

小麦グルテンの階層構造におけるマイクロ構造解析

前田 竜郎

帝京平成大学 健康栄養学科

(概要) 世界中で様々なパンが食されているが、その歴史は古く古代メソポタミアまで遡る。パンのおいしさの秘密は、原料の小麦粉に含まれるタンパク質にある。小麦粉に加水して捏ね（ミキシング）るとグリアジンタンパク質とグルテニンタンパク質が相互に絡み合っ、パン生地の粘弾性とそのパンの食感を生み出している。しかし、グルテンがどのように高次構造を形成し、また、グルテンの持つ網目構造と生地物性や食感への影響については未だ仮説モデルによる考察の域を出ていない。

グルテンの網目構造についてはこれまでに数多くの分析手法が試みられている。我々は近年蛍光染色観察法によりグルテンとデンプン粒を明確に識別する技術を開発し、製パンミキシング工程中（写真1）のデンプンとグルテンの分布をミクロン(μm)オーダーで観察することを可能とした。さらにグルテンの数ナノ(nm)オーダーにおける構造情報は、FT-IR や FTラマンにより、同様のミキシング工程中に主鎖アミドが近接のペプチド鎖間で水素結合を形成して平面状に伸びた β シートを形成することを示した。

本研究の目的は、グルテンの階層構造の数ナノ(nm)オーダーにおける構造情報を、同様の生地に関して SANS(中性子小角散乱装置)により構造解析することである。

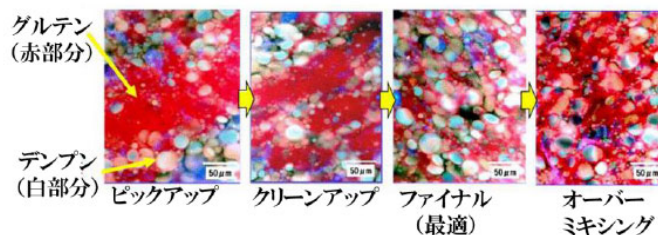


写真1 パンのミキシング4段階（ピックアップ：加水直後の混合、クリーンナップ：捏ね途中で粘着性を持ち始めた段階、ファイナル：グルテンの形成が完了し、発酵に最適な状態、オーバー：捏ね過ぎ）の生地中のグルテン-デンプン粒マトリックスの蛍光画像。

(実験方法) 製パン業界で用いられているミキシング工程の4段階（ピックアップ、クリーンナップ、ファイナル、オーバーミキシング）について、強力粉（カメリヤ）に加水し、各段階の生地をミキシングした。この生地を J-PARC の物質・生命科学実験施設（MLF）のパルス中性子実験施設に設置された大強度型中性子小中角散乱装置 BL15（大観）により、測定条件（試料温度： 12°C 、試料厚さ： 1mm 、生地への加水： D_2O ）により計測解析を行った。

(結果) テスト実験から、ミキシング段階が進むにつれて、 $Q=1.1[\text{nm}^{-1}]$ (6nm) のピークが消失し、 $1.0[\text{nm}^{-1}]$ ($\geq Q \geq 0.4[\text{nm}^{-1}]$ (領域の強度が低下し、 $Q=0.25[\text{nm}^{-1}]$ (25nm) のピークが出現した。以上の結果から、グルテンのドメイン間距離の変化、グルテンサブユニットの数やグルテニンポリマーの数の増減が起きている可能性が示唆された。

(課題) 今後、コントラスト変調中性子散乱を用いて生地中のグルテン-デンプン粒マトリックスの構造解析を行い、2成分間の相互関数から得られるクロスタームを見積もる。