Osaka University Knowledge Archive

Title	Ecological importance and physiological mechanisms of turgor maintenance of leaf cells in tree species
Author(s)	齋藤, 隆実
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44067
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名	齋　藤　隆　実（さい とう たか み）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　１７５４５　号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 理学研究科生物科学専攻
学　位　論　文　名	Ecological importance and physiological mechanisms of turgor maintenance of leaf cells in tree species （樹木葉の膨圧維持の生態学的意義と生理学的機構）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　寺島　一郎 （副査） 教　授　常木和日子　　助教授　水野　孝一

論　文　内　容　の　要　旨

気孔開閉による葉の蒸散速度の調節は、土壌から樹木の根、幹、葉を経て大気に至る（SPAC：soil-plant-atmospheric continuum）水の移動を主要に制御するので、樹木個体の水分特性を決定する重要な因子である。本研究ではまず、(1)樹木の種間差の解析を通して、蒸散速度を規定する要因を調べた。その結果、葉の細胞の膨圧を一定値以上に維持するように蒸散速度が調節されていることが明らかになった。葉の細胞の膨圧維持能力を調節する要因は浸透調節と体積弾性率である。体積弾性率（ε）は葉肉細胞の体積の相対的変化に対する膨圧の変化の割合である。体積弾性率を決定する要因は明確ではなく、水分環境の変化に対する応答も不明であった。本研究では(2)葉の成熟過程での水分特性の解析を通して、体積弾性率に強く関与する葉の性質の特定を試みた。また、(3)二つの異なる方法によって葉に水ストレスを与え、体積弾性率の変化を詳しく調べた。

(1)蒸散速度を規定する要因を調べるため、８種の落葉広葉樹の蒸散速度の種間差を解析した。気孔開度の指標である気孔コンダクタンス（g_s）と葉の水ポテンシャル（Ψ_l）の日変化を８月下旬に測定し、日最大蒸散速度（E_{max}）、土壌から葉の水分通導コンダクタンス（K_{s-l}）と土壌と葉の水ポテンシャル差（$\Psi_s-\Psi_{l,min}$）を算出した。その結果、E_{max} に種間で有意差があった。$\Psi_s-\Psi_{l,min}$ にも種間で有意差があったが、K_{s-l} にはなかった。E_{max} が大きい種ほど $\Psi_s-\Psi_{l,min}$ と g_s が大きい傾向があった。Pressure-Volume（P-V）曲線から $\Psi_s-\Psi_{l,min}$ が大きい種は、乾燥によって葉の水ポテンシャルが低いときにも膨圧を維持できることが明らかになった。日中の膨圧の最低値には種間で有意差がなかった。以上の結果から、これらの樹木では膨圧を一定値以上に保っており、よって葉の水ポテンシャルが低いときにも膨圧を維持できる種ほど E_{max} が大きいことが明らかになった。

(2)体積弾性率に強く影響を持つ要因を特定するため、展葉期の体積弾性率の変化と葉の解剖学的性質の変化との関係を調べた。材料にはコナラ属でも葉の寿命と形態が全く異なる常緑樹のアラカシと落葉樹のコナラを用いた。葉の面積展開完了日を葉齢０日とし、全ての測定は葉齢で約－10 日から約＋50 日まで継続した。その結果、体積弾性率の最大値（ε_{max}）は約＋20 日まで増大を示した後ほぼ一定になり、明確な種間差は見られなかった。また、十分に吸水した重量あたりの乾物重量（DW/TW）は種間でほとんど差がなかった。ところが、葉の面積あたりの重量（LMA）は常にアラカシでコナラの約２倍であった。これらの結果から、体積弾性率は葉の見かけ上の硬さとは関係がなく、

葉の乾物密度や細胞の大きさなど、調べた種間で共通する性質と深い関係があることが示唆された。

(3)体積弾性率は葉の水分特性に強く影響するので、乾燥環境への葉の順化において重要な役割を果たしていると考えられる。乾燥処理の方法と材料の大きさが異なる二つの実験を行い体積弾性率の変化を調べた。実験1ではコナラとミズナラについて2年生の苗への潅水を約2週間停止した。その結果、膨圧を失う時の水ポテンシャル（$\Psi_{l,tlp}$）は処理区で有意に低下し、これは体積弾性率の低下と浸透調節によって引き起こされていた。その後の潅水によって対照区との差は減少した。実験2ではコナラの成木の枝に切り込みを入れて蒸散流を制限し、葉の水分特性を2ケ月間継続して測定した。その結果、$\Psi_{l,tlp}$ は処理した枝で有意に低下した。体積弾性率は処理開始から15日後に処理区で有意に低下したが、その後の降雨によって有意差は直ちに解消した。一方、浸透ポテンシャルは処理開始から25日目に有意な低下が認められ、降雨後に徐々に回復した。両実験の結果から、成熟葉では水分ストレスによって体積弾性率が低下し、膨圧維持に貢献することが確かめられた。また、この応答は可逆的で浸透調節の応答より速いことが示された。

論文審査の結果の要旨

齋藤君は、まず、落葉広葉樹8種の蒸散速度と葉の水分生理学的特性との関係を調べ、日中最低となる膨圧がどの種でもほぼ一定になるように蒸散速度が調節されていること、葉の水ポテンシャルが低い時にも膨圧を保つことのできる種ほど最大蒸散速度が大きいことを見いだした。これらより、低水ポテンシャル時の膨圧維持の重要性が明らかになった。

葉の水ポテンシャルが低い時に膨圧を保つためには、浸透圧を下げる以外に体積弾性率を下げることが有効である。体積弾性率は細胞壁の力学的な性質と関連すると考えられているが、その実体は不明である。また、その水ストレスに対する挙動についてもよくわからない。齋藤君は、葉の発生にともなう細胞形態や細胞壁の変化と体積弾性率の挙動を比較し、体積弾性率の決定要因の特定を試みた。期待に反し細胞壁の厚さは体積弾性率と関係しなかったことなどから、細胞壁の質的解析の重要性を提唱した。また、樹木の枝に切り込みを入れる方法や、ポットの水分を制限するよって樹木に水ストレスをかけた場合、体積弾性率がすみやかに低下すること、この低下は水分状態の好転によって回復すること、これらの変化が浸透圧の変化よりも早いことを見いだした。この結果も、細胞壁の性質のすみやかな変化が水分生理に重要なことを示唆している。

一連の研究は、植物の個体、器官のレベルの水分生理学としてすぐれているばかりでなく、マクロなレベルの現象とミクロレベルの解析とを有機的につなぐ研究として先駆的なものなので、博士（理学）の学位論文として十分価値があると判断した。