

(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)

1. 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関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。

2. 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
- (3) 最適な乾燥操作条件の検討及び評価

3. 研究成果の概要

(1) 水産物の乾燥挙動の予測式を水分種状態（水分種 A_1 領域（弱束縛水）と A_2 領域（強束縛水））により異なる水槽モデルを用い、式中のパラメータには水分の有効拡散係数や乾燥温度などの物理化学的な因子を反映させた。この乾燥予測式を用いることにより、乾燥途中に温度や湿度などの乾燥条件を変化させた場合の脱水挙動の予測が可能となる。乾燥工程中に制御温度を変化させた場合の検証を目的に、サケトバ乾燥について乾燥挙動の計算予測と実乾燥時の脱水挙動の比較を行った。その結果、乾燥工程途中に温度変化させた場合でも、乾燥挙動予測は実際の乾燥工程の挙動をよく反映した。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 (W_e) により補正することが可能である。この様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での乾燥時間の予測などの脱水挙動設計が可能となった。

(2) 乾燥条件の乾燥製品品質に対する影響の評価のために、比較的製品色や風味が重視される長ネギ乾燥を用いて評価テストを行った。乾燥温度 $T_b = 40 \sim 70^\circ \text{C}$ 、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。脱水挙動は T_b が高いほど、RH は低いほど脱水速度が速いこと、それらの効果を定量的に評価した。次に温度、湿度の製品品質への影響評価を行った。評価には所定の条件で試作した乾燥製品の色彩評価は目視で、風味評価はスープに添加し食味評価を行った。その結果、製品色は $T_b = 40^\circ \text{C}$ 、RH = 20%が、風味は $T_b = 70^\circ \text{C}$ 、RH = 20%が良好な品質を示した。長ネギ乾燥では製品色が良好となる条件と風味が良好な条件はことなる。

(3) 長ネギ乾燥では、 $T_b = 40^\circ \text{C}$ 、RH = 20%操作は製品色が、 $T_b = 70^\circ \text{C}$ 、RH = 20%は風味がそれぞれ優良な製品を生成できることが示された。そこで両者の乾燥温度及び湿度を組み合わせた最適な乾燥条件の検討を行った。長ネギ乾燥では、製品色と品質の良好な乾燥条件が異なることより、両条件を食品中の水分種状態（水分種 A_1 領域（弱束縛水）と A_2 領域（強束縛水））に対応して操作する非線形乾燥操作の検討を行った。そこでは RH = 20%一定として水分種 A_1 領域 $W_0 = 200\% - \text{d. b.}$ までは風味が良好な乾燥条件 $T_b = 70^\circ \text{C}$ で操作し、その後続けて $T_b = 40^\circ \text{C}$ に変化させて操作した。こうして製造した試作品の官能評価の結果（図4参照） $T_b = 40^\circ \text{C}$ 、 $T_b = 70^\circ \text{C}$ それぞれの定温・定湿方法に比べ、水分種領域に対応して乾燥温度条件を変化させた非線形乾燥操作が明らかに有効であることを明らかにした。

担当者 小西靖之、菅原智明、田谷嘉浩、木下康宣