

論文の内容の要旨

論文題目 木材における液体の移動現象とぬれに関する研究

氏名 小島和雄

本研究は木材における液体の移動現象とぬれとの関わりについて研究したものである。

I 木材における液体の移動現象

木材中への液体の浸透・拡散等の移動現象に関する研究は、木材工業上特に木材の処理・保存、改良木材の製造上基本的にしてかつ重要であるため、これまで多くの人々によって研究されてきた。その結果、木材中への液体の浸透については、液に加える圧力、温度、液種、樹種及び材の構造方向等によって、影響を受けることが分かった。しかしながら、木材中への液体の浸透速度を統一的に表す移動係数やそれと浸透液の密度、粘度及び表面張力などの物理的諸因子との関係を定量的に扱ったものは意外と少ない。本研究においては、木材に対する液体の浸透速度を設定し、針葉樹ベイツガについて、接線方向を中心に調べ、液体移動速度と液体の物理的特性(密度及び溶液濃度、粘度、表面張力)との関係を、定量的に明らかにすることを目的とした。木材における液体の浸透速度を表示するために、Fickの拡散係数のアナロジーとし

てみかけの拡散係数 K を定義した。その結果、算出された数値やオーダーは一般木材の拡散係数と対比しうる妥当な範囲に納まることが判った。これによって各種水溶液の浸透速度また浸透しやすさの目安として、 K 値の妥当性を定性的かつ定量的に明らかにすることができた。更に、これらの次元解析を行うことにより、 K 値の、水溶液に対する挙動の物理的意味について解明することができた。

II 木材の表面性状とぬれ

木材における液体のぬれと接触角は密接に係わっていて、後者はぬれ角とも呼ばれる。ところが木材の表面粗さとぬれとの関係になると簡単には結論が出せない。それは表面粗さの定義や測定の方法が様々であることにもよる。しかし、これは本テーマの「液体の移動現象」と「ぬれ」を結びつけるためには避けて通れない問題である。液体の移動現象の研究では、浸透速度の目安となる係数を定義しその値を求めたが、それを構成する物理的諸因子の一つである表面張力が駆動力としての役割を演じていることに着目した。この表面張力が液体の推進力となる場合は、木材内の繊維組織等の並ぶ窪みや毛管中であって、表面張力をもつ浸透液体はそれぞれの構造内において、そこの接触角に見合った液の移動と密接な関係がある。木材の表面粗さに関しては、表面に存在する凹凸が大きければ大きいほど、ぬれの速度が増すという報告があるが、本研究でも木材の表面の算術平均粗さと水の接触角との相関や Zisman Plot による評価でこのことを裏付けるいくつかの知見を得ることができた。即ち、木材表面の算術平均粗さの増加に対する水の接触角の減少や臨界表面張力の値の増加の傾向からは、木材の表面の粗さもぬれと密接に関わっていた。

III 木材表面における接触角測定法によるぬれの定量的評価について

固体の表面上のぬれ現象の研究については、Young, および Dupre の関係を活用することにより、Zisman は低エネルギー表面を持つ個体にこの関係を適用することによってぬれの新たな分野を築き上げた。Zisman の理論は木材の分野に導入されて久しいが、木材の持つ複雑さゆえ、

解決されずに残されている課題も少なくない。本研究の目的は Zisman らの手法を木材の固/液接触角の測定方法に活かしことを目指しているが、得られた新しい知見の一つである、木材における Neumann Plot の回帰曲線（または直線）の決定係数が、Zisman 法のそれをかなり上回る精度で得られた。同時に、Zisman Plot 法による臨界表面張力の値は Neumann Plot による臨界ぬれ張力のそれより総じて低いことが判った。これら二つのパラメータの値は、Lucassen-Reynders の水溶液に対する補正数値と比較することにより、妥当であることがわかった。次に、木材のセルロース構造にみられる水素結合の働きに着目し、J. K. Craver の水素結合能をパラメータとし、作業液体の水素結合能を横軸にとり、木材の臨界表面張力あるいは臨界濡れ張力を縦軸にとってそれらとの関係を調べた。その結果は、どの樹種においても強い正の相関があることが判った。即ち、作業液体の水素結合能の増大に伴い臨界表面張力等の値も増大し、木材はぬれ易くなることが判明した。同時に、この水素結合軸のグラフを活用することで、各木材間のぬれを系統的に把握する糸口が得られた。

以上、本研究は、木材における液体の浸透とぬれに関して、詳細に検討したものであり、両者において液体の水素結合能が重要な役割をはたしていることを見出したものである。