

## 自動計測サイクロメータによる作物葉 P-V 曲線と永久しおれ点の直接計測

## The Direct Measurements of P-V Curve and Permanent Welting Point in Crop Leaves by the Automatic Thermocouple Psychrometer

○榊原正典\* 大石和彦\* 岩崎泰永\*\* 三枝正彦\*  
Sakakibara Masanori\*, Ooishi Kazuhiko\*, Iwasaki Yasuei\*\*, Saigusa Masahiko\*

## 1 はじめに

土壤も土性に応じた土壤水分保持曲線を持つように、作物にも群目科属に応じた作物葉の水分保持曲線（P-V 曲線）を持ち、作物の水分特性を理解する上での重要な指標となっている。

我々は、半導体チップで電子回路を構成し、現場計測に適する軽量小型化した自動計測ペルチエ型熱電対サイクロメータを新たに開発して、作物葉の P-V 曲線の作成を試みた。

その結果、作物ごとに P-V 曲線は異なり、その永久しおれ点、液胞中のシンプラスト水濃度、細胞壁中のアポプラスト水濃度、作物の基礎代謝ストレスを明確な数値（MPa 単位）として直接計測できた。また、P-V 曲線より葉内のシンプラスト水とアポプラスト水の構成比も算出した。

特に、『作物の永久しおれ点は実用的に p F 4.2（約 -1.5MPa）の土壤水分とする』と農業土木標準用語辞典に記述されるように間接的に定義されてきたが、本来的には作物から決定されるべき限界値であるにもかかわらず、これまで誰も計測できなかった。本計測器はそれを可能にした。

本試験結果から、黒大豆葉は -4.20MPa、ゴーヤ葉は -4.58MPa、サツマイモ葉は -7.11MPa の永久しおれ点を示し、作物によって耐旱性はそれぞれ異なり、「飢饉に際し甘藷を植えろ」と言う江戸時代の青木昆陽先生の教えを科学的に実証できたので報告する。

## 2. 試験材料および試験方法

供試材料は黒大豆、ゴーヤ、サツマイモの葉で、早朝に各 8 枚葉柄で切断して採取する。次に葉柄を水中に浸漬させて暗室内で 6 時間飽和させたのち、明室で葉を空中に放置して水切りを行う。その脱水過程の葉の水ポテンシャル  $\Psi$  は、気孔の多い葉裏にチャンバーを押し付けて計測するため、作物葉を葉用センサ（Fig. 1）で挟み、自動計測サイクロメータ（Fig. 2）を用いて、10 分間隔に非破壊、連続、自動計測した。水分欠損率 WSD は、残り 7 枚の葉の脱水過程の生重量 FW を約 1 時間毎に 0.001g 感度の電子天秤で計量し、試験終了後に乾燥器で 65°C 24 時間の炉乾燥を行って乾燥重量 DW を計量した。

なお水分欠損率 WSD (%) は次式で算出した。

$$WSD(\%) = (SW - FW) / (SW - DW) \times 100$$

ここで、FW：生重量、DW：乾燥重量、SW：飽和重量である。



Fig. 1 Leaf Sensor Fig. 2 Automatic-Psychrometer

\* 国立大学法人豊橋技術科学大学 Toyohashi University of Technology

\*\* 独立研究開発法人農研機構・野菜茶業研究所 NARO. Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：葉の水分保持曲線、水ポテンシャル、永久しおれ点、自動計測サイクロメータ

### 3. 結果および考察

Fig. 3~5 の黒大豆葉、ゴーヤ葉、サツマイモ葉の脱水過程は同様データを示し、試験結果は Table 1 に整理した。つまり、『作物葉のしおれ現象』は、脱水により液胞中のシンプラスト水が濃縮されて水ポテンシャルが漸次低下し、折り返す最低点の「永久しおれ点」に達すると細胞壁が破壊されて、細胞壁中のアポプラスト水が吐出して急激に水ポテンシャル $\Psi$ を上昇させ、その濃度は各葉とも薄い。Fig. 6~8 の P-V 曲線は、 $1/\Psi = 0$  の WSD 軸切片が葉内のシンプラスト水の割合となる。

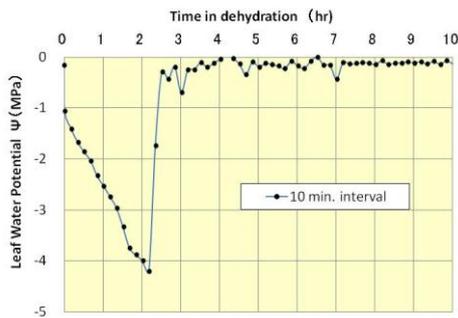


Fig.3 Changes in a Black Soybean Leaf

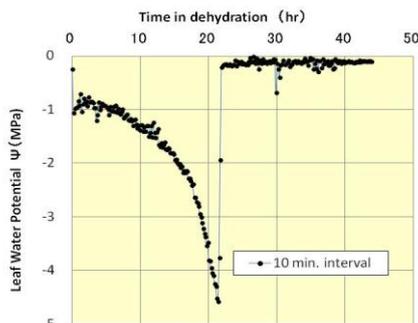


Fig.4 Changes in a Bitter Melon Leaf

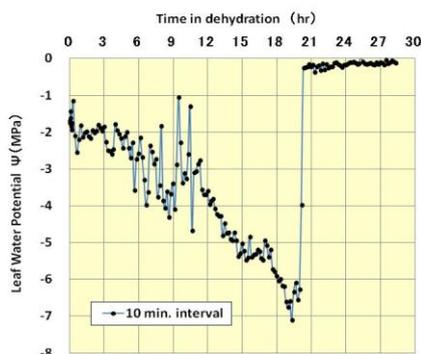


Fig.5 Changes in a Sweet Potato Leaf

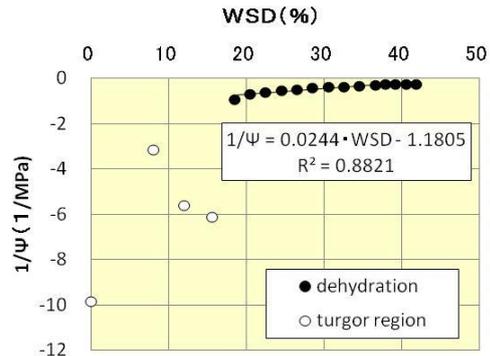


Fig.6 P-V Curve of a Black Soybean Leaf

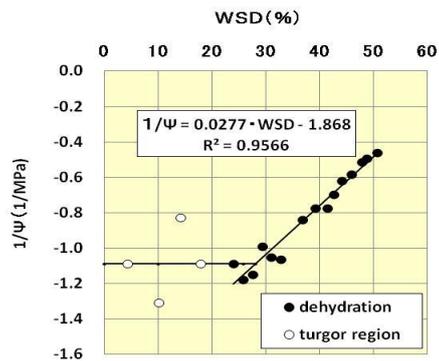


Fig.7 P-V Curve of a Bitter Melon Leaf

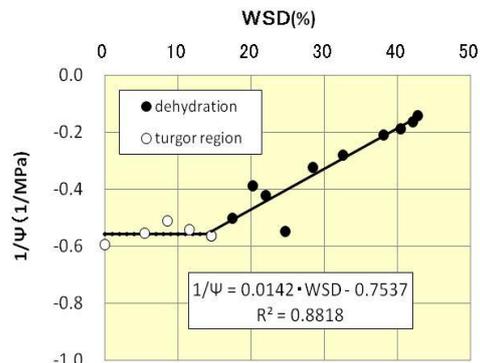


Fig.8 P-V Curve of a Sweet Potato Leaf

謝辞：本研究は平成 25~27 年度「農水省熱プロジェクト（課題番号 2-10）」の支援を受けた。

測定日	作物	基礎代謝ストレス(Mpa)	水切り時間(hr)	永久しおれ点(MPa)	pF	WSD(%)	細胞壁中液濃度(MPa)	$1/\Psi = 0$ (%)
8/25	黒大豆	$-0.151 \pm 0.005$	2.18	-4.20	4.62	41.8	$-0.111 \pm 0.003$	48.4
8/18	ゴーヤ	$-0.222 \pm 0.020$	21.33	-4.58	4.66	50.7	$-0.126 \pm 0.004$	67.4
9/03	サツマイモ	$-2.015 \pm 0.013$	19.32	-7.11	4.85	42.7	$-0.211 \pm 0.009$	53.1