

6. 乾燥農産物の風味及び製品色の定量的設計技術の開発

応用技術支援グループ
道総研 食品加工研究センター
寒地資源高度利用研究所

○小西靖之、木戸口恵都子
熊林義晃
小林正義

1. はじめに

食品の保存性向上方法として乾燥操作は多用されている。乾燥操作は食品からの水分を取り除くことが主たる目的で、その工程中に製品の色や風味などの様々な品質の変化が起こる。農産物の乾燥製品では製品色や風味が重視されるものがあり、乾燥の温度や湿度などの条件がこれまでの実績や経験で設定されている。これら農産物の乾燥工程において、脱水の進行及び空気との接触時間の経過とともに、食材中では非酵素的、あるいは酵素的反応が進行し褐変反応を示すことが多い。こうした褐変反応は、食品の品質変化と密接な関係にある。

本研究では製品色や風味が重視される農産物として長ネギの乾燥を例として用い、(1)長ネギ製品の色の変化挙動、(2)乾燥条件に風味への影響の評価、(3)褐変反応(製品色変化)と風味の相関評価、などを行い乾燥製品の風味と製品色を良好化できる乾燥技術の検討結果について報告する。

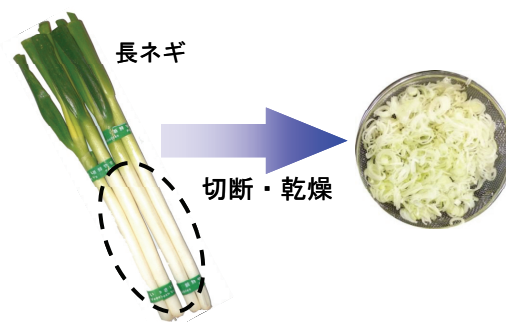


図1 乾燥原料と乾燥製品

2. 実験方法

2.1 乾燥試料

市販の長ネギを洗浄後約2mmの厚みで小口切りにしたものを乾燥原料試料とした。この試料の初期含水率(W_D)は1000~1800 %d.b. (乾量基準含水率)であった。乾燥工程中の製品色変化の測定データの安定性確保のために、茎部(白色の部分)のみを用いた。

2.2 乾燥条件

小口切りにした長ネギはステンレス製の乾燥網(175×175×40mm)に入れ乾燥テストを行った。乾燥工程は温度(T_D) 40~70°C、相対湿度(RH) 20~60%の条件で行った。乾燥工程中長ネギ試料の重量変化は、重量測定用の微小加重ロードセルの出力をデータロガーにより連続的に計測した。

2.3 色彩測定

乾燥工程中、所定の乾燥時間ごとに長ネギ乾燥試料の色彩の測定を行った。測定にはミノルタ製色彩計 CR-400a を用い、 $L^*a^*b^*$ 表色系を用いた。

2.4 風味評価

乾燥製品の風味評価は、官能法及びセンサー法で評価した。乾燥品は、6.5 倍に希釈した市販めんつゆ(80g)に所定量(1.5g)をいれて官能評価を行った。官能評価に用いた評価液を用いて、味覚センサー分析を起こった。

3. 実験結果

3.1 乾燥工程中の製品色の変化

長ネギの通風乾燥時の脱水応答は乾燥温度に強く影響を受ける。乾燥温度・湿度を変えて乾燥操作を行った場合の乾燥挙動を調べた。図2は乾燥温度

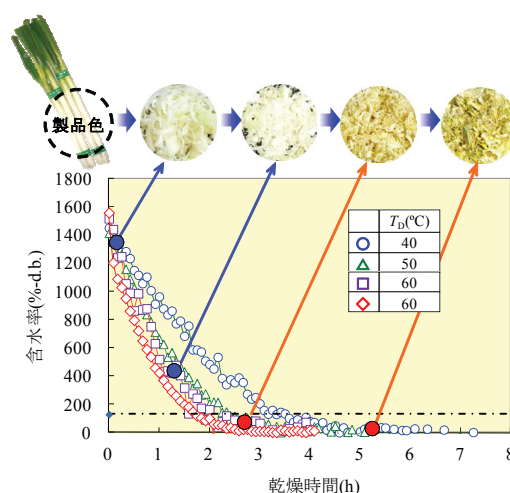


図2 異なる温度での長ネギ脱水応答 (RH = 20%)と乾燥物の色の変化例

を 40～70℃の一定温度で乾燥させた場合の脱水挙動と乾燥物の色の変化例を示した。乾燥温度が低い場合は、比較的ゆっくり乾燥が進行する。乾燥製品の色に注目すると、乾燥に伴い褐変反応が進行するが、 $T_D=40^\circ\text{C}$ では比較的製品色の変化が小さく、 $T_D=70^\circ\text{C}$ では急激に褐変反応が進行する。乾燥温度の違いが褐変反応による製品色の変化に強く影響する。

3.2 乾燥条件の風味への影響

長ネギの通風乾燥時の製品の風味は乾燥条件の影響を受ける。異なる乾燥条件で長ネギ乾燥を行い、風味の官能評価を行い、製品色と合わせて比較整理した結果が図 3 に示した。乾燥温度が比較的高い場合は風味が良好であり、乾燥温度が低い場合は製品色が褐変などの色変わりが少なく良好である。この様に風味が良好な乾燥条件と製品色が良好な乾燥条件が異なる。また、乾燥工程中の褐変反応（製品色変化）が乾燥製品の風味に影響していることを示している。

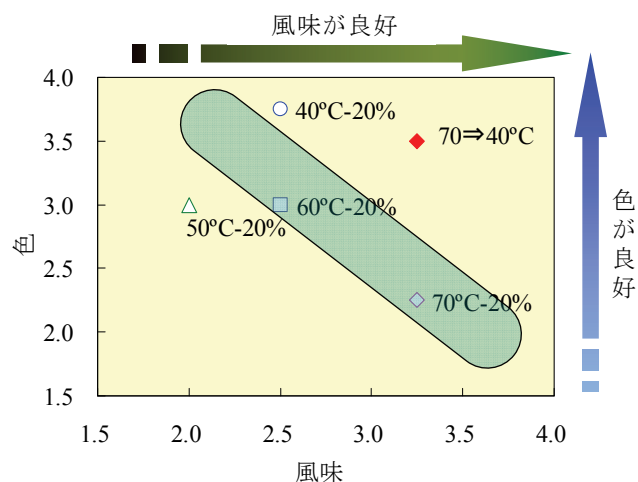


図 3 乾燥条件が異なる乾燥製品の官能評価結果

3.3 複合乾燥条件の設計

乾燥製品の風味と製品色の両者の良好化できる乾燥条件設計のために、長ネギの乾燥工程中の水分状態と褐変反応のモデル解析を行った。水分状態の評価には、水分の移動性や水分活性値などを用いた。その結果、乾燥開始時～120%-d.b.は水分種 A_1 領域（弱束縛水）、120%-d.b.は水分種 A_2 領域（強束縛水）と 2 つの領域に分類した。

長ネギの乾燥工程では、脱水の進行とともに、食材中では非酵素的褐変反応が進行し、製品色変化(褐変反応)が起こるとともに風味変化も同時に起こる。この褐変反応は図 4 にモデル的に示す様に、一般にグルコースとアミノ酸が脱水反応して反応中間体の窒素配糖体を経由し、最終的に褐色物質であるメラノイジンが出来るメイラード反応といわれている。これを単純化した逐次反応モデルを提出し、風味に影響を与える中間体量の乾燥条件の影響を評価した。

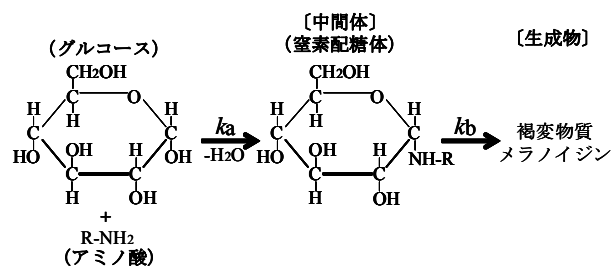


図 4. 褐変反応経路モデル

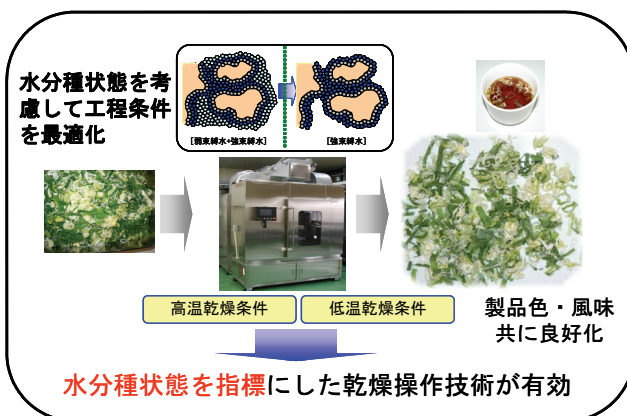


図 5 水分種状態と褐変反応評価による乾燥操作設計

これらの結果、(1)比較的低湿度な乾燥空気条件

を用いること、(2) 水分種 A_1 領域（弱束縛水）では高温乾燥条件、水分種 A_2 領域（強束縛水）では低温乾燥条件、を用いることにより風味と製品色の両者の良好化が可能とできる。

4. まとめ

乾燥食製品の設計には食材特有の水分種を分離し、それら水分種の特性を考慮することが大切であり、製品色や風味が重視される農産物乾燥品として長ネギの品質を向上した乾燥操作設計を行い、水分種 A_1 領域では $T_D = 70^\circ\text{C}$ 操作、引き続き水分種 A_2 領域では $T_D = 40^\circ\text{C}$ 操作による非線形連続操作で、色彩・香りの最適乾燥長ネギ製品の設計が可能である。これらの複合乾燥技術は多くの農産物への技術応用が可能であり、他の食材への技術応用も進める予定である。