

近赤外光と偏光、AI を組み合わせた果実や その加工食品中の異物検知技術の開発

徳島大学ポスト LED フォトニクス研究所・准教授 山口 堅三

■ 目的

食品中の異物混入問題は、深刻な社会問題であり、報告事例では調理食品が最も多く、昆虫や金属片、人由来の物質などが主な異物として報告されている。現在の食品製造現場では、金属検出機や X 線検査機が使用されるが、有機物の検出には限界がある。そのため、画像解析と人工知能の技術を組み合わせた装置が開発されており、果物ごとに異物の形状や特徴を学習し、光を使った異物検出により、検査の精度を向上させる取り組みが進められている。このような光を使った異物検査技術は、従来の目視検査に比べてより高い検知効率と信頼性が期待されている。

■ 方法

本研究は、苺ジャム中の有機異物(虫)を検知するための光技術を開発した。開発した技術は、近赤外領域の光源とカメラを使用し、それを試料前後に 2 枚の偏光子を配置する透過光学系で異物を検知する。ここでは、試料に偏光制御した検査光を照射し、試料からの透過光をカメラで受光し、撮像画像を解析することで異物を検知する。

具体的には、偏光子を平行ニコル： P と直交ニコル： C に配置し、偏光 P と偏光 C の透過光像を取得する。偏光 P では、試料からの正透過光と異物による光散乱の影響を受けた一部の散乱光が第 2 の偏光子を透過する。偏光 C では、試料からの正透過光は除去され原理上透過光は 0 になるが、明るさとコントラストを加工処理することで、異物による光散乱の影響を受けた光のみが現れる。この具体的な検査例として、ガラス製シャーレ内の虫混入苺ジャムを先の検査技術で撮影し、これを画像解析した。偏光 P の透過光像では、苺ジャムの果肉や種粒と虫の光吸収量の差により透過光量に変化し、虫を検知できた。一方、偏光 C の透過光像では、本来何も現れないが、画像処理することで変化した偏光成分のみが現れる。最終的には、偏光 P と偏光 C の画像演算処理を行うことで、異物のみを抽出することに成功した。

■ 結果および考察

本研究では、近赤外光異物検知法を用い、苺ジャム中の異物(蟻)の検出位置が検査結果に与える影響を評価した。ここで、近赤外領域で高い光透過特性が確認されたため、中心波長 850 nm の LED 光源を使用し、光学系を構築した。また、苺ジャムと異物のハイパースペクトル画像を取得し、可視および近赤外領域での個体差を確認した。

ジャムの底表面に異物を配置した場合、偏光 P および C の透過光像から異物を確認した。また、これらの画像を演算処理することで、異物のみの抽出に成功した。ここでは、異物の正確な位置も特定できた。なお、ジャムの底または表面による違いの影響は見られなかった。

次に、果肉の上下面に異物を配置した場合、偏光 P および C の果肉上面では異物を確認したが、果肉下面では確認できなかった。そこで、これらの画像を演算処理することで、果肉の上下面での異物の抽出に成功した。ただし、果肉下面の種粒も確認した。

以上の結果から、近赤外光異物検知法は、苺ジャム中の異物を検出するための有効な手法である。

■ 結語

近赤外光異物検知法は、偏光子と画像処理を組み合わせた食品中の異物や夾雑物を抽出する方法である。偏光子は、平行ニコル： P と直交ニコル： C があり、食品や異物の光吸収と偏光度特性を用いる。しかしながら、物質の光学特性は複雑で、吸収スペクトルや偏光特性はさまざまな要素に影響を受けるため、検査には物質の詳細な光学特性を調査する必要がある。