

# 幹からの距離によるスギとヒノキの枝特性の表現

時光 博史

時光博史：幹からの距離によるスギとヒノキの枝特性の表現，広島県林技セ研報38：1～7，2006.スギとヒノキについてそれぞれ立木1本から枝を採取し，その形と，1cm当たり絶乾重，樹皮重量率，容積密度を調べ，幹からの距離によって示した。採取した枝の形はスギでは放物体，ヒノキでは円錐体であった。樹皮重量率は20%以上で，幹から離れるほど高く，スギでは40%，ヒノキでは30%までになった。枝の容積密度はスギ，ヒノキともに0.55で，樹幹下半部における容積密度の1.7倍であった。このようにスギとヒノキの枝は，測定方法と評価基準がほぼ確立されている幹とは異なるものであることが明らかになった。

[キーワード]絶乾重，枝の形，樹皮重量率，容積密度

Description Items about Branches of Sugi and Hinoki by the Distance from their Stem

Key words : basic density, bark weight ratio, dry weight, shape of branch

## 1 はじめに

広島県の民有林56万haのうち植栽されたスギ林は5万ha，ヒノキ林は9万haの面積を占め，材積はそれぞれ県全体の20%近くに達して，更に成長を続けている。これらの林分の成長持続を確実にし，あるいは林分を構成する個々の単木を災害に強い形状にするために間伐が推進されている<sup>1)</sup>。

間伐によって一時的に空隙を生じる林冠では，葉において有機物が生産される。林冠が閉鎖した林分の成長量を一定と仮定すると，単木の成長量は樹冠の変化に伴って変化すると考えられる。樹冠の制御は，枝打ちによる枝数の減少と間伐による隣接立木の樹冠消失によって行われ，それぞれ樹幹の成長抑制<sup>2)</sup>と成長促進<sup>3)</sup>を可能にする技術である。枝を対象とする枝打ちについては無節性の高い良質材の生産を主目的とする技術体系が提案されており<sup>4)</sup>，材部の傷と変色の関係が明らかにされ<sup>5)</sup>，具体的な無節材生産技術の内容も示されている<sup>2)</sup>。これらは主として短伐期林業のための樹幹の成長量制御と樹幹下半部の材質の向上を目的としている。短伐期を目標としていた林分を今後長伐期を目標とする林分へ移行するためには，既往の知識を修正し，新たな体系を確立することが課題である。そのためには葉の立体的配置を維持する枝についての観察が必要である。

一方，国産材生産には全木集材システムが導入，拡大されつつある。これまで林内に分散して放置されていた

梢端部や枝葉が局地的に集積され始めた。これが将来のバイオマス資源として期待され，梢端部や枝を収集運搬する機械の開発も始められた<sup>7)</sup>。

そこで新たに取り扱う対象となるのは主として枝である。この新たに供給可能となるバイオマス資源が発生する立木伐採，枝打ちという技術の適用対象となる枝について，その特性を表現する方法を求めめるため，広島県の主要造林樹種であるスギとヒノキについてそれぞれ1本の立木から採取して比較した。測定値の比較は枝の一部分を試料として，樹幹からの距離によった。これは広葉樹では基部から先端までの相対的な距離による規則性が示され<sup>8)</sup>，ヒノキについて枝の形状だけを問題にすると枝先端からの距離による規則性がみられる<sup>9)</sup>ことが報告されていることに対応しながらも，樹幹の成長持続に関わる枝が，どれだけの量存在し，伸長することができるかを検討することのできる，幹からの距離を新たな尺度とするためである。

## 2 材料と方法

### 2.1 スギの枝

・採取時期 平成17年8月

・対象林分 広島県廿日市市吉和，40年生スギ林，標高949m，北西向き斜面  
北緯34度28分54.42秒，東経132度11分，4.82秒(日本測地系2000)

- ・枝採取立木 胸高直径22cm, 樹高16m, 枝下高8m
- ・生枝 計9本 小径, 中径, 大径の枝各3本

## 2.2 ヒノキの枝

- ・採取時期 平成16年9月
- ・対象林分 広島県三次市十日市町, 35年生ヒノキ林, 標高209m, 北東向き斜面  
北緯34度47分31.16秒, 東経132度51分18.85秒(日本測地系2000)
- ・枝採取立木 胸高直径20cm, 樹高17m, 枝下高9m
- ・生枝 計22本 地上高の差1mごとに各3本の枝

## 2.3 調査方法

対象立木を伐倒し, 樹幹着生部で幹に平行に枝を切り取って, 枝に一連の枝番号を与えた。枝の分枝は除いて主軸のみとした。枝の基部から10cmまでを試料番号0と呼び, 以下30cm単位で順次切断し, 試料番号1からはじめて一連の番号を与えた。試料は長さ $l$ を0.1cm単位で, 元口の直径 $d_m$ と末口の直径 $d_s$ をそれぞれ直交する2方向について短径 $d_i$ と長径 $d_e$ として0.01cm単位で測定した。

また試料生重 $w$ と試料絶乾重 $z$ , 試料の樹皮を取り除いた後の木部絶乾重 $m$ を0.1g単位で測定した。次に試料を気乾状態で水中に浸漬して増水量 $v$ と浸漬前後の重量を測定した。測定重量の差は吸水量 $k$ として求めた。

更にそれぞれの断面について短径 $d_i$ と長径 $d_e$ を平均して平均直径 $d$ を求め, 元口平均直径 $d_m$ と末口平均直径 $d_s$ を平均して試料直径 $d$ を求めた。また試料容積 $v$ を $\pi l(m d_m d_i + s d_s d_i)/8$ とし, 試料容積密度を $z w/v$ で求めた。また試料生重 $w$ から試料絶乾重 $z$ を差し引いて試料含水率 $(w - z)/z$ を, 試料絶乾重 $z$ から木部絶乾重 $m$ を差し引いて樹皮重量率 $(z - m)/z$ を求めた。浸漬前後増水量 $v$ に吸水量 $k$ を加えて木部容積 $m v$ を算出し, 木部気乾密度 $m w/m v$ を算出した。木部密度と主要な測定項目について図1に示した。

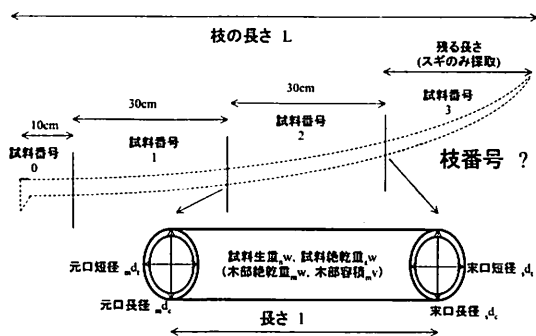


図-1 枝試料の主な測定項目

なお予備的解析において試料の容積密度は高く, ヒノキの試料番号0で木部密度が特に高い値が得られた。そこで対照として樹幹の容積密度を求め, 枝の木部は試料内部まで乾燥したことを確認した。また容積が小の試料では正しい値が得られていないと思われた。その原因は小径の枝では枝表面にある凹凸部分の枝体積全体に占める割合が小径の枝では高くなり, 単純な測定誤差の比率が高くなるためと思われた。このため容積10cm<sup>3</sup>未満の試料については解析から除き, 別表にも示さなかった。樹幹の容積密度は地上高1.2m以上の部分を2mごとに切断して重量を計測し, 切断した丸太の下端から円板を採取して, その含水率と直径を計測し, 丸太を放物体と仮定して算出した。また乾燥の確認は, ヒノキ試料のうち試料番号0から5試料, 試料番号1以上から5試料, 合わせて10試料を任意に抜き取り, 直径3mm以下になるまで割材した後に絶乾重を再度計測し, 割材前の絶乾重と比較して行った。更に元口に心材と思われる着色がある試料については, その直径を測定した。

## 3 結果と考察

材料とした枝試料についての長さ, 重量等の計測値と計測値から導いた平均直径, 樹皮重量率等の計算値をスギについて表1に, ヒノキについて表2に示した。

### 3.1 枝の大きさ

#### 3.1.1 幹からの距離による直径

枝断面の平均直径を幹からの距離によって図2にスギについて, 図3にヒノキについて示した。図中では測定

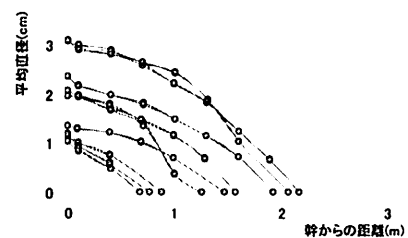


図-2 幹からの距離によるスギ枝の平均直径

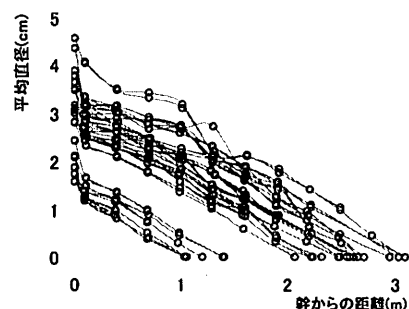


図-3 幹からの距離によるヒノキ枝の平均直径



表-2 ヒノキ枝試験測定結果

Table with multiple columns: 試験枝番号, 試験枝位置, 試験枝径, 試験枝長, 試験枝重, 試験枝含水率, 試験枝密度, 試験枝強度, etc. The table contains detailed experimental data for various pine branches, including measurements of weight, length, diameter, and mechanical properties.

値を○印で示し、同一の枝の測定値は灰色の曲線で連続させた。

図から読み取ると、スギ枝は幹からの距離が大となるにしたがって急速に平均直径が小となった。ヒノキ枝は幹からの距離が大となるにしたがって平均直径は小となった。その低下の程度は幹着生部近傍において著しかった。この部分を除いて直径は1m当たり1cm、直線的に小となった。大径の枝の幹から1.5m以内の距離において、この傾向とは異なる変化が小である試料があった。

### 3. 1. 2 幹からの距離による重量

枝の1cm当たり重量を試料中央の位置の幹からの距離によって図4にスギについて、図5にヒノキについてそれぞれ絶対乾重で示した。

図から読み取ると、スギ枝では幹からの距離が大となるにしたがって1cm当たり絶対乾重は直線的に低下した。その低下の程度は長さ2mを超える長い枝2本と他の1本では1m当たり2g、その他の枝では1m当たり1g以下であった。

ヒノキ枝では幹からの距離が大となるにしたがって1cm当たり絶対乾重は低下した。低下の程度は幹着生部近傍において特に大であった。

### 3. 2 枝の質

#### 3. 2. 1 幹からの距離による樹皮重量率

樹皮重量率を試料中央の位置の幹からの距離によって図6にスギについて、図7にヒノキについて示した。

図から読み取ると、幹からの距離が大となるにしたがってスギ枝の樹皮重量率は40%まで高くなる傾向があった。この傾向と異なり、大径と中径の枝では幹近傍で樹皮重量率がやや高かった。また幹近傍の樹皮重量率は、小径の枝、中径の枝、大径の枝の順で高く、いずれも20%以上であった。

ヒノキ枝の樹皮重量率は幹近傍では16~32%の範囲で低めが多く、幹からの距離が大となるにしたがって20%から30%まで高くなる傾向があった。

#### 3. 2. 2 幹からの距離による容積密度

樹皮つきの枝の容積密度を試料中央の位置の幹からの距離によって図8にスギについて、図9にヒノキについて示した。

図から読み取ると、スギ枝の容積密度は幹近傍は0.6で、幹からの距離が大となるにしたがって0.45まで低下する傾向があった。また距離が0.5~1mのある点を超

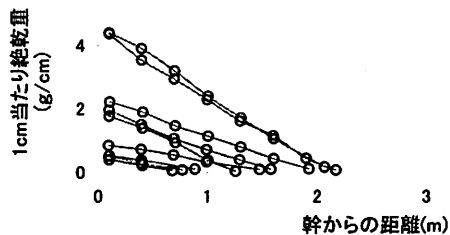


図-4 スギ枝の1cm当たり絶対乾重

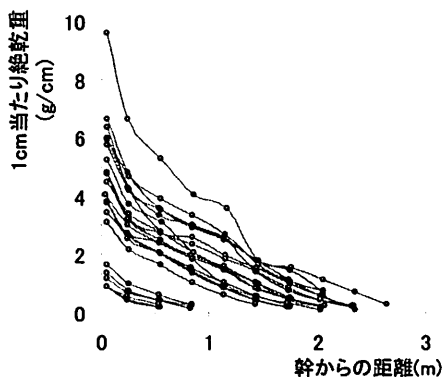


図-5 ヒノキ枝の1cm当たり絶対乾重

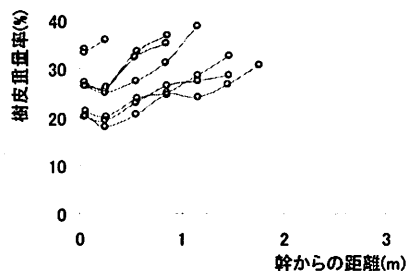


図-6 スギ枝の樹皮重量率

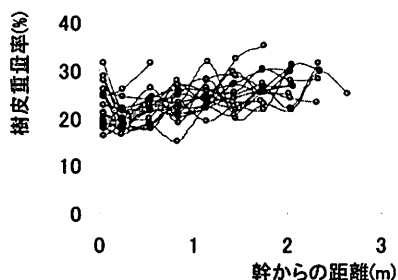


図-7 ヒノキ枝の樹皮重量率

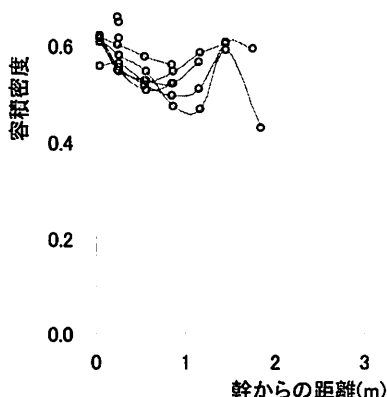


図-8 スギ枝の容積密度

えるとこの傾向はみられなくなった。その点は枝によって異なり、その点から1.5mの距離まで容積密度は距離によって高まった。

ヒノキ枝の容積密度は幹近傍では0.4~0.7の範囲で高めが多く、幹からの距離が大となるにしたがって0.5まで低下する傾向があった。また距離が1mを超えるとこの傾向は明瞭ではなくなった。1mより距離が大になると容積密度は0.55を中心に変動すると思われた。また割材した後に再計測した10試料の絶乾重は、割材前の絶乾重と比較して1%の増減に止まった。このことから、試料は内部まで十分に乾燥しており、絶乾した試料木部絶乾重についての測定誤差は小さいと考えられた。

更に試料元口の着色は、スギでは枝番号2の試料番号0のみに直径1mmの着色がみられた。他にはみられなかったので別表1には記載しなかった。ヒノキについては別表2の最後列に元口の着色直径を示した。試料番号0の22試料のうち17試料の元口に樹幹における心材に類似した着色があった。なおヒノキで試料番号0の22試料は木部気乾密度が平均0.83と高く、着色した17試料の平均は0.86と更に高かった。

### 3.3 幹との比較

#### 3.3.1 基部からの相対的な距離による容積密度

樹皮つきの枝の容積密度を試料中央の位置の幹からの相対的な距離によって図10にスギについて、図11にヒノキについて示した。

図中に○印で示した幹の容積密度はスギ、ヒノキともに樹幹下方で低く、先端に近くなるほど高い傾向があった。基部を0として、先端を1とする先端までの相対的な距離によると、幹について0.5以下の距離における容積密度は平均して0.33、距離0.9における容積密度は0.44とスギ、ヒノキとも同じ値であった。

また●印で示したスギ枝の容積密度は距離0の0.6から0.5の距離まで低下した。ヒノキ枝の容積密度は0.3の距離まで距離により低下し、0.55を中心にばらついた。

#### 3.4 まとめ

採取したヒノキ枝の主軸の形は図3によると円錐体であった。また図8の幹からの距離による容積密度を一定とみなすと、図4の枝の1cm当たり重量による線形の傾向は、採取したスギ枝の主軸の形が放物体であることを意味する。更に枝の絶乾重に対する樹皮重量率は、幹に近い位置でスギ、ヒノキともに20%以上あり、幹からの距離が大となるにしたがってスギで40%、ヒノキで30

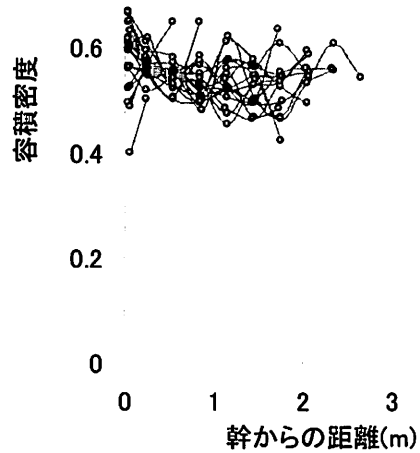


図-9 ヒノキ枝の容積密度

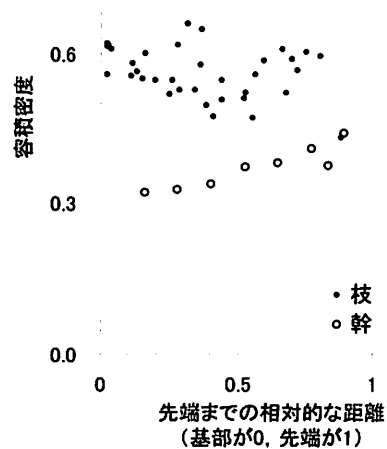


図-10 相対的な距離によるスギの容積密度

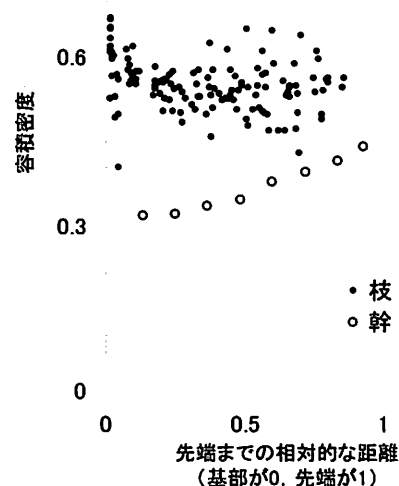


図-11 相対的な距離によるヒノキの容積密度

%まで高くなった。幹近傍の局所的な樹皮重量率はこの傾向による値よりもやや高かった。

採取した枝の容積密度は、図8、図9のとおり幹からの距離による特性はみられたものの、スギ、ヒノキともほぼ0.55であった。これは樹幹下部における0.33の1.7倍に当たる高いものであった。またヒノキでは表2のとおり木部の気乾密度で0.65と、より高い値が得られ、幹に着生する枝基部の木部気乾密度は更に高く、2試料で0.9を超えた。また枝基部には77%に当たる試料で着色がみられた。

結論として、広島県における主要造林樹種であ針葉樹のスギ、ヒノキ各1本から採取した枝は、これまで林業の主たる目的とされていた樹幹下半部とは明らかに異なるものであった。しいて枝が幹と同じものであると仮定しても、それぞれの先端が同じであって、先端から離れるにしたがって、枝と幹で異なる性質をもつことになると考えられる。このことは広島県において主たる木材生産の目的であった薪、木炭の原材料となった広葉樹についてその形から得られる、枝は主幹と本質的な差がない8)という認識とは異なる。

今後スギ、ヒノキ林の多くは70～150年生まで長期にわたって育成して次代に引き継ぐか、50年生前後で人生最初の伐採利用を行うか、森林所有者にとって判断の時期を迎える。広葉樹林を30年ごとに繰り返し伐採利用した過去の記憶をもつ林業関係者の経験を活かすだけでなく、広葉樹林伐採後に植栽され、いまだ第1回目の伐採利用が行われていない多くのスギ、ヒノキ林について、枝葉に明確に表れる変化を調査、記録して広島県林業発展の基礎試料としたい。

#### 4 おわりに

本報告は広島県の主要造林樹種であるスギ、ヒノキそれぞれについて、立木1本から枝を採取して、樹皮重量率が高く、幹よりも容積密度が高いことが認められた。また枝の形は放物体と円錐体という明瞭な差異が2つの立木の枝に認められた。この特性の差異は本報告の試料にみられたとおり両樹種の差異であるのか、地域性によるのか、林分の取扱いによって異なるものであるのか等について今後調査し、結論を得る必要がある。そして樹幹が長期間生育するために必要な樹冠を構成する枝の量や質、形を予測し、必要に応じて制御しながら高齢林を育成し、長期にわたって持続可能な林業が成立するための技術体系が確立されることを期待したい。

最後に、枝の採取にご協力いただいた広島県立林業技術センター林業生産部の與儀兼三主任研究員、資源利用部の岡部茂主任研究員ほか、枝の剥皮を丁寧に行っていたいただいた方々に御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 広島県農林水産部(2002)低コスト間伐普及マニュアル(列状間伐による収入間伐の推進). 41pp.
- 2) 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. 森林総合研究所研究報告1(1)(通巻382号). 1-114.
- 3) 東敏生・兵藤博(1990)低位生産地におけるヒノキ人工林育成技術に関する研究—枝打ち強度の違いが成長に及ぼす影響について—. 広島県林業試験場研究報告24. 21-74.
- 4) 時光博史(2002)林分の閉鎖度の決定要因—列状間伐基準評価に必要な値—. 森林応用研究11(1). 49-52.
- 5) 藤森隆郎(1975)枝打ちの技術体系に関する研究. 林試研報273. 1～74.
- 6) 兵藤博(1979)枝打ち試験 - 枝打ちに伴う材の異常変色について -. 広島県林業試験場研究報告14. 43-60.
- 7) 與儀兼三ほか(2006)森林バイオマス収集・運搬の低コスト化に関する研究 - 枝条・梢端部の圧縮結束装置の開発 -. 森林利用学会誌20(4). 229-232.
- 8) 伊藤奈々恵ほか(2002)照葉樹林における広葉樹の材積表作成及び樹形解析 - 東大千葉演習林の旧薪炭林を事例として -. 日本林学会大会学術講演集113. 253.
- 9) 時光博史(2005) ヒノキの枝の形と密度—先端からの距離による直径と密度—. 日本森林学会関西支部大会研究発表要旨集56. 7.