

生長輪内の密度分布

九州大学農学部 林 弘也

1. はじめに

木材の物理的性質、強度的性質は密度の影響を受けて変動する。これらの諸性質と密度との関係を明らかにした研究も多くみられる。しかし、すべての部分が同じ密度をもつ材料と異なり、木材には成熟材、未成熟材、あて材、生長輪などの不均質になる要素があり、密度を測定する試験片の採取位置、同じ材であっても試験片の大きさなどによって、密度が変動すると考えられる。従来研究において、ある物理的性質と密度の関係を求めたときに、このことがデータのばらつきを大きくし、かつ相関係数を低くする要因の1つであったのであろう。したがって、密度を指標に使うためには、木材の不均質性を考慮した密度の取扱いが必要になるであろう。

ここでは、木材が生長の活動期と停止期とを繰返して形成されることを考慮し、生長輪を木材の最小構造単位として密度分布と密度を検討した。

密度はX線デンストメトリー法により測定し、九州大学演習林の軟X線発生装置、デンストメータを使用させていただいた。ここに記して謝意を表します。

2. 実験方法

供試材は50年生のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) と43年生のスギ (*Cryptomeria japonica*) であり、九州大学粕屋演習林産である。地上高2.5 mの樹幹から長さ20 cmの材を採集し、供試材とした。試験片の形状は幅25 mm (材の接線方向)、長さは材の半径長さ、厚さ5 mm (材の繊維軸方向)の板状であり、任意の3半径方向から採取した。密度測定は、温度20°C、相対湿度65%の雰囲気中で、約1ヶ月間試験片を調湿したのちに行った。

密度測定は通常のX線デンストメトリー法による。X線管の管電圧は25 kV、管電流は15 mAを使用した。使用フィルムは富士ソテックスフィルムFGであり、3分間露光させた。露光フィルムの黒化度をデンストメータで測定し、密度に換算した。

3. 実験結果および考察

木材の密度は、木材が均質であるという仮定を含んだ平均値、すなわち全質量を容積で除した値で表示されるのが一般的である。従来のデンストメトリー法の密度も、これと同様に生長輪を単位にした平均密度を求め、表示してきた。この値は早晚材の密度差を全く考慮していない値といえるが、ここでは、この値を平均密度 ρ_a として表わした。密度分布の状態を考慮した密度表示には、各密度区分毎の容積分布に準拠した1生長輪内の平均密度と各密度区分毎の質量分布に準拠した平均密度とが考えられる。ここでは、前者を容積密度 ρ_v 、後者を質量密度 ρ_m として表示する。これらの密度はそれぞれ容積、質量の重み付きの密度といえる値であり、密度関数の平均値を求める次式によって、平均密度を求めた。

$$\rho_v, \rho_m = \sum x f(x)$$

ヒノキ材 (生長輪番号 45) の容積密度分布、質量密度分布及びそれぞれの平均密度、容積密度、質量密度を図-1に示した。縦軸は1年長輪の容積又は質量に対する各密度区分の容積又は質量の比を示した。これらの密度は、単純な平均密度が最も大きく、質量密度、容積密度の順に小さくなり、明らかに、それぞれが異なった値である。密度分布の状態が生長輪の容積密度や質量密度に影響すると考えられる。

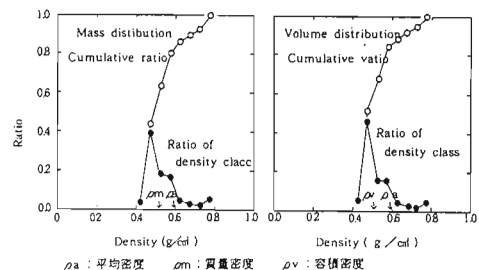


図-1 ヒノキ材 (生長輪番号45) の密度分布

生長輪内の密度分布はあて材の影響を受け、ヒノキ材 (生長輪番号 4) の容積密度分布の例を図-2に示した。高密度の材部 (0.59/cm以上の材部) の割合

が図-1の正常輪より高くなっている。

容積密度と質量密度の分布状態は密度分布の積算値で図示でき、図-3に示した。容積の約1/2の材部は密度範囲の下限値から約1/3の密度範囲内にあることが認められた。質量密度分布もほぼ同じ

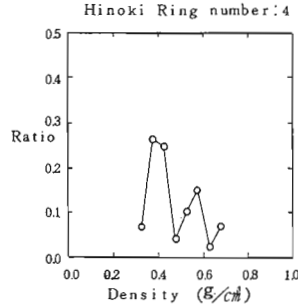


図-2 ヒノキ(生長輪番号4)の容積密度分布

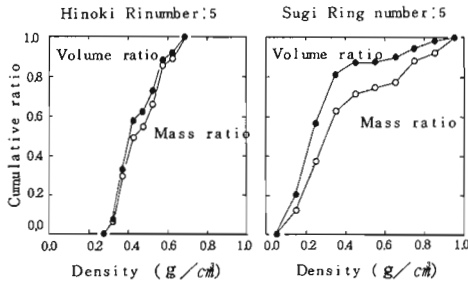


図-3 ヒノキ材とスギ材の密度分布

傾向にある。これは、生長輪の各平均密度が早材部の低密度の材部に支配されていることを示している。

多くの物理的性質は密度に基づいて分析されることが多いので、以下では、密度分布を基準にして、ヒノキ材とスギ材とを比較した。

ヒノキ材とスギ材の容積密度分布の積算値を平均密度、平均容積密度と共に図-4に示した。この例では、密度範囲は、ヒノキ材が0.42-0.86 g/cm³、スギ材が0.07-0.86 g/cm³であり、スギ材の密度がより広い範囲にわたって分布する。このことは、ヒノキ材の分散が0.021スギ材が0.038であることにも認められる。また表-1に示した各密度の平均値を平均密度に対する比で表したときに、スギ材はヒノキ材よりも小さい値であることから認められる。スギ材の低密度の材部は生長輪の平均値に対し、ヒノキ材よりもより大き

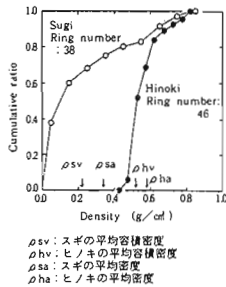


図-4 ヒノキ材とスギ材の容積密度分布

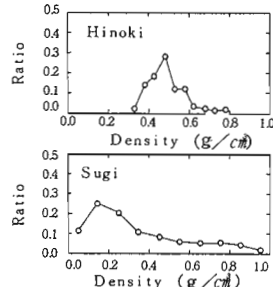


図-5 8生長輪の平均容積密度分布

な意義をもっている。

このような密度分布は樹種に固有な分布であろうと考えられるので、数生長輪の密度を積算し、木材ブロックの状態を想定して検討した。

ヒノキ材、スギ材から任意に選んだ各8生長輪の平均密度分布を図-5に示した。密度分布は生長輪によって異なるが、多くの生長輪の値を平均すれば密度分布の特定の傾向を知ることができる。平均密度分布は個々の生長輪と同じく、低密度の材部が大きな分布率を占める傾向は同じであった。原分布率に比較した最大の分布率の低下割合はスギ材がヒノキ材よりも大きく、生長輪間のばらつきがより大きいことを示した。一方ヒノキ材は生長輪間の変化が少なく、規則的な密度分布を示した。

しかし、これらの問題は生長速度、樹木間の変動などの影響も考えられ、更に検討を要す。

以上のように、ヒノキ材とスギ材の生長輪内の密度分布を検討してきたが、得られた結果をまとめると次のようになる。

1. 同一生長輪の容積密度分布と質量密度分布は異なる。
2. 生長輪内の密度分布は、早材部にある低密度の材部が容積、質量ともに大きな割合を占め、生長輪の密度に大きな影響をあたえている。
3. ヒノキ材とスギ材を比較すると、ヒノキ材の密度分布は狭い密度範囲にあり、生長輪間のばらつきも少ない。一方スギ材は分布する密度の範囲、生長輪間のばらつきとも大きい。

引用文献

(1) 例えは Kollmann, F., H. Krech : Holz als Roh- und Werkstoff, 18, 41-45. 1960
 沢田 隆: 林試研報, 108, 116-224, 1958
 (2) 吉村 功: 数理統計学, p.p. 54-59, 培風館, 東京, 1969

表-1 平均密度

Growth ring number	Hinoki		Sugi	
	5	46	5	38
ρ_a	0.457	0.593	0.325	0.339
ρ_v	0.388	0.503	0.240	0.252
ρ_m	0.405	0.518	0.292	0.271