

最新の工学解析ツールによるチーズ製造蓄積技術の見える化

大沼正人^A, 金田勇^B, 栃原孝志^B

^A北海道大学大学院工学研究院, ^B酪農学園大学

【はじめに】食品は多相系であり、その混合状態は食品の種類と性能を決定する。乳製品を例にとると、牛乳、ヨーグルト、チーズは構成する相がほぼ同じであり、同種のチーズ、例えばモッツレラチーズを例にとってみても製造者が異なれば食感も大きく異なってくる。このような違いは原料の違いによるものだけではなく、製造プロセスに強く依存しているはずである。以上の視点から混合状態、すなわち「混ざり方」を定量化し、製造プロセスや力学特性（食感）との関係を定量化していくことが今後の食品加工分野における国際競争力強化に必要となってくる重要な知見と考え、チーズを例に「混ざり方・力学物性・製造プロセス」を「ひもづけ」し、「見える化」することを研究目的とした。

【結果】本研究の最大の特徴は実際にナチュラルチーズを製造可能なチームであり、物性およびナノ構造解析が製造現場の直近に位置していることである。これにより、製造時の各プロセスと最終的な食感（力学特性）そしてそれを発現するナノ構造との3者の相関関係を実際の食品で解明可能である。今回、ゴーダチーズの製造工程には通常含まれないホモジナイゼーションを導入したチーズを製造し、力学特性とナノ構造との関係を比較した。得られたホモ有り／無しのゴーダチーズについて、同一ブロックから定期的にサンプリングを行い、力学特性とナノ構造解析を進めた。下図には一例として月単位のナノ構造変化について示す。同じ原乳から同じレシピで製造したにも関わらず、ナノ構造の時間発展には顕著な差が生じる。ホモ有り／無しによる差は力学特性測定結果からも検出され、ホモジナイゼーションの有無により生じたナノ構造の差異がゲル強度（硬さ）の低下をもたらしていることが明らかとなった。さらに官能試験も行ったところ、モニターにより両者に食感の差が明確に認められた。以上のように、「プロセス・ナノ構造・性能（食感）」との関係を最新のラボ物理的解析手法と製造現場とを直結することで、「ひもづけ」

し、「見える化」できることが明らかとなった。この結果を受けて本メンバーに（株）リガクおよび理化学研究所を加えたコンソーシアムによりイノベーション創出事業「先端ラボラトリー物理分析装置による食品製造・保存プロセス中の混合状態の見える化およびそれを活用した商品開発」の申請を行った。

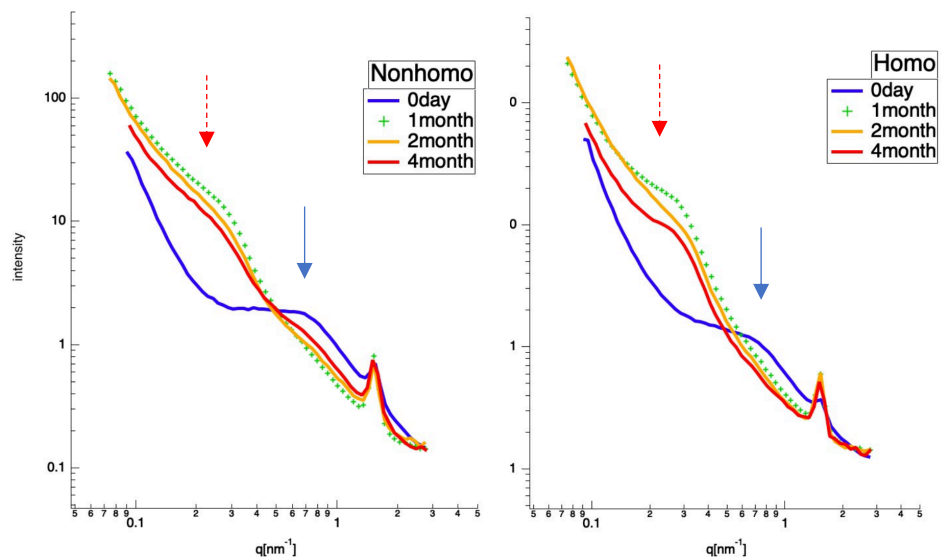


図 ホモ有り(右図)／無し(左図)のゴーダチーズのX線小角散乱(SAXS)プロファイル。青矢印を付した位置に直径2~3nmのコロイド状リン酸カルシウム(CCP)の散乱が出現し、時間経過とともに粗大化が生じる。この時間発展にホモ有無が影響し、結果として食感にも顕著な差が生じる。