

近赤外ラマン分光法による中性脂肪の構造解析

(東京大学大学院^{*}、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所^{**})○本山 三知代^{*,**}、関 栄根^{*}、佐々木 啓介^{**}、浜口 宏夫^{*}

【序】中性脂肪は脂肪酸のグリセリンエステルであり、食物油脂の主成分である。中性脂肪を構成する脂肪酸の化学種の違いは、油脂の融点や油脂に対する生体の反応に影響を及ぼすため、重要な要素である。食物油脂中の脂肪酸の化学構造は破壊的な方法で解析が行われることが多いが、われわれの研究室で開発した近赤外ラマン分光装置 (Min *et al.* 2005) が有効な非破壊解析法になると考えられたため、本装置を用いて食物油脂の脂肪酸の構造解析を行った。

【実験】

中性脂肪を多く含む食物油脂として、ショートニング (日本製粉株式会社)、マーガリン (小岩井乳業株式会社)、ラード (雪印乳業)、ブタ皮下脂肪組織、ウシ腎脂肪組織の5種類を準備した。ブタ皮下脂肪組織については脂肪酸の不飽和度 (I.V.) を Wijis 法を用いて測定した。これらの試料の新鮮切開面の 1064 nm 励起ラマンスペクトルを、室温にて測定した。1064 nm のレーザー光 (Q-switched Nd:YAG laser, X30-106QA, Spectra-Physics) を光ファイバーを通して試料に照射し、後方ラマン散乱光を光ファイバーを通して分光器 (TRIAX320, Horiba Jobin-Yvon) へ導き、マルチチャンネル検出器 (InP/InGaAsP, Hamamatsu photonics K.K.) を用いて光強度を測定した (Min *et al.* 2005)。試料上の測定点におけるレーザー強度は 220 mW、積算時間は 160 秒とした。得られたスペクトル中の吸収帯の面積は、スペクトルをソフトウェア (Igor Pro 4.09A) を用いてローレンス関数あるいはガウス関数として近似後、算出した。

【結果と考察】

これまでにわれわれは、近赤外ラマン分光法が生体由来のサンプルに多く見られる蛍光の妨害を受けないことを示したが (Min *et al.* 2005)、本試験においても試料由来の蛍光や水の妨害を受けずに、S/N比の良い近赤外ラマンスペクトルが得られた (図1)。脂肪酸由来の吸収帯が、 1300 cm^{-1} ($\tau(\text{CH}_2)$)、 1440 cm^{-1} ($\delta(\text{CH}_2)$)、 1656 cm^{-1} ($\nu_{\text{cis}}(\text{C}=\text{C})$)、 1670 cm^{-1} ($\nu_{\text{trans}}(\text{C}=\text{C})$)、 1748 cm^{-1} ($\nu(\text{C}=\text{O})$) に見られた。

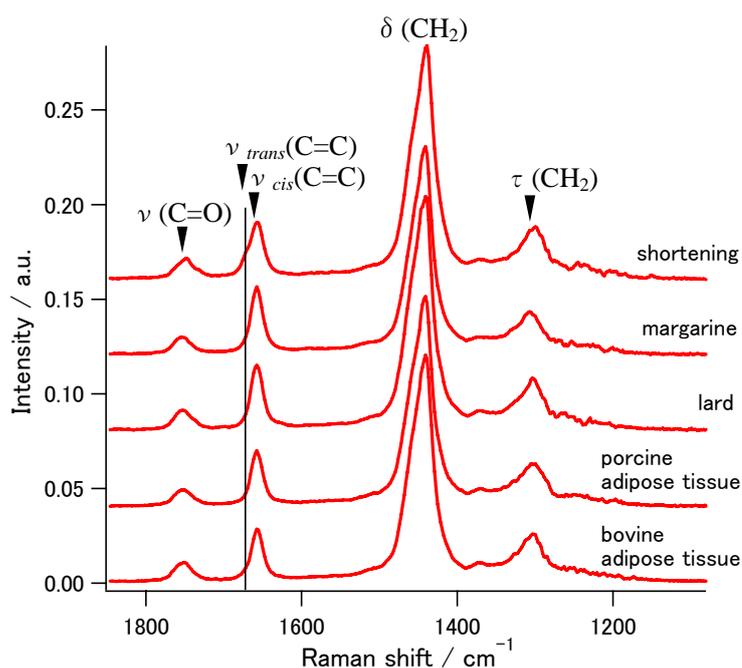


図1 各食物油脂の近赤外ラマンスペクトル

1670 cm⁻¹のラマンバンドはトランス脂肪酸由来であることが知られており (Muik *et al.* 2005)、本装置によりショートニング中のトランス脂肪酸 (図 2) を検出することができた (図 1)。トランス脂肪酸は、ショートニングなどの製造時に行われる水素化の過程で生じることが知られている。これまでトランス脂肪酸の測定は質量分析などの破壊的な方法で行われていたが、近赤外ラマン分光法を用いることで簡便かつ迅速な非破壊測定が可能であると考えられた。

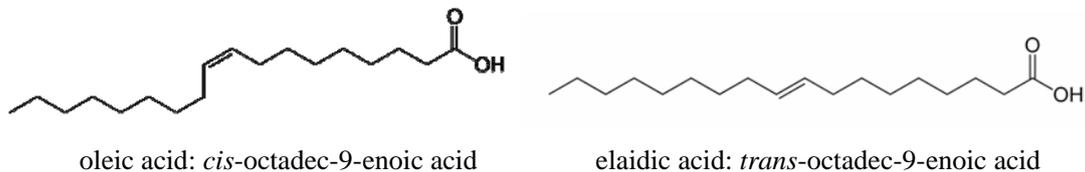


図 2 食物油脂に代表的な *cis* および *trans* 異性体

ラマンバンド面積比 $A_{1656 \text{ cm}^{-1}}/A_{1748 \text{ cm}^{-1}}$ あるいは $A_{1656 \text{ cm}^{-1}}/A_{1440 \text{ cm}^{-1}}$ より脂肪酸の不飽和度 (I.V.) が推定可能との報告があり (Reitzenstein *et al.* 2007、Weng, *et al.* 2003)、これらの面積比から I.V. が予測できるか検討を行った。その結果、両面積比ともに I.V. との相関関係が認められ、 $A_{1656 \text{ cm}^{-1}}/A_{1748 \text{ cm}^{-1}}$ に比べ $A_{1656 \text{ cm}^{-1}}/A_{1440 \text{ cm}^{-1}}$ の方が試料の I.V. をより精度よく予測した (図 3)。

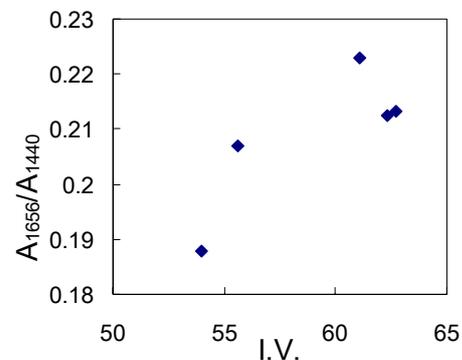


図 3 ブタ皮下脂肪組織試料 (サンプル数 5) の I.V. と面積比 $A_{1656 \text{ cm}^{-1}}/A_{1440 \text{ cm}^{-1}}$ の関係

以上の結果より、近赤外ラマン分光法は食物油脂中の脂肪酸の構造を非破壊かつ迅速に解析する手法として有効であることが示され、特に、トランス脂肪酸が簡便に検出可能であることが明らかとなった。

参考文献

- Min, Y.-K., Yamamoto, T., Kohda, E., Ito, T. and Hamaguchi, H. (2005) *Journal of Raman Spectroscopy*, 36: 73-76.
- Muik, B., Lendl, B., Molina-Díaz, A. and Ayora-Cañada, M.J. (2005) *Chemistry and Physics of Lipids*, 134: 173-182.
- Reitzenstein, S., Rösch P., Strehle, M.A., Berg, D., Baranska, M., Schulz, H., Rudloff, E. and Popp, J. (2007) *Journal of Raman Spectroscopy*, 38: 301-308.
- Weng, Y.M., Weng, R.H., Tzeng, C.Y., Chen, W.L. (2003) *Applied Spectroscopy*, 57: 413-418.