

キウイフルーツの熟度を、壊さず外から確認！ ～分光法改良で、品質劣化のメカニズム解明や 最適な貯蔵条件の確立を目指す～

【本研究のポイント】

- ・キウイフルーツや洋ナシなどの青果物は、貯蔵(追熟)中に外見がほとんど変化せず、外観の「鮮度」が内部の品質を必ずしも反映していない、という貯蔵上の課題がある。
- ・果実内部における近赤外光^{注1)}の散乱^{注2)}の変化に着目し、キウイフルーツの貯蔵中の軟化過程を非破壊かつ高精度で評価できた。
- ・「熟度」および「鮮度」を客観的に数値化することによって最適な貯蔵条件の確立だけでなく、果物収穫後に鮮度が劣化するメカニズムの解明や、鮮度の個別追跡管理によるフードロス削減効果が期待される。

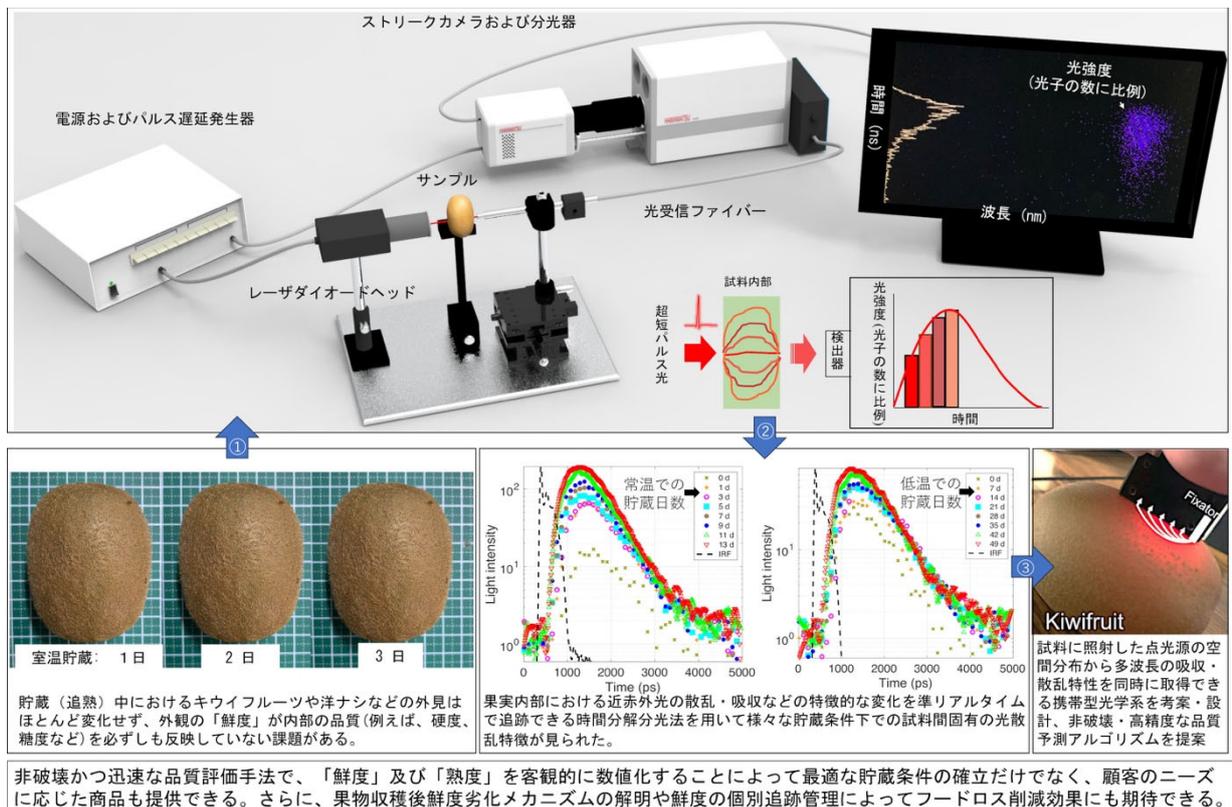
【研究概要】

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学大学院生命農学研究科の馬 特 特任講師、稲垣哲也准教授、土川 覚教授の研究グループは、近赤外飛行時間分光法^{注3)}に基づいて、硬さが異なるキウイフルーツ内部の光吸収^{注4)}と散乱の違いを調べました。その結果、波長 846 nm 近赤外光の吸収係数はほぼ一定であったが、試料間固有の光散乱特徴が見られました。これは、果実を壊さず外からその熟度を評価できたことを意味します。

今後更なる研究により、これまでのスペクトル解析^{注5)}では障害だった光散乱を情報因子として扱い、多波長領域の吸収情報と散乱情報に分離して把握できれば、外部の要因によって影響が出にくい(ロバストな)硬度予測モデルの構築をはじめ、今まで達成できなかった複雑な鮮度劣化の評価も可能になると予想されます。

本研究では、「熟度」および「鮮度」を客観的に数値化することによって最適な貯蔵条件の確立だけでなく、顧客のニーズに応じた商品も提供できるようになります。さらに、果物収穫後鮮度劣化メカニズムの解明や、鮮度の個別追跡管理によってフードロス削減効果も期待できます。今後、現場での実用性を確保するため、携帯型への改良を目指し、非破壊で高精度な品質予測アルゴリズムを提案していく予定です。

本研究成果は、2023年10月2日付 Scientific Reports 雑誌『Validation study on light scattering changes in kiwifruit during postharvest storage using time-resolved transmittance spectroscopy』に掲載されました。



【研究背景と内容】

SDGs(持続可能な開発目標)では、食料サプライチェーン全体における収穫後の損失を減少させる目標が掲げられています(「12. つくる責任つかう責任」)。収穫された青果物は、限られた栄養分の蓄積を使って様々な生命活動を続けながら、鮮度低下あるいは品質劣化と呼ばれる生理的反応の変化が起こるため、品質保持技術の適用が求められます。しかし、青果物は種類が非常に多く、それぞれの特性が多様であるため、全ての青果物にあてはまる貯蔵条件は存在しません。さらに、貯蔵(追熟)中におけるキウイフルーツや洋ナシなどの外見はほとんど変化せず、外観の「鮮度」が内部の品質(例えば、硬度、糖度など)を必ずしも反映していない課題もあります。したがって、適切な品質を保証するためには、内部品質評価技術の開発が必要不可欠です。現在、果実硬度計や Brix 屈折計^{注 6)}等は使われていますが、どちらも破壊的な手法であり、測定に時間と手間がかかるのが難点です。非破壊かつ迅速な品質評価手法で、「熟度」および「鮮度」を客観的に数値化することによって最適な貯蔵条件の確立だけでなく、顧客のニーズに応じた商品も提供できるようになります。さらに、果物収穫後鮮度劣化メカニズムの解明や、鮮度の個別追跡管理によってフードロス削減効果も期待できます。

今回の研究成果は、飛行時間分光法によって硬さが異なるキウイフルーツ内部の光吸収と散乱の違いを調べました。その結果、波長 846 nm 近赤外光の吸収係数はほぼ一定でしたが、試料間固有の光散乱特徴が見られました。さらに、実験データに機械学習を適用することで、キウイフルーツの貯蔵中の軟化過程を非破壊かつ高精度で評価することができました。今後、試料に照射した点光源の空間分布から多波長の吸収・散乱特性を同時に取得できる携帯型光学系を考案・設計し、非破壊・高精度な品質予測アルゴリズムを

提案していく予定です。更なる研究により、これまでのスペクトル解析では障害となっていた光散乱を情報因子として扱い、多波長領域の吸収情報と散乱情報に分離して把握できれば、ロバストな硬度予測モデルの構築をはじめ、今まで達成できなかった複雑な鮮度劣化の評価も可能になると予想されます。

【成果の意義】

本研究により、青果物の最適な貯蔵条件(温度、湿度、ガス環境など)の設定や、安定した品質を提供するための技術構築、鮮度の個別追跡管理によってフードロス削減などの効果が期待できます。

本研究はヒロセ財団の研究助成を受けて行われました。

【用語説明】

注 1)近赤外光:

波長が約 750 ナノメートル(nm)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 2)(光の)散乱:

物質が散乱すると、光はさまざまな方向に広がる。散乱される光は通常、波長やエネルギーが変わらない。

注 3)飛行時間分光法:

物質の光学的特性や組成を解析するための科学的な手法である。この手法は、物質が光をどのように吸収、散乱、反射するかを調べるのに使用される。

注 4)光吸収:

物質が特定の波長の光エネルギーを吸収する現象である。吸収された光は、物質内で電子のエネルギー状態を変え、通常は光の一部または特定の波長が吸収される。

注 5)スペクトル解析:

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・定量分析などを行う解析の手法である。

注 6)Brix 屈折計:

光の屈折率を利用して液体中の溶解物質の濃度を測定するデバイスである。

【論文情報】

雑誌名:Scientific Reports

論文タイトル:Validation study on light scattering changes in kiwifruit during postharvest storage using time - resolved transmittance spectroscopy

著者:Ma, T., Inagaki, T. & Tsuchikawa, S.

DOI: 10.1038/s41598-023-43777-5

URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43777-5>