

# カンキツ用簡易土壌水分計の 利用方法 標準作業手順書

公開版





# 目次

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| はじめに                               | 1         |
| <b>I. カンキツが受けている乾燥ストレスの判定方法と課題</b> | <b>3</b>  |
| 1. 時期別の乾燥ストレスと灌水管理                 | 3         |
| 2. 生産者の経験に基づく判定と課題                 | 3         |
| 3. カンキツの樹体情報（葉内最大水ポテンシャル）に基づく判定と課題 | 4         |
| 4. 土壌水分に基づく判定と課題                   | 5         |
| <b>II. 簡易土壌水分計の概要と特徴</b>           | <b>7</b>  |
| 1. 簡易土壌水分計の概要                      | 7         |
| 2. 簡易土壌水分計の測定メカニズム                 | 8         |
| 3. 1日当たりの水位低下量は乾燥ストレスおよび灌水要否の指標になる | 9         |
| 4. 積算水位低下量は糖度の指標になる                | 12        |
| <b>III. 簡易土壌水分計を用いた灌水の要否判定技術</b>   | <b>13</b> |
| 1. 技術の導入先                          | 13        |
| 2. 適用条件                            | 15        |
| 3. 灌水の要否判定を行う手順                    | 15        |
| 4. 温州ミカン等を対象にした灌水の要否判定             | 15        |
| 5. 中晩柑等を対象にした灌水の要否判定               | 17        |
| <b>IV. 簡易土壌水分計を用いた灌水の要否判定の事例</b>   | <b>20</b> |
| <b>V. 簡易土壌水分計の設置方法</b>             | <b>25</b> |
| 1. 簡易土壌水分計の購入                      | 25        |
| 2. 設置場所の選定                         | 26        |
| 3. 設置時期                            | 26        |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 4. ポーラスカップを設置する深さ            | 26        |
| 5. 簡易土壌水分計の設置方法              | 27        |
| <b>VI. 簡易土壌水分計のメンテナンスと修理</b> | <b>30</b> |
| 1. メンテナンス                    | 30        |
| 2. 修理（ポーラスカップが割れた場合）         | 31        |
| 3. 修理（塩ビ管が折れた場合）             | 33        |
| 4. メンテナンスや修理に必要な資材や工具の情報     | 35        |
| <b>VII. 用語解説</b>             | <b>36</b> |
| <b>参考資料</b>                  | <b>38</b> |
| <b>担当窓口、連絡先</b>              | <b>38</b> |

## はじめに

カンキツは果汁蓄積期に適度な乾燥ストレスをかけることにより、糖度が上昇し、商品価値が高まります。カンキツに適度な乾燥ストレスを付与する方法として、園地に透湿性防水シートと点滴灌水チューブを敷設する栽培技術（マルドリ方式）が開発されています。透湿性防水シートの防水効果により、雨が降ってもカンキツの根域に雨水が浸入することはありません。さらに、シートの透湿効果により、土壌からの湿気をシートの外に逃がすことができます。そのため、透湿性防水シートの敷設によって、土壌を乾燥させ、カンキツに乾燥ストレスを付与することが可能です。一方、土壌が乾燥し過ぎてカンキツに過度な乾燥ストレスがかかる場合には、点滴灌水が実施されます。点滴灌水により、乾燥ストレスを適度な状態に戻すことが可能です。このように、透湿性防水シートと点滴灌水によって土壌水分をコントロールし、カンキツを適度な乾燥ストレス下に置くことが可能になりました。

しかし、適度な乾燥ストレスを維持するためには、カンキツが受けている乾燥ストレスを常に把握する必要があります。乾燥ストレスの把握は葉の巻き加減や葉色、樹勢などを判断材料に、生産者の経験と勘に頼っているのが現状です。そのため、乾燥ストレスの判定に習熟していない生産者（例えば新規就農者等）が乾燥ストレスをかけ過ぎて果実が酸高になったり、樹体にダメージを与えたりする場合があります。逆に、乾燥ストレスが不十分で果実が低糖度となることもあります。このため、乾燥ストレスの把握を手助けする技術が求められています。

そこで、農研機構はカンキツが受けている乾燥ストレスを簡便に把握できる【簡易土壌水分計】を開発しました。簡易土壌水分計はポラスカップ（多孔質のセラミック）、透明の目盛付き塩ビ管、異径ソケット、シリコン栓から構成され、低水分領域の測定に特化した土壌水分計です。さらに、簡易土壌水分計を使って灌水の要否判定を可能にしました。本手順書では簡易土壌水分計の仕組みと利用方法をまとめるとともに、その活用により乾燥ストレスの適正化を実現した事例を紹介します。カンキツの高品質安定生産を実現するために、本手順書をご利用いただければ幸いです。

## ■ 免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に記載されたデータは、農研機構が行った試験で得られたものであり、試験方法、条件等により結果が異なる場合があります。
- 簡易土壌水分計は設置した場所の樹を対象に、乾燥ストレスおよび灌水の要否を判定します。園地全体の乾燥ストレスおよび灌水の要否を判定する測器ではありません。
- カンキツの根が地中深く伸びた樹や、マルチの外にまで根が広がった樹の乾燥ストレスおよび灌水の要否は判定できません。
- ポーラスカップの直上に点滴灌水チューブがあり、灌水した水が簡易土壌水分計のポーラスカップに届く場合のように、カンキツ根域の土壌水分とポーラスカップ近傍の土壌水分とが大きく異なる場合には、灌水の要否は判定できません。
- 本手順書で紹介する設置方法は、2015年発行の「カンキツ用簡易土壌水分計利用マニュアル（設置・修理）」（参考資料7）で紹介している設置方法（以下、旧設置方法）とは異なります。本手順書のⅢ章に示す灌水の要否判定も旧設置方法では使えません。したがって、これまでに簡易土壌水分計を旧設置方法で設置し、既に独自の灌水指標が出来ている園地を除き、本手順書で紹介する新しい設置方法を推奨します。

本研究の一部は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」で実施しました。本手順書に掲載されている図表は本事業のコンソーシアムから使用の許諾を受けています。

# I. カンキツが受けている乾燥ストレスの判定方法と課題

## 1. 時期別の乾燥ストレスと灌水管理

商品価値の高い果実を生産するには、適度な乾燥ストレスをかけて果実糖度を高める必要があります。図 I -1 は温州ミカンについて、時期別に必要とされる乾燥ストレスと灌水管理との関係を示しています。梅雨明け以降、適度な乾燥ストレスを与えて糖度を上昇させます。ただし、乾燥ストレスが強すぎた場合には酸高になるため、いったん乾燥ストレスを弱め、減酸を図ります。収穫時期が近づくと再び乾燥ストレスを強め、目標とする糖度を目指します。

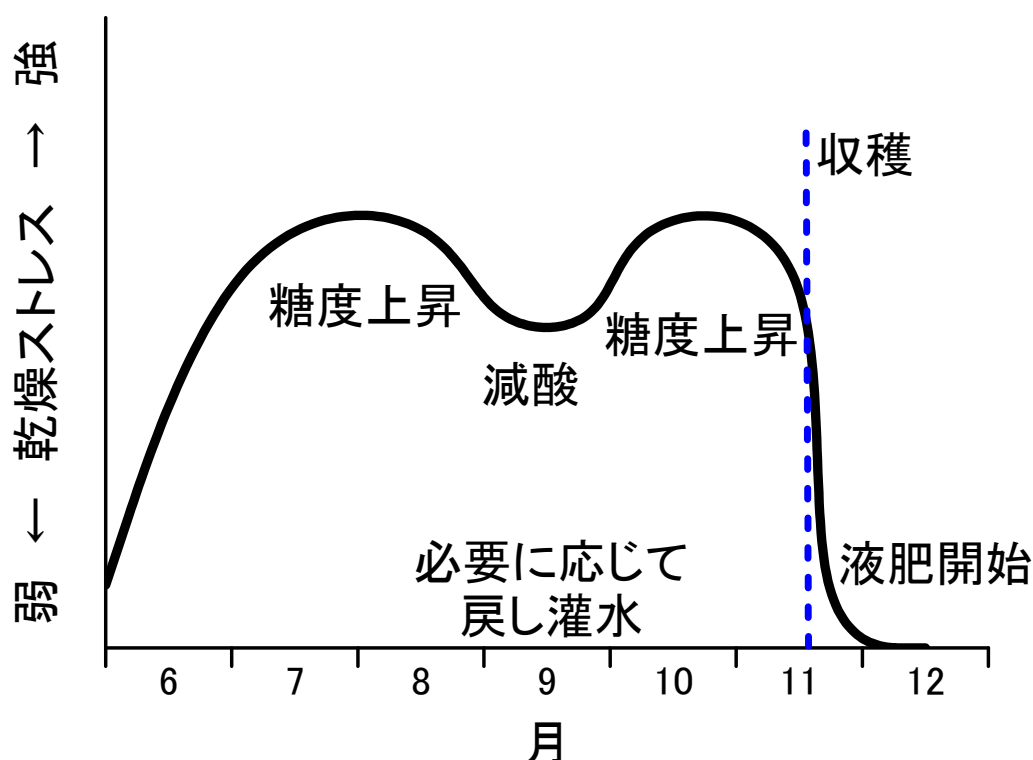


図 I -1 時期別の乾燥ストレスと灌水管理

## 2. 生産者の経験に基づく判定と課題

カンキツは乾燥ストレスを受けると次第に葉が巻き、葉の色が濃い緑色から緑黄色に変わります。生産者はカンキツの葉の巻き加減や葉色（図 I -2 参照）、樹勢などを判断材料に、カンキツが受けている乾燥ストレスを判定し、灌水管理を行います。しかし、正確に判定できる

ようになるには長年の経験が必要です。乾燥ストレスの判定に習熟していない新規就農者等は乾燥ストレスを過大に判定したり、逆に過少に判定したりして、灌水管理を誤り、カンキツの品質を落とす原因となっています。



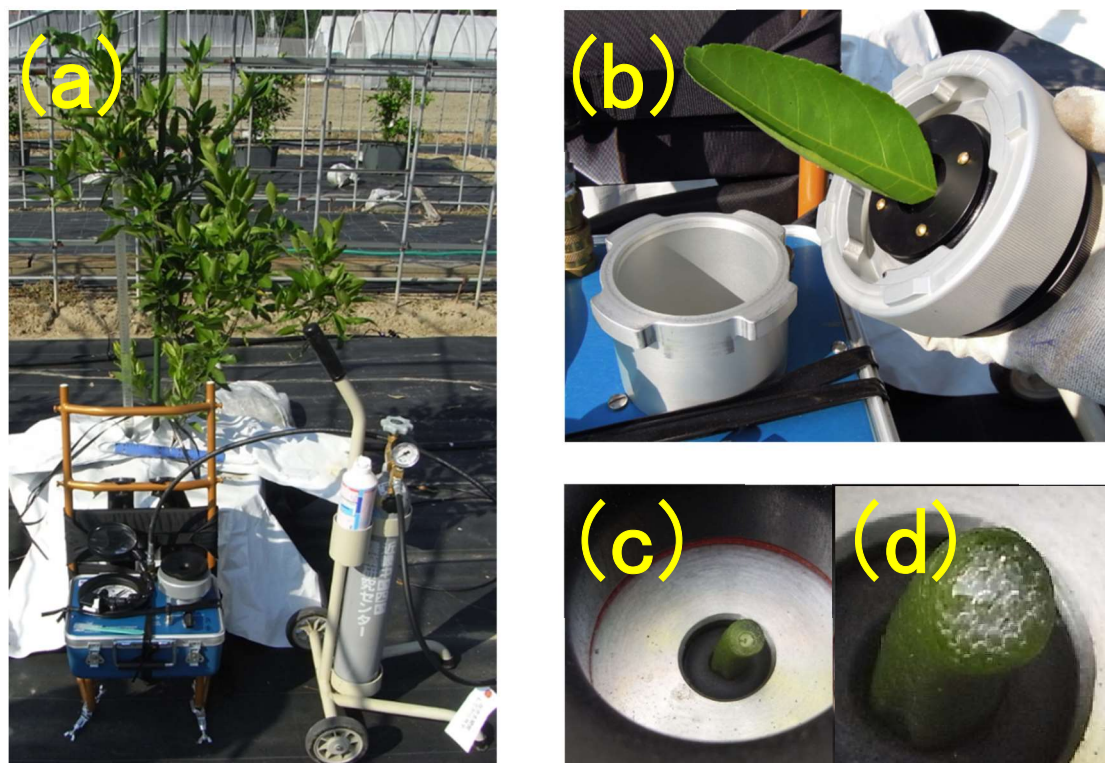
**図 I -2 カンキツの乾燥ストレスの有無による葉の違い**  
(a)乾燥ストレスを受けていない状態、(b)乾燥ストレスを受けている状態

### 3. カンキツの樹体情報（葉内最大水ポテンシャル）に基づく判定と課題

カンキツが受けている乾燥ストレスを最も正確に示す指標は葉内最大水ポテンシャル<sup>1)</sup>（上付き数字のある用語は「VII.用語解説」を参照）です。葉内最大水ポテンシャルは図 I -3 (a) に示す水ポテンシャル測定装置<sup>2)</sup>を用いて、日の出前に測定する必要があります。測定方法は、葉柄をチャンバーカバーに挟み込み（b、c）、チャンバーカバーを密閉容器に取り付けます。次に、ガスボンベから密閉容器に高圧の窒素ガスを送り込みます。容器内の圧力を高めると葉柄から汁が出始めます（d）。汁が出始めた時の密閉容器内の圧力が葉内最大水ポテンシャルです。この圧力が高いほどカンキツは強い乾燥ストレスを受けています。水ポテンシ



ヤル測定装置は生産者が使える装置ではありません。さらに、測定は日の出前に行う必要があるため、利用場面が限られます。



**図 I -3 水ポテンシャル測定装置による乾燥ストレスの測定**  
(a)装置全体、(b)葉柄をチャンバーに挟み込んだ状態、(c) 葉を密閉容器に取り付けた状態、(d) 密閉容器の圧力が葉内最大水ポテンシャルに達して葉柄から汁が出始めた状態

#### 4. 土壌水分に基づく判定と課題

カンキツが受けている乾燥ストレスを土壌水分から判定する試みは古くから行われています。すなわち、土壌水分計から得られる情報を基に、乾燥ストレスを判定する方法です。しかし、図 I -4 に示すような広く利用されているテンシオメーター<sup>3)</sup>や TDR 土壌水分計<sup>4)</sup>でも、カンキツが乾燥ストレスを受け始める前に測定限界に達したり、測定値が変化しなくなったりするため、カンキツの乾燥ストレスを判定するツールとしては不十分です。このように、カンキツが受けている乾燥ストレスを判定する方法はいくつかありますが、それぞれ一長一短があります。特に、土壌

水分計を使って乾燥ストレスを判定する方法は未確立です。そこで、乾燥ストレスを判定するツールとして、低水分領域の測定に特化した簡易土壌水分計を開発しました。



**図 I -4 代表的な土壌水分計**  
左はテンシオメーター、右は TDR 土壌水分計

### コラム テンシオメーター

土壌水分計には、土壌中に含まれる水の割合を測定するタイプと、土壌中に水が保持されているエネルギーを測定するタイプとがあります。前者で測定される土壌水分は体積含水率であり、後者はマトリックポテンシャルです（pF 値や吸引圧とも呼ばれる）。

土壌のマトリックポテンシャルは植物が土壌中の水を吸い取るのに必要なエネルギーを示し、植物が受けている乾燥ストレスを表す優れた指標です。

土壌のマトリックポテンシャルを測定する土壌水分計にテンシオメーターがあります。テンシオメーターはポーラスカップと呼ばれる多孔質のセラミックにより、ポーラスカップ内の水と土壌中の水とを結び付け、平衡状態にします。この状態でポーラスカップ内の負圧を真空計で測定することにより、土壌のマトリックポテンシャルを測定します。ただし、土壌が pF2.8 以上に乾燥するとポーラスカップを通して測器内に空気が入るため、マトリックポテンシャルを正確に測定できなくなります。テンシオメーターは pF2.8 が実用上の測定限界であり、負圧が真空に達する pF3.0 が理論上の測定限界です。すなわち、カンキツが乾燥ストレスを受け始める前にテンシオメーターは測定限界に達します。

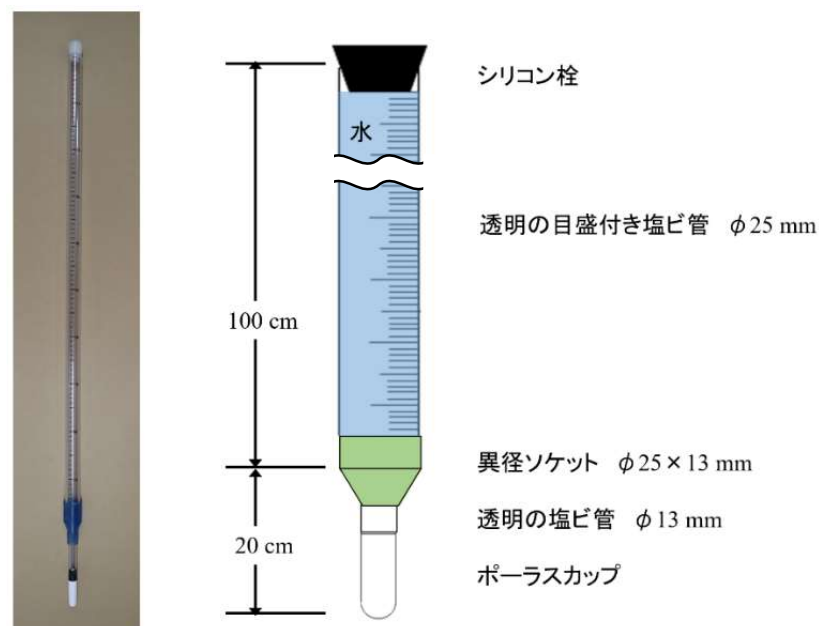
土壌が pF2.8 以上に乾燥するとポーラスカップを通して測器内に空気が入るというテンシオメーターの弱点を逆に利用して開発した測器が、本手順書で用いる簡易土壌水分計です。

## Ⅱ. 簡易土壌水分計の概要と特徴

### 1. 簡易土壌水分計の概要

カンキツ用簡易土壌水分計の構造を図Ⅱ-1に示します。

- 簡易土壌水分計はポーラスカップ（多孔質のセラミック）、透明の目盛付き塩ビ管、異径ソケット、シリコン栓から構成される測器です。
- 簡易土壌水分計は農研機構が開発した土壌水分計です（特許第 4840803号）。
- 簡易土壌水分計は土壌水分目視計の商品名で販売されています（Ⅴ章参照）。
- 簡易土壌水分計を異径ソケット部分まで地中に挿して測定します。
- 塩ビ管内に水を満たし、シリコン栓で蓋をして測定を開始します。
- 塩ビ管内の水位を簡易土壌水分計の指示値として読み取ります。
- 土壌が湿っている状態では塩ビ管内の水位は低下しません。
- 土壌の pF 値<sup>5)</sup>が 2.8 に達すると（カンキツが乾燥ストレスを受ける少し手前の状態）、簡易土壌水分計の水位が低下し始めます。
- 塩ビ管内の水位は土壌の乾燥程度に応じて日々低下します。



図Ⅱ-1 カンキツ用簡易土壌水分計の構造  
実物の写真（左）と構造を示したイメージ図（右）

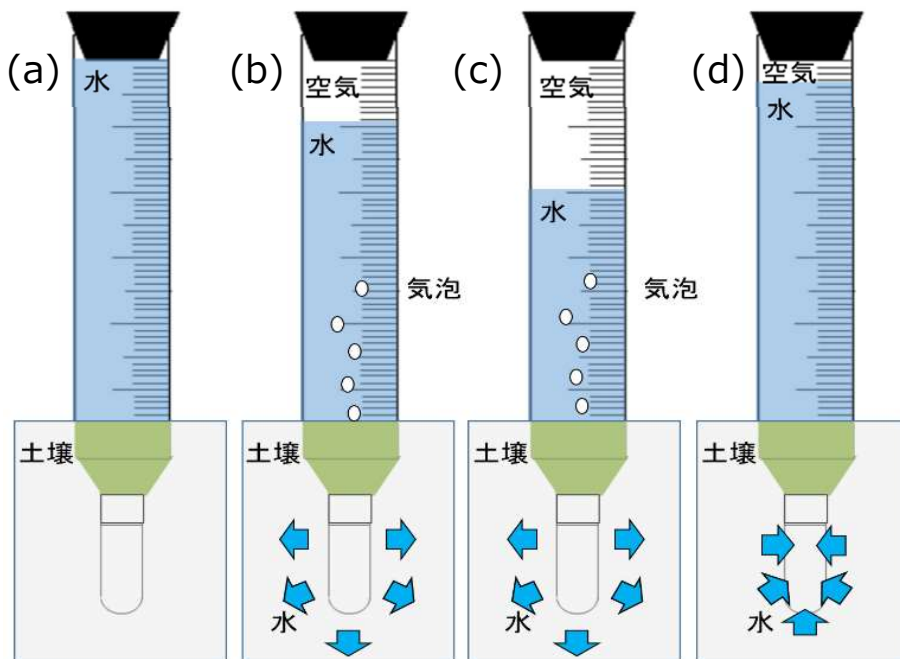
## 2. 簡易土壌水分計の測定メカニズム

簡易土壌水分計の測定メカニズムを図Ⅱ-2を参照しながら解説します。

図Ⅱ-2(a)は土壌の pF 値が 2.8 未満の湿った土壌に簡易土壌水分計が設置された状態です。簡易土壌水分計の水位は低下しません。

図Ⅱ-2(b)は土壌が pF2.8 以上に乾燥した状態です。ポーラスカップを通して水が土壌中に徐々に吸い取られ、吸い取られた水を補うために塩ビ管内に空気が入ります。ポーラスカップから侵入する空気の量は土壌の pF 値が 2.8 以上であれば 1 日当たり  $0.566\text{cm}^3$  です。カンキツ用簡易土壌水分計の塩ビ管 ( $\Phi 25\text{mm}$ ) では 1 日当たり 0.1cm の空気層になります。この空気が土壌の吸引圧 (マトリックポテンシャル、pF 値) に釣り合うまで引き伸ばされ、塩ビ管内の水位が低下します。

図Ⅱ-2(c)は土壌の乾燥状態が続いている状態です。土壌が pF2.8 以上に乾燥して



**図Ⅱ-2 簡易土壌水分計の測定メカニズム**

(a)土壌が湿っている状態、(b)土壌が pF2.8 以上に乾燥した状態、(c)土壌の乾燥が続いている状態、(d)乾燥していた土壌が pF2.8 未満に湿った状態

いれば、ポーラスカップから空気が侵入し続けるため、塩ビ管内の水位は土壌の吸引圧に応じて日々低下します。これが簡易土壌水分計の測定メカニズムです（黒瀬，2010；黒瀬ら，2016）。

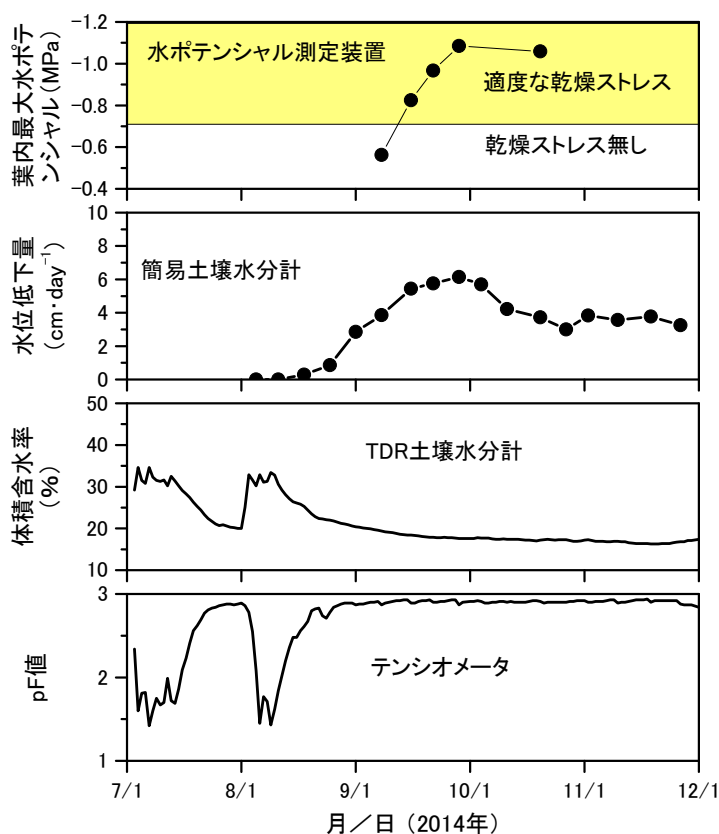
図Ⅱ-2(d)は、(c)の状態から降雨等で土壌が湿った状態です。土壌の pF 値が 2.8 未満になると、ポーラスカップから空気は侵入しなくなり、水位の低下は止まります。さらに、塩ビ管内の負圧によって土壌中の水がポーラスカップを通して吸い込まれ、塩ビ管内の水位が上昇します。

### 3. 1 日当たりの水位低下量は乾燥ストレスおよび灌水要否の指標になる

カンキツが受けている乾燥ストレスを最も正確に示す指標は葉内最大水ポテンシャルです。カンキツが強い乾燥ストレスを受けるほど葉内最大水ポテンシャルはマイナスの値が大きくなります。図Ⅱ-3はカンキツ園地に簡易土壌水分計を設置し、1週間毎に簡易土壌水分計の水位を測定するとともに、水ポテンシャル測定装置を用いてカンキツの葉内最大水ポテンシャルを測定した結果です。簡易土壌水分計の水位は1週間毎に測定したため、水位低下量を経過日数で割って1日当たりの水位低下量で図示しています。テンシオメーターとTDR土壌水分計で測定した土壌水分（pF値<sup>5)</sup>と体積含水率<sup>6)</sup>）の変化も併せて図示しています。なお、この園地はマルドリ方式で栽培されており、生産者によって適切に灌水管理が行われました。葉内最大水ポテンシャルが図Ⅱ-3の黄色で示す範囲（-0.7~-1.2MPa）では、カンキツに過度の乾燥ストレスを与えることなく、増糖効果が得られることが知られています（例えば、岩崎ら，2011）。この図では、カンキツは9月中旬以降に増糖効果のある適度な乾燥ストレスを受けています。この時の各種土壌水分計の測定値を見ると、

- 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量は葉内最大水ポテンシャルと同様の变化を示しており、カンキツが受けている乾燥ストレスの把握に役立ちます。

- テンシオメーターは測定限界に達し、TDR 土壤水分計の測定値（土壤の体積含水率）はほとんど変化しなくなりました。そのため、カンキツが受けている乾燥ストレスを把握するのは困難です。



**図Ⅱ-3 カンキツが受けている乾燥ストレスおよび各種土壤水分計で測定した土壤水分の経日変化**<sup>参考資料 3</sup>

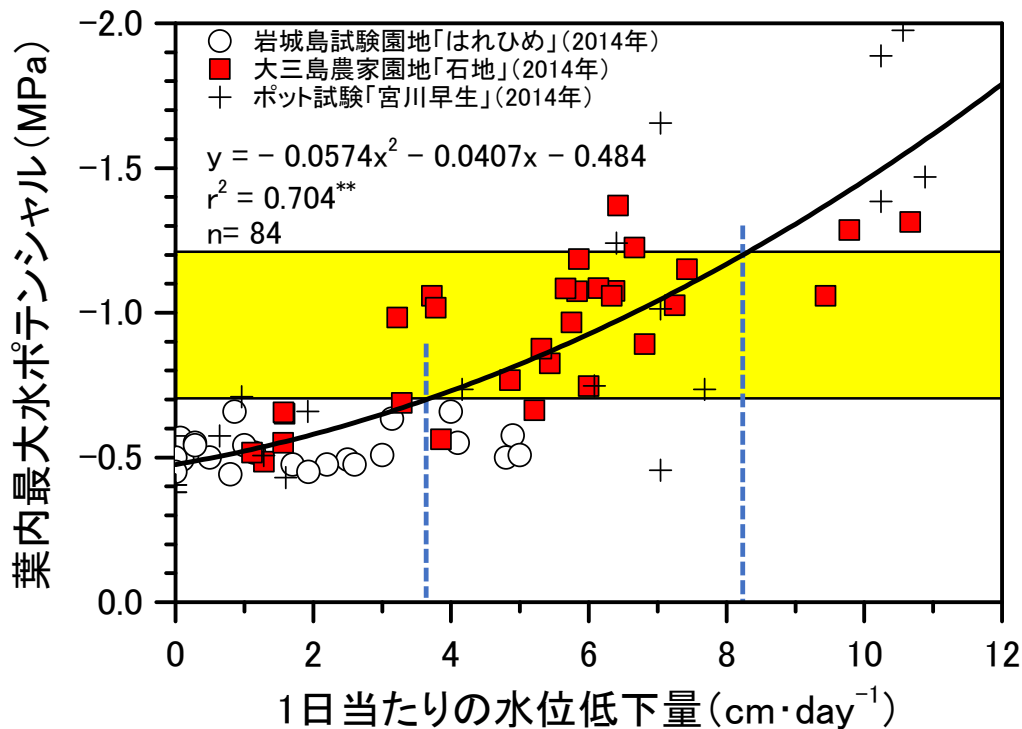
図Ⅱ-4は簡易土壤水分計の1日当たり水位低下量と葉内最大水ポテンシャルの関係です。1日当たり水位低下量が大きいほど葉内最大水ポテンシャルが低下し、大きな乾燥ストレスがかかっています。図Ⅱ-4の回帰曲線を基に、簡易土壤水分計の1日当たりの水位低下量からカンキツが受けている乾燥ストレスの程度を示します。

- 簡易土壤水分計の水位が低下し始めた場合は、土壤は乾燥していますが、カンキツはまだ乾燥ストレスを受けていません。
- 簡易土壤水分計の水位が1日に4cm～8cm低下した場合は、カンキツは増糖効果のある適度な乾燥ストレスを受けています。
- 簡易土壤水分計の水位が1日に8cm以上低下した場合は、カンキツは強すぎ

る乾燥ストレスを受けています。

簡易土壌水分計の1日当たりの水位低下量を基に、灌水の要否を判定する指標を示します。

- 簡易土壌水分計の1日当たりの水位低下量が4cm未満なら、灌水は不要です。
- 簡易土壌水分計の1日当たりの水位低下量が4cm以上なら、灌水が必要です。
- 簡易土壌水分計の1日当たりの水位低下量が8cm以上なら、灌水量を増やす必要があります。

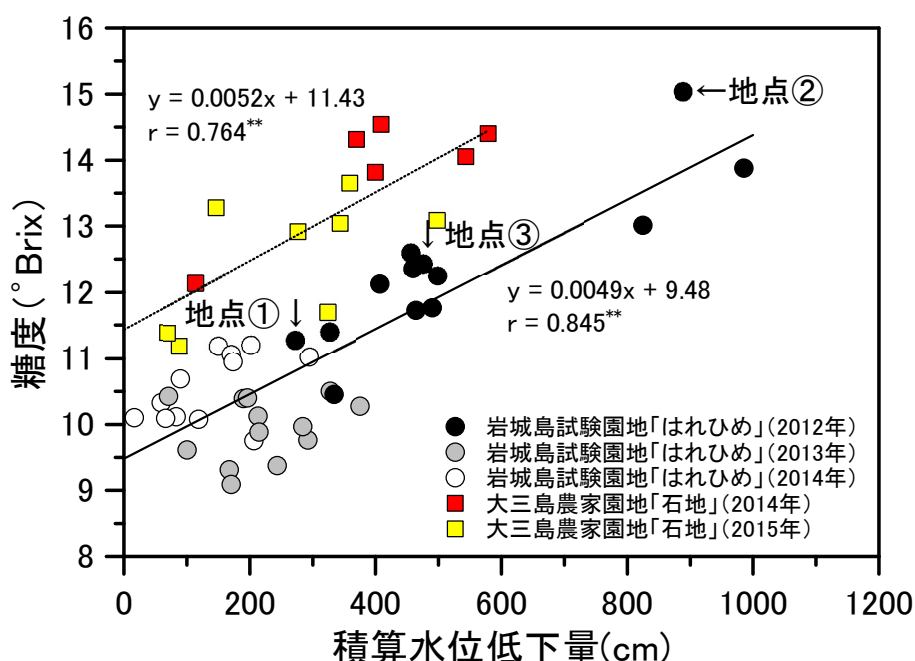


図Ⅱ-4 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量とカンキツが受けている乾燥ストレスとの関係

簡易土壌水分計の水位は1週間毎に測定。簡易土壌水分計はポラスカップが地中20cmになるように樹冠下に設置。簡易土壌水分計を設置した場所の樹を対象に葉内最大水ポテンシヤルを測定。黄色の帯は葉内最大水ポテンシヤルで示される適度な乾燥ストレスの範囲を示す。灌水管理は生産者が樹の状態を見ながら行った。ただし、ポット試験では落葉するまで灌水はしなかった。

## 4. 積算水位低下量は糖度の指標になる

カンキツは強い乾燥ストレスを受け続けるほど糖度が高くなります。簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量はカンキツがその日に受けた乾燥ストレスを表すと仮定すると、水位低下量を積算した値は糖度の指標になります。簡易土壌水分計の水位低下量を梅雨明けから収穫まで積算した値（以後、積算水位低下量）を求め、糖度と比較した結果を図Ⅱ-5に示します。積算水位低下量が大きい地点の果実ほど糖度が高くなっています。



図Ⅱ-5 簡易土壌水分計の積算水位低下量と糖度との関係

簡易土壌水分計の水位は1週間毎に測定。簡易土壌水分計はポラスカップが地中20cmになるように樹冠下に設置。簡易土壌水分計を設置した場所の樹を対象に糖度を測定。積算水位低下量は梅雨明けから収穫までの水位低下量を積算した値で、梅雨明けから収穫までの日数は凡例順（岩城島試験園地「はれひめ」(2012年)から)に示すと、139日、148日、135日、130日、123日である。図中の地点①～③はIV章の地点①～③に対応するデータである。



### Ⅲ. 簡易土壌水分計を用いた灌水の要否判定技術

#### 1. 技術の導入先

簡易土壌水分計の導入先は、土壌水分をコントロールできるマルドリ方式<sup>7)</sup>を取り入れた園地を想定しています。簡易土壌水分計を用いた灌水の要否判定技術は、以下に示す生産者での利用を想定しています。

- 高糖度果実の生産を目指し、マルドリ方式により土壌水分をコントロールしているカンキツ園地の生産者や、カンキツをハウス等で施設栽培している園地の生産者。
- 葉の巻き加減や葉色、樹勢などからカンキツが受けている乾燥ストレスの判定に習熟していない生産者（例えば新規就農者等）。

#### コラム マルドリ方式

マルドリ方式とは、園地に透湿性防水シートと点滴灌水チューブを敷設し、灌水管理を行う栽培方法です。マルドリ方式により、人為的に土壌水分をコントロールできるようになったことから、カンキツが受けている乾燥ストレスを把握し、灌水管理にフィードバックすることが重要になってきました。

マルドリ方式の園地では、カンキツの根は水や肥料を求めて地表から 30cm までに集まってきます。このため、ポラスカップを地中 20cm に位置するように簡易土壌水分計を設置することにより、カンキツが受けている乾燥ストレスを捉えることができます。

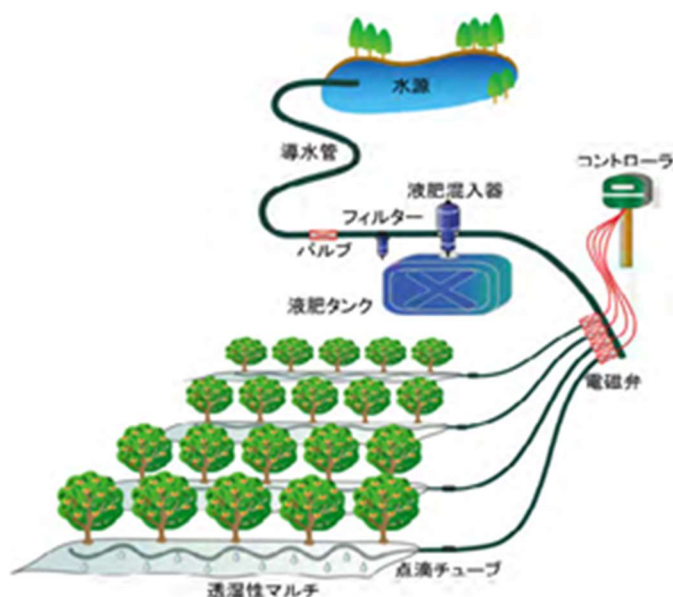


図 マルドリ方式の園地

## 導入事例

- 三重県の主要カンキツ産地では、マルドリ方式で栽培されている極早生の温州ミカンを対象に、乾燥ストレスの把握に簡易土壌水分計が使われています。
- 山口県の農家では、シートマルチ栽培されている温州ミカンを対象に、灌水時期の判断に簡易土壌水分計が使われています。
- 愛媛県の JA おちいまばりでは、「はれひめ」および「紅まどんな（愛媛果試第 28 号）」を対象に、灌水管理の目安として簡易土壌水分計（積算水位低下量）が使われています。
- 長崎県立農業大学校では、「今村温州」における最適な水分ストレス付与のために簡易土壌水分計が使われています。
- 熊本県の八代市では、「デコポン（不知火）」を対象に、果実品質向上に向けた水分管理に簡易土壌水分計が使われています。条件を満たせば、簡易土壌水分計の購入費が 1/2 以内で補助されます。
- 宮崎県の農業試験場では、正面玄関ホール展示コーナーに、乾燥ストレスの付与を「見える化」する技術として、簡易土壌水分計が展示されていました。
- 鹿児島県の出水地域では、「大将季」を対象に、土壌水分の管理に簡易土壌水分計が使われています。
- 「デコポン（不知火）」のこはん症対策に、簡易土壌水分計が使われています。



**図Ⅲ-1 カンキツ園地に設置した簡易土壌水分計**  
簡易土壌水分計は写真中央

## 2. 適用条件

- マルドリ方式やS.マルチを敷設して栽培している園地、カンキツをハウス等の施設で栽培している園地。
- 27 ページに示す設置方法で簡易土壌水分計を設置した園地。
- カンキツに乾燥ストレスを付与して糖度を上げたい期間。
- 簡易土壌水分計は設置した場所の樹を対象に、灌水の要否を判定します。園地全体の灌水の要否を判定する測器ではありません。
- カンキツの根が地中深く伸びた樹や、マルチの外にまで根が広がった樹では灌水の要否は判定できません。
- ポーラスカップの直上に点滴灌水チューブがあり、灌水した水が簡易土壌水分計のポーラスカップに届く場合のように、カンキツ根域の土壌水分とポーラスカップ近傍の土壌水分とが大きく異なる場合には、灌水の要否は判定できません。
- 簡易土壌水分計は灌水の要否を判定しますが、必要な灌水量は提示できません。灌水量は土壌の種類や樹の大きさ等で園地毎に異なるため、生産者で調整していただく必要があります。

## 3. 灌水の要否判定を行う手順

- 5月までに簡易土壌水分計を設置します（V章参照）。
- 毎日～1週間間隔で簡易土壌水分計の水位を測定します。簡易土壌水分計の水位が低下し始めるまでは、水位は1週間毎に測定します。水位が低下し始めたら、測定間隔を短くすることを推奨します。次回の測定時に塩ビ管内の水が無くなると予想される場合には、水をいっぱいまで補充してください。その際、水を補充したことを記録してください。
- 1日当たりの水位低下量を算出します（前回測定した水位との差を経過日数で割って算出）。
- 1日当たりの水位低下量を基に、温州ミカンまたは中晩柑の指標により灌水の要否を判定します。

## 4. 温州ミカン等を対象にした灌水の要否判定

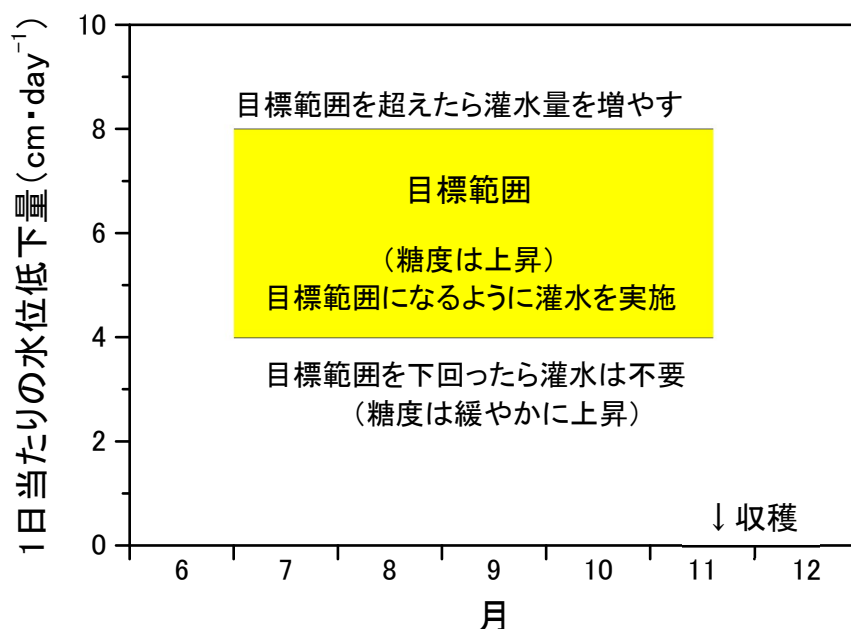
7月から収穫期まで乾燥ストレスをかけて糖度を上げる品種（温州ミカン等）が対象です。図Ⅲ-2に簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量の目標範囲を黄色で示します。黄色で示す範囲に簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が収まれば、カンキツは糖度が上昇する適度な乾燥ストレスを受けていると考えられます。乾燥ストレスを付与して糖度を上げたい期間に、1日当たり水位低下量が目標範囲に収まるようにします。極早生、早生、中生、晩生の順に、早い時期から乾燥ストレスを付与する必要があります。下記1～4に、1日当たり水位低下量を基にした灌水の要否判定を示します。

1. 簡易土壌水分計の水位が低下しない場合

- カンキツは乾燥ストレスを受けていません。
- 灌水は不要です。

2. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が4cm未満の場合

- 土壌は乾燥していますが、カンキツは乾燥ストレスを受けていません。ただし、糖度は緩やかに上昇します。
- 灌水は不要です。



図Ⅲ-2 1日当たり水位低下量の目標範囲と灌水の要否

( )は糖度の変化を示す。

3. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が4cm～8cmの場合
  - カンキツは増糖効果のある適度な乾燥ストレスを受けています。
  - 1日当たり水位低下量が4cm～8cmの範囲になるように、点滴灌水を実施してください。
  - 短期間に糖度を上げる必要がある場合には、1日当たりの水位低下量が目標範囲の上限（8cm）付近になるように、点滴灌水を控えてください。
4. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が8cm以上の場合
  - カンキツは強すぎる乾燥ストレスを受けています。
  - 灌水量を増やし、1日当たりの水位低下量を8cm以下に戻してください。

上記1～4の灌水要否判定に関して、葉の巻き加減や葉色等から明らかに強すぎる乾燥ストレスを受けている場合には、灌水の要否判定に関わらず、灌水を行ってください。また、簡易土壌水分計の測定と一緒に糖度を測定し、糖度が上昇していない場合には、灌水の要否判定に関わらず、灌水は行わないでください。

## 5. 中晩柑等を対象にした灌水の要否判定

前半に果実肥大を確保し、後半にマイルドな乾燥ストレスをかけて糖度の上昇を目指す品種が対象です。図Ⅲ-3に簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量の目標範囲を黄色で示します。糖度の上昇を目指す時期にも果実肥大を確保するため、簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量を3cm～5cmに設定しています。黄色で示す範囲に簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が収まれば、カンキツは糖度が上昇する適度な乾燥ストレスを受けていると考えられます。乾燥ストレスを付与して糖度を上げたい期間に、1日当たり水位低下量が目標範囲に収まるようにします。下記に、簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量を基にした灌水の要否判定を示します。

果実肥大を確保する時期（8月以前）

1. 簡易土壌水分計の水位が低下しない場合

- カンキツは乾燥ストレスを受けていません。
- 灌水は不要です。ただし、果実肥大確保のための灌水は別途考慮する必要があります。

2. 簡易土壌水分計の水位が低下している場合

- 土壌は乾燥しています。
- 果実肥大を確保するために、灌水を実施してください。

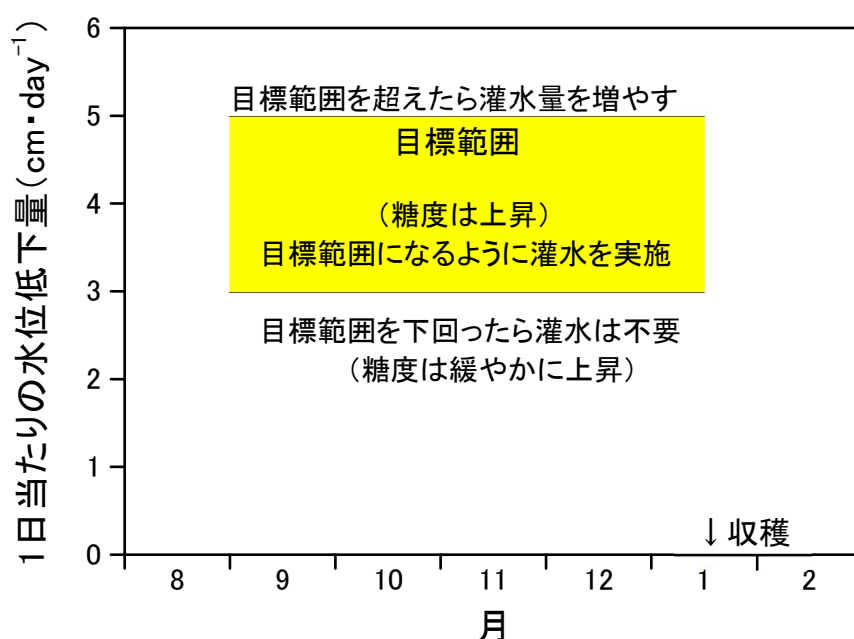
マイルドな乾燥ストレスをかけて糖度の上昇を目指す時期（9月以降）

1. 簡易土壌水分計の水位が低下しない場合

- カンキツは乾燥ストレスを受けていません。
- 灌水は不要です。

2. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が3cm未満の場合

- 土壌は乾燥していますが、カンキツはまだ乾燥ストレスを受けていません。ただし、糖度は緩やかに上昇します。
- 灌水は不要です。



図Ⅲ-3 1日当たり水位低下量の目標範囲と灌水の要否

( ) は糖度の変化を示す。

### 3. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が3cm～5cmの場合

- カンキツは増糖効果のある適度な乾燥ストレスを受けています。
- 1日当たり水位低下量が3cm～5cmの範囲になるように、点滴灌水を実施してください。
- 短期間に糖度を上げる必要がある場合には、1日当たりの水位低下量が目標範囲の上限（5cm）付近になるように、点滴灌水を控えてください。

### 4. 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が5cm以上の場合

- カンキツは強すぎる乾燥ストレスを受けています。
- 灌水量を増やし、1日当たりの水位低下量を5cm以下に戻してください。

上記1～4の灌水要否判定に関して、葉の巻き加減や葉色等から明らかに強すぎる乾燥ストレスを受けている場合には、灌水の要否判定に関わらず、灌水を行ってください。また、簡易土壌水分計の測定と一緒に糖度を測定し、糖度が上昇していない場合には、灌水の要否判定に関わらず、灌水は行わないでください。

## IV. 灌水の要否判定の事例

簡易土壌水分計を用いて灌水の要否を判定した事例を紹介します。23 ページの野帳（表IV-1）はカンキツ園地に簡易土壌水分計を設置し、水位を記録したデータです。簡易土壌水分計の上端を基準に、0.5cm 単位で水位を測定しています。水マークは、水位を読み取った後、簡易土壌水分計に水をいっぱいまで給水したことを示しています。園地内 3 か所に簡易土壌水分計を設置して測定しています。この園地は場所によって土壌の乾き具合が異なり、地点①は土壌が乾きにくい場所、地点②は土壌が乾きやすい場所、地点③は土壌の乾きやすさが平均的な場所です。栽培されている品種は「はれひめ」です。なお、実際の灌水は、現地の指導員がカンキツの葉の巻き加減や葉色等を確認して実施されました。

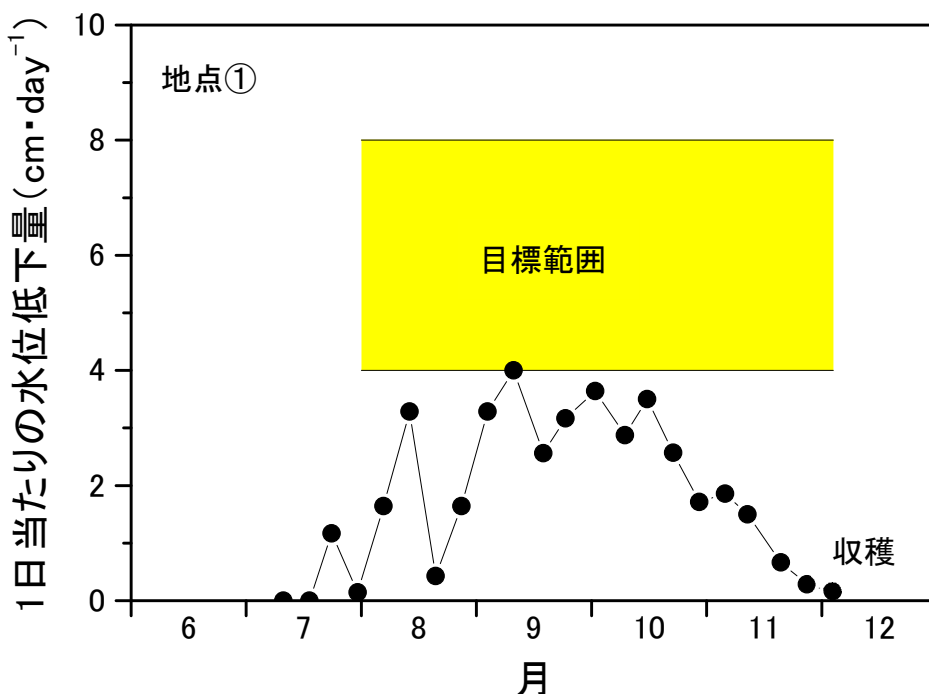
簡易土壌水分計の水位を基に、灌水の要否を判定した結果を表IV-2 に示します。最初に、簡易土壌水分計の 1 日当たりの水位低下量を計算します。1 日当たりの水位低下量は、当日の水位から前回測定の水を差し引き、経過日数で割ることにより算出します。ただし、前回の測定値に水マークが付いている場合は、当日の水位を経過日数で割って 1 日当たりの水位低下量を算出します。この水位低下量から灌水の要否を判定します。品種によって適度な乾燥ストレスの強度は異なります。「はれひめ」は温州ミカンと同様に乾燥ストレスをかけて糖度を上げる品種のため、温州ミカンの指標に従って灌水の要否を判定します。

地点①は土壌が乾きにくい場所です。図IV-1 に簡易土壌水分計の 1 日当たり水位低下量の目標範囲と、実際の水位低下量の推移を示します。灌水が必要と判定されたのは 1 回のみでした。現地の指導員が樹の状態を見ながら行った灌水管理では、灌水は 1 回も実施されませんでした。収穫時の糖度は 11.2 度で、ブランド基準（糖度 12 度以上）を満たせませんでした。この地点では、S.マルチ栽培等の土壌を乾燥させる対策を講じる必要があります。

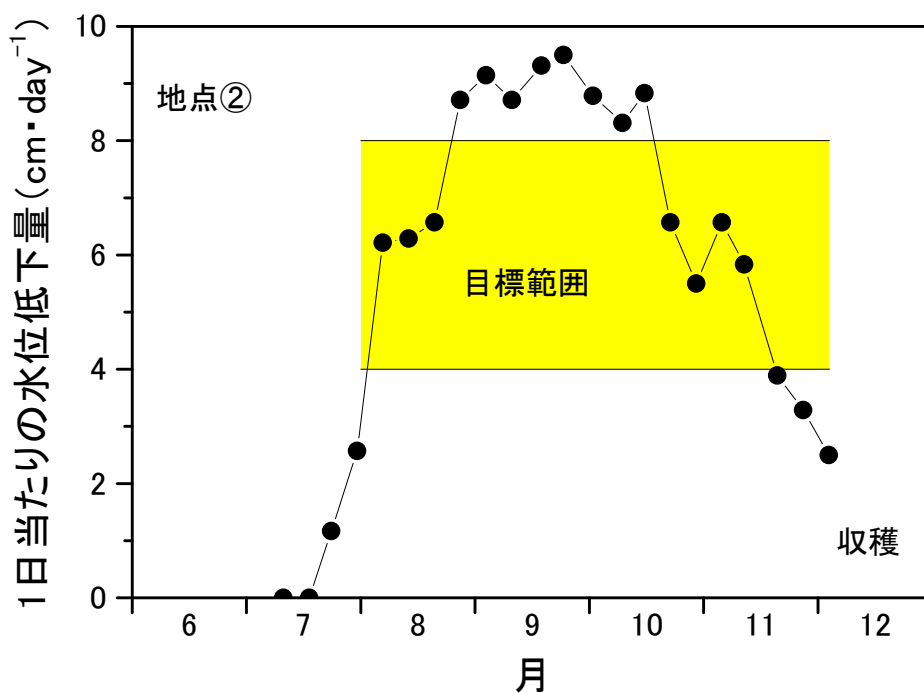
地点②は土壌が乾きやすい場所です。図IV-2 に簡易土壌水分計の 1 日当たり水位低下量の推移を示します。簡易土壌水分計の 1 日当たり水位低下量が 8 月 6 日に 4cm を



超えました。現地の指導員は8月9日から灌水を開始しており、灌水開始のタイミングは合っています。8月27日から簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が8cmを超え、灌水



図IV-1 1日当たり水位低下量の目標範囲と実際の水位低下量の推移（地点①：土壌が乾きにくい場所）

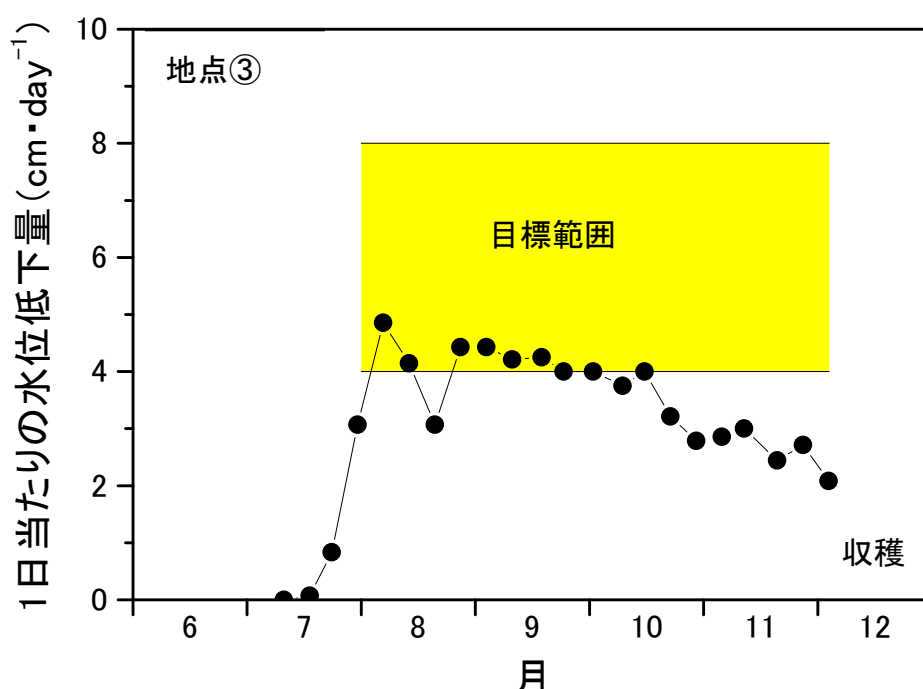


図IV-2 1日当たり水位低下量の目標範囲と実際の水位低下量の推移（地点②：土壌が乾きやすい場所）

量を増やす必要があると判定されました。しかし、この地点では灌水設備の制約により、灌水量を増やすことはできませんでした。収穫時の糖度は 15.1 度で、ブランド基準を大きく上回りましたが、菊みかんとなりました。菊みかんとは、乾燥ストレスが強すぎたために皮が菊の花びらのような果実で、酸高（酸っぱいミカン）になる場合が多く、酸度が 1%を超えたミかんはレギュラー品になります。また、土壌が乾燥し過ぎたために、樹にダメージを与える可能性がありました。

地点③は土壌の乾きやすさが平均的な場所です。図IV-3に簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量の推移を示します。簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が8月6日に4cmを超えました。現地の指導員は8月9日から灌水を開始しており、灌水開始のタイミングは合っています。灌水は10月末まで行われました。収穫時の糖度は12.5度で、ブランド基準を満たしました。また、樹に乾燥ストレスによるダメージはありませんでした。

簡易土壌水分計を用いた灌水の要否判定は、現地の指導員がカンキツの状態を確認しながら行った灌水管理とほぼ一致しました。



図IV-3 1日当たり水位低下量の目標範囲と実際の水位低下量の推移（地点③：土壌の乾きやすさが平均的な場所）

表IV-1 簡易土壤水分計の水位を記録した野帳

| 2012 年 |       | 圃地名: 岩城島 ぽれひめ園地 |       |       |    |
|--------|-------|-----------------|-------|-------|----|
| 月/日    | 時:分   | 地点①             | 地点②   | 地点③   | 備考 |
| 7/10   | 9:30  | 0.0             | 0.0   | 0.0   |    |
| 7/17   | 10:35 | 0.0             | 0.0   | 0.5   |    |
| 7/23   | 10:42 | 1.0             | 1.0   | 5.5   |    |
| 7/30   | 10:37 | 2.0             | 19.0  | 27.0  |    |
| 8/6    | 10:58 | 13.5            | ⊕62.5 | ⊕61.0 |    |
| 8/13   | 9:30  | 36.5            | ⊕44.0 | 29.0  |    |
| 8/20   | 10:37 | 39.5            | ⊕46.0 | 50.5  |    |
| 8/27   | 10:37 | 51.0            | ⊕61.0 | ⊕81.5 |    |
| 9/3    | 13:45 | ⊕74.0           | ⊕64.0 | 31.0  |    |
| 9/10   | 10:18 | 28.0            | ⊕61.0 | ⊕60.5 |    |
| 9/18   | 10:19 | 48.5            | ⊕74.5 | 34.0  |    |
| 9/24   | 10:31 | ⊕67.5           | ⊕57.0 | 58.0  |    |
| 10/1   | 9:57  | 25.5            | ⊕61.5 | ⊕86.0 |    |
| 10/9   | 10:17 | 48.5            | ⊕66.5 | 30.0  |    |
| 10/15  | 13:00 | 69.5            | ⊕53.0 | 54.0  |    |
| 10/22  | 11:57 | ⊕87.5           | ⊕46.0 | ⊕76.5 |    |
| 10/29  | 10:16 | 12.0            | ⊕38.5 | 19.5  |    |
| 11/5   | 10:10 | 25.0            | ⊕46.0 | 39.5  |    |

表IV-2 灌水の要否を判定した結果

| 2012年<br>月/日 | 園地名： 岩城島 はれひめ園地 |            |                   |       |               |                 |                   |       |               |            |                      |       |               |            |                   |       |
|--------------|-----------------|------------|-------------------|-------|---------------|-----------------|-------------------|-------|---------------|------------|----------------------|-------|---------------|------------|-------------------|-------|
|              | 地点①（土壌が乾きにくい場所） |            |                   |       |               | 地点②（土壌が乾きやすい場所） |                   |       |               |            | 地点③（土壌の乾きやすさが平均的な場所） |       |               |            |                   |       |
|              | 読み取り値<br>(cm)   | 給水<br>あり:1 | 水位低下量<br>(cm/day) | 灌水の要否 | 読み取り値<br>(cm) | 給水<br>あり:1      | 水位低下量<br>(cm/day) | 灌水の要否 | 読み取り値<br>(cm) | 給水<br>あり:1 | 水位低下量<br>(cm/day)    | 灌水の要否 | 読み取り値<br>(cm) | 給水<br>あり:1 | 水位低下量<br>(cm/day) | 灌水の要否 |
| 7/10         | 0.0             |            |                   |       | 0.0           |                 |                   |       | 0.0           |            |                      |       | 0.0           |            |                   |       |
| 7/17         | 0.0             |            | 0.0               | 灌水不要  | 0.0           |                 | 0.0               | 灌水不要  | 0.5           |            | 0.1                  | 灌水不要  | 0.5           |            | 0.1               | 灌水不要  |
| 7/23         | 1.0             |            | 0.2               | 灌水不要  | 1.0           |                 | 0.2               | 灌水不要  | 5.5           |            | 0.8                  | 灌水不要  | 5.5           |            | 0.8               | 灌水不要  |
| 7/30         | 2.0             |            | 0.1               | 灌水不要  | 19.0          |                 | 2.6               | 灌水不要  | 27.0          |            | 3.1                  | 灌水不要  | 27.0          |            | 3.1               | 灌水不要  |
| 8/6          | 13.5            |            | 1.6               | 灌水不要  | 62.5          | 1               | 6.2               | 灌水必要  | 61.0          | 1          | 4.9                  | 灌水必要  | 61.0          | 1          | 4.9               | 灌水必要  |
| 8/13         | 36.5            |            | 3.3               | 灌水不要  | 44.0          | 1               | 6.3               | 灌水必要  | 29.0          |            | 4.1                  | 灌水必要  | 29.0          |            | 4.1               | 灌水必要  |
| 8/20         | 39.5            |            | 0.4               | 灌水不要  | 46.0          | 1               | 6.6               | 灌水必要  | 50.5          |            | 3.1                  | 灌水不要  | 50.5          |            | 3.1               | 灌水不要  |
| 8/27         | 51.0            |            | 1.6               | 灌水不要  | 61.0          | 1               | 8.7               | 灌水増やす | 81.5          | 1          | 4.4                  | 灌水必要  | 81.5          | 1          | 4.4               | 灌水必要  |
| 9/3          | 74.0            | 1          | 3.3               | 灌水不要  | 64.0          | 1               | 9.1               | 灌水増やす | 31.0          |            | 4.4                  | 灌水必要  | 31.0          |            | 4.4               | 灌水必要  |
| 9/10         | 28.0            |            | 4.0               | 灌水必要  | 61.0          | 1               | 8.7               | 灌水増やす | 60.5          | 1          | 4.2                  | 灌水必要  | 60.5          | 1          | 4.2               | 灌水必要  |
| 9/18         | 48.5            |            | 2.6               | 灌水不要  | 74.5          | 1               | 9.3               | 灌水増やす | 34.0          |            | 4.3                  | 灌水必要  | 34.0          |            | 4.3               | 灌水必要  |
| 9/24         | 67.5            | 1          | 3.2               | 灌水不要  | 57.0          | 1               | 9.5               | 灌水増やす | 58.0          |            | 4.0                  | 灌水必要  | 58.0          |            | 4.0               | 灌水必要  |
| 10/1         | 25.5            |            | 3.6               | 灌水不要  | 61.5          | 1               | 8.8               | 灌水増やす | 86.0          | 1          | 4.0                  | 灌水必要  | 86.0          | 1          | 4.0               | 灌水必要  |
| 10/9         | 48.5            |            | 2.9               | 灌水不要  | 66.5          | 1               | 8.3               | 灌水増やす | 30.0          |            | 3.8                  | 灌水不要  | 30.0          |            | 3.8               | 灌水不要  |
| 10/15        | 69.5            |            | 3.5               | 灌水不要  | 53.0          | 1               | 8.8               | 灌水増やす | 54.0          |            | 4.0                  | 灌水必要  | 54.0          |            | 4.0               | 灌水必要  |
| 10/22        | 87.5            | 1          | 2.6               | 灌水不要  | 46.0          | 1               | 6.6               | 灌水必要  | 76.5          | 1          | 3.2                  | 灌水不要  | 76.5          | 1          | 3.2               | 灌水不要  |
| 10/29        | 12.0            |            | 1.7               | 灌水不要  | 38.5          | 1               | 5.5               | 灌水必要  | 19.5          |            | 2.8                  | 灌水不要  | 19.5          |            | 2.8               | 灌水不要  |
| 11/5         | 25.0            |            | 1.9               | 灌水不要  | 46.0          | 1               | 6.6               | 灌水必要  | 39.5          |            | 2.9                  | 灌水不要  | 39.5          |            | 2.9               | 灌水不要  |
| 11/11        | 34.0            |            | 1.5               | 灌水不要  | 35.0          | 1               | 5.8               | 灌水必要  | 57.5          | 1          | 3.0                  | 灌水不要  | 57.5          | 1          | 3.0               | 灌水不要  |
| 11/20        | 40.0            |            | 0.7               | 灌水不要  | 35.0          | 1               | 3.9               | 灌水不要  | 22            |            | 2.4                  | 灌水不要  | 22            |            | 2.4               | 灌水不要  |
| 11/27        | 42.0            |            | 0.3               | 灌水不要  | 23.0          | 1               | 3.3               | 灌水不要  | 41            |            | 2.7                  | 灌水不要  | 41            |            | 2.7               | 灌水不要  |
| 12/3         | 43.0            |            | 0.2               | 灌水不要  | 15.0          | 1               | 2.5               | 灌水不要  | 53.5          |            | 2.1                  | 灌水不要  | 53.5          |            | 2.1               | 灌水不要  |

## V. 簡易土壌水分計の設置方法

### 1. 簡易土壌水分計の購入

簡易土壌水分計は農研機構が開発した土壌水分計です（特許第 4840803 号）。株式会社藤原製作所が農研機構から特許実施許諾を受け、簡易土壌水分計を【土壌水分目視計】の商品名で製造・販売しています。簡易土壌水分計にはカンキツ用と大豆用があり、カンキツ用を購入してください。また、カンキツ用の簡易土壌水分計には完成品と部品をセットで販売する組立キットがあります。価格は、完成品が 9,500 円（税抜）、組立キットが 6,000 円（税抜）です。これらは JA 等の代理店あるいは通販サイト（Amazon）で購入できます。ただし、通販サイトでは完成品のみのお購入となります。

※通販サイトから購入する場合はこちら↓

<https://www.amazon.co.jp/藤原製作所-土壌水分目視計（簡易土壌水分計）【カンキツ用】温州みかん等の果樹の水ストレスの判断に利用できます！/dp/B07Z4XS86G>

※土壌水分目視計（簡易土壌水分計）の情報はこちら↓

[https://wheatcat9.sakura.ne.jp/product\\_info/agricultural-science/agricultural-science2/土壌水分目視計/](https://wheatcat9.sakura.ne.jp/product_info/agricultural-science/agricultural-science2/土壌水分目視計/)

※組立キットのマニュアルはこちら↓

<https://wheatcat9.sakura.ne.jp/wp/wp-content/uploads/2020/03/組立マニュアル.pdf>

## 2. 設置場所の選定

下記の（１）～（３）を参考に、簡易土壌水分計の設置場所を決めてください。

### （１）園地において土壌が乾きやすい場所

簡易土壌水分計は園地において土壌が乾燥しやすい場所に設置してください。簡易土壌水分計の水位が最初に低下し始める場所であり、土壌の乾燥程度をいち早く知ることができます。

### （２）樹冠下（カンキツの根域がある場所）

簡易土壌水分計は根が広がっているカンキツの樹冠下に設置してください。カンキツの根の無い場所に設置すると、カンキツが受けている乾燥ストレスを判定できません。

### （３）１つの園地に簡易土壌水分計を３本程度設置することを推奨

１つの園地に簡易土壌水分計を３本程度設置することを推奨します。簡易土壌水分計を３本設置する場合には、上記２つの条件を優先しつつ、園地の端→園地中央→１本目の設置場所とは反対側の端に設置してください。園地の端に設置する場合、外周部の樹（一番端の樹）は除外し、端から２番目以降の樹冠下に設置してください。

## 3. 設置時期

カンキツの根は５月下旬から７月上旬にかけて最も生長します。ポールスカップの周囲に根を張らすため、根の生長が始まる５月までに簡易土壌水分計を設置してください。

## 4. ポールスカップを設置する深さ

マルドリ方式の園地では、カンキツの根は地表から 30cm までに集まっています。そのため、ポールスカップを根が集まる地中 20cm に位置するように簡易土壌水分計を設置してください。

## 5. 簡易土壌水分計の設置方法

### (1) 用意する物

- 簡易土壌水分計（購入は 25 ページ参照）
- スコップ（シャベル）
- ゴムハンマー
- 水道水（2 リットル程度）
- 水田土壌（500g 程度、購入する場合は荒木田土）
- $\Phi 70\text{mm}$  程度のパイプと打込器、水準器があると便利



### (2) 設置方法の特徴

- Ⅲ章に示す灌水の要否判定が利用できます。
- この設置方法では、ポラスカップの周囲を水田土壌に置き換えて設置します。これにより、土壌中の水とポラスカップ内の水とが強い力で繋がり、土壌が乾燥しても簡易土壌水分計の水位が下がらない現象を回避できます。
- 本手順書で紹介する設置方法は、2015 年発行の「カンキツ用簡易土壌水分計利用マニュアル（設置・修理）」（参考資料 7）で紹介している設置方法（以下、旧設置方法）とは異なります。旧設置方法では、特に砂質土壌や礫質土壌の園地において、土壌が乾燥してカンキツは強い乾燥ストレスを受けているにもかかわらず、簡易土壌水分計の水位はあまり下がりにません。これは、土壌中の水とポラスカップ内の水とがうまく繋がらないことが原因です。また、本手順書のⅢ章に示す灌水の要否判定も旧設置方法では使えません。したがって、これまでに簡易土壌水分計を旧設置方法で設置し、既に独自の灌水指標が出来ている園地を除き、本手順書で紹介する新しい設置方法を推奨します。

### (3) 設置手順

#### ①設置場所の決定



- ・園地において土壌が乾きやすい場所、かつ、樹冠下（カンキツの根域がある場所）。
- ・詳しくは 26 ページ参照。

#### ②設置する場所に穴を掘る



- ・簡易土壌水分計を設置する場所に、深さ 25cm、直径 7cm 程度の穴を掘る。
- ・Φ70mm 程度のパイプを打込器で打ち込み、引き抜くと土を掘りやすい。

#### ③穴に水田土壌を詰める



- ・ビニール袋の中で水田土壌と水を混ぜ、泥（ベトベト）の状態にする。
- ・ポーラスカップの周囲が水田土壌に置き換わるように水田土壌を穴に詰める（左の写真参照）。

#### ④ポーラスカップが地中 20cm になるように、ポーラスカップと土壌とを密着させて設置



- ・ポーラスカップ部分を水田土壌に押し込む。
- ・簡易土壌水分計を数回上下に揺さぶり、**土壌からうっすら水が染み出れば OK**（液状化）。
- ・水が染み出なければ、土壌に水を足し、同様の作業を繰り返す。



### ⑤簡易土壌水分計を設置する



- ・掘り返した現地の土を穴に埋め戻し、ゴムハンマーで周りを叩く。
- ・塩ビ管が垂直になるように設置する（水準器があると便利）。

### ⑥水を入れ、栓をする



- ・水は水道水を使う。
- ・塩ビ管内に空気が残らないように、水をいっぱいまで入れ、栓をする。
- ・目印にスーパーボールを入れると、水面の位置が分かりやすい。

### ⑦雨水の侵入を防ぐ



- ・マルチシートを重ね、パッカー等で留める。
- ・マルチシートや肥料袋を適当な大きさに切り（写真の黒いシート参照）、塩ビ管に巻き、紐で縛って、雨水の浸入を防ぐとよい。

## VI. 簡易土壌水分計のメンテナンスと修理

### 1. メンテナンス

#### (1) 簡易土壌水分計の洗浄

ポーラスカップはブラシを使って水で洗浄してください。

塩ビ管内の水に藻が生えることがあります。長いブラシ（排水管用のロングブラシ等）を塩ビ管に入れて洗浄してください。



#### (2) ポーラスカップの目詰まり

ポーラスカップは使用しているうちに目詰まりしてきます。簡易土壌水分計を設置する前に、ポーラスカップが目詰まりしていないかを確認してください。確認方法は、簡易土壌水分計に水を入れ、栓をせずに立てかけておきます。ポーラスカップから水が浸み出れば目詰まりはしていません。ポーラスカップから水が浸み出ない場合には目詰まりを起こしています。ポーラスカップを洗浄しても目詰まりが解消しない場合は使用を中止し、ポーラスカップが割れた場合の修理方法（31ページ）を参考に、ポーラスカップを取り換えてください。



## 2. 修理（ポーラスカップが割れた場合）

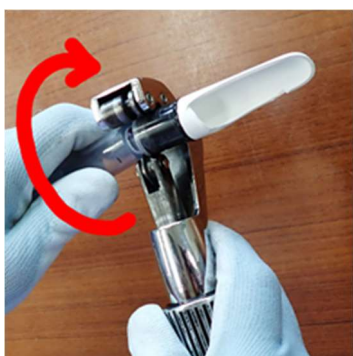
### （1）用意する物

- ポーラスカップが割れた簡易土壌水分計（塩ビ管にポーラスカップを差し込むだけの長さ（5cm 以上）が残っていること）
- 新しいポーラスカップ
- パイプカッター
- ヒーティングガン
- パイプリーマー
- 塩ビ用の接着剤

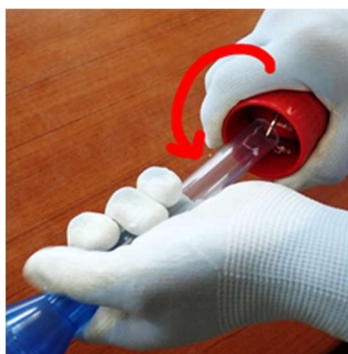


### （2）修理手順

#### ①ポーラスカップ部分を切断



#### ②切断面の面取り



#### ③塩ビ管を柔らかくする



#### ④塩ビ管を拡げる



- ポーラスカップを押し込みやすくするため、 $\Phi 16\text{mm}$ の棒を使って塩ビ管を拡げる。
- 写真は油性ペンのキャップ部分を使用。

### ⑤ 接着剤を塗る



- ・接着剤はポーラスカップだけでなく、塩ビ管の内側にも塗る。

### ⑥ ポーラスカップを押し込む



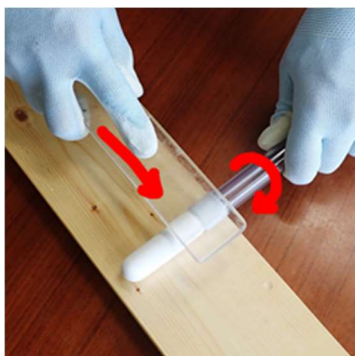
- ・塩ビ管が柔らかいうちに押し込む。
- ・ポイント!!
- ・ポーラスカップのくびれ部分全体を、塩ビ管に押し込む。

### ⑦ はみ出た接着剤を拭取る



- ・はみ出た接着剤を拭取る。この時、ポーラスカップに接着剤が付かないように注意。

### ⑧ 接着面を押さえつけて完成



- ・ポーラスカップと塩ビ管がまっすぐになるように、押さえつけながら転がして調整。

### 3. 修理（塩ビ管が折れた場合）

#### （1）用意する物

- 折れた簡易土壌水分計
- パイプカッター
- 異径ソケット（25mm×13mm）
- 塩ビ用の接着剤



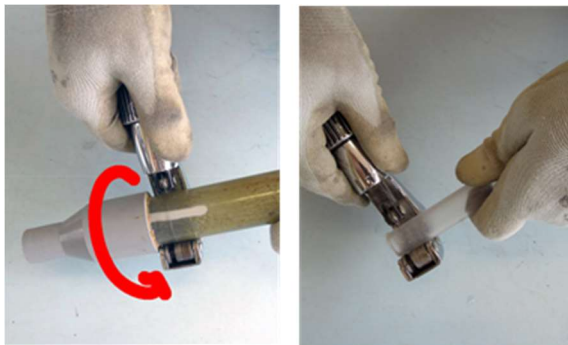
#### （2）修理手順

##### ①折れた先端部分を掘り出す



- 折れる箇所は異径ソケットと塩ビ管（Φ13）の接合部。

##### ②不要な部分を切断



- 異径ソケットを取り除く。
- 折れた部分を1 cm 程度切断（異径ソケットに挿入しやすくなる）。

##### ③接着剤で接着



- 異径ソケットと塩ビ管を接着する。
- 接着剤は異径ソケットと塩ビ管の両方にたっぷり塗る。

#### ④接着剤で接着



- 接着剤が押し出されることで空気の侵入を防ぐ（負圧が保たれる）。

#### ⑤完成



- 接着剤を乾かす時は、ポラスカップを上にする（接着剤がポラスカップに垂れないようにする）。



- 深く設置することにより、折れにくくなる。

## 4. メンテナンスや修理に必要な資材や工具の情報

簡易土壌水分計を構成する部材はポーラスカップ、透明の塩ビ管、異径ソケット、シリコン栓です。価格等は下記 URL の情報を参考にしてください。

- ポーラスカップ（株式会社ニッカトー製をお使いください）  
<https://www.monotaro.com/p/3871/3579/>
- 透明の塩ビ管（呼径 25、長さ 1m）  
<https://www.monotaro.com/p/0854/0175/>
- 透明の塩ビ管（呼径 13、長さ 12cm、透明でなくてもよい）  
<https://www.monotaro.com/p/0854/0148/>
- 透明の異径ソケット（25mm×13mm、透明でなくてもよい）  
<https://www.monotaro.com/p/8972/2272/>
- シリコン栓（10 号、アラム株式会社製をお使いください）  
<https://www.monotaro.com/p/1882/0786/>

メンテナンスや修理するときに必要な工具等

- たわしやブラシ（塩ビ管内側の清掃には排水管用のロングブラシが必要）
- パイプカッター（回して切断するタイプ。切断能力 40mm 程度がおすすめ）
- ヒーティングガン（温度調節が可能なタイプがおすすめ）
- パイプリーマー（新潟精機株式会社のパイプリーマーM がおすすめ）
- 塩ビ用の接着剤

## Ⅶ. 用語解説

### 1) 葉内最大水ポテンシャル

カンキツが受けている乾燥ストレスを表す指標の1つ。カンキツが受けている乾燥ストレスは日中に増大し、夜間に回復するため、夜明け前に乾燥ストレスが最も小さくなる。乾燥ストレスが最も小さくなった時の葉の水ポテンシャル<sup>8)</sup>を葉内最大水ポテンシャルという。葉の水ポテンシャルはマイナスの値のため、乾燥ストレスが最も小さい時に最大値となる。葉の水ポテンシャルは水ポテンシャル測定装置を用いて測定され、単位は圧力を示す MPa である。

### 2) 水ポテンシャル測定装置

葉の水ポテンシャルを測定する装置。加圧できる容器（プレッシャーチャンバー）に葉柄だけを外に出して葉を中に入れ、チャンバー内を徐々に加圧していく。葉柄から水（泡）が出た瞬間の圧力が葉の水ポテンシャルとなる。

### 3) テンシオメーター

土壌のマトリックポテンシャルを測定する土壌水分計。測定値は pF 値で表示されることが多い。ポーラスカップと呼ばれる多孔質のセラミックによって、土壌中の水とテンシオメーター内の水の吸引圧が平衡になることを利用し、テンシオメーター内の負圧を真空計で測定することで吸引圧を求める。吸引圧は植物が土壌中の水を吸い取るエネルギーに相当する。

### 4) TDR 土壌水分計

土壌の体積含水率を測定する土壌水分計。水の誘電率と土粒子や空気の誘電率が違うことを利用して体積含水率を測定する。

### 5) 土壌の pF 値

土壌水分を表す指標の1つ。土壌のマトリックポテンシャルであり、同等の力となる水頭（cm）を対数で表示した値。植物が土壌中の水を利用するのに必要な吸引力でもある。テンシオメーター等によって測定される。

### 6) 土壌の体積含水率



土壌水分を表す指標の 1 つ。土壌の全体積のうち水が占める体積の割合であり、土壌が湿っているほど体積含水率は高くなる。TDR 土壌水分計等によって測定される。

## 7) マルドリ方式

「マルチ栽培」と「ドリップ灌水」を組み合わせた栽培方法。マルチ栽培により土壌を乾燥させ、カンキツに乾燥ストレスを付与する。土壌が乾燥し過ぎて過度な乾燥ストレスがかかっている場合には、点滴灌水を行い、適度な乾燥ストレスの状態に戻す。これにより、カンキツに過度の乾燥ストレスをかけることなく、糖度が上昇する適度な乾燥ストレス状態を維持できる。

## 8) 水ポテンシャル

水が持つ単位体積あたりのポテンシャルエネルギー。土壌中や植物体中の水は水ポテンシャルの高い方から低い方に向かって移動し、かつ、水ポテンシャルが低いほど水は移動しにくくなる。土壌や植物の水ポテンシャルを測定することによって、植物が受けている乾燥ストレスが分かる。

## 参考資料

1. 岩崎光徳・深町 浩・今井 篤・野中圭介. 2011. 中晩生カンキツ‘はれひめ’における夏秋季の水ストレスが果実品質に及ぼす影響. 園学研. 10 : 191-196.
2. 黒瀬義孝. 2010. ポーラスカップの空気浸入特性を利用した簡易な土壤水分計の開発. 農業気象. 66 (4) : 245-253.
3. 黒瀬義孝・大濱秀一・村上要三・根角博久. 2016. ウンシュウミカンと中晩生カンキツ‘はれひめ’における簡易土壤水分計を用いた水分ストレスの把握. 園学研. 15 (2) : 139-144.
4. 黒瀬義孝. 特許第 4840803 号「低水分領域における土壤水分測定方法及び測定装置」. 2011年10月14日.
5. 簡易土壤水分計の水位低下量はカンキツが受けている乾燥ストレスの指標となる.  
(2015年度研究成果情報)  
[https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/warc/2015/15\\_037.html](https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/warc/2015/15_037.html)
6. 近畿中国四国農業研究センター. 2003. 周年マルチ点滴灌水同時施肥法(マルチドリ方式)マニュアル.  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/files/man\\_maru\\_web.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/man_maru_web.pdf)
7. 近畿中国四国農業研究センター. 2015. カンキツ用簡易土壤水分計利用マニュアル (設置・修理)  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/059812.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/059812.html)

## 担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 西日本農業研究センター 事業化推進室 084-923-5231

w-renkei@ml.affrc.go.jp





「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です