

成長輪内の細胞形状の変動

琉球大学農学部 林 弘也

1. はじめに

木材の性質は、基本的には構成要素の細胞壁の性質、及びその量に支配されている。また細胞壁の配列、配置状態にも、更に高次の構造である木理、成長輪、節にも支配されている。成長輪、節等については、それぞれの性質項目ごとにその影響が検討され、明らかにされている。基本構造である細胞壁の量と細胞壁の配置状態については、針葉樹材では、細胞壁量の変動、細胞壁の配置がある程度定型的であるので、これらの変動量と性質との関係がかなり解明されている。しかし、広葉樹材は細胞構成や配置が複雑なこともあり、材中の要素の容積割合、要素の寸法、分布数など材質に影響する因子の分布状態やその材質への効果は、あまり明確にされていない。広葉樹材は形成された細胞群の細胞の特徴を表す早材、晩材あるいは晩材率という細胞の区分ができ難いので、これらとは別種の基準を採用する必要がある。そこで形成層から細胞が分裂形成される過程を考慮した基準により、細胞量の分析をした。細胞量の基準としては容積率を用い、細胞形成の基準として形成層細胞の分裂速度、細胞の機能分化に伴う細胞の拡大率を表す間接的な計算値を用い、材の成長活動に基づいた項目を基準にした。広葉樹材は早材部と晩材部の構造に顕著な差異がある環孔材（センダン材）と比較的均質な材と考えられている散孔材（シバニッケイ材）を対象に、要素や分布状態などに基づいて、材を形成する細胞の構成と細胞形成の速度との関係を検討した。

2. 実験材料及び実験方法

供試材のセンダン材 (*Melia azedarach*) とシバニッケイ材 (*Cinnamomum doederleinii*) は宮崎大学付属演習林産 (宮崎県宮崎郡田野町) である。地上高 1.0~1.5m の丸太から円盤を採取し、正常な成熟材部から約 1cm² のブロックを繊維軸方向に連続して4個切り出し供試体とした。供試体は水・グリセリンの混合液で加熱軟化

した後、マイクロトームを用いて、厚さ 18~25 μ m の切片を切り出した。切片はサフランで染色した後に常法により永久プレパラートを作成し、日本光学製の生物顕微鏡で観察した。

計測は成長輪を放射方向に等間隔に区分し、各区分点の中からセンダン材は、道管の計測では8区分点から6区分点を、木部繊維、軸方向柔細胞の計測では19区分点から8区分点を、シバニッケイ材は、道管では4区分点の全てを、木部繊維、軸方向柔細胞は8区分点から4区分点を計測した。測定点は成長輪に沿って放射方向に6列を任意に選んだ。

計測項目は重心を通る4方向直径と面積である。オリンパス光学工業製のイメージアナライザXL-500型を使用し、ブラウン管上で不完全な形の要素、対象要素以外の要素を削除して、自動計測を行った。容積率は各測定点にある個々の要素の容積を合計し、単位容積当りに換算して求めた。

形成層始原細胞の分裂速度、分裂した娘細胞の拡大率はともに形成された材部から正確に推定することはできないので、次のような道管の直径を基準にする方法を用いた。細胞の拡大率は晩材部にある道管の放射方向の最少直径を基準にし、その他の道管直径を基準化して相対的な拡大率（以下は拡大値とする。）とした。分裂速度はこの拡大率を基準にした基準長に含まれる本部繊維数を晩材部の基準細胞数で基準化した相対的な分裂速度（以下分裂値とする。）とした。

3. 実験結果及び考察

構成要素の容積率は放射組織柔細胞、柔細胞、軸方向柔細胞は材の位置による変動は少なく、一定である。道管及び木部繊維は容積率が大きいばかりでなく、他の要素に比較して位置による大きな変動が認められた。放射組織柔細胞、軸方向柔細胞は容積率も小さく、かつ細胞の拡大率に余り差がなく、変動が少ないので、ここでは道管と木部繊維について解析した。

(1) 細胞の分裂値、拡大値

形成層始原細胞の分裂数は、針葉樹材モミでは年間の総細胞数の80%が6月末までに分裂し、また形成層細胞の寸法の変化は小さいので、仮道管の早材細胞の断面寸法が大きいことは早材細胞の拡大値が晩材に比較して大きいと考えられる。針葉樹材の仮道管で早材部が晩材部に比較すると分裂値、拡大値共に大きく、細胞が分裂した時期による大きな変動が認められた。しかし放射柔細胞は拡大値が一定であるので、分裂値は相対的に早材部で小さくなるものと考えられた。広葉樹材の構成要素を各要素ごとに検討すると、放射柔細胞、軸方向柔細胞は細胞の大きさに変動はなく、拡大値、分裂値とも針葉樹材とほぼ同じ変化をする。道管と木部繊維の分裂値は、木部繊維が晩材部よりも早材部で大きくなり、その値は1~2.5であるのに対して、道管は逆に小となる。特にセンダン材の道管は分裂値が0.1~0.5となり、シバニッケイ材の1.0~0.8に比較して著しく小さくなっている。拡大値は、木部繊維はシバニッケイ材でほぼ一定値であるのに対して、センダン材は早材が約2の拡大値を示す。道管は早材部が大となるが、センダン材は特に著しく大となる。木部繊維に比較して、道管は分裂値、拡大値共に早材部が大となり、道管の特異性が認められた。道管及び木部繊維も含めると、樹種により特定の傾向を持っていると考えられた。しかしこれらの値は放射方向の細胞列が異なるとき、すなわち始原細胞が異なるとかなり大きさの違う値となる。細胞の分裂、機能分化は直接的には植物ホルモンに支配されるが、植物ホルモンの分泌、分布は植物の生育環境因子(温度、日照、水分等)に影響されるので、始原細胞の性能が同じであっても、始原細胞が樹幹上で占める位置によって異なるものと考えられる。これらの値は母細胞の特質だけでは決定されない要素を含んでいるので、本報告では、これらのばらつきを考慮して、多数の細胞列の測定値を平均して求めた。

分裂値と拡大値との相関を樹種ごとに求めると、木部繊維は、決定係数0.97~0.50のかなり高い正の相関が得られ、分裂の盛んな時期には細胞の拡大も大きく、一般的には早材に相当する材部で拡大値が大となり、晩材に相当する材部で拡大値が小さくなる。道管は、シバニッケイ材では決定係数0.60~0.70の正の相関があったが、センダン材は相関がみられなかった。センダン材の孔圏道管は、極く少数の細胞が著しい拡大値を示すために相関が得られないのであろう。

(2) 細胞の分裂値、拡大値と要素の容積率

木材を構成する各要素の容積率は、始原細胞の分裂速度と細胞の機能分化と同時に起こる細胞の拡大率とによって決定されると考えられる。容積率を従属変数に分裂値と拡大値を独立変数にした重回帰を求めると、木部繊維はシバニッケイ材に相関が認められないが、道管ではシバニッケイ材、センダン材ともに危険率0.05で相関が認められた。要素の容積率と分裂値、拡大値の単相関を求めると、木部繊維では、シバニッケイ材は分裂値とは相関がなく、拡大値との間に決定係数0.320の正の相関がある。センダン材は拡大値とは相関がなく、分裂値との間に決定係数0.694の正の相関が得られた。細胞列間の差は余りなかった。センダン材は重回帰でも相関が認められたが、単相関の決定係数が高いことから容積率は分裂値によってほぼ決定される。道管ではセンダン材、シバニッケイ材が分裂値、拡大値共に正の相関が得られた。しかし細胞列によるばらつきが大きく、著しく相関が劣る細胞列も認められた。相関の結果から、木部繊維の容積率は、シバニッケイ材は拡大値で容積率が決定されるが、センダン材は分裂値で容積率が決定される。シバニッケイ、センダン材の道管の容積率は単相関の決定係数よりも重回帰の決定係数はるかに大きく、分裂値、拡大値の両者が相互に影響して決定される。

4. 結論

1) 拡大値と分裂値を木部の細胞から推定した。環孔材のセンダン材は、道管では両者の間に相関は認められなかった、孔圏道管は著しい拡大値が影響しているものと思われた。センダン材の木部繊維、シバニッケイ材の道管、木部繊維には相関が認められた。

2) 木部繊維の容積率は、センダン材は分裂値、シバニッケイ材の拡大値との間には高い相関が認められ、環孔材と散孔材では異なった因子に影響されていると考えられた。道管の容積率は分裂値、拡大値の両者に影響されていると考えられた。

3) センダン材孔圏の道管は拡大値が著しく大であり、孔圏外の要素と区別して処理する必要がある。

参考文献

- (1) SHIMAJI, K., Y. NAGATSUKA: 1971, 木材誌, 17, 122