

# スギ在来品種の水分特性 (I)

— プレッシャー・チャンバーによる葉の水分特性の測定法の検討 —

九州大学農学部 矢 幡 久

## 1. はじめに

スギ品種の耐乾性を研究する場合、枯死させる程の強い乾燥条件において品種間の比較を行う例が多いが、通常スギが造林されるような立地では、むしろ乾燥地に生育させるために適潤地とくらべ生長量が低下する度合の小さな品種を耐乾性品種としてとらえることが重要と思われる。このような意味での耐乾性とは、乾燥で枯死するか否かでなく、葉が水欠差を生じても気孔閉鎖をおこしにくく、このため光合成速度が抑制される期間が短くなるような水分特性を備える品種、すなわち、水ポテンシャルが低下しても葉は膨圧を保ち、気孔閉鎖をおこさないような水分特性をもつことが一つの条件となる。この条件は膨圧を失う時の葉の浸透圧の大小に関係すると考えられるので、この点について品種間に有意な差を認めうるかどうかを検討していくことにした。

今回は、Tyreeら<sup>1)</sup>の理論による二・三の水分特性に関するパラメーターの測定方法を検討し、その有用性について述べる。

## 2. Tyreeら<sup>1)</sup>の理論の概要

プレッシャー・チャンバーを用いて、飽水した枝葉からの水の浸出量 ( $V_e$ ) とその時のガス圧 ( $P$ ) は、平衡状態では次式が理論的に成立する。

$$1/P = v_1(RTN_s - F(V)) \quad (1)$$

$$= (V_o - V_e) / (RTN_s - F(V))$$

ただし、 $V_o$ : 飽水時の葉の生細胞群内の水の容量、 $N_s$ : 細胞内の溶質の全 osmole 数、 $F(V)/V = P_{vat}$ ; 枝葉の膨圧 (細胞容積の重みつき平均膨圧)、 $RT$ : ガス定数と絶対温度の積。

浸出量がある値 ( $V_e^* = V_o - V_p$ ) をこえると、膨圧は 0 となり、(1)式は次式となる。

$$1/P = (V_o - V_e) / RTN_s = 1/\pi \quad (2)$$

$\pi$  は浸透圧である。この(2)式で、 $V_e$  と  $1/P$  は直線関係となることから、定数である  $V_o$ 、 $N_s$  が容易に決定される。また、 $V_e < V_e^*$  の範囲では膨圧があるため直線関係からずれるので、この点を読みとることで、 $V_e^*$ 、 $V_p$  も決定でき、この時の浸透圧 ( $\pi_p$ ) も求められることになる。すなわち、単一の葉について気孔閉鎖と関

係の深い膨圧を失う時の浸透圧が容易に、かつ精度良く求められる上、得られたパラメーターから、葉の相対含水率と水ポテンシャルが後述の関係式で表わされるので、水分動態を研究する上でも有用な方法と考えられる。

## 3. 材料と測定方法の検討

測定材料は、九大構内に林分状態で生育する4年生クモトオン(樹高3.8m)の樹冠上部と下部(相対照度13±3%)から枝を採取し、十分飽水させた後、当年生葉(生重200~300mg)について測定した。浸出量の測定は、おおむね Cheungら<sup>2)</sup>の方法に従ったが、次の点に留意することで、精度が向上できることがわかった。

すなわち、圧力容器上にアクリル製円筒をかぶせ、浸出水を吸収する紙入りチューブの周囲を高湿度に保つことで、浸出水の損失をほぼ完全に抑えられることが確かめられた。また、加圧段階は通常3 bar 毎に行なったが、同じ増圧量でも次の平衡状態に達して浸出量が一定となるのに要する時間は、図1に示すように各平衡圧段階でかなり異なり、早くて30分、長い場合で3時間も要した。Cheungら<sup>2)</sup>は35分間隔で増圧を繰り返しているが、スギではこの点注意を要する。

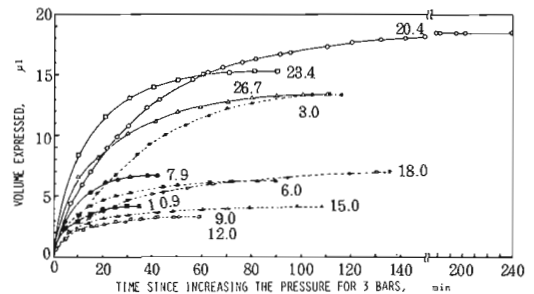


図1 3.0 bar 増圧後の浸出量の経時変化  
実線と破線は別個体、添字は圧段階を示す。

なお、長時間を要する場合には、図1のような浸出量の経時変化から、これを外挿してもかなり正確な値が決定できると思われる。

4. 結果と考察

各平衡段階での総浸出量 ( $V_e$ ) と平衡圧の逆数 ( $1/P$ ) をプロットしたのが図2である。  $V_e > V_e^*$  の範囲で得られる直線関係は、いずれも相関係数は0.999以上の高い値を示した。この図から先述の方法で、 $\pi_0$ 、 $\pi_p$ 、 $V_p$  が求められる。これによって浸透圧が全水分量の範囲で推定できるので、葉の膨圧が測定毎に計算できる。膨圧は原形質分離点に相当する  $V_p$  に対する細胞容積の比である  $(V - V_p)/V_p$  と次のような関係式が経験式として成り立つことが一般に認められている。

$$P_{val} = \epsilon^* \left\{ (V - V_p) / V_p \right\}^n \quad (4)$$

$\epsilon^*$  は細胞の弾性係数、 $n$  は非直線性を表わす定数。この関係を図3に示したが、両者は略S字曲線となりスギにおいて(4)式の適合性は問題が残ることがわかった。

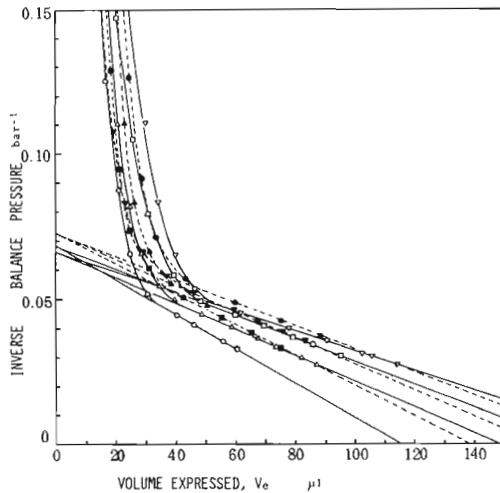


図-2  $V_e$  と  $1/P$  の関係。実線；上葉，破線；下葉

表-1 クモトオシの葉における水分特性に関するパラメータ

	$\pi_0$ bar	$\pi_p$ bar	$V_p/V_0$ %	$V_0/W_s$ %	RWC*	$n$	$\epsilon^* W_s/dw$ bar	
[ Upper leaves ]								
mean	14.9	20.5	72.9	86.8	76.2	1.153	55.3	208.2
s. d.	0.3	0.1	1.5	2.9	1.4	0.099	13.1	4.5
c. v. (%)	2.0	0.5	2.0	3.4	1.8	8.6	23.7	2.2
[ Lower leaves ]								
mean	13.6	18.7	73.1	84.5	77.9	1.586	84.9	246.3
s. d.	0.1	0.1	0.2	2.3	1.0	0.146	11.1	16.0
c. v. (%)	0.7	0.5	0.3	2.8	1.2	9.2	13.1	6.3

cf.  $W_s$ ; 最大飽水量,  $dw$ ; 乾乾重

以上で得られたパラメーターを表1に示した。これらのパラメーターを用い、(1)式から相対含水率(RWC)と水ポテンシャル( $\Psi$ )の関係は次式で示される。

すなわち、 $V_p/V_0 = K_1$ 、 $V_0/W_s = K_2$ とおけば、

$$\Psi = -P = \epsilon^* \left\{ \frac{K_2(1-K_1) - (1-RWC)}{K_1 K_2} \right\}^n - \frac{K_1 \pi_0}{K_1 - (1-RWC)} \quad (5)$$

となる。そこで、実測値と(5)式で得た曲線を図4に示した。ただし、膨圧を生じる範囲は、前述の理由により、太線はフリーハンドで描き、鎖線で(5)式の曲線を描いている。

表1と図4から明らかなように、上葉と下葉では $\pi_0$ 、 $\pi_p$ はそれぞれ有意に異なり、上葉は有利な特性を示した。以上の方法でパラメータは高い精度で求められるので、今後品種間で比較検討していく予定である。

引用文献

- (1) Tyree, M. T. et al: J. exp. Bot., 23, 267~282, 1972
- (2) Cheung, Y. N. S. et al: Can. J. Bot., 53, 1324~1346, 1975

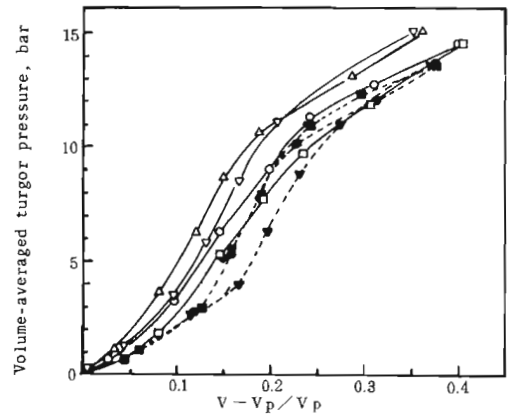


図-3  $P_{val}$  と  $(V - V_p) / V_p$  の関係

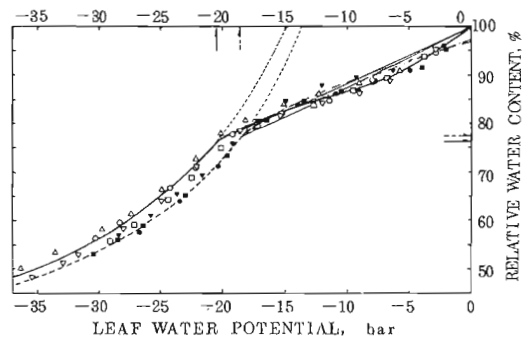


図-4 葉の相対含水率と水ポテンシャルの関係 矢印は  $V_e^*$  点を示す。