

第9章

近赤外分光法による 根中デンプンの測定と着花量予測

この技術の目的

光合成で作られた糖分は、果実や枝葉の生長に使われますが、翌春の発芽や開花のためのエネルギーとして、枝葉や根にも蓄えられます。ウンシュウミカンの着果の多い樹では糖類として果実にほとんどを収奪されますが、着果の少ない樹では多くの炭水化物が貯蔵養分にあてられます。貯蔵された炭水化物の量を調べることで、翌春の着花や発芽に関わる樹の状態を把握することができます。

静岡県では、‘青島温州’の収穫前の根中デンプン含有率から翌春の着花量を予測し、冬～春期の樹体管理の指導に利用しています。しかし、デンプン分析を行うには、専用の機器がいくつも必要です。また、根を採取後に乾燥させてから粉末に調製しなければならないため、結果が出るまでに1週間程度かかります。このため、可搬型の近赤外分光装置を利用して、現地ほ場ですぐにデンプンを測定し、樹体管理の指導ができる方法を開発したので紹介します。

測定装置

この分析に利用する可搬型近赤外分光装置を図1に示します。葉中窒素含有率を測定する装置に、根固定用フォルダを付けたものです。この装置は根に近赤外光（波長 1300 nm ～ 2400 nm）を照射して、どの波長が強く吸収されるかを測定します。あらかじめ、産地や品種に応じた検量線を作成しておくことで、根の中のデンプン含有率を測定することができます。なお、現在のところ、装置に付属の操作用ソフトウェアの他に、データ処理用の市販ソフトウェア（CAMO社 The Unscrambler）が必要になります。

測定手順

測定手順は以下の通りです（図2参照）。

- ①同じ樹でも採取する位置や根の直径によって、デンプン含有率が変わる場合があります。根の直径を6～8mmと一定にし、できれば1

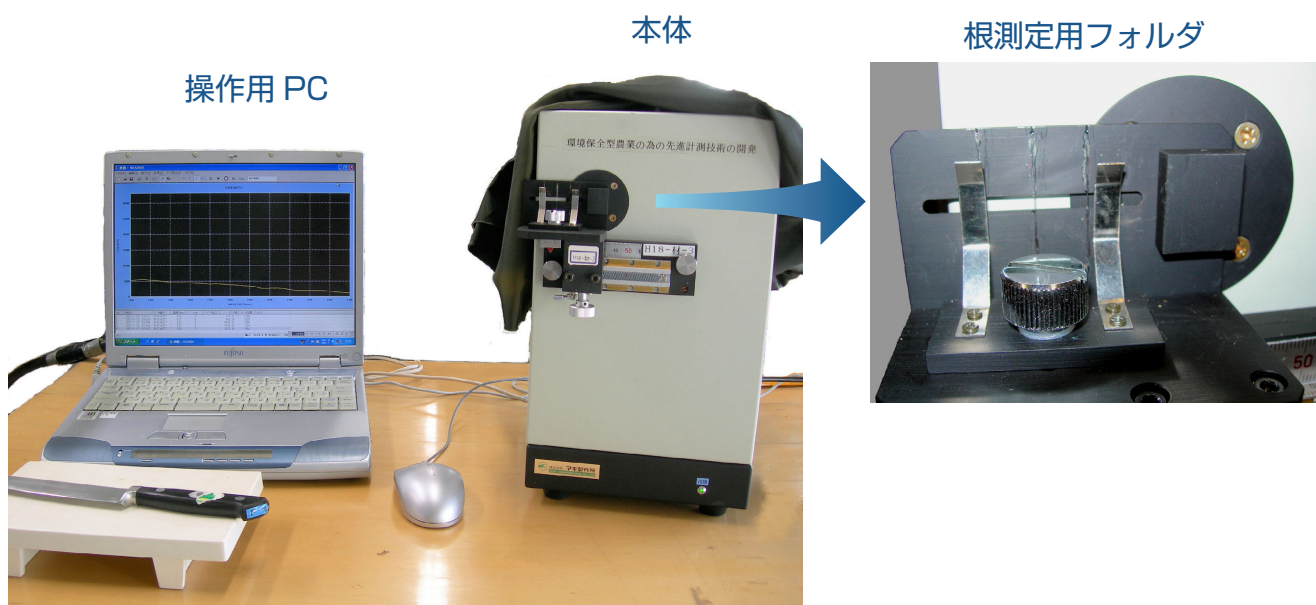
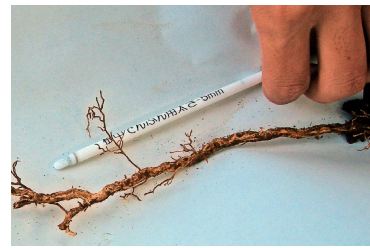
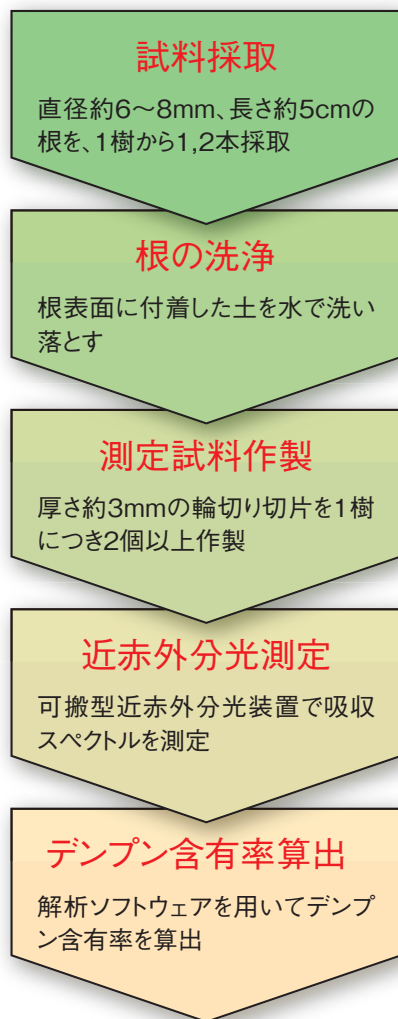


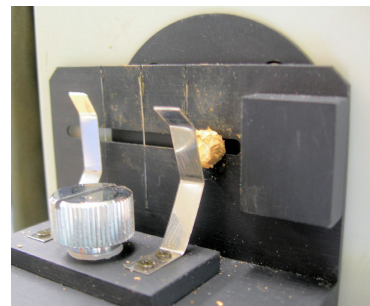
図1 可搬型近赤外分光装置



根の直径はなるべく一定に



ナイフで切断面を滑らかに



切片の中心部分を測定

図2 根中デンプン含有率の測定手順

樹から根を2本採取します。太さをそろえるには、目印となる棒を用意すると良いでしょう。

- ②根の表面が汚れていると、正確な測定ができません。水で付着した土を洗い落としましょう。現地で測定するときは、水道水をペットボトルに入れて持っていきます。洗い終わったら、布等で表面を軽くふき取ります。
- ③厚さ3mm程度の輪切り切片を2個以上作製します。剪定鋏では切断面に段差ができませんので、板の上に置いてよく切れるナイフで切断すると良いでしょう。
- ④切片を測定窓の中心にくるように固定します。測定窓の隙間から装置内に光が差し込まないように黒布をかぶせ、スペクトルを測定します。

時間は約8秒です。

- ⑤データ処理用のソフトウェアを用いて、測定したスペクトルからデンプン含有率を算出します。複数の切片のデンプン含有率を平均して、調査樹のデンプン含有率とします。

なお、採取、洗浄から測定まで時間がかかる場合は、クーラーボックス等に根を保管し、測定の直前に輪切りにしましょう。試料の温度と水分を一定にすることで、精度の低下を防ぎます。

デンプン含有率による 着果量予測

静岡県では‘青島温州’における着花量予測基準として、図3のように設定しています。収穫直前（11月下旬～12月上旬）の根中デンプン含有率が4%を超える樹は翌春の着花量が多く、1%未満の樹は着花量が少ない傾向にあります。デンプン含有率から着花量が多くなると予測される樹では、早い時期にせん定などの対策を実施することで、着花量の減少と新梢の発生を促す効果が期待できます。

さいごに

近赤外分光装置による測定では、特に試料の水分量と温度の影響を受けてスペクトルが変動します。測定直前に輪切りにするようにし、試料の状態を一定にすることを心掛けましょう。また、デンプン含有率による着花量予測の基準値は、品種や栽培地が異なれば変わってくる考えられます。利用にあたっては、品種ごとにデンプン含有率と着花量の関係について調査し、基準値を設定しましょう。

根中デンプン含有率（11月下旬～12月上旬）

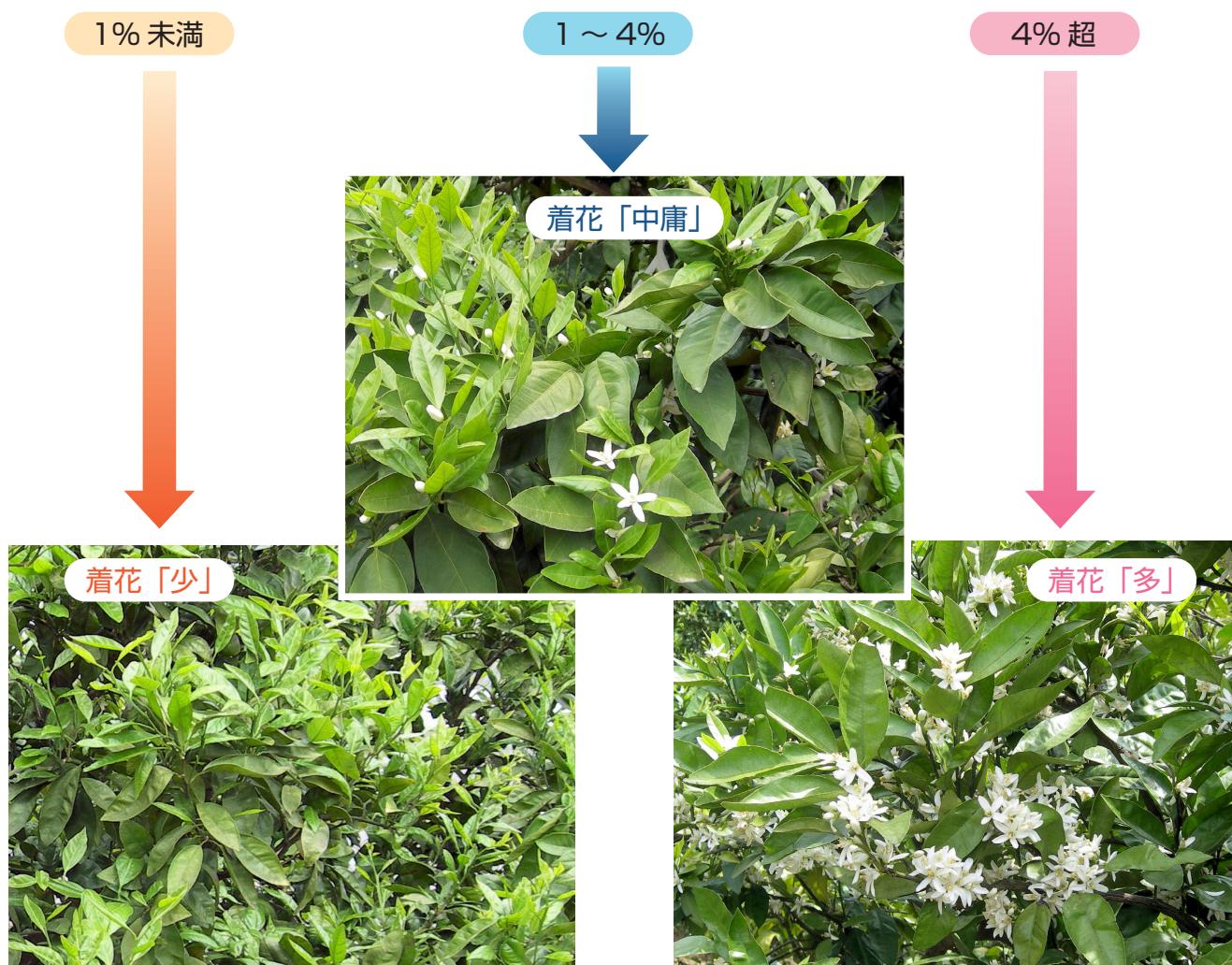


図3 ‘青島温州’における着果量予測基準

参考① デンプン含有率測定用検量線の作成

現在、付属ソフトに検量線作成機能がないため、市販のソフトウェア「The Unscrambler」を用いて検量線を作成します。手順は以下のとおりです。

デンプン含有率が0～10数%の広い範囲に分布するように、着果量の異なる数本の樹から根を採取します。産地の中で5～20園地、1園地3～10樹、試料数で100個くらいあると精度のよい検量線が作れます。根の調製方法とスペクトル測定方法は前述したとおりです。スペクトル測定後、根を乾燥、粉碎し、デンプン含有率を「ヨウ素比色法」で測定します。

スペクトルデータはCSV形式で保存されています。あらかじめ「Excel」等の表計算ソフトで、スペクトル以外のデータを削除し、TXT形式で保存しておきます。「The Unscrambler」でデータを読み込み、PLS回帰分析法により検量線を作成します。このとき、スペクトルをSavitzky-Golay法により二次微分処理してから検量線を作成した方が、精度が向上する場合があります。

参考② ヨウ素比色法

ヨウ素比色法の分析手順は以下の通りです。この方法は、ヨウ素液がデンプンと反応して青紫色に変化する性質を利用しています。手順③～⑥に、試料100点あたり約5時間を要します。

- ①根を採取後に水で土を洗い落とし、剪定鋏などで薄くスライスして、約70℃で乾燥させます。根が湿った状態の方が、簡単にスライスできます。
- ②ミルなどを用いて細かな粉末にします。
- ③試料100mgを遠沈管などの容器にとり、試験管立てに挿しておきます。検量線作成用の標準試料として、溶性デンプンも同様に計りとります。
- ④蒸留水を容器に10ml加えます。恒温槽などで100℃の湯を沸かし、容器を30分間入れて熱水抽出します。このとき、容器内部の水面が充分沸騰水に浸るようにします。
- ⑤抽出液を冷ましてから、ろ液を50mlメスフラスコにとります。6N塩酸2滴を加えて酸性にしてからヨウ素液2mlを加え、蒸留水で50mlに定容します。ヨウ素液は、薬局で市販されているヨードチンキ（ヨウ素3g/100ml）の5倍希釈液を利用します。
- ⑥比色計で660nmの吸光度を測定してデンプン含有率を求めます。

発色の様子



参考文献

- 大城晃・杉山泰之・片山晴喜・河村精・久田秀彦・岡田長久. ウンシュウミカンにおける冬季根中でんぷんによる樹体栄養診断の開発. 日本土壤肥料学雑誌. 71(2). p.259-262. 2000.
- 中村明弘・吉川公規・澤野郁夫. カンキツ生根中デンプン含有量の近赤外分光装置を利用した計測. 園芸学会雑誌. 76(別2). p.129. 2007.
- 杉山泰之・大城晃. ウンシュウミカンの栄養診断のためのヨウ素比色法によるデンプン簡易測定法. 日本土壤肥料学雑誌. 72(1). p.81-84. 2001.
- 岡田正道. ウンシュウミカンの生産性予測要因としての樹体栄養分の有効性. 園学雑. 73. p.164-170. 2004.
- 杉山泰之・大城晃・濱崎櫻・澤野郁夫・小原均. ウンシュウミカン‘青島温州’の樹体内デンプン含量の時期的変化と冬季の根中デンプン含量による着花量予測. 園芸学研究. 5(3). p.277-282. 2006.
- 岩元睦夫・河野澄夫・魚住純. 近赤外分光法入門. 幸書房. 1994.

お問い合わせはこちらへ

近畿中国四国農業研究センター

〒765-8508 香川県善通寺市仙遊町 1-3-1

電話 0877-63-8107

FAX 0877-63-1683

E-Mail www-wenarc@affrc.go.jp