

3. 機能性と感質に基づいたフードデザインシステム

北海道立工業技術センター 小西靖之、宮崎俊一、下野功、菅原智明、木戸口恵都子、向井沙衣子、山田奈美、北海道大学大学院水産科学研究院 川合祐史、北見工業大学 三浦宏一、松田弘喜、寒地資源高度利用研究所 小林正義、(株)タイヨー製作所 小笠原幸雄、(株)寺島商会 守屋慎二、イシオ食品(株) 山川敬人、山一食品(株) 大岩明、(株)ジョッキ 鶴巻明美、出口製麺(株) 干場庸稔、(株)マルハチ村松 坂部健太、(株)天狗堂宝船 千葉仁、三浦水産(株) 三浦隆生、(有)樋口海産 樋口常喜彦、(有)山久朝妻商店 朝妻裕、(株)北陽 宮森護、函館工業高等専門学校 小林淳哉、公立ほこだて未来大 小西修、奥山修平、北海道立食品加工研究センター 熊林義晃、(財)十勝圏振興機構・食品加工技術センター 佐々木香子

1. はじめに

乾燥操作は、食品製造の主要工程の一つであり、様々な食品加工に用いられている。特に通風乾燥操作はランニングコストが比較的安価であり、操作が簡便であるため、多くの工程で多用されている。食品乾燥操作は食品から水分を取り除くことが主たる目的で、この工程により保存性の向上、食品の味や色、硬さ変化などの食品性状変化が起こる。乾燥操作の最適設計には、乾燥工程中に変化する食品内の水分種状態と工程中に形成する食品内水分分布の把握と制御が重要となる。食品内の水分種状態が把握できることにより、それら水分種の特性(乾燥の効率や品質への影響)に対応した乾燥条件を設定でき、食品内の水分分布の制御により食品内部と表面の水分種状態のコントロールが可能となり、乾燥製品の品質や乾燥工程の効率なども設計できる。

これまで本研究では、イカやサケの通風乾燥工程中の水分種状態と品質の相関について取り組み、乾燥工程中脱水に関与する水分種は弱束縛水と強束縛水の2種あることを明らかにした。それら水分種状態は、乾燥工程中の一般細菌数増殖、製品色や硬さと関連していたことから、水分種状態を指標とした最適な乾燥操作指針を提出した。また、乾燥工程中の乾燥空気相対湿度が乾燥物の水分分布に影響し、湿度制御が乾燥効率や品質の重要な操作パラメータであることも明らかにした。

高品質な乾燥製品製造技術の取り組みとして、イカやサケなどの水産物から農畜水産物にも評価対象を拡大し、食品全般に対する水分種状態の把握と最適な乾燥プログラムの構築や、乾燥諸条件の周期変動操作などのこれまでに無い新発想を付加し、食品の水分種分布、食材構造、機能性を制御設計出来るフードデザインプロセスについて取り組んでいる。これらの概要について報告する。

2. 様々な食品の乾燥工程中の水分種分類

通風乾燥工程中の水分種状態の解析とデータベース構築を、様々な農水畜産物にて行った。水分種の評価には、乾燥工程中の水分の移動性(水分の拡散係数、拡散の活性化エネルギー)や食品中の水の動きやすさ(NMR解析など)を用いた。乾燥物は、水産物としてタコ、ホタテ、アワビ、畜産物としてポーク、ビーフの内もも肉、農産物としてボイル加工したニンジン、ジャガイモ、カボチャなどを用いた。その結果、イカやサケで明らかにした水分種状態は、他の水産物や農畜産物でも水分種分離が可能であることを明らかにした(図1)。すなわち食品の乾燥工程中の水分種状態は、含水率 100~130%-d.b. (水分値では約 50~57%)を境界として、含水率の高い領域 I では[弱束縛水と強束縛水]が存在し、含水率が低い領域 II では[強束縛水]が主体となる。この結果より、通風乾燥工程の操作設計指針として、[弱束縛水]及び[強束縛水]の水分種分離を汎用的に用いる目的をつけた。

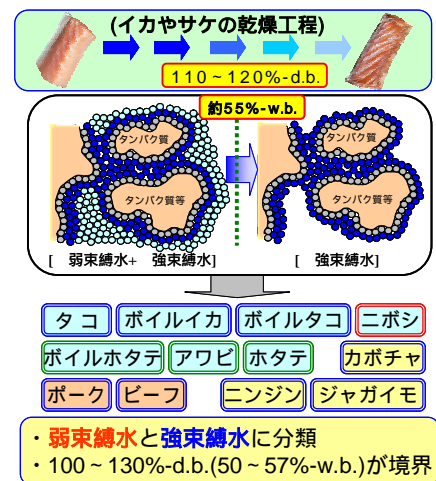


図1 様々な食品の乾燥工程中水分種の分離

3. 畜肉乾燥の水分種分離と湿度制御

畜産物への取組みとして、畜産物乾燥品の代表例としてポーク及びビーフジャーキの通風乾燥工程中の水分状態の解析や品質評価、乾燥工程の最適化に取り組んだ。乾燥工程中のビーフ及びポークの内もも肉中の水分種も含水

率 130%-d.b. (水分値では約 56%)を境界として、[弱束縛水+強束縛水]の領域 I と[強束縛水]の領域 II に分類できる。また、ビーフやポークはサケやイカなどの水産物に比べ脂質量が多く、この脂質が乾燥工程中の脱水に強く影響する。特に[強束縛水]領域では、乾燥物中の脂質が乾燥のしやすさを支配しており、乾燥材料中の脂質の量の違いにより著しく製品含水率のバラツキが生じる。この課題の解決として領域 II に湿度制御技術を用いた結果が図 2 である。乾燥工程の領域 II で湿度制御工程を用いることにより、乾燥製品の品質を損なうことなく、乾燥製品の含水率の均一化を図ることができる。今後、乾燥品の品質を考慮した最適な湿度制御技術の構築に取り組む予定である。

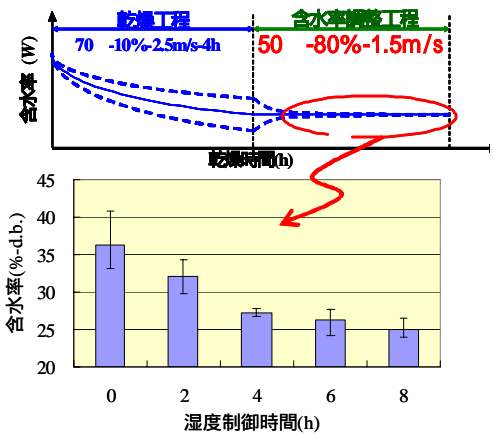


図 2 ポークジャーキーの湿度制御による含水率均一化操作

4. 一夜干し乾燥の含水率制御

通風乾燥工程中には、食品内に表面と内部との含水率分布が生じ、その含水率分布の形成は乾燥空気の湿度が低いほど急激となる。この含水率分布形成をより積極的に行う方法として、通風乾燥工程の輻射エネルギーの利用を試みた。通風乾燥に輻射エネルギーを併用することにより、乾燥時間が減少し、速やかな乾燥物表面の含水率低下(強束縛水の領域に近づけること)ができる。この含水率分布の適度な形成は、乾燥速度の向上や衛生面の安定をもたらす。これらの目的で通風乾燥による水産物の一夜干し工程に、輻射エネルギーの併用を行い、最適な輻射エネルギーの操作技術について取り組んだ。様々な条件での輻射エネルギー併用テストを行い、一夜干し乾燥の時間短縮を図ることが可能となった。さらに輻射エネルギーを用いることにより、乾燥品の味や臭いなどの明らかな品質向上が確認された。(図 3)今後、輻射エネルギーの利用による表面水分種制御技術や品質面に対する最適な制御技術の検討を進めるとともに、農畜産物乾燥への展開について検討を進める予定である。

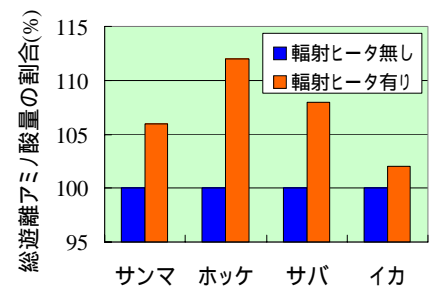


図 3 一夜干し乾燥状況と輻射エネルギーの有無による総遊離アミノ酸量の比較

5. まとめ

本テーマでは、食品水分種パターンと製品群との相関性データベースを構築し、食材、製品毎にそれらの中から最適な方法を抽出し最適操作ができる制御装置の開発を目指している。H19 年度は様々な水農畜産物においても、乾燥工程中の水分種(弱束縛水と強束縛水)の分類が可能であることを明らかにし、水分種の特性を指標としたドライプロセスの最適操作設計が汎用的に利用可能であることの目途をつけた。また、乾燥条件因子の中で乾燥効率や製品品質に影響が大きい湿度の畜肉乾燥工程への応用や、食品内含水率分布の輻射エネルギーを用いた形成などの応用技術にも、様々な試みを行った。H20 年度は、食品全般に対する水分種状態の把握と最適な乾燥プログラムの構築や、乾燥諸条件の周期変動操作などの新たな操作技術を用い、食品の水分種分布、食材構造、機能性を制御設計できるフードデザインプロセスについて取り組む(図 4)。

これらが明らかになることにより、食品中水分種分布を自在に設計でき、多様な製品群を迅速に生産可能なドライプロセスやフードデザインシステムの装置技術の確立が可能となる。さらに、これらの技術の展開により食品加工製品の高品質化や高付加価値化、そして新たな食品製造につなげていく予定である。

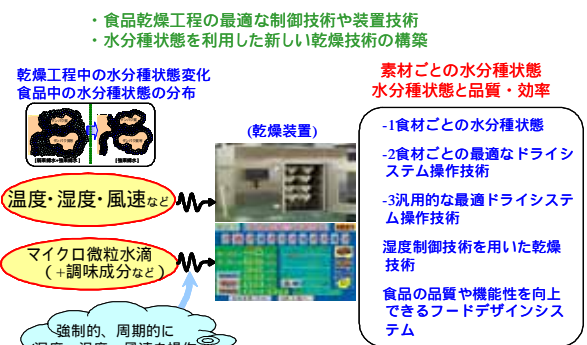


図 4 フードデザインシステムの取組み概要