

スギ樹幹内における水分分布と水分通導

【背景・目的・成果】スギは個体内や個体間で心材含水率が大きくばらついており、これが人工乾燥材の安定供給を妨げる最大の原因となっています。そこで、心材含水率のばらつきの原因や、樹幹内における水分通導プロセスの解明を試みる中で、立木状態かつ細胞レベルでの水分存否を明らかにするとともに、辺材から心材への水分通導可能経路の存在を見出しました。

心材・白線帯・辺材の立木状態での水分分布と水分通導との関係

【方法】



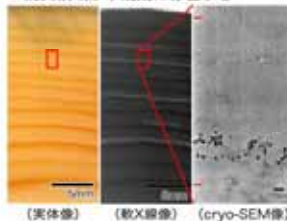
胸高部位の幹周囲に設置した容器に液体窒素を流し込み、立木状態で幹を凍結させ、伐倒後に円盤を採取



低温走査電子顕微鏡(cryo-SEM)により立木状態での水分分布を細胞レベルで観察

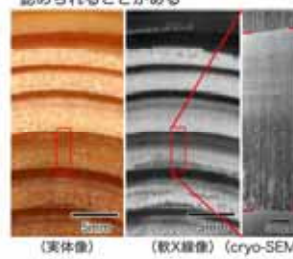
【結果】

【辺材部木口面】
・ほぼ飽水状態であるが、帯状の水分消失領域が不規則に存在する



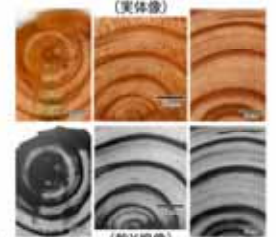
【白線帯領域木口面】

・早材部には基本的に水分が存在しない
・晩材部には // 存在する
・晩材でも部分的に水分消失領域が認められることがある



【心材部木口面】

・晩材部には基本的に水分が存在する
・早材部における水分の多少が心材含水率の高低に影響する



【辺材外層部板目面】

・根から茎へと水分が蒸発している辺材部において、自由水を保持していない空けき部(放射組織中の細胞間げき、○)が存在する
・この空けき部は辺材外層部から白線帯、さらに心材まで繋がっている

心材への半径方向での自由水移動の可能性について

- ・白線帯(早材仮道管)は心材の周囲を低含水率で取り囲んでいる
- ・放射組織(放射柔細胞および細胞間げき)を自由水が移動しているような徴候は認められなかった
- ・・・・辺材から心材へと半径方向に自由水が移動しているような徴候は見出せなかった

心材・白線帯・辺材の同一年輪単位での樹高方向分布と水分通導との関係

【方法】

- ・供試木の低～高樹幹部より厚さ約5cmの円盤を一定間隔で採取後、低温室に移動
- ・厚さ約5mmの円盤に仕上げ、直ちに軟X線像を撮る、さらに実体像を撮る
- ・軟X線像および実体像を詳細に観察

【結果】 観察事例 樹皮側から10年輪目(右写真中の▲)の場合

- ・地上高0.8mでは概ね水分に満たされた辺材
- ・地上高6.8mでは多くの早材仮道管から水分が消失した白線帯
- ・地上高8.8mでは辺材から白線帯を経て再び水分を保持した心材

樹皮側から5年輪目の場合

- (12.3m) 髓で白線帯
- (10.8m) 白線帯中層
- (9.8m) 白線帯外層
- (8.8m) 辺材内層
- 0.8m) →辺材外層

樹皮側から10年輪目の場合

- (8.8m) 髓で心材
- (6.8m) 白線帯中層
- (5.8m) 白線帯外層
- (4.8m) 辺材内層
- 0.8m) →辺材中層

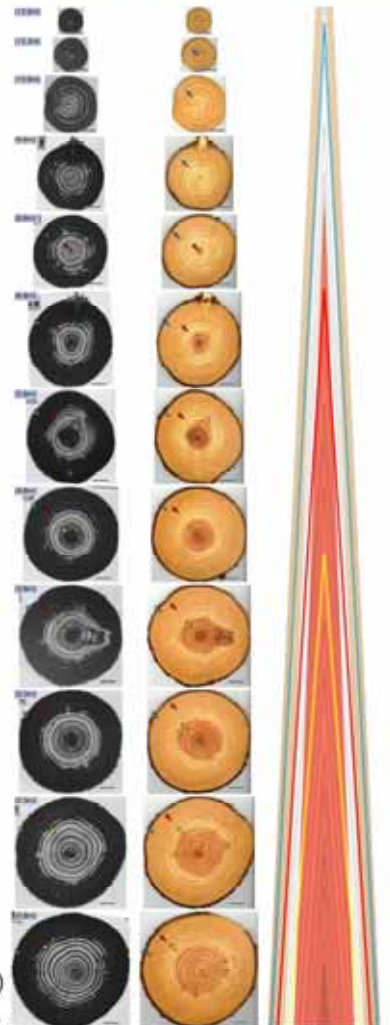
樹皮側から15年輪目の場合

- (4.8m) 髓から2年輪目で心材
- (3.8m)→(3.3m) 心材中層
- (2.3m) 心材-白線帯境界
- (0.8m) 白線帯中層

樹幹内における辺材の白線帯化、心材化の過程

- ・同一年輪における辺材から白線帯への移行、および白線帯の心材化は樹幹の上方で始まり、複数年にわたって下方へと進行する
 - ・同一年輪において樹幹上方で心材、その下方で白線帯、さらに下方で辺材という分布状態は通常に認められる
 - ・樹幹下方で心材化している年輪の場合、上方の同一年輪は基本的に心材化している
- ### 心材への軸方向での自由水移動の可能性について
- ・少なくとも樹幹内において辺材から心材へと重力により自由水が同一年輪内を移動(降下)する可能性はない
 - ・しかし、辺材-白線帯(晩材仮道管)-心材間を軸方向に自由水の状態で連続的に移動(上昇)可能な経路は存在する(例:右の模式図に赤線で示した樹皮側から10年輪目)

同一供試木で異なった地上高の横断面(左・中)と樹幹内心材・白線帯・辺材分布模式図(右)
左:軟X線像(暗色部に水分が存在)、中:実体像、スケール:20mm



【技術の活用】本研究により、樹幹内での水の分布に関する微視的知見や実大レベルでの三次元的な知見が得られました。成果は、製材・乾燥時の水分管理、材内部位ごとの透過性の差異に基づく乾燥効率化、調湿材としての木材利用、あるいは防腐・染色薬剤注入処理などの県産木材の利用技術向上に向けた基礎指標として活用します。