

ラボ SAXS による米粉ペーストの高次構造解析

上田実咲¹, ヴィレヌーヴ真澄美², 久我ゆかり², 岩瀬裕希¹, 高田慎一³, 瀬戸秀紀⁴

¹総合科学研究機構(CROSS), ²広島大学大学院統合生命科学研究科,

³日本原子力研究開発機構, ⁴高エネルギー加速器研究機構

【緒言】近年、世界の主要な中性子小角散乱 (SANS) 施設では、SANS ユーザーが利用可能なラボ X 線小角散乱 (SAXS) 装置を所有しており、コントラスト変調実験用の試料確認、SANS-SAXS 同時解析など、様々な用途で有効に活用されている。J-PARC MLF でも、一昨年に MLF ユーザーが利用可能なラボ SAXS/WAXS 装置 (Anton Paar SAXSpoint 5.0、線源: Cu と Mo) が導入された。この SAXS 装置を用いて、米粉ペーストの高次構造解析を行った。

米は日本における主要穀物であり、近年新たな需要として米粉パンが注目されている。米デンプンは主にアミロースとアミロペクチンで構成されており、前者の含量はもち米で 0%、うるち米で 10~30% である。米粉、水、ショ糖、酵母、油脂、塩のみを使用したパンの比容積はアミロース含量に依存することが知られている。米粉パンの焼成に至るまでのプロセスにおいて、デンプンの構造変化についてはまだ十分に理解されていない。そこで SAXS 測定により、異なるアミロース含量の米デンプンを用い、ナノスケールの構造変化と温度の関係を調べた。

【実験】試料は市販の数種類の生米から調製した粉を用いて、正味のデンプン質量に対して水を 1.1 倍加えて調製した。米粉のアミロース量は 0-40.3% の範囲であった。アミロース試薬についてもリファレンスとして測定を行った。測定は、Cu 線源を使用し、カメラ距離 1,609 mm (SAXS) と 67 mm (WAXS) でそれぞれ行った。観測した Q 範囲は 0.01-30 nm^{-1} であった。測定時間は SAXS では 30 分、WAXS では 15 分とした。測定温度は示差走査熱量測定から得られた転移温度を考慮し、25, 90, 120, 160 $^{\circ}\text{C}$ に設定した。

【結果】25 $^{\circ}\text{C}$ における 7 種の米粉ペーストとアミロース試薬 (AM) の SAXS プロファイルを図 1 に示す。AM 以外の米粉試料の SAXS プロファイルでは、 $Q = 0.6 \text{ nm}^{-1}$ 付近にピークが観測された。このピークは、アミロペクチンを含まない AM では観測されず、米デンプン内のアミロペクチンが形成するラメラ構造に由来する。試料の温度を 90 $^{\circ}\text{C}$ に上げると、このピークはすべての試料で消失し、逆に、おおよそ $Q < 0.6 \text{ nm}^{-1}$ の Q 範囲で小角散乱が出現した。この散乱強度は、米粉の種類により異なり、みかけのアミロース含量との関連性が示唆された。さらに試料温度を 120 $^{\circ}\text{C}$ 、160 $^{\circ}\text{C}$ と上げた際の SAXS プロファイルの変化も米粉の種類に大きく依存した。この詳細を本発表において報告する。さらに、今回使用した J-PARC MLF のラボ SAXS 装置の詳細や利用方法などについても紹介する。

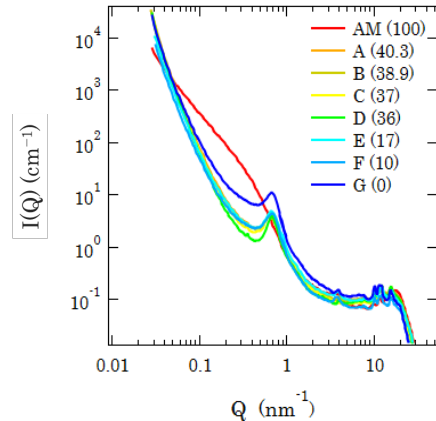


図1 25 $^{\circ}\text{C}$ における7種の米粉とアミロース試薬 (AM) の SAXS プロファイル。括弧内はみかけのアミロース含量 (%) を示す。