

X線を利用した食品系の微細構造解析

合谷 祥一
香川大学農学部

私たちの研究室や共同研究でこれまで行ってきた、X線を利用した食品系の微細構造解析の実例について紹介する。

1：食品用乳化剤/水溶液/食用油の3成分系の相図を用いた低エネルギーな乳化法における、乳化剤の微細構造と乳化の関係

この研究では、小角散乱測定を用いた。両親媒性分子は条件によって液晶やスポンジ状態(bicontinuous構造)を形成する場合は有り、特に、ラメラ液晶構造やスポンジ構造を利用して乳化すると容易にナノメートルサイズの微細なエマルジョン(ナノエマルジョン)を得ることが出来る。ポリソルベート80は水と1:1ではヘキサゴナル液晶を形成し乳化できなかったが、ショ糖を40%加えるとスポンジ状態に変化し、ナノエマルジョンが調製できるようになった¹⁾。ポリグリセリン脂肪酸エステル混合系では、相図上にラメラ液晶とスポンジ構造の混合した領域が現れ、その領域で乳化すると、ナノエマルジョンが調製できた²⁾。ショ糖脂肪酸エステル系では、ラメラ液晶構造が乳化に対して重要な影響を及ぼしていた³⁾。

2：デンプンの糊化及び老化の解析

この研究では、デンプンの糊化及び老化の判断に広角散乱測定を用いた。もち米デンプンの糊化に対するD-ブシコース、トレハロースおよびショ糖の影響を、求肥餅調製条件で調べたところ、無糖及びD-ブシコース添加では68℃の加熱でデンプン結晶による散乱のピークは消失したのに対し、トレハロース及びショ糖を添加した場合は73℃の加熱で散乱のピークは消失し、D-ブシコースが澱粉糊化の温度上昇を妨げることが分かった⁴⁾。

茹でうどん中のデンプンの状態を広角X線散乱で直接測定したところ、茹でうどん周辺部では散乱ピークが観察されず、糊化が完全にすすでいることが確認されたが、中心部では弱いながら散乱ピークが観察され、糊化が不十分であることが確認された。また、茹で延びにおいて、デンプンの糊化の状態は変化しない(老化しない)ことが分かった⁵⁾。

3：マイクロCTによる油調済みパン粉の微細構造解析

この研究では、原料小麦粉の一部を裸麦粉に置き換えて調製したパン粉の吸油率が小麦粉のみのパン粉より低い現象の機構解明にSPring-8のマイクロCTを用いた。裸麦添加、無添加のパン粉をキャノーラ油で油調した後、X線測定用ガラスキャピラリーに保持し、CT観察に供した。パン粉、油及び空気の元素組成と密度及び各元素のX線質量吸収係数からそれぞれのX線線吸収係数を求め、CT画像のピクセル強度との相関性から、パン粉、油及び空気領域を同定した。得られたパン粉画像及び油の状態から、油ぎれの良い裸麦添加パン粉の空孔は、撥水、撥油構造として注目されているダブル・リ・エントラント様の構造であることが推測された⁶⁾。

参考文献：1) Miyanoshita *et al*, *J. Oleo Sci.*, **60**,355-362(2011), 2) Wakisaka *et al*, *J. Oleo Sci.*, **64**,401-3413(2015), 3) Mtsuura *et al*, *J.Oleo Sci.*, **67**, 167-176(2018), 4) Ikeda *et al*, *Starch*, **66**, 773-779(2014), 5) 廣澤ら, *農化中四国支部第36回講演会講演要旨集*, 33 (2013), 6) 小谷ら, *SPring-8/SACLA 利用研究成果集*, **6**(2), 310-314(2018).