

水ストレスに伴う樹木の水分状態指標および幹直径・葉の膨圧の変動

Variation in indicators of tree water state conditions, stem diameter and turgor pressure of leaf in response to water stress

○清水皓平*・齊藤忠臣**・猪迫耕二**・藤巻晴行***・依田清胤****

○Kohei Shimizu*, Tadaomi Saito**, Koji Inosako**, Haruyuki Fujimaki*** and Kiyotsugu Yoda****

1. はじめに

高品質な果実の栽培や森林における水源涵養機能の評価を行う上で、樹木の水分状態指標の把握が重要とされている。樹木の代表的な指標として、樹体水分や樹液流速、そして幹の水ポテンシャルがあり、これらの同時測定によって、蒸散時に樹体内の水分を利用していることや幹の水ポテンシャルがストレス指標になるなどが分かっている。さらに、近年新たに開発された高い分解能を持つデンドロメータや膨圧センサを用いることで、より詳細な樹木の水分状態指標の評価ができる可能性がある。そこで本研究では、水ストレスに対する樹木の水分状態指標と幹直径の相互関係及び葉の膨圧の基本的な変動の解明を目的とした。

2. 実験方法

2.1 対象樹木及び測定項目

対象樹木は、鳥取大学農学部5号館横のポットに植栽された、常緑広葉樹であるブナ科コナラ属シラカシ (*Quercus myrsinifolia*) とした。測定項目は、樹木の水分状態指標としては、樹体水分、樹液流速、そして幹の水ポテンシャル (ψ_{stem}) とした。樹体水分はGS3土壌水分・温度・ECセンサ (METER社) を用いて樹木の体積含水率を、樹液流速はSFM-1 (ICT international社) を用いて比例関係にあるヒートパルス速度を、幹の水ポテンシャルはPSY-1 (ICT international社) を用いて測定した (Fig.1)。また、近年開発されたセンサとして、MIJ-02LM Type II直動デンドロメータ (日本環境計測) を用いて幹 (辺材・樹皮部) の直径変化を、そしてYara Water Sensor (ZIM Plant Technology GmbH 社) を用いて葉の膨圧と反比例の関係にある減衰出力圧 (Pp) を測定した。また、土壌の水分状態指標としては、TEROS-21センサ (METER社) を用いて水ポテンシャル (ψ_{soil}) を測定した。また蒸散の指標となる飽差 (VPD) を相対湿度及び温度から算出した。

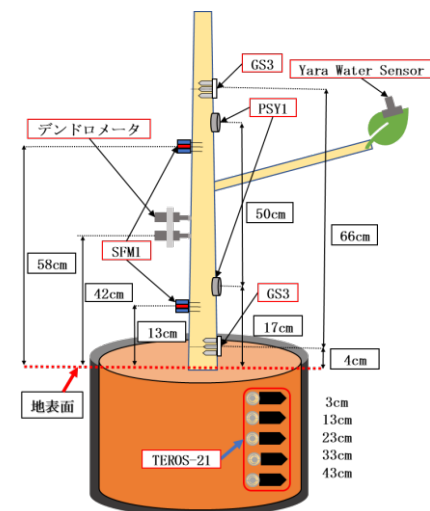


Fig.1 センサの設置位置

The location of sensors

2.2 灌水および灌水制限

ポット表面は防水処理されており、土壌水分は灌水によってのみ変化する。灌水は通常、 ψ_{soil} が初期シオレ点付近の-600kPaに達した段階で行っていたが、本研究では一時的に灌水を停止する灌水制限を行うことで、樹木に水ストレスを与えた。観測期間は2021/7/1~12/10とした。

*鳥大院, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University., **鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori Univ., ***鳥取大学乾燥地研究センター, Arid Land Research Center, Tottori Univ. , ****石巻専修大学理工学部, Faculty of science and engineering, Ishinomaki Senshu University

キーワード 水ストレス, 幹直径, 膨圧, 樹体水分

3. 結果と考察

3.1 灌水制限に対する樹木の水分状態指標及び幹直径・VPD・ ψ_{soil} の変動

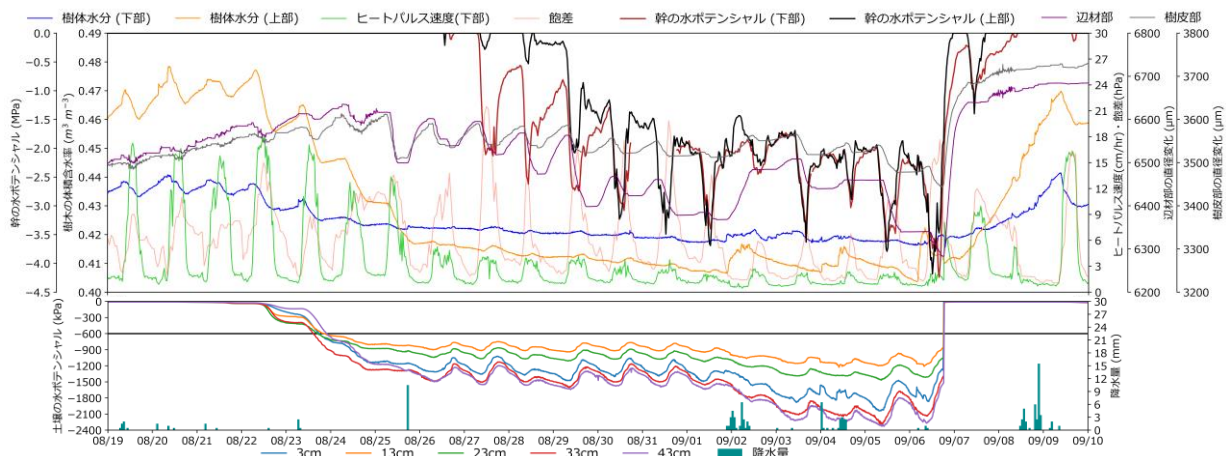


Fig.2 2021/8/19～9/9における(a) 樹体水分・樹液流速・ ψ_{stem} ・VPD, (b) ψ_{soil} ・降水量の変動
The Variation in (a) Stem water, Sap flow, ψ_{stem} and VPD and (b) ψ_{soil} and Precipitation on August 19th to September 9th in 2021

灌水制限を行った 2021/8/19～9/9 における、樹体上部・下部の樹体水分、樹液流速（ヒートパルス速度）、 ψ_{stem} 、辺材部・樹皮部の幹直径、そして VPD の変化を **Fig.2 (a)**に、 ψ_{soil} の変化を **Fig.2 (b)**に示した。**Fig.2 (a)**より、灌水制限に伴う ψ_{soil} の低下とほぼ同時に、樹体上部の樹体水分の低下が見られ、続いて下部の樹体水分の低下が見られた。樹液流速は、 ψ_{soil} 低下開始直後は高い値で推移していたが、 ψ_{soil} が初期シオレ点付近の -600kPa 付近に到達した 8/24 日以降、VPD が日中上昇しても低い値で推移した。また、幹直径は ψ_{soil} が高い期間には単調に増加したが、 ψ_{soil} が低下し始めると、大きな日変動を示しながら低下し、特に辺材部での低下が顕著であった。 ψ_{stem} については、上部・下部ともに ψ_{soil} が十分低下して樹液流速がかなり低下した後、日中の値が低下し始めた。これらより、初期の水分ストレス指標としては、上部の樹体水分が、樹液流速が低下を始める中程度のストレス指標としては幹直径が、より大きな水分ストレスの指標としては ψ_{stem} が有用である可能性が示された。

3.2 膨圧センサの日内変動及び気象条件に対する応答

ψ_{soil} が十分高かった 2021/10/2～3 における、樹液流速、膨圧センサの減衰出力圧 (P_p)、及び VPD を **Fig.3** に示した。日中の VPD の変動に伴って樹液流速が変動しているが、 P_p もこれとよく連動していることがわかる。また、水ストレスをかけた期間においても、 P_p は日中 VPD・樹液流速と連動するだけでなく、日々の夜間の最低値がストレスに応じて徐々に上昇する傾向を見せ、葉の膨圧が樹液流速と類似した水分指標として利用できる可能性が示された。

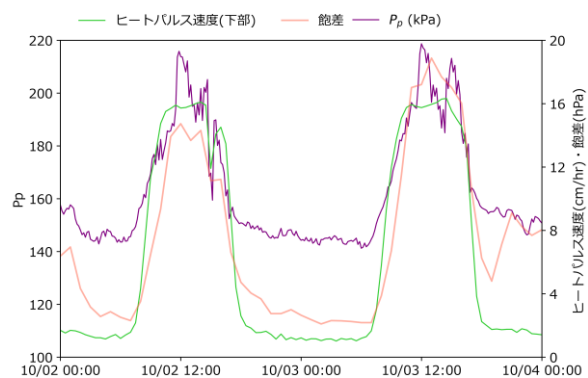


Fig.3 2021/10/2～3 における、樹液流速、膨圧センサの減衰出力圧 (P_p)、及び VPD
The Variation in Sap flow, attenuated output pressure (P_p) and VPD on October 2nd to 3rd in 2021