

# 時分割X線小角および広角回折同時測定で探る食品油脂の多形転移

上野 聡

広島大学大学院生物圏科学研究科

食品を物理化学的に表現すると、「多成分系であって熱力学的に非平衡状態にあるコロイド分散系」となる。すなわち、食品として販売・飲食できる状態は、時間経過とともに徐湯体に変化し、やがて飲食に適さなくなる（劣化する）。このことは、食品の3大栄養素として知られている、炭水化物・タンパク質・脂質すべてに共通している。

このうち、脂質、とくに食品油脂について例示すると、チョコレートの劣化（ブルーム現象）・マーガリンの粗大結晶化・マヨネーズの油水分離などが典型例である（下図参照）。このうち、数秒～数分単位の時間的な状態変化を、時分割測定により測定するためには放射光が必要不可欠である。

また、食品の主要な原料の特定の多形の結晶化は、製品の物性やテクスチャーに極めて大きな影響をおよぼす。油脂を例に挙げると、チョコレートの場合のココアバター結晶多形やマーガリンにおける原料固体脂の結晶多形がテクスチャーを決める。

本発表では、チョコレートに関するPFで行った実験、「テンパリング工程におけるココアバター結晶化過程のその場観察」について紹介し、食品分野における研究においても放射光測定の必要性について理解を深める。

一般に、チョコレートは、その原料油脂であるココアバターの結晶化制御を行い製品化する。ココアバターには、不安定なI型から最安定のVI型までの6種類の結晶多形が知られており、I型からVI型まで不可逆的な（単変形的な）多形転移を行う。このうち、世界中のチョコレート製品におけるココアバターの結晶多形はV型であり、V型の結晶化がチョコレート製品の品質を決めている。製造工程において、この結晶化には、テンパリングと呼ばれる特殊な温度制御工程が製造工程に組み込まれているテンパリングマシンという装置内で行われている。近年、テンパリングを経なくても、攪拌操作のみでV型多形の結晶化が促進されるという報告がなされている。テンパリングマシンの中では、温度変化と同時に攪拌操作も行われているが、この温度制御と攪拌操作を印加することで、結晶多形転移がどのように引き起こされているのか定かではない。そこで、テンパリングマシン内部でどのような多形転移が引き起こされているのかを、時分割測定を行い調べた。試料周りには、テンパリング

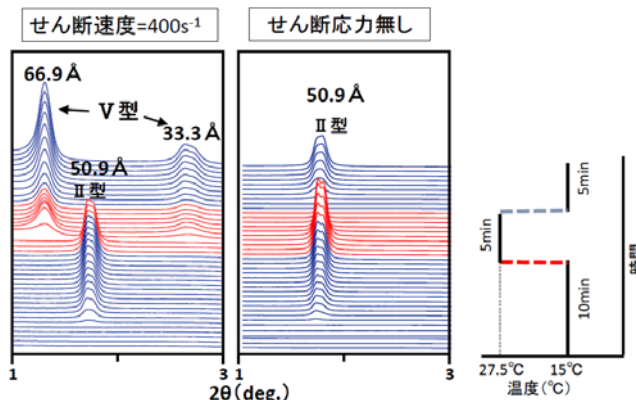


図1. ココアバターの結晶化. 左：せん断あり、右：せん断なし

マシンのモデル系として、試料を攪拌しながら温度制御を行うように工夫した。

測定した結果、図1に示されているように、攪拌操作を加えた場合は、V型多形の結晶化が出現した。さらに、温度制御により、他の多形（図1ではII型多形）の現れるチャンスを無くしており、テンパリングマシン内では、両方の操作が加わりV型のみを結晶化させていることが判明した。