

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19580192

研究課題名（和文） 木材乾燥中の 4 次元的な細胞形態変化の可視化による割れ発生メカニズムの解明

研究課題名（英文） Investigation into microcrack behavior by 4-dimensional visualization of cells morphological change during drying.

研究代表者

松村順司（MATSUMURA JUNJI）

九州大学・大学院農学研究院・准教授

研究者番号：70243946

研究代表者の専門分野：木質資源科学

科研費の分科・細目：林産科学・木質工学

キーワード：可視化，マイクロクラック，収縮異方性，共焦点レーザー顕微鏡，木材組織

1. 研究計画の概要

日本では国産材の利用が進まず、利用されないことが森林の荒廃を招き、炭素固定能を低下させる傾向にある。国産材の需要低迷の一因として乾燥問題があり、木材を乾燥する際に生じる割れの発生挙動をアーティファクトの影響なく、細胞レベルで経時的に可視化する方法の開発は、今後ますます高品質な乾燥材が求められる中で極めて重要である。

本研究では、試料の含水状態に左右されずに観察可能な共焦点レーザー顕微鏡の利点に着目し、木材ブロック試料を設置する雰囲気環境制御法を確立することで、乾燥に伴う割れの発生挙動を 3 次元的な細胞レベルの変化に時間軸を加えて 4 次元的に可視化する方法の開発を目指す。

2. 研究の進捗状況

(1) その場観察システムの構築

試料を設置する環境を制御し、共焦点レーザー顕微鏡で経時的に観察することにより、割れの発生挙動を可視化するその場観察システムを構築し、動画として可視化した。

(2) 針葉樹(スギ)のマイクロクラック発生挙動

放射組織に沿って割れが進行する場合、割れは晩材部で発生すること、発生した割れは髄側、樹皮側の両方向へ進行するが、早材部で止まることを明らかにした。割れの進行とともに割れ幅は増大するが、乾燥終了前に減少し、発生した割れのうち、肉眼では観察できないレベルの割れが存在することが明らかになった。また、割れの深さ方向を解析したところ、晩材部で最も深く、年輪界を超える場合は急激に浅くなり、髄側への進行の場

合は徐々に浅くなる傾向を明らかにした。

(3) 広葉樹環孔材（センダン）のマイクロクラック発生挙動

明瞭な成長輪界を有するセンダンでは、晩材部の放射組織および隣接部位で数カ所のマイクロクラックが発生し、髄側・樹皮側へ、ともに放射組織に沿って進行した後、その幅が最大になって停止した。その後、緩やかに閉じ、乾燥末期にはその存在を CLSM では観察できない傾向が認められた。

(4) 広葉樹散孔材（アカシアハイブリッド）のマイクロクラック発生挙動

明瞭な成長輪界を有しないアカシアハイブリッドでは、無数のマイクロクラックが放射組織に隣接した部位で発生し、髄側・樹皮側へ進行した後、その幅が最大になって停止した。その後緩やかに閉じるが、完全には閉じない傾向を明らかにした。

(5) マイクロクラックの形態変化と抵抗率の関係

高抵抗率計を導入したその場観察システムを使って、スギの辺材を対象に、観察面における抵抗率の経時変化と関連づけたマイクロクラックの形態変化を可視化することに成功した。乾燥開始後、試料の平均含水率は急激に低下するが、試料表面の抵抗率は変化せず、その後ある時点で抵抗率が上昇し、マイクロクラックが発生することが明らかになった。一方、心材では初期含水率、抽出成分がマイクロクラックの発生時期に大きく関与することが明らかになった。

3. 現在までの達成度

①

当初の目的は既に達成され、上記進捗状況の

通り、マイクロクラックに関する基礎的な知見は得られた。今年度は成果公表を行う計画であるが、既に国内5回、国際3回の学会発表をしていること、学術雑誌に4報掲載されていることから、当初の計画以上に進展していると自己評価した。

4. 今後の研究の推進方策

既存のその場観察システムで得られることは、ほぼ終了したため、より有用性を高めるため、その場観察システムの改善へ向けた情報収集を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

① 阪上宏樹, 松村順司. 乾燥に伴って発生するマイクロクラックのその場観察. 木材工業. 有. 64:405-410. 2009.

② H. Sakagami, J. Matsumura, K.Oda. In-situ visualization of hardwood microcracks occurring during drying. Journal of Wood Science. 有. 55:323-328. 2009.

③ H. Sakagami, J. Matsumura, K.Oda. Microcracks occurring during drying visualized by confocal laser microscopy. IAWA Journal. 有. 30:179-187. 2009.

④ 阪上宏樹, 松村順司. 環境を制御した CLSM 下における収縮挙動のその場観察. 木材工業. 有. 63:262-266. 2008.

[学会発表] (計8件)

① H. Sakagami, J. Matsumura, K.Oda. In-situ visualization of microcracks by CLSM system. 11th International IUFRO Wood drying Conference. 2010. 1. 18-22. Skellefteå, Sweden.

② H. Sakagami, J. Matsumura, K.Oda. In-situ visualization of microcracks occurring during drying. 7th Pacific Regional Wood Anatomy Conference. 2009. 8. 3-5. Kuala Lumpur, Malaysia.

③ H. Sakagami, J. Matsumura, K.Oda. Visualization of microcracks occurring during drying. 9th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. 2008. 11. 5-7. Rotorua, New Zealand.

④ 阪上宏樹, 松村順司, 小田一幸. スギ心材に発生するマイクロクラックの発生挙動. 第60回日本木材学会大会. 2010. 3. 17-19. 宮崎.

⑤ 山本宏行, 阪上宏樹, 松村順司, 小田一幸. 乾燥過程におけるスギ辺材のマイクロクラック発生挙動と抵抗率との関係. 第60回日本木材学会大会. 2010. 3. 17-19. 宮崎.

⑥ 阪上宏樹, 松村順司, 小田一幸. 乾燥に伴って生じる広葉樹マイクロクラックの形態観察. 第15回日本木材学会九州支部大会. 2008. 8. 22-23. 日田.

⑦ 阪上宏樹, 松村順司, 小田一幸. 可視化技術を利用した広葉樹マイクロクラックの経時観察 II-アカシアハイブリッドを対象に-. 第25回日本木材加工技術協会年次大会. 2007. 9. 26-27. 旭川

⑧ 阪上宏樹, 松村順司, 小田一幸. 可視化技術を利用した広葉樹マイクロクラックの経時観察 I-センダンを対象に-. 第57回日本木材学会大会. 2007. 8. 8-10. 広島

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

学生受賞

第11回黎明研究者賞(2009)「木材乾燥過程におけるマイクロクラック発生挙動の可視化」阪上宏樹. 日本木材学会九州支部