

ヤナギ属における木部の通水経路の解析方法の改良に関する研究

相, 衍

<https://hdl.handle.net/2324/7329533>

出版情報 : Kyushu University, 2024, 博士（農学）, 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 相 衍 (XIANG YAN) ソウ エン

論文題名 : ヤナギ属における木部の通水経路の解析方法の改良に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

樹木が蒸散を行う際、土壌から根に吸収された水は樹幹の木部を経由し、最終的には葉の気孔から大気中に放出される。これまで樹木の水移動に関する研究が様々な手法を用いて行われてきた。その中で染料をトレーサーとして樹幹の横断面や穿孔部位から導入する手法により年輪レベルから組織・細胞レベルでの通水経路が詳細に検討されてきた。しかし、従来の染料注入法では幹への穿孔や幹の切断により、木部の通水経路が破壊され、蒸散時には負圧となっている通水経路の圧力が大気圧に近づくことで、実際の樹木の水移動を完全には把握できていない可能性が考えられた。

本論文の目的は、従来広く使われてきた染料注入法の問題点を明らかにするとともに、生木の内部での水の正確な通水経路を解析できる手法を確立することを目的とした。本研究では、九州大学附属北海道演習林の川沿いに生息するオノエヤナギから枝サンプルを採取し水耕栽培で採取した枝から当年根のみ発達させ苗木サンプルを育成し、この苗木サンプルを用いて、長年にわたり通水経路を把握するために用いられてきた染料注入法の問題点を明らかにし、生きている樹木内部の正確な通水経路を解明した。そのために、まず当年根のみ切断したサンプルと、幹を切断したサンプルからそれぞれ染料トレーサーを導入し、染料の移動経路の相違を明らかにした。さらに、当年根と当年枝のみが発達したオノエヤナギの苗木に水と同じ特性を示しながら水と区別して解析が可能な酸素重水 (H_2^{18}O) をトレーサーとして導入し、破壊処理を伴わずに樹木の通水経路を解明した。

本論文の第2章では、水耕栽培で育成したオノエヤナギの苗木の幹の基部を切断したサンプルと当年根を切断したサンプルの間で、染料トレーサー注入によって可視化されたサンプルの通水経路の相違を評価した。結果として、当年根を切断したサンプルで染色された年輪数は幹を切断したサンプルより少なく、当年根を切断したサンプルの二年輪目と三年輪目における染色された道管の割合も幹を切断したサンプルより有意に小さかった。さらに、幹を切断したサンプルの二年輪目と三年輪目の染色された道管の通水効率も当年根を切断したサンプルより有意に高かった。これらの発見は、既往研究中に、報告された染料注入法が樹木の幹の通水経路を過大評価していたこと、および従来広く用いられてきた樹木の通水効率の測定方法が年輪境界を通る放射方向の通水抵抗の効果を考慮しておらず、内側の年輪の通水機能を過大評価していた可能性を指摘できた。

本論文の第3章では、水耕栽培で育成した当年生の根、幹、葉だけで構成された当年生のオノエヤナギの苗木サンプルに酸素重水 (H_2^{18}O) をトレーサーとして根の切断処理行わずに当年根から導入し、木部の樹軸方向のトレーサー分布を評価するとともに、さらに、凍結含水サンプルを封入する新しい方法を考案し、生きている樹木の通水経路を解析する実験の成功率を向上させた。結果として、全ての封入した凍結湿組織サンプルが平均水分損失率 0.6%未満を示し、99%以上の水分が保持された。これらのサンプルの同位体分析は、全てのサンプルにおいて高さが増加するとともに酸素同位体トレーサー濃度が減少していることを明らかにし、5つのサンプル中3つで顕著な同位体濃度勾配が認められた。これらの発見は、同位体トレーサー導入とサンプル凍結固定および凍結湿組織封入技術と組み合わせる効果と実用性を確認し、生きている樹木の通水経路を破壊しないまま解析できる方法を確立した。今後、本研究で用いた同位体ラベリングおよび分析方法は、植物

生理学のみならず、植物生態水文学の分野で広範囲に応用されることが期待される。

以上をまとめると、本研究は、既往研究によく使われている染料注入法の限界を評価するとともに、異なる染料注入部位による、染料トレーサーの移動経路の相違を明らかにした。さらに、安定同位体トレーサーを用いて、破壊処理を行わずに生きている樹木の通水経路を解明する方法を確立した。これらの結果により、従来の染料注入法は生きている樹木の通水経路を評価する時に、誤差を生じて、データの信頼性を低下させる可能性が示唆された。一方で、同位体トレーサー導入法は樹木生きている状態を保持したまま非破壊的に同位体トレーサーを樹木の個体内に導入できることから、従来の染料注入法の局限性を克服した。