

氏名	澤邊攻 さわ べ おさむ
学位の種類	農学博士
学位記番号	論農博第793号
学位授与の日付	昭和54年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	木材細胞壁の空隙構造に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 中戸莞二 教授 今村力造 教授 原田 浩

論文内容の要旨

本論文は、木材細胞壁の2種類の空隙、すなわち先在空隙と一時空隙の構造を、細胞壁を構成する実質の化学成分および微細構造との関連において、主として窒素吸着法によって検討した結果を6章にまとめたものである。

第1章では、窒素吸着法による空隙構造の解析方法を概説し、木材細胞壁の検討にこの方法を適用する場合の問題点を指摘している。数 Å から数百 Å にわたる微細な空隙をもつ細胞壁に対して窒素吸着法は有効であるが、一時空隙の検討には、無水膨潤試料を作製して供試する必要がある。また、吸着データの解析には、大きさ数 Å から 10 Å までの空隙の解析が可能な t 法と、細孔分布とともに空隙形状の推定が可能なモデルレス法の適用が妥当であるとしている。第2章では無水膨潤試料の作製過程における試料の収縮と空隙構造の変化を扱っている。ヒノキ、マカンバについて、溶媒置換乾燥における最終溶媒の置換および蒸発過程で試料は著しく収縮し、これには溶媒間の溶解性、温度、蒸発時の木材可塑性等が関係する。また、2種のセルロースについて、非極性溶媒として n-ペンタン、n-ヘキサン、シクロヘキサンなどを選ぶとき、作製試料は水膨潤試料よりもポロシティは低い、その細孔分布から一時空隙の細孔分布を推定することが可能であるとしている。

第3章と第4章では、木材細胞壁を構成する2主成分の空隙構造を検討している。2樹種の木材から得たホロセルロースおよび木綿から得たセルロースの一時空隙は、いずれも円筒状に近いもので、セルロースの種類にかかわらず直径 22~25 Å と 32~40 Å のそれぞれに度数の極大をもつ。しかもこれらの度数の増減がポロシティの増減に対応することから、これらを膨潤天然セルロースの固有空隙と考えた。さらに、超音波法、摩砕法などの解体処理による空隙構造の変化から、膨潤天然セルロースの空隙は細胞壁を構成する実質のフィブリルまたはラメラの間隙に相当し、また固有空隙は大きさおよび凝集力の異なる2種のフィブリルに関連したものであるとし、これらの結果からセルロースの膨潤機構を考察している。次に、プロトリグニンの三次元構造をよく保持することの確認できた塩酸リグニンについて、リグニン固有の空隙は小さく、少量であることを推定している。

第5章と第6章は木材細胞壁の空隙構造について述べている。15種の国産有用樹種について、乾燥木材細胞壁のポロシティはいずれも極めて低く、細孔分布のパターンにおいて樹種、早晚材で本質的な差がない。このような先在開口空隙の形状は針葉樹では例外なく平板状であり、広葉樹では2例を除いて円筒状と平板状の中間形であるとの解析結果を示している。さらに PEG 膨潤の細胞壁について、走査型電子顕微鏡で一時空隙容積を求め、これと収着水容積の比較から乾燥細胞壁中に孤立した先在空隙が存在することを示唆した。溶媒置換乾燥試料で求めた細胞壁の空隙容積は小さいが、この空隙は樹種に無関係に円筒状で直径 22~25 Å と 35~40 Å のそれぞれに度数の極大をもち、これらのピークは脱リグニン処理の進行では変わらないが、ホロセルロースの脱ヘミセルロース処理で大径側にシフトする。これらの結果から木材細胞壁中のマイクロフィブリル間隙は木綿セルロースのそれよりも約 20~30 Å 大きいと推定し、また細胞壁中でリグニンは一時空隙の形成を妨げ、他方ヘミセルロースは水分吸着にあずかるが、それ自体空隙を形成することは少ないとしている。

論文審査の結果の要旨

多孔体である木材の空隙構造の解明は木材科学の基礎としての重要性をもつ。とりわけ、木材を構成する実質と浸入した他物質の相互作用の場となる細胞壁の空隙構造は重要であるが、従来、実験上の困難さなどから、これを主対象とした研究はほとんどみられない。本論文は木材のセルロース、リグニンおよびそれらによって構成される細胞壁の空隙構造を、主として窒素吸着法によって検討した結果をとりまとめたものである。

本論文は、まず、実験上の問題点について詳細に検討し、(1)窒素吸着法が木材細胞壁の開口空隙に適用できる測定範囲をもつこと、(2)吸着データの解析には BET 法、 t 法およびモデルレス法の併用が有効であること、(3)無水膨潤試料はその作製過程でポロシティが低下するが、これを用いて一時空隙の細孔分布の推定が可能であることなどを明らかにし、今後の研究に多くの根拠と指針を与えている。

次に、木材細胞壁の骨格成分であるセルロースについて、その先在開口空隙および一時空隙の形状と細孔分布の特徴を明らかにしている。さらに、段階的な解体処理による膨潤天然セルロースの空隙構造の変化から、(1)セルロースが、大きさおよび凝集力の異なる2種のフィブリルに関連した特定の大きさの固有の一時空隙をもつこと、(2)セルロースの膨潤が空隙径の増大によるよりも、固有空隙の数の増加によることなどを明らかにし、示唆に富む提案をしている。また、木材主成分の一つであるリグニンにおいて、微小空隙の存在を認めていることも興味ある成果である。

乾燥木材の細胞壁について、15種の国産有用樹種を供試して、一時空隙断面形状の針広葉樹による相違を指摘し、さらに独自の方法で求めた細胞壁膨潤値などから、無視できない先在孤立空隙の存在を示唆していることも貴重な成果である。また、膨潤木材の細胞壁について、その一時空隙の形状と細孔分布の解明にとどまらず、空隙形成とリグニンおよびヘミセルロースの関係をも提示している。

本論文は、以上のように木材細胞壁の空隙構造について多くの新知見を加えたものであり、今後の木材の研究ならびに有効利用に寄与するところがきわめて大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。