

スギ心材の気体透過性 心材色との関連性についての一考察

九州大学農学部 松村 順司・小田 一幸
堤 壽一

1. 緒言

スギ心材色は淡紅色から黒色へと変異の幅が広く、これは他樹種に見られない特徴の1つに上げられる。中でも黒心材は、その装飾的価値が低いことと乾燥コストがかかることから、スギ材利用上の問題になっている。スギ黒心材の乾燥に要する高いコストの理由には、生材含水率が高いために、乾燥に要する時間が長く、ひいては乾燥コストがかかるという説と、生材含水率が高いことに加えて水分移動性が悪いことに原因を求めるとの説がある。

ところで、木材の乾燥性と気体透過性との間には、一貫した説が得られていないが、両者の間には密接な関係があると言われており、木材の乾燥性を気体透過性で評価する試みがなされている。

以上のような背景を踏まえて、スギ黒心材の透過性を明らかにするための基礎資料を得ることを目的に、スギ樹幹横断面内の気体透過率の推移を調べた。また、心材部の明度が最大値、最小値、平均値を示した3本の試験木を対象にして、気体透過率を測定し、心材の明度と気体透過性との関係について予備的考察を行った。

2. 実験

(1) 試験木

試験木は、九州大学農学部福岡演習林産のスギ (*Cryptomeria japonica*) 2本 (20年生クモトオシ, 30年生ヤブクグリ) と大分県日田郡前津江村民有林産のスギ20本 (35年生ヤブクグリ) である。

(2) 心材色の測定

同一林分の35年生ヤブクグリ20本の胸高部位から、放射方向に髓から両最外年輪を含む試験片 (接線方向に幅2cm, 幹軸方向に厚さ20cm) を切り出し、気乾状態に達するまで自然乾燥した。そのあと、測色面となるまさ目を鉋削りし、一昼夜放置したあと、色彩色差計を用いて心材の明度を測定した。なお、表色系には $L^*a^*b^*$ 表色計を採用し、測定スポットの大きさは直

径8mmとした。

(3) 気体透過率の測定

20年生クモトオシと30年生ヤブクグリについては胸高部位の心材部, 移行材部, 辺材部から、放射方向に向かって気体透過実験用試験片を切り出した。

35年生ヤブクグリについては明度を測定した試験片の中から、 L^* が最大値, 最小値, 平均値を示した3個体の試験片の心材部, 移行材部, 辺材部から、放射方向に気体透過実験用試験片を切り出した。

気体透過実験用試験片は、気体の透過方向と試験片の繊維方向を一致させた直径10mm, 長さ8mmの円柱形とした。透過面となる横断面はマイクロームで表面を平滑に削って仕上げたあと、内径8mmのガラス管に接着し、図-1に示すような気体透過実験装置に組み込んだ。なお、試験片の側面, およびガラス管との接着面から空気が漏れないように液状シリコンでシールした。

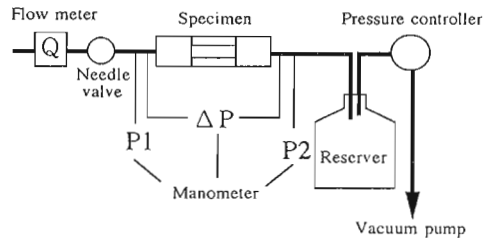


図-1 気体透過測定装置

気体透過実験は、温度20℃, 相対湿度65%のもとで、定常状態における「みかけの気体透過率 kg 」が測定された。みかけの気体透過率 kg は、Darcyの法則に基づいて、次式で算出した。

$$kg = \frac{Q \cdot L \cdot P}{S \cdot \Delta P \cdot P_x}$$

ここで、 kg はみかけの気体透過率 ($cm^3 / (cm \cdot atm \cdot s)$), Q は流量 (cm^3 / s), L は試験片の長さ (cm), S は試験片の横断面積 (cm^2), P は Q を測定した実験室の

大気圧 (atm), ΔP は試験片両端間の圧力差 (atm) である。また, P_x は試験片内の平均圧力 (atm) であり, 試験片両端の圧力を P_1 および P_2 とするとき, $(P_1 + P_2) / 2$ である。

みかけの気体透過率 kg の単位 $[cm^3 / (cm \cdot atm \cdot s)]$ は, 次式を使って単位を [darcy] に換算した。

$$1 \text{ darcy} = 55.3 \text{ cm}^3 (\text{air}) / (\text{cm} \cdot \text{atm} \cdot \text{s}) \text{ at } 20^\circ\text{C}$$

なお, 単位を darcy で表示するとき, みかけの気体透過率 Kg は「みかけの比透過率 Kg 」となる。この実験では, 平均圧力 P_x を 5~6 段階に変化させて, それぞれの P_x ごとに kg が算出された。そのあと, Klinkenberg 式に基づいて, $1/P_x$ と Kg との関係式から「真の比透過率 K 」[darcy] が求められた。

$$Kg = K \left(1 + \frac{b}{P_x} \right) \dots \dots \text{Klinkenberg 式}$$

ここで, b は分子すべり流ファクターである。

3. 結果と考察

(1) 樹幹横断面内における比透過率の推移

図-2 は, 演習林産のクモトオシとヤブクグリの比透過率が, 髄からの相対距離と関係づけて示されている。図より, 比透過率は心材部で低く, 移行材部, 辺材部に向かって上昇する傾向が認められた。また, 心材部の比透過率は髄からの相対距離とは無関係であることが確認された。

(2) 心材明度と気体透過性

表-1 には, ヤブクグリ 20 本の中で, 明度が最小値,

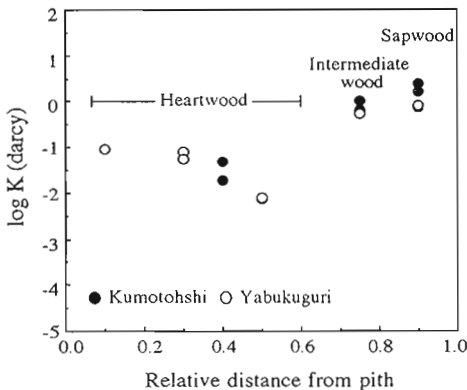


図-2 スギ樹幹横断面内の比透過率の推移

表-1 スギ (ヤブクグリ: 35 年生) 試験木の概要

No.	胸高直径 (cm)	年輪数 (心材)	心材率 (%)	生材含水率 (%)	明度: L^*	灰分 (%)
1	22.9	30 (17)	54.1	127.2	57.59	0.875
2	14.5	30 (17)	49.5	44.4	67.41	0.419
3	14.6	30 (17)	50.5	56.6	72.65	0.443

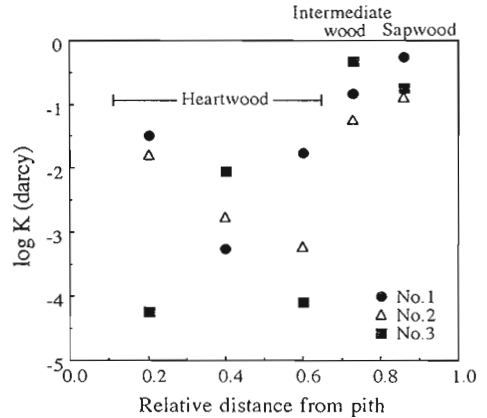


図-3 ヤブクグリ樹幹横断面内の比透過率の推移

平均値, 最大値を示した試験木の概要が示されている。表より, 平均値を示した試験木 No.2 の明度は 67.41 であり, この値は赤心材に入ると考えられる。他方, 最小値を示した試験木 No.1 の明度は 57.59 であった。この値は黒心材とは言えないものの, 心材色は褐色を示し, 生材含水率は 127%, 灰分は 0.875% と赤心材である試験木 No.2 や試験木 No.3 のそれぞれの値に比べて高い値であった。そこで, 心材の明度の相違が比透過率に影響を与えているか否かについて検討を行った。

図-3 には, ヤブクグリの比透過率が髄からの相対距離と関係づけて示されている。図より, 心材の明度とは無関係に, 樹幹横断面内の比透過率は心材部で低く, 移行材部, 辺材部へ向かって上昇する傾向が認められた。また, 心材部内の比透過率の変動が大きいため, 試験木間では心材部の比透過率を比較することは困難であることがわかった。すなわち, サンプル数が少ないために, はっきりしたことは言えないが, L^* が 57~73 の範囲では, 心材部の比透過率へおよぼす心材明度の著しい関与は認められなかった。このことは黒心材の透過性を議論する前に, 心材部の比透過率に関与する要因を明らかにする必要性を示唆している。

一般に, 針葉樹材の気体透過性は有縁壁孔閉鎖に大きく影響されている。樹幹横断面内の比透過率の相違はこのことに起因しているだろう。他方, 心材部の壁孔閉鎖率は部位による変動が小さい。すなわち, 心材部の気体透過性は, 心材化に伴って生じる有縁壁孔の occlusion と incrustation に大きな影響を受けていることが考えられる。このことを踏まえた上で, 今後は典型的な黒心材と赤心材について, さらなる実験的研究を積み重ねていくことが必要であろう。