

カシノナガキクイムシ穿孔後に伐採されたウバメガシの萌芽 再生の可能性

誌名	日本森林学会誌
ISSN	13498509
著者	山下, 由美子 栗生, 剛
巻/号	101巻6号
掲載ページ	p. 272-277
発行年月	2019年12月

カシノナガキクイムシ穿孔後に伐採されたウバメガシの萌芽再生の可能性

山下 (中森) 由美子^{*1}・栗生 剛²

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシの穿入により樹幹内に持ち込まれた真菌類の繁殖によって樹木の水分通道が阻害され枯死に至る萎凋病である。カシノナガキクイムシによる穿孔被害林分の更新手法を検討するため、穿孔程度がウバメガシの萌芽更新に及ぼす影響を調べた。和歌山県串本町の穿孔被害林伐採地2林分において、ウバメガシの切株状態の個体を対象に穿孔状況と横断面に対する木部変色の割合を調査し、伐採1年後と伐採約5年後の萌芽更新状況を調査した。1年後と約5年後とも個体の枯死率に穿孔の有無による違いはみられなかったが、約5年後の枯死率は1年後よりも高かった。1年後と約5年後の萌芽数と萌芽サイズに穿孔の有無による違いはほとんどみられなかった。1年後の萌芽数は100 cm²当たりの穿孔密度が高いほど少なかったが、伐根直径が大きいほど穿孔密度と木部変色の割合が高かったため、伐根直径と穿孔程度のどちらが萌芽数に影響するか分からなかった。以上から、ウバメガシの穿入生存木を伐採した後も、直ちに個体は枯死せずに多くの個体で萌芽が発生し成長することが確認された。

キーワード：穿入生存木、大径木化、ナラ枯れ、備長炭原木林、萌芽更新

Yumiko (Nakamori) Yamashita,^{*1} Tsuyoshi Kuriu² (2019) Sprouting Success of *Quercus phillyraeoides* Attacked by *Platypus quercivorus*. *J Jpn For Soc* 101: 272-277 Japanese oak wilt disease is caused by fungi, which are brought by *Platypus quercivorus* into the trunk, hinder water supply by filling vessels with its hyphae and then weaken/kill trees. To evaluate the regeneration of *Quercus phillyraeoides* stands damaged by Japanese oak wilt disease by cutting survived trees, we investigated the effects of infection and gallery formation by *P. quercivorus* on sprouting success of *Q. phillyraeoides*. We investigated gallery density and the proportion of xylem discoloration of stumps, and evaluated the sprouting success 1 year and more than 5 years after cutting in two stands in Wakayama Prefecture, Japan. Although there were no significant effects of gallery formation on individual-level mortality rates both 1 or more than 5 years after cutting, the individual-level mortality rate more than 5 years after cutting was larger than that 1 year after cutting. Moreover, there were no significant effects of gallery formation on number and size of sprouts both 1 or more than 5 years after cutting. The number of sprouts 1 year after cutting decreased as increasing in the gallery density. However, gallery density and the ratio of xylem discoloration were positively correlated with stump diameter, which is known to be one of the factors decreasing the sprouting success of *Q. phillyraeoides*. Therefore, we were not able to quantify the net effect of the gallery formation on sprouting success of *Q. phillyraeoides*. In summary, cutting of survived trees of *Q. phillyraeoides* after attacks of *P. quercivorus* contributes to regeneration of the stand by sprouting, because most individuals can survive and generate sprouts.

Key words: Bincho charcoal wood forest, Japanese oak wilt, overgrown tree, regeneration by sprouting, survival of bored trees

I. 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*)の大量穿入によって樹幹内に持ち込まれた真菌類 *Raffaelea quercivora* の繁殖によって樹木の水分通道が阻害され枯死に至る萎凋病であり、ブナ属以外のブナ科樹木に発生する(黒田・山田 1996; Kuroda 2001)。カシノナガキクイムシの穿入を受けた樹幹の木部は穿孔と感染の影響によって木部の細胞で防御反応が起こり、褐色~黒褐色系の変色が起こる(黒田 2008)。防御による変色は傷害心材とよばれ(本論文では木部の変色とする)、この変色部では木部樹液の流動が停止している。マスアタックとよばれる集中穿入が起きた場合は辺材の大半が変色するが、穿孔数が少なく、短い孔道形成で終わった場合は辺材の一部だけが変色する(黒田・山田 1996; 黒田 2008)。これらの結果、カシノナガキクイムシの穿入を受けた立木がたどる経過は、その年に枯死にいたるもの、穿入を受けるが枯死に至らないもの(以後、穿入生存木とする)に類別できる。穿入生存木は、辺材の変色割合や穿孔による水分ストレスも様々な状態にあると考えられる。

コナラ属はコナラ亜属とアカガシ亜属に分けられる(森 1998)。コナラ亜属に属する種類は落葉性のナラ類、アカガシ亜属に属する種類は常緑性のカシ類とよばれることが多い。本研究の対象樹種であるウバメガシはコナラ亜属ウバメガシ節に区分され、系統関係もコナラと近縁であることが確認されている(Denk and Grimm 2009; Simeone *et al.* 2016)。よってウバメガシは常緑樹でありながら、常緑性のカシ類(コナラ属アカガシ亜属)とは別の分類群であるとともに、同じ亜属である落葉性のナラ類とも生理特性や生息地が異なる特殊な樹種と位置づけられている。なお、常緑性のシイ類(シイ属)やマテバシイ(マテバシイ属)とは属が異なる。

穿孔被害林の更新に関する研究は、枯損被害が目立つコナラやミズナラの優占する落葉広葉樹林の林分構造の変化に関するものが多く(小谷・江崎 2008; 伊東ら 2009; 斉藤・柴田 2012; 林田ら 2013; 渡辺ら 2016)、ウバメガシ林での研究はまだない。穿孔被害林分が増加する中で、穿入生存木が多いとされるウバメガシ(栗生ら 2012)のような樹木にとって、穿入生存木伐採後の萌芽発生状況を明らかにすることは、穿孔被害を受けたウバメガシ林の

*連絡先著者 (Corresponding author) E-mail: nakamori_y0001@pref.wakayama.lg.jp

¹和歌山県林業試験場 〒649-2103 和歌山県西牟婁郡上富田町生馬 1504-1 (Forestry Experiment Station, Wakayama Prefecture, 1504-1 Ikuma, Kamitonda, Wakayama 649-2103, Japan)

²和歌山県農林水産部 〒640-8585 和歌山県和歌山市小松原通 1-1 (Wakayama Prefecture, 1-1 Komatsubaradouri, Wakayama city, Wakayama 640-8585, Japan)

(2019年7月2日受付; 2019年10月2日受理)

持続性を確保する上で重要である。また、穿入生存木を伐採しても萌芽更新に支障がないかどうかといった問題は現場の大きな関心事であるが、穿入生存木を伐採した後の萌芽更新について報告した事例はない。ウバメガシの萌芽更新にカシノナガキクイムシの穿孔にともなう病原菌の感染が及ぼす影響を把握できれば、穿孔被害林分の適切な管理が実施でき、備長炭原木として利用されることの多いウバメガシの持続的な利用につながる事が期待される。

本報告では、穿入後に枯死せず、その後伐採されたウバメガシ個体の萌芽更新状況を調査し、穿孔の有無や穿孔密度、樹幹木部にみられる変色割合が本種の萌芽発生数および萌芽の生残に与える影響を検討した。

II. 調査地および方法

調査地は和歌山県東牟婁郡串本町の穿孔被害林伐採地2林分(串本A, B)である。串本Aは林齢55年(2010年の時点)、標高55m、南西向き緩斜面に、串本Bは林齢65年(2010年の時点)、標高56m、南東向き緩斜面に位置している。串本Aは2009年10月から12月にかけて約0.18haの面積が、串本Bは2010年10月から2011年3月に約2.36haの面積が皆伐され、どちらの林分もカシノナガキクイムシが各年度の初夏に穿入し、翌年に羽化脱出するまでに伐採された林分である。伐採者への聞き取り調査から、伐採した前年は穿孔がほとんどみられなかったことが確認されている。両林分ともカシノナガキクイムシによる穿孔部位を避けるように伐採されたため、高伐り個体が多い状況であった。

伐採1年後の調査は2011年3月(串本A)、2012年4月(串本B)に実施した。串本Aは調査面積0.03haからウバメガシ株立ち個体を29個体、串本Bは調査面積0.08haから43個体をランダムに選んだ。ここでウバメガシの株立ち個体を「個体」、株立ち個体を構成する幹の切株を「伐根」、伐根から発生した萌芽枝を「萌芽」と定義した(図-1)。個体を対象とした調査では個体の生死を記録した。本報では、生存萌芽がみられない伐根を無萌芽伐根と定義した。個体内の伐根が無萌芽伐根のみであった場合を個体の枯死とみなした。伐根を対象とした調査では伐根直径と伐

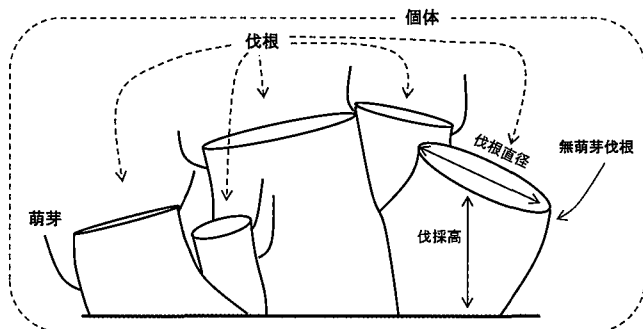


図-1. 萌芽した個体と伐根の模式図

伐直径は木口面の長径と短径から平均値を算出した。伐採高は木口が傾斜していたため、山側と谷側で測定し平均値を算出した。生存萌芽がみられない伐根を無萌芽伐根とした。個体内の伐根が無萌芽伐根のみであった場合を個体の枯死とみなした。

採高を測定した(図-1)。伐根直径は木口面の長径と短径から平均値を算出した。伐採高20cm以上の伐根については、高さ10cmの伐根周囲長から換算した。伐採高は木口が傾斜していたため、山側と谷側で測定し平均値を算出した。萌芽の調査は発生萌芽数(長さ5cm以上)、最大萌芽の長さとその基部の径を伐根ごとに測定した。さらに伐採5年(串本B)、6年(串本A)後の2015年10月に再測定を行い、個体の生死を記録し、伐根ごとに萌芽数、最大萌芽の長さとその基部の径を測定した。

穿孔状況の調査は串本Aでは2010年3月に、伐根ごとに高さ30cmまでの穿孔数を記録し、伐根の樹皮表面の面積から100cm²当たりの穿孔密度(穿孔数/100cm²)を算出した。伐根の樹皮表面の高さ30cmまでの穿孔孔、横断面の孔道、穿孔によりできた木部の変色のいずれかがある幹を穿孔有と区分した。なお、串本Bは伐採1年後の調査時に、発生した萌芽枝により幹の全面が覆い隠されてしまったために伐根の樹皮表面の穿孔孔が確認できなかったため、横断面の孔道、穿孔によりできた木部の変色のいずれかがある幹を穿孔有と区分した。穿入による樹木への影響を知るために、2010年3月に串本Aにおいて、伐根の横断面にスケールを置いて写真を撮影し、CADソフト(頭脳RAPID14PRO)により伐根の横断面積と変色面積を測定し、横断面における変色面積割合を算出した。なお、調査エリア周辺は、2014年のニホンジカの推定生息密度が25頭/km²以上30頭/km²未満(環境省2015)と比較的高く、発生した萌芽がニホンジカによる採食害を受ける恐れがあるため、伐採後に獣害防護柵を設置し、採食による影響をできるだけ排除した。

串本Aにおいて、穿孔密度(100cm²当たりの穿孔数)や防御反応による木部の変色割合が伐根直径と関係しているか調べるために、それぞれスピアマンの順位相関係数を算出した。この際、伐採高の影響を排除するため、伐採高50cm以下の伐根のみ解析対象とした。また、穿孔密度と木部の変色割合に相関関係があるか検定した。各林分において、穿孔の有無が個体や伐根の生存に及ぼす影響を調べるために、フィッシャーの正確検定を行った。穿孔の有無が萌芽発生と成長に及ぼす影響を調べるために、伐採高50cm以下の生存伐根を対象にマンホイットニーのU検定を行った。また、穿孔密度(100cm²当たりの穿孔数)が萌芽発生(萌芽数、最大萌芽長、萌芽径)に及ぼす影響を調べるために、串本Aの穿孔有かつ伐採高50cm以下の生存伐根を対象にスピアマンの順位相関係数を算出した。全ての解析には、R.3.4.0(R Core Team 2017)を用いた。

III. 結 果

1. 伐採された株立ち個体と伐根の穿孔状況

調査林分で穿孔有と判定された個体の割合(穿入個体数/全調査個体数)は串本A 83%(24/29個体)、串本B 86%(36/42個体)で、両林分とも80%以上の個体に穿孔がみられた(表-1)。穿孔有と判定された伐根の割合(穿入伐根数/全調査伐根数)は串本A 64%(56/88伐根)、串本B 79%(68/86伐根)で、両林分とも調査した伐根の

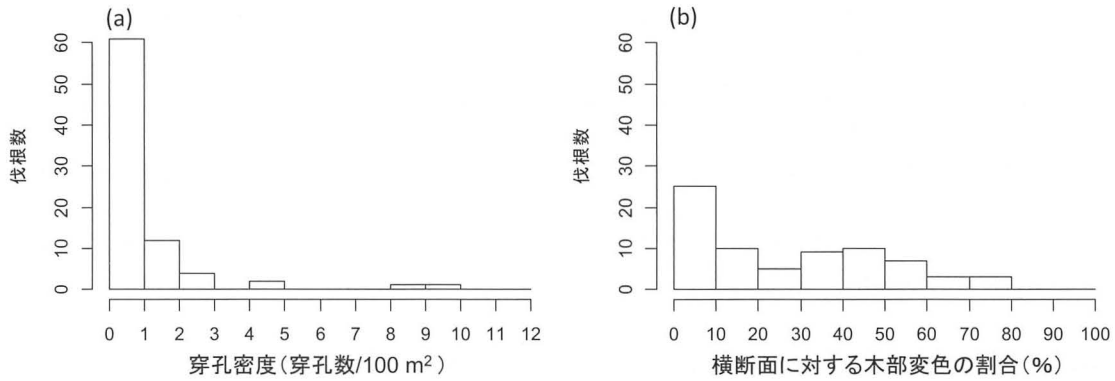


図-2. 串本 A におけるウバメガシ伐根の穿孔密度(a)と横断面に対する木部変色の割合(b)の頻度分布

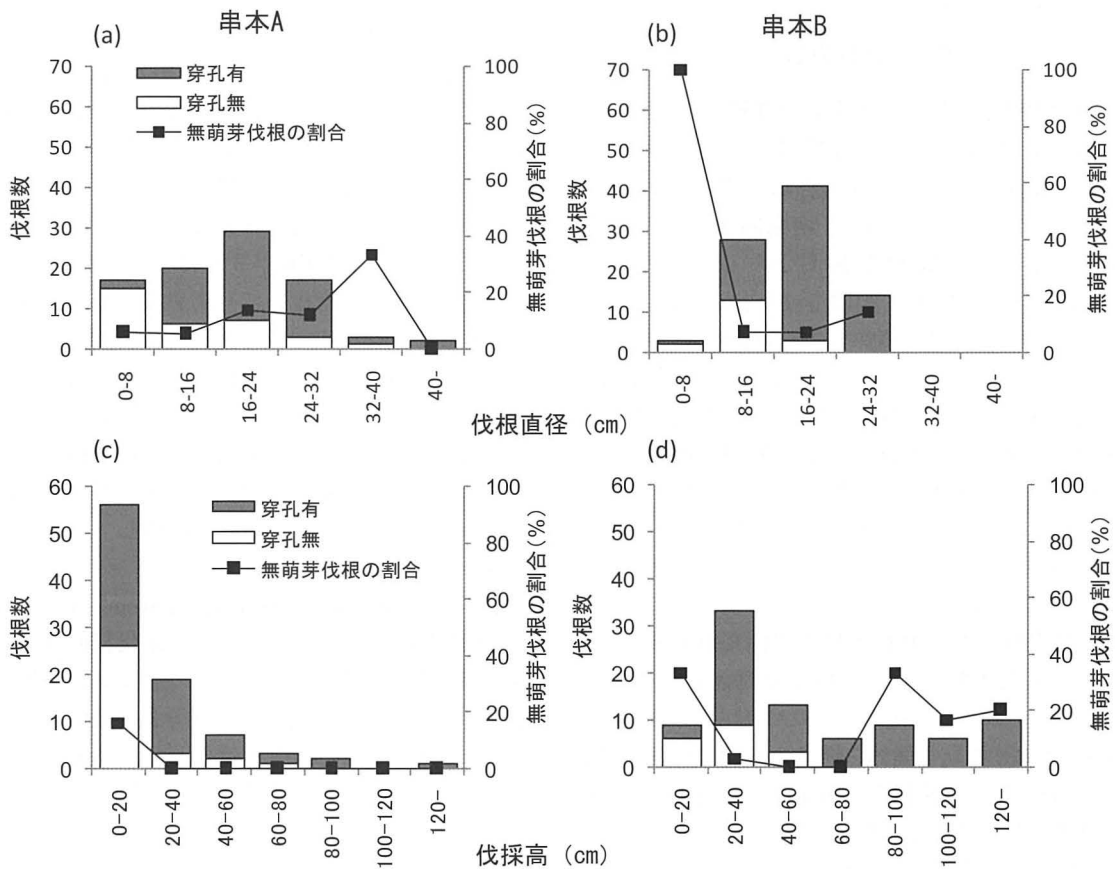


図-3. 串本 A, B における穿孔状況別ウバメガシ伐根の伐根直径(a, b)と伐採高(c, d)の頻度分布と伐採 1 年後の無萌芽伐根の割合

60%以上が穿孔を受けていた。串本 A における伐根の穿孔密度 (穿孔数/100 cm²) の平均は 1.4 孔 (標準偏差 1.9 孔) であり, 測定対象とした高さ 30 cm までの範囲において穿孔密度 2 孔未満の伐根が多かった (図-2(a))。横断面に対する木部変色の割合の平均は 25.5%/伐根 (標準偏差 23.3%) であった (図-2(b))。

伐根直径と伐採高別の伐根数を図-3 に示した。両林分ともに伐根直径が大きいほど穿孔された伐根の割合が増加したが (図-3(a), (b)), 無萌芽伐根の割合は伐根直径に依存していなかった。両林分とも伐採高が大きいほど, 穿孔された伐根の割合が増加した (図-3(c), (d))。串本 A の伐採高 50 cm 以下の伐根の穿孔密度は伐根直径が大きいほど増加した (図-4(a))。横断面に対する木部変色の割合も伐根直径が大きいほど増加した (図-4(b))。穿孔密度は

横断面に対する木部変色の割合と正の相関関係がみられた (図-4(c))。

2. 伐採 1 年後の萌芽発生状況

両林分とも伐採 1 年後に枯死した個体の割合は穿孔有, 穿孔無とも 15% 未満であった。(表-1)。無萌芽伐根の割合も, 穿孔有, 穿孔無とも 20% 未満であった。枯死した個体の割合と無萌芽伐根の割合は, いずれも穿孔の有無で有意差はみられなかった (フィッシャーの正確検定, $p > 0.05$)。萌芽の発生状況を図-5 に示した。両林分とも伐採 1 年後の萌芽数, 最大萌芽長, 萌芽径に穿孔の有無による有意差はみられなかった。串本 A における穿孔密度と萌芽発生状況の関係は, 穿孔された生存伐根 (100 cm² 当たりの穿孔密度 0.1~9.4, $N=46$) のみで解析すると, 穿孔密度と伐採 1 年後の萌芽数に有意な負の相関がみられた

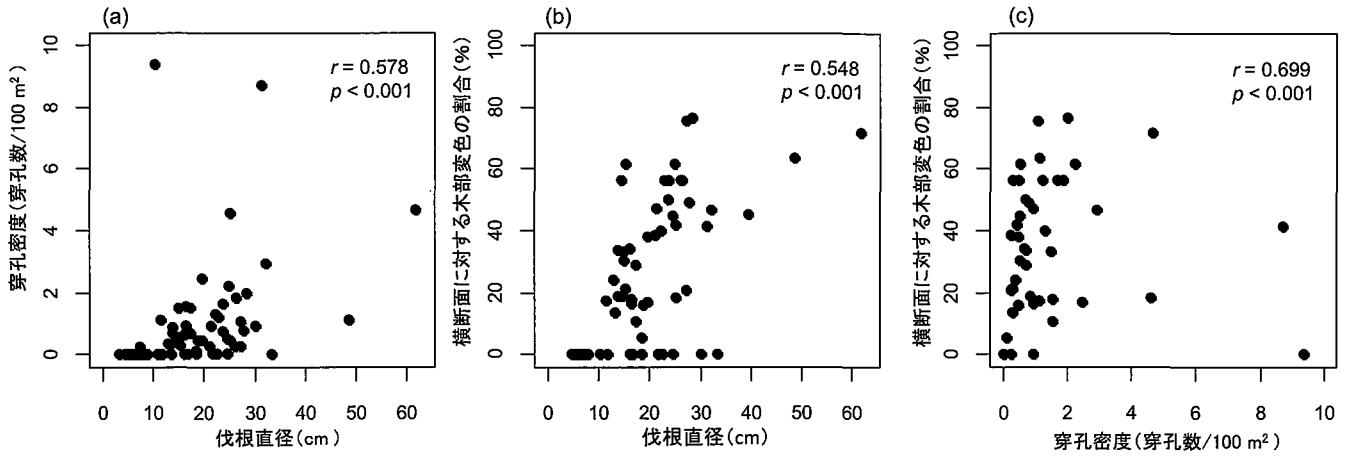


図-4. 串本 A におけるウバメガシ伐根 (伐採高 \leq 50 cm) の伐根直径と穿孔密度(a), 伐根直径と横断面に対する木部変色の割合(b), 穿孔密度と横断面に対する木部変色の割合(c)の関係

r はスピアマンの順位相関係数を示す。

表-1. 穿孔有無別の個体数と伐根数, 枯死個体数, 無萌芽伐根数と穿孔密度 (穿孔数/100 cm²)

調査地	伐採後 経過年数	穿孔有						穿孔無						穿孔密度 (穿孔数/100 cm ²)					
		調査した数		枯死個体 数 (%)	無萌芽伐根 数 (%)	調査した数		枯死個体 数 (%)	無萌芽伐根 数 (%)	穿孔された伐根			穿孔かつ無萌芽伐根						
		個体	伐根			個体	伐根			平均	SD	Max	平均	SD	Max				
串本 A	1	24	56	3 (12.5)	3 (5.4)	5	32	0 (0.0)	6 (18.8)	1.4	1.9	9.4	1.4	1.8	8.7				
	6	24	56	15 (62.5)	31 (55.4)	5	32	2 (40.0)	16 (50.0)	—	—	—	—	—	—				
串本 B	1	36	68	1 (2.8)	7 (10.3)	6	18	0 (0.0)	3 (16.7)	—	—	—	—	—	—				
	5	36	68	13 (36.1)	34 (50.0)	6	18	4 (66.7)	8 (44.4)	—	—	—	—	—	—				

-は未測定であることを示す。

(図-6(a))。穿孔密度と最大萌芽長や萌芽径に有意な相関関係はみられなかった (図-6(b), (c))。

3. 萌芽した個体と伐根の生残

伐採 5~6 年後に枯死した個体の割合は, 両林分とも穿孔有無に関わらず 36~67%と伐採 1 年後よりも高かった (表-1)。無萌芽伐根の割合も 44~55%と伐採 1 年後よりも高かった。伐採から 5~6 年経過した伐根の萌芽数, 最大萌芽長, 萌芽径は, 串本 B の萌芽数が穿孔有で多く, 串本 A の最大萌芽長が穿孔有で大きかった (図-5)。これらを除くと, 穿孔の有無による違いはみられなかった。

IV. 考 察

本研究の結果, カシノナガキクイムシによる穿孔生存木を伐採した 1 年後に, 多くのウバメガシの伐根で萌芽の発生が認められた。穿孔有と穿孔無と比較しても枯死した個体の割合や無萌芽伐根の割合に違いはみられず, 伐採 1 年後に枯死した個体の割合は穿孔有無ともに 15% 未満であった。よって, カシノナガキクイムシによる穿孔生存木を伐採した後も, 直ちに個体は枯死せず, 多くの個体で萌芽が発生することが確認された。しかし, 枯死した個体の割合や無萌芽伐根の割合は伐採 1 年後から 5~6 年後に穿孔の有無に関係なく増加しており, 約半分の個体が枯死していた。和歌山県木炭協同組合が定めた紀州備長炭選別表 (和歌山県 1990) による馬目小丸 (径 2~3 cm, 長さ 20 cm 以上) と馬目上小丸 (径 3~4 cm, 長さ 20 cm 以上) の規格の炭が得られる原木径 6~12 cm を適切な径級と定義すると, 今回調査した伐根の平均径は 17 cm を超えてお

り, 適切な径級よりも大きかった。コナラでは高齢化・大径化するほど萌芽個体の生存率や萌芽数が減少する (小谷 2012)。ウバメガシにおいても同様のことが指摘されており (山下 2019), 高齢化による大径木化が個体の枯死率や無萌芽伐根の割合の高さにつながった可能性が考えられた。

串本 A において, 穿孔密度が高い伐根ほど変色割合が高く, 変色割合の高い伐根では通水阻害の範囲が広いことが予想できた (黒田・山田 1996)。通水阻害のために樹体内水分の欠乏によって萌芽枝の生存と成長が抑制される可能性があるが, 穿孔の有無にかかわらず, 伐採 1 年後に発生した萌芽数や萌芽サイズは変わらないという結果が得られた。この傾向は伐採 5~6 年後も概ね同じであった。ここで, カシノナガキクイムシの穿孔にともなう病原菌の感染が萌芽更新に及ぼす影響を考えると, 穿孔密度が高いほど伐採 1 年後の萌芽数が少なかったが, 伐根直径と穿孔密度や木部変色の割合には強い正の相関があるため, 萌芽発生に伐根直径と穿孔密度や木部変色の割合のどちらが効いているか今回のデータからはわからなかった。しかし, カシノナガキクイムシの無被害林分では, 伐根直径が大きくなると萌芽数が少なくなるという明瞭な結果が得られていること (山下 2019), カシノナガキクイムシに穿孔されても萌芽の発生と成長に大差はなかったという結果から考えて, 穿孔による木部変色が伐根の横断面の一部にとどまっている場合には, 穿孔にともなう病原菌の感染が萌芽の発生と成長に及ぼす影響は限定的ではないかと考えられた。ただし, 伐根直径が大きいほど穿孔される伐根の割合や穿孔密度が増えたこと, 先の伐根直径が大き

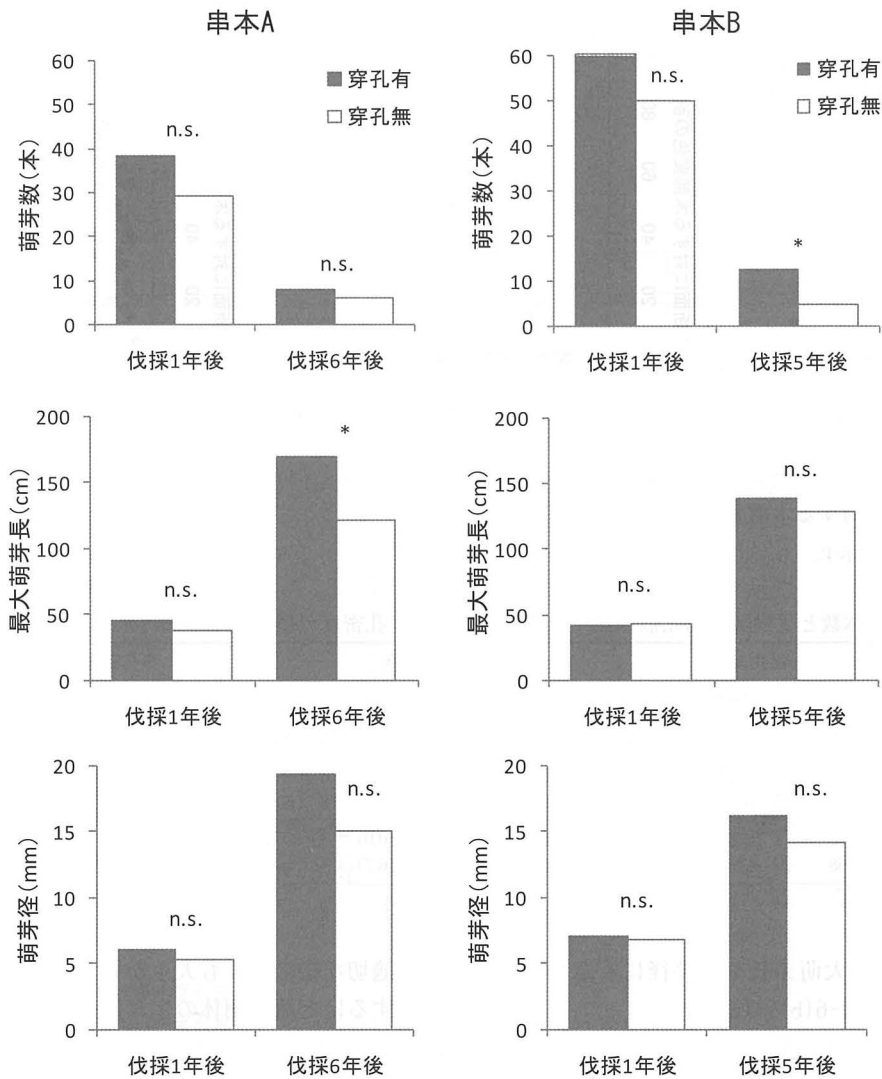


図-5. 伐採1年後と5, 6年後の穿孔有無による生存伐根(伐採高 ≤ 50 cm)の萌芽数, 最大萌芽長, 萌芽径

*は有意差がある(マンホイットニーのU検定, $p < 0.05$) ことを, n.s. は有意差がない ($p > 0.05$) ことを示す。

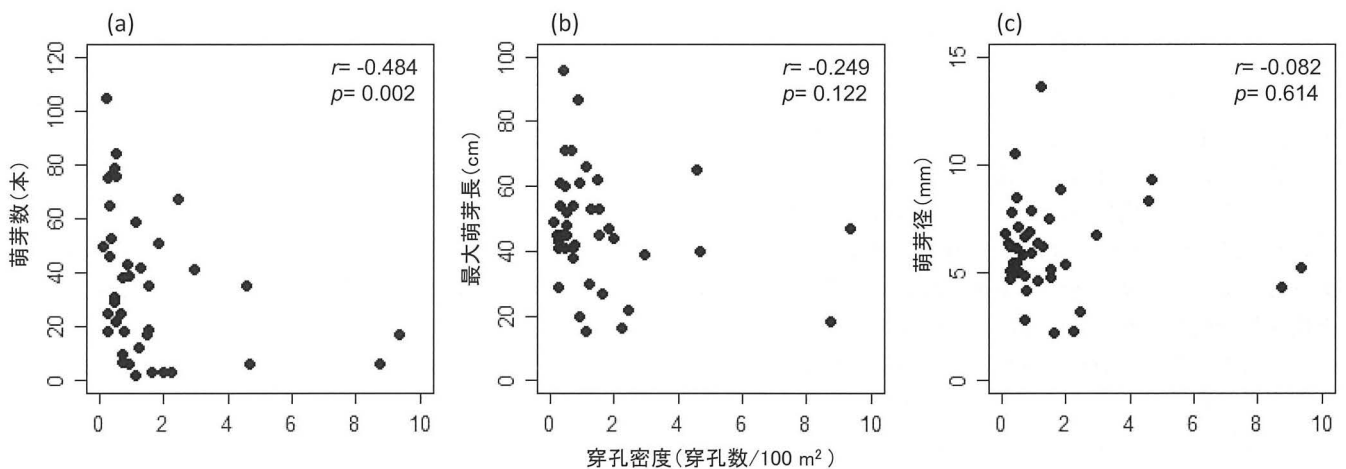


図-6. 串本Aにおけるウバメガシの伐根(伐採高 ≤ 50 cm, 穿孔有の生存伐根)の穿孔密度と伐採1年後の萌芽数(a), 最大萌芽長(b), 萌芽径(c)の関係

r はスピアマンの順位相関係数を示す。

くなると萌芽が少なくなるという結果から考えて、集中穿入を受けるような大径の穿入生存木は萌芽しにくくなるといえる。

栗生ら (2012) は、和歌山県のウバメガシ林において、0.15 ha 内に生育する 164 個体 560 幹のウバメガシのカシノナガキクイムシによる穿孔状況を 2 カ年にわたり調査し、最終的に 28% の幹が穿孔され、2% の幹が連年穿孔されたが、枯死幹はなかったことを報告している。ウバメガシ林では穿入を受けるが枯死に至らない穿入生存木が多い可能性もある。本研究では、伐採 1 年後に萌芽した個体の割合は穿孔の有無に関わらず約 9 割を超えており、伐根の平均萌芽数も 20 本を超えていたことから、ウバメガシの穿入生存木でも、伐採すれば萌芽再生する可能性があることがわかった。ただし、高齢化によって大径化した木や穿孔密度の高い木を伐採した場合は、萌芽発生数が少ないこと、伐採 5~6 年後に個体の枯死率が増加することには留意する必要がある。以上の結果は、ウバメガシ林がカシノナガキクイムシの穿孔およびナラ枯れの感染を受けたとしても被害の程度によっては伐採利用可能であることを示唆するものである。ウバメガシの穿入生存木からのカシノナガキクイムシの脱出消長を調査した大谷ら (2014) は、高さ 1.0 m で伐採した切株区の穿入孔当たりの成虫発生頭数が生立木よりも多いことを明らかにし、穿孔部位を残すような高伐りをすると、材内でカシノナガキクイムシが繁殖するため、カシノナガキクイムシの発生源になる恐れがあると指摘している。現地においては、2010 年に穿孔後に高伐り伐採された生存個体が 2013 年に再度穿孔される事例もみられた。カシノナガキクイムシが分布している地域において、穿入生存木を伐採する場合はできるだけ低く伐ることが重要である。

今回、ウバメガシの穿入生存木でのみ調査を行っており、他の樹種ではどうか、日本海型と太平洋型の 2 系統あるカシノナガキクイムシ (濱口 2013) のどちらの加害も同じ反応を示すのかなど不明な点は多い。さらに、本報告ではカシノナガキクイムシの穿孔後 1 年以内に伐採された個体を対象に萌芽発生状況を調査したが、穿孔から年数を経た穿入生存木を伐採した後の萌芽発生状況については確認することができなかった。穿孔されてからの経過年数の違いが、穿孔生存木の樹体内の水分に影響している可能性も考えられることから、これらの萌芽状況を検討することが今後の課題である。

謝 辞

本研究の実施にあたり調査を快諾して下さった森林所有者の皆様
に厚く御礼を申し上げます。岐阜県立森林文化アカデミーの玉木一
郎博士には、本論文の草稿を読んでいただき、貴重なご意見をい
ただいた。深く感謝申し上げます。

引用文献

- Denk T, Grimm GW (2009) Significance of pollen characteristics for infrageneric classification and phylogeny in *Quercus* (Fagaceae). *Int. J. Plant Sci.* 170(7): 926-940
- 濱口京子 (2013) 日本産カシノナガキクイムシの地域変異について. *森林防疫* 62(3): 29-36
- 林田光祐・大谷ゆき・大谷博彌 (2013) ミズナラ二次林におけるナラ枯れ前後の 16 年間の林分構造の推移. *山形大学紀要* 16(4): 297-304
- 伊東宏樹・五十嵐哲也・衣浦晴生 (2009) 京都市北地域におけるナラ類集団枯損による林分構造の変化. *日林誌* 91: 15-20
- 環境省 (2015) 改正鳥獣法に基づく指定管理鳥獣捕獲等事業の推進に向けた全国のニホンジカの密度分布図の作成について. <http://www.env.go.jp/press/101522.html> (参照 2017-12-18)
- 小谷二郎 (2012) コナラの伐採齢が萌芽再生に与える影響. *石川県林試研報* 44: 18-22
- 小谷二郎・江崎功二郎 (2008) ミズナラ集団枯損被害が二次林の樹種構成に与える影響. *石川県林試研報* 40: 5-11
- 栗生 剛・衣浦晴生・長谷川絵里・中森由美子 (2012) 紀伊半島のウバメガシ林におけるカシノナガキクイムシの被害と発生消長. 第 123 回日本森林学会大会学術講演集
- Kuroda K (2001) 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* 47: 425-429
- 黒田慶子 (2008) 感染木が枯れる仕組み. (ナラ枯れと里山の健康. 黒田慶子編, 全国林業改良普及協会). 67-88
- 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. *日林誌* 78: 84-88
- 森 徳典 (1998) コナラ属, コナラ亜属. (日本の樹木種子 広葉樹編. 勝田 稔・森 徳典・横山敏孝著, 林木育種協会). 64-73
- 大谷栄徳・山下由美子・栗生 剛・衣浦晴生・長谷川絵里 (2014) カシノナガキクイムシによるウバメガシの穿孔被害と被害軽減対策の開発. *森林防疫* 63(6): 32-35
- R Core team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing
- 斉藤正一・柴田統江 (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. *日林誌* 94: 223-228
- Simeone MC, Grimm GW, Papini A, Vessella F, Cardoni S, Tordoni E, Piredda R, Alain F, Denk T (2016) Plastome data reveal multiple geographic origins of *Quercus* Group Ilex. *Peer J* 4:e1897
- 和歌山県 (1990) 紀州備長炭. 和歌山県山村対策課資料
- 渡辺直登・岡田知也・戸丸信弘・西村尚之・中川弥智子 (2016) 愛知県海上の森におけるナラ枯れ被害林分の森林動態. *日林誌* 98: 273-278
- 山下 (中森) 由美子 (2019) ウバメガシの萌芽更新に及ぼす伐根直径と伐採高の影響. *日林誌* 101: 235-241