

ヒノキ、スギ材面に現れる節の走査線法による認識

京都大学農学部 正 ○佐道 健
同上 岩崎昌一

1 緒言

木材を構造用材として用いる場合、節の有無および節の大きさと位置を評価の基本として等級区分が行なわれる。

現在、このような評価は熟練者の目視に頼っている。しかし、これを加工工程に組み込むには、自動的に節などの欠点部分を認識する方法を導入する必要がある。

著者ら¹⁾はすでにヒノキやスギの節を含む材面のカラー画像(RGB画像)の中でR画像が最も節を認識しやすく、かつ、早晚材の材色の変化の影響を受けにくいことを明らかにした。

本研究では、ヒノキ、スギ挽板の節を含む材面において材幅方向の走査線を材長方向に順次動かして得られたR情報を用いて節を認識・計測することとし、このための、3種類のコンピュータプログラムを作製、それらの比較検討を行った。

2 材料

ヒノキおよびスギの乾燥した挽板を材軸方向の長さ50cm程度、幅10~12cm程度、厚さ約20mmに裁断し、表

面にプレーナ仕上げを施したものを実験に供した。対象とした節の数は、ヒノキが62個、スギが30個である。

3 サンプル画像の取り込み

ここでは、種々の条件で節とその周辺の画像や走査線上のデータを解析するために、あらかじめ材面上の節を含む領域の画像データを取り込んだのち、それぞれの画像について必要な処理を行った。

画像解析装置(ニレコ製 LUZEX IID)とRGBカメラ(Victor製 KY-M280)を用い、カメラの左右から材面に当てられた蛍光灯下で、各板の節を含む長方形領域のR画像を濃淡階調数256で取り込んだ。画像の領域はヒノキでは材軸方向77mm×材幅方向103mm、スギでは材軸方向71mm×材幅方向95mmである。

このデータを1画素が約0.6mmになるように等間隔に間引いて、横160画素×縦120画素に縮小したものを画像データとして用いた。

4 節に関する画像情報

4.1 目視による節の認識

自動計測による節の認識に先立ち、対象となる全ての節について、画像解析装置のディスプレイ上で目視により節の境界を定め、境界でのR濃度をしきい値(手動設定のしきい値)として節の寸法(実測値)を求めた。

4.2 節の寸法とR強度統計値

材幅方向の走査線上でのR強度の変動は図1に示す

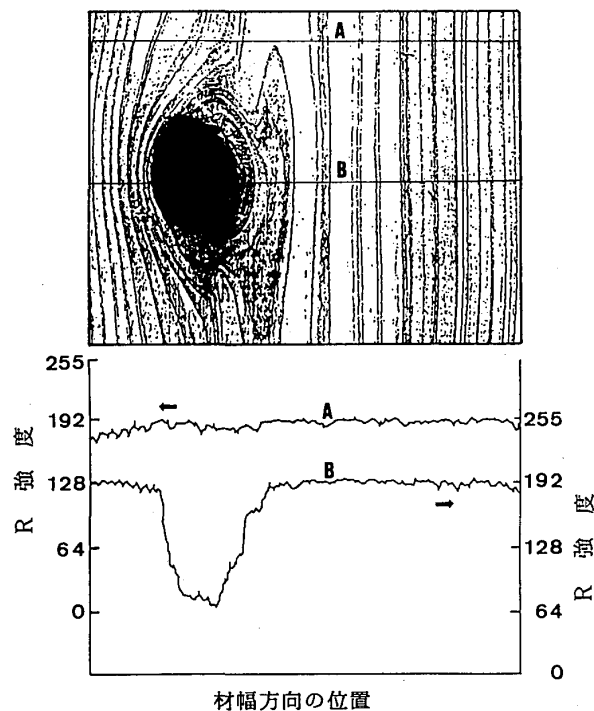


図1 材幅方向の走査線上でR強度の変動
A:無節部, B:有節部(ヒノキの1例)

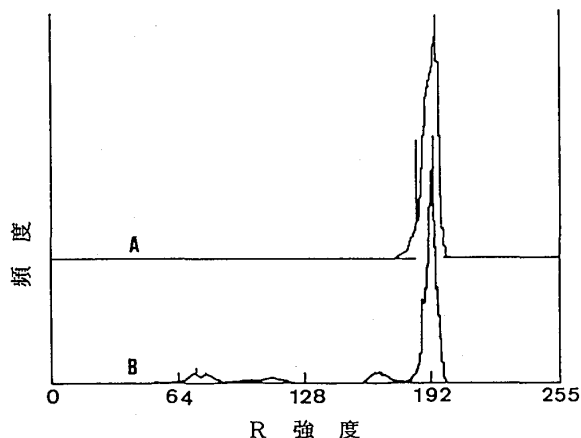


図2 材幅方向の走査線上のR強度ヒストグラム
A:無節部, B:有節部(図1と同位置)

ように、無節部分ではほぼ平坦であるが、節の部分で大きく落ち込んでいる。また、R強度ヒストグラムは図2のように無節部では一つの大きい山が、有節部分ではこの他に節の色調に対する小さい山が低R強度領域にみられる。このことから、節を含む走査線ではR強度の平均値が小さくなり、R強度の標準偏差が大きくなる。

ヒノキの典型的な丸節を含む画像の、走査線上の節比（手動設定しきい値よりもR強度の低い画素の、走査線上の全画素に対する割合）とR強度の平均値およびR強度の標準偏差の変化の例を図3に示す。

全ての節から得られた各走査線についてのデータをもとに、節比とR強度の平均値および標準偏差の関係をあらわす散布図を図4に示す。

これらの図から、走査線でのR強度の平均値と標準偏差を計算することによって、その走査線が有節部分を通っているかどうかを判定できるはずである。しかし、R強度の平均値は個体間の材色の変動の影響を受けるので、R強度の標準偏差によって節比を推定するのが妥当である。

5 節の自動認識

節を自動認識するために、標準偏差法、固定しきい値法、個別しきい値法の3種類のプログラムを作製した。

5.1 標準偏差法

この方法では、走査線ごとにR強度の標準偏差を計算し、その値によって走査線上に節があるかどうかを判定する。

まず、節のはじまりを判定するために、材長方向に動く走査線でのR強度標準偏差が つぎに示される S_0 を越えたとき節が始まったと判断する。

$$S_0 = \sigma_m - k_1 \times \sigma_s$$

ここで σ_m 、 σ_s は節比 5%~10%の範囲におけるR強度標準偏差の平均値、R強度標準偏差の標準偏差、 k_1 はヒノキ：2.5、スギ：3.0である。

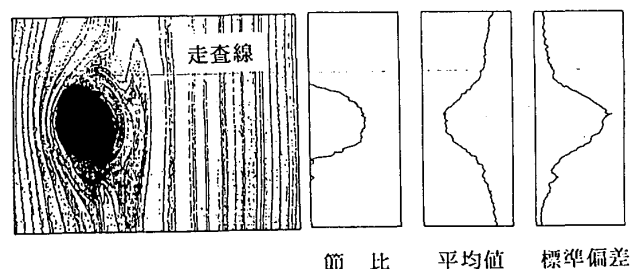


図3 材長方向における走査線上の節比、R強度平均値、R強度標準偏差の変化

ついで、最初に節を含むと判定された走査線におけるR強度の平均値 m と標準偏差 σ を用いてしきい値 T を次式によって設定した。

$$T = m - k_2 \times \sigma$$

ここで、 k_2 はヒノキ：3.0、スギ：2.3である。

各走査線についてしきい値 T よりもR強度が低い画素の数（連続した画素数）を求め、節の幅とする。また、材幅方向の節径は一つの節を横切る走査線全体での節の両端の画素の座標から計算する。

5.2 固定しきい値法

一つの樹種、またはロットごとにしきい値を定める方法で、そのしきい値よりもR強度の低い部分を節として認識する。この方法では、トレーニング用サンプルにおける手動設定しきい値の平均値を固定しきい値とする。

5.3 個別しきい値法

個々の材についてしきい値を定める方法で、材間に色調の差が大きいときに有用である。この方法でははじめの3ラインを走査してしきい値を設定し、しきい値よりもR強度の低い部分を節として認識する。しきい値は、はじめの3ラインを走査して作製したR強度ヒストグラムに現れる無節部に由来する山のR強度の低い側の周縁部に設定する。

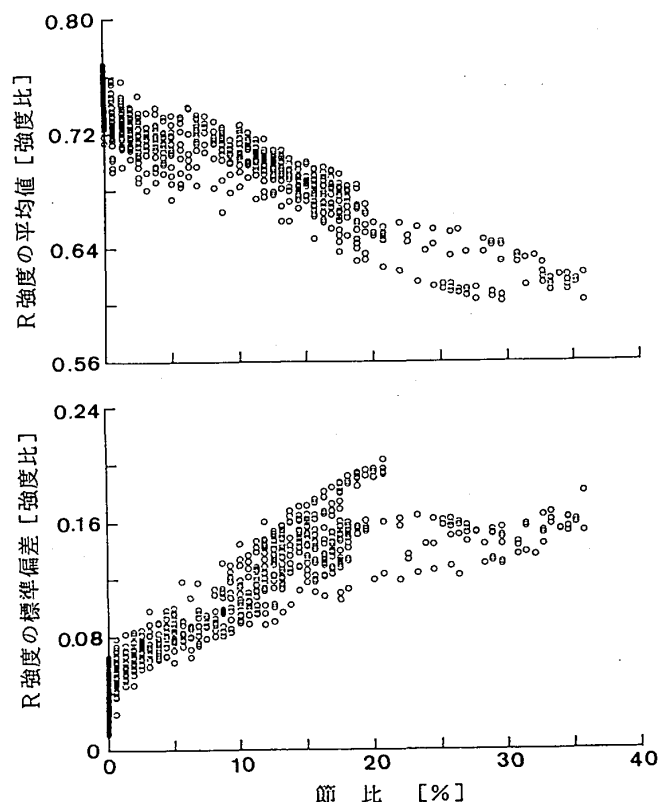


図4 材幅方向の走査線上の節比とR強度および標準偏差の関係（ヒノキ）

6 計測結果

6.1 節の認識精度

ヒノキ、スギともに、標準偏差法、固定しきい値法および個別しきい値法の3つの方法によって、すべての節を認識できた。しかし、流れ節、スギの死節周辺の組織を独立した節として誤認する場合がみられた。

また、図5に示すように節の寸法は自動計測値と実測値の間に多少のずれがみられた。以上の結果から次の2点が明らかになった。

1) 標準偏差法および固定しきい値法により死節は実測値とほぼ等しい寸法で計測され、流れ節は実測値よりもかなり小さく計測された。

2) 個別しきい値法は、肉眼観察で濃色部分として認識される領域に加えて、そのまわりの多少色がくすんだ部分も含めて認識する傾向がみられたため、個別しきい値法により丸節は実測値よりも大きめに計測され、流れ節は比較的適正な寸法で計測された。

6.2 走査間隔と実行速度および認識・計測精度

実行速度を大きくするために走査間隔を大きくした場合の実行速度、認識・計測精度の変化を検討した。

各方法とも走査間隔に比例して実行速度が大きくなる。さらに、各方法における走査間隔と認識精度の関係をみると、図6のように、走査間隔を大きくすると認識率が低下するが、一方、他の組織を誤って節と判断する割合（誤認率）も低下する。

これらのことから、走査間隔は3mm~4mm程度が適当である。この程度に走査間隔をあけて走査した場合の自動計測値と実測値との差を認識方法別に図7に示す。

このように、今回比較した3種類の方法はそれぞれ一長一短があるが、実用上の他の諸条件に応じて使い分けると、いずれも有効であると思われる。

文 献

- 1) 佐道 健, 岩崎昌一: “ヒノキ、スギ材面上に現れる節の画像解析” 木材学会誌 Vol.35-12 p 1073~1079 (1988)

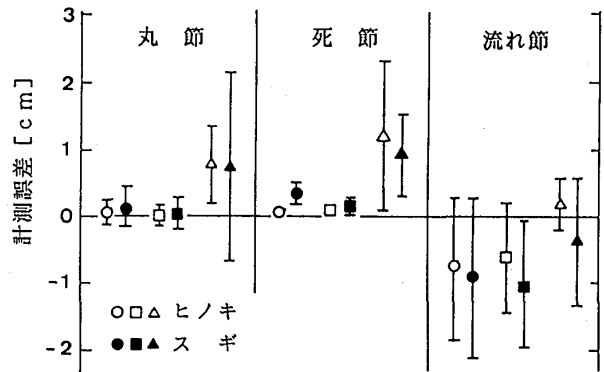


図5 認識法、節の種類と材幅方向の節径の計測誤差
○● 標準偏差法 □■ 固定しきい値法
△▲ 個別しきい値法

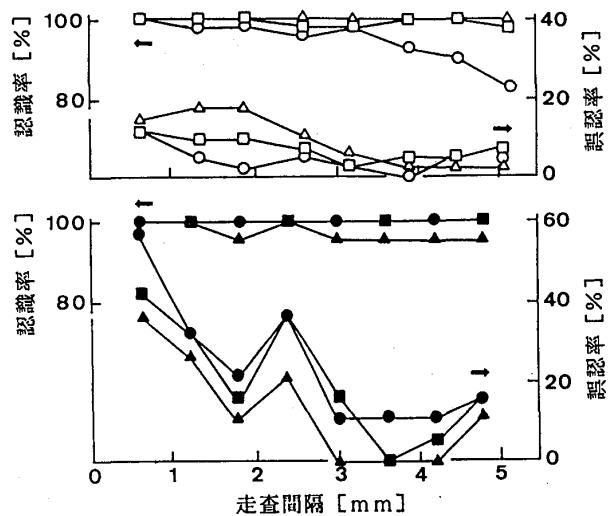


図6 走査間隔と認識精度の関係
(記号は図5と同じ)

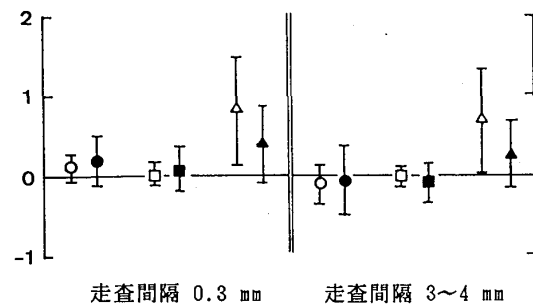


図7 走査間隔をあけた場合の材幅方向の節径の計測誤差 (記号は図5と同じ)