

マルチバンドイメージスキャナによるメロンの糖度分布可視化

蔦 瑞樹¹、一ノ瀬 修一²、小川 紋弘³、杉山 純一⁴、相良 泰行¹
 東京大学大学院農学生命科学研究科¹、アイメジャー（有）²、（有）ダット³、
 独立行政法人食品総合研究所⁴

Visualization of the Sugar Content Distribution of Melons Using a Multi-Band Image Scanner

M. Tsuta¹, S. Ichinose², F. Ogawa³, J. Sugiyama⁴ and Y. Sagara¹

The University of Tokyo¹, iMeasure Inc.², Dat Inc.³, National Food Research Institute⁴

1. 緒言

筆者らは、分光スペクトルを2次元的に計測・解析し、対象の成分分布を可視化する近赤外分光イメージング手法の研究に取り組んできた。これまでに、CCDカメラの各画素を近赤外分光装置の検出器として扱うことにより、メロンの糖度分布可視化を行ったが^{i,ii}、CCDカメラによる可視化手法においては、サンプルに対する均一な照明、サンプルの位置決めと保持、CCDカメラの焦点調節などの作業に熟練を要し、安定した計測が困難であるという課題が残された。そこで本研究では、取り扱いが簡便で、常に一定の条件で対象をスキャンするイメージスキャナに着目し、任意波長におけるサンプルのスキャンを安定して行う「マルチバンドイメージスキャナ」を開発し、その有効性を検証するため、メロンの糖度分布可視化に取り組んだ。



図1 マルチバンドイメージスキャナ

2. 実験方法

【マルチバンドイメージスキャナ】本研究では市販のイメージスキャナ（セイコーエプソン社製 ES-2200）をベースに、照明からラインセンサに至る光路上にバンドパスフィルタを挿入することにより、任意の波長におけるスキャン画像の取得が可能装置を開発した（図1）。スキャンに際しては、最初に本体に内蔵された標準白色板をスキャンし、その輝度値を基準（=65,535）としてサンプルの相対的な輝度値を16bit（0~65,535）で出力する。このため、照明ムラやCCDラインセンサの感度ムラの影響は自動的に除去される。また、16bitの階調度は従来の近赤外分光分析装置と同等であり、本装置は近赤外分光分析による定量解析にも利用可能であると考えられた。さらに、スキャナの特徴

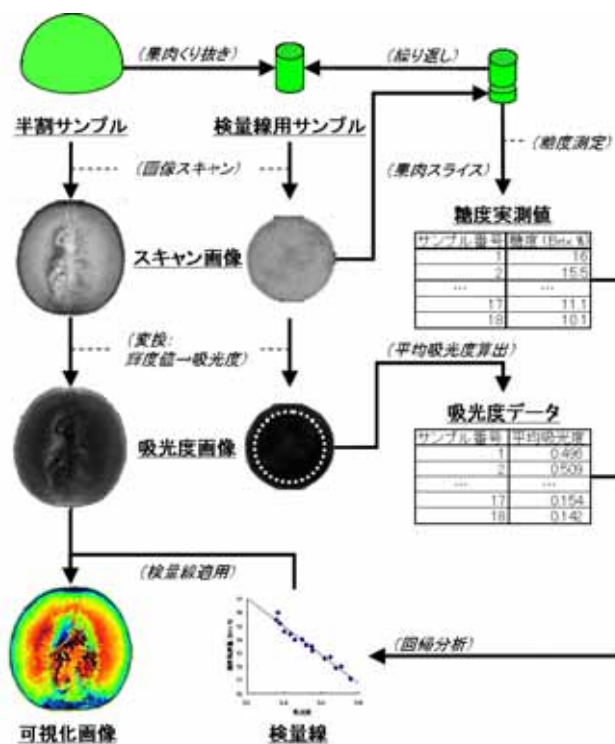


図2 糖度分布の可視化手順

上、サンプルと CCD ラインセンサ間の距離や角度は常に一定に保たれるため、安定した計測が期待された。

【サンプル】サンプルには市販の緑肉メロン（高知県産アンデスメロン）を用いた。品温変動による測定誤差の低減を図るため、室温で一昼夜放置した後、実験に供試した。

【果肉断面のスキャン及び吸光度変換】サンプルを半分に分割し、その切断面をマルチバンドイメージスキャナにてスキャンした。スキャン波長は、糖度と逆相関のある 676nm としたⁱ。吸光度の定義に従い、得られたスキャン画像の各画素に下記の式 1 を適用することにより、図 2 に示す吸光度画像を得た。

$$\text{吸光度} = -\log_{10}\left(\frac{\text{サンプルの輝度値}}{\text{標準白色板の輝度値}}\right) = \log_{10}\left(\frac{65,535}{\text{サンプルの輝度値}}\right) \quad \dots(1)$$

【検量線の作成】断面をスキャンしたサンプルより円柱状に果肉を抜き取り、これを検量線用サンプルとしてその内側果肉断面をスキャンした。得られた画像の各画素に式 1 を適用して吸光度に変換し、図 2 中段に示す白点線の範囲内にある画素の平均吸光度を算出した。また、スキャンした部分から 1mm 厚のスライスを切り出し、その果汁を絞って糖度をデジタル糖度計（アタゴ社製 PR-100）で測定した。以上の作業を果肉の内側から果皮付近まで繰り返すことにより、検量線用サンプルの様々な深さにおける吸光度と糖度実測値を得た。さらに、両者に回帰分析を適用し、図 3 に示す糖度の検量線を作成した。

【糖度分布の可視化】作成した検量線を、半割サンプル断面の吸光度画像の各画素に適用し、吸光度を糖度に変換した。さらに、糖度の大小をカラーマッピングすることにより、図 4 に示す糖度分布の可視化画像を得た。

3. 結果及び考察

図 3 に示す通り、検量線の相関係数が 0.980 と高精度であること、また、図 4 に示す糖度分布の可視化画像において、糖度分布の異常な勾配は見られないことから、照明ムラなどの影響を受けない正確な糖度分布の可視化画像が構築されたと考えられた。これは、安定してサンプルをスキャン可能なマルチバンドイメージスキャナの特性によるものと思われる。よって、本装置は近赤外分光イメージング装置として十分な精度を有し、成分分布可視化に有用であることが示唆された。今後は、様々な食品における成分分布可視化への応用が期待される。

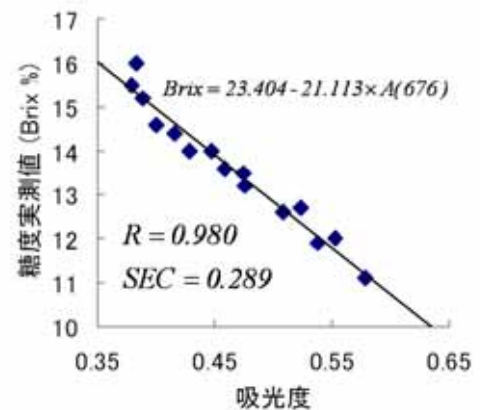


図3 糖度の検量線

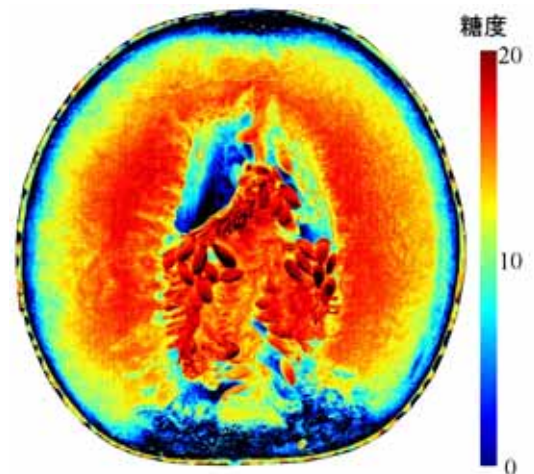


図4 糖度分布可視化画像

ⁱ J. Sugiyama: " Visualization of Sugar Content in the Flesh of a Melon by Near-Infrared Imaging ", J. Agric. Food Chem., 47, 7, pp.2715-2718 (1999)

ⁱⁱ M. Tsuta, J. Sugiyama and Y. Sagara : " Near-Infrared Imaging Spectroscopy Based on Sugar Absorption Band for Melons ", J. Agric. Food Chem., 50, 1, pp.48-52 (2002)

(本論は第 19 回非破壊計測シンポジウム講演要旨集 pp. 160-161 に掲載されたものです)