

ヒノキ人工林における枝と死節の分布特性

岐阜大学自然科学技術研究科 ○ 山本 敦也

株式会社佐合木材 岩室 宏基

岐阜大学応用生物科学部 岐阜フィールド科学教育センター 石田 仁

要旨

枝と死節の分布の規則性を明らかにすることを目的として、ヒノキ人工林の立木を対象に直接計測と樹幹解析により枯枝を含めた全枝と死節の空間分布の調査を行いました。その結果から樹冠接触高(樹冠同士が接触する地上高)を推定することで生枝と枯枝の分布を特定できました。本研究により明らかにした枯枝とその死節の分布特性を今後も解析することで、林分状況から死節に関する材質指標を推定できることが示唆されました。

はじめに

現在の日本の人工林は担い手の高齢化や経営意欲の低下により、保育作業が行き届かず高密度となった林分が多く存在しています。そのような林分では、高い位置まで枝が枯れ上がり、その立木の幹には枯れ枝が多く存在してしまいます。枯れ枝を長期間放置すると、幹の肥大成長によって枯れ枝が埋もれてしまい死節となってしまいます。死節はあらゆる木材の中で確認でき、強度の低下(畑山, 1984)や見た目の悪さから、木材価格の低下を招く原因の一つとなっています(守口, 2013)。そのため、原木購入時や製材時に死節は、材質指標として大きな影響を及ぼしています。

これまでに死節が木材の強度に与える影響や死節を減らすための枝打ちに関する研究は多く行われてきましたが、死節の形成にかかわる枯枝の分布に関する定量的な研究はほとんど行われてきませんでした。さらに近年、適切に管理され、生産された優良材はその市場が安定していないことより、枝打ち技術への関心が薄らいでいます。その一方で最近注目されている将来木施業には、将来木における枝打ちが必要な場合が多く、改めて枝打ち技術の重要性が見直されてきています(藤森, 2013)。そこで本研究の目的としては、直接計測と樹幹解析により枯枝を含めた全枝と死節の空間分布の調査を通して、枝と死節の分布の規則性を明らかにすることとしました。

1 材料と調査方法

調査は、飛騨、美濃、三河地方に位置する保育管理が不十分なヒノキ人工林で実施しました。調査地の概要は表 1 に示しています。各林分に生育する立木 3 本を選定し、合計 9 本を供試木として、枯枝および生枝の空間分布を調査しました。各林分の施業履歴は表 2 の通りで、枝打ちなどの保育作業は十分に行われていませんでした。どの林分も高い位置まで枯れ上がっており、枝の成長及び枯死過程を



図 1：調査地の位置

調べる材料として、望ましい状態でした。

伐倒時の衝撃による枯枝の破損を避けるため、可能な限りの高さまで木登り器「与作」(株・和コーポレーション)を用いて木に登り、基部直径5mm以上の全ての枯枝及び生枝について着枝高、枝の基部直径、方位、全長、最大矢高を測定した後に供試木を伐倒しました。その後、計測した全ての枯枝の発生箇所について、チェーンソーと帯鋸で割材し、死節の長さや年輪数を測定しました。そして地上高0.2m毎に幹の直径、地上高0.5m毎に4方向で幹の年輪数と5年間の年輪幅を測定した後に樹幹および節の解析を行いました。

表 1：調査地概要

調査区名	所在地	平均傾斜度(°)	林齢(年)	標高(m)	平均気温(°C)	年降水量(mm)
伊自良	岐阜県山県市	17	40	148	14.0	2757
豊川	愛知県豊川市	34	35	229	15.2	1452
位山	岐阜県下呂市	40	50	1129	8.4	2461

表 2：各調査地の施業履歴

調査区名	植栽年	植栽本数(本/ha)	立木密度(本/ha)	施業履歴
伊自良	1968	3000	1655	1997年:間伐
豊川	1981	3000	821	1989年:除伐
位山	1966	3096	778	1979年:除伐, 1994年:除間伐



写真 1：調査風景

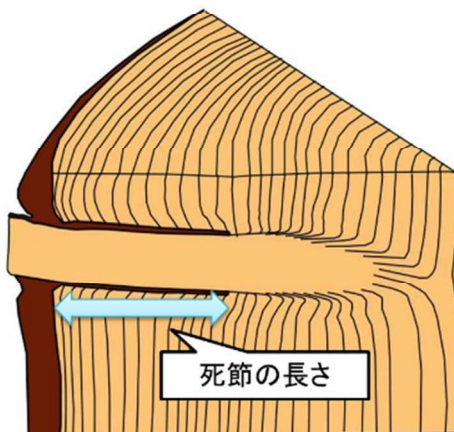


図 2：死節を含む円板の縦断面

2 結果と考察

① 枝の分布

試料木の概要をこの表3に調査区ごとに平均値で示しました。試料木1本当たり約165~260本の枝が存在し、枯れ枝はその過半数を占めていました。計測データに基づいて樹冠の外形的な特徴を把握するため、樹形の再現図を作成しました(図3)。緑色が生き枝を、ピンク色が枯れ枝を表しています。さらに図4には、枝の位置する地上高とその長さの関係から生枝と枯枝の垂直分布を示したものです。これらの図からも半分以上の枝が枯れていることや樹冠内部のかなり上の方まで枝が枯れ上がっていることが視覚的に分かります。

表 3：試料木概要

調査区名	樹齡 (年)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	形状比	枝下高 (m)	材積* ¹ (m ³)	実材積* ² (m ³)	総枝数 (本)	枯枝 (本)	生枝 (本)	枯枝率 (%)
伊自良	50	24.2	17.0	70.3	10.5	0.377	0.388	261.3	133.3	128.0	51.2
豊川	40	20.9	15.7	75.7	8.6	0.263	0.267	165.3	90.0	75.3	54.1
位山	35	21.2	15.4	72.7	8.4	0.264	0.257	223.0	119.0	104.0	52.8

*¹ 林野庁二変数材積式を用いた推定値 *² 区分求積法を用いた実測値

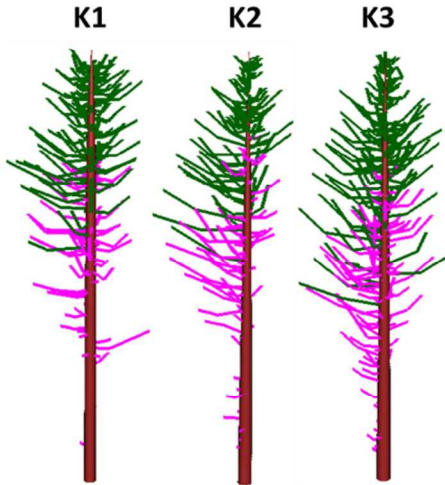


図 3：樹形再現図：調査区 位山

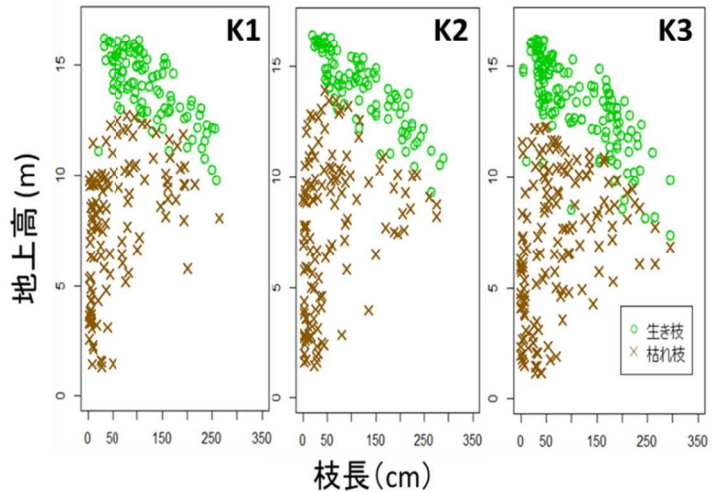


図 4：生枝と枯枝の垂直分布図：調査区 位山

② 枝数と枯死率

枯れ枝の分布の傾向を解析するために、地上高 1m の層毎に枝を分け、各層の枝数と枯死率を求めました。ここでは、調査区 位山の試料木である K1~K3 の結果を例に説明していきます。図 5 には、地上高 1m 毎の階層と枝数の関係を示し、生き枝は緑色、枯枝は茶色で表しています。樹冠最上部は生き枝のみで構成され、枝の本数としては平均 30 本ほどが存在しています。そして、そこから低い位置になるにつれて枯れ枝が徐々に増え、ある地点から枯枝が過半数を占め、さらにそれ以降では、枯れ枝のみが存在する層へと推移していく傾向が得られました。図 6 には、地上高 1m の層における生枝と枯枝の割合、すなわち枝の枯死率を示しています。これらの関係には、ロジスティック曲線が適合しました。これら結果からある層から急激に枯死率が上昇することが明らかになりました。

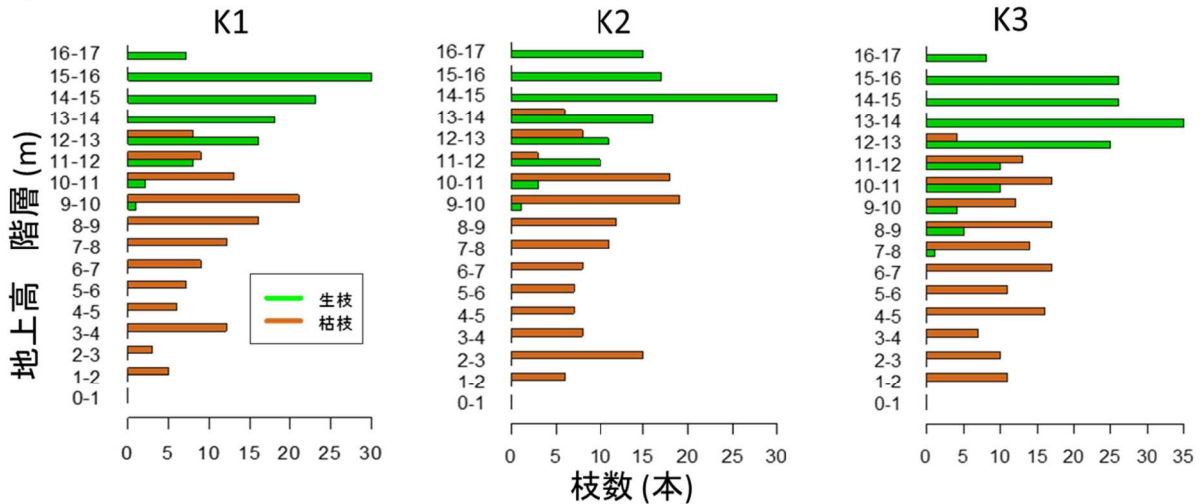


図 5：枝数とその地上高の階層

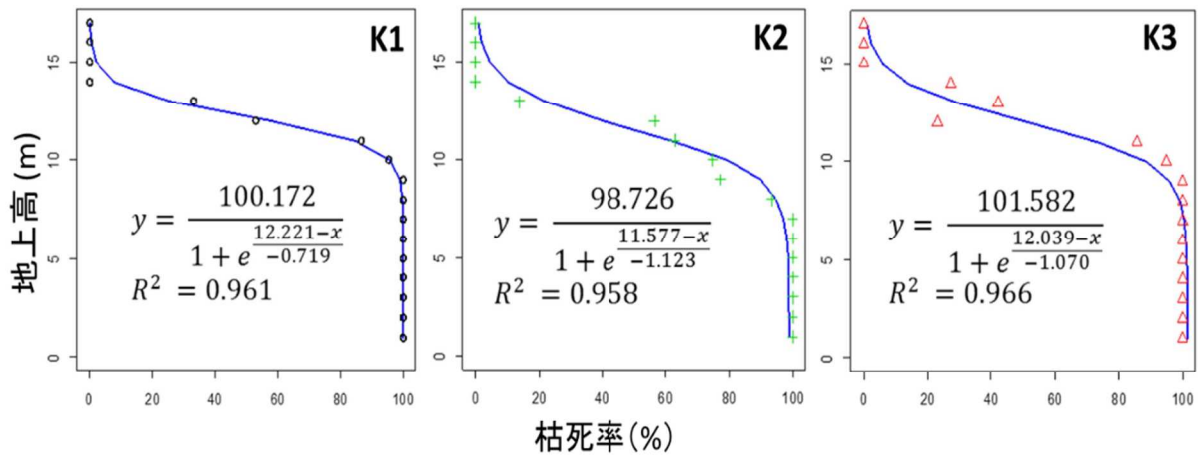


図 6：枝の地上高と枯死率

③ 死節の形態

図 7 には、節となる枯枝の地上高とその死節の形態(死節の長さ、死節が形成してからの経過年数、枯れ枝の基部直径とした死節の太さ)の関係を示しました。縦軸には梢端を 100%とした相対高とり、横軸には各項目で9本の試料木のデータを相対高10%毎の平均値としてプロットしました。その結果、節の地上高に対して死節の長さや死節の形成経過年数は強い負の相関がありました。具体的には、地上高の最下部では平均 50 mm程の節が存在し、その節は枯死してから 30 年ほど経過していました。それは、死節となる枯れ枝が幹の上で 30 年残存することを意味しています。その一方で節の地上高と死節の太さに関しては同様の傾向は得ることができませんでした。しかし、樹冠下部をピークとしてその上部では負の、その下部では正の相関があるような傾向があるのではないかと考えています。全体としては、地上高が低いほど枝は早い時期に枯れ、比較的長い間、枯れ枝の状態ですべての幹に残存することで長い死節が形成されることが分かりました。

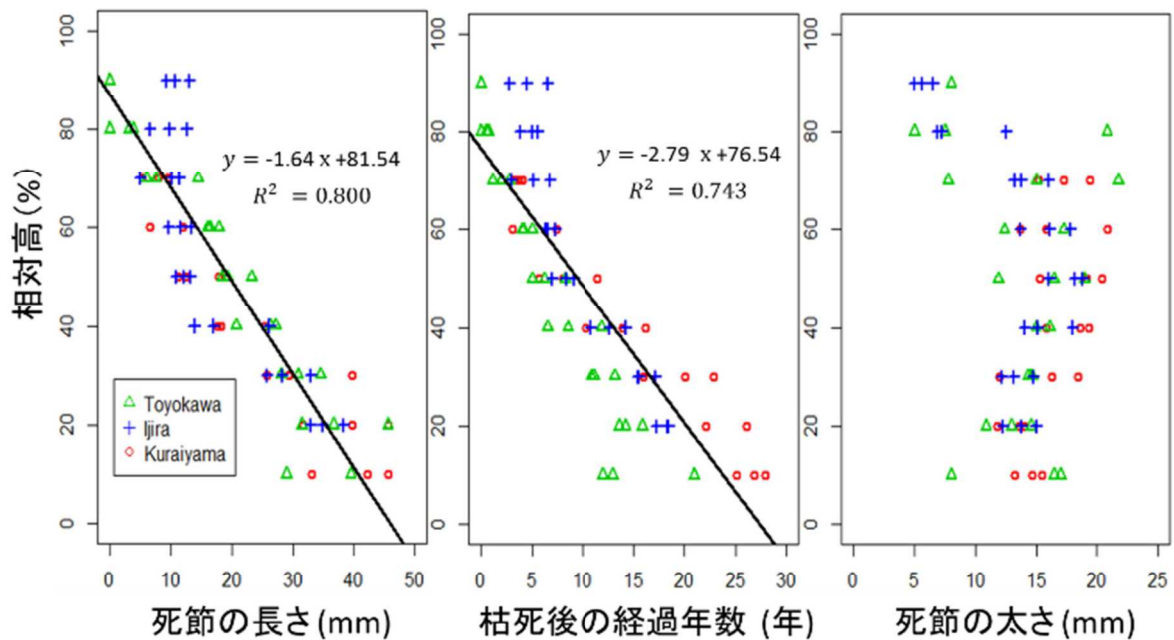


図 7：死節の地上高と形態

④ 樹冠接触高の推定

これまでに説明した枯れ枝の分布において、枝の位置する地上高が低い位置では枯れ枝が多く存在し、比較的早い時期に枯れ枝となり、死節を形成していることがわかりました。これらをもたらし要因として林冠閉鎖が考えられます。これにより、樹冠が接触する高さから下層は光量が低下し、枝が枯死する原因となっていることが考えられます。この樹冠接触高を特定できれば、枯れ枝の分布、その基部から発生する死節の分布を把握できると考えました。そこで本調査により実測した樹高・幹距離・斜度のデータと水永(1992)の樹形モデルを用いてその樹冠接触高の推定を行いました。樹冠接触高は本調査地の斜度によって枝の分布に偏りが生じている可能性があったため、傾斜を考慮しない場合と傾斜地の場合の2通りの推定値を算出しました。この図は、調査区 豊川のデータを水永の樹形モデルに当てはめ、樹冠幅を推定した結果を表しています。決定係数から当てはまりは良く、また外部の樹形を表現できていたため、水永のモデルを採用しました。

冠接触高の推定結果を調査区豊川の試料木を例に枝の地上高と枯死率の関係図に表しました。濃い緑の線が傾斜を考慮しない場合、そして緑の斜線は傾斜地の場合を考慮した樹冠接触高の範囲を表しています。範囲の上限値が斜面上側の樹冠接触高、下限値が斜面下側の樹冠接触高を示しています。推定した樹冠接触高は地上高と枯死率の関係の曲線の変曲点のあたりに位置しました。特に傾斜を考慮した樹冠接触高の範囲は変曲点から枯死率が100%となる付近までを網羅するように位置したため、傾斜を考慮することでより精度の高い推定できたと考えられました。

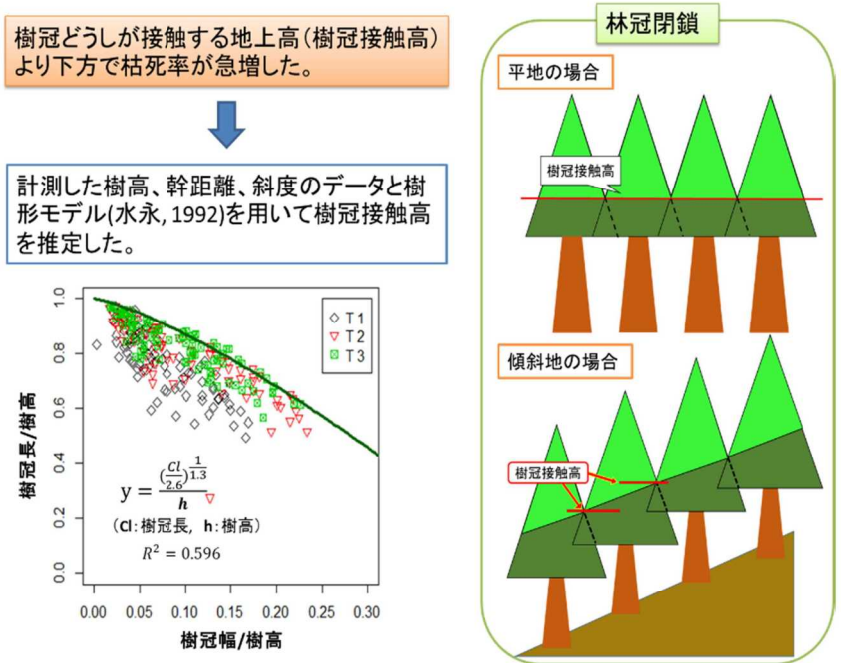


図 8：樹形モデルの適用結果と樹冠接触高の模式図

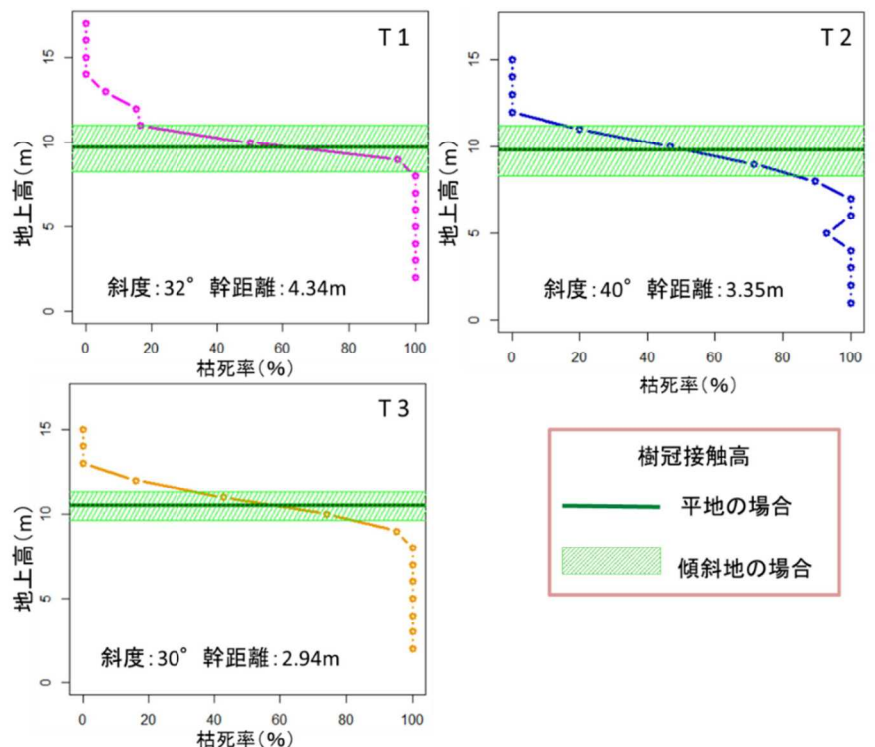


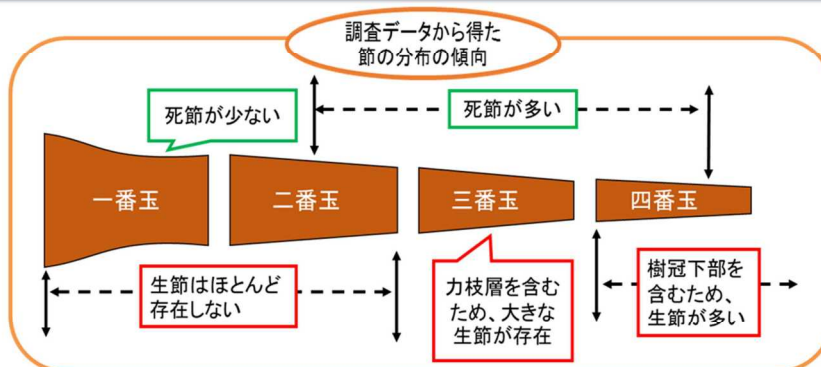
図 9：調査区 豊川の試料木における樹冠接触高の推定結果

⑤ 発展：林分状況から死節に関する材質指標の推定

推定した樹冠接触高から生枝と枯枝の分布を把握できることが分かりました。これは、過密状態にある林分では、林冠閉鎖により樹冠の量が一定に保たれ、樹冠下部で発生する枯れ枝は、その樹冠の量や形状に依存するためであると考えています。本研究では、実測した試料木およびその隣接木の樹高、林内斜度そして幹距離のデータを用いて樹冠接触高の推定を行いました。今後その推定方法の改善と実用性を検討していけば、林分全体の立木密度などの基礎情報から生枝と枯枝の分布が推定できるのではないかと考えました。その枯枝の分布がそのまま死節の分布として扱うことができるので、それに加えて各調査地で共通した節の傾向や死節の形態とその地上高の関係式、そして階層ごとの枝数の関係を一般化できれば、死節の大きさや密度が推定できるのではないかと考えました。

林分状況から死節に関する材質指標を推定可能？

過密状態にある人工林において、樹冠接触高の推定を行うことで、生枝と枯枝の分布を特定できた。



林分の基礎情報(立木密度、斜度、平均樹高・胸高直径)に基づいて樹冠接触高を推定

生枝と枯枝の分布が推定可能

死節の形態とその地上高の関係式から、

枯枝数とその地上高の関係から、

死節の長さ・太さが推定可能

死節の密度(枯枝の本数)が推定可能

おわりに

管理が行き届かず過密となった単純一斉ヒノキ林分の立木において、樹冠接触高と樹幹に残存する枯枝の量によって枝とその節の空間分布を表現可能であることを明らかにできました。また、本研究で報告した樹冠接触高の推定方法と死節の分布特性をさらに追及することで、林分状況から死節に関する材質指標を推定可能となるのではないかと考えています。今後は、死節の太さとその地上高の関係性の追求、そして木材に現れる死節の密度と大きさの推定方法の検討を行っていきたいと考えています。

引用文献

- 藤森隆郎 (2013), 将来木施業と径級管理—その方法と効果. 全国林業普及協会, 東京, 18-78.
- 藤森隆郎 (1975), 枝打ちの技術体系に関する研究. 林業試験場研究報告, (273), p1-74.
- 右田千春, 千葉幸弘 (2010), 節解析によるスギ林木の成長過程の復元. 森林立地, 52(2), 87-94.
- 守口海, 植木達人, 井上裕, (2013), 長野県製材業者における材質への評価特性. 森林計画学会誌, 47(1), 1-7.
- 岩室宏基 (2013), 保育管理が十分に行われていないヒノキ人工林立木の枯枝と死節の空間分布. (平成 25 年度岐阜大学応用生物科学部卒業論文)
- 畑山義男 (1984), 有節材の強度推定に関する研究. 林業試験場研究報告 326 : 69-167
- 竹内郁雄 (2002), 無節材生産を目的とした枝打ちに関する研究. 2002 年森林総合研究所報告 第 1 巻 1 号
- 井上昭夫・黒川泰亨 (2001), 相対幹曲線式の新しい推定方法—システム収穫表への応用—. 日林誌 83 : 1-4
- 林拙郎・高橋洋子 (1997), 樹形のモデル化について—スギ・ヒノキの場合—. 日林誌 79 : 222-228
- 水永博己 (1992), 林冠動態モデルによる間伐効果予測 (I) 間伐後の林冠表面形状の動態. 日林誌 74 : 314-324