

## (6)食品水分状態を指標としたドライシステムに関する研究開発

(平成 20 年度～平成 22 年度)

### 研究のねらい

乾燥工程は食品から水分を除去することが主たる目的であり、食品中の水分移動機構や乾燥に關与する水分状態の把握を行うと共に、得られた情報の実工程への適応が重要なる。乾燥工程中の水分移動機構や水分種存在状態を把握することにより、乾燥原料の種類や形状、成分などが変化した場合においても、水分種状態という汎用的な因子を用いて効率的な乾燥操作の指針情報や品質面への対応も可能となる。本研究では、乾燥工程中に複雑に変化する食品内水分種状態を把握し、その水分種状態を指標に乾燥条件の最適化を図るドライシステム技術の構築の構築を目指した。

### 研究の方法

- (1) 乾燥挙動予測式と実乾燥時の脱水挙動の比較
- (2) 湿度制御等の乾燥条件の乾燥製品品質に対する影響

### 研究成果の概要

(1) 食品乾燥工程中の食品内水分状態の変化を、脱水挙動、水分の有効拡散係数( $De$ )、 $De$ の活性化エネルギー( $E_D$ )を用いて評価しサケットバ内水分種が含水率に応じて領域Ⅰの移動しやすい水分種(水分種  $A_1$ )から、領域Ⅱの移動しにくい水分種(水分種  $A_2$ )に分離した。この水分種状態を指針として、乾燥工程中の乾燥挙動を予測できる乾燥挙動予測式を提出した。このために異なる束縛度合いの水分種  $A_1$ 、 $A_2$ がそれぞれ固有の完全混合水槽に蓄積されていると仮定した水槽モデルを用いた。各水槽の水分は、異なる物質移動係数  $k_w$ 、 $k_s$ に従って脱水される。サケットバ乾燥の場合について乾燥挙動予測式のパラメータを  $De$ 、 $E_D$ より求めた。

(2) 乾燥挙動予測式を用いた予測結果と実験結果を比較した。特定の条件(乾量基準含水率  $W_0=342\%-d.b.$ )のデータを用いて乾燥挙動予測式中の係数( $W_{R1}$ 、 $W_{R2}$ 、 $k_s$ 、 $k_w$ )の値を計算曲線と実験曲線とが合致するように最小二乗法にて決定した。求めた係数値を用いて、異なる乾燥開始含水率、乾燥温度の脱水挙動の計算を行い、実験値との比較を行った。本取り組みで提出した乾燥挙動予測式は水分種状態の変化を反映し、パラメータは有効拡散係数などの物理化学的な因子を含んでいることより、計算応答曲線は実験応答曲線と良く一致した。また、湿度因子については乾燥予測式中の平行含水率( $We$ )により補正することが可能である。このような乾燥挙動予測式を用いることにより、乾燥温度や湿度を制御した乾燥条件の乾燥時間の予測などの脱水挙動設計が可能となった。

(3) 脱水応答式中の  $k_s$ 及び  $k_w$ は食材の構造と水分種の移動性に関するパラメータの関数である。そこで求められた  $k_s$ 及び  $k_w$ を  $W_0$ について整理し検討した。 $k_s$ 、 $k_w$ ともに、水分種  $A_1$ の領域ではほぼ一定値を示すが、水分種  $A_2$ の領域では  $W_0$ の低下に伴い急激に増加する。 $k_s$ 及び  $k_w$ と  $De^0$ との相関性を示すことより、これら

パラメータは水分拡散の頻度因子と強く関連する。これら脱水予測式を用いることにより、水分種状態を指標としたドライプロセスの設計が可能となる。

(4)水分種状態及び湿度制御の農産食品への展開を目的に一例として、ネギ類の乾燥工程での湿度制御と水分種状態指標としたドライプロセスの水分種制御と湿度制御の検討を行った。比較的製品色や風味が重視されるネギ類の乾燥では、乾燥温度及び乾燥空気湿度が製品の品質に強く影響を与える。そこで、乾燥温度  $T_D = 40 \sim 70^\circ \text{C}$ 、乾燥空気湿度  $\text{RH} = 20 \sim 60\% \text{RH}$  の所定の条件の乾燥製品・脱水挙動の評価を行った。結果は  $T_D$  が高いほど、RH は低いほど脱水速度が速いことを明確に示した。これらの結果を官能評価と合わせて評価した。製品色は  $T_D = 40^\circ \text{C}$ 、 $\text{RH} = 20\%$  が、風味は  $T_D = 70^\circ \text{C}$ 、 $\text{RH} = 20\%$  が良好な品質を示した。水分種状態を指標として、これら制御指標及び評価技術について、今後取り組む予定である。

担当者 小西靖之、菅原智明、田谷嘉浩、木下康宣

