

わらびもちの形成プロセスにおけるナノスケール構造変化の解明

長崎 茜, ○松葉 豪

山形大学 大学院有機材料システム研究科

【緒言】 わらびもちは、澱粉と水を混ぜて得られる懸濁液を加熱後、冷却して得られる和菓子の一つである。なかでも、澱粉が水が存在している条件で加熱・攪拌させた場合、「糊化」が起こる。糊化は急激に粘度が増大が観測され、懸濁液から不均一なダマができ、不透明な「糊」となる。特に、馬鈴薯澱粉においては続けて加熱攪拌させると透明化する。また、「糊」を冷却することで、ゲル化し、いわゆる「わらびもち」となる。しかし、このような澱粉と水から得られる「わらびもち」について、分子論的な観点から観察した例はあまり多くない。そこで本研究では、主に放射光小角・広角 X 線散乱および放射光赤外分光測定を用いて、わらびもちの作製プロセスでのナノメートル～サブミクロンスケールにおける結晶構造を定量的に明らかにすることを試みた。

【実験】 試料として、市販の馬鈴薯由来の澱粉（片栗粉）と蒸留水を用いた。糊化・ゲル化プロセスを評価するため種々の濃度の澱粉分散液を作製した。DSC 測定から得られた澱粉（アミロペクチン）の融点(61.8°C)とほぼ同じ温度条件にて加熱・攪拌し、形状や固さを評価した。さらに、ナノからサブミクロンスケールでの構造変化を評価するために SPring-8 の BL40B2 および Photon Factory の BL6A にてその場小角・広角 X 線散乱測定を行った。また、コンホメーションの解析について SPring-8 の BL43IR にて行った。

【結果と考察】 まず、懸濁液を加熱すると、0.056 g/ml から 0.692 g/ml の領域において、凝集体・糊(不透明)・糊(透明)と状態変化した。ここで、凝集体は、懸濁液を加熱・攪拌させていくと観測される「ダマ状」の状態である。また、澱粉の濃度が高くなるにつれて、より短い時間で状態変化が起こることがわかった。そこで、ナノスケールでの構造変化を評価するため、Fig.1 にそれぞれの状態から冷却後室温にしたサンプルの小角 X

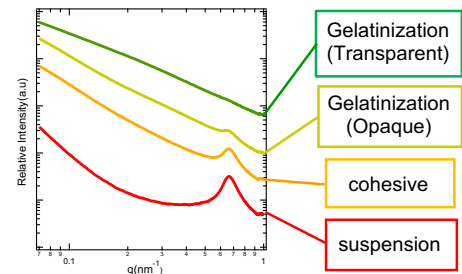


Fig. 1 SAXS profiles in various states of Warabi-mochi.

線散乱 (SAXS)のプロファイルを示す。なお、横軸は散乱ベクトル $q (=4\pi\sin\theta/\lambda, 2\theta$: 散乱角, λ : 波長) である。その結果、懸濁液、凝集体、不透明ゲルの状態では結晶ラメラ由来のピーク ($q=0.67 \text{ nm}^{-1}$) が観測された。また、加熱時間が長くなり、状態変化に伴い、徐々にピーク強度が減少し、透明なゲル (わらびもち) になるとピークが消失した。これらのことから、加熱による糊化プロセスは澱粉由来の結晶ラメラの融解に起因すると考察した。

さらに、結晶構造の変化について考察を行った。澱粉懸濁液においては、アミロペクチンの2種類の結晶、密に詰まった結晶構造を持つ A 形結晶と、疎になっている B 形結晶の双方が観測された。これは、懸濁液において、澱粉の結晶構造は維持されていることを示している。また、加熱による状態変化にともなって、これらのピークの強度が徐々に減少し、結晶化度が減少していることがわかった。一方、透明なゲル状態でもわずかではあるが結晶の存在が示唆されており、ゲルにおいては結晶が架橋点の役割を果たしていることが考えられる。また、FT-IR 測定を用いたコンホメーションの変化についても議論する。