

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 小島和雄

本論文は、木材における液体の移動現象ならびにその開始時点で重要な位置を占める木材表面でのぬれに関して詳しく研究したもので、全体は 5 章よりなる。

第 1 章は序論であり、液体の移動現象とぬれについて不明な点を解明することが木材を化学処理する上で重要な課題であることを述べ、本研究の位置づけを明確にしている。

第 2 章では木材中の液体の移動現象を、拡散現象と浸透現象を合わせて Fick の拡散方程式で近似することを試みている。これは、本来異なるこれら二つの現象の進行速度を別々の理論式で捉えるよりも、一つの式やパラメータで表現できた方が実用上有益ではないかとの観点から行われた試みで、「みかけの拡散係数」というものを定義している。カナダ産ベイツガを供試材とし、水を始めとする 9 種の純溶媒ならびに濃度の異なる 8 系列の無機、有機、高分子化合物の水溶液を使用して、それぞれの液体に対する木材の接線方向のみかけの拡散係数を実験的に明らかにした。また液体の物性値とみかけの拡散係数との間で次元解析を行い、無次元数間の相関を求めた。このことより、次元解析で得られる見かけの拡散係数というものも定義した。実験で得られる生の値と解析で得られる値とは、一元的に線形関係で結びつけられるものとはならなかったが、液種ごとの関係が存在することがわかった。その結果、液体の粘性係数、表面張力、密度などの物性値がわかっているならば、計算によってみかけの拡散係数を求めることができる可能性があることを示すことができた。

第 3 章では、木材の表面性状とぬれとの関係について研究した。ここでは、さまざまな樹種と数種の液体を用い、まさ目面に液体を滴下したときにできる液滴の接触角の大きさが、試料表面作成時の加工方法の違いや、木材の組織構造に由来する表面粗さにどのように左右されるかを詳細に調べた。マイクロトームで形成した表面とプレーナーで作成した表面において、液滴を滴下する部分の表面粗さをあらかじめ測定し、そこに形成される液滴の接触角を画像拡大法により求めた。これより、プレーナーで作った表面の方がマイクロトームで作った表面よりもぬれにくいこと、また、マイクロトームで形成される表面の方が粗さのばらつきが大きいこと、などが判明した。液滴のサイズが接触角の測定結果に及ぼす影響についても検討を行い、1 μ l から 10 μ l の範囲では、得られる接触角に違いがないことを明らかにした。また、これらの結果を踏まえて次章の実験条件の根拠とした。

第4章は、前章の研究で明らかになった、木材で適切な接触角を測定することの困難さを克服し、木材表明に固有の固体表面張力に相当するものを、できるだけ再現性良く求めるためのデータ処理方法の検討と、得られた表面張力パラメータと液体の特性との関係を明らかにすることを目的とした。

表面のぬれ性状は、W. A. Zismanにより提唱された臨界表面張力、すなわち接触角の余弦を縦軸に、試験液体の表面張力を横軸にとり、両者の関係に回帰式をあてはめる方法によって得られる物性値で表現される場合が多い。しかし、この値は木材ではバラツキが大きく、再現性もあまり良くない。本研究ではこれを少しでも改善することを目的として、4系列の液体を用いて、種々の表面張力を求めることを試みた。Zisman法に加え、A. W. Neumannによる方法やその他の方法を用いて表面張力指標を求め、相互の比較を行った。Neumann法はZisman法の横軸に接触角の余弦を乗じたものであるが、安定した表面張力指標(臨界ぬれ張力)が得られることが判明した。また、使用する作業液体によって得られる臨界表面張力等の値が異なることがわかった。さらに、液体のさまざまな性質を検討した結果、J. K. Craverにより提唱された水素結合能という値が臨界ぬれ張力と密接な関係があることを明らかにした。また、臨界ぬれ張力が蒸留水を用いた場合の接触角と強い相関関係にあることを見いだした。また、木材の表面張力を測定するためにはJIS K6768規格で規定されているホルムアミド水溶液が適していることを示した。

第5章は総括である。

以上本研究は、木材に対する液体の浸透速度に関わる液体側の因子に関して次元解析を適用して、速度を支配する諸物性の寄与率を明確にし、その結果を用いることで、液種ごとにではあるが、液体の物性値から浸透速度を予測できる可能性を示したこと、ならびに臨界ぬれ張力を測定すれば、木材のぬれやすさを安定して求めることができること、さらには液体の水素結合能がぬれ現象と密接に関係していることを明らかにしたもので、学術上、応用上貢献するところは非常に大きい。よって審査委員一同は、本論文が、博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。