

## 新しい研究

農流技研会報 317: 17-19, 2019

近赤外センサーを利用したサツマイモ‘なると金時’の  
非破壊糖度測定とその利用

小川 仁

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課 主任

## 1. はじめに

徳島県鳴門市を中心に分布する砂地畑では、約1,100haで本県特産のサツマイモ‘なると金時’が栽培されており、紡錘形の形状、鮮やかな赤紫色の皮色など優れた外観品質が市場で高い評価を受けている。しかし、近年は関東産サツマイモの京阪神市場への進出や消費者の嗜好の変化などが影響し、‘なると金時’の販売単価はひと昔前のように高値で安定はしていない。最近、流通するサツマイモの品種が増加し、消費者の選択肢が増えたことや、新たに育成された、より甘い品種が人気を集めていることなどが一因と考えられる。

このような背景があり、これまでの重量・外観による選別に加えて、‘なると金時’の食味(甘さ)を把握することができれば、形状に優れ、かつ高糖度なものだけを「特選品」として厳選し高値で販売することで販路の拡大や、‘なると金時’のブランド力のさらなる強化につなげることが期待できる。しかしそのためには、出荷調整時に非破壊で糖度を把握する必要がある。

ミカンやリンゴなど果物や、メロン・トマトなどの果菜類は既に近赤外センサーを利用した糖度・酸度などの非破壊測定が行われ<sup>1-4)</sup>、一部では測定し得られた数値を表示した販売も行われている。この測定原理は、対象試料に近赤外光を投光すると、試料の糖度・水分・デンプンなどに関わる分子に一定の光が吸収される。対象試料を透過または反射した光(近赤外スペクトル)を受光部で捉え、試料に吸収された光量を分析する。従来法(破壊分析)により測定した値と近赤外スペクトルとを比較し、試料の目的成分の検量線(推定式)を作成し、この検量線を用いて対象試料の成分推定を行う方法である。

果物や果菜類などは一般に生のまま口にすることが多いため、近赤外センサーにより得られた糖度などの値は食べたときに実感できる。しかし、加熱して口にすることが多いサツマイモは、加熱によりデンプンから麦芽糖

が生成されるなど内容成分の変化が起こることから、青果のサツマイモの糖度を近赤外センサーにより得られたとしても、それは食べたときに実感する値とは異なる。

そこで、近赤外センサーを利用し、‘なると金時’の加熱後の糖度を青果の状態での非破壊測定を試み、三井金属計測機工株式会社(以下、三井金属計測機工)と共同で実施したので、その概要を紹介する。

## 2. 材料および方法

‘なると金時’の非破壊糖度測定には、三井金属計測機工製の近赤外センサーを使用した。近赤外センサーを用いた果実などの測定には、その方式の違いにより主に反射光測定方式、透過光測定方式などがあるが、本研究では測定対象物のより内部情報が取得できる透過光測定方式を採用した。

‘なると金時’の近赤外スペクトルの測定および蒸しイモ糖度・イモ水分率の実測は徳島県立農林水産総合技術支援センターが、近赤外スペクトルデータの解析および検量線作成については、三井金属計測機工が担当した。

## (1) 卓上型センサーを利用した測定

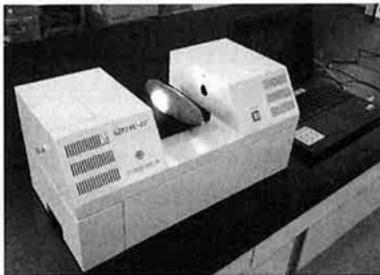
JA 大津松茂・松茂支所に出荷された‘なると金時’の秀品 M~2L 級塊根の中央部付近の近赤外スペクトルをナシなどの果実測定用卓上型近赤外センサー(図1: QSCOPE-DT 以下、卓上型センサー)により測定を試みた。この卓上型センサーは、試料皿に塊根を置きスタートボタンを押すと両横方向から近赤外光が投光され、‘なると金時’を透過した近赤外スペクトルを下部にある受光部で受ける仕組みとなっている。近赤外スペクトルの測定は、159本の塊根を3反復で行い、得られた近赤外スペクトルと蒸しイモ糖度・イモ水分率を三井金属計測機工専用ソフトにより解析を行い、検量線を作成した。蒸しイモ糖度等の実測は次の方法により行った。近赤外スペクトル測定後、塊根の中央部分を長径方向に5

18

cm幅で切り取り、表層部を取り除いた後、縦方向に4分割した。対角線上の2片を約1mmにスライスし、105℃で8時間以上乾燥させた後、秤量してイモ水分率を求めた。残りの2片を蒸し器で25分間加熱し、吉永ら<sup>5)</sup>の方法を参考に蒸しイモ糖度を測定した。すなわち、蒸しイモを乳鉢で混練後、試料10gに30mlの蒸留水を加えて30秒間ホジナイザーで磨砕後、そのろ液を屈折糖度計 (PR-101α : アタゴ社製) により測定、値を4倍し蒸しイモ糖度とした。なお、近赤外スペクトルと蒸しイモ糖度・イモ水分率の解析については、企業との契約により非公開とした。

(2) 食味官能調査による高糖度の閾値策定

蒸しイモ糖度を測定した試料について、同時に筆者らが蒸しイモの食味官能調査を実施した。調査は、蒸しイモを食べて感じる甘さを、1 : 全然甘くない、2 : 甘くない、3 : 甘い、4 : 非常に甘い の4段階で判定する方法で行った。



QSCOPE-DT仕様	
測定方法	透過式
対象果実	ナシ、リンゴ、マンゴー、トマト
測定速度	5秒/個程度
測定部位	測定時姿勢の下半分
入力電源	AC100V±10% 50/60Hz 単相
消費電力	150VA以下
光源	ハロゲンランプ
方式	両横投光・下部受光方式
寸法	縦 343×横 530×高さ 280mm
重量	15.5kg

図1 卓上型センサー (QSCOPE-DT)

3. 結果

(1) 卓上型センサーを利用した測定

卓上型センサーで測定した‘なると金時’の近赤外スペクトルと蒸しイモ糖度、イモ水分率の実測値を基に検量線を作成した。検量線から算出した推定値と実測値の関係を図2に示した。蒸しイモ糖度の推定精度の相関係数は0.647であり、イモ水分率の推定精度の相関係数は0.922であった。

(2) 食味官能調査による高糖度の閾値策定

食味官能調査による食味値と蒸しイモ糖度の関係を図3に示した。両者の値の関係から、蒸しイモ糖度が20以上であれば、非常に甘いと感ずることが判明した。

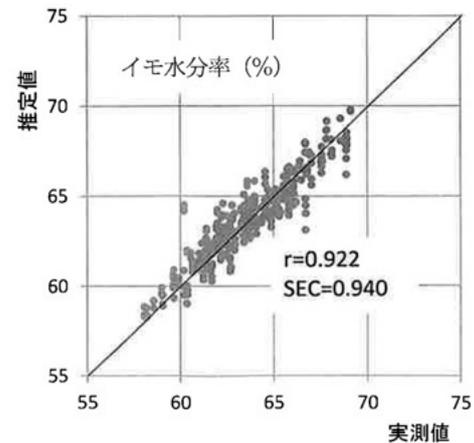
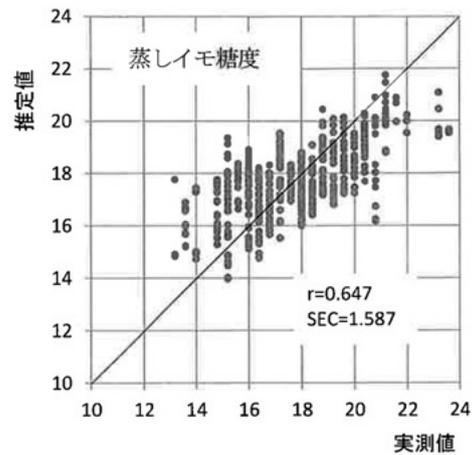


図2 卓上型センサーにより推定した値と実測値の関係 (n=159)  
(r: 相関係数、SEC: 検量線の標準誤差)

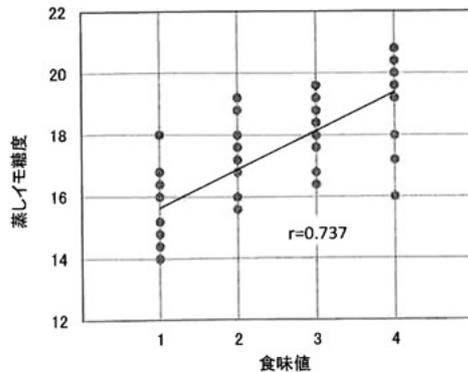


図3 食味官能調査による食味値\*と蒸しイモ糖度の関係  
(\*食味値 1:全く甘くない; 2:甘くない; 3:甘い; 4:非常に甘い)

#### 4. 考察

加熱前のサツマイモの近赤外スペクトルから加熱後の糖度を推定する試みは松尾らが報告している<sup>6)</sup>。この中で、青果のサツマイモを①一円玉程度の切断面になる位置で、あるいは②先端より1/4程度の位置で切断し、その断面に近赤外透過型装置の測定ヘッドを直接密着させて近赤外スペクトルを測定し、蒸しイモ糖度、イモ水分率などの推定をしたところ、②の断面積が大きいほど高い推定精度であったと述べている。そのときの蒸しイモ糖度の相関係数は、①の方法では0.693、②の方法では0.872であり、イモ水分率の相関係数は、①の方法では0.9、②の方法では0.92であった。本研究の結果と比較すると、蒸しイモ糖度の推定精度の相関係数は、②の方法よりは低かったが、①の方法と同等であった。イモ水分率の推定精度の相関係数は松尾らの方法と同等であった。測定方法が異なるため単純に比較はできないが、本研究の結果から既存の近赤外センサーを利用して、青果の状態での蒸しイモ糖度、イモ水分率の推定は可能と考えられた。さらに、本研究の方法は非破壊測定であるため、測定後の出荷も可能である。

次に、食味官能調査により‘なると金時’の蒸しイモ糖度と甘さとの関係を明らかにした。この結果を利用することで、近赤外センサーを用いて蒸しイモ糖度の推定を行い、加熱後の糖度が高い‘なると金時’を選別できると考えられた。具体的には、図2の卓上型センサーの蒸しイモ糖度のグラフから、推定値が20.5以上の‘なると金時’のみを選別すると、実測値では蒸しイモ糖度が20以上の塊根を選び出すことになる。蒸しイモ糖度20

以上は図3より食味値で非常に甘いと感ずることから、卓上型センサーを利用し、推定糖度20.5以上を選び出せば、その加熱後の‘なると金時’は「非常に甘い」と実感すると考えられた。

また、蒸しイモ糖度と併せてイモ水分率の推定もできることが明らかになった。‘なると金時’は収穫後貯蔵しながら出荷するため、長期のものでは半年以上貯蔵する場合もある。生育後期の長雨はサツマイモ貯蔵性の低下につながる<sup>7)</sup>ことから、生産者は経験上、水分率が高い塊根を長期間の貯蔵には回さない。しかし、塊根中の水分率の高低は、生育後期から収穫期頃の天候や圃場の土壌水分状態などから生産者の勘により判断している。本研究の結果を利用し‘なると金時’の水分状態を把握すれば、貯蔵に適した塊根か、そうでないかを判断することが可能と考えられ、生産者に本法の活用を提案したい。

#### 4. おわりに

本研究の実施にあたり、三井金属計測機工株式会社には近赤外センサーの利用・試作や、近赤外スペクトルデータの解析などについて多大なご協力を頂いた。吉野川農業支援センター所長梯美仁氏には研究実施、さらにはとりまとめに至るまで多くの知見を提供・指導して頂いた。阿南農業支援センター課長補佐富永雅也氏には研究実施にご協力を頂いた。深く感謝申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 河野澄夫ら、近赤外透過法によるウンシュウミカン糖度の非破壊測定、園学雑、62(2)、465-470、1992
- 2) 松浦英之ら、近赤外分光分析法による果実糖度の非破壊計測、静岡農試研報、36、57-68、1991
- 3) 岡崎亮ら、近赤外分光法によるカキ、メロンの非破壊品質評価法の開発、山口農試研報、45、23-29、1994
- 4) 豊田正武ら、簡易型近赤外分光計による果実及び野菜中の糖度及び酸度の測定、実践女子大学生生活科学部紀要、48、115-120、2011
- 5) 吉永優ら、かんしょ蒸しイモにおけるBrixの測定法、九州農業研究、54、49、1992
- 6) 松尾美紅ら、近赤外透過法を用いた安納いも糖度等の迅速測定に関する基礎的研究、九州農業研究発表会専門部会発表要旨集、77、99、2014
- 7) 武田英之、まるごと楽しむサツマイモ百科、農文協、50-53、1989