

湿熱処理による木材の寸法変化メカニズムの解明

名古屋大学大学院生命農学研究科 担当：陳 碩也 指導教員：山本 浩之

伐採したばかりの原木から製材した木材（生材）は水を多く含んでいます。生材を熱水中で加熱（湿熱処理）すると、その寸法が不可逆的に変化することが知られています。このような不可逆的な寸法変化は人工乾燥（加熱乾燥）の初期段階にも起こる可能性があり、木材の反りや割れの原因の一つと考えられます。しかし、不可逆的な寸法変化のメカニズムは不明であり、人工乾燥材への影響も明らかになっていません。本研究では、湿熱処理による生材の不可逆的な寸法変化メカニズムを明らかにするために、生材の粘弾性変化を測定し、両者の関連性を考察しました。その結果、不可逆的な寸法変化は、湿熱処理による木材細胞壁内部のマトリクス物質の構造的変化によって起こると推定しました。

成果

湿熱処理による圧縮あて材の粘弾性変化

本研究では、湿熱処理による寸法変化が大きい圧縮あて材の生材を用いました（図1）。湿熱処理（100℃、2時間）により、圧縮あて材はより粘性的になりました。圧縮あて材の損失正接（ $\tan\delta$ ）は最大35%程度増加し、比動的ヤング率（ E'/ρ ）は最大8%程度低下しました。このような変化には処理温度・時間依存性が見られました。処理温度が高いほど、また処理時間が長いほど、粘性の増加は大きくなりました（図2）。

圧縮あて材の粘弾性変化と寸法変化の関係

圧縮あて材の湿熱処理による、粘弾性変化と寸法変化との間には、強い相関が示されました（図3）。よって、両者は共通のメカニズムによって起こる可能性が示唆されました。

以上の結果から、湿熱処理による寸法変化のメカニズムは、圧縮あて材細胞壁内部のマトリクス物質（特にリグニン）が60℃-100℃の湿熱処理によって軟化し、処理前に存在していた圧縮の内部応力が解放され、その結果として膨潤することで、寸法変化が起こると推定しました（図4）。

研究資金と研究課題

当研究課題は（公財）PHOENIX 木材・合板博物館の平成29年研究助成金による支援を受けました。

専門用語：

圧縮あて材：傾斜した針葉樹の下側に形成された特殊な性質を持つ木材。

損失正接（ $\tan\delta$ ）：材料の粘弾性指標、0に近いほど弾性体に近く、大きいほど粘性体に近い。

比動的ヤング率（ E'/ρ ）：材料の硬さを表す指標（ E ）を密度（ ρ ）で割った数値。

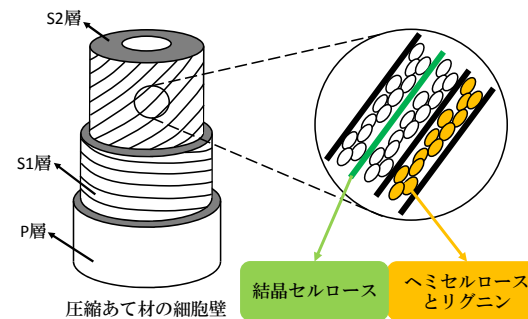


図1 圧縮あて材の細胞壁モデルと構成成分の粘弾性

木材の構成成分は主に弾性体であるセルロースと粘弾性であるヘミセルロースやリグニンからなる。木材の粘弾性変化を測定することによって、ヘミセルロースやリグニンの構造的変化を推定することができる。

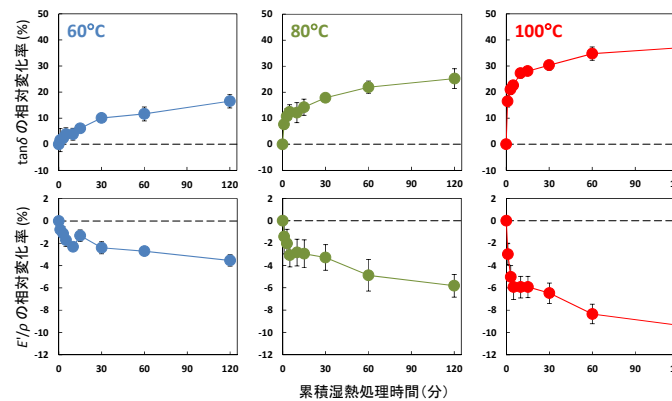


図2 湿熱処理による圧縮あて材の粘弾性変化

湿熱処理によって、木材はより粘性的になり、処理温度が高いほど、処理時間が長いほど、粘弾性の変化は大きくなった。

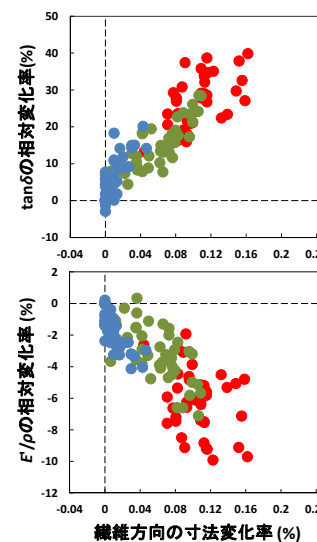


図3 湿熱処理による粘弾性変化と寸法変化の関係

湿熱処理による寸法変化と粘弾性変化は強い相関がある。

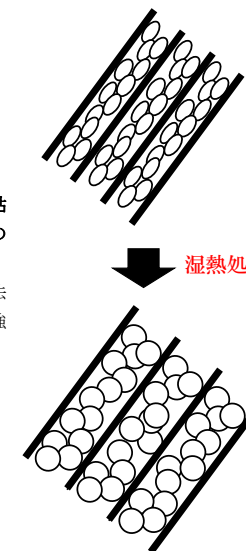


図4 推定された湿熱処理による寸法変化のメカニズム

木材内部のリグニンが湿熱処理によって軟化し、構造的変化を生じることで、寸法変化をもたらす。

文献

S. Chen *et al.*, Changes in vibrational properties of compression wood in conifer due to hydrothermal treatment and their relationship with hydrothermal recovery strain. *Journal of Materials Science*, (DOI: 10.1007/s10853-018-3082-x)