



Delta-T Devices

AP4ポロメーターは、水蒸気に対する葉のコンダクタンスという観点から気孔の開口度を測定します。

葉コンダクタンスは、植物の葉からの水分損失と光合成によるCO₂吸収の主要な決定要因です。

- コンダクタンスまたは抵抗の直接読み出し
- 現場での校正が簡単かつ迅速に行える
- 測定中の葉のストレスを最小限に抑える
- 使いやすさ、耐久性 - 5年保証



AP4 ポロメーター

アプリケーション

植物の葉の気孔から水蒸気が失われることは、蒸散量と周囲の温度、気圧、湿度、風速を結びつける重要な要素の一つです。気孔は、光、相対湿度(RH)、二酸化炭素(CO₂)、水ストレス、病原体、汚染物質などに敏感です。AP4ポロメーターは、循環拡散の原理を利用して、正確で再現性のある便利な気孔コンダクタンスのフィールド計測を行います。葉面積や葉温の測定と組み合わせることで、植物全体やキャノピーからの水分損失を推定することができます。

そのため、AP4は、気孔の挙動に及ぼす様々な影響の定量化に非常に有効なツールです。また、環境の変化やストレスに対応したさまざまな作物品種の性能を比較する上でも、重要な役割を果たします。

実践的な経験 サイクル式ポロメーターの理論はよく理解されており(参考文献1)、4つの進化段階を経たこのタイプの機器の多くの納入実績によって裏付けられています。J.L.Monteith博士によって1974年に初めて考案されて以来、世界中で1000台以上のDelta-T Devicesポロメーターが使用されています(参考文献:2)。

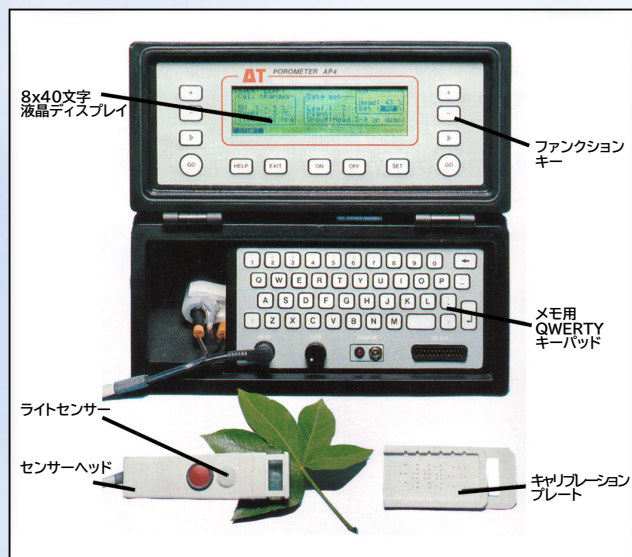
簡単で便利な使用方法

AP4の革新的なデザインは、ユーザーに論理的で便利な操作と、包括的な範囲の機能と特徴を提供します。特に、AP4は、温度補正された測定値を得るための自動化された高速サイクルと、簡単なキャリブレーションを提供します。

AP4を初めて使う人は、経験豊富なユーザーが持つすべてのオプションについて深く知らなくても、すぐに効果的な使い方ができます。

AP4は、キーボード、操作ボタン、ディスプレイを使いやすい高さに配置し、専用の保護キャリングケースに入れ、ショルダーストラップで持ち運ぶことができます。フレキシブルなケーブルにつながれたセンサーヘッドを、測定する葉にクリップで留めるだけです。初期化された後は、ヘッドにある読み取りボタンで片手操作できます。このボタンを押すだけで、連続した測定値の取得、評価、保存が可能です。安定した測定値は、ダブルビープ音でお知らせします。

液晶画面に表示されるメニューから、キャリブレーションや測定、保存データの確認・出力などをステップバイステップで行うことができます。また、SETボタンにより、過去に設定した内容を呼び出すことができます。



ダイレクトキャリブレーション

AP4に採用されているダイレクトキャリブレーション技術は、他のシステムよりも、読み取りの絶対精度に大きな自信を与えます。

AP4には、6つの穴が開いたポリプロピレン製のキャリブレーションプレートが付属しており、これらの穴から水蒸気が拡散する速度は慎重に検証されています。水蒸気は、湿らせた紙をプレートに裏打ちすることで供給されます。センサーヘッドをキャリブレーションプレートに取り付け、6つの標準的なキャリブレーション位置のそれぞれから読み取った値を保存します。

キャリブレーションは簡単なプロセスであり、現場で簡単に実施できます。測定セッションの開始時や、温度の変化、新しいRHサイクルレベルへの移動、センサーヘッドの代替カップへの変更などで必要になった場合に実施する必要があります。

動的拡散ポロメータと定常状態ポロメータの比較

ポロメトリー

ポロメトリーとは、気孔(特に葉の気孔)を通る気体の拡散を調べる研究です。植物の蒸散は主に気孔の開閉によって制御されているため、ポロメーターの使用は植物研究の多くの分野で不可欠です。

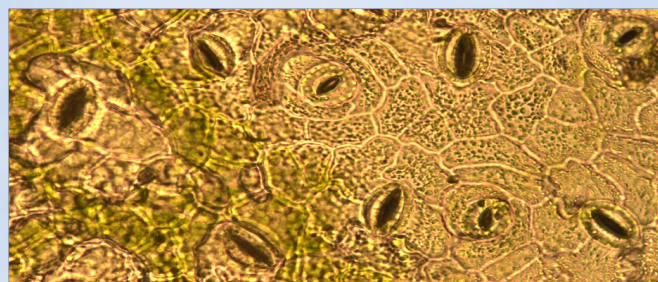
現在、ほとんどのフィールド測定は、動的または定常的な測定原理を使用する拡散ポロメーターによって行われています。Delta-T AP4のような動的拡散ポロメーターの特長は、シンプルで攪拌されていないリーフチャンバーと、拡散抵抗が既知のプレートを使った頻繁で簡単な再キャリブレーションが必要なことです。定常拡散ポロメーターは比較的複雑で、激しく攪拌されたリーフチャンバーを必要とし、再キャリブレーションは頻繁ではないものの、困難な場合があります。

相対的な強み

正確さ: 実験室の条件下では、2つのシステムは同等ですが、慎重にキャリブレーションすれば、非常に高い拡散コンダクタンスでは、定常状態の方がかなり正確です。

フィールド条件下では、状況が変化します。Delta-Tシステムの精度は、適切なきにフィールドで再校正するだけで、維持することができます。定常システムでは、精度はRH測定の絶対精度に依存します。拡散測定値の±18%以上の誤差は、±3%のRH誤差によって引き起こされます(参考文献3、4)。

葉をフィールドで測定する場合、汚染の可能性があるため、実験室で注意深く頻繁に再キャリブレーションしても、絶対RH測定の信頼性は通常±4%にとどまります。



ポロメーターチャンバー内の状況により、測定前に気孔が閉じてしまうことがあります。これは、激しく攪拌された定常系に関連する水損失の増加によって葉がストレスを受けているチャンバーでより発生しやすいものです。

分解能: 動的ポロメトリーと定常ポロメトリーの分解能はほぼ同じで、約 $0.5 \text{ mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$ です。

速度: どちらのシステムも、導電性の高い葉では約15秒、抵抗性の高い葉では約60秒以内に読み取りを行うことができます。

利便性: どちらのシステムも気孔コンダクタンスユニットを直接読み取ることができますが、AP4はすべての関連する読み取り情報をシンプルで包括的なグラフィック表示することができます。プラスチック製のAP4センサーヘッドの重量はわずか130gで、多くの定常ポロメーターの1/3以下の重量です。

サンプリングエリア: ダイナミックシステムのチャンバーは無攪拌であるため、小さなRHセンサーと組み合わせると大きなサンプリングエリアを使用することは現実的ではありません。しかし、ユーザーの経験によると、これは非常に不便であり、時折、より多くのサンプルを採取する必要がありますが示唆されています。

価格: 一般的に、ダイナミックポロメーターは、リーフチャンバーや高価なガス流量計を必要としないため、安価です。

精度に妥協することなく、使いやすさ、信頼性、経済性を追求した動的拡散ポロメーターは、世界中の科学者に選ばれ続けています。

コンパクトセンサーヘッド

軽量でコンパクトなAP4センサーヘッドは、狭いキャノピーや密集したキャノピーでも、葉へのストレスを最小限に抑えながら、信頼性の高い迅速な測定を可能にします。赤色の読み取りボタンにより、片手で測定が可能です。

低吸水性ポリプロピレン製のヘッドには、葉の形状に合わせた2つのカップ(キューベット)があり、1つは溝付き、もう1つは円形です。スライド式のカバーで、葉のアライメントを確認できます。シリコンラバーシールが葉の表面にやさしく押し付け、サンプルエリアを定義します。

ヘッドには、カップと葉の温度を測定する高速応答センサーが内蔵されており、自動温度補正が可能です(参考文献3)。白色断熱材が明るい日光によるカップの加熱を抑え、PARフォトダイオードセンサー(光合成有効放射)が葉に入射する光を測定します。

測定単位

AP4では、気孔コンダクタンスか抵抗、また速度単位かモル単位かを選択することができます。モル単位は、光合成における生化学的単位、たとえば生成されるバイオマスのモル数やPARクアンタのフラックス密度と比較が可能です。速度単位がその両方に依存するのに対し、モル単位は圧力に依存せず、温度にも弱く依存するだけという利点があります。AP4は、すべての測定値を周囲温度と圧力の設定値に合わせます。

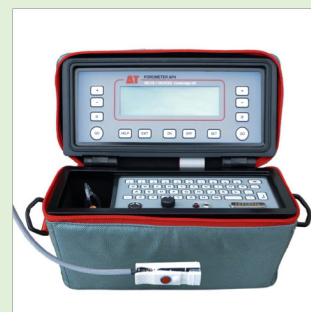
キャリブレーションと実際の測定間の気圧の変化は、抵抗測定値に影響を与えます:1kPaの変化は、測定された抵抗値に1%の誤差を引き起こす可能性があります。天候の極端な変化がこの影響を与える可能性があります。通常は標高がより大きな要因となり、その変化率は100mあたり1kPaです。PBR1腕時計型気圧計は、局地気圧の監視に適しています(注文情報を参照)。



データ処理

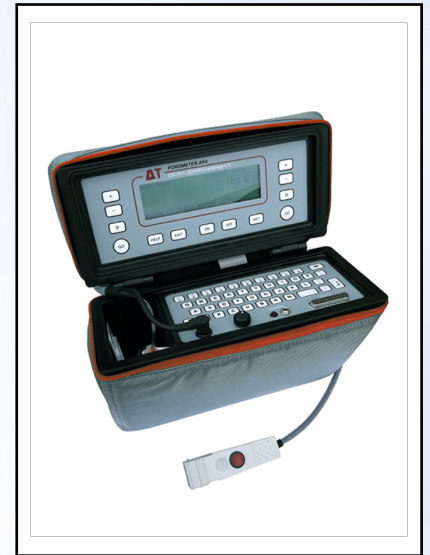
オンボードメモリは、最大1500個の読み取り値を保存でき、メモ機能も付いています。データはRS232リンクを通してコンピューター、プリンター、ポケットターミナルにエクスポートできます。データ形式は、Excelを含む標準的な分析ソフトウェアへの直接入力に適しています。データ形式は、読み取り値、読み取りラベル、時間、光量、温度、相対湿度で構成されます。キーパッドを使用して、各読み取り値について30文字までのメモを追加できます。

3	GOUP 6: Pinot		Date :	22/06/2023	Set RH:	50%	Units:	mmol/m ² /s	
4							Press:	1000 hPa	
5									
6	Time	Plant	Leaf	Conduct.	Cup T	Cup-Leaf	Light	Notes	
7	15.52	1	1	17.7	23.8	0.1	810	upper-centre of plot	
8	15.53	1	2	216.0	24.0	0.2	320	lower	
9	15.53	1	3	21.2	24.2	0.3	570	upper	
10	15.54	2	1	435.0	24.4	0.4	340	lower	
11	15.55	2	2	15.6	24.5	0.3	660	upper-edge of plot	
12	15.55	2	3	131.0	24.5	0.6	480	lower	



ポロメーター AP4 仕様

パラメーター	読取り範囲	分解能 [1]	精度 [2]	テスト条件 読取り範囲
コンダクタンス	5.0~1200mmolm ⁻² s ⁻¹	0.1~10	±10%	5~800mmolm ⁻² s ⁻¹
			±20%	800~1200mmolm ⁻² s ⁻¹
コンダクタンス	0.25~30.0mms ⁻¹	0.01~0.1	±10%	0.25~20mms ⁻¹
			±20%	20~30mms ⁻¹
レジスタンス	0.2~40scm ⁻¹	0.01~0.1	±10%	0.5~40scm ⁻¹
			±0.2scm ⁻¹	0.2~0.5scm ⁻¹
RH	0~100%	0.1	±4%	
カップ温度	-5~+55°C	0.1	±0.7°C	0~50°C
カップリーフ温度	-5~+5°C	0.1	±0.2°C	0~50°C
PAR flux [3]	0~2500μmolm ⁻² s ⁻¹	10	±15%	
気圧 [4]	600~1200hPa、5hPaステップで設定可能			
RHサイクルレベル	20~80%RH、5%ステップで設定可能 [5]			



注意:

- [1] 分解能は得られる値の大きさによって異なります。表示されている範囲は読み取り範囲に対応しています。相対的には、分解能は2%より良いですが、少なくとも示された最小量です。
- [2] 記載された精度はキャリブレーションプレートの範囲全体および最適なカップ条件、つまり、実際のカップ温度とキャリブレーション時のカップ温度の差が+10~-5°C、葉温とカップ温度の差が+2.5~-2.5°Cの場合です。
- [3] スペクトルとコサイン応答は近似値です。
- [4] 周囲の気圧は腕時計型気圧計PBR1から読み取ることができます。
- [5] 温度、コンダクタンス、RHレベルの極端な組み合わせでのサイクルは常に可能とは限りません。

測定単位

コンダクタンス: mmolm⁻²s⁻¹, mms⁻¹, cms⁻¹

レジスタンス: scm⁻¹, sm⁻¹, m²smol⁻¹

20°C、1000hPaにおけるキャリブレーション板の値

プレート ポジション	コンダクタンス (mmolm ⁻² s ⁻¹)	レジスタンス (scm ⁻¹)
1	15	27.3
2	25	16.5
3	55	7.4
4	132	3.1
5	257	1.6
6	513	0.8

センサーヘッド

カップ : (a) スロット、2.5 x 17.5 mm、両端は丸くなっています。
(b) 円形、直径6mm

RHセンサー : IST P14 ラピッド

温度センサー : 高精度100Kサーミスタ

受光センサー : アンフィルタ-GaAsPフォトダイオード

ケーブル長 : 1.2 m

サイズ/重量 : 110 x 30 x 27 mm、130 g(ケーブル含まず)

データ処理

読み取りメモリ : 最大1500データ、注釈付(印刷サンプルを参照ください)

データインターフェース : RS232シリアル、最大9600 baud、PC接続用コネクターおよびアダプター付属

ソフトウェア : Windows用、データをカンマ区切りのASCIIデータファイル(.CSV)に保存

コントロールユニット

ディスプレイ : 8行×40文字LCD

キー : 13ファンクションキー、フルQWERTYキーボード

キャリングケース : パッド入り、ショルダーおよびウエストストラップ付き

サイズ/重量 : 300 x 220 x 140mm、3kg

電源

バッテリー : 内蔵充電式、持続時間20時間

充電器 : AP4バッテリー充電器

参考文献

1. Monteith, J. L., Campbell, G. S. & Potter, E. A., 'Theory and performance of a dynamic diffusion porometer'. Agric. Meteorol. Meteorol. 44,27-38, 1988.
2. Stiles, W., Monteith, J. L. & Bull, T. A., 'A diffusive resistance porometer for field use'. J. Appl. Ecol.7, 617-638,1970.
3. Campbell, G. S., 'Steady-state diffusion porometer'. Research Bulletin 809, Washington State University, 20-23,1975.
4. McDermitt, D.K., 「ポロメーターデータからの気孔コンダクタンスと蒸散量の推定における誤差の原因」。HortScience,25(12), 1538-1548,1990.

オーダーインフォメーション

AP4ポロメーター: 内蔵充電式電池、PSH1型センサーヘッド、キャリブレーション用プレート、キャリングバッグ、取扱説明書、クイックガイド、RS232ケーブル、データ収集ソフトウェア、PCK1型消耗品キット(紙パッド、テープ、シリカゲル500g、シリカゲルチューブ、カップシール2枚、カップガasket)、充電器(110V、220V、230Vの主電源で動作)、USB-RS232アダプターケーブル

オプション:

腕時計型気圧計PBR1、大気圧を読み取ります。

AP4消耗品キット PCK1、計器に付属。

AP4スペアキットPSK2、スペアマニュアルを含みます。

詳細リストはお問い合わせください。

スペアAP4センサーヘッドPSH1

予備充電電池 PSB2

予備充電器 AP-CHG

スペアキャリブレーションプレート AP-CP