

小課題「果実および牛肉の品質特性を評価する光センシング装置の開発」

研究の背景とねらい

農産物の非破壊的に検査する技術は、品質の保証を通して市場価値を高める目的でこれまでにも数多く研究されてきた。近年果実の糖度測定装置は実用化されているが、農産物全般においては現場のニーズの高さにも関わらず測定方法が開発されていないケースが多い。我々は地域性の高い農産物における非破壊検査技術の必要性の検討からスタートし、最終的に西洋ナシの熟度・牛肉の融点を計測ターゲットに設定した。

[ラ・フランス果実の熟度を無侵襲で判定する装置]

ラ・フランスを始めとする西洋ナシは、収穫後に追熟処理が必要であり、この過程での熟度の判定が商品価値を大きく左右する。追熟過程では糖度の変化は乏しいため、既存の非破壊糖度計測装置は熟度判定に使用できない。現時点では、破壊的に計測される果実硬度の低下が唯一の熟度の指標となっている。本研究では、西洋ナシ果実の熟度を非破壊的に評価することを目指し、光センシング技術を用いた非破壊的計測法の開発に取り組んだ。

[牛肉の皮下・筋間脂肪の融点を迅速に計測する装置]

牛肉の格付けは、専門家による形態評価（色合い・照り具合など）によって行われており、主観的で個人差が大きいいため、牛肉市場における品質の統一性が乏しい原因となっている。ゆえに、より客観的な判定基準が求められている。当プロジェクトの生体高分子グループの研究から“脂肪の融点と食味には高い相関性がある”ことが明らかになったことを受けて、本研究では、牛肉の食味に関する品質評価を目指して、牛肉の脂肪融点を可能な限り非破壊的に計測する方法の開発に取り組んだ。

共同研究の体制と役割分担

計測ターゲットの設定の段階から、生産・流通の現場に近い園芸試験場・畜産研究部（山形県農業研修センター）との検討を重ねた。地域の農産物において、研究・流通のそれぞれの段階において非破壊計測が求められている課題を調査し、計測法が開発が可能と思われる研究ターゲットを絞り込んだ。役割分担は以下の通りである。

コア研究室：計測法を開発・検討し、必要な基礎データを収集し、かつ周辺技術を開発した。

山形県立園芸試験場：西洋ナシの追熟に関する技術情報を提供するとともに、測定試料の準備・管理と計測データの検討を担った。

山形県農業研究研修センター畜産研究部：牛肉試料の融点測定を担当するとともに、実用性のある計測手順を検討した。

研究の経過

[ラ・フランス果実の熟度を無侵襲で判定する装置]

西洋ナシの追熟過程における果実の硬度低下は果肉の組織構造の変化に起因することに着目し、構造変化に伴う光散乱特性の変化を効率よく計測する方法を探索した。追熟過程の西洋ナシにおいて散乱光強度と果肉硬度を並行して計測し、考案した計測法の有効性を検証した。さらに、パートレット・バラード・ラフランスの3品種それぞれ約200個について散乱光強度と果肉硬度を計測し、計測法の実用性を検証した。

[牛肉の皮下・筋間脂肪の融点を迅速に計測する装置]

食肉流通センターにおける聞き取り調査などを通して、低温貯蔵庫内での牛肉脂肪の融点測定を目標として設定した。光センシングによる方法および画像処理による方法を比較検討し、光センシング技術‘特に光の干渉を利用した光コヒーレンス断層画像化法(OCT)’を用いることで、牛肉脂肪の融点前後での後方散乱光強度の変化を定量的かつ高速・非接触で捉え得ると判断した。測定部位のみを加熱するために局所加熱ユニットを試作し、低温下での牛肉表面の加熱条件を検討した。OCT スキャナと局所加熱ユニットを組み合わせ、予め融点を測定した牛肉を試料として加熱しながら光断層画像を取得し、その時系列画像から融点を推定するためのデータ処理法を検討した。

成果とその意義

(フェーズ)

[ラ・フランス果実の熟度を無侵襲で判定する装置]

- i 側方からの散乱光強度の測定(図1)が、硬度低下にともなう散乱特性の変化を有効に捉える得ることを見出した。追熟過程での果肉硬度の低下に伴い、散乱光強度が増加した(図2)。

基本的には光散乱計測によって追熟過程の果実熟度を非破壊的に評価することが可能となった。[特許出願]

- ii 検定対象とした3品種ともに、果肉強度と散乱光強度に相関が確認された(図3)。

品種(パートレット)によっては実用的であることが示されたが、主力品種であるラ・フランスに対しては実用レベルの計測は実現されなかった。

[牛肉の皮下・筋間脂肪の融点を迅速に計測する装置]

- iii ペルチェ素子を用いた小型局所加熱ユニット(図4)を試作し、低温庫内温度(4)下での加熱条件を検討した(図5)。

考案した小型加熱体によって、牛肉の表面温度を速やかに上昇させ得ることが確認された。

- iv OCT スキャナと局所加熱ユニットを組み合わせた計測システムを構築し、融点が既知である牛肉について牛肉表面の局所温度を変化させながら光散乱画像計測を実施した。

- v 加温時の時系列データの統計情報と脂肪融点とに相関があることを確認し、融点推定のためのデータ処理法を考案した。

実用的な装置開発のための要素技術を開発した。[特許出願]

今後の研究展開

現時点では、両課題ともに具体的な事業化には到っていない。しかし、それぞれの非破壊的計測装置技術を用いた品質評価を地域において実現することは、西洋ナシ・牛肉の品質向上に大きい効果を生むと予想される。

[果実の熟度判定]および [牛肉の融点計測]ともに装置としての製品化のためには、後僅かながら開発期間が必要である。ゆえに、当事業での開発した計測技術と集積したデータをもとにして、今後は企業との共同研究を展開していく予定である。

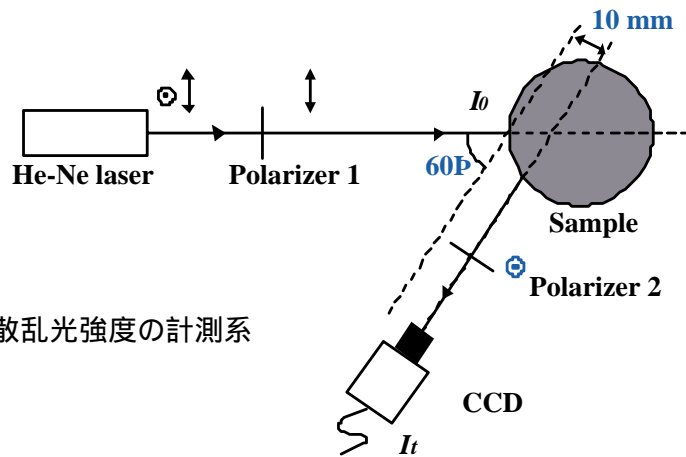


図1 側方からの散乱光強度の計測系

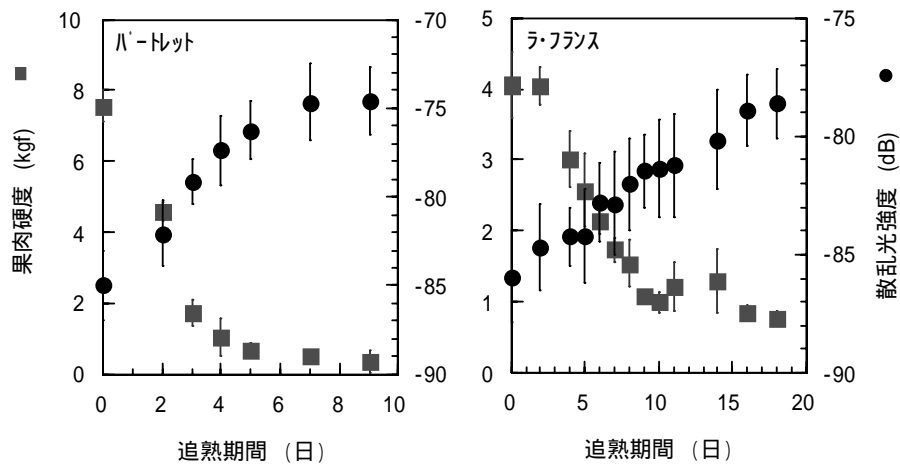


図2 追熟期間における果肉硬度と散乱光強度の推移

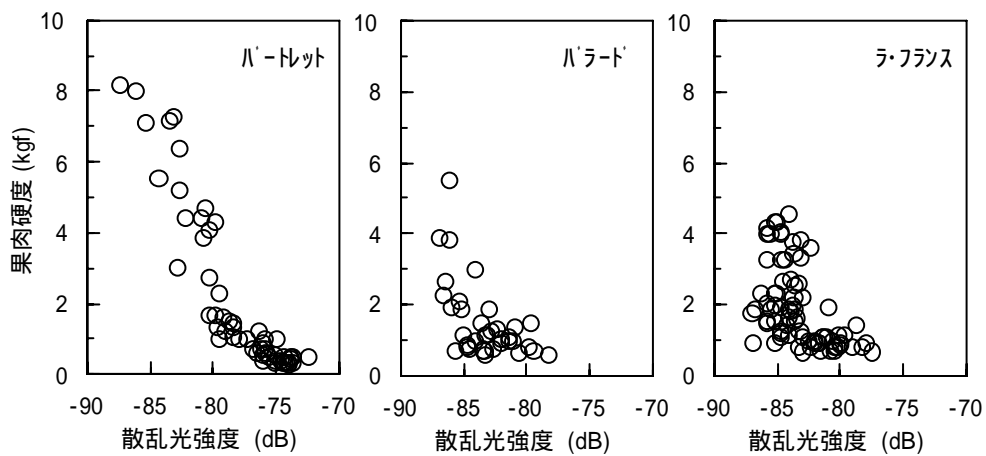


図3 3品種の西洋ナシにおける果肉硬度と散乱光強度の相関

OCTスキャナ

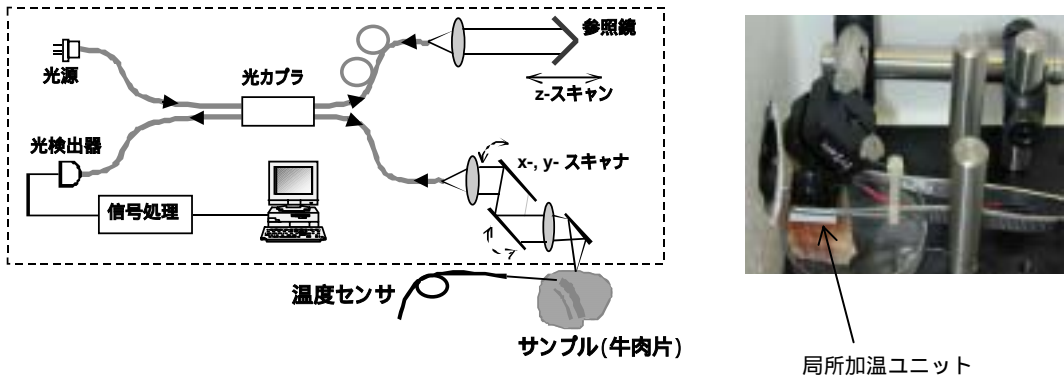


図4 OCT スキャナを用いた牛肉の計測系および測定セットアップ

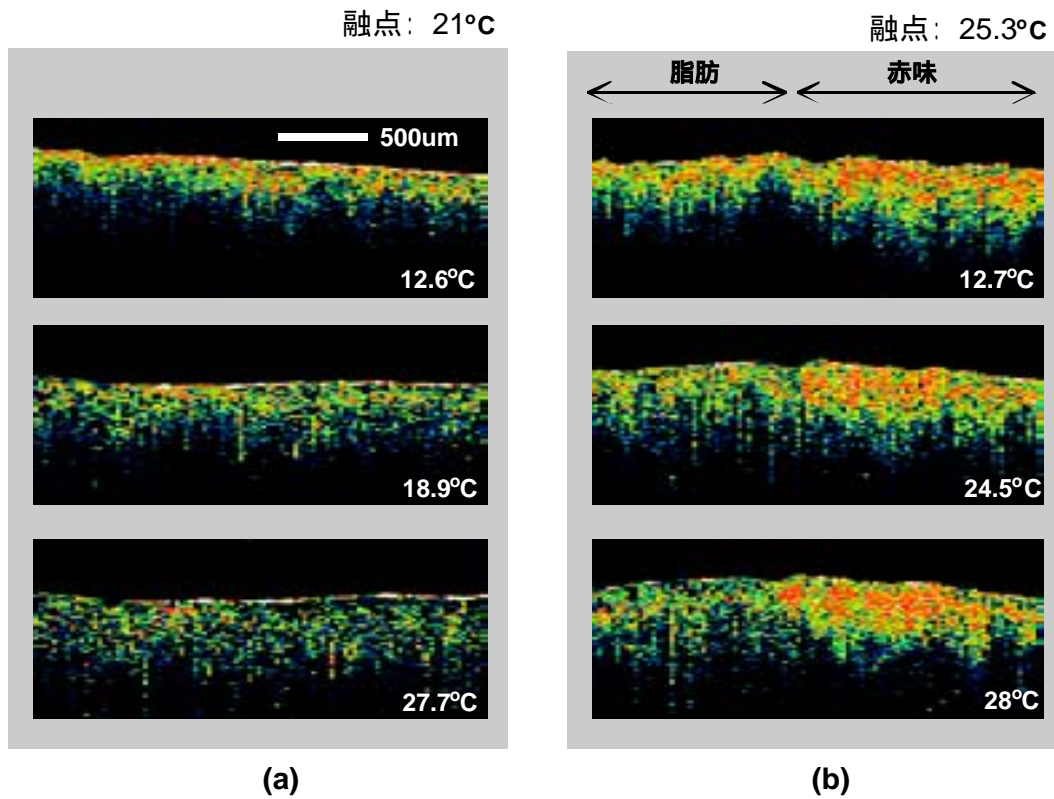


図5 脂肪融点の異なる牛肉における加温過程での光散乱画像の変化