

レーザー散乱を利用した食品の物理的構造の計測法の検討

指導教員 粉川 美踏・北村 豊

安慶名 夏鈴 (201610626)

1. 背景および目的

分光法による食品の測定法は非破壊かつ迅速な技術として広く検討されているが、多くは食品の化学的特性に着目した測定であった。本発表では物理的構造と化学的特性の両方に着目し、液体試料を用いたレーザー照射による散乱と吸光による輝度の変化を利用した測定法の検討を行った。Wattéら^[1]の先行研究では幅広い波長域のレーザー光源を用いた計測を行っているが、このような光源は高額であり、また情報量が膨大であることから処理に時間がかかり実用的とはいえない。このため、単一波長のレーザーで安価かつ簡便な計測・解析手法の確立と実用化を行うことを目指した。

2. 材料および方法

1) 液体試料の調製

蒸留水に標準乳濁液と色素を異なる濃度で混合することで、様々な散乱・吸光特性をもつ試料を調製した。乳濁液は O/W エマルジョンである Intralipid、色素はアナトー色素を使用した。濃度はいずれも $1 \times 10^{-3} \%$ 、 $1 \times 10^{-2} \%$ 、 $1 \times 10^{-1} \%$ 、 1% (v/v) の 4 通りであり、これらを組み合わせた液体試料 200 ml を 16 種類作製した。

2) レーザー照射・撮影

530 nm、635 nm の 2 種類のレーザーを試料に対して垂直に照射し、試料液面の様子を CCD カメラ (ORCA-spark、浜松ホトニクス) で撮影した。輝度の変化の様子を詳しく撮影するためにカメラの露光時間を $10^0 \sim 10^3$ ms (10^0 乗刻み) と 7 通りに設定し、画像を取得した。

3) 解析

数値解析ソフト MATLAB2019a を使用し画像を解析し、16 通りの試料についてレーザー照射点からの距離と輝度の関係を調べた。まず、各露光時間で取得した画像からダイナミックレンジ内の輝度値を求め、露光時間の逆数を乗じたのちに 7 枚の画像の輝度値の平均値を求めた。また、輝度値の変化が照射点に対して対称となることを利用し、作成したグラフを折り返した場合に差が最小となる点を求め、折り返したプロットの平均を取った。

3. 結果および考察

アナトー色素 1%、および $1 \times 10^{-3} \%$ 試料の結果を以下の図 1 および 2 に示した。アナトー色素濃度 1% の試料において 2 色のレーザー照射

による輝度の変化を比較すると 530 nm のレーザー照射時の輝度の減少が急激であることから、アナトー色素による吸光が生じていると考えられた。一方、アナトー色素 0.001% 試料ではレーザーの波長による輝度の挙動に違いは見られず、Intralipid 濃度の上昇によって輝度値が上昇し、照射点付近で輝度が飽和した。

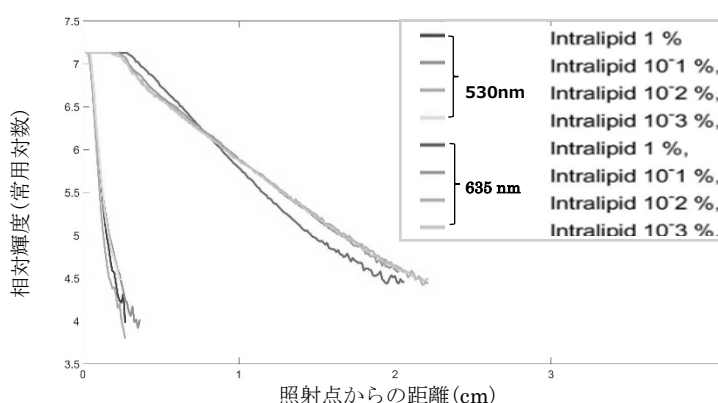


図 1 アナトー色素 1% 試料の輝度の変化

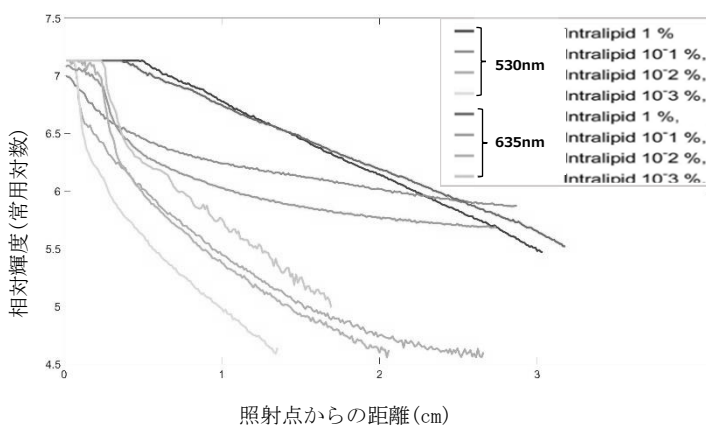


図 2 アナトー色素 $1 \times 10^{-3} \%$ 試料の輝度の変化

4. 今後の課題

今後の課題は波長の異なるレーザーの特性の標準化である。現在の機材と解析方法では波長の特徴がノイズによって輝度と散乱、吸光のモデル化や特性の解明が困難であった。今後はレンズやピンホールを用いた機材の改良やキャリブレーションによる波長の異なるレーザーのノイズ削除を行う。

参考文献

[1] Rodrigo Watté et al. (2013), OPTICS EXPRESS Vol. 21, No. 23