

マツ類における P-V 曲線法の適用の検討と葉の水分特性

九州大学農学部 朱 城賢・矢幡 久
須崎 民雄

1. はじめに

郡市内に点在する生活環境保全林の機能を定量的に把握し、その機能の評価と維持管理の指針を目的として生活環境保全林の水分動態を明らかにするための基礎資料を得るために P-V 曲線法をもちいて日本の代表的樹種であるクロマツの葉の水分特性を計測した。

クロマツなどのマツ類は、多量に樹脂を含むために P-V 曲線法の適用が困難であり、その報告例はほとんどみられない。そこで、平衡圧の計測時に妨害となる葉の切断面への樹脂の流出を抑えながら測定する方法を検討し、比較的満足できる結果を得た。そこで、この方法をもちいて、クロマツ、フランスカイガンショウの葉の水分特性を測定した結果について報告する。

2. 材料および方法

1986年7月から1986年9月にかけて、海岸から約2 km離れた九大構内と、海岸に接した福岡市の海の中道に生育する樹高2.6~7.4 m、胸高直径3.3~18.8 cmのクロマツ7本とフランスカイガンショウ3本の葉をもちいた。水切りした枝を実験室に持ち帰り、一晚十分に吸水させ、1本の葉についてプレッシャー・チャンパーをもちいて葉の水分特性を測定した。マツ類の場合は、加圧によって、葉の切り口から水の浸出がおこる前に樹脂の浸出がおこるため、平衡圧を読むことが非常にむずかしい。そこで葉の切り口から約3 mmの部位でリング状に切削して樹脂道を切断し、これによって切り口に樹脂が到達しないように処理し測定を行った。切り口からの浸出水量の測定は、葉の重量減少を測定することによって求めた。この P-V 曲線法によって、葉の飽水時の浸透ポテンシャル (ψ_{00})、生細胞容積 (V_0) および含水量 (W_s) と膨圧を失う時の葉の水ポテンシャル (ψ_{1*})、相対含水率 (R_{wc*})、生細胞容積 (V_p) ならびに絶乾重 (D_w) が得られる。クロマツにおいては当年葉、一年葉、陽葉、陰葉に区分して、それぞれ測定し比較した。

3. 結果と考察

図-1には P-V 曲線法によって求められた九大構内のクロマツの当年葉について、相対含水率 (R_{wc}) と浸透ポテンシャル (ψ_0)、圧ポテンシャル (ψ_p)、水ポテンシャル (ψ_1) とのそれぞれの関係を示した。

$$\psi_{00} = -1.49 \pm 0.10 \text{ MPa}, \psi_{1*} = -2.14 \pm 0.24 \text{ MPa},$$

$$V_p/V_0 = 0.70 \pm 0.05, V_0/W_s = 0.88 \pm 0.09,$$

$$R_{wc*} = 0.73 \pm 0.06, W_s/D_w = 1.65 \pm 0.19$$

であった。これらの値はスギ ($\psi_{00} = -1.49 \text{ MPa}, \psi_{1*} = -2.05 \text{ MPa}, R_{wc*} = 0.73$)¹⁾ や、ヒノキ ($\psi_{00} = -1.54 \text{ MPa}, \psi_{1*} = -2.17 \text{ MPa}, R_{wc*} = 0.63$, 丸山ら, 未発表) とくらべて大きな差はないことが明らかとなった。

水分動態のシミュレーションを構築する場合に ψ_0 , ψ_p , ψ_1 と R_{wc} の関係を式で表現できることは、重要となる。そこで、それぞれの関係式を検討すると、次式が得られる。すなわち、

$$\psi_0 = \frac{(V_0/W_s) \cdot \psi_{00}}{(V_0/W_s) - (1 - R_{wc})} \quad (1)$$

$$\psi_p = \psi_{00} \left(\frac{R_{wc} - R_{wc*}}{1 - R_{wc}} \right)^b \quad R_{wc} > R_{wc*} \quad (2)$$

$$\psi_1 = \psi_0 + \psi_p \quad (3)$$

である。なお(2)式の係数 b の値は、両辺の対数を取ることによって、

$$\ln \left(\frac{R_{wc} - R_{wc*}}{1 - R_{wc}} \right) \text{ と } \ln \left(-\frac{\psi_p}{\psi_{00}} \right) \text{ との間に直線関係}$$

が成立するので、その勾配から求められる。一部の樹種ではこの直線関係が成立しないという報告もあるが、本研究でのクロマツでは直線関係となることがわかった(図-2)。(1), (2)および(3)式に示される ψ_0 , ψ_p , ψ_1 と R_{wc} との曲線関係は図-1に示すように、実測値によく適合することが明らかとなった。この式によって R_{wc} の変化に対する ψ_0 , ψ_p , ψ_1 などの水分動態にとって、重要な値が計算により求められることになり、シミュレーションモデルを構築する際に有効なと思われる。

次に生育環境の異なる海の中道に生育するクロマツ

の葉の水分特性を調べた結果を図-3に示す。この水分特性は、九大構内のクロマツのそれと大きな差はみられなかった。従って、この程度の生育環境の差はクロマツの葉の水分特性にはほとんど影響しないと考えられる。

さらに当年葉と1年葉の水分特性を比較すると次のようになる。1年葉は、2つの線で示す当年葉と比べて、 ψ_{00} , ψ_0 , や ψ_1^* がやや低い傾向がみられるが、その差は当年葉のバラツキの範囲内にあり、大きな差は認められなかった(図-4)。

またクロマツの当年葉の陰葉と陽葉の水分特性もほとんど差はみられなかった(図-5)。これは、クロマツが陽樹のために葉の陰葉化が起こりにくいためであると考えられる。

最後に、フランスカイガンショウのP-V曲線法においては、葉の重量で浸出水量を計測するためにチャンパーから葉を出し入れすることで、葉の痛みが大きくクロマツのように測定が容易でなかったが、得られ

た結果をクロマツと比較すると、ややバラツキが大きいがクロマツと大差はないことがわかった(図-6)。

以上の結果から、今回測定したクロマツの場合、特に耐乾性樹種の特徴と思われる葉の浸透ポテンシャルの低さは認められず、葉の水分特性はスギなどほとんど差のないことが明らかとなった。このことはクロマツが耐乾性であることを、葉の水分特性のみから論じることではできないことがわかった。丸山ら²⁾がクロマツ当年葉で測定した例では、 $\psi_{00} = -2.13$ MPa(8月計測)とかなり低い値が得られているが、今回の結果とは異なっていた。水分特性は、季節や乾燥などの環境の影響を受けると考えられるので、今後測定を継続していく予定である。

引用文献

- (1) 矢幡久：日林九支研論，31, 115～116, 1978
- (2) 丸山温・森川靖：日林誌，65(1), 23～28, 1983

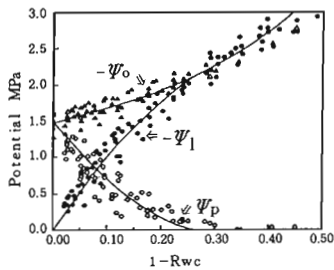


図-1 九大構内のクロマツ葉の ψ_p , ψ_1 , ψ_0 と R_{wc} との関係

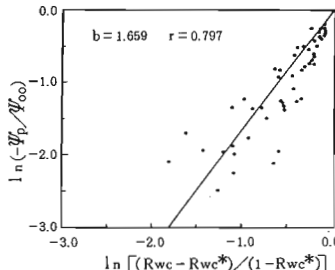


図-2 九大構内のクロマツ葉の $\ln[-\psi_p/\psi_{00}]$ と $\ln[(R_{wc}-R_{wc}^*)/(1-R_{wc}^*)]$ の関係

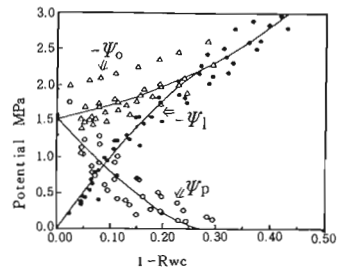


図-3 海の中道のクロマツ葉の ψ_p , ψ_1 , ψ_0 と R_{wc} との関係

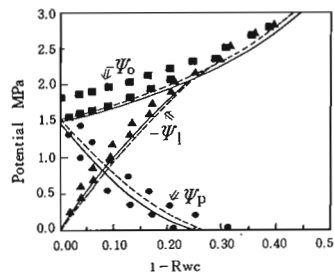


図-4 クロマツの当年葉と1年葉の水分特性の比較
—：九大構内の当年葉(陽葉)の平均値
---：海の中道の当年葉(陽葉)の平均値

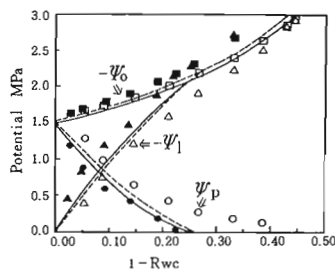


図-5 クロマツの陰葉と陽葉の水分特性の比較
線は図-4と同じ

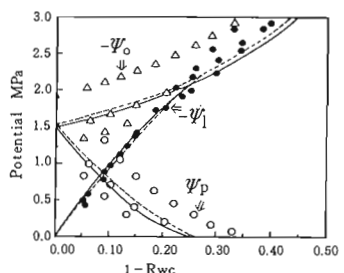


図-6 フランスカイガンショウとクロマツの葉の水分特性の比較
線は図-4と同じ