

氏 名	よこ 横	やま 山	みさお 操
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)		
学位記番号	論 農 博 第 2340 号		
学位授与の日付	平 成 12 年 11 月 24 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当		
学位論文題目	低 温 領 域 に お け る 木 材 の 誘 電 緩 和 に 関 す る 研 究		

論文調査委員 (主 査)
教 授 則 元 京 教 授 川 井 秀 一 教 授 今 村 祐 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、温度 $-150^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、周波数 $50\text{Hz}\sim 1\text{MHz}$ の領域において木材に認められるメチロール基および収着水に関係する誘電緩和について、緩和スペクトルを決定し、それらの全貌を把握するとともに、誘電測定と力学測定で認められる緩和を厳密に比較し、さらに、細胞壁中での収着水の存在状態および収着水に関する誘電緩和の機構を、氷および水の誘電緩和についての結果と比較することによって明らかにしているが、主な内容は、以下の通りである。

1. 全乾状態のシトカスプルス材の繊維方向について得られた誘電率 ϵ' と誘電損失 ϵ'' の測定結果に Cole-Cole の円弧則を適用し、円弧則に含まれる係数と温度の関係を求めて、 $10^{-5}\text{Hz}\sim 10^{12}\text{Hz}$ の周波数領域における ϵ' と ϵ'' の値を推定し、緩和スペクトルを決定した。また、貯蔵弾性率 E' と損失弾性率 E'' を測定し、誘電測定の結果と比較し、両測定で認められるメチロール基に基づく緩和の現われる周波数・温度位置、見かけの活性化エネルギー ΔE がよく一致することを明らかにした。
2. 全乾状態における無処理およびアセチル化処理ヒノキ材の繊維方向についての ϵ' と ϵ'' を測定し、 ϵ'' と周波数の対数の関係に sech 則を適用し、平均緩和時間 τ_m 、緩和強度 $(\epsilon_0-\epsilon_{\infty})$ および緩和スペクトルを決定し、アセチル化処理によるメチロール基の緩和に現われる変化を明らかにした。温度の低下、重量増加率 WPG の増加とともに、緩和スペクトルの最大値は減少し、緩和時間 τ の分布は広がった。 τ_m は、無処理に比べ WPG が小さい領域で若干短くなり、WPG が大きい領域で長くなった。また、運動可能なメチロール基の量と WPG の関係を明らかにした。
3. 種々の含水率に調整したシトカスプルス材の繊維方向について ϵ' と ϵ'' を測定し、結果に Cole-Cole の円弧則を適用して、 $(\epsilon_0-\epsilon_{\infty})$ 、 τ の分布および τ_m と含水率の関係を求めた。また、 E' と E'' を測定し、誘電測定の結果と比較した。両測定で認められる収着水に関する緩和について、同じ周波数で比較したとき、 ϵ'' と E'' がピークを示す温度と含水率の関係は、よく一致した。 ΔE は、両測定の結果とともに、含水率の増加にともなって、含水率 $12\sim 13\%$ までは減少し、その後増加した。
4. 無処理およびアセチル化処理ヒノキ材について、 20°C における収着等温線と種々の含水率において繊維方向の ϵ' と ϵ'' を測定した。細胞壁の構造モデルを仮定し、各相対湿度においてモデルに含まれる収着水の分子数を推定した。 ϵ'' と周波数の対数の関係に対し sech 則がよく適合し、緩和スペクトルを決定した。相対湿度 94% で調湿した試料では、WPG の増加とともに緩和スペクトルのピーク値は減少し、 τ の分布は広がった。また、 $(\epsilon_0-\epsilon_{\infty})$ と抗膨潤能の間には直線関係が認められた。収着水に関する緩和の τ_m および ΔE は、WPG が小さい領域ではほぼ等しく、WPG の大きい領域では小さくなった。
5. ϵ' と ϵ'' の測定結果と細胞モデルを用い、繊維方向における細胞壁および収着水の誘電率と緩和強度を推定し、収着水と氷および水の結果を比較した。含水率 21.5% における収着水の緩和強度は、氷および水のそれにほぼ等しかった。収着水の τ_m は、同じ温度で比較すると、含水率が極めて高い場合は水のそれに、含水率が極めて低い場合は氷のそれに類似した。 τ の分布は、氷と水では非常に狭いが、収着水ではかなり広がった。収着水の ΔE は、水に比べてかなり大きく、氷のそれ

とほぼ等しかった。これらの結果から、氷および水の誘電緩和について提案されている緩和の機構を参考にして、収着水の誘電緩和の機構を推定した

論文審査の結果の要旨

本論文は、木材の全乾状態において認められるメチロール基の運動に基づく誘電緩和と木材が水分を収着したときに認められる誘電緩和について、温度 $-150^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 、周波数 $50\text{Hz}\sim 1\text{MHz}$ の領域での測定結果に基づいて、これらの緩和の全貌と、細胞壁中の収着水の存在状態および収着水の誘電緩和機構について考察したものである。評価できる点は以下の通りである。

1. 全乾状態の木材についての誘電測定の結果に対し Cole-Cole の円弧則を適用し、広い周波数領域における誘電率と誘電損失の値を推定し、緩和スペクトルを決定した。また、力学測定の結果との厳密な比較を行い、両測定で認められるメチロール基の運動に基づく緩和の現われる周波数・温度位置、見かけの活性化エネルギーが一致することを明らかにした。
2. 全乾状態のアセチル化処理木材についての誘電測定の結果に対し sech 則を適用し、平均緩和時間、緩和強度および緩和スペクトルを決定し、アセチル化処理によるメチロール基の緩和に現われる変化を明らかにした。
3. 種々の含水率に調整した木材の誘電測定の結果に対し Cole-Cole の円弧則を適用し、緩和強度、緩和時間の分布および平均緩和時間と含水率の関係を求めた。また、力学測定の結果と比較し、両測定で得られた収着水に関する緩和の結果がよく一致することを明らかにした。
4. 無処理およびアセチル化処理木材について得られた収着等温線と細胞壁の構造モデルを用い、各相対湿度においてモデルに含まれる収着水の分子数を推定した。また、誘電測定の結果に対し sech 則を適用し、収着水に関する緩和スペクトルを決定し、緩和スペクトルとアセチル化処理による重量増加率の関係を明らかにした。
5. 種々の含水率における木材の誘電測定の結果と細胞モデルを用い、繊維方向における細胞壁および収着水の誘電率と緩和強度を求めた。また、高含水率における収着水と氷および水の誘電緩和の結果を比較し、相互の類似点と相違点を明らかにし、収着水の誘電緩和の機構を推定した。

以上のように、本論文は、木材に認められるメチロール基および収着水に関する誘電緩和と力学緩和が同一の機構に基づくことを明らかにするとともに、細胞壁中における収着水の存在状態や収着水の誘電緩和の機構について考察したもので、木材物理学、木材加工学、木材複合材料学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成12年10月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。