



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY



農研機構
NARO

配布先:文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会、農政クラブ、
農林記者会、農業技術クラブ、筑波研究学園都市記者会

2024 年 11 月 18 日

報道機関 各位

白イチゴの糖度を可視・近赤外光で“見える化” ～果皮の色によらない選別と熟度判定の技術確立に寄与～

【本研究のポイント】

- ・果皮の白いイチゴは成熟しても赤く着色しないため熟度判定が難しく、高品質な商品を市場に供給するために、非破壊で糖度^{注1)}などの品質を推定する技術が必要。
- ・可視光^{注2)}と近赤外光^{注3)}を使った分光技術で、白イチゴの糖度を良好な精度で推定。
- ・近赤外ハイパースペクトラルイメージング法^{注4)}により、白イチゴの糖度分布を可視化。
- ・機械学習と画像処理による、イチゴのハイパースペクトルデータ^{注5)}の前処理アルゴリズムを開発。
- ・ニーズに応じた品質を担保し、高付加価値化につながる新たな選別技術や熟度判定技術の開発に寄与。

【研究概要】

名古屋大学大学院生命農学研究科の馬 特(マ トク) 助教、稲垣 哲也 准教授、土川 寛 教授、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業機械研究部門 関隼人 研究員の研究グループは、①可視-近赤外分光法^{注6)}および近赤外分光法により、成熟しても果皮の白いイチゴ(白イチゴ)の糖度を良好な精度で推定することを可能にしました。白イチゴの可視-近赤外領域のスペクトルでは、赤いイチゴと同様に、アントシアニン^{注7)}とクロロフィル^{注8)}に由来する吸収が観察されました。これらの結果は、イチゴの選別や、現場での熟度判定を効率化するシステムの開発に貢献します。

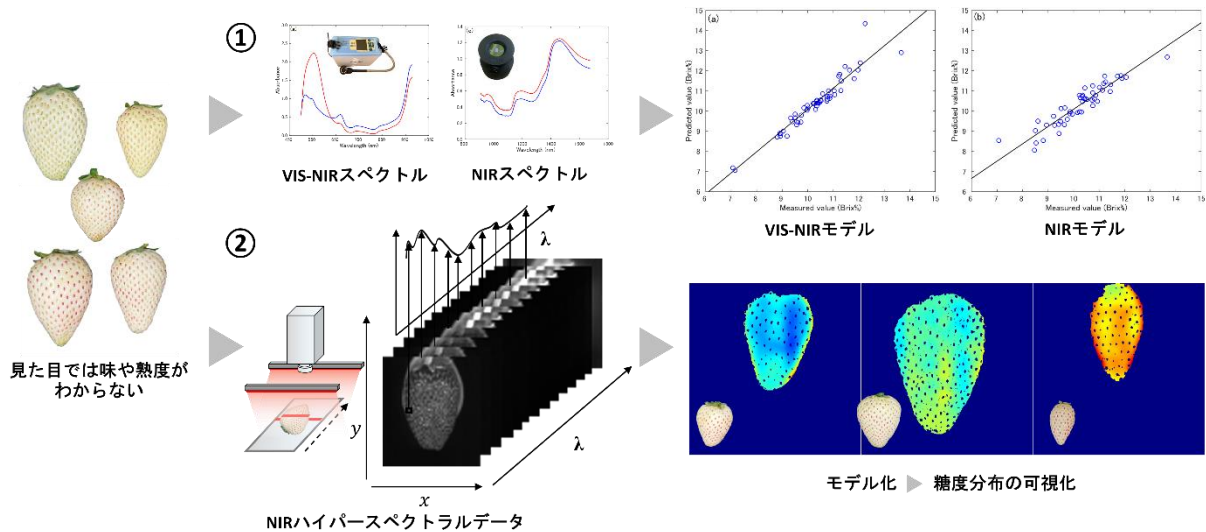
本研究ではさらに、②近赤外ハイパースペクトラルイメージング法により、白イチゴの糖度分布の可視化を試みました。測定して得られた果実表面のデータから、そう果^{注9)}を自動識別する機械学習と画像処理を組み合わせたアルゴリズムを開発し、より正確な果実表面の糖度分布を可視化できるようになりました。

本研究により、果皮の色に関係なく糖度の推定と糖度分布の可視化ができるようになりました。今後、ニーズに応じた品質を担保しつつ高付加価値化に貢献するイチゴの新たな選別技術や熟度判定技術の開発が進むことが期待されます。また、実用化が進むことで、日本産イチゴの輸出拡大戦略のための技術構築が期待されます。

本研究成果は、2024年7月19日付 foods 誌『Evaluating Soluble Solids in White Strawberries: A Comparative Analysis of Vis-NIR and NIR Spectroscopy』他に掲載されました。



白いイチゴの糖度を可視・近赤外光で可視化する！

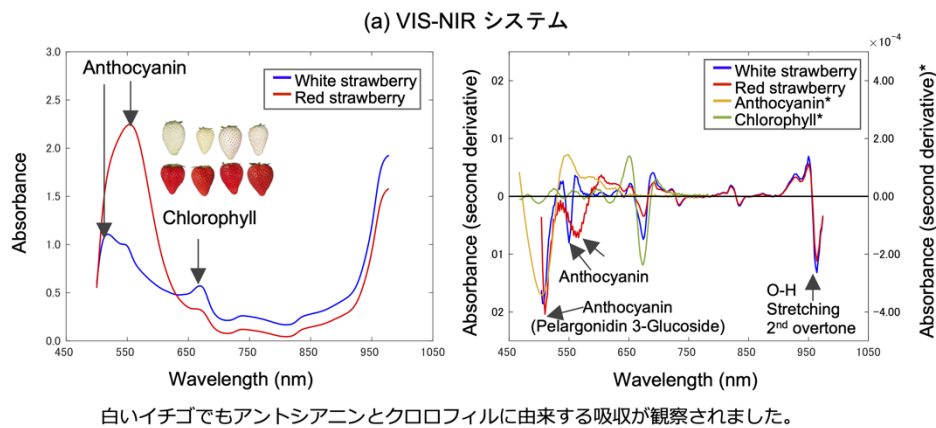
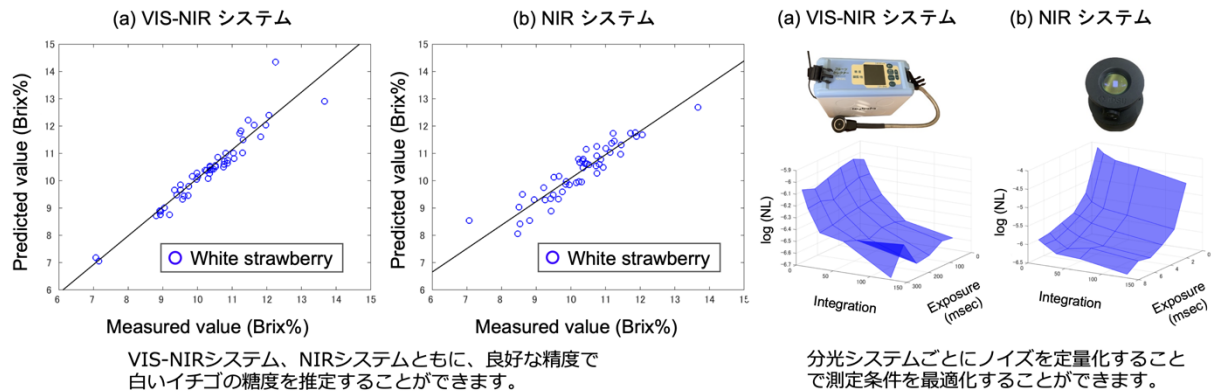


【研究背景と内容】

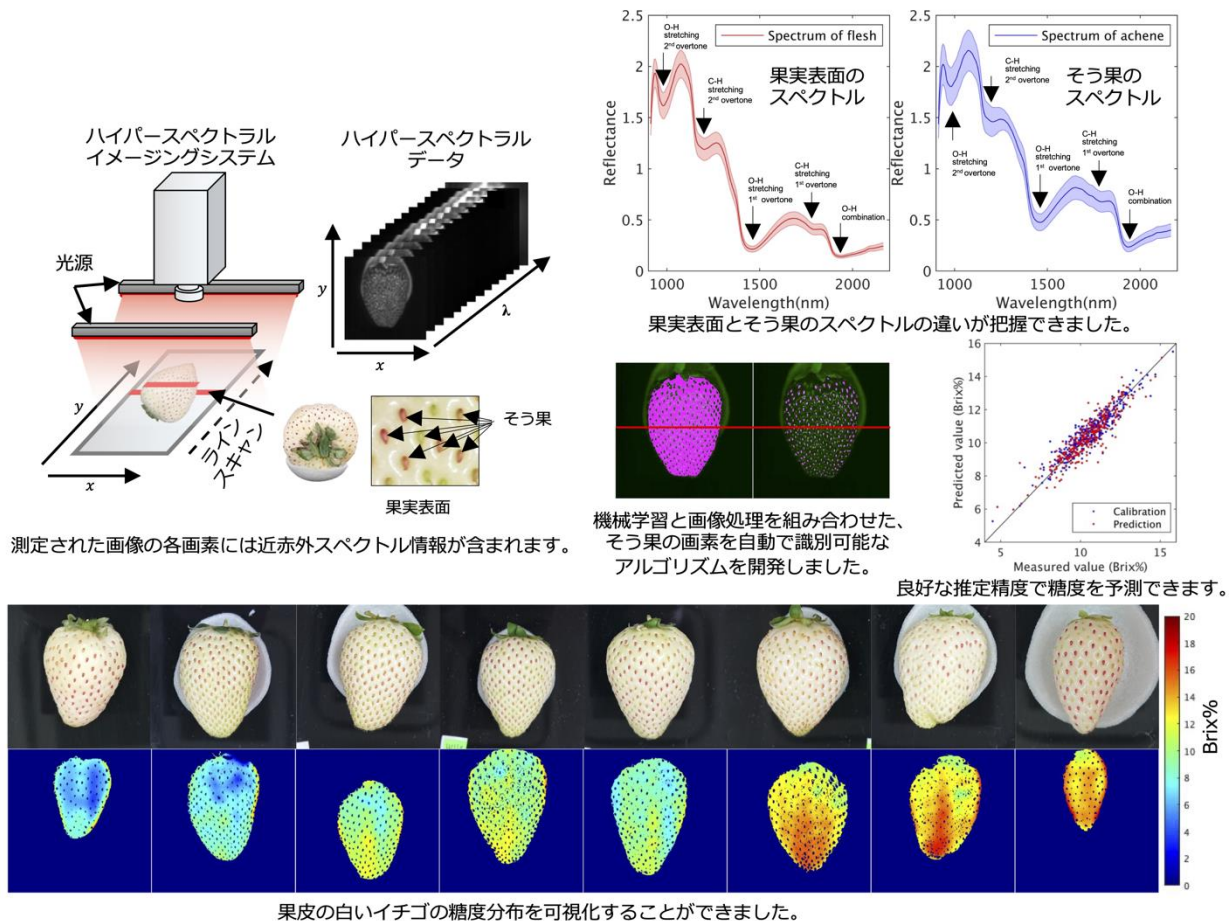
近年、アジア諸国で日本産イチゴの需要が伸び、輸出も増加傾向にあり、輸出先国・地域におけるニーズに対応した品質を確保する必要があります。イチゴの品質では、形や大きさ、傷み、カビなどといった外観も重要ですが、内部品質である糖度も重要です。

糖度は、熟度や甘さ、つまりおいしさに関わる重要な指標です。しかし、糖度の測定は一般的には、搾汁液を屈折計により分析するため破壊試験を伴う評価です。そのため、全ての果実の糖度を把握することはできません。また、果実の着色と糖度との間には、必ずしも相関があるとは限らないため、外観のみで選別して価格を決定するとミスマッチが起こりうります。特に今回対象とした果皮が成熟しても白いままのイチゴは、見た目での熟度判定はできません。適切な品質を確保するためには、非破壊で個々の果実の内部品質を評価する技術が必要です。非破壊内部品質評価手法により、顧客のニーズに応じた安定した品質の果実を提供できるだけではなく、自動選別による付加価値化、作業の省力化も期待されます。

今回の研究成果は、①可視-近赤外分光法および近赤外分光法により、成熟しても果皮の白いイチゴ(白イチゴ)の糖度推定と、②近赤外ハイパースペクトラルイメージングにより白イチゴの糖度分布を可視化する技術の提案です。①の結果、可視-近赤外分光システム、近赤外分光システムから得られた分光スペクトルから良好な精度で糖度を推定することが可能となりました。これらの糖度の推定精度は一般的な果皮の赤いイチゴの推定精度と同等でした。白イチゴの可視-近赤外領域のスペクトルでは、赤いイチゴと同様に、アントシアニンとクロロフィルに由来する吸収が観察されました。更なる研究により、白イチゴがなぜ白く見えるのかを、分光法から説明できるようになることが期待されます。また、今回用いた分光システムにおける測定方法を最適化するために、スペクトルのノイズ評価方法を提案しました。このノイズにより堅牢なモデル開発のためのスペクトル測定条件を決定できます。これらの結果は、迅速なイチゴの選別システム開発や、現場での熟度判定システムの開発に貢献します。



②の結果、近赤外ハイパースペクトラルイメージング法により、白イチゴの糖度分布を可視化しました。今回の研究では、白イチゴを測定して得られたハイパースペクトラルデータの果実表面から、そう果を自動識別する機械学習と画像処理を組み合わせたアルゴリズムを開発しました。ハイパースペクトラルイメージング法では、平均化されたスペクトル情報から糖度を推定するモデルを作成して、そのモデルで各画素のスペクトルから糖度を推定することで、全体の糖度分布を可視化します。そのため、スペクトルの特徴が異なるそう果はノイズ情報となります。本提案手法により、より正確な果実表面の糖度分布を可視化できるようになりました。この手法は、色に関係する波長を使用していないため、赤いイチゴにも適用可能です。今後、糖度だけではなく、複数の品質指標を同時に可視化することで、より高付加価値化やニーズに応えた品質を担保するための評価が可能になると期待されます。



【成果の意義】

本研究により、果皮の色に関係なくイチゴの糖度を推定すること、糖度分布を可視化することができるようになりました。今後、ニーズに応じた品質を担保、高付加価値化に貢献するイチゴの新たな選別技術や熟度判定技術の開発が進むことが期待されます。また、実用化が進むことで、日本産イチゴの輸出拡大戦略のための技術構築が期待されます。

【用語説明】

注 1) 糖度:

一般的に表示される糖度は、屈折糖度計で測定した Brix 値である。屈折糖度計は糖、有機酸、遊離アミノ酸などの可溶性固形物量を測定するものである。イチゴでは、糖度と糖含量の間に相関があるために簡便な測定法として用いられる。

注 2) 可視光:

波長が約 380 ナノメートル(nm)から 800 nm までの目に見える光のことを指す。

注 3) 近赤外光:

波長が約 750nm から 2500 nm までの長さの目に見えない光のことを指す。赤外線光より波長が短いため、「近」赤外光と呼ばれている。

注 4)近赤外ハイパースペクトラルイメージング法:

近赤外分光法を空間的に拡張した手法である。対象物の成分のばらつき(分布)を画像として可視化する。

注 5)ハイパースペクトラルデータ:

通常の RGB 画像は各画素に3つの情報を持つが、ハイパースペクトラルデータでは、各画素にスペクトル情報を持つ。

注 6)(可視-近赤外、近赤外)分光法:

物質の工学的特性や組成を解析するための科学的な手法である。さまざまな波長や周波数にわたるスペクトルデータから、情報を分析・抽出し、定性・定量分析を行う。

注 7)アントシアニン:

果物などに含まれる色素である。アントシアニンを多く含む果物は赤色や紫色に見える。

注 8)クロロフィル:

果物や葉に含まれる緑色の色素である。未熟な果物には、クロロフィルが多く含まれる。

注 9)そう果:

イチゴ果実表面に存在する種子のようなもの。植物形態的には果実であり、可食部は花托(かたく)が肥大した偽果である。

【論文情報】

雑誌名:foods

論文タイトル: Evaluating Soluble Solids in White Strawberries: A Comparative Analysis of Vis-NIR and NIR Spectroscopy

著者:Seki H, Murakami H, Ma T, Tsuchikawa S, Inagaki T.

DOI: [10.3390/foods13142274](https://doi.org/10.3390/foods13142274)

URL: <https://doi.org/10.3390/foods13142274>

論文タイトル: Visualization of Sugar Content Distribution of White Strawberry by Near-Infrared Hyperspectral Imaging

著者:Seki H, Ma T, Murakami H, Tsuchikawa S, Inagaki T.

DOI: [10.3390/foods12050931](https://doi.org/10.3390/foods12050931)

URL: <https://doi.org/10.3390/foods12050931>