



の だ ひろゆき **野田 博行** 国立大学法人 山形大学 学術研究院/准教授

# 画像から食品の品質を見る

## 1. はじめに

著者が画像による食品の品質評価法の開発を始めたのは、財団法人山形県企業振興公社付置生物ラジカル研究所に在籍した2000年代初頭に遡る。この時期に、紫外線あるいは青色光励起蛍光画像法を用いた米の非破壊鮮度評価法を開発したのがきっかけである<sup>1、2)</sup>。その後、国立大学法人山形大学に移り、2000年代後半から著者の同郷である福島県伊達市のマクタアメニティ株式会社と共同で、可視画像を用いた野菜・果物のおいしさの見える化技術の開発に着手した。2018年、野菜や果物の可視画像を赤(R)、緑(G)、青(B)に分解したRGBヒストグラムから、平均値と標準偏差を抽出し、その情報を元にした非破壊による野菜・果物のおいしさ見える化システムの開発に成功した<sup>3-15)</sup>。2019年から、17種類の野菜・果物のおいしさ見える化システムが社会実装されている。さらに、この技術は、ラ・フランスの食べ頃の見える化システムへ展開されている<sup>16,17)</sup>。

本寄稿では、これらの技術のうち、米の鮮度評価法と野菜・果物のおいしさ見える化システムに関する研究を以下に紹介する。

## 2. 紫外線・青色光励起蛍光画像法を用いた米の非破壊鮮度評価法1、2)

当時、簡便な米の鮮度評価法は、化学薬品を用いた破壊検査しかなかった。そこで、著者は、2000年代初頭に、蛍光画像により米の鮮度評価が可能であることを見出し、米の鮮度評価法開発に着手した。

蛍光画像による米の玄米の蛍光画像は、経時的酸化(劣化)により赤色の蛍光強度が増大することを指標に、米の鮮度を非破壊で評価する方法である。測定は、50粒の玄米あるいは白米を内径30mmのパイレックス製シャーレに重ならないように並べ、図1に示す紫外線励起蛍光画像撮影装置を用い撮影した。玄米あるいは白米由来の蛍光強度は赤色蛍光強度ヒストグラムの中間値から求め、3回測定の平均値として評価した。玄米あるいは白米は、2000年~2002年福島産コシヒカリ(同一水田産)を用いた。玄米の貯蔵は、室温(20~25℃)及び冷蔵庫(5~6℃)で行った。

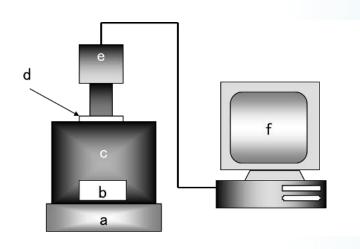


図1 蛍光画像計測装置の構成

a、光源; b、米; c、暗箱; d、フィルター; e、デジタルカメラ; f、PC

図2に、福島産コシヒカリの2001年産新米(右)及び2000年産室温貯蔵古米(左)の紫外線励起の赤色蛍光画像を示す。図2上の画像から、新米(暗い)と古米(やや明るい)が判別できることがわかった。さらに、画像処理による新米と古米の判別を試みた。図2下の画像は、上の画像を二値化処理したものである。これにより、新米と古米の違いを強調することができた。

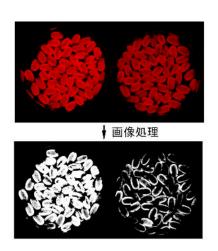


図2 玄米 (こしひかり) における新米 (右) 及び古米 (左) 紫外線励起蛍光イメージ (上段:赤色蛍光、下段:二値化処理)

## 3. 可視画像による野菜・果物のおいしさの見える化3-15)

図3に、例として桜の緑葉の画像とRGBヒストグラムを示す。左からBRGの順に右(反射光強度が大)にシフトすることがわかる。これは、BとRは葉緑素の吸収域にあたり、Gは吸収が少なく反射する割合が多いので肉眼ではG、すなわち、緑として視認される。RGBヒストグラムから、それぞれのヒストグラムの平均値(横軸の色の平均反射強度)と標準偏差(色の反射強度分布の幅)が抽出できる。このデータを基に、おいしさ見える化システムのアルゴリズムは構築されている。

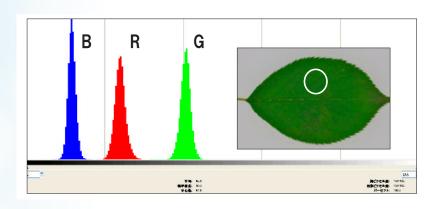


図3 桜の緑葉の RGB ヒストグラム (左から BRG)



図4 野菜・果物のおいしさ見える化システム

おいしさ見える化システムは、まず、野菜や果物の可視画像を赤(R)、緑(G)、青(B)に分解した RGB ヒストグラムから平均値と標準偏差を抽出する。次に、糖度(Brix 値)や味覚センサーで測定した味覚値(先味の酸味、塩味、旨味、苦味雑味、渋味刺激および後味の旨味コク、苦味、渋味)、グルタミン酸(Glu)含量等の味要素と RGB の平均値、標準偏差、硝酸イオン含量との間の相関係数を求める。このうち、相関係数の高い(0.6以上)味要素の回帰式をアルゴリズムとしてクラウド上に実装し、計測した画像データと照合することによりおいしさを見える化する。

現在実装しているおいしさ見える化システムの概念を図4に示す<sup>6-15)</sup>。まず、タブレットPCやスマートフォンにおいしさ見える化アプリをダウンロードし、内臓カメラを用い、黒いスポンジ板に配置した野菜や果物を撮影する。次に、野菜や果物の画像を選択し、背景を取り除いたのちクラウド上の計算式で解析すると、直ちに、おいしさのコメントや味のレーダーチャートとともにBrix 値、偏差値が表示される。既存の近赤外分光法による糖度測定(一部酸味)とは異なり、温度依存性がほとんどなく、一度の測定で苦味や旨味など多種類の味要素を一度に見える化できるのが特長である。

図5に、トマトの各種味データを偏差値換算して表示したレーダーチャートとトマトの画像を示す。偏差値変換を用いた理由は、それぞれの味データの桁が異なるので、それらを同一レベルで比較できるようにするためである。また、偏差値の平均値は50であることから、味の違いが判りやすいという特徴もある。フルーツトマトは、小ぶりでBrix 値が高く、旨味(Glu)が強く、酸味と苦味雑味が弱いことがわかる。市販の一般桃太郎は、フルーツトマトに比べ、大ぶりでBrix 値が低く、旨味(Glu)が弱く、酸味と苦味雑味が強いことがわかる。

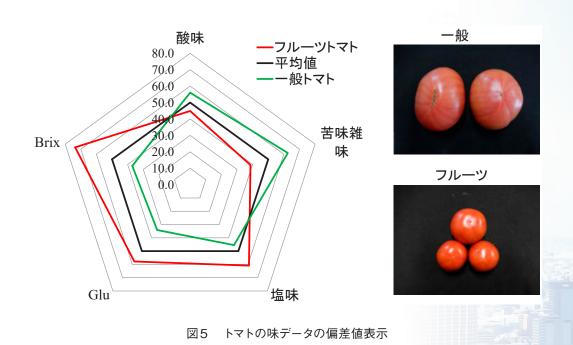


図6に、シャインマスカットの各種味データを偏差値換算して表示したレーダーチャートとシャインマスカットの画像を示す。甘味が強いものは、黄緑色を示し、Brix 値が高く、かつ、旨味が強く、酸味と渋味が弱いことがわかる。また、酸味が強いものは、甘味が強いものに比べ、緑色を示し、Brix 値が低いことがわかる。

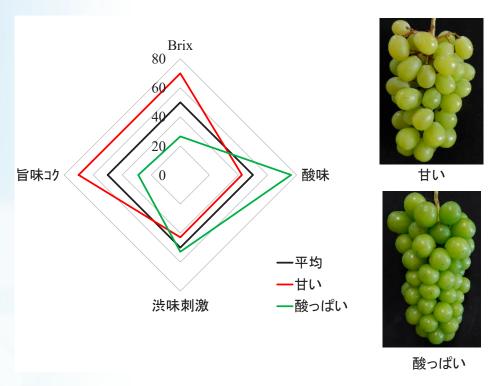


図6 シャインマスカットの味データの偏差値表示

## 4. おわりに

以上、赤色蛍光画像による米の非破壊鮮度評価法と可視画像による野菜・果物の非破壊おいしさ見える化システムに関する研究を紹介した。筆者の研究は、できるだけ農産物をそのままで評価することを念頭に行ってきた。本研究は、農産物の品質や機能、工業製品等の品質などに応じた用途別応用が可能であることから、国連の17の開発目標(SDGs)のうちの9(産業と技術革新の基盤をつくろう)と12(つくる責任つかう責任)に該当し、イノベーション創出や近年問題となっている廃棄物等の低減にも寄与するものと考えている。

農産物のトレーサビリティは、工業製品の製造物責任(PL)と同様に農産物にも安全性に対する責任をもたせるためのものである。今後、米の鮮度もトレーサビリティの範疇に含まれる可能性がある。蛍光画像法は、米を粉砕することなく、短時間(数秒~1分程度)で測定できるという長所があり、簡便かつ近赤外法に比べ低価格にできる。当然、破壊検査ではないので廃棄物も発生しない。

また、野菜・果物のおいしさの見える化システムは、生産者用に農産物の付加価値向上を主目的に、スマートフォンに対応することを念頭に開発を進めた。そのため、多少精度が低下しても低価格化することを優先に考えた。現在、当初の目的はほぼ達成され、生産者への普及に努めている。現在、農家や農業生産法人等で活用されている。さらに、本技術の他分野への応用拡大を検討している。

#### 引用文献

- 1) 穀粒状態評価方法. 穀粒状態評価試薬. 穀粒状態評価装置. 特許 第3673818号.
- 2) 野田博行, 後藤恒義, 大矢博昭, 鎌田仁, 分析化学, 51, 323(2002).
- 3) 農産物判定システム, 特許 第5386753号.
- 4) 農産物判定システム, 特許 第6238216号.
- 5) 農産物判定システム, 特許 第6362570号.
- 6) http://makuta-amenity.com/iot/
- 7) 野田博行,農耕と園芸, No.6, 33-37(2018).
- 8) 野田博行, 野菜情報, No.10, 38-48(2018).
- 9) 野田博行, 産学官連携ジャーナル, No.14, 4-5(2018).
- 10) 野田博行, 臨床栄養, No.2, 146-147(2019).
- 11) 幕田武広、JATAFF ジャーナル、Vol.7、No.9、30-33(2019).
- 12) 野田博行, 幕田武広, 調理食品と技術, 26(1), 37-42(2020).
- 13) 野田博行、㈱情報機構、315-325(2020).
- 14) 野田博行, ㈱技術情報協会, 86-93(2021).
- 15) 野田博行、㈱エヌ・ティー・エス、119-128(2023).
- 16) 追熟度判定装置, 特許 第6632014号.
- 17) 追熟度判定装置, 特許 第67587274号.

