

速報

FAKOPPによる立木ヤング率評価手法のヒノキへの応用^{*1}藤澤義武^{*2}・ 柏木 学^{*2}・ 井上祐二郎^{*2}・ 倉本哲嗣^{*2}・ 平岡裕一郎^{*2}

キーワード： FAKOPP, ヒノキ, 樹幹, 応力波伝搬速度, ヤング率

I. はじめに

ヒノキはスギと並ぶわが国の重要な造林樹種であり、我が国の人工林面積の1/4を占める。材はスギより密度が高く緻密なものの比較的柔らかく、加工が容易である。しかも材色は白に近く、肌目は精で仕上げると美しい光沢が出るうえに独特の芳香があることから、古くより神社仏閣の建築用材、仏像の材料として用いられてきた。また、強度はスギより格段に優れており、先述した特性と合わせて優れた建築用材としてとらえられている。

このように、ヒノキには材の利用上での顕著な欠点はないが、精英樹クローンにはヤング率がスギ程度のものもある¹⁾。九州育種場では精英樹からヤング率の低いものを除去するとともに、第二世代精英樹の選抜基準にヤング率を含めることで、建築用構造用材としての性能をさらに高めることを図っている。

このような背景から、ヒノキのヤング率を効率的に評価するため、スギで有効であったFAKOPP²⁾の応用を試みた。本機は樹幹の応力波伝搬速度（以下音速とする）からヤング率を推定する

ものである。

II. 材料と方法

1. 供試材料

供試材料は大分県大野町にヒノキ精英樹の実生家系で設定した九熊本33号一般次代検定林から採取した。本検定林は各家系を方形プロットに割り当て、これを2回繰り返す乱塊法で設定されており、植栽間隔は1.8mである。同検定林の概要を次に示した。

九熊本33号検定林（一般次代検定林）

所在地：大分県大野郡大野町大字中原字上津山

大分森林管理署33林班は₁小班

設定年：1974年2月

斜面：南西向き、傾斜角：20度（10～25度）

標高：320m、面積：1.50ha、植栽家系数：27

+ 在来3家系

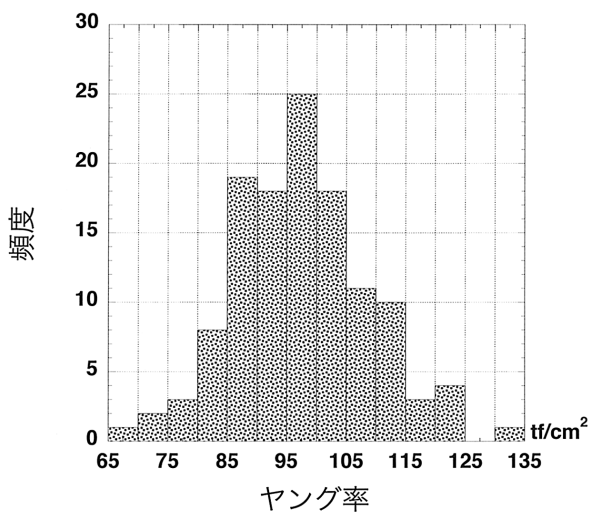


図-1. ヤング率の測定結果の頻度分布

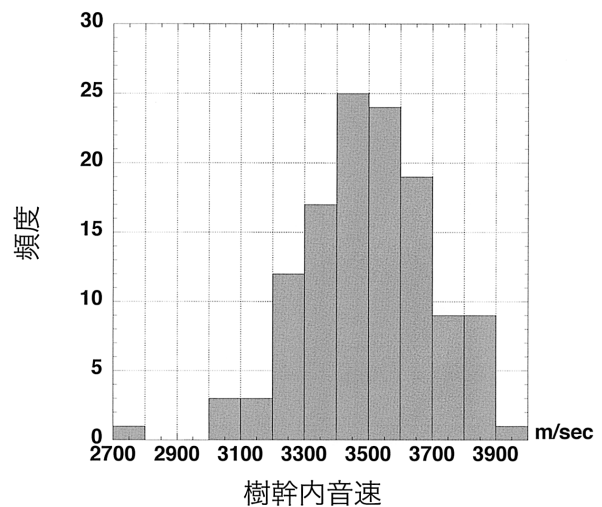


図-2. 音速の測定結果の頻度分布

^{*1} Fujisawa Y., Kashiwagi M., Inoue, Y., Kuramoto N., and Hiraoka Y.: An application of FAKOPP to measure the modulus of stem elasticity of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa Endl.*).

^{*2} (独) 林木育種センター九州育種場 Kyushu Regional Breed. Office, Forest Tree Breed. Center, Nishigoshi, Kumamoto 861-1102

2. 測定方法

平成15年10月、プロット毎に健全で標準的な成長を示す3個体を選び、樹幹の地上高0.7m点から上方へ1mの区間の音速をFAKOPPで測定した。このとき、樹幹の長径、短径各2方向、計4方向の音速を測定した。測定手順は次のとおりである。樹幹の上部にFAKOPPのスタートセンサー、下部に同ストップセンサーを適切な角度で打ち込み、スタートセンサーをハンマーで叩くことによって発生する音の両センサー間の通過時間を測定した。その結果でセンサー間の距離を除いて音速を得た。

音速測定後の平成15年11月に各供試木の地上高1m点から上方へ2m長の供試材を採取した。これらは九州育種場へ搬入した後、平成16年1月にヤング率を測定した。ヤング率はタッピング法³⁾の定法に従って生材状態で測定した。なお、測定個体数は23家系、123個体、採取時の林齢は29年生であった。

Ⅲ. 結果と考察

胸高直径の平均値は20cmで、変動幅は14cmから27cm、変動係数は14%であった。ヤング率の平均値は97tf/cm²、変動幅は67tf/cm²から130tf/cm²、変動係数は12%であった。音速の平均は3502m/sec、変動幅は2770m/secから3926m/sec、変動係数は6%であった。これらに示されるとおり、ヒノキとしては比較的成長の良い林分であり、ヤング率の平均値はヒノキの平均的な値を示した。また、ヤング率は林齢がほぼ同じスギ林分の結果の2倍に近い高い値であった。一方、ヤング率の変動係数はスギが一般的に20%前後であったのに対して、本供試材では12%と小さかった。ヤング率の変動幅はスギと同様の63tf/cm²なので、平均値が2倍近く高いことが影響したと考えられる。

図-1にヤング率、図-2に音速の測定結果の頻度分布を示した。これらから明らかなように、両形質ともに概ね正規分布と見なせたので、両者の相関関係を検討した。図-3にはヤング率と音速の相関関係について、既報で示したスギの結果¹⁾とともに示した。ここに示したように、ヒノキの音速とヤング率との間には $r=0.81$ の高い正の相関関係が認められた。本図には音速からヤング率を推定した場合の下限値と上限値を同時に示してある。これら下限値と上限値は推定値から概ね14tf/cm²の範囲にあった。材の密度等の条件によってその程度は異なるが、繊維飽和点以上から気乾状態まで乾燥させるとヤング率は上昇し、ヒノキではそれを20%程度期待できる⁴⁾。これらは、FAKOPPで推定したヤング率を下限値と見なして伐倒前に予め素材を等級区分できることを示唆するものである。また、ヤング率の低い個体を除外するためには十分な精度である。しかし、同時に示したスギの例では相関係数は $r=0.91$ とさらに高く、推定値の上限値と下限値の範囲もより小さく、推定精度はより高い。

この結果を説明する一つの可能性として、ヒノキでは音速がスギよりも30%以上高いことを挙げることができる。音速の測定区

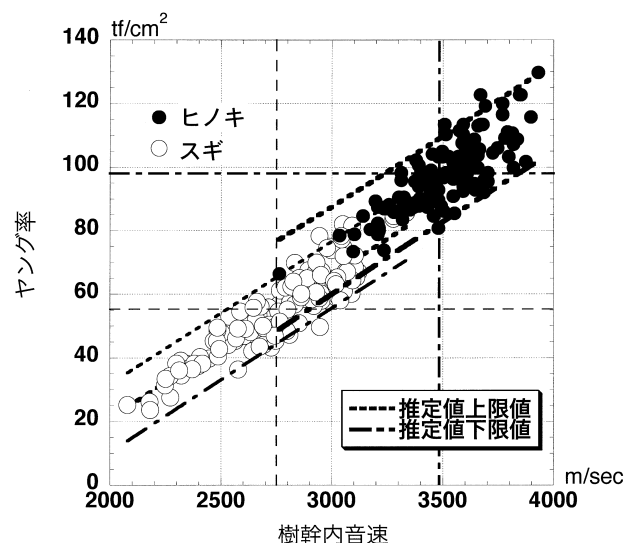


図-3. スギとヒノキそれぞれの樹幹内音速とヤング率の相関関係の比較

間は同じなので、音速が上ると通過時間はその分短くなる。FAKOPPには測定値 $\pm 4 \mu\text{sec}$ の機械的誤差があり、通過時間が短くなるとその影響が強まる。このことが影響した可能性がある。この場合、測定区間を長くして通過時間を延長すると精度を向上できる可能性がある。音速とヤング率の相関図において、音速が高まるほど散布の幅が広まる傾向もこのことによる可能性がある。一方、個体毎に4方向の測定結果の変動係数が本供試材材料ではスギの同様の値と比べて倍以上も大きく、中には10%を示す個体もあった。これには、枝も太く枯れ上がり難く、しかも幹曲がり方がスギよりも多い等のヒノキの特性が影響した可能性がある。この場合、測定箇所数を増加させれば精度を向上できる可能性がある。

ヒノキにおいてもFAKOPPはヤング率を効率的に評価する機材として有効であることがわかった。しかし、推定精度はこれまでのスギの結果よりも低く、その原因については十分に詰めておく必要がある。

引用文献

- 九州地区林試協育種部会 (1999) ヒノキ精英樹・抵抗性マツ特性表, 1~34.
- 藤澤義武, 倉本哲嗣, 平岡裕一郎, 柏木学, 井上祐二郎 (2003) 第53回木材学会大会研究発表要旨集: 55.
- 祖父江信夫 (1989) 振動現象を利用した実大構造材の弾性率測定-理論と応用-, 平成元年度文部省科学研究費資料, 57 pp.
- 伏谷賢美他 (1985) 木材の物理, 文永堂, 109~111.
(2004年11月8日 受付; 2004年12月17日 受理)