

木材の水分吸脱着で誘起されるヒステリシスに対する木材主要構成成分の役割

三重大学大学院 岡田 美久雲（指導教員：中井 毅尚）

研究の概要

木材の水分吸脱着過程で起こるヒステリシスの微視的なメカニズムを明らかにするため、木材の主要構成成分の相互作用に着目して、水分吸脱着に対する構成成分の影響の解明を試みた。以下にリグニンを例として紹介する。スギの辺材中の早材部分を用いて脱リグニン処理を行い、処理が及ぼす吸脱着挙動の影響を評価した。その結果、処理が進むほど木材の平衡含水率が高くなることおよび脱リグニンの程度が大きくなると水分吸脱着時で平衡含水率の大小が逆転する現象が明らかになった。

1. はじめに

天然材料の多くは水分との親和性が高いことが知られている。天然材料である木材も例外ではなく、木材を理解するためには水分との相互作用を理解することが不可欠である。

図1に示すように木材細胞壁は主にセルロース、ヘミセルロース、リグニンから構成されている。木材において、水分の吸着可能な箇所は主にOH基であり、セルロース、ヘミセルロースに多く存在する。さらに、木材を含む多くの物質では水分吸着によって到達する平衡含水率と水分脱着によって到達する平衡含水率に差が生じることが知られ、これはヒステリシスと呼ばれている。これは毛管凝縮に関するKelvin式を基礎にしたインクボトル説などで説明されることがあるが、その背景にある微視的なメカニズムを明らかにする必要がある。本研究では木材の水分吸着による膨潤や水分脱着による収縮が、ヒステリシスを支配しているという仮説を、木材の主要構成成分の相互作用に着目して明らかにすることを目的とした。

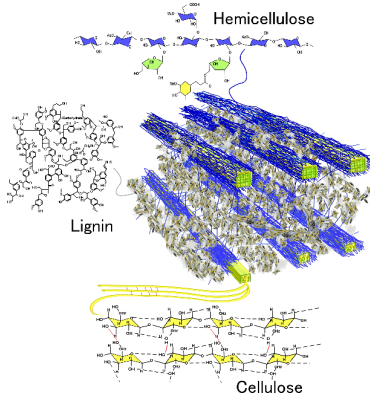


図1 木材細胞壁のイメージ図および化学構造式

2. 研究方法

スギの辺材から早材部のみを切り出し、30×5.0×0.2mm (L×T×R) の大きさに成形し、試験片とした。試験片からリグニンを選択的に段階的な除去を行うために、脱リグニン処理 (Klaudiz 法) を、30min、6h、24h、48h、96h の各処理時間で行ったところ、1.5%、8.4%、15.6%、33.4%、38.1%の重量減少をえた。次にこの処理を行った試験片の水分吸脱着挙動を明らかにするために、室温 20℃の実験室にて相対湿度 11%、33%、54%、75%、93%に調湿したタイトボックス内に試験片を設置し、一定時間おきに重量計測を行い、平衡含水率を算出した。

3. 研究成果

脱リグニン処理を行った際の水分吸脱着の影響を以下に示した。図2および図3に示したように脱リグニン処理の時間が長くなる程、いずれの相対湿度下においても平衡含水率が高くなる傾向が認められた。

図4には各相対湿度下における平衡含水率の比率 (脱着/吸着) を示した。脱リグニン処理 6h までは比率が1より大きい値であり、一般的な水分吸着時よりも水分脱着時の方が高い平衡含水率のヒステリシスを示した。しかし、脱リグニン処理 24h ではそれまでのような顕著なヒステリシスは示さなくなり、さらに脱リグニン処理の時間が長くなると比率は1より小さい値を示し、水分脱着時よりも水分吸着時の方が高い平衡含水率を示した。平衡含水率が吸着と脱着で逆転した原因については今後更に究明していく予定である。

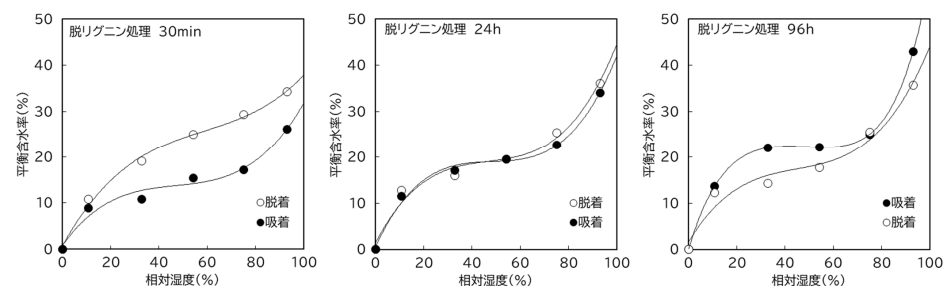


図2 水分吸脱着等温線 左図から脱リグニン処理 30min、24h、96h

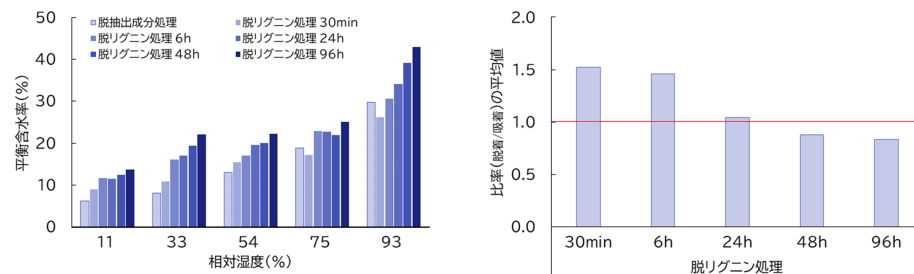


図3 水分吸着時の各相対湿度下における平衡含水率 図4 吸脱着時の平衡含水率の比率 (脱着/吸着)

4. まとめ

本研究では、木材からリグニンを選択かつ段階的に除去した際の水分吸脱着挙動の変化を明らかにした。脱リグニン処理後の木材はいずれの相対湿度下でも平衡含水率が高くなる傾向を示した。また、脱リグニンの程度が大きくなると水分吸着時と脱着時とで平衡含水率の大小が逆転する現象が明らかになった。