

岐阜県森林研究所

研 究 報 告

第 46 号

Bulletin of the Gifu Prefectural  
Research Institute for Forests

Vol. 46

岐阜県森林研究所

Gifu Prefectural Research Institute for Forests

岐阜県美濃市

Mino, Gifu

2017 年 3 月

March 2017

## —— 論 文 ——

- 1 植栽時期がヒノキ・コンテナ苗の活着と植栽後2年間の成長に及ぼす影響／  
渡邊仁志, 三村晴彦, 茂木靖和, 千村知博
  
- 7 ナラ枯れ枯死木の製材用途としての加工方法／  
富田守泰, 土肥基生, 大橋章博, 田中伸治

## —— 技術資料 ——

- 15 岐阜県内におけるスギ林地残材の樹皮厚率と樹皮重量率／  
古川邦明
  
- 17 ミズナラのナラ枯れ被害木を利用したキノコ菌床栽培／  
上辻久敏

## —— 論文抄録 ——

- 21 間伐後のヒノキ人工林においてニホンジカの採食が下層植生上の節足動物群集に及ぼす影響 (英文: Journal of Forest Research) ／  
片桐奈々, 肘井直樹
  
- 22 *Pleurotus ostreatus* におけるリグニン分解酵素の発現に及ぼすカルモジュリンの影響 (英文: Current Genetics) ／  
末富高志, 阪本鷹行, 徳永祥孝, 亀山徹, 本田与一, 上辻久敏, 亀下勇, 泉津弘佑, 鈴木一実, 入江俊一
  
- 23 植栽樹種の違いが同一斜面のヒノキ, スギ, アカマツ人工林の表土移動に及ぼす影響 (日本森林学会誌) ／  
渡邊仁志, 井川原弘一, 茂木靖和, 横井秀一, 平井敬三
  
- 24 シカによる食害がヒノキ植栽木の初期成長に及ぼす影響 (中部森林研究) ／  
渡邊仁志, 茂木靖和, 岡本卓也, 田中伸治

## 清流の国ぎふ憲章

～ 豊かな森と清き水 世界に誇れる 我が清流の国 ～

「清流の国ぎふ」に生きる私たちは、

- 知** 清流がもたらした自然、歴史、伝統、文化、技を知り学びます
- 創** ふるさとの宝ものを磨き活かし、新たな創造と発信に努めます
- 伝** 清流の恵みを新たな世代へと守り伝えます

平成26年1月31日 「清流の国ぎふ」づくり推進県民会議

論文

## 植栽時期がヒノキ・コンテナ苗の活着と植栽後2年間の成長に及ぼす影響<sup>1</sup>

渡邊仁志<sup>1</sup>・三村晴彦<sup>2</sup>・茂木靖和<sup>2</sup>・千村知博<sup>2,3</sup>

Influences of planting season on survival and growth of Japanese cypress  
(*Chamaecyparis obtusa*) containerized seedlings during first two years after planting<sup>1</sup>

Hitoshi Watanabe, Haruhiko Mimura<sup>2</sup>, Yasukazu Moteki, Tomohiro Chimura<sup>2,3</sup>

岐阜県の寒冷・寡雪地域におけるヒノキ・コンテナ苗の通年植栽の可能性を検討するため、春（2014年4月）、夏（同年7月）、秋（同年11月）に植栽したコンテナ苗の活着率と植栽後2年間の成長を春（2014年4月）に植栽した普通苗と比較した。コンテナ苗は植栽時期にかかわらず、春植栽の普通苗と同程度以上の活着率を示した。夏と秋植栽のコンテナ苗は、普通苗や春植栽のコンテナ苗に比べて、植栽時の樹高と比較苗高（樹高/根元直径）が高く、植栽当年および翌年の成長量が小さかった。植栽適期以外に植栽しても活着率は著しく低くなかったことから、コンテナ苗により植栽期間を拡大させる可能性が示された。しかし、成長量ではコンテナ苗の夏植栽、秋植栽に優位性がみられなかったことから、保育の省力化を目的とした通年植栽には再検討の必要があると考えられる。

**キーワード**：ヒノキ、寒冷・寡雪地域、コンテナ苗、成長量、植栽時期

### I はじめに

近年、林業の経営収支が悪化し、主伐期を迎えた人工林の伐り控えや再造林放棄が問題になっている。林業経営の採算性と森林資源の安定性を確保するため、低コストかつ確実な再造林技術が求められるなか、育林経費全体に占める割合が極めて高い初期保育の費用（林野庁 2013）を下げる必要がある。現在、低コスト再造林を実現する一策として、マルチキャビティコンテナなどにより育苗したコンテナ苗の活用が検討されている。コンテナ苗は時期を選ばずに植栽でき、植栽効率が高く、造林用裸苗（以下、普通苗）に比べ活着率が高い（中村 2012）といわれている。また、コンテナ苗の特性を利用し伐採、地拵え、植栽を連続して行う一貫作業システムにより、造林作業の省力化と経費の低コスト化が期待されている（今富 2011）。

一貫作業システムの導入条件になるのが、「植栽時期を選ばない」というコンテナ苗の特性である。コンテナ苗の植栽時期の検証は、これまでにスギ（*Cryptomeria japonica*, 山川ら 2013）、ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*, 諏訪ら 2016；近藤・袴田 2016）、クロマツ

（*Pinus thunbergii*, 八木橋ら 2015）、カラマツ（*Larix kaempferi*, 原山ら 2016；成松ら 2016）で検証され、通年植栽や植栽時期の拡大が可能であると考えられている（山川ら 2013；八木橋ら 2015；原山ら 2016；成松ら 2016）。しかし、樹種的にみると岐阜県の主要造林樹種であるヒノキの事例は少なく（諏訪ら 2016）、地域的にみると高標高地・山岳地帯を抱える中部地域における事例（近藤・袴田 2016）が不足していることから、今後、植栽事例の収集によって通年植栽に関するコンテナ苗の特性の普遍性を検証していく必要がある。

そこで本研究では、中部山岳地域の寒冷・寡雪地域におけるヒノキの通年植栽の可能性を検討するため、岐阜県下呂市の再造林地において、春、夏、秋に植栽したコンテナ苗の活着率と植栽後2年間の成長を普通苗と比較した。

### II 調査方法

植栽調査に用いた普通苗とコンテナ苗は、同一の岐阜県産精英樹種子を用いた2年生実生苗である。このうち普通苗は、岐阜県山林種苗協同組合の苗畑（岐阜

<sup>1</sup>本研究の一部は、平成27年度中部森林技術交流発表会（於：中部森林管理局）で発表した。

<sup>2</sup>林野庁中部森林管理局 森林技術・支援センター

<sup>3</sup>現所属：林野庁中部森林管理局 富山森林管理署立山森林事務所  
(2016年9月30日受付, 2017年1月6日受理)

植栽時期／ 苗木の種類	2012年			2013年			2014年																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
春 コンテナ苗				●	●	●	●	●	●	●	●	●												
夏 コンテナ苗				●	●	●	●	●	●	●	●	●												
秋 コンテナ苗				●	●	●	●	●	●	●	●	●												
春 普通苗				●	●	●	●	●	●	●	●	●												
苗木の状態				生育期			休止期			生育期			休止期			生育期								

図-1. 苗木の播種，移植および植栽時期

●は播種時期，○はコンテナへの移植時期，■は植栽時期を示す。点線は苗畑における育苗期間，実線はコンテナでの育苗期間を示す。

県各務原市)で2年間育苗された(図-1)。コンテナ苗は、コナツハスク 70，籾殻 30，籾殻炭 3 を容積比で 10L に調整したヒノキの標準培地(遠藤・山田 2009)を 300cc のマルチキャビティコンテナ (JFA-300) に充填し，2013 年春に 1 年生苗を移植した後，岐阜県白鳥林木育種事業地(岐阜県郡上市)のミスト室内で約 13 ～ 20 ヶ月間育苗した(図-1)。元肥には培地 10L あたり 100g の超緩効性肥料(ジェイカムアグリ(株)製・ハイコントロール 650・700 日タイプ：N16-P5-K10)を用い，育苗期間中は追肥を行わなかった。

岐阜県下呂市金山町にある岐阜森林管理署・高天良国有林(1096 林班ほ小班)に調査地を設置した。調査地は標高 720 ～ 730m，平均傾斜 11 度の西向き斜面上にあり，土壌の母材は濃飛流紋岩(溶結凝灰岩)，土壌型は適潤性褐色森林土(偏乾亜型)である。植栽当年(2014 年)の年平均気温と年降水量は，近傍の気象観測所(岐阜県下呂市金山町，標高 233m)において 13.1℃，2515.5mm であった(気象庁 2016)。また，植栽当年と翌年の最低気温は同観測所において -5.8℃，-6.0℃(気象庁 2016)で，これは過去 10 年間でそれぞれ 3 番目，4 番目に高かった。調査地では 2012 ～ 2013 年にヒノキ，スギ林(約 60 年生)を皆伐後，2013 年 12 月に先行地拵え，2014 年 1 月に防獣柵の設置が行われていた。

調査地内で隣接して約 100m<sup>2</sup> の調査区を 8 箇所設け，そのうち 6 箇所を本研究に供した。調査区は斜面の上下方向に最大 50m 程度離れているが，互いに近接しており，立地の影響は少ないと考えられる。2014 年 4 月 24 日(以下，春という)，同年 7 月 31 日(夏)，および同年 11 月 14 日(秋)の各時期にコンテナ苗をそれぞれ 72 本(2 調査区分)，36 本(1 調査区分)，38 本(1 調査区分)，同年 4 月 24 日(春)に普通苗を 72 本(2 調査区分)植栽した(図-1)。コンテナ苗は，いずれの個体も根系と培土からなる根鉢を形成していた。また，普通苗は当地域の通例に倣って，植栽直前に根切りを行った。植栽後の活着率と初期成長を検討するため，

すべての苗木を個体識別し，植栽時，2015 年 3 月 25 日(植栽 1 年目期末)，および 2015 年 12 月 10 日(植栽 2 年目期末)に樹高，根元直径を計測した。枯死個体を除外し，コンテナ苗については春植栽 72 個体，夏植栽 30 個体，秋植栽 37 個体，普通苗については春植栽 65 個体を解析の対象とした。活着率は植栽 2 年目期末における苗木の生残数により，苗木形状は比較苗高(樹高(cm) / 根元直径(cm))により評価した。植栽時期および苗木種類による苗木サイズの違いは Kruskal-Wallis 検定および Scheffe の方法により，普通苗に対する活着率の違いは Fisher の正確確率検定により統計解析を行った。

### III 結 果

#### 1. 苗木のサイズと形状

植栽時の苗木の平均樹高(±SD)は，春植栽コンテナ苗で 49.0 ± 5.4cm，夏植栽コンテナ苗で 77.3 ± 9.1cm，秋植栽コンテナ苗で 74.8 ± 13.8cm，普通苗で 34.4 ± 3.9cm であった(図-2(a))。また，植栽時の平均根元直径は，春植栽コンテナ苗で 4.9 ± 0.5mm，夏植栽コンテナ苗で 5.9 ± 0.6mm，秋植栽コンテナ苗で 6.4 ± 0.9mm，普通苗で 5.5 ± 0.9mm であった(図-2(a))。樹高，根元直径には植栽時期による違いがみられ( $p < 0.001$ )，夏植栽，秋植栽のコンテナ苗は，春植栽の苗(コンテナ苗，普通苗)に比べ樹高が高く( $p < 0.01$ )，春植栽コンテナ苗に比べ直径が大きかった( $p < 0.01$ )。また，夏植栽，秋植栽のコンテナ苗は，春植栽の苗に比べ比較苗高が高かった( $p < 0.05$ ; 図-2(a))。

植栽 2 年目期末において，平均樹高は春植栽コンテナ苗で 122.2 ± 21.6cm，夏植栽コンテナ苗で 88.7 ± 12.9cm，秋植栽コンテナ苗で 84.4 ± 14.5cm，普通苗で 90.7 ± 18.4cm であった(図-2(b))。また，平均根元直径は，春植栽コンテナ苗で 20.1 ± 3.1mm，夏植栽コンテナ苗で 12.3 ± 1.9mm，秋植栽コンテナ苗で 10.8 ± 1.3mm，普通苗で 16.6 ± 2.5mm であった(図-2(b))。樹高，

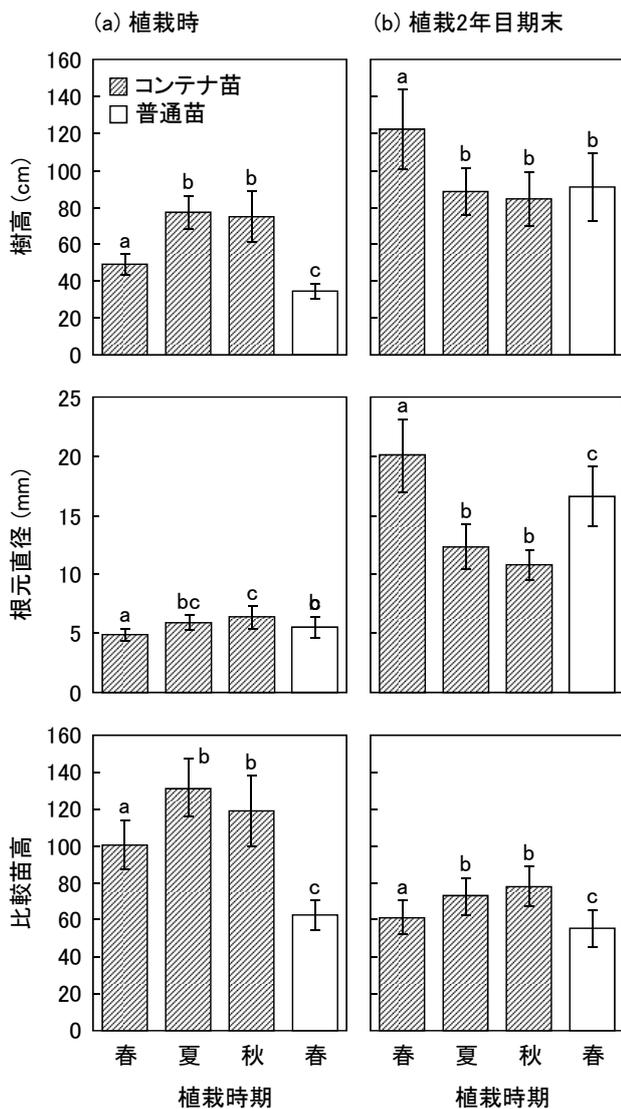


図-2. 苗木の植栽時 (a) および植栽2年日期末 (b) の平均樹高, 平均根元直径, 平均比較苗高  
「春」は2014年4月, 「夏」は2014年7月, 「秋」は2014年11月植栽を示す。エラーバーは標準偏差, 異なるアルファベットは値に有意差があることを示す (Scheffeの方法,  $p < 0.01$  または  $p < 0.05$ )。

表-1. 植栽時期の異なるコンテナ苗および普通苗の活着率

植栽時期/ 苗木の種類	個体数 (本)			活着率 (%)
	植栽	生残	枯死	
春 コンテナ苗	72	72	0	100.0 *
夏 コンテナ苗	36	30	6	83.3 ns
秋 コンテナ苗	38	37	1	97.4 ns
春 普通苗	72	65	7	90.3

表中のアスタリスクは活着率において, 普通苗との間に有意差があることを示す (Fisherの正確確率検定,  $p < 0.05$ )。

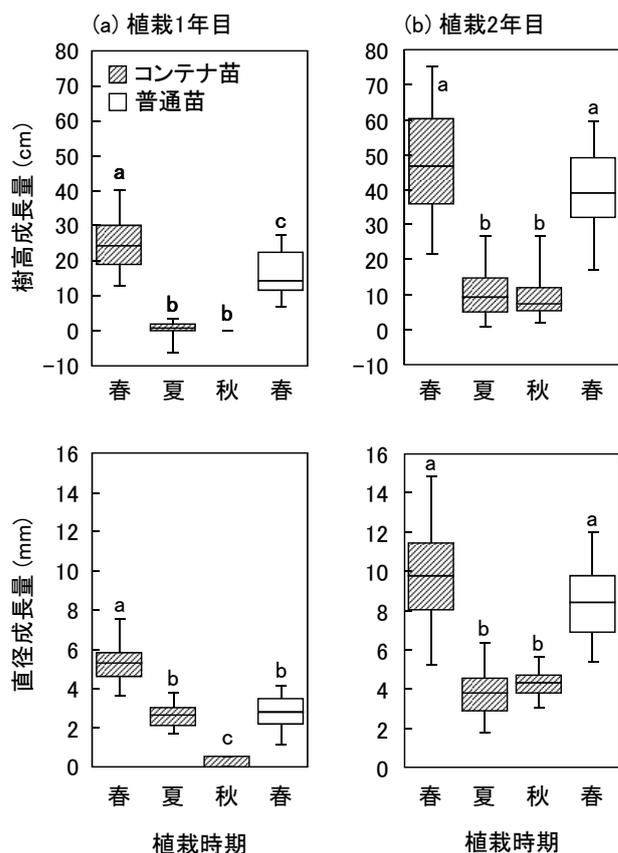


図-3. 苗木の植栽1年目 (a) および植栽2年目 (b) の樹高成長量および直径成長量

「春」は2014年4月, 「夏」は2014年7月, 「秋」は2014年11月植栽を示す。箱は四分位範囲, 箱中の横線は中央値, 上下のバーはそれぞれ95パーセントイル, 5パーセントイルを示す。異なるアルファベットは値に有意差があることを示す (Scheffeの方法,  $p < 0.01$ )。

根元直径には植栽時期による違いがみられ ( $p < 0.001$ ), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽コンテナ苗に比べ樹高が低く ( $p < 0.01$ ), 春植栽の苗に比べ直径が小さかった ( $p < 0.01$ )。夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の比較苗高は, 依然, 春植栽の苗のそれに比べて高かった ( $p < 0.05$ ) が, 植栽時と比べて大きく低下した (図-2(b))。

## 2. 植栽後の活着と成長

苗木の活着率は, 普通苗の90.3%に対し, コンテナ苗は83.3~100%であった (表-1)。普通苗と比べると, 春植栽コンテナ苗の活着率は高く ( $p < 0.05$ ), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の活着率は有意差が認められなかった ( $p > 0.05$ )。ただし, 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗では, 植栽1年日期末の調査において, 梢端の枯死 (先枯れ) が散見された。

植栽1年目の樹高成長量, 根元直径成長量には, 植栽時期による違いがみられ ( $p < 0.001$ ), 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽の苗に比べ, 樹高成長量

が小さく ( $p < 0.01$ ), 春植栽コンテナ苗に比べ根元直径成長量が小さかった ( $p < 0.01$ ; 図-3(a))。2成長期目の傾向も同様で, 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽の苗に比べ, 樹高成長量, 根元直径成長量ともに小さかった ( $p < 0.01$ ; 図-3(b))。

#### IV 考 察

現場での聞き取りによると, 岐阜県の場合, ヒノキの植栽適期は4月, または10月上旬のわずかな期間だということである。本研究では, 植栽適期である4月植栽コンテナ苗だけでなく, 7月植栽, 11月植栽コンテナ苗でも8割以上が活着し, 4月植栽の普通苗と同程度以上の活着率を示した(表-1)。これまでに, コンテナ苗が, すべての植栽時期で高い活着率を示す事例(山川ら 2013; 八木橋ら 2015; 諏訪ら 2016)が報告されており, この理由として, コンテナ苗の特性, すなわち, 掘り取り後の取り扱いや植栽前後の気象条件の影響を受けにくいこと(山川ら 2013)が挙げられている。この特性は, 植栽試験のように最善の取り扱い条件のもとで少数の供試苗を扱う場合よりも, 大量の苗を一度に扱う事業ベースの植栽において, より有効に発揮されるだろう。さらに, 晩秋に植栽した場合, 土壤凍結による苗の倒伏(成松ら 2016)や活着率の低下(近藤・袴田 2016)が懸念されるが, 本調査地ではそれらの現象は発生はしなかった。近傍気象観測所の観測データから, 調査期間中は比較的暖冬であったと推測されるが, 本調査地と同程度の標高(標高750m)でも, 冬期に植栽したヒノキ・コンテナ苗が高い活着率を示した(近藤・袴田 2015)ことが報告されている。したがって, 今後, さまざまな気象条件下, あるいは多くの地域での植栽事例を集める必要はあるものの, 活着率だけに着目すれば, 当地域のような寒冷・寡雪地域においても, コンテナ苗により植栽期間を拡大させられる可能性が示された。

本研究の春植栽苗を比べると, コンテナ苗は普通苗よりも植栽時の樹高が大きく, 比較苗高が高かった(図-2(a))。ヒノキ・コンテナ苗が普通苗よりも高い比較苗高を示すことは諏訪ら(2016)も報告しており, その理由として, 諏訪ら(2016)は, コンテナ苗は込み合った環境で育苗されるために, 徒長気味の形状を示す可能性を示唆している。また, コンテナ苗の元肥に緩効性肥料を用いていることから, 育苗期間を通じて伸長成長が継続したことも一因だろう。これに加え, 本研究の夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗は, 春植栽コンテナ苗よりも比較苗高が高かった(図-2(a))。この理由として, 春の山出しを想定して育苗したコンテナ苗を夏, または秋までコンテナ内で育苗した(図-1)のために, 伸長成長のみが続いたことが影響していると推測され

る。

夏や秋に植栽したコンテナ苗では, 春植栽の苗に比べ, 植栽1年目の樹高成長が小さかった(図-3(a))。これに加え, 秋植栽コンテナ苗では直径成長もほとんどみられなかった(図-3(a))。この理由として, ヒノキの季節別樹高成長, 直径成長が4~5月に最大になり, 11月には終了する(荒木 2012)ことが挙げられる。つまり, 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗が植栽当年にほとんど成長しなかったのは, 山出し後の生育期間の短さが影響していると考えられた。そのうえ本研究では, 植栽2年目の樹高成長量や, 根元直径成長量にも, 春植栽の苗>夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の関係が認められた(図-3(b))。このことはつまり, 夏や秋に植栽したコンテナ苗は, 植栽当年だけでなく, その翌年にも, 春植栽苗と比べて成長量が小さかったことを示す。また, 夏植栽, 秋植栽コンテナ苗の植栽後2年間の成長量に, 育苗期間中の4月から植栽時期までの成長量を足しあわせても, 春植栽苗の樹高成長量には及ばなかった。これまでに, 九州地方のスギ・コンテナ苗は, 植栽当年にも生育期間に応じて伸長成長すること(山川ら 2013), 東北地方海岸林のクロマツでは, どの時期に植栽しても成長に大きな問題がないこと(八木橋ら 2015)が報告されている。その一方, 山陽地域のヒノキ・コンテナ苗で成長に優位性がみられたのは夏植栽だけだったこと(諏訪ら 2016)も明らかになっている。このことから, 春以外の時期に植栽した場合, コンテナ苗を用いたとしても, 条件によっては植栽翌年まで成長低下の影響が続くことがあると考えられる。したがって, 下刈り省略など保育の省力化を目的とした通年植栽には再検討の必要があることが示唆された。

このように, コンテナ苗の通年植栽に関する成績がまちまちになった理由には, 地域性のほか樹種特性や苗木の形状が影響していると推測される。したがって, 今後もコンテナ苗の植栽事例を集積・分析することにより, 通年植栽の条件を検討する必要がある。なおこれらの条件のうち, 苗の形状(比較苗高)については, いずれの苗も植栽時より植栽2年目の方が小さくなっていった(図-2(b))。このため, 夏植栽, 秋植栽のコンテナ苗の比較苗高は, 春植栽苗に比べて高かった( $p < 0.05$ )ものの, その差は小さくなっていった。形状比(本研究の比較苗高と同義)が高い苗木は, 植栽後, 樹高成長よりも直径成長を大きくする傾向がある(八木橋ら 2016)ことから, 比較苗高が普通苗相当(60前後)に収束しつつある現在, 夏植栽, 秋植栽コンテナ苗も翌年以降の樹高成長が回復する可能性がある。今後, さらに成長経過を調査をしていく必要があるが, 植栽初期における速やかな樹高成長を確保するためには, 植栽する苗木の形状に留意しなければならないことが示唆された。

本研究は、岐阜県と中部森林管理局との共同事業である。調査地の設定にあたっては、中部森林管理局 岐阜森林管理署の協力をいただいた。また、本調査・研究の実施にあたり、中部森林管理局 岐阜森林管理署、同 森林技術・支援センター、岐阜県白鳥林木育種事業地、岐阜県森林整備課、岐阜県森林研究所の関係者の皆さまにお手伝いいただいた。本研究の一部は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センター「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」により実施した。ここに記して各位に厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- 荒木眞岳（2012）ヒノキ若齢木における胸高直径成長と梢端の伸長成長の季節性. 森林総研九州支所年報 24 : 18
- 遠藤利明・山田健（2009）JFA-150 コンテナ苗育苗・植栽マニュアル.（低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書（平成 20 年度）. 林野庁, 林野庁）. 74-90
- 今富裕樹（2011）スギ造林の低コスト化を目指した技術開発, 伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化, 現代林業 542 : 52-55
- 原山尚徳・来田和人・今博計・石塚航・飛田博順・宇都木玄（2016）異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率, 成長および生理生態特性. 日林誌 98 : 158-166
- 気象庁（2016）気象統計情報, 過去の気象データ検索（オンライン）. <http://www.jma.go.jp/>（参照：2016 年 12 月 27 日）
- 近藤晃・袴田哲司（2015）スギおよびヒノキコンテナ苗の冬期植栽, 富士山南麓における事例. 中森研 63 : 35-38
- 近藤晃・袴田哲司（2016）ヒノキコンテナ苗の時期別植栽, 富士山南麓標高 1150m における 6 月～12 月植栽. 中森研 64 : 13-16
- 中村松三（2012）再造林コストの低減を図るには. 森林技術 839 : 30-33
- 成松眞樹・八木貴信・野口麻穂子（2016）カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌 98 : 167-175
- 林野庁（2013）平成 25 年度 森林・林業白書. 林野庁
- 諏訪錬平・奥田史郎・山下直子・大原偉樹・奥田裕規・池田則男・細川博之（2016）植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長. 日林誌 98 : 176-179
- 八木橋勉・中村克典・齋藤智之・松本和馬・八木貴信・柴田銃江・野口麻穂子・駒木貴彰（2015）クロマツコンテナ苗の当年生苗利用と通年植栽の可能性. 日林誌 97 : 257-260
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・櫃間岳・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸仁（2016）スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌 98 : 139-145
- 山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三（2013）植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後 1 年目の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌 95 : 214-219



## 論文

# ナラ枯れ枯死木の製材用途としての加工方法<sup>1</sup>

富田守泰・土肥基生・大橋章博・田中伸治<sup>2</sup>

Processing method for sawing use of damaged oak tree by Japanese oak wilt<sup>1</sup>

Moriyasu Tomita, Motoo Dohi, Akihiro Ohashi, Shinji Tanaka<sup>2</sup>

ナラ枯れ被害で枯死した原木を枯死年別に選別し、市販の健全原木とともに板材として製材した。板材から極端に大きな節のみを除いて枯死の原因である虫穴や腐れなどを含め、原木からの板枚数に応じて一定比率となるように試験片を作成し、曲げ強度試験を実施した。同様に板材から2種類幅のフローリング用幅決め材を作成し、横裁断のみで虫穴や腐朽、変色による材面の欠点の除去を想定して良材率を測定した。その結果当年枯死材は強度低下、良材率とも僅かであったのに対し、前年枯死材は虫穴以外にも黒色変色による良材率低下と白色腐朽菌による強度低下が大きかった。商品価値を見出すためには当年枯死材の確保が重要であると考えられた。材面の欠点を含めたフローリング材を試作し、枯死年、健全別に展示しながらアンケート調査を実施した。JASフローリング製品規格は、2mmを超える虫穴で1等材から除外されている。しかし回答者の約半数は虫穴があっても扱う可能性があるとして回答した。JAS規格の指定がなければ用途に応じて虫穴材そのものの利用可能性が示唆された。ただし利用者側からみた製品価格については健全材の4～5割を想定している。今後良材率の試算を踏まえて、乱尺フローリングや複数の幅寸フローリングなど被害に応じた商品化が必要とされる。当面ナラ枯れ被害の発生時は、良材率向上や強度低下防止のため、枯死当年の内に伐採し、良材部分のみを生かした短尺のフローリング用途を想定した製品化が求められる。

**キーワード**：アンケート，ナラ枯れ，フローリング，ミズナラ，強度，製材利用

## I はじめに

カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害が懸念されている（岐阜県森林研究所 2011）。持続性のある対策として枯死材を利用しながら被害拡大を防ぐ方法の開発が期待されているが、製材用途面からその期待に応じるためには被害材の商品価値を探る必要がある。

特にフローリング用途など高付加価値の想定されるミズナラ被害材利用の可能性と、製材品としての用途利用を探るため、試験と調査を実施した。なお被害地域からの伐木では、枯死木のみでなく虫害を受けた生木も同じロットでの出材が想定される。そのため、被害木すべての評価が必要であるが、本報告では枯死木のみを扱う。

試験では、原木からの歩留まり評価を実施した。枯死材は虫穴や腐朽、変色などの欠点が多いため、見た目による良材としての比率を測定した。次に、虫穴や腐朽、変色などの欠点による強度低下が懸念されるため、その影響を見るべく曲げ強度試験を実施した。

調査では素材感、デザイン等、価値の尺度を図る方法として、利用者に対してアンケート調査を実施した。これらの結果を統合し製材品として価値の得られる対応策を探ることを目的とした。

## II 方法

### 1. 材料

岐阜県内飛騨市神岡地内にて枯死したミズナラのうち、前年被害木（H24年枯死材）と当年被害木（H25年枯死材）を各5本選木した。それらを長さ1.7m前後に玉切りし、元玉から3本の原木を利用した。対照の健全木として市場流通原木を6本使用した。

### 2. 加工試験と強度試験

各原木を3cm厚板にだら挽きし、天然乾燥後中温人工乾燥にて仕上げ、幅105mmから15mm間隔で165mmまで幅決めして原木からの歩留まり計算をした。各原木

<sup>1</sup>本研究の一部は、第126回日本木材学会大会で発表した。

<sup>2</sup>現所属：岐阜県庁統計課

(2016年10月3日受付，2017年2月22日受理)

から採材された板枚数に応じてほぼ一定比率となるよう、各板を原木ごとに比率を同じくしてランダムにフローリング用材及び強度試験用材に振り分けた。

フローリング用材は、最小幅 105mm、120mm の板に対して更に 97mm、110mm の 2 種類の幅決めをして、有効幅を 75mm、90mm として用いた。なお、採材にあたっては、虫穴、腐れの欠点を意図的にはずすことはせず、製品幅寸法に満たない部位のみ欠点を意識して切除した（幅 135mm 以上の幅に余裕のある柾目板で辺材に多い虫穴は除外されている）。極端に大きい節などは除いているが、アテは含んだまま加工した。

次に、虫穴、腐れ、変色等を除いた部位を良材として、横鋸断を想定して長さ方向で 300mm 以上の 100mm 刻みとし、900mm 以上は 300mm 刻みで良材面積比を算出した。その後一部をフローリング試作すべく、欠点を含めて委託加工した（図-1、図-2）。

強度試験用材は、仕上げた板材から 25×25×400mm の角材に再加工して虫穴、腐れ、変色の欠点を意図的にはずすことはせず供試した。用材は事前に木口平均年輪幅、重量、腐朽・変色の有無、スパン 1/3 中央区間の繊維傾斜と虫穴数を測定し、日本工業規格 JISZ2113(1994) による曲げ強度試験により曲げ強さ、最大荷重の 1/10 から 4/10 区間の曲げヤング係数を求めた。

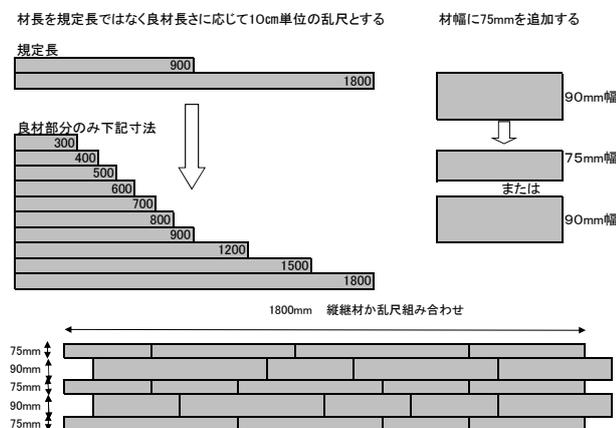
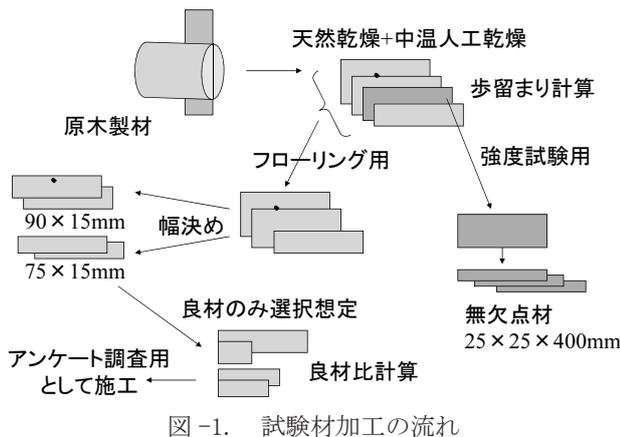


図-2. フローリング歩留り向上のための木取りと施工方法

### 3. 市場調査

ミズナラ枯死材を使用したフローリングの利用について、製品市場調査を実施した。委託加工した長さ 910mm、幅 75mm および 90mm に加工済みの無垢単層フローリングを使用し、前年枯死材 (H24 枯死材)、当年枯死材 (H25 枯死材)、健全材の 3 種類に分けた。表面仕上げは無塗装のまま、各種類ごとに、縦 2 列 1820mm、横は実(さね)を突合して約 1500mm 程度の施工形状 (面積 2.7m<sup>2</sup>) にまとめて展示した (図-3)。なお、アンケート対象者は木造を主体に設計、施工している関係者 21 名とした。

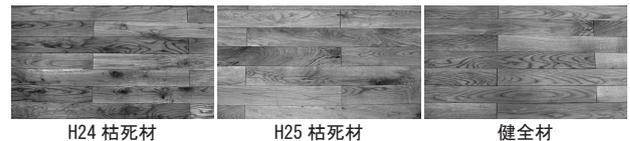


図-3. アンケートに使用したフローリング施工状況

## III 結果と考察

### 1. 加工試験結果

#### (1) 板材歩留まり

広葉樹原木の取引は径級により大きく 2 つに分類されている。末口径 24cm 以上の原木は用材として取引され、市場に流通している。その主要な規格は曲がり 10, 20, 40% を境として 1, 2, 3, 4 等級に区分 (農林水産省 2007) されている。末口径 24cm 未満の原木はチップ、おが粉用材として直接取引されて製材用材として市場に出ない原木に相当する。

枯死した年度と健全木別に原木の性状と板材歩留まりを表-1 に示した。試験原木は、H24 年枯死材で 15 本中 2 本、H25 年枯死材で 14 本中 6 本しか製材用材として該当していなかった。結果的に枯死原木は製材用途試験用としての対象原木としては小径であった。さらに 3 番玉まで採材していることから原木径にばらつきが多く、曲りも大きい。曲がり大きいと製材時の板幅が狭くなりやすく、その結果枯死木は健全木に対して平均板幅が狭い。最終的には、枯死木の歩留まりは健全木に対して製材時で 7~8% 低かった。

表-1. 原木から製材した板材と歩留まり

種類	立木本数	原木本数	原木末口		曲り平均 (%)	原木等級別本数 <sup>1)</sup>					歩留まり <sup>2)</sup> (%)	平均板幅 <sup>3)</sup> (mm)	板数 (枚)
			最小	最大		1	2	3	4	等外			
H24 枯死	5	15	19.8	23.9	1	1	13	44.0	130	64			
H25 枯死	5	14	11-26	9.7-58.7	3	2	1	8	42.9*	130	96		
健全木	-	6	29.5	10.2	4	2		50.9	153	56			

<sup>1)</sup> 曲がり判定した素材等級 等外は 24cm 未満  
<sup>2)</sup> 板厚 30mm 板幅 105 120 135 150 165 とした歩留まり  
<sup>3)</sup> 板幅区分 105 120 135 150 165 とした平均板幅  
 \*H24 枯死材の平均幅と測定枚数から換算した推定値

表-2. フローリング表面材質比較

種類	H24年枯死材			H25年枯死材			健全材
	幅90mm	幅75mm	面積計	幅90mm	幅75mm	面積計	幅75mm
枚数	13	35		53	27		45
全面積 m <sup>2</sup>	1.053	2.363	3.416	4.293	1.823	6.116	3.038
良面積 <sup>1)</sup> m <sup>2</sup>	0.000	0.533	0.533	2.718	0.893	3.611	2.753
良材比率 %	0.0	22.5	<b>15.6</b>	63.3	49.0	<b>59.0</b>	<b>90.6</b>

<sup>1)</sup> 良面積とは乱尺材を想定し長手方向で30cm以上10cm単位で欠点を除去し裁断した面積をいう。欠点とは虫穴以外の節等、規格による欠点をいう。幅90mmから75mmへの欠点除去は想定していない

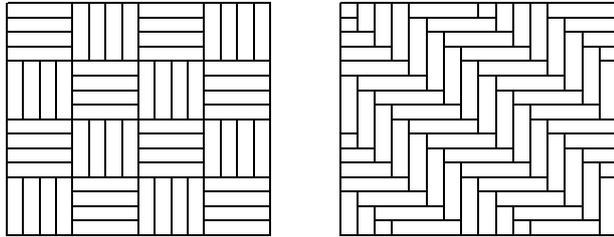


図-4. 短尺材利用の各種施工法

歩留まりは枯死の如何に関わらず対象材の比較ではあるものの、既に30年前から製材用広葉樹が枯渇している状況(富田ら 1985)を鑑みれば、末口径24cm未満の原木も加工用としての必要性があることを考慮し対策をすべきであろう。

## (2) フローリング表面材質比較

表-2にフローリング加工用部材の欠点を鋸断除去した良材比率を示した。枯死材は前述のとおり原木自体に製材用材としての条件が備わっていないため、厳密には比較できない。しかしあえて比較すると、健全材が9割の良材比率に対し、H25年枯死材は6割程度の良材比率を維持しており、H24年枯死材の1.5割以下に比較してH25年枯死材の利用可能性が高い。

良材比率の向上を踏まえて、図-2による2種類の商品化を検討した。長さ方向に多種あれば、乱尺フローリングを加工している工場を参考に縦継フローリングとしての製品化が考えられ、複数種の幅材による製品も考案できよう。長さが300mm、450mm単位ならば図-4に示す短尺(30-45cm)としたパークケットフローリング、斜め網代フローリングも考えられる。

## 2. 強度試験結果

強度試験結果について、枯死した年度と健全木別の曲げ強さと曲げヤング係数を表-3に示し、曲げ強さの度数分布を図-5に示した。表-3右端に併記した既存資料(森林総合研究所 1982)(年輪幅の小さい天然材と想定される)の曲げ強さはさらに低い値であるが、本試験材は2次林材と想定され、年輪幅も広く、サンプルの性状がかなり異なることによるものと推定される。

表-3では曲げ強さの平均値は健全材、H25年枯死材、H24年枯死材の順で低下している。枯死年数間の相違は平均値で12Mpa、5%下限値では20Mpa程度の差がある。

表-3. 曲げ強度試験結果

	H24年枯死材			H25年枯死材		健全材	既存資料*
	個体数	75	72	72	63		
曲げ強さ	平均値	121.1**	133.8(**)	134.7	98.1		
	標準偏差	26.5	22.6	11.9			
(Mpa)	5%下限値	73.8	93.6	113.4	63.7		
曲げヤング係	平均値	12.83	13.93	13.46	9.81		
	標準偏差	2.29	2.00	1.36			
(Gpa)	5%下限値	8.72	10.37	11.04	7.85		

\*木材工業ハンドブック改定3版P188ミズナラ

\*\*健全材との有意差0.01

(\*\*)H24年枯死材との有意差0.01

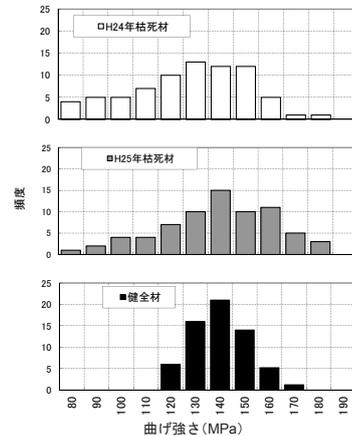


図-5. 種類別曲げ強さの度数分布

ただ健全材とH25年枯死材の平均値での相違はほとんどない一方で、H25年枯死材の標準偏差が大きいこと5%下限値では20Mpa程度の差がある。図-5の曲げ強さの度数分布によると、健全材に対し両方の枯死材ともばらつきが大きいことが下限値低下の原因になっている。

曲げヤング係数は曲げ強さほど枯死材間、枯死材と健全材の差は生じてはいないが、ばらつきについては曲げ強さと同様に生じているため、5%下限値では健全材、H25年枯死材、H24年枯死材の順で曲げ強さと同様の低下傾向にある。

差が生じる原因を探るため、強度に影響すると想定される因子をXとして、曲げ強さYの関係を材面に生じている変色で区分して図-6に示した。白変については白色腐朽菌に冒されていると思われる個体で、黒変についてはカビによるものと推定される個体である。これらを横配列に枯死年別・健全材とし、縦配列に因子別として配置した。最上段の虫穴数については曲げ強さとの関連は見られない。2段目以下の因子ではH24年枯死材、H25年枯死材、健全材の順に白変(○印)が多く、しかも白変化した個体は曲げ強さが低い。上から2段目左、中央部の繊維傾斜角との関係図では、繊維傾斜角の大きい個体ほど曲げ強さの低下が大きいが、さらに白変化した個体ほど顕著となっている。3段目の気乾密度との関係図では、白変化した個体ほど密度が低く、曲げ強さが低下している。これらを総合的に推測すると、強度低下は虫穴数ではなく、虫害後の白色腐朽菌と、それによる密度低下を原因に繊維傾斜

角の大きい個体から生じていると推測される。さらに4段目の曲げヤング係数も密度と同様に剛性低下を生じているものと理解される。

この分析から、表-3と図-5で、健全材と枯死材の偏差が明らかに異なっているのは、次の2つの因子が影響しているからと推測される。一つは市場材とパルプチップ材の相違である。節や曲がりによる試験材の繊維傾斜のばらつきによるもので、小径材利用の問題点である。もう一つは腐朽菌による強度低下が及ぼすばらつきである。

枯死材間の曲げ強さの差(1%有意差)は、H24年枯死材の方が低いことから、白色腐朽にさらされている個体の強度低下が影響していると推測される。ナラ枯れ対策として用材としての強度低下を防ぐためには、枯死以後の早急なる伐採加工処理が必要で、その対策に

より製材利用の範囲を広げられる可能性が伺える。

次に用途から使用時の耐用性の有無を検証する。想定される単層フローリングとしての強度基準はJAS規格には存在せず、縦継ぎ個所の強度基準が存在する。これによれば厚さ15mm幅10mm断面材をスパン250mmの曲げ試験にて、中央縦継ぎ部で20kgに耐えることが要求される。計算すると曲げ強度で32.7MPaになる。同じく単層フローリングの剛性の基準もJAS規格には存在しないが、複合フローリングに存在する。これによれば厚さ15mm幅100mm断面材をスパン700mmの曲げ剛性試験にて、4kgの荷重で3.5mm以下のたわみが要求される。同じく2.85GPaになる。両者とも表-3の下限値よりかなり低いため、枯死材であっても事実上要求されるフローリング強度には十分耐えられる評価になる。

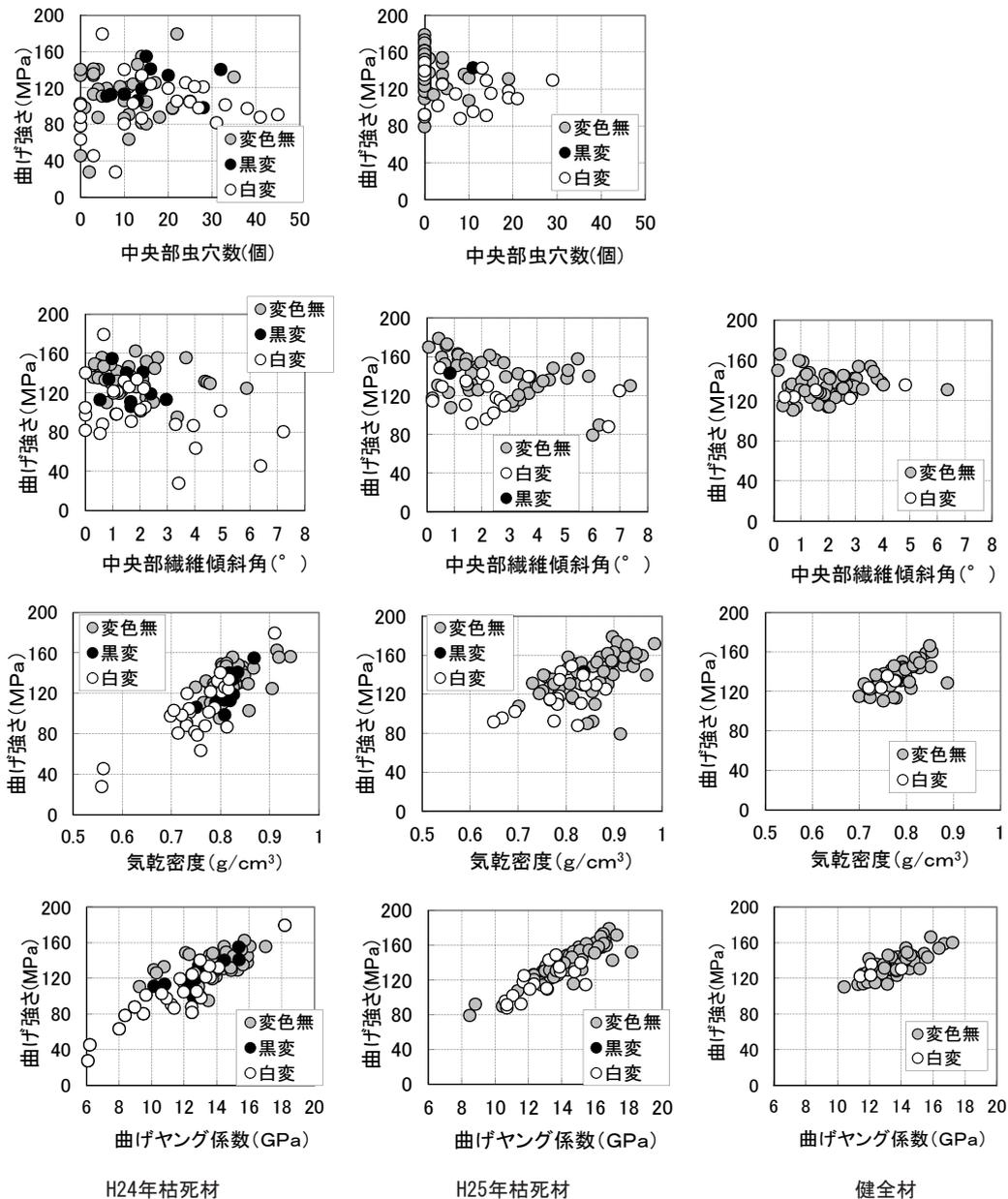


図-6. 種類別各因子と曲げ強さの関係

### 3. 市場調査結果

アンケートの流れを図-7左側に示す。展示した3種類のフローリング(図-3)を見せながらアンケートに記載していただいた。回答者が、施工主への建築材料の意向収集時に、展示したフローリングを施工材のメニューのひとつとして扱うことができるか否かで左右2パターンに分け、その後の設問について分けて回答していただいた。その結果を図-7右側に示し、図-8にまとめた。

#### (1) 枯死材の印象

図-8は左上から順に矢印で流れを示す。JASの規格では2mmを超える虫穴の存在で1等材から除外され、利用上支障がない程度で2等材、支障があれば規格外となる(農林水産省 2013)。しかし、アンケートの結果、約半数の回答者は施工材のメニューのひとつとして扱う(以下扱う回答者)と回答している。

施工材のメニューのひとつとして扱う回答者はこのような部材を扱うことに対し、不具合やクレームの対応策について、塗装や短尺材としての選別などの工夫

や、用途先(店舗用)など柔軟な対応策が考えられると回答している。一方枯死材を扱わない回答者(以下扱わない回答者)の場合、扱わない理由について虫穴と同等レベルに腐れ、変色を問題視している。このような立場の回答者は塗装するなどの対応ではなく、用途を別に期待する傾向にある。使用できる、さらに使用できる商品化についての設問には、分離し健全部分のみの利用が両回答者とも最も多い。

#### (2) 価格設定

「施工材のメニューとして扱う」の有無別に、全員フローリング別にいくらの価格なら購入できるかを、健全材を1とした値で答えていただいた(図-8右下)。その結果扱う回答者のH25年枯死材価格比0.55であっても、価格設定においては、扱わない回答者のそれと同じ価格比0.55となった。またH25年枯死材、H24年枯死材の比較では、わずかにH24年枯死材の価値低下が大きく受け取られ、価格に反映されてはいるものの、その差があまりない。枯死材という当初の印象だけが価格設定の主因子となっている可能性がある。

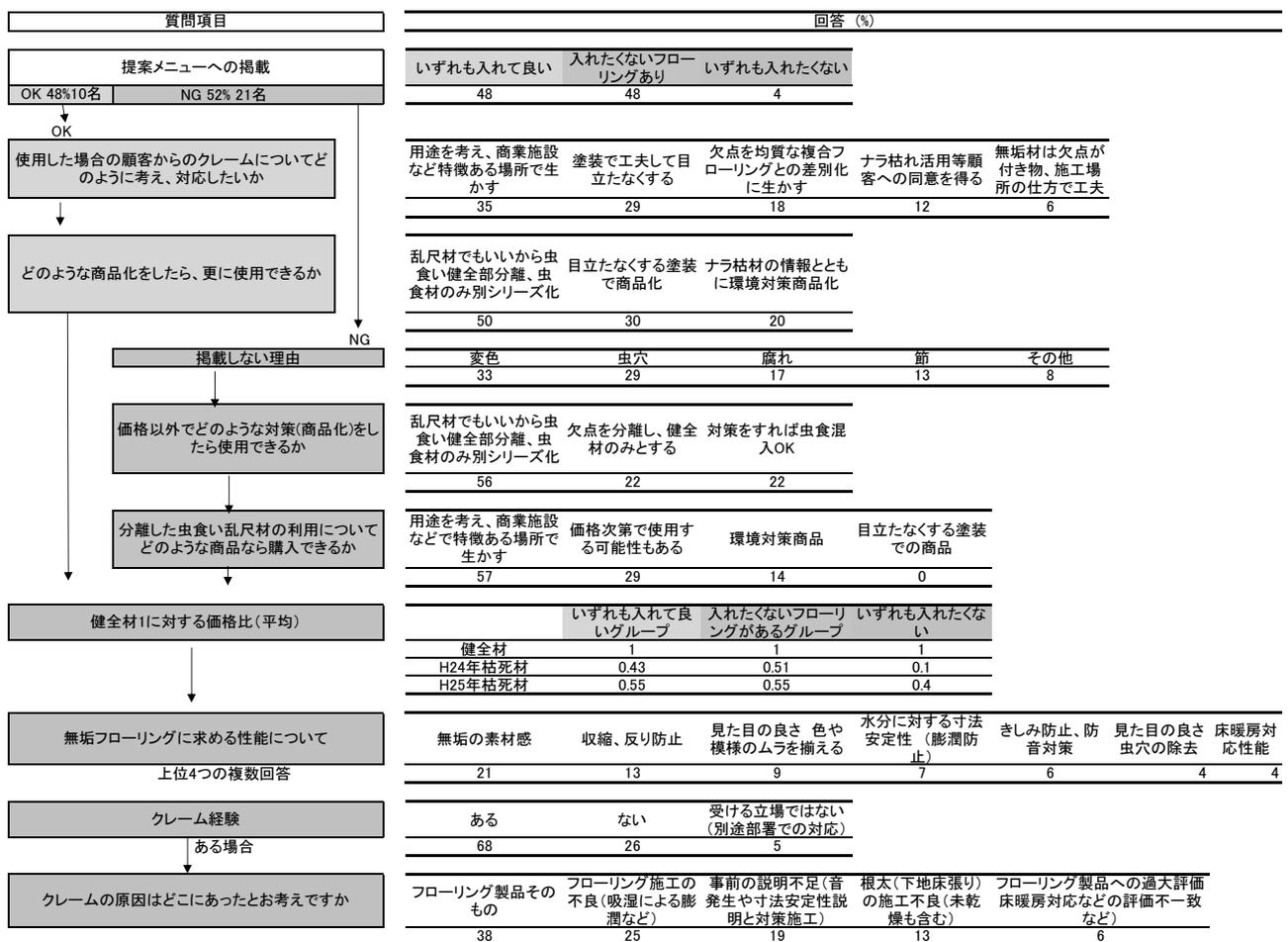


図-7. アンケートの流れと結果一覧

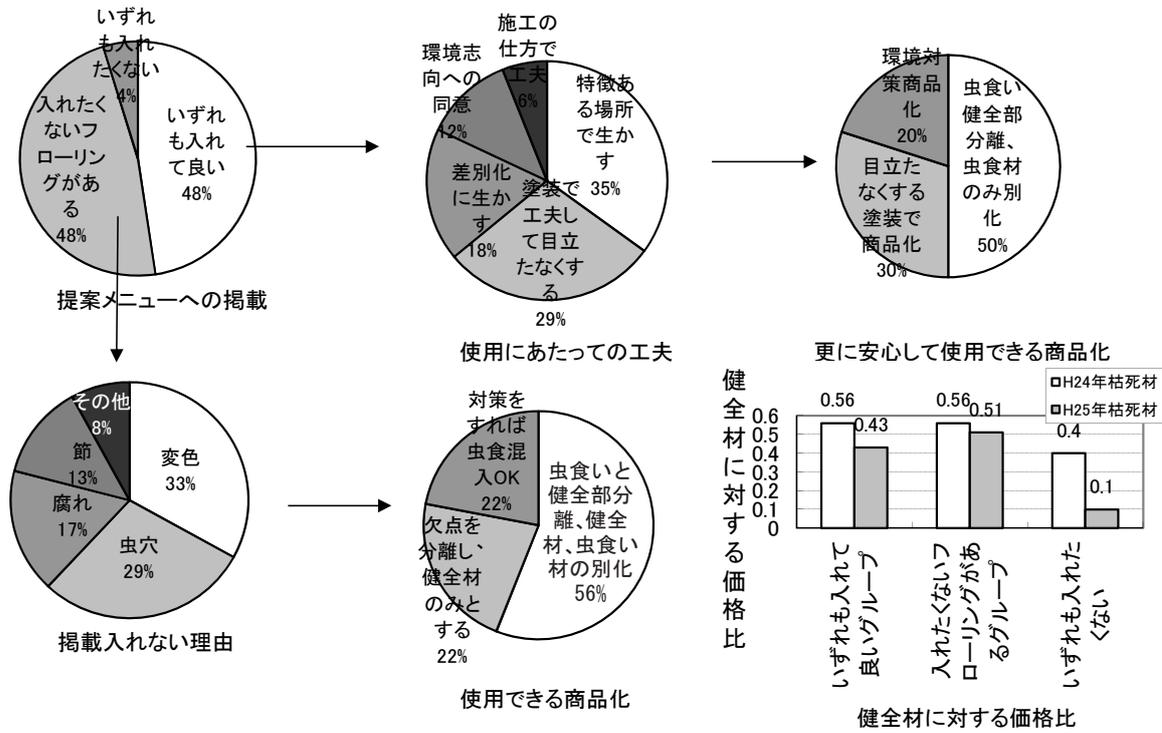


図-8. アンケート結果

表-4. 良材歩留まりとアンケート価格から推定される製品金額比

	①良材選択価格				②選別なし材価格				利用方向性
	歩留	単価	金額	比*	歩留	単価	金額	比*	
H24年 枯死材	0.15	1	0.15	<b>0.17</b>	1	0.43	0.43	<b>0.47</b>	0.17<0.47 あえて選別せずに 利用者任せ
H25年 枯死材	0.59	1	0.59	<b>0.65</b>	1	0.55	0.55	<b>0.61</b>	0.65>0.61 選別することで利 用効果期待
健全材	0.91	1	0.91	<b>1</b>					

\*材単価を良材1に対し、25年0.55、24年0.43、不良材を0とし、健全材金額に対する製品金額比

アンケート結果から表-4に製品価格を試算した。良材選択価格1に対し不良材を含めた単価をH24年枯死材0.43およびH25年枯死材0.55として、①良材のみを扱った場合、②不良材を選別せずに扱った場合を想定した。H25年枯死材は選別しなければ良材1に対し0.55の単価で金額0.55となり、健全材の金額0.91との価格比0.61で扱うことになるが、良材を選別すれば良材単価1として歩留まり0.59で金額0.59 健全材金額0.91との価格比で0.65に試算できる。H24年枯死材は同様に算出し、良材を選別すると0.17であるが、あえて選別しなくても0.47の価値となる。これは枯死材の利用価値を施工者の判断でその価値を担わせる手法ともいえる。

工務店・設計士から見たフローリングの商品性は、消費者の嗜好性を捉え、価値を見出すことでもある。実際に商品化を考えた場合、さらに選別手間を加算しなければならないし、その一方で良材選別後の不良材の価値もあるかもしれない。店舗用途としての利用を

想定した製品を製造側が企画することができれば、高付加価値製品としての期待も得られる。

### (3) 全員に対する質問

フローリング材に求める性能に対して、虫食い材のアンケートにもかかわらず虫穴の除去を選択した回答者は僅かしかなく、無垢の素材感、材表面の色ムラの統一、寸法安定性が求められている。また、7割の回答者がフローリングのクレームを経験しており、その内4割がフローリング製品自体のクレームを経験している。

このようにフローリング建材用途としての利用の可能性は大きいものの、消費者側の期待も大きく、製造側の乾燥技術をはじめとした製造技術を完全なものにして行う必要性を感じる。

## IV まとめ

H24年枯死材とH25年枯死材別に、さらに健全材を含めて、3種類のミズナラ材を製材し良材率、強度試験を実施した。H25年枯死材は歩留まり低下、強度低下も僅かであったのに対し、H24年枯死材は虫穴以外にも黒色変色による良材率低下と白色腐朽菌による強度低下が大きい。強度面や良材率向上から枯死材は年内に伐採、製材することが求められる。

良・不良材を問わず試験材の残材をフローリングに加工し、一種類に付き2.7m<sup>2</sup>程度を施工した。試作品を見せながら木造建築を主体とする工務店、建築設計

士 21 名によるナラ枯死材のフローリングについてアンケートした結果、半数から施工材のメニューのひとつとして扱うとの回答を得られた。しかしながら通常の用途では顧客へのクレームが想定され、店舗等商業施設などの用途を想定しながら、虫穴の欠点部分を活用することが期待される。腐れは当然除去すべきであるが、変色も虫穴程度に選択の判断材料とされることから変色も含めた部位の除去による乱尺縦継フローリングやパーケットフローリング、斜め網代拭きなどでの利用の可能性はある。

扱うとした回答者であっても欠点材としての判断となればその価値は他の関係者と同様に低いとされ、半値以下とされる。環境対応製品とする捕らえ方もあるが、用途を見定めた加工方法と製品価格設定、加えてデザイン・企画能力が求められる。

以上から、当面ナラ枯れ被害の発生時は、枯死木の場合は、良材率向上や強度低下防止のため枯死した当年に伐採搬出することが重要である。被害地域からの生木を含めた全体のナラ原木については、枯死材よりは良材率も高いと推測され、短尺のフローリング用途を想定した木取りでの製品化が想定される。虫穴や変色など顕著な板材は、求める特殊用途消費者の意見を

取り入れ、全体の色彩感を揃えたいうえでストックし活用することも重要であろう。

本研究は重点研究課題 ナラ枯れ被害木を有効利用して防除につなげる技術の開発 - 被害木の板等への利用に関する研究 - により実施したものである。本事業に関わった関係諸氏に厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- 岐阜県森林研究所 (2010) ナラ枯れ被害を防ぐために。  
岐阜県森林研究所
- 森林総合研究所 (1982) 木材工業ハンドブック改訂 3 版。  
丸善 : 188
- 富田守泰・野原正人・香川紘一郎・杉山正典 (1985) 広葉樹小径材の材質特性及び乾燥技術に関する研究。岐阜県林研報 14 : 18-41
- 日本規格協会 (1994) 日本工業規格 木材の曲げ試験方法 JISZ2113. 財団法人日本規格協会
- 農林水産省 (2007) 素材の日本農林規格 (平成 19 年)。  
農林水産省
- 農林水産省 (2013) フローリングの日本農林規格 (平成 25 年)。  
農林水産省



## 技術資料

## 岐阜県内におけるスギ林地残材の樹皮厚率と樹皮重量率

古川邦明

Bark thickness rate and bark weight rate of timber offcuts of Japanese cedar in Gifu Prefecture

Kuniaki Furukawa

県内のスギ人工林の間伐, 皆伐によって発生する林地残材について, 材直径に対する樹皮厚率および樹皮重量率を調べた。その結果, 材径 10cm 以下では, 両樹皮率ともに材径との負の相関があり, 樹皮厚率は材径の増加に応じて減少したが, 材径 18cm 以上の林地残材では径との相関は認められなかった。

**キーワード:** 林地残材, 樹皮率, スギ, 木質バイオマス

## I はじめに

近年, 木質バイオマスの新たなエネルギー利用やマテリアル用途の展開を目指し, 先進的な研究成果や技術を活用した製造システムの実用化に向けた技術実証が行われている(林野庁 2012a)。木質バイオマスのうち, 間伐や主伐の残滓として林内に残される材, いわゆる林地残材の利用が期待されている(林野庁 2012b)。

林地残材を原料として利用する際には, チップに加工して用いることになる。チップは用途に応じて, 要求される種類や品質が異なる。樹皮の混入率はチップの品質の一つで, 例えば重量当たりの許容混入率について, 製紙用チップで不可~4%, MDF やパーティクルボード用では 15%, 発電用では特に指定がない場合もあるとの調査例(全国木材チップ工業連合会 2012)や, バイオエタノールの原料としてスギを使った場合, 樹皮があっても原料として十分に使用することができるとした報告(池田ら 2009)がある。

林地残材の利用を進めていくにあたって, 林地残材の発生量とその樹皮率が推定できれば, 林地残材の収集可能量を用途別に試算でき, 林地残材の収集・利用計画の策定や樹皮率に応じた出荷先の選定も可能となる。このうち林地残材の発生量については, 全木集材した立木の胸高直径を指標として, 用材, 端材, 枝条の発生量を推定する方法(古川 2012)から, また林地残材の材径については, 岐阜県のスギとヒノキの細り表(大洞 2008)から推定が可能となった。

そこで本研究では, 岐阜県内のスギ人工林の間伐や

主伐で発生した林地残材の材径と樹皮率の関係について調査した。

なお, 本研究は農林水産省農林水産技術会議事務局委託プロジェクト研究「地域資源を活用した再生可能エネルギーの生産・利用のためのプロジェクト」木質リグニンからの材料製造技術の開発(平成 24~27 年度)の一部として実施した。

## II 調査方法

## 1. 試料採取

計測用の試料は, 岐阜県美濃市(1か所), 関市(1か所), および加茂郡七宗町(2か所)のスギ人工林4か所の間伐と主伐で林内に残されている梢端材, 根元や曲がりなどの欠点材など(以下, 林地残材)を対象とした。なお, 枝は調査対象外とした。林地残材のうち腐れのないものを選び, 剥皮が少ない位置で厚さ 5cm 前後の円板を採取し計測用の試料とした。円板の直径(以下, 材径)は, 樹皮を含む外周を直径巻き尺で計測し 0.1cm 単位で求めた。採取した円板の総枚数は 70 枚,

表-1. 直径階別円板試料数 単位: cm, 個

直径	n	直径	n	直径	n
2.1・4.0	4	20.1・22.0	3	38.1・40.0	1
4.1・6.0	6	22.1・24.0	9	40.1・42.0	1
6.1・8.0	4	24.1・26.0	13	42.1・44.0	2
8.1・10.0	6	26.1・28.0	7	44.1・46.0	2
10.1・12.0	1	28.1・30.0	2	46.1・48.0	1
12.1・14.0	0	30.1・32.0	2	48.1・50.0	0
14.1・16.0	0	32.1・34.0	0	50.1・52.0	1
16.1・18.0	0	34.1・36.0	0		
18.1・20.0	3	36.1・38.0	2		

(2017 年 1 月 6 日受付, 2017 年 2 月 2 日受理)

材径は2.7～51.8cmである(表-1)。材径12.1～18.0cmの林地残材は、大半が搬出されていると考えられ、各現場とも採取できなかった。

## 2. 樹皮率の測定

樹皮率は、材径に対する樹皮厚の割合(以下、樹皮厚率)と、木部に対する樹皮の絶乾重量での割合(以下、樹皮重量率)の2種類を求めた。樹皮厚率は、各円板の円周を8等分した各位置の樹皮厚をノギスで測定し、その平均値を2倍し材径に対する比率とし、樹皮重量率は、円板を樹皮と木部とに分け、105℃で重量変化がなくなるまで乾燥した後にそれぞれの重量を計測し、木部に対する樹皮の絶乾重量の比率として求めた。

## Ⅲ 結果と考察

材径と両樹皮率の関係を図-1に示す。横軸は材径、縦軸はそれぞれの樹皮率(%)である。両樹皮率とも材径10cm以下と18cm以上で、材径に対する樹皮率の傾向は異なった。材径10cm以下では、両樹皮率ともに材径が大きくなると樹皮率は減少した。材径3cm前後の樹皮厚率は15%程度、樹皮重量率は22～25%、材径10cm前後では樹皮厚率3%前後、樹皮重量率6～10%となり、樹皮厚率( $r = -0.694, p < 0.01$ )、樹皮重量率( $r = -0.889, p < 0.01$ )ともに、材径との間に負の相関が認められた。一方で材径18cm以上では、両樹皮率とも材径との相関は認められなかった。樹皮厚率は材径によらず約1～5%の間に分布、樹皮重量率は2.5～13%の間に分布した。材径と樹皮厚率との関係は、梶原(1985)による奈良、京都、大分、宮崎のスギ調査結果(梶原 1985)と同様の傾向であった。

これらの結果から、スギの林地残材をマテリアル用途で利用展開していくには、どの材径の林地残材においても、用途によっては剥皮が必要となることが判

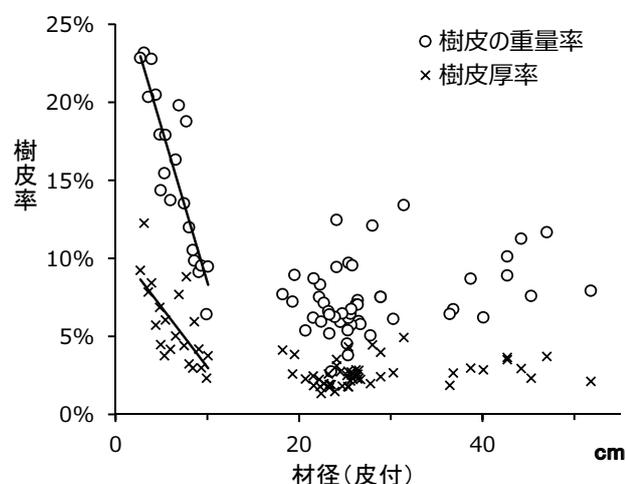


図-1. スギ林地残材の材径と樹皮率

る。しかし、林地残材は曲り材や材長1m以下の材が多いため、剥皮は容易ではなく、製材用原木の剥皮に比べて作業コストは高くなることが予想される。剥皮作業に必要なコストに見合うだけの原料価格を設定できるかどうか、林地残材の用途選定にとって重要な要因である。10cm以下の林地残材では、材積が小さいうえに樹皮率が高いため、剥皮を必要とするような用途ではコスト的に適していない。このような用途には、18cm以上の林地残材の利用を考えるべきである。

しかし、スギは品種や生育条件によって樹皮率は異なる(梶原 1985)。品種による樹皮率の違いや、ヒノキなどその他の樹種についての調査が必要である。また、林地残材の利用促進のためには、低コストでの収集運搬システムと安定供給体制づくりが欠かせない。そのためには用途に応じた品質ごとの資源状況を把握する必要がある。本研究では、スギのみではあるが、品質の一つである樹皮率について、材径との関係のある程度明らかにすることができた。

## 引用文献

- 古川邦明(2012)間伐での林地残材の発生量調査. 現代林業 548 : 36-40
- 池田努・杉本倫子・野尻昌信・眞柄謙吾・細谷修二・島田謹爾(2009)木質系バイオマスを原料としたバイオエタノール生産のためのアルカリ前処理(第2報). 紙パ技協誌 63(5) : 581-591
- 梶原幹弘(1985)スギ同齢林における樹皮厚率とその推定について. 京都府大学術報農学 37 : 189-194
- 大洞智宏(2008)岐阜県版スギ・ヒノキ細り表の作成. 岐阜県森林研研報 39 : 1-18
- 林野庁(2012a)木質バイオマスの新たな利活用に向けた技術開発 <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/newb/newbus21.html> (参照 : 2016-12-1)
- 林野庁(2012b)平成24年度版 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会
- 全国木材チップ工業連合会(2013)木材産業等活性化総合対策事業のうち木材チップ等原料転換型事業調査・分析報告. <http://zmchip.com/houkoku231.pdf> (参照 : 2016-12-1)

原稿種別(技術資料)

## ミズナラのナラ枯れ被害木を使用したキノコ菌床栽培

上辻久敏

Utilization of *Quercus crispula* infected with a Japanese oak wilt for sawdust based cultivation

Hisatoshi Kamitsuji

ナラ枯れ被害拡大の感染源となるナラ枯れ被害木を、キノコ栽培の菌床材料として活用する際の栽培への影響について検討するために、食用キノコのナメコとシイタケの菌床基材として、ミズナラのナラ枯れ被害木2種(当年被害木、前年被害木)とナラ枯れ被害を受けていない健全木を用いて菌糸蔓延日数、発生所要日数および1次発生量を比較した。その結果、前年被害木でのみ菌糸蔓延日数が延びる影響が認められたが、1次発生重量等のその他の測定結果にはナラ枯れ被害の有無に関する影響が認められなかった。

**キーワード** : ナラ枯れ被害木, キノコ, ミズナラ, 熱水抽出フェノール性物質

### I はじめに

国内で栽培されている食用キノコの大部分が菌床で栽培されている。菌床の基材となるオガコに関して、素材生産量の減少から入手に不安を抱えている地域も存在する。特に広葉樹では、樹種別の調達や安定供給の面で針葉樹よりも不安定な要素を抱えている。キノコの種類によって基材が限定されるものがあり、ナメコやシイタケでは、栽培に適するオガコが広葉樹のみである。そのため菌床栽培のキノコにとっては、オガコの安定供給とオガコに代わる安価な資材が要望されており、研究機関では様々な検討(高畠1998;水谷2006)が行われている。

現在、ミズナラやコナラなどのブナ科の広葉樹が枯れるブナ科樹木萎凋病(通称、ナラ枯れ)と呼ばれる被害が発生している。広葉樹オガコの調達へ直接的な影響はまだ報告されていないが、今後、調達への影響が懸念される。ナラ枯れは、養菌性キクイムシであるカシノナガキクイムシが伝播する病原菌のラファエレア菌により道管の通水機能を失った樹木が萎凋枯死する現象である。この被害は、1980年代以降急速に拡大し(伊藤・山田1998)、2007年までに岐阜県を含む23府県で被害が確認されている(小林・野崎2009)。主に被害を受けるのはミズナラとコナラであり、コナラよりもミズナラの枯死率が高いことが報告されている(小林ら2001)。

ナラ枯れ被害を受けた年度に被害木をそのまま放置すると、内部でカシノナガキクイムシが繁殖し、次年度に新たなナラ枯れ被害の感染源となる。そこで、ナラ枯

れ被害木を積極的に活用することが、新たな感染源を減少させ被害拡大の縮小につながると考えられる。ここではキノコ栽培用の菌床として、ナラ枯れ被害木を活用する場合のキノコ栽培への影響を明らかにすることを目的に、ナメコとシイタケについて栽培試験を行った。

### II 方法

#### 1. 供試菌

供試菌には市販種菌であるナメコ(キノックス KX-N008号)、シイタケ(北研600号)を用いた。

#### 2. 供試培地

培地基材として、ナラ枯れ被害を受けた岐阜県産ミズナラを用いた。ナラ枯れにより2013年に枯死した被害木(以下、当年被害木)と2012年に枯死した被害木(以下、前年被害木)を2013年1月に伐木、無被害の健全木を2014年1月に伐木後、辺材部のみをオガコ製造機で粉碎した。供試木数は5本とした(表-1)。粉碎後オガ粉の粒度調整は行わず、室内にて乾燥させ試験に使用した。ナメコの培地は、基材と栄養源(フスマ)を容積比10:3の割合で混合し、水を添加して含水率を65%に調整した。これらをポリプロピレン(PP)製広口ビンに560~570g充填した。シイタケの培地は、基材と栄養源(コメヌカ)を容積比10:2の割合で混合し、水を添加して含水率を65%に調整した。調整した培地を1kg PP袋に充填し直方体に成形した。殺菌は120℃で90分間行い、放冷後、供試菌を菌床あたり約10g接種した。

表 -1. 基材として用いたナラ枯れ被害木の履歴

	時 期			産 地
	枯 死	伐 採	粉 砕	
当年被害木	2013年	2013年11月	2014年3月	岐阜県飛騨市
前年被害木	2012年	2013年11月	2014年3月	岐阜県飛騨市
健全木	—	2014年1月	2014年3月	岐阜県飛騨市

※各サンプルは、同じ履歴の5本の木を粉碎した。

試験は、ミズナラの健全木と当年被害木および前年被害木の3条件の基材を用いた培地で行った。各培地条件当たりの供試数はナメコが12とシイタケが10とした。

### 3. 栽培条件

すべての培地は、温度21℃、相対湿度60%、暗黒条件下で培養した。ナメコは、40日間培養後、菌掻き、注水処理を1時間行うことで発生を促した。シイタケは、100日間培養後、栽培袋を除去し浸水は行わず、全面から発生を促した。発生操作後は、培地を温度16℃、相対湿度90%、明条件下で子実体の形成を誘導した。測定項目は菌糸の蔓延日数（接種後、培地全体に菌糸が蔓延するまでの日数）、一次発生の発生所要日数（発生操作後、子実体を採取するまでに要した日数）と子実体発生重量とした。

### 4. フェノール類の定量

ナラ枯れ被害の有無による、基材に含まれる成分の違いを調べるために、指標として熱水により抽出されるフェノール性物質の量を測定した。乾燥した各基材試料5gを精秤し、水100mlを加え300mlのフラスコ内で100℃にて30分間抽出した。抽出後、3500 r.p.m.で15分間遠心分離を行い、上清を濾過し、濾液を水で100mlに定容し熱水抽出液とした。供試数は1基材あたり3とした。

フェノール類の定量はフォリン-デニス法 (Appel et al 2001) を用いた。96穴マイクロプレート上で、熱水抽出液10 μlとフォリン-デニス試薬100 μlを攪拌し、飽和炭酸ナトリウム水溶液200 μlを加えた。30分間室温にて放置後、760nmにおける吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。ブランクにはフォリン-デニス試薬の代わりに蒸留水を用い、標準物質としてクロロゲン酸を用いた。フェノール性物質の含有量は、基材の乾燥重量に占める物質の割合で示した。

## Ⅲ 結果と考察

### 1. ナメコ

当年被害木培地と健全木培地を比較すると蔓延日数には有意な差が認められなかった (Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ )。一方、前年被害木培地は、健全木培地よりも蔓延日数が延長した (Steel-Dwass 検定,  $p < 0.05$ ,

図-1)。発生所要日数は、3種の培地において有意な差は認められなかった (Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ , 図-2)。子実体の発生量は、健全木培地 88.3 g に対し、当年被害木培地 85.2 g, 前年被害木培地 93.9 g となり、各培地条件間での有意な差は認められなかった (Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ , 図-3)。

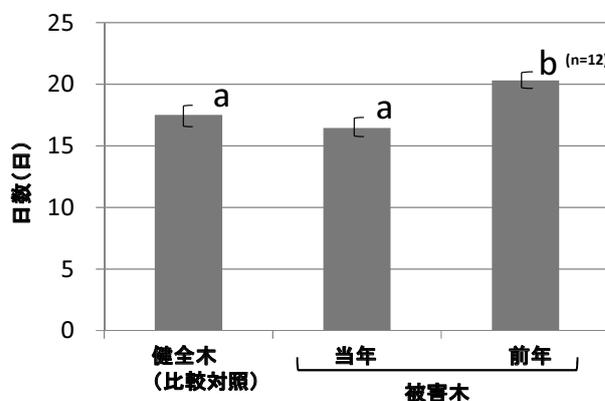


図-1. ナメコの菌糸蔓延日数への影響

※異なるアルファベット間に有意差あり, Steel-Dwass 検定 ( $p < 0.05$ )

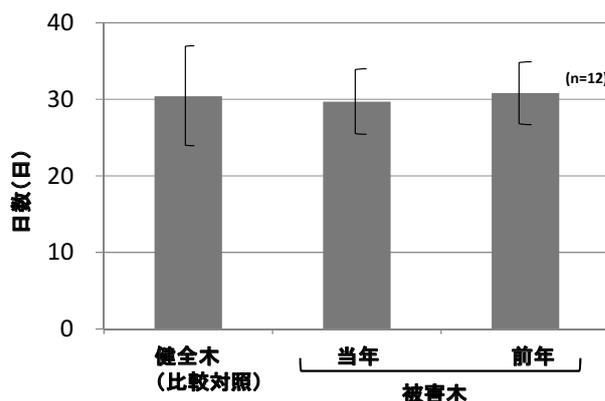


図-2. ナメコの発生所要日数への影響

※培地条件間に有意差なし, Steel-Dwass 検定 ( $p > 0.05$ )

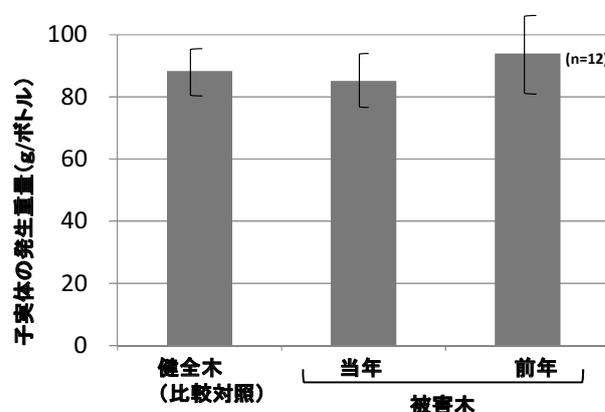


図-3. ナメコの子実体発生量への影響

※培地条件間に有意差なし, Steel-Dwass 検定 ( $p > 0.05$ )

## 2. シイタケ

蔓延日数は、当年被害木培地と健全木培地の比較では日数に有意な差は認められなかった(Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ )。一方、前年被害木培地は、健全木培地よりも蔓延日数が延長した(Steel-Dwass 検定,  $p < 0.05$ , 図-4)。発生所要日数は、3種の培地において有意な差は認められなかった(Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ , 図-5)。子実体の発生量は、健全木培地 125.1g に対し、当年被害木培地 134.5g, 前年被害木培地 140.0g の収量となり、各培地条件間での有意な差は認められなかった(Steel-Dwass 検定,  $p > 0.05$ , 図-6)。

過去にコナラとミズナラのナラ枯れ被害木各 1 本から作成したオガコで行った栽培試験(上辻ら 2010)では、ミズナラ培地において、ナラ枯れ被害の有無が発生量に影響しなかったが、コナラでは、ナラ枯れ被害材で子実体発生量が大幅に減少した。本試験では、近年、岐阜県内で調達可能であったミズナラのみでの試験となったが、過去の試験よりも供試木数を増やし試験を

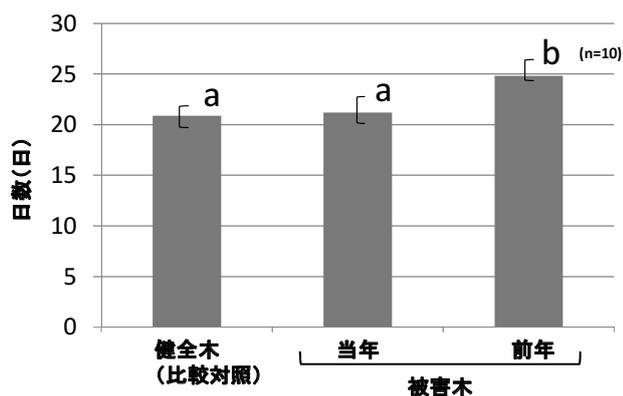


図-4. シイタケの菌糸蔓延日数への影響

※異なるアルファベット間に有意差あり, Steel-Dwass 検定 ( $p < 0.05$ )

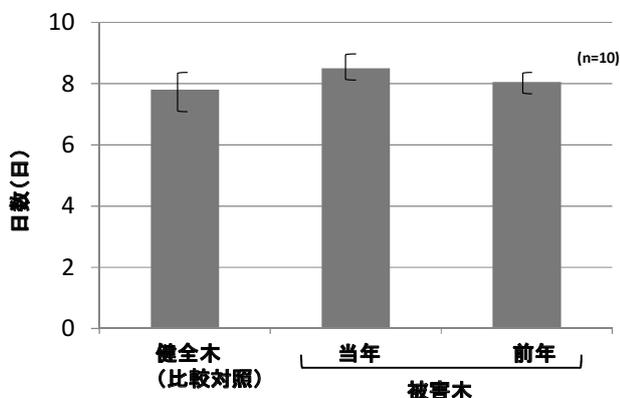


図-5. シイタケの発生所要日数への影響

※培地条件間に有意差なし, Steel-Dwass 検定 ( $p > 0.05$ )

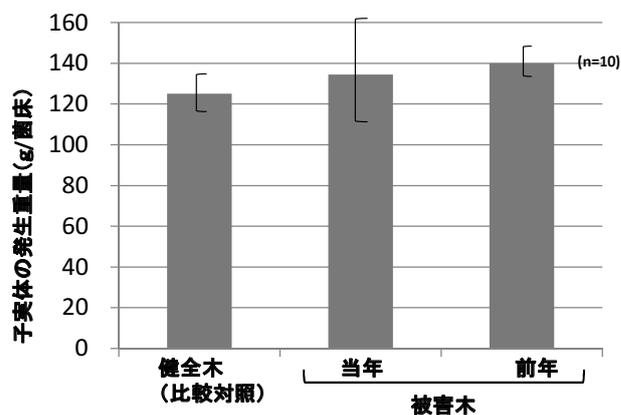


図-6. シイタケの子実体発生量への影響

※培地条件間に有意差なし, Steel-Dwass 検定 ( $p > 0.05$ )

実施した結果、ナラ枯れ被害による発生量への影響は認められず、過去の栽培試験(上辻ら 2010)のミズナラの結果と同様な結果を得た。

## 3. 熱水抽出フェノール性物質の影響

熱水抽出フェノール性物質の分析を行い、ナラ枯れ当年被害木と前年被害木では、健全木よりも熱水で抽出されるフェノール性物質が多いことが分かった(Steel-Dwass 検定,  $p < 0.05$ , 図-7)。フェノール性物質はエリンギの発生に対し負の影響を及ぼす(木村 1999)。本試験においても熱水で抽出されるフェノール性物質が菌糸伸長に影響しているのであれば、フェノール性物質が前年被害木と同程度である当年被害木でも菌糸成長阻害が発生する可能性が考えられる。しかし、栽培試験において前年被害木では菌糸伸長阻害が発生したが、当年被害木では菌糸伸長阻害は認められなかった(図-1, 4)。

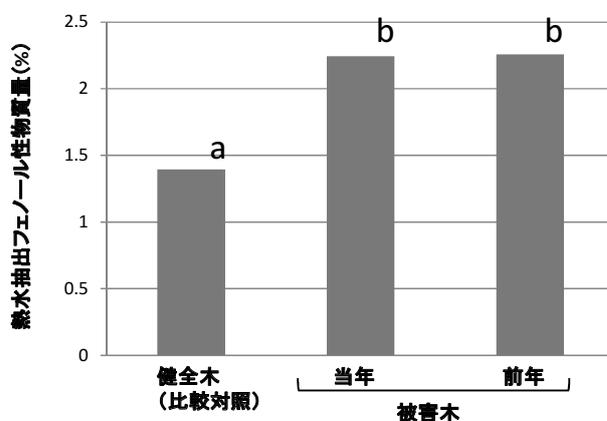


図-7. 熱水で抽出されるフェノール性物質

※異なるアルファベット間に有意差あり, Steel-Dwass 検定 ( $p < 0.05$ )

これらの結果より、ナラ枯れ被害木から熱水で抽出されるフェノール性物質のフォリン-デニス法による総量分析だけでは、菌糸成長阻害の原因を説明することができなかった。ナラ枯れ被害後、被害年度に伐採せず1年経過した前年被害木となることで、菌糸蔓延の遅れが認められたことから、ナラ枯れ被害木は、ナラ枯れ被害拡大の抑制効果が期待できる当年被害木の時点で、伐木利用していく技術検討が重要である。本試験では、子実体発生量の比較を1次発生量で行ったが、実際のシイタケ栽培では、1次発生以後も約半年間発生を繰り返すことから、今後、栽培期間全体での総発生量についても検討していく必要がある。

## 引用文献

Appel HM., Govenor HL., D'Ascenzo M., Siska E., Schultz JC(2001)Limitations Folin assays of foliar phenolics in ecological studies. J. Chem. Ecol. 27:761-778

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. 日林誌 80 : 170-175  
上辻久敏・茂木靖和(2010)ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における子実体発生への影響. 岐阜県森林研所告 39 : 23-27  
木村榮一(1999)培地調整. (図説基礎からのエリンギ栽培. 木村榮一, 農村文化社). 66-99  
小林正秀・野崎愛(2009)ナラ枯れ被害をどう防ぐのか, 被害のメカニズムと防除法. 京都府林業試験場  
小林正秀・萩田実・春日隆史・牧野瀬照久・柴田繁(2001)ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日林誌 83 : 328-333  
水谷和人(2006)木製バット製造工程で生じる廃材を利用した食用キノコ栽培. 岐阜県森林研所研告 35 : 5-8  
高嶋幸司(1998)オカラを利用したヒラタケ菌床栽培. 日本応用きのこ学会誌 6 : 167-170

## Effects of sika deer browsing on the arthropod communities on understory vegetation in a thinned Japanese cypress plantation<sup>1</sup>

Nana Katagiri<sup>2,3</sup>, Naoki Hijii<sup>2</sup>

間伐後のヒノキ人工林においてニホンジカの採食が  
下層植生上の節足動物群集に及ぼす影響<sup>1</sup>

片桐奈々<sup>2,3</sup>・肘井直樹<sup>2</sup>

We assessed how arthropod communities on understory vegetation are affected by sika deer browsing in a Japanese cypress plantation in central Japan, about 5 years after thinning, by comparing understory plants and arthropod communities between fenced and unfenced plots at two different scales. Deer browsing reduced the volume of plants per plot, which is a quantitative index of understory habitat for arthropods. As a result, the per-plot abundances of the herbivore guild and the tourist guild, including epiphyte fauna, scavengers, ants, and unknown taxa, which mainly use plants as temporary rests or habitats, decreased. Because the abundance of prey (herbivores and tourists) declined, the per-plot abundance of the predator guild, including parasitoids, also decreased. Thus, the negative effect of deer browsing cascaded from understory vegetation to higher trophic levels on a per-plot scale. In the plants preferred by deer, however, browsing increased the number of twigs and leaves per unit plant volume, which represents the structural complexity of plants and thus is an index of habitat quality for arthropods. At the per-unit-plant-volume scale, the abundances of the herbivore and tourist guilds increased, followed by a subsequent increment in the abundance of the predator guild. In the present thinned plantation, deer browsing improved the habitat quality (per unit plant volume), although it reduced the quantity of habitat (per plot). Thus, deer browsing had a positive cascading effect on the abundance of arthropod communities at the unit-plant-volume scale, but the negative effect at the plot scale outweighed this positive effect.

**keywords** : arthropod community, cascading effect, sika deer, thinned cypress plantation, understory vegetation

間伐から5年経過したヒノキ人工林において、ニホンジカの採食が下層植生上の節足動物群集へ及ぼす影響を明らかにするため、防鹿柵の内外の下層植生とそれを利用する節足動物群集を、二つのスケールで比較した。節足動物にとってのハビタットの量的指標であるプロットあたりの下層植生の体積は、シカの採食によって有意に減少していた。ハビタットを失った植食者および一時滞在者（地衣類・菌食者、腐食者、アリ、食性不明を含む）では、プロットあたりの個体数が有意に減少した。さらに、これら被食者の数が減ったことにより、捕食寄生者を含む捕食者のプロットあたり個体数も比例して減少し、シカによる負の影響がボトムアップ的に波及していた。一方、シカの嗜好性植物上では、シカの採食は、補償作用によって植物体積（m<sup>3</sup>）あたりの枝葉数を増加させ、ハビタットの質的要素である植物の物理的構造を複雑にしていた。これにより、植食者と一時滞在者の植物体積あたり個体数は増加し、これらの餌が増えたことによって、捕食者の植物体積あたり個体数も増加した。間伐された人工林では、シカは採食によって、節足動物のハビタットの量、プロットあたり節足動物個体数を著しく減少させたが、一方で、植物体積あたりのスケールでは、ハビタットの質を向上させ、節足動物個体数を増加させていた。しかし、こうした植物体スケールにおける正のカスケード的影響も、プロットスケールにおける大きな負の影響によって打ち消され、潜在化していた。

**キーワード** : 節足動物群集, カスケード的影響, ニホンジカ, 間伐後のヒノキ人工林, 下層植生

<sup>1</sup>Journal of Forest Research 20, 2015, 347-356, <http://www.tandfonline.com>

<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

<sup>3</sup>現所属：岐阜県森林研究所

## Effects of calmodulin on expression of lignin-modifying enzymes in *Pleurotus ostreatus*<sup>1</sup>

Suetomi T<sup>2</sup>, Sakamoto T<sup>2</sup>, Tokunaga Y<sup>2</sup>, Kameyama T<sup>2</sup>, Honda Y<sup>3</sup>,  
Kamitsuji H, Kameshita I<sup>4</sup>, Izumitsu K<sup>2</sup>, Suzuki K<sup>2</sup>, Irie T<sup>2</sup>

*Pleurotus ostreatus* におけるリグニン分解酵素の発現に及ぼす  
カルモジュリンの影響<sup>1</sup>

末富高志<sup>2</sup>・阪本鷹行<sup>2</sup>・徳永祥孝<sup>2</sup>・亀山徹<sup>2</sup>・本田与一<sup>3</sup>・  
上辻久敏<sup>4</sup>・亀下勇<sup>4</sup>・泉津弘佑<sup>2</sup>・鈴木一実<sup>2</sup>・入江俊一<sup>2</sup>

Previously, we suppressed the expression of genes encoding isozymes of lignin peroxidase (LiP) and manganese peroxidase (MnP) using a calmodulin (CaM) inhibitor, W7, in the white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*; this suggested that CaM positively regulates their expression. Here, we studied the role of CaM in another white-rot fungus, *Pleurotus ostreatus*, which produces MnP and versatile peroxidase (VP), but not LiP. W7 upregulated Mn(2+)-dependent oxidation of guaiacol, suggesting that CaM negatively regulates the production of the enzymes. Suppression of CaM in *P. ostreatus* using RNAi also led to upregulation of enzyme activity, whereas overexpression of CaM in *P. ostreatus* caused downregulation. Real-time RT-PCR showed that MnP1-6 and VP3 levels in the CaM-knockdown strain were higher than those in the wild-type strain, while MnP-5 and -6 and VP1 and 2 levels in the CaM-overexpressing strain were lower than in the wild type. Moreover, we also found that another ligninolytic enzyme, laccase, which is not produced by *P. chrysosporium*, was negatively regulated by CaM in *P. ostreatus* similar to MnP and VP. Although overexpression of CaM did not reduce the ability of *P. ostreatus* to digest beech wood powder, the percentage of lignin remaining in the digest was slightly higher than in the wild-type strain digest.

**keywords** : lignin, basidiomycetes, manganese peroxidase, calmodulin

<sup>1</sup>Current Genetics 61(2), 2015, 127-140

<sup>2</sup>滋賀県立大学環境科学部

<sup>3</sup>京都大学農学研究科

<sup>4</sup>香川大学農学部

## 植栽樹種の違いが同一斜面の ヒノキ、スギ、アカマツ人工林の表土移動に及ぼす影響<sup>1</sup>

渡邊仁志・井川原弘一<sup>2</sup>・茂木靖和・横井秀一<sup>2</sup>・平井敬三<sup>3</sup>

Influences of planted species on surface soil movement in stands of  
Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*), Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*),  
and Japanese red pine (*Pinus densiflora*) on a steep slope<sup>1</sup>

Hitoshi Watanabe, Koichi Igawahara<sup>2</sup>, Yasukazu Moteki, Shuichi Yokoi<sup>2</sup>, Keizo Hirai<sup>3</sup>

急傾斜面の林地における植栽樹種の違いが土壌侵食に及ぼす影響を明らかにするために、同一斜面上に隣接し、立地や管理の条件が等しい約40年生のヒノキ、スギ、アカマツ人工林の表土（細土、石礫、リター）移動量を比較した。降水量1mm当たりの細土、石礫、リターの移動量（移動レート）はヒノキ林で高かった。スギ、アカマツ林の地表面は、年間を通じて下層植生またはリターによって被覆されていた。これに対し、ヒノキ林の下層植生やリターによる被覆率は常にスギ林やアカマツ林より低かった。細土移動レートは地表面の被覆率が高いほど低下した。植被率の低下に加えリター被覆率の低下が生じやすいというヒノキ林の特性が、ヒノキ林下における表土移動に影響を及ぼしていると考えられた。ヒノキ林ではリターによる地表面の被覆効果は高くないことから、下層植生の乏しいヒノキ人工林において表土移動を低減させるためには、光環境を改善し下層植生を維持することが必要である。

**キーワード**：下層植生、植栽樹種、ヒノキ人工林、表土移動量、リター

We measured surface soil (fine soil, gravel, and litter) movement in three types of plantation about 40 years old, namely Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*), Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*), and Japanese red pine (*Pinus densiflora*). All of the stands were growing under the same conditions on a steep slope and differed only in terms of the planted species. We also clarified the differences in surface soil movement among the planted species. Movement of fine soil, gravel, and litter per 1 mm precipitation (*i.e.* the transport rate) was higher in the *C. obtusa* stand than in the others. The floors of the *C. japonica* and *P. densiflora* stands were almost covered with either litter or undergrowth all year around, whereas on the floor of the *C. obtusa* stand the cover of undergrowth and litter was poorer. A higher floor cover percentage led to a lower rate of transport of fine soil. Consequently, the *C. obtusa* stand was characterized by easily lost undergrowth and litter, which in turn influenced surface soil movement. Because of the low litter cover, in *C. obtusa* stands with poor vegetation cover, control of light conditions by tree thinning and maintenance of undergrowth are needed to minimize surface soil movement.

**keywords** : differences of planted species, floor litter, Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) stand, surface soil movement, undergrowth

<sup>1</sup> 日本森林学会誌 Journal of the Japanese Forest Society 98, 2016, 193-198

<sup>2</sup> 現所属：岐阜県立森林文化アカデミー

<sup>3</sup> 国立研究開発法人森林総合研究所立地環境研究領域

抄 録

シカによる食害がヒノキ植栽木の初期成長に及ぼす影響<sup>1</sup>

渡邊仁志・茂木靖和・岡本卓也・田中伸治<sup>2</sup>

Influence of browsing by sika deer (*Cervus nippon* Temminck) on initial growth of juvenile Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl.) trees<sup>1</sup>

Hitoshi Watanabe, Yasukazu Moteki, Takuya Okamoto, Shinji Tanaka<sup>2</sup>

ニホンジカによる食害が植栽木の初期成長に及ぼす影響を検討するため、岐阜県郡上市のヒノキ造林地において、食害前後各2年間の植栽木の成長経過を調査した。植栽木は2年生時に食害を受けた。頂枝を採食された個体は、採食されなかった個体よりも食害時の樹高が低かったと推測された。食害個体の95%以上は、翌成長期に側枝が主幹に変化して伸長し芯立ちした。食害個体の食害以降の樹高成長量は、健全個体に比べて劣らなかった。食害2年後の樹高、根元直径には食害の有無による差が認められなかった。これらのことから、幼齢ヒノキにおいては、頂枝の採食回数が少なければ、食害が樹形やその後の成長に及ぼす影響は小さいと考えられる。

**キーワード**：ヒノキ，ニホンジカ，食害，成長，樹高

---

<sup>1</sup>部森林研究 Chubu Forestry Research 64, 2016, 33-36

<sup>2</sup>現所属：岐阜県統計課

## 岐阜県森林研究所研究報告 執筆要領（抜粋）

1. 投稿は、岐阜県森林研究所の職員または旧職員（以下、職員という）に限る。ただし、編集委員会が認めたときはこの限りではない。筆頭者以外の著者にはその他の者を含むことができる。
2. 原稿内容は、職員が在職中に実施した研究の業績を扱ったものとする。職員は研究課題の終了時には、研究成果の学術的な公表に努める。
3. 原稿種別は、「論文」、「短報（旧資料）」、「技術資料」、「学術雑誌論文抄録」および「その他」とする。「論文」とは、学術的に新規性のある知見を、十分な議論を含めて公表するものとする。「短報」とは、予報的または速報的な内容を持ち、論文に準ずる調査結果・実験結果などを論文形式で取りまとめたものであり、単なるデータ集ではない。「技術資料」とは、「論文」、「短報」にはならないが、記録として公表することがふさわしい有益なデータを提示するものとする。「学術雑誌論文抄録」とは、研究報告が刊行される前年に他の学術雑誌に掲載された論文等の抄録とする。「その他」とは、印刷公表することがふさわしく、かつ、本執筆要領の適用が困難な論文（学位論文等）とする。
4. 原稿の採否は、査読審査を経て編集委員長と複数名の編集委員からなる編集委員会が決定する。査読者の数は「論文」および「短報」の場合は2名以上、「技術資料」の場合は1名以上とし、編集委員会が指定する。「学術雑誌論文抄録」と「その他」の場合は、体裁の確認のみ行う。

本誌に掲載された論文および報告は次の方々によって審査された。

臼田寿生 大橋章博 上辻久敏 富田守泰 長谷川恵治 久田善純 古川邦明 水谷和人 茂木靖和 渡邊仁志（50音順）

## 岐阜県森林研究所研究報告／第46号編集委員会

編集委員長 岐阜県森林研究所・部長研究員 水谷和人  
編集委員 岐阜県森林研究所・主任専門研究員 茂木靖和  
編集委員 岐阜県森林研究所・専門研究員 渡邊仁志

---

## 岐阜県森林研究所研究報告 第46号

平成29年3月28日 印刷

平成29年3月31日 発行

編集者 岐阜県森林研究所研究報告編集委員会

発行者 岐阜県森林研究所

発行所 岐阜県森林研究所

〒501-3714 岐阜県美濃市曾代1128-1

TEL 0575-33-2585 FAX 0575-33-2584

URL <http://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/>

e-mail [info@forest.rd.pref.gifu.jp](mailto:info@forest.rd.pref.gifu.jp)

印刷所 株式会社 サン・ライン



この研究報告の本文は、古紙配合率70%再生紙を使用しています。  
(表紙は古紙配合率70%の再生紙です。)