

樹木の水分・塩分・樹液流速・水ポテンシャルの同時モニタリング

Simultaneous monitoring of water content, salinity, sap flow and water potential of a tree

○齊藤忠臣*・櫻井未優**・猪迫耕二*・藤巻晴行***

○Tadaomi Saito*, Miyu Sakurai**, Koji Inosako* and Haruyuki Fujimaki***

1. はじめに

樹木は樹種ごとに異なった水利用特性を有しており、これを解明することでできれば、高品質果樹の生産、効率的な灌漑、森林水文、生態系保全等の広い分野に貢献できる。現在、樹木の水分状態を表す重要な指標として注目されているものに、樹液流速、樹体水分量、水ポテンシャルがある。しかし、これら3つを非破壊で同時にモニタリングした事例はなく、各項目間の相互関係については解明されていないことも多い。そこで本研究では、樹液流速・樹体水分量・水ポテンシャルの非破壊同時モニタリングを行い、各項目における日内や長期の変動、季節による違い、環境要因に対する応答等を観測し、各項目間の相互関係を解明することを目的とした。また、樹体水分量測定の際に見かけの電気伝導度(EC)の計測も行えたことから、樹体内水分の塩濃度の変動についての観測も行うこととした。

2. 研究方法

2.1 対象樹木：鳥取大学構内に生息する常緑高木のクスノキ科タブノキ属ホソバタブ (*Machilus japonica*) を対象に実験を行なった。タブノキはわが国における照葉樹林の代表種の一つであり、樹液の流れが比較的均一な散孔材である。観測に使用したタブノキの胸高直径は約 22.5 cm、樹高は約 9 m であった。

2.2 樹木の水分状態指標の測定方法：樹液流速の測定には、ヒートパルス法の原理を応用した ICT International 社の SFM-1 を使用した。ヒートパルス法とは、熱源から発生したパルス熱の温度変化を探知部で測定することにより樹液流速と比例関係にあるヒートパルス速度を求める方法である。樹体水分・塩分の測定には、通常土壌水分の測定に使用される Decagon 社の GS3 土壌水分・温度・EC センサを使用した。GS3 により測定された見かけの EC と体積含水率、および Hilhorst (2000) の式を用いて樹体内部の間隙水の EC を算出した。水ポテンシャルの測定には、ICT International 社の PSY1 を使用した。測定法には測定部の水蒸気圧と平衡させたチャンバー内の相対湿度から水ポテンシャルを求めるサイクロメータ法が採用されている。

2.3 センサの設置位置・期間：対象木の枝 2 本 (A, B) に各センサを設置し、樹液流速、樹体水分・塩分、水ポテンシャルの観測を行った。枝 A では 2014 年 11 月下旬頃から樹液流速と樹体水分・塩分の観測を開始したが、2015 年 7 月上旬に樹液流速計である SFM-1 が壊れたため、2015 年 8 月上旬に新たに枝 B にて樹液流速と樹体水分・塩分の観測を開始した。また、枝 B では 2016 年 4 月中旬から水ポテンシャルの計測も開始した。

2.4 その他の観測・測定：気温・相対湿度より植物の水分状態に大きく影響を与える飽差 (Vapour Pressure Deficit:VPD) を算出した。また土壌の水分移動特性を測定した。

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori Univ., **八千代エンジニアリング, Yachiyo Engineering,

***鳥取大学乾燥地研究センター, Arid Land Research Center, Tottori Univ.

キーワード 樹体内水分, 誘電率水分計, 電気伝導度

3. 結果・考察

3.1 樹液流速・樹体水分量・水ポテンシャルの基本的な日内変動：

図1に各測定項目の基本的な日内変動例として、無降雨日である2016年6月27日における水ポテンシャル・ヒートパルス速度・樹体の体積含水率・VPDの変動を示す。図より、VPDが上昇し始める頃に水ポテンシャルは減少し始め、

それから少し遅れてヒートパルス速度が上昇、体積含水率が減少していることがわかる。ピークも同様に、VPDと水ポテンシャルのピークが早めに来て、ヒートパルス速度と体積含水率のピークがそれらよりも遅めにきていた。このことから樹体の水利用は、朝に気温の上昇等の要因により大気がより乾いた状態になることでVPDが上昇し、それに応答する形で樹体の水ポテンシャルが低下し、これにより水移動が引き起こされ、樹液流速が上昇し、樹体水分量が減少する、といったメカニズムがあることがわかった。

3.2 樹液流速と樹体水分量の長期変動：飽差と樹液流速は連動しており、基本的にVPDが低い冬では樹液流速も遅くなり、VPDが高い夏では樹液流速も高い傾向にあった。また、樹液流速の長期的な変動の半月～2ヶ月ほど後に樹体水分量の長期的な変動が起きていた。

3.3 樹体水分量の降水への応答：夏では樹体水分量が降水後に明確な増大を示す傾向にあったが、冬では降雨後の樹体水分量の増大が不明瞭な日が多かった。降水により樹体水分量が上昇した例を図2に示す。降雨により樹体水分が回復した6月6日の樹液流速の日内最大値は8.9 cm/h、その翌日である7日は8.5 cm/hとあまり差がないのに対し、樹体水分量の減少量は6日で0.9%、7日で0.5%となっており、大きな差があった。

このことから、降水により樹体水分量が上昇すると、その後に行う蒸散の際には土壌水よりも貯留された樹体内の水分を優先的に使用していると推察される。

3.4 樹体水分量と電気伝導度：樹体内の間隙水の電気伝導度は大きく変動していた。長期的に見ると、A、Bどちらの枝においても間隙水の電気伝導度が上昇しているときに体積含水率も上昇しており、また、体積含水率が減少するときには間隙水の電気伝導度も減少する傾向にあった。このことから、樹体水分量の長期的な変動が起きる時期に樹体内の溶質の濃度も変動していることが明らかとなった。その一方で、短期的には、体積含水率が減少したにも関わらず間隙水の電気伝導度が上昇していたり、体積含水率があまり変化していない一方で間隙水の電気伝導度が大きく上昇もしくは減少していたりしており、樹体水分量と連動するような傾向は見られなかった。

引用文献：Hilhorst M.A.(2000) : A pore water conductivity sensor, Soil Sci. Soc. Am. J., 64, pp.1922-1925

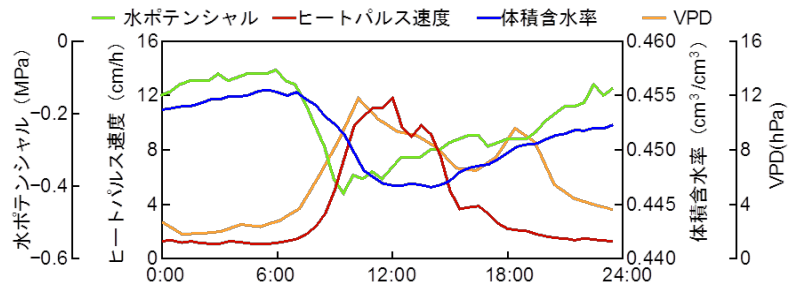


図1 2016年6月27日における水ポテンシャル・ヒートパルス速度・樹体の体積含水率・VPDの変動
Variations in water potential, heat pulse velocity, water content and VPD on Jun 27th in 2016

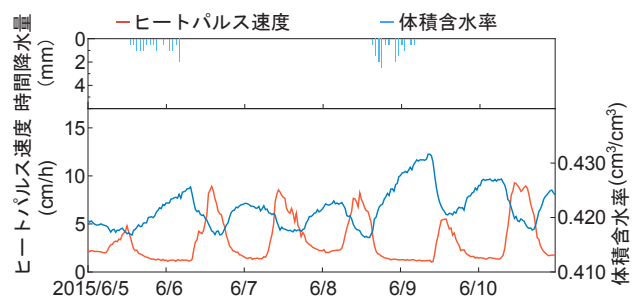


図2 降水により樹体水分量が上昇した例
An example of increase in stem water content by rainfall event