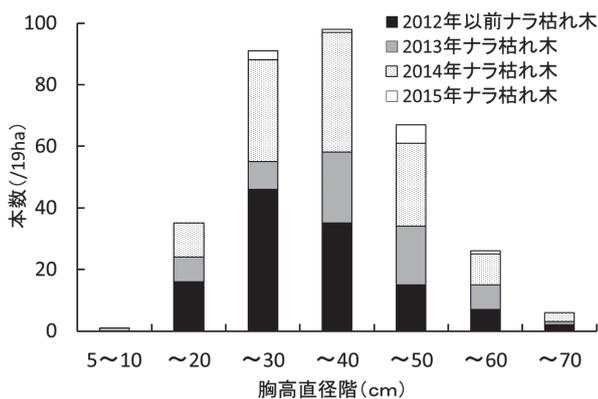


図4. ナラ枯れ木の胸高直径階分布

た。一方、5林班の東にある斜面では2013年と2014年のみ、5林班と6林班の境界の斜面では2012年と2013年のみがまとまってあった。5林班の中央部にある沢沿いでは、2012年以前のナラ枯れ木が多い傾向があった。

#### 19ha 調査地におけるナラ枯れ木の直径階分布

2012年以前、2013年、2014年、2015年の各年のナラ枯れ木の胸高直径階分布を図4に示した。ナラ枯れ木は胸高直径階~40 cmで最も多く、次に胸高直径階~30 cmが多かった。胸高直径階5~10 cmが最も少なく、胸高直径階~70 cmが次に少なかった。2012年以前のナラ枯れ木は胸高直径階~30 cmで最も多く、2013年と2014年は胸高直径階~40 cmで最も多かった。2015年はナラ枯れ木が最も少なかったが、胸高直径階~30 cmから胸高直径階~60 cmまでであった。胸高直径階5~10

cmのナラ枯れ木は2013年のみであった。一方、胸高直径~60 cmおよび~70 cmの大径個体は、2012年以前から2014年までであった。

## 考 察

島根大学三瓶演習林獅子谷団地のコナラ二次林19haにおけるナラ枯れによる枯死個体の分布を2013年から2015年に調べた結果、ナラ枯れ木は2014年に最も多く(表-1)、ナラ類の優占する落葉広葉樹林が広範囲にある場所ではナラ枯れが継続して発生する傾向が確認された(図3)。ミズナラ二次林では、ナラ枯れによる単木的な枯死が確認されてから3年目に枯損率が最も高くなり、ミズナラの枯損率は50%ほどで4年から5年目に被害が終息することが報告されている(小林・萩田2000)。本演習林では2009年に初めてナラ類の葉が褐変しているのが確認され、5年経過した2014年にナラ枯れによる枯死木の個体数が最大となり、翌年の2015年には急減した。その後の観察では、2016年には葉が褐変した個体は数本しか確認されず、2017年には全く確認されなかったことから、本調査地のナラ枯れは終息に向かっていると予想される。このため本演習林のコナラ二次林では、既報告のミズナラ二次林に比べてナラ枯れの拡大に時間を要したといえる。

本演習林で2009年に初めてナラ枯れによる枯死木が確認されたのは、林道沿いのクヌギであった。ミズナラ二次林におけるナラ枯れは、標高の低い地域(小林・上田2002, 吉井・小林2016)や急傾斜地(塩見・尾崎1997, 小林・上田2002)、北東から南東斜面(斎藤1959, 小林・上田2002)、尾根や道路沿いの明るい環境(鎌田2002)で発生しやすいことなどが報告されている。本調査地では、2012年以前のナラ枯れ木は全域に分布し、地形や斜面方位による傾向の違いは見られなかった。ただし本調査では、ナラ枯れが発生した2009年から2012年までの各年のナラ枯れ木の分布様式は明らかにできなかった。

ナラ枯れの拡大に関する要因としては、大径木の方がカシナガの穿入密度(個/m<sup>2</sup>)が高いことから(小林・上田2001)、薪炭林の放棄による樹木の大径化を要因とする説が有力である(加賀谷2011)。本演習林のコナラ二次林も、利用が停止して50年以上経過しており、大径化したナラ類が林冠を構成する二次林である(久保ら2016)。しかし19ha調査地では、2012年以前のナラ枯れ木は胸高直径階~30 cmに最も多く、2013年と2014

年は胸高直径階～40 cm, 2015 年は胸高直径階～50 cm に多く (図 4), 胸高直径とナラ枯れの関係は確認されなかった. 19ha 調査地の中でも 2012 年以前と 2013 年のみナラ枯れ木がある斜面や 2013 年と 2014 年のみナラ枯れ木がある斜面もあったため (図 3), 本調査地 19ha の広域的な調査では各斜面におけるナラ枯れ木と胸高直径との関係を把握できなかった可能性がある. これに関しては今後, 本演習林の 1ha 調査区におけるナラ枯れの進行過程を詳細に解析する必要がある.

## 謝 辞

本研究に取り組むにあたり, 島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター森林科学部門の山下多聞准教授, 葛西絵里香技術職員にはデータのご提供や現地調査でのご助力を賜りました. また, 島根大学生物資源科学部農林生産学科の川口英之准教授, 橋本哲准教授, 藤巻玲路助教には研究遂行にあたり日頃より有益なご助言を頂きました. 同学科のエコロジー研究室の学生の皆様には現地調査において多大なご協力を頂きました. お世話になった皆様に深く感謝し, この文面をもって厚く御礼申し上げます.

## 引用文献

- 赤石大輔・鎌田直人・中村浩二 (2006) 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. 日本森林学会誌, 88: 274-278.
- 独立行政法人森林総合研究所関西支所 (2007) ナラ枯れの被害をどう減らすか—里山林を守るために—. 21pp. 独立行政法人森林総合研究所関西支所, 京都.
- 本多静六 (1901) 造林学各論第二編. 461pp. 池田商店, 東京.
- 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, 日本林学会誌, 80: 229-232.
- 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・窪野高徳・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関連する菌類. 日本森林学会誌, 80: 170-175.
- 加賀谷悦子 (2011) 本州のカシノナガキクイムシの遺伝的構造—ナラ枯れ媒介者とナラ類の地域間における

- 変異分布の一致—. 森林防疫, 60 (2): 40-44.
- 鎌田直人 (2002) カシノナガキクイムシの生態. 森林科学, 35: 26-34.
- 久保満佐子・尾崎嘉信・西川祥子・齊藤柚里香 (2016) 島根大学三瓶演習林におけるコナラの直径成長. 島根大学生物資源科学部研究報告, 21: 17-21.
- 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.
- 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 (4): 7-16.
- 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—被害発生要因の解明を目指して—. 日本森林学会誌, 87: 435-450.
- 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・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: 155-159.
- 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.
- 西垣眞太郎・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.
- 斎藤孝蔵 (1959) カシノナガキクイムシの大発生について. 森林防疫ニュース, 8: 101-102.
- 齊藤正一・柴田銃江 (2012) 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日本森林学会誌, 94: 223-228.
- 塩見晋一・尾崎真也 (1997) 兵庫県におけるコナラとミズナラの集団枯損の実態. 森林応用研究, 6: 197-198.
- 島根県農林水産部林業課 (2013) 島根県の森林・林業・木材生産平成 25 年度版. 114pp. 島根県農協印刷, 島根.

- 島根農科大学（1966）三瓶演習林第一次経営計画書.  
57pp. 島根農科大学, 島根.
- 周藤成次・富川康之・扇 大輔（2001）島根県における  
コナラ集団枯死被害とカシノナガキクイムシの寄  
生・脱出. 島根県林業技術センター研究報告, 52:  
1-10.
- 鈴木伸一（2001）日本におけるコナラ林の群落体系. 植  
生学会誌, 18: 61-74.
- 吉井 優・小林正秀（2016）ナラ枯れはどのような場所  
で最初に発生しやすいのか？ 森林応用研究, 25 (1):  
7-14.