

プレッシャーチャンバー法における測定誤差と対策

九州大学農学部 玉泉幸一郎・須崎 民雄

1. はじめに

葉の水ポテンシャルを測定する方法としては、サイクロメーター法やプレッシャーチャンバー法(PC法)がある。このうち、PC法は測定が簡便であること、野外での測定が可能であることなどの理由から、広く普及した方法となっている。

ところが、PC法による測定値はサイクロメーター法による値と容易に一致しないことが報告されており¹⁾、この測定法の問題となっている。この原因のひとつには、PC法による測定時の蒸散による水分消失があげられている。つまり、PC法では測定部を植物体から切り取ってから測定が終了するまで、気孔からの蒸散は継続しており、この蒸散量による水分消失分の水ポテンシャルを低く推定すると考えられている。

このような測定時のミスによって生ずる誤差や、その対策についてはこれまであまり検討されてきていない。そこで、今回、蒸散による水分消失を防ぐ方法として、粘着テープを使った改良法を考案し、その有効性と従来法による誤差の程度について検討した。

2. 材料と方法

(1) 粘着テープによる蒸散の抑制: PC法による水ポテンシャル測定は以下の行程から成っている。1. 測定部を植物体より切り離す。2. 測定部をパッキンに固定する。3. パッキンとともにチャンバー本体に取り付ける。4. 圧をかけて切り口からの水の浸出を観察する。通常4の行程ではチャンバー内に水を含んだろ紙などを置くことによって蒸散の抑制が計られており、この過程での水分消失はかなり押えられている。しかし、1から3までの行程では蒸散は継続したままであり、この間に要する時間は、熟練しても数十秒から一分近くかかり、特に、対象植物の大きさが大きい場合やチャンバーと対象植物との距離が離れている場合には、さらに時間を要することになる。そこで、今回は行程1の終了時に気孔の多く存在する葉の裏面を中心に粘着テープで覆うことによ

って蒸散を抑制した。つまり、写真-1に示すように葉身の2倍ほどの長さに切った粘着テープを葉の裏面に接着し①、さらにこのテープを折り返し葉の上面も覆った②。この改良法の行程に要する時間は数秒の単位であった。2から4までの行程は従来の方と同じとした。(2) 改良法を適用した場合の試料採取後の木部圧ポテンシャル(XPP)の変化: 樹高3mのコナラと樹高1.5mのシャリンバイの陽葉を材料とし、1989年8月8日の11:00から13:00の間に測定を行った。5枚の葉を一分以内で改良法によって採取し、葉のXPPを3, 6, 9, 12, 15分後に一枚ずつ測定した。測定はコナラを先に2回、続いてシャリンバイを2回測定した。(3) 従来法と改良法による測定の比較: (2)に使用したコナラを対象木とし、1989年8月9日にXPPの日変化を従来法と改良法によって測定した。測定は2本の枝を対象とし、それぞれの枝について従来法と改良法で測定した。(4) コナラの葉の水分特性曲線: (3)の測定後、コナラの枝を夜間採取し、一夜暗黒下で飽水させた後、P-V曲線法によって葉の水分特性曲線を作成した。この水分特性曲線と(3)で測定されたXPPからその時の圧ポテンシャルを推定した。

3. 結果と考察

(1) 改良法を適用した場合の試料採取後のXPPの変化: 図-1に切断後の時間とXPPの関係を示した。いずれの場合でも、時間の経過とともにXPPは漸減しており、改良法でも蒸散を完全に抑制できていないと考えられる。しかし、屋外での測定では、1試料の測定は1分前後で終了することから、測定誤差を小さくすることだけに限定すればこの改良法は有効な方法と考えられる。さらに、ここでの結果は、改良法を適用した後、そのまま外に放置した場合を示しており、クールウェット法²⁾などを併用すればさらに長時間にわたってXPPの低下を防ぐことが可能になると思われる。(2) 従来法と改良法による測定値の比較: 従来法と改良法によって測定したXPPの日変化を図-2に示す。

明け方に高く、日中低下し、夕方に高くなる傾向はいずれの方法においても同じであったが、その値には差が認められた。すなわち、明け方と夕方ではほとんど同じ値となったが、日中では従来法での値が改良法の値よりかなり低い値で推移し、その差の最も大きなものは0.7MPaに達した。これらの差は測定する時の飽差、気孔の開き具合などによって変化するものであるが、ここでの結果からは、コナラを材料とした場合、従来法で測定すると、改良法よりもかなり低く測定してしまうことを指摘できる。

(3) コナラの葉の水分特性曲線：P-V曲線法によって得られたコナラの葉の水分特性曲線を図-3に示す。飽水時の水ポテンシャルは-1.8MPa、膨圧を失う時の水ポテンシャルは-2.0MPaでその時の水欠差は約6.5%という特性値が得られた。

(4) 膨圧の日変化の推定：図-2のXPPの日変化の値と図-3の水分特性曲線から膨圧の日変化を推定し図-4に示した。膨圧は明け方に高く、日中低下し、さらに夕方にかけて高くなる日変化を示した。両測定法での推定値の差はXPPの場合と同様であり、従来法での日中の低下が大きく、改良法で小さかった。従来法では日中膨圧が0MPaとなり、気孔が完全に閉じてしまう時間帯が想定されたが、改良法による方法では、常に膨圧を維持しながら日変化している結果となった。これらの結果の違いは、この種の水分生理、あるいは光合成特性を研究する場合においてはかなり異なる結論を導くこととなる。

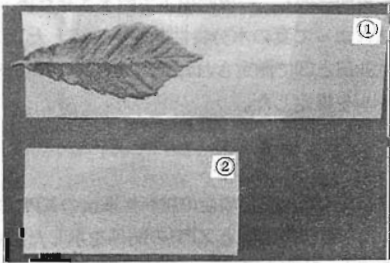


写真-1 粘着テープによる蒸散の抑制

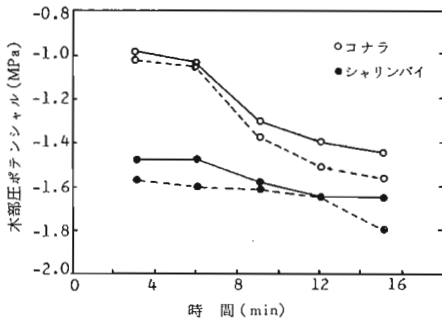


図-1 切断後時間経過にもなる木部圧ポテンシャルの変化 (改良法)

4. おわりに

PC法の測定法についてはこれまであまり問題にされなかったが、今回の結果から対象樹種によっては大きな測定誤差を生じることが明らかであり、測定時に十分な注意が必要であることがわかった。また、今回改良された方法は測定誤差を減じるためには有効な方法と考えられたが、粘着テープの影響など検討できなかった。さらに検討を加えることでよりよい測定法が確立されるものと考えている。

引用文献

- (1) 牛島忠広：植物の生産過程測定法，127～173，共立出版，東京，1981
- (2) 水永博己ほか：95回日林論，353～354，1984

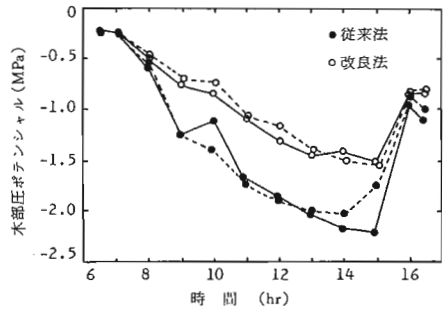


図-2 従来法と改良法による木部圧ポテンシャルの日変化の比較

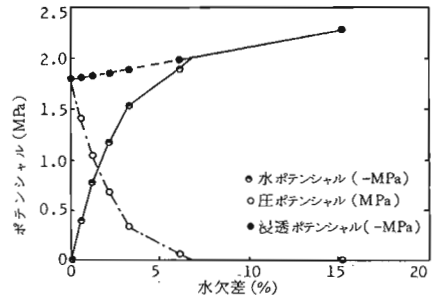


図-3 コナラ単葉の水分特性曲線

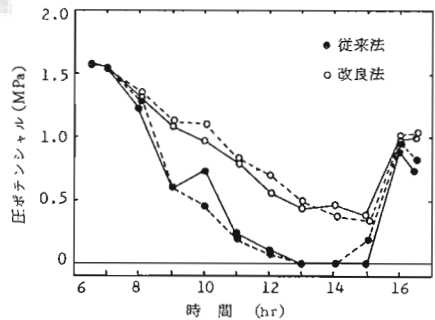


図-4 従来法と改良法による推定圧ポテンシャルの日変化の比較