

平成 22 年 5 月 22 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19780121

研究課題名（和文） 日本産樹木の樹幹における通道特性データベースの構築

研究課題名（英文） Survey of xylem water transport pathways in Japanese trees

研究代表者

内海泰弘（UTSUMI YASUHIRO）

研究者番号：50346839

研究成果の概要（和文）：44種の落葉広葉樹，34種の常緑広葉樹，5種の針葉樹の通道様式を組織学的に解析し，樹幹の組織構造に依存して通道様式が変化することを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Water transport pathways in 44 deciduous broadleaved trees, 34 evergreen broadleaved trees and 5 conifers were analyzed. The water transport pathways were changed depending on the xylem anatomical character of each species.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	0	2,200,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3400,000	360,000	3,760,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学 ・ 林学・森林工学

キーワード：環境，植物，生理学，林学

1. 研究開始当初の背景

森林の管理や保全を科学的に行うためには森林内での物質循環機構を理解することが必要であるが，そのなかでも水循環は炭素や窒素の循環とともに物質循環の中で主要な位置を占め，森林に期待される役割としての水資源涵養機能を評価する上でも重要となっている。

このような森林全体の水循環を理解する際，入力（降雨）に対する出力として流域外

への流出とともに森林から大気への出力である蒸発散量の把握が不可欠である。日本のように起伏が大きな地形に形成された森林の蒸発散量を求めるためには，単木あたりの蒸散量を測定し，この蒸散量に個体数を積算することで森林の蒸発散量を求める必要がある。この単木の蒸散量を正確に定量化するために重要なことが，樹木の樹幹をどのように水が流れているかという水分通道機構の理解である。

しかし樹幹部の通道機構に関する知見は未だ限定的である。単木の蒸散量を推定する際、多くの場合は辺材の全ての部位で等しく水分通道を行うと仮定してその断面積がパラメータに利用されているが、樹幹の通道経路が樹種により異なる場合があることが報告されている。しかし、水分通道様式を細胞レベルで解析する手法はこれまで厳密には検討されてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、日本に生育する冷温帯から暖温帯にかけての主要な樹種の樹幹における水分通道様式を細胞レベルで網羅的に解析し、日本の各気候帯における森林での樹木の水分通道様式の全体像を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

日本の各気候帯に存在する森林として九州大学農学部附属演習林北海道演習林（冷温帯林）、同宮崎演習林（中間温帯林）、同福岡演習林（暖温帯林）を試験地とし（図1）、各気候帯の森林の主要な構成樹種である44種の落葉広葉樹、34種の常緑広葉樹、5種の針葉樹を対象とした。報告者らがこれまでに開発してきた立木状態で樹幹の水分通道組織に染色試薬を注入してその上昇経路から通道様式を解剖学的に解析する方法と、樹幹の水分を立木状態で凍結固定して低温走査電子顕微鏡で水分分布を凍結状態のまま解析する手法を併用して樹幹の水分通道様式を細胞レベルで明らかにした。また通道経路の定量的解析を行うための透水係数法に関する調査も併せて行った。



図1 試験地位地図。

4. 研究成果

落葉広葉樹ではすべての環孔材樹種において、孔圏道管は最外の1年輪のみで染料が

上昇したが（図2）、孔圏外道管は複数年輪で上昇した。また、年輪内の全体の孔圏外道管で染料の上昇が認められた樹種と年輪の後半部だけの孔圏外道管に上昇が認められた樹種が存在した。一方、散孔材樹種ではいずれも複数年輪の道管に染料が上昇した。年輪内の通道様式では年輪全体の道管に染料の上昇が認められた樹種（図3）と、年輪の後半部で主に染料が上昇した樹種（図4中）、年輪の前半部で主に染料が上昇した樹種（図4左、右）が認められた。以上の結果から落葉広葉樹の水分通道様式に木部の組織構造に依存した差があることが明らかになった（Umebayashi et al. 2008）。

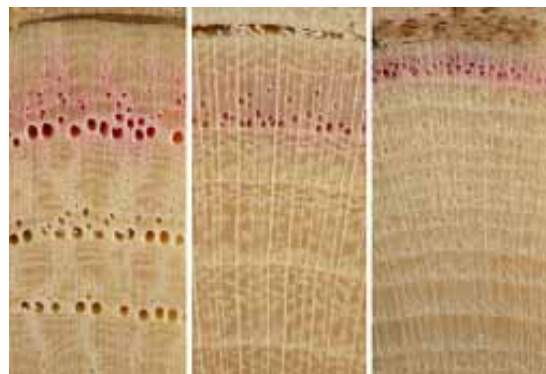


図2 落葉環孔材の通道様式。左：ミズナラ，中：ヤマグワ，右：ヤマウルシ。

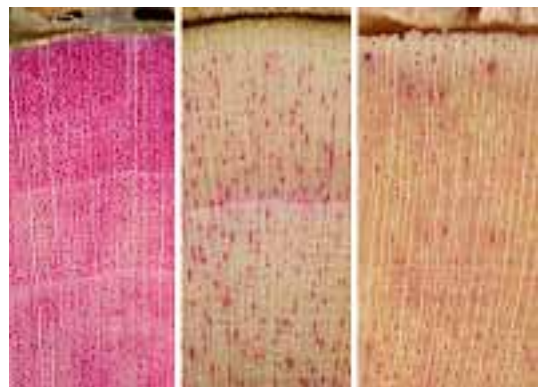


図3 落葉散孔材の通道様式1。左：ツクシヤブウツギ，中：アカシデ，右ミズメ。

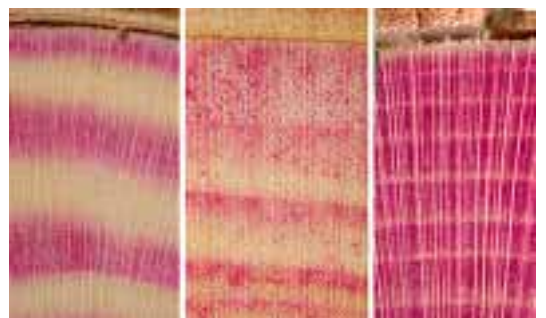


図4 落葉散孔材の通道様式2。左：アセビ，中：ヤマヤナギ，右：シキミ。

常緑広葉樹では、半環孔材と放射孔材、散孔材、無孔材それぞれで通道様式が異なった。半環孔材樹種では早材の大径道管で主に通道を行っていたが、これらの大径道管は最外年輪しか機能していなかった(図5左)。放射孔材樹種では年輪内のすべての領域の道管で通道を行っていたが、内側の年輪になるに従い機能している道管の割合は減少した(図5中)。無孔材樹種では早材仮道管が水分通道を行っており、晩材仮道管は通道していなかった(図5右)。一方散孔材樹種では年輪の全体で通道している樹種(図6左、中)と年輪の前半部で主に通道している樹種が存在した(図6右)。これらの知見は常緑広葉樹の二次木部における通道様式が通水要素の配列パターンと関連していることを示している。昨年度は落葉広葉樹でも同様の関連を見いだしており、広葉樹全般で木部の組織構造と通道様式が関連していることが明らかにされた(Umeyayashi et al. 2010)。

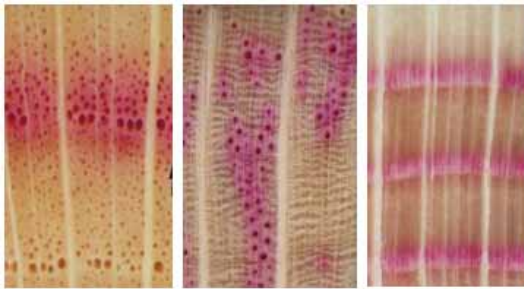
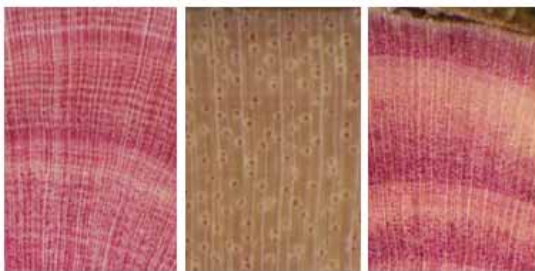


図5 常緑半環孔材、放射孔材、無孔材の通道様式。左：ナワシログミ、ウラジロガシ、ヤマグルマ。

図6 常緑散孔材の通道様式。左：イスノキ、中：バリバリノキ、右：チャノキ。



針葉樹ではいずれの樹種においても多くの個体で染料が辺材のほとんどの年輪を上昇していた。この結果は、これまで明らかにしてきた広葉樹散孔材樹種の通道様式と類似しており、針葉樹においても辺材の広い範囲が通道機能を持つことが明らかになった。一方、年輪内の染料上昇様式は樹種により異なり、最も染料が上昇した部位において早材全体の仮道管が染色される樹種(モミ、ツガ)、

早材の中心部から後半部が染色される樹種(アカマツ)、早材の後半部が染色される樹種(スギ)、早材の後半部および晩材の一部が染色される樹種(ヒノキ)が存在した。これらの結果から、針葉樹では早材が通道機能を担うとする従来の考え方は不正確であり、樹種ごとに異なる通道様式が存在することが示された。

以上の結果から明らかになった樹幹の通道経路の種多様性を定量的に解析するため、透水係数法のモデル実験をカリフォルニア州立大学のFrank Ewers博士のグループと共同で行い、木部組織構造と通水特性および力学特性の関係についての解析結果をとりまとめた(Utsumi et al. 2010)。

5. 主な発表論文等

(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6件)

1. Utsumi, Y., Bobich, E. G., Ewers, F. W., Photosynthetic, hydraulic and biomechanical responses of *Juglans californica* shoots to wildfire, *Oecologia*, 査読有, 2010, DOI 10.1007/s00442-010-1653-x
2. Umeyayashi, T., Utsumi, Y., Koga, S., Inoue, S., Fujikawa, S., Arakawa, K., Matsumura, J., Oda, K. and Otsuki, K., Xylem water-conducting patterns of 34 broadleaved evergreen trees in southern Japan, *Trees*, 査読有, 24, 2010, 571-583
3. Umeyayashi, T., Utsumi, Y., Koga, S., Inoue, S., Fujikawa, S., Arakawa, K., Matsumura, J. and Oda, K., Conducting pathways in north temperate deciduous broadleaved trees. *IAWA Journal*, 査読有, 29, 2008, 247-263
4. 内海泰弘, 村田育恵, 椎葉康喜, 宮島裕子, 井上晋, 宮崎県椎葉村大河内集落における植物の伝統的名称およびその利用法 III. つる, 竹, 九州大学農学部演習林報告, 査読有, 91, 2010, 15-18
5. 内海泰弘, 村田育恵, 椎葉康喜, 井上晋, 宮崎県椎葉村大河内集落における植物の伝統的名称およびその利用法 II. 低木, 九州大学農学部演習林報告, 査読有, 89, 2008, 51-62
6. 内海泰弘, 村田育恵, 椎葉康喜, 井上晋 (2007) 宮崎県椎葉村大河内集落における植物の伝統的名称およびその利用法. 高木. 九州大学農学部演習林報告, 査読有, 88, 2007, 45-56

〔図書〕(計1件)

1. 内海泰弘, 九州山地の植物利用-椎葉村の植物誌, 池谷和信編, 日本列島の野生生物と人, 世界思想社, 2010, 104-124.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.forest.kyushu-u.ac.jp/staff/utsumi/utsumi.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内海 泰弘 (UTSUMI YASUHIRO)

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号：50346839

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：