

# 中性子小角散乱による食品中の乳化状態の研究(トライアルユース)

東京フード株式会社 路川 聡一

## 1. Introduction

「チョコレート」は、ココアバターなどの油脂結晶中に微粒化したカカオ、砂糖、粉乳などの固形分が分散した、S/O 型サスペンションである。チョコレートの工業生産では、1930年代から天然の界面活性剤である大豆由来のレシチンが使用されている。レシチンはチョコレートの塑性粘度を下げるため、高価なココアバターの使用量を制限しつつ流動性を向上させることから、ほとんどのチョコレートに使用されている。しかし、過剰添加すると塑性粘度が上昇に転じてしまうことが知られている。他方、「ガナッシュ」は、チョコレートに生クリームや洋酒などの水分を含む素材を混合した O/W 型エマルジョンであり、生チョコレートもその内に含まれる。ガナッシュにレシチンを添加していくと硬さが増し、保形性が改善することが経験的に知られているが、メカニズムは不明である。

界面活性剤による一般的な乳化モデルは、両親媒性のマッチ棒が液滴を取り囲むような模式図で描かれる。チョコレートにおいても、共焦点レーザー顕微鏡を用いて観察すると蛍光標識したレシチンが、砂糖粒子を取り囲んでいる様子が確認されている。このような研究により、一般的な乳化モデルが裏付けされている。しかし、組成や効果の異なる様々な界面活性剤の乳化メカニズムを同一のモデルとして説明するには無理があり、界面活性剤の振る舞いについては個別に調査が必要である。

短期的な目的は、O/W エマルジョンであるガナッシュ中のレシチンの挙動が、中性子線散乱によって観察が可能かを検証し、レシチンの添加量によってガナッシュの硬さが変化する仕組みを理解することである。将来的に、食品に添加した界面活性剤の分子レベルでの存在状態や他の成分との相互作用を明らかにすることができるツールとして、中性子線散乱が利用できるかを調査していきたい。

## 2. Experiment

【試料調製】カカオマス 33%、ココアバター 16%、砂糖 28%、全粉乳 23%で調製したチョコレートを blank とし、レシチンを 0.25%、0.5%、0.75%、1.0%添加したチョコレートを調製した。各チョコレート 72%に軽水 (H<sub>2</sub>O) または重水 (D<sub>2</sub>O) 28%を加え、ミキサーにて 60℃で 1 分間攪拌することで乳化し、ガナッシュを調製した。

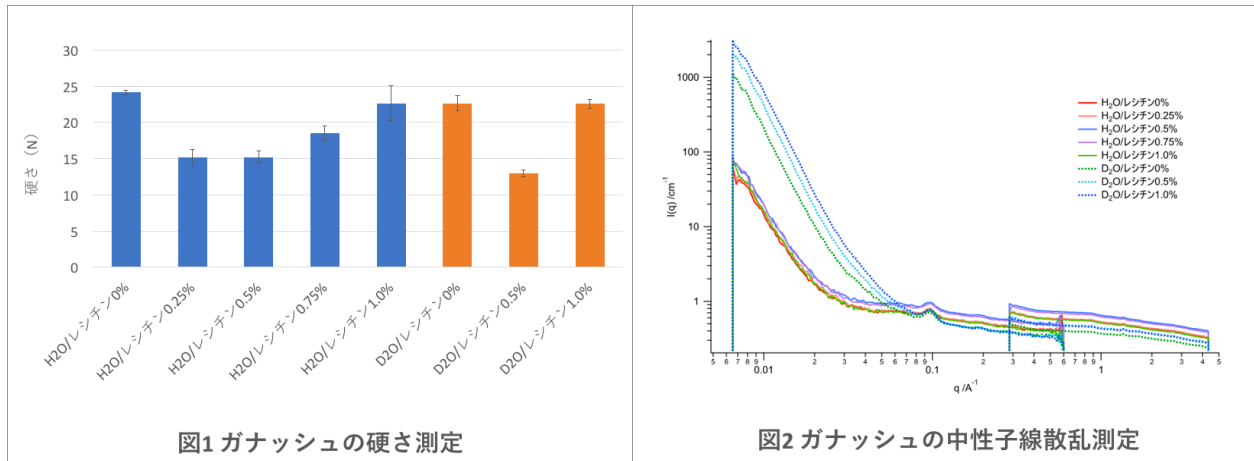
硬さ測定用の試料は、円柱 (φ 45) のプラスチックカップに 40g ずつ分注し、5℃で 72 時間硬化させた。中性子線散乱測定用の試料は、ナイロンビニール袋に入れて 5℃で硬化および保管を行った。

【実験方法】ガナッシュの硬さ測定は、テクスチャーアナライザーを用いた。円柱 (φ 15) 治具にて 10mm 圧縮し、最大値を硬さとした。中性子線散乱測定は、BL20 の iMATERIA の小角散乱を使用した。ガナッシュを小角散乱用標準ホルダーに入れ、室温 (約 25℃) にて出力 500kw で測定した。

### 3. Results

ガナッシュの硬さ測定の結果を図 1 に示す。軽水使用ガナッシュおよび重水使用ガナッシュで類似した結果が得られた。Blank のレシチン 0%は硬く、レシチンを 0.25%または 0.5%添加すると blank と比較して約 60%まで柔らかくなった。さらにレシチン添加量を増やすことで硬くなり、レシチン 1%添加では blank と同程度まで硬くなった。

ガナッシュの中性子線小角散乱の結果を図 2 に示す。軽水使用ガナッシュではレシチン量の違いによる明確な差は見られなかった。重水使用ガナッシュでは、 $0.08\text{q}/\text{A}^{-1}$  付近のシグナルの傾きに差が見られた。



### 4. Conclusion

中性子線小角散乱における重水使用ガナッシュの分析結果より、ガナッシュのレシチン添加量が増えると  $0.08\text{q}/\text{A}^{-1}$  付近のシグナルの傾きが急になった。このことからレシチンがガナッシュ中でなんらかの構造的な役割を果たしていることが示唆された。しかし、この情報から具体的な構造の手がかりを得ることができず、ガナッシュの硬さとも相関が得られなかった。

本研究では、明確なエマルジョンの構造を見出すことができなかった。しかし、中性子線散乱における小角側の範囲が食品の微小構造の解析に有効な範囲であることが確認できた。今後、エマルジョンの表面や内部の構造解析や油脂結晶の構造解析など、食品への応用に期待が広がった。